الكامل® 2023

تطبيق
التعلم التفاعلي
معاك
Ma3akApp

ملزمة.كوم

الصف الثاني الثانوي
الفصل الدراسي الثاني

الفيزياء

تصنيف بلوم للمستويات المعرفية

اقترح هذا التصنيف العالم بنيامين بلوم، ثم تم تحديثه ليشمل ستة مستويات معرفية متدرجة فى شكل هرمى من المستوى الأدنى إلى المستوى الأعلى كالتالى:

التذكر ← الفهم ← التطبيق ← التحليل ← التقويم ← الابتكار

«النموذج الحديث لهرم بلوم»

ملاحظة

تم تصنيف أسئلة الكتاب طبقًا لمستويات هرم بلوم المحددة للصف الأول الثانوى والإشارة لها كالتالى:

● فهم ● تطبيق ● تحليل

خطة توزيع المحتوى الدراسى فى مادة الفيزياء للصف الأول الثانوى
للعام الدراسى ٢٠٢٢/ ٢٠٢٣ م الفصل الدراسى الثانى

الباب	الفصل	المحتوى	رقم الأسبوع	بداية الأسبوع	ملاحظات
الثانى الحركة الخطية	الثالث القوة والحركة	كمية التحرك - قانون نيوتن الثانى - الكتلة والوزن	١	١١ / ٢ / ٢٠٢٣	بدء الفصل الدراسى الثانى
			٢	١٨ / ٢ / ٢٠٢٣	
			٣	٢٥ / ٢ / ٢٠٢٣	
الثالث الحركة الدائرية	الأول قوانين الحركة الدائرية	القوة الجاذبة المركزية - أنواعها - العجلة المركزية	٤	٤ / ٣ / ٢٠٢٣	
			٥	١١ / ٣ / ٢٠٢٣	
	الثانى الجاذبية الكونية والحركة الدائرية	قانون الجذب العام - مجال الجاذبية - الأقمار الصناعية - تطبيقات	٦	١٨ / ٣ / ٢٠٢٣	
			٧	٢٥ / ٣ / ٢٠٢٣	
			٨	١ / ٤ / ٢٠٢٣	
الرابع الشغل والطاقة فى حياتنا اليومية	الأول الشغل والطاقة	الشغل - الطاقة - طاقة الحركة - طاقة الوضع	٩	٨ / ٤ / ٢٠٢٣	
			١٠	١٥ / ٤ / ٢٠٢٣	شم النسيم الاثنين ١٧ / ٤ / ٢٠٢٣
			١١	٢٢ / ٤ / ٢٠٢٣	عيد الفطر المبارك من ٢٢ / ٤ / ٢٠٢٣ حتى ٢٣ / ٤ / ٢٠٢٣ عيد تحرير سيناء ٢٤ / ٤ / ٢٠٢٣
	الثانى قانون بقاء الطاقة	قانون بقاء الطاقة (الميكانيكية) - تطبيقات	١٢	٢٩ / ٤ / ٢٠٢٣	عيد العمال ١ / ٥ / ٢٠٢٣
			١٣	٦ / ٥ / ٢٠٢٣	
			١٤	١٣ / ٥ / ٢٠٢٣	
المراجعة			١٥	٢٠ / ٥ / ٢٠٢٣	
			١٦	٢٧ / ٥ / ٢٠٢٣	
بداية الامتحانات ٣ / ٦ / ٢٠٢٣			١٧	٣ / ٦ / ٢٠٢٣ ٨ / ٦ / ٢٠٢٣	

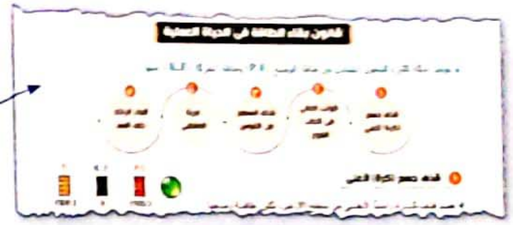
• تنويه: قد تجرى الوزارة بعض التعديلات فى توزيع المنهج، وسوف نوافيكم بهذه التعديلات على صفحتنا /alemte7anbooks، فتابعونا.

Guidebook

1

شرح وافٍ

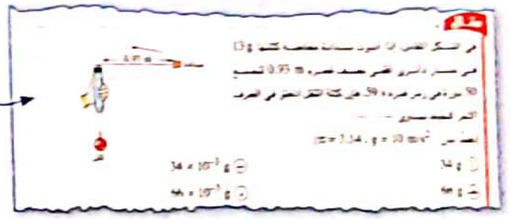
يتضمن رسومات ومخططات لعرض المادة العلمية بشكل مبسط



2

أمثلة محلولة

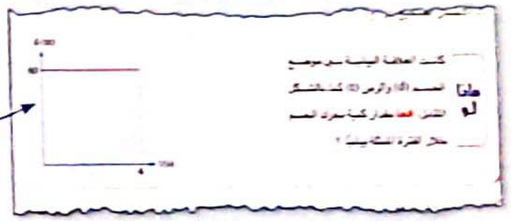
تتضمن وسيلة مساعدة 💡 بهدف تدريب الطالب على كيفية الحل والوصول إلى الناتج النهائى



3

ماذا لو ؟

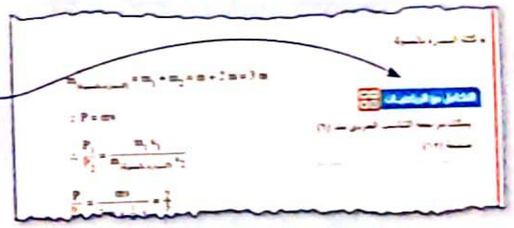
أسئلة لتدعيم فهم الطالب للأمثلة المحلولة



4

التكامل مع الرياضيات

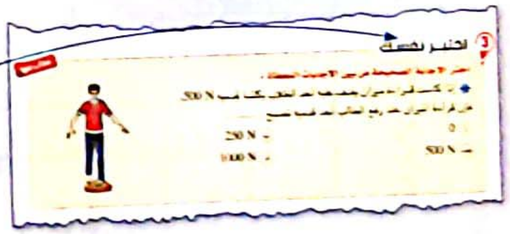
بهدف تذكير الطالب ببعض الأساسيات الرياضية التى سيحتاجها خلال دراسته للمنهج



5

اختبر نفسك

أسئلة دورية بنظام «Open Book» على كل جزئية لضمان استيعاب الطالب لجميع الأجزاء



6

أسئلة عامة على الفصول

أسئلة بنظام «Open Book» طبقًا لتصنيف بلوم للمستويات المعرفية

7

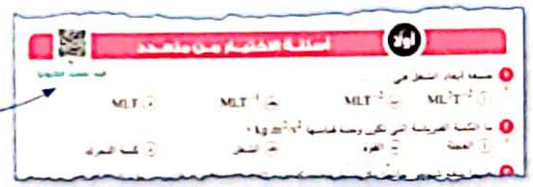
مقاطع فيديو

لمشاهدة كيفية حل الأسئلة باستخدام تطبيق معان

8

اختبار إلكترونى

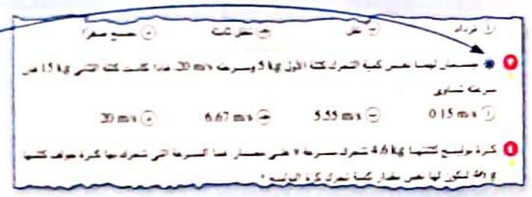
على الفصل حيث يمكنك بعد الانتهاء من الاختبار عرض تقرير مفصل بالإجابات الصحيحة والخاطئة



9

أسـئلة مجاب عنها تفصيليًا

ومشار إليها بالعلامة (*)



10

أنماط جديدة من الأسئلة

للتدريب على نوعيات مختلفة من الأسئلة التى قد تظهر فى امتحان نهاية الترم

11

اختبارات شهرية

وفقًا لتوزيع مقرر المادة للفصل الدراسى الثانى

12

نماذج امتحانات عامة

على جميع أجزاء المنهج تمكنك من اجتياز امتحان نهاية الترم بكل سهولة

13

إجابات أسئلة الكتاب

تتضمن :

- إجابات أسئلة اختبر نفسك.
- إجابات الأسئلة العامة.
- إجابات أسئلة الاختبارات الشهرية.
- إجابات نماذج الامتحانات العامة.

محتويات الكتاب

- الكميات الفيزيائية الواردة بالمنهج ورموزها ووحدات قياسها وصيغ أبعادها.
- التكامل مع الرياضيات.
- علاقات فيزيائية هامة تم دراستها فى الفصل الدراسى الأول.

الباب الثانى

الحركـــة الخطيـة

الفصل 3

القوة والحركة.
(كمية التحرك - قانون نيوتن الثانى).

الباب الثالث

الحركـــة الدائرية

الفصل 1

قوانين الحركة الدائرية.

الفصل 2

الجاذبية الكونية والحركة الدائرية.

الباب الرابع

الشغل والطاقة فى حياتنا اليومية

الفصل 1

الشغل والطاقة.

الدرس الأول | الشغل.

الدرس الثانى | الطاقة.

الفصل 2

قانون بقاء الطاقة.

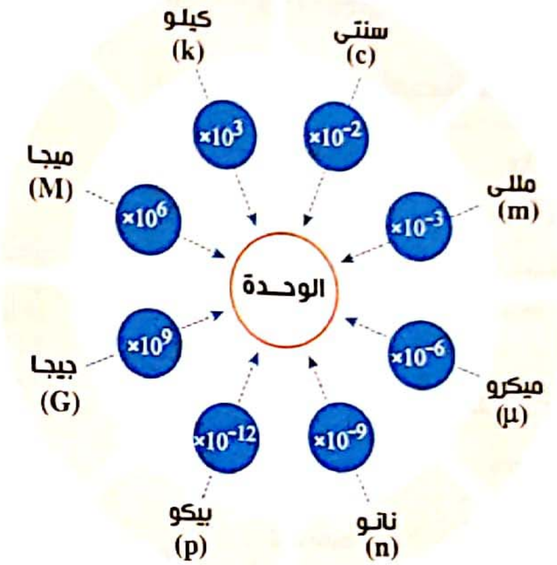
- اختبارات شهرية.
- نماذج امتحانات عامة على المنهج.
- إجابات أسئلة الكتاب.

الكميات الفيزيائية
الواردة بالمنهج ورموزها ووحدات قياسها وصيغ أبعادها

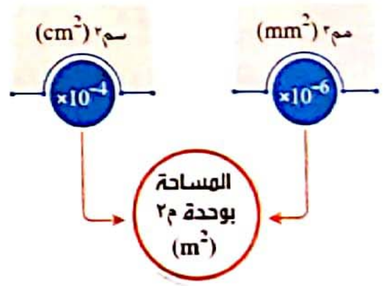
الكمية الفيزيالية	الرمز	وحدة القياس فى النظام الدولى		صيغة الأبعاد
الطول	ℓ	متر (م)	m	L
الكتلة	m	كيلوجرام (كجم)	kg	M
الزمن	t	ثانية (ث)	s	T
السرعة	v	م/ث	m/s	LT^{-1}
العجلة	a	م/ث^2	m/s^2	LT^{-2}
كمية التحرك	P	كجم.م/ث	kg.m/s	MLT^{-1}
القوة	F	كجم.م/ث^2 أو نيوتن	$kg.m/s^2$ أو N	MLT^{-2}
ثابت الجذب العام	G	نيوتن.م^2/كجم^2 أو م^3/كجم.ث^2	$N.m^2/kg^2$ أو $m^3/kg.s^2$	$M^{-1}L^3T^{-2}$
الشغل	W	كجم. م^2/ث^2 أو نيوتن.م أو جول	$kg.m^2/s^2$ أو N.m أو J	ML^2T^{-2}
الطاقة	E			

التكامل مع الرياضيات

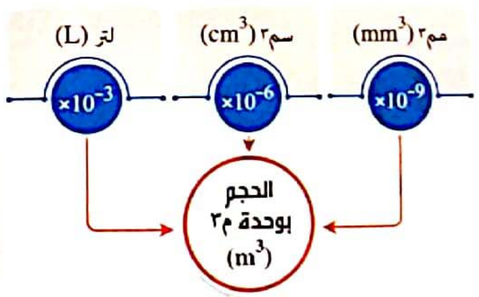
١ تحويل الكسور والمضاعفات إلى الوحدات العملية



ب

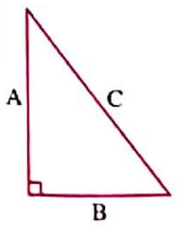


جـ



٢ نظرية فيثاغورس

• فى المثلث القائم إذا كان A ، B هما ضلعى القائمة، C هو الوتر فيكون :

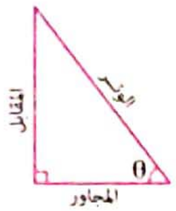


$$C^2 = A^2 + B^2$$

$$C = \sqrt{A^2 + B^2}$$

٣ العلاقات المثلثية

• فى المثلث القائم الزاوية يمكن تعيين النسب المثلثية للزاوية θ من العلاقات الآتية :



جيب الزاوية $(\sin\theta) = \frac{\text{المقابل}}{\text{الوتر}}$ ، جيب تمام الزاوية $(\cos\theta) = \frac{\text{المجاور}}{\text{الوتر}}$

ظل الزاوية $(\tan\theta) = \frac{\text{المقابل}}{\text{المجاور}}$ ، $\tan\theta = \frac{\sin\theta}{\cos\theta}$

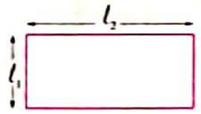
٤ محيطات ومساحات وحجوم بعض الأشكال الهندسية

أ الأشكال المسطحة

المربع

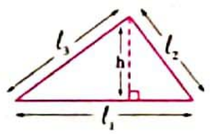
المحيط = $4l$ | المساحة = l^2

المستطيل



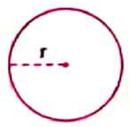
المحيط = $2(l_1+l_2)$ | المساحة = $l_1 \times l_2$

المثلث



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

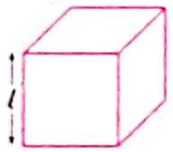
الدائرة



المحيط = $2\pi r$ | المساحة = πr^2

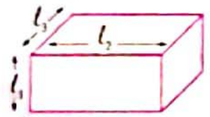
ب الأشكال المجسمة

المكعب



الحجم = l^3

متوازى المستطيلات

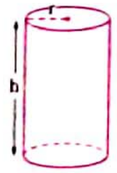


الحجم = $l_1 \times l_2 \times l_3$

الكرة

الحجم = $\frac{4}{3} \pi r^3$

الأسطوانة



الحجم = $\pi r^2 \times h$

٥ خـــواص الأســس

الخاصيــة	مثـــال
$x^0 = 1$	$(2^0) = 1$
$x^1 = x$	$(-4)^1 = -4$
$x^{-m} = \frac{1}{x^m}$	$(3)^{-2} = \frac{1}{(3)^2} = \frac{1}{9}$
$(x^m)^n = x^{mn}$	$(2^2)^3 = (2)^{2\times 3} = (2)^6 = 64$
$(xy)^m = x^m y^m$	$(2\times 3)^2 = (2)^2 \times (3)^2 = 36$
$\left(\frac{x}{y}\right)^m = \frac{x^m}{y^m}$	$\left(\frac{1}{3}\right)^2 = \frac{(1)^2}{(3)^2} = \frac{1}{9}$
$x^m x^n = x^{m+n}$	$(2)^3 \times (2)^{-2} = (2)^{3+(-2)} = (2)^1 = 2$
$\frac{x^m}{x^n} = x^{m-n}$	$\frac{(3)^4}{(3)^{-2}} = (3)^{4-(-2)} = (3)^6 = 729$
$x^{\frac{m}{n}} = \sqrt[n]{x^m}$	$(8)^{\frac{1}{3}} = \sqrt[3]{8} = 2$

٦ التناســب

التناسب الطردى

إذا كانت $y = cx$

حيث (c) مقدار ثابت وتغيرت x من x_1 إلى x_2 فإن y تتغير من y_1 إلى y_2 بحيث تكون

$\frac{y_1}{y_2} = \frac{x_1}{x_2}$ أو $\frac{y_1}{y_2} = \frac{x_2}{x_1}$

وبالمثل

إذا كانت $y^2 = cx$ فإن $\frac{y_1}{y_2} = \sqrt{\frac{x_1}{x_2}}$

إذا كانت $y = cx^2$ فإن $\frac{y_1}{y_2} = \frac{x_1^2}{x_2^2}$

التناسب العكسى

إذا كانت $y = \frac{c}{x}$

حيث (c) مقدار ثابت وتغيرت x من x_1 إلى x_2 فإن y تتغير من y_1 إلى y_2 بحيث تكون

$\frac{y_1}{y_2} = \frac{x_2}{x_1}$ أو $\frac{y_1}{y_2} = \frac{x_1}{x_2}$

وبالمثل

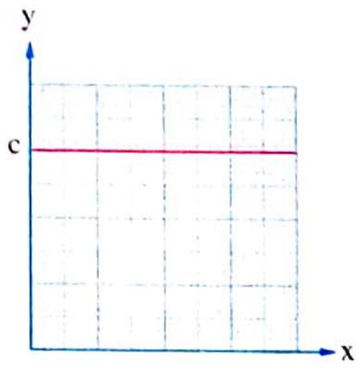
إذا كانت $y = \frac{c}{x^2}$ فإن $\frac{y_1}{y_2} = \frac{x_2^2}{x_1^2}$

إذا كانت $y^2 = \frac{c}{x}$ فإن $\frac{y_1}{y_2} = \sqrt{\frac{x_2}{x_1}}$

٧ التمثيل البيانى

ا الدالــة الثابتــة

إذا كانـت $y = c$ حيـث c مقدار ثابـت فإنهـا تمثل بيانيًا بخط مستقيم موازى للمحور الأفقى (المحور x) ميله يساوى صفر.



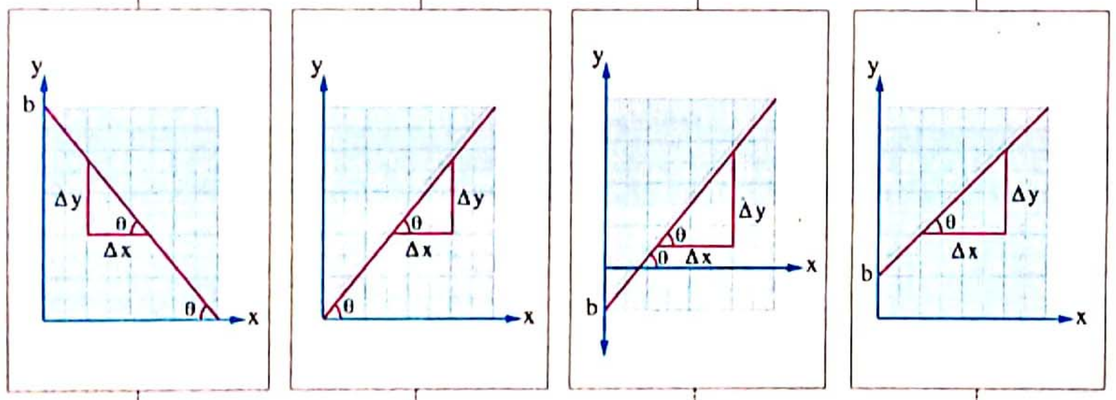
ب الدالــة الخطيــة

الصورة العامة للدالة الخطية

$y = \pm cx \pm b$

إذا كانت

$y = -cx + b$ $(c<0\ ,\ b>0)$	$y = cx$ «تناسب طردى» $(c>0\ ,\ b=0)$	$y = cx - b$ $(c>0\ ,\ b<0)$	$y = cx + b$ $(c>0\ ,\ b>0)$
فإن	فإن	فإن	فإن



* الميل : $\text{slope} = \tan\theta = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \pm c$

* الجزء المقطوع من محور الصادات (المحور y) $= \pm b$

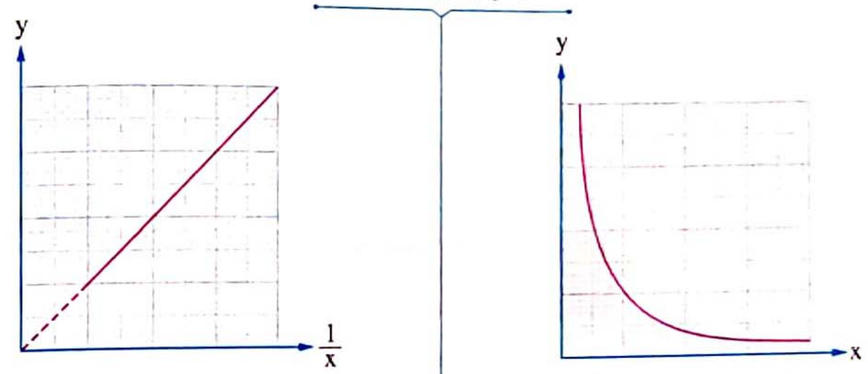
ج الدالة الكسرية (التناسب العكسى)

إذا كانت $y = \frac{c}{x}$ حيث c مقدار ثابت

فإن العلاقة

$(y - \frac{1}{x})$ — $(y - x)$

تمثل بيانيًا كالتالى



(خط مستقيم ميله يساوى c)

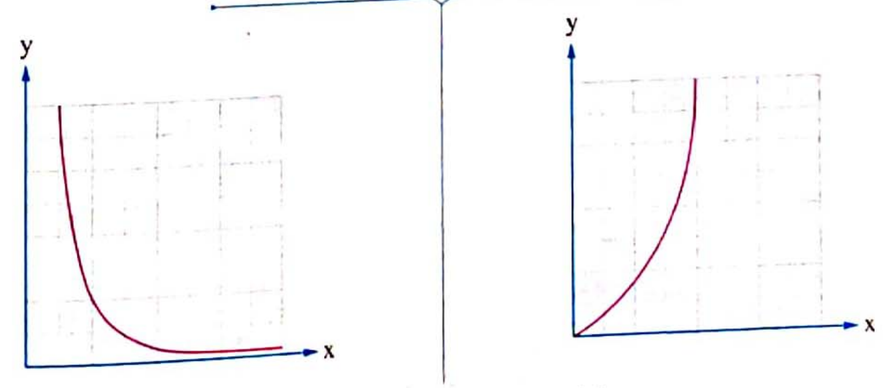
د الدالــة التربيعيــة

إذا كانت

$y = \frac{c}{x^2}$ — $y = cx^2$

حيث (c) مقدار ثابت

فإن العلاقة (y – x) تمثل بيانيًا كالتالى



ميل المماس عند نقطة على المنحنى

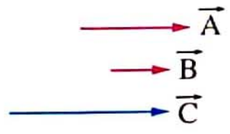
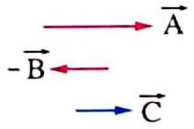
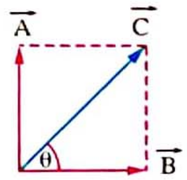
يـزداد بزيـادة مقـدار x

يقـل بزيـادة مقـدار x

٨ المتجهات

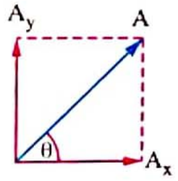
ا محصلة متجهين

* إذا كان المتجهان :

لهمـــا نفـــس الاتجاه	فى اتجاهين متضادين	متعامدان
		
$\vec{C} = \vec{A} + \vec{B}$	$\vec{C} = \vec{A} + (-\vec{B})$	$C = \sqrt{A^2 + B^2}$
	$\vec{C} = \vec{A} - \vec{B}$	$\tan\theta = \frac{A}{B}$

ب تحليــل متجــه

* عندما يصنع متجه $\vec{A}$ زاوية θ مع الأفقى، تكون :



مركبته الأفقية $A_x = A\cos\theta$

مركبته الرأسية $A_y = A\sin\theta$

علاقات فيزيائية هامة تم دراستها فى الفصل الدراسى الاول

السرعة	$v = \frac{\Delta d}{\Delta t}$	العجلة $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$
معادلات الحركة بعجلة منتظمة	ا معادلة الحركة الأولى $v_f = v_i + at$	ب معادلة الحركة الثانية $d = v_i t + \frac{1}{2} at^2$ — ج معادلة الحركة الثالثة $v_f^2 = v_i^2 + 2ad$
قانون نيوتن الأول	$\Sigma \vec{F} = 0$	قانون نيوتن الثالث $\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$

الباب الثانى

الحركة الخطية

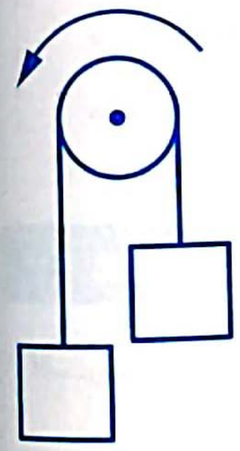
الفصل 3

القـــوة والحـــركة.

(كمية التحرك - قانون نيوتن الثانى).

نواتج التعلم المتوقعة :

بعد دراسة هذا الفصل يجب أن يكون الطالب قادرًا على أن :



- يستنتج العلاقة بين كمية تحرك جسم وكتلة الجسم وسرعته.
- يفسر قانون نيوتن الثانى.
- يفسر بعض الظواهر الحياتية باستخدام قانون نيوتن الثانى.
- يفرق بين مفهومى الكتلة والوزن.
- يصمم تجربة لاستنتاج العلاقة بين القوة والعجلة.

الباب الثانى

الفصل 3

القـــوة والحـــركة

* درسنا فى الفصل الدراسى الأول قانون نيوتن الأول (قانون القصور الذاتى) وقانون نيوتن الثالث (قانون الفعل ورد الفعل)، وفيما يلى سندرس :

كمية التحرك — قانون نيوتن الثانى

كميـة التحـرك

* لعلك تلاحظ أن إمكانية إيقاف الأجسام التى تتحرك تحت تأثير القصور الذاتى، تتوقف على

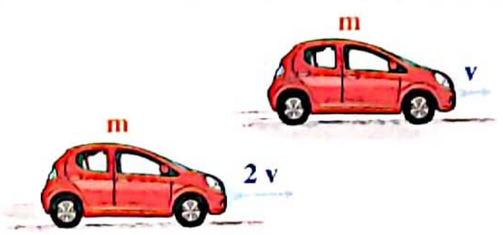
الكتلـة (m)

كلما زادت كتلة الجسم زاد قصوره الذاتى

لذلك يصعب إيقاف شاحنة كبيرة بينما يسهل إيقاف سيارة صغيرة إذا كان لهما نفس السرعة.

السرعـة (v)

كلما زادت سرعة الجسم زاد قصوره الذاتى



لذلك يصعب إيقاف سيارة تتحرك بسرعة كبيرة بينما يسهل إيقافها إذا كانت تتحرك بسرعة صغيرة.

* ترتبط كتلة الجسم (m) وسرعته (v) معًا بكمية فيزيائية متجهة تعرف باسم **كمية التحرك (P)** وتتعين من العلاقة :

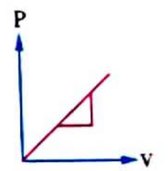
$$P = mv$$

كمية التحرك هى ← kg.m/s ← وصيغة أبعادها MLT^{-1} ← وحدة قياس

العوامل التى تتوقف عليها كمية التحرك لجسم

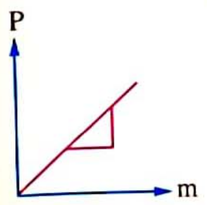
١ سرعة الجسم :
تتناسب كمية التحرك طرديًا مع سرعة الجسم عند ثبوت الكتلة.

$$slope = \frac{\Delta P}{\Delta v} = m$$



٢ كتلة الجسم :
تتناسب كمية التحرك طرديًا مع كتلة الجسم عند ثبوت السرعة.

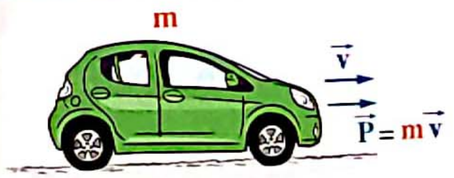
$$slope = \frac{\Delta P}{\Delta m} = v$$



$P = mv$

ملاحظات

(١) كمية التحرك **كمية متجهة**
لأنها حاصل ضرب كمية قياسية (الكتلة) فى كمية متجهة (السرعة المتجهة)، واتجاهها هو نفس اتجاه سرعة الجسم.



(٢) تبعًا للعلاقة ($P = mv$) فإن :

كمية التحرك

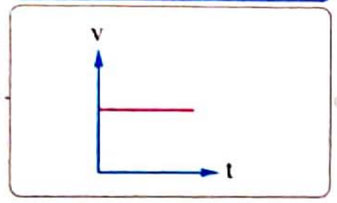
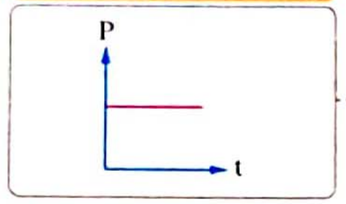
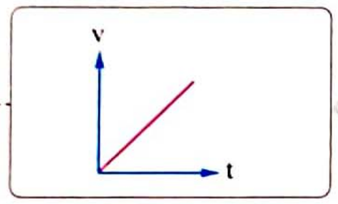
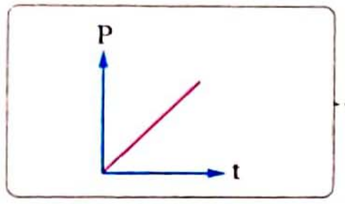
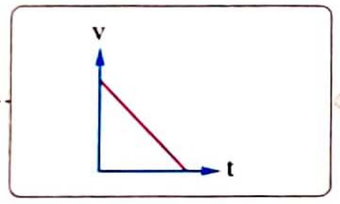
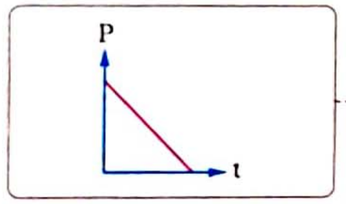
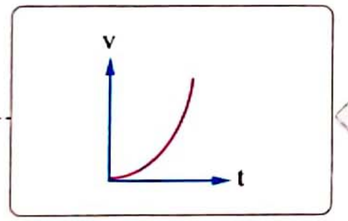
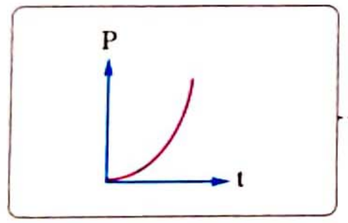
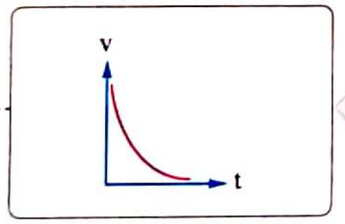
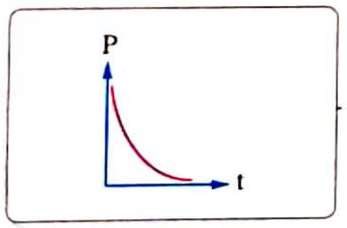
لجسم ساكن تساوى صفر مهما زادت كتلته

لأن
سرعة الجسم الساكن تساوى صفر
$\therefore P = m \times 0 = 0$

لجسم متحرك لا تساوى صفر مهما قلت كتلته

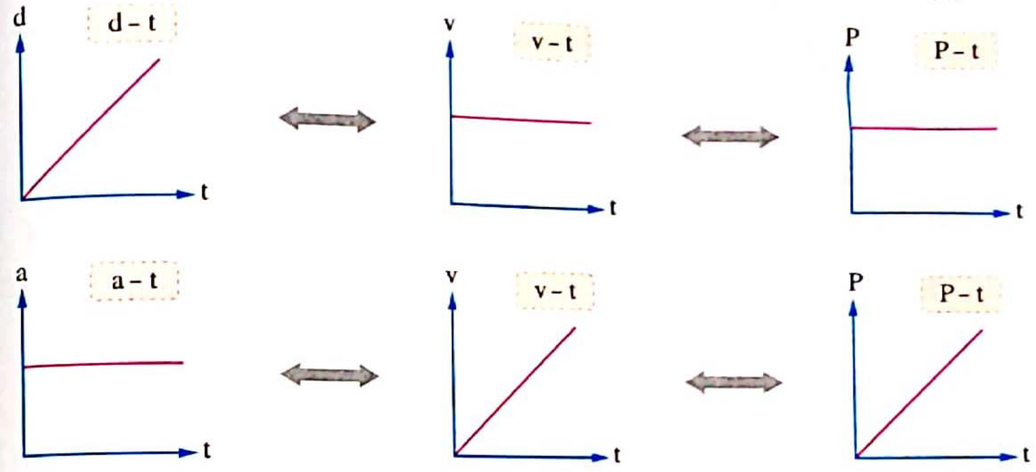
لأن
سرعة الجسم المتحرك لا تساوى صفر
فتكون كمية التحرك لا تساوى صفر

(٣) عند تمثيل حركة جسم فى خط مستقيم لفترة زمنية t إذا تحرك الجسم :

العلاقة بين السرعة والزمن (v - t)	العلاقة بين كمية التحرك والزمن (P - t)	
		بسرعة منتظمة تكون
		بعجلة منتظمة موجبة تكون
		بعجلة منتظمة سالبة تكون
		بعجلة غير منتظمة موجبة تكون
		بعجلة غير منتظمة سالبة تكون

مما سبق نجد أن العلاقتان البيانيتان (v - t) ، (P - t) لجسم يتحرك فى خط مستقيم متناظرتان حيث إن كمية تحرك الجسم تتعين من العلاقة ($P = mv$) أى أن ($P \propto v$) عند ثبوت كتلة الجسم.

(٤) عند تحرك جسم فى خط مستقيم لفترة زمنية معينة يمكن استنتاج العلاقات البيانية الآتية من بعضها البعض كما يلى :



مثال ١

جسم كتلته 100 kg يتحرك بسرعة 20 m/s، فإن كمية تحركه تساوى .....

(أ) 0.2 kg.m/s
(ب) 5 kg.m/s
(جـ) 10^3 kg.m/s
(د) 2×10^3 kg.m/s

الحل

$m = 100$ kg	$v = 20$ m/s	$P = ?$

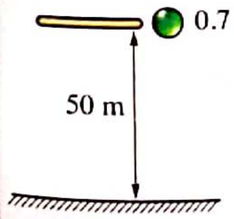
$P = mv = 100 \times 20 = \mathbf{2 \times 10^3\ kg.m/s}$

∴ الاختيار الصحيح هو (د)

ماذا لو زادت سرعة الجسم بمقدار 5 m/s، **كم** يكون مقدار الزيادة فى كمية تحرك الجسم ؟

مثال ٢

الشكل المقابل يوضح كرة كتلتها 0.7 kg تسقط رأسيًا من السكون سقوطًا حرًا من ارتفاع 50 m، فإن كمية تحرك الكرة لحظة اصطدامها بسطح الأرض تساوى ..... (علمًا بأن : $g = 10\ m/s^2$)



(أ) $5\sqrt{7}$ kg.m/s
(ب) $7\sqrt{5}$ kg.m/s
(جـ) $10\sqrt{7}$ kg.m/s
(د) $7\sqrt{10}$ kg.m/s

الحل

$m = 0.7$ kg	$v_i = 0$	$d = 50$ m	$g = 10\ m/s^2$	$P = ?$

سرعة الكرة لحظة اصطدامها بسطح الأرض :

$v_f^2 = v_i^2 + 2gd$

$v_f = \sqrt{0 + (2 \times 10 \times 50)} = 10\sqrt{10}$ m/s

كمية تحرك الكرة لحظة اصطدامها بسطح الأرض :

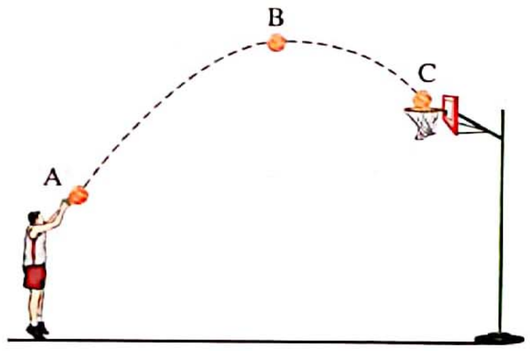
$P = mv_f = 0.7 \times 10\sqrt{10} = \mathbf{7\sqrt{10}\ kg.m/s}$

∴ الاختيار الصحيح هو (د)

ماذا لو كان المطلوب حساب كمية تحرك الكرة بعد 2 s من لحظة سقوطها، **فما** إجابتك ؟

مثال ٣

يقوم شخص بتسديد رمية بكرة السلة كما بالشكل المقابل، أى النقاط التالية تكون عندها كمية تحرك الكرة أكبر ؟



(أ) النقطة A
(ب) النقطة B
(جـ) النقطة C
(د) متساوية عند جميع النقاط

الحل

∵ $P = mv$

∵ كتلة الكرة ثابتة.

∴ $P \propto v$

∵ سرعة الكرة تقل كلما ارتفعنا لأعلى لتأثرها بجاذبية الأرض.

∴ سرعة الكرة تكون أكبر عند النقطة A

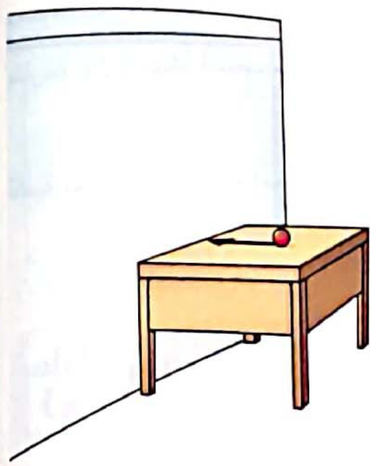
∴ كمية تحرك الكرة تكون أكبر عند **النقطة A**

∴ الاختيار الصحيح هو (أ)

ماذا لو علمت أن النقطة B تمثل أقصى ارتفاع تصل إليه الكرة، **فهل** كمية تحرك الكرة عند النقطة B تساوى صفر ؟

مثال ٤

الشكل المقابل يوضح كرة كتلتها 200 g موضوعة على منضدة أفقية ملاصقة لحائط رأسى، فإذا دُفعت الكرة لتتحرك فى اتجاه عمودى على الحائط وكان مقدار سرعتها لحظة اصطدامها به 0.7 m/s ومقدار سرعتها لحظة ارتدادها عنه 0.4 m/s، فإن مقدار التغير فى كمية تحرك الكرة نتيجة التصادم يساوى .....



(أ) 0.22 kg.m/s

(ب) 0.14 kg.m/s

(جـ) 0.08 kg.m/s

(د) 0.06 kg.m/s

الحل

وسيلة مساعدة

- إذا افترضنا أن اتجاه حركة الكرة قبل التصادم هو الاتجاه الموجب للحركة، فإن اتجاه حركة الكرة بعد التصادم هو الاتجاه السالب للحركة.
- التغير فى كمية تحرك الكرة يحسب من العلاقة :

$$\Delta P = P_{(\text{بعد التصادم})} - P_{(\text{قبل التصادم})}$$

$m = 200\ g$ | $v_1 = 0.7\ m/s$ | $v_2 = -0.4\ m/s$ | $|\Delta P| = ?$

كمية تحرك الكرة قبل التصادم :

$$P_1 = mv_1 = 200 \times 10^{-3} \times 0.7 = 0.14\ kg.m/s$$

كمية تحرك الكرة بعد التصادم :

$$P_2 = mv_2 = 200 \times 10^{-3} \times (-0.4) = -0.08\ kg.m/s$$

مقدار التغير فى كمية تحرك الكرة نتيجة التصادم :

$$|\Delta P| = |P_2 - P_1| = |-0.08 - 0.14| = |-0.22| = \mathbf{0.22\ kg.m/s}$$

∴ الاختيار الصحيح هو (أ)

ماذا لو كان التصادم مرنًا وارتدت الكرة بنفس السرعة التى اصطدمت بها بالحائط، **هل** يزداد أم يقل مقدار التغير فى كمية تحرك الكرة ؟

مثال ٥

سيارة نقل كتلتها m دون حمولة، عند تحركها بسرعة منتظمة v تكون كمية تحركها P، فإذا حُملت السيارة بحمولة كتلتها 2 m وتحركت بسرعة $\frac{1}{2}$ v فإن كمية تحركها تصبح .....

(أ) $\frac{1}{2}$ P

(ب) P

(جـ) $\frac{3}{2}$ P

(د) 2 P

الحل

السيارة دون حمولة	السيارة بالحمولة
$m_1 = m$	$m_{(\text{حمولة})} = m_2 = 2\ m$
$v_1 = v$	$v_{(\text{السيارة بالحمولة})} = v_2 = \frac{1}{2} v$
$P_1 = P$	$P_{(\text{السيارة بالحمولة})} = P_2 = ?$

* كتلة السيارة بالحمولة :

$$m_{(\text{السيارة بالحمولة})} = m_1 + m_2 = m + 2\ m = 3\ m$$

∵ $P = mv$

$$\therefore \frac{P_1}{P_2} = \frac{m_1 v_1}{m_{(\text{السيارة بالحمولة})} v_2}$$

$$\frac{P}{P_2} = \frac{mv}{3\ m \times \frac{1}{2} v} = \frac{2}{3}$$

$$P_2 = \frac{3}{2} P$$

∴ الاختيار الصحيح هو (جـ)

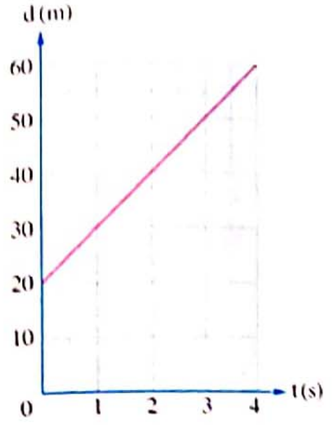
التكامل مع الرياضيات

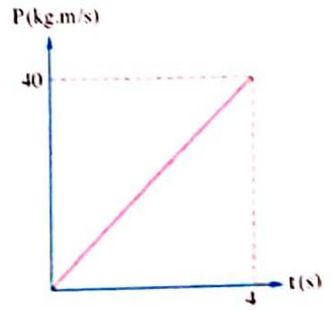
يمكنك مراجعة التناسب الطردى بند (٦) صفحة (١٢).

ماذا لو كانت كمية تحرك السيارة فى الحالتين متساوية، **ما** النسبة بين سرعتى السيارة فى هذه الحالة ؟

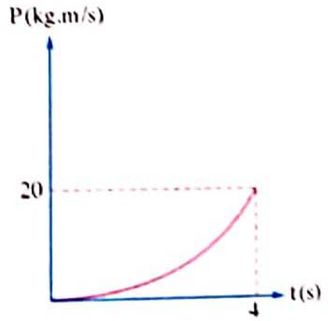
مثال ٦

الشكل البيانى المقابل يمثل العلاقة بين الإزاحة (d) والزمن (t) لجسم كتلته 2 kg يتحرك فى خط مستقيم، فأى الأشكال البيانية الآتية يمثل العلاقة بين كمية تحرك هذا الجسم (P) والزمن (t) خلال نفس الفترة الزمنية ؟

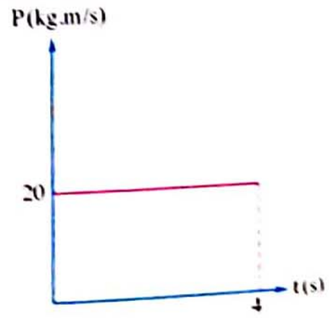




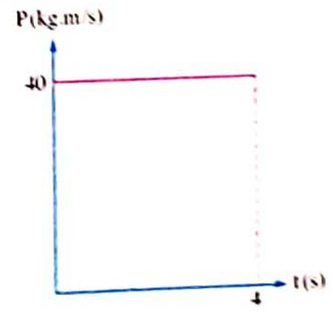
أ



ب



د



جـ

الحـــل

∵ العلاقة البيانية بين الإزاحة (d) والزمن (t) للجسم ممثلة بخط مستقيم يميل على الأفقى.

∴ سرعة هذا الجسم منتظمة خلال الفترة الزمنية الممثلة.

∴ كمية تحرك الجسم ثابتة خلال هذه الفترة أى تمثل بخط مستقيم موازى لمحور الزمن.

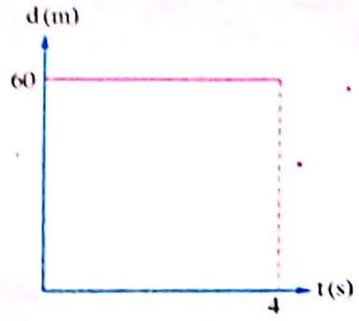
∵ $v = \text{slope} = \frac{\Delta d}{\Delta t} = \frac{60 - 20}{4 - 0} = 10$ m/s

∴ $P = mv = 2 \times 10 = 20$ kg.m/s

التكامل مع الرياضيات

يمكنك مراجعة كيفية حساب ميل الخط المستقيم بند (٧) صفحة (١٣).

∴ الاختيار الصحيح هو (د)



ماذا لو

كانت العلاقة البيانية بين موضع الجسم (d) والزمن (t) كما بالشكل المقابل، فما مقدار كمية تحرك الجسم خلال الفترة الممثلة بيانيًا ؟

1 اختبر نفسك

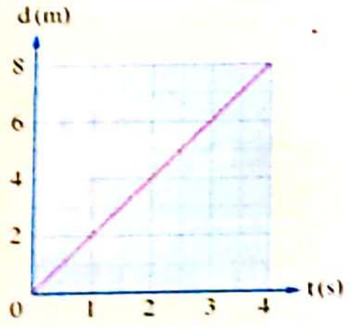
محاسب عليها

اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

١ تهبط طائرة على مدرج مطار وتتباطأ سرعتها تدريجيًا، فإن اتجاه كمية تحرك الطائرة يكون فى اتجاه .....

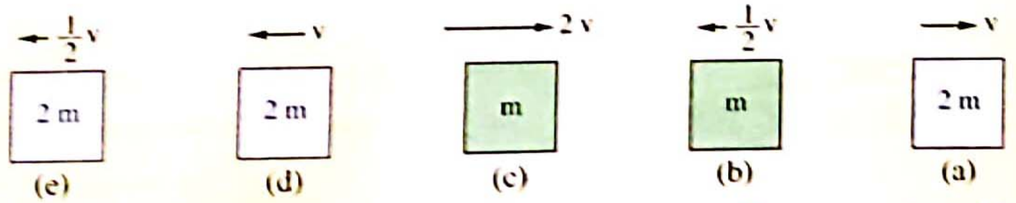
أ السرعة
ب العجلة
جـ قوة الاحتكاك
د عجلة الجاذبية الأرضية

٢ الشكل البيانى المقابل يعبر عن العلاقة بين إزاحة جسم كتلته 4 kg يتحرك فى خط مستقيم والزمن، فإن مقدار كمية تحرك الجسم خلال تلك الفترة يساوى .....



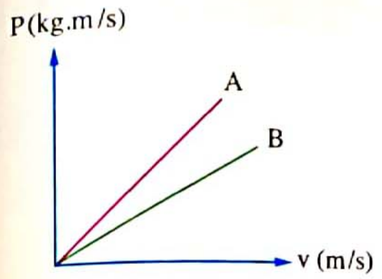
أ 8 kg.m/s
ب 4 kg.m/s
جـ 2 kg.m/s
د 1 kg.m/s

٣ أى جسمين من الأجسام التالية لهما نفس كمية التحرك ؟



أ b ، a
ب c ، a
جـ d ، c
د e ، b

٤ يمثل الشكل البيانى المقابل العلاقة بين كمية التحرك (P) والسرعة (v) لسيارتين A ، B تتحركان فى خط مستقيم، أى من الاختيارات التالية صحيح ؟



(أ) كتلة السيارة A تساوى كتلة السيارة B

(ب) كتلة السيارة A أصغر من كتلة السيارة B

(جـ) كتلة السيارة A أكبر من كتلة السيارة B

(د) لا يمكن تحديد الإجابة

قانون نيوتن الثانى Newton's Second Law

• قانون نيوتن الثانى

- القوة المحصلة المؤثرة على جسم ما تساوى المعدل الزمنى للتغير فى كمية تحرك هذا الجسم.

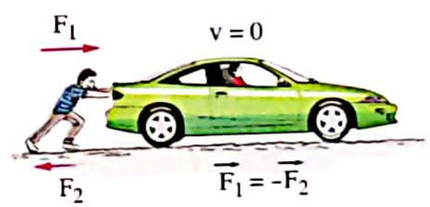
(أو)

- إذا أثرت قوة محصلة على جسم فإنها تكسبه عجلة تتناسب طرديًا مع القوة المحصلة المؤثرة عليه وعكسيًا مع كتلته.

*** شرح قانون نيوتن الثانى :**

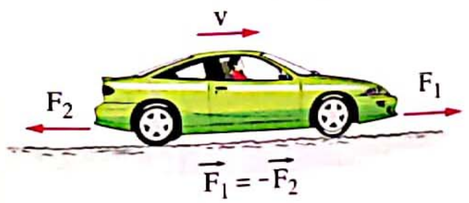
عند دراستك لقانون نيوتن الأول للحركة علمت أنه إذا أثرت على جسم قوتان متساويتان فى المقدار ومتضادتان فى الاتجاه تكون محصلتهما مساوية للصفر ($\Sigma \vec{F} = 0$) فيحافظ الجسم على حالته الحركية بحيث :

يظل ساكنًا



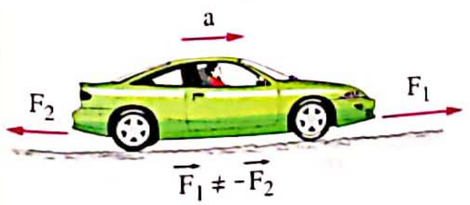
(أو)

يظل متحركًا فى خط مستقيم بسرعة منتظمة



أما إذا كانت القوة المحصلة المؤثرة على الجسم ثابتة ولا تساوى الصفر ($\Sigma \vec{F} \neq 0$) فإن سرعته تتغير بانتظام أى أنه يتحرك بعجلة منتظمة وتكون العجلة دائمًا فى نفس اتجاه القوة المحصلة، فإذا :

يتحرك الجسم بعجلة منتظمة



١ أثرت قوتان محصلتان مختلفتان على كتلتين متساويتين

فإن

الكتلة التى تتأثر بقوة أكبر تتحرك بعجلة أكبر

أى أن

العجلة تتناسب **طرديًا** مع القوة المحصلة عند ثبوت الكتلة

$(a \propto F)$

٢ أثرت قوتان محصلتان متساويتان على كتلتين مختلفتين

فإن

الكتلة الأكبر تتحرك بعجلة أقل

أى أن

العجلة تتناسب **عكسيًا** مع الكتلة عند ثبوت القوة المحصلة

$(a \propto \frac{1}{m})$

الصيغة الرياضية لقانون نيوتن الثانى

$$\because F = \frac{\Delta P}{\Delta t} = \frac{\Delta (mv)}{\Delta t} = \frac{mv_f - mv_i}{\Delta t} = m\,\frac{(v_f - v_i)}{\Delta t} = m\,\frac{\Delta v}{\Delta t}$$

$$\therefore \quad F = ma \quad \text{(أو)} \quad a = \frac{F}{m}$$

القوة

- وحدة قياس: النيوتن (N)
- هى: $kg.m/s^2$
- وتكافئ: MLT^{-2}
- وصيغة أبعادها: MLT^{-2}

• النيوتن

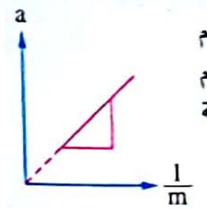
مقدار القوة المحصلة التى إذا أثرت على جسم كتلته 1 kg أكسبته عجلة مقدارها $1\ m/s^2$ فى نفس اتجاه القوة.

العوامل التى تتوقف عليها عجلة تحرك جسم

١ كتلة الجسم :

تتناسب عجلة تحرك جسم عكسيًا مع كتلة الجسم عند ثبوت القوة المحصلة المؤثرة عليه.

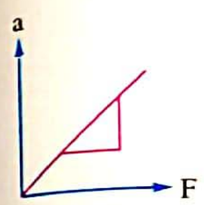
$$slope = \frac{\Delta a}{\Delta(\frac{1}{m})} = F$$



٢ القوة المحصلة المؤثرة على الجسم :

تتناسب عجلة تحرك جسم طرديًا مع القوة المحصلة المؤثرة عليه عند ثبوت كتلة الجسم.

$$slope = \frac{\Delta a}{\Delta F} = \frac{1}{m}$$



$$a = \frac{F}{m}$$

ملاحظات

(١) القوة (F) كمية متجهة لأنها حاصل ضرب كمية قياسية (الكتلة) فى كمية متجهة (العجلة).

(٢) يمكن قياس القوة باستخدام الميزان الزنبركى.

(٣) إذا كانت القوة المحصلة المؤثرة على جسم :

فى نفس اتجاه الحركة

تزداد السرعة بمرور الزمن
وكذلك تزداد كمية التحرك

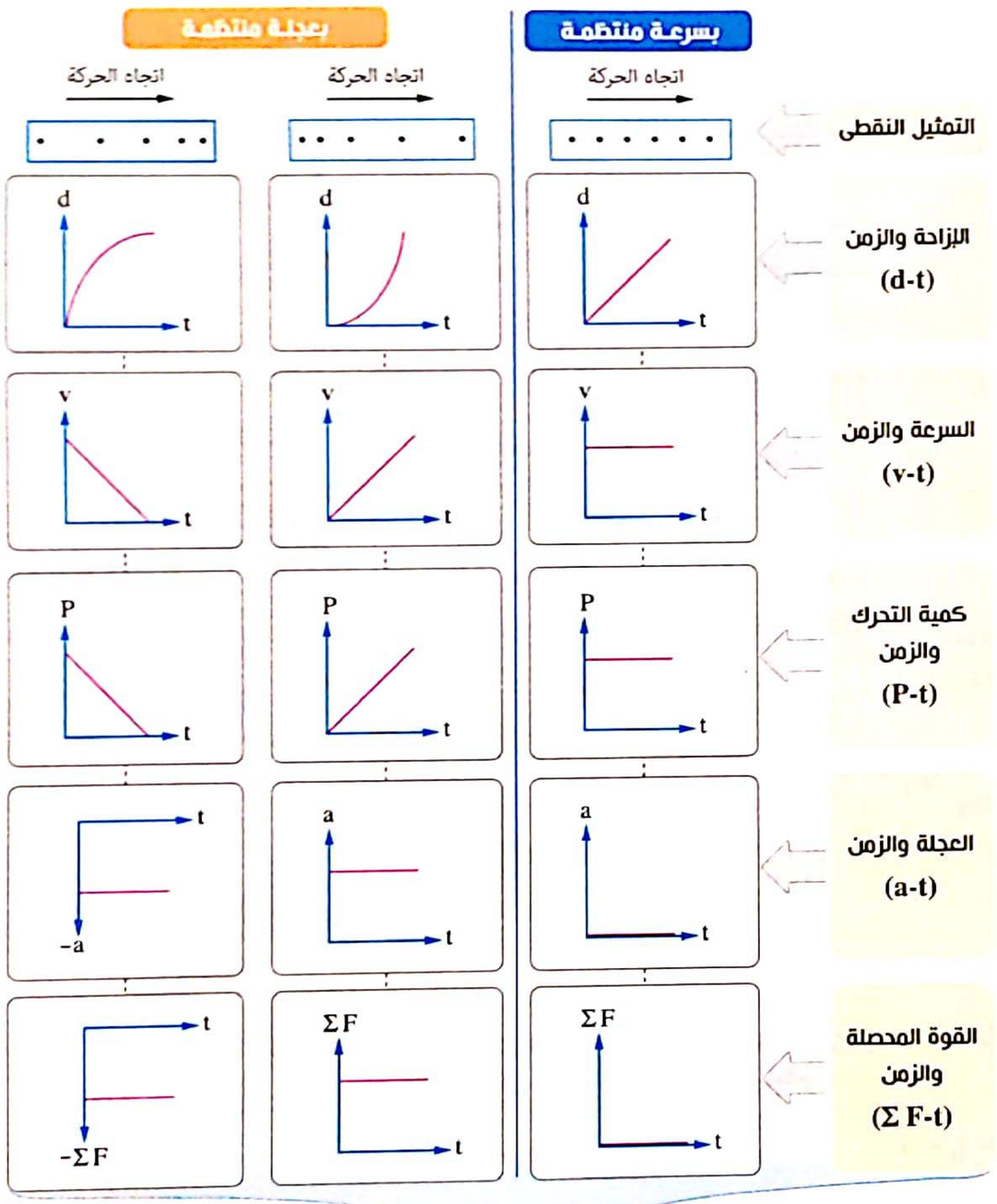
عكس اتجاه الحركة

تقل السرعة بمرور الزمن
وكذلك تقل كمية التحرك

(٤) إذا تحرك جسم فى خط مستقيم خلال فترة زمنية معينة (t) :

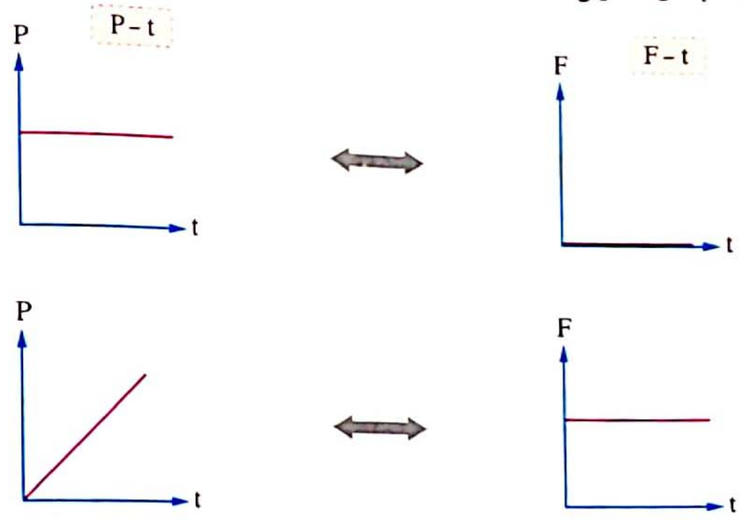
	بسرعة منتظمة	بعجلة منتظمة
فإن مقدار القوة المحصلة المؤثرة على الجسم	$\Sigma \vec{F} = 0$	$\Sigma \vec{F} \neq 0$
وبالتالى يطبق على حركة هذا الجسم	قانون نيوتن الأول	قانون نيوتن الثانى

، وبالتالى يمكن تمثيل حركة الجسم كالتالى :



مما سبق نجد أن العلاقتان البيانيتان (a – t) ، (Σ F – t) لجسم متحرك فى خط مستقيم متناظرتان حيث إن القوة المحصلة المؤثرة على جسم تتعين من العلاقة ($\Sigma F = ma$) أى أن ($\Sigma F \propto a$) عند ثبوت كتلة الجسم.

(٥) عند تحرك جسم فى خط مستقيم لفترة زمنية معينة يمكن استنتاج العلاقتين البيانيتين (P – t) ، (F – t) من بعضهما البعض كما يلى :



(٦) إذا تحرك جسم فى خط مستقيم على سطح أفقى تحت تأثير قوتين، إحداهما قوة دفع أفقية ($F_{(مؤثرة)}$) والأخرى قوة احتكاك ($F_{(احتكاك)}$) بين السطح والجسم المتحرك فإن القوة المحصلة ($F_{(محركة)}$) المؤثرة على الجسم تحسب من العلاقة :

$$F_{(محركة)} = F_{(مؤثرة)} - F_{(احتكاك)}$$

(٧) إذا تأثر جسم بقوة محصلة ثابتة (F) فإنه يتحرك بعجلة منتظمة (a) وبذلك تنطبق على حركته معادلات الحركة الثلاث التى درستها من قبل، وهى :

$$v_f = v_i + at$$

$$d = v_i t + \frac{1}{2} at^2$$

$$v_f^2 = v_i^2 + 2\,ad$$

تطبيقات حياتية على قانون نيوتن الثانى :

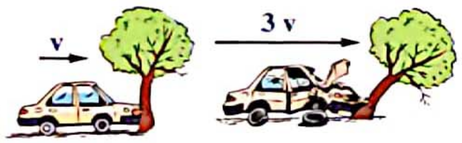
تبعًا لقانون نيوتن الثانى $\left(F = m\frac{\Delta v}{\Delta t}\right)$ عند تصادم جسم متحرك بجسم آخر ساكن فإن القوة (F) التى يؤثر أو يتأثر بها الجسم :

تزداد بزيادة كتلة الجسم المتحرك (m) عند ثبوت باقى العوامل، فمثلًا اصطدام شاحنة كبيرة بكامل حمولتها بجسم ساكن يكون أكثر تدميرًا من اصطدامها بنفس الجسم الساكن وهى غير محملة وتتحرك بنفس السرعة.

تزداد بزيادة التغير فى سرعة الجسم (Δv) عند ثبوت باقى العوامل، فمثلًا :

(١) اصطدام سيارة بجسم يكون أقل تدميرًا من اصطدام سيارة لها نفس الكتلة بنفس الجسم ولكنها تتحرك بسرعة أكبر.

(٢) عند سقوط شخص من مكان مرتفع على الأرض فإن حدة إصابته تزداد بزيادة الارتفاع الذى يسقط منه.



تقل بزيادة زمن التأثير (زمن التغير فى كمية التحرك Δt) عند ثبوت باقى العوامل فيقل المعدل الزمنى للتغير فى كمية تحرك الجسم مما يقلل من القوة المؤثرة عليه، فمثلًا :

(١) اصطدام سيارة تتحرك بسرعة معينة بكومة من القش لإيقافها يكون أقل ضررًا من اصطدامها بحائط وهى تتحرك بنفس السرعة.

(٢) سقوط بيضة من ارتفاع معين على وسادة لا يجعلها تنكسر بينما تنكسر عند سقوطها من نفس الارتفاع على الأرض.

(٣) تُستخدم الوسائد الهوائية فى السيارات لحماية السائق عند حدوث تصادم.

(٤) سقوط شخص من مكان مرتفع فى الماء يكون أقل إصابة من سقوطه على الأرض.

مثال ١

تحركت سيارة كتلتها 1000 kg من السكون بعجلة منتظمة لتكتسب سرعة 20 m/s خلال زمن 5 s ، فإن القوة المحصلة المؤثرة على السيارة تساوى .....

أ) 8000 N
ب) 4000 N
جـ) 1000 N
د) 250 N

الحل

F = ?	t = 5 s	$v_f = 20$ m/s	$v_i = 0$	m = 1000 kg

$$a = \frac{v_f - v_i}{t} = \frac{20 - 0}{5} = 4 \text{ m/s}^2$$

$$F = ma = 1000 \times 4 = \mathbf{4000\ N}$$

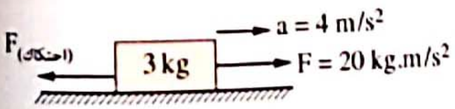
∴ الاختيار الصحيح هو ب

ماذا لو أثرت نفس القوة المحصلة على شاحنة ساكنة كتلتها 2500 kg، **فكم** يكون مقدار إزاحتها خلال 5 s ؟

مثال ٢

أثرت قوة أفقية مقدارها $20\ kg.m/s^2$ على جسم كتلته 3 kg موضوع على سطح أفقى فتحرك الجسم بعجلة منتظمة مقدارها $4\ m/s^2$، فإن مقدار قوة الاحتكاك بين الجسم والسطح يساوى .....

أ) 8 N
ب) 12 N
جـ) 20 N
د) 32 N



الحل

$F_{(احتكاك)} = ?$	a = 4 m/s²	m = 3 kg	$F_{(مؤثرة)} = 20\ kg.m/s^2$

$$F_{(محركة)} = F_{(مؤثرة)} - F_{(احتكاك)}$$

$$F_{(احتكاك)} = F_{(مؤثرة)} - F_{(محركة)} = F_{(مؤثرة)} - ma = 20 - (3 \times 4) = \mathbf{8\ N}$$

∴ الاختيار الصحيح هو أ

ماذا لو زادت القوة الأفقية المؤثرة على الجسم للضعف، **هل** تزداد عجلة تحرك الجسم للضعف ؟

مثال ٣

تؤثر قوة مقدارها 1 N على مكعب خشبى كتلته m_1 فتكسبه عجلة معلومة (a_1)، وعندما تؤثر القوة نفسها على مكعب آخر كتلته m_2 تكسبه عجلة $3\ a_1$، فإن النسبة بين كتلة المكعب الأول وكتلة المكعب الثانى $\left(\frac{m_1}{m_2}\right)$ تساوى .....

أ) $\frac{3}{1}$
ب) $\frac{1}{1}$
جـ) $\frac{1}{3}$
د) $\frac{1}{9}$

الحل

F = 1 N	$a_2 = 3\ a_1$	$\frac{m_1}{m_2} = ?$

∵ $m = \frac{F}{a}$

∵ F ثابتة.

$$\therefore \frac{m_1}{m_2} = \frac{a_2}{a_1} = \frac{3}{1}$$

التكامل مع الرياضيات

يمكنك مراجعة التناسب العكسى بند (٦) صفحة (١٢).

∴ الاختيار الصحيح هو أ

ماذا لو أثرت قوة F على الجسم الذى كتلته m_2 فاكسبته عجلة مقدارها a_1، **فكم** يكون مقدار القوة F ؟

مثال ٤

كرة تنس كتلتها 0.06 kg ضُربت بمضرب حيث كان زمن التلامس بين المضرب والكرة 4 ms فانطلقت الكرة بسرعة 55 m/s، فإن متوسط القوة المؤثرة على كرة التنس بواسطة المضرب خلال فترة التلامس يساوى .....

أ) 0.825 N
ب) 13.2 N
جـ) 825 N
د) 1320 N

الحل

F = ?	$\Delta v = 55$ m/s	$\Delta t = 4$ ms	m = 0.06 kg

$$F = \frac{\Delta P}{\Delta t} = \frac{m\Delta v}{\Delta t}$$

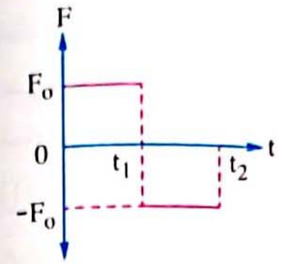
$$= \frac{0.06 \times 55}{4 \times 10^{-3}} = \mathbf{825\ N}$$

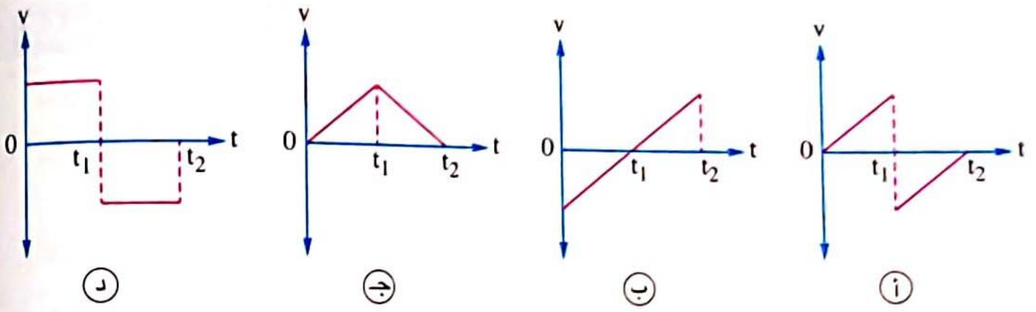
∴ الاختيار الصحيح هو جـ

ماذا لو كانت شبكة المضرب مرتخية فزاد زمن تلامس المضرب مع الكرة، **هل** كانت الكرة ستنطلق بسرعة أكبر ؟

مثال ٥

الشكل البيانى المقابل يمثل العلاقة بين القوة المحصلة (F) المؤثرة على سيارة تتحرك من السكون فى خط مستقيم والزمن (t)، فأى الأشكال البيانية الآتية يمكن أن يمثل العلاقة بين السرعة (v) والزمن (t) لهذه السيارة خلال نفس الفترة الزمنية ؟





الحل

$\Sigma F = ma$

* فى الفترة من $t = 0$ إلى $t = t_1$:

∵ السيارة تتأثر بقوة محصلة ثابتة موجبة.

∴ السيارة تتحرك بعجلة منتظمة موجبة (تتزايد سرعتها بانتظام).

∴ تمثل العلاقة بين السرعة (v) والزمن (t) للسيارة بخط مستقيم ميله موجب.

* فى الفترة من $t = t_1$ إلى $t = t_2$:

∵ السيارة تتأثر بقوة محصلة ثابتة سالبة.

∴ السيارة تتحرك بعجلة منتظمة سالبة (تتناقص سرعتها بانتظام).

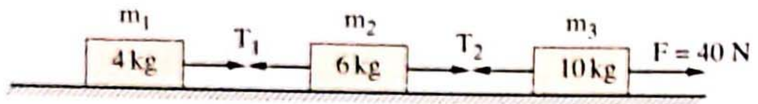
∴ تمثل العلاقة بين السرعة (v) والزمن (t) للسيارة بخط مستقيم ميله سالب.

∴ الاختيار الصحيح هو (جـ)

ماذا لو كان المطلوب هو تحديد الشكل البيانى الذى يمثل العلاقة بين كمية تحرك السيارة (P) والزمن (t)، **ما** إجابتك ؟

مثال ٦

فى الشكل التالى ثلاثة مكعبات متصلة معًا بحبلين مهملى الكتلة وموضوعة على سطح أفقى أملس، فإذا أثرت قوة أفقية (F) مقدارها 40 N على المكعب m_3 تحركت المكعبات الثلاثة، فإن مقدار قوتى الشد T_1 ، T_2 هما .....



	T_1	T_2
أ	16 N	24 N
ب	16 N	20 N
جـ	8 N	24 N
د	8 N	20 N

الحل

$m_1 = 4$ kg | $m_2 = 6$ kg | $m_3 = 10$ kg | F = 40 N | $T_1 = ?$ | $T_2 = ?$

وسيلة مساعدة

تؤثر القوة F على المكعب m_3 فقط ولكنها تتسبب فى سحب الثلاثة مكعبات.

∵ $\Sigma F = ma$

$$\therefore a = \frac{F}{m_1 + m_2 + m_3} = \frac{40}{4 + 6 + 10} = 2 \text{ m/s}^2$$

$T_1 = m_1 a = 4 \times 2 = 8$ N

$T_2 = (m_1 + m_2)\, a = (4 + 6) \times 2 = 20$ N

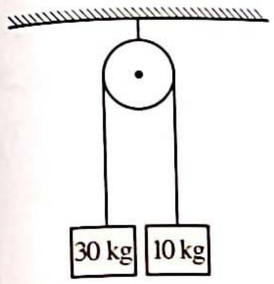
∴ الاختيار الصحيح هو (د)

ماذا لو علمت أن أقصى قوة شد يتحملها الحبلين هما $T_1 = 14$ N ، $T_2 = 35$ N. **ما** أقصى قوة أفقية (F) يمكن أن تؤثر على المكعب m_3 ولا تتسبب فى قطع أى من الحبلين ؟

مثال ٧

الشكل المقابل يوضح كتلتين (10 kg ، 30 kg) متصلتين معًا بخيط مهمل الكتلة يمر على بكرة ملساء، فإن مقدار العجلة التى يتحرك بها الثقلان يساوى .....

($g = 10\ m/s^2$)



أ) $1\ m/s^2$ ب) $5\ m/s^2$

ج) $10\ m/s^2$ د) $30\ m/s^2$

الحل

$m_1 = 30\ kg$ | $m_2 = 10\ kg$ | $g = 10\ m/s^2$ | $a = ?$

وسيلة مساعدة

- بتحديد القوى المؤثرة على كل ثقل وتطبيق قانون نيوتن الثانى نجد أن كل من الثقلان يتحركان تحت تأثير وزنيهما وقوة الشد فى الخيط.
- يتحرك الثقلان بنفس مقدار عجلة التحرك لأنهما معلقان فى نفس الخيط.

$\because m_1 > m_2$

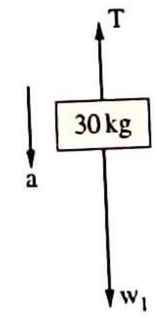
$\therefore$ يتحرك الثقل m_2 لأعلى بينما يتحرك الثقل m_1 لأسفل.

$\because$ البكرة ملساء.

$\therefore$ قوة الشد فى الخيط والمؤثرة على كل ثقل متساوية.

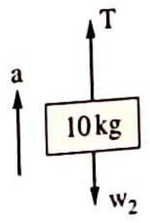
بتطبيق قانون نيوتن الثانى على الثقل ($\Sigma F = ma$)

30 kg



① $\therefore w_1 - T = m_1 a$

10 kg



② $\therefore T - w_2 = m_2 a$

بجمع المعادلتين ① ، ② :

$w_1 - w_2 = (m_1 + m_2)\ a$

$m_1 g - m_2 g = (m_1 + m_2)\ a$

$(30 \times 10) - (10 \times 10) = (30 + 10)\ a$

$a = 5\ m/s^2$

$\therefore$ الاختيار الصحيح هو ب

ماذا لو تم استبدال الثقل 30 kg بآخر كتلته 10 kg، **ما** مقدار قوة الشد فى الخيط فى هذه الحالة ؟

2 اختبر نفسك

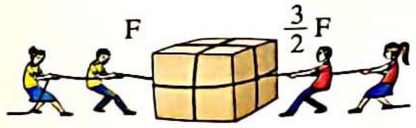
مجاب عليها

اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة ،

١ ما تأثير فتح الوسادة الهوائية على قائد السيارة عند حدوث تصادم بالنسبة لكل من زمن تصادم قائد السيارة ومعدل التغير فى كمية تحركه ؟

	زمن التصادم	معدل التغير فى كمية التحرك
أ	يزداد	يزداد
ب	يزداد	يقل
ج	يقل	يزداد
د	يقل	يقل

٢ مجموعتين من الطلاب يسحب كل منهما صندوق فى اتجاهين متضادين كما بالشكل، فإذا كانت قوة احتكاك الصندوق مع السطح $\frac{F}{4}$ فإن الصندوق يتحرك .....



أ) يسارًا بسرعة ثابتة ب) يسارًا بعجلة ثابتة

ج) يمينًا بسرعة ثابتة د) يمينًا بعجلة ثابتة

٣ * يؤثر شخص بقوة F على صندوق ساكن موضوع على سطح أفقى مهمل الاحتكاك لتصل سرعته إلى v بعد زمن t، فإذا أعاد الشخص التجربة بقوة 2 F فإنه يصل إلى نفس السرعة v بعد زمن .....

أ) 4 t ب) 2 t ج) $\frac{t}{2}$ د) $\frac{t}{4}$

الكتلة والوزن Mass and Weight

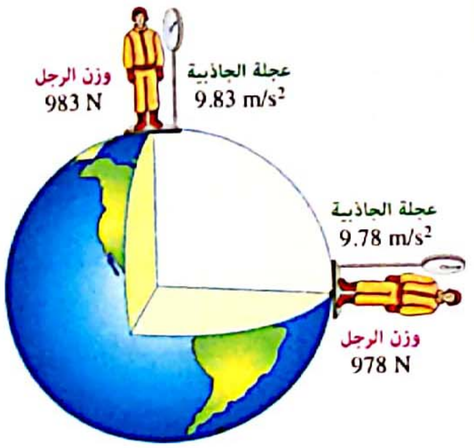
* يختلف مفهوم الكتلة (m) عن مفهوم الوزن (w)، والجدول التالى يوضح أوجه المقارنة بينهما :

المفهوم	الكتلة (m)	الـوزن (w)
	مقدار ممانعة الجسم لأى تغيير فى حالته الحركية	قوة جذب الأرض للجسم
نوع الكمية الفيزيائية	كمية أساسية قياسية	كمية مشتقة متجهة، اتجاهها نحو مركز الأرض
العلاقة الرياضية	$m = \frac{F}{a}$	$w = mg$
وحدة القياس	الكيلوجرام (kg)	النيوتن (N)
صيغة الأبعاد	$M\,L^0T^0$	$M\,LT^{-2}$
التأثر بالمكان	ثابتة مهما تغير المكان	يتغير بتغير عجلة الجاذبية الأرضية من مكان لآخر

ملاحظات

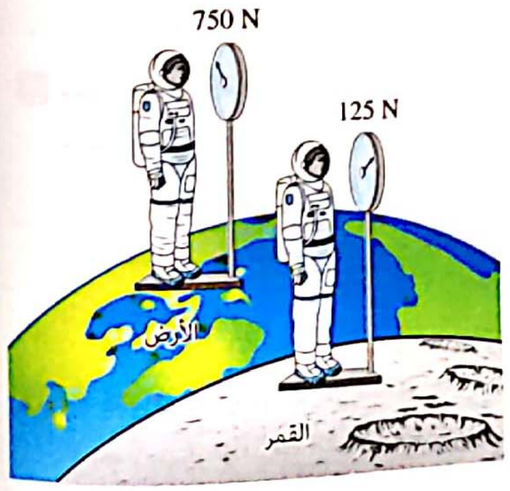
(١) يتغير وزن الجسم من مكان لآخر على سطح الأرض ولكن كتلته تظل ثابتة،

لتغير عجلة الجاذبية الأرضية تغيرًا طفيفًا من مكان لآخر على سطح الأرض ($w = mg$).



(٢) يختلف وزن رائد الفضاء على سطح القمر عنه على سطح الأرض،

لاختلاف عجلة الجاذبية على سطح القمر عنها على سطح الأرض.



مثال ١

شخص كتلته 70 kg داخل سيارة تتحرك أفقيًا بعجلة منتظمة $4\ m/s^2$، فإن وزنه يساوى .....

(علمًا بأن : $g = 9.8\ m/s^2$)

(أ) 39.2 N　(ب) 280 N

(جـ) 686 N　(د) 700 N

الحل

$m = 70\ kg$ | $a = 4\ m/s^2$ | $g = 9.8\ m/s^2$ | $w = ?$

وسيلة مساعدة

يتوقف وزن الشخص على كتلته وعجلة الجاذبية المؤثرة عليه ولا يتوقف على عجلة تحرك السيارة (عجلة تحرك الشخص).

$w = mg = 70 \times 9.8 = \mathbf{686\ N}$

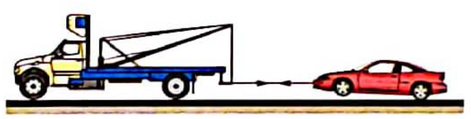
∴ الاختيار الصحيح هو (جـ)

ماذا لو تخيلنا هذا الشخص يقود عربة تتحرك بعجلة $4\ m/s^2$ على سطح القمر، **فما** الكميات الفيزيائية التى يمكن أن يتغير مقدارها ؟

مثال ٢

الشكل المقابل يوضح ونش يسحب سيارة بعجلة منتظمة $3\ m/s^2$ ، فإذا كانت القوة المحصلة المؤثرة على السيارة 3000 N فإن كتلة ووزن السيارة هما .....

(علمًا بأن : $g = 9.8\ m/s^2$)



	كتلة السيارة	وزن السيارة
(أ)	3000 kg	306 N
(ب)	3000 kg	9800 N
(جـ)	1000 kg	306 N
(د)	1000 kg	9800 N

الحـــل

$F = 3000\ N$ | $a = 3\ m/s^2$ | $g = 9.8\ m/s^2$ | $m = ?$ | $w = ?$

$\because F = ma$

$\therefore 3000 = m \times 3$

$\therefore m = 1000\ kg$

$w = mg = 1000 \times 9.8 = 9800\ N$

∴ الاختيار الصحيح هو (د)

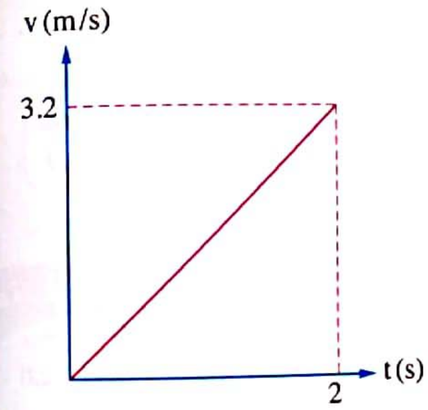
ماذا لو كانت كتلة الونش 2 ton وقوى الاحتكاك ضد حركة الونش والسيارة 500 N وسحب الونش السيارة بنفس العجلة، **كم** يكون مقدار القوة التى يؤثر بها محرك الونش فى هذه الحالة ؟

مثال (٣)

الشكل البيانى المقابل يمثل العلاقة بين السرعة (v) والزمن (t) لجسم كتلته 4 kg يسقط سقوطًا حرًا من ارتفاع ما على سطح القمر، فإن وزن الجسم على سطح القمر يساوى .....

(أ) 3.2 N (ب) 4 N

(جـ) 6.4 N (د) 12.2 N



الحـــل

$m = 4\ kg$ | $w_{(\text{الجسم على سطح القمر})} = ?$

وسيلة مساعدة

لحساب وزن الجسم لابد أولًا من حساب عجلة الجاذبية على سطح القمر.

التكامل مع الرياضيات

يمكنك مراجعة كيفية حساب ميل الخط المستقيم بند (٧) صفحة (١٣).

$g_{(\text{قمر})} = \text{slope} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{3.2 - 0}{2 - 0} = 1.6\ m/s^2$

$w_{(\text{الجسم على سطح القمر})} = mg_{(\text{قمر})} = 4 \times 1.6 = 6.4\ N$

∴ الاختيار الصحيح هو (جـ)

ماذا لو كان المطلوب حساب كمية تحرك الجسم بعد 1 s من لحظة سقوطه، **ما** إجابتك ؟

③ اختبـر نفسك

مجاب عنها

اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

* إذا كانـت قـراءة ميزان يقـف عليه أحد الطلاب بكلتـا قدميه 500 N، فإن قراءة الميزان عند رفع الطالب أحد قدميه تصبح .....

(أ) 0 (ب) 250 N

(جـ) 500 N (د) 1000 N

تجربة عملية ١ العلاقة بين القوة والعجلة

الغرض من التجربة

- استنتاج العلاقة بين العجلة التى يتحرك بها جسم والقوة المحصلة المؤثرة عليه.

فكرة التجربة

- حساب العجلة (a) التى تتحرك بها عربة صغيرة عند سحبها باستخدام قوة محصلة (F) ناشئة عن أثقال معلومة الكتلة (m)، من العلاقة :

$a = \frac{F}{m}$

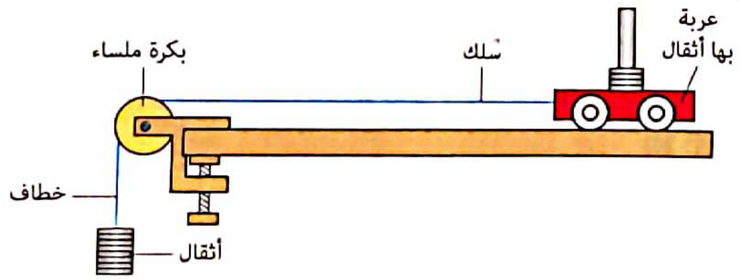
- رسم العلاقة البيانية بين العجلة والقوة المحصلة لاستنتاج العلاقة بينهما.

الأدوات

- عربة صغيرة.
- أثقال معلومة الكتلة.
- سلك.
- بكرة.
- ساعة إيقاف.
- شريط مترى.

الخطوات

(١) ركب الأدوات (كما فى الشكل).



(٢) أضف أثقالًا كتلة كل منها 5 g بشكل تدريجى إلى الخطاف حتى تبدأ العربة فى الحركة بسرعة منتظمة، وذلك يعنى أن هذه الأثقال قد ألغت تأثير قوة الاحتكاك.

(٣) أضف ثقلًا كتلته 10 g (0.01 kg) إلى الخطاف.

(٤) قس المسافة (d) التى ستتحركها العربة واحسب الزمن (t) اللازم لقطع هذه المسافة باستخدام ساعة إيقاف.

(٥) كرر الخطوة السابقة ثلاث مرات واحسب متوسط الزمن.

(٦) احسب القوة المحصلة المسببة للعجلة (الناتجة عن الأثقال) من العلاقة : $F = mg$

(٧) احسب العجلة التى تتحرك بها العربة من المعادلة الثانية للحركة : $a = \frac{2d}{t^2}$

(٨) كرر الخطوات السابقة وفى كل مرة أضف ثقلًا 10 g للخطاف مع تسجيل النتائج فى الجدول التالى :

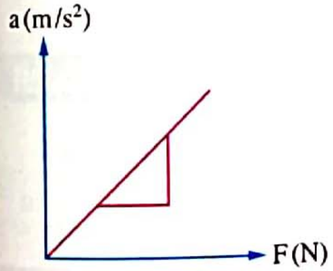
الكتلة (kg)	القوة المحصلة (N)	الزمن (s)	(الزمن)^2 (s^2)	المسافة (m)	العجلة (m/s^2)
0.01	0.1	.....	.....	.....	.....
0.02	0.2	.....	.....	.....	.....
0.03	0.3	.....	.....	.....	.....

(٩) ارسم العلاقة البيانية بين القوة المحصلة (F) على المحور الأفقى والعجلة (a) على المحور الرأسى.

الاستنتاج

• برسم العلاقة البيانية بين العجلة والقوة المحصلة نحصل على خط مستقيم يمر بنقطة الأصل.

أى أن : عجلة حركة الجسم تتناسب طرديًا مع القوة المحصلة المؤثرة عليه.



$$slope = \frac{\Delta a}{\Delta F} = \frac{1}{m}$$

أسئلة ؟

• فهم • تطبيق • تحليل

مجاب عنها

لمشاهدة فيديوهات لكيفية حل الأسئلة استخدم تطبيق معاك

الأسئلة المشار إليها بالعلامة ✱ مجاب عنها تفصيليًا

أولًا أسئلة الاختيار من متعدد

قيم نفسك إلكترونيًا

كمية التحرك

١ حاصل ضرب كتلة جسم يتحرك فى اتجاه ثابت × المعدل الزمنى للتغير فى إزاحته يمثل .....

(أ) القوة (ب) كمية التحرك (جـ) العجلة (د) الوزن

٢ ألقت طائرة مكافحة الحرائق وهى تطير أفقيًا بسرعة ثابتة بحمولتها على غابة مشتعلة ثم أكملت بنفس سرعتها، فإن كمية تحرك الطائرة بعد إلقاء حمولتها .....

(أ) تزداد (ب) تقل (جـ) تظل ثابتة (د) تصبح صفرًا

٣ ✱ جسمان لهما نفس كمية التحرك كتلة الأول 5 kg وسرعته 20 m/s، فإذا كانت كتلة الثانى 15 kg فإن سرعته تساوى .....

(أ) 0.15 m/s (ب) 5.55 m/s (جـ) 6.67 m/s (د) 20 m/s

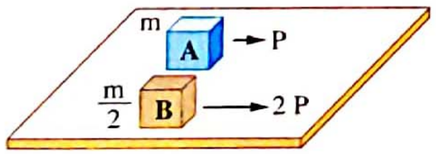
٤ كرة بولينج كتلتها 4.6 kg تتحرك بسرعة v على مضمار، فما السرعة التى تتحرك بها كرة جولف كتلتها 46 g ليكون لها نفس مقدار كمية تحرك كرة البولينج ؟

(أ) 0.01 v (ب) 5 v (جـ) 10 v (د) 100 v

٥ ✱ نسر كتلته 10 kg يطير بسرعة 20 m/s، فإذا اقتنص فريسة كتلتها 1 kg وطار بها بنفس سرعته، فإن النسبة بين كمية تحرك النسر وكمية تحرك النسر والفريسة معًا على الترتيب تساوى .....

(أ) $\frac{1}{1}$ (ب) $\frac{1}{10}$ (جـ) $\frac{10}{11}$ (د) $\frac{10}{1}$

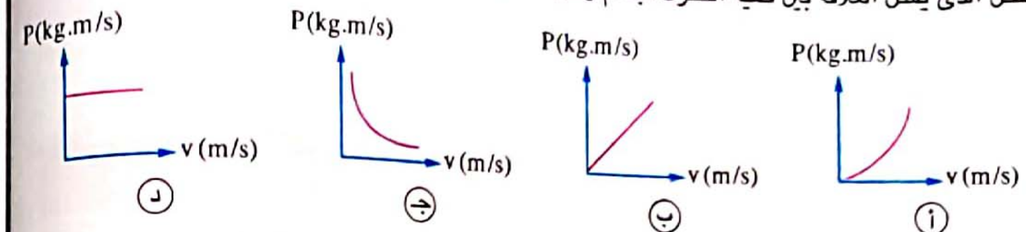
٦ الشكل المقابل يوضح جسم A كتلته m وسرعته v وكمية تحركه P، وجسم آخر B كتلته $\frac{m}{2}$ وكمية تحركه 2 P، فتكون سرعته .....



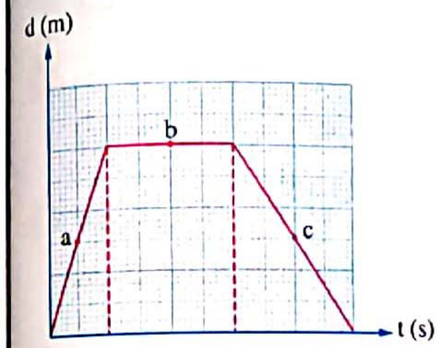
(أ) $\frac{v}{2}$ (ب) v

(جـ) 2 v (د) 4 v

٧ الشكل الذى يمثل العلاقة بين كمية التحرك لجسم وسرعته هو .....

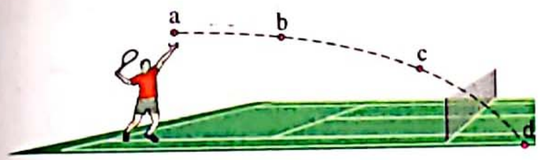


٨ الشكل البيانى المقابل يمثل العلاقة بين إزاحة جسم (d) يتحرك فى خط مستقيم والزمن (t)، أى النقاط الموضحة بالشكل يكون للجسم عندها أكبر كمية تحرك ؟



أ a
ب b
جـ c
د جميعها متساوية

٩ أى النقاط الموضحة بالشكل المقابل يكون عندها أكبر كمية تحرك لكرة التنس ؟

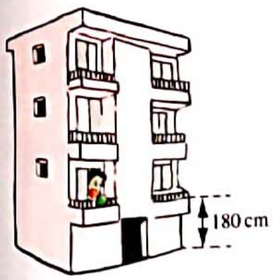


أ a ب b
جـ c د d

١٠ * جسم كتلته 0.5 kg يسقط سقوطًا حرًا من قمة مبنى فوصل إلى سطح الأرض بعد 4 s، فإن كمية تحرك الجسم لحظة اصطدامه بسطح الأرض تساوى ..... (علمًا بأن : $g = 10\ m/s^2$)

أ 10 kg. m/s ب 20 kg. m/s جـ 30 kg. m/s د 40 kg. m/s

١١ الشكل المقابل يوضح كرة كتلتها 0.5 kg تسقط سقوطًا حرًا نحو سطح الأرض، فإن كمية تحرك الكرة لحظة وصولها لسطح الأرض تساوى ..... ($g = 10\ m/s^2$)



أ 3 kg.m/s ب 5 kg.m/s
جـ 6 kg.m/s د 9 kg.m/s

قانون نيوتن الثانى

١٢ النسبة بين القوة المحصلة المؤثرة على جسم والمعدل الزمنى للتغير فى سرعته تساوى .....

أ كمية تحرك الجسم ب كتلة الجسم جـ طاقة الجسم د عجلة الجسم

١٣ عندما تؤثر قوة محصلة ثابتة على جسم ساكن له كتلة ثابتة، فإن الجسم .....

أ يظل ساكنًا ب يتحرك بسرعة منتظمة
جـ يتحرك بعجلة منتظمة د يتحرك بعجلة متزايدة

١٤ سيارة كتلتها 1000 kg تتحرك بسرعة منتظمة 20 m/s، فإن القوة المحصلة المؤثرة عليها تساوى .....

أ 2×10^4 N ب 50 N جـ 0.02 N د 0

١٥ إذا أثرت قوة محصلة 2 N على جسم كتلته 0.5 kg فإن الجسم يتحرك بعجلة مقدارها .....

أ $0.25\ m/s^2$ ب $1\ m/s^2$ جـ $2.5\ m/s^2$ د $4\ m/s^2$

١٦ جسم كتلته 10 kg يتحرك بعجلة $2\ m/s^2$، فإن القوة المحصلة المؤثرة عليه تساوى .....

أ 20 N ب 10 N جـ 5 N د 1 N

١٧ * مجس فضائى كتلته 225 kg، فإذا كانت عجلة الجاذبية على سطح القمر تساوى $1.62\ m/s^2$، فإن وزن المجس على سطح القمر يساوى .....

أ 138.9 N ب 225 N جـ 364.5 N د 450 N

١٨ * جسم كتلته 50 kg على سطح الأرض حيث عجلة الجاذبية الأرضية $9.8\ m/s^2$، فإن :

(١) وزن الجسم على سطح الأرض يساوى .....

أ 5 N ب 5.1 N جـ 490 N د 500 N

(٢) كتلة الجسم على سطح القمر تساوى .....

أ 30.67 kg ب 50 kg جـ 81.5 kg د 490 kg

١٩ جسم وزنه 120 N على سطح الأرض، فإن وزنه على سطح القمر يساوى .....

(علمًا بأن : عجلة الجاذبية على سطح القمر = $\frac{1}{6}$ عجلة الجاذبية على سطح الأرض)

أ 120 N ب 100 N جـ 60 N د 20 N

٢٠ * تتحرك سيارة أفقيًا تحت تأثير قوة محصلة 3000 N فتكتسب عجلة $3\ m/s^2$، فإن : ($g = 10\ m/s^2$)

(١) كتلة السيارة تساوى .....

أ 9×10^3 kg ب 10^3 kg جـ 300 kg د 30 kg

(٢) وزن السيارة يساوى .....

أ 30 N ب 100 N جـ 3×10^3 N د 10^4 N

٢١ أثرت قوة محصلة مقدارها 500 N على جسم ساكن خلال فترة زمنية (t) فأصبحت كمية تحرك 250 kg.m/s، فإن t تساوى .....

(أ) 0.1 s (ب) 0.2 s (جـ) 0.5 s (د) 2 s

٢٢ * أثرت قوتان متساويتان على كتلتين مختلفتين ($m_1 = 5\ kg$ ، $m_2 = 1\ kg$) فاكتسبت الكتلة m_1 عجلة مقدارها a_1 والكتلة m_2 عجلة مقدارها $20\ m/s^2$، فإن مقدار العجلة a_1 يساوى .....

(أ) $0.25\ m/s^2$ (ب) $4\ m/s^2$ (جـ) $20\ m/s^2$ (د) $100\ m/s^2$

٢٣ الشكل البيانى الذى يمثل القانون الثانى لنيوتن هو .....

(أ) $a\ (m/s^2)$ — $F\ (N)$

(ب) $\frac{1}{a^2}\ (m/s^2)^{-2}$ — $F\ (N)$

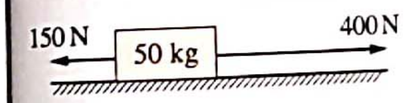
(جـ) $\sqrt{a}\ (m/s^2)^{\frac{1}{2}}$ — $F\ (N)$

(د) $a\ (m/s^2)$ — $m\ (kg)$

٢٤ * سيارة كتلتها 900 kg تتحرك شرقًا بسرعة 20 m/s على طريق مستقيم استخدم قائدها الفرامل فتباطأت بعجلة منتظمة مقدارها $5\ m/s^2$، فإن مقدار قوى الاحتكاك المؤثرة على السيارة يساوى .....

(أ) $18 \times 10^3\ N$ (ب) 4500 N (جـ) 3600 N (د) 100 N

٢٥ * فى الشكل المقابل تكون :



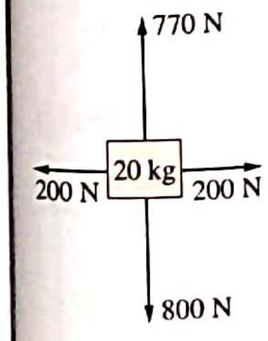
(١) القوة المحصلة المؤثرة على الجسم هى .....

(أ) 550 N (ب) 400 N (جـ) 250 N (د) 150 N

(٢) عجلة حركة الجسم هى .....

(أ) $1\ m/s^2$ (ب) $2\ m/s^2$ (جـ) $4\ m/s^2$ (د) $5\ m/s^2$

٢٦ * فى الشكل المقابل يكون مقدار :



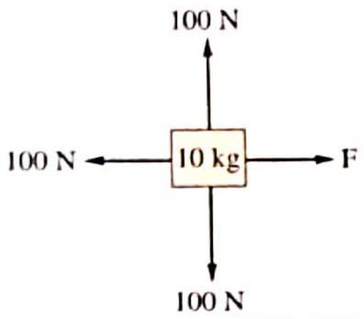
(١) القوة المحصلة المؤثرة على الجسم يساوى .....

(أ) 1570 N (ب) 1370 N (جـ) 200 N (د) 30 N

(٢) عجلة حركة الجسم يساوى .....

(أ) $1.5\ m/s^2$ (ب) $9.8\ m/s^2$ (جـ) $10\ m/s^2$ (د) $78.5\ m/s^2$

٢٧ فى الشكل المقابل تؤثر أربعة قوى على جسم كتلته 10 kg فتحرك بعجلة مقدارها $10\ m/s^2$، فإن مقدار القوة (F) يساوى ..... $(g = 10\ m/s^2)$



(أ) 50 N (ب) 100 N (جـ) 150 N (د) 200 N

٢٨ * سيارة كتلتها 1500 kg بدأت حركتها من السكون على طريق أفقى تحت تأثير قوة المحرك وقدرها 9570 N وقوى الاحتكاك وقدرها 8820 N، فإن :

(١) القوة المحصلة المحركة للسيارة تساوى .....

(أ) $18.39 \times 10^3\ N$ (ب) 750 N (جـ) 1.09 N (د) 0.92 N

(٢) العجلة التى تتحرك بها السيارة تساوى .....

(أ) $24.52\ m/s^2$ (ب) $6.38\ m/s^2$ (جـ) $2\ m/s^2$ (د) $0.5\ m/s^2$

٢٩ القوة المحصلة التى تؤثر على جسم كتلته 5 kg بحيث تتغير سرعته بانتظام من 7 m/s إلى 3 m/s فى زمن قدره 2 s هى .....

(أ) 10 N (ب) 5 N (جـ) −2 N (د) −10 N

٣٠ * أثرت قوة محصلة مقدارها 100 N على جسم كتلته 10 kg فتغيرت سرعته من 10 m/s إلى 20 m/s عند قطعه إزاحة d، فإن مقدار تلك الإزاحة يساوى .....

(أ) 5 m (ب) 10 m (جـ) 15 m (د) 20 m

٣١ عربة كتلتها 1000 kg وأخرى كتلتها 3000 kg تتحركان بنفس العجلة، فإن القوة المحصلة المؤثرة على العربة ذات الكتلة الأكبر ..... القوة المحصلة المؤثرة على العربة ذات الكتلة الأقل.

(أ) تساوى (ب) نصف (جـ) ضعف (د) ثلاثة أمثال

٣٢ النسبة بين العجلة التى يتحرك بها جسم كتلته 2 kg والعجلة التى يتحرك بها جسم كتلته 4 kg عند تأثرهما بنفس القوة المحصلة على الترتيب هى .....

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

٣٣ * أثرت قوتان محصلتان متساويتان على جسمين مختلفين فإذا كان الجسم الأول كتلته 5 kg واكتسب عجلة مقدارها $8\ m/s^2$ وتغيرت سرعة الجسم الثانى من السكون إلى 48 m/s خلال زمن 3 s، فإن كتلة الجسم الثانى تساوى .....

(أ) 0.4 kg (ب) 2.5 kg (جـ) 5 kg (د) 7.5 kg

٣٤ * إذا تحرك جسم كتلته m من السكون بعجلة منتظمة a فأصبحت كمية تحركه P خلال زمن t، فإنه بعد مرور زمن 2 t من بداية الحركة تصبح كمية تحركه .....

أ) 4 P ب) 2 P جـ) P د) $\frac{P}{4}$

٣٥ جسمان ساكنان موضوعان على سطح أفقى بدءا التحرك فى نفس اللحظة بنفس العجلة عند التأثير على كل منهما بقوة، فإذا كانت كتلة الجسم الأول m وكتلة الجسم الثانى 2 m، فإن النسبة :

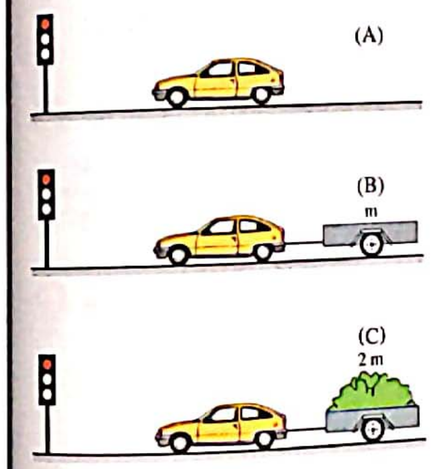
(١) $\frac{F_1}{F_2}$ تساوى .....

أ) $\frac{1}{2}$ ب) $\frac{2}{1}$ جـ) $\frac{1}{1}$ د) $\frac{1}{4}$

(٢) $\frac{P_1}{P_2}$ عند نفس اللحظة تساوى .....

أ) $\frac{1}{2}$ ب) $\frac{2}{1}$ جـ) $\frac{1}{1}$ د) $\frac{1}{4}$

٣٦ الشكل المقابل يوضح ثلاث حالات لسيارة كتلتها m تقف لإظهار إشارة المرور اللون الأحمر، فإن ترتيب الحالات الثلاث من حيث أقصى قيمة للعجلة التى يمكن أن تتحرك بها السيارة فى كل حالة هو .....



أ) A < B < C

ب) A > B > C

جـ) A = B = C

د) A = B > C

٣٧ تعمل الوسادة الهوائية فى السيارة على تقليل القوة التى يمكن أن يصطدم بها السائق مع عجلة القيادة وذلك عن طريق زيادة .....

أ) التغير فى كمية تحرك السائق ب) كمية تحرك السائق

جـ) زمن التغير فى كمية تحرك السائق د) سرعة تحرك السائق

٣٨ * سيارة كتلتها 1000 kg تتحرك بسرعة 20 m/s ضغط سائقها على الفرامل لتتوقف بعد مضى 10 s من لحظة الضغط على الفرامل، فإن :

(١) مقدار التغير فى كمية التحرك للسيارة خلال تلك الفترة يساوى .....

أ) 2×10^5 kg.m/s ب) 2×10^4 kg.m/s

جـ) 10^4 kg.m/s د) 2×10^3 kg.m/s

(٢) مقدار محصلة قوى الاحتكاك المؤثرة على السيارة يساوى .....

أ) 2×10^3 N ب) 5×10^3 N جـ) 2×10^4 N د) 10^5 N

٣٩ تحركت قطعة خشبية كتلتها 2 kg على مستوى أفقى بعد التأثير عليها بقوة أفقية مقدارها 6 N، فإذا كان مقدار قوى الاحتكاك يساوى 2 N فإن عجلة تحرك القطعة الخشبية تساوى .....

أ) $6\ m/s^2$ ب) $2\ m/s^2$ جـ) $-3\ m/s^2$ د) $-4\ m/s^2$

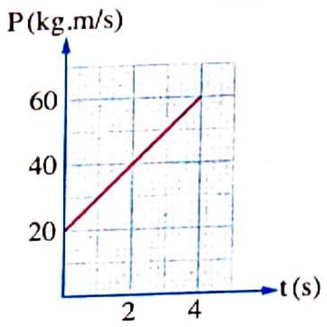
٤٠ * انزلق جسم يتحرك بسرعة 20 m/s على سطح أفقى خشن فتناقصت سرعته بسبب الاحتكاك حتى توقف تمامًا بعد أن قطع مسافة 40 m، فإذا كانت كتلة الجسم 8 kg فإن قوة الاحتكاك بين الجسم والسطح تساوى .....

أ) 16 N ب) 40 N جـ) −16 N د) −40 N

٤١ ضغط سائق سيارة تتحرك فى خط مستقيم على الفرامل لتهدئة سرعتها بانتظام، فإذا اعتبرنا أن اتجاه حركة السيارة هو الاتجاه الموجب، فإن كمية تحرك السيارة والقوة المحصلة المؤثرة عليها بعد الضغط على الفرامل .....

	كمية تحرك السيارة	القوة المحصلة المؤثرة على السيارة
أ	موجبة	موجبة
ب	سالبة	سالبة
جـ	موجبة	سالبة
د	سالبة	موجبة

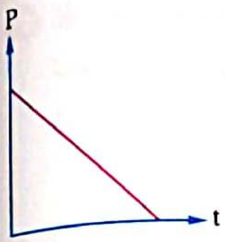
٤٢ يمثل الشكل البيانى المقابل العلاقة بين كمية التحرك والزمن لجسم يتحرك فى خط مستقيم على سطح أفقى أملس تحت تأثير قوة ثابتة، فإن القوة المحصلة المؤثرة على الجسم تساوى .....



أ) 6 N ب) 10 N

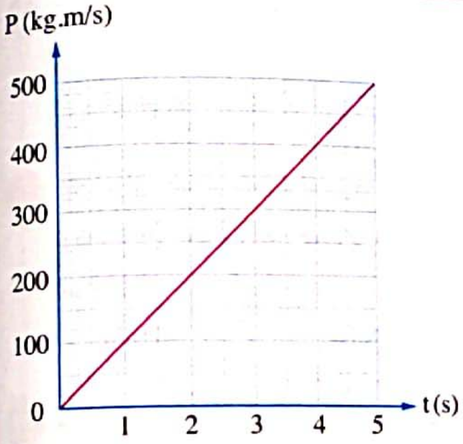
جـ) 15 N د) 18 N

٤٣ * الشكل البيانى المقابل يمثل العلاقة بين كمية تحرك جسم والزمن، فتكون القوة المحصلة المؤثرة على الجسم .....



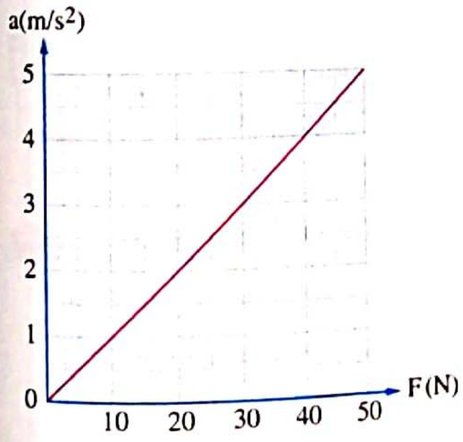
(أ) منعدمة
(ب) فى نفس اتجاه الحركة
(جـ) فى عكس اتجاه الحركة
(د) عمودية على اتجاه الحركة

٤٤ * جسم كتلته 16 kg تؤثر عليه قوة محصلة ثابتة (F) والشكل البيانى المقابل يمثل تغير كمية تحرك الجسم (P) مع الزمن (t)، فإن مقدار واتجاه القوة المحصلة المؤثرة على الجسم هما .....



	مقدار F	اتجاه F
(أ)	100 N	فى عكس اتجاه حركة الجسم
(ب)	100 N	فى نفس اتجاه حركة الجسم
(جـ)	1250 N	فى عكس اتجاه حركة الجسم
(د)	1250 N	فى نفس اتجاه حركة الجسم

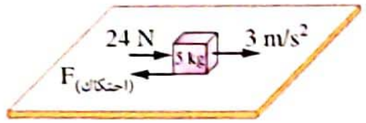
٤٥ * جسم كتلته m أثرت عليه عدة قوى محصلة مختلفة (F) كل على حدة فتغيرت عجلة تحرك الجسم (a) كما فى الشكل البيانى المقابل، فإن : ($g = 9.8\ m/s^2$)



(١) كتلة الجسم (m) تساوى .....
(أ) 0.01 kg (ب) 0.1 kg
(جـ) 10 kg (د) 100 kg

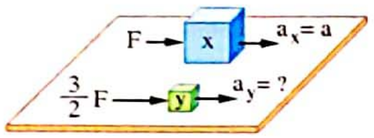
(٢) وزن الجسم يساوى .....
(أ) 0.098 N (ب) 0.98 N
(جـ) 98 N (د) 980 N

٤٦ من الشكل المقابل مقدار قوة الاحتكاك يساوى .....



(أ) 6 N (ب) 8 N
(جـ) 9 N (د) 39 N

٤٧ الشكل المقابل يوضح جسم x كتلته m تؤثر عليه قوة محصلة F تكسبه عجلة منتظمة a، وجسم آخر y كتلته $\frac{1}{2}$ m تؤثر عليه قوة محصلة $\frac{3}{2}$ F فتكسبه عجلة منتظمة .....

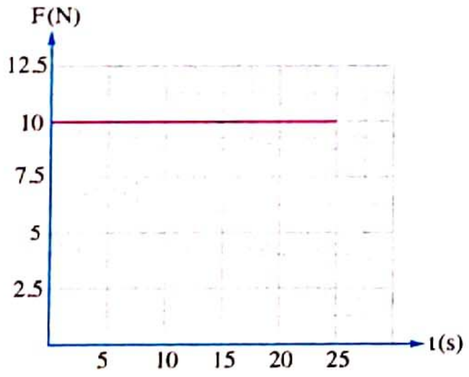


(أ) $\frac{1}{3}$ a (ب) $\frac{3}{2}$ a (جـ) 3 a (د) 6 a

٤٨ * بدأت سيارة كتلتها 1000 kg الحركة من السكون بعجلة منتظمة فكانت كمية تحركها بعد 2 s هى 4×10^3 kg.m/s، فتكون كمية تحركها بعد 4 s من بداية الحركة هى .....

(أ) 8×10^3 kg.m/s (ب) 16×10^3 kg.m/s
(جـ) $4\sqrt{2} \times 10^3$ kg.m/s (د) $8\sqrt{2} \times 10^3$ kg.m/s

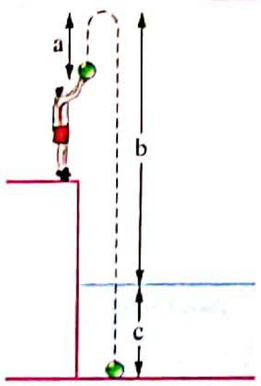
٤٩ الشكل البيانى المقابل يمثل العلاقة بين القوة المحصلة (F) المؤثرة على جسم ساكن والزمن (t)، فإذا أصبحت سرعة الجسم بعد مرور 20 s من بداية الحركة 2 m/s فإن :



(١) التغير فى كمية تحرك الجسم بعد مرور 20 s يساوى .....
(أ) 0.5 kg.m/s (ب) 2 kg.m/s
(جـ) 200 kg.m/s (د) 250 kg.m/s

(٢) كتلة الجسم تساوى .....
(أ) 0.25 kg (ب) 1 kg (جـ) 100 kg (د) 125 kg

٥٠ فى الشكل المقابل قذف شخص كرة معدنية ملساء رأسيًا إلى أعلى من فوق كوبرى يعبر مجرى مائى فارتفعت الكرة حتى وصلت إلى أقصى ارتفاع لها (مرحلة a) ثم هبطت إلى سطح الماء (مرحلة b) ثم غاصت فى الماء (مرحلة c)، فما الترتيب الصحيح لمقدار العجلة التى تحركت بها الكرة خلال المراحل الثلاث ؟

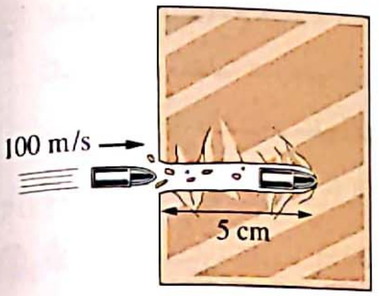


(أ) c = b < a (ب) c < b = a
(جـ) b < c = a (د) b < c < a

٥١ * تبدأ عربة كتلتها 1200 kg الحركة من السكون على طريق مستقيم أفقى بتأثير قوة أفقية ثابتة قدرها 7500 N فبلغت سرعتها 5 m/s بعد قطعها مسافة 10 m فيكون مقدار قوة الاحتكاك المؤثرة على العربة هو .....

أ 1500 N ب 2000 N جـ 3000 N د 6000 N

٥٢ فى الشكل المقابل رصاصة كتلتها 15 g اخترقت قطعة من الخشب لمسافة 5 cm حتى توقفت، فإذا كانت سرعتها لحظة اصطدامها بالخشب 100 m/s، فإن مقدار القوة المحصلة المتوسطة التى أثرت على الرصاصة أثناء اختراقها قطعة الخشب يساوى .....



أ 0 ب 750 N جـ 1500 N د 3000 N

٥٣ * سقطت كرة معدنية من مبنى سقوطًا حرًا على أرض رملية فكانت سرعتها لحظة اصطدامها بالأرض 30 m/s، إذا غاصت الكرة فى الرمل وتوقفت بعد 0.01 s وكان متوسط قوة مقاومة الرمل لحركة الكرة 3000 N – ، فإن كتلة الكرة تساوى ..... (علمًا بأن : عجلة الجاذبية الأرضية $10\ m/s^2$)

أ 1 kg ب 1.5 kg جـ 2 kg د 2.5 kg

٥٤ * جسم ساكن موضوع على سطح أفقى أثرت عليه قوة محصلة أفقية مقدارها يساوى نصف مقدار وزنه فإن : (علمًا بأن : عجلة الجاذبية الأرضية = $10\ m/s^2$)

(١) سرعته بعد ثانيتين تساوى .....

أ 5 m/s ب 10 m/s جـ 15 m/s د 20 m/s

(٢) الإزاحة التى يقطعها الجسم خلال ثانيتين تساوى .....

أ 5 m ب 10 m جـ 15 m د 20 m

٥٥ * سيارة كتلتها 725 kg تتحرك بسرعة 72 km/h، ضغط سائقها على الفرامل لمدة 2 s فتأثرت بقوة احتكاك مقدارها 2×10^3 N، فإن :

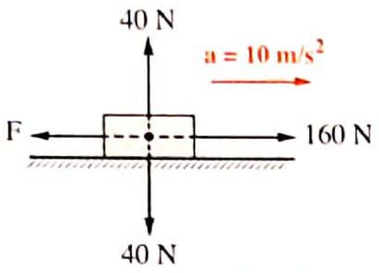
(١) التغير فى كمية تحرك السيارة خلال تلك الفترة يساوى .....

أ 10^3 kg.m/s ب 4×10^3 kg.m/s جـ -10^3 kg.m/s د -4×10^3 kg.m/s

(٢) سرعة السيارة بعد زوال قوة الفرامل مباشرةً تساوى .....

أ 77.52 m/s ب 25.52 m/s جـ 14.48 m/s د 8.96 m/s

٥٦ الشكل المقابل يوضح جسم كتلته 4 kg يتحرك بعجلة $10\ m/s^2$ فى الاتجاه الموضح، فإن مقدار القوة F يساوى ..... ($g = 10\ m/s^2$)

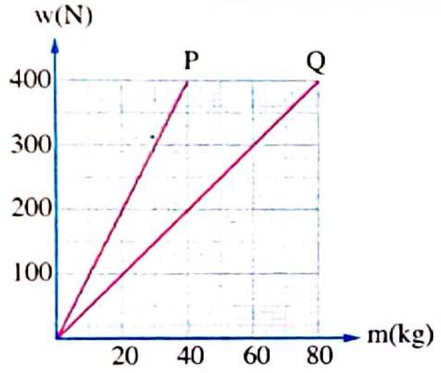


أ 120 N ب 160 N جـ 200 N د 250 N

٥٧ جسم وزنه w يسقط من السكون سقوطًا حرًا من قمة مبنى ارتفاعه d ليصل إلى سطح الأرض بعد زمن t، فإن كمية تحرك الجسم لحظة اصطدامه بسطح الأرض تساوى .....

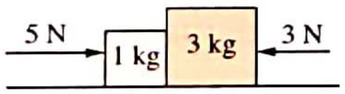
أ wd ب wt جـ $\frac{w}{t}$ د $\frac{w}{d}$

٥٨ * الشكل البيانى المقابل يوضح العلاقة بين وزن وكتلة مجموعة من الأجسام عند وضع كل منها على كوكبين P، Q، فإذا تم نقل جسم يزن 650 N على الكوكب P إلى الكوكب Q، فإن .....



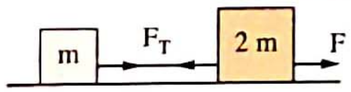
	كتلة الجسم على الكوكب Q (kg)	وزن الجسم على الكوكب Q (N)
أ	130	325
ب	130	1300
جـ	65	325
د	65	1300

٥٩ * الشكل المقابل يوضح كتلتين متلامستين، فتكون محصلة القوى المؤثرة على الكتلة الأكبر .....



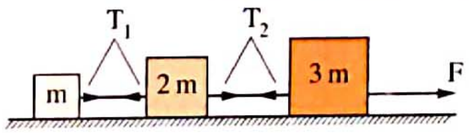
أ أكبر من 2 N ب تساوى 2 N
جـ أقل من 2 N د لا يمكن تحديد الإجابة

٦٠ * جسمان متصلان بحبل مهمل الكتلة وموضوعان على سطح أملس، فإذا أثرت قوة خارجية (F) كما بالشكل تحرك الجسمان معًا بعجلة منتظمة، فإن قوة الشد فى الحبل (F_T) تساوى .....



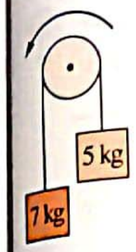
أ zero ب 2 F جـ F د $\frac{F}{3}$

٦١ * ثلاث كتل (m , 2 m , 3 m) متصلة بواسطة خيطين مهملى الكتلة وموضوعة على سطح أفقى أملس، عندما تؤثر قوة محصلة أفقية F على الكتلة 3 m كما بالشكل المقابل فإن قوة الشد T_2 تساوى .....



أ $3\ T_1$ ب $2\ T_1$ جـ $\frac{F}{3}$ د F

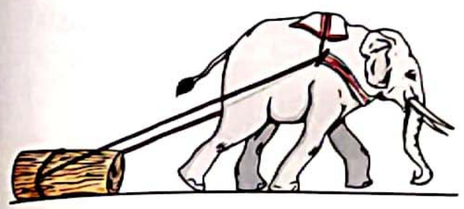
٦٢ * ثقلان متصلان بحبل مهمل الكتلة يتحرك حول بكرة ملساء فى الاتجاه الموضح بالشكل المقابل، فإن العجلة التى يتحرك بها الثقلان تساوى ..... (علمًا بأن : $g = 10\ m/s^2$)



(أ) $0.52\ m/s^2$ (ب) $1.03\ m/s^2$

(جـ) $1.67\ m/s^2$ (د) $2\ m/s^2$

٦٣ * يجر فيل ساقًا خشبية كتلتها 0.5 ton على سطح أفقى بسرعة ثابتة بواسطة حبل يصنع زاوية $60°$ مع الأفقى كما فى الشكل، إذا علمت أن قوة الاحتكاك بين الساق والأرض 200 N فإن :



(١) قوة الشد فى الحبل تساوى .....

(أ) 500 N (ب) 400 N (جـ) 100 N (د) 2.5×10^{-3} N

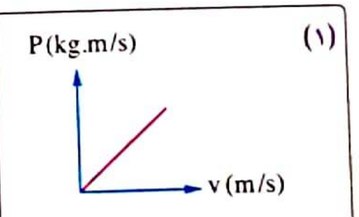
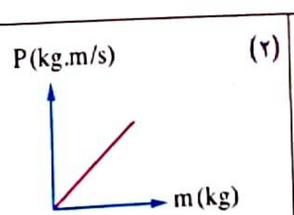
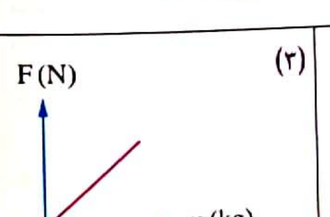
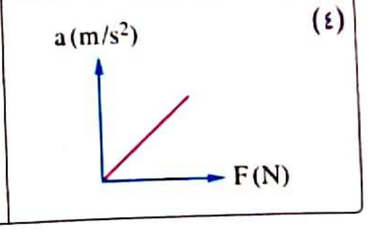
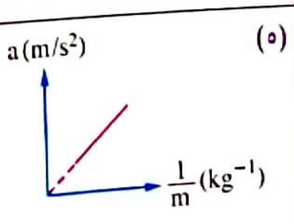
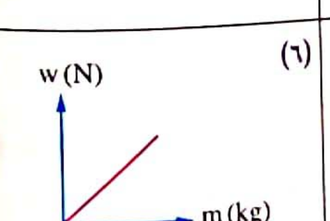
(٢) قوة الشد فى الحبل اللازمة كى تكتسب الساق عجلة قدرها $2\ m/s^2$ تساوى .....

(أ) 1000 N (ب) 1200 N (جـ) 1600 N (د) 2400 N

ثانيًا أسئلة المقال

١ يمكن القول بأن قانون نيوتن الأول هو حالة خاصة من قانون نيوتن الثانى، وضح ذلك.

٢ اكتب العلاقة الرياضية التى يمثلها كل شكل بيانى وما يساويه ميل الخط المستقيم فى كل حالة :

(١) 	(٢) 	(٣) 
(٤) 	(٥) 	(٦) 

«حيث (P) كمية التحرك، (m) الكتلة، (v) السرعة، (F) القوة المحصلة، (a) العجلة، (w) الوزن»

٣ سيارتان x ، y تتحركان فى نفس الاتجاه تحت تأثير نفس القوة المحصلة، فإذا كانت كتلة السيارة y تساوى كتلة حمولة السيارة x، أى من السيارتين تتحرك بعجلة أكبر ؟

(x)

(y)

٤ فسر لماذا قامت شركات السيارات حديثًا بإضافة وسادة هوائية إلى السيارات.

أنماط جديدة من الأسئلة

اختر إجابتين من بين الإجابات المعطاة :

١ أثناء سقوط جسم سقوطًا حرًا نحو الأرض .....

(أ) تزداد كمية تحركه (ب) تزداد كتلته

(جـ) تظل عجلة حركته ثابتة (د) تقل سرعته (هـ) يزداد وزنه

٢ الصيغة الرياضية لقانون نيوتن الثانى هى .....

(أ) $F = \frac{m\Delta P}{\Delta t}$ (ب) $F = \frac{v\Delta m^2}{\Delta t}$

(جـ) $F = \frac{m\Delta v^2}{\Delta t}$ (د) $F = \frac{\Delta(mv)}{\Delta t}$ (هـ) $F = ma$

٣ الوحدة $kg.m.s^{-1}$ تكافئ .....

(أ) J.s (ب) J.s/m

(جـ) N (د) N.s (هـ) N/s

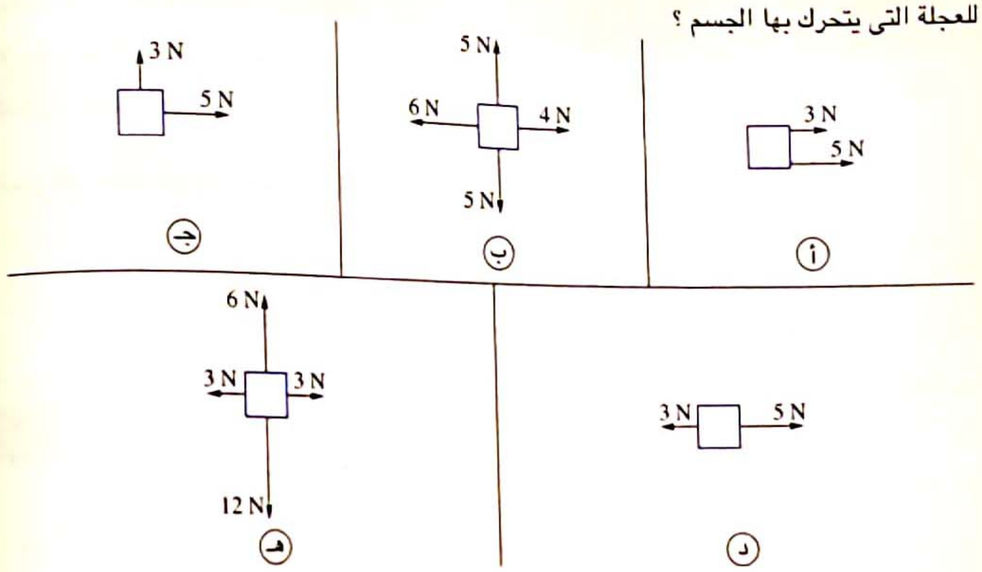
٤ جسم كتلته 10 kg تم تعجيله ليتحرك فى خط مستقيم بحيث تتغير سرعته بانتظام من 54 km/h إلى 108 km/h خلال 10 s، فإن القوة المحصلة التى أثرت على الجسم .....

(أ) تساوى 1.5 N (ب) تساوى 15 N

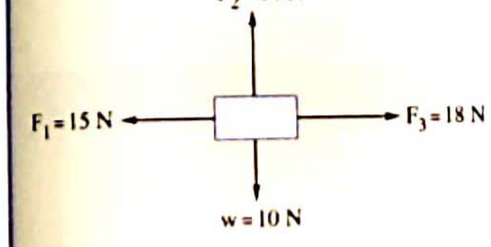
(جـ) تساوى التغير فى كمية تحركه خلال 1 s (د) أكبر من معدل التغير فى كمية تحركه

(هـ) أقل من معدل التغير فى كمية تحركه

٥ الأشكال التالية تمثل خمس حالات لتأثير عدة قوى على جسم ما، أى حالتين من هذه الحالات يمثل أقل مقدار للعجلة التى يتحرك بها الجسم ؟



٦ تؤثر عدة قوى على جسم كما بالشكل، أى العبارات الآتية صحيحة بالنسبة للجسم ؟ ($g = 10\ m/s^2$)



(أ) كتلة الجسم 1 kg

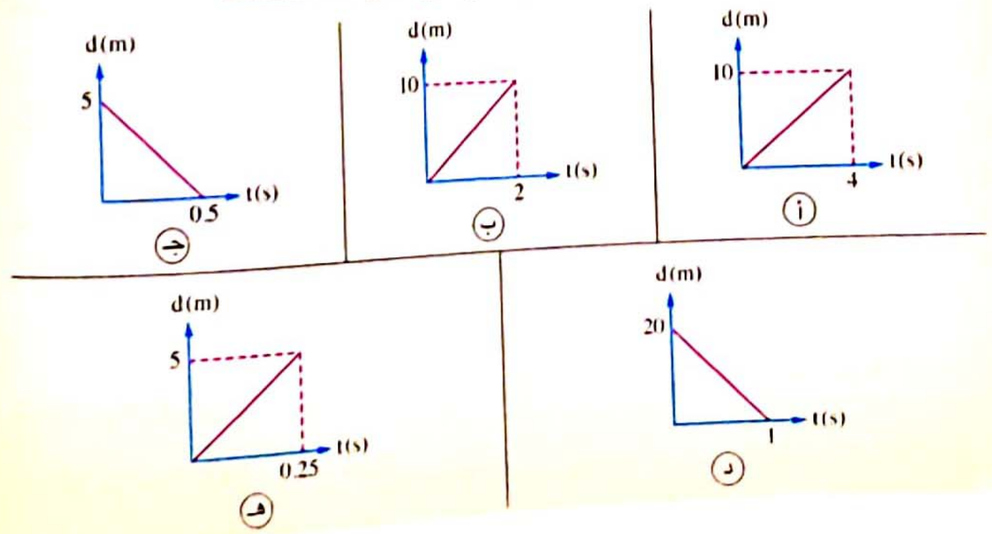
(ب) كتلة الجسم 100 kg

(جـ) مقدار عجلة حركة الجسم $0.5\ m/s^2$

(د) مقدار عجلة حركة الجسم $1\ m/s^2$

(هـ) مقدار عجلة حركة الجسم $5\ m/s^2$

٧ الأشكال البيانية التالية توضح منحنى (الإزاحة - الزمن) لخمسة أجسام لها نفس الكتلة، فيكون الشكلين البيانيين الممثلين لحالة الجسمين اللذين لهما أكبر مقدار لكمية تحرك هما .....



٨ جسم كتلته m ووزنه F يسقط سقوطًا حرًا من ارتفاع h ليصل إلى سطح الأرض بعد مرور زمن t، فإذا كانت كمية تحرك الجسم لحظة اصطدامه بسطح الأرض P، فأى العلاقات الرياضية الآتية صحيحة ؟

(علمًا بأن : (g) عجلة الجاذبية الأرضية، مقاومة الهواء مهملة)

(أ) $F = \frac{m\sqrt{2gh}}{t}$ (ب) $F = m\sqrt{2ght}$

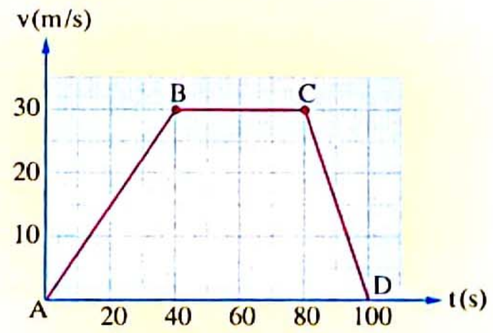
(جـ) $P = 2mgh$ (د) $P = \sqrt{2mgh}$

(هـ) $P = m\sqrt{2gh}$

اختر من القائمة ما يناسب الفراغات :

٩ الشكل البيانى التالى يمثل تغير سرعة جسم كتلته 80 kg خلال 100 s، فإن القوة المحصلة المؤثرة على الجسم فى المرحلة BC هى .....(1)..... وفى المرحلة CD هى .....(ب).....

120 N
60 N
0
– 60 N
– 120 N



١٠ القوة المحصلة التى تؤثر على جسم ساكن كتلته 30 kg :

(أ) لتكسبه عجلة قدرها $3\ m.s^{-2}$ تساوى .....

(ب) لتكسبه سرعة قدرها $8\ m.s^{-1}$ فى زمن قدره 6 s تساوى .....

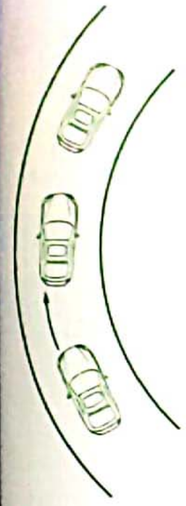
40 N
60 N
90 N
120 N
150 N

الباب الثالث

الحركة الدائرية

الفصل 1

قوانين الحركة الدائرية.



نواتج التعلم المتوقعة :

بعد دراسة هذا الفصل يجب أن يكون الطالب قادرًا على أن :

- يستنتج قوانين الحركة فى دائرة.
- يستنتج قيمة العجلة المركزية ويحدد مفهومها.
- يستنتج قانون القوة الجاذبة المركزية.
- يحسب قيمة القوة الجاذبة المركزية.
- يتعرف أنواع القوة الجاذبة المركزية.
- يتعرف التطبيقات الحياتية والتكنولوجية للقوة الجاذبة المركزية.

الفصل 2

الجاذبية الكونية والحركة الدائرية.

نواتج التعلم المتوقعة :

بعد دراسة هذا الفصل يجب أن يكون الطالب قادرًا على أن :

- يستنتج قانون الجذب العام.
- يفسر دوران القمر حول الأرض فى مسار ثابت تقريبًا.
- يستنتج العوامل التى تحدد سرعة قمر صناعى فى مداره حول الأرض.
- يتعرف استخدامات الأقمار الصناعية.

* من خلال دراستك لقانون نيوتن الثانى

والذى ينص على أنه :

«إذا أثرت قوة محصلة على جسم فإنها تكسبه عجلة تتناسب طرديًا مع القوة المحصلة المؤثرة عليه وعكسيًا مع كتلته»

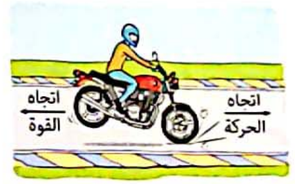
تعلمت أنه :

عندما تؤثر قوة محصلة على جسم متحرك ← فإن سرعته المتجهة تتغير ← أى يكتسب عجلة

ويعتمد التغير الحادث فى السرعة المتجهة على اتجاه القوة المحصلة المؤثرة بالنسبة لاتجاه الحركة.

فإذا كان اتجاه القوة المحصلة :

فى نفس اتجاه الحركة	عكس اتجاه الحركة	عمودى على اتجاه الحركة
يزداد مقدار سرعة الجسم المتحرك.	يقل مقدار سرعة الجسم المتحرك.	يظل مقدار سرعة الجسم المتحرك ثابت.
لا يتغير اتجاه حركة الجسم.	لا يتغير اتجاه حركة الجسم.	يتغير اتجاه حركة الجسم.
مثال		
عندما يزيد قائد الدراجة النارية من حرق الوقود فإنها تتأثر بقوة محصلة فى نفس اتجاه الحركة فتزداد سرعتها.	عندما يضغط قائد الدراجة النارية على الفرامل فإن القوة المحصلة تكون فى عكس اتجاه الحركة فتقل سرعتها.	عندما يميل قائد الدراجة النارية بجسمه يمينًا أو يسارًا تتولد قوة محصلة عمودية على اتجاه الحركة فيتغير اتجاه الحركة وتسير فى مسار دائرى.

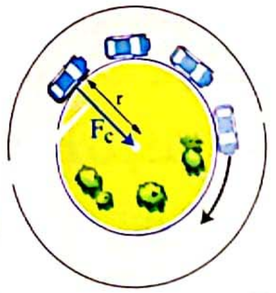


* مما سبق يتضح أن :

لكى يتحرك جسم حركة دائرية منتظمة (فى مسار دائرى بسرعة مقدارها ثابت) لابد أن تؤثر عليه باستمرار قوة محصلة مقدارها ثابت وعمودية على اتجاه حركته وفى اتجاه مركز الدائرة يطلق عليها القوة الجاذبة المركزية.

الحركة الدائرية المنتظمة

حركة جسم فى مسار دائرى بسرعة ثابتة المقدار ومتغيرة الاتجاه



القوة الجاذبة المركزية

القوة التى تؤثر باستمرار فى اتجاه عمودى على اتجاه حركة الجسم فتجعله يتحرك فى مسار دائرى

قوانين الحركة الدائرية

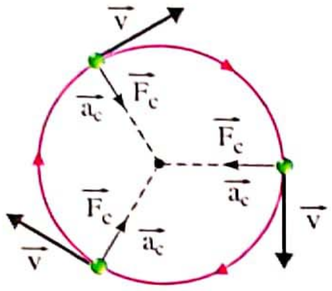
- **أولًا** العجلة المركزية
- **ثانيًا** القوة الجاذبة المركزية

أولًا العجلة المركزية Centripetal Acceleration

عندما تؤثر قوة محصلة ($\Sigma\vec{F} = \vec{F_c}$) عموديًا على اتجاه حركة جسم كتلته m وسرعته $\vec{v}$ فإنه يتحرك فى مسار دائرى نصف قطره r، ويكون :

- مقدار السرعة (v) **ثابت** على طول محيط المسار الدائرى.
- اتجاه السرعة **متغير** باستمرار على طول محيط المسار الدائرى، وتغير اتجاه السرعة يعنى اكتساب الجسم عجلة أثناء حركته الدائرية تسمى **العجلة المركزية** ($\vec{a_c}$)

ويكون اتجاهها فى نفس اتجاه القوة الجاذبة المركزية.



العجلة المركزية

العجلة التى يكتسبها الجسم فى الحركة الدائرية بسبب التغير فى اتجاه السرعة.

إذا أتم هذا الجسم دورة كاملة فى نفس المسار الدائرى خلال زمن T يطلق عليه **الزمن الدورى** فإن السرعة (v) التى يتحرك بها يطلق عليها السرعة المماسية، وتحسب من العلاقة :

الزمن الدورى

الزمن اللازم لعمل دورة كاملة فى المسار الدائرى.

$$v = \frac{2\pi r}{T}$$

واتجاهها دائمًا فى اتجاه المماس للمسار الدائرى عند موضع الجسم فى تلك اللحظة.

إذا أتم الجسم عدد N من الدورات الكاملة خلال زمن t، فإن الزمن الدورى لحركته يعطى من العلاقة :

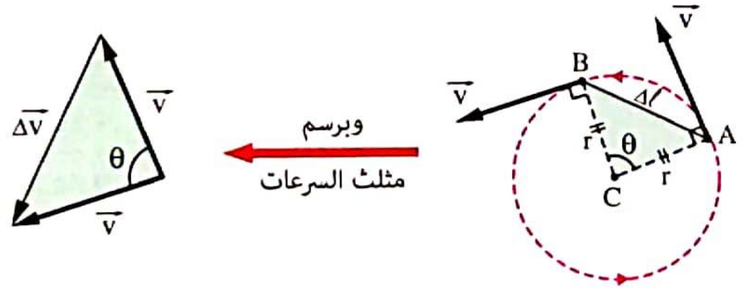
$$T = \frac{t}{N}$$

التردد (f) هو معدل دوران الجسم (عدد الدورات التى يكملها الجسم فى الثانية الواحدة) ويحسب من العلاقة :

$$f = \frac{N}{t} = \frac{1}{T}$$

استنتاج العجلة المركزية (a_c)

* إذا تحرك جسم فى مسار دائرى من النقطة A إلى النقطة B كما بالشكل فإن اتجاه السرعة ($\vec{v}$) يتغير بين النقطتين ولكن مقدار السرعة يظل ثابتًا، وبذلك فإن التغير فى السرعة ($\Delta\vec{v}$) ينتج عن تغير اتجاهها فقط.



- من تشابه المثلث (CAB) مع مثلث السرعات :

$$\frac{\Delta \ell}{r} = \frac{\Delta v}{v}$$

$$\Delta v = \frac{\Delta \ell}{r} v$$

- إذا انتقل الجسم من A إلى B خلال فترة زمنية Δt فإن :

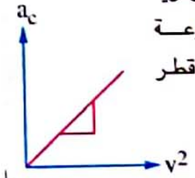
$$a_c = \frac{\Delta v}{\Delta t} = v \frac{\Delta \ell}{\Delta t} \cdot \frac{1}{r}$$

$$\because v = \frac{\Delta \ell}{\Delta t} \qquad \therefore \quad a_c = \frac{v^2}{r}$$

العلاقة التى تربط العجلة المركزية بكل من السرعة المماسية ونصف قطر الدوران

١ السرعة المماسية :

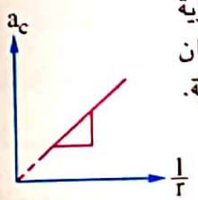
تتناسب العجلة المركزية طرديًا مع مربع السرعة المماسية عند ثبوت نصف قطر الدوران.



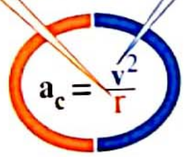
$$slope = \frac{\Delta a_c}{\Delta v^2} = \frac{1}{r}$$

٢ نصف قطر الدوران :

تتناسب العجلة المركزية عكسيًا مع نصف قطر الدوران عند ثبوت السرعة المماسية.



$$slope = \frac{\Delta a_c}{\Delta(\frac{1}{r})} = v^2$$



مثال ١

كرة مثبتة بنهاية حبل تتحرك بانتظام فى دائرة أفقية نصف قطرها 0.6 m، فإذا قطعت الكرة دورتين كاملتين فى الثانية الواحدة فإن السرعة المماسية للكرة والعجلة المركزية لها هما .....

	السرعة المماسية	العجلة المركزية
(أ)	1.89 m/s	5.95 m/s²
(ب)	1.89 m/s	94.75 m/s²
(جـ)	7.54 m/s	5.95 m/s²
(د)	7.54 m/s	94.75 m/s²

الحل

r = 0.6 m | N = 2 | t = 1 s | v = ? | a_c = ?

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

$$v = \frac{2\pi r}{T} = \frac{2 \times \frac{22}{7} \times 0.6}{\frac{1}{2}} = 7.54 \text{ m/s}$$

$$a_c = \frac{v^2}{r} = \frac{(7.54)^2}{0.6} = 94.75 \text{ m/s}^2$$

∴ الاختيار الصحيح هو (د)

ماذا لو زادت السرعة المماسية التى تدور بها الكرة إلى أربعة أمثالها، **ماذا** يحدث للعجلة المركزية ؟

مثال ٢

يدور جسم فى مسار دائرى أفقى بسرعة خطية منتظمة بحيث يكمل نصف دورة خلال 3 s، فإذا كانت إزاحته خلال نصف دورة 2 m فإن عجلته المركزية تساوى .....

(أ) 0.35 m/s² (ب) 1.1 m/s² (جـ) 4.4 m/s² (د) 6.6 m/s²

الحل

N = 0.5 | t = 3 s | d = 2 m | a_c = ?

وسيلة مساعدة

إزاحة الجسم خلال نصف دورة تساوى قطر المسار الدائرى.

$$d = 2r \quad \Rightarrow \quad r = \frac{d}{2} = \frac{2}{2} = 1 \text{ m}$$

$$T = \frac{t}{N} = \frac{3}{0.5} = 6 \text{ s}$$

$$v = \frac{2\pi r}{T} = \frac{2 \times \frac{22}{7} \times 1}{6} = 1.05 \text{ m/s}$$

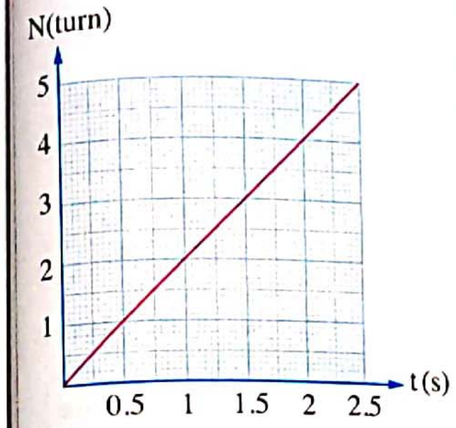
$$a_c = \frac{v^2}{r} = \frac{(1.05)^2}{1} = 1.1 \text{ m/s}^2$$

∴ الاختيار الصحيح هو (ب)

ماذا لو دار الجسم بسرعة ضعف سرعته الأولى وفى مسار قطره ضعف قطر المسار الأول، **ماذا** يحدث للعجلة المركزية ؟

مثال ٣

جسم يتحرك فى مسار دائرى أفقى نصف قطره 1 m بسرعة ثابتة، والشكل البيانى المقابل يوضح عدد الدورات التى يصنعها الجسم بمرور الزمن، فإن السرعة المماسية للجسم والعجلة المركزية التى يتحرك بها هما .....



	السرعة المماسية	العجلة المركزية
أ	12.57 m/s	158 m/s²
ب	12.57 m/s	9.9 m/s²
جـ	3.14 m/s	158 m/s²
د	3.14 m/s	9.9 m/s²

الحل

$r = 1\ m$ | $v = ?$ | $a_c = ?$

$$slope = \frac{\Delta N}{\Delta t} = \frac{5-0}{2.5-0} = 2\ turn/s$$

$$T = \frac{t}{N} = \frac{1}{slope} = 0.5\ s$$

$$v = \frac{2\pi r}{T} = \frac{2 \times \frac{22}{7} \times 1}{0.5} = 12.57\ m/s$$

$$a_c = \frac{v^2}{r} = \frac{(12.57)^2}{1} = 158\ m/s^2$$

∴ الاختيار الصحيح هو (أ)

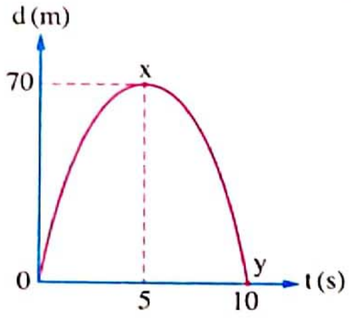
التكامل مع الرياضيات

يمكنك مراجعة كيفية حساب ميل الخط المستقيم بند (٧) صفحة (١٣).

ماذا لو دار الجسم فى نفس المسار الدائرى بمعدل 4 دورات لكل ثانية، **ماذا** يحدث للعجلة المركزية ؟

مثال ٤

الشكل البيانى المقابل يمثل العلاقة بين الإزاحة (d) والزمن (t) لجسم يدور فى مسار دائرى أفقى بسرعة منتظمة، فإن العجلة المركزية التى يتحرك بها الجسم تساوى .....



أ) $0.7\ m/s^2$ ب) $1.4\ m/s^2$

جـ) $13.8\ m/s^2$ د) $55.3\ m/s^2$

الحل

وسيلة مساعدة

- من الشكل البيانى يتم الجسم دورة كاملة (عند النقطة y) بعد 10 s

$\therefore T = 10\ s$

- أقصى إزاحة لجسم يدور فى مسار دائرى تكون بعد قطعه لنصف دورة (عند النقطة x) وتساوى قطر هذا المسار الدائرى.

* بعد 5 s :

$d = 2r$

$$\therefore r = \frac{d}{2} = \frac{70}{2} = 35\ m$$

$$v = \frac{2\pi r}{T} = \frac{2 \times \frac{22}{7} \times 35}{10} = 22\ m/s$$

$$a_c = \frac{v^2}{r} = \frac{(22)^2}{35} = 13.8\ m/s^2$$

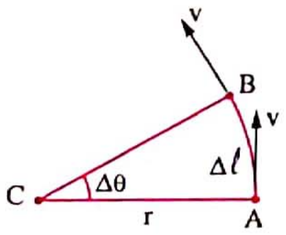
∴ الاختيار الصحيح هو (جـ)

ماذا لو علمت أن كتلة الجسم 1 kg، **ما** النسبة بين مقدارى كمية الحركة للجسم عند الموضعين x ، y ؟ $\left(\frac{P_x}{P_y}\right)$

معلومة إثرائية

- **حساب السرعة الزاوية :**

إذا تحرك جسم بسرعة مماسية v على محيط دائرة نصف قطرها r من النقطة A إلى النقطة B ليقطع مسافة $\Delta\ell$ وزاوية قدرها $\Delta\theta$ فى زمن قدره Δt فإن المقدار $\left(\frac{\Delta\theta}{\Delta t}\right)$ يعرف بالسرعة الزاوية (ω).



$\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$

ومن المعروف أن قيمة الزاوية بالتقدير الدائرى تساوى النسبة بين طول القوس ونصف قطر المسار.

$\Delta\theta = \frac{\Delta \ell}{r}$

$\therefore \omega = \frac{\Delta \ell / r}{\Delta t} = \frac{\Delta \ell}{\Delta t} \times \frac{1}{r} = \frac{v}{r}$ ، $\therefore v = \omega r$

∴ السرعة المماسية (v) = السرعة الزاوية (ω) × نصف القطر (r)

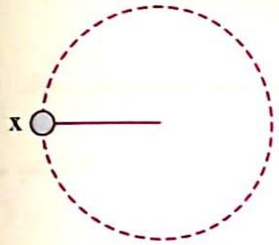
$\because v = \frac{2\pi r}{T}$ $\therefore \omega r = \frac{2\pi r}{T}$ $\therefore$ $\omega = \frac{2\pi}{T}$

4 اختبر نفسك

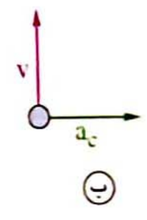
مجاب عنه

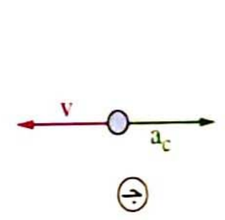
اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

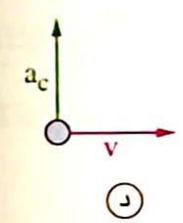
١ جسم مربوط فى خيط يدور فى مسار دائرى أفقى فى اتجاه دوران عقارب الساعة، عندما يكون الجسم عند الموضع x يكون اتجاهى السرعة المماسية (v) والعجلة المركزية (a_c) ممثلان بالشكل .....



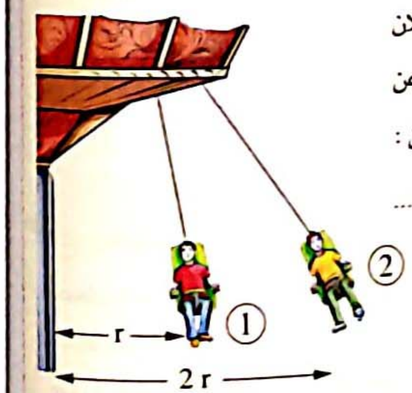
ⓐ

ⓑ 

ⓒ 

ⓓ 

٢ ✳ الشكل المقابل يمثل لعبة العجلة الدوارة فى الملاهى، فإذا جلس طفلان متساويان فى الكتلة فى مكانين مختلفين بحيث كان بُعد الطفل الثانى عن المركز ضعف بُعد الطفل الأول عن المركز ودارت اللعبة بسرعة ثابتة، فإن :



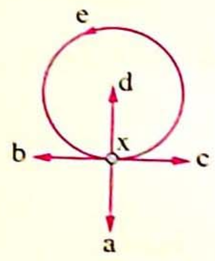
(١) النسبة بين السرعة المماسية لكل من الطفلين $\left(\frac{v_1}{v_2}\right)$ = ...

ⓐ $\frac{1}{1}$ ⓑ $\frac{1}{2}$ ⓒ $\frac{2}{1}$ ⓓ $\frac{1}{4}$

(٢) النسبة بين العجلة المركزية لكل من الطفلين $\left(\frac{a_1}{a_2}\right)$ = ...

ⓐ $\frac{1}{1}$ ⓑ $\frac{1}{2}$ ⓒ $\frac{2}{1}$ ⓓ $\frac{1}{4}$

٣ ✳ أمسك طفل بخيط فى نهايته حجر وحركه ليدور فى مستوى أفقى كما هو موضح باتجاه السهم e على الرسم، فإذا ترك الطفل الخيط فجأة والحجر عند الموضع x فإن الحجر لحظة إفلاته يتحرك فى الاتجاه .....



ⓐ $\overrightarrow{xd}$ ⓑ $\overrightarrow{xa}$ ⓒ $\overrightarrow{xb}$ ⓓ $\overrightarrow{xc}$

ثانيًا القوة الجاذبة المركزية Centripetal Force

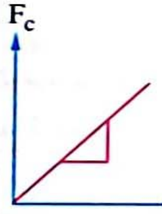
عندما تؤثر قوة جاذبة مركزية F_c على جسم كتلته m فتجعله يتحرك فى مسار دائرى بعجلة مركزية a_c، فتبعًا لقانون نيوتن الثانى تعطى القوة من العلاقة : $F = ma$

$\because a_c = \frac{v^2}{r}$ $\therefore$ $F_c = ma_c = \frac{mv^2}{r}$

العلاقة التى تربط القوة الجاذبة المركزية المؤثرة على جسم بكل من السرعة المماسية وكتلة الجسم ونصف قطر الدوران

١ السرعة المماسية :

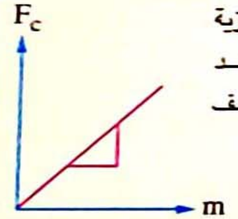
تتناسب القوة الجاذبة المركزية طرديًا مع مربع السرعة المماسية عند ثبوت كتلة الجسم ونصف قطر الدوران.



$slope = \frac{\Delta F_c}{\Delta v^2} = \frac{m}{r}$

٢ كتلة الجسم المتحرك :

تتناسب القوة الجاذبة المركزية طرديًا مع كتلة الجسم عند ثبوت السرعة المماسية ونصف قطر الدوران.

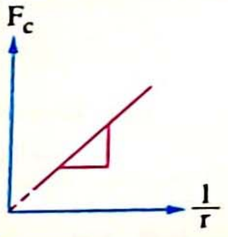


$slope = \frac{\Delta F_c}{\Delta m} = \frac{v^2}{r}$

$F_c = \frac{mv^2}{r}$

٣ نصف قطر الدوران :

تتناسب القوة الجاذبة المركزية عكسيًا مع نصف قطر الدوران عند ثبوت كتلة الجسم والسرعة المماسية.



$slope = \frac{\Delta F_c}{\Delta(\frac{1}{r})} = mv^2$

ملاحظة

* يمكن حساب القوة الجاذبة المركزية من العلاقات الآتية :

القوة الجاذبة المركزية (F_c)

- بدلالة العجلة المركزية: $F_c = ma_c$
- بدلالة الزمن الدورى: $F_c = \frac{m \times 4\pi^2 r}{T^2}$
- بدلالة السرعة المماسية: $F_c = \frac{mv^2}{r}$
- بدلالة التردد: $F_c = m \times 4\pi^2 r f^2$

مثال ١

جسم كتلته 0.5 kg يتحرك على محيط دائرة أفقية نصف قطرها 2 m بسرعة خطية ثابتة مقدارها 10 m/s، فإن العجلة المركزية التى يتحرك بها الجسم والقوة الجاذبة المركزية المؤثرة عليه هما .....

	العجلة المركزية	القوة الجاذبة المركزية
(أ)	25 m/s²	25 N
(ب)	25 m/s²	50 N
(جـ)	50 m/s²	25 N
(د)	50 m/s²	50 N

الحل

$m = 0.5\ kg$ | $r = 2\ m$ | $v = 10\ m/s$ | $a_c = ?$ | $F_c = ?$

$$a_c = \frac{v^2}{r} = \frac{(10)^2}{2} = 50\ m/s^2$$

$$F_c = ma_c = 0.5 \times 50 = 25\ N$$

∴ الاختيار الصحيح هو (جـ)

ماذا لو لم نتمكن من زيادة مقدار القوة الجاذبة المركزية عن 25 N وزادت سرعة الجسم إلى 20 m/s، **فما** التغير الواجب إحداثه لنصف القطر حتى نحافظ على الجسم متحركًا فى مسار دائرى ؟

مثال ٢

حجر كتلته 600 g مربوط فى خيط طوله 50 cm ويدور فى مسار دائرى أفقى بسرعة 3 m/s :

(١) فإن مقدار القوة الجاذبة المركزية يساوى .....

(أ) 8 N (ب) 10.8 N

(جـ) 36 N (د) 108 N

(٢) إذا كانت أقصى قوة شد يتحملها الخيط هى 8 N، فإن الخيط .....

(أ) لا ينقطع، وتقل القوة الجاذبة المركزية حتى تصبح 8 N

(ب) لا ينقطع، ويستمر الحجر فى حركته فى مساره الدائرى ولكن بسرعة أقل

(جـ) ينقطع، ويتحرك الحجر لحظة انقطاع الخيط تجاه مركز المسار الدائرى

(د) ينقطع، ويتحرك الحجر لحظة انقطاع الخيط مماسًا للمسار الدائرى

الحل

$m = 600\ g$ | $r = 50\ cm$ | $v = 3\ m/s$ | $F_c = ?$

(١) $F_c = m\frac{v^2}{r} = 600 \times 10^{-3} \times \frac{(3)^2}{50 \times 10^{-2}} = 10.8\ N$

∴ الاختيار الصحيح هو (ب)

(٢) سينقطع الخيط ويتحرك الحجر فى خط مستقيم باتجاه المماس للمسار الدائرى الذى كان يسلكه لحظة انقطاع الخيط وذلك لأن القوة الجاذبة المركزية المطلوبة لحركة الحجر فى المسار الدائرى بهذه السرعة أكبر من أقصى قوة شد يتحملها الخيط.

∴ الاختيار الصحيح هو (د)

ماذا لو علمت أن أقصى قوة شد يتحملها الخيط 8 N، **ما** أقصى سرعة خطية منتظمة يمكن أن يتحرك بها الحجر فى هذا المسار الدائرى دون أن ينقطع الخيط ؟

مثال ٣

إذا علمت أن الأرض كتلتها $6 \times 10^{24}\ kg$ وتدور حول الشمس فى مدار نصف قطره $1.5 \times 10^{11}\ m$ وتتم دورة كاملة كل 365.25 يوم، فإن القوة الجاذبة المركزية التى تؤثر بها الشمس على الأرض تساوى .....

(أ) $5.1 \times 10^{24}\ N$ (ب) $5.33 \times 10^{22}\ N$

(جـ) $3.6 \times 10^{22}\ N$ (د) $3.14 \times 10^{20}\ N$

الحل

$m = 6 \times 10^{24}\ kg$ | $r = 1.5 \times 10^{11}\ m$ | $T = 365.25\ day$ | $F_c = ?$

$\because F_c = \frac{mv^2}{r}$ ، $v = \frac{2\pi r}{T}$

$\therefore F_c = \frac{m \times \left(\frac{2\pi r}{T}\right)^2}{r} = \frac{m \times 4\pi^2 r}{T^2}$

$\therefore F_c = \frac{6 \times 10^{24} \times 4 \times \left(\frac{22}{7}\right)^2 \times 1.5 \times 10^{11}}{(365.25 \times 24 \times 60 \times 60)^2} = 3.6 \times 10^{22}\ N$

∴ الاختيار الصحيح هو (جـ)

التكامل مع الرياضيات

يمكنك مراجعة خواص الأسس بند (ه) صفحة (١٢).

ماذا لو كان المطلوب حساب العجلة المركزية التى تتحرك بها الأرض نتيجة تأثير جاذبية الشمس عليها، ما إجابتك ؟

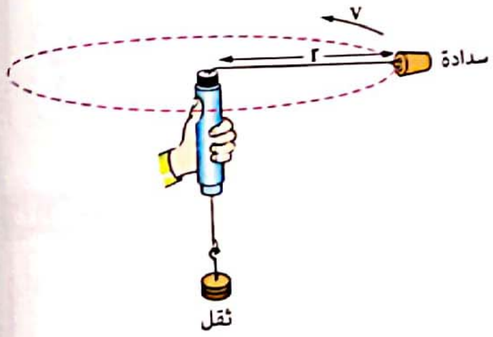
تجربة عملية 2 إثبات صحة علاقة القوة الجاذبة المركزية

الغرض من التجربة

- إثبات صحة علاقة القوة الجاذبة المركزية.

الأدوات

- سدادة مطاطية كتلتها m
- ثقل كتلته M
- خيط.
- ساعة إيقاف.
- أنبوبة معدنية أو بلاستيكية.



الخطوات

(١) اربط السدادة المطاطية فى الخيط.

(٢) مرر الخيط خلال الأنبوبة المعدنية أو البلاستيكية.

(٣) اربط الطرف الآخر للخيط بثقل كتلته M

(٤) حرك قطعة المطاط فى مسار دائرى أفقى.

(٥) قس الزمن الدورى (T) باستخدام ساعة إيقاف.

(٦) احسب القوة الجاذبة المركزية (قوة شد الخيط) والتى تساوى وزن الثقل من العلاقة : $F_c = F_T = Mg$

(٧) احسب سرعة حركة سدادة المطاط من العلاقة : $v = \frac{2\pi r}{T}$ ومنها احسب قيمة : $\frac{mv^2}{r}$

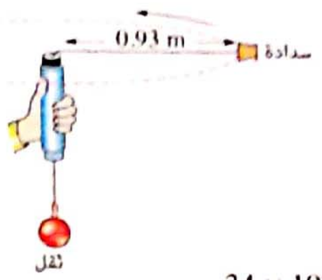
الاستنتاج

$F_c = Mg = \frac{mv^2}{r}$

مثال

فى الشكل المقابل، إذا أديرت سدادة مطاطية كتلتها 13 g فى مسار دائرى أفقى نصف قطره 0.93 m لتصنع 50 دورة فى زمن قدره 59 s، فإن كتلة الثقل المعلق فى الطرف الآخر للخيط تساوى .....

(علمًا بأن : $\pi = 3.14$ ، $g = 10\ m/s^2$).



(أ) 34 g

(ب) 34×10^{-3} g

(جـ) 66 g

(د) 66×10^{-3} g

الحل

$m = 13\ g$ | $r = 0.93\ m$ | $N = 50$ | $t = 59\ s$ | $g = 10\ m/s^2$ | $\pi = 3.14$ | $M = ?$

الزمن الدورى : $T = \frac{t}{N} = \frac{59}{50} = 1.18\ s$

سرعة حركة السدادة : $v = \frac{2\pi r}{T} = \frac{2 \times 3.14 \times 0.93}{1.18} = 4.95\ m/s$

القوة المركزية : $F_c = m\frac{v^2}{r} = 13 \times 10^{-3} \times \frac{(4.95)^2}{0.93} = 0.34\ N$

كتلة الثقل : $M = \frac{F_c}{g} = \frac{0.34}{10} = 0.034\ kg = 34\ g$

∴ الاختيار الصحيح هو (أ)

ماذا لو تم تغيير الثقل بآخر كتلته 68 g مع بقاء نصف قطر مسار السدادة ثابتًا، فما أقصى مقدار للسرعة الخطية التى يمكن أن تصل إليها السدادة ؟

5 اختبر نفسك

محلول عنها

اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

* كرة كتلتها 450 g مثبتة بنهاية حبل تدور فى دائرة نصف قطرها 1.3 m على طاولة أفقية سطحها أملس، فإن أقصى سرعة يمكن أن تصل إليها الكرة إذا كانت أقصى قوة شد يتحملها الحبل 75 N تساوى .....

(أ) 0.22 m/s

(ب) 0.47 m/s

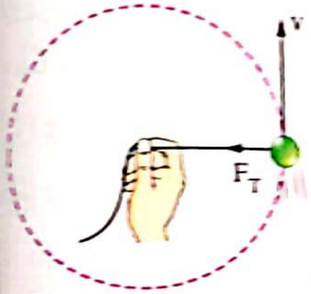
(جـ) 14.7 m/s

(د) 216.6 m/s

أنواع القوى الجاذبة المركزية Types of Centripetal Forces

* تعبر القوة الجاذبة المركزية عن أى قوة تؤثر عمودياً على مسار حركة الجسم وتجعله يتحرك فى مسار دائرى بسرعة ثابتة، وفيما يلى سوف نتعرف على أمثلة لها :

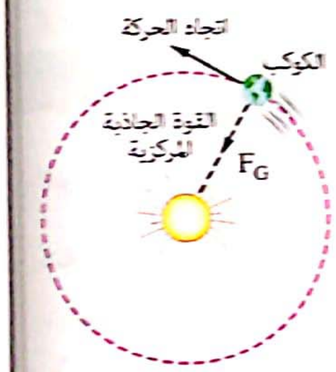
١ قوة الشد (F_T)



- عند إدارة جسم باستخدام حبل أو سلك تنشأ فى الحبل أو السلك قوة شد عمودية على اتجاه حركة الجسم تجعله يتحرك فى مسار دائرى بسرعة ثابتة.

أى أن : قوة الشد فى الحبل (F_T) تعمل كقوة جاذبة مركزية.

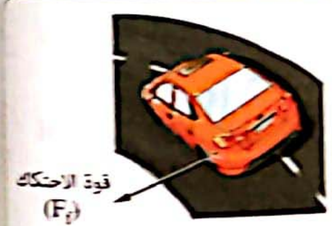
٢ قوة التجاذب المادى (F_G)



- توجد بين أى كوكب والشمس قوة تجاذب عمودية على اتجاه حركة الكوكب تجعله يتحرك فى مسار دائرى حول الشمس.

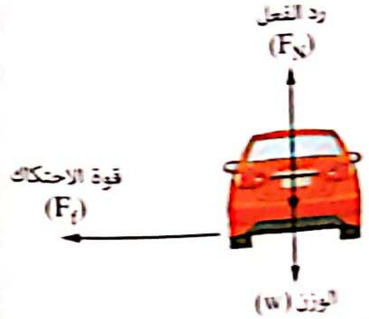
أى أن : قوة التجاذب المادى (F_G) فى هذه الحالة تعمل كقوة جانبة مركزية.

٣ قوة الاحتكاك (F_f)

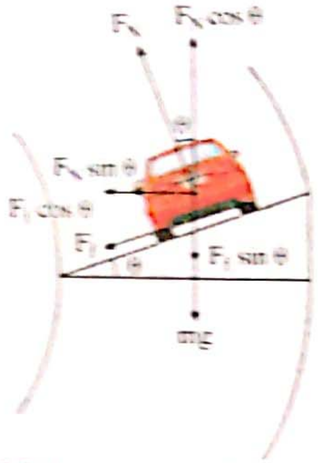


- عندما تدير إطارات السيارة للانحراف فى مسار منحنى يسارًا مثلًا فإن السيارة تميل إلى الاستمرار فى الحركة فى خط مستقيم بفعل القصور الذاتى (اتجاه يمين المنحنى) فتعمل قوة الاحتكاك بين إطارات السيارة والطريق عموديًا على مستوى الإطار نحو مركز المسار المنحنى.

أى أن : قوة الاحتكاك (F_f) بين إطارات السيارة والطريق تعمل كقوة جانبة مركزية.



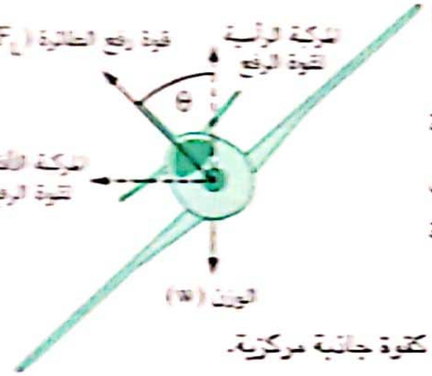
٤ مجموع المركبتين الأفقيتين لكل من قوة رد الفعل وقوة الاحتكاك باتجاه مركز الدوران



- عندما تتحرك سيارة فى مسار دائرى يميل على الأفقى بزاوية θ فإنها تتأثر بأكثر من قوة، منها :
  - قوة رد الفعل (F_N) والتى تؤثر عموديًا على السيارة وبتحليل متجه قوة رد الفعل فإن المركبة الأفقية لرد الفعل تكون عمودية على اتجاه الحركة وفى اتجاه المركز.
  - قوة الاحتكاك (F_f) وبتحليل متجه قوة الاحتكاك فإن المركبة الأفقية لقوة الاحتكاك تكون عمودية أيضًا على اتجاه الحركة.

أى أن : القوة الجانبة المركزية التى تجعل السيارة تتحرك فى مسار منحنى = مجموع المركبة الأفقية لقوة رد الفعل ($F_N \sin\theta$) والمركبة الأفقية لقوة الاحتكاك ($F_f \cos\theta$) باتجاه مركز الدوران.

٥ المركبة الأفقية لقوة الرفع



- تؤثر قوة رفع الهواء على الطائرة عموديًا على جسم الطائرة.
- عندما تميل الطائرة فإن المركبة الأفقية لقوة الرفع تكون عمودية على اتجاه الحركة وفى اتجاه مركز مسار دائرى فتتحرك الطائرة فى هذا المسار الدائرى.

أى أن : المركبة الأفقية لقوة رفع الطائرة تعمل كقوة جانبة مركزية.

تجربة عملية 3 بيان الحركة فى دائرة

الغرض من التجربة

- وصف حركة جسم يتحرك فى مسار دائرى.
- إدراك مفهوم القوة الجانبة المركزية.

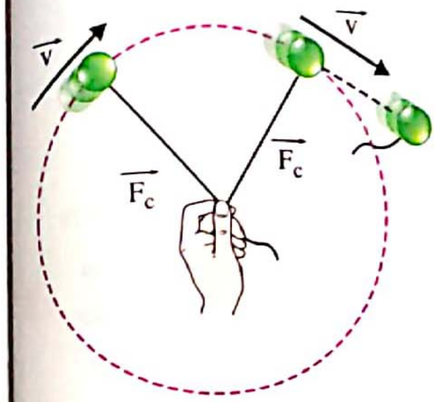
فكرة التجربة

- القوة الجانبة المركزية تلزم لدوران جسم فى مسار دائرى.

الأدوات

- كرة تنس.
- خيط (طوله حوالى 120 cm).
- قلم رصاص.

الخطوات



(١) اربط كرة التنس بأحد طرفى الخيط.

(٢) امسك الخيط بإحكام عند نقطة تبعد عن الكرة مسافة مناسبة (r) بحيث يمثل طول الخيط بين موضع يدك والكرة نصف قطر المسار الدائرى للكرة.

(٣) أدر الكرة بسرعة مناسبة بحيث تتحرك على محيط دائرة أفقية.

(٤) كرر الخطوة السابقة باستخدام أطوال مختلفة من الخيط

(٥) اترك الخيط فجأة من يدك وحدد الاتجاه الذى تتحرك فيه الكرة.

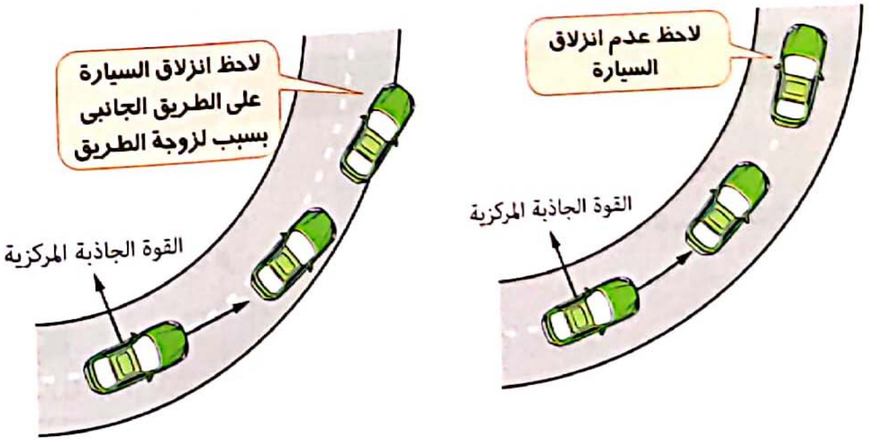
الاستنتاج

- لكى تتحرك الكرة فى مسار دائرى لابد من جذب الخيط للداخل لتستمر الكرة فى الدوران فى مسارها (وجود قوة شد تعمل كقوة جاذبة مركزية).
- عند ترك الخيط (غياب القوة الجاذبة المركزية) تنطلق الكرة بسبب القصور الذاتى فى خط مستقيم على امتداد مماس المسار الدائرى الذى كانت تسلكه لحظة الإفلات.

أهم التطبيقات على الحركة الدائرية

(١) تصميم منحنيات الطرق :

- يلزم حساب القوة الجاذبة المركزية عند تصميم منحنيات الطرق والسكك الحديدية لكى تتحرك السيارات والقطارات فى مسار منحنى دون أن تنزلق.
- إذا تحركت سيارة على طريق منحنى لزج فإن قوى الاحتكاك قد تكون غير كافية لدوران السيارة فى المسار المنحنى فتنزلق السيارة وتزحف الإطارات على الطريق الجانبى ولا تستمر فى المسار المنحنى.

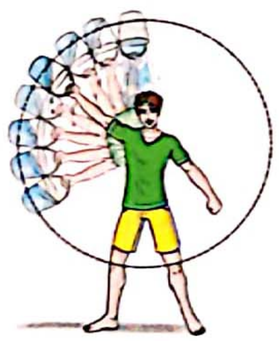


- يمنع حركة سيارات النقل الثقيل على بعض المنحنيات الخطرة لأنه كلما زادت كتلة السيارة احتاجت لقوة جاذبة مركزية أكبر للحركة على المسار الدائرى دون أن تنزلق حيث ($F_c \propto m$).

- يحدد مهندسو الطرق سرعة معينة للحركة عند المنحنيات لا ينبغى تجاوزها لأنه كلما ازدادت سرعة السيارة احتاجت لقوة جاذبة مركزية أكبر للحركة على المسار المنحنى دون أن تنزلق خارج هذا المسار حيث ($F_c \propto v^2$).

- ينبغى السير بسرعة صغيرة على المنحنيات الخطرة لتجنب خطورتها لأنه كلما قل نصف قطر المنحنى احتاجت السيارة لقوة جاذبة مركزية أكبر لتدور فيه دون أن تنزلق حيث ($F_c \propto \frac{1}{r}$).

(٢) عند تحريك دلو مملوء إلى منتصفه بالماء حركة دائرية رأسية بسرعة كافية فإن الماء لا ينسكب من الدلو، لأن القصور الذاتى يعمل على حركة الماء فى اتجاه مماس للمسار الدائرى، فيمنع جدار الدلو المياه من الانسكاب فتدور المياه فى المسار الدائرى وتبقى داخل الدلو، وهذا يحتاج إلى حد أدنى من السرعة للدلو عند أعلى نقطة فى مساره الدائرى.



(٣) يستفاد من ظاهرة حركة الأجسام بعيدًا عن المسار الدائرى عندما تكون القوة الجاذبة المركزية غير كافية للحركة فى المسار الدائرى فى :

- ماكينة صنع غزل البنات.
- لعبة البراميل الدوارة فى الملاهى.
- تجفيف الملابس فى الغسالات الأتوماتيكية حيث نجد أن جزيئات الماء ملتصقة بالملابس بقوة معينة وعند دوران المجفف بسرعة كبيرة تكون القوة غير كافية لإبقاء الجزيئات فى مدارها فتنطلق باتجاه مماس محيط دائرة الدوران وتنفصل عن الملابس.

ملاحظة

* عند استعمال حجر المسن الكهربائى تتطاير شظايا المعدن المتوجة باتجاهات مستقيمة فى اتجاهات السرعات الماسية لدوران الحجر.

6 اختبر نفسك

مجاب عليها

اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

١ * إذا بدأت سيارة الحركة فى مسار منحنى زلق فإنها قد تخرج عن هذا المسار ويرجع ذلك إلى .....

(أ) نقص قوة الاحتكاك

(ب) نقص السرعة

(جـ) نقص الكتلة

(د) زيادة نصف قطر المسار الدائرى

٢ سيارة تسير على طريق منحنى نصف قطره (r) يميل مستواه على المستوى الأفقى بزاوية (θ)، فإنه بزيادة مقدار الزاوية (θ) يزداد مقدار .....

(أ) المركبة الرأسية لوزن السيارة

(ب) المركبة الأفقية لقوة الاحتكاك

(جـ) المركبة الأفقية لقوة رد الفعل

(د) المركبة الرأسية لقوة رد الفعل

أولًا أسئلة الاختيار من متعدد

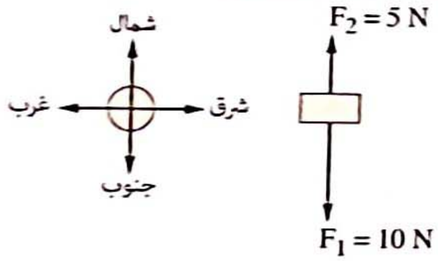
قيم نفسك الكترونيًا

العجلة المركزية

١ جسم يتحرك بسرعة منتظمة فى اتجاه ما، فإذا أثرت قوة على هذا الجسم فى عكس اتجاه حركته ماذا يحدث لكل من مقدار واتجاه سرعة الجسم ؟

	مقدار السرعة	اتجاه السرعة
(أ)	يقل	لا يتغير
(ب)	يزداد	لا يتغير
(جـ)	يظل ثابتًا	يتغير
(د)	يظل ثابتًا	لا يتغير

٢ يتحرك جسم فى اتجاه الشرق بسرعة ثابتة، فإذا أثرت عليه قوتان رأسيتان F_1 ، F_2 كما بالشكل المقابل فإن سرعته .....



(أ) تتغير مقدارًا فقط

(ب) تتغير اتجاهًا فقط

(جـ) تتغير مقدارًا واتجاهًا

(د) تظل ثابتة

٣ عندما يتحرك جسم حركة دائرية منتظمة يكون اتجاه القوة الجانبية المركزية المؤثرة على الجسم .....

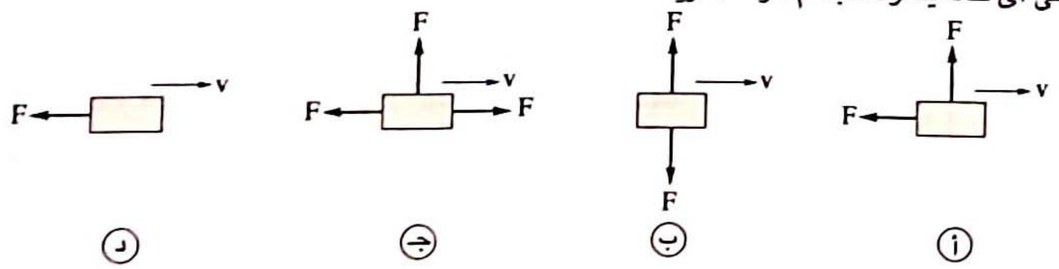
(أ) فى نفس اتجاه حركة الجسم

(ب) عمودى على اتجاه حركة الجسم

(جـ) عكس اتجاه حركة الجسم

(د) مماس لمسار حركة الجسم

٤ جسم يتحرك بسرعة منتظمة v فى خط مستقيم، إذا أثرت عليه قوى ثابتة فى عدة حالات كما بالأشكال التالية، فى أى حالة يتحرك الجسم حركة دائرية منتظمة ؟

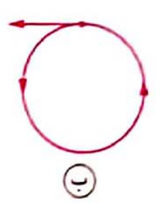
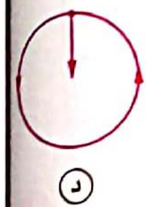


(أ) (ب) (جـ) (د)

٥ الشكل المقابل يوضح راكب دراجة يتحرك على طريق، فلكى يتحرك على الطريق المنحنى دون أن يحيد عنه يجب أن .....

(أ) يزيد من سرعة الدراجة لتتولد قوة عمودية على اتجاه حركته
(ب) يزيد من سرعة الدراجة لتتولد قوة فى نفس اتجاه حركته
(جـ) يميل بدراجته نحو مركز المسار المنحنى لتتولد قوة عمودية على اتجاه حركته
(د) يميل بدراجته نحو مركز المسار المنحنى لتتولد قوة فى نفس اتجاه حركته

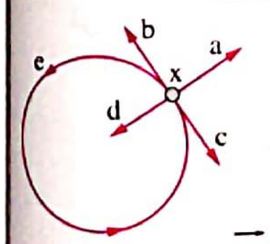
٦ الشكل المقابل يمثل حركة الأرض فى مسار دائرى حول الشمس، أى الأشكال التالية يمثل اتجاه العجلة المركزية ؟

(أ)
(ب) 
(جـ)
(د) 

٧ عند تحرك جسم حركة دائرية منتظمة، أى الاختيارات الآتية صحيحة بالنسبة لكل من العجلة الخطية والعجلة المركزية ؟

	العجلة الخطية	العجلة المركزية
(أ)	لها قيمة	لها قيمة
(ب)	صفر	صفر
(جـ)	لها قيمة	صفر
(د)	صفر	لها قيمة

٨ أمسك طفل بخيط فى نهايته حجر وحركه ليدور فى مستوى أفقى كما هو موضح باتجاه السهم e على الشكل، فإذا ترك الطفل الخيط فجأة والحجر عند الموضع x فإن الحجر لحظة إفلاته يتحرك فى الاتجاه .....



(أ) $\overrightarrow{xd}$ (ب) $\overrightarrow{xa}$ (جـ) $\overrightarrow{xb}$ (د) $\overrightarrow{xc}$

٩ تتحرك سيارة بسرعة خطية ثابتة مقدارها $20\ m.s^{-1}$ فى منحنى نصف قطره 100 m فتكون العجلة المركزية .....

(أ) $0.25\ m.s^{-2}$ (ب) $5\ m.s^{-2}$ (جـ) $2\ m.s^{-2}$ (د) $4\ m.s^{-2}$

١٠ إذا كانت السرعة المماسية التى يتحرك بها جسم فى مسار دائرى أفقى هى 7 m/s وقد أتم 4 دورات فى دقيقتين فإن نصف قطر المسار يساوى .....

(أ) 66.8 m (ب) 25.2 m (جـ) 33.4 m (د) 30.6 m

١١ جسم يتحرك حركة دائرية منتظمة، إذا زادت السرعة المماسية له إلى الضعف وزاد نصف قطر المسار الدائرى إلى الضعف فإن ذلك يعنى أن العجلة المركزية التى يتحرك بها الجسم .....

(أ) تقل إلى النصف (ب) تزداد إلى الضعف (جـ) تزداد إلى أربعة أمثال (د) تظل كما هى

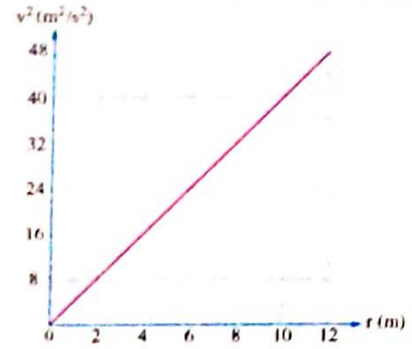
١٢ جسمان A ، B يتحركان على محيط دائرة أفقية واحدة بنفس السرعة وكتلة A ضعف كتلة B ، فتكون العجلة المركزية التى يتحرك بها A ..... العجلة المركزية التى يتحرك بها B

(أ) تساوى (ب) ضعف (جـ) نصف (د) ربع

١٣ * إذا كانت العجلة المركزية لجسم يدور فى مسار دائرى أفقى $10\ m/s^2$ وزادت السرعة المماسية لهذا الجسم للضعف وقل نصف قطر مساره الدائرى إلى النصف تصبح العجلة المركزية للجسم .....

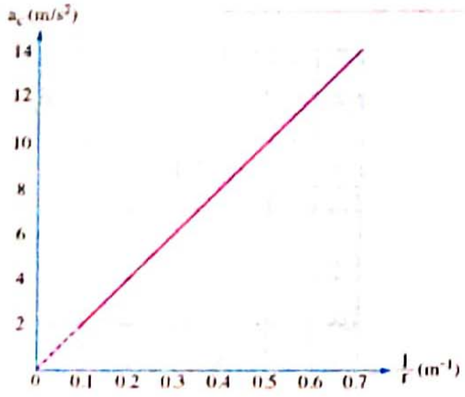
(أ) $5\ m/s^2$ (ب) $20\ m/s^2$ (جـ) $40\ m/s^2$ (د) $80\ m/s^2$

١٤ الشكل البيانى المقابل يوضح العلاقة بين مربع السرعة المماسية (v^2) لجسم يتحرك فى مسار دائرى أفقى منتظم ونصف قطر المسار (r)، فتكون العجلة المركزية التى يتحرك بها الجسم هى .....



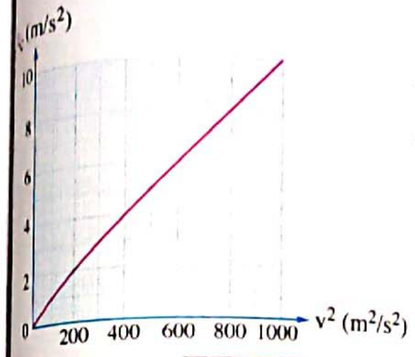
(أ) $2\ m/s^2$ (ب) $4\ m/s^2$ (جـ) $6\ m/s^2$ (د) $8\ m/s^2$

١٥ * الشكل البيانى المقابل يوضح العلاقة بين العجلة المركزية (a_c) التى يتحرك بها جسم فى مسار دائرى ومقلوب نصف قطر هذا المسار ($\frac{1}{r}$)، فإن السرعة المماسية التى يتحرك بها الجسم تساوى .....



(أ) 4.47 m/s (ب) 5.58 m/s (جـ) 3.13 m/s (د) 9.8 m/s

١٦ * الشكل البيانى المقابل يمثل العلاقة بين العجلة المركزية (a_c) التى يجب أن يتحرك بها جسم فى مسار دائرى أفقى ومربع السرعة الخطية (v^2) التى يتحرك بها، فإن نصف قطر هذا المسار الدائرى يساوى .....



أ 100 m ب 175 m
جـ 200 m د 250 m

١٧ * فى أحد ألعاب الملاهى تدور الكراسى فى مسار دائرى أفقى منتظم، فإذا كان أحد الكراسى على بُعد 1.5 m من المركز وآخر على بُعد 2 m من المركز وكان كلاهما على استقامة واحدة من المركز، فأيهما يتحرك بسرعة مماسية أكبر ؟

أ الكرسى الذى يبعد 1.5 m من المركز ب الكرسى الذى يبعد 2 m من المركز
جـ كلاهما له نفس السرعة د يجب معرفة الزمن الدورى لتحديد الإجابة

القوة الجاذبة المركزية

١٨ عندما يتحرك جسم حركة دائرية منتظمة، فإن العبارة غير الصحيحة فيما يلى هى .....

أ تعمل القوة الجاذبة المركزية على تغيير اتجاه الحركة
ب تعمل القوة الجاذبة المركزية على زيادة السرعة المماسية للجسم
جـ عجلة الحركة = مربع السرعة المماسية / نصف قطر المسار الدائرى
د السرعة المماسية = $\sqrt{\text{العجلة المركزية} \times \text{نصف قطر المسار الدائرى}}$

١٩ جسم كتلته 6 kg يتحرك حول مركز دائرة محيطها 6π m بسرعة منتظمة 10 m/s، فتكون القوة الجاذبة المركزية المؤثرة على الجسم هى .....

أ 50 N ب 180 N جـ 200 N د 400 N

٢٠ * جسم كتلته 5 kg يتحرك على محيط دائرة أفقية نصف قطرها 2 m بسرعة خطية ثابتة مقدارها 5 m/s، فإن :

(١) العجلة المركزية التى يتحرك بها الجسم تساوى .....
أ $10\ m/s^2$ ب $2.5\ m/s^2$ جـ $12.5\ m/s^2$ د $50\ m/s^2$

(٢) القوة الجاذبة المركزية المؤثرة على الجسم تساوى .....
أ 12.5 N ب 60.6 N جـ 62.5 N د 80.5 N

٢١ * سيارة سباق كتلتها 905 kg تتحرك فى مسار دائرى أفقى نصف قطره 517 m، إذا كانت القوة التى تحافظ على الحركة الدائرية للسيارة تساوى 2140 N فإن السرعة المماسية للسيارة تساوى تقريبًا .....

أ 20 m/s ب 35 m/s جـ 40 m/s د 50 m/s

٢٢ حجر كتلته 4 kg مربوط بطرف خيط طوله 10 m ومثبت من الطرف الآخر ويدور فى دائرة أفقية، فإذا كانت قوة الشد فى الخيط 160 N تكون سرعة الحجر هى .....

أ 10 m/s ب 20 m/s جـ 100 m/s د 400 m/s

٢٣ شخص كتلته 50 kg يركب دراجة ويتحرك بها فى طريق منحنى نصف قطره 30 m بسرعة 2 m/s، فإذا كانت قوة الجذب المركزية المؤثرة على الدراجة والشخص معًا 10 N فإن كتلة الدراجة تساوى .....

أ 100 kg ب 75 kg جـ 50 kg د 25 kg

٢٤ * راكب دراجة يتحرك فى مسار دائرى أفقى نصف قطره 40 m بسرعة مماسية مقدارها 13.2 m/s، إذا كانت القوة المركزية التى تحافظ على الدراجة فى مسارها الدائرى تساوى 377 N فإن كتلة الدراجة والراكب معًا تساوى .....

أ 100.1 kg ب 90.3 kg جـ 86.5 kg د 70.6 kg

٢٥ * رُبط جسم كتلته 2 kg فى طرف خيط ليدور فى مسار دائرى أفقى نصف قطره 1.5 m بحيث يصنع 3 دورات فى الثانية، فإن : (علمًا بأن : $\pi = 3.14$)

(١) السرعة الخطية (المماسية) تساوى .....
أ 3.14 m/s ب 21 m/s جـ 25 m/s د 28.26 m/s

(٢) العجلة المركزية تساوى .....
أ $240\ m/s^2$ ب $532.4\ m/s^2$ جـ $654.6\ m/s^2$ د $721\ m/s^2$

(٣) قوة شد الخيط للجسم تساوى .....
أ 1064.8 N ب 1568.7 N جـ 1000 N د 858 N

٢٦ * جسم وزنه 100 N يتحرك بسرعة 10 m/s فى مسار دائرى أفقى نصف قطره 10 m، فإذا كانت عجلة الجاذبية الأرضية $10\ m/s^2$ فإن : (علمًا بأن : $\pi = 3.14$)

(١) العجلة المركزية تساوى .....
أ $1\ m/s^2$ ب $5\ m/s^2$ جـ $10\ m/s^2$ د $20\ m/s^2$

(٢) القوة الجاذبة المركزية تساوى .....
أ 50 N ب 60 N جـ 80 N د 100 N

(٣) زمن دورتين كاملتين يساوى .....
أ 6.3 s ب 10.8 s جـ 11.7 s د 12.6 s

٢٧ * لعبة أطفال على شكل طائرة مروحية كتلتها 100 g تتحرك فى مسار دائرى أفقى نصف قطره 1 m وتدور بمعدل 100 دورة خلال 20 s، فإن : (علمًا بأن : $\pi = 3.14$)

(١) السرعة الخطية المماسية تساوى .....

أ 10.2 m/s ب 31.4 m/s ج 35.8 m/s د 20.6 m/s

(٢) العجلة المركزية تساوى .....

أ $31.4\ m/s^2$ ب $421.4\ m/s^2$ ج $986\ m/s^2$ د $1025\ m/s^2$

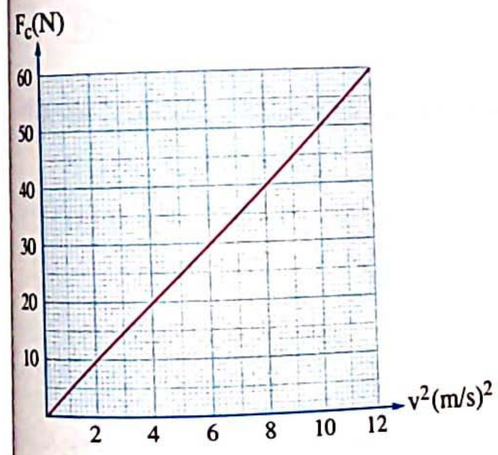
(٣) القوة الجاذبة المركزية تساوى .....

أ 24.2 N ب 55.3 N ج 70.4 N د 98.6 N

٢٨ * إذا كانت القوة الجاذبة المركزية التى تحافظ على حركة سيارة فى طريق دائرى أفقى نصف قطره 500 m تساوى 0.08 من وزن السيارة، فإن أقصى سرعة تستطيع السيارة التحرك بها على هذا الطريق تساوى ..... (علمًا بأن : $g = 10\ m/s^2$)

أ 10 m/s ب 20 m/s ج 40 m/s د 400 m/s

٢٩ * جسم كتلته m يتحرك فى مسار دائرى نصف قطره 2 m والشكل البيانى المقابل يمثل العلاقة بين القوة الجاذبة المركزية (F_c) المؤثرة على هذا الجسم ومربع سرعته المماسية (v^2)، فإن كتلة الجسم تساوى .....



أ 2.5 kg

ب 5 kg

ج 10 kg

د 720 kg

٣٠ الشكل المقابل يمثل شخص يقوم بإدارة دلو به ماء فى مستوى رأسى، فإن الماء لا ينسكب من الدلو عندما يمر الدلو بالنقطة X وذلك بسبب .....

أ نقص وزن الماء

ب أن السرعة المماسية للماء كافية لذلك

ج انعدام محصلة القوى المؤثرة على الماء

د أن اتجاه محصلة القوى المؤثرة على الماء إلى أعلى

٣١ حجر كتلته 600 g مربوط فى خيط طوله 10 cm ويدور بسرعة 3 m/s فى مستوى أفقى :

(١) فإن القوة الجاذبة المركزية تساوى .....

أ 18 N ب 32 N ج 54 N د 540 N

(٢) ما الذى تتوقع حدوثه إذا كانت أقصى قوة شد يتحملها الخيط 30 N ؟

أ يرتخى الخيط وتقل القوة الجاذبة المركزية حتى تصبح 30 N

ب لا ينقطع الخيط ويستمر الحجر فى حركته فى مساره الدائرى ولكن بسرعة أقل

ج ينقطع الخيط ويتحرك الحجر لحظة انقطاع الخيط تجاه مركز المسار الدائرى

د ينقطع الخيط ويتحرك الحجر لحظة انقطاع الخيط مماسًا للمسار الدائرى

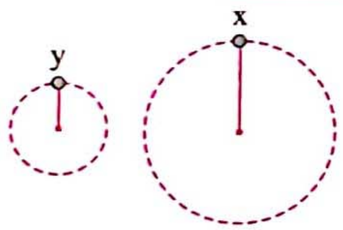
٣٢ إذا ازداد نصف قطر مدار جسيم يسير بسرعة v فى مسار دائرى أفقى إلى أربعة أمثاله، فإن القوة الجاذبة المركزية اللازمة لكى يتحرك الجسيم بنفس السرعة (v) فى مساره الدائرى الجديد .....

أ تقل إلى النصف ب تبقى ثابتة ج تزيد إلى الضعف د تقل إلى الربع

٣٣ النسبة بين القوة الجاذبة المركزية المؤثرة على جسم يتحرك بسرعة مقدارها 5 m/s فى دائرة أفقية قطرها 4 m والقوة الجاذبة المركزية المؤثرة على جسم آخر له نفس كتلة الجسم الأول ويتحرك بسرعة مقدارها 10 m/s فى دائرة أفقية قطرها 8 m هى .....

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

٣٤ فى الشكل المقابل كرتان متماثلتان (x ، y) مربوطتان كل منهما بخيط وتتحركان فى مستوى أفقى حركة دائرية منتظمة لها نفس الزمن الدورى، فإذا كان نصف قطر مسار الكرة x ضعف نصف قطر مسار الكرة y فإن النسبة بين قوتى الشد فى خيطى الكرة $\left(\frac{T_x}{T_y}\right)$ تساوى .....



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

٣٥ الشكل التالى يوضح ثلاث سيارات a ، b ، c تتحرك فى ثلاثة طرق أفقية منحنية بنفس مقدار السرعة، فإذا كانت كتلة كل من السيارتين a ، b هى m وكتلة السيارة c هى 3 m وقطر مسار السيارتين a ، c متساوى ويساوى نصف قطر مسار السيارة b، فإن الترتيب الصحيح لهذه السيارات من حيث إمكانية تعرضها لخطر الانزلاق هو .....

أ $b < a < c$ ب $a < b < c$ ج $c < a < b$ د $c < b < a$

٣٧ ما السبب المحتمل لخروج سيارة عن مسارها إذا دخلت طريق منحنى أفقى ؟

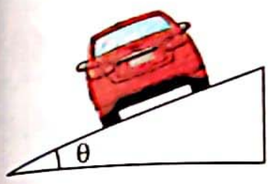
(أ) زيادة قوة رد فعل الطريق على السيارة

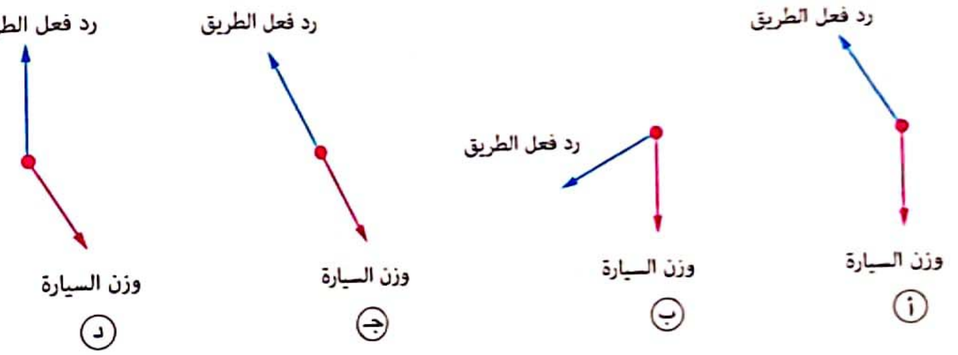
(ب) نقص قوة الاحتكاك بين إطارات السيارة والطريق

(جـ) زيادة قوة الاحتكاك بين إطارات السيارة والطريق

(د) نقص قوة الجاذبية الأرضية المؤثرة على السيارة

٣٧ فى الشكل المقابل سيارة تسير على طريق منحنى نصف قطره (r) يميل مستواه على المستوى الأفقى بزاوية (θ)، أى الاختيارات الآتية يمثل اتجاه كل من قوة جذب الأرض للسيارة (وزن السيارة) ورد فعل الطريق على السيارة ؟





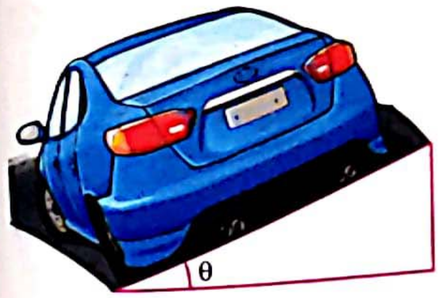
٣٨ تسير سيارة على طريق دائرى يميل مستواه بزاوية على المستوى الأفقى كما بالشكل المقابل، فإن قوة الجذب المركزية المؤثرة على السيارة تنتج عن مجموع .....

(أ) المركبتين الرأسيتين لقوة الاحتكاك وقوة رد الفعل

(ب) المركبتين الأفقيتين لقوة الاحتكاك وقوة رد الفعل

(جـ) المركبتين الرأسية لقوة الاحتكاك والأفقية لقوة رد الفعل

(د) المركبتين الأفقية لقوة الاحتكاك والرأسية لقوة رد الفعل



ثانيًا أسئلة المقال

١ عند تدوير حجر مثبت فى نهاية خيط فى مسار دائرى أفقى، ما اتجاه القوة المحصلة المؤثرة عليه ؟ وما تأثيرها ؟ وما اتجاه الحركة إذا انقطع الخيط ؟

٢ أى نقطة على سطح الأرض يكون لها أكبر سرعة خطية بالنسبة لمحور دوران الأرض، النقطة التى تقع عند خط الاستواء أم تلك التى تقع عند مدارى الجدى أو السرطان ؟ ولماذا ؟

٣ فسر العبارات التالية :

(١) رغم أن الجسم الذى يتحرك حركة دائرية منتظمة يتأثر بعجلة إلا أن سرعته الخطية ثابتة المقدار.

(٢) استمرار دوران الأرض حول الشمس فى نفس مدارها.

(٣) * عندما تنعطف السيارة عند منحنى أفقى تحافظ على سيرها فى المنحنى ولا تحيد عنه.

* عدم انزلاق السيارة التى تتحرك فى مسار منحنى أفقى.

(٤) عدم انزلاق السيارة التى تتحرك فى طريق منحنى يميل مستواه بزاوية على المستوى الأفقى.

(٥) من الضرورى تقدير القوة الجاذبة المركزية القصوى عند تصميم منحنيات الطرق.

٤ أكد مدرب تعليم قيادة السيارات على المتدربين أنه يجب تقليل سرعة السيارة قبل دخولها لمنحنى وذلك للحفاظ على سلامة السيارة وسلامة قائدها، من خلال دراستك لمفهوم الحركة فى دائرة ما سبب ذلك ؟

٥ بدأت سيارة الحركة فى مسار منحنى زلق فلاحظ سائقها أن السيارة تنحرف عن المسار المنحنى، فسر ذلك.

٦ ما النتائج المترتبة على صغر قطر المنحنيات فى الطرق السريعة بالنسبة للسيارات التى تتحرك عليها ؟

أنماط جديدة من الأسئلة

اختر إجابتين من بين الإجابات المعطاة :

١ الشكل المقابل يوضح سيارة تتحرك بسرعة ٧ فى اتجاه الشرق، فإذا أثرت عليها قوة F، فإن مقدار سرعتها .....

(أ) يقل إذا كانت القوة F فى اتجاه الشرق

(ب) يزداد إذا كانت القوة F فى اتجاه الشرق

(جـ) يزداد إذا كانت القوة F فى اتجاه الغرب

(د) يقل إذا كانت القوة F فى اتجاه الغرب

(هـ) يظل ثابتًا دائمًا

٢ السرعة الخطية لجسم يتحرك حركة دائرية منتظمة .....

(أ) مقدارها ثابت

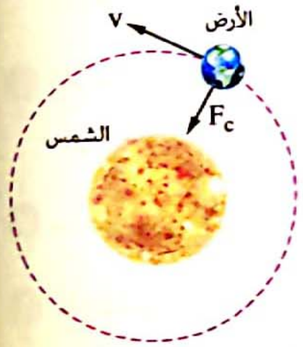
(ب) مقدارها يزداد بمرور الزمن

(جـ) اتجاهها فى عكس اتجاه الحركة

(د) اتجاهها مماس للمسار الدائرى

(هـ) اتجاهها عمودى على المسار الدائرى

٣ الشكل المقابل يعبر عن حركة الأرض حول الشمس فى مسار دائرى، فيكون اتجاه العجلة المركزية .....



(أ) فى نفس اتجاه القوة (F_c)

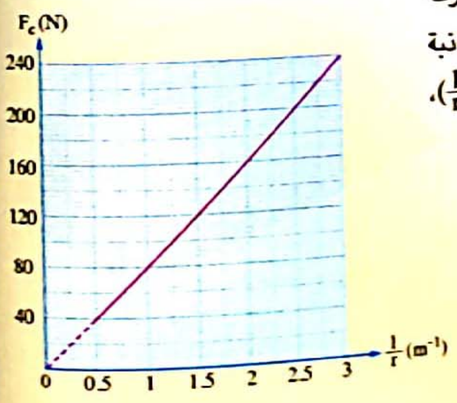
(ب) عمودى على اتجاه القوة (F_c)

(جـ) فى نفس اتجاه السرعة المماسية (v) للأرض

(د) عكس اتجاه السرعة المماسية (v) للأرض

(هـ) عمودى على اتجاه السرعة المماسية (v) للأرض

٤ جسم كتلته 5 kg يتحرك فى مسار دائرى أفقى منتظم بسرعة مماسية v والشكل البيانى المقابل يوضح العلاقة بين القوة الجانبة المركزية (F_c) المؤثرة على الجسم ومقلوب نصف قطر المسار ($\frac{1}{r}$)، فإن مقدار .....



(أ) السرعة المماسية للجسم يساوى 2 m/s

(ب) السرعة المماسية للجسم يساوى 4 m/s

(جـ) السرعة المماسية للجسم يساوى 16 m/s

(د) كمية التحرك الخطية للجسم تساوى 20 kg.m/s

(هـ) كمية التحرك الخطية للجسم تساوى 80 kg.m/s

٥ عندما يتحرك جسم حركة دائرية منتظمة على محيط دائرة نصف قطرها r فإن .....

(أ) القوة المركزية تعمل على تغيير اتجاه السرعة

(ب) الحركة تكون بسرعة ثابتة مقدارًا

(جـ) مقدار سرعة الجسم = العجلة المركزية × r

(د) العجلة المركزية تكون فى نفس اتجاه الحركة

(هـ) اتجاه السرعة الخطية فى اتجاه مركز المسار الدائرى

اختر من القائمة ما يناسب الفراغات :

٦ يقوم فتى بإدارة دلو به كمية من الماء فى مستوى رأسى، ما الكميتان اللتان يكون بينهما زاوية تساوى الصفر فى جميع مواضع الدلو فى المسار الدائرى ؟

(أ) الكمية الأولى .....

(ب) الكمية الثانية .....

القوة الجانبة المركزية
السرعة المماسية
العجلة المركزية
وزن الماء
رد فعل الدلو على الماء

٧ يتحرك جسم بسرعة v مقدارها ثابت فى مسار دائرى أفقى منتظم، فإذا كانت الزاوية بين اتجاه السرعة اللحظية واتجاه العجلة المركزية للجسم هى θ_1 والزاوية بين اتجاه القوة المركزية المؤثرة على الجسم واتجاه العجلة المركزية هى θ_2 فإن :

(أ) θ_1 تساوى .....

(ب) θ_2 تساوى .....

0°
45°
60°
90°
180°

الباب الثالث

الفصل 2

الجاذبية الكونية والحركة الدائرية

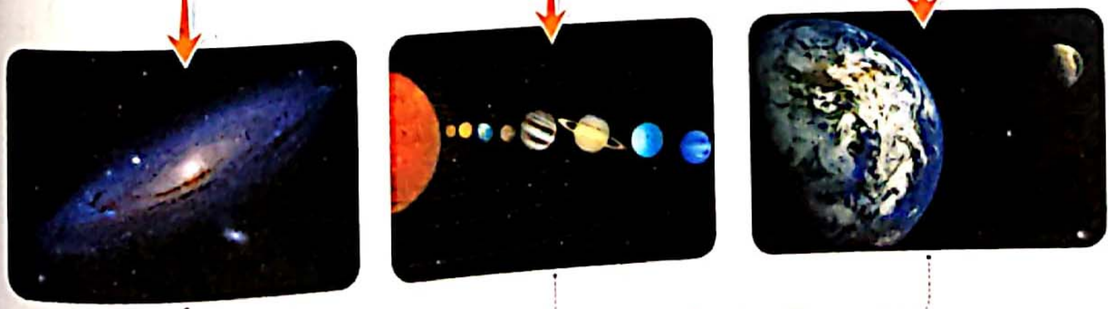
قانون الجذب العام

* الكون فى حالة حركة مستمرة، فمثلاً :

١ القمر يدور حول الأرض

٢ الكواكب تدور حول الشمس

٣ الشمس تدور حول مركز المجرة



كل هذه الأجرام تتحرك حركة دائرية أو شبه دائرية

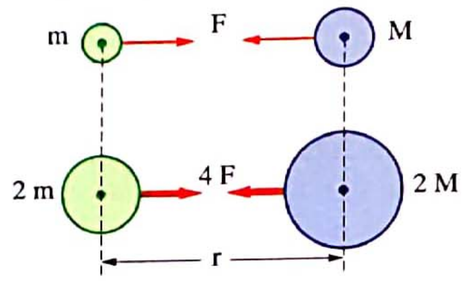
* توصل العالم نيوتن إلى بعض الافتراضات الأساسية منها :

– وجود قوة تجاذب مادى متبادلة بين القمر والأرض تسبب دورانَ القمر حول الأرض.

– تنشأ قوة التجاذب المادى بين أى جسمين ماديين **وتتوقف على** :

العالم نيوتن

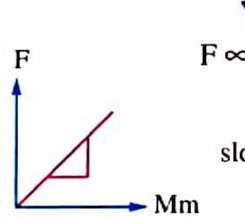
١ كتلة الجسمين



حيث تتناسب قوة التجاذب المادى بين جسمين **طرديًا** مع حاصل ضرب كتلتى الجسمين عند ثبوت البُعد بين مركزى الجسمين

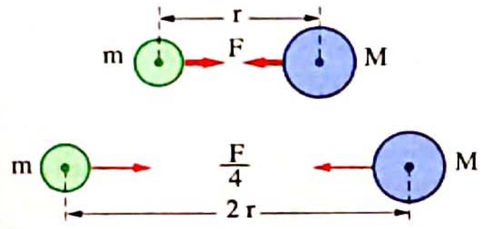
أى أن

$F \propto Mm$



$slope = \frac{\Delta F}{\Delta(Mm)} = \frac{G}{r^2}$

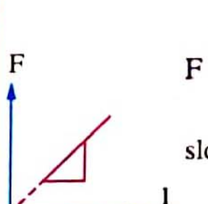
٢ البُعد بين مركزى الجسمين



حيث تتناسب قوة التجاذب المادى بين جسمين **عكسيًا** مع مربع البُعد بين مركزى الجسمين عند ثبوت حاصل ضرب كتلتى الجسمين

أى أن

$F \propto \frac{1}{r^2}$



$slope = \frac{\Delta F}{\Delta\left(\frac{1}{r^2}\right)} = GMm$

$F \propto \frac{Mm}{r^2}$

الصيغة الرياضية لقانون الجذب العام

$F = G\frac{Mm}{r^2}$

- G : ثابت التناسب ويطلق عليه ثابت الجذب العام
- r : البُعد بين مركزى الجسمين
- M : كتلة الجسم الأول
- m : كتلة الجسم الثانى

التكامل مع الرياضيات

يمكنك مراجعة كيفية حساب ميل الخط المستقيم بند (٧) صفحة (١٣).

وبناءً على ذلك وضع نيوتن قانون الجذب العام.

قانون الجذب العام لنيوتن

كل جسم مادى فى الكون يجذب أى جسم آخر بقوة تتناسب طرديًا مع حاصل ضرب كتلتيهما وعكسيًا مع مربع البُعد بين مركزيهما.

المفهوم: ثابت كونى يساوى عدديًا قوة الجذب المتبادلة بين جسمين كتلة كل منهما 1 kg والبُعد بين مركزيهما 1 m

ثابت الجذب العام (G)

- **العلاقة الرياضية:** $G = \frac{Fr^2}{mM}$
- **وحدة القياس:** $m^3/kg.s^2$ أو $N.m^2/kg^2$
- **صيغة الأبعاد:** $M^{-1}L^3T^{-2}$
- **القيمة العددية:** $6.67 \times 10^{-11}\ m^3/kg.s^2$

ملاحظات

(١) يُعرف قانون قوى التجاذب بين الأجسام المادية بقانون الجذب العام،

ويرجع ذلك إلى عمومية هذا القانون فقوة الجذب بين أى جسمين قوة متبادلة حيث إن كل جسم يجذب الجسم الآخر نحوه بنفس القوة.

(٢) تظهر قوة التجاذب بوضوح بين الأجرام السماوية بينما لا تكون واضحة بين الأجسام صغيرة الكتلة على سطح الأرض (مثل شخصين يقفان بجوار بعضهما أو عربتين متجاورتين)،

ويرجع ذلك إلى صغر قيمة ثابت الجذب العام فلا تكون قوة الجاذبية بين الأجسام مؤثرة وكبيرة إلا عندما تكون كتلة أحد الجسمين أو كليهما كبيرة جدًا.

مثال ١

إذا علمت أن كتلة الشمس $2 \times 10^{30}\ kg$ وكتلة المشترى $1.89 \times 10^{27}\ kg$ والبُعد بين مركزى الشمس والمشترى $7.73 \times 10^{11}\ m$ وثابت الجذب العام يساوى $6.67 \times 10^{-11}\ N.m^2/kg^2$، فإن قوة التجاذب المتبادلة بين الشمس والمشترى تساوى .....

(أ) $3.26 \times 10^{57}\ N$ (ب) $4.22 \times 10^{45}\ N$

(جـ) $3.26 \times 10^{35}\ N$ (د) $4.22 \times 10^{23}\ N$

الحل

$M = 2 \times 10^{30}\ kg$ | $m = 1.89 \times 10^{27}\ kg$ | $r = 7.73 \times 10^{11}\ m$

$G = 6.67 \times 10^{-11}\ N.m^2/kg^2$ | $F = ?$

$$F = G\frac{mM}{r^2} = 6.67 \times 10^{-11} \times \frac{1.89 \times 10^{27} \times 2 \times 10^{30}}{(7.73 \times 10^{11})^2} = 4.22 \times 10^{23}\ N$$

∴ الاختيار الصحيح هو (د)

ماذا لو المطلوب هو السرعة الخطية التى يدور بها المشترى حول الشمس، **ما** إجابتك ؟

مثال ٢

مقدار القوة التى تجذب بها الأرض جسمًا كتلته 1 kg موضوع على سطحها يساوى .....

(علمًا بأن : كتلة الأرض = $5.98 \times 10^{24}\ kg$ ، نصف قطر الأرض = $6378\ km$ ،

ثابت الجذب العام = $6.67 \times 10^{-11}\ N.m^2/kg^2$)

(أ) $2.45\ N$ (ب) $4.9\ N$ (جـ) $9.8\ N$ (د) $19.6\ N$

الحل

$m = 1\ kg$ | $M = 5.98 \times 10^{24}\ kg$ | $R = 6378 \times 10^3\ m$ | $G = 6.67 \times 10^{-11}\ N.m^2/kg^2$ | $F = ?$

$$F = G\frac{mM}{r^2} = G\frac{mM}{R^2} = \frac{6.67 \times 10^{-11} \times 1 \times 5.98 \times 10^{24}}{(6378 \times 10^3)^2} = 9.8\ N$$

∴ الاختيار الصحيح هو (جـ)

ماذا لو كان الجسم موضوع على سطح القمر، **فكم** تكون قوة جذب القمر للجسم علمًا بأن كتلة القمر $\frac{1}{81}$ من كتلة الأرض وقطر القمر $\frac{1}{4}$ قطر الأرض ؟

مثال ٣

قمر صناعى كتلته 2000 kg يدور حول الأرض على ارتفاع من سطح الأرض يعادل نصف قطر الأرض، فإن مقدار قوة التجاذب بين الأرض والقمر يساوى .....

(علمًا بأن : نصف قطر الأرض = 6380 km، كتلة الأرض = 5.98×10^{24} kg، ثابت الجذب العام = 6.67×10^{-11} N.m^2/kg^2).

(أ) 4.9×10^3 N (ب) 19.6×10^3 N (جـ) 6.25×10^{10} N (د) 12.5×10^{10} N

الحل

$m = 2000$ kg | $R = 6380$ km | $M = 5.98 \times 10^{24}$ kg | $G = 6.67 \times 10^{-11}$ N.m^2/kg^2 | **F = ?**

وسيلة مساعدة

∵ القمر الصناعى يدور حول الأرض على ارتفاع يعادل نصف قطر الأرض (R).

∴ r = 2 R

$$F = \frac{GmM}{r^2} = \frac{6.67 \times 10^{-11} \times 2000 \times 5.98 \times 10^{24}}{(2 \times 6380 \times 10^3)^2} = \mathbf{4.9 \times 10^3\ N}$$

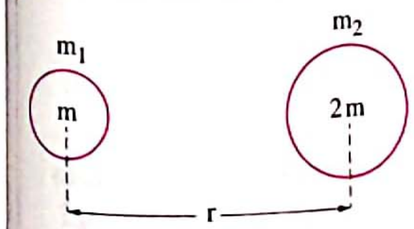
∴ الاختيار الصحيح هو (أ)

ماذا لو وُضع القمر الصناعى فى مدار على ارتفاع h من سطح الأرض فأصبحت قوة جذب الأرض له $\frac{1}{4}$ مقدارها السابق، **فما** نسبة الارتفاع h بالنسبة لنصف قطر الأرض ؟

مثال ٤

فى الشكل المقابل إذا كانت قوة التجاذب بين الكتلتين (m ، 2 m) هى F وأضيفت كتلة m إلى كل من الكتلتين فإن قوة التجاذب بينهما تصبح .....

(أ) F (ب) 2 F (جـ) 3 F (د) 6 F



الحل

$m_1 = m$ | $m_2 = 2\,m$ | $F_1 = F$ | $F_2 = ?$

$$F = G\frac{m_1 m_2}{r^2}$$

* قبل إضافة الكتلة (m) :

$$F_1 = F = G\frac{m \times 2\,m}{r^2} \quad (1)$$

* بعد إضافة الكتلة (m) :

$$F_2 = G\frac{2\,m \times 3\,m}{r^2} \quad (2)$$

بقسمة المعادلتين (1) ، (2) :

$$\frac{F}{F_2} = \frac{2\,m^2}{6\,m^2} = \frac{1}{3}$$

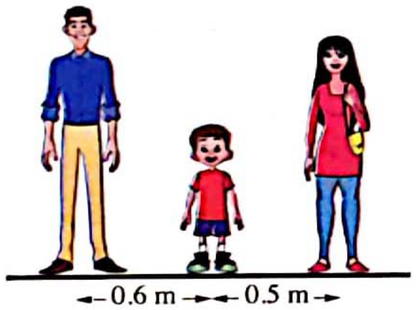
$$F_2 = 3F$$

∴ الاختيار الصحيح هو (جـ)

ماذا لو زادت الكميات m_1 ، m_2 ، r إلى الضعف، **ماذا** يحدث لقوة التجاذب المتبادلة بين الكتلتين ؟

مثال ٥

فى الشكل المقابل طفل برفقة والديه، فإذا كانت كتلة الطفل ووالدته ووالده هى 30 kg ، 65 kg ، 80 kg على الترتيب :



(١) فإن مقدار واتجاه محصلة قوى التجاذب المادى المؤثرة على الطفل والناشئة عن أبويه هما .....

(علمًا بأن : $G = 6.67 \times 10^{-11}$ N.m^2/kg^2)

	مقدارها	اتجاهها
(أ)	8×10^{-8} N	تجاه والده
(ب)	8×10^{-8} N	تجاه والدته
(جـ)	9.6×10^{-7} N	تجاه والده
(د)	9.6×10^{-7} N	تجاه والدته

(٢) وضح تأثير القوتين المحسوبتين فى (١) على مسار حركة الطفل.

الحـــل

$m_1 = 30\ kg$ | $m_2 = 65\ kg$ | $m_3 = 80\ kg$ | $r_{12} = 0.5\ m$ | $r_{13} = 0.6\ m$

$G = 6.67 \times 10^{-11}\ N.m^2/kg^2$ | $\Sigma F = ?$

(١) * قوة التجاذب المادى بين الطفل ووالدته :

$$F_{12} = \frac{G m_1 m_2}{r_{12}^2} = \frac{6.67 \times 10^{-11} \times 30 \times 65}{(0.5)^2} = 5.2 \times 10^{-7}\ N$$

* قوة التجاذب المادى بين الطفل ووالده :

$$F_{13} = \frac{G m_1 m_3}{r_{13}^2} = \frac{6.67 \times 10^{-11} \times 30 \times 80}{(0.6)^2} = 4.4 \times 10^{-7}\ N$$

$$\Sigma F = F_{12} - F_{13} = (5.2 \times 10^{-7}) - (4.4 \times 10^{-7}) = 8 \times 10^{-8}\ N$$

∴ محصلة قوى التجاذب المادى المؤثرة على الطفل 8×10^{-8} N وفى اتجاه والدته.

∴ الاختيار الصحيح هو (ب)

(٢) محصلة قوى التجاذب بين الطفل وكل من والده ووالدته صغيرة جدًا ولذلك لا نلاحظها أو نشعر بها وبالتالى لا تؤثر على مسار حركة الطفل.

ماذا لو تبادل الطفل ووالدته موضعيهما، **ماذا** يحدث لمحصلة قوى التجاذب المادى المؤثرة على الطفل ؟

علماء أفادوا البشرية

* للعلمـاء العرب دور عظيم فى تطوير علم الفلك والاسـتفادة منه، ومن أمثال علماء الفلك :
- أبو الريحان محمد البيرونى : الذى نجح فى قياس محيط الكرة الأرضية.
- على بن عيسى الأسطرلابى.
- على البحترى.

أبو الريحان البيرونى

7 اختبـر نفسك

مجاب عنه

اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

١ أيهما يؤثر على الآخر بقوة تجاذب مادى أكبر (الأرض أم القمر) ؟

(أ) القمر (ب) الأرض

(جـ) كلاهما يجذب الآخر بنفس القوة (د) القمر لا يجذب الأرض

٢ * قمـران A ، B متسـاويان فـى الكتلـة يدوران حول كوكب، فإذا كان نصف قطـر مداريهما r ، 2 r على الترتيب، فإن مقدار قوة جذب الكوكب للقمر B ..... مقدار قوة جذبه للقمر A

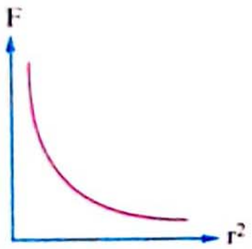
(أ) أربعة أمثال (ب) يساوى (جـ) نصف (د) ربع

٣ إذا علمـت أن كتلـة الأرض 81 مـرة قـدر كتلة القمـر وقطرها 4 أمثال قطر القمر، ما النسـبة بين قوة جذب الأرض لجسم موضوع على سطحها وقوة جذب القمر لنفس الجسم إذا وضع على سطحه $\left(\frac{F_{(الأرض)}}{F_{(القمر)}}\right)$ ؟

(أ) $\frac{9}{4}$ (ب) $\frac{9}{16}$ (جـ) $\frac{81}{4}$ (د) $\frac{81}{16}$

مجال الجاذبية Gravitational Field

* ينـص قانـون الجذب العام على أن قوة الجاذبية بين جسـمين ماديين تتناسـب عكسيًا مع مربع البُعد بين مركزى الجسمين، وبالتالى فإن قوة الجاذبية تتناقص كلما زاد البُعد بين مركزى الجسمين حتى يصل البُعد بين مركزيهما إلى مسافة تكاد تتلاشى عندها قوى التجاذب بينهما، وخلال هذه المسافة يوجد حيز تظهر فيه أثر قوة الجاذبية ويطلق على هذا الحيز مجال الجاذبية.



استنتاج شدة مجال الجاذبية الأرضية (g)

* بفـرض وضـع جسـم كتلته 1 kg فى مجال الجاذبية الأرضيـة وعلى بُعد r من مركز الأرض، فإن قوة جذب الأرض للجسم :

$$F = mg = 1 \times g = g \quad ①$$

وبتطبيق قانون الجذب العام :

$$F = G\frac{mM}{r^2} = \frac{GM}{r^2} \quad ②$$

من ① ، ② نجد أن :

$$g = \frac{GM}{r^2}$$

وإذا كان الجسم

على سطح الأرض	على ارتفاع h فوق سطح الأرض
$(r = R)$	$(r = R + h)$
فـإن	
$g = \frac{GM}{R^2}$	$g = \frac{GM}{(R + h)^2}$

حيث : (M) كتلة الأرض (5.98×10^{24} kg)،

(R) نصف قطر الكرة الأرضية (6378 km تقريبًا).

* مما سبق نلاحظ أن **شدة مجال الجاذبية الأرضية** عند نقطة ما تساوى عدديًا عجلة الجاذبية الأرضية عند تلك النقطة.

شدة مجال الجاذبية الأرضية
قوة جذب الأرض لجسم كتلته 1 kg عند نقطة ما.

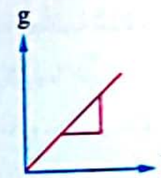
ملاحظة

* تختلف شدة مجال الجاذبية على سطح الأرض من موضع لآخر اختلافًا طفيفًا حيث إن كوكب الأرض ليس كرويًا تمامًا وإنما مفلطح عند القطبين، ومنبعج عند خط الاستواء بسبب دوران الأرض حول نفسها.

العوامل التى تتوقف عليها شدة مجال الجاذبية لكوكب عند نقطة

١ كتلة الكوكب :

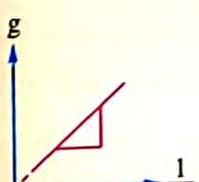
تتناسب شدة مجال الجاذبية تناسبًا **طرديًا** مع كتلة الكوكب عند ثبوت بُعد النقطة عن مركز الكوكب.



$$slope = \frac{\Delta g}{\Delta M} = \frac{G}{r^2}$$

٢ البُعد عن مركز الكوكب :

تتناسب شدة مجال الجاذبية تناسبًا **عكسيًا** مع مربع البُعد عن مركز الكوكب.



$$slope = \frac{\Delta g}{\Delta(\frac{1}{r^2})} = GM$$

$$g = \frac{GM}{r^2}$$

مثال ١

قمر صناعى كتلته 10^4 kg يدور حول الأرض على ارتفاع 600 km من سطحها، فإن :

(علمًا بأن : $G = 6.67 \times 10^{-11}\ N.m^2/kg^2$ ، $M = 5.98 \times 10^{24}$ kg ، $R = 6378$ km)

(١) شدة مجال الجاذبية الأرضية عند موضع القمر فى مداره تساوى .....

أ 10 N/kg ب 9.8 N/kg ج 8.19 N/kg د 7.25 N/kg

(٢) وزن القمر الصناعى فى مداره يساوى .....

أ 10^3 N ب 1.22×10^3 N ج 7.25×10^4 N د 8.19×10^4 N

الحل

$m = 10^4$ kg | $h = 600$ km | $R = 6378$ km | $M = 5.98 \times 10^{24}$ kg

$G = 6.67 \times 10^{-11}\ N.m^2/kg^2$ | $g = ?$ | $w = ?$

(١) $g = \frac{GM}{r^2} = \frac{GM}{(R+h)^2} = \frac{6.67 \times 10^{-11} \times 5.98 \times 10^{24}}{((6378 + 600) \times 10^3)^2} = 8.19$ N/kg

∴ الاختيار الصحيح هو (ج)

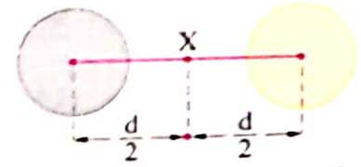
(٢) $w = mg = 8.19 \times 10^4$ N

∴ الاختيار الصحيح هو (د)

ماذا لو كانت كتلة القمر الصناعى أقل من 10^4 kg، **ماذا** يحدث لشدة مجال الجاذبية الأرضية عند موضع القمر فى نفس المدار ؟

مثال ٢

الشكل المقابل يمثل كرتان من الحديد والخشب لهما نفس الحجم والبُعد بين مركزيهما d، فإنه عند منتصف المسافة بينهما (النقطة X)



تكون النسبة بين شدتى مجال الجاذبية للكرتين $\left(\frac{g_{(حديد)}}{g_{(خشب)}}\right)$ .....

(علمًا بأن : كثافة الحديد أكبر من كثافة الخشب)

أ أكبر من الواحد الصحيح ب أقل من الواحد الصحيح

ج تساوى الواحد الصحيح د تساوى الصفر

الحل

وسيلة مساعدة

• كتلة الكرة الحديدية ، $m_{(حديد)} = \rho_{(حديد)} V_{ol}$

• كتلة الكرة الخشبية ، $m_{(خشب)} = \rho_{(خشب)} V_{ol}$

∵ حجم الكرتان متساوى

∵ الكرتان على بُعد متساوى من النقطة X ، ∵ $g = G\frac{M}{r^2}$ ، ∴ $g_{(حديد)} > g_{(خشب)}$

∵ $m_{(حديد)} > m_{(خشب)}$ ، ∴ $g \propto M$ ، ∴ $m_{(حديد)} > m_{(خشب)}$

∴ الاختيار الصحيح هو (أ)

ماذا لو زاد البُعد بين مركزى الكرتين للضعف، **ماذا** يحدث للنسبة $\left(\frac{g_{(حديد)}}{g_{(خشب)}}\right)$ عند منتصف المسافة بين الكرتين ؟

مثال ٣

كوكب كتلته ضعف كتلة الأرض وقطره ضعف قطر الأرض، فإن نسبة عجلة الجاذبية على سطح هذا الكوكب إلى عجلة الجاذبية على سطح الأرض تساوى .....

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

الحل

التكامل مع الرياضيات

يمكنك مراجعة التناسب بند (٦) صفحة (١٢).

$M_p = 2\,M_e$ | $R_p = 2\,R_e$ | $\frac{g_p}{g_e} = ?$

$\because g = G\frac{M}{r^2}$ $\quad \therefore \frac{g_p}{g_e} = \frac{M_p R_e^2}{M_e R_p^2} = \frac{2\,M_e R_e^2}{M_e \times 4\,R_e^2} = \frac{1}{2}$

∴ الاختيار الصحيح هو (جـ)

ماذا لو تم وضع جسم على سطح كل كوكب منهما فكان للجسمين نفس الوزن، **فهل** هذا يعنى أن الجسمين لهما نفس الكتلة ؟

8 اختبر نفسك

مجاب عنها

* **اختر :** قمر صناعى يدور حول الأرض على ارتفاع h من سطح الأرض فإذا كانت عجلة الجاذبية الأرضية عند مداره مساوية لنصف قيمتها عند سطح الأرض، فإن ارتفاع القمر الصناعى من سطح الأرض (h) بدلالة نصف قطر الأرض (R) يساوى .....

(أ) 2.41 R (ب) 2 R (جـ) 0.5 R (د) 0.414 R

تجربة عملية 4 حساب كتلة الأرض بمعلومية نصف قطرها

الغرض من التجربة

* حساب كتلة الأرض بمعلومية نصف قطرها.

فكرة التجربة

* حساب شدة مجال الجاذبية من المعادلة الثانية للحركة :

$g = \frac{2\,d}{t^2}$

حيث : (d) الارتفاع الذى يسقط منه الجسم خلال زمن t ليصل إلى سطح الأرض.

* حساب كتلة الأرض باستخدام العلاقة :

$g = \frac{GM}{r^2}$

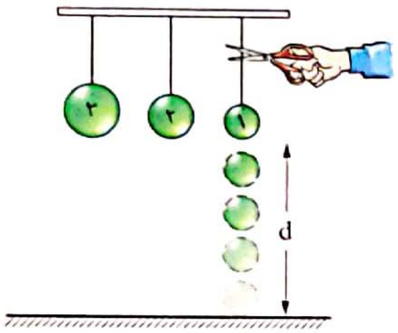
حيث : (G) ثابت الجذب العام، (M) كتلة الأرض،

(r) البُعد عن مركز الأرض والذى يمكن اعتباره فى هذه التجربة نصف قطر الأرض (R).

الأدوات

* عدد ٣ بندول مختلفين فى الكتلة.
* ساعة إيقاف.
* شريط مترى.
* مقص.

الخطوات



(١) علق كل بندول بحيث تكون المسافة بين كرة البندول والأرض (d) متساوية وقيمتها كبيرة.

(٢) قص الخيط عند نقطة التعليق للبندول الأول وعيِّن باستخدام ساعة الإيقاف زمن وصول كرة البندول لسطح الأرض.

(٣) كرر الخطوة السابقة للبندولين الآخرين.

(٤) سجل النتائج فى الجدول التالى :

الكرة	الارتفاع (d)	الزمن (t)	شدة مجال الجاذبية ($g = 2\,d/t^2$)
الكرة (١)	.....	.....	.....
الكرة (٢)	.....	.....	.....
الكرة (٣)	.....	.....	.....

(٥) احسب متوسط شدة مجال الجاذبية (g).

(٦) احسب كتلة الأرض بمعلومية متوسط شدة مجال الجاذبية (g) ونصف قطر الأرض ($R = 6.38 \times 10^6$ m) وثابت الجذب العام ($G = 6.67 \times 10^{-11}$ N.m^2/kg^2) مستخدمًا العلاقة : $g = \frac{GM}{R^2}$

الأقمار الصناعية Satellites

* ظل ارتياد الفضاء حلم يراود عقول البشر لعدة قرون وقد اشتمل تحقيق هذا الحلم على تطوير أجهزة الرصد والصواريخ التى تُقذف بمركبة فضائية لتدور حول الأرض أو تصل لكوكب آخر كالمريخ حتى تحقق الحلم يوم 4 أكتوبر 1957م وتم إرسال القمر الصناعى (سبوتنيك) إلى الفضاء كأول تابع فضائى لكوكب الأرض، وقد أعقب ذلك إرسال أقمار أخرى والنجاح فى الهبوط على سطح القمر، ولا يزال استكشاف الفضاء يتواصل بنجاح كبير.

فكرة إطلاق القمر الصناعى

يمثل القمر الصناعى فى مداره جسم يسقط سقوطًا حرًا نحو الأرض (لأن حركته تتأثر بالجاذبية فقط) وبالرغم من ذلك لا يقترب من سطح الأرض على الإطلاق، وقد فسر إسحاق نيوتن ذلك حيث تصور أنه عند إطلاق قذيفة مدفع من قمة جبل أفقيًا (مع إهمال مقاومة الهواء) :

- تقطع القذيفة مسافة أفقية قبل أن تسقط سقوطًا حرًا وتتخذ مسارًا منحنيًا نحو سطح الأرض.

- بزيادة السرعة التى تُقذف بها القذيفة تزداد المسافة الأفقية التى تقطعها قبل أن تصل إلى سطح الأرض وتتبع مسارًا أقل انحناءً.

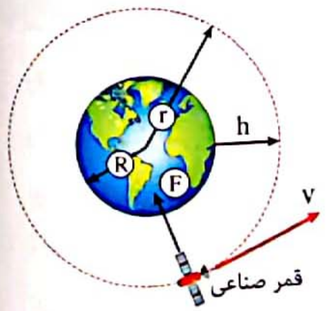
- إذا بلغت سرعة انطلاق القذيفة حدًا معينًا بحيث يتساوى انحناء مسار القذيفة مع انحناء سطح الأرض فإنها تدور فى مسار شبه دائرى ثابت حول الأرض وتصبح تابعًا للأرض مثل القمر الطبيعى لذلك يطلق عليها اسم القمر الصناعى وهذه السرعة يطلق عليها السرعة المدارية للقمر الصناعى.

السرعة المدارية للقمر الصناعى

السرعة التى تجعل القمر الصناعى يدور فى مسار منحنى شبه دائرى بحيث يظل بُعده عن سطح الأرض ثابتاً.

استنتاج السرعة المدارية للقمر الصناعى (٧)

* بفرض وجود قمر صناعى كتلته m يتحرك حول كوكب كتلته M بسرعة ثابتة v فى مدار دائرى نصف قطره r كما بالشكل فإن :



– قوة التجاذب المادى بين الكوكب والقمر الصناعى تعطى بالعلاقة : $F = G\frac{mM}{r^2}$

– قوة التجاذب المادى بين الكوكب والقمر الصناعى تكون عمودية على مسار حركة القمر الصناعى فتعمل على تحريكه فى مسار دائرى : $F_c = \frac{mv^2}{r}$

أى أن : قوة التجاذب المادى بين الكوكب والقمر الصناعى هى نفسها القوة الجاذبة المركزية.

$\therefore G\frac{mM}{r^2} = \frac{mv^2}{r}$ $\quad \therefore v^2 = \frac{GM}{r}$ $\quad \therefore v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$

وإذا كان الارتفاع الذى أطلق إليه القمر الصناعى للفضاء من سطح الكوكب h ونصف قطر الكوكب R فإن :

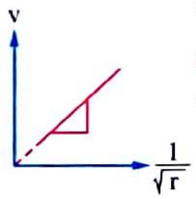
$r = R + h$

$v = \sqrt{\frac{GM}{R+h}}$

العوامل التى تتوقف عليها السرعة المدارية للقمر الصناعى

١ **نصف قطر المدار :**

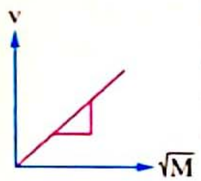
تتناسب السرعة المدارية للقمر الصناعى عكسيًا مع الجذر التربيعى لنصف قطر المدار.



$slope = \frac{\Delta v}{\Delta(\frac{1}{\sqrt{r}})} = \sqrt{GM}$

٢ **كتلة الكوكب :**

تتناسب السرعة المدارية للقمر الصناعى طرديًا مع الجذر التربيعى لكتلة الكوكب الذى يدور حوله عند ثبوت نصف قطر المدار.

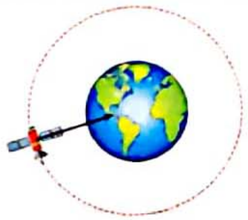


$slope = \frac{\Delta v}{\Delta\sqrt{M}} = \sqrt{\frac{G}{r}}$

$v = \sqrt{G\frac{M}{r}}$

ملاحظات

(١) إذا تخيلنا توقف مفاجئ لقمر صناعى يدور حول الأرض (أصبحت سرعته تساوى صفر)، فإنه يتحرك فى خط مستقيم نحو الأرض تحت تأثير الجاذبية الأرضية ويسقط على سطحها.



(٢) القمر الصناعى المتزامن مع دوران الأرض يكون زمنه الدورى مساوى للزمن الدورى لدوران الأرض حول نفسها أى يوم أرضى واحد (24 ساعة) وبالتالى يظل القمر الصناعى فوق نقطة ثابتة من سطح الأرض.

(٣) يمكن استنتاج العلاقة بين نصف قطر مدار قمر صناعى (r) يدور حول كوكب ما والزمن الدورى لحركته (T) كالتالى :

$\because v = \sqrt{\frac{GM}{r}} = \frac{2\pi r}{T}$ $\quad \therefore \frac{GM}{r} = \frac{4\pi^2 r^2}{T^2}$

$\therefore T^2 = \frac{4\pi^2 r^3}{GM}$ ، $\therefore T^2 \propto r^3$

(٤) يمكن حساب السرعة المدارية (v) لقمر صناعى كالتالى :

السرعة المدارية للقمر الصناعى (v)

- بدلالة الزمن الدورى : $v = \frac{2\pi r}{T}$
- بدلالة التردد : $v = 2\pi r f$
- بدلالة كتلة الكوكب : $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$
- بدلالة شدة مجال الجاذبية : $v = \sqrt{gr}$

(٥) السرعة المدارية لقمر صناعى لا تعتمد على كتلة القمر الصناعى.

(٦) السرعة المدارية للقمر الصناعى حول الأرض تتناسب عكسيًا مع الجذر التربيعى لنصف قطر المدار الدائرى تبعًا للعلاقة $\left(v = \sqrt{\frac{GM}{r}}\right)$ ولا يمكن القول أنها :

- تتناسب طرديًا مع نصف قطر المدار الدائرى تبعًا للعلاقة $\left(v = \frac{2\pi r}{T}\right)$ وذلك لأن الزمن الدورى أيضًا يعتمد على نصف قطر المدار تبعًا للعلاقة $\left(T^2 = \frac{4\pi^2 r^3}{GM}\right)$.
- تتناسب طرديًا مع الجذر التربيعى لنصف قطر المدار الدائرى تبعًا للعلاقة $\left(v = \sqrt{gr}\right)$ وذلك لأن شدة مجال الجاذبية أيضًا تعتمد على نصف قطر المدار تبعًا للعلاقة $\left(g = \frac{GM}{r^2}\right)$.

مثال ١

يدور القمر حول الأرض فى مسار دائرى نصف قطره 3.85×10^5 km ، فإن السرعة المدارية للقمر تساوى .....

(علمًا بأن : ثابت الجذب العام = 6.67×10^{-11} $m^3.kg^{-1}.s^{-2}$ ، كتلة الأرض = 5.98×10^{24} kg)

(أ) 2.04×10^2 m/s (ب) 1.02×10^3 m/s (جـ) 3.22×10^4 m/s (د) 1.04×10^6 m/s

الحل

$r = 3.85 \times 10^5$ km | $G = 6.67 \times 10^{-11}$ $m^3.kg^{-1}.s^{-2}$ | $M = 5.98 \times 10^{24}$ kg | $v = ?$

$v = \sqrt{G\frac{M}{r}} = \sqrt{\frac{6.67 \times 10^{-11} \times 5.98 \times 10^{24}}{3.85 \times 10^5 \times 10^3}} = 1.02 \times 10^3$ m/s

∴ الاختيار الصحيح هو (ب)

ماذا لو المطلوب هو الزمن الدورى لدوران القمر حول الأرض، **ما** إجابتك ؟

مثال ٢

ثلاثة أقمار صناعية (A ، B ، C) كتلتها (3 m ، 2 m ، m) على الترتيب تدور فى ثلاثة مدارات مختلفة حول الأرض أنصاف أقطارها (3 r ، 2 r ، r) على الترتيب، أى قمر صناعى من هذه الأقمار يدور بسرعة أكبر فى مداره ؟

(أ) القمر A (ب) القمر B

(جـ) القمر C (د) جميعها لها نفس السرعة المدارية

الحل

$m_A = 3\,m$ | $m_B = 2\,m$ | $m_C = m$ | $r_A = 3\,r$ | $r_B = 2\,r$ | $r_C = r$

$\because v = \sqrt{G\frac{M}{r}}$

∴ السرعة المدارية للقمر لا تتوقف على كتلته.

∵ الأقمار الثلاثة تدور حول الأرض.

$\therefore v \propto \frac{1}{\sqrt{r}}$

$\because r_A > r_B > r_C$

$\therefore v_A < v_B < v_C$

∴ الاختيار الصحيح هو (جـ)

ماذا لو كانت هذه الأقمار تدور على نفس الارتفاع من سطح الأرض، **فأى** منهم يدور بسرعة مدارية أكبر ؟

مثال ٣

قمر صناعى يدور حول الأرض فى مدار شبه دائرى على ارتفاع 940 km من سطح الأرض، فإن :
(علمًا بأن : $R = 6360\ km$ ، $M = 6 \times 10^{24}\ kg$ ، $G = 6.67 \times 10^{-11}\ N.m^2/kg^2$ ، $\pi = 3.14$)

(١) السرعة المدارية للقمر تساوى .....

أ 7.4×10^3 m/s　　ب 7.9×10^3 m/s
جـ 8.6×10^3 m/s　　د 2.1×10^4 m/s

(٢) الزمن الدورى لدوران القمر حول الأرض يساوى .....

أ 1.48 h　　ب 1.61 h
جـ 1.72 h　　د 2.18 h

الحل

$h = 940\ km$ | $R = 6360\ km$ | $M = 6 \times 10^{24}\ kg$ | $G = 6.67 \times 10^{-11}\ N.m^2/kg^2$ | $v = ?$ | $T = ?$

(١) $r = R + h = 6360 + 940 = 7300\ km = 7.3 \times 10^6\ m$

$v = \sqrt{G\frac{M}{r}} = \sqrt{6.67 \times 10^{-11} \times \frac{6 \times 10^{24}}{7.3 \times 10^6}}$

$= 7.4 \times 10^3\ m/s$

التكامل مع الرياضيات

يمكنك مراجعة كسور ومضاعفات الوحدات بند (١) صفحة (١٠).

∴ الاختيار الصحيح هو أ

(٢) $T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2 \times 3.14 \times 7.3 \times 10^6}{7.4 \times 10^3} = 6195.14\ s = 1.72\ h$

∴ الاختيار الصحيح هو جـ

ماذا لو

كان نفس القمر الصناعى يدور حول قمر الأرض على ارتفاع 940 km من سطح القمر، فما سرعته المدارية إذا علمت أن قطر القمر يساوى 27 % من قطر الأرض وكتلة الأرض 81 مرة كتلة القمر ؟

مثال ٤

قمر صناعى يتم دورته حول كوكب معين فى 94.4 min وطول مساره 43153 km، فإن :
(علمًا بأن : نصف قطر الكوكب = 6360 km ، $\pi = 3.14$ ، $G = 6.67 \times 10^{-11}\ N.m^2/kg^2$)

(١) السرعة المدارية للقمر الصناعى تساوى .....

أ 1.9×10^3 m/s　　ب 7.6×10^3 m/s
جـ 4.8×10^4 m/s　　د 4.6×10^5 m/s

(٢) ارتفاع القمر الصناعى عن سطح الكوكب يساوى .....

أ 5.1×10^2 km　　ب 13.2×10^3 km
جـ 36.8×10^3 km　　د 49.5×10^3 km

الحل

$T = 94.4\ min$ | $2\pi r = 43153\ km$ | $R = 6360\ km$ | $v = ?$ | $h = ?$

(١) $v = \frac{2\pi r}{T} = \frac{43153 \times 10^3}{94.4 \times 60} = 7.6 \times 10^3\ m/s$

∴ الاختيار الصحيح هو ب

(٢) $r = \frac{43153}{2 \times 3.14} = 6871.497\ km$

$h = r - R = 6871.497 - 6360 = 5.1 \times 10^2\ km$

∴ الاختيار الصحيح هو أ

ماذا لو

المطلوب هو حساب شدة مجال الجاذبية عند سطح الكوكب، فما إجابتك ؟

مثال ٥

نصف قطر مدار قمر صناعى متزامن مع الأرض يساوى .....
(علمًا بأن : $M = 5.98 \times 10^{24}\ kg$ ، $G = 6.67 \times 10^{-11}\ N.m^2/kg^2$)

أ 1.8×10^{15} m　　ب 2.7×10^{11} m
جـ 4.2×10^7 m　　د 9.6×10^6 m

الحل

$T = 24\ h$ | $M = 5.98 \times 10^{24}\ kg$ | $G = 6.67 \times 10^{-11}\ N.m^2/kg^2$ | $r = ?$

∵ $v = \sqrt{\frac{GM}{r}} = \frac{2\pi r}{T}$　　∴ $\frac{GM}{r} = \frac{4\pi^2 r^2}{T^2}$　　،　　$r^3 = \frac{GMT^2}{4\pi^2}$

∴ $r = \sqrt[3]{\frac{GMT^2}{4\pi^2}} = \sqrt[3]{\frac{6.67 \times 10^{-11} \times 5.98 \times 10^{24} \times (24 \times 60 \times 60)^2}{4 \times (\frac{22}{7})^2}} = 4.2 \times 10^7\ m$

∴ الاختيار الصحيح هو جـ

ماذا لو

المطلوب هو حساب السرعة المدارية لهذا القمر، فما إجابتك ؟

معلومة إثرائية

- كلما زادت كتلة القمر الصناعى المراد إرساله للفضاء، احتجنا صاروخًا يمكنه التأثير بقوة أكبر على القمر الصناعى حتى يكتسب السرعة اللازمة لدورانه حول الأرض.

9 اختبر نفسك

مجاب عنها

* **اختر :** قمر صناعى يدور حول الأرض فى مدار ثابت، فإذا انفصل عنه جزء يمثل ربع كتلته فإن سرعته المدارية .....

(أ) تقل للربع (ب) تزداد لأربعة أمثالها (جـ) تزداد بمقدار الربع (د) تظل كما هى

أهمية الأقمار الصناعية Importance of Satellites

* يعتبر القمر الصناعى بمثابة برج شاهق الارتفاع يمكن استخدامه فى إرسال واستقبال الموجات اللاسلكية.
* يمكن تقسيم الأقمار الصناعية من حيث استخداماتها إلى أنواع عديدة، منها :

١ أقمار الاتصالات تستخدم فى
- النقل التليفزيونى والإذاعى والهاتفى من وإلى أى مكان على سطح الأرض.
- تحديد الموقع باستخدام نظام GPS
- الإنترنت.
- رؤية الأماكن من الفضاء باستخدام برنامج Google Earth

٢ الأقمار الفلكية (تليسكوبات كبيرة الحجم تسبح فى الفضاء) تستخدم فى
- تصوير الفضاء بدقة.

٣ أقمار الاستشعار عن بُعد تستخدم فى
- دراسة ومراقبة الطيور المهاجرة.
- دراسة تشكل الأعاصير.
- تحديد المصادر المعدنية وتوزيعها تحت سطح الأرض.
- مراقبة المحاصيل الزراعية لحمايتها من مخاطر الطقس.

٤ أقمار الاستطلاع والتجسس تستخدم فى
- توفير المعلومات التى تحتاجها القيادات السياسية والعسكرية لاتخاذ القرار وإدارة الحرب.

٥ أقمار الأرصاد تستخدم فى
- التقاط صور للغلاف الجوى من ارتفاع 35000 km فوق سطح الأرض لتحديد أنماط الطقس.
- تتبع الأعاصير واتجاهها.
- رصد الظروف الجوية مثل جودة الهواء والغطاء الجليدى والغطاء السحابى.

معلومة إثرائية

- **الأقمار القطبية Polar satellites :**
  - الأقمار القطبية تدور فى مدارات فوق المناطق القطبية على ارتفاع يتراوح بين 200 km إلى 1000 km فوق سطح البحر وتكمل دورة كاملة فى فترة زمنية تتراوح بين 100 - 110 دقيقة حسب ارتفاع مدارها.
  - تستخدم الأقمار القطبية فى مراقبة سطح الأرض والأرصاد الجوية حيث تمسح جميع النقاط على سطح الأرض بالتتابع مع دوران الأرض حول محورها.

أسئلة ؟ الفصل 2

مجاب عنها

لمشاهدة فيديوهات لكيفية حل الأسئلة استخدم تطبيق معاك

• فهم • التطبيق • تحليل

* الأسئلة المشار إليها بالعلامة * مجاب عنها تفصيليًا

أولًا أسئلة الاختيار من متعدد

قيم نفسك الكترونيًا

قانون الجذب العام

١ * جسمان كتلتهما 2 kg ، 8 kg والبُعد بينهما 20 cm ، فإذا علمت أن ثابت الجذب العام $6.67 \times 10^{-11}\ N.m^2/kg^2$ فإن قوة التجاذب المادى المتبادلة بينهما تساوى .....

(أ) 2.67×10^{-8} N (ب) 2.67×10^{-12} N

(جـ) 5.34×10^{-9} N (د) 5.34×10^{-11} N

٢ * كرتان لهما نفس الكتلة والبُعد بين مركزيهما 2 m وقوة التجاذب بينهما 6.67×10^{-9} N، فإن كتلة كل من الكرتين تساوى ..... (علمًا بأن : $G = 6.67 \times 10^{-11}\ N.m^2/kg^2$)

(أ) 14.14 kg (ب) 20 kg (جـ) 200 kg (د) 400 kg

٣ كرتان كتلتهما 8 kg ، 20 kg والبُعد بين مركزيهما 0.2 m ، إذا كان ثابت الجذب العام هو G فإن قوة التجاذب المتبادلة بينهما بالنيوتن تساوى .....

(أ) 8 G (ب) 40 G (جـ) 4000 G (د) 8000 G

٤ كرتان متماثلتان كتلة كل منهما m ونصف قطر كل منهما r وضعتا متلاصقتين فإن مقدار قوة التجاذب المادى بينهما يعطى من العلاقة .....

(أ) $F = \frac{Gm^2}{r^2}$ (ب) $F = \frac{Gm^2}{4r^2}$ (جـ) $F = \frac{2\,Gm}{r^2}$ (د) $F = \frac{Gm^2}{2r^2}$

٥ إذا تضاعف البُعد بين مركزى جسمين، فإن قوة التجاذب بينهما .....

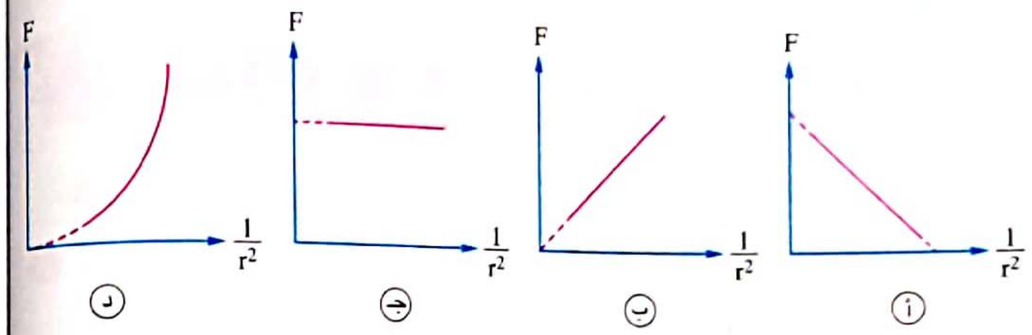
(أ) تتضاعف (ب) تصبح نصف قيمتها الأصلية

(جـ) تصبح ربع قيمتها الأصلية (د) تصبح أربعة أضعاف قيمتها الأصلية

٦ جسمان كتلة الأول m_1 وكتلة الثانى m_2 والبُعد بين مركزيهما r، فإذا زادت كتلة الأول للضعف وزاد البُعد بين مركزيهما للضعف فإن قوة الجذب المتبادلة بينهما .....

(أ) لا تتغير (ب) تزداد للضعف (جـ) تقل للنصف (د) تصبح أربعة أمثالها

٧ الشكل البيانى الذى يمثل العلاقة بين قوة التجاذب المادى (F) بين جسمين ومقلوب مربع البُعد بين مركزيهما $(\frac{1}{r^2})$ هو .....



د ج ب أ

٨ الشكل البيانى المقابل يمثل العلاقة بين قوة الجذب المتبادلة (F) بين جسمين وحاصل ضرب كتلتى الجسمين (m_1m_2) ، فإن البُعد (r) بين مركزى الجسمين يساوى .....

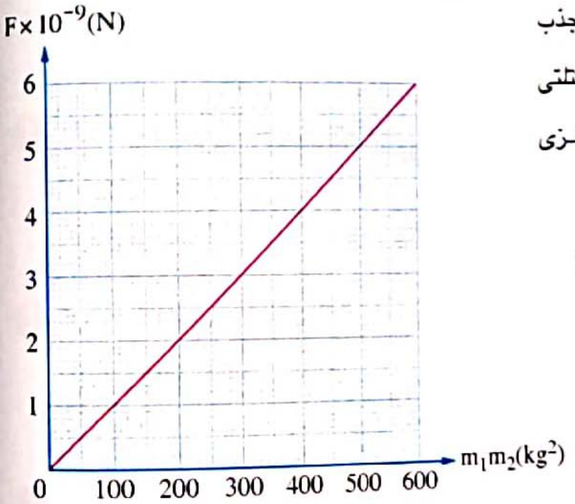
(علمًا بأن : $G = 6.67 \times 10^{-11}\ N.m^2/kg^2$)

أ 1.84 m

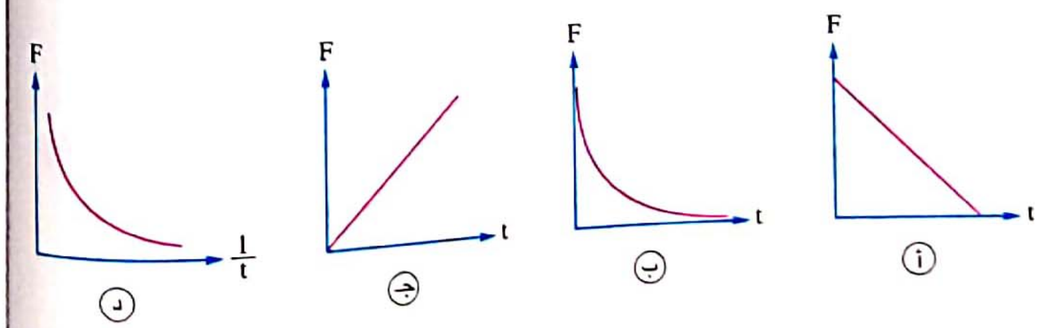
ب 2.58 m

ج 4.62 m

د 5.78 m



٩ * فى الشكل الموضح إذا كانت السيارة تتحرك بسرعة منتظمة مبتعدة عن إشارة مرور، فإن التمثيل البيانى الذى يعبر عن تغير قوة التجاذب المادى (F) بين السيارة وإشارة المرور مع الزمن (t) هو .....



د ج ب أ

شدة مجال الجاذبية

١٠ * إذا علمت أن نصف قطر كوكب ما $7.14 \times 10^7\ m$ وكتلته $1.9 \times 10^{27}\ kg$ وثابت الجذب العام $6.67 \times 10^{-11}\ N.m^2/kg^2$ ، فإن :

(١) قوة الجذب التى يتأثر بها جسم كتلته 1 kg موضوع على سطح الكوكب تساوى .....

أ 24.86 N ب 39.45 N ج 45.95 N د 60.42 N

(٢) قيمة عجلة الجاذبية على سطح الكوكب تساوى .....

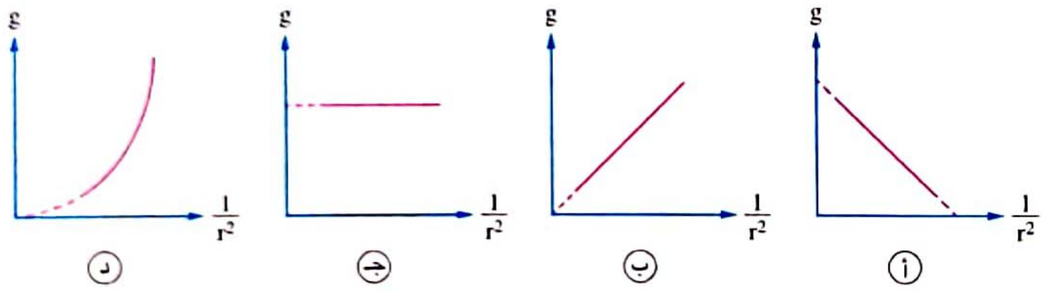
أ $24.86\ m/s^2$ ب $39.45\ m/s^2$ ج $45.95\ m/s^2$ د $60.42\ m/s^2$

١١ كوكب كتلته $5.98 \times 10^{24}\ kg$ ونصف قطره 6378 km، فإن شدة مجال الجاذبية لهذا الكوكب عند نقطة تبعد 36000 km عن سطحه تساوى ..... (علمًا بأن : $G = 6.67 \times 10^{-11}\ N.m^2/kg^2$)

أ $22.2 \times 10^{-4}\ N/kg$ ب $22.2 \times 10^{-2}\ N/kg$

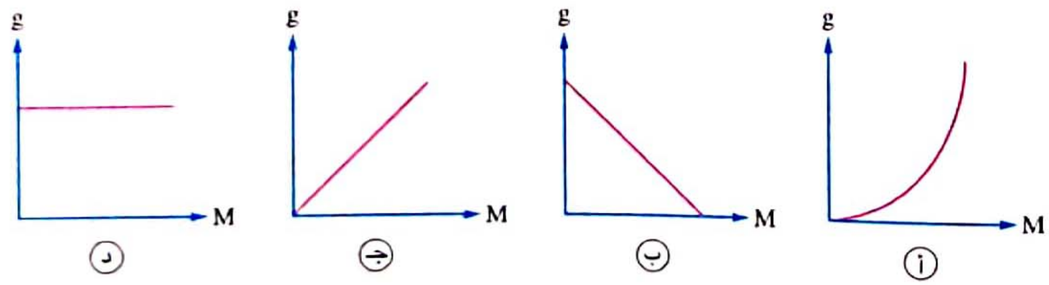
ج $22.2 \times 10^{2}\ N/kg$ د $94.1 \times 10^{5}\ N/kg$

١٢ الشكل البيانى المعبر عن العلاقة بين شدة مجال جاذبية الأرض (g) عند عدة نقاط فى الغلاف الجوى ومقلوب مربع بُعد النقطة عن مركز الأرض $(\frac{1}{r^2})$ هو .....



د ج ب أ

١٣ الشكل البيانى الذى يمثل العلاقة بين شدة مجال الجاذبية (g) لكل كوكب من كواكب المجموعة الشمسية عند نقطة على نفس البُعد من مركز كل كوكب وكتلة الكوكب (M) هو .....



د ج ب أ

١٤ إذا تخيلنا أن الأرض بدأت فى الانكماش بانتظام بينما ظلت كتلتها ثابتة، فإن قيمة عجلة الجاذبية على سطحها .....

(أ) تزداد لأن عجلة الجاذبية تتناسب عكسيًا مع مربع نصف قطر الأرض

(ب) تزداد لأن عجلة الجاذبية تتناسب طرديًا مع مربع نصف قطر الأرض

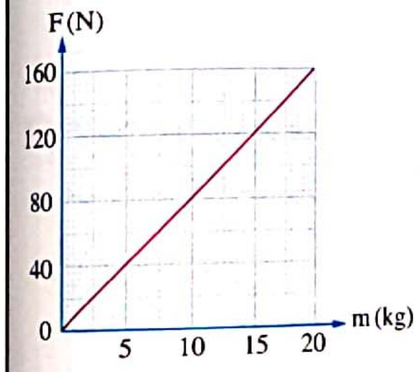
(جـ) تظل ثابتة لأن عجلة الجاذبية تعتمد على كتلة الأرض فقط

(د) تقل لأن عجلة الجاذبية تتناسب عكسيًا مع نصف قطر الأرض

١٥ إذا علمت أن عجلة الجاذبية على سطح القمر سدس عجلة الجاذبية على سطح الأرض، فإن النسبة بين ثابت الجذب العام على سطح الأرض وثابت الجذب العام على سطح القمر .....

(أ) $\frac{1}{6}$ (ب) $\frac{1}{3}$ (جـ) $\frac{1}{1}$ (د) $\frac{6}{1}$

١٦ * عدة أجسام مختلفة الكتلة توجد على سطح كوكب كتلته 5.9×10^{24} kg والشكل البيانى المقابل يمثل العلاقة بين قوة جذب الكوكب (F) لكل من هذه الأجسام وكتلة كل جسم (m)، فإن : (علمًا بأن : $G = 6.67 \times 10^{-11}$ N.m^2/kg^2)



(١) شدة مجال جاذبية هذا الكوكب عند سطحه تساوى .....

(أ) 4 N/kg (ب) 8 N/kg

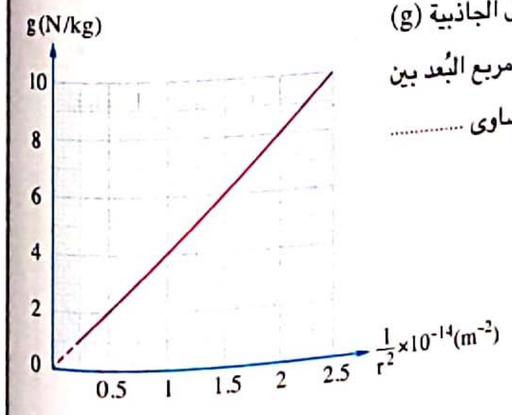
(جـ) 16 N/kg (د) 32 N/kg

(٢) نصف قطر الكوكب يساوى .....

(أ) 7.01×10^3 km (ب) 2.51×10^4 km

(جـ) 5.42×10^9 km (د) 4.92×10^{13} km

١٧ الشكل البيانى المقابل يعبر عن العلاقة بين شدة مجال الجاذبية (g) لكوكب كتلته M عند عدد من النقاط حول الكوكب ومقلوب مربع البُعد بين هذه النقاط ومركز الكوكب ($\frac{1}{r^2}$)، فإن كتلة الكوكب (M) تساوى .....



(علمًا بأن : $G = 6.67 \times 10^{-11}$ N.m^2/kg^2)

(أ) 4×10^{14} kg (ب) 6×10^{14} kg

(جـ) 4×10^{24} kg (د) 6×10^{24} kg

١٨ * كوكب كتلته 5 مرات كتلة الأرض وقطره 5 مرات قطر الأرض، فإن :

(١) النسبة بين عجلة الجاذبية على سطح الأرض وعجلة الجاذبية على سطح هذا الكوكب ($\frac{g_e}{g_p}$) تساوى .....

(أ) $\frac{1}{1}$ (ب) $\frac{1}{5}$ (جـ) $\frac{5}{1}$ (د) $\frac{1}{3}$

(٢) النسبة بين وزن جسم عند وضعه على سطح الأرض ووزنه عند وضعه على سطح هذا الكوكب على الترتيب تساوى .....

(أ) $\frac{1}{1}$ (ب) $\frac{1}{5}$ (جـ) $\frac{5}{1}$ (د) $\frac{1}{3}$

١٩ * جسم يزن 45 N على سطح الأرض، فإن وزنه على ارتفاع من سطح الأرض يعادل ربع قطر الأرض يساوى .....

(أ) 20 N (ب) 25 N (جـ) 30 N (د) 40 N

٢٠ * إذا كانت شدة مجال الجاذبية الأرضية عند مدار قمر صناعى يدور حول الأرض 2.5 N/kg فإن المسافة بين القمر الصناعى وسطح الأرض (h) تساوى .....

(حيث : R نصف قطر الأرض، شدة مجال الجاذبية عند سطح الأرض = 10 m/s^2)

(أ) 2 R (ب) R (جـ) $\frac{R}{2.5}$ (د) $\frac{R}{4}$

٢١ * كوكب كتلته أربعة أمثال كتلة الأرض وقطره ضعف قطر الأرض، فإذا كان وزن الجسم على سطح الأرض 150 N فإن وزن هذا الجسم على سطح الكوكب يساوى .....

(أ) 75 N (ب) 150 N (جـ) 300 N (د) 450 N

السرعة المدارية

٢٢ كوكب كتلته 9.96×10^{22} kg يدور حوله قمر صناعى على ارتفاع 12000 km من سطحه إذا كان نصف قطر الكوكب 1063 km فإن السرعة المدارية للقمر هى .....

(علمًا بأن : $G = 6.67 \times 10^{-11}$ N.m^2/kg^2)

(أ) 249.9 m/s (ب) 311 m/s (جـ) 713.13 m/s (د) 744 m/s

٢٣ قمر صناعى يدور حول الأرض بسرعة v تحت تأثير قوة جاذبة مركزية F، فإذا تخيلنا حدوث انعدام مفاجئ لسرعة دوران القمر الصناعى فإنه .....

(أ) يظل متحركًا فى مداره

(ب) تنعدم قوة الجاذبية الأرضية المؤثرة عليه

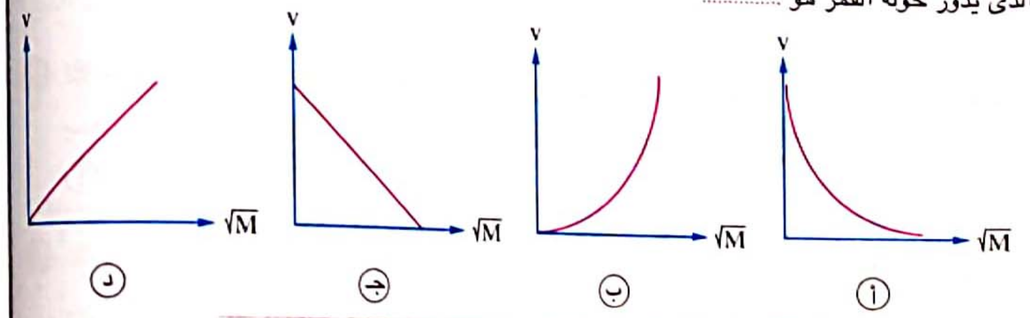
(جـ) يتحرك فى خط مستقيم نحو مركز الأرض

(د) يتحرك فى خط مستقيم مماس لمداره

٢٤ تـدور محطـة الفضـاء الدوليـة حول الأرض فـى مدار نصف قطره r بحيث تتم دورة كاملة حـول الأرض خلال زمن T، فإذا انفصل عنها جزء كتلته 0.1 من كتلة المحطة فإن الزمن الدورى للمحطة حول الأرض .....

(أ) يقل بمقدار 0.1 من قيمته
(ب) يزداد بمقدار 0.1 من قيمته
(جـ) يظل ثابتًا
(د) يقل إلى 0.1 من قيمته

٢٥ عـدد مـن الأقمار الصناعية المتماثلـة يدور كل منها حول كوكب مختلف على نفـس البُعد من مركز الكوكب، فإن الشكل البيانى المعبر عن العلاقة بين السرعة المدارية للقمر الصناعى (v) والجذر التربيعى لكتلة الكوكب ($\sqrt{M}$) الذى يدور حوله القمر هو .....



(أ) (ب) (جـ) (د)

٢٦ * قمر صناعى يدور فى مسار دائرى على ارتفاع 300 km من سطح الأرض، فإن :
(علمًا بأن : نصف قطر الأرض 6378 km، عجلة الجاذبية الأرضية عند سطح الأرض $9.8\ m/s^2$)

(١) سرعته المدارية تساوى .....
(أ) 4.4×10^3 m/s (ب) 6.1×10^5 m/s (جـ) 7.7×10^3 m/s (د) 9×10^5 m/s

(٢) زمن دورة القمر الصناعى حول الأرض يساوى .....
(أ) 2.34×10^3 s (ب) 5.45×10^3 s (جـ) 6.32×10^3 s (د) 9.22×10^3 s

(٣) قيمة العجلة المركزية أثناء حركته تساوى .....
(أ) $2.4\ m/s^2$ (ب) $4.3\ m/s^2$ (جـ) $6.8\ m/s^2$ (د) $8.9\ m/s^2$

٢٧ قمـران صناعيـان A ، B يـدوران حول الأرض، فإذا كان نصف قطر مدار A يسـاوى أربعة أمثال نصف قطر مدار B فإن النسبة بين سرعة A وسرعة B على الترتيب هى .....

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

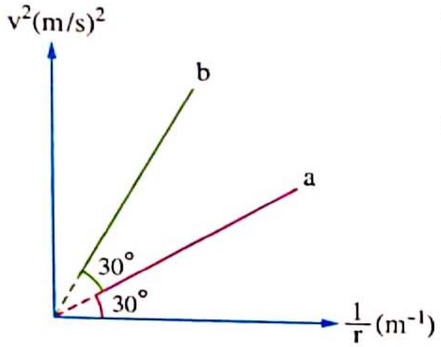
٢٨ قمـران صناعيـان كتلتهمـا 5×10^3 kg ، 15×10^3 kg يـدوران حول الأرض على نفس الارتفاع من سطح الأرض، فإن النسـبة بين السـرعة المدارية للقمر الصناعى الأول والسـرعة المدارية للقمر الصناعى الثانى $\left(\frac{v_1}{v_2}\right)$ تساوى .....

(أ) $\frac{1}{1}$ (ب) $\frac{1}{3}$ (جـ) $\frac{3}{1}$ (د) $\frac{1}{\sqrt{3}}$

٢٩ قمران صناعيان أحدهما يدور حول الأرض والآخر يدور حول المريخ، فإذا كان نصف القطر المدارى لكل منهما واحد وكتلة الأرض تسعة أمثال كتلة المريخ فإن النسبة بين السرعة الخطية (المماسية) للقمر الذى يدور حول الأرض والسرعة الخطية (المماسية) للقمر الذى يدور حول المريخ على الترتيب هى .....

(أ) $\frac{1}{9}$ (ب) $\frac{9}{1}$ (جـ) $\frac{1}{3}$ (د) $\frac{3}{1}$

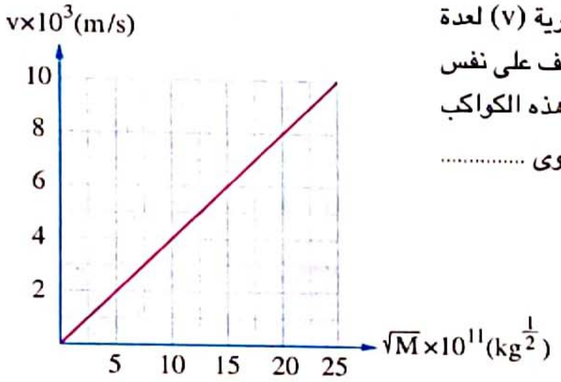
٣٠ كوكبـان a ، b يـدور حول كل منهما مجموعة من الأقمار الصناعية، والشكل البيانى المقابل يمثل العلاقة بين مربع السرعة المدارية (v^2) للأقمار الصناعية ومقلوب نصف القطر ($\frac{1}{r}$) لمدار كل منها، فتكون النسبة بين كتلتى الكوكبين $\left(\frac{M_a}{M_b}\right)$ هى .....



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

٣١ الشـكل البيانـى المقابل يمثل العلاقة بين السـرعة المدارية (v) لعدة أقمـار صناعيـة متماثلة يدور كل منها حول كوكب مختلف على نفس البُعـد عن مركز الكوكب والجذر التربيعى لكتلة كل من هذه الكواكب ($\sqrt{M}$)، فإن نصف قطر مدار كل من هذه الأقمار يساوى .....

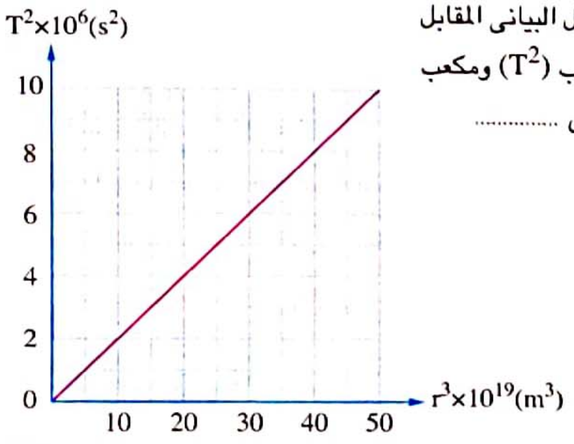
(علمًا بأن : $G = 6.67 \times 10^{-11}\ N.m^2/kg^2$)



(أ) 2.39×10^3 km
(ب) 4.17×10^3 km
(جـ) 16.68×10^3 km
(د) 59.97×10^3 km

٣٢ تم إطلاق عدة أقمار صناعية لتدور حول كوكب، والشكل البيانى المقابل يمثل العلاقة بين مربع الزمن الدورى للقمر حول الكوكب (T^2) ومكعب نصف قطر مدار القمر (r^3)، فإن كتلة الكوكب تساوى .....

(علمًا بأن : $G = 6.67 \times 10^{-11}\ N.m^2/kg^2$)



(أ) 2.96×10^{24} kg
(ب) 4.7×10^{24} kg
(جـ) 2.96×10^{25} kg
(د) 4.7×10^{25} kg

٢٤ * قمر صناعى يدور حول الأرض على ارتفاع h من سطحها بحيث يكون زمن دورانه دورة كاملة حول الأرض مساويًا لزمن دوران الأرض حول محورها دورة كاملة فإن :

(علمًا بأن : اليوم الأرضى = 24 ساعة، $\pi = 3.14$ ، $G = 6.67 \times 10^{-11}\ N.m^2/kg^2$ ،

$R = 6378\ km$ ، $M = 5.98 \times 10^{24}\ kg$)

(١) ارتفاع القمر الصناعى عن سطح الأرض (h) يساوى .....

أ $2 \times 10^7\ m$ ب $3.6 \times 10^7\ m$

جـ $5.6 \times 10^7\ m$ د $6.6 \times 10^7\ m$

(٢) السرعة المدارية للقمر الصناعى تساوى .....

أ $0.22\ m/s$ ب $0.47\ m/s$

جـ $3.07 \times 10^3\ m/s$ د $9.41 \times 10^6\ m/s$

٢٥ * يدور قمر صناعى فى مدار حول الأرض على ارتفاع h من سطح الأرض بسرعة مدارية $\frac{1}{2}\sqrt{\frac{GM}{R}}$ حيث R تصف قطر الأرض، فيكون بُعد القمر الصناعى عن سطح الأرض (h) هو .....

أ $\frac{1}{2}R$ ب $2R$ جـ $3R$ د $4R$

٢٦ * قمران صناعيان A ، B يدوران حول كوكب نصف قطر مداريهما $2 \times 10^6\ m$ ، $1 \times 10^6\ m$ على الترتيب، إذا كان الزمن الدورى للقمر B هو $8 \times 10^7\ s$ فإن الزمن الدورى للقمر A يساوى .....

أ $5 \times 10^5\ s$ ب $4 \times 10^6\ s$ جـ $2.3 \times 10^8\ s$ د $4.5 \times 10^8\ s$

ثانيًا أسئلة المقال

١ ماذا يحدث عند تساوى انحناء مسار قذيفة أطلقت أفقيًا من قمة جبل مع انحناء سطح الأرض ؟

٢ فسر العبارات التالية :

(١) لا يسقط قمر صناعى يدور حول الأرض فى مسار دائرى منتظم رغم تأثره بالجاذبية الأرضية.

(٢) تتوقف السرعة المدارية لقمر صناعى يدور حول الأرض على نصف قطر مداره فقط.

(٣) السرعة المدارية لقمر صناعى كتلته $5 \times 10^3\ kg$ تساوى السرعة المدارية لقمر آخر كتلته $15 \times 10^3\ kg$ يدور حول نفس الكوكب وعلى نفس الارتفاع.

أنماط جديدة من الأسئلة

اختر إجابتين من بين الإجابات المعطاة :

١ وحدة قياس ثابت الجذب العام هى .....

أ $N.m.kg$ ب $N.m^2/kg^2$ جـ $N.m^2$

د $m^3.kg/s^2$ هـ $m^3/kg.s^2$

٢ عجلة الجاذبية الأرضية .....

أ ثابت كونى عام ب لا تتغير بتغير كتلة الجسم

جـ متغيرة حسب الارتفاع عن سطح الأرض د تختلف باختلاف فصول السنة

هـ متغيرة حسب بُعد الأرض عن الشمس

٣ تتوقف السرعة المدارية لقمر يدور حول كوكب على .....

أ كتلة القمر ب كتلة الكوكب

جـ البُعد بين مركزى الكوكب والقمر د الزمن الدورى لدوران القمر حول الكوكب

هـ اتجاه دوران القمر حول الكوكب

٤ إذا كانت كتلة كوكب عطارد $3.3 \times 10^{23}\ kg$ ونصف قطره $2.439 \times 10^6\ m$ ووُضع جسم كتلته $65\ kg$ على سطحه فإن .....

(علمًا بأن : ثابت الجذب العام $6.67 \times 10^{-11}\ N.m^2/kg^2$، عجلة الجاذبية الأرضية عند سطح الأرض $9.8\ m/s^2$)

أ وزن الجسم على سطح كوكب عطارد $240.5\ N$

ب وزن الجسم على سطح كوكب عطارد $637\ N$

جـ وزن الجسم على سطح كوكب عطارد $320.5\ N$

د كتلة الجسم على سطح الأرض $65\ kg$ هـ كتلة الجسم على سطح الأرض $172\ kg$

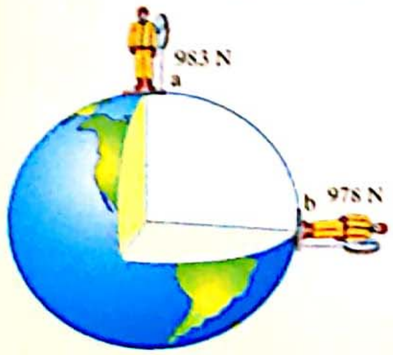
٥ السرعة المدارية لقمر صناعى يدور حول كوكب تتناسب .....

أ طرديًا مع كتلة الكوكب ب طرديًا مع الجذر التربيعى لكتلة الكوكب

جـ عكسيًا مع نصف قطر مدار الكوكب د عكسيًا مع الجذر التربيعى لنصف قطر مدار الكوكب

هـ عكسيًا مع الجذر التربيعى لنصف قطر مدار القمر

٦ فى الشكل المقابل، يرجع اختلاف وزن الرجل عند النقطتين a ، b لاختلاف .....



أ شدة مجال الجاذبية الأرضية

ب طول قطرى الأرض

جـ زمن دوران الرجل عند النقطتين

د سرعة دوران الرجل عند النقطتين

هـ كتلة الرجل عند النقطتين

٧ شدة مجال جاذبية كوكب عند سطحه تتناسب .....

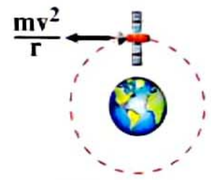
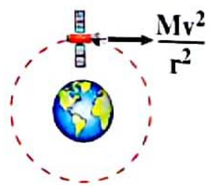
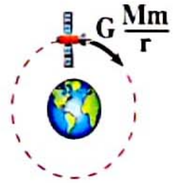
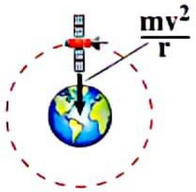
(أ) طرديًا مع مربع نصف قطر الكوكب
(ب) عكسيًا مع مربع نصف قطر الكوكب
(جـ) عكسيًا مع نصف قطر الكوكب
(د) طرديًا مع كتلة الكوكب
(هـ) طرديًا مع الجذر التربيعى لكتلة الكوكب

اختر من القائمة ما يناسب الفراغات :

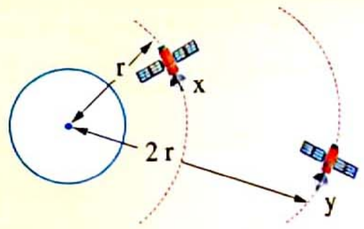
٨ أى شكلين من القائمة التالية يوضحان بشكل صحيح مقدار واتجاه القوة المؤثرة على قمر صناعى كتلته m ونصف قطر مداره r يدور بسرعة مدارية v حول كوكب الأرض الذى كتلته M، حيث G ثابت الجذب العام ؟

الشكل الأول .....(أ).....

الشكل الثانى .....(ب).....

(١) 	(٢) 
(٣)	(٤) 
(٥) 	

٩ الشكل المقابل يوضح قمران صناعيان x ، y يدوران حول كوكب، فإذا كان مقدار قوة جذب الكوكب للقمرين متساوى فإن :



(أ) النسبة بين كتلتى القمرين $\left(\frac{m_x}{m_y}\right)$ هى .....

(ب) النسبة بين سرعتيهما المدارية $\left(\frac{v_x}{v_y}\right)$ هى .....

$\frac{4}{1}$
$\frac{\sqrt{2}}{1}$
$\frac{2}{1}$
$\frac{1}{\sqrt{2}}$
$\frac{1}{4}$

الباب الرابع
الشغل والطاقة فى حياتنا اليومية

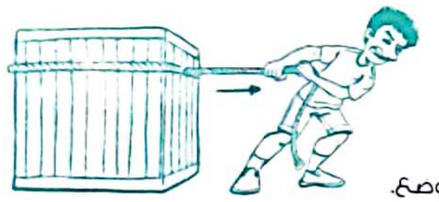
الفصل 1
الشغل والطاقة.

الدرس الأول | الشغل.
الدرس الثانى | الطاقة.

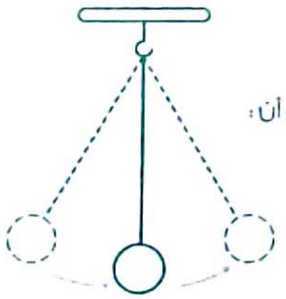
نواتج التعلم المتوقعة :

بعد دراسة هذا الفصل يجب أن يكون الطالب قادرًا على أن :

- يفسر المعنى الفيزيائى للشغل.
- يستنتج أن الشغل كمية قياسية.
- يستنتج وحدات قياس الطاقة.
- يستنتج العلاقة الرياضية المستخدمة لحساب كل من طاقة الحركة وطاقة الوضع.
- يقارن بين طاقة الحركة وطاقة الوضع.
- يستنتج أن طاقة الوضع عبارة عن شغل مبذول.



الفصل 2
قانون بقاء الطاقة.



نواتج التعلم المتوقعة :

بعد دراسة هذا الفصل يجب أن يكون الطالب قادرًا على أن :

- يطبق قانون بقاء الطاقة على تغيرات طاقة الوضع وطاقة الحركة عند قذف جسم لأعلى.
- يطبق قانون بقاء الطاقة فى الحياة العملية.

الباب الرابع

الفصل 1

الدرس الأول

الشغل

* يختلف المعنى الفيزيائى للشغل عن معناه فى الحياة اليومية، فالشغل فى الفيزياء ليس معناه القيام بعمل ذهنى أو عضلى شاق، فلكى تبذل شغلًا ما على جسم لابد أن يتحرك الجسم إزاحة ما نتيجة تأثير قوتك، وإذا لم يتحرك الجسم فإنك لم تبذل شغلًا مهما كان مقدار القوة التى تؤثر بها على الجسم،

وبالتالى يرتبط الشغل بعاملين متلازمين (شروط بذل الشغل)، هما :

(١) أن تؤثر قوة معينة على الجسم.

(٢) أن يتحرك الجسم إزاحة معينة فى نفس اتجاه عمل القوة.

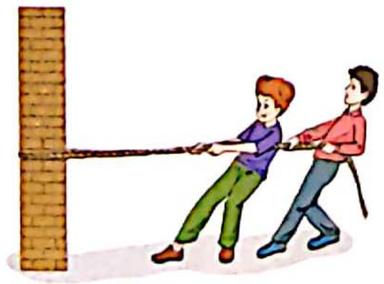
ويتضح ذلك من خلال المثالين التاليين :

١

اللاعب الذى يرفع الأثقال لأعلى يبذل شغلًا.

٢

الشخص الذى يحاول سحب الحائط لا يبذل شغلًا.



القوة التى تؤثر على الأثقال تحركها إلى أعلى مسافة ما فى اتجاه القوة. **لأن** القوة التى تؤثر على الحائط لا تحركه (أى يظل الحائط ساكنًا).

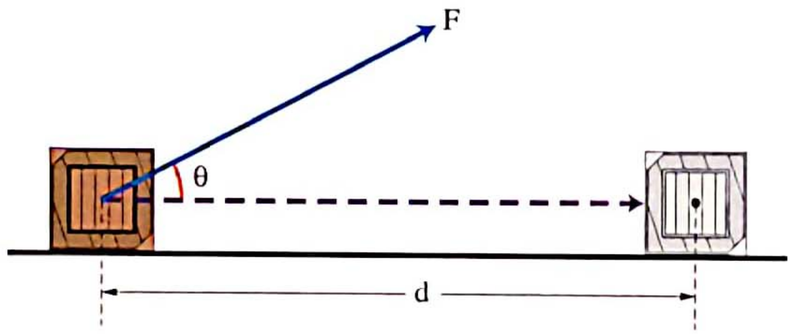
الاستنتاج

عندما تؤثر قوة على جسم ما فتحركه إزاحة معينة فى اتجاه خط عمل القوة يقال إن القوة تبذل شغلًا.

يتعين الشغل (W) من العلاقة

$$W = \vec{F}.\vec{d} = Fd\cos\theta$$

- F : القوة المؤثرة على الجسم
- d : الإزاحة التى يتحركها الجسم فى اتجاه خط عمل القوة
- θ : الزاوية بين اتجاه القوة المؤثرة على الجسم واتجاه إزاحة الجسم



وحدة قياس الشغل هى $kg.m^2/s^2$ وتكافئ N.m أو جول (J) وصيغة أبعاده ML^2T^{-2}

* **مما سبق يمكن تعريف الشغل ووحدة قياسه الجول كالتالى :**

الشغل

حاصل ضرب القوة المؤثرة على جسم فى إزاحته فى اتجاه خط عمل القوة.

الجول

الشغل المبذول بواسطة قوة مقدارها 1 N لتحرك جسم إزاحة مقدارها 1 m فى اتجاه خط عمل القوة.

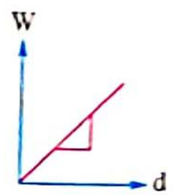
ملاحظة

* بالرغم من أن القوة والإزاحة كميتان متجهتان إلا أن **الشغل كمية قياسية** لأن الشغل هو حاصل الضرب القياسى لمتجهى القوة والإزاحة.

العوامل التى يتوقف عليها الشغل المبذول على جسم

١ إزاحة الجسم :

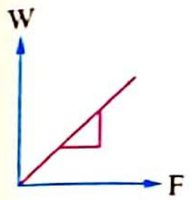
يتناسب الشغل طرديًا مع الإزاحة عند ثبوت قيمة القوة والزاوية بين اتجاه كل من القوة والإزاحة.



$$slope = \frac{\Delta W}{\Delta d} = F \cos \theta$$

٢ القوة المؤثرة على الجسم :

يتناسب الشغل طرديًا مع القوة عند ثبوت الإزاحة والزاوية بين اتجاه كل من القوة والإزاحة.

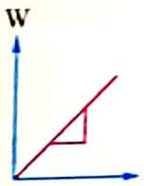


$$slope = \frac{\Delta W}{\Delta F} = d \cos \theta$$

$$W = Fd \cos \theta$$

٣ الزاوية بين اتجاه كل من القوة المؤثرة على الجسم وإزاحته :

يتناسب الشغل طرديًا مع جيب تمام الزاوية بين اتجاه كل من القوة والإزاحة عند ثبوت قيمة القوة والإزاحة.



$$slope = \frac{\Delta W}{\Delta \cos \theta} = Fd$$

تأثير زاوية الميل (θ) على قيمة الشغل المبذول

قيمة الزاوية (θ) — **الشغل المبذول**

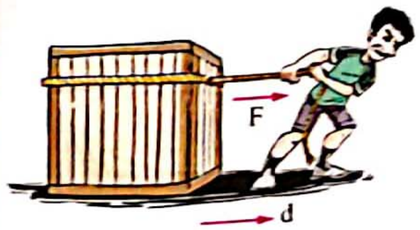
– يكون الشغل المبذول قيمة عظمى موجبة حيث إن :

$\theta = 0°$

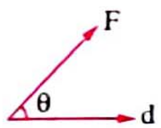
أى أنه عندما يكون اتجاه القوة فى نفس اتجاه الإزاحة يصبح الشغل المبذول قيمة عظمى موجبة.

– مثال : شخص يسحب جسم بقوة F ويتحرك به مسافة d (كما بالشكل).

$W = Fd \cos 0 = Fd$



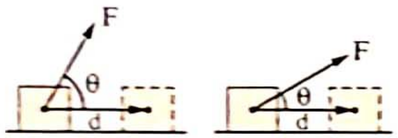
$0° < \theta < 90°$



– الشغل المبذول قيمة موجبة ويرجع ذلك إلى أن : الزاوية بين اتجاهى القوة (F) المؤثرة على الجسم والإزاحة (d) أقل من 90° فيكون جيب تمام الزاوية قيمة موجبة.

– مثال : شخص يسحب جسم (كما بالشكل).

– ملحوظة : كلما زاد قياس الزاوية θ بين اتجاهى القوة والإزاحة من صفر إلى 90° يقل جيب تمام الزاوية فيقل الشغل المبذول بواسطة نفس القوة إذا حدثت للجسم نفس الإزاحة.



شغل (W) أقل — شغل (W) أكبر

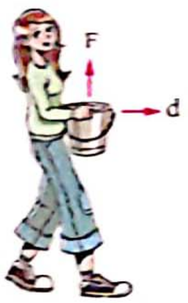
$\theta = 90°$

$W = Fd \cos 90 = 0$

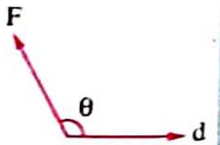
– يكون الشغل المبذول صفر حيث إن :

أى أنه عندما يكون اتجاه القوة (F) المؤثرة على الجسم عمودى على اتجاه إزاحة الجسم (d) يصبح الشغل المبذول على الجسم منعدم.

– مثال : فتاة تحمل دلوًا وتسير به مسافة أفقية حيث يكون اتجاه القوة التى تؤثر بها يد الفتاة على الدلو عموديًا على اتجاه الحركة الأفقية للدلو (كما بالشكل).



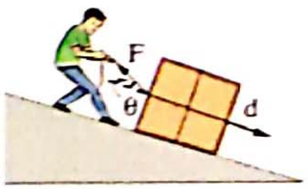
$180° > \theta > 90°$

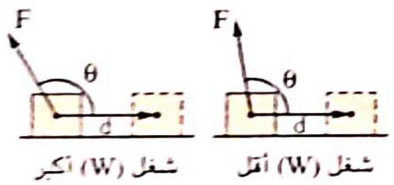


– الشغل المبذول قيمة سالبة ويرجع ذلك إلى أن : الزاوية بين اتجاهى القوة (F) المؤثرة على الجسم والإزاحة (d) أكبر من 90° وأقل من 180° فيكون جيب تمام الزاوية قيمة سالبة.

– مثال : شخص يحاول سحب جسم وهو يتحرك عكس اتجاه خط عمل القوة (كما بالشكل).

– ملحوظة : كلما زاد قياس الزاوية θ بين اتجاهى القوة والإزاحة من 90° إلى 180° يزداد جيب تمام الزاوية فيزداد الشغل المبذول بواسطة نفس القوة إذا حدثت للجسم نفس الإزاحة.





شغل (W) أكبر — شغل (W) أقل

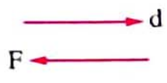
$W = Fd \cos 180 = -Fd$

– يكون الشغل المبذول قيمة عظمى سالبة حيث إن :

أى أنه عندما يكون اتجاه القوة (F) المؤثرة على الجسم فى عكس اتجاه إزاحته (d) يصبح الشغل المبذول قيمة عظمى سالبة.

– مثال : الشغل المبذول بواسطة قوى الاحتكاك (مثل قوة الفرامل).

$\theta = 180°$



10 اختبر نفسك

مجاب عليها

اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

يستطيع القمر الصناعى البقاء فى مداره الدائرى حول الأرض دون الحاجة إلى استهلاك أى كمية من الوقود حيث لا يوجد شغل مبذول عليه لأن القوة المؤثرة على القمر .....

(أ) تؤثر فى نفس اتجاه حركته

(ب) تؤثر فى اتجاه معاكس لاتجاه حركته

(جـ) تؤثر فى اتجاه عمودى على اتجاه حركته

(د) تساوى صفرًا

حساب الشغل بيانيًا

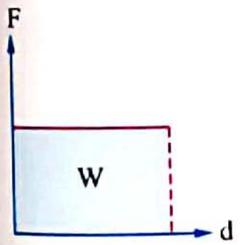
* يمكن حساب الشغل بيانيًا باستخدام منحنى (القوة – الإزاحة)، كالتالى :

إذا أثرت قوة F على جسم فسببت له إزاحة d فى نفس اتجاه القوة المؤثرة فإن ($\theta = 0°$)،

وعند تمثيل العلاقة بين (القوة – الإزاحة) بيانيًا نحصل على الشكل المقابل :

∵ الشغل = القوة × الإزاحة

∴ الشغل (بيانيًا) = المساحة تحت منحنى (القوة – الإزاحة)



علماء أفادوا البشرية جيمس چول (1818 - 1889) م :

* يعتبر العالم الإنجليزى چيمس چول من أوائل من أدركوا أن الشغل الميكانيكى يولد طاقة حرارية، ففى إحدى تجاربه وجد أن درجة حرارة الماء أسفل الشلال أكبر منها فى أعلى الشلال مما يثبت أن جزء من طاقة المياه الساقطة تحول إلى حرارة.

جيمس چول

مثال ١

أثرت قوة F على جسم فأزاحته مسافة d فى اتجاه خط عملها، فإن أكبر قيمة للشغل المبذول على الجسم عندما يكون قياس الزاوية بين اتجاهى القوة والإزاحة يساوى .....

(أ) $30°$ (ب) $45°$ (جـ) $60°$ (د) $90°$

الحل

∵ $W = Fd \cos \theta$

∴ كلما قل قياس الزاوية θ زادت قيمة جيب تمامها فتزداد قيمة الشغل المبذول.

∴ الاختيار الصحيح هو (أ)

ماذا لو كان المطلوب حساب النسبة بين قيمتى الشغل المبذول على الجسم عندما يكون قياس الزاوية بين اتجاهى القوة والإزاحة $30°$ ، $60°$ على الترتيب، **ما** إجابتك ؟

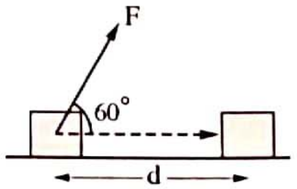
مثال ٢

عربة حديقة كتلتها 20 kg تتحرك إزاحة أفقية 4 m تحت تأثير قوة محصلة مقدارها 50 N تصنع زاوية مقدارها $60°$ مع الأفقى، فإن الشغل المبذول بواسطة القوة المحصلة يساوى .....

(أ) 80 J (ب) 100 J (جـ) $100\sqrt{3}$ J (د) 200 J

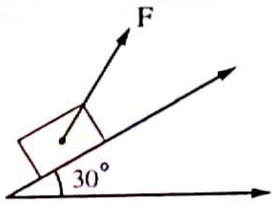
الحل

m = 20 kg	d = 4 m	F = 50 N	$\theta = 60°$	W = ?



$W = Fd \cos \theta = 50 \times 4 \times \cos 60 = 100$ J

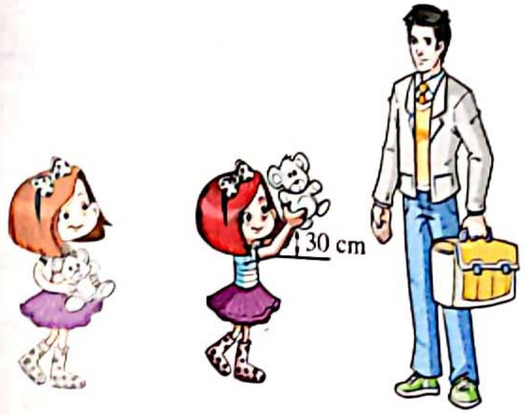
∴ الاختيار الصحيح هو (ب)



ماذا لو كان المطلوب حساب الشغل الذى تبذله نفس القوة المحصلة (مقدارًا واتجاهًا) على العربة إذا كانت إزاحة العربة 8 m على مستوى مائل يصنع زاوية $30°$ مع الأفقى، **ما** إجابتك ؟

مثال ٣

الشكل المقابل يوضح طفلة تحمل لعبة كتلتها 300 g وتتحرك بها إزاحة مقدارها 10 m فى الاتجاه الأفقى ثم قامت برفع اللعبة رأسيًا إلى أعلى مسافة 30 cm ليراها والدها، فإن : (علمًا بأن : $g = 10\ m/s^2$)



(١) الشغل الذى تبذله يد الطفلة على اللعبة قبل رفعها يساوى .....

أ) 0 ب) 0.3 J

جـ) 3 J د) 3000 J

(٢) الشغل الذى تبذله يد الطفلة على اللعبة بعد رفعها لأعلى يساوى .....

أ) 0 ب) 0.3 J جـ) 0.9 J د) 90 J

الحل

$W_2 = ?$	$W_1 = ?$	$g = 10\ m/s^2$	$d_2 = 30\ cm$	$d_1 = 10\ m$	$m = 300\ g$

(١) ∵ القوة المؤثرة على اللعبة عمودية على إزاحتها.

$\therefore W_1 = 0$

∴ الاختيار الصحيح هو (أ)

(٢)

$F = mg = 300 \times 10^{-3} \times 10 = 3\ N$

∵ القوة والإزاحة فى نفس الاتجاه.

$\therefore \theta = 0$

$W_2 = Fd_2 \cos\theta = 3 \times 30 \times 10^{-2} \times \cos 0$

$= 0.9\ J$

∴ الاختيار الصحيح هو (جـ)

التكامل مع الرياضيات

يمكنك مراجعة كسور ومضاعفات الوحدات بند (١) صفحة (١٠).

ماذا لو قام شخص بربط اللعبة بخيط طوله 0.5 m وقام بتدويرها فى مسار دائرى أفقى بسرعة خطية ثابتة مقدارها 0.5 m/s، **ما** الشغل المبذول على اللعبة بواسطة قوة الشد فى الخيط خلال دورة كاملة ؟

مثال ٤

جسم يتحرك بسرعة منتظمة 5 m/s لمدة 10 s على سطح أفقى خشن، فإذا علمت أن قوة الاحتكاك بين الجسم والسطح 60 N فإن الشغل المبذول لتحريك الجسم خلال تلك الفترة يساوى .....

أ) 0 ب) 30 J

جـ) 120 J د) 3000 J

الحل

$W = ?$	$F_{(احتكاك)} = 60\ N$	$t = 10\ s$	$v = 5\ m/s$

$d = vt = 5 \times 10 = 50\ m$

∵ الجسم يتحرك بسرعة منتظمة.

∴ القوة الأفقية المؤثرة على الجسم = قوة الاحتكاك بين الجسم والسطح = 60 N

$W = Fd = F_{(احتكاك)}\ d = 60 \times 50 = 3000\ J$

∴ الاختيار الصحيح هو (د)

ماذا لو زاد مقدار القوة الأفقية المؤثرة على الجسم بمقدار 10 N، **ماذا** يحدث للشغل المبذول على الجسم بواسطة القوة المحصلة المؤثرة عليه عند تحركه نفس الإزاحة ؟

مثال ٥

قوة ثابتة أفقية مقدارها 100 N أثرت على جسم ساكن موضوع على سطح أفقى فحركته أفقيًا لتصبح سرعته بعد 5 s تساوى 20 m/s، فإن الشغل الذى بذلته هذه القوة بعد مرور 5 s من بداية الحركة مع إهمال تأثير قوة الاحتكاك يساوى .....

أ) 10^3 J ب) 5×10^3 J

جـ) 10^4 J د) 2.5×10^4 J

الحل

$W = ?$	$v_f = 20\ m/s$	$t = 5\ s$	$v_i = 0$	$F = 100\ N$

وسيلة مساعدة

∵ الجسم يتأثر بقوة ثابتة.

∴ الجسم يتحرك بعجلة منتظمة، وبالتالى يمكن حساب إزاحته من خلال معادلات الحركة بعجلة منتظمة أو باستخدام السرعة المتوسطة.

من المعادلة الأولى للحركة :

$$a = \frac{v_f - v_i}{t} = \frac{20 - 0}{5} = 4\ m/s^2$$

من المعادلة الثانية للحركة :

$$d = v_i t + \frac{1}{2} at^2 = 0 + \left(\frac{1}{2} \times 4 \times (5)^2\right) = 50\ m$$

$$W = Fd = 100 \times 50 = \mathbf{5 \times 10^3\ J}$$

حل آخر :

$$\bar{v} = \frac{d}{t} = \frac{v_f + v_i}{2}$$

$$\frac{d}{5} = \frac{20 + 0}{2} \quad , \quad d = 50\ m$$

$$W = Fd = 100 \times 50 = \mathbf{5 \times 10^3\ J}$$

∴ الاختيار الصحيح هو (ب)

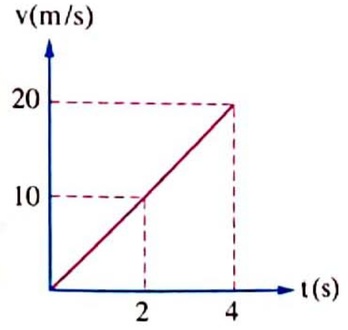
ماذا لو كانت قوة احتكاك الجسم مع السطح غير مهملة ومقدارها 10 N وتحرك الجسم نفس الإزاحة، **ما** الشغل المبذول بواسطة القوة المحصلة على الجسم ؟

مثال (٦)

جسم ساكن كتلته 2 kg موضوع على سطح أفقى مهمل الاحتكاك أثرت عليه قوة أفقية ثابتة (F) فحركته فى خط مستقيم والشكل البيانى المقابل يمثل العلاقة بين السرعة (v) للجسم والزمن (t)، فيكون مقدار الشغل المبذول على الجسم بواسطة القوة (F) خلال 4 s من بدء الحركة هو .....

(أ) 10 J (ب) 40 J

(جـ) 100 J (د) 400 J



الحل

$m = 2\ kg$	$t = 4\ s$	$W = ?$

$$a = \text{slope} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{20 - 0}{4 - 0} = 5\ m/s^2$$

$$F = ma = 2 \times 5 = 10\ N$$

التكامل مع الرياضيات

يمكنك مراجعة كيفية حساب ميل الخط المستقيم بند (٧) صفحة (١٣).

من المعادلة الثانية للحركة :

$$\because d = v_i t + \frac{1}{2} at^2 \quad , \quad v_i = 0$$

$$\therefore d = \frac{1}{2} at^2 = \frac{1}{2} \times 5 \times (4)^2 = 40\ m$$

$$\therefore W = Fd = 10 \times 40 = \mathbf{400\ J}$$

∴ الاختيار الصحيح هو (د)

ماذا لو زاد مقدار القوة (F) المؤثرة على الجسم، **ماذا** يحدث للشغل المبذول على الجسم بواسطة هذه القوة عند تحركه نفس الإزاحة ؟

مثال (٧)

انطلق قطاران A ، B كتلتيهما m ، 2 m على الترتيب من السكون فى خط مستقيم فقطعا نفس المسافة خلال نفس الزمن، فإن النسبة بين مقدارى الشغل الذى تبذله القوة المحصلة المؤثرة على كل من القطارين $\left(\frac{W_A}{W_B}\right)$ هى .....

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

الحل

$m_A = m$	$m_B = 2\ m$	$\frac{W_A}{W_B} = ?$

∵ القطاران بدءا الحركة من السكون وقطعا نفس المسافة خلال نفس الزمن.

∴ عجلة تحرك القطاران متساوية.

$$\because F = ma$$

$$\therefore \frac{F_A}{F_B} = \frac{m_A}{m_B} = \frac{m}{2\ m} = \frac{1}{2}$$

$$\because W = Fd$$

∵ القطاران قطعا نفس المسافة.

$$\therefore \frac{W_A}{W_B} = \frac{F_A}{F_B} = \frac{1}{2}$$

∴ الاختيار الصحيح هو (ب)

التكامل مع الرياضيات

يمكنك مراجعة التناسب الطردى بند (٦) صفحة (١٢).

ماذا لو كان المطلوب إيجاد النسبة بين كميتى تحرك القطارين $\left(\frac{P_A}{P_B}\right)$ فى نهاية الرحلة، **ما** إجابتك ؟

مثال ٨

جسم كتلته m يتحرك بسرعة v_i، فإذا أثرت على الجسم قوة (F) غيرت سرعته من v_i إلى v_f فإن الشغل المبذول على الجسم بواسطة هذه القوة يساوى .....

(أ) $\frac{1}{2} mv_f^2$ (ب) $\frac{1}{2} mv_i^2$

(جـ) $\frac{1}{2} m (v_f^2 - v_i^2)$ (د) $\frac{1}{2} m (v_f^2 + v_i^2)$

الحـــل

من المعادلة الثالثة للحركة :

$v_f^2 - v_i^2 = 2 ad$

$d = \frac{v_f^2 - v_i^2}{2 a}$

$\because W = Fd$, $\because F = ma$

$\therefore W = ma \frac{v_f^2 - v_i^2}{2 a}$

$W = \frac{1}{2} m (v_f^2 - v_i^2)$

∴ الاختيار الصحيح هو (جـ)

ماذا لو علمت أن السرعة المتوسطة للجسم خلال تلك الفترة هى $\bar{v}$، فإن النسبة بين الشغل المبذول لتحريك الجسم بواسطة القوة (F) والتغير فى كمية تحرك الجسم خلال تلك الفترة $\left(\frac{W}{\Delta P}\right)$ تساوى .....

(أ) $\frac{\bar{v}}{2}$ (ب) $\bar{v}$ (جـ) $2\bar{v}$ (د) $4\bar{v}$

مثال ٩

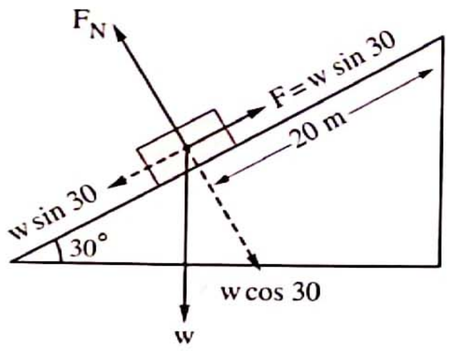
جسم كتلته 10 kg يتحرك بسرعة منتظمة على مستوى أملس يميل بزاوية 30° على الأفقى تحت تأثير قوة (F) اتجاهها موازى للمستوى المائل ولأعلى، عند تحرك الجسم إزاحة 20 m لأعلى المستوى يكون الشغل المبذول على الجسم بواسطة هذه القوة هو ..... $(g = 10 m/s^2)$

(أ) 100 J (ب) 200 J

(جـ) 1000 J (د) 2000 J

الحـــل

m = 10 kg	θ = 30°	d = 20 m	g = 10 m/s²	W = ?



وسيلة مساعدة

- عندما يكون الجسم موضوع على مستوى مائل أملس تعمل قوة مقدارها w sin θ على جذبه لأسفل المستوى حيث (w) وزن الجسم.
- يلزم لتحريك الجسم بسرعة منتظمة إلى أعلى المستوى التأثير عليه بقوة مماثلة مقدارها w sin θ فى الاتجاه المعاكس (اتجاه الإزاحة).

التكامل مع الرياضيات

يمكنك مراجعة تحليل المتجهات بند (٨) صفحة (١٥).

$\because W = Fd$

$= (w \sin \theta) d$

$= mgd \sin \theta$

$= 10 \times 10 \times 20 \times \sin 30 = 1000 J$

∴ الاختيار الصحيح هو (جـ)

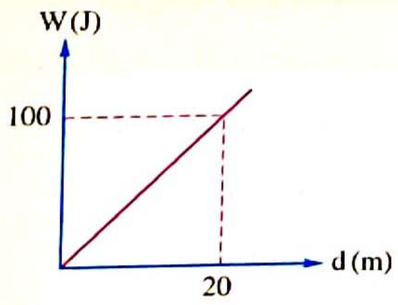
ماذا لو كان المستوى يميل على الأفقى بزاوية أكبر من 30°، **هل** يُبذل على الجسم شغل أكبر ليتحرك نفس الإزاحة ؟

11 اختبر نفسك

مجاب عنها

اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

١ * الشكل البيانى المقابل يوضح العلاقة بين الشغل المبذول (W) بواسطة قوة (F) والإزاحة (d)، فإذا كانت الزاوية بين متجهى القوة والإزاحة 30° فإن مقدار القوة (F) يساوى .....



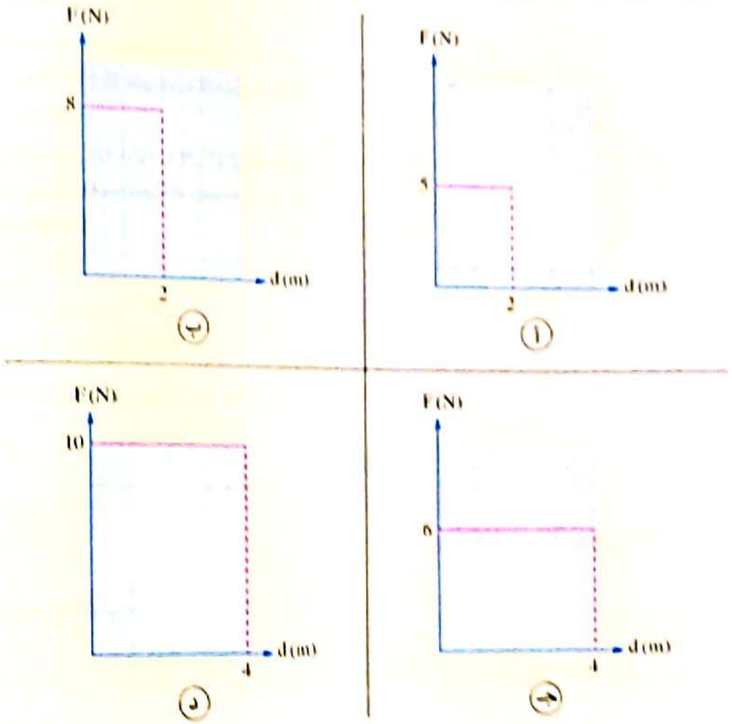
(أ) 4.33 N

(ب) 5 N

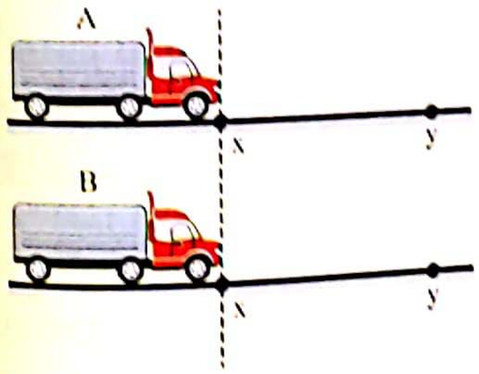
(جـ) 5.77 N

(د) 10 N

٢ مجموعة من الأجسام المتحركة يتأثر كل منها بقوة مختلفة (F) والأشكال البيانية التالية تمثل العلاقة بين القوة (F) المؤثرة على كل منها والإزاحة (d) الحادثة لها، أى من هذه الأجسام يُبذل عليه شغل أكبر ؟



٣ تسارعت شاحنتان متماثلتان A ، B من السكون في خط مستقيم ليقطعا مسافة معينة xy في نفس الزمن، فإذا كانت الشاحنة A كاملة الحمولة بينما الشاحنة B بدون حمولة، فبإهمال الفرق في الاحتكاك بين الشاحنتين مع الطريق أى الكميات الفيزيائية الآتية تكون متساوية للشاحنتين ؟



(أ) الشغل المبذول بواسطة المحرك

(ب) كمية التحرك للشاحنتين عند النقطة (y)

(جـ) العجلة التى تحركت بها كل من الشاحنتين

(د) القوة المحصلة المؤثرة على كل من الشاحنتين

أسئلة ؟ الفصل 1 الدرس الأول

• مفهم • تطبيق • تحليل

* الأسئلة المشار إليها بالعلامة * محلولة نموذجيًا

أولًا أسئلة الاختيار من متعدد

١ صيغة أبعاد الشغل هى

(أ) ML^2T^{-2} (ب) MLT^{-2} (جـ) MLT^{-1} (د) MLT

٢ ما الكمية الفيزيائية التى تكون وحدة قياسها $kg.m^2/s^2$ ؟

(أ) العجلة (ب) القوة (جـ) الشغل (د) كمية التحرك

٣ عندما يدفع شخص حائطًا ولا يستطيع تحريكه، فإن القوة التى يؤثر بها الشخص على الحائط

(أ) تساوى صفر (ب) لم تبذل شغلًا (جـ) تبذل شغلًا موجبًا (د) تبذل شغلًا سالبًا

٤ * قوة أفقية مقدارها 20 N أثرت على عربة فحركتها مسافة أفقية 3.5 m، فإن الشغل المبذول لدفع العربة يساوى .....

(أ) 0 (ب) 35 J (جـ) 70 J (د) 140 J

٥ يكون الشغل سالب عندما يكون اتجاه الإزاحة ..... اتجاه القوة.

(أ) فى نفس (ب) عمودى على (جـ) عكس (د) يميل بزاوية حادة على

٦ الشغل الذى تبذله قوة الفرامل فى السيارة .....

(أ) موجب (ب) سالب (جـ) يساوى صفر (د) قد يكون موجب أو سالب

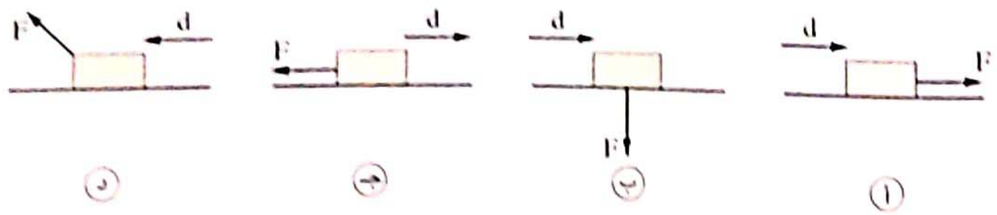
٧ يكون الشغل المبذول أكبر ما يمكن إذا كان اتجاه القوة المؤثرة على الجسم يصنع مع اتجاه الإزاحة زاوية تساوى .....

(أ) 90° (ب) 60° (جـ) 30° (د) 0°

٨ عندما تكون الزاوية بين اتجاه القوة الثابتة المؤثرة على جسم واتجاه الإزاحة التى أحدثتها هذه القوة تساوى صفر، فإن الشغل الذى تبذله القوة على الجسم يكون

(أ) صفر (ب) قيمة عظمى موجبة (جـ) قيمة عظمى سالبة (د) لا يمكن تحديد الإجابة

٩ قوة ثابتة F تؤثر على جسم فتحركه إزاحة d، فإن الشغل المبذول بواسطة القوة (F) يكون قيمة عظمى سالبة فى الشكل .....



١٠ عندما تسقط كرة سقوطًا حرًا، فإن الشغل الذى تبذله قوة الجاذبية عليها يكون .....

(أ) موجبًا (ب) سالبًا (جـ) صفرًا (د) لانهائى

١١ قُذفت كرة رأسيًا إلى أعلى حتى وصلت إلى أقصى ارتفاع ثم عادت إلى نقطة القذف، فإن إشارة الشغل الذى بذلته قوة الجاذبية على الكرة أثناء صعودها وأثناء هبوطها على الترتيب هى .....

	أثناء الصعود	أثناء الهبوط
(أ)	موجبة	موجبة
(ب)	سالبة	سالبة
(جـ)	موجبة	سالبة
(د)	سالبة	موجبة

١٢ * قوة مقدارها 100 N أثرت على جسم فحدثت له إزاحة قدرها 2.5 m، فإن الشغل الذى تبذله هذه القوة إذا كانت :

(١) فى اتجاه حركة الجسم يساوى .....

(أ) 0 (ب) 125 J (جـ) 217 J (د) 250 J

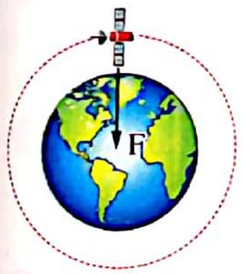
(٢) تميل بزاوية 60° على اتجاه الحركة يساوى .....

(أ) 0 (ب) 125 J (جـ) 217 J (د) 250 J

١٣ يتحرك جسم حركة دائرية منتظمة نتيجة تأثره بقوة محصلة مقدارها 40 N، فإذا كان مقدار إزاحة الجسم فى لحظة معينة 10 m فإن الشغل المبذول على الجسم بواسطة القوة المركزية يساوى .....

(أ) 0 J (ب) 4 J (جـ) 40 J (د) 400 J

١٤ السهم فى الشكل المقابل يوضح اتجاه القوة التى تؤثر بها الأرض على القمر الصناعى، فإن القمر الصناعى .....



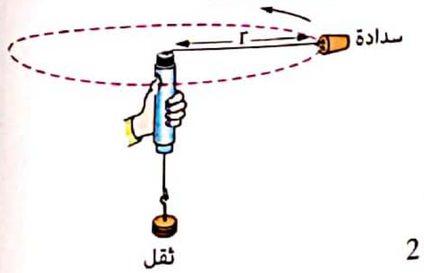
(أ) يُبذل عليه شغل، لأن اتجاه الحركة مماس للمسار الدائرى

(ب) يُبذل عليه شغل، لأن اتجاه القوة فى نفس اتجاه الحركة

(جـ) لا يُبذل عليه شغل، لأن اتجاه القوة عمودى على اتجاه الحركة

(د) لا يُبذل عليه شغل، لأن محصلة القوى المؤثرة على القمر الصناعى تساوى صفر

١٥ فى الشكل المقابل سدادة كتلتها (m) تتحرك حركة دائرية منتظمة فى مستوى أفقى، فإن الشغل المبذول بواسطة القوة الجاذبة المركزية على السدادة خلال نصف دورة يساوى ..... (حيث : g عجلة الجاذبية الأرضية)



(أ) 0 (ب) πmv^2 (جـ) $2\pi mv^2$ (د) $2\pi rmg$

١٦ طفل كتلته 40 kg يتحرك أفقيًا فى صالة التزلج، فيكون الشغل الذى تبذله قوة وزنه عندما يقطع مسافة 20 m هو .....

(أ) 0 J (ب) 800 J (جـ) 4000 J (د) 8000 J

١٧ السهم فى الشكل المقابل يوضح اتجاه القوة التى يرفع بها الشخص صندوق، فإن الشخص .....

(أ) يبذل شغل على الصندوق، لأن القوة المؤثرة على الصندوق أقل من وزنه

(ب) يبذل شغل على الصندوق، لأن القوة المؤثرة على الصندوق فى نفس اتجاه إزاحته

(جـ) لا يبذل شغل على الصندوق، لأن إزاحة الصندوق فى عكس اتجاه وزنه

(د) لا يبذل شغل على الصندوق، لأن القوة المؤثرة على الصندوق عمودية على اتجاه إزاحته

١٨ طالب استغرق زمن t ليرفع صندوق كتلته m من الأرض ويضعه فوق مكتبه على ارتفاع h، فإذا علمت أن عجلة الجاذبية g، فإن مقدار الشغل (W) الذى يبذله الطالب يساوى .....

(أ) mgt (ب) hgt (جـ) mgh (د) mht

١٩ أى القوى التالية تبذل شغلًا على الجسم الذى تؤثر عليه ؟

(أ) قوة الجاذبية على قطار يسير فى طريق أفقى مستقيم

(ب) قوة جذب النواة على الإلكترون فى ذرة الهيدروچين

(جـ) القوة التى يدفع بها طفل شجرة ضخمة ثابتة

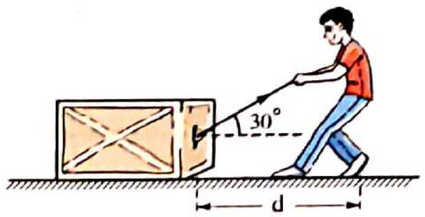
(د) قوة الاحتكاك بين إطارات السيارة والطريق عند استخدام الفرامل

٢٠ أى القوى التالية لا تبذل شغلًا فى جميع الحالات على الجسم الذى تؤثر عليه ؟

(أ) قوة الجاذبية الأرضية (ب) القوة المغناطيسية

(جـ) قوة الجذب المركزى (د) قوة الاحتكاك

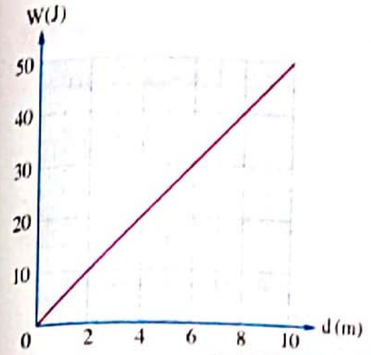
٢١ عندما يتحرك صندوق مسافة d فى اتجاه يميل على اتجاه القوة المؤثرة عليه بزاوية 30° كما بالشكل، فإن الشغل المبذول على الصندوق بواسطة هذه القوة يساوى .....



(أ) صفر (ب) Fd

(جـ) $\frac{1}{2}$ Fd (د) $\frac{\sqrt{3}}{2}$ Fd

٢٤ * الشكل البيانى المقابل يوضح العلاقة بين الشغل (W) المبذول على جسم والإزاحة الأفقية (d) التى حدثت له بتأثير قوة محصلة أفقية ثابتة، فإن مقدار القوة المحصلة المؤثرة على الجسم يساوى .....



أ 1 N ب 2 N
جـ 5 N د 10 N

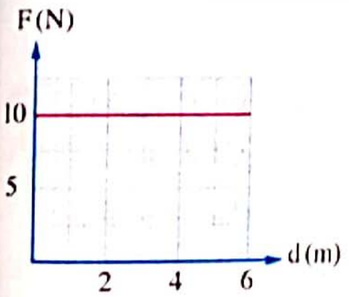
٢٣ * موتوسيكل كتلته 200 kg يتحرك فى خط مستقيم تحت تأثير قوة موتور قدرها 500 N، فإذا كانت قوى الاحتكاك 100 N لكل 100 kg من كتلة الموتوسيكل فإن الشغل المبذول بواسطة القوة المحصلة على الموتوسيكل عندما يسير مسافة قدرها 50 m يساوى .....

أ 15×10^3 J ب 20×10^3 J جـ 25×10^3 J د 35×10^3 J

٢٤ * قوة محصلة مقدارها 200 N أثرت على جسم ساكن كتلته 50 kg فحركته فى نفس اتجاهها، فإن الشغل المبذول بفعل هذه القوة خلال فترة زمنية 5 s يساوى .....

أ 0.8 kJ ب 1.2 kJ جـ 5 kJ د 10 kJ

٢٥ الشكل البيانى المقابل يوضح العلاقة بين القوة الأفقية (F) التى تؤثر على جسم ومقدار الإزاحة الأفقية (d) بفعل القوة، فيكون الشغل المبذول على الجسم بواسطة تلك القوة عندما تكون إزاحته 6 m هو .....



أ 20 J ب 40 J
جـ 50 J د 60 J

٢٦ إذا زاد مقدار القوة المؤثرة على جسم للضعف بحيث تكون له نفس الإزاحة فى نفس الاتجاه فإن الشغل المبذول .....

أ يزداد إلى أربعة أمثال ب يزداد للضعف جـ يقل للنصف د يظل ثابتًا

٢٧ فتاة استغرقت 30 ثانية لرفع كتلة m إلى ارتفاع h، بينما استغرق أخاها 10 ثوان فقط لرفع نفس الكتلة لنفس الارتفاع، فإن النسبة بين الشغل الذى بذله كل منهما على الترتيب تساوى .....

أ 1 : 1 ب 1 : 3 جـ 3 : 1 د 1 : 6

٢٨ جسم كتلته 2 kg يسقط سقوطًا حرًا رأسيًا إلى أسفل من ارتفاع 5 m فوق سطح الأرض، فإنه عند وصول الجسم لسطح الأرض يكون الشغل الكلى المبذول عليه بواسطة قوة الجاذبية الأرضية يساوى ..... $(g = 10\ m/s^2)$

أ 0 ب 10 J جـ 20 J د 100 J

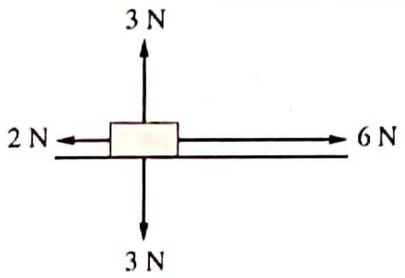
٢٩ فى الشكل المقابل فتاة تسير فى مسار أفقى مستقيم لمسافة 6 m وهى تحمل حقيبة وزنها 10 N، ثم صعدت سلم لتصل للدور الثانى على ارتفاع رأسى 8 m، فيكون الشغل الكلى الذى بذلته الفتاة على الحقيبة يساوى .....

أ 60 J ب 80 J
جـ 100 J د 140 J

٣٠ تدفع أم عربة طفلتها بسرعة ثابتة على طريق مستقيم أفقى بقوة تصنع مع الأفقى زاوية 60°، فإذا كانت العربة تتعرض لقوة احتكاك مقدارها 20 N فإن الشغل المبذول بواسطة الأم لتقطع العربة مسافة 5 m يساوى .....

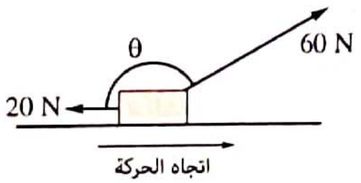
أ 100 J ب 80 J
جـ 50 J د 40 J

٣١ الشكل المقابل يوضح أربع قوى تؤثر على جسم موضوع على سطح أفقى، فإذا تسببت هذه القوى فى إزاحة الجسم أفقيًا 1 m فإن الشغل الذى تبذله القوة المحصلة على الجسم يساوى .....



أ 2 J ب 4 J
جـ 8 J د 14 J

٣٢ جسم يتحرك تحت تأثير قوتين على سطح أفقى كما بالشكل، فإذا كان مقدار الشغل المبذول بواسطة القوة المحصلة لإزاحة الجسم أفقيًا بمقدار 30 m هو 300 J، فإن قياس الزاوية (θ) بين اتجاهى القوتين يساوى .....

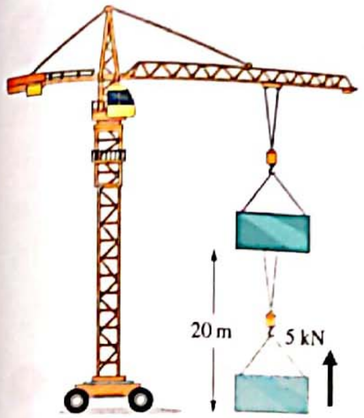


أ 100° ب 120°
جـ 150° د 160°

٣٣ فى تجربة جاليليو التى قام فيها بإسقاط جسمين لهما نفس الحجم ومختلفين فى الكتلة من قمة برج بيزا رأسيًا إلى سطح الأرض كان مقدار الشغل الذى تبذله قوة الجاذبية الأرضية .....

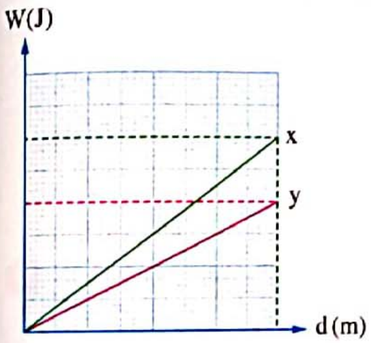
أ أكبر على الجسم الأثقل ب أقل على الجسم الأثقل
جـ متساوى على الجسمين د يساوى صفر على الجسمين

٣٤ الشكل المقابل يوضح رافعة تؤثر بقوة 5 kN على صندوق لترفعه من سطح الأرض إلى ارتفاع 20 m، فإن الشغل المبذول على الصندوق بواسطة الرافعة يساوى .....



أ 0
ب 10^3 J
جـ 5×10^3 J
د 10^5 J

٣٥ قوتان ثابتتان تؤثران على جسمين y، x لهما نفس الكتلة والشكل البيانى المقابل يمثل العلاقة بين الشغل المبذول (W) بواسطة كل قوة والإزاحة (d) لكل جسم منهما، فإن :



(١) النسبة بين مقدارى القوتين $\frac{F_x}{F_y}$ تساوى .....

أ $\frac{1}{2}$ ب $\frac{3}{1}$ جـ $\frac{2}{1}$ د $\frac{3}{2}$

(٢) النسبة بين مقدارى العجلة التى يتحرك بها كل جسم منهما $\frac{a_x}{a_y}$ تساوى .....

أ $\frac{3}{2}$ ب $\frac{1}{1}$ جـ $\frac{2}{3}$ د $\frac{2}{1}$

٣٦ فى الشكل المقابل رافعة ترفع ثقل كتلته 0.5 طن من سطح الأرض بسرعة منتظمة إلى ارتفاع 10 m، فإذا علمت أن عجلة الجاذبية الأرضية $10\ m/s^2$ فإن الشغل الذى تبذله :

(١) قوة الشد على الثقل يساوى .....

أ 0 J ب 50 J جـ – 50 kJ د 50 kJ

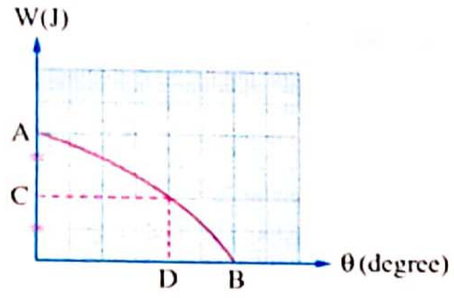
(٢) قوة الجاذبية على الثقل يساوى .....

أ 0 J ب 50 J جـ – 50 kJ د 50 kJ

(٣) القوة المحصلة على الثقل يساوى .....

أ 0 J ب 50 J جـ – 50 kJ د 50 kJ

٣٧ * الشكل البيانى المقابل يوضح العلاقة بين قيمة الشغل (W) وزاوية ميل خط عمل القوة على اتجاه الحركة (θ) لجسم، إذا علمت أن القوة المسببة للحركة 100 N والإزاحة الحادثة للجسم 5 m ، فإن :



(١) قيمة الشغل عند النقطة A تساوى .....

أ 0 ب 100 J جـ 250 J د 500 J

(٢) قيمة الزاوية عند النقطة B تساوى .....

أ 0° ب 30° جـ 60° د 90°

(٣) قيمة الزاوية عند النقطة D تساوى .....

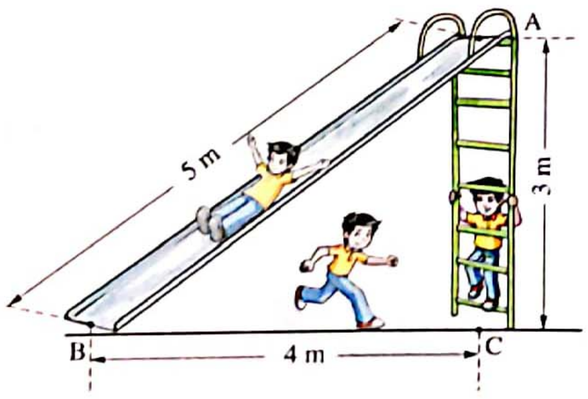
أ 0° ب 30° جـ 60° د 90°

٣٨ فى الشكل المقابل، رجل كتلته 70 kg يصعد سلم طوله 5 m، فإن الشغل الذى يبذله الرجل يساوى .....

(علمًا بأن : عجلة الجاذبية الأرضية $10\ m/s^2$)

أ 0 ب 17.5×10^2 J جـ 30.3×10^2 J د 35×10^2 J

٣٩ فى الشكل المقابل طفل ينزلق على منحدر أملس (مهمل الاحتكاك) من A إلى B ثم ينطلق جريًا من B إلى C ثم يصعد سلم رأسى من C إلى A ليكرر الأمر مرة أخرى، فإن الشغل المبذول بواسطة وزن الطفل يكون .....



أ أكبر فى المرحلة AB
ب متساوى فى المرحلتين AB ، BC
جـ متساوى فى المرحلتين AB ، CA
د متساوى فى جميع المراحل

ثانيًا أسئلة المقال

١ فسر العبارات التالية :

(١) الشغل كمية قياسية.

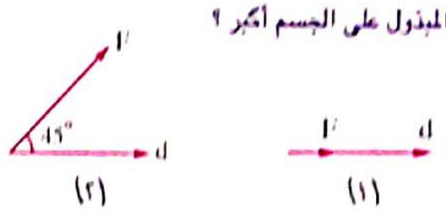
(٢) • القوة الجاذبة المركزية لا تبذل شغلاً على الجسم الذى يتحرك فى مسار دائرى.

• لا تُبذل شغلاً على الإلكترون أثناء دورانه حول النواة.

• قوة الجاذبية الأرضية لا تبذل شغل على القمر الصناعى أثناء دورانه حول الأرض.

(٣) عندما يتحرك الجسم بسرعة ثابتة على سطح أفقى مهمل الاحتكاك، فإن الشغل المبذول عليه بواسطة القوة المحصلة يكون مساويًا للصفر.

٢ إذا أثرت قوة ($\vec{F}$) على جسم مرتين فحركته نفس الإزاحة ($\vec{d}$) فى كل مرة كما فى الشكلين (١) ، (٢)، أى من الحالتين يكون فيها الشغل المبذول على الجسم أكبر ؟



(٢) (١)

٣ وضح فى كل مما يأتى هل يتم بذل شغل أم لا ؟ مع التفسير :

(١) شخص يصعد سلم مائل.

(٢) شخص يحاول دفع سيارة ولم تتحرك.

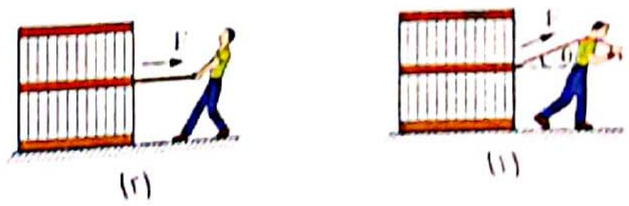
(٣) شخص يدفع عربة أطفال فتحركها.

٤ اذكر مثال لجسم يكون الشغل المبذول عليه :

(١) يساوى صفر. (٢) موجب.

(٣) سالب.

٥ فى أى من الحالتين (١) ، (٢) يكون الشغل المبذول أكبر إذا تحرك الجسم نفس الإزاحة بتأثير القوة $\vec{F}$ ؟ مع التعليل.



(٢) (١)

ألماط جديدة من الأسئلة

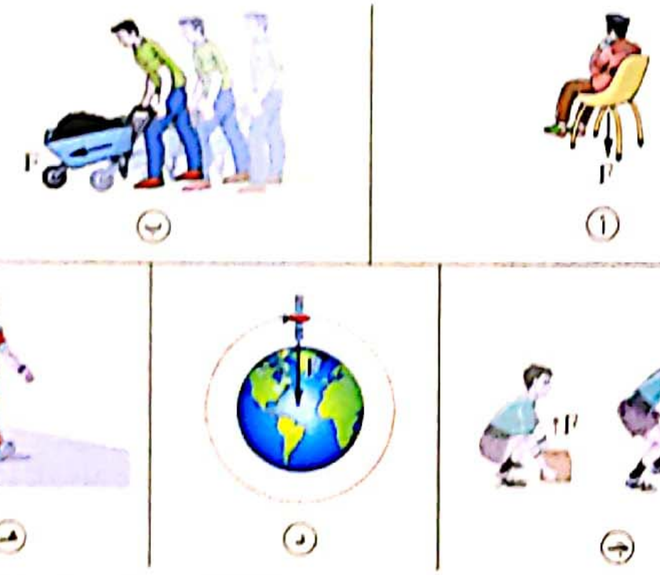
اختر إجابتين من بين الإجابات المعطاة .

١ الجول يكافئ .....

(أ) N/m (ب) $N.m^2$ (جـ) N.m

(د) $kg.m^2/s^2$ (هـ) $kg.m/s^2$

٢ أى شكلين من الأشكال التالية يوضح أن هناك شغل مبذول بواسطة القوة ($\vec{F}$) ؟



(أ) (ب) (جـ) (د) (هـ)

٣ فى الشكل المقابل جسم كتلته 5 kg موضوع على مستوى أفقى، أثرت عليه قوة $\vec{F}$ مقدارها 40 N فحركته من السكون مسافة 4.5 m من النقطة a إلى النقطة b، فإذا كانت قوى الاحتكاك 15 N فإن .....

(أ) الشغل المبذول على الجسم بواسطة القوة المحصلة يساوى صفر

(ب) الشغل المبذول على الجسم بواسطة القوة المحصلة يساوى 8.6 J

(جـ) الشغل المبذول على الجسم بواسطة القوة المحصلة يساوى 112.5 J

(د) سرعة الجسم عند b تساوى 1.85 m/s

(هـ) سرعة الجسم عند b تساوى 10.6 m/s

٤ يسقط صندوق معلق فى مظلة رأسيًا إلى أسفل كما بالشكل،

أى العبارات الآتية صحيحة ؟

(أ) تبذل قوة الجاذبية شغلًا ساليًا على الصندوق

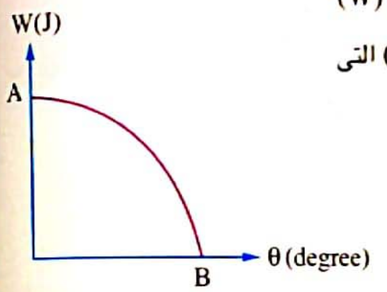
(ب) يبذل وزن الصندوق شغلًا ساليًا على المظلة

(جـ) تبذل المظلة شغلًا ساليًا على الصندوق

(د) يبذل وزن الصندوق شغلًا موجبًا على المظلة

(هـ) تبذل المظلة شغلًا موجبًا على الصندوق

٥ الشكل البيانى المقابل يعبر عن العلاقة بين قيمة الشغل المبذول (W) على جسم والزاوية (θ) بين القوة (F) المؤثرة على الجسم والإزاحة (d) التى يتحركها نتيجة تأثره بهذه القوة، فإن .....



(أ) قيمة A تساوى $\frac{1}{2}$ Fd

(ب) قيمة A تساوى Fd

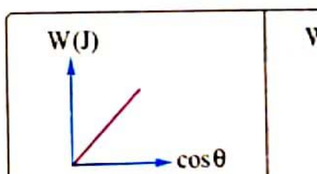
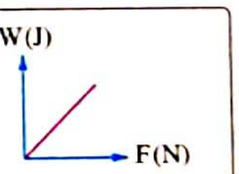
(جـ) قيمة B تساوى 0°

(د) قيمة B تساوى 30°

(هـ) قيمة B تساوى 90°

اختر من القائمة ما يناسب الفراغات :

٦

 slope = ...(ب).....	 slope = ...(أ).....

$\frac{d}{\cos\theta}$
$\frac{F}{d}$
d cos θ
Fd
$\frac{F}{\cos\theta}$

«حيث (W) الشغل المبذول، (F) القوة المحصلة،
(θ) الزاوية بين القوة والإزاحة، (d) الإزاحة».

٧

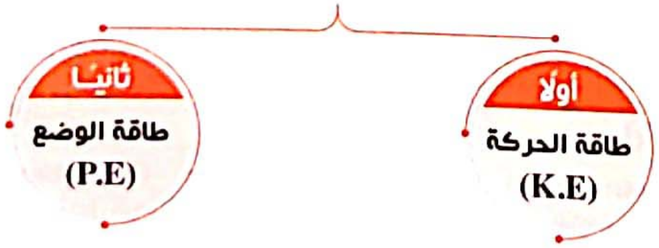
القوة (F)	الإزاحة (d)	الزاوية (θ) بين الإزاحة والقوة	الشغل (W)
20 N	100 m	45°	.....(أ)..... J
100 N	.....(ب)..... m	60°	4330 J

49.9
86.6
92.4
1524.8
1414.2

* يحتاج الإنسان للطاقة للقيام بأى عمل (بذل شغل)، فمثلًا الطاقة الكيميائية المختزنة فى جسم شخص تتحول إلى صورة مختلفة من صور الطاقة تستهلك فى أداء أنشطة مختلفة مثل حمل شخص لصندوق.

الطاقة
قدرة الجسم على بذل شغل.

من صور الطاقة

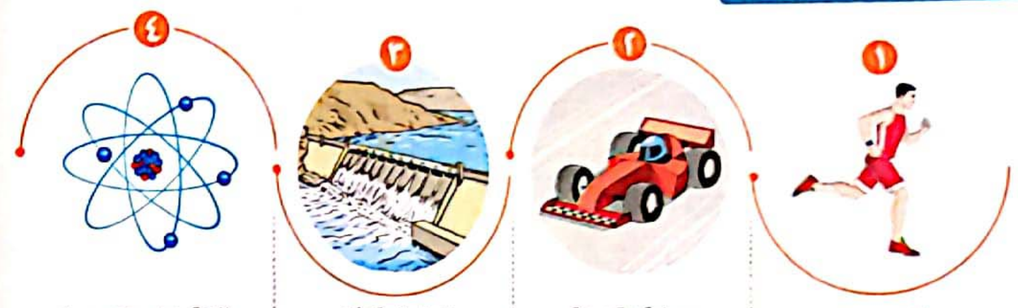


أولًا طاقة الحركة Kinetic Energy (K.E)

* عند بذل شغل لتحريك جسم فإن هذا الشغل يكتسبه الجسم فى صورة طاقة تسمى **طاقة الحركة**.

طاقة الحركة
الطاقة التى يمتلكها الجسم نتيجة لحركته.

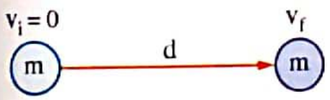
أمثلة على طاقة الحركة



١ شخص يجرى
٢ سيارة متحركة
٣ الماء المتدفق عبر السد
٤ إلكترون يدور حول نواة الذرة

استنتاج طاقة الحركة لجسم

* إذا أثرت قوة F على جسم ساكن كتلته m فتحرك بعجلة منتظمة a لتصل سرعته إلى v_f بعد أن يقطع إزاحة d، فإن :



من المعادلة الثالثة للحركة :

$$v_f^2 = v_i^2 + 2ad$$

$$\because v_i = 0$$

$$\therefore v_f^2 = 2ad \quad , \quad d = \frac{v_f^2}{2a}$$

بضرب طرفى المعادلة فى القوة (F) :

$$\therefore Fd = \frac{1}{2} \frac{F}{a} v_f^2$$

من قانون نيوتن الثانى :

$$\because \frac{F}{a} = m$$

$$\therefore Fd = \frac{1}{2} mv_f^2$$

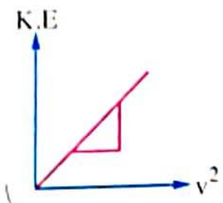
$\frac{1}{2} mv_f^2$ يمثل طاقة الحركة (K.E) وهى الصورة التى تحول إليها الشغل المبذول

Fd يمثل الشغل المبذول لإكساب الجسم سرعة v_f

$$\therefore K.E = \frac{1}{2} mv^2$$

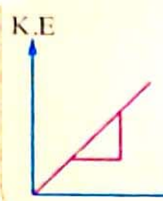
العوامل التى تتوقف عليها طاقة الحركة لجسم

١ سرعة الجسم :
تتناسب طاقة الحركة لجسم طرديًا مع مربع سرعته عند ثبوت الكتلة.



$$slope = \frac{\Delta K.E}{\Delta v^2} = \frac{1}{2} m$$

٢ كتلة الجسم :
تتناسب طاقة الحركة لجسم طرديًا مع كتلته عند ثبوت السرعة.



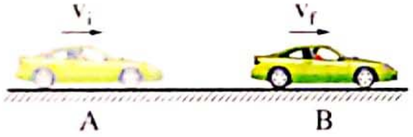
$$slope = \frac{\Delta K.E}{\Delta m} = \frac{1}{2} v^2$$

$$K.E = \frac{1}{2} mv^2$$

ملاحظات

(١) تعتبر طاقة حركة جسم **كمية قياسية**
لأنها حاصل ضرب كميتين قياسيتين هما كتلة الجسم ومربع مقدار سرعته.

(٢) فى الشكل المقابل، الشغل المبذول بواسطة السيارة لتتحرك من الموضع A إلى الموضع B :



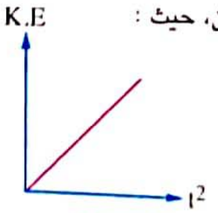
$$W = \frac{1}{2} mv_f^2 - \frac{1}{2} mv_i^2$$

$$= \frac{1}{2} m (v_f^2 - v_i^2) = \Delta (K.E)$$

(٣) **إذا كان الشغل المبذول على جسم ما :**

* موجبًا : فإن طاقة الجسم الحركية تزداد بمقدار الشغل المبذول وتزداد سرعة الجسم،
أى أن : محصلة القوى المؤثرة على الجسم تكون فى نفس اتجاه حركته.
* سالبًا : فإن طاقة الجسم الحركية تقل بمقدار الشغل المبذول وتقل سرعة الجسم،
أى أن : محصلة القوى المؤثرة على الجسم فى اتجاه معاكس لاتجاه حركته.
* يساوى صفرًا : فإن الطاقة الحركية تبقى ثابتة وهذا يدل على أن سرعة الجسم تظل مقدارًا ثابتًا.
أى تنعدم محصلة القوى المؤثرة على الجسم.

(٤) إذا بدأ جسم حركته من السكون بعجلة منتظمة فى خط مستقيم فإن طاقة حركته عند لحظة معينة تتناسب طرديًا مع مربع الزمن، حيث :



$$v_f = v_i + at = 0 + at = at$$

$$\because K.E = \frac{1}{2} mv_f^2 = \frac{1}{2} m(at)^2 = \frac{1}{2} ma^2 t^2$$

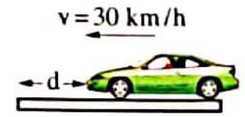
$$\therefore K.E \propto t^2$$

تطبيقات حياتية :

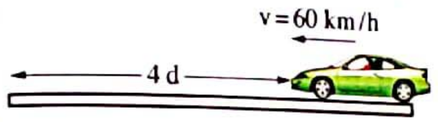
يتضح من العلاقة $Fd = \frac{1}{2} mv^2 = K.E$ أن الشغل المبذول على جسم فى صورة طاقة حركة يتناسب طرديًا مع مربع السرعة التى يتحرك بها،

فإذا

- تحركت سيارة بسرعة 30 km/h وكانت طاقة حركتها K.E، عند الضغط على دواسة الفرامل بقوة F فإنها تقطع مسافة d قبل أن تتوقف.



- تحركت نفس السيارة بسرعة 60 km/h تكون طاقة حركتها 4 K.E، عند الضغط على دواسة الفرامل بنفس القوة المستخدمة فى الحالة الأولى (F) فإنها تقطع مسافة 4 d قبل أن تتوقف.



∴ المسافة (d) المطلوبة لتوقف سيارة تتحرك بسرعة v باستخدام قوة معينة حتى تفقد طاقة حركتها تتناسب طرديًا مع مربع هذه السرعة، حيث :

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

∵ كل من القوة (F) والكتلة (m) ثوابت.

∴ $d \propto v^2$

مثال ١

طاقة حركة شاحنة محملة كتلتها 2000 kg تسير بسرعة 72 km/h تساوى .....

أ 4×10^{-4} J　　ب 1.44×10^5 J　　ج 4×10^5 J　　د 8×10^5 J

الحل

m = 2000 kg	v = 72 km/h	K.E = ?

$v = 72 \times \frac{1000}{60 \times 60} = 20$ m/s

$K.E = \frac{1}{2} mv^2$

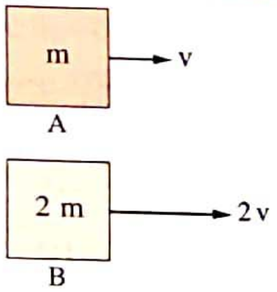
$= \frac{1}{2} \times 2000 \times (20)^2 = 4 \times 10^5$ J

∴ الاختيار الصحيح هو ج

ماذا لو فرغت الشاحنة جزء من حمولتها فقلت كتلتها بمقدار الربع وزادت سرعتها بمقدار الربع، ما التغير الذى يحدث فى طاقة حركتها ؟

مثال ٢

الشكل المقابل يوضح جسمان A ، B كتلتيهما m ، 2 m على الترتيب كل منهما يتحرك بسرعة منتظمة v ، 2 v على الترتيب، فإذا كانت طاقة حركة الجسم A هى K.E فإن طاقة حركة الجسم B هى .....



أ 2 K.E　　ب 4 K.E

ج 8 K.E　　د 16 K.E

الحل

$m_A = m$	$v_A = v$	$(K.E)_A = K.E$	$m_B = 2m$	$v_B = 2v$	$(K.E)_B = ?$

$(K.E)_A = K.E = \frac{1}{2} mv^2$ ①

$(K.E)_B = \frac{1}{2} \times 2m \times (2v)^2 = 8 \times \frac{1}{2} mv^2$ ②

بالتعويض من المعادلة ① فى المعادلة ② :

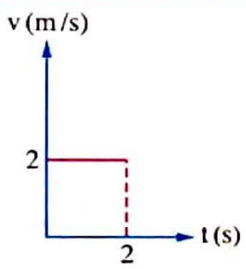
∴ $(K.E)_B = 8$ K.E

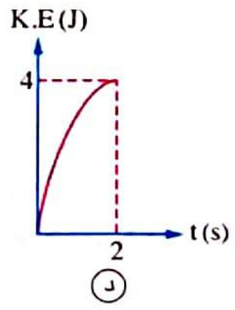
∴ الاختيار الصحيح هو ج

ماذا لو طُلب منك تقليل سرعة الجسم B حتى تكون له نفس طاقة حركة الجسم A، فكم تكون سرعته الجديدة بالنسبة لسرعة الجسم A ؟

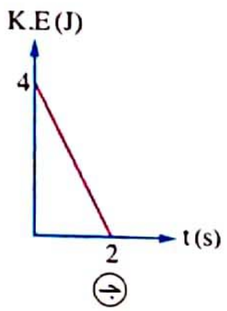
مثال ٣

الشكل البيانى المقابل يمثل العلاقة بين السرعة (v) لجسم كتلته 2 kg وزمن حركة هذا الجسم (t)، فإن الشكل البيانى المعبر عن العلاقة بين طاقة حركة الجسم (K.E) والزمن (t) هو .....

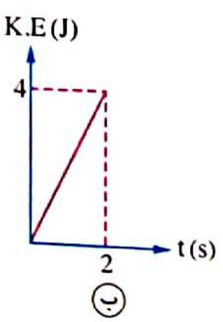




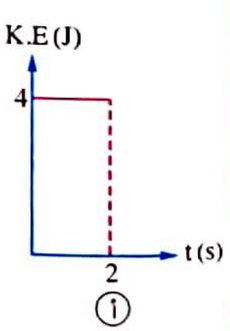
د



ج



ب



أ

الحل

من الشكل البياني نجد أن سرعة الجسم ثابتة وبالتالى فإن طاقة حركة الجسم ثابتة وتمثل بخط مستقيم موازى للمحور الأفقى (محور الزمن).

$K.E = \frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} \times 2 \times (2)^2 = 4\ J$

∴ الاختيار الصحيح هو (1)

ماذا لو كان المطلوب حساب مقدار القوة المحصلة المؤثرة على هذا الجسم، **ما** إجابتك ؟

مثال (٤)

سيارة كتلتها 1200 kg تتحرك على طريق أفقى، فإن الشغل اللازم بذله لزيادة سرعة السيارة من 5 m/s إلى 10 m/s يساوى ..... $(g = 10\ m/s^2)$

(أ) 6×10^3 J (ب) 4.5×10^4 J (جـ) 6×10^4 J (د) 9×10^4 J

الحل

$m = 1200\ kg$	$v_i = 5\ m/s$	$v_f = 10\ m/s$	$W = ?$

$W = \Delta(K.E) = (K.E)_f - (K.E)_i$

$= \frac{1}{2} mv_f^2 - \frac{1}{2} mv_i^2$

$= \frac{1}{2} m(v_f^2 - v_i^2)$

$= \frac{1}{2} \times 1200\ ((10)^2 - (5)^2) = 4.5 \times 10^4\ J$

وسيلة مساعدة

الشغل المبذول بواسطة السيارة لتغيير سرعتها يساوى التغير فى طاقة حركتها.

∴ الاختيار الصحيح هو (ب)

ماذا لو المطلوب هو حساب الشغل المبذول بواسطة الجاذبية على السيارة عندما تتغير سرعتها من 5 m/s إلى 10 m/s، **ما** إجابتك ؟

مثال (٥)

تتحرك سيارة فى خط مستقيم بسرعة 15 m/s وعندما ضغط سائقها على الفرامل توقفت بعد أن قطعت مسافة 20 m من لحظة الضغط على الفرامل، إذا ضغط السائق على الفرامل بنفس القوة والسيارة تتحرك بسرعة 30 m/s فإن المسافة التى تقطعها السيارة لتتوقف هى .....

(أ) 5 m (ب) 20 m (جـ) 40 m (د) 80 m

الحل

$(v_f)_1 = 15\ m/s$	$(v_i)_1 = 0$	$d_1 = 20\ m$	$(v_f)_2 = 30\ m/s$	$(v_i)_2 = 0$	$d_2 = ?$

$W = -Fd$ (1)

$W = \Delta(K.E) = \frac{1}{2} mv_f^2 - \frac{1}{2} mv_i^2$

$W = -\frac{1}{2} mv_i^2$ (2)

من المعادلتين (1) ، (2) :

$Fd = \frac{1}{2} mv_i^2$

∵ كل من m ، F ثابتتين :

$\therefore \frac{d_1}{d_2} = \frac{(v_i)_1^2}{(v_i)_2^2}$

$\therefore \frac{20}{d_2} = \frac{(15)^2}{(30)^2}$

$\therefore d_2 = 80\ m$

التكامل مع الرياضيات

يمكنك مراجعة التناسب الطردى بند (٦) صفحة (١٢).

∴ الاختيار الصحيح هو (د)

ماذا لو كان المطلوب إيجاد النسبة بين مقدارى العجلة التى تباطأت بها السيارة فى الحالتين، **ما** إجابتك ؟

مثال (٦)

جسمان x ، y لهما نفس الكتلة، فإذا كانت طاقة حركتيهما 100 J ، 900 J على الترتيب ومقدار كمية تحرك الجسم x هى 20 kg.m/s، فإن مقدار كمية تحرك الجسم y يساوى .....

(أ) 10 kg.m/s (ب) 20 kg.m/s (جـ) 60 kg.m/s (د) 180 kg.m/s

الحل

$(K.E)_x = 100\ J$	$(K.E)_y = 900\ J$	$P_x = 20\ kg.m/s$	$P_y = ?$

∵ $K.E = \frac{1}{2} mv^2$ ∴ $K.E \propto v^2$ (1)

∵ $P = mv$ ∴ $P \propto v$ (2)

من العلاقتين (1) ، (2) :

$\therefore P \propto \sqrt{K.E}$

$\therefore \frac{P_x}{P_y} = \sqrt{\frac{(K.E)_x}{(K.E)_y}}$

التكامل مع الرياضيات

يمكنك مراجعة التناسب الطردى بند (٦) صفحة (١٢).

$\therefore \frac{20}{P_y} = \sqrt{\frac{100}{900}}$ ، $\therefore P_y = 60$ kg.m/s

∴ الاختيار الصحيح هو (جـ)

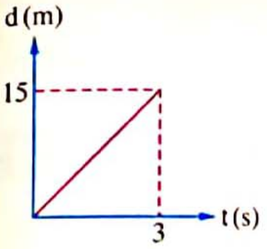
ماذا لو المطلوب هو النسبة بين سرعة الجسمين $\left(\frac{v_x}{v_y}\right)$ ، **ما** إجابتك ؟

12 اختبر نفسك

مجاب عنها

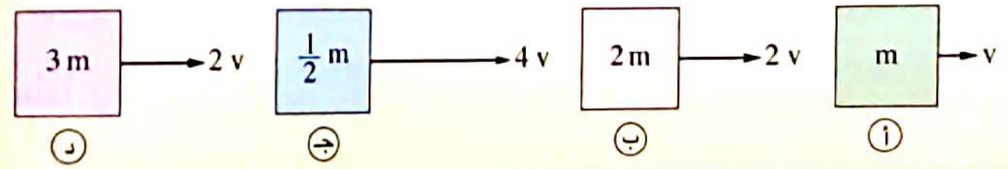
اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

١ * الشكل البيانى المقابل يوضح منحنى (الإزاحة - الزمن) لحركة جسم كتلته 10 kg، فإن طاقة حركة هذا الجسم تساوى .....



(أ) 25 J (ب) 50 J (جـ) 125 J (د) 225 J

٢ أى من الأشكال التالية يعبر عن جسم له طاقة حركة أكبر ؟



ثانيًا طاقة الوضع Potential Energy (P.E)

* عند بذل شغل على جسم لتغيير موضعه فإن هذا الشغل يُختزن داخل الجسم فى صورة طاقة تسمى **طاقة الوضع**.

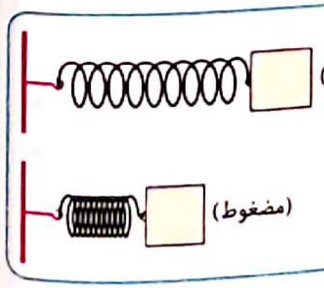
• طاقة الوضع

الطاقة التى يمتلكها الجسم نتيجة لموضعه أو حالته.

أمثلة على طاقة الوضع

١ طاقة وضع مختزنة فى ملف زنبركى مشدود أو مضغوط (طاقة وضع مرنة)

انضغاط أو استطالة زنبرك عن وضعه المستقر يُكسب جزيئاته وضعًا جديدًا فتخزن طاقة وضع مرنة، وعندما تزول القوة التى سببت انضغاطه أو استطالته يبذل الزنبرك شغلًا حتى يتخلص من هذه الطاقة لكى يعود إلى وضعه المستقر.



٢ طاقة وضع مختزنة فى جسم مرفوع عن سطح الأرض (طاقة وضع ثاقلية)

ترتبط طاقة الوضع الثاقلية بموضع الأشياء بالنسبة لسطح الأرض (بالنسبة لمجال الجاذبية) فيختزن الجسم طاقة وضع ثاقلية أكبر إذا تحرك إلى نقطة أبعد فى مجال الجاذبية.

٣ طاقة وضع مختزنة فى خيط مطاطى مشدود (طاقة وضع مرنة)

استطالة الخيط المطاطى تُكسب جزيئاته وضعًا جديدًا فتخزن طاقة وضع مرنة، لذلك يتحرك الخيط المطاطى المشدود عند إزالة القوة المؤثرة عليه حتى يتخلص من هذه الطاقة لكى يعود إلى وضعه المستقر.

استنتاج طاقة الوضع لجسم

* عند رفع جسم كتلته m مسافة رأسية h عن سطح الأرض فإن الشغل المبذول (W) يتعين من العلاقة : W = Fh

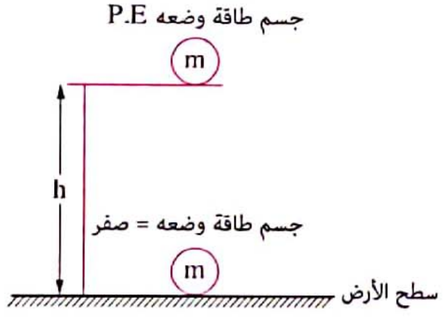
حيث : F هى القوة اللازمة لرفع الجسم لأعلى ضد الجاذبية الأرضية وتساوى وزنه (w) :

F = w = mg

∴ W = mgh

∵ الشغل المبذول يُختزن داخل الجسم فى صورة طاقة وضع (P.E).

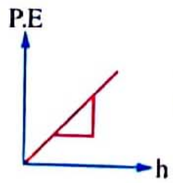
∴ **P. E = mgh**



العوامل التى تتوقف عليها طاقة الوضع الثاقلية لجسم

١ الارتفاع عن سطح الأرض :

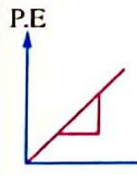
تتناسب طاقة الوضع لجسم طرديًا مع ارتفاعه عن سطح الأرض عند ثبوت الكتلة وعجلة الجاذبية.



$slope = \frac{\Delta P.E}{\Delta h} = mg = w$

٢ كتلة الجسم :

تتناسب طاقة الوضع لجسم طرديًا مع كتلته عند ثبوت عجلة الجاذبية وارتفاع الجسم عن سطح الأرض.



$slope = \frac{\Delta P.E}{\Delta m} = gh$

P.E = mgh

٣ عجلة الجاذبية الأرضية :

تتغير تغيرًا طفيفًا بالابتعاد عن سطح الأرض.

تطبيقات حياتية :

عند رفع صندوق وزنه 450 N رأسيًا لأعلى مسافة 1 m

عند رفع نفس الصندوق لأعلى مسافة رأسية 1 m باستخدام مستوى مائل طوله 3 m

يكون الشغل المبذول متساويًا فى الحالتين

$W = wh = 450 \times 1 = 450\ J$

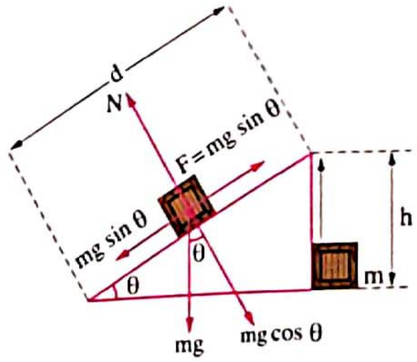
يتطلب ذلك قوة تكافئ وزن الصندوق :

$F = \frac{W}{d} = \frac{450}{1} = 450\ N$

يتطلب ذلك قوة أقل من وزن الصندوق، لكنه سيحتاج لإزاحة أكبر :

$F = \frac{W}{d} = \frac{450}{3} = 150\ N$

وبشكل عام يمكن تمثيل رفع جسم لارتفاع ما بسرعة منتظمة كالتالى



$W = Fd = mg\ (\sin \theta)\ d$

$\because \sin \theta = \frac{h}{d}$

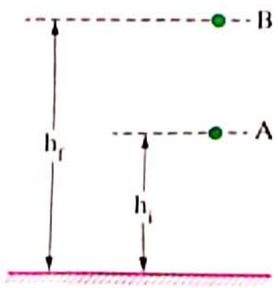
$\therefore W = mgh$

$\Delta P.E = mgh - 0$

$= mgh$

$\therefore W = \Delta P.E$

* مما سبق نستنتج أنه لرفع جسم كتلته m من الموضع A إلى الموضع B كما فى الشكل المقابل يُبذل على الجسم شغل (W) يحسب من العلاقة :



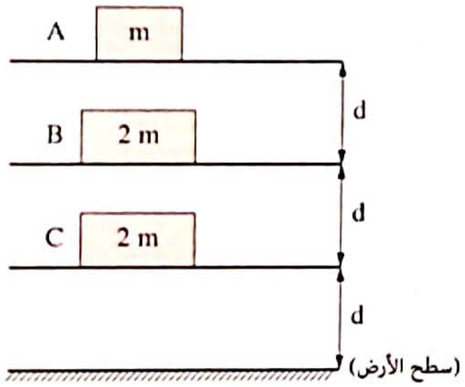
$W = mgh_f - mgh_i$

$= mg\ (h_f - h_i) = mg\Delta h$

$W = \Delta(P.E)$

مثال ١

عدة عبوات (A ، B ، C) مختلفة الكتلة موضوعة فى متجر على أرفف مختلفة كما بالشكل، ما الترتيب الصحيح لهذه العبوات تبعًا لطاقة الوضع التى تختزنها كل منها ؟



(أ) $A > B > C$

(ب) $C > B > A$

(جـ) $B > A > C$

(د) $B > C > A$

الحل

$\because P.E = mgh$

$\therefore (P.E)_A : (P.E)_B : (P.E)_C = m_A h_A : m_B h_B : m_C h_C$

$= m \times 3d : 2m \times 2d : 2m \times d$

$= 3md : 4md : 2md$

$= 3 : 4 : 2$

$\therefore$ الترتيب الصحيح للعبوات تبعًا لطاقة الوضع المختزنة فى كل منها هو : $B > A > C$

$\therefore$ الاختيار الصحيح هو (جـ)

ماذا لو تم وضع العبوة B فى نفس رف العبوة A، **هل** تكون للعبوتين نفس طاقة الوضع ؟

مثال ٢

جسمان x ، y كتلة كل منهما 10 kg موضوعان على سطح الأرض، قام شخص برفع الجسم x إلى منضدة على ارتفاع 1 m من سطح الأرض ورفع الجسم y إلى رف على ارتفاع 2.5 m من سطح الأرض، فإن : $(g = 10\ m/s^2)$

(١) التغير فى طاقة وضع كل من الجسمين يساوى .....

	$\Delta(P.E)_x$	$\Delta(P.E)_y$
أ	100 J	150 J
ب	100 J	250 J
جـ	150 J	150 J
د	150 J	250 J

(٢) الشغل المبذول بواسطة الشخص على كل من الجسمين يساوى .....

	W_x	W_y
أ	100 J	150 J
ب	100 J	250 J
جـ	150 J	150 J
د	150 J	250 J

الحل

$m_x = 10\ kg$ | $m_y = 10\ kg$ | $h_x = 1\ m$ | $h_y = 2.5\ m$ | $g = 10\ m/s^2$

$\Delta(P.E)_x = ?$ | $\Delta(P.E)_y = ?$ | $W_x = ?$ | $W_y = ?$

(١)

$\Delta(P.E)_x = m_x g \Delta h_x = 10 \times 10 \times (1 - 0) = \mathbf{100\ J}$

$\Delta(P.E)_y = m_y g \Delta h_y = 10 \times 10 \times (2.5 - 0) = \mathbf{250\ J}$

∴ الاختيار الصحيح هو (ب)

(٢)

$W_x = Fd = m_x g h_x = 10 \times 10 \times 1 = \mathbf{100\ J}$

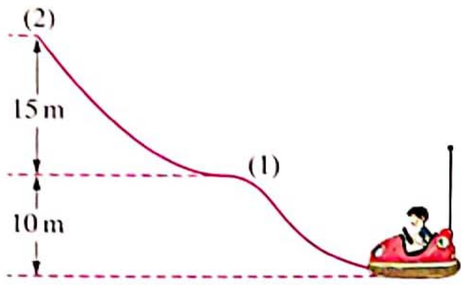
$W_y = Fd = m_y g h_y = 10 \times 10 \times 2.5 = \mathbf{250\ J}$

∴ الاختيار الصحيح هو (ب)

ماذا لو كان المطلوب حساب الشغل المبذول لرفع الجسم x من المنضدة إلى الرف، **ما** إجابتك ؟

مثال ٣

فى الشكل المقابل تنتقل عربة ملاهى كتلتها هى والراكب معًا 200 kg من سطح الأرض إلى الموضع (1) ثم إلى الموضع (2)، فإن التغير فى طاقة الوضع عند انتقال العربة من سطح الأرض إلى : $(g = 10\ m/s^2)$



(١) الموضع (1) يساوى .....

أ 2×10^4 J ب 2.5×10^4 J

جـ 5×10^4 J د 7.5×10^4 J

(٢) الموضع (2) يساوى .....

أ 2×10^4 J ب 2.5×10^4 J جـ 5×10^4 J د 7.5×10^4 J

الحل

$m = 200\ kg$ | $g = 10\ m/s^2$ | $h_1 = 10\ m$ | $h_2 = 25\ m$

$\Delta(P.E)_1 = ?$ | $\Delta(P.E)_2 = ?$

(١) عند انتقال العربة من سطح الأرض إلى الموضع (1) :

$\Delta(P.E)_1 = mg\Delta h_1 = 200 \times 10 \times (10 - 0) = \mathbf{2 \times 10^4\ J}$

∴ الاختيار الصحيح هو (أ)

(٢) عند انتقال العربة من سطح الأرض إلى الموضع (2) :

$\Delta(P.E)_2 = mg\Delta h_2 = 200 \times 10 \times (25 - 0) = \mathbf{5 \times 10^4\ J}$

∴ الاختيار الصحيح هو (جـ)

ماذا لو المطلوب هو حساب التغير فى طاقة الوضع عند انتقال العربة من الموضع (2) إلى الموضع (1)، **ما** إجابتك ؟

مثال ٤

جسم x موضوع على ارتفاع h_x من سطح الأرض وجسم y موضوع على ارتفاع h_y من سطح القمر، فإذا علمت أن طاقة الوضع للجسمين واحدة وكتلتيهما متساوية، فإن النسبة $\left(\frac{h_x}{h_y}\right)$ تساوى .....

(علمًا بأن : عجلة الجاذبية على سطح الأرض ستة أمثال عجلة الجاذبية على سطح القمر)

أ $\frac{6}{1}$ ب $\frac{1}{6}$ جـ $\frac{3}{1}$ د $\frac{1}{3}$

الحل

$(P.E)_x = (P.E)_y$	$m_x = m_y$	$g_e = 6\, g_m$	$\frac{h_x}{h_y} = ?$

$\because (P.E)_x = (P.E)_y$ $\quad\therefore m_x g_e h_x = m_y g_m h_y$

$\therefore 6\, g_m h_x = g_m h_y$ $\quad\therefore \frac{h_x}{h_y} = \frac{1}{6}$

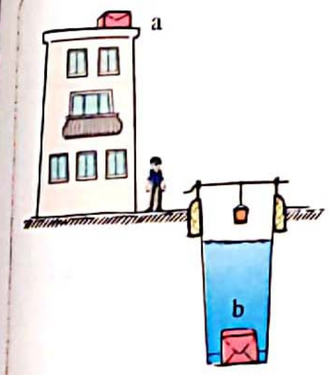
∴ الاختيار الصحيح هو (ب)

ماذا لو وُضع الجسمين على نفس الارتفاع من سطحى الأرض والقمر، **فكم** تكون النسبة $\frac{(P.E)_x}{(P.E)_y}$ ؟

مثال ٥

يقف شخص على سطح الأرض ويوجد بجانبه مبنى ارتفاعه 10 m وبئر عمقه 10 m عن مستوى سطح الأرض، فإذا وضع جسم a كتلته 2 kg أعلى المبنى ووضع جسم آخر b كتلته 4 kg فى قاع البئر، فإن طاقة وضع الجسمين (a ، b) بالنسبة لمستوى سطح الأرض تساوى .....

(علمًا بأن : $g = 10\ m/s^2$)



$(P.E)_b$ (J)	$(P.E)_a$ (J)	
400	200	(أ)
– 400	200	(ب)
200	400	(جـ)
– 200	400	(د)

الحل

$m_a = 2\ kg$	$h_a = 10\ m$	$m_b = 4\ kg$	$h_b = -10\ m$	$g = 10\ m/s^2$

$(P.E)_a = ?$	$(P.E)_b = ?$

وسيلة مساعدة

إذا كان مستوى القياس هو مستوى سطح الأرض، فإن إشارة h تكون ،
- موجبة ، إذا كان مستوى الجسم أعلى من مستوى سطح الأرض.
- سالبة ، إذا كان مستوى الجسم أقل من مستوى سطح الأرض.

$(P.E)_a = m_a g h_a = 2 \times 10 \times 10 = 200\ J$

$(P.E)_b = m_b g h_b = 4 \times 10 \times (-10) = -400\ J$

∴ الاختيار الصحيح هو (ب)

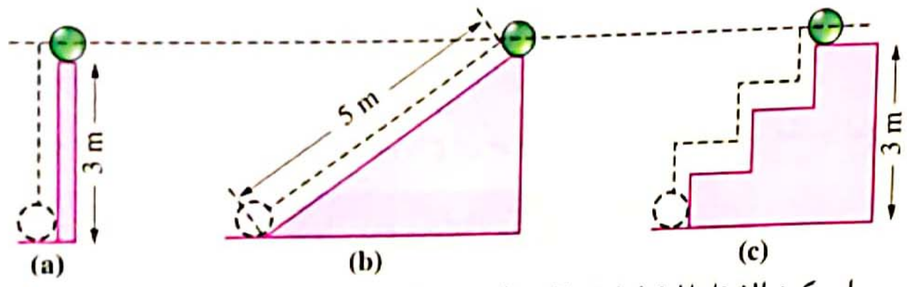
ماذا لو سقط الجسم a من أعلى المبنى فى البئر حتى وصل إلى قاع البئر، **فما** التغير فى طاقة وضع الجسم a فى هذه الحالة ؟

13 اختبر نفسك

مجاب عنها

اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة ،

١ * الأشكال التالية توضح ثلاثة مسارات مختلفة مهملة الاحتكاك يمكن أن تسلكها كرة ساكنة موجودة عند سطح الأرض لتصل إلى ارتفاع معين :

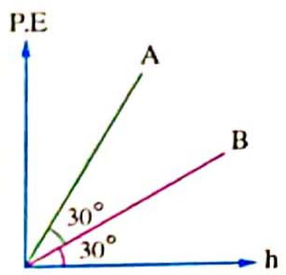


فى أى مسار يكون الشغل المبذول لرفع الكرة أكبر ما يكون ؟

(أ) المسار a (ب) المسار b (جـ) المسار c (د) جميعها متساوية

٢ الشكل البيانى المقابل يمثل العلاقة بين طاقة الوضع (P.E) لكل من جسمين A ، B وارتفاع كل منهما (h) عن سطح الأرض،

فإن النسبة بين وزنى الجسمين $\left(\frac{w_A}{w_B}\right)$ تساوى .....



(أ) $\frac{2}{1}$ (ب) $\frac{1}{2}$

(جـ) $\frac{1}{3}$ (د) $\frac{3}{1}$

* مما سبق يمكن المقارنة بين طاقة الحركة وطاقة الوضع كما يلى :

المفهوم	طاقة الحركة	طاقة الوضع
	الطاقة التى يمتلكها الجسم نتيجة لحركته	الطاقة التى يمتلكها الجسم نتيجة لموضعه أو حالته
العلاقة الرياضية	$K.E = \frac{1}{2} mv^2$	$P.E = mgh$
العوامل المؤثرة	(١) كتلة الجسم. (٢) سرعة الجسم.	(١) كتلة الجسم. (٢) الارتفاع عن سطح الأرض. (٣) عجلة الجاذبية الأرضية.
وحدة القياس	الجول	الجول
صيغة الأبعاد	ML^2T^{-2}	ML^2T^{-2}

تجربة عملية 5 تعيين طاقة الحركة لجسم

الغرض من التجربة

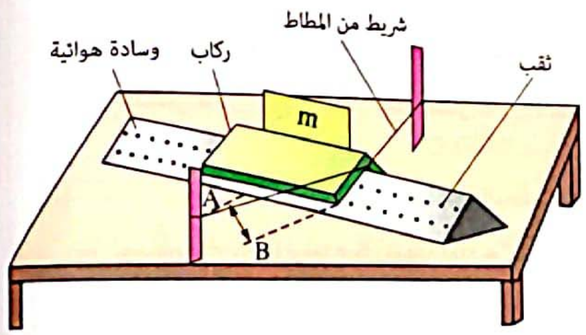
- تعيين طاقة حركة جسم متحرك.

فكرة التجربة

- تبعًا للعلاقة ($K.E = \frac{1}{2} mv^2$) يمكن استنتاج أن مربع سرعة الجسم يتناسب عكسيًا مع كتلته، وذلك عند ثبوت طاقة الحركة.

الجهاز المستخدم

- ركاب كتلته m يتحرك على وسادة هوائية (سطح عديم الاحتكاك) مسافة معينة بواسطة شريط مرن من المطاط مشدود بين قائمين رأسيين (كما بالشكل).



الخطوات

(١) حرك الركاب من الموضع (A) إلى الموضع (B) بحيث يعمل الركاب على شد الشريط المرن إلى الخلف وبذلك يختزن الشغل المبذول على الشريط المرن فى صورة طاقة وضع.

(٢) دع الركاب حرًا فيتحرك بسرعة معينة (v) نتيجة تحول طاقة الوضع المختزنة فى الشريط المرن إلى طاقة حركة.

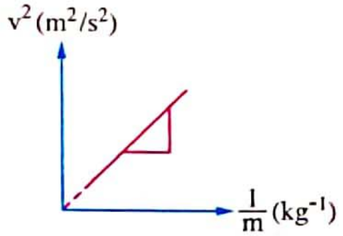
(٣) عيِّن الزمن الذى يستغرقه الركاب أثناء حركته على الوسادة الهوائية.

(٤) احسب سرعة الركاب (v) بقسمة المسافة التى تحركها على الزمن الذى قطع فيه هذه المسافة.

(٥) كرر الخطوات السابقة عدة مرات مع تغيير كتلة الركاب (m) وتثبيت المسافة (AB) التى يتحركها الركاب للخلف وبالتالى تظل قوة شد الشريط المرن ثابتة فى كل مرة وفى كل مرة احسب سرعة الركاب (v) مع تسجيل النتائج فى الجدول التالى :

كتلة الركاب m (kg)	الزمن t (s)	السرعة v (m/s)	$\frac{1}{m}$ (kg^{-1})	v^2 (m^2/s^2)
.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....

(٦) ارسم علاقة بيانية بين مربع السرعة (v^2) على المحور الرأسى ومقلوب الكتلة ($\frac{1}{m}$) على المحور الأفقى، تجد أنها خط مستقيم



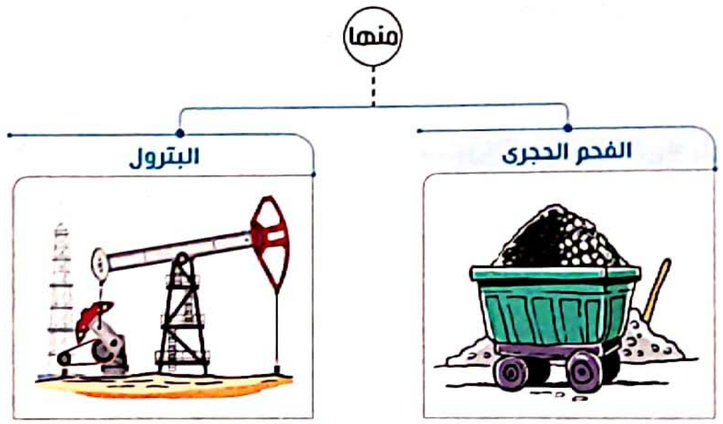
ويتضح من ذلك أن :

$$v^2 \propto \frac{1}{m}$$

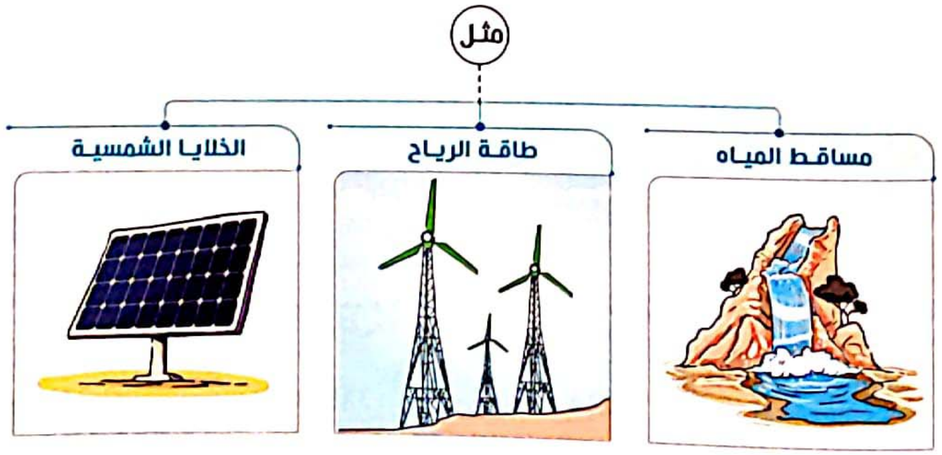
$$\text{slope} = \frac{\Delta v^2}{\Delta(\frac{1}{m})} = 2\ K.E$$

الفيزياء فى خدمة البيئة

* معظم الطاقات التى يستخدمها الإنسان تأتى من مصادر طاقة غير متجددة،



* تعتبر مصادر الطاقة غير المتجددة من مصادر الطاقة غير النظيفة لأنها تنتج مواد ضارة بالبيئة وبصحة الإنسان، ولذلك هناك اتجاه عالمى (خاصةً الدول الصناعية الكبرى) نحو استخدام مصادر الطاقة الطبيعية فى توليد الكهرباء وتحويلها إلى العديد من صور الطاقة اللازمة للحياة العملية للإنسان وللحفاظ على البيئة،



أسئلة

الفصل 1 — الدرس الثانى — مجاب عنها

لمشاهدة فيديوهات تكيفية حل الأسئلة استخدم تطبيق معاك

• فهم • تطبيق • تحليل

الأسئلة المشار إليها بالعلامة ✻ مجاب عنها تفصيليًا

أولًا أسئلة الاختيار من متعدد

قيم نفسك إلكترونيًا

طاقة الحركة

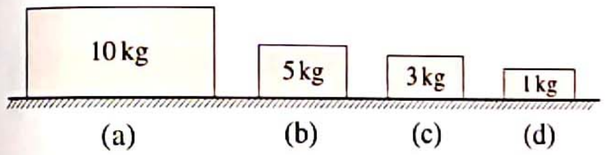
١ صيغة أبعاد الطاقة هى .....

أ $ML^{-1}T^{-2}$ ب $ML^{2}T^{-2}$ ج $ML^{-1}T^{2}$ د MLT

٢ ✻ سيارة كتلتها 2000 kg تسير بسرعة 60 km/h، فتكون طاقة حركتها هى .....

أ 1.7×10^4 J ب 6×10^4 J ج 2.78×10^5 J د 3.6×10^5 J

٣ فى الشكل المقابل :



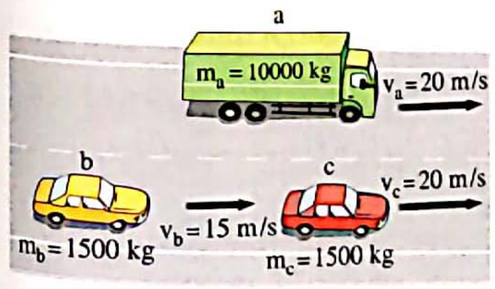
(١) إذا كان للأجسام الأربعة نفس السرعة فإن الجسم الذى له أكبر طاقة حركة هو .....

أ a ب b ج c د d

(٢) إذا كان للأجسام الأربعة نفس طاقة الحركة فإن الجسم الذى له أكبر سرعة هو .....

أ a ب b ج c د d

٤ ✻ الترتيب الصحيح للسيارات الموضحة بالشكل المقابل تبعًا لطاقة حركة كل منها هو .....

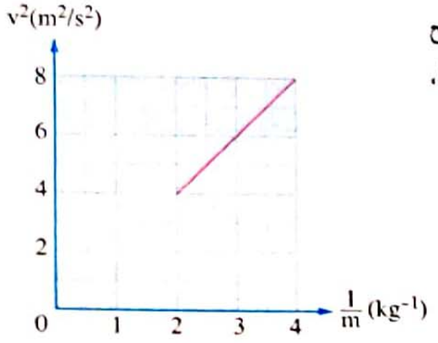


أ $b < c < a$ ب $c < b < a$ ج $b > c > a$ د $c = b = a$

٥ ✻ عداء كتلته 72 kg وطاقة حركته مساوية لطاقة حركة سيارة كتلتها 1200 kg وتتحرك بسرعة 2 km/h، فتكون سرعة العداء هى .....

أ 2.27 m/s ب 3.04 m/s ج 5.14 m/s د 9.26 m/s

٦ ✻ جسم يمكن تغيير كتلته والشكل البيانى المقابل يوضح العلاقة بين مربع مقدار سرعة الجسم (v^2) ومقلوب كتلته ($\frac{1}{m}$)، فتكون طاقة حركة الجسم هى .....



أ 0.5 J ب 1 J ج 2 J د 4 J

٧ ✻ اصطدمت سيارة كتلتها 3×10^3 kg وسرعتها 16 m/s بشجرة فلم تتحرك الشجرة وتوقفت السيارة، فإن :

(١) التغير فى طاقة حركة السيارة يساوى .....

أ -3.84×10^5 J ب -2.4×10^4 J ج 3.84×10^5 J د 2.4×10^4 J

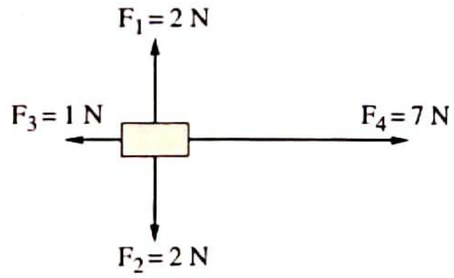
(٢) الشغل المبذول على الشجرة عندما ترتطم مقدمة السيارة بها يساوى .....

أ 0 ب 2.4×10^4 J ج 3.84×10^5 J د 6.23×10^5 J

٨ جسم كتلته 25 kg بُذل عليه شغل مقداره 1800 J فتحرك أفقيًا من السكون مسافة d على مستوى أفقى، فتكون سرعة الجسم بعد قطعه هذه المسافة هى .....

أ 288 m/s ب 140 m/s ج $12\sqrt{2}$ m/s د 12 m/s

٩ الشكل المقابل يوضح أربعة قوى تؤثر على جسم ساكن فيتحرك أفقيًا مسافة 4 m، فيكون التغير فى طاقة حركة الجسم خلال تلك المسافة هو .....



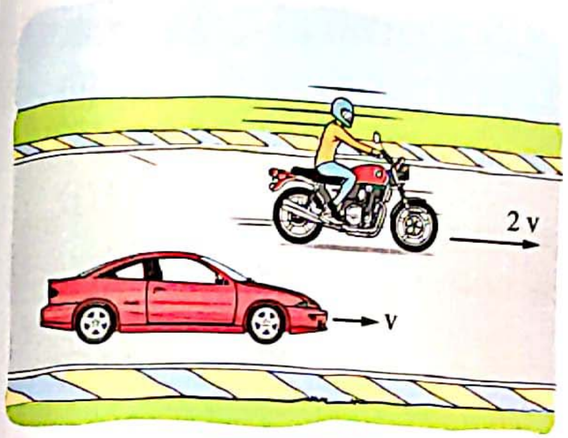
(علمًا بأن : $g = 10\ m/s^2$)

أ 8 J ب 10 J ج 24 J د 32 J

١٠ جسم طاقة حركته 4 J ، فإذا تضاعفت سرعته تصبح طاقة الحركة .....

أ 16 J ب 8 J ج 4 J د 0.8 J

(١١) الشكل المقابل يوضح سيارة كتلتها m وسرعتها v ودراجة نارية كتلتها $\frac{m}{4}$ وسرعتها 2 v ، فتكون النسبة بين طاقتى حركتيهما $\left(\frac{(K.E)_{\text{سيارة}}}{(K.E)_{\text{دراجة}}}\right)$ هى .....



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

(١٢) جسمان كتلة الأول ضعف كتلة الثانى وسرعة الأول نصف سرعة الثانى فإن طاقة حركة الأول ..... طاقة حركة الثانى.

(أ) نصف (ب) ضعف (جـ) ربع (د) أربعة أمثال

(١٣) * إذا كانت طاقة الحركة لجسم 36 J وكمية التحرك لنفس الجسم 18 kg.m/s، فإن :

(١) السرعة التى يتحرك بها الجسم تساوى .....

(أ) 1 m/s (ب) 2 m/s (جـ) 3 m/s (د) 4 m/s

(٢) كتلة الجسم تساوى .....

(أ) 18 kg (ب) 9 kg (جـ) 6 kg (د) 4.5 kg

(١٤) * جسمان a ، b كتلة الجسم a أربعة أمثال كتلة الجسم b والجسمان لهما نفس طاقة الحركة فتكون النسبة بين كميتى تحرك الجسمين $\left(\frac{P_a}{P_b}\right)$ هى .....

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

(١٥) * كرة كتلتها m تتحرك أفقيًا بسرعة v اصطدمت بحائط ثم ارتدت بنصف سرعتها فإن الطاقة المفقودة نتيجة التصادم تساوى .....

(أ) $\frac{1}{8}$ mv^2 (ب) $\frac{3}{8}$ mv^2 (جـ) $\frac{1}{4}$ mv^2 (د) $\frac{1}{2}$ mv^2

(١٦) * يتحرك جسم حركة دائرية منتظمة فى مسار نصف قطره 20 cm وتؤثر عليه قوة مركزية قدرها 10 N، فتكون طاقة حركة الجسم هى .....

(أ) 0.1 J (ب) 0.2 J (جـ) 1 J (د) 2 J

(١٧) * مدفع سريع الطلقات يطلق 600 رصاصة فى الدقيقة فإذا كانت كتلة الرصاصة الواحدة 49 g وسرعتها 200 m/s، فإن طاقة الحركة الكلية المتولدة فى الثانية تساوى .....

(أ) 980 J (ب) 9800 J (جـ) 588 J (د) 588×10^3 J

(١٨) * سُددت قذيفة كتلتها 10 g بسرعة 600 m/s تجاه حاجز مطاطى سُمكه 8 cm وكانت سرعة القذيفة لحظة خروجها من المطاط 400 m/s ، فإن :

(١) الشغل الذى تبذله قوة مقاومة المطاط على القذيفة يساوى .....

(أ) 1 J (ب) – 1 J (جـ) 1000 J (د) – 1000 J

(٢) متوسط قوة مقاومة المطاط للقذيفة يساوى .....

(أ) 12.5 N (ب) – 12.5 N (جـ) 12500 N (د) – 12500 N

طاقة الوضع

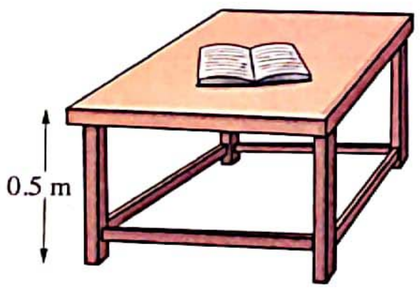
(١٩) الطاقة المختزنة فى زنبرك مضغوط هى .....

(أ) طاقة حركة (ب) طاقة وضع (جـ) طاقة نووية (د) طاقة تنافر

(٢٠) * تسلق رياضى وزنه 700 N جبلًا إلى ارتفاع 200 m من سطح الأرض، فإن الشغل المبذول بواسطة الرياضى يساوى .....

(أ) 2×10^4 J (ب) 8×10^4 J (جـ) 10×10^4 J (د) 14×10^4 J

(٢١) الشكل المقابل يوضح منضدة موضوع عليها كتاب كتلته 2 kg، فإن طاقة وضعه تساوى ..... (علمًا بأن : $g = 9.8\ m/s^2$)

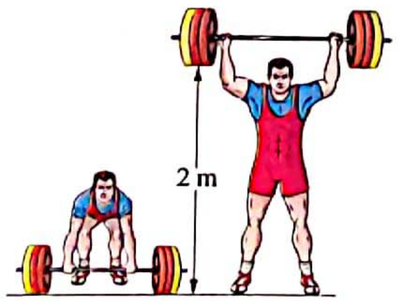


(أ) 98 J (ب) 10 J (جـ) 2.5 J (د) 9.8 J

(٢٢) * جسم طاقة وضعه عند نقطة على ارتفاع 5 m من سطح الأرض تساوى 980 J وعجلة الجاذبية الأرضية $9.8\ m/s^2$، فإن كتلته عند سطح الأرض تساوى .....

(أ) 20 kg (ب) 50 kg (جـ) 100 kg (د) 196 kg

(٢٣) * الشكل المقابل يوضح رافع أثقال يرفع كتلة مقدارها 100 kg، فيكون الشغل المبذول بواسطة رافع الأثقال هو ..... (علمًا بأن : $g = 10\ m/s^2$)



(أ) 100 J (ب) 200 J (جـ) 1000 J (د) 2000 J

٢٤ وصل رجل إلى شقته صعودًا على السلم مرة، وباستخدام المصعد مرة ثانية، أى العبارات التالية صحيحة ؟

(أ) طاقة وضع الرجل أكبر عند صعوده السلم

(ب) طاقة وضع الرجل أكبر عند استخدام المصعد

(جـ) لا توجد طاقة وضع للرجل عند استخدام المصعد

(د) طاقة وضع الرجل متساوية فى الحالتين

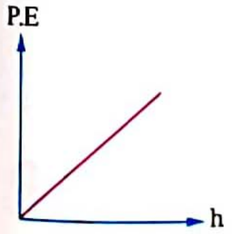
٢٥ عند قذف جسم رأسيًا لأعلى فإنه أثناء الصعود تزداد .....

(أ) سرعته (ب) عجلة تحركه (جـ) طاقة وضعه (د) طاقة حركته

٢٦ أيهما أكبر طاقة وضع الماء أعلى شلال أم طاقة وضعه عند قاع الشلال ؟ ولماذا ؟

	الموضع ذو طاقة الوضع الأكبر	السبب
(أ)	أعلى الشلال	لأن سرعة الماء أعلى الشلال أكبر من سرعته فى قاع الشلال
(ب)	أعلى الشلال	لأن طاقة الوضع تزداد بزيادة الارتفاع
(جـ)	قاع الشلال	لأن سرعة الماء فى قاع الشلال أكبر من سرعته أعلى الشلال
(د)	قاع الشلال	لأن طاقة الوضع تزداد بنقص الارتفاع

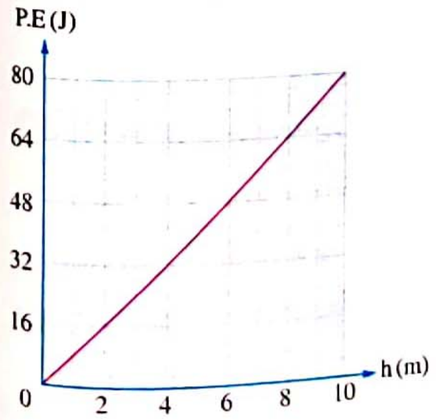
٢٧ فى الشكل البيانى المقابل ميل الخط المستقيم يمثل .....



(أ) كتلة الجسم (ب) وزن الجسم

(جـ) إزاحة الجسم (د) سرعة الجسم

٢٨ * الشكل البيانى المقابل يوضح العلاقة بين طاقة وضع جسم (P.E) وارتفاعه (h) عن سطح الأرض، فإن كتلة هذا الجسم تساوى ..... $(g = 9.8\ m/s^2)$



(أ) 0.5 kg

(ب) 0.82 kg

(جـ) 8 kg

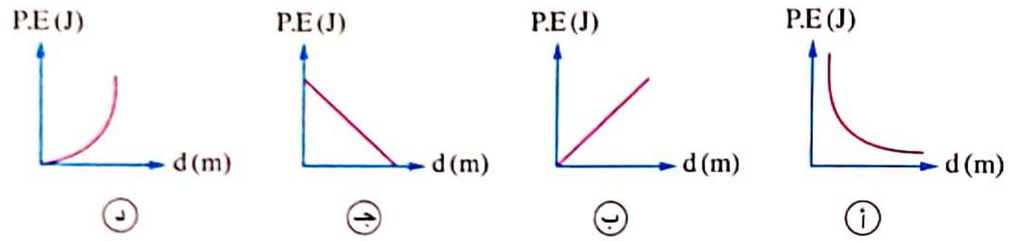
(د) 78.4 kg

٢٩ * لديك صندوقان (a) ، (b) وزنهما 40 N ، 60 N على الترتيب، الصندوق (a) موضوع على الأرض بينما الصندوق (b) موضوع على ارتفاع 2 m فوق الأرض، فإن الارتفاع الذى يرفع إليه الصندوق (a) حتى يصبح له طاقة وضع الصندوق (b) هو .....

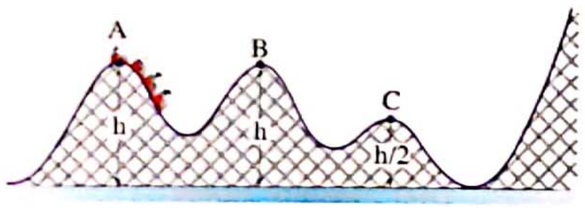
(أ) 1.3 m (ب) 1.5 m

(جـ) 3 m (د) 5 m

٣٠ الشكل البيانى المعبر عن تغير طاقة الوضع (P.E) لجسم يسقط سقوطًا حرًا بتغير بُعده عن موضعه الأصلى (d) هو .....



٣١ فى الشكل المقابل عربة ملاهى كتلتها m عديمة الاحتكاك مع السطح تمر بالنقطة A بسرعة خطية v_1، فإن مقدار الشغل الذى تبذله قوة الجاذبية الأرضية على العربة لتنتقل من النقطة A إلى :



(١) النقطة B هو .....

(أ) 0 (ب) $\frac{1}{2}$ mgh

(جـ) mgh (د) 2 mgh

(٢) النقطة C هو .....

(أ) 0 (ب) $\frac{1}{2}$ mgh

(جـ) mgh (د) 2 mgh

ثانيًا أسئلة المقال

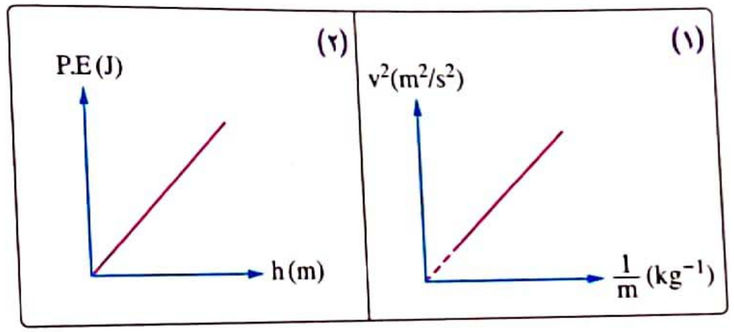
١ فسر العبارات التالية :

(١) طاقة الحركة كمية قياسية.

(٢) طاقة حركة جسم ساكن تساوى صفر.

(٣) عند قذف جسم رأسيًا إلى أعلى تزداد طاقة الوضع له أثناء الصعود.

٢ اكتب العلاقة الرياضية التى يمثلها الأشكال البيانية التالية وما يعبر عنه ميل الخط المستقيم :

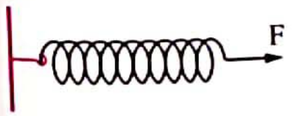


«حيث (v) سرعة الجسم، (m) كتلة الجسم، (P.E) طاقة الوضع، (h) الارتفاع»

٣ قارن بين طاقة الوضع المرنة و طاقة الوضع التثاقلية (من حيث : المفهوم).

٤ الشكل المقابل يوضح ملف زنبركى مشدود بقوة F،

ماذا يحدث عند زوال هذه القوة ؟ مع التفسير.



أنماط جديدة من الأسئلة

اختر إجابتين من بين الإجابات المعطاة :

١ جسم كتلته 2 kg يتحرك بسرعة منتظمة فكانت طاقة حركته 25 J فإن .....

(أ) مقدار سرعة الجسم يساوى 100 m/s

(ب) مقدار سرعة الجسم يساوى 12.5 m/s

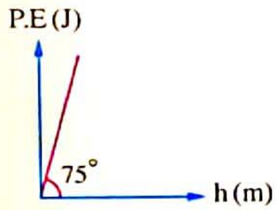
(جـ) مقدار سرعة الجسم يساوى 5 m/s

(د) الشغل المبذول على الجسم بواسطة القوة المحصلة يساوى صفر

(هـ) الشغل المبذول على الجسم بواسطة القوة المحصلة يساوى 25 J

٢ الشكل البيانى المقابل يوضح العلاقة بين طاقة وضع جسم (P.E) وارتفاعه (h) عن سطح الأرض، فإن .....

(علمًا بأن : $g = 9.8\ m/s^2$، المحوران ممثلان بنفس مقياس الرسم)



(أ) ميل الخط يعبر عن كتلة الجسم

(ب) ميل الخط يعبر عن وزن الجسم

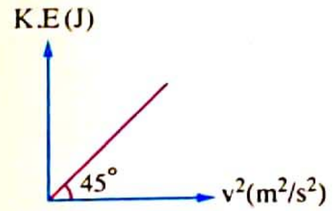
(جـ) ميل الخط يعبر عن سرعة الجسم

(د) كتلة الجسم تساوى 0.4 kg

(هـ) كتلة الجسم تساوى 3.7 kg

٣ الشكل البيانى المقابل يوضح العلاقة بين طاقة الحركة (K.E) لجسم كتلته m ومربع مقدار سرعة الجسم (v^2) فإن .....

(علمًا بأن : $g = 10\ m/s^2$، المحوران مرسومان بنفس مقياس الرسم)



(أ) كتلة الجسم تساوى 0.5 kg

(ب) كتلة الجسم تساوى 1 kg

(جـ) كتلة الجسم تساوى 2 kg

(د) وزن الجسم يساوى 0.05 N

(هـ) وزن الجسم يساوى 20 N

٤ الچول هو .....

(أ) طاقة حركة كرة كتلتها 2 kg تتحرك بسرعة 1 m/s

(ب) وحدة قياس كل من الوزن والقوة

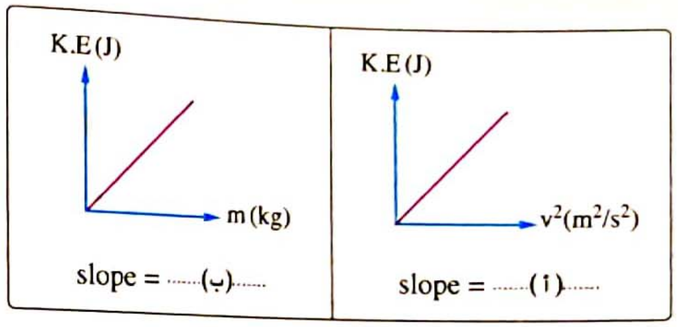
(جـ) الشغل المبذول على جسم يتحرك إزاحة أفقية 1 m عندما تؤثر عليه قوة أفقية 1 N

(د) يكافئ: نيوتن/متر

(هـ) وحدة قياس كل من الشغل وكمية التحرك

اختر من القائمة ما يناسب الفراغات :

٥



«حيث (K.E) طاقة الحركة، (v) سرعة الجسم، (m) كتلة الجسم»

٦

الكتلة (m)	السرعة (v)	طاقة الحركة لجسم (K.E)
50 kg	10 m/s	.....(أ)..... J
400 kg	.....(ب)..... m/s	5000 J

٧

الكتلة (m)	ارتفاع الجسم عن سطح الأرض (h)	طاقة الوضع للجسم (P.E)
50 kg	.....(1)..... m	2500 J
.....(ب)..... kg	0.01 km	2500 J

(علمًا بأن : $g = 10\ m/s^2$)

2 m
$\frac{m}{2}$
2 v
$\frac{v^2}{2}$
4 v

2.5
5
25
1500
2500

0
5
25
125
200

الباب الرابع

الفصل 2

قانون بقاء الطاقة

* درسنا فى الفصل السابق أن طاقة الجسم هى قدرة الجسم على بذل شغل، وهناك صور متعددة للطاقة يمكن أن تتحول إحداها للأخرى، مثل :

١ طاقة الوضع — تتحول إلى — طاقة حركة فى شلال الماء

٢ طاقة الوضع الكيميائية المختزنة فى الوقود (بنزين وغير ذلك) — تتحول إلى — طاقة ميكانيكية تتمثل فى حركة السيارات والقطارات

٣ الطاقة الكهربية فى المصباح — تتحول إلى — طاقة حرارية وضوئية

طاقة الوضع الكيميائية المختزنة فى البطارية تتحول إلى **طاقة كهربية** عند توصيلها فى دائرة كهربية مغلقة

طاقة الوضع الكيميائية المختزنة فى الخشب تتحول إلى **طاقة ضوئية وحرارية** عند اشتعاله

* عند تحول الطاقة من صورة لأخرى تظل كمية الطاقة ثابتة، وهذا ما يعرف باسم **قانون بقاء الطاقة**.

قانون بقاء الطاقة
الطاقة لا تفنى ولا تستحدث من العدم، ولكن يمكن أن تتحول من صورة إلى أخرى.

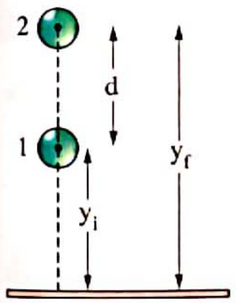
* فيما يلى سندرس إحدى صور قانون بقاء الطاقة وهو **قانون بقاء الطاقة الميكانيكية**.

استنتاج قانون بقاء الطاقة الميكانيكية

* بفرض جسم كتلته m قُذف رأسيًا إلى أعلى من النقطة (1) بسرعة ابتدائية v_i عكس اتجاه الجاذبية الأرضية ليصل إلى النقطة (2) بسرعة v_f، فإن الشغل المبذول على الجسم بفعل قوة الجاذبية أثناء ارتفاعه يعمل على :

(١) **زيادة طاقة الوضع للجسم بزيادة الارتفاع.**

(٢) **نقص طاقة الحركة للجسم بنقص سرعته.**



من المعادلة الثالثة للحركة : $v_f^2 - v_i^2 = 2\,ad$

∵ الجسم يتحرك لأعلى فى عكس اتجاه مجال الجاذبية الأرضية.

$\therefore a = -g$

$\therefore v_f^2 - v_i^2 = -2\,gd$

بضرب المعادلة السابقة فى $(\frac{1}{2}\,m)$:

$\frac{1}{2}\,m\,(v_f^2 - v_i^2) = -mgd$

$\because d = y_f - y_i$

$\therefore \frac{1}{2}\,m\,(v_f^2 - v_i^2) = -mg\,(y_f - y_i)$

$\frac{1}{2}\,mv_f^2 - \frac{1}{2}\,mv_i^2 = -mgy_f + mgy_i$

$mgy_f + \frac{1}{2}\,mv_f^2 = mgy_i + \frac{1}{2}\,mv_i^2$

$$(P.E)_f + (K.E)_f = (P.E)_i + (K.E)_i$$

أى أن :

مجموع طاقتى الوضع والحركة عند النقطة (1) = **مجموع طاقتى الوضع والحركة عند النقطة (2)**

❖ **الاستنتاج :** بإهمال قوى الاحتكاك يكون مجموع طاقتى الوضع والحركة لجسم يتحرك بتأثير قوة الجاذبية عند أى نقطة فى مساره = مقدار ثابت يطلق عليه **الطاقة الميكانيكية (E)**.

أى أنه : كلما زادت طاقة حركة الجسم فإن ذلك يكون على حساب طاقة الوضع (تقل طاقة الوضع) والعكس صحيح.

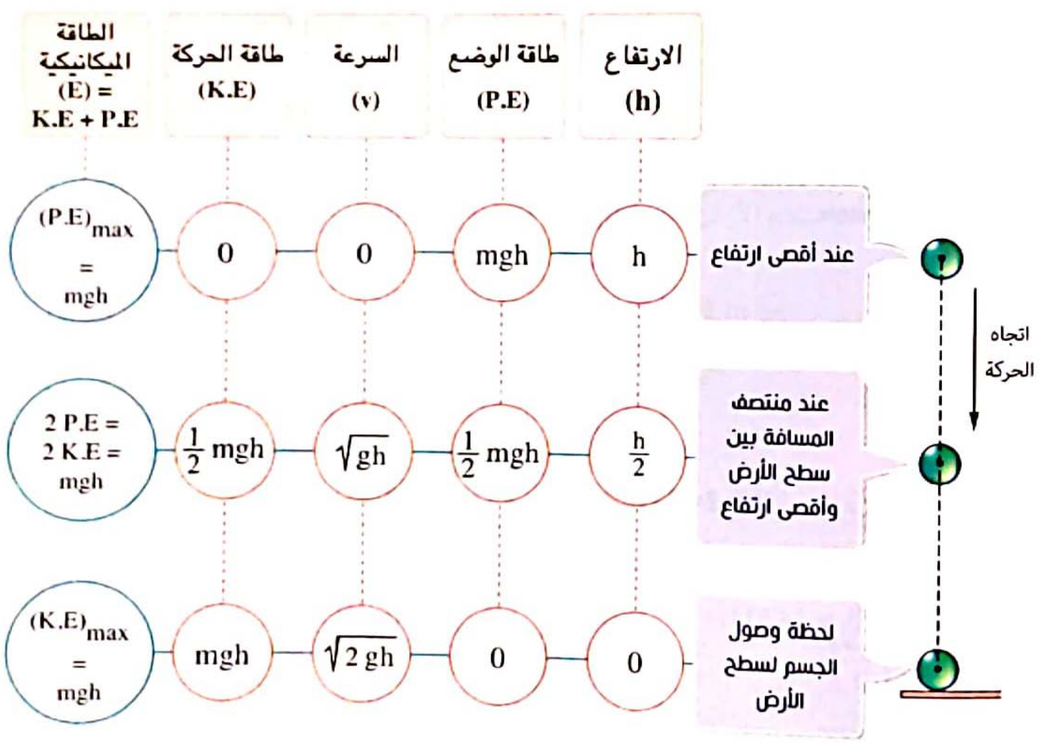
* **مما سبق يمكن تعريف الطاقة الميكانيكية وقانون بقاء الطاقة الميكانيكية كالتالى :**

الطاقة الميكانيكية
مجموع طاقتى الوضع والحركة.

قانون بقاء الطاقة الميكانيكية
مجموع طاقتى الوضع والحركة لجسم عند أى نقطة فى مساره عندما يتحرك تحت تأثير الجاذبية الأرضية وبإهمال مقاومة الهواء يساوى مقدار ثابت يسمى الطاقة الميكانيكية.

ملاحظات

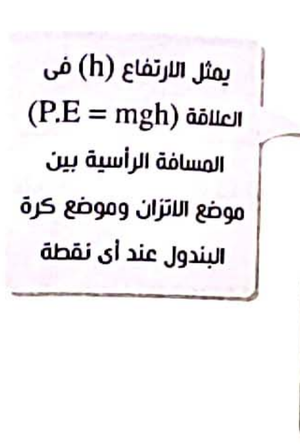
(١) **عندما يتحرك جسم رأسيًا تحت تأثير قوة الجاذبية الأرضية وبإهمال مقاومة الهواء، فإن :**



وبالتالى :

$$E = P.E_{(\text{عند أقصى ارتفاع})} = K.E_{(\text{عند سطح الأرض})}$$

(٢) فى حالة البندول البسيط كما بالشكل :



يمثل الارتفاع (h) فى العلاقة (P.E = mgh) المسافة الرأسية بين موضع الاتزان وموضع كرة البندول عند أى نقطة

عند هذا الموضع تكون الكرة قد صنعت أقصى إزاحة لها بعيدًا عن موضع الاتزان. وتكون :
$v = 0$
$\therefore K.E = 0$
$\therefore E = P.E$

يمثل هذا الموضع موضع الاتزان للكرة وتكون سرعة البندول عنده أقصى ما يمكن

مثال (١)

فى الشكل المقابل جسم ساكن على ارتفاع 30 m من سطح الأرض له طاقة وضع 1470 J، فإذا سقط الجسم لأسفل فإن : (علمًا بأن : $g = 9.8\ m/s^2$)

(١) طاقة وضع الجسم وطاقة حركته عند ارتفاع 20 m من سطح الأرض هما .....

A $y_i = 30\ m$, $v_i = 0$

B $(y_f)_1 = 20\ m$

C $(y_f)_2 = 0$, $(v_f)_2 = ?$

	طاقة الوضع	طاقة الحركة
(أ)	490 J	980 J
(ب)	490 J	490 J
(جـ)	980 J	980 J
(د)	980 J	490 J

(٢) سرعة الجسم لحظة اصطدامه بالأرض تساوى .....

(أ) 14 m/s (ب) 19.8 m/s (جـ) 24.25 m/s (د) 28 m/s

الحل

$y_i = 30\ m$ | $(P.E)_i = 1470\ J$ | $v_i = 0$ | $(y_f)_1 = 20\ m$ | $(y_f)_2 = 0$

$g = 9.8\ m/s^2$ | $(P.E_f)_1 = ?$ | $(K.E_f)_1 = ?$ | $(v_f)_2 = ?$

(١) * عند الموضع A :

$(P.E)_i = mgy_i = 1470\ J$

$m \times 9.8 \times 30 = 1470$, $m = 5\ kg$

* عند الموضع B :

$(P.E_f)_1 = mg\,(y_f)_1 = 5 \times 9.8 \times 20 = 980\ J$

بتطبيق قانون بقاء الطاقة الميكانيكية على الموضعين A ، B :

$(P.E_f)_1 + (K.E_f)_1 = (P.E)_i + (K.E)_i$

$980 + (K.E_f)_1 = 1470 + 0$, $(K.E_f)_1 = 490\ J$

$\therefore$ الاختيار الصحيح هو (د)

(٢) بتطبيق قانون بقاء الطاقة الميكانيكية على الموضعين A ، C :

$(P.E)_i + (K.E)_i = (P.E_f)_2 + (K.E_f)_2$

$1470 + 0 = 0 + \left(\frac{1}{2} \times 5 \times (v_f)_2^2\right)$, $(v_f)_2 = 24.25\ m/s$

$\therefore$ الاختيار الصحيح هو (جـ)

ماذا لو كان المطلوب حساب الشغل الذى تبذله قوة الجاذبية على الجسم من لحظة سقوطه وحتى وصوله لسطح الأرض، **ما** إجابتك ؟

مثال (٢)

قُذف جسم من نقطة عند سطح الأرض رأسيًا إلى أعلى بسرعة 10 m/s، فإن أقصى ارتفاع يصل إليه الجسم هو ..... (علمًا بأن : $g = 10\ m/s^2$)

(أ) 0.5 m (ب) 1 m (جـ) 5 m (د) 10 m

الحل

$v_i = 10\ m/s$ | $g = 10\ m/s^2$ | $h = ?$

$K.E_{(عند\ سطح\ الأرض)} = P.E_{(عند\ أقصى\ ارتفاع)}$, $\frac{1}{2}\,mv_i^2 = mgh$

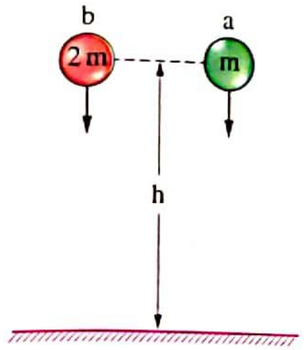
$\frac{1}{2} \times (10)^2 = 10 \times h$, $h = 5\ m$

$\therefore$ الاختيار الصحيح هو (جـ)

ماذا لو كانت كتلة الجسم 1 kg، **فما** هى طاقته الميكانيكية عند أقصى ارتفاع يصل إليه ؟

مثال ٣

سقطت كرتان a ، b متماثلتان فى الحجم وكتلتيهما m ، 2 m على الترتيب من ارتفاع h عن سطح الأرض كما بالشكل، ما الكمية الفيزيائية التى تكون متماثلة للكرتين عند منتصف المسافة فى طريقهما إلى سطح الأرض ؟



(أ) طاقة الوضع (ب) طاقة الحركة

(جـ) الطاقة الميكانيكية (د) السرعة

الحل

بالنسبة للكرة a	بالنسبة للكرة b

عند منتصف أقصى ارتفاع رأسى

(أ) طاقة الوضع

$P.E = \frac{1}{2} \times 2\,mgh = mgh$ | $P.E = \frac{1}{2}\,mgh$

(ب) طاقة الحركة

$K.E = mgh$ | $K.E = \frac{1}{2}\,mgh$

(جـ) الطاقة الميكانيكية

$E = P.E + K.E = 2\,mgh$ | $E = P.E + K.E = mgh$

(د) السرعة

$\because v_f^2 = v_i^2 + 2\,gd$

$\because v_i = 0 \ , \ d = \frac{h}{2}$

$\therefore v_f^2 = 2\,g\,\frac{h}{2}$

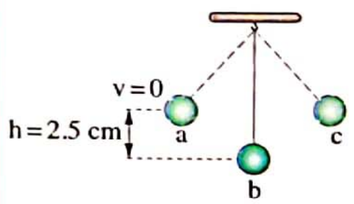
$\therefore v_f = \sqrt{gh}$

∴ الاختيار الصحيح هو (د)

ماذا لو كان المطلوب حساب النسبة بين الطاقة الميكانيكية للكرتين $\left(\frac{E_a}{E_b}\right)$ عند وصولهما لسطح الأرض، ما إجابتك ؟

مثال ٤

يبين الشكل المقابل كرة كتلتها 4 kg معلقة بخيط تتأرجح بشكل حر فى مستوى محدد، فإن أقصى سرعة تبلغها الكرة أثناء تأرجحها تساوى ..... (علمًا بأن : $g = 9.8\ m/s^2$)



(أ) 4.9 m/s (ب) 2.45 m/s

(جـ) 0.7 m/s (د) 0.49 m/s

الحل

$m = 4\ kg$	$v_a = 0$	$h = 2.5\ cm$	$g = 9.8\ m/s^2$	$v_{max} = ?$

وسيلة مساعدة

أثناء تأرجح كرة البندول تنعدم سرعتها عند النقطتين a ، c وتبلغ أقصى سرعة لها عند النقطة b

بتطبيق قانون بقاء الطاقة عند النقطتين a ، b :

$(P.E)_a + (K.E)_a = (P.E)_b + (K.E)_b$

$mgh + 0 = 0 + \frac{1}{2}\,mv_b^2$

$gh = \frac{1}{2}\,v_{max}^2$

$v_{max} = \sqrt{2\,gh} = \sqrt{2 \times 9.8 \times 2.5 \times 10^{-2}} = 0.7\ m/s$

∴ الاختيار الصحيح هو (جـ)

ماذا لو المطلوب هو حساب النسبة بين طاقة الوضع للكرة والطاقة الميكانيكية لها عند النقطة c، ما إجابتك ؟

14 اختبر نفسك

مجاب عنها

اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

كرة تسقط سقوطًا حرًا من ارتفاع h عن سطح الأرض لتصطدم بسطح الأرض ثم ترتد مرة أخرى، أى الارتفاعات الآتية لا يمكن أن يمثل الارتفاع الذى سترتد إليه الكرة ؟

(أ) $\frac{3\,h}{4}$ (ب) $\frac{2\,h}{3}$

(جـ) $\frac{h}{2}$ (د) $\frac{3\,h}{2}$

قانون بقاء الطاقة فى الحياة العملية

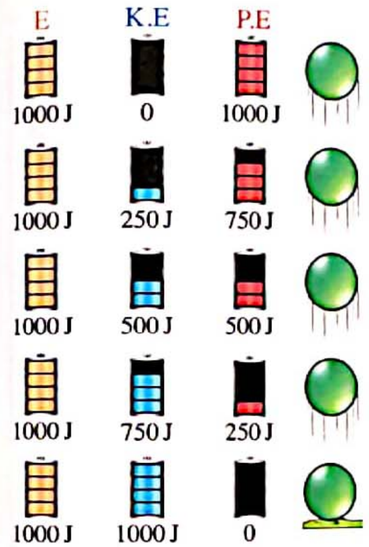
* توجد أمثلة كثيرة للتحول المتبادل بين طاقة الوضع (P.E) وطاقة الحركة (K.E)، منها :

١ قذف جسم (كرة) لأعلى

عند قذف كرة رأسيًا لأعلى من سطح الأرض، تكون طاقة وضعها صفر وطاقة حركتها نهاية عظمى.

عندما تبدأ الكرة فى الحركة لأعلى تزداد طاقة وضعها تدريجيًا وتقل طاقة حركتها بنفس المقدار، ويستمر ذلك حتى تصل الكرة لأقصى ارتفاع لها فتكون طاقة الحركة صفر وطاقة الوضع نهاية عظمى.

عندما تبدأ الكرة فى العودة إلى المستوى الذى قُذفت منه تزداد طاقة الحركة وتقل طاقة الوضع تدريجيًا حتى تصل إلى المستوى الذى قُذفت منه مرة أخرى فتكون طاقة الوضع صفر وطاقة الحركة نهاية عظمى.



٢ الوثب العالى فى ألعاب القوى

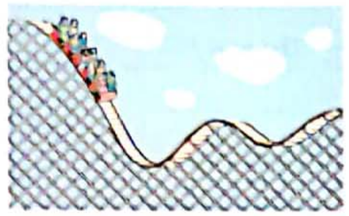
حيث تُختزن طاقة الوضع فى الزانة أثناء الوثبة، ثم تتحول إلى طاقة حركة.

٣ قذف السهم من القوس

حيث تُخزن طاقة الوضع فى وتر مشدود، ثم تتحول إلى طاقة حركة عند تركه حرًا.

٤ عربة الملاهى

يُستخدم فى الملاهى محرك ضخم لسحب عربات قطار الملاهى إلى قمة المرتفع فتختزن قدرًا كبيرًا من طاقة الوضع لأن المحرك استخدم الطاقة لرفع العربات والأشخاص داخلها عكس الجاذبية، وعندما تصل عربات القطار إلى قمة المنحنى وتترك لتنخفض ثانيةً فإن طاقة الوضع تتحول إلى طاقة حركة تدريجيًا، وبإهمال قوى الاحتكاك يظل مجموع الطاقتين ثابتًا، ولذلك يجب أن يكون المرتفع الأول هو الأعلى لإختزان أكبر قدر ممكن من طاقة الوضع فى العربات.



٥ الماء المختزن خلف السد

حيث إن مستواه أعلى من مستوى الماء أمام السد وبذلك يختزن طاقة وضع تتحول إلى طاقة حركة عندما يبدأ سقوط الماء عبر السد.

تجربة عملية ٦ قانون بقاء الطاقة الميكانيكية

الغرض من التجربة

- إثبات قانون بقاء الطاقة الميكانيكية.

الأدوات

- كرة تنس.
- شريط لاصق.
- شريط مترى.
- ميزان رقمى.
- ساعة إيقاف.

الخطوات

(١) عيِّن كتلة كرة التنس بالجرام باستخدام الميزان الرقمى ثم حولها إلى الكيلوجرام.

(٢) الصق قطع شريط لاصق على الحائط على ارتفاعات مختلفة (1 m ، 2 m ، 2.5 m) على الترتيب.

(٣) اسقط كرة التنس من أول ارتفاع وعيِّن الزمن اللازم لوصولها لسطح الأرض.

(٤) كرر المحاولة السابقة عدة مرات.

(٥) كرر الخطوتين (٣) ، (٤) للارتفاعات الأخرى (2 m , 2.5 m) مع تسجيل النتائج فى الجدول التالى :

الارتفاع (h)	الزمن (t)			متوسط الزمن
	المحاولة الأولى	المحاولة الثانية	المحاولة الثالثة	
1 m	.....	.....	.....	.....
2 m	.....	.....	.....	.....
2.5 m	.....	.....	.....	.....

(٦) احسب طاقة الوضع عند كل ارتفاع من العلاقة : $P.E = mgh$ (علمًا بأن : $g = 9.8\ m/s^2$)

(٧) احسب السرعة النهائية (v_f) للكرة لحظة اصطدامها بالأرض باستخدام المعادلة الأولى للحركة

$v_f = v_i + gt$

حيث : $v_i = 0$ لأن الكرة سقطت من سكون.

(٨) احسب طاقة حركة الكرة لحظة اصطدامها بالأرض من العلاقة : $K.E = \frac{1}{2}\ mv_f^2$

(٩) سجل النتائج السابقة فى الجدول التالى :

الارتفاع (h)	طاقة الوضع (P.E)	طاقة الحركة (K.E)
1 m	.....	.....
2 m	.....	.....
2.5 m	.....	.....

الاستنتاج

- بزيادة الارتفاع تزداد طاقة الوضع.
- طاقة الوضع عند أقصى ارتفاع = طاقة الحركة عند سطح الأرض = الطاقة الميكانيكية.

أى أن :

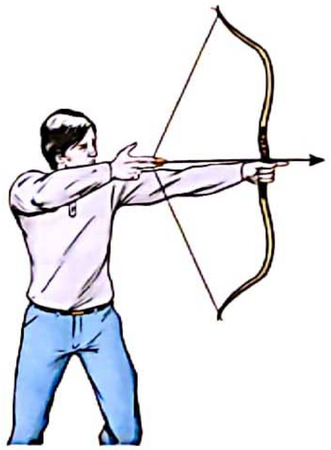
الطاقة الميكانيكية = طاقة الوضع + طاقة الحركة = مقدار ثابت

15 اختبـر نفسك

مجاب عليها

اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة ،

١ * الشكلان التاليان يمثلان محاولتين مختلفتين لإطلاق سهمين من نفس القوس، أى السهمين تكون سرعته أكبر لحظة انطلاقه ؟



(١)

(٢)

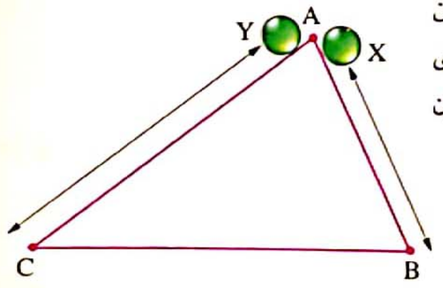
(أ) السهم (١)

(ب) السهم (٢)

(جـ) كلاهما ينطلق بنفس السرعة

(د) لا يمكن تحديد الإجابة

٢ فى الشكل المقابل كرتان متماثلتان (X ، Y) تنحدران معًا من نقطة (A) إلى أسفل، إحداهما على المنحدر (AB)، والأخرى على المنحدر (AC)، أى العبارات الآتية يصف وصول الكرتين إلى النقطتين (B ، C) ؟



(أ) تصل الكرة (Y) أولًا

(ب) سرعة الكرة (X) أكبر

(جـ) تصل الكرتان معًا

(د) سرعة الكرتين متساوية

أسئلة

الفصل 2

مجاب عنها

لمشاهدة فيديوهات تلخيصية حل الأسئلة استخدم تطبيق معاك

• مهم • تطبيق • تحليل

* الأسئلة المشار إليها بالعلامة * مجاب عنها تفصيليًا

أولًا أسئلة الاختيار من متعدد

قيم نفسك إلكترونيًا

١ إذا قُذف جسم رأسيًا لأعلى، فأى الكميات الفيزيائية الآتية تساوى صفر عند أقصى ارتفاع ؟

(أ) قوة الجاذبية الأرضية (ب) العجلة

(جـ) طاقة الوضع (د) السرعة

٢ عند قذف جسم لأعلى فإنه أثناء الصعود .....

(أ) تزداد طاقة الحركة وتتناقص طاقة الوضع

(ب) تتناقص طاقة الحركة وتزداد طاقة الوضع

(جـ) تزداد كل من طاقتى الوضع والحركة

(د) تتناقص كل من طاقتى الوضع والحركة

٣ عند قذف جسم لأعلى ثم عودته إلى النقطة التى قُذف منها، فإن طاقته الميكانيكية .....

(أ) تزداد طوال الحركة (ب) لا تتغير طوال الحركة

(جـ) تقل طوال الحركة (د) تزداد أثناء الصعود وتقل أثناء الهبوط

٤ تنزلق كرة على سطح مائل مهمل الاحتكاك، فإن :

(١) سرعتها ..... أثناء انزلاقها.

(أ) تزداد بمعدل منتظم (ب) تقل بمعدل منتظم

(جـ) تزداد بمعدل غير منتظم (د) لا تتغير

(٢) طاقة حركتها أثناء الانزلاق .....

(أ) تزداد (ب) تقل ولا تساوى الصفر

(جـ) تساوى صفر (د) لا تتغير

٥ عند تصميم مهندس لعبة القطار فى الملاهى قام بتصميم المرتفع الأول ليكون أعلى المرتفعات، ويرجع ذلك .....

(أ) لزيادة قوة جذب الأرض للعربات (ب) لتقليل الشغل المبذول على العربات عند هبوطها

(جـ) لتقليل مقاومة الهواء (د) لاختزان أكبر طاقة وضع فى العربات

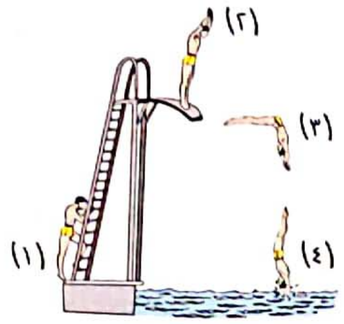
٦ * فى الشكل المقابل، تكون طاقة الحركة للرجل أكبر ما يمكن عند الموضع .....

(أ) (١)

(ب) (٢)

(جـ) (٣)

(د) (٤)



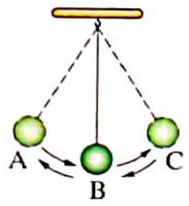
٧ الشكل المقابل يوضح بندول بسيط يتأرجح، فتكون .....

(أ) طاقة الحركة عند C قيمة عظمى

(ب) الطاقة الميكانيكية عند A > الطاقة الميكانيكية عند B

(جـ) طاقة الوضع عند A قيمة عظمى

(د) طاقة الوضع عند C > طاقة الوضع عند A



٨ النسبة بين الطاقة الميكانيكية لجسم قُذف رأسيًا إلى أعلى وطاقة وضعه عند أقصى ارتفاع .....

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

٩ سقط جسم كتلته m سقوطًا حرًا، فإذا كانت سرعته عند منتصف المسافة بين موضع سقوطه وسطح الأرض هى v فإن الطاقة الميكانيكية له هى .....

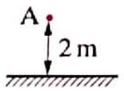
(أ) $\frac{1}{4} mv^2$ (ب) $\frac{1}{2} mv^2$ (جـ) mv^2 (د) $2 mv^2$

١٠ * قُذف جسم إلى أعلى بسرعة 40 m/s إذا كانت طاقة وضعه عند أقصى ارتفاع هى 4000 J، فإن كتلته تساوى .....

(أ) 1.25 kg (ب) 5 kg (جـ) 50 kg (د) 200 kg

١١ * فى الشكل المقابل جسم كتلته 10 kg يسقط سقوطًا حرًا، فإذا كانت طاقته الميكانيكية عند النقطة B هى 800 J، فإن طاقة حركته عند النقطة A تساوى .....

(علمًا بأن : $g = 10 m/s^2$)



(أ) 200 J (ب) 400 J (جـ) 600 J (د) 800 J

١٢ * جسم كتلته 0.5 kg يسقط من ارتفاع 100 m سقوطًا حرًا، فإن الطاقة الميكانيكية بعد أن يقطع مسافة 20 m من بداية الحركة تساوى .....

(علمًا بأن : $g = 10 m/s^2$)

(أ) 100 J (ب) 400 J (جـ) 500 J (د) 700 J

١٣ جسم كتلته 12 kg يسقط سقوطًا حرًا، فإذا كانت طاقته الميكانيكية عند منتصف المسافة بين موضع سقوطه وسطح الأرض 150 J فإن سرعته لحظة اصطدامه بسطح الأرض تساوى .....

أ 5 m/s ب 25 m/s ج 50 m/s د 100 m/s

١٤ * قُذف جسم كتلته 0.2 kg رأسيًا لأعلى بسرعة 20 m/s، فإن : (علمًا بأن : $g = 10\ m/s^2$)

(١) أقصى ارتفاع يصل إليه الجسم يساوى .....

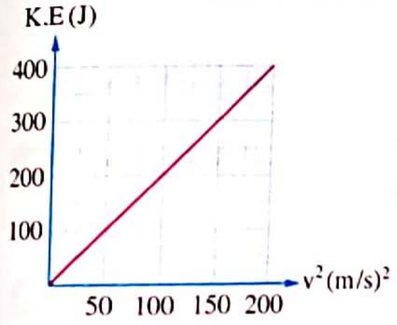
أ 1 m ب 20 m ج 40 m د 200 m

(٢) سرعة الجسم عند ارتفاع 10 m من سطح الأرض تساوى .....

أ 14.14 m/s ب 20.21 m/s ج 25.31 m/s د 30.42 m/s

١٥ الشكل البيانى المقابل يوضح العلاقة بين طاقة الحركة (K.E) لجسم يسقط من ارتفاع 10 m فوق سطح الأرض ومربع سرعته (v^2) أثناء السقوط، فتكون طاقة وضعه على ارتفاع 2 m هى .....

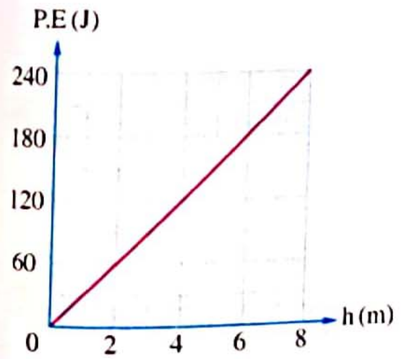
(علمًا بأن : $g = 10\ m/s^2$)



أ 20 J ب 40 J ج 60 J د 80 J

١٦ * قذف جسم رأسيًا لأعلى من نقطة عند سطح الأرض لتصل سرعته إلى الصفر عند ارتفاع 8 m ، والشكل البيانى المقابل يوضح العلاقة بين طاقة وضع الجسم (P.E) وارتفاعه عن سطح الأرض (h)، فتكون :

(علمًا بأن : $g = 10\ m/s^2$)



(١) كتلة الجسم هى .....

أ 1 kg ب 3 kg ج 10 kg د 30 kg

(٢) طاقة حركة الجسم على ارتفاع 6 m من سطح الأرض هى .....

أ 60 J ب 120 J ج 180 J د 240 J

١٧ * قُذفت كرة كتلتها 0.5 kg رأسيًا لأعلى فوصلت سرعتها إلى 3 m/s عند ارتفاع 4 m، فإن مقدار الشغل المبذول لقذف الكرة ضد قوة الجاذبية يساوى ..... (عجلة الجاذبية الأرضية = $10\ m/s^2$)

أ 2.25 J ب 17.75 J ج 20 J د 22.25 J

١٨ * رجل يرفع صندوق كتلته 50 kg من سطح الأرض إلى ارتفاع 20 m : ($g = 9.8\ m/s^2$)

(١) فإن الشغل الذى يبذله الرجل لرفع الصندوق يساوى .....

أ 9800 J ب 1000 J ج 490 J د 196 J

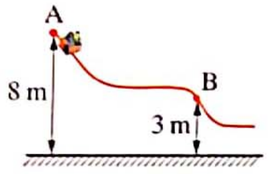
(٢) إذا سقط منه الصندوق عند هذا الارتفاع تكون سرعة ارتطام الصندوق بالأرض هى .....

أ 14 m/s ب 19.8 m/s ج 196 m/s د 392 m/s

١٩ * جسمان كتلة الأول ثلاثة أمثال كتلة الثانى سقطا فى لحظة واحدة وكان الارتفاع الذى سقط منه الجسم الأول $\frac{1}{3}$ الارتفاع الذى سقط منه الجسم الثانى، فتكون النسبة بين طاقة حركة الجسم الأول وطاقة حركة الجسم الثانى لحظة وصولهما للأرض $\left(\frac{(K.E)_1}{(K.E)_2}\right)$ هى .....

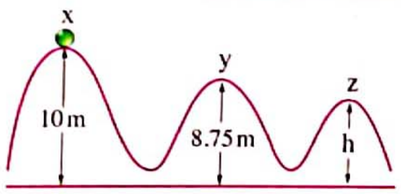
أ $\frac{1}{3}$ ب $\frac{1}{2}$ ج $\frac{1}{1}$ د $\frac{3}{1}$

٢٠ * تبدأ عربة الملاهى حركتها من السكون عند النقطة A لتتحرك على قضبان مهملة الاحتكاك كما هو مبين بالشكل، فإن مقدار سرعة العربة عند النقطة B يساوى ..... ($g = 10\ m/s^2$)



أ 5 m/s ب 10 m/s ج 50 m/s د 100 m/s

٢١ فى الشكل المقابل جسم ساكن كتلته 1 kg ينزلق على منحنى أملس مبتدئًا من النقطة x : ($g = 10\ m/s^2$)



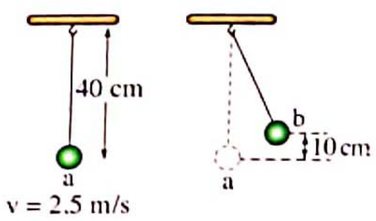
(١) فإن سرعة الجسم عند النقطة y تساوى .....

أ 3 m/s ب 5 m/s ج 6 m/s د 6.5 m/s

(٢) إذا وصل الجسم عند النقطة z بسرعة 7 m/s فيكون ارتفاع النقطة z عن سطح الأرض يساوى .....

أ 8.45 m ب 7.55 m ج 7.25 m د 6.85 m

٢٢ * بندول بسيط ينتقل أثناء اهتزازه من النقطة a إلى النقطة b كما بالشكل المقابل، فإن : ($g = 9.8\ m/s^2$)

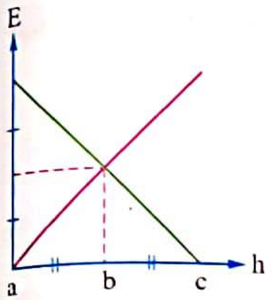


(١) سرعة ثقل البندول عند النقطة b هى .....

أ 4.3 m/s ب 2.1 m/s ج 1.2 m/s د 0.5 m/s

(٢) أقصى ارتفاع يصل إليه ثقل البندول هو .....

أ 20.5 cm ب 31.9 cm ج 35.8 cm د 36.9 cm



١٣ * الشكل البيانى المقابل يوضح العلاقة بين صورتين من صور الطاقة (E) لجسم كتلته 10 kg وارتفاع الجسم عن سطح الأرض (h) عند قذفه رأسيًا لأعلى حتى وصوله إلى أقصى ارتفاع 20 m : $(g = 10\ m/s^2)$

(١) فإن الخط البيانى الممثل باللون الأحمر يمثل .....

(أ) طاقة حركة الجسم
(ب) طاقة وضع الجسم
(جـ) طاقة حركة أو طاقة وضع الجسم
(د) الطاقة الميكانيكية للجسم

(٢) عند النقطة c تكون .....

	طاقة وضع الجسم	طاقة حركة الجسم
(أ)	0	0
(ب)	0	2000 J
(جـ)	2000 J	0
(د)	2000 J	2000 J

(٣) عند النقطة b تكون .....

	طاقة وضع الجسم	طاقة حركة الجسم
(أ)	500 J	500 J
(ب)	500 J	1000 J
(جـ)	1000 J	500 J
(د)	1000 J	1000 J

(٤) عند النقطة a تكون .....

	طاقة وضع الجسم	طاقة حركة الجسم
(أ)	0	0
(ب)	0	2000 J
(جـ)	2000 J	0
(د)	2000 J	2000 J

(٥) فإن الطاقة الميكانيكية للجسم تساوى .....

(أ) 0 (ب) 500 J (جـ) 1000 J (د) 2000 J

(٦) فإن سرعة الجسم عند النقطة a تساوى .....

(أ) 0 (ب) 10 m/s (جـ) 14.14 m/s (د) 20 m/s

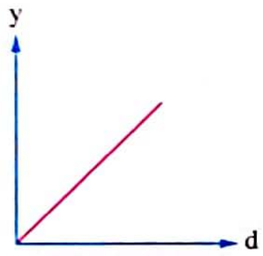
(٧) فإن سرعة الجسم عند النقطة b تساوى .....

(أ) 0 (ب) 10 m/s (جـ) 14.14 m/s (د) 20 m/s

(٨) فإن سرعة الجسم عند النقطة c تساوى .....

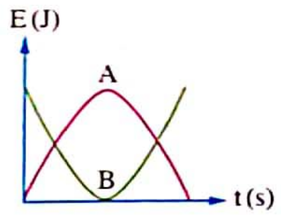
(أ) 0 (ب) 10 m/s (جـ) 14.14 m/s (د) 20 m/s

١٤ يسقط جسم سقوطًا حرًا من ارتفاع h فوق سطح الأرض، والشكل البيانى المقابل يمثل العلاقة بين كمية فيزيائية (y) للجسم والمسافة (d) التى يقطعها من نقطة سقوطه فى اتجاه سطح الأرض، فإن الكمية (y) تمثل .....



(أ) سرعة الجسم (ب) طاقة حركة الجسم
(جـ) طاقة وضع الجسم (د) الطاقة الميكانيكية للجسم

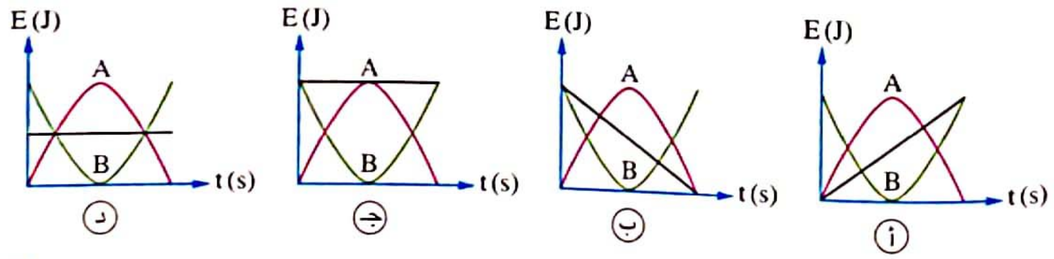
١٥ الشكل المقابل يوضح العلاقة البيانية بين بعض الكميات الفيزيائية لجسم مقذوف رأسيًا إلى أعلى والزمن :



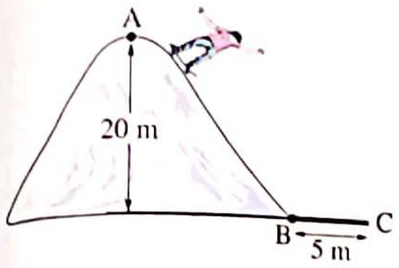
(١) أى الكميات يمثلها كل من المنحنى A والمنحنى B ؟

	المنحنى (A)	المنحنى (B)
(أ)	طاقة الوضع	طاقة الحركة
(ب)	طاقة الحركة	طاقة الوضع
(جـ)	كمية التحرك	العجلة
(د)	العجلة	كمية التحرك

(٢) العلاقة بين الطاقة الميكانيكية للجسم والزمن يمثلها الخط الأسود فى الشكل البيانى .....

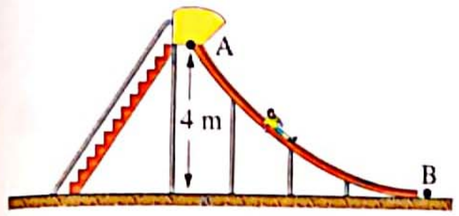


(١٦) * الشكل المقابل يوضح مسار متزلج كتلته 80 kg ينزلق بدءًا من السكون من النقطة A أعلى المنحدر، فإذا كان المسار من النقطة A إلى النقطة B أملس والمسار من النقطة B إلى النقطة C خشن، فإن متوسط قوة الاحتكاك للمسار الخشن اللازمة لإيقاف المتزلج عند النقطة C يساوى ..... ($g = 10\ m/s^2$)



(أ) – 1600 N (ب) – 2400 N (جـ) – 3200 N (د) – 4000 N

(١٧) * فى الشكل المقابل إذا انزلق طفل كتلته 25 kg من السكون عند النقطة A وكانت قيمة سرعته عند وصوله للنقطة B هى 6 m/s، فيكون مقدار الفقد فى الطاقة الميكانيكية نتيجة الاحتكاك مع السطح هو .....
(علمًا بأن : $g = 9.8\ m/s^2$)



(أ) 0 (ب) 450 J (جـ) 530 J (د) 980 J

ثانيًا أسئلة المقال

(١) جسم كتلته 4 kg يسقط سقوطًا حرًا من ارتفاع 20 m فوق سطح الأرض، أكمل الفراغات الموجودة بالجدول التالى معتبرًا عجلة الجاذبية الأرضية $10\ m/s^2$:

النقطة	الإزاحة من نقطة السقوط (m)	طاقة الوضع (J)	السرعة (m/s)	طاقة الحركة (J)	الطاقة الميكانيكية (J)
(١)	0	.....	.....	.....	.....
(٢)	.....	.....	5	.....	.....
(٣)	.....	400	.....	.....	.....
(٤)	.....	.....	.....	800	.....

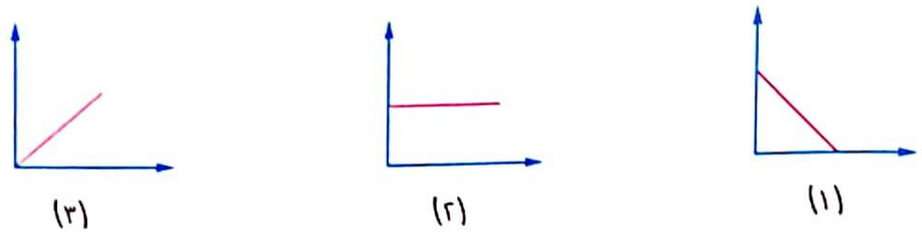
من النتائج التى توصلت إليها، حدد موضع النقطة أثناء السقوط التى تكون عندها :

(١) الطاقة الميكانيكية للجسم مساوية لطاقة حركته.

(٢) الطاقة الميكانيكية للجسم مساوية لطاقة الوضع له.

(٣) طاقة الحركة للجسم مساوية لطاقة الوضع.

(٢) قُذف جسم رأسيًا إلى أعلى، ولديك ثلاثة أشكال بيانية (١) ، (٢) ، (٣) للتعبير عن العلاقة بين بعض الكميات الفيزيائية له،



(١) (٢) (٣)

حدد أيها يصلح للتعبير عن العلاقة بين كل من :

(١) طاقة الوضع وارتفاع الجسم عن سطح الأرض.

(٢) طاقة الحركة وارتفاع الجسم عن سطح الأرض.

(٣) الطاقة الميكانيكية وارتفاع الجسم عن سطح الأرض.

(٣) عندما تبدأ عربة الملاهى فى الانزلاق من أقصى ارتفاع فإن سرعة حركتها تزداد تدريجيًا، فسر ذلك.

أنماط جديدة من الأسئلة

اختر إجابتين من بين الإجابات المعطاة :

١ عندما يسقط جسم سقوطًا حرًا فإنه أثناء السقوط .....

(أ) تزداد الطاقة الميكانيكية

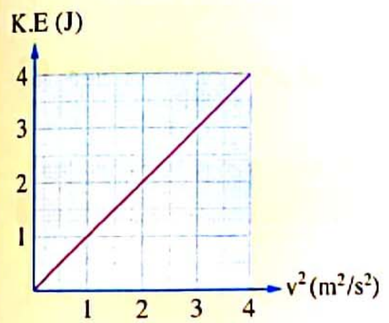
(ب) تتناقص الطاقة الميكانيكية

(جـ) تظل الطاقة الميكانيكية ثابتة

(د) تتناقص طاقة الوضع وتزداد طاقة الحركة

(هـ) تزداد طاقة الوضع وتتناقص طاقة الحركة

٢ سقط جسم من ارتفاع 18 m فوق سطح الأرض والشكل البيانى المقابل يوضح العلاقة بين طاقة حركة الجسم (K.E) ومربع سرعته (v^2) أثناء السقوط، فإن .....



(علمًا بأن : عجلة الجاذبية الأرضية = $10\ m/s^2$)

(أ) طاقة الجسم الميكانيكية = 180 J

(ب) طاقة الجسم الميكانيكية = 360 J

(جـ) طاقة وضع الجسم عند ارتفاع 4 m تساوى 360 J

(د) طاقة حركة الجسم عند ارتفاع 10 m تساوى 160 J

(هـ) طاقة حركة الجسم عند ارتفاع 12 m تساوى 180 J

٣ جسم كتلته 5 kg يسقط من ارتفاع 10 m عن سطح الأرض، فإن .....

(علمًا بأن : عجلة الجاذبية الأرضية $10\ m/s^2$)

(أ) طاقة حركة الجسم عند ارتفاع 10 m = الطاقة الميكانيكية للجسم

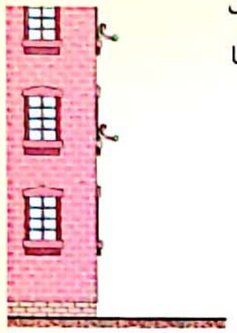
(ب) طاقة وضع الجسم عند سطح الأرض = الطاقة الميكانيكية للجسم

(جـ) طاقة حركة الجسم عند ارتفاع 5 m = نصف قيمة الطاقة الميكانيكية للجسم

(د) طاقة حركة الجسم عند ارتفاع 3 m = طاقة وضع الجسم عند ارتفاع 7 m

(هـ) طاقة حركة الجسم عند ارتفاع 4 m = ضعف طاقة وضع الجسم عند ارتفاع 6 m

٤ يسكن وليد ومروان فى مبنى، فإذا قام وليد بإسقاط كرة من الدور الثانى بينما قام مروان بإسقاط كرة أخرى لها نفس كتلة الكرة الأولى من الدور الثالث فسقطت الكرتان سقوطًا حرًا نحو سطح الأرض، فإن كرة مروان مقارنةً بكرة وليد لها .....



(أ) طاقة وضع أكبر لحظة سقوطها

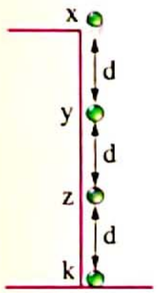
(ب) طاقة وضع أقل لحظة سقوطها

(جـ) طاقة حركة أكبر لحظة اصطدامها بالأرض

(د) طاقة حركة أقل لحظة اصطدامها بالأرض

(هـ) نفس طاقة الحركة لحظة اصطدامها بالأرض

٥ فى الشكل الموضح يسقط جسم من أعلى مبنى ارتفاعه 3 d، فتكون .....



(أ) طاقة الوضع عند x = طاقة الحركة عند y

(ب) طاقة الحركة عند z > طاقة الوضع عند k

(جـ) طاقة الحركة عند z = طاقة الوضع عند y

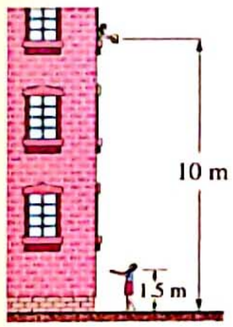
(د) طاقة الوضع عند x > طاقة الحركة عند k

(هـ) طاقة الوضع عند y > طاقة الحركة عند k

اختر من القائمة ما يناسب الفراغات :

٦ فى الشكل المقابل يقوم شخص بإسقاط كتاب كتلته 2 kg من السكون رأسيًا، بإهمال قوة احتكاك الهواء يكون الشغل الذى تبذله قوة الجاذبية الأرضية حتى يصل الكتاب ليدى الشخص الواقف أسفل المبنى هو J .....(1)....، ومقدار متوسط القوة التى تؤثر بها يدى الشخص الواقف أسفل المبنى على الكتاب إذا كان الكتاب سيفقد سرعته خلال 0.2 s عند وصوله ليديه هو N .....(ب).....

(علمًا بأن : $g = 10\ m/s^2$)



82.6
100
130.4
150
170

الاختبارات الشهرية

(طبقًا لمواصفات الورقة الامتحانية)

مجاب عنها

اختبار 1 على شهر فبراير

مجاب عنه

اختر الإجابة الصحيحة (١ : ٧) :

١ النسبة بين القوة المحصلة المؤثرة على جسم وكتلة هذا الجسم طبقًا لقانون نيوتن الثانى هى .....
(حيث a عجلة تحرك الجسم)

أ) 0.5 a　　ب) a　　جـ) 1.5 a　　د) 2 a

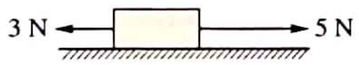
٢ يتحرك جسم بسرعة 2 m/s فإذا أثرت عليه قوة محصلة مقدارها 8 N فى نفس اتجاه حركته لمدة 5 s، فإن التغير فى كمية حركته خلال هذه المدة يساوى .....

أ) 8 kg.m/s　　ب) 24 kg.m/s　　جـ) 40 kg.m/s　　د) 48 kg.m/s

٣ الشكل البيانى المعبر عن العلاقة بين كمية التحرك لجسم وسرعته هو .....

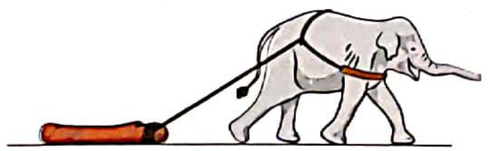
أ) P ، v^2　　ب) P ، v　　جـ) P ، $\sqrt{v}$　　د) P ، $\frac{1}{v}$

٤ الشكل المقابل يوضح صندوق يتحرك بسرعة ثابتة على سطح أفقى نتيجة تأثير قوتان عليه، فإن مقدار قوة الاحتكاك مع السطح يساوى .....



أ) 2 N　　ب) 3 N　　جـ) 4 N　　د) 5 N

٥ فى الشكل المقابل يجر فيل ساقًا خشبية كتلتها 1 ton بواسطة حبل على سطح أفقى قوة احتكاكه مع الساق 400 N، فإذا تغيرت سرعة الساق بانتظام من 1 m/s إلى 4 m/s خلال 2 s ، فإن المركبة الأفقية لقوة الشد فى الحبل تساوى .....



أ) 1900 N　　ب) 1500 N　　جـ) 1100 N　　د) 1000 N

٦ عربة كتلتها 1000 kg وأخرى كتلتها 2000 kg تتحركان بنفس العجلة، فإن القوة المحصلة المؤثرة على العربة ذات الكتلة الأكبر ..... القوة المحصلة المؤثرة على العربة ذات الكتلة الأقل.

أ) تساوى　　ب) نصف　　جـ) ضعف　　د) ثلاثة أمثال

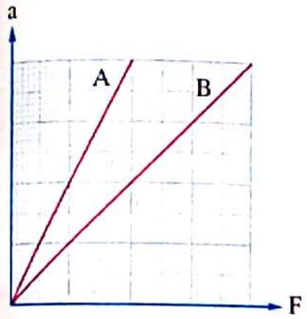
٧ جسم كتلته 40 kg على سطح القمر، فإن وزنه على سطح الأرض .....

(علمًا بأن : عجلة الجاذبية الأرضية = $10\ m/s^2$)

أ 400 N　　ب 392 N　　جـ 66 N　　د 60 N

أجب عما يأتى (٨ : ١٠) :

٨ الشكل البيانى المقابل يوضح تغير العجلة مع تغير مقدار القوة المحصلة المؤثرة على جسمين مختلفين A ، B ، احسب النسبة بين كتلة الجسم A وكتلة الجسم B



.....

.....

.....

٩ أثرت قوتان محصلتان متساويتان على جسمين كتلتيهما 1 kg ، 5 kg، فاكتسبت الكتلة الثانية (5 kg) عجلة $20\ m/s^2$، احسب العجلة التى تتحرك بها الكتلة الأولى.

.....

.....

.....

.....

١٠ لاعب كرة قدم كتلته 85 kg يجرى بسرعة 5 m/s، فإذا قام لاعب من الفريق المنافس بشده حتى توقف بعد أن قطع مسافة 1.25 m ، احسب متوسط القوة التى تسببت فى إيقاف اللاعب.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

اختبار 2 على شهر فبراير

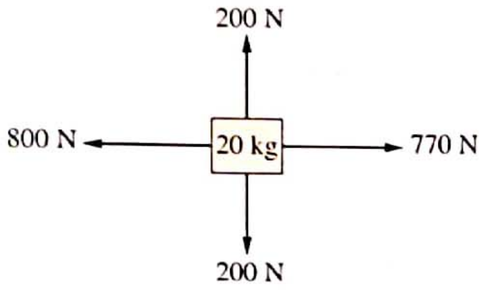
مجاب عليه

اختر الإجابة الصحيحة (١ : ٧) :

١ قذف جسم وزنه 10 N رأسيًا لأعلى فكان أقصى ارتفاع وصل إليه 5 m، فإن مقدار كمية تحرك الجسم لحظة وصوله لأقصى ارتفاع يساوى .....

أ 0　　ب 5 kg.m/s　　جـ 10 kg.m/s　　د 100 kg.m/s

٢ فى الشكل المقابل مقدار كل من القوة المحصلة المؤثرة على الكتلة وعجلة تحركها على الترتيب هو .....



أ $10\ m/s^2$ ، 200 N

ب $1.5\ m/s^2$ ، 200 N

جـ $10\ m/s^2$ ، 30 N

د $1.5\ m/s^2$ ، 30 N

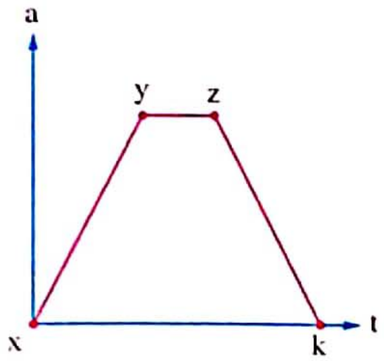
٣ تستخدم صواريخ صغيرة لتغيير سرعة الأقمار الصناعية، فإذا أثر أحد هذه الصواريخ على قمر صناعى كتلته 7200 kg بقوة دفع 3500 N، فإن الفترة الزمنية التى يجب أن يؤثر بها الصاروخ على القمر الصناعى ليزيد سرعته بمقدار 0.63 m/s هى .....

أ 0.864 s　　ب 1.052 s　　جـ 1.296 s　　د 1.487 s

٤ إذا أثرت قوة أفقية 500 N على سيارة ساكنة فحركتها مسافة ما للأمام بعجلة منتظمة، فهذا يعنى أن قيمة قوى الاحتكاك .....

أ أكبر من 500 N　　ب أقل من 500 N　　جـ تساوى 500 N　　د لا يمكن تحديد الإجابة

٥ الشكل البيانى المقابل يمثل العلاقة بين العجلة (a) لجسم بدأ حركته من السكون والزمن (t)، عند أى نقطة يكون مقدار كمية تحرك الجسم أكبر ؟



أ النقطة x

ب النقطة y

جـ النقطة z

د النقطة k

٦ شاحنة محملة بالرمال تسير عبر طريق سريع تحت تأثير قوة ثابتة، فإذا تسربت الرمال بمعدل ثابت عبر فتحة فى الشاحنة فإن عجلة تحركها .....

أ تقل　ب تزداد　جـ تظل ثابتة　د تقل ثم تزداد

٧ تتساوى القوة المحصلة المؤثرة على جسم مع وزنه إذا كانت عجلة تحركه ..... عجلة الجاذبية الأرضية.

أ ربع　ب ثلث　جـ نصف　د تساوى

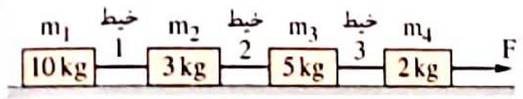
أجب عما يأتى (٨ : ١٠) :

٨ تنكسر البيضة عند سقوطها على الأرض ولا تنكسر عند سقوطها على وسادة من نفس الارتفاع، **فسر ذلك.**

.....

.....

٩ الشكل المقابل يوضح أربع كتل متصلة بواسطة خيوط مهملة الكتلة، يتم سحب الكتل على سطح أملس عديم الاحتكاك بواسطة قوة أفقية (F)، **رتب تصاعديًا** الكتل طبقًا لعجلة تحركها.

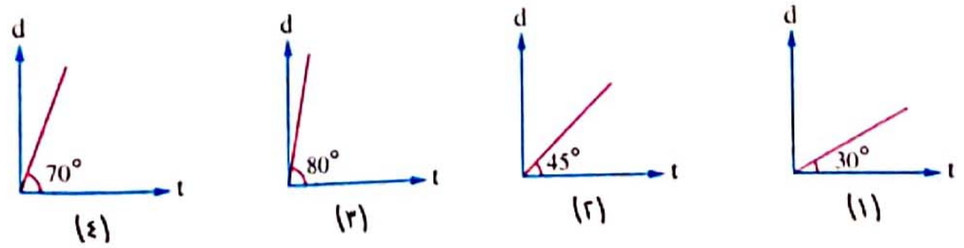


.....

.....

.....

١٠ تمثل الأشكال البيانية التالية حركة مجموعة من الأجسام لها نفس الكتلة وجميعها مرسومة بنفس مقياس الرسم، **أى من هذه الأشكال البيانية يعبر عن الجسم الذى له أكبر كمية تحرك ؟ مع التفسير.**



.....

.....

.....

اختبـار 1 على شهر مارس

هجاب عليه

اختر الإجابة الصحيحة (١ : ٧) :

١ سرعة دوران الأرض حول الشمس تعتمد على .....

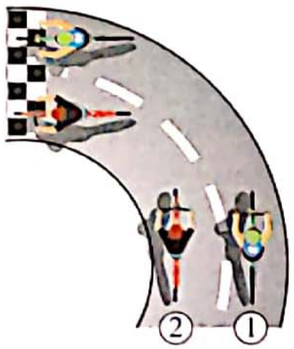
أ كتلة الأرض فقط

ب كتلة الشمس فقط

جـ كتلة الشمس والأرض والبُعد بينهما

د كتلة الشمس والبُعد بينهما

٢ الشكل المقابل يوضح دراجتين ① ، ② تتحركان بسرعتين ثابتتى المقدار فى مضمار سباق دائرى أفقى، فإذا وصلت الدراجتان لنهاية السباق فى نفس اللحظة، فأيهما يملك سرعة مماسية أكبر ؟



أ الدراجة ①

ب الدراجة ②

جـ كلاهما له نفس السرعة

د يجب معرفة الزمن الدورى لتحديد الإجابة

٣ جسمان متماثلان A ، B يتحرك كل منهما حركة دائرية منتظمة بنفس السرعة فى مسار دائرى أفقى نصف قطره r_A ، r_B على الترتيب، فإذا كانت النسبة بين الزمن الدورى لهما $\left(\frac{T_A}{T_B}\right)$ هى $\frac{1}{2}$ ، فإن النسبة بين القوة الجاذبة المركزية المؤثرة على كل منهما $\left(\frac{F_A}{F_B}\right)$ هى .....

① $\frac{2}{1}$　ب $\frac{1}{1}$　جـ $\frac{1}{2}$　د $\frac{1}{8}$

٤ غسالة لعصر الملابس عجلتها المركزية $4302\ m/s^2$ ونصف قطر دورانها 20 cm، فإن هذا يعنى أنها تدور 7000 دورة خلال .....

أ 1 min　ب 3 min　جـ 5 min　د 7 min

٥ قمر صناعى كتلته 2000 kg يدور حول الأرض فى مسار دائرى طوله 5.28×10^7 m، فإن ارتفاع القمر الصناعى عن سطح الأرض يساوى ..... (علمًا بأن : R = 6400 km)

أ 2×10^6 m　ب 2.6×10^6 m　جـ 3.2×10^6 m　د 3.8×10^6 m

٦ كوكب كتلته M ونصف قطره R وشدة مجال الجاذبية على سطحه g_1، يدور حوله قمر صناعى على ارتفاع h من سطح الكوكب وبسرعة مدارية v متأثر بعجلة جاذبية ناتجة عن الكوكب مقدارها g_2، فأى من الآتى يعبر عن كتلة الكوكب M ؟

أ $\frac{v(R+h)}{G}$ ب $\frac{v^2(R+h)^2}{G}$ جـ $\frac{g_1(R+h)^2}{G}$ د $\frac{g_2(R+h)^2}{G}$

٧ يتحرك جسم كتلته 0.1 kg فى مسار دائرى أفقى منتظم بسرعة 2 m/s، فإن مقدار التغير فى كمية تحركه الخطية بعد نصف دورة يساوى .....

أ zero ب 0.2 kg.m/s جـ 0.4 kg.m/s د 0.8 kg.m/s

أجب عما يأتى (٨ : ١٠) :

٨ قمر صناعى يدور فى مدار دائرى على ارتفاع 1600 km من سطح الأرض، أوجد الزمن الدورى للقمر.
(علمًا بأن : $G = 6.67 \times 10^{-11}\ m^3/kg.s^2$ ، $\pi = 3.14$ ، $M = 6 \times 10^{24}\ kg$ ، $R = 6400\ km$)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

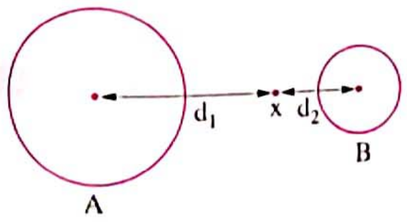
٩ لاحظت وأنت تسير فى إحدى الطرق لوحة تنوه بخطورة سير السيارات الثقيلة فى المنحنيات القادمة بالطريق، فما تفسير ذلك فى ضوء دراستك للحركة الدائرية ؟

.....

.....

.....

١٠ الشكل المقابل يوضح قمر B يدور حول كوكب A كتلته 100 مرة كتلة القمر، فإذا تساوت قوة جذب القمر وقوة جذب الكوكب لأى جسم موضوع عند النقطة x، احسب النسبة $\frac{d_1}{d_2}$



.....

.....

.....

.....

.....

.....

اختبار 2 على شهر مارس

هيا بنا

اختر الإجابة الصحيحة (١ : ٧) :

١ جسم كتلته 0.01 kg يتحرك بسرعة ثابتة فى مسار دائرى أفقى نصف قطره 150 cm، فإذا كان الجسم يستغرق 3 s لعمل دورة كاملة، تكون القوة الجاذبة المركزية .....

أ 0.066 N فى اتجاه مماس المسار الدائرى ب 6.585 N فى اتجاه مماس المسار الدائرى

جـ 0.066 N فى اتجاه مركز المسار الدائرى د 6.585 N فى اتجاه مركز المسار الدائرى

٢ قمران صناعيان يدوران حول الأرض على نفس الارتفاع وكانت كتلة الأول ضعف كتلة الثانى، فإن النسبة بين السرعة المدارية للأول والسرعة المدارية للثانى تساوى .....

أ $\frac{1}{1}$ ب $\frac{2}{1}$ جـ $\frac{1}{2}$ د $\frac{1}{4}$

٣ انطلق قمر صناعى من الأرض إلى مداره حول الأرض، ما التغيرات التى تحدث لكتلته ووزنه فى هذه الحالة ؟

	الكتلة	الوزن
أ	تقل	يظل ثابتًا
ب	تظل ثابتة	يقل
جـ	تظل ثابتة	يزيد
د	تزيد	يظل ثابتًا

٤ يتحرك جسم فى مسار دائرى منتظم بسرعة مماسية ثابتة 2.2 m/s بحيث يتم 6 دورات خلال دقيقة، فإن نصف قطر المسار يساوى .....

أ 3.5 m ب 7 m جـ 10.5 m د 12 m

٥ إذا كان البُعد بين مركزى كرتين متماثلتين 1 m وكانت قوة التجاذب بينهما 6.67×10^{-5} N فإن كتلة كل منهما تساوى ..... (علمًا بأن : $G = 6.67 \times 10^{-11}\ N.m^2/kg^2$)

أ 10^6 kg ب 13.34×10^3 kg جـ 10^3 kg د 13.34 kg

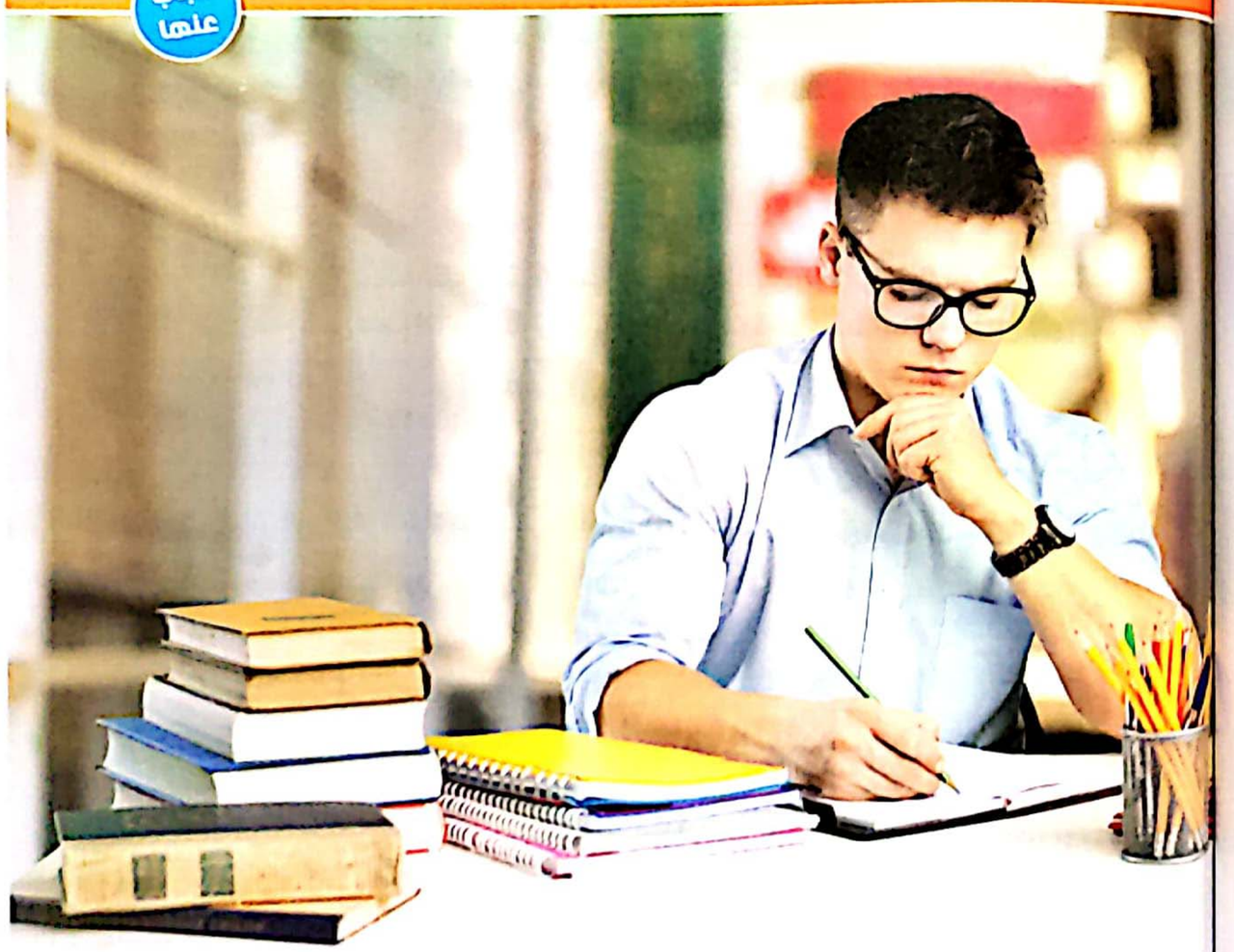
٦ قمر صناعى يدور حول الأرض بسرعة مدارية 7 km/s، فإن الزمن اللازم ليصنع القمر الصناعى دورة كاملة حول الأرض يساوى ..... (علمًا بأن : $M_e = 6 \times 10^{24}\ kg$ ، $G = 6.67 \times 10^{-11}\ N.m^2/kg^2$)

أ 5.25×10^3 s ب 6.54×10^3 s جـ 6.92×10^3 s د 7.33×10^3 s

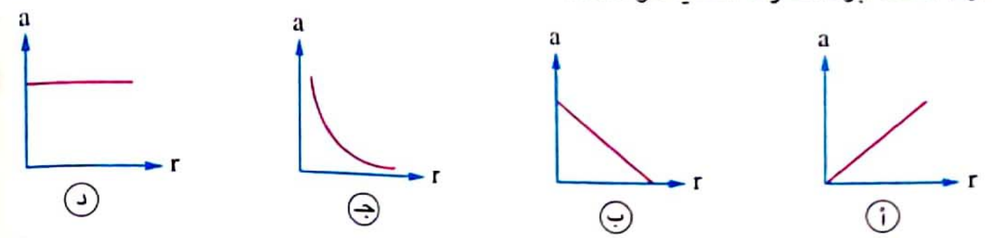
نماذج الامتحانات العامة على المنهج

(طبقًا لمواصفات الورقة الامتحانية)

مجاب عنها



٧ الشكل البيانى الذى يمثل العلاقة بين العجلة المركزية (a) لجسم يتحرك فى مسار دائرى أفقى ونصف قطر المسار (r) عند ثبوت السرعة الخطية هو .....



أجب عما يأتى (٨ : ١٠) :

٨ احسب السرعة المماسية لجسم يتحرك بسرعة ثابتة فى مسار دائرى أفقى منتظم، إذا كان حاصل ضرب مقدار العجلة المركزية له فى نصف قطر المسار هو $16\ m^2/s^2$

.....

.....

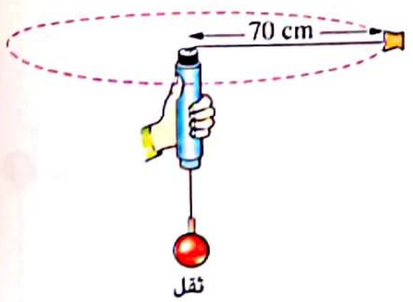
٩ تظهر قوى التجاذب المادى بوضوح بين الأجرام السماوية بينما لا تظهر بوضوح بين شخصين يقفان على بُعد عدة أمتار من بعضهما، **فسر ذلك.**

.....

.....

.....

١٠ فى الشكل المقابل جسم كتلته 43.75 g يدور بسرعة ثابتة فى مسار دائرى أفقى نصف قطره 70 cm بحيث يصنع 25 دورة خلال زمن 40 s، احسب كتلة الثقل المعلق فى الطرف الآخر للخيط. $(g = 10\ m/s^2)$



.....

.....

.....

.....

.....

نموذج امتحان 1

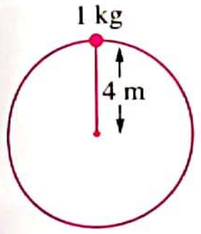
الأسئلة المشار إليها بالعلامة (*) مجاب عنها تفصيليًا

اختر الإجابة الصحيحة (١ : ١٤) :

١ سيارة كتلتها 1200 kg تتحرك بسرعة 20 m/s، فإذا ضغط السائق على كابح السيارة فانخفضت سرعتها إلى 8 m/s خلال زمن 6 s ، فإن مقدار متوسط القوة المؤثرة على السيارة خلال هذه الفترة واتجاهها .....

(أ) 2400 N فى نفس اتجاه الحركة
(ب) 2400 N عكس اتجاه الحركة
(جـ) 1200 N فى نفس اتجاه الحركة
(د) 1200 N عكس اتجاه الحركة

٢ الشكل المقابل يوضح جسم يدور فى مسار دائرى أفقى منتظم تحت تأثير قوة محصلة مركزية 100 N فتكون قيمة الزمن الدورى لحركة الجسم هى .....

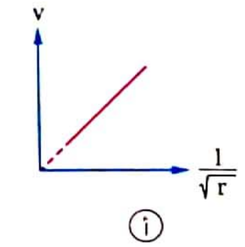


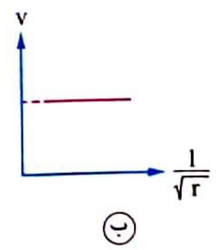
(أ) 0.63 s
(ب) 1.26 s
(جـ) 3.14 s
(د) 6.28 s

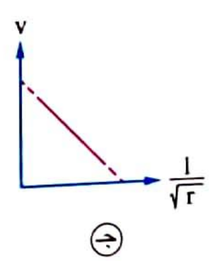
٣ جسم على ارتفاع h من سطح الأرض طاقة وضعه 200 J، فإذا سقط إلى نصف ارتفاعه السابق فإن التغير فى طاقة حركته يساوى .....

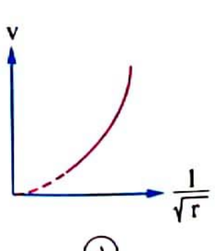
(أ) 50 J
(ب) 100 J
(جـ) 150 J
(د) 200 J

٤ الشكل البيانى الذى يمثل العلاقة بين السرعة المدارية (v) لعدة أقمار صناعية تدور حول نفس الكوكب ومقلوب الجذر التربيعى لنصف قطر مدار كل منها $\left(\frac{1}{\sqrt{r}}\right)$ هو .....

(أ) 

(ب) 

(جـ) 

(د) 

٥ طفل كتلته 40 kg يتحرك أفقيًا فى صالة التزلج، فيكون الشغل الذى تبذله قوة وزنه عندما يقطع مسافة 20 m هو .....

(أ) zero
(ب) 800 J
(جـ) 4000 J
(د) 8000 J

٦ إذا كان الزمن الدورى لدوران الأرض حول الشمس 365.25 يوم، ويبعد مركز الشمس عن مركز الأرض مسافة قدرها 1.496×10^{11} m، فإن عجلة الجذب المركزية للأرض نحو الشمس تساوى تقريبًا .....

(أ) 2×10^{-7} m/s²
(ب) 6×10^{-3} m/s²
(جـ) 2×10^{-2} m/s²
(د) 4×10^{7} m/s²

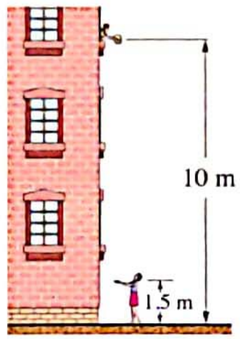
٧ إذا كانت نسبة كتلة الجسم A إلى كتلة الجسم B هى $\frac{2}{1}$ ونسبة سرعة الجسم A إلى سرعة الجسم B هى $\frac{1}{2}$ ، فإن نسبة الطاقة الحركية للجسم A إلى الطاقة الحركية للجسم B هى .....

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

٨ تقل عجلة الجاذبية الأرضية بنسبة 1 % من قيمتها على سطح الأرض على ارتفاع من سطح الأرض يساوى تقريبًا ..... (علمًا بأن : R = 6400 km)

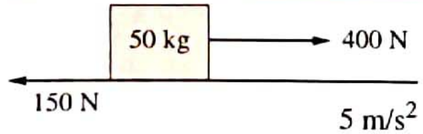
(أ) 60 km
(ب) 64 km
(جـ) 30 km
(د) 32 km

٩ أسقط شخص جسم كتلته 0.2 kg من ارتفاع 10 m فوق سطح الأرض والتقطه شخص آخر بيديه على ارتفاع 1.5 m من سطح الأرض، فإن ..... ($g = 10\ m/s^2$)



	قيمة الشغل المبذول على الجسم (J)	قيمة النقص فى طاقة وضع الجسم (J)
(أ)	20	20
(ب)	20	17
(جـ)	17	20
(د)	17	17

١٠ فى الشكل المقابل مقدار كل من القوة المحصلة المؤثرة على الكتلة وعجلة تحركها على الترتيب هو .....



(أ) 11 m/s² ، 550 N
(ب) 5 m/s² ، 250 N
(جـ) 5 m/s² ، 550 N
(د) 11 m/s² ، 250 N

١١ جسم يتحرك حركة دائرية منتظمة على محيط دائرة نصف قطرها 50 cm بحيث يستغرق زمن قدره 90 s لعمل 45 دورة كاملة، فإن مقدار العجلة المركزية لهذا الجسم يساوى .....

(أ) 4.9 m/s²
(ب) 9.8 cm/s²
(جـ) 9.8 m/s²
(د) 4.9 cm/s²

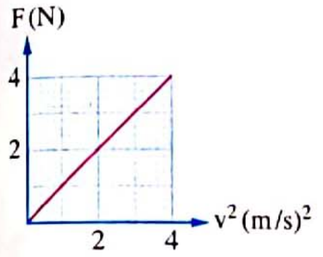
١٢ * سيارة ونش تسحب سيارة مخالفة على طريق أفقى إزاحة 1 km باستخدام حبل كما بالشكل، فيبذل شغل على السيارة بواسطة قوة الشد فى الحبل مقداره 10^5 J، فإن مقدار قوة الشد فى الحبل يساوى .....

(أ) $50\sqrt{3}$ N (ب) 100 N (جـ) $100\sqrt{3}$ N (د) 200 N

١٣ * إذا علمت أن عدد أيام السنة الأرضية 365.25 يوم وتخيلنا أن المسافة بين مركزى الأرض والشمس قلت إلى نصف قيمتها، فإنه بفرض ثبات مدة دوران الأرض حول نفسها، كم يصبح عدد أيام السنة الأرضية ؟

(أ) 1033.1 يوم (ب) 365.25 يوم (جـ) 182.63 يوم (د) 129.14 يوم

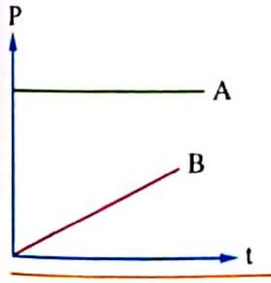
١٤ * الشكل البيانى المقابل يعبر عن العلاقة بين القوة المركزية (F) المؤثرة على جسم كتلته 2 kg يتحرك حركة دائرية منتظمة ومربع السرعة الخطية (v^2) التى يتحرك بها الجسم، فإن نصف قطر المسار الدائرى المنتظم الذى يتحرك فيه الجسم يساوى .....



(أ) 0.2 m (ب) 0.5 m
(جـ) 2 m (د) 4 m

أجب عما يأتى (١٥ ، ١٦) :

١٥ الشكل البيانى المقابل يعبر عن العلاقة بين كمية تحرك جسمين A ، B والزمن، وضح أى من الجسمين يتأثر بقوة محصلة، مع ذكر السبب.

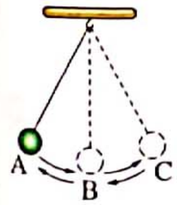


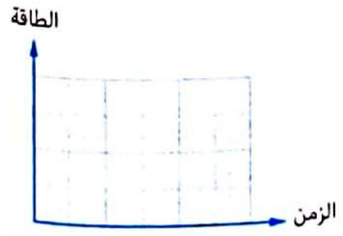
.....

.....

.....

١٦ الشكل المقابل يوضح بندول بسيط يتحرك من الموضع A إلى الموضع B ثم إلى الموضع C، ارسم على الشبكة البيانية المقابلة العلاقة بين كل من طاقة الوضع وطاقة الحركة والطاقة الميكانيكية للبندول مع الزمن موضحًا المواضع الثلاثة.





نموذج امتحان 2

الأسئلة المشار إليها بالعلامة * مجاب عنها تفصيليًا

اختر الإجابة الصحيحة (١ : ١٤) :

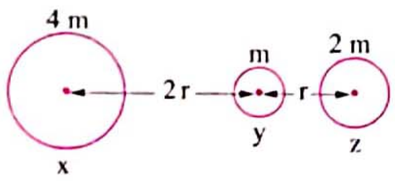
١ تتحرك سيارة فى مسار دائرى يميل على الأفقى بزاوية، فتكون القوة الجاذبة المركزية المؤثرة على السيارة هى .....

(أ) المركبة الرأسية لقوة رد الفعل فقط
(ب) المركبة الأفقية لقوة الاحتكاك فقط
(جـ) مجموع المركبتين الرأسيتين لكل من قوة رد الفعل وقوة الاحتكاك
(د) مجموع المركبتين الأفقيتين لكل من قوة رد الفعل وقوة الاحتكاك

٢ بدأت شاحنة كتلتها 4×10^3 kg حركتها من السكون على طريق مستقيم تحت تأثير قوتين إحداهما هى دفع المحرك إلى الأمام ومقدارها 3×10^4 N والقوة الثانية هى قوة الاحتكاك مع الطريق ومقدارها 28×10^3 N، فعند وصول سرعة الشاحنة إلى 3 m/s تكون قد قطعت إزاحة تساوى .....

(أ) 9 m (ب) 15 m (جـ) 20 m (د) 27 m

٣ الشكل المقابل يوضح ثلاث كرات x ، y ، z موضوعة فى مستوى واحد، فتكون النسبة بين قوة التجاذب المادى بين الكرتين x ، y وقوة التجاذب المادى بين الكرتين y ، z $\left(\frac{F_{xy}}{F_{yz}}\right)$ هى .....

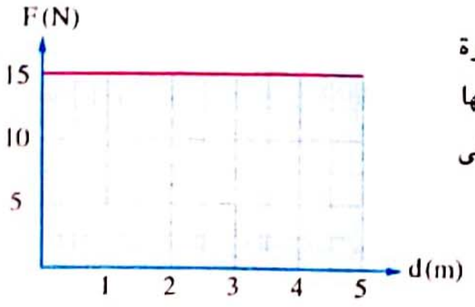


(أ) $\frac{1}{2}$ (ب) $\frac{8}{1}$ (جـ) $\frac{1}{4}$ (د) $\frac{1}{\sqrt{2}}$

٤ سقط جسم كتلته 1 kg من ارتفاع 180 m من سطح الأرض، فإن كمية الحركة الخطية للجسم لحظة اصطدامه بسطح الأرض تساوى ..... ($g = 10\ m/s^2$)

(أ) 60 kg.m/s (ب) 120 kg.m/s (جـ) 180 kg.m/s (د) 240 kg.m/s

٥ الشكل البيانى المقابل يبين العلاقة بين القوة المحصلة (F) المؤثرة على جسم يتحرك فى اتجاه ثابت والإزاحة (d) التى يقطعها الجسم فى اتجاه القوة، فيكون الشغل الذى تبذله هذه القوة على الجسم ليقطع إزاحة 5 m هو .....



(أ) 12.5 J (ب) 37.5 J
(جـ) 45 J (د) 75 J

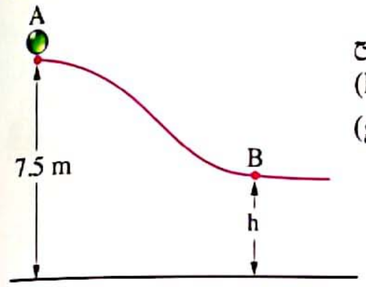
٦ إذا سقطت كرة تنس طاولة وكرة بولينج من نفس الارتفاع، فعندما تبلغان نصف الارتفاع الرأسى يصبح لهما نفس المقدار من ..... (اعتبر مقاومة الهواء مهملة)

(أ) السرعة (ب) طاقة الوضع (جـ) طاقة الحركة (د) الطاقة الميكانيكية

٧ يتحرك جسم حركة دائرية منتظمة فى مسار دائرى أفقى بحيث يتم دورة كاملة فى زمن T، فإذا قلت القوة الجاذبة المركزية المؤثرة على الجسم للربع مع ثبوت نصف قطر المسار الدائرى فإن الزمن الدورى لحركة الجسم يصبح .....

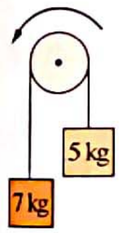
(أ) $\frac{T}{4}$ (ب) $\frac{T}{2}$ (جـ) 2 T (د) 4 T

٨ فى الشكل المقابل تنزلق كرة ساكنة كتلتها m من الموضع A على سطح أملس، فإذا كانت سرعة الكرة عند الموضع B هى 5 m/s فإن الارتفاع (h) للموضع B عن سطح الأرض يساوى ..... ($g = 10\ m/s^2$)



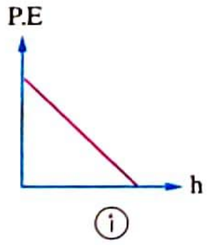
(أ) 6.25 m (ب) 5 m (جـ) 3.75 m (د) 2.5 m

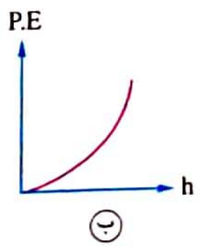
٩ ثقلان متصلان بحبل مهمل الكتلة يتحرك حول بكرة ملساء فى الاتجاه الموضح بالشكل المقابل، فإن مقدار العجلة التى يتحرك بها الثقلان يساوى ..... (علمًا بأن : $g = 10\ m/s^2$)

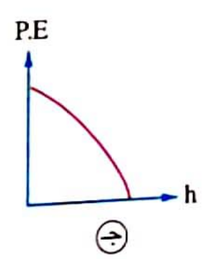


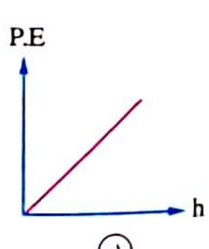
(أ) $0.52\ m/s^2$ (ب) $1.03\ m/s^2$ (جـ) $1.67\ m/s^2$ (د) $2\ m/s^2$

١٠ عند قذف جسم رأسيًا لأعلى من سطح الأرض يكون الشكل البيانى المعبر عن العلاقة بين طاقة وضع الجسم (P.E) والارتفاع (h) عن سطح الأرض أثناء الصعود هو .....

(أ) 

(ب) 

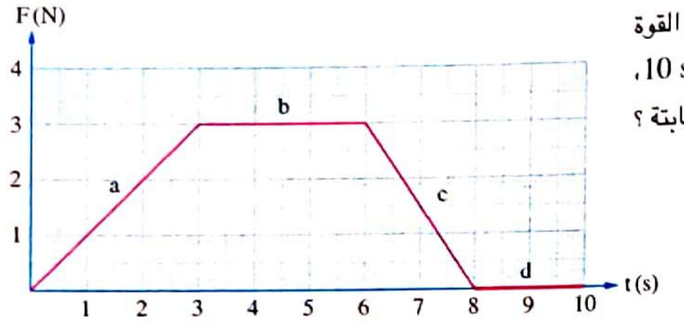
(جـ) 

(د) 

١١ اتجاه السرعة المدارية لقمر صناعى يدور حول الأرض يصنع مع اتجاه قوة الجاذبية الأرضية زاوية مقدارها .....

(أ) zero (ب) 45° (جـ) 90° (د) 180°

١٢ * الشكل البيانى المقابل يوضح تغير القوة المحصلة (F) المؤثرة على جسم خلال 10 s، ما المرحلة التى تكون فيها سرعة الجسم ثابتة ؟



(أ) المرحلة a
(ب) المرحلة b
(جـ) المرحلة c
(د) المرحلة d

١٣ * إذا علمت أن القمر يكمل دورة كاملة حول الأرض كل 27.3 يوم، ما ارتفاع القمر فوق سطح الأرض ؟
(علمًا بأن : $R = 6400\ km$ ، $G = 6.67 \times 10^{-11}\ N.m^2/kg^2$ ، $M = 6 \times 10^{24}\ kg$)

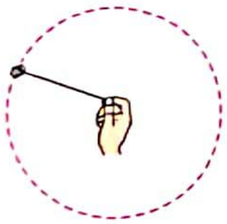
(أ) 3.54×10^7 m (ب) 3.96×10^7 m (جـ) 3.24×10^8 m (د) 3.77×10^8 m

١٤ السهم فى الشكل المقابل يوضح اتجاه القوة التى تؤثر بها الأرض على القمر الصناعى، فإن القمر الصناعى .....

(أ) يُبذل عليه شغل، لأن اتجاه الحركة مماس للمسار الدائرى
(ب) يُبذل عليه شغل، لأن اتجاه القوة فى نفس اتجاه الحركة
(جـ) لا يُبذل عليه شغل، لأن اتجاه القوة عمودى على اتجاه الحركة
(د) لا يُبذل عليه شغل، لأن محصلة القوى المؤثرة على القمر الصناعى تساوى صفر

أجب عما يأتى (١٥ ، ١٦) :

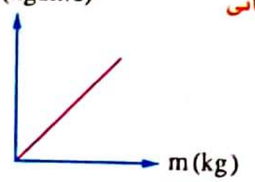
١٥ ما اتجاه القوة المحصلة المؤثرة على حجر مثبت فى نهاية خيط عند تدويره بسرعة ثابتة فى مسار دائرى أفقى كما بالشكل المقابل ؟ وما اتجاه حركة الحجر إذا انقطع الخيط ؟

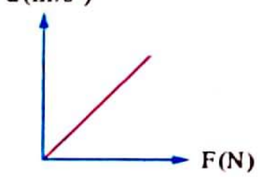


.....

.....

١٦ اكتب العلاقة الرياضية التى يعبر عنها الشكل البيانى وما يساويه ميل الخط المستقيم لكل شكل :

(١) 

(٢) 

.....

.....

.....

نموذج امتحان 3

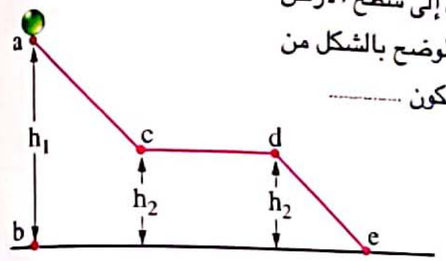
الأسئلة المشار إليها بالعلامة (*) مجاب عنها تفصيليًا

اختر الإجابة الصحيحة (١ : ١٤) :

١ جسم يدور فى مسار دائرى نصف قطره r بسرعة v تحت تأثير قوة جاذبة مركزية F، فإذا زادت سرعته إلى $\sqrt{2}$ v ودار الجسم فى نفس المدار فإن هذا يعنى أن القوة الجاذبة المركزية المؤثرة عليه أصبحت .....

(أ) 2 F (ب) $\sqrt{2}$ F (جـ) $\frac{F}{\sqrt{2}}$ (د) $\frac{F}{2}$

٢ يوضح الشكل المقابل كرة موضوعة أعلى سطح مائل يمكن أن تصل إلى سطح الأرض عن طريق سقوطها رأسيًا من a إلى b أو انزلاقها على المستوى الموضح بالشكل من a إلى e مرورًا بالنقاط c ، d، فبإهمال مقاومة الهواء والاحتكاك تكون .....



(أ) طاقة حركة الكرة عند الموضعين c ، d متساوية

(ب) طاقة حركة الكرة عند الموضعين b ، e متساوية

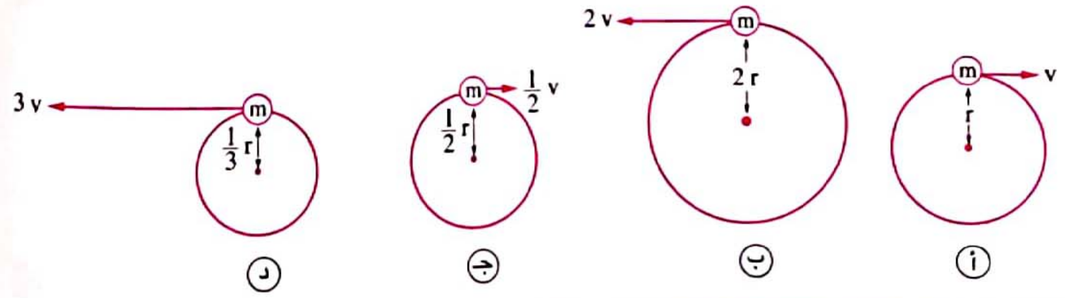
(جـ) الطاقة الميكانيكية للكرة عند الموضعين b ، d متساوية

(د) جميع ما سبق

٣ يتحرك جسم بسرعة 2 m/s فإذا أثرت عليه قوة محصلة مقدارها 8 N فى نفس اتجاه حركته لمدة 5 s، فإن التغير فى كمية حركته خلال هذه المدة يساوى .....

(أ) 8 kg.m/s (ب) 24 kg.m/s (جـ) 40 kg.m/s (د) 48 kg.m/s

٤ الأشكال التالية تعبر عن أربعة أجسام متساوية فى الكتلة تتحرك حركة دائرية منتظمة، أى من هذه الأجسام يتأثر بقوة جاذبة مركزية أكبر ؟

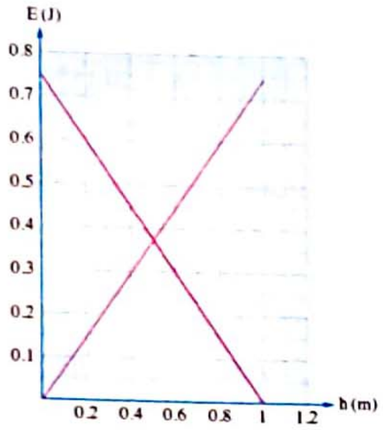


(أ) (ب) (جـ) (د)

٥ جسمان البُعد بينهما r فإذا زادت كتلة أحد الجسمين للضعف، فإن مقدار التغير فى البُعد بينهما بحيث تقل قوة التجاذب المادى بينهما للنصف يساوى .....

(أ) $\frac{r}{4}$ (ب) $\frac{r}{2}$ (جـ) r (د) 2 r

٦ الشكل البيانى المقابل يمثل تغير كل من طاقة الحركة وطاقة الوضع لجسم أثناء سقوطه نحو سطح الأرض فإن الطاقة الميكانيكية للجسم تساوى .....



(أ) 0.35 J

(ب) 0.6 J

(جـ) 0.75 J

(د) 0.8 J

٧ قوة الجذب المركزية المؤثرة على سيارة تنعطف فى مسار دائرى أفقى هى .....

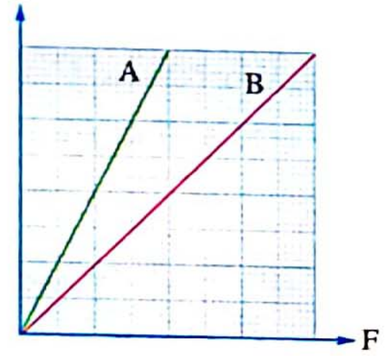
(أ) مجموع المركبة الأفقية لقوة الاحتكاك والمركبة الرأسية لقوة رد الفعل

(ب) مجموع المركبتين الأفقيتين لقوة الاحتكاك وقوة رد الفعل

(جـ) قوة رد الفعل فقط

(د) قوة الاحتكاك فقط

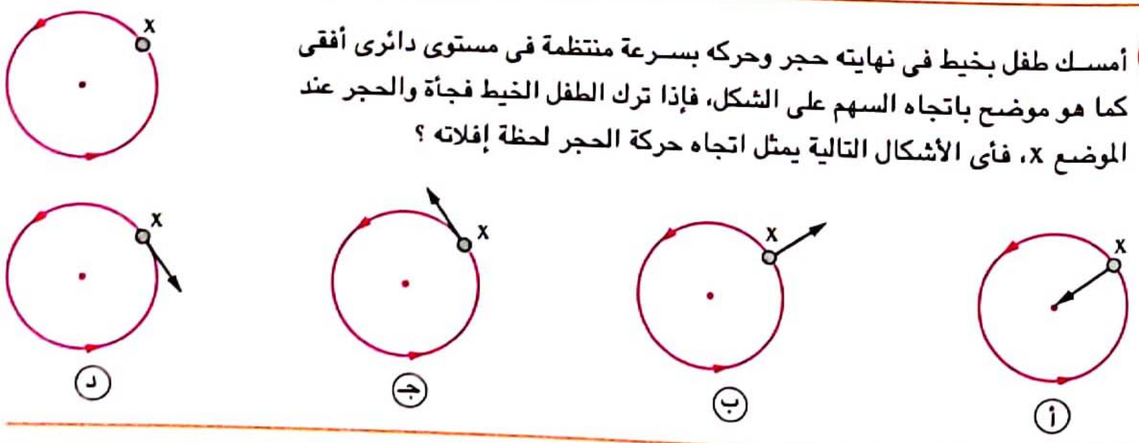
٨ الشكل البيانى المقابل يوضح تغير العجلة (a) مع تغير مقدار القوة المحصلة (F) المؤثرة على جسمين مختلفين A ، B ، فإن النسبة بين كتلتى الجسمين $\left(\frac{m_A}{m_B}\right)$ تساوى .....



(أ) $\frac{2}{1}$ (ب) $\frac{1}{2}$

(جـ) $\frac{1}{1}$ (د) $\frac{2}{3}$

٩ أمسك طفل بخيط فى نهايته حجر وحركه بسرعة منتظمة فى مستوى دائرى أفقى كما هو موضح باتجاه السهم على الشكل، فإذا ترك الطفل الخيط فجأة والحجر عند الموضع x، فأى الأشكال التالية يمثل اتجاه حركة الحجر لحظة إفلاته ؟



(أ) (ب) (جـ) (د)

١٠ إذا تناقصت الطاقة الحركية لسيارة إلى ربع ما كانت عليه، فإن كمية حركتها .....

(أ) تقل للربع (ب) تقل للنصف (جـ) تزداد لأربع أمثالها (د) تظل كما هى

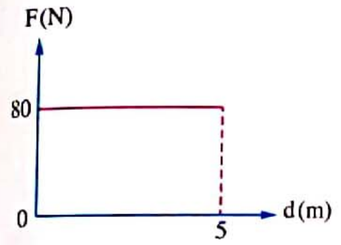
١١ يدور قمر صناعى على ارتفاع 10^6 m من مركز كوكب ما بحيث كانت عجلة الجاذبية عند مداره $4\ m/s^2$، فتكون السرعة المدارية له هى .....

(أ) 2×10^6 m/s (ب) 4×10^6 m/s (جـ) 2×10^3 m/s (د) 10^3 m/s

١٢ * جسم وزنه 60 N وطاقته الحركية 27 J، فإن مقدار كمية التحرك لهذا الجسم يساوى .....
$(g = 10\ m/s^2)$

(أ) 21 kg.m/s (ب) 18 kg.m/s (جـ) 15 kg.m/s (د) 9 kg.m/s

١٣ * الشكل البيانى المقابل يوضح العلاقة بين القوة (F) المؤثرة على جسم والإزاحة (d) التى يقطعها الجسم نتيجة تأثره بهذه القوة، ما مقدار الشغل المبذول على الجسم بواسطة هذه القوة ؟



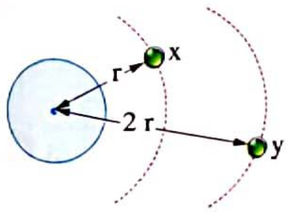
(أ) 400 J (ب) 200 J (جـ) 100 J (د) 80 J

١٤ * جسم كتلته 35 kg رفع إلى سطح منزل باستخدام حبل أقصى قوة شد يتحملها 490 N، فإن أقصى عجلة يمكن أن يكتسبها الجسم أثناء صعوده تساوى .....
$(g = 10\ m/s^2)$

(أ) $14\ m/s^2$ (ب) $10\ m/s^2$ (جـ) $4\ m/s^2$ (د) $2\ m/s^2$

أجب عما يأتى (١٥ ، ١٦) :

١٥ الشكل المقابل يوضح نجم كتلته M يدور حوله كوكبان x ، y، فإذا كانت كتلة الكوكب x هى 10^{24} kg وكانت قوة جذب النجم للكوكبين متساوية، احسب كتلة الكوكب y



.....

.....

.....

.....

١٦ قُذفت كرتان متماثلتان من قمة مبنى إحداهما قُذفت رأسيًا لأعلى والأخرى قُذفت رأسيًا لأسفل بنفس السرعة الابتدائية، قارن بين طاقتى حركتيهما لحظة اصطدامهما بسطح الأرض.

.....

.....

.....

.....

نموذج امتحان 4

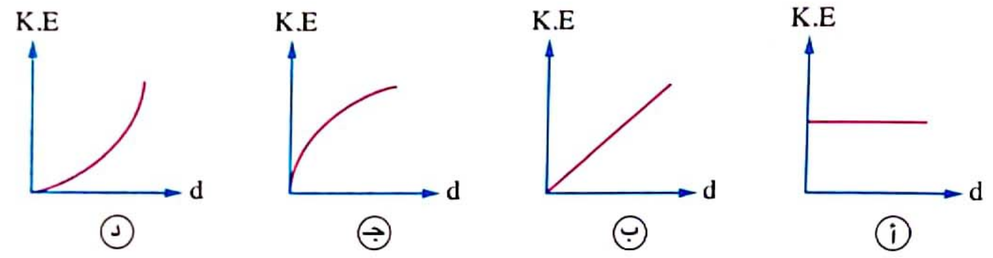
الأسئلة المشار إليها بالعلامة * مجاب عنها تفصيليًا

اختر الإجابة الصحيحة (١ : ١٤) :

١ حاول شخص دفع صندوق كتلته 50 kg موضوع على سطح أفقى خشن لكنه لم يستطع، فتكون محصلة القوى المؤثرة على الصندوق .....
$(g = 10\ m/s^2)$

(أ) 0 (ب) 50 N (جـ) 500 N (د) قيمة غير معلومة

٢ إذا تحرك جسم من السكون بعجلة منتظمة (a) فإن الشكل البيانى المعبر عن العلاقة بين الإزاحة المقطوعة وطاقة حركته هو .....

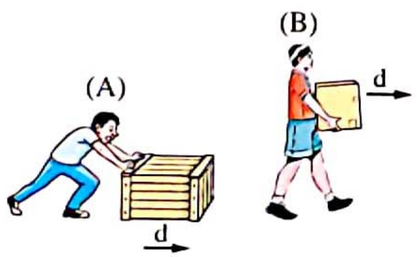


٣ يدور قمر صناعى حول كوكب بسرعة مماسية 9 km/s وكانت المسافة بين القمر الصناعى ومركز الكوكب 5.43×10^6 m، فيكون الزمن الدورى للقمر الصناعى هو .....

(أ) $1.21\ \pi \times 10^6$ s (ب) $1.21\ \pi \times 10^3$ s

(جـ) $6\ \pi \times 10^6$ s (د) $6\ \pi \times 10^3$ s

٤ فى الشكل المقابل .....



(أ) يد الرجلين A ، B تبذلان شغل

(ب) يد الرجل A تبذل شغل بينما يد الرجل B لا تبذل شغل

(جـ) يد الرجل B تبذل شغل بينما يد الرجل A لا تبذل شغل

(د) يد الرجلين A ، B لا تبذلان شغل

٥ إذا كانت قوة التجاذب المادى بين جسمين 0.04 N، فإذا تضاعفت المسافة بينهما فإن قوة التجاذب المادى تصبح .....

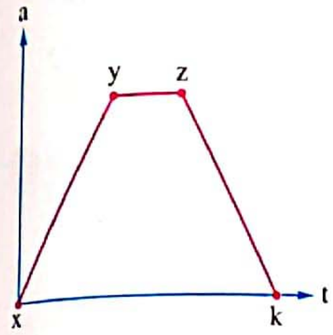
(أ) 0.16 N (ب) 0.08 N

(جـ) 0.02 N (د) 0.01 N

٦ يتحرك جسم حركة دائرية منتظمة بسرعة مماسية 10 m/s فيقطع إزاحة $10\sqrt{2}$ m خلال $\frac{1}{4}$ دورة، فإن الزمن الدورى لحركة الجسم يساوى .....

(أ) $\frac{22}{7}$ s (ب) $\frac{44}{7}$ s (جـ) $\frac{1}{\sqrt{2}}$ s (د) $\sqrt{2}$ s

٧ الشكل البيانى المقابل يمثل العلاقة بين العجلة (a) لجسم بدأ حركته من السكون والزمن (t)، عند أى نقطة يكون مقدار كمية تحرك الجسم أكبر ؟

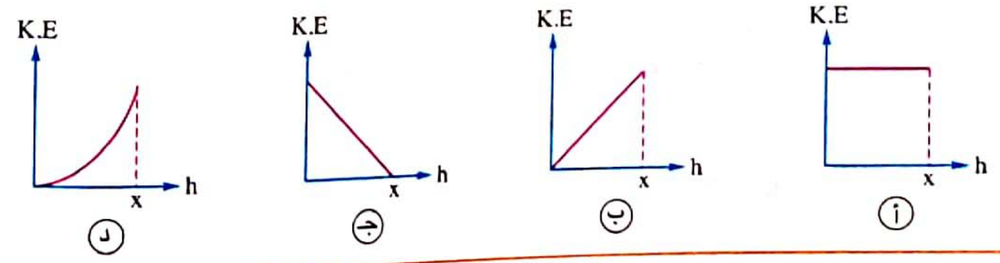


(أ) النقطة x
(ب) النقطة y
(جـ) النقطة z
(د) النقطة k

٨ بزيادة بُعد القمر الصناعى عن مركز الأرض، فإن .....

	الزمن الدورى	السرعة المدارية
(أ)	يقل	تقل
(ب)	يزداد	تزداد
(جـ)	يقل	تزداد
(د)	يزداد	تقل

٩ قُذف جسم من سطح الأرض رأسيًا لأعلى وكان أقصى ارتفاع له عن سطح الأرض عند نقطة x، أى الأشكال البيانية التالية يمثل العلاقة بين طاقة الحركة (K.E) للجسم والارتفاع (h) عن سطح الأرض ؟



(أ) (ب) (جـ) (د)

١٠ يدور قمر صناعى كتلته 10^3 kg حول كوكب كتلته 10^{24} kg فى مدار يبعد عن مركز الكوكب 6.67×10^5 m، فتكون السرعة المدارية للقمر الصناعى هى .....

(علمًا بأن : $G = 6.67 \times 10^{-11}$ N.m^2/kg^2)

(أ) 10^4 m/s (ب) 10^5 m/s (جـ) 10^3 m/s (د) 6.67×10^3 m/s

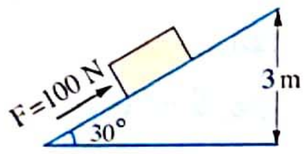
١١ يسقط جسم كتلته 19 kg سقوطًا حرًا من ارتفاع قدره 60 m فإن طاقة حركته عند منتصف مسافة السقوط تساوى ..... ($g = 10$ m/s^2)

(أ) 2850 J (ب) 5700 J (جـ) 8550 J (د) 11400 J

١٢ * أثرت قوة محصلة مقدارها F على جسم كتلته m فاكسبته عجلة مقدارها a، فإذا أثرت قوة محصلة مقدارها 4 F على جسم كتلته 2 m، فإن مقدار العجلة التى يكتسبها الجسم الثانى يساوى .....

(أ) $\frac{a}{2}$ (ب) a (جـ) 2 a (د) 4 a

١٣ * من الشكل المقابل، الشغل المبذول بواسطة القوة F لدفع الصندوق من مستوى الأرض لأعلى المستوى المائل يساوى .....



(أ) 300 J (ب) 450 J (جـ) 600 J (د) 750 J

١٤ * طيار يقود طائرة بسرعة 60 m/s فى مسار دائرى منتظم نصف قطره 200 m، فإذا كانت القوة الجاذبة المركزية المؤثرة على الطائرة 1.71×10^5 N، فإن كتلة الطائرة تساوى .....

(أ) 10^3 kg (ب) 9.5×10^3 kg (جـ) 19×10^3 kg (د) 570×10^3 kg

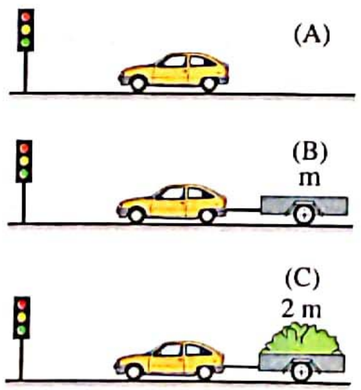
أجب عما يأتى (١٥ ، ١٦) :

١٥ احسب النسبة بين عجلة الجاذبية على سطح القمر وعجلة الجاذبية على سطح الأرض إذا علمت أن كتلة الأرض 5.976×10^{24} kg ونصف قطرها 6.4×10^6 m وكتلة القمر 7.35×10^{22} kg ونصف قطره 1.74×10^6 m

.....

.....

١٦ الشكل المقابل يوضح ثلاث سيارات متماثلة كتلة كل منها m، رتب تصاعديًا السيارات الثلاث من حيث أقصى قيمة للعجلة التى يمكن أن تتحرك بها كل منها بعد تجاوزها الإشارة.



.....

.....

.....

.....

.....

نموذج امتحان 5

الأسئلة المشار إليها بالعلامة (*) مجاب عنها تفصيليًا

اختر الإجابة الصحيحة (١ : ١٤) :

١ يتحرك جسم حركة دائرية منتظمة نتيجة تأثره بقوة محصلة مقدارها 40 N، فإذا كان مقدار إزاحة الجسم فى لحظة معينة 10 m فإن الشغل المبذول على الجسم بواسطة القوة المركزية يساوى .....

(أ) 0 J (ب) 4 J (جـ) 40 J (د) 400 J

٢ قمر صناعى يدور حول كوكب بسرعة 8.4×10^3 m/s ويستغرق زمن قدره 1.6 h ليدور دورة كاملة حول الكوكب، فإن طول المسار الدائرى للقمر الصناعى يساوى .....

(أ) 3.62×10^4 km (ب) 3.95×10^4 km (جـ) 4.52×10^4 km (د) 4.84×10^4 km

٣ تجر طفلة عربة صغيرة كتلتها 0.5 kg على طريق أفقى مهمل الاحتكاك بقوة مقدارها 25 N، فإن مقدار قوة جذب الأرض للعربة يساوى ..... ($g = 10\ m/s^2$)

(أ) 0.5 N (ب) 5 N (جـ) 20 N (د) 25 N

٤ تسير سيارة كتلتها 1250 kg بسرعة 29.2 m/s، فيكون الشغل الذى يجب أن تبذله المكابح لإيقاف السيارة يساوى حوالى .....

(أ) 426 kJ (ب) 533 kJ (جـ) – 426 kJ (د) – 533 kJ

٥ حجر مربوط بخيط ويتحرك حركة دائرية منتظمة فى مستوى أفقى، فإذا قطع الخيط فإن الحجر .....

(أ) يستمر فى الحركة حول المركز بنفس السرعة

(ب) يستمر فى الحركة حول المركز بسرعة أقل

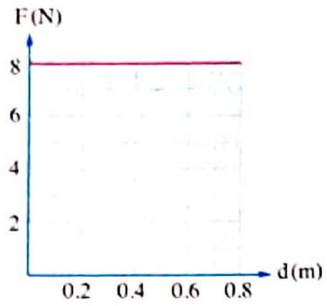
(جـ) يسقط مباشرةً على الأرض

(د) يتحرك فى اتجاه مماس المسار الدائرى

٦ تتحرك عربة ملاهى من قمة التل الأول التى تبعد عن سطح الأرض مسافة رأسية 40 m بسرعة 2 m/s حتى وصلت إلى قمة التل الثانى الذى ارتفاعه عن سطح الأرض 15 m، بإهمال قوى الاحتكاك ومقاومة الهواء تكون سرعة العربة عند قمة التل الثانى هى ..... ($g = 9.8\ m/s^2$)

(أ) 11.55 m/s (ب) 12.25 m/s (جـ) 18.22 m/s (د) 22.23 m/s

٧ الشكل البيانى المقابل يمثل العلاقة بين القوة (F) المؤثرة على جسم والإزاحة (d) التى يقطعها الجسم نتيجة تأثره بهذه القوة، فيكون مقدار الشغل الذى تبذله هذه القوة على الجسم ليقطع إزاحة 0.8 m هو .....

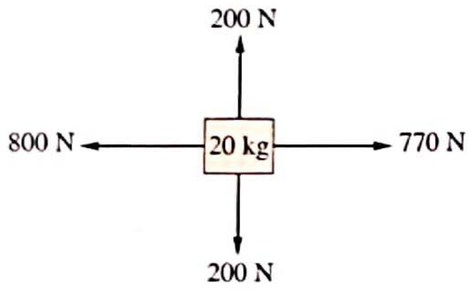


(أ) 1 J (ب) 3.2 J (جـ) 6.4 J (د) 12.8 J

٨ أمسك طفل بأحد طرفى خيط وعلق بالطرف الآخر كرة كتلتها 0.2 kg ثم أدار الخيط فتحركت الكرة بسرعة منتظمة مقدارها π m/s فى مسار دائرى أفقى نصف قطره 60 cm فإن مقدار قوة الشد فى الخيط يساوى .....

(أ) 3.29 N (ب) 2.11 N (جـ) 1.64 N (د) 1.05 N

٩ فى الشكل المقابل مقدار كل من القوة المحصلة المؤثرة على الكتلة وعجلة تحركها على الترتيب هو .....



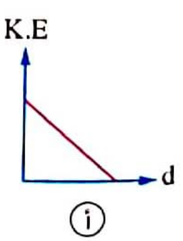
(أ) 10 m/s² ، 200 N (ب) 1.5 m/s² ، 200 N

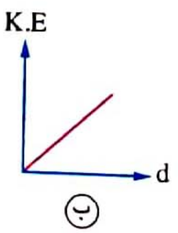
(جـ) 10 m/s² ، 30 N (د) 1.5 m/s² ، 30 N

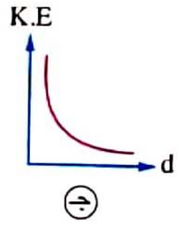
١٠ قمر صناعى يدور فى مسار دائرى منتظم حول الأرض بسرعة مدارية $\sqrt{\frac{2GM}{3R}}$ حيث M كتلة الأرض وR نصف قطر الأرض، فإن ارتفاع القمر الصناعى عن سطح الأرض هو .....

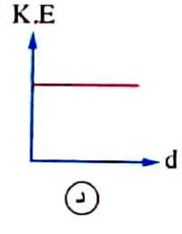
(أ) R (ب) $\frac{2R}{3}$ (جـ) $\frac{3R}{2}$ (د) $\frac{R}{2}$

١١ الشكل البيانى المعبر عن العلاقة بين طاقة حركة جسم (K.E) يسقط سقوطًا حرًا وبُعده (d) عن موضعه الأصلى هو .....

(أ) 

(ب) 

(جـ) 

(د) 

١١ * فى الشكل المقابل قمران صناعيان S_1 ، S_2 كتلتيهما 2 m ، m على الترتيب يدوران على ارتفاع متساوى من مركز الأرض، فإن النسبة بين الزمن الدورى للقمر S_1 والزمن الدورى للقمر S_2 تساوى .....

أ $\frac{2}{1}$ ب $\frac{\sqrt{2}}{1}$ جـ $\frac{1}{2}$ د $\frac{1}{1}$

١٢ * سقطت كرة كتلتها 2 kg من ارتفاع 20 m فوق سطح الأرض فاصطدمت به، فإذا قلت طاقتها بمقدار 76 J نتيجة الاصطدام، ما السرعة التى ترتد بها الكرة لأعلى ؟ $(g = 10\ m/s^2)$

أ 12 m/s ب 14 m/s جـ 16 m/s د 18 m/s

١٣ * سائق دراجة يصعد تلة على شكل قوس دائرى نصف قطره 50 m، فإن أقصى سرعة يمكن أن تسير بها الدراجة عندما تكون عند قمة التلة بحيث تبقى الدراجة ملامسة للتلة تساوى ..... $(g = 10\ m/s^2)$

أ 70.71 m/s ب 31.32 m/s جـ 22.36 m/s د 15.81 m/s

أجب عما يأتى (١٥ ، ١٦) :

١٥ عندما تقفز من ارتفاع معين إلى سطح الأرض فإنك تثنى رجليك لحظة ملامسة قدميك لسطح الأرض. فسر ذلك.

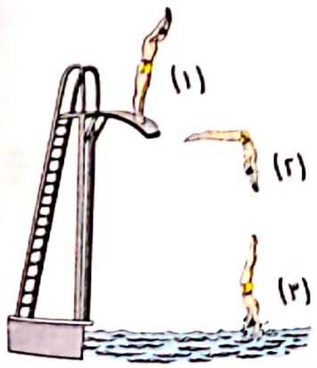
.....

.....

١٦ فى الشكل المقابل،

عند أى المواضع تكون طاقة الحركة للرجل أكبر ما يمكن ؟

مع التعليل.



.....

.....

.....

.....

نموذج امتحان 6

الأسئلة المشار إليها بالعلامة * مجاب عنها تفصيليًا

اختر الإجابة الصحيحة (١ : ١٤) :

١ الشكل البيانى المعبر عن شدة مجال الجاذبية (g) لكوكب عند نقطة هو .....

أ g ، d — بُعد النقطة عن سطح الكوكب

ب g ، $\frac{1}{m}$ — مقلوب كتلة جسم موضوع عند تلك النقطة

جـ g ، $\frac{1}{M}$ — مقلوب كتلة الكوكب

د g ، $\frac{1}{r^2}$ — مقلوب مربع بُعد النقطة عن مركز الكوكب

٢ جسم كتلته 8 kg يتحرك فى خط مستقيم دخل بسرعة 20 m/s إلى سطح خشن فتناقصت سرعته بسبب الاحتكاك حتى توقف تمامًا بعد أن قطع مسافة 40 m، فإن مقدار متوسط قوة الاحتكاك يساوى .....

أ 80 N ب 60 N جـ 40 N د 20 N

٣ جسم يتحرك فى مسار دائرى بسرعة ثابتة، فيكون اتجاه عجلة حركته .....

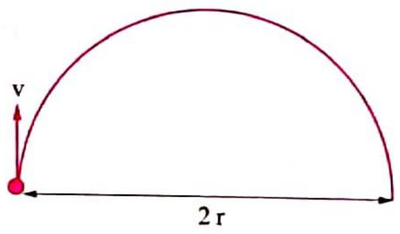
أ فى اتجاه سرعته ب فى اتجاه مركز الدوران

جـ بعيدًا عن مركز الدائرة د مماسًا للمسار الدائرى

٤ جسمان متساويان فى الكتلة فإذا تأثرا بقوتين محصلتين مختلفتين النسبة بينهما $\frac{3}{1}$ ، فإن النسبة بين عجلتى الحركة للجسمين على الترتيب هى .....

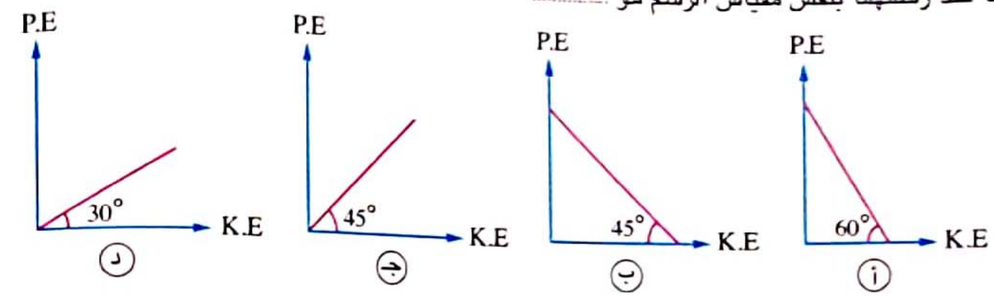
أ $\frac{1}{3}$ ب $\frac{3}{1}$ جـ $\frac{1}{9}$ د $\frac{9}{1}$

٥ الشكل المقابل يوضح جسم يتحرك فى منحنى على شكل نصف دائرة بسرعة ثابتة، فإذا قطع المنحنى خلال 8 s فإن السرعة المماسية للجسم تساوى m/s .....



أ $\frac{\pi r}{2}$ ب $\frac{\pi r}{4}$ جـ $\frac{\pi r}{8}$ د $\frac{\pi r}{16}$

٦ الشكل البيانى الذى يمثل العلاقة بين K.E ، P.E لجسم يسقط سقوطًا حرًا فى مجال جاذبية الأرض من ارتفاع ما عند رسمهما بنفس مقياس الرسم هو .....



٧ سقط جسم كتلته 2 kg من ارتفاع 10 m على أرض رخوة واستقر فيها بعد أن قطع مسافة 4 cm داخل الأرض الرخوة، فيكون متوسط القوة التى تؤثر بها الأرض الرخوة على الجسم يساوى ..... $(g = 10\ m/s^2)$

(أ) – 200 N (ب) – 3000 N
(جـ) – 5000 N (د) – 8000 N

٨ كرة كتلتها 3 kg تتحرك على مستوى أفقى اصطدمت بحائط بسرعة 2 m/s وارتدت بنصف سرعتها، فإن الطاقة المفقودة نتيجة التصادم تساوى .....

(أ) 1.5 J (ب) 4.5 J
(جـ) 6 J (د) 13.5 J

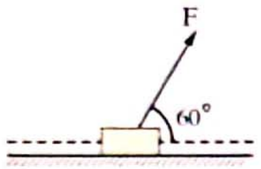
٩ تتكسر البيضة عادةً عند سقوطها على سطح صلب ولا تتكسر عند سقوطها على وسادة من نفس الارتفاع، لأن فى حالة كسرها يكون .....

(أ) التغير فى كمية الحركة أكبر (ب) التغير فى كمية الحركة أقل
(جـ) زمن التوقف أكبر (د) زمن التوقف أقل

١٠ قمران صناعيان A ، B يدوران حول نفس الكوكب، فإذا كان نصف قطر مدار كل منهما $2 \times 10^6\ m$ ، $10^6\ m$ على الترتيب والزمن الدورى للقمر الصناعى B هو $8 \times 10^7\ s$، فإن الزمن الدورى للقمر الصناعى A يساوى .....

(أ) $5 \times 10^5\ s$ (ب) $4 \times 10^6\ s$
(جـ) $2.3 \times 10^8\ s$ (د) $4.5 \times 10^8\ s$

١١ فى الشكل المقابل وضع صندوق خشبى على سطح أفقى أملس وأثرت عليه قوة F، فإذا كان مقدار الشغل المبذول لإزاحة الصندوق مسافة أفقية 20 m يساوى 1000 J، فإن القوة المؤثرة عليه (F) تساوى .....

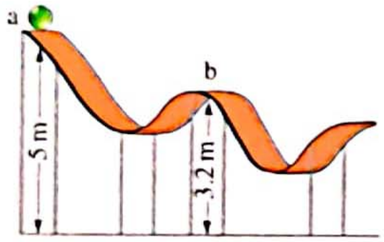


(أ) 2000 N (ب) 1000 N (جـ) 200 N (د) 100 N

١٢ * يدور قمر صناعى على ارتفاع $10^6\ m$ من مركز كوكب ما، فإذا كانت عجلة الجاذبية عند مداره $9\ m/s^2$ فإن السرعة المدارية للقمر تساوى .....

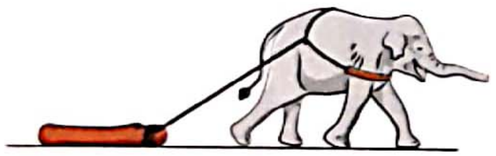
(أ) $9 \times 10^6\ m/s$ (ب) $9 \times 10^3\ m/s$ (جـ) $3 \times 10^3\ m/s$ (د) $3 \times 10^9\ m/s$

١٣ * فى الشكل المقابل انزلقت كرة من السكون من النقطة a عبر مسار مهمل الاحتكاك، فإن سرعة الكرة عند النقطة b تساوى ..... $(g = 10\ m/s^2)$



(أ) 4 m/s (ب) 5 m/s
(جـ) 6 m/s (د) 7.5 m/s

١٤ * فى الشكل المقابل يجر فيل ساقًا خشبية كتلتها 1 ton بواسطة حبل على سطح أفقى قوة احتكاكه مع الساق 400 N فإذا تغيرت سرعة الساق بانتظام من 1 m/s إلى 4 m/s خلال 2 s، فإن المركبة الأفقية لقوة الشد فى الحبل تساوى .....



(أ) 1900 N (ب) 1500 N (جـ) 1100 N (د) 1000 N

أجب عما يأتى (١٥ ، ١٦) :

١٥ بدأت سيارة الحركة فى مسار منحنى زلق فلاحظ سائقها أن السيارة تنحرف عن المسار المنحنى، **فسر ذلك.**

.....

.....

١٦ تظهر قوة التجاذب المادى بين الأجرام السماوية ولا تظهر بين الأشخاص، **فسر ذلك.**

.....

.....

نموذج امتحان 7

الأسئلة المشار إليها بالعلامة ✻ مجاب عنها تفصيليًا

اختر الإجابة الصحيحة (١ : ١٤) :

١ مستعينًا بالشكل المقابل، يتحرك الجسم بعجلة مقدارها .....

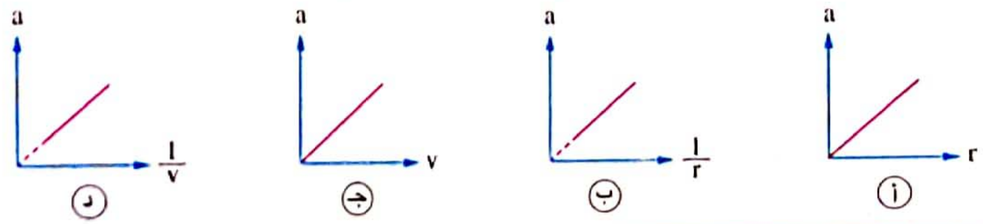
(أ) $2.5\ m/s^2$ (ب) $7.5\ m/s^2$
(جـ) $10\ m/s^2$ (د) $12.5\ m/s^2$

٢ كرتان معلقتان بجوار بعضهما بحيث يكون البُعد بين مركزيهما 0.4 m، فإذا كان وزنهما $9.8 \times 10^2\ N$ ، $1.96 \times 10^2\ N$ فإن مقدار قوة التجاذب المادى بينهما يساوى تقريبًا .....

(علمًا بأن : $g = 10\ m/s^2$ ، $G = 6.67 \times 10^{-11}\ N.m^2/kg^2$)

(أ) $6 \times 10^{-7}\ N$ (ب) $8 \times 10^{-7}\ N$ (جـ) $9 \times 10^{-7}\ N$ (د) $10^{-6}\ N$

٣ الشكل البيانى المعبر عن العجلة المركزية لجسم يتحرك بسرعة ثابتة فى مسار دائرى منتظم هو .....

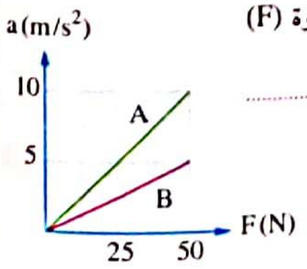


(أ) (ب) (جـ) (د)

٤ تتحرك سيارة صغيرة كتلتها 1400 kg بسرعة قدرها 18 m/s على أرض أفقية وعندما ضغط السائق على دواسة البنزين تأثرت السيارة بقوة ثابتة فأصبحت سرعتها 25 m/s، فإن مقدار الشغل الذى تبذله هذه القوة يساوى .....

(أ) $2.75 \times 10^5\ J$ (ب) $2.5 \times 10^5\ J$ (جـ) $2.1 \times 10^5\ J$ (د) $10^5\ J$

٥ الشكل البيانى المقابل يمثل العلاقة بين العجلة (a) لحركة جسمين A ، B والقوة (F) المحصلة المؤثرة على كل منهما، فإن النسبة بين كتلتى الجسمين $\left(\frac{m_A}{m_B}\right)$ تساوى .....

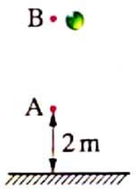


(أ) $\frac{1}{1}$ (ب) $\frac{1}{2}$
(جـ) $\frac{5}{1}$ (د) $\frac{2}{1}$

٦ قمر صناعى يدور حول الأرض فى مسار دائرى على ارتفاع من سطح الأرض يساوى $\frac{1}{3}$ نصف قطر الأرض، فإذا كانت عجلة الجاذبية على سطح الأرض $10\ m/s^2$، تكون عجلة الجاذبية عند هذا الارتفاع هى .....

(أ) $2.5\ m/s^2$ (ب) $5.6\ m/s^2$ (جـ) $10\ m/s^2$ (د) $30\ m/s^2$

٧ فى الشكل المقابل جسم كتلته 10 kg يسقط رأسيًا سقوطًا حرًا، فإذا كانت الطاقة الميكانيكية للجسم عند النقطة B هى 800 J، فإن طاقة حركته عند النقطة A تساوى ..... $(g = 10\ m/s^2)$

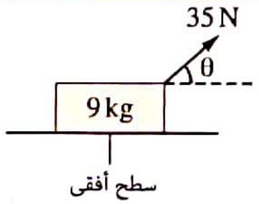


(أ) 800 J (ب) 600 J (جـ) 400 J (د) 200 J

٨ عندما يتحرك جسم حركة دائرية منتظمة فإن .....

	مقدار السرعة الخطية	اتجاه السرعة الخطية
(أ)	متغير	ثابت
(ب)	متغير	متغير
(جـ)	ثابت	متغير
(د)	ثابت	ثابت

٩ فى الشكل المقابل جسم كتلته 9 kg تؤثر عليه قوة مقدارها 35 N وتميل على الأفقى بزاوية θ فتحركه أفقيًا إزاحة 2.7 m على سطح أفقى مهمل الاحتكاك، فإذا كان مقدار التغير فى طاقة حركة الجسم عند تحركه تلك الإزاحة هو 77 J فإن الزاوية (θ) التى تميل بها القوة على الأفقى تساوى .....

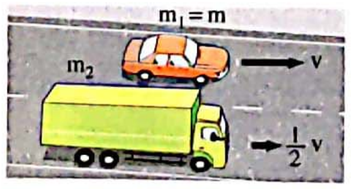


(أ) 14.15° (ب) 35.43° (جـ) 54.57° (د) 75.85°

١٠ يدور قمران حول كوكب ما، فإذا كان القمر الأول يستغرق 20 يومًا ليدور دورة كاملة حول الكوكب ويبعد عن مركزه $2 \times 10^5\ km$ فى حين أن القمر الثانى يستغرق 160 يومًا، فإن بُعد القمر الثانى عن مركز الكوكب يساوى .....

(أ) $16 \times 10^5\ km$ (ب) $8 \times 10^5\ km$ (جـ) $5 \times 10^4\ km$ (د) $2.5 \times 10^4\ km$

١١ الشكل المقابل يوضح سيارتين طاقتى حركتيهما متساويتين، فتكون قيمة m_2 هى .....



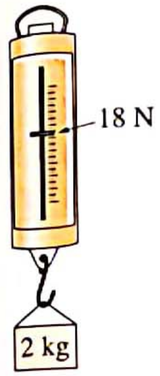
(أ) m (ب) 2 m
(جـ) 4 m (د) 8 m

١٢ * قمر صناعى يدور حول الأرض، فإذا كانت كتلته 300 kg ومقدار كمية تحركه الخطية 1.77×10^6 kg.m/s، فإن نصف قطر مدار القمر يساوى ..... $(G = 6.67 \times 10^{-11}\ N.m^2/kg^2 \ ، \ M = 5.98 \times 10^{24}\ kg)$

أ 5.73×10^3 km ب 8.59×10^3 km ج 11.46×10^3 km د 17.18×10^3 km

١٣ * الجدول التالى يسجل الأوزان المختلفة لجسم عند وضعه على أربعة كواكب مختلفة،

الكوكب	وزن الجسم بالنيوتن
الأرض	100
المشترى	250
عطارد	40
الزهرة	90



ما الكوكب الذى يكون على سطحه قياس وزن جسم كتلته 2 kg كما بالشكل ؟
(علمًا بأن : عجلة الجاذبية الأرضية = $10\ m/s^2$)

أ كوكب الأرض ب كوكب المشترى ج كوكب عطارد د كوكب الزهرة

١٤ * يتحرك جسم حركة دائرية منتظمة فى مسار دائرى أفقى نصف قطره $\frac{10}{\pi}$ m بحيث يتم دورة كاملة كل 0.5 s، فإن السرعة المماسية للجسم تساوى .....

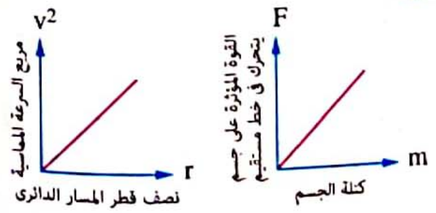
أ π m/s ب 40 m/s ج 100 m/s د 100 π m/s

أجب عما يأتى (١٥ ، ١٦) :

١٥ يصعد أحمد جبل مرتين، مرة عبر طريق قصير حاد (ميله عن الأفقى كبير)، ومرة أخرى عبر طريق طويل ممهد (ميله عن الأفقى قليل)، **قارن بين** الشغل الذى تبذله الجاذبية على أحمد فى المرتين، **مع تفسير إجابتك.**

.....

١٦ **اكتب العلاقة الرياضية وما يساويه ميل الخط المستقيم لكل مما يأتى :**



.....

.....

.....

.....

.....

نموذج امتحان 8

الأسئلة المشار إليها بالعلامة * مجاب عنها تفصيليًا

اختر الإجابة الصحيحة (١ : ١٤) :

١ إذا بُذل شغل على جسم فتضاعفت طاقة حركته وكانت سرعة الجسم قبل بذل الشغل v_1 ، فإن سرعته بعد تضاعف طاقة حركته تساوى .....

أ $v_1\sqrt{2}$ ب $2\ v_1$ ج $v_1\sqrt{3}$ د $4\ v_1$

٢ يتولى ونش سحب سيارة أفقيًا فكانت القوة المحصلة المؤثرة على السيارة 3×10^3 N والعجلة التى تتحرك بها $2\ m/s^2$، فإن وزن السيارة يساوى ..... $(g = 10\ m/s^2)$

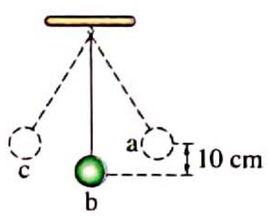
أ 1.5×10^3 N ب 3×10^3 N ج 1.5×10^4 N د 3×10^4 N

٣ قمر صناعى نصف قطر مداره يساوى قطر الأرض، فإن الزمن الذى يستغرقه القمر الصناعى لعمل دورة كاملة حول الأرض يساوى .....

(علمًا بأن : $R = 6400\ km \ ، \ G = 6.67 \times 10^{-11}\ N.m^2/kg^2 \ ، \ M = 6 \times 10^{24}\ kg$)

أ 14.4×10^3 s ب 15.1×10^3 s ج 15.9×10^3 s د 16.2×10^3 s

٤ الشكل المقابل يوضح كرة بندول كتلتها 15 g تبدأ حركتها من النقطة b وتصل سرعتها للصفر عند الموضعين a ، c، فإن ..... $(g = 10\ m/s^2)$



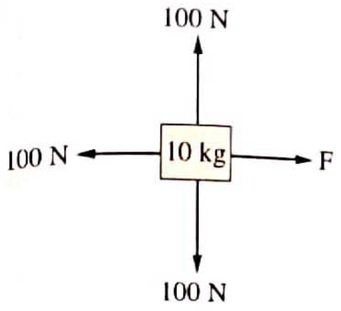
	أقصى قيمة لطاقة الوضع (J)	أقصى قيمة لطاقة الحركة (J)
أ	0.03	0.03
ب	0.015	0.03
ج	0.03	0.015
د	0.015	0.015

٥ يدور جسم فى مسار دائرى بسرعة 10 m/s وكانت المسافة التى قطعها خلال نصف دورة هى 44 m، فيكون الزمن الدورى لحركته الدائرية هو .....

أ 22 s ب 8.8 s ج 4.4 s د $\frac{22}{7}$ s

٦ فى الشكل المقابل تؤثر أربعة قوى على جسم كتلته 10 kg فتحرك بعجلة مقدارها $10\ m/s^2$، فإن مقدار القوة (F) يساوى .....

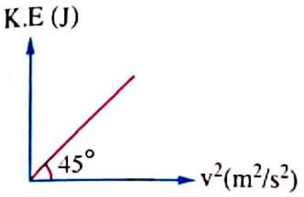
($g = 10\ m/s^2$)



ⓐ 50 N ⓑ 100 N

ⓒ 150 N ⓓ 200 N

٧ الشكل البيانى المقابل يمثل العلاقة بين طاقة الحركة (K.E) لجسم ومربع سرعته (v^2) عند تمثيلهما بنفس مقياس الرسم، فإن كتلة الجسم تساوى .....



ⓐ 0.5 kg ⓑ 1 kg

ⓒ 2 kg ⓓ 4 kg

٨ ألقت طائرة مكافحة الحرائق وهى تطير أفقيًا بسرعة ثابتة بحمولتها على غابة مشتعلة ثم أكملت بنفس سرعتها، فإن كمية تحرك الطائرة بعد إلقاء حمولتها .....

ⓐ تزداد ⓑ تقل ⓒ تظل ثابتة ⓓ تصبح صفرًا

٩ يدور قمر صناعى حول الأرض فى مسار دائرى بُعده عن سطح الأرض يساوى ضعف نصف قطر الأرض، فتكون عجلة الجاذبية الأرضية الذى يتحرك بها القمر الصناعى هى .....

(علمًا بأن : عجلة الجاذبية عند سطح الأرض = $9.8\ m/s^2$)

ⓐ $1.09\ m/s^2$ ⓑ $3.27\ m/s^2$ ⓒ $4.9\ m/s^2$ ⓓ $2.45\ m/s^2$

١٠ جسم كتلته 10 kg قُذف رأسيًا لأعلى فكانت سرعته 5 m/s عندما كان على ارتفاع 5 m من سطح الأرض، فإن سرعته على ارتفاع 2 m من سطح الأرض تساوى ..... ($g = 10\ m/s^2$)

ⓐ 10 m/s ⓑ 9.22 m/s ⓒ 8.06 m/s ⓓ 2 m/s

١١ يدور جسم فى مسار دائرى منتظم نصف قطره 25 cm نتيجة تأثره بقوة مركزية تساوى عدديًا أربع أضعاف كتلته فتكون سرعته المماسية بعد ربع دورة هى .....

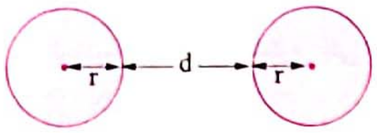
ⓐ 0.5 m/s ⓑ 1 m/s ⓒ 1.5 m/s ⓓ 2 m/s

١٢ تستخدم الوسادة الهوائية لحماية السائق لأنها تقلل قوة التصادم نتيجة .....

ⓐ زيادة الفترة الزمنية للتغير فى كمية التحرك ⓑ زيادة كمية التحرك

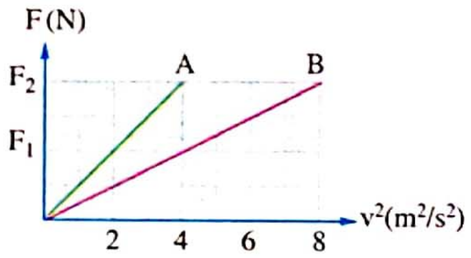
ⓒ نقص الفترة الزمنية للتغير فى كمية التحرك ⓓ نقص كمية التحرك

١٣ * الشكل المقابل يوضح جسمين كرويين متماثلين كتلة كل منهما m وقوة التجاذب المادى بينهما $\frac{Gm^2}{16\ r^2}$، فإن المسافة d تساوى .....



ⓐ 12 r ⓑ 6 r ⓒ 3 r ⓓ 2 r

١٤ * الشكل البيانى المقابل يعبر عن العلاقة بين القوة المركزية المؤثرة على جسمين A ، B لهما نفس الكتلة ومربع السرعة الخطية التى يتحرك بها كل منهما فى مسار دائرى منتظم، فإن النسبة بين نصفى قطرى المدارين $\left(\frac{r_A}{r_B}\right)$ تساوى .....



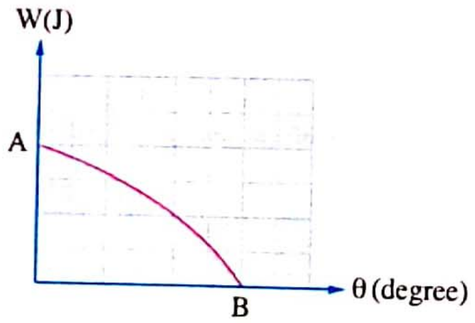
ⓐ $\frac{1}{2}$ ⓑ $\frac{\sqrt{2}}{1}$ ⓒ $\frac{4}{1}$ ⓓ $\frac{1}{4}$

أجب عما يأتى (١٥ ، ١٦) :

١٥ الشكل البيانى المقابل يوضح العلاقة بين قيمة الشغل وزاوية ميل خط عمل القوة على اتجاه الحركة، إذا علمت أن القوة المسببة للحركة 100 N والإزاحة الحادثة 5 m ، أوجد :

(١) قيمة الشغل عند A

(٢) قيمة الزاوية عند B



.....

.....

.....

١٦ كوكب كتلته M يدور حوله قمران كتلتيهما m_1 ، m_2 ونصفى قطرى مداريهما r_1 ، r_2 على الترتيب فإذا أهملنا قوى التجاذب بين القمرين وكان $m_1 = 2\ m_2$ ، $r_1 = r_2$ ، 4، احسب النسبة بين الزمن الدورى لكل منهما $\left(\frac{T_1}{T_2}\right)$.

.....

.....

.....

نموذج امتحان 9

الأسئلة المشار إليها بالعلامة (*) مجاب عنها تفصيليًا

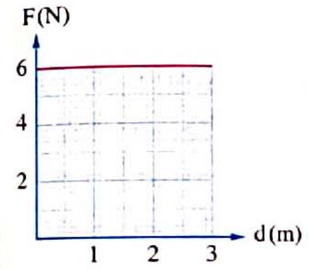
اختر الإجابة الصحيحة (١ : ١٤) :

١ جسم وزنه على سطح القمر 160 N فإذا كانت النسبة بين شدة مجال الجاذبية عند سطح القمر وشدة مجال الجاذبية عند سطح المشترى على الترتيب هى $\frac{2}{31}$ ، فإن وزن نفس الجسم على سطح المشترى يساوى .....

أ) 10.3 N　　ب) 1240 N

جـ) 2480 N　　د) 6200 N

٢ الشكل البيانى المقابل يوضح العلاقة بين القوة الأفقية المؤثرة على جسم ومقدار الإزاحة الأفقية التى يتحركها الجسم بفعل هذه القوة، فإن الشغل المبذول بواسطة هذه القوة ليقطع الجسم إزاحة 3 m يساوى .....



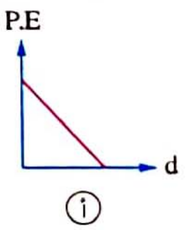
أ) 9 J　　ب) 18 J

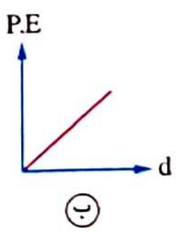
جـ) 36 J　　د) 54 J

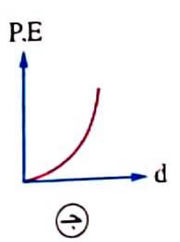
٣ جسم كتلته 1 kg يتحرك بسرعة منتظمة فى مسار دائرى أفقى نصف قطره 40 cm تحت تأثير قوة جاذبة مركزية مقدارها 100 N، فإن الزمن الدورى لحركة هذا الجسم يساوى .....

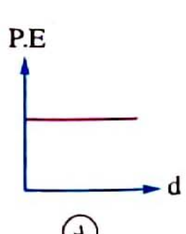
أ) 0.2 s　　ب) 0.4 s　　جـ) 0.6 s　　د) 1.2 s

٤ الشكل البيانى المعبر عن العلاقة بين طاقة وضع جسم (P.E) يسقط سقوطًا حرًا وبُعده (d) عن موضعه الأصلى هو .....

أ)


ب)


جـ)


د)


٥ جسم كتلته 40 kg على سطح القمر، فإن وزنه على سطح الأرض .....

(علمًا بأن : عجلة الجاذبية الأرضية = $10\ m/s^2$)

أ) 400 N　　ب) 392 N　　جـ) 66 N　　د) 60 N

٦ قمر صناعى يدور حول كوكب بسرعة $2 \times 10^5\ m/s$ فى مدار نصف قطره $6.7 \times 10^4\ km$، فتكون كتلة الكوكب هى .....

(علمًا بأن : $G = 6.67 \times 10^{-11}\ N.m^2/kg^2$)

أ) $2.5 \times 10^{18}\ kg$　　ب) $2.5 \times 10^{23}\ kg$

جـ) $4.02 \times 10^{20}\ kg$　　د) $4.02 \times 10^{28}\ kg$

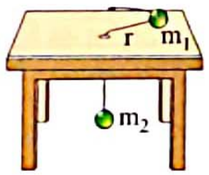
٧ سقط جسم سقوطًا حرًا ففى اللحظة التى تكون فيها طاقة وضعه أقل من طاقة وضعه لحظة سقوطه بمقدار 100 J تكون طاقة حركته مساوية لـ .....

أ) 50 J　　ب) 100 J　　جـ) 200 J　　د) 400 J

٨ كرة معدنية كتلتها 0.5 kg تدور فى مسار دائرى أفقى نصف قطره 10 cm بمعدل 150 دورة كل نصف دقيقة، فإن القوة الجاذبة المركزية المؤثرة على الكرة تساوى N .....

أ) 2π　　ب) 5π　　جـ) $10\pi^2$　　د) $5\pi^2$

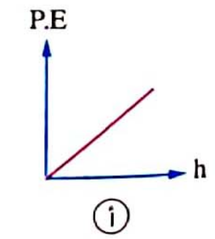
٩ سلك يمر عبر فتحة فى منضدة ملساء متصل بأحد طرفيه كتلة m_1 تتحرك بسرعة خطية v فى مسار دائرى منتظم نصف قطره r ومعلق فى طرفه الآخر كتلة m_2 كما بالشكل، إذا علمت أن g هى عجلة الجاذبية الأرضية، فإن السرعة (v) التى تتحرك بها الكتلة m_1 تساوى .....

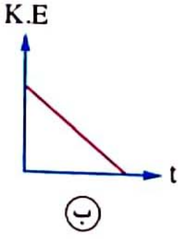


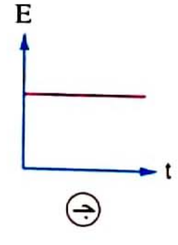
أ) $\sqrt{gr}$　　ب) $\sqrt{\frac{m_1}{m_2}gr}$

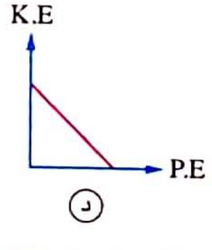
جـ) $\sqrt{\frac{m_2}{m_1}gr}$　　د) $\sqrt{\frac{m_2\,g}{m_1\,r}}$

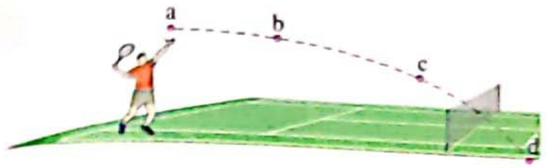
١٠ أى من الأشكال البيانية التالية لا يمكن أن يعبر عن جسم مقذوف رأسيًا لأعلى حتى وصوله لأعلى نقطة ؟

أ)


ب)


جـ)


د)




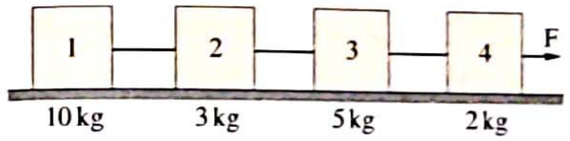
١١ أى النقاط الموضحة بالشكل المقابل يكون عندها أكبر كمية تحرك لكرة التنس ؟

(أ) a (ب) b
(جـ) c (د) d

١٢ * يدور قمران صناعيان حول الأرض، فإذا كان القمر الأول يدور متزامن مع الأرض فى مدار نصف قطره 4.23×10^7 m والقمر الثانى يدور فى مدار آخر زمنه الدورى 12 ساعة، فإن السرعة المدارية للقمر الثانى تساوى .....

(أ) 1.23×10^3 m/s (ب) 3.07×10^3 m/s (جـ) 3.87×10^3 m/s (د) 9.8×10^3 m/s

١٣ * الشكل المقابل يوضح أربع كتل متصلة بواسطة خيوط مهملة الكتلة، يتم سحب الكتل على سطح أملس مهمل الاحتكاك بواسطة قوة أفقية (F)، فإن الترتيب الصحيح للكتل طبقًا لعجلة تحركها هو .....



(أ) 1 > 3 > 2 > 4 (ب) 4 > 2 > 3 > 1
(جـ) 1 = 2 = 3 = 4 (د) 4 > 3 > 2 > 1

١٤ * إذا زادت سرعة جسم إلى مثلى قيمتها فإن طاقة حركته تصبح ..... ما كانت عليه.

(أ) ربع (ب) نصف (جـ) ضعف (د) أربعة أمثال

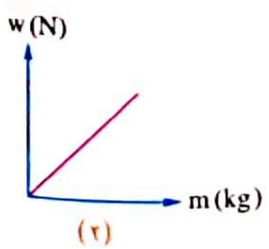
أجب عما يأتى (١٥ ، ١٦) :

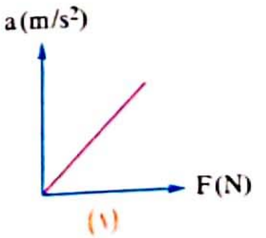
١٥ وفقًا لنموذج بور لتركيب الذرة يدور الإلكترون حول النواة فى مدار دائرى منتظم، وضح لماذا لا تبذل القوة الجاذبة المركزية شغلًا على الإلكترون أثناء دورانه.

.....

.....

١٦ اكتب العلاقة الرياضية التى يعبر عنها الشكل البيانى وما يساويه ميل الخط المستقيم لكل شكل :





.....

.....

.....

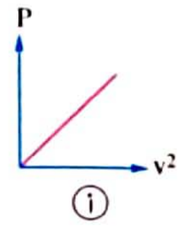
.....

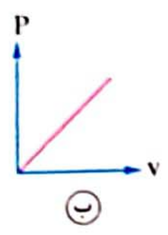
نموذج امتحان 10

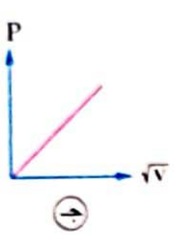
الأسئلة المشار إليها بالعلامة * محلولة نموذجيًا

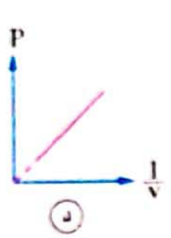
اختر الإجابة الصحيحة (١ : ١٤) :

١ الشكل البيانى المعبر عن العلاقة بين كمية التحرك لجسم وسرعته هو .....

(أ) 

(ب) 

(جـ) 

(د) 

٢ إذا قل البُعد بين جسمين للنصف وقلت كتلة كل منهما للنصف، فإن قوة التجاذب المادى بينهما .....

(أ) تقل للربع (ب) تزداد لأربعة أمثالها (جـ) تبقى ثابتة (د) تقل للنصف

٣ فى الشكل المقابل كتلة مقدارها 5 kg موضوعة على مستوى أفقى، أثرت عليها قوة 40 N فحركتها من السكون مسافة 4.5 m من النقطة a إلى النقطة b، فإذا كانت قوى الاحتكاك 15 N فإن .....

	الشغل المبذول على الكتلة بواسطة القوة المحصلة عند حركة الكتلة من a إلى b (J)	السرعة عند b (m/s)
(أ)	112.5	10.6
(ب)	8.6	10.6
(جـ)	112.5	1.85
(د)	8.6	1.85

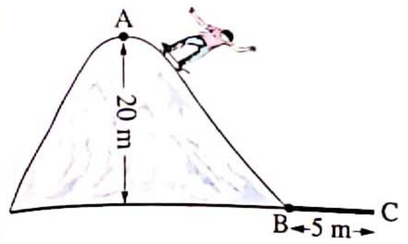
٤ قمر صناعى يدور حول الأرض بسرعة خطية 7613 m/s ويتم دورة كاملة خلال 94.4 min، فإن نصف قطر (π = 3.14) داره يساوى .....

(أ) 4242 km (ب) 5784 km (جـ) 6866 km (د) 7200 km

٥ يكون الشغل المبذول على جسم سالبًا عندما تكون القوة المؤثرة عليه ..... اتجاه الإزاحة.

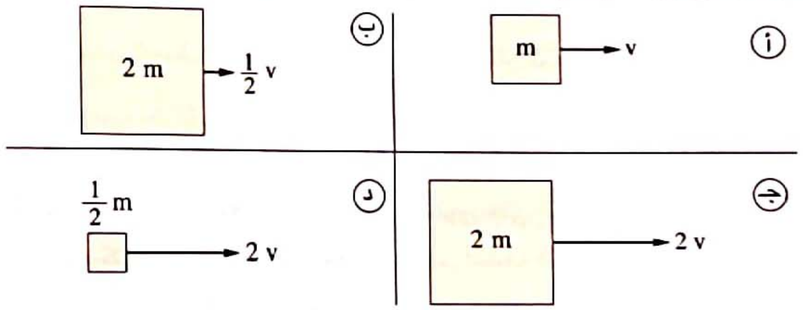
(أ) فى نفس (ب) عكس (جـ) عمودية على (د) تصنع زاوية حادة مع

٦ الشكل المقابل يوضح مسار متزلج كتلته 80 kg ينزلق بدءًا من السكون من أعلى منحدر وعلى ارتفاع 20 m من سطح الأرض، فإذا كان المسار من النقطة A إلى النقطة B أملس والمسار من النقطة B إلى النقطة C خشن، فإن متوسط قوة الاحتكاك مع السطح الخشن اللازمة لإيقاف المتزلج عند النقطة C يساوى ..... $(g = 10\ m/s^2)$



أ) – 1600 N ب) – 2400 N جـ) – 3200 N د) – 4000 N

٧ الأشكال التالية توضح أربعة أجسام مختلفة الكتلة ومتحركة، أى من هذه الأجسام له طاقة حركة أكبر ؟



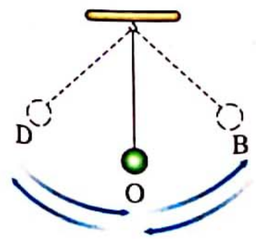
٨ جسم كتلته 1 kg يتحرك حركة دائرية منتظمة بحيث يقطع مسافة 0.5 m خلال 1 s، فإن السرعة المماسية للجسم تساوى .....

أ) 2 m/s ب) 1 m/s جـ) 0.5 m/s د) 0.25 m/s

٩ جسمان A ، B كتلتهما على الترتيب m ، 2 m على بُعد ثابت من بعضهما، فإذا كان مقدار قوة جذب الجسم B للجسم A يساوى F فإن مقدار قوة جذب الجسم A للجسم B يساوى .....

أ) $\frac{F}{2}$ ب) F جـ) 2 F د) 4 F

١٠ الشكل المقابل يبين بندول طاقته الميكانيكية 10 J يتحرك بين النقطتين B ، D وموضع اتزانه الأصلى عند النقطة O ، فأى العبارات الآتية صحيحة ؟



أ) طاقة الوضع عند النقطة B تساوى صفر
ب) طاقة الوضع عند النقطة O تساوى 10 J
جـ) طاقة الحركة عند النقطة D تساوى صفر
د) طاقة الحركة عند النقطة O تساوى 5 J

١١ إذا كانت قوة التجاذب المادى بين شخصين F عندما يكون البُعد بينهما d، فإذا أصبح البُعد بينهما ثلاثة أمثال ما كان عليه فإن القوة تصبح .....

أ) 9 F ب) 3 F جـ) $\frac{1}{3}$ F د) $\frac{1}{9}$ F

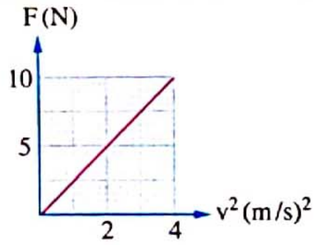
١٢ * جسمان ① ، ② كتلتيهما 5 kg ، 1 kg على الترتيب، أثرت على كل منهما قوة محصلة متساوية، فتحرك الجسم ② بعجلة $20\ m/s^2$ ، فإن عجلة تحرك الجسم ① تساوى .....

أ) $25\ m/s^2$ ب) $20\ m/s^2$ جـ) $10\ m/s^2$ د) $4\ m/s^2$

١٣ * قمر صناعى متزامن مع الأرض أى يدور حول الأرض فوق نقطة ثابتة وعلى ارتفاع 36×10^3 km من سطحها، فإن السرعة المدارية للقمر الصناعى تساوى ..... (علمًا بأن : R = 6378 km)

أ) 2.05×10^3 m/s ب) 2.92×10^3 m/s جـ) 3.08×10^3 m/s د) 3.64×10^3 m/s

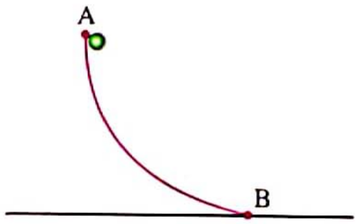
١٤ * الشكل البيانى المقابل يمثل العلاقة بين القوة المركزية (F) المؤثرة على كرة تتحرك فى مسار دائرى نصف قطره 0.4 m ومربع السرعة المماسية (v^2) للكرة، فإن كتلة الكرة تساوى .....



أ) 6.52 kg ب) 2.5 kg جـ) 1 kg د) 0.16 kg

أجب عما يأتى (١٥ ، ١٦) :

١٥ فى الشكل المقابل تنزلق كرة من السكون من الموضع A على سطح أملس مهمل الاحتكاك حتى تصل إلى الموضع B عند سطح الأرض، قارن بين كل من طاقة الوضع و طاقة الحركة و الطاقة الميكانيكية للكرة عند الموضعين A ، B



.....

.....

.....

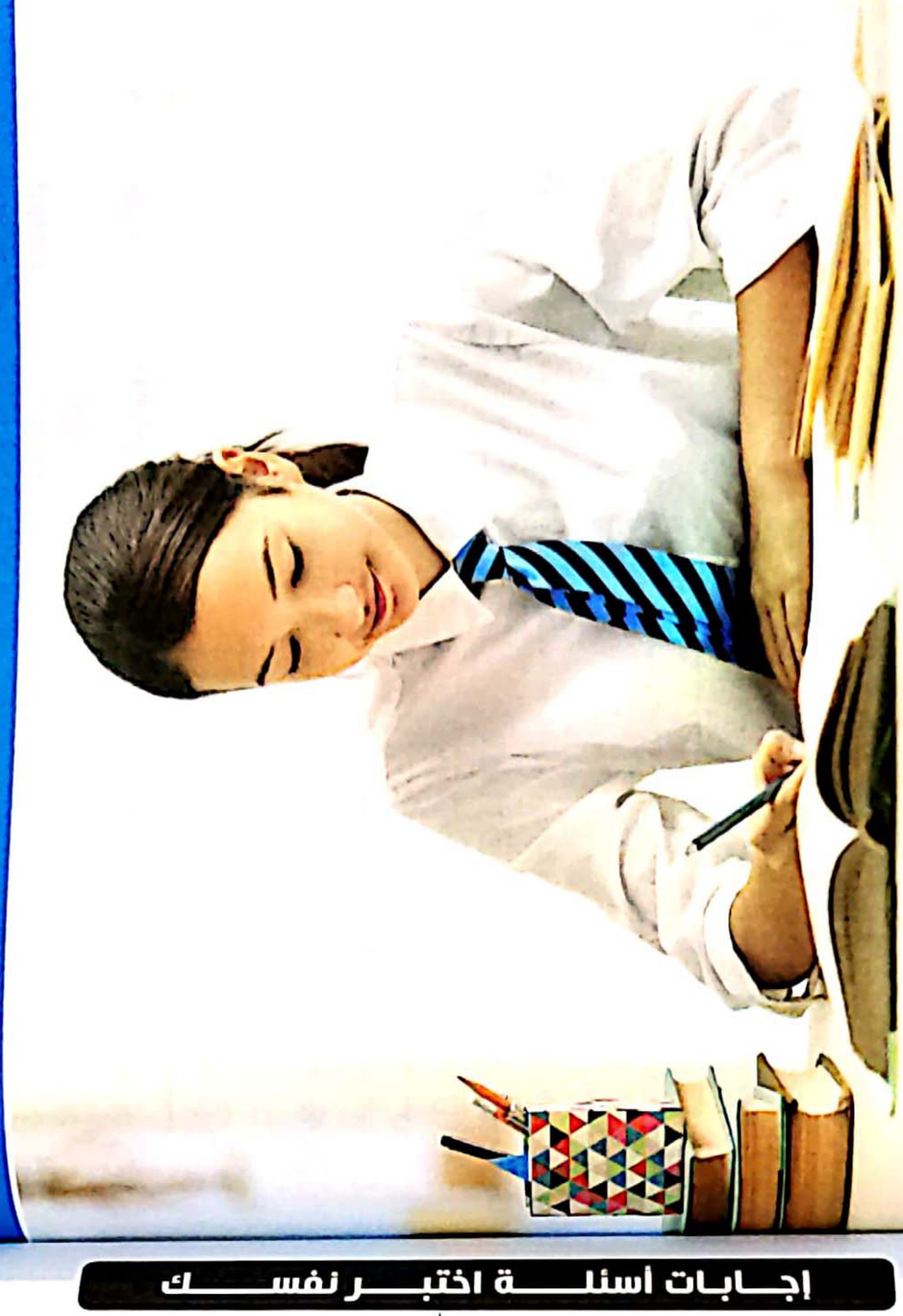
١٦ أى نقطة على سطح الأرض يكون لها أكبر سرعة خطية بالنسبة لمحور الأرض، هل النقطة عند خط الاستواء أم تلك التى تقع عند مدارى الجدى والسرطان ؟

.....

.....

.....

إجابات أسئلة الكتاب



- إجابات أسئلة اختبر نفسك.
- إجابات الأسئلة العامة.
- إجابات أسئلة الاختبارات الشهرية.
- إجابات أسئلة نماذج الامتحانات العامة.

إجابات أسئلة اختبر نفسك

إجابات الباب الثانى — الفصل 3

1 ١ (أ) ٢ (أ) ٣ (ب) ٤ (جـ)

2 ١ (ب) ٢ (د) ٣ (جـ)

$\because F = \frac{\Delta P}{\Delta t}$

$\because$ التغير فى كمية التحرك (ΔP) ثابت فى الحالتين.

$\therefore \frac{F_1}{F_2} = \frac{\Delta t_2}{\Delta t_1}$, $\therefore \frac{F}{2F} = \frac{t_2}{t}$, $\therefore t_2 = \frac{t}{2}$

3 (جـ) $\because$ وزن الجسم لا يتغير إلا بتغير كتلته أو عجلة الجاذبية المؤثرة عليه.

$\therefore$ قراءة الميزان تكون 500 N

إجابات الباب الثالث — الفصل 1

4 ١ (ب) ٢ (أ) (ب)

$\because v = \frac{2\pi r}{T}$, $T_1 = T_2$

$\therefore \frac{v_1}{v_2} = \frac{r_1}{r_2} = \frac{r}{2r} = \frac{1}{2}$

(٢) (ب)

$\because a = \frac{v^2}{r}$

$\therefore \frac{a_1}{a_2} = \frac{v_1^2}{v_2^2} \times \frac{r_2}{r_1} = \frac{1}{4} \times \frac{2r}{r} = \frac{1}{2}$

٣ (د) اتجاه الحركة هو نفسه اتجاه السرعة المماسية اللحظية للحجر والتى اتجاهها مماس للمسار الدائرى فى اتجاه الحركة وبالتالى عندما يترك الطفل الخيط يتحرك الحجر فى الاتجاه $\overrightarrow{xc}$

5 (جـ)

$\because (F_T)_{max} = \frac{m v_{max}^2}{r}$

$\therefore v_{max} = \sqrt{\frac{(F_T)_{max} r}{m}} = \sqrt{\frac{75 \times 1.3}{450 \times 10^{-3}}} = 14.7$ m/s

6 ١ (أ) لأن قوة الاحتكاك تعمل كقوة جاذبة مركزية تحافظ على حركة السيارة فى مسارها المنحنى وبنقص قوة الاحتكاك تصبح غير كافية للحفاظ على السيارة فى مسارها المنحنى.

٢ (جـ)

إجابات الباب الثالث — الفصل 2

7 ١ (جـ)

٢ (د)

$\because F = G\frac{Mm}{r^2}$, $m_A = m_B$

$\therefore F \propto \frac{1}{r^2}$, $\therefore \frac{F_A}{F_B} = \frac{r_B^2}{r_A^2} = \frac{4r^2}{r^2}$, $F_B = \frac{1}{4} F_A$

٣ (د)

8 (د)

$\because g = \frac{Gm}{r^2}$

$\therefore g \propto \frac{1}{r^2}$, $\therefore \frac{g_2}{g_1} = \frac{r_1^2}{r_2^2}$, $\therefore \frac{\frac{1}{2} g_1}{g_1} = \frac{R^2}{(R+h)^2}$

$\therefore \sqrt{\frac{1}{2}} = \frac{R}{R+h}$

$\therefore h = \sqrt{2}\,R - R = 0.414\,R$

9 (د) لأن السرعة المدارية لا تعتمد على كتلة القمر الصناعى ولكن تعتمد على كتلة الكوكب الذى يدور حوله.

ملتابعة كل ما هو جديد من إصداراتنا

زوروا صفحتنا على الفيسبوك

/alemte7anbooks

سلسلة كتب الامتحان

إجابات الباب الرابع — الفصل 1

10 (جـ)

---

11 [١] (جـ)

$\because$ slope $= \frac{\Delta W}{\Delta d} = \frac{100 - 0}{20 - 0} = 5$ J/m

$\because W = Fd \cos\theta$

$\therefore$ slope $= F \cos\theta$, $\therefore F = \frac{\text{slope}}{\cos\theta} = \frac{5}{\cos 30} = 5.77$ N

[٢] (جـ) [٣] (د)

---

12 [١] (جـ)

slope $= v = \frac{\Delta d}{\Delta t} = \frac{15 - 0}{3 - 0} = 5$ m/s

$\therefore K.E = \frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} \times 10 \times (5)^2 = 125$ J

[٢] (د)

---

13 [١] (د)

$\because$ الارتفاع الرأسى (h) الذى ستصل إليه الكرة فى المسارات الثلاثة متساوى (3 m).

$\because W = \Delta P.E = mg\Delta h$

$\therefore$ الشغل المبذول لرفع الكرة فى المسارات الثلاثة متساوى.

[٢] (د)

إجابات الباب الرابع — الفصل 2

14 (د)

---

15 [١] (ب) السهم (٢) لأنه يختزن طاقة وضع أكبر من السهم (١).

[٢] (د)

إجابات الأسئلة العامة

إجابات الباب الثانى — الفصل 3

أولًا إجابات أسئلة الاختيار من متعدد

رقم السؤال	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠
الإجابة	ب	ب	جـ	د	جـ	د	ب	أ	د	ب

رقم السؤال	١١	١٢	١٣	١٤	١٥	١٦	١٧	١٨
الإجابة	أ	ب	جـ	د	د	أ	جـ	(١) جـ (٢) ب

رقم السؤال	١٩	٢٠	٢١	٢٢	٢٣	٢٤	٢٥
الإجابة	د	(١) ب (٢) د	جـ	ب	أ	ب	(١) جـ (٢) د

رقم السؤال	٢٦	٢٧	٢٨	٢٩	٣٠	٣١	٣٢
الإجابة	(١) د (٢) أ	د	(١) ب (٢) د	د	جـ	د	د

رقم السؤال	٣٣	٣٤	٣٥	٣٦	٣٧	٣٨	٣٩	٤٠
الإجابة	ب	ب	(١) أ (٢) أ	ب	جـ	(١) ب (٢) أ	ب	د

رقم السؤال	٤١	٤٢	٤٣	٤٤	٤٥	٤٦	٤٧	٤٨
الإجابة	جـ	ب	جـ	ب	(١) جـ (٢) جـ	جـ	جـ	أ

رقم السؤال	٤٩	٥٠	٥١	٥٢	٥٣	٥٤	٥٥
الإجابة	(١) جـ (٢) جـ	ب	د	جـ	أ	(١) ب (٢) ب	(١) د (٢) جـ

رقم السؤال	٥٦	٥٧	٥٨	٥٩	٦٠	٦١	٦٢	٦٣
الإجابة	أ	ب	جـ	جـ	د	أ	جـ	(١) ب (٢) د

الإجابات التفصيلية للأسئلة المشار إليها بالعلامة (*)

٣ (جـ) $\because$ الجسمان لهما نفس كمية التحرك.

$\therefore m_1v_1 = m_2v_2$

$5 \times 20 = 15\, v_2$, $v_2 = 6.67$ m/s

---

٥ (جـ) $\because P = mv$

$\because$ سرعة النسر ثابتة قبل وبعد اقتناصه للفريسة.

$\therefore \frac{P_{(\text{نسر})}}{P_{(\text{نسر + فريسة})}} = \frac{m_{(\text{نسر})}}{m_{(\text{نسر + فريسة})}} = \frac{10}{1 + 10} = \frac{10}{11}$

---

١٠ (ب) $v_f = v_i + gt = 0 + (10 \times 4) = 40$ m/s

$P = mv_f = 0.5 \times 40 = 20$ kg.m/s

---

١٧ (جـ) $w = mg = 225 \times 1.62 = 364.5$ N

---

١٨ (١) (جـ) $w = mg = 50 \times 9.8 = 490$ N

(٢) (ب) كتلة الجسم ثابتة وتساوى 50 kg

---

٣٠ (١) (ب) $m = \frac{F}{a} = \frac{3000}{3} = 10^3$ kg

(٢) (د) $w = mg = 10^3 \times 10 = 10^4$ N

---

٣٣ (ب) $\because F_1 = F_2$

$\therefore \frac{a_1}{a_2} = \frac{m_2}{m_1}$, $\frac{a_1}{20} = \frac{1}{5}$, $\therefore a_1 = 4$ m/s^2

---

٣٤ (ب) $F = ma = 900 \times (-5) = -4500$ N

$\therefore$ مقدار محصلة قوى الاحتكاك المؤثرة على السيارة يساوى 4500 N

إجابات

(٢٥) (أ) (١)

$\Sigma F = 400 - 150 = 250$ N

(د) (٢)

$\Sigma F = ma$

$a = \frac{\Sigma F}{m} = \frac{250}{50} = 5$ m/s^2

---

(٢٦) (د) (١)

$F_x = 200 - 200 = 0$ ، $F_y = 800 - 770 = 30$ N

$\Sigma F = F_y = 30$ N

(١) (٢)

$\Sigma F = ma$ ، $a = \frac{\Sigma F}{m} = \frac{30}{20} = 1.5$ m/s^2

---

(٢٨) (ب) (١)

$F_{(محركة)} = F_{(محرك)} - F_{(احتكاك)} = 9570 - 8820 = 750$ N

(د) (٢)

$a = \frac{F_{(محركة)}}{m} = \frac{750}{1500} = 0.5$ m/s^2

---

(٣٠) (ج)

$a = \frac{F}{m} = \frac{100}{10} = 10$ m/s^2

$v_f^2 = v_i^2 + 2ad$

$(20)^2 = (10)^2 + (2 \times 10\ d)$

$d = 15$ m

---

(٣٢) (ب)

$a_2 = \frac{v_f - v_i}{t} = \frac{48 - 0}{3} = 16$ m/s^2

$\because F_1 = F_2$

$\therefore m_1 a_1 = m_2 a_2$ ، $\therefore m_2 = \frac{a_1}{a_2} \times m_1 = \frac{8}{16} \times 5 = 2.5$ kg

---

(٣٤) (ب)

$\because F = \frac{\Delta P}{\Delta t} = ma$

∵ الجسم تحرك من السكون.

$\therefore P = mat$

∵ الجسم كتلته ثابتة ويتحرك بعجلة منتظمة.

$\therefore \frac{P_1}{P_2} = \frac{t_1}{t_2}$ ، $\therefore \frac{P}{P_2} = \frac{t}{2t}$ ، $\therefore P_2 = 2P$

∴ كمية تحرك الجسم تصبح 2 P بعد مرور زمن 2 t من بداية الحركة.

---

(٣٨) (ب) (١)

$\Delta P = P_f - P_i = mv_f - mv_i = m(v_f - v_i)$

$= 1000\ (0 - 20) = -2 \times 10^4$ kg.m/s

∴ مقدار كمية التحرك = 2×10^4 kg.m/s

(١) (٢)

$F = \frac{\Delta P}{\Delta t} = \frac{0 - (2 \times 10^4)}{10} = -2 \times 10^3$ N

∴ مقدار محصلة قوى الاحتكاك يساوى 2×10^3 N

---

(٤٠) (د)

$v_f^2 = v_i^2 + 2ad$

$0 = (20)^2 + (2 \times a \times 40)$

$a = -5$ m/s^2

$F_{(احتكاك)} = ma = 8 \times (-5) = -40$ N

---

(٤٣) (ج)

$\because F = \frac{\Delta P}{\Delta t}$

∴ القوة المحصلة المؤثرة على الجسم = ميل المنحنى.

∵ ميل المنحنى سالب أى أن كمية تحرك الجسم تتناقص بمرور الزمن.

∴ اتجاه القوة المحصلة المؤثرة على الجسم فى عكس اتجاه الحركة.

---

(٤٤) (ب)

$F = \text{slope} = \frac{\Delta P}{\Delta t} = \frac{500 - 0}{5 - 0} = 100$ N

∵ كمية التحرك للجسم تزداد بمرور الزمن.

∴ اتجاه القوة المحصلة المؤثرة على الجسم فى نفس اتجاه حركة الجسم.

---

(٤٥) (ج) (١)

$\text{slope} = \frac{\Delta a}{\Delta F} = \frac{1}{m} = \frac{5 - 0}{50 - 0} = \frac{1}{10}$ kg^{-1}

$m = \frac{1}{\text{slope}} = 10$ kg

(٢) (ج)

$w = mg = 10 \times 9.8 = 98$ N

---

(٤٨) (أ)

$\Delta P = F\Delta t$

∵ عجلة تحرك السيارة منتظمة. ∴ السيارة تتأثر بقوة ثابتة.

∵ السيارة بدأت حركتها من السكون.

$\therefore \frac{P_1}{P_2} = \frac{t_1}{t_2}$ ، $\therefore \frac{4 \times 10^3}{P_2} = \frac{2}{4}$

$\therefore P_2 = 8 \times 10^3$ kg.m/s

---

(٥١) (د)

$\because v_f^2 - v_i^2 = 2ad$ ، $v_i = 0$

$\therefore (5)^2 - 0 = 2a \times 10$

$\therefore a = 1.25$ m/s^2

$\because F_{(محركة)} = ma = F_{(مؤثرة)} - F_{(احتكاك)}$

$\therefore 1200 \times 1.25 = 7500 - F_{(احتكاك)}$

$\therefore F_{(احتكاك)} = 6000$ N

---

(٥٣) (أ)

$F = \frac{\Delta P}{\Delta t} = \frac{m(v_f - v_i)}{\Delta t}$

$-3000 = \frac{m(0 - 30)}{0.01}$ ، $m = 1$ kg

---

(٥٤) (ب) (١)

$F = \frac{1}{2} w$

$ma = \frac{1}{2} mg$

$a = \frac{1}{2} g = \frac{1}{2} \times 10 = 5$ m/s^2

$v_f = v_i + at = 0 + (5 \times 2) = 10$ m/s

(٢) (ب)

$d = v_i t + \frac{1}{2} at^2 = 0 + \left(\frac{1}{2} \times 5 \times (2)^2\right) = 10$ m

---

(٥٥) (د) (١)

$F = \frac{\Delta P}{\Delta t}$

$\Delta P = F\Delta t = -2 \times 10^3 \times 2 = -4 \times 10^3$ kg.m/s

(ج) (٢)

$\Delta P = m\Delta v = m(v_f - v_i)$

$-4 \times 10^3 = 725\left(v_f - (72 \times \frac{5}{18})\right)$ ، $v_f = 14.48$ m/s

---

(٥٨) (ج)

* بالنسبة للكوكب P :

- عجلة الجاذبية على سطحه : $g_P = \text{slope} = \frac{\Delta w_P}{\Delta m} = \frac{400 - 0}{40 - 0} = 10$ m/s^2

- كتلة الجسم : $m_P = \frac{w_P}{g_P} = \frac{650}{10} = 65$ kg

* بالنسبة للكوكب Q :

- عجلة الجاذبية على سطحه : $g_Q = \text{slope} = \frac{\Delta w_Q}{\Delta m} = \frac{400 - 0}{80 - 0} = 5$ m/s^2

∵ كتلة الجسم ثابتة ولا تتغير بتغير المكان.

∴ كتلة الجسم على الكوكب Q هى : $m_Q = m_P = 65$ kg

- وزن الجسم : $w = mg_Q = 65 \times 5 = 325$ N

٥٩ (جـ)

∵ الكتلتان تتحركان معًا.

∴ القوة المحصلة المؤثرة على الكتلتين معًا تحسب كالآتى :

$F_{(محصلة)} = 5 - 3 = 2\ N$

وبالتالى تكون محصلة القوى المؤثرة على أى من الكتلتين أقل من 2 N

---

٦٠ (د)

∵ الكتلتان تتحركان معًا.

∴ الكتلتان لهما نفس عجلة التحرك.

$\therefore a = \frac{F}{m + 2m} = \frac{F}{3m}$

∵ قوة الشد فى الحبل (F_T) هى القوة المؤثرة على الكتلة m

$\therefore F_T = ma = m \times \frac{F}{3m} = \frac{F}{3}$

---

٦١ (١)

$a = \frac{F}{m + 2m + 3m} = \frac{F}{6m}$

$T_2 = (m + 2m)\, a = 3m \times \frac{F}{6m} = \frac{F}{2}$ (1)

∴ الاختيارين (جـ) ، (د) غير صحيحين.

$T_1 = ma = m \times \frac{F}{6m} = \frac{F}{6}$ (2)

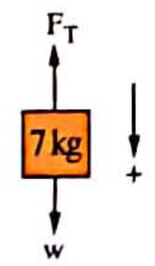
بقسمة المعادلة (1) على المعادلة (2) :

$\because \frac{T_2}{T_1} = \frac{F}{2} \times \frac{6}{F} = 3$

$\therefore T_2 = 3\, T_1$

---

٦٢ (جـ) * الكتلة 7 kg :



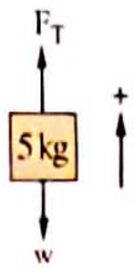
$\Sigma F = w - F_T$

$ma = mg - F_T$

$7a = (7 \times 10) - F_T$

$F_T = 70 - 7a$ (1)

* الكتلة 5 kg :



$\Sigma F = F_T - w$

$5a = F_T - (5 \times 10)$

$F_T = 5a + 50$ (2)

بمساواة المعادلتين (1) ، (2) :

$5a + 50 = 70 - 7a$

$12a = 20$

$a = \frac{20}{12} = 1.67\ m/s^2$

حل آخر :

$a = \frac{w_1 - w_2}{m_1 + m_2} = \frac{g(m_1 - m_2)}{m_1 + m_2} = \frac{10(7-5)}{7+5} = 1.67\ m/s^2$

---

٦٣ (١) (ب)

∵ الساق تتحرك بسرعة منتظمة.

∴ محصلة القوى المؤثرة على الساق = صفر.

∴ المركبة الأفقية لقوة الشد فى الحبل = قوة الاحتكاك بين الساق والأرض.

$F_T \cos\theta = F_{(احتكاك)}$

$F_T = \frac{F_{(احتكاك)}}{\cos\theta} = \frac{200}{\cos 60} = 400\ N$

(٢) (د)

$F_{(محركة)} = F_{(مؤثرة)} - F_{(احتكاك)}$

$ma = F_T \cos\theta - F_{(احتكاك)}$

$F_T \cos\theta = ma + F_{(احتكاك)}$

$F_T = \frac{(0.5 \times 10^3 \times 2) + 200}{\cos 60} = 2400\ N$

ثانيًا إجابات أسئلة المقال

١ ينص القانون الثانى على أن القوة المحصلة المؤثرة على جسم تتناسب طرديًا مع عجلة حركته ($F \propto a$) وعندما تنعدم القوة المحصلة المؤثرة على الجسم ($\Sigma F = 0$) فإنه طبقًا لهذا القانون تنعدم قيمة العجلة أى يحتفظ الجسم بحالته من السكون أو الحركة بسرعة منتظمة، وهو ما ينص عليه قانون نيوتن الأول وبذلك يكون القانون الأول هو حالة خاصة من القانون الثانى لنيوتن عند انعدام القوة المحصلة.

---

٢ (١) $m = \frac{\Delta P}{\Delta v}$ = الميل ، $P = mv$

(٢) $v = \frac{\Delta P}{\Delta m}$ = الميل ، $P = mv$

(٣) $a = \frac{\Delta F}{\Delta m}$ = الميل ، $F = ma$

(٤) $\frac{1}{m} = \frac{\Delta a}{\Delta F}$ = الميل ، $F = ma$

(٥) $F = \frac{\Delta a}{\Delta \frac{1}{m}}$ = الميل ، $F = ma$

(٦) $g = \frac{\Delta w}{\Delta m}$ = الميل ، $w = mg$

---

٣ السيارة y تتحرك بعجلة أكبر، لأن كتلتها أصغر وتبعًا للعلاقة $\left(a = \frac{F}{m}\right)$ فإن العجلة تتناسب عكسيًا مع الكتلة عند ثبوت القوة المحصلة.

---

٤ لتقليل تأثير قوة التصادم على السائق بزيادة الفترة الزمنية للتغير فى كمية تحركه تبعًا للعلاقة $\left(F = \frac{\Delta P}{\Delta t}\right)$.

إجابات الألماط الجديدة من الأسئلة ✓

١ (١) ، (جـ)
٢ (د) ، (هـ)
٣ (ب) ، (د)
٤ (ب) ، (جـ)
٥ (ب) ، (د)
٦ (١) ، (هـ)
٧ (د) ، (هـ)
٨ (١) ، (هـ)
٩ (١) 0
(ب) $-120\ N$
١٠ (١) $90\ N$
(ب) $40\ N$

أولًا إجابات أسئلة الاختيار من متعدد

رقم السؤال	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠
الإجابة	أ	ب	ب	جـ	جـ	د	د	جـ	د	جـ

رقم السؤال	١١	١٢	١٣	١٤	١٥	١٦	١٧	١٨	١٩
الإجابة	ب	أ	د	ب	أ	أ	ب	ب	جـ

رقم السؤال	٢٠	٢١	٢٢	٢٣	٢٤	٢٥
الإجابة	(١) جـ (٢) جـ	ب	ب	د	جـ	(١) د (٢) ب (٣) أ

رقم السؤال	٢٦	٢٧	٢٨	٢٩	٣٠
الإجابة	(١) جـ (٢) د (٣) د	(١) ب (٢) جـ (٣) د	ب	جـ	ب

رقم السؤال	٣١	٣٢	٣٣	٣٤	٣٥	٣٦	٣٧	٣٨
الإجابة	(١) جـ (٢) د	د	أ	جـ	أ	ب	أ	ب

الإجابات التفصيلية للأسئلة المشار إليها بالعلامة (*)

١٣ (د)

$\frac{(a_c)_1}{(a_c)_2} = \frac{v_1^2 r_2}{r_1 v_2^2} \Rightarrow \frac{10}{(a_c)_2} = \frac{v_1^2 \times \frac{1}{2} r_1}{r_1 \times 4 v_1^2}$

$\frac{10}{(a_c)_2} = \frac{1}{8} \Rightarrow (a_c)_2 = 80\ m/s^2$

١٥ (أ) $\text{slope} = \frac{\Delta a_c}{\Delta(\frac{1}{r})} = v^2 = \frac{14-0}{0.7-0} = 20\ m^2/s^2$

$v = 4.47\ m/s$

---

١٦ (أ) $\text{slope} = \frac{\Delta a_c}{\Delta v^2} = \frac{1}{r} = \frac{10-0}{1000-0} = \frac{1}{100}\ m^{-1}$

$r = \frac{1}{\text{slope}} = 100\ m$

---

١٧ (ب) $\because v = \frac{2\pi r}{T}$

∵ جميع الكراسى تتم دورة كاملة فى نفس الزمن.

$\therefore v \propto r$

فيكون الكرسى الذى يبعد 2 m من المركز يتحرك بسرعة أكبر من الكرسى الذى يبعد 1.5 m من المركز.

---

٢٠ (١) (ب) $a_c = \frac{v^2}{r} = \frac{(5)^2}{2} = 12.5\ m/s^2$

(٢) (ب) $F_c = ma_c = 5 \times 12.5 = 62.5\ N$

---

٢١ (ب) $\because F_c = m\frac{v^2}{r}$

$\therefore v = \sqrt{\frac{F_c r}{m}} = \sqrt{\frac{2140 \times 517}{905}} = 35\ m/s$

---

٢٤ (ب) $F_c = \frac{mv^2}{r}$

$m = \frac{F_c r}{v^2} = \frac{377 \times 40}{(13.2)^2} = 86.5\ kg$

---

٢٥ (١) (د) $T = \frac{t}{N} = \frac{1}{3}\ s$

$v = \frac{2\pi r}{T} = \frac{2 \times 3.14 \times 1.5}{\frac{1}{3}} = 28.26\ m/s$

(٢) (ب) $a_c = \frac{v^2}{r} = \frac{(28.26)^2}{1.5} = 532.4\ m/s^2$

(٣) (أ) $F_c = ma_c = 2 \times 532.4 = 1064.8\ N$

---

٢٦ (١) (جـ) $a_c = \frac{v^2}{r} = \frac{(10)^2}{10} = 10\ m/s^2$

(٢) (د) $m = \frac{w}{g} = \frac{100}{10} = 10\ kg$

$F_c = ma_c = 10 \times 10 = 100\ N$

(٣) (د) $T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2 \times 3.14 \times 10}{10} = 6.28\ s$

$2T = 2 \times 6.28 = 12.6\ s$

---

٢٧ (١) (ب) $T = \frac{20}{100} = 0.2\ s$

$v = \frac{2\pi r}{T} = \frac{2 \times 3.14 \times 1}{0.2} = 31.4\ m/s$

(٢) (جـ) $a_c = \frac{v^2}{r} = \frac{(31.4)^2}{1} = 986\ m/s^2$

(٣) (د) $F_c = ma_c = 100 \times 10^{-3} \times 986 = 98.6\ N$

---

٢٨ (ب) $F_c = 0.08\ w = 0.08\ mg$

$v = \sqrt{\frac{F_c r}{m}} = \sqrt{\frac{0.08\ mgr}{m}} = \sqrt{0.08 \times 10 \times 500} = 20\ m/s$

---

٢٩ (جـ) $\because F_c = m\frac{v^2}{r}$

$\therefore \text{slope} = \frac{\Delta F_c}{\Delta v^2} = \frac{60-0}{12-0} = 5\ kg/m$

$\therefore m = \text{slope} \times r = 5 \times 2 = 10\ kg$

ثانيًا إجابات أسئلة المقال

١ * تؤثر على الحجر قوة محصلة عمودية على اتجاه حركته وفى اتجاه مركز الدائرة.

* تأثيرها : تحافظ على حركة الحجر فى مسار دائرى.

* لحظة انقطاع الخيط يتحرك الحجر فى مسار مستقيم مماسًا للمسار الدائرى عند موضع القطع.

---

٢ النقطة عند خط الاستواء، لأن النقطة عند خط الاستواء تبعد مسافة أكبر عن محور دوران الأرض من تلك التى عند مدارى الجدى أو السرطان حيث ($v \propto r$).

---

٣ (١) لأن الجسم عندما يتحرك فى مسار دائرى تكون له عجلة مركزية تغير اتجاه السرعة فقط ولا تغير من مقدارها.

(٢) لأن قوة التجاذب المادى بين الأرض والشمس تكون عمودية على اتجاه حركة الأرض فتعمل كقوة جاذبة مركزية تجعلها تتحرك فى مسار دائرى.

(٣) لأن قوة الاحتكاك بين الطريق وإطارات السيارة تكون عمودية على اتجاه حركة السيارة وفى اتجاه مركز المسار المنحنى فتعمل كقوة جاذبة مركزية تجعل السيارة تتحرك فى مسار منحنى.

(٤) لأن السيارة تتأثر بقوة رد الفعل وقوة الاحتكاك وبتحليل كل منهما فإن المركبة الأفقية لكل منهما تكون عمودية على اتجاه الحركة وفى اتجاه المركز فتجعل السيارة تتحرك فى مسار منحنى.

(٥) لتحديد سرعة الحركة التى يُحذر من تجاوزها على هذه المنحنيات حيث $\left(F_c = \frac{mv^2}{r}\right)$.

٤ لأنه تبعًا للعلاقة $\left(F_c = \frac{mv^2}{r}\right)$ تتناسب القوة الجاذبة المركزية طرديًا مع مربع السرعة $(F \propto v^2)$ فعندما تقل السرعة تقل القوة الجاذبة المركزية اللازمة لإبقاء السيارة على الطريق المنحنى فلا تخرج عن مسارها.

---

٥ المسار الزلق يعمل على تقليل قوة الاحتكاك بين إطارات السيارة والطريق والتى تعمل كقوة جاذبة مركزية فبالتالى تكون قوة الاحتكاك غير كافية لاحتفاظ السيارة بنفس المسار المنحنى.

---

٦ تزداد القوة الجاذبة المركزية اللازمة لحفظ السيارات فى هذه المنحنيات تبعًا للعلاقة $\left(F_c = \frac{mv^2}{r}\right)$ وبالتالى يزداد خطر حركة السيارات فى هذه المنحنيات وتزداد احتمالية وقوع الحوادث.

إجابات الأنماط الجديدة من الأسئلة

١ (ب) ، (د)
٢ (١) ، (د)
٣ (١) ، (هـ)
٤ (ب) ، (د)
٥ (١) ، (ب)
٦ (١) القوة الجاذبة المركزية. (ب) العجلة المركزية.
٧ (١) 90° (ب) 0°

إجابات الباب الثالث الفصل 2

أولًا إجابات أسئلة الاختيار من متعدد

رقم السؤال	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠
الإجابة	أ	ب	جـ	ب	جـ	جـ	ب	ب	ب	(١) أ (٢) أ

رقم السؤال	١١	١٢	١٣	١٤	١٥	١٦	١٧	١٨
الإجابة	ب	ب	جـ	أ	جـ	(١) ب (٢) أ	د	(١) جـ (٢) جـ

رقم السؤال	١٩	٢٠	٢١	٢٢	٢٣	٢٤	٢٥	٢٦
الإجابة	أ	ب	ب	جـ	جـ	جـ	د	(١) جـ (٢) ب (٣) د

رقم السؤال	٢٧	٢٨	٢٩	٣٠	٣١	٣٢	٣٣	٣٤	٣٥
الإجابة	جـ	أ	د	جـ	ب	جـ	(١) ب (٢) جـ	جـ	جـ

الإجابات التفصيلية للأسئلة المشار اليها بالعلامة (*)

١ (أ)

$$F = G\frac{Mm}{r^2} = 6.67\times10^{-11}\times\frac{8\times2}{(20\times10^{-2})^2} = 2.67\times10^{-8}\ N$$

٢ (ب)

$$F = G\frac{mM}{r^2}$$

$$6.67\times10^{-9} = 6.67\times10^{-11}\times\frac{m^2}{(2)^2}$$

$$m = 20\ kg$$

٩ (ب)

∵ السيارة تتحرك مبتعدة عن إشارة المرور.

∴ تقل قوة التجاذب المادى بين السيارة وإشارة المرور لزيادة البُعد بينهما حيث $\left(F\propto\frac{1}{r^2}\right)$.

∵ السيارة تتحرك بسرعة منتظمة.

$$\because r = vt \qquad \therefore r\propto t \qquad , \qquad \therefore F\propto\frac{1}{t^2}$$

∴ التمثيل البيانى الذى يعبر عن تغير قوة التجاذب المادى (F) بين السيارة وإشارة المرور مع الزمن (t) هو (ب).

١٠ (١) (أ)

$$F = G\frac{Mm}{r^2} = 6.67\times10^{-11}\times\frac{1.9\times10^{27}\times1}{(7.14\times10^{7})^2} = 24.86\ N$$

(٢) (أ)

$$g = \frac{GM}{r^2} = \frac{6.67\times10^{-11}\times1.9\times10^{27}}{(7.14\times10^{7})^2} = 24.86\ m/s^2$$

حل آخر

$$w = F = mg$$

$$g = \frac{F}{m} = \frac{24.86}{1} = 24.86\ m/s^2$$

١٦ (١) (ب)

$$F = G\frac{Mm}{r^2}$$

$$slope = \frac{\Delta F}{\Delta m} = \frac{GM}{r^2} = \frac{160-0}{20-0} = 8\ N/kg$$

$$\because g = \frac{GM}{r^2}$$

$$\therefore g = slope = 8\ N/kg$$

(٢) (أ)

$$r^2 = \frac{GM}{g} = \frac{6.67\times10^{-11}\times5.9\times10^{24}}{8}$$

$$r = 7.01\times10^{3}\ km$$

١٨ (١) (جـ)

$$\because g = G\frac{M}{r^2}$$

$$\frac{g_e}{g_p} = \frac{M_e R_p^2}{M_p R_e^2} = \frac{M_e\times25R_e^2}{5M_e\times R_e^2} = \frac{5}{1}$$

(٢) (جـ)

$$\because w = mg$$

∵ كتلة الجسم ثابتة ولا تتغير بتغير المكان.

$$\therefore \frac{w_e}{w_p} = \frac{g_e}{g_p} = \frac{5}{1}$$

١٩ (أ)

$$r_2 = r_1 + h = R + \left(\frac{1}{4}\times2R\right) = \frac{3}{2}R$$

$$\because w = mg$$

$$\because g = G\frac{M}{r^2} \qquad , \qquad \therefore w = G\frac{mM}{r^2}$$

$$\therefore \frac{w_1}{w_2} = \frac{r_2^2}{r_1^2} \qquad , \qquad \frac{45}{w_2} = \frac{\frac{9}{4}R^2}{R^2}$$

$$\therefore w_2 = 20\ N$$

٢٠ (ب)

$$\because g = G\frac{M}{r^2}$$

$$\therefore \frac{g_1}{g_2} = \frac{r_2^2}{r_1^2} \qquad , \qquad \therefore \frac{10}{2.5} = \frac{(R+h)^2}{R^2}$$

$$\therefore (R+h)^2 = 4R^2 \qquad , \qquad \therefore R+h = 2R \qquad , \qquad \therefore h = R$$

٢١ (ب)

$$w = mg$$

$$\because g = G\frac{M}{r^2} \qquad , \qquad \therefore w = G\frac{mM}{r^2}$$

$$\frac{w_p}{w_e} = \frac{M_p r_e^2}{M_e r_p^2}$$

$$\frac{w_p}{150} = \frac{4M_e r_e^2}{M_e\times(2r_e)^2} \qquad , \qquad w_p = 150\ N$$

٢٢ (١) (ب)

$$v = \frac{2\pi r}{T} = \frac{2\pi\times(R+h)}{T} \qquad (1)$$

$$v = \sqrt{G\frac{M}{r}} = \sqrt{G\frac{M}{(R+h)}} \qquad (2)$$

بتربيع المعادلتين (1) ، (2) ومساواتهم :

$$\frac{4\pi^2\times(R+h)^2}{T^2} = G\frac{M}{(R+h)}$$

$$(R+h)^3 = \frac{GMT^2}{4\pi^2}$$

$$h = \sqrt[3]{\frac{GMT^2}{4\pi^2}} - R$$

$$= \sqrt[3]{\frac{6.67\times10^{-11}\times5.98\times10^{24}\times(24\times60\times60)^2}{4\times(3.14)^2}} - (6378\times10^{3})$$

$$= 3.6\times10^{7}\ m$$

(٢) (جـ) بالتعويض فى (2) :

$$v = \sqrt{\frac{6.67\times10^{-11}\times5.98\times10^{24}}{(6378\times10^{3})+(3.6\times10^{7})}} = 3.07\times10^{3}\ m/s$$

٢٦ (١) (جـ)

$$r = R + h = 6378 + 300$$

$$= 6678\ km = 6678\times10^{3}\ m$$

$$\because M = \frac{gR^2}{G} \qquad , \qquad v = \sqrt{G\frac{M}{r}}$$

$$\therefore v = \sqrt{\frac{G}{r}\times\frac{gR^2}{G}} = \sqrt{\frac{gR^2}{r}} = \sqrt{\frac{9.8\times(6378\times10^{3})^2}{6678\times10^{3}}} = 7.7\times10^{3}\ m/s$$

٣٤ (جـ)

$$v = \sqrt{\frac{GM}{r}} = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{GM}{R}}$$

$$\frac{GM}{r} = \frac{1}{4}\left(\frac{GM}{R}\right)$$

$$r = 4R \qquad , \qquad R+h = 4R \qquad , \qquad h = 3R$$

٣٥ (جـ)

$\because v = \sqrt{\frac{GM}{r}} = \frac{2\pi r}{T}$

$\therefore \frac{GM}{r} = \frac{4\pi^2 r^2}{T^2}$, $\therefore T^2 = \frac{4\pi^2 r^3}{GM}$, $\therefore T^2 \propto r^3$

$\therefore \frac{T_A^2}{T_B^2} = \frac{r_A^3}{r_B^3}$, $\therefore \frac{T_A^2}{(8\times10^7)^2} = \frac{(2\times10^6)^3}{(1\times10^6)^3}$

$\therefore T_A = 2.3 \times 10^8$ s

ثانيًا إجابات أسئلة المقال

١ تدور القذيفة فى مسار شبه دائرى ثابت حول الأرض وتصبح تابعًا للأرض.

٢ (١) لأن القمر الصناعى يُطلق بسرعة معينة تتسبب فى تساوى انحناء مساره مع انحناء سطح الأرض فيدور القمر الصناعى فى مسار شبه دائرى ثابت حول الأرض بسرعة مدارية ثابتة نتيجة تأثره بقوة جذب مركزية نحو الأرض.

(٢) لأن السرعة المدارية تتعين من العلاقة ($v = \sqrt{G\frac{M}{r}}$) وحيث إن G ، M كميات فيزيائية ثابتة لذلك فإن ($v \propto \frac{1}{\sqrt{r}}$).

(٣) لأنه تبعًا للعلاقة ($v = \sqrt{G\frac{M}{r}}$)، فإن السرعة المدارية للقمر الصناعى لا تعتمد على كتلته بل تعتمد على كتلة الكوكب الذى يدور حوله وبُعد القمر الصناعى عن مركز الكوكب.

إجابات الأنماط الجديدة من الأسئلة

١ (ب) ، (هـ) ٢ (ب) ، (جـ) ٣ (ب) ، (جـ)
٤ (١) ، (د) ٥ (ب) ، (هـ) ٦ (١) ، (ب)
٧ (ب) ، (د) ٨ (١) (٣) (ب) (٥)
٩ (١) $\frac{1}{4}$ (ب) $\frac{\sqrt{2}}{1}$

أولًا إجابات أسئلة الاختيار من متعدد

رقم السؤال	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠
الإجابة	أ	جـ	ب	جـ	جـ	ب	د	ب	جـ	أ

رقم السؤال	١١	١٢	١٣	١٤	١٥	١٦	١٧	١٨
الإجابة	د	(١) د (٢) ب	أ	جـ	أ	أ	ب	جـ

رقم السؤال	١٩	٢٠	٢١	٢٢	٢٣	٢٤	٢٥	٢٦	٢٧	٢٨
الإجابة	د	جـ	د	جـ	أ	د	د	ب	أ	د

رقم السؤال	٢٩	٣٠	٣١	٣٢	٣٣	٣٤	٣٥
الإجابة	ب	أ	ب	ب	أ	د	(١) د (٢) أ

رقم السؤال	٣٦	٣٧	٣٨	٣٩
الإجابة	(١) د (٢) جـ (٣) أ	(١) د (٢) د (٣) جـ	جـ	جـ

الإجابات التفصيلية للأسئلة المشار إليها بالعلامة (*)

٤ (جـ) $W = Fd = 20 \times 3.5 = 70$ J

١٢ (١) (د) $W = Fd\cos\theta = 100 \times 2.5 \cos 0 = 250$ J

(٢) (ب) $W = 100 \times 2.5 \cos 60 = 125$ J

(٣) لأن الجسم يتحرك بسرعة ثابتة عندما تكون القوة المحصلة المؤثرة عليه مساوية للصفر فيكون الشغل مساوى للصفر أيضًا تبعًا للعلاقة ($W = Fd\cos\theta$).

٢ (١) < (٢)

٣ (١) يتم بذل شغل لأن اتجاه القوة يميل بزاوية (θ) على اتجاه الحركة.

(٢) لا يتم بذل شغل لعدم حدوث إزاحة وشروط بذل الشغل هى قوة مؤثرة وإزاحة فى اتجاه عمل القوة.

(٣) يتم بذل شغل لتوافر شروطه وهى قوة مؤثرة وإزاحة فى اتجاه القوة.

٤ (١) * قمر صناعى يدور حول الأرض.
* شخص يحاول تحريك صندوق ثقيل ولكنه لم يستطع.

(٢) * شخص يدفع صندوق أفقيًا فيحركه على مستوى أفقى.
* شخص يسحب شنطة سفر.

(٣) الشغل الذى تبذله قوة الاحتكاك على سيارة تتحرك على طريق أفقى.

٥ فى الحالة (٢) يكون الشغل المبذول أكبر لأن اتجاه القوة فى نفس اتجاه الإزاحة ($\theta = 0°$) فيكون ($W = Fd\cos 0 = Fd$). وبالتالى تكون قيمة الشغل أكبر ما يمكن.

إجابات الأنماط الجديدة من الأسئلة

١ (جـ) ، (د) ٢ (ب) ، (جـ) ٣ (ب) ، (د)
٤ (جـ) ، (د) ٥ (ب) ، (هـ)
٦ (١) d cos θ (ب) Fd ٧ (١) 1414.2 (ب) 86.6

٢٢ (جـ) ∵ الإزاحة فى نفس اتجاه القوة.

$\therefore W = Fd$, $\therefore \text{slope} = \frac{\Delta W}{\Delta d} = F = \frac{50-0}{10-0} = 5$ N

٢٣ (١) $F_{(\text{مؤثرة})}$ = قوة الموتور = 500 N

$F_{(\text{محركة})} = F_{(\text{مؤثرة})} - F_{(\text{احتكاك})} = 500 - (2 \times 100) = 300$ N

$W_{(\text{محصلة})} = F_{(\text{محركة})} d = 300 \times 50 = 15 \times 10^3$ J

٢٤ (د) $a = \frac{F}{m} = \frac{200}{50} = 4$ m/s^2 , $F = ma$

$d = v_i t + \frac{1}{2}at^2 = 0 + \left(\frac{1}{2} \times 4 \times (5)^2\right) = 50$ m

$W = Fd = 200 \times 50 = 10$ kJ

٣٧ (١) الشغل عند A : (د) $W = Fd\cos\theta$

$\because \theta = 0°$

$W = Fd = 100 \times 5 = 500$ J

(٢) الزاوية عند B : $\because W = 0$

$\therefore \cos\theta = 0$, $\therefore \theta = 90°$

(٣) الشغل عند C : (جـ) $W = \frac{1}{2} \times 500 = 250$ J

الزاوية عند D : $250 = 100 \times 5\cos\theta$

$\theta = 60°$

ثانيًا إجابات أسئلة المقال

١ (١) لأن الشغل هو حاصل الضرب القياسى لمتجهى القوة والإزاحة.

(٢) لأن القوة الجاذبة المركزية المؤثرة على جسم يتحرك فى مسار دائرى تكون عمودية دائمًا على اتجاه حركة الجسم (المماس لمحيط الدائرة) فلا تبذل شغل وذلك تبعًا للعلاقة ($W = Fd\cos 90$).

إجابات الباب الرابع

الفصل 1 الدرس الثانى

أولاً إجابات أسئلة الاختيار من متعدد

رقم السؤال	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧
الإجابة	ب	جـ	(١) أ (٢) د	أ	أ	ب	(١) أ (٢) أ

رقم السؤال	٨	٩	١٠	١١	١٢	١٣	١٤	١٥
الإجابة	د	جـ	أ	ب	أ	(١) د (٢) د	ب	ب

رقم السؤال	١٦	١٧	١٨	١٩	٢٠	٢١	٢٢	٢٣	٢٤
الإجابة	جـ	ب	(١) د (٢) د	ب	د	د	أ	د	د

رقم السؤال	٢٥	٢٦	٢٧	٢٨	٢٩	٣٠	٣١
الإجابة	جـ	ب	ب	ب	جـ	جـ	(١) أ (٢) ب

الإجابات التفصيلية للأسئلة المشار إليها بالعلامة (*)

(٣) (جـ) $K.E = \frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} \times 2000 \times \left(60 \times \frac{5}{18}\right)^2 = 2.78 \times 10^5$ J

(٤) (أ) $(K.E)_a = \frac{1}{2} m_a v_a^2 = \frac{1}{2} \times 10000 \times (20)^2 = 20 \times 10^5$ J

$(K.E)_b = \frac{1}{2} \times 1500 \times (15)^2 = 1.69 \times 10^5$ J

$(K.E)_c = \frac{1}{2} \times 1500 \times (20)^2 = 3 \times 10^5$ J

∴ الترتيب الصحيح للسيارات تبعًا لطاقة حركة كل منها هو : $b < c < a$

(٥) (أ) $K.E_{(سيارة)} = \frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} \times 1200 \times \left(2 \times \frac{5}{18}\right)^2 = 185.19$ J

$v_{(عداء)} = \sqrt{\frac{2\,K.E_{(سيارة)}}{m}} = \sqrt{\frac{2 \times 185.19}{72}} = 2.27$ m/s

(١٥) (ب) $\Delta(K.E) = (K.E)_2 - (K.E)_1 = \frac{1}{2} m\left(v_2^2 - v_1^2\right) = \frac{1}{2} m\left(\left(\frac{v}{2}\right)^2 - v^2\right)$

$= \frac{1}{2} m\left(\frac{v^2}{4} - v^2\right) = \frac{-3}{8} mv^2$

∴ الطاقة المفقودة نتيجة التصادم تساوى $\frac{3}{8} mv^2$

(١٦) (جـ)

∵ الجسم يتحرك حركة دائرية منتظمة.

∴ $F = \frac{mv^2}{r}$ ، $10 = \frac{mv^2}{20 \times 10^{-2}}$

∴ $mv^2 = 2$

$K.E = \frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} \times 2 = 1$ J

(١٧) (ب) عدد الرصاصات فى الثانية = $\frac{600}{60} = 10$ رصاصات

كتلة الرصاصات فى الثانية (m) :

$m = 49 \times 10^{-3} \times 10 = 0.49$ kg

طاقة الحركة الكلية المتولدة فى الثانية :

$K.E = \frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} \times 0.49 \times (200)^2 = 9800$ J

(١٨) (١) (د) $W = (K.E)_2 - (K.E)_1$

$= \frac{1}{2} m\left(v_2^2 - v_1^2\right)$

$= \frac{1}{2} \times 10 \times 10^{-3} \times \left((400)^2 - (600)^2\right) = -1000$ J

(٢) (د) $W = Fd$

$-1000 = F \times 8 \times 10^{-2}$

$F = -12500$ N

(٢٠) (د) $W = P.E = wh = 700 \times 200 = 14 \times 10^4$ J

(٦) (ب) $slope = \frac{\Delta v^2}{\Delta(\frac{1}{m})} = \frac{8-4}{4-2} = 2$ kg.m^2/s^2

$K.E = \frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} \times slope = \frac{1}{2} \times 2 = 1$ J

(٧) (١) (أ) $(K.E)_1 = \frac{1}{2} mv_1^2 = \frac{1}{2} \times 3 \times 10^3 \times (16)^2 = 3.84 \times 10^5$ J

$(K.E)_2 = \frac{1}{2} mv_2^2 = \frac{1}{2} \times 3 \times 10^3 \times 0 = 0$

$\Delta(K.E) = (K.E)_2 - (K.E)_1 = 0 - (3.84 \times 10^5) = -3.84 \times 10^5$ J

(٢) (أ) ∵ الشجرة ساكنة.

∴ $W = 0$

(١٣) (١) (د) $P = mv = 18$ kg.m/s

$m = \frac{18}{v}$

$K.E = \frac{1}{2} mv^2 = 36$ J

$\frac{1}{2} \times \frac{18}{v} \times v^2 = 36$

$v = 4$ m/s

(٢) (د) $m = \frac{18}{v} = \frac{18}{4} = 4.5$ kg

(١٤) (ب) ∵ $K.E = \frac{1}{2} mv^2$ ، $(K.E)_a = (K.E)_b$

∴ $\frac{v_a^2}{v_b^2} = \frac{m_b}{m_a} = \frac{m}{4m} = \frac{1}{4}$

∴ $\frac{v_a}{v_b} = \sqrt{\frac{1}{4}} = \frac{1}{2}$

∵ $P = mv$

∴ $\frac{P_a}{P_b} = \frac{m_a v_a}{m_b v_b} = \frac{4m \times 1}{m \times 2} = \frac{2}{1}$

(٢٢) (أ) $P.E = mgh$

$m = \frac{P.E}{gh} = \frac{980}{9.8 \times 5} = 20$ kg

(٢٣) (د) الشغل المبذول = التغير فى طاقة الوضع

$W = \Delta(P.E) = mg\Delta h = 100 \times 10 \times (2-0) = 2000$ J

(٢٨) (ب) $slope = \frac{\Delta(P.E)}{\Delta h} = \frac{80-0}{10-0} = 8$ J/m

$P.E = mgh$

$slope = mg$

$m = \frac{slope}{g} = \frac{8}{9.8} = 0.82$ kg

(٢٩) (جـ) ∵ $(P.E)_a = (P.E)_b$

∴ $w_b h_b = w_a h_a$

$60 \times 2 = 40 \times h_a$

$h_a = \frac{60 \times 2}{40} = 3$ m

ثانياً إجابات أسئلة المقال

(١) (١) لأنها حاصل ضرب كميتين قياسيتين هما كتلة الجسم ومربع مقدار سرعته.

(٢) لأن طاقة الحركة تتعين من العلاقة $\left(K.E = \frac{1}{2} mv^2\right)$ والجسم الساكن سرعته تساوى صفر فتكون طاقة الحركة تساوى صفر.

(٣) لأن طاقة الوضع تتعين من العلاقة $(P.E = mgh)$ وبزيادة الارتفاع (h) عن سطح الأرض تزداد طاقة الوضع.

(٢) العلاقة : $K.E = \frac{1}{2} mv^2$ ، $2\,K.E = \frac{\Delta v^2}{\Delta(\frac{1}{m})}$ = الميل

العلاقة : $P.E = mgh$ ، $mg = \frac{\Delta(P.E)}{\Delta h}$ = الميل

٣ • **طاقة الوضع المرنة** ناتجة عن انكماش أو استطالة الأجسام المرنة، مثل (الملف الزنبركى، الخيط المطاطى).

• **طاقة الوضع التثاقلية** مرتبطة بوضع الأشياء بالنسبة لسطح الأرض (أى بالنسبة لمجال الجاذبية).

---

٤ يهتز الزنبرك حتى يعود إلى وضعه المستقر (المتزن) وذلك لأن استطالة الزنبرك تحت تأثير قوة F تكسب لفاته طاقة فى صورة طاقة وضع مرنة، وعند زوال القوة المؤثرة عليه تتحول طاقة الوضع إلى طاقة حركة تعيد لفاته إلى موضعها الأصلى ثم ينضغط مختزنًا طاقة وضع تتحول إلى طاقة حركة تعيد لفاته إلى موضعها الأصلى ويتكرر ذلك أى تتكرر عملية تبادل الطاقة بين طاقة وضع وطاقة حركة.

إجابات الألماط الجديدة من الأسئلة ✓

١ (جـ) ، (د)

٢ (ب) ، (د)

٣ (جـ) ، (هـ)

٤ (١) ، (جـ)

٥ (١) $\frac{m}{2}$ (ب) $\frac{v^2}{2}$

٦ (١) 2500 (ب) 5

٧ (١) 5 (ب) 25

إجابات الباب الرابع — الفصل 2

أولًا إجابات أسئلة الاختيار من متعدد

رقم السؤال	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩
الإجابة	د	ب	ب	(١) أ (٢) أ	د	د	جـ	جـ	جـ

رقم السؤال	١٠	١١	١٢	١٣	١٤	١٥	١٦
الإجابة	ب	جـ	جـ	أ	(١) ب (٢) أ	د	(١) ب (٢) أ

رقم السؤال	١٧	١٨	١٩	٢٠	٢١	٢٢
الإجابة	د	(١) أ (٢) ب	جـ	ب	(١) ب (٢) ب	(١) ب (٢) ب

رقم السؤال	٢٣
الإجابة	(١) ب (٢) جـ (٣) د (٤) ب (٥) د (٦) د (٧) جـ (٨) أ

رقم السؤال	٢٤	٢٥	٢٦	٢٧
الإجابة	ب	(١) أ (٢) جـ	جـ	جـ

الإجابات التفصيلية للأسئلة المشار إليها بالعلامة (*)

٦ (د)

طاقة الحركة أكبر عند الموضع (٤) لأن سرعته تصل إلى أقصى قيمة لها عندما يصل إلى سطح الماء $\left(K.E = \frac{1}{2} mv^2\right)$.

∴ الاختيار الصحيح هو (د).

١٠ (ب)

$P.E_{(\text{عند أقصى ارتفاع})} = K.E_{(\text{عند سطح الأرض})}$

$P.E = \frac{1}{2} mv^2$

$4000 = \frac{1}{2} \times m \times (40)^2$

$m = \frac{8000}{1600} = \mathbf{5\ kg}$

---

١١ (جـ)

$(P.E)_A = mgh_A = 10 \times 10 \times 2 = 200\ J$

$(K.E)_A = E - (P.E)_A = 800 - 200 = \mathbf{600\ J}$

---

١٢ (جـ) ∵ الطاقة الميكانيكية ثابتة عند أى نقطة.

∴ الطاقة الميكانيكية بعد أن يقطع الجسم مسافة 20 m = الطاقة الميكانيكية عند أقصى ارتفاع.

$E = P.E_{(\text{عند أقصى ارتفاع})} = mgh = 0.5 \times 10 \times 100 = \mathbf{500\ J}$

---

١٣ (١) (ب) • عند سطح الأرض :

$E = K.E_{(\text{عند سطح الأرض})}$

$= \frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} \times 0.2 \times (20)^2 = 40\ J$

• عند أقصى ارتفاع :

$E = P.E_{(\text{عند أقصى ارتفاع})} = mgh$

$h = \frac{P.E_{(\text{عند أقصى ارتفاع})}}{mg} = \frac{40}{0.2 \times 10} = \mathbf{20\ m}$

(٢) (أ) عند ارتفاع 10 m (منتصف أقصى ارتفاع) تكون طاقة حركة الجسم (K.E) :

$K.E = \frac{1}{2} mv^2$

$E = 2\ K.E = mv^2$

$v = \sqrt{\frac{E}{m}} = \sqrt{\frac{40}{0.2}} = \mathbf{14.14\ m/s}$

---

١٦ (١) (جـ)

$slope = \frac{\Delta(P.E)}{\Delta h} = mg = \frac{240 - 0}{8 - 0} = 30\ J/m$

$m = \frac{slope}{g} = \frac{30}{10} = \mathbf{3\ kg}$

(٢) (أ) عند أقصى ارتفاع (8 m) : $E = P.E_{(\text{عند أقصى ارتفاع})} = 240\ J$

عند ارتفاع 6 m : $P.E = 180\ J$

$K.E = E - P.E = 240 - 180 = \mathbf{60\ J}$

---

١٧ (د) الشغل المبذول لقذف الكرة = الطاقة الميكانيكية للكرة عند أى نقطة.

$W = E = \frac{1}{2} mv^2 + mgh = \left(\frac{1}{2} \times 0.5 \times (3)^2\right) + (0.5 \times 10 \times 4) = \mathbf{22.25\ J}$

---

١٨ (١) (أ) $W = \Delta P.E = mg\Delta h = 50 \times 9.8 \times (20 - 0) = \mathbf{9800\ J}$

(٢) (جـ) $K.E_{(\text{عند سطح الأرض})} = P.E_{(\text{عند أقصى ارتفاع})}$

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

$v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \times 9.8 \times 20} = \mathbf{19.8\ m/s}$

---

١٩ (جـ) طاقة الحركة عند سطح الأرض = طاقة الوضع عند أقصى ارتفاع.

$\frac{(K.E)_1}{(K.E)_2} = \frac{m_1 gh_1}{m_2 gh_2} = \frac{3\,m_2 \times \frac{1}{3} h_2}{m_2 \times h_2} = \frac{1}{1}$

---

٢٠ (ب)

$(P.E)_A = (P.E)_B + (K.E)_B$

$mgh_A = mgh_B + \frac{1}{2} mv_B^2$

$10 \times 8 = (10 \times 3) + \frac{1}{2} v_B^2$

$v_B = \mathbf{10\ m/s}$

---

٢٢ (١) (جـ)

$E = (K.E)_a = (K.E)_b + (P.E)_b$

$\frac{1}{2} mv_a^2 = \frac{1}{2} mv_b^2 + mgh_b$

$\frac{1}{2} m \times (2.5)^2 = \frac{1}{2} mv_b^2 + (m \times 9.8 \times 0.1)$

$v_b = \mathbf{2.1\ m/s}$

(٢) (ب)

$E = (K.E)_n = P.E_{\text{(عند أقصى ارتفاع)}}$

$\therefore \frac{1}{2} m \times (2.5)^2 = m \times 9.8 \times h_{\text{(عند أقصى ارتفاع)}}$

$h_{\text{(عند أقصى ارتفاع)}} = 31.9 \text{ cm}$

---

٢٢ (١) (ب)

(٢) (جـ) عند أقصى ارتفاع (c) :

$h = 20 \text{ m}$

$P.E = mgh = 10 \times 10 \times 20 = 2000 \text{ J}$

$K.E = 0$

(٣) (د) عند منتصف المسافة (b) :

$h = 10 \text{ m}$

$P.E = mgh = 10 \times 10 \times 10 = 1000 \text{ J}$

$K.E = P.E = 1000 \text{ J}$

(٤) (ب) عند سطح الأرض (a) :

$h = 0$

$P.E = 0$ ، $K.E = 2000 \text{ J}$

(٥) (د) الطاقة الميكانيكية = طاقة الوضع عند أقصى ارتفاع = طاقة الحركة عند سطح الأرض = 2000 J

(٦) (د)

$v = \sqrt{\frac{2 K.E}{m}} = \sqrt{\frac{2 \times 2000}{10}} = 20 \text{ m/s}$

(٧) (جـ)

$v = \sqrt{\frac{2 K.E}{m}} = \sqrt{\frac{2 \times 1000}{10}} = 14.14 \text{ m/s}$

(٨) (أ)

$K.E = \frac{1}{2} mv^2 = 0$ ، $v = 0$

---

٢٦ (جـ)

$(K.E)_B = (P.E)_A = mgh = 80 \times 10 \times 20 = 16 \times 10^3 \text{ J}$

عند الانتقال من B إلى C :

$W = Fd = \Delta(K.E) = (K.E)_C - (K.E)_B$

$F \times 5 = 0 - (16 \times 10^3)$

$F = -3200 \text{ N}$

٢٧ (جـ)

$\Delta E = E_A - E_B = (P.E)_A - (K.E)_B = mgh_A - \frac{1}{2} mv_B^2$

$= (25 \times 9.8 \times 4) - (\frac{1}{2} \times 25 \times (6)^2) = 530 \text{ J}$

ثانيًا إجابات أسئلة المقال

١

النقطة	الإزاحة من نقطة السقوط (m)	طاقة الوضع (J)	السرعة (m/s)	طاقة الحركة (J)	الطاقة الميكانيكية (J)
(١)	0	800	0	0	800
(٢)	1.25	750	5	50	800
(٣)	10	400	14.14	400	800
(٤)	20	0	20	800	800

(١) عند النقطة (٤). (٢) عند النقطة (١). (٣) عند النقطة (٣).

---

٢ (١) (٣) (٢) (١) (٣) (٢)

---

٣ لأن طاقة الوضع المختزنة فى العربة تكون أكبر ما يمكن عند أقصى ارتفاع لها وتتحول إلى طاقة حركة أثناء هبوطها تدريجيًا وكلما قل الارتفاع تقل طاقة الوضع فتزداد طاقة الحركة وبالتالى تزداد السرعة.

إجابات الأنماط الجديدة من الأسئلة

١ (جـ) ، (د) ٢ (ب) ، (د) ٣ (جـ) ، (د)

٤ (أ) ، (جـ) ٥ (ب) ، (جـ)

٦ (أ) 170 (ب) 130.4

إجابات أسئلة الاختبارات الشهرية

إجابة اختبار 1 على شهر فبراير

رقم السؤال	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧
الإجابة	ب	جـ	ب	أ	أ	جـ	أ

٨ $slope = \frac{\Delta a}{\Delta F} = \frac{1}{m} = \tan \theta$

$\frac{m_A}{m_B} = \frac{(slope)_B}{(slope)_A} = \frac{\tan \theta_B}{\tan \theta_A}$

$= \frac{\frac{4}{4}}{\frac{4}{2}} = \frac{1}{2}$

---

٩ $F_1 = F_2$

$m_1 a_1 = m_2 a_2$

$1 \times a_1 = 5 \times 20$

$a_1 = 100 \text{ m/s}^2$

---

١٠ $v_f^2 = v_i^2 + 2 ad$

$0 = (5)^2 + 2 a \times 1.25$

$a = -10 \text{ m/s}^2$

$F = ma$

$= 85 \times (-10)$

$= -850 \text{ N}$

إجابة اختبار 2 على شهر فبراير

رقم السؤال	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧
الإجابة	أ	د	جـ	ب	د	ب	د

٨ لأن عند سقوط البيضة على الأرض يكون المعدل الزمنى للتغير فى كمية التحرك أكبر من حالة سقوطها على وسادة، فتكون القوة المؤثرة على البيضة أكبر تبعًا للعلاقة $(F = \frac{\Delta P}{\Delta t})$ مما يؤدى إلى انكسار البيضة.

---

٩ ∵ الكتل تتحرك معًا على السطح.

∴ عجلة تحرك الكتل متساوية.

∴ $a_1 = a_2 = a_3 = a_4$

---

١٠ ∵ $P = mv$

$= m \frac{\Delta d}{\Delta t}$

∵ $slope = \frac{\Delta d}{\Delta t} = \tan \theta$

∴ $P \propto \tan \theta$

∴ الجسم (٣) له أكبر كمية تحرك.

إجابة اختبار 1 على شهر مارس

رقم السؤال	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧
الإجابة	د	أ	أ	جـ	أ	د	جـ

٨ $v = \sqrt{\frac{GM}{R+h}}$

$= \sqrt{\frac{6.67 \times 10^{-11} \times 6 \times 10^{24}}{(6400 + 1600) \times 10^3}}$

$= 7072.84$ m/s

$T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi (R+h)}{v}$

$= \frac{2 \times 3.14 \times (6400 + 1600) \times 10^3}{7072.84}$

$= 7103.23$ s $= 118.39$ min

٩ لأنه كلما زادت كتلة السيارة احتاجت لقوة جاذبة مركزية أكبر للحركة على المسار الدائرى دون أن تنزلق حيث ($F_c \propto m$).

١٠

$F_{Ax} = F_{Bx}$

$\frac{GM_A m_x}{d_1^2} = \frac{GM_B m_x}{d_2^2}$

$\frac{d_1^2}{d_2^2} = \frac{M_A}{M_B} = \frac{100\, M_B}{M_B} = \frac{100}{1}$

$\frac{d_1}{d_2} = \frac{10}{1}$

إجابة اختبار 2 على شهر مارس

رقم السؤال	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧
الإجابة	جـ	أ	ب	أ	جـ	د	جـ

٨ $\because a_c = \frac{v^2}{r}$

$\therefore v^2 = a_c r$

$\therefore v = \sqrt{a_c r} = \sqrt{16}$

$= 4$ m/s

٩ وذلك بسبب صغر قيمة ثابت الجذب العام فلا تكون قوة الجاذبية بين الأجسام مؤثرة وكبيرة إلا عندما تكون كتلة أحد الجسمين أو كليهما كبيرة جدًا.

١٠

$T = \frac{40}{25} = 1.6$ s

$v = \frac{2\pi r}{T} = \frac{2\pi \times 70 \times 10^{-2}}{1.6} = 2.75$ m/s

$F_c = \frac{mv^2}{r}$

$Mg = \frac{mv^2}{r}$

$M \times 10 = \frac{43.75 \times 10^{-3} \times (2.75)^2}{70 \times 10^{-2}}$

$M = 0.047$ kg $= 47$ g

إجابات أسئلة نماذج الامتحانات العامة

إجابة نموذج امتحان 1

رقم السؤال	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢	١٣	١٤
الإجابة	ب	ب	ب	أ	أ	ب	جـ	د	د	ب	أ	د	د	جـ

الإجابات التفصيلية للأسئلة المشار إليها بالعلامة (*)

١٢ (د) $W = Fd \cos\theta$

$10^5 = T \times 1 \times 10^3 \times \cos 60$

$T = 200$ N

١٣ (د) $\because v = \sqrt{G\frac{M}{r}} = \frac{2\pi r}{T}$

$\therefore T^2 = \frac{4\pi^2 r^3}{GM}$, $\therefore T^2 \propto r^3$

$\therefore \frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{r_1^3}{r_2^3}$, $\frac{(365.25)^2}{T_2^2} = \frac{r_1^3}{(\frac{r_1}{2})^3}$

$T_2 = 129.14$ day

∴ عدد أيام السنة الأرضية يصبح 129.14 يوم.

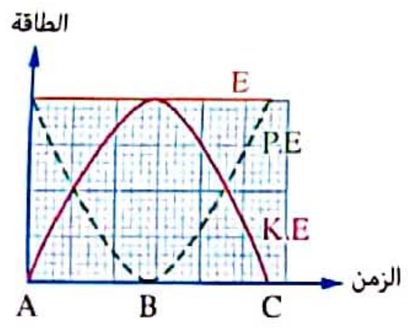
١٤ (ب) $\text{slope} = \frac{\Delta F}{\Delta v^2} = \frac{4-0}{4-0} = 1$ N.s^2/m^2

$F = \frac{mv^2}{r}$, $\frac{m}{r} = \text{slope}$

$r = \frac{m}{\text{slope}} = \frac{2}{1} = 2$ m

١٥ الجسم B يتأثر بقوة محصلة، حيث إن $(\text{slope} = \frac{\Delta P}{\Delta t} = F)$ وميل الخط البيانى للجسم A يساوى صفر بينما ميل الخط البيانى للجسم B له قيمة ثابتة لا تساوى الصفر.

١٦



إجابة نموذج امتحان 2

رقم السؤال	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢	١٣	١٤
الإجابة	د	أ	أ	أ	د	أ	جـ	أ	جـ	د	جـ	د	د	جـ

الإجابات التفصيلية للأسئلة المشار إليها بالعلامة (*)

١٢ (د) يتحرك الجسم بسرعة ثابتة فقط عندما تكون محصلة القوى المؤثرة عليه مساوية للصفر وبالتالى فإن المرحلة التى يتحرك فيها الجسم بسرعة ثابتة هى المرحلة d

١٣ (د) $\because v = \sqrt{G\frac{M}{r}} = \frac{2\pi r}{T}$

$\therefore r^3 = \frac{GMT^2}{4\pi^2}$

$r = \sqrt[3]{\frac{6.67 \times 10^{-11} \times 6 \times 10^{24} \times (27.3 \times 24 \times 60 \times 60)^2}{4 \times (\frac{22}{7})^2}} = 3.83 \times 10^8$ m

$r = R + h$

$h = (3.83 \times 10^8) - (6400 \times 10^3) = 3.77 \times 10^8$ m

١٥ * اتجاه القوة المحصلة المؤثرة على الحجر : يكون دائمًا تجاه مركز المسار الدائرى.

* اتجاه حركة الحجر عند انقطاع الخيط : يكون مماس للمسار الدائرى عند موضع الحجر لحظة انقطاع الخيط.

---

١٦ أجب بنفسك.

إجابة لموذج امتحان 3

رقم السؤال	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢	١٣	١٤
الإجابة	أ	د	جـ	د	جـ	جـ	د	ب	جـ	ب	جـ	ب	أ	جـ

الإجابات التفصيلية للأسئلة المشار اليها بالعلامة (*)

١٢ (ب)

$m = \frac{w}{g} = \frac{60}{10} = 6\ kg$

$K.E = \frac{1}{2}\ mv^2$

$27 = \frac{1}{2} \times 6 \times v^2$ ، $v = 3\ m/s$

$P = mv = 6 \times 3 = 18\ kg.m/s$

---

١٣ (أ) W = المساحة تحت المنحنى $= 80 \times 5 = 400\ J$

---

١٤ (جـ)

$a = \frac{\Sigma F}{m} = \frac{T - mg}{m} = \frac{490 - (35 \times 10)}{35} = 4\ m/s^2$

---

١٥ ∵ قوة جذب النجم للكوكبين متساوية.

$\because F = G\frac{Mm}{r^2}$ ، $\therefore G\frac{Mm_x}{r_x^2} = G\frac{Mm_y}{r_y^2}$

$\therefore \frac{10^{24}}{r^2} = \frac{m_y}{(2r)^2}$ ، $\therefore m_y = 4 \times 10^{24}\ kg$

---

١٦ أجب بنفسك.

إجابة لموذج امتحان 4

رقم السؤال	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢	١٣	١٤
الإجابة	أ	ب	ب	ب	د	ب	د	د	جـ	أ	ب	جـ	جـ	ب

الإجابات التفصيلية للأسئلة المشار اليها بالعلامة (*)

١٢ (جـ)

$\frac{F_1}{F_2} = \frac{m_1 a_1}{m_2 a_2}$

$\frac{F}{4F} = \frac{ma}{2ma_2}$

$a_2 = 2a$

---

١٣ (جـ) $W = Fd = F\frac{h}{\sin 30} = 100 \times \frac{3}{\sin 30} = 600\ J$

---

١٤ (ب)

$F = \frac{mv^2}{r}$

$m = \frac{Fr}{v^2} = \frac{1.71 \times 10^5 \times 200}{(60)^2} = 9.5 \times 10^3\ kg$

١٥

$\because g = \frac{GM}{r^2}$

$\therefore \frac{g_m}{g_e} = \frac{M_m R_e^2}{M_e R_m^2}$

$= \frac{7.35 \times 10^{22} \times (6.4 \times 10^6)^2}{5.976 \times 10^{24} \times (1.74 \times 10^6)^2} \simeq 0.17$

---

١٦ أجب بنفسك.

إجابة لموذج امتحان 5

رقم السؤال	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢	١٣	١٤
الإجابة	أ	د	ب	د	د	د	جـ	أ	د	د	ب	د	د	جـ

الإجابات التفصيلية للأسئلة المشار اليها بالعلامة (*)

١٢ (د)

$\because v = \sqrt{G\frac{M}{r}} = \frac{2\pi r}{T}$

$\therefore T^2 = \frac{4\pi^2 r^3}{GM}$

من المعادلة الأخيرة، يعتمد الزمن الدورى للقمر الصناعى على نصف قطر مدار القمر الصناعى وكتلة الكوكب الذى يدور حوله.

$\therefore \frac{T_1}{T_2} = \frac{1}{1}$

---

١٣ (د) $E = K.E_{(عند\ سطح\ الأرض)} = P.E_{(عند\ أقصى\ ارتفاع)} = mgh = 2 \times 10 \times 20 = 400\ J$

* عند سطح الأرض :

$\Delta E = \Delta(K.E) = K.E_{(لحظة\ الاصطدام)} - K.E_{(لحظة\ الارتداد)}$

$76 = 400 - (\frac{1}{2} \times 2 \times v^2_{(لحظة\ الارتداد)})$

$v_{(لحظة\ الارتداد)} = 18\ m/s$

---

١٤ (جـ) عند قمة التلة :

$F = \frac{mv^2}{r} = mg$

$\therefore v = \sqrt{gr} = \sqrt{10 \times 50} = 22.36\ m/s$

---

١٥ لزيادة زمن التأثير (الفترة الزمنية للتغير فى كمية التحرك) فتقل قوة التصادم تبعًا للعلاقة $(F = \frac{\Delta P}{\Delta t})$.

---

١٦ أجب بنفسك.

إجابة لموذج امتحان 6

رقم السؤال	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢	١٣	١٤
الإجابة	د	جـ	ب	ب	جـ	ب	جـ	ب	د	جـ	د	جـ	جـ	أ

الإجابات التفصيلية للأسئلة المشار اليها بالعلامة (*)

١٢ (جـ) ∵ العجلة المركزية للقمر الصناعى = عجلة الجاذبية عند مداره.

$\therefore g = \frac{v^2}{r}$

$v = \sqrt{gr} = \sqrt{9 \times 10^6} = 3 \times 10^3\ m/s$

---

١٣ (جـ)

$\frac{1}{2}\ mv_a^2 + mgh_a = \frac{1}{2}\ mv_b^2 + mgh_b$

$0 + (10 \times 5) = \frac{1}{2}\ v_b^2 + (10 \times 3.2)$

$v_b = 6\ m/s$

---

١٤ (أ)

$a = \frac{v_f - v_i}{t} = \frac{4 - 1}{2} = 1.5\ m/s^2$

$F_{(محركة)} = ma = 1000 \times 1.5 = 1500\ N$

$F_{(محركة)} = F_{(مؤثرة)} - F_{(احتكاك)}$

$F_T \cos\theta = F_{(محركة)} + F_{(احتكاك)} = 1500 + 400 = 1900\ N$

∴ المركبة الأفقية لقوة الشد فى الحبل $= 1900\ N$

---

١٥ لأن قوى الاحتكاك قد تكون غير كافية لدوران السيارة فى المسار المنحنى فتنزلق السيارة وتزحف الإطارات على الطريق الجانبى ولا تستمر فى المسار المنحنى.

---

١٦ أجب بنفسك.

الرجاء الدعاء لمصور الكتاب
بالنجاح والتوفيق

وفقنا ووفقكم الله جميعا