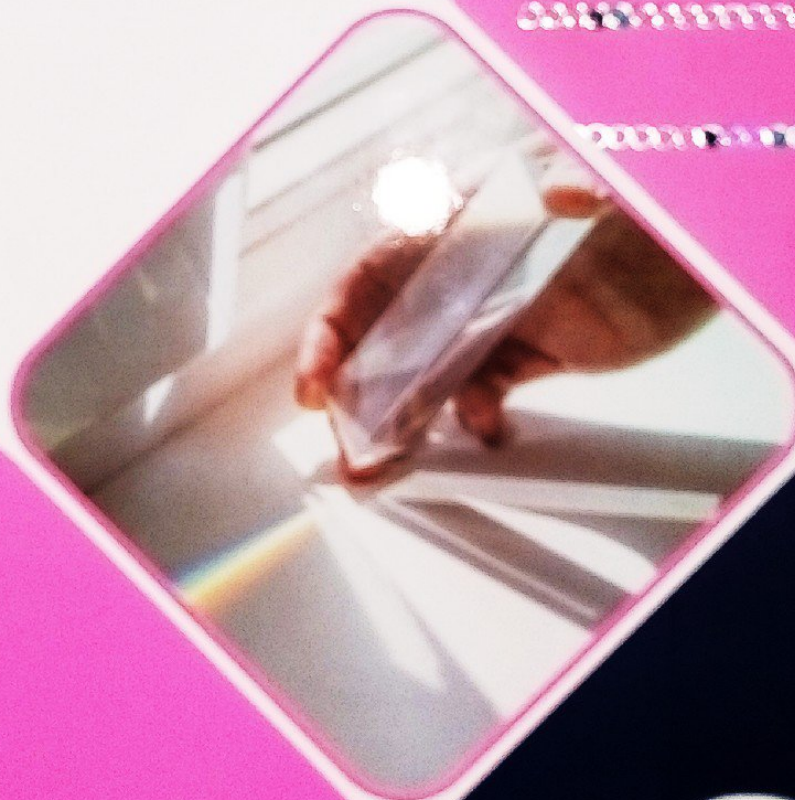


# الضيياء

2023



التعليم  
التكنولوجيا  
معاك



## الامتحانات\*

الصفحة  
2  
الثانوي  
الفصل الدراسي الأول

# الضيفاء

2023



الامتحان®

## جميع حقوق الطبع والنشر محفوظة

لا يجوز، بأي صورة من الصور، التوصل (النقل) المباشر أو غير المباشر لأي مما ورد في هذا الكتاب أو نسخه أو تصويره أو ترجمته أو تحويله أو الاقتباس منه أو تحويله رقميًا أو إتاحتها عبر شبكة الإنترنت إلا بإذن كتابي مسبق من الناشر كما لا يجوز بأي صورة من الصور استخدام العلامة التجارية (الامتحان) المسجلة باسم الناشر ومن يخالف ذلك يتعرض للمساءلة القانونية طبقاً لأحكام القانون ٨٢ لسنة ٢٠٠٢ الخاص بحماية الملكية الفكرية

الصفحة 2

الصفحة ar الثانوي

الفصل الدراسي الأول

إعداد

لجنة من خبراء التعليم

# بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

## مقدمة

بفضل الله ومعونته .. تحقق سلسلة كتب الامتحان في المرحلة الثانوية سلسلة من النجاحات، وهذا النجاح هو ترجمة حقيقية لثقتكم الغالية فيما نقدمه، وحرصاً منا على إنجاز مسيرة تطوير المناهج التعليمية التي توليها الدولة أهمية خاصة، وسعيًا لتفوق أبنائنا، نهدي الجميع كتاب الامتحان في مادة الفيزياء للصف الثاني الثانوي بصورته الجديدة وفقًا لنظام الثانوية العامة المطور.

والله ولى التوفيق  
أسرة سلسلة الامتحان

**سياستنا** تحديث، وتطوير مستمر.  
**هدفنا** تفوق، وليس مجرد نجاح.  
**شعارنا** معنا دائمًا في المقدمة.

جديد



معاك  
Ma3ak App



التطبيق التفاعلي من سلسلة كتب ...

الحكمة

الامتحان

# كيفية استخدام التطبيق



استمتع بتجربة التعلم التفاعلي لجميع المواد الدراسية  
واحصل مجاناً على جميع مزايا التطبيق...

## استمتع



## تصنيف بلوم للمستويات المعرفية

اقترح هذا التصنيف العالم بنيامين بلوم، ثم تم تحديثه ليشمل ستة مستويات معرفية متدرجة في شكل هرم من الأبسط إلى الأرقى كالتالي :

التذكر ← الفهم ← التطبيق ← التحليل ← التقويم ← الابتكار



النموذج الحديث لهرم بلوم

# استراتيجيات المذاكرة المناسبة لارتقاء هرم بلوم

يوضح هرم بلوم أن كل مستوى معرفي يعتمد على المستويات التي تسبقه ويلزم لتحقيق التعلم العميق الوصول إلى المستويات العليا من التفكير ويتم ذلك بالتمكن أولاً من المستويات الدنيا من التفكير. وفيما يلي بعض استراتيجيات المذاكرة المناسبة التي يمكنك من تحقيق هدف كل مستوى.



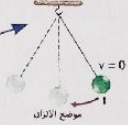
ملاحظة: تم تصنيف أسئلة الكتاب طبقاً لمستويات هرم بلوم المحددة للصف الثاني الثانوي و الإشارة لها كالتالي:

- فهم
- تطبيق
- تحليل

# Guidebook

**1**  
**شرح واف**  
يتضمن رسومات ومخططات لعرض المادة العلمية بشكل مبسط

**1** **المطلوب**



في الشكل المقابل عند تحرك البندول مبتدئاً عن النقطة 1، فإن الأشكال البديلة التالية تمثل تغير بعض الكميات الفيزيائية المرتبطة بحركة البندول مع الزمن (1) خلال اهتزاز كاملة:

**2**  
**أمثلة محلولة**  
تتضمن وسيلة مساعدة بهدف تدريب الطالب على كيفية الحل والوصول إلى الناتج النهائي

**مشكلة 1**



في الشكل المقابل، إذا كان الزمن الذي يستغرقه البندول لتتحرك من 1 إلى ح هو  $0.8$  s، احسب:

- (1) الزمن الدوري للبندول.
- (2) تردد البندول.
- (3) عدد الاهتزازات الكاملة التي يسببها البندول خلال  $16$  s.
- (4) الزمن اللازم ليعمل 50 اهتزازاً كاملة.

**الحل**

**وسيلة مساعدة**

(1) عند تحرك البندول من 1 إلى ح يكون فر صريح نصف اهتزاز

$$T = \frac{t}{N} = \frac{0.8}{\frac{1}{2}} = 1.6 \text{ s}$$

**3**  
**ماذا لو؟**  
أسئلة لتدعيم فهم الطالب للأمثلة المحلولة

**الصل**

$d = 0.15 \text{ mm}$     $R = 75 \text{ cm}$     $\Delta y = 0.3 \text{ cm}$     $\lambda = ?$

$$\Delta y = \frac{\lambda R}{d}$$

$$\lambda = \frac{d \Delta y}{R} = \frac{0.15 \times 10^{-3} \times 0.3 \times 10^{-2}}{75 \times 10^{-2}} = 6 \times 10^{-7} \text{ m} = 6000 \text{ \AA}$$

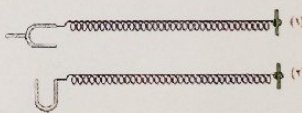
**ماذا لو**

تم إبعاد الحائل عن حاجز الشق المزدوج، ماذا يحدث للمسافة بين مركزي كل مُذبذبين مظلمتين؟

**4**  
**اختبر نفسك**  
أسئلة دورية بنظام «Open Book» على كل جزئية لضمان استيعاب الطالب لجميع أجزاء الدرس «مجاب عنها بالجزء المجاني»

**اختبر نفسك**

الشكلان التاليان يوضحان ملف زنتريكي أحد طرفه مُثبت في جانِب والطرف الآخر مُثبت في أحد فرعي شوكية رنانة، ما نوع الموجة المتكونة في الملف الزنتريكي في كل شكل عند اهتزاز فرعي الشوكية الرنانة؟



(1) \_\_\_\_\_  
(2) \_\_\_\_\_

**5**  
**أسئلة عامة على الدروس**  
بنظام «Open Book» طبقاً لتصنيف بلوم للمستويات المعرفية «مجاب عنها بالجزء المجاني»

**أسئلة**

الفصل 2   **الدرس الثاني**

أولاً أسئلة الاختيار من متعدد

اختر الإجابة الصحيحة

تداخل الضوء

ظاهرة التداخل تنتج من:

(1) ارتداد الموجات   (2) انحراف الموجات   (3) تراكم الموجات   (4) تغير سرعة الموجات

**6**  
**مقاطع فيديو**  
لمشاهدة كيفية حل الأسئلة باستخدام تطبيق معاك

**أسئلة**

الفصل 2   **الدرس الثالث**

أولاً أسئلة الاختيار من متعدد

اختر الإجابة الصحيحة

عند يحدت انعكاس كل الشعاع ساطع من وسط أكثر كثافة ضوئية إلى وسط أقل كثافة ضوئية يجب أن تكون زاوية السقوط:

(1) تساوي  $90^\circ$   
(2) أكبر من الزاوية المحيطة



**7**  
**اختبار إلكتروني**  
 على الدرس حيث يمكنك بعد  
 الانتهاء من الاختبار عرض تقرير  
 مفصل بالإجابات الصحيحة والخاطئة

**أسئلة الاختبار من متعدد**

1. علامة السائل لمركبة الأجسام خلاله ترجع إلى  
 ① كثافة السائل ② لزوجة السائل ③ وزن السائل ④ قوة دفع السائل

2. إذا نزل فريق السرعة بين طفتين من سائل عند تأثير قوة معاكسة على الطبقة العلوية منه، فإن معامل لزوجة السائل عند ثبوت درجة الحرارة  
 ① يتغير ② يقل ولا يتغير ③ يزداد ④ يقل ثباتاً

3. عند انخفاض درجة حرارة سائل فإن معامل لزوجته  
 ① يتغير ② يقل ولا يتغير ③ يزداد ④ يقل ثباتاً

**8**  
**أسئلة مجاب عنها تفصيلياً**  
 بالجزء المجاني مشار إليها  
 بالعلامة (\*)

1. في الشكل المقابل سقط شعاع ضوئي على المرآة  $M_1$  بحيث كان موازياً للسرعة  $M_2$  وعندما انعكس هذا الشعاع عن المرآة  $M_2$  سقط على المرآة  $M_1$  وانعكس عنها موازياً للمرآة  $M_2$ . فإن الزاوية  $\theta$  تساوي  
 ①  $30^\circ$  ②  $45^\circ$  ③  $60^\circ$  ④  $90^\circ$

2. الشكل المقابل يوضح مقياس رسم معين سقوط شعاع لزر

**9**  
**أنماط جديدة من الأسئلة**  
 للتدريب على أنواع مختلفة من  
 الأسئلة التي قد تظهر في امتحان  
 نهاية الترم

**أنماط جديدة من الأسئلة**

1. اختر إجابتين من بين الإجابات المعطاة.  
 (1) الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين الإزاحة (d) والزمن (t) لوجة مستعرضة. أي الاختيارات الآتية يعبر عن خصائص هذه الموجة ؟  
 ① ترددها 50 Hz وسرعة انتشارها 6 m/s  
 ② ترددها 37.5 Hz وسرعة انتشارها 4.5 m/s

**10**  
**اختبار على كل فصل**  
 بنظام «Open Book» لتحديد مدى  
 تحصيلك لأهم نقاط الفصل

**اختبار**

1. اختر الإجابة الصحيحة (1 : 1) :  
 الشكل البياني المقابل يمثّل حتى (الإزاحة - الزمن) نقطة مابته في وسط ناقل لوجة مستعرضة. فإن

**11**  
**اختبارات عامة**  
 على جميع أجزاء المنهج يمكنك من  
 اجتياز امتحان نهاية الترم بكل سهولة  
 «مجاب عنها بالجزء المجاني»

**اختبار**

1. اختر الإجابة الصحيحة (1 : 1) :  
 مستورد رفيع زاوية رأية  $9^\circ$  ومعامل انكسار مابته للزهر الأزرق 1.72 وللزهر الأحمر 1.68. فإن قيمة الانحراف الزاوي للمستورد تساوي  
 ①  $0.12^\circ$  ②  $0.24^\circ$  ③  $0.28^\circ$  ④  $0.36^\circ$

2. في الشكل المقابل سقط شعاع ضوئي بزاوية  $45^\circ$  من الوسط A على السطح

**12**  
**مزيد من امتحانات المدارس والإدارات التعليمية**  
 يمكنك الاطلاع عليها  
 بمسح «QR Code»

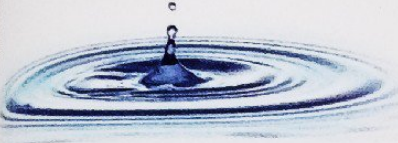
يمكنك الاطلاع على الامتحانات الخاصة بالمدارس والادارات التعليمية من خلال مسح QR Code المقابل

# محتويات الكتاب

• الكميات الفيزيائية ورموزها ووحدات قياسها.

• أساسيات رياضية هامة.

## الموجات



### الحركة الموجية.

- الدرس الأول الحركة الاهتزازية.
- الدرس الثاني الحركة الموجية.

### الضوء.

- الدرس الأول انتشار الضوء.
- الدرس الثاني انكسار الضوء.
- الدرس الثالث تداخل الضوء.
- الدرس الرابع الانعكاس الكلي للضوء.
- الدرس الخامس انحراف الضوء في المنشور الثلاثي.
- الدرس الخامس المنشور الثلاثي في وضع النهاية الصغرى للانحراف.
- المنشور الرقيق.

## خواص الموائع



تنويه

سيتم دراسة  
الفصلين الثالث  
والخامس في الفصل  
الدراسي التالي

### خواص الموائع المتحركة.

- الدرس الأول السريان.
- الدرس الثاني اللزوجة.

## الوحدة الأولى

1 الفصل

2 الفصل

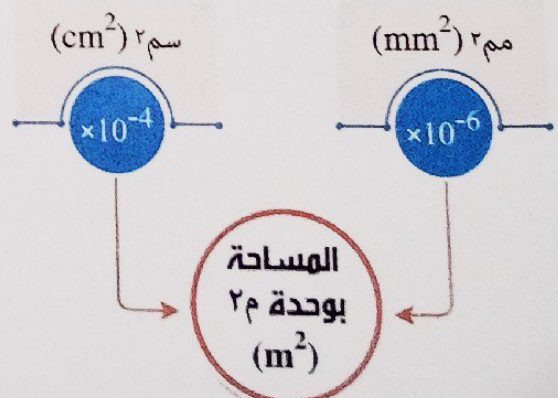
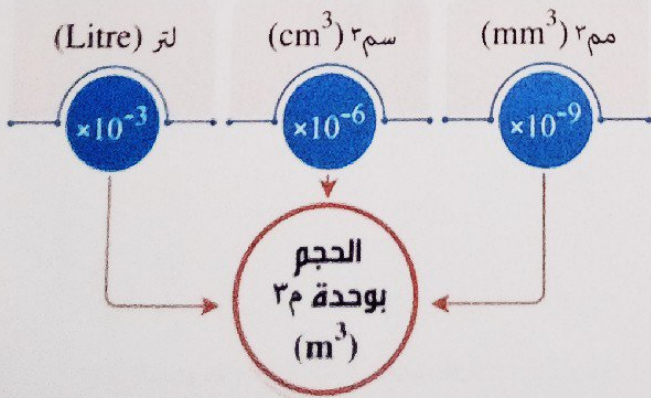
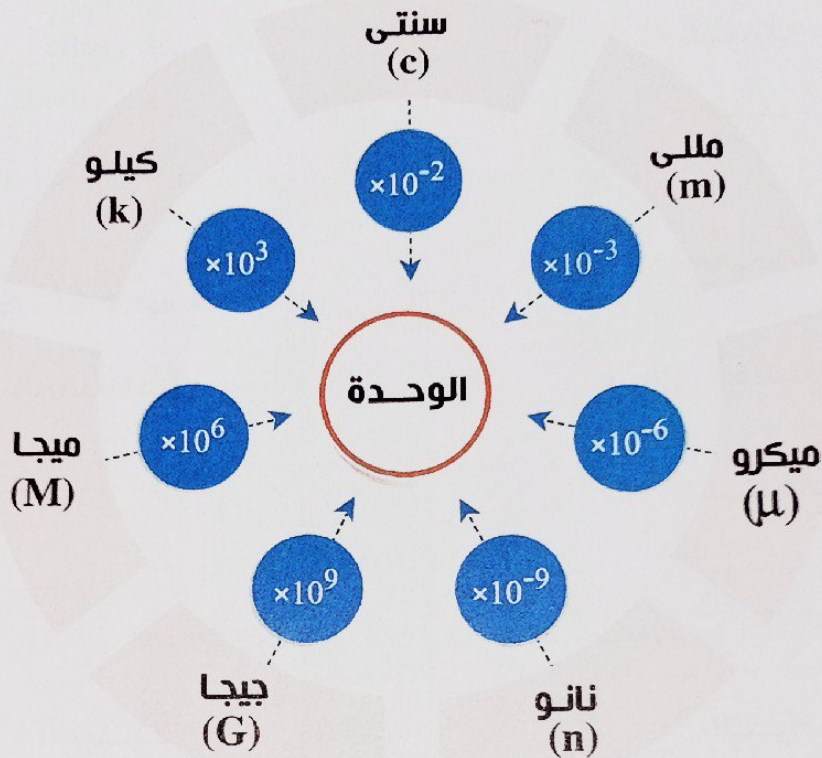
## الوحدة الثانية

4 الفصل

اختبارات عامة على المنهج.

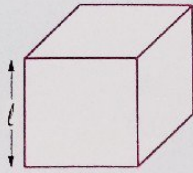
# أساسيات رياضية هامة

## ١ تحويل الكسور والمضاعفات إلى الوحدات العملية



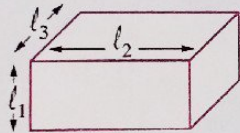
ب الأشكال المجسمة

المكعب



الحجم =  $l^3$

متوازي المستطيلات



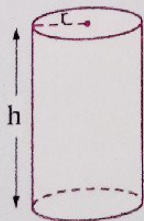
الحجم =  $l_1 \times l_2 \times l_3$

الكرة



الحجم =  $\frac{4}{3} \pi r^3$

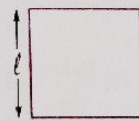
الأسطوانة



الحجم =  $\pi r^2 \times h$

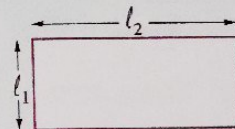
١ الأشكال المسطحة

المربع



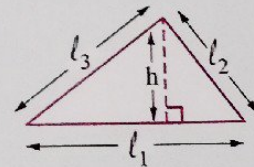
المحيط =  $4l$  | المساحة =  $l^2$

المستطيل



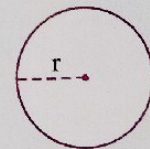
المحيط =  $2(l_1 + l_2)$  | المساحة =  $l_1 \times l_2$

المثلث



المحيط =  $l_1 + l_2 + l_3$  | المساحة =  $\frac{1}{2} l_1 \times h$

الدائرة



المحيط =  $2 \pi r$  | المساحة =  $\pi r^2$

# الكميات الفيزيائية

الواردة بالمنهج ورموزها ووحدات قياسها

وحدة القياس وبعض الوحدات المكافئة لها	الرمز	الكمية الفيزيائية	
m	متر	d	المسافة أو الإزاحة
m	متر	A	سعة الاهتزازة
m	متر	$\lambda$ «لدا»	الطول الموجي
Hz = s <sup>-1</sup>	هيرتز = ثانية <sup>-1</sup>	$\nu$ «نيو»	التردد
s	ثانية	t	الزمن
s	ثانية	T	الزمن الدوري
m/s	م/ث	v	سرعة انتشار موجة
—	—	n	معامل الانكسار
m/s	م/ث	c	سرعة الضوء في الفراغ
deg	درجة	$\phi$ «فاي»	زاوية السقوط أو زاوية الانعكاس
deg	درجة	$\theta$ «ثيتا»	زاوية الانكسار
deg	درجة	$\phi_c$	الزاوية الحرجة
deg	درجة	A	زاوية رأس المنشور
deg	درجة	$\alpha$ «ألفا»	زاوية الانحراف
deg	درجة	$\alpha_o$	زاوية النهاية الصغرى للانحراف
—	—	«أوميغا ألفا» $\omega_\alpha$	قوة التفريق اللوني لمنشور
kg	كجم	m	الكتلة
m <sup>3</sup>	م <sup>3</sup>	V <sub>ol</sub>	الحجم
kg/m <sup>3</sup>	كجم/م <sup>3</sup>	$\rho$ «رو»	الكثافة
kg/s	كجم/ث	Q <sub>m</sub>	معدل السريان الكتلي
m <sup>3</sup> /s	م <sup>3</sup> /ث	Q <sub>v</sub>	معدل السريان الحجمي
N = kg.m/s <sup>2</sup>	نيوتن = كجم.م/ث <sup>2</sup>	F	القوة
m <sup>2</sup>	م <sup>2</sup>	A	المساحة
N.s/m <sup>2</sup> = kg/m.s	نيوتن.ث/م <sup>2</sup> = كجم/م.ث	$\eta_{vs}$	معامل اللزوجة

# الوحدة الأولى

## الموجات

اختيار الكرون

على كل درس  
من خلال مسح  
QR Code



قم بتحميل الكرون

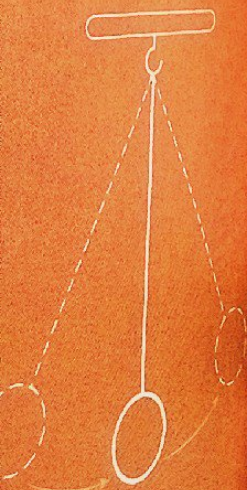
الحركة الموجية.

1 الفصل

الضوء.

2 الفصل

الأسئلة المشار إليها بالعلامة \* مجاب عنها تفصيلياً



# الحركة الموجية

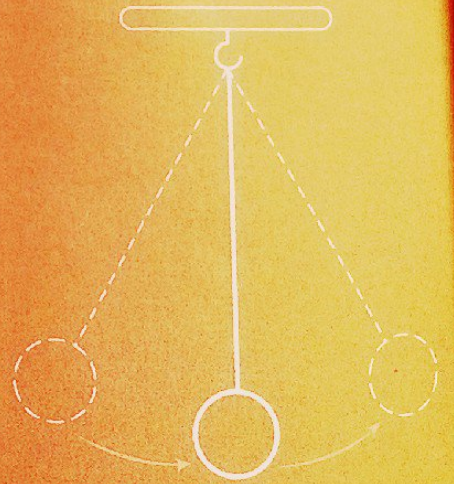
الدرس الأول الحركة الاهتزازية.

الدرس الثاني الحركة الموجية.

## 1 اختبار على الفصل الأول

### مخرجات التعلم :

- في نهاية هذا الفصل ينبغي أن يكون الطالب قادراً على أن :
  - يوضح مفهوم الاهتزازة الكاملة وسعة الاهتزازة والتردد والزمن الدوري.
  - يوضح مفهوم الحركة الموجية.
  - يتعرف شروط الحصول على الموجات الميكانيكية.
  - يجري تجارب لتوضيح طبيعة الموجات المستعرضة والموجات الطولية.
  - يقارن بين الموجات الطولية والموجات المستعرضة.
  - يقارن بين الموجات الميكانيكية والموجات الكهرومغناطيسية.
  - يستنتج العلاقة بين سرعة انتشار الموجات والتردد والطول الموجي.
  - يكتسب مهارة حل المسائل على القوانين الواردة في هذا الفصل.



# الحركة الاهتزازية



في هذا الدرس سوف نتعرف :

- الحركة الاهتزازية
- تحولات الطاقة في البندول البسيط

سيف

1

2

3

4

5

6

\* سنشرح

المرتبط

الدرس

\* إذا تح

حركته

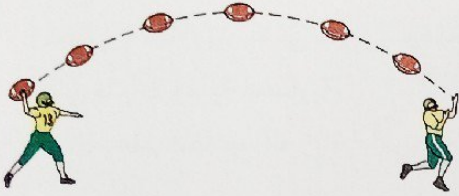
الحركة



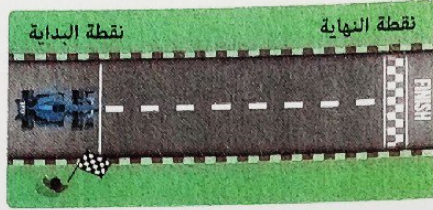
\* سبق لك أن درست حركة الأجسام وعلمت أن هناك نوعين من الحركة، هما :

### أمثلة

#### حركة المقذوفات



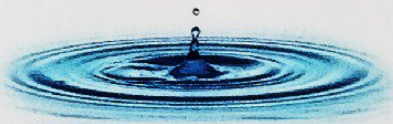
#### الحركة في خط مستقيم



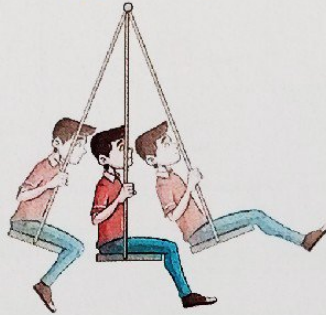
#### الحركة الانتقالية

هي حركة بين نقطتين، نقطة بداية ونقطة نهاية

#### الحركة الموجية



#### الحركة الاهتزازية



#### الحركة الدورية

هي حركة تتكرر بانتظام على فترات زمنية متساوية

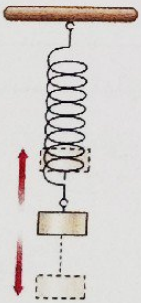
\* سندرس خلال هذا الفصل الحركة الموجية، والتي تتطلب أولاً دراسة مفهوم الحركة الاهتزازية وبعض المفاهيم المرتبطة بها.

#### الحركة الاهتزازية

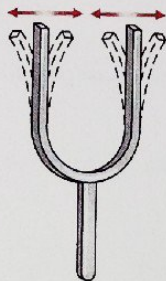
حركة يصنعها الجسم المهتز على جانبي موضع سكونه أو اتزانه الأصلي وتكرر على فترات زمنية متساوية.

#### الحركة الاهتزازية

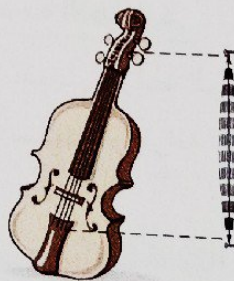
\* إذا تحرك جسم حركة دورية على جانبي نقطة ثابتة سواء كانت حركته في خط مستقيم أو في مسار منحنى يطلق على هذه الحركة حركة اهتزازية، مثل اهتزاز:



ثقل معلق في ملف  
زبركي (اليويو)



فرعي  
شوكة رنانة

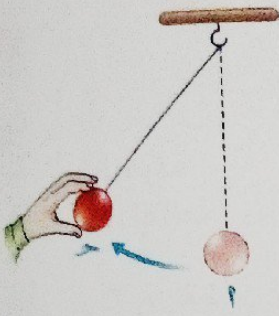


وتر  
(وتر الكمان)



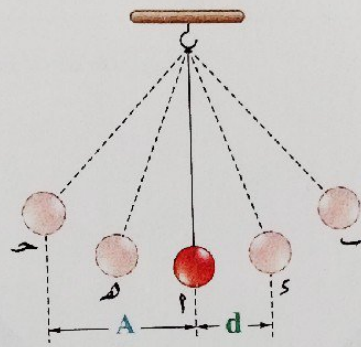
بندول بسيط  
(بندول الساعة)

\* فيما يلي سنقوم بدراسة الحركة الاهتزازية من خلال دراسة حركة بندول بسيط :



- في الشكل المقابل عند إزاحة ثقل البندول البسيط عن موضع اتزانه الأصلي (النقطة  $\rho$ ) إلى أحد الجانبين تجاه النقطة  $\alpha$  مثلاً ثم تركه فإنه يهتز على جانبي موضع اتزانه الأصلي ويكرر حركته على فترات زمنية متساوية.

- هناك بعض المفاهيم الفيزيائية المرتبطة بدراسة الحركة الاهتزازية وهي :



1 سعة الاهتزازة (A)  
Amplitude

1 إزاحة الجسم المهتز (d)  
Displacement

عند إزاحة ثقل البندول من النقطة  $\rho$  إلى النقطة  $\alpha$  أو  $\beta$  ثم تركه ليهتز فإنه يتحرك بين النقطتين  $\alpha$  ،  $\beta$  بحيث تكون أقصى إزاحة له بعيداً عن موضع اتزانه الأصلي متساوية في كل من الجهتين ( $\alpha = \beta$ ) ويطلق عليها سعة الاهتزازة (A).

عندما يتحرك ثقل البندول مبتعداً عن موضع سكونه أو اتزانه الأصلي (النقطة  $\rho$ ) ومتجهاً إلى أي نقطة في مسار حركته كالنقطة  $\alpha$  أو  $\beta$  فإن البعد بين هذه النقطة وموضع الاتزان الأصلي يطلق عليه إزاحة الجسم المهتز (d).

أي أن

سعة الاهتزازة

أقصى إزاحة للجسم المهتز بعيداً عن موضع سكونه أو اتزانه الأصلي.

كمية قياسية.

وحدة قياسها المتر (m).

إزاحة الجسم المهتز

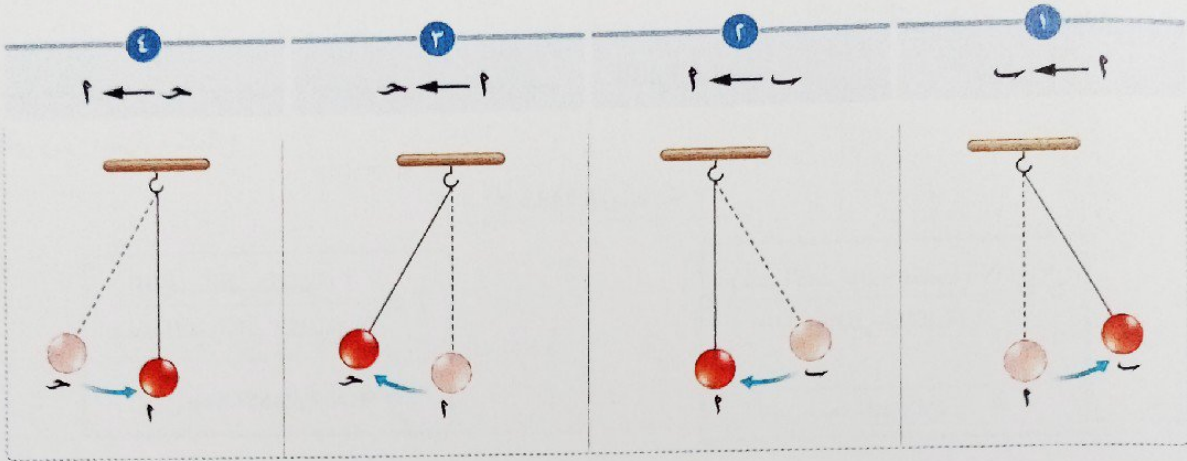
بُعد الجسم المهتز في أي لحظة عن موضع سكونه أو اتزانه الأصلي.

كمية متجهة.

وحدة قياسها المتر (m).

## الاهتزازة الكاملة Complete Oscillation

عند ملاحظة ثقل بندول بسيط يتحرك بدءاً من النقطة ١ في اتجاه معين حتى يمر بنفس النقطة مرة أخرى متحركاً في نفس الاتجاه فإنه بذلك يكون قد أتم اهتزازة كاملة ويمكن توضيح مسار حركة ثقل البندول كالتالي :



### معلومة إثرائية

\* الطور : موضع وسرعة واتجاه حركة الجسم عند لحظة معينة.

وبذلك نلاحظ أنه : تَقُل البندول قد مر بالنقطة ٢ مرتين متتاليتين في نفس الاتجاه وبنفس السرعة، أي يكون لتقل البندول نفس الطور. أما إذا بدأت ملاحظة حركة ثقل البندول من :

النقطة حـ

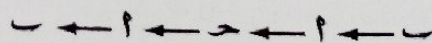
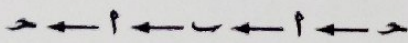
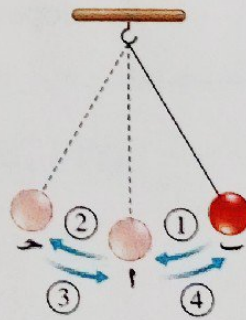
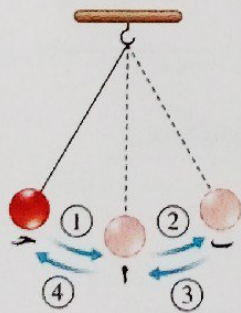
النقطة بـ

فإنه يتم اهتزازة كاملة لحظة مروره مرة أخرى

بالنقطة حـ

بالنقطة بـ

كالتالي



مما سبق يمكن تعريف الاهتزازة الكاملة كالتالي :

### الاهتزازة الكاملة

الحركة التي يقوم بها الجسم المهتز أثناء الفترة الزمنية التي يمر خلالها بنقطة معينة في مسار حركته مرتين متتاليتين في اتجاه واحد.

التردد ( $\nu$ )  
Frequency

الزمن الدوري (T)  
Periodic Time

المفهوم

عدد الاهتزازات الكاملة التي يحدثها الجسم المهتز في الثانية الواحدة.

الزمن الذي يستغرقه الجسم المهتز ليمر بأى نقطة فى مسار حركته مرتين متتاليتين فى اتجاه واحد (أى زمن اهتزازة كاملة).

العلاقة الرياضية

$$\nu = \frac{N \text{ (عدد الاهتزازات الكاملة)}}{t \text{ (الزمن الكلى بالثانية)}}$$

$$= \frac{1}{\text{زمن سعة الاهتزازة} \times 4}$$

$$T = \frac{t \text{ (الزمن الكلى بالثانية)}}{N \text{ (عدد الاهتزازات الكاملة)}}$$

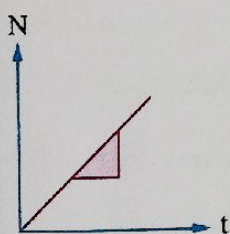
$$= \text{زمن سعة الاهتزازة} \times 4$$

وحدة القياس

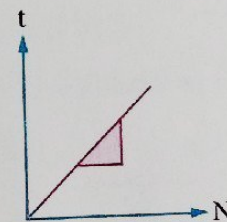
الهيرتز (Hz) ويكافئ ثانية<sup>-1</sup> ( $s^{-1}$ ).

الثانية (s) وتكافئ هيرتز<sup>-1</sup> ( $Hz^{-1}$ ).

التمثيل البياني للعلاقة بين  $t$ ,  $N$



slope =  $\nu$



slope = T

العلاقة بين التردد ( $\nu$ ) والزمن الدوري (T)

$$\therefore \nu = \frac{N}{t}$$

$$T = \frac{t}{N}$$

$$\therefore \nu = \frac{1}{T}$$

أو

$$T = \frac{1}{\nu}$$

أو أن

التردد = مقلوب الزمن الدوري، وبالتالي فإن التردد يتناسب عكسياً مع الزمن الدوري

\* مما سبق يمكن

التردد

ملاحظات

(1) حركة ث

(2) الزمن

يساوى

(3) إزاحة ث

معلومة

\* فى البندول

الجاذبية الا

الحركة الت

\* الحركة التوا

الحركة الاهتزازية

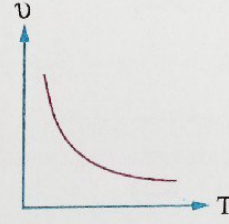
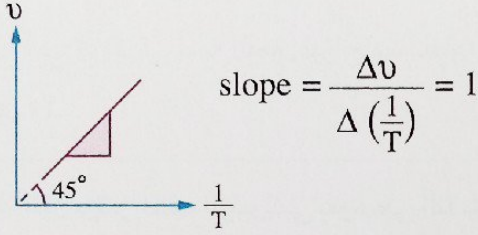
بزنبرك وحرك

\* مما سبق يمكن تمثيل العلاقة بيانياً بين :

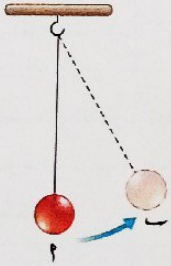
التردد ومقلوب الزمن الدوري  $(\nu - \frac{1}{T})$

التردد والزمن الدوري  $(\nu - T)$

كالتالي



### ملاحظات



- (١) حركة ثقل البندول من النقطة ٢ إلى النقطة ٣ تمثل ربع اهتزاز كاملة.
- (٢) الزمن الذي يستغرقه ثقل البندول ليتحرك من النقطة ٢ إلى النقطة ٣ يساوي  $\frac{1}{4}$  الزمن الدوري.
- (٣) إزاحة ثقل البندول من النقطة ٣ إلى النقطة ٣ تساوي سعة الاهتزاز.

### معلومة إثرائية

\* في البندول البسيط المثالي يعتمد الزمن الدوري (T) للبندول على طول الخيط (l) فقط عند ثبوت عجلة الجاذبية الأرضية (g) حيث :  $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$

### الحركة التوافقية البسيطة

\* الحركة التوافقية البسيطة هي أحد أنواع الحركة الاهتزازية مثل حركة جسم متصل بزنبك وحركة البندول البسيط.

### معلومة إثرائية

\* تتميز الحركة التوافقية البسيطة بوجود قوة مؤثرة على الجسم المهتز (قوة إرجاع) يزداد مقدارها بزيادة بُعد الجسم المهتز عن موضع اتزانه الأصلي ويكون اتجاهها دائماً نحو موضع الاتزان الأصلي.

\* لتوضيح الحركة التوافقية البسيطة نجرى التجربة التالية :

1 ضع ثقل فوق سطح أفقى أملس وثبت الثقل فى أحد طرفى ملف زنبركى طرفه الآخر مُثبت فى حائط (شكل ١).

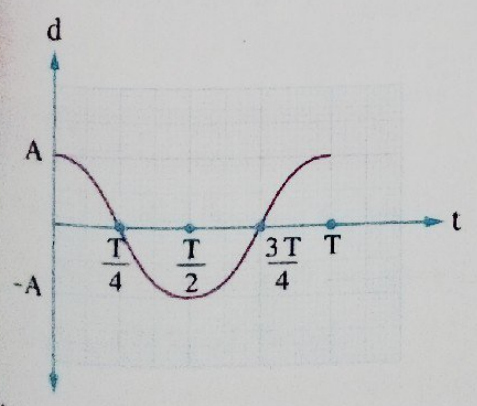
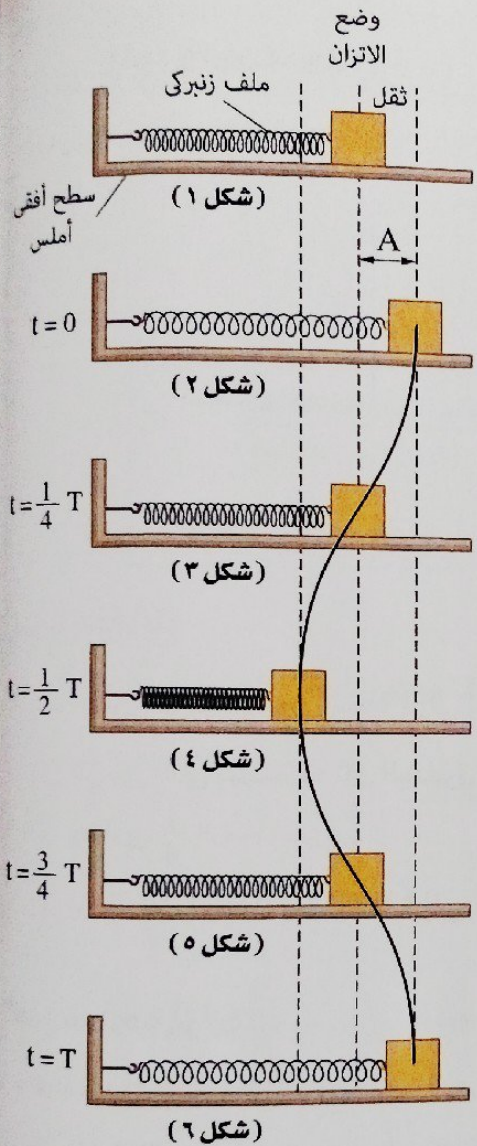
2 أُجذب ثقل الملف الزنبركى جهة اليمين ليزاح مسافة A ويستطيل الملف (شكل ٢).

3 عند ترك الثقل يؤثر الملف الزنبركى بقوة على الثقل تجذبه نحو موضع الاتزان وتكون سرعته عند هذا الموضع قيمة عظمى (شكل ٣).

4 يتخطى الثقل موضع الاتزان ويكمل حركته فينضغط الملف الزنبركى وتقل سرعة الثقل تدريجياً حتى تصل إلى الصفر عندما يحدث الثقل إزاحة مساوية لإزاحته الأولى (A) فى الخطوة (٢) (شكل ٤).

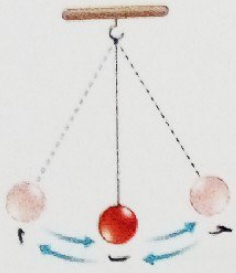
5 تتسبب القوة الناتجة عن انضغاط لفات الملف فى دفع الثقل ليعود مرة أخرى لموضع الاتزان الأسمى حيث تكون سرعته قيمة عظمى (شكل ٥).

6 يتخطى الثقل موضع الاتزان حتى يصنع إزاحة A مرة أخرى (شكل ٦).



وتتكرر هذه الحركة على فترات زمنية متساوية، وبذلك يمكن تمثيل العلاقة بيانياً بين الإزاحة (d) للثقل عن موضع الاتزان والزمن (t) بمنحنى جيبى كما بالشكل المقابل.

مثال ١



في الشكل المقابل، إذا كان الزمن الذي يستغرقه البندول ليتحرك من أ إلى ح هو 0.8 s، احسب،  
 (١) الزمن الدوري للبندول.  
 (٢) تردد البندول.  
 (٣) عدد الاهتزازات الكاملة التي يصنعها البندول خلال 16 s  
 (٤) الزمن اللازم لعمل 50 اهتزازة كاملة.

الحل

وسيلة مساعدة

$$T = \frac{t}{N} = \frac{0.8}{\frac{1}{2}} = 1.6 \text{ s}$$

$$v = \frac{1}{T} = \frac{1}{1.6} = 0.625 \text{ Hz}$$

$$N = \frac{t}{T} = \frac{16}{1.6} = 10 \text{ اهتزازات}$$

$$N = vt = 0.625 \times 16 = 10 \text{ اهتزازات}$$

$$t = NT = 50 \times 1.6 = 80 \text{ s}$$

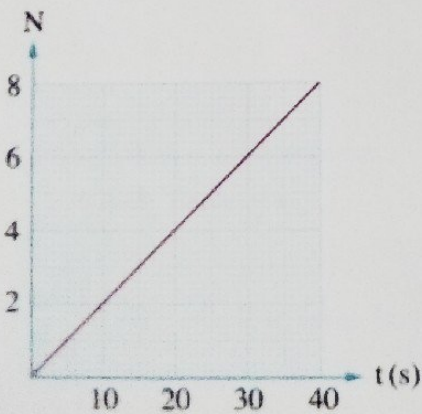
$$t = \frac{N}{v} = \frac{50}{0.625} = 80 \text{ s}$$

عند تحرك البندول من أ إلى ح يكون قد صنع نصف اهتزازة.

حلا آخر:

حلا آخر:

مثال ٢



الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين عدد الاهتزازات الكاملة (N) التي يحدثها جسم مهتز والزمن (t)، فإن تردد حركة هذا الجسم يساوي .....

- (أ) 0.2 Hz
- (ب) 2 Hz
- (ج) 5 Hz
- (د) 8 Hz

الحل

$$\text{slope} = \frac{\Delta N}{\Delta t} = \frac{8-0}{40-0} = 0.2 \text{ s}^{-1}$$

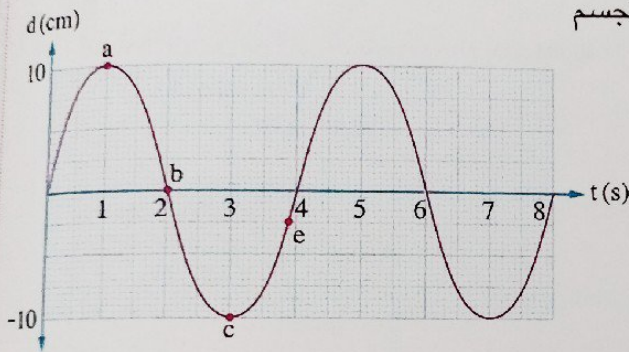
$$\therefore v = \frac{N}{t}$$

$$\therefore v = \text{slope} = 0.2 \text{ Hz}$$

∴ الاختيار الصحيح هو (أ)

3 مثال

الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين الإزاحة (d) لجسم مهتز عن موضع اتزانه والزمن (t)، فإن .....



عدد الاهتزازات الكاملة في دقيقة	سعة الاهتزازة	
15	10 cm	(أ)
15	20 cm	(ب)
20	10 cm	(ج)
20	20 cm	(د)

الحل

$$t = 1 \text{ min}$$

$$A = ?$$

$$N = ?$$

∴ سعة الاهتزازة هي أقصى إزاحة للجسم المهتز بعيداً عن موضع اتزانه.

∴ من الشكل البياني :

$$A = 10 \text{ cm}$$

$$T = 4 \text{ s}$$

$$T = \frac{t}{N}$$

$$N = \frac{t}{T} = \frac{1 \times 60}{4} = 15$$

\* خلال دقيقة :

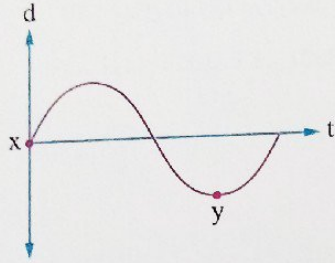
∴ الاختيار الصحيح هو (أ)

ماذا لو

كان المطلوب هو تحديد أي النقاط الأربعة a, b, c, e تكون سرعة الجسم عندها أكبر، ما إجابتك ؟



مسألة ٤



الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين الإزاحة (d) والزمن (t) لكتلة متصلة بزنبك يهتز بتردد 60 Hz، فتكون الفترة الزمنية التي تستغرقها الكتلة لتمر بين النقطتين x ، y هي .....

- (أ)  $4 \times 10^{-3}$  s  
 (ب)  $8 \times 10^{-3}$  s  
 (ج)  $12.5 \times 10^{-3}$  s  
 (د)  $25 \times 10^{-3}$  s

الوصل

وسيلة مساعدة

$v = 60 \text{ Hz}$        $t_{xy} = ?$

$T = \frac{1}{v} = \frac{1}{60} \text{ s}$

$t_{xy} = \frac{3}{4} T = \frac{3}{4} \times \frac{1}{60} = 12.5 \times 10^{-3} \text{ s}$

حركة الكتلة بين النقطتين x ، y تمثل  $\frac{3}{4}$  اهتزازة كاملة وبالتالي الفترة الزمنية التي تستغرقها الكتلة لتتحرك بينهما تساوي  $\frac{3}{4} T$

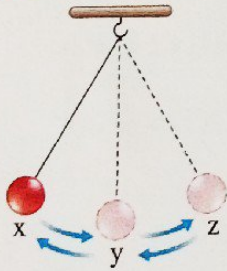
∴ الاختيار الصحيح هو (ج)

علمت أن سعة اهتزاز الزنبك 2 cm، فما مقدار السرعة المتجهة المتوسطة للكتلة أثناء اهتزازها بين النقطتين x ، y ؟

ماذا لو

١ اختر نفسك

مجاب عنها

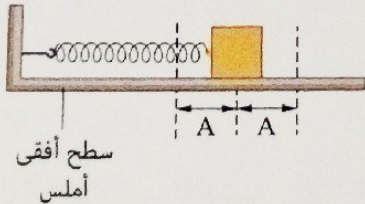


اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

١ الشكل المقابل يمثل بندول بسيط مهتز فإن الزمن الدوري له يساوي .....

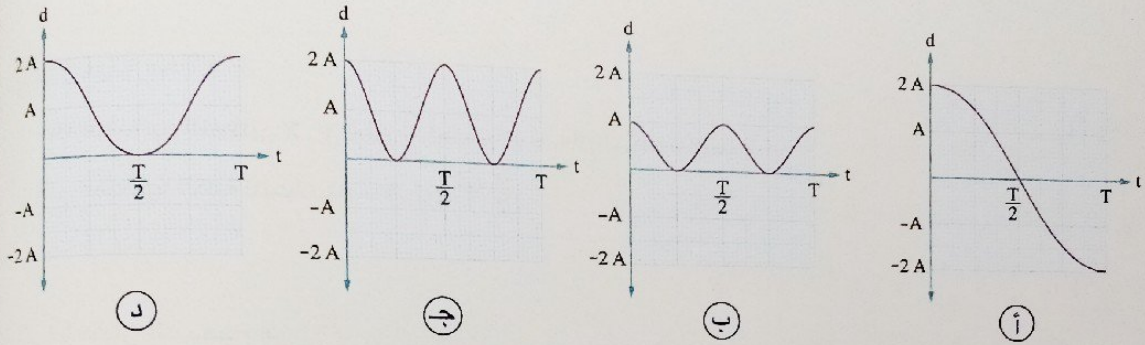
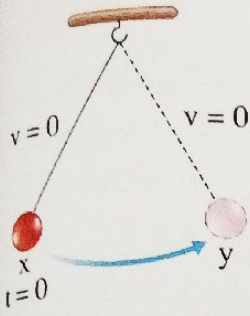
- (أ) زمن الحركة من X إلى Z  
 (ب) زمن الحركة من Y إلى Z  
 (ج) ضعف زمن الحركة من Z إلى Y  
 (د) ضعف زمن الحركة من X إلى Z

٢ الشكل المقابل يمثل جسم متصل بزنبك يتحرك حركة توافقية بسيطة بحيث تكون سعة اهتزازة A، فعندما يتم الجسم اهتزازة كاملة تكون .....



المسافة الكلية التي قطعها الجسم	الإزاحة الكلية للجسم	
0	0	(أ)
4 A	0	(ب)
0	2 A	(ج)
4 A	2 A	(د)

٢ بندول بسيط يهتز بزمان دورى T وسعة اهتزازة A، فإن الشكل البياني الذى يمثل العلاقة بين البُعد (d) لتثقل البندول عن النقطة y والزمن (t) إذا تحرك من النقطة x فى اتجاه النقطة y كما بالشكل المقابل هو .....



**تحولات الطاقة فى البندول البسيط**

\* قبل دراسة تحولات الطاقة فى البندول البسيط دعنا نتذكر مفهوم طاقة الحركة وطاقة الوضع والطاقة الميكانيكية :

**مثال**  
شخص يجرى



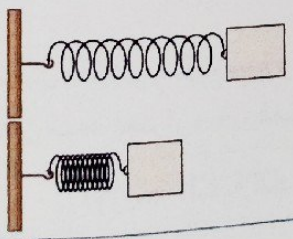
**المفهوم**

الطاقة التى يمتلكها الجسم نتيجة حركته

**طاقة الحركة**

$$KE = \frac{1}{2} mv^2$$

**استطالة أو انضغاط زنبرك**

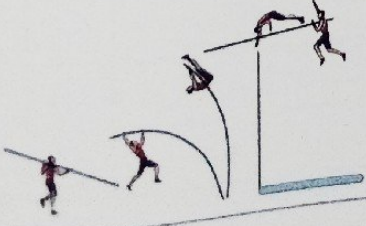


الطاقة التى يخترنها الجسم نتيجة لحالته أو لموضعه

**طاقة الوضع**

$$PE = mgh$$

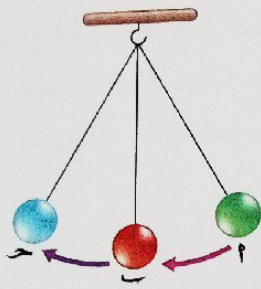
**القفز بالزانة**



مجموع طاقتى الوضع والحركة لجسم

**الطاقة الميكانيكية**

$$E = PE + KE$$

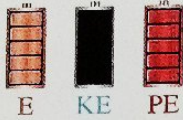


\* فيما يلي سنتناول تحولات الطاقة في البندول البسيط، فعند تحرك ثقل البندول الموضح بالشكل المقابل مبتدئاً من الموضع ٢ فإنه :

$$v = 0$$

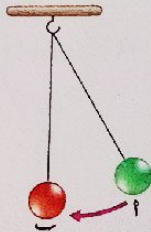
$$KE = 0$$

$$E = PE$$



عند الموضع ٢

١ يكون لثقل البندول أقصى ارتفاع عن موضع الاتزان الأصلي (ب)



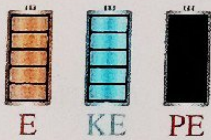
أثناء الحركة من الموضع ٢ إلى الموضع ٣

- يقل ارتفاع ثقل البندول عن موضع اتزانه الأصلي تدريجياً فتقل طاقة وضعه.
- تزداد سرعة ثقل البندول تدريجياً وبالتالي تزداد طاقة حركته.
- أي أن طاقة الوضع تتحول تدريجياً إلى طاقة حركة لأن الطاقة الميكانيكية للثقل ثابتة عند جميع المواضع.

$$PE = 0$$

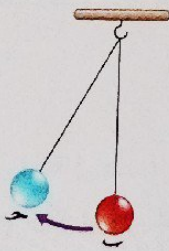
$$v = v_{\max}$$

$$E = KE$$



عند الموضع ٣ (موضع الاتزان الأصلي)

- تكون طاقة وضع الثقل قد تحولت بالكامل لطاقة حركة.
- سرعة الثقل عند هذا الموضع قيمة عظمى.



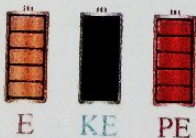
أثناء الحركة من الموضع ٣ إلى الموضع ٤

- يزداد ارتفاع ثقل البندول عن موضع اتزانه الأصلي تدريجياً وبالتالي تزداد طاقة وضعه.
- تقل سرعة ثقل البندول تدريجياً وبالتالي تقل طاقة حركته.
- أي أن طاقة الحركة تتحول تدريجياً إلى طاقة وضع لأن الطاقة الميكانيكية للثقل ثابتة عند جميع المواضع.

$$v = 0$$

$$KE = 0$$

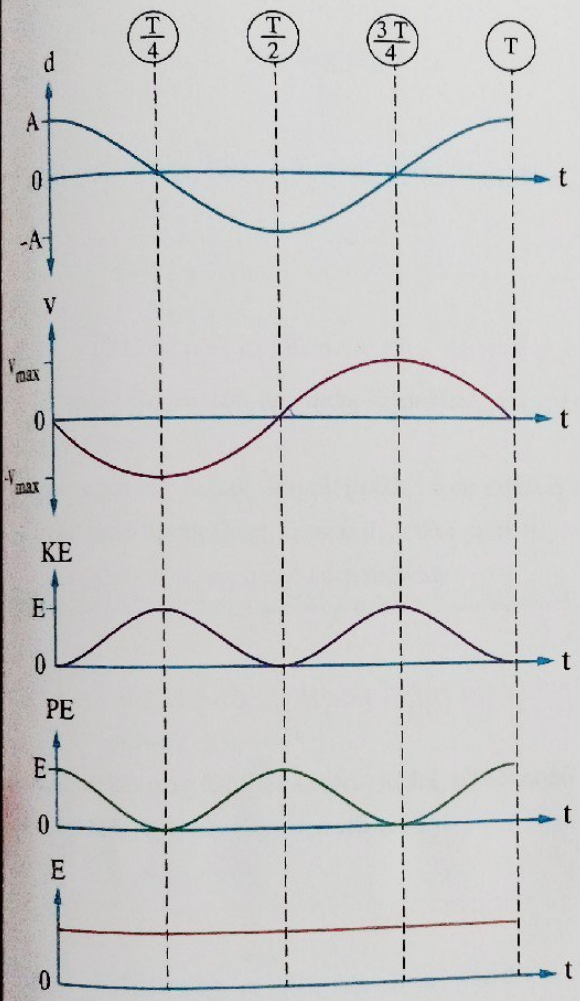
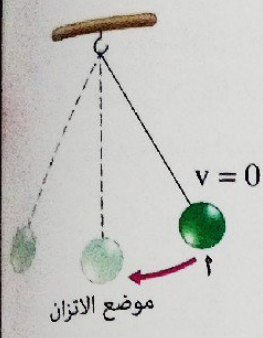
$$E = PE$$



عند الموضع ٤

٢ تكون طاقة الحركة قد تحولت بالكامل إلى طاقة وضع

\* في الشكل المقابل عند تحرك البندول مبتدئاً من النقطة ٢، فإن الأشكال البيانية التالية تمثل تغير بعض الكميات الفيزيائية المرتبطة بحركة البندول مع الزمن (t) خلال اهتزازة كاملة:



1 الإزاحة (d) بعيداً عن موضع الاتزان الأصلي والزمن (t)

2 السرعة (v) والزمن (t)

3 طاقة الحركة (KE) والزمن (t)

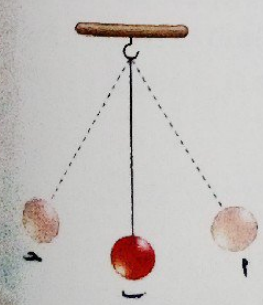
4 طاقة الوضع (PE) والزمن (t)

5 الطاقة الميكانيكية (E) والزمن (t)

ملاحظة

\* في البندول المقابل عند إزاحة ثقل البندول من النقطة ب إلى النقطة ٢ ثم تركه ليهتز، فإن:  
 ١- سرعة البندول عند النقطة ب تكون أقصى قيمة لها.  
 ٢- سرعة البندول عند كل من النقطتين ٢، ٣ تكون منعدمة.  
 وبالتالي يمكن تعريف سعة الاهتزازة كالتالي:

سعة الاهتزازة



المسافة بين نقطتين متتاليتين في مسار حركة الجسم المهتز تكون سرعته عند إحداهما أقصاها وعند الأخرى منعدمة

مثال ١

الشكل المقابل يوضح حركة الشوكة تزداد  
 ١) z إلى x  
 ٢) x إلى y  
 ٣) y إلى z  
 ٤) z إلى x ثم

الحل

الشكل المقابل يوضح الرنانة عند النفا حركة فرع الشوكة النقطة y إلى اليمين. الاختيار الصحيح

ماذا لو كان ميكانيكا

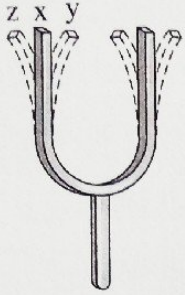
مثال ٢

الشكل المقابل يوضح حركة فرع الشوكة تزداد سرعة ثقل الشوكة فتكون قيمة سرعة أقل من ١ وكذلك أي أكبر من 1/8

الحل

تزداد سرعة ثقل الشوكة فتكون قيمة سرعة أقل من ١ وكذلك أي أكبر من 1/8 الاختيار الصحيح

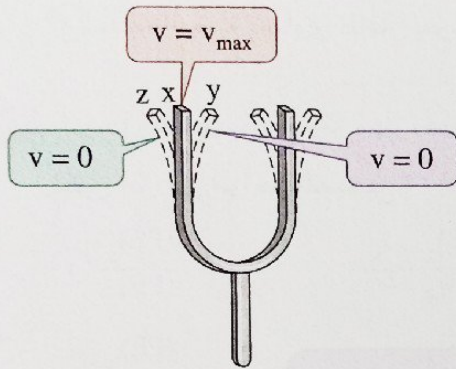
مثال ١



الشكل المقابل يمثل شوكة رنانة مهتزة، فإن سرعة حركة فرع الشوكة تزداد ثم تقل عند انتقاله من .....

- أ) z إلى x
- ب) x إلى y
- ج) y إلى z
- د) x إلى z ثم إلى x

الحل



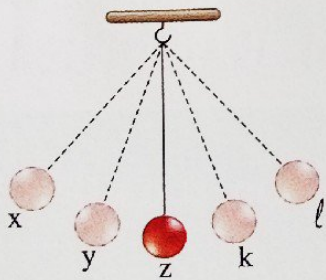
الشكل المقابل يوضح قيم سرعة فرع الشوكة الرنانة عند النقاط x، y، z ونلاحظ أن سرعة حركة فرع الشوكة تزداد ثم تقل عند انتقاله من النقطة y إلى النقطة z أو العكس.

∴ الاختيار الصحيح هو (ج)

كان المطلوب هو تحديد عند أي النقاط x، y، z تكون للشوكة الرنانة طاقة ميكانيكية أكبر، ما إجابتك؟

ماذا لو

مثال ٢



الشكل المقابل يوضح حركة بندول بسيط بحيث تكون المسافات  $(xy = yz = zk = kl)$  فإذا استغرقت حركة البندول من النقطة x إلى النقطة y زمن t، فإن الزمن الدوري للبندول .....

- أ)  $8t$
- ب) أقل من  $8t$
- ج) أكبر من  $8t$
- د) لا يمكن تحديد الإجابة

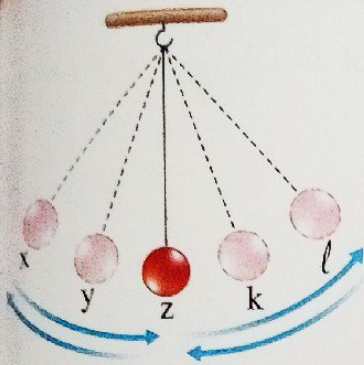
الحل

تزداد سرعة ثقل البندول عندما يتحرك من النقطة x إلى النقطة z لتحول طاقة وضعه إلى طاقة حركة تدريجياً، فتكون قيمة سرعته المتوسطة خلال المسافة yz أكبر من قيمتها خلال المسافة xy لذلك تستغرق المسافة yz زمن أقل من t وكذلك بالنسبة للمسافة zk، فيكون زمن قطع المسافة xy أكبر من نصف زمن حدوث سعة الاهتزازة أي أكبر من  $\frac{1}{8}t$  زمن اهتزازة كاملة وبالتالي يكون الزمن الدوري للبندول أقل من  $8t$

∴ الاختيار الصحيح هو (ب)

## 2) اختر نفسك

اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة:

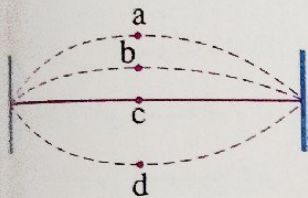


1) \* الشكل المقابل يوضح حركة بندول بسيط، فإذا كانت المسافات  $(xy = yz = zk = kl)$  فإن .....

- أ) طاقة الحركة عند النقطة k < طاقة الوضع عند النقطة x  
 ب) طاقة الوضع عند النقطة l > طاقة الوضع عند النقطة y  
 ج) طاقة الحركة عند النقطة y = طاقة الحركة عند النقطة k  
 د) طاقة الوضع تساوي طاقة الحركة عند جميع النقاط

2) الشكل المقابل يوضح وتر مهتز، فأى نسب طاقة الوضع التالية

تكون أقل من الواحد الصحيح؟



أ)  $\frac{(PE)_a}{(PE)_c}$

ب)  $\frac{(PE)_a}{(PE)_d}$

ج)  $\frac{(PE)_b}{(PE)_d}$

د)  $\frac{(PE)_a}{(PE)_b}$

## اختر الأصدقاء أصحاب الطموح



لأنهم سوف ينقلون لك  
 دون أن تشعر  
 طاقة إيجابية هائلة  
 تحفزك على تحقيق أهدافك  
 وابتعد عن الأشخاص المحبطين

أولاً

أسئلة الاختيار من متعدد



قيم نفسك إلكترونياً

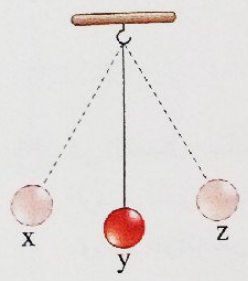
١ تعتبر حركة جسم في مسار دائرى بسرعة ثابتة حركة .....

- أ دورية  
 ب توافقية بسيطة  
 ج اهتزازية  
 د موجية

٢ تُصنف حركة الأرجوحة بأنها حركة .....

- أ انتقالية  
 ب موجية  
 ج اهتزازية  
 د دائرية

٣ في الشكل المقابل يصنع البندول اهتزازة كاملة عندما يتحرك كالتالى .....



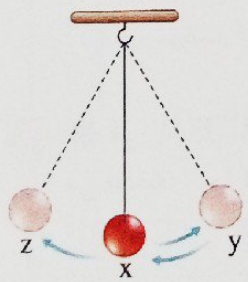
- أ  $y \leftarrow x$   
 ب  $z \leftarrow y \leftarrow x$   
 ج  $y \leftarrow z \leftarrow y \leftarrow x$   
 د  $x \leftarrow y \leftarrow z \leftarrow y \leftarrow x$

٤ \* الشكل المقابل يوضح جسم يتحرك حركة اهتزازية، فتكون المسافة المقطوعة خلال اهتزازة كاملة .....



- أ ضعف المسافة AB  
 ب ضعف المسافة BC  
 ج نصف المسافة AC  
 د أربعة أمثال المسافة BC

٥ الشكل المقابل يوضح بندول بسيط سعة اهتزازة A، فإذا تحرك ثقل البندول من الموضع x إلى الموضع y ثم إلى الموضع z فإن مقدار إزاحة ثقل البندول عن الموضع x يساوى .....

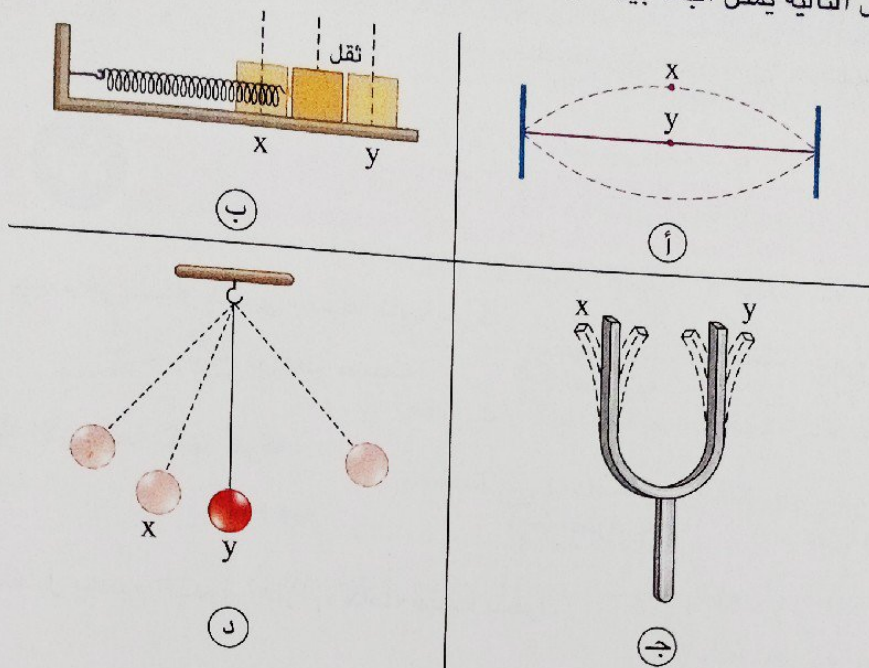


- أ A  
 ب 2A  
 ج 3A  
 د صفر

٦ فى الحركة الاهتزازية النسبة بين الزمن الذى يقطع فيه الجسم سعة الاهتزازة وزمن الاهتزازة الكاملة تساوى .....

- أ  $\frac{2}{1}$   
 ب  $\frac{1}{2}$   
 ج  $\frac{4}{1}$   
 د  $\frac{1}{4}$

في أي من الأشكال التالية يمثل البُعد بين الموضعين  $x$ ،  $y$  سعة الاهتزازة؟



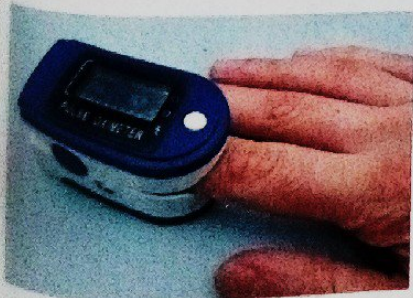
في الشكل المقابل وتر مهتز زمنه الدوري  $T$ ، فيكون الزمن الذي يستغرقه الوتر لعمل أقصى إزاحة عن موضع اتزانه هو .....

- (أ)  $\frac{T}{4}$  (ب)  $\frac{T}{3}$  (ج)  $\frac{T}{2}$  (د)  $T$

يكون الزمن الدوري لبدول بسيط هو زمن مرور ثقل البدول مرتين متتاليتين بنقطة ما في مسار حركته عندما تكون هذه النقطة .....

- (أ) هي موضع اتزانه الأصلي  
 (ب) هي موضع أقصى إزاحة بعيداً عن موضع اتزانه الأصلي  
 (ج) بين موضع اتزانه الأصلي وموضع أقصى إزاحة في الاتجاه الموجب  
 (د) بين موضع اتزانه الأصلي وموضع أقصى إزاحة في الاتجاه السالب

\* في الشكل المقابل يقوم شخص بقياس نبضه فوجده 75 نبضة في الدقيقة، فما التردد والزمن الدوري لحركة عضلة القلب؟

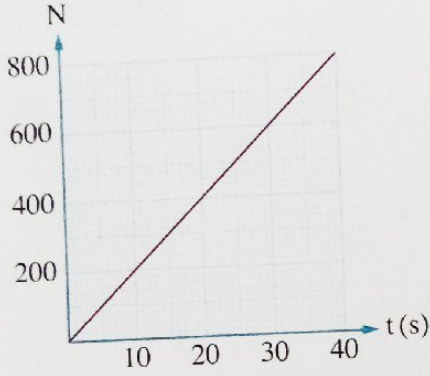


الزمن الدوري	التردد	
0.8 s	0.8 Hz	(أ)
1.25 s	0.8 Hz	(ب)
0.8 s	1.25 Hz	(ج)
1.25 s	1.25 Hz	(د)



\* إذا كان الزمن الذي يستغرقه جسم مهتز في عمل اهتزازة كاملة هو 0.1 s، فإن عدد الاهتزازات الكاملة التي يحدثها خلال 100 s هو ..... اهتزازة.

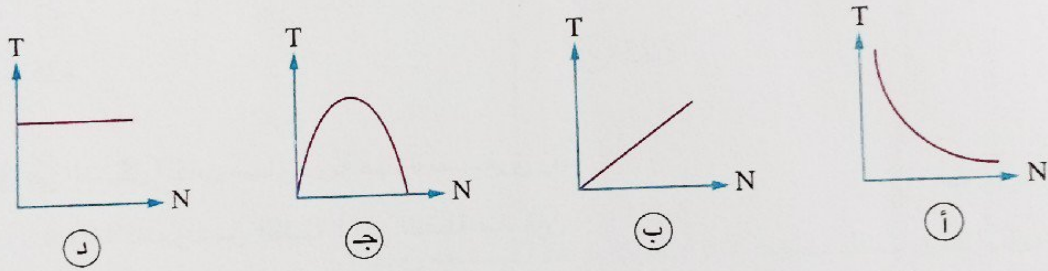
- 10 (أ) 100 (ب) 1000 (ج) 10000 (د)



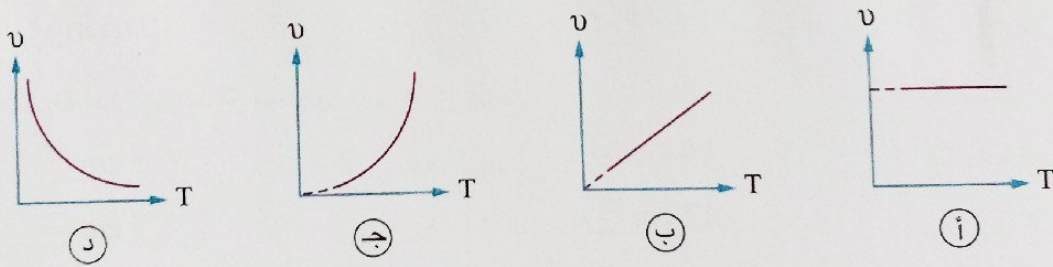
\* الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين عدد الذبذبات (N) التي يحدثها مصدر مهتز والزمن (t) الذي تحدث خلاله تلك الذبذبات، فإن تردد المصدر يساوي .....

- 10 Hz (أ)  
20 Hz (ب)  
40 Hz (ج)  
800 Hz (د)

أى الأشكال البيانية التالية يمثل العلاقة بين الزمن الدوري (T) لبندول بسيط وعدد الاهتزازات الكاملة (N) التي يحدثها البندول ؟

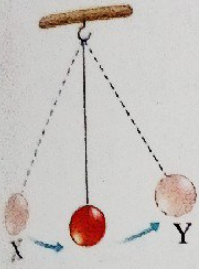


أى الأشكال البيانية التالية يمثل العلاقة بين التردد (ν) والزمن الدوري (T) لجسم يتحرك حركة توافقية بسيطة ؟



\* بندولان بسيطان x، y النسبة بين زمنهما الدوري  $\left(\frac{T_x}{T_y}\right)$  هي  $\frac{1}{4}$ ، فإن النسبة بين ترددهما  $\left(\frac{\nu_x}{\nu_y}\right)$  تساوي .....

- $\frac{1}{4}$  (أ)  $\frac{1}{2}$  (ب)  
 $\frac{4}{1}$  (ج)  $\frac{2}{1}$  (د)



16 \* في الشكل المقابل إذا تحرك ثقل البندول من النقطة X

إلى النقطة Y خلال 1 s، فيكون تردده هو .....

- أ) 0.5 Hz  
ب) 5 Hz  
ج) 10 Hz  
د) 50 Hz

17 \* جسم مهتز يستغرق فترة زمنية 0.01 s حتى يصل لأقصى إزاحة مبتعداً عن موضع اتزانه الأصلي، فإن

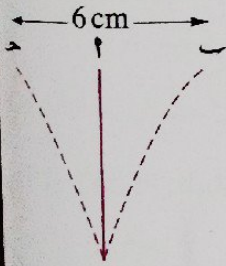
تردده يساوي .....

- أ) 20 Hz  
ب) 25 Hz  
ج) 50 Hz  
د) 100 Hz

18 \* جسم مهتز النسبة بين زمنه الدوري وتردده على الترتيب  $\frac{1}{625} s^2$ ، فيكون عدد الذبذبات التي يصدرها الجسم

خلال 25 s هو .....

- أ) 25  
ب) 125  
ج) 425  
د) 625



19 \* في الشكل المقابل ساق مرنة مهتزة تستغرق زمناً

قدره 0.01 s لتتحرك من النقطة ٢ إلى النقطة ١، فإن :

(١) الزمن الدوري لحركة الساق يساوي .....

- أ) 0.02 s  
ب) 0.04 s  
ج) 0.06 s  
د) 0.08 s

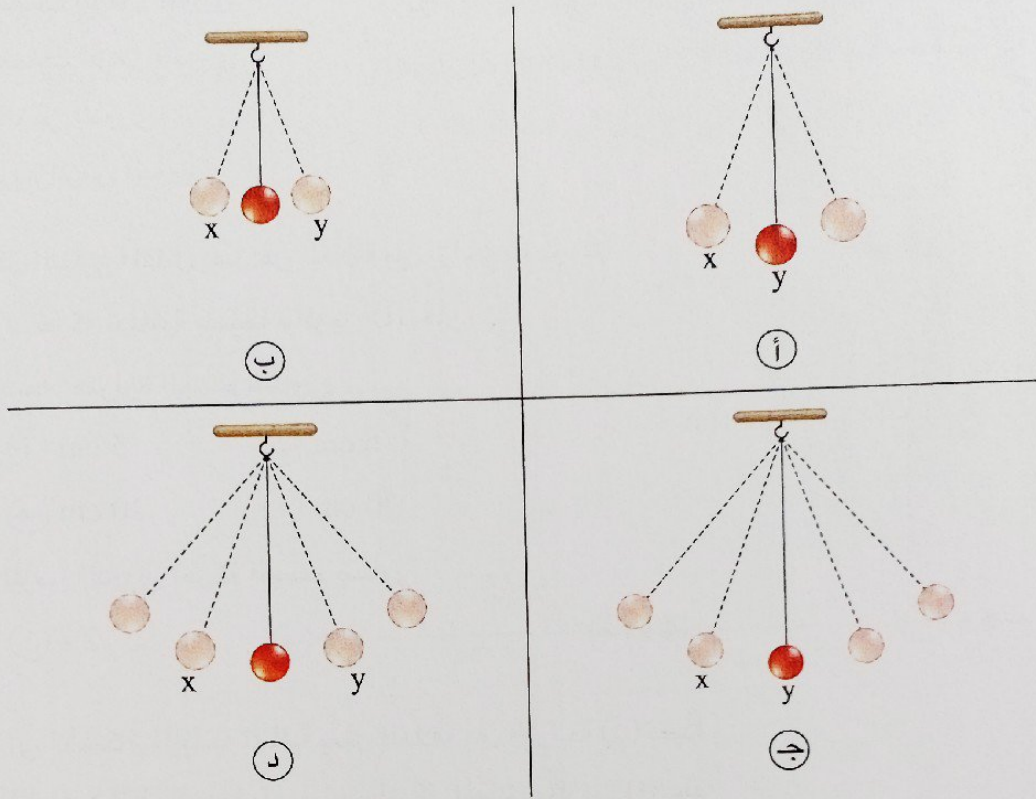
(٢) سعة اهتزازة الساق تساوي .....

- أ) 3 cm  
ب) 6 cm  
ج) 9 cm  
د) 12 cm

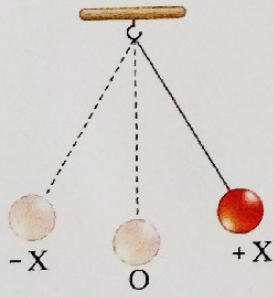
(٣) السرعة المتوسطة لحركة الساق بين النقطتين ١، ٢ تساوي .....

- أ) 600 cm/s  
ب) 300 cm/s  
ج) 150 cm/s  
د) 75 cm/s

أى الأشكال التالية يعبر عن بندول بسيط له تردد أقل إذا كان زمن حركة ثقل البندول فى كل منها من النقطة x إلى النقطة y هو t ؟



فى الشكل المقابل بندول بسيط يتحرك حركة توافقية بسيطة زمنها الدورى T حيث بدأ حركته من النقطة +X ، فإن النقطة التى يكون عندها ثقل البندول بعد مرور زمن :



- (ب) النقطة +X
- (د) بين النقطتين +X ، O

- (ب) النقطة +X
- (د) بين النقطتين -X ، O

- (ب) النقطة O
- (د) بين النقطتين +X ، O

(١) 2T هى .....

(أ) النقطة -X

(ج) النقطة O

(٢) 3.5T هى .....

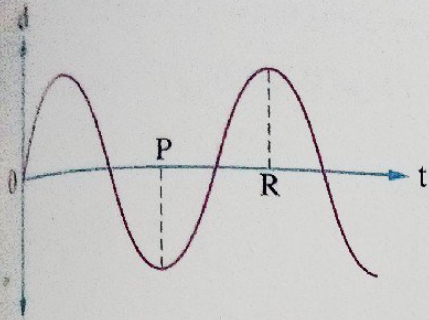
(أ) النقطة -X

(ج) النقطة O

(٣) 5.25T هى .....

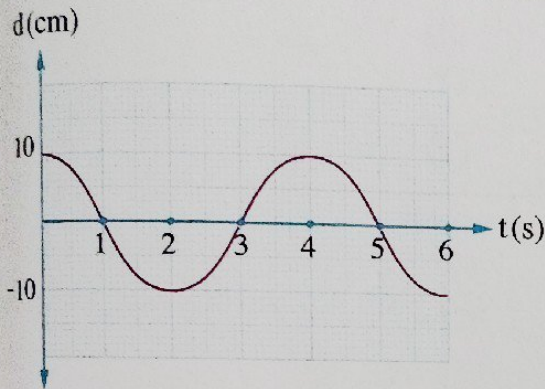
(أ) النقطة +X

(ج) بين النقطتين -X ، O



الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين الإزاحة (d) لجسم مهتز والزمن (t)، فإن الفارق الزمني بين النقطتين P ، R يمثل .....

- أ) نصف الزمن الدوري  
ب) ضعف الزمن الدوري  
ج) الزمن الدوري  
د) ربع الزمن الدوري



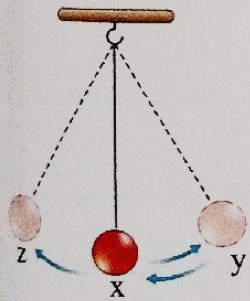
الشكل البياني المقابل يعبر عن العلاقة بين إزاحة جسم (d) يتحرك حركة توافقية بسيطة والزمن (t)، فإن :

(١) سعة اهتزازة الجسم تساوى .....

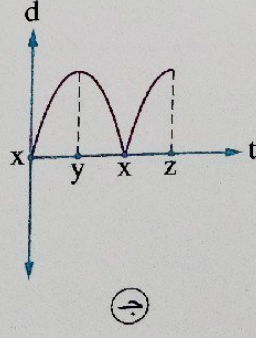
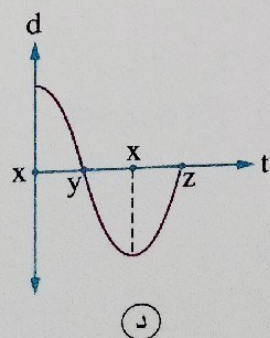
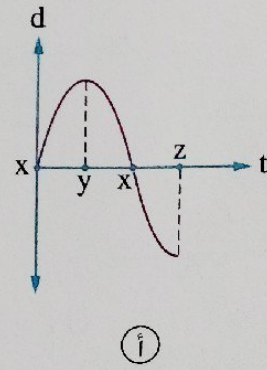
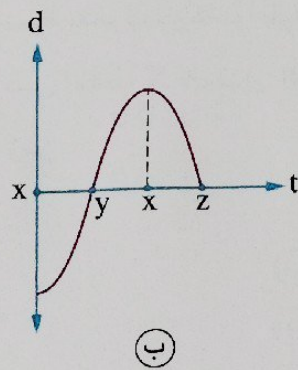
- أ) 5 cm      ب) 6 cm  
ج) 10 cm      د) 20 cm

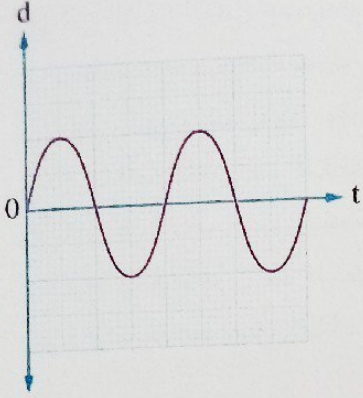
(٢) الزمن الدوري لحركة الجسم يساوى .....

- أ) 2 s      ب) 3 s      ج) 4 s      د) 6 s

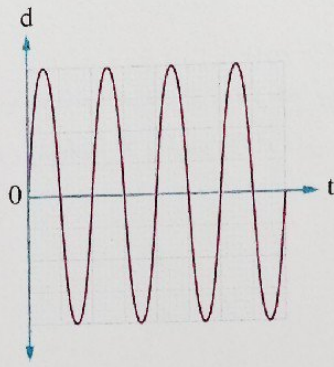


\* أى الأشكال البيانية التالية يمثل العلاقة بين الإزاحة (d) بعيداً عن النقطة x لتقل البندول الموضح بالشكل المقابل والزمن (t) عند بدء ملاحظة حركة البندول من x إلى y ثم إلى z ؟

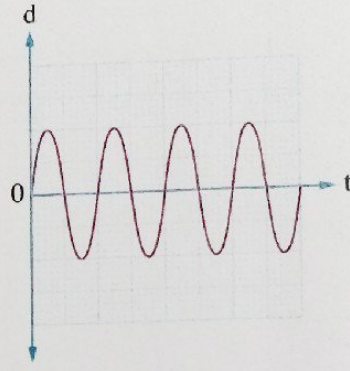




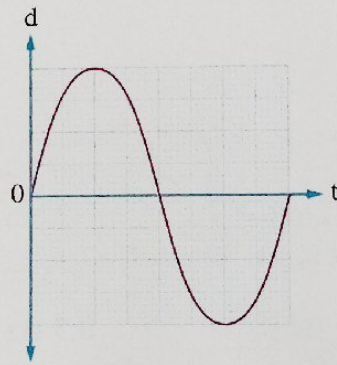
١٥ بندول بسيط يهتز بتردد  $\nu$  وسعة اهتزازة  $A$ ، والشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين إزاحة ثقل البندول ( $d$ ) والزمن ( $t$ )، إذا قمنا بتعديل طول خيط البندول والشغل المبذول على الثقل لزيادة كل من التردد وسعة الاهتزازة للضعف، أي الأشكال البيانية التالية يمثل العلاقة بين الإزاحة ( $d$ ) والزمن ( $t$ ) لحركة ثقل البندول في هذه الحالة ؟



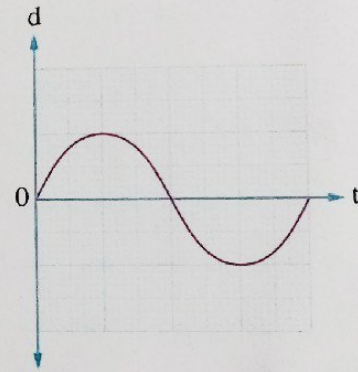
ب



أ



د



ج

١٦ في الشكل المقابل بندول يهتز بتردد  $0.5 \text{ Hz}$  حول موضع اتزانه الأصلي ( $Z$ )،

فإذا بدأ البندول حركته من الموضع  $Y$  فإن ثقل البندول خلال دقيقة يمر :

(١) بالموضع  $Y$  ..... مرة.

ب 30

أ 29

د 60

ج 31

(٢) بالموضع  $Z$  ..... مرة.

د 61

ج 60

ب 59

أ 30

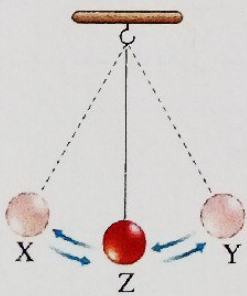
(٣) بالموضع  $X$  ..... مرة.

د 60

ج 31

ب 30

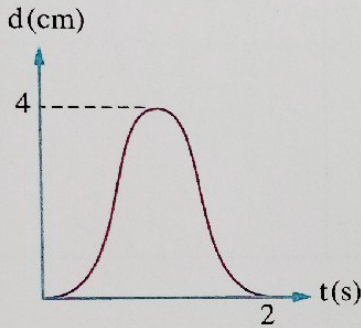
أ 29



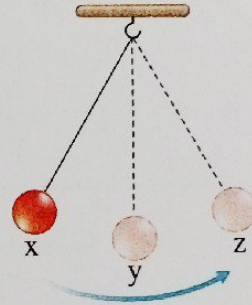
٢٧ في الشكل المقابل جسم معلق في زنبرك رأسى جُذب من النقطة ب إلى أسفل حتى النقطة ح ثم تُرك ليتحرك حركة توافقية بسيطة، فإن الطاقة الكلية (الميكانيكية) لهذا الجسم عند إهمال مقاومة الهواء تكون .....

- أ) قيمة عظمى عند النقطة أ  
 ب) قيمة عظمى عند النقطة ب  
 ج) قيمة صغرى عند النقطة ب  
 د) ثابتة عند جميع النقاط

٢٨ \* الشكل (1) يوضح بندول موضع اتزانه عند  $y$  ويتأرجح بين الموضعين  $x$ ،  $z$  والشكل (2) يمثل بيانياً العلاقة بين الإزاحة ( $d$ ) لثقل البندول عن الموضع  $x$  والزمن ( $t$ )، فإن :



الشكل (2)



الشكل (1)

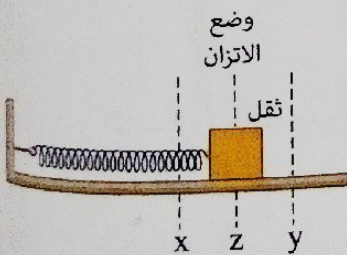
(١) سعة اهتزازة البندول تساوى .....

- أ) 1 cm    ب) 2 cm    ج) 4 cm    د) 8 cm

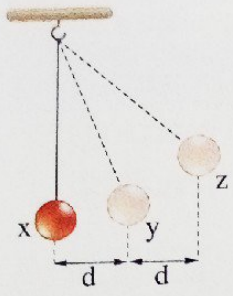
(٢) تردد البندول يساوى .....

- أ) 0.25 Hz    ب) 0.5 Hz    ج) 2 Hz    د) 4 Hz

٢٩ الشكل المقابل يمثل ثقل موضوع على سطح أفقى أملس ومتصل بملف زنبركى ويتحرك حركة توافقية بسيطة، فإذا مر الثقل عند لحظة معينة بالموضع  $z$  بسرعة  $0.5 \text{ m/s}$  تجاه اليسار، فما موضع الثقل وسرعته بعد أن يكون قد أكمل اهتزازة ونصف من تلك اللحظة ؟

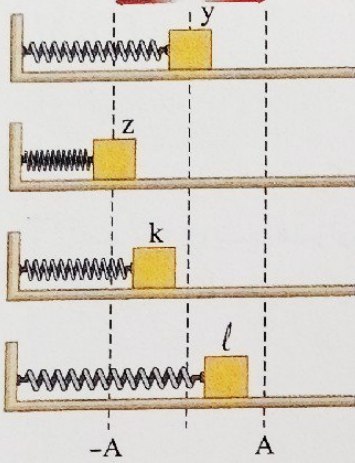


سرعة الثقل	موضع الثقل	
صفر	z	أ
$0.5 \text{ m/s}$ تجاه اليمين	y	ب
صفر	x	ج
$0.5 \text{ m/s}$ تجاه اليمين	z	د



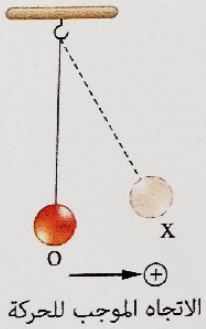
\* في الشكل المقابل أثناء اهتزاز ثقل البندول إذا كان الزمن اللازم ليتحرك ثقل البندول من x إلى y هو  $t_1$  والزمن اللازم ليتحرك من y إلى z هو  $t_2$  فإن .....

- (أ)  $t_1 = t_2$   
 (ب)  $t_1 > t_2$   
 (ج)  $t_1 < t_2$   
 (د) لا يمكن تحديد الإجابة



الشكل المقابل يمثل أربعة مواضع لجسم متصل بملف زنبركي أثناء اهتزازة، عند أي موضع يكون للجسم أكبر سرعة ؟

- (أ) y  
 (ب) z  
 (ج) k  
 (د) l



\* الشكل المقابل يوضح بندول بسيط تمت إزاحة ثقله إلى الموضع x، فإذا تُرك ثقل البندول ليتحرك حركة توافقية بسيطة زمنها الدوري 2 s، فإن الزمن اللازم انقضاءه من لحظة ترك الثقل عند الموضع x حتى يكون له :

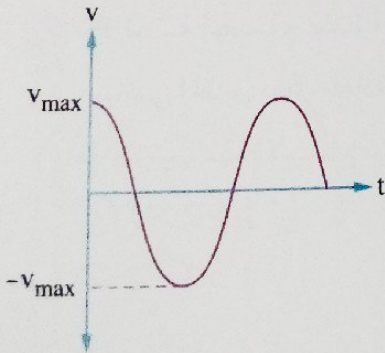
(١) أقصى إزاحة في الاتجاه السالب لأول مرة يساوي .....

- (أ) 0.5 s  
 (ب) 1 s  
 (ج) 1.5 s  
 (د) 2 s

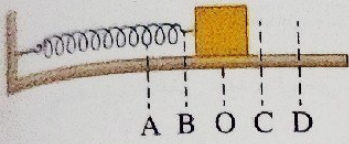
(٢) أقصى سرعة لأول مرة يساوي .....

- (أ) 0.5 s  
 (ب) 1 s  
 (ج) 1.5 s  
 (د) 2 s

الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين السرعة (v) لثقل بندول بسيط والزمن (t) عندما تمت ملاحظته بدءاً من .....

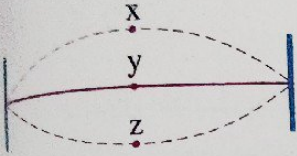


- (أ) موضع اتزانه الأصلي  
 (ب) موضع أقصى إزاحة له  
 (ج) موضع يكون للثقل فيه أقصى طاقة وضع ممكنة  
 (د) منتصف المسافة بين موضع اتزانه الأصلي وموضع أقصى إزاحة له



الشكل المقابل يمثل جسم متصل بزنبرك ويهتز بين النقطتين A ، D ، فإن أقل قيمة لطاقة وضع الجسم تكون عند .....

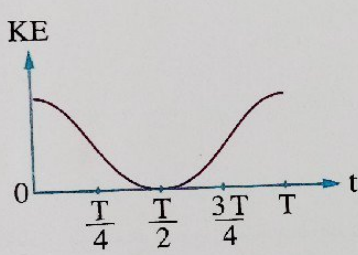
- أ) النقطة A أو النقطة D  
ب) النقطة O  
ج) النقطة B  
د) النقطة C



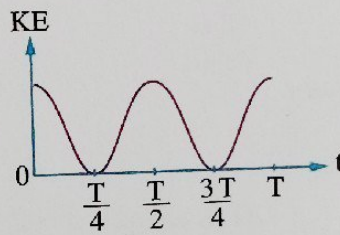
الشكل المقابل يمثل وتر يهتز بين الموضعين X ، Z ، فإن طاقة حركة الوتر تتحول تدريجياً إلى طاقة وضع عند حركة الوتر من .....

- أ) X إلى Z  
ب) y إلى Z  
ج) y إلى X  
د) X إلى y

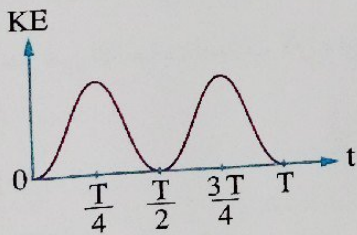
بندول بسيط يتحرك حركة توافقية بسيطة حيث يبدأ حركته من أقصى إزاحة له عن موضع اتزانه الأصلي عند  $t=0$  ويتم اهتزازة كاملة خلال زمن  $T$  ، فأى الأشكال البيانية الآتية يمثل العلاقة بين طاقة حركة ثقل البندول (KE) والزمن  $t$  ؟



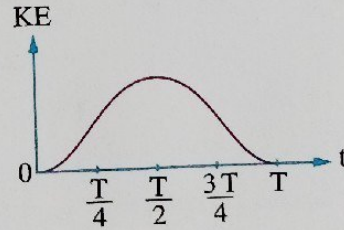
ب



أ



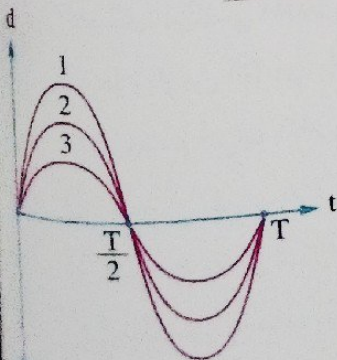
د



ج

\* ثلاثة أجسام متماثلة تتحرك حركة توافقية بسيطة، والشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين الإزاحة (d) والزمن (t) لكل منها، فإن ترتيب هذه الأجسام تبعاً لأقصى طاقة حركة للجسم هو .....

- أ)  $1 > 2 > 3$   
ب)  $3 > 2 > 1$   
ج)  $1 > 3 > 2$   
د)  $1 = 2 = 3$



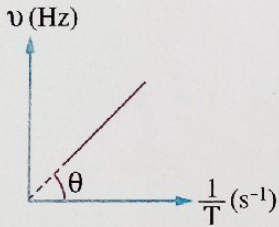


## أسئلة المقال

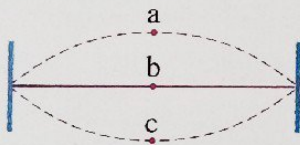
1 ماذا يحدث للزمن الدوري لجسم مهتز عند زيادة تردد حركته الاهتزازية لثلاثة أمثال قيمته ؟ مع التفسير.



2 صف تحولات كل من طاقة الوضع وطاقة الحركة الحادثة للأرجوحة الموضحة بالشكل المقابل خلال اهتزازة كاملة بدءاً من موضع الاتزان.



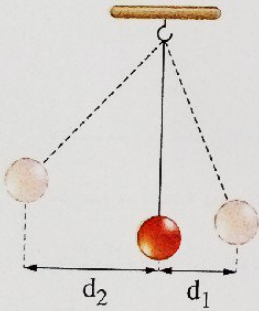
3 الشكل المقابل يوضح العلاقة بين تردد جسم (v) يتحرك حركة اهتزازية ومقلوب زمنه الدوري (1/T) عند تمثيلهما بنفس مقياس الرسم، ما قيمة الزاوية  $\theta$  ؟



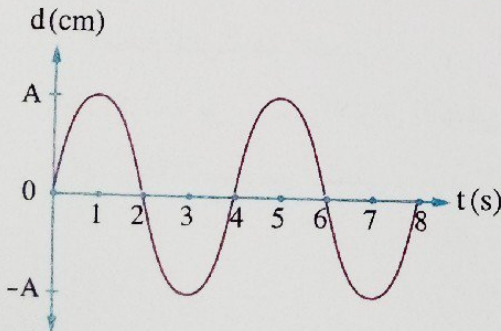
4 الشكل المقابل يوضح حركة وتر أفقى يهتز رأسياً :

(1) عند أى نقطة تكون : (أ) سرعة الوتر أقصى قيمة لها.  
(ب) طاقة وضع المرونة للوتر أكبر ما يمكن.

(2) أوجد النسبة بين زمن حركة الوتر من (b) إلى (c) وزمن حركته من (b) إلى (a).



5 الشكل المقابل يوضح محاولتين لتحريك ثقل بندول حركة توافقية بسيطة، فى المحاولة الأولى بإزاحته لمسافة  $d_1$  ثم تركه ليتذبذب وفى المحاولة الثانية بإزاحته لمسافة  $d_2$  ثم تركه ليتذبذب، ماذا يحدث لكل من سعة الاهتزازة وطاقة الوضع العظمى وطاقة الحركة العظمى والطاقة الميكانيكية لثقل البندول فى المحاولة الثانية مقارنةً بالمحاولة الأولى ؟



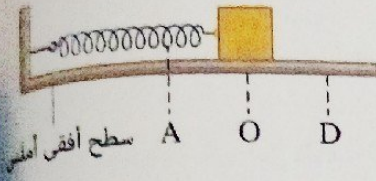
6 جسم مُعلق بخيط دُفع نحو اليمين ليتأرجح يميناً ويساراً حول موضع اتزانه الأسمى والشكل البيانى المقابل يمثل العلاقة بين الإزاحة (d) من لحظة دفع الجسم والزمن (t) خلال 8 s، فإذا اعتبرنا أن اتجاه حركته إلى اليمين هو الاتجاه الموجب، فعند أى لحظة أو لحظات خلال هذه الفترة يكون الجسم :

(1) متحرك تجاه اليمين بأقصى سرعة له.  
(2) متحرك تجاه اليسار بأقصى سرعة له.

(3) ساكن لحظياً.

## أنماط جديدة من الأسئلة

١ اختر إجابتين من بين الإجابات المعطاة :

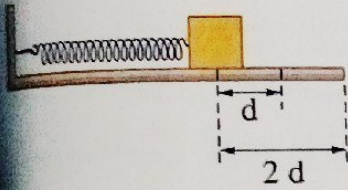


(١) الشكل المقابل يمثل جسم متصل بأحد طرفى زنبرك ويتحرك

حركة توافقية بسيطة بين النقطتين A ، D أى الكميات الآتية

تكون قيمة صغرى عندما يكون الجسم عند النقطة O ؟

- Ⓐ طاقة وضع المرونة للجسم  
Ⓑ سرعة الجسم  
Ⓒ طاقة الحركة للجسم  
Ⓓ إزاحة الجسم عن موضع الاتزان  
Ⓔ الطاقة الميكانيكية للجسم



(٢) الشكل المقابل يمثل حالتين لإحداث حركة توافقية بسيطة لجسم،

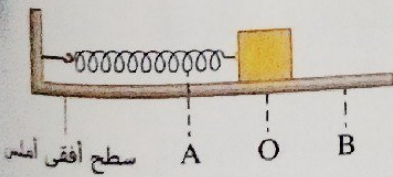
الحالة الأولى عند إزاحته بمقدار d ثم تركه يتذبذب والحالة

الثانية عند إزاحته بمقدار 2d ثم تركه يتذبذب، ماذا يحدث لكل

مما يأتى فى الحالة الثانية مقارنةً بالحالة الأولى ؟

- Ⓐ سعة الاهتزازة تزداد للضعف  
Ⓑ سعة الاهتزازة تزداد إلى أربعة أمثال  
Ⓒ سرعة الجسم عند موضع الاتزان الأصلي تزداد  
Ⓓ سرعة الجسم عند موضع الاتزان الأصلي لا تتغير  
Ⓔ الطاقة الميكانيكية للجسم تظل دون تغيير

٢ ضع أمام كل عبارة من العبارات الآتية رقم المنحنى المناسب :



الشكل المقابل يمثل جسم متصل بأحد طرفى زنبرك ويتحرك

حركة توافقية بسيطة بين النقطتين A ، B ، والشكل البياني

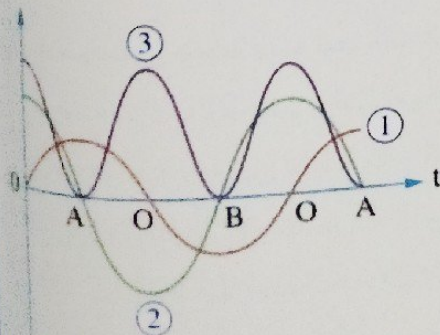
يمثل العلاقة بين كمية فيزيائية لهذا الجسم على المحور الرأسى

والزمن (t) على المحور الأفقى، فإن المنحنى الذى يعبر عن :

(١) طاقة الحركة هو المنحنى .....

(٢) الإزاحة عن موضع الاتزان الأصلي هو المنحنى .....

(٣) سرعة الجسم هو المنحنى .....



# الحركة الموجية

1

الدرس الثاني

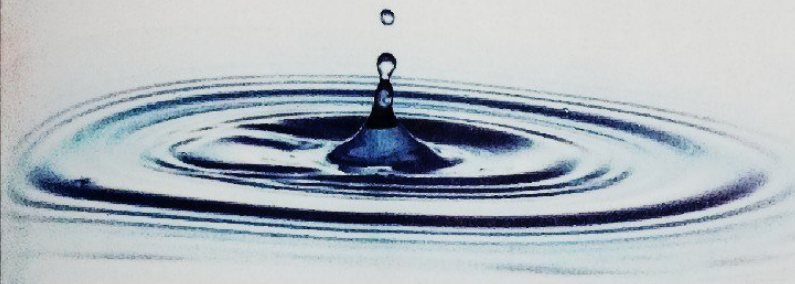


في هذا الدرس سوف نتعرف :

• الموجات الميكانيكية

• الموجات الكهرومغناطيسية

• سرعة انتشار الموجات



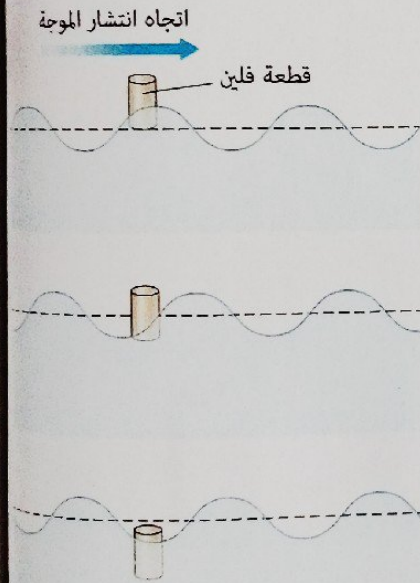
موجات الماء

## ◀ ماذا يحدث عند إلقاء حجر في بحيرة ساكنة؟

- يحدث اضطراب لسطح الماء نتيجة تصادم الحجر مع الماء.
- ينتشر هذا الاضطراب عند سطح الماء على هيئة دوائر منتظمة متحدة المركز مركزها موضع سقوط الحجر ويصاحب ذلك انتقال للطاقة من مصدر الاضطراب في نفس اتجاه انتشار تلك الدوائر.
- تُسمى هذه الدوائر موجات الماء، وانتشارها على سطح الماء يمثل حركة موجية.

### الموجة

اضطراب ينتقل وينقل الطاقة في اتجاه الانتشار.



- \* عند انتشار موجة في وسط فإن جزيئات الوسط تهتز حول مواضع اتزانها دون أن تنتقل في اتجاه انتشار الموجات، ويتضح ذلك عند وضع قطعة من الفلين فوق سطح الماء وإحداث اضطراب في الماء فتجد أن قطعة الفلين تتحرك لأعلى ولأسفل كما بالشكل بينما الموجات تنتشر في الماء وتنقل الطاقة.

### أنواع الموجات

- \* هناك العديد من الموجات بعضها يمكن رؤيتها والإحساس بها مثل موجات الماء وبعضها لا يمكن رؤيتها ولكن ندرِكها من آثارها مثل موجات الراديو المستخدمة في الإرسال الإذاعي والأشعة السينية المستخدمة في عمل الأشعة الطبية.

#### أولاً

موجات ميكانيكية

#### ثانياً

موجات كهرومغناطيسية

◀ ويمكن تقسيم الموجات إلى

## أولاً الموجات الميكانيكية Mechanical Waves

- المصدر جسم ما يهتز في وسط مادي فينتقل الاهتزاز (الاضطراب) إلى جزيئات الوسط المحيط.
- الانتشار تنتشر خلال الأوساط المادية فقط.
- أمثلة



الموجات المنتشرة في الأوتار أثناء اهتزازها



موجات الصوت

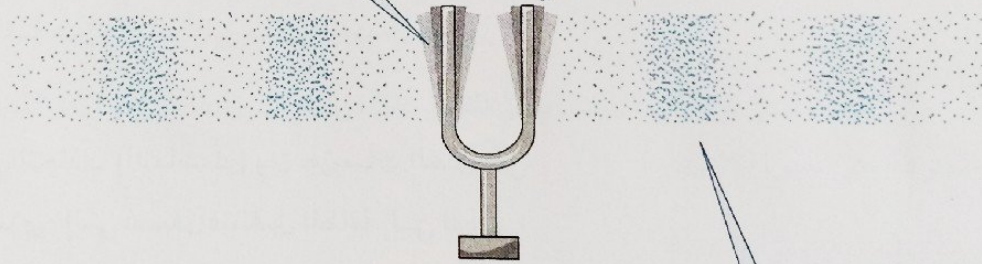


موجات الماء

## شروط الحصول على الموجات الميكانيكية

٢ حدوث اضطراب ينتقل من المصدر إلى الوسط  
مثل : انتقال الاضطراب الناتج عن اهتزاز  
فرعى شوكة رنانة إلى جزيئات الهواء.

١ وجود مصدر اهتزاز (متذبذب) مثل :  
• قذف حجر في ماء ساكن. • بندول مهتز.  
• وتر مهتز. • اهتزاز فرعى شوكة رنانة.



٣ وجود وسط مادي ينتقل خلاله الاضطراب  
تحتاج الموجات الميكانيكية لوسط مادي تنتقل خلاله لأن جزيئات الوسط المادي تقوم بنقل طاقة الموجة الميكانيكية حيث تهتز  
الجزيئات حول مواضع اتزانها بالتتابع دون أن تنتقل في اتجاه انتشار الموجات وبالتالي لا يمكن للموجة الميكانيكية الانتشار في الفراغ.

## ملاحظة

- \* نظرًا لأن الصوت من الموجات الميكانيكية فإنه لا يمكنه الانتشار في الفراغ لذلك :
- لا يمكن سماع أصوات الانفجارات الكونية التي تحدث في الفضاء الخارجي.
- يستخدم رواد الفضاء أجهزة لاسلكية للتواصل فيما بينهم في الفضاء.

## موجات طولية

## موجات مستعرضة

## الموجات المستعرضة Transverse Waves

\* للتعرف على طبيعة الموجات المستعرضة نجرى التجربة التالية :

## تجربة عملية

(١) احضر حبل طويل وثبت طرفه البعيد في حائط رأسى وشد طرفه الآخر بيدك، ثم حرك طرف الحبل رأسياً لأعلى مرة واحدة ثم أعد اليد للوضع الأصلي.

**الملاحظة:** تنتشر على طول الحبل موجة على شكل نبضة.

## النبضة

اضطراب فردي على شكل نصف موجة.

## التفسير:

- تنتقل الطاقة من المصدر إلى جزيء الحبل المجاور له فيتحرك إلى أعلى.
- تعمل قوى التجاذب (التماسك) بين جزيئات الحبل على إعادة الجزيء إلى أسفل فتنتقل الطاقة إلى الجزيء المجاور له فيتحرك إلى أعلى وهكذا.
- تهتز جزيئات الحبل إلى أعلى وإلى أسفل تباعاً.

(٢) استمر في تحريك طرف الحبل لأعلى ولأسفل بنفس المعدل.

**الملاحظة:** يتحرك طرف الحبل لأعلى ولأسفل حركة توافقية بسيطة فتتولد في الحبل نبضات متواصلة (قمم وقيعان) أي موجة مستعرضة.

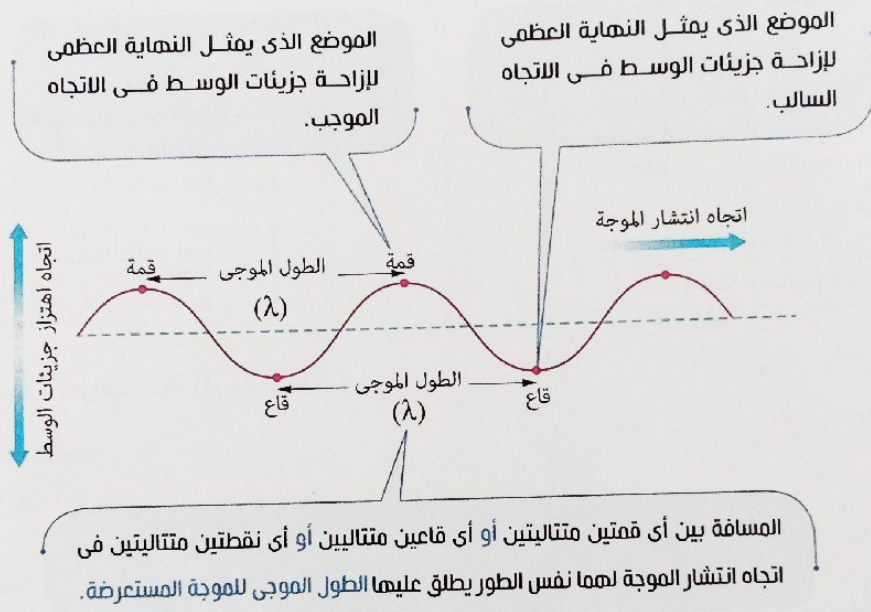
الاستنتاج :

(١) اتجاه انتشار الموجة خلال الحبل :

- هو اتجاه انتشار الطاقة.

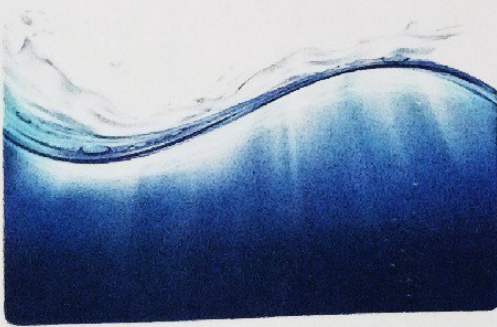
- عمودي على اتجاه حركة (اهتزاز) جزيئات الوسط (الحبل) حول مواضع اتزانها.

(٢) تتكون الموجة المستعرضة من قمم وقيعان كما بالشكل التالي :



**لاحظ أنه :** يكون لجزء من جزيئات الوسط نفس الطور عند موضع معين عندما يمر بهذا الموضع مرتين متتاليتين بنفس السرعة وفي نفس الاتجاه.

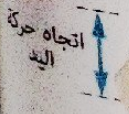
أمثلة للموجات المستعرضة :



الموجات المنتشرة على سطح الماء



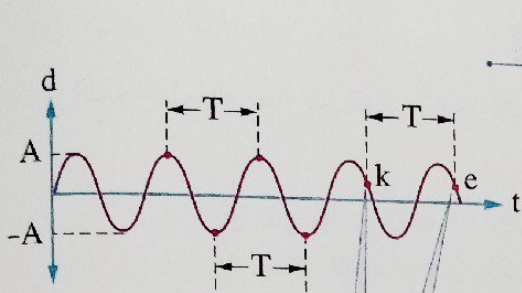
موجة منتشرة في حبل



## التمثيل البياني للموجات المستعرضة.

\* تمثل الموجة المستعرضة من خلال التمثيل البياني للعلاقة بين :

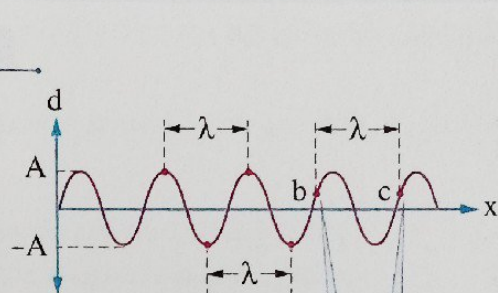
٢ إزاحة أحد جزيئات الوسط (d) والزمن (t)



النقطتان k ، e لهما نفس الطور

$$v = \frac{N \text{ (عدد الموجات)}}{t \text{ (الزمن بالثانية)}} = \frac{1}{T}$$

١ إزاحة جزيئات الوسط عند لحظة معينة (d) والمسافة (x) التي تقطعها الموجة



النقطتان b ، c لهما نفس الطور

$$\lambda = \frac{x \text{ (المسافة الكلية)}}{N \text{ (عدد الموجات)}}$$

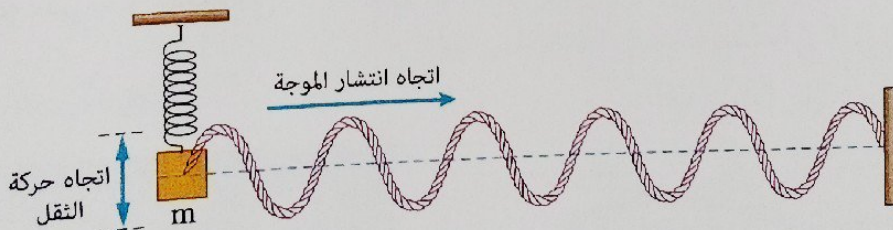
\* مما سبق يمكن تعريف سرعة الموجة (A) كما يلي :

**سرعة الموجة (A)**

أقصى إزاحة لجزيئات الوسط المهتز بعيداً عن مواضع اتزانها.

### ملاحظات

(١) يمكن الحصول على الموجات المستعرضة في حبل طويل أفقي مشدود أحد طرفيه مُثبت في حائط رأسى والطرف الآخر للحبل مُثبت في ثقل معلق في زنبرك رأسى يهتز لأعلى ولأسفل حول موضع اتزانه كما بالشكل التالي :



وفي هذه الحالة يكون تردد الموجة المستعرضة المنتشرة في الحبل مساوى لتردد الحركة الاهتزازية للثقل المعلق في الزنبرك.

(٢) سرعة الموجة المستعرضة التي تنتشر خلال وتر مشدود تعتمد على الشغل الذي يبذله المصدر المهتز (اليد أو الجسم المهتز) والذي ينتقل خلال جزيئات الوتر على هيئة :  
- طاقة وضع تتمثل في شد الوتر.

- طاقة حركة تتمثل في اهتزاز الوتر.

(٣) سرعة الموجة لا تتوقف على تردد الموجة أو طولها الموجى.

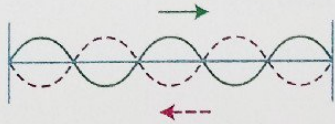


معلومة إثرائية

\* يمكن تمييز الموجة المرتحلة عن الموجة الموقوفة كالتالي :

الموجة الموقوفة

الموجة التي تنتج عن تداخل موجات يحدث لها انعكاسات متكررة بين نقطتين.



« موجة موقوفة على وتر مثبت من طرفيه »

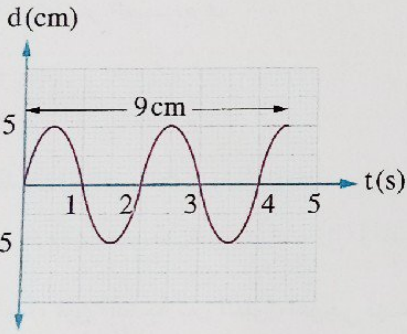
الموجة المرتحلة

الموجة التي تنتشر في اتجاه واحد مبتعدة باستمرار عن مصدرها.



« موجة مرتحلة في حبل »

مثال ١



الشكل البياني المقابل يعبر عن موجة مستعرضة، احسب :

(١) سعة الموجة.

(٢) التردد.

(٣) الزمن الدوري.

(٤) الطول الموجي.

الحل

$A = 5 \text{ cm}$  (١)

$v = \frac{N}{t} = \frac{2.25}{4.5} = 0.5 \text{ Hz}$  (٢)

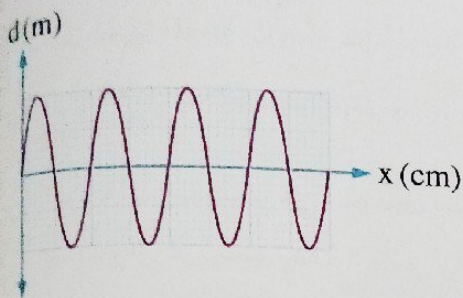
$T = 2 \text{ s}$  (٣)

$\lambda = \frac{x}{N} = \frac{9}{2.25} = 4 \text{ cm}$  (٤)

كان المطلوب هو تحديد الفترة الزمنية بين مرور القمة الثانية والقمة العاشرة بنقطة معينة في اتجاه انتشار الموجة، ما إجابتك ؟

ماذا لو

## مثال ٢



الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين الإزاحة (d) عند لحظة معينة لجزيئات وسط تنتشر فيه موجة مستعرضة والمسافة (x) التي قطعتها الموجة، إذا كانت المسافة بين القاع الأول والقمة السابعة لهذه الموجة 5.5 cm فإن الطول الموجي للموجة يساوي .....

- أ) 5.5 cm      ب) 5 cm  
ج) 1 cm      د) 0.5 cm

## الحل

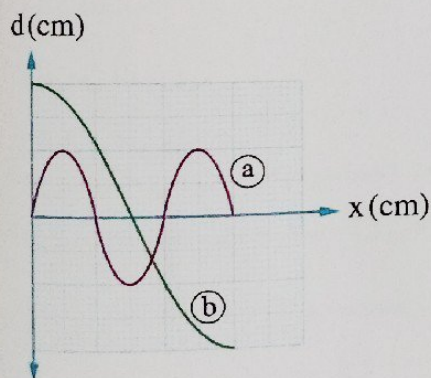
\* عدد الموجات بين القاع الأول والقمة السابعة :

$$N = (7 - 1) - \frac{1}{2} = 5.5$$

$$\lambda = \frac{x}{N} = \frac{5.5}{5.5} = 1 \text{ cm}$$

∴ الاختيار الصحيح هو ج)

## مثال ٣



الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين الإزاحة (d) لجزيئات الوسط في موجتين مستعرضتين (a) ، (b) والمسافة (x) التي تحركتها كل منهما، فإن النسبة بين الطول الموجي لهما  $\left(\frac{\lambda_a}{\lambda_b}\right)$  تساوي .....

- أ)  $\frac{3}{1}$       ب)  $\frac{3}{4}$   
ج)  $\frac{1}{1}$       د)  $\frac{1}{3}$

## الحل

## وسيلة مساعدة

من الشكل نجر أنه خلال نفس المسافة تكون الموجة (a) قد صنعت 1.5 موجة والموجة (b) قد صنعت 0.5 موجة.

∴ الاختيار الصحيح هو د)

$$\therefore \lambda = \frac{x}{N}$$

$$\therefore \frac{\lambda_a}{\lambda_b} = \frac{N_b}{N_a} = \frac{0.5}{1.5} = \frac{1}{3}$$

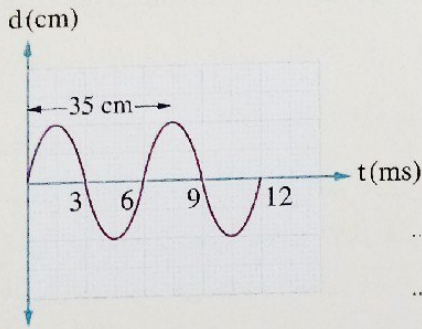
كان المطلوب هو حساب النسبة بين سعتي الموجتين  $\left(\frac{A_a}{A_b}\right)$ ، ما إجابتك ؟

ماذا  
لو

مجاناً عنها

### اختبر نفسك

\* الشكل البياني المقابل يمثل موجة مستعرضة، احسب :

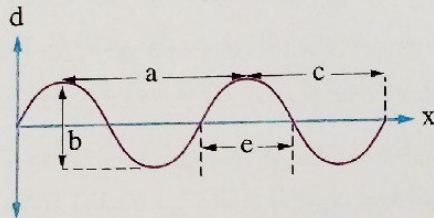


(١) الزمن الدوري.

(٢) التردد.

(٣) الطول الموجي.

٢ اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :



الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين الإزاحة (d)

والمسافة (x) لموجة مستعرضة، فإن :

(١) الطول الموجي لهذه الموجة تمثله المسافة .....

ب  $\frac{1}{2} b$

أ  $2 c$

د  $2 a$

ج  $2 e$

(٢) سعة هذه الموجة تمثلها المسافة .....

ب  $e$

أ  $c$

د  $\frac{1}{2} b$

ج  $\frac{1}{2} a$

(٣) زيادة الطول الموجي للضعف يؤدي إلى .....

أ زيادة المسافة c لأربعة أمثالها

ب زيادة المسافة a للضعف

ج نقص المسافة b للنصف

د عدم تغير المسافة e

## الموجات الطولية Longitudinal Waves

\* للتعرف على طبيعة الموجات الطولية نجرى التجربة التالية :

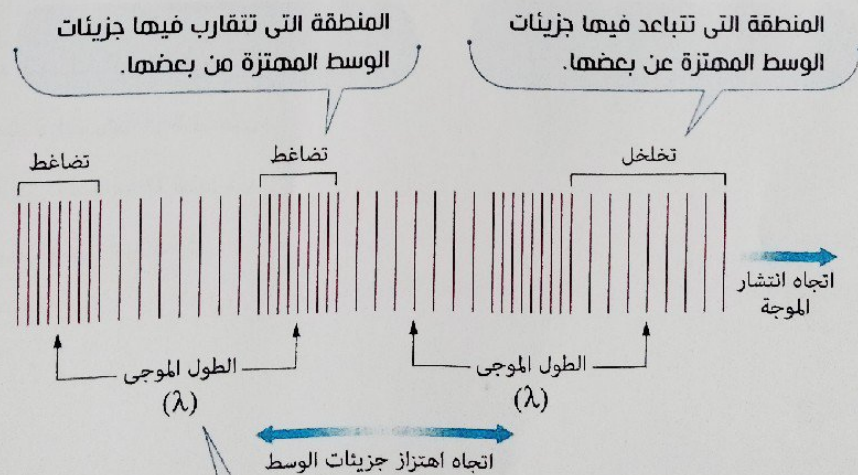
### تجربة عملية

#### الخطوات :

- (١) ضع ثقل (m) فوق سطح أفقى أملس مثبت من أحد جانبيه فى زنبرك طويل ومن الجانب الآخر فى زنبرك قصير وكل من الزنبركين مثبت فى حائط (شكل ١).
- (٢) اجذب الثقل مسافة X جهة اليمين فينضغط جزء الزنبرك المجاور للثقل جهة اليمين مكوناً نبضة تضاعط (شكل ٢).
- (٣) اترك الثقل حرّاً فيعود الثقل إلى موضع الاتزان الأسمى بتأثير القوة التى تولدت فى الزنبرك على يسار الثقل، بينما تنتقل نبضة التضاعط خلال الزنبرك جهة اليمين من الثقل (شكل ٣).
- (٤) يتخطى الثقل موضع الاتزان الأسمى متحركاً جهة اليسار مكوناً تخلخلًا فى حلقات الزنبرك جهة اليمين (شكل ٤).
- (٥) تتكرر حركة الثقل إلى اليمين وكذلك تنتقل نبضة التخلخل جهة اليمين (شكل ٥).

#### الاستنتاج :

- (١) عند تذبذب (اهتزاز) الثقل تنتشر فى الزنبرك موجة يكون فيها اتجاه اهتزاز جزيئات الوسط حول مواضع اتزانها على نفس خط انتشار الموجة يطلق عليها الموجة الطولية.
- (٢) تتكون الموجة الطولية من مجموعة من التضاعطات والتخلخلات تنتقل على طول الزنبرك كما بالشكل التالى :



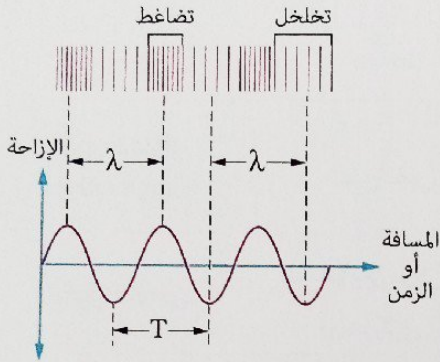
المسافة بين مركزى أى تخلخلين متتاليين أو مركزى أى تضاعطين متتاليين أو أى نقطتين متتاليتين لهما نفس الطور يطلق عليها الطول الموجى للموجة الطولية.

### أمثلة للموجات الطولية :

(١) موجات الصوت في الغازات.

(٢) الموجات في باطن الماء.

### التمثيل البياني للموجات الطولية .

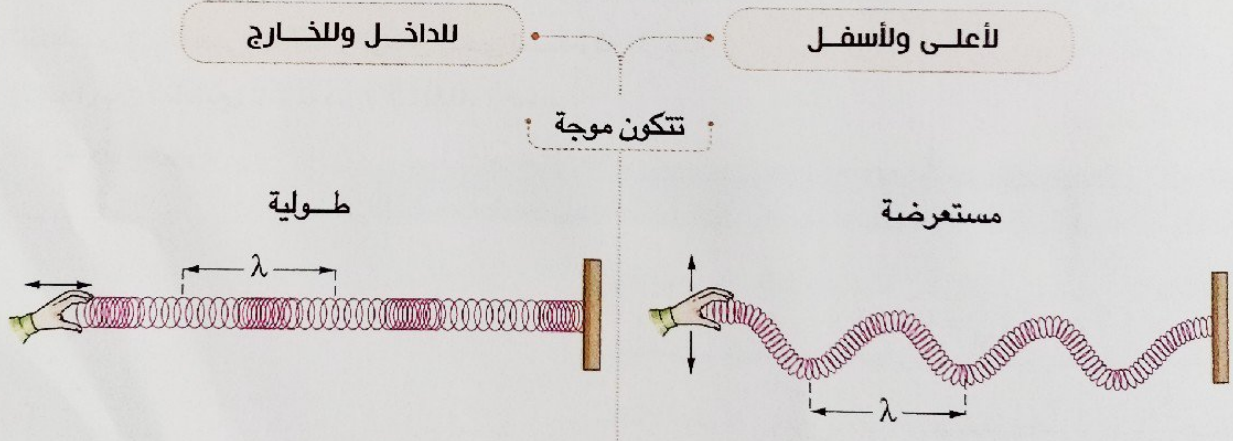


\* عند تمثيل العلاقة بين إزاحة جزيئات وسط تنتشر به موجة طولية والمسافة التي قطعها الموجة في لحظة معينة أو بين الإزاحة والزمن نحصل على منحنى جيبي كما بالشكل المقابل وبالتالي يطبق على هذا المنحنى نفس المفاهيم والقوانين التي ذُكرت في التمثيل البياني للموجة المستعرضة.

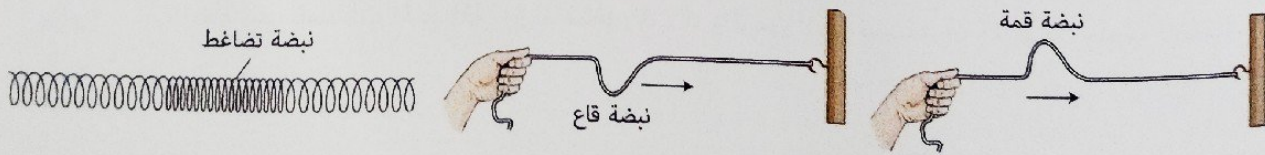
### ملاحظات

(١) يمكن الحصول على موجات مستعرضة أو موجات طولية باستخدام ملف زنبركي طويل مُثبت أفقياً من أحد طرفيه في حائط،

**وذلك تبعا لاتجاه اهتزاز مصدر الموجة (الجسم المهتز) حيث تهتز جزيئات الوسط بنفس الكيفية التي يهتز بها المصدر المهتز، فعند تحريك طرف الملف الزنبركي الحر :**



(٢) يمكن تعريف النبضة على أنها اضطراب مفرد على شكل نصف موجة مثل انتقال قمة أو قاع أو تضاغط أو تخلخل.



\* مما سبق يمكن المقارنة بين نوعي الموجات الميكانيكية (الطولية والمستعرضة) كالتالي :

الموجة المستعرضة	الموجة الطولية	تتكون من
<p>قمم وقيعان</p>	<p>تضاغطات وتخلخلات</p>	
عمودي على اتجاه انتشار الموجة	على نفس خط انتشار الموجة	اتجاه اهتزاز جزيئات الوسط
المسافة بين أى قممتين متتاليتين أو أى قاعين متتالين	المسافة بين مركزى أى تضاغطين متتالين أو مركزى أى تخلخين متتالين	الطول الموجي
* الموجات المنتشرة فى الأوتار. * الموجات على سطح الماء.	* موجات الصوت فى الغازات. * الموجات فى باطن الماء.	أمثلة

### مثال

الشكل المقابل يعبر عن موجة طولية، فإذا كانت المسافة بين النقطتين a ، b هي 1.7 m والزمن الذى تستغرقه الموجة للانتقال بين النقطتين c ، d هو 0.015 s، احسب :  
(١) الطول الموجي.  
(٢) تردد الموجة.

### الحل

$$x_{ab} = 1.7 \text{ m}$$

$$t_{cd} = 0.015 \text{ s}$$

$$\lambda = ?$$

$$v = ?$$

$$\lambda = \frac{x_{ab}}{N_{ab}} = \frac{1.7}{0.5} = 3.4 \text{ m} \quad (١)$$

$$v = \frac{N_{cd}}{t_{cd}} = \frac{1.5}{0.015} = 100 \text{ Hz} \quad (٢)$$

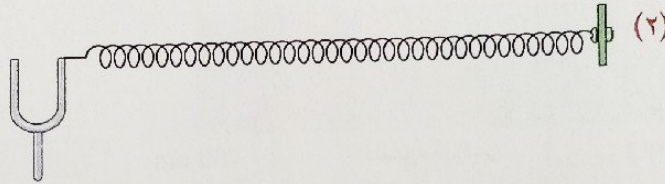
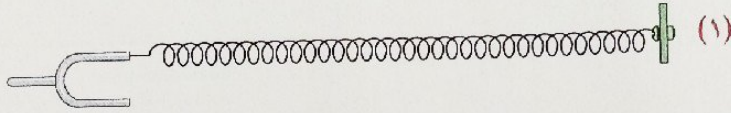
### ماذا لو

كان المطلوب حساب المسافة بين النقطتين a ، d والزمن الذى تستغرقه الموجة الطولية للانتقال بينهما، ما إجابتك ؟

## اختبر نفسك

مجاها عنها

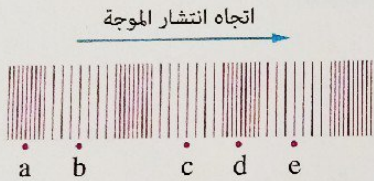
الشكلان التاليان يوضحان ملف زنبركي أحد طرفيه مُثبت في حائط والطرف الآخر مُثبت في أحد فرعى شوكة رنانة، ما نوع الموجة المتكونة في الملف الزنبركي في كل شكل عند اهتزاز فرعى الشوكة الرنانة ؟



٢ اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

الشكل المقابل يمثل موجة طولية، فتكون النسبة بين

المسافتين  $\frac{x_{ac}}{x_{de}}$  هي .....



ب  $\frac{2}{1}$

د  $\frac{3}{1}$

أ  $\frac{1}{2}$

ج  $\frac{3}{2}$

## ثانياً الموجات الكهرومغناطيسية Electromagnetic Waves

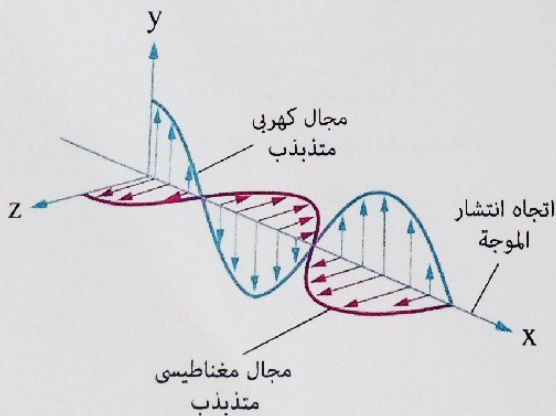
المفهوم موجات تتكون من تذبذب مجالين أحدهما كهربى والآخر مغناطيسى بحيث يكون لهما نفس التردد ومتفقين فى الطور ومتعامدين على بعضهما البعض وعلى اتجاه الانتشار.

الانتشار تنتشر فى :

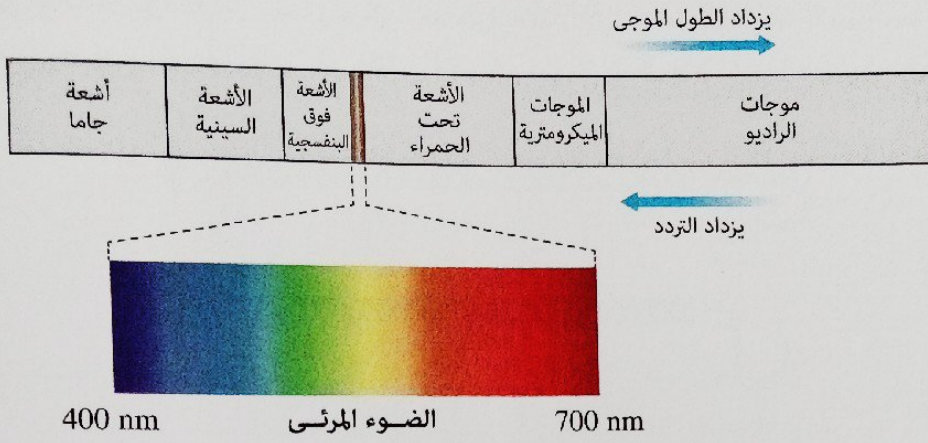
- الفراغ وسرعتها (c) تساوى  $3 \times 10^8$  m/s

- الأوساط المادية ولكن بسرعات أقل.

نوع الموجة موجات مستعرضة فقط.



الطيف الكهرومغناطيسي



\* مما سبق يمكن المقارنة بين الموجات الميكانيكية والموجات الكهرومغناطيسية كالتالي :

الموجات الكهرومغناطيسية

الموجات الميكانيكية

موجات تنشأ عن تذبذب مجالين متعامدين أحدهما كهربى والآخر مغناطيسى وكلاهما عمودى على اتجاه انتشار الموجة

موجات تنشأ عن اهتزاز جزيئات الوسط إما عمودياً على اتجاه انتشار الموجة أو على نفس خط انتشار الموجة

مفهومها

تنتشر فى الأوساط المادية والفراغ

تنتشر خلال الأوساط المادية فقط

انتشارها

موجات مستعرضة فقط

موجات مستعرضة وموجات طولية

أنواعها

- \* موجات الراديو.
- \* موجات الضوء المرئى.
- \* موجات الأشعة السينية.

- \* موجات الماء.
- \* موجات الصوت.
- \* الموجات المنتشرة فى الأوتار المهتزة.

أمثلة



## سرعة انتشار الموجات (v)

## سرعة انتشار موجة

المسافة التي تقطعها الموجة في الثانية الواحدة في اتجاه انتشارها.

\* إذا انتقلت موجة مسافة  $x$  خلال فترة زمنية  $t$ ، فإن سرعة الموجة ( $v$ ) تحسب من العلاقة :

$$v = \frac{x}{t}$$

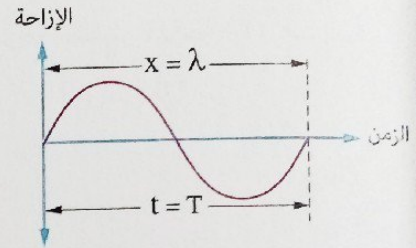
فإذا كانت المسافة ( $x$ ) تعادل الطول الموجي ( $\lambda$ ) فإن الموجة تستغرق زمناً قدره الزمن الدوري ( $T$ ).

$$\therefore x = \lambda, \quad t = T$$

$$\therefore v = \frac{\lambda}{T}$$

$$\therefore v = \frac{1}{T}$$

$$\therefore \boxed{v = \lambda \nu}$$



تطبق هذه العلاقة على جميع أنواع الموجات (الميكانيكية والكهرومغناطيسية).

## العوامل التي تتوقف عليها سرعة انتشار موجة في وسط :

- 1 نوع الموجة (ميكانيكية أم كهرومغناطيسية).
- 2 نوع مادة الوسط (صلب، سائل، غاز).
- 3 الخصائص الفيزيائية لمادة الوسط (مثل : الكثافة، المرونة، درجة الحرارة).

## ملاحظات

(1) لا تتوقف سرعة انتشار موجة في وسط على تردد الموجة أو طولها الموجي أو سعتها.

(2) عند تطبيق العلاقة  $v = \lambda \nu$  على :

موجة تنتشر من وسط إلى وسط آخر

يكون تردد الموجة واحد في الوسطين

**لأن** تردد الموجة يعتمد على تردد المصدر

$$v_1 = v_2$$

$$\frac{v_1}{\lambda_1} = \frac{v_2}{\lambda_2}$$

$$\therefore \boxed{\frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}}$$

موجتان من نفس النوع تنتشران في نفس الوسط

تكون سرعة الموجتين واحدة **لأن** سرعة الموجة تعتمد

على نوع الموجة ونوع وخصائص مادة الوسط

$$v_1 = v_2$$

$$\lambda_1 v_1 = \lambda_2 v_2$$

$$\therefore \boxed{\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{v_2}{v_1}}$$

حيث

$(\lambda_1)$  ،  $(\nu_1)$  طول الموجة وسرعتها في الوسط الأول،  $(\lambda_2)$  ،  $(\nu_2)$  طول الموجة وسرعتها في الوسط الثاني

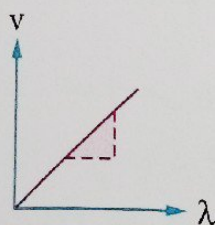
$(\lambda_1)$  ،  $(\nu_1)$  الطول الموجي والتردد للموجة الأولى،  $(\lambda_2)$  ،  $(\nu_2)$  الطول الموجي والتردد للموجة الثانية

أي أن الطول الموجي  $(\lambda)$  يتناسب

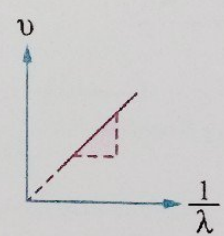
طرديًا مع سرعة انتشار الموجة  $(\nu)$  عند ثبوت التردد  $(\nu)$

عكسيًا مع التردد  $(\nu)$  عند ثبوت سرعة الانتشار  $(\nu)$

التمثيل البياني



$$\text{slope} = \frac{\Delta v}{\Delta \lambda} = v$$



$$\text{slope} = \frac{\Delta v}{\Delta(\frac{1}{\lambda})} = v$$

### مثال ١

تنتشر الموجات الكهرومغناطيسية في الفضاء بسرعة  $(c)$  تساوي  $3 \times 10^8 \text{ m/s}$  فإذا كان طول موجة ضوئية  $5000 \text{ \AA}$  ، فما تردد هذه الموجة ؟  
 علمًا بأن :  $10^{-10} \text{ m} = 1 \text{ \AA}$  (أنجستروم)

الحل

$$c = 3 \times 10^8 \text{ m/s} \quad \lambda = 5000 \text{ \AA} \quad \nu = ?$$

$$c = \lambda \nu$$

$$3 \times 10^8 = 5000 \times 10^{-10} \times \nu$$

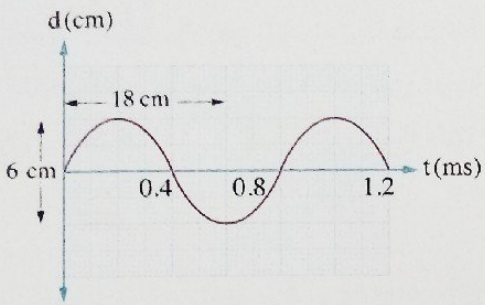
$$\nu = \frac{3 \times 10^8}{5000 \times 10^{-10}}$$

$$= 6 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

ماذا لو

كان المطلوب حساب الزمن الذي يستغرقه الضوء للوصول من الشمس إلى الأرض علمًا بأن متوسط المسافة بين الشمس والأرض  $1.5 \times 10^8 \text{ km}$  ، ما إجابتك ؟

مثال ٢



الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين الإزاحة (d) لأحد جزيئات وسط ما والزمن (t) لموجة طولية تنتشر في هذا الوسط، فإن سرعة انتشار الموجة في الوسط تساوي .....

- أ 150 m/s  
 ب 200 m/s  
 ج 225 m/s  
 د 300 m/s

الحل

$$\lambda = \frac{x}{N} = \frac{18}{0.75} = 24 \text{ cm}$$

$$v = \frac{N}{t} = \frac{1.5}{1.2 \times 10^{-3}} = 1250 \text{ Hz}$$

$$v = \lambda v = 24 \times 10^{-2} \times 1250 = 300 \text{ m/s}$$

∴ الاختيار الصحيح هو (د)

كان المطلوب تحديد ما إذا كانت النسبة بين سرعة انتشار الموجة والسرعة العددية المتوسطة لاهتزاز أحد جزيئات الوسط خلال زمن دورى واحد أكبر من الواحد أم تساوى الواحد أم أقل من الواحد، ما إجابتك؟

ماذا لو

مثال ٣

موجة صوتية تنتشر في الهواء طولها الموجى  $\lambda$  وسرعتها 330 m/s، فإذا انتقلت إلى وسط آخر أصبحت سرعتها فيه 990 m/s فإن طولها الموجى يزداد بمقدار .....

- أ  $\lambda$   
 ب  $2\lambda$   
 ج  $3\lambda$   
 د  $4\lambda$

الحل

$v_1 = 330 \text{ m/s}$      $v_2 = 990 \text{ m/s}$      $\lambda_1 = \lambda$      $\Delta\lambda = ?$

$$\therefore v = \lambda v \quad \therefore \frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$$

$$\frac{330}{990} = \frac{\lambda}{\lambda + \Delta\lambda}$$

$$3\lambda = \lambda + \Delta\lambda$$

$$\Delta\lambda = 2\lambda$$

∴ الاختيار الصحيح هو (ب)

كان المطلوب تحديد ما إذا كان تردد الموجة الصوتية سيتغير أم لا عند انتقالها إلى الوسط الثانى، ما إجابتك؟

ماذا لو

مثال ٤

نغمتان تنتشران في الهواء ترددهما 340 Hz ، 212 Hz فإذا كان الطول الموجي لإحدهما يزيد عن الطول الموجي للأخرى بمقدار 60 cm ، فإن سرعة الصوت في الهواء تساوى .....

أ 337.9 m/s   
  ب 430 m/s   
  ج 342.1 m/s   
  د 343.2 m/s

الصل

$v_1 = 340 \text{ Hz}$    
  $v_2 = 212 \text{ Hz}$    
  $\Delta \lambda = 60 \text{ cm}$    
  $v = ?$

وسيلة مساعدة

عند ثبوت سرعة الموجة فإن الطول الموجي للموجة يتناسب عكسيًا مع ترددها، فيكون الطول الموجي الأكبر للموجة التي لها تردد أقل.

$$\lambda_2 = \lambda_1 + \Delta \lambda = \lambda_1 + 0.6$$

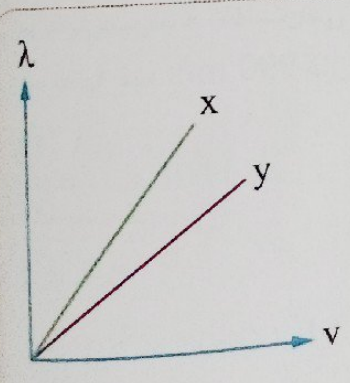
$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} \quad , \quad \frac{340}{212} = \frac{\lambda_1 + 0.6}{\lambda_1}$$

$$340 \lambda_1 = 212 \lambda_1 + 127.2 \quad , \quad \lambda_1 = \frac{159}{160} \text{ m}$$

$$\therefore v = \lambda_1 v_1 = \frac{159}{160} \times 340 = 337.9 \text{ m/s}$$

∴ الاختيار الصحيح هو  أ

مثال ٥



الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين الطول الموجي ( $\lambda$ ) لموجتين  $x$  ،  $y$  تنتشران في أوساط مختلفة والسرعة ( $v$ ) لهاتين الموجتين في كل من هذه الأوساط، فأى العلاقات التالية صحيحة ؟

- أ  $T_y > T_x$    
  ب  $v_y < v_x$    
  ج  $T_x > T_y$    
  د  $v_y = v_x$

الصل

$$v = \lambda \nu$$

$$\text{slope} = \frac{\Delta \lambda}{\Delta v} = \frac{1}{\nu} = T$$

$$\therefore (\text{slope})_x > (\text{slope})_y$$

∴ الاختيار الصحيح هو  ج

ماذا لو

علمت أن الموجتين  $x$  ،  $y$  تمثل إحدهما موجة ضوء أحمر والأخرى تمثل موجة ضوء أزرق، أيهما يمثل الضوء الأحمر وأيهما يمثل الضوء الأزرق ؟

## اختبر نفسك

مجاب عنها

اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

1 \* إذا انتقلت موجة صوتية من وسط إلى وسط آخر وكانت النسبة بين الطول الموجي لها في الوسطين

$\left(\frac{\lambda_1}{\lambda_2}\right)$  تساوي  $\frac{2}{3}$  ، فإن النسبة بين سرعة الصوت في الوسطين  $\left(\frac{v_1}{v_2}\right)$  تساوى .....

- Ⓐ  $\frac{3}{4}$       Ⓑ  $\frac{4}{3}$       Ⓒ  $\frac{1}{1}$       Ⓓ  $\frac{2}{3}$

2 \* إذا كانت النسبة بين تردد صوت رجل وتردد صوت فتاة  $\frac{3}{4}$  ، فإن النسبة بين سرعة صوت الرجل في

الهواء وسرعة صوت الفتاة في الهواء تساوى .....

- Ⓐ  $\frac{3}{4}$       Ⓑ  $\frac{4}{3}$       Ⓒ  $\frac{1}{1}$       Ⓓ  $\frac{16}{9}$

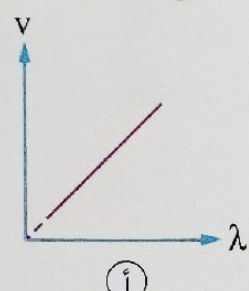
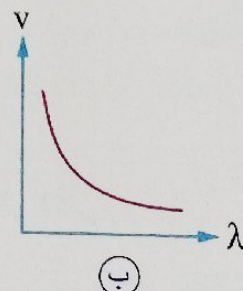
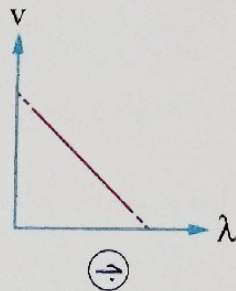
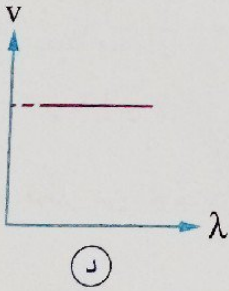
3 وتر مهتز يُصدر موجة صوتية في الهواء ترددها  $v$  وطولها الموجي  $\lambda$  وسرعتها  $v$  ، فإذا زاد تردد اهتزاز

هذا الوتر ماذا يحدث لكل من سرعة الموجة وطولها الموجي في الهواء ؟

سرعة الموجة	الطول الموجي للموجة	
تزداد	يزداد	Ⓐ
تزداد	يقل	Ⓑ
لا تتغير	يزداد	Ⓒ
لا تتغير	يقل	Ⓓ

4 أى الأشكال البيانية التالية يعبر عن العلاقة بين السرعة ( $v$ ) لعدة موجات تنتشر في الهواء والطول

الموجي ( $\lambda$ ) لهذه الموجات ؟





## أسئلة الاختيار من متعدد

أولاً

قيم نفسك إلكترونياً

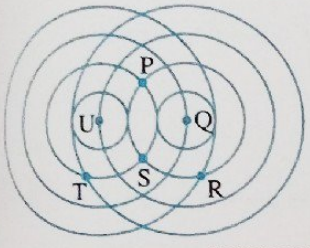
١ تقوم الموجات بنقل ..... على امتداد اتجاه انتشارها.

- أ) المادة      ب) الجسيمات      ج) الطاقة      د) الماء

٢ \* تتداخل موجتان على سطح الماء كما بالشكل المقابل،

أي نقطتين تمثلان مصدر هاتين الموجتين ؟

- أ) P ، S      ب) T ، R  
ج) Q ، T      د) U ، Q



٣ الشكل المقابل يوضح موجة تنتشر على سطح بحيرة ساكنة، فإن

هذه الموجة تنتشر في .....

- أ) اتجاه واحد بسرعة متزايدة  
ب) اتجاهين متضادين بسرعتين مختلفتين  
ج) جميع الاتجاهات بنفس السرعة  
د) جميع الاتجاهات بسرعة متزايدة

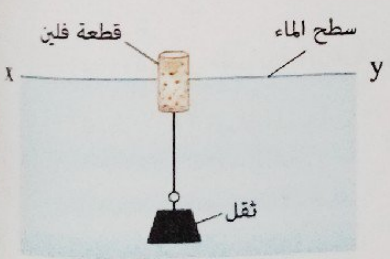


٤ ثقل معلق بقطعة من الفلين تطفو على سطح الماء كما

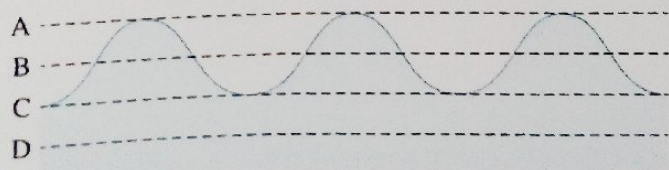
بالشكل، عند مرور موجة على سطح الماء في الاتجاه

من X إلى Y ، في أي اتجاه تتحرك قطعة الفلين ؟

- أ) يميناً ويساراً      ب) لأعلى ولأسفل  
ج) من X إلى Y      د) من Y إلى X



٥ يمر قطار من الموجات على سطح ماء بحيرة كما بالشكل التالي،



ما المستوى الذي يستقر عليه سطح الماء بعد انتهاء مرور الموجات ؟

- أ) A      ب) B      ج) C      د) D



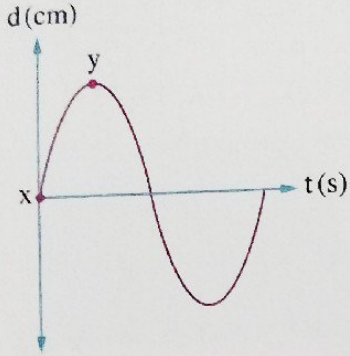
b , d (د)

b , c (ج)

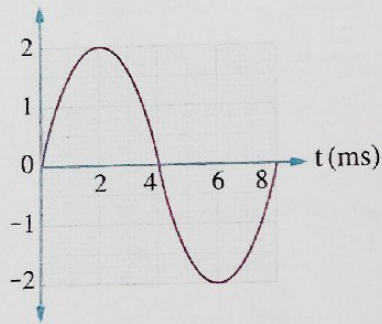
a , b (ب)

a , b , c (ا)

الشكل المقابل يمثل موجة، أي من النقاط a , b , c , d يمكن أن تكون لها نفس الطور ؟



d (cm)



t (ms)

\* الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين الإزاحة الرأسية (d) لأحد جزيئات الوسط والزمن (t) لموجة مستعرضة ترددها 50 Hz، فتكون الفترة الزمنية ليتحرك جزيء الوسط بين النقطتين x ، y هي .....

$\frac{1}{25}$  s (ب)

$\frac{2}{25}$  s (ا)

$\frac{1}{200}$  s (د)

$\frac{1}{50}$  s (ج)

الشكل البياني المقابل يعبر عن موجة مستعرضة، فإن :

(١) سعة الموجة تساوي .....

3 cm (ب)

2 cm (ا)

6 cm (د)

4 cm (ج)

(٢) تردد الموجة يساوي .....

125 Hz (ب)

100 Hz (ا)

500 Hz (د)

250 Hz (ج)

\* إذا كان الزمن الذي يمضي بين مرور القمة الأولى والقمة العاشرة بنقطة في مسار موجة مستعرضة هو 0.2 s، فإن تردد الموجة يساوي .....

60 Hz (د)

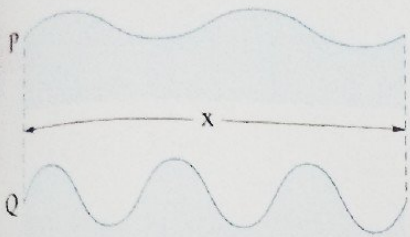
55 Hz (ج)

50 Hz (ب)

45 Hz (ا)

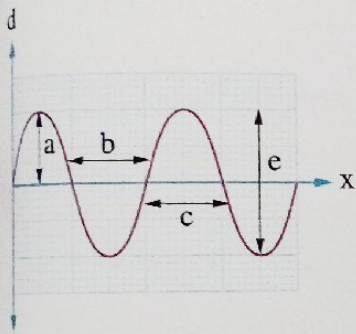
ألقت فتاة حجر في بركة ماء وراقبت الموجات المتكونة فلاحظت أن 18 موجة تصطدم بالشاطئ خلال 10 s، فإذا كانت المسافة بين كل قمتين متتاليتين 12 cm، فإن .....

التردد (Hz)	الطول الموجي (cm)	
1.8	24	(ا)
0.6	24	(ب)
1.8	12	(ج)
0.6	12	(د)



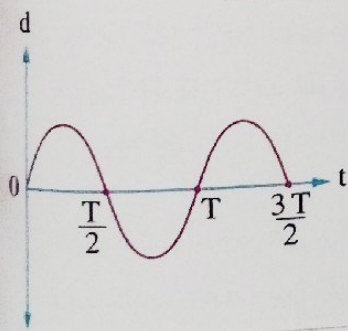
\* الشكلان المقابلان يمثلان موجتي ماء P ، Q تنتشران خلال مسافة x بنفس السرعة على سطح بحيرة، فأى الموجتين يكون لها سعة أكبر وأيهما لها تردد أكبر ؟

الموجة ذات التردد الأكبر	الموجة ذات السعة الأكبر	
P	P	أ
Q	P	ب
P	Q	ج
Q	Q	د



\* الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين الإزاحة (d) لجزيئات وسط ينتشر به موجة مستعرضة ترددها  $\nu$  وسعتها A والمسافة (x) التي قطعها الموجة، فإذا :

- (١) زاد تردد الموجة للضعف مع ثبوت السعة فإن المسافة .....
- أ) تزداد للضعف  
ب) تزداد للضعف  
ج) تقل للنصف  
د) تقل للنصف
- (٢) زادت سعة الموجة للضعف مع ثبوت التردد فإن المسافة .....
- أ) تقل للنصف  
ب) تقل للنصف  
ج) تزداد للضعف  
د) تزداد للضعف



\* تنتشر موجة مستعرضة في حبل، والشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين الإزاحة (d) لأحد جزيئات الحبل والزمن (t)، ما الزمن اللازم ليعود هذا الجزيء إلى نفس الطور ؟

- أ)  $\frac{T}{2}$   
ب)  $\frac{T}{4}$   
ج) T  
د)  $\frac{3}{2} T$

\* إذا كان الطول الموجي لموجة مستعرضة هو  $\lambda$  فإن المسافة بين القمة الأولى والقمة التي ترتبها n هي .....

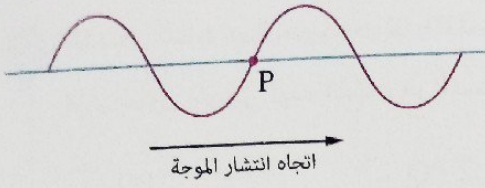
- أ)  $n \lambda$   
ب)  $(n + 1) \lambda$   
ج)  $(n - 1) \lambda$   
د)  $(n - \frac{1}{2}) \lambda$

\* في الموجة الموضحة بالشكل إذا كانت المسافة بين القمة الأولى والقاع

- الخامس 140 cm فإن الطول الموجي لهذه الموجة يساوي .....
- أ) 10 cm  
ب) 20 cm  
ج) 40 cm  
د) 70 cm







د لأسفل

ج لأعلى

ب جهة اليسار

أ جهة اليمين

الشكل المقابل يوضح موجة مستعرضة تنتشر في حبل من اليسار إلى اليمين وفي اللحظة الموضحة تكون الإزاحة عند النقطة P صفر، ففي أي اتجاه تتحرك النقطة P عند هذه اللحظة ؟

الأشكال التالية توضح أربعة مصادر للموجات، أي منها يسبب وجود موجات طولية في الوسط المحيط به ؟



موجات الماء

د



رہوت کنترول

ج



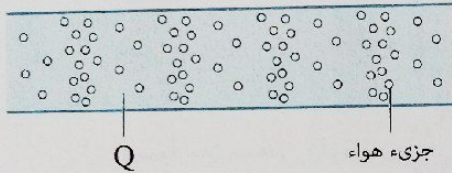
مكبر صوت

ب



مصباح

أ



Q

جزيء هواء

الشكل المقابل يمثل نموذج لموجة صوت تنتقل خلال الهواء في أنبوبة مفتوحة الطرفين، كيف تصف المنطقة Q ؟

- أ منطقة ذات كثافة عالية يطلق عليها تضاعط
- ب منطقة ذات كثافة منخفضة يطلق عليها تضاعط
- ج منطقة ذات كثافة عالية يطلق عليها تخلخل
- د منطقة ذات كثافة منخفضة يطلق عليها تخلخل

إذا كانت المسافة بين نقطتين متتاليتين متفقتين في الطور لموجة تساوي 50 cm، فإن الطول الموجي لهذه الموجة يساوي .....

د 1 m

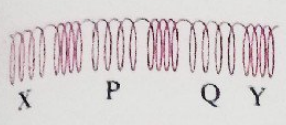
ج 0.5 m

ب 0.25 m

أ 0.125 m

أي الأشكال الآتية يعبر عن موجة طولية تنتشر في وسط ما ؟

<p>اتجاه انتشار الموجة</p> <p>اتجاه اهتزاز جزيئات الوسط</p> <p>ب</p>	<p>اتجاه انتشار الموجة</p> <p>اتجاه اهتزاز جزيئات الوسط</p> <p>أ</p>
<p>اتجاه انتشار الموجة</p> <p>اتجاه اهتزاز جزيئات الوسط</p> <p>د</p>	<p>اتجاه اهتزاز جزيئات الوسط</p> <p>اتجاه انتشار الموجة</p> <p>ج</p>

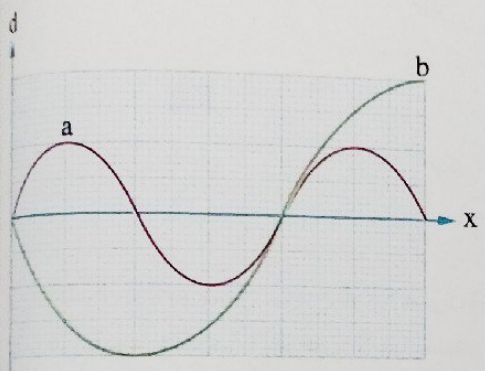


٢١ الشكل المقابل يمثل موجة طولية منتشرة في ملف زنبركي، فإن الطول الموجي لهذه الموجة هو المسافة .....

- أ PQ   
  ب 2 PQ   
  ج  $\frac{XY}{2}$    
  د XY

٢٢ عند زيادة تردد موجة للضعف، فإن الزمن الدوري للموجة .....

- أ يقل للنصف   
  ب يزداد للضعف   
  ج يزداد لأربعة أمثال   
  د لا يتغير

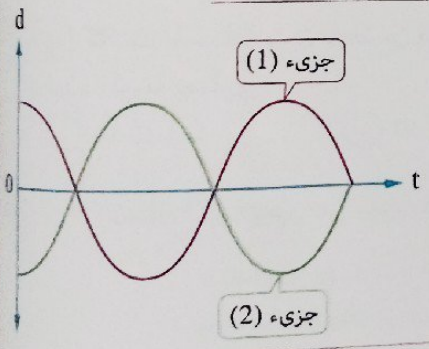


٢٣ الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين الإزاحة (d) لجزيئات وسط تنتشر فيه موجتان صوتيتان والمسافة (x) التي قطعتهما الموجتين، فإن :

- (١) النسبة بين تردد الموجتين  $\left(\frac{v_a}{v_b}\right)$  تساوى .....
- أ  $\frac{1}{1}$    
  ب  $\frac{2}{1}$    
  ج  $\frac{1}{2}$    
  د  $\frac{1}{4}$

(٢) النسبة بين سعتي الموجتين  $\left(\frac{A_a}{A_b}\right)$  تساوى .....

- أ  $\frac{1}{1}$    
  ب  $\frac{2}{1}$    
  ج  $\frac{1}{2}$    
  د  $\frac{4}{1}$



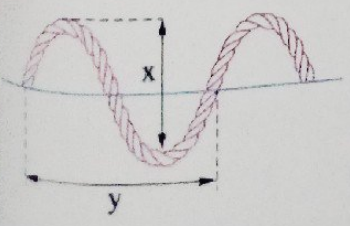
٢٤ الشكل البياني المقابل يمثل إزاحة جزيئين (1) ، (2) من جزيئات الهواء بينهما مسافة 10 cm على امتداد انتشار موجة صوتية مع الزمن، فإن الطول الموجي لهذه الموجة يمكن أن يساوى .....

- أ 5 cm   
  ب 10 cm   
  ج 20 cm   
  د 40 cm

٢٥ ينتشر الصوت في الهواء على هيئة موجات .....

- أ طولية   
  ب مستعرضة   
  ج طولية ومستعرضة   
  د كهرومغناطيسية

٢٦ الشكل المقابل يمثل موجة تنتشر في حبل، فإن هذه الموجة .....

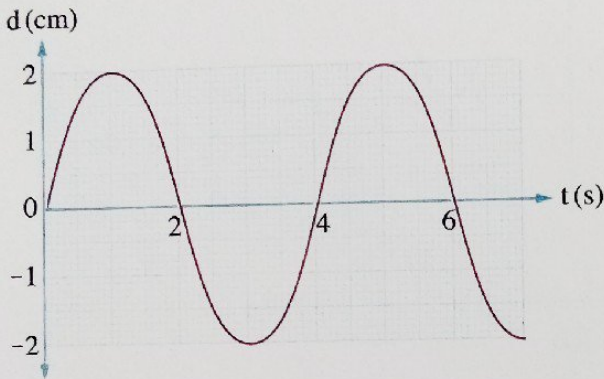


- أ طولية وطولها الموجي x   
  ب طولية وطولها الموجي y   
  ج مستعرضة وطولها الموجي x   
  د مستعرضة وطولها الموجي y

٢٧ ما الخاصية التي تعبر عن جميع الموجات الطولية ولا تعبر عن جميع الموجات المستعرضة؟

- أ) يمكن أن تكون موجات مرتحلة
- ب) تنتشر في الأوساط المادية فقط
- ج) تنقل الطاقة في اتجاه انتشارها
- د) تختلف سرعة انتشارها من وسط إلى آخر

٢٨ الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين الإزاحة (d)

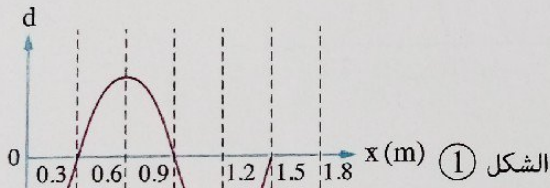


لأحد جزئيات وسط ما والزمن (t)، فإن الموجة التي يمثلها الشكل .....

- أ) قد تكون مستعرضة أو طولية وسعتها 2 cm
- ب) بالتأكيد ليست طولية وسعتها 2 cm
- ج) قد تكون مستعرضة أو طولية وسعتها 4 cm
- د) بالتأكيد ليست مستعرضة وسعتها 4 cm

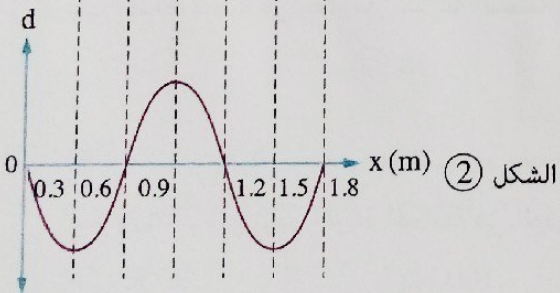
٢٩ \* الشكل البياني ② يمثل موضع موجة مرتحلة

في وتر بعد زمن 0.025 s من موضعها الذي يمثله الشكل البياني ①، فإن تردد الموجة يساوي .....



الشكل ①

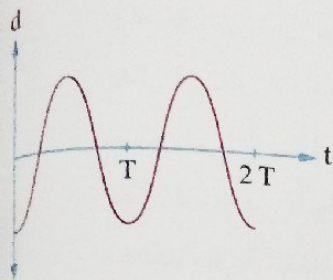
- أ) 7.5 Hz
- ب) 10 Hz
- ج) 15 Hz
- د) 30 Hz



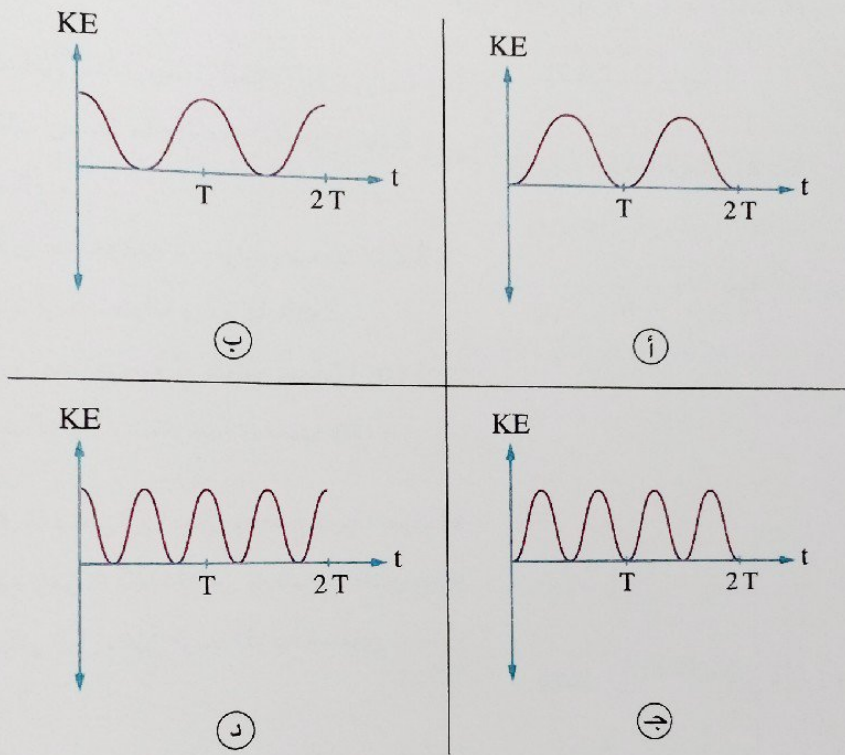
الشكل ②

٣٠ أي من العبارات الآتية صحيحة بالنسبة لجميع الموجات المستعرضة؟

- أ) موجات كهرومغناطيسية
- ب) سرعتها في الوسط تساوي حاصل ضرب ترددها في طولها الموجي
- ج) يمكن أن تنتشر في الفراغ
- د) تسبب اهتزاز لذرات الوسط الذي تنتشر فيه



31 موجة تنتشر في وتر، والشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين الإزاحة (d) لأحد جزيئات الوتر عن موضع اتزانها الأصلي والزمن (t)، أى الأشكال البيانية التالية يمثل العلاقة بين طاقة الحركة (KE) لهذا الجزيء والزمن (t) ؟



32 عند إحداث نبضة في حبل فإن سرعة النبضة على امتداد الحبل .....

- (أ) ثابتة (ب) تقل (ج) تزداد (د) تزداد ثم تقل

33 \* تنتشر موجة مستعرضة في وتر رفيع بسرعة 300 m/s، فإذا كانت المسافة بين قمتين متتاليتين تساوي 3 m فإن تردد الموجة الحادث في الوتر يساوى .....

- (أ) 30 Hz (ب) 100 Hz (ج) 300 Hz (د) 900 Hz

34 \* تولدت موجة في وتر وكان ترددها 100 Hz وطولها الموجي 0.5 m، فإن : (1) سرعة الموجة خلال الوتر تساوى .....

- (أ) 25 m/s (ب) 50 m/s (ج) 100 m/s (د) 200 m/s

(2) الطول الموجي للموجة إذا أصبح ترددها 300 Hz مع ثبوت سرعتها يساوى .....

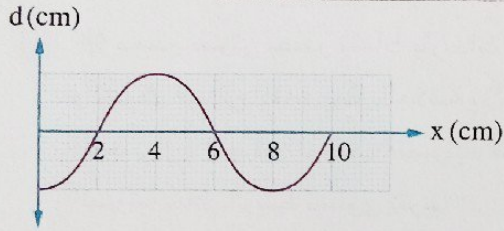
- (أ) 0.03 m (ب) 0.17 m (ج) 3 m (د) 6 m

٣٥ وقف فتاة على شاطئ البحر لمشاهدة الأمواج فلاحظت أنه كل ثانيتين تصطدم بالشاطئ أربع موجات وكل موجة طولها 0.5 m، فتكون سرعة الموجات .....

- ١) 0.2 m/s      ٢) 0.25 m/s      ٣) 0.5 m/s      ٤) 1 m/s

٣٦ إذا قل تردد الموجة في وسط ما للنصف فإن .....

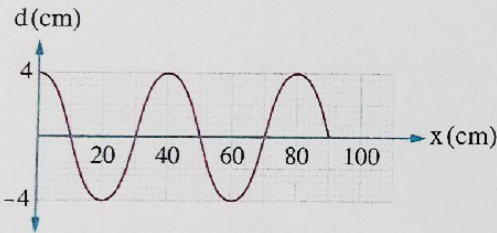
- ١) طولها الموجي يزداد للضعف      ٢) طولها الموجي يقل للنصف  
٣) سرعتها تقل للنصف      ٤) سرعتها تزداد للضعف



٣٧ الشكل البياني المقابل يعبر عن العلاقة بين الإزاحة (d)

لجزئيات الوسط والمسافة (x) التي تتحركها موجة مستعرضة عند لحظة معينة، فإذا كان تردد هذه الموجة 80 Hz تكون سرعة انتشارها هي .....

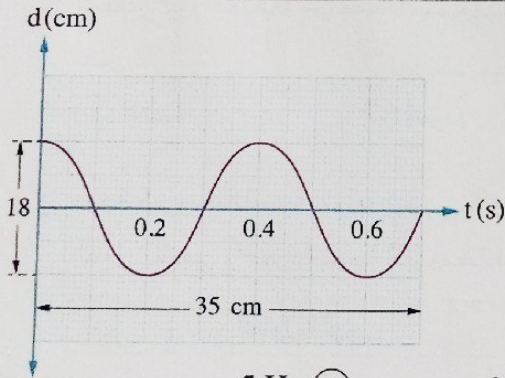
- ١) 0.64 m/s      ٢) 0.32 m/s      ٣) 6.4 m/s      ٤) 3.2 m/s



٣٨ \* الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين الإزاحة (d)

لجزئيات وسط تنتقل به موجة والمسافة (x) التي تتحركها الموجة في اتجاه انتشارها، فإذا استغرق أحد جزئيات الوسط زمن t لتكون إزاحته 4 cm من موضع اتزانه فإن الموجة خلال الزمن t تتحرك مسافة .....

- ١) 10 cm      ٢) 20 cm      ٣) 40 cm      ٤) 80 cm



٣٩ \* الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين الإزاحة (d)

لأحد جزئيات وسط تنتقل به موجة والزمن (t)، فإن :

(١) سعة الموجة تساوي .....

- ١) 9 cm      ٢) 17.5 cm

- ٣) 18 cm      ٤) 35 cm

(٢) تردد هذه الموجة يساوي .....

- ١) 1.7 Hz      ٢) 2.5 Hz

(٣) الطول الموجي للموجة يساوي .....

- ١) 0.05 cm      ٢) 17.5 cm

(٤) سرعة انتشار الموجة تساوي .....

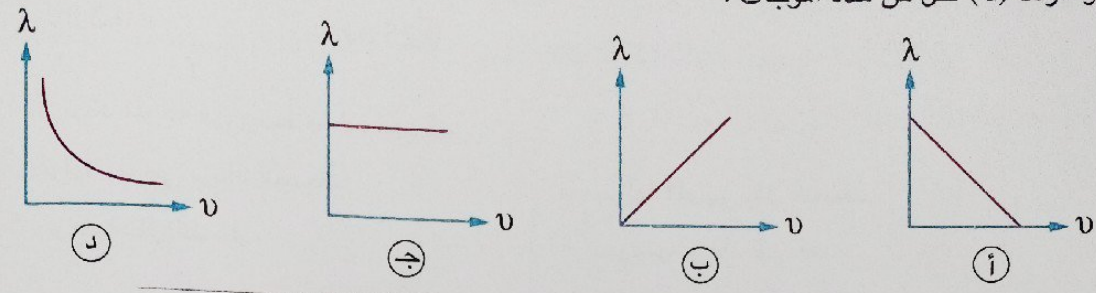
- ١) 0.5 m/s      ٢) 0.6 m/s

- ٣) 5 Hz      ٤) 3.3 Hz

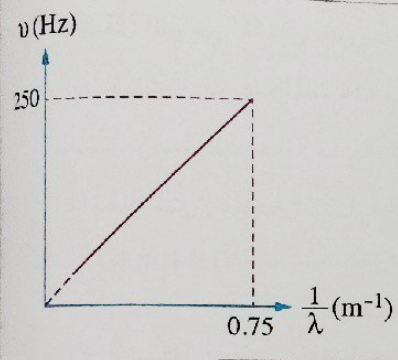
- ٣) 35 cm      ٤) 20 cm

- ٣) 60 m/s      ٤) 50 m/s

40- أى الأشكال البيانية التالية يمثل العلاقة بين الطول الموجى ( $\lambda$ ) لعدة موجات صوتية تنتشر فى الهواء والتردد ( $\nu$ ) لكل من هذه الموجات ؟

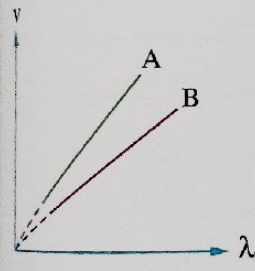


41- \* مصدر صوتى يصدر نغمات بترددات مختلفة تنتشر فى الهواء، والشكل البيانى المقابل يمثل العلاقة بين التردد ( $\nu$ ) ومقلوب الطول الموجى ( $\frac{1}{\lambda}$ ) لهذه الموجات الصوتية، فإن سرعة انتشار الموجة الصوتية خلال الوسط تساوى تقريباً .....



- أ) 2 m/s
- ب) 50 m/s
- ج) 254 m/s
- د) 333 m/s

42- الشكل البيانى المقابل يوضح العلاقة بين السرعة ( $\nu$ ) لموجتين مختلفتين (A ، B) والطول الموجى لهما ( $\lambda$ ) عند انتشارهما فى أوساط مختلفة، فيكون .....



- أ)  $\nu_A > \nu_B$
- ب)  $\nu_A < \nu_B$
- ج)  $T_A = T_B$
- د)  $T_A > T_B$

43- شعاعى ليزر أحدهما من ضوء أحمر والآخر من ضوء أخضر ينتقلان فى الفراغ، فإنه من المؤكد أن الضوئين لهما نفس .....

- أ) الشدة
- ب) التردد
- ج) السرعة
- د) الطول الموجى

44- موجة كهرومغناطيسية طولها الموجى  $\lambda$  وتردها  $\nu$  تنتشر فى الهواء بسرعة c، أى من الاختيارات الآتية يوضح الطول الموجى والسرعة لموجة كهرومغناطيسية أخرى ترددها  $\frac{\nu}{2}$  تنتشر فى الهواء ؟

السرعة	الطول الموجى	
$\frac{c}{2}$	$\frac{\lambda}{2}$	أ
c	$\frac{\lambda}{2}$	ب
c	$2\lambda$	ج
$2c$	$2\lambda$	د

\* تستطيع أذن الإنسان سماع الترددات المحصورة بين 20 Hz ،  $2 \times 10^4$  Hz ، فإن أقصر وأطول طول موجي للنفمات التي يمكن أن يسمعها الإنسان هما على الترتيب .....

(علمًا بأن : سرعة الصوت في الهواء = 340 m/s)

أ) 59 m ، 0.06 m

ب)  $6.8 \times 10^6$  m ، 6800 m

د) 0.05 m ، 0.005 m

ج) 17 m ، 0.017 m

\* إذا كان عدد الموجات التي تمر بنقطة معينة 50 موجة كل 5 ثواني وكانت المسافة بين القمة الأولى

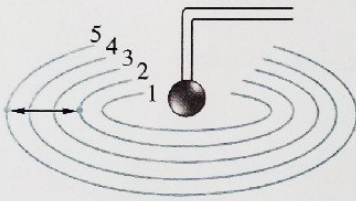
والقمة الرابعة 120 cm ، فإن سرعة انتشار الموجة تساوي .....

ب) 4 m/s

أ) 3 m/s

د) 400 m/s

ج) 300 m/s



\* الشكل المقابل يمثل مصدر تردده 4 Hz يُحدث موجات

تنتشر على سطح الماء بسرعة 0.4 m/s على شكل دوائر

متحدة المركز حول المصدر حيث تمثل كل دائرة قمة، فإن

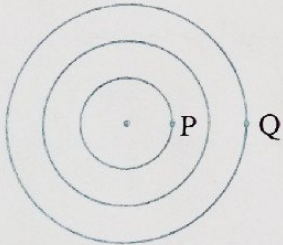
المسافة بين القمة الثانية والقمة الخامسة تساوي .....

ب) 0.2 m

أ) 0.1 m

د) 0.5 m

ج) 0.3 m



\* سقط حجر صغير في بركة ماء ساكن فتكونت موجة دائرية على سطح الماء

كما هو مبين بالشكل المقابل حيث تمثل كل دائرة قمة، فإذا كانت سرعة

موجات الماء  $v$  والطول الموجي لها  $\lambda$  فإن الفترة الزمنية التي يستغرقها

الاضطراب لينتقل من النقطة P إلى النقطة Q هي .....

ب)  $\frac{\lambda}{v}$

أ)  $\frac{\lambda}{2v}$

د)  $\frac{2\lambda}{v}$

ج)  $\frac{3\lambda}{2v}$

\* إذا كانت سرعة انتشار أمواج الماء 1.5 m/s والزمن الذي تستغرقه 30 موجة لتمر بنقطة معينة 1 s ،

فإن عدد الموجات المتكونة في مسافة قدرها 60 m تساوي .....

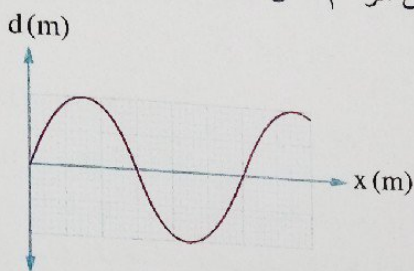
ب) 40 موجة

أ) 3 موجة

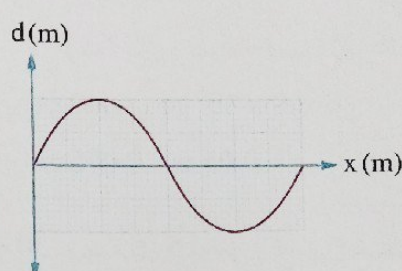
د) 1200 موجة

ج) 400 موجة

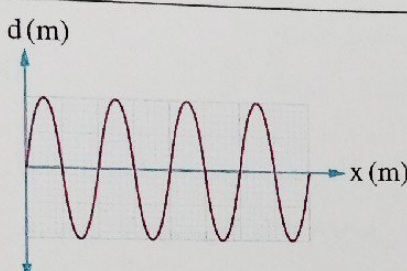
\* موجة مستعرضة تنتشر في أوساط مختلفة والأشكال البيانية الآتية تمثل العلاقة بين الإزاحة (d) لجزيئات الوسط والمسافة (x) التي تتحركها الموجة بنفس مقياس الرسم، ففي أي الأوساط يكون للموجة أكبر سرعة؟



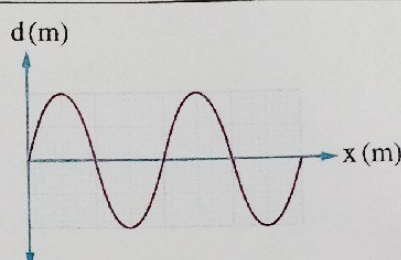
(أ)



(ب)

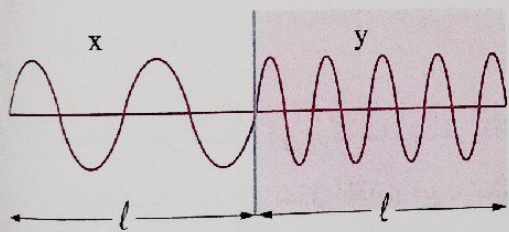


(ج)



(د)

السطح الفاصل



\* الشكل المقابل يوضح موجة تتحرك في

وسط x ثم تنتقل إلى وسط آخر y، فتكون

النسبة بين سرعة الموجة في الوسط x

وسرعتها في الوسط y  $(\frac{v_x}{v_y})$  هي .....

(أ)  $\frac{9}{4}$

(ب)  $\frac{4}{9}$

(ج)  $\frac{2}{1}$

(د)  $\frac{1}{1}$

\* عند تحريك طرف ملف زنبركي طويل ليصنع موجة مستعرضة طولها الموجي 30 cm وزمنها الدوري 0.1 s، ثم تحريكه ليصنع موجة طولية زمنها الدوري 0.2 s ولها نفس سرعة الموجة المستعرضة، فإن الطول الموجي للموجة الطولية هو .....

(أ) 7.5 cm

(ب) 15 cm

(ج) 30 cm

(د) 60 cm

\* إذا كانت المسافة بين القمة الثانية والقمة السابعة لموجة مستعرضة 20 m والزمن الذي يمضي بين مرور القمة الأولى والقمة الخامسة بنقطة ثابتة في مسار حركة الموجة يساوي 0.1 s، فإن:

(أ) الطول الموجي للموجة يساوي .....

(أ) الطول الموجي للموجة يساوي .....

(أ) 5 m

(ب) 4 m

(ج) 0.25 m

(د) 0.2 m



(٢) سرعة انتشار الموجة تساوى .....

- 250 m/s (أ) 160 m/s (ب) 10 m/s (ج) 0.1 m/s (د)

\* ألقى حجر فى بحيرة فتكون على سطح الماء 50 موجة دائرية بعد 5 ثوان من اصطدام الحجر بالماء وكان نصف قطر الدائرة الخارجية 2 m ، فإن :

(١) طول الموجة الحادثة يساوى .....

- 0.04 m (أ) 0.08 m (ب) 25 m (ج) 100 m (د)

(٢) تردد الموجة يساوى .....

- 0.1 Hz (أ) 10 Hz (ب) 25 Hz (ج) 250 Hz (د)

(٣) سرعة انتشار الموجة تساوى .....

- 2.5 m/s (أ) 2 m/s (ب) 1 m/s (ج) 0.4 m/s (د)

\* يقف قطار فى محطة ويصدر صفيراً تردده 300 Hz ، فإذا كان هناك رجل يقف على بُعد 0.99 km من القطار وسمع الصوت بعد 3 s من صدوره، فإن الطول الموجى للصوت يساوى .....

- 1.1 m (أ) 0.91 m (ب) 0.11 m (ج) 0.09 m (د)

\* طرقت شوكة رنانة ترددها 200 Hz بالقرب من أحد طرفى أنبوبة مفتوحة الطرفين طولها 8 m فوصلت بداية الموجة الأولى إلى نهاية الأنبوبة عندما كانت الموجة السادسة على وشك دخول الأنبوبة، فإن سرعة الصوت فى الهواء تساوى .....

- 360 m/s (أ) 340 m/s (ب) 330 m/s (ج) 320 m/s (د)

\* موجة ترددها  $v_1$  وطولها الموجى  $\lambda_1$  وسرعتها فى وسط ما  $v_1$  ، إذا انتقلت هذه الموجة من هذا الوسط إلى وسط آخر فأصبحت سرعتها  $\frac{2}{3} v_1$  ، فإن .....

(أ) التردد يظل ثابتاً ويصبح الطول الموجى  $\frac{3}{2} \lambda_1$

(ب) التردد يظل ثابتاً ويصبح الطول الموجى  $\frac{2}{3} \lambda_1$

(ج) الطول الموجى يظل ثابتاً ويصبح التردد  $\frac{3}{2} v_1$

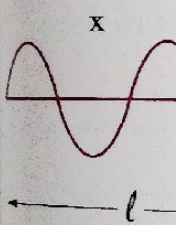
(د) الطول الموجى يظل ثابتاً ويصبح التردد  $\frac{2}{3} v_1$

\* موجتان صوتيتان a ، b ترددهما 512 Hz ، 256 Hz على الترتيب تنتشران فى وسط معين، فتكون :

(١) النسبة بين سرعتيهما  $\left(\frac{v_a}{v_b}\right)$  هى .....

- $\frac{2}{1}$  (أ)  $\frac{1}{1}$  (ب)  $\frac{1}{2}$  (ج)  $\frac{3}{1}$  (د)

الوحدة (d) لجزيئات  
أكبر سرعة



الدورى 0.1 s  
الطول الموجى

مضى بين مرور

(٢) النسبة بين طولي موجتيهما  $(\frac{\lambda_a}{\lambda_b})$  هي .....

- (أ)  $\frac{1}{3}$        (ب)  $\frac{1}{2}$        (ج)  $\frac{3}{1}$        (د)  $\frac{2}{1}$

\* سقط شعاع ضوئي على سطح فاصل بين وسطين شفافين، فإذا كانت النسبة بين سرعة الموجة الضوئية في الوسيطين  $(\frac{v_1}{v_2} = \frac{2}{3})$  فإن النسبة بين تردد الموجة الضوئية في الوسيطين  $(\frac{v_1}{v_2})$  تساوي .....

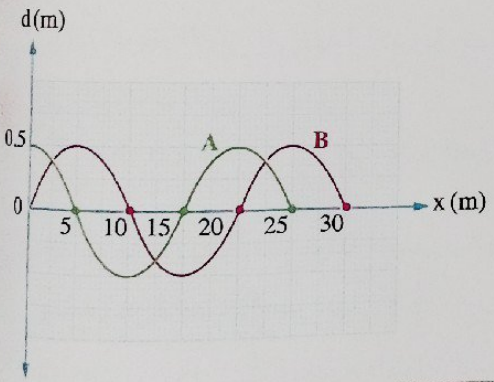
- (أ)  $\frac{3}{2}$        (ب)  $\frac{2}{3}$        (ج)  $\frac{1}{1}$        (د)  $\frac{1}{3}$

انتقلت موجة صوتية من الهواء إلى الماء فإذا كانت سرعة انتشارها في الهواء والماء  $340 \text{ m/s}$  ،  $1360 \text{ m/s}$  على الترتيب، وتردها في الهواء  $512 \text{ Hz}$ ، فإن تردد الموجة في الماء يساوي .....

- (أ)  $128 \text{ Hz}$        (ب)  $256 \text{ Hz}$        (ج)  $512 \text{ Hz}$        (د)  $2048 \text{ Hz}$

\* محطة إرسال لاسلكي على الأرض ترسل موجات نحو قمر صناعي بسرعة  $3 \times 10^8 \text{ m/s}$  وبعد مضي  $0.03$  من الثانية استقبلت المحطة الموجات المنعكسة من القمر الصناعي، فإن المسافة بين الأرض والقمر الصناعي تساوي .....

- (أ)  $4.5 \times 10^6 \text{ m}$        (ب)  $9 \times 10^6 \text{ m}$        (ج)  $2 \times 10^{10} \text{ m}$        (د)  $1 \times 10^{10} \text{ m}$



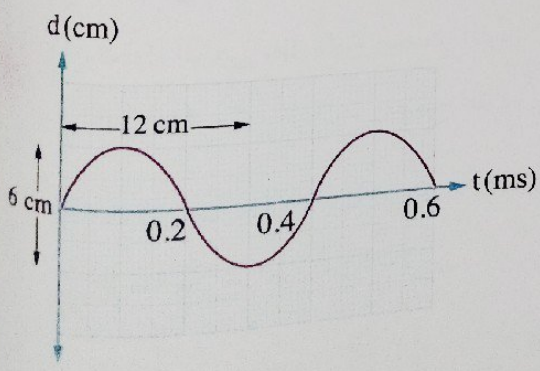
\* في الشكل البياني المقابل يمثل المنحنى A العلاقة بين الإزاحة (d) لجزيئات وسط تنتشر به موجة والمسافة (x) التي قطعتها هذه الموجة، بينما يمثل المنحنى B نفس العلاقة لنفس الموجة بعد مرور  $2 \text{ s}$ ، فإن سرعة انتشار الموجة تساوي .....

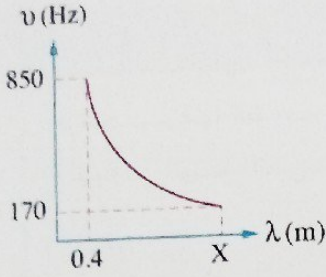
- (أ)  $1.25 \text{ m/s}$        (ب)  $2.5 \text{ m/s}$        (ج)  $5 \text{ m/s}$        (د)  $40 \text{ m/s}$

\* الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين الإزاحة (d) والزمن (t) لموجة طولية تنتشر في وسط ما، فإن النسبة بين مقداري سرعة انتشار الموجة والسرعة العددية المتوسطة لاهتزاز أحد جزيئات الوسط خلال زمن دوري واحد تساوي .....

$(\frac{v_{\text{موجة}}}{v_{\text{جزيء}}})$  تساوي .....

- (أ)  $\frac{4}{3}$        (ب)  $\frac{3}{4}$        (ج)  $\frac{2}{1}$        (د)  $\frac{1}{2}$





\* الشكل البياني المقابل يوضح العلاقة بين التردد ( $\nu$ ) والطول الموجي ( $\lambda$ ) لعدة موجات صادرة عن عدة شوك رنانة تهتز في الهواء، فإن قيمة X تساوى .....

- ٦٤
- ١) 0.8 m  
٢) 1.2 m  
٣) 1.6 m  
٤) 2 m

\* إذا كانت المسافة الرأسية التي يتحركها أحد جزيئات الوسط بين قمة وقاع في موجة مستعرضة تساوى المسافة الأفقية في اتجاه انتشار الموجة بين قمة وقاع متتاليين، وكانت سرعة الموجة 3.2 m/s وترددها 16 Hz، فإن سعة الموجة تساوى .....

- ٦٥
- ١) 0.5 m  
٢) 0.2 m  
٣) 0.1 m  
٤) 0.05 m

\* نغمتان صوتيتان ترددهما 425 Hz ، 680 Hz تنتشران في الهواء فإذا كان الطول الموجي لإحدهما يزيد عن الطول الموجي للأخرى بمقدار 30 cm فإن سرعة الصوت في الهواء تساوى .....

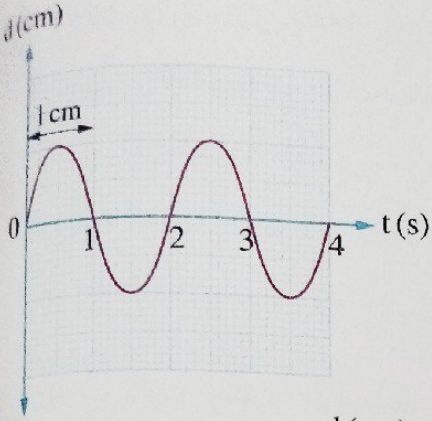
- ٦٦
- ١) 320 m/s  
٢) 330 m/s  
٣) 340 m/s  
٤) 544 m/s

\* سفينة ساكنة A ترسل إشارتين صوتيتين إلى سفينة أخرى ساكنة B إحدهما في الهواء والأخرى خلال الماء، فإذا وصلت الإشارة المرسلة في الهواء بعد 6 s من وصول الإشارة المرسلة في الماء، فإن المسافة بين السفينتين تساوى .....

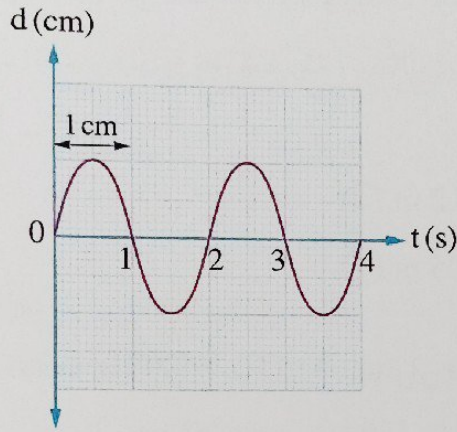
- (علمًا بأن : سرعة الصوت في الهواء = 340 m/s ، سرعة الصوت في الماء = 1480 m/s)
- ٦٧
- ١)  $3.8 \times 10^{-4}$  km  
٢) 2.65 km  
٣) 1658.9 km  
٤) 2648.42 km

\* إذا كانت الفترة الزمنية بين رؤية شخص للضوء الصادر من عاصفة رعدية على بُعد 6 km منه وسماع صوت الرعد هي 18.74998 s، فإن سرعة الصوت في الهواء تساوى .....

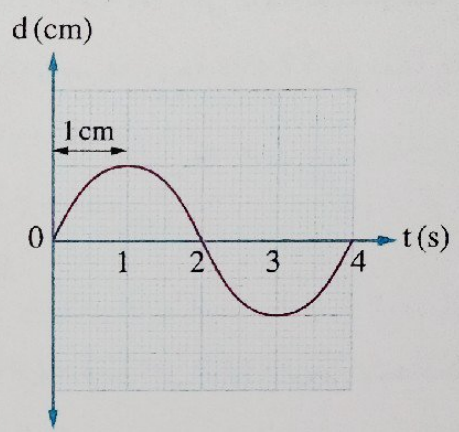
- (علمًا بأن : سرعة الضوء في الهواء =  $3 \times 10^8$  m/s)
- ٦٨
- ١) 360 m/s  
٢) 340 m/s  
٣) 330 m/s  
٤) 320 m/s



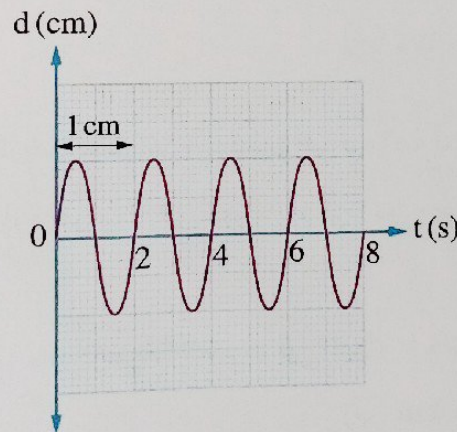
\* الشكل البياني المقابل يعبر عن موجة تنتشر خلال وسط ما بسرعة  $v$ ، فإذا انتقلت الموجة إلى وسط آخر فزادت سرعتها للضعف، فإن الشكل الذي يعبر عن حركة الموجة في الوسط الثاني هو .....



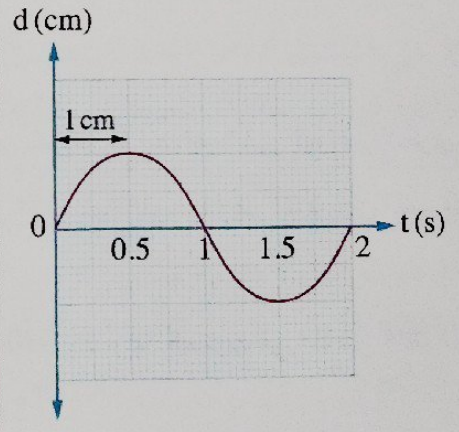
(ب)



(أ)



(د)



(ج)

\* إذا كانت المسافة بين مركزي تضاعف وتخلخل متتاليين في مسار موجة طولية  $0.15\text{ m}$  والفترة الزمنية بين مرورهما بنقطة ثابتة في مسار الموجة  $\frac{1}{150}\text{ s}$ ، فإن سرعة انتشار الموجة تساوي .....

(ب)  $45\text{ m/s}$

(أ)  $22.5\text{ m/s}$

(د)  $100\text{ m/s}$

(ج)  $90\text{ m/s}$

## أسئلة المقال

ثانياً

١ الشكل المقابل يوضح موجة تنتقل خلال ملف زنبركي،



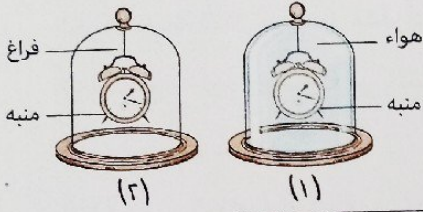
ادرس الشكل ثم أجب عن الأسئلة الآتية :

(١) ما نوع الموجة الميكانيكية المتكونة في الملف ؟

(٢) ما اتجاه حركة جزيئات الوسط بالنسبة لاتجاه انتشار الموجة ؟

٢ في إحدى الأيام الممطرة لاحظ طفل ظاهرة البرق والرعد ولاحظ أنه يرى ضوء البرق قبل سماع صوت الرعد، فسر ذلك.

٣ الشكل الذي أمامك يمثل ناقوسين من الزجاج أحدهما



يحتوى على هواء والآخر مفرغ من الهواء، وضح أى منهما

يمكن سماع صوت المنبه الموضوع داخله، ولماذا ؟

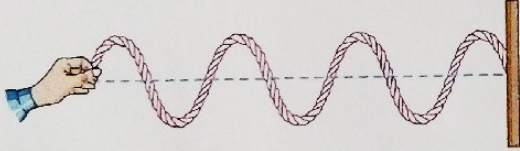
٤ فسر العبارات التالية :

(١) لا تحتاج الموجات الكهرومغناطيسية إلى وسط مادي تنتقل خلاله.

(٢) نرى ضوء الشمس ولا نسمع صوت الانفجارات الحادثة على سطحها.

(٣) يجب أن يستخدم رواد الفضاء أجهزة لاسلكية للتواصل على سطح القمر.

٥ إذا ثبت طرف حبل في حائط رأسى وحركت طرفه الآخر



لأعلى ولأسفل يتولد في الحبل موجات تصل إلى الحائط

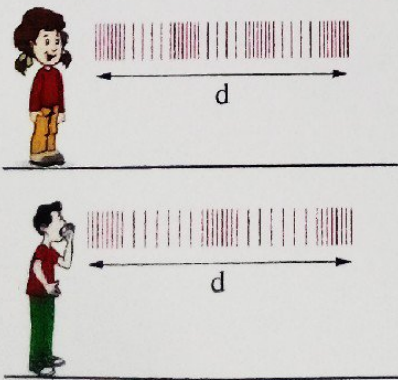
كما بالشكل المقابل، فإذا قمت بزيادة سرعة اهتزاز يدك

لأعلى ولأسفل دون تغيير الإزاحة الرأسية التى تتحركها

يدك أو قوة شد الحبل، ماذا يحدث لكل من :

(١) سعة الاهتزازة. (٢) الطول الموجي. (٣) التردد. (٤) الزمن الدورى. (٥) سرعة الموجة.

٦ الشكل المقابل يوضح موجتين صوتيتين صادرتين من

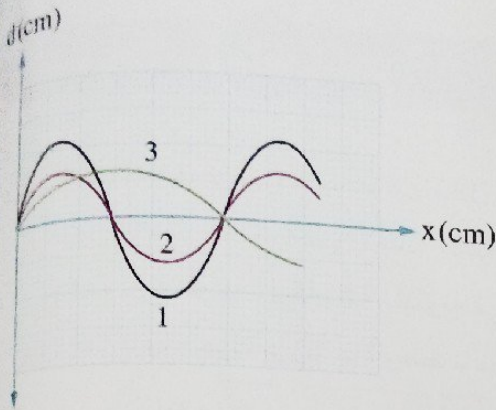


رجل وفتاة تنتشران في الهواء :

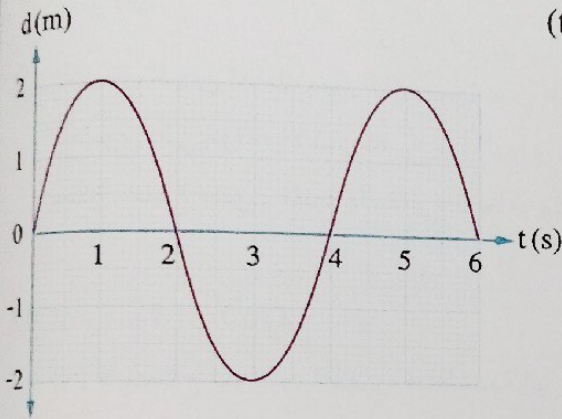
(١) أى منهما تكون سرعة صوته أكبر ؟ ولماذا ؟

(٢) أى منهما يكون تردد صوته أكبر ؟ ولماذا ؟

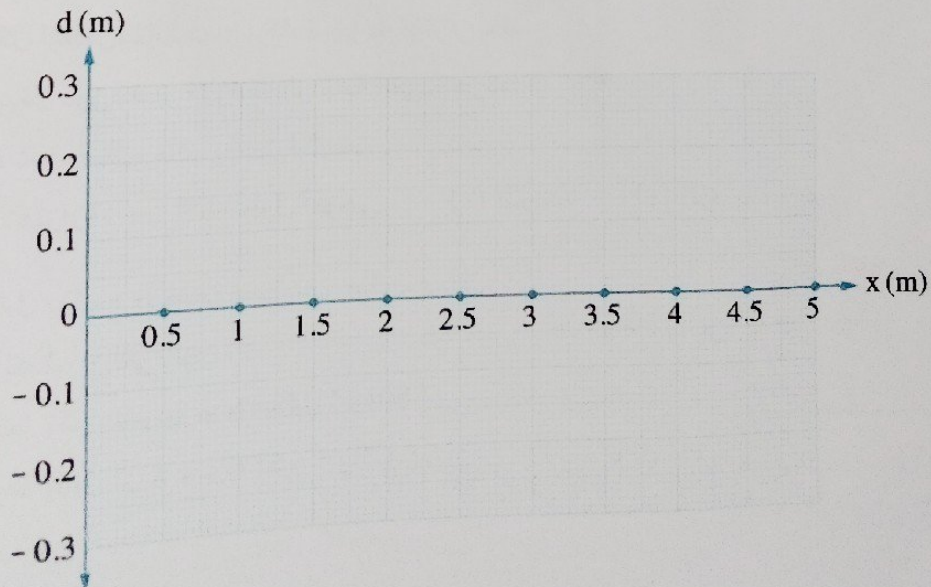
- الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين الإزاحة (d) والمسافة (x) لثلاث موجات (1، 2، 3) تنتشر كل منها على حدة في وتر مشدود بقوة شد ثابتة، رتب هذه الموجات تنازلياً تبعاً لـ :
- (١) الطول الموجي.
  - (٢) التردد.



- الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين الإزاحة (d) والزمن (t) لحركة موجة تنتقل في حبل يتحرك طرفه لأعلى ولأسفل :
- (١) ما نوع الموجة المتكونة في الحبل ؟
  - (٢) احسب تردد الموجة.
  - (٣) ارسم العلاقة البيانية بين الإزاحة (d) والزمن (t) بنفس مقياس الرسم لنفس الحركة الموجية إذا زاد ترددها للضعف وقلت سعتها للنصف.

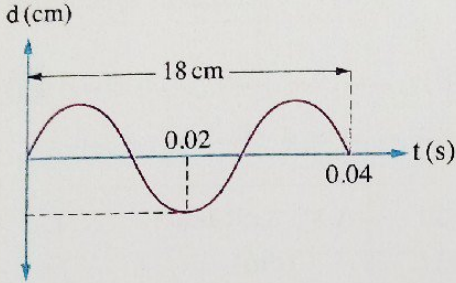


- موجة ميكانيكية سعتها 0.2 m وطولها الموجي 1 m تنتشر في الهواء لمسافة 5 m، ارسم شكلاً بيانياً يمثل العلاقة بين الإزاحة (d) لجزيئات الهواء والمسافة (x) التي قطعها الموجة.



## أنماط جديدة من الأسئلة

1 اختر إجابتين من بين الإجابات المعطاة :



(١) الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين الإزاحة (d) والزمن (t) لموجة مستعرضة، أي الاختيارات الآتية يعبر عن خصائص هذه الموجة ؟

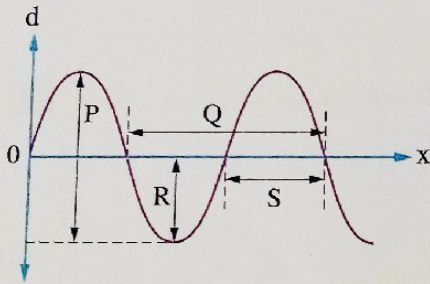
(أ) ترددها 50 Hz وسرعة انتشارها 6 m/s

(ب) ترددها 37.5 Hz وسرعة انتشارها 4.5 m/s

(ج) زمنها الدوري  $\frac{1}{75}$  s وسرعة انتشارها 4.5 m/s

(د) زمنها الدوري  $\frac{2}{75}$  s وطولها الموجي 18 cm

(هـ) زمنها الدوري  $\frac{2}{75}$  s وطولها الموجي 12 cm



(٢) الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين الإزاحة (d) لجزيئات وسط

تنتقل به موجة والمسافة (x) التي قطعتها هذه الموجة في اتجاه

انتشارها، أي من العبارات الآتية صحيحة بالنسبة للموجة ؟

(أ) المسافة P تمثل الطول الموجي

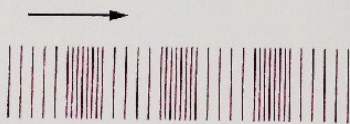
(ب) ضعف المسافة R تمثل الطول الموجي

(ج) ضعف المسافة S تمثل الطول الموجي

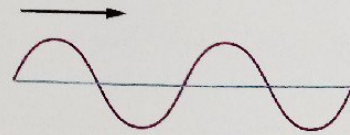
(د) المسافة Q تمثل ضعف سعة الموجة

(هـ) المسافة P تمثل ضعف سعة الموجة

2 ضع أمام كل عبارة من العبارات الآتية رقم الموجة المعبرة عنها :



موجة ②



موجة ①

(الموجة .....)

(الموجة .....)

(الموجة .....)

(الموجة .....)

(١) تمثل عدد كامل من الموجات

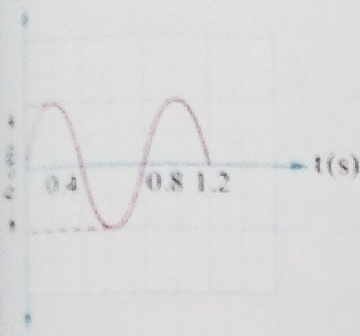
(٢) اتجاه اهتزاز جزيئات الوسط عمودي على اتجاه انتشارها

(٣) اتجاه اهتزاز جزيئات الوسط على نفس اتجاه انتشارها

(٤) من أمثلتها الموجات فوق السمعية المنتشرة في الهواء

اختر الإجابة الصحيحة (1 : 10) :

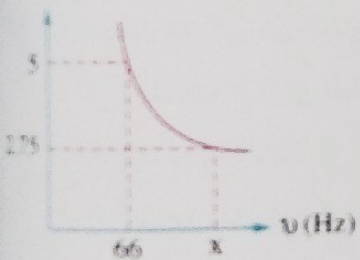
q (cm)



الشكل البياني المقابل يمثل منحنى (الإزاحة - الزمن) لنقطة مادية في وسط ناقل لموجة مستعرضة، فإن .....

التردد $\nu$ (Hz)	سعة الاهتزازة A (cm)	
2.5	6	(أ)
0.4	6	(ب)
1.25	3	(ج)
0.8	3	(د)

$\lambda$  (m)



الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين الطول الموجي ( $\lambda$ ) لموجات صادرة عن عدة شوكات رنانة تهتز في الهواء والتردد ( $\nu$ ) لكل منها، فتكون قيمة x هي .....

120 Hz (ب)

150 Hz (د)

75 Hz (أ)

122 Hz (ج)

النسبة بين الزمن الدوري لجسم مهتز وتردده  $\frac{1}{289} \text{ s}^2$ ، فيكون عدد الذبذبات التي يصدرها الجسم خلال 20 s هو ..... ذبذبة.

289 (ب)

510 (د)

170 (أ)

340 (ج)

انتقلت موجة صوتية من الهواء إلى سائل فتغير طولها الموجي من 0.5 m إلى 2.1 m، إذا علمت أن سرعة الصوت في الهواء 330 m/s، فإن سرعة الصوت في السائل هي .....

1386 m/s (ب)

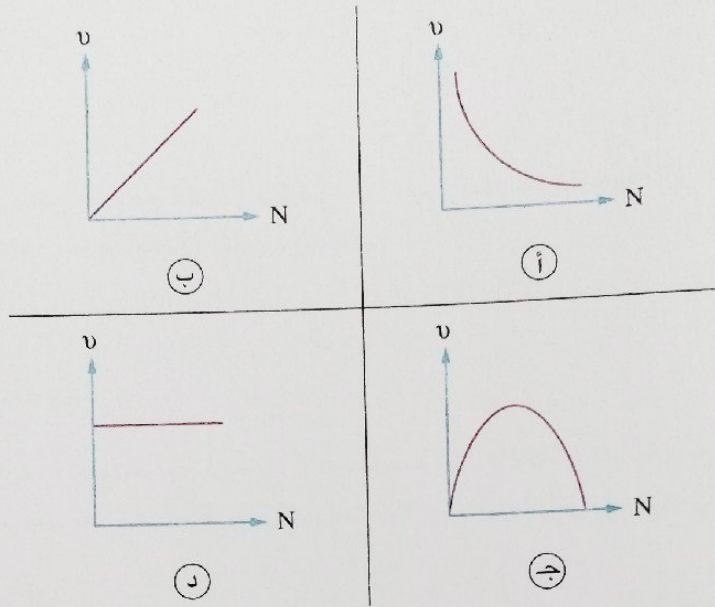
693 m/s (د)

1420 m/s (أ)

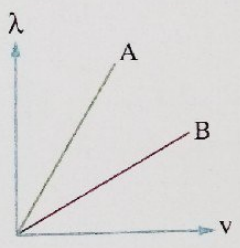
1320 m/s (ج)



5. أي الأشكال البيانية التالية يمثل العلاقة بين التردد ( $\nu$ ) لبندول بسيط وعدد اهتزازاته ( $N$ ) ؟



6. الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين الطول الموجي ( $\lambda$ ) لموجتين مختلفتين A ، B ، والسرعة ( $v$ ) لكل منهما عند انتشارهما في أوساط مختلفة، فتكون العلاقة بين الزمن الدوري ( $T$ ) أو التردد ( $\nu$ ) لكل منهما هي .....



- (أ)  $T_A > T_B$       (ب)  $T_A < T_B$       (ج)  $\nu_A > \nu_B$       (د)  $\nu_A = \nu_B$

7. عند تحريك طرف ملف زنبركي طويل لتنتقل خلاله موجة مستعرضة طولها الموجي 25 cm وزمنها الدوري 0.25 s ثم تحريكه لتنتقل خلاله موجة طولية زمنها الدوري 0.1 s وسرعتها ضعف سرعة الموجة المستعرضة، فإن الطول الموجي للموجة الطولية يساوي .....

- (أ) 10 cm      (ب) 12.5 cm      (ج) 20 cm      (د) 50 cm

8. موجة مستعرضة سرعة انتشارها 3.4 m/s وترددها 1.7 Hz، فإذا كانت المسافة التي يتحركها أحد جزيئات الوسط بين قمة وقاع عمودياً على اتجاه انتشار الموجة تساوي المسافة بين قمة وقاع متتاليين في اتجاه انتشار الموجة، فإن سعة الموجة تساوي .....

- (أ) 0.25 m      (ب) 0.5 m      (ج) 0.75 m      (د) 1 m

٩ موجتان صوتيتان A ، B ترددهما 300 Hz ، 600 Hz على الترتيب تنتشران في الهواء، فتكون النسبة بين سرعتيهما  $\left(\frac{v_A}{v_B}\right)$  هي .....

د  $\frac{1}{4}$

ج  $\frac{2}{1}$

ب  $\frac{1}{1}$

أ  $\frac{1}{2}$

١٠ سقط حجر على سطح ماء بحيرة ساكن فتكونت 120 موجة خلال نصف دقيقة فإذا علمت أن نصف قطر الدائرة الخارجية 3 m، فإن سرعة انتشار الموجات تساوى .....

د 1 m/s

ج 0.5 m/s

ب 0.1 m/s

أ 0.01 m/s

أجب عما يأتي (١١ : ١٧) :



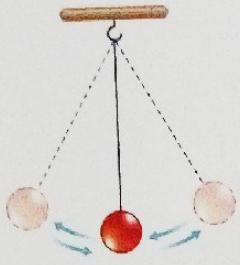
١١ الشكل المقابل يوضح بندول بسيط أُزيح بعيداً عن موضع اتزانه الأصلي إلى الموضع x ثم تُرك ليترك، اذكر تحولات الطاقة بالترتيب بعد تركه وحتى يصل إلى نفس موضعه.

١٢ مصدر مهتز مثبت به أحد طرفي حبل طويل مشدود، كيف تؤثر زيادة تردد المصدر بنسبة 50% على الطول الموجي للموجة التي تنتقل في الحبل مع ثبوت قوة الشد ؟

١٣ إذا كان الزمن الذي يمضي بين مرور القمة الأولى والقمة الحادية عشر بنقطة في مسار حركة موجية 0.02 s والمسافة بين القمتين 45 m، احسب سرعة انتشار الموجة.

١٤ إذا زادت سرعة موجة بمقدار 20% من قيمتها الأصلية نتيجة انتقالها لوسط آخر، فما نسبة التغير في الطول الموجي للموجة ؟

اختبار



١٤ في الشكل المقابل بندول يصنع 30 اهتزازة كاملة خلال الدقيقة الواحدة، احسب كل من التردد والزمن الدوري لحركة البندول.

.....

.....

.....

.....

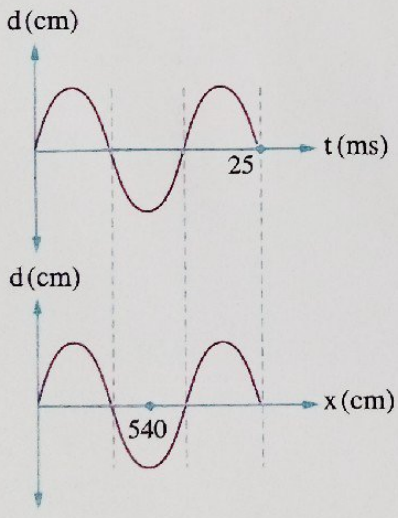


١٦ تنتقل موجة صوتية خلال أنبوية زجاجية من الطرف x إلى الطرف y كما بالشكل، صف كيفية حركة جزيئات الهواء داخل الأنبوية، مع التفسير.

.....

.....

.....



١٧ الشكلان البيانيان المقابلان يمثلان العلاقة بين الإزاحة (d) لموجة تنتشر في وسط ما وكل من الزمن (t) والمسافة (x) التي قطعتها الموجة، احسب سرعة انتشار الموجة.

.....

.....

.....

.....

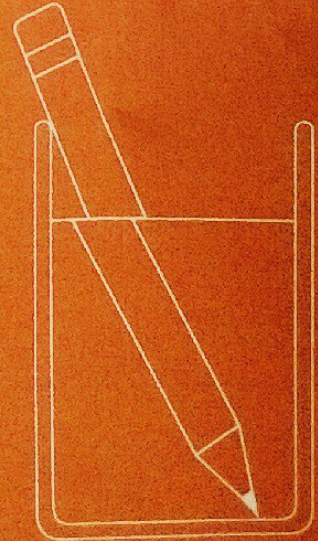
# الضوء

- الدرس الأول**
  - انتشار الضوء.
  - انكسار الضوء.
  - انعكاس الضوء.
- الدرس الثاني**
  - تداخل الضوء.
  - حيود الضوء.
- الدرس الثالث**
  - الانعكاس الكلي للضوء.
- الدرس الرابع**
  - انحراف الضوء في المنشور الثلاثي.
- الدرس الخامس**
  - المنشور الثلاثي في وضع النهاية الصغرى للانحراف.
  - المنشور الرقيق.

**اختبار 2**  
على  
الفصل الثاني

## مخرجات التعلم :

- في نهاية هذا الفصل ينبغي أن يكون الطالب قادراً على أن :
- يتعرف قانون الانعكاس وقانون الانكسار في الضوء.
  - يستنتج قانون سنل.
  - يجرى تجربة لتوضيح ظاهرة التداخل في الضوء وحساب الطول الموجي للضوء أحادي اللون.
  - يجرى تجربة لتفسير كيفية حدوث الحيود في الضوء.
  - يقارن بين ظواهر الانعكاس والانكسار والتداخل والحيود في الضوء.
  - يتعرف مفهوم الزاوية الحرجة والانعكاس الكلي للضوء.
  - يفسر عمل الألياف الضوئية وعمل المنشور العاكس وظاهرة السراب.
  - يستنتج قوانين المنشور في الحالة العامة والحالات الخاصة.
  - يجرى تجربة لتعيين مسار شعاع ضوئي خلال المنشور الثلاثي.
  - يفسر تحليل الضوء باستخدام المنشور الثلاثي.
  - يفرق بين المنشور العادي والمنشور الرقيق.
  - يستنتج قوة التفريق اللوني لمنشور.
  - يكتسب مهارة حل المسائل على القوانين الواردة في هذا الفصل.



في هذا الدرس  
الطبيعة الموجهة  
انعكاس الضوء  
انكسار الضوء  
قانون سنل

• انعكاس الضوء

• انتشار الضوء

• انكسار الضوء



في هذا الدرس سوف نتعرف :

- ◀ انتشار الضوء
- ◀ تأثير دوران السطح العاكس والشعاع الساقط
- ◀ معامل الانكسار المطلق لوسط

- ◀ الطبيعة الموجية للضوء
- ◀ انعكاس الضوء
- ◀ انكسار الضوء
- ◀ قانون سنل

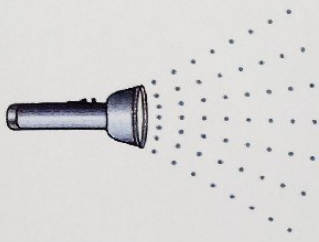
◀ الضوء أحد صور الطاقة التي لا تستطيع معظم الكائنات الحية الاستغناء عنها، وتعتبر الشمس من أهم المصادر الطبيعية للطاقة فهي مصدر للضوء والحرارة.

### الطبيعة الموجية للضوء

\* انقسم علماء الفيزياء في دراستهم لطبيعة الضوء إلى فريقين :

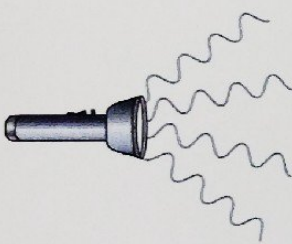
#### الأول

يرى أن الضوء مكون من  
جسيمات صغيرة للغاية  
ويمثله إسحاق نيوتن  
وأخرون



#### الثاني

يرى أن الضوء عبارة عن  
موجات ويمثله هيجنز  
وأخرون



\* أثبتت الفيزياء الحديثة (فيزياء الكم) مبدأ الطبيعة المزدوجة للضوء والتي تنص على أن للإشعاع «اللطيف» الكهرومغناطيسي طبيعة :

① موجية : فهي موجات مستعرضة.

② جسيمية : فهي مكونة من كمّات من الطاقة لها خصائص جسيمية يطلق عليها فوتونات.

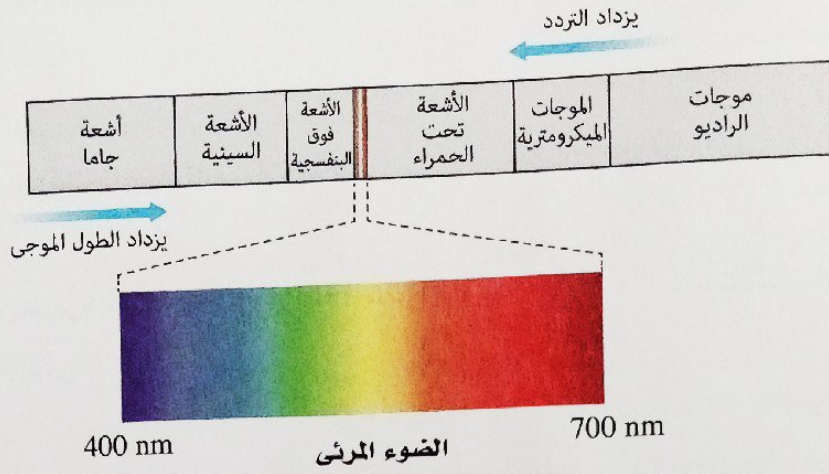
\* للموجات الكهرومغناطيسية مدى واسع من الترددات والأطوال الموجية، يسمى هذا المدى :

### الطيف الكهرومغناطيسي

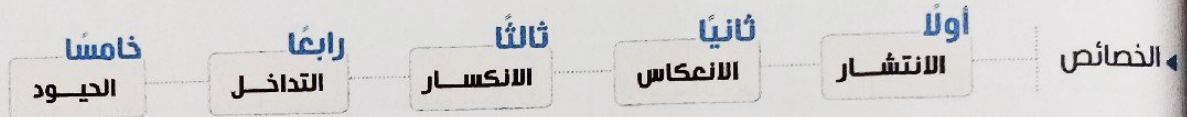
ويشتمل



\* من الشكل التالي يتضح أن الضوء المرئي جزء محدود من الطيف الكهرومغناطيسي :



وفيما يلي سنتناول بشيء من التفصيل بعض خصائص موجات الضوء المرئي :



### أولاً انتشار الضوء Light Propagation

ينتشر الضوء في الوسط المتجانس حول مصدره في صورة كرات متحدة المركز مركزها مصدر الضوء، ويكون اتجاه انتشار موجات الضوء في خطوط مستقيمة ويمكن توضيح ذلك من خلال تمثيل صدر الموجة كما بالشكل المقابل.

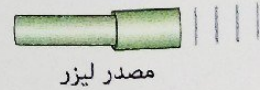
#### صدر الموجة

سطح عمودي على اتجاه انتشار الموجة وتكون جميع نقاطه لها نفس الطور.

أمثلة على أشكال صدر الموجات :

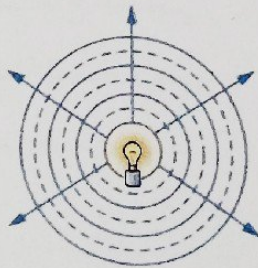
#### ١ موجات مستقيمة

- الموجات الناتجة عن :
- مصدر ضوء ليزر.
  - مصدر ضوئي بعيداً جداً مثل الشمس.



#### ٢ موجات كرية

الموجات المنتشرة حول المصدر الضوئي



#### ٣ موجات أسطوانية

الموجات النافذة من فتحة مستطيلة



## ثانياً انعكاس الضوء Light Reflection

### كيفية حدوثه

عند سقوط موجات الضوء في وسط ما على سطح عاكس، ترتد موجات الضوء في نفس الوسط وتسمى هذه الظاهرة انعكاس الضوء.

يمكن تعريف كل من ظاهرة انعكاس الضوء وزاوية السقوط وزاوية الانعكاس كالتالي :

### انعكاس الضوء

ارتداد الموجات الضوئية في نفس الوسط عندما تقابل سطحًا عاكسًا.

### زاوية الانعكاس ( $\phi_2$ )

الزاوية المحصورة بين الشعاع الضوئي المنعكس والعمود المقام من نقطة السقوط على السطح العاكس.

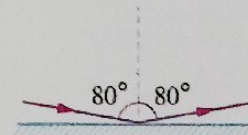
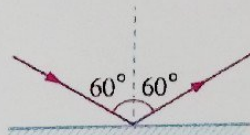
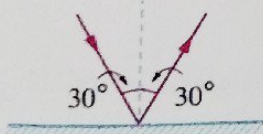
### زاوية السقوط ( $\phi_1$ )

الزاوية المحصورة بين الشعاع الضوئي الساقط والعمود المقام من نقطة السقوط على السطح العاكس.

يخضع انعكاس الضوء لقانونين، هما :

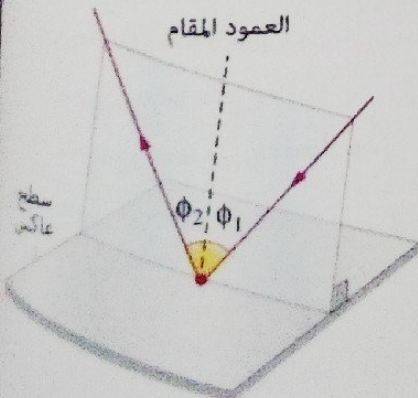
### القانون الأول

زاوية السقوط = زاوية الانعكاس



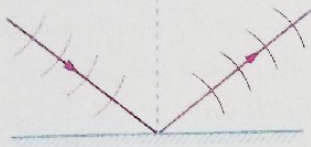
### القانون الثاني

الشعاع الضوئي الساقط والشعاع الضوئي المنعكس والعمود المقام من نقطة السقوط على السطح العاكس تقع جميعها في مستوى واحد عمودي على السطح العاكس.





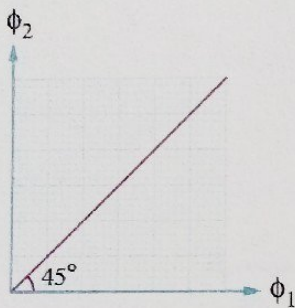
ملاحظات



(١) يمكن تمثيل انعكاس الضوء باستخدام صدر الموجة كما بالشكل المقابل.



(٢) الشعاع الضوئي الساقط عمودياً على السطح العاكس ينعكس على نفسه لأن زاوية سقوطه = زاوية انعكاسه = صفر



(٣) تُمثل العلاقة بين زاوية الانعكاس ( $\phi_2$ ) وزاوية السقوط ( $\phi_1$ ) بيانياً بخط مستقيم وعندما يكون تدرج المحورين بنفس مقياس الرسم تكون زاوية ميل الخط المستقيم على المحور الأفقي  $45^\circ$ ، كما بالشكل المقابل.

(٤) تسهل رؤية صورتك المنعكسة على زجاج نافذة غرفة مضيئة ليلاً عندما يكون خارج زجاج الغرفة ظلام في حين يصعب تحقيق ذلك نهاراً عندما يكون خارج الغرفة مضيئاً،

لأنه

عندما يكون خارج الغرفة مضيئاً

تكون شدة الضوء النافذ من الخارج إلى داخل الغرفة أكبر من شدة الضوء المنعكس عن الأجسام داخل الغرفة

عندما يكون خارج الغرفة مظلماً

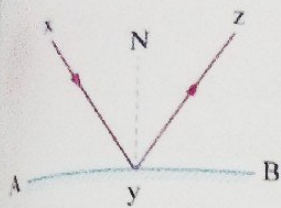
تكون شدة الضوء النافذ من الخارج إلى داخل الغرفة أقل بكثير من شدة الضوء المنعكس عن الأجسام داخل الغرفة

لذلك

تصعب رؤية الشخص لصورته بتأثير الضوء المنعكس عن الزجاج

يرى الشخص صورته بفعل الضوء المنعكس عن الزجاج

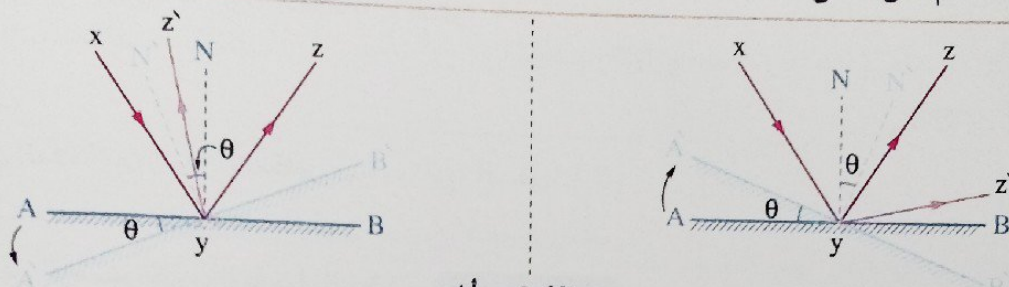




### تأثير دوران السطح العاكس والشعاع الساقط

\* عند سقوط شعاع ضوئي  $xy$  على سطح عاكس  $AB$  (مرآة) فإنه ينعكس كما بالشكل المقابل بحيث تكون :  
زاوية السقوط = زاوية الانعكاس

1 عند دوران السطح العاكس من المستوى  $AB$  بزاوية  $\theta$  ليصبح مستواه  $\hat{A}\hat{B}$  دون تغيير مسار الشعاع الساقط (يدور العمود المقام على سطح المرآة بنفس الزاوية)، فإنه يمكن تمثيل ذلك كالتالي :



وبذلك نجد أن

1 زاوية السقوط وزاوية الانعكاس

تقل كل منهما بمقدار  $\theta$

تزداد كل منهما بمقدار  $\theta$

2 الزاوية المحصورة بين الشعاع الساقط والشعاع المنعكس

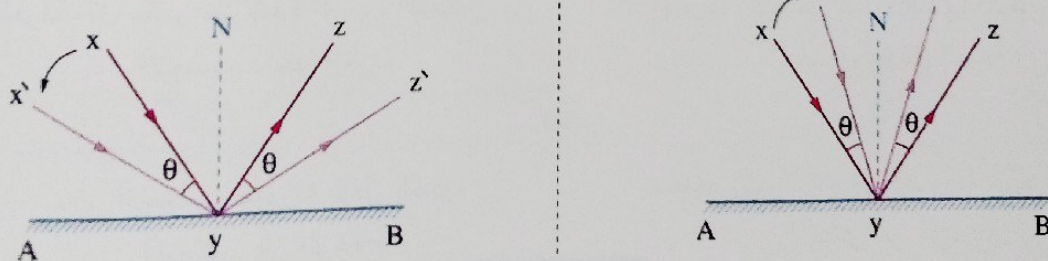
تقل بمقدار  $2\theta$

تزداد بمقدار  $2\theta$

3 دوران الشعاع المنعكس عن وضعه الأول

يدور بزاوية  $2\theta$  في نفس اتجاه دوران المرآة

2 عند دوران الشعاع الساقط بزاوية  $\theta$  ليصبح مساره  $\hat{x}\hat{y}\hat{z}$  دون تغيير وضع السطح العاكس، فإنه يمكن تمثيل ذلك كالتالي :



وبذلك نجد أن

1 زاوية السقوط وزاوية الانعكاس

تزداد كل منهما بمقدار  $\theta$

تقل كل منهما بمقدار  $\theta$

2 الزاوية المحصورة بين الشعاع الساقط والشعاع المنعكس

تزداد بمقدار  $2\theta$

تقل بمقدار  $2\theta$

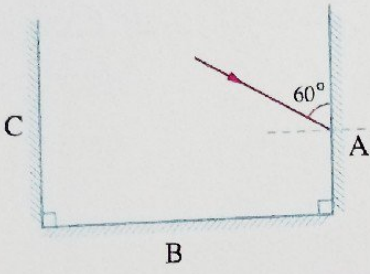
3 الزاوية المحصورة بين الشعاع المنعكس والسطح العاكس

تقل بمقدار  $\theta$

تزداد بمقدار  $\theta$

## مثال ١

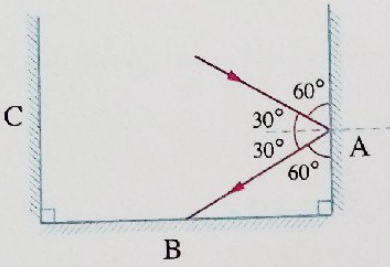
ثلاث مرايا A ، B ، C متعامدة فإذا سقط شعاع ضوئي على المرآة A كما بالشكل، تتبع مسار الشعاع حتى انعكاسه عن المرآة C



## الحل

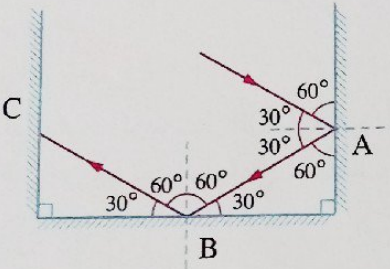
## وسيلة مساعدة

عند سقوط الشعاع الضوئي على المرآة A بحيث تكون الزاوية المحصورة بين الشعاع الضوئي و سطح المرآة  $60^\circ$  تكون زاوية السقوط  $30^\circ$ ، وحيث إن زاوية السقوط = زاوية الانعكاس، فينعكس الشعاع الضوئي عن المرآة A بزاوية انعكاس  $30^\circ$  ليسقط على المرآة B



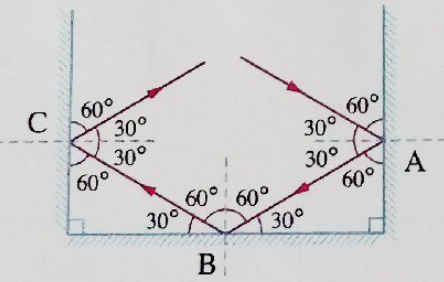
## وسيلة مساعدة

عند سقوط الشعاع الضوئي على المرآة B تكون الزاوية بين سطح المرآة والشعاع الضوئي  $30^\circ$  وبذلك تكون زاوية السقوط  $60^\circ$  فينعكس الشعاع الضوئي عن المرآة B بزاوية انعكاس  $60^\circ$  ليسقط على المرآة C



## وسيلة مساعدة

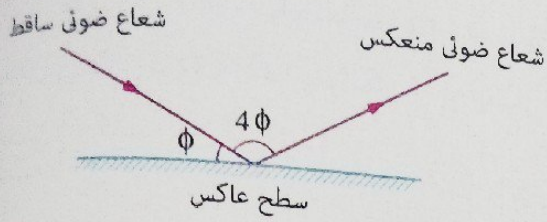
عند سقوط الشعاع الضوئي على المرآة C تكون الزاوية بين سطح المرآة والشعاع الضوئي  $60^\circ$  وبذلك تكون زاوية السقوط  $30^\circ$  فينعكس الشعاع الضوئي عن المرآة C بزاوية انعكاس  $30^\circ$



أصبحت الزاوية بين المرآتين A ، B تساوي  $120^\circ$  دون تغيير اتجاه الشعاع الساقط، ما قيمة زاوية انعكاس الشعاع الضوئي عن المرآة A ؟

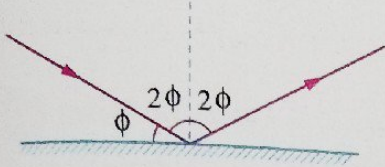
ماذا لو

## مثال ٢



في الشكل المقابل زاوية الانعكاس تساوي .....

- أ 30°  
 ب 45°  
 ج 60°  
 د 90°



## الصل

∴ زاوية السقوط = زاوية الانعكاس

∴ زاوية الانعكاس =  $2\phi$

∴ الزاوية بين العمود المقام والسطح العاكس =  $90^\circ$

$$\therefore 2\phi + \phi = 90^\circ$$

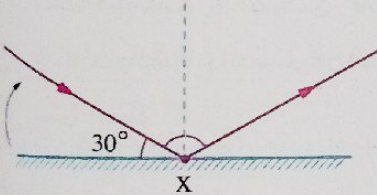
$$\therefore \phi = 30^\circ$$

∴ زاوية الانعكاس =  $2 \times 30 = 60^\circ = 2\phi$

∴ الاختيار الصحيح هو  ج

## مثال ٣

إذا دارت المرآة حول النقطة X في الاتجاه الموضح بالشكل بزاوية  $10^\circ$  فإن الزاوية بين الشعاعين الساقط والمنعكس تصبح .....



- أ 140°  
 ب 135°  
 ج 125°  
 د 115°

## الصل

\* قبل دوران المرآة :

∴ زاوية السقوط  $(\phi_1)$  = زاوية الانعكاس  $(\phi_1)$ .

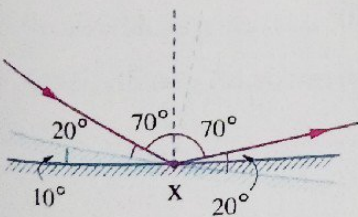
$$\therefore \phi_1 = \phi_1 = 90 - 30 = 60^\circ$$

\* عند دوران المرآة بزاوية  $10^\circ$  تزداد كل من زاوية السقوط وزاوية الانعكاس بنفس المقدار الذي دارت به المرآة :

$$\therefore \phi_2 = \phi_2 = \phi_1 + \theta_{\text{(دوران)}} = 60 + 10 = 70^\circ$$

∴ الزاوية بين الشعاعين الساقط والمنعكس =  $70^\circ + 70^\circ = 140^\circ$

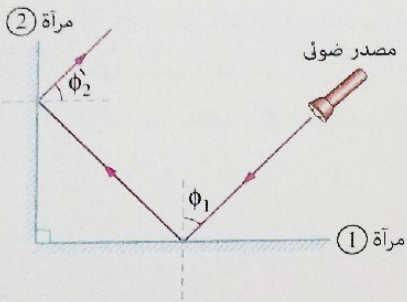
∴ الاختيار الصحيح هو  أ



ماذا لو

كان المطلوب تحديد زاوية دوران الشعاع المنعكس عن الوضع الأول، ما إجابتك ؟

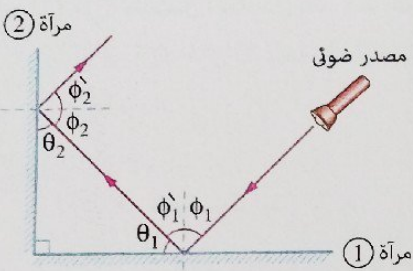
مشكلة ٤



في الشكل الموضح إذا تم تغيير موضع المصدر الضوئي بحيث تزداد زاوية السقوط ( $\phi_1$ ) بمقدار  $5^\circ$  فإن الزاوية  $\phi_2$  .....

- أ تزداد بمقدار  $5^\circ$        ب تزداد بمقدار  $10^\circ$   
 ج تقل بمقدار  $5^\circ$        د تقل بمقدار  $10^\circ$

الصل



$\therefore \phi_1 = \phi_1'$

$\therefore$  عند زيادة  $\phi_1$  بمقدار  $5^\circ$  تزداد  $\phi_1'$  بمقدار  $5^\circ$

$\therefore \phi_1 + \theta_1 = 90^\circ$

$\therefore$  عند زيادة  $\phi_1$  بمقدار  $5^\circ$  تقل  $\theta_1$  بمقدار  $5^\circ$

$\therefore \theta_1 + \theta_2 = 90^\circ$

$\therefore$  عندما تقل  $\theta_1$  بمقدار  $5^\circ$  تزداد  $\theta_2$  بمقدار  $5^\circ$

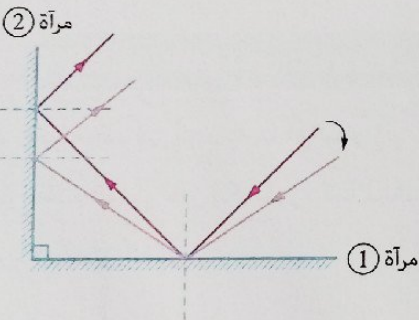
$\therefore \theta_2 + \phi_2 = 90^\circ$

$\therefore$  عند زيادة  $\theta_2$  بمقدار  $5^\circ$  تقل  $\phi_2$  بمقدار  $5^\circ$

$\therefore \phi_2 = \phi_2'$

$\therefore$  عندما تقل  $\phi_2$  بمقدار  $5^\circ$  تقل  $\phi_2'$  بمقدار  $5^\circ$

$\therefore$  الاختيار الصحيح هو  ج

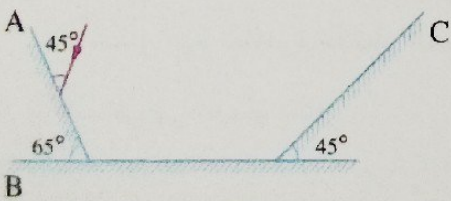


ماذا لو تم تثبيت المصدر الضوئي وإدارة المرآة ② بزاوية  $5^\circ$  بحيث تزداد الزاوية بين المرآتين، ماذا يحدث لقيمة الزاوية  $\phi_2$  ؟

ماذا لو

٦ اختبر نفسك

مجان عنها



١ \* الشكل المقابل يوضح ثلاث مرايا A ، B ، C ،

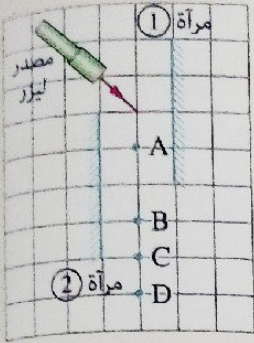
سقط شعاع ضوئي على المرآة A ، تتبع مسار الشعاع

الضوئي حتى انعكاسه عن المرآة C

## ٢ اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة:

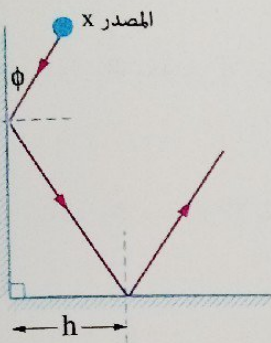
(١) في الشكل المقابل يسقط شعاع ليزر على المرآة ① وينعكس عنها ساقطاً على المرآة ②، بالاستعانة بمقياس الرسم الموضح فإنه بعد انعكاس الشعاع عن المرآة ② يمر بالنقطة .....

- A ①  
B ②  
C ③  
D ④



(٢) في الشكل المقابل عند تحريك المصدر الضوئي X لتزداد الزاوية  $\phi$ ، فإن المسافة h الموضحة على الشكل .....

- أ تزداد  
ب تقل  
ج قد تزداد وقد تقل  
د لا تتغير



## ثالثاً انكسار الضوء Light Refraction

عند وضع قلم في كوب به ماء والنظر إليه من أحد جانبيه فإننا نرى القلم كما لو كان مكسوراً كما بالشكل، ويرجع ذلك إلى ظاهرة انكسار الضوء.



## كيفية حدوثه

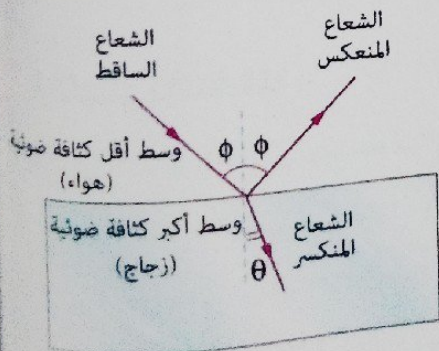
\* عند سقوط حزمة من الأشعة الضوئية المتوازية على سطح فاصل بين وسطين شفافين مختلفين في الكثافة الضوئية، فإن جزء من الضوء:

١ ينعكس في الوسط الأول.

٢ ينتقل إلى الوسط الثاني منحرفاً عن مساره وتسمى هذه الظاهرة انكسار الضوء.

٣ يُمتص في الوسط الثاني.

الكثافة الضوئية لوسط  
قدرة الوسط على كسر الأشعة الضوئية  
عند نفاذها فيه.



◀ مما سبق يمكن تعريف ظاهرة انكسار الضوء وزاوية الانكسار كالتالي :

### انكسار الضوء

ظاهرة ينتج عنها تغير اتجاه مسار الضوء عندما يجتاز السطح الفاصل بميل بين وسطين شفافين مختلفين في الكثافة الضوئية.

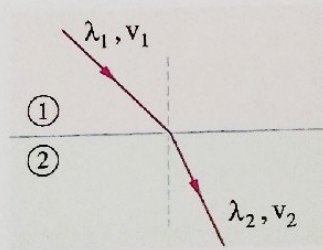
### زاوية الانكسار (θ)

الزاوية المحصورة بين الشعاع الضوئي المنكسر والعمود المقام من نقطة السقوط على السطح الفاصل بين الوسطين.

### سبب حدوثه

اختلاف سرعة الضوء في الوسطين نتيجة اختلاف الكثافة الضوئية للوسطين.

◀ يخضع انكسار الضوء لقانونين، هما :



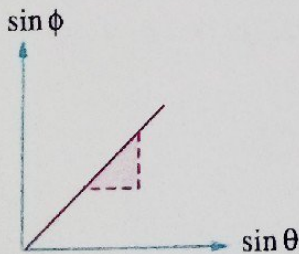
### القانون الأول

النسبة بين جيب زاوية السقوط في الوسط الأول ( $\sin \phi$ ) وجيب زاوية الانكسار في الوسط الثاني ( $\sin \theta$ ) = النسبة بين سرعة الضوء في الوسط الأول ( $v_1$ ) وسرعته في الوسط الثاني ( $v_2$ ) وهي نسبة ثابتة لهذين الوسطين لذلك الضوء، ويطلق على هذه النسبة معامل الانكسار النسبي من الوسط الأول إلى الوسط الثاني ( ${}_1n_2$ ).

$${}_1n_2 = \frac{\sin \phi}{\sin \theta} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$$

القانون الثاني الشعاع الضوئي الساقط والشعاع الضوئي المنكسر والعمود المقام من نقطة السقوط على السطح الفاصل تقع جميعها في مستوى واحد عمودي على السطح الفاصل.

### القانون الثاني



من القانون الأول يتضح أن  $\sin \theta \propto \sin \phi$

وبالتالي عند تمثيل العلاقة بين  $\sin \theta$  ،  $\sin \phi$  بيانياً كما بالشكل المقابل نحصل على خط مستقيم ميله يمثل معامل الانكسار النسبي بين الوسطين :

$$\text{slope} = \frac{\Delta \sin \phi}{\Delta \sin \theta} = {}_1n_2$$

مما سبق نستنتج أنه

عند سقوط شعاع ضوئي على السطح الفاصل بين وسطين شفافين بحيث ينتقل من :

وسط أقل  
كثافة ضوئية  
(هواء مثلاً)

إلى

وسط أكبر  
كثافة ضوئية  
(زجاج مثلاً)

وسط أكبر  
كثافة ضوئية  
(زجاج مثلاً)

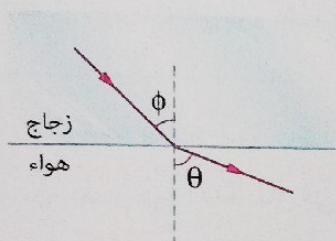
إلى

وسط أقل  
كثافة ضوئية  
(هواء مثلاً)

فإن الشعاع الضوئي ينكسر

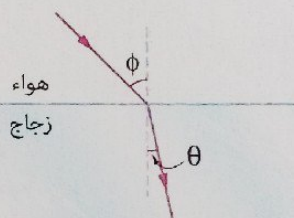
مبتعداً عن العمود المقام على السطح الفاصل وتكون

زاوية السقوط ( $\phi$ ) > زاوية الانكسار ( $\theta$ )



مقرباً من العمود المقام على السطح الفاصل وتكون :

زاوية السقوط ( $\phi$ ) < زاوية الانكسار ( $\theta$ )



العوامل التي يتوقف عليها معامل الانكسار النسبي بين وسطين :

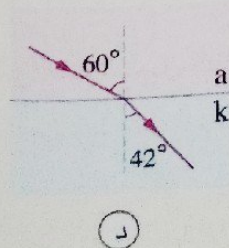
1 نوع مادة الوسطين (الكثافة الضوئية للوسطين).

2 الطول الموجي للضوء الساقط.

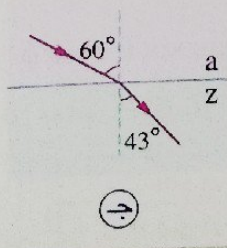
7 اختبار نفسك

\* اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

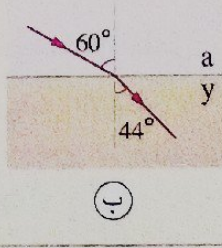
الأشكال التالية توضح أربعة أشعة من ضوء طوله الموجي  $\lambda$  تنتقل من الوسط a إلى أوساط أخرى مختلفة  $(k, z, y, x)$  كل على حدة، ففي أي وسط من الأوساط  $(k, z, y, x)$  يكون لهذا الضوء طول موجي أكبر ؟



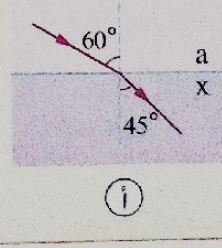
أ



ب



ج

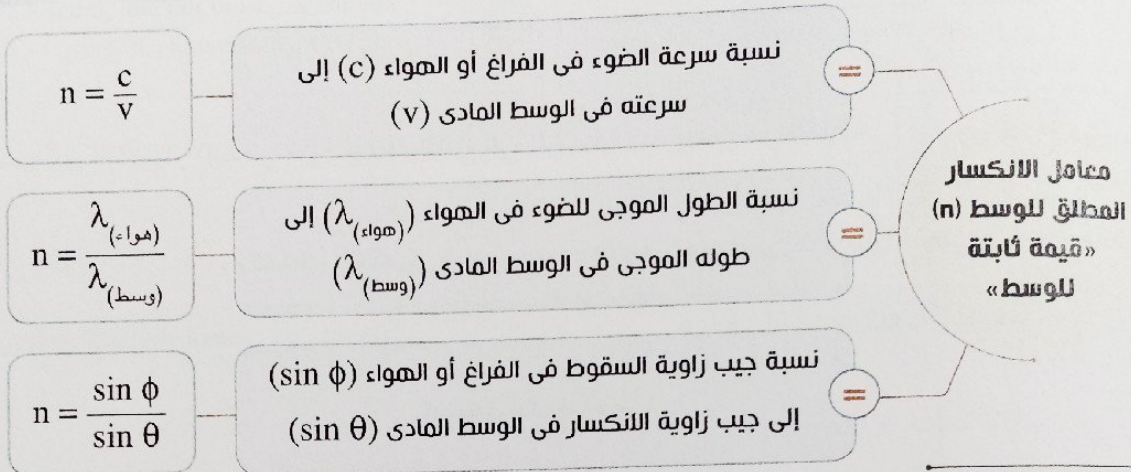
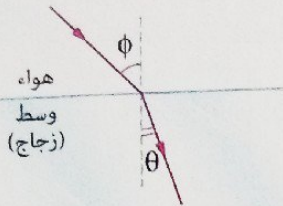


د



## معامل الانكسار المطلق لوسط

إذا علمت أن سرعة الضوء في الهواء تساوي تقريباً سرعته في الفراغ وانتقل الضوء من الفراغ أو الهواء إلى أى وسط مادي، فإن :



مما سبق نستنتج أن

معامل الانكسار المطلق لأى وسط دائماً أكبر من الواحد الصحيح،

**لأن** سرعة الضوء في الفراغ أو الهواء أكبر من سرعته في أى وسط آخر.

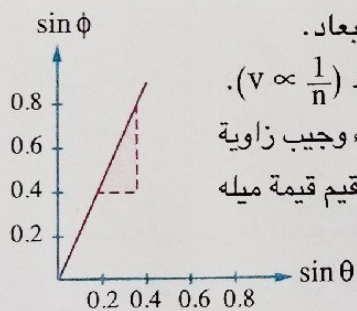
معامل الانكسار ليس له وحدة قياس **لأنه** نسبة بين كميتين لهما نفس صيغة الأبعاد.

سرعة الضوء في الوسط تتناسب عكسياً مع معامل الانكسار المطلق لهذا الوسط ( $v \propto \frac{1}{n}$ ).

عند تمثيل العلاقة بين جيب زاوية السقوط ( $\sin \phi$ ) لشعاع ضوئي في الهواء وجيب زاوية

الانكسار ( $\sin \theta$ ) في أى وسط آخر بيانياً كما بالشكل، نحصل على خط مستقيم قيمة ميله

دائماً أكبر من الواحد الصحيح ويُمثل معامل الانكسار المطلق لهذا الوسط.



$$\text{slope} = \frac{\Delta \sin \phi}{\Delta \sin \theta} = n$$

## العوامل التي يتوقف عليها معامل الانكسار المطلق لوسط :

1 نوع مادة الوسط :

كلما زادت الكثافة الضوئية للوسط زاد معامل الانكسار له.

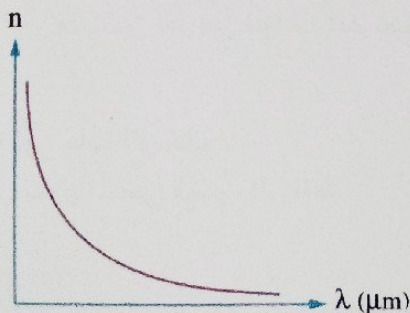
2 الطول الموجي للضوء الساقط :

يزداد معامل الانكسار المطلق لوسط بنقص الطول الموجي

للضوء المار خلاله والشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين

معامل الانكسار المطلق (n) لأحد أنواع الزجاج والطول

الموجي ( $\lambda$ ) للضوء المار خلاله.



## استنتاج العلاقة بين معامل الانكسار النسبي لوسطين ومعامل الانكسار المطلق لكل منهما

$$n = \frac{c}{v} \quad \therefore v = \frac{c}{n} \quad , \quad \therefore \frac{v_1}{v_2} = \frac{n_2}{n_1} \quad \therefore n_2 = \frac{v_1}{v_2} n_1 \quad \therefore n_2 = \frac{n_1}{n_1} n_2$$

معامل الانكسار المطلق للوسط الثاني ( $n_2$ )

معامل الانكسار المطلق للوسط الأول ( $n_1$ )

=

معامل الانكسار النسبي من الوسط

الأول إلى الوسط الثاني ( $n_2$ )

أو أنه:

$$n_2 = \frac{n_1}{n_1} = \frac{1}{1/n_2}$$

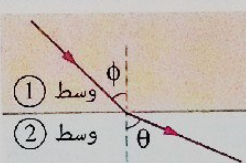
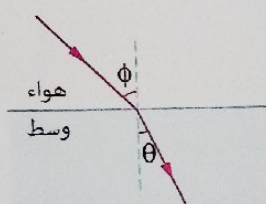
وبالمثل فإنه معامل الانكسار النسبي من الوسط الثاني إلى الوسط الأول يتعين من العلاقة:

\* مما سبق يمكن المقارنة بين معامل الانكسار النسبي بين وسطين ومعامل الانكسار المطلق لوسط كالتالي

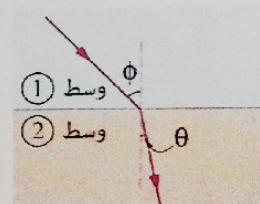
### معامل الانكسار المطلق لوسط

### معامل الانكسار النسبي بين وسطين

#### الشكل التوضيحي



أو



#### المفهوم

النسبة بين جيب زاوية السقوط في الفراغ أو الهواء وجيب زاوية الانكسار في الوسط

أو

النسبة بين سرعة الضوء في الهواء أو الفراغ وسرعة الضوء في الوسط

النسبة بين جيب زاوية السقوط في الوسط الأول وجيب زاوية الانكسار في الوسط الثاني

أو

النسبة بين سرعة الضوء في الوسط الأول وسرعة الضوء في الوسط الثاني

#### العلاقة الرياضية

$$n = \frac{\sin \phi}{\sin \theta} = \frac{c}{v} = \frac{\lambda_{\text{هواء}}}{\lambda_{\text{وسط}}}$$

$$n_2 = \frac{\sin \phi}{\sin \theta} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$$

#### القيمة

دائمًا أكبر من الواحد الصحيح

قد تكون أقل من الواحد الصحيح أو أكبر منه

#### العوامل التي يتوقف عليها

نوع مادة الوسط.

الطول الموجي للضوء الساقط.

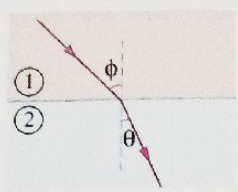
نوع مادة الوسطين.

الطول الموجي للضوء الساقط.

#### وحدة القياس

ليس لأي منهما وحدة قياس حيث إن كل منهما نسبة بين كميتين متماثلتين

قانون سنل



$$\therefore n_2 = \frac{\sin \phi}{\sin \theta}$$

$$\therefore n_2 = \frac{n_1}{n_1}$$

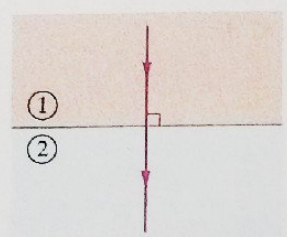
$$\therefore \frac{\sin \phi}{\sin \theta} = \frac{n_2}{n_1}$$

$$\therefore n_1 \sin \phi = n_2 \sin \theta$$

الوسط الثاني      الوسط الأول

\* من القانون الأول للانكسار :

ملاحظات

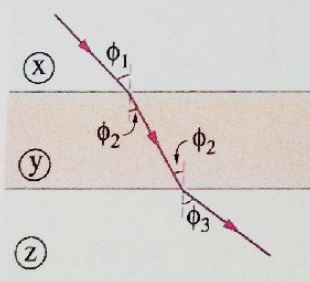
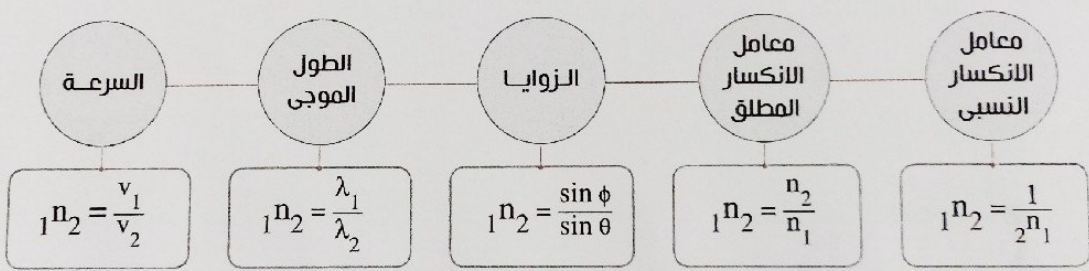


(١) الشعاع الضوئي الساقط عمودياً على السطح الفاصل بين وسطين شفافين لا يعاني انحرافاً لأن زاوية سقوط الشعاع تساوي صفر ( $\phi = 0^\circ$ )، وتبعاً لقانون سنل ( $n_1 \sin \phi = n_2 \sin \theta$ ) فإن ( $n_2 \sin \theta = 0$ ) وبالتالي زاوية الانكسار ( $\theta = 0^\circ$ ).

لاحظ أن

$$\phi = 0, \theta = 0, v_1 = v_2, v_1 \neq v_2, \lambda_1 \neq \lambda_2$$

(٢) يمكن حساب معامل الانكسار النسبي من الوسط الأول إلى الوسط الثاني ( $n_2$ ) بمعلومية كل من :



(٣) عند مرور الشعاع الضوئي بين ثلاثة أوساط (X)، (Y)، (Z) :

معاملات انكسارها  $n_x, n_y, n_z$  على الترتيب فإن الزاوية  $\phi_3$  :

- تعتمد على  $\phi_1, n_x, n_z$

- لا تعتمد على  $n_y$

$$n_x \sin \phi_1 = n_y \sin \phi_2 \quad \text{①}$$

$$n_y \sin \phi_2 = n_z \sin \phi_3 \quad \text{②}$$

من المعادلتين ①، ② :

$$\therefore n_x \sin \phi_1 = n_z \sin \phi_3$$

$$\therefore \sin \phi_3 = \frac{n_x}{n_z} \sin \phi_1$$

وذلك يكون صحيحاً أيضاً إذا كان هناك أكثر من ثلاثة أوساط ينتقل بينها الضوء.

(٤) عند انتقال شعاع ضوئي من وسط ① إلى وسط ② فإن :

$$n_1 \sin \phi = n_2 \sin \theta$$

$$\sin \theta = \frac{n_1}{n_2} \sin \phi$$

وإذا كان  $n_1 < n_2$

وإذا كان

$n_1 > n_2$

فإن

$\phi > \theta$

$\phi < \theta$

وعند زيادة زاوية السقوط ( $\phi$ ) بمقدار معين  
تزداد زاوية الانكسار ( $\theta$ ) بمقدار

أقل

أكبر

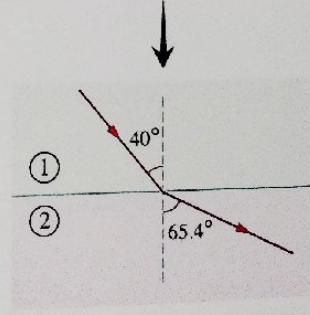
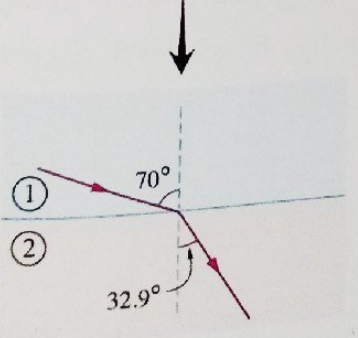
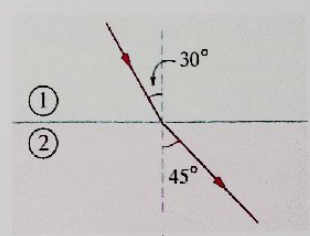
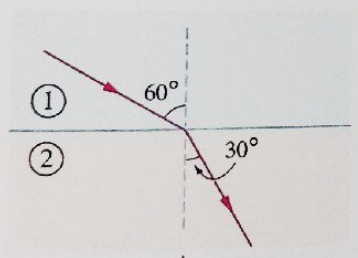
حيث :

حيث :

$\frac{n_1}{n_2} < 1$

$\frac{n_1}{n_2} > 1$

مثال



مثال ١

إذا كان معامل الانكسار المطلق للماء  $\frac{4}{3}$  ومعامل الانكسار المطلق للزجاج  $\frac{3}{2}$ ، احسب،  
 (١) معامل الانكسار النسبي من الماء إلى الزجاج.  
 (٢) معامل الانكسار النسبي من الزجاج إلى الماء.

الحل

$$n_{\text{ماء}} = \frac{4}{3} \quad n_{\text{زجاج}} = \frac{3}{2} \quad n_{\text{زجاج ماء}} = ? \quad n_{\text{ماء زجاج}} = ?$$

$$n_{\text{زجاج ماء}} = \frac{n_{\text{زجاج}}}{n_{\text{ماء}}} = \frac{\frac{3}{2}}{\frac{4}{3}} = \frac{9}{8} = 1.125 \quad (١)$$

$$n_{\text{ماء زجاج}} = \frac{n_{\text{ماء}}}{n_{\text{زجاج}}} = \frac{\frac{4}{3}}{\frac{3}{2}} = \frac{8}{9} = 0.889 \quad (٢)$$

حل آخر:

$$n_{\text{ماء زجاج}} = \frac{1}{n_{\text{زجاج ماء}}} = \frac{1}{\frac{9}{8}} = \frac{8}{9} = 0.889$$

كان المطلوب هو حساب النسبة بين سرعة الضوء في الماء وسرعته في الزجاج، ما إجابتك؟

ماذا لو

مثال ٢

شعاع من ضوء طوله الموجي 589 nm في الهواء، يسقط بزاوية سقوط  $30^\circ$  على سطح زجاجي معامل انكساره المطلق 1.52، احسب:

- (١) زاوية انكسار الشعاع الضوئي.  
 (٢) الطول الموجي للضوء داخل الزجاج.

الحل

$$\lambda_a = 589 \text{ nm} \quad n = 1.52 \quad \phi = 30^\circ \quad c = 3 \times 10^8 \text{ m/s} \quad \theta = ? \quad v = ? \quad \lambda_g = ?$$

$$n = \frac{\sin \phi}{\sin \theta} \quad (١)$$

$$\sin \theta = \frac{\sin \phi}{n} = \frac{\sin 30}{1.52}$$

$$\therefore \theta = 19.2^\circ$$

$$n = \frac{c}{v}$$

$$v = \frac{c}{n} = \frac{3 \times 10^8}{1.52} = 1.97 \times 10^8 \text{ m/s}$$

$$n = \frac{\lambda_a}{\lambda_g}$$

$$1.52 = \frac{589}{\lambda_g}$$

$$\lambda_g = 387.5 \text{ nm}$$

(٢)

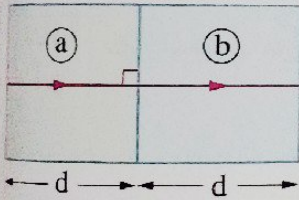
(٢)

تغيرت زاوية سقوط الشعاع الضوئي على السطح الزجاجي، أي القيم المحسوبة في

ماذا لو

(١)، (٢)، (٣) تتغير؟

### مثال ٣



الشكل المقابل يوضح شعاع ضوئي يسقط عمودياً على السطح الفاصل من وسط a إلى وسط آخر b، فإذا كان عدد موجات الضوء في الوسط a هو  $10^5$  موجة وعدد موجات الضوء في الوسط b هو  $1.5 \times 10^5$  موجة، احسب معامل الانكسار النسبي  $n_b^n_a$

الحل

$$N_a = 10^5$$

$$N_b = 1.5 \times 10^5$$

$$n_b^n_a = ?$$

$$\lambda = \frac{x}{N}$$

$$\lambda_a = \frac{d}{10^5}$$

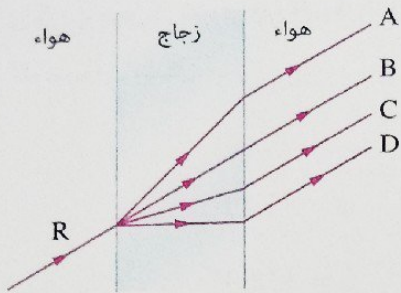
$$\lambda_b = \frac{d}{1.5 \times 10^5}$$

$$n_b^n_a = \frac{\lambda_a}{\lambda_b} = \frac{d \times 1.5 \times 10^5}{10^5 \times d} = 1.5$$

كان المطلوب هو تحديد أي الوسطين (a أو b) يكون فيه تردد الضوء أكبر، ما إجابتك؟

ماذا لو

## مثال ٤



الشكل المقابل يمثل شعاع ضوئي (R) يمر من الهواء إلى شريحة زجاجية ثم إلى الهواء مرة أخرى، فإن المسار الصحيح للشعاع الضوئي هو المسار .....

ب (ب)

أ (ا)

د (د)

ج (ج)

الوصل

### وسيلة مساعدة

لتحديد المسار الصحيح للشعاع الضوئي يجب رسم العمود المقام على السطح الفاصل عند كل نقطة سقوط لتحديد ما إذا كان الشعاع يمر على استقامته أم ينكسر مقترباً من العمود أم ينكسر مبتعداً عن العمود.

$$\therefore n_{(\text{زجاج})} > n_{(\text{هواء})}$$

$$\therefore n_{(\text{زجاج})} = \frac{\sin \phi_{(\text{هواء})}}{\sin \theta_{(\text{زجاج})}}$$

$$\therefore \phi_{(\text{هواء})} > \theta_{(\text{زجاج})}$$

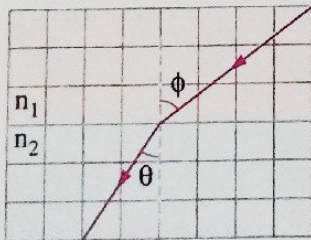
أي أنه: الشعاع الضوئي يصنع زاوية مع العمود في الهواء تكون دائماً أكبر من تلك التي يصنعها في الزجاج. ∴ عند السطح الفاصل بين الهواء والزجاج ينكسر الشعاع الضوئي مقترباً من العمود وعند السطح الفاصل بين الزجاج والهواء ينكسر الشعاع الضوئي مبتعداً عن العمود.

∴ المسار الصحيح للشعاع الضوئي هو C

∴ الاختيار الصحيح هو ج

افتترضت أن مادة الشريحة من الماس وعلمت أن معامل انكسار الماس أكبر من معامل انكسار الزجاج وسقط الشعاع بنفس الزاوية على الشريحة، هل تتغير زاوية خروج الشعاع الضوئي للهواء؟

ماذا لو



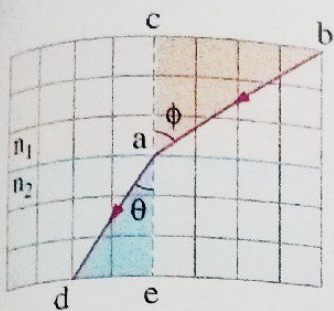
الشكل المقابل يوضح بمقياس رسم معين مرور شعاع ضوئي أحمر بين وسطين، فإن معامل الانكسار النسبي بين الوسطين ( $n_1, n_2$ ) يساوي .....

ب (ب) 1.18

أ (ا) 1.44

د (د) 0.88

ج (ج) 1.13



الحل

يمكن إيجاد كل من زاوية السقوط وزاوية الانكسار من خلال الأبعاد الموضحة بالشكل.

$$\therefore \tan \alpha = \frac{\text{المقابل}}{\text{المجاور}}$$

$$\therefore \tan \phi = \frac{4}{3}, \quad \phi = 53.13^\circ$$

$$\therefore \tan \theta = \frac{2}{3}, \quad \theta = 33.69^\circ$$

$${}_1n_2 = \frac{\sin \phi}{\sin \theta} = \frac{\sin 53.13}{\sin 33.69} = 1.44$$

حل آخر:

\* في المثلث abc

$$ab = \sqrt{(ac)^2 + (bc)^2} = \sqrt{(3)^2 + (4)^2} = 5 \text{ units}$$

$$\sin \phi = \frac{\text{المقابل}}{\text{الوتر}} = \frac{bc}{ab} = \frac{4}{5}$$

\* في المثلث ade

$$ad = \sqrt{(ae)^2 + (de)^2} = \sqrt{(3)^2 + (2)^2} = \sqrt{13} \text{ units}$$

$$\sin \theta = \frac{de}{ad} = \frac{2}{\sqrt{13}}$$

$${}_1n_2 = \frac{\sin \phi}{\sin \theta} = \frac{\frac{4}{5}}{\frac{2}{\sqrt{13}}} = 1.44$$

∴ الاختيار الصحيح هو (أ)

سقط شعاع أزرق بدلاً من الشعاع الأحمر، هل تختلف قيمة معامل الانكسار النسبي بين نفس الوسيطين ( ${}_1n_2$ )؟

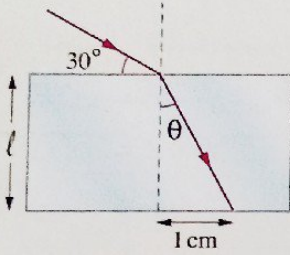
ماذا لو



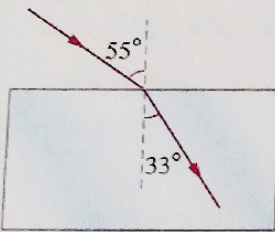
مجاب عليها

اختبر نفسك

\* سقط شعاع ضوئي على سطح زجاجي معامل انكسار مادته 1.5 بزاوية سقوط  $60^\circ$  فانعكس جزء منه وانكسر الباقي، احسب الزاوية المحصورة بين الشعاع المنعكس والشعاع المنكسر.



\* الشكل المقابل يوضح شعاع ضوئي يسقط على شريحة زجاجية سُمكها  $h$ ، ومعامل انكسار مادتها  $\sqrt{3}$ ، احسب سُمك الشريحة.



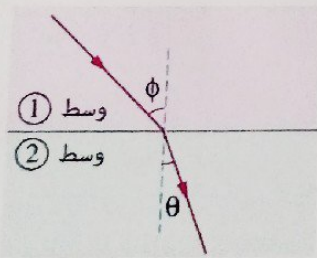
٢ اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة.

(١) الشكل المقابل يوضح شعاع ضوئي يسقط على متوازي مستطيلات زجاجي وينكسر داخله، فإن سرعة الضوء في الزجاج تساوي تقريباً .....

- أ  $1.8 \times 10^8$  m/s  
 ب  $2 \times 10^8$  m/s  
 ج  $2.3 \times 10^8$  m/s  
 د  $2.5 \times 10^8$  m/s

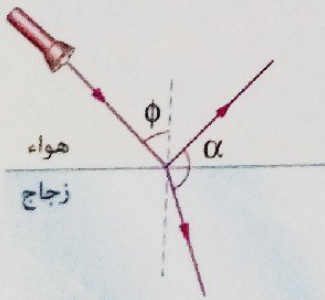
(٢) في الشكل المقابل شعاع ضوئي ينتقل من وسط ① إلى وسط ②، إذا زادت الزاوية  $\phi$  بمقدار  $5^\circ$  فإن الزاوية  $\theta$  .....

- أ تزداد بمقدار  $5^\circ$   
 ب تزداد بمقدار أكبر من  $5^\circ$   
 ج تزداد بمقدار أقل من  $5^\circ$   
 د لا تتغير



(٣) في الشكل المقابل يمر شعاع ضوئي من الهواء إلى متوازي مستطيلات من الزجاج، إذا زادت زاوية سقوط الشعاع الضوئي ( $\phi$ ) فإن الزاوية  $\alpha$  المحصورة بين الشعاعين المنعكس والمنكسر .....

- أ تزداد  
 ب تقل  
 ج قد تزداد وقد تقل  
 د لا تتغير



أسئلة الاختيار من متعدد

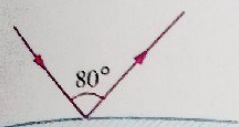
أولاً

انعكاس الضوء

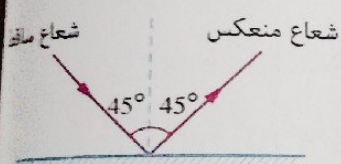
الطول الموجي	
M	الضوء المرئي
Y	أشعة جاما
Z	الأشعة السينية

قيم نفسك الكفاءة

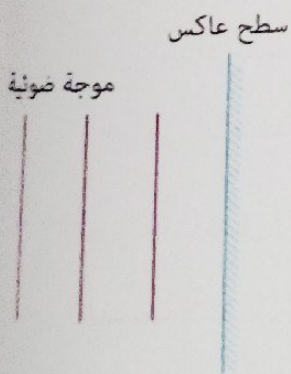
- الجدول المقابل يعبر عن الأطوال الموجية لجزء من الطيف الكهرومغناطيسي في الهواء، فيكون .....
- أ  $M < Z < Y$   
 ب  $Y < Z < M$   
 ج  $Y < Z = M$   
 د  $Y = Z > M$



- الشكل المقابل يوضح شعاع ضوئي يسقط على سطح مرآة مستوية ثم ينعكس، فتكون زاوية انعكاس الشعاع الضوئي عن سطح المرآة هي .....
- أ  $40^\circ$   
 ب  $50^\circ$   
 ج  $80^\circ$   
 د  $100^\circ$

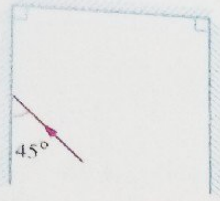


- في الشكل المقابل يسقط شعاع من ضوء سرعته  $v$  على سطح مرآة وينعكس عنها، فإن سرعة الضوء بعد انعكاسه تصبح .....
- أ  $\frac{1}{\sqrt{2}} v$   
 ب  $v$   
 ج  $\sqrt{2} v$   
 د  $2v$

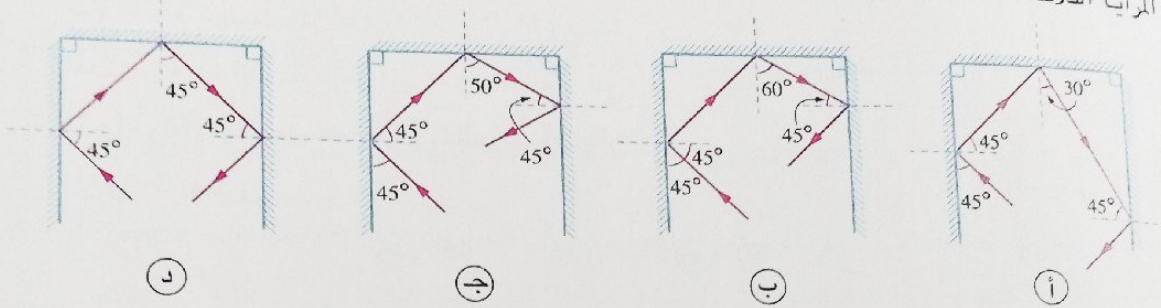


- الشكل المقابل يوضح موجة ضوئية تسقط على سطح عاكس، ما مقدار زاوية الانعكاس لهذه الموجة بعد اصطدامها بالسطح العاكس؟
- أ  $0^\circ$   
 ب  $45^\circ$   
 ج  $90^\circ$   
 د  $180^\circ$

- إذا سقط شعاع ضوئي عمودياً على سطح مرآة مستوية فإن زاوية انحراف الشعاع عن مساره تساوي .....
- أ zero  
 ب  $90^\circ$   
 ج  $180^\circ$   
 د  $360^\circ$

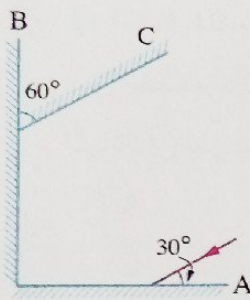


الشكل المقابل يمثل ثلاث مرايا مستوية تكون ثلاثة أضلاع لمربع، فأى من الاختيارات التالية يوضح مسار الشعاع الضوئي الساقط حتى يتم انعكاسه عن المرايا الثلاثة؟



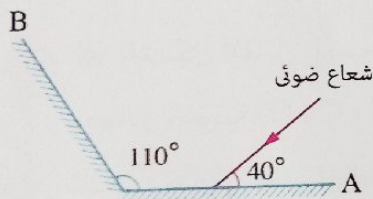
\* مستعيناً بالشكل المقابل، أى العبارات الآتية صحيحة؟

- (أ) ينعكس الشعاع عن المرآة C بزاوية  $30^\circ$
- (ب) ينعكس الشعاع عن المرآة C بزاوية  $45^\circ$
- (ج) ينعكس الشعاع عن المرآة C بزاوية  $60^\circ$
- (د) ينعكس الشعاع موازياً للمرآة C



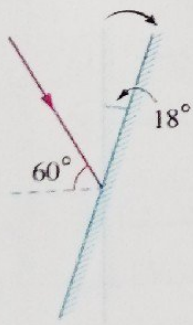
\* فى الشكل المقابل، زاوية انعكاس الشعاع الضوئى

عن المرآة B تساوى .....



- (أ)  $20^\circ$
- (ب)  $40^\circ$
- (ج)  $60^\circ$
- (د)  $70^\circ$

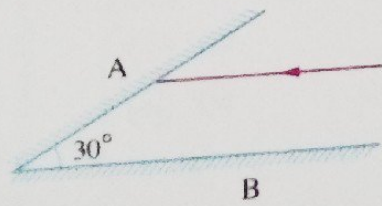
\* سقط شعاع ضوئى على مرآة مستوية بزاوية  $60^\circ$ ، فإذا أُديرَت المرآة بزاوية  $18^\circ$  مع اتجاه دوران عقارب الساعة مع بقاء الشعاع الساقط فى نفس اتجاه سقوطه كما بالشكل المقابل، فإن زاوية الانعكاس تصبح .....



- (أ)  $18^\circ$
- (ب)  $42^\circ$
- (ج)  $48^\circ$
- (د)  $78^\circ$

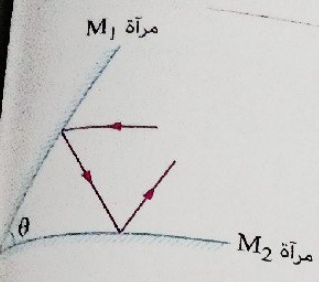
\* إذا سقط شعاع ضوئى على المرآة A بحيث كان موازياً للمرآة B كما بالشكل المقابل:

(1) ينعكس الشعاع عن المرآة A، ويسقط على المرآة B بزاوية سقوط تساوى .....



- (أ)  $90^\circ$
- (ب)  $60^\circ$
- (ج)  $30^\circ$
- (د)  $0^\circ$

(٢) الشعاع المنعكس عن المرآة B يسقط مرة أخرى على المرآة A بزاوية سقوط  $0^\circ$  (د)  $30^\circ$  (ج)  $45^\circ$  (ب)  $90^\circ$  (أ)



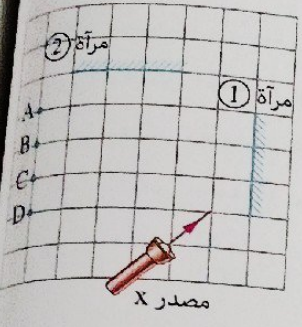
$90^\circ$  (د)

١١ \* فى الشكل المقابل سقط شعاع ضوئى على المرآة  $M_1$  بحيث كان موازيًا للمرآة  $M_2$  وعندما انعكس هذا الشعاع عن المرآة  $M_1$  سقط على المرآة  $M_2$  وانعكس عنها موازيًا للمرآة  $M_1$ ، فإن الزاوية  $\theta$  تساوى .....

٣٠° (أ) ٤٥° (ب) ٦٠° (ج) ٩٠° (د)

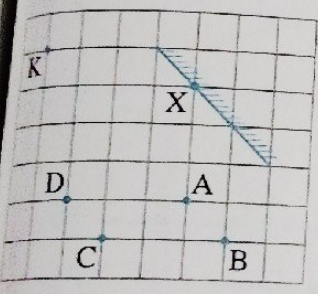
١٢ \* الشكل المقابل يوضح بمقياس رسم معين سقوط شعاع ليزر من مصدر X نحو المرآة ①، فإن الشعاع بعد انعكاسه عن المرآة ② يمر بالنقطة .....

٣٠° (أ) ٤٥° (ب) ٦٠° (ج) ٩٠° (د)



١٣ \* الشكل المقابل يوضح بمقياس رسم معين موضع أربعة مصادر ضوئية (A، B، C، D) أمام مرآة مستوية، إذا سقط شعاع ضوئى عند النقطة X على المرآة وتمر بالنقطة K بعد انعكاسه فإن مصدر هذا الشعاع هو .....

المصدر A (أ) المصدر B (ب)  
المصدر C (ج) المصدر D (د)



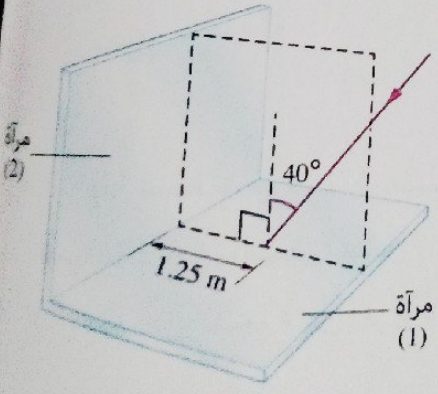
١٤ \* الشكل المقابل يمثل مرآتين مستويتين متعامدتين (1)، (2)، يسقط شعاع ضوئى بزاوية سقوط  $40^\circ$  على المرآة (1)، فإن :

(١) زاوية انعكاس الشعاع عن المرآة (2) تساوى .....

$40^\circ$  (أ)  $50^\circ$  (ب)  $60^\circ$  (ج)  $90^\circ$  (د)

(٢) المسافة التى قطعها الشعاع المنعكس من موضع انعكاسه عن المرآة (1) حتى سقوطه على المرآة (2) تساوى .....

$0.8\text{ m}$  (أ)  $0.98\text{ m}$  (ب)  $1.94\text{ m}$  (ج)  $2.5\text{ m}$  (د)



$2.5\text{ m}$  (د)

انكسار الضوء

١٥ يسقط شعاع ضوئي من الهواء بزاوية حادة على سطح زجاجي فتغير اتجاهه وذلك بسبب تغير ..... بين الوسطين.

- ١) سعة موجة الضوء      ٢) لون الضوء      ٣) تردد الضوء      ٤) سرعة الضوء

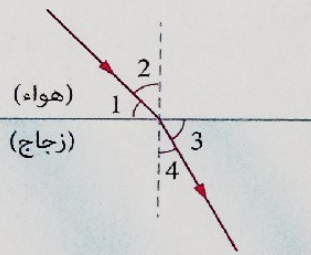
١٦ أي مما يأتي لا يتغير عندما تنتقل موجة ضوئية من وسط أقل كثافة ضوئية إلى وسط أكبر كثافة ضوئية وكانت زاوية السقوط = صفر ؟

- ١) سرعة الموجة      ٢) الطول الموجي      ٣) اتجاه الانتشار      ٤) سعة الموجة

١٧ عند سقوط شعاع ضوئي على السطح الفاصل بين وسطين بزاوية  $\phi$  وانكساره بزاوية  $\theta$  تكون النسبة  $\frac{\sin \phi}{\sin \theta}$  .....

- ١) ثابتة للوسطين      ٢) متغيرة حسب قيمة  $\phi$   
٣) مقدار ثابت أكبر من الواحد الصحيح دائماً      ٤) مقدار ثابت أقل من الواحد الصحيح دائماً

١٨ الشكل المقابل يوضح شعاع ضوئي يسقط على شريحة زجاجية، فإن الرقمين اللذين يدلان على كل من زاوية السقوط وزاوية الانكسار هما .....

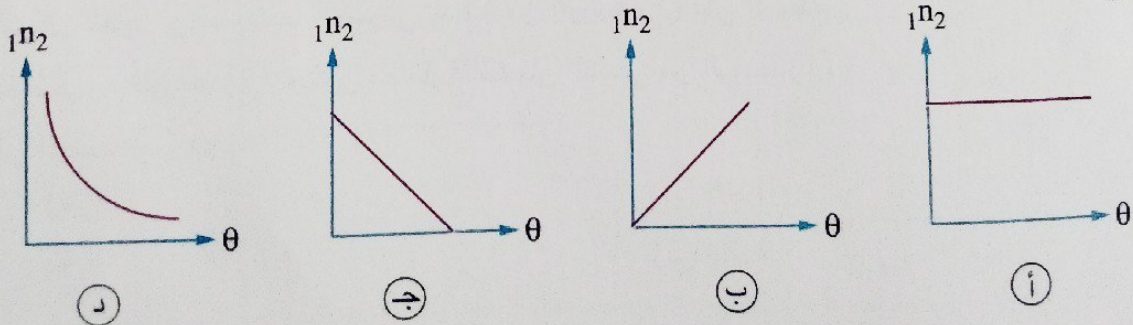


زاوية الانكسار	زاوية السقوط	
زاوية 3	زاوية 1	١
زاوية 4	زاوية 1	٢
زاوية 3	زاوية 2	٣
زاوية 4	زاوية 2	٤

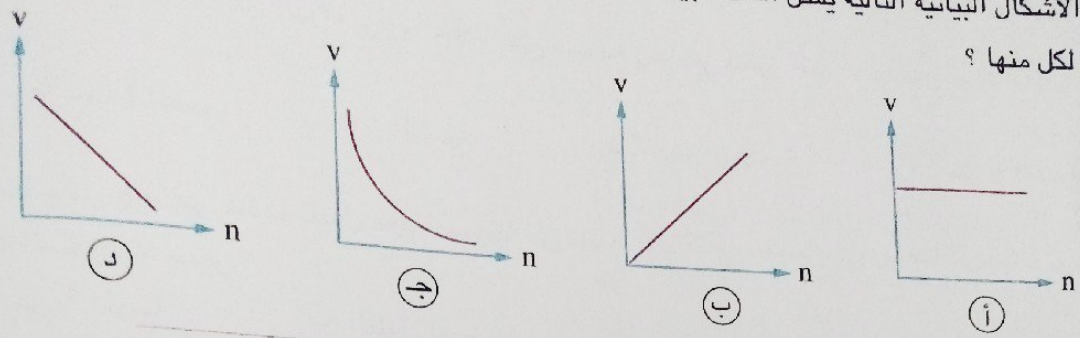
١٩ عند زيادة زاوية سقوط الشعاع الضوئي على السطح الفاصل بين وسطين للضعف، فإن معامل الانكسار النسبي بينهما .....

- ١) يقل للنصف      ٢) يزداد للضعف      ٣) يظل ثابت      ٤) يزداد بمقدار الضعف

٢٠ أي الأشكال البيانية الآتية يعبر عن العلاقة بين معامل الانكسار النسبي بين وسطين وزاوية انكسار شعاع ضوئي في أحدهما ؟

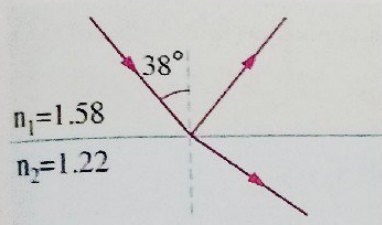


أي الأشكال البيانية التالية يمثل العلاقة بين سرعة الضوء (v) في عدة أوساط مختلفة ومعامل الانكسار المطلق (n) لكل منها ؟



عند سقوط شعاع ضوئي من الهواء على سطح الماء بزاوية سقوط  $60^\circ$  تكون زاوية انكساره في الماء .....  
 (أ) أكبر من  $60^\circ$  (ب) أقل من  $60^\circ$   
 (ج) تساوي  $60^\circ$  (د) تساوي  $0^\circ$

\* من الشكل المقابل، تكون قيمة كل من زاوية الانعكاس وزاوية الانكسار هما .....



زاوية الانعكاس	زاوية الانكسار	
$68.38^\circ$	$38^\circ$	(أ)
$38^\circ$	$52.88^\circ$	(ب)
$38^\circ$	$28.38^\circ$	(ج)
$52.88^\circ$	$38^\circ$	(د)

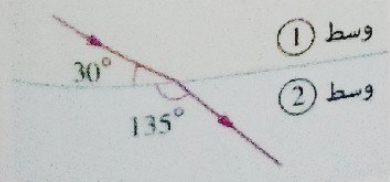
إذا سقط شعاع ضوئي بزاوية سقوط  $60^\circ$  على سطح متوازي مستطيلات معامل انكساره المطلق  $\sqrt{3}$ ، فإن زاوية انكسار الشعاع الضوئي تساوي .....

- (أ)  $30^\circ$  (ب)  $45^\circ$  (ج)  $60^\circ$  (د)  $90^\circ$

شعاع ضوئي يسقط على سطح فاصل بين وسطين شفافين، فإذا كانت زاوية السقوط  $60^\circ$  في الوسط (1) وزاوية الانكسار  $30^\circ$  في الوسط (2)، فإن معامل الانكسار النسبي من الوسط (1) إلى الوسط (2) يساوي .....

- (أ) 2 (ب)  $\sqrt{3}$  (ج)  $\sqrt{2}$  (د)  $\frac{1}{2}$

الشكل المقابل يوضح شعاع ضوئي يسقط من الوسط (1) على السطح الفاصل مع الوسط (2)، فيكون معامل الانكسار النسبي من الوسط (1) إلى الوسط (2) هو .....



- (أ) 1.52 (ب) 1.48 (ج) 1.34 (د) 1.22

٢٧ \* يسقط شعاع ضوئي من الهواء على السطح الفاصل مع الزجاج بزاوية  $52^\circ$  فانحرف عن مساره بمقدار  $19^\circ$ ، فيكون معامل انكسار الزجاج .....

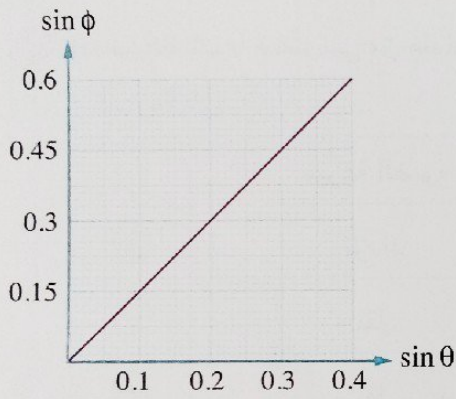
- ١) 0.83      ٢) 1.33      ٣) 1.45      ٤) 1.65

٢٨ إذا علمت أن معامل الانكسار المطلق للبنزين  $n_1 = 1.5$  ومعامل الانكسار المطلق للزجاج الصخري  $n_2 = 1.66$ ، فإن معامل الانكسار النسبي من البنزين إلى الزجاج الصخري  $(n_2/n_1)$  يساوي .....

- ١) 0.91      ٢) 1.1      ٣) 1.25      ٤) 1.5

٢٩ \* سقط شعاع ضوئي من الهواء مائلاً بزاوية  $50^\circ$  على سطح زجاجي، فإذا كانت سرعة الضوء في الهواء  $3 \times 10^8 \text{ m/s}$  وفي الزجاج  $1.92 \times 10^8 \text{ m/s}$ ، فإن زاوية انكسار الشعاع الضوئي في الزجاج تساوي .....

- ١)  $24.29^\circ$       ٢)  $29.34^\circ$       ٣)  $40^\circ$       ٤)  $50^\circ$



٣٠ \* الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين جيب زاوية

سقوط شعاع ضوئي في وسط شفاف ① وجيب زاوية انكساره في الوسط المنتقل إليه ②، فإذا كانت سرعة الضوء في الوسط ① هي  $2 \times 10^8 \text{ m/s}$ ، فإن :

١) معامل الانكسار النسبي من الوسط ① إلى الوسط ② يساوي .....

- ١) 1.5      ٢) 0.75      ٣) 1.93      ٤) 2

٢) سرعة الضوء في الوسط ② تساوي .....

- ١)  $2.33 \times 10^8 \text{ m/s}$       ٢)  $2 \times 10^8 \text{ m/s}$       ٣)  $1.5 \times 10^8 \text{ m/s}$       ٤)  $1.33 \times 10^8 \text{ m/s}$

٣١ عند انتقال شعاع من ضوء طوله الموجي  $\lambda$  وتردده  $\nu$  من الهواء إلى وسط شفاف معامل انكسار مادته  $n$ ، فإن تردد الضوء وطوله الموجي في الوسط هما .....

الطول الموجي للضوء في الوسط	تردد الضوء في الوسط	
$\lambda$	$\nu$	١)
$\frac{\lambda}{n}$	$\nu$	٢)
$\lambda n$	$\frac{\nu}{n}$	٣)
$\lambda$	$\nu n$	٤)

٢١ سقط شعاع من الضوء الأحمر من الهواء على سطح زجاجي، فإذا كان الطول الموجي للضوء الأحمر في الهواء  $7000 \text{ \AA}$  ومعامل انكسار الزجاج  $1.5$ ، فإن الطول الموجي للضوء الأحمر في الزجاج هو .....

١  $10500 \text{ \AA}$       ٢  $8564 \text{ \AA}$       ٣  $5543 \text{ \AA}$       ٤  $4667 \text{ \AA}$

٢٢ \* شعاع من ضوء طوله الموجي في الهواء  $700 \text{ nm}$  وفي الماء  $526 \text{ nm}$ ، فتكون سرعة الضوء في الماء هي (علمًا بأن:  $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$ )

١  $2.25 \times 10^8 \text{ m/s}$       ٢  $2 \times 10^8 \text{ m/s}$       ٣  $1.89 \times 10^8 \text{ m/s}$       ٤  $1.76 \times 10^8 \text{ m/s}$

٢٣ إذا كانت النسبة بين معامل الانكسار المطلق للوسط الأول ومعامل الانكسار المطلق للوسط الثاني هي  $\frac{2}{1}$ ، فتكون النسبة بين سرعة الضوء في الوسط الأول وسرعة الضوء في الوسط الثاني هي .....

١  $\frac{2}{1}$       ٢  $\frac{1}{2}$       ٣  $\frac{4}{1}$       ٤  $\frac{1}{4}$

٢٤ إذا سقط شعاع ضوئي من مادة معامل انكسارها  $1.2$  بزواوية حادة على السطح الفاصل مع مادة معامل انكسارها  $1.5$ ، فإن .....

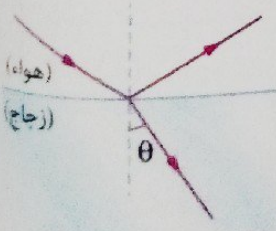
الشعاع الضوئي ينكسر	سرعة الضوء	
مقترَّبًا من العمود	تزداد	١
مقترَّبًا من العمود	تقل	٢
مبتعدًا عن العمود	تقل	٣
مبتعدًا عن العمود	تزداد	٤

٢٥ سقط شعاع ضوئي من الهواء على سطح مادة شفافة بزواوية سقوط  $45^\circ$ ، فإن زاوية الانكسار في المادة من الممكن أن تساوي .....

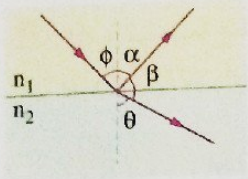
- ١  $37^\circ$       ٢  $60^\circ$   
٣  $75^\circ$       ٤  $90^\circ$

٢٦ في الشكل المقابل سقط شعاع ضوئي على لوح زجاجي معامل انكسار مادته  $1.5$  فكان الشعاعان المنعكس والمنكسر متعامدين، فإن زاوية الانكسار ( $\theta$ ) تساوي .....

- ١  $42.14^\circ$       ٢  $37.25^\circ$   
٣  $33.69^\circ$       ٤  $27.64^\circ$

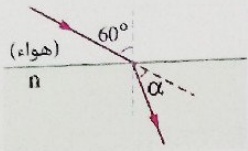






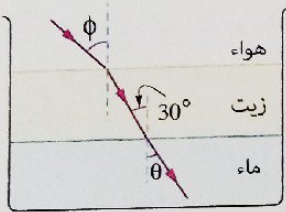
٢٨ في الشكل المقابل عند زيادة زاوية سقوط الشعاع الضوئي ( $\phi$ ) فإن الزاوية التي يقل مقدارها هي .....

- Ⓐ الزاوية  $\alpha$   
 Ⓑ الزاوية  $\beta$   
 Ⓒ الزاوية  $\theta$   
 Ⓓ جميعها



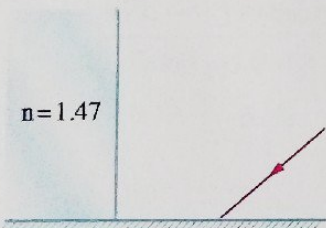
٣٩ في الشكل المقابل أي قيم معاملات الانكسار المطلق ( $n$ ) التالية تجعل قيمة الزاوية  $\alpha$  أكبر؟

- Ⓐ 1.2  
 Ⓑ 1.3  
 Ⓒ 1.4  
 Ⓓ 1.5



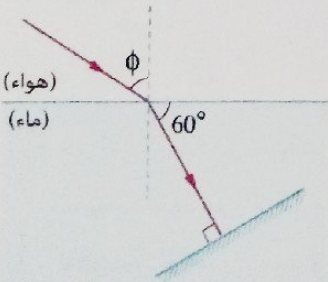
\* ٤٠ الشكل المقابل يوضح انتقال شعاع ضوئي من الهواء إلى الزيت ثم إلى الماء، فإذا كان معامل الانكسار المطلق للزيت 1.48 وللماء 1.33، فإن قيمة كل من  $\theta$ ،  $\phi$  هما .....

$\theta$	$\phi$	
33.81°	41.6°	Ⓐ
41.6°	41.6°	Ⓑ
33.81°	47.73°	Ⓒ
41.6°	47.73°	Ⓓ



٤١ الشكل المقابل يوضح لوح زجاجي موضوع عمودياً على سطح مرآة مستوية، فإذا سقط شعاع ضوئي من الهواء بزاوية سقوط  $50^\circ$  على سطح المرآة، فإن زاوية انكساره في الزجاج تكون .....

- Ⓐ  $51.6^\circ$   
 Ⓑ  $47.2^\circ$   
 Ⓒ  $35.8^\circ$   
 Ⓓ  $25.9^\circ$



\* ٤٢ في الشكل المقابل يمر شعاع ضوئي من الهواء إلى الماء ثم ينعكس بواسطة مرآة مستوية تحت سطح الماء، فإن :

(علماً بأن :  $n_{\text{ماء}} = 1.33$ )

(١) زاوية السقوط ( $\phi$ ) تساوي .....

- Ⓐ  $22.41^\circ$   
 Ⓑ  $30.58^\circ$   
 Ⓒ  $41.68^\circ$   
 Ⓓ  $60.12^\circ$

Ⓓ  $22.41^\circ$

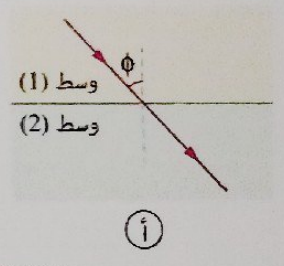
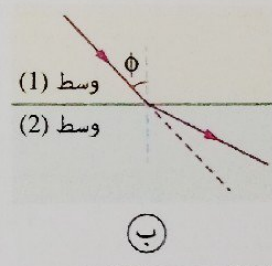
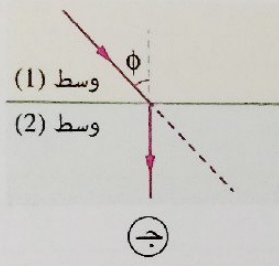
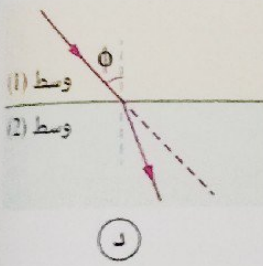
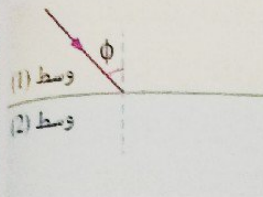
(٢) زاوية الانكسار عندما يغادر الشعاع الماء تساوي .....

- Ⓐ  $60^\circ$   
 Ⓑ  $41.68^\circ$

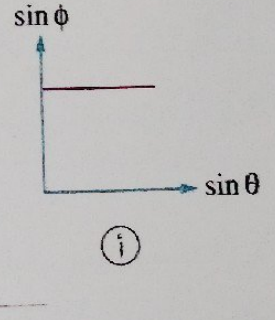
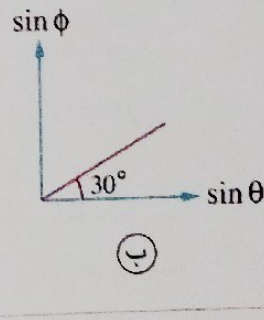
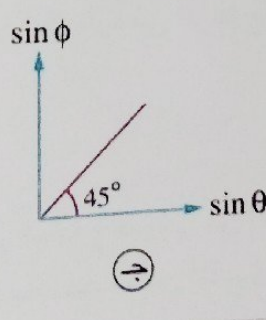
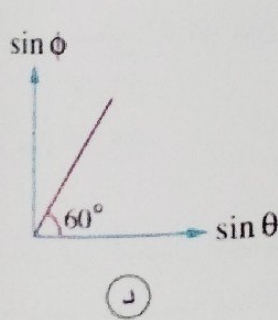
\* سقط شعاع ضوئي من الهواء على أحد أوجه متوازي مستطيلات من الزجاج معامل انكساره 1.53 وحت بزاوية 50° من الوجه المقابل إلى الهواء، فإن .....

زاوية الانكسار داخل متوازي المستطيلات	زاوية السقوط في الهواء	
30°	40°	أ
45°	40°	ب
30°	50°	ج
45°	50°	د

في الشكل المقابل يسقط شعاع ضوئي يسقط بزاوية  $\phi$  على السطح الفاصل بين الوسطين (1)، (2)، فإذا كانت النسبة بين الطول الموجي للضوء الساقط في كل من الوسطين  $\left(\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{3}{2}\right)$ ، فإن الشكل الذي يمثل المسار الصحيح للشعاع هو الشكل .....



إذا انتقل شعاع ضوئي من وسط معامل انكساره  $n_1$  إلى وسط آخر معامل انكساره  $n_2$  وكان  $n_2 > n_1$ ، فعند تمثيل العلاقة بين  $\sin \theta$ ،  $\sin \phi$  بيانياً بنفس مقياس الرسم، يكون التمثيل البياني المناسب هو .....



في الشكل المقابل يسقط شعاع ضوئي من الهواء على سطح نصف كرة من الزجاج عند مركزها، فإذا علمت أن معامل انكسار الزجاج يساوي 1.5، فإن زاوية خروج الشعاع الضوئي من الزجاج تساوي .....

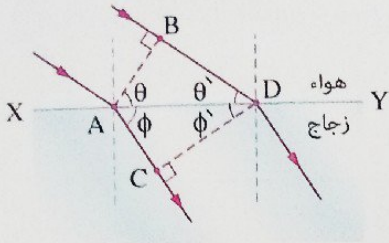


أ 0°

ب 30°

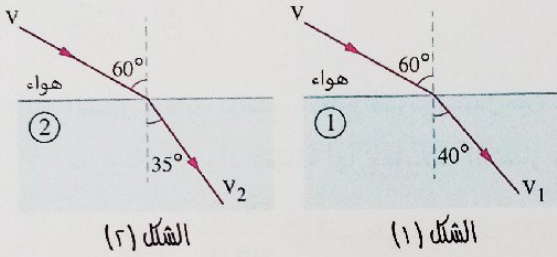
ج 45°

د 60°



\* في الشكل المقابل تمر موجة ضوئية من الهواء إلى الزجاج عبر السطح الفاصل XY، فإذا كان AB يمثل صدر الموجة الساقطة وCD يمثل صدر الموجة المنكسرة، فإن معامل انكسار الزجاج يساوي .....

- أ)  $\frac{\sin \theta}{\sin \theta'}$   
 ب)  $\frac{\sin \phi}{\sin \theta}$   
 ج)  $\frac{\sin \theta}{\sin \phi}$   
 د)  $\sin \phi \sin \theta'$



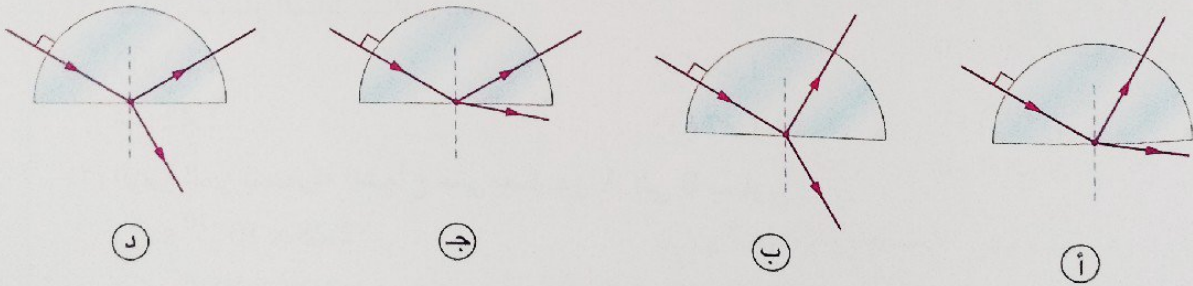
الشكل (١) يوضح سقوط شعاع ضوئي من الهواء على السطح الفاصل مع وسط (١)، فإذا تم تغيير الوسط (١) بوسط آخر (٢) كما في الشكل (٢) فإن .....

الشكل (٢)

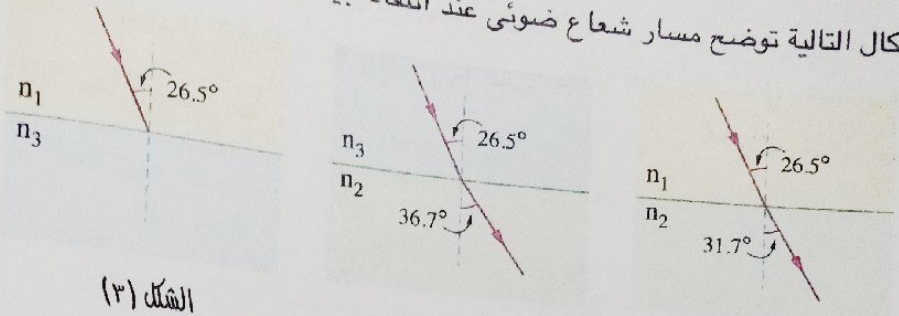
الشكل (١)

العلاقة بين سرعة الضوء في الوسطين	العلاقة بين معاملي انكسار الوسطين	
$v_1 > v_2$	$n_1 > n_2$	أ
$v_1 < v_2$	$n_1 > n_2$	ب
$v_1 > v_2$	$n_1 < n_2$	ج
$v_1 < v_2$	$n_1 < n_2$	د

شعاع ضوء أحمر اللون سقط عمودياً من الهواء على سطح نصف كرة زجاجية، أي الأشكال التالية يعبر عن المسار الصحيح للشعاع الضوئي؟



كل من الأشكال التالية توضح مسار شعاع ضوئي عند انتقاله بين وسطين،



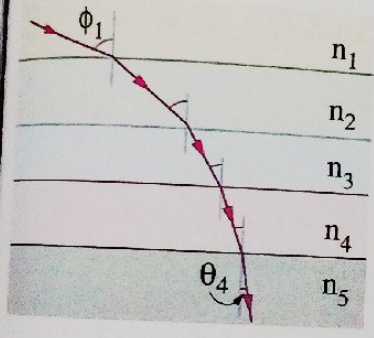
الشكل (٣)

الشكل (٢)

الشكل (١)

باستخدام الزوايا المسجلة في تلك الأشكال تكون زاوية انكسار الشعاع الضوئي في الشكل (٣) تساوي

أ 41.7°  
 ب 30.5°  
 ج 23.1°  
 د 18.6°



الشكل المقابل يوضح شعاع ضوئي ينتقل بين سلسلة طبقات متوازية من مواد شفافة لها معاملات انكسار مختلفة، فإن :

(١) النسبة  $\frac{\sin \phi_1}{\sin \theta_4}$  تتوقف على معاملات الانكسار .....

- أ  $n_5, n_1$  فقط  
 ب  $n_4, n_3, n_2$  فقط  
 ج  $n_5, n_4, n_3, n_2, n_1$   
 د  $n_2, n_1$  فقط

(٢) الوسط الذي تكون فيه سرعة الضوء أكبر من سرعته في الأوساط الأخرى هو .....

- أ 1  
 ب 2  
 ج 3  
 د 4

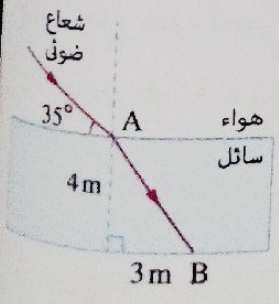
\* الشكل المقابل يوضح شعاع ضوئي ينتقل من الهواء إلى طبقة من سائل سمكها 4 m، فإذا علمت أن سرعة الضوء في الهواء تساوي  $3 \times 10^8$  m/s فإن :

(١) معامل انكسار السائل يساوي .....

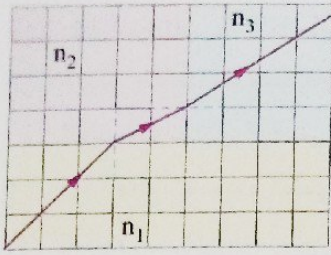
- أ 1.53  
 ب 1.49  
 ج 1.42  
 د 1.37

(٢) الزمن الذي يستغرقه الشعاع حتى يصل من A إلى B يساوي .....

- أ  $2.28 \times 10^{-10}$  s  
 ب  $114 \times 10^{-8}$  s  
 ج  $2.28 \times 10^{-8}$  s  
 د  $114 \times 10^{-10}$  s



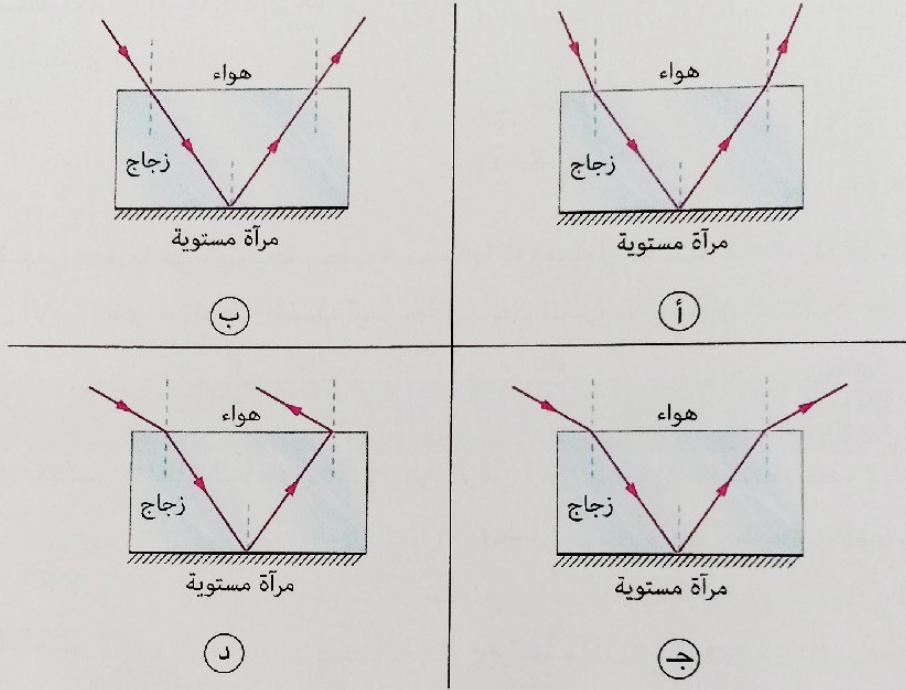
\* الشكل المقابل يوضح  
 عبر ثلاثة أوساط شفافة  
 فيكون الترتيب الصحيح  
 $n_1 > n_2 > n_3$  (أ)  
 $n_2 > n_1 > n_3$  (ب)  
 إذا انتقل شعاع ضوئي  
 فإن الشكل الذي يعبر  
 الشكل المقابل يوضح  
 أوساط شفافة مختلفة  
 معاملات الانكسار  
 $n_1 > n_2$   
 $n_2 > n_3$   
 $n_1 > n_3$   
 $n_2 > n_1$   
 $n_3 > n_1$   
 $n_3 > n_2$



\* الشكل المقابل يمثل مسار شعاع ضوئي بمقياس رسم معين عبر ثلاثة أوساط شفافة معاملات انكسارها  $n_3$  ،  $n_2$  ،  $n_1$  فيكون الترتيب الصحيح لمعاملات الانكسار هو .....

- أ  $n_1 > n_2 > n_3$   
 ب  $n_3 > n_1 > n_2$   
 ج  $n_2 > n_1 > n_3$   
 د  $n_2 > n_3 > n_1$

٥٤ إذا انتقل شعاع ضوئي أحادي اللون من الهواء إلى متوازي مستطيلات من الزجاج ووضعت أسفله مرآة مستوية، فإن الشكل الذي يعبر عن المسار الصحيح لهذا الشعاع هو .....



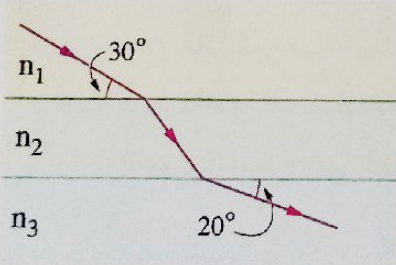
٥٥ الشكل المقابل يوضح انتقال شعاع ضوئي خلال ثلاثة أوساط شفافة مختلفة، فتكون العلاقة بين :

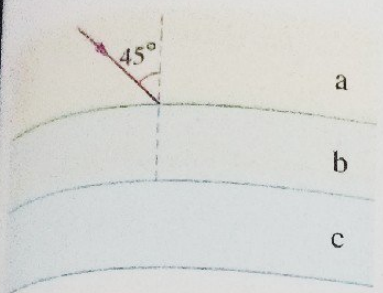
(١) معاملات الانكسار المطلقة لهذه الأوساط هي .....

- أ  $n_3 > n_1 > n_2$   
 ب  $n_1 > n_2 > n_3$   
 ج  $n_2 > n_1 > n_3$   
 د  $n_2 > n_3 > n_1$

(٢) سرعة الضوء في الأوساط الثلاثة هي .....

- أ  $v_1 > v_2 > v_3$   
 ب  $v_2 < v_1 < v_3$   
 ج  $v_1 > v_3 > v_2$   
 د  $v_3 < v_1 < v_2$





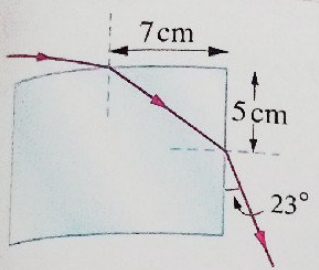
56 \* في الشكل المقابل سقط شعاع ضوئي ليمر خلال ثلاثة أوساط شفافة مختلفة  $a, b, c$ ، فإذا كانت سرعة الضوء في الوسط  $a$  تعادل 1.4 من سرعته في الوسط  $b$ ، فإن زاوية سقوط الشعاع الضوئي على السطح الفاصل بين الوسطين  $b, c$  تساوي .....

د  $81.87^\circ$

ج  $59.7^\circ$

ب  $34.30^\circ$

أ  $30.34^\circ$



57 \* الشكل المقابل يوضح مسار شعاع ضوئي خلال متوازي مستطيلات من الزجاج، فإن معامل الانكسار المطلق للزجاج يساوي .....

ب 1.67

أ 1.63

د 1.58

ج 1.41

58 يمر شعاع ضوئي عمودياً في شريحة زجاجية سُمكها  $d$  ومعامل انكسارها  $n$ ، إذا كانت سرعة الضوء في الفراغ  $c$ ، فإن الزمن الذي يستغرقه الضوء ليمر خلال سُمك الشريحة يساوي .....

د  $\frac{c}{nd}$

ج  $\frac{dc}{n}$

ب  $\frac{d}{nc}$

أ  $\frac{nd}{c}$

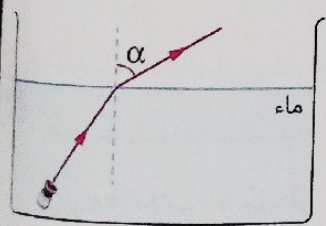
59 إذا كان معامل الانكسار المطلق للماء هو 1.33، فإن الزمن الذي يستغرقه الضوء ليقطع مسافة 20 m في الماء هو .....

ب  $1.13 \times 10^{-7} \text{ s}$

أ  $8.87 \times 10^{-8} \text{ s}$

د  $4.52 \times 10^{-9} \text{ s}$

ج  $2.25 \times 10^{-8} \text{ s}$



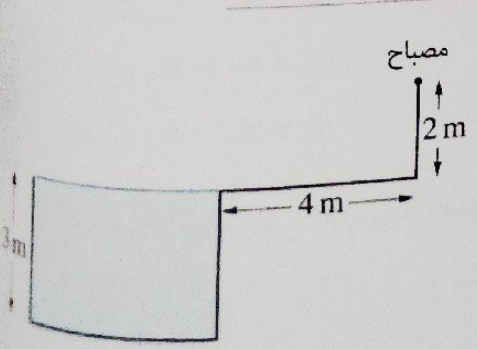
60 في الشكل المقابل عبر شعاع ضوئي من الماء للهواء وخرج بزاوية  $\alpha$ ، فإذا تم إضافة سائل شفاف لا يمتزج بالماء كثافته أقل من كثافة الماء ببطء بحيث يطفو على سطح الماء فإن زاوية خروج الشعاع إلى الهواء .....

د لا تتغير

ج قد تزداد وقد تقل

ب تقل

أ تزداد



61 \* في الشكل المقابل حوض سباحة عمقه 3 m مملوء تماماً بماء معامل انكساره  $\frac{4}{3}$ ، وُضع مصباح على عمود ارتفاعه 2 m ويبعد 4 m عن حافة الحوض ليضيء قاع الحوض، فإن طول الجزء المظلم من قاع الحوض يساوي .....

ب 1.07 m

أ 2 m

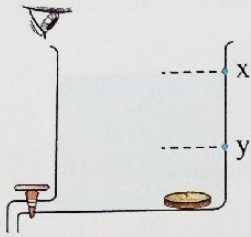
د 3.32 m

ج 2.71 m

\* سقط شعاع ضوئي بزاوية سقوط  $30^\circ$  على السطح الفاصل بين الهواء وقرنية عين شخص والتي معامل انكسارها 1.4، فإذا سبج هذا الشخص تحت سطح الماء، فإن زاوية سقوط الضوء من الماء على قرنية عين الشخص التي تجعل الضوء ينكسر كما لو كان الشخص في الهواء تساوي .....

(علمًا بأن : معامل انكسار الماء = 1.33)

- 19.82° (أ)      22.08° (ب)      22.92° (ج)      29.9° (د)

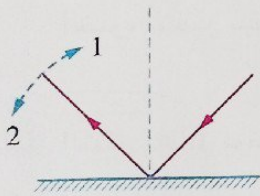


الشكل المقابل يوضح شخص ينظر بثبات إلى عملة معدنية موضوعة عند قاع إناء به ماء يصل إلى المستوى  $x$  فتبدو له العملة عند موضع معين (a)، عند السماح للماء بالخروج تدريجياً من الإناء حتى يصل سطحه إلى المستوى  $y$ ، فإن الشخص يرى صورة العملة .....

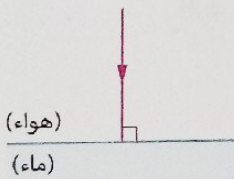
- أ) ترتفع تدريجياً إلى أعلى  
ب) تنخفض تدريجياً إلى أسفل  
ج) ثابتة عند قاع الإناء  
د) تظل ثابتة عند موضعها (a)

## أسئلة المقال

### ثانياً



الشكل المقابل يوضح انعكاس شعاع ضوئي، فإذا زادت زاوية سقوط الشعاع الضوئي، فهل يغير الشعاع المنعكس مساره الموضح بالشكل؟ وإذا غير الشعاع مساره ففي أي اتجاه يحدث هذا؟ فسر إجابتك.



الشكل المقابل يوضح سقوط شعاع ضوئي من الهواء عمودياً على السطح الفاصل مع الماء، أوجد قيمة زاوية الانكسار، مع تفسير إجابتك.

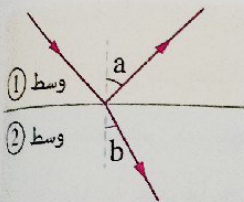
إذا انتقل شعاع ضوئي من وسط معامل انكساره  $n_1$  إلى وسط آخر معامل انكساره  $n_2$ ، بيّن بالرسم مسار الشعاع الضوئي خلال الوسيطين إذا كان :

- (١)  $n_2 < n_1$   
(٢)  $n_2 > n_1$

٤ فسر العبارات التالية :

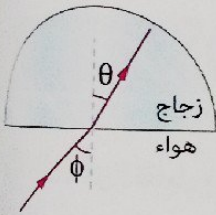
- (١) تسهل رؤية صورتك المنعكسة على زجاج نافذة حجرة مضيئة ليلاً عندما يكون خارج زجاج الحجرة ظلام شديد في حين يصعب تحقيق ذلك نهاراً عندما يكون خارج زجاج الحجرة مضيئاً.
- (٢) معامل الانكسار المطلق لأي وسط أكبر دائماً من الواحد الصحيح بينما معامل الانكسار النسبي بين وسطين قد يكون أقل أو أكبر من الواحد الصحيح.

٥ عند انتقال موجة ضوئية من وسط ① إلى وسط ② حيث إن النسبة بين معاملي الانكسار المطلق للوسطين  $(\frac{n_2}{n_1} > 1)$ ، ماذا يحدث لكل من تردد الموجة وسرعتها وطولها الموجي ؟

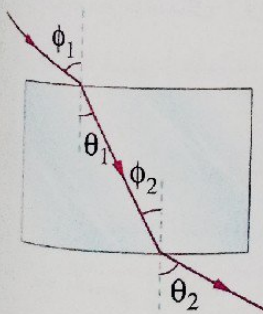


٦ الشكل المقابل يوضح انتقال موجة ضوئية بين وسطين ①، ②، ماذا يحدث لكل من الزاوية a والزاوية b بزيادة زاوية سقوط الموجة ؟

٧ الشكل المقابل يوضح شعاع ضوئي أحمر اللون يسقط على نصف قرص زجاجي، هل تختلف زاوية الانكسار في الزجاج عند سقوط ضوء أزرق بدلاً من الضوء الأحمر بنفس الزاوية ؟ مع تفسير إجابتك.



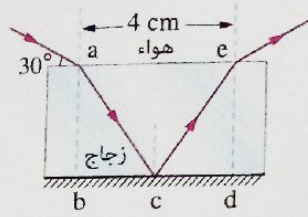
٨ الشكل المقابل يوضح مسار شعاع ضوئي يسقط من الهواء على متوازي مستطيلات من الزجاج، أثبت أن  $\phi_1 = \theta_2$



٩ الشكل المقابل يوضح مسار شعاعين ضوئيين يلتقيان في نقطة على حائل رأسي، فإذا وُضع لوح زجاجي أمام الحائل وموازيًا له بحيث يعترض مسار الشعاعين، فهل يتقابل الشعاعان على الحائل ؟ مع تفسير إجابتك.

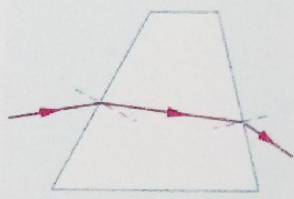




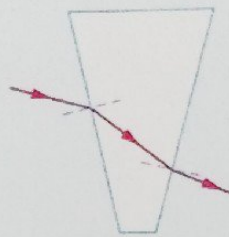


الشكل المقابل يمثل مسار شعاع ضوئي ساقط على متوازي مستطيلات من الزجاج معامل انكساره المطلق  $\sqrt{3}$  موضوع فوق مرآة مستوية حتى نفاذه مرة أخرى للهواء، فما قيمة سُمك متوازي المستطيلات  $ab$  أو  $ed$ ؟

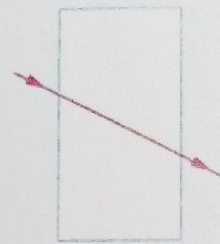
ادرس الأشكال التالية، ثم أجب :



(١)



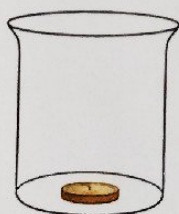
(٢)



(٣)

أى من هذه الأشكال يمثل :

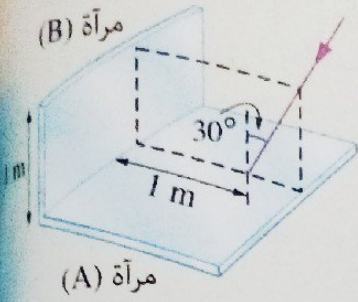
- (١) سقوط شعاع ضوئي من سائل معامل انكساره 1.5 إلى زجاج معامل انكساره 1.5
- (٢) سقوط شعاع ضوئي من سائل معامل انكساره 1.3 إلى زجاج معامل انكساره 1.5
- (٣) سقوط شعاع ضوئي من سائل معامل انكساره 1.6 إلى زجاج معامل انكساره 1.5



في الشكل المقابل عملتين معدنيتين تم وضع كل منهما في كوب أحدهما به ماء والآخر فارغ، إذا نظرت إلى الكوبين بنفس زاوية الميل فإنك ترى جزء من العملة الموضوعة في الكوب الذي به ماء ولا ترى العملة الموجودة بالكوب الفارغ، فسر ذلك.

## أنماط جديدة من الأسئلة

١ اختر إجابتين من بين الإجابات المعطاة :



(١) الشكل المقابل يمثل مرآتين مستويتين متعامدين A ، B ، يسقط شعاع

ضوئي بزاوية سقوط  $30^\circ$  على المرآة A ، فإن الشعاع .....

أ) ينعكس عن المرآة (A) بزاوية انعكاس  $30^\circ$

ب) يسقط على المرآة (B) بزاوية سقوط  $30^\circ$

ج) يسقط على المرآة (B) بزاوية سقوط  $60^\circ$

د) ينعكس عن المرآة (B) بزاوية انعكاس  $90^\circ$

هـ) لا يسقط على المرآة (B)

(٢) ضوء سرعته  $v_1$  وطوله الموجي  $\lambda_1$  وتردده  $\nu_1$  في وسط معامل انكساره  $n_1$  ينتقل إلى وسط آخر معامل

انكساره  $n_2$  حيث  $n_2 > n_1$  ، فإن .....

ب) تردده يصبح  $\frac{n_1}{n_2} \nu_1$

أ) سرعته تصبح  $\frac{n_1}{n_2} v_1$

د) سرعته تصبح  $\frac{n_2}{n_1} \nu_1$

ج) طوله الموجي يصبح  $\frac{n_1}{n_2} \lambda_1$

هـ) طوله الموجي يصبح  $\frac{n_2}{n_1} \lambda_1$

٢ ضع أمام كل عبارة من العبارات الآتية رقم الظاهرة المعبرة عنها :

٢ ظاهرة الانكسار

١ ظاهرة الانعكاس

(١) يحدث فيها تغير في سرعة الضوء

(٢) يكون مسار الشعاع في نفس الوسط قبل وبعد حدوث الظاهرة

(٣) الزاوية التي يصنعها الشعاع مع العمود المقام على السطح بعد حدوث الظاهرة يساوي دائماً زاوية سقوط الشعاع على هذا السطح

(٤) الزاوية التي يصنعها الشعاع مع العمود المقام على السطح بعد حدوث الظاهرة يساوي أحياناً زاوية سقوط الشعاع على هذا السطح

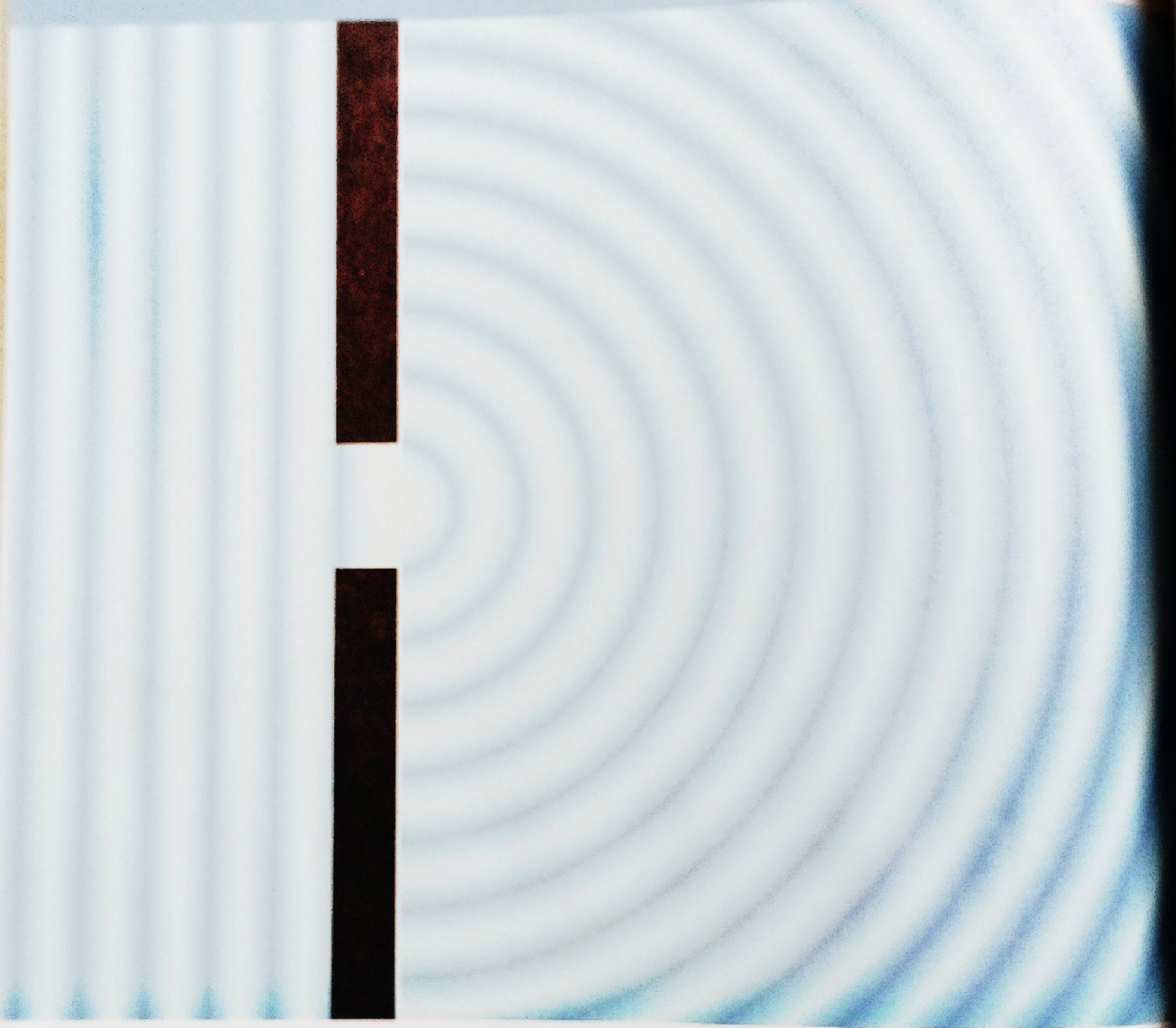
(٥) في هذه الظاهرة قد لا يتغير مسار الشعاع

(٦) في هذه الظاهرة قد يغير الشعاع مساره بزاوية  $180^\circ$

في هذا الدرس  
تدخل الضوء  
تدخل الضوء  
حسود الضوء

• حيود الضوء

• تداخل الضوء



في هذا الدرس سوف نتعرف :

• تداخل الموجات

• تداخل الضوء

• حيود الضوء

## تداخل الموجات

تحدث ظاهرة تداخل الموجات عند تقابل موجتان تنتشران في نفس الوسط وصادرتان من مصدرين مترابطين (مصادر يصدر عنها موجات لها نفس التردد والطول الموجي والطور) وينتج عن ذلك :

انعدام لشدة الموجتين في بعض  
المواقع الأخرى «تداخل هدام»

تقوية لشدة الموجتين في بعض  
المواقع «تداخل بناء»

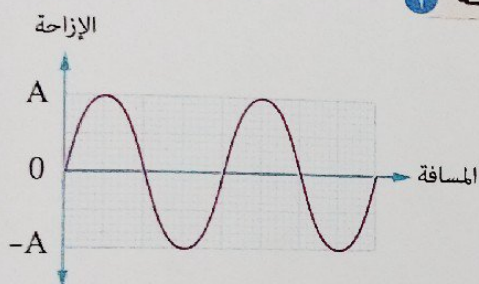
نتيجة

تقابل قمة من إحدى الموجتين مع قاع  
من الموجة الأخرى

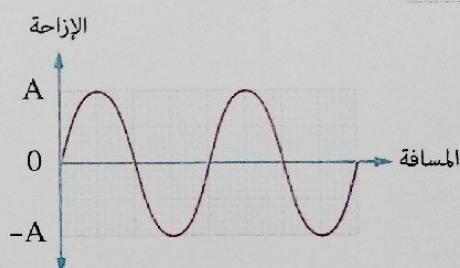
تقابل قمة من إحدى الموجتين مع قمة من الموجة الأخرى  
أو قاع من إحدى الموجتين مع قاع من الموجة الأخرى

ويمكن تمثيل ذلك بيانياً كالتالي

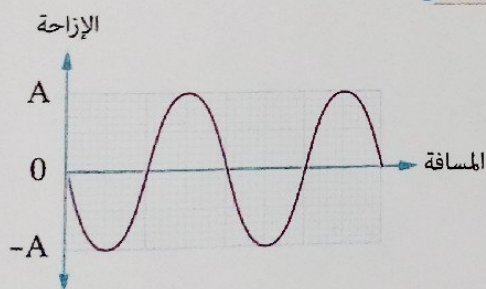
موجة 1



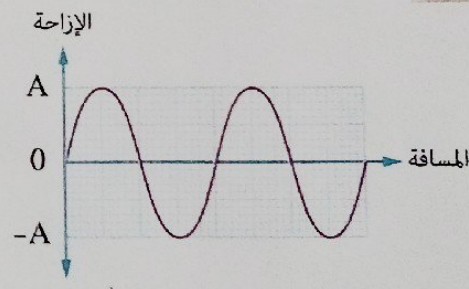
موجة 1



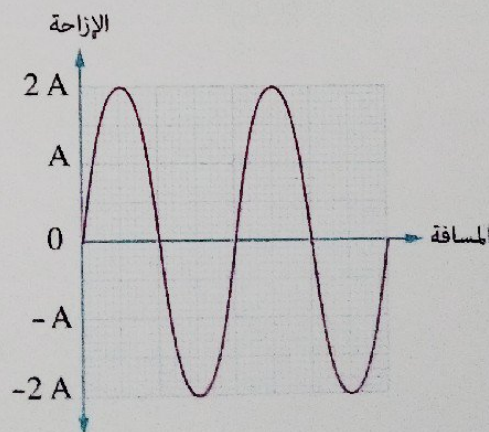
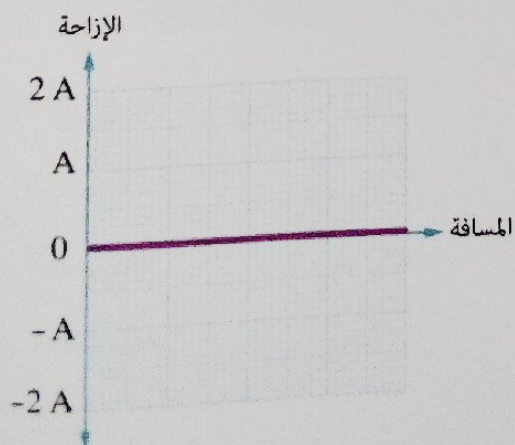
موجة 2



موجة 2



محصلة التداخل



رابعا **تداخل الضوء** Light Interference

للتعرف على ظاهرة التداخل في الضوء نجرى التجربة التالية :

**تجربة عملية : الشق المزدوج لتوماس يونج**

الفرض منها :

- (١) توضيح ظاهرة التداخل في الضوء.
- (٢) تعيين الطول الموجي لضوء أحادي اللون.

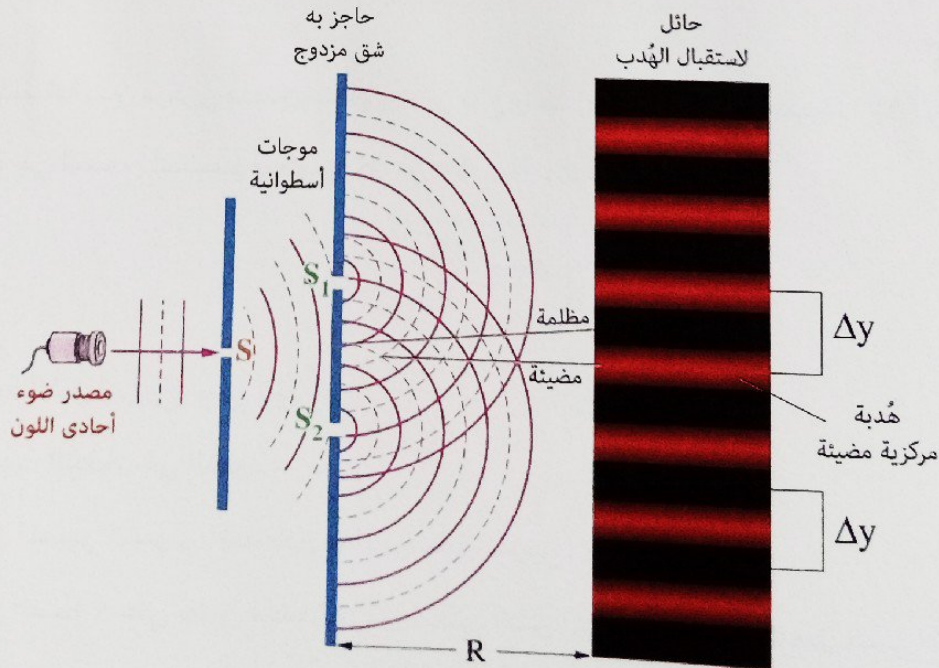
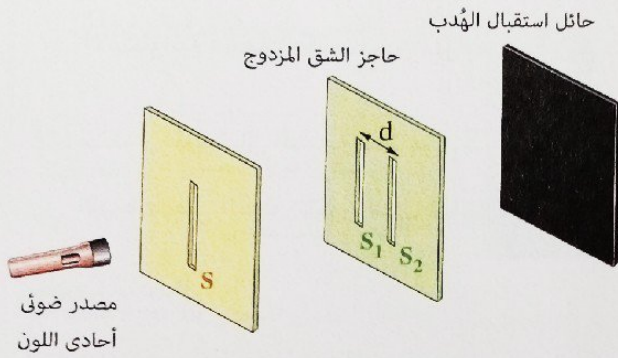
الأدوات المستخدمة :

- (١) مصدر ضوئي أحادي اللون حتى تكون موجات الضوء المتداخلة نفس الطول الموجي.
- (٢) حاجز به فتحة ضيقة مستطيلة (S) على بُعدين متساويين من الفتحتين ( $S_1$  ،  $S_2$ ) والحاجز على بُعد مناسب من المصدر الضوئي.

- (٣) حاجز به فتحتان ضيقتان مستطيلتان ( $S_1$  ،  $S_2$ ) تعملان كشق مزدوج والبُعد بينهما (d).
- (٤) حائل لاستقبال الهدب.

شرح التجربة :

الشكل التالي يوضح رسم تخطيطي لتجربة توماس يونج حيث :



(١) عند تشغيل المصدر الضوئي تمر موجات الضوء من الفتحة  $S$  على شكل موجات أسطوانية، بحيث يمثل :

- القوس المتصل ( قمة الموجة.

- القوس المتقطع ( قاع الموجة.

(٢) عندما تصل موجات الضوء إلى الشق المزدوج (الفتحتان  $S_1$  ،  $S_2$ ) يتم ضبط الفتحتان على نفس صدر الموجة الأسطوانية فتعملان كمصدرين مترابطين أى تصدران موجتان لهما نفس التردد والسعة والطور.

(٣) تنتشر الموجتان الصادرتان من  $S_1$  ،  $S_2$  في اتجاه الحائل الأخير (حائل استقبال الهدب)، وعندما تتراكب الموجات على الحائل تتكون هُذب تداخل.

### هُذب التداخل

مناطق مضيئة تتخللها مناطق مظلمة تنتج من تراكب موجات الضوء الصادرة من مصدرين مترابطين.

مما سبق يمكن تعريف ظاهرة تداخل الضوء كالتالي :

### تداخل الضوء

ظاهرة تراكب موجات الضوء الصادرة عن مصدرين مترابطين ينتج عنه تقوية في شدة الضوء في بعض المواضع (هُذب مضيئة) وانعدام لشدة الضوء في مواضع أخرى (هُذب مظلمة).

(٤) تقاس المسافة بين مركزي هُذبين متتاليين من نوع واحد (مضيئتين أو مظلمتين) ( $\Delta y$ ) وبذلك يمكن تعيين

الطول الموجي للضوء المستخدم بمعلومية كل من  $\Delta y$  ،  $R$  ،  $d$  من العلاقة :


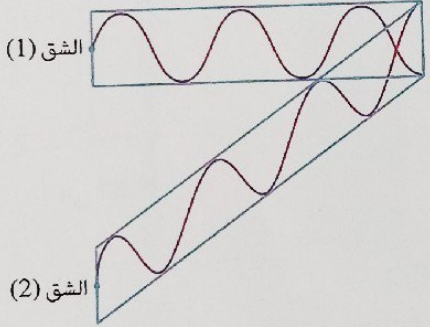
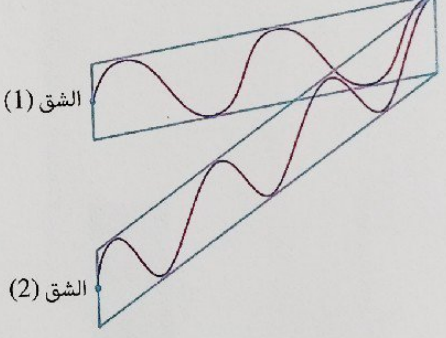
$$\Delta y = \frac{\lambda R}{d}$$

وبدراسة تجربة الشق المزدوج ليونج نجد أن :

(١) شروط حدوث التداخل في الضوء :

- أن يكون المصدر الضوئي المستخدم أحادي الطول الموجي.

- أن تكون الفتحة  $S$  على بُعدين متساويين من فتحتي الشق المزدوج  $S_1$  ،  $S_2$  فيعمل الشق المزدوج كمصدرين ضوئيين مترابطين.

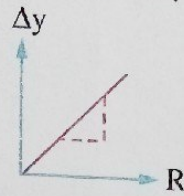
<p><b>تداخل هدام</b></p> <p>مناطق مظلمة تُعرف بالهُدب المظلمة تتكون عند تداخل قمة مع قاع</p>		<p><b>تداخل بناء</b></p> <p>مناطق مضيئة تُعرف بالهُدب المضيئة تتكون عند تداخل قمة مع قمة أو قاع مع قاع</p> <p><b>ينتج عنه</b></p>
<p>أن يكون فرق المسار بين موجتي الضوء المتداخلتين <math>\lambda = (m + \frac{1}{2}) \lambda</math></p> <p>حيث : (m) عدد صحيح (صفر أو 1 أو 2 أو .....), (λ) الطول الموجي للضوء المستخدم</p>		<p>أن يكون فرق المسار بين موجتي الضوء المتداخلتين <math>m\lambda</math></p> <p><b>شرط الحدوث</b></p>
<p>(1) الشق</p>  <p>(2) الشق</p>	<p>(1) الشق</p>  <p>(2) الشق</p> <p><b>التمثيل</b></p>	

## العوامل التي تتوقف عليها المسافة بين مركزي هذبتين متتاليتين من نفس النوع

١

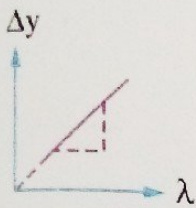
المسافة بين حائل استقبال الهدب وحاجز الشقين «علاقة طردية».

$$\text{slope} = \frac{\Delta(\Delta y)}{\Delta R} = \frac{\lambda}{d}$$



الطول الموجي للضوء المستخدم «علاقة طردية».

$$\text{slope} = \frac{\Delta(\Delta y)}{\Delta \lambda} = \frac{R}{d}$$

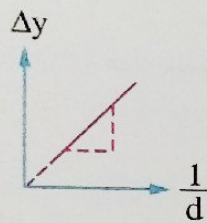


$$\Delta y = \frac{\lambda R}{d}$$

٢

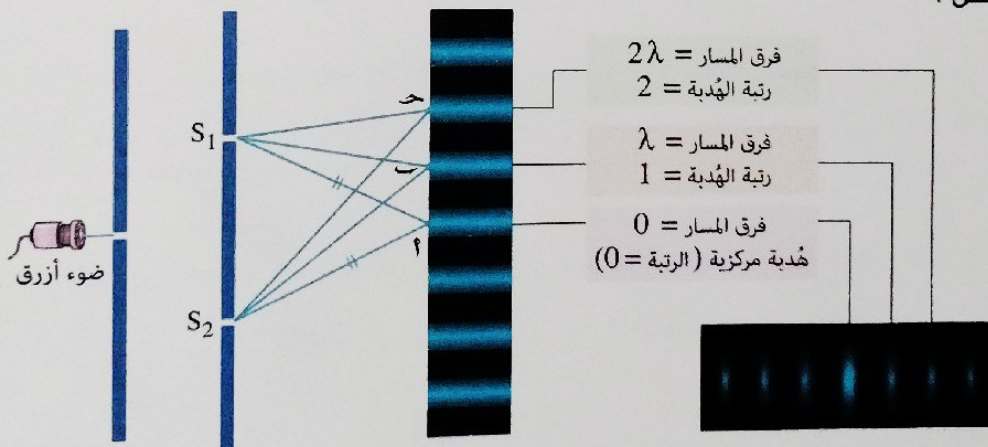
المسافة بين الشقين «علاقة عكسية».

$$\text{slope} = \frac{\Delta(\Delta y)}{\Delta(\frac{1}{d})} = \lambda R$$



### ملاحظات

(١) في الشكل :



- تمثل النقطة أ مركز الهدبة المركزية «دائمًا مضيئة». ويكون :

مسار الموجة الأولى الصادرة عن  $S_1$  = مسار الموجة الثانية الصادرة عن  $S_2$

- تمثل النقطة ب مركز الهدبة المضيئة الأولى. ويكون :

مسار الموجة الأولى الصادرة عن  $S_1$  > مسار الموجة الثانية الصادرة عن  $S_2$  بمقدار  $\lambda$

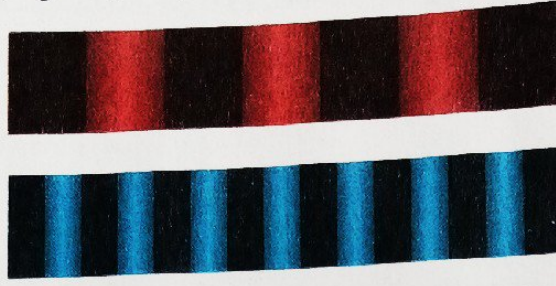
- تمثل النقطة ح مركز الهدبة المضيئة الثانية. ويكون :

مسار الموجة الأولى الصادرة عن  $S_1$  > مسار الموجة الثانية الصادرة عن  $S_2$  بمقدار  $2\lambda$

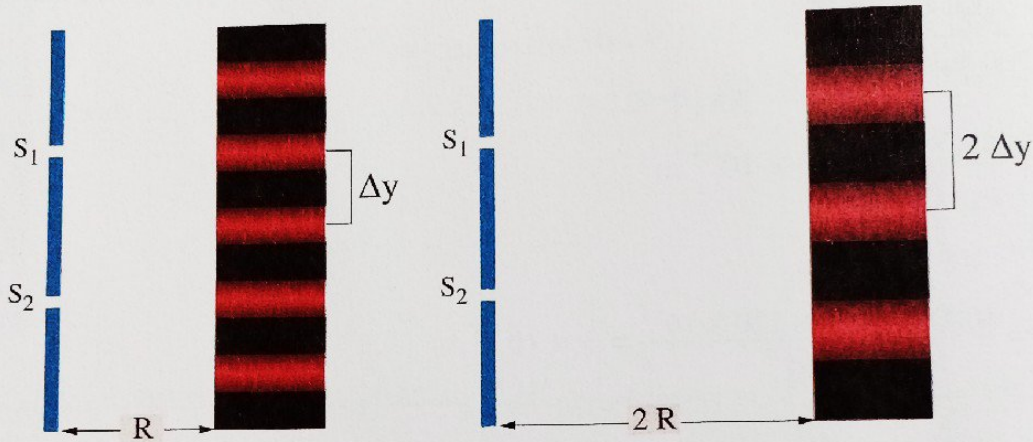
وهكذا يمكن تحديد فرق المسار بين الموجتين المتداخلتين عند مراكز باقى الهدب المضيئة.



(٢) في تجربة الشق المزدوج ليونج يفضل استخدام ضوء طوله الموجي كبير نسبياً حتى تكون المسافة بين هُذب التداخل كبيرة نسبياً وبذلك يكون التداخل أكثر وضوحاً كما بالشكل التالي حيث  $(\lambda_b < \lambda_r)$ .



(٣) عند زيادة المسافة بين حاجز الشق المزدوج وحائل استقبال الهُذب (R) تزداد المسافة بين هُذب التداخل تبعاً للعلاقة  $(\Delta y = \frac{\lambda R}{d})$  كما بالشكل التالي :



### مثال ١

في تجربة الشق المزدوج إذا كانت المسافة بين الفتحتين المستطيلتين الضيقتين 0.15 mm والمسافة بين حاجز الشق المزدوج والحائل المُعد لاستقبال الهُذب 75 cm والمسافة بين مركزي هُدبتين مضيئتين متتاليتين 0.3 cm، احسب الطول الموجي للضوء أحادي اللون المستخدم.

الحل

$$d = 0.15 \text{ mm} \quad R = 75 \text{ cm} \quad \Delta y = 0.3 \text{ cm} \quad \lambda = ?$$

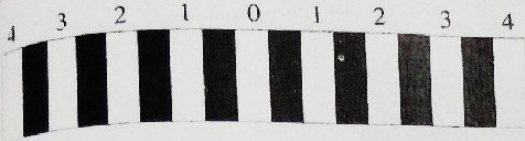
$$\Delta y = \frac{\lambda R}{d}$$

$$\lambda = \frac{d \Delta y}{R} = \frac{0.15 \times 10^{-3} \times 0.3 \times 10^{-2}}{75 \times 10^{-2}} = 6 \times 10^{-7} \text{ m} = 6000 \text{ \AA}$$

تم إبعاد الحائل عن حاجز الشق المزدوج، ماذا يحدث للمسافة بين مركزي كل هُدبتين مظلمتين؟

ماذا لو

## مثال ٢



الشكل المقابل يعبر عن هُذب التداخل في تجربة الشق المزدوج، فإذا كانت المسافة بين مركز الهدبة المركزية (0) ومركز الهدبة المضيئة الرابعة (4) هي  $0.8 \text{ cm}$  والطول الموجي للضوء المستخدم  $5000 \text{ \AA}$  والمسافة بين حاجز الشق المزدوج والحائل  $120 \text{ cm}$ ، احسب المسافة بين الشقين.

الحل

$$x = 0.8 \text{ cm} \quad N = 4 \quad \lambda = 5000 \text{ \AA} \quad R = 120 \text{ cm} \quad d = ?$$

وسيلة مساعدة

لحساب المسافة بين مركزى هُذبين متماثلتين  $(\Delta y)$  بمعلومية المسافة بين مركزى أى هُذبين نستخدم العلاقة التالية:

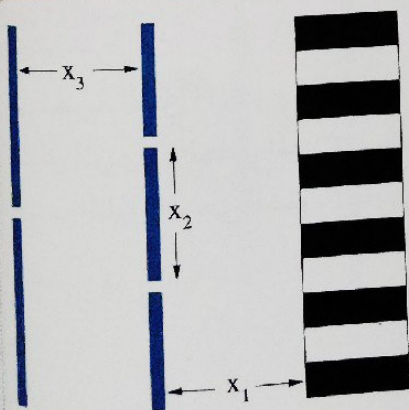
$$\Delta y = \frac{x \text{ (المسافة الكلية)}}{N \text{ (عدد الهُذب)}}$$

$$\Delta y = \frac{x}{N} = \frac{0.8 \times 10^{-2}}{4} = 2 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$\Delta y = \frac{\lambda R}{d}$$

$$d = \frac{\lambda R}{\Delta y} = \frac{5000 \times 10^{-10} \times 120 \times 10^{-2}}{2 \times 10^{-3}} = 3 \times 10^{-4} \text{ m}$$

## مثال ٣



الشكل المقابل يوضح نموذج لتجربة الشق المزدوج ليونج، فما المسافة الموضحة على الشكل التي يؤدي تقليها إلى زيادة وضوح التداخل؟

- (أ)  $x_1$       (ب)  $x_2$   
(ج)  $x_3$       (د)  $x_1, x_2$

الحل

بإنقاص المسافة بين الفتحتين الضيقتين المستطيلتين ( $d = x_2$ ) تزداد المسافة بين مركزى كل هُذبين متماثلتين  $(\Delta y)$  طبقاً للعلاقة  $(\Delta y = \frac{\lambda R}{d})$  فيزداد وضوح التداخل.

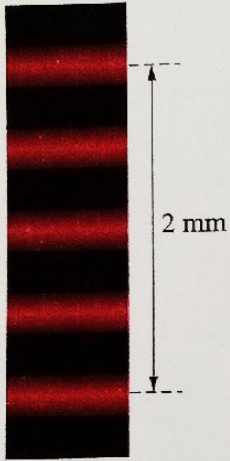
∴ الاختيار الصحيح هو (ب)

## اختبر نفسك

مجاب عنها

١ \* سقط ضوء أحادي اللون طول الموجي  $66 \times 10^{-8} \text{ m}$  على شق مزدوج وكانت المسافة بين الفتحتين المستطيلتين  $11 \times 10^{-4} \text{ m}$  والمسافة الفاصلة بين حائل استقبال الهدب وحاجز الشق المزدوج  $1 \text{ m}$ ، المسافة بين مركزي هُديتين متتاليتين من نفس النوع.

٢ اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة،



(١) الشكل المقابل يعبر عن هُدي التداخل في تجربة الشق المزدوج ليونج عند استخدام ضوء ذو طول موجي  $\lambda$ ، فإذا تم استخدام ضوء ذو طول موجي  $1.5 \lambda$  فإن المسافة بين مركزي الهدبة المركزية والهدبة المضئية الأولى تصبح .....

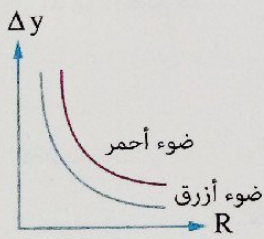
٠.٥ mm (أ)

٠.٧٥ mm (ب)

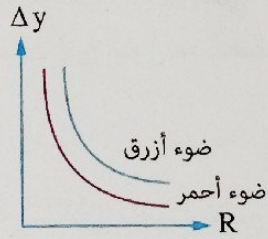
١.٢٥ mm (ج)

١.٥ mm (د)

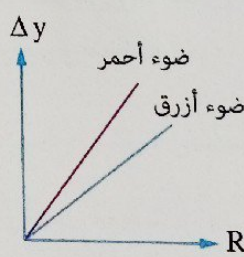
(٢) تم إجراء تجربة الشق المزدوج ليونج مرتين، الأولى باستخدام ضوء أحمر والثانية باستخدام ضوء أزرق وفي كلا المرتين تم تغيير المسافة بين حاجز الشق المزدوج وحائل استقبال الهدب، أى الأشكال البيانية التالية يمثل العلاقة بين المسافة بين مركزي هُديتين متتاليتين ( $\Delta y$ ) والمسافة بين حاجز الشق المزدوج وحائل استقبال الهدب (R) في كلا المرتين؟



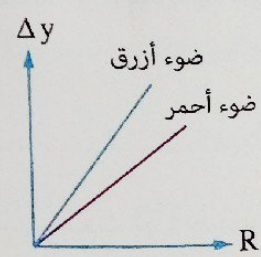
(أ)



(ب)



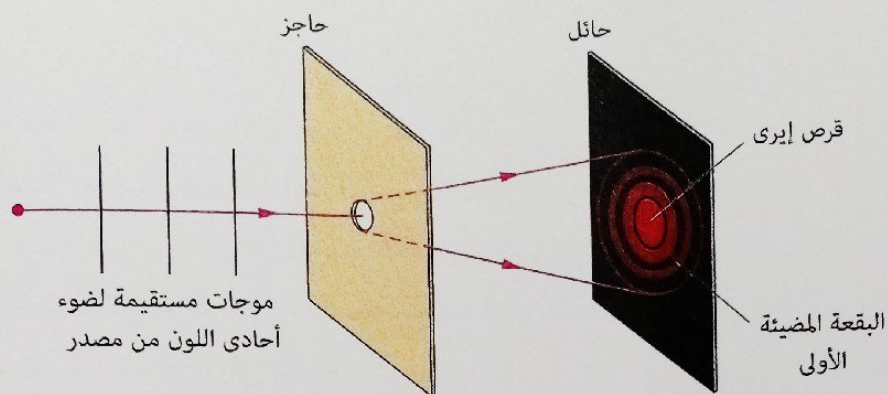
(ج)



(د)

## خامساً حيود الضوء Light Diffraction

عندما يسقط ضوء أحادي اللون على حافة حادة أو فتحة ضيقة في حاجز أبعادها مقاربة للطول الموجي للضوء الساقط، نلاحظ ظهور بقعة دائرية مضيئة مركزية تكون شدة الضوء فيها عالية يطلق عليها قرص إيرى ويحيط بها حلقات مضيئة تقل شدة الضوء فيها تدريجياً، تتخلل الحلقات المضيئة حلقات مظلمة وتحدث هذه الظاهرة بسبب حيود الضوء.



يمكن تفسير ما سبق كما يلي :

- يتغير اتجاه انتشار الموجات (تحيد عن اتجاهها) عند سقوطها على الفتحة الضيقة بحيث تعمل كل نقطة على صدر الموجة التي تمر خلال الفتحة كمصدر ثانوي للضوء يصدر عنها موجات لها نفس الطول الموجي والطور.

- تتداخل (تترابك) تلك الموجات مع بعضها خلف الحاجز مكونة هُذب الحيود.

مما سبق يمكن تعريف كل من حيود الضوء وهُذب الحيود كالتالي :

### حيود الضوء

ظاهرة تغير مسار موجات الضوء خلال نفس الوسط عند مرورها خلال فتحة ضيقة أو سقوطها على حافة حادة ويؤدي تراكب الموجات إلى تكون هُذب مضيئة وأخرى مظلمة.

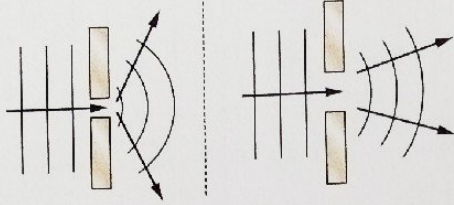
### هُذب الحيود

مناطق مضيئة تتخللها مناطق مظلمة تنتج من تراكب موجات الضوء التي حدث لها حيود نتيجة مرورها من فتحة ضيقة أو سقوطها على حافة حادة.

شروط حدوثه بشكل ملحوظ،

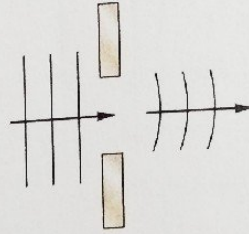
أن تكون أبعاد فتحة العائق مقاربة للطول الموجي لموجة الضوء، فإذا كانت أبعاد الفتحة :

### مقارنة للطول الموجي للضوء



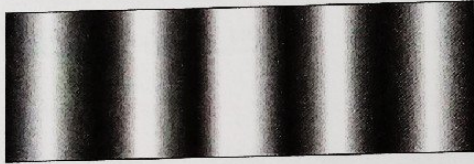
يظهر الحيود بشكل ملحوظ ويزداد وضوحاً  
بنقص أبعاد الفتحة

### أكبر من الطول الموجي للضوء بكثير



لا يحدث حيود للضوء

### ملاحظات



(١) يعتمد شكل الهدب على شكل الفتحة الضيقة التي

يسقط عليها الضوء، فعند سقوط الضوء على فتحة

مستطيلة ضيقة يحدث حيود للضوء وتظهر هدب

الحيود على شكل هدبة مركزية مضيئة عريضة يحيط

بها من الجانبين هدب مظلمة وهدب مضيئة يقل سُمكها وشدة إضاءتها تدريجياً بالبُعد عن الهدبة المركزية، كما بالشكل.

(٢) من دراستنا لظاهرتي التداخل والحيود في الضوء يتضح أنه لا يوجد فرق جوهري بين نموذجي التداخل

والحيود في الضوء **لأن** كل منهما ظاهرة موجية تنشأ عن تراكم الموجات.

(٣) لا نلاحظ خاصية حيود الضوء بوضوح في حياتنا اليومية **لأن** الطول الموجي للضوء المرئي صغير

(يتراوح بين 400 nm , 700 nm) فيحتاج لفتحات صغيرة جداً كي يحدث له حيود.

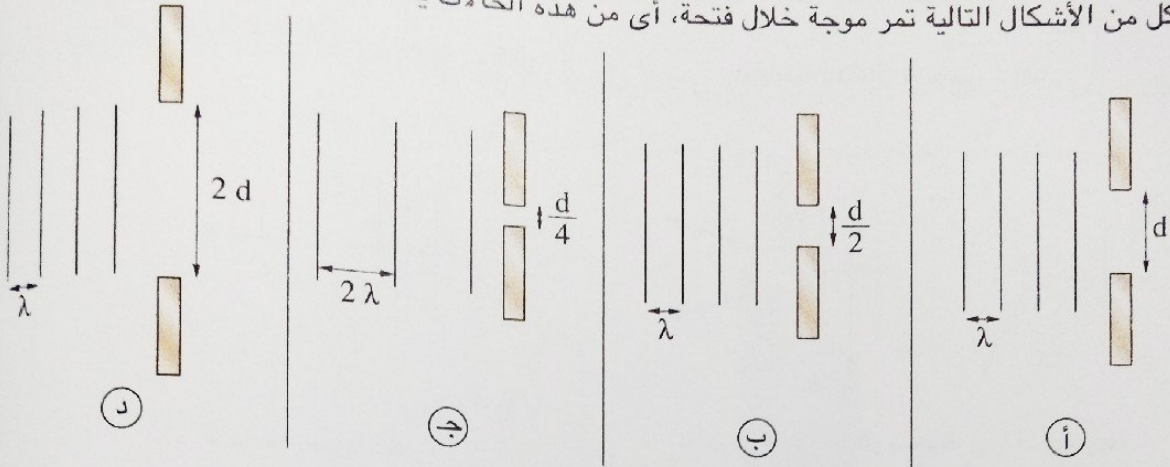
### معلومة إثرائية

\* محزوز الحيود : هو شريحة بها عدد من الشقوق الضيقة يصل إلى 10000 شق قد تصل المسافة بينها

إلى  $10^{-6} \text{ m}$  وتسبب حيود الضوء.

## مثال

في كل من الأشكال التالية تمر موجة خلال فتحة، أي من هذه الحالات يحدث فيها حيود أوضح للموجة؟



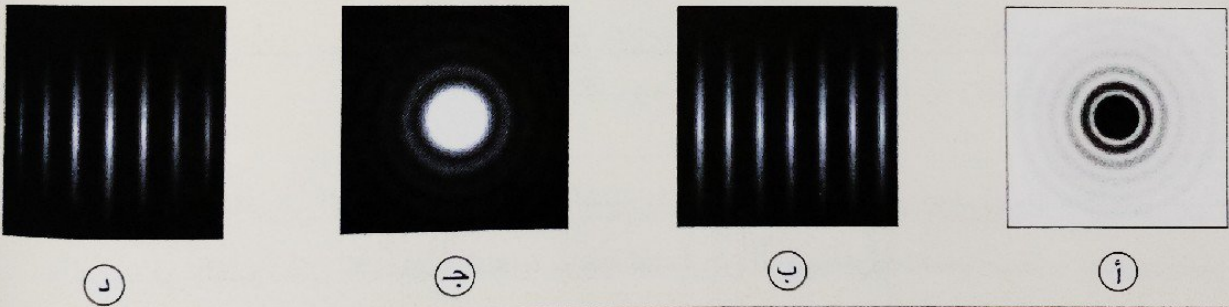
## الحل

بنقص أبعاد الفتحة التي تمر منها الموجة مقارنةً بالطول الموجي للموجة يزداد وضوح الحيود.  
∴ الاختيار الصحيح هو (ج)

## 10 اختبر نفسك

اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة:

أي مما يلي يوضح نموذج حيود الضوء خلال فتحة دائرية؟



\* مما سبق يمكن المقارنة بين ظاهرتي التداخل والحيود كالتالي:

## ظاهرة الحيود

- تستخدم فتحة واحدة ضيقة للحصول على الهدب.
- تتكون هدبة مضيئة مركزية اتساعها أكبر من الهدب المضيئة الأخرى.
- تقل شدة الضوء بوضوح عند مراكز الهدب المضيئة بالابتعاد عن الهدبة المركزية على كلا الجانبين.

## ظاهرة التداخل

- يستخدم شق مزدوج للحصول على الهدب.
- تتكون هدب مضيئة وأخرى معتمة على أبعاد متساوية من بعضها.
- شدة الضوء عند مراكز الهدب المضيئة متساوية تقريباً.

\* يمكن إيجاز ظواهر الانعكاس والانكسار والتداخل والحيود للضوء في الجدول التالي :

المفهوم العلمى	ارتداد الموجات الضوئية فى نفس الوسط عندما تقابل سطحًا عاكسًا.
ظاهرة الانعكاس	مكان الحدوث فى نفس الوسط عند السطح العاكس.
	شرط الحدوث أن تقابل موجات الضوء سطح عاكس.
المفهوم العلمى	انحراف مسار الضوء عندما يجتاز السطح الفاصل بميل بين وسطين شفافين مختلفين فى الكثافة الضوئية.
ظاهرة الانكسار	مكان الحدوث عند السطح الفاصل بين وسطين شفافين مختلفين فى الكثافة الضوئية.
	شرط الحدوث أن يكون الوسطين الشفافين مختلفين فى الكثافة الضوئية.
المفهوم العلمى	ظاهرة تراكب موجات الضوء الصادرة من مصدرين مترابطين وينتج عنها تقوية فى شدة الضوء فى بعض المواضع وانعدام لشدة الضوء فى مواضع أخرى.
ظاهرة التداخل	مكان الحدوث فى نفس الوسط عند مرور الضوء من الشق المزدوج.
	شروط الحدوث - أن يكون المصدر الضوئى المستخدم أحادى الطول الموجى. - أن تكون الفتحة S على بُعدين متساويين من فتحى الشق المزدوج $S_1$ ، $S_2$ فيعمل الشق المزدوج كمصدرين ضوئيين مترابطين.
المفهوم العلمى	ظاهرة تغير مسار موجة الضوء خلال نفس الوسط عند مرورها خلال فتحة ضيقة أبعادها مقاربة للطول الموجى لموجة الضوء، مما يؤدي إلى تراكب الموجات الصادرة عن الفتحة وتكوّن هُدب مضيئة وأخرى مظلمة.
ظاهرة الحيود	مكان الحدوث فى نفس الوسط عند فتحة ضيقة فى عائق أو حافة حادة لحاجز.
	شرط الحدوث أن تكون أبعاد فتحة العائق مقاربة للطول الموجى لموجة الضوء.



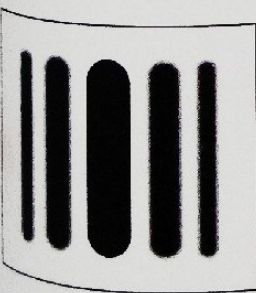
## أسئلة الاختيار من متعدد

أولاً

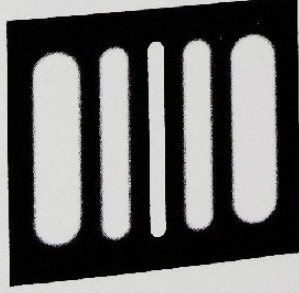
قيم نفسك إلكترونياً

## تداخل الضوء

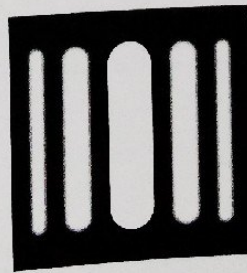
- ١ ظاهرة التداخل تنتج عن .....
- ٢ يعمل الشق المزدوج في تجربة توماس يونج كمصدرى ضوء مترابطين، فإننا نعنى بالترابط أن الموجتين الصادرتين عن الشق المزدوج لهما نفس .....
- ٣ في تجربة الشق المزدوج لليونج لا يعتمد اتساع هُـدب التداخل على .....
- ٤ في تجربة الشق المزدوج ليونج يزداد البُعد بين مراكز هُـدب التداخل عند .....
- ٥ أى الأشكال التالية يمثل هُـدب التداخل المتكونة في تجربة توماس يونج ؟



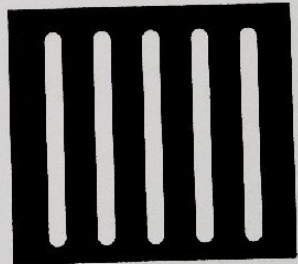
د



ج



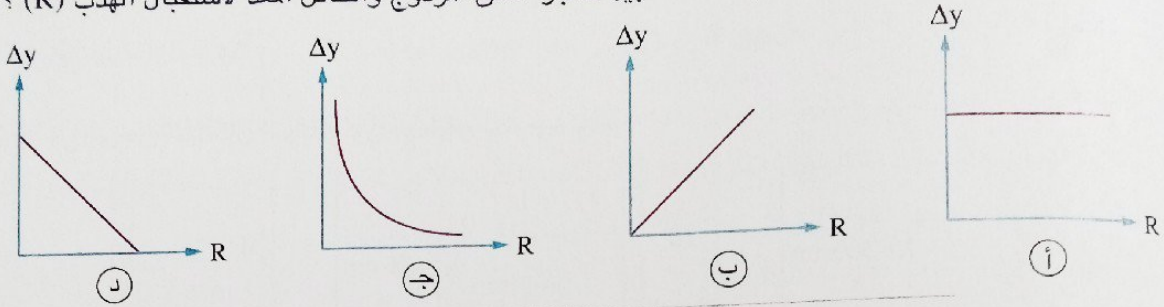
ب



أ



١ في تجربة الشق المزدوج ليونج، أي من الأشكال التالية يعبر عن العلاقة بين المسافة بين مركز الهدبة المركزية ومركز الهدبة المضيئة التالية لها ( $\Delta y$ ) والمسافة بين حاجز الشق المزدوج والحائل المُعد لاستقبال الهدب ( $R$ ) ؟

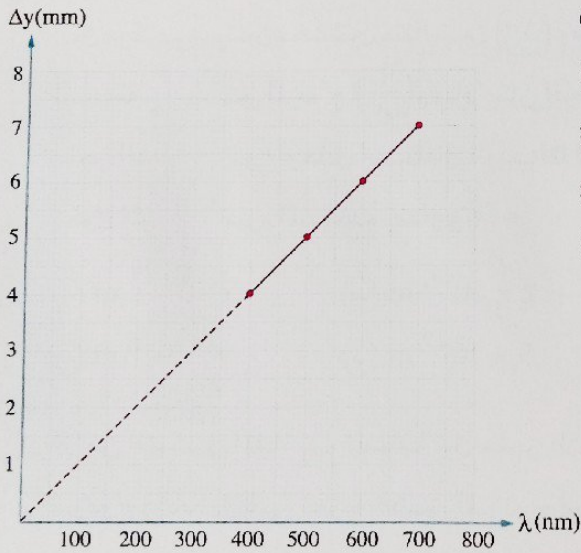


٧ في تجربة الشق المزدوج ليونج عند زيادة شدة الضوء المستخدم، فإن المسافة بين مركز الهدبة المركزية ومركز الهدبة المظلمة الأولى .....

- (أ) تزداد (ب) تقل (ج) تنعدم (د) لا تتغير

٨ في تجربة الشق المزدوج إذا كانت المسافة بين الشقين  $10^{-4} \text{ m}$ ، والمسافة بين مركزي هُديتين متتاليتين من نفس النوع  $3.75 \text{ mm}$ ، وكان حائل استقبال هُذب التداخل على بُعد  $0.75 \text{ m}$  من حاجز الشقين، فإن الطول الموجي للضوء المستخدم يساوي .....

- (أ)  $5000 \text{ \AA}$  (ب)  $5400 \text{ \AA}$  (ج)  $6000 \text{ \AA}$  (د)  $6400 \text{ \AA}$

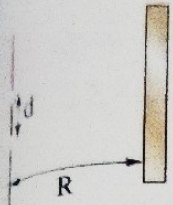


٩ \* الشكل البياني المقابل يوضح العلاقة بين المسافة بين مركز الهدبة المركزية ومركز الهدبة المضيئة الأولى ( $\Delta y$ ) والطول الموجي للضوء المستخدم في تجربة الشق المزدوج ليونج ( $\lambda$ ) فإذا كانت المسافة بين حاجز الشق المزدوج وحائل استقبال الهدب  $1 \text{ m}$  فإن المسافة بين الشقين ( $d$ ) تساوي .....

- (أ)  $10^4 \text{ m}$  (ب)  $10^{-4} \text{ m}$  (ج)  $10^2 \text{ m}$  (د)  $10^{-2} \text{ m}$

١٠ \* في تجربة يونج إذا كانت المسافة بين المصدرين المترابطين  $1.6 \text{ mm}$  وتكونت هُذب التداخل على حائل يبعد  $60 \text{ cm}$  عن المصدرين المترابطين، وكان مركز الهدبة الثالثة المضيئة على بُعد  $0.6 \text{ mm}$  من مركز الهدبة المركزية، فإن تردد الضوء المستخدم يساوي .....

- (أ)  $4.08 \times 10^{16} \text{ Hz}$  (ب)  $5.63 \times 10^{14} \text{ Hz}$  (ج)  $4.74 \times 10^{12} \text{ Hz}$  (د)  $7.08 \times 10^{11} \text{ Hz}$



الشكل المقابل يمثل تجربة الشق المزدوج ليونج، إذا كان  $R = 10^4 d$  فإن

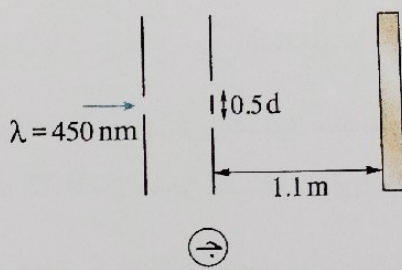
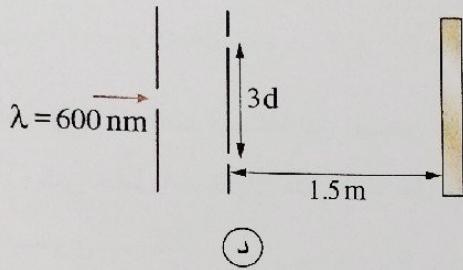
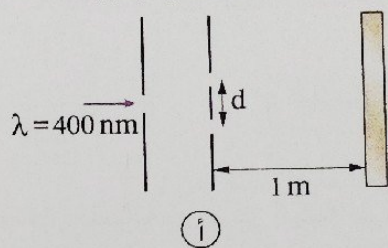
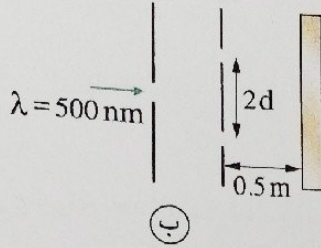
$\Delta y = 10^4 \lambda$  (ب)

$\Delta y = \lambda$  (أ)

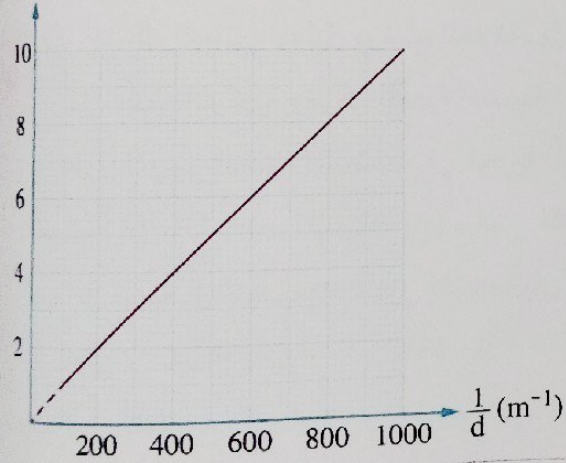
$\Delta y = \frac{\lambda}{10}$  (د)

$\Delta y = 10^{-4} \lambda$  (ج)

في أي من الأشكال التالية يكون التداخل أكثر وضوحًا؟



$\Delta y \times 10^{-4} (m)$



\* الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين المسافة

بين مركزي هُدتين مضيئتين متتاليتين ( $\Delta y$ ) ومقلوب

المسافة بين الشق المزدوج ( $\frac{1}{d}$ )، فإذا كان البُعد بين

حاجز الشق المزدوج وحائل استقبال الهُذب 2 m فإن

الطول الموجي للضوء المستخدم يساوي .....

$2 \times 10^{-6} m$  (ب)

$5 \times 10^{-3} m$  (أ)

$5 \times 10^{-7} m$  (د)

$10^{-6} m$  (ج)

\* من الشكل المقابل، المسافة بين حاجز الشق

المزدوج والحائل في تجربة الشق المزدوج ليونج

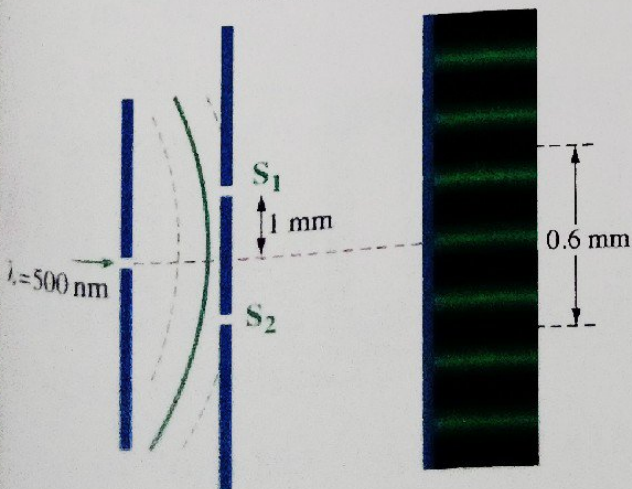
تساوي .....

0.4 m (أ)

0.8 m (ب)

1.2 m (ج)

1.6 m (د)



١٥ النسبة بين البُعد بين مركز الهدبة المركزية ومركز الهدبة المضيئة الأولى في تجربة يونج في حالة استخدام الضوء الأحمر وفي حالة استخدام الضوء البنفسجي مع ثبوت بقية الأبعاد على الترتيب .....

- أ) أكبر من الواحد      ب) أقل من الواحد      ج) تساوى الواحد      د) لا يمكن تحديد الإجابة

١٦ \* في تجربة الشق المزدوج لتوماس يونج عند استخدام ضوء أخضر طوله الموجى 550 nm كانت المسافة بين مركزي هُدتين مضيئتين متتاليتين للضوء 0.275 mm فإن المسافة بين مركزي هُدتين مضيئتين متتاليتين عند استخدام ضوء بنفسجي طوله الموجى 400 nm مع ثبوت بقية الأبعاد تساوى .....

- أ) 5 mm      ب) 0.3 mm      ج) 0.25 mm      د) 0.2 mm

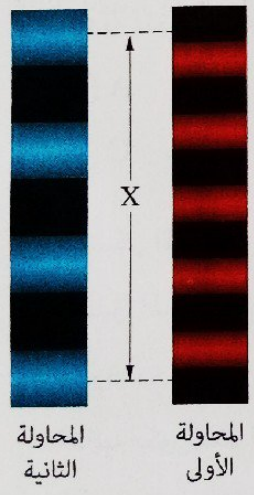
١٧ \* في تجربة الشق المزدوج ليونج إذا تم تغيير المصدر الضوئي الذي طوله الموجى 400 nm بأخر طوله الموجى 600 nm مع ثبوت بقية الأبعاد فإن المسافة بين مركز الهدبة المركزية ومركز الهدبة المظلمة الأولى تزداد بمقدار 0.01 mm، فإن المسافة بين مركز الهدبة المركزية ومركز الهدبة المضيئة الثانية في الحالة الأولى تساوى .....

- أ) 0.01 mm      ب) 0.02 mm      ج) 0.04 mm      د) 0.08 mm

١٨ \* في تجربة يونج إذا كان البُعد بين مركز الهدبة المضيئة الخامسة ومركز الهدبة المركزية هو  $x$ ، فإن البُعد بين مركز الهدبة المظلمة الثانية ومركز الهدبة المركزية هو .....

- أ)  $\frac{3}{10}x$       ب)  $\frac{2}{5}x$       ج)  $\frac{3}{2}x$       د)  $\frac{2}{7}x$

١٩ \* أُجريت محاولتان لإجراء تجربة الشق المزدوج، المحاولة الأولى باستخدام ضوء أحمر أحادى اللون والمحاولة الثانية باستخدام ضوء أزرق أحادى اللون مع ثبوت المسافة بين الشقين، والشكل المقابل يمثل هُذب التداخل المتكونة في المحاولتين، فإذا كانت المسافة بين الحائل وحاجز الشق المزدوج في الحالتين  $R_b$ ،  $R_r$  على الترتيب فإن النسبة  $\left(\frac{R_r}{R_b}\right)$  .....



- أ) أكبر من الواحد الصحيح      ب) أقل من الواحد الصحيح      ج) تساوى الواحد الصحيح      د) لا يمكن تحديدها

٢٠ \* في تجربة يونج إذا سقط ضوء أحمر طوله الموجى 6000 Å على شقين المسافة بينهما  $0.02 \times 10^{-2} m$  فتكونت هُذب التداخل على حائل يبعد 1 m عن الشقين، فإذا تم تغيير الضوء الأحمر بأخر بنفسجي طوله الموجى 4000 Å مع ثبوت بقية الأبعاد، فإن رتبة الهدبة المضيئة للضوء البنفسجي التي يكون مركزها منطبقاً على مركز الهدبة المضيئة التي رتبته تساوى 2 للضوء الأحمر هي .....

- أ) 1      ب) 2      ج) 3      د) 4

تتكون الهدبة المركزية فى تجربة الشق المزدوج ليونج عن تراكب موجتين بينهما فرق فى المسار مقداره .....

- ٢١
- أ) 0      ب)  $\frac{\lambda}{2}$       ج)  $\lambda$       د)  $2\lambda$

فى تجربة الشق المزدوج ليونج أستخدم ضوء أحادى اللون طوله الموجى  $\lambda$ ، فإن فرق المسار بين موجتى الضوء عند الهدبة المضيئة الرابعة يساوى .....

- ٢٢
- أ)  $\frac{1}{4}\lambda$       ب)  $\frac{1}{2}\lambda$       ج)  $2\lambda$       د)  $4\lambda$

فى تجربة الشق المزدوج ليونج أستخدم ضوء أحمر طوله الموجى  $6000 \text{ \AA}$ ، فإذا كان فرق المسار بين موجتى الضوء الصادرتين عن الشق المزدوج لتكوين هُبة ما يساوى  $9000 \text{ \AA}$ ، فإن الهدبة المتكونة هى الهدبة .....

- ٢٣
- أ) المعتمة الأولى      ب) المضيئة الأولى      ج) المعتمة الثانية      د) المضيئة الثانية

فى تجربة الشق المزدوج ليونج للحصول على تداخل واضح يفضل استخدام مصدر أحادى اللون للضوء .....

- ٢٤
- أ) الأخضر      ب) الأحمر      ج) الأصفر      د) البنفسجى

الشكل المقابل يوضح بمقياس رسم معين مراكز هُذب التداخل فى تجربة الشق المزدوج ليونج، فإذا كان الموضع X يمثل مركز الهدبة المركزية والموضع Y يمثل مركز الهدبة المضيئة العاشرة فإن الهدبة المضيئة الرابعة يكون عند الموضع .....

	Y
	D
	C
	B
	A
	X

- ٢٥
- أ) A      ب) B      ج) C      د) D

الشكل المقابل يوضح بمقياس رسم معين مراكز هُذب التداخل فى تجربة الشق المزدوج ليونج، فإذا كان الموضع X يمثل مركز الهدبة المركزية والموضع Y يمثل مركز الهدبة المضيئة الثانية فإن مركز الهدبة المظلمة الثانية يكون عند الموضع .....

	B
	A
	X
	C
	D
	Y

- ٢٦
- أ) A      ب) B      ج) C      د) D

\* بفرض أنه تم إجراء تجربة الشق المزدوج ليونج فى الماء بدلاً من الهواء باستخدام نفس الأدوات والأبعاد، فإن هُذب التداخل .....

- ٢٧
- أ) سيكون عددها أقل      ب) سيزداد سُمكها      ج) سيقبل سُمكها      د) لن تظهر

٢٨ في تجربة الشق المزدوج ليونج كانت المسافة بين مركزي هُديتين متتاليتين من نفس النوع  $\Delta y$ ، إذا كررت التجربة بوضع الجهاز بالكامل في سائل معامل انكساره  $n$ ، فإن المسافة بين مركزي هُديتين متتاليتين من نفس النوع تصبح .....

- (أ)  $\Delta y$  (ب)  $n \Delta y$  (ج)  $\frac{\Delta y}{n}$  (د) 0

حيود الضوء

٢٩ عند مرور موجة الضوء خلال فتحة ضيقة بالنسبة لطوله الموجي فإن ما يتغير هو .....

- (أ) سرعة الموجة (ب) الطول الموجي للموجة (ج) تردد الموجة (د) اتجاه انتشار الموجة

٣٠ عند سقوط ضوء على عدة فتحات فمن المتوقع أن يكون حيود الضوء أوضح عندما تكون أبعاد الفتحة .....

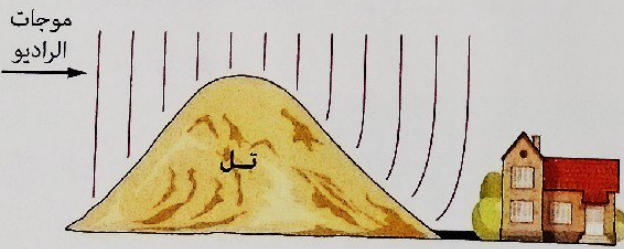
- (أ) 1 m (ب)  $10^{-2}$  m (ج)  $10^{-3}$  m (د)  $10^{-5}$  m

٣١ الشكل التالي يوضح مدى معين من الطيف الكهرومغناطيسي،

الموجات الميكرومترية	الأشعة تحت الحمراء	الضوء المرئي	الأشعة فوق البنفسجية	الأشعة السينية
----------------------	--------------------	--------------	----------------------	----------------

أى من الموجات الكهرومغناطيسية التالية ينتج عنه حيود أكثر وضوحاً عند مرور الموجة من فتحة ضيقة ؟

- (أ) الأشعة تحت الحمراء (ب) الموجات الميكرومترية (ج) الأشعة فوق البنفسجية (د) الأشعة السينية



٣٢ الشكل المقابل يمثل منزل أسفل مستوى قمة

تل يستقبل موجات الراديو، فإن سبب وصول

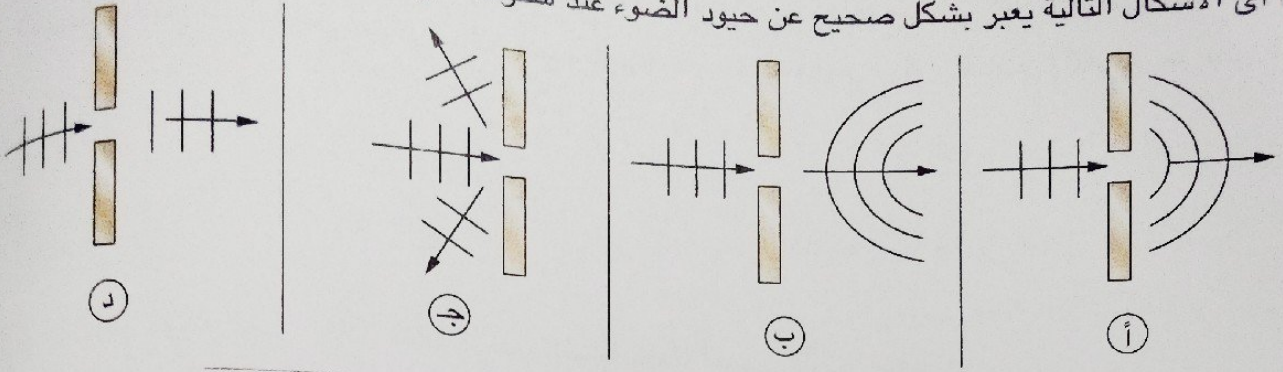
الموجات للمنزل هو ظاهرة .....

- (أ) الحيود (ب) التداخل (ج) الانكسار (د) الانعكاس

٣٣ يصعب ملاحظة حيود الضوء في حياتنا اليومية بسبب .....

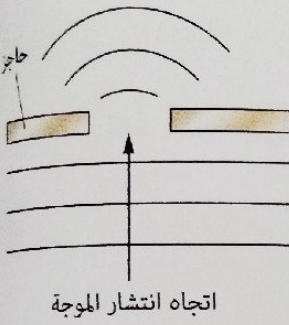
- (أ) كبر سرعة الضوء المرئي (ب) صغر تردد الضوء المرئي (ج) قصر الطول الموجي للضوء المرئي (د) كبر شدة الضوء المرئي

أى الأشكال التالية يعبر بشكل صحيح عن حيود الضوء عند سقوطه على حاجز به فتحة صغيرة ؟



35

الشكل المقابل يوضح موجة ضوئية عند مرورها خلال فتحة فى حاجز، أى التغيرات الآتية لكل من اتساع الفتحة والطول الموجى للموجة الضوئية يمكن أن تجعل الحيود أكثر وضوحاً ؟



الطول الموجى للضوء	اتساع الفتحة	
زيادة	تقليل	أ
تقليل	تقليل	ب
زيادة	زيادة	ج
تقليل	زيادة	د

36

خاصية موجات الضوء التى لا تتأثر فى كل من ظاهرتى الانكسار والحيود هى .....

ب) سرعتها

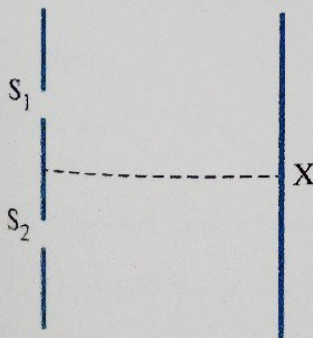
أ) اتجاه انتشارها

د) ترددها

ج) طولها الموجى

37

الشكل المقابل يعبر عن تجربة الشق المزدوج ليونج، فما الظاهرة الضوئية التى تحدث عند كل من الموضعين  $S_1$  ، X ؟



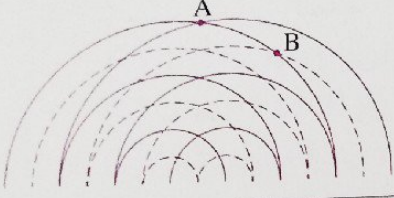
الموضع $S_1$	الموضع X	
الحيود	الحيود	أ
الحيود	التداخل	ب
التداخل	الحيود	ج
التداخل	التداخل	د

## أسئلة المقال

١ كيف نحصل في تجربة الشق المزدوج ليونج على تداخل أكثر وضوحًا؟ فسر إجابتك.

٢ اذكر نوع التداخل عند كل من

النقطتين A ، B



٣ أجريت تجربة الشق المزدوج باستخدام ضوء أحمر، ماذا يحدث للبعد بين مراكز الهدب المتكونة إذا :  
 (١) قلت المسافة بين الشقين.  
 (٢) استخدم ضوء أزرق بدلاً من الضوء الأحمر.  
 (٣) استخدم ضوء له تردد أقل.  
 (٤) أبعد حائل استقبال الهدب عن حاجز الشقين.

٤ في تجربة الشق المزدوج لتوماس يونج :

(١) ما الذي أثبتته توماس يونج من خلال هذه التجربة ؟

(٢) لماذا استخدم توماس يونج ضوء أحادي اللون ؟

(٣) كيف حصل توماس يونج على مصدرين ضوئيين مترابطين من مصدر ضوئي واحد ؟

٥ فسر العبارات التالية :

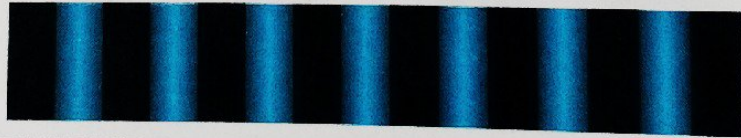
(١) تكون الهدبة المركزية في تجربة الشق المزدوج ليونج مضيئة.

(٢) بالرغم من سقوط موجات ضوء أحادي اللون على فتحة دائرية في حاجز إلا أنه لم يلاحظ حدوث حيود لهذا الضوء.

(٣) لا يوجد فرق جوهري بين نموذجي التداخل والحيود في الضوء.

٦ أضىء شق مزدوج بضوء أزرق فتكونت على الشاشة هدب مضيئة وأخرى مظلمة كما بالشكل التالي،

ما الظاهرة الموجية التي أدت إلى تكون هذه الهدب ؟

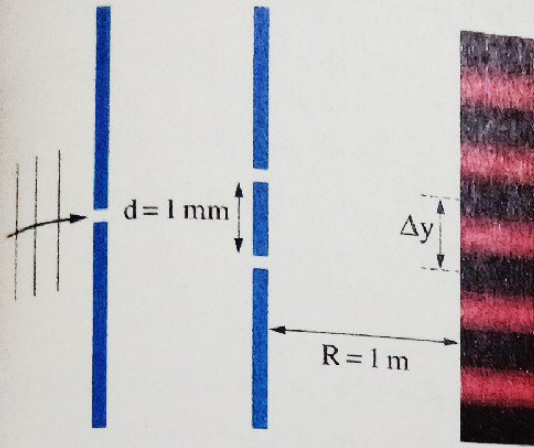


٧ اكتب كلمة (يتغير) أو (ثابت) أو (تتكون) أو (لا تتكون) أمام كل خاصية من خصائص الضوء الآتية :

وسط الانتشار	هدب مظلمة	السرعة	الطول الموجي	التردد	الاتجاه	
						الانعكاس
						الانكسار
						التداخل
						الحيود

## أنماط جديدة من الأسئلة ؟

١ اختر إجابتين من بين الإجابات المعطاة :



(١) الشكل المقابل يمثل تجربة الشق المزدوج ليونج،

أى من الاختيارات التالية يؤدي إلى إنقاص

المسافة  $\Delta y$  إلى النصف ؟

أ) زيادة المسافة R إلى 2 m

ب) إنقاص المسافة R إلى 0.5 m

ج) زيادة المسافة d إلى 4 mm

د) إنقاص المسافة d إلى 0.5 mm

هـ) زيادة المسافة d إلى 2 mm

(٢) الشكل المقابل يعبر عن ظاهرة الحيود لضوء طوله الموجى  $\lambda$

وتردده  $\nu$  خلال فتحة في حاجز اتساعها d، فإنه لزيادة وضوح

الحيود يجب استخدام .....

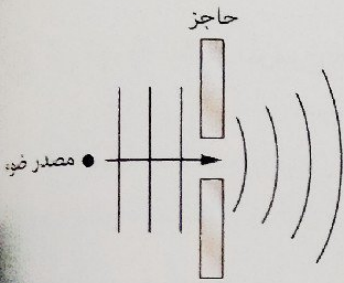
أ) ضوء تردده أقل من  $\nu$

ب) ضوء تردده أكبر من  $\nu$

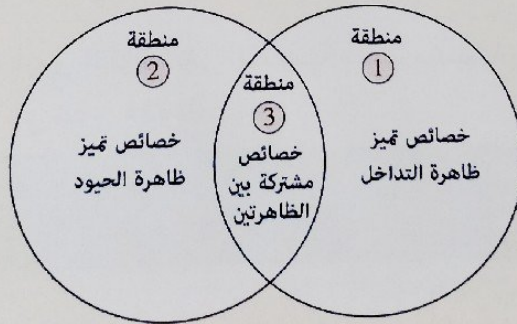
ج) ضوء طوله الموجى أقل من  $\lambda$

د) حاجز به فتحة اتساعها أقل من d

هـ) حاجز به فتحة اتساعها أكبر من d



٢ ضع أمام كل عبارة من العبارات الآتية رقم المنطقة المعبرة عنها :



(١) تحتاج لحدوثها إلى حاجز به فتحتان ضيقتان أو أكثر

(٢) يمكن أن تحدث خلال فتحة ضيقة واحدة

(٣) ينتج عنها تكون هُذب مضيئة وأخرى مظلمة

(٤) لا يحدث عنها تغيير فى تردد الضوء أو طوله الموجى

(٥) تكون الأبعاد بين الهُذب المضيئة متساوية تقريباً

(٦) تعرف الهُدبة المركزية المضيئة بقرص إيرى

(.....) منطقة

(.....) منطقة

(.....) منطقة

(.....) منطقة

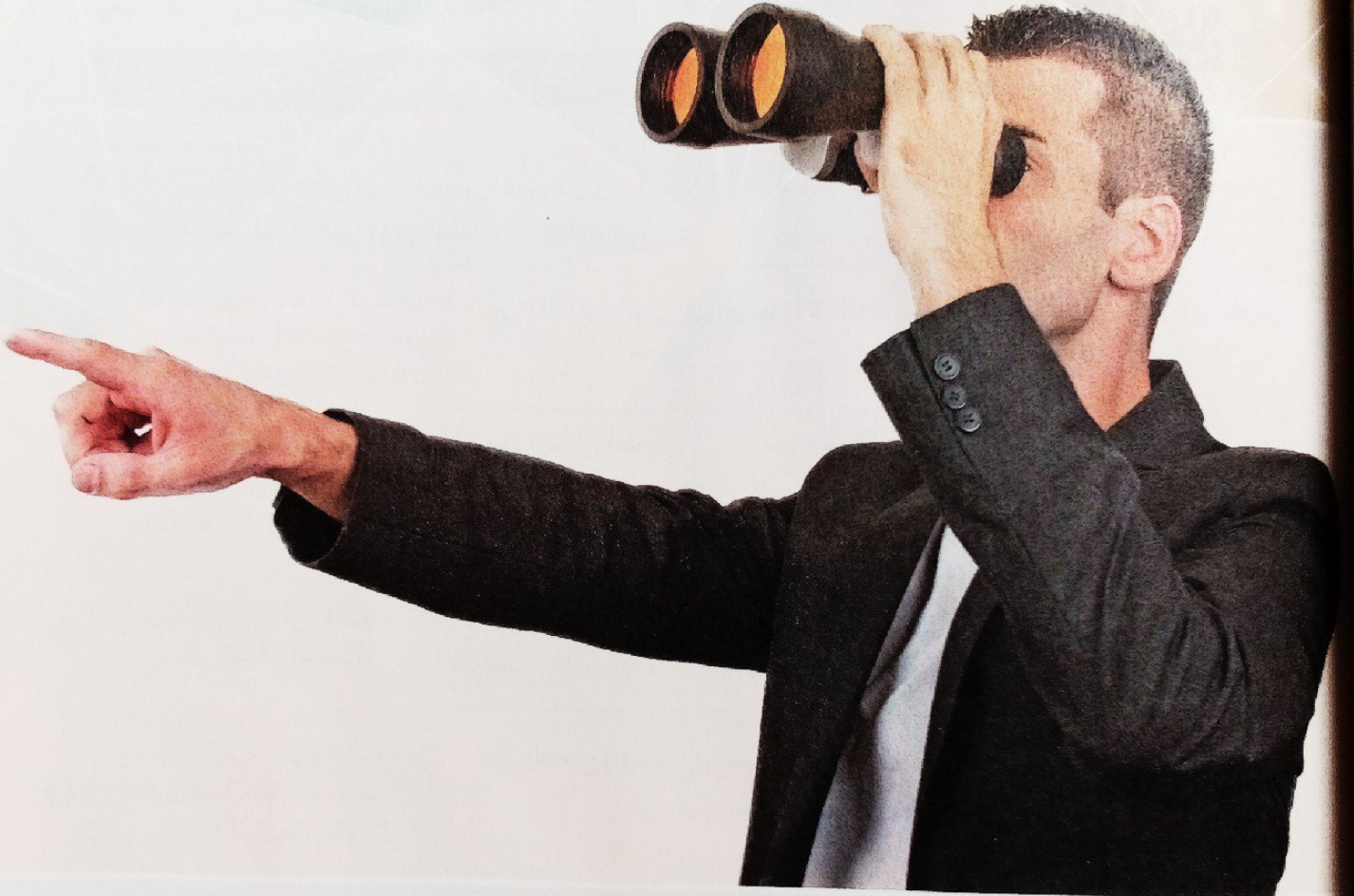
(.....) منطقة

(.....) منطقة

(.....) منطقة



## الانعكاس الكلي للضوء



في هذا الدرس سوف نتعرف :

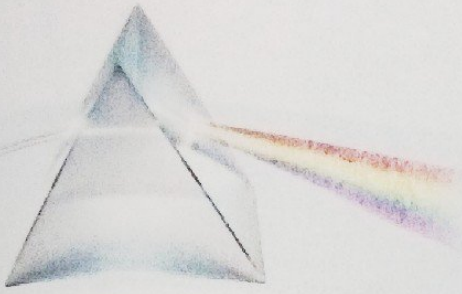
◀ الانعكاس الكلي للضوء.

◀ الزاوية الحرجة.

◀ الألياف الضوئية.

◀ المنشور العاكس.

◀ السراب.



يمكن استخدام خاصية انكسار الضوء في تفسير حدوث ظاهرتي :

- الانعكاس الكلي للضوء.
- انحراف الضوء في المنشور الثلاثي.

وستتناول في هذا الدرس ظاهرة الانعكاس الكلي للضوء وبعض تطبيقاتها.

## الانعكاس الكلي للضوء Total Internal Reflection of Light

\* كيفية حدوثه :

عندما يسقط شعاع من ضوء أحادي اللون من وسط أكبر كثافة ضوئية (كالماء) على السطح الفاصل مع وسط آخر أقل كثافة ضوئية (كالهواء) توجد عدة احتمالات :

ينفذ الشعاع الضوئي إلى الوسط الأقل كثافة ضوئية (الهواء) دون أن يعاني أي انحراف  
( $\theta = 0$ )

إذا كانت زاوية سقوط الشعاع مساوية للصفر (الشعاع ساقط عمودى على السطح الفاصل)

ينفذ الشعاع الضوئي إلى الوسط الأقل كثافة ضوئية (الهواء) مبتعداً عن العمود المقام على السطح الفاصل ويكون  
 $n_1 \sin \phi = n_2 \sin \theta$

إذا كانت زاوية سقوط الشعاع أكبر من الصفر (الشعاع ساقط بميل على السطح الفاصل)

تزداد زاوية انكسار الشعاع الضوئي في الوسط الأقل كثافة ضوئية (الهواء) ويكون  
 $n_1 \sin \phi = n_2 \sin \theta$

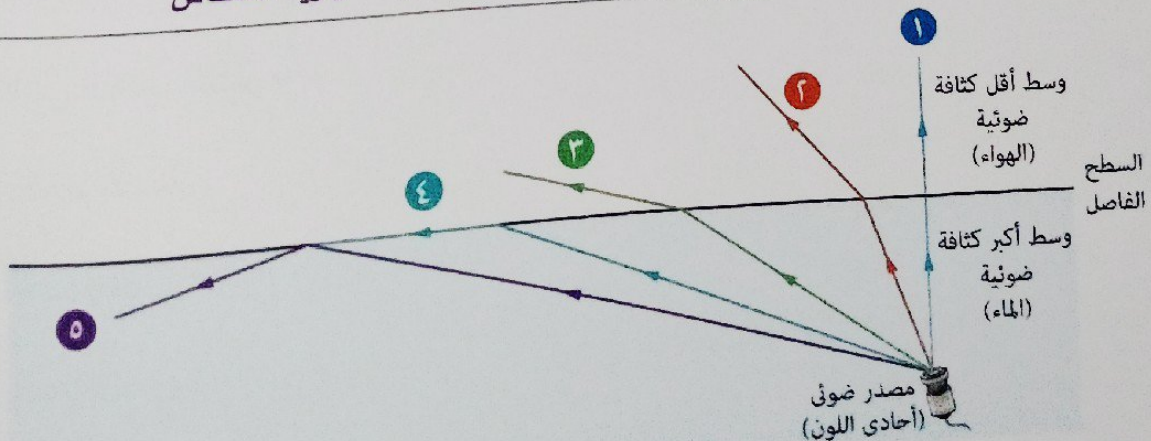
بزيادة زاوية سقوط الشعاع على السطح الفاصل

ينفذ الشعاع الضوئي إلى الوسط الأقل كثافة ضوئية (الهواء) مماساً للسطح الفاصل أى تكون زاوية انكسار الشعاع الضوئي  $90^\circ$  ويكون  
 $n_1 \sin \phi_c = n_2$

إذا كانت زاوية سقوط الشعاع تساوى قيمة معينة يطلق عليها الزاوية الحرجة ( $\phi_c$ )

ينعكس الشعاع الضوئي كلياً في الوسط الأكبر كثافة ضوئية (الماء) وتكون زاوية السقوط = زاوية الانعكاس

إذا كانت زاوية سقوط الشعاع أكبر من الزاوية الحرجة



• مما سبق يمكن تعريف كل من الزاوية الحرجة بين وسطين والانعكاس الكلي كالتالي :  
الزاوية الحرجة بين وسطين ( $\phi_c$ )

**الانعكاس الكلي**

انعكاس الشعاع الضوئي داخل الوسط الأكبر كثافة ضوئية عند سقوطه على السطح الفاصل بين الوسطين بزاوية أكبر من الزاوية الحرجة.

زاوية سقوط الشعاع الضوئي في الوسط الأكبر كثافة ضوئية تقابلها زاوية انكسار في الوسط الأقل كثافة ضوئية تساوي  $90^\circ$

**العلاقة بين الزاوية الحرجة ومعامل الانكسار**

عند مرور شعاع ضوئي من وسط أكبر كثافة ضوئية ( $n_1$ ) إلى وسط أقل كثافة ضوئية ( $n_2$ ) يطبق قانون سنل :

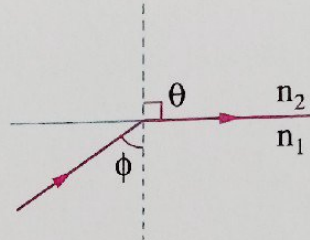
$$n_1 \sin \phi = n_2 \sin \theta$$

في حالة سقوط الشعاع الضوئي بزاوية سقوط تساوي الزاوية الحرجة ( $\phi_c$ ) بين الوسطين فإنه ينكسر مماساً للسطح الفاصل أي أن :

$$\phi = \phi_c , \quad \theta = 90^\circ$$

$$\therefore n_1 \sin \phi_c = n_2 \sin 90$$

$$\therefore n_1 \sin \phi_c = n_2$$



**فإذا كان الوسط الثاني (الأقل كثافة ضوئية)**

أى وسط آخر غير الهواء

هواء  
( $n_2 = n_{\text{هواء}} = 1$ )

**فإن**

$$n_1 \sin \phi_c = n_2$$

$$n_1 = n , \quad n \sin \phi_c = 1$$

$$\sin \phi_c = \frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{\sin(\phi_c)_1}{\sin(\phi_c)_2}$$

$$\sin \phi_c = \frac{1}{n} = \frac{v}{c} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$$

**حيث**

- ( $\phi_c$ ) الزاوية الحرجة بين الوسطين.
- ( $\phi_c$ )<sub>1</sub> الزاوية الحرجة للوسط الأول مع الهواء.
- ( $\phi_c$ )<sub>2</sub> الزاوية الحرجة للوسط الثاني مع الهواء.

- ( $\phi_c$ ) الزاوية الحرجة للوسط مع الهواء.
- ( $n$ ) معامل الانكسار المطلق للوسط الأكبر كثافة ضوئية.

ملاحظة

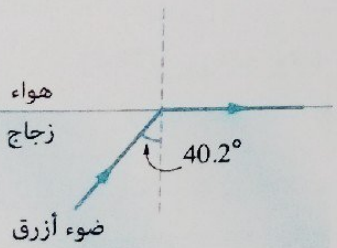
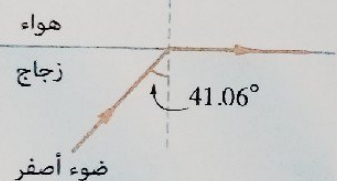
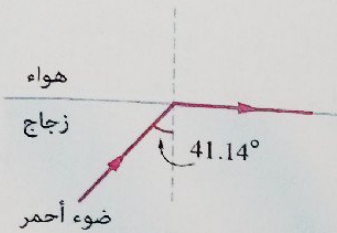
\* إذا علمت أن  $(0 < \sin \phi_c < 1)$  دائماً فإنه عند حساب الزاوية الحرجة بين وسطين لا بد أن تكون قيمة الكمية الموجودة في البسط دائماً أقل من قيمة الكمية الموجودة في المقام.

العوامل التي تتوقف عليها قيمة الزاوية الحرجة بين وسطين :

٢. الطول الموجي للشعاع الضوئي الساقط

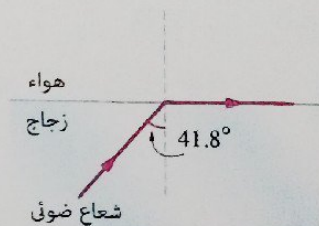
١. نوع مادة الوسيطين

مثال



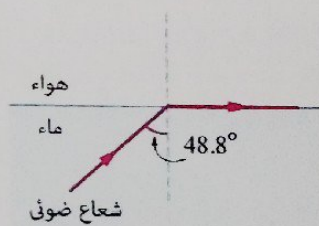
$n = 1$

$n = 1.5$



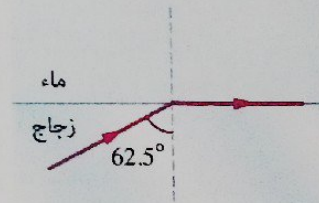
$n = 1$

$n = 1.33$



$n = 1.33$

$n = 1.5$



مثال ١

إذا كان معامل الانكسار المطلق لكل من الزجاج والماء لشعاع ضوئي أحادي اللون هما 1.6 ، 1.33 على الترتيب، احسب :

(١) الزاوية الحرجة لكل منهما مع الهواء.

(٢) الزاوية الحرجة للضوء الساقط من الزجاج إلى الماء.

$$n_g = 1.6 \quad n_w = 1.33 \quad (\phi_c)_g = ? \quad (\phi_c)_w = ? \quad \phi_c = ?$$

$$\sin (\phi_c)_g = \frac{1}{n_g} = \frac{1}{1.6}$$

$$(\phi_c)_g = 38.68^\circ$$

$$\sin (\phi_c)_w = \frac{1}{n_w} = \frac{1}{1.33}$$

$$(\phi_c)_w = 48.75^\circ$$

$$\sin \phi_c = \frac{n_w}{n_g} = \frac{1.33}{1.6}$$

$$\phi_c = 56.23^\circ$$

(١) الزاوية الحرجة للزجاج مع الهواء :

الزاوية الحرجة للماء مع الهواء :

(٢)

استبدل الضوء المستخدم في المثال بأخر أحادي اللون له طول موجي أقل، **ماذا** يحدث للزاوية الحرجة بين كل من الزجاج والماء مع الهواء ؟

**ماذا لو**

### مثال ٢

موجة ضوء سرعة انتشارها في وسطين  $x$  ،  $y$  هي  $2 \times 10^8$  m/s ،  $2.75 \times 10^8$  m/s على الترتيب، احسب قيمة الزاوية الحرجة بين الوسطين.

الحل

$$v_x = 2 \times 10^8 \text{ m/s} \quad v_y = 2.75 \times 10^8 \text{ m/s} \quad \phi_c = ?$$

$$\sin \phi_c = \frac{n_y}{n_x} = \frac{v_x}{v_y} = \frac{2 \times 10^8}{2.75 \times 10^8}$$

$$\phi_c = 46.66^\circ$$

**وسيلة مساعدة**

الوسط الأكبر كثافة ضوئية تكون سرعة الضوء فيه أقل.

كان المطلوب حساب النسبة بين قيمتي الزاوية الحرجة للضوء في كل من الوسطين بالنسبة للهواء

**ماذا لو**

**ما** إجابتك ؟  $\left( \frac{(\phi_c)_x}{(\phi_c)_y} \right)$

## مثال ٣

حوض واسع به ماء وضعت قطعة من الماس على عمق 1 m من سطح الماء. احسب أصغر قطر لقرص من الفلين يطفو على سطح الماء مركزه فوق قطعة الماس بحيث يكفى لحجب الضوء المنعكس عن قطعة الماس ومنع نفاذه من سطح الماء. (علمًا بأن : معامل الانكسار المطلق للماء = 1.33)

الحل

$$h = 1 \text{ m} \quad n_w = 1.33 \quad 2r = ?$$

## وسيلة مساعدة

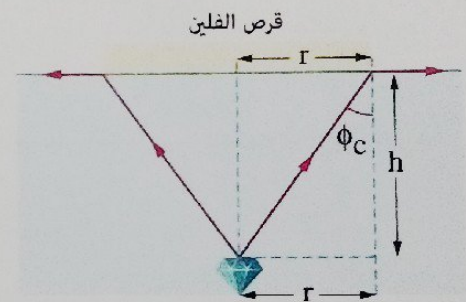
أصغر قرص يكفى لحجب الضوء المنعكس عن قطعة الماس يجب أن يوضع على سطح الماء بحيث يكون مركزه فوق قطعة الماس مباشرة وتكون زاوية سقوط الأشعة التي تصل إلى حافة القرص مساوية للزاوية الحرجة.

$$\therefore \sin \phi_c = \frac{1}{n_w} = \frac{1}{1.33}$$

$$\therefore \phi_c = 48.75^\circ$$

$$\therefore \tan 48.75 = \frac{r}{h} = \frac{r}{1}$$

$$\therefore r = 1.14 \text{ m}$$



$$\therefore \text{قطر قرص الفلين} = 2r = 2.28 \text{ m}$$

زاد ارتفاع الماء في الحوض، ماذا يحدث لقطر قرص الفلين الذي يجب أن يطفو فوق سطح الماء حتى يحجب الضوء المنعكس عن قطعة الماس؟

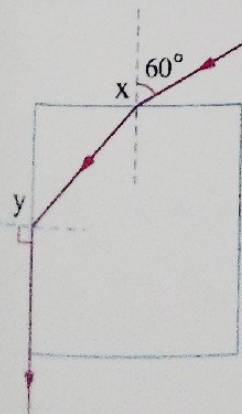
ماذا لو

## مثال ٤

الشكل المقابل يوضح مسار شعاع ضوئي يسقط على شريحة من مادة شفافة عند النقطة X ويخرج مماسًا للوجه الآخر عند النقطة y،

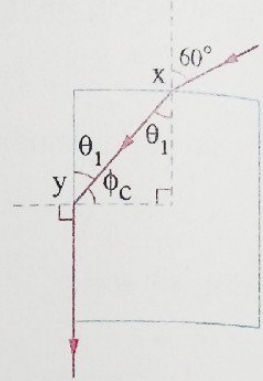
احسب معامل انكسار مادة الشريحة.

(علمًا بأن :  $\sin(90 - \theta) = \cos \theta$ )



المسألة

\* عند النقطة (x) :



$$\therefore n = \frac{\sin \phi}{\sin \theta}$$

$$\therefore n = \frac{\sin 60}{\sin \theta_1} \quad (1)$$

$$\phi_c = 90 - \theta_1$$

من الشكل نجد أن :

$$\therefore n = \frac{1}{\sin \phi_c} = \frac{1}{\sin (90 - \theta_1)} = \frac{1}{\cos \theta_1} \quad (2)$$

$$\frac{\sin 60}{\sin \theta_1} = \frac{1}{\cos \theta_1}$$

من (1) ، (2) :

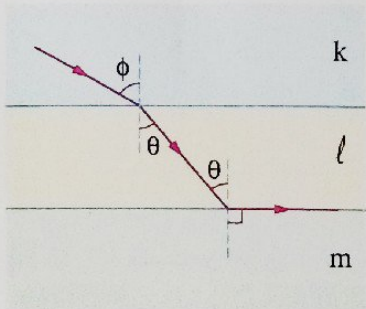
$$\frac{\sin \theta_1}{\cos \theta_1} = \tan \theta_1 = \sin 60$$

$$\therefore \theta_1 = 40.89^\circ$$

بالتعويض في المعادلة (1) :

$$n = \frac{\sin 60}{\sin 40.89} = 1.32$$

مثال



الشكل المقابل يوضح مسار شعاع ضوئي عبر ثلاثة أوساط  $m, l, k$  ، معاملات الانكسار المطلقة لها  $n_m, n_l, n_k$  على

الترتيب فيكون .....

$$n_k > n_l > n_m \quad (ب)$$

$$n_l > n_k > n_m \quad (أ)$$

$$n_l > n_m > n_k \quad (د)$$

$$n_m > n_k > n_l \quad (ج)$$

الحل

∴ الشعاع الساقط على السطح الفاصل بين الوسطين  $k, l$  انكسر مقترباً من العمود.

$$\therefore n_l > n_k$$

∴ الشعاع الساقط على السطح الفاصل بين الوسطين  $m, l$  انكسر مماساً للسطح الفاصل.

$$\therefore n_l > n_m$$

$$n_k \sin \phi = n_l \sin \theta$$

①

\* بتطبيق قانون سنل عند السطح الفاصل بين الوسطين  $k, l$  :

$$n_l \sin \theta = n_m \sin 90 = n_m$$

②

\* بتطبيق قانون سنل عند السطح الفاصل بين الوسطين  $m, l$  :

$$\therefore n_k \sin \phi = n_m$$

من المعادلتين ① ، ② :

$$\therefore \sin \phi < 1$$

$$\therefore n_k > n_m$$

∴ الاختيار الصحيح هو ①

مر الشعاع الضوئي مباشرةً من الوسط  $k$  في اتجاه الوسط  $m$  وسقط بنفس زاوية السقوط ( $\phi$ )  
**ماذا لو** ماذا يحدث لزاوية انكسار الشعاع الضوئي في الوسط  $m$  ؟

**ماذا لو**

مجاب عنها

## 11 اختر نفسك

1 \* سقط شعاع ضوئي من الزجاج على السطح الفاصل مع الماء فتغير الطول الموجي له من  $5000 \text{ \AA}$  إلى  $5625 \text{ \AA}$

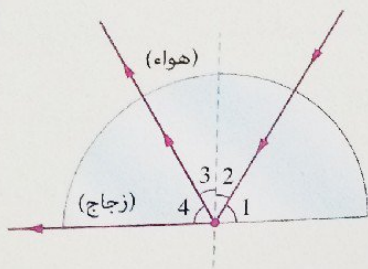
احسب الزاوية الحرجة من الزجاج إلى الماء.

2 \* إذا علمت أن الزاوية الحرجة للزجاج مع الهواء  $41.81^\circ$  والزاوية الحرجة للزيت مع الهواء  $43.23^\circ$ . احسب الزاوية الحرجة من الزجاج للزيت.



اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة:

(١) في الشكل المقابل، ما الزاوية التي تمثل الزاوية الحرجة؟



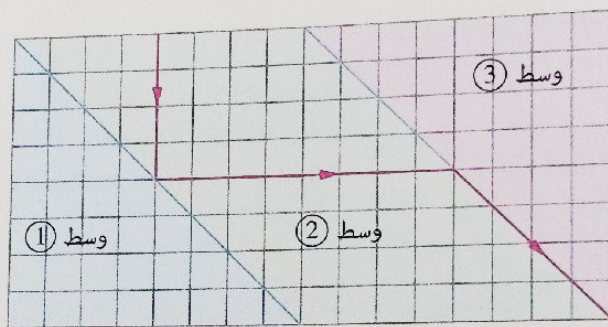
أ) الزاوية (1)

ب) الزاوية (2)

ج) الزاوية (3)

د) الزاوية (4)

(٢) الأوساط ①، ②، ③ أوساط شفافة، فإذا مر شعاع ضوئي كما بالشكل التالي فما الترتيب الصحيح لسرعة الضوء في الأوساط الثلاثة؟



أ)  $v_1 > v_2 > v_3$

ب)  $v_1 > v_3 > v_2$

ج)  $v_2 > v_3 > v_1$

د)  $v_3 > v_1 > v_2$

### تطبيقات على الانعكاس الكلي للضوء

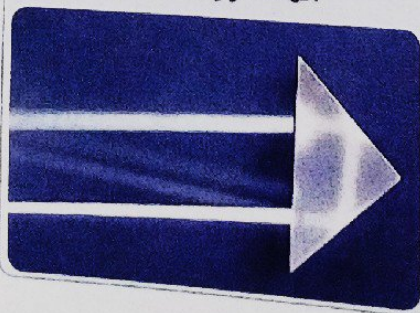
٣

السراب



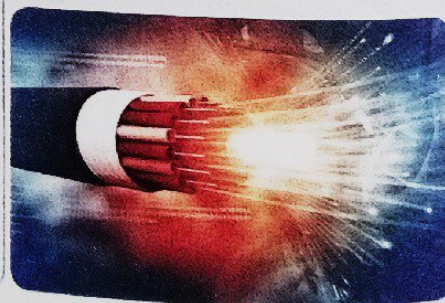
٢

المنشور العاكس



١

الألياف الضوئية (البصرية)



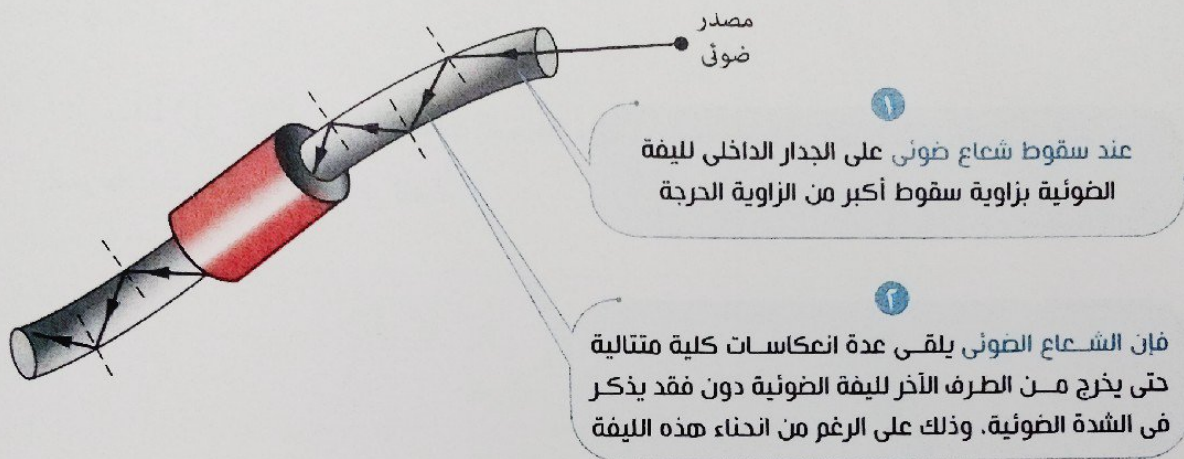
وفيما يلي سنتناول هذه التطبيقات بشيء من التفصيل.

## ١ الألياف الضوئية (البصرية)

التركيب أسطوانة مصممة رفيعة من مادة مرنة شفافة للضوء معامل انكسارها كبير نسبياً.

فكرة العمل الانعكاس الكلي.

شرح العمل



## الاستخدام

١ نقل الضوء إلى أماكن يصعب الوصول إليها.

٢ المناظير الطبية، والتي تستخدم في:

- الفحص والتشخيص.

- إجراء العمليات الجراحية باستخدام شعاع الليزر.

٣ الاتصالات عن طريق تحويل الإشارات الكهربائية إلى ومضات ضوئية تمر خلال كابلات من الألياف الضوئية.

## ملاحظة

\* تفضل اليفة الضوئية المكونة من طبقتين عن تلك المكونة من طبقة واحدة

لأن معامل انكسار مادة الطبقة الخارجية ( $n_2$ ) يكون

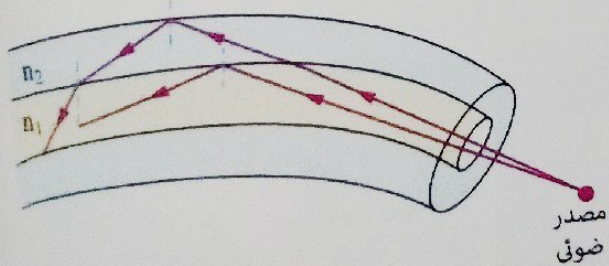
أقل من معامل انكسار مادة الطبقة الداخلية ( $n_1$ ).

وبذلك تعكس الطبقة الخارجية الضوء المتسرب من

الطبقة الداخلية انعكاساً كلياً ليعود للداخل مرة أخرى،

وبالتالي يمكن الحفاظ على الشدة الضوئية للضوء

المنقول بالليفة الضوئية فتزداد كفاءتها.



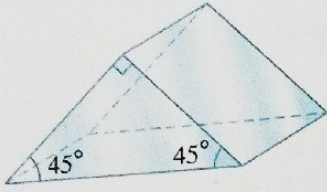
## المنشور العاكس

الوصف

منشور ثلاثي من الزجاج زواياه ( $90^\circ$  ,  $45^\circ$  ,  $45^\circ$ ) ومعامل انكسار مادته 1.5 أى أن الزاوية الحرجة له مع الهواء  $41.8^\circ (=42^\circ)$ .

فكرة العمل الانعكاس الكلي.

الاستخدام



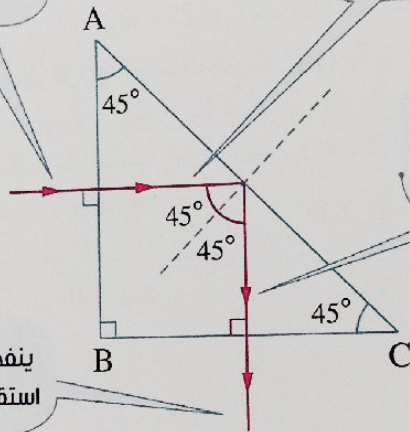
### 1 تغيير مسار الشعاع الضوئي بمقدار $90^\circ$

1 عندما يسقط شعاع ضوئي عمودي على أحد ضلعي الزاوية القائمة في المنشور (مثلًا AB)

2 ينفذ الشعاع على استقامته ليسقط على الضلع المقابل للزاوية القائمة بزواوية سقوط  $45^\circ$  أى بزواوية أكبر من الزاوية الحرجة للزجاج

3 ينعكس الشعاع انعكاسًا كليًا بزواوية  $45^\circ$  ويسقط الشعاع المنعكس عموديًا على الضلع القائم الآخر (BC)

4 ينفذ الشعاع من الضلع (BC) على استقامته بزواوية خروج تساوى صفر



### 2 تغيير مسار الشعاع الضوئي بمقدار $180^\circ$

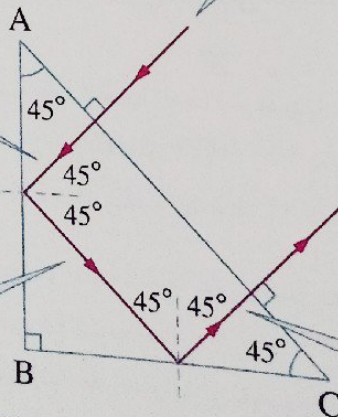
1 ينفذ الشعاع على استقامته ليسقط على أحد ضلعي الزاوية القائمة (مثلًا AB) بزواوية سقوط  $45^\circ$  أى بزواوية أكبر من الزاوية الحرجة للزجاج

2 عندما يسقط شعاع ضوئي عمودي على الضلع (AC) المقابل للزاوية القائمة

3 ينفذ الشعاع من الضلع (AC) على استقامته بزواوية خروج تساوى صفر

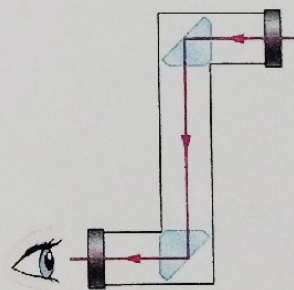
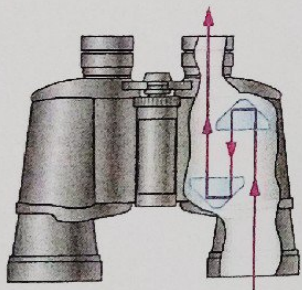
4 ينعكس الشعاع انعكاسًا كليًا بزواوية  $45^\circ$  ليسقط على الضلع الآخر للزاوية القائمة (BC) بزواوية  $45^\circ$

5 ينعكس الشعاع انعكاسًا كليًا للمرة الثانية ويسقط عموديًا على الضلع المقابل للزاوية القائمة (AC)



\* مما سبق يمكن المقارنة بين استخدامي المنشور العاكس لـ :

تغيير مسار الشعاع الضوئي بمقدار $180^\circ$	تغيير مسار الشعاع الضوئي بمقدار $90^\circ$	وجه المنشور الذي يسقط عليه الشعاع الضوئي
الضلع المقابل للزاوية القائمة (الوتر AC)	أحد ضلعي الزاوية القائمة (الضلع AB)	زاوية السقوط ( $\phi$ )
صفر	صفر	زاوية انحراف الضوء
$180^\circ$	$90^\circ$	زاوية خروج الشعاع
صفر	صفر	وجه المنشور الذي يخرج منه الشعاع
نفس وجه سقوط الشعاع (الوتر AC)	الضلع الآخر للزاوية القائمة (الضلع BC)	عدد مرات الانعكاس الكلي داخل المنشور
مرتين	مرة واحدة	
منظار الميدان	البيرسكوب	جهاز بصري يستخدم فيه المنشور



## ملاحظات

(١) يفضل استخدام المنشور العاكس عن السطح المعدني العاكس (أو المرآة) في بعض الأجهزة البصرية للأسباب التالية :

- المنشور العاكس يسبب انعكاساً كلياً للضوء الساقط عمودياً على أحد أوجهه وبالتالي يقل الفقد في الطاقة الضوئية بينما لا يوجد سطح عاكس تبلغ كفاءته  $100\%$
- السطح المعدني العاكس تقل كفاءته عندما يفقد بريقه وهو ما لا يحدث في المنشور العاكس.

(٢) تُغطى أوجه المنشور العاكس بطبقة رقيقة من مادة شفافة غير عاكسة معامل انكسارها أقل من معامل انكسار الزجاج مثل فلوريد الألومنيوم وفلوريد الماغنسيوم (الكربوليت)،

لتجنب الفقد الحادث في الأشعة الضوئية عند دخولها أو خروجها إلى ومن المنشور فتزداد كفاءة المنشور.

السراب ظاهرة مألوفة في فترة الظهيرة خلال الأيام شديدة الحرارة، فمثلاً :

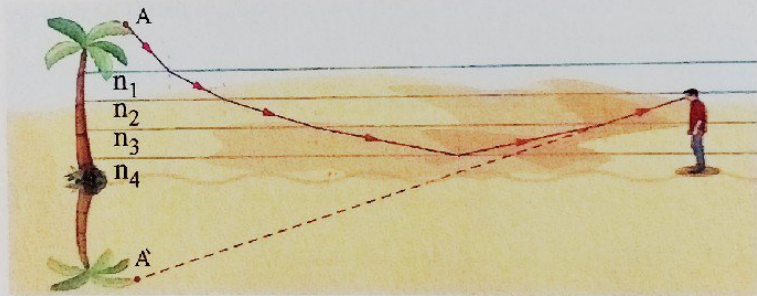
- ١ يلاحظ راكب السيارة أن الطريق يبدو كما لو كان مغطى بالماء.
- ٢ تبدو للتلال والنخيل في الصحارى صوراً مقلوبة مثل الصور التي تحدث بالانعكاس عن سطح الماء، فيظن المراقب وجود الماء.

### تفسير ظاهرة السراب

- في الأيام شديدة الحرارة ترتفع درجة حرارة طبقات الهواء الملاصقة لسطح الأرض عن الطبقات التي تعلوها فتقل كثافتها عن كثافة الطبقات التي تعلوها وتبعاً لذلك تصبح معاملات انكسار طبقات الهواء العليا ( $n_1$ ) أكبر من تلك التي تحتها ( $n_2$ ).

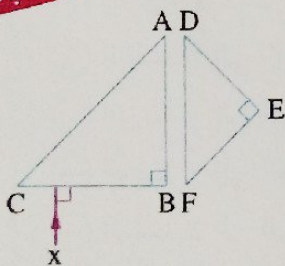
- عند انتقال شعاع ضوئي قادم من جسم من خلال طبقات الهواء العليا (وسط أكبر كثافة ضوئية) إلى الطبقات التي تحتها (وسط أقل كثافة ضوئية)، فإنه :

- ١ ينكسر مبتعداً عن العمود تبعاً لقانون سنل  $n_1 \sin \phi = n_2 \sin \theta$
- ٢ يزداد انحراف الشعاع الضوئي أثناء انتقاله خلال طبقات الهواء.
- ٣ عندما تصبح زاوية سقوط الشعاع الضوئي على السطح الفاصل بين طبقتين أكبر من الزاوية الحرجة فإن الشعاع ينعكس انعكاساً كلياً في مسار يبدو منحنياً إلى أعلى حتى يصل إلى العين فترى العين صورة مقلوبة للجسم على امتداد الأشعة التي تصلها كأنها منعكسة عن سطح ماء فيظن المراقب وجود ماء.



### ١٢ اختبر نفسك

مجاب عنها



اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

١ \* الشكل المقابل يمثل منشورين عاكسين عند سقوط الشعاع الضوئي

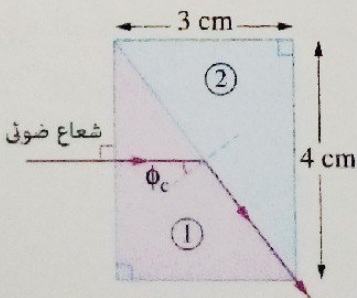
(x) عمودياً على الضلع BC، فإنه يخرج من الضلع .....

٢ (ب) DE

١ (أ) AC

٣ (د) BC

٢ (ج) EF



٢ في الشكل المقابل يمر شعاع ضوئي خلال أحد منشورين

ثلاثيين متماثلين ١، ٢ من مادتين مختلفتين، فما معامل

الانكسار النسبي بين مادتيهما ( $n_1 n_2$ ) ؟

٢ (ب) 0.8

١ (أ) 0.6

٣ (د) 1.67

٢ (ج) 0.9



## أسئلة الاختيار من متعدد

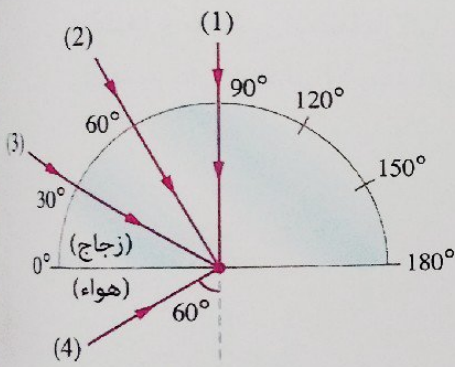
أولاً

قيم نفسك إلكترونياً

١ لكي يحدث انعكاس كلي لشعاع ساقط من وسط أكبر كثافة ضوئية إلى وسط أقل كثافة ضوئية يجب أن تكون زاوية السقوط .....

- أ) تساوى  $90^\circ$   
 ب) أكبر من الزاوية الحرجة  
 ج) تساوى الزاوية الحرجة  
 د) أقل من الزاوية الحرجة

٢ الشكل المقابل يوضح أربعة أشعة ضوئية تسقط على قرص نصف دائري من زجاج معامل انكساره 1.5، أى من هذه الأشعة يحدث له انعكاساً كلياً ؟



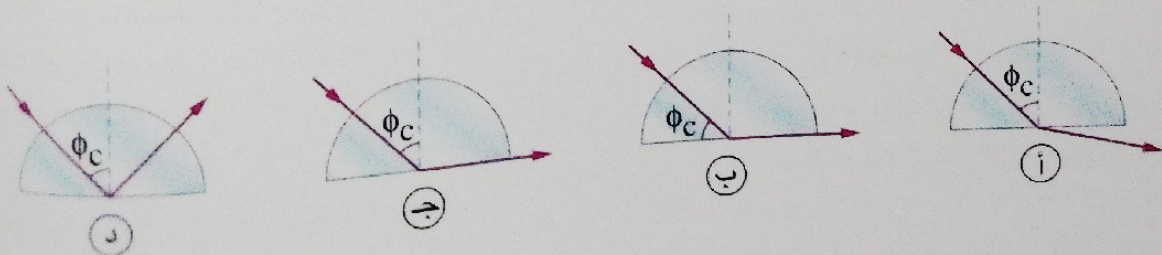
- أ) الشعاع (1)  
 ب) الشعاع (2)  
 ج) الشعاع (3)  
 د) الشعاع (4)

٣ الجدول المقابل يوضح معاملات الانكسار المطلقة لثلاثة أوساط x ، y ، z فإنه يمكن أن يحدث انعكاس كلي للضوء عند انتقاله من .....

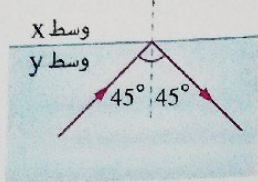
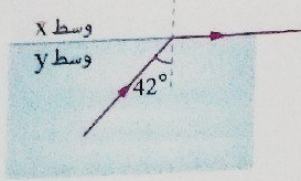
الوسط	معامل الانكسار
x	1
y	1.33
z	1.5

- أ) الوسط x إلى الوسط y  
 ب) الوسط x إلى الوسط z  
 ج) الوسط y إلى الوسط z  
 د) الوسط z إلى الوسط y

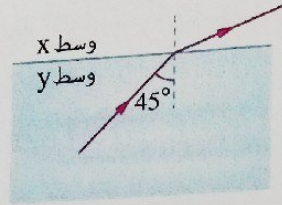
٤ الشكل الذى يوضح المسار الصحيح لشعاع ضوئى يسقط فى قطعة زجاجية نصف دائرية حيث  $\phi_c$  تساوى الزاوية الحرجة للزجاج هو .....



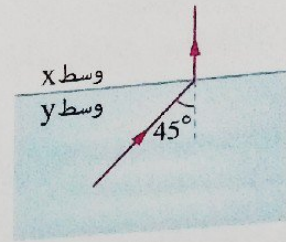
في الشكل المقابل إذا أصبحت زاوية السقوط  $45^\circ$ ، فأى الأشكال التالية يعبر عن المسار الصحيح للشعاع؟



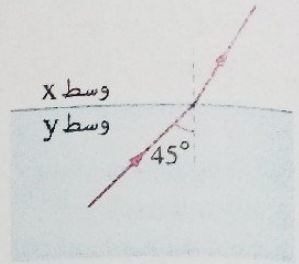
(أ)



(ب)



(ج)



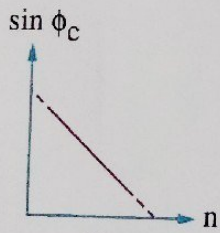
(د)

أكبر زاوية انكسار لشعاع ضوئي سقط من الماء الذي معامل انكساره  $\frac{4}{3}$  إلى الهواء هي .....  
 (أ)  $41.82^\circ$  (ب)  $48.59^\circ$  (ج)  $90^\circ$  (د)  $180^\circ$

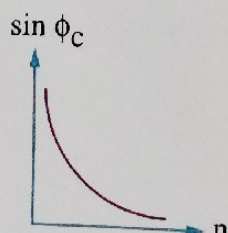
تتوقف الزاوية الحرجة بين وسطين على .....

- (أ) معامل الانكسار المطلق للوسط الأكبر كثافة ضوئية فقط
- (ب) معامل الانكسار المطلق للوسط الأقل كثافة ضوئية فقط
- (ج) معاملي الانكسار المطلق للوسطين
- (د) زاوية سقوط الشعاع الضوئي على السطح الفاصل بين الوسطين

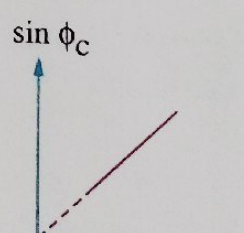
أى الأشكال البيانية التالية يمثل العلاقة بين جيب الزاوية الحرجة ( $\sin \phi_c$ ) لعدد من الأوساط الشفافة كل منها مع الهواء ومعامل الانكسار المطلق ( $n$ ) لكل من هذه الأوساط؟



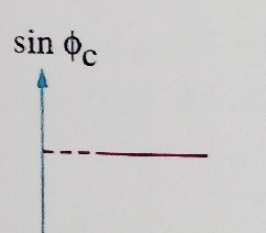
(أ)



(ب)



(ج)



(د)

\* سقط شعاع ضوئي من الهواء على سطح سائل بزواوية سقوط  $30^\circ$  فكانت زاوية انكساره في السائل  $22^\circ$ ، فإن الزاوية الحرجة للسائل مع الهواء تساوى .....

(أ)  $48.5^\circ$

(ب)  $41.4^\circ$

(ج)  $30^\circ$

(د)  $22^\circ$

إذا كانت الزاوية الحرجة لوسط بالنسبة للهواء هي  $42^\circ$  فإن معامل انكسار هذا الوسط = .....

(أ) 1.49

(ب) 1.64

(ج) 1.73

(د)  $\sqrt{2}$

١١ إذا كان معامل انكسار الزجاج  $\sqrt{2}$  فإن أكبر زاوية سقوط لشعاع ضوئي في الزجاج بحيث لا ينعكس كلياً تساوى .....

- ٣٠° (أ) ٤٥° (ب) ٦٠° (ج) ٧٥° (د)

١٢ إذا كانت الزاوية الحرجة عند انتقال شعاع ضوئي من قالب زجاجي معامل انكساره 1.52 إلى وسط آخر معامل انكساره n هي 45°، فتكون قيمة n هي .....

- 1 (أ) 1.07 (ب) 1.33 (ج) 1.52 (د)

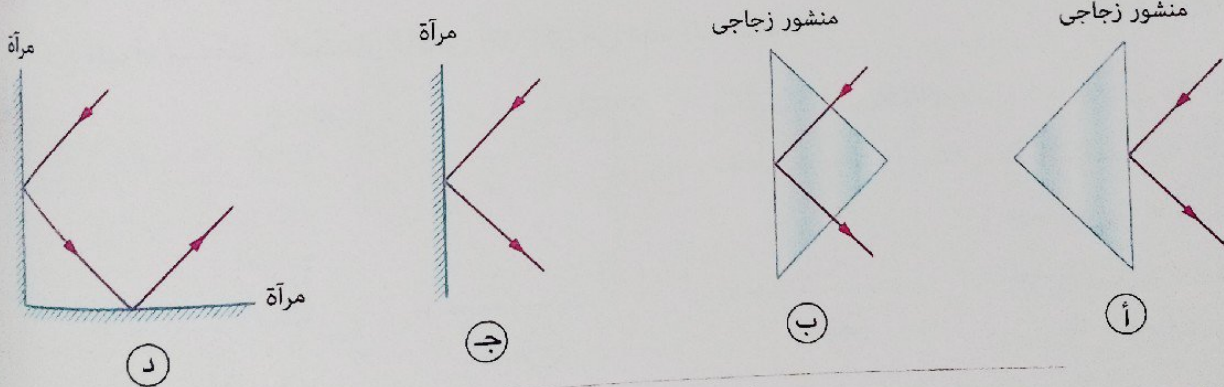
١٣ إناء من الزجاج معامل انكساره 1.65 يحتوى على سائل معامل انكساره 1.32، فتكون الزاوية الحرجة بينهما .....

- ٣٧.٣١° وتقع في الزجاج (أ) ٣٧.٣١° وتقع في السائل (ب)  
٥٣.١٣° وتقع في الزجاج (ج) ٥٣.١٣° وتقع في السائل (د)

١٤ \* ثلاثة أوساط شفافة x، y، z الزوايا الحرجة لها مع الهواء  $(\phi_c)_x$ ،  $(\phi_c)_y$ ،  $(\phi_c)_z$  على الترتيب، إذا علمت أن انعكاساً كلياً يمكن أن يحدث للضوء عند انتقاله من الوسط x إلى الوسط y وأيضاً عند انتقاله من الوسط y إلى الوسط z، فأى العلاقات الآتية صحيحة بالنسبة للزاوية الحرجة لكل من هذه الأوساط مع الهواء؟

- (أ)  $(\phi_c)_x > (\phi_c)_y > (\phi_c)_z$   
(ب)  $(\phi_c)_y < (\phi_c)_x < (\phi_c)_z$   
(ج)  $(\phi_c)_x = (\phi_c)_y = (\phi_c)_z$   
(د)  $(\phi_c)_x < (\phi_c)_y < (\phi_c)_z$

١٥ أى الأشكال التالية يمثل ظاهرة الانعكاس الكلي للضوء؟



١٦ \* إذا كانت سرعة الضوء في الهواء  $3 \times 10^8$  m/s وسرعته في وسط ما  $1.33 \times 10^8$  m/s، فإن الزاوية الحرجة للوسط تساوى .....

- ٢٦.٣٢° (أ) ٣٢.٢٦° (ب) ٦٣.٦٨° (ج) ٦٨.٦٣° (د)

١٧ إذا كانت الزاوية الحرجة عند انتقال شعاع ضوئي من وسط a إلى وسط آخر b هي  $\phi_c$ ، وكانت سرعة الضوء في الوسط a هي v، فإن سرعته في الوسط b هي .....

- v sin  $\phi_c$  (أ) v cos  $\phi_c$  (ب)  
 $\frac{v}{\cos \phi_c}$  (ج)  $\frac{v}{\sin \phi_c}$  (د)



\* إذا كانت الزاوية الحرجة للزجاج بالنسبة للهواء  $42^\circ$  والزاوية الحرجة للماء بالنسبة للهواء  $48^\circ$ ، فإن :  
 (١) معامل الانكسار النسبي من الزجاج للماء يساوي .....

- (أ) 0.8 (ب) 0.9 (ج) 1.11 (د) 1.8

(٢) الزاوية الحرجة بين الزجاج والماء تساوي .....

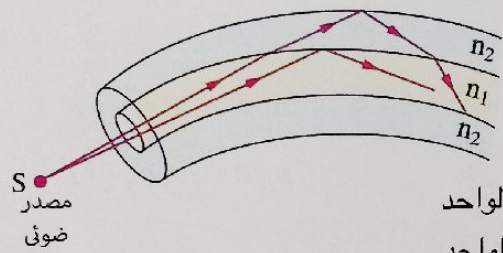
- (أ)  $25.84^\circ$  (ب)  $45^\circ$  (ج)  $64.16^\circ$  (د)  $90^\circ$

\* شعاع من ضوء الطول الموجي له في وسطين x ، y على الترتيب هو  $5500 \text{ \AA}$  ،  $4000 \text{ \AA}$ ، فإن الزاوية الحرجة بين الوسطين تساوي .....

- (أ)  $11.43^\circ$  (ب)  $43.11^\circ$  (ج)  $46.66^\circ$  (د)  $89.46^\circ$

\* سقط شعاع ضوئي من الهواء بزاوية  $54^\circ$  على سطح مادة شفافة للضوء فانعكس جزء منه وانكسر جزء آخر بحيث كان الشعاع المنعكس عمودى على الشعاع المنكسر، فتكون الزاوية الحرجة للمادة الشفافة مع الهواء هي .....

- (أ)  $28.4^\circ$  (ب)  $35.4^\circ$  (ج)  $42.4^\circ$  (د)  $46.4^\circ$



الشكل المقابل يوضح أشعة ضوئية من مصدر S تمر خلال ليفة

ضوئية مكونة من طبقتين، فتكون النسبة بين معاملي الانكسار

المطلق للطبقة الداخلية والطبقة الخارجية  $(\frac{n_1}{n_2})$  .....

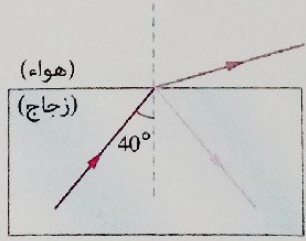
- (أ) أكبر من الواحد (ب) أقل من الواحد (ج) قد تكون أكبر من أو أقل من الواحد (د) تساوى الواحد

\* استخدم طبيب منظار لفحص ورم بالقناة الهضمية لمريض، فإن فكرة عمل هذا المنظار تعتمد على ظاهرة .....

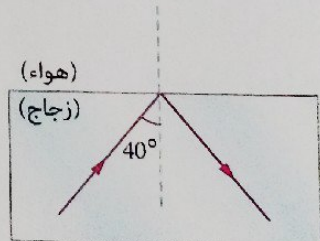
- (أ) انكسار الضوء (ب) تداخل الضوء (ج) الانعكاس الكلي للضوء (د) حيود الضوء

\* شعاع ضوئي يسقط بزاوية سقوط  $40^\circ$  على السطح الفاصل بين زجاج معامل انكساره 1.5 والهواء،

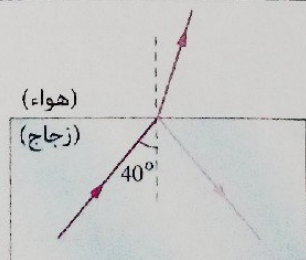
أى الأشكال التالية يمثل مسار هذا الشعاع ؟



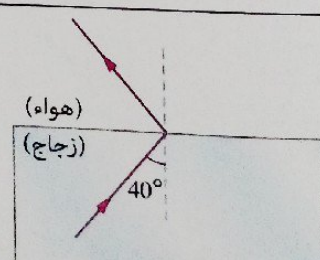
(ب)



(أ)

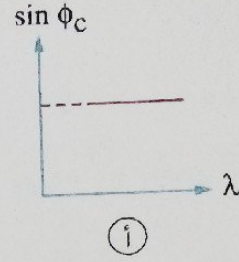
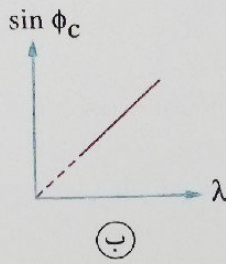
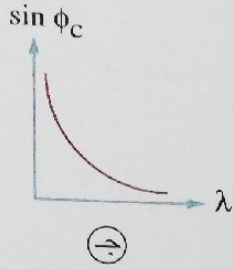
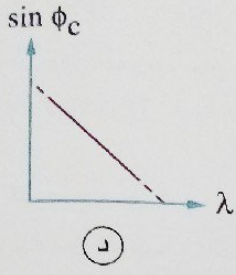


(د)



(ج)

٢٤ أى الأشكال البيانية التالية يمثل العلاقة بين جيب الزاوية الحرجة ( $\sin \phi_c$ ) لوسط والطول الموجي ( $\lambda$ ) للضوء فى هذا الوسط ؟



٢٥ الشكل المقابل يمثل حدوث ظاهرة

السراب، فإن الترتيب الصحيح لمعاملات

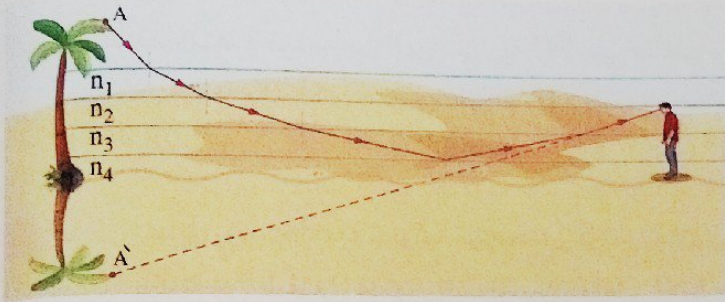
انكسار طبقات الهواء هو .....

(أ)  $n_3 < n_2 < n_1$

(ب)  $n_1 < n_2 < n_3$

(ج)  $n_2 < n_1 < n_3$

(د)  $n_3 < n_1 < n_2$



٢٦ \* الشكل المقابل يوضح شعاع ضوئى يمر من الوسط X إلى

الوسط Y فى اتجاه الوسط Z، فتكون العلاقة بين معاملات

الانكسار المطلقة لهذه الأوساط  $n_x$ ،  $n_y$ ،  $n_z$  هى .....

(أ)  $n_x > n_y > n_z$

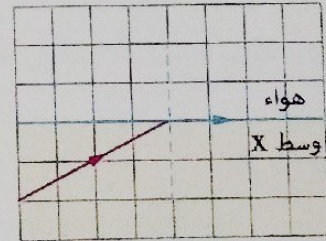
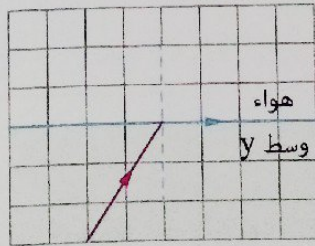
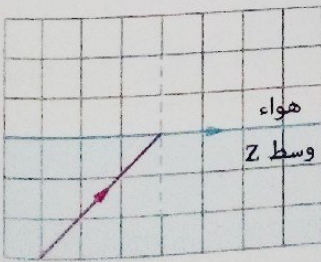
(ب)  $n_z > n_y > n_x$

(ج)  $n_z > n_x > n_y$

(د)  $n_y > n_x > n_z$

٢٧ ثلاثة أوساط شفافة للضوء معاملات انكسارها المطلقة  $n_z$ ،  $n_y$ ،  $n_x$  يسقط شعاع ضوئى على السطح الفاصل

بين كل منها والهواء كما تمثله الأشكال التالية،



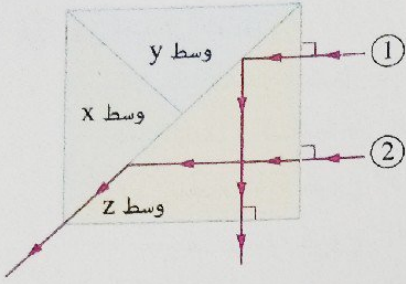
فإن سرعة الضوء تكون .....

(أ) أكبر فى الوسط X

(ب) أكبر فى الوسط Z

(ج) أكبر فى الوسط Y

(د) متساوية فى الأوساط الثلاثة



\* الشكل المقابل يمثل مسار شعاعين ضوئيين، فما الترتيب الصحيح لمعاملات الانكسار المطلقة للأوساط الثلاثة  $x, y, z$  ؟

ب)  $n_z > n_x > n_y$

د)  $n_z > n_y > n_x$

أ)  $n_x > n_y > n_z$

ج)  $n_y > n_x > n_z$

\* ٢٠ مصباح مغمور على عمق 20 cm من سطح سائل معامل انكساره  $\sqrt{2}$  :

(١) فإن نصف قطر أصغر قرص يطفو على سطح السائل بحيث يحجب ضوء المصباح يساوي .....

د) 40 cm

ج) 20 cm

ب) 0.7 cm

أ) 0.05 cm

(٢) فإذا زاد عمق المصباح تحت سطح السائل ، فإن نصف قطر القرص اللازم لحجب ضوء المصباح .....

د) لا توجد إجابة صحيحة

ج) يظل ثابت

ب) يقل

أ) يزداد

\* ٢١ إذا كان  $n_{(زجاج)} < n_{(بنزين)} < n_{(ماء)}$  ، وكانت الزاوية الحرجة بين الزجاج والبنزين  $(\phi_c)_1$  والزاوية الحرجة بين

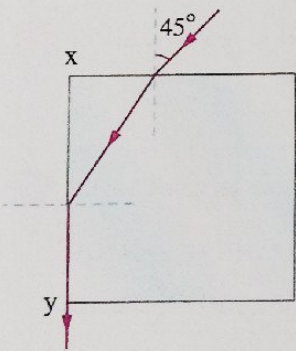
الزجاج والماء  $(\phi_c)_2$  ، فإن النسبة  $\frac{(\phi_c)_1}{(\phi_c)_2}$  .....

ب) أكبر من 1

أ) أقل من 1

د) لا يمكن تحديد الإجابة

ج) تساوي 1



\* ٢١ شعاع ضوئي يسقط على شريحة مربعة من مادة شفافة كما بالشكل،

فإن قيمة معامل انكسار المادة الشفافة التي تجعل الشعاع يخرج مماساً

للوحة xy للشريحة تساوي .. (علماً بأن :  $\sin(90 - \theta) = \cos \theta$ )

ب) 1.15

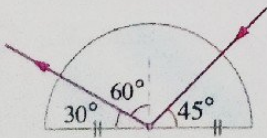
أ) 0.816

د) 1.375

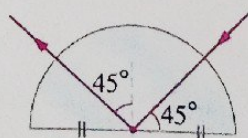
ج) 1.225

\* ٢٢ يسقط شعاع ضوئي على نصف قرص من الزجاج معامل انكساره 1.5 ، أي من الأشكال التالية يمثل المسار

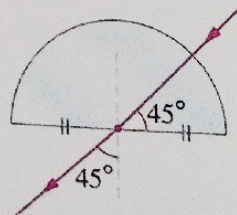
الصحيح للشعاع الضوئي ؟



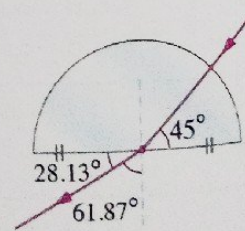
د



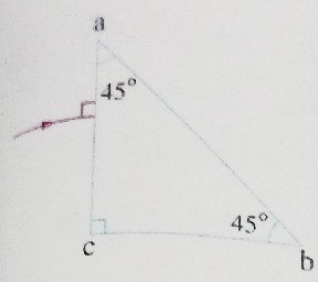
ج



ب



أ



٣٣ في الشكل المقابل :

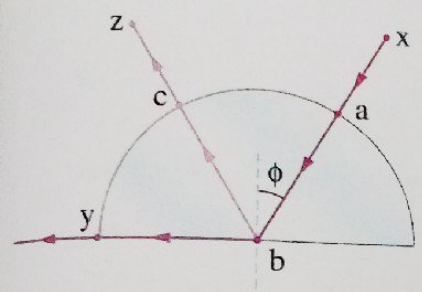
(١) إذا كان معامل انكسار مادة المنشور 1.5،

فإن الشعاع الساقط على الوجه ab .....

- Ⓐ ينفذ بزاوية خروج  $45^\circ$
- Ⓑ ينفذ بزاوية خروج  $60^\circ$
- Ⓒ ينفذ بزاوية خروج  $90^\circ$
- Ⓓ ينعكس انعكاساً كلياً

(٢) إذا كان معامل انكسار مادة المنشور  $\sqrt{2}$ ، فإن الشعاع الساقط على الوجه ab .....

- Ⓐ ينعكس انعكاساً كلياً
- Ⓑ ينفذ بزاوية خروج  $60^\circ$
- Ⓒ ينفذ بزاوية خروج  $82^\circ$
- Ⓓ ينفذ مماساً لهذا الوجه



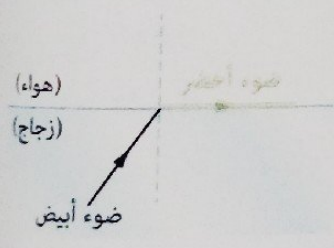
٣٤ في الشكل المقابل ماذا يحدث للأشعة الضوئية عند

زيادة زاوية السقوط  $\phi$  ؟

- Ⓐ ينعكس الشعاع xa كلياً عند النقطة a
- Ⓑ ينعكس الشعاع bz كلياً عند النقطة c
- Ⓒ تزداد شدة الشعاع bz
- Ⓓ تزداد شدة الشعاع by

٣٥ ما الضوء الذي له أقل قيمة للزاوية الحرجة عند انتقاله من الزجاج إلى الهواء ؟

- Ⓐ الأحمر
- Ⓑ الأخضر
- Ⓒ الأصفر
- Ⓓ البنفسجي



٣٦ إذا سقطت حزمة من أشعة الضوء الأبيض على السطح الفاصل

بين الزجاج والهواء كما بالشكل فانكسر الضوء الأخضر مماساً

للسطح الفاصل، فإن الأشعة الضوئية التي تنفذ إلى الهواء هي

أشعة الضوء .....

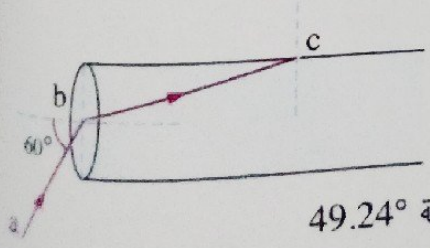
- Ⓐ الأصفر والبرتقالي والأحمر
- Ⓑ البنفسجي والنيلي والأزرق
- Ⓒ الأحمر والأزرق
- Ⓓ الأصفر والبنفسجي

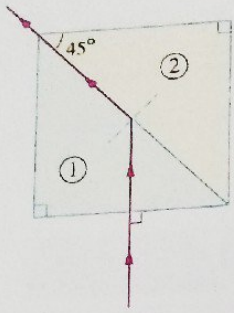
٣٧ سقط شعاع ضوئي ab بزاوية سقوط  $60^\circ$  على ليفة ضوئية معامل

انكسار مادتها 1.68 فانكسر كما بالشكل المقابل، فماذا يحدث

للشعاع الضوئي عند النقطة c ؟

- Ⓐ ينعكس كلياً بزاوية  $58.97^\circ$
- Ⓑ ينعكس كلياً بزاوية  $49.24^\circ$
- Ⓒ ينكسر بزاوية  $45.25^\circ$
- Ⓓ ينكسر بزاوية  $36.52^\circ$

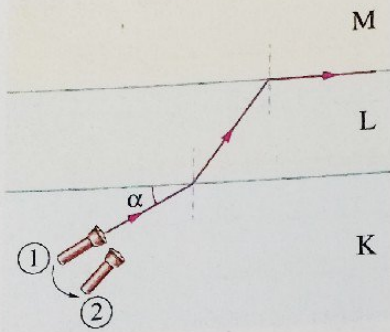




الشكل المقابل يمثل مسار شعاع ضوئي خلال منشورين ثلاثيين ①، ② من مادتين مختلفتين وضعا متلاصقين تماماً، فإذا كان معامل انكسار مادة المنشور ② 1.55، فإن معامل انكسار مادة المنشور ① يساوي .....

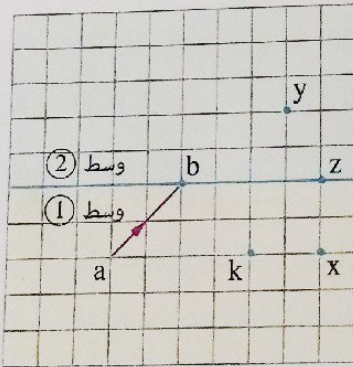
- 2.27 أ) 2.22 ب) 2.19 ج) 2.14 د)

ثلاثة أوساط شفافة (M, L, K)، يمر شعاع ضوئي من الوسط K في اتجاه الوسط M كما بالشكل المقابل، فإذا تم تحريك مصدر الضوء من الموضع ① إلى الموضع ② لتزداد الزاوية  $\alpha$ ، فإن الشعاع الضوئي عند سقوطه على السطح الفاصل بين الوسط L والوسط M .....



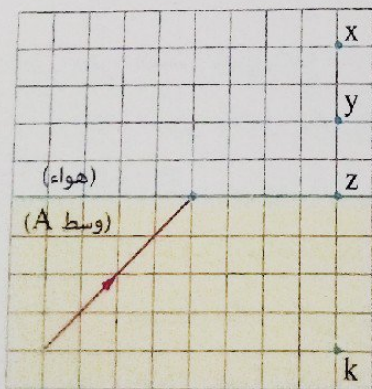
- أ) ينكسر مقترباً من العمود المقام  
ب) ينكسر مبتعداً عن العمود المقام  
ج) ينكسر مماساً للسطح الفاصل  
د) ينعكس كلياً

شعاع ضوئي ab يسقط من الوسط ① الذي معامل انكساره n في اتجاه الوسط ② الذي معامل انكساره أقل من n كما هو ممثل بمقياس الرسم الموضح بالشكل، فإذا كانت الزاوية الحرجة بين الوسطين  $26^\circ$  فإن الشعاع الضوئي يمر من النقطة b إلى النقطة .....



- أ) x  
ب) y  
ج) z  
د) k

الشكل المقابل يمثل شعاع ضوئي يسقط من وسط A معامل انكساره n على السطح الفاصل مع الهواء، فإن الشعاع الضوئي لا يمكن أن يمر بالنقطة .....



- أ) x  
ب) y  
ج) z  
د) k

- ٤٦ سقط شعاع ضوئي من الزجاج على السطح الفاصل مع الهواء بزاوية سقوط تساوي الزاوية الحرجة فانكسر مماساً للسطح الفاصل، فإذا وضع على السطح الفاصل بين الزجاج والهواء طبقة من الماء، فإن زاوية خروج الشعاع للهواء تساوي ..... (علمًا بأن : معامل انكسار الزجاج = 1.5، معامل انكسار الماء =  $\frac{4}{3}$ )
- ١ 42°      ب 48°      ج 62°      د 90°

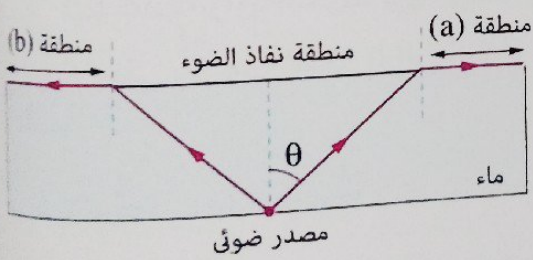
## أسئلة المقال

### ثانيًا

١ فسر العبارات التالية :

- (١) بالرغم من سقوط الشعاع الضوئي من وسط أكبر كثافة ضوئية على السطح الفاصل مع وسط أقل كثافة ضوئية إلا أنه قد لا يحدث له انعكاس كلي.
- (٢) الضوء الذي ينبعث من مصدر تحت سطح الماء يحتمل عدم رؤيته في الهواء.
- (٣) استخدام الليفة الضوئية في المنظار الطبي.
- (٤) يفضل استخدام المنشور العاكس عن السطح المعدني العاكس (المرآة) في بعض الأجهزة البصرية.
- (٥) حدوث السراب في المناطق الصحراوية في الأيام شديدة الحرارة.

٢ مصباح ضوئي مغمور في سائل معامل انكساره المطلق  $\sqrt{2}$ ، عند تتبع مسار أربعة أشعة ضوئية صدرت من المصباح وسقطت على سطح السائل، وُجد أن الشعاع الأول سقط عمودياً على السطح والشعاع الثاني سقط بزاوية سقوط  $30^\circ$  والشعاع الثالث سقط بزاوية سقوط  $45^\circ$  والشعاع الرابع سقط بزاوية سقوط  $60^\circ$ . وضع ماذا يحدث لكل شعاع.



٣ الشكل المقابل يوضح مصدر ضوئي في قاع إناء به

ماء معامل انكساره 1.33 :

(١) فسر عدم نفاذ الضوء في المناطق (a) ، (b).

(٢) احسب قيمة الزاوية  $\theta$

٤ في الشكل المقابل ليفة ضوئية مغطاة بطبقة خارجية من

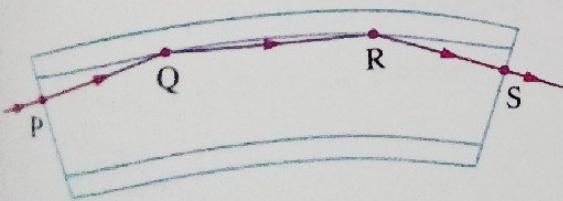
مادة أخرى معامل انكسارها أقل من معامل انكسار

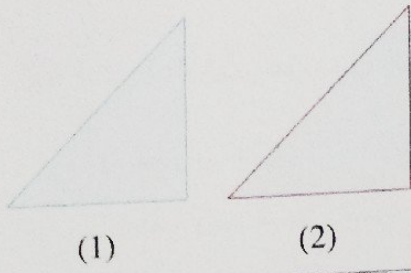
مادة القلب، يمر بها شعاع ضوئي وضع لماذا :

(١) لم يتغير اتجاه الشعاع عند كل من P ، S

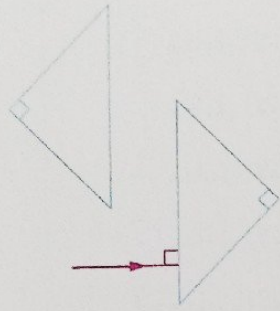
(٢) حدث انعكاس كلي للشعاع عند Q ، R

(٣) تفضل الليفة المكونة من طبقتين عن تلك المكونة من طبقة واحدة.

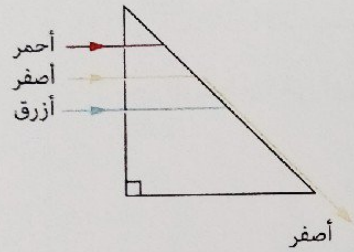




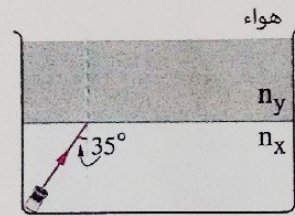
٥ الشكلان المقابلان يمثلان منشورين عاكسين من نفس المادة حيث المنشور (2) مغطى بغشاء رقيق من مادة شفافة أخرى :  
(١) ما المادة التي يمكن أن يكون المنشور (2) مغطى بها ؟  
(٢) أي المنشورين كفاءته أكبر ؟ ولماذا ؟



٦ الشكل المقابل يمثل منشورين عاكسين يسقط شعاع ضوئي عمودياً على أحد أوجه أحدهما، تتبع بالرسم فقط مسار الشعاع الضوئي حتى خروجه من المنشور الآخر.

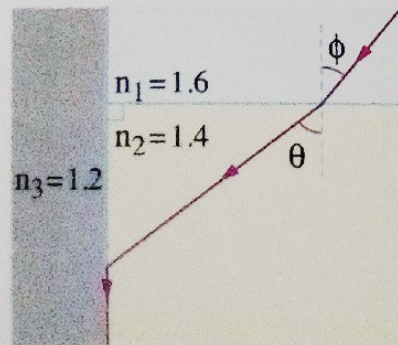


٧ الشكل المقابل يمثل منشور ثلاثي قائم الزاوية متساوي الساقين تسقط ثلاثة أشعة مختلفة في اللون عمودية على أحد ضلعي الزاوية القائمة، فإذا خرج الشعاع الأصفر مماساً للوجه المقابل للقائمة، وضح بالرسم مسار الشعاعين الأحمر والأزرق، مع التفسير.



٨ الشكل المقابل يمثل مصباح موضوع في قاع إناء يحتوي على طبقتين y ، x من سائلين معاملتي انكسارهما المطلق 2 ، 1.5 على الترتيب ويسقط شعاع ضوئي من المصباح على السطح الفاصل بين السائلين، تتبع مسار الشعاع الضوئي، مبيئاً هل يمكن أن يخرج للهواء أم لا ؟

٩ ثلاثة مصابيح وضعت متباعدة عند قاع حمام سباحة بأحد الفنادق، الأول يضيء بضوء أصفر والثاني يضيء بضوء أحمر والثالث يضيء بضوء أزرق فتكونت على سطح الماء بقع دائرية ملونة مختلفة المساحة، رتب المصابيح تصاعدياً حسب مساحة دائرة الضوء على سطح الماء، مع تفسير سبب اختلاف مساحة دائرة ضوء كل لون عن اللون الآخر.



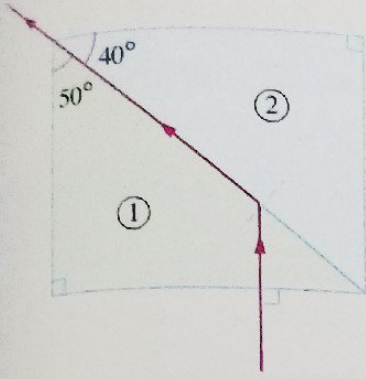
١٠ الشكل المقابل يوضح شعاع ضوئي يسقط على السطح الفاصل بين الوسطين (1) ، (2) ويمر خلال الوسط (2) ليسقط على السطح الفاصل بين الوسطين (2) ، (3) بزواوية تساوي الزاوية الحرجة بينهما :  
(١) احسب قيمة الزاوية  $\phi$   
(٢) ماذا يحدث للشعاع الضوئي الساقط على السطح الفاصل بين الوسطين

(2) ، (3) إذا زادت قيمة الزاوية  $\phi$  ؟ فسر إجابتك.

علمًا بأن :  $(\sin(90 - \theta) = \cos \theta)$

# أنماط جديدة من الأسئلة

١ اختر إجابتين من بين الإجابات المعطاة :



(١) منشوران ثلاثيان ① ، ② من مادتين مختلفتين وضعا متلاصقين تماماً ومر شعاع ضوئي في اتجاه المنشور ② الذي معامل انكساره المطلق 1.35 فأخذ المسار الموضح بالشكل، فإن .....

أ) معامل الانكسار المطلق لمادة المنشور ① = 1.76

ب) معامل الانكسار المطلق لمادة المنشور ① = 2.1

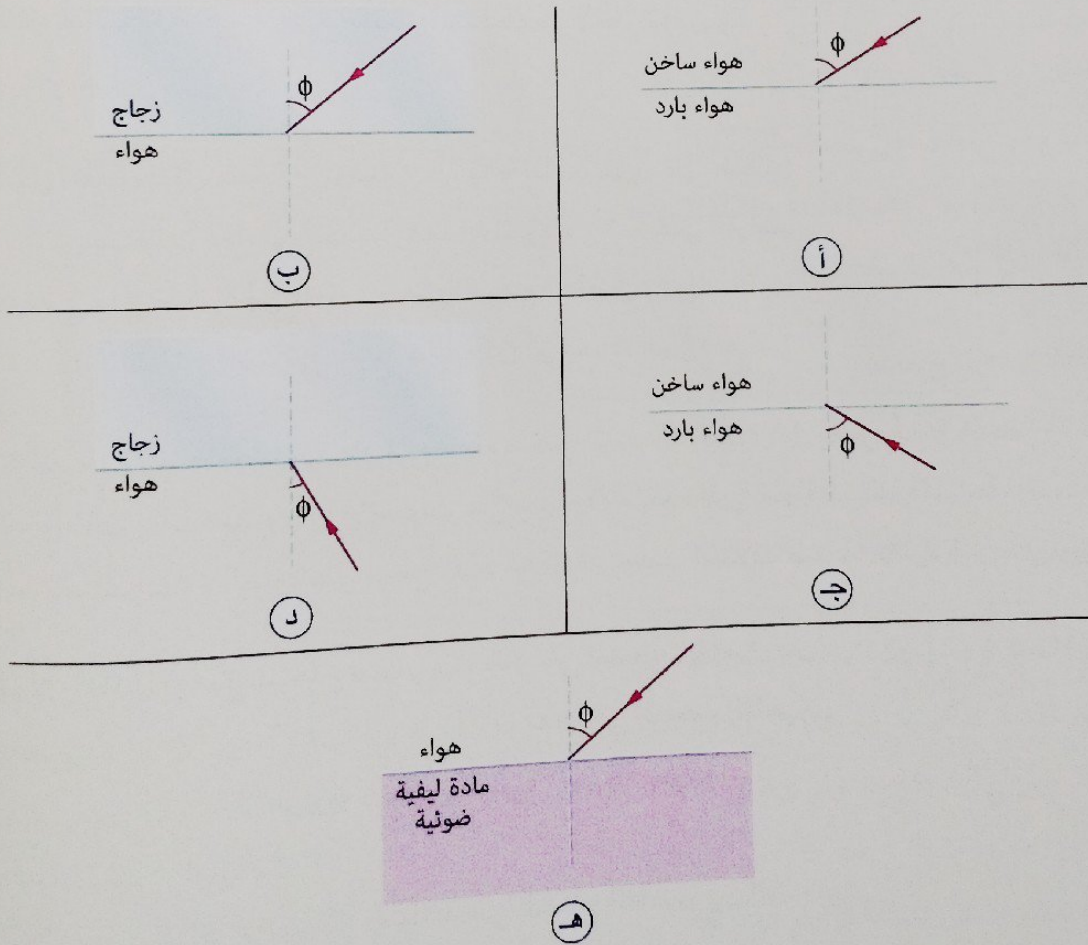
ج) معامل الانكسار النسبي من الوسط ① إلى الوسط ② = 0.64

د) معامل الانكسار النسبي من الوسط ① إلى الوسط ② = 0.766

هـ) معامل الانكسار النسبي من الوسط ① إلى الوسط ② = 1.6

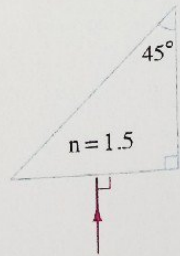
(٢) في الحالات الآتية يسقط شعاع ضوئي على السطح الفاصل بين وسطين والزاوية  $\phi$  أكبر من الزاوية الحرجة

بين الوسطين، في أى هذه الحالات يحدث انعكاس كلي للشعاع الضوئي ؟

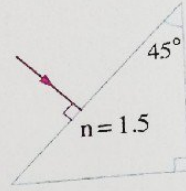




١ ضع أمام كل عبارة من العبارات الآتية رقم الشكل المعبر عنها :



شكل ٢



شكل ١

- (شكل .....)
- (شكل .....)
- (شكل .....)
- (شكل .....)
- (شكل .....)

- (١) ينعكس الشعاع انعكاساً كلياً عند جانبيين مختلفين للمنشور
- (٢) يغير الشعاع مساره بزاوية  $180^\circ$
- (٣) يغير الشعاع مساره بزاوية  $90^\circ$
- (٤) زاويتي سقوط الشعاع داخل المنشور هما  $45^\circ$  ،  $0^\circ$  على الترتيب
- (٥) يمثل الشعاع ما يحدث داخل منظار الميدان

## انحراف الضوء في المنشور الثلاثي



في هذا الدرس سوف نتعرف :

- ◀ استنتاج قوانين المنشور الثلاثي.
- ◀ حالات خاصة للمنشور الثلاثي.
- ◀ تجربة عملية لتعيين مسار شعاع ضوئي خلال منشور ثلاثي زجاجي وتحقيق قوانين المنشور.



المنشور الثلاثي :

قطعة من مادة شفافة (زجاج مثلاً) قاعدتها وسطحها العلوي مثلثان ولها ثلاثة جوانب مستطيلة الشكل.

\* إذا سقط شعاع ضوئي من الهواء على الوجه (xb) للمنشور الثلاثي المقابل، فإنه :

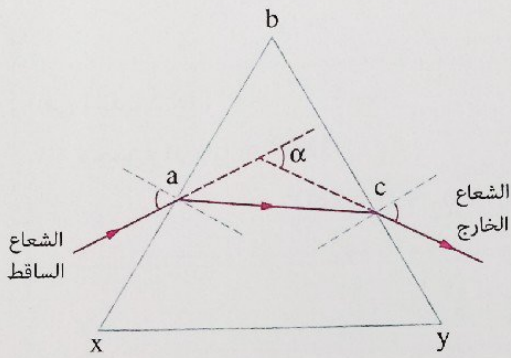
ينكسر عند سقوطه على الوجه (xb) متخذاً المسار (ac).

وإذا كانت زاوية سقوطه على الوجه (yb) أقل من الزاوية الحرجة بين مادة المنشور والهواء فإنه ينكسر ويخرج من الوجه (yb) للمنشور.

أي أنه : الشعاع الضوئي انحرف عن مساره بزاوية معينة بسبب مروره خلال المنشور يطلق عليها زاوية الانحراف ( $\alpha$ ) ويمكن تعريفها كالتالي :

زاوية الانحراف ( $\alpha$ )

الزاوية الحادة المحصورة بين امتدادي الشعاعين الساقط والخارج.



### استنتاج قوانين المنشور الثلاثي

\* في المنشور الموضح بالشكل المقابل :

زاوية رأس المنشور (الزاوية المحصورة بين وجهي المنشور اللذين يسقط الشعاع الضوئي على أحدهما ويخرج من الآخر).

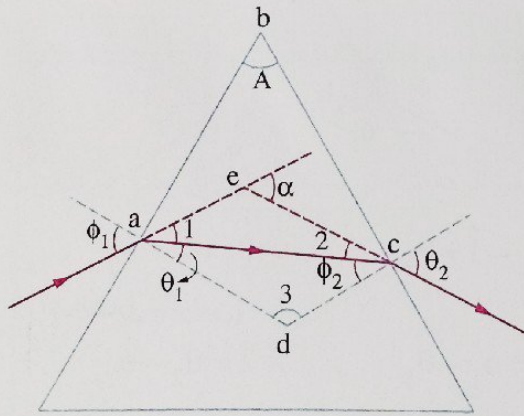
زاوية السقوط الأولى

زاوية الانكسار عند الوجه الأول

زاوية السقوط الثانية (الداخلية)

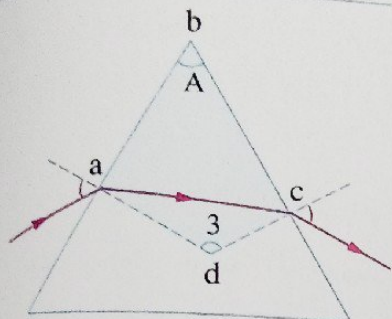
زاوية الخروج

زاوية الانحراف



\* فيما يلي سنقوم باستنتاج العلاقة المستخدمة لحساب :

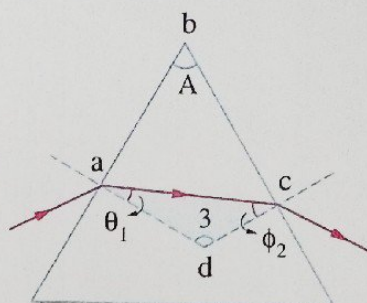
### أولاً زاوية رأس المنشور (A)



∴ الشكل رباعي دائري

∴ مجموع أي زاويتين متقابلتين =  $180^\circ$

$$A + \hat{3} = 180^\circ$$



في المثلث acd :

∴ مجموع الزوايا =  $180^\circ$

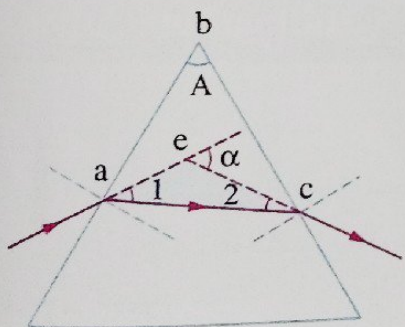
$$\therefore \theta_1 + \phi_2 + \hat{3} = 180^\circ$$

من ١ ، ٢

$$\therefore A + \hat{3} = \theta_1 + \phi_2 + \hat{3}$$

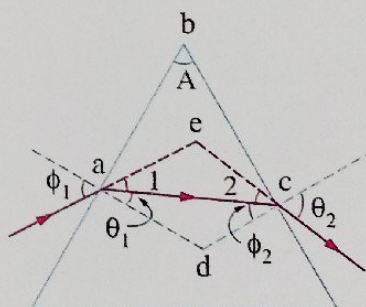
$$\therefore A = \theta_1 + \phi_2$$

### ثانياً زاوية الانحراف ( $\alpha$ )



∴ زاوية الانحراف ( $\alpha$ ) خارجة عن المثلث aec

$$\alpha = \hat{1} + \hat{2}$$



$$\therefore \phi_1 = \hat{1} + \theta_1 \quad , \quad \therefore \theta_2 = \hat{2} + \phi_2$$

(بالتقابل بالرأس)

$$\therefore \hat{1} = \phi_1 - \theta_1 \quad , \quad \therefore \hat{2} = \theta_2 - \phi_2$$

من ١ ، ٢

$$\begin{aligned} \therefore \alpha &= \phi_1 - \theta_1 + \theta_2 - \phi_2 \\ &= \phi_1 + \theta_2 - (\theta_1 + \phi_2) \end{aligned}$$

$$\therefore A = \theta_1 + \phi_2$$

$$\therefore \alpha = \phi_1 + \theta_2 - A$$

### ثالثاً معامل انكسار مادة المنشور (n)

\* عند انتقال شعاع ضوئي من وسط ما إلى منشور، فإذا كان هذا الوسط :

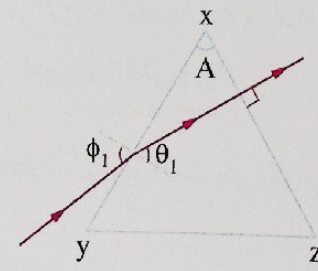
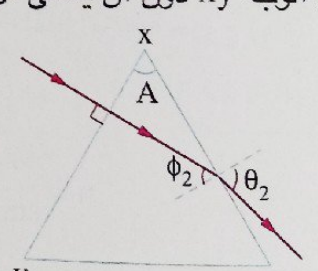
<p>الـهـواء</p> $n_{\text{(منشور)}} = \frac{\sin \phi_{1(\text{هواء})}}{\sin \theta_{1(\text{منشور})}}$ $= \frac{\sin \theta_{2(\text{هواء})}}{\sin \phi_{2(\text{منشور})}}$	<p>فإن</p>	<p>وسط آخر غير الهواء</p> $n_{\text{منشور وسط}} = \frac{n_{\text{(منشور)}}}{n_{\text{(وسط)}}} = \frac{\sin \phi_{1(\text{وسط})}}{\sin \theta_{1(\text{منشور})}}$ $= \frac{\sin \theta_{2(\text{وسط})}}{\sin \phi_{2(\text{منشور})}}$
--	------------	--

\* إذا كان المنشور الثلاثي موضوع في الهواء فإن العوامل التي تؤثر على :

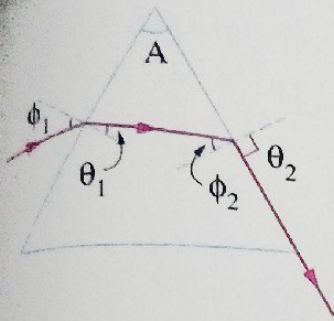
- |   |           |   |
|---|-----------|---|
| <p>1. معامل انكسار مادة المنشور للضوء المستخدم (n).<br/>2. زاوية السقوط الأولى (<math>\phi_1</math>).</p>                               | <p>هي</p> | <p>زاوية الانكسار (<math>\theta_1</math>)</p>   |
| <p>1. معامل انكسار مادة المنشور للضوء المستخدم (n).<br/>2. زاوية السقوط الأولى (<math>\phi_1</math>).<br/>3. زاوية رأس المنشور (A).</p> | <p>هي</p> | <p>زاوية السقوط الثانية (<math>\phi_2</math>)<br/>زاوية الخروج (<math>\theta_2</math>)<br/>زاوية الانحراف (<math>\alpha</math>)</p> |

### حالات خاصة للمنشور الثلاثي

- 1 عند سقوط الشعاع الضوئي عمودياً على وجه المنشور      2 عند خروج الشعاع الضوئي عمودياً على وجه المنشور

<p>فإن الشعاع</p>	<p>ينفذ من الوجه XY دون أن يعاني أي انحراف</p>
<p>يخرج من الوجه XZ على استقامته دون أن يعاني أي انحراف</p>	<p>حيث</p>
	
<p><math>\phi_2 = \theta_2 = 0^\circ</math> (أقل قيمة لزواية الخروج)</p>	<p><math>\phi_1 = \theta_1 = 0^\circ</math> (أقل قيمة لزواية السقوط الأولى)</p>
<p>وبالتالي فإن</p>	<p>حيث</p>
<p><math>\theta_1 = A</math> <math>\alpha = \phi_1 - A</math></p>	<p><math>\phi_2 = A</math> <math>\alpha = \theta_2 - A</math></p>
	<p>(أكبر قيمة لزواية الانكسار)</p>
	<p>(أكبر قيمة لزواية السقوط الثانية)</p>
	<p>عند خروج الشعاع من الوجه XZ :</p>

٣ عندما تكون زاوية السقوط الثانية ( $\phi_2$ ) مساوية للزاوية الحرجة لمادة المنشور

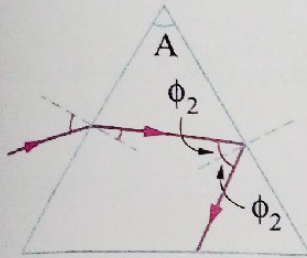


في هذه الحالة تكون  $\phi_1$  هي أصغر زاوية سقوط على وجه المنشور تجعل الشعاع ينفذ مماساً للوجه المقابل :

$$\therefore \phi_2 = \phi_c, \quad \theta_2 = 90^\circ$$

$$\therefore n = \frac{1}{\sin \phi_2}, \quad A = \theta_1 + \phi_c$$

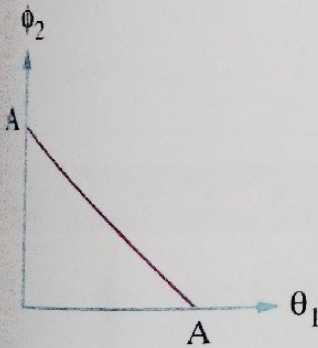
٤ عندما تكون زاوية السقوط الثانية (الداخلية) أكبر من الزاوية الحرجة لمادة المنشور



ينعكس الشعاع كلياً وتكون :

زاوية الانعكاس = زاوية السقوط الثانية  
ويسقط الشعاع على الوجه الثالث للمنشور

### ملاحظات



(١) يمكن تمثيل العلاقة بين زاوية السقوط الثانية ( $\phi_2$ ) وزاوية الانكسار ( $\theta_1$ ) بيانياً كما بالشكل المقابل، حيث  $(\phi_2 = A - \theta_1)$ .

(٢) عند سقوط شعاع ضوئي بزاوية ( $\phi_1$ ) على أحد أوجه منشور ثلاثي بحيث تكون زاوية السقوط الثانية ( $\phi_2$ ) أقل من الزاوية الحرجة ( $\phi_c$ ) فإن الشعاع الضوئي يخرج من الوجه المقابل بزاوية خروج ( $\theta_2$ )، وعند زيادة زاوية السقوط الأولى ( $\phi_1$ ) :

$$n = \frac{\sin \phi_1}{\sin \theta_1}$$

تزداد زاوية الانكسار الأولى ( $\theta_1$ ) تبعاً للعلاقة

$$A = \phi_2 + \theta_1$$

تقل زاوية السقوط الثانية ( $\phi_2$ ) تبعاً للعلاقة

$$n = \frac{\sin \theta_2}{\sin \phi_2}$$

تقل زاوية الخروج ( $\theta_2$ ) تبعاً للعلاقة

كيفية حل مسائل المنشور الثلاثي

عند سقوط شعاع ضوئي على أحد أوجه منشور ثلاثي نستخدم قانون سنل :

$$n_1 \sin \phi_1 = n_2 \sin \theta_1$$

حيث :  $n_1$  معامل انكسار الوسط المحيط بالمنشور ،  $n_2$  معامل انكسار مادة المنشور

عند مرور الشعاع الضوئي داخل المنشور وسقوطه على الوجه المقابل نستخدم العلاقة :

$$A = \theta_1 + \phi_2$$

من هندسة الشكل نحسب زاوية سقوط الشعاع الضوئي على السطح الداخلي للمنشور ونقارنها بالزاوية الحرجة لمادة المنشور مع الوسط المحيط به لتحديد مسار الشعاع عند هذا السطح ، فإذا كانت زاوية السقوط الثانية (الداخلية) :

أكبر من

الزاوية الحرجة بين مادة  
المنشور والوسط المحيط  
 $(\phi_2 > \phi_c)$

ينعكس كلياً داخل المنشور  
وتكون

$$\phi_2 = \theta_2 = \text{زاوية الانعكاس}$$

تساوي

الزاوية الحرجة بين مادة  
المنشور والوسط المحيط  
 $(\phi_2 = \phi_c)$

فإن الشعاع الضوئي  
ينكسر مماساً لسطح المنشور  
وتكون

$$\theta_2 = 90^\circ$$

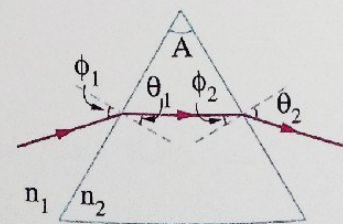
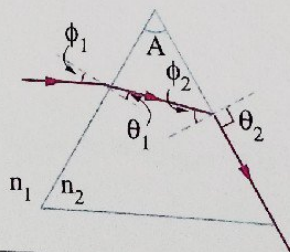
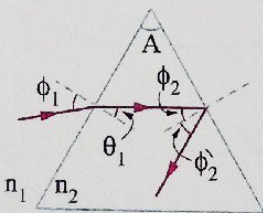
أقل من

الزاوية الحرجة بين مادة  
المنشور والوسط المحيط  
 $(\phi_2 < \phi_c)$

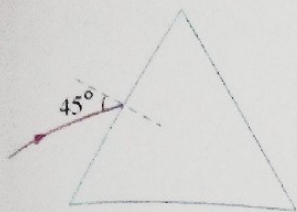
ينكسر مبتعداً عن العمود  
المقام على سطح المنشور ويتم  
تطبيق قانون سنل

$$n_2 \sin \phi_2 = n_1 \sin \theta_2$$

ويمكن توضيح ذلك بالرسم التالي



## مثال ١



الشكل المقابل يمثل شعاع ضوئي يسقط بزواوية  $45^\circ$  على أحد أوجه منشور ثلاثي متساوي الأضلاع معامل انكسار مادته 1.5، فإن :  
(١) زاوية خروج الشعاع الضوئي من المنشور تساوي .....

31.87° (ب) 28.13° (ا)

52.37° (د) 42.12° (ج)

67.37° (د)

(٢) زاوية الانحراف للشعاع الضوئي تساوي .....

52.63° (ج) 41.43° (ب) 37.37° (ا)

## الحل

$A = 60^\circ$   $\phi_1 = 45^\circ$   $n = 1.5$   $\theta_2 = ?$   $\alpha = ?$

$\sin \phi_1 = n \sin \theta_1$

$\sin \theta_1 = \frac{\sin 45}{1.5}$

$\theta_1 = 28.13^\circ$

$A = \theta_1 + \phi_2$

$\phi_2 = A - \theta_1 = 60 - 28.13 = 31.87^\circ$

$\therefore \sin \phi_c = \frac{1}{n} = \frac{1}{1.5}$

$\therefore \phi_c = 41.81^\circ$

\* بمقارنة زاوية السقوط الثانية ( $\phi_2$ ) بالزاوية الحرجة لمادة المنشور نجد أن :

$\phi_2 < \phi_c$

$\therefore$  ينفذ الشعاع من وجه المنشور ويطبق قانون سنل.

$\sin \theta_2 = n \sin \phi_2 = 1.5 \sin 31.87$

$\therefore \theta_2 = 52.37^\circ$

$\therefore$  الاختيار الصحيح هو (د)

(٢)

$\alpha = \phi_1 + \theta_2 - A$

$= 45 + 52.37 - 60$

$= 37.37^\circ$

$\therefore$  الاختيار الصحيح هو (ا)

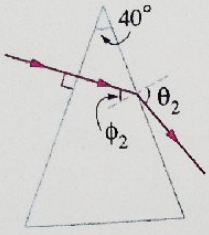
أردنا أن يحدث انعكاس كلي للشعاع الضوئي داخل المنشور، ما التغيير اللازم إحداثه لزاوية السقوط الأولى؟

ماذا لو



## مثال ٢

الشكل المقابل يوضح مسار شعاع ضوئي يسقط عمودياً على أحد أوجه منشور ثلاثي زاوية رأسه  $40^\circ$ ، فإذا كانت  $\theta_2 = 1.5 \phi_2$ ، فإن معامل انكسار مادة المنشور يساوي .....



ب) 1.35

أ) 1.25

د) 1.72

ج) 1.51

الحل

$$A = 40^\circ \quad \theta_2 = 1.5 \phi_2 \quad \theta_1 = \phi_1 = 0^\circ \quad n = ?$$

$$\therefore A = \theta_1 + \phi_2 \quad , \quad \theta_1 = 0^\circ$$

$$\therefore \phi_2 = A = 40^\circ \quad , \quad \therefore \theta_2 = 1.5 \times 40 = 60^\circ$$

\* بتطبيق قانون سنل :

$$n \sin \phi_2 = \sin \theta_2$$

$$n = \frac{\sin \theta_2}{\sin \phi_2} = \frac{\sin 60}{\sin 40} = 1.35$$

∴ الاختيار الصحيح هو (ب)

تغيرت زاوية سقوط الشعاع ( $\phi_1$ ) بحيث يخرج عمودياً، ما زاوية سقوط الشعاع الضوئي على المنشور ( $\phi_1$ ) في هذه الحالة ؟

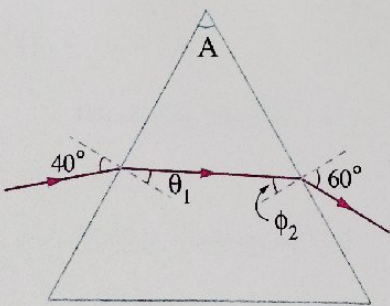
ماذا لو

## مثال ٣

الشكل المقابل يوضح مسار شعاع ضوئي في منشور

ثلاثي، فإن زاوية الانكسار  $\theta_1$  تكون .....

- أ) أكبر من زاوية السقوط الثانية ( $\phi_2$ )  
 ب) أقل من زاوية السقوط الثانية ( $\phi_2$ )  
 ج) مساوية لزاوية السقوط الثانية ( $\phi_2$ )  
 د) مساوية لزاوية رأس المنشور (A)



$$\therefore n = \frac{\sin \phi_1}{\sin \theta_1} = \frac{\sin \theta_2}{\sin \phi_2}$$

$$\therefore \frac{\sin 40}{\sin \theta_1} = \frac{\sin 60}{\sin \phi_2}$$

الحل

$$\therefore \sin 60 > \sin 40$$

$$\therefore \sin \theta_1 < \sin \phi_2$$

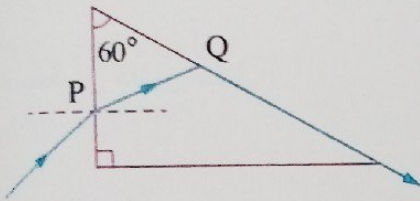
$$\therefore \theta_1 < \phi_2$$

∴ الاختيار الصحيح هو (ب)

ماذا لو

زادت زاوية سقوط الشعاع الضوئي ( $\phi_1$ ) على المنشور، ماذا يحدث لزاوية خروج الشعاع ؟

### مثال ٤



في الشكل المقابل سقط شعاع ضوء أزرق على وجه منشور عند النقطة P وكانت زاوية الانكسار  $23^\circ$  ثم سقط على الوجه المقابل عند النقطة Q وخرج مماساً له، فإن :

(١) الزاوية الحرجة لمادة المنشور للضوء الأزرق تساوي .....

(د)  $60^\circ$

(ج)  $42^\circ$

(ب)  $37^\circ$

(أ)  $23^\circ$

(٢) معامل انكسار مادة المنشور للضوء الأزرق يساوي .....

(د) 1.72

(ج) 1.66

(ب) 1.41

(أ) 1.15

الحل

$$\theta_1 = 23^\circ \quad A = 60^\circ \quad \theta_2 = 90^\circ \quad \phi_c = ? \quad n = ?$$

$$\therefore A = \theta_1 + \phi_2 \quad \therefore 60 = 23 + \phi_2 \quad \therefore \phi_2 = 37^\circ \quad (١)$$

∴ الشعاع خرج مماساً.

$$\therefore \phi_c = \phi_2 = 37^\circ$$

∴ الاختيار الصحيح هو (ب)

$$n = \frac{1}{\sin \phi_c} = \frac{1}{\sin 37} = 1.66$$

∴ الاختيار الصحيح هو (ج)

استبدل شعاع الضوء الأزرق بشعاع ضوء أحمر وسقط بنفس زاوية السقوط الأولى، هل ينعكس الشعاع الضوئي كلياً عند وجه المنشور المقابل للزاوية القائمة ؟

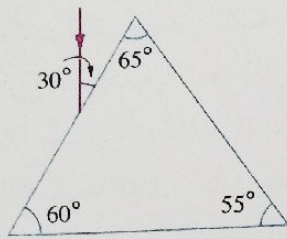
ماذا لو

في الشكل المقابل، إذا كان معامل انكسار مادة المنشور 1.5 :

(١) تتبع مسار الشعاع الضوئي داخل المنشور.

(٢) أوجد زاوية خروجه من المنشور.

(٣) أوجد زاوية الانحراف.



$$n = 1.5 \quad \theta_2 = ? \quad \alpha = ?$$

$$\sin \phi_1 = n \sin \theta_1$$

$$\sin \theta_1 = \frac{\sin \phi_1}{n} = \frac{\sin 60}{1.5}$$

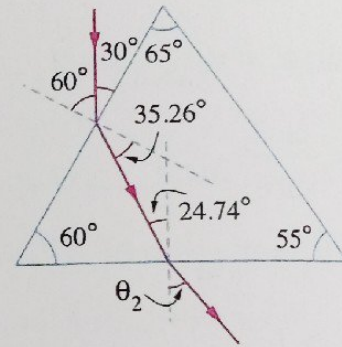
$$\theta_1 = 35.26^\circ$$

$$A = \theta_1 + \phi_2$$

$$60 = 35.26 + \phi_2$$

$$\phi_2 = 24.74^\circ$$

(١) \* بتطبيق قانون سنل :



(٢) \* بمقارنة زاوية السقوط الثانية ( $\phi_2$ ) بالزاوية الحرجة لمادة المنشور ( $\phi_c = 41.8^\circ$ ) نجد أن :

$$\phi_2 < \phi_c$$

$$\sin \theta_2 = n \sin \phi_2$$

$$= 1.5 \times \sin 24.74$$

$$\theta_2 = 38.88^\circ$$

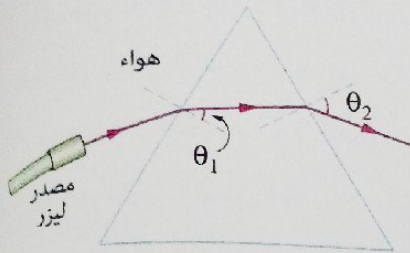
$$\alpha = \phi_1 + \theta_2 - A$$

$$= 60 + 38.88 - 60 = 38.88^\circ$$

\* بتطبيق قانون سنل :

(٢)

## مثال ٦



منشور ثلاثي معامل انكسار مادته 1.5 موضوع في قاع حوض فارغ ويسقط عليه شعاع ليزر فيخرج من المنشور كما بالشكل، فإذا سُكب ماء معامل انكساره 1.33 في الحوض حتى غُمر المنشور بالكامل، فماذا يحدث لكل من زاوية الانكسار ( $\theta_1$ ) وزاوية الخروج ( $\theta_2$ ) على الترتيب؟

- (أ) تقل ، تقل  
(ب) تزداد ، تقل  
(ج) تقل ، تزداد  
(د) تزداد ، تزداد

## الحل

\* عندما يكون المنشور في الهواء :

①

\* عندما يكون المنشور في الماء :

②

بقسمة المعادلة ① على المعادلة ② :

$$\sin \phi_1 = n_{(\text{منشور})} \sin \theta_1$$

$$n_{(\text{ماء})} \sin \phi_1 = n_{(\text{منشور})} \sin \hat{\theta}_1$$

$$\frac{1}{n_{(\text{ماء})}} = \frac{\sin \theta_1}{\sin \hat{\theta}_1}$$

$$\therefore \sin \hat{\theta}_1 = n_{(\text{ماء})} \sin \theta_1$$

$$\therefore n_{(\text{ماء})} > 1$$

$$\therefore \sin \hat{\theta}_1 > \sin \theta_1$$

∴ زاوية الانكسار تزداد عندما يكون المنشور في الماء.

$$\therefore A = \theta_1 + \phi_2$$

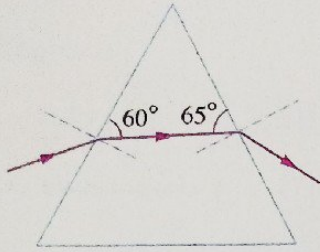
∴ عندما تزداد زاوية الانكسار تقل زاوية السقوط الثانية وتقل زاوية الخروج.

∴ الاختيار الصحيح هو (ب)

ماذا لو

في الحالة الأولى (قبل سكب الماء) تم تغيير المصدر الضوئي بأخر له تردد أعلى، ما أثر ذلك على زاوية خروج الشعاع من المنشور؟

١ \* في الشكل المقابل، إذا كان معامل انكسار مادة المنشور 1.5، احسب زاوية انحراف الشعاع الضوئي.



.....

.....

.....

.....

.....

٢ اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة،

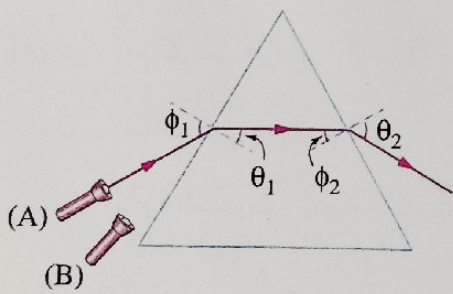
(١) شعاع ضوئي يسقط بزاوية سقوط  $\phi_1$  على أحد جوانب منشور ثلاثي زجاجي معامل انكسار مادته  $n$  فينحرف بزاوية  $\alpha$ ، فإذا غُمر المنشور في سائل معامل انكساره  $0.8n$  وسقط عليه شعاع ضوئي بنفس الزاوية  $\phi_1$  فإن زاوية انحراف الشعاع .....

- (أ) تقل  
(ب) تزداد  
(ج) تنعدم  
(د) لا تتغير

(٢) في الشكل المقابل إذا تم تحريك المصدر

الضوئي من الموضع (A) إلى الموضع (B)

فإن زاوية الخروج ( $\theta_2$ ) .....



- (أ) تقل  
(ب) تزداد  
(ج) تنعدم  
(د) لا تتغير

تعيين مسار شعاع ضوئي خلال منشور ثلاثي زجاجي وتحقيق قوانين المنشور.

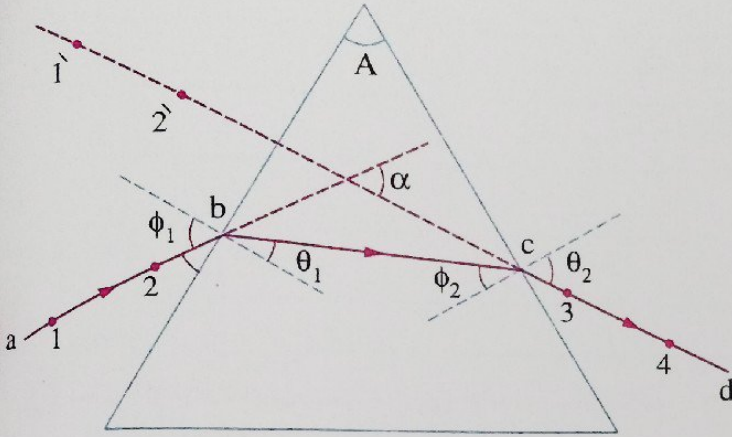
تجربة عملية

الأدوات :

- (١) منشور من الزجاج زاوية رأسه  $60^\circ$   
 (٢) منقلة.  
 (٣) مسطرة.  
 (٤) دبوسين.

الخطوات :

- (١) ضع المنشور على ورقة بيضاء وحدد قاعدته المثلثة بالقلم الرصاص.  
 (٢) ارسم خطاً  $ab$  مائلاً على أحد أوجه المنشور بحيث يُمثل شعاع ساقط.  
 (٣) ثبت دبوسين (١ ، ٢) على الخط  $ab$



- (٤) انظر من الوجه المقابل للشعاع الساقط، ثبت دبوسين (٣ ، ٤) بحيث يكونا على استقامة واحدة مع صورتَي الدبوسين (١ ، ٢).

- (٥) ارسم خطاً مستقيماً  $cd$  يصل بين الدبوسين (٣ ، ٤) وسطح المنشور بحيث يمثل الشعاع الخارج.

- (٦) ارفع المنشور، وصل  $bc$  ليُمثل المسار  $abcd$  مسار الشعاع الضوئي من الهواء إلى الزجاج إلى الهواء مرة أخرى.

- (٧) مد الخطين المستقيمين  $ab$  ،  $cd$  على استقامتهما حتى يتقابلا فتكون الزاوية الحادة بينهما هي زاوية الانحراف  $(\alpha)$ .

- (٨) عيّن قيم كل من الزوايا  $\alpha$  ،  $\theta_2$  ،  $\phi_2$  ،  $\theta_1$  ،  $\phi_1$  باستخدام المنقلة.

- (٩) دوّن النتائج في جدول كالتالي :

زاوية السقوط الأولى $(\phi_1)$	زاوية الانكسار $(\theta_1)$	زاوية السقوط الثانية $(\phi_2)$	زاوية الخروج $(\theta_2)$	زاوية الانحراف $(\alpha)$	زاوية رأس المنشور $(A)$

- (١٠) طابق النتائج مع القيم المحسوبة من العلاقتين :

$$A = \theta_1 + \phi_2 \quad , \quad \alpha = \phi_1 + \theta_2 - A$$

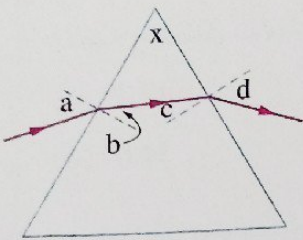
أولاً

أسئلة الاختيار من متعدد



قيم نفسك إلكترونياً

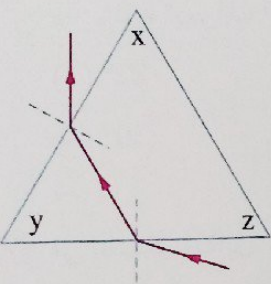
الشكل المقابل يوضح مسار شعاع ضوئي خلال منشور ثلاثي، ما العلاقة الصحيحة التي تربط الزاوية  $x$  بالزاوية الأخرى الموضحة بالشكل ؟



- (ب)  $x = a - b$
- (د)  $x = b + c$

- (أ)  $x = a + d$
- (ج)  $x = b - c$

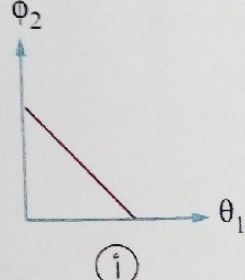
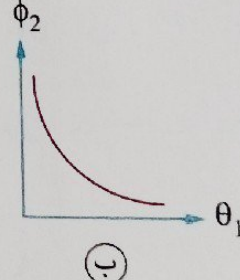
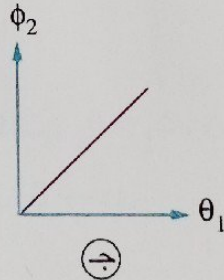
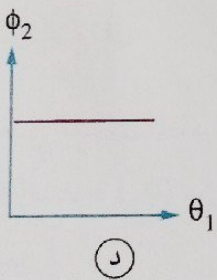
في الشكل المقابل أي الزوايا تمثل زاوية رأس المنشور عند حساب زاوية انحراف الشعاع الضوئي ؟



- (ب) الزاوية  $y$
- (د) أي منها

- (أ) الزاوية  $x$
- (ج) الزاوية  $z$

أي الأشكال البيانية الآتية يمثل العلاقة بين زاوية السقوط الثانية ( $\phi_2$ ) وزاوية الانكسار ( $\theta_1$ ) لشعاع ضوئي يسقط على وجه منشور ثلاثي بزوايا سقوط مختلفة ؟



فيما يلي ثلاث كميات فيزيائية مرتبطة بانحراف الضوء في المنشور الثلاثي :

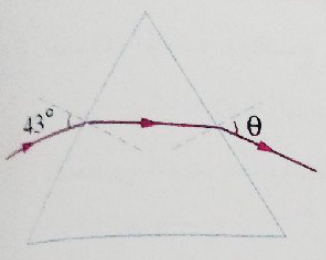
- (I) زاوية رأس المنشور.
- (II) معامل انكسار مادة المنشور للضوء المستخدم.
- (III) زاوية الانحراف.

أي من الكميات السابقة تؤثر على قيمة زاوية السقوط الثانية في المنشور الثلاثي ؟

- (أ) (II) ، (I)
- (ب) (III) ، (I)
- (ج) (III) ، (II)
- (د) (III) ، (II) ، (I)

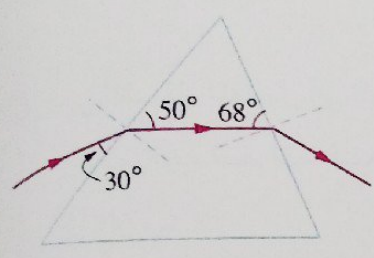
5 \* سقط شعاع ضوئي بزواوية سقوط  $45^\circ$  على أحد أوجه منشور ثلاثي معامل انكسار مادته 1.5 وخرج من الوجه المقابل بزواوية  $52^\circ$ ، فإن زاوية رأس المنشور تساوي .....

(أ)  $28.13^\circ$   
 (ب)  $30.18^\circ$   
 (ج)  $31.69^\circ$   
 (د)  $59.82^\circ$



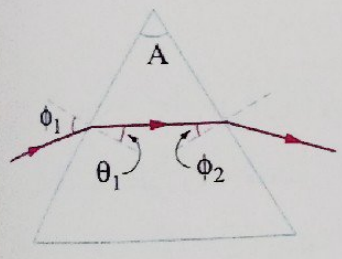
6 \* الشكل المقابل يوضح مسار شعاع ضوئي خلال منشور زجاجي متساوي الأضلاع معامل انكسار مادته 1.5، فتكون قيمة الزاوية  $\theta$  هي .....

(أ)  $47.2^\circ$   
 (ب)  $43^\circ$   
 (ج)  $54.8^\circ$   
 (د)  $27^\circ$



7 \* الشكل المقابل يمثل مسار شعاع ضوئي خلال منشور ثلاثي، فإن زاوية انحراف الشعاع تساوي .....

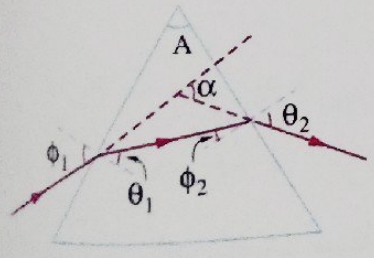
(أ)  $22^\circ$   
 (ب)  $28.38^\circ$   
 (ج)  $30^\circ$   
 (د)  $30.38^\circ$



8 \* في الشكل المقابل، ما تأثير زيادة زاوية السقوط  $(\phi_1)$  على كل من زاوية الانكسار  $(\theta_1)$  وزاوية السقوط الثانية  $(\phi_2)$  على الترتيب؟

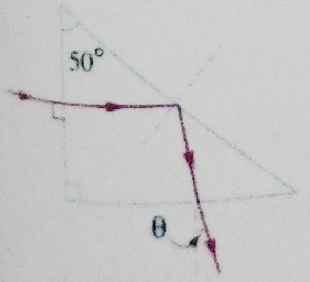
(أ) تزداد ، تزداد  
 (ب) تقل ، تقل  
 (ج) تزداد ، تقل  
 (د) تقل ، تزداد

9 \* في الشكل المقابل إذا كانت  $\phi_1 > \theta_2$  ،  $\alpha = A$  فإن زاوية السقوط  $(\phi_1)$  من الممكن أن تساوي .....



(أ)  $\frac{1}{2} A$   
 (ب)  $A$   
 (ج)  $\frac{4}{3} A$   
 (د)  $2A$

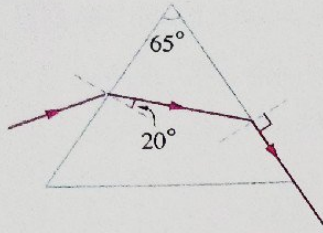
10 \* في الشكل المقابل إذا كان معامل انكسار مادة المنشور 1.5، فإن قيمة الزاوية  $(\theta)$  هي تقريباً .....



(أ)  $20^\circ$   
 (ب)  $18^\circ$   
 (ج)  $15^\circ$   
 (د)  $10^\circ$

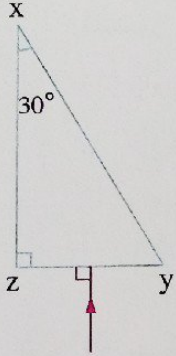


١١ الشكل المقابل يمثل مسار شعاع ضوئي خلال منشور ثلاثي، فتكون زاوية انحراف الشعاع .....



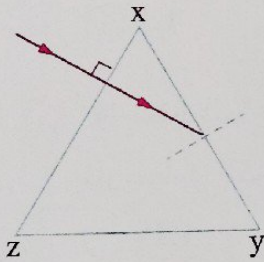
- أ)  $65^\circ$
- ب)  $53.9^\circ$
- ج)  $45^\circ$
- د)  $28.9^\circ$

١٢ في الشكل المقابل يسقط شعاع عمودياً على الوجه  $YZ$  لمنشور ثلاثي، فإذا كانت الزاوية الحرجة لمادة المنشور  $42^\circ$ ، فأى العبارات التالية تكون صحيحة؟



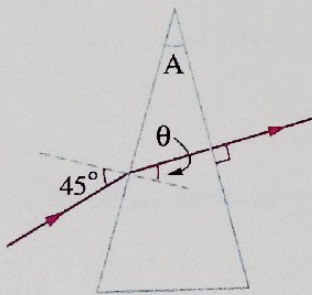
- أ) يمر الشعاع خلال الوجه  $YZ$  دون انحراف
- ب) زاوية سقوط الشعاع على الوجه  $XY$  تساوي  $60^\circ$
- ج) ينعكس الشعاع انعكاساً كلياً عند الوجه  $XY$
- د) جميعها صحيحة

\* ١٣ في الشكل المقابل يسقط شعاع ضوئي عمودياً على الجانب  $XZ$  لمنشور ثلاثي متساوي الأضلاع معامل انكساره  $\sqrt{2}$ ، فإن الشعاع .....



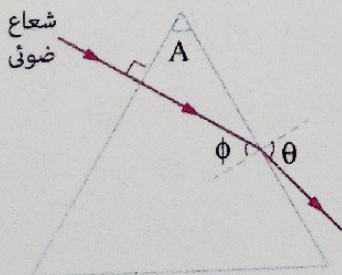
- أ) يخرج من الوجه  $XY$
- ب) يخرج من الوجه  $XZ$
- ج) ينحرف عن مساره بزاوية  $120^\circ$
- د) ينحرف عن مساره بزاوية  $60^\circ$

١٤ في الشكل المقابل تكون زاوية رأس المنشور (A) .....

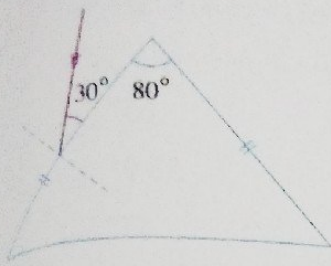


- أ) أكبر من  $45^\circ$
- ب) أقل من  $45^\circ$
- ج) تساوي  $45^\circ$
- د) لا يمكن تحديد الإجابة

١٥ في الشكل المقابل تكون زاوية رأس المنشور (A) .....



- أ) أكبر من الزاوية  $\theta$
- ب) أصغر من الزاوية  $\theta$
- ج) أكبر من الزاوية  $\phi$
- د) أصغر من الزاوية  $\phi$



\* الشكل المقابل يوضح شعاع ضوئي يسقط على أحد أوجه منشور ثلاثي متساوي الساقين معامل انكسار مادته 1.5، فإن زاوية انحراف الشعاع الضوئي تساوي .....

- أ)  $14.74^\circ$       ب)  $22.44^\circ$   
ج)  $32.44^\circ$       د)  $50.2^\circ$

\* سقط شعاع ضوئي عمودياً على أحد أوجه منشور ثلاثي زاوية رأسه  $30^\circ$ ، فإذا كان معامل انكسار مادة المنشور  $\sqrt{2}$ ، فإن :

(١) زاوية خروج الشعاع من المنشور تساوي .....

- أ)  $15^\circ$       ب)  $30^\circ$       ج)  $45^\circ$       د)  $60^\circ$

(٢) زاوية انحراف الشعاع الضوئي تساوي .....

- أ)  $15^\circ$       ب)  $30^\circ$       ج)  $45^\circ$       د)  $60^\circ$

\* سقط شعاع ضوئي عمودياً على أحد أوجه منشور ثلاثي زاوية رأسه  $45^\circ$  فخرج مماساً للوجه المقابل، فإن معامل انكسار مادة المنشور يساوي .....

- أ) 1.2      ب)  $\sqrt{3}$       ج)  $\sqrt{2}$       د)  $2\sqrt{2}$

\* سقط شعاع عمودي على أحد جوانب منشور ثلاثي زاوية رأسه  $30^\circ$  فانحرف الشعاع بزاوية مقدارها  $20^\circ$ ، فإن معامل انكسار مادة المنشور يساوي .....

- أ) 1.25      ب) 1.44      ج) 1.53      د) 1.66

\* سقط شعاع ضوئي بزاوية سقوط قدرها  $60^\circ$  على أحد أوجه منشور ثلاثي زاوية رأسه  $40^\circ$  فخرج عمودياً على الوجه المقابل، فإن معامل انكسار مادة المنشور يساوي .....

- أ) 1.35      ب) 1.29      ج) 1.21      د) 1.13

\* سقط شعاع ضوئي في الهواء على أحد أوجه منشور ثلاثي زجاجي زاوية رأسه  $72^\circ$  فانكسر الشعاع بزاوية  $30^\circ$  وخرج مماساً للوجه المقابل، فإن الزاوية الحرجة بين الزجاج والهواء تساوي .....

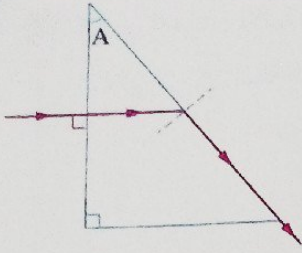
- أ)  $30^\circ$       ب)  $42^\circ$       ج)  $48^\circ$       د)  $60^\circ$

\* في الشكل المقابل، إذا علمت أن معامل انكسار مادة المنشور 1.5، فإن زاوية خروج الشعاع من المنشور تساوي .....

- أ)  $19.47^\circ$       ب)  $41.81^\circ$   
ج)  $48.59^\circ$       د)  $60^\circ$

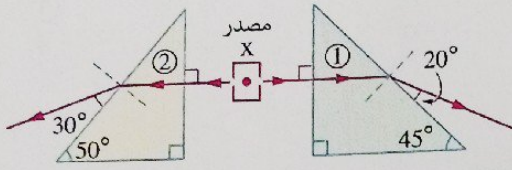


٢٢ في الشكل المقابل، شعاع ضوئي ينتقل خلال منشور ثلاثي من مادة شفافة بسرعة  $0.8c$  حيث  $c$  سرعة الضوء في الهواء، فإن الزاوية  $A$  تساوي تقريباً .....



- ٣٧° (أ)
- ٤٠° (ب)
- ٥٠° (ج)
- ٥٣° (د)

٢٤ \* يخرج شعاعان ضوئيان من مصدر  $X$  فيمرا



خلال منشورين (1)، (2) من مادتين معاملتا انكسارهما  $n_1$ ،  $n_2$  على الترتيب كما بالشكل المقابل، فتكون العلاقة بين معاملي انكسار مادتي المنشورين هي .....

- $n_1 > n_2$  (أ)
- $n_2 > n_1$  (ب)
- $n_1 = n_2 \neq 1$  (ج)
- $n_1 = n_2 = 1$  (د)

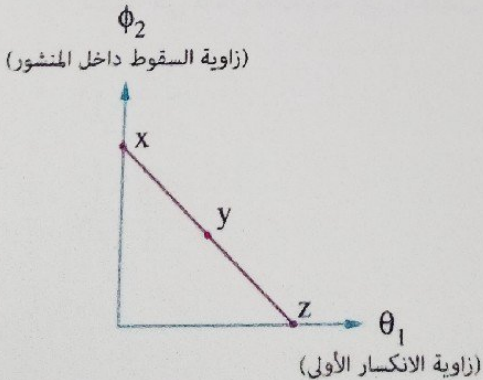
٢٥ أي الزوايا الآتية لشعاع ضوئي في منشور ثلاثي متساوي الأضلاع معامل انكسار مادته 1.5 من الممكن أن تكون من قيمها المحتملة  $0^\circ$  و  $90^\circ$  ؟

- (أ) زاوية الانحراف  $(\alpha)$
- (ب) زاوية السقوط الثانية  $(\phi_2)$
- (ج) زاوية الانكسار  $(\theta_1)$
- (د) زاوية الخروج  $(\theta_2)$

٢٦ في الشكل البياني المقابل، أي النقاط الموضحة تمثل

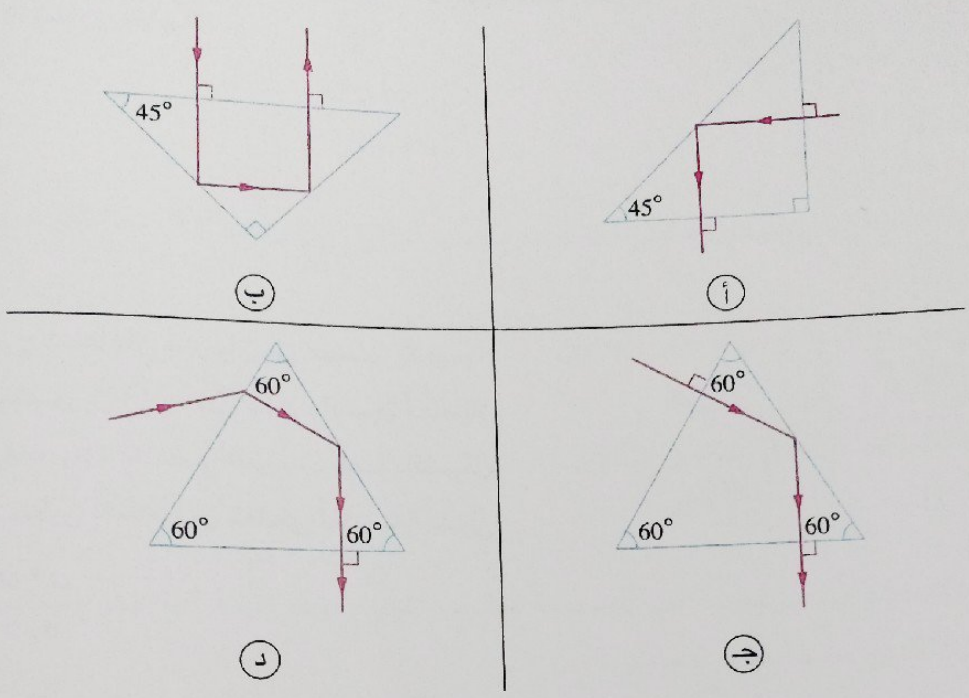
حالة شعاع ضوئي يسقط من الهواء عمودياً على أحد

أوجه منشور ثلاثي ؟

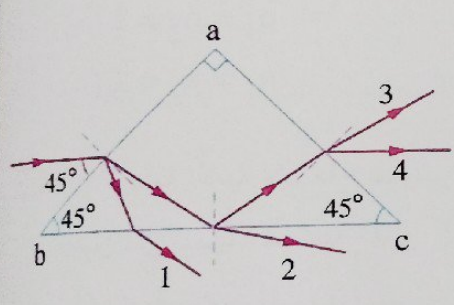


- (أ) النقطة  $x$
- (ب) النقطة  $y$
- (ج) النقطة  $z$
- (د) ليس أي منها

٢٧ في أي الحالات الآتية يكون مسار الشعاع الضوئي غير صحيح إذا كان معامل الانكسار المطلق لمادة المنشور الثلاثي في كل حالة 1.5 ؟

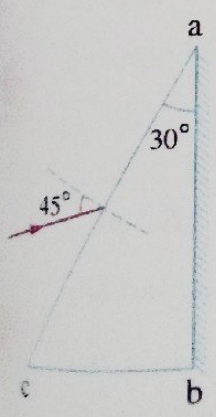


٢٨ في الشكل المقابل يسقط شعاع ضوئي بزاوية  $45^\circ$  على أحد أوجه منشور ثلاثي قائم الزاوية متساوي الساقين معامل انكسار مادته 1.5، فإن المسار الصحيح للشعاع الخارج هو .....



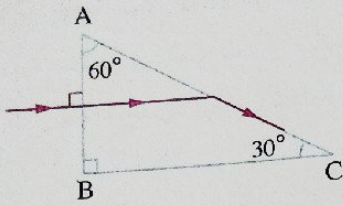
- ١ (أ)
- ٢ (ب)
- ٣ (ج)
- ٤ (د)

٢٩ \* منشور ثلاثي زجاجي abc زاوية رأسه  $30^\circ$  والوجه ab مطلى بطبقة من الفضة كما بالشكل، وجد أنه عند سقوط شعاع ضوئي بزاوية  $45^\circ$  على الوجه ac فإنه ينكسر عند هذا الوجه ثم ينعكس داخلياً بفعل طبقة الفضة ليعود في نفس مساره، فإن معامل انكسار مادة المنشور يساوي .....



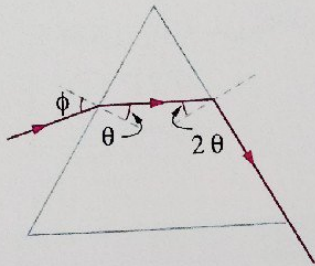
- ١ (أ)  $\frac{\sqrt{2}}{2}$
- ٢ (ب)  $\sqrt{2}$
- ٣ (ج)  $\frac{\sqrt{6}}{3}$
- ٤ (د)  $\frac{\sqrt{6}}{2}$

\* الشكل المقابل يوضح منشور معامل انكسار مادته 1.5 مغمور في سائل معامل انكساره  $n$ ، فإذا سقط شعاع ضوئي عمودي على الوجه AB وخرج مماساً للوجه AC، فإن قيمة  $n$  هي .....



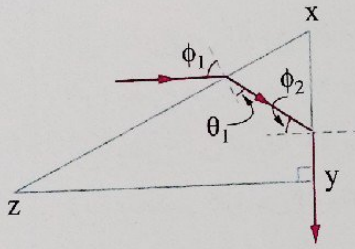
- (أ)  $\frac{2\sqrt{3}}{3}$   
 (ب)  $\frac{5}{3}$   
 (ج)  $\frac{4}{3}$   
 (د)  $\frac{3\sqrt{3}}{4}$

\* الشكل المقابل يوضح مسار شعاع ضوئي يسقط على أحد أوجه منشور ثلاثي متساوي الأضلاع، فتكون قيمة زاوية السقوط ( $\phi$ ) هي .....



- (أ)  $45.52^\circ$   
 (ب)  $36.24^\circ$   
 (ج)  $32.25^\circ$   
 (د)  $27.22^\circ$

\* الشكل المقابل يوضح مسار شعاع ضوئي يسقط على الوجه XZ لمنشور ثلاثي قائم، فإذا كان  $xy = \frac{1}{2} yz$ ، فإن  $\theta_1 = \frac{1}{2} \phi_2$



- (١) معامل انكسار مادة المنشور يساوي .....
- (أ) 1.11  
 (ب) 1.35  
 (ج) 1.49  
 (د) 1.51

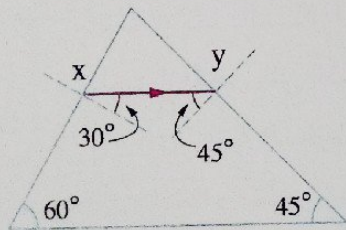
(٢) زاوية الانحراف تساوي .....

- (أ)  $32.51^\circ$   
 (ب)  $59.08^\circ$   
 (ج)  $63.43^\circ$   
 (د)  $90^\circ$

\* سقط شعاع ضوئي على أحد أوجه منشور ثلاثي زاوية رأسه  $60^\circ$  ومعامل انكسار مادته  $\sqrt{3}$ ، فتكون أصغر زاوية سقوط للشعاع الضوئي بحيث ينفذ من الوجه المقابل هي .....

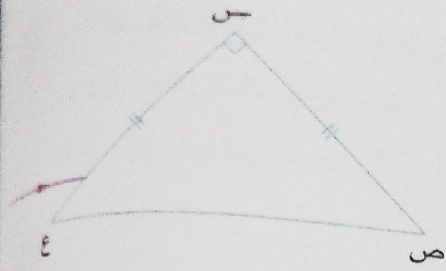
- (أ)  $32.32^\circ$   
 (ب)  $37.37^\circ$   
 (ج)  $42.42^\circ$   
 (د)  $46.46^\circ$

\* في الشكل المقابل إذا كانت الزاوية الحرجة لمادة المنشور  $42^\circ$ ، تكون قيمة كل من زاوية السقوط الأولى وزاوية الخروج المنشور هما على الترتيب .....



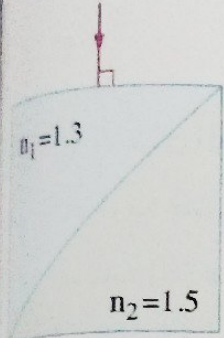
- (أ)  $90^\circ, 60^\circ$   
 (ب)  $0^\circ, 60^\circ$   
 (ج)  $0^\circ, 48.16^\circ$   
 (د)  $90^\circ, 48.16^\circ$

\* الشكل المقابل يوضح شعاع ضوئي يسقط موازياً لقاعدة منشور زجاجي معامل انكساره 1.5، فإن زاوية خروج الشعاع من المنشور تساوي .....



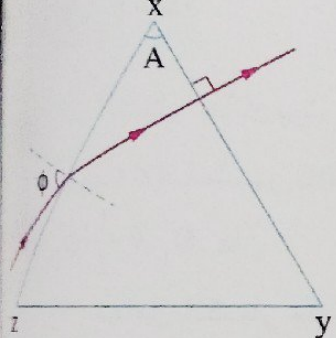
- أ 28.13°  
 ب 45°  
 ج 60°  
 د 73.13°

\* في الشكل المقابل شعاع ضوئي يسقط عمودياً من الهواء على وجه مكعب يتكون من نوعين مختلفين من الزجاج، فتكون زاوية خروجه من المكعب هي .....



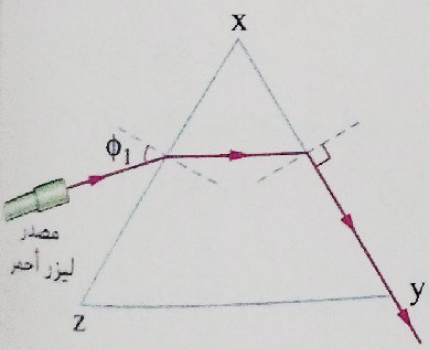
- أ 7.21°  
 ب 10.85°  
 ج 37.79°  
 د 45°

في الشكل المقابل منشور زجاجي معامل انكساره 1.5 موضوع في الهواء، عند تقليل زاوية السقوط ( $\phi$ ) بمقدار 5° فإن الشعاع الضوئي .....



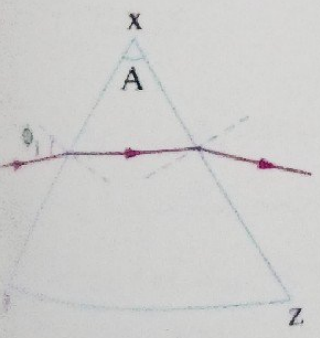
- أ يخرج من الوجه xy مبتعداً عن العمود المقام على السطح الفاصل  
 ب يخرج من الوجه xy مقترباً من العمود المقام على السطح الفاصل  
 ج يخرج من الوجه xy مماساً للسطح الفاصل  
 د ينعكس كلياً عن الوجه xy

في الشكل المقابل إذا طلب منك تغيير مصدر الليزر الأحمر ووضع مصدر ليزر أزرق بحيث يخرج الشعاع الأزرق مماساً للسطح الفاصل، فماذا يجب فعله لزاوية السقوط  $\phi_1$  ؟



- أ زيادتها  
 ب تقليلها  
 ج عدم تغييرها  
 د لا يمكن تحديدها

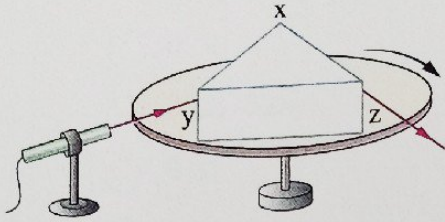
\* يسقط شعاع ضوئي من الهواء بزاوية سقوط  $\phi_1$  على أحد أوجه منشور ثلاثي زاوية رأسه A ومعامل انكساره مادته n كما بالشكل المقابل، أي التعديلات الآتية تؤدي لحدوث انعكاس كلي للشعاع الضوئي عند الوجه xz ؟



- أ زيادة زاوية السقوط  $\phi_1$   
 ب تقليل زاوية السقوط  $\phi_1$   
 ج استخدام منشور آخر من نفس المادة بزاوية رأس أقل من A  
 د استخدام منشور آخر معامل انكساره مادته أقل من n

عندما يخرج الشعاع الضوئي مماساً لسطح المنشور الثلاثي المقابل للسطح الذي سقط عليه أولاً، فإن زاوية الانحراف ( $\alpha$ ) للشعاع .....

- (أ) تساوي  $0^\circ$  (ب) تساوي  $90^\circ$  (ج) تقع خارج المنشور (د) تكون أقل ما يمكن



الشكل المقابل يوضح منشور ثلاثي ( $xyz$ ) موضوع على قرص قابل للدوران، سقط شعاع ليزر بزاوية  $\phi_1$  على الجانب  $xy$  فخرج مماساً للجانب  $xz$ ، فعند إدارة القرص قليلاً في اتجاه دوران عقارب الساعة، فإن شعاع الليزر عند الجانب  $xz$  .....

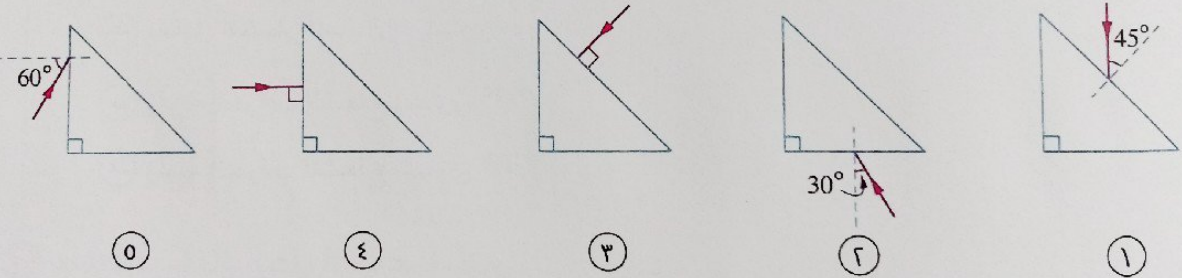
- (أ) يخرج بزاوية أقل من  $90^\circ$  (ب) يخرج مماساً للجانب  $yz$  (ج) ينعكس كلياً داخل المنشور (د) يخرج عمودياً على الجانب  $xz$

## أسئلة المقال

### ثانياً

1 اذكر العوامل التي تتوقف عليها زاوية انحراف الشعاع الضوئي في المنشور الثلاثي.

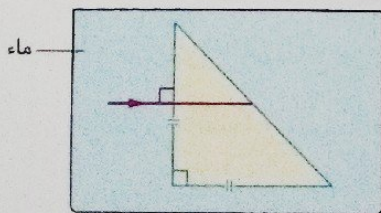
2 الأشكال التالية تمثل خمس حالات يسقط فيها شعاع ضوئي على أحد أوجه منشور ثلاثي زجاجي قائم الزاوية متساوي الساقين معامل انكسار مادته 1.5



أي هذه الحالات يحدث فيها :

- (1) انحراف للشعاع بزاوية  $90^\circ$   
 (2) خروج الشعاع من نفس الوجه الذي دخل منه.  
 (3) انعكاس الشعاع كلياً مرتين داخل المنشور.  
 (4) خروج الشعاع بزاوية  $30^\circ$

«موضحاً جانبك بالرسم»



3 في الشكل المقابل، تتبع مسار الشعاع الضوئي الساقط حتى خروجه من المنشور علماً بأن الزاوية الحرجة لمادة المنشور مع الهواء  $42^\circ$  وأن معامل الانكسار المطلق للماء 1.33

## أنماط جديدة من الأسئلة

اختر إجابتين من بين الإجابات المعطاة :

(١) فى الشكل الموضح شعاع ضوئى يمر خلال منشور ثلاثى،

عند زيادة  $\phi_1$  فإن .....

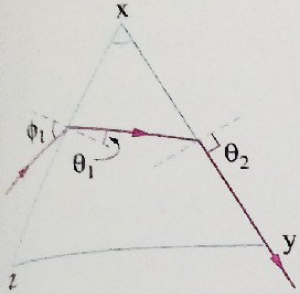
أ)  $\theta_2$  تقل

ب)  $\theta_2$  تظل ثابتة

ج)  $\theta_1$  تقل

د)  $\theta_1$  تزداد

هـ) الشعاع ينعكس كلياً على الوجه xy



(٢) فى الشكل المقابل منشور متساوى الأضلاع معامل انكسار مادته

1.5 مغمور فى سائل معامل انكساره n ويسقط عليه شعاع

ضوئى عمودياً ويخرج مماساً من الوجه المقابل، فإن .....

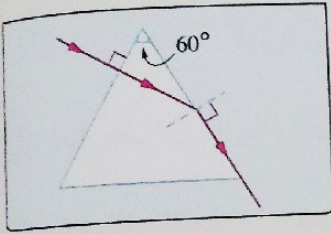
أ) معامل انكسار السائل n يساوى  $\sqrt{2}$

ب) معامل انكسار السائل n يساوى  $\sqrt{3}$

ج) معامل انكسار السائل n يساوى  $\frac{3\sqrt{3}}{4}$

د) زاوية انحراف الشعاع تساوى  $60^\circ$

هـ) زاوية انحراف الشعاع تساوى  $30^\circ$



مستعيناً بالشكل أجب عما يأتى :

ضع أمام كل عبارة من العبارات الآتية التغير الحادث لزاوية السقوط  $\phi_1$  (نقص - زيادة) والذي يؤدي إلى حدوث كل مما يأتى :

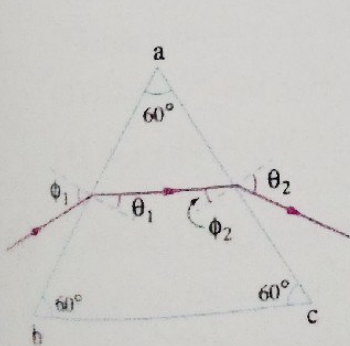
(١) زيادة قياس زاوية الانكسار ( $\theta_1$ )

(٢) زيادة قياس زاوية السقوط الثانية ( $\phi_2$ )

(٣) زيادة قياس زاوية الخروج ( $\theta_2$ )

(٤) عدم خروج الشعاع من الوجه ac لحدوث انعكاس كلى

(٥) خروج الشعاع عمودياً على الوجه ac



(.....)

(.....)

(.....)

(.....)

(.....)





في هذا الدرس سوف نتعرف :

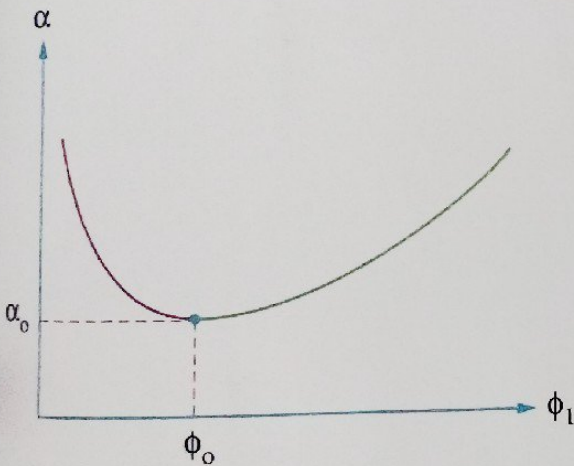
- ◀ المنشور الثلاثي في وضع النهاية الصغرى للانحراف
- ◀ تفريق الضوء بواسطة المنشور الثلاثي
- ◀ المنشور الرقيق
- ◀ بعض المفاهيم المرتبطة بالمنشور الرقيق  
(زاوية الانحراف - الانفراج الزاوي - قوة التفريق اللوني)

## المنشور الثلاثي في وضع النهاية الصغرى للانحراف

الشكل المقابل يمثل سقوط شعاع ضوئي عمودياً على الوجه  $ab$  لمنشور ثلاثي  $abc$  موضوع على قرص قابل للدوران، فإذا تمت إدارة القرص لتزداد زاوية سقوط الشعاع الضوئي  $(\phi_1)$  عدة مرات وقياس زاوية خروجه من الوجه  $bc$  في كل مرة ثم حساب زاوية الانحراف  $(\alpha)$  في كل مرة من العلاقة :

$$\alpha = \phi_1 + \theta_2 - A$$

وعند تمثيل العلاقة بين زاوية الانحراف  $(\alpha)$  وزاوية السقوط الأولى  $(\phi_1)$  للشعاع الضوئي بيانياً كما موضح بالشكل نجد أنه :



١ عندما تكون زاوية السقوط  $(\phi_1)$  صغيرة تكون زاوية انحراف الشعاع الضوئي  $(\alpha)$  كبيرة، وبزيادة زاوية السقوط الأولى  $(\phi_1)$  تقل قيمة زاوية الانحراف  $(\alpha)$

٢ عند زاوية سقوط معينة  $(\phi_0)$  تصل قيمة زاوية الانحراف لأقل قيمة لها ويرمز لها بالرمز  $(\alpha_0)$  ويكون المنشور في هذه الحالة في وضع النهاية الصغرى للانحراف

٣ بزيادة زاوية السقوط  $(\phi_1)$  عن قيمتها عند وضع النهاية الصغرى للانحراف تزداد زاوية الانحراف  $(\alpha)$  مرة أخرى

\* وقد وجد إنه عند وضع النهاية الصغرى للانحراف تكون :

$$\phi_0 = \text{زاوية السقوط الأولى } (\phi_1) = \text{زاوية الخروج } (\theta_2)$$

$$\theta_0 = \text{زاوية السقوط الثانية } (\phi_2) = \text{زاوية الانكسار } (\theta_1)$$

### حساب معامل انكسار مادة منشور في وضع النهاية الصغرى للانحراف

عندما يكون المنشور الثلاثي في وضع النهاية الصغرى للانحراف، تكون

$$\theta_1 = \phi_2 = \theta_0$$

$$\therefore A = \theta_1 + \phi_2$$

$$\therefore A = 2\theta_0$$

$$\therefore \theta_0 = \frac{A}{2}$$

$$\phi_1 = \theta_2 = \phi_0$$

$$\therefore \alpha = \phi_1 + \theta_2 - A$$

$$\therefore \alpha_0 = 2\phi_0 - A$$

$$\therefore \phi_0 = \frac{\alpha_0 + A}{2}$$

بتطبيق قانون سنل

$$n_{(وسط)} \sin \phi_0 = n_{(منشور)} \sin \theta_0$$

فإذا كان الوسط المحيط بالمنشور

وسط آخر غير الهواء

$$\therefore \frac{n_{(منشور)}}{n_{(وسط)}} = \frac{\sin \phi_0}{\sin \theta_0}$$

$$\therefore \frac{n_{(منشور)}}{n_{(وسط)}} = \frac{\sin \left( \frac{\alpha_0 + A}{2} \right)}{\sin \left( \frac{A}{2} \right)}$$

الهواء

$$\therefore n_{(منشور)} = \frac{\sin \phi_0}{\sin \theta_0}$$

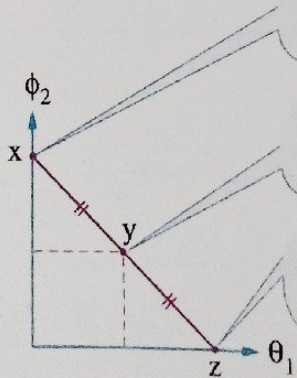
$$\therefore n_{(منشور)} = \frac{\sin \left( \frac{\alpha_0 + A}{2} \right)}{\sin \left( \frac{A}{2} \right)}$$

### العلاقة بين زاوية السقوط الثانية ( $\phi_2$ ) وزاوية الانكسار ( $\theta_1$ )

$$A = \theta_1 + \phi_2$$

$$\therefore \phi_2 = A - \theta_1$$

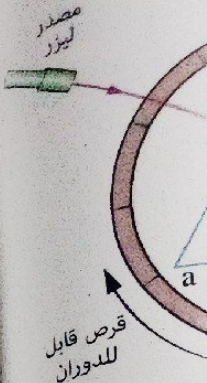
ترتبط زاوية الانكسار الأولى ( $\theta_1$ ) مع زاوية السقوط الثانية ( $\phi_2$ ) بالعلاقة :  
ونظراً لثبوت قيمة زاوية رأس المنشور ( $A$ ) للمنشور الواحد فإنه بزيادة قيمة  $\theta_1$  تقل قيمة  $\phi_2$  ويمكن تمثيل العلاقة بين  $\theta_1$  ،  $\phi_2$  كما بالشكل التالي :



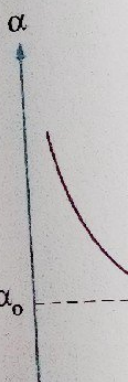
$\phi_1 = \theta_1 = 0$  ،  $\phi_2 = A$   
الشعاع يسقط عمودياً على وجه المنشور

$\phi_1 = \theta_2$  ،  $\theta_1 = \phi_2$   
المنشور عند وضع النهاية الصغرى للانحراف

$\phi_2 = \theta_2 = 0$  ،  $\theta_1 = A$   
الشعاع يخرج عمودياً من المنشور



موضع بالشكل



العوامل التي تتوقف عليها زاوية النهاية الصغرى للانحراف ( $\alpha_0$ ) في منشور ثلاثي :

1 زاوية رأس المنشور (A) :

ترداد < زاوية النهاية الصغرى للانحراف ( $\alpha_0$ ) > **زيادة** < زاوية رأس المنشور (A) >

2 معامل انكسار مادة المنشور للضوء المستخدم (n) :

ترداد < زاوية النهاية الصغرى للانحراف ( $\alpha_0$ ) > **زيادة** < معامل انكسار مادة المنشور للضوء المستخدم (n) >

3 الطول الموجي للضوء المستخدم ( $\lambda$ ) :

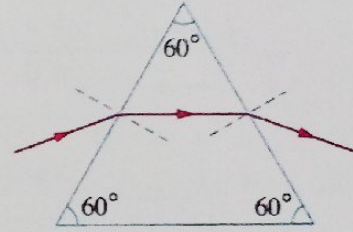
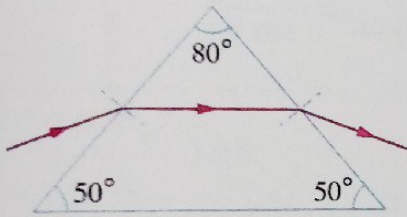
ترداد < زاوية النهاية الصغرى للانحراف ( $\alpha_0$ ) > **بنقص** < الطول الموجي للضوء المستخدم ( $\lambda$ ) >

### ملاحظة

\* في وضع النهاية الصغرى للانحراف يكون الشعاع الضوئي داخل المنشور مواز للقاعدة وذلك إذا كان المنشور

متساوي الساقين (الوجهان اللذان يسقط ويخرج منهما الشعاع

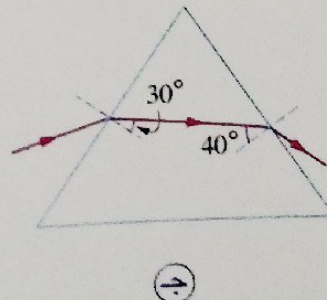
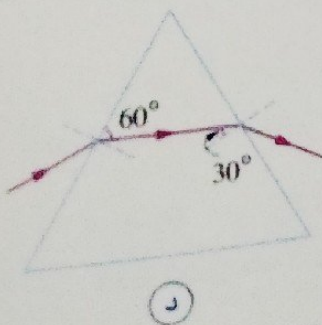
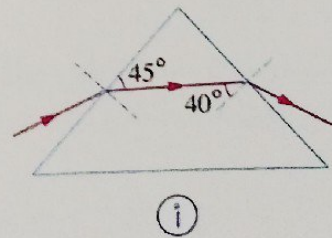
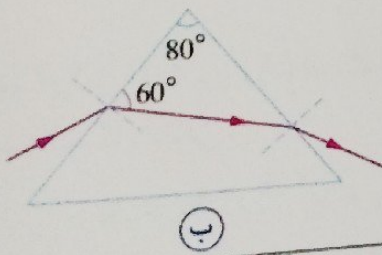
1 متساوي الأضلاع



### 14 اختبر نفسك

اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

في أي حالة من الحالات الآتية يكون المنشور في وضع النهاية الصغرى للانحراف ؟



مثال ١

منشور ثلاثي معامل انكسار مادته  $\sqrt{2}$  وزاوية رأسه  $60^\circ$ . احسب :  
 (١) زاوية النهاية الصغرى للانحراف فيه.  
 (٢) زاوية السقوط وزاوية الخروج لشعاع ضوئي عند وضع النهاية الصغرى للانحراف.

الحل

$n = \sqrt{2}$      $A = 60^\circ$      $\alpha_0 = ?$      $\phi_1 = ?$      $\theta_2 = ?$

$$n = \frac{\sin\left(\frac{\alpha_0 + A}{2}\right)}{\sin\left(\frac{A}{2}\right)}, \quad \sqrt{2} = \frac{\sin\left(\frac{\alpha_0 + 60}{2}\right)}{\sin\left(\frac{60}{2}\right)} \quad (1)$$

$$\sin\left(\frac{\alpha_0 + 60}{2}\right) = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$\frac{\alpha_0 + 60}{2} = 45^\circ$$

$$\alpha_0 = 30^\circ$$

$$\phi_1 = \theta_2 = \phi_0 = \frac{\alpha_0 + A}{2} = \frac{30 + 60}{2} = 45^\circ \quad (2)$$

سقط الشعاع على المنشور بزاوية أكبر من تلك المحسوبة في المثال، ماذا يحدث لزاوية انحراف الشعاع؟ **ماذا لو**

مجاب عنها

مثال ٢

يسقط شعاع ضوئي أحمر على أحد أوجه منشور ثلاثي زاوية رأسه  $60^\circ$  في وضع النهاية الصغرى للانحراف، فإذا كانت زاوية السقوط على سطح المنشور ضعف زاوية الانكسار داخل المنشور، احسب قيمة زاوية النهاية الصغرى للانحراف.

الحل

$A = 60^\circ$      $\phi_0 = 2\theta_0$      $\alpha_0 = ?$

$$\phi_0 = \frac{\alpha_0 + A}{2}, \quad \theta_0 = \frac{A}{2}$$

عندما يكون المنشور الثلاثي في وضع النهاية الصغرى للانحراف :

$$\phi_0 = 2 \theta_0$$

$$\therefore \frac{\alpha_0 + A}{2} = 2 \left( \frac{A}{2} \right)$$

$$\therefore \alpha_0 + A = 2A$$

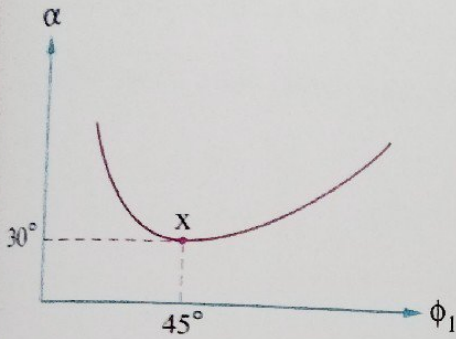
$$\therefore \alpha_0 = 2A - A = A = 60^\circ$$

سقط شعاع ضوئي أزرق بدلاً من الأحمر، ماذا يحدث لقيمة زاوية النهاية الصغرى للانحراف لنفس المنشور؟

ماذا لو

المنشور؟

### مثال ٣



الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين زاوية الانحراف ( $\alpha$ ) لشعاع ضوئي يمر خلال منشور ثلاثي وزاوية السقوط ( $\phi_1$ ) على

وجه المنشور، احسب :

(١) زاوية رأس المنشور.

(٢) معامل انكسار مادة المنشور.

(٣) زاوية خروج الشعاع عند النقطة X

الحل

(١) النقطة X تمثل وضع النهاية الصغرى للانحراف في المنشور :

$$\phi_0 = \frac{\alpha_0 + A}{2}$$

$$A = 2 \phi_0 - \alpha_0 = (2 \times 45) - 30 = 60^\circ$$

$$n = \frac{\sin \left( \frac{\alpha_0 + A}{2} \right)}{\sin \left( \frac{A}{2} \right)} = \frac{\sin \left( \frac{30 + 60}{2} \right)}{\sin \left( \frac{60}{2} \right)} = \sqrt{2} \quad (2)$$

$$\theta_0 = \frac{A}{2} = \frac{60}{2} = 30^\circ$$

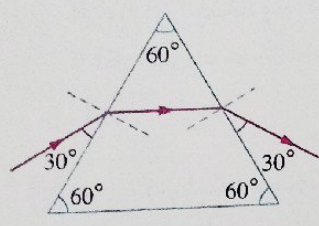
$$n = \frac{\sin \phi_0}{\sin \theta_0} = \frac{\sin 45}{\sin 30} = \sqrt{2} \quad (3)$$

$$\theta_2 = \phi_1 = \phi_0 = 45^\circ$$

حل آخر:

مثال ٤

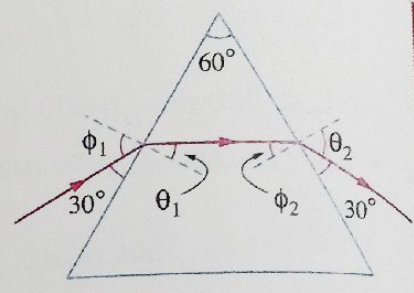
الشكل المقابل يوضح مسار شعاع ضوئي خلال منشور ثلاثي، فإن معامل انكسار مادة المنشور يساوي .....



- أ)  $\sqrt{2}$
- ب) 1.5
- ج)  $\sqrt{3}$
- د) 1.33

الوصول

من هندسة الشكل نجد أن :



$$\phi_1 = 90 - 30 = 60^\circ$$

$$\theta_2 = 90 - 30 = 60^\circ$$

$$\therefore \phi_1 = \theta_2$$

∴ المنشور في وضع النهاية الصغرى للانحراف.

$$\therefore \theta_1 = \phi_2 = \frac{A}{2} = \frac{60}{2} = 30^\circ$$

$$\therefore n = \frac{\sin \phi_1}{\sin \theta_1} = \frac{\sin 60}{\sin 30} = \sqrt{3}$$

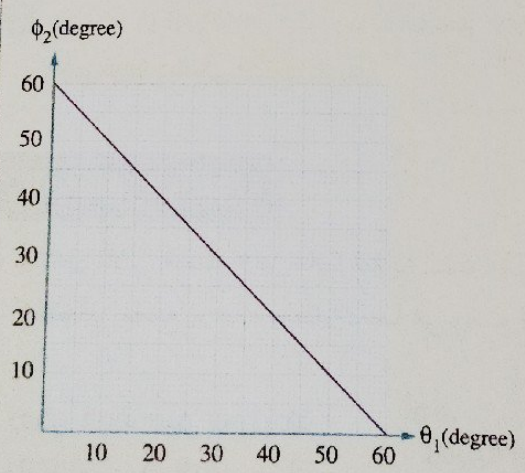
∴ الاختيار الصحيح هو ج

ماذا لو

كانت زاوية رأس المنشور أكبر وسقط الشعاع بنفس الزاوية، ماذا يحدث لزاوية انحراف الشعاع ؟

مجاب عنها

15 اختبر نفسك



\* الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين زاوية السقوط الثانية ( $\phi_2$ ) وزاوية الانكسار ( $\theta_1$ ) في منشور ثلاثي معامل انكسار مادته 1.5، أوجد زاوية النهاية الصغرى للانحراف.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

٢ اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة،

الزاوية التي يسقط بها شعاع ضوئي على وجه منشور ثلاثي زاوية رأسه  $60^\circ$  ومعامل انكسار مادته  $\sqrt{3}$  ليحدث له أقل انحراف ممكن تساوى .....

د  $75^\circ$

ج  $60^\circ$

ب  $45^\circ$

أ  $30^\circ$

٣ هل يمكن لشعاع ضوئي أن يسقط على منشور ثلاثي بزوايتي سقوط مختلفتين وينحرف بنفس زاوية الانحراف ( $\alpha$ ) ؟

### تفريق الضوء بواسطة المنشور الثلاثي

\* يتكون الضوء المرئي (الأبيض) من مدى من الأطوال الموجية يتراوح من  $400 \text{ nm}$  إلى  $700 \text{ nm}$  تقريباً، لذلك سقطت حزمة من الضوء الأبيض على منشور ثلاثي في وضع النهاية الصغرى للانحراف فإنه يخرج من المنشور متفرقاً إلى طيف ملون، ويمكن تمييز ألوان الطيف السبعة وهي بالترتيب (من جهة رأس المنشور إلى قاعدته) كالتالي :

البنفسجي

النيلى

الأزرق

الأخضر

الأصفر

البرتقالى

الأحمر

\* تفسير تفريق الضوء بواسطة المنشور الثلاثي :

بزيادة الطول الموجى للضوء ( $\lambda$ ) يقل معامل انكسار مادة المنشور ( $n$ ) فتقل زاوية انحراف الشعاع فى المنشور (3) وبذلك نجد أن :

١ الضوء الأحمر أقل الانحرافاً لأنه أكبرها فى الطول الموجى، وحيث إن  $(n \propto \frac{1}{\lambda})$  فإن معامل انكسار مادة المنشور للضوء الأحمر يكون له أقل قيمة وبالتالي يكون أقلها انحرافاً.

٢ الضوء البنفسجى أكثر الانحرافاً لأنه أقلها فى الطول الموجى، فيكون معامل انكسار مادة المنشور للضوء البنفسجى أكبر قيمة وبالتالي أكثرها انحرافاً.

### المنشور الرقيق

\* منشور ثلاثي مصنوع من مادة شفافة للضوء (مثل الزجاج) زاوية رأسه صغيرة لا تتجاوز بضع درجات ويعتبر دائماً فى وضع النهاية الصغرى للانحراف.

أولاً

زاوية الانحراف

بعض المفاهيم المرتبطة بالمنشور الرقيق

ثانياً

الانفراج الزاوى

ثالثاً

قوة التفريق الثلاثى

، وفيما يلي سنتناول كل منها بشيء من التفصيل.



أولاً زاوية الانحراف

استنتاج زاوية الانحراف في المنشور الرقيق :

- عندما يوضع المنشور الرقيق في الهواء وحيث أنه في وضع النهاية الصغرى للانحراف، فإن معامل انكسار مادته (n) يتعين من العلاقة :  
 $\therefore \frac{\alpha_0 + A}{2}, \frac{A}{2}$  زوايا صغيرة، فيكون جيب الزاوية يساوى تقريباً قيمة الزاوية بالتقدير الدائري.

$$n = \frac{\sin\left(\frac{\alpha_0 + A}{2}\right)}{\sin\left(\frac{A}{2}\right)}$$

$$\therefore n = \frac{\alpha_0 + A}{A}$$

لاحظ : النسبة بين الزوايا بالتقدير الدائري تساوى النسبة بينها بالتقدير الستيني.

$$\therefore \alpha_0 + A = An$$

$$\therefore \alpha_0 = A(n - 1)$$

- عندما يوضع المنشور الرقيق في أى وسط آخر غير الهواء، فإن زاوية الانحراف تتعين من العلاقة :

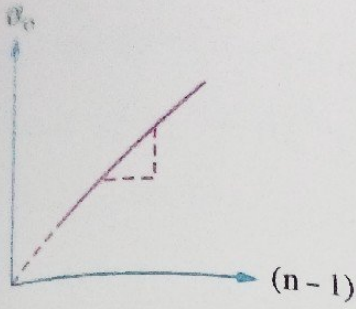
$$\alpha_0 = A \left( \frac{n_{\text{(منشور)}}}{n_{\text{(وسط)}}} - 1 \right)$$

العوامل التي تتوقف عليها زاوية الانحراف ( $\alpha_0$ ) في المنشور الرقيق (عندما يكون المنشور في الهواء) :

1 معامل انكسار مادة المنشور  
 للضوء المستخدم (n) عند انحراف الضوء خلال عدة مناشير رقيقة لها نفس زاوية الرأس.  
 $\text{slope} = \frac{\Delta\alpha_0}{\Delta n} = A$

2 زاوية رأس المنشور (A) عند انحراف الضوء خلال عدة مناشير رقيقة من نفس المادة «تناسب طردي».  
 $\text{slope} = \frac{\Delta\alpha_0}{\Delta A} = n - 1$

$\alpha_0 = A(n - 1)$



(١) عند تمثيل العلاقة بين زاوية انحراف الضوء ( $\alpha_0$ ) في عدة منشورات رقيقة لها نفس زاوية الرأس و ( $n - 1$ ) نحصل على الشكل البياني المقابل، حيث :

$$\text{slope} = \frac{\Delta \alpha_0}{\Delta(n-1)} = A$$

(٢) لتحويل قيم الزاوية من التقدير الستيني إلى التقدير الدائري والعكس نستخدم العلاقة التالية :

$$\frac{\theta_{\text{(دائري)}}}{\pi} = \frac{\theta_{\text{(ستيني)}}}{180}$$

ومن الجدول التالي نجد أن جيب الزوايا الصغيرة ( $\sin \theta$ ) يساوي تقريباً قيمة هذه الزوايا بالتقدير الدائري ( $\theta_{\text{(دائري)}}$ ).

$90^\circ$	$60^\circ$	$30^\circ$	$10^\circ$	$4^\circ$	$1^\circ$	$\theta_{\text{(ستيني)}}$
1	0.87	0.5	0.1736	0.0698	0.017	$\sin \theta$
1.57	1.05	0.52	0.1745	0.0698	0.017	$\theta_{\text{(دائري)}}$ بالراديان

$$\theta_{\text{(دائري)}} \approx \sin \theta$$

(عند الزوايا الصغيرة)

### مثال ١

منشور رقيق زاوية رأسه  $7^\circ$  ومعامل انكسار مادته 1.5، احسب زاوية انحراف الضوء فيه.

الحل

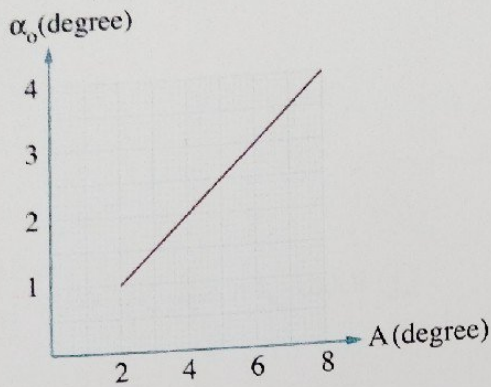
$$A = 7^\circ \quad n = 1.5 \quad \alpha_0 = ?$$

$$\alpha_0 = A(n-1) = 7 \times (1.5 - 1)$$

$$= 3.5^\circ$$

مثال ٢

الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين زاوية انحراف شعاع ضوئي  $(\alpha_o)$  في عدة مناشير رقيقة مصنوعة من نفس المادة وزاوية الرأس  $(A)$  لكل من هذه المناشير، احسب معامل انكسار مادة المناشير.



الحل

$$\text{slope} = \frac{\Delta \alpha_o}{\Delta A} = \frac{4-2}{8-4} = 0.5$$

$$\therefore \alpha_o = A(n-1)$$

$$\therefore \text{slope} = n-1 = 0.5$$

$$\therefore n = 1.5$$

مثال ٣

سقط شعاع ضوئي أحمر على منشور رقيق زاوية رأسه  $A$  ومعامل الانكسار المطلق لمادته  $n$  فانحرف بزاوية  $4^\circ$ ، فإذا غمر المنشور في سائل معامل انكساره المطلق  $1.2$  كانت زاوية الانحراف  $2^\circ$ ، احسب :  
 (١) معامل الانكسار المطلق لمادة المنشور  $(n)$ .  
 (٢) زاوية رأس المنشور  $(A)$ .

الحل

$$(\alpha_o)_1 = 4^\circ \quad n_{\text{(سائل)}} = 1.2 \quad (\alpha_o)_2 = 2^\circ \quad n = ? \quad A = ?$$

(١)

بعد غمر المنشور في السائل

قبل غمر المنشور في السائل

$$(\alpha_o)_2 = A \left( \frac{n}{1.2} - 1 \right)$$

$$(\alpha_o)_1 = A(n-1)$$

$$2 = A \left( \frac{n}{1.2} - 1 \right) \quad \textcircled{2}$$

$$4 = A(n-1) \quad \textcircled{1}$$

$$\frac{4}{2} = \frac{A(n-1)}{A\left(\frac{n}{1.2}-1\right)}$$

$$2\left(\frac{n}{1.2}-1\right) = n-1$$

$$\frac{2n}{1.2} - 2 = n-1$$

$$n = 1.5$$

$$4 = A(1.5-1)$$

$$A = 8^\circ$$

بقسمة المعادلة ① على المعادلة ② :

(٢) بالتعويض بقيمة n في المعادلة ① :

مجاب عنها

## 16 اختر نفسك

اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

١ عند سقوط شعاع ليزر على منشور رقيق بعبء زوايا سقوط  $(\phi_1)$ ، أي الحالات التالية تمثل الحالة التي تكون فيها أكبر زاوية انحراف ؟

أ  $\phi_1 = 4^\circ$

ب  $\phi_1 = 5^\circ$

ج  $\phi_1 = 6^\circ$

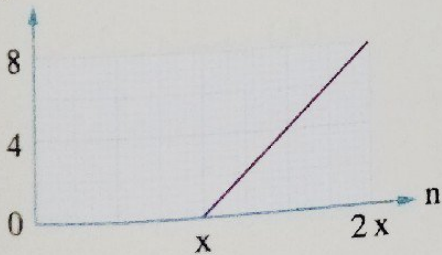
د جميعها لها نفس زاوية الانحراف

٢ الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين زاوية الانحراف  $(\alpha_0)$  ومعامل

الانكسار (n) لعدة مناشير رقيقة لها نفس زاوية الرأس (A)، فتكون

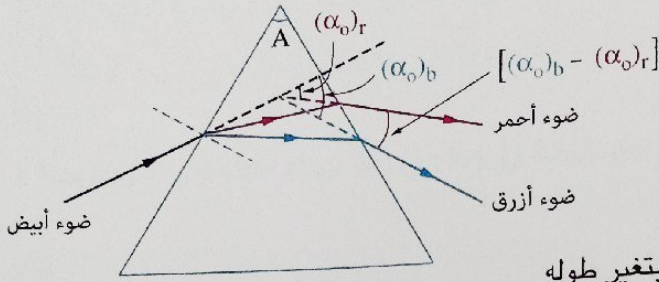
قيمتا x ، A هما .....

$\alpha_0$  (degree)



A	x	
8	8	أ
4	1	ب
8	1	ج
4	8	د

\* استنتاج الزاوية المعبرة عن الانفراج الزاوى فى المنشور الرقيق :



∴ زاوية انحراف الشعاع  $(\alpha_0)$  فى المنشور الرقيق تتوقف على معامل انكسار مادة المنشور  $(n)$  للضوء الساقط، والذي يتغير بتغير الطول الموجى  $(\lambda)$  للضوء.

∴ بتغير زاوية انحراف الشعاع الضوئى  $(\alpha_0)$  بتغير طوله الموجى  $(\lambda)$ ، وبذلك فإن المنشور الرقيق يفرق شعاع الضوء الأبيض إلى ألوان الطيف المرئى.

∴ المنشور الرقيق دائماً فى وضع النهاية الصغرى للانحراف.

∴ يمكن تعيين :

زاوية انحراف الضوء الأزرق (البنفسجى)  
(أكبر زاوية انحراف بين ألوان الضوء المرئى)

$$(\alpha_0)_b = A (n_b - 1) \quad (2)$$

$(n_b)$  معامل انكسار مادة المنشور للضوء الأزرق

زاوية انحراف الضوء الأحمر  
(أقل زاوية انحراف بين ألوان الضوء المرئى)

$$(\alpha_0)_r = A (n_r - 1) \quad (1)$$

$(n_r)$  معامل انكسار مادة المنشور للضوء الأحمر

$$\therefore n_b > n_r$$

$$\therefore (\alpha_0)_b > (\alpha_0)_r$$

ويطرح المعادلتين (1) ، (2) نحصل على الزاوية المحصورة بين الشعاعين الخارجين الأزرق والأحمر :

$$(\alpha_0)_b - (\alpha_0)_r = A (n_b - 1) - A (n_r - 1)$$

$$\therefore (\alpha_0)_b - (\alpha_0)_r = A (n_b - n_r)$$

الانفراج الزاوى للمنشور

\* مما سبق يمكن تعريف الانفراج الزاوي للمنشور كالتالي :

### الانفراج الزاوي للمنشور

الزاوية المحصورة بين امتدادى الشعاعين الأزرق والأحمر الخارجين من المنشور الرقيق. (أو) الفرق بين زاويتي انحراف الضوء الأزرق والضوء الأحمر في المنشور الرقيق.

\* العوامل التي يتوقف عليها الانفراج الزاوي للمنشور :

1 زاوية رأس المنشور (A) لعدة مناشير من نفس المادة «تناسب طردي».

$$\text{slope} = \frac{\Delta [(\alpha_0)_b - (\alpha_0)_r]}{\Delta A} = n_b - n_r$$

2 معامل انكسار مادة المنشور لكل من الضوء الأزرق والضوء الأحمر (n<sub>b</sub> - n<sub>r</sub>) لعدة مناشير رقيقة لها نفس زاوية الرأس.

$$\text{slope} = \frac{\Delta [(\alpha_0)_b - (\alpha_0)_r]}{\Delta (n_b - n_r)} = A$$

$$(\alpha_0)_b - (\alpha_0)_r = A (n_b - n_r)$$

### ملاحظة

\* يعتبر الضوء الأصفر متوسطاً بين كل من الضوء الأزرق والضوء الأحمر وبالتالي يمكن تعيين :

(1) معامل الانكسار المتوسط (معامل انكسار مادة المنشور للضوء الأصفر n<sub>y</sub>) هذه العلاقة

$$n_y = \frac{n_b + n_r}{2}$$

(2) الانحراف المتوسط (زاوية انحراف الضوء الأصفر ((α<sub>0</sub>)<sub>y</sub>) هذه العلاقة

$$(\alpha_0)_y = \frac{(\alpha_0)_b + (\alpha_0)_r}{2}$$

### ثالثاً قوة التفريق اللوني

\* لكل مادة شفافة للضوء قوة تفريق لوني تميزها عن غيرها من المواد ويمكن تعريف قوة التفريق اللوني كالتالي :

### قوة التفريق اللوني (ω<sub>α</sub>)

النسبة بين الانفراج الزاوي بين الضوء الأزرق والضوء الأحمر وزاوية انحراف الضوء الأصفر (زاوية الانحراف المتوسط).

$$\therefore (\alpha_o)_b - (\alpha_o)_r = A (n_b - n_r)$$

$$\therefore (\alpha_o)_y = A (n_y - 1)$$

$$\therefore \omega_\alpha = \frac{(\alpha_o)_b - (\alpha_o)_r}{(\alpha_o)_y} = \frac{A (n_b - n_r)}{A (n_y - 1)}$$

$$\therefore \omega_\alpha = \frac{n_b - n_r}{n_y - 1} = \frac{n_b - n_r}{\left(\frac{n_b + n_r}{2}\right) - 1}$$

تتوقف قوة التفريق اللوني للمنشور الرقيق على معامل انكسار مادته، ولا تعتمد على زاوية رأس المنشور أو زاوية سقوط الضوء عليه.

لاحظ أن

قوة التفريق اللوني ( $\omega_\alpha$ ) ليس لها وحدة قياس، لأنها نسبة بين كميتين لهما نفس صيغة الأبعاد.

### مثال ١

- منشور رقيق زاوية رأسه  $8^\circ$  معامل انكسار مادته للون الأحمر 1.52 وللون الأزرق 1.54، احسب :
- (١) زاوية انحراف كل لون منهما.
  - (٢) الانفراج الزاوي للضوء في المنشور.
  - (٣) قوة التفريق اللوني لمادة المنشور.

الحل

$$A = 8^\circ \quad n_r = 1.52 \quad n_b = 1.54 \quad (\alpha_o)_b = ? \quad (\alpha_o)_r = ? \quad (\alpha_o)_b - (\alpha_o)_r = ? \quad \omega_\alpha = ?$$

$$(\alpha_o)_b = A (n_b - 1) = 8 \times (1.54 - 1) = 4.32^\circ \quad (١)$$

$$(\alpha_o)_r = A (n_r - 1) = 8 \times (1.52 - 1) = 4.16^\circ$$

$$(\alpha_o)_b - (\alpha_o)_r = 4.32 - 4.16 = 0.16^\circ \quad (٢)$$

$$(\alpha_o)_b - (\alpha_o)_r = A (n_b - n_r) = 8 \times (1.54 - 1.52) = 0.16^\circ$$

حذا آخر:

$$n_y = \frac{n_b + n_r}{2} = \frac{1.54 + 1.52}{2} = 1.53 \quad (٣)$$

$$\omega_\alpha = \frac{n_b - n_r}{n_y - 1} = \frac{1.54 - 1.52}{1.53 - 1} = 0.038$$

سقط شعاع ضوء أبيض على هذا المنشور مرة بزاوية  $30^\circ$  ومرة أخرى بزاوية  $60^\circ$ ، في أي الحالتين يكون الانفراج الزاوي للمنشور أكبر؟

ماذا لو

## مثال ٢

منشوران رقيقان الانفراج الزاوى لهما متساوى، الأول من الزجاج الصخرى معامل الانكسار المتوسط له 1.5 وقوة تفريقه اللونى 0.036 والثانى زاوية رأسه 7° ومن الزجاج التاجى معامل الانكسار المتوسط له 1.6 وقوة تفريقه اللونى 0.028، **احسب** زاوية رأس المنشور الأول.

الحل

$$(n_y)_1 = 1.6 \quad (\omega_\alpha)_1 = 0.036 \quad (n_y)_2 = 1.5 \quad (\omega_\alpha)_2 = 0.028 \quad A_2 = 7^\circ \quad A_1 = ?$$

$$\therefore \omega_\alpha = \frac{n_b - n_r}{n_y - 1}$$

$$\therefore n_b - n_r = \omega_\alpha (n_y - 1)$$

فى المنشور الأول :

$$(n_b)_1 - (n_r)_1 = (\omega_\alpha)_1 \times ((n_y)_1 - 1) = 0.036 \times (1.6 - 1) = 0.0216$$

فى المنشور الثانى :

$$(n_b)_2 - (n_r)_2 = (\omega_\alpha)_2 \times ((n_y)_2 - 1) = 0.028 \times (1.5 - 1) = 0.014$$

∴ الانفراج الزاوى للضوء فى المنشورين متساوى.

$$\therefore A_1 ((n_b)_1 - (n_r)_1) = A_2 ((n_b)_2 - (n_r)_2)$$

$$A_1 \times 0.0216 = 7 \times 0.014$$

$$\therefore A_1 = \frac{7 \times 0.014}{0.0216} = 4.54^\circ$$

كان المطلوب حساب زاوية الرأس لمنشور من الزجاج الصخرى الذى يحدث نفس زاوية الانحراف للضوء الأصفر التى يحدثها المنشور الثانى **ما** إجابتك ؟

ماذا لو

## 17 اختر نفسك

١ \* منشور رقيق زاوية رأسه 10° ومعامل انكسار مادته للضوء الأحمر 1.52 وللضوء الأزرق 1.58. **احسب** الانفراج الزاوى للمنشور وقوة تفريقه اللونى.

٢ اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

منشوران رقيقان X ، y من نفس المادة، فإذا كانت زاوية رأس المنشور X هى A وقوة التفريق اللونى هى  $\omega_\alpha$  وزاوية رأس المنشور y هى A 1.5 فإن قوة تفريقه اللونى هى .....

Ⓐ  $\frac{\omega_\alpha}{2}$

Ⓑ  $\omega_\alpha$

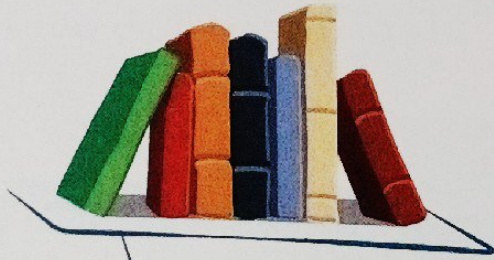
Ⓒ  $2 \omega_\alpha$

Ⓓ  $3 \omega_\alpha$



• مما سبق يمكن المقارنة بين المنشور العادي والمنشور الرقيق كالتالي :

المنشور الرقيق	المنشور العادي	زاوية الرأس (A)
صغيرة لا تتجاوز بضع درجات	كبيرة	
$n = \frac{\alpha_0 + A}{A}$	$n = \frac{\sin \phi_1}{\sin \theta_1} = \frac{\sin \theta_2}{\sin \phi_2}$	معامل الانكسار (n)
$\alpha_0 = A(n - 1)$ تكون دائماً نهاية صغرى	$\alpha = \phi_1 + \theta_2 - A$	زاوية الانحراف ( $\alpha$ )
دائماً في وضع النهاية الصغرى للانحراف وتتعين زاوية الانحراف من العلاقة : $\alpha_0 = A(n - 1)$	أحد أوضاع المنشور الثلاثي ويتعين معامل انكسار مادة المنشور عنده من العلاقة : $n = \frac{\sin \left( \frac{\alpha_0 + A}{2} \right)}{\sin \left( \frac{A}{2} \right)}$	وضع النهاية الصغرى للانحراف
تحليل الضوء إلى الأطوال الموجية المكونة له	* تحليل الضوء إلى الأطوال الموجية المكونة له. * يستخدم بعضه كمنشور عاكس في بعض الأجهزة البصرية، مثل منظار الميدان والبيرسكوب الذي يستخدم في الغواصات.	أهم الاستخدامات



## كتب الامتحان

فكر جديد ...

تميز في مجال التعليم



قيم نفسك إلكترونياً

### أسئلة الاختيار من متعدد

أولاً

المنشور الثلاثي في وضع النهاية الصغرى للانحراف

عندما يكون المنشور في وضع النهاية الصغرى للانحراف، فإن معامل انكسار مادة المنشور يتعين من العلاقة .....

$$n = \frac{\sin(\alpha_0 + A)}{\frac{\sin A}{2}} \quad \text{ب)}$$

$$n = \frac{\sin \phi_1}{\sin \theta_2} \quad \text{أ)}$$

$$n = \frac{\sin A}{\sin \alpha} \quad \text{د)}$$

$$n = \frac{\sin \phi_1}{\sin \phi_2} \quad \text{ج)}$$

\* منشور ثلاثي متساوي الأضلاع في وضع النهاية الصغرى للانحراف، إذا كانت زاوية انحراف شعاع ضوئي خلال المنشور في هذا الوضع  $30^\circ$ ، فإن :

(١) زاوية سقوط الشعاع على المنشور تساوي .....

- أ)  $30^\circ$       ب)  $45^\circ$       ج)  $60^\circ$       د)  $90^\circ$

(٢) زاوية خروج الشعاع من المنشور تساوي .....

- أ)  $90^\circ$       ب)  $60^\circ$       ج)  $45^\circ$       د)  $30^\circ$

\* الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين زاوية انحراف شعاع

ضوئي ( $\alpha$ ) خلال منشور ثلاثي وزاوية السقوط الأولى ( $\phi_1$ )

للشعاع على أحد أوجه المنشور، فإن :

(١) زاوية رأس المنشور تساوي .....

- أ)  $30^\circ$       ب)  $45^\circ$

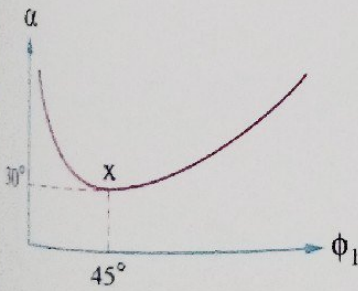
- ج)  $60^\circ$       د)  $90^\circ$

(٢) معامل الانكسار المطلق لمادة المنشور يساوي .....

- أ) 1.5      ب)  $\sqrt{2}$       ج) 1.33      د)  $\sqrt{3}$

(٣) زاوية خروج الشعاع عند الوضع x تساوي .....

- أ)  $30^\circ$       ب)  $37^\circ$       ج)  $45^\circ$       د)  $75^\circ$



٤ \* منشور ثلاثي زاوية رأسه  $60^\circ$  ومعامل انكسار مادته  $\sqrt{2}$ ، فإن قيمة كل من زاوية الانحراف وزاوية السقوط في وضع النهاية الصغرى للانحراف هما على الترتيب .....  
 (أ)  $30^\circ$  ،  $45^\circ$  (ب)  $45^\circ$  ،  $30^\circ$   
 (ج)  $60^\circ$  ،  $45^\circ$  (د)  $45^\circ$  ،  $60^\circ$

٥ إذا سقط شعاع ضوئي على أحد أوجه منشور ثلاثي متساوي الأضلاع في وضع النهاية الصغرى للانحراف فإن زاوية السقوط داخل المنشور تساوي .....  
 (أ)  $30^\circ$  (ب)  $45^\circ$   
 (ج)  $60^\circ$  (د)  $90^\circ$

٦ \* سقط شعاع ضوئي على منشور ثلاثي متساوي الأضلاع، فإذا كانت زاوية السقوط = زاوية الخروج =  $40^\circ$  فإن :  
 (١) زاوية انحراف الشعاع الضوئي تساوي .....  
 (أ)  $20^\circ$  (ب)  $40^\circ$   
 (ج)  $60^\circ$  (د)  $80^\circ$   
 (٢) معامل انكسار مادة المنشور يساوي .....  
 (أ) 1.1 (ب) 1.15  
 (ج) 1.29 (د) 1.53

٧ \* منشور زجاجي زاوية رأسه  $60^\circ$  انحرف خلاله شعاع ضوئي بزاوية مساوية لزاوية سقوطه الأولى =  $60^\circ$ ، فإن معامل انكسار مادة المنشور يساوي .....  
 (أ)  $\sqrt{2}$  (ب)  $\frac{1}{\sqrt{2}}$   
 (ج)  $\sqrt{3}$  (د)  $\frac{1}{\sqrt{3}}$

٨ شعاع ضوئي يسقط بزاوية  $\phi_1$  على منشور ثلاثي متساوي الأضلاع فينكسر بزاوية  $30^\circ$ ، ماذا يحدث لزاوية انحراف الشعاع ( $\alpha$ ) عند زيادة أو تقليل زاوية السقوط ( $\phi_1$ ) بمقدار  $5^\circ$  ؟

تقليل $\phi_1$	زيادة $\phi_1$	
تقل	تزداد	(أ)
تزداد	تزداد	(ب)
تقل	تقل	(ج)
تزداد	تقل	(د)

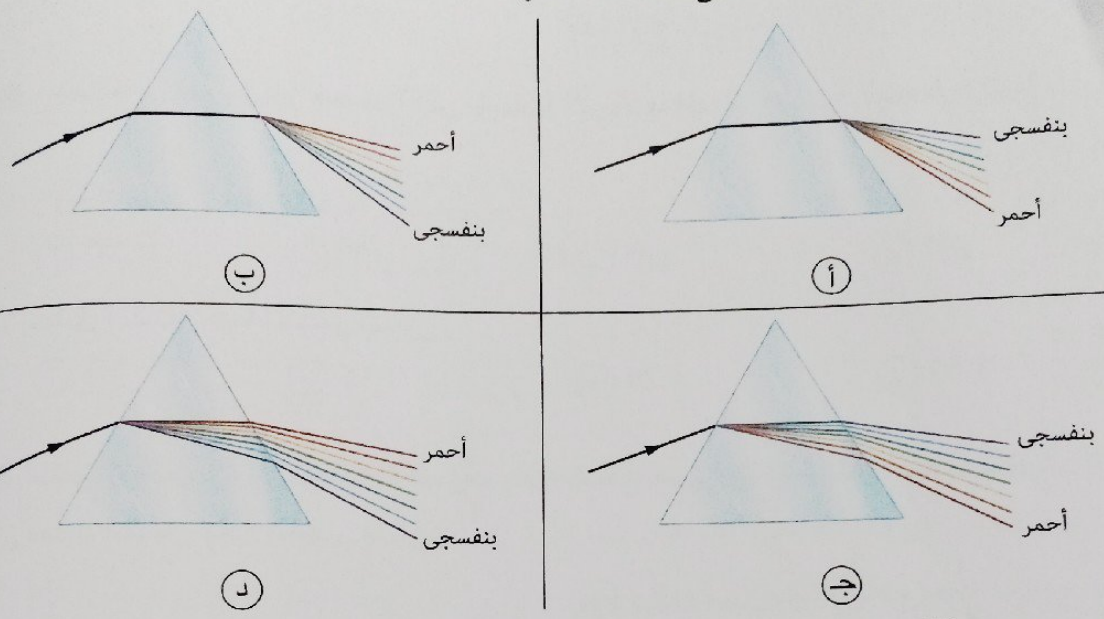
٩ النسبة بين معامل انكسار مادة منشور ثلاثي للضوء البنفسجي إلى معامل انكسار مادة نفس المنشور للضوء الأحمر  $\left(\frac{n_{\text{بنفسجي}}}{n_{\text{أحمر}}}\right)$  .....  
 (أ) أكبر من الواحد الصحيح (ب) أقل من الواحد الصحيح  
 (ج) تساوي الواحد الصحيح (د) لا يمكن تحديد الإجابة

عند زيادة الطول الموجي للضوء الساقط على أحد أوجه منشور ثلاثي في وضع النهاية الصغرى للانحراف، فإن زاوية النهاية الصغرى للانحراف .....

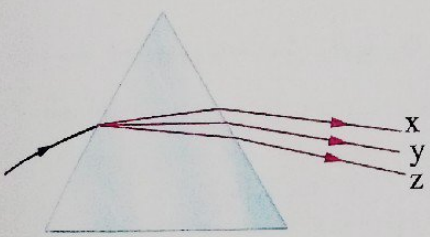
- أ) تزداد  
ب) لا تتغير  
ج) لا تتغير  
د) لا تتغير

- ب) تقل  
د) لا يمكن تحديد الإجابة

إذا سقطت حزمة ضيقة من الضوء الأبيض على أحد أوجه منشور ثلاثي في وضع النهاية الصغرى للانحراف، أي الأشكال التالية يوضح بشكل صحيح تحليل هذه الحزمة من الضوء ؟



الشكل المقابل يمثل تحليل الضوء الأبيض بواسطة منشور زجاجي، فإن الأشعة x، y، z من الممكن أن تكون للألوان .....

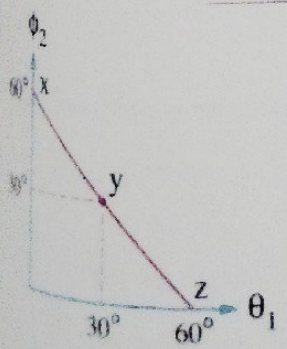


z	y	x	
الأحمر	الأصفر	الأزرق	أ
الأصفر	الأزرق	الأحمر	ب
الأزرق	الأصفر	الأحمر	ج
الأزرق	الأحمر	الأصفر	د

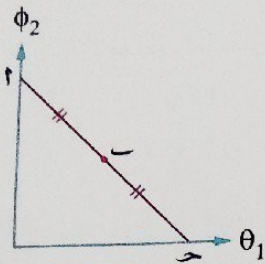
الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين زاوية السقوط الثانية ( $\phi_2$ ) وزاوية الانكسار ( $\theta_1$ ) لشعاع ضوئي داخل منشور ثلاثي، فإذا كانت زاوية النهاية الصغرى للانحراف  $30^\circ$  فإن :

(1) معامل انكسار مادة المنشور هو .....

- أ)  $\sqrt{2}$   
ب) 1.48  
ج)  $\sqrt{3}$   
د) 1.55

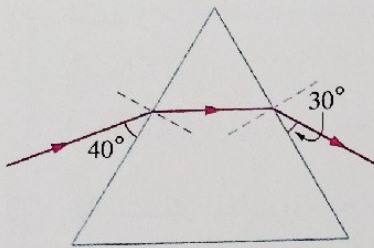


(٢) زاوية خروج الشعاع الضوئي من المنشور في وضع النهاية الصغرى للانحراف هي .....  
 (أ) 15° (ب) 30° (ج) 45° (د) 60°



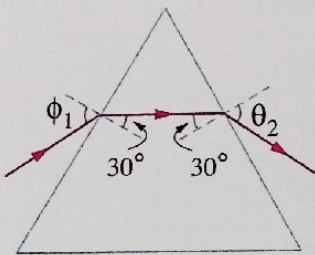
١٤ الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين زاوية السقوط الثانية ( $\phi_2$ ) وزاوية الانكسار الأولى ( $\theta_1$ ) عند مرور شعاع ضوئي خلال منشور ثلاثي متساوي الأضلاع، فإن وضع النهاية الصغرى للانحراف تمثله .....  
 (أ) النقطة أ (ب) النقطة ب (ج) النقطة ح (د) النقطتان أ ، ح

١٥ ما القيمة الممكنة لزاوية انحراف الشعاع الضوئي الساقط على المنشور الثلاثي الموضح بالشكل المقابل إذا كانت زاوية النهاية الصغرى للانحراف خلال هذا المنشور 45° ؟



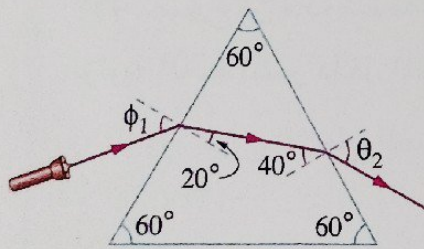
- (أ) 22.5° (ب) 30° (ج) 45° (د) 50°

١٦ الشكل المقابل يوضح منشور ثلاثي يسقط على أحد أوجهه شعاع ضوئي بزواوية  $\phi_1$  ويخرج بزواوية  $\theta_2$ ، فتكون النسبة  $\frac{\sin \phi_1}{\sin \theta_2}$  هي .....



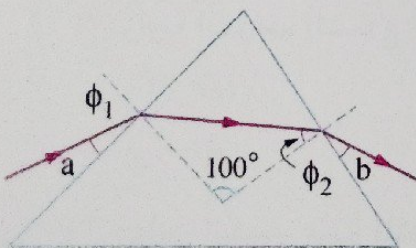
- (أ)  $\frac{1}{2}$  (ب)  $\frac{1}{1}$  (ج)  $\frac{1}{\sqrt{2}}$  (د)  $\frac{1}{\sqrt{3}}$

١٧ في الشكل المقابل لكي يصبح المنشور في وضع النهاية الصغرى للانحراف يجب .....



- (أ) زيادة زاوية السقوط ( $\phi_1$ )  
 (ب) إسقاط الشعاع عمودياً على وجه المنشور  
 (ج) زيادة زاوية السقوط ( $\phi_2$ )  
 (د) إسقاط الشعاع مماساً على وجه المنشور

١٨ \* الشكل المقابل يوضح شعاع ضوئي يسقط بزواوية  $\phi_1$  على أحد أوجه منشور ثلاثي، فإذا كانت  $\hat{a} = \hat{b}$  وكانت  $\phi_1 = 1.5 \phi_2$  فإن :



- (أ) زاوية رأس المنشور تساوي .....  
 (أ) 20° (ب) 60° (ج) 80° (د) 100°

(٢) زاوية السقوط الأولى ( $\phi_1$ ) تساوى .....

- أ)  $20^\circ$
- ب)  $40^\circ$
- ج)  $60^\circ$
- د)  $80^\circ$

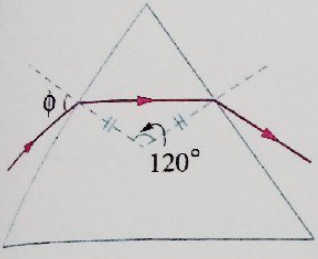
(٣) معامل انكسار مادة المنشور يساوى .....

- أ) 1.05
- ب) 1.14
- ج) 1.35
- د) 1.53

\* ١٩ منشور ثلاثى زاوية رأسه تساوى  $1.5 \alpha_0$  حيث  $\alpha_0$  زاوية النهاية الصغرى للانحراف، ويكون المنشور فى وضع النهاية الصغرى للانحراف عندما يسقط على أحد أوجهه شعاع ضوئى بزاوية سقوط  $50^\circ$ ، فإن معامل انكسار مادة المنشور يساوى .....

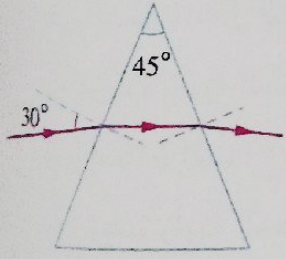
- أ) 1.25
- ب) 1.42
- ج) 1.53
- د) 1.73

\* ٢٠ الشكل المقابل يوضح منشور ثلاثى معامل انكسار مادته  $\sqrt{3}$  يسقط على أحد أوجهه شعاع ضوئى ويخرج من الوجه المقابل، فإن .....



زاوية الانحراف ( $\alpha$ )	زاوية السقوط الأولى ( $\phi$ )	
$30^\circ$	$30^\circ$	أ) $30^\circ$
$60^\circ$	$30^\circ$	ب) $30^\circ$
$30^\circ$	$60^\circ$	ج) $60^\circ$
$60^\circ$	$60^\circ$	د) $60^\circ$

\* ٢١ الشكل المقابل يوضح منشور ثلاثى متساوى الساقين زاوية رأسه  $45^\circ$  مصنوع من مادة شفافة للضوء، سقط على أحد أوجهه شعاع ضوئى بزاوية  $30^\circ$  فانكسر داخل المنشور موازياً للقاعدة، فإن :



(١) زاوية خروج الشعاع الضوئى من المنشور تساوى .....

- أ)  $15^\circ$
- ب)  $30^\circ$
- ج)  $45^\circ$
- د)  $60^\circ$

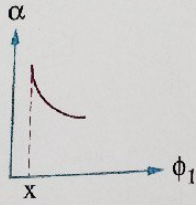
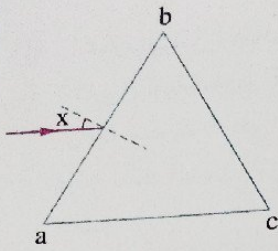
(٢) زاوية انحراف الشعاع الضوئى تساوى .....

- أ)  $60^\circ$
- ب)  $45^\circ$
- ج)  $30^\circ$
- د)  $15^\circ$

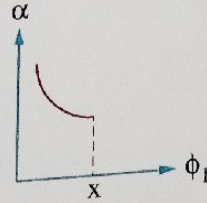
(٣) معامل انكسار مادة المنشور يساوى .....

- أ) 1.22
- ب) 1.27
- ج) 1.31
- د) 1.6

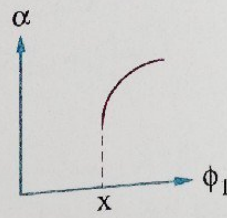
شعاع ضوئي يسقط بزاوية سقوط  $x$  على أحد أوجه منشور ثلاثي  $abc$  كما بالشكل المقابل فيحدث للشعاع أقل انحراف ممكن عند خروجه من الوجه  $bc$ ، أي الأشكال البيانية الآتية يمثل التغيير في زاوية انحراف الشعاع مع التغيير في زاوية السقوط ؟



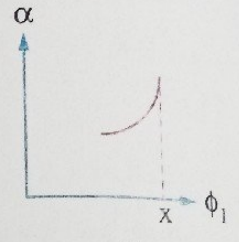
(أ)



(ب)



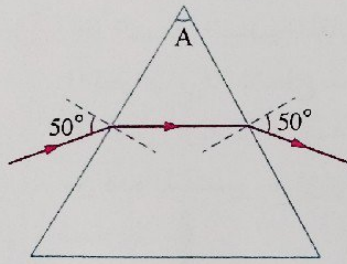
(ج)



(د)

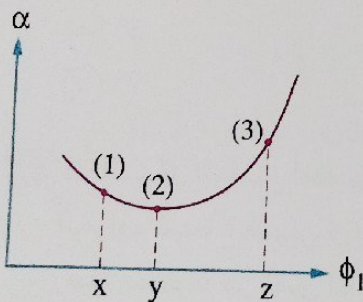
\* منشور ثلاثي زاوية رأسه  $60^\circ$  ومعامل انكسار مادته 1.5 عُمر في سائل معامل انكساره 1.3، فإن :  
(1) زاوية النهاية الصغرى للانحراف تساوي .....

- (أ)  $8.46^\circ$  (ب)  $9.64^\circ$  (ج)  $10.2^\circ$  (د)  $35.1^\circ$   
(2) زاوية السقوط الأولى في وضع النهاية الصغرى للانحراف تساوي .....
- (أ)  $34.3^\circ$  (ب)  $35.1^\circ$  (ج)  $47.5^\circ$  (د)  $60^\circ$



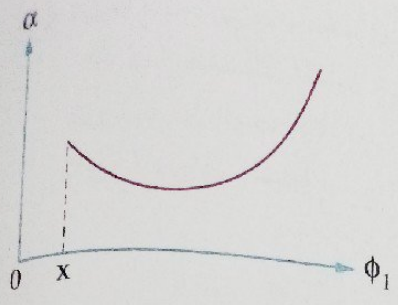
الشكل المقابل يوضح مسار شعاع ضوئي ساقط بزاوية  $50^\circ$  على منشور ثلاثي زجاجي معامل انكسار مادته  $n$ ، فإذا عُمر هذا المنشور في سائل معامل انكساره  $0.9n$  وسقط الشعاع على نفس الوجه بنفس الزاوية فإن زاوية انحراف الشعاع .....

- (أ) تزداد (ب) تقل (ج) قد تزداد وقد تقل (د) لا تتغير



إذا سقطت ثلاثة أشعة ضوئية (1)، (2)، (3) على منشور ثلاثي بزوايا سقوط  $x$ ،  $y$ ،  $z$  على الترتيب وكانت العلاقة بين زاوية الانحراف ( $\alpha$ ) وزاوية السقوط ( $\phi_1$ ) على وجه المنشور كما بالشكل البياني المقابل، فإن زاوية خروج الشعاع (1) من المنشور مقارنةً بزاوية خروج كل من .....

الشعاع (3)	الشعاع (2)	
أقل	أكبر	(أ)
أكبر	أكبر	(ب)
أقل	أقل	(ج)
أكبر	أقل	(د)



الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين زاوية الانحراف ( $\alpha$ ) في منشور ثلاثي وزاوية سقوط الشعاع الضوئي ( $\phi_1$ )، عند سقوط الشعاع الضوئي بزاوية سقوط  $x$  على وجه المنشور يخرج الشعاع مماساً للوجه المقابل، فإذا سقط الشعاع بزاوية سقوط  $0 < \phi_1 < x$  فإن الشعاع عند الوجه المقابل .....

- أ) ينفذ عمودياً
- ب) ينفذ مماساً
- ج) ينعكس كلياً
- د) ينعكس على نفسه

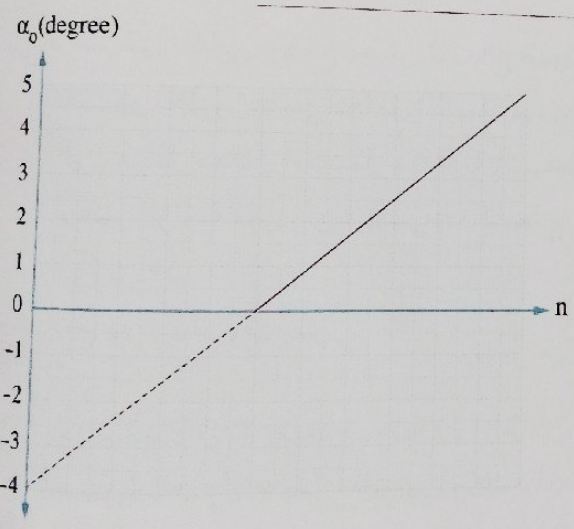
المنشور الرقيق

منشور رقيق من الزجاج زاوية رأسه  $5^\circ$  ومعامل انكسار مادته 1.6 تكون زاوية انحراف الضوء فيه هي .....

- أ)  $3^\circ$
- ب)  $5^\circ$
- ج)  $6^\circ$
- د)  $8^\circ$

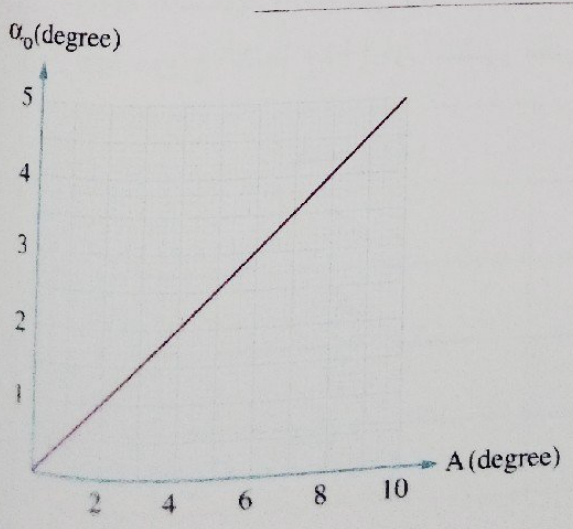
سقط شعاع ضوئي على أحد أوجه منشور رقيق فكانت قيمة زاوية انحراف الشعاع الضوئي به تساوي قيمة زاوية رأسه، فيكون معامل انكسار مادة المنشور هو .....

- أ) 1
- ب) 2
- ج)  $\frac{\sqrt{2}}{2}$
- د)  $\sqrt{2}$



\* الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين زوايا الانحراف ( $\alpha_0$ ) لشعاع ضوئي في عدة مناشير رقيقة لها نفس زاوية الرأس ومعامل الانكسار ( $n$ ) لمادة كل من هذه المناشير، فإن زاوية الرأس لهذه المناشير تساوي .....

- أ)  $4^\circ$
- ب)  $5^\circ$
- ج)  $6^\circ$
- د)  $7^\circ$



\* الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين زاوية انحراف شعاع ضوئي ( $\alpha_0$ ) في كل من عدة مناشير رقيقة مصنوعة من نفس المادة وزاوية الرأس ( $A$ ) لكل منها فيكون معامل انكسار مادة المناشير هو .....

- أ) 1.2
- ب) 2
- ج)  $\sqrt{2}$
- د) 1.5



\* منشوران رقيقان متعاكسا الوضع بحيث يلغى المنشور الثاني انحراف الشعاع الضوئي الذي يسببه المنشور الأول، فإذا كانت زاوية رأس المنشور الأول  $8^\circ$  ومعامل انكسار مادته 1.5 وزاوية رأس المنشور الثاني  $6^\circ$ ، فإن معامل انكسار مادة المنشور الثاني يساوى .....

- أ) 1.08      ب) 1.125      ج) 1.67      د) 2.22

\* منشور رقيق زاوية رأسه  $10^\circ$  ومعامل انكسار مادته 1.6، عُمر في سائل معامل انكساره 1.25، فتكون زاوية انحراف الشعاع المار خلاله هي .....

- أ)  $2.5^\circ$       ب)  $2.8^\circ$       ج)  $3.5^\circ$       د)  $6^\circ$

ينحرف شعاع ضوئي بزاوية  $\alpha$  عن مساره عند مروره خلال منشور رقيق من الزجاج موضوع في الهواء، عندما يغمر المنشور الرقيق في الماء، فإن زاوية انحراف الشعاع الضوئي خلاله تصبح .....

- أ)  $\alpha$       ب) أكبر من  $\alpha$       ج) أقل من  $\alpha$       د) صفر

\* منشور رقيق زاوية رأسه  $8^\circ$  ومعامل انكسار مادته للضوء الأحمر 1.4 وللضوء الأزرق 1.6، فإن زاوية الانحراف المتوسط للضوء الأبيض خلاله تساوى .....

- أ)  $16^\circ$       ب)  $12^\circ$       ج)  $8^\circ$       د)  $4^\circ$

منشور رقيق زاوية رأسه  $6^\circ$  ومعامل انكسار مادته للضوء الأزرق 1.65 وللضوء الأحمر 1.6، فإن قيمة الانحراف الزاوي للضوء خلاله هي .....

- أ)  $0.1^\circ$       ب)  $0.2^\circ$       ج)  $0.3^\circ$       د)  $0.5^\circ$

منشور رقيق زاوية رأسه  $10^\circ$  ومعامل انكسار مادته للضوء الأحمر 1.5 وللضوء الأصفر 1.55، فتكون قوة التفريق اللوني لمادته هي .....

- أ)  $\frac{11}{13}$       ب)  $\frac{10}{33}$       ج)  $\frac{2}{11}$       د)  $\frac{22}{37}$

إذا كان ناتج جمع معاملي انكسار منشور رقيق للشعاعين الأزرق والأحمر 3.1 وناتج طرحهما 0.1، فتكون قيمة قوة التفريق اللوني لمادة المنشور هي .....

- أ) 1.1      ب) 0.2      ج) 0.18      د) 0.14

\* منشور رقيق زاوية رأسه  $8^\circ$  ومعامل انكسار مادته للضوء الأزرق 1.7 وللضوء الأحمر 1.5، فإن :  
(١) زاوية انحراف كل من الضوء الأحمر والضوء الأزرق تساوى .....

زاوية انحراف الضوء الأزرق	زاوية انحراف الضوء الأحمر	
$13.6^\circ$	$12^\circ$	أ
$5.6^\circ$	$12^\circ$	ب
$5.6^\circ$	$4^\circ$	ج
$13.6^\circ$	$4^\circ$	د

(٢) الانفراج الزاوى للضوء فى المنشور يساوى .....  
 (أ)  $25.6^\circ$  (ب)  $13.6^\circ$  (ج)  $12^\circ$  (د)  $1.6^\circ$

(٣) قوة التفريق اللونى لمادة المنشور تساوى .....  
 (أ) 0.08 (ب) 0.125 (ج) 0.33 (د) 3.2

\* منشوران رقيقان، معامل انكسار مادة المنشور للضوء الأحمر والأزرق فى المنشور الأول 1.48 ، 1.56 على الترتيب وفى المنشور الثانى 1.63 ، 1.69 على الترتيب، فتكون النسبة بين قوة التفريق اللونى للمنشور الأول وقوة التفريق اللونى للمنشور الثانى  $\frac{(\omega_\alpha)_1}{(\omega_\alpha)_2}$  هى .....

(أ)  $\frac{11}{13}$  (ب)  $\frac{13}{11}$

(ج)  $\frac{22}{13}$  (د)  $\frac{13}{22}$

\* منشوران رقيقان لهما نفس الانفراج الزاوى، الأول من الزجاج التاجى زاوية رأسه  $6.25^\circ$  ومعامل الانكسار المتوسط له 1.5 وقوة التفريق اللونى له 0.048 والثانى من الزجاج الصخرى زاوية رأسه  $10^\circ$  وقوة التفريق اللونى له 0.024، فإن معامل الانكسار المتوسط للمنشور الثانى يساوى .....

(أ) 2.93 (ب) 2.62

(ج) 1.625 (د) 1.125

## أسئلة المقال

## ثانياً

١) ماذا يحدث عند سقوط حزمة ضوء أبيض على منشور ثلاثى فى وضع النهاية الصغرى للانحراف ؟

٢) فسر العبارات التالية :

(١) تختلف زاوية النهاية الصغرى للانحراف للشعاع الضوئى فى المنشور الثلاثى باختلاف الطول الموجى للضوء المار خلاله.

(٢) عند سقوط ضوء أبيض على منشور ثلاثى يكون الضوء البنفسجى أكثر انحرافاً من الضوء الأحمر.

(٣) المنشور الثلاثى يحلل الضوء الأبيض، بينما متوازى المستطيلات لا يحلل الضوء الأبيض.

٣) ما العوامل التى يتوقف عليها كل مما يأتى :

(١) زاوية النهاية الصغرى للانحراف فى المنشور الثلاثى.

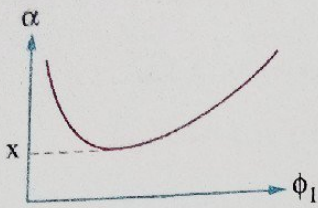
(٢) زاوية الانحراف فى المنشور الرقيق.

(٣) الانفراج الزاوى للضوء فى المنشور الرقيق.

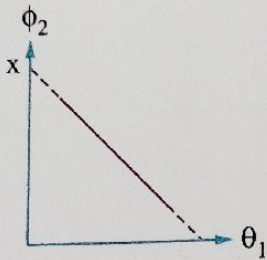
(٤) قوة التفريق اللونى لمادة المنشور.

٤ اكتب ما تشير إليه قيمة النقطة  $x$  في كل شكل بياني مما يأتي :

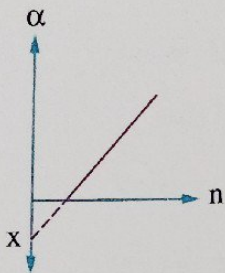
(١) العلاقة بين زاوية انحراف شعاع ضوئي في منشور ثلاثي  $(\alpha)$  وزاوية السقوط الأولى  $(\phi_1)$  للشعاع على أحد أوجهه.



(٢) العلاقة بين زاوية السقوط الثانية  $(\phi_2)$  لشعاع ضوئي يسقط على أحد أوجه منشور ثلاثي وزاوية الانكسار  $(\theta_1)$ .



(٣) العلاقة بين زاوية الانحراف  $(\alpha)$  لشعاع ضوئي في عدة مناشير رقيقة لها نفس زاوية الرأس ومعامل الانكسار المطلق  $(n)$  لمادة هذه المناشير.



٥ سقط شعاع ضوئي أحادي اللون على أحد أوجه منشور ثلاثي فخرج مماساً من الوجه المقابل، ماذا يحدث لزاوية انحراف الشعاع  $(\alpha)$  إذا أُدير الشعاع تدريجياً في اتجاه قاعدة المنشور بحيث تزداد زاوية السقوط الأولى؟ وضح ذلك بشكل بياني يمثل العلاقة بين زاوية الانحراف وزاوية السقوط الأولى.

## أنماط جديدة من الأساليب

اختر إجابتين من بين الإجابات المعطاة :

(١) سقط شعاع ضوئي بزاوية سقوط  $45^\circ$  على أحد أوجه منشور ثلاثي معامل انكسار مادته  $\sqrt{2}$  وخرج من

الوجه المقابل بزاوية  $45^\circ$ ، فإن .....

(أ) زاوية رأس المنشور تساوي  $30^\circ$

(ب) زاوية رأس المنشور تساوي  $45^\circ$

(ج) زاوية رأس المنشور تساوي  $60^\circ$

(د) زاوية انحراف الشعاع تساوي  $30^\circ$

(هـ) زاوية انحراف الشعاع تساوي  $45^\circ$

(٢) الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين زاوية الانحراف ( $\alpha$ )

ومعامل الانكسار لمادة المنشور الرقيق ( $n$ ) لأطوال موجية

مختلفة، فإن .....

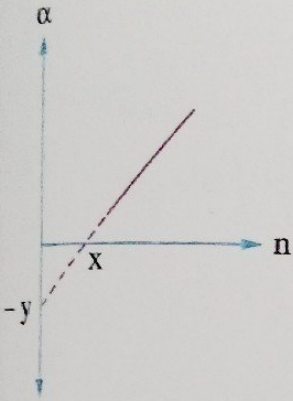
(أ) ميل الخط البياني يساوي قيمة زاوية رأس المنشور

(ب) خارج قسمة  $\frac{x}{y}$  يساوي زاوية رأس المنشور

(ج) خارج قسمة  $\frac{y}{x}$  يساوي زاوية رأس المنشور

(د) القيمة  $x$  تمثل زاوية النهاية الصغرى للانحراف

(هـ) القيمة  $y$  تمثل زاوية النهاية الصغرى للانحراف



ضع أمام كل عبارة من العبارات الآتية لون الضوء الذي يجعل هذه الكمية أكبر :

الضوء الأزرق

الضوء الأحمر

(.....)

(.....)

(.....)

(.....)

(.....)

(.....)

(١) الطول الموجي للضوء

(٢) تردد الضوء

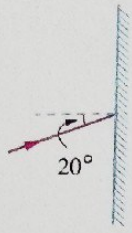
(٣) معامل انكسار مادة المنشور للضوء

(٤) زاوية انحراف أشعة الضوء عند سقوطها بنفس زاوية السقوط

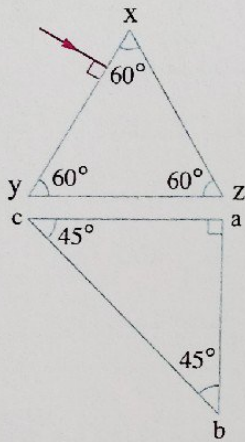
(٥) الزاوية الحرجة لمادة المنشور عند مرور الضوء خلاله

(٦) زاوية خروج أشعة الضوء من المنشور عند سقوطها بنفس زاوية السقوط

اختر الإجابة الصحيحة (1 : 10) :



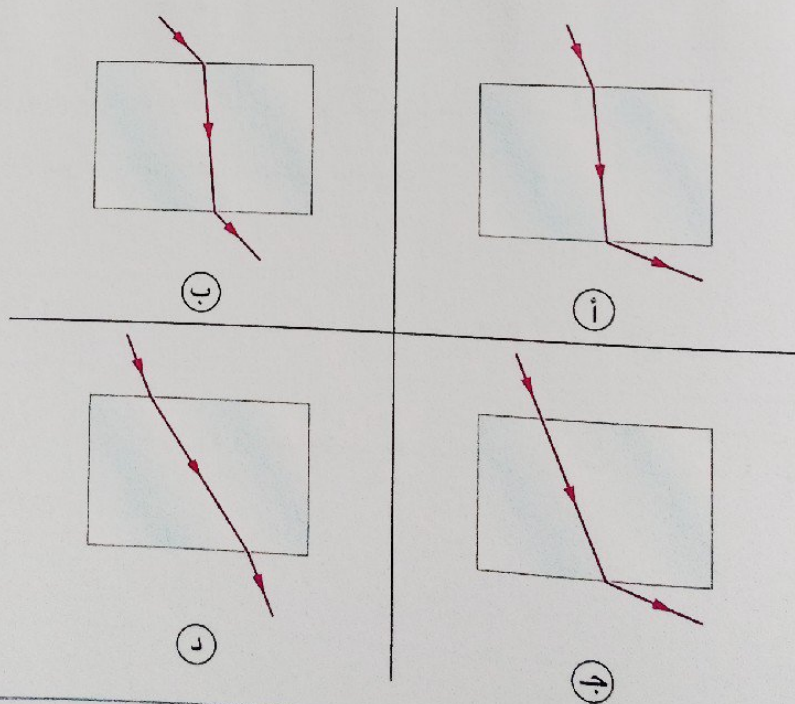
الشكل المقابل يوضح شعاع ضوئي سقط بزاوية سقوط  $20^\circ$  على مرآة مستوية، فإذا أديرت المرآة مع دوران عقارب الساعة بزاوية  $20^\circ$  حول محور عمودي على الصفحة عند نقطة السقوط، فإن زاوية انعكاس الشعاع .....  
 (أ) تزداد بمقدار  $20^\circ$   
 (ب) تقل بمقدار  $10^\circ$   
 (ج) تزداد بمقدار  $40^\circ$   
 (د) تقل بمقدار  $40^\circ$

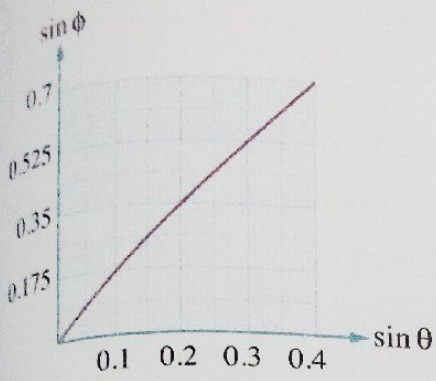


الشكل المقابل يوضح منشوران ثلاثيان من مادة واحدة معامل انكسارها 1.5، فإذا سقط شعاع ضوئي عمودياً على الوجه xy فإنه يخرج عمودياً من الوجه .....

- (أ) xz
- (ب) ac
- (ج) bc
- (د) ab

أي الأشكال التالية يعبر بشكل صحيح عن مرور شعاع ضوئي يسقط من الهواء خلال متوازي مستطيلات من الزجاج ؟





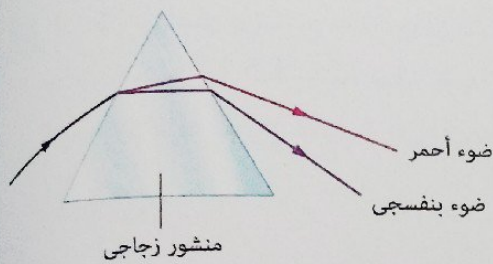
الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين جيب زاوية سقوط شعاع ضوئي في وسط شفاف ( $\sin \phi$ ) وجيب زاوية انكساره في وسط آخر ( $\sin \theta$ ) انتقل إليه، إذا كان الطول الموجي للضوء في الوسط الأول هو 700 nm، فإن الطول الموجي للضوء في الوسط الثاني يساوي .....

500 nm (ب)

550 nm (أ)

400 nm (د)

450 nm (ج)



الشكل المقابل يمثل تحليل الضوء الأبيض بواسطة منشور زجاجي، ما اسم هذه الظاهرة؟

(أ) انقسام الضوء

(ب) تفرق الضوء

(ج) انعكاس الضوء

(د) حيود الضوء

في تجربة يونج إذا كان بُعد مركز الهدبة المعتمة الرابعة عن مركز الهدبة المركزية هو  $x$ ، فإن المسافة بين مركز الهدبة المركزية ومركز الهدبة المضيئة الأولى تساوي .....

$\frac{x}{3}$  (د)

$\frac{x}{3.5}$  (ج)

$\frac{x}{4}$  (ب)

$\frac{x}{4.5}$  (أ)

سقط شعاع ضوئي بزواوية سقوط  $0^\circ$  من الهواء على أحد أوجه منشور ثلاثي زاوية رأسه  $45^\circ$  فخرج مماساً من الوجه المقابل، فإن سرعة الضوء في المنشور تساوي .....

$2.08 \times 10^8$  m/s (ب)

$1.96 \times 10^8$  m/s (أ)

$2.41 \times 10^8$  m/s (د)

$2.12 \times 10^8$  m/s (ج)

إذا كان قياس زاوية رأس منشور رقيق تساوي ضعف قياس زاوية انحراف شعاع ضوئي به، فإن معامل انكسار مادة المنشور يساوي .....

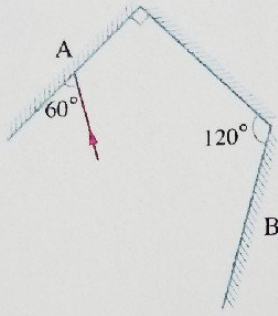
1.75 (د)

$\frac{\sqrt{2}}{2}$  (ج)

1.5 (ب)

$\sqrt{2}$  (أ)

اختبار



٩ سقط شعاع ضوئي على المرآة A كما بالشكل المقابل، فإن زاوية سقوط الشعاع على المرآة B تساوي .....

- أ)  $0^\circ$   
ب)  $30^\circ$   
ج)  $45^\circ$   
د)  $60^\circ$

١٠ سقط شعاع ضوئي على أحد أوجه منشور ثلاثي متساوي الأضلاع فانكسر موازيًا للقاعدة وخرج من المنشور بزاوية خروج  $60^\circ$ ، فإن زاوية سقوط الشعاع على المنشور ( $\phi_1$ ) تساوي .....

- أ)  $30^\circ$   
ب)  $45^\circ$   
ج)  $60^\circ$   
د)  $90^\circ$

أجب عما يأتي (١١ : ١٧) :

١١ لماذا يكون معامل الانكسار المطلق لوسط ما دائمًا أكبر من الواحد الصحيح؟

.....  
.....  
.....

١٢ في ظاهرتي الانكسار والحيود في الضوء، أي ظاهرة منهما لا يتغير فيها الطول الموجي للضوء المستخدم؟ ولماذا؟

.....  
.....  
.....  
.....

١٣ عند وضع مصدر ضوئي أزرق اللون في مركز مكعب مصمت من الزجاج ووضع حائل أبيض يواجه كل وجه من أوجهه الجانبية تظهر بقعة ضوء دائرية على كل حائل، فسر ذلك.

.....  
.....  
.....  
.....

١٤ منشور رقيق قوة تفريقه اللوني  $(n)$  يسقط على أحد أوجهه بزاوية سقوط  $(\theta)$  شعاع ضوء أبيض، ماذا يحدث لقوة التفريق اللوني للمنشور عند زيادة زاوية سقوط الشعاع الضوئي؟ فسر إجابتك.

١٥ قام طالب بإجراء تجربة الشق المزدوج باستخدام ضوء أحمر أحادي اللون فظهرت له هُذب التداخل على الحائل بأبعاد معينة، كيف يحصل الطالب باستخدام نفس الشق المزدوج على نفس أبعاد هُذب التداخل ولكن باستخدام ضوء أزرق أحادي اللون؟

١٦ لديك مادتين من المواد الشفافة للضوء A ، B حيث معامل انكسار المادة B أكبر من معامل انكسار المادة A، فإذا أردت عمل ليفة ضوئية ذات طبقتين أيهما تستخدم للطبقة الداخلية وأيها تستخدم للطبقة الخارجية؟ مع التفسير.

١٧ سقط شعاع ضوئي بزاوية سقوط صغيرة على أحد أوجه منشور ثلاثي متساوي الأضلاع فخرج من الوجه المقابل منحرفاً عن مساره الأول بزاوية معينة، اذكر ما يطرأ على زاوية الانحراف من تغيير إذا أدير المنشور ببطء بحيث يقترب الشعاع الساقط من القاعدة تدريجياً.



# الوحدة الثانية

## خواص الموائع

خواص الموائع المتحركة.

المفصل 4

اختيار إلكتروني

على كل درس  
من كتاب مسح  
QR Code



قيم نفسك إلكترونياً

الأسئلة المشار إليها بالعلامة \* يجب عنها تفصيلياً



## خواص الموائع المتحركة

الدرس الأول السريان.

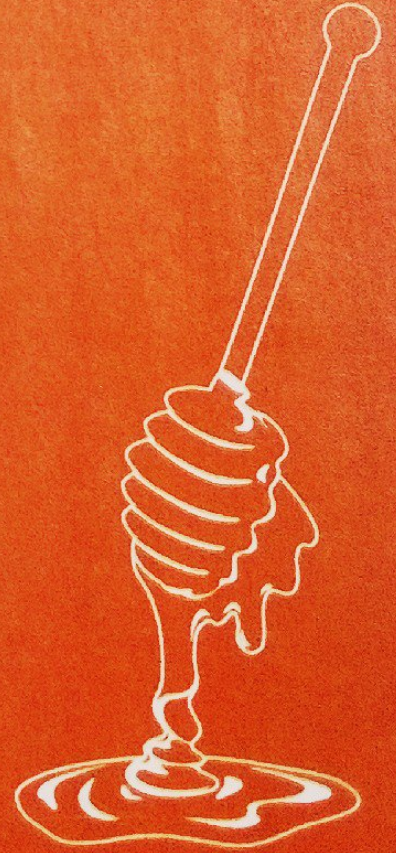
الدرس الثاني اللزوجة.

اختبار 3  
على  
الفصل الرابع

### مخرجات التعلم :

في نهاية هذا الفصل ينبغي أن يكون الطالب قادرًا على أن :

- يميز بين السريان الهادئ والسريان المضطرب لمائع.
- يستنتج خصائص خطوط الانسياب.
- يذكر شروط السريان الهادئ لسائل.
- يتعرف معدل السريان.
- يستنتج معادلة الاستمرارية.
- يفسر بعض التطبيقات على معادلة الاستمرارية.
- يجري أنشطة ليتعرف مفهوم اللزوجة.
- يفسر خاصية اللزوجة.
- يتعرف مفهوم معامل اللزوجة ووحدات قياسه.
- يفسر بعض تطبيقات اللزوجة.
- يكتسب مهارة حل المسائل على القوانين الواردة في هذا الفصل.



في هذا الدرس  
السريان الهادئ  
السريان المضطرب  
معدل السريان



في هذا الدرس سوف نتعرف :

- ◀ معادلة الاستمرارية
- ◀ تطبيقات على معادلة الاستمرارية
- ◀ السريان الهادئ [المستقر]
- ◀ السريان المضطرب
- ◀ معدل السريان

\* درست في السنوات السابقة أن المواد يمكن أن تتواجد في ثلاث حالات هي :

<p>مثال الخشب والإبريق</p>		<p>تكون المسافات البينية بين جزيئات المادة صغيرة جداً وقوى التماسك بينها كبيرة جداً وبالتالي تتخذ المادة شكلاً ثابتاً</p>	<p>1 الحالة الصلبة</p>
<p>مثال الماء والزيت</p>		<p>تكون المسافات البينية بين جزيئات المادة متوسطة وقوى التماسك بينها ضعيفة وبالتالي لا تتخذ المادة شكلاً ثابتاً بل تتخذ شكل الإناء الموضوعة فيه لذلك يطلق عليها مائع</p>	<p>2 الحالة السائلة</p>
<p>مثال غاز الكلور</p>		<p>تكون المسافات البينية بين جزيئات المادة كبيرة نسبياً وقوى التماسك بينها تكاد تكون منعدمة وبالتالي لا تتخذ المادة شكلاً ثابتاً بل تتخذ شكل الإناء الموضوعة فيه لذلك يطلق عليها مائع</p>	<p>3 الحالة الغازية</p>

\* مما سبق يمكن استنتاج مفهوم المائع كالتالي :

**المائع**

مادة قابلة للانسياب ولا تتخذ شكلاً محدداً كالسوائل والغازات.

\* للموائع المتحركة عدة خصائص سنكتفى في هذا الفصل بدراسة خاصيتين منها، وهما :

- السريان.
- اللزوجة.

وفي هذا الدرس سنتناول خاصية السريان بشيء من التفصيل.

## السريان Flow

يمكننا التمييز بين نوعين من سريان الموائع

أولاً

السريان الهادئ (المستقر)

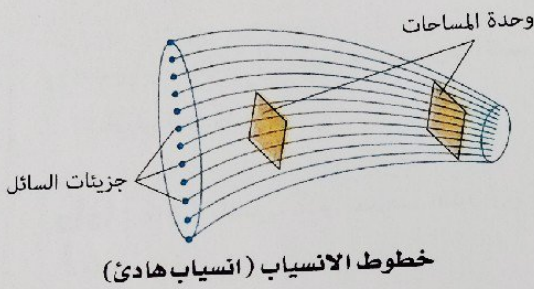
ثانياً

السريان المضطرب

## أولاً السريان الهادئ (المستقر) Steady Flow

عندما يتحرك سائل ما بحيث تنزلق طبقاته المتجاورة في نعومة ويسر يقال أن هذا السائل يسرى سرياناً انسيابياً وهو ما يطلق عليه السريان الهادئ أو المستقر، حيث تتخذ كل كمية صغيرة من السائل مسار متصل وهمى يطلق عليه خط الانسياب.

خصائص خطوط الانسياب :



1 خطوط الانسياب خطوط تخيلية لا تتقاطع.

2 عدد خطوط الانسياب عند أى مقطع من الأنبوية ثابت.

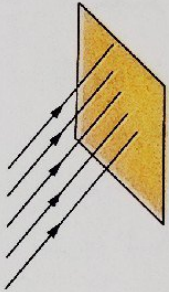
3 اتجاه السرعة اللحظية (v) لكمية صغيرة من السائل

عند نقطة يحددها المماس المرسوم لخط الانسياب عند تلك النقطة.

4 سرعة سريان السائل عند نقطة تتحدد بكثافة خطوط الانسياب عند تلك النقطة، وبالتالي تكون سرعة المائع مرتفعة عند أى نقطة داخل أنبوية السريان حيث توجد كثافة مرتفعة لخطوط الانسياب والعكس صحيح.

كثافة خطوط الانسياب عند نقطة

تقدر بعدد خطوط الانسياب التي تمر عمودياً على وحدة المساحات المحيطة بتلك النقطة.



## شروط السريان الهادئ :

1 أن تكون سرعة السائل عند النقطة الواحدة على مساره ثابتة (لا تتغير بمرور الزمن).

2 أن يكون السريان غير دوار أى لا توجد دوامات.

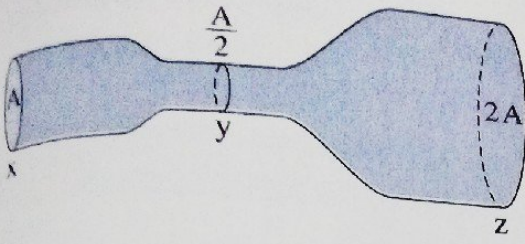
3 عدم وجود قوى احتكاك مؤثرة بين طبقات السائل.

4 أن يكون معدل سريان السائل ثابت على طول مساره

لأن السائل غير قابل للانضغاط وكثافته لا تتغير مع المسافة أو الزمن.

5 أن يملأ السائل الأنبوية تماماً بحيث تكون كمية السائل (حجمها وكتلتها) التي تدخل إلى الأنبوية من أحد طرفيها مساوية لكمية السائل التي تخرج من الطرف الآخر فى نفس الزمن وفقاً لقانون بقاء الكتلة.

## مثال



الشكل المقابل يوضح سائل يسرى سرياناً مستقرًا في أنبوب من طرف إلى آخر، فتكون النسبة بين عدد خطوط الانسياب خلال المقاطع  $x : y : z$  هي .....

- أ)  $2 : 1 : 4$   
 ب)  $1 : 2 : 4$   
 ج)  $2 : 4 : 1$   
 د)  $1 : 1 : 1$

## الحل

في السريان المستقر لا يتغير عدد خطوط الانسياب خلال أي مقطع من الأنابيب حيث لا تتقاطع خطوط الانسياب  
 ∴ الاختيار الصحيح هو د)

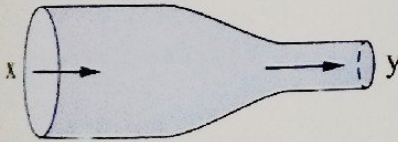
كان المطلوب هو تحديد عند أي المقاطع الثلاثة  $x$ ،  $y$ ،  $z$  تكون كثافة خطوط الانسياب أكبر.

**ماذا لو**

ما إجابتك؟

## 18) اختبر نفسك

\* في الشكل المقابل سائل يسرى سرياناً هادئاً في أنبوبة بحيث يدخل من الطرف  $x$  ويخرج من الطرف  $y$ ، حدد مدى صحة العبارة الآتية. مع التفسير:



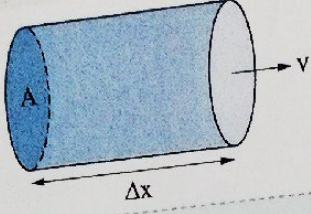
سرعة السائل عند الطرف  $x$  مساوية لسرعة السائل عند الطرف  $y$

مجاب عنها

**معدل السريان (الانسياب)**

**الكثافة (ρ)**

كتلة وحدة الحجم من المادة وتقاس بوحدة  $kg/m^3$  وتحسب من العلاقة:  
 $\rho = m / V_{ol}$



بفرض كمية من سائل كثافته ρ حجمها  $V_{ol}$  وكتلتها m تسرى سرياناً مستقراً بسرعة v لتتحرك مسافة Δx في زمن Δt خلال مقطع من أنبوية مساحته A كما بالشكل، فإن:

**معدل السريان الحجمي (Q<sub>v</sub>)**

**معدل السريان الكتلي (Q<sub>m</sub>)**

**المفهوم**  
 كتلة السائل المناسب خلال مقطع معين من الأنبوية في الثانية الواحدة  
 حجم السائل المناسب خلال مقطع معين من الأنبوية في الثانية الواحدة

**استنتاج العلاقة**

$\therefore m = \rho V_{ol} = \rho A \Delta x$

$\therefore V_{ol} = A \Delta x$

$\therefore Q_m = \frac{m}{\Delta t} = \rho A \frac{\Delta x}{\Delta t}$

$\therefore Q_v = \frac{V_{ol}}{\Delta t} = A \frac{\Delta x}{\Delta t}$

$Q_m = \rho A v$

$Q_v = A v$

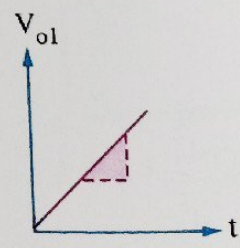
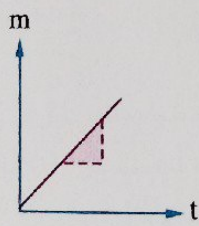
$\therefore Q_m = \rho Q_v$

**وحدة القياس**

kg/s

$m^3/s$

**التمثيل البياني**



$slope = \frac{\Delta m}{\Delta t} = Q_m$

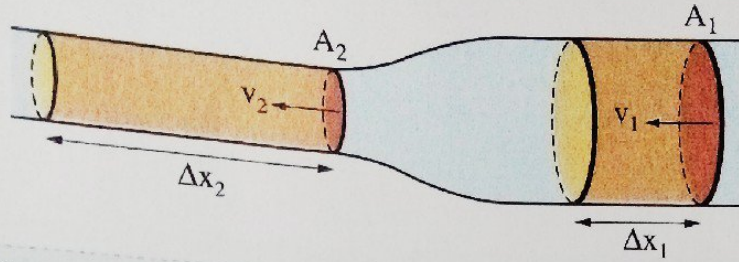
$slope = \frac{\Delta V_{ol}}{\Delta t} = Q_v$

**مما سبق نستنتج أنه:**

عندما يسرى السائل سرياناً هادئاً عبر أنبوية يكون معدل السريان (الحجمي أو الكتلي) مقدار ثابت عند أي مقطع من الأنبوية.

## استنتاج معادلة الاستمرارية (العلاقة بين سرعة سريان السائل ومساحة مقطع الأنبوبة)

\* بفرض مقطعين مختلفين من أنبوبة أسطوانية بها سائل كثافته  $\rho$  يسرى سرياناً هادئاً كما بالشكل التالي:



المقطع الثاني

$$Q_v = A_2 v_2$$

$$Q_m = \rho A_2 v_2$$

المقطع الأول

$$Q_v = A_1 v_1$$

$$Q_m = \rho A_1 v_1$$

معدل الانسياب الحجمي

معدل الانسياب الكتلي

∴ السائل يسرى سرياناً هادئاً.

∴ كل من معدلي الانسياب الكتلي والحجمي ثابت عند أي مقطع من الأنبوبة.

$$\therefore \rho A_1 v_1 = \rho A_2 v_2$$

$$\therefore A_1 v_1 = A_2 v_2$$

$$\therefore \frac{v_1}{v_2} = \frac{A_2}{A_1}$$

وتسمى هذه العلاقة معادلة الاستمرارية.

$$\therefore A = \pi r^2$$

$$\therefore \frac{v_1}{v_2} = \frac{r_2^2}{r_1^2} = \frac{d_2^2}{d_1^2}$$

حيث: (r) نصف قطر مقطع الأنبوبة، (d) قطر مقطع الأنبوبة.

مما سبق نستنتج أن:

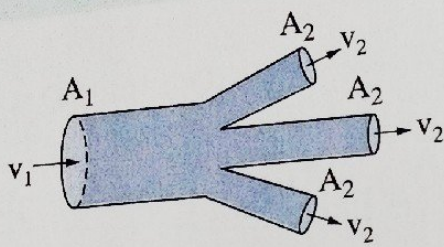
سرعة سريان سائل عند أي نقطة في أنبوبة سريان مستقر تتناسب عكسياً مع مساحة مقطع الأنبوبة وكذلك مع مربع نصف قطر الأنبوبة ومربع قطر الأنبوبة عند تلك النقطة.



عند سريان سائل سرياناً هادئاً في أنبوبة متفرعة إلى عدد من الأفرع :

غير المتساوية في مساحة المقطع

المتساوية في مساحة المقطع

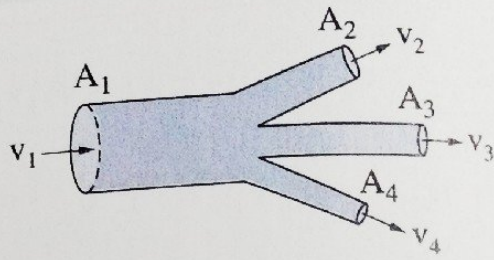


$$A_1 v_1 = n A_2 v_2$$

$$r_1^2 v_1 = n r_2^2 v_2$$

$$d_1^2 v_1 = n d_2^2 v_2$$

(حيث n عدد الأفرع)



فإن

$$A_1 v_1 = A_2 v_2 + A_3 v_3 + A_4 v_4$$

$$r_1^2 v_1 = r_2^2 v_2 + r_3^2 v_3 + r_4^2 v_4$$

$$d_1^2 v_1 = d_2^2 v_2 + d_3^2 v_3 + d_4^2 v_4$$

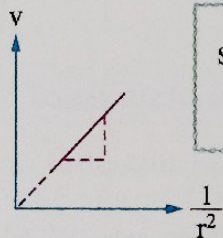
ملاحظات

(١) عند سريان سائل سرياناً هادئاً في أنبوبة لها عدة مقاطع مختلفة المساحة تمثل بيانياً العلاقة بين :

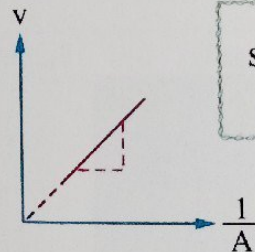
سرعة السائل (v) ومقلوب مربع نصف قطر المقطع  $(\frac{1}{r^2})$

سرعة السائل (v) ومقلوب مساحة المقطع  $(\frac{1}{A})$

كالتالي :



$$\text{slope} = \frac{\Delta v}{\Delta(\frac{1}{r^2})} = \frac{Q_v}{\pi}$$



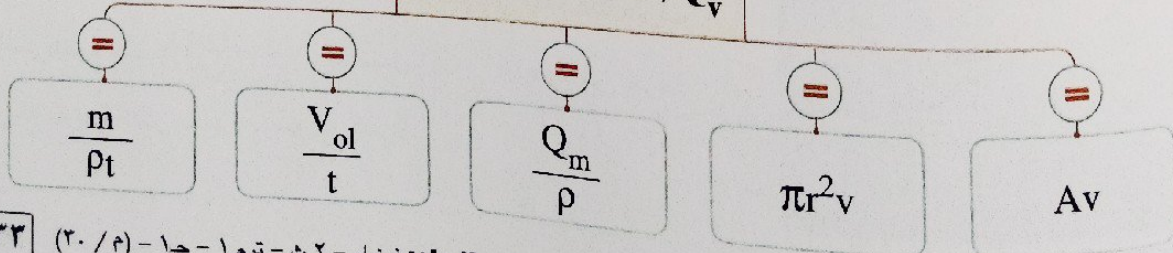
$$\text{slope} = \frac{\Delta v}{\Delta(\frac{1}{A})} = Q_v$$

(٢) عند فتح عدة صنابير معاً لينساب منها سائل في إناء وكان معدل انسياب السائل من كل صنوبر هو  $(Q_v)_1, (Q_v)_2, (Q_v)_3$ ، فإن معدل الانسياب الكلي  $(Q_v)$  ملء الإناء يحسب من العلاقة :

$$Q_v = (Q_v)_1 + (Q_v)_2 + (Q_v)_3$$

(٢) عند سريان سائل سرياناً هادئاً في أنبوبة فإنه عند أي مقطع من الأنبوية يكون :

$Q_v$  (معدل السريان الحجمي)



(٤) عند سريان سائل سرياناً هادئاً في أنبوبة لها مقطعين مختلفين في المساحة، فإنه :

لمقارنة سريان السائل عند مقطعي الأنبوبة يكون

$$d_1^2 v_1 = d_2^2 v_2$$

$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

$$(Q_v)_1 = (Q_v)_2$$

$$r_1^2 v_1 = r_2^2 v_2$$

$$(Q_m)_1 = (Q_m)_2$$

### تطبيقات على معادلة الاستمرارية

#### ١ سريان الدم في الشعيرات الدموية



سرعة سريان الدم في الشريان الرئيسي أكبر من سرعة سريانه في الشعيرات الدموية لأن مجموع مساحات مقطع الشعيرات أكبر من مساحة مقطع الشريان الرئيسي، وبالتالي تقل سرعة الدم في الشعيرات الدموية حيث  $(v \propto \frac{1}{A})$ ، وببطء حركة الدم في الشعيرات الدموية يسمح بحدوث عملية تبادل غازي الأكسجين وثاني أكسيد الكربون بين الدم والأنسجة وتزويدها بالمواد الغذائية.

#### ٢ تصميم فتحات مواقد الغاز



تصمم فتحات مواقد الغاز بحيث تكون مساحتها صغيرة حتى يندفع الغاز منها بسرعة عالية حيث  $(v \propto \frac{1}{A})$ .

#### ٣ تصميم فوهة خرطوم إطفاء الحريق



يُصمم طرف خرطوم إطفاء الحريق بحيث ينتهي بنهايات مسحوبة (ضيقة) **وذلك** لتزداد سرعة سريان الماء عند طرف الخرطوم حيث  $(v \propto \frac{1}{A})$  فيصل الماء المندفَع من طرف الخرطوم لأماكن بعيدة وبسرعة كبيرة.

مثال ١

الزمن اللازم لملء حوض حجمه  $2 \text{ m}^3$  بواسطة صنوبر ينساب منه الماء بمعدل  $0.5 \text{ kg/s}$  هو .....  
 (علمًا بأن:  $\rho_{\text{ماء}} = 1000 \text{ kg/m}^3$ )  
 أ)  $10^3 \text{ s}$       ب)  $4 \times 10^3 \text{ s}$       ج)  $10^4 \text{ s}$       د)  $4 \times 10^4 \text{ s}$

المحل

$$Q_m = 0.5 \text{ kg/s} \quad V_{ol} = 2 \text{ m}^3 \quad \rho_{\text{ماء}} = 1000 \text{ kg/m}^3 \quad t = ?$$

$$V_{ol} = Q_v t$$

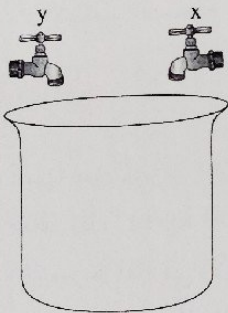
$$t = \frac{V_{ol}}{Q_v} = \frac{V_{ol} \rho}{Q_m} = \frac{2 \times 1000}{0.5} = 4 \times 10^3 \text{ s}$$

∴ الاختيار الصحيح هو (ب)

ماذا لو

كان معدل سريان الماء من الصنوبر  $0.5 \text{ Liter/s}$  فهل يختلف الزمن اللازم لملء الحوض؟

مثال ٢



الشكل المقابل يوضح حوض حجمه  $V_{ol}$  وصنوبرين x ، y ، فإذا استخدم الصنوبر x فقط لملء الحوض فإنه يستغرق  $15 \text{ min}$  وعند استخدام الصنوبر y فقط لملء الحوض فإنه يستغرق  $30 \text{ min}$ ، فإن الزمن اللازم لملء الحوض إذا استخدم الصنوبرين x ، y معاً يساوي .....

- أ)  $5 \text{ min}$       ب)  $10 \text{ min}$       ج)  $15 \text{ min}$       د)  $45 \text{ min}$

المحل

$$t_x = 15 \text{ min} \quad t_y = 30 \text{ min} \quad t = ?$$

$$Q_v = (Q_v)_x + (Q_v)_y$$

$$\frac{V_{ol}}{t} = \frac{V_{ol}}{t_x} + \frac{V_{ol}}{t_y}$$

$$\therefore \frac{1}{t} = \frac{1}{t_x} + \frac{1}{t_y} = \frac{1}{15} + \frac{1}{30} = \frac{1}{10}$$

$$\therefore t = 10 \text{ min}$$

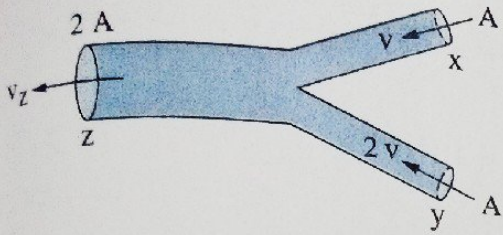
∴ حجم الحوض ( $V_{ol}$ ) ثابت.

∴ الاختيار الصحيح هو (ب)

ماذا لو

تم استخدام صنوبر ثالث z فاستغرق منفرداً  $10 \text{ min}$  لملء الحوض، فما الزمن اللازم لملء الحوض إذا استخدمت الصنابير الثلاثة معاً؟

مثال ٣



يسرى سائل سرياناً مستقرًا في أنبوية كما بالشكل، فإذا كانت مساحة مقطع كل من  $x, y, z$  هي  $A, A, 2A$  على الترتيب وسرعة سريان السائل عند المقطعين  $x, y$  هي  $v, 2v$  على الترتيب، فإن سرعة سريان السائل عند المقطع  $z$  تساوي .....

- أ)  $2v$
- ب)  $\frac{2}{3}v$
- ج)  $\frac{3}{2}v$
- د)  $v$

الحل

$A_x = A$      $v_x = v$      $A_y = A$      $v_y = 2v$      $A_z = 2A$      $v_z = ?$

$A_z v_z = A_x v_x + A_y v_y$   
 $2A v_z = Av + 2Av$   
 $2v_z = 3v$   
 $v_z = \frac{3}{2}v$

∴ الاختيار الصحيح هو ج

مثال ٤

أنبوية مياه قطرها 2 cm وسرعة سريان الماء بها 0.1 m/s تدخل منزلاً ويصبح قطرها 1 cm، فإذا علمت أن كثافة الماء  $1000 \text{ kg/m}^3$  احسب:

(١) سرعة الماء في الأنبوية داخل المنزل.

(٢) حجم وكتلة الماء التي تنساب كل دقيقة خلال أي مقطع من مقطعي الأنبوية.

الحل

$d_1 = 2 \text{ cm}$      $v_1 = 0.1 \text{ m/s}$      $d_2 = 1 \text{ cm}$      $t = 60 \text{ s}$      $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$

$v_2 = ?$      $V_{ol} = ?$      $m = ?$

$d_1^2 v_1 = d_2^2 v_2$

$(2)^2 \times 0.1 = (1)^2 \times v_2$

$v_2 = 0.4 \text{ m/s}$

$V_{ol} = Q_v t = A_1 v_1 t = \pi r_1^2 v_1 t$   
 $= \frac{22}{7} \times \left(\frac{1}{2} \times 2 \times 10^{-2}\right)^2 \times 0.1 \times 60 = 1.89 \times 10^{-3} \text{ m}^3$

$m = \rho V_{ol} = 1000 \times 1.89 \times 10^{-3} = 1.89 \text{ kg}$

مثال ٥

يتدفق الدم بسرعة متوسطة  $0.33 \text{ m/s}$  في أحد شرايين شخص بالغ، فإذا كان نصف قطر هذا الشريان  $0.7 \text{ cm}$  ويتوزع منه الدم على 30 شريان فرعي نصف قطر كل منها  $0.35 \text{ cm}$ ، فإن السرعة المتوسطة لتدفق الدم في الشرايين الفرعية تساوي .....

- أ)  $0.011 \text{ m/s}$
- ب)  $0.022 \text{ m/s}$
- ج)  $0.033 \text{ m/s}$
- د)  $0.044 \text{ m/s}$

الحل

$$v_1 = 0.33 \text{ m/s} \quad r_1 = 0.7 \text{ cm} \quad n = 30 \quad r_2 = 0.35 \text{ cm} \quad v_2 = ?$$

$$A_1 v_1 = n A_2 v_2$$

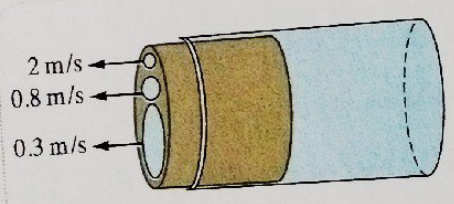
$$\pi r_1^2 v_1 = n \pi r_2^2 v_2$$

$$(0.7)^2 \times 0.33 = 30 \times (0.35)^2 \times v_2$$

$$v_2 = 0.044 \text{ m/s}$$

∴ الاختيار الصحيح هو د

مثال ٦



أنبوبة نصف قطرها  $5 \text{ cm}$  تنتهي بسدادة بها ثلاث فتحات أنصاف أقطارها  $2.5 \text{ cm}$ ،  $1 \text{ cm}$ ،  $0.5 \text{ cm}$ ، فإذا علمت أن سرعة الماء في الفتحات الثلاث هي  $0.3 \text{ m/s}$ ،  $0.8 \text{ m/s}$ ،  $2 \text{ m/s}$  على الترتيب كما بالشكل المقابل، احسب:

(١) سرعة سريان الماء في الأنبوبة الرئيسية.

(٢) حجم الماء المنساب في الأنبوبة الرئيسية خلال نصف دقيقة.

الحل

$$r_1 = 5 \text{ cm} \quad r_2 = 0.5 \text{ cm} \quad r_3 = 1 \text{ cm} \quad r_4 = 2.5 \text{ cm} \quad v_2 = 2 \text{ m/s}$$

$$v_3 = 0.8 \text{ m/s} \quad v_4 = 0.3 \text{ m/s} \quad t = 30 \text{ s} \quad v_1 = ? \quad V_{ol} = ?$$

$$\therefore A_1 v_1 = A_2 v_2 + A_3 v_3 + A_4 v_4$$

$$\therefore r_1^2 v_1 = r_2^2 v_2 + r_3^2 v_3 + r_4^2 v_4$$

$$(5)^2 \times v_1 = ((0.5)^2 \times 2) + ((1)^2 \times 0.8) + ((2.5)^2 \times 0.3)$$

$$v_1 = 0.127 \text{ m/s}$$

$$V_{ol} = (Q_v)_1 t = A_1 v_1 t = \pi r_1^2 v_1 t$$

$$= \frac{22}{7} \times (5 \times 10^{-2})^2 \times 0.127 \times 30 = 0.03 \text{ m}^3$$

١ \* أنبوب نصف قطره 2 cm وسرعة سريان الماء فيه 1 m/s ، احسب كل من معدل السريان الحجمي ومعدل السريان الكتلي للماء في الأنبوب.  
(علمًا بأن : كثافة الماء =  $1000 \text{ kg/m}^3$ )

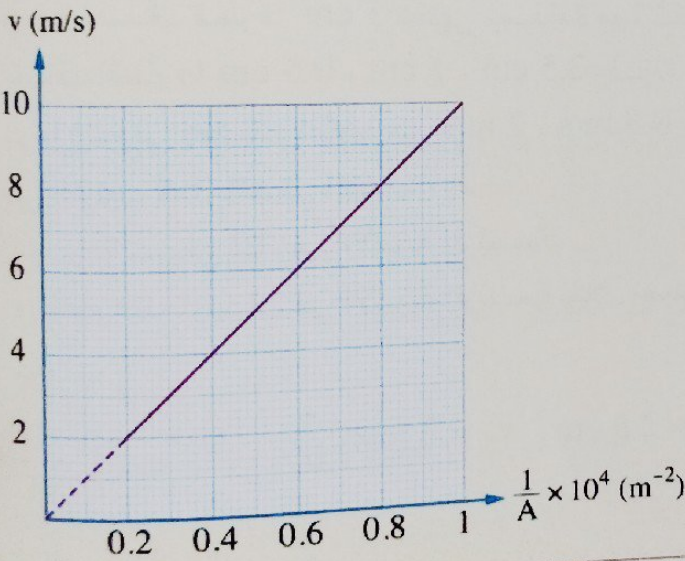
٢ اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

(١) يسرى الماء داخل أنبوبة أفقية سرياناً هادئاً بسرعة معينة فإذا ضاقت الأنبوبة إلى ربع قطرها الأول، فإن سرعة التدفق في الجزء الضيق ..... قيمتها الأولى.

- أ) تقل إلى ربع      ب) تقل إلى  $\frac{1}{16}$       ج) تزداد إلى أربعة أمثال      د) تزداد إلى 16

(٢) أنبوبة نصف قطرها  $r$  يسرى بها سائل سرياناً هادئاً بسرعة  $v$  وتتفرع إلى خمسة أنابيب نصف قطر كل منها  $0.2r$ ، فإن سرعة سريان السائل في أي من الأنابيب الفرعية تساوى .....

- أ)  $0.2v$       ب)  $v$       ج)  $2v$       د)  $5v$



(٣) الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين

سرعة سريان سائل ( $v$ ) عند نقطة في أنبوبة سريان ومقلوب مساحة مقطع الأنبوبة ( $\frac{1}{A}$ ) عند تلك النقطة، فإن معدل السريان الحجمي للسائل يساوى .....

- أ)  $10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$       ب)  $10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$       ج)  $1 \text{ m}^3/\text{s}$       د)  $10 \text{ m}^3/\text{s}$

ثانياً **السريان المضطرب Turbulent Flow**

- \* يتحول السريان الهادئ لمائع إلى سريان مضطرب إذا :  
- زادت سرعة انسياب المائع عن حد معين.  
- انتشر غاز من حيز صغير إلى حيز كبير (أو من ضغط مرتفع إلى ضغط منخفض).

**ملاحظة**

\* يتميز السريان المضطرب بوجود دوامات دائرية صغيرة.



مجاب عنها

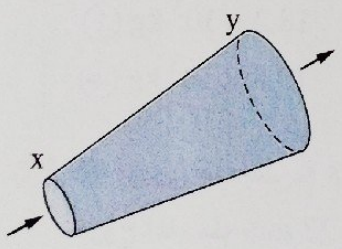
الأسئلة المشار إليها بالعلامة \* مجاب عنها تفصيلياً

فهم • تطبيق • تحليل

### أولاً

### أسئلة الاختيار من متعدد

- 1 في السريان المستقر تكون النسبة بين عدد خطوط الانسياب في المقطع الواسع للأنبوبة التي ينساب فيها السائل وعددها في المقطع الضيق .....
- (أ) أكبر من الواحد (ب) أقل من الواحد (ج) تساوى الواحد (د) لا يمكن تحديد الإجابة
- 2 عندما تقل مساحة مقطع أنبوية ينساب فيها سائل انسياباً هادئاً، فإن كثافة خطوط الانسياب .....
- (أ) تزداد (ب) تقل ولا تصل للصفر (ج) تنعدم (د) تظل كما هي
- 3 يمكن استنتاج معادلة الاستمرارية لسريان السوائل من قانون بقاء .....
- (أ) الكتلة (ب) الطاقة (ج) كمية الحركة (د) الكثافة
- 4 عدد خطوط الانسياب لسائل التي تمر عمودياً خلال وحدة المساحات المحيطة بنقطة معينة تحدد .....
- (أ) سرعة السائل عند تلك النقطة (ب) معدل السريان الحجمي (ج) معدل السريان الكتلّي (د) كثافة السائل
- 5 إذا زادت مساحة مقطع أنبوية يسرى فيها سائل سرياناً هادئاً إلى الضعف، فإن معدل السريان الحجمي .....
- (أ) يزداد للضعف (ب) يقل للنصف (ج) يظل ثابتاً (د) يقل للربع



- 6 في الشكل المقابل أنبوية يسرى بها سائل سرياناً هادئاً، فإن الكمية التي يكون مقدارها عند المقطع x أكبر من مقدارها عند المقطع y هي .....
- (أ) سرعة السائل (ب) حجم السائل المنساب في وحدة الزمن (ج) كتلة السائل المنساب في وحدة الزمن (د) عدد خطوط الانسياب خلال المقطع
- 7 النسبة بين معدل السريان الكتلّي ومعدل السريان الحجمي لسائل يسرى سرياناً هادئاً تساوى .....
- (أ) مساحة مقطع أنبوية السريان (ب) زمن سريان السائل (ج) سرعة انسياب السائل (د) كثافة السائل

8 \* سائل كثافته  $1000 \text{ kg/m}^3$  يسرى سرياناً هادئاً بمعدل  $10 \text{ kg/s}$  داخل أنبوب مساحة مقطعه  $0.5 \text{ m}^2$  فإن سرعة تدفق السائل تساوى .....

- (أ)  $200 \text{ m/s}$  (ب)  $50 \text{ m/s}$  (ج)  $0.02 \text{ m/s}$  (د)  $0.05 \text{ m/s}$

9 \* يسرى ماء سرياناً هادئاً بسرعة  $5 \text{ m/s}$  فى أنبوبة قطرها  $2 \text{ cm}$ ، فإن :  
(1) حجم الماء المنساب خلال مقطع معين من الأنبوبة فى الدقيقة يساوى .....

- (أ)  $9.42 \text{ m}^3$  (ب)  $0.19 \text{ m}^3$  (ج)  $0.0942 \text{ m}^3$  (د)  $0.001 \text{ m}^3$

(2) الزمن اللازم لكى يمتلئ خزان سعته  $20 \text{ m}^3$  بالماء المنساب من الأنبوبة يساوى .....

- (أ)  $127.38 \text{ min}$  (ب)  $212.31 \text{ min}$  (ج)  $3.54 \text{ min}$  (د)  $2.123 \text{ min}$

10 \* أنبوية مياه مساحة مقطعها عند الطابق الأرضى  $4 \text{ cm}^2$  وعند الطابق العلوى  $2 \text{ cm}^2$ ، فإذا كان الماء يسرى سرياناً هادئاً خلال الأنبوية بحيث كانت سرعته عند الطابق الأرضى  $2 \text{ m/s}$ ، فإن :

(علماً بأن : كثافة الماء =  $1000 \text{ kg/m}^3$ )

(1) سرعة سريان الماء عند الطابق العلوى تساوى .....

- (أ)  $1 \text{ m/s}$  (ب)  $2 \text{ m/s}$  (ج)  $3 \text{ m/s}$  (د)  $4 \text{ m/s}$

(2) معدل التدفق الحجمى للماء عند الطابق الأرضى يساوى .....

- (أ)  $4 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$  (ب)  $6 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$   
(ج)  $8 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$  (د)  $12 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$

(2) معدل التدفق الكتلنى للماء عند الطابق العلوى يساوى .....

- (أ)  $1.2 \text{ kg/s}$  (ب)  $0.8 \text{ kg/s}$  (ج)  $0.6 \text{ kg/s}$  (د)  $0.4 \text{ kg/s}$

11 مضخة مساحة مقطعها  $5 \text{ cm}^2$  يندفع الماء من فوهتها بسرعة  $12 \text{ m/s}$  فتكون كتلة الماء المنساب خلال  $30 \text{ min}$  هى .....

(علماً بأن : كثافة الماء =  $1000 \text{ kg/m}^3$ )

- (أ)  $18.2 \times 10^3 \text{ kg}$  (ب)  $15.1 \times 10^3 \text{ kg}$   
(ج)  $10.8 \times 10^3 \text{ kg}$  (د)  $8.6 \times 10^3 \text{ kg}$

12 \* يسرى ماء سرياناً هادئاً خلال أنبوب  $xy$ ، عند المقطع  $x$  تكون سرعته  $v$  ومعدل سريانه الكتلنى  $Q_m$ ، فإذا كانت سرعة الماء منه  $27 \text{ m/s}$  يساوى .....

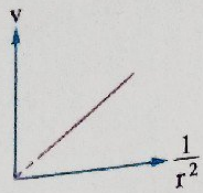
- (أ)  $0.2 \text{ cm}$  (ب)  $0.4 \text{ cm}$  (ج)  $0.6 \text{ cm}$  (د)  $0.8 \text{ cm}$

13 \* يسرى ماء سرياناً هادئاً خلال أنبوب  $xy$ ، عند المقطع  $x$  تكون سرعته  $v$  ومعدل سريانه الكتلنى  $Q_m$ ، فإذا كانت سرعة الماء عند المقطع  $y$  هى  $\frac{v}{2}$  فإن معدل سريانه الكتلنى عند المقطع  $y$  يساوى .....

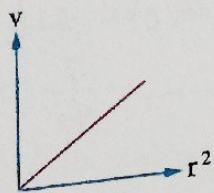
- (أ)  $2Q_m$  (ب)  $Q_m$  (ج)  $\frac{Q_m}{2}$  (د)  $\frac{Q_m}{4}$



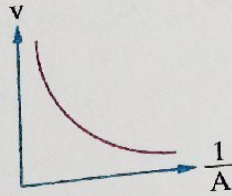
الشكل البياني الذي يمثل معادلة الاستمرارية لسريان السوائل هو .....



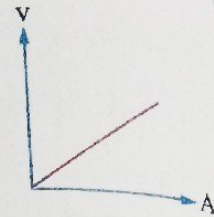
(د)



(ج)



(ب)



(ا)

\* يسرى سائل سرياناً هادئاً بسرعة  $4 \text{ m/s}$  فى أنبوبة نصف قطرها  $r$ ، إذا أصبح نصف قطر الأنبوبة عند نهايتها  $2r$ ، فإن سرعة خروج السائل من الأنبوبة تساوى .....

(د)  $8 \text{ m/s}$

(ج)  $4 \text{ m/s}$

(ب)  $2 \text{ m/s}$

(ا)  $1 \text{ m/s}$

\* يندفع زيت خلال أنبوبة  $x$  بمعدل  $6$  لتر/دقيقة، وتتصل بهذه الأنبوبة أنبوبة أخرى  $y$  يخرج الزيت من فوهتها بسرعة  $4 \text{ m/s}$ ، فإن مساحة مقطع الأنبوبة  $y$  تساوى .....

(ب)  $1.5 \text{ m}^2$

(د)  $0.025 \text{ m}^2$

(ا)  $1.5 \times 10^{-3} \text{ m}^2$

(ج)  $2.5 \times 10^{-5} \text{ m}^2$

\* أنبوبة مساحة مقطوعها  $10^{-3} \text{ m}^2$  يسرى بها ماء سرياناً هادئاً، فإذا كان حجم الماء المنساب خلال  $30 \text{ min}$  هو  $18 \text{ m}^3$ ، فإن .....

سرعة سريان الماء (m/s)	معدل التدفق الحجمي (m <sup>3</sup> /s)	
10	0.01	(ا)
600	0.01	(ب)
10	0.6	(ج)
600	0.6	(د)

١٨ إذا زادت مساحة مقطع الأنبوبة للضعف فى السريان الهادئ، فإن سرعة السريان .....

(ب) تقل للنصف

(د) تظل كما هى

(ا) تزداد للضعف

(ج) تزداد 4 أمثال

١٩ إذا كانت النسبة بين نصفى قطر مقطعى الأنبوبة فى السريان الهادئ هى  $\frac{1}{2}$ ، فإن النسبة بين سرعتى السائل عندهما على الترتيب هى .....

(د)  $\frac{4}{1}$

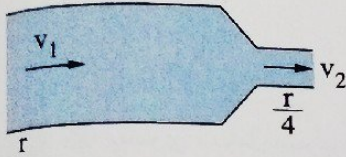
(ج)  $\frac{2}{1}$

(ب)  $\frac{1}{2}$

(ا)  $\frac{1}{4}$

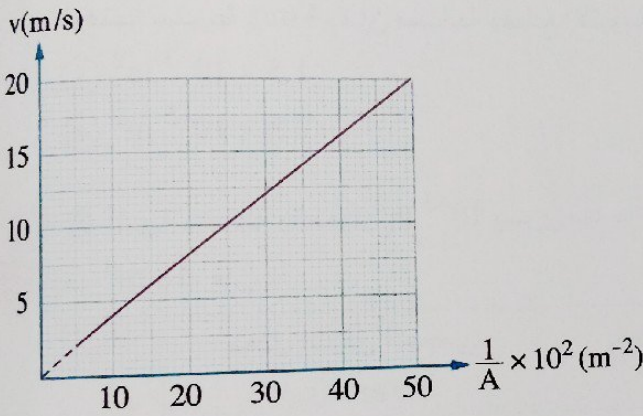
\* ينساب الماء انسياباً مستقر عبر مقطع واسع لأنبوية بسرعة  $1.2 \text{ m/s}$  وعندما وصل إلى مقطع ضيق أصبحت سرعته  $6 \text{ m/s}$ ، فإن النسبة بين قطر المقطع الواسع للأنبوية وقطر المقطع الضيق على الترتيب هي .....

- أ)  $\frac{12}{5}$       ب)  $\frac{7}{\sqrt{5}}$       ج)  $\frac{5}{1}$       د)  $\frac{\sqrt{5}}{1}$



\* ينساب سائل انسياباً هادئاً خلال أنبوية نصف قطر أحد طرفيها  $r$  ونصف قطر الطرف الآخر لها  $\frac{r}{4}$  كما بالشكل المقابل، فإن النسبة بين سرعة تدفق السائل في المقطع الأول للأنبوية وسرعة تدفقه في المقطع الثاني للأنبوية تساوي .....

- أ)  $\frac{1}{4}$       ب)  $\frac{4}{1}$       ج)  $\frac{1}{16}$       د)  $\frac{16}{1}$



\* الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين سرعة سريان سائل ( $v$ ) عند نقطة في أنبوية سريان ومقلوب مساحة مقطع الأنبوية ( $\frac{1}{A}$ ) عند تلك النقطة، فإن :  
(١) معدل السريان الحجمي للسائل يساوي .....

- أ)  $40 \text{ m}^3/\text{s}$       ب)  $4 \text{ m}^3/\text{s}$   
ج)  $0.4 \text{ m}^3/\text{s}$       د)  $0.004 \text{ m}^3/\text{s}$

(٢) كتلة السائل المنساب خلال  $30 \text{ min}$  إذا علمت أن كثافة السائل  $1000 \text{ kg/m}^3$  تساوي .....

- أ)  $120 \text{ kg}$       ب)  $1200 \text{ kg}$       ج)  $7200 \text{ kg}$       د)  $7.2 \times 10^5 \text{ kg}$

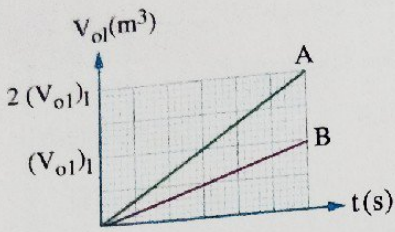
\* مضخة زيت تضخ  $1.2 \text{ m}^3$  من الزيت خلال  $60 \text{ s}$  في خزان أسطواني قطره  $4 \text{ m}$  وارتفاعه  $3 \text{ m}$ ، فإذا كانت كثافة الزيت  $820 \text{ kg/m}^3$ ، فإن :

(١) معدل السريان الكتلي للزيت من فوهة المضخة يساوي .....

- أ)  $0.02 \text{ kg/s}$       ب)  $5.2 \text{ kg/s}$       ج)  $16.4 \text{ kg/s}$       د)  $18.4 \text{ kg/s}$

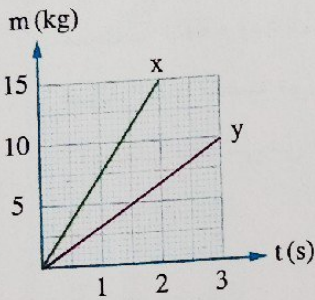
(٢) الزمن اللازم لملء الخزان بالزيت يساوي .....

- أ)  $27.21 \text{ min}$       ب)  $31.43 \text{ min}$       ج)  $42.43 \text{ min}$       د)  $51.54 \text{ min}$



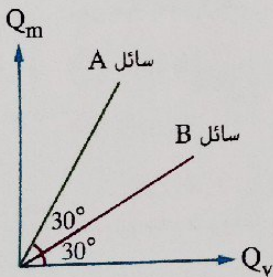
٢٤ \* سائلان A ، B النسبة بين كثافتهما  $\left(\frac{\rho_A}{\rho_B} = \frac{2}{1}\right)$  يسرى كل منهما سرياناً هادئاً داخل أنبوب مختلف، والشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين حجم السائل  $(V_{01})$  المنساب من مقطع كل أنبوب وزمن مروره  $(t)$ ، فإن النسبة بين المعدل الكتلي لسريان السائلين  $\frac{(Q_m)_A}{(Q_m)_B}$  تساوى .....

- ١)  $\frac{1}{2}$       ب)  $\frac{2}{1}$       ج)  $\frac{1}{4}$       د)  $\frac{4}{1}$



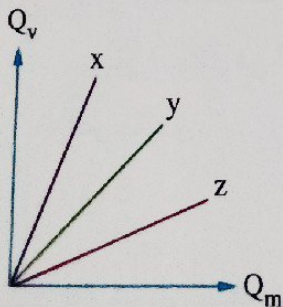
٢٥ سائلان x ، y يسرى كل منهما سرياناً هادئاً داخل أنبوب مختلف له نفس مساحة المقطع بسرعتين  $1.25v$  ،  $v$  على الترتيب، والشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين الكتلة  $(m)$  التي تنساب لكل من السائلين عبر مقطع من الأنبوب وزمن سريان السائل  $(t)$ ، فإن النسبة بين كثافتى السائلين  $\left(\frac{\rho_x}{\rho_y}\right)$  تساوى .....

- ١)  $\frac{9}{5}$       ب)  $\frac{3}{2}$       ج)  $\frac{2}{3}$       د)  $\frac{5}{9}$



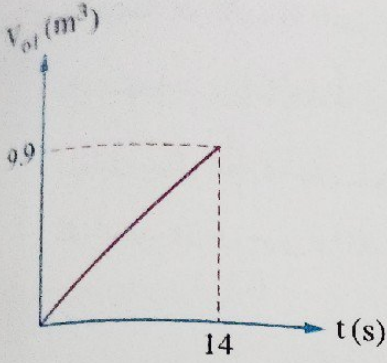
٢٦ يسرى سائلين A ، B سرياناً هادئاً خلال أنبوبتين متماثلتين وتم تمثيل العلاقة بين معدل السريان الكتلي  $(Q_m)$  ومعدل السريان الحجمي  $(Q_v)$  لكل منهما بيانياً كما بالشكل، فإن النسبة بين كثافتى السائلين  $\left(\frac{\rho_A}{\rho_B}\right)$  تساوى .....

- ١)  $\frac{1}{2}$       ج) 2      ب)  $\frac{3}{2}$       د) 3



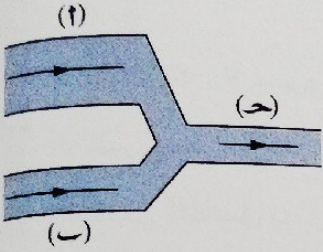
٢٧ الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين معدل الانسياب الحجمي  $(Q_v)$  ومعدل الانسياب الكتلي  $(Q_m)$  لكل من ثلاث سوائل x ، y ، z يسرى كل منها سرياناً هادئاً في أنبوب مختلف، فإن .....

- ١)  $\rho_z < \rho_x < \rho_y$       ب)  $\rho_z < \rho_y < \rho_x$       ج)  $\rho_x < \rho_z < \rho_y$       د)  $\rho_x < \rho_y < \rho_z$



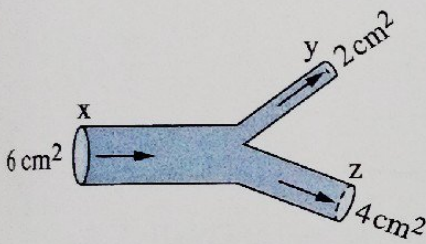
الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين حجم سائل ( $V_{ol}$ ) يسرى سرياناً هادئاً داخل أنبوية منتظمة المقطع وزمن السريان ( $t$ )، فإذا كانت سرعة سريان السائل  $0.9 \text{ m/s}$ ، فإن نصف قطر الأنبوية يساوي .....

- (أ)  $0.3 \text{ m}$  (ب)  $0.5 \text{ m}$   
(ج)  $0.9 \text{ m}$  (د)  $1.2 \text{ m}$



يسرى سائل سرياناً هادئاً في أنبويتين (أ) ، (ب) مختلفتين في مساحة المقطع ومعدل الانسياب الحجمي في كل منهما  $0.3 \text{ m}^3/\text{s}$ ، فإذا التقيتا لتصبأ في أنبوية (ج) كما بالشكل المقابل، فيكون معدل الانسياب الحجمي في الأنبوية (ج) هو .....

- (أ)  $0.1 \text{ m}^3/\text{s}$  (ب)  $0.3 \text{ m}^3/\text{s}$  (ج)  $0.6 \text{ m}^3/\text{s}$  (د)  $0.9 \text{ m}^3/\text{s}$



الشكل المقابل يوضح أنبوية يسرى بها ماء سرياناً هادئاً، فإذا كانت سرعة الماء عند  $x$  ،  $z$  هي  $8 \text{ m/s}$  ،  $4 \text{ m/s}$  على الترتيب، فإن سرعته عند  $y$  هي .....

- (أ)  $16 \text{ m/s}$  (ب)  $12 \text{ m/s}$  (ج)  $8 \text{ m/s}$  (د)  $6 \text{ m/s}$

يسرى ماء سرياناً هادئاً في أنبوية نصف قطرها  $4 \text{ cm}$  بسرعة متوسطة  $0.1 \text{ m/s}$ ، فإذا تم إغلاق نهاية الأنبوية بسداة بها أربعة فتحات نصف قطر كل منها  $0.5 \text{ cm}$ ، تكون سرعة تدفق الماء من كل فتحة هي .....

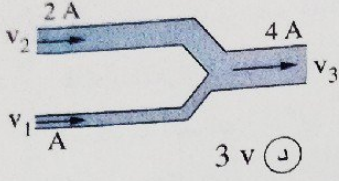
- (أ)  $0.2 \text{ m/s}$  (ب)  $0.6 \text{ m/s}$  (ج)  $1.6 \text{ m/s}$  (د)  $5 \text{ m/s}$

أنبوية نصف قطرها  $r$  تتفرع إلى عدد من الأنابيب الفرعية نصف قطر كل منها  $0.04 r$ ، فإذا كانت سرعة سريان السائل في أي من الأنابيب الفرعية خمسة أمثال سرعة سريانه في الأنبوية الرئيسية، فيكون عدد الأنابيب الفرعية هو .....

- (أ)  $5$  (ب)  $125$  (ج)  $140$  (د)  $150$

\* شريان يتدفق فيه الدم بسرعة متوسطة  $0.24 \text{ m/s}$  فإذا كان الشريان يتشعب إلى 120 شريان فرعي قطر كل منها  $\frac{1}{4}$  قطر الشريان، فإن سرعة تدفق الدم في كل شريان فرعي تساوي .....

- (أ)  $8 \times 10^{-3} \text{ m/s}$  (ب)  $0.08 \text{ m/s}$  (ج)  $0.032 \text{ m/s}$  (د)  $0.3 \text{ m/s}$



\* الشكل المقابل يوضح ماء يسرى سريعاً مادناً داخل أنبوية، فإذا كانت  $v_1 = 2v_2 = v$  فإن  $v_3$  تساوي .....

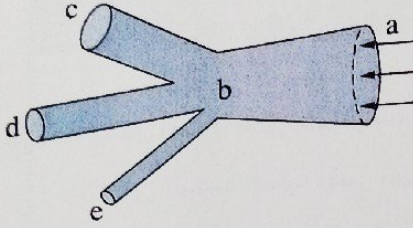
Ⓐ  $2v$

Ⓑ  $\frac{v}{2}$

Ⓒ  $v$

Ⓓ  $3v$

\* في الشكل المقابل إذا علمت أنه :



عند المقطع	نصف قطر الأنبوية (cm)	سرعة انسياب الماء (m/s)
a	30	2
b	20	$v_b$
c	15	3
d	10	$v_d$
e	5	15

فإن :

(علمًا بأن :  $\pi = 3.14$ )

(١) معدل السريان الحجمي لدخول الماء عند المقطع a يساوي .....

Ⓐ  $5652 \text{ m}^3/\text{s}$

Ⓑ  $1.884 \text{ m}^3/\text{s}$

Ⓒ  $0.5652 \text{ m}^3/\text{s}$

Ⓓ  $0.2826 \text{ m}^3/\text{s}$

(٢) سرعة انسياب الماء عند المقطع b تساوي .....

Ⓐ  $5.6 \text{ m/s}$

Ⓑ  $4.5 \text{ m/s}$

Ⓒ  $2.5 \text{ m/s}$

Ⓓ  $1.3 \text{ m/s}$

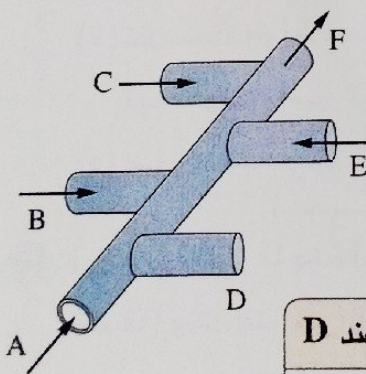
(٣) سرعة انسياب الماء عند المقطع d تساوي .....

Ⓐ  $12.5 \text{ m/s}$

Ⓑ  $10 \text{ m/s}$

Ⓒ  $7.5 \text{ m/s}$

Ⓓ  $1.56 \text{ m/s}$



\* الشكل المقابل يوضح أنبوية مياه ذات عدة تفرعات منتظمة المقطع لها نفس مساحة المقطع يسرى فيها ماءً سريعاً هادئاً، فإذا كان معدل الانسياب الحجمي عند التفرعات A ، B ، C ، E ، F هي  $3 \text{ cm}^3/\text{s}$  ،  $4 \text{ cm}^3/\text{s}$  ،  $5 \text{ cm}^3/\text{s}$  ،  $3 \text{ cm}^3/\text{s}$  ،  $6 \text{ cm}^3/\text{s}$  على الترتيب،

فإن .....

معدل الانسياب الحجمي للسائل عند D	اتجاه سريان الماء في التفرع D	
$7 \text{ cm}^3/\text{s}$	لداخل	Ⓐ
$15 \text{ cm}^3/\text{s}$	لداخل	Ⓑ
$7 \text{ cm}^3/\text{s}$	للخارج	Ⓒ
$15 \text{ cm}^3/\text{s}$	للخارج	Ⓓ

\* ثلاثة صنابير عند استخدامها معاً لملء حوض فإنها تستغرق 10 min وإذا استخدم الصنبور الأول فقط فإنه يستغرق 20 min لملء الحوض وعند استخدام الصنبور الثاني فقط فإنه يستغرق ساعة، فيكون الزمن الذي يستغرقه الصنبور الثالث فقط عند استخدامه لملء الحوض هو .....

60 min (د)

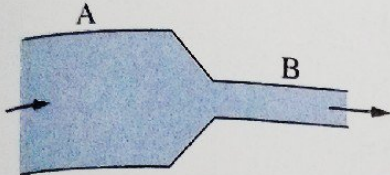
30 min (ج)

20 min (ب)

10 min (أ)

## أسئلة المقال

ثانياً



الشكل المقابل يمثل سائل يسرى سريعاً هادئاً داخل أنبوبة،

حدد أى النسب التالية أكبر من أو أقل من أو تساوى الواحد :

(١) النسبة بين كثافة خطوط الانسياب عند المقطع A

وكثافة خطوط الانسياب عند المقطع B

(٢) النسبة بين معدل الانسياب الحجمى للسائل عند المقطع A ومعدل الانسياب الحجمى للسائل عند المقطع B

(٣) النسبة بين معدل الانسياب الكتلى للسائل عند المقطع A ومعدل الانسياب الكتلى للسائل عند المقطع B

(٤) النسبة بين سرعة سريان السائل عند المقطع A وسرعة سريان السائل عند المقطع B

فسر العبارات التالية :

(١) تتزاحم خطوط الانسياب فى السريان الهادئ للسائل عند مقطع الأنبوبة الذى تزداد فيه سرعته.

(٢) فى السريان المستقر يكون معدل انسياب السائل ثابت فى الأنبوبة عند أى مقطع منها.

(٣) عند سريان سائل سريعاً هادئاً فى أنبوبة لها طرفين مختلفين فى مساحة المقطع، فإن سرعة سريان السائل

عند المقطع المتسع تكون أبطأ من سرعة سريانه عند المقطع الضيق.

(٤) نقل مساحة مقطع عمود الماء المنساب من الخرطوم عندما توجه فوهته رأسياً لأسفل بينما تزداد عندما

توجه فوهته رأسياً لأعلى.

(٥) صغر مساحات فتحات موقد الغاز.

فى حرب أكتوبر المجيدة استخدم الجيش المصرى مضخات مياه تدفع الماء عبر خرطوم تنتهى بنهايات مسحوبة

(ضيقة) وذلك لفتح ممرات فى خط بارليف، لماذا كان طرف الخرطوم مسحوب (ضيق) ؟

ما النتائج المترتبة على كل مما يأتى (مع ذكر السبب إن أمكن) :

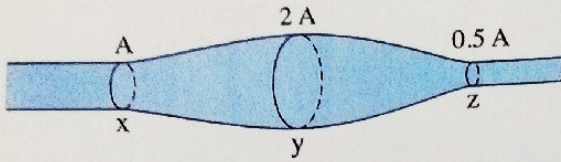
(١) زيادة سرعة سريان سائل يسرى سريعاً هادئاً فى أنبوبة منتظمة المقطع عن حد معين بالنسبة لنوع السريان.

(٢) انتهاء الشريان الرئيسى بعدد كبير من الشعيرات الدموية بالنسبة لسرعة الدم.

(٣) ضيق نهاية أنبوبة السريان بالنسبة لسرعة السريان المستقر لسائل.

## أنماط جديدة من الأسئلة

اختر إجابتي من بين الإجابات المعطاة :



(١) في الشكل المقابل أنبوبة يسرى بها سائل سرياناً هادئاً، فإذا كانت سرعة السائل عند مقطع الأنبوبة  $y$  تساوي  $v$ ، فإن سرعة السائل عند .....

- (أ) المقطع  $x$  تساوي  $v$
- (ب) المقطع  $x$  تساوي  $\frac{v}{2}$
- (ج) المقطع  $x$  تساوي  $2v$
- (د) المقطع  $z$  تساوي  $2v$
- (هـ) المقطع  $z$  تساوي  $4v$

(٢) إذا استخدم أنبوب مساحة مقطعه  $10 \text{ cm}^2$  لملء خزان حجمه  $3600 \text{ L}$  بسائل خلال زمن  $60 \text{ min}$  فإن .....

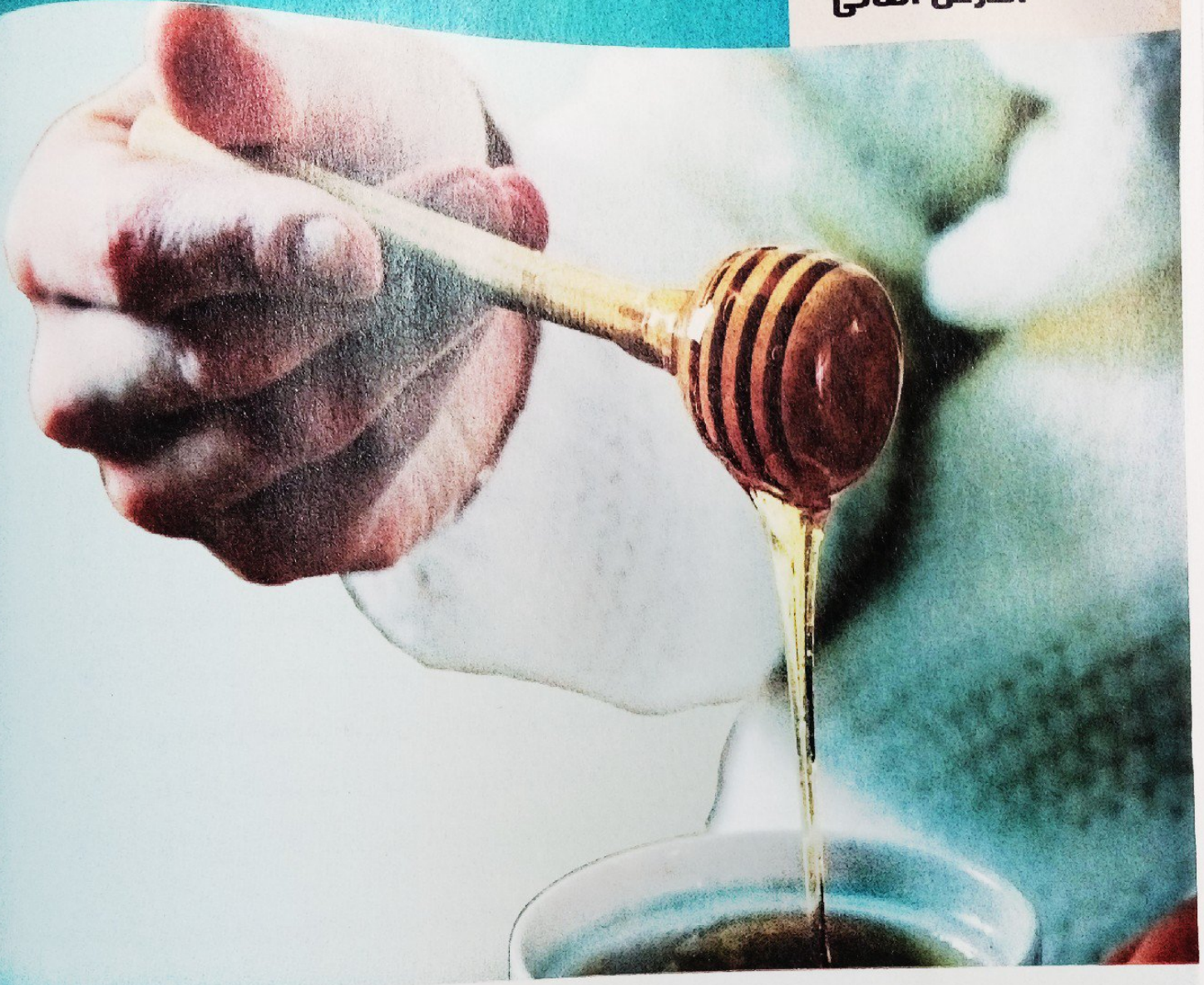
- (أ) معدل التدفق الحجمي للسائل من الأنبوب  $= 10^3 \text{ m}^3/\text{s}$
- (ب) معدل التدفق الحجمي للسائل من الأنبوب  $= 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$
- (ج) معدل التدفق الحجمي للسائل من الأنبوب  $= 6 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$
- (د) سرعة تدفق السائل خلال مقطع الأنبوب  $= 1 \text{ m/s}$
- (هـ) سرعة تدفق السائل خلال مقطع الأنبوب  $= 3.6 \text{ m/s}$

ضع أمام كل عبارة من العبارات الآتية نوع السريان المعبر عنها :

السريان المضطرب

السريان الهادئ

- (.....) (١) سرعة السائل عند النقطة الواحدة على مساره ثابتة
- (.....) (٢) يتميز بوجود دوامات دائرية صغيرة
- (.....) (٣) يحدث عند انتشار غاز من ضغط مرتفع إلى ضغط منخفض
- (.....) (٤) معدل سريان السائل ثابت على طول مساره



في هذا الدرس سوف نتعرف :

◀ الزوجة

◀ استنتاج معامـل الزوجة لسائل وقوة الزوجة

◀ تطبيقات على خاصية الزوجة



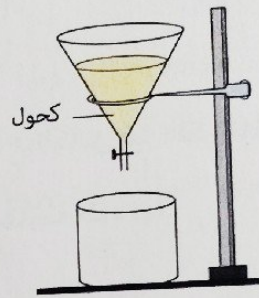
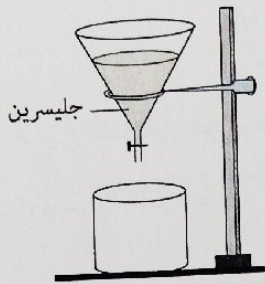
\* من الخصائص الهامة التي تميز السوائل عند انسيابها وجود قوى احتكاك بين طبقات السائل تعوق انزلاق طبقات السائل بعضها فوق بعض وتعرف هذه الخاصية بالزوجية، ويمكن توضيح خاصية اللزوجة من خلال الأنشطة العملية التالية :

## مشاهدة

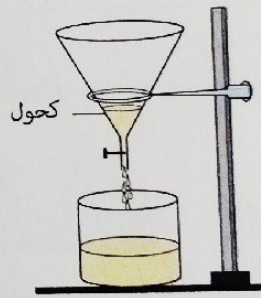
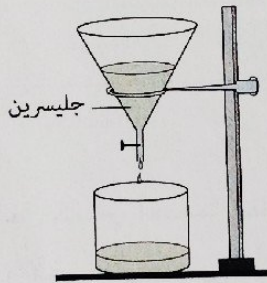
### الخطوات :

- (١) علق قمعين متماثلين كل منهما في حامل وضع أسفل كل منهما كأس.
- (٢) صب في أحد القمعين حجماً معيناً من الكحول وفي الآخر نفس الحجم من الجليسرين.

00:00



05:00



### الملاحظة :

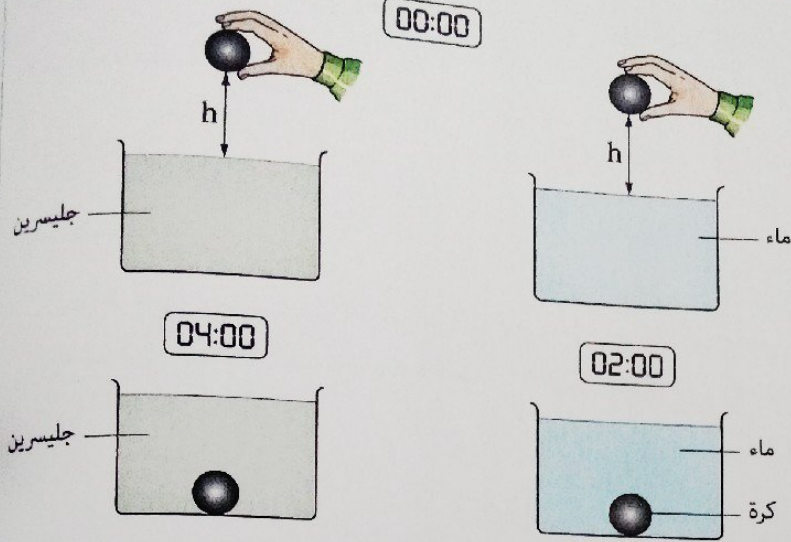
\* سرعة انسياب الجليسرين أقل من سرعة انسياب الكحول.  
 أي أنه : قابلية الجليسرين للانسياب أقل من قابلية الكحول للانسياب.

### الاستنتاج :

\* لزوجة الجليسرين أكبر من لزوجة الكحول.

## نشاط ٢

### الخطوات :



(١) املأ كأسين متماثلين أحدهما بالماء والآخر بالجليسرين ثم اترك كرة معدنية لتسقط برفق في كل منهما من نفس الارتفاع.

(٢) سجل زمن وصول الكرة إلى قاع الكأس.

### الملاحظة :

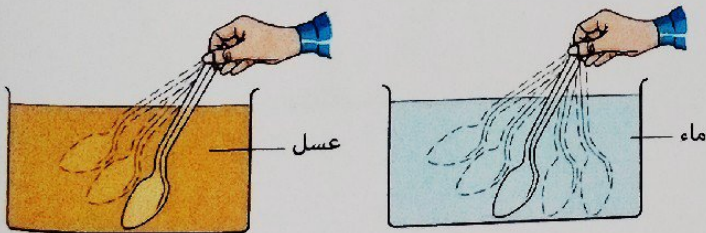
\* تسقط الكرة في الماء أسرع منها في الجليسرين وتصل إلى قاع الكأس قبل الكرة المتحركة في الجليسرين.  
أي أن : الجليسرين يقاوم حركة الكرة خلاله بمقدار أكبر من مقاومة الماء لها.

### الاستنتاج :

\* لزوجة الجليسرين أكبر من لزوجة الماء.

## نشاط ٣

### الخطوات :



\* قم بتحريك ملعقة داخل كأسين أحدهما مملوء بحجم معين من الماء والآخر مملوء بنفس الحجم من العسل ثم اخرج الملعقة.

### الملاحظة :

\* تتحرك الملعقة في العسل بصعوبة بينما تتحرك في الماء بسهولة.

أي أن : مقاومة العسل لحركة الأجسام خلاله أكبر من مقاومة الماء لها.

\* تتوقف حركة العسل بعد إخراج الملعقة بفترة وجيزة في حين تستمر حركة الماء فترة أكبر.

أي أن : مقاومة العسل لحركته أكبر من مقاومة الماء لحركته.

### الاستنتاج :

\* لزوجة العسل أكبر من لزوجة الماء.

• مما سبق نستنتج أن :

- السائل الأكثر لزوجة :

- 1) يبدى مقاومة أكبر لحركته وانسيابه.
- 2) يبدى مقاومة أكبر لحركة الأجسام خلاله.

- يمكن تعريف خاصية اللزوجة كالتالى :

خاصية اللزوجة

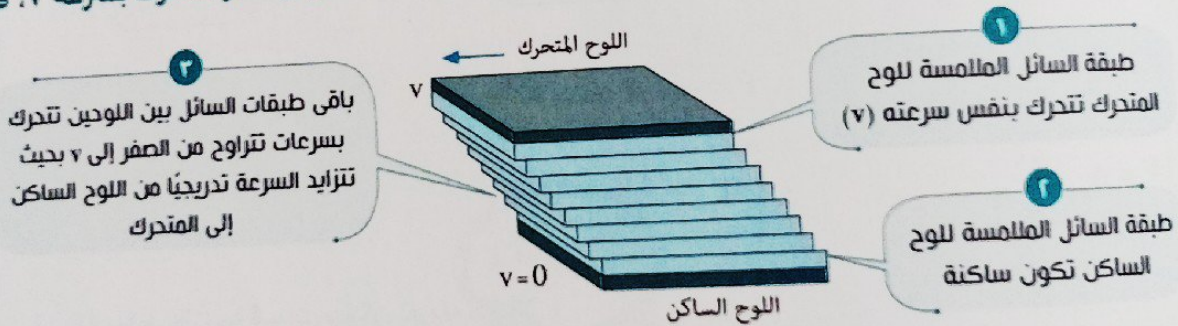
الخاصية التى تسبب وجود مقاومة أو احتكاك بين طبقات السائل بحيث تعوق انزلاق بعضها فوق بعض.

### تفسير خاصية اللزوجة

\* يوجد نوعان من قوى التجاذب بين جزيئات المادة وبعضها :

- 1) قوى التماسك : قوى التجاذب بين جزيئات نفس المادة، مثل قوى التماسك بين جزيئات العسل.
- 2) قوى التلاصق : قوى التجاذب بين جزيئات مادة وجزيئات مادة أخرى، مثل قوى التلاصق بين جزيئات قطرة الماء والزجاج.

\* إذا تصورنا كمية من سائل محصورة بين لوحين مستويين أحدهما ساكن والآخر متحرك بسرعة  $v$ ، فإن :



ويرجع ذلك إلى :

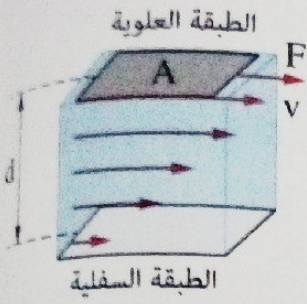
1) وجود احتكاك بين كل من اللوحين وطبقة السائل الملاصقة لكل منهما ناتج عن قوى التلاصق بين جزيئات السائل الملاصقة للوح الصلب وجزيئات سطح اللوح نفسه فتكون سرعة كل طبقة من السائل مائة لسرعة اللوح الملاصقة له.

2) وجود احتكاك بين كل طبقة من طبقات السائل والطبقة التى أسفلها ناتج عن قوى التماسك بين جزيئات السائل وبعضها البعض مما يعوق انزلاقها فوق بعضها البعض فببشأ اختلاف نسبى فى السرعة بين كل طبقة والتى تعلوها.

\* يسمى هذا النوع من السريان بالسريان الطبقي أو السريان اللزج.

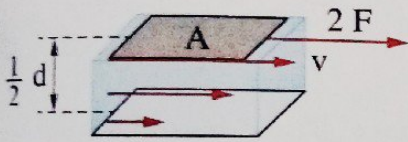
## استنتاج معامل اللزوجة لسائل وقوة اللزوجة

\* بفرض وجود طبقتين من سائل المسافة العمودية بينهما  $d$  وأثرت قوة مماسية ( $F$ ) على الطبقة العلوية من السائل التي مساحتها  $A$  فسببت فرق في السرعة بين الطبقتين مقداره  $v$ ، نجد أنه لكي تظل الطبقة المتحركة من السائل متحركة بسرعة ثابتة فإن القوة المماسية المؤثرة على الطبقة العلوية يجب أن تعادل قوى الاحتكاك بين طبقات السائل (قوة اللزوجة)، وهذه القوة :



٣

تناسب عكسيًا مع المسافة العمودية بين الطبقتين  
( $F \propto \frac{1}{d}$ )

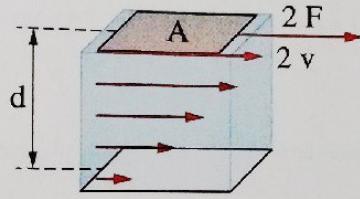


$$\therefore F \propto \frac{Av}{d}$$

$$\therefore F = \eta_{vs} \frac{Av}{d}$$

٢

تناسب طرديًا مع فرق السرعة بين الطبقتين  
( $F \propto v$ )

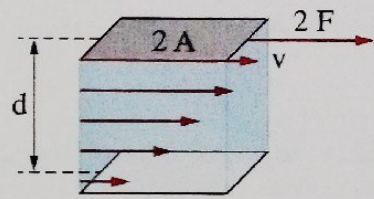


$$\therefore F = \text{constant} \times \frac{Av}{d}$$

$$\therefore \eta_{vs} = \frac{Fd}{Av}$$

١

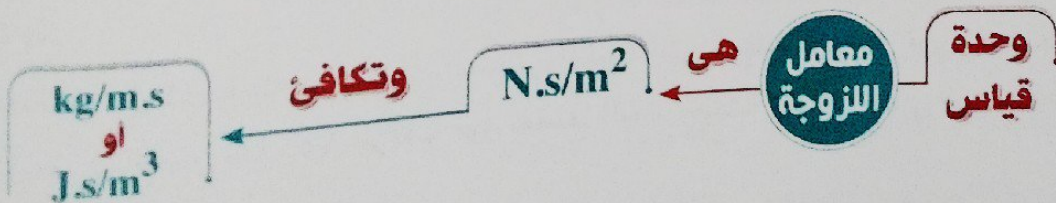
تناسب طرديًا مع مساحة الطبقة المتحركة  
( $F \propto A$ )



حيث : ( $\eta_{vs}$ ) معامل اللزوجة للسائل ويمكن تعريفه كالتالي :

### معامل اللزوجة

يساوي عددياً القوة المماسية المؤثرة على وحدة المساحات وينتج عنها فرق في السرعة مقداره الوحدة بين طبقتين من السائل المسافة العمودية بينهما الوحدة.



العوامل التي يتوقف عليها معامل اللزوجة

نوع السائل

درجة حرارة السائل  
(تقل لزوجة السائل بارتفاع درجة حرارته)

عند درجة حرارة 20°C :

أمثلة

معامل لزوجة الماء عند درجة حرارة :

$t = 20^\circ\text{C} \rightarrow \eta_{vs} = 10^{-3} \text{ N.s/m}^2$   
 $t = 100^\circ\text{C} \rightarrow \eta_{vs} = 1.227 \times 10^{-5} \text{ N.s/m}^2$

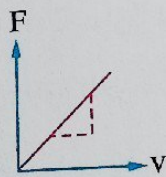
$(\eta_{vs})_{\text{ماء}} = 10^{-3} \text{ N.s/m}^2$   
 $(\eta_{vs})_{\text{جليسرين}} = 1.5 \text{ N.s/m}^2$   
 $(\eta_{vs})_{\text{عسل}} = 10 \text{ N.s/m}^2$

العوامل التي تتوقف عليها قوة اللزوجة

1 فرق السرعة بين طبقتين من السائل

«تناسب طردي»

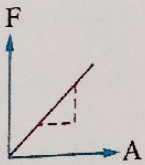
$\text{slope} = \frac{\Delta F}{\Delta v}$   
 $= \eta_{vs} \frac{A}{d}$



2 مساحة الطبقة المتحركة

«تناسب طردي»

$\text{slope} = \frac{\Delta F}{\Delta A}$   
 $= \eta_{vs} \frac{v}{d}$

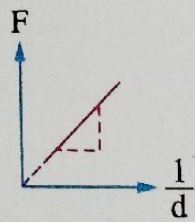


$F = \eta_{vs} \frac{Av}{d}$

3 المسافة العمودية بين الطبقتين

«تناسب عكسي»

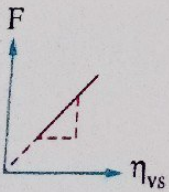
$\text{slope} = \frac{\Delta F}{\Delta(\frac{1}{d})}$   
 $= \eta_{vs} Av$



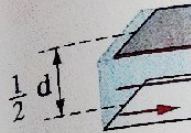
4 معامل لزوجة السائل لعدة سوائل مختلفة

«تناسب طردي»

$\text{slope} = \frac{\Delta F}{\Delta \eta_{vs}}$   
 $= \frac{Av}{d}$



المسافة بين الطبقتين (F)

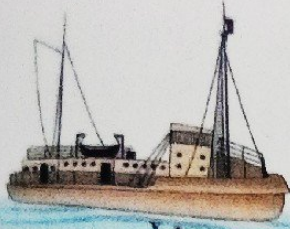


$\therefore F \propto \frac{Av}{d}$

$\therefore F = \eta_{vs} \frac{Av}{d}$

تتوقف من السائل

## مثال ١



في الشكل المقابل تتحرك سفينة بسرعة منتظمة في ماء بحيرة ساكنة، فإن سرعة الماء تكون أقل عند النقطة .....

- أ x  
 ب y  
 ج z  
 د k

### الحل

∴ سرعة طبقة الماء تقل كلما اقتربنا من الطبقة الساكنة عند قاع البحيرة.

∴ أقل قيمة لسرعة الماء تكون عند النقطة **k**

∴ الاختيار الصحيح هو **د**

## مثال ٢

سطح مستوي مساحته  $0.5 \text{ m}^2$  يتحرك بسرعة منتظمة  $2 \text{ m/s}$  موازياً لسطح آخر ساكن ومعزول عنه بطبقة سُمكها  $4 \text{ cm}$  من سائل معامل لزوجته  $1.5 \text{ kg/m.s}$ ، فإن القوة اللازمة لحفظ السطح متحرك بهذه السرعة المنتظمة تساوي .....

150 N  د

67.5 N  ج

50 N  ب

37.5 N  أ

### الحل

$$A = 0.5 \text{ m}^2 \quad v = 2 \text{ m/s} \quad d = 4 \text{ cm} \quad \eta_{vs} = 1.5 \text{ kg/m.s} \quad F = ?$$

$$F = \eta_{vs} \frac{Av}{d} = \frac{1.5 \times 0.5 \times 2}{4 \times 10^{-2}} = 37.5 \text{ N}$$

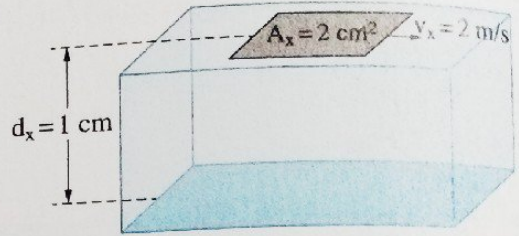
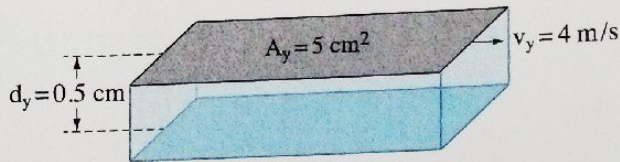
∴ الاختيار الصحيح هو **أ**

تم رفع درجة حرارة السائل، **هل** تزداد أم تقل القوة اللازمة للحفاظ على السرعة المنتظمة للوح المذكورة في المثال؟

**ماذا لو**

مثال ٣

الشكلان التاليان يوضحان سطحين مستويين  $x$ ،  $y$  يتحركان أفقياً فوق طبقة من سائل بسرعتين منتظمتين  $v_y$ ،  $v_x$  على الترتيب، فإذا كانت القوة المؤثرة على السطح  $x$  تساوي القوة المؤثرة على السطح  $y$ ، فإن النسبة بين معامل لزوجة السائل أسفل السطح  $x$  ومعامل لزوجة السائل أسفل السطح  $y$   $\frac{(\eta_{vs})_x}{(\eta_{vs})_y}$  تساوي .....



ج  $\frac{20}{1}$

د  $\frac{10}{1}$

ب  $\frac{1}{10}$

ا  $\frac{1}{1}$

الصل

$A_x = 2 \text{ cm}^2$	$v_x = 2 \text{ m/s}$	$d_x = 1 \text{ cm}$	$F_x = F_y$
$A_y = 5 \text{ cm}^2$	$v_y = 4 \text{ m/s}$	$d_y = 0.5 \text{ cm}$	$\frac{(\eta_{vs})_x}{(\eta_{vs})_y} = ?$

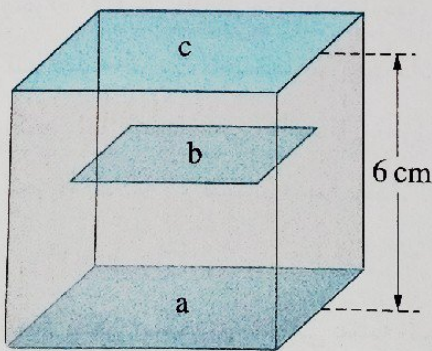
$\therefore \eta_{vs} = \frac{Fd}{Av}$

$\therefore F_x = F_y$

$\therefore \frac{(\eta_{vs})_x}{(\eta_{vs})_y} = \frac{d_x A_y v_y}{d_y A_x v_x} = \frac{1 \times 5 \times 4}{0.5 \times 2 \times 2} = \frac{10}{1}$

∴ الاختيار الصحيح هو د

مثال ٤



الشكل المقابل يوضح ثلاثة ألواح رقيقة مستوية أفقية متوازية  $a$ ،  $b$ ،  $c$  بينها سائل معامل لزوجته  $0.8 \text{ kg/m.s}$ ، فإذا كان كل من اللوحين  $a$ ،  $c$  ساكنين، أما اللوح  $b$  حر الحركة ومساحة سطحه  $4 \text{ cm}^2$  وبُعدُه عن أحد اللوحين ضعف بُعدُه عن اللوح الآخر، فإن القوة اللازمة لتحريك اللوح  $b$  بسرعة  $5 \text{ m/s}$  تساوي .....

ب  $1.2 \times 10^{-3} \text{ N}$

ا  $2.7 \times 10^{-4} \text{ N}$

د  $0.03 \text{ N}$

ج  $0.12 \text{ N}$

$$\eta_{vs} = 0.8 \text{ kg/m.s}$$

$$A_b = 4 \text{ cm}^2$$

$$d_{ac} = 6 \text{ cm}$$

$$d_{ab} = 2 d_{bc}$$

$$v_b = 5 \text{ m/s}$$

$$F_b = ?$$

## وسيلة مساعدة

يؤثر على اللوح b قوتى احتكاك من السائل إحداهما من أعلى والأخرى من أسفل

$$\therefore F_b = F_{ab} + F_{bc}$$

$$d_{ac} = d_{ab} + d_{bc}$$

$$6 = 2 d_{bc} + d_{bc}$$

$$d_{bc} = 2 \text{ cm}$$

$$d_{ab} = 6 - 2 = 4 \text{ cm}$$

$$F_b = F_{ab} + F_{bc} = \frac{\eta_{vs} A_b v_b}{d_{ab}} + \frac{\eta_{vs} A_b v_b}{d_{bc}} = \eta_{vs} A_b v_b \left( \frac{1}{d_{ab}} + \frac{1}{d_{bc}} \right)$$

$$= 0.8 \times 4 \times 10^{-4} \times 5 \times \left( \frac{1}{4 \times 10^{-2}} + \frac{1}{2 \times 10^{-2}} \right) = 0.12 \text{ N}$$

∴ الاختيار الصحيح هو (ج)

كان اللوح b فى منتصف المسافة بين اللوحين a ، c وكان متحركاً بنفس السرعة، هل يتغير مقدار القوة المماسية المطلوبة لتحريكه بنفس السرعة المنتظمة السابقة ؟

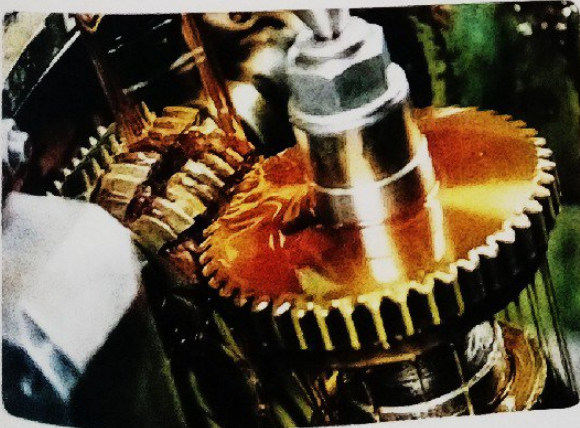
ماذا لو

## تطبيقات على خاصية اللزوجة

## 1 تزييت وتشحيم الآلات المعدنية

\* ينبغي تشحيم أو تزييت الآلات المعدنية من وقت لآخر، لإنقاص كمية الحرارة المتولدة نتيجة الاحتكاك ولحماية أجزاء الآلة من التآكل وزيادة كفاءتها.

\* تتم عملية التزييت باستخدام زيوت ذات لزوجة كبيرة، لكي يكون لها القدرة على الالتصاق بأجزاء الآلة مع استمرار الحركة الدائبة ولا تنساب بعيداً عنها.



## ملاحظة

\* لا يمكن استخدام الماء فى عملية التزييت **لأنه** من السوائل ذات اللزوجة الصغيرة فسرعان ما ينساب بعيداً عن الآلة لضعف قوة إلتصاقه بها أثناء حركتها.



## المركبات المتحركة

\* معدل استهلاك الوقود في مركبة متحركة يتوقف على :

1 حركة المركبة بعجلة (تغيير سرعة حركتها).

2 قوى الاحتكاك مع :

- الطريق.

- الهواء (مقاومة الهواء لحركة المركبة).

\* إذا تحركت المركبات بسرعة منتظمة (عجلة الحركة = صفر) وكانت هذه السرعة :

منخفضة أو متوسطة

مرتفعة (عن حد معين)

فإن

مقاومة الهواء الناتجة عن لزوجه تتناسب طردياً مع سرعة المركبة فيكون معدل استهلاك الوقود أعلى بكثير.

مقاومة الهواء الناتجة عن لزوجه تتناسب طردياً مع سرعة المركبة فيكون استهلاك الوقود بمعدل معين.

لذلك يلجأ قائد المركبة الخبير إلى الحد من سرعتها لتقليل معدل استهلاك الوقود

## الطب «اختبار سرعة ترسيب الدم»

\* عند سقوط كرة في سائل لزج، تؤثر عليها ثلاث قوى، هي :

1 وزنها لأسفل.

2 قوة دفع السائل لأعلى.

3 قوة الاحتكاك بينها وبين السائل لأعلى (قوة اللزوجة).

فإذا كانت محصلة هذه القوى إلى أسفل تزداد سرعة الكرة وتزداد قوة الاحتكاك بينها وبين السائل حتى تصل الكرة إلى سرعة نهائية ثابتة عند اتزان تلك القوى،

ويزداد مقدار تلك السرعة النهائية للكرة بزيادة نصف قطرها، وبالتالي يمكن التعرف على حجم كرات الدم إذا كانت طبيعية أم لا عن طريق أخذ عينة من الدم وقياس معدل ترسيبها الذي يتناسب مع السرعة النهائية لتساقط كرات الدم الحمراء في البلازما، فمثلاً :



## 20 اختبر نفسك

\* هل من الأفضل زيادة مساحة سطح قاع السفينة أم إنقاصه لأقصى حد ممكن؟ فسر اجابتك.

٢ اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

(١) شريحة مربعة الشكل طول ضلعها  $d$  تتحرك بسرعة منتظمة مقدارها  $x$  م/ث على سطح سائل في حوض عمق السائل به  $2d$  عند التأثير عليه بقوة مماسية مقدارها  $x$  نيوتن، فإن مقدار معامل لزوجة السائل يساوي  $\text{kg.m}^{-1}.\text{s}^{-1}$  .....

د  $\frac{2}{d^2}$

ج  $\frac{2}{d}$

ب  $\frac{d}{2}$

أ  $\frac{1}{2d}$

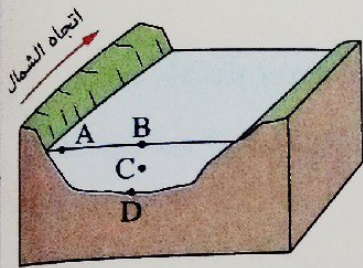
(٢) الشكل المقابل يوضح مقطعاً في نهر النيل، حيث يسرى الماء شمالاً، فأى النقاط الموضحة بالشكل تكون عندها سرعة السريان أكبر؟

أ  $\text{Ⓐ}$

ب  $\text{Ⓑ}$

ج  $\text{Ⓒ}$

د  $\text{Ⓓ}$

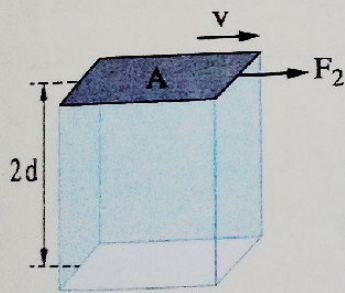


(٣) ينزلق لوح مساحته  $A$  على سطح الماء بسرعة منتظمة في حالتين كما هو موضح بالشكلين (1)، (2)، فإن النسبة بين القوتين اللازمين للحفاظ على اللوح متحركاً بنفس سرعته في

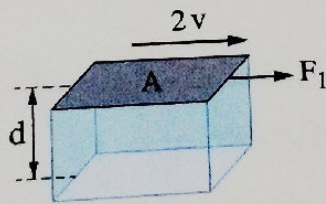
كل حالة  $\left(\frac{F_1}{F_2}\right)$  تساوى .....

ب  $\frac{1}{2}$

أ  $\frac{1}{1}$



شكل (٢)



شكل (١)

د  $\frac{4}{1}$

ج  $\frac{2}{1}$

## معلومة إثرائية

\* معدل الترسيب الطبيعي : المعدل الطبيعي لترسيب كرات الدم الحمراء يتراوح بين  $0$  ،  $22 \text{ mm/h}$  للرجال وبين  $0$  ،  $29 \text{ mm/h}$  للنساء.

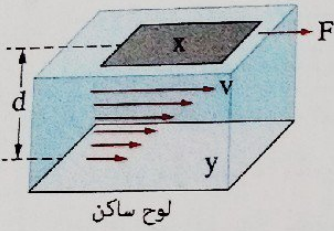
## أولاً

## أسئلة الاختيار من متعدد

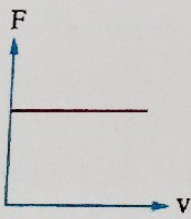


قيم نفسك إلكترونياً

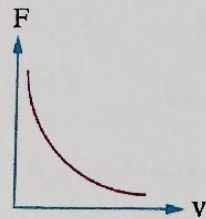
- ١ مقاومة السائل لحركة الأجسام خلاله ترجع إلى .....  
 (أ) كثافة السائل (ب) لزوجة السائل (ج) وزن السائل (د) قوة دفع السائل
- ٢ إذا قل فرق السرعة بين طبقتين من سائل عند تأثير قوة مماسية على الطبقة العلوية منه، فإن معامل لزوجة السائل عند ثبوت درجة الحرارة .....  
 (أ) ينعدم (ب) يقل ولا ينعدم (ج) يزداد (د) يظل ثابتاً
- ٣ عند انخفاض درجة حرارة سائل فإن معامل لزوجته .....  
 (أ) يزداد (ب) يقل (ج) لا يتغير (د) يعتمد على نوع السائل
- ٤ يراد تحريك لوح  $X$  بسرعة منتظمة  $v$  على سطح سائل موازياً للوح ساكن  $y$ ، أي الأشكال البيانية التالية يمثل العلاقة بين القوة ( $F$ ) اللازمة لتحريك اللوح  $X$  ومقدار السرعة ( $v$ ) له ؟



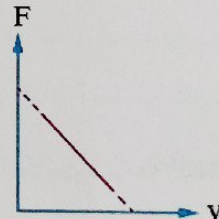
لوح ساكن



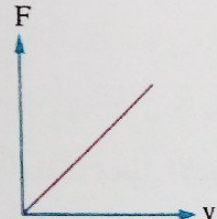
(أ)



(ب)



(ج)



(د)

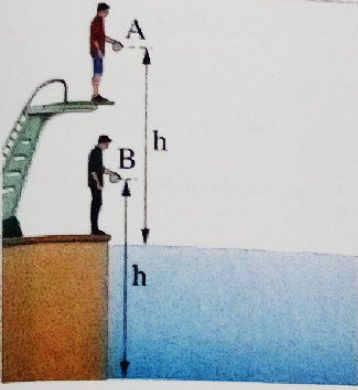
- ٥ عند سقوط كرة معدنية خلال سائل في مخبر، فإن قوة لزوجة المائع المؤثرة على الكرة تعتمد على .....  
 (أ) نصف قطر الكرة (ب) كثافة السائل (ج) كتلة الكرة (د) كمية السائل
- ٦ \* عند قفز سباح في الماء ووصوله إلى عمق معين تحت سطح الماء ثم صعوده ثانيةً إلى السطح، فإن القوة التي يتغير اتجاهها هي .....  
 (أ) وزن السباح (ب) قوة احتكاك السباح مع الماء (ج) قوة دفع الماء للسباح (د) جميع تلك القوى

سقطت كرة معدنية خلال الماء مرة وخلال العسل مرة أخرى، فإن العلاقة بين متوسط قوة احتكاك الكرة مع الماء  $F_1$  ومتوسط قوة احتكاك الكرة مع العسل  $F_2$  هي .....

- أ)  $F_1 = F_2 = 0$     ب)  $F_1 = F_2 \neq 0$     ج)  $F_1 > F_2$     د)  $F_1 < F_2$

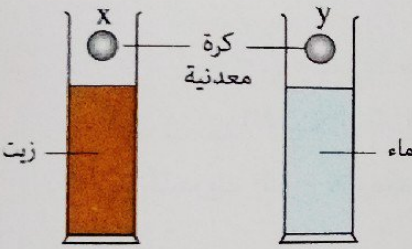
أثناء سقوط جسم سقوطاً حراً من أعلى منزل في اتجاه سطح الأرض، فإن قوة الاحتكاك بين الجسم والهواء .....

- أ) تقل    ب) تزداد    ج) لا تتغير    د) تقل ثم تزداد



تسقط كرة معدنية A حتى سطح الماء خلال زمن t كما بالشكل المقابل، فإن الكرة B تصل إلى قاع الماء خلال زمن .....

- أ) t، لأنها تقطع نفس المسافة  
ب) أقل من t، لأن الماء لزوجه أقل من الهواء  
ج) أكبر من t، لأن الماء لزوجه أكبر من الهواء  
د) أكبر من t، لأن الكرة لها وزن أكبر في الماء

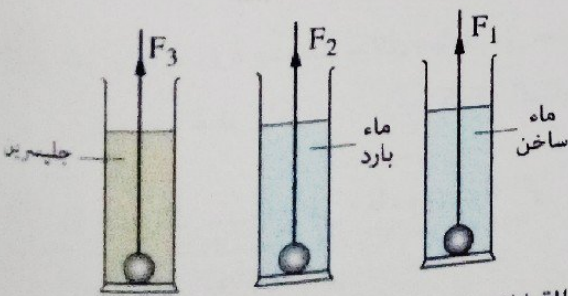


الشكل المقابل يوضح إسقاط كرتين معدنيتين متماثلتين (y, x) من نفس الارتفاع في مخبرين متماثلين يحتويان على حجم متماثل من الماء والزيت حتى وصلا إلى القاع، فإن السرعة المتوسطة للكرة x .....

- أ) أكبر من السرعة المتوسطة للكرة y  
ب) أقل من السرعة المتوسطة للكرة y  
ج) تساوى السرعة المتوسطة للكرة y  
د) تساوى سرعتها عند قاع المخبر

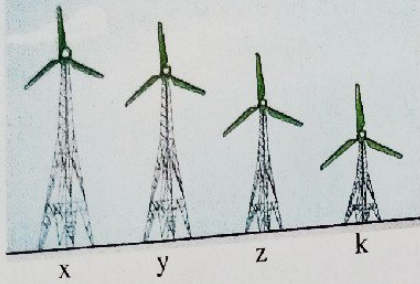
سائل لزج يسرى سريعاً هادئاً في أنبوبة أسطوانية، إذا كانت سرعة السائل على امتداد محور الأنبوبة v فإن سرعة طبقة السائل الملامسة لجدار الأنبوبة تساوى .....

- أ)  $2v$     ب) v    ج)  $\frac{v}{2}$     د) صفر



الشكل المقابل يوضح ثلاث كرات معدنية متماثلة كل منها مربوط بخيط وتوجد عند قاع ثلاثة مخابير متماثلة يحتوى كل منها على نفس الحجم من سائل، في أى السوائل تواجه الكرة مقاومة أكبر عند سحبها إلى أعلى بنفس السرعة المنتظمة ؟

- أ) في حالة الماء الساخن  
ب) في حالة الماء البارد  
ج) في حالة الجليسيرين  
د) نفس القوة في جميع الحالات



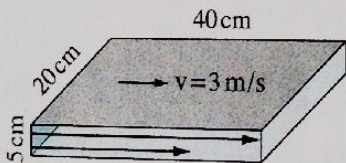
الشكل المقابل يوضح أربعة دوارات رياح متماثلة التركيب ارتفاعاتها مختلفة ومتجاورة تستخدم في توليد الكهرباء، فإن دوار الرياح التي لها قدرة أكبر على إنتاج الكهرباء هي الدوارة .....

- (أ) x  
(ب) y  
(ج) z  
(د) k

في السرعات الصغيرة نسبياً أو المتوسطة للسيارة تتناسب مقاومة الهواء الناتجة عن لزوجه .....  
(أ) طردياً مع مربع سرعة السيارة  
(ب) طردياً مع سرعة السيارة  
(ج) عكسياً مع مربع سرعة السيارة  
(د) عكسياً مع سرعة السيارة

في السرعات الكبيرة للسيارة تتناسب مقاومة الهواء الناتجة عن لزوجه .....  
(أ) طردياً مع سرعة السيارة  
(ب) عكسياً مع سرعة السيارة  
(ج) طردياً مع مربع سرعة السيارة  
(د) عكسياً مع مربع سرعة السيارة

سيارتان x ، y تتحركان نفس المسافة، إذا كانت سرعتهم 20 km/h ، 160 km/h على الترتيب وكانت كمية الوقود المحترقة في السيارة x لقطع هذه المسافة هي Q ، فإن كمية الوقود المحترقة في السيارة y .....  
(أ) تساوي Q  
(ب) أكبر من Q  
(ج) أصغر من Q  
(د) لا يمكن تحديد الإجابة



\* في الشكل المقابل إذا أثرت قوة مماسية مقدارها 10 N على اللوح العلوي ليتحرك بسرعة منتظمة 3 m/s في الاتجاه الموضح، فإن معامل اللزوجة للسائل يساوي .....

- (أ)  $0.021 \text{ N.s/m}^2$   
(ب)  $0.48 \text{ N.s/m}^2$   
(ج)  $0.75 \text{ N.s/m}^2$   
(د)  $2.08 \text{ N.s/m}^2$

لوح دائري الشكل نصف قطره 7 cm ينزلق بسرعة منتظمة 0.1 m/s على أرضية من السيراميك مغطاة بطبقة سُمكها 2.5 mm من سائل لزج معامل لزوجه  $2.5 \text{ N.s/m}^2$ ، فيكون مقدار القوة المماسية المؤثرة على اللوح هو .....  
(أ) 1.54 N  
(ب) 1.32 N  
(ج) 1.24 N  
(د) 1.12 N

لوح مستطيل طوله 50 cm وعرضه 25 cm، أثرت عليه قوة مماسية 15 N فتتحرك بسرعة منتظمة 0.8 m/s على طبقة من سائل لزج سُمكها 9.375 mm، فإن معامل لزوجة السائل يساوي .....  
(أ)  $0.42 \text{ kg/m.s}$   
(ب)  $0.85 \text{ kg/m.s}$   
(ج)  $1.41 \text{ kg/m.s}$   
(د)  $2.31 \text{ kg/m.s}$

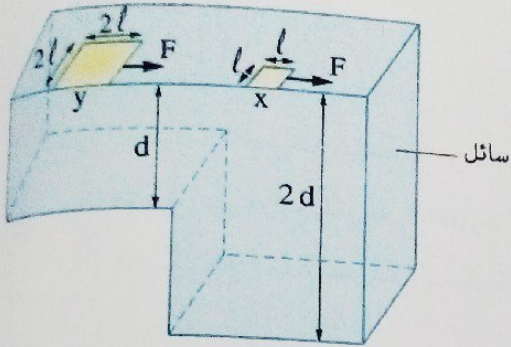
إذا أثرت قوة مماسية  $F$  على لوح مساحته  $A$  موضوع فوق لوح آخر ساكن بينهما طبقة من سائل سُمكها  $d$  فتتحرك اللوح العلوى بسرعة منتظمة  $v$ ، فما قيمة القوة المماسية التي تجعل اللوح العلوى يتحرك بسرعة منتظمة  $2v$  تحت نفس الظروف؟

د  $\frac{F}{4}$

ج  $\frac{F}{2}$

ب  $2F$

أ  $F$



\* لوحان  $x, y$  يتحركان أفقياً على سطح سائل بسرعتين منتظمتين  $v_x, v_y$  على الترتيب بتأثير قوتين مماسيتين ثابتتين مقدار كل منهما  $F$  كما بالشكل، فإن النسبة بين السرعتين  $\left(\frac{v_x}{v_y}\right)$  تساوى .....

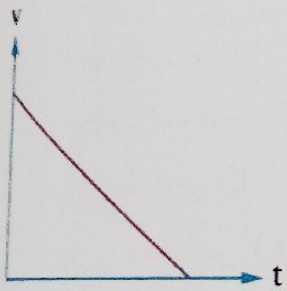
ب  $\frac{1}{2}$

أ  $\frac{1}{1}$

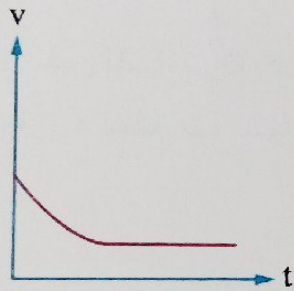
د  $\frac{8}{1}$

ج  $\frac{1}{8}$

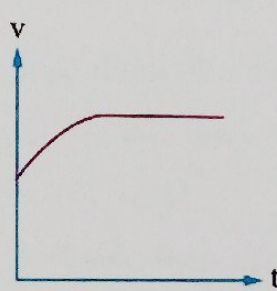
عند إسقاط كرة معدنية صغيرة من ارتفاع ما فى بحر، فإن الشكل البياني الذى يمثل العلاقة بين سرعة الكرة ( $v$ ) بدءاً من سطح الماء والزمن ( $t$ ) تمثيلاً صحيحاً هو .....



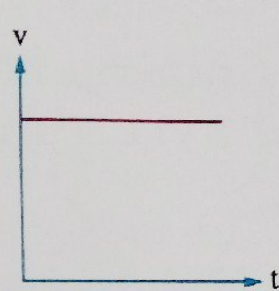
د



ج



ب



أ

\* طبقة سُمكها  $8 \text{ cm}$  من سائل معامل لزوجته  $0.8 \text{ kg/m.s}$  موضوعة بين لوحين مستويين أفقيين ومتوازيين، فإن مقدار القوة اللازمة لتحريك لوح رقيق مساحته  $0.5 \text{ m}^2$  بين اللوحين وموازيًا لهما ويبعد عن أحدهما مسافة  $2 \text{ cm}$  بسرعة منتظمة  $2 \text{ m/s}$  تساوى .....

ب  $26.67 \text{ N}$

أ  $13.33 \text{ N}$

د  $53.33 \text{ N}$

ج  $40.52 \text{ N}$

\* طبقة سُمكها  $x$  من سائل معامل لزوجته  $0.2 \text{ kg/m.s}$  محصورة بين لوحين، أحدهما ساكن والآخر مساحته  $2 \text{ cm}^2$  ويتحرك بسرعة منتظمة فحدثت له إزاحة مقدارها  $100x$  خلال زمن قدره  $4 \text{ s}$ ، فإن القوة اللازمة لتحريك اللوح تساوى .....

ب  $10^{-3} \text{ N}$

أ  $10 \text{ N}$

د  $0.1 \text{ N}$

ج  $10^{-4} \text{ N}$



١٥ الشكل المقابل يمثل قارب يسحب متزلج ليتحركا بسرعة منتظمة  $v$ ، فإذا كانت القوة المماسية المؤثرة على القارب هي  $F_1$  والقوة المماسية المؤثرة على لوح التزلج هي  $F_2$  فإن .....

ب)  $F_1 < F_2$   
د)  $F_1 = F_2 \neq 0$

أ)  $F_1 > F_2$   
ج)  $F_1 = F_2 = 0$

### ثانياً

### أسئلة المقال

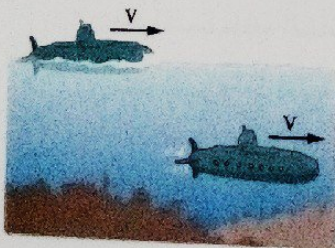
١ فسر العبارات التالية :

- (١) تتواجد النباتات المائية غالباً قرب الشواطئ.
- (٢) تقل سرعة أمواج البحر كلما اقتربت من الشاطئ.
- (٣) يشعر سكان الأدوار العليا بسرعة التيارات الهوائية أكثر من سكان الأدوار السفلى.
- (٤) كلما زادت لزوجة المائع زادت مقاومته لحركة جسم صلب داخله.
- (٥) عودة سائل لحالة السكون بعد فترة من تقلبيه.
- (٦) صعوبة السباحة ضد تيار الماء في منتصف النهر.
- (٧) صعوبة حركة جسم في الماء عنه في الهواء.
- (٨) أهمية تشحيم أو تزييت أجزاء الآلات المعدنية من وقت لآخر.
- (٩) الزيوت المستخدمة في محرك السيارة صيفاً يجب أن تكون لزوجتها أعلى من تلك المستخدمة شتاءً.
- (١٠) استخدام مواد ذات لزوجة كبيرة في عملية التزييت والتشحيم للآلات المعدنية.
- (١١) لا يصلح الماء في تشحيم أجزاء الآلات المعدنية.
- (١٢) يقل معدل ترسيب كرات الدم الحمراء عند مرضى الأنيميا.
- (١٣) يزداد معدل ترسيب الدم عند مرضى الحمى الروماتيزمية.
- (١٤) يمكن للطبيب أن يشخص بعض الأمراض بإجراء اختبار سرعة الترسيب للدم.

١ ماذا يحدث لكل مما يأتي (مع ذكر السبب إن أمكن) :

- (١) القوة المماسية اللازمة لتحريك لوح بسرعة ثابتة في سائل لزج عند زيادة مساحة اللوح إلى الضعف.
- (٢) لزوجة سائل عند انخفاض درجة حرارته. (٣) أجزاء الآلات المتحركة عند عدم تشحيمها من وقت لآخر.
- (٤) معدل استهلاك الوقود عند زيادة سرعة السيارة عن حد معين.

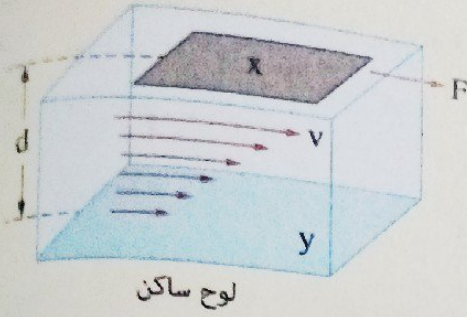
٢ في الرحلة النيلية من أسوان للقاهرة يجعل الربان السفينة في منتصف مجرى نهر النيل، وعند العودة من القاهرة لأسوان يسير بها قرب الشاطئ، ما تفسيرك لذلك ؟



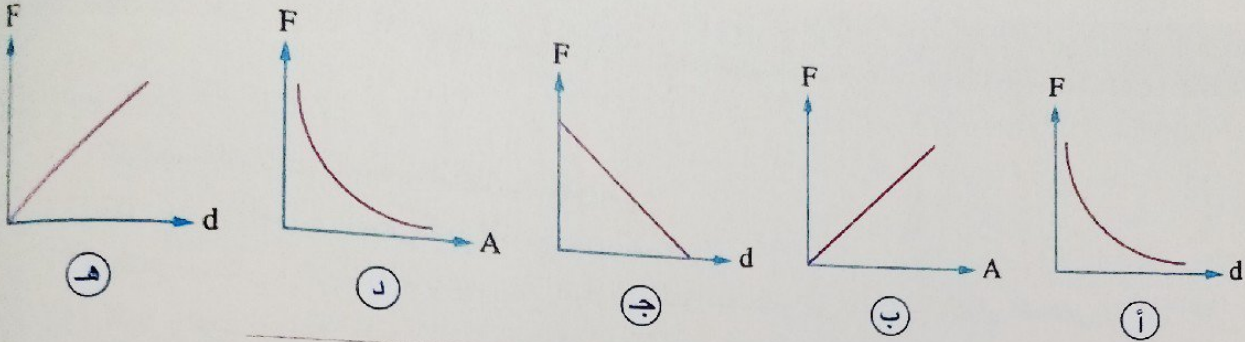
٤ في أي الحالات تحتاج الغواصة إلى قوة أكبر لدفعها بنفس السرعة المنتظمة  $v$ ، وهي طافية أم وهي داخل الماء ؟

## أنماط جديدة من الأسئلة

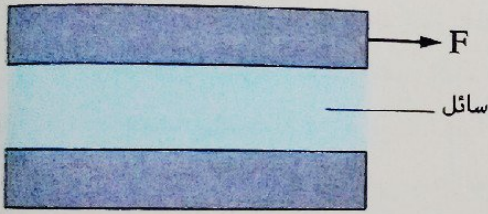
اختر إجابتين من بين الإجابات المعطاة :



(١) أى الأشكال البيانية التالية يمثل العلاقة بين القوة (F) اللازمة لتحريك لوح مساحته A فى سائل بسرعة منتظمة v موازياً للوح ساكن يبعد عنه مسافة d وأحد هذه العوامل ؟



(٢) الشكل المقابل يوضح لوح مساحته A يتحرك بتأثير قوة F

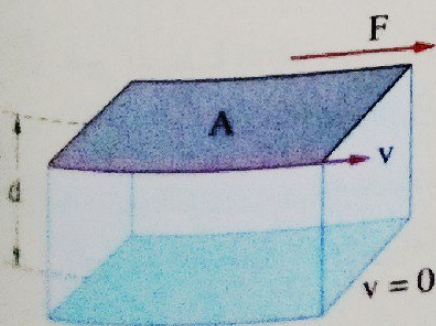


فوق طبقة من سائل عند قاعه لوح ساكن، عند زيادة القوة (F) المؤثرة على اللوح العلوى فإن .....

- (أ) معامل لزوجة السائل يزداد
- (ب) معامل لزوجة السائل يقل
- (ج) معامل لزوجة السائل لا يتغير
- (د) فرق السرعة بين اللوحين يزداد
- (هـ) فرق السرعة بين اللوحين يقل

من الشكل الموضح أجب عما يأتى :

اكتب ما قد يحدث من تغير لمعامل لزوجة السائل (يزداد - يقل - لا يتغير) أمام كل تغير مما يأتى عندما يتحرك لوح مساحته A بسرعة منتظمة v ملامساً لطبقة من سائل لزج سُمكها d :



- (.....)
- (.....)
- (.....)
- (.....)

- (١) زيادة المساحة (A) للوح المتحرك
- (٢) زيادة درجة حرارة السائل
- (٣) نقص سُمك طبقة السائل (d)
- (٤) زيادة السرعة المنتظمة (v) للوح المتحرك



## على الفصل الرابع

3

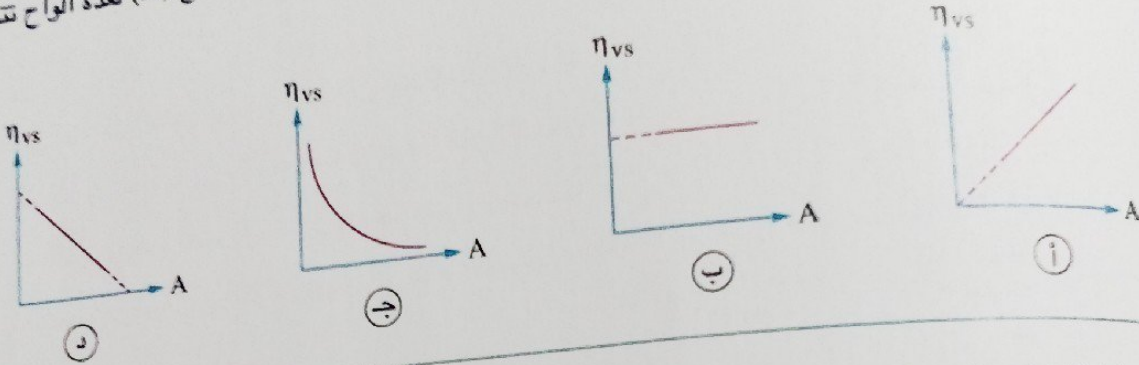
ختيار

اختر الإجابة الصحيحة (1 : 10) :

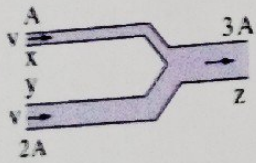
1 إذا كانت النسبة بين نصفى قطر مقطعى أنبوبة يسرى بها ماء سرياً هادئاً هي  $\frac{2}{3}$ ، فإن النسبة بين سرعتى الماء عند مقطعى الأنبوبة على الترتيب هى .....

- Ⓐ  $\frac{4}{9}$       Ⓑ  $\frac{2}{3}$       Ⓒ  $\frac{9}{4}$       Ⓓ  $\frac{3}{2}$

2 أى الأشكال البيانية التالية يمثل العلاقة بين معامل لزوجة سائل ( $\eta_{vs}$ ) ومساحة السطح (A) لعدة ألواح تتحرك بسرعة منتظمة على سطح السائل ؟



3 الشكل المقابل يمثل سائل يسرى سرياً هادئاً داخل أنبوبة فإنه عند المقطع Z



- Ⓐ يكون معدل الانسياب الحجمى أقل من معدل الانسياب الحجمى عند المقطع X  
 Ⓑ تكون كثافة خطوط الانسياب أكبر من كثافة خطوط الانسياب عند المقطع X  
 Ⓒ تكون سرعة السائل أكبر من سرعة السائل عند المقطع Y  
 Ⓓ تكون سرعة السائل مساوية لسرعة السائل عند المقطع X

4 ثلاثة صنادير تستخدم كل على حدة لملء حوض، الصنبور الأول يستغرق ساعة لملء الحوض، والثانى يستغرق  $\frac{1}{2}$  ساعة، بينما الثالث يستغرق  $\frac{1}{4}$  ساعة، فإن الزمن اللازم لملء الحوض إذا تم فتح الثلاثة صنادير معاً يساوى .....

- Ⓐ  $\frac{1}{7}$  hour      Ⓑ  $\frac{3}{4}$  hour      Ⓒ  $\frac{7}{9}$  hour      Ⓓ  $\frac{7}{8}$  hour

5 لوح مساحة مقطعه  $0.25 \text{ m}^2$  ينزلق بسرعة منتظمة  $0.6 \text{ m/s}$  على طبقة سُمكها  $5 \text{ mm}$  من سائل معامل لزوجته  $0.95 \text{ N.s/m}^2$ ، فإن مقدار القوة المماسية المؤثرة على اللوح يساوى .....

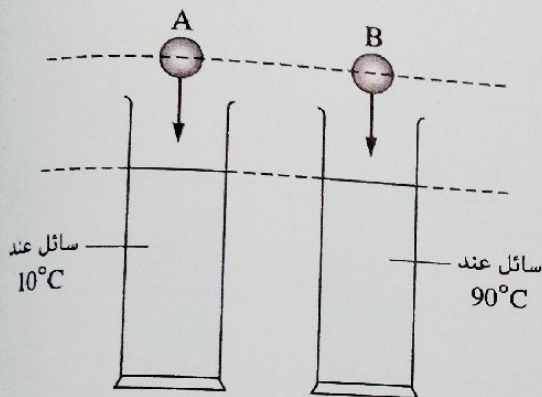
- Ⓐ  $42.75 \text{ N}$       Ⓑ  $21.375 \text{ N}$       Ⓒ  $28.5 \text{ N}$       Ⓓ  $14.25 \text{ N}$

٦ إذا قل نصف قطر أنبوية يسرى فيها سائل سريعاً هادئاً عند نهايتها إلى النصف، فإن معدل السريان الكلي .....

- ١) يقل للربع      ٢) يقل للنصف      ٣) يزداد لأربعة أمثاله      ٤) يظل ثابتاً

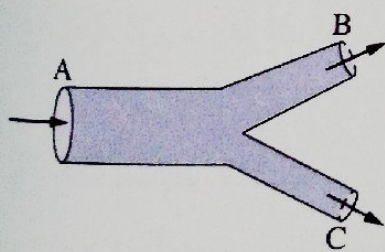
٧ يتدفق الماء من جهاز الري بالتنقيط خلال 1000 ثقب متماثل مساحة مقطع كل منها  $8 \text{ mm}^2$ ، إذا كانت سرعة الماء عند كل ثقب  $2 \text{ m/s}$  فإن معدل التدفق الحجمي عبر مقطع الأنبوب المغذي للجهاز يساوي .....

- ١)  $0.08 \text{ m}^3/\text{s}$       ٢)  $0.016 \text{ m}^3/\text{s}$       ٣)  $0.32 \text{ m}^3/\text{s}$       ٤)  $0.064 \text{ m}^3/\text{s}$



٨ في الشكل المقابل كرتان معدنيتان متماثلتان A ، B تسقط كل منهما في إناء به سائل، فإذا كان الإناءان متماثلين وبهما نفس السائل ودرجة حرارة أحدهما تختلف عن الآخر، أي الكرتين تصل إلى قاع الإناء أولاً؟

- ١) الكرة A      ٢) الكرة B      ٣) تصل الكرتان معاً في نفس اللحظة      ٤) لا تصل الكرتان إلى القاع نهائياً



٩ الشكل المقابل يوضح أنبوية يسرى بها سائل سريعاً هادئاً، فإذا كان معدل السريان الحجمي في كل من الأنبوبتين B ، C هو  $0.1 \text{ m}^3/\text{s}$  ،  $0.3 \text{ m}^3/\text{s}$  على الترتيب، فإن معدل السريان الحجمي في الأنبوية A يساوي .....

- ١)  $0.1 \text{ m}^3/\text{s}$       ٢)  $0.2 \text{ m}^3/\text{s}$       ٣)  $0.3 \text{ m}^3/\text{s}$       ٤)  $0.4 \text{ m}^3/\text{s}$

١٠ خرطوم يسرى به ماء سريعاً هادئاً مساحة مقطعه عند مصدر الماء  $25 \text{ cm}^2$  وعند نهايته  $5 \text{ cm}^2$ ، فإذا كانت سرعة عند مصدر الماء  $0.4 \text{ m/s}$ ، فإن كتلة الماء المنساب من الخرطوم خلال 15 دقيقة تساوي .....

- ( $\rho_{\text{ماء}} = 1000 \text{ kg/m}^3$ )  
١) 500 kg      ٢) 900 kg      ٣) 2000 kg      ٤) 2500 kg

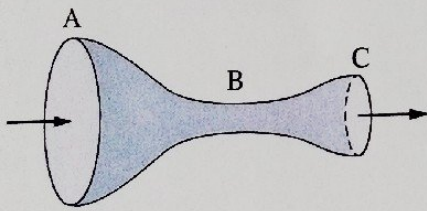
اشتباه ؟

11 ما النتائج المترتبة على احتواء السائل عند سريانه في أنبوبة على فقاعات غازية (بالنسبة لنوع السريان) ؟

12 محقق أسطواناني الشكل مركب عليه إبرة معدنية مساحة مقطعها  $0.1 \text{ mm}^2$ ، احسب سرعة تدفق المحلول خلال الإبرة عندما يكون معدل التدفق  $10^{-8} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

13 فسر : تتواجد النباتات المائية غالباً قرب الشواطئ؛

14 الشكل المقابل يمثل أنبوب يسرى به سائل سرياناً هادئاً، فعند أي مقطع تكون سرعة سريان السائل أكبر؟ ولماذا؟



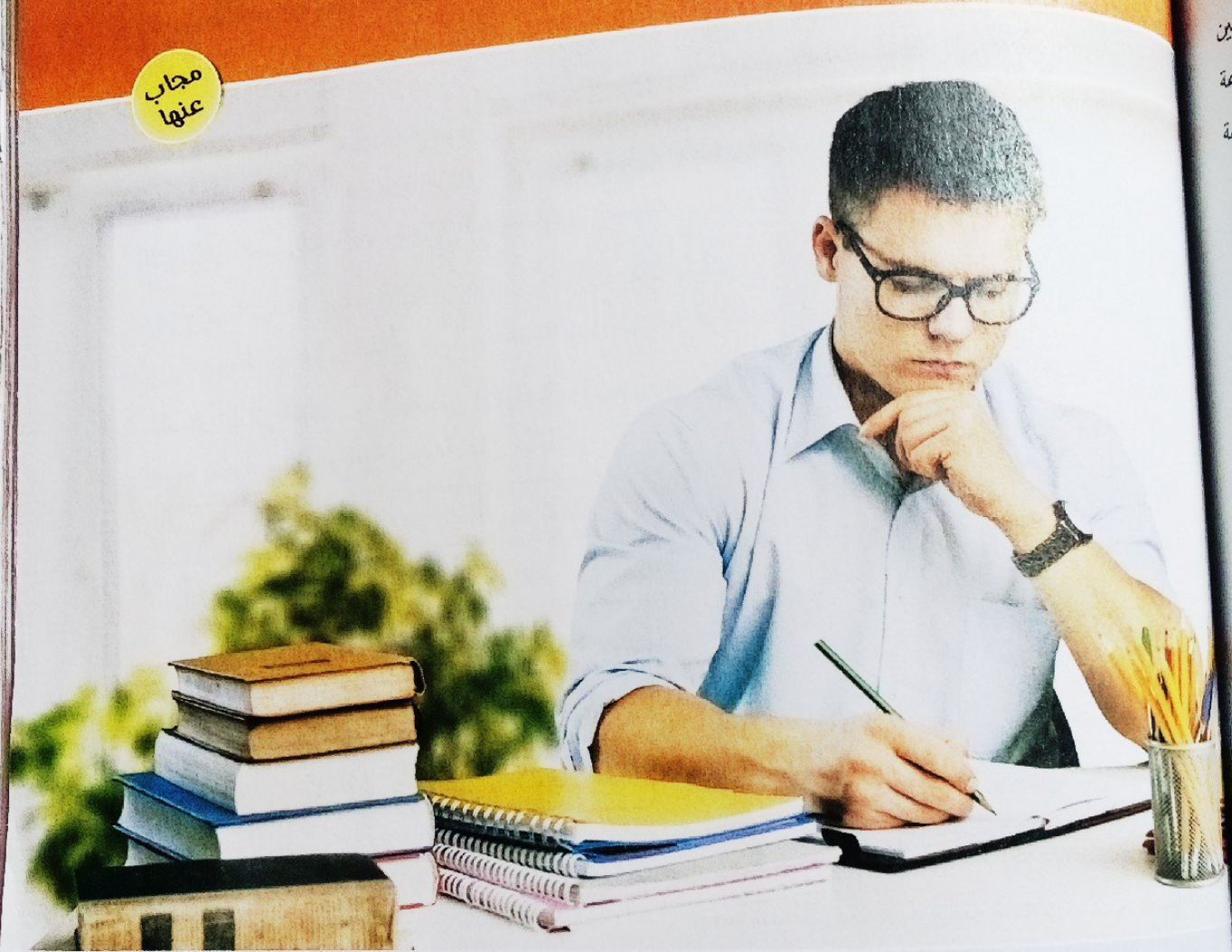
15 علل : يفضل تغيير نوع الزيت المستخدم شتاءً لمحرك السيارة عند حلول فصل الصيف.

١٦ لاحظ سائق يقود سيارته بسرعة كبيرة على طريق صحراوي أن كمية الوقود المتبقية صغيرة، فما أفضل إجراء تقترحه لحركة السيارة لتوفير الوقود حتى يصل السائق إلى أقرب محطة وقود في ضوء ما درست ؟

١٧ يتدفق الدم في الإنسان من القلب خلال الشريان الأورطي إلى الشرايين الرئيسية التي تتفرع إلى شرايين صغيرة تتفرع بدورها إلى شعيرات دموية، إذا كان نصف قطر الشريان الأورطي حوالي  $1.2 \text{ cm}$  وسرعة الدم خلاله حوالي  $40 \text{ cm/s}$ ، ونصف قطر الشعيرات الدموية حوالي  $4 \times 10^{-4} \text{ cm}$  ويمر بها الدم بسرعة  $5 \times 10^{-4} \text{ m/s}$  تقريباً، ما عدد الشعيرات الدموية التي يتفرع لها هذا الشريان ؟

# الاختبارات العامة على المنهج

مجاب  
عنها



يمكنك الاطلاع على  
الامتحانات الخاصة  
بالمدارس والإدارات  
التعليمية  
من خلال مسح  
QR Code المقابل

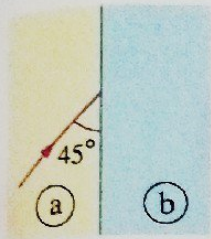
، فما أفضل إجراء  
ست ؟

ع إلى شرايين  
1.2 cm وسرعة  
ها الدم بسرعة

## • اختر الإجابة الصحيحة (١ : ٣١) :

١ منشور رقيق زاوية رأسه  $9^\circ$  ومعامل انكسار مادته للضوء الأزرق 1.72 وللضوء الأحمر 1.68 ، فإن قيمة الانفراج

- الزاوي للمنشور تساوي .....
- أ)  $0.12^\circ$       ب)  $0.24^\circ$       ج)  $0.28^\circ$       د)  $0.36^\circ$

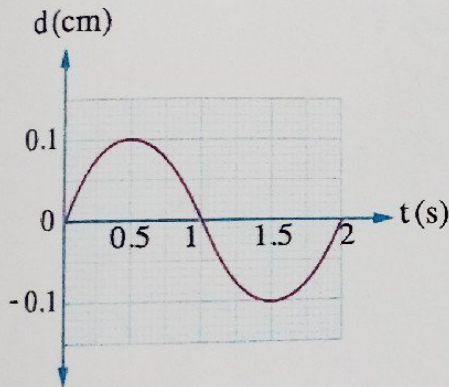


٢ في الشكل المقابل سقط شعاع ضوئي بزاوية  $45^\circ$  من الوسط a على السطح الفاصل مع الوسط b فانحرف بزاوية  $45^\circ$  عن مساره الأصلي، فيكون معامل الانكسار النسبي بين الوسطين  $(n_a/n_b)$  يساوي .....

- أ)  $\sqrt{2}$       ب)  $\frac{1}{\sqrt{2}}$       ج)  $\frac{\sqrt{3}}{2}$       د)  $\frac{2}{\sqrt{3}}$

٣ الشكل البياني المقابل يمثل منحنى (الإزاحة - الزمن)

لجسم يتحرك حركة توافقية بسيطة، فإن .....



التردد (Hz)	سعة الامتزازة (cm)	
4	0.1	أ
2	0.05	ب
0.5	0.1	ج
0.25	0.05	د

٤ لوحان مستويان أفقيان متوازيان المسافة بينهما 3 cm بينهما سائل معامل لزوجته  $1.2 \text{ kg/m.s}$  ، عندما أثرت قوة مماسية مقدارها 1.6 N على اللوح العلوي تحرك بسرعة منتظمة  $1 \text{ m/s}$  ، فإن مساحة اللوح العلوي تساوي .....

- أ)  $200 \text{ cm}^2$       ب)  $300 \text{ cm}^2$       ج)  $0.04 \text{ m}^2$       د)  $0.05 \text{ m}^2$

٥ يسرى سائل سرياناً هادئاً في أنبوبة نصف قطرها  $r$  بسرعة  $v$  ، إذا كانت الأنبوبة تنتهي باختناق نصف قطره  $0.5r$  ، فإن سرعة السائل عند الطرف الضيق تساوي .....

- أ)  $0.25v$       ب)  $0.5v$       ج)  $2v$       د)  $4v$

٥ إذا كانت زاوية النهاية الصغرى للانحراف لشعاع ضوئي سقط على أحد أوجه منشور ثلاثي متساوي الأضلاع هي  $60^\circ$ ، فإن معامل انكسار مادة المنشور للضوء الساقط يساوي .....

د  $\sqrt{3}$

ج 1.6

ب 1.5

ا  $\sqrt{2}$

٧ في إحدى تجارب الشق المزدوج لتوماس يونج تم استخدام ضوء أحادي اللون طوله الموجي  $(\lambda_1 = 4000 \text{ \AA})$  ثم أُعيد التجربة بضوء آخر أحادي اللون طوله الموجي  $(\lambda_2 = 7000 \text{ \AA})$  دون تغيير الأبعاد الأخرى في التجربة فإن نسبة المسافة بين مركزي هُديتين متتاليتين من نفس النوع في الحالتين  $\left(\frac{\Delta y_1}{\Delta y_2}\right)$  تساوي .....

د  $\frac{7}{4}$

ج  $\frac{4}{7}$

ب  $\frac{14}{15}$

ا  $\frac{8}{15}$

٨ إذا سقط شعاعان ضوئيان أحدهما أحمر اللون والآخر أزرق اللون بنفس زاوية السقوط  $\phi$  على السطح الفاصل من وسط أقل كثافة ضوئية إلى وسط أكبر كثافة ضوئية، فإن النسبة بين زاوية انكسار الضوء الأحمر إلى زاوية انكسار الضوء الأزرق  $\left(\frac{\theta_r}{\theta_b}\right)$  في الوسط الأكبر كثافة ضوئية .....

ا أكبر من الواحد الصحيح

ب أقل من الواحد الصحيح

ج تساوي الواحد الصحيح

د لا يمكن تحديدها

٩ أنبوبة مساحة مقطع طرفيها  $0.005 \text{ m}^2$ ،  $0.01 \text{ m}^2$  يسرى بها ماء سرياناً هادئاً، فإذا كان حجم الماء المنساب خلال 15 min يساوي  $9 \text{ m}^3$  فإن .....

سرعة الماء عند المقطع الضيق	سرعة الماء عند المقطع الواسع	
1.5 m/s	0.6 m/s	ا
1.5 m/s	1 m/s	ب
2 m/s	0.6 m/s	ج
2 m/s	1 m/s	د

١٠ جسم مهتز يصنع 100 اهتزازة كاملة خلال 10 s، فإن تردد الجسم يساوي .....

د 60 Hz

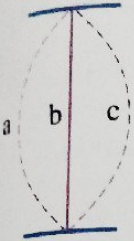
ج 30 Hz

ب 12 Hz

ا 10 Hz

11 في تجربة توماس يونج يسقط ضوء أحادي اللون على شقين البُعد بينهما  $0.19 \text{ mm}$  ويبعدان عن حائل استقبال الهُذب  $90 \text{ cm}$ ، فإذا كان مركز الهُذبة المضيئة الأولى يبعد  $3 \times 10^{-3} \text{ m}$  عن مركز الهُذبة المركزية، فإن الطول الموجي للضوء المستخدم يساوي تقريباً .....

- أ)  $490 \text{ nm}$       ب)  $520 \text{ nm}$       ج)  $603 \text{ nm}$       د)  $633 \text{ nm}$



12 الشكل المقابل يوضح حركة وتر مهتز، فتكون سرعة

الوتر أكبر ما يمكن عند .....

- أ) الموضع a      ب) الموضع b  
ج) الموضعين b ، c      د) الموضعين a ، c

13 أربعة مخابير متماثلة في كل منها نفس الحجم من سائل مختلف، أسقطت أربع كرات متماثلة كل منها في أحد المخابير من نفس الارتفاع وتم تسجيل زمن وصول الكرة إلى قاع المخبار في كل حالة فكانت كالتالي :

المخبار	زمن الوصول
1	0.2 s
2	0.3 s
3	0.6 s
4	1 s

أي المخابير يحتوي على سائل لزوجه أعلى ؟

- أ) المخبار 1      ب) المخبار 2      ج) المخبار 3      د) المخبار 4

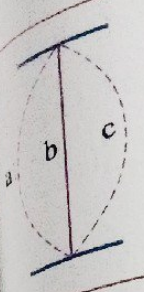
14 باستخدام ضوء طوله الموجي  $\lambda$  في تجربة الشق المزدوج ليونج يكون فرق المسار للموجتين المتداخلتين عند موضع الهُذبة المركزية المضيئة هو .....

- أ)  $1.5 \lambda$       ب)  $\lambda$       ج)  $0.5 \lambda$       د) 0

15 لا نسمع صوت يصدر عن الانفجارات الحادثة في الشمس لأن .....

- أ) موضع الانفجارات بعيد جداً  
ب) الصوت ينتشر كموجات مستعرضة  
ج) الصوت ينتشر كموجات كهرومغناطيسية  
د) الصوت ينتشر كموجات ميكانيكية





ثلاثة كل منها في أحد  
ت كالتالي :

5

16 إذا انتقل شعاع ضوئي من وسط  $a$  إلى وسط  $b$  وكانت زاوية السقوط  $\phi$  أكبر من زاوية الانكسار  $\theta$ ، فإن معامل الانكسار النسبي  $(n_b/n_a)$  .....

- Ⓐ أكبر من الواحد
- Ⓑ يساوي الواحد
- Ⓒ أقل من الواحد
- Ⓓ لا يمكن تحديد الإجابة

17 غمر مصباح كهربى يصدر ضوء أزرق على عمق معين من سطح الماء فتكونت بقعة دائرية من الضوء الأزرق على سطح الماء، فإذا وُضع مصباح آخر على نفس العمق يصدر ضوء أحمر بدلاً من الأزرق، فإن بقعة الضوء عند سطح الماء .....

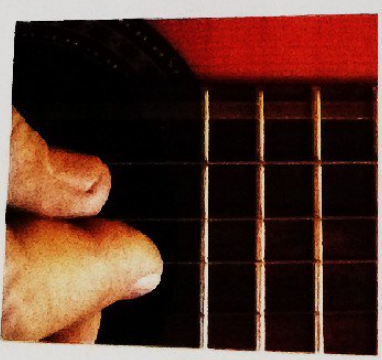
- Ⓐ تتلاشى تماماً
- Ⓑ لا تتغير مساحتها
- Ⓒ تقل مساحتها
- Ⓓ تزداد مساحتها

18 منشوران رقيقان مصنوعان من نفس المادة، فإذا كانت النسبة بين زاويتي رأس كل منهما  $\frac{2}{5}$ ، فإن النسبة بين قوتي التفريق اللوني للمنشورين على الترتيب تساوى .....

- Ⓐ  $\frac{1}{1}$
- Ⓑ  $\frac{2}{5}$
- Ⓒ  $\frac{5}{2}$
- Ⓓ  $\frac{2}{3}$

19 أنبوبة سريان معدل السريان الحجمى للسائل عند مقطع منها  $Q_v$  تتفرع إلى أربعة أفرع متساوية المساحة، فإن معدل انسياب السائل فى كل فرع يساوى .....

- Ⓐ  $4 Q_v$
- Ⓑ  $\frac{1}{3} Q_v$
- Ⓒ  $3 Q_v$
- Ⓓ  $\frac{1}{4} Q_v$



20 فى الشكل المقابل يهتز وتر جيتار مُصدرًا نغمة ترددها 5000 Hz، فإن الزمن الدورى للوتر المهتز بالمللى ثانية يساوى .....

- Ⓐ  $2 \times 10^{-4}$
- Ⓑ  $5 \times 10^{-4}$
- Ⓒ 0.2
- Ⓓ 0.5

خلتين عند موضع

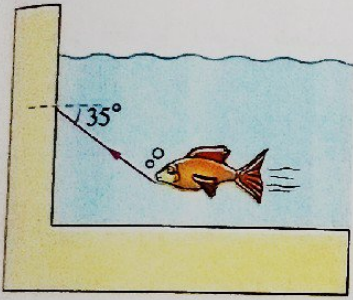
21 سقط شعاع ضوئى بزاوية سقوط  $60^\circ$  على أحد أوجه منشور ثلاثى زاوية رأسه  $40^\circ$  فخرج عمودياً من الوجه الآخر، فإن معامل انكسار مادة المنشور يساوى .....

- Ⓐ 1.5
- Ⓑ 1.41
- Ⓒ 1.35
- Ⓓ 0.71

• أجب عما يأتي (٢٢ : ٢٧) :

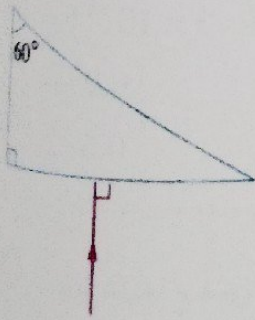
٢٢ منشور رقيق زاوية رأسه  $8^\circ$  ومعامل انكسار مادته للضوء الساقط 1.5 مغمور كلياً في ماء معامل انكساره للضوء الساقط  $\frac{4}{3}$ ، احسب زاوية انحراف أشعة هذا الضوء في المنشور.

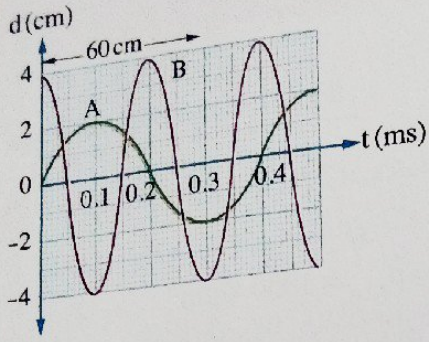
٢٣ يشعر سكان الأدوار العليا بسرعة التيارات الهوائية أكثر من سكان الأدوار السفلى، ما سبب ذلك ؟



٢٤ استخدم لوح سميك من بلاستيك شفاف معامل انكساره 1.5 لصنع حوض سمك، فإذا سقط شعاع ضوئي قادم من سمكة تسيح في ماء معامل انكساره 1.33 بزاوية سقوط  $35^\circ$  على لوح البلاستيك كما بالشكل، احسب مقدار الزاوية التي سينفذ بها للهواء.

٢٥ يسقط شعاع ضوئي على منشور ثلاثي معامل انكسار مادته 1.5 كما بالشكل المقابل، تتبع مسار الشعاع الضوئي خلال المنشور، ثم أوجد زاوية خروجه من المنشور.

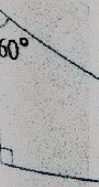
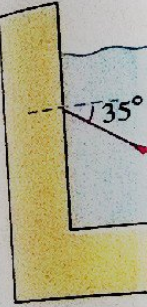




١٦ الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين إزاحة أحد جزيئات الوسط (d) والزمن (t) لموجتين A ، B تنتشران في ذلك الوسط، أوجد سرعة انتشار كل من الموجتين في هذا الوسط.

١٧ إذا كانت الزاوية الحرجة للماء بالنسبة للهواء  $48^\circ$  والزاوية الحرجة للزيت بالنسبة للهواء  $44^\circ$ ، احسب :  
 (١) معامل الانكسار النسبي من الماء إلى الزيت.  
 (٢) الزاوية الحرجة بين الزيت والماء.

انكساره للضوء



## • اختر الإجابة الصحيحة (١ : ٢١) :

١ أنبوبة مياه قطرها 2.5 cm أستخدمت لصب كمية من الماء كتلتها 11 kg في إناء خلال 10 s ، فإن سرعة

خروج الماء من الأنبوبة تساوى .....

(علمًا بأن :  $\rho_{\text{ماء}} = 1000 \text{ kg/m}^3$  ،  $\pi = \frac{22}{7}$ )

3.32 m/s (د)

3 m/s (ج)

2.24 m/s (ب)

2 m/s (ا)

٢ إذا كانت النسبة بين تردد صوت رجل وتردد صوت فتاة  $\frac{3}{4}$  ، فإن النسبة بين سرعة صوت الرجل وسرعة

صوت الفتاة في الهواء على الترتيب تساوى .....

$\frac{9}{16}$  (د)

$\frac{4}{3}$  (ج)

$\frac{3}{4}$  (ب)

$\frac{1}{1}$  (ا)

٣ منشور رقيق معامل انكسار مادته للضوء الأزرق 1.72 وللضوء الأحمر 1.68 ، فإن معامل انكساره المتوسط

يساوى .....

1.71 (د)

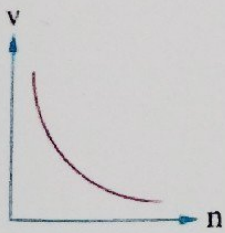
1.7 (ج)

1.69 (ب)

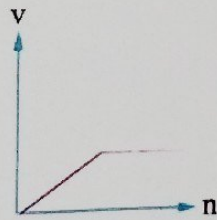
1.66 (ا)

٤ الشكل البياني الذى يمثل العلاقة بين سرعة الضوء (v) فى عدة أوساط ومعامل الانكسار المطلق (n) لكل وسط

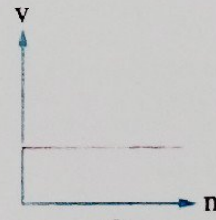
هو .....



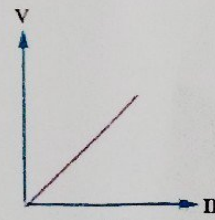
(د)



(ج)



(ب)



(ا)

٥ فى الشكل المقابل منشوران رقيقان x ، y متعاكسا الوضع معاملا انكسار

مادتيهما على الترتيب 1.6 ، 1.5 ، فإذا كانت زاوية رأس المنشور x تساوى

9° فإن زاوية رأس المنشور y التى تجعله يلغى انحراف الضوء الذى سببه

المنشور x تساوى .....

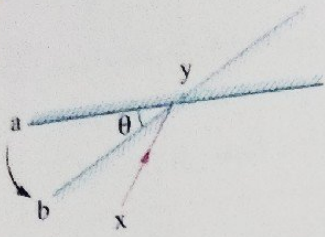
7.5° (ب)

8° (ا)

6° (د)

7° (ج)



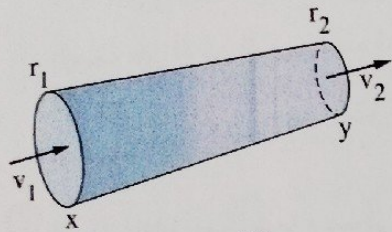


6 في الشكل المقابل سقط شعاع ضوئي  $xy$  على مرآة مستوية في الوضع (a) ثم أُديرَت المرآة بزاوية  $\theta$  حول محور عمودي على الصفحة عند نقطة السقوط بحيث أصبح موضعها (b)، فإن زاوية انعكاس الشعاع تزداد بمقدار .....

- (أ)  $\frac{\theta}{2}$  (ب)  $\frac{\theta}{4}$  (ج)  $\theta$  (د)  $2\theta$

7 تضرب مطرقة إحدى نهايتي أنبوبة طويلة جداً، وهناك كاشف عند النهاية الأخرى للأنبوبة التقط صوتين يفصل بينهما فترة زمنية قدرها  $0.2\text{ s}$ ، فإذا كانت سرعة الصوت في الهواء  $320\text{ m/s}$  وسرعة الصوت في المعدن  $5000\text{ m/s}$  فإن طول الأنبوبة المعدنية يساوي تقريباً .....

- (أ)  $17.8\text{ m}$  (ب)  $34.3\text{ m}$  (ج)  $49\text{ m}$  (د)  $68.4\text{ m}$



8 الشكل المقابل يوضح أنبوبة ينساب بها سائل انسياباً مستقرًا، فإذا كانت سرعة السائل عند مقطعي الأنبوبة  $x$ ،  $y$  هي  $0.1\text{ m/s}$ ،  $0.625\text{ m/s}$  على الترتيب، فإن النسبة بين نصفى قطر الأنبوبة  $\left(\frac{r_1}{r_2}\right)$  تساوى .....

- (أ)  $\frac{2}{5}$  (ب)  $\frac{5}{2}$  (ج)  $\frac{4}{25}$  (د)  $\frac{25}{4}$

9 في تجربة يونج استخدم ضوء طول موجي  $\lambda$  عبر شقين ضيقين المسافة بينهما  $d$  فظهرت هُذب التداخل بمقياس معين على حائل استقبال الهُذب والذي يبعد مسافة  $R$  عن حاجز الشقين، فإذا استخدم ضوء آخر طول موجي  $1.5\lambda$ ، فتكون المسافة اللازمة بين الشقين للحصول على نفس مقياس التداخل على نفس حائل استقبال الهُذب هي .....

- (أ)  $\frac{d}{1.5}$  (ب)  $\frac{d}{0.75}$  (ج)  $0.75d$  (د)  $1.5d$

10 وسطان مختلفان في الكثافة الضوئية الزاوية الحرجة بينهما  $53.13^\circ$  ومعامل الانكسار المطلق للوسط الأكبر كثافة ضوئية  $\frac{5}{3}$ ، فيكون معامل الانكسار المطلق للوسط الأقل كثافة ضوئية يساوي تقريباً .....

- (أ)  $1.33$  (ب)  $1.51$  (ج)  $1.67$  (د)  $2.33$

11 منشور ثلاثي زاوية رأسه  $45^\circ$  ومعامل انكسار مادته  $1.6$  مهياً في وضع النهاية الصغرى للانحراف، فإن زاوية سقوط الشعاع الضوئي في تلك الحالة تساوي تقريباً .....

- (أ)  $13.8^\circ$  (ب)  $17.3^\circ$  (ج)  $30.5^\circ$  (د)  $37.8^\circ$

عندما ينتقل شعاع ضوئي من وسط شفاف إلى وسط آخر شفاف له كثافة ضوئية أكبر بزاوية سقوط لا تساوي الصفر، فإن الشعاع .....

د لا يعاني أى انحراف

ج ينعكس كلياً

ب ينكسر

أ ينعكس على نفسه

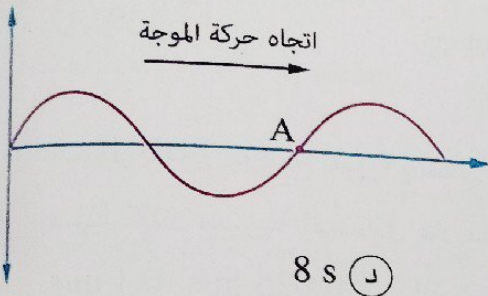
أنبوبة رئيسية يسرى بها ماء بسرعة  $v$  تنتفرع إلى عدة أنابيب قطر كل منها  $\frac{1}{15}$  من قطر الأنبوبة الرئيسية. فحتى لا تتغير سرعة السريان في الأنابيب الفرعية عن الأنبوبة الرئيسية يجب أن يكون عدد الأنابيب الفرعية هو .....

د 225

ج 200

ب 125

أ 100



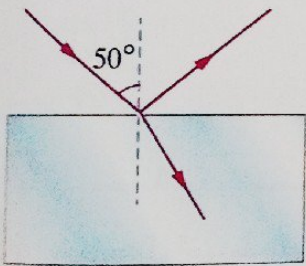
في الشكل المقابل تمثل النقطة A موضع أحد جزيئات الوسط التي تنتشر فيه موجة مستعرضة عند لحظة معينة، فإذا أصبح هذا الجزيء عند الموضع الذي يمثل قاعاً بعد 1.5 s من تلك اللحظة فإن الزمن الدوري لهذه الموجة يساوي .....

د 8 s

ج 6 s

ب 4 s

أ 2 s



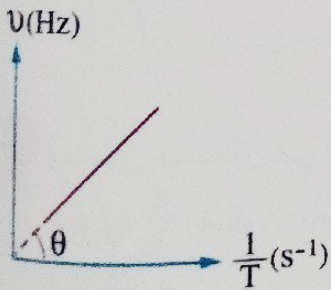
الشكل المقابل يمثل شعاع ضوئي يسقط على أحد أوجه متوازي مستطيلات زجاجي معامل انكسار مادته 1.5، فإن الزاوية المحصورة بين الشعاعين المنعكس والمنكسر تساوي .....

ب 93.9°

أ 93°

د 99.3°

ج 98°



الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين التردد  $(\nu)$  ومقلوب الزمن الدوري  $(\frac{1}{T})$  لعدة شوكة رنانة تهتز في الهواء، فإذا علمت أن الكميات ممثلة بنفس مقياس الرسم فإن قيمة  $\theta$  هي .....

ب 45°

أ 30°

د 75°

ج 60°

الهدبة المجاورة للهدبة المركزية في تجربة الشق المزدوج ليونج .....

أ مضيئة دائماً

ب مظلمة دائماً

ج يتحدد نوعها حسب الوسط

د يتحدد نوعها حسب الطول الموجي للضوء المستخدم

١٤) تزداد الموجة المنتشرة في وسط ما يحدده .....

- (أ) تردد المصدر  
(ب) شدة الموجة

- (ج) سرعة الموجة  
(د) سعة الموجة

١٥) النسبة بين معامل لزوجة العسل في الشتاء إلى معامل لزوجته في الصيف على الترتيب .....

- (أ) أكبر من الواحد  
(ب) أقل من الواحد  
(د) منعدمة

- (ج) تساوى الواحد

١٦) تعتمد قوة التفريق اللوني للمنشور الرقيق على .....

- (أ) زاوية سقوط الشعاع على المنشور  
(ب) شدة الضوء الساقط على المنشور  
(د) معامل انكسار مادة المنشور

- (ج) زاوية رأس المنشور

١٧) سقط شعاعان ضوئيان متوازيان أحدهما أزرق والآخر أخضر على سطح فاصل من وسط أكبر كثافة ضوئية إلى وسط أقل كثافة ضوئية، فإذا كانت زاوية انكسار الشعاع الأخضر  $90^\circ$ ، فإن الشعاع الأزرق .....

- (أ) ينكسر مقترباً من العمود  
(ب) ينفذ دون أن يعانى أى انحراف  
(د) ينعكس انعكاساً كلياً

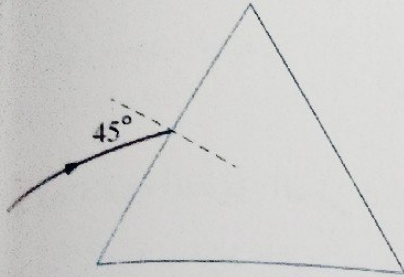
- (ج) ينكسر مبتعداً عن العمود

أجب عما يأتي (٢٢ : ٢٧) :

٢٢) يجب تشحيم الأجزاء المتحركة من الآلات من وقت لآخر، **فسر ذلك.**

٢٣) فى تجربة يونج استخدم شعاع ليزر طول له الموجى  $575 \text{ nm}$  ووضع حائل استقبال الهدب على بُعد  $2.75 \text{ m}$  من حاجز الشقين فكان مركز الهدبة المضيئة الأولى يبعد  $2.75 \text{ mm}$  عن مركز الهدبة المركزية، **احسب المسافة بين الشقين.**

24 ماذا يحدث لكمية تحرك كرة معدنية أثناء سقوطها في سائل لزج ؟



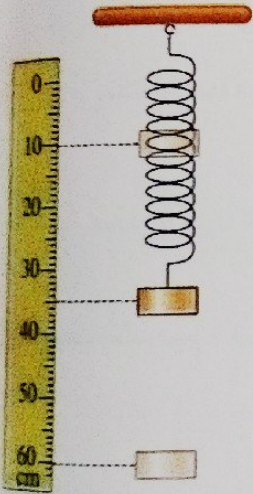
25 في الشكل المقابل يسقط شعاع ضوئي على منشور ثلاثي متساوي الأضلاع معامل انكسار مادته  $\sqrt{2}$ ، أوجد :

- (1) زاوية خروج الشعاع من المنشور.
- (2) زاوية انحراف الشعاع في المنشور.

26 في الشكل المقابل جسم معلق في ملف زنبركي رأسى بجواره مسطرة مدرجة

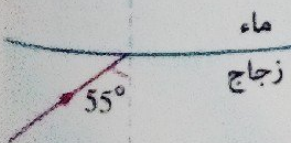
بحيث يتذبذب بين علامتي 10 cm ، 60 cm ، احسب :

- (1) سعة اهتزازة الجسم.
- (2) المسافة التي يقطعها الجسم خلال اهتزازتين.



27 في الشكل المقابل يسقط شعاع ضوئي من الزجاج بزاوية سقوط  $55^\circ$  على السطح الفاصل مع الماء، فإذا كان معامل الانكسار المطلق لكل من الزجاج

والماء على الترتيب هو 1.58 ، 1.33 ، هل ينعكس الشعاع الضوئي كلياً في الزجاج أم ينفذ إلى الماء ؟ ولماذا ؟





اختر الإجابة الصحيحة (١ : ٣١) :

١ في تجربة يونج استخدم ضوء أزرق طوله الموجي  $\lambda$  عبر شقين ضيقين المسافة بينهما  $d$  فظهرت هُذب التداخل بمقياس معين على حائل استقبال الهُذب الذي يبعد مسافة  $R$  عن حاجز الشقين، فإذا استخدم ضوء آخر طوله الموجي  $1.5 \lambda$ ، فإن البُعد بين حائل استقبال هُذب التداخل وحاجز الشقين للحصول على نفس مقياس التداخل يجب أن يكون .....

- ١.٥ R (د)      0.75 R (ج)       $\frac{R}{0.75}$  (ب)       $\frac{R}{1.5}$  (ا)

٢ وسطان شفافان للضوء سرعة الضوء في الوسط الأول  $2 \times 10^8$  m/s وسرعة الضوء في الوسط الثاني  $2.4 \times 10^8$  m/s، فإن النسبة بين جيب الزاوية الحرجة للوسط الأول مع الهواء وجيب الزاوية الحرجة للوسط الثاني مع الهواء  $\left(\frac{\sin(\phi_{c1})}{\sin(\phi_{c2})}\right)$  تساوى .....

- $\frac{5}{6}$  (ا)       $\frac{6}{5}$  (ب)       $\frac{1}{2}$  (ج)       $\frac{2}{1}$  (د)

٣ أرضية ملساء مغطاة بطبقة من سائل لزج سُمكها 2 mm ينزلق عليها لوح مستطيل مساحته  $0.12$  m<sup>2</sup> بسرعة منتظمة  $0.75$  m/s عند التأثير عليه بقوة مماسية  $126$  N، فإن معامل لزوجة السائل .....

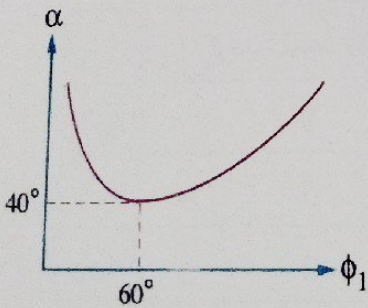
- $1.6$  N.s/m<sup>2</sup> (ا)       $1.8$  N.s/m<sup>2</sup> (ب)       $2.4$  N.s/m<sup>2</sup> (ج)       $2.8$  N.s/m<sup>2</sup> (د)

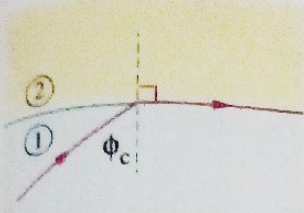
٤ انتقلت موجة صوتية من الهواء إلى الحديد، فإذا كانت نسبة سرعة الصوت في الهواء إلى سرعته في الحديد هي  $\frac{3}{44}$  وكان الطول الموجي للموجة الصوتية في الهواء  $57.6$  cm، فإن الطول الموجي للموجة الصوتية في الحديد يساوى .....

- $4.9$  cm (ا)       $172.8$  cm (ب)       $533.5$  cm (ج)       $844.8$  cm (د)

٥ الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين زوايا انحراف شعاع ضوئي ( $\alpha$ ) وزوايا سقوط هذا الشعاع ( $\phi_1$ ) على أحد أوجه منشور ثلاثي، فإن زاوية رأس المنشور ومعامل انكسار مادته للضوء الساقط هما على الترتيب .....

- $1.45$  ،  $80^\circ$  (ب)       $1.5$  ،  $60^\circ$  (ا)       $1.35$  ،  $80^\circ$  (د)       $1.5$  ،  $75^\circ$  (ج)





٦ في الشكل المقابل يسقط شعاع ضوئي من الوسط ① على السطح الفاصل بين الوسطين ① ، ② ، فانكسر الشعاع الضوئي مماساً للسطح الفاصل، فإذا كانت النسبة بين سرعة الضوء في الوسط ① وسرعته في الوسط ②  $\left(\frac{v_1}{v_2}\right)$  تساوي 0.73، فإن الزاوية الحرجة بين الوسطين تساوي .....

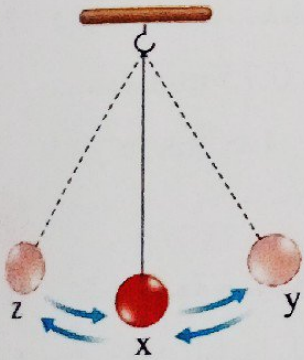
- أ) 39.65°      ب) 41.8°  
ج) 46.89°      د) 49.72°

٧ عندما يزداد نصف قطر مقطع أنبوبة ينساب فيها سائل انسيابياً هادئاً، فإن كثافة خطوط الانسياب عند المقطع الواسع .....

- أ) تقل      ب) تظل ثابتة  
ج) تزداد      د) لا يمكن تحديد الإجابة

٨ عند انخفاض درجة حرارة سائل، فإن معامل لزوجته .....

- أ) يزداد      ب) يقل      ج) لا يتغير      د) يتوقف على نوع السائل



٩ الشكل المقابل يوضح حركة بندول بسيط زمنه الدوري T، فأى العبارات الآتية خاطئة؟

- أ) سرعة الثقل عند الموضع X < سرعة الثقل عند الموضع y  
ب) سرعة الثقل عند الموضع Z = صفر  
ج) سعة الاهتزازة = البعد بين الموضعين y ، z  
د) الزمن الذي يستغرقه الثقل لقطع المسافة xy =  $\frac{T}{4}$

١٠ ألقى حجر في بركة ماء ساكنة فأحدث 100 موجة كاملة خلال زمن 20 s وكان قطر الدائرة الخارجية للاضطراب 8 m، فإن .....

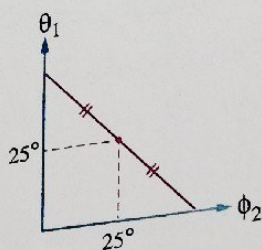
سرعة الموجة (m/s)	تردد الموجة (Hz)	
0.4	5	أ)
0.2	5	ب)
0.4	2	ج)
0.2	2	د)

5

11 أنبوبة x مساحة مقطعها  $26 \text{ cm}^2$  يسرى بها سائل سرياناً هادئاً وتتشعب إلى أنبوتين y ، z مساحة مقطعيهما  $15 \text{ cm}^2$  ،  $7 \text{ cm}^2$  على الترتيب، فإذا كانت سرعة السائل في الأنبوتين x ، y هي  $0.4 \text{ m/s}$  ،  $0.6 \text{ m/s}$  على الترتيب، فإن سرعته في الأنبوبة z تساوى .....

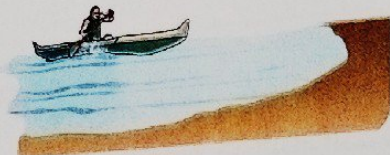
- أ  $0.2 \text{ m/s}$   
 ب  $0.3 \text{ m/s}$   
 ج  $0.5 \text{ m/s}$   
 د  $0.7 \text{ m/s}$

12 الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين زاوية الانكسار الأولى ( $\theta_1$ ) وزاوية السقوط الثانية ( $\phi_2$ ) في منشور ثلاثي زجاجي، فإن زاوية رأس المنشور تساوى .....



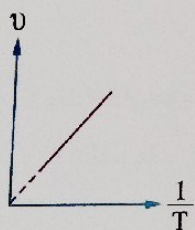
- أ  $25^\circ$   
 ب  $45^\circ$   
 ج  $50^\circ$   
 د  $60^\circ$

13 في الشكل المقابل كلما اقترب القارب من الشاطئ محافظاً على نفس سرعته، يحتاج الرياضى إلى .....



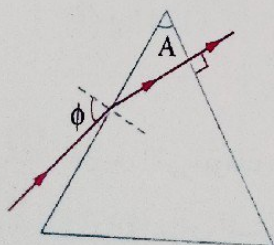
- أ التجديف بقوة أقل  
 ب التجديف بقوة أكبر  
 ج التجديف بنفس القوة  
 د التوقف عن التجديف

14 الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين التردد ( $\nu$ ) ومقلوب الزمن الدورى ( $\frac{1}{T}$ ) لجسم يتحرك حركة توافقية بسيطة، فإن الميل يساوى .....



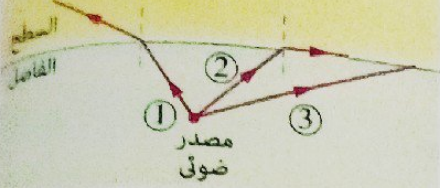
- أ  $\frac{1}{2}$   
 ب 1  
 ج 2  
 د 3

15 سقط شعاع ضوئى على منشور ثلاثى وخرج عمودياً من الوجه الآخر



كما بالشكل، فإن زاوية السقوط ( $\phi$ ) .....

- أ أكبر من الزاوية A  
 ب أقل من الزاوية A  
 ج تساوى الزاوية A  
 د تساوى الزاوية ( $90 - A$ )



الشكل المقابل يوضح مصدر ضوئي موضوع داخل وسط شفاف، فماذا يحدث للشعاع (3) عند السطح الفاصل بين الوسطين؟

- (أ) ينعكس كلياً، لأن زاوية السقوط أقل من الزاوية الحرجة بين الوسطين  
 (ب) ينعكس كلياً، لأن زاوية السقوط أكبر من الزاوية الحرجة بين الوسطين  
 (ج) ينكسر، لأن زاوية السقوط أقل من الزاوية الحرجة بين الوسطين  
 (د) ينكسر، لأن زاوية السقوط أكبر من الزاوية الحرجة بين الوسطين

17 موجتان صوتيتان  $x$ ،  $y$  تنتشران في نفس الوسط، فإذا كانت سرعة انتشار الموجة  $x$  هي  $v$  وكان الطول الموجي للموجة  $y$  ضعف الطول الموجي للموجة  $x$ ، فإن سرعة انتشار الموجة  $y$  هي .....

- (أ)  $2v$  (ب)  $\frac{v}{2}$  (ج)  $\frac{v}{4}$  (د)  $v$

18 أى مما يلي صحيح عند المقارنة بين انكسار الضوء وحيود الضوء؟

- (أ) الحيود يحدث عند انتقال الضوء بين وسطين والانكسار يحدث عند انتشار الضوء في نفس الوسط  
 (ب) الحيود يحدث عند انتشار الضوء في نفس الوسط والانكسار يحدث عند انتقال الضوء بين وسطين  
 (ج) كلاهما يحدث عند انتشار الضوء في وسط واحد  
 (د) كلاهما يحدث عند انتقال الضوء بين وسطين

19 عند انتقال موجة ضوئية من وسط إلى وسط آخر، فإن الخاصية التي لا تتغير للموجة هي .....

- (أ) السرعة (ب) الطول الموجي (ج) التردد (د) الشدة

20 أنبوبة قطرها 10 cm يسرى خلالها الماء سريعاً مستقرًا بسرعة 1 m/s تنتهي باختناق قطره 2.5 cm، فإن كتلة الماء المنساب كل دقيقة خلال الاختناق تساوى .....

- (أ) 174 kg (ب) 147 kg (ج) 162 kg (د) 471 kg

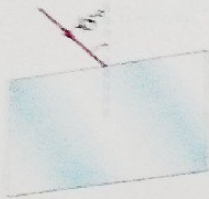
21 العوامل التي تتوقف عليها زاوية انحراف الشعاع الضوئي عند مروره خلال المنشور الثلاثي هي

- (أ) زاوية رأس المنشور  
 (ب) زاوية سقوط الشعاع الضوئي  
 (ج) معامل انكسار مادة المنشور  
 (د) جميع ما سبق

ألف عما يأتي (٢٢ : ٢٧) :

٤

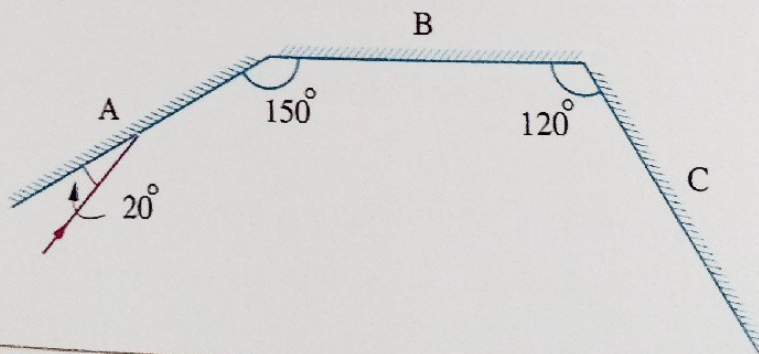
١٢ الشكل المقابل يوضح شعاع ضوئي يسقط من الهواء بزاوية  $45^\circ$  على سطح لوح من الزجاج معامل انكسار مادته 1.52. **احسب** زاوية خروج الشعاع الضوئي من اللوح الزجاجي.



١٣ ماذا يحدث لو ضوح التداخل عند استخدام الضوء الأحمر بدلاً من الضوء الأزرق في تجربة الشق المزدوج ليونج ؟

١٤ تعتبر كل حركة اهتزازية في الأصل حركة دورية، إلا أنه ليس بالضرورة أن تكون كل حركة دورية من الحركات الاهتزازية، **وضح مدى صحة العبارة.**

١٥ في الشكل التالي، **تتبع بالرسم والبيانات فقط** مسار الشعاع الضوئي الساقط على المرآة A حتى انعكاسه عن المرآة C



٢٦ سقط شعاع ضوئي عمودياً على أحد أوجه منشور ثلاثي معامل انكسار مادته  $\sqrt{2}$  فخرج مماساً للوجه المقابل. احسب زاوية سقوط الشعاع الضوئي عندما يكون المنشور في وضع النهاية الصغرى للانحراف وكذلك زاوية النهاية الصغرى للانحراف.

---



---



---



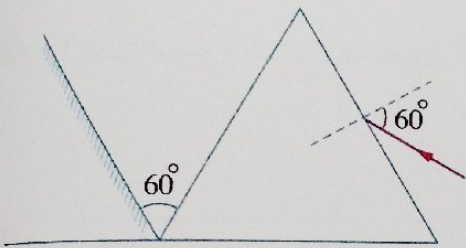
---



---



---



٢٧ الشكل المقابل يوضح مرآة مستوية تصنع زاوية  $60^\circ$  مع أحد أوجه منشور ثلاثي متساوي الأضلاع معامل انكسار مادته 1.5، تتبع مسار الشعاع الضوئي المبين بالشكل حتى خروجه من المنشور، ثم أوجد زاوية انعكاسه عن سطح المرآة.

---

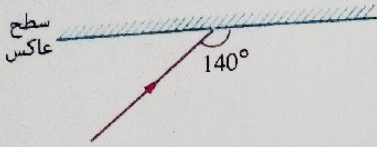


---



---

اختر الإجابة الصحيحة (١ : ٢١) :



الشكل المقابل يوضح شعاع ضوئي يسقط على سطح عاكس، فتكون زاوية انعكاسه .....

٥٠° (ب)

٤٠° (أ)

٩٠° (د)

٦٠° (ج)

لوح معدني مستوي مساحته  $0.0375 \text{ m}^2$  ينزلق بسرعة منتظمة  $0.2 \text{ m/s}$  على لوح آخر ساكن بينهما طبقة سُمكها  $3 \text{ mm}$  من سائل معامل لزوجته  $0.25 \text{ N.s/m}^2$ ، فإن القوة المماسية المؤثرة على اللوح المتحرك تساوي .....

$0.78 \text{ N}$  (د)

$0.732 \text{ N}$  (ج)

$0.625 \text{ N}$  (ب)

$0.55 \text{ N}$  (أ)

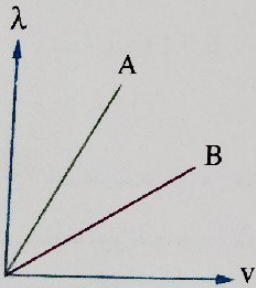
سقط شعاع ضوئي بزاوية  $\phi$  على أحد أوجه منشور ثلاثي زاوية رأسه  $35^\circ$  ومعامل انكسار مادته  $1.5$  فخرج عمودياً من الوجه المقابل، فإن قيمة  $\phi$  تساوي .....

$75^\circ$  (د)

$59.36^\circ$  (ج)

$52.47^\circ$  (ب)

$45^\circ$  (أ)



الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين الطول الموجي ( $\lambda$ ) لموجتين مختلفتين A ، B ، والسرعة ( $v$ ) لكل منهما عند انتشارهما في أوساط مختلفة، فأى من العلاقات الآتية صحيحة بالنسبة لترددى الموجتين ( $\nu$ ) ؟

$\nu_A = \nu_B \neq 0$  (ب)

$\nu_A < \nu_B$  (أ)

$\nu_A = \nu_B = 0$  (د)

$\nu_A > \nu_B$  (ج)

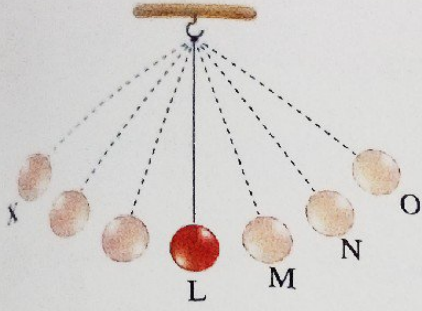
إذا مر شعاع من ضوء أحادي اللون خلال فتحة أبعادها  $6 \times 10^{-4} \text{ mm}$ ، فإن الحيود يكون أكثر وضوحاً إذا كان الطول الموجي للضوء .....

$650 \text{ nm}$  (د)

$550 \text{ nm}$  (ج)

$450 \text{ nm}$  (ب)

$400 \text{ nm}$  (أ)



يمثل الشكل المقابل الحركة الاهتزازية لبندول بسيط بين X و O، فإذا كانت المسافات LM، MN، NO متساوية ويقطعها البندول في فترات زمنية  $T_1$ ،  $T_2$ ،  $T_3$  على الترتيب، فأى العلاقات الآتية صحيحة بالنسبة لتلك الفترات الزمنية؟

Ⓐ  $T_3 = T_2 = T_1$

Ⓑ  $T_3 > T_2 > T_1$

Ⓒ  $T_3 < T_2 < T_1$

Ⓓ  $T_3 = T_1 + T_2$

٧ إذا زاد عمق السائل الذي يسقط خلاله جسم، فإن معامل لزوجة ذلك السائل عند ثبوت درجة الحرارة

Ⓐ يقل

Ⓑ يزداد

Ⓒ لا يتغير

Ⓓ لا يمكن تحديد الإجابة

٨ إذا كان معامل الانكسار النسبي من الوسط A إلى الوسط B يساوي  $\frac{1}{\sqrt{2}}$ ، فإن زاوية السقوط في أحد الوسطين

التي تجعل الشعاع الضوئي ينفذ إلى الوسط الآخر مماساً للسطح الفاصل بين الوسطين تساوى

Ⓐ  $60^\circ$

Ⓑ  $45^\circ$

Ⓒ  $37^\circ$

Ⓓ  $30^\circ$

٩ شريان نصف قطره 0.35 cm وسرعة سريان الدم فيه 0.044 m/s يتشعب إلى 80 شعيرة نصف قطر كل منها 0.1 cm، فإن مقدار سرعة سريان الدم في الشعيرة الواحدة يساوى

Ⓐ  $3.37 \times 10^{-3} \text{ m/s}$

Ⓑ  $6.74 \times 10^{-3} \text{ m/s}$

Ⓒ  $3.37 \text{ m/s}$

Ⓓ  $6.74 \text{ m/s}$

١٠ سقط شعاع من ضوء أصفر على منشور رقيق زاوية رأسه  $10^\circ$  فانحرف بزاوية  $5^\circ$ ، فيكون معامل انكسار مادة المنشور للضوء الأصفر هو

Ⓐ 1.45

Ⓑ 1.5

Ⓒ 1.56

Ⓓ 1.59

١١ أنبوبة منتظمة المقطع يسرى بها ماء سرياناً هادئاً بسرعة 0.3 m/s ليملاً خزان حجمه  $30 \text{ m}^3$  خلال 15 min، فتكون مساحة مقطع الأنبوبة

Ⓐ  $0.11 \text{ m}^2$

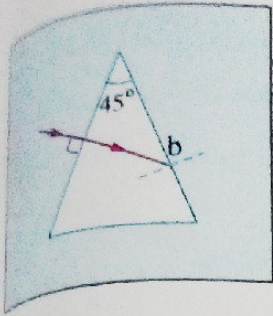
Ⓑ  $1 \text{ m}^2$

Ⓒ  $6.67 \text{ m}^2$

Ⓓ  $60 \text{ m}^2$







١٧ الشكل المقابل يوضح شعاع ضوئي يسقط عمودياً على أحد أوجه منشور ثلاثي زجاجي مغمور في سائل معامل انكساره 1.33، فإذا كانت الزاوية الحرجة للزجاج مع الهواء  $42^\circ$ ، فإن الشعاع الضوئي عند النقطة b .....

- (أ) ينعكس كلياً  
(ب) ينكسر مبتعداً عن العمود المقام  
(ج) ينكسر مماساً لوجه المنشور  
(د) ينكسر مقترباً من العمود المقام

١٨ سقط شعاع ضوئي بزاوية سقوط  $40^\circ$  على أحد أوجه منشور ثلاثي متساوي الأضلاع فانكسر موازياً لقاعدة المنشور، فتكون زاوية خروج الشعاع من المنشور هي .....

- (أ)  $20^\circ$   
(ب)  $40^\circ$   
(ج)  $60^\circ$   
(د)  $90^\circ$

١٩ عند سقوط شعاع ضوئي عمودياً على السطح الفاصل بين وسطين فإن .....

- (أ)  $90^\circ = \theta = \phi$   
(ب)  $0^\circ = \theta = \phi$   
(ج)  $\phi > \theta$   
(د)  $\phi < \theta$

٢٠ سقط شعاع ضوئي عمودياً على أحد أوجه منشور ثلاثي متساوي الأضلاع، فإن زاوية السقوط الثانية ( $\phi_2$ ) تساوي .....

- (أ)  $30^\circ$   
(ب)  $45^\circ$   
(ج)  $60^\circ$   
(د)  $90^\circ$

٢١ إذا رُفعت درجة حرارة سائل لزج، فإن .....

مقاومة السائل لحركة الأجسام خلاله	معدل انسياب السائل	
تزداد	يزداد	(أ)
تزداد	يقل	(ب)
تقل	يزداد	(ج)
تقل	يقل	(د)

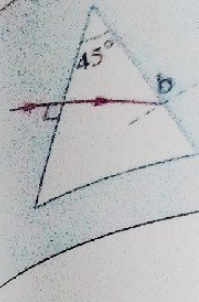
أجب عما يأتي (٢٢ : ٢٧) :

٢٢ سقطت حزمة ضوئية متوازية على سطح مادة شفافة معامل انكسارها 1.55 فكانت الزاوية المحصورة بين الشعاعين المنعكس والمنكسر  $90^\circ$ ، احسب زاوية سقوط الحزمة الضوئية.  
(علمًا بأن :  $\sin(90 - \theta) = \cos \theta$ )

٢٣ ملف زنبركي عُلق به ثقل فكان طول الملف 7 cm وعند شده بقوة معينة أصبح طوله 10 cm، فإذا ترك الثقل ليهتز احسب المسافة التي يتحركها الثقل خلال خمس اهتزازات كاملة.

٢٤ في المنشور الثلاثي الواحد تختلف زاوية الانحراف الصغرى ( $\alpha_0$ ) باختلاف الطول الموجي للضوء المستخدم، فسر ذلك.

٢٥ غُمر مصباح كهربى إلى عمق 9 cm أسفل سطح سائل ما، فإذا علمت أن نصف قطر أصغر قرص من الفلين يطفو فوق سطح السائل بحيث يكون مركزه فوق المصباح مباشرةً ويكفى لحجب ضوء المصباح هو 12 cm، احسب معامل انكسار السائل.



موازيًا لقاعدة

الثانية ( $\phi_2$ )

١٦ جسم مهتز يصدر صوتاً ويحدث اهتزازة كاملة كل 4 ms فيصل الصوت إلى شخص على بُعد 136 m من الجسم بعد مرور 0.4 s من لحظة إصدار الصوت، احسب :

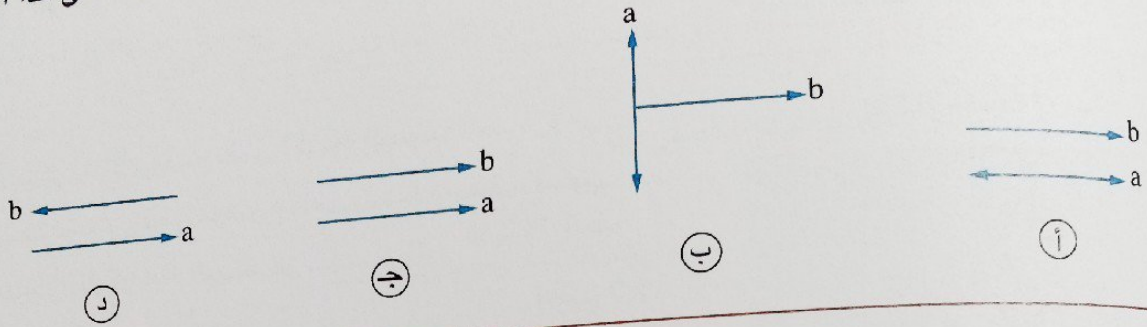
(١) سرعة الصوت في الهواء.

(٢) المسافة بين مركزي تضاعف وتخلخل متتاليين في الموجة الصوتية الصادرة.

١٧ في تجربة الشق المزدوج ليونج أُستخدم ضوء أحادي اللون وكانت المسافة بين الشقين  $8 \times 10^{-5}$  m والمسافة بين حاجز الشق المزدوج وحائل استقبال الهدب 100 cm والمسافة بين مركزي هُديتين متتاليتين من نفس النوع 6 mm، احسب تردد الضوء المستخدم. (علمًا بأن : سرعة الضوء في الهواء =  $3 \times 10^8$  m/s)

اختر الإجابة الصحيحة (١ : ٢١) :

١ الشكل المعبر عن اتجاه اهتزاز جزيئات وسط (a) بالنسبة لاتجاه الانتشار (b) لموجة مستعرضة في هذا الوسط هو



٢ النسبة بين زاوية السقوط الأولى إلى زاوية الخروج لشعاع ضوئي يمر خلال منشور ثلاثي في وضع النهاية الصغرى للانحراف

- (أ) أكبر من 1  
(ب) أقل من 1  
(ج) تساوي 1  
(د) تعتمد على زاوية رأس المنشور

٣ لوح مربع الشكل طول ضلعه 10 cm ينزلق فوق لوح آخر ساكن بينهما طبقة من سائل لزج معامل لزوجه  $1.2 \text{ N.s/m}^2$ ، فإذا تحرك اللوح العلوي بسرعة منتظمة  $0.2 \text{ m/s}$  نتيجة تأثيره بقوة مماسية  $0.6 \text{ N}$ ، فإن سُمك طبقة السائل يساوي

- (أ) 1 mm  
(ب) 2 mm  
(ج) 3 mm  
(د) 4 mm

٤ جسمين مهتزتين الجسم الأول يحدث 90 اهتزازة كاملة في دقيقتين والجسم الثاني يحدث 3 اهتزازات كاملة في

الثانية فتكون النسبة بين الزمن الدوري لحركتهما  $\left(\frac{T_1}{T_2}\right)$  هي

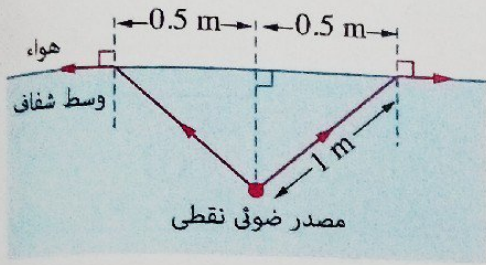
- (أ)  $\frac{1}{2}$   
(ب)  $\frac{2}{1}$   
(ج)  $\frac{1}{4}$   
(د)  $\frac{4}{1}$

٥ عند الشهيق يتدفق الهواء إلى داخل القصبة الهوائية الرئيسية بسرعة  $15 \text{ cm/s}$ ، فإذا كانت مساحة مقطع كل من شعبتى القصبة الهوائية تساوي ربع مساحة مقطع القصبة الهوائية الرئيسية، وبافتراض أن تدفق الهواء هادئاً فإن سرعة تدفق الهواء في كل من الشعبتين تساوي

- (أ)  $7.5 \text{ cm/s}$   
(ب)  $15 \text{ cm/s}$   
(ج)  $30 \text{ cm/s}$   
(د)  $45 \text{ cm/s}$

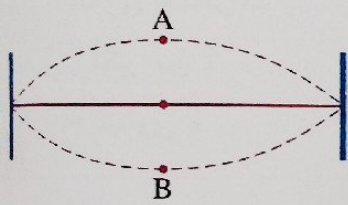
6 عند إجراء تجربة توماس يونج مرتين باستخدام ضوئين مختلفين طولهما الموجى  $\lambda_1$  ،  $\lambda_2$  بحيث يكون  $\lambda_2 < \lambda_1$  مع إبقاء بقية الأبعاد الأخرى فى التجربة دون تغيير، فإن نسبة المسافة بين مركزي هُديتين مضيئتين متتاليتين فى الحالتين على الترتيب  $\left(\frac{\Delta y}{\Delta y}\right)_1$  تكون .....

- (أ) أقل من الواحد الصحيح  
(ب) أكبر من الواحد الصحيح  
(ج) تساوى الواحد الصحيح  
(د) لا يمكن تحديد الإجابة



7 الشكل المقابل يوضح بعض الأشعة الضوئية الصادرة من مصدر ضوئى نقطى موضوع داخل وسط شفاف، فيكون معامل انكسار هذا الوسط هو .....

- (أ) 1.5  
(ب) 1.7  
(ج) 1.8  
(د) 2



8 الشكل المقابل يوضح وتر مهتز، فإذا كان الزمن اللازم لحركة الوتر من النقطة A إلى النقطة B هو 0.005 s، فإن تردد الوتر يساوى .....

- (أ) 20 Hz  
(ب) 50 Hz  
(ج) 100 Hz  
(د) 200 Hz

9 منشور رقيق معامل انكسار مادته 1.5 غمر فى ماء معامل انكساره 1.33 فوجد أن المنشور يحرف الأشعة الساقطة عليه من الماء بزاوية قدرها  $0.9^\circ$ ، فإن زاوية رأس المنشور تساوى تقريباً .....

- (أ)  $8^\circ$   
(ب)  $7^\circ$   
(ج)  $6^\circ$   
(د)  $5^\circ$

10 إذا كانت سرعة الأشعة الضوئية خلال وسط شفاف  $2.4 \times 10^8$  m/s، فإن الزاوية الحرجة للوسط مع الهواء تساوى .....

- (أ)  $39.4^\circ$   
(ب)  $42.61^\circ$   
(ج)  $48.2^\circ$   
(د)  $53.13^\circ$

11 فى تجربة الشق المزدوج استخدم أحد الطلاب أشعة ليزر طولها الموجى 632.8 nm ووضع حائل استقبال الهدب على بُعد 1 m من حاجز الشقين، فوجد أن المسافة بين مركز الهدبة المضيئة الأولى ومركز الهدبة المركزية هى 3.2 mm فتكون المسافة الفاصلة بين الشقين هى .....

- (أ) 19.8 mm  
(ب) 198  $\mu$ m  
(ج) 50.6 mm  
(د) 506  $\mu$ m

5

11 وحدات القياس الآتية متكافئة ماعدا .....

kg/m.s (د)

J.s/m<sup>3</sup> (ج)

N.s/m<sup>2</sup> (ب)

kg.m<sup>2</sup>/s<sup>2</sup> (ا)

12 يستخدم رجال الإطفاء خرطوم لها طرف مسحوب عند إطفاء الحرائق لأن سرعة اندفاع الماء .....  
 (ا) تزداد كلما قلت مساحة المقطع  
 (ب) تقل كلما قلت مساحة المقطع  
 (ج) تزداد كلما زادت مساحة المقطع  
 (د) ثابتة مهما تغيرت مساحة المقطع

13 عندما يمر جسم مهتز بموضع اتزانه الأصلي يكون .....

مقدار السرعة	مقدار الإزاحة	
صفر	أقصى قيمة	(ا)
أقصى قيمة	أقصى قيمة	(ب)
صفر	صفر	(ج)
أقصى قيمة	صفر	(د)

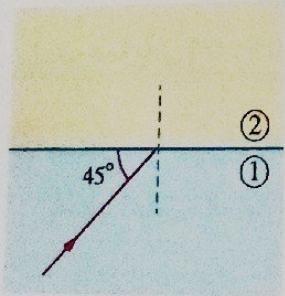
14 سقط شعاع ضوئي بزاوية سقوط 60° على أحد أوجه منشور ثلاثي زاوية رأسه 30° ومعامل انكسار مادته  $\sqrt{3}$ ، فإن الشعاع .....

(ب) ينعكس كلياً عند الوجه المقابل

(ا) يخرج مماساً للوجه المقابل

(د) يغير مساره بمقدار 90°

(ج) يخرج عمودى على الوجه المقابل



15 فى الشكل المقابل شعاع ضوئي سقط من الوسط (1) على

السطح الفاصل مع الوسط (2)، فانحرف عن مساره بزاوية

45°، فيكون معامل الانكسار النسبى (1n2) هو .....

(ب)  $\frac{1}{\sqrt{3}}$

(ا)  $\frac{1}{\sqrt{2}}$

(د)  $\frac{2}{\sqrt{3}}$

(ج)  $\sqrt{2}$

16 إذا كان معامل انكسار وسط A ضعف معامل انكسار وسط B، فإن النسبة بين سرعة الضوء فى الوسط A إلى

سرعة الضوء فى الوسط B على الترتيب هى .....

(د)  $\frac{4}{1}$

(ج)  $\frac{1}{4}$

(ب)  $\frac{2}{1}$

(ا)  $\frac{1}{2}$

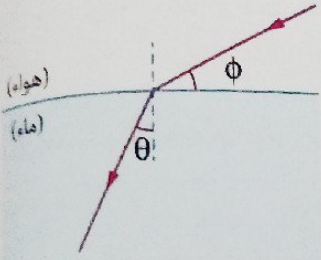
١٨ منشوران رقيقان زاوية رأس الأول ضعف زاوية رأس الثاني ومعامل انكسار مادة الأول 1.5 ومعامل انكسار مادة الثاني 1.2، فتكون النسبة بين زاوية انحراف الضوء في المنشور الأول وزاوية انحراف الضوء في المنشور الثاني على الترتيب هي .....

د  $\frac{1}{2}$

ج  $\frac{5}{1}$

ب  $\frac{20}{1}$

ا  $\frac{10}{1}$



١٩ الشكل المقابل يمثل انتقال شعاع ضوئي من الهواء إلى الماء الذي معامل انكساره  $\frac{4}{3}$ ، فأى العلاقات الآتية صحيحة؟

ب  $\frac{\sin \theta}{\sin \phi} = \frac{4}{3}$

ا  $\frac{\sin \phi}{\sin \theta} = \frac{4}{3}$

د  $\frac{\sin (90 - \phi)}{\sin (90 - \theta)} = \frac{4}{3}$

ج  $\frac{\sin (90 - \phi)}{\sin \theta} = \frac{4}{3}$

٢٠ يصل صوت جرس المدرسة إلى أذن الطلاب على شكل موجات .....

ب مستعرضة

ا طولية

د كهرومغناطيسية

ج طولية ومستعرضة

٢١ فى ظاهرة الحيود يتغير مسار الموجات عندما .....

ب تسقط على سطح عاكس

ا تنتقل من وسط لوسط آخر

د تصطدم بموجة أخرى

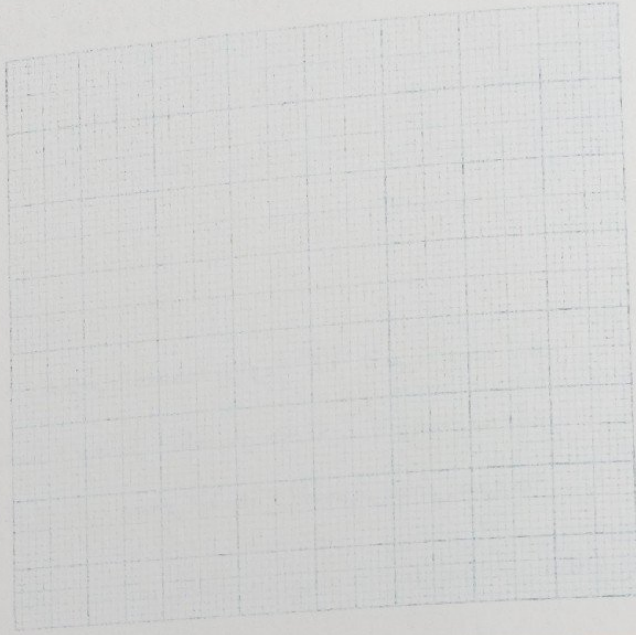
ج تصطدم بحافة حادة

• أجب عما يأتى (٢٢ : ٢٧) :

٢٢ تسهل رؤية صورتك المنعكسة على زجاج نافذة غرفة مضيئة ليلاً عندما يكون خارج الغرفة ظلام شديد فى حين يصعب تحقيق ذلك نهاراً عندما يكون خارج زجاج الغرفة مضيئاً، **فسر ذلك.**



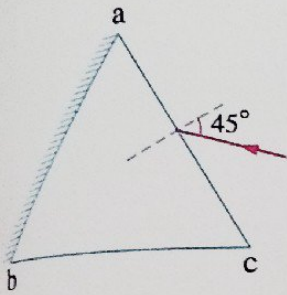
٢١ ارسم على الشبكة البيانية التالية المنحنى الجيبي الممثل لموجتين A ، B من نفس النوع تنتشران في نفس الوسط ولهما نفس السعة ولكن تردد الموجة A نصف تردد الموجة B



٢٢ عند تحليل الضوء الأبيض بواسطة المنشور الثلاثي إلى مكوناته، يكون الضوء الأحمر أقلها انحرافاً والضوء البنفسجي أكبرها انحرافاً، **فسر ذلك.**

٢٣ إذا كان الطول الموجي لضوء معين في وسطين مختلفين A ، B على الترتيب هو 450 nm ، 600 nm. احسب قيمة الزاوية الحرجة بين الوسطين، **وفى أى** وسط منهما تقع هذه الزاوية؟

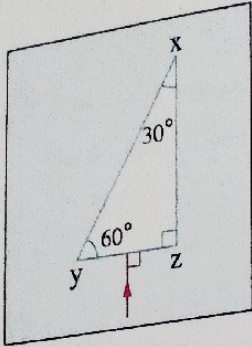
١٦ خزان فارغ تم ملئه بكمية من الكيروسين كتلتها 100 kg بواسطة خرطوم بسرعة اندفاع الكيروسين من فوهته 0.2 m/s فامتلاً الخزان خلال 25 min، احسب نصف قطر فوهة الخرطوم.  
(علمًا بأن : كثافة الكيروسين =  $900 \text{ kg/m}^3$  ،  $\pi = 3.14$ )



١٧ الشكل المقابل يمثل شعاع ضوئي يسقط بزاوية  $45^\circ$  على الوجه ac لمنشور ثلاثي متساوي الأضلاع معامل انكسار مادته  $\sqrt{2}$  وسطحه ab مطلى بطبقة عاكسة من الخارج، تتبع مسار الشعاع الضوئي حتى خروجه من المنشور.

## اختار الإجابة الصحيحة (١ : ٣١) :

١ الشكل المقابل يمثل شعاع ضوئي يسقط عمودياً على الوجه  $yz$  لمنشور ثلاثي قائم الزاوية معامل انكسار مادته 1.6 مغمور في سائل معامل انكساره 1.3، فإن زاوية سقوط الشعاع الضوئي على الوجه  $xy$  للمنشور .....



- ١ تساوى  $90^\circ$   
 ٢ أكبر من الزاوية الحرجة بين المنشور والسائل  
 ٣ أقل من الزاوية الحرجة بين المنشور والسائل  
 ٤ تساوى الزاوية الحرجة بين المنشور والسائل

٢ إذا كانت زاوية النهاية الصغرى لانحراف شعاع ضوئي يمر خلال منشور ثلاثي متساوي الأضلاع هي  $30^\circ$ ، فإن .....

زاوية الخروج	معامل انكسار مادة المنشور	
$30^\circ$	1.5	١
$30^\circ$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	٢
$45^\circ$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	٣
$45^\circ$	$\sqrt{2}$	٤

٣ عند انتقال موجة بين وسطين مختلفين، فإن .....

سرعة الموجة	تردد الموجة	
تظل ثابتة	يظل ثابت	١
تظل ثابتة	يتغير	٢
تتغير	يظل ثابت	٣
تتغير	يتغير	٤

4 إذا كانت النسبة بين قطري مقطع نهايتي أنبوية يسرى بها ماء سرياً هادئاً هي  $\frac{2}{3}$ ، فإن النسبة بين معدل السريان الكتلي للماء عند المقطعين على الترتيب تساوى .....

- Ⓐ  $\frac{2}{3}$       Ⓑ  $\frac{4}{9}$       Ⓒ  $\frac{3}{2}$       Ⓓ  $\frac{1}{1}$

5 سقط شعاع ضوئي عمودياً على أحد أوجه منشور ثلاثي معامل انكسار مادته 1.65 فخرج الشعاع مماساً للوجه المقابل، فتكون زاوية رأس المنشور تساوى تقريباً .....

- Ⓐ  $37^\circ$       Ⓑ  $48^\circ$       Ⓒ  $52^\circ$       Ⓓ  $58^\circ$

6 نسبة عدد خطوط الانسياب في المقطع الواسع للأنبوية التي ينساب فيها السائل انسياباً مستقرّاً إلى عددها في المقطع الضيق .....

- Ⓐ أكبر من الواحد      Ⓑ أقل من الواحد  
Ⓒ تساوى الواحد      Ⓓ لا يمكن تحديد الإجابة

7 في تجربة توماس يونج استخدم ضوء طوله الموجي  $\lambda$  فكانت المسافة بين مركز الهدبة المركزية ومركز الهدبة المضئية التاسعة 1.5 cm، فإذا استخدم ضوء طوله الموجي  $1.5\lambda$  دون تغيير الأبعاد الأخرى للتجربة تكون المسافة 1.5 cm بين مركز الهدبة المركزية ومركز الهدبة المضئية .....

- Ⓐ الثالثة      Ⓑ السادسة      Ⓒ التاسعة      Ⓓ العاشرة

8 مصدر صوتي يصنع 60 اهتزازة في زمن 1.5 s وتنتشر الموجة الناتجة في الهواء بسرعة 340 m/s، فإن المسافة بين مركزي تضاعف وتخلخل متتاليين تساوى .....

- Ⓐ 2.8 m      Ⓑ 4.25 m      Ⓒ 5.67 m      Ⓓ 8.5 m

9 إذا تساوى الانفراج الزاوي لمنشورين رقيقين، الأول زاوية رأسه  $6^\circ$  ومعامل انكسار مادته للضوء الأزرق والأحمر على الترتيب 1.68 ، 1.62، والثاني زاوية رأسه  $9^\circ$  ومعامل انكسار مادته للضوء الأزرق 1.65، فيكون معامل انكسار مادته للضوء الأحمر هو .....

- Ⓐ 1.64      Ⓑ 1.63      Ⓒ 1.62      Ⓓ 1.61

10 أنبوية قطرها الداخلي 3.5 cm يسرى بها ماء كثافته  $1000 \text{ kg/m}^3$  سرياً مستقرّاً بسرعة 0.8 m/s، فإن معدل السريان الكتلي يساوى .....

- Ⓐ 0.385 kg/s      Ⓑ 0.77 kg/s      Ⓒ 1.155 kg/s      Ⓓ 1.54 kg/s

النسبية بين معدلي

شعاع مماساً للوجه

رأ إلى عددها في

ومركز الهدية  
للتجربة تكون

بأن المسافة

والأحمر  
ن معامل

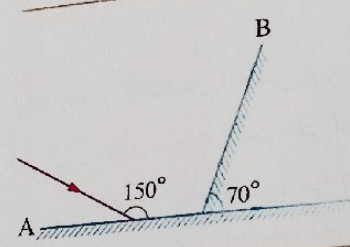
معدل

٤

١١ يسقط شعاع ضوئي بزاوية  $45^\circ$  على سطح متوازي مستطيلات من مادة شفافة للضوء معامل انكسارها 1.75 وخرج من الوجه المقابل إلى الهواء مرة أخرى، فتكون .....

زاوية خروج الشعاع الضوئي من متوازي المستطيلات	زاوية انكسار الشعاع الضوئي داخل متوازي المستطيلات	
$45^\circ$	$32.4^\circ$	أ
$30^\circ$	$32.4^\circ$	ب
$45^\circ$	$23.8^\circ$	ج
$30^\circ$	$23.8^\circ$	د

١٢ في الشكل المقابل، تكون زاوية انعكاس الشعاع الضوئي عن المرآة B هي .....

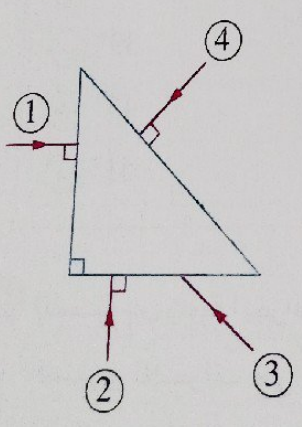


- أ  $30^\circ$
- ب  $50^\circ$
- ج  $60^\circ$
- د  $90^\circ$

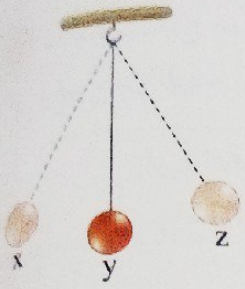
١٣ من العوامل التي يتوقف عليها معامل اللزوجة لمائع .....

- أ مساحة الطبقة المتحركة من المائع
- ب درجة حرارة المائع
- ج سرعة المائع
- د سُمك طبقة المائع

١٤ الشكل المقابل يوضح أربعة أشعة ضوئية تسقط على منشور ثلاثي متساوي الساقين معامل انكسار مادته 1.5، أي من هذه الأشعة يغير اتجاهه بمقدار  $180^\circ$  ؟



- أ 1
- ب 2
- ج 3
- د 4



١٥ في الشكل المقابل، لكي يصنع البندول نصف اهتزازة فإنه يجب أن يتحرك من الموضع .....

- أ) x إلى z
- ب) x إلى y
- ج) y إلى x
- د) y إلى z

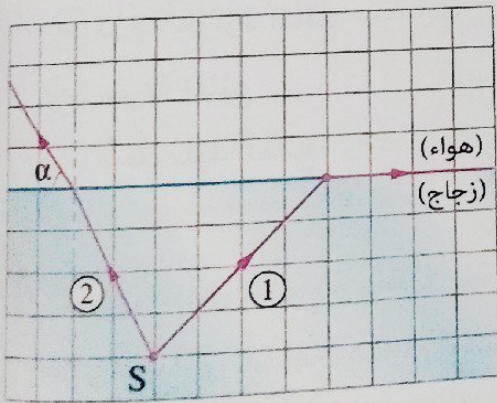
١٦ موجة صوتية تنتشر في وسط ما يزداد ترددها للضعف بواسطة جهاز إلكتروني، فإن .....

- أ) طولها الموجي يقل للنصف
- ب) طولها الموجي يزداد للضعف
- ج) سرعتها تقل للنصف
- د) سرعتها تزداد للضعف

١٧ معامل الانكسار النسبي بين وسطين  $(n_1, n_2)$  يكون أقل من الواحد الصحيح عندما .....

- أ) تكون سرعة الضوء في الوسط الأول أكبر من سرعة الضوء في الوسط الثاني
- ب) تكون زاوية السقوط في الوسط الأول أكبر من زاوية الانكسار في الوسط الثاني
- ج) يكون معامل الانكسار المطلق للوسط الأول أقل من معامل الانكسار المطلق للوسط الثاني
- د) يكون الطول الموجي للضوء في الوسط الأول أقل من الطول الموجي للضوء في الوسط الثاني

١٨ شعاعان ضوئيان ① ، ② ينتقلان من المصدر S في الزجاج في اتجاه الهواء كما هو ممثل بمقياس الرسم الموضح بالشكل، فإن قياس الزاوية  $\alpha$  يساوي تقريباً .....



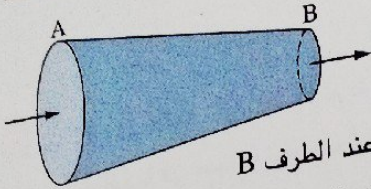
- أ)  $27^\circ$
- ب)  $39^\circ$
- ج)  $45^\circ$
- د)  $51^\circ$

١٩ النسبة بين زاوية انحراف الضوء البنفسجي وزاوية انحراف الضوء الأحمر في منشور ثلاثي في وضع النهاية الصغرى للانحراف على الترتيب .....

- أ) أكبر من الواحد
- ب) أقل من الواحد
- ج) تساوي الواحد
- د) لا يمكن تحديد الإجابة

5

١٠ في تجربة يونج، عندما يمر ضوء أحادي الطول الموجي خلال الشق المزدوج، فإن الهدب المتكونة على الحائل تنشأ بسبب  
 (أ) الانعكاس (ب) الانكسار (ج) التداخل (د) الحيود



١١ الشكل المقابل يمثل سائل يسرى سريعاً هادئاً في أنبوبة بحيث يدخل من الطرف A ويخرج من الطرف B، فإن .....  
 (أ) معدل سريان السائل عند الطرف A أكبر من معدل سريان السائل عند الطرف B  
 (ب) معدل سريان السائل عند الطرف A أقل من معدل سريان السائل عند الطرف B  
 (ج) سرعة السائل عند الطرف A أقل من سرعة السائل عند الطرف B  
 (د) سرعة السائل عند الطرف A مساوية لسرعة السائل عند الطرف B

• أجب عما يأتي (٣٢ : ٣٧) :

١٢ في تجربة يونج لقياس الطول الموجي للضوء الأحمر وجد أن مركز الهدبة المضئية ذات الرتبة الثانية على بُعد  $4 \times 10^{-3} \text{ m}$  من مركز الهدبة المركزية، فإذا كان حائل استقبال هُذب التداخل على بُعد  $200 \text{ cm}$  من حاجز الشقين والمسافة بين الشقين  $7 \times 10^{-4} \text{ m}$ ، احسب الطول الموجي للضوء الأحمر.

١٣ ما الشروط اللازم توافرها ليكون المنشور الثلاثي في وضع النهاية الصغرى للانحراف؟

١٤ «توجد النباتات المائية في النيل بالقرب من الشواطئ ولا توجد في منتصف المجرى المائي»، فسر هذه العبارة.

٢٥ طُرقت شوكة رنانة فأحدثت 2048 ذبذبة كاملة خلال ثمان ثوان، احسب :  
(١) تردد الشوكة.  
(٢) الزمن الدورى للذبذبات الناتجة.

٢٦ إذا كان لديك مادتين A ، B مرتتين شفافتين للضوء، معامل انكسار A أكبر من معامل انكسار B، ويراد استخدامهما فى صناعة ليفة ضوئية ذات طبقتين، فأيهما يستخدم لصناعة الطبقة الداخلية لليفة الضوئية ؟ وأيها يستخدم لصناعة الطبقة الخارجية لها ؟ مع التفسير.

٢٧ منشور ثلاثى زاوية رأسه  $45^\circ$  ومعامل انكسار مادته 1.7 مغمور كلياً فى ماء معامل انكساره  $\frac{4}{3}$ ، احسب زاويتى الخروج والانحراف لشعاع ضوئى سقط عمودياً على أحد أوجه المنشور.



اختر الإجابة الصحيحة (١ : ٣١) :

١ كتلة معلقة بواسطة ملف زنبركي ومرتزة، فإذا تم جذبها لأسفل مسافة 10 cm ثم تركت فمرت بموضع الاتزان لأول مرة بعد 0.5 s، فإن .....

الزمن الدوري (s)	سعة الاهتزازة (cm)	
1.5	10	أ
2	10	ب
2	20	ج
1.5	20	د

٢ أنبوبة مياه نصف قطرها 3.5 cm يسرى بها ماء سريعاً مستقراً بسرعة 3 m/s، فإن الزمن اللازم لملء خزان مكعب الشكل طول ضلعه 226 cm يساوي تقريباً .....

- أ) 900 s      ب) 1000 s      ج) 1100 s      د) 1200 s

٣ إذا كانت الزاوية الحرجة لشعاع ضوئي عندما ينتقل من وسط ① معامل انكساره 1.72 إلى وسط ② تساوي 55°، فإن معامل انكسار مادة الوسط ② يساوي .....

- أ) 1.41      ب) 1.48      ج) 1.53      د) 1.56

٤ سقط شعاع ضوئي على أحد أوجه منشور رقيق من الزجاج معامل انكسار مادته اللون الأزرق 1.664 وللون الأحمر 1.644، فإن قوة التفريق اللوني للمنشور تساوي .....

- أ) 0.05      ب) 0.04      ج) 0.03      د) 0.02

٥ شعاع ضوئي سقط بزاوية سقوط 45° على وجه منشور ثلاثي معامل انكسار مادته  $\sqrt{2}$  وخرج من الوجه المقابل بزاوية 45°، فإن زاوية رأس المنشور تساوي .....

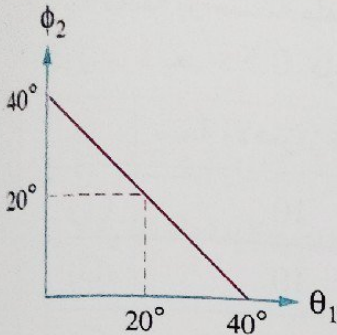
- أ) 45°      ب) 60°      ج) 72°      د) 80°

٦ إذا كان بُعد مركز الهدبة المضيئة الأولى عن مركز الهدبة المركزية في تجربة يونج 2 mm، فإن بُعد مركز الهدبة المعتمة الثالثة عن مركز الهدبة المركزية يساوي .....

- أ) 2 mm      ب) 5 mm      ج) 6 mm      د) 7 mm

شبكة رنانة مهتزة خارج قسمة زمنها الدوري على ترددها  $\frac{1}{65536} \text{ s}^2$ ، فإن عدد الذبذبات التي تصدرها خلال

- عشر ثوان يساوي .....
- (أ) 1636 ذبذبة (ب) 2560 ذبذبة (ج) 3160 ذبذبة (د) 6320 ذبذبة



الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين زاوية السقوط الثانية ( $\phi_2$ ) وزاوية الانكسار الأولى ( $\theta_1$ ) عند مرور شعاع ضوئي خلال منشور ثلاثي الزاوية الحرجة لمادته  $41.8^\circ$ ، فإن زاوية الانحراف الصغرى للمنشور تساوي .....

- (أ)  $17.27^\circ$  (ب)  $21.73^\circ$  (ج)  $25.46^\circ$  (د)  $30.25^\circ$

سقط شعاع ضوئي من الهواء على سطح مادة شفافة بزاوية سقوط  $50^\circ$  فانعكس جزء منه وانكسر جزء آخر بحيث كانت الزاوية بين الشعاعين المنعكس والمنكسر  $100^\circ$ ، فتكون الزاوية الحرجة للمادة الشفافة مع الهواء هي .....

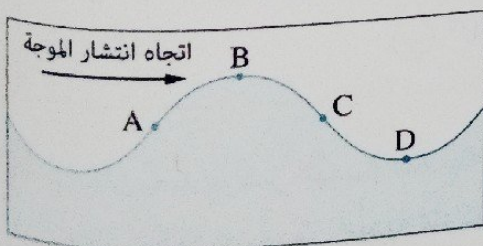
- (أ)  $36.8^\circ$  (ب)  $40.75^\circ$  (ج)  $42.68^\circ$  (د)  $45.54^\circ$

طبقة سُمكها  $2.5 \text{ mm}$  من سائل لزج تغطي أرضية من السيراميك، فإذا انزلق عليها لوح مربع مساحته  $0.1 \text{ m}^2$  بسرعة منتظمة  $0.5 \text{ m/s}$  نتيجة تأثيره بقوة مماسية  $35 \text{ N}$ ، فإن معامل لزوجة السائل يساوي .....

- (أ)  $0.75 \text{ N.s/m}^2$  (ب)  $1.25 \text{ N.s/m}^2$  (ج)  $1.75 \text{ N.s/m}^2$  (د)  $2.25 \text{ N.s/m}^2$

رشاش ماء به 20 ثقب متماثل مساحه مقطع كل ثقب  $5 \text{ mm}^2$ ، ويتصل الرشاش بخرطوم مساحه مقطعه  $120 \text{ mm}^2$  حيث يتدفق الماء عبر الخرطوم بسرعة  $1.5 \text{ m/s}$ ، فتكون سرعة تدفق الماء خلال كل ثقب من ثقوب الرشاش هي .....

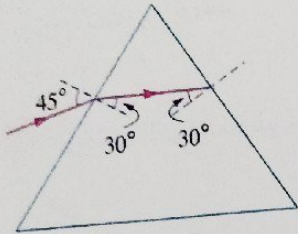
- (أ)  $0.05 \text{ m/s}$  (ب)  $0.56 \text{ m/s}$  (ج)  $1.8 \text{ m/s}$  (د)  $20 \text{ m/s}$



الشكل المقابل يمثل مقطع رأسى لموجة ماء تنتشر من اليسار إلى اليمين، عند أي نقطتين تكون السرعة اللحظية الرأسية لجزيئات الماء أقصى ما يمكن ؟

- (أ) A ، D (ب) B ، C (ج) A ، C (د) C ، D

١٤ في تجربة يونج استخدم ضوء أزرق طوله الموجي  $\lambda$  عبر شقين ضيقين المسافة بينهما  $d$  فظهرت هُذب التداخل بمقياس معين على حائل استقبال الهُذب الذي يبعد مسافة  $R$  عن حاجز الشقين، بفرض أن نفس التجربة أعيدت أسفل سطح الماء، فإن المسافة بين كل هذبين متتاليين من هُذب التداخل .....  
 (أ) تظل ثابتة (ب) تقل (ج) تزداد (د) لا يمكن تحديد الإجابة



١٥ الشكل المقابل يمثل شعاع ضوئي يمر خلال منشور ثلاثي متساوي الأضلاع معامل انكسار مادته  $\sqrt{2}$ ، فتكون قيمة زاوية الانحراف للشعاع الضوئي .....

- (أ)  $30^\circ$  (ب)  $45^\circ$  (ج)  $55^\circ$  (د)  $60^\circ$

١٦ منشوران رقيقان ينحرف خلالهما الشعاع الضوئي بنفس الزاوية، فإذا كانت زاوية رأس المنشور الأول  $9^\circ$  ومعامل انكسار مادته 1.5 ومعامل انكسار مادة المنشور الثاني 1.75، فإن زاوية رأس المنشور الثاني تساوي .....

- (أ)  $6^\circ$  (ب)  $7^\circ$  (ج)  $8^\circ$  (د)  $9^\circ$

١٧ تم تحريك طرف ملف زنبركي بطريقة معينة ليصنع موجة طولية طولها الموجي 30 cm وزمنها الدوري 0.1 s، ثم تم تحريكه بطريقة أخرى ليصنع موجة مستعرضة زمنها الدوري 0.2 s ولها نفس سرعة الموجة الطولية، فإن الطول الموجي للموجة المستعرضة يساوي .....

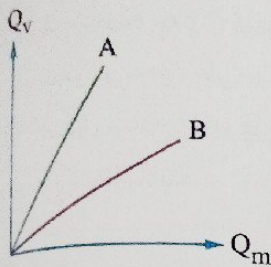
- (أ) 7.5 cm (ب) 15 cm (ج) 30 cm (د) 60 cm

١٨ إذا كانت نسبة زاوية سقوط شعاع ضوئي من الزجاج على السطح الفاصل بين الزجاج ووسط ما إلى زاوية انكساره في الوسط أقل من الواحد الصحيح، فإن .....

- (أ) معامل الانكسار المطلق للزجاج أكبر من معامل الانكسار المطلق للوسط  
 (ب) معامل الانكسار المطلق للزجاج أقل من معامل الانكسار المطلق للوسط  
 (ج) سرعة الضوء في الزجاج أكبر من سرعة الضوء في الوسط  
 (د) الطول الموجي للضوء في الزجاج أكبر من الطول الموجي للضوء في الوسط

١٩ سقط شعاع ضوئي على أحد أوجه منشور ثلاثي بزاوية سقوط  $\phi$  وخرج من الوجه المقابل بزاوية خروج تساوي  $1.25 \phi$  بحيث ينحرف الشعاع بزاوية تساوي  $0.75 \phi$ ، فإن النسبة بين زاوية الانحراف وزاوية رأس المنشور  $\left(\frac{\alpha}{A}\right)$  تساوي .....

- (أ)  $\frac{1}{4}$  (ب)  $\frac{1}{2}$  (ج)  $\frac{2}{1}$  (د)  $\frac{2}{5}$



الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين معدل التدفق الحجمي ( $Q_v$ ) ومعدل التدفق الكتلي ( $Q_m$ ) لسائلي A ، B كل منهما يسرى سريعاً هادئاً في عدة أنابيب كل على حدة، فتكون النسبة بين كثافتى السائلي  $\left(\frac{\rho_A}{\rho_B}\right)$  .....

- أ أكبر من الواحد  
 ب أقل من الواحد  
 ج تساوى الواحد  
 د لا يمكن تحديد الإجابة

الموجات الكهرومغناطيسية التي يتضح بها الحيود أكثر عند مرورها من فتحة أبعادها حوالي  $10^{-5} m$  هي

- أ الأشعة السينية  
 ب موجات الراديو  
 ج أشعة جاما  
 د موجات الأشعة فوق البنفسجية

تتبعين الزاوية الحرجة بين وسطين من العلاقة :  $\sin \phi_c = \frac{n_2}{n_1}$ ، وهذا يعنى أن .....

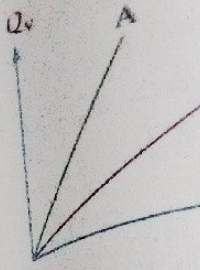
- أ  $n_2 < n_1$   
 ب  $n_2 > n_1$   
 ج  $n_2 = n_1$   
 د سرعة الضوء في الوسطين متساوية

• أجب عما يأتي (٢٢ : ٢٧) :

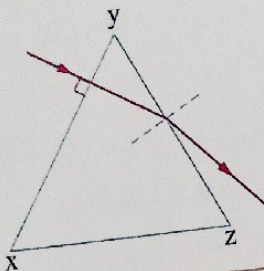
٢٢ العسل الأبيض يكون أكثر انسياباً في الصيف عنه في الشتاء، ما سبب ذلك ؟

٢٣ عند إجراء تجربة يونج لتحديد الطول الموجى لموجة ضوء أحادى اللون تكونت على حائل استقبال الهدب مجموعة من المناطق المضيئة والمظلمة، فإذا علمت أن بُعد الحائل عن حاجز الشق المزدوج  $100 cm$  والمسافة بين الشقين  $0.1 mm$  والمسافة بين مركزي أى هُديتين متتاليتين من نفس النوع  $4.5 mm$ ، احسب الطول الموجى للضوء المستخدم.

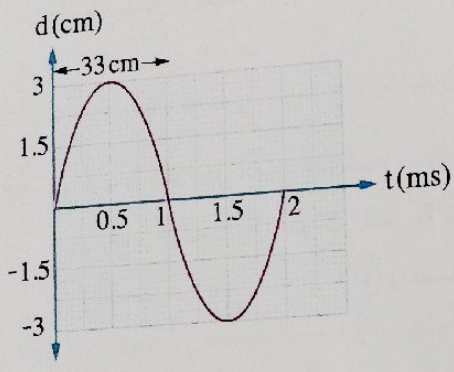
٢٤ جسم مضيء فى قاع بركة ماء عمقها 150 cm يبعث أشعة ضوئية فى جميع الاتجاهات فإذا تكونت بقعة دائرية مضيئة على سطح الماء، احسب نصف قطر تلك البقعة.  
(علمًا بأن : معامل انكسار الماء = 1.33)



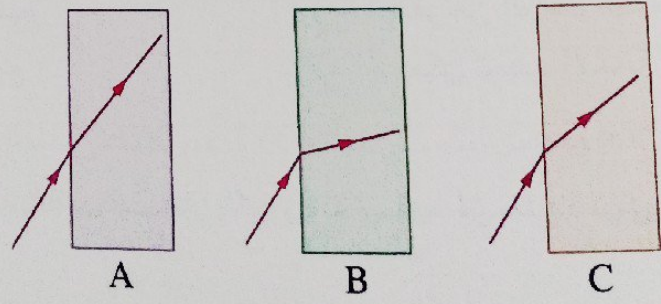
٢٥ الشكل المقابل يمثل مسار شعاع ضوئى أحادى اللون خلال منشور ثلاثى متساوى الأضلاع معامل انكسار مادته 1.5، فإذا كان مسار الشعاع فى الشكل يحتوى على خطأ، حدد الخطأ فى الشكل، وأعد الرسم بشكل صحيح.



٢٦ أحدثت موجة صوتية تنتقل فى الهواء اهتزازاً لجزيئات الهواء، والشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين الإزاحة (d) لأحد جزيئات الهواء والزمن (t) :  
(١) ما نوع الموجة المتكونة فى الهواء ؟  
(٢) ارسم العلاقة البيانية بين الإزاحة والزمن بنفس مقياس الرسم لاهتزاز أحد جزيئات وسط تنتشر به موجة صوتية ثانية طولها الموجى نصف الطول الموجى للموجة الأولى وسعة اهتزازها نصف سعة اهتزازة الموجة الأولى.

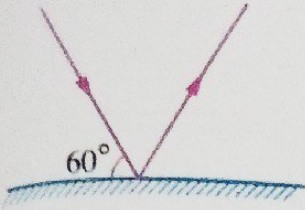


٢٧ الأشكال التالية تمثل شعاع ضوئى يسقط من الهواء بنفس زاوية السقوط على عدة أوساط مختلفة، رتب تصاعدياً هذه الأشكال طبقاً لمعاملات انكسار تلك الأوساط.

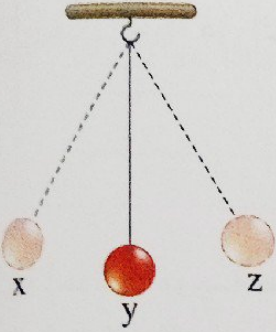


مجموعة  
التشقين  
للضوء

• اختر الإجابة الصحيحة (١ : ٢١) :



- ١ في الشكل المقابل زاوية انعكاس الشعاع الضوئي تساوي .....
- أ)  $30^\circ$       ب)  $45^\circ$
- ج)  $60^\circ$       د)  $120^\circ$



- ٢ أثناء اهتزاز البندول تكون سرعة ثقل البندول صفر عند .....
- أ) الموضع x فقط
- ب) الموضع y فقط
- ج) الموضع z فقط
- د) الموضعين x ، z

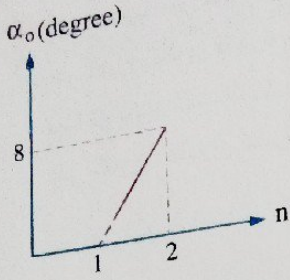
- ٣ في تجربة التداخل ليونج استخدم مصدر ضوء أصفر فتكونت على الحائل هُذب تداخل، فلكي نزيد وضوح التداخل دون تغيير الأبعاد بين أدوات التجربة يجب استخدام مصدر ضوء .....
- أ) أخضر      ب) بنفسجي      ج) أزرق      د) أحمر

- ٤ قد لا نرى جزء من قاع حمام السباحة عند النظر إليه من الهواء بسبب حدوث .....
- أ) تداخل لموجات الضوء
- ب) حيود لموجات الضوء
- ج) انكسار للأشعة الضوئية
- د) انعكاس كلي لبعض أشعة الضوء

- ٥ النسبة بين زاوية الانكسار الأولى وزاوية السقوط الثانية داخل منشور ثلاثي في وضع النهاية الصغرى للانحراف
- .....  $\left(\frac{\theta_1}{\phi_2}\right)$
- أ) أكبر من الواحد الصحيح      ب) أصغر من الواحد الصحيح
- ج) تساوي الواحد الصحيح      د) لا يمكن تحديد الإجابة

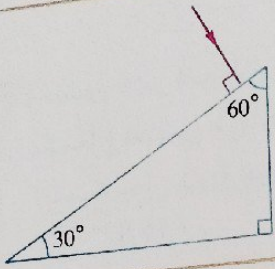
- ٦ إذا علمت أن معامل انكسار الماس 2.4، فإن أكبر زاوية سقوط لشعاع ضوئي في الماس بحيث ينفذ إلى الهواء تساوي .....
- أ)  $40.2^\circ$       ب)  $36.2^\circ$       ج)  $32.4^\circ$       د)  $24.6^\circ$

الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين زوايا الانحراف ( $\alpha_0$ ) للضوء خلال عدة مناشير رقيقة لها نفس زاوية الرأس ومعاملات الانكسار ( $n$ ) لمواد هذه المناشير، فتكون زاوية رأس أى منشور منها تساوى .....



- ٦  
 4° (أ)  
 8° (ب)  
 6° (ج)  
 10° (د)

الشكل المقابل يمثل سقوط شعاع ضوئى عمودياً على أحد أوجه منشور ثلاثى معامل انكسار مادته 1.5، فتكون زاوية خروجه من المنشور هى .....



- ٧  
 30° (أ)  
 41.81° (ب)  
 60° (ج)  
 48.59° (د)

٨  
 تؤثر قوة مماسية على لوح مصقول فينزلق بسرعة منتظمة على طبقة من سائل لزج تغطى أرضية قاعة، فإذا زادت هذه القوة للضعف، فإن معامل لزوجة السائل .....

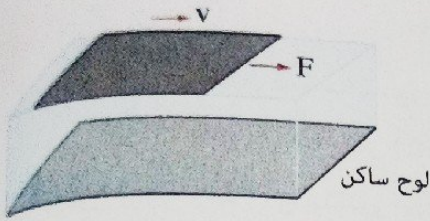
- ٩  
 (أ) يقل للربع (ب) يقل للنصف (ج) يزداد للضعف (د) لا يتغير

١٠  
 حبل أفقى رُبط أحد طرفيه فى الفرع السفلى لشوكة رنانة أفقية ثم طرقت شوكة السفلى فأحدثت الشوكة اضطرابين أحدهما فى الحبل والآخر فى الهواء فيكون نوع الموجة الحادثة .....

فى الهواء	فى الحبل	
مستعرضة	طولية	(أ)
طولية	طولية	(ب)
مستعرضة	مستعرضة	(ج)
طولية	مستعرضة	(د)

١١  
 منشور ثلاثى زاوية رأسه 45° ومعامل انكسار مادته 1.66 غمر كلياً فى سائل معامل انكساره 1.33، فإذا كان المنشور فى وضع النهاية الصغرى للانحراف فإن زاوية انحراف الضوء فى المنشور فى هذه الحالة تساوى .....

- ١٢  
 9.29° (أ)  
 12.06° (ب)  
 16.19° (ج)  
 33.88° (د)



12 وُضعت طبقة من سائل x بين لوحين وتم التأثير بقوة مماسية 100 N على اللوح العلوي فتحرك بسرعة منتظمة 0.2 m/s كما بالشكل المقابل، فإذا تم تغيير السائل x بسائل آخر y والتأثير بقوة مماسية 50 N على اللوح العلوي تحرك بسرعة منتظمة 0.4 m/s، فإن النسبة بين

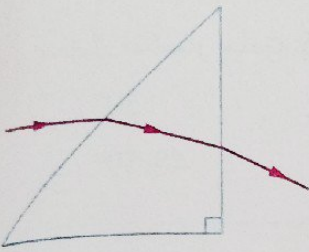
معامل لزوجة السائلين  $\frac{(\eta_{vs})_x}{(\eta_{vs})_y}$  تساوى .....

د  $\frac{4}{1}$

ج  $\frac{2}{1}$

ب  $\frac{1}{2}$

أ  $\frac{1}{1}$



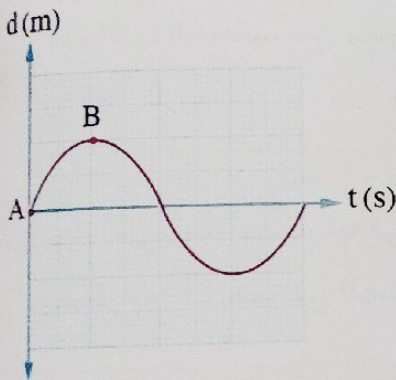
13 منشور ثلاثي قائم الزاوية متساوي الساقين معامل انكسار مادته 1.5، سقط شعاع ضوئي على أحد أوجهه موازياً للقاعدة وخرج من الوجه المقابل كما بالشكل، فإن زاوية خروج الشعاع من المنشور تساوى .....

ب  $25.8^\circ$

أ  $16.87^\circ$

د  $45^\circ$

ج  $28.1^\circ$



14 الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين الإزاحة (d) لأحد جزيئات وسط تنتشر فيه موجة والزمن (t)، فإذا كانت الفترة الزمنية بين النقطتين A ، B تساوى 0.15 s، فإن تردد الموجة يساوى .....

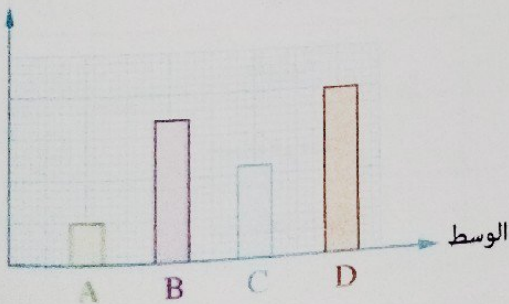
ب  $\frac{1}{3}$  Hz

أ  $\frac{1}{15}$  Hz

د  $\frac{20}{3}$  Hz

ج  $\frac{5}{3}$  Hz

سرعة الضوء



15 الشكل المقابل يمثل سرعة الضوء في أربعة أوساط A ، B ، C ، D ، فإن الوسط الأكبر كثافة ضوئية هو .....

أ الوسط A

ب الوسط B

ج الوسط C

د الوسط D

16 النسبة بين زاوية انحراف الضوء الأزرق في المنشور الثلاثي في وضع النهاية الصغرى للانحراف وزاوية انحراف الضوء الأحمر على الترتيب .....

أ أكبر من الواحد

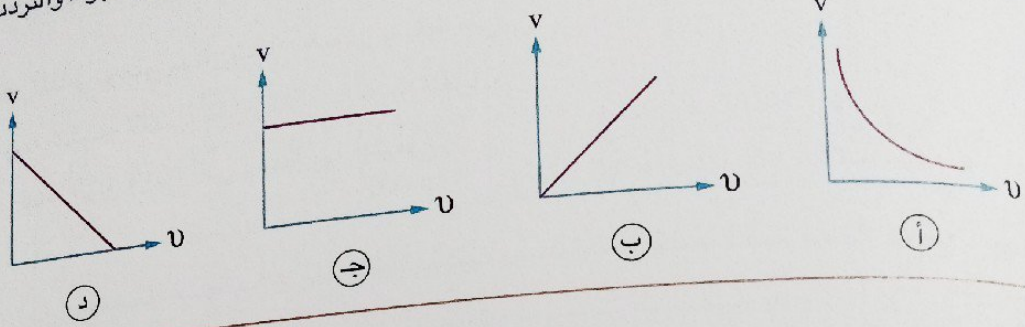
ب أقل من الواحد

ج تساوى الواحد

د لا يمكن تحديد الإجابة



١٧ أي الأشكال البيانية التالية يمثل العلاقة بين السرعة (v) لعدة موجات صوتية تنتشر في الهواء والتردد (ν) لكل منها ؟



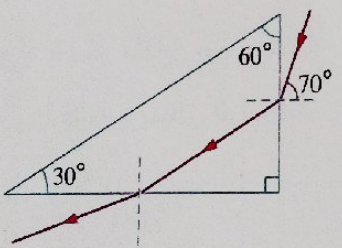
١٨ ثلاثة صناديق يملأ كل منها على حدة حوض، فيستغرق الصندوق الأول ساعة ويستغرق الصندوق الثاني  $\frac{1}{2}$  ساعة، ويستغرق الصندوق الثالث  $\frac{1}{4}$  ساعة، فإن الزمن اللازم لملء الحوض إذا فُتحت الثلاثة صناديق معاً يساوي .....

- أ)  $\frac{1}{7}$  hour
- ب)  $\frac{3}{4}$  hour
- ج)  $\frac{7}{9}$  hour
- د)  $\frac{7}{8}$  hour

١٩ وتر مهتز يصنع  $3 \times 10^4$  اهتزازة كاملة خلال دقيقة واحدة، فإن الزمن الذي يستغرقه الوتر لعمل اهتزازة كاملة يساوي .....

- أ)  $2 \times 10^{-3}$  s
- ب)  $3 \times 10^{-3}$  s
- ج)  $2 \times 10^{-2}$  s
- د)  $3 \times 10^{-2}$  s

٢٠ في الشكل المقابل شعاع ضوئي يمر خلال منشور ثلاثي، فتكون زاوية رأس المنشور الثلاثي .....

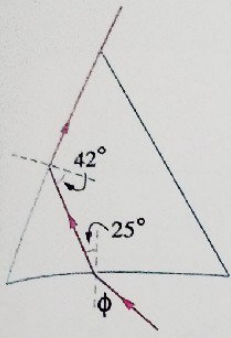


- أ)  $30^\circ$
- ب)  $60^\circ$
- ج)  $70^\circ$
- د)  $90^\circ$

٢١ شوكتان رنانتان، الأولى تُحدث 480 اهتزازة في الثانية وينتج عنها في الهواء موجة طولها  $\lambda_1$  والشوكة الثانية تُحدث 120 اهتزازة في الثانية وينتج عنها في الهواء موجة طولها  $(\lambda_2)$  يساوي .....

- أ)  $\frac{\lambda_1}{4}$
- ب)  $\frac{\lambda_1}{2}$
- ج)  $2\lambda_1$
- د)  $4\lambda_1$

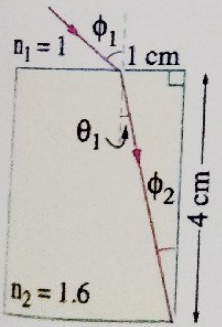
هـ أجب عما يأتي (٢٢ : ٢٧) :



٢٢ الشكل المقابل يوضح مسار شعاع ضوئي يسقط على أحد أوجه منشور ثلاثي ويخرج مماساً للوجه المقابل، احسب قيمة الزاوية  $(\phi)$  التي يسقط بها الشعاع.

٢٣ تنتقل موجة بين وسطين مختلفين (1) ، (2) فكان طولها الموجي في أحد الوسطين أكبر من طولها الموجي في الوسط الآخر بمقدار 10 cm ، فإذا علمت أن النسبة بين سرعتي الموجة في الوسطين  $\left(\frac{v_1}{v_2}\right)$  تساوي  $\frac{2}{3}$  ، احسب الطول الموجي للموجة في الوسط (1).

٢٤ الشكل المقابل يوضح شعاع ضوئي يمر من الهواء إلى وسط معامل انكساره المطلق 1.6 ، احسب زاوية سقوط الشعاع  $(\phi_1)$ .

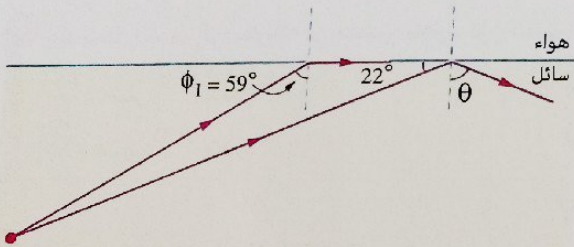
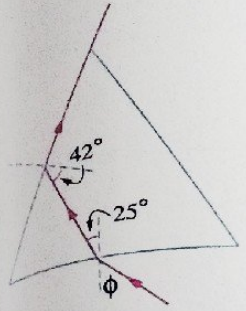


5

٦٥ أجرى ثلاثة طلاب A ، B ، C تجربة توماس يونج باستخدام مصدر ليزر أحمر، والجدول التالي يبين الأبعاد بين أجزاء التجربة التي أجراها كل منهم،

الطالب (C)	الطالب (B)	الطالب (A)	
0.15 mm	0.175 mm	0.15 mm	المسافة الفاصلة بين الشقين
0.8 m	0.8 m	0.6 m	يُعد حائل استقبال الهدب عن حاجز الشقين

رتب تجارب الطلاب الثلاثة تبعاً للمسافة الفاصلة بين مركزي الهدبة المركزية والهدبة المضيئة الأولى.



٦٦ الشكل المقابل يوضح أشعة ضوئية تسقط من سائل على السطح الفاصل مع الهواء،

احسب:

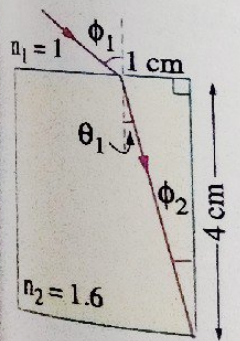
(١) قيمة الزاوية  $\theta$

(٢) معامل الانكسار المطلق للسائل.

طولها الموجي في الوسط  
ساوي  $\frac{2}{3}$ ، احسب الطول



٦٧ فسر لماذا يستخدم رجال الإطفاء خراطيم لها طرف مسحوب عند إطفاء الحرائق كما بالشكل، وماذا يحدث إذا تم استخدام خراطيم طرفها النهائي أكثر اتساعاً؟



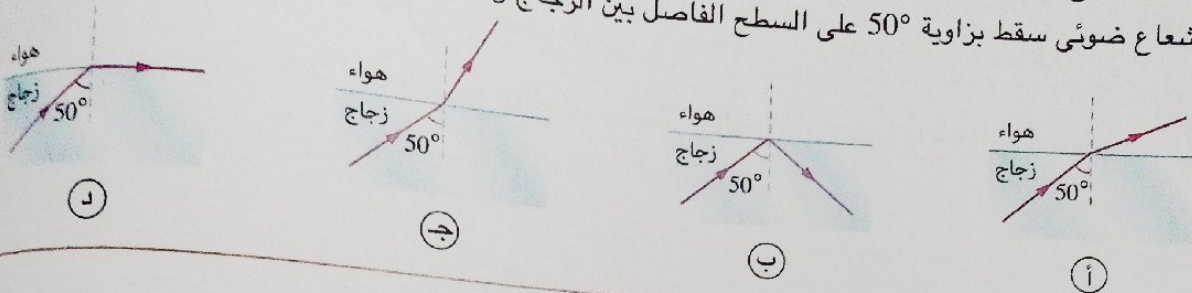
## اختبار

9

مجاب عنه

• اختر الإجابة الصحيحة (١ : ٢١) :

١ إذا علمت أن معامل انكسار الزجاج يساوي 1.5، فإن الشكل الذي يمثل المسار الصحيح الذي سوف يسلك شعاع ضوئي سقط بزاوية  $50^\circ$  على السطح الفاصل بين الزجاج والهواء هو .....



د

ج

ب

ا

٢ عند تحليل الضوء إلى مكوناته في منشور ثلاثي، فإن الضوء البنفسجي يكون أكبر انحرافاً من الضوء الأحمر لأن .....

ب)  $\lambda_{\text{بنفسجي}} > \lambda_{\text{أحمر}}$

ا)  $n_{\text{بنفسجي}} > n_{\text{أحمر}}$

د)  $v_{\text{بنفسجي}} < v_{\text{أحمر}}$

ج)  $v_{\text{بنفسجي}} > v_{\text{أحمر}}$

٣ موجة صوتية ترددها 330 Hz تنتشر في هواء بارد بسرعة 330 m/s، فإذا انتقلت إلى هواء ساخن زاد طولها الموجي بمقدار 2% من طولها الأول، فإن سرعة الموجة في الهواء الساخن تساوي .....

د) 336.6 m/s

ج) 330 m/s

ب) 323.4 m/s

ا) 316.8 m/s

٤ سقط شعاع ضوئي بزاوية سقوط  $\phi$  على أحد أوجه منشور ثلاثي زاوية رأسه  $75^\circ$  ومعامل انكسار مادته  $\sqrt{2}$  فخرج مماساً للوجه المقابل، فتكون قيمة  $\phi$  هي .....

د)  $60^\circ$

ج)  $45^\circ$

ب)  $30^\circ$

ا)  $0^\circ$

٥ يتم حقن مريض بإبرة نصف قطرها الداخلي 0.3 mm فإذا كان معدل تدفق الدواء خلالها  $0.5 \text{ cm}^3/\text{s}$ ، فإن سرعة سريان الدواء في الإبرة تساوي .....

( $\pi = 3.14$ )

د) 7.71 m/s

ج) 2.42 m/s

ب) 1.77 m/s

ا) 1.24 m/s

٦ إناء جداره سميك من مادة شفافة للضوء معامل انكسار مادتها 1.52 يحتوى على سائل معامل انكساره 1.44 فتكون الزاوية الحرجة بين الوسطين .....

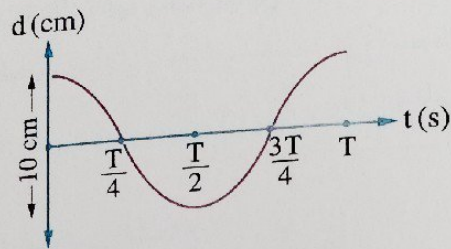
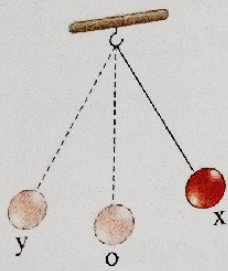
ب)  $71.33^\circ$  وتقع في مادة الإناء

ا)  $68.42^\circ$  وتقع في مادة الإناء

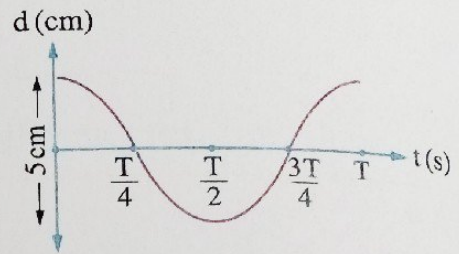
د)  $71.33^\circ$  وتقع في السائل

ج)  $68.42^\circ$  وتقع في السائل

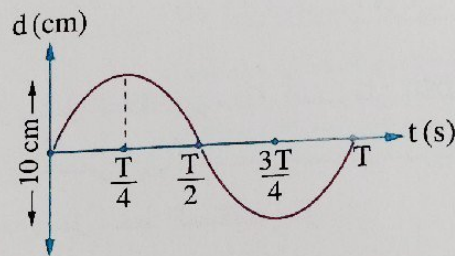
7 في الشكل المقابل أُزيح ثقل بندول بسيط من موضع اتزانه الأصلي (o) مسافة 5 cm إلى الموضع (x) ثم تُرك ليتحرك حركة توافقية بسيطة فأكمل اهتزازة كاملة خلال زمن T، أي الأشكال البيانية التالية يمثل العلاقة بين الإزاحة (d) لثقل البندول عن موضع اتزانه الأصلي والزمن (t) خلال اهتزازة كاملة بدءاً من الموضع (x) ؟



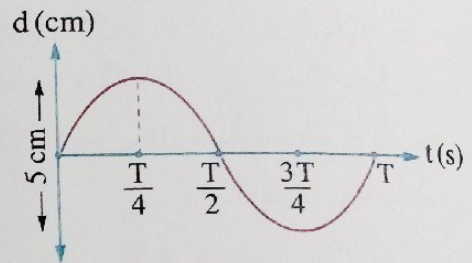
(ب)



(أ)



(د)



(ج)

8 في تجربة توماس يونج إذا استخدم ضوء أحمر ثم أُعيدت التجربة مع تغيير المصدر الضوئي فقط بآخر يصدر

ضوء أزرق، فإن النسبة  $\frac{(\Delta y)_r}{(\Delta y)_b}$  .....

(ب) أقل من الواحد الصحيح

(أ) أكبر من الواحد الصحيح

(د) لا يمكن تحديدها

(ج) تساوي الواحد الصحيح

9 الشكل المقابل يوضح ثقل مربوط بزنبرك مهتز، فتكون المسافة التي

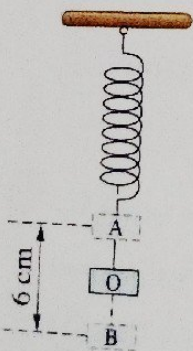
يقطعها الثقل خلال الزمن الدوري للاهتزازة هي .....

(أ) 3 cm

(ب) 6 cm

(ج) 9 cm

(د) 12 cm



10 يسرى ماء سرياناً هادئاً في أنبوبة رئيسية تتفرع إلى عدد من الأنابيب الفرعية المتماثلة، فإذا كان قطر الأنبوبة الرئيسية ثمان أمثال قطر الأنبوبة الفرعية وسرعة سريان الماء في الأنبوبة الفرعية أربع أمثال سرعة سريانه في الأنبوبة الرئيسية، فإن عدد الأنابيب الفرعية يساوى .....

د 24

ج 16

ب 8

أ 4

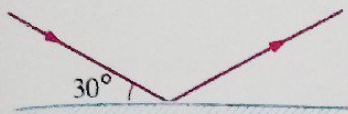
11 أى من الكميات الفيزيائية الآتية لها وحدة قياس ؟

أ معامل الانكسار المطلق

ب معامل اللزوجة

ج قوة التفريق اللوني

د معامل الانكسار النسبى



12 فى الشكل المقابل زاوية انعكاس الشعاع

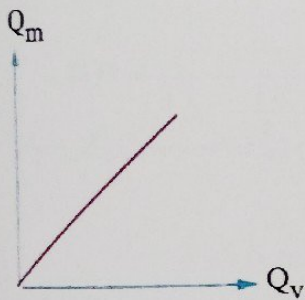
الضوئى تساوى .....

د 90°

ج 60°

ب 40°

أ 30°



13 الشكل البيانى المقابل يمثل العلاقة بين معدل السريان الكتلى

( $Q_m$ ) ومعدل السريان الحجمى ( $Q_v$ ) لسائل يسرى سرياناً

هادئاً فى عدة أنابيب، فإن ميل الخط المستقيم يمثل .....

ب درجة حرارة السائل

أ ضغط السائل

د كثافة السائل

ج سرعة سريان السائل

14 النسبة بين قوة التفريق اللوني لمنشور رقيق زاوية رأسه  $5^\circ$  إلى قوة التفريق اللوني لمنشور رقيق آخر زاوية رأسه  $10^\circ$  من نفس المادة هى .....

د  $\frac{3}{2}$

ج  $\frac{2}{1}$

ب  $\frac{1}{2}$

أ  $\frac{1}{1}$

15 إذا كان تردد موجة طولية 50 Hz فيكون الزمن اللازم لتقطع هذه الموجة مسافة تعادل نصف الطول الموجى لها هو .....

د 0.01 s

ج 0.02 s

ب 0.45 s

أ 0.08 s

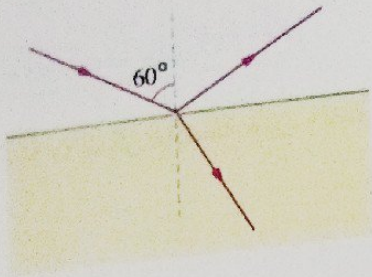
16 ليفة ضوئية معامل انكسار مادتها 2.1 مغلقة بطبقة خارجية، فيكون معامل انكسار مادة الطبقة الخارجية الذى يجعل الزاوية الحرجة بين الطبقتين  $32^\circ$  هو .....

د 4.32

ج 3.96

ب 1.9

أ 1.11

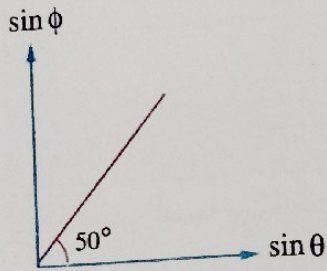


١٤) سقطت حزمة ضوئية متوازية من الهواء على سطح وسط شفاف كما بالشكل المقابل، فانعكس جزء منها وانكسر جزء آخر بحيث كان الشعاعان المنعكس والمنكسر متعامدان، فإن الزاوية الحرجة للوسط الشفاف مع الهواء تساوى .....

- ٣٥.٢٦° (أ)  
٤٥.٢٦° (ب)  
٥٣.٢٦° (ج)  
٥٤.٢٦° (د)

١٥) إذا كانت المسافة الفاصلة بين القمة الأولى والقمة z لموجة مستعرضة هي y، فإن الطول الموجي للموجة يساوى .....

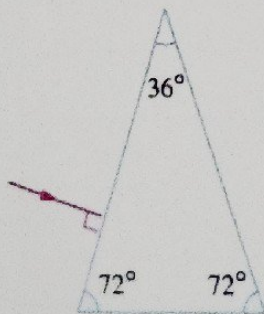
- $\frac{z-1}{y}$  (أ)  $\frac{y}{1}$  (ب)  $\frac{z}{y}$  (ج)  $\frac{y}{z-1}$  (د)



١٦) الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين جيب زاوية السقوط ( $\sin \phi$ ) وجيب زاوية الانكسار ( $\sin \theta$ ) لموجة ضوئية عند انتقالها من الهواء إلى وسط ما عند تمثيلهما بنفس مقياس الرسم، فإن سرعة الموجة في الوسط تساوى تقريباً .....

- علمًا بأن :  $c = 3 \times 10^8$  m/s  
٢ × ١٠<sup>٨</sup> m/s (أ)  
١.٦ × ١٠<sup>٨</sup> m/s (ب)  
٢.٥ × ١٠<sup>٨</sup> m/s (ج)  
٣ × ١٠<sup>٨</sup> m/s (د)

١٧) عند زيادة المسافة بين حاجز الشق المزدوج وحائل استقبال الهدب في تجربة يونج .....  
١) تزداد المسافة بين الهدب  
٢) تقل المسافة بين الهدب  
٣) لا تتغير المسافة بين الهدب  
٤) يزداد عدد الهدب المضيئة والمظلمة



١٨) الشكل المقابل يمثل شعاع ضوئي يسقط على أحد أوجه منشور ثلاثي معامل انكسار مادته 1.8، فيكون عدد مرات الانعكاس الكلي داخل المنشور هو .....

- ١ (أ)  
٢ (ب)  
٣ (ج)  
٤ (د)

٩  
١١  
• أجب عما يأتي (٣٢ : ٣٧) :

٣٢ «لا يمكن ملاحظة حيود الضوء خلال حياتنا اليومية»، فسر هذه العبارة.

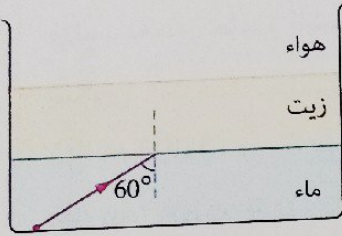
٣٣ ماذا يحدث للقوة المحصلة المؤثرة على جسم معدني عند بدء سقوطه خلال سائل إذا تم خفض درجة حرارة السائل؟

٣٤ احسب النسبة بين قيمتي الطول الموجي لموجتين صوتيتين تنتشران في وسط واحد إذا كان الزمن الدوري للأولى نصف الزمن الدوري للثانية.

٣٥ سقط شعاع ضوئي عمودياً على أحد أوجه منشور ثلاثي زاوية رأسه  $35^\circ$  وخرج منحرفاً عن مساره الأصلي بزاوية  $28^\circ$ ، احسب معامل انكسار مادة المنشور لهذا الضوء.



- ١٦ منشور رقيق معامل انكسار مادته للضوء الأحمر 1.5 وللضوء الأزرق 1.55 فإذا كانت زاوية رأسه  $8^\circ$ ، احسب:
- (١) قيمة زاوية الانحراف المتوسط له.
  - (٢) الانفراج الزاوي للمنشور.



- ١٧ في الشكل المقابل مصدر ضوئي نقطي موضوع في الماء يسقط منه شعاع ضوئي بزاوية  $60^\circ$  على السطح الفاصل بين الماء والزيت فإذا علمت أن معامل الانكسار المطلق للماء  $\frac{4}{3}$  ومعامل الانكسار المطلق للزيت 1.8:

- (١) احسب معامل الانكسار النسبي من الماء إلى الزيت.
- (٢) هل ينكسر الشعاع الضوئي عند سقوطه على السطح الفاصل بين الزيت والهواء؟ فسر إجابتك.

• اختر الإجابة الصحيحة (١ : ٢١) :

١ تؤثر قوة مماسية على لوح من البلاستيك مساحته  $240 \text{ cm}^2$  لينزلق بسرعة منتظمة  $0.4 \text{ m/s}$  على لوح آخر ساكن بينهما طبقة سُمكها  $5 \text{ mm}$  من سائل معامل لزوجه  $2.1 \text{ N.s/m}^2$ ، فإن القوة المماسية المؤثرة على لوح البلاستيك تساوى تقريباً .....

٤ N (ب)

3 N (أ)

9 N (د)

6 N (ج)

٢ سقط ضوء أحادى اللون طوله الموجى  $6000 \text{ \AA}$  على شق مزدوج فإذا كانت المسافة بين الشقين  $0.001 \text{ m}$  والمسافة بين حاجز الشقين والحائل  $500 \text{ cm}$ ، فإن المسافة بين مركزي الهدبتين المضيئتين الرابعة والخامسة تساوى .....

0.012 m (ب)

0.003 m (أ)

$3 \times 10^{-4} \text{ m}$  (د)

$9 \times 10^{-4} \text{ m}$  (ج)

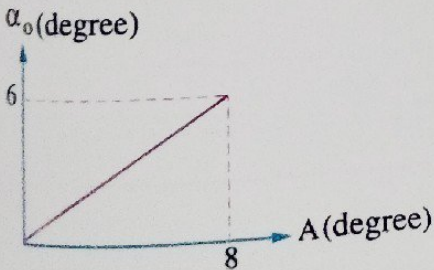
٣ وسطان شفافان للضوء مختلفان فى الكثافة الضوئية الزاوية الحرجة بينهما  $55^\circ$  ومعامل الانكسار المطلق للوسط الأقل كثافة ضوئية  $1.36$ ، فيكون معامل الانكسار المطلق للوسط الأكبر كثافة ضوئية هو .....

1.56 (ب)

1.52 (أ)

1.66 (د)

1.62 (ج)



٤ الشكل البيانى المقابل يمثل العلاقة بين زاوية الانحراف ( $\alpha_0$ ) لشعاع ضوئى خلال عدة مناشير رقيقة مصنوعة من نفس المادة وزاويا الرأس (A) لكل منها، فتكون قيمة معامل انكسار مادة المناشير هى .....

1.3 (أ)

1.4 (ب)

1.5 (ج)

1.75 (د)

٦ أنبوبة مياه مساحة مقطعها عند الطابقين الأرضي والعلوي لمبنى  $15 \text{ cm}^2$  ،  $2.5 \text{ cm}^2$  على الترتيب فإذا كانت سرعة الماء عند الطابق الأرضي  $2 \text{ m/s}$ ، فإن .....

سرعة الماء عند الطابق العلوي (m/s)	معدل التدفق الحجمي ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	
10	$10^{-3}$	أ
12	$10^{-3}$	ب
10	$3 \times 10^{-3}$	ج
12	$3 \times 10^{-3}$	د

٧ موجة ترددها  $100 \text{ Hz}$  وطولها الموجي  $20 \text{ cm}$  تنتشر في وسط (1)، فإذا انتقلت إلى وسط (2) وكانت سرعتها فيه  $30 \text{ m/s}$ ، فإنه في الوسط (2) يكون .....

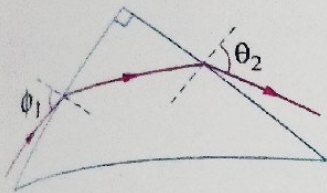
الطول الموجي (cm)	التردد (Hz)	
20	100	أ
30	100	ب
20	150	ج
30	150	د

٨ إذا قل نصف قطر أنبوبة يسرى فيها سائل سريعاً هادئاً إلى النصف، فإن معدل السريان الكتلي .....

- أ) يظل ثابتاً  
ب) يقل للربع  
ج) يزداد للضعف  
د) يزداد لأربعة أمثاله

٩ أستخدم في تجربة الشق المزدوج أشعة ليزر طولها الموجي  $6328 \text{ \AA}$ ، وعند وضع حائل استقبال هُذب التداخل على مسافة  $85 \text{ cm}$  من حاجز الشق المزدوج وجد أن المسافة بين مركزي الهدبتين المركزية والرابعة المضيفة  $1.8 \text{ mm}$ ، فتكون المسافة بين الشقين تقريباً .....

- أ)  $0.3 \text{ mm}$   
ب)  $0.8 \text{ mm}$   
ج)  $1.2 \text{ mm}$   
د)  $4.8 \text{ mm}$



٩ الشكل المقابل يمثل شعاع ضوئي يسقط بزاوية  $\phi_1$  على أحد أوجه منشور ثلاثي في وضع النهاية الصغرى للانحراف معامل انكسار مادته 1.366، فإن زاوية الخروج وزاوية الانحراف الصغرى هما على الترتيب ..... تقريباً.

- ١)  $45^\circ, 60^\circ$     ٢)  $60^\circ, 60^\circ$     ٣)  $45^\circ, 75^\circ$     ٤)  $60^\circ, 75^\circ$

١٠ إذا كانت سرعة الضوء في وسطين X، Y على الترتيب هي  $2.4 \times 10^8 \text{ m/s}$ ،  $1.8 \times 10^8 \text{ m/s}$ ، فإن الزاوية الحرجة بين الوسطين .....

- ١)  $48.59^\circ$  وتقع في الوسط X    ٢)  $48.59^\circ$  وتقع في الوسط Y  
٣)  $53.13^\circ$  وتقع في الوسط X    ٤)  $53.13^\circ$  وتقع في الوسط Y

١١ منشور رقيق زاوية رأسه  $5^\circ$  يحرف الأشعة الساقطة عليه بزاوية قدرها  $3.6^\circ$ ، فإن معامل انكسار مادة المنشور يساوي .....

- ١)  $\sqrt{2}$     ٢) 1.5    ٣) 1.72    ٤) 2.39

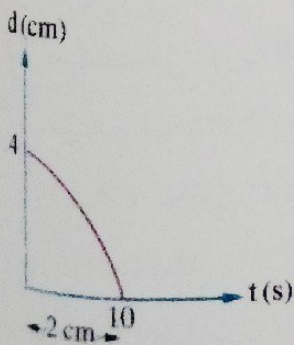
١٢ يقل وضوح التداخل في الضوء في تجربة الشق المزدوج ليونج عند .....

- ١) استخدام ضوء ذو شدة عالية    ٢) نقص المسافة بين الشقين  
٣) زيادة المسافة بين الشقين    ٤) زيادة الطول الموجي للضوء المستخدم

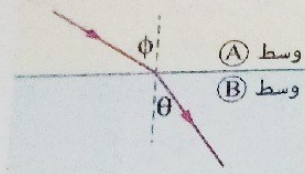
١٣ إذا سقط شعاع ضوئي عمودي على أحد ضلعي الزاوية القائمة لمنشور ثلاثي متساوي الساقين معامل انكسار مادته  $\sqrt{2}$ ، فإن الشعاع الساقط على الضلع المقابل للزاوية القائمة .....

- ١) يخرج مماساً لهذا الوجه    ٢) يخرج بزاوية  $60^\circ$   
٣) ينعكس انعكاساً كلياً    ٤) يخرج بزاوية  $70^\circ$

١٤ الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين الإزاحة (d) لأحد جزيئات وسط تنتشر فيه موجة والزمن (t)، فتكون سرعة الموجة هي .....



- ١) 0.2 cm/s    ٢) 0.4 cm/s  
٣) 6 cm/s    ٤) 8 cm/s



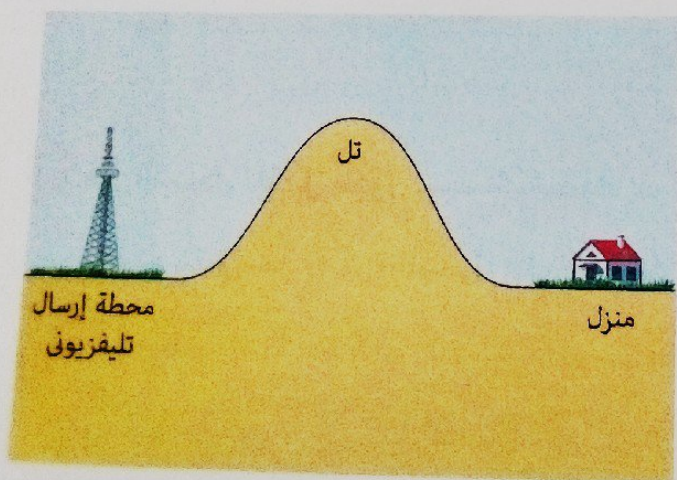
- 16 الشكل المقابل يمثل انتقال شعاع ضوئي من الوسط (A) إلى الوسط (B)، فتكون النسبة بين سرعة الضوء في الوسط (A) إلى سرعة الضوء في الوسط (B) على الترتيب .....
- (أ) أكبر من الواحد  
(ب) أقل من الواحد  
(ج) تساوي الواحد  
(د) لا يمكن تحديد الإجابة إلا بمعرفة قيم  $\theta$  ،  $\phi$

- 17 في البندول البسيط، أي الكميات الآتية لا تتغير مقدارها أثناء حركة البندول ؟
- (أ) الإزاحة  
(ب) السرعة  
(ج) طاقة الوضع  
(د) الطاقة الميكانيكية

- 18 تتوقف زاوية انحراف الضوء في المنشور الرقيق على كل مما يأتي ماعدا .....
- (أ) زاوية رأس المنشور  
(ب) زاوية السقوط الأولى  
(ج) الطول الموجي للضوء  
(د) نوع مادة المنشور

- 19 عندما يزداد الزمن الدوري لحركة موجية في وسط ما، فإن .....
- (أ) الطول الموجي يزداد  
(ب) الطول الموجي يقل  
(ج) السرعة تزداد  
(د) السرعة تقل

- 20 أنبوبة قطرها 30 cm تغذى حقلاً بالماء وتتفرع عند نهايتها إلى عدد من الأنابيب الفرعية نصف قطر كل منها 30 mm، فإذا كانت سرعة الماء في الأنبوبة الرئيسية تساوي سرعتها في الفرع الواحد، يكون عدد الأنابيب الفرعية هو .....
- (أ) 25 (ب) 50 (ج) 75 (د) 100



- 21 الشكل المقابل يمثل تل يفصل بين محطة إرسال تليفزيوني ومنزل، وعلى الرغم من أن التل يحجب محطة الإرسال إلا أن المنزل يستقبل إرسال التليفزيون بشكل جيد، فماذا حدث لموجات التليفزيون عند التل ؟
- (أ) انكسار  
(ب) حيود  
(ج) تداخل  
(د) انعكاس

٢١ إذا سقط شعاع ضوئي على أحد أوجه منشور ثلاثي متساوي الأضلاع في وضع النهاية الصغرى للانحراف

تكون زاوية السقوط الثانية .....

٣٠° (أ)

٤٥° (ب)

٦٠° (ج)

٩٠° (د)

• أجب عما يأتي (٢٢ : ٢٧) :

٢٢ إذا كان تردد نغمة جرس المدرسة 102 Hz وعدد الموجات بينه وبين أقرب فصل هو 12 موجة، إذا علمت أن سرعة الصوت في الهواء 340 m/s، أوجد بُعد الفصل عن الجرس.

.....

.....

.....

.....

.....

٢٣ يسقط شعاع ضوئي على كابل ألياف بصرية مصنوع من مادة لينة معامل انكسارها 1.65، احسب أكبر زاوية سقوط للشعاع الضوئي على السطح الداخلي للكابل بحيث ينفذ منه.

.....

.....

.....

.....

٢٤ من خلال دراستك لمفهوم اللزوجة بم تنصح قائدى السيارات على الطرق السريعة لتوفير معدل استهلاك الوقود؟

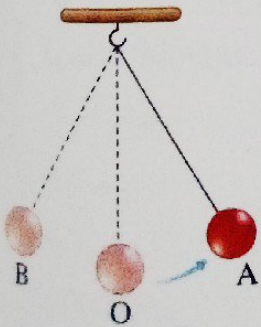
.....

.....

.....

٢٥ فى الشكل المقابل بندول بسيط يتحرك حركة توافقية بسيطة، عند أى

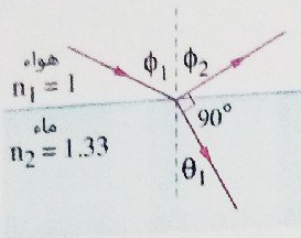
موضع تكون سرعة كرة البندول أكبر ما يمكن ؟



.....

.....

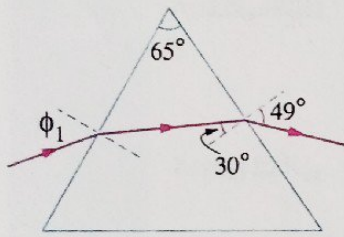
.....



في الشكل المقابل شعاع ضوئي يسقط من الهواء على سطح الماء فكان الشعاع المنكسر متعامداً على الشعاع المنعكس،

احسب قيمة الزاوية  $\phi_1$  ،  $\theta_1$

(علمًا بأن :  $\sin (90 - \theta) = \cos \theta$ )



الشكل المقابل يوضح مسار شعاع ضوئي خلال منشور ثلاثي،

احسب :

- (١) معامل انكسار مادة المنشور.
- (٢) زاوية انحراف الشعاع الضوئي.

# الفهرس

الصفحة		الموضوع
الأسئلة	الشرح	
-	١١	<ul style="list-style-type: none"> <li>• أساسيات رياضية هامة.</li> <li>• الكميات الفيزيائية ورموزها ووحدات قياسها.</li> </ul>
-	١٣	
<b>الوحدة الأولى</b>		
<b>الموجات.</b>		
الفصل 1		
٣١	١٦	الحركة الموجية.
٦٢	٤٣	الدرس الأول   الحركة الاهتزازية.
٨٠	-	الدرس الثاني   الحركة الموجية.
◀ اختبار 1 على الفصل الأول.		
الفصل 2		
<b>الضوء.</b>		
١٠٦	٨٥	الدرس الأول   انتشار الضوء.
		• انعكاس الضوء.
		• انكسار الضوء.
١٣٦	١٢٣	الدرس الثاني   تداخل الضوء.
		• حيود الضوء.
١٥٨	١٤٥	الدرس الثالث   الانعكاس الكلي للضوء.
١٨٣	١٧٠	الدرس الرابع   انحراف الضوء في المنشور الثلاثي.
٢١٠	١٩٣	الدرس الخامس   المنشور الثلاثي في وضع النهاية الصغرى للانحراف.
		• المنشور الرقيق.
٢٢١	-	◀ اختبار 2 على الفصل الثاني.
<b>الوحدة الثانية</b>		
<b>خواص الموائع.</b>		
الفصل 4		
خواص الموائع المتحركة.		
٢٣٩	٢٢٧	الدرس الأول   السريان.
٢٥٩	٢٤٨	الدرس الثاني   اللزوجة.
٢٦٥	-	◀ اختبار 3 على الفصل الرابع.
٢٦٩	-	• الاختبارات العامة على المنهج.



# الضغيباء

2023



• أدخل كودك الشخصي  
الموجود على ظهر الغلاف  
• لمزيد من المعلومات  
انظر صفحتي ٥٠٤

## الآن بجميع المكتبات

سلسلة  
كتب **الامتحان** في:

- الكيمياء
- الأحياء
- الجغرافيا
- التاريخ
- اللغة العربية
- علم النفس والاجتماع
- الفلسفة والحياة



## كتب الامتحان

لا يخرج عنها أي امتحان

يُصرف مجاناً مع هذا الكتاب

الجزء الخاص بالإجابات



الدولية للطبع والنشر والتوزيع

القاهرة - القاهرة

تليفون: ٢٢٢٥٨٨٨٨٨٦ - ٢٥٩ ٤٣٣٣ - ٢٥٨٨٥٥٨٥

www.alemte7anbooks.com

Email: info@alemte7anbooks.com

الخط الساخن ١٥٠١٤

f /alemte7anbooks

