تم تحميل هذا الملف من موقع المناهج العمانية

ملخص الوحدة الأولى مجالات الجاذبية

موقع المناهج ⇦ المناهج العمانية ⇦ الصف الثاني عشر ⇦ فيزياء ⇦ الفصل الأول ⇦ الملف

تاريخ إضافة الملف على موقع المناهج: 2024-09-03 04:47:21

إعداد: هدى الفيشاوي

التواصل الاجتماعي بحسب الصف الثاني عشر

اضغط هنا للحصول على جميع روابط "الصف الثاني عشر"

روابط مواد الصف الثاني عشر على تلغرام

التربية الاسلامية	اللغة العربية	اللغة الانجليزية	الرياضيات

المزيد من الملفات بحسب الصف الثاني عشر والمادة فيزياء في الفصل الأول

1	ملخص شرح درس تمثيل محال الحاذبية وشدة محال الحاذبية
2	ملخص شرح درس شدة مجال الجاذبية من الوحدة الأولى مجالات الحاذبية
3	ملخص شرح درس الرسومات البيانية من الوحدة الأولى مجالات الحاذبية

المزيد من الملفات بحسب الصف الثاني عشر والمادة فيزياء في الفصل الأول	
4	إجابة الامتحان التجريبي نموذج ثاني
5	امتحان تجريبي نموذج ثاني

الوحدة الأولى: مجال الجاذبية

الاستاذة/هدى الفيشاوي

وصف مجال الجاذبية الأرضية : -

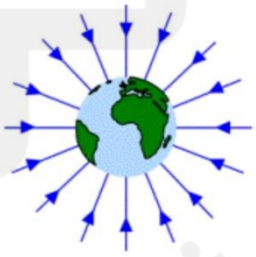
مجال الجاذبية هو : منطقة من الفضاء تتعرض فيها كتلة لقوة بسبب جاذبية كتلة أخرى مجالات الجاذبية التي تنتجها الكتل الكبيرة هي فقط تنتج تأثيرات مرئية

خطوط مجال الجاذبية :

- 1-هي مسارات يتبعها الجسم المنجذب نحو جسم أثقل وهناك أنماط لحقول الجاذبية
- 2- توضح الأسهم الموجودة على خطوط المجال إتجاه الجاذبية المؤثرة على الكتلة الموضوعة في مجالها
  - يشير التباعد بين الخطوط إلى قوة مجال الجاذبية وكلما تباعدت الخطوط كان المجال أضعف
- 4- رسم مجال الجاذبية يوضح أن جميع الأجسام تنجذب نحو مركز الأرض حتى لو كانت تحت سطح الأرض وتضعف الجاذبية كلما ابتعدنا عن سطح الأرض
- 5- تبدو خطوط مجال الجاذبية منتظمة من خلال ملاحظة المسافات بين خطوط المجال وكأنها حول كرة منتظمة على الرغم من أنها تنتفخ عند خط الاستواء إلا انا مجال الجاذبية كما لو كانت كتلة بكاملها مركزة في مركزها (مركز الكتلة)

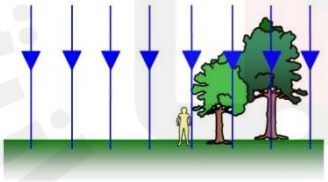
6- ويمكن تمثيل حقول الجاذبية في نمطين :

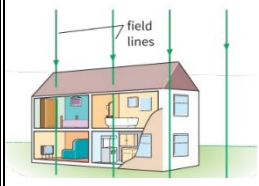
- مجال الجاذبية يمثل بخوط شعاعية للداخل نحو مركز كتلة الأرض وهو مجال منتظم فشدة المجال نفسها في جميع النقاط وتكون الخطوط متوازية متباعدة بشكل متساو لذا
- وزنك يكون نفسه في أي مكان في مجال الجاذبية ولا يقل اذا ابتعدنا بعيدا عن سطحها



المجال الإشعاعي :

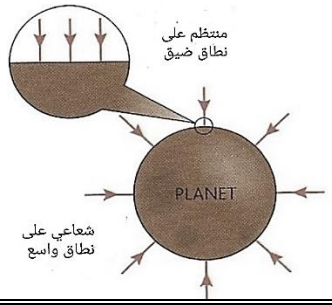
خطوط شعاعية باتجاه مركز الكتلة مما يثبت أنها قوة جاذبة
تتقارب الخطوط من بعضها البعض كلما اقتربنا من مركز الكتلة
تقارب الخطوط يعني قوة المجال الجاذب
لا تتقاطع الخطوط مع بعضها





المجال المنتظم :

عند النظر الى سطح الكوكب على نطاق صغير
شدة المجال متساوية في جميع المناطق
الخطوط متوازية نحو السطح على أبعاد متساوية



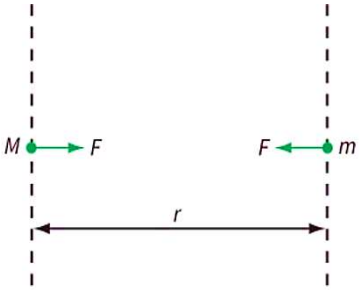
قانون نيوتن للجذب الكوني :

استخدم نيوتن أفكاره حول الكتلة والجاذبية لصياغه قانون الجاذبين بين الكتل النقطية

الشكل التالي يوضح كتلتين نقطيتين m و M يفصلهما مسافة r تجذب كل كتلة نقطية الآخرى بقوة F

لماذا :نستخدم مصطلح الكتل النقطية بدلا عن الجسيمات؟؟

لانها تشغل مساحة كبيرة فكل جسيم في جسم يجذب جسيم في جسم آخر وعلينا أن نجمع كل هذه القوى معاً لحساب القوة التي يمتلكها كل جسم على الآخر



يلاحظ أن القوى متساوية مقدارا متعاكسة اتجاهاً والمسافة من مركزيهما

فاذا كان الجسمان متلاصقان فان المسافة مجموع نصفي الاقطار

واذا متباعدتان فإن المسافة أكبر من مجموع أنصاف الاقطار

القوة تتناسب طرديا مع حاصل ضرب الكتلتين : $F \propto Mm$ (1)

القوة تتناسب عكسياً مع مربع المسافة بين مركزيهما $F \propto \frac{1}{r^2}$ (2) (قانون التربيع العكسي)

من العلاقتان (1) و (2) نستنتج أن : $F \propto \frac{Mm}{r^2}$

بوضع = وثابت بدلا عن علامة التناسب: $\boxed{F = \frac{GMm}{r^2}}$

حيث G ثابت الجاذبية العام ويساوي : $6.67 \text{ X } 10^{-11} \text{Nm}^2\text{kg}^{-2}$

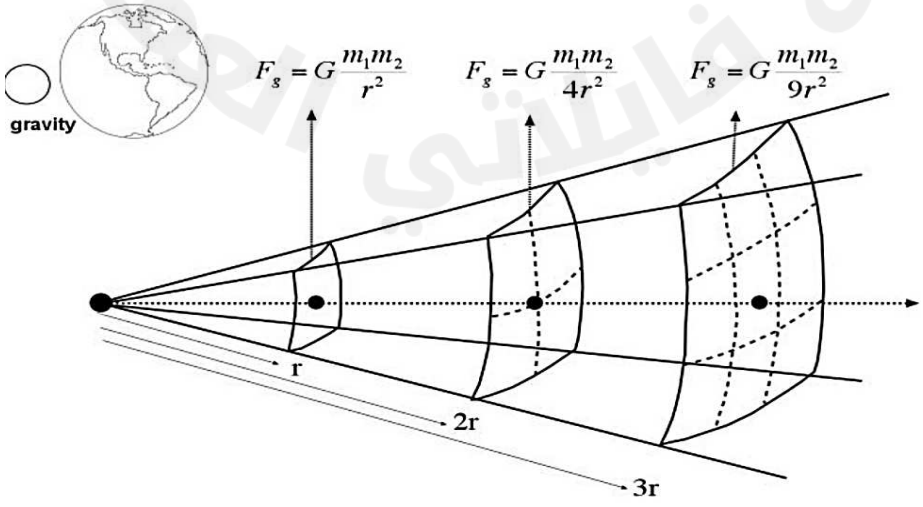
المعادلة العامة لقانون الجذب الكوني تطبق على الاجسام الكروية ومنها الارض والقمر باعتبارها كتل نقطية

قانون التربيع العكسي:

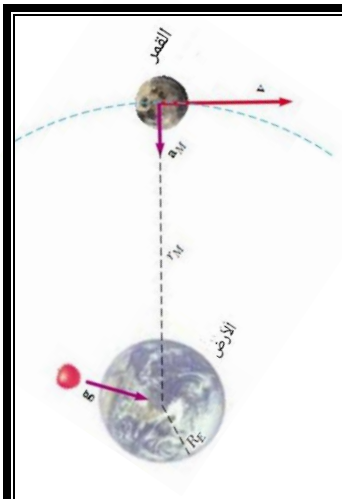
_مجال الجاذبية ينتشر بالابتعاد عن سطح في ثلاثة أبعاد

كما نلاحظ بالشكل كلما ابتعدت الكتل النقطية يحدث انشار مجال الجاذبية على مساحة أكبر

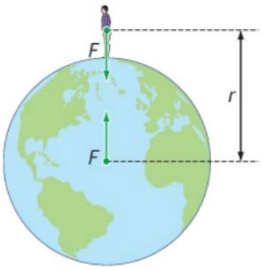
اذا زادت المسافة للضعف قلت القوة للربع



تُقاس المسافات دائما من مركز الجسم الى مركز الجسم الاخر



اذا كان الجسم بعيدا عن سطح الأرض فإن المسافة بينهما تساوي نصف قطر الأرض مضافاً اليها الارض



اذا كان الجسم على سطح الأرض فإن المسافة بينهما تساوي نصف قطر الأرض

الارض تجذب الاجسام بقوة تعادل وزنها موجهه نحو مركز الأرض في الوقت نفسه أنت تجذبها نحوك بقوة متساوية في المقدار ونظرا لضخامة كتلة الارض فيكون التأثير ضئيل فسحب الشمس للارض له تأثير كبير للغاية

الأسئلة:

1- احسب قوة الجاذبية الأرضية بين :

أ- جسمان مفصولان بينهما مسافة 1.0cm وكتلة كل منهما 100g

$$\frac{GMm}{r^2} = \frac{6.67\times10^{-11}\times0.1\times0.1}{(0.01)^2} = 6.67\times10^{-9}\,\text{N}$$

ب- كويكبان يفصلهما مسافة $4.0\ x10^{9}m$ وكتلة كل منهما $5.0\ x\ 10^{10}kg$

$$\frac{GMm}{r^2} = \frac{6.67\times10^{-11}\times(5.0\times10^{10})^2}{(4.0\times10^{9})^2} = 1.0\times10^{-8}\,\text{N}$$

ج- قمر صناعي كتلته $1.4\ x10^{4}kg$ يدور حول الارض على مسافة 6400km من مركزها اذا علمت أن كتلة الأرض تساوي $6.0\ x\ 10^{24}kg$

$$= \frac{GMm}{r^2} = \frac{6.67\times10^{-11}\times6.0\times10^{24}\times1.4\times10^{4}}{(6.8\times10^{6})^2}$$
$$= 1.2\times10^{5}\,\text{N}$$

2- قدر قوة الجاذبية بين شخصين يجلسان جنباً الى جنب على مقعد المنتزه ، وكيف تقارن هذه القوة بقوة الجاذبية التي تمارسها الارض على كل منهما او بمعنى آخر بقوة وزنهما

بفرض كتلة الشخص 70kg
يجلسان بينهما 0.50m

$$\frac{GMm}{r^2} = \frac{6.67\times10^{-11}\times70\times70}{(0.5)^2} = 1.3\times10^{-6} \approx 10^{-6}\,\text{N}$$

شدة مجال الجاذبية g

- يمكن وصف قوة أو ضعف مجال الجاذبية من خلال تحديد قوة مجال الجاذبية
- تعودنا أن شدة مجال الجاذبية $g=9.8ms^{-2}$ وزن جسم كتلته m هو mg
- لجعل g أكثر فهما ووضوحاً يجب كتابتها $9.81Nkg^{-1}$ أي أن كل كتلة قدرها 1kg تتعرض لقوة

جذب قدرها 9.8N

شدة مجال الجاذبية g عند أي نقطة في مجال الجاذبية يُعرف بأنه :

قوة الجاذبية المبذولة لكل وحدة كتلة على جسم صغير عند تلك النقطة

يمكن كتابة المعادلة كالتالي :

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

حيث F : قوة الجاذبية المؤثرة على كتلة قدرها m لجسم في مجال الجاذبية

وحدات قياس شدة مجال الجاذبية g : $N\,kg^{-1}$ **والتي تعادل** $m\,s^{-2}$

لتحديد شدة مجال الجاذبية لكتلة نقطية (أو كروية) يتم الحصول علي القوة بين كتلتين :

$$F = \frac{GMm}{r^2}$$

اذن شدة المجال g بسبب الكتلة M على مسافة r من مركزها هي :

$$g = \frac{F}{m} = \frac{GMm}{r^2 m} \Rightarrow \frac{GM\cancel{m}}{r^2\cancel{m}} = \frac{GM}{r^2}$$

يجب أن تعرف كيفية اشتقاق العلاقة
حيث أن :
G : ثابت الجذب العام
M : هي الكتلة
r : المسافة من مركز الكتلة

- شدة مجال الجاذبية كمية متجهة لأن القوة كمية متجهة ، لذا نحتاج تحديد الاتجاه والمقدار
- شدة مجال الجاذبية ليست ثابتة فهي تتناقص كلما زادت المسافة (قانون التربيع العكسي)
- اذا تضاعفت المسافة من المركز يقل شدة مجال الجاذبية لربع قيمته بالقرب من سطح الارض
- بالقرب من سطح الارض $g=9,8N\,kg^{-1}$ لو تسلقت قمة جبل افرست الذي ارتفاعه 8.85km

فإن شدة المجال تقل بمقدار 0.3% فقط

شدة مجال الجاذبية يعتمد على عاملين : كتلة الجسم M الذي سبب المجال ، والمسافة r من مركزه

يُسمى شدة مجال الجاذبية أيضاً بتسارع السقوط الحر ووحدة قياسه $m\ s^{-2}$ أي جسم يسقط سقوطاً حراً في مجال الجاذبية يكون تسارعه بالقرب من سطح الارض $9.8\ m\ s^{-2}$

سؤال : اذا كان نصف قطر الأرض 6400km وشدة مجال الجاذبية على سطح الأرض $9.81N\ kg^{-1}$
استخدم هذه المعلومات لتحديد : كتلة الأرض – متوسط كثافتها

الحل : 1- استخراج المعطيات $r = 6.4 \times 10^6\ m$ $g = 9.81\ N\ kg^{-1}$

2- استخدام معادلة شدة مجال الجاذبية لتعيين الكتلة :

$$\begin{aligned} g &= \frac{GM}{r^2} \\ 9.8 &= \frac{6.67\times10^{11}M}{(6.4\times10^6)^2} \\ M &= 9.8 \times \frac{(6.4\times10^6)^2}{6.67\times10^{-11}} \\ &= 6.0 \times 10^{24}\text{kg} \end{aligned}$$

3- لتعيين الكثافة نعين أولا الحجم لأن الارض كروية لذا حجم ال $\frac{4}{3}\pi r^3$ والكثافة = الكتلة/ الحجم

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{M}{V} \\ &= \frac{6.0\times10^{24}}{\frac{4}{3}\times\pi\times(6.4\times10^6)^3} \\ &= 5500\ \text{kg m}^{-3} \end{aligned}$$

عند اعتبار مجال الجاذبية منتظماً بالقرب من سطح الكوكب يجب أن تضع في اعتبارك أن :

$$\boxed{g = \frac{GM}{R^2}}$$

نصف قطر الكوكب R وشدة مجال الجاذبية g وثابت الجذب العام G

اذا تحركنا مسافة قدرها ΔR ستكون علاقة شدة مجال الجاذبية على هذا النحو : $g_{\text{الجديد}} = \frac{GM}{(R+\Delta R)^2}$

نسبة التغير في R تساوي $\frac{\Delta R}{R} \times 100\%$

وعدم اليقين في شدة مجال الجاذبية يساوي $2 \times \frac{\Delta R}{R} \times 100\%$.

مثال : احسب التغير في شدة مجال الجاذبية بين خط استواء الأرض وعلى ارتفاع 10km فوق خط استوائها علما بأن (نصف قطر الأرض يساوي 6357km وكتلة الأرض تساوي 5.974×10^{24}kg) ثابت الجذب العام $G = 6.67 \times 10^{-11}\ Nm^2kg^{-2}$)

$$g = \frac{GM}{R^2} = \frac{6.67\times10^{-11}\times5.974\times10^{24}}{(6.357\times10^{6})^{2}} = 9.860\ Nkg^{-}$$

نسبة التغير في شدة مجال الجاذبية عند الارتفاع الى 10km يساوي:

$$= \frac{\Delta R}{R} \times 100\% = \frac{10}{5974} \times 100\% = 0.167\%$$

التغير في شدة مجال الجاذبية يساوي :

$$0.167\% \text{ of } g = 0.167\% \text{ of } 9.860 = 0.01650\ Nkg^{-1}$$

ملاحظات :

لا يوجد تغير كبير في شدة مجال الجاذبية ، الاختلاف الحقيقي بسبب كثافات مختلفة من قشرة الأرض أي أن الارض ليست كرة مثالية

لذا الحركة الرأسية لارتفاع 10km من سطح الأرض تؤدي الى زيادة في المساحة بنسبة 0.16% فقط

لذا اذا كان الإرتفاع أقل من 10km تكون الخطوط متوازية جداً والمجال شبه متجانس للغاية

اختبر فهمك :

تمعن البيانات الواردة في الجدول التالي للاجابة عن الأسئلة :

الجسم	الكتلة / kg	نصف القطر / km	المسافة من الأرض / km
الأرض	6.0×10^{24}	6 400	–
القمر	7.4×10^{22}	1 740	3.8×10^{5}
الشمس	2.0×10^{30}	700 000	1.5×10^{8}

3- يبلغ ارتفاع قمة جبل ايفرست 9.0km يبلغ كتلة متسلق جبال وحقيبته 100kg ما مقدار وزنه مقارنه بوزنه على سطح الأرض وهل يمكن استخدام ميزان حمام ( )

التغير في الوزن = الوزن على سطح الأرض – الوزن على قمة جبل ايفرست

$$mg - \frac{GMm}{r^2} = (100\times9.81) - \frac{6.67\times10^{-11}\times6.0\times10^{24}\times100}{(6.409\times10^{6})^{2}} \approx 7\ N$$

يمكن استخدامه

4- احسب شدة مجال الجاذبية :

أ- بالقرب من سطح القمر

$$g = -\frac{GM}{r^2} = -\frac{6.67\times10^{-11}\times7.4\times10^{22}}{(1.74\times10^{6})^2} = -1.6\,\mathrm{N\,kg^{-1}}$$

ب – بالقرب من سطح الشمس

$$g = -\frac{GM}{r^2} = -\frac{6.67\times10^{-11}\times2.0\times10^{30}}{(7.0\times10^{8})^2} = -270\,\mathrm{N\,kg^{-1}}$$

(كيف تساعدك الاجابة في التنبؤ بأن القمر له غلاف جوي رقيق جداً بينما الشمس غلاف جوي كثيف) شدة مجال الجاذبية ضعيفة جداً للقمر لذلك جزيئات الغاز لديها ما يكفي من الطاقة للهروب في حين تتمتع الشمس بقوة مجال عالية لذا تسحب جزيئات الغاز قريباً منها

5- احسب شدة مجال الجاذبية الأرضية من موقع على سطح القمر

$$g = -\frac{GM}{r^2} = -\frac{6.67\times10^{-11}\times6.0\times10^{24}}{(3.8\times10^{8})^2} = -2.8\times10^{-3}\,\mathrm{N\,kg^{-1}}$$

ب- احسب القوة التي تمارسها الأرض على القمر ، ثم حدد تسارع القمر نحو الأرض .

$$\text{القوة} = mg = 7.4\times10^{22}\times(-2.8\times10^{-3})$$
$$= -2.1\times10^{20}\,\mathrm{N}$$
$$\text{التسارع} = \frac{F}{m} = 2.8\times10^{-3}\,\mathrm{m\,s^{-2}}$$

6- تبلغ كتلة المشتري 320 مرة كتلة الأرض ونصف قطره 11.2 مرة نصف قطر الارض ، تبلغ شدة مجال الجاذبية الأرضية $9.81\mathrm{N\ kg^{-1}}$ احسب شدة مجال الجاذبية بالقرب من سطح كوكب المشتري

$$g_E = -9.81\,\mathrm{N\,kg}$$

$$g_J = \frac{9.81\times320}{(11.2)^2} = -25\,\mathrm{N\,kg^{-1}}$$

7- يُساهم كل من القمر والشمس في المد والجزر في محيطات الأرض ، أيهما له قوة سحب أكبر على كل كل كيلوجرام من مياه البحر ، الشمس أم القمر ؟

شدة مجال جاذبية الشمس $g_S = -\frac{GM}{r^2} = -\frac{6.67\times10^{-11}\times2.0\times10^{30}}{(1.5\times10^{11})^2} = -5.9\times10^{-3}\,\mathrm{N\,kg^{-1}}$

شدة مجال جاذبية القمر $G_M = -\frac{GM}{r^2} = -\frac{6.67\times10^{-11}\times7.4\times10^{22}}{(3.8\times10^{8})^2} = -3.4\times10^{-5}\,\mathrm{N\,kg^{-1}}$

الشمس لها قوة سحب أكبر لكل واحد كيلو جرام من الماء

8- يعتقد المنجمون أن الكواكب تؤثر علينا ، خاصة في لحظة الولادة (لا يعتقدون بالضرورة أن هذا هو تأثير الجاذبية)

أ- احسب قوة الجاذبية المؤثرة على رضيع يبلغ وزنه 4kg والتي يسببها المريخ عندما يكون الكوكب في أقرب نقطة له من الأرض على مسافة 100 000 000 km ، كتلة كوكب المريخ 6.4×10^{23} kg

قوة الجاذبية بين الرضيع والمريخ : $F_M = \frac{GMm}{r^2} = \frac{6.67\times10^{-11}\times6.4\times10^{23}\times4.0}{(1.0\times10^{11})^2} = 1.7\times10^{-8}\,\text{N}$

ب- احسب قوة الجاذبية بسبب أمه البالغ كتلتها 50kg وعلى مسافة 0.40m

قوة الجاذبية بين الرضيع وأمه : $F_m = \frac{GMm}{r^2} = \frac{6.67\times10^{-11}\times50\times4.0}{(0.4)^2} = 8.3\times10^{-8}\,\text{N}$

الطاقة في مجال الجاذبية :

اذا رفعت شيئاً عن الأرض ، فإنك تُزيد من طاقته الكامنة الجاذبية (g.p.e.)
وكلما رفعته لمستوى أعلى زاد الشغل الذي تبذله عليه وبالتالي زاد المعدل الاجمالي لتغيير طاقة وضعه
حيث تحسب من العلاقة $mg\Delta h$ حيث Δh يُمثل التغير في الإرتفاع
طاقة وضع الجاذبية لجسم على سطح الأرض هي صفر ولكن عند الإرتفاع عن سطح الأرض نستخدم العلاقة : $\text{g.p.e.} = mg\Delta h$
اذا رفعنا شيئاً إلى ارتفاع كبير ، فإن g تنقص وهذا لابد من اخذه في الاعتبار عند حساب طاقة وضع الجاذبية الكامنة
اذا تصورنا كتلة في اللانهاية ، أي مسافة لانهائية من جميع الكتل الاخرى نقول ليس لها طاقة كامنة
دعنا نتخيل تحريك كتلة الى نقطة تريد معرفة(g.p.e.)عندها كم خلال تحديد الشغل المبذول عليه

$$\text{g.p.e.} = -\frac{GMm}{r}$$

جهد الجاذبية عند نقطة ما :

الشغل المبذول لكل وحدة كتلة لتحريكها من اللانهاية الى تلك النقطة
رمز جهد الجاذبية هو ϕ (رمز يوناني يسمى فاي)
معادلة جهد الجاذبية لنقطة بالنسبة لكتلة M تبعد النقطة مسافة r

$$\phi = -\frac{GM}{r}$$

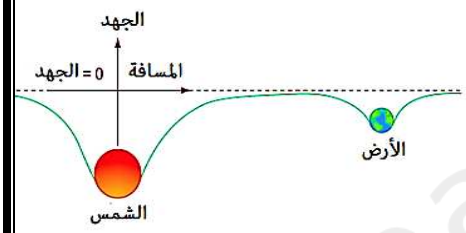
جهد الجاذبية دائما سالب لأنه يتم نقل الكتلة نحو كتلة أخرى لذا فان طاقة وضع الجاذبية تقل حيث طاقة وضع الجاذبية ف اللانهاية صفراً لذا في أي مكان آخر يكون له جهد جاذبية وطاقة وضع أقل من الصفر لذا تكون كلاهما سالب

تخيل مركبة قادمة من نجم بعيد لزيارة النظام الشمسي يُظهر تباين جهد الجاذبية على طول مسارها: نركز على ثلاث أجزاء من رحلتها :

1- عندما تقترب المركبة من الأرض ، تنجذب إليها كلما اقترب من الأرض ، انخفض معدل الجاذبية يصبح وهكذا كلما انخفضت إمكاناته

2- عندما يبتعد عن الأرض ، يجب أن يعمل ضد جاذبية الأرض لها g.p.e. يزيد وبالتالي يمكننا القول أن جهد الجاذبية يزداد ويخلق مجال جاذبية الأرض بئراً عملاقاً محتملاً ، نحن نعيش في قاع هذا البئر

3- مع اقترابها من الشمس ، تنجذب إلى بئر أعمق بكثير ، كتلة الشمس أكبر بكثير من كتلة الأرض وبالتالي فإن جاذبيتها أقوى بكثير والمحتملة على سطحه أكثر سلبية من على سطح الأرض



مثال :

كوكب قطره 6800km وكتله $4.9 \times 10^{23}\,\text{kg}$ تتسارع صخرة كتلتها 200kg تكون في حالة سكون مبدئياً وعلى مسافة طويلة من الكوكب ، لتضرب سطح الكوكب

احسب التغير في طاقة وضع الجاذبية للصخرة ، وسرعتها عندما تضرب سطح الكوكب

$$r = 3.4 \times 10^6\,\text{m} \qquad M = 4.9 \times 10^{23}\,\text{kg}$$

التغير في طاقة وضع الصخرة $\text{g.p.e.} = -\frac{GMm}{r}$

$$\begin{aligned} \text{g.p.e} &= \frac{6.67\times10^{-11}\times4.9\times10^{23}\times200}{3.4\times10^6} \\ &= 1.92\times10^9\,\text{J} \\ &\approx 1.9\times10^9\,\text{J} \end{aligned}$$

لحساب السرعة :

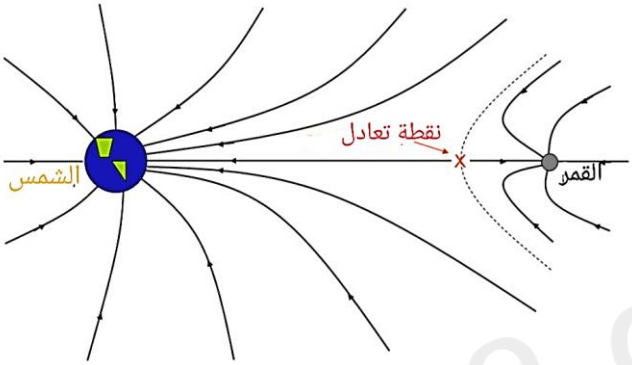
$$\begin{aligned} \tfrac{1}{2}mv^2 &= 1.92\times10^9\ \text{J} \\ v &= \sqrt{\tfrac{1.92\times10^9\times2}{200}} \\ &= 440\ \text{m s}^{-1} \end{aligned}$$

السرعة النهائية للصخرة عند إرتطامها بتاكوكب لا تعتمد على كتلة الصخرة هذا لأنه اذا قمنا بمساواه $k.e = g.p.e$ فإن الكتلة سوف تلغى

كيف نحدد نقطة التعادل بين الأرض والقمر وهي النقطة التي يكزن فيها محصلة مجال الجاذبية بينهما صفراً

هذه النقطة تكون أقرب للقمر عنها إلى الأرض لأنها تكون أقر للجسم ذوالكتلة الأقل

نبحث عن مسافة x من مركز الأرض حيث تتوازن عندها حقول الجاذبية



$$\frac{GM_E}{x^2} = \frac{GM_M}{(d-x)^2}$$

$$M_E(d-x)^2 = M_M x^2$$

$$x = \frac{d\sqrt{M_E}}{\sqrt{M_M}+\sqrt{M_E}} = \frac{3.8\times10^8 \times \sqrt{6.0\times10^{24}}}{\sqrt{6.0\times10^{24}}+\sqrt{7.4\times10^{22}}}$$
$$= 3.4\times10^5 \text{ km from the Earth.}$$

سؤال:

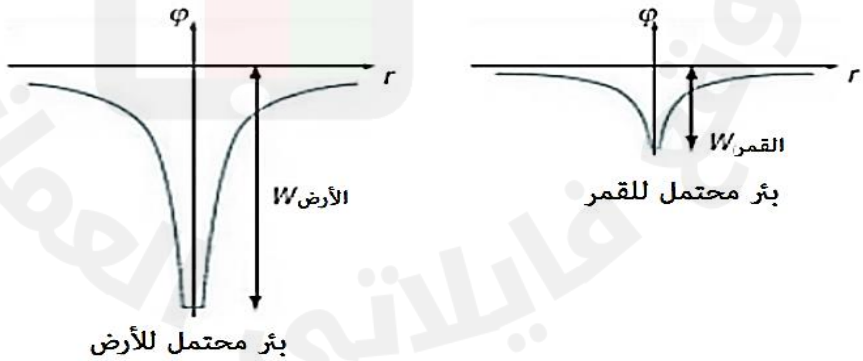
9 أ- حدد جهد الجاذبية عند سطح الأرض

$$\varphi = \frac{GM}{r} = -\frac{6.67\times10^{-11}\times6.0\times10^{24}}{6.4\times10^6} = -6.3\times10^7 \text{ J kg}^{-1}$$

ب- حدد جهد الجاذبية عند سطح القمر

$$\varphi = \frac{GM}{r} = \frac{6.67\times10^{-11}\times7.4\times10^{22}}{1.74\times10^6} = -2.8\times10^6 \text{ J kg}^{-1}$$

ج- أيهما له بئر الضحل المحتمل الأرض أم القمر ؟ ارسم مخططا لمقارنة الآبار للأرض والقمر :



د- استخدم الرسم التخطيطي لشرح سبب الحاجة إلى صاروخ كبير لرفع مركبة فضائية من سطح الأرض ، ولكن يمكن استخدام صاروخ أصغر بكثير للإطلاق من سطح القمر

$W_{الأرض}$ هي الطاقة اللازمة لكل كيلو جرام في البداية من سطح الأرض للهروب من مجال الأرض والذي يمكن رؤيته على أنه أكبر بكثير من $W_{القمر}$ الطاقة اللازمة لكل كيلو جرام في البداية للهروب من سطح القمر لذا لا يحتاج الصاروخ إلى حمل الكثير من الوقود

الفرق في جهد الجاذبية:

لمعرفة الطاقة اللازمة لرفع قمر صناعي إلى المدار الخاص به يلزم معرفه فرق جهد الجاذبية كما يلي :

$$\Delta\phi = GM\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right)$$

حيث M : كتلة الكوكب ، r_1 : بعد القمر عن سطح الأرض ، r_2 : نصف القطر المداري

10- أثناء عمليات الهبوط على سطح القمر في عام 1960 ، دارت وحدة القيادة حو القمر في مدار اهليجي بارتفاع 310km فوق سطح القمر بينما هبطت الوحدة القمرية على سطح القمر :

أ- اشرح سبب اختلاف الطاقة الكامنة لوحدة القيادة أثناء دورانها في مدارها

بسبب المسار الإهليجي (البيضاوي) الذي يتبعه القمر في مداره

ب- احسب أقصى فرق جهد جاذبية بين سطح القمر ووحدة القيادة

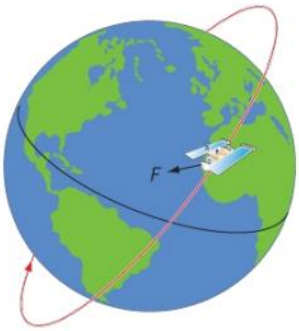
$$\not{\phi}_h = -\frac{GM}{(R+h)} \Rightarrow \quad h = \frac{-(6.67\times10^{-11})(7.4\times10^{22})}{(1.74\times10^{6}+0.31\times10^{6})} = -1.6\times10^{6}\ \text{N/kg}$$

$$\not{\phi} = -\frac{GM}{R} = \frac{-(6.67\times10^{-11})(7.4\times10^{22})}{(1.74\times10^{6})} = -2.8\times10\ \text{N/kg}$$

التغير في الجهد $\Delta\not{\phi} = \not{\phi} - \not{\phi}_h = -1.2\times10^{6}\ \text{N/kg}$

الدوران تحت الجاذبية

بالنسبة لجسم يدور حول الأرض ، مثل قمر صناعي يدور حول الأرض ، توفر الجاذبية الأرضية قوة الجاذبية التي تبقيه في مداره لذا ينبع القمر الصناعي مداراً دائرياً لأن قوة الجاذبية تقع بزاويا قائمة على سرعته (كحركة دائرية)



القوة الجاذبة المركزية تُعطى بالعلاقة : $F = \frac{mv^2}{r}$

القوة الجاذبة المركزية = قوة الجذب الكوني

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

باختصار المعادلة بجد ان سرعة دوران القمر الصناعي تُعطى بالعلاقة :

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

نلاحظ أن السرعة المدارية للقمر الصناعي لا تعتمد على كتلته ولكن تعتمد على نصف القطر المداري حيث M هى كتلة الكوكب

مثال : **يدور القمر حول الارض على مسافة 384 000 km من مركز الأ رض احسب السرعة المدارية علما بأن كتلة الأرض :** $M = 6.0 \times 10^{24}\ \text{kg}$

$$\begin{aligned} v^2 &= \frac{GM}{r} \\ v^2 &= \frac{6.67\times10^{-11}\times6.0\times10^{24}}{3.84\times10^{8}} \\ v^2 &= 1.04 \times 10^6 \\ v &= \sqrt{1.04 \times 10^6} \\ &= 1020\ \text{m s}^{-1} \\ &\approx 1.0 \times 10^3 \text{m s}^{-1} \end{aligned}$$

سؤال 11 :

احسب السرعة المدارية لقمر صناعي يتحرك على ارتفاع 200km فوق سطح الأرض

حيث نصف قطر الأرض يساوي : $6.4 \times 10^6\ m$ وكتلة الأرض $6.0 \times 10^{24}\ kg$

نصف القطر المداري = نصف قطر الأرض + إرتفاع القمر الصناعي عن سطح الأرض

$$=6.4\times10^6+2.0\times10^5=6.6\times10^6 m$$

السرعة المدارية $v=\sqrt{\left(\frac{GM}{r}\right)}$

$$=\sqrt{\frac{6.67\times10^{-11}\times6.0\times10^{24}}{6.6\times10^6}}=7.8\,kms^{-1}$$

الفترة المدارية :

الوقت الذي يستغرقه جسم مثل (الكوكب) لإكمال مدار واحد

المسافة التي يقطعها في الدوران تعادل المحيط والزمن المستغرق زمن دوري :

السرعة الخطية للدوران تساوي : $v = \frac{2\pi r}{T}$ بتربيع المعادلة ومساواتها مع السرعة المدارية

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

من المعادلة نجد أن $(T^2 \propto r^3)$ حسب قوانين كيبلر

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

$$\text{or } \sqrt{\frac{4\pi r^3}{GM}}$$

يدور حول لأرض :

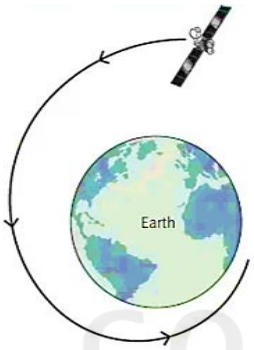
تملك الأرض قمراً طبيعاً واحداً ، وعدة آلاف من الأقمار الصناعية ، وبعض الكثير من الحطام توفر الجاذبية الأرضية لتوفير قوة الجاذبية التي تبقيها في المدار والسرعة التى يسافر بها تعطى بالعلاقة :

$V^2 = \frac{GM}{r}$ كلما اقترب القمر من الارض زادت سرعة انتقاله

سؤال 12 :

سيواجه القمر الصناعي الذي يدور على بعد بضع مئات كيلومترات فوق سطح الأرض مقاومته احتكاكية طفيفة من الغلاف الجوي للأرض (الرقيق جدا) ارسم مخططا لتوضيح كيف تتوقع أن يتغير مدار القمر الصناعي نتيجة لذلك كيف يمكن التغلب على هذه المشكة اذا كان المطلوب ابقاء القمر الصناعي فوق الأرض .

رسم تخطيطي يوضح القمر الصناعي يتصاعد نحو الأرض ، ويحتاج إلى إطلاق صواريخ دفع صغيرة للحفاظ على سرعته ومداره



مراقبة الأرض:-

استخدامات الأقمار الصناعية :

1- لاجراء عمليات رصد سطح الارض لأغراض تجارية أو بيئية أو أرصاد جوية

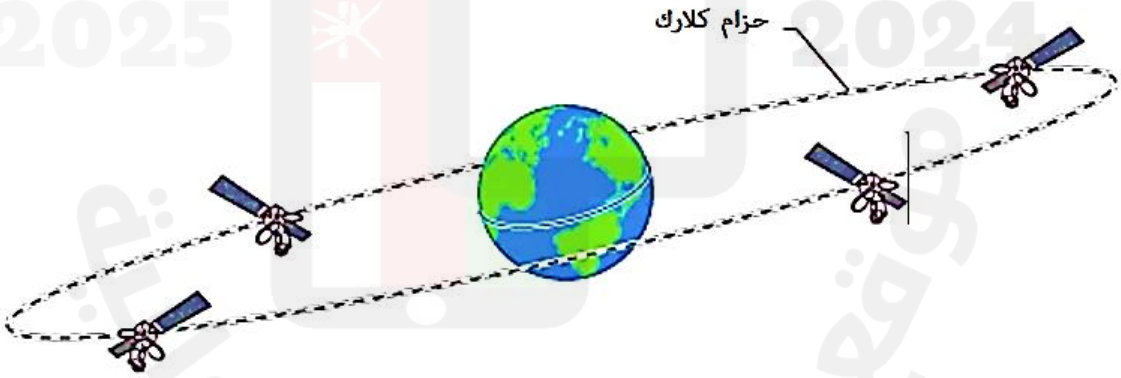
2- البث الإذاعي والتفزيوني والملاحة والإتصالات السلكية واللاسلكية

الشكل التالي يوضح مدارين نموذجيين القمر الصناعي في مدار دائري قريب من سطح الأرض ويمر فوق القطبين ، يكمل حوالى 16 مداراً في غضون 24 ساعة عندما تدور الأرض تحتها يُرى القمر الصناعي شريطاً مختلفاً من سطح الأرض خلال كل مدار القمر الصناعي في مدار بيضاوي الشكل لديه رؤية بعيدة عن الأرض

المدارات المستقرة :

بالنسبة إلى الأرض نوع خاص من المدارات هو نوع ينتقل فيه القمر الصناعي من الغرب إلى الشرق ويتم وضعه بحيث تدور الأرض تحته بنفس السرعة الزاوية أثناء دورانه
يظل القمر الصناعي فوق نقطة ثابتة على كاتور الأرض هذا النوع من المدار يسمى
(المدار الثابت)هناك أكثر من 300 قمر صناعي في مثل هذه المدارات يتم استخدامها للاتصالات
السلكية واللاسلكية (نقل الرسائل الهاتفية فى جميع أنحاء العالم) ولإرسال التلفزيون عبر الأقمار الصناعية ، ترسل محطة قاعدية على الأرض الإشارة التلفزيونية إلى القمر الصناعي حيث يتم تضخيمها وبثها مرة أخرى الأرض تعبتر أطباق استقبال الأقمار الصناعية مشهداً مألوفة ستلاحظ كيف أنهم جميعاً في الحي يشيرون إلى نفس النقطة في السماء .
لأن القمر الصناعي في مدار ثابت بالنسبة للأرض يمكن إصلاح الطبق ، تتحرك الأقمار الصناعية في أي مدارات عبر السماء بحيث يكون التتبع ضرورياً

لكي يشغل القمر الصناعي مداراً ثابتاً بالنسبة للأرض ، يجب أن يكون على مسافة 42300km من مركز الأرض وعند نقطة فوق خط الإستواء مباشرة لاحظ أن نصف قطر
الأرض 6400km وبالتالي فإن نصف قطر المدار 6.6 نصف قطر الأرض من مركزها ، (أو 5.6 نصف قطر الأرض من سطحها)



المدار الثابت بالنسبة للأرض :

مدار القمر الصناعي بحيث يظل القمر الصناعي فوق نفس النقطة من الأرض طوال الوقت

لتحديد نصف قطر المدار الثابت نستخدم المعادلة :

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

لكي يبقى القمر فوق نقطة ثابتة على خط الاستواء يجب أن يستغرق 24 ساعة لإكمال مدار واحد

$$G = 6.67 \times 10^{-11}\,\mathrm{N\,m^2\,kg^{-2}}$$
$$T = 24\ \mathrm{hours} = 86\ 400\ \mathrm{s}$$
$$M = 6.0 \times 10^{24}\,\mathrm{kg}$$
$$T^2 = \left(\frac{4\pi^2}{GM}\right) r^3$$

$$\begin{aligned} 86\ 400^2 &= \left(\frac{4\pi^2}{6.67\times10^{-11}\times6.0\times10^{24}}\right) r^3 \\ r^3 &= \frac{86\ 400^2}{\left(\frac{4\pi^2}{6.67\times10^{-11}\times6.0\times10^{24}}\right)} \\ r^3 &= 7.57 \times 10^{22}\,\mathrm{m^3} \\ r &= \sqrt[3]{7.57 \times 10^{22}} \\ &\approx 4.23 \times 10^{7}\ \mathrm{m} \end{aligned}$$

سؤال 13:

لأيه مهمة مستقبلية إلى المريخ ، سيكون من المرغوب فيه إنشاء نظام مكون من ثلاثة أو أربعة أقمار صناعية ثابتة بالنسبة إلى الأرض (أو إستقلالية حول المريخ للسماح بالاتصال بين الكواكب والأرض ، احسب نصف قطر مدار مناسب حول المريخ حيث كتلة المريخ $6.4 \times 10^{23}\ \mathrm{kg}$ وفترة الدوران 24.6h

$$r^3 = \frac{GMT^2}{4\pi^2} = \frac{6.67\times10^{-11}\times6.4\times10^{23}\times(24.6\times60\times60)^2}{4\times\pi^2}$$
$$= 8.7\times10^{21}\,\mathrm{m^3},\ \text{so}\ r = 20\,600\,\mathrm{km}$$

سؤال 14 :

على الرغم من أن بعض إشارات الهاتف الدولية يتم إرسالها عبر الأقمار الصناعية في مدارات ثابتة إلى الأرض ، يتم إرسال معظمها عبر كبلات على سطح الأرض هذا يقلل من التأخير الزمني بين إرسال وإستقبال الإشارة،قدّر هذا التاخير الزمني للاتصال عبر القمر الصناعي

اشرح سبب كونه أقل أهمية عند استخدام الكابلات سوف تحتاج الى ما يلي :

نصف قطر المدار الثابت = $42\ 300\ \mathrm{km}$ نصف قطر الأرض = $6400\ \mathrm{km}$

سرعة الموجات الكهرومغناطيسيه $c = 3.0 \times 10^{8}\ \mathrm{m\,s^{-1}}$

المسافة التي تقطعها الاشارة في الارسال والاستقبال

$$= 2\times(42\,300\,000 - 6\,400\,000) = 7.18\times10^{7}\,\mathrm{m}$$

زمن التأخير $t = \frac{d}{V} = \frac{7.18\times10^{7}}{3.0\times10^{8}} = 0.24\,\mathrm{s}$ 0.24s

تنتقل الإشارة أبطأ بنسبة 30% في الكابلات ولكن المسافة أقصربكثير

أسئلة الوحدة :

1- رائد فضاء موجود على كوكب كتلته $0.50M_E$ ونصف قطره $.75r_E$ حيث M_E كتلة الأرض r_E نصف قطر الأرض – ما مقدار شدة مجال الجاذبية على سطح الكوكب :

أ- $6.5\ N\ kg^{-1}$

ب- $8.7\ N\ kg^{-1}$

ج- $11\ N\ kg^{-1}$

د- $12\ N\ kg^{-1}$

2- اعتبر الكوكب القزم بلوتو كرة معزولة نصف قطرها $1.2 \times 10^6\ m$ وكتلتها $1.27 \times 10^{22}\ kg$

ما مقدار جهد الجاذبية على سطحه :

أ- $-0.59\ J\ kg^{-1}$

ب- $-7.1 \times 10^5\ J\ kg^{-1}$

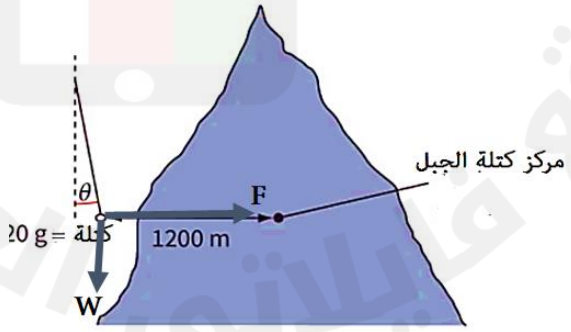
ج- $0.59\ J\ kg^{-1}$

د- $7.1 \times 10^5\ J\ kg^{-1}$

3- كرتان صغيرتان مخبأتان كتلتيهما 20g معلقة جنباً الى جنب مع مركزيهما المسافة بينهما 5.00mm احسب قوة التجاذب بين الكرتين

$$F = \frac{GMm}{r^2}$$
$$= \frac{6.67\times10^{-11}\times0.020^2}{0.005^2}$$
$$= 1.1\times10^{-9}\,N$$

4- يُقترح أنه يمكن قياس كتلة الجبل بالانحراف عن الإتجاه الرأسي للكتلة المعلقة يُوضح هذا الرسم مبدأ العمل :



أ- انسخ الرسم وارسم الأسهم لتمثيل القوى المؤثرة على الكتلة وقم بتسمية الأسهم ؟

ب- يمكن اعتبار الكتلة الكامنة للجبل $3.8 \times 10^{12}\ kg$ للعمل عند مركز كتلته – احسب القوة الأفقية المؤثرة على الكتلة بسبب الجبل

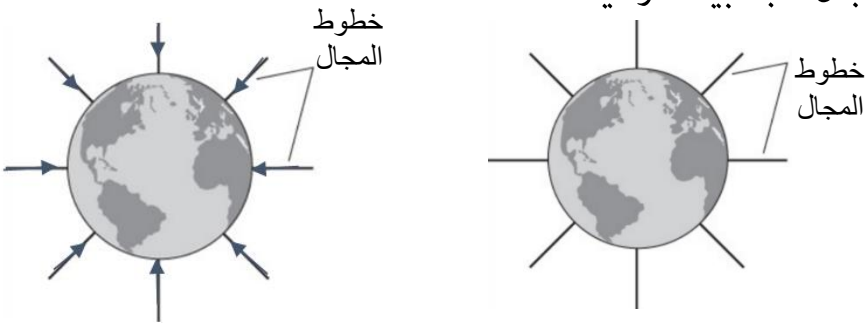
$$F = \frac{GMm}{R^2} = \frac{6.67\times10^{-11}\times3.8\times10^{12}\times20\times10^{-3}}{1200\times1200} \quad \therefore\ F = 3.5\times10^{-6}N$$

ج- قارن بين القوة المحسوبة في الجزء ب مع قوة جاذبية الارض على الكتلة

$W = mg = 20 \times 10^{-3} \times 9.8 = 196 \text{ X } 10^{-3}\text{N}$ قوة الجاذبية الأرضية على الكتلة

هنا القوة الناتجة عن الجاذبية هي أكثر من قوة تجاذب بينهما بمقدار 5.6×10^{4} مرة.

5- يُوضح هذا الرسم مجال الجاذبية الأرضية :



أ- قم بنسخ الرسم التخطيطي وإضافة أسهم لإظهار إتجاه الحقل .

ب- اشرح لماذا يمكن استخدام صيغة الطاقة الكامنة المكتسبة لإيجاد الزيادة في الطاقة الكامنة عندما تصعد الطائرة لإرتفاع 10000m ، ولكن لا يمكن استخدامها لحساب الزيادة في الطاقة الكامنة عندما تنتقل مركبة فضاء من سطح الأرض إلى ارتفاع 10000km

على إرتفاع 10000m يمكننا إعتبار مجال الجاذبية متجانساً ولكن عندما يبتعد أكثر عن الأرض يحدث إنخفاضاً كبير في حقل مجال الجاذبية

6- عُطارد أصغر الكواكب الثمانية المعروفة يبلغ قطره $4.88 \text{ x } 10^{6}\text{m}$ وبمتوسط كثافة $5.4 \times 10^{3} \text{ kg m}^{-3}$

أ- احسب شدة مجال الجاذبية على سطحه

$d = 4.88 \times 10^{6} m \Rightarrow r = 2.44 \times 10^{6} m$ نظرا لقطر كوكب الزئبق.

$\rho = 5.4 \times 10^{3}\ Kg\, m^{-3}$ متوسط الكثافة.

$\therefore M = \rho \times \text{V} = \left(\rho \times \frac{4}{3}\pi \text{r}^{3}\right)$ كتلة حجم الكوكب

$g = \frac{GM}{r^{2}} = \frac{G\left(\rho \times \frac{4}{3}\pi \text{r}^{3}\right)}{r^{2}} = \frac{4\pi G \rho r}{3}$ الآن مجال الجاذبية على السطح

$\therefore\ g = \frac{4\times\pi\times\left(6.67\times10^{-11}\right)\left(5.4\times10^{3}\right)\left(2.44\times10^{6}\right)}{3}$

$\therefore\ g = 3.68 \times 10^{-4}\ N/Kg.$

ب- وزن الرجل 900N على سطح الأرض ، كما يبلغ وزنه على سطح عطارد .

$\because$ وزن الرجل على سطح الأرض $W = mg_e = 900\ N$

$\therefore\ m = \frac{900}{g_e} = \frac{900}{9.81} = 91.73\ Kg$

$\therefore$ وزن الرجل على سطح المريخ $= mg = (91.73)(3.68) = 337.61\ N = 338 \approx 340\,\text{N}$

7- احسب طاقة وضع الجاذبية الكامنة لمركبة فضائية كتلتها 250kg عندما تكون على بعد 20000km من كوكب المريخ (كتلة 6.4×10^{23} kg ونصف قطرالمريخ 3.4×10^{6}m

كتلة المركبة الفضائية $= 250\ Kg,$

إرتفاع المركبة من مركز المريخ $d = 20 \times 10^{6} + 3.4 \times 10^{6}.$

الطاقة الكامنة للمركبة الفضائية $\text{p.e.g} = -\frac{GMm}{d}$,

$$\therefore \text{p.e.g} = -\frac{6.67\times10^{-11}\times6.4\times10^{23}\times3.4\times10^{6}}{23.4\times10^{6}} = -4.6 \times 10^{8}\ \text{J.}$$

8- غانيميد هو أكبر أقمار المشتري بكتلة 1.48×10^{23} kg يدور حول المشتري بصف قطر مداري 1.07×10^{6} km يدور حول محور خاص بمدة 7.15 يوم ، تم إقتراح أنه لرصد هبوط غير مأهولة على سطح غانميد يجب وضع قمر صناعي ثابت بالنسه للأرض في مدار حوله

أ- احسب نصف القطر المداري للمدار المستقر للقمر بالنسبة للأرض

نصف القطر المداري للساتل الثابت بالنسبة للأرض $r^3 = \frac{GMT^2}{4\pi^2}MR$ كتلة جانيميد ونصف القطر المداري

أيام الفترة الزمنية $T = 7.15$

$$\therefore\ r^3 = \frac{6.67\times10^{-11}\times1.48\times10^{23}\times(7.15\times24\times3600)^2}{4\times(3.14)^2(1.07\times10^{6})} = 9 \times 10^{14}$$

$$r = 4.6\times10^{7}\ \text{m}$$

ب- اقترح صعوبة يمكن مواجهتها في تحقيق مدار ثابت بالنسبة إلى الأرض لهذا القمر

القرب من كوكب المشتري الكبير جداً يعطل ا لدار من خلال جاذبيتة

9-تدور الأرض حول الشمس خلال سنة بنصف قطر مداري 1.50×10^{11}m احسب :

أ- السرعة المدارية للأرض حول الشمس

السرعة المدارية للأرض $v = \frac{\text{d}}{\text{t}}$ المسافة التي تغطيها الأرض في سنة واحدة تساوي محيط المدار

المسافة = محيط الدائرة $= 2\pi\text{R} = 9.42\times10^{11}\ \text{m}$

$$\therefore\ v = \frac{2\pi\text{R}}{t} = \frac{2\times3.14\times1.5\times10^{11}}{365\times24\times\mathbf{60x60}} = 3 \times 10^{4}\ m/s.$$

ب- التسارع المركزي للأرض

$$\therefore\ v = \frac{2\pi\text{R}}{t} = \frac{2\times3.14\times1.5\times10^{11}}{365\times24\times3600} = 3 \times 10^{4}\ m/s.$$

الآن التسارع $a = \frac{v^2}{r} = \frac{(3\times10^{4})^2}{1.5\times10^{11}} = 6 \times 10^{-3} m/s^2$

ج- شدة مجال الجاذبية للشمس من الأرض

$$\text{الآن التسارع } a = \frac{v^2}{r} = \frac{(3\times10^4)^2}{1.5\times10^{11}} = 6\times10^{-3} m/s^2$$

لذا فإن جاذبية الشمس توفر عجلة الجاذبية المركزية

$$\therefore\ g = 6\times10^{-3}\ NKg^{-1}.$$

10- كوكب المريخ كتلته $6.4\times10^{23}\ \text{kg}$ ويبلغ قطره 6790km

أ- 1- احسب تسارع الجاذبية على سطح الكوكب

معطى كتلة كوكب المريخ وقطره $M = 6.4\times10^{23}\ Kg$ D$= 6790\ Km$.

$\therefore$ نصف القطر $(R) = \frac{D}{2} = 3395\ Km$.

الآن التسارع بسبب جاذبية الكوكب $g = \frac{GM}{R^2}$

$$\therefore g = \frac{6.67\times10^{-11}\times6.4\times10^{6}}{(3395000)^2} = 3.7\ m/s^2.$$

2- جهد الجاذبية على سطح الكوكب

$$\phi = -\frac{GM}{r}$$
$$\phi = -1.26\times10^{7} \approx 1.3\times10^{7}\ \text{J kg}^{-1}$$

ب- يجب أن يعيد صاروخ بعض المواد المريخية الى الأرض اكتب مقدار الطاقة التي يجب تخزينه بkg من المادة للهروب تماماً من مجال جاذبية المريخ

$$\varphi = \frac{GM}{r} = \frac{6.67\times10^{-11}\times6.4\times10^{23}}{3395000} = 1.26\times10^{7} J$$

هذه هي الطاقة التي يجب أن يُعطى لكل كيلوغرام من المادة للهروب تمامًا من حقل جاذبية المريخ.

ج- استخدم إجابتك في الجزء ب لتوضيح الحد الأدنى للسرعة التي يجب أن يصل إليها الصاروخ للهروب من مجال الجاذبية هو $5000\ \text{m s}^{-1}$

سرعة الهروب $v^2 = 2\phi$

لذا ، سرعة الهروب $v_{esp} = \sqrt{2\phi} = \sqrt{2\times1.26\times10^{7}} = 5019\ m/s$

الصاروخ سوف يهرب من مجال الجاذبية $5000\ m/s$

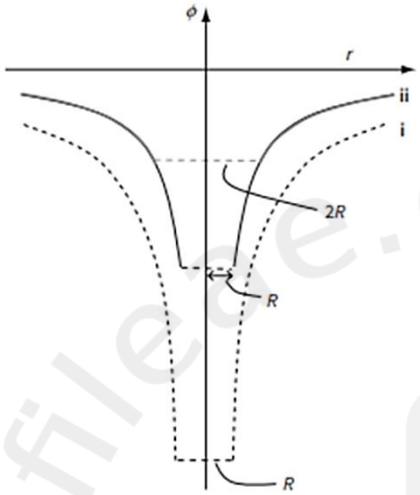
د- اقترح سببا للأتي : من أجل مهمة ناجحة على المريخ ، المركبة التي تنقل رواد الفضاء إلى المريخ سيتم تجميعها في محطة فضائية في مدار حول الأرض وتُطلق من هناك بدلاً عن الأرض

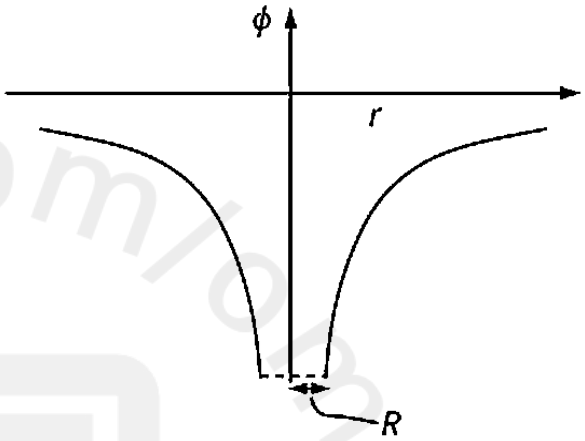
إن العمل المنجز في رفع كتلة مسبار المريخ من الأرض كبير جداً لذا يتطلب صاروخاً قوياً للقيام بدفعه دفعة واحدة

11- اشرح ما هو المقصود بجهد الجاذبية عند نقطة ما ؟

الشغل المبذول لكل وحدة كتلة لتحريكها من اللانهاية الى تلك النقطة

ب- يُوضح هذا الرسم البياني إمكانات الجاذبية بالقرب من كوكب كتلته M ونصف قطره R





على نسخة من الرسم التخطيطي

1-ارسم منحنيات مشابهة لكوكب له نفس نصف القطر ولكن كتلة 2M

2 - ارسم منحنيات مشابهة لكوكب له نفس الكتلة ولكن نصف قطر 2R

3- استخدم الرسوم البيانية الثلاثة لتوضيح أي من هذه الكواكب الثلاثة سيتطلب أقل طاقة للهروب منها

الحالة الثانية : أن بئر الجاذبية المحتمل اقل

4- كوكب الزهرة يبلغ قطره 12100m وكتلته $4.87 \times 10^{24}\ kg$ احسب الطاقة اللازمة ارفع 1kg من سطح كوكب الزهرة إلى محطة فضائية في المدار على بعد 900km من السطح

طاقة الجاذبية الكامنة على سطح كوكب الزهرة: $\phi = -\frac{GM}{r}$ $M = 4.87 \times 10^{24}\ Kg$ هي كتلة كوكب الزهرة و $R = 12100000\ m$ هو نصف قطر الكوكب.

$$\therefore \quad = -\frac{6.67\times10^{-11}\times4.87\times10^{24}}{1.21\times10^{7}} = -26.85 \times 10^{6} J$$

الآن ، طاقة الوضع الجاذبية في فينوس $h = 900\ Km$

$$\phi = = -\frac{GM}{(R+h)} = -\frac{6.67\times10^{-11}\times4.87\times10^{24}}{(1.21\times10^{7}+0.09\times10^{7})} = -24.99 \times 10^{6}$$

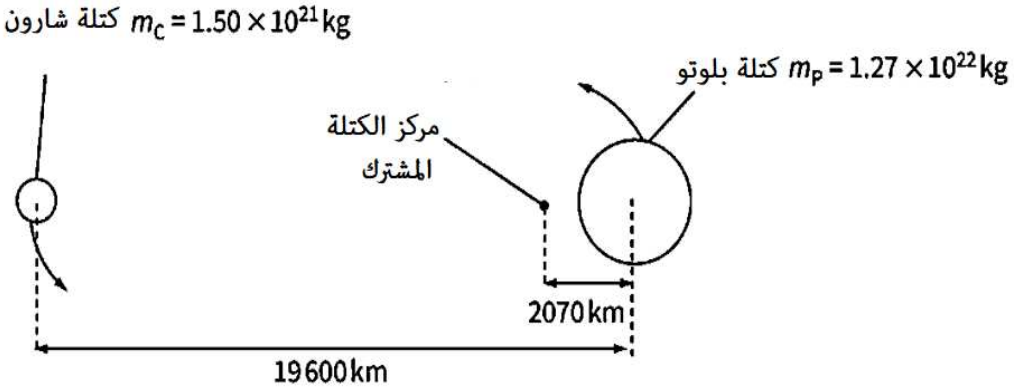
لذلك ، الطاقة اللازمة لرفع كيلوغرام واحد من سطح كوكب الزهرة إلى محطة فضائية في المدار

$$\Delta\phi = -GM\left(\frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_1}\right) = (26.85 - 24.99) \times 10^{6} = 1.86 \times 10^{6} J.$$

12- اشرح ما المقصود من شدة مجال الجاذبية عند نقطة ما ؟

قوة الجاذبية المبذولة لكل وحدة كتلة على جسم صغير عند تلك النقطة

يُوضح هذا الرسم الكوكب القزم بلوتو وقمره شارون يمكن اعتباره نظاماً كوكبياً مزدوجاً يدور حول بعضهما البعض حول مركز كتلتهما المشتركة



أ- احسب قوة الجاذبية لشارون بالنسبة لبلوتو .

$$\therefore F = \frac{6.67\times10^{-11}\times1.27\times10^{22}\times1.50\times10^{21}}{1.96\times10^{7}}$$

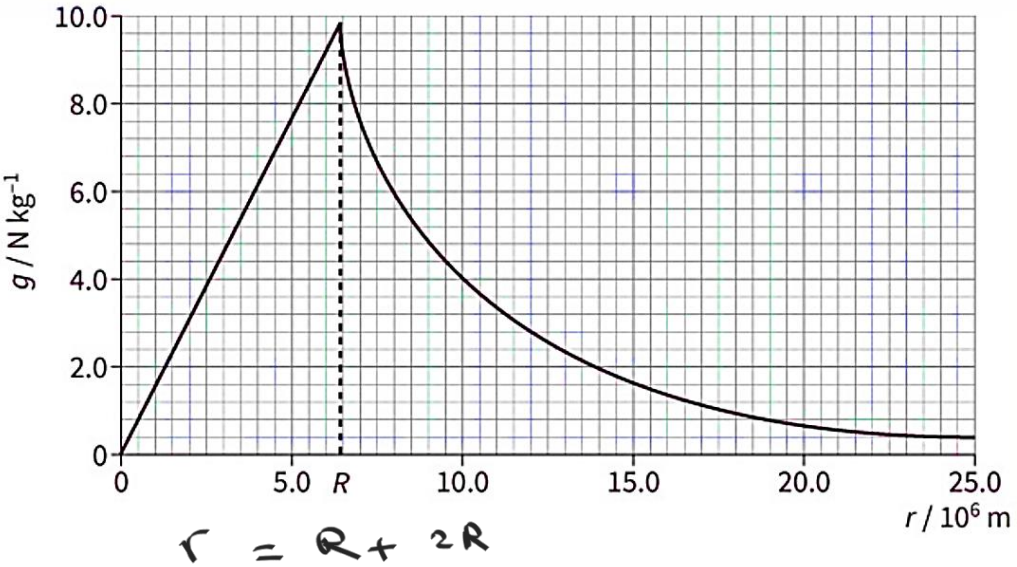
$$\Rightarrow F = 3.30 \times 10^{18} N.$$

ب- استخدم إجابتك في أ لحساب الفترة المدارية لشارون

$T = 2\pi\sqrt{\frac{mr}{F}}$ $T = 5.60\times10^{5}\,s$

ج- اشرح لماذا يجب أن تكون الفترة المدارية لبلوتو مماثلة لشارون حتى تسمح له بالاستقرار في مداره

13- يُوضح هذا الرسم البياني تباين شدة مجال جاذبية الأرض مع المسافة من مركزها :



$r = R + 2R$

أ- حدد شدة مجال الجاذبية على ارتفاع يساوى 2R فوق سطح الأرض حيث أن R نصف قطر الأرض

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

$$g2 = \frac{GM}{(2R)^2} = \frac{GM}{4R^2} = \frac{g}{4}$$

$$\therefore a = \frac{g}{9} = [illegible]\ N kg^{-1}$$ ١,٠٩ N kg⁻¹

ب- يُوضع قمر صناعي في مدار على هذا الإرتفاع – اذكر التسارع المركزي للقمر الصناعي

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

$$g2 = \frac{GM}{(2R)^2} = \frac{GM}{4R^2} = \frac{g}{4}$$

$$\therefore a = \frac{g}{4} = [illegible]\ N kg^{-1}$$ ١.٠٩ N kg⁻¹

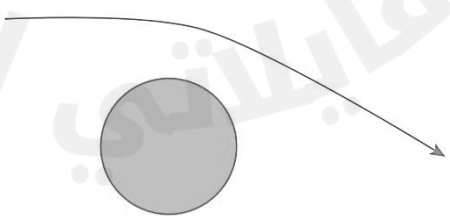
ج- احسب السرعة التي يجب أن يتحرك بها القمر الصناعي للبقاء في هذا المدار

$$a = \frac{v^2}{r}$$

$$v = [illegible]\ ms^{-1}$$ 2641.2 ms⁻¹

د- تعني قوة الإحتكاك أن القمر الصناعي يتباطأ تدريجيا بعد أن يكون حقق مداراً دائرياً

ارسم مخططاً للمسار الدائري الأولي للقمر الصناعي ، وأظهر المدار الناتج عندما تبطئ قوى الإحتكاك للقمر الصناعي من سرعته



هـ- اقترح واشرح سبب عدم وجود قصف متواصل من الأقمار الصناعية القديمة التي تصطدم بالأرض .

لأنها تحتك مع الغلاف الجوى مما يؤدي إلى تسخينها وتحترق