تم تحميل هذا الملف من موقع المناهج الإماراتية

*للحصول على أوراق عمل لجميع الصفوف وجميع المواد اضغط هنا

https://almanahj.com/ae

* للحصول على أوراق عمل لجميع مواد الصف التاسع المتقدم اضغط هنا

https://almanahj.com/ae/16

* للحصول على جميع أوراق الصف التاسع المتقدم في مادة فيزياء ولجميع الفصول, اضغط هنا

https://almanahj.com/ae/16

* للحصول على أوراق عمل لجميع مواد الصف التاسع المتقدم في مادة فيزياء الخاصة بـ اضغط هنا

https://almanahj.com/ae/16

* لتحميل كتب جميع المواد في جميع الفصول للـ الصف التاسع المتقدم اضغط هنا

https://almanahj.com/ae/grade16

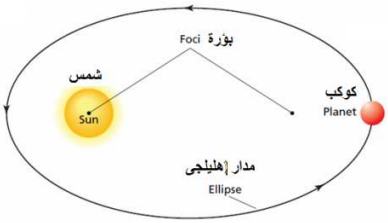
للتحدث إلى بوت المناهج على تلغرام: اضغط هنا

https://t.me/almanahj_bot

الفصل الثالث : الجاذبية

3-1 : حركة الكواكب والجاذبية

قوانين كبلر

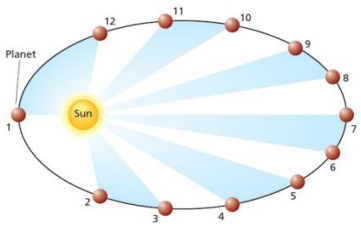


1-القانون الأول لكبلر: الكواكب تتحرك في مدارات إهليلجية وتكون الشمس في إحدى البؤرتين.

كما وتسير المذنبات أيضا في مدارات إهليلجية مثل الكواكب والنجوم وتقسم اعتمادا على الزمن الدوري لها إلى مجموعتين:

أ- **المجموعة الأولى :** مذنبات لها زمن دوري كبير(أكبر من 200 سنة) مثل مذنب هال-بوب الزمن الدوري له 2400 سنة.

ب- **المجموعة الثانية:** مذنبات لها زمن دوري قصير(أقل من 200 سنة) مثل مذنب هالى الزمن الدوري له 76 سنة



2-القانون الثاني لكبلر: الخط الوهمي من الشمس إلى الكواكب يقطع مساحات متساوية فى أزمنة متساوية.

ونستنتج من هذا القانون أن الكواكب تتحرك بسرعة أكبر عندما تكون قريبة من الشمس، بينما تتحرك بسرعة أبطأ عندما تكون بعيدة عنها.

3- القانون الثالث لكبلر:مربع النسبة بين الزمن الدوري لأي كوكبين يساوى مكعب النسبة بين بعديهما عن الشمس . أي أن:

$$\frac{(T_A)^2}{(T_B)^2} = \frac{(r_A)^3}{(r_B)^3}$$

T_A : الزمن الدوري للكوكب (A)
r_A : نصف قطر الكوكب (A)
T_B : الزمن الدوري للكوكب (B)
r_B : نصف قطر الكوكب (B)

ويستخدم قانون كبلر الثالث فيما يلي:

1- مقارنة الأبعاد والأزمان الدورية للكواكب حول الشمس.
2- مقارنة الأبعاد والأزمان الدورية للقمر والأقمار الصناعية حول الأرض.

ملاحظة مهمة: يطبق القانون الأول والثاني على حركة أي كوكب أو قمر على حده، أما القانون الثالث فيربط بين حركة عدة أجسام حول جسم واحد.

تدريبات متنوعة على قوانين كبلر

تدريب1: **إذا كان الزمن الدوري لأقرب قمر للمشترى** 1.8day **وكان على بعد** 4.2u **من مركز المشترى والزمن الدوري للقمر الرابع** 16.7day **احسب بعد القمر الرابع عن مركز المشترى بنفس الوحدات**.

تدريب2: **إذا كان الزمن الدوري لدوران القمر حول الأرض** 27.3 **يوما** ، **ومتوسط بعد القمر عن مركز الأرض** 3.9×10^5 km، **أجب عما يلي**:

1- **احسب الزمن الدوري لقمر اصطناعي موضوع في مدار يبعد** 6.70×10^3 km **عن مركز الأرض**.

2- **كم يبعد القمر الاصطناعي عن سطح الأرض؟ علما بأن نصف قطر الأرض** 6.38×10^6 m .

تدريب3: **يدور كويكب حول الشمس في مدار متوسط نصف قطره ضعفا متوسط نصف قطر مدار الأرض. احسب زمنه الدوري بالسنوات الأرضية**.

تدريب4: **يحتاج أورانوس إلى** 84 **سنة ليدور حول الشمس. أوجد نصف قطر مدار أورانوس بدلالة نصف قطر مدار الأرض**.

تدريب5:**الجدول المجاور يقدم معلومات حول مدارات ثلاثة كواكب تدور حول الشمس ، استخدم هذه المعلومات لحساب**:

1- **الزمن الدوري للكوكب** A

2- **متوسط بعد الكوكب** C**عن الشمس**.

الكوكب	متوسط البعد عن الشمس (AU)	الزمن الدوري (Y)
A	0.39	؟
B	1.0	1.0
C	؟	1.88

تدريب6: أكتب في الفراغ المخصص على يمين كل عبارة قانون كبلر الذي ينطبق على العبارة (الأول- الثاني- الثالث)

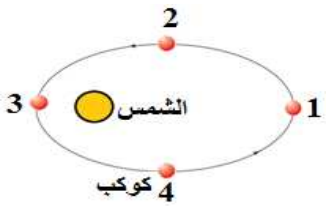
1- ..... القمر والأقمار الصناعية التي تدور حول الأرض ترتبط حركتها معا بعلاقة محددة.
2- ..... الكوكب يدور في مدار اهليجي حول الشمس.
3- ..... الشمس تقع في احدى بؤرتي مسار الكوكب.
4- ..... الخط الوهمي المرسوم بين الكوكب والشمس ، يمسح مساحات متساوية في فترات زمنية متساوية.

أسئلة مفاهيمية على قوانين كبلر

تدريب1: تتحرك الأرض في مدارها خلال الصيف ببطء في نصفها الشمالي أكبر مما هي عليه في الشتاء فهل هي أقرب إلى الشمس في الصيف أم الشتاء؟

ج:عندما تتحرك الأرض ببطء تكون أبعد عن الشمس فى فصل الصيف ، أما عندما تتحرك الأرض بسرعة تكون أقرب إلى الشمس فى فصل الشتاء

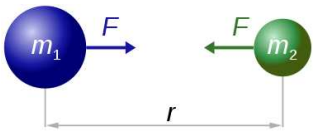
تدريب 2: يوضح الشكل المجاور حركة كوكب حول الشمس في مواقع مختلفة. عند أي من هذه المواقع تكون سرعة الكوكب أكبر ما يمكن:



أ- 1 ب- 2 ج- 3 د- 4

3-2 :قانون نيوتن في الجذب الكوني واستخداماته

قانون نيوتن فى الجذب الكونى



الجاذبية تساوي ثابت الجذب الكوني مضروبا في كتلة الجسمين الأول والثاني ، ومقسوما على مربع المسافة بين مركزي الجسمين.

$$F = \frac{Gm_1m_2}{r^2}$$

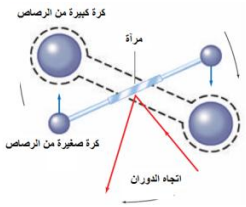
حيث:

m_1 ,m_2: كتلة كلا من الجسمين (Kg)

r: المسافة بين مركزي الجسمين (m)

G: ثابت الجذب الكوني ويساوي $6.67\times10^{-11}N.m^2/kg^2$

تجربة كافندش لقياس ثابت الجذب الكوني



عند تساوي قوة اللي في السلك وقوة التجاذب المادي بين كتل الرصاص ، تتوقف الذراع عن الدوران ، وبمساواة قوة اللي في السلك بقوة التجاذب بين الكرات والتعويض عن مقدار الكتل والمسافة بين مراكز الكرات أمكن تعيين ثابت الجذب الكوني حيث وجد : $G = 6.67\times10^{-11}N.m^2/kg^2$

أهمية تجربة كافندش:

1- تحديد قيمة الثابت G 2- أثبتت وجود قوة تجاذب بين أي جسمين 3-حساب كتلة الأرض

العوامل التي تعتمد عليها قوة الجذب الكوني بين جسمين:

1- كتلة كلا من الجسمين 2- المسافة بين مركزي الكتلتين

س: ماذا يحدث لقوة الجذب الكوني في الحالات التالية:

أ- **اذا زادت المسافة 3 مرات.** .....

ب- **اذا قلت المسافة للنصف**.....

حساب السرعة المدارية لجسم يدور حول جسم مركزى

سرعة الجسم الذي يدور حول جسم مركزي يساوي الجذر التربيعي لثابت الجذب الكوني مضروبا في كتلة الجسم المركزي ومقسوما على نصف قطر المدار.

$$v = \sqrt{\frac{Gm_c}{r}}$$

حيث:

v : السرعة المدارية للجسم (m/s)

m_c: كتلة الجسم المركزي (Kg)

r: نصف قطر المدار (m) ويساوي $r = h + r_c$

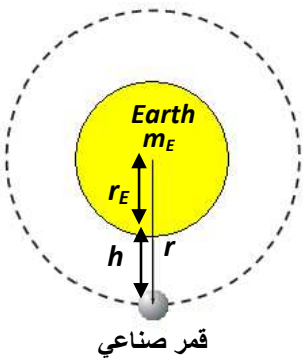
G: ثابت الجذب الكوني ويساوي $6.67\times10^{-11}N.m^2/kg^2$

ملاحظات هامة:

1- يمكن تطبيق القانون السابق على أي جسم يدور حول جسم مركزي آخر كحركة الكواكب حول الشمس، أو حركة القمر و الأقمار الصناعية حول الأرض وغيرها.

2- نصف قطر مدار القمر يساوي نصف قطر الكوكب مضافا اليه ارتفاع القمر عن سطح الكوكب .

أي أن: $r = h + r_E$



العوامل التي تعتمد عليها السرعة المدارية لجسم يدور حول جسم مركزي :

1- كتلة الجسم المركزي 2- نصف قطر المدار

الاثبات الرياضي للقانون:

$$F_{المحصلة} = \frac{mv^2}{r} \Rightarrow \quad \frac{Gm_c m}{r^2} = \frac{mv^2}{r} \Rightarrow \quad v = \sqrt{\frac{Gm_c}{r}}$$

الشروط اللازم توفرها لكي يتمكن الجسم (القذيفة) من الدوران في مدار ثابت حول الأرض

1- يجب أن تكون المركبة الأفقية لسرعة الجسم كبيرة بحيث أن الجسم يسقط نحو الأرض بنفس المعدل الذي ينحني فيه سطح الأرض بعيدا عن الجسم.
2- يجب أن يكون على ارتفاع يزيد عن من سطح الأرض ، بحيث أن مقاومة الهواء لا تقلل من المركبة الأفقية لسرعته.

حساب الزمن الدورى لجسم يدور حول جسم

الزمن الدوري لجسم يدور حول جسم مركزي يساوي 2π مضروبا في الجذر التربيعي لمكعب نصف القطر ومقسوما على ثابت الجذب الكوني وكتلة الجسم المركزي.

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{r^3}{Gm_c}}$$

حيث:
T: الزمن الدوري (s)
m_c: كتلة الجسم المركزي (Kg)
r: نصف قطر المدار (m) ويساوي $r = h + r_c$
G: ثابت الجذب الكوني ويساوي $6.67\times10^{-11} N.m^2/kg^2$

العوامل التي يعتمد عليها الزمن الدوري لجسم يدور حول جسم مركزي :
1- كتلة الجسم المركزي 2- نصف قطر المدار

الاثبات الرياضي للقانون

$$F_{المحصلة} = \frac{mv^2}{r} \Rightarrow \quad \frac{Gm_c m}{r^2} = \frac{mv^2}{r} \Rightarrow \quad \frac{Gm_c m}{r^2} = \frac{m(\frac{2\pi r}{T})^2}{r}$$

$$T^2 = (\frac{4\pi^2}{Gm_c})r^3 \Rightarrow \quad T = \sqrt{(\frac{4\pi^2}{Gm_c})r^3} \Rightarrow \quad T = 2\pi\sqrt{\frac{r^3}{Gm_c}}$$

حساب تسارع الجاذبية

- **حساب تسارع الجاذبية الأرضية على سطح الأرض.**

$$g = G\frac{M_E}{r_E^2}$$

$$F_g = \frac{GM_E m}{r_E^2} = mg \Rightarrow \quad g = \frac{GM_E}{r_E^2} = \frac{6.67\times10^{-11}\times5.98\times10^{24}}{(6.38\times10^6)^2} = 9.8 m/s^2$$

ملاحظة: يمكن تعميم القانون السابق لحساب تسارع الجاذبية لأي كوكب من الكواكب.

- **حساب تسارع الجاذبية الأرضية عند ارتفاعات مختلفة.**

$$a = g(\frac{r_E}{r})^2$$

ملاحظة: نستنتج من العلاقة أنه كلما ابتعدنا عن الأرض فان التسارع الناتج عن الجاذبية الأرضية يقل.

علل لما يلي: يشعر رواد الفضاء بانعدام وزنهم عند دوران المكوك الفضائي حول الأرض على الرغم من وجود قوة للجاذبية الأرضية تؤثر عليهم.

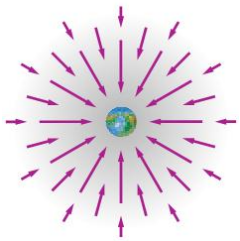
لأن المكوك وما يحمله من رواد وأرضية وكراسي يتسارعون بالكيفية نفسها نحو الأرض لذا تنعدم قوة التماس المؤثرة في الرواد فيصبح الوزن الظاهري للرواد صفرا ، ويولد ذلك الشعور بانعدام الوزن.

تطبيق عملي: عند احداث ثقبين أحدهما في قاع الكأس والآخر في جانبها ، ثم أغلق الثقبان بلاصق وملئت الكأس بالماء ، فاذا أزيل اللاصق عن الثقبين أثناء إسقاط الكأس سقوطا حرا نحو الأرض ، فان الماء يبقى في الكأس ولا يندفع من أي من الثقبين.

مجال الجاذبية

نظرية المجال الجاذبي: كل جسم له كتلة محاط بمجال جاذبي يؤثر من خلاله في أي جسم آخر يوجد في ذلك المجال نتيجة التفاعل المتبادل بين كتلته والمجال الجاذبي g.

تمثيل المجال الجاذبي: يمكن تمثيل المجال الجاذبي بمجموعة من المتجهات طولها g تحيط بالكتلة وتشير الى مركزها، و تقل طولها كلما ابتعدنا عن مركز الجسم ، حيث يتناسب المجال عكسيا مع مربع البعد عن مركز الجسم.



حساب المجال الجاذبي

المجال الجاذبي يساوي ثابت الجذب الكوني مضروبا في كتلة الجسم ، مقسوما على مربع البعد عن مركز الجسم. ويكون اتجاهه في اتجاه مركز كتلة الجسم.

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

يعتمد المجال الجاذبي للكوكب على:

1- كتلة الكوكب 2- البعد عن مركز الكوكب.

الكتلة القصورية وكتلة الجاذبية

وجه المقارنة	الكتلة القصورية	الكتلة التثاقلية (كتلة الجاذبية)
المفهوم	مقياس لممانعة أو مقاومة الجسم لأي نوع من القوى المؤثرة عليه.	مقياس لقوة الجاذبية بين جسمين.
القانون	الكتلة القصورية تساوي مقدار القوة المحصلة المؤثرة في الجسم مقسومة على مقدار تسارعه. $m_{القصور} = \frac{F_{المحصلة}}{a}$	كتلة الجاذبية لجسم ما تساوي مربع المسافة بين الجسمين مقسومة على حاصل ضرب ثابت الجذب الكوني في كتلة الجسم الثاني. $m_{الجاذبية} = \frac{r^2 F_{الجاذبية}}{Gm}$

ملاحظة مهمة: الكتلة القصورية وكتلة الجاذبية تختلفان مفاهيميا ، ولكنهما متساويان من حيث المقدار.

تدريب1: فسر ما يلي في ضوء دراستك للكتلة القصورية وكتلة الجاذبية:

1- **عند تسارع سيارة نحو الأمام، فان بطيخة موضوعة في صندوق السيارة تتدحرج نحو الخلف.**
بسبب الكتلة القصورية للبطيخة والتي تقاوم التسارع.

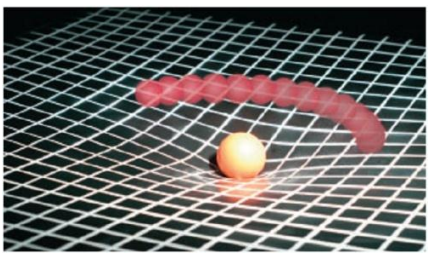
2- **عند صعود سيارة لمنحدر ، فان بطيخة موضوعة في صندوق السيارة تتدحرج للخلف.**
بسبب كتلة الجاذبية نحو الأسفل في اتجاه الأرض.

تدريب2: حدد نوع الكتلة (قصورية أم جاذبية) والتي تلائم العبارات التالية:

الرقم	العبارة	نوع الكتلة
1	التأثير بقوة أفقية على جسم مما يسبب تسارعه.	قصورية
2	تدحرج كرة في صندوق سيارة الى الخلف عند تسارع السيارة نحو الأمام.	قصورية
3	تدحرج كرة في صندوق سيارة الى الخلف عندما تبدأ بصعود منحدر.	جاذبية
4	ممانعة الجسم لقوة مؤثرة عليه.	قصورية
5	كتلة يستخدم الميزان ذو الكفتين في قياسها.	جاذبية

نظرية اينشتاين فى الجاذبية

النظرية النسبية العامة : الجاذبية ليست مجرد قوة بل هي تأثير من الفضاء نفسه . فالكتل تغير الفضاء المحيط بها ، فتجعله منحنيا ، وتتسارع الأجسام الأخرى بسبب الطريقة التي تسير بها في هذا الفضاء الخارجي.



تنبؤات النظرية النسبية العامة

1- تؤثر الكتل الكبيرة في بعضها البعض بسبب انحناء الفضاء الناتج عن الجسمين.
2- ينحرف الضوء عند مروره حول الأجسام ذات الكتل الكبيرة جدا حيث يتبع الضوء الفضاء المنحني حول تلك الأجسام.
3- تؤثر الأجسام ذات الكتل والكثافة الكبيرة جدا (كالثقوب السوداء) في الضوء ، حيث يرتد الضوء الخارج منها بشكل كامل ولا يستطيع الخروج منها.

الثقوب السوداء: أجسام ذات كتل وكثافات كبيرة جدا ، لدرجة أن الضوء الخارج منها يرتد اليها بشكل كامل، وبذلك لا يستطيع الضوء الخروج منها أبدا.

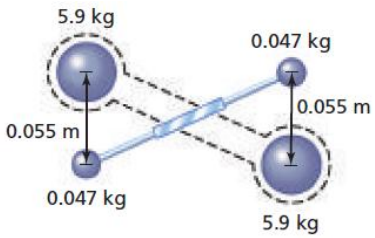
تدريبات متنوعة على الجاذبية

ملاحظة مهمة: في المسائل التالية استخدم $G = 6.67 \times 10^{-11} N.m^2 / kg^2$ **حيثما لزم.**

تدريب1: اذا كانت كتلة الشمس $m_s = 1.99 \times 10^{30} kg$ ، **وكتلة الأرض** $m_E = 5.98 \times 10^{24} kg$ **والبعد بين الأرض والشمس** $r = 1.5 \times 10^{11} m$. **فاحسب: 1- قوة الجذب الكوني بين الشمس والأرض. 2- الزمن الدوري لدوران الأرض حول الشمس.**

تدريب2: إذا كانت كتلة القمر $m_m = 7.34 \times 10^{22} kg$ ، **وكتلة الأرض** $m_E = 5.98 \times 10^{24} kg$ **والبعد بين القمر والأرض** $r = 3.9 \times 10^{8} m$. **فاحسب: 1- قوة الجذب الكوني بين الأرض والقمر. 2- الزمن الدوري للقمر.**

تدريب3: فى تجربة كافندش الموضحة بالشكل كانت قوة اللى فى السلك = $F = 6.11435 \times 10^{-9} N$. **احسب ثابت الجذب الكونى**



تدريب4: إذا كان قمرا إصطناعيا يدور حول الأرض على ارتفاع 225km **من سطح الأرض ، فاذا علمت أن كتلة الارض** $5.98 \times 10^{24} kg$ **ونصف قطر الأرض** $6.38 \times 10^{6} m$. **فاحسب ما يلي: 1- السرعة المدارية للقمر. 2- الزمن الدوري للقمر.**

تدريب5: يدور قمر اصطناعى نصف قطر مداره $6.7 \times 10^{4} km$ **بسرعة** $2 \times 10^{5} m / s$ **حول كوكب . احسب كتلة الكوكب .**

تدريب6: احسب تسارع الجاذبية الأرضية على ارتفاع 400 **كم من سطح الارض إذا علمت أن نصف قطر الأرض** $6.38\times10^{6}m$ **وتسارع الجاذبية على سطح الأرض** $9.8m/s^{2}$

تدريب7: احسب تسارع جاذبية القمر إذا كانت كتلة القمر $m_m = 7.34\times10^{22}kg$ **ونصف قطره** $1785km$ **في الحالات التالية:**

أ- على سطح القمر.

ب- على ارتفاع 215Km **من السطح.**

تدريب8: كرتان المسافة بين مركزيهما 2.6m **وقوة الجاذبية بينهما** $2.75\times10^{-12}N$ **ما كتلة كل منهما إذا كانت كتلة إحداهما ضعف كتلة الأخرى.**

تدريب9: كتاب كتلته 1.25kg **ووزنه فى الفضاء** 8.35N **مامقدار المجال الجاذبى له فى هذا المكان ؟**

تدريب10: يدور قمر حول كوكب بسرعة $9\times10^{3}m/s$ **فإذا كانت المسافة بين مركزى الكوكب والقمر** $5.4\times10^{6}m$ **. فما الزمن الدورى للقمر .**

تدريب11: إذا كان البعد بين الأرض والشمس $r = 1.5\times10^{11}m$ **، فمامعدل المساحة التى تقطعها الأرض حول الشمس ؟**

تدريب12: إذا كان البعد بين الأرض والقمر $r = 3.9\times10^{8}m$ **، فما معدل المساحة التى يقطعها القمر حول الأرض ،علما بأن القمر يدور دورة كاملة حول الأرض كل** 27.33day

تدريب13: **احسب مجال جاذبية الأرض على سطح القمر إذا كان البعد بين الأرض والقمر** $r = 3.9\times10^{8} m$ **وكتلة الأرض** $5.98\times10^{24} kg$

تدريب14:**إذا افترض أنه وضع كوكب بحجم الأرض وكتلتها عند خط الاستواء للارض وهذ الكوكب يبدو للأرض عديم الوزن ماسرعة هذا الكوكب لكى يكون عديم الوزن بالنسبة للأرض – وما زمنه الدورى-علما بأن كتلة الأرض** $5.98\times10^{24} kg$ **ونصف قطر الارض** $6.38\times10^{6} m$.

تدريب15:**إذا كانت كتلة رائد فضاء** 80kg **وفقد** 25% **من وزنه عند نقطة فى الفضاء . فمامقدار المجال الجاذبى له فى هذا المكان ؟**

تدريب 16: **يراد وضع مركبة فضائية على ارتفاع** 1000Km **من سطح الأرض ، فاذا علمت أن كتلة الأرض** (m_E) **تساوي** 5.97×10^{24} Kg ، **ونصف قطرها** (r_E) **يساوي** 6.38×10^{6} m. **فاحسب**:

1- **سرعتها المدارية على هذا الارتفاع**.

2- **التسارع الناتج عن الجاذبية الأرضية في موقع المركبة**.

تدريب17: **اختر الاجابة الصحيحة**:

1- **قدمت النظرية النسبية لآينشتاين تفسيرا**:

أ- لأصل الكتلة ب- لكيفية عمل الكتل على تحدب الفضاء

ج- للجاذبية د- لانحراف ضوء النجوم عند مرورها بالقرب من الشمس

2- **أي مما يلي يؤثر عليك بقوة جاذبية أكبر؟**

أ- كتاب كتلته 1.2 Kg يبتعد عنك مسافة 0.2m ب- دراجة كتلتها 15Kg تبتعد عنك مسافة1m

ج- حجر كتلته20Kg يبتعد عنك مسافة 2m د- ثلاجة كتلتها70Kg تبتعد عنك مسافة10m

3- **قوة التجاذب بين كتلتين تتناسب عكسيا مع**:

أ- مربع المسافة بين مركزيهما ب-حاصل ضرب كتلتيهما

ح- الجذر التربيعي للمسافة بين مركزيهما د- تسارع الجاذبية الأرضية

4- **سرعة قمر صناعي يدور حول الأرض تتناسب طرديا مع**:
أ- كتلة الأرض ب- الجذر التربيعي لكتلة القمر ج-كتلة القمر د- الجذر التربيعي لكتلة الأرض

5- **مربع الزمن الدوري لكوكب يتناسب طرديا مع مكعب**:
أ-كتلته ب- سرعته المدارية ج- تسارعه د- نصف قطر مدار

تدريب 18: **علل لكل مما يلى**:

1- **تظهر قوة الجاذبية بين الشمس والارض ولاتظهر بين كرتى قدم** .
.....
.....

2- **رغم أن التفاحة تجذب الكرة الأرضية بنفس القوة التي تجذب بها الأرض التفاحة، فإن التفاحة لا تكسب الأرض تسارع يمكن قياسه**.
.....
.....

3- **إذا سقطت كرة تنس وكرة قدم من نفس الإرتفاع إلى سطح الأرض فإنهما تصلان إلى الأرض فى نفس الوقت (بإهمال مقاومة الهواء)**.
.....
.....

4- **يحتاج رفع صخرة على سطح القمر إلى قوة أقل من التى من يحتاج إليها على سطح الأرض**.
.....
.....

5- **يحدث مد الماء فى البحار على سطح الأرض**
ج:بسبب الفرق فى قوة جذب القمر للماء القريب منه على سطح الأرض والماء البعيد عنه

6- **تكون المقاعد داخل مركبة الفضاء عديمة الوزن رغم ذلك تشعر بالألم إذا ركلت كرسيا داخل المركبة**؟
ج:تشعر بالألم لأن الكرسى عديم الوزن وليس عديم الكتلة فالكرسى له قصورذاتى ويمكنه توليد قوة تماس مع قدمك

7- **إذا سقط حجر على قدم شخص عند سطح القمر وسقط من نفس الإرتفاع على قدم الشخص عند سطح الأرض فإنه سيؤذيه أكثر سيؤذيه أكثر يكون الأذى على سطح الأرض أكبر**.
ج: لأن تسارع الجاذبية g على سطح الأرض أكبر منها على سطح القمر

8- **إطلاق قمر إصطناعى من الأرض ليدور فى مدار حول الأرض نحو الشرق أسهل من اطلاقه ليدور نحو الغرب**؟
ج: لأن الأرض تدور فى اتجاه الشرق وتضاف سرعتها إلى سرعة القمر الإصطناعى الناتجة عن الصاروخ ،وبذلك تقلل السرعة التى يتعين على الصاروخ تزويدها له.

9- **المساحة التى تقطعها الأرض عند دوراها حول الشمس لاتساوى المساحة التى يقطعها كوكب المريخ فى نفس الزمن**
ج: لأن تساوى المساحات المقطوعة فى وحدة الزمن ينطبق على كل كوكب على حدة (ينطبق غلى كوكب واحد فقط)

10- يبدو القمر الإصطناعى لمراقب على الأرض وكأنه على بقعة معينة على خط الإستواء ، ولذلك يوجه الطبق على الأرض فى اتجاه معين ولايحتاج إلى تغيير لإلتقاط الإشارات.
ج: لأن الزمن الدورى لدوران القمر الإصطناعى يساوى 24h

11- **تؤثر قوة الجاذبية على سطح القمر فى مسار حجر قذف على سطحه بطريق غير التى تؤثر بها قوة الجاذبية على سطح الأرض على نفس الحجر إذا قذف بنفس الكيفية**

ج: يأخذ مسار الحجر شكل جزء من قطع مكافىء مثل شكل المسار على سطح الأرض لكن المدى الأفقى للمسار على سطح القمر أكبر منه على سطح الأرض حيث أن g على سطح الأرض أكبر منها على سطح القمر.

12- **يزداد الزمن الدورى لمكوك الفضاء إذا أرتفع إلى مدار أبعد عن مداره؟**

.....

.....

تدريب 19: **هل يتغير المجال الجاذبي للأرض بتغير كتلة الجسم الواقعة في المجال؟ وضح اجابتك.**

ج: لا . لأن المجال الجاذبي للأرض لا يعتمد على كتلة الأجسام الواقعة فيه وذلك وفقا لمعادلة المجال الجاذبي $g = G\frac{m_E}{r^2}$