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 الأنتهاء من دراسة هذا الفصل أن تصبح قادراً على أن : -

- تحدد الوسيلة المناسبة لحمل القمر الصناعى أو سفن الفضاء.
- تستخدم أدوات بسيطة فى شرح أهمية التحكم فى حركة الصاروخ.
- تستنبط مفهوم السفر المتدرج للفضاء Stagging .
- تحدد علاقة قانون الحركة الثالث بحركة الصاروخ.
- تذكر قانون يستخدم فى حساب الطاقة النهائية للصاروخ.
- تستخدم قانون الطاقة النهائية للصاروخ فى حل مشكلة ما.
- تحدد علاقة قوة الدفع الأولية للصاروخ بوزنه.
- تستنتج أثر عامل الجاذبية الأرضية فى سفر الصاروخ.
- تستنتج السرعة التى 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 الذاتى Inertia على حركة الأقمار الصناعية.
- توضح مفهوم القصور الذاتى باستخدام أدوات بسيطة.
- تحدد الأثر الناجم من اتحاد الجاذبية الأرضية، والقصور الذاتى على حركة القمر الصناعى.
- تحدد علاقة ارتفاع المدار بسرعة القمر الصناعى الذى يدور فيه.
- تشرح الكيفية التى يصل بها القمر الصناعى إلى المدار.
- تعرف مفهوم القمر الصناعى الثابت Stationary Satellite.
- تحدد علاقة إنقطاع إرسال التليفزيون باختفاء القمر الصناعى 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 التى يتعرض لها رواد الفضاء.
- تذكر طرق الوقاية المستخدم لتلافى الأخطار التى يتعرض لها رائد الفضاء.

مقدمة :

يشهد تدريس علوم الفضاء والطيران اهتماماً عالميا وعربياً كبيراً. ويستمد هذا الاهتمام أصوله من نتائج الدراسات والأبحاث التربوية التى تمت فى 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.

ففى دراسة قام بها (أورمبرود، وآخرون Drmerod, etal. 1996) استخدم برامج تعليم تلفزيونية لتدريس الجوانب المثيرة عن الفضاء فى تطوير اتجاهات تلاميذ تتراوح أعمارهم فيما بين (١١ - ١٣ عاماً) نحو العلوم بوجه عام وعلوم الفضاء بوجه خاص.

وقد أجرى (باربا Barba, 1993) دراسة أشارت نتائجها إلى الدور الهام الذى يقوم به تدريس علوم الفضاء فى 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 الفكرى المرتفع لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية عن طريق تدريس علوم الفضاء وفى ضوء ما تقدم وبناء على نتائج الدراسات السابقة يتبين أن تدريس علوم الفضاء يساهم فى 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. ففى دراسة قام بها (دوكترمان، Dockterman, 1991) تم تطوير وبناء عدد من البرامج التفاعلية التى تستخدم شرائط الفيديو فى تدريس علوم الفضاء. وفى الاتجاه نفسه اقترح

(روش،Roche 1986) استخدام المحاكاة فى تدريس موضوع مكوك الفضاءShuttle 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.

جـ - 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، وأسلوبى 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 Hickey, and others 1994) دراسة سعت إلى تحديد السمات المثلى لبيئة الصف المناسبة لتدريس علوم الفضاء والمهام العلمية المستخدمة فى تدريس موضوعات الفضاء واتجاهاتهم نحوها. ومما 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 Voget, 1995) لتدريس النظام الشمسى استخدم فيها حقيبة للألغاز Puzzle Kit. تتكون من مجموعة من الأجسام الملونة تقدم حقائق مثيرة عن الشمس والكواكب والنجوم الصغيرة.

ولقد أستخدم (جنس Ginns. 1995) 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 فى الكواكب المختلفة، وشروق الشمس وغروبها.

ولتدريس المسافة بين الأرض والشمس استخدم (سيمونس Simonis، 1990) مجموعة من المواد المطبوعة والأفلام فى تدريس المسافة بين الأرض والشمس.

هذا والدارس للأعمال السابقة التى تمت فى مجال تدريس علوم الفضاء يستنتج أن الأعمال استطاعت أن ترسى 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 فانه 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 يؤدى إلى حدوث كارثة.
القانون الثالث للحركة	- نبلة من المطاط	- تبنى حركة الصاروخ على القانون الثالث للحركة الدال على أنه «لكل فعل رد فعل مساوله فى القوة ومضاد له فى الاتجاه.
السفر المتدرج للفضاء	- رجل يواجه مشكلة بالصحراء.	- تحتاج عملية السفر إلى الفضاء إلى كميات كبيرة من الوقودة - لذا فإن هذه العملية تتم على هيئة سفر متدرج يتضمن عدة مراحل هى: - أ - **المرحلة الأولى:**- وتمثل الجزء الاكبر حيث تحترق هذه المرحلة وتنفصل عن السفينة بعد أن تدفع المرحلة الثانية للامام. ب - **المرحلة الثانية:**- تحمل فوقها القمر الصناعى أو سفينة الفضاء.. وتحترق ثم تنفصل عن القمر أو السفينة بعد أن تدفعها إلى المدار. جـ - **المرحلة الثالثة:**- عبارة عن القمر الصناعى أو سفينة الفضاء التى تستقر فى المدار المخصص لها.

الموضوع	الأحداث المتناقضة المستخدمة فى تدريسها	أوجه التعلم المطلوبة
الجاذبية الأرضية والقصور الذاتى Gravity and Inertia.	- النهوض من مقعد. - المقياس المتوازن. - المفرش السحرى. - سقوط عملة داخل كوب. - شد ثقل. - دوران البيضة. - دلو ضد الجاذبية.	- تمثل عوامل الجاذبية الأرضية، والقصور الذاتى قوى أساسية للسفر إلى الفضاء. - تقوم الجاذبية الأرضية بدور هام فى حفظ الأقمار الصناعية، وسفن الفضاء فى مدارتها لأنه لولا الجاذبية الارضية لطارت سفن الفضاء والأقمار الصناعية إلى الفضاء البعيد. - يقوم القصور الذاتى بدور هام فى حركة الأقمار الصناعية فى خط مستقيم. - اتحاد التأثير الناجم من كل من الجاذبية الأرضية والقصور الذاتى يؤدى إلى دوران سفن الفضاء والاقمار الصناعية فى ممرات ومدارت دائرية حول الأرض.
القمر الصناعى الثابت Stationary Satel-liete.	- الكرسى المتحرك. - لماذا يبدو القمر الصناعى الثابت كما لو كان لايتحرك عندما نشاهده من الأرض؟	- يسير القمر الصناعى الثابت فى مداره حول الأرض بسرعة تقابل بسرعة دوران الأرض حول محورها... بمعنى أن القمر الصناعى الثابت يلف دورة واحدة حول الأرض كل ٢٤ ساعة وهو نفس الوقت الذى تستغرقه الأرض فى عمل دورة واحدة حول محورها. - يستخدم القمر الصناعى الثابت فى عمليات الاتصال، والبث التلفزيونى. - عندما تزيد بسرعة الأرض يختفى فوق الأفق ويفقد الاتصال التلفزيونى.
المدارات Orbits.	- أيهما أسرع القمر الصناعى (أ) الموجود فى مدار مرتفع أم القمر الصناعى (ب) الموجود فى مدار منخفض.	- سرعة القمر الصناعى الذى يسير فى مدار مرتفع تكون أقل من سرعة القمر الصناعى الذى يسير فى مدار مرتفع. - قوى الجاذبية الأرضية التى يتعرض لها القمر الصناعى فى المدار المنخفض تكون أكبر من مثيلتها فى المدار المرتفع.

الموضوع	الأحداث المتناقضة المستخدمة فى تدريسها	أوجه التعلم المطلوبة
عـــودة سفـينـــة الفضـاء إلى الأرض .Reentry		- عندمـا تصطدم سفينة الفضاء بـالغلاف الجوى للأرض عند عودتـها من الفضاء تتولد حرارة هائلة تكفـى لتبخير سفينة الفضاء عدة مرات؟.
الكبسولات .Capsules	- الكبسولة المحدبة.	- الكبسولة المحدبة Bulnt Capsule هذا النوع له أنف ومقدمـة محدبة تقلل من الحرارة الـناجمـة من إصطدام الـسفينـة بالغلاف الجـوى وتعمل هذه الكبـسولة على تشتيت الحرارة بعيداً عنها.
	- الـكـبـسـولـة ذات الانف الدقيق.	- كبسولة ذات أنف دقيق هذا الـنوع لـه أنف دقـيق وتحـتاج عـمـلـية استخـدامه إلى مراعاة الدخـول المتدرج للغلاف الجوى حتى يمكن تقليل الحرارة الناجمة من الاصطدام بالغلاف الجوى.
رجال الفضاء .Astronauts	- فـوران المـشـروب الغازى	- المخاطر التى يتعرض لها رجل الفضاء:- أ - وجود الإشعاعات والشهب والنيازك. ب - نقص الأوكسچين والضغط. - الآثـار المترتبة عـلـى نقـص الـضغـط والأوكسچين:- أ- غياب وفقدان الوعى. ب - انخفـاض درجة غليـان دم الانسان حيث تصبح ٣٧°م - وسائل الوقاية:- استخدام بدل فضاء مضغوطة. ومجوفة ومملوءة بالهواء.

من صاروخ البارود إلى غزو الفضاء : ـ

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 صممWang Hoo سفينة فضاء من خزران البامبو مدعمة 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 آله 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 انجلتر 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 ١٩٣٠م. 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 العالمGodard فى تصميم صاروخ ألمانى 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).

٢ـ التنبؤ بأنه يمكن استخدام الطائرات النفاثة فى السفر للفضاء.

٣- التوصل إلى تعميم يحدد نوع آلة الدفع المثلى فى السفر للفضاء.

الحدث المتناقص (٢): - صواريخ من بالونات.

Balloon Rockets

إطلب من التلاميذ بناء صواريخ من بالونات... فإذا فرَّغنا 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 البلاستك المجوفة فى فم البالونة تساهم فى استقرار طيران البالونة.

٢ - تجريب تثبيت خيوط فى البالونة.

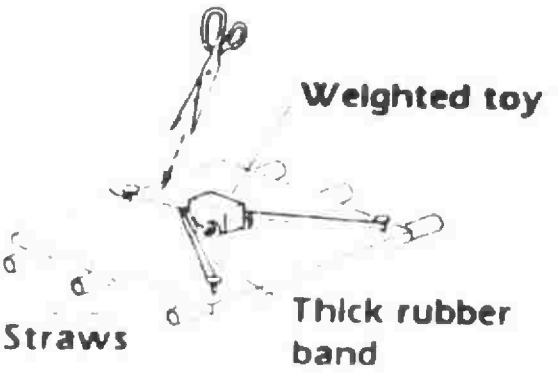
٣ - تجريب استخدام أحجام وأشكال مختلفة من البالونات.

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

اقترض أن لديك صاروخين كبيرين جاهزين للانطلاق كل صاروخ له كتلة تعادل (١٠ر٠٠٠) كيلو جرام والصاروخ الأول يماثل الصاروخ الثانى فى كل شى ماعدا قوة الدفعThrust الناجمة 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 الناجمة من كل صاروخ تحتسب 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.

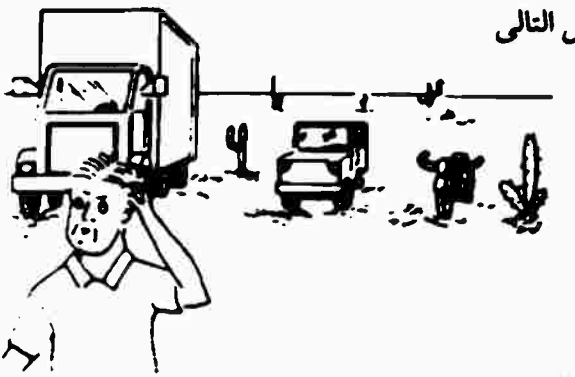
Man - in - The - Desert Problem

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 شاحنهTruck وعربة جيب صغيرةa Jeep وموتوسيكلMotorcycle كل وسيلة من تلك الوسائل قادرة فقط على سفر مسافة قدرها ٢٠٠ كيلو متراً ... وللمعلومية إن هذا الرجل لايمكنه نقل الغاز والوقود من أحد الوسائل إلى الوسيلة الأخرى:-

كيف يصل هذا الرجل إلى الواحة؟

انظر الشكل التالى



عمليات الفحص:-

١ - قارن بين الأفكار المختلفة المطروحة لحل تلك المشكلة.

٢ - قارن بين مشكلة الرجل السابقة وكيفية حلها بعملية السفر إلى الفضاء الخارجى.

٣ - التوصل إلى تعميم مؤداه أنه يمكن لكل وسيلة من وسائل السفر الثلاثة أن تكمل دور الوسائل الأخرى للوصل إلى الغرض (الواحة) حيث توضع الجيب والموتوسيكل داخل الشاحنة وبعد مسافه ٢٠٠ كيلو مترا يوضع الموتوسكيل داخل الجيب وبعد الوصول إلى مسافة ٤٠٠ كيلو مترا يستخدم الموتوسيكل فى قطع المسافة المتبقية (٢٠٠ كيلو متراً) للوصول إلى الواحة «سفر متدرج».

سياق التعلم المقترح لتفسير الأحداث المتناقضة:-

يمثل عنصر القوة أحد العناصر الهامة فى عمر الفضاء فعملية وضع قمر صناعى فى مداره فقط عملية تحتاج إلى كميات هائلة من الوقود والطاقة ... مثال ذلك الصاروخ الذى استخدام فى نقل القمر الصناعى لزحل كان له كتلة قدرت بـ (٧ر٢) مليون كيلو جرام استهلكت أغلب هذه الكتلة فى الفضاء أثناء عملية السفر أما الكتلة التى عادت إلى الأرض بسلام فقدرت 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 الأوكسچين اللازم لحرق الوقود المستخدم فى الطيران.

وكنتيجة لذلك فإن الخطأ العلمى فى الحدث المتناقض (١) الدال على استخدام الميكنة النفاثة فى السفر للفضاء والصعود للقمر هو أن الميكنة النفاثة لاتستطيع أن تعمل فى فراغ الفضاء نظراً لعدم وجود الأوكسچين 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 والأوكسچين معها يستطيع أن تسافر الصواريخ للفضاء.

ففى الحدث المتناقض(٢): - المعنون بصواريخ البالونات إشارة إلى أهمية نظم التحكم فى حركة الصاروخ. حيث يكتشف الطلاب أن البالونة الطويلة والنحيفة تميل إلى الاستقرار فى طيرانها أكثر من البالونة القصديرة 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 وبالتالى 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 الأتجاة. 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 فى اتجاه بينما يذهب الصاروخ فى الاتجاه الآخر المعاكس.

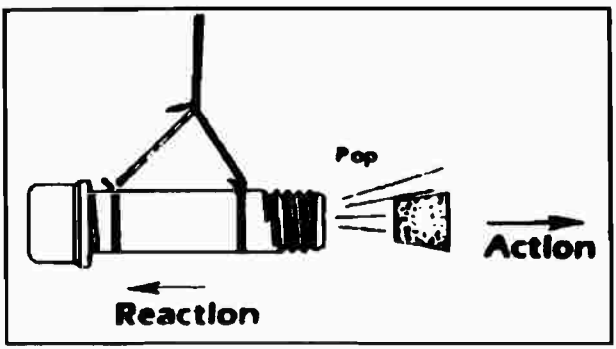
والدارس للحدث المتناقض (٣): - نبلة المطاط يرى أن حركة هذه النبلة يحكمها أيضاً القانون الثالث للحركة فعندما ينقطع الخيط الذى يشد رباط المطاط إلى الخلف يندفع رباط المطاط إلى الامام الأمر الذى يترتب عليه حركة اللعبة الثقيلة فى إتجاه وبقية مكونات النبلة فى الأتجاه الأخرى (حاول أن تجرب وتكرر هذه الخطوات مع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

الطاقة النهائية للصاروخ أ = ٢,٠٠٠ × ٣٠٠ = ٦٠٠,٠٠٠

الطاقة النهائية للصاروخ ب = ٢٠,٠٠٠ × ١٠ = ٢٠٠,٠٠٠

والواضح من السابق أن الطاقة النهائية للصاروخ (أ) أكبر من الطاقة النهائية للصاروخ (ب) .. وعلى الرغم من ذلك تجد 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 عنيفة 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 أرسال 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 الصارخ (أ) عكس الانطلاق من الأرض.

السفر المتدرج للفضاء: staging

نظراً لكمية الطاقة الهائلة التى تتطلبها عملية أرسال الصاروخ إلى الفضاء.. صمم للتغلب على هذه المشكلة نظام متدرج للسفر.. ولقد مر هذا النظام بعدة مرا حل تمثل المرحلة الأولى الجزء الأكبر من هذا النظام وهى عبارة عن قاعدة الصاروخ وفى قمة هذه المرحلة تربط المرحلة الثانية التى تركب فوقها المرحلة الثالثة المكونة من المعدات والأدوات الصغيرة فعند نقطة الانطلاق تصعد المرحلة الأولى حامله معها المرحلتين الثانية والثالثة وعندما تحترق المرحلة الأولى تنفصل ببساطة وعند هذا تبدأ المرحلة الثانية التى تدفع معها المرحلة الثالثة فى طريقها بدون الوزن الثقيل للمرحلة الأولي... 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) :- الكرسى الثابت

the Gripping Chair

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

أ- لاتتجه إلى الأمام.

ب- دع قدميك متصلة بالأرض فى مقدمة 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 والأتزان.

الحدث المتناقض (٢): ـ المقياس المتوازن

Balance Scale

ـ جهز عصا من الخشب فى حجم المسطرة الخشبية.

ـ ثبت مسمار حلزونى له فتحة فى الحافة العليا للمسطرة (يجب أن تكون المسطرة سميكة بشكل يسمح بتثبيت هذا المسمار فى حافتها العليا).

ـ أصنع فتحة فى منتصف المسطرة، وفتحة أخرى فى قاع المسطرة (كما فى الشكل).

ـ النقاط الثلاث السابقة تمثل محاور لمقياس متوازن.

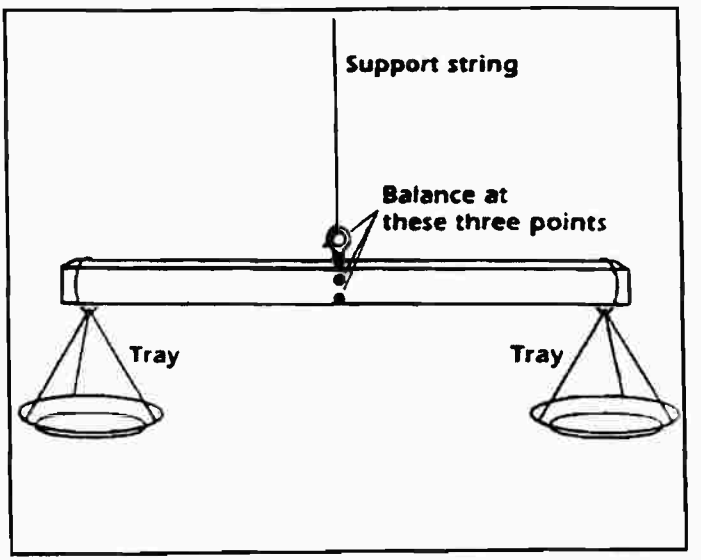
ـ أربط كفة فى كل نهاية من نهايات المسطرة.

ـ علق الميزان من فتحة المسمار الحلزونى ثم ضع بعض قصاصات الورق لكى تعادل توازن كفتى الميزان.

ـ انزع الخيط من فتحة المسمار الحلزونى ثم اربطه فى الفتحة الوسطى للميزان.

هل يحتفظ المقياس بنفس حالة الا تزان السابقة،

ـ اربط الخيط فى النهاية فى الفتحة السفلى للمقياس وضح كيف يتوازن المقياس فى هذه الحالة.



عمليات الفحص :.

١ـ لاحظ أن المقياس يتوازن بسهولة عندما يرتكز الخيط فى فتحة المسمار الحلزونى.

٢ـ يكتشف أن المقياس يصبح أقل توازنا عندما تنقل نقطة الارتكاز إلى الفتحة الوسطى.

٣ـ تكتشف أن أقل استقرار وتوازن للمقياس يحدث عندما يكون نقطة الارتكاز فى الفتحة السفلى.

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

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

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

عمليات الفحص :.

١ـ تجريب سقوط كل من الورقة والكتاب إلى الأرض فى نفس الوقت.. لترى من يسقط أسرع إلى الأرض.

٢ـ لاحظ أن الورقة تسقط ببطء إلى الأرض بالمقارنة بسقوط الكتاب.

٣ـ ادعس الورقة ثم اسقطها على الأرض هل يؤثر هذا على زيادة سرعة سقوطها إلى الأرض.

٤ـ اكتشاف إنه عندما تضع الورقة فوق الكتاب حرة فإن الورقة والكتاب يسقطان إلى الأرض فى نفس الوقت وبنفس المعدل.

الحدث المتناقض (٤):. المفرش السحرى

Magic Tablecloth

هل شاهدت مرة أنه يمكن شد مفرش الطاولة من أسفل الأدوات دون أن يحدث أى تحطيم أو ارتباك لتلك الأدوات؟ نحن لانوصى 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 :.

١ـ جرب بإستخدام أدوات وأساليب متعددة لكى ترى كيف ينفذ هذا النشاط بفعالية.

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

٣ـ لاحظ أن الأدوات تتحرك مع الفرش أيضا عند شده ببطء.

٤ـ 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:

١ـ جرب عدة طرق لتحريك البطاقة وإنجاز المهمة.

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

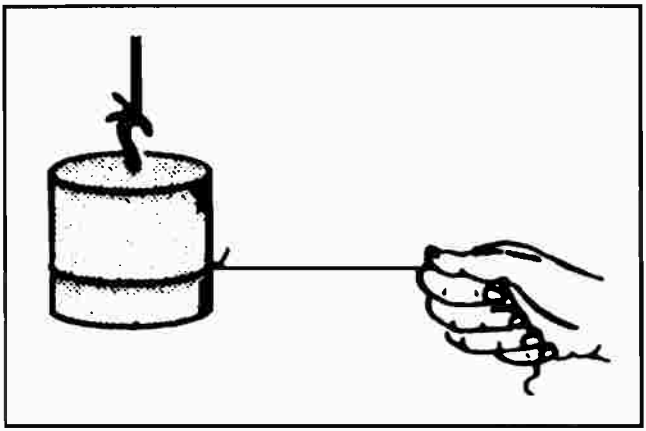
٣ـ ما تأثير القصور الذاتى على هذا الحدث.

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 بإستخدام الخيط الرقيق.. ماذا يحدث؟

شد الخيط الرقيق بقوة ماذا يحدث؟



عملية الفحص :.

١ـ تلاحظ أن الثقل يتأرجح عندما يتم شد الخيط بلطف.

٢ـ تلاحظ أن الخيط الرقيق ينقطع عندما تشد الخيط الرقيق المربوط بالثقل بقوة.

٣ـ اعد هذا العمل بإستخدام أثقال مختلفة.

٤ـ 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 وهى المغلية والأخرى سائلة وهى الطازجة أو النيئة.. لف البيضتين فى آن واحد. ثم إلمس كل بيضة على حده لحظياً ثم دعها بعد ذلك؟ ماذا تلاحظ

ـ كيف يمكنك تحديد البيضة السائلة الطازجة والبيضة الصلبة المغلية؟

عمليات الفحص :.

١ـ استخدم الخطوات السابقة فى التميز بين البيضة النيئة (الطازجة) والبيضة المغلية الصلبة؟

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

٣ـ اكتشف أن البيضة النيئة السائلة تميل إلى أن تبدأ عملية اللف من جديد بعد لمسها لحظيا.. لماذا؟.

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

٥ـ كون نظرية عن القصور الذاتى 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 صيحح فإن الماء لاينسكب).

عمليات الفحص:

١ـ اكتشاف أن الماء لاينسكب عندما تلف الدلو فى دائرة رأسية.

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

٣ـ 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 المبادىء التى تحكمه.

الجاذبية الأرضية

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

ولكن لكى تستطيع أن تقف من وضع الجلوس على مقعد يجب أن يتحرك مركز الجاذبية فى الجسم body Center of gravity فوق مرتكز الجسم body support (الأقدام) ولتحقيق هذا الغرض 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 الإتزان عندما يوجد مركز الجاذبية The Center of gravity أسفل مرتكز الميزان Support .

فعندما يعلق الميزان بواسطة الخيط من فتحة المسمار الحلزونى (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 استقرار. أما إذا

أصبح المرتكز (الخيط الذى 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 متوازنا حتى لو علق مرتكز الميزان فى الفتحة السفلى حيث يصبح مركز الجاذبية أسفل المرتكز.

الحدث المتناقض (٣): يشير إلى مبدأ أخر وهو أن الجاذبية الأرضية تعمل على سقوط جميع الأشياء على الأرض بنفس السرعة طالما لاتوجد مقاومة للهواء.

ففى 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.

القصور الذاتى Inertia

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 حاله 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

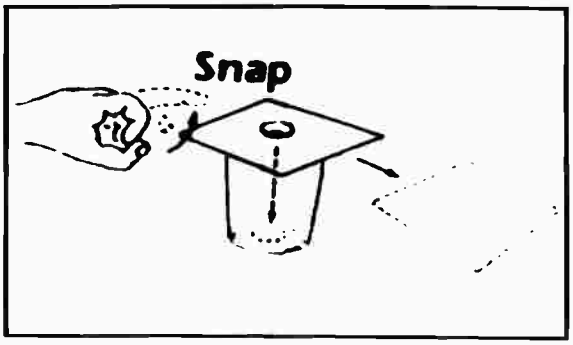
على قدميه لأنه يميل إلى البقاء فى نفس حالة السكون والاستقرار التى كان عليها قبل الحركة لذا فهو يميل للخلف ليعوضها أما عندما تقف الحافلة فجأة فإن التلميذ وبخاصة ذلك الذى يقف على قدميه يميل إلى الأمام لأنه يميل إلى البقاء فى نفس حالة الحركة التى كان عليها قبل توقف الحافلة.

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

ففى **الحدث المتناقض** (٤): تجد أن الأشياء الموجودة فوق مفرش السفرة تظل ثابتة عند شدة بسرعة لأنها تميل إلى البقاء فى نفس حالة السكون التى كانت عليها .

ولكن إذا شُد هذا المفرش ببطء فإن قوى الاحتكاك والجاذبية تجد وقتاً كافياً للتغلب على قوة الميل للبقاء فى حالة السكون وبالتالى تجد أن هذه الأشياء تتحرك مع المفرش.

وفى **الحدث المتناقض** (٥) : ترى أن العملة تبقى فى وضع السكون إذا دفعت البطاقة (ورقة الكرتون) بسرعة بواسطة أحد أصابع اليد وبمجرد حركة البطاقة تسقط العملة التى لاتميل للحركة مع البطاقة فى الكوب.



والمثال الآخر الموضح لظاهره القصور الذاتى والقانون الأول للحركة الحدث المتناقض (٦): الدال على أن الحركة البطيئة للخيط الرقيق تتسبب فى حركة الثقل معها لأنها تغلبت على القصور الذاتى.. أما الحركة السريعة للخيط الرقيق تجعل

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

وفى **الحدث المتناقض** (٧):- لوحظ فى هذا الحدث أنه عند دوران بيضة مغلية صلبة وبيضة طازجة سائلة فى نفس الوقت على سطح ناعم تجد أن لمس البيضة الصلبة أثناء دورانها يؤدى إلى توقفها عن الدوران. أما لمس البيضة النيئة السائلة لحظياً يؤدى 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 لحظيا فإن هذا يوقف قشرة البيضة لحظيا 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 تجد أن ظاهرة القصور الذاتى مسئولة عن التناقض الذى تلاحظ فى هذا الحدث. ففى 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 لاترتبط بالطيران فى الفضاء.. إلا أن الجاذبية الأرضية والقصور الذاتى تمثل عوا مل أساسية للطيران فى الفضاء . فالجاذبية الأرضية لاتوجد فقط بالقرب من سطح الأرض بل توجد أيضا 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 فى حفظ القمر الصناعى فى مداره ولكنها لاتستطيع أن تقوم بهذه المهمة بمفردها حيث تقوم قوة القصور الذاتى بدور هام فى حركة القمر الصناعى فى خط مستقيم.. والتأثير الناجم من تفاعل قوة الجاذبية الأرضية وقوة القصور الذاتى يمكن القمر الصناعى من الحركة فى ممر ومدار دائرى حول الأرض.

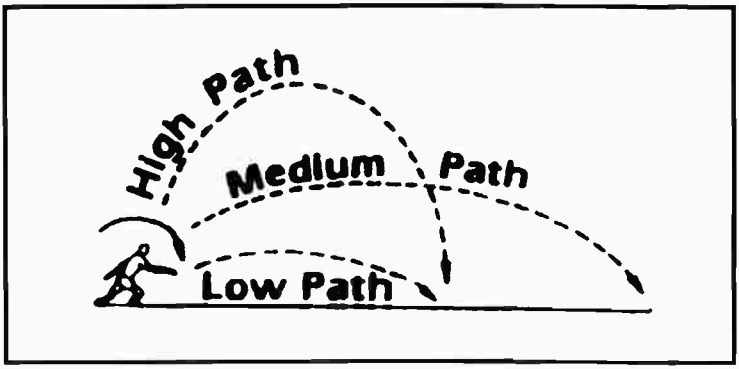
مدارات القمر الصناعى، وعودته إلى الأرض

الحدث المتناقض (١): مسار كرة باسبول

إلى أى مدى يمكنك إلقاء كرة باسبول فى الهواء؟

أستعد للتمرين التالى 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:

١ـ جرب عدة مرات لكى تحدد أنسب زاوية تحصل فيها على انسب و أفضل نتائج.

٢ـ اكتشف إن المسافة التى تقطعها الكرة العالية.

٣ـ لاحظ أن الكرة تأخذ ممر مقوس نحو الأرض.

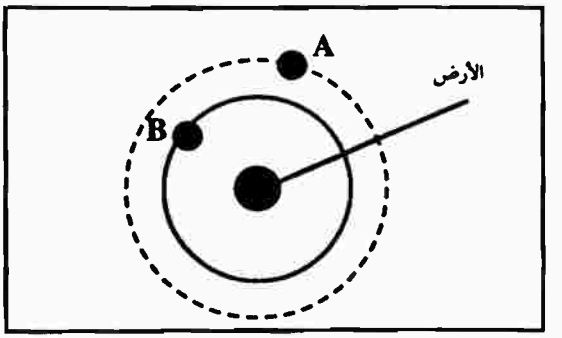
٤ـ تتوصل إلى تعميم مؤداه إن هناك قوة أخرى تؤثر على الكرة تدفعها للوصول الأرض.

الحدث المتناقض (٢) المدارات المرتفعة والمنخفضة

High and Low Orbits

أدرس الشكل التالى 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:

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

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

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

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

الحدث المتناقض (٣): ـ احتكاك سريع Fast Friction

ماذا يحدث عند تفرك يديك بخفة؟

ماذا يحدث عند تفرك يديك بشدة؟

عملية الفحص :-

١ـ الشعور بدفء فى اليدين.

٢ـ كرر العمل السابق ثم زود معدل السرعة ثم حدد علاقة ذلك بالحرارة الناجمة.

٣ـ قارن ذلك بالحرارة الناجمة من عودة سفينة الفضاء إلى الأرض.

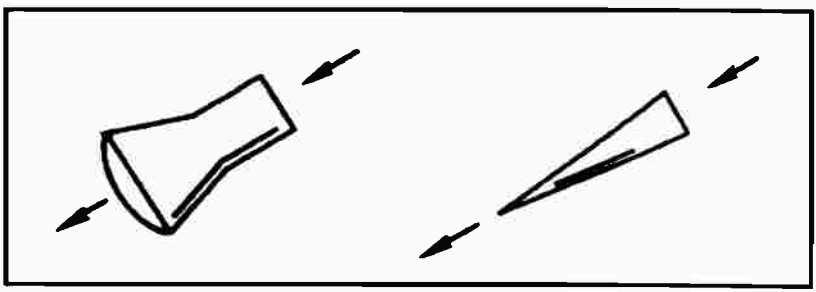
الحدث المتناقض (٤): عودة كبسولة الفضاء للأرض

Reentry Capsules

ادرس الشكل التالى لكبسولة سفن الفضاء ذات الأنف المحدب، والكبسولة ذات الأنف الدقيق هذا وعلى الرغم من إختلاف هذه الكبسولات فى الشكل إلا أنها متساوية فى وزنها وسرعتها وفى الممرات التى تسير فيها.

والآن:-

ـ ما الكبسولة التى تنتج حرارة أكثر عندما تعود من الفضاء الخارجى إلى غلاف الاتومسفير earth's atmosphere ؟



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

عمليات الفحص:-

١ـ البحث عن أسباب اثارة الكبسولة ذات المقدمة الحادة لحرارة أكثر عند دخولها غلاف الاتومسفير.

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

٣ـ 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.

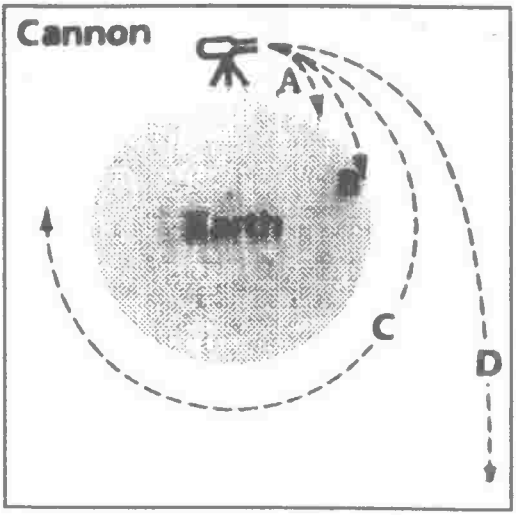
هذا وهناك قوة ثالثة تتعرض لها سفينة الفضاء عندما تعود من الفضاء الخارجى وترتطم بغلاف الاتومسفير وهى قوة الاحتكاك لها ايضا تأثيرا واضحا على سفن الفضاء.

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 (التى تشد هذا الشىء إلى الأرض)، وبعامل 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 يؤدى إلى تكوين ممر يأخذ شكل منحنى حتى طلقة البندقية التى 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 كيلو متراً. فإذا إنطلقت القذيفة من المدفع فإنها سوف تسير فى الممر (A).. أما إذا إنطلقت القذيفة من المدفع بسرعة أكبر فإنها سوف تسير لمسافة أبعد قبل أن تتعرض لقوة الجاذبيةالأرضية (يظهرها الممر (B) وإذا انطلقت القذيفة من المدفع بقوة كافيةEnough Force فإن قوة القصور الذاتى للكرة (ميلها إلى السير فى خط مستقيم) تكون كبيرة لدرجة أنها تتعادل مع قوة جذب الأرض للكرة وعند هذه الحالة فإن قذيفة المدفع تسير فى المدار (C) حول الأرض. وفى النهاية وباستمرار القوة العظيمة التى تدفع بها قذيفة المدفع فإن القذيفة سوف تسير إلى الفضاء الخارجى بعيداً عن الأرض (يوضح ذلك المسارD).

وأقل سرعة يمكن أن يسير عليها الصاروخ للوصول إلى المدار هى ٢٨,٨٠٠ كيلو متراً/ فى الساعة هذا ويبعد أقرب مدار عن الأرض ١٥٠ كيلو متراً فوق الأرض.. أما المدارت التى تقع على إرتفاع أقل من ١٥٠ كم فتقع فى الطبقات الرقيقة للهواء من طبقة الأتومسفير العليا التى تسحب الأقمار الصناعية إلى الأرض مرة أخرى.

والآن دعنا نلقى نظرة على المشكلة التى يدور حولها الحدث المتناقض (٢). المدارات المرتفعة والمنخفضة. ما القمر الصناعى الذى يمتلك سرعة أكبر القمر الذى يسير فى المدار المرتفع (A) أم القمر الصناعى الذى يسير فى المدار المنخفض (B)؟

قد تكون الإجابة أنه لا توجد معلومات كافية.

تخيل أن قمراً صناعيا يدور فى مدار دائرى حول الأرض ما العوامل التى تتوقف عليها سرعة هذا القمر الصناعى؟ فسرعة القمر الصناعى تتوقف على ارتفاع هذا القمر الصناعى عن الأرض. ففى أى مدار يتأثر القمر الصناعى بقوة الجاذبية الأرضية

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

فكلما كان القمر الصناعى أقرب من الأرض كلما كانت قوة الجاذبية التى يتعرض لها أكبر لذا فإن هذا القمر يجب أن يسير بشكل أسرع لكى يواجه تلك السرعة. وكما ذكر أنفاً أن القمر الصناعى الذى يرتفع عن الأرض بمسافة ١٥٠ كيلو مترا يجب أن يسير بسرعة ٢٨,٨٠٠ كيلو مترا/ فى الساعة فى هذا المدار.

ومن ناحية أخرى فالقمر Moon يرتفع عن الارض لمسافة (٣٣٤,٠٠٠) كيلو متراً لذا فهو يسير حول الأرض بسرعة تقدر بـ (٣٥٠٠) كيلو متراً كل ساعة لكى يبقى فى مداره.

وهكذا يمكن القول أن القمر الصناعى الذى يسير فى المدار (B) الأقرب للأرض يجب أن يكون له سرعة أكبر من القمر الصناعى الذى يسير فى المدار (A) الأبعد.

هذا وتقوم الأقمار الصناعية بدور هام فى إيجاد اتصال ثابت Constant Communication بذلك الجزء من الأرض الذى تقع فوقه هذه الأقمار.

والجدير بالاشارة إليه هو أن الأقمار الصناعية الثابتة عندما تسير بمعدلات سرعة أقل أو أكثر من سرعة الأرض حول محورها فانها تختفى وراء الأفق، وتفقد إتصالها بالأرض.

عودة كبسولة الفضاء للأرض: - Re - Entry

انه لشىء 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 الجوى للارض Earth Atmosphere تمثل الجزء الخطر من الرحلة.

وإحدى المشكلات الهامة التى تتعرض لها كبسولة الفضاء عند عودتها هى الحرارة الهائلة التى تتولد عندما تعود الكبسولة وتحتك بالغلاف الجوى للأرض وأغلب هذه الحرارة سببه الإحتكاك بالغلاف الجوى.

ويمكن ان يجرب التلاميذ الكيفية التى تتكون بها حرارة احتكاك كبسولة سفينة الفضاء بالغلاف الجوى عن طريق الإحتكاك السريع والشديد لليدين معاً - الأمر الذى 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 الأقمار الصناعية كما لو كانت ثابتة فى السماء؟

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

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

- يكلف أحد الطلاب بالجلوس على كرسى متحرك Swivel Chair بينما يدور طالب آخر حول هذا الكرسى.
- يطلب من التلميذ الجالس على المقعد إلا يحرك المعقد ثم ينظر إلى زميله الذى يتحرك حوله. فى هذه الحالة سوف يلاحظ بوضوح أن زميله يتحرك.
- يطلب من التلميذ الجالس على المقعد ان يحرك الكرسى بحيث يحافظ على مواجهة زميلة الذى يتحرك حول الكرسى وجهاً لوجه.

يبدو من وجه نظر التلميذ الجالس على المعقد أن زميله الذى يتحرك مع المقعد كما لو كان ثابتاً.

هذا والحرارة الناجمة من احتكاك سفينة الفضاء بالغلاف الجوى حرارة هائلة

تمكن من تبخير سفينة الفضاء عدة مرات... لذا فان هندسة الفضاء سعت إلى البحث عن التصميم المناسب للكبسولة والذى 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 وننزلق 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 المحدب بالهواء ويكون موجة الصدمةShock 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 بالتدريج.

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 آخرى ترتبط بغياب الأوكسچين، ونقص الضغط.

أى أننا نملك فى الارض وفرة من الأوكسچين، والضغط وكلما ذهبنا إلى الفضاء الخارجى كلما فقدنا هذا ... حيث تقل كمية الاوكسچين على ارتفاع (٦٠٠٠) متراً عن الأرض الأمر الذى يؤدى إلى فقدان الوعى .. وعند إرتفاع (٩٠٠٠) متراً نهرب من الضغط الجوى وهذا يمثل جانباً أخراً 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

(١٩,٠٠٠) متراً فإن الضغط ينخفض لدرجة تحدث غليان سوائل الجسم حيث ينخفض درجه الغليان الى درجة (٣٧°م) وهى درجة حرارة الجسم.

وعندما ما تصل سفينة الفضاء إلى إرتفاع (١٥٠) كيلو مترا تواجه خطر الإشعاع والمذنبات والشهب والنيازك.. ولتفادى مشكلات غياب الضغط صممت كبسولات سفن الفضاء مضغوطه وكذلك الحال بدل فضاء مضغوطه بالاضافة الى إنها مجوفه ومملواء بهواء يعطيها ضغط أكثر.