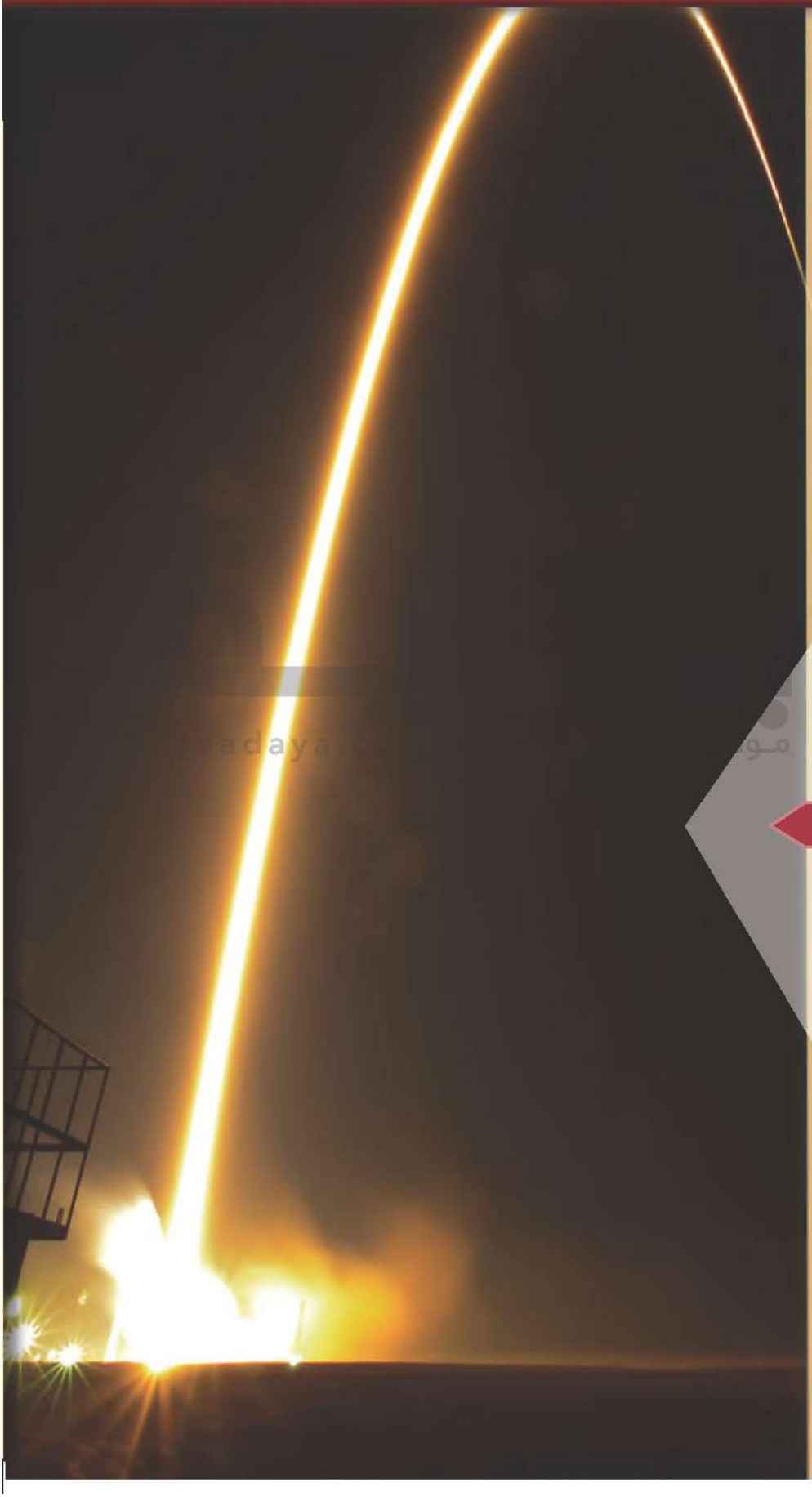
الفصل 2

الميكانيكا السماوية
Celestial Mechanics



الفكرة العامة تخضع الأجرام السماوية والأنظمة الفضائية لمجموعة من القوانين التي تحدد خصائص حركتها وديناميكيتها السماوية.

2–1 قانون الجاذبية وقوانين كبلر

الفكرة الرئيسة قوانين كبلر تصف شكل وخصائص حركة الأجرام التي تسلكها حول بعضها، والسرعات التي تتحرك بها، والكتل المتبادلة بينها.

2–2 التقنية الفضائية

الفكرة الرئيسة استطاع الإنسان بواسطة التقنيات الفضائية الوصول إلى أجرام لم تكن المناظير الفلكية كافيةً لدراستها.

حقائق فلكية

- حينما تنطلق المركبات الفضائية نحو الفضاء فإنها تبدأ رحلتها من الأرض بمسار مُنْحنٍ وليس مستقيمًا -كما في الصورة-.

تجربة استهلالية

هل تتحرك جميع الأجسام في نظامنا الشمسي بالسرعة نفسها؟

تتحرك أجرام السماء حول بعضها في مدارات إهليليجية، وتتأثر حركتها بالعديد من العوامل: كالمسافات والقوى المتبادلة فيما بينها.

الخطوات

1. أحضر حوضين دائريين قطر الأول 1m وقطر الآخر 0.5 m، وقم بوضع علامة نقطية على طرف محيط قاع كلٍ منهما.
2. ادفع كرة حديدية صغيرة بشكل دائري حول محيط قاع الحوض الكبير، وقم بحساب الزمن الدوري.
3. أعد الخطوة 2 للحوض الصغير.

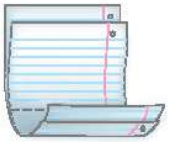
التحليل

1. قارن بين زمني دوران الكرة في الحوضين. ماذا تلاحظ؟
2. ما علاقة قطر الحوضين بالزمن الدوري؟
3. هل تتوافق نتائج تجربتك مع زمن دوران الكواكب حول الشمس. فسر ذلك؟

المطويات
منظمات الأفكار

اصنع المطوية الآتية لتتعرف على أنواع المركبات الفضائية.

الخطوة 1: ضع ورقتين من دفترك إحداهما فوق الأخرى، بحيث تبعد إحداهما عن الأخرى 2 cm تقريبًا، كما في الشكل المجاور.



الخطوة 2: اثن الطرف السفلي للورقتين لتكوين خمسة ألسنة متساوية. ثم اضغط بقوة على الجزء المطوي لتثبّت الألسنة في أماكنها.

الخطوة 3: ثبّت أوراق المطوية معًا بالدبابيس، وعنون الألسنة بأنواع المركبات الفضائية: الأقمار الصناعية، المحطات الفضائية، المركبات المأهولة، و المركبات غير المأهولة.

beadaya.com موقع بداية التعليمي

استخدم هذه المطوية في أثناء دراستك القسم 2–2، لتتعرف على مميزات كل نوع، واعطِ مثالًا على كل نوع مبينًا أهميته.

جواب 1- الكرة في الحوض الأكبر تستغرق وقتًا أطول لإكمال دورة واحدة مقارنة بالحوض الأصغر.

جواب 2- العلاقة بين القطر والزمن الدوري: كلما زاد قطر الحوض، زاد الزمن الدوري للكرة لإكمال دورة واحدة.

جواب 3- نعم، تتوافق النتائج مع قوانين كبلر للحركة الكوكبية، حيث تتحرك الكواكب في مدارات إهليلجية وتتأثر بالجاذبية الشمسية، وكلما كانت أبعد عن الشمس، زاد الزمن اللازم لإكمال مدارها.

رابط الدرس الرقمي
www.ien.edu.sa

2-1

قانون الجاذبية وقوانين كبلر

The law of gravity and kepler's laws

الأهداف

- **يحسب** زمن دوران جرم حول الشمس.
- **يحسب** وزن جسم ما على كوكب.
- **يحسب** سرعة هروب قمر صناعي.

مراجعة المفردات

المسبار: مركبة فضائية تستعمل لاستكشاف الفضاء الخارجي؛ حيث يتم إطلاقها في الفضاء الخارجي بهدف استكشاف واحد أو أكثر من الأجرام السماوية.

المفردات الجديدة

قانون كبلر الأول

البعد الحضيضي

البعد الأوجي

قانون كبلر الثاني

قانون كبلر الثالث

سرعة الهروب

الفكرة الرئيسة قوانين كبلر تصف شكل وخصائص حركة الأجرام التي تسلكها حول بعضها والسرعات التي تتحرك بها، والكتل المتبادلة بينها.

الربط مع الحياة حينما تتابع بثًا مباشرًا لنهائيات كأس العالم في كرة القدم، فإن هذا الأمر لم يكن ممكناً إلا من خلال وضع أقمارٍ صناعية في المدار الصحيح بدقة حول الأرض، وذلك استنادًا إلى مجموعة قوانين فيزيائية ميكانيكية، توصل إليها الإنسان من خلال رصد الأجرام السماوية، ووضع حسابات تتوافق مع الرصد وذلك من أجل فهم وتفسير الظواهر الفلكية: كالخسوف والكسوف **الشكل 1–2**، و شروق و غروب الشمس. وعمل تقاويم لأشهر السنة ولتحديد مواقيت العبادة من حج وصوم وتحديد مواسم الزراعة، وعمل محاكاة حاسوبية لتحديد المواقع واتجاه الحركة **الشكل 2–2**. ومن أبرز هذه القوانين قوانين كبلر التي تستخدم لحساب خصائص مدارات الأقمار الصناعية وليس فقط في معرفة المدارات في النظام الشمسي، وهذه القوانين اكتشفها الفلكي (يوهانس كبلر Johannes kepler) خلال القرن السابع عشر الميلادي بعد توافقها مع أرصاد "تيخو براهي" لكوكب المريخ.

بداية
beadaya.com | موقع بداية التعليمي

الشكل 1–2 كسوف شمسي كلي.

الشكل 2–2 تحديد المواقع بواسطة نظام الملاحة العالمي.

قوانين كبلر Kepler Laws

قانون كبلر الأول Kepler's First Law

ينص **قانون كبلر الأول Kepler's First Law** على أن الكواكب تدور حول الشمس في مدارات على شكل قطع ناقص، وتقع الشمس في إحدى بؤرتيه كما في **الشكل 4–2**.

خصائص القطع الناقص:

يوضح **الشكل 3–2** بعض خصائص القطع الناقص؛ فمثلا المسافة $A_1A=2a$ هي المحور الأكبر والمسافة $B_1B=2b$ هي المحور الأصغر. ونصف المحور الأكبر للقطع الناقص نرمز له بالرمز a، ونصف المحور الأصغر للقطع الناقص نرمز له بالرمز b ومركز القطع الناقص هو C. والقطع الناقص له بؤرتين F_1 و F.

وأيضًا كلما صغرت المسافة FF_1 اقترب شكل القطع من شكل الدائرة، بينما كلما زادت المسافة FF_1 زادت بيضاوية القطع أو تفلطح القطع. ويستعمل الرمز e لتعريف تفلطح القطع، ويسمى "الاختلاف المركزي".

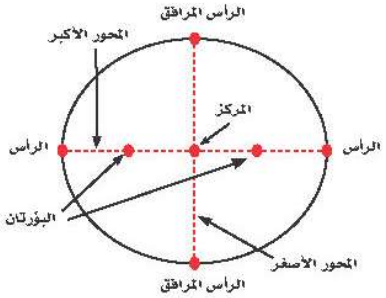
للاطلاع

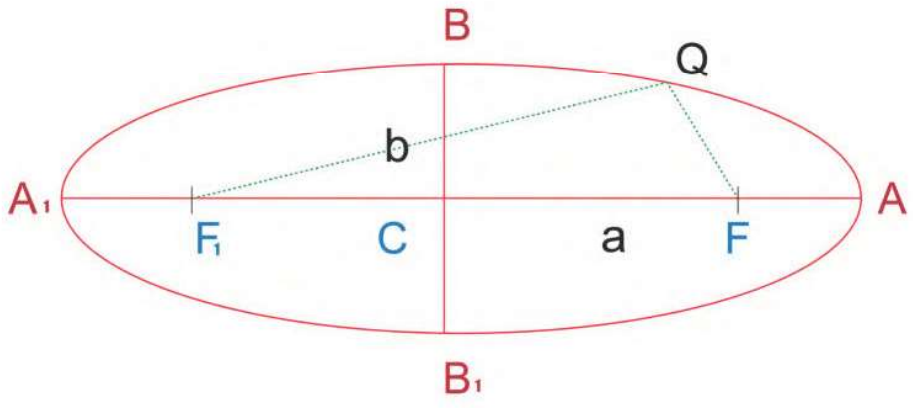
$$e=\frac{CF}{a} \quad \text{أو} \quad e=\frac{FF_1}{2a}$$

$$CF=ae$$

الربط مع الرياضيات

القطع الناقص هو المحل الهندسي لمجموعة النقاط في المستوى الذي يكون مجموع بعديها عن نقطتين ثابتتين يساوي مقدارًا ثابتًا. تسمى هاتان النقطتان بالبؤرتين.





الشكل 3–2 خصائص القطع الناقص.

beadaya.com | موقع بداية التعليمي

تسمى المسـافة FA **بالبعد الحضيضي Perihelion** (r_p) ، ويعرف بأنه أقرب مسافة فاصلة بين الشمس والكوكب.

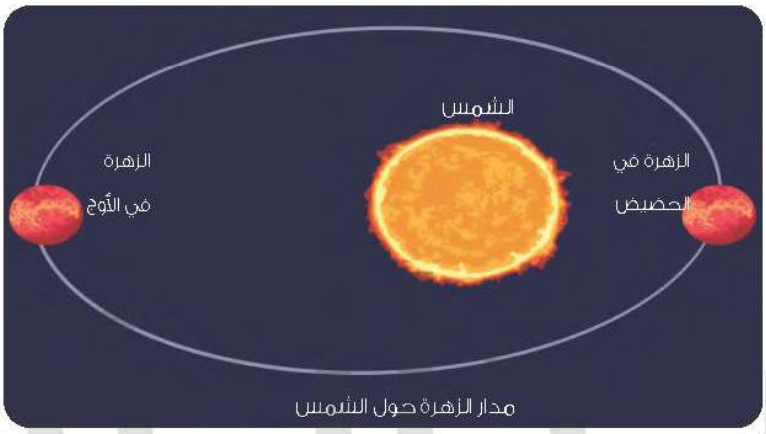
البعد الحضيضي (r_p)

$$r_p = a(1-e)$$

و يطلق على المسافة FA_1 **بالبعد الأوجي Aphelion** (r_a)، ويعرف بأنه أبعد مسافة فاصلة بين الشمس والكوكب، (بافتراض أن الشمس تقع عند النقطة F) .

البعد الأوجي (r_a)

$$r_a = a(1+e)$$



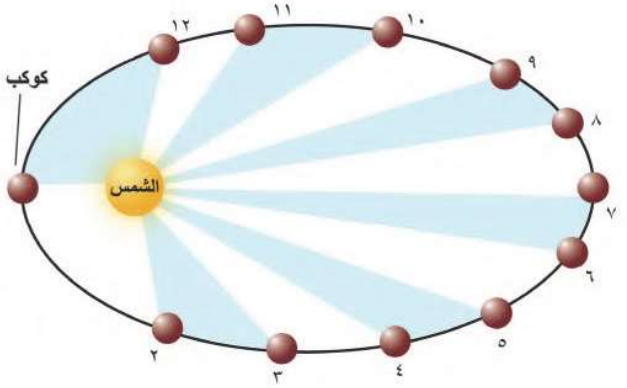
الشكل 4–2 تدور الكواكب حول الشـمس في مدارات على شكل قطع ناقص، وتقع الشمس في إحدى بؤرتيه.

موقع بداية التعليمي | beadaya.com

قانون كبلر الثاني Kepler's Second Law

ينص **قانون كبلر الثاني Kepler's Second Law** على أن الخط الوهمي الواصل بين الكوكب والشمس يرسم مساحات متساوية في الفضاء في أزمنة متساوية.

هذا القانون يشير إلى أن سرعة الكوكب حول الشمس متغيرة. ويمكن منه إثبات أن سرعة الكوكب تتناسب عكسيًا مع بعده عن الشمس، وتصل السرعة أقصاها عند الحضيض وأدناها عند الأوج كما في **الشكل 5–2**.



الشكل 5–2 تقطع الكواكب مساحات متساوية في الفضاء في أزمنة متساوية أثناء دورانها حول الشمس.

للاطلاع

ولحساب البعد الحضيضي (r_p) وهي المسافة FA

$$r_p = FA$$

$$r_p = CA - CF = a - ae$$

$$r_p = a(1-e)$$

وبالمثل: يمكن إيجاد علاقة البعد الأوجي (r_p) وهي المسافة FA_1:

$$r_a = a(1+e)$$

قانون كبلر الثالث Kepler's Third Law

ينص **قانون كبلر الثالث Kepler's Third Law** على أن مربع مدة دورة الكوكب حول الشمس تتناسب مع مكعب نصف طول المحور الأكبر لمداره **الشكل 6–2**.

إذا كان: T= زمن دورة الكوكب حول الشمس، a= نصف المحور الأكبر لمدار الكوكب؛

فإن:

$$T^2 \propto a^3$$

إذا قسنا T بالسنة النجمية (years)، وقسنا a بالوحدة الفلكية (AU) (الوحد الفلكية هي: متوسط المسافة بين الأرض والشمس، وتساوي 150 مليون كيلومتر)؛

فإن الثابت = 1

$$T^2 = a^3$$

الصيغة الرياضية قانون كبلر الثالث

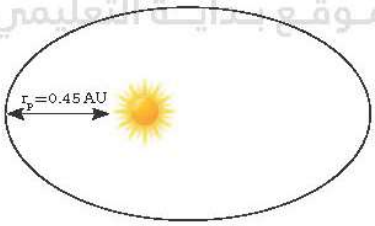
$$T = a\sqrt{a}$$

مثال 1

مذنب يدور حول الشمس في مدار قطع ناقص تفلطحه 0.97، وصل إلى أقرب نقطة للشمس على بعد 0.45 AU. احسب مدة دورة هذا المذنب حول الشمس بالسنوات.

تحليل المسألة ورسمها:

ارسم وضع المذنب حول الشمس.



المعلوم	المجهول
r_p=0.45 AU e=0.97	T=?

إيجاد الكمية المجهولة:

حل قانون البعد الحضيضي لإيجاد نصف قطر المحور الأكبر

$$a = \frac{r_p}{1-e}$$

التعويض

$$a = \frac{0.45}{1-0.97} = 15\ AU$$

حساب مدة دوران المذنب حول الشمس بالسنوات

حل قانون كبلر الثالث

$$T = a\sqrt{a}$$

التعويض

$$T = 15\sqrt{15}$$

$$T = 58.1\ Year$$

- **تقويم الجواب:**

هل الوحدات صحيحة؟

ستكون وحدة مدة دوران جرم حول الشمس بالسنة.

مشروع كبلر الفضائي

تقديرًا لجهود العالم كبلر في مجال علم الفلك فقد أطلقت وكالة ناسا مشروعًا فضائيًا باسمه، وهو عبارة عن مرصد فضائي تم إطلاقه إلى الفضاء من أجل استكشاف ما إذا كانت هناك حياة في كواكب نجوم مجرة درب التبانة، حيث قام باكتشاف أكثر من 2600 كوكب نجمي إلى الآن، وجمع المرصد كمية هائلة من البيانات التي سيستمر تحليلها لسنوات.

الشكل 6–2 علاقة زمن دورة الكواكب المدارية حول الشمس ببعده عنها حسب قانون كبلر الثالث.

beadaya.com | موقع بداية التعليمي

قانون كبلر الثالث المعدل: Modified 3rd Kepler's law

في عام 1687 قام نيوتـــن بتعديل قانون كبلر الثالث وفقًا لقوانينـــه الخاصة للحركة وقانون الجذب العام.

قانون كبلر الثالث المعدل: $a^3=T^2M$

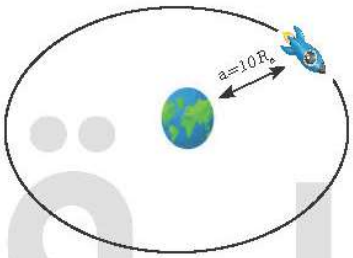
ملاحظة عند حل المسائل:

لتحويل الكتلة إلى كتلة شمسية: يكون بقسمة الكتلة على كتلة الشمس.

لتحويل البعد إلى وحدة فلكية: يكون بقسمة المسافة على مسافة الأرض عن الشمس.

مـــثال 2

مركبة فضائية تدور حول الأرض في مدار بيضاوي، على متوسط بعد يساوي 10 أضعاف نصف قطر الأرض ، احســب مدة دورتها حول الأرض بـday. علمًا بأن نصف قطر الارض $R_e=6378$ km وكتلة الأرض $Me=6\times10^{24}$ kg وكتلة الشمس $Ms=2\times10^{24}$kg.



الحل:

المعلوم	المجهول
$a=10R_e$	$T=?$
$a=63780$ km	
$M_e=6\times10^{24}$ kg	

إيجاد الكمية المجهولة :

بقسمة بعد المركبة على 15×10^7 (متوسط بعد الأرض عن الشمس) لحساب بعد المركبة بالوحدة الفلكية AU.

$$a=\frac{63780}{15\times10^7}=4.25\times10^{-4}AU$$

بقسمة كتلة الأرض على كتلة الشمس لحساب كتلة الأرض بدلالة كتلة الشمس

$$M=\frac{M_e}{M_s}=\frac{6\times10^{26}}{2\times10^{30}}=3\times10^{-6}M_s$$

من قانون كبلر الثالث المعدل (تهمل كتلة المركبة لصغرها مقابل كتلة الأرض)

$$a^3=T^2M$$

$$T^2=\frac{a^3}{M}=\frac{(4.25\times10^{-4})^3}{3\times10^{-6}}=\frac{7.67\times10^{-11}}{3\times10^{-6}}$$

$$T^2=2.55\times10^{-5}$$

$$T=\sqrt{2.55\times10^{-5}}$$

$$T=5.1\times10^{-3}\text{years}$$

بالضرب في 365.25 للتحويل إلى days

$$T=5.1\times10^{-3}\times365.25=1.84\text{ day}$$

- تقويم الجواب:

هل الوحدات صحيحة ؟ ستكون وحدة مدة دوران المركبة حول الأرض بـday.

بداية | موقع بداية التعليمي | bedaya.com

للاطلاع:

قانون كبلر الثالث المعدل

من قانون الجذب العـــام لنيوتن يمكن إثبات أن :

$$T^2=a^3\frac{4\pi^2}{G(M+m)}$$

حيث M كتلة الشمس، m كتلة الجرم.

إذا أخذنا الســـنة وحدة لقياس الزمن، والوحدة الفلكية AU لقياس المســـافة، وكتلـــة الشـــمس لقياس الكتلـــة؛ فإن الثابت يســـاوي واحد $(\frac{4\pi}{G}=1)$ أي أن:

$$a^3=T^2(M+m)$$

إذا طبقنا هـــذا القانون لجرم يدور حول الشمس فإن:

$$a^3=T^2M$$

إيجاد كتلة كوكب له تابع:

من الممكن إيجاد كتلة كوكب له تابع إذا عُلِم نصف المحور الأكبر ومدة الدوران للكوكب وتابعه كالآتي:

حيث:

$$m = M\left(\frac{a_2}{a_1}\right)^3\left(\frac{T_1}{T_2}\right)^2$$

كتلة الشمس M

كتلة الكوكب m

مـــثال 3

يبعد القمـــر كارون عن مركز بلوتو 19700 km، فإذا كانـــت مدة دورانه حول بلوتو هي 6.4 day. أوجد كتلـــة بلوتو. علماً بأن الفترة المدارية لبلوتو هي 248 year وبعده عن الشمس 40 AU.

الحل:

تحليل المسألة و رسمها:

المعلوم	المجهول
$T_1 = 248\ year$ $T_2 = 6.4\ day$ $a_1 = 40\ AU$ $a_2 = 19700\ km$ $M = 2x10^{30}\ kg$	$m_{بلوتو} = ?$

إيجاد الكمية المجهولة:

بقسمة الفترة المدارية لكارون على 365.25 لتكون بوحدة (year)

$$T_2 = \frac{6.4}{365.25} = 1.75x10^{-2}\ year$$

بقسمة بعد كارون عن بلوتو على $15x10^7$ لتكون بوحدة (الوحدة الفلكية AU)

$$a_2 = \frac{19700}{15x10^7} = 1.3x10^{-4}\ AU$$

حل قانون إيجاد كتلة كوكب من كتلة جرم تابع له

$$m = M\left(\frac{a_2}{a_1}\right)^3\left(\frac{T_1}{T_2}\right)^2$$

بالتعويض لإيجاد كتلة بلوتو

$$m = 2x10^{30}\left(\frac{1.3x10^{-4}}{40}\right)^3\left(\frac{248}{1.75x10^{-2}}\right)^2$$

$$m = 2x10^{30}x3.4x10^{-17}x2x10^8$$

$$m = 1.3x10^{22}\ kg$$

- **تقويم الجواب:**

هل الوحدات صحيحة ؟ ستكون وحدة كتلة بلوتو kg.

للاطلاع:

$$T^2 = \frac{4\pi}{G}\frac{a^3}{M+m}$$

للكوكب: $(a_1)^3 = (T_1)^2(M+m)$

للتابع $(a_2)^3 = (T_2)^2(m+m_1)$

إذا أهملنا كتلة التابع مقارنة بكتلة الكوكب في البسط أي أن $m_1 = 0$ وكتلة الكوكب مقارنة بكتلة الشمس في المقام $m = 0$ التالي سكون كتلة الكوكب

$$\left(\frac{T_1}{T_2}\right)^2 = \left(\frac{a_1}{a_2}\right)^3\frac{m+m_1}{M+m}$$

$$\left(\frac{T_1}{T_2}\right)^2 = \left(\frac{a_1}{a_2}\right)^3\frac{m}{M}$$

بداية
موقع بداية التعليمي | beadaya.com

قانون الجذب العام لنيوتن

Newton's Gravitational Law

كان إسحاق نيوتن Isaac newton أول من وضع صيغة رياضية لقوة الجاذبية بين جسمين عام 1687م في كتابه principia. ينص القانون على أن قوة الجاذبية F بين جسمين تتناسب طرديًا مع كتلتيهما وعكسيًا مع مربع المسافة بينهما.

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

للاطلاع:

فإذا كانت لدينا كتلتان، ولتكن الشمس والأرض مثلًا كما في **الشكل 7–2** فإن هناك قوة جذب من كتلة الشمس على كتلة الأرض تعطى بالعلاقة:

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

يمثل G ثابت الجذب الكوني. عجلة الجاذبية g للكوكب تساوي:

$$Mg = G\frac{Mm}{r^2} \Rightarrow g = G\frac{m}{r^2} \qquad (1)$$

إذا افترضنا أن هذا الكوكب هو الأرض فإن تسارع الجاذبية الأرضية g_e يعطي بالعلاقة:

$$g_e = G\frac{m_e}{r_e^2} g_e \qquad (2)$$

حيث m_e كتلة الأرض

بأخذ النسبة بين g و g_e

$$\frac{g}{g_e} = \frac{Gm}{r^2} \times \frac{r_e^2}{Gm_e}$$

$$\frac{g}{g_e} = \frac{m}{m_e} \times \frac{r_e^2}{r^2}$$

إذا افترضنا أن $\frac{m}{m_e}$ هي كتلة الكوكب بدلالة كتلة كوكب لأرض وتساوي m و $\frac{r_e^2}{r^2}$ هي نص قطر الكوكب بدلالة نصف قطر كوكب الأرض وتساوي r فإن:

$$g_e = \frac{m}{r^2} g_e$$

وبما أن وزن جسم كتلته m_1 على سطح كوكب يساوي قوة جذب الكوكب لهذا الجسم تساوي:

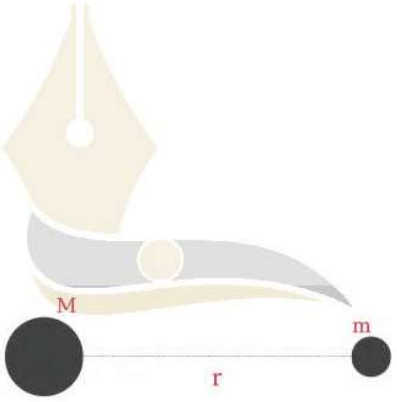
$$W_e = m_1 g \qquad (1)$$

وزنه على الأرض:

$$W_e = m_1 g_e \qquad (2)$$

إذا وزن هذا الجسم على الكوكب بدلالة وزنه على الأرض:

$$\frac{W}{W_e} = \frac{m_1 g}{m_1 g_e} \Rightarrow W = \frac{g}{g_e} W_e$$



الشكل 7–2 قوة جذب كتلة الشمس على كتلة الارض.

بداية
موقع بداية التعليمي | beadaya.com

وزن الجسم على الكوكب بدلالة وزنه على الأرض يعطى بالعلاقة :

$$W = W_e \frac{g}{g_e}$$

مـــثال 4

كوكب كتلته تساوي 0.01 من كتلة الشمس ونصف قطره يساوي نصف قطر الأرض.

1. احسب جاذبيته مقارنة بجاذبية الأرض.
2. افـترض أن رائد فضـــاء وزنه على الأرض يســاوي 100 N هبط على هذا الكوكب فكم يبلغ وزنه بعد هبوطه عليه؟

الحل:

تحليل المسألة و رسمها :

المعلوم	المجهول
$W_e = 100\ N$	$W_p = ?$
$m_p = 1.01\ M_s = 2 \times 10^{28} kg$	

إيجاد الكمية المجهولة :

بحساب كتلة الكوكب بالنسبة لكتلة الأرض

$$m_p = \frac{m_p}{m_e} = \frac{2 \times 10^{28}}{6 \times 10^{24}} = 3333 m_e$$

$$g = 3333\ g_e$$

حل قانون وزن جسم على كوكب بدلالة وزنه على الأرض

$$W = \frac{g}{g_e} W_e$$

بالتعويض تكون جاذبية الكوكب

$$W = 3333\ W_e$$

بحساب وزن رائد الفضاء على الكوكب

$$W = 3333 \times 100 = 33.3 \times 10^4\ N$$

- **تقويم الجواب:**

هل الوحدات صحيحة؟ وحدة وزن رائد الفضاء بالنيوتن N

هل الجواب منطقي؟ نعم لأن وزنه على هذا الكوكب ضعف وزنه على الأرض بمقدار 3333 مرة.

بداية
beadaya.com | موقع بداية التعليمي

السرعة المدارية لجرم سماوي

Orbital Velocity For a Celestial Body

وهي تمثل سرعة جرم حول جرم آخر ومن قانون الجذب العام وعلى سبيل المثال حركة جرم كتلته m حول جرم كتلته M، فإن سرعة الجرم V في حالة كون المدار قطع ناقص تحقق المعادلة:

للاطلاع:

$$V^2 = G(M+m)\left(\frac{2}{r} - \frac{1}{a}\right)$$

في حالة دوران جرم حول الشمس أو مركبة فضاء حول القمر، فإن كتلة الجرم الدوار تهمل لصغرها بالنسبة للكتلة الأخرى، فتصبح المعادلة كالآتي:

للاطلاع:

$$V^2 = GM\left(\frac{2}{r} - \frac{1}{a}\right)$$

ويمكن كتابتها على الصيغة التالية إذا قسنا r و a بالوحدة الفلكية والكتلة M بدلالة كتلة الشمس، فإن السرعة v ستكون بوحدات km /sec:

للاطلاع:

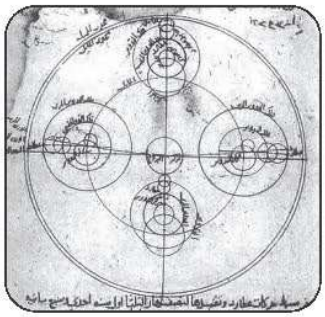
$$V = 30\sqrt{M}\ \sqrt{\left(\frac{2}{r} - \frac{1}{a}\right)}$$

في حالة حركة جرم حول الشمس فإن M ستمثل كتلة الشمس وهي تساوي "واحد" وتصبح المعادلة:

$$V = 30\ \sqrt{\left(\frac{2}{r} - \frac{1}{a}\right)}$$

بداية | موقع بداية التعليمي
bedaya.com

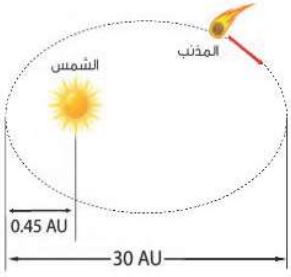
الربط مع إنجازات علماء الإسلام



استحق أن يكون "ابن الشاطر" هو ملهم علماء الفلك لاستنتاج نظرية مركزية الشمس لنظامنا الشمسي بدلًا من الأرض. إنه من المعروف منذ فترة طويلة أن نماذج "كوبرنيكوس" لمركزية الشمس تحمل تشابهًا واضحًا مع نماذج ابن الشاطر، وكان كوبرنيكوس قد استخدمها فقط لحل الحركات غير المنتظمة لمؤشرات الكواكب التي أحدثها بطليموس. ويتضح هنا أن نماذج ابن الشاطر لها في الواقع انحيازًا لمركزية الشمس مما جعلها مناسبة بشكل خاص كأساس لنماذج مركزية الشمس.

مثال 5

في المثال 1 السابق كم تبلغ أدنى سرعة للمذنب؟حيث قيمة الاختلاف المركزي 0.97 ونصف قطر المحور الأكبر 15 AU؟



الحل:

تحليل المسألة ورسمها:

ارسم حركة المذنب حول الشمس وحدد أوجه

المعلوم	المجهول
e=0.97	V=?
a=15AU	

إيجاد الكمية المجهولة:

حل قانون البعد الأوجي r_a

$$r_a = a(1+e)$$

$$r_a = 15(1+0.97) = 29.55\ AU$$

حل قانون السرعة المدارية لجرم سماوي

$$V = 30\sqrt{\left(\frac{2}{r_a} - \frac{1}{a}\right)}$$

بالتعويض لإيجاد أدنى سرعة للمذنب

$$V = 30\sqrt{\left(\frac{2}{29.55} - \frac{1}{15}\right)} = 0.94\ \text{Km/s}$$

- تقويم الجواب:

هل الوحدات صحيحة؟ وحدة السرعة المدارية للمذنب km/s

هل الجواب منطقي؟ نعم بحكم أن هذه السرعة للمذنب وهو في نقطة الأوج.

سرعة الهروب Escape Velocity

سرعة الهروب Escape Velocity: هي السرعة اللازمة لجسم ما للدخول في مسار على شكل قطع مكافئ حول كوكب ما ثم الهروب من جاذبيته **الشكل 8–2**.

$$V_{es} = \sqrt{\frac{2GM}{R}} \quad \text{km/sec}$$

مثال 6

أوجد سرعة الهروب لكوكب كتلته $7.5\times10^{22}\ \text{kg}$ ونصف قطره $1.5\times10^{6}\ \text{m}$ علمًا بأن ثابت الجذب العام $6.67\times10^{-11}\ \text{N.m}^2/\text{kg}^2$.

الحل:

تحليل المسألة و رسمها:

المعلوم	المجهول
$M = 7.5\times10^{22}\ \text{Kg}$	$V_{esc} = ?$
$R = 1.5\times10^{6}\ \text{km}$	

إيجاد الكمية المجهولة:

حل قانون سرعة الهروب

$$V_{esc} = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$$

بالتعويض لإيجاد سرعة الهروب للكوكب

$$V_{es} = \sqrt{\frac{2\times6.67\times10^{-11}\times7.5\times10^{22}}{1.5\times10^{6}}}$$

$$V_{esc} = 2.5\ \text{km/s}$$

- تقويم الجواب:

هل الوحدات صحيحة؟ وحدة سرعة الهروب للكوكب بوحدة km/s.

فكر معنا

كيف تهرب المركبات الفضائية خارج كوكب الأرض؟

تهرب المركبات الفضائية خارج كوكب الأرض باستخدام سرعة الإفلات، وهي السرعة اللازمة للتغلب على جاذبية الأرض. تحتاج المركبة الفضائية إلى التحرك بسرعة تزيد عن 11200 متر/ثانية (حوالي 7 ميل/ثانية) لتتمكن من مغادرة الحقل الجاذبي للأرض. يتم ذلك عادةً بواسطة صواريخ قوية توفر الدفع اللازم للوصول إلى هذه السرعة.

الشكل 8–2 سرعة الإفلات لقمر صناعي.

بداية
موقع بداية التعليمي | beadaya.com

نشاط عملي

تمثيل سرعة الهروب من جاذبية الأرض:

مغناطيس- كرات حديد - غطاء بلاستيكي كبير.
ورق مقوى - شريط لاصق.

الخطوات:

- **قص** الورق المقوى بطول 30 سم وعرض 10 سم، واثنِ الورقة على شكل مجرى مائي ذو طرفين.
- **ضع** المغناطيس في طرف الغطاء البلاستيكي.
- **ألصق** نهاية الورق المقوى بالمغناطيس.
- **ضع** كرة الحديد في بداية الورق المقوى واتركها تتدحرج إلى الأسفل.
- **ارفع** بداية الورق المقوى إلى الأعلى، ثم ضع كرة أخرى واستمر في الرفع مع دحرجة الكرات إلى أن تصل إلى درجة يصعب فيها على المغناطيس جذب كرات الحديد.

التحليل:

ماذا تلاحظ ؟

قارن بين حركة الكرات المتحررة من المغناطيس وحركة جسم يهرب من جاذبية الأرض.

الربط مع الفيزياء

انطلاق الصواريخ الفضائية هو أحد تطبيقات قانون نيوتن الثالث الذي ينص على أن لكل قوة فعل قوة رد فعل مساوٍ له في المقدار ومعاكس له في الاتجاه، ومن أمثلته احتراق الوقود في الصاروخ مولدًا الغازات، حيث يعمل الصاروخ على دفع هذه الغازات للتخلص منها من خلال فتحة أسفل الصاروخ. أما قوة رد الفعل التي تولدها هذه الغازات فتدفع الصاروخ لأعلى.

تمثل رحلة مشروع أرتيمس للقمر **الشكل 9–2** مثال حي على انتقال جرم بين أنظمة مدارية لجرمين سماويين هما: الأرض والقمر، وذلك حينما تبلغ سرعة إفلاته من الأرض 11 km /s لينطلق ناحية القمر في مسار قطع مكافئ، ليدخل مداره و يسير بسرعة مدارية تختلف بحسب ارتفاعه عن القمر، وبعد إكمال مهمته ينطلق من مداره حول القمر بسرعة إفلات 2.4 km /s عائدًا نحو الأرض.

الملاحظة: ستلاحظ أنه كلما رفعت الورق المقوى أعلى، تحتاج الكرة إلى سرعة أكبر لتتحرر من جذب المغناطيس. وعند نقطة معينة، تتحرر الكرة ولا يستطيع المغناطيس جذبها مرة أخرى.

المقارنة: تشبه حركة الكرات المتحررة من المغناطيس حركة جسم يهرب من جاذبية الأرض. فكما تحتاج الكرة إلى سرعة كافية للتحرر من المغناطيس، تحتاج المركبة الفضائية إلى سرعة الإفلات لتتحرر من جاذبية الأرض. وهذا يُظهر أن الأجسام تحتاج إلى طاقة كافية للتغلب على القوى الجاذبة التي تُحاول إبقائها مقيدة.

الشكل 9–2 رحلة مشروع أرتيمس للقمر.

مختبر تحليل البيانات

التفكير الناقد

1. ثمة حوالي 10 آلاف كويكب صغير يدور حول الشمس وبعضًا منها يحوم قريبًا من الأرض، وقد تكون خطيرة على البشر وكل ما هو على سطح الأرض. الجدول التالي يستعرض بعضًا من هذه الكويكبات القريبة منا:

اسم الكويكب	قطره km	بعده عن الأرض (AU)	سرعة اقترابه النسبية km/s
2022 YS6	1,786,449	0.01194	9.72
2022 YY6	813,642	0.00544	20.27
2014 LJ	1,819,585	0.01216	3.48
367789	1,816,884	0.01215	9.92

التحليل

2. **كيف** ألهمت قوانين كبلر العلماء للوصول بنجاح إلى تصميم نظام إنذار مبكر للحد من أخطار الكويكبات؟
3. بناء على بيانات الجدول أي الكويكبات الواردة تتوقع انه يشكل خطرا على الأرض في حالة اذا اقترب منها .و لماذا ؟
4. ابحث في الشبكة العنكبوتية عن كويكب اقترب مؤخراً من الأرض وقارن خصائصه بخصائص الكويكبات الواردة بالجدول . ماذا تلاحظ؟

بداية

جواب 2:

من خلال توفير فهم أفضل لحركة الكويكبات، تساعد قوانين كبلر العلماء على تحديد مدارات الكويكبات بدقة أكبر، وبمعرفة مدار الكويكبات يمكن للعلماء تحديد احتمال اصطدامه بالأرض.

جواب 3:

الذي يشكل خطراً على الأرض هو 2014LJ وذلك بسبب قطره وقربه من الأرض.

جواب 4:

التقويم 1–2

الخلاصة

- ينص قانون كبلر الأول على أن الكواكب تدور حول الشمس في مدارات على شكل قطع ناقص، وتقع الشمس في إحدى بؤرتيه.
- ينص قانون كبلر الثاني على أن الخط الوهمي الواصل بين الكوكب والشمس يرسم مساحات متساوية في الفضاء في أزمنة متساوية.
- ينص قانون كبلر الثالث على أن مربع مدة دورة الكوكب حول الشمس تتناسب مع مكعب نصف طول المحور الأكبر لمداره.

فهم الأفكار الرئيسة

1. احسب متوسط المسافة بين فيستا (كويكب) و بين الشمس علماً بأنه يستغرق **3.63 year** للدوران حول الشمس.
2. وضح نوع العلاقة بين متوسط المسافة لفيستا ومدة دورانه حول الشمس.

التفكير الناقد

3. لماذا يلجأ العلماء الى قوانين كبلر عند تعاملهم مع حركة المذنبات التي تتعدد مصادرها.

الرياضيات في الفلك

4. أكملت وكالة الفضاء السعودية مهمتها على سطح القمر ولذا فهي ترغب بمغادرة مركبتها حدد سرعة هروبها من القمر إذا كانت كتلة القمر $7.35 \times 10^{22}\ \text{kg}$ ونصف القطر $1.5 \times 10^{6}\ \text{m}$.

جواب 1:

$$T^2 = a^3$$

$$3.63^2 = a^3$$

$$a = \sqrt[3]{3.63^2}$$

$$a = \sqrt[3]{13.1769}$$

$$a \approx 2.36 AU$$

إذًا، متوسط المسافة بين كويكب فيستا والشمس هو تقريبًا 2.36 وحدة فلكية

جواب 2:

العلاقة بين متوسط المسافة لكويكب ومدة دورانه حول الشمس هي علاقة طردية تُعرف بقانون كبلر الثالث، هذا يعني أنه كلما زادت المسافة بين الكويكب والشمس، زادت مدة دورانه حول الشمس.

جواب 3:

يستخدم العلماء قوانين كبلر لأنها توفر نموذجًا دقيقًا لحركة الأجسام السماوية حول الشمس، بما في ذلك المذنبات التي تأتي من مصادر متعددة.

الجواب 4:

رابط الدرس الرقمي

www.ien.edu.sa

2-2

التقنية الفضائية

Space Technology

الأهداف

- **يصنف** أنواع المركبات الفضائية.
- **يذكر** أنواع مدارات الأقمار الصناعية.
- **يقارن** بين المركبات المأهولة وغير المأهولة.

مراجعة المفردات

المدار: هو مسار منحن لجسم ما حول جسم آخر تحتً تأثير قوة الجاذبية.

المفردات الجديدة

المركبات الفضائية

القمر الصناعي

محطة الفضاء

مركبة الفضاء المأهولة

مركبة الفضاء غير المأهولة

الفكرة الرئيسة **استطاع الإنسان بواسطة التقنيات الفضائية من الوصول إلى أجرام لم تكن المناظر الفلكية كافية لدراستها.**

الربط مع الحياة كانت أول رحلة للفضاء لرائد الفضاء الروسي جاجارين في سنة 1961 ميلادية.

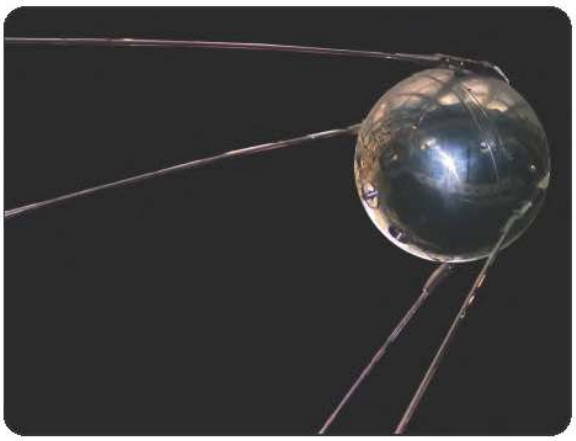
رحلات الفضاء Space flights

بدأت التقنية الفضائية في منتصف الخمسينيات من القرن الماضي عندما أطلق الاتحاد السوفيتي (روسيا حاليًا) أول قمر صناعي للاتصالات سبوتنيك1 **الشكل 10–2**، ومن ثم بدأ سباق التقنية الفضائية بين الولايات المتحدة والاتحاد السوفيتي مع إطلاق بعض المركبات الفضائية التي تحمل حيوانات مثل الكلبة لايكا **الشكل 11–2** والقرد هام، وكانت هذه المركبات تدور حول الأرض ثم تسقط أو تعود إلى الأرض بواسطة مظلة.

سباق الفضاء Space race

وبعد ذلك بدأ التسابق لإرسال مركبات فضائية إلى القمر وتصوير الجانب المظلم فأرسلت مجموعة من الأقمار الروسية والأقمار الأمريكية.

أواخر الستينات من القرن الماضي بدأ برنامج أبولو لإرسال رائد فضاء والهبوط على القمر، وكانت رحلة (أبولو 11) أول رحلة ناجحة للهبوط على القمر بواسطة رائد الفضاء الأمريكي نيل أرموسترونج ورفيقاه **الشكل 12–2** عام 1969، واستمر هذا البرنامج إلى 1974 كما أرسلت مركبات فضائية عديدة لاستكشاف كواكب المجموعة



الشكل 10–2 القمر الروسي سبوتنك 1.

الشكل 11–2 الكلبة لايكا في أول رحلة فضاء لمخلوق حي.

الشمسية، مثل: كوكب عطارد والزهرة والمريخ، حيث هبطت على سطح المريخ المركبة المشـهورة (فايكنج) في منتصف السبعينات من القرن الماضي وأرسلت أيضًا المركبة الفضائية (فويجر 1)، و(فويجر 2) **الشـكل 13–2**، التي قامت في استكشـاف كواكب المجموعة الشمسـية خصوصًا الكواكب الغازية وهي: المشتري وزحل وأورانوس ونبتون، وتوالت بعد ذلك كثير من هذه المركبات التي اكتشفت المجموعة الشمسية.

المركبات الفضائية Spacecraft

المركبات الفضائية Spacecraft هي أنظمة مصممة ومبنية للعمل في الفضاء تختلف أنواعها باختلاف مهامها.

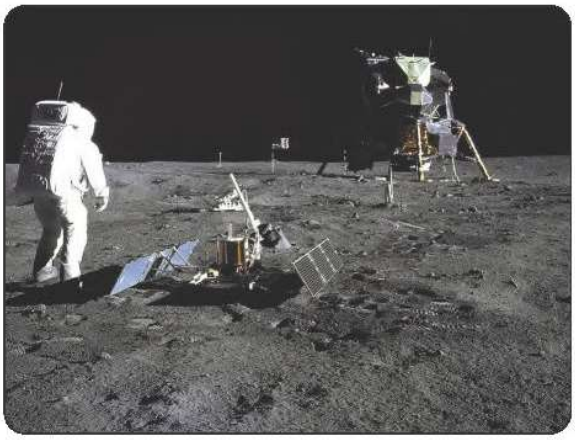
و يمكن تصنيفها على النحو الآتي:

1. الأقمار الصناعية Satellites

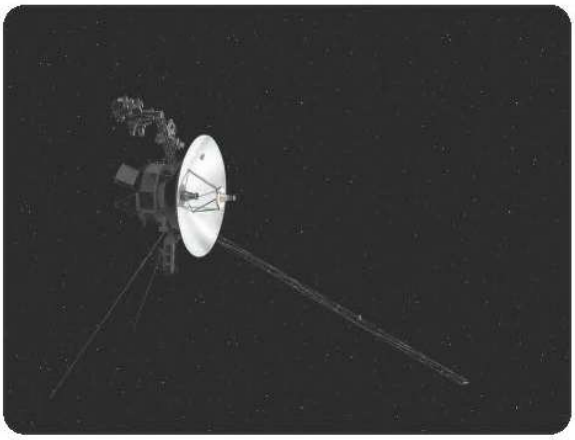
هي مركبات صممت لتدور في مدارات حول الجرم السماوي ولها عدة وظائف بحسب مداراتها، وتخضع حركة **الأقمار الصناعية Satellites** حول الكـرة الأرضية إلى قوانين كبلر التي تحدد حركـة الكواكب. وهذه القوانين تنص على أنه كلـما كان القمر واقعًا في مدار أعلى، تحرك بسرعة أبطأ. ويُطلق القمر الصناعيّ إلى الفضاء بواسطة صاروخ، حيث يدور هذا القمر الصناعيّ حـول الأرض عندما تتوازن السرعة من خـلال الجاذبيّة الأرضيّة، إذ بدون التوازن إما أن يطير في خط مستقيم إلى الفضاء، أو يسقط إلى الأرض.

الربط مع الفيزياء

قـام رواد فضـاء رحلـة أبولـو11 القمريـة بتجـارب عـدة، أشـهرها: تجربـة السـقوط الحـر التـي اسـتخدموا فيهـا ريشـة النـسر ومطرقـة؛ حيـث إنـه عندمـا أسـقطهما رائـد الفضـاء سـقطا معًـا نتيجـة عـدم وجـود مقاومـة مـن الهـواء عـلى سـطح القمـر، و هـذا يؤكـد مـا أشـار إليـه العـالم غاليليـو حـول أن الأجسـام تسقط بنفس التسارع.



الشكل 12–2 رحلة أبولو 11 القمرية.



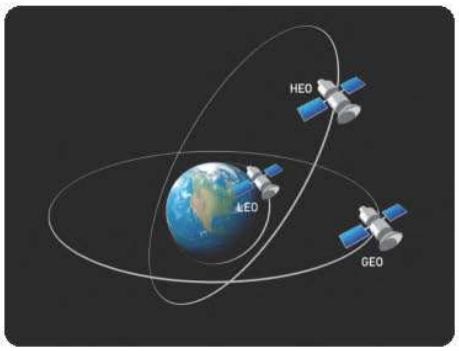
الشكل 13–2 المسبار فويجر 2.

بداية
beadaya.com | موقع بداية التعليمي

و لذا يتم تصنيفها إلى عدة أنواع بحسب مداراتها الآتية **الشكل 14–2**:

المدار الأرضي المنخفض Low Earth orbit (LEO)

مدار قريب من سطح الأرض، على ارتفاع أقل من 2000 Km، وهو المدار الأكثر استخدامًا للتصوير عن طريق الأقمار الصناعية، حيث إن قربه من السطح يسمح له بالتقاط صور بدقة أعلى. وهو أيضًا المدار المستخدم لمحطة الفضاء الدولية (ISS)، وتتحرك الأقمار الصناعية في هذا المدار بسرعة حوالي 7.8 Km /s، بهذه السرعة يستغرق القمر الصناعي حوالي 90 min لإكمال دوره حول الأرض.



الشكل 14–2 أنواع مدارات الأقمار الصناعية.

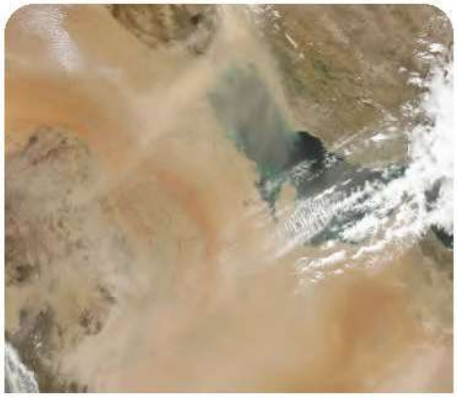
المدار الأرضي المتوسط Medium Earth orbit (MEO)

يقع هذا المدار على مسافة 2000 إلى 35000 km من سطح الأرض، هذا المدار مثالي للملاحة والأقمار الصناعية للاتصالات، يستغرق القمر الصناعي على هذا المدار 12h لإكمال دورة حول الأرض، أي أنه يدور مرتين في اليوم ومن أشهر أنواع الأقمار الصناعية في هذا المدار أقمار نظام تحديد المواقع العالمي (GPS) **الشكل 15–2**.

الشكل 15–2 أقمار نظام تحديد المواقع العالمي.

المدار الثابت للأرض Geostationary orbit (GEO)

هو مدار دائري يقع مباشرة فوق خط الاستواء على ارتفاع 35786 km من سطح الأرض، يتحرك في اتجاه دوران الأرض بنفس سرعة دورانها أي أن فترة دورانه مساوية لفترة دوران الأرض؛ لذا هو ثابت لمنطقة معينة ويدور مع هذه المنطقة. الأقمار التي تقع في هذا المدار هي أقمار مراقبة الطقس **الشكل 16–2** لأنها تحتاج إلى رؤية ثابتة لنفس المنطقة، وأيضًا أقمار الاتصالات السلكية واللاسلكية والقنوات الفضائية حتى لايتم تغيير اتجاه الهوائي.



الشكل 16–2 صورة للسحب ملتقطة من قمر صناعي متخصص برصد الطقس.

beadaya.com

المدار القطبي الارضي: Earth's Polar Orbit

تتحرك الأقمار الصناعية في المدارات القطبية من الشمال إلى الجنوب مرورًا تقريبًا فوق قطبي الأرض، وهي تقع على ارتفاعات منخفضة بين 200 إلى 1000 km، و يستخدم العلماء سلسلة صور هذه الأقمار للمساعدة في التنبؤ بالطقس أو العواصف وحرائق الغابات **الشكل 17–2** والفيضانات.

ماذا قرأت؟ ما القمر الصناعي المناسب لعمل إنذار مبكر لإعصار؟

الأقمار الصناعية في المدار القطبي الأرضي.

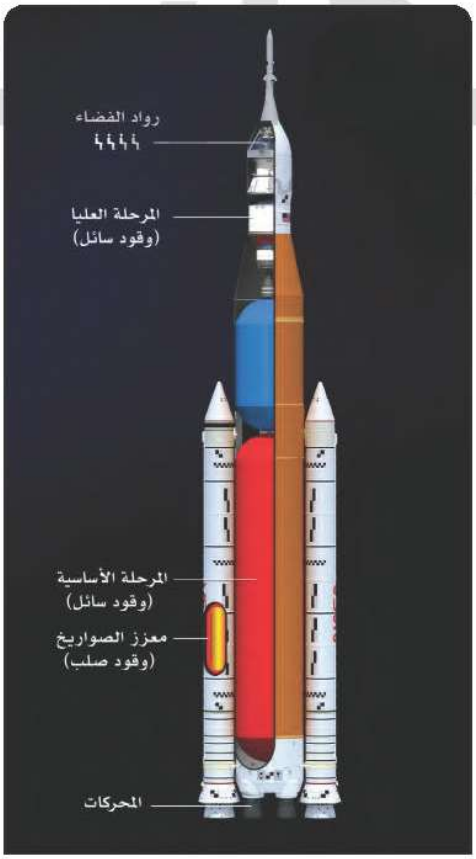
الشكل 17–2 حرائق غابات ملتقطة من قمر متخصص برصد ملوثات البيئة.

2. محطات الفضاء Space Station:

محطة الفضاء Space Station هي مركبة مصممة من عدة وحدات معملية ومعيشية يتناوب على العمل فيها رواد الفضاء لعدة أشهر، وتدور حول الأرض في المدار الأرضي المنخفض، وتجرى في المحطات الفضائية التجارب والاختبارات والأبحاث، وهناك وحدة خاصة للعودة إلى الأرض.

هناك محطتان فضائيتان، الأولى محطة الفضاء الدولية (ISS) **الشكل 18–2** وهي بالتعاون مع خمس وكالات فضائية: الأمريكية، الروسية، الأوروبية، اليابانية، الكندية. والثانية محطة الفضاء الصينية (TSS).

الشكل 18–2 محطة الفضاء الدولية



الشكل 19–2 تركيب صاروخ الإطلاق لمركبات الفضاء المأهولة.

مهن مرتبطة

رائد فضاء:

تتمثل مهنة رائد الفضاء في قيادة مركبة الفضاء أو القيام بمهمات فضائية دقيقة داخل المركبة أو خارجها أو القيام بإجراء تجارب هندسية أو طبية أو علمية عامة.

موقع بدائل

3. مركبات الفضاء المأهولة Manned Space Vehicles

مركبات الفضاء المأهولة Manned Space Vehicles هي مركبات فضاء يقودها رواد فضاء، ويقومون بعدة تجارب عبر معامل صممت لعدة أغراض، وعند اكتمال مهمتهم يعودون إلى الأرض عن طريق نفس المركبة **الشكل 19–2**.

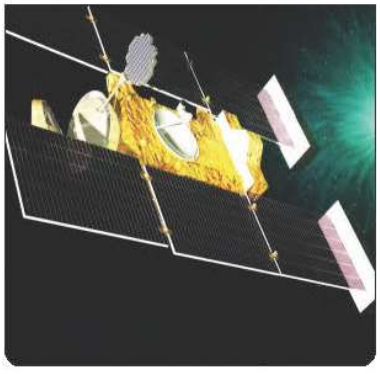
4. مركبات الفضاء غيرالمأهولة Unmanned Space Vehicle

تتنوع **مركبات الفضاء غير المأهولة Unmanned Space Vehicle** فهناك مركبات استطلاع، تقترب من الجرم سواء كان كوكبًا، أو قمرًا، أو كويكبًا، أو مذنبًا، ثم تبتعد عنه وفي أثناء اقترابها تأخذ العديد من الصور والقياسات وتبعث بها إلى محطات المراقبة الأرضية أو تعود إلى الأرض بعينات ترابية كمركبة (ستاردست stardust) **الشكل 20–2** التي ظلت تجمع الغبار من مخلفات مذنب (wild2) **الشكل 21–2**. وهناك مركبات يهبط منها مركبة (Rover) تقوم بالعديد من التجارب ومتنقلة بين أرجاء السطح تأخذ العينات وتقوم بتحليلها وترسل بياناتها إلى محطات المراقبة الأرضية، ومن أمثلة هذه المركبات مركبة (برسفيرنس Perseverance) المريخية **الشكل 22–2**.

وأيضًا توجد مركبات تهبط بهدوء دون أن تتحطم، وبعد نزولها تأخذ العديد من الصور والقياسات باعثه بها إلى محطات المراقبة الأرضية.

ماذا قرأت؟ كيف يستطيع العلماء الحصول على بيانات وعينات المركبات الفضائية غير المأهولة؟

مركبات الاستطلاع مثلاً تأخذ العديد من الصور والقياسات وتبعث بها إلى محطات المراقبة الأرضية أو تعود إلى الأرض بعينات ترابية. وهناك مركبات يهبط منها مركبة تقوم بالعديد من التجارب ومتنقلة بين أرجاء السطح تأخذ العينات وتقوم بتحليلها وترسل بياناتها إلى محطات المراقبة الأرضية.



الشكل 20–2 مركبة ستاردست.

الشكل 21–2 عينة من مخلفات مذنب ويلد2 التي جمعتها مركبة ستاردست.

الشكل 22–2 مركبة برسفيرنس.

فكر معنا

ما أبرز المشاكل التي قد يواجهها رواد الفضاء عند القيام برحلات مدارية؟

الربط مع البيئة

استطاع مسبار الفضاء «دارت» عام 2022 من الاصطدام بكويكب ديمورفوس الذي بلغ عرضه 160m على بعد 11×10^6 Km من أرضنا، وحرفه عن مساره بنجاح، وذلك في تجربة لمعرفة مدى إمكانية منع صخرة كبيرة في الفضاء من الاصطدام بالأرض، وذلك بحرفها عن مسارها بسلام.

beadaya.com

تجربة

العلاقة بين حمولة الصاروخ وسرعة انطلاقه

تستخدم المركبات الفضائية (الصواريخ) لنقل الأشخاص أو نقل حمولات من الأرض إلى الفضاء الخارجي. وتوضع حمولة الصاروخ قرب قمته، وتكون مغطاة بغطاء يحميها أثناء الإقلاع من أحوال الطقس الخارجية وتنفصل الحمولة بعد الوصول للهدف.

خطوات العمل

1. خذ كمية من بيكربونات الصوديوم بواسطة الملعقة الصغيرة وضعها داخل علبة فيتامين سي بها 5 مل ماء.
2. أحكم إغلاقها وضعها بشكل رأسي بجانب مبنى المدرسة الخارجي. لاحظ انطلاقها وحدد موقعها بالنسبة للمبنى.
3. أعد الخطوة 2 بإضافة كمية من بيكربونات الصوديوم بواسطة الملعقة الكبيرة .

التحليل

4. أي الحالتين كان الارتفاع الذي وصلت له العلبة كبيرًا ؟
5. ما العلاقة بين ارتفاع الصاروخ وبين كمية وقوده؟
6. هل من المناسب تقليل حمولة الصاروخ أم زيادة كمية وقوده لإيصاله إلى مداره؟

جواب 4- من المتوقع أن الارتفاع الذي وصلت إليه العلبة كان أكبر عند استخدام كمية أكبر من بيكربونات الصوديوم، لأن ذلك يعني توليد كمية أكبر من الغازات التي تدفع العلبة للأعلى.

جواب 5- هناك علاقة طردية بين كمية الوقود والارتفاع الذي يمكن أن يصل إليه الصاروخ، بشرط أن تكون الحمولة ثابتة. كلما زادت كمية الوقود، زادت الطاقة المتاحة لدفع الصاروخ لارتفاعات أعلى.

جواب 6- من المناسب زيادة كمية الوقود لإيصال الصاروخ إلى مداره، وذلك لأن الصاروخ يحتاج إلى سرعة معينة للوصول إلى مداره، وكمية الوقود تؤثر بشكل مباشر على سرعة الصاروخ.

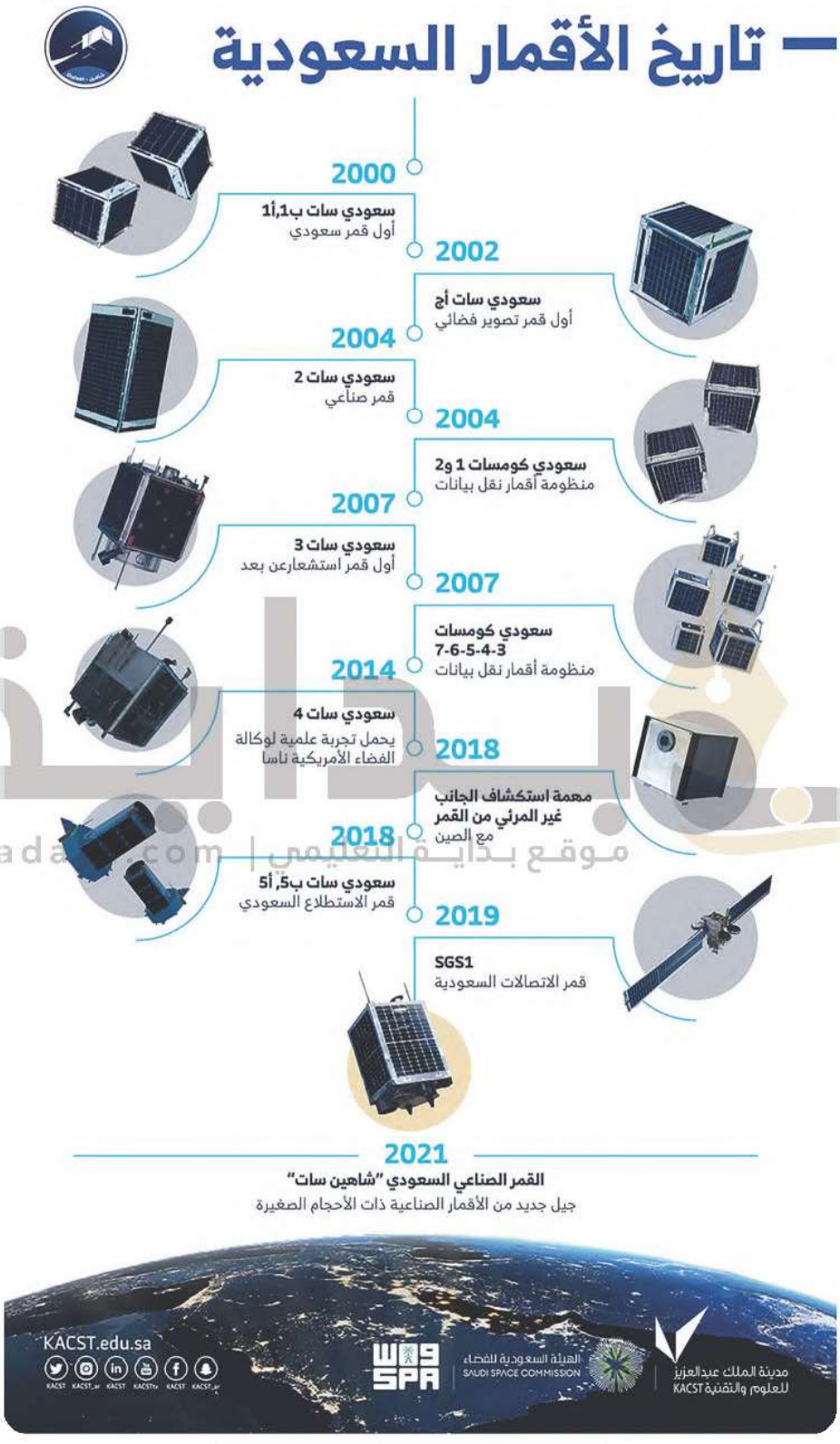
تاريخ المملكة العربية السعودية في الفضاء
History of Saudi Arabia in space

تسعى المملكة العربية السعودية إلى تحقيق الريادة الإقليمية في مجالات الفضاء والمساهمة في التنمية المستقبلية لهذا القطاع الحيوي، وتعمل المملكة العربية السعودية على تقنيات وأنظمة الفضاء من خلال التعاون الوطني والدولي في برامج البحث والتطوير ونقل التكنولوجيا وتوطينها. في عام 1985 أصبح صاحب السمو الملكي الأمير سلطان بن سلمان بن عبد العزيز آل سعود أول رائد فضاء عربي مسلم عندما شارك في مهمة فضائية على متن مكوك "ناسا ديسكفري" الذي حمل معه ثاني قمر صناعي عربي، كأخصائي حمولة ضمن رحلة (STS-51G Discovery) والتي استغرقت مدتها أسبوعًا كاملًا من 17 إلى 24 يونيو 1985.

كما حققت مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية العديد من الإنجازات بإطلاقها 17 قمرًا صناعيًا سعوديًا بين عامي 2000 و2022 **الشكل 23–2**، وشاركت مع وكالة الفضاء الأمريكية "ناسا" وجامعة ستانفورد بتنفيذ تجارب علمية في الفضاء عام 2014 على القمر الصناعي (سعودي سات 4). إلى جانب ذلك، تعاونت مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية مع إدارة الفضاء الوطنية الصينية في مهمة (Chang'e 4 lunar) في عام 2018، لاستكشاف الجانب المظلم للقمر **الشكل 24–2**.

وتطلعًا لأحدث التقنيات والفرص في قطاع الفضاء السعودي. تتوافق أهداف الهيئة السعودية للفضاء مع تطلعات المملكة نحو حياة أكثر جودة وتقدم، حيث تتوافق مع رؤيتها لخلق بيئات أفضل وأكثر أمانًا لمواطنيها، مع خلق فرص جديدة لمزيد من الابتكارات المربحة الداعمة للاقتصاد السعودي.

وفي يونيو 2023 تم إصدار قرار مجلس الوزراء رقم 13 بتحويل مسمى الهيئة السعودية للفضاء لتكون وكالة الفضاء السعودية.



الشكل 23–2 تاريخ الأقمار الصناعية السعودية .

بداية
موقع بداية التعليمي | beadaya.com

السعودية نحو الفضاء

أعلنت المملكة العربية الســـعودية في يوم الأحد بتاريخ 21/ 05/ 2023 عن إرسال أول رائدة فضاء ســـعودية ورائد فضاء ســـعودي إلى محطة الفضاء الدولية، حيث انضمت (رائدة الفضاء ريانة برناوي، ورائد الفضـــاء علي القرني) إلى طاقم مهمة AX-2 الفضائية بهدف بناء القـــدرات الوطنية في مجال الرحلات المأهولة؛ لأجل البشرية والاســـتفادة من الفرص الواعدة التي يقدمها قطاع الفضاء وصناعاته عالميًا، وتهدف هذه المهمة إلى إجراء 14 تجربة علمية وبحثية رائدة في الجاذبية الصغرى تتضمّن ثلاث تجارب تعليمية توعوية لطلاب التعليم العام تســـهم نتائجها في تعزيز مكانة المملكة عالميًا في مجال استكشاف الفضاء، وخدمة البشرية، وإبراز دور مراكز الأبحاث السعودية .

كما تضمـــن البرنامج تدريب رائدة ورائد فضاء آخرين على جميع متطلبات المهمة كطاقم احتياطي، وهما (مريم فردوس و علي الغامدي).

مختبر حل المشكلات

تستخدم الأقمار الصناعية مدارات محددة من أجل القيام بمهمات أرضية أو فضائية حيث لكل مدار خصائصه التي تساعد القمر الصناعي على أداء مهامه بدقة كما تظهر من خلال الجدول الآتي :

	LEO	MEO	GEO
ارتفاع	2896	14484	35786
الفترة العمرية	5 سنوات	10 سنوات	15 سنة
الفترة المدارية	95–115 دقيقة	3–7 ساعة	24 ساعة

التحليل

1. إذا أردت تصميم قمر صناعي مخصص لرصد الزحام المروري في مدن المملكة الكبرى وقت الذروة مستعيناً بالجدول الذي أمامك اقترح اختيار المدار المناسب لوضع قمرك الصناعي فيه وذلك بناء على موقع المهمة و فترتها الزمنية لتستطيع الحصول على البيانات المطلوبة بكل دقة .

التفكير الناقد

2. ابحث في الشبكة العنكبوتية عن مميزات أخرى لمدارات **GEO** و **LEO** و **MEO** و اضفها للجدول السابق و بناء عليها ناقش أي المدارات السابقة تلجأ إليه معظم دول العالم؟

جواب 1:

بناءً على الجدول المرفق يمكن القول أن المدار الأرضي المنخفض (LEO) قد يكون الأنسب لهذه المهمة نظرًا لقربه من سطح الأرض، مما يسمح بالحصول على صور عالية الدقة مظهرة تفاصيل الزحام المروري وتحديثات متكررة للبيانات.

جواب 2:

مدار GEO (المدار الثابت بالنسبة للأرض): يتميز بأن القمر الصناعي يظهر ثابتًا في السماء بالنسبة لنقطة معينة على الأرض، مما يجعله مثاليًا للاتصالات والبث التلفزيوني.

مدار MEO (المدار الأرضي المتوسط): يتميز بأنه يوفر تغطية جيدة ويستخدم لأنظمة الملاحة مثل GPS2.

مدار LEO (المدار الأرضي المنخفض): يتميز بقربه من الأرض مما يسمح بالتقاط صور عالية الدقة ويستخدم للتصوير والاستشعار عن بعد.

معظم دول العالم تستخدم مدار LEO للأقمار الصناعية المخصصة للتصوير والاستشعار عن بعد بسبب قربه من الأرض ودقة الصور التي يمكن الحصول عليها. بينما يستخدم مدار GEO بشكل أساسي للاتصالات والبث التلفزيوني بسبب ثباته في السماء.

التقويم 2–2

الخلاصة

المركبات الفضائية هي أنظمة مصممة ومبنية للعمل في الفضاء تختلف أنواعها باختلاف مهامها.

ويمكن تصنيفها على النحو الآتي:

- الأقمار الصناعية.
- محطات الفضاء.
- مركبات الفضاء المأهولة.
- مركبات الفضاء غير المأهولة.

أنواع مدارات الأقمار الصناعية:

المدار الأرضي المنخفض، المدار الأرضي المتوسط، المدار الثابت للأرض، المدار القطبي الأرضي.

فهم الأفكار الرئيسة

1. قارن بين أقمار المدار القطبي وأقمار المدار الأرضي الثابت من حيث أيهما الأنسب لمتابعة مباشرة لحريق في منطقتك.
2. يريد رواد فضاء القيام بتجارب علمية تستغرق 4 أشهر، فما التقنية الفضائية المناسبة لهم مبينًا سبب اختيارك.

التفكير الناقد

يرغب العلماء في الحصول على عينة ترابية من إحدى الكويكبات التي بدأت تقترب من مدار الأرض حول الشمس؛ وذلك لدراسة مكوناته الأولية وعلاقتها ببناء النظام الشمسي.

حدد التقنيات الضرورية للقيام بهذه المهمة مبينًا دور كل تقنية.

جواب 1:

الأقمار الصناعية في المدار القطبي تعتبر أنسب من أقمار المدار الأرضي الثابت (GEO) وذلك لأن الأقمار الصناعية في المدار القطبي تدور حول الأرض بميل مرتفع، مما يسمح لها بتغطية كل منطقة على سطح الأرض خلال دوران الأرض. هذا يجعلها مثالية لمراقبة الأحداث الديناميكية مثل الحرائق لأنها تستطيع توفير صور متكررة ومحدثة للمنطقة المعنية. بينما أقمار المدار الأرضي الثابت تظل ثابتة فوق نقطة معينة على خط الاستواء، مما يجعلها أقل فعالية لمتابعة حدث متحرك أو متغير بسرعة مثل حريق.

جواب 2:

التقنية الفضائية المناسبة هي مركبة فضائية مأهولة، وذلك لأن هذه التقنية تسمح لرواد الفضاء بالتواجد في الفضاء لفترة طويلة، تسمح لهم بإجراء التجارب العلمية التي تستغرق عدة أشهر. تحتوى هذه التقنية على مختبر علمي مجهز بأحدث المعدات والتقنيات اللازمة لإجراء التجارب العلمية.

.

التفكير الناقد:

المركبة الفضائية: بحيث تكون مجهزة للسفر إلى الكويكب والعودة بأمان إلى الأرض ويجب أن تحتوي على نظام دفع فعال ونظام ملاحة دقيق.

الذراع الآلية: لجمع العينات من سطح الكويكب.

كبسولة العودة: لتخزين العينات فيها لحمايتها من التلوث أثناء العودة.

نظام الهبوط: يجب أن تكون الكبسولة مزودة بنظام هبوط يضمن لها هبوطاً آمناً.

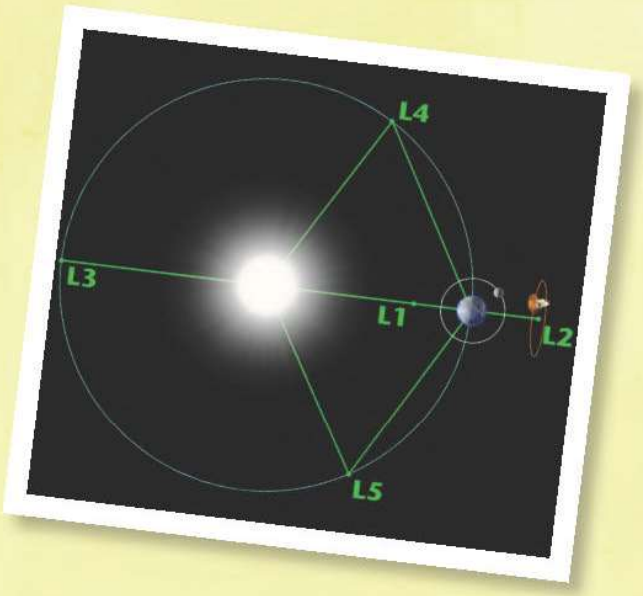
غرفة نظيفة: لفتح وتحليل العينات دون تلوث.

التحليل المخبري: يتم استخدام مجموعة متنوعة من الأساليب العلمية لتحليل العينات واستخلاص المعلومات حول تكوين الكويكب وتاريخه.

تطبيقات فضائية

ما الذي يجعل نقاط لاغرانج مواقع مهمة في الفضاء

إذا كان لدينا جسمان فائقي الكتلة، فإن قوى الجاذبية ستتوازن تمامًا بينهما في 5 أماكن، وفي كلٍ من هذه الأماكن الخمسة يمكنك وضع قمر صناعي له كتلة صغيرة نسبيًا، وتحافظ على موقعه ببذل القليل من الجهد. فعلى سبيل المثال، يمكنك وضع تلسكوب فضائي أومستعمرة مدارية، وعندها ستحتاج القليل من الطاقة أو لا شيء منها للحفاظ على موقعها، و قد وجد علماء الفلك هدفهم المنشود في أماكن مميزة من نظامنا الشمسي أطلق عليها اسم نقاط لاغرانج.



فموقع النقطة L1 من نظام الشمس-الأرض مكان عظيم لتركيز تلسكوب شمسي، حيث إنها أقرب قليلًا إلى الشمس، ولكن موقعها سيسمح لها بإرسال البيانات ثانيةً لنا على الأرض.

وقد أُعد تلسكوب جيمس ويب الفضائي لوضعه في النقطة L2 من نظام الشمس-الأرض، وهي تقع على بعد حوالي 1.5 مليون كيلومتر من الأرض.

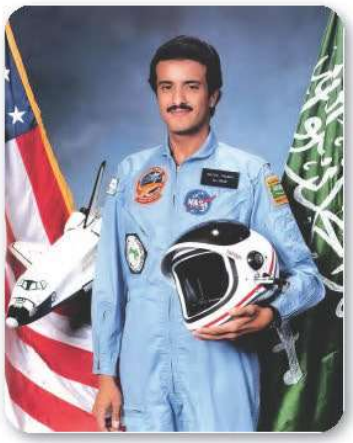
ومن هناك، ستكون كل من الشمس والأرض والقمر واقعة في مكان صغير في السماء، لتترك بقية الكون حرًا أمام عمليات الرصد.

أما نقطة L1 من نظام الأرض- القمر ستكون المكان المثالي لوضع محطة قمرية يُعاد تزويدها بالوقود، وهي مكان يسهل منه الوصول إلى الأرض أو القمر مع حد أدنى من الوقود.

وتتمركز أغلب أفكار الخيال العلمي حول وضع محطة فضائية أسطوانية دوارة وعملاقة في نقاط L4 و L5 فهي ستكون مستقرة تمامًا في المدار، وعملية الوصول إليها سهلة نسبيًا، وستكون أكثر الأماكن مثاليةً لبدء استعمار النظام الشمسي.

بداية
بوابة التعليم
beadaya.com

رحلة صاحب السمو الملكي
الأمير سلطان بن سلمان للفضاء*



" رحلة سلطان لم تكن رحلة عادية أو نزهة، وإنما كانت لخدمة أهداف علمية لصالح العلم والتعليم.. ويجب أن نعتز بها كمواطنين سعوديين؛ بأننا وصلنا إلى مرحلة من التعليم والتطور جعلتنا نستوعب هذه المهمة، وجعلت علماءنا يقومون بأبحاث فضائية لخدمة العِلم في المملكة العربية السعودية والبلاد العربية والإسلامية. "

كلمة خادم الحرمين الشريفين الملك سلمان بن عبد العزيز آل سعود لوكالة الأنباء السعودية في 29 رمضان 1405هـ الموافق 17 يونيو 1985.

الفكرة والانطلاقة

بدأت الفكرة انطلاقا من سعي المملكة إلى دعم العلماء والباحثين من خلال مجموعة واسعة من المشاريع التنموية الشاملة في مجالات متعددة؛ حيث كان أحدها مشاركة المملكة في رحلة الفضاء ديسكفري عام (1985) وقد كانت أول ريادة إسلامية وعربية في الفضاء.

قصة الترشيح

يذكر صاحب السمو الملكي الأمير سلطان بن سلمان أنه عندما رُشح لهذه المهمة الفضائية عادت به الذاكرة إلى العام (1969)؛ حيث قال: "لقد تابعت آنذاك وأنا شاب في سن الثالثة عشرة البث التلفزيوني لصعود أول إنسان إلى سطح القمر، وتابعنا في المملكة باهتمام بالغ نزول نيل أرمسترونج أول إنسان تطأ قدماه سطح القمر في (20 يوليو 1969)في رحلة أبولو 11".

* خادم الحرمين الشريفين الملك سلمان يحي ابنه سلطان عند استقبال الفريق المشارك في رحلة الفضاء في 20 يوليو 1985.

ثم ذكر: " لقد كان لذلك الحدث أثر بالغ في تشكيل تاريخ الإنسانية، وفي الشباب في بلادنا، وبقية شعوب العالم". ومنذ تلك اللحظة عُمل على كافة الجوانب المتعلقة بالمهمة ومنها كان تشكيل الفريق العملي .

برنامج التدريب

كان برنامج الإعداد لرحلة الفضاء طموحًا إلى أبعد الحدود لما تضمنه من ثراء في الأهداف، و ذكرت مديرة برنامج التدريب الذي أعدته «ناسا» لصاحب السمو الملكي ولزميله الاحتياطي عبدالمحسن البسام؛ المهندسة الأمريكية كاثي أبوالتين أن تدريب رائد الفضاء كي يصبح أخصائيَ حمولة يحتاج إلى نحو (114) ساعة تدريب؛ أي من ستة أشهر إلى ثمانية عشر شهرًا، كما جرى مع باتريك بودري أخصائي الحمولة الفرنسي مثلًا. ولكن نظرًا إلى ضيق الوقت؛كان من الضروري تكثيف البرنامج جدًّا؛ حتى يستطيع رائد الفضاء وزميله استيعابه في مدة زمنية قياسية استغرقت نحو عشرة أسابيع فحسب، أي منذ بداية إبريل حتى منتصف يونيو (1985).

بداية
موقع بداية التعليم
beadaya.com

التجارب العلمية

اختير البرنامج العلمي بعناية ليشـــمل المجالات الرئيسة في علوم الفضاء، وتقنياته ،والاستشعار عن بعد؛ وكان أبرز التجارب العلمية:

- التصوير الفضائي لبعض مناطق المملكة للحصول على معلومات جيولوجية وطقسية، وغيرها .
- رصد هلال شهر شوال حيث كان موعد بدء الرحلة في (12 يونيو 1985) أي (24 رمضان)؛ مما يتيح الفرصة لرؤية هلال بداية شهر شوال، لكن أُلغيت التجربة عند تأخر موعد إطلاق المكوك.
- تجربة فصل السوائل التي أُجريت لأول مرة على عينات من خليط الماء وزيت البترول العربي الخام.
- تجربة الغاز المؤين حيث أضافت هذه التجربة مفاهيم علمية جديدة لظاهرة انتشار الغازات في الفضاء، وتأثير درجة تأينها على المجال الكهربائي المحيط بالمركبات الفضائية والأقمار الصناعية.

صورة تذكارية تجمع رائـد الفضاء العربي مـع الفريق العلمي السعودي (نحو 19 عالمًا وباحثًا).

بالإضافة إلى تجارب دولية أخرى كانت على متن الرحلة من أمريكا، وفرنسا ،والمكسيك، وألمانيا الغربية.

الإنجاز

كانت المركبة الفضائية قد وصلت إلى مدارها على بعد (320) كيلو مترًا من سطح الأرض، بعد مضي نحو خمس وأربعين دقيقة من موعد الإقلاع، وبعد ست ساعات من انطلاق المكوك من الأرض، بدأ الاستعداد لنشر الأقمار الصناعية التجارية الثلاثة، ثم -بعد ذلك- بدأ رائد الفضاء الفرنسي تجاربه الطبية حول دراسة التغيرات التي تطرأ على جسم الإنسان في حالة انعدام التوازن.

وكانت أهم الإنجازات:

- مشاركة أول رائد فضاء عربي مسلم في مهمة فضائية.
- النجاح في وضع القمر العربي الثاني في مداره، واستقبال الإشارات، وتشغيله.
- صرح جيسي مور مدير رحلات رواد الفضاء بوكالة ناسا بأن الرحلة (G51) تُعد من أنجح الرحلات المكوكية التي تحققت في تاريخ «ناسا» حتى تاريخه.
- شـــهد القمر الصناعي أول تجربة له حينما نقل التلفاز السعودي وقائع صلاتي المغرب والعشاء من مكة المكرمة والمدينة المنورة تباعًا على الهواء مباشرة يوم الخميس (6 ذو الحجة 1405 هـ) الموافق (22 أغسطس 1985)؛ أي في أقل من أسبوع على إطلاقه، وكانت أول صورة حية يبثها القمر العربي هي صورة الكعبة المشرفة، كما نجح بعد ذلك في نقل مشاعر الحج كاملة وصلاة العيد لعام(1405هـ) حية على الهواء لملايين المسلمين في ثلاثٍ وعشرين دولة عربية وأوروبية.

* المرجع

7 أيام في الفضاء قصة أول ريادة عربية للفضاء، ســـلطان بن سلمان آل سعود، 1440 هـ.

مختبر الفضاء

قانون كبلر الثالث

الهدف

1. قياس الفترة المدارية لكوكب.
2. قياس نصف المحور الأكبر لمدار الكوكب.
3. إثبات قانون كبلر الثالث.

المواد:

1. آلة حاسبة.
2. تلسكوب Microsoft على الويب.

خطوات العمل

1. قم بفتح البرنامج عبر الرابط على الشبكة العنكبوتية، اضغط على أيقونة "انظر إلى" بالقائمة السفلية واختر (النظام الشمسي).
2. قم باختيار كوكب عطارد واضغط على أيقونة "منظـر" بالقائمة العلوية، وقم بتحريك المدة الزمنية إلى عدة سـنوات لحساب الفترة المدارية للكوكب.
3. سجل قيمة الزمن الدوري في الجدول، ثم اوجد قيمة T^2.
4. أوجد قيمة نصـف المحور الأكبر لمدار الكوكـب a ثـم أوجد a^3 وسـجلها بالجدول.
5. أعد الخطـوات (2–4) لكواكـب الزهرة، الأرض، المريخ، المشتري.
6. مثل بيانيًا a^3 و T^2. ما نوع العلاقة.
7. هل تم إثبات قانون كبلر الثالث من الرسـم البياني؟ فسر ذلك.

Planet	نصف المحور الأكبر a AU	الفترة T المدارية سنة	T^2	a^3
عطارد				
الزهرة				
الأرض				
المريخ				
المشتري				

بداية
موقع بداية التعليمي | beadaya.com

الفصل 2

دليل مراجعة الفصل

الفكرة العامة تخضع الأجرام السماوية والأنظمة الفضائية لمجموعة من القوانين التي تحدد خصائص حركتها وديناميكيتها السماوية.

المفردات	المفاهيم الرئيسة

2–1 قانون الجاذبية وقوانين كبلر

قانون كبلر الأول

البعد الحضيضي

البعد الأوجي

قانون كبلر الثاني

قانون كبلر الثالث

سرعة الهروب

الفكرة الرئيسة قوانين كبلر تصف شكل وخصائص حركة الأجرام التي تسلكها حول بعضها والسرعات التي تتحرك بها والكتل المتبادلة بينها.

قانون كبلر الأول تدور الكواكب حول الشمس في مدارات على شكل قطع ناقص، وتقع الشمس في إحدى بؤرتيه.

البعد الحضيضي $r_p = a(1 - e)$

البعد الأوجي $r_a = a(1 + e)$

قانون كبلر الثاني الخط الواصل بين الكوكب والشمس يرسم مساحات متساوية في الفضاء في أزمنة متساوية.

قانون كبلر الثالث مربع مدة دورة الكوكب حول الشمس تتناسب مع مكعب نصف طول المحور الأكبر لمداره.

$$T^2 = a^3$$

السرعة المدارية لجرم سماوي

$$V = 30\sqrt{\left(\frac{2}{r} - \frac{1}{a}\right)}$$

كتلة كوكب له تابع

$$m = M\left(\frac{a_2}{a_1}\right)^3\left(\frac{T_1}{T_2}\right)^2$$

سرعة إفلات الكوكب

$$V_e = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$$

بداية
beadaya.com | موقع بداية التعليمي

2–2 التقنية الفضائية

المركبات الفضائية.

القمر الصناعي.

محطة الفضاء.

مركبة الفضاء المأهولة.

مركبة الفضاء غير المأهولة.

الفكرة الرئيسة استطاع الإنسان بواسطة التقنيات الفضائية من الوصول إلى أجرام لم تكن المناظير الفلكية كافية لدراستها.

أنواع المركبات الفضائية.

- الأقمار الصناعية، وأنواعها: منخفضة – متوسطة – ثابتة – قطبية.
- محطات الفضاء.
- مركبات مأهولة.
- مركبات غير مأهولة.

تقويم الفصل 2

مراجعة المفردات

في الصفحة التالية

وضح العلاقة بين المصطلحات الآتية في كل زوج مما يلي:

1. سرعة الهروب والسرعة المدارية.
2. المركبات المأهولة والمحطة الفضائية.
3. المدار القطبي والمدار الثابت.

أكمل الجمل الآتية بالمفردات المناسبة:

4. مربع مدة دورة الكوكب حول الشمس تتناسب مع مكعب نصف المحور الأكبر للمدار.
5. مركبات فضائية مأهولة يقودها رواد فضاء، ويقومون بتجارب عدة بها عبر معامل صممت لعدة أغراض.
6. أكمل الجدول التالي الذي يستعرض بعضًا من المهمات والتجارب الفضائية:

المهمة	المركبة الفضائية اللازمة
رصد البقع الشمسية	تلسكوب شمسي
أثر فقدان الجاذبية على العظام	محطة فضائية
مراقبة ناقلات النفط	قمر صناعي
جلب عينة من كويكب	مركبة فضائية غير مأهولة
إصلاح منظار هابل	مركبة فضائية مأهولة

تثبيت المفاهيم الرئيسة

اختر رمز الإجابة الصحيحة فيما يأتي:

7. تعاونت مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية مع إدارة الفضاء الوطنية الصينية في مهمة:

a. تشانج ليونار. c. ديسكفري ج.
b. ارتميس. d. ستاردست.

8. قانون يمكن منه إثبات أن سرعة الكوكب تتناسب عكسيًا مع بعده عن الشمس.

a. كبلر 1. c. كبلر 2.
b. كبلر 3. d. الجذب العام.

9. لاستقبال البث التلفزيوني فإننا نحتاج إلى قمر صناعي.

a. ثابت المدار للأرض. c. متوسط المدار.
b. منخفض المدار. d. قطبي المدار.

10. المدار المناسب لمحطة الفضاء الدولية.

a. المدار الأرضي الثابت. c. المدار المتوسط.
b. المدار المنخفض. d. المدار القطبي.

11. المركبة التي بالصورة التالية تمثل:

a. محطة فضاء. c. مركبة غير مأهولة.
b. قمر صناعي. d. مركبة مأهولة.

12. أكملت إحدى المركبات مهمتها على سطح المريخ، وأقلعت من على سطحه لتدور حوله بسرعة مدارية 4.6 km /s. فما مقدار سرعة الهروب من المريخ، وهل تستطيع الإفلات منه والعودة إلى الأرض؟

a. 5 km /s لا تستطيع الإفلات.
b. 4km/s تستطيع الإفلات.
c. 19 km /s لا تستطيع الإفلات.
d. 1.6 km /s تستطيع الإفلات.

13. تدور مركبة فضاء حول المشتري في مدار دائري وعلى بعد من مركزه يساوي 100 مرة نصف قطره، فإن سرعة المركبة بوحدة km /s:

a. 0.1 km /s.
b. 2 km /s.
c. 0.01 km /s.
d. 6 km /s.

موقع بداية التعليمي | Bedaya.com

1- سرعة الهروب والسرعة المدارية:

جواب 1:

- سرعة الهروب هي السرعة اللازمة لجسم للتغلب على جاذبية كوكب أو جرم سماوي ومغادرته إلى الفضاء.
- السرعة المدارية هي السرعة التي يحتاجها جسم للدوران حول الكوكب في مدار مستقر دون السقوط إليه أو الهروب من جاذبيته.

السرعة المدارية دائمًا أقل من سرعة الهروب لنفس الارتفاع فوق سطح الكوكب.

.

2- المركبات المأهولة والمحطات الفضائية.

جواب 2:

- المركبات المأهولة هي مركبات فضائية مصممة لنقل البشر والموارد إلى الفضاء والعودة بهم إلى الأرض.
- المحطات الفضائية،هي هياكل كبيرة موجودة في الفضاء توفر بيئة معيشية وعمل لرواد الفضاء لفترات طويلة.

تُستخدم لإجراء البحوث العلمية وتجارب في بيئة الجاذبية الصغرى.

المركبات المأهولة تُستخدم لنقل البشر والإمدادات إلى المحطات الفضائية والعودة بهم.

.

3- المدار القطبي والمدار الثابت.

جواب 3:

المدار القطبي هو مدار يمر فوق قطبي الكوكب، ويكون ميله حوالي 90 درجة، مما يجعله مثاليًا لمراقبة الأرض بشكل شامل. عادة ما يكون ارتفاعه منخفضًا، بين 200-1000 كيلومتر.

المدار الثابت بالنسبة للأرض (GEO) هو مدار دائري على ارتفاع 35,786 كيلومتر فوق خط الاستواء وفي نفس اتجاه دوران الأرض بنفس سرعة دورانها أي أن فترة دورانه مساوية لفترة دوران الأرض؛ لذا هو ثابت لمنطقة معينة ويدور مع هذه المنطقة.

المدار القطبي يوفر تغطية شاملة لسطح الأرض بينما المدار الثابت يوفر تغطية ثابتة لمنطقة معينة.

beadaya.com | موقع بداية التعليمي

2 تقويم الفصل

14. إذا أردنا إطلاق قمر صناعي يدور حول الأرض في مدار دائري بحيث تكون مدة دورته 24 hour؛ فإن بعده عن الأرض:

a. 60000 km.
b. 35786 km.
c. 20000 km.
d. 400 km.

أسئلة بنائية في الصفحة التالية

مستعينًا بالجدول الآتي أجب عن السؤال:

الكوكب	الفترة المدارية T (year)	نصف المحور a الأكبر AU
عطارد	0.24	0.39
الزهرة	0.61	0.72
الأرض	1.00	1.00
المريخ	1.88	1.52
المشتري	11.9	5.20

15. **فسر** سبب طول الفترة المدارية لكوكب المشتري؟

16. **اشرح** سبب عدم إفلات الطائرات الحربية النفاثة من جاذبية الأرض (ابحث عن سرعة هذه الطائرات) وحولها بوحدة km/s.

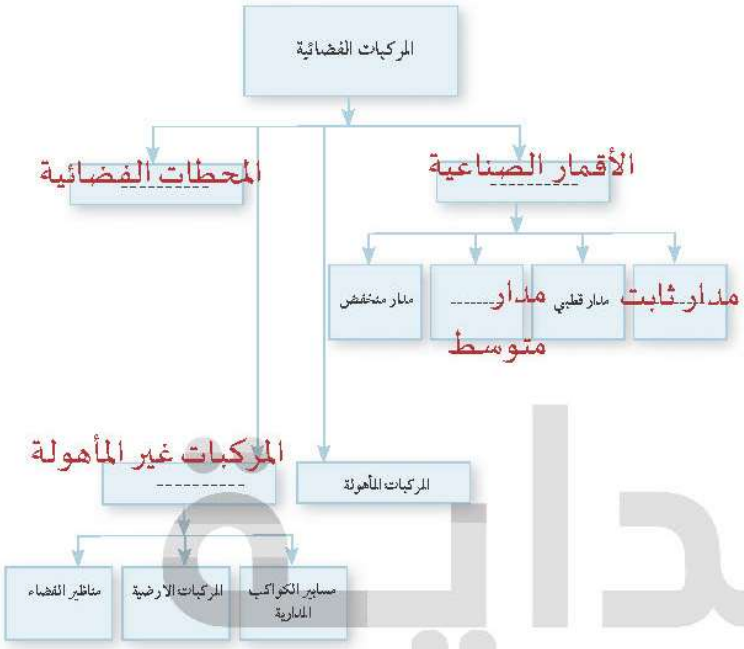
17. **صف** طريقة توصيل المؤونة إلى رواد الفضاء بالمحطة الدولية للفضاء مبينًا التقنيات الفضائية المستخدمة.

التفكير الناقد في الصفحة التالية

18. استطاع تلسكوب جيمس ويب من التقاط صورٍ لمذنب قصير الفترة المدارية، يتحرك خلال مدارات كواكب النظام الشمسي في مسار قطع ناقص، مما قد ينتج عنه اصطدامٌ بكوكب الأرض. مستعينًا بقوانين كبلر وقانون الجذب العام، ادرس العوامل التي تؤثر في مساره مما تعطي العلماء أملًا في تجنب الاصطدام به.

خريطة مفاهيمية

19. أكمل خريطة المفاهيم التي توضح تقنيات المركبات الفضائية:



سؤال تحفيز

20. يراد القيام بمهمة لدراسة أثر مخلفات كويكب على غلافنا الجوي. في ضوء دراستك للمركبات الفضائية، رتب اختيارك لهذه المركبات للقيام بهذه المهمة.

1- المسبار الفضائي.
2- المركبة الفضائية المأهولة.
3- المركبة الفضائية غير المأهولة.

بداية beadaya.com | موقع بداية التعليمي

15- فسر سبب طول الفترة المدارية لكوكب المشتري؟

جواب 15: تتناسب الفترة المدارية لكوكب ما طرديا مع مربع نصف المحور الأكبر للمدار وبما أن نصف المحور الأكبر للمدار للمشتري هو أكبر من نصف المحور الأكبر للمدارات الأخرى، فإن الفترة المدارية للمشتري هي الأطول.

.

16- اشرح سبب عدم إفلات الطائرات الحربية النفاثة من جاذبية الأرض (ابحث عن سرعة هذه الطائرات) وحولها بوحدة km/s.

جواب 16: لا تستطيع الطائرات الحربية النفاثة الإفلات من جاذبية الأرض لأنها لا تملك السرعة الكافية، سرعة الهروب من الأرض هي 11.2 كيلومتر في الثانية، بينما سرعة الطائرات الحربية النفاثة هي حوالي 3 كيلومتر في الثانية.

.

17- صف طريقة توصيل المؤونة إلى رواد الفضاء بالمحطة الدولية للفضاء مبيناً التقنيات الفضائية المستخدمة.

جواب 17: يتم توصيل المؤونة إلى رواد الفضاء في المحطة الدولية للفضاء عبر مركبات فضائية آلية تُعرف بمركبات الشحن. تُطلق هذه المركبات من الأرض محملة بالإمدادات وتلتحم بالمحطة عبر منافذ الإرساء. تستخدم تقنيات متقدمة للملاحة والتحكم لضمان الالتحام الآمن والدقيق بالمحطة.

.

18- استطاع تلسكوب جيمس ويب من التقاط صور لمذنب قصير الفترة المدارية، يتحرك خلال مدارات كواكب النظام الشمسي في مسار قطع ناقص، مما قد ينتج عنه اصطدام بكوكب الأرض. مستعيناً بقوانين كبلر وقانون الجذب العام، ادرس العوامل التي تؤثر في مساره مما تعطي العلماء أملاً في تجنب الاصطدام به.

جواب 18:

- قوة الجاذبية.
- الاصطدامات: قد يتسبب اصطدام المذنب بجسم آخر في تغير مساره.
- المقاومة الجوية.

beadaya.com | موقع بداية التعليمي

اختبار مقنن

اختيار من متعدد

اختر رمز الإجابة الصحيحة فيما يأتي:

1. إذا علمت أن متوسط نصف قطر مدار "تيتان" أكبر أقمار كوكب زحل يبلغ 1.22×10^9 m وفترته المدارية 15.95 day. وهايبريون قمر آخر من أقمار زحل يدور حوله بنصف قطر متوسط 1.48×10^9 m. فإن الفترة المدارية لهايبريون بالأيام:
   a. 23 day.
   b. 60 day.
   c. 120 day.
   d. 13 day.

2. يدور كوكب عطارد حول الشمس بمتوسط نصف قطر مداري يبلغ 5.8×10^{10} m. فإذا كانت كتلة الشمس 1.99×10^{30} kg. فإن الكوكب يستغرق للدوران حول الشمس مدة تقدر بـ:
   a. 65 day.
   b. 39 day.
   c. 88 day.
   d. 48 day.

3. إذا كان نصف قطر كوكب المشتري 71492 km وكانت كتلته (1.898×10^{27} kg)، فإن سرعة هروبه:
   a. 59.2 km/s.
   b. 45 km/s.
   c. 68 km/s.
   d. 77 km/s.

4. أول رائد فضاء هبط على أرض القمر هو:
   a. باز الدرين.
   b. آن ماكلاين.
   c. نيل أرموسترونج.
   d. الان شيبارد.

5. يمكن تطبيق قانون العام للجاذبية بين:
   a. الكواكب فقط.
   b. أي جسمين.
   c. الكواكب وأقمارها.
   d. الأقمار الصناعية والأرض

6. من الأمثلة على المركبات غير المأهولة:
   a. القمر الصناعي.
   b. محطة الفضاء الدولية.
   c. منظار هابل.
   d. a ، c معًا.

أسئلة الإجابات القصيرة

7. ما أول كائن تم إرساله في تجربة للفضاء؟ الكلبة لايكا
8. ما أقصى ارتفاع لوضع الأقمار الصناعية في المدار الثابت الأرضي؟ 35786 كم
9. ما العوامل المؤثرة لحساب قيمة سرعة هروب جرم ما من كوكب؟ كتلة الكوكب ونصف قطره
10. كيف تأكد كبلر من صحة قوانينه الثلاث؟ في الأسفل
11. ما العلاقة بين زمن دورة الكواكب المدارية حول الشمس وبعدها عنها؟

كلما كان الكوكب أبعد عن الشمس، كلما كان زمن دورته المدارية حولها أطول.

جواب 10: استخدم كبلر ملاحظات العالم الفلكي تيخو براهي الدقيقة للكواكب، وخاصة المريخ، لوضع قوانينه الثلاثة. عبر عمليات حسابية معقدة، توصل إلى قوانين تصف حركة الكواكب حول الشمس بدقة

موقع بداية التعليمي | e-bedaya.com