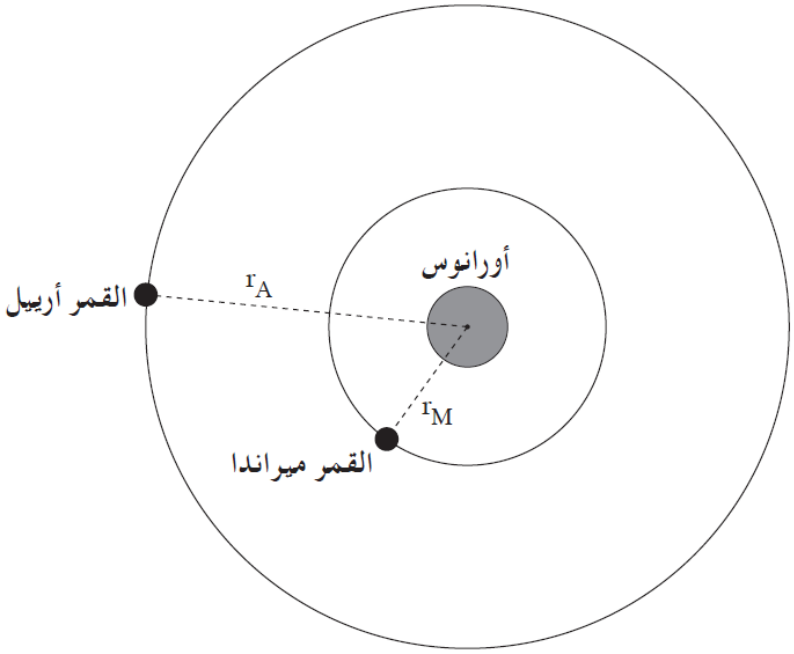
2024, 6

6. اكتشف عالم الفضاء سير ويليام هيرشل عام 1781 الكوكب السيّار أورانوس.
معطيات عن الكوكب السيّار أورانوس معروضة في الملحق الذي تحت تصرّفكم: "قوانين ومعطيات في الفيزياء" (لائحة القوانين).

أ. احسبوا مقدار تسارع السقوط الحرّ على سطح الكوكب السيّار أورانوس. (6 درجات)

يتحرّك حول الكوكب السيّار أورانوس اثنان من أقماره، أرييل وميراندا، كما هو موصوف في المخطَّط الذي أمامكم (افترضوا أنّ مسارَيْهما دائريّان).
المخطَّط ليس مرسومًا بمقياس رسم.
يدور ميراندا حول أورانوس في مسار نصف قطره $r_M = 13 \cdot 10^7 \,m$ وزمن دورته T_M.
يدور أرييل حول أورانوس في مسار نصف قطره $r_A = 19 \cdot 10^7 \,m$ وزمن دورته T_A.



ب. احسبوا مقدار التسارع الراديالي (المركزيّ) **لميراندا** في حركته حول أورانوس. (8 درجات)

جـ. احسبوا زمن الدورة T_M **لميراندا** في حركته حول أورانوس. (8 درجات)

د. احسبوا النسبة بين زمن دورة أرييل وزمن دورة ميراندا، $\frac{T_A}{T_M}$. (7 درجات)

يرغبون في إرسال قمرَيْن اصطناعيَّيْن يتحرّكان حول الكرة الأرضيّة:
القمر الاصطناعيّ "أ" يتحرّك في مسار دائريّ نصف قطره مساوٍ لنصف قطر دوران ميراندا حول أورانوس،
والقمر الاصطناعيّ "ب" يتحرّك في مسار دائريّ نصف قطره مساوٍ لنصف قطر دوران أرييل حول أورانوس.

هـ. حدِّدوا هل النسبة بين زمن دورة القمر الاصطناعيّ "ب" وزمن دورة القمر الاصطناعيّ "أ" $\left(\frac{T_{ب}}{T_{أ}}\right)$ في حركتهما حول الكرة الأرضيّة ستكون مساوية للنسبة بين زمنَيْ دورة القمرَيْن أرييل وميراندا $\left(\frac{T_A}{T_M}\right)$ التي حسبتموها في البند "د" أم غير مساوية لها. علّلوا تحديدكم. ($4\frac{1}{3}$ درجات)

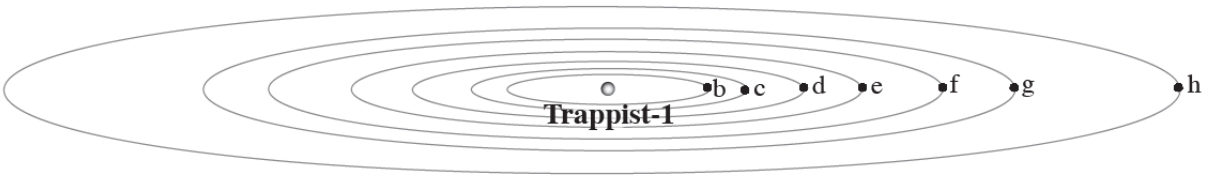
2023,6

6. في السنتين 2016-2017 اكتُشفت سبعة كواكب سيّارة تدور حول كوكب قزم اسمه Trappist-1 وتشبه في حجمها الكرة الأرضيّة.

نُسمّي الكواكب السيّارة التي اكتُشفت b ، c ، d ، e ، f ، g ، h . الكوكب السيّار b هو الأقرب من الكوكب القزم Trappist-1 وَ h هو الأبعد عنه.

لغرض الحسابات في هذا السؤال، يجب الافتراض بأنّ مسارات الكواكب السيّارة هي دائريّة وأنّ تأثير سبعة الكواكب السيّارة الواحد على الآخر هو قابل للإهمال.

منظومة TRAPPIST-1



الجدول الذي أمامكم يعرض جزءًا من معطيات نصف قطر المسار وزمن الدورة بالنسبة لثلاثة الكواكب السيّارة الأقرب من الكوكب Trappist-1 .

الكوكب السيّار	r نصف قطر المسار $(10^9 m)$	T زمن الدورة (أيّام)
b	1.73	1.51
c	2.36	
d		4.05

أ. احسبوا القيمتين الناقصتين في الجدول. (7 درجات)

أيمن، طالب في فرع الفيزياء، يدّعي أنّه كلّما كان الكوكب السيّار أبعد عن الكوكب القزم Trappist-1 كانت سرعته أكبر.

ب. هل أيمن على حقّ؟ علّلوا إجابتكم. (6 درجات)

جـ. **(1)** عبّروا عن g_b ، تسارع الكوكب السيّار b الذي يُسبّبه Trappist-1.

استعملوا البارامترين T ، r وثوابت أساسيّة.

(2) هل وزن جسم كتلته m موجود على سطح الكوكب السيّار b هو mg_b ؟ علّلوا إجابتكم.

(8 درجات)

د. احسبوا كتلة الكوكب Trappist-1. (7 درجات)

معطاة سفينتان فضائيّتان كتلتاهما متساويتان، m_s . السفينة الفضائيّة I تدور حول شَمْسِنا، والسفينة الفضائيّة II تدور حول الكوكب Trappist-1 ، في مسارين دائريّين نصف قطرهما متطابق.

إضافة الطاقة اللازمة للسفينة الفضائيّة I كي تتهرّب من تأثير جاذبيّة شَمْسِنا هي ΔE_I ، وإضافة الطاقة اللازمة للسفينة الفضائيّة II كي تتهرّب من تأثير جاذبيّة Trappist-1 هي ΔE_{II} .

هـ. احسبوا النسبة $\frac{\Delta E_I}{\Delta E_{II}}$. ($5\frac{1}{3}$ درجات)

2022,6

الجاذبيّة

6. "بريشيت 2" هو اسم سفينة فضائيّة إسرائيليّة يُخطّطها مهندسون من شركة SPACE IL وينوون إرسالها باتّجاه القمر بعد عدّة سنوات. من المخطّط أن تحمل السفينة الفضائيّة على متنها مسبارَي إنزال يهبطان في موقعين مختلفين على سطح القمر.

السؤال الذي أمامكم كُتب بإيحاء من مشروع الإرسال التابع لِـ "بريشيت 2"، لكنّ المعطيات لا تطابق تلك التي في المشروع.

سفينة فضائيّة على متنها مسبارا إنزال، المسبار 1 والمسبار 2، أُرسلت من الكرة الأرضيّة على متن صاروخ وتحرّكت باتّجاه القمر.

أ. احسبوا في أيّ بُعد عن مركز الكرة الأرضيّة يكون مقدار قوّة الجاذبيّة التي تؤثّر بها الكرة الأرضيّة على الصاروخ مساويًا لمقدار قوّة الجاذبيّة التي يؤثّر بها القمر على الصاروخ. (7 درجات)

في البنود "ب – هـ" افترضوا أنّ قوّة الجاذبيّة التي تؤثّر بها الكرة الأرضيّة على السفينة الفضائيّة وعلى المسبارين قابلة للإهمال نسبيًّا لقوّة الجاذبيّة التي يؤثّر بها القمر على السفينة الفضائيّة والمسبارين.

السفينة الفضائيّة تُدخِل كلّ واحد من المسبارين إلى مسار دائريّ مختلف حول القمر: المسبار 1 إلى مسار دائريّ نصف قطره r_1، والمسبار 2 إلى مسار دائريّ نصف قطره r_2. عندما يُكمِل المسبار 1 تسع دورات حول القمر، يُكمِل المسبار 2 عشر دورات حول القمر.

ب. احسبوا $\frac{r_1}{r_2}$. (8 درجات)

المسبار 2 يتحرّك في مسار دائريّ حول القمر في ارتفاع $h = 260km$ فوق سطح القمر.

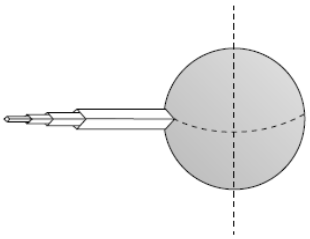
جـ. هل يوجد للمسبار 2 تسارع أثناء حركته الدائريّة حول القمر؟ إذا كانت إجابتكم نعم – احسبوا مقدار تسارع المسبار. إذا كانت إجابتكم لا – علّلوا لماذا لا يوجد تسارع للمسبار 2. (8 درجات)

في معادلة الجاذبيّة العالميّة، كتلتا الجسمين تظهران بشكل متماثل. هذا الأمر ملاءَم لأحد قوانين نيوتن.

د. اذكروا اسم هذا القانون (أو اكتبوا نصّه)، وفسّروا العلاقة بينه وبين معادلة الجاذبيّة العالميّة. (5 درجات)

2021,6

6. في سنة 1895 اقترح العالِم قسطنطين تسيولكوفسكي بناء "برج فضائيّ" – برج في ارتفاع عشرات آلاف الكيلومترات. اتّضح أنّ هذه الفكرة غير قابلة للتطبيق، لكن في الوقت الحاضر هناك خطَط جديدة لبناء مصعد يصل إلى الفضاء. في هذا السؤال نتناول حالة خياليّة تَسَلَّقَ فيها أكرم على برج عالٍ جدًّا موجود على خطّ استواء الكرة الأرضيّة (انظر التخطيط 1) . قوّة الجاذبيّة التي أثّرت على أكرم قبل أن بدأ بالتسلّق كانت 700 نيوتن.



التخطيط 1

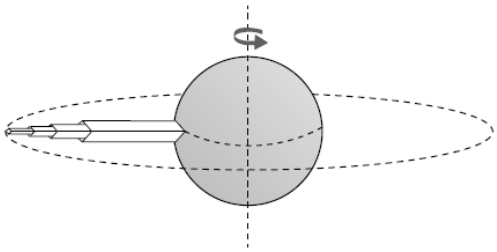
وصل أكرم إلى نقطة ارتفاعها 3200 كم فوق سطح الكرة الأرضيّة.

في البندين "أ – ب" افترِضْ أنّ الكرة الأرضيّة لا تدور حول محورها.

أ. ارسم مخطّطًا يصف القوى التي تؤثّر على أكرم في هذه النقطة. بجانب كلّ قوّة اكتب اسمها، واذكر ما هو العامل الذي يؤثّر بهذه القوّة. (6 درجات)

ب. احسب مقدار القوّة التي أثّرت بها أرضيّة البرج على أكرم في هذه النقطة. (8 درجات)

في البنود "جـ – هـ" عليك أن تأخذ بالحسبان دوران الكرة الأرضيّة حول محورها (انظر التخطيط 2) .



التخطيط 2

جـ. حدِّد هل مقدار القوّة التي أثّرت بها أرضيّة البرج على أكرم عندما تدور الكرة الأرضيّة حول محورها هو أصغر من مقدار القوّة الذي حسبتَه في البند "ب" أم مساوٍ له أم أكبر منه. علّل تحديدك. (7 درجات)

عندما كان أكرم في ارتفاع 3200 كم، رمى كرة تِنِسْ إلى الفضاء. بدأت الكرة بالتحرّك حول الكرة الأرضيّة، كقمر اصطناعيّ، في مسار دائريّ ارتفاعه 3200 كم فوق سطح الكرة الأرضيّة.

د. احسب زمن دورة كرة التِّنِسْ في حركتها حول الكرة الأرضيّة. (8 درجات)

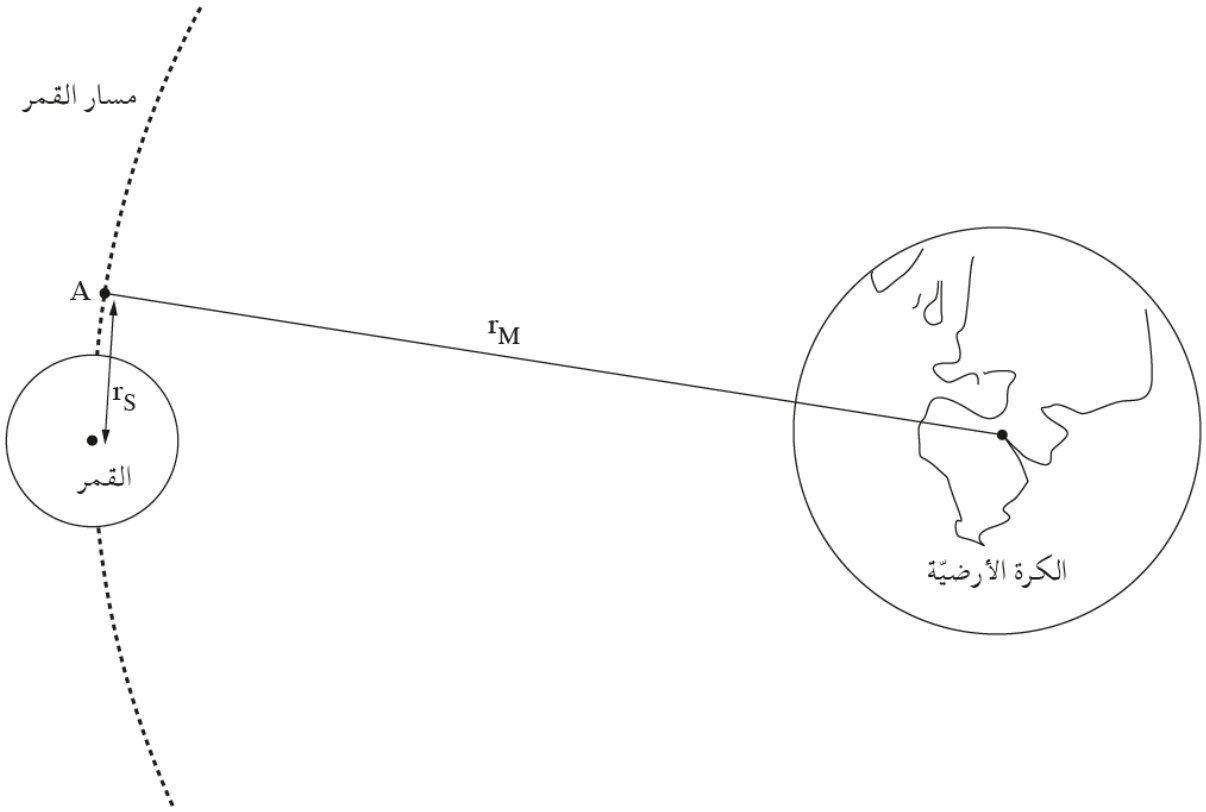
استمرّ أكرم في التسلّق على البرج حتّى الارتفاع الذي فيه القوّة التي أثّرت بها أرضيّة البرج عليه ساوت صفرًا (البرج يستمرّ في الدوران مع الكرة الأرضيّة حول محورها) .

هـ. احسب هذا الارتفاع (فوق سطح الكرة الأرضيّة) . ($4\frac{1}{3}$ درجات)

2020,6

الجاذبيّة

6. في شهر شباط 2019 أُرسلت السفينة الفضائيّة الإسرائيليّة غير المأهولة "بِريشيت" إلى القمر. أثناء حركة بريشيت من الكرة الأرضيّة إلى القمر، وصلت إلى النقطة A . ابتداءً من هذه النقطة، تحرّكت بريشيت حول القمر (انظر التخطيط – مقياس الرسم ليس دقيقًا). في حركتها لاحقًا، شُغِّلت محرّكات بريشيت كي تُبطئ وتهبط هبوطًا رقيقًا (خفيفًا) على سطح القمر (سرعة مقدارها صفر بالقرب من سطح القمر). عمليًّا، بسبب خلل تقنيّ، كانت سرعة بريشيت بالقرب من سطح القمر أعلى من المخطَّط، وتحطّمت على سطح القمر. يتناول السؤال حركة سفينة فضائيّة غير مأهولة خياليّة، تعتمد على خطّة طيران السفينة الفضائيّة غير المأهولة "بريشيت".



r_M – نصف قطر مسار القمر حول الكرة الأرضيّة.

r_S – بُعد النقطة A عن مركز القمر.

معطى أنّ: ارتفاع النقطة A عن سطح القمر هو $h = 200km$.

أ. احسب النسبة بين مقدار قوّة الجاذبيّة F_E التي تؤثّر بها الكرة الأرضيّة على السفينة الفضائيّة وبين مقدار قوّة الجاذبيّة F_M التي يؤثّر بها القمر على السفينة الفضائيّة، في اللحظة التي تمرّ فيها في النقطة A .
(8 درجات)

ب. احسب مقدار سرعة السفينة الفضائيّة، v_A ، في مسارها الدائريّ r_S حول القمر. (6 درجات)

(**انتبه: تكملة السؤال في الصفحة التالية.**) / يتبع في صفحة 10 /

عمر، طالب في فرع الفيزياء، يدّعي أنّ r_M وَ T_M (زمن دورة القمر حول الكرة الأرضيّة) معلومان، لذلك يمكن حساب زمن الدورة T_S للسفينة الفضائيّة في المسار الدائريّ r_S بمساعدة القانون الثالث لكپلر.
دانا، التي تتعلّم مع عمر في نفس الصفّ، لا توافق مع هذا الادّعاء.

جـ. حدِّد مَن منهما على حقّ، عمر أم دانا. علّل تحديدك. (6 درجات)

افترِض أنّ كتلة السفينة الفضائيّة ثابتة، $m = 164kg$ ، وأنّ السفينة الفضائيّة هبطت على سطح القمر بسرعة صفر.

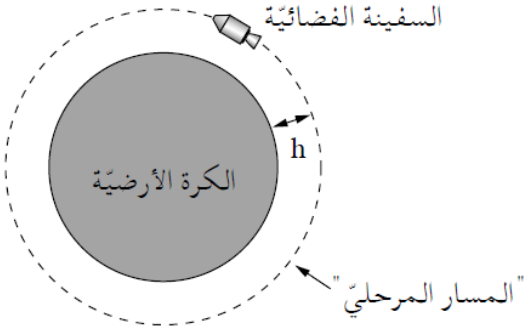
د. احسب الشغل W الذي يُنفَّذ على السفينة الفضائيّة في مرورها من المسار r_S وحتّى هبوطها الرقيق على سطح القمر. في حساباتك أهْمِلْ تأثير الكرة الأرضيّة على السفينة الفضائيّة. (8 درجات)

معطى أنّه في مرحلة الهبوط الرقيق، تُطلِق محرّكات السفينة الفضائيّة غازات باتّجاه حركة السفينة الفضائيّة.

هـ. استعمِل اعتبارات فيزيائيّة، وفسّر لماذا تُطلِق المحرّكات الغازات بهذا الاتّجاه. ($5\frac{1}{3}$ درجات)

2019,6

6. أُرسلت في تمّوز 1969 في مهمّة أبولو 11، سفينة فضائيّة إلى القمر. في طريقها أُدخلت السفينة الفضائيّة إلى "مسار مرحليّ" دائريّ حول الكرة الأرضيّة، وتحرّكت فيه كقمر اصطناعيّ (انظر التخطيط 1). من المسار المرحليّ واصلت السفينة الفضائيّة طريقها إلى القمر. خلال هذه المهمّة، هبط لأوّل مرّة أشخاص على سطح القمر.
افترِضْ أنّ كتلة السفينة الفضائيّة هي m وارتفاع المسار المرحليّ فوق سطح الكرة الأرضيّة هو $h = 190km$.



التخطيط 1

في البنود "أ – جـ"، افترِضْ أنّ الكرة الأرضيّة فقط هي التي تؤثّر على السفينة الفضائيّة.

أ. استعمِل الثوابت المعطاة في لائحة القوانين، واحسب مقدار سرعة السفينة الفضائيّة في المسار المرحليّ.
(7 درجات)

ب. تدّعي إحدى الطالبات أنّه حسب القانون الأوّل لنيوتن، السفينة الفضائيّة في المسار المرحليّ هي في حالة استمراريّة (قصور ذاتيّ)، لأنّها تتحرّك بسرعة مقدارها ثابت. حدِّد هل الطالبة على حقّ، وعلّل تحديدك. (7 درجات)

جـ. لو كانت للسفينة الفضائيّة التي تتحرّك في المسار المرحليّ المعطى كتلة أكبر:

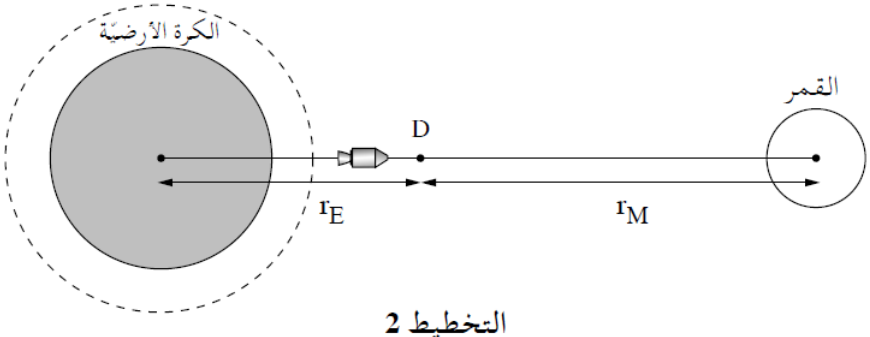
(1) حدِّد هل يكبر مقدار سرعة السفينة الفضائيّة أم يصغر أم لا يتغيّر. علّل تحديدك.

(2) حدِّد هل تكبر الطاقة الميكانيكيّة الكلّيّة للسفينة الفضائيّة أم تصغر أم لا تتغيّر. علّل تحديدك.
(انتبه إلى إشارة الطاقة).
(8 درجات)

(انتبه: تكملة السؤال في الصفحة التالية.)

/يتبع في صفحة 13

افترِضْ أنّ السفينة الفضائيّة قد واصلت طريقها من المسار المرحليّ إلى مسار حول القمر على امتداد خطّ مستقيم يصل بين مركز الكرة الأرضيّة ومركز القمر. النقطة D تقع على هذا المستقيم (انظر التخطيط 2).
معطى أنّ: M_E – كتلة الكرة الأرضيّة، M_M – كتلة القمر.
r_E – البُعد من مركز الكرة الأرضيّة وحتّى النقطة D . r_M – البُعد من مركز القمر وحتّى النقطة D .

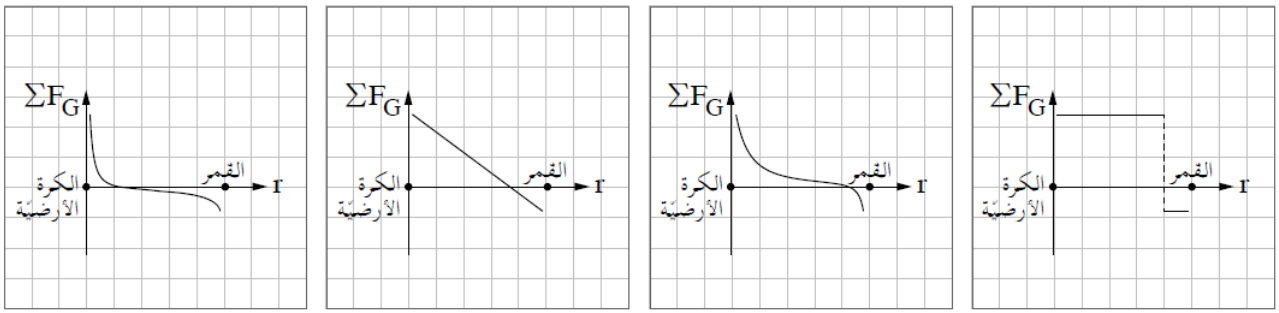


التخطيط 2

في البندين "د – هـ"، افترِضْ أنّ الكرة الأرضيّة والقمر فقط، هما اللذان يؤثّران على السفينة الفضائيّة.

د. عبِّر عن محصّلة قوى الجاذبيّة التي تؤثّر على السفينة الفضائيّة، ΣF_G ، في النقطة D بدلالة r_M ، r_E ، M_M ، M_E ، m ، G . (7 درجات)

أمامك أربعة رسوم بيانيّة تمثّل بصورة تقريبيّة محصّلة قوى الجاذبيّة، ΣF_G ، كدالّة لبُعد السفينة الفضائيّة عن مركز الكرة الأرضيّة، r .



4 **3** **2** **1**

هـ. حدِّد أيّ رسم بيانيّ من الرسوم البيانيّة 1-4 يصف صحيحًا محصّلة قوى الجاذبيّة، ΣF_G ، التي تؤثّر على السفينة الفضائيّة أثناء حركتها من المسار المرحليّ إلى القمر. ($4\frac{1}{3}$ درجات)

2018,5

5. أطلقت وكالة الفضاء الإسرائيليّة بالتعاون مع وكالة الفضاء الفرنسيّة في آب 2017 قمرًا اصطناعيًّا صغيرًا يُسمّى VENμS (Vegetation & Environment on a New Micro Satellite) لأهداف رصد وبحث علميّ استثنائيّ. القمر الاصطناعيّ مجهَّز بوسائل تكنولوجيّة متطوّرة، طُوِّر وأُنتِج قسم منها في إسرائيل. يقوم القمر الاصطناعيّ، من ضمن أمور أخرى، بتصوير حقول زراعيّة وقِطَع أرض من الفضاء، لخدمة أبحاث تُجرى لرصد حالة التربة والنباتات وجودة المياه.

افترض أنّ القمر الاصطناعيّ يتحرّك في مسار دائريّ نصف قطره $r = 7100km$.

أ. احسب تسارع السقوط الحرّ للقمر الاصطناعيّ أثناء حركته (مقداره واتّجاهه). (6 درجات)

ب. احسب زمن دورة القمر الاصطناعيّ وسرعته المماسّيّة. (8 درجات)

يُحتمَل في المستقبل إدخال قمر اصطناعيّ مشابه إلى مسار دائريّ حول الكوكب السيّار المرّيخ.

معطى أنّ: M_E وَ R_E هما كتلة ونصف قطر الكرة الأرضيّة.

M_M وَ R_M هما كتلة ونصف قطر الكوكب السيّار المرّيخ.

$M_E = 9.3M_M$ ، $R_E = 1.88R_M$.

في البندين "جـ – د" افترِض أنّ نصف قطر مسار القمر الاصطناعيّ الذي يدور حول المرّيخ سيكون مساويًا لنصف قطر مسار VENμS الذي يدور حول الكرة الأرضيّة $(r = 7100km)$.

جـ. حدِّد هل تسارع السقوط الحرّ للقمر الاصطناعيّ الذي يدور حول المرّيخ هو **أصغر** من التسارع الذي حسبتَه في البند "أ" أم **أكبر** منه أم **مساوٍ** له. علّل تحديدك. (5 درجات)

يدّعي أحد الطلّاب أنّ زمنَي دورة القمرين الاصطناعيّين متساويان. اعتمَدَ الطالب على القانون الثالث لكبلر وعلى حقيقة أنّ نصفَي قطرَي المسارين متساويان.

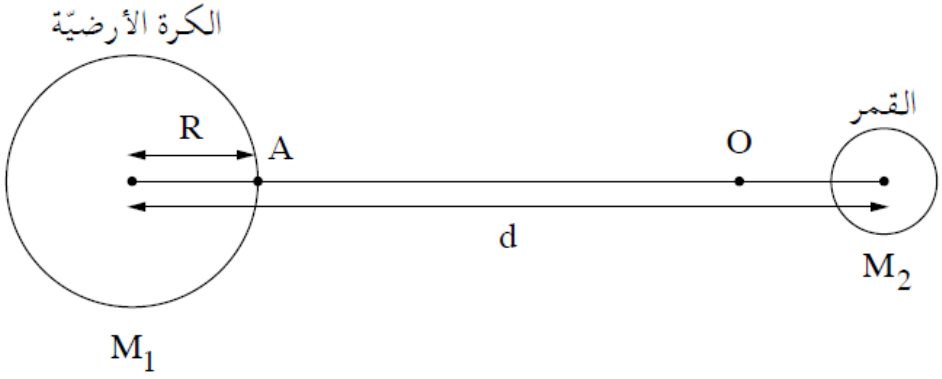
د. فسّر لماذا ادّعاء الطالب ليس صحيحًا. (3 درجات)

T_1 هو زمن دورة القمر الاصطناعيّ الذي يتحرّك في مسار نصف قطره r_1 حول المرّيخ، وَ T_2 هو زمن دورة قمر اصطناعيّ مشابه يتحرّك في مسار نصف قطره r_2 حول الكرة الأرضيّة $(r_1 \neq r_2)$.

هـ. عبّر عن العلاقة $\left(\frac{T_1}{T_2}\right)^2$ بدلالة r_1 وَ r_2. (3 درجات)

2017,5

8. يتناول هذا السؤال منظومة الكرة الأرضيّة والقمر، لكنّه يتجاهل حركتهما وتأثيرات الأجرام السماويّة الأخرى على هذه المنظومة. التخطيط الذي أمامك يعرض مقطعين للكرة الأرضيّة وللقمر. مقياس الرسم في التخطيط ليس دقيقًا.



نرمز:

M_1 – كتلة الكرة الأرضيّة، M_2 – كتلة القمر، R – نصف قطر الكرة الأرضيّة،

d – البُعد بين مركز الكرة الأرضيّة ومركز القمر،

g – مقدار تسارع السقوط الحرّ على سطح الكرة الأرضيّة.

معطى أنّ: $M_2 = \frac{M_1}{81}$ ؛ $d = 60R$.

على المستقيم الذي يربط بين مركز الكرة الأرضيّة وبين مركز القمر تقع النقطة O (انظر التخطيط). في هذه النقطة الجسم الموضوع في حالة سكون – يبقى في حالة سكون.

أ. عبِّر بدلالة R عن بُعد النقطة O عن مركز الكرة الأرضيّة. (6 درجات)

يُطلقون إلى القمر سفينة فضائيّة كتلتها m من النقطة A (انظر التخطيط)، التي على سطح الكرة الأرضيّة.

ب. عبِّر بدلالة R وَ m وَ g عن الطاقة الصغرى E التي يجب إكسابها للسفينة الفضائيّة كي تصل إلى النقطة O.

انتبه: عليك أن تأخذ بالحسبان تأثيرَي الكرة الأرضيّة والقمر على السفينة الفضائيّة.

(10 درجات)

في 21 كانون الأوّل 1968 أُطلقت السفينة الفضائيّة أبولو 8، والطاقم الذي كان على متنها كان أوّل طاقم تحرّك في مسار حول القمر.

قبل 103 أعوام من هذا التاريخ وصف الكاتب جول ڤيرن في كتابه "من الأرض إلى القمر" رحلة مشابهة لتلك التي قامت بها أبولو 8.

على السؤال "هل يمكن إطلاق رصاصة حتّى القمر؟"، يعرض جول ڤيرن في كتابه الردّ الذي أمامك (ترجمة حرّة).

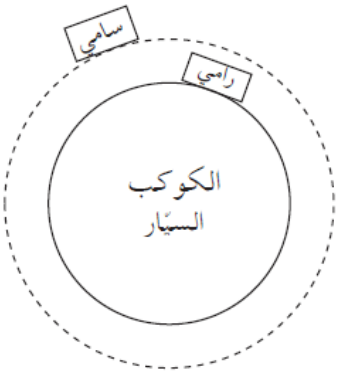
"يمكن إطلاق رصاصة حتّى القمر إذا أكسبناها سرعة ابتدائيّة مقدارها $v = 11 \frac{km}{s}$ تقريبًا.

تكفي هذه السرعة كي تصل الرصاصة إلى النقطة التي فيها القوى التي تؤثّر بها الكرة الأرضيّة والقمر على الرصاصة متساوية في مقدارها. فيما يتعدّى هذه النقطة، تتوقّف الكرة الأرضيّة عن جَذْب الرصاصة، وإنّما ما يجذبها هو القمر فقط، لذلك إذا تجاوزت الرصاصة هذه النقطة في طريقها إلى القمر ستنجح في الوصول إليه".

جـ. حدِّد إذا كان كلّ هذا الوصف صحيحًا. علّل تحديدك. **لا حاجة للحساب**. (4 درجات)

2016,5

5. في سيناريو خياليّ، قام رائدا الفضاء سامي ورامي ببحث كوكب سيّار لا يتحرّك حول محوره.
جلس سامي على مقعد داخل سفينة فضائيّة دارت حول الكوكب السيّار في مسار دائريّ عندما كان المحرِّك مُطفَئًا.
جلس رامي على مقعد داخل مركبة فضائيّة وقفت على سطح الكوكب السيّار (انظر التخطيط).
لرائدَي الفضاء كتلة متساوية $m = 100kg$.



أ. حدِّد مَن هو رائد الفضاء الذي أثّر على مقعده بقوّة أكبر: سامي أم رامي؟ علّل بدون حساب. (6 درجات)

على أرضيّة المركبة الفضائيّة التي وقفت على سطح الكوكب السيّار، رُكِّب مقياس وزن. عندما وقف رامي عليه، كانت قراءة مقياس الوزن $2000N$.
بدأ رامي بالسفر على طول مسار دائريّ على خطّ استواء الكوكب السيّار. لاحظ رامي أنّه كلّما زاد سرعته قلّت قراءة مقياس الوزن.

ب. فسّر لماذا قلّت قراءة مقياس الوزن. (3 درجات)

معطى أنّه: عندما وصلت المركبة الفضائيّة إلى سرعة $v = 1.25 \cdot 10^4 \frac{m}{s}$، كانت قراءة مقياس الوزن $980N$.

جـ. احسب نصف قطر الكوكب السيّار. (6 درجات)

د. احسب كتلة الكوكب السيّار. (6 درجات)

هـ. تسارع السفينة الفضائيّة التي دارت حول الكوكب السيّار بحركة دائريّة منتظمة كان a.
نرمز بـ g^* إلى تسارع الجاذبيّة في الارتفاع الذي دارت فيه السفينة الفضائيّة حول الكوكب السيّار.
حدِّد أيّ قول من الأقوال 1-3 التي أمامك هو الصحيح. علّل تحديدك.

1. $a > g^*$
2. $a = g^*$
3. $a < g^*$

(4 درجات)

/ يتبع في صفحة 8 /

2015,5

5. في فيلم "قوّة جاذبيّة" الذي عُرض سنة 2013، يحاول روّاد الفضاء الوصول إلى المحطّة الفضائيّة الدوليّة، بعد أن قاموا بتصليح قمر اصطناعيّ موجود بالقرب من المحطّة الفضائيّة. يتحرّك القمر الاصطناعيّ والمحطّة الفضائيّة حول خطّ الاستواء في ارتفاع 400 كيلومتر فوق سطح الكرة الأرضيّة.

افترِضْ أنّ مسار المحطّة الفضائيّة هو مسار دائريّ، وأنّ القوّة الوحيدة التي تؤثّر على المحطّة الفضائيّة هي قوّة جاذبيّة الكرة الأرضيّة.

أ. احسب تسارع المحطّة الفضائيّة عند وجودها في المسار الموصوف في مقدّمة السؤال.
(7 درجات)

ب. أمامك أربعة أقوال i-iv.
حدِّد أيّ قول هو الصحيح، وانسخه إلى دفترك. (3 درجات)

i تتحرّك المحطّة الفضائيّة في مسارها بسرعة مقدارها ثابت.

ii تتحرّك المحطّة الفضائيّة في مسارها بسرعة ثابتة.

iii محصّلة القوى التي تؤثّر على المحطّة الفضائيّة التي تتحرّك في مسارها تساوي صفرًا.

iv تتحرّك المحطّة الفضائيّة في مسارها بسرعة ثابتة وبتسارع ثابت.

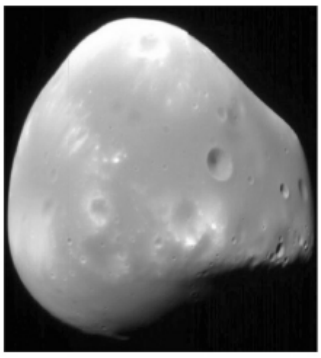
جـ. معلوم أنّ تسارع الجاذبيّة في ارتفاع مسار المحطّة الفضائيّة والقمر الاصطناعيّ هو بالتقريب 90% من تسارع الجاذبيّة على سطح الكرة الأرضيّة.
كيف يمكن تفسير الحقيقة بأنّ روّاد الفضاء الذين يصلّحون القمر الاصطناعيّ يبدون عديمي الوزن (حائمين)؟ (5 درجات)

د. في لحظة معيّنة، مرّت المحطّة الفضائيّة في مسارها فوق نقطة ما تقع على خطّ الاستواء.
كم مرّة أخرى مرّت المحطّة الفضائيّة فوق هذه النقطة في اليوم (24 ساعة)؟
(يمكن إهمال دوران الكرة الأرضيّة حول نفسها.)
(6 درجات)

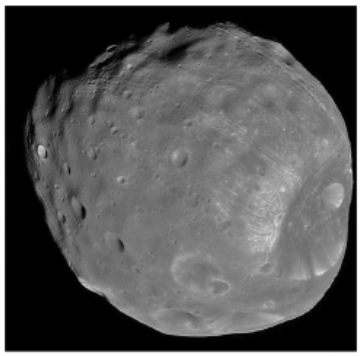
هـ. هل تُحفَظ الطاقة الميكانيكيّة للمحطّة الفضائيّة خلال حركتها في مسارها الدائريّ حول الكرة الأرضيّة؟ فسّر تحديدك. (4 درجات)

2014,5

5. اكتُشف عام 1877 قمران يدوران حول الكوكب السيّار المرّيخ: فوبوس (Phobos) وديموس (Deimos).



ديموس



فوبوس (NASA)

زمن دورة فوبوس في حركته حول المرّيخ، T_P ، هو 0.3189 يوم أرضيّ،
ونصف قطر مساره هو $r_P = 9.377 \cdot 10^6\,m$.
زمن دورة ديموس حول المرّيخ، T_D ، هو 1.262 يوم أرضيّ.

أ. **(1)** احسب نصف قطر مسار ديموس (يمكن إهمال تأثير القمرين على بعضهما البعض).

(2) معطى أنّ: زمن دورة قمر الكرة الأرضيّة في حركته حول الكرة الأرضيّة، T_m ، هو 27.3 يوم.

هل حسب هذا المعطى والمعطيات التي في مقدّمة السؤال وقوانين كبلر فقط، يمكن حساب نصف قطر مسار القمر في حركته حول الكرة الأرضيّة؟ إذا كانت إجابتك نعم – احسبه؛ إذا كانت إجابتك لا – فسّر لماذا لا يمكن حسابه.

(8 درجات)

افترِضْ أنّ شكل الكوكب السيّار المرّيخ هو كرويّ وكثافته متجانسة.

ب. احسب كتلة الكوكب السيّار المرّيخ، حسب معطيات السؤال فقط. فصّل حساباتك.

(6 درجات)

أُرسلت سفينة فضائيّة صغيرة كتلتها 53 kg لبحث المرّيخ، وحامت بدون حركة في ارتفاع 20 m فوق نقطة معيّنة على سطح المرّيخ. افترِض أنّ الكوكب السيّار المرّيخ لا يدور حول محوره.
تَحَرَّكَ نيزك كتلته 1.3 kg بسرعة ثابتة مقدارها $12.5\frac{m}{s}$ اتّجاهها موازٍ لسطح المرّيخ، وأصاب السفينة الفضائيّة ودخل إليها.
بعد تصادُم هذين الجسمين، تحرّكا كجسم واحد (نسمّيه "جسم مركَّب") وأصابا سطح المرّيخ. نصف قطر الكوكب السيّار المرّيخ هو $R = 3.4 \cdot 10^6\,m$.

جـ. احسب مقدار سرعة الجسم المركَّب مباشرةً بعد التصادم. (4 درجات)

د. بعد كم من الوقت من التصادم أصاب الجسمُ المركَّب سطحَ المرّيخ؟ (7 درجات)

2013,5

5. يُطلِقون قمرًا اصطناعيًّا إلى الفضاء بواسطة صاروخ.

كتلة الصاروخ مع الوقود والقمر الاصطناعيّ على قاعدة الإطلاق هي $M = 7.3 \cdot 10^5 kg$.

القوّة القصوى التي يؤثّر بها المحرِّك أثناء الإطلاق هي $F = 1.16 \cdot 10^7 N$.

أ. ارسم في دفترك مخطّطًا للقوى التي تؤثّر على الصاروخ أثناء الإطلاق. افترض أنّ مقاومة الهواء قابلة للإهمال. (4 درجات)

ب. ينفصل الصاروخ عن قاعدة الإطلاق في اللحظة $t = 0$. منذ لحظة الانفصال، يؤثّر المحرِّك بالقوّة القصوى. احسب تسارع الصاروخ في لحظة الانفصال. (4 درجات)

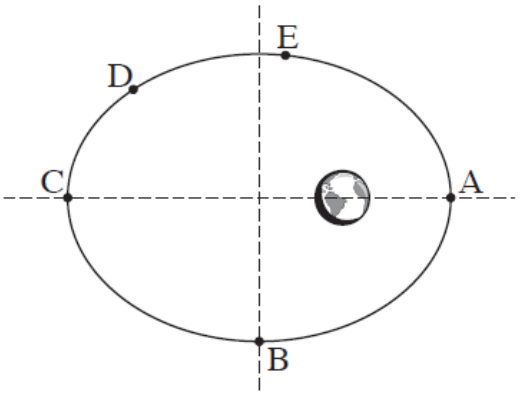
جـ. **(1)** اشرح باختصار مبدأ عمل المحرِّك الصاروخيّ.

(2) بافتراض أنّ القوّة F ثابتة خلال الثواني الأولى، حدِّد إذا كان التسارع في هذه المدّة الزمنيّة يزداد أم يقلّ أم لا يتغيّر. علّل تحديدك.

(6 درجات)

في لحظة معيّنة، ينفصل القمر الاصطناعيّ عن الصاروخ، ويستمرّ في الحركة بتأثير قوّة جاذبيّة الكرة الأرضيّة.

د. يعرض التخطيط الذي أمامك المسار الثابت للقمر الاصطناعيّ، الذي شكله قطع ناقص (التخطيط ليس مرسومًا بمقياس رسم). يتحرّك القمر الاصطناعيّ حول الكرة الأرضيّة باتّجاه حركة عقارب الساعة.



انسخ التخطيط إلى دفترك، وأشِر عليه بأسهم تمثّل:

(1) متّجه سرعة القمر الاصطناعيّ، في كلّ واحدة من النقطتين B وَ D.

(2) متّجه تسارع القمر الاصطناعيّ في النقطة A.

(3) متّجه محصّلة القوى التي تؤثّر على القمر الاصطناعيّ، في كلّ واحدة من النقطتين C وَ E.

فسّر اعتباراتك.

(8 درجات)

هـ. حدِّد في أيّ من النقطتين A وَ E تكون سرعة القمر الاصطناعيّ قصوى. علّل تحديدك.

(3 درجات)

/ يتبع في صفحة 7 /

2012,5

1. هبطت رائدتا الفضاء أليس وكورال على كوكب سيّار، وَأَجْرَتا هناك تجربة في السقوط الحرّ.
حرّرت رائدتا الفضاء جسمًا من ارتفاع معيّن فوق سطح الكوكب وَسَجَّلَتا موقعه العمودي بالنسبة للمحور y الذي اتّجاهه الموجب إلى الأسفل، كدالة للزمن t . سرعة الجسم في اللحظة $t = 0$ لا تساوي 0 بالضرورة.

نتائج التجربة معروضة في الجدول الذي أمامك.

0.48	0.4	0.32	0.24	0.16	0.08	0	t(s)
2.840	2.000	1.400	0.810	0.430	0.150	0.016	y(m)
							v(m/s)

أ. انسخ الجدول إلى دفترك. احسب بالتقريب سرعة الجسم في الزمن $t = 0.24\ s$.
فصّل حساباتك، واكتب النتيجة في المكان الملائم في الجدول الذي في دفترك.
(8 درجات)

ب. احسب سرعة الجسم في الأزمنة: $t(s) = 0.08$ ، 0.16 ، 0.32 ، 0.4 ، واكتب النتائج في الأماكن الملائمة في الجدول الذي في دفترك. لا حاجة لتفصيل حساباتك. (4 درجات)

جـ. ارسم مخطّط توزيع (نقاطًا في هيئة محاور) لسرعة الجسم كدالة للزمن.
أضِف خطّ توجّه (קו מגמה) إلى مخطّط التوزيع. (10 درجات)

د. احسب ميل خطّ التوجّه. ما الذي يمثّله هذا المقدار؟ فسّر. (6 درجات)

هـ. معطى أنّ نصف قطر الكوكب مساوٍ لنصف قطر الكرة الأرضية.
استعن بنتائج التجربة، واحسب النسبة بين كتلة الكوكب السيّار وبين كتلة الكرة الأرضية.
($5\frac{1}{3}$ درجات)

2011,5

٥. عاموس 1 هو القمر الاصطناعي الإسرائيلي الأوّل للاتّصالات، الذي طوّرته الصناعة الجوّية الإسرائيلية. مسار القمر الاصطناعي عاموس 1 هو دائري (بالتقريب). لكونه قمرًا اصطناعيًا للاتّصالات، يتواجد عاموس 1 طوال الوقت فوق نفس النقطة A التي فوق سطح الكرة الأرضية.

أ. حدّد زمن دورة القمر الاصطناعي عاموس 1. علّل تحديدك. (٤½ درجات)

ب. احسب ارتفاع مسار القمر الاصطناعي عاموس 1 فوق سطح الكرة الأرضية. (٨ درجات)

جـ. احسب مقدار تسارع القمر الاصطناعي عاموس 1 في مساره. (٨ درجات)

د. قمر اصطناعي آخر (ليس قمرًا اصطناعيًا للاتّصالات) يدور حول الكرة الأرضية في مسار دائري خلال 12 ساعة.
استعمل قوانين كبلر، واحسب في أيّ ارتفاع فوق سطح الكرة الأرضية يمرّ مسار هذا القمر الاصطناعي. (٨ درجات)

هـ. حدّد أيّ قول من الأقوال ١–٣ التي أمامك غير صحيح، وفسّر لماذا حدّدتَ أنّه غير صحيح.
(١) حركة القمر الاصطناعي في مساره هي سقوط حرّ.
(٢) مقدار السرعة الخطّية للنقطة A التي فوق سطح الكرة الأرضية يساوي مقدار السرعة الخطّية للقمر الاصطناعي عاموس 1 الذي يتحرّك في مساره.
(٣) مقدار السرعة الزاويّة للنقطة A التي فوق سطح الكرة الأرضية يساوي مقدار السرعة الزاويّة للقمر الاصطناعي عاموس 1 الذي يتحرّك في مساره.
(٥ درجات)

2010,5

٥. أُطلقت سفينة فضائية من الكرة الأرضية لبحث المجموعة الشمسية. في المرحلة الأولى تحرّكت السفينة الفضائية حول الشمس في مسار دائري. نصف قطر مسارها يساوي نصف قطر مسار الكرة الأرضية حول الشمس.

ملاحظة: في جميع الحسابات في هذا السؤال، بإمكانك إهمال تأثير الكرة الأرضية وباقي الكواكب السيّارة على السفينة الفضائية.

أ. (١) السرعة الخطّية للسفينة الفضائية تساوي السرعة الخطّية للكرة الأرضية حول الشمس. فسّر لماذا.

(٢) احسب السرعة الخطّية للسفينة الفضائية.

(١٠ درجات)

في سنة 2005 اكتُشف في المجموعة الشمسية جسم يشبه الكوكب السيّار، اسمه "إيريس" (ERIS) بُعده عن الشمس $1.01 \cdot 10^{10}\ km$.

ب. بافتراض أنّ إيريس يتحرّك حول الشمس في مسار دائري، احسب زمن دورته (بالسنوات).

(٨ درجات)

أثناء تحرّك السفينة الفضائية في مسارها حول الشمس، يشغّلون محرّكاتها في لحظة معيّنة.

معطى أنّ كتلة السفينة الفضائية هي $800\ kg$.

جـ. احسب الطاقة الصغرى، E_0، التي يجب إضافتها إلى السفينة الفضائية كي تترك المجموعة الشمسية. (٩ درجات)

يريدون إطلاق السفينة الفضائية من مسارها حول الشمس إلى إيريس.

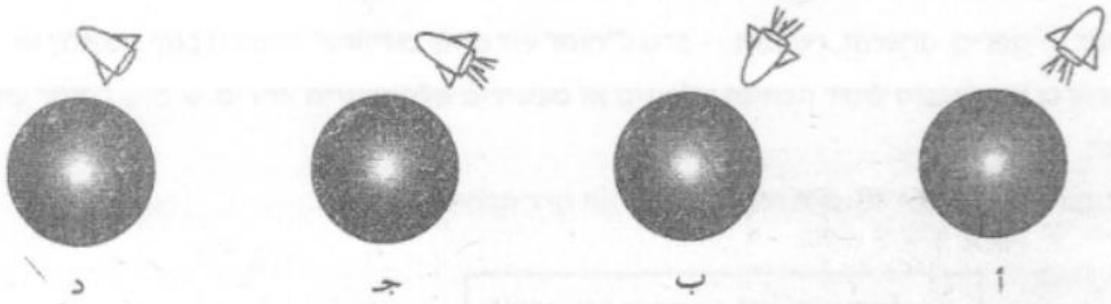
د. حدّد بدون حسابات عددية، هل الطاقة الصغرى التي يجب إضافتها إلى السفينة الفضائية لهذا الغرض، أكبر من الطاقة E_0 التي حسبتَها في البند "جـ" أم أصغر منها أم تساويها. فسّر إجابتك. (٦$\frac{1}{2}$ درجات)

2009,5

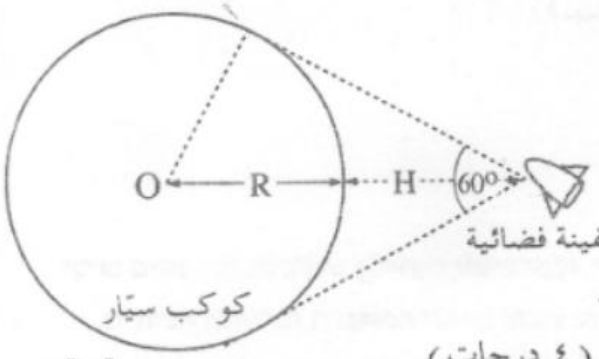
٥. يريد رائد فضاء في سفينة فضائية بحث كوكب سيّار شكله كرويّ.

أ. في مرحلة معيّنة من البحث، يتواجد رائد الفضاء في السفينة الفضائية في حالة سكون بالنسبة لمركز الكوكب السيّار. أيّ من بين التخطيطات أ–د التي أمامك، يصف صحيحًا حالة السفينة الفضائية بالنسبة للكوكب السيّار؟ علّل إجابتك.

(انتبه: في التخطيطات أ–جـ محرّك السفينة الفضائية يعمل، وفي التخطيط "د" محرّك السفينة الفضائية لا يعمل.) (٧ درجات)



وجد رائد الفضاء بواسطة جهاز رَدار أنّ السفينة الفضائية موجودة على ارتفاع $H = 10^7\ m$ فوق سطح الكوكب السيّار، وأنّه يرى الكوكب السيّار بزاوية رؤية مقدارها 60^o.



التخطيط "هـ"

O هو مركز الكوكب السيّار (انظر التخطيط "هـ").

ب. احسب نصف القطر، R، للكوكب السيّار. (٤ درجات)

بمساعدة محرّك السفينة الفضائية، يُدخِل رائدُ الفضاء السفينةَ الفضائية إلى حركة دائرية حول الكوكب السيّار (على ارتفاع H فوق سطح الكوكب السيّار). وجد رائد الفضاء أنّ زمن دورة حركة السفينة الفضائية حول الكوكب السيّار هو 150 دقيقة. افترِضْ أنّ كثافة الكوكب السيّار متجانسة.

جـ. احسب كتلة الكوكب السيّار. (٨ درجات)

د. احسب مقدار تسارع السقوط الحرّ على سطح الكوكب السيّار. (٨ درجات)

هـ. هل **أثناء الحركة الدائرية** هناك حاجة لعمل محرّكات السفينة الفضائية لتنفيذ الحركة الدائرية؟

إذا كانت هناك حاجة – اشرح وظيفة المحرّكات. إذا لم تكن هناك حاجة – فسّر لماذا الحركة الدائرية ممكنة بدون عمل محرّكات السفينة الفضائية. (٦$\frac{1}{2}$ درجات)

2006,5

٥. يدور القمر حول الكرة الأرضية، وطوال الوقت يوجِّه إليها نفس "الجانب".
يُكمِل القمر دورة دائرية كاملة حول الكرة الأرضية خلال 27.3 يومًا أرضيًا.
يُستنتَج من هذين المعطيين أنّ القمر يدور حول محوره أيضًا، وزمن دورته هو 27.3 يومًا أرضيًا.
يعمل مهندس في تخطيط اتّصال بين مستوطنات ستُقام في المستقبل على سطح القمر. في نيّته استعمال قمر اصطناعي للاتّصالات يتحرّك في مسار دائري حول القمر، بحيث يكون زمن دورته 27.3 يومًا أرضيًا، ويتواجد طوال الوقت فوق نقطة ثابتة على سطح القمر (كالأقمار الاصطناعية للاتّصالات التي تتحرّك فوق الكرة الأرضية).

أ. احسب نصف قطر المسار الدائري لقمر اصطناعي كهذا، بافتراض أنّ القمر فقط يؤثّر على حركة القمر الاصطناعي. (١٣ درجة)

ب. حَسَبَ المهندس ووجد أنّه بسبب تأثير الكرة الأرضية، لا يمكن وضع القمر الاصطناعي في المسار الذي وجدتَ نصف قطره في البند "أ". نصف القطر الأقصى لمسار القمر الاصطناعي حول القمر الذي يمكن فيه إهمال تأثير الكرة الأرضية هو حوالي 3,000 km.
احسب زمن دورة قمر اصطناعي يتحرّك حول القمر في مسار دائري نصف قطره 3,000 km. (٨ درجات)

جـ. احسب تسارع السقوط الحرّ على سطح القمر. (٨ درجات)

د. اذكر مساهمة واحدة للمعرفة العلمية حول المجموعة الشمسية أو الأجرام السماوية في هذه المجموعة، ساهم بها أحد العلماء التاليين:
نيكولاس كوبرنيكوس، جاليلو جليلي، تيخو براها. (٤$\frac{1}{3}$ درجات)

2004,5

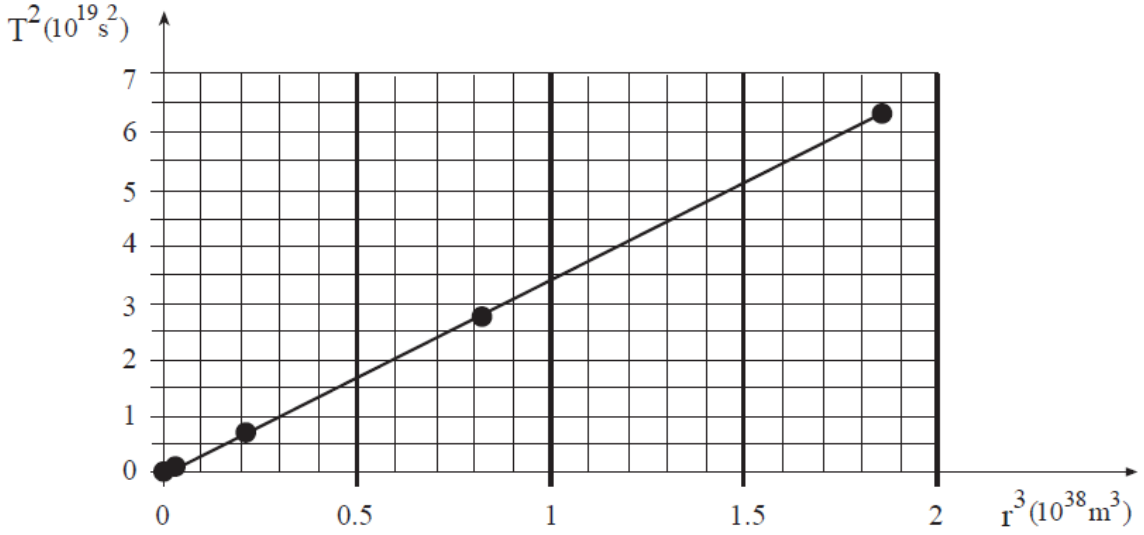
٥ . أ . طَوِّر القانون الثالث لكبلر (بالنسبة للمسارات الدائرية) حسب قانون الجاذبية لنيوتون .

(١٠ درجات)

ب . التخطيط الذي أمامك يعرض الرسم البياني لِـ T^2 (بوحدات $10^{19}s^2$) كدالة لِـ r^3 (بوحدات $10^{38}m^3$) بالنسبة لِـ 5 كواكب سيّارة .

T — المدّة الزمنية التي يدور بها الكوكب السيّار حول الشمس .

r — بُعد الكوكب السيّار عن مركز الشمس .



(١) احسب ميل الرسم البياني . (٥ درجات)

(٢) احسب كتلة الشمس بواسطة ميل الرسم البياني . (٥ درجات)

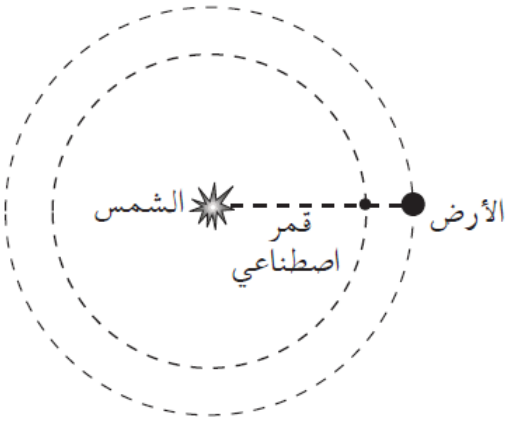
(انتبه : تكملة السؤال في الصفحة التالية .)

جـ. بُني قمر اصطناعي بغرض إجراء مشاهَدات للشمس، وهو يتحرّك في مسار دائري حول الشمس.

القمر الاصطناعي موجود طوال الوقت على الخطّ الذي يصل بين الشمس والأرض، كما هو موصوف في التخطيط.

(بُعد القمر الاصطناعي عن الكرة الأرضية ثابت.

افترض أيضًا أنّ مسار الكرة الأرضية حول الشمس هو دائرة).



زمن دورة القمر الاصطناعي في حركته حول الشمس هو سنة واحدة.

اكتب القانون الثاني لنيوتون بالنسبة لحركة القمر الاصطناعي، بواسطة خمسة المقادير التي أمامك:

r — نصف قطر مسار حركة الكرة الأرضية حول الشمس.

ω — التردّد الزاويّ لحركة الكرة الأرضية حول الشمس.

M_S — كتلة الشمس.

M_E — كتلة الكرة الأرضية.

x — البُعد بين القمر الاصطناعي والكرة الأرضية.

(٨ درجات)

ملاحظة: لا حاجة لحلّ المعادلة.

د. الكرة الأرضية والقمر الاصطناعي يتحرّكان في زمنَي دورة متساويين، لكنّ نصفَي قطرهما مختلفان. من هنا ينبع أنّ القمر الاصطناعي لا يحقّق (بالنسبة للشمس) القانون الثالث لكبلر بالنسبة للمسارات الدائرية.

ما هو السبب الفيزيائي لعدم تحقّق هذا القانون؟ ($٥\frac{١}{٣}$ درجات)

2003,5

٥ . يتحرّك قمر اصطناعي للاتّصالات في مسار دائري، ويتواجد دائمًا فوق نفس النقطة P التي على سطح الكرة الأرضية .

أ. ما هو زمن الدورة، T ، للقمر الاصطناعي؟ فسّر. (٤$\frac{1}{3}$ درجات)

ب . احسب نصف قطر مسار القمر الاصطناعي . استعِن بالقانون الثالث لكبلر وبثلاثة المعطيات :

* القيمة T التي وجدتَها في البند "أ"
* نصف قطر مسار القمر حول الكرة الأرضية
* زمن دورة القمر حول الكرة الأرضية

(معطيات في ملحق المعطيات والقوانين في الفيزياء)

(١٢ درجة)

جـ. احسب سرعة القمر الاصطناعي . (٧ درجات)

د . فسّر لماذا يجب أن يكون مسار القمر الاصطناعي دائريًا . (٥ درجات)

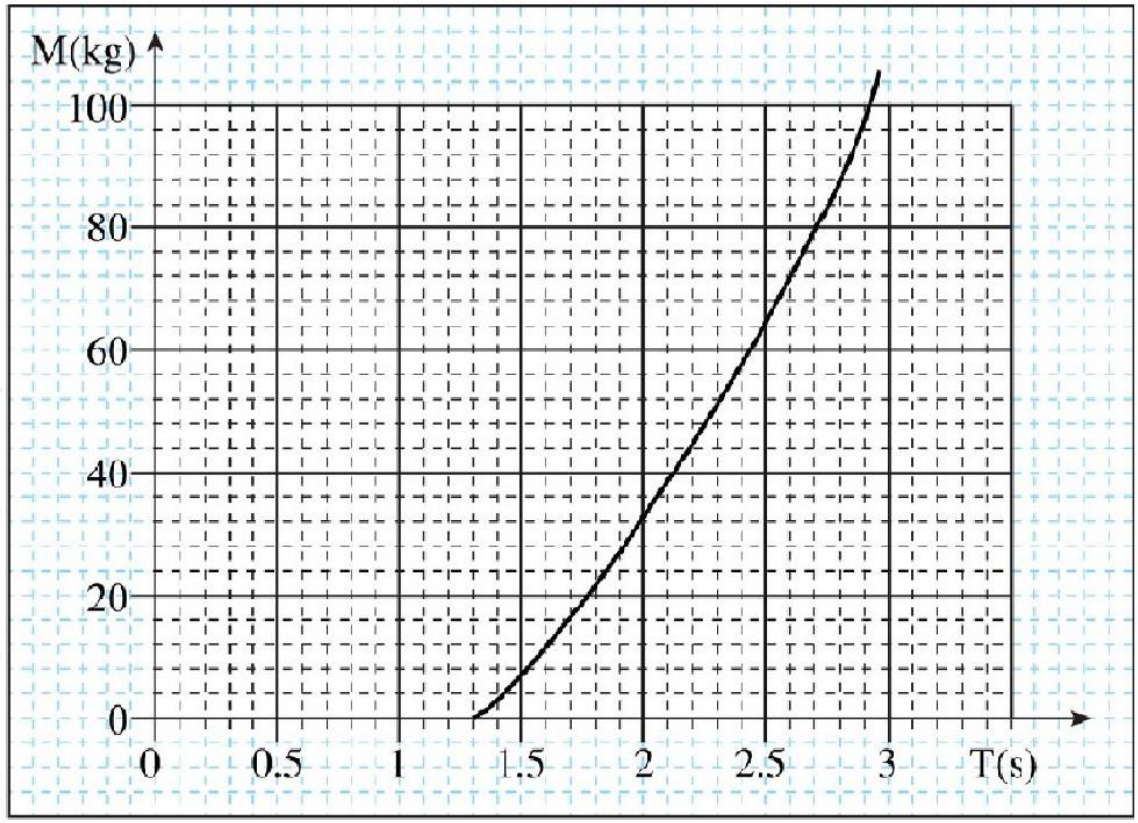
هـ. النقطة P يجب أن تتواجد على خطّ الاستواء . فسّر لماذا . (٥ درجات)

2001

عند مكوث روّاد الفضاء لفترات طويلة هنالك حاجة لمتابعة التغييرات في كتلة أجسامهم. الوسيلة لقياس كتلة روّاد الفضاء في محطة الفضاء "سكايلاب" هي بواسطة مقعد متصل بأحد طرفي نابض والطرف الثاني للنابض متصل بنقطة ثابتة في المركبة.

لقياس كتلة رائد فضاء, يجلس على المقعد متحزّما, ثمّ يقومون بإزاحة المقعد من نقطة وضع الاتزان, فيبدأ المقعد بالحركة بحركة توافقيّة بسيطة بتأثير قوّة النابض.

في الرسم التالي مبيّن رسما بيانيا يُستخدم في عمليّة القياس والذي بمساعدته يمكن حساب كتلة رائد الفضاء M، وذلك بحسب زمن الدورة T لرائد الفضاء المربوط بالمقعد.



أ. زمن الدورة لرائد فضاء معيّن كان 2.6 ثانية. كم هي كتلة رائد الفضاء هذا. (4 درجات)

ب. ما هو زمن دورة رائد الفضاء في القسم "أ" عندما:

(1) نقلل سعة الحركة بمرّتين. (5 درجات)

(2) نستبدل النابض بنابض آخر والدي معامله أكبر بأربعة مرّات من معامل النابض الأوّل (أهمل كتل النوابض). (5 درجات)

ج. يتحرك رائد فضاء جالس على المقعد بحركة توافقيّة بسيطة. (7 درجات)

(1) بيّن أنّ العلاقة بين الكتلة M وزمن دورة الحركة هي $M = \frac{kT^2}{4\pi^2}$.

(2) جد بواسطة الرسم البياني كتلة المقعد m . اذا معطى أن معامل النابض هو 600N/m .

د. عندما تدور محطّة الفضاء حول الأرض كقمر اصطناعي، يقيسون كتلة رائد الفضاء بواسطة الطريقة الموصوفة أعلاه، ولا يقيسونها بواسطة ميزان نابض وذلك لأنّ رائد الفضاء عديم الوزن داخل القمر الاصطناعيّ. اشرح لماذا يكون رائد الفضاء داخل القمر الاصطناعيّ عديم الوزن. . (5 درجات)

1999,5

٥. أ. في الجدول الذي أمامك مسجّلة معطيات عن أربعة أقمار للكوكب السيّار المشتري.

إفترض أنّ الأقمار تتحرّك في مسارات دائرية.

القمر	نصف قطر المسار $\times 10^5$ km	زمن الدورة (أيام)
قمر رقم 1	4.22	1.77
قمر رقم 2	6.71	3.55
قمر رقم 3	10.7	7.16
قمر رقم 4	18.83	16.69

بيّن أنّ هذه الأقمار الأربعة تحقّق القانون الثالث لكبلر.

(إنتبه: لم يُطلب منك تغيير وحدات.) (١١ درجة)

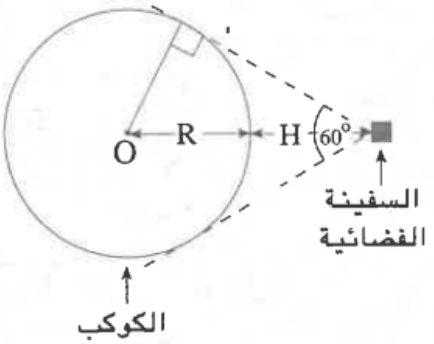
ب. يريدون إدخال قمر اصطناعي إلى مسار دائري حول الكوكب السيّار المشتري، والذي سيكون نصف قطر مساره 10^5 km . إحسب ماذا سيكون زمن دورة حركة هذا القمر الاصطناعي. (١٢ درجات)

جـ. عبِّر عن الكتلة M للكوكب السيّار المشتري بواسطة زمن الدورة T ونصف قطر المسار r لأحد أقماره (لا يُطلب منك أن تعوّض أعدادًا). (٨ درجات)

د. يتحرّك قمر اصطناعي في مسار دائري نصف قطره 10^5 km حول كوكب سيّار يختلف عن المشتري. هل يكون زمن دورته مساويًا لزمن الدورة الذي حسبتَه في البند "ب"؟ فسّر. (٨ درجات)

1997,5

٥. تقترب سفينة فضائية من كوكب سيّار. رائد فضاء موجود داخل السفينة الفضائية يوقفها على بُعد معيّن من الكوكب (بواسطة محرّكات السفينة الفضائية)، ويجد (بواسطة جهاز رادار) أنّ السفينة الفضائية موجودة على ارتفاع $H = 10^7$ m فوق سطح الكوكب، وأنّه يرى الكوكب بزاوية رؤية مقدارها 60^o (أنظر التخطيط).



أ. إحسب نصف القطر (R) للكوكب. (٤ ١/٢ درجات)

بواسطة محرّكات السفينة الفضائية، يُدخل الرائد السفينة الفضائية إلى حركة دائرية حول الكوكب (على ارتفاع H فوق سطح الكوكب). بعد ذلك يطفئ محرّكات السفينة الفضائية، ويجد أن زمن دورة حركتها حول الكوكب السيّار هو 140 دقيقة. إفترض أنّ كثافة الكوكب متجانسة.

ب. إحسب كتلة الكوكب. (١٠ درجات)

جـ. إحسب تسارع السقوط الحرّ على سطح الكوكب. (١٠ درجات)

د. أثناء حركة السفينة الفضائية في مسار دائري حول الكوكب، يمسك الرائد بيده كرة، وفي لحظة معيّنة يتركها من يده. أيّ من الإمكانيات التالية تصف حركة الكرة بالنسبة للسفينة الفضائية: تتحرّك الكرة باتّجاه جدار السفينة الفضائية القريب من الكوكب، تحلّق الكرة في السفينة الفضائية، تتحرّك الكرة باتّجاه جدار السفينة الفضائية البعيد عن الكوكب، تقوم الكرة بحركة أخرى؟ علّل. (٩ درجات)

1996,5

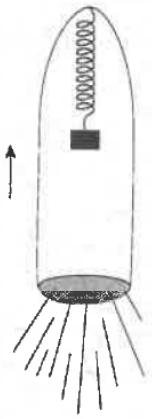
٥. أُطلِق صاروخ من سطح الكرة الأرضية من حالة السكون باتّجاه عمودي. صعد الصاروخ بتسارع ثابت مقداره $20\ \frac{m}{s^2}$. بعد مرور 5 دقائق نفد الوقود في حاويات الصاروخ.

أ. على أيّ ارتفاع عن سطح الكرة الأرضية نفد الوقود؟ (درجتان)

ب. ما هو تسارع السقوط الحرّ في الارتفاع الذي نفد فيه الوقود من حاويات الصاروخ؟ (٣ درجات)

جـ. ما هو أقصى ارتفاع عن سطح الكرة الأرضية وصل إليه الصاروخ؟ (٥ درجات)

د. جسم كتلته 2 kg موصول بطرف مقياس قوّة (دينامومتر) معلّق داخل الصاروخ (أنظر التخطيط).



ماذا تكون قراءة مقياس القوّة:

١. لحظةً قبل نفاد الوقود؟ (درجة واحدة)

٢. لحظةً بعد نفاد الوقود؟ (درجة واحدة)

1995,5

٥. أ. إستعمِل المعطيات التي في نهاية السؤال لإجراء الحسابات، وأجب عن البنود التالية:

(١) عبّر عن كتلة كوكب سيّار بدلالة نصف قطره وبدلالة تسارع السقوط الحرّ على سطحه. (١٠ درجات)

(٢) حسب التعبير الذي وجدتَه في البند "أ" (١)، إحسب كتلة الكرة الأرضية. (٣ درجات)

ب. (١) عبّر عن كتلة كوكب سيّار بدلالة زمن الدورة لقمر اصطناعي يتحرّك حوله وبدلالة نصف قطر مسار القمر الاصطناعي. (١٠ درجات)

(٢) حسب التعبير الذي وجدتَه في البند "ب" (١)، إحسب كتلة الكرة الأرضية. (٥ درجات)

جـ في لائحة المعطيات والقوانين المرفقة للنموذج تظهر العلاقة التالية بالنسبة للطاقة الحركية للقمر الاصطناعي الذي يتحرّك في مسار دائري حول كوكب:

$$E_k = \frac{GMm}{2r}$$

برهن هذه العلاقة. لا يُسمح لك استعمال قانون الطاقة الكلّية (للقمر الاصطناعي) وقانون طاقة الوضع الجذبية اللذين يظهران في لائحة المعطيات والقوانين. (٥ ١/٢ درجات)

معطيات:

نصف قطر الكرة الأرضية هو $R_E = 6.4 \cdot 10^6$ m ؛ البُعد بين مركز الكرة الأرضية ومركز القمر أكبر بستين ضعفًا بالتقريب من نصف قطر الكرة الأرضية؛ مدّة دورة القمر حول الكرة الأرضية هي 27.3 يومًا؛ تسارع السقوط الحرّ على سطح الكرة الأرضية هو $9.8\ m/s^2$.

ثابت الجاذبية العالمي هو: $6.67 \cdot 10^{-11}\ N \cdot m^2 \cdot kg^{-2}$.

1994,5

٤: أ . (١) ما هي "حركة توافقية بسيطة"؟ (٦ درجات)

(٢) هل كل حركة دورية هي حركة توافقية بسيطة؟ إذا كانت الإجابة نعم – علّل. إذا كانت الإجابة لا – أعطِ مثالاً لحركة دورية ليست توافقية بسيطة، وفسّر لماذا هي ليست توافقية بسيطة. (٦ درجات)

ب. الطرف العلوي لنابض مربوط بالسقف، ومربوط بالطرف السفلي ثِقَل كتلته 0.6 kg . في هذه الحالة، النابض أطول بـ 15 cm من طوله في حالة الارتخاء، والثِقَل موجود في النقطة O . سحب طالب الثِقَل 10 cm نحو الأسفل، من النقطة O إلى النقطة M ، وحرّر الثِقَل من حالة السكون. كتلة النابض قابلة للإهمال.

(١) احسب زمن دورة الاهتزازات. (٨ درجات)

(٢) احسب القوّة التي يؤثّر بها النابض على الثِقَل عند وجوده في النقطة M . ($7\frac{1}{2}$ درجات)

(٣) احسب الشغل الذي أثّر به الطالب عند سحبه للثِقَل من النقطة O إلى النقطة M . (٦ درجات)

1992,5

٥. أ . نزل قمر اصطناعي من مسار دائري عالٍ إلى مسار دائري منخفض حول الكرة الأرضية. هل نتيجة لذلك:

(١) الطاقة الحركيّة للقمر الاصطناعي، قلّت، أو ازدادت أو لم تتغيّر؟ علّل .
(٧ درجات)

(٢) الطاقة الكلّية للقمر الاصطناعي، قلّت، أو ازدادت أو لم تتغيّر؟ علّل.
(٧ درجات)

ب. نزن جسمًا موجودًا داخل قمر اصطناعي، بواسطة ميزان زنبركي.

عندما يكون القمر الاصطناعي على الأرض، يشير الميزان إلى 10 N .

إلى ماذا يشير الميزان:

(١) أثناء اطلاق القمر، عندما يكون تسارع القمر الاصطناعي $40\ \frac{m}{s^2}$ ؟

فسّر. (٦ درجات)

(٢) عندما يتحرّك القمر الاصطناعي بمسار حول الكرة الأرضية، بعد أن أُطفِئَت محرّكات الاطلاق؟ فسّر . (٦ درجات)

جـ . قمر اصطناعي يدور فوق خط الاستواء بنفس الاتّجاه الذي تدور فيه الكرة الأرضية حول محورها. مدة الدورة للقمر الاصطناعي هي ١٢ ساعة. كل كم من الوقت يمرّ القمر الاصطناعي فوق نقطة مراقبة معيّنة موجودة على الأرض؟ فسّر . (٧ $\frac{1}{2}$ درجات)

1991,5

٥. يدور قمر اصطناعي حول كوكب في مسار دائري بسرعة v . قمر اصطناعي ثانٍ يدور حول نفس الكوكب في مسار دائري بسرعة 2v .

أ . لأي من القمرين، نصف قطر الدوران أكبر؟ بكم مرة؟ (١٠ درجات)

ب. لأي من القمرين، زمن الدورة أكبر؟ بكم مرة؟ (١٠ درجات)

جـ . جرم أصاب القمر الاصطناعي الأول بالاتجاه الذي يمس حركته، وأدّى لمضاعفة سرعة القمر الاصطناعي. هل ينفصل القمر الاصطناعي عن الكوكب؟ فسّر. (١٣ $\frac{١}{٢}$ درجة).

1990,5

٥. جسم كتلته m ، يسقط، من حالة السكون، من ارتفاع كبير h على سطح كوكب كتلته M ونصف قطره R . الكوكب منعدم الأتموسفيرا.

أ . صُغ معادلة لحساب سرعة الإصابة v للجسم مع سطح الكوكب. عبّر عن إجابتك بدلالة R , h و g (تسارع السقوط الحر على الكوكب). (١٠ درجات)

ب. بيّن أنّه عندما يكون h صغيراً جداً بالنسبة لـ R (h << R) ، يمكن كتابة المعادلة التي صغتها فى البند -أ- بالصورة التقريبية التالية: $v = \sqrt{2gh}$. (١٠ درجات)

جـ . ما هو نوع حركة الجسم (متساوية السرعة، متساوية التسارع أو غيرها):

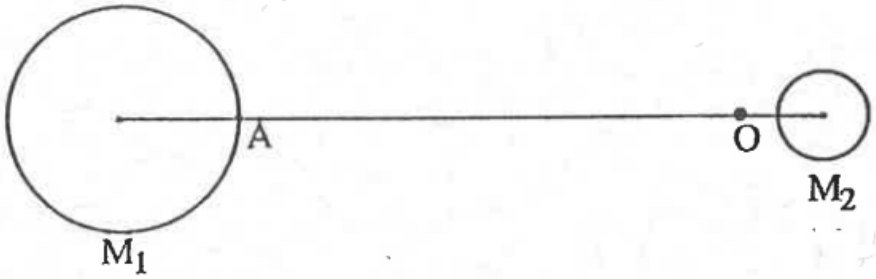
(١) عندما يكون: $h >> R$ ؟ فسّر. (٨ درجات)

(٢) عندما يكون: $h << R$ ؟ فسّر. (٥ درجات)

1989,5

٥. أمامك سؤال يبحث في نظام الكرة الأرضية والقمر مع تجاهل حركتهما وتأثير الأجرام السماوية الأخرى. كتلة الكرة الأرضية هي M_1؛ كتلة القمر هي M_2؛ نصف قطر الكرة الأرضية هو R؛ البُعد بين مركز الكرة الأرضية ومركز القمر هو d؛ تسارع السقوط الحر على سطح الكرة الأرضية هو g.

معلوم أنّ: $M_2 = \frac{M_1}{81}$ $\quad d = 60\ R$



أ . توجد على الخط المستقيم الذي يربط بين مركز الكرة الأرضية ومركز القمر النقطة O، والتي إذا ثبت فيها جسم بحالة سكون يبقى بحالة سكون (أنظر الشكل). جد بُعد النقطة O عن مركز الكرة الأرضية. عبّر عن إجابتك بواسطة R فقط. (١٠ درجات)

نطلق من النقطة A الموجودة على سطح الكرة الأرضية سفينة فضائية للفضاء كتلتها m. النقطة A تقع على الخط الذي يصل مركز القمر بمركز الكرة الأرضية. (أنظر الشكل)

ب. ما هي أدنى طاقة E التي يجب بذلها من أجل إيصال السفينة الفضائية إلى النقطة O؟ عبّر عن إجابتك بواسطة R , m و g. انتبه! عليك أن تأخذ بالاعتبار تأثير الكرة الأرضية والقمر على السفينة الفضائية. (٢٠ درجة)

جـ .أيّ طاقة من طاقات السفينة الفضائية يمكن إهمالها، إذا اكتفينا بدقة ٩ر٩٩٪ في حساب مقدار الطاقة E؟ فسّر. (٣ درجات)

1988,5

أ. جد تعبيرًا للطاقة اللازمة لرفع سفينة فضائية من منصة إطلاق الموجودة على سطح الأرض، إلى مسار دائري حول الكرة الأرضية. عبّر عن إجابتك بدلالة:

m - كتلة السفينة الفضائية.

R – نصف قطر الكرة الأرضية.

r - نصف قطر مسار السفينة الفضائية حول الكرة الأرضية.

g – تسارع الجاذبية على سطح الكرة الأرضية.

أهمل بالقسم "أ" فقط، دوران الكرة الأرضية حول محورها.

ب. سفينة فضائية تستعمل كقمر اصطناعي للاتصالات، تدور حول الكرة الأرضية في مستوى خط الاستواء، بحيث تبقى فوق نفس النقطة الواقعة على سطح الأرض. جد على أي ارتفاع تكون السفينة الفضائية نسبة لسطح الأرض؟ (عبّر عن إجابتك بوحدات الكيلومتر)

1987,5

أطلق صاروخ بسرعة ابتدائية مقدارها V_0 من سطح كوكب سيار وهمي، نصف قطره R وكتلته M (لا يوجد غلاف جوي للكوكب السيار). سرعة الصاروخ عند وصوله لارتفاع 3R من سطح الكوكب السيار تساوي $0.25\ V_0$.

أ. احسب السرعة V_0 التي أطلِق فيها الصاروخ ، (عبّر عن V_0 بدلالة ثابت الجاذبية العام G والمعطيات R و- M).

ب. في أي اتجاه يجب أن نُطلق الصاروخ، حتى يصل لأقصى ارتفاع؟ فسّر. ما هو هذا الارتفاع من سطح الكوكب؟ (عبّر عن إجابتك بدلالة R).

ج. ما هي السرعة الصغرى، V_{min}، اللازمة لإطلاق الصاروخ حتى يتحرّر كليًا من حقل جاذبية الكوكب السيار الوهمي؟

1984,3

معطي كوكبان A و- B نصف قطر وكثافة كل منهما : R_A, ρ_A و- R_B, ρ_B بالتلاؤم. افترض أنّ الكوكبين متجانسين، أي أن كثافة كل منهما ثابتة. (أجب عن الأسئلة التالية بدلالة الأربع متغيرات هذه فقط).

أ. ما هي النسبة بين تسارع السقوط الحر على سطح الكوكبين؟

ب. بالقرب من سطح كل كوكب من هذين الكوكبين يدور قمر اصطناعي بمسار دائري. جد النسبة بين زمني الدورة لهذين القمرين؟

ج. ما هي النسبة بين الطاقة الكلية (حركية + وضعية) للقمرين، على فرض أن كتلتهما متساوية؟ (افترض أنّ الطاقة الوضعية في الـ ما لا نهاية مساوية لصفر).

د. من سطح كل كوكب من هذين الكوكبين نُطلق صاروخ إلى خارج حقل جاذبية الكوكب. ما هي النسبة بين السرعة الابتدائية الصغرى التي يجب أن نُكسبها لكل واحد من الصاروخين؟ افترض أن للكوكبين لا يوجد غلاف جوي.

1982,3

يدور قمر اصطناعي كتلته $m = 10^{-3}\ kg$ حول الكرة الأرضية خلال زمن T_1 بمدار دائري نصف قطره R_1. من أجل رفع القمر الاصطناعي من هذا المدار إلى مدار دائري نصف قطره R_2 $(R_2 > R_1)$، مطلوب طاقة مقدارها $\Delta E = 6 \times 10^9\ J$ ، زمن الدورة في المدار الجديد T_2 .

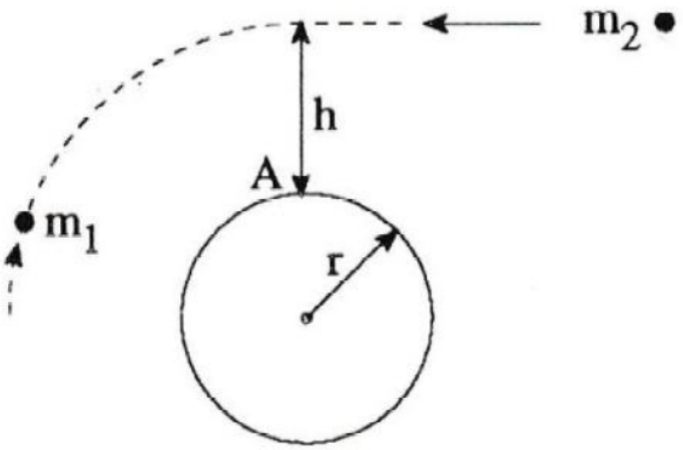
أ. ما هو نصف قطر المدار R_1 للقمر الاصطناعي ، اذا علم أن النسبة بين زمني الدورة في المدارين $\frac{T_2}{T_1} = 8$ ؟

ب. ما هو زمن الدورة للقمر الاصطناعي T_1 في المدار الأول؟

ج. احسب الطاقة الازم اكسابها للقمر الاصطناعي الموجود في محطة الإطلاق على سطح الأرض من أجل إدخاله للمدار الأول؟

1981,2

قمر اصطناعي كتلته $m_1 = 500\ kg$ يدور حول الكرة الأرضية بمدار دائري، على ارتفاع $h = 3r$ فوق سطح الأرض (افترض أن r – هو نصف قطر الكرة الأرضية مساوٍ لـ 6400 km). عندما كان القمر الاصطناعي فوق النقطة A الموجودة على سطح الأرض، يصطدم به نيزك كتلته $m_2 = 100\ kg$ ، نتيجة لذلك يتوقف القمر الاصطناعي والنيزك للحظة، وبعد ذلك يبدأنا بالسقوط معًا باتجاه نحو الأسفل.



أ. ما هي سرعة القمر الاصطناعي قبل اصطدام النيزك به؟

ب. ما هي سرعة النيزك لحظة اصطدامه بالقمر الاصطناعي؟

ج. ما هي كمية الطاقة بوحدات الجول التي نتجت نتيجة الاصطدام ؟

د. في أي سرعة سيصل كل من القمر الاصطناعي والنيزك لسطح الأرض واصطدامهم بالنقطة A، على فرض أن اثناء سقوطهما لم تؤثر عليهما قوى احتكاك (مثل مقاومة الهواء)؟