

الفصل الثامن

تدريس علوم الفضاء

المحتوى:

- من صاروخ البارود إلى غزو الفضاء.
- القوة اللازمة للسفر إلى الفضاء.
- الجاذبية الأرضية والقصور الذاتى.
- مدارات القمر الصناعى وعودته إلى الأرض.
- رجل الفضاء.

الأهداف السلوكية: -

- يرجى بعد الانتهاء من دراسة هذا الفصل أن تصبح قادراً على أن :-
- تحدد الوسيلة المناسبة لحمل القمر الصناعي أو سفن الفضاء.
- تستخدم أدوات بسيطة في شرح أهمية التحكم في حركة الصاروخ.
- تستنبط مفهوم السفر المتدرج للفضاء Staging .
- تحدد علاقة قانون الحركة الثالث بحركة الصاروخ.
- تذكر قانون يستخدم في حساب الطاقة النهائية للصاروخ.
- تستخدم قانون الطاقة النهائية للصاروخ في حل مشكلة ما.
- تحدد علاقة قوة الدفع الأولية للصاروخ بوزنه.
- تستنتج أثر عامل الجاذبية الأرضية في سفر الصاروخ.
- تستنتج السرعة التي تسقط بها الأجسام المختلفة على الأرض.
- تحدد تأثير الجاذبية الأرضية Gravity على حركة الأقمار الصناعية.
- توضح مفهوم الجاذبية الأرضية باستخدام تجارب بسيطة.
- تحدد تأثير القصور الذاتي Inertia على حركة الأقمار الصناعية.
- توضح مفهوم القصور الذاتي باستخدام أدوات بسيطة.
- تحدد الأثر الناجم من اتحاد الجاذبية الأرضية، والقصور الذاتي على حركة القمر الصناعي.
- تحدد علاقة ارتفاع المدار بسرعة القمر الصناعي الذي يدور فيه.
- تشرح الكيفية التي يصل بها القمر الصناعي إلى المدار.
- تعرف مفهوم القمر الصناعي الثابت Stationary Satellite.
- تحدد علاقة إنقطاع إرسال التليفزيون باختفاء القمر الصناعي الثابت.
- ترسم الأشكال المختلفة لكبسولات سفن الفضاء Capsules.
- تستنتج الشكل المناسب لكبسولة.
- تشرح مخاطر تتعرض لها سفينة الفضاء عند العودة للأرض Reentry.
- تحدد المخاطر المختلفة التي يتعرض لها رواد الفضاء.
- تذكر طرق الوقاية المستخدم لتلافي الأخطار التي يتعرض لها رائد الفضاء.

مقدمة :

يشهد تدريس علوم الفضاء والطيران اهتماماً عالمياً وعربياً كبيراً. ويستمد هذا الاهتمام أصوله من نتائج الدراسات والأبحاث التربوية التي تمت في هذا الشأن وسعت إلى تحديد أهداف تدريس علوم الفضاء وإلى تحديد الأنشطة والطرائق والأساليب والوسائل المناسبة من خلال بناء أطر علمية، ونماذج استخدام أدلة للمعلم تمكنه من تدريس هذه العلوم.

ففي دراسة قام بها (أورميرود، وآخرون 1996، Drmerod, etal) استخدم برامج تعليم تلفزيونية لتدريس الجوانب المثيرة عن الفضاء في تطوير اتجاهات تلاميذ تتراوح أعمارهم فيما بين (11 - 13 عاماً) نحو العلوم بوجه عام وعلوم الفضاء بوجه خاص.

وقد أجرى (باربا 1993، Barba) دراسة أشارت نتائجها إلى الدور الهام الذي يقوم به تدريس علوم الفضاء في تطوير الثقافة العلمية للإناث ومن ثم اختزال الفجوة الثقافية بين الإناث والذكور. كما أشارت دراسة (نيلسون وآخرون Nelson, others 1994) إلى أنه يمكن تنمية المعرفة الاجتماعية ذات المستوى الفكري المرتفع لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية عن طريق تدريس علوم الفضاء وفي ضوء ما تقدم وبناء على نتائج الدراسات السابقة يتبين أن تدريس علوم الفضاء يساهم في تطوير الثقافة العلمية والمعرفة الاجتماعية لدى المتعلم كما يطور اتجاهاته نحو العلوم وعلوم الفضاء بوجه خاص.

هذا ولم يقتصر نطاق اهتمام الأبحاث التربوية على تحديد أهداف تدريس علوم الفضاء بل امتد ليشمل تحديد الإطار المناسب لتقديم وعرض علوم الفضاء من خلال البحث عن الطرائق والوسائل، والأنشطة المناسبة لتحقيق هذا الغرض. ففي دراسة قام بها (دوكرمان، 1991، Dockterman) تم تطوير وبناء عدد من البرامج التفاعلية التي تستخدم شرائط الفيديو في تدريس علوم الفضاء. وفي الاتجاه نفسه اقترح

(روش، 1986 Roche) استخدام المحاكاة فى تدريس موضوع مكوك الفضاء Shuttle Simulation أما المركز القومى للفضاء بالولايات المتحدة فقد قام ببناء دليل لتدريس النظام الأرضى الذى يحدد الأرض كأجزاء متفاعلة من الفضاء. ويتكون هذا الدليل من أربع وحدات هى: -

أ - نظام الأرض كما نشاهده من الفضاء.

ب - القوى المختلفة المؤثرة فى الأرض.

ج - مظاهر وأشكال التغيير فى الكرة الأرضية.

د - واجبات الإنسان للحفاظ على الأرض.

هذا وقد أولى هذا الدليل وحدة دور الإنسان فى المحافظة على الأرض اهتماماً خاصاً حيث استخدمت لهذا الغرض خبرات مباشرة، وأساليب التجريب، والمناقشة. كما اهتم هذا الدليل عقب انتهاء تدريس كل وحدة بتعليم الكيفية التى يستخدم بها العلماء تكنولوجيا الأقمار الصناعية فى فحص كوكب الأرض ومناخها.

وأجرى (هيكى وآخرون 1994 Hickey, and others) دراسة سعت إلى تحديد السمات المثلى لبيئة الصف المناسبة لتدريس علوم الفضاء والمهام العلمية المستخدمة فى تدريس موضوعات الفضاء واتجاهاتهم نحوها. وما هو جدير بالذكر أن الأبحاث والدراسات التربوية تمكنت أيضاً من تحديد الإطار المناسب لتقديم وعرض علوم الفضاء من خلال تحديد وسائل التعليم المناسبة لهذا الغرض. منها دراسة قام بها (فوجت 1995 Voget) لتدريس النظام الشمسى استخدم فيها حقيبة للألغاز Puzzle Kit. تتكون من مجموعة من الأجسام الملونة تقدم حقائق مثيرة عن الشمس والكواكب والنجوم الصغيرة.

ولقد استخدم (جنس 1995 Ginns) مجموعة من المواد التعليمية المطبوعة والمصورة مثل الكتيبات، والبطاقات والملصقات، والرسوم فى تدريس الموضوعات المرتبطة بالقمر والشمس مثل كسوف الشمس، خسوف القمر، حجم الكواكب،

والابعاد بينها وبين الشمس، والمناخ السائد في الكواكب المختلفة، وشروق الشمس وغروبها.

ولتدريس المسافة بين الأرض والشمس استخدم (سيمونس 1990 Simonis) مجموعة من المواد المطبوعة والأفلام في تدريس المسافة بين الأرض والشمس. هذا والدارس للأعمال السابقة التي تمت في مجال تدريس علوم الفضاء يستنتج أن الأعمال استطاعت أن ترسي العديد من المبادئ اللازمة لتدريس علوم الفضاء فيما يتعلق بالأهداف، والطرائق، والوسائل كما يمكن استنتاج أن هذه الأعمال استطاعت أن تحدد السمات الهامة للمناخ الصفى المناسب لتدريس علوم الفضاء.

الأحداث المتناقضة المستخدمة فى تدريس علوم الفضاء:-

جدول : - الأحداث المتناقضة المستخدمة فى تدريس علوم الفضاء.

الموضوع	الأحداث المتناقضة المستخدمة فى تدريسها	أوجه التعلم المطلوبة
وسيلة السفر للفضاء .	- استخدام المعدات النفاثة Jet Engine.	- تحتاج المعدات النفاثة الى أوكسجين لحرق الوقود الذى يحركها لذا فإنه لايمكن الاعتماد عليها فى السفر للفضاء - الوسيلة المناسبة للسفر إلى الفضاء هى الصاروخ.
أهمية التحكم فى حركة الصاروخ	- صواريخ من بالونات	- لابد من وجود نظم للتحكم فى حركة الصاروخ لأن غياب التحكم فى الصاروخ يؤدي إلى حدوث كارثة.
القانون الثالث للحركة	- نبلة من المطاط	- تبنى حركة الصاروخ على القانون الثالث للحركة الدال على أنه «لكل فعل رد فعل مساو له فى القوة ومضاد له فى الاتجاه».
السفر المتدرج للفضاء	- رجل يواجه مشكلة بالصحراء.	- تحتاج عملية السفر إلى الفضاء إلى كميات كبيرة من الوقود - لذا فإن هذه العملية تتم على هيئة سفر متدرج يتضمن عدة مراحل هى:- أ - المرحلة الأولى:- وتمثل الجزء الأكبر حيث تحترق هذه المرحلة وتفصل عن السفينة بعد أن تدفع المرحلة الثانية للامام. ب - المرحلة الثانية:- تحمل فوقها القمر الصناعى أو سفينة الفضاء.. وتحترق ثم تفصل عن القمر أو السفينة بعد أن تدفعها إلى المدار. ج - المرحلة الثالثة:- عبارة عن القمر الصناعى أو سفينة الفضاء التى تستقر فى المدار المخصص لها.

أوجه التعلم المطلوبة	الأحداث المناقضة المستخدمة في تدريسها	الموضوع
<p>- تمثل عوامل الجاذبية الأرضية، والقصور الذاتي قوى أساسية للسفر إلى الفضاء.</p> <p>- تقوم الجاذبية الأرضية بدور هام في حفظ الأقمار الصناعية، وسفن الفضاء في مداراتها لأنه لولا الجاذبية الأرضية لطارت سفن الفضاء والأقمار الصناعية إلى الفضاء البعيد.</p> <p>- يقوم القصور الذاتي بدور هام في حركة الأقمار الصناعية في خط مستقيم.</p> <p>- اتحاد التأثير الناجم من كل من الجاذبية الأرضية والقصور الذاتي يؤدي إلى دوران سفن الفضاء والأقمار الصناعية في محاور ومدارات دائرية حول الأرض.</p>	<p>- النهوض من مقعد.</p> <p>- المقياس المتوازن.</p> <p>- المفرش السحري.</p> <p>- سقوط عملة داخل كوب.</p> <p>- شد ثقل.</p> <p>- دوران البيضة.</p> <p>- دلو ضد الجاذبية.</p>	<p>الجاذبية الأرضية والقصور الذاتي Gravity and Inertia.</p>
<p>- يسير القمر الصناعي الثابت في مداره حول الأرض بسرعة تقابل سرعة دوران الأرض حول محورها... بمعنى أن القمر الصناعي الثابت يلف دورة واحدة حول الأرض كل ٢٤ ساعة وهو نفس الوقت الذي تستغرقه الأرض في عمل دورة واحدة حول محورها.</p> <p>- يستخدم القمر الصناعي الثابت في عمليات الاتصال، والبث التلفزيوني.</p> <p>- عندما تزيد سرعة الأرض يخفى فوق الأفق ويفقد الاتصال التلفزيوني.</p>	<p>- الكرسي المتحرك.</p> <p>- لماذا يبدو القمر الصناعي الثابت كما لو كان لا يتحرك عندما نشاهده من الأرض؟</p>	<p>القمر الصناعي الثابت Stationary Satellite.</p>
<p>- سرعة القمر الصناعي الذي يسير في مدار مرتفع تكون أقل من سرعة القمر الصناعي الذي يسير في مدار مرتفع.</p> <p>- قوى الجاذبية الأرضية التي يتعرض لها القمر الصناعي في المدار المنخفض تكون أكبر من مثلتها في المدار المرتفع.</p>	<p>- أيهما أسرع القمر الصناعي (أ) الموجود في مدار مرتفع أم القمر الصناعي (ب) الموجود في مدار منخفض.</p>	<p>المدارات Orbits.</p>

الموضوع	الأحداث المتناقضة المستخدمة في تدريسها	أوجه التعلم المطلوبة
عودة سفينة الفضاء إلى الأرض Reentry.		- عندما تصطدم سفينة الفضاء بالغلاف الجوي للأرض عند عودتها من الفضاء تتولد حرارة هائلة تكفى لتبخير سفينة الفضاء عدة مرات؟.
الكبسولات Capsules.	- الكبسولة المحدبة.	- الكبسولة المحدبة Bulnt Capsule هذا النوع له أنف ومقدمة محدبة تقلل من الحرارة الناجمة من اصطدام السفينة بالغلاف الجوي وتعمل هذه الكبسولة على تشتيت الحرارة بعيداً عنها.
	- الكبسولة ذات الانف الدقيق.	- كبسولة ذات أنف دقيق هذا النوع له أنف دقيق وتحتاج عملية استخدامه إلى مراعاة الدخول المتدرج للغلاف الجوي حتى يمكن تقليل الحرارة الناجمة من الاصطدام بالغلاف الجوي.
رجال الفضاء Astronauts.	- فوران المشروب الغازي	- المخاطر التي يتعرض لها رجل الفضاء:- أ - وجود الإشعاعات والشهب والنيازك. ب - نقص الأوكسجين والضغط. - الأثار المترتبة على نقص الضغط والأوكسجين:- أ- غياب وفقدان الوعي. ب - انخفاض درجة غليان دم الانسان حيث تصحح ٣٧° م - وسائل الوقاية:- استخدام بدل فضاء مضغوطة. ومجوفة ومملوءة بالهواء.

من صاروخ البارود إلى غزو الفضاء : -

لقد بدأت عمليات السفر إلى الفضاء فى الصين القديمة، فمنذ حوالى (٧٥٠) عاماً مضت استخدمت الصين الصواريخ فى عروض الأعمال النارية أثناء الأعياد والمناسبات الخاصة.. وبعد ذلك بفترة ليست طويلة استخدمت تلك الصواريخ فى صد الغزو المنغولى.

وفى نفس هذا الوقت استخدمت تلك الصواريخ فى السفر إلى الفضاء. وطبقاً لأسطورة مسجلة باسم كاتب غير معروف صمم Wang Hoo سفينة فضاء من خزان البامبو مدعومة بنظام دفع مكون من ٤٠ صاروخ عملاق من البارود. وعندما تم تجهيز كل شئ فى السفينة وعند إعطاء الإشارة تم إطلاق صواريخ البارود.

ولقد بدأ استخدام الصواريخ فى أوروبا بعد ٣٠ عاماً من استخدامها فى الصين. ولقد استخدمت الصواريخ فى القتال أثناء السنوات الأخيرة من القرن الثانى عشر والسنوات الأولى من القرن الثالث عشر.. وبعد هذه الفترة قلت عملية إستخدام الصواريخ بسبب إختراع آلة قتال أفضل وهى المدفع. ولقد فضل المدفع عن الصاروخ فى تلك الفترة لأنه استطاع أن يرمى القذيفة لمسافة أبعد وبطريقة دقيقة.

ولقد ظلت الصواريخ على هذا الحال إلى أن جاء Sir William Congreve فى القرن الثامن عشر من المملكة المتحدة ووجد طرقاً جديدة جعلت هذه الصواريخ أكثر فعالية.

وفى الحقيقة استخدمت إنجلترا تلك الصواريخ المطورة فى حربها ضد الولايات المتحدة الأمريكية عام (١٨١٢م).

وفى هجوم شهير دمرت بريطانيا مدينة Fort McHenry ولقد لاحظ هذه العملية التدميرية Francis Scott Key الذى اعتقد أن فجر اليوم التالى لأمريكا لن يأت من هول تلك العملية ثم كتب قصيدة عبر فيها عن تلك الملاحظات فيما يسمى بـ «الصواريخ الساطعة الحمراء» والتى أصبحت فيما بعد النشيد الوطنى الأمريكى.

هذا ولقد قام عالم الفضاء الأمريكى Dr. Robert Hutching بدور هام فى تطوير

الصواريخ حيث أجرى تجارب لاحصر لها لتحقيق هذا الغرض فى الفترة من (١٩١٩) حتى السنوات الأخيرة من عام ١٩٣٠ م. ولقد حصل عالم الفضاء Godard على براءة إختراع عن تصميماته التى ساهمت فى تصميم وطيران الصواريخ.

ولقد استفاد العلماء الألمان من التعديلات المختلفة فى تصميم وطيران الصواريخ والتى نفذها العالم Godard فى تصميم صاروخ ألماني يسمى بـ (V - 2) استخدم فى الحرب العالمية الثانية ومع نهاية هذه الحرب كان عدد القذائف التى وجهت نحو بريطانيا يزيد عن ١٣٠٠ قذيفة.

ومع اقتراب الأيام الاخيرة من الحرب العالمية الثانية استسلم حوالى ١٢٠ من علماء الصاروخ V-2 إلى الجماعات الامريكية المتقدمة. أما الجيوش الروسية فقد أسرت ٤٠٠٠ عالم من علماء V-2 الألمان.

ولقد ساهم العلماء الالمانى فى تطوير أدوات الفضاء فى كل من أمريكا وروسيا. ولقد أطلق الاتحاد السوفيتى أول قمر صناعى له عام ١٩٥٧... ثم تبعته الولايات المتحدة الأمريكية باطلاق قمرها الصناعى فى يناير ١٩٥٨ ومنذ ذلك الوقت وتستخدم الصواريخ وسفن الفضاء فى التنبؤ بالطقس، والاتصال، استكشاف القمر والكواكب الأخرى والأغراض العلمية المتعددة.

القوة اللازمة للسفر إلى الفضاء

الحدث المتناقض (١):- المعدة النفاثة والصعود للقمر

Jetting to The Moon.

ماذا يحمل لنا المستقبل؟ اختبر الطلاب فى القضية الفرضية التالية. «أصبحت هذه الطائرات النفاثة الجديدة New jet aircraft على درجة من القوة تمكن من استخدام هذه الطائرة فى الوصول إلى القمر».

ما الخطأ العلمى فى هذه القضية الفرضية؟

الفحوص العلمية:-

١ - اختبار الفرض الآتى إذا وجدت القوة الكافية يمكن استخدام الطائرة النفاثة فى الوصول إلى القمر (فرض خاطئ).

- ٢- التنبؤ بأنه يمكن استخدام الطائرات النفاثة فى السفر للفضاء.
- ٣- التوصل إلى تعميم يحدد نوع آلة الدفع المثلى فى السفر للفضاء.
- الحدث المتناقض (٢): - صواريخ من بالونات.**

Balloon Rockets

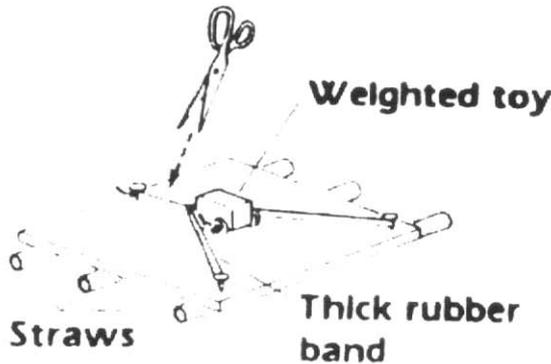
إطلب من التلاميذ بناء صواريخ من بالونات... فإذا فرغنا الهواء فجأة من بالونة مسطحة فإنها سوف تطير بطريقة غير محكمة.. اطلب من التلاميذ الكشف عن طرق للتحكم فى طيران صواريخ البالونات.

عمليات الفحص:-

- ١ - اكتشاف أن تثبيت أعواد من البلاستيك المجوفة فى فم البالونة تساهم فى استقرار طيران البالونة.
 - ٢ - تجريب تثبيت خيوط فى البالونة.
 - ٣ - تجريب استخدام أحجام وأشكال مختلفة من البالونات.
 - ٤ - المقارنة بين طيران البالونات، وطيران الصواريخ.
- الحدث المتناقض (٣):- نبلة رباط مطاطى**

Rubber - Band Catapult

ضع لوحاً من الخشب على ثلاث محاور مدورة من البلاستيك ثم ثبت لعبة ثقيلة على لوح الخشب كما بالشكل واستخدم مقصاً فى قطع الخيط الذى يشد رباط المطاط إلى الخلف - ماذا تلاحظ؟



عمليات الفحص:-

- ١ - عند قطع الخيط تتحرك اللعبة الثقيلة فى إتجاه وبقية مكونات النبلة فى إتجاه آخر.
 - ٢ - كرر الخطوات السابقة باستخدام لعب لها وزن أثقل ورباط مطاط قوى.
 - ٣ - قارن بين المسافة التى تتحركها النبلة والمسافة التى تتحركها وتقطعها اللعبة الثقيلة.
 - ٤ - التوصل إلى تعميم يربط بين الفعل، ورد الفعل.
- الحدث المتناقض (٤):- مشكلة إطلاق صاروخ.

Rocket - Launching Problem

افترض أن لديك صاروخين كبيرين جاهزين للانطلاق كل صاروخ له كتلة تعادل (١٠ر٠٠٠) كيلو جرام والصاروخ الأول يماثل الصاروخ الثانى فى كل شى ماعدا قوة الدفع Thrust الناتجة من كل منها... فالصاروخ (A) ينتج قوة دفع تعادل ٢٠٠٠ كيلو جرام لكل ٣٠٠ ثانية بينما ينتج الصاروخ (B) قوة دفع تعادل ٢٠ر٠٠٠ كيلو جرام لـ ١٠ ثوان فقط.

المشكلة: ما الصاروخ الذى يسافر أبعد؟

عمليات الفحص:-

- ١ - الطاقة النهائية الناتجة من كل صاروخ تحسب عن طريق المعادلة الآتية:-
الطاقة النهائية = قوة الدفع × الوقت
 - ٢ - إختبار الفرض الدال على أن الصاروخ (A) يسافر لمسافة أبعد (فرض خاطئ).
 - ٣ - التوصل إلى استنتاج هام مؤداه ان عامل الجاذبية الذى يرتبط بوزن الصاروخ هو المتغير الهام فى هذه المشكلة.
- الحدث المتناقض (٥): رجل يواجه مشكلة فى الصحراء.

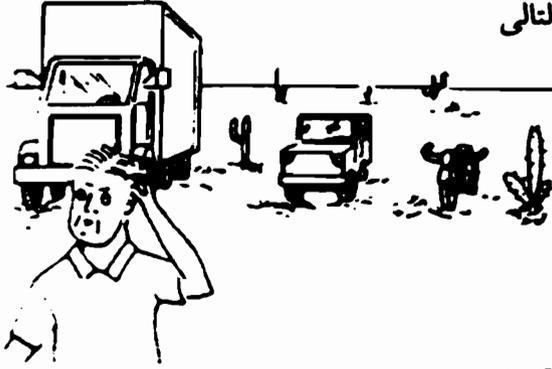
Man - in - The - Desert Problem

افترض أن هناك رجلاً يسير نحو واحة فى قلب الصحراء وعلى بعد ٦٠٠ كيلو

مترات منها وهنت قواه واعتراه التعب، وافترض أيضاً أن هذا الرجل يوجد لديه شاحنة Truck وعربة جيب صغيرة a Jeep وموتوسيكل Motorcycle كل وسيلة من تلك الوسائل قادرة فقط على سفر مسافة قدرها ٢٠٠ كيلو متراً... وللمعلومية إن هذا الرجل لا يمكنه نقل الغاز والوقود من أحد الوسائل إلى الوسيلة الأخرى:-

كيف يصل هذا الرجل إلى الواحة؟

انظر الشكل التالي



عمليات الفحص:-

- ١ - قارن بين الأفكار المختلفة المطروحة لحل تلك المشكلة.
- ٢ - قارن بين مشكلة الرجل السابقة وكيفية حلها بعملية السفر إلى الفضاء الخارجي.
- ٣ - التوصل إلى تعميم مؤداه أنه يمكن لكل وسيلة من وسائل السفر الثلاثة أن تكمل دور الوسائل الأخرى للوصول إلى الغرض (الواحة) حيث توضع الجيب والموتوسيكل داخل الشاحنة وبعد مسافة ٢٠٠ كيلو مترا يوضع الموتوسيكل داخل الجيب وبعد الوصول إلى مسافة ٤٠٠ كيلو مترا يستخدم الموتوسيكل في قطع المسافة المتبقية (٢٠٠ كيلو متراً) للوصول إلى الواحة «سفر متدرج».

سياق التعلم المقترح لتفسير الأحداث المتناقضة:-

يمثل عنصر القوة أحد العناصر الهامة في عمر الفضاء فعملية وضع قمر صناعي في مداره فقط عملية تحتاج إلى كميات هائلة من الوقود والطاقة... مثال ذلك الصاروخ الذي استخدم في نقل القمر الصناعي لزحل كان له كتلة قدرت بـ (٢٧) مليون كيلو جرام استهلكت أغلب هذه الكتلة في الفضاء أثناء عملية السفر أما الكتلة التي عادت إلى الأرض بسلام فقدت بـ (٤٥٠٠) كيلو جرام.

والآن: ما نوع الميكنة التى نحتاجها لإنتاج مثل هذه القوة العظيمة؟

الصاروخ هى المعدة المناسبة لتحقيق هذا الغرض وهى التى تستخدم لتحقيق هذه المهمة.. أما الميكانيات النفاثة Jet Engines فلا يمكن أن تستخدم للسفر إلى الفضاء ذلك لأنها تحتاج إلى الطيران فى الهواء لكى تحصل على الأوكسجين اللازم لحرق الوقود المستخدم فى الطيران.

وكتيجة لذلك فإن الخطأ العلمى فى الحدث المتناقض (١) الدال على استخدام الميكنة النفاثة فى السفر للفضاء والصعود للقمر هو أن الميكنة النفاثة لا تستطيع أن تعمل فى فراغ الفضاء نظراً لعدم وجود الأوكسجين فى الفضاء.. أما المعدة المناسبة لتحقيق هذا الغرض فهى الصواريخ وذلك لأنها تحمل معها كل شئ تحتاج إليه فى حرق الوقود.. وبواسطة حمل الصواريخ للوقود والأوكسجين معها يستطيع أن تسافر الصواريخ للفضاء.

فى الحدث المتناقض (٢): - المعنون بصواريخ البالونات إشارة إلى أهمية نظم التحكم فى حركة الصاروخ. حيث يكتشف الطلاب أن البالونة الطويلة والنخيفة تميل إلى الاستقرار فى طيرانها أكثر من البالونة القصديرية المستديرة.. كما يكتشف الطلاب أن وضع أعواد من البلاستيك وربطها فى فم البالونة يساهم فى طيران البالونة باستقرار فى الهواء. والغرض من هذا الحدث توضيح الصعوبة البالغة فى عملية التحكم فى طيران الصاروخ للطلاب.

ومن ثم فإن الطلاب سوف يكتشفون أنه لولا استخدام بعض طرق التحكم فى حركة الصاروخ لذهب الصاروخ إلى أى اتجاه وبالتالي حدوث كارثة مروعة..

القانون الثالث للحركة:-

المبدأ الذى يحكم حركة الصاروخ هو القانون الثالث للحركة والدال على أنه لكل فعل رد فعل مساو له فى القوة ومضاد له فى الاتجاه. ويمكن توضيح هذا فى حركة البالونة فالفعل فى هذه الحالة هو الهواء الذى يخرج من البالونة المنتفخة أما رد الفعل فهو حركة البالونة فى الاتجاه المضاد. وفى كلمات أخرى يمكن القول أن الهواء الخارج من البالونة يذهب إلى اتجاه ما بينما تذهب البالونة إلى الاتجاه المعاكس وهذا

ينطبق تماماً على حركة الصاروخ حيث يذهب الوقود المحروق في اتجاه بينما يذهب الصاروخ في الاتجاه الآخر المعاكس.

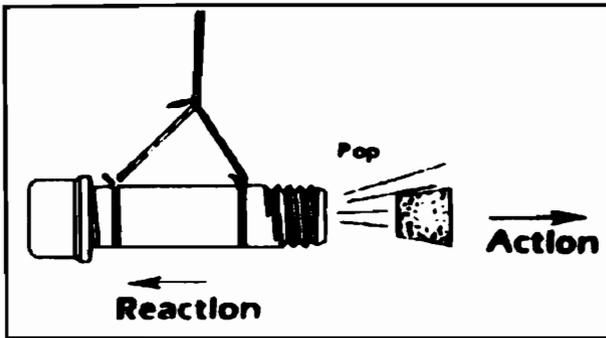
والدارس للحدث المتناقض (٣): - نبلة المطاط يرى أن حركة هذه النبلة يحكمها أيضاً القانون الثالث للحركة فعندما ينقطع الخيط الذى يشد رباط المطاط إلى الخلف يندفع رباط المطاط إلى الامام الأمر الذى يترتب عليه حركة اللعبة الثقيلة فى إتجاه وبقيّة مكونات النبلة فى الإتجاه الأخرى (حاول أن تجرب وتكرر هذه الخطوات مع أنواع مختلفة من الأربطة، والأوزان).

وهناك العديد من الأنشطة التى يمكن تنفيذها داخل الصف لتوضيح علاقة الفعل برد الفعل. وأحد هذه الأنشطة الموجودة فى بعض الكتب تتطلب إلى مراعاة احتياطات أمان عند تنفيذها هى التجربة الآتية:-

- علق زجاجة أفقياً بواسطة خيط قوى كما بالشكل.

- صب داخل الزجاجة كمية من الخل Vinegar وبيكنج صودا baking Soda ثم أغلق الزجاجة بسرعة بواسطة سدادة المطاط.

النتيجة تفاعل الخل مع البيكنج صودا بسرعة مما يكون ضغطاً قوياً يدفع سدادة الزجاجة إلى الخارج... (ملحوظة) قد يؤدى الضغط القوى الناجم من تفاعل الخل مع البيكنج صودا إلى انفجار الزجاجة نفسها ولما كان لهذه التجربة قيمة تربوية فى إثارة دافعية الطلاب لذا فإنه يمكن الاستغناء عن الزجاجة بماسورة حديد قوية.



أما الحدث المتناقض (٤) فيشير إلى متغير هام يتحكم فى سرعة الصاروخ وحركته حيث نجد أن

$$٦٠٠,٠٠٠ = ٣٠٠ \times ٢,٠٠٠ = \text{الطاقة النهائية للصاروخ أ}$$

$$٢٠٠,٠٠٠ = ١٠ \times ٢٠,٠٠٠ = \text{الطاقة النهائية للصاروخ ب}$$

والواضح من السابق أن الطاقة النهائية للصاروخ (أ) أكبر من الطاقة النهائية للصاروخ (ب) .. وعلى الرغم من ذلك نجد أن الصاروخ (ب) هو الفائز؟ لماذا؟

السبب فى هذا هو أن قوة الدفع الأولية للصاروخ أ (٢,٠٠٠) أقل من وزن الصاروخ (١٠,٠٠٠) أما قوة الدفع الأولية (٢٠,٠٠٠) للصاروخ (ب) أكبر من وزنه (١٠,٠٠٠) .. الأمر الذى يعنى أن الصاروخ (ب) له قوة عتيفة غاشمة تمكنه من المغادرة والانفلات من قوة الجاذبية الأرضية .. ونظراً لأنه يشتعل فى فترة ١٠ ثوان فإنه يسافر ويرسل المعدات التى يحملها إلى مسافة أبعد من تلك المسافة التى يصل إليها الصاروخ (أ).

وهكذا يتضح أن قوة الدفع الأولية الهائلة التى تزيد عن وزن الصاروخ تمثل عاملاً هاماً فى إرسال الصاروخ بعيداً عن الأرض والانفلات بعيداً عن الجاذبية الأرضية وهذا الوضع يتغير عندما يكون الصاروخ فى مداره ونهدف إلى إرساله إلى الأرض .. وهكذا يمكن القول إنه إذا اشعلنا الصاروخين من محطة فضاء فى مدار ما حول الأرض. فإن الصاروخ الذى يصل إلى الأرض أولاً ويفوز هو الصاروخ (أ) عكس الانطلاق من الأرض.

السفر المتدرج للفضاء: staging

نظراً لكمية الطاقة الهائلة التى تتطلبها عملية إرسال الصاروخ إلى الفضاء .. صمم للتغلب على هذه المشكلة نظام متدرج للسفر .. ولقد مر هذا النظام بعدة مراحل تمثل المرحلة الأولى الجزء الأكبر من هذا النظام وهى عبارة عن قاعدة الصاروخ وفى قمة هذه المرحلة تربط المرحلة الثانية التى تتركب فوقها المرحلة الثالثة المكونة من المعدات والأدوات الصغيرة فعند نقطة الانطلاق تصعد المرحلة الأولى حاملها معها المرحتين الثانية والثالثة وعندما تحترق المرحلة الأولى تنفصل ببساطة وعند هذا تبدأ المرحلة الثانية التى تدفع معها المرحلة الثالثة فى طريقها بدون الوزن الثقيل للمرحلة الأولى ... وعندما تحترق المرحلة الثانية تبدأ المرحلة الثالثة فى العمل ... إلى أن يهرب الصاروخ من مجال الجاذبية الأرضية ويصل القمر الصناعى الذى يحمله الصاروخ إلى مداره

وأسلوب التدرج فى السفر إلى الفضاء يماثل ذلك الأسلوب الذى اتبع فى حل مشكلة رجل فى الصحراء حيث تمر عملية الحل بثلاث مراحل. الأولى توضع فيها العربة الجيب والموتوسيكل داخل الشاحنة التى تمثل الجزء الأكبر من الرحلة وعندما تقطع الشاحنة ٢٠٠ كم يفرغ منها الوقود ثم تترك لتبدأ المرحلة الثانية التى يوضع فيها الموتوسيكل داخل عربة الجيب التى تقطع ٢٠٠ كم ويفرغ وقودها ثم تترك ليستقل الرجل الموتوسيكل للوصول إلى الواحة.. ويجدر الإشارة إلى أن عملية السفر المتدرج عملية مكلفة لأنها تترك الشاحنة والجيب فى الطريق وكذلك الحال فى السفر للفضاء ولكنها هى الطريقة الوحيدة للوصول للهدف.

الجاذبية الأرضية والقصور الذاتى

Gravity and Inertia

الحدث المتناقض (١) :- الكرسي الثابت

the Gripping Chair

يستطيع أغلب الأفراد النهوض من على كرسي بسهولة ولكن ماذا يحدث إذا اتبعت القواعد التالية عند النهوض من الكرسي-

أ- لانتجه إلى الامام.

ب- دع قدميك متصلة بالأرض فى مقلمة المقعد.

لماذا تصبح عملية النهوض من المقعد مستحيلة عند اتباع القواعد السابقة؟

عملية الفحص :-

١- جرب عملية الوقوف من مقعد ثم حدد موضع الجزء العلوى من الجسم، وموضع الأقدام.

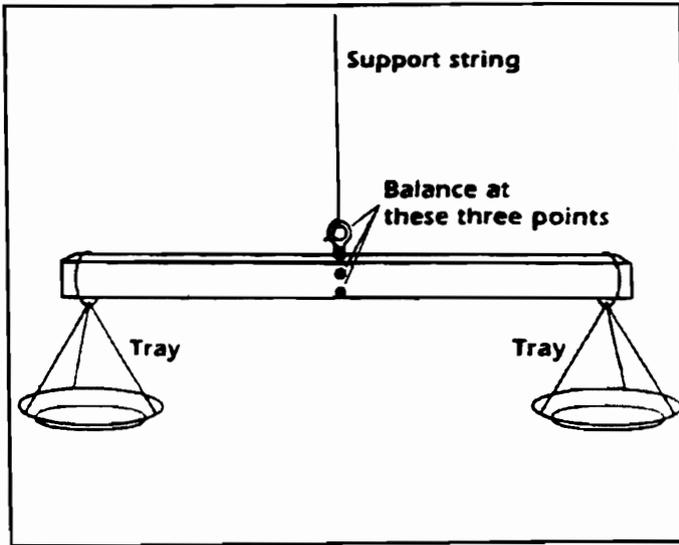
٢- سجل الملاحظات عن طريق عمل رسوم تخطيطية تظهر مركز الجاذبية فى الجسم النقطة السفلى لها (الأقدام).

٣- توصل إلى تعميم يحدد علاقة مركز الجاذبية والأتران.

الحدث المتناقض (٢) : . المقياس المتوازن

Balance Scale

- جهز عصا من الخشب في حجم المسطرة الخشبية.
- ثبت مسمار حلزوني له فتحة في الحافة العليا للمسطرة (يجب أن تكون المسطرة سميكة بشكل يسمح بتثبيت هذا المسمار في حافتها العليا).
- اصنع فتحة في منتصف المسطرة، وفتحة أخرى في قاع المسطرة (كما في الشكل).
- النقاط الثلاث السابقة تمثل محاور لمقياس متوازن.
- اربط كفة في كل نهاية من نهايات المسطرة.
- علق الميزان من فتحة المسمار الحلزوني ثم ضع بعض قصاصات الورق لكي تعادل توازن كفتي الميزان.
- انزع الخيط من فتحة المسمار الحلزوني ثم اربطه في الفتحة الوسطى للميزان.
- هل يحتفظ المقياس بنفس حالة الاتزان السابقة،
- اربط الخيط في النهاية في الفتحة السفلى للمقياس وضع كيف يتوازن المقياس في هذه الحالة.



عمليات الفحص :-

- ١- لاحظ أن المقياس يتوازن بسهولة عندما يرتكز الخيط في فتحة المسمار الحلزوني.
- ٢- يكتشف أن المقياس يصبح أقل توازنا عندما تنقل نقطة الارتكاز إلى الفتحة الوسطى.
- ٣- تكتشف أن أقل استقرار وتوازن للمقياس يحدث عندما يكون نقطة الارتكاز في الفتحة السفلى.

٤- التوصل إلى تعميم يحدد علاقة استقرار الميزان بمركز الجاذبية.

الحدث المتناقض (٣) :- متى تسقط الورقة بسرعة إلى الأرض

ضع كتابا في كفة اليد اليمنى ثم ضع ورقة في كفة اليد الأخرى ثم اطلب من التلاميذ تحديد من يسقط إلى الأرض أولاً الكتاب أم الورقة.. سوف تجد أن إجابة أغلب التلاميذ هي أن الكتاب سوف يسقط أسرع إلى الأرض ثم اطلب من التلاميذ تحديد الكيفية التي يمكن استخدامها لزيادة سرعة سقوط الورقة إلى الأرض بحيث تماثل سرعة سقوط الكتاب.

عمليات الفحص :-

- ١- تجريب سقوط كل من الورقة والكتاب إلى الأرض في نفس الوقت.. لترى من يسقط أسرع إلى الأرض.
- ٢- لاحظ أن الورقة تسقط ببطء إلى الأرض بالمقارنة بسقوط الكتاب.
- ٣- ادعس الورقة ثم اسقطها على الأرض هل يؤثر هذا على زيادة سرعة سقوطها إلى الأرض.
- ٤- اكتشف إنه عندما تضع الورقة فوق الكتاب حرة فإن الورقة والكتاب يسقطان إلى الأرض في نفس الوقت وبنفس المعدل.

الحدث المتناقض (٤) :- المفروش السحري

Magic Tablecloth

هل شاهدت مرة أنه يمكن شد مفروش الطاولة من أسفل الأدوات دون أن يحدث أي تحطيم أو ارتباك لتلك الأدوات؟ نحن لانوصي بتجريب هذا العمل مع الأدوات الزجاجية غالية الثمن.

ضع مجموعة من الأكواب المصنوعة من البلاستيك فوق مفرش ثم شد هذه
المفرش ببطء مرة، وبسرعة مرة أخرى. ماذا تلاحظ؟

عمليات الفحص :-

١- جرب باستخدام أدوات وأساليب متعددة لكى ترى كيف ينفذ هذا النشاط
بفعالية.

٢- توقع ماذا يحدث عند شد المفرش من أسفل الأدوات ببطء؟ وماذا يحدث عند
شده بسرعة؟

٣- لاحظ أن الأدوات تتحرك مع المفرش أيضا عند شده ببطء.

٤- حدد قاعدة تشرح لماذا تظل الأشياء ثابتة عندما تشد المفرش من أسفلها بسرعة.

الحدث المتناقض (٥) : العملة تسقط فى كوب الزجاج

Coin in the cup.

ضع قطعة من ورق الكرتون المقوى فوق فوهة كوب من الزجاج بحيث تغطيها
تماماً.. ثم ضع على قطعة الكرتون عملة معدنية.

اكتشف طريقة لاسقاط العملة داخل الكوب بدون لمس العملة.. أو الدق فوق
قطعة الورق أو أمالة البطاقة.

عملية الفحص:

١- جرب عدة طرق لتحريك البطاقة وإنجاز المهمة.

٢- حلل سبب سقوط العملة داخل الكوب عند رفع قطعة الورق المقوى بسرعة.

٣- ما تأثير القصور الذاتى على هذا الحدث.

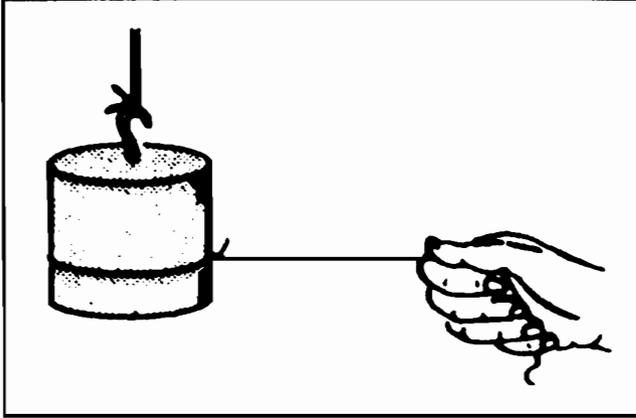
الحدث المتناقض (٦) : شد قوى مقابل شد ضعيف

Strong Pull, Weak Pull

علق ثقل ما فى مرتكز بواسطة خيط قوى أو حبل كما بالشكل .. ثم صل خيط

رقيق بالثقل .. شد الثقل بلطف باستخدام الخيط الرقيق.. ماذا يحدث؟

شد الخيط الرقيق بقوة ماذا يحدث؟



عملية الفحص :-

- ١- تلاحظ أن الثقل يتأرجح عندما يتم شد الخيط بلطف.
- ٢- تلاحظ أن الخيط الرقيق ينقطع عندما تشد الخيط الرقيق المربوط بالثقل بقوة.
- ٣- اعد هذا العمل باستخدام أثقال مختلفة.
- ٤- فسر حركة الثقل وعدم حركته.

الحدث المتناقض (٧) :- دوران بيضة Spin The Egg

هل يمكنك التعرف على البيضة الطازجة والبيضة المغلية من خلال دوران البيضة؟

إذا كنت تعرف الإجابة جهز بيضتين أحدهما صلبة وهي المغلية والأخرى سائلة وهي الطازجة أو النيئة.. لف البيضتين في آن واحد. ثم إمس كل بيضة على حده لحظياً ثم دعها بعد ذلك؟ ماذا تلاحظ

- كيف يمكنك تحديد البيضة السائلة الطازجة والبيضة الصلبة المغلية؟

عمليات الفحص :-

- ١- استخدم الخطوات السابقة في التمييز بين البيضة النيئة (الطازجة) والبيضة المغلية الصلبة؟

٢- اكتشف أن البيضة الصلبة المغلية تلف بصعوبة بينما تلف البيض السائلة الطازجة بسهولة.

٣- اكتشف أن البيضة النيئة السائلة تميل إلى أن تبدأ عملية التلف من جديد بعد لمسها لحظياً.. لماذا؟.

٤- اكتشف أن البيضة الصلبة المغلية تتوقف عن الدوران بعد لمسها لحظياً اثناء دورانها.. لماذا؟.

٥- كون نظرية عن القصور الذاتي تفسر حركة البيضة النيئة والصلبة.

الحدث المتناقض (٨) : دلو ضد الجاذبية

Antigravity Pail

احضر دلو صغير ثم أربط خيط قوى فى هذا الدلو ضع كمية قليلة من الماء داخل هذا الدلو.

استخدم الحبل فى لف الدلو فى دائرة رأسية مركزها رأسك. ماذا تلاحظ هل ينسكب الماء من الدلو. (إذا نفذت هذه المهمة بشكل صحيح فإن الماء لا ينسكب).
عمليات الفحص:

١- اكتشف أن الماء لا ينسكب عندما تلف الدلو فى دائرة رأسية.

٢- نفذ هذه النشاط خارج الصف وسرعات مختلفة حدد السرعة التى ينسكب عندها الماء من الدلو.

٣- كيف يمكنك تفسير بقاء الماء داخل الدلو.

سياق التعلم المقترح لتفسير الأحداث المتناقضة:

المعلومات التى قدمت فى هذا الجزء معلومات بديهية فى جزء كبير منها.. فكل فرد يعرف أن المواد لها وزن وأنها تسقط على الأرض عندما تلقى بها.. إلا أن هذه المفاهيم يجب أن تدرس داخل سياق من التفاصيل حتى يمكن توضيح المبادئ التى تحكمه.

الجابذية الأرضية

في الحدث المتناقض (١):- تصبح عملية الوقوف من وضع الجلوس على كرسي مستحيلة إذا لم يتحرك الجزء العلوى من الجسم إلى الأمام والأقدام إلى الخلف.. فهذا الموقف شائع للدرجة إن الفرد لا يفكر فى المهارات الفرعية التى يمارسها عند النهوض من وضع الجلوس على مقعد..

ولكن لكى نستطيع أن نقف من وضع الجلوس على مقعد يجب أن يتحرك مركز الجاذبية فى الجسم body Center of gravity فوق مركز الجسم body support (الأقدام) ولتحقيق هذا الفرض يجب أتباع الآتى:-
أ- حركة الجزء العلوى من الجسم إلى الأمام.
ب- حركة الإقدام إلى الخلف.

وفى أغلب الأحيان يستخدم الفرد المهارتين معاً فى نفس الوقت



أما الحدث المتناقض (٢):- فيشير بوضوح تام إلى المبدأ الذى يحكم استقرار وتوازن المقياس.. حيث يحدث الإنزان عندما يوجد مركز الجاذبية The Center of gravity أسفل مرتكز الميزان Support .

فعندما يعلق الميزان بواسطة الخيط من فتحة المسامير الحلزونية (الفتحة العليا) بحيث يكون مركز الجاذبية أسفل المرتكز يصل الميزان إلى حالة من الاستقرار والتوازن. ولكن عندما يربط الخيط المستخدم فى تعليق الميزان فى الفتحة الوسطى حيث يقترب مركز الجاذبية من المرتكز يصبح المقياس (الميزان) أقل استقراراً. أما إذا

أصبح المرتكز (الخيوط الذي يعلق فيه الميزان) أسفل مركز الجاذبية يختل الأستقرار والتوازن.

ملحوظة: تتأثر هذه النتائج بطول الخيط الذى تعلق فيه الكفات بالميزان.. فإذا كان الخيط قصير جداً يصبح المقياس غير متوازن لأن المرتكز يكون أسفل مركز الجاذبية.. أما إذا استخدمت خيط طويل فإن المقياس يغدو متوازناً حتى لو علق مرتكز الميزان فى الفتحة السفلى حيث يصبح مركز الجاذبية أسفل المرتكز.

الحدث المتناقض (٣): يشير إلى مبدأ آخر وهو أن الجاذبية الأرضية تعمل على سقوط جميع الأشياء على الأرض بنفس السرعة طالما لا توجد مقاومة للهواء. فى هذا الحدث تلاحظ إن الجاذبية الأرضية تجذب كل من الكتاب الثقيل وقطعة الورق الخفيفة بنفس المعدل حيث تسقط الورقة على الأرض فى نفس لحظة سقوط الكتاب عندما توضع هذه الورقة فوق الكتاب.

ولكن عندما تترك الورقة تسقط بمفردها على الأرض تسقط ببطء وتستغرق وقتاً أكبر.. وتفسير هذا هو أن الكتاب حال وضع الورقة فوقه يمنع الهواء من مقاومة الورقة أثناء سقوطها على الأرض..

وهكذا تكون الورقة متأثرة فقط بالجاذبية وليس الهواء لذا فهى تسقط على الأرض بنفس معدل سرعة سقوط الكتاب وهذا يشير إلى أن الجاذبية الأرضية تتسبب فى سقوط جميع الأشياء على الأرض بنفس السرعة بغض النظر عن أوزانها إذا لم توجد مقاومة للهواء على الجسم الخفيف الذى سقط على الأرض.

Inertia الذاتى

تركز الأحداث المتبقية فى هذا الجزء على القانون الأول للحركة لاسحق نيوتن Isaac Newton والدال على أن: «أى جسم فى حالة إستقرار وسكون يميل إلى البقاء فى حالة الاستقرار، والجسم الذى يوجد فى حالة حركة يميل إلى البقاء فى حالة الحركة هذه».

هذا ولقد جرب الأطفال خاصية القصور الذاتى فى حافلة المدرسة فعندما تبدأ الحافلة فى الحركة بسرعة فإن التلميذ يتأرجح إلى الخلف وبخاصة ذلك الذى يقف

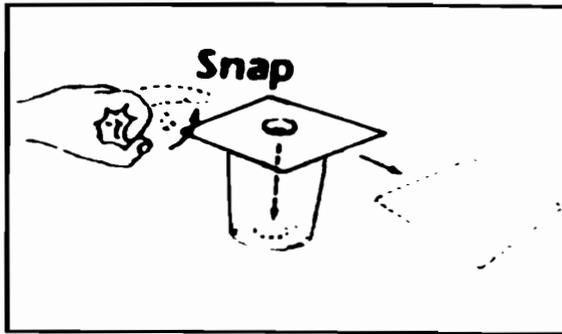
على قدميه لأنه يميل إلى البقاء في نفس حالة السكون والاستقرار التي كان عليها قبل الحركة لذا فهو يميل للخلف ليعوضها أما عندما تقف الحافلة فجأة فإن التلميذ وبخاصة ذلك الذي يقف على قدميه يميل إلى الأمام لأنه يميل إلى البقاء في نفس حالة الحركة التي كان عليها قبل توقف الحافلة.

أى أن القانون الأول للحركة هو القانون المستخدم في تفسير الأحداث المتناقضة التالية..

ففي الحدث المتناقض (٤): نجد أن الأشياء الموجودة فوق مفرش السفرة تظل ثابتة عند شدة بسرعة لأنها تميل إلى البقاء في نفس حالة السكون التي كانت عليها.

ولكن إذا شُد هذا المفروش ببطء فإن قوى الاحتكاك والجاذبية تجد وقتاً كافياً للتغلب على قوة الميل للبقاء في حالة السكون وبالتالي نجد أن هذه الأشياء تتحرك مع المفروش.

وفي الحدث المتناقض (٥) نرى أن العملة تبقى في وضع السكون إذا دفعت البطاقة (ورقة الكرتون) بسرعة بواسطة أحد أصابع اليد وبمجرد حركة البطاقة تسقط العملة التي لا تميل للحركة مع البطاقة في الكوب.



والمثال الآخر الموضح لظاهرة القصور الذاتي والقانون الأول للحركة الحدث المتناقض (٦): الدال على أن الحركة البطيئة للخيط الرقيق تتسبب في حركة الثقل معها لأنها تغلبت على القصور الذاتي.. أما الحركة السريعة للخيط الرقيق فتعمل

الثقل الذى كان فى حالة استقرار يظل فى نفس حالة الاستقرار لأن الخيط الرقيق ينقطع.

وفى الحدث المتناقض (٧):. لاحظ فى هذا الحدث أنه عند دوران بيضة مغلقة صلبة وبيضة طازجة سائلة فى نفس الوقت على سطح ناعم نجد أن لمس البيضة الصلبة أثناء دورانها يؤدي إلى توقفها عن الدوران. أما لمس البيضة النيئة السائلة لحظياً يؤدي إلى توقفها لحظياً ثم تعاود الدوران بعد ذلك ويمكن تفسير هذه الظاهرة فى ضوء القصور الذاتى حيث إن السائل الموجود داخل البيضة النيئة يلف حول مركز البيضة مع دوران البيضة وعند لمس البيضة لحظياً فإن هذا يوقف قشرة البيضة لحظياً إلا أن السائل الموجود داخل البيضة يجعلها تعاود عملية الدوران مرة أخرى لأن الجسم الذى يوجد فى حالة حركة يميل إلى البقاء فى تلك الحالة.

الحدث المتناقض (٨):. دلو ضد الجاذبية فى هذا الحدث نجد أن ظاهرة القصور الذاتى مستولة عن التناقض الذى تلاحظ فى هذا الحدث. فى هذه الحالة تجعل عملية تأرجح الدلو الماء الموجود داخله فى حالة حركة حيث يميل الماء إلى الحركة فى خط مستقيم ونظراً لأن الدلو يتحرك حركة دائرية لذا فإن الماء الموجود داخله يندفع تجاه قاع الدلو وذلك فى محاولة منه لكى يبقى فى خط مستقيم.. وهذه القوة التى تدفع الماء للحركة تجاه قاع الدلو تكون كافية للتغلب على قوة جذب الأرض للماء عندما ينقلب اتجاه الدلو رأساً على عقب أثناء عملية الدوران.

دور الجاذبية الأرضية والقصور الذاتى فى الفضاء

Gravity and Inertia in spaceflight

يبدو للقارىء من الوهلة الأولى أن الأحداث المتناقضة التى قدمت فى الجزء السابق أنها لا ترتبط بالطيران فى الفضاء.. إلا أن الجاذبية الأرضية والقصور الذاتى تمثل عوامل أساسية للطيران فى الفضاء. فالجاذبية الأرضية لا توجد فقط بالقرب من سطح الأرض بل توجد أيضاً فى الفضاء حيث تؤثر على الصواريخ، والأقمار الصناعية وعلى القمر نفسه.. فإذا لم يمتد تأثير الجاذبية الأرضية إلى الفضاء البعيد فإن الأقمار الصناعية قد تتطاير إلى الفضاء البعيد أى أنه يمكن القول أن الجاذبية

الأرضية تقوم بدور هام في حفظ القمر الصناعي في مداره ولكنها لا تستطيع أن تقوم بهذه المهمة بمفردها حيث تقوم قوة القصور الذاتي بدور هام في حركة القمر الصناعي في خط مستقيم... والتأثير الناجم من تفاعل قوة الجاذبية الأرضية وقوة القصور الذاتي يمكن القمر الصناعي من الحركة في ممر ومدار دائري حول الأرض.

مدارات القمر الصناعي ، وعودته إلى الأرض

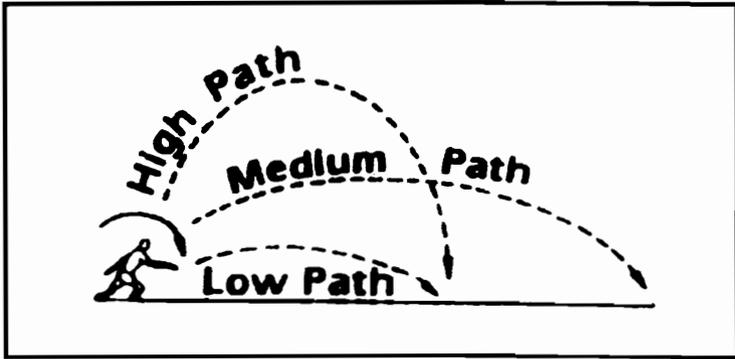
الحدث المتناقض (١): مسار كرة باسبول

إلى أى مدى يمكنك إلقاء كرة باسبول فى الهواء؟

أستعد للتمرين التالي بإجراء بعض عمليات الإحماء.

إلق الكرة عدة مرات فى مسارات وارتفاعات مختلفة فى الهواء مرة فى مسار

مرتفع، ومرة ثانية فى مسار متوسط ومرة ثالثة فى مسار منخفض (انظر الشكل)



الكرة المرتفعة أو المنخفضة تقطع مسافة أقل من تلك التى تقطعها

الكرة التى تمر فى ممر متوسط الارتفاع

عمليات الفحص:

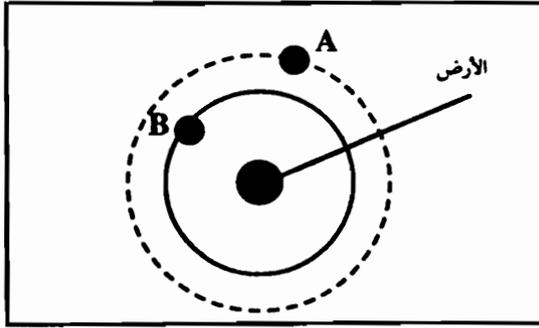
- ١- جرب عدة مرات لكى تحدد أنسب زاوية تحصل فيها على انسب و أفضل نتائج.
- ٢- اكتشف إن المسافة التى تقطعها الكرة العالية.
- ٣- لاحظ أن الكرة تأخذ ممر مقوس نحو الأرض.
- ٤- تتوصل إلى تعميم مؤداه إن هناك قوة أخرى تؤثر على الكرة تدفعها للوصول الأرض.

الحدث المتناقض (٢) المدارات المرتفعة والمنخفضة

High and Low Orbits

أدرس الشكل التالي الذى يظهر مدارين لقمرين صناعيين حول الأرض. حيث يسير القمر الصناعى (A) فى المدار المرتفع بينما يسير القمر الصناعى (B) فى المدار المنخفض.

حدد القمر الصناعى الذى يمتلك معدل سرعة أكبر من الآخر؟



عملية الفحص:

١- اختبر الفرض الدال على أن القمر الصناعى الذى يسير فى المدار الأكثر إرتفاعاً له سرعة أكبر.

٢- اختبار الفرض الدال على أن سرعة القمر الصناعى (A) = سرعة القمر الصناعى (B).

٣- قارن بين القوى التى تؤثر على القمر الصناعى فى المدار الأعلى والقوى التى تؤثر على القمر الصناعى فى المدار المنخفض.

٤- التوصل إلى تعميم مؤداه إن القوة المطلوبة لإيجاد توازن مع الجاذبية الأرضية تختلف باختلاف القمر الصناعى.

الحدث المتناقض (٣): احتكاك سريع Fast Friction

ماذا يحدث عند تفرك يديك بخفة؟

ماذا يحدث عند تفرك يديك بشدة؟

عملية الفحص :-

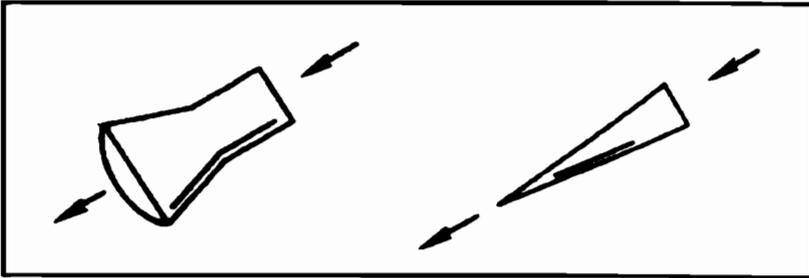
- ١- الشعور بدفء في اليدين.
 - ٢- كرر العمل السابق ثم زد معدل السرعة ثم حدد علاقة ذلك بالحرارة الناجمة.
 - ٣- قارن ذلك بالحرارة الناجمة من عودة سفينة الفضاء إلى الأرض.
- الحدث المتناقض (٤) :- عودة كبسولة الفضاء للأرض

Reentry Capsules

ادرس الشكل التالي لكبسولة سفن الفضاء ذات الأنف المحذب، والكبسولة ذات الأنف الدقيق هذا وعلى الرغم من إختلاف هذه الكبسولات في الشكل إلا أنها متساوية في وزنها وسرعتها وفي الممرات التي تسير فيها.

والآن:-

- ما الكبسولة التي تنتج حرارة أكثر عندما تعود من الفضاء الخارجى إلى غلاف
الانومسفير earth's atmosphere ؟



افترض أن مراكب الفضاء السابقة لها نفس الوزن وتسير بنفس السرعة، وفي نفس الاتجاه. والآن أى هذه المراكب تنتج حرارة أكثر عند اصطدامها بالغلاف الجوى أثناء رجوعها من الفضاء؟

عمليات الفحص :-

- ١- البحث عن أسباب اثاره الكبسولة ذات المقدمة الحادة لحرارة أكثر عند دخولها غلاف الانومسفير.

٢- التنبؤ: بأن كبسولة سفينة الفضاء ذات المقدمة الحادة تحدث تأثيراً أقوى عند اختراقها غلاف الاتومسفير بعد العودة من الفضاء.

٣- اختبار الفرض الدال على كبسولة سفينة الفضاء ذات المقدمة المحدبة تثير حرارة عند اصطدامها بالغلاف الجوى للأرض أثناء عودتها من الفضاء.

سياق التعلم المقترح لتفسير الأحداث السابقة

تمتلك قوى الجاذبية الأرضية، والقصور الذاتى تأثيراً قوياً على الأشياء على سطح الأرض. هذا وتمتد تأثير قوى الجاذبية والقصور الذاتى على الأشياء الموجودة خارج هذا الكوكب فى الفضاء. لذا فإن سفينة الفضاء عندما تسير فى الفضاء تقع تحت تأثير هاتين القوتين.

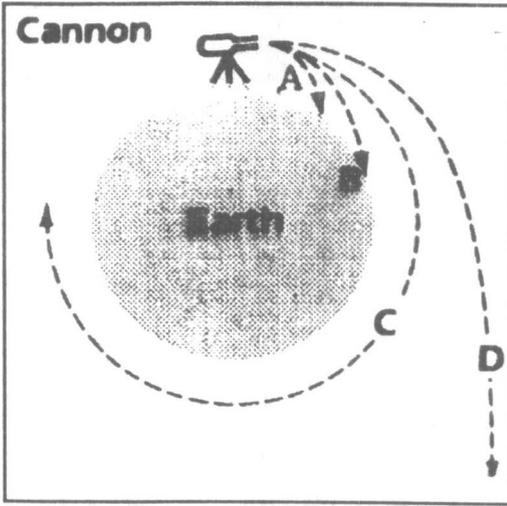
هذا وهناك قوة ثالثة تتعرض لها سفينة الفضاء عندما تعود من الفضاء الخارجى وترتطم بغلاف الاتومسفير وهى قوة الاحتكاك لها ايضاً تأثيراً واضحاً على سفن الفضاء.

مسار سفن الفضاء Trajectory

يشير مفهوم المسار إلى ممر أى شىء أثناء طيرانه فى الهواء سواء أكان هذا الشىء كرة باسبول أو سفينة فضاء تسافر إلى القمر. ويوضح الحدث المتناقض (١) ممرات مختلفة لكرة باسبول تلقى فى الهواء.

ويتأثر ممر ومسار أى شىء فى الهواء بالجاذبية الأرضية (التي تشد هذا الشىء إلى الأرض)، وبمعامل القصور الذاتى Inertia الذى يساهم فى مساعدة الشىء على السير فى خط مستقيم. واتحاد عاملى الجاذبية الأرضية والقصور الذاتى الذى يساهم فى مساعدة الشىء على السير فى خط مستقيم. واتحاد عاملى الجاذبية الأرضية والقصور الذاتى يؤدي إلى تكوين ممر يأخذ شكل منحنى حتى تطلق البندقية التي تمر بسرعة فى الهواء وتسير موازية للأرض تتعرض فى النهاية لقوة تشدها إلى الأرض.

المدارات: Orbits



تخيل أن هناك مدفع كبير فوق قمة جبل ارتفاعه ١٠٠ كيلومتراً. فإذا إنطلقت القذيفة من المدفع فإنها سوف تسير في الممر (A).. أما إذا إنطلقت القذيفة من المدفع بسرعة أكبر فإنها سوف تسير لمسافة أبعد قبل أن تتعرض لقوة الجاذبية الأرضية (يظهرها الممر (B) وإذا انطلقت القذيفة من المدفع

بقوة كافية Enough Force فإن قوة القصور الذاتي للككرة (ميلها إلى السير في خط مستقيم) تكون كبيرة لدرجة أنها تتعادل مع قوة جذب الأرض للككرة وعند هذه الحالة فإن قذيفة المدفع تسير في المدار (C) حول الأرض. وفي النهاية وباستمرار القوة العظيمة التي تدفع بها قذيفة المدفع فإن القذيفة سوف تسير إلى الفضاء الخارجى بعيداً عن الأرض (يوضح ذلك المسار D).

وأقل سرعة يمكن أن يسير عليها الصاروخ للوصول إلى المدار هي ٢٨,٨٠٠ كيلومتراً / في الساعة وهذا ويبعد أقرب مدار عن الأرض ١٥٠ كيلومتراً فوق الأرض.. أما المدارات التي تقع على إرتفاع أقل من ١٥٠ كم فتقع في الطبقات الرقيقة للهواء من طبقة الأتومسفير العليا التي تسحب الأقمار الصناعية إلى الأرض مرة أخرى.

والآن دعنا نلقى نظرة على المشكلة التي يدور حولها الحدث المتناقض (٢). المدارات المرتفعة والمنخفضة. ما القمر الصناعي الذي يمتلك سرعة أكبر القمر الذي يسير في المدار المرتفع (A) أم القمر الصناعي الذي يسير في المدار المنخفض (B)؟ قد تكون الإجابة أنه لا توجد معلومات كافية.

تخيل أن قمرأ صناعيا يدور في مدار دائرى حول الأرض ما العوامل التي تتوقف عليها سرعة هذا القمر الصناعي؟ فسرعة القمر الصناعي تتوقف على إرتفاع هذا القمر الصناعي عن الأرض. ففي أى مدار يتأثر القمر الصناعي بقوة الجاذبية الأرضية

والقصور الذاتي.. لذا فإنه إذا كان المدار الذي يسير فيه القمر الصناعي دائرياً وليس
بيضاوياً لذا فإن سرعة هذا القمر يجب أن تكون عظيمة حتى يمكنه التغلب على قوة
الجاذبية الأرضية.

فكلما كان القمر الصناعي أقرب من الأرض كلما كانت قوة الجاذبية التي
يتعرض لها أكبر لذا فإن هذا القمر يجب أن يسير بشكل أسرع لكي يواجه تلك
السرعة. وكما ذكر أنفاً أن القمر الصناعي الذي يرتفع عن الأرض بمسافة ١٥٠ كيلو
متراً يجب أن يسير بسرعة ٢٨,٨٠٠ كيلو متراً/ في الساعة في هذا المدار.

ومن ناحية أخرى فالقمر Moon يرتفع عن الأرض لمسافة (٣٣٤ر٠٠٠) كيلو متراً
لذا فهو يسير حول الأرض بسرعة تقدر بـ (٣٥٠٠) كيلو متراً كل ساعة لكي يبقى
في مداره.

وهكذا يمكن القول أن القمر الصناعي الذي يسير في المدار (B) الأقرب
للأرض يجب أن يكون له سرعة أكبر من القمر الصناعي الذي يسير في المدار
(A) الأبعد.

هذا وتقوم الأقمار الصناعية بدور هام في إيجاد اتصال ثابت-Constant Com-
munication بذلك الجزء من الأرض الذي تقع فوقه هذه الأقمار.
والجدير بالإشارة إليه هو أن الأقمار الصناعية الثابتة عندما تسير بمعدلات سرعة
أقل أو أكثر من سرعة الأرض حول محورها فانها تختفي وراء الأفق، وتفقد إتصالها
بالأرض.

عودة كبسولة الفضاء للأرض: - Re - Entry

انه لشيء يدع للإعجاب أن يرسل رجل الفضاء Astronauts إلى القمر.. ولكن
علينا أن نعلم ان تلك المهمة Mission قد تصاب بالفشل إذا لم ترجع كبسولة سفينة
الفضاء مرة أخرى إلى الأرض بإمان. فعملية العودة إلى الأرض، وإعادة دخول
كبسولة سفينة الفضاء إلى الغلاف الجوي للأرض Earth Atmosphere تمثل الجزء
الخطر من الرحلة.

وإحدى المشكلات الهامة التي تتعرض لها كبسولة الفضاء عند عودتها هي
الحرارة الهائلة التي تتولد عندما تعود الكبسولة وتحتك بالغلاف الجوي للأرض
وأغلب هذه الحرارة سببه الإحتكاك بالغلاف الجوي.

ويمكن ان يجرب التلاميذ الكيفية التي تتكون بها حرارة احتكاك كبسولة سفينة الفضاء بالغلاف الجوي عن طريق الإحتكاك السريع والشديد لليدين معاً - الأمر الذي يمكن المتعلم من الشعور بالحرارة. ومن استنتاج أن أحد أشكال الطاقة (العضلية) يتحول إلى شكل آخر وهو (الطاقة الحرارية).

وإذا كانت الاقمار الصناعية تسير بمثل هذه السرعات العالية لماذا تبدو الاقمار الصناعية كما لو كانت ثابتة في السماء؟

الاجابة عن هذا السؤال لاتتضمن سرعة القمر الصناعي فقط بل تتضمن سرعة الأرض... فكل الأقمار الصناعية بما فيها ما يسمى بالقمر الصناعي الثابت Stationary Satellites تسير بمعدلات سرعة كبيرة في مدارتها حول الأرض ولكن لماذا تبدو ثابتة؟

تبدو هذه الاقمار الصناعية ثابتة لأن سرعة القمر الصناعي تقابل تماماً سرعة دوران الأرض Rotational Speed وهذا يعني أن القمر الصناعي يدور مرة واحدة حول الأرض في المدار كل ٢٤ ساعة.. وهذا بالضبط الوقت الذي تستغرقه الأرض في عمل دورة واحدة حول محورها. فبالنسبة للفرد الذي ينظر لهذا القمر الصناعي من الأرض يبدو له هذا القمر كما لو كان ثابتاً لايتحرك وأحد الطرق البسيطة لتوضيح مفهوم القمر الصناعي الثابت تعتمد على استخدام التصميم التجريبي التالي:-

- يكلف أحد الطلاب بالجلوس على كرسى متحرك Swivel Chair بينما يدور طالب آخر حول هذا الكرسى.
- يطلب من التلميذ الجالس على المقعد إلا يحرك المقعد ثم ينظر إلى زميله الذي يتحرك حوله. في هذه الحالة سوف يلاحظ بوضوح أن زميله يتحرك.
- يطلب من التلميذ الجالس على المقعد ان يحرك الكرسى بحيث يحافظ على مواجهة زميله الذي يتحرك حول الكرسى وجهاً لوجه.
- يبدو من وجه نظر التلميذ الجالس على المقعد أن زميله الذي يتحرك مع المقعد كما لو كان ثابتاً.

هذا والحرارة الناجمة من احتكاك سفينة الفضاء بالغلاف الجوي حرارة هائلة

تمكن من تبخير سفينة الفضاء عدة مرات... لذا فان هندسة الفضاء سعت إلى البحث عن التصميم المناسب للكبسولة والذي يمكن من التغلب على مشكلات الحرارة.

هذا ويعرض هذا الجزء تصميمين لكبسولة سفن الفضاء هما الكبسولة ذات المقدمة الحادة Sharp nosed Capsule، والكبسولة ذات المقدمة المحدبة- Blunt Nosed Capsule، هذا ونزلق كبسولة الفضاء المحدبة بسهولة فى الهواء الأمر الذى يسمح باحتكاك الهواء بجوانب الكبسولة. فالاحتكاك ينتج إحتكاك ثم ينتج فى نهاية الأمر حرارة لذا فإن هذا النمط من الكبسولات يحترق بسهولة.

هذا وترتطم الكبسولة ذات الأنف المحذب بالهواء ويكون موجة الصدمة Shock Wave التى يمتد خلف جوانب الكبسولة وتشتت أغلب الحرارة الناجمة من إعادة الدخول إلى الأرض.

وفى السنوات الحديثة شكلت الكبسولات ذات المقدمة المسنة Pointed Shape مع مراعاة دخول هذه الكبسولة للغلاف الجوى بالتدرج.

رجل الفضاء Astronauts in Space

تعتبر الأرض بيئة صديقة للإنسان.. ولكن ينعكس هذا الوضع عندما يذهب الانسان إلى الفضاء الخارجى حيث تحفه العديد من المخاطر: مثل المخاطر المرتبطة بوجود الاشعاع والشهب والنيازك فى الفضاء ومخاطر أخرى ترتبط بغياب الأوكسجين، ونقص الضغط.

أى أننا نملك فى الارض وفرة من الأوكسجين، والضغط وكلما ذهبنا إلى الفضاء الخارجى كلما فقدنا هذا ... حيث تقل كمية الأوكسجين على ارتفاع (٦٠٠٠) متراً عن الأرض الأمر الذى يؤدي إلى فقدان الوعي .. وعند إرتفاع (٩٠٠٠) متراً نهرب من الضغط الجوى وهذا يمثل جانباً آخرأ من المشكلة .. لماذا؟.

ذلك لأن الدم وسوائل الجسم تمتلأ بالفقاعات والهواء والغازات الأخرى المذابة فى الدم عند غياب الضغط ذلك لأنه عندما ترتفع (٩٠٠٠) متراً عن سطح البحر فإن الضغط ينخفض بسرعة.. وتزداد مخاطر الطيران كلما زاد الارتفاع فمثلا عند إرتفاع

(١٩٠٠) متراً فإن الضغط ينخفض للدرجة تحدث غليان سوائل الجسم حيث ينخفض درجة الغليان الى درجة (٣٧°م) وهى درجة حرارة الجسم. وعندما ما تصل سفينة الفضاء إلى إرتفاع (١٥٠) كيلو متراً تواجه خطر الإشعاع والمذنبات والشهب والنيازك.. ولتفادى مشكلات غياب الضغط صممت كبسولات سفن الفضاء مضغوطة وكذلك الحال بدل فضاء مضغوطة بالاضافة الى إنها مجوفه ومملوء بهواء يعطيها ضغط أكثر.