الفيزيائي المحترف

أسئلة الأنشطة والتجارب العملية

برنامج يساعدك على فهم الفيزياء بسهولة والحصول على أعلى الدرجات

إعداد: أ. خليل بن صالح بن سليمان العزري

مشرف فيزياء سابق بمحافظة الداخلية

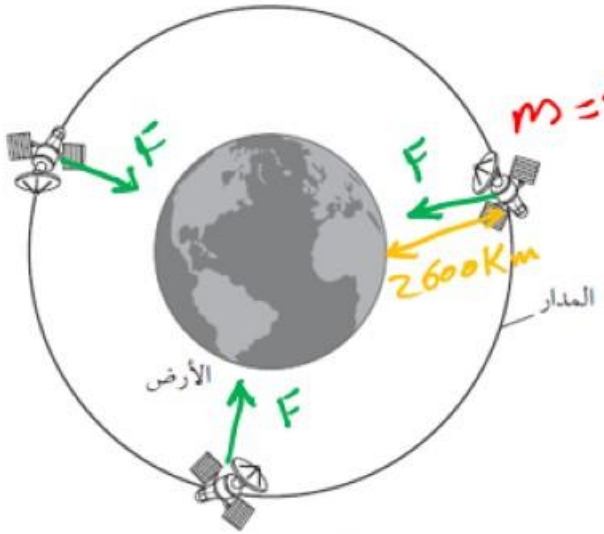
الفيزيائي المحترف
الفيزياء معنا سهلة وممتعة

نشاط ١-٥ الدوران تحت تأثير الجاذبية

الجاذبية هي القوة الأكثر أهمية للأجرام السماوية مثل الكواكب والأقمار في النظام الشمسي. كما أنها تبقي الأقمار الصناعية الثابتة بالنسبة إلى الأرض في مداراتها حول هذا الكوكب. هذا النشاط يأخذ في الاعتبار المركبات الفضائية والأقمار الصناعية لأنواع مختلفة من المدارات حول الأرض.

١. يوضح الشكل ١-٦ ثلاث مركبات فضائية متماثلة تشترك في مدار دائري حول الأرض، وكتلة كل مركبة فضائية (450 kg):

m = 450 kg



الشكل ١-٦: للسؤال ١. ثلاث مركبات فضائية تشترك في مدار دائري حول الأرض.

أ. أضف سهم قوة إلى الرسم في الشكل لكل مركبة فضائية لإظهار تأثير قوة جاذبية الأرض عليها.

ب. تدور كل مركبة فضائية على مسافة (2600 km) فوق سطح الأرض. احسب مسافة كل مركبة فضائية من مركز الأرض، ومقدار قوة الجاذبية المؤثرة عليها (ثابت الجاذبية: $G = 6.67 \times 10^{-11}\ N\ m^2\ kg^{-2}$، كتلة الأرض = $6.0 \times 10^{24}\ kg$، نصف قطر الأرض = $6.4 \times 10^{6}\ m$).

المسافة من مركز الأرض = نصف قطر الأرض + المسافة من سطح الأرض

$r = 6.4 \times 10^6 + 2600 \times 10^3 = 9 \times 10^6\ m$

$F = G\frac{Mm}{r^2} = 6.67 \times 10^{-11} \times \frac{6.0 \times 10^{24} * 450}{(9 \times 10^6)^2} = 2223.3\ N \approx 2.2 \times 10^3\ N$

مهمّ

تذكّر دائمًا حساب بُعد المركبة الفضائية عن مركز الأرض، وليس عن سطحها.

الفيزيائي المحترف
الفيزياء معنا سهلة وممتعة

ج. يجب على أي مركبة فضائية أن تتحرك بسرعة مناسبة لتبقى في مدارها.
احسب مقدار هذه السرعة باستخدام معادلة الحركة الدائرية $F = \frac{mv^2}{r}$.

تم حسابها سابقا

$V^2 = \frac{F.r}{m} \Rightarrow V = \sqrt{\frac{2223.3 \times 9\times10^6}{450}} = 6633\ m.s^{-1} \approx 6.6\times10^3\ m.s^{-1}$

كتلة المركبة

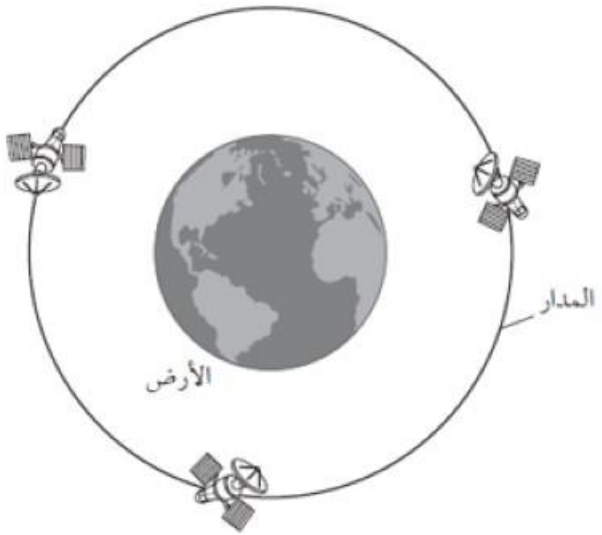
د. احسب الزمن الذي تستغرقه إحدى المركبات الفضائية لإكمال دورة كاملة حول الأرض. أعط إجابتك بالدقائق.

① $T^2 = \frac{4\pi^2}{GM} r^3$

حل آخر أسهل وسريع

② $T = \frac{2\pi r}{V} = \frac{2\pi \times 9\times10^6}{6633} = 8480\ s$

$= \frac{8480}{60} = 141\ min$



الشكل ١-٦: للسؤال ١. ثلاث مركبات فضائية تشترك في مدار دائري حول الأرض.

الفيزيائي المحترف
الفيزياء معنا سهلة وممتعة

٢. يوضح الشكل ١-٧ مركبة فضائية في مدار إهليلجي حول الأرض. تتغيّر المسافة بينها وبين الأرض نتيجة حركتها حول المدار:

قم بتضمين الأسباب لإجاباتك عن الأسئلة الآتية:

أ. تمّ وضع أربع نقاط P و Q و R و S على المدار. ما النقطة التي تكون عندها المركبة الفضائية أبعد ما تكون عن الأرض؟

ك.....

ب. ما النقطة التي تكون عندها قوة جاذبية الأرض للمركبة الفضائية أضعف ما يمكن؟

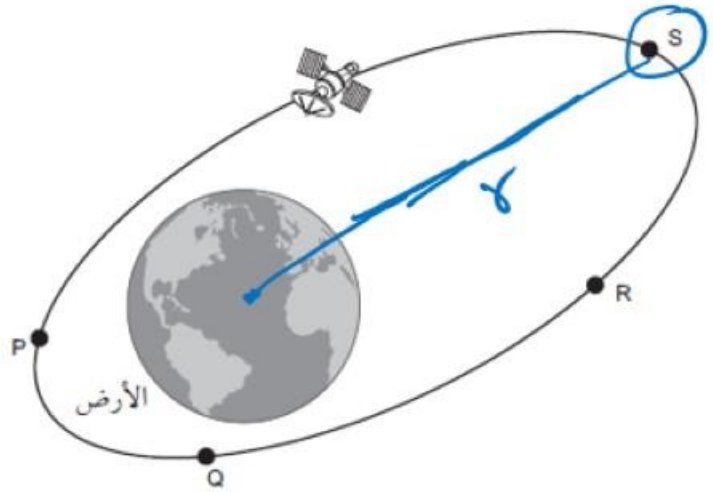
ك..... لأنها أبعد نقطة..... $F = G\frac{Mm}{r^2}$

ج. ما النقطة التي تكون فيها طاقة وضع الجاذبية للمركبة الفضائية في ذروتها (أكبر ما يمكن)؟

ك: كلما بعدت النقطة عن مركز الجسم المشترك للمجال تقل طاقة الوضع..... $E_p = -\frac{GMm}{r}$

د. الطاقة الكلّية للمركبة الفضائية (طاقة الوضع + طاقة الحركة) ثابتة. حدّد النقطة التي ستتحرك عندها المركبة الفضائية أبطأ ما يمكن.

ك..... أقل طاقة حركة ← أكبر طاقة وضع



الشكل ١-٧: للسؤال ٢. مركبة فضائية في مدار إهليلجي حول الأرض.

الفيزيائي المحترف
الفيزياء معنا سهلة وممتعة

٣. تدور مركبة فضائية حول كوكب ما مرة واحدة كل يوم وتبقى ثابتة بالنسبة إلى الكوكب، أي أنها تبقى عند نقطة ثابتة في السماء فوق خط الاستواء للكوكب.

أ. حدّد الزمن الدوري لمركبة فضائية تدور حول الأرض في **مدار ثابت بالنسبة إلى الأرض**. أعط إجابتك بوحدة الثانية.

.....

الزمن الدوري للمركبة = الزمن الدوري للأرض = 24 × 60 × 60 .....

= 86400 s .....

مصطلحات علمية

مدار الأقمار الثابتة بالنسبة إلى الأرض
Geostationary orbit:
مدار يبقى فيه القمر الصناعي مباشرةً فوق النقطة نفسها على الأرض في جميع الأوقات.

الفيزيائي المحترف
الفيزياء معنا سهلة وممتعة

ب. يمكن وضع مركبة فضائية في مدار حول كوكب المريخ حيث تبقى ثابتة بالنسبة إلى سطح المريخ من أجل الحفاظ على الاتصال بمركبة هبوط على سطح الكوكب، الزمن الدوري (T) للمركبة الفضائية يُستنتج من خلال المعادلة الآتية:

$$T^2 = \left(\frac{4\pi^2}{GM}\right) r^3$$

١. اذكر الكمّيتَين اللتَين يمثلهما الرمزان (M) و (r).

M : كتلة كوكب المريخ

r : المسافة من مركز كوكب المريخ

٢. احسب نصف قطر المدار لقمر صناعي ثابت يدور حول المريخ.
استخدم كتابًا مرجعيًا أو الشبكة العالمية للمعلومات والاتصالات الدولية (الإنترنت) لتوفير البيانات اللازمة.

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

$r^3 = \frac{T^2 . GM}{4\pi^2} \Rightarrow r = \sqrt[3]{\frac{(88560)^2 \times 6.67\times10^{-11} \times 6.4\times10^{23}}{4\pi^2}}$

$r = 2.0 \times 10^7\ m$

للمريخ:

$T = 24.6\ h = 88560\ s$ ، $M = 6.4\times10^{23}\ kg$

الفيزيائي المحترف

أسئلة الدرس (كتاب الطالب)

برنامج يساعدك على فهم الفيزياء بسهولة والحصول على أعلى الدرجات

إعداد: أ. خليل بن صالح بن سليمان العزري

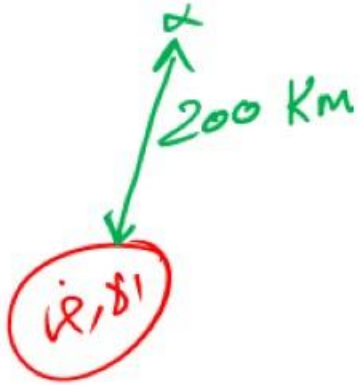
مشرف فيزياء سابق بمحافظة الداخلية

الفيزيائي المحترف

الفيزياء معنا سهلة وممتعة

سؤال

(١١) احسب السرعة المدارية لقمر صناعي يدور على ارتفاع (200 km) فوق سطح الأرض (نصف قطر الأرض 6.4×10^6 m وكتلتها 6.0×10^{24} kg).



$$r = 6.4 \times 10^6 + 200 \times 10^3 = 6.6 \times 10^5 \text{ m}$$

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

$$V = \sqrt{\frac{6.67 \times 10^{-11} \times 6.0 \times 10^{24}}{6.6 \times 10^5}} = 7786 \text{ m.s}^{-1}$$

$$= 7.8 \times 10^3 \text{ m.s}^{-1}$$

$$= 7.8 \text{ Km.s}^{-1}$$

الفيزيائي المحترف
الفيزياء معنا سهلة وممتعة

سؤال

(١٢) قمر صناعي يدور على ارتفاع بضع مئات من الكيلومترات فوق سطح الأرض ويتأثر بقوة احتكاك طفيفة مع الغلاف الجوي (الرقيق جدًا) للأرض. ارسم مخططًا لإظهار كيف تتوقع أن يتغيّر مدار القمر نتيجة لذلك. وكيف يمكن التغلّب على هذه المشكلة إذا كان ضروريًا الإبقاء على القمر الصناعي على ارتفاع معيّن فوق الأرض؟

يبيّن المخطط قمرًا صناعيًا وهو يدور لولبيًا نحو الأرض.

يحتاج القمر الصناعي إلى إطلاق صاروخ دفع صغير للإبقاء على سرعته ومداره.

الفيزيائي المحترف
الفيزياء معنا سهلة وممتعة

أسئلة

(١٣) سيكون من المفيد لأي مهمة مستقبلية إلى المريخ إنشاء نظام من ثلاثة أو أربعة أقمار صناعية ثابتة بالنسبة إلى المريخ للسماح بالتواصل بين المريخ والأرض.

احسب نصف قطر المدار المناسب حول المريخ إذا علمت أن كتلة كوكب المريخ (6.4×10^{23} kg)، وزمنه الدوري 24.6 ساعة.

$M = 6.4 \times 10^{23}$ Kg (المريخ)

$T = 24.6\ h = 24.6 \times 60 \times 60 = 88560\ s$

$$T^2 = \frac{4\pi^2 r^3}{MG} \Rightarrow r = \sqrt[3]{\frac{T^2 . M . G}{4\pi^2}} = \sqrt[3]{\frac{(88560)^2 \times 6.4 \times 10^{23} \times 6.67 \times 10^{-11}}{4\pi^2}}$$

$$r = 2.0 \times 10^7\ m$$

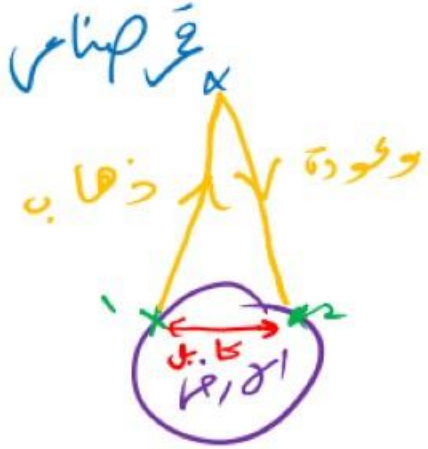
الفيزيائي المحترف

الفيزياء معنا سهلة وممتعة

(١٤) على الرغم من وجود بعض إشارات الهاتف الدولية التي تُرسل عبر الأقمار الصناعية في المدارات الثابتة بالنسبة إلى الأرض، إلّا أن معظمها يُرسل عبر الكابلات الموجودة على سطح الأرض، وهذا يقلّل من التأخير الزمني بين إرسال الإشارة واستقبالها. قدّر قيمة هذا التأخير الزمني عبر الأقمار الصناعية، واشرح السبب في أن يكون ذلك أقل أهمية عند استخدام الكابلات.

ستحتاج إلى ما يأتي:

- نصف قطر المدار الثابت بالنسبة إلى الأرض = 42300 km
- نصف قطر الأرض = 6400 km
- سرعة الموجات الكهرومغناطيسية في الفراغ تساوي $c = 3.0 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$



حساب الزمن المستغرق بواسطة الأقمار الصناعية

$t = \frac{d}{c}$ ← سرعة الضوء

d = ذهاب + عودة

$= 2(42300 \times 10^5 - 6400 \times 10^5) = 7.18 \times 10^7 \text{ m}$

سم المركز للأرض

$t = \frac{d}{c} = \frac{7.18 \times 10^7}{3 \times 10^8} = 0.24 \text{ s}$

تنتقل الإشارة في الكابلات أبطأ ولكنها تقطع مسافة أقصر، لذا التأخير في الكابلات أقل من الأقمار الصناعية.

الفيزيائي المحترف

أسئلة نهاية الوحدة

برنامج يساعدك على فهم الفيزياء بسهولة والحصول على أعلى الدرجات

إعداد: أ. خليل بن صالح بن سليمان العزري

مشرف فيزياء سابق بمحافظة الداخلية

الفيزيائي المحترف

الفيزياء معنا سهلة وممتعة

٨ جانيميد هو أكبر أقمار كوكب المشتري، وتبلغ كتلته (1.48×10^{23} kg)، ويدور حول كوكب المشتري بنصف قطر مداري يبلغ (1.07×10^{6} km)، ويدور حول محوره بزمن دوري مقداره 7.15 يومًا. اقتُرح من أجل مراقبة مركبة هبوط غير مأهولة على سطح جانيميد أنه يجب وضع قمر صناعي ثابت بالنسبة إلى جانيميد في مدار حوله.

أ. احسب نصف القطر المداري للقمر الصناعي الثابت المقترح.

ب. تنبأ بالصعوبات التي يمكن مواجهتها في تحقيق المدار الثابت لهذا القمر.

T = نصف الزمن الدوري لجانيميد

(أ) $T^2 = \frac{4\pi^2 r^3}{MG}$

$r = \sqrt[3]{\frac{T^2 M G}{4\pi^2}}$

$= \sqrt[3]{\frac{(7.15 \times 24 \times 60 \times 60)^2 \times 1.48 \times 10^{23} \times 6.67 \times 10^{-11}}{4\pi^2}}$

$r = 4.57 \times 10^{7}\ m$

(ب) قرب كوكب المشتري الكبير جداً من الممكن أن يؤدي إلى عدم استقرار المركبة في المدار. بسبب قوة جاذبيته.

الفيزيائي المحترف
الفيزياء معنا سهلة وممتعة

٩ تدور الأرض حول الشمس بزمن دوري مقداره سنة واحدة في مدار متوسط نصف قطره (1.50×10^{11} m).

احسب:

أ. السرعة المدارية للأرض.

ب. التسارع المركزي للأرض.

ج. شدة مجال جاذبية الشمس على الأرض.

أ) $V = \frac{2\pi r}{T}$

$= \frac{2\pi \times 1.5 \times 10^{11}}{1 \times 365 \times 24 \times 3600}$

$= 3.0 \times 10^{4}\ m.s^{-1}$

ب) $a = \frac{V^2}{r}$

$a = \frac{(3.0 \times 10^{4})^2}{1.5 \times 10^{11}}$

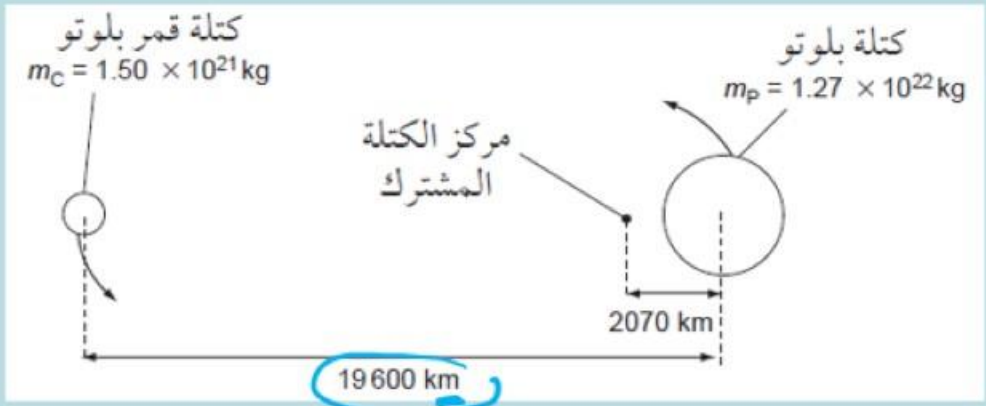
$a = 6.0 \times 10^{-3}\ m.s^{-2}$

ج) $g = a = 6.0 \times 10^{-3}\ N.kg^{-1}$

الفيزيائي المحترف
الفيزياء معنا سهلة وممتعة

١٢ **أ.** اشرح المقصود بشدة مجال الجاذبية عند نقطة ما.

ب. يبيّن الشكل ١-١٣ الكوكب القزم بلوتو وقمره، ويمكن اعتبارهما نظامًا كوكبيًا مزدوجًا يدوران حول المركز المشترك لكتلتَيهما.



الشكل ١-١٣

١. احسب قوة جاذبية الكوكب بلوتو لقمره.

٢. استخدم إجابتك في الجزئية (١) لحساب الزمن الدوري المداري لقمر بلوتو.

٣. لماذا يجب أن يكون الزمن الدوري المداري لكوكب بلوتو مماثلًا لقمره؟ اشرح إجابتك.

(أ) $g = \frac{F}{m}$ ← المؤثرة

القوة المؤثرة على وحدة الكتل عند نقطة ما.

(ب) ①
$$F = G\frac{Mm}{r^2}$$
$$= 6.67\times10^{-11} \times \frac{1.27\times10^{22}\times1.5\times10^{21}}{(19.6\times10^{5})^2}$$
$$= 3.31\times10^{18}\ N$$

② $T = \frac{2\pi r}{v}$

نوجد السرعة

$F = m\frac{v^2}{r}$

$v = \sqrt{\frac{F\cdot r}{m_{القمر}}}$

نعوض في العلاقة

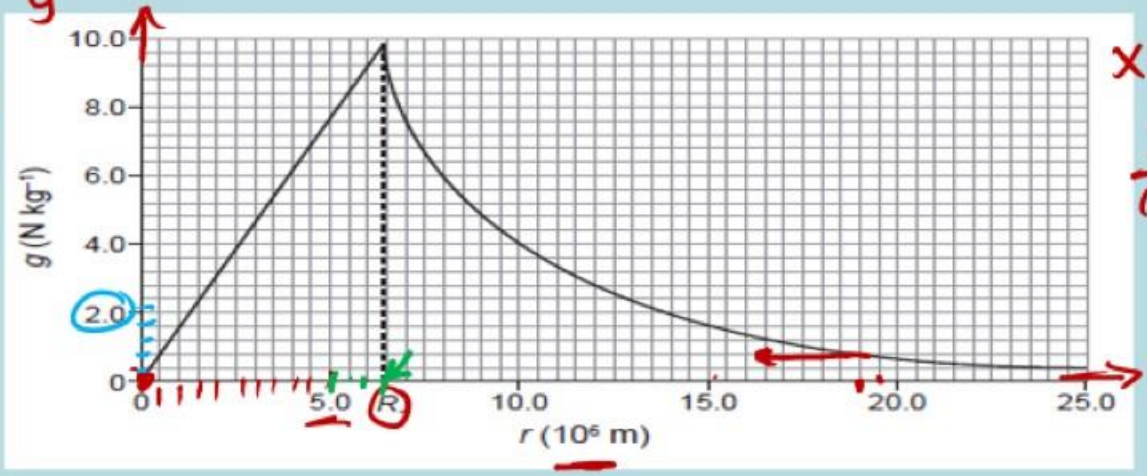
$T = \frac{2\pi r}{\sqrt{\frac{F\cdot r}{m}}} = 5.6\times10^{5}\ s$

$= 6.5$ يوم

③ لكي لا يفقد الاستقرار في مداريهما

الفيزيائي المحترف
الفيزياء معنا سهلة وممتعة

١٣ يبيّن التمثيل البياني في الشكل ١-١٤ اختلاف شدة مجال الجاذبية الأرضية مع البُعد عن مركزها.



الشكل ١-١٤

أ. حدّد شدة مجال الجاذبية على ارتفاع يساوي (2R) فوق سطح الأرض، حيث (R) هو نصف قطر الأرض.

ب. يوضع قمر صناعي في مدار على هذا الارتفاع. احسب التسارع المركزي للقمر الصناعي.

ج. احسب السرعة التي يجب أن يتحرك بها القمر الصناعي للبقاء في هذا المدار.

د. قوى الاحتكاك تعني أن القمر الصناعي يتباطأ تدريجيًا بينما يكمل دورة كاملة. ارسم مخططًا للمسار المداري الدائري الابتدائي للقمر الصناعي، وبيّن المدار الناتج عندما تعمل قوى الاحتكاك على إبطاء حركة القمر الصناعي.

هـ. لماذا لا تسقط الأقمار الصناعية القديمة على سطح الأرض باستمرار؟ اقترح السبب واشرح إجابتك.

كل قسم في محور y يمثل $\frac{2}{5} = 0.4$

كل قسم في محور x يمثل: $\frac{5}{10} = 0.5$

(أ) شدة المجال على بعد 3R من مركز الأرض

نوجد أولاً قيمة R

$R \simeq 6.4 \times 10^6$ m

عند $3R = 3 \times 6.4 \times 10^6$

$= 19.2 \times 10^6$ m

$g \simeq (0.8 \pm 0.1)\ N.kg^{-1}$

(ب) $a = g = 0.8\ m.s^{-2}$

(ج) $a = \frac{v^2}{r}$

$v = \sqrt{a \times r}$

$= \sqrt{0.8 \times 19.2 \times 10^6} = 3.9 \times 10^3\ m.s^{-1}$

الفيزيائي المحترف
الفيزياء معنا سهلة وممتعة

د) ١. مسار لولبي إلى المركز.

هـ) لأنها تحترق قبل أن تصل إلى الأرض بسبب
قوى الاحتكاك مع أجزاء الغلاف الجوي

برنامج يساعدك على فهم الفيزياء بسهولة والحصول على أعلى الدرجات

انتهت مادة هذه الحلقة

نلتقي بإذن الله في الحلقة القادمة

proof.physicist40@gmail.com