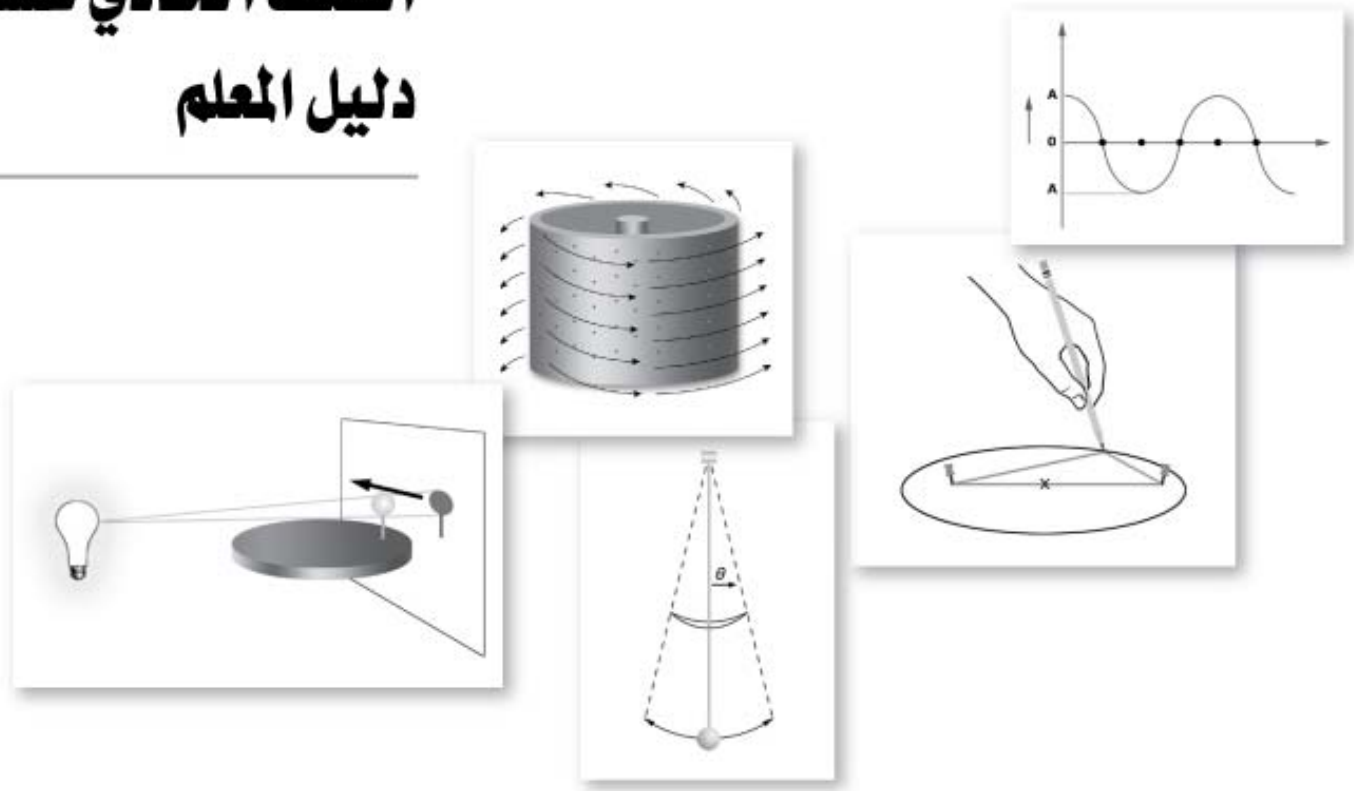
الحركة الدائرية
الصف الحادي عشر
دليل المعلم



CREATIVE ASSOCIATES INTERNATIONAL

تود كل من كرييتيف اسوسياتز(Creative Associates) وسيوارد التعاونية (Seward Incorporated) التعبير عن شكرهما لوزارة التربية بسلطنة عمان على الدعم والتعاون الذي قدمته.

إن برنامج التدريب الإلكتروني للمدرسين هذا ما هو إلا نتيجة لجهود العديد من موظفي وزارة التربية الذين تضامنوا في العمل مع زملائهم من شركة سيوارد التعاونية. وإننا لممتنون للحماس والخبرة والدعم الذي قدموه لنا في جميع مراحل المشروع.

ونخص بالشكر مدرسة دوحة الأدب للطالبات ومدرسة جابر بن زيد للطلاب حيث تم التصوير للبرنامج التدريبي كما نشكر كل الكادر التدريسي والطلابي في محافظة مسقط الذين اشتركوا في التصوير ليقدموا مثالا يحتذى به في العملية التعليمية والتدريسية.

تم انجاز هذا البرنامج ضمن مبادرة الشراكة الأميركية-الشرق أوسطية/مبادرة الشراكة التعليمية (MEPI/PSP) التي تدعمها وزارة الخارجية الأميركية وتم تطبيقه من خلال كل من شركتي كرييتيف اسوسياتز (Creative Associates) وسيوارد التعاونية (Seward Incorporated).

تنويه:

تم دعم المشروع جزئيا من خلال اتفاق التعاون رقم S-NEAPI-O4-CA-117.
ان النتائج والتوصيات الواردة هنا تعبر عن آراء مؤلفيها ولا تعكس بالضرورة وجهة نظر وزارة الخارجية.

جميع حقوق الطبع والنشر محفوظة ©
لشركة سيوارد التعاونية

Seward Inc.
2200 East Franklin Ave.
Minneapolis, MN 55404
phone: (612) 721-4444
www.sewardinc.com

المحتويات

المقدمة		4
مخطط وحدة الحركة الدائرية		6
الأسبوع 1 اليوم 1	الموضوع: مراجعة الجاذبية	21
الأسبوع 1 اليوم 2	الموضوع: الحركة الدائرية المنتظمة	28
الأسبوع 1 اليوم 3	الموضوع: قوة الجذب المركزية	34
الأسبوع 1 اليوم 4	الموضوع: لماذا يبدو أن هنالك قوى متجهة نحو الخارج في نظام دوران	38
الأسبوع 1 اليوم 5	الموضوع: العلاقة بين السرعة الخطية ونصف القطر	44
الأسبوع 2 اليوم 1	الموضوع: حركة الأقمار الاصطناعية	47
الأسبوع 2 اليوم 2	الموضوع: الأقمار الاصطناعية الأرضية الثابتة	51
الأسبوع 2 اليوم 3	الموضوع: مدارات الأقمار الاصطناعية	57
الأسبوع 2 اليوم 4	الموضوع: مقدمة حول الحركة الدورية	63
الأسبوع 2 اليوم 5	الموضوع: الحركة التوافقية البسيطة	68
الأسبوع 3 اليوم 1	الموضوع: العوامل التي تؤثر في الزمن الدوري للبندول	71
الأسبوع 3 اليوم 2	الأسبوع: الثالث ، اليوم الثاني الموضوع: حركة جسم مرتبط بنابض	73
الأسبوع 3 اليوم 3	الموضوع: الحركة الدائرية والحركة التوافقية البسيطة	76
الأسبوع 3 اليوم 4	الأسبوع: الثالث ، اليوم الرابع الموضوع: تطبيق الحركة التوافقية البسيطة	83

الأسبوع 3 اليوم 5	**الأسبوع الثالث ، اليوم الخامس الموضوع: علاقات الحركة التوافقية البسيطة**	85
الملحق (أ) :	جدول يوضح أدوار أعضاء المجموعة أثناء التعلم التعاوني	88
الملحق (ب 1) :	أوراق أسئلة خاصة بالتجارب للنسخ	89
الملحق (ب 2) :	أجوبة أوراق أسئلة التجارب	96
الملحق (ج) :	لعب الأدوار، الجزءين الأول والثاني	108
الملحق (د) :	شفافيات للدروس : إطلاق القمر الصناعي، البندول البسيط ، النوابض (الرأسية) ، رسوم بيانية، الحركة الدائرية للحركة التوافقية البسيطة.	111
الملحق هـ		121
الملحق و	أسئلة عامة حول موضوعات وحدة الحركة الدائرية	125

المقدمة

سيستكشف الطلاب من خلال دراستهم لهذه الوحدة مفاهيم الحركة الدائرية. وستخدم أنت وطلابك استراتيجيات التعلم الفعال في كل درس. وقد تكون بعض هذه الاستراتيجيات جديدة بالنسبة لك أو لطلابك. وعليك التحلي بالصبر، إذ أن التكيف مع الطرق الجديدة للتعليم والتعلم بالنسبة لك ولطلابك سيستغرق بعض الوقت.

سيقضي الطلاب وقتاً طويلاً من الوقت المخصص للدراسة داخل الغرفة الصفية في مجموعات صغيرة يحلون فيه المسائل معاً. وسيستخدمون أشياء مادية لعمل نموذج للحركة الدائرية. إن أحد التجارب (وهي تلك الخاصة بالنابض) جديدة في هذا المنهج. كما أن عدد من المسائل جديدة أيضاً في هذا المنهج.

وحيث أن هذه الوحدة تتضمن عدد أكبر من الواجبات المنزلية أكثر مقارنة بما يحتوي عليه كتاب الطالب، فقد ترغب أيضاً في التنسيق مع المعلمين الآخرين الذين يدرسون نفس الغرف الصفية التي تقوم بتدريسها وذلك لتحديد حجم الواجبات المنزلية التي يتوجب على طلابك أدائها بمنازلهم، إذ أن الطلاب قد يشعرون بأنهم يرزحون تحت وطأة الواجبات المنزلية إذا تم تكليفهم بها من قبل جميع المعلمين في نفس اليوم! وسيتم من خلال هذه الدروس الموضوعات التي تتضمنها الوحدة الخاصة بالحركة الدائرية. وسيتم عرض المادة بطرق مختلفة بجانب طريقة المحاضرة.

وحسبما شاهدت في الجزء الخاص بالتعلم على الشبكة الإلكترونية، فإن هذه الوحدة ستستخدم استراتيجيات تغيير المفاهيم. ولا يغير العديد من الطلاب الطريقة التي يفكرون بها عن الفيزياء، حتى وإن استطاعوا حل المسائل وأكملوا أداء التجارب. وتساعد استراتيجيات التعلم المستخدمة في هذه الوحدة الطلاب على تغيير الطريقة التي يفكرون بها.

وفيما تستمر في تدريس هذه الوحدة الدراسية، عليك أن تتذكر دائماً أنك المعلم. أنت تعرف أفضل من غيرك رغبات طلابك وقدراتهم وحدود إمكاناتهم. وربما ترغب في محاولة الأنشطة التي تحتوي عليها هذه الوحدة ومن ثمّ تعديلها وتكييفها حسبما تتطلبه احتياجاتك المحددة. وقد تنجح هذه الأنشطة مع بعض الغرف الصفية التي تقوم بتدريسها، بينما قد تحتاج إلى إدخال تعديلات قليلة عليها لتناسب بعض الغرف الصفية الأخرى وذلك حسب قدرات طلابك ورغباتهم. وتوجد هنالك خيارات متاحة لك فيما إذا استغرقت بعض الأنشطة وقتاً أطول مما هو متوقع لها.

مخطط وحدة الحركة الدائرية

استعراض مختصر للدروس في هذه الوحدة (الوحدة الثانية)

العنوان	الأهداف	وصف مختصر للدرس	استراتيجيات التعلم الفعال
مراجعة الجاذبية	تعريف الجاذبية باعتبارها تسارع وليست قوة	يرمي الطلاب كرتين من نفس الحجم ولكن يختلفان في الكتلة لتوضيح أن الجاذبية تجعل جميع الأجسام تتسارع بصورة متساوية.	• تدوين الملاحظات في المجلة العلمية • التعلم التعاوني • الاستقصاء • تكوين خرائط مفاهيم
الحركة الدائرية المنتظمة	وصف الحركة الدائرية المنتظمة في مستويين رأسي وأفقي.	يرسم الطلاب أشكالاً متجهة للحركة الدائرية المنتظمة في مجموعات للتعلم التعاوني. ويقود المعلم حواراً حول التسارع في الحركة الدائرية المنتظمة.	• حوار سقراطي (نظري) • التعلم التعاوني • تدوين الملاحظات في المجلة العلمية • تكوين خرائط مفاهيم
قوة الجذب المركزية	تعريف قوة الجذب المركزية	ينفذ الطلاب نشاط يوضح التسارع الشمعة أثناء دورانها لاستكشاف قوة الجذب المركزية ، ويقومون بعملية عصف ذهني حول أمثلة من الحياة الواقعية لقوة الجذب المركزية.	• لعب بالأدوار • الاستقصاء • التعلم التعاوني

العنوان	الأهداف	وصف مختصر للدرس	استراتيجيات التعلم الفعال
شرح ظهور القوى المتجهة نحو الخارج	شرح لماذا تكون قوة الطرد المركزي قوة وهمية وغير حقيقية.	يُؤدي الطلاب مشهد تمثيلي عن قوة الجذب المركزية. ويكملون أيضاً تجربة الكرة الدوارة في كراسات التجارب العملية. يناقش الطلاب لماذا تبدو أن هنالك قوة متجهة نحو الخارج في الحركة الدائرية.	• لعب الأدوار • التعلم التعاوني • الاستقصاء
العلاقات بين السرعة الخطية ونصف القطر	حساب السرعة والتسارع في الحركة الدائرية المنتظمة. استنتاج العلاقات بين السرعة ونصف القطر في الحركة الدائرية المنتظمة.	يتعلم الطلاب المعادلات الخاصة بحساب السرعة والتسارع في الحركة الدائرية المنتظمة. ثم يؤدون تجربة تدحرجة كوب (كأس) من الورق (شكل المخروط الناقص) بعرض الطاولة ويحسبون سرعة حافة الكوب وسرعة قاعدته. يلاحظ الطلاب أن حافة الكوب تدور بسرعة أكبر. يُكلف الطلاب بتنفيذ مشروع كواجب منزلي.	• التعلم التعاوني • الاستقصاء • تعلم مبني على تنفيذ المشروعات
الجاذبية الكونية	تحديد العوامل التي تؤثر في قوة الجاذبية الكونية	يتعلم الطلاب المعادلات الخاصة بقوة الجاذبية الكونية ويستخدمون هذه المعادلات في حل المسائل.	• تعلم مبني على حل المشكلات (المسائل)
تطبيقات الحركة الدائرية (حركة الأقمار)	وصف حركة الأقمار الطبيعية والأقمار الاصطناعية باستخدام الحركة الدائرية.	يقدم المعلم شرحاً حول حركة الأقمار باستخدام الرسوم المتحركة. يؤدي الطلاب تجربة برسم المدارات البيضاوية.	• الاستقصاء

العنوان	الأهداف	وصف مختصر للدرس	استراتيجيات التعلم الفعال
الأجهزة التقانية التي تستخدم مبادئ الحركة الدائرية المنتظمة.	وصف الأجهزة التقنية التي تستخدم مبادئ الحركة الدائرية المنتظمة لتلبية الاحتياجات المجتمعية	يقوم الطلاب بعملية عصف ذهني لأمثلة للحركة الدائرية في الحياة الواقعية. ثم يحددون كيف أن قوانين الحركة الدائرية تنطبق على أمثلة الحياة الواقعية التي حددوها أعلاه. يعرض الطلاب النتائج التي يتوصلون إليها على طلاب غرفة الصف.	• التعلم التعاوني • الاستقصاء
مقدمة حول الحركة الدورية	تعريف الحركة الدورية، والزمن الدوري والتردد	يكتب الطلاب تعريفاتهم للحركة الدورية ثم يقومون بعملية عصف ذهني حول أمثلة من حياتهم اليومية. ينشئ الطلاب في مجموعات بندول. يكوّن الطلاب خريطة مفاهيم بالكلمات التي استخدموها أثناء عملية العصف الذهني.	• تدوين الملاحظات في المجلة العلمية • التعلم التعاوني • تكوين خريطة المفاهيم
العوامل التي تؤثر في الزمن الدوري للبندول	تحديد العوامل التي تؤثر في الزمن الدوري للبندول.	يؤدي الطلاب تجارب لتحديد كيف أن طول خيط البندول وكتلته يؤثران في تردده والزمن الدوري له.	• التعلم التعاوني • الاستقصاء
حركة الأقمار الاصطناعية	وصف لماذا تكون حركة الأقمار الاصطناعية امتداداً لحركة المقذوف ويقدمون أمثلة لذلك.	يشاهد الطلاب سيناريو يربط بين حركة المقذوف ومدار القمر الاصطناعي. يقود المعلم حوار سقراطي (نظري) حول مدارات الأقمار الاصطناعية.	• حوار سقراطي(نظري)

العنوان	الأهداف	وصف مختصر للدرس	استراتيجيات التعلم الفعال
الأقمار الاصـطناعية الأرضية الثابتة	اكتـشاف لمـاذا تظـل الأقمـار الاصطناعية فـي مـداراتها ولا تسقط على الأرض.	يقوم الطلاب بتدوير كأس (كوب) به مـاء لتحليـل كيـف أن الجاذبية يمكن التغلب عليها من خلال زيادة التسارع. ينـاقش الطلاب كيف يبدو الكأس وكأنه قمر اصطناعي.	• التعلم التعاوني • الاستقصاء
مدارات الأقمار الاصطناعية	وصف كيف أن سرعة القمر الاصطناعي تتغير أثناء حركته في مداره	يرسم الطلاب مدارات بيضاوية باستخدام خيط ودبوسي ضغط عريضي الرأس وأنشوطة خيط. يتعرف الطلاب علـى تغيـر سرعة القمر أثناء تحركه في مداره وكيف أن المـسافة بـين البؤرة تغيير شكل المدار.	• التعلم التعاوني • الاستقصاء
مقدمة حول الحركة الدورية	تعريف الحركة الدورية ، والزمن الدوري، والتردد.	يُعرّف الطلاب الحركة الدورية ويقومون بعملية عصف ذهني حول أمثلة من الحياة الواقعية. ينشئ الطلاب بندول لاستكشاف الزمن الدوري والتردد والسعة والإزاحة. يـضيف الطـلاب مصطلحات جديدة لخريطة المفاهيم.	• تدوين الملاحظات في المجلة العلمية • التعلم التعاوني

العنوان	الأهداف	وصف مختصر للدرس	استراتيجيات التعلم الفعال
الحركة التوافقية البسيطة	عزو الحركة الدورية إلى الحركة التوافقية البسيطة تحديد السرعة والطاقة الحركية والطاقة الكامنة والتسارع للبندول عند أقصى وأدنى درجة للإزاحة.	يستخدم الطلاب النماذج التي صنعوها للبندول في اليوم السابق لاستكشاف كل من السرعة والطاقة الحركية والطاقة الكامنة والتسارع. يعرضون النتائج التي يحصلون عليها على زملائهم.	• التعلم التعاوني • عمل النماذج
العوامل التي تؤثر على الزمن الدوري البندول	تحديد العوامل التي تؤثر على الزمن الدوري البندول.	يغير الطلاب من طول خيط نموذج البندول وكتلته لتحديد كيف أنهما يؤثران على الزمن الدوري.	• التعلم التعاوني • الاستقصاء
النابض المهتز	وصف حركة النابض كمثال للحركة التوافقية البسيطة	يعزو الطلاب حركة البندول إلى حركة النابض وذلك بتحديد الطاقة الحركية والطاقة الكامنة والتسارع والقوة (الصافية) والسرعة عند أقصى وأدنى درجة للإزاحة والتوازن.	• التعلم التعاوني • تعلم مبني على حل المشكلات (المسائل).

العنوان	الأهداف	وصف مختصر للدرس	استراتيجيات التعلم الفعال
الحركة الدائرية والحركة التوافقية البسيطة	وصف العلاقة بين الحركة الدائرية والحركة التوافقية البسيطة.	يشرح المعلم للطلاب كيف أنّ الحركة الدائرية مرتبطة بالحركة التوافقية البسيطة. يؤدي الطلاب تجربة حول كيف تبدو الحركة التوافقية البسيطة بمرور الوقت وكأنها مخطط (منحنى) .	• عمل نماذج
علاقات الحركة التوافقية البسيطة	حساب الإزاحة والسرعة والتسارع من رسم بياني.	يحسب الطلاب من رسم بياني أقصى درجات الإزاحة والتسارع والسرعة. ويحسبون أيضاً الإزاحة والتسارع والسرعة في وقت محدد.	• التعلم التعاوني

بعض النصائح العملية لتطبيق التعلم الفعال في الغرفة الصفية

ترتيبات جلوس الطلاب أثناء التعلم التعاوني

هنالك العديد من الطرق لتكوين مجموعات الطلاب مثل المجموعات الثنائية أو الزُمر (مجموعات تتكون كل منها من أربعة طلاب) أثناء الـدروس التـي تشتمل على استراتيجيات التعلم التعاوني. ويمكن تكوين المجموعات الثنائية بسهولة من خلال جعل الطلاب الذين يجلسون على طاولة واحدة العمل معاً. وفي الخريطة أدناه سيعمل الطالب رقم (1) مع الطالب رقم (2). أما الزُمر وهي المجموعات التي تتكون كل منها من أربعة طلاب، فيمكن تكوينها بسهولة بجعـل كل طالبين يعملان معاً يستديرا ليكونا الزمرة مع الطالبين الآخرين الذين يجلسان خلفهما. وفي الخريطة أدناه، فإن الطالبين رقـم (1) ورقـم (2) سـيديران مقعديهما ليعملا مع الطالبين رقم (3) ورقم (4).

ويجب تنفيذ الأنشطة القصيرة في مجموعات ثنائية مع أسئلة بسيطة وقصيرة. أما المجموعات التي تتكون من 4 طلاب فإنها تُستخدم مع المسائل الأكثـر تعقيداً أو مع الأنشطة المطولة.

ومن أجل تيسير عملية تحديد الأدوار داخل مجموعات الطلاب، فإنه يجب ترقيم الطاولات لكل مجموعة . ولا تحتاج إلى وضع بطاقات تحمل الأرقام على الطاولات، وإنما يجب فقط أن يعرف الطلاب أن المقعد الأقرب إلى مقدمة غرفة الصف والأقرب إلى الباب هو الذي يحمل الرقم (1) ، وأن المقعد الأقـرب إلى النافذة سيحمل الرقم (2) ، وهكذا. أنظر الخريطة أدناه.

الأدوار (المسؤوليات) التي يقوم بها الطلاب في كل مجموعة

تذكر تكليف الطلاب بأدوار محددة في مجموعاتهم. إن تغيير الأدوار في كل مرة تتشكل فيها المجموعة يضمن استمرارية مشاركة الطلاب في الأنـشطة التي ينفذونها. ويمكن استخدام نفس الأدوار من يوم لآخر، لكن يمكن أن يقوم طلاب جدد بالأدوار في كل مرة. المسؤوليات الأربع التي يمكن تكليف الطلاب بها قد تشمل:

- **قائد المجموعة:** يعمل على استمرارية المجموعة في العمل ويتأكد من أن كل عضو فيها يقوم بالعمل الموكل له.
- **المدوّن:** يكتب أفكار أعضاء المجموعة أثناء عملية العصف الذهني ، ويسجل الأعمال الأخرى التي يُفكّر فيها أعضاء المجموعة.
- **المدقق:** يتأكد من خلال طرح الأسئلة على أعضاء المجموعة أن كل عضو فيها يفهم ما تتم مناقشته أو ما يتم التوصل إليه.
- **مدير المواد:** يجلب جميع المواد التي ستستخدمها المجموعة من مكان حفظها ويعيدها ، ويتأكد من أن جميع أعضاء المجموعة يأخذون دورهـم فـي استخدام هذه المواد والتعامل معها.

ولتسهيل عملية تحديد الأدوار يمكنك وضع جدول في مقدمة غرفة الصف بحيث يبدو كالآتي:

اليوم	1	2	3	4
أ	قائد المجموعة	مدير المواد	المدقق	المدون
ب	المدون	قائد المجموعة	مدير المواد	المدقق
ج	المدقق	المدون	قائد المجموعة	مدير المواد
د	مدير المواد	المدقق	المدون	قائد المجموعة

ويحتوي الملحق (أ) على جدول يُمكن أن يُنسخ على شفافية تُعرض على جهاز عرض الشفافيات لتذكير الطلاب بمسؤولياتهم في يوم معـين مـن خـلال الأدوار المكلفين بها في مجموعاتهم.

ويمكن تحديد أدوار الطلاب باستخدام أرقام المقاعد . فعلى سبيل المثال، يمكن أن يقوم الطالب رقم (1) بدور قائد المجموعة، وأن يكون الر قم (2) مـدون الملاحظات، وأن يكون الطالب رقم (3) هو المدقق الذي يتأكد من فهم واستيعاب زملائه من خلال طرحه للأسئلة عليهم، ويقوم الطالب رقم (4) بدور مدير المواد التي تحتاج لها المجموعة في عملها.

وعلى المعلمين أن يقوموا بترتيب المقاعد بحيث يجلس طلاب بقدرات متباينة ومختلفة في مجموعة واحدة تتكون من أربعة طلاب. كما يجب أن تتكـون المجوعات الثانية من طالبين يختلفان في قدراتهما. فعلى سبيل المثال، يمكنك أن تضع طلاب تُصنّف قدرته في المستوى (أ) في المقعد رقم (4) ، والطالب ذو المستوى (ب) في المقعد رقم (2) ، والطالب ذو المستوى (ج) في المقعد رقم (3) ، والطالب ذو المستوى (د) في المقعد رقـم (1). وأظهـرت البحـوث أن التعلم التعاوني يتم بصورة أفضل عندما يعمل الطلاب ذوي المستويات الجيدة والطلاب الذين يعانون من صعوبات في التعلم معاً. وربما يكـون العمـل فـي مجموعات جديداً على الطلاب وقد يؤدي إلى التفاعل الاجتماعي بين أعضاء المجموعة بكثرة الحديث والكلام خارج نطاق الدرس لعدد قليل من الأيام، إلا أن ذلك سيتلاشى بعد أيام قليلة وسيهدأ الطلاب. ومن الأهمية بمكان التركيز على أن يتحدث الطلاب حول موضوع العلوم الذي يدرسونه في ذلك اليـوم ولـيس حول موضوعات أخرى. ويمكن استخدام طريقة حذف النقاط أو الدرجات من الطلاب الذين يكثرون من الحديث باعتبار أن ذلك يمكن أن يكون طريقة فعالـة تجعل الطلاب يركزون اهتمامهم على الدروس التي يدرسونها.

العناصر الخمسة الأساسية للتعلم التعاوني

هنالك فرق بين التعلم التعاوني والتعلم في مجموعات. إن التعلم التعاوني ليس فقط وضع الطلاب في مجموعات للعمل معاً. إن أربعة على الأقل من العناصر الخمسة المذكورة أدناه يجب أن تكون حاضرة في أي نشاط ليتم اعتباره نشاط يندرج في إطار التعلم التعاوني.

ديناميكية المجموعة

في نهاية فترة العمل في مجموعات، تقضي المجموعة وقتاً قصيراً في مناقشة الكيفية التي عملوا بها معاً. وتتعلم المجموعة معرفة متى يكون عملهم كمجموعة فعالاً وصحيحاً ، ومتى يكون عملهم ضعيفاً. وتتخذ المجموعة الإجراءات التي تجعل عملها أفضل عندما يكون مستوى التعاون بين أعضاء المجموعة متدنياً أو عندما يكون هنالك عضو أو عضوين في المجموعة لا يشاركون بصورة كاملة في عمل المجموعة.

المسؤولية الفردية

كل عضو في المجموعة مسؤولاً عن تعلمه واستيعابه. كما يكون كل عضو في المجموعة مسؤولاً عن القيام بدوره وواجباته في المجموعة. إن تحديد الأدوار لأعضاء المجموعة يعطي كل طالب مسؤولية محددة. ويمكن تقييم أعضاء المجموعة بصورة فردية ومن ثمّ يتم تقييم المجموعة ككل مع إعطاء درجات أو نقاط إضافية للطلاب الذين يعملون بصورة أفضل في الأسئلة أو المهام التي تكلف بحلها أو أدائها المجموعة.

الاعتماد المتبادل الإيجابي بين أعضاء المجموعة

لتحقيق مفهوم التعلم التعاوني، هنالك حاجة لوجود سبب للمجموعة ليعمل أعضاؤها مع بعضهم البعض. ويتم تحقيق ذلـك بـسهولة فـي دروس العلـوم والرياضيات من خلال جعل الطلاب يتبادلون المواد فيما بينهم. ومن بين الأفكار الأخرى لتحقيق الاعتماد الإيجابي بين أعضاء المجموعة: استخدام المـسائل التي تتسم بالصعوبة ليحلها طالب واحد بمفرده، الطلب إلى الطلاب تنفيذ مشروعات يُكلف كل عضو في المجموعة بتنفيذ جزء محدد من المشروع، أو الطلب إلى كل طالب تعلم معلومة محددة وتدريسها أعضاء مجموعته.

المهارات الاجتماعية

يُعتبر التعلم كيفية العمل مع أناس آخرين مهارة مهمة في مكان العمل. وتُعتبر هذه المهارة أيضاً جزءاً مهماً من التعلم التعاوني. ويحتاج الطـلاب إلـى التعلم كيفية ممارسة الاختلاف بصورة مهذبة، وأداء نصيبهم من العمل، وتوصيل أفكارهم إلى الآخرين، وتقدير المساهمات التي يقدمها أعـضاء المجموعـة الآخرين.

التفاعل المباشر

يحتاج الطلاب للعمل بصورة مباشرة ولصيقة ووثيقة مع بعضهم البعض ليؤدوا عملهم بصورة فعّالة. وكلما كانت المجموعة أقل عدداً من الطلاب، كلما كان التفاعل أكبر بين أعضاء المجموعة. وتُعتبر المجموعات الثنائية هي الطريقة الأمثل لتحقيق أعلى درجة من التفاعل المباشر وجهاً لوجه. أما المجموعات التي يزيد عدد أعضائها عن أربعة طلاب فإن جميع أعضاءها يواجهون أوقاتاً صعبة. وفي هذه الوحدة فإن المجموعات تتكون أما من أربعة طـلاب أو مـن طالبين. وإذا لم يكن عدد طلاب غرفة الصف زوجياً، فيمكنك تكوين مجموعات من ثلاثة طلاب. لا تطلب إلى الطلاب أن يعملوا فرادى.

وصف مختصر لاستراتيجيات التعلم الفعال

تدوين المذكرات

يختلف تدوين المذكرات عن كتابة الملاحظات الخاصة بالدروس. فالملاحظات هي ما يقوله المعلم وتذكره الكتب الدراسية، أما المذكرات فهي تكون بلغة الطالب نفسه. ومن المهم أن يُشرح للطلاب أن المذكرات التي يدونونها في دفاترهم يجب أن تكون في كلمات من اختيارهم. وليس مطلوباً أن تكون مذكراتهم الأولى عن موضوع ما ممتازة، إذ أنها يجب أن تعبر عن أفكار الطالب.

وحيث أن تدوين المذكرات مختلف عن كتابة الملاحظات، فإن الطلاب يجب أن يستخدموا جزءاً منفصلاً في دفاترهم تـدوين المـذكرات. إن الـصفحات العشرة إلى العشرين الأخيرة من دفتر الطالب الخاص بالرياضيات تعتبر مكاناً جيداً لتدوين المذكرات. إن تدوين المذكرات في نفس دفتر المـادة يـضمن أن المذكرات ستكون مع الطلاب داخل الغرف الصفية.

بعد أن ينتهي الطلاب من تدوين مذكراتهم، من الأهمية بمكان أن يختار المعلم عشوائياً أحد الطلاب لقراءة ما قام بتدوينه من مذكرات. إنّ عملية الاختيار العشوائي هذه، تُشجع جميع الطلاب على أداء النشاط وقد تدفع عنهم الحرج فيما إذا لم يدونوا شيئاً يقرأونه أمام زملائهم.

العصف الذهني

يتم العصف الذهني في مجموعات أو مجموعات ثنائية لمدة دقيقة أو دقيقتين. وعلى الطالب المسؤول عن تدوين الملاحظات أن يدون جميع الأفكار التي يطرحها أعضاء مجموعته. وقد يرغب المعلم بعد ذلك الجمع بين جميع الأفكار التي يقدمها الطلاب ويكتبها على السبورة.

الأسئلة السقراطية (سلسلة من الأسئلة المنطقية التي تقود إلى التعلم):

إن الغرض من الأسئلة السقراطية هو أن تقود الطلاب إلى فكرة جديدة تدريجياً من خلال طرح الأسئلة. ويُطلب إلى الطلاب دعم أجوبتهم على الأسـئلة بأدلة وبراهين. إن أنواع الأسئلة التي يمكن للمعلمين طرحها هي أسئلة مفتوحة النهايات، وعليهم ألا يركزوا على الحصول على إجابة واحدة صحيحة.

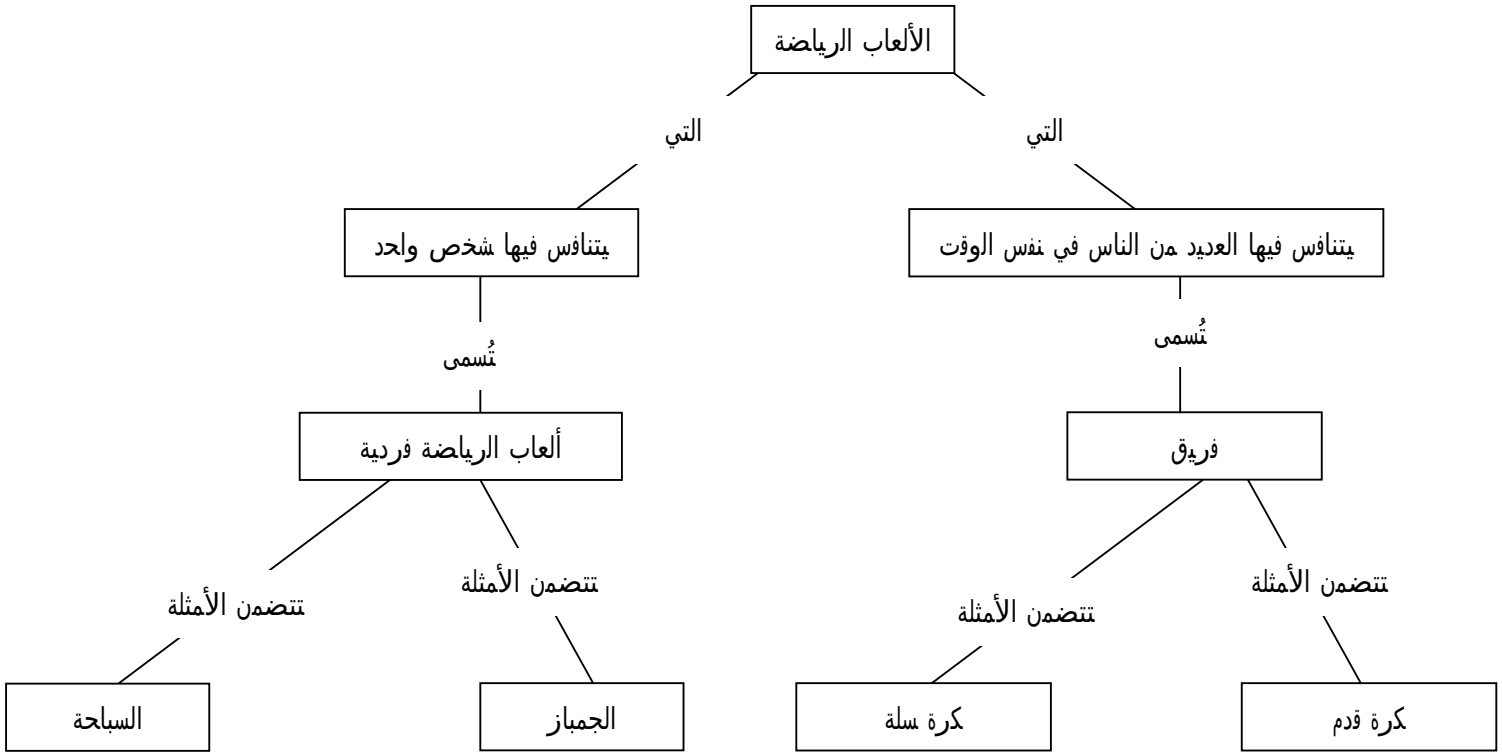
ويجب أن تُحفّز الأسئلة الطلاب على تقديم أجوبة عليها وعلى مشاركتهم في النقاش. وعلى المعلم أن يُشجع الطلاب على طرح الأسئلة علـى بعـضهم البعض، وأن يعطي جميع الطلاب الفرص للمشاركة في النقاش. ويعمل الطلاب داخل غرفة الصف كعقل بشري بحيث يتم فحص فكرة ما بصورة نقدية حتى يتفق الجميع على استنتاج واحد مدعوم بدليل واضح.

الاستقصاء

تكمن قيمة الاستقصاء في أنه يسمح للطلاب بمحاولة تكوين أفكارهم حول المفاهيم. لا تخبر طلابك بإجابة على سؤال ما إلى أن يفرغوا من كتابة تنبـؤاتهم. أطلب إلى عدد قليل منهم قراءة التنبؤات التي كتبوها. اختر طلاباً لهم تنبؤات مختلفة. أطلب إليهم كيف يمكنهم إثبات أن تنبؤاتهم صحيحة.

خرائط المفاهيم

بالرغم من انه ربما يكون الطلاب قد كوّنوا خرائط مفاهيم في مقررات دراسية أخرى، إلا أنهم قد يحتاجون إلى بعض المساعدة في تكوين خريطة مفـاهيم باستخدام المصطلحات العلمية. وقد ترغب في تنشيط ذاكرتهم وذلك من خلال قيامك بتكوين خريطة مفاهيم على السبورة لموضوع مألوفاً لديهم. ونقدم فيمـا يلي مثالاً لخريطة مفاهيم مبسطة:


الألعاب الرياضة
التي
التي
يتنافس فيها شخص واحد
يتنافس فيها العديد من الناس في نفس الوقت
تُسمى
تُسمى
ألعاب الرياضة فردية
فريق
تتضمن الأمثلة
تتضمن الأمثلة
تتضمن الأمثلة
تتضمن الأمثلة
السباحة
الجمباز
كرة سلة
كرة قدم

بعد أن يقوم الطلاب بعمل خريطة لبعض المفاهيم البسيطة يجب أن تُعطى لهم بعض المصطلحات العلمية لعمل خرائط مفاهيم لها.

ويحتوي درس اليوم الأول من الأسبوع الأول على عينة لقائمة بالمصطلحات وخريطة مفاهيم يمكن تكوينها. وحيث أن هذه المصطلحات لا توجد ضمن خطط الدرس، فإن إضافة مصطلحات جديدة إلى خريطة المفاهيم التي كونوها يُمكن أن يكون واجباً منزلياً يؤديه الطلاب على أساس يومي.

إن جميع خرائط المفاهيم في هذه الوحدة تم إنشائها باستخدام برنامج حاسوب يسمى cMap . ويمكن تحميل هذا البرنامج من الموقع الإلكتروني http://cmap.ihmc.us/ .

الأسبوع الأول ، اليوم الأول الموضوع: مراجعة الجاذبية

تحضير المعلم

تحتاج هذه التجربة إلى كرتين بنفس الحجم ولكن لهما كتلتين مختلفتين. (كرة زجاجية وأخري معدنية أو كرتي تنس أحدهما مملوءة بالرمل)

تغيير المفاهيم

يعتقد العديد من الطلاب (والراشدين أيضاً) أن الأشياء الأثقل وزناً تسقط بسرعة أكبر من الأشياء الأخف وزناً. الغرض من هذا الـدرس هـو مـساعدة الطلاب على فهم أنه بالرغم من أن الأشياء الأثقل وزناً قد تبدو وكأنها تسقط بسرعة أكبر من الأشياء الأخف وزناً التي لها مقاومة هواء أكبر، إلا أن جميـع الأشياء لها نفس تسارع الجاذبية بمعدل $9.8m/s^2$. وعند تصحيح المفهوم الخاطئ لدى الطلاب بأن الأشياء الأثقل وزناً تسقط أسرع من الأشياء الأخف وزناً وشرح لماذا تبدو كذلك ، يمكن للطلاب أن يشرعوا في تبني قدر أكبر من الأفكار العلمية. وتُعتبر تجارب تدوين الملاحظات والاستقـصاء طـرق لتـصحيح المفاهيم الخاطئة لدى الطلاب ومعرفة لماذا تتكون مثل هذه المفاهيم الخاطئة وتزويدهم بطرق تفكير علمي جديدة.

تدوين الملاحظات

إن أهمّ ما يمكن ذكره حول تدوين الملاحظات في هذا الدرس هو أنه يجب على الطلاب أن يدركوا أن تعريفهم للجاذبية قد يختلف من التعريـف العلمـي. وعلى المعلم أن يطلع على التعريفات الأولية التي يقدمها الطلاب لأن ذلك يُشجع من عملية تغيير المفاهيم لديهم.

الاستقصاء

يُعتبر هذا الدرس في المستوى الثاني من مستويات الاستقصاء لأن الطلاب لا يعرفون نتيجة التجربة. وسيتنبأ العديد منهم بأن الكرة الأثقل وزناً ستسقط أولاً. ويُعتبر هذا المفهوم الخاطئ شائعاً بين الطلاب الذين يدرسون الفيزياء. إن مشاهدة كلا الكرتين تسقطان على الأرض في نفس الوقت يجب أن يساعد الطلاب على البدء في الشك في افتراضهم بأن الأشياء الأثقل وزناً تسقط أولاً وأسرع من الأشياء الأخف وزناً. وتساعد تجارب الاستقصاء على مساعدة الطلاب على البدء في عملية تغيير المفاهيم.

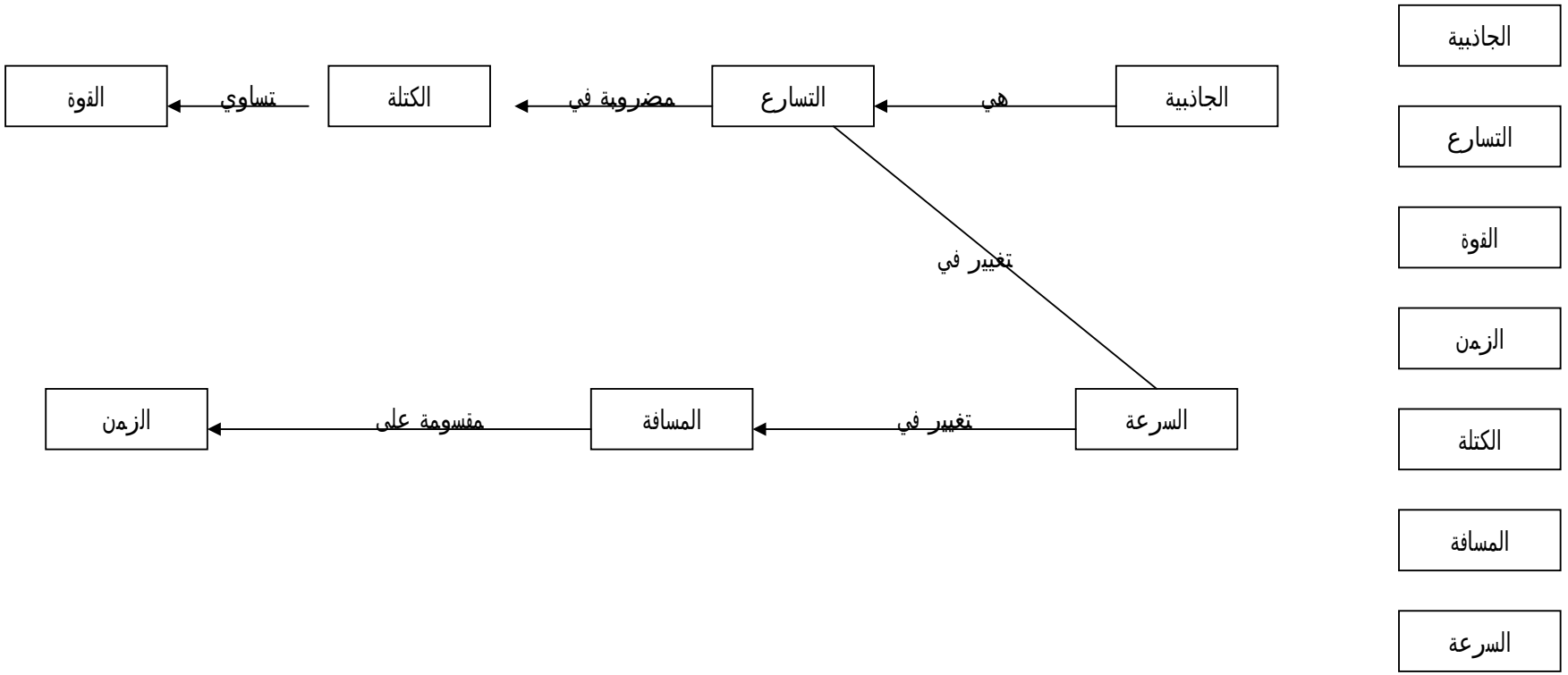
التعلم التعاوني

يكوّن تبادل المواد بين الطلاب اعتماداً إيجابياً متبادلاً وتفاعلاً مباشراً بين الطلاب في هذا الدرس. ويكون كل طالب من الطلاب مسؤولاً عن تدوين تنبؤاته وملاحظاته في دفتره. كما يكون كل طالب مسؤولاً بصفته الفردية عن دوره في مجموعته. استخدم الجدول الذي يوجد في الملحق (أ) لتوزيع الطلاب على مختلف الأدوار. ومن الأهمية بمكان في هذه التجربة أن يحصل كل عضو في المجموعة فرصة للقيام باسقاط الكرتين من على سطح الطاولة. وعلى الطالب الذي يقوم بدور قائد المجموعة أن يُذكّر أعضاء المجموعة بأن يقوم كل منهم بأداء النشاط.

تكوين خريطة المفاهيم

تبين خريطة المفاهيم في هذا الدرس المفاهيم الخاطئة للطلاب حول الجاذبية باعتبارها قوة. ويجب ألا تربط الخرائط التي يكونوها الجاذبية بالقوة بصورة مباشرة، وإنما يجب أن تكون الكتلة بينهما. وعليك أن تُركّز على أنه يجب على الطلاب أن يتركوا مساحة خالية على الصفحة ليضيفوا إليها مفاهيم جديدة كلما مضوا قدماً في دراسة الوحدة. وربما يرغب الطلاب في وضع خريطة المفاهيم في الصفحة الأخيرة من دفاترهم. وإذا لم تتوفر لهم مساحة كافية للمفاهيم، يمكنهم لصق صفحات إضافية أو تدبيسها إلى الصفحة الأصلية التي تحتوي على الخريطة.

وليس هنالك حاجة أن تضم خريطة المفاهيم التي يكونها الطلاب على الجزء الخاص بقائمة المصطلحات الذي يوجد في الجزء الأيمن من خريطة المفاهيم أدناه. لقد تم تضمين هذا الجزء للمزيد من التوضيح والشرح. وليس من المهم أن كان بين المفاهيم أسهماً أو خطوطاً ، إذ أن الأسهم في خريطة المفاهيم أدناه هي أسهم مصطنعة.



مخطط النشاط:

الهدف	النشاط	المواد	التقويم	الواجب المنزلي
يُعرّف الطلاب الجاذبية على أنها تسارع وليست قوة	1. يكتب الطلاب فُرادى تعريفهم للجاذبية. 2. يُشكّل المعلم الطلاب في مجموعات صغيرة ويوزع لكل مجموعة ورقة تمارين تحتوي على المسائل الآتية لحلها: أ) يتنبأ الطلاب بما سيحدث إذا أُسقطت كرتين متشابهتين في الشكل ومختلفتين في الكتلة من على طاولة في نفس الوقت وبنفس السرعة. ب) يكتب الطلاب افتراضاتهم (ستسقط الكرتان [في نفس الوقت/ الأثقل وزناً أولاً/ الأخف وزناً أولاً]). ج) تختبر مجموعات الطلاب بعد ذلك افتراضاتهم وذلك بدفع الكرتين المتشابهتين في الشكل المختلفتين في الكتلة من على سطح الطاولة في نفس الوقت، ثم يقومون بإجراء مقارنة بين وقت سقوط كل منهما على الأرض ويدونون النتائج.	• طاولات الطلاب • كرتين متشابهتين تماماً في الشكل والحجم ومصنوعتين من نفس المادة، إلا أنهما مختلفتين في الكتلة. • ورقة إجراء التجارب بالملحق ب1 بعنوان "مراجعة الجاذبية".	خريطة مفاهيم تحتوي على المصطلحات الآتية: *التسارع، القوة، المسافة، الزمن، الكتلة، السرعة.*	

الهدف	النشاط	المواد	التقويم	الواجب المنزلي
	د) يقارن الطلاب النتائج والملاحظات مع تنبـؤاتهم ويكتبون تفسيراً واستنتاجاً. ه) تعرض كل مجموعة استنتاجاتها، ويُشجع المعلم الطلاب على مناقشة مختلف الأفكار. 3. يشير المعلم إلى أن الكرتين متساويتين مـن حيـث مساحة سطحهما، ومـن حيـث الحجـم إلا أنهمـا مختلفتين في الكتلة، الأمر الذي يؤدي إلى تـساوي مقاومتهما للهواء إلا أن ذلك لا علاقة لـه بالكتلـة. يشرح المعلم الموضوع باستخدام الرسومات التاليـة في إجراء المناقشة: إذا أسقطنا كتلتين مختلفتين في نفس الوقـت وقمنـا بمقارنة زمن سقوطهما فإننا نحـصل علـى زمـن متساو (يسقطان في نفس الوقت) وذلـك للأسـباب الآتية:			

الهدف	النشاط	المواد	التقويم	الواجب المنزلي
	• تعلم الطلاب أن المسافة = 2/1 × التـسارع × الزمن $d = 1/2\ at^2$ • حيث أن المسافة والـسرعة بالنـسبة للكـرتين متساويتان فإن التسارع أيضاً يجـب أن يكـون كذلكً. • تعلم الطلاب أن القوة = الكتلـة × التـسارع أو التسارع = القوة ÷ الكتلة. • وحيث أن التسارع لم يتغير، فإن القوة تتغير مع الكتلة. كتلة صغيرة ⟵ قوة صغيرة كتلة كبيرة ⟵ قوة كبيرة وعليه، فإن قوة الجاذبية تعتمد على الكتلة. وإذا كانت الجاذبية قوة ثابتة، فإن الأجسام الأثقل وزناً كان سيكون تسارعها أصغر وبالتالي تأخذ وقتاً أطـول لتسقط من مسافة متساوية (وهذا ليس صحيح).			

الهدف	النشاط	المواد	التقويم	الواجب المنزلي
	4. يشرح المعلم للطلاب التعريف الدقيق للجاذبية وهو (تسارع بمعـدل 9.8m/s/s على الأرض) . يكتب الطلاب التعريف الجديد للجاذبيـة في دفاترهم. كما يكتبون أيضاً الفرق بين تعريفهم الأول والتعريـف الثاني. يشرح المعلم بعد ذلك للطلاب كيفية تكوين خريطة مفاهيم بسيطة (أنظر مثال خريطة المفاهيم الخاصة بالألعاب الرياضية في الجزء تحت عنوان " النصائح العملية لتطبيق التعلم الفعال في الغرفة الصفية" في هذا الدليل). يقدم المعلم بعد ذلك لطلاب المصطلحات: التسارع، القوة، المسافة، الزمن، الكتلة، السرعة، والتي يستخدمونها لتكوين خريطة المفاهيم الخاصة بهم. وقد يحتاج الطلاب إلى مساعدة من المعلم للبدء في تنفيذ هذا النشاط. وتوجد عينة للخريطة في أعلى هذا الدرس. ويمكن للطلاب إكمال هذه الخريطة كواجب منزلي. **(تدوين ملاحظات، تكوين خريطة مفاهيم، استقصاء، تعلم تعاوني – مجموعات).**			

الأسبوع الأول ، اليوم الثاني الموضوع: الحركة الدائرية المنتظمة

الأسئلة السقراطية (سلسلة من الأسئلة المنطقية تقود إلى التعلم)

إن الاستنتاج الذي يجب أن يتوصل إليه الطلاب في هذه المناقشة السقراطية هو أن تغير اتجاه السرعة يؤدي إلى التسارع حتى ولو كان مقدار السرعة ثابتاً. ويفترض العديد من الطلاب أنه طالما أن مقدار السرعة ثابتاً لا يتغير فإنه يجب ألا يكون هنالك تسارع. ويمكن للمعلم أن يبدأ النقاش بالسؤال" ما تعريف الحركة الدائرية المنتظمة؟"

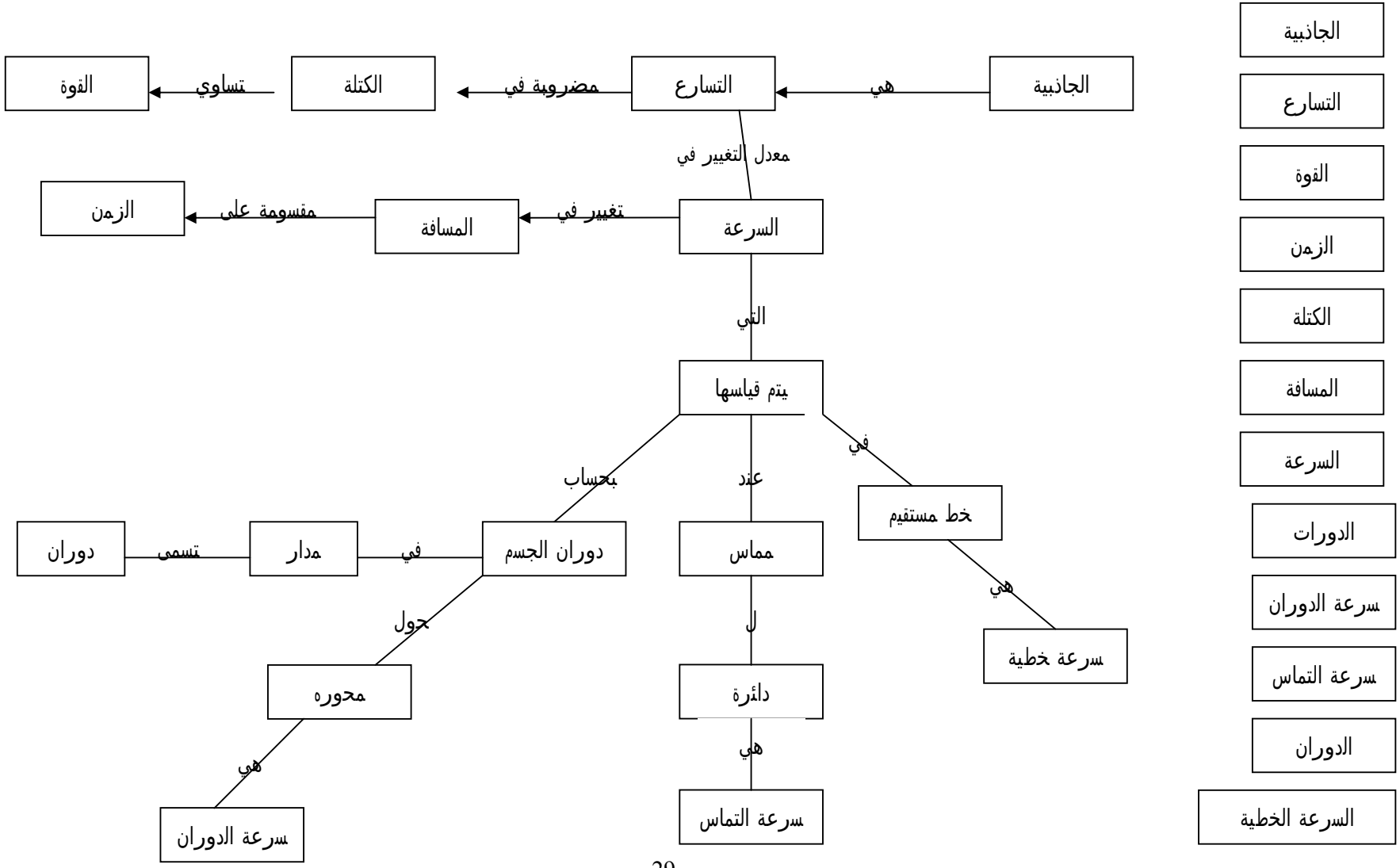
تدوين الملاحظات

يبدأ الطلاب كتابة تعريفات للمصطلحات الفيزيائية في كلمات من تأليفهم، وهي الكلمات التي يُرجح أنهم سيتذكرونها أكثر من غيرها. كما أن كتابتها في الدفاتر يوفر للطلاب مذكرات مكتوبة بكلمات من تأليفهم وذلك للرجوع إليها عندما يرغبون في مراجعة الدرس.

تكوين خريطة المفاهيم

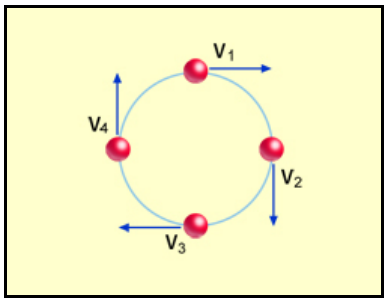
حينما يتعلم الطلاب مفاهيم ومفردات لغوية جديدة يمكنهم إضافتها إلى خريطة المفاهيم التي بدأوا العمل فيها في اليوم الأول. إن إضافة جزء صغير كـل يوم إلى خريطة المفاهيم يعني أن الطلاب لن يكونوا مثقلين بعدد كبير من المصطلحات لعمل خريطة مفاهيم لها في نفس الوقت. كما تسمح إضـافة المفـاهيم التي تحدث على فترات متكررة إلى الخريطة للطلاب بمراجعة ما تعلموه في وقت سابق وربطه بالمفاهيم الجديدة. ويمكن للطلاب إضافة المصطلحات التي لم يعينها المعلم إلى خريطة المفاهيم إذا رغبوا في ذلك. وفي الخريطة أدناه، فإن مصطلح " مدار" تمت إضافته ليعرف بصورة أفضل مصطلح " الدوران".

يُرجى ملاحظة المصطلحات التي تمت إضافتها في الجزء الخاص بالمصطلحات في الجانب الأيمن من خريطة المفاهيم أعلاه.



مخطط النشاط

الهدف	النشاط	المواد	التقويم	الواجب المنزلي
يصف الطلاب الحركة الدائرية المنتظمة في مستويات أفقية ورأسية.	1. يطرح المعلم أسئلة تقود الطلاب إلى استنتاج خواص الحركة الدائرية المنتظمة. والأسئلة هي: • ما المقصود بالحركة المنتظمة؟ • ما التغييرات التي تحدث أثناء الحركة المنتظمة؟ ما الذي يظل بدون تغيير؟ • هل الأجسام التي تسقط لها حركة منتظمة؟ ما نوع الحركة التي تتميز بها هذه الأجسام؟ • ما المقصود بالحركة الخطية المنتظمة؟ 2. ارسم رسماً متجهاً لسرعة جسم ما في حركة دائرية منتظمة. • ما الذي تلاحظه على اتجاه السرعة؟ • ما الذي تلاحظه حول مقدار السرعة؟ 3. يرسم الطلاب في كل مجموعة متجه السرعة عند النقاط 1، 2، 3، 4 بنفس الطول في مختلف الاتجاهات. ثم يقوم الطلاب بلصق رسوماتهم على السبورة ليتم تقويمها بواسطة جميع المجموعات بتوجيه المعلم. وفيما يلي عينة للإجابة:	شفافية أو ورق قلاّب " للرسم الخاص بمتجه السرعة"	تعريف وتكوين خرائط مفاهيم للمصطلحات الآتية: السرعة الخطية سرعة الدوران سرعة التماس دوران الجسم حول محوره (المحوري) الدوران المداري	

الهدف	النشاط	المواد	التقويم	الواجب المنزلي
	 يعرض المعلم الشفافية الخاصة بمتجه الـسرعة ويقـدم محاضـرة مختصرة حول التعريف والفرق بـين *دوران الجـسم حـول محـوره والدوران والسرعة الخطية وسرعة الدوران وسرعة التمـاس*. يـستخدم المعلم دوران الأرض حول محورها ودورانها حول الشمس. 4. يطلب المعلم إلى الطلاب حل المسائل الآتية في مجموعاتهم: إذا تحرك جسم ما في حركة دائرية منتظمة (في مسار دائري نصف قطره نق بسرعة ثابتة):			

الهدف	النشاط	المواد	التقويم	الواجب المنزلي
	• أثبت أن مقدار التسارع تساوي صفراً. (لا يستطيع الطلاب إثبات ذلك بسبب أن التغيير الثابت في الاتجاه والذي هـو جـزء مـن الحركة الدائرية يُحدث تسارعاً ثابتاً). • ما الحالتين اللتين تتسببان في التسارع بـشكل عـام؟ (يحـدث التسارع كلما تغيرت السرعة من حيث المقدار أو الاتجاه). • ما الحالات التي تتسبب في الحركة الدائرية المنتظمة؟ 5. بعد أن يقوم المعلم بقيادة نقاش سقراطي حـول تعريـف الحركـة الدائرية المنتظمة، يرسم المعلم رسماً متجهاً لجسم مـا فـي حركـة دائرية. يضح المعلم للطلاب لماذا يحدث تسارع للجسم والسبب هـو أن متجه سرعته يتغير على طول مساره. إن متجه الـسرعة يغيـر اتجاه باستمرار لأنه دائماً على تماس بالمسار الدائري للجسم. (تذكر أن التسارع يحدث كلما تغيرت السرعة من حيث المقدار أو الاتجاه). يكتب الطلاب في مجموعات تعريفاتهم لعناصر الحركة الدائرية المنتظمة، *السرعة الخطية، سرعة الدوران، سرعة التماس،*			

الهدف	النشاط	المواد	التقويم	الواجب المنزلي
	دوران الجسم حول محوره ، الدوران. يضيف كل طالب هذه الأفكار الجديدة إلى خريطة المفاهيم التي كونوها في النشاط رقم (1). تعرض كل مجموعة بعد ذلك تعريفاً واحداً أو خريطة المفاهيم. ,إذا لم يُكمل الطلاب خريطة المفاهيم الخاصة بهم، يمكن لمعلم أن يكلفوهم بإكمالها كواجب منزلي. **(نقاش سقراطي، التعلم التعاوني – مجموعات).** 6. (إذا توفرت أجهزة الحاسوب) سيعرض المعلم على الطلاب هذا الرابط الإلكتروني ليُلخص لهم الدرس: http://www.phy.ntnu.edu.tw/oldjava/FreeRolling/FreeRolling.html (السرعة ، الموقع ومتجهات التسارع للحركة الدائرية المنتظمة)			

الأسبوع الأول ، اليوم الثالث الموضوع: قوة الجذب المركزي

مشهد تمثيلي

يقوم ثلاثة طلاب بأداء مشهد تمثيلي أمام بقية طلاب الصف. ويمكن لجميع طلاب الغرفة الصفية المشاركة فيها وذلك بتقسيمهم إلى مجموعات تتكون كل منها من ثلاثة طلاب، وبذلك يكون لكل طالب دور يقوم به. ويمكن الإطلاع على هذا المشهد التمثيلي في الملحق (ج).

الاستقصاء

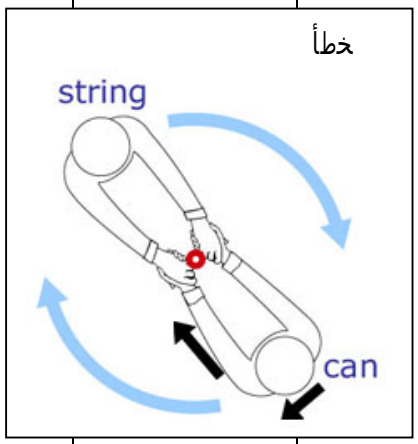
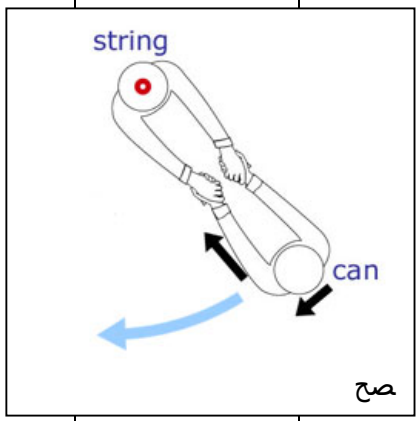
يستقصي الطلاب السبب الذي يجعل لهب شمعة يميل إلى الأمام. وتُعتبر عملية الاستقصاء هذه من المستوى الثاني إذ أن الطلاب لا يعرفون نتيجة التجربة إلا أنهم قد تم تدريسهم طرق تحليل البيانات والمقترحات الخاصة بكيفية تحليلها.

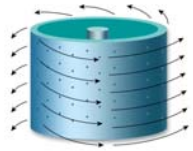
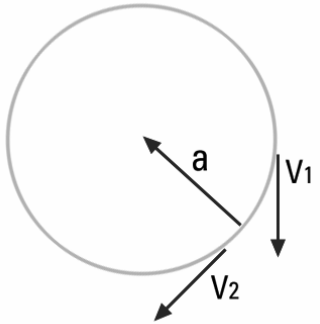
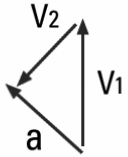
التعلم التعاوني

يعمل الطلاب معاً في مجموعاتهم لحل المسائل. قم بتطبيق نوع من المحاسبية الفردية في هذا الدرس وذلك من خلال التأكد من أن كل طالب يقوم بكتابـة الأجوبة على الأسئلة. إن تحديد الأدوار للطلاب حسب الجدول بالملحق (أ) يساعد على تطبيق مبدأ المحاسبية الفردية. أمنح كل مجموعة وقتاً في نهاية الدرس لمناقشة مدى نجاحها في العمل معاً كمجموعة.

مخطط النشاط

الهدف	النشاط	المواد	التقويم	الواجب المنزلي
يعرّف الطلاب قـوة الجذب المركزية	1. يطلب المعلم إلى بعض الطلاب أن يقوموا بأداء الجزء الأول مـن الحركـة الدائرية في مشهد تمثيلي. ثم يجيب الطلاب في مجموعات علـى الأسـئلة الآتية: • هل القوة التي تجعل العلبة تظل في مسار دائري قوة متجهة نحو الداخل أم متجهة نحو الخارج؟ *قوة متجهة نحو الداخل.* • ماذا تُسمى هذه القوة وما الذي تُمثله؟ *قوة الجذب المركزية ، قوة الشد.* • أكتب تعريف هذه القوة. • ماذا يُمثل السهم الملتصق بالعلبة؟ (يُراجع المعلم باختصار الدرس السابق) • ما اتجاه هذا السهم عند أي نقطة في المسار الدائري أثناء حركة العلبة؟ 2. يتحرك الطلاب حركة دائرية حول أنفسهم ممسكين بشمعة عيد الميلاد داخل كوب ويراقبون اللهب الصادر منها وهو يميل إلـى الـداخل. التوجيهـات الخاصة بهذا النشاط توجد في الملحق ب1. بعد أن يكمل الطلاب النشاط يكتبون في دفاترهم ملاحظاتهم حول القوى التي احتوت عليها الأنشطة السابقة.			

الهدف	النشاط	المواد	التقويم	الواجب المنزلي
	3. يقوم الطلاب في مجموعاتهم بعصف ذهني ويكتبون أكبر عدد ممكـن مـن الأمثلة من الحياة الواقعية للحركة الدائرية المنتظمة في خمس دقائق. فعلـى سبيل المثال، سيارة تدور حول دوار، آلة غسيل الملابس، منشفة الملابـس، آلة رش الماء. يشرح المعلم للطلاب بعد ذلك قوة الجذب المركزية التي تحدث أثناء دوران السيارة حول الدوار، ويطلعهم على الموقع الإلكتروني الآتي إذا توفرت لهم أجهزة الحاسوب: http://www.physicsclassroom.com/mmedia/circomt/rht.html (تصفح الموقع لتطلع على مزيد من الشرح لهذا الموضوع) يطلب المعلم إلى الطلاب في مجموعات بعد ذلك مناقـشة الأجوبـة علـى الأسئلة الآتية وتدوين أجوبتهم في دفاترهم: • ما عدد القوى المطلوب توفرها في الحركة الدائرية للسيارة؟ • ما هي هذه القوى؟ • ما أهمية الاحتكاك بين إطارات السيارة وهي تغير اتجاهها والطريق؟ • ما تأثير تقليل قوة هذا الاحتكاك على حركة السيارة؟ تعرض المجموعات أجوبتها على بقية طلاب الصف الذين يقومون بتقـويم هذه الأجوبة.	خطأ   صح		

الهدف	النشاط	المواد	التقويم	الواجب المنزلي
	4. يقدم المعلم محاضرة مختصرة فيما يعرض شكل متجهات السرعة لجسم مـا في حالة دوران. يشير المعلم إلى قوة الجذب المركزية والتسارع وذلك بجمع المتجهين (v_2) و ($-v_1$) من المعادلة :  $V_2 - V_1 = a$  **(لعب الأدوار ، استقصاء، تعلم تعاوني – مجموعات ، محاضرة قصيرة)**			

جهاز قياس التسارع الشمعي

الأسبوع الأول ، اليوم الرابع الموضوع: لماذا تبدو وكأنه هنالك قوة متجهة نحو الخارج في نظام دوران

تحضير المعلم

تتطلب تجربة الكرة التي تدور في حركة دائرية أن تكون كل مجموعة من مجموعات الطلاب بعيدة عن الأخرى أثناء تنفيذ التجربة لتفـادي ضـرب رؤوس أعضاء المجموعات الأخرى. ومن الأفضل تنفيذ هذه التجربة خارج غرفة الصف حيث يمكن أن يكون الطلاب على مسافة آمنة من بعضهم البعض.

لعب الأدوار

يكمل الطلاب الجزء الثاني من المشهد التمثيلي حول الحركة الدائرية المنتظمة في الملحق (ج). وبدلاً عن قيام عدد من الطلاب بتنفيذ المشهد أمـام بقيـة الطلاب، يمكن توزيع الطلاب إلى مجموعات تتكون كل منها من ثلاثة طلاب بحيث يحصل كل طالب على فرصة على المـشاركة فـي المـشهد التمثيلـي. ويستطيع الطلاب من خلال المشهد التمثيلي مشاهدة القوى في الحركة الدائرية على الطبيعة بحيث تكون أكثر مصداقية للطلاب.

تغيير المفاهيم

يعتقد العديد من الطلاب أن هنالك قوة متجهة نحو الخارج في الحركة الدائرية. ولا توجد قوى متجهة نحو الخارج في المستوى المرجعي المستخدم في هذه الدرس وفي جميع دروس هذه الوحدة. إن المستوى المرجعي المستخدم في جميع الدروس في هذه الوحدة هو ذلك الذي يوجد خارج النظـام. وربمـا ينظـر البعض إلى الأرض باعتبارها نقطة مرجعية. وتوجد القوى المتجهة نحو الخارج في المستويات المرجعية التي تدور، وعلى أية حال، فإن مفهوم المـستويات المرجعية الدوارة يُعتبر مفهوماً بالغ التعقيد بالنسبة لهذا المستوى من الفيزياء.

وتعلم الطلاب في الدرس السابق كيف تقود المعادلة الخاصة بالسرعة إلى قوة متجهة نحو الداخل وذلك بطرح المتجهات. وفي هذا الدرس يستكشف الطلاب لماذا تبدو وكأنه هنالك قوة متجهة نحو الخارج في المستويات المرجعية التي لا تدور. إن التعرف على المفاهيم الخاطئة لدى الطلاب واستكشاف لماذا يحملون هذه المفاهيم الخاطئة يساعدهم على تبني طرق تفكير علمي جديدة.

التعلم التعاوني

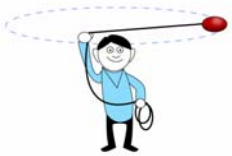
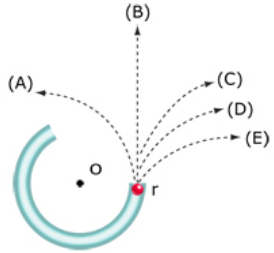
يعمل الطلاب في هذا الدرس معاً للإجابة على بعض الأسئلة حول الحركة الدائرية. إن الأسئلة تتسم بالصعوبة بالقدر الذي سيحتاج فيه الطلاب إلى العمل في مجموعات لمساعدة بعضهم البعض على حلها، الأمر الذي يُكوّن اعتماداً متبادلاً إيجابياً بين الطلاب. ويتبادل الطلاب في هذه التجربة المواد وهو ما يكوّن أيضاً اعتماداً متبادلاً إيجابياً بينهم. كما أن التأكد من وجود نوع من المحاسبية الفردية يتم من خلال تولي كل طالب مسؤولية الإجابة على الأسئلة في الدفتر الخاص به.

الاستقصاء

لا يعرف الطلاب النتائج التي ستتمخض عنها هذه التجربة، وبالتالي فإنها تُعتبر استقصاءً من المستوى الثاني. ويُمكن أن تساعد هذه التجربة الطلاب على تغيير أفكارهم عندما يشاهدون الخيط وهو يجذب الكرة إلى الداخل.

مخطط النشاط

الهدف	النشاط	المواد	التقويم	الواجب المنزلي
يستطيع الطلاب شرح لماذا تكون قوة الطرد المركزية قوة وهمية.	1. يطلب المعلم إلى الطلاب الإجابة على هذا السؤال: هنالك قوة جذب مركزية تؤثر على الأجسام التي تتحرك في مسار دائري. هل تعتقد أن هنالك قوة متجهة نحو الخارج تؤثر على هذه الأجسام؟ 2. يختار المعلم بعض الطلاب لأداء الجزء الثاني من المشهد التمثيلي حول الحركة الدائرية المنتظمة في الملحق (ج). 3. يجيب الطلاب في مجموعات على الأسئلة الآتية: • ارسم جميع القوى المتجهة نحو الداخل والقوى المتجهة نحو الخارج التي تؤثر على العُلبة وعلى الخيط. • ماذا تُمثّل هذه القوى؟ *إجابة :القوة المتجهة نحو الداخل تؤثر على العلبة وهي قوة الشد.* *إجابة: القوة المتجهة نحو الخارج، هي قوة العلبة التي تؤثر على الخيط.*	• ورق قلاّب لعمل الطلاب • مشهد تمثيلي من الملحق (ج). • مواد للتجارب • كرات صغيرة وخيط لكل مجموعة.		

الهدف	النشاط	المواد	التقويم	الواجب المنزلي
	• إذا انقطع الخيط، هل تدفع القوة المتجهة نحو الخارج العُلبة نحو الخارج؟ اشرح إجابتك. *الإجابة: لا، لأن هذه القوة المتجهة نحو الخارج تؤثر على الخيط وليست على العلبة.* • ما المسار الذي ستأخذه العُلبة إذا انقطع الخيط؟ (يضع المعلم الرسم الخاص بالكرة الزجاجية التي تتدحرج داخل أنبوب، الذي يوجد على اليسار، على السبورة ، يختار الطلاب أحد المسارات التي يحتمل أن تأخذها الكرة الزجاجية) • لماذا تتبع العلبة المسار الموضح ؟ أشرح إجابتك. *الإجابة المسار (ب).* 4. يؤدي الطلاب تجربة " الكرة الدوارة المربوطة بخيط " والموضحة في كتيب التجارب.	 		

الهدف	النشاط	المواد	التقويم	الواجب المنزلي
	5. يلصق الطلاب رسوماتهم مع الشروح المصاحبة لها على السبورة. ويُطلب إلى عدد من الطلاب تقويم عدد من الأمثلة. 6. يُوجه الطلاب بعد ذلك نحو اختيار أحد الأسئلة من كتاب الطالب للإجابة عليه. يقوّم المعلم أعمال الطلاب. 7. يقدم المعلم محاضرة قصيرة ومناقشة مع الطلاب حول الأسئلة الآتية: • ما عدد القوى التي تؤثر على جسم ما يتحرك في مسار دائري؟ • ما اسم القوة التي تسبب الحركة الدائرية للأجسام؟ • لماذا تُسمى القوة الطرد المركزي في نظام دوران بالقوة الوهمية؟ • ما سبب حركة جسم ما في خط مستقيم مماساً لمسار دائري عند غياب قوة الجذب مركزي؟			

الهدف	النشاط	المواد	التقويم	الواجب المنزلي
	في المستوى المرجعي الذي نستخدمه، فإن القوة الرئيسة التي تـؤثر على جسم ما يتحرك في مسار دائري هي تلك المتجهـة نحـو مركـز المسار الدائري. وليس هنالك قوة متجه نحو الخارج تؤثر على الجـسم. إن القوة المتجهة نحو الخارج التي تبدو وكأنها تؤثر على الجسم هي قوة وهمية وغير حقيقية. وتبدو أن هنالك قوة متجهة نحو الخارج بسبب القصور الذاتي وهو عبارة عن ميل الجسم المتحرك لإتباع مسار مستقيم (قانون نيوتن رقم "1"). **(مشهد تمثيلي ، التعلم التعاوني ، استقصاء، ومحاضرات قصيرة)**			

الأسبوع الأول ، اليوم الخامس الموضوع: العلاقة بين السرعة الخطية ونصف القطر

التعلم التعاوني

يعمل الطلاب في مجموعات ثنائية لحل مسائل المراجعة الخاصة بالحركة الدائرية المنتظمة. ويتبادل الطلاب في كل مجموعة ثنائية الأوراق مع مجموعة ثنائية أخرى لتصحيحها. وإذا رغبت في عدم تغيير الطلاب لأجوبتهم بعد تصحيحها أطلب أليهم أن يستخدموا أقلام الحبر. وعندما يعمل الطلاب في مجموعاتهم الثنائية أبلغهم بأن كلا الطالبين في المجموعة مسؤول عن معرفة كيفية حل المسائل. ويمكن للمعلم أن يطلب من أيٍ منهما شرح الإجابة أمام طلاب الصف. ويمكن لهذه الطريقة أن تُقلل من نسخ الطلاب للإجابة من بعضهما البعض.

الاستقصاء

لا تخبر الطلاب ما يُتوقع حدوثه عند دحرجة العلبة والكوب. وقد يندهش العديد منهم بحقيقة أن الكوب يتدحرج في دائرة بدلاً عن تدحرجه في خط مستقيم. ويُطلب إلى الطلاب في التجربة أن يشرحوا لماذا يتدحرج الكوب في حركة دائرية. إن السؤال مصمم ليجعلهم يفكرون في السرعة الدورانية مقابل السرعة الخطية. ويُطلب إلى الطلاب في نهاية التجربة أن يكتبوا العلاقة بين نصف القطر والسرعة الخطية. كما يُعتبر مشروع الواجب المنزلي نشاط استقصاء لاستكشاف العلاقة بين السرعة الخطية ونصف القطر. يضع الطلاب قطعتي عملة معدنية على قرص دوار، أحدهما قرب مركز القرص والأخرى بالقرب من حافة القرص. ويُطلب إليهم تحديد أي القطعتين لديها سرعة خطية أكبر. إذا لم يتوصل الطلاب إلى العلاقة بين نصف القطر والسرعة الخطية يجب عليهم معرفة ذلك بمشاهدة القرص الدوار في هذه التجربة.

التعلم من خلال المشروع

يُعتبر المشروع الذي سيكمله الطلاب في هذا الدرس طريقة لإثراء تعلمهم في المنزل. يتعلم الطلاب العلاقة بين نصف القطر والسرعة الخطية، والسرعة الدورانية عندما يقومون بأداء تجربة وضع قطعتين معدنيتين على القرص الدوار.

الهدف	النشاط	المواد	التقويم	الواجب المنزلي
• أن يستطيع الطلاب حساب السرعة والتسارع في الحركة الدائرية المنتظمة. • أن يتمكن الطلاب من استنتاج العلاقات بين السرعة ونصف القطر في الحركة الدائرية المنتظمة.	1. يكتب الطلاب معادلات السرعة والتسارع في الحركة الدائرية المنتظمة على السبورة ويطرح أسئلة ذات صلة بهذه المعادلات ليحلها الطلاب في مجموعات ثنائية. 2. يطلب المعلم إلى الطلاب في مجموعاتهم الثنائية الإجابة على أسئلة مختلفة ثم تبادل الإجابات مع مجموعات أخرى لتقويم إجاباتهم على الأسئلة. 3. يوزع المعلم أوراق عمل على مجموعات الطلاب. تنفذ كل مجموعة تجربة دحرجة الكوب التي تساعدهم على تحديد العلاقة بين السرعة الخطية ونصف القطر في الحركة الدائرية المنتظمة. ويقوم المعلم بعد انتهاء النشاط بما يلي: أ) يختار بعض المجموعات لعرض استنتاجاتها. ب) تقويم أعمال الطلاب 4. يُكلف المعلم الطلاب بتنفيذ مشروع كواجب منزلي. 5. يطلع المعلم الطلاب على الموقع الإلكتروني الذي يلخص	• عُلبة اسطوانية الشكل • كوب ورقي (على أن يكون الجزء الأعلى منه أعرض من الجزء السفلي). • ورقة تجارب من الملحق (ب1) " علاقات الحركة الدائرية المنتظمة).		مشروع: ورقة تجارب من الملحق (ب1) " علاقات الحركة الدائرية المنتظمة).

الهدف	النشاط	المواد	التقويم	الواجب المنزلي
	الدرس وذلك إذا توفرت لديهم أجهزة حاسوب واتصال بشبكة الإنترنت. http://www.phy.ntnu.edu.tw/oldjava/circulaMotion/circular3D_e.html **(التعلم التعاوني – المجموعات الثنائية ، استقصاء).**			

الأسبوع الثاني ، اليوم الأول الموضوع: حركة الأقمار الاصطناعية

مناقشة سقراطية

إن الغرض من المناقشة السقراطية في هذه التجربة هو أن تقود الطلاب إلى فهم أن حركة الأقمار الاصطناعية هي نتيجة لحركـة المقـذوفات. ويُمكـن استخدام الشفافية في الملحق (هـ) للبدء في المناقشة أو تقديم عرض محاكاة باستخدام برنامج جافا المبين أدناه. ويمكنك البدء بطرح الأسئلة الآتية:

- ما مسار كرة يتم رميها أفقياً عبر سطح مستو؟
- ما علاقة حركة قمر اصطناعي بقذف كرة ما؟
- لماذا لا يسقط القمر الاصطناعي إلى الأرض في نهاية الأمر؟

إذا سارت المناقشة بشكل جيد ، أطرح الأسئلة الآتية على الطلاب:

- كيف تؤثر السرعة التي يُطلق بها القمر الاصطناعي على مداره؟
- ما مدى سرعة حركة الأقمار الاصطناعية؟
- كيف تبدو بعض الأقمار الاصطناعية وكأنها لا تتحرك؟

تذكر أن تطلب إلى الطلاب أن يبرروا أجوبتهم بتقديم أمثلة أو بيانات. قم بتشجيع الطلاب على طرح اسئلة اخرى على بعضهم البعض، وبصفة خاصـة إذا لم يفهموا إجابة طالب ما. إذا لم يستطع الطلاب الربط بين حركة المقذوف وحركة الأقمار الاصطناعية في مداراتها استمر في طرح الأسئلة. إذا لـم يجيـب الطلاب على أسئلتك أذكر لهم بعض المعلومات للتفكير فيها، ولكن لا تخبرهم بالإجابة مباشرة.

مخطط النشاط

الهدف	النشاط	المواد	التقويم	الواجب المنزلي
يصف الطلاب لماذا تُعتبر حركة القمر الاصطناعي امتداداً لحركة المقذوف	1. يعرض المعلم على الطلاب شريط فيديو لقصة حول "فيزياء الأقمار الاصطناعية". ويناقش الطلاب الموضوع في مجموعات صغيرة بعد مشاهدة الشريط ويجيبون كتابةً على الأسئلة التالية في دفاترهم: • ماذا يحدث عندما تسقط كرة؟ *الإجابة: سوف تسقط الكرة في مسار مستقيم على الأرض في الأسفل.* • ماذا سيحدث إذا حركت ذراعك أفقياً أثناء إسقاطك للكرة؟ *الإجابة: ستتبع الكرة مساراً منحنياً وأفقياً عند إسقاطك لها.* • ماذا سيحدث إذا حركت ذراعك بسرعة اكبر أثناء إسقاطك للكرة؟ *الإجابة:* ستسقط الكرة على الأرض على مسافة منك وسيكون مسارها أقل انحناء	شفافية توضح إطلاق القمر الاصطناعي (الملحق هـ) (سلسلة من الرسومات توضح كيف أن سرعة الإطلاق العالية تقود إلى وضع القمر الاصطناعي في مداره حول الأرض)		

الهدف	النشاط	المواد	التقويم	الواجب المنزلي
	• ما الاسم الذي ستطلقه على الكرة إذا تشابهت انحناءة مسارها مع انحناءة كوكب الأرض. *الإجابة: ستكون الكرة عبارة عن قمر اصطناعي للأرض.* • هل توافق على أن مسار قمر اصطناعي يدور بأية سرعة سيتوافق مع انحناءة كوكب الأرض؟ *الإجابة: لا، نحتاج إلى سرعة مناسبة حتى يكون القمر الاصطناعي في مدار دائري حول الأرض. بعض المدارات ستكون بيضاوية الشكل.* • أشرح لماذا يستحيل على قمر اصطناعي واحد للاتصالات خدمة جميع أجزاء العالم. *الإجابة: الأقمار الاصطناعية الخاصة بالاتصالات تدور في مدارات تتوافق جغرافياً مع مناطق محددة في العالم 24 ساعة في اليوم وهي تدور في مدار فوق خط الاستواء. ونسبةً لأنها تدور حول الأرض بنفس سرعة دوران الأرض حول محورها فإنها تبدو وكأنها ثابتة في مكانها حين تنظر إليها.*			

الهدف	النشاط	المواد	التقويم	الواجب المنزلي
	2. يعرض المعلم المحاكاة الآتية إذا توفرت له التقنية وهي عرض مبسط حول العلاقة بين السرعة والمدار. http://www.phy.ntnu.edu.tw/oldjava/projectileOrbit/projectileOrbit.html . 3. بعد مناقشة سقراطية يقودها المعلم وبمساعدة عرض المحاكاة، يكتب الطلاب في مجموعات صغيرة وصفاً لحركة القمر الاصطناعي باعتبارها امتداداً لحركة المقذوف.وسيتضمن الوصف السرعة الصحيحة التي سيدور بها القمر الاصطناعي حول الأرض في مدار دائري. *الإجابة: حسب عرض المحاكاة ستكون السرعة 7117م/ث .*			

الأسبوع الثاني ، اليوم الثاني الموضوع: الأقمار الاصطناعية الأرضية الثابتة

تحضير المعلم

هذه تجربة سهل الإعداد. وحيث أنها تحتوي على ماء وأجسام طائرة، فقد يكون مناسباً أن يتم تنفيذها خارج غرفة الصف إذ أنه ستتوفر مساحة كافية لجميع المجموعات ولن يتسبب الماء المتطاير في أي أضرار للطلاب.

التعلم التعاوني

يعمل الطلاب معاً أثناء التجربة وفي الإجابة على الأسئلة. وحيث أن هذا النشاط هو النشاط الجماعي الأول في الأسبوع، فقد ترغب في إعادة ترتيب مجموعات الطلاب بحيث يستطيع الطلاب تغيير مجموعاتهم السابقة وبالتالي يعملون مع طلاب مختلفين. ومن الأهمية بمكان أن تذّكر الطلاب الذين يقومون بدور مديري المواد أن يمنحوا كل عضو في المجموعة الفرصة في تدوير الكوب. إن تبادل المواد بين الطلاب يكوّن اعتماد إيجابي متبادل بينهم في هذا الدرس. إن قيام كل طالب بتعبئة ورقة العمل الخاصة بالتجربة يُعتبر مثالاً لتحقيق المحاسبية الفردية. أمنح المجموعات وقتاً في آخر الدرس لمناقشة قواعد تقويم ديناميكية المجموعات المضمنة في الجدول الآتي:

عمل المجموعة	ممتاز = 3	مقبول = 2	يحتاج إلى تحسين = 1
ما جودة عمل أعضاء المجموعة مع بعضهم البعض؟	عمل الطلاب جيداً معاً وأنصتوا إلى بعضهم البعض أثناء حديثهم.	أخذ بعضهم زمام المبادرة بينما ظل البعض هادئاً.	لم يسهم عدد من أعضاء المجموعة في المناقشة.
هل نفذ كل عضو في المجموعة مسؤولياته في المجموعة؟	تمكن جميع أعضاء المجموعة من المساهمة. تم أخذ كل فكرة قدمها الأعضاء في الاعتبار عند الاتفاق على الأجوبة النهائية على الأسئلة.	تحكّم عضو واحد على معظم القرارات التي اتخذتها المجموعة. لم يُسهم بعض الطلاب في عملية الوصول إلى الأجوبة النهائية.	ظل أعضاء المجموعة يتجادلون طوال الوقت ولم يتوصلوا إلى اتفاق حول إجابة واحدة لأي مسألة من المسائل.
هل تُقدّر المجموعة الشروح التي تقدمها المجموعات الأخرى؟	أنصت جميع الطلاب في المجموعة باهتمام عندما كانت المجموعات الأخرى تشرح أجوبتها.	معظم الطلاب كانوا ينصتون باهتمام إلى المجموعات الأخرى عندما كانت تقوم بشرح أجوبتها.	أبدت المجموعة اهتماماً محدوداً بما كانت تقدمه المجموعات الأخرى.
هل تم تدوين الأجوبة بوضوح وبدقة؟	كُتبت الأجوبة جيداً ورُتبت بصورة صحيحة وتضمنت جميع الخطوات والمعلومات الضرورية .	لم تُكتب الأجوبة بوضوح كاف، ولم يكن ترتيب الخطوات صحيحاً دائماً، كما أن الأجوبة تفتقد إلى بعض المعلومات.	كُتبت الأجوبة بمستوى ضعيف، ولم يكن ترتيب الخطوات مكتملاً ، كما أنها تفتقد إلى عدد من الخطوات المهمة.

تغيير المفاهيم

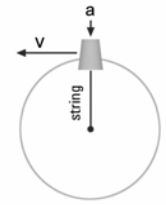
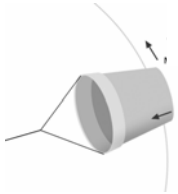
ما لم تكن لدى الطالب خبرة في تحريك الماء في وعاء في حركة دائرية، سيجد الطلاب صعوبة في تصديق أن الماء سيظل داخل الكوب. وسوف تكـون لدى الطلاب استفسارات متعددة حول سبب بقاء الماء في الكوب. ربما تتضمن بعض أجوبتهم قوة الطرد المركزية. وكما تمت الإشارة إليـه فـي الأسـبوع الأول، فإن المستويات المرجعية التي نستخدمها في هذه الوحدة لا توجد فيها قوة الطرد المركزية! إن قوة الشد على الخيط تسارع من حركـة الكـوب إلـى الداخل. وحيث أن الكوب يغير من اتجاهه باستمرار، فإن الماء أيضاً يجب أن يُغير اتجاهه. ويجعل الكوب تسارع الماء أكبر من التـسارع بـسبب الجاذبيـة ولذلك يظل الماء داخل الكوب.

الاستقصاء

على الطلاب القيام فعلياً بتدوير الكوب وفيه الماء وذلك ليثبتوا أن الماء لا يتدفق من الكوب. وبالرغم من أنهم قد يشاهدون بعض الطلاب يقومون بتـدوير الكوب وبداخله الماء بنجاح دون أن يبتلوا بالماء، إلا أنهم يحتاجون لتنفيذ التجربة بأنفسهم ليحققوا أكبر قدر من الفائدة من هذه التجربة. وفي مثل هذه الحالـة، فإن البيان بالعمل. إن الأسئلة أدناه حول النشاط مضمنة أيضاً في ورقة التمارين الخاصة بالطلاب.

مخطط النشاط

الهدف	النشاط	المواد	التقويم	الواجب المنزلي
يكتشف الطلاب لماذا تظل الأقمار الاصطناعية في مداراتها ولا تسقط على الأرض.	1. يُوزع المعلم أوراق تمارين على الطلاب في مجموعات حيث يجيبون على الأسئلة الآتية: أ) ماذا سيحدث إذا قمن بتحريك كوب به ماء في دائرة أفقية أو رأسية؟ ب)يكتب الطلاب افتراضاتهم في الإجابة على السؤال أعلاه. ج) تُنفذ كل مجموعة النشاط الآتي: عمل ثقوب في كلا جانبي كوب من البلاستيك ثم تمرير خيط في الثقبين وربط طرفيه لعمل دلو صغير . يملأ الطلاب الدلو حتى ثلثه ثم يقومون بتحريكه في حركة دائرية رأسية لمعرفة فيما إذا كان الماء يتدفق من الكوب أم لا. د) يقارن الطلاب تنبؤاتهم مع النتائج التي يتوصلون إليها ويكتبون ملاحظاتهم. 2. يطرح المعلم على الطلاب الأسئلة الآتية: • لماذا يبقى الماء أو لا يبقى داخل الكوب؟	لكل مجموعة: • ماء • خيط • كوب لكل طالب: ورقة تمارين بعنوان "الأقمار الاصطناعية الأرضية الثابتة" من الملحق (ب1)		

الهدف	النشاط	المواد	التقويم	الواجب المنزلي
	• ما الذي يبقي الماء في الكوب الصغير عندما يتم تدويره في حركة دائرية رأسية؟ *الإجابة: أن الكوب يغير من اتجاهه باستمرار، فإن الماء أيضاً يجب أن يُغير اتجاهه. ويجعل الكوب تسارع الماء أكبر من التسارع بسبب الجاذبية ولذلك يظل الماء داخل الكوب.* •ما الذي سيحدث للماء إذا تم تدوير الكوب ببطء؟ *الإجابة: سيتدفق الماء خارج الكوب لأن تسارع الماء سيكون أقل من تسارع الجاذبية الأرضية.* ستقوم كل مجموعة بتقديم الاستنتاجات التي توصلت إليها على شفافية أو ورق قلاّب. يشجع المعلم الطلاب على مناقشة مختلف الاستنتاجات التي قدمها طلاب الصف **(استقصاء، تعلم تعاوني – مجموعات) .** 3. يشرح المعلم العلاقة بين النشاط أعلاه والأقمار الاصطناعية التي تظل في مدارها ولا تسقط أبداً إلى الأرض. ويجب على الأقمار الاصطناعية أن تدور حول الأرض بنفس السرعة التي تدور بها الأرض حول محورها.	 		

الهدف	النشاط	المواد	التقويم	الواجب المنزلي
	وبما أنه توجد قوة جاذبية تجذب نحو الأرض فلماذا لا تسقط الأقمار الاصطناعية وتصطدم بالأرض؟ ما العلاقة بين سرعة سقوط قمر اصطناعي والسرعة التي يجب أن يدور بها إذا كان عليه أن يظل في مداره؟			

الأسبوع الثاني ، اليوم الثالث الموضوع: مدارات الأقمار الاصطناعية

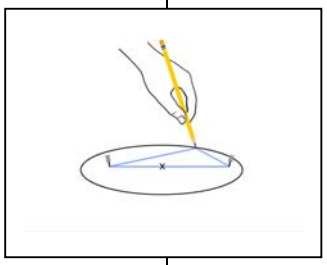
التعلم التعاوني

يعمل الطلاب معاً لإكمال التجربة والإجابة على الأسئلة. إن الأسئلة التي يحتوي عليها مخطط الدرس أدناه توجد أيضاً في ورقة التمارين الخاصة بالتجربة في الملحق ب1. ويتبادل الطلاب فيما بينهم المواد الخاصة بالتجربة وبذلك يكونون مجموعة تتصف بالاعتماد الإيجابي بين أعضائها. ويُكلف كل طالب بدورٍ يقوم به حسبما هو موضح في جدول توزيع الأدوار في الملحق (أ). كما أنّ كل طالب مسؤول عن إكمال ورقة التمارين وبالتالي فإنهم جميع مسؤولين عن محتوى التعلم الذي يتضمنه النشاط (يحقق ذلك مبدأ المحاسبية الفردية). قم بمساعدة الطلاب على تعلم الكيفية التي يعاملون بها بعضهم البعض داخل المجموعة باحترام أثناء عملهم معاً (المهارات الاجتماعية). قد ترغب في استقطاع دقائق قليلة من زمن الحصة لمناقشة الأشياء التي تجعل من الطالب عضواً جيداً في المجموعة.

الاستقصاء

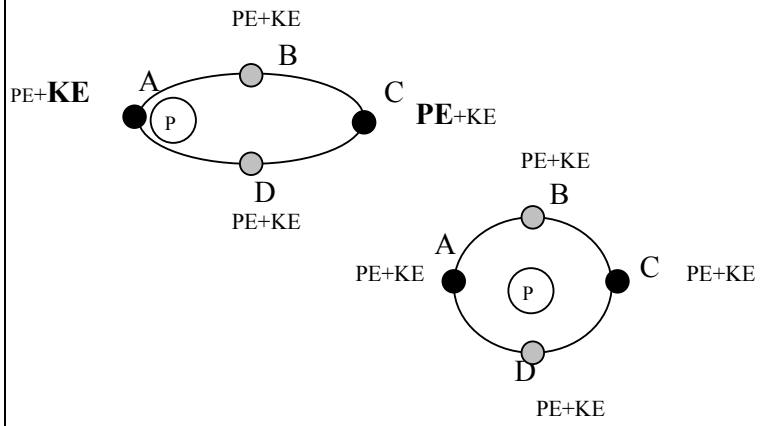
يكتشف الطلاب الكيفية التي تتصرف بها الأقمار الاصطناعية من خلال التجربة العملية. ومن خلال رسم المدارات يكتشف الطلاب أن الأقمار الاصطناعية تتحرك بسرعة أكبر عندما تكون قريبة من البؤرة وببطء عندما تكون بعيدة عنها. وبالإضافة إلى ذلك، ومن خلال رسم مدارات متعددة يلاحظ الطلاب كيف أن المسافة التي تفصل البؤر تؤثر في الاختلاف المركزي للمدار.

مخطط النشاط

الهدف	النشاط	المواد	التقويم	الواجب المنزلي
سيصف الطلاب كيف أن سرعة القمر الاصطناعي تتغير حسب الارتفاعـات المختلفة للمدار.	1. يعمل الطلاب في مجموعات ويتبعون الأنشطة المبينة في ورقـة التجربة والتي تتطلب منهم رسـم مـدارات لتوضـيح مختلـف الحالات وحل المسائل المتعلقة بتغير شكل المدارات: 1) ما شكل المسار الذي تتحرك فيه الأقمار الطبيعية؟ *الإجابة: مسار بيضاوي* 2) إذا اعتبرنا القلم بمثابة قمـر اصـطناعي ، ارسـم مـساره باستخدام أنشوطة خيط ودبوسي ضغط. أين يوجـد مركـز المسار (المدار) في رسمك؟ ماذا يُسمى المركز؟ *الإجابة: دبوسي الضغط هما البؤرة في الرسم، ويوجد الكوكـب عند إحدى البؤرتين في مدار القمر* 3) حدد في الرسم قوس المدار (الموضع) الذي يتحـرك عنـده القمر الاصطناعي بسرعة مرتفعة والموضع الـذي يتحـرك عنده بسرعة بطيئة. كيف يتغير الاختلاف في السرعة عندما نُغيّر المسافة بين النقطتين الثابتتين (البؤرتين)؟	لكل مجموعة: • ورق • أقلام رصاص • خيوط • دبابيس ضغط لكل طالب: نـسخة من ورقة التجربـة بعنـوان "مـدارات الأقمـــــــار الاصطناعية" مـن الملحق (ب1).		أحصل على بعض الـصور حـول الأقمـار الطبيعيـة والأقمـــــار الاصـــطناعية وأشـــرح هـــذه الصورة من حيـث علاقتها بالحركـة الدائرية 

الهدف	النشاط	المواد	التقويم	الواجب المنزلي
	الإجابة: تكون السرعة اكبر بالقرب من بؤرة المسار البيضاوي. وتكون ثابتة عندما يكون المسار دائرياً. وإذا كانت النقطتان بعيدتان عن بعضهما البعض، يكون المسار بيضاوياً أكثر ويزيد الفرق في السرعة. وكلما اقتربت النقطتان من بعضهما البعض يكون المسار دائرياً أكثر. ويقل الفرق في السرعة. 4) كيف يمكنك رسم مسار دائري وليس مسار بيضاوي؟ *الإجابة: باستخدام أحد دبوسي الضغط كنقطة بؤرية.* 5) كيف تختلف النقاط البؤرية بين المدارات الدائرية والمدارات البيضاوية؟ *الإجابة: تكون نقطة البؤرة في المدارات الدائرية في مركز المسار، بينما في المدارات البيضاوية يكون الكوكب عند إحدى البؤرتين وتكون الأخرى بؤرة نظرية.* 6) قارن بين سرعة الأقمار في مدارات دائرية ومدارات بيضاوية.			

الهدف	النشاط	المواد	التقويم	الواجب المنزلي
	الإجابة: في المدارات الدائرية تكون السرعة ثابتة بينما تتغير السرعة في المدارات البيضاوية وتكون أسرع بالقرب من الكوكب (إحدى البؤرتين) وتكون بطيئة عند الطرف الآخر (البؤرة الأخرى). 7) الطاقة الحركية (KE) + الطاقة الكامنة (PE) = الطاقة الكلية (E). الطاقة الكلية تظل كما هي في جميع مواضع مـدار القمـر. وتكون الطاقة الحركية في بعض مواضع المدار أكبر ، بينما في مواضع أخرى تكون الطاقة الكامنة أكبر. حـدد فـي أي النقاط أ ، ب ، ج ، د في الرسمين أدناه تكون أي الطـاقتين أكبر ، الحركية أم الكامنة؟ (يمثل الحرف P في داخل الدائرة الصغيرة كوكباً يدور حوله قمر اصطناعي). صف الطاقة الحركية (KE) والطاقة الكامنة (PE) والطاقـة الكلية (E) عند النقاط أ، ب، ج، د في الرسمين أدناه. الحرف (P) يُمثل الكوكب.			

الهدف	النشاط	المواد	التقويم	الواجب المنزلي
	 2. يقدم المعلم محاضرة قصيرة ويناقش مع الطلاب العلاقة بين (r) و (v) . (إذا توفر جهاز حاسوب وإمكانية الاتصال بالإنترنت سـيعرض المعلم على الطلاب أحد الروابط الإلكترونية التي تلخص الدرس: • http://www.school-for-champions.com/science/orbit1.htm (يسمح بتعديل اختلاف مركز مدار القمر الاصطناعي ، رسوم مبسطة تشير إلى اختلاف المركز كمياً ، يسهل كيف يمكن			

الهدف	النشاط	المواد	التقويم	الواجب المنزلي
	لاختلاف المركز أن يجعل القمر الاصطناعي يتحرك بسرعة أكبر عند أحد طرفي المدار وبسرعة بطيئة عند الطرف الآخر). • http://www.phy.ntnu.edu.tw/oldjava/Kepler/Kepler.html رابط يوضح دوران الكوكب في مسارات مختلفة الشكل			

الأسبوع الثاني ، اليوم الرابع الموضوع: مقدمة حول الحركة الدورية

تدوين المذكرات

يكتب الطلاب تعريفاتهم للحركة الدورية، كما أن عملية العصف الذهني التي يقومون بها كل يوم مع زملائهم ستساعد الطلاب على التعرف على معرفتهم السابقة بالحركة الدورية. ويمكنهم ربط المعلومات الجديدة التي يتعلمونها بما يعرفونه سابقاً.

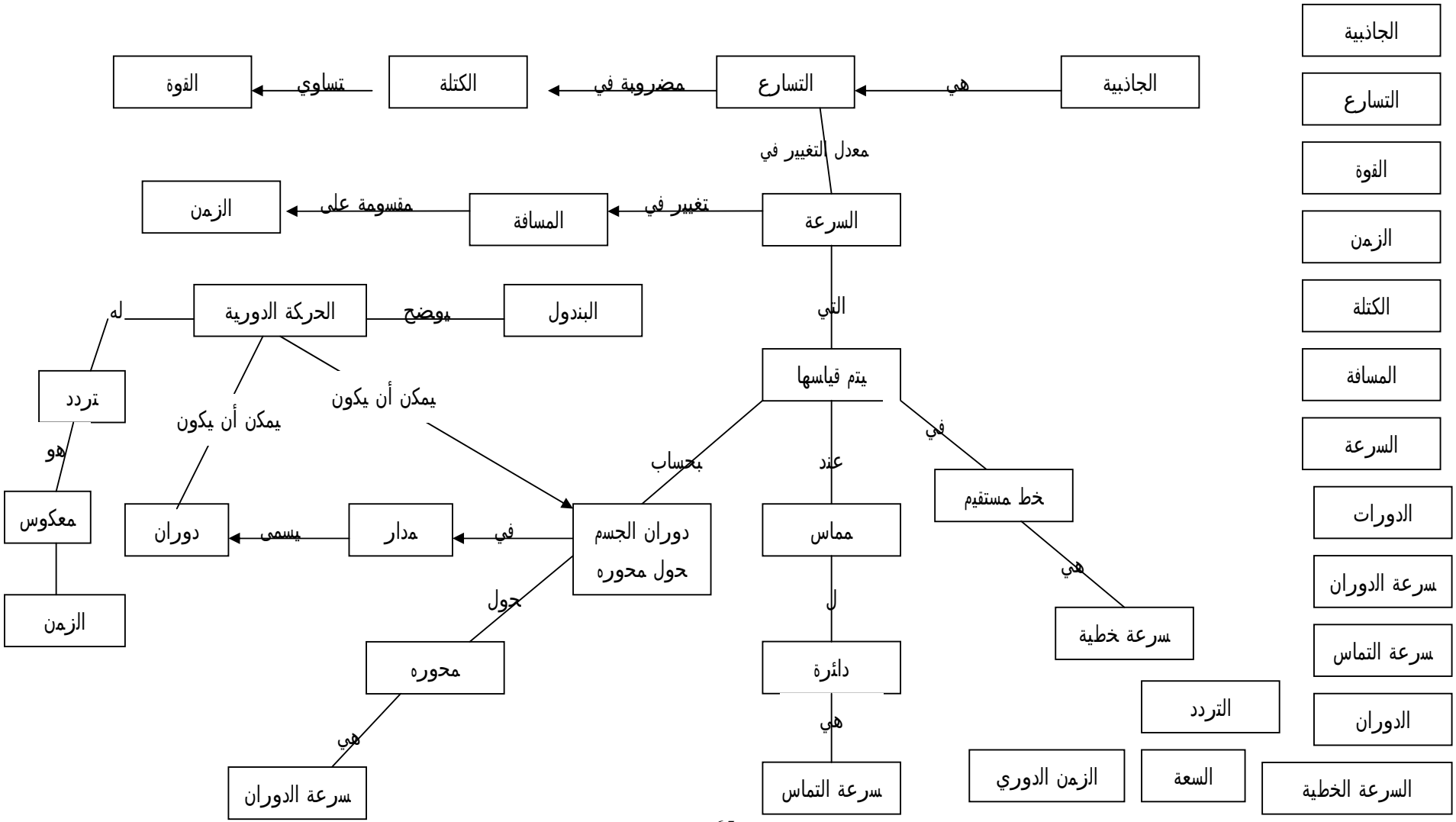
التعلم التعاوني

يعمل الطلاب في مجموعات صغيرة للقيام بعمليات عصف ذهني كل يوم لتقديم أمثلة للحركة الدورية. وتُعتبر المجموعات التي تتكون من أربعة طلاب هي الأفضل لعمليات العصف الذهني. وإذا توفرت كميات كافية من المواد، يمكن أن يتوزع الطلاب على مجموعات ثنائية لتنفيذ التجربة. يصنع الطلاب في كل مجموعة بندول ويستخدمونه لتعريف المصطلحات أدناه. وقد يحتاج الطلاب إلى مساعدة في ربط المصطلحات بحركة البندول. ويمكن للطالب الذي يقوم بدور مدّون الملاحظات في المجموعة أن يقوم بإعداد الرسم على الورق القلاّب . ويجب أن يتم بصورة عشوائية اختيار الطالب الذي سيعرض الرسم والتعريف على بقية طلاب الصف. ويجب أن يكون جميع أعضاء المجموعات مستعدين لتقديم العرض. إن معرفتهم بأن أياً منهم يمكن أن يُطلب إليه تقديم العرض أمام بقية الطلاب سيجعلهم مهتمين بتنفيذ النشاط.

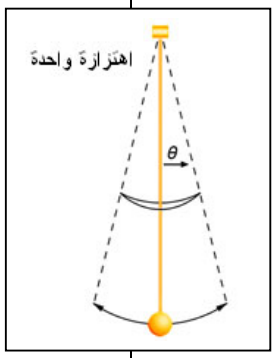
ملاحظة للمعلمين: على الطلاب تدوين البيانات من هذه التجربة مثل أقصى وأدنى إزاحة، وأيضاً زمن الإزاحة. وإذا سمح وقت الحصة في الاسبوع الثالث اليوم الرابع، يمكن أن يقوم الطلاب بعمل رسوم بيانية للإزاحة، والسرعة والتسارع.

تكوين خريطة المفاهيم

يجب أن تتم إضافة المصطلحات الجديدة والأمثلة اليومية إلى خرائط المفاهيم التي بدأ الطلاب تكوينها في اليوم الأول من الأسبوع الأول. وتساعد خـرائط المفاهيم الطلاب على ربط المصطلحات والمفاهيم الجديدة بما تعلموه في وقت سابق في الوحدة. إن المـصطلحات التـي لا توجـد فـي الجـزء الخـاص بالمصطلحات على يمين الخريطة تمت إضافتها لتحسين عملية ربط المصطلحات على الخريطة.


الجاذبية
التسارع
القوة
الزمن
الكتلة
المسافة
السرعة
الدورات
سرعة الدوران
سرعة التماس
الدوران
السرعة الخطية
الجاذبية
هي
التسارع
مضروبة في
الكتلة
تساوي
القوة
معدل التغيير في
السرعة
تغيير في
المسافة
مقسومة على
الزمن
التي
يتم قياسها
بحساب
عند
في
خط مستقيم
هي
سرعة خطية
مماس
ل
دائرة
هي
سرعة التماس
الحركة الدورية
يوضح
البندول
له
تردد
هو
معكوس
الزمن
يمكن أن يكون
يمكن أن يكون
دوران
يسمى
مدار
في
دوران الجسم
حول محوره
حول
محوره
هي
سرعة الدوران
التردد
السعة
الزمن الدوري

مخطط النشاط:

الهدف	النشاط	المواد	التقويم	الواجب المنزلي
سـيتمكن الطـلاب مـن تعريف الحركة الدورية ، الزمن الدوري والتردد	1. يكتب الطلاب فرادى تعريفاتهم للحركة الدورية. 2. يقوم الطلاب بعملية عصف ذهني حول أمثلة من الحياة الواقعية للحركة الدورية (الساعة، البندول، الأرجوحة، نـابض ممـتص الصدمات في السيارات، حركة الدم من الأوردة إلى الـشرايين، ذبذبات الشوكة الرنانة، ارتداد الكرة من سطح ما، الخ...) 3. يوزع المعلم على كل طالب المواد التي يحتاج إليهـا لـصناعة بندول. ثم يستخدم الطلاب في مجموعات النماذج التي صـنعوها للقيام بما يلي: أ) تعريف الحركة الدائرية والتردد والـسعة والـزمن الـدوري والإزاحة. ب) رسم البندول في دفاترهم وتحديد ما يُمثل نقطة الاتزان والسعة والإزاحة. تختار كل مجموعة رسماً واحداً من دفاترهم ويرسـمونه علـى ورق قلاّب ويلصقونه على السبورة أمام طلاب الصف. يطلب	كرة صغيرة وخيط لجميـع الطـلاب: ورق قلاّب لعمـل الطلاب للمعلم: شفافية عليها رسم البندول الـذي يوجد في الملحـق (هـ).	

الهدف	النشاط	المواد	التقويم	الواجب المنزلي
	المعلم إلى كل مجموعة تقديم تعريف واحد للحركة الدورية ومن ثمّ يقوم بتقويم عملهم. يناقش المعلم بعد ذلك التعريف الدقيق للحركة الدورية والمصطلحات الأخرى باستخدام الشفافية التي عليها رسم البندول إذا دعت الحاجة لذلك. 4. يعمل الطلاب في مجموعات صغيرة لرسم خريطة مفاهيم باستخدام بقية الكلمات التي توصلوا إليها أثناء عملية العصف الذهني وأيضاً المصطلحات الآتية: الحركة الدورية، التردد، السعة، والزمن الدوري. قم بمتابعة الطلاب أثناء عملهم في تكوين خريطة المفاهيم. تلصق المجموعات خرائط المفاهيم التي كونوها على السبورة ثم يقوم المعلم والطلاب بتقويم هذه الأعمال. **(تدوين الملاحظات، التعلم التعاوني – المجموعات، تكوين خرائط مفاهيم).** 5. (إذا توفر جهاز حاسوب وإمكانية الاتصال بشبكة الإنترنت) يعرض المعلم الرابط الإلكتروني التالي لتلخيص الدرس: http://faraday.physics.utoronto.ca/GeneralInterest/Harrison/Flash/ClassMechanics/PendulumForces/PendulumForces.html .			

الأسبوع الثاني ، اليوم الخامس الموضوع: الحركة التوافقية البسيطة

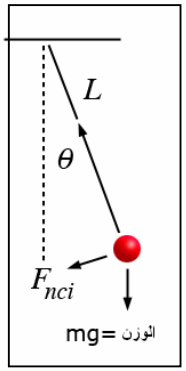
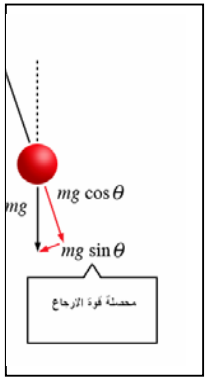
التعلم التعاوني

يعمل الطلاب في مجموعات ثنائية لتحليل حركة البندول. العمل في ثنائيات له إيجابية تتمثل في عدم إقصاء أحد من المناقشة. ويجب إبـلاغ المجموعـات الثنائية أن أي عضو في المجموعة يمكن أن يُطلب إليه تقديم الاستنتاجات التي تتوصل إليها المجموعة. ويمنع هذا الإجراء من أن يقـوم أيٌ مـن العـضوين بنسخ أجوبة العضو الآخر.

عمل النماذج (تجسيم)

يستخدم الطلاب نماذج البندول لاستكشاف المفاهيم ذات العلاقة بالحركة التوافقية البسيطة. وحيث أن البندول يُعتبر نموذج ممتاز للحركة التوافقية البسيطة، إلا أنه لا يبلغ حد الكمال. ويُعتبر الاحتكاك جزء من كل نظام حقيقي. ناقش الطلاب حول الكيفية التي يؤثر بها الاحتكاك في الحركة التوافقية البـسيطة فـي البندول.

مخطط النشاط

الهدف	النشاط	المواد	التقويم	الواجب المنزلي
• يتعرف الطلاب على خصائص الحركة التوافقية البسيطة باعتبارها مثال للحركة الدورية. • تحديد السرعة والطاقة الحركية والطاقة الكامنة والتسارع للبندول في أقصى وأدنى إزاحة وفي موضع الاتزان.	1. يوزع المعلم الطلاب في مجموعات ويطلب إليهم القيام بما يلي: أ) تحليل القوى التي تؤثر على كرة البندول عند أقصى إزاحة وعند موضع الاتزان. ب) رسم اتجاهي محصلة القوة والإزاحة. ج) إيجاد العلاقة بين صافي القوة والإزاحة من الرسم. 2. يطلب المعلم من المجموعات الثنائية رسم البندول عند أقصى إزاحة وفي موضع الاتزان. تقوم المجموعات الثنائية بتحديد السرعة والطاقة الحركية والطاقة الكامنة ومحصلة القوة والتسارع للبندول عند أقصى إزاحة وفي موضع الاتزان باستخدام نموذج البندول. أقصى إزاحة: **max PE, max F(net), max a, v = 0, KE= 0.** في موضع الاتزان: **Max KE, max v, F(net) = 0 a = 0, PE = 0** يختار المعلم بعض أعضاء المجموعات لعرض أعمالهم باستخدام	بندول لكل طالب	 	

الهدف	النشاط	المواد	التقويم	الواجب المنزلي
	الشفافيات. تقرر كل مجموعة ثنائية العضو الذي سيقدم الشرح ومن سيقود مناقشة قصيرة حول عمل المجموعة. (**التعلم التعاوني – مجموعات ثنائية، عمل نماذج**) 3. يعرض المعلم على الطلاب الرباط الإلكتروني التالي لتلخيص الدرس: http://www.phy.ntnu.edu.tw/oldjava/Pendulum/pendulum.html (الطاقة الكامنة والطاقة الحركية للبندول في حالة حركة)			

الأسبوع الثالث ، اليوم الأول الموضوع: العوامل التي تؤثر في الزمن الدوري للبندول

الاستقصاء

سيفترض العديد من الطلاب أن للكتلة تأثير على الزمن الدوري للبندول. وتوفر لهم هذه التجربة الفرصة لاختبار تنبؤاتهم، وجمع البيانات وتحليل النتـائج بأقل قدر من التوجيه من كتيب التجربة. ويعتبر هذا استقصاءً من المستوى الثالث بسبب أن الطلاب مسؤولين عن تصميم التجربة وجمع البيانات الخاصة بها وتحليلها.

التعلم التعاوني

قد يرغب المعلم في بداية هذا الأسبوع إعادة ترتيب المجموعات بحيث يستطيع الطلاب العمل مع طلاب آخرين لأول مرة. ويمكن للطـلاب العمـل فـي مجموعات ثنائية أو مجموعات صغيرة ويعتمد ذلك على الكمية المتوفرة من الأجهزة. وسيكون الطلاب مسؤولين بصفة فردية عن كتابة نتائج التجارب التـي ينفذونها. وسيكون أعضاء المجموعة معتمدين على بعضهم البعض لأنهم سيحتاجون إلى تبادل الأجهزة والمعدات فيما بينهم. كما قد يحتاجون إلـى مـساعدة بعضهم البعض في تصميم التجربة وتنفيذها.

مخطط النشاط

الهدف	النشاط	المواد	التقويم	الواجب المنزلي
سيحدد الطلاب العوامل التي تؤثر على الزمن الدوري للبندول.	1. يُطلب إلى الطلاب في مجموعات صغيرة تنفيذ تجربة في المختبر باستخدام ساعة توقيت وبندول لملاحظة وقياس ما يلي: أ) تأثير تغيير طول خيط البندول على الزمن الدوري. ب) تأثير تغيير كتلة البندول على الزمن الدوري. 2. يكتب المعلم معادلة الزمن الدوري للبندول على السبورة ويطلب إلى الطلاب كتابة عبارة توضح العلاقة بين العوامل المشار إليها أعلاه مع رسم يشرح هذه العلاقات. يلصق الطلاب رسوماتهم على السبورة مع شرح لها يشاهده الطلاب. ويقوم المعلم والطلاب بتقويم الأعمال التي يتم عرضها. **(التعلم التعاوني – المجموعات، الاستقصاء)** $T = 2\pi\sqrt{l/g}$ 			

الأسبوع الثالث ، اليوم الثاني الموضوع: حركة جسم مرتبط بنابض

التعلم التعاوني

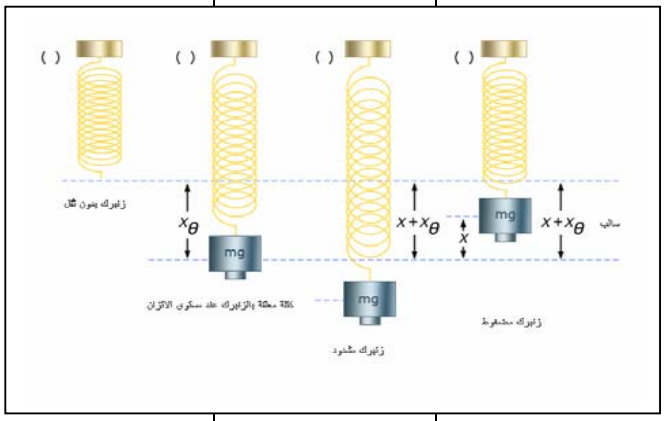
يمكن للطلاب العمل في مجموعات ثنائية أو مجموعة صغيرة لأداء هذا النشاط. ومن الأهمية بمكان توزيع الأدوار على الطـلاب ثـم تـذكيرهم بتـولي مسؤوليات هذه الأدوار. إن هذا النشاط ليس نشاطاً يقوم فيه طالب واحد بحل المسائل ثم ينسخ الآخرون أجوبته. ويجب على المجموعة مناقشة كل مسألة مـن المسائل. ويمكن أن يكون مدوّن الملاحظات مسؤولاً عن رسم الأشكال. ويجب أن يكون الاختيار عشوائي للطلاب الذين يقدمون أعمـال المجموعـات لبقيـة طلاب الصف وذلك لجعل جميع الطلاب مشاركين في النشاط.

التعلم القائم على حل المشكلات

يُطلب إلى الطلاب تطبيق مبادئ الحركة التوافقية البسيطة التي تعلموها في دروس البندول على النوابض. يتعلم الطلاب عن النوابض من خلال العمل على حل هذه المسائل. وبدلاً عن التعلم أولاً ثم إكمال حل المسائل، يحل الطلاب المسائل عن النوابض وذلك لتعلم كيف أن النوابض تُعتبر أمثلة للحركة التوافقيـة البسيطة.

مخطط النشاط

الهدف	النشاط	المواد	التقويم	الواجب المنزلي
سيتمكن الطلاب من وصف حركة النابض باعتبارها مثال للحركة التوافقية البسيطة	1. يعرض المعلم على الطلاب شكلاً لنوابض في حالتين: نابض في وضع استطالة (ج) ونابض مضغوط (د) . يصف الطلاب في مجموعات صغيرة الحركة كما يلي: أ) رسم القوى التي تؤثر على الكتلة المرتبطة بالنابض. تلصق كل مجموعة رسمها على السبورة. ب) أشرح لماذا تُعتبر هذه الحركة حركة توافقية بسيطة؟ ج) قم بتحديد الطاقة الحركية والطاقة الكامنة وصافي القوة والسرعة عند أقصى درجة للإزاحة وفي وضع الاتزان. يمنح المعلم الفرصة لعدد قليل من المجموعات لعرض عملهم واستنتاجاتهم باستخدام جهاز عرض الشفافيات. **(التعلم التعاوني – المجموعات).** 2. يعرض المعلم على الطلاب نابضين مختلفين : أ) يتنبأ الطلاب بما سيحدث إذا علقنا كتلتين متشابهتين بهما. يكتب الطلاب تنبؤاتهم في دفاترهم.	• نابض (زنبرك) • شفافية توضح أشكال النابض من الملحق (هـ)		

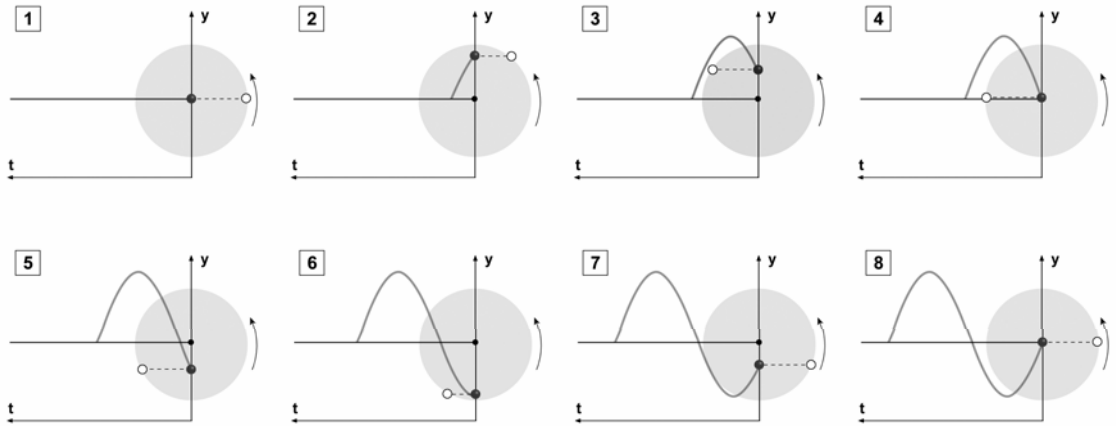
الهدف	النشاط	المواد	التقويم	الواجب المنزلي
	(هل سيكون لكلا النابضين نفس مسافة الاستطالة؟) ب) يعرض المعلم الشفافية على الطلاب لمقارنة تنبؤاتهم مع الشرح. ثم يطلب المعلم إلى بعض الطلاب عرض استنتاجاتهم على بقية الطلاب. 3. (إذا توفر جهاز حاسوب وإمكانية للاتصال بشبكة الإنترنت) يعرض المعلم الرابط الإلكتروني الآتي على الطلاب لتلخيص الدرس: http://www.hazelwood.k12.mo.us/~grichert/explore/dswmedia/harmonic.htm (أعرض نابض وبندول جنباً إلى جنب ويمكن تعديل كتلة البندول وطول خيطه)			

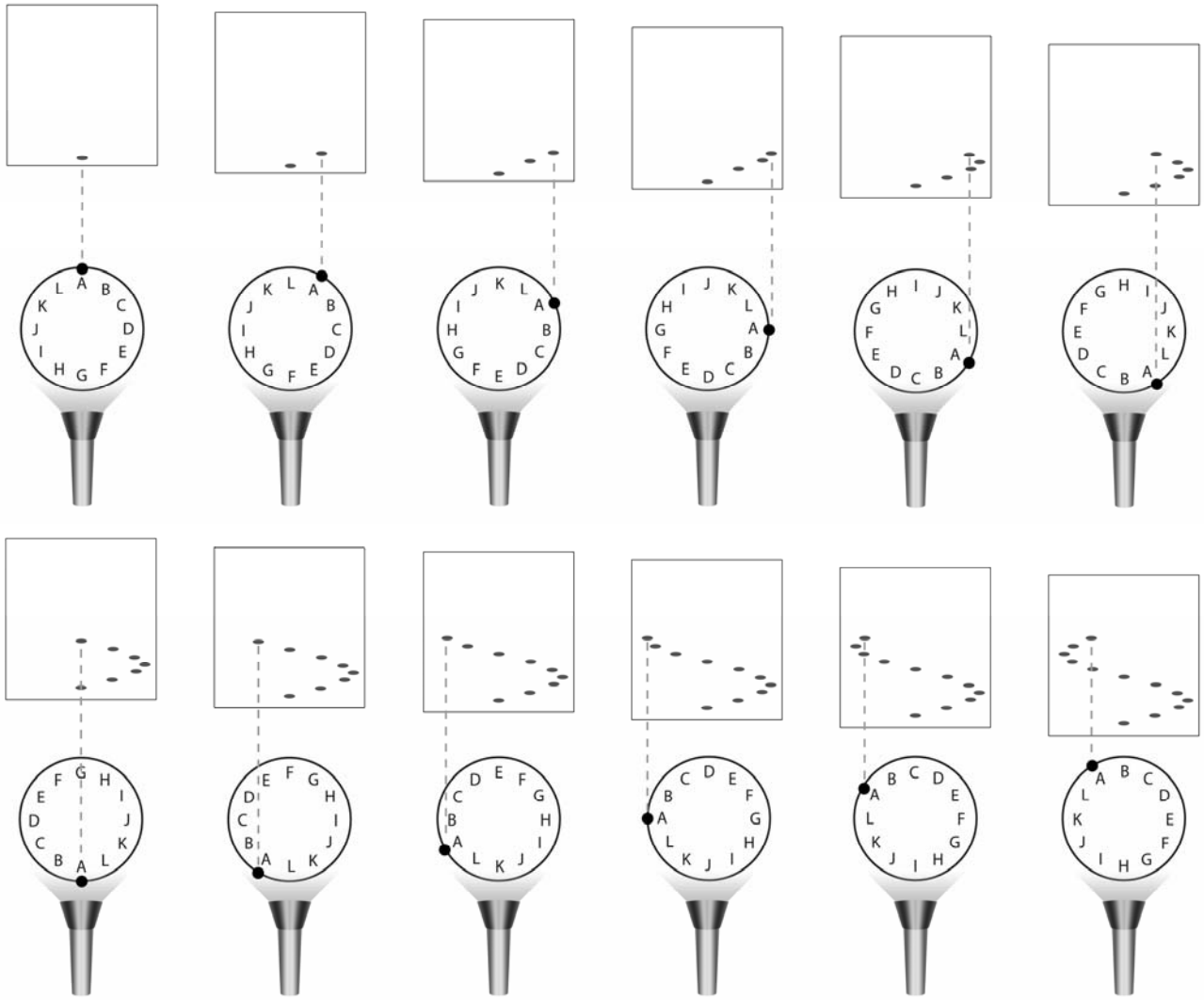
الأسبوع الثالث ، اليوم الثالث الموضوع: الحركة الدائرية والحركة التوافقية البسيطة

عمل النماذج

في هذا النشاط يقوم المعلم بعمل النماذج بدلاً عن الطلاب وذلك بسبب صعوبة المفهوم. وسيحتاج الطلاب إلى قدر كبير من الشرح لفهم كيف أن الحركـة الدائرية يُمكن أن يُنظر إليها باعتبارها حركة توافقية بسيطة. وإذا توفر الوقت وتوفرت المواد، يمكن أن يُمنح الطلاب الفرصة لإعادة التجربة بأنفسهم.

وسيشاهد الطلاب كيف أن الحركة التوافقية البسيطة تصير موجة عندما يقوم طالب بتحريك قلم العلامات إلى أعلى وإلى أسفل على ورقة وهـو مغمـضاً عينيه بينما يقوم طالب آخر بسحب الورقة. قد يعرف الطلاب ما سيحدث إلا أن بعضهم قد يصاب بالدهشة وهو يرى كيف أن الحركة الدورية تصبح موجـة عندما يتم رسمها مقابل الزمن.

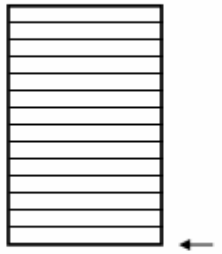


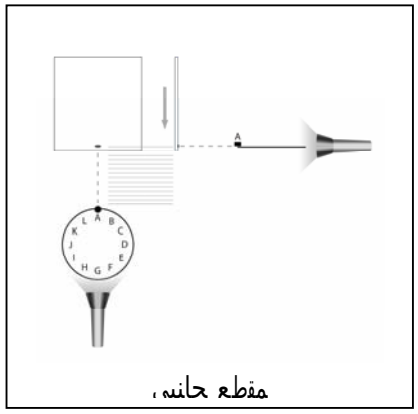

A B C D E F G H I J K L
L A B C D E F G H I J K
K L A B C D E F G H I J
J K L A B C D E F G H I
I J K L A B C D E F G H
H I J K L A B C D E F G
G H I J K L A B C D E F
F G H I J K L A B C D E
E F G H I J K L A B C D
D E F G H I J K L A B C
C D E F G H I J K L A B
B C D E F G H I J K L A

كيف يمكن أن تتحول الحركة الدائرية إلى موجة

من أجل مساعدة الطلاب على فهم كيف أن الحركة الدائرية هي عبارة عن حركة دورية، فإنهم يمكنهم أداء النشاط أدناه في مجموعات ثنائية:

1. يكتب الطلاب على طبق ورقي الحروف أ – ل حسبما هو موضح في الشكل على الصفحة السابقة.
2. يستخدم الطلاب الصلصال للصق قلمك رصاص في وضع عمودي بالقرب من الحرف (أ) على الطبق.
3. يرسم الطلاب بعرض الصفحة 12 خطاً أفقياً بمسافات متساوية بينها كما هو موضح في الشكل أدناه:

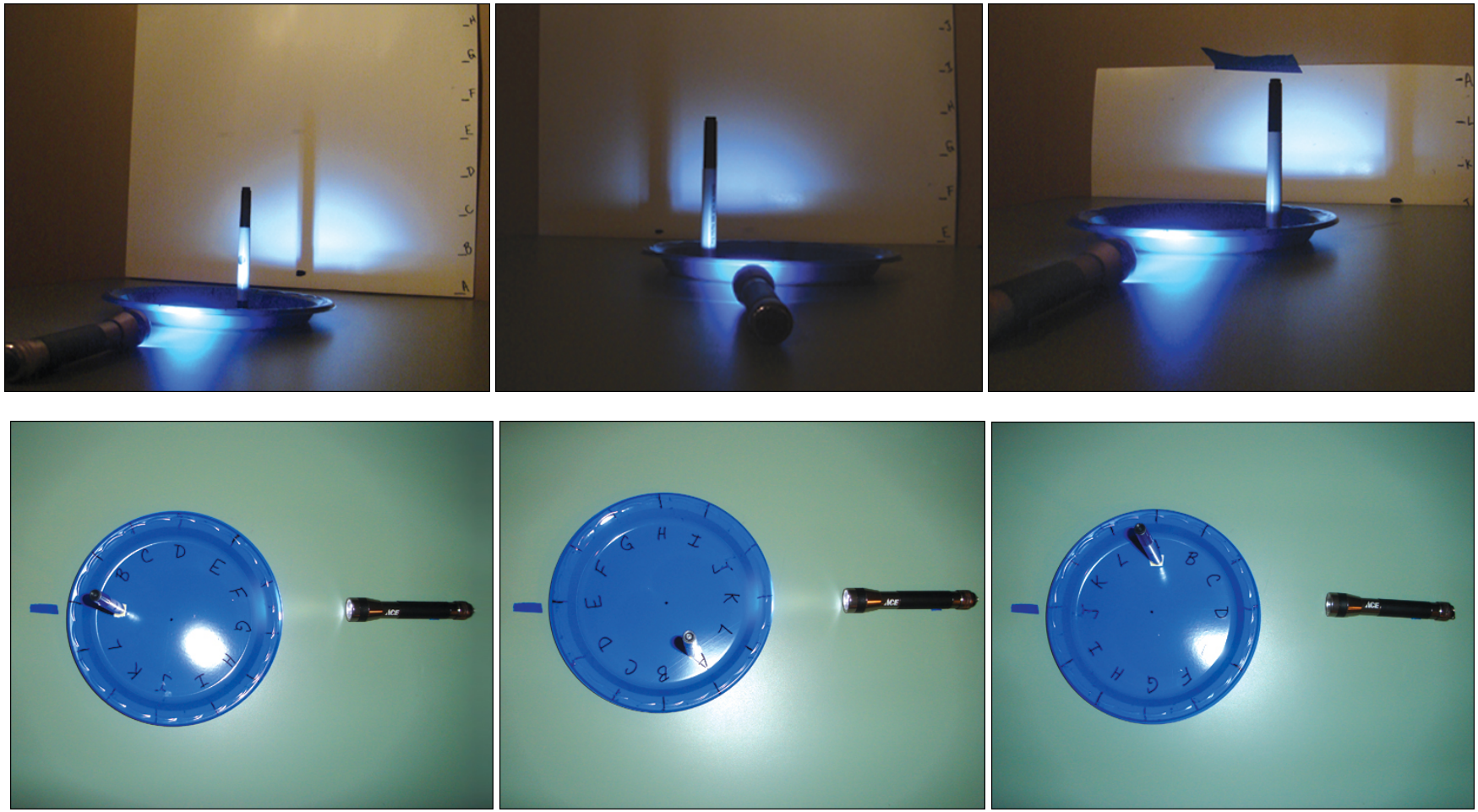




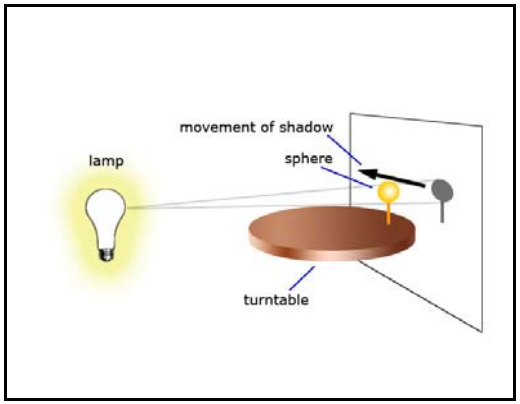
مقطع جانبي

4. يلصق الطلاب بعد ذلك الورقة على جدار الغرفة ويضعون قطعة من الشريط اللاصق على جانب الطرف الأسفل من الورقة لعمل علامة للنقطة التي تبدأ منها الورقة.
5. يضعون الطبق أمام الورقة بحيث يكون موقع الحرف (أ) على الطبق هو الأقرب إلى الورق الملصقة على الجدار يسلط الطلاب ضوء مصباح يدوي على الطبق أمام الورقة بحيث يقع ظل القلم على الورقة ويضعون علامة على الموقع الذي يقع عليه ظل القلم على الورقة.
6. يحتفظ الطلاب بالمصباح اليدوي في نفس الوضع ويديرون الطبق حسب حركة عقارب الساعة ليكون الحرف التالي هو الأقرب إلى الورقة، ثم يحركون الورقة إلى أسفل بمقدار درجة واحدة (خط أفقي واحد) ثم يعلّمون الموقع الذي يسقط عليه ظل القلم.
7. يكرر الطلاب هذه العملية حتى يتم تدوير الطبق دورة كاملة ليعود الحرف (أ) إلى موقعه الأصلي الأقرب إلى الجدار.

8. يصل الطلاب مواقع ظل القلم على الورقة بقوس متناسق. سوف يحصلون على شكل أشبه بالموجة الجيبية.



مخطط النشاط

الهدف	النشاط	المواد	التقويم	الواجب المنزلي
سيصف الطلاب العلاقة بين الحركة الدائرية والحركة التوافقية البسيطة.	1. سيشرح المعلم نشاط التجربة (يوجد له شرح في كتاب الطالب) وهي تجربة ظل الجسم الكروي المتحرك. ويُستخدم جهاز البوربوينت بدلاً عن ضوء اللمبة في هذا الرسم:  2. سيلاحظ الطلاب من الرسم الذي يعرضه المعلم على الشاشة أن ظل الجسم الذي يتحرك حركة دائرية يوضح الحركة الدورية.			

الهدف	النشاط	المواد	التقويم	الواجب المنزلي
	وسيشرح الطلاب في مجموعات صغيرة العلاقة بين الحركة الدائرية والحركة التوافقية البسيطة. 3. يؤدي الطلاب في مجموعات ثنائية نشاطاً بسيطاً لملاحظة كيف أن الحركة الدورية للظل تنتج عنها موجة. المواد التي يحتاج غليها الطلاب لتنفيذ هذا النشاط هي ورقة وقلم. وفي هذا النشاط يقف طالبان بجانب بعضهما البعض. ويطلب الطالب الأول إلى زميله إغماض عينيه وتحريك يديه إلى أعلى وإلى أسفل في حركة منتظمة بينما يكون ممسكاً بالقلم على الورقة. وفيما يقوم الطالب بالرسم وعينيه مغمضتين، يقوم الطالب الأول بسحب الورقة من الجهة التي بدأ زميلة بالرسم، بحيث يتشكل رسم بياني مثل الحركة التوافقية البسيطة. يلصق الطلاب أعمالهم على السبورة لتعرض على بقية طلاب الصف. 4. يقدم المعلم محاضرة قصيرة باستخدام جهاز عرض الشفافيات لتوضيح أن الحركة الدائرية يمكن أن تُشاهد كموجة. **(عمل النماذج ، محاضرة قصيرة)**	• جهاز عرض الشفافيات • شفافية " علاقة الحركة الدائرية بالحركة التوافقية المنتظمة" • معدات وأدوات لتنفيذ العرض: جسم كروي مثبت على عصا على طاولة دوارة (حسبما موضح بالشكل) أو أي لعبة يمكن أن تقف لوحدها بصورة مستقيمة.	لماذا تعتبر حركة الظل الجسم الذي يتحرك حركة دائرية حركة توافقية بسيطة.	

الهدف	النشاط	المواد	التقويم	الواجب المنزلي
	5. (إذا توفر جهاز حاسوب وإمكانية الاتصال بـشبكة الإنترنـت) يعرض المعلم على الطلاب الرابط الإلكتروني الآتي لتلخـيص الدرس. • http://faraday.physics.utoronto.ca/GeneralInterest/Harrison/Flash/ClassMechanics/Circula2SHM/Circula2SHM.html (عرض جيد عن كيف أن الحركة الدائرية هي حركة توافقيـة بسيطة لا يمكن تحديدها كمياً ولا يمكن تعديلها). 6. http://www.phy.ntnu.edu.tw/oldjava/shm/shm/html			

الأسبوع الثالث ، اليوم الرابع الموضوع: تطبيق الحركة التوافقية البسيطة

تكوين نماذج فيزيائية

إن النشاطين الذين يحتوي عليهما هذا الدرس يساعدان الطلاب على تعلم مفهوم أن الحركة التوافقية البسيطة التي يتم رسمها تكون بمرور الوقت موجة. وفي كلا النشاطين تتحرك الورقة لتمثل التغيير الذي يحدث في الوقت. إن تكوين نموذج فيزيائي يقدم للطلاب مثالاً مجسداً للموجة. ومن السهولة بمكان للطلاب أن يشاهدوا أن الحركة إلى أعلى وإلى أسفل أو من جانب إلى جانب آخر تتحول إلى موجة عندما يشاهدونها تحدث أمام أعينهم.

مخطط النشاط:

الهدف	النشاط	المواد	التقويم	الواجب المنزلي
يستطيع الطلاب رسم نمط للحركة التوافقية البسيطة من البندول والنابض	1. يوزع الطلاب نموذج على كل مجموعة صغيرة من الطلاب ويطلب إليهم أن يهزوا قلم رصاص مربوط بنابض فيما يقوم طالب آخر بتدوير ورقة الرسم البياني بسرعة ثابتة. ويوضح هذا النموذج أن الحركة الدورية للنوابض ينتج عنها نمط موجي. 2. يصنع الطلاب بندول رملي وذلك بملء كوب بالرمل وعمل ثقب في أسفل الكوب ثم تحريك الكوب إلى الأمام وإلى الخلف. ويحرك احد طالبي المجموعة الورقة ببطء بحيث يتكون خط من الرمل سيبدو وكأنه موجة جيبية. (أنظر الصورة أعلاه). 3. يقدم المعلم محاضرة قصيرة لشرح الرسوم البيانية الخاصة بالإزاحة والسرعة والتسارع للبندول مع الزمن. (**التعلم التعاوني – مجموعات ثنائية، محاضرة قصيرة).** http://www.walter-fendt.de/ph11e/springpendulum.htm عرض جيد حول كيف أن النابض المهتز يكوّن موجة بمرور الوقت. http://lectureonline.cl.msu.edu/~mmp/kap13/cd363a.htm يبين هذا الموقع حركة البندول التي تكون موجة بمرور الوقت.	• نموذج • رسم بياني		

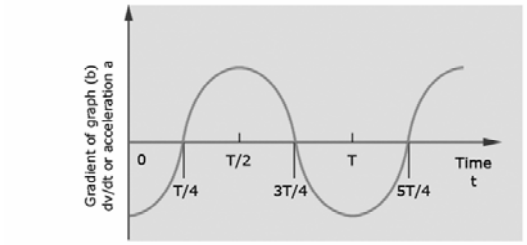
الأسبوع الثالث ، اليوم الخامس الموضوع: علاقات الحركة التوافقية البسيطة

تغيير المفاهيم

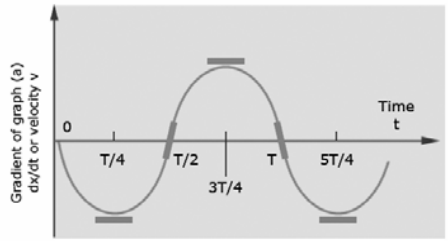
قد يخلط الطلاب بين مفهومي الإزاحة والسرعة. ويعتقد العديد من الطلاب أن رسم بياني للسرعة هو أيضاً للإزاحة. إن مراجعة تعريف كل من هـذين المصطلحين وربطهما بالرسوم البيانية أدناه قد يقلل من هذا الخلط بينهما لدى الطلاب. وإذا توفرت التقنية المناسبة يمكن للمعلمين أن يعرضوا على الطـلاب الموقع الإلكتروني للفيزياء على شبكة الإنترنت المبين أدناه. وأوضحت البحوث أن الطلاب يستفيدون من مشاهدة الرسوم البيانية للإزاحة والسرعة بالتوقيـت الحقيقي لها للفصل بين المفهومين.

التعلم التعاوني

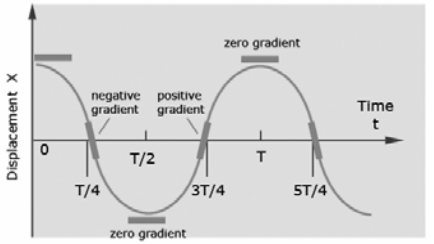
إيجاد أقصى إزاحة قد يكون سهلاً بالنسبة للمجموعات. إعطاء كل مجموعة زمناً مختلفاً لإيجاد الإزاحة والسرعة والتسارع بدقة يمكن أن يحـول دون أن تقوم المجموعات من نسخ الأجوبة من بعضها البغض. وإذا انتهى طالب ما من النشاط مبكراً يُمكن أن يُطلب إليه عمل الرسوم البيانيـة للإزاحـة والـسرعة والتسارع من البيانات التي يقدمها له المعلم أو يمكنه عمل رسوم بيانية من البيانات الخاصة بتجربة البندول التي نفذوها في الأسبوع الثاني اليوم الرابع.



(c) Acceleration–time curve



(b) Velocity–time curve



(a) Displacement–time curve

مخطط النشاط

الهدف	النشاط	المواد	التقويم	الواجب المنزلي
سيستطيع الطلاب حساب الإزاحة والسرعة والتسارع والزمن من الرسوم البيانية للحركة التوافقية البسيطة	1. يكتب المعلم معادلة الإزاحة والتسارع والسرعة على السبورة كدالة زمنية ويعرف (θ,χ,ω,a). ويقوم بتوضيح ما يلي مستخدماً الرسمين البيانيين للحالتين: أ) يبدأ الجسم حركته من نقطة اتزان ب) يبدأ الجسم حركته من أقصى إزاحة. 2. (إذا توفرت التقنية) يعرض المعلم على الطلاب الروابط الإلكترونية الآتية: • http://webphysics.davidson.edu/physlet_resources/bu_semester1/c18_SHM_graphs.html يقدم هذا الموقع رسوم مبسطة. يكوّن نابض أفقي رسوم بيانية للإزاحة والسرعة والتسارع بزمن حقيقي. وسيكون من السهولة بمكان للطلاب إن يروا كيف أن الرسوم البيانية لها علاقة بما يحدث في الزمن الحقيقي. • http://www.walter-fendt.de/ph11e/springpendulum.htm يمثل هذا الرسم نابض أفقي يوضح الموقع في زمن حقيقي على رسم بياني للإزاحة. إن هذا الموقع يُعتبر ذو علاقةً أكبر بهذا	نسخة واحدة لكل طالب من: الرسوم البيانية للحركة التوافقية البسيطة لكل من الإزاحة والسرعة والتسارع مقابل الزمن. للمعلم: شفافية للرسوم البيانية من الملحق (هـ).		اختياري: عمل رسوم بيانية للإزاحة والسرعة والتسارع من البيانات التي تم جمعها في الأسبوع الثاني اليوم الرابع.

الهدف	النشاط	المواد	التقويم	الواجب المنزلي
	الموضوع أكثر من الموقع أعلاه وله ميزة أنه يمكن تعديله. يمكنك تغيير ثبات النابض والكتلة عليه وتسارع الجاذبية والسعة. 3. يستخدم المعلم الروابط الإلكترونية أعلاه ويطلب إلى كل مجوعة حساب ما يلي: • أقصى درجة للإزاحة والسرعة والتسارع . • الإزاحة والسرعة والتسارع في زمن محدد. 4. إذا سمح لك الوقت، يمكن للطلاب عمل رسم بياني من بيانـات البندول من اليوم الرابع في الأسبوع الثاني. ويمكنهم رسم رسوم بيانية خاصة بهم للإزاحة والسرعة والتسارع. كما يمكن تكليفهم بعمل رسوم بيانية لهذه البيانات كواجب منزلي. **(التعلم التعاوني – مجموعات ثنائية ومجموعـات، محاضـرة قصيرة).**			

الملحق (أ) : جدول يوضح أدوار ومسؤوليات أعضاء كل مجموعة من مجموعات التعلم التعاوني

اليوم	1	2	3	4
أ	قائد المجموعة	مدير المواد	مدقق حدوث التعلم	مدون الملاحظات
ب	مدون الملاحظات	قائد المجموعة	مدير المواد	مدقق حدوث التعلم
ج	مدقق حدوث التعلم	مدون الملاحظات	قائد المجموعة	مدير المواد
د	مدير المواد	مدقق حدوث التعلم	مدون الملاحظات	قائد المجموعة

اليوم هو: (أ) (ب) (ج) (د)

الملحق ب1: أوراق العمل لمختبرات الوحدة (للنسخ)

أنسخ أوراق العمل الواردة في الصفحات التالية ووزعها على الطلاب في الوقت المناسب.

مراجعة الجاذبية (الأسبوع 1 اليوم 1)

1- ماذا سيحدث لو أسقطت كرتين متشابهتين في الشكل ومختلفين في الكتلة من على طاولة في نفس الوقت وبنفس السرعة؟ أكتب فرضيتك.

_____
_____

2- قم بتنفيذ النشاط ثم واكتب ملاحظاتك.

_____
_____

3 - علل ملاحظاتك.

_____
_____

4 - هل فرضيتك متوافقة مع ملاحظاتك؟

_____
_____

5 - استنتاجك؟

_____
_____

<u>علاقات الحركة الدائرية المنتظمة (الأسبوع 1 اليوم 5)</u>

1- ماذا تتوقع أن يحدث لو قمت بدحرجة علبة اسطوانية وكوب (من الورق أو البلاستيك) بعرض الطاولة؟ ما هو المسار الذي يتخذه كلاً منهما؟ أكتب فرضيتك؟

_____
_____

2- دحرج الكوب والعلبة على سطح مستو و اكتب ملاحظاتك بالإجابة على التالي:

أ- صف مسار العلبة أثناء تدحرجها.

ب-أي طرف من العلبة أسرع من الآخر؟.

ج- صف مسار الكوب أثناء تدحرجه.

الإجابة: الكوب يتدحرج في مسار منحني.

د- أي من الأطراف يقطع مسافة أكبر؟.

ه- أيٍ من الأطراف له سرعة خطية أكبر؟

_____
_____

3- هل فرضيتك متوافقة مع ملاحظاتك؟

_____
_____

4- علل ملاحظاتك أعلاه.

_____
_____

5- وضح العلاقة بين السرعة الخطية ونصف القطر أدناه. يمكنك استخدام كلمات أو رموز.

_____
_____

<u>مشروع الواجب المنزلي: علاقات الحركة الدائرية المنتظمة</u>(الأسبوع 1 اليوم 5)

باستخدام نموذج القرص الدوار، أجب على الأسئلة التالية:

1- ما الذي سيحدث إذا وضعت قطعتين معدنيتين على سطح القرص الدوار، إحداهما قرب المركز والأخرى قرب الحافة ثم قمت بإدارة القرص؟ أكتب فرضيتك أدناه.

_____

_____

2- أي من القطعتين سرعتها الخطية أكبر؟ أكتب فرضيتك.

_____

_____

3- ضع القطعتين على القرص في الأماكن المشار إليها في السؤال رقم 1 أعلاه. أدِر القرص ثم أجب على الأسئلة التالية:

أ- هل القطعتين لهما نفس سرعة الدوران في الدقيقة (RPM) علل إجابتك إذا كانت بلا أو بنعم.

_____

_____

ب- أي من القطعتين سرعتها الخطية أكبر؟ علل إجابتك.

_____

_____

هل فرضيتك متوافقة مع ملاحظاتك؟ صِف أوجه الشبه والاختلافات.

_____

_____

1- أشرح كيف تم برهان العلاقة بين نصف القطر والسرعة الخطية في هذا المشروع.

_____

_____

2- هل نتائج مجموعتك تتفق مع نتائج المجموعات الأخرى؟ وضح ذلك.

_____

_____

_____

3- أسطوانة قطرها 30 سنتمترا تدور 33.5 مرة في الدقيقة.

أ- أوجد التردد و الزمن الدوري؟

_____

_____

ب- أحسب السرعة الخطية و تسارع الجذب المركزي لنقطة في حافتها.

_____

_____

<u>الأقمار الصناعية الأرضية الثابتة (الأسبوع 2 اليوم 2)</u>

1- قم بإجراء الخطوات التالية ثم أجب على الأسئلة.

_____

_____

أ- قم بعمل ثقبين على طرفي كوب بالقرب من الحافة العليا.

ب-مرر خيطا في الثقبين و أربطه من الأعلى بحيث يكون كالدلو الصغير.

ج- إملأ الكوب إلى ثلثه بالماء.

_____

_____

2- ما الذي سيحدث إذا قمت بتدوير كوب الماء رأسيا بسرعة دوران عالية؟ أكتب فرضيتك.

_____

_____

3- قم بتدوير الكوب والماء كما جاء أعلاه و اكتب ملاحظاتك.

_____

_____

4- علل ملاحظاتك بالإجابة على الأسئلة التالية:

أ-هل تبللت خلال النشاط؟ وضح إذا كانت الإجابة بنعم أو لا. ادخل الجاذبية كجزء من تعليلك.

_____

_____

ب-كيف أثرت سرعة دوران الكوب على نتائج التجربة:

_____

_____

مسارات الأقمار الصناعية (الأسبوع 2 اليوم 3)

1- لنعتبر القلم قمرا وباستخدام أنشوطه من الخيط ودبوسين لرسم مسار القمر ما شكل المسار الذي تتحرك فيه الأقمار.

_____

_____

2- حدد في الرسم الموضع الذي يتحرك فيه القمر الصناعي بسرعة عالية والموضع الذي يتحرك فيه بسرعة بطيئة.

_____

_____

3- كيف ترسم مسارا دائريا وليس مسارا بيضاويا؟

_____

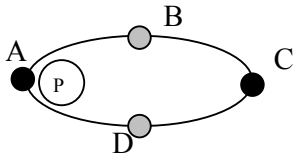
_____

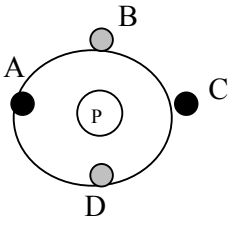
4- قارن بين سرعات الأقمار الصناعية في المسارات الدائرية و البيضاوية؟

_____

_____

5- حدد في أيٍ من النقاط أ، ب، ج و د في الرسمين أدناه أيهما أكبر KE أم PE؟ (حرف الـ P داخل الدائرة الصغيرة تمثل كوكبا تدور حوله الأقمار الصناعية).طاقة الحركة (KE) + الطاقة الكامنة (PE) = الطاقة الكلية (E)





الملحق ب2: مفتاح الإجابة لأوراق العمل لمختبرات الوحدة

الصفحات التالية توضح الإجابات النموذجية لأوراق الإجابة التي يقوم الطلاب بإكمالها. الإجابة تكون *بالأحرف المائلة*.

مراجعة الجاذبية (الأسبوع 1 اليوم 1)

1- ماذا سيحدث لو أسقطت كرتين متشابهتين في الشكل ومختلفين في الكتلة من على طاولة في نفس الوقت وبنفس السرعة؟ أكتب فرضيتك.

الإجابة المحتملة: تهبط الكرتان في نفس الوقت / الأثقل أولا / الأخف أولا.

2- قم بتنفيذ النشاط ثم واكتب ملاحظاتك.

الإجابة: تسقط الكرتان في نفس الوقت.

3- علل ملاحظاتك.

الإجابة:

**المسافة = 2/1×التسارع × الزمن $d = 1/2at$*

** بما أن المسافة "d" والزمن "t" متساويان فإن التسارع "a" أيضا يجب أن يكون كذلك.*

** ∴ القوة = الكتلة× التسارع أو التسارع = الكتلة ÷ التسارع $F = ma$ or $a = F/m$*

** بما أن "a" لم تتغير، فإن F تتغير مع الكتلة "m".*

** كتلة صغيرة ← قوة صغيرة*

** كتلة كبيرة ← قوة كبيرة*

وعليه فإن قوة الجاذبية تعتمد على الكتلة.

ملحوظة للمعلم: *من الأهمية بمكان في هذا النشاط الإشارة إلى أن الكرات متساوية في مساحة السطح ومن نفس النوع مما يؤدي إلى مقاومة متساوية للهواء ولكن لا يتساويان في الكتلة.*

4- هل فرضيتك متوافقة مع ملاحظاتك؟

5- أكتب استنتاجك؟

الإجابة:: إذا كانت الجاذبية قوة ثابتة فإن الأجسام الأثقل يكون لها تسارع أقل ولذلك تستغرق وقتا أطول لتسقط في مسافة متساوية وبالتالي، فإن الجاذبية تسارع وليست قوة لأن الكرتان سقطتا في نفس الوقت. كل الأجسام التي تسقط سقوطاً حراً تخضع لنفس التسارع في نفس المكان على الأرض.

<u>علاقات الحركة الدائرية المنتظمة (الأسبوع 1 اليوم 5)</u>

1- ماذا تتوقع أن يحدث لو قمت بدحرجة علبة اسطوانية وكوب (من الورق أو البلاستيك) بعرض الطاولة؟ ما هو المسار الذي يتخذه كلاً منهما؟ أكتب فرضيتك؟

الإجابة: سيكون للطلاب فرضيات متعددة. الكوب سيتبع مسارا منحنيا في تدحرجه أما العلبة فستتبع مسارا مستقيما أو العلبة والكوب يسلكان مسار مستقيماً..

2- دحرج الكوب والعلبة على سطح مستوٍ و اكتب ملاحظاتك بالإجابة على التالي:

و- صف مسار العلبة أثناء تدحرجها.

الإجابة: العلبة تتدحرج في خط مستقيم.

ز- أي طرف من العلبة أسرع من الآخر؟

الإجابة: الطرفان سرعتهما متساوية.

ح- صف مسار الكوب أثناء تدحرجه.

الإجابة: الكوب يتدحرج في مسار منحني.

ط- أي من الأطراف يقطع مسافة أكبر؟

الإجابة: الطرف الأعلى(المفتوح) من الكوب.

ي- أيٍ من الأطراف له سرعة خطية أكبر؟

الإجابة: الطرف الأعلى(المفتوح)

3- *هل فرضيتك متوافقة مع ملاحظاتك؟*

4- *علل ملاحظاتك أعلاه.*

الإجابة: . *كلا طرفي العلبة لهما نفس سرعة الدوران عندما تتحرك في خط مستقيم. طرفا العلبة لهما نفس نصف قطر وبالتالي يقطعان نفس المسافة. إذا كان الطرفان يقطعان نفس المسافة في نفس الزمن فإن سرعتهما الخطية تكون متساوية.*

الطرف الأعلى الأوسع(المفتوح) من الكوب يقطع مسافة أكبر في نفس الوقت وبالتالي سرعته الخطية أكبر من الطرف الأسفل الضيق. وبالتالي لا بد للكوب أن يتبع مسارا منحنيا حتى *يكون للطرفين سرعة دوران متساوية*

5- وضح العلاقة بين السرعة الخطية ونصف القطر أدناه. يمكنك استخدام كلمات أو رموز.

الإجابة: توجد علاقة طردية بين السرعة الخطية ونصف القطر، أو تتناسب السرعة الخطية تناسباً طردياً مع نصف القطر. إذا كانت النقطتان في نفس النظام الدوراني فإن النقطة ذات نصف القطر الأكبر تكون سرعتها الخطية أكبر.

<u>مشروع الواجب المنزلي: علاقات الحركة الدائرية المنتظمة</u>
(الأسبوع 1 اليوم 5)

باستخدام نموذج القرص الدوار، أجب على الأسئلة التالية:

1- ما الذي سيحدث إذا وضعت قطعتين معدنيتين على سطح القرص الدوار، إحداهما قرب المركز والأخرى قرب الحافة ثم قمت بإدارة القرص؟ أكتب فرضيتك أدناه.

الإجابة: الإجابات ستختلف: القطعتان ستدوران بنفس السرعة/ القطعة القريبة من المركز تكون أسرع/ القطعة القريبة من الحافة تكون أسرع.

2- أي من القطعتين سرعتها الخطية أكبر؟ أكتب فرضيتك.

الإجابة: سيأتي الطلاب بآراء مختلفة وكلها مقبولة. الإجابة الصحيحة هي أن القطعة القريبة من الحافة تكون سرعتها الخطية أكبر.

3- ضع القطعتين على القرص في الأماكن المشار إليها في السؤال رقم 1 أعلاه. أدِر القرص ثم أجب على الأسئلة التالية:

أ- هل القطعتين لهما نفس سرعة الدوران في الدقيقة (RPM) علل إجابتك إذا كانت بلا أو بنعم.

الإجابة: القطعتان متساويتان في سرعة الدوران لأنهما يقومان بنفس عدد الدورات في الدقيقة. القطعة القريبة من الحافة تقطع مسافة أكبر ومع ذلك تعمل نفس عدد الدورات التي تعملها القطعة القريبة من المركز.

ب- أي من القطعتين سرعتها الخطية أكبر؟ علل إجابتك.

الإجابة: القطعة القريبة من الحافة لها نصف قطر أكبر ، ولذلك تقطع مسافة أكبر في نفس الوقت.

4- هل فرضيتك متوافقة مع ملاحظاتك؟ صِف أوجه الشبه والاختلافات.

5- أشرح كيف تم برهان العلاقة بين نصف القطر والسرعة الخطية في هذا المشروع.

الإجابة: إذا كانت السرعات الدورانية متساوية، فإن الجسم الذي يكون نصف قطره أكبر يجب أن تكون سرعته الخطية أكبر. القطعة القريبة من الحافة بعيدة من المركز ولذلك نصف قطرها أكبر. إن نصف القطر الأكبر يعني أن محيط الدائرة الذي تدور فيه القطعة القريبة من الحافة يجب أن يكون أكبر. القطعتان لهما نفس سرعة الدوران لكن القطعة القريبة من الحافة تقطع مسافة أكبر وعليه يجب أن تدور أسرع.

6- *هل نتائج مجموعتك تتفق مع نتائج المجموعات الأخرى؟ وضح ذلك.*

7- أسطوانة قطرها 30 سنتمترا تدور 33.5 مرة في الدقيقة.

أ- أوجد التردد و الزمن الدوري؟

الإجابة: (0.558) هيرتز (Hz) (1.79 ث)

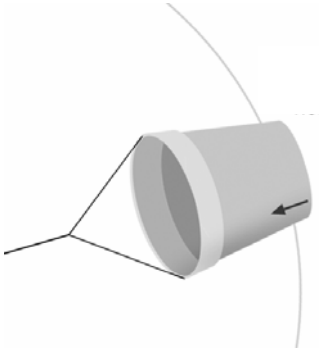
ب- أحسب السرعة الخطية و تسارع الجذب المركزي لنقطة في حافتها.

الإجابة: (0.527 م/ث) (1.85 م/ث^2)

<u>الأقمار الصناعية الأرضية الثابتة (الأسبوع 2 اليوم 2)</u>

قم بإجراء الخطوات التالية ثم أجب على الأسئلة.

أ- قم بعمل ثقبين على طرفي كوب بالقرب من الحافة العليا.
ب-مرر خيطا في الثقبين و أربطه من الأعلى بحيث يكون كالدلو الصغير.
ج- إملأ الكوب إلى ثلثه بالماء.



1- ما الذي سيحدث إذا قمت بتدوير كوب الماء رأسيا بسرعة دوران عالية؟ أكتب فرضيتك.

الإجابة: يقوم الطلاب بكتابة فرضياتهم وقد تختلف من طالب لآخر(ينسكب الماء/ يظل الماء في الكوب).

2- قم بتدوير الكوب والماء كما جاء أعلاه و اكتب ملاحظاتك.

الإجابة: يقوم الطلاب بكتابة ملاحظاتهم ويجب أن يلاحظوا أن الماء يبقى في الكوب و لا يخرج منه.

3- علل ملاحظاتك بالإجابة على الأسئلة التالية:

أ- هل تبللت خلال النشاط؟ وضح إذا كانت الإجابة بنعم أو لا. ادخل الجاذبية كجزء من تعليلك.

الإجابة: إذا تم تدوير الكوب بسرعة كافية، فإنها تتسارع بمعدل أكبر من 9.8 م/ث^2 (التسارع ناتج عن الجاذبية). الماء داخل الكوب يتسارع بنفس سرعة الكوب. بناء على ذلك، فإن الماء يتسارع بمعدل أعلى من الجاذبية ويبقى الماء في الكوب لأن الكوب يحرك الماء بعيدا عن حافة الكوب أسرع من تحريك الجاذبية للماء خارج الكوب.

ب- كيف أثرت سرعة دوران الكوب على نتائج التجربة:

الإجابة: في الحركة الدائرية يؤدي تغيير اتجاه سرعة الدوران إلى تسارع. التسارع الدوراني يجب أن يكون أكبر من 9.8م/ث^2 حتى لا ينسكب الماء ويبتل من يقوم بتدوير الكوب.

<u>نشاط إثرائي</u>

د- ماذا سيحدث لو قمت بتدوير الكوب أفقيا؟ أكتب فرضيتك.

_____

ه- قم بتدوير الكوب أفقيا و اكتب ملاحظاتك أدناه.

_____

_____

و- علل ملاحظاتك بالإجابة على الأسئلة التالية:

أ- كيف تم برهان قانون نيوتن الأول في هذا النشاط؟

الإجابة: الماء يتحرك في خط مستقيم ما لم يؤثر عليه الكوب.

ب- **ما الذي سيحدث إذا انقطع الخيط أثناء تدويرك للكوب؟ إلى أي ناحية يتجه الكوب؟ وضح بالرسم لتعزيز إجابتك.**

الإجابة: استنادا إلى قانون نيوتن الأول فإن الكوب يتحرك في خط مستقيم مماس للمسار الدائري السابق للكوب.

الإجابة: استنادا إلى قانون نيوتن الأول، في مكان الثقب، فإن القوة غير المتوازنة لم تعد تؤثر على الماء، ولذلك تخرج في خط مستقيم مماس لمسار الكوب.

مسارات الأقمار الصناعية (الأسبوع 2 اليوم 3)

1- لنعتبر القلم قمرا وباستخدام أنشوطه من الخيط ودبوسين لرسم مسار القمر ما شكل المسار الذي تتحرك فيه الأقمار.

الإجابة: مسار القطع الناقص (بيضاوي).

2- حدد في الرسم الموضع الذي يتحرك فيه القمر الصناعي بسرعة عالية والموضع الذي يتحرك فيه بسرعة بطيئة.

الإجابة: السرعة تكون في أقصاها بالقرب من بؤرة (الكوكب)في القطع الناقص، وأقل ما يمكن في الطرف الأبعد من البؤرة.

3- كيف ترسم مسارا دائريا وليس مسارا بيضاويا؟

الإجابة: باستخدام دبوس واحد كنقطة بؤرية.

4- قارن بين سرعات الأقمار الصناعية في المسارات الدائرية و البيضاوية؟

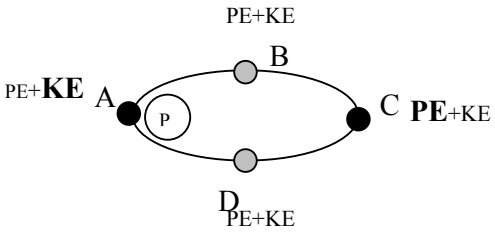
الإجابة: في المسارات الدائرية تكون السرعة ثابتة ولكن في المسارات البيضاوية تتغير السرعة وتصبح أسرع بالقرب من الكوكب (بؤرة واحدة) و أبطأ في الناحية الأخرى البعيدة من البؤرة.

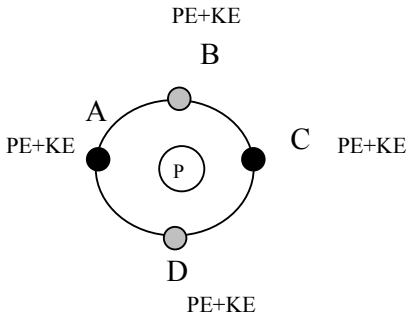
5- حدد في أيٍ من النقاط أ، ب، ج و د في الرسمين أدناه أيهما أكبر KE أم PE؟ (حرف الـ P داخل الدائرة الصغيرة تمثل كوكبا تدور حوله الأقمار الصناعية).
طاقة الحركة (KE) + الطاقة الكامنة (PE) = الطاقة الكلية (E)

الطاقة الكلية تبقي كما هي في كل النقاط في مسار القمر الصناعي الدائري.أما في المسار البيضاوي (قطع الناقص) تكون في بعض النقاط طاقة الحركة أكبر وفي النقاط

الأخرى تكون الطاقة الكامنة هي أكبر بحيث أن الطاقة الكلية في جميع النقاط تظل ثابتة.
كما هو موضح في الشكل التالي:

الإجابة:





الملحق ج: نشاط لعب الأدوار، الجزء الأول والثاني

تعرض الصفحات التالية نشاط لعب الأدوار، الجزء الأول والثاني.

فكرة مشهد لعب الدور:

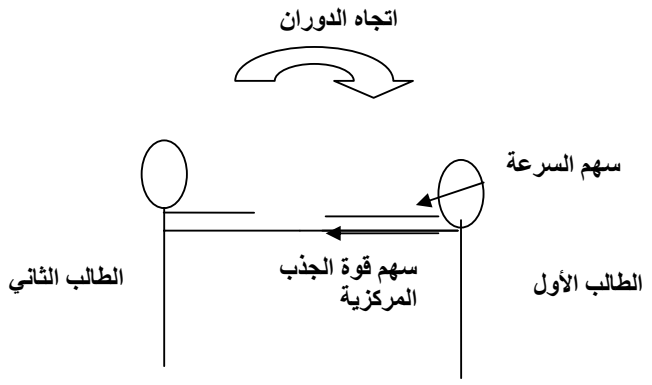
تتمحور فكرة لعب الدور في تمثيل الحركة الدائرية المنتظمة لعلبة مرتبطة بخيط وذلك للوقوف على خصائص الحركة الدائرية المنتظمة و التعرف على القوة التي تحافظ على استمرارية هذه الحركة.

شخصيات المشهد:

(العلبة، الخيط ، فضولي)

المشهد الأول:

يخرج الطلاب المهيئون مسبقا للعب الدور (العدد3 طلاب)، يقف اثنان منهما متقابلان ومتشابكان بأيديهم. الطالب الأول يمثل دور العلبة ويتم وضع سهم على رأسه ليشير الى اتجاه سرعته وسهم اخر على احدى يديه ليشير الى اتجاه القوة المركزية المؤثرة عليه أي باتجاه الطالب الثاني والذي يمثل دور الخيط. يتحرك الطالبان حركة دائرية وأثناء حركتهما يتطفل عليهم الطالب الثالث والذي يمثل دور الفضولي مندهشا من الحركة التي يتخذانها.



الحوار:

الفضولي: السلام عليكم ورحمة الله وبركاته.

الخيط والعلبة: وعليكم السلام.

الفضولي: عذرا لمقاطعتكما، لقد أدهشتني الحركة التي تتخذينها أيتها العلبة، فاني أجدها نوع آخر من أنواع الحركة فما هي يا ترى؟

العلبة: أنها الحركة الدائرية المنتظمة بقوة الخيط العجيبة التي تحافظ على استمراريتها.

الفضولي: أيها الخيط العجيب، ما هو السر في هذه القوة؟

الخيط: السر يكمن في قدرتي على الحفاظ على سرعة العلبة كما هي وفي نفس الوقت أتيح الفرصة لها بأن تغير من اتجاه سرعتها باستمرار.

الفضولي : هل يمكنكما أن تريانى ذلك مرة أخرى؟

العلبة والخيط: بكل سرور.

الفضولي: هذا واضح جدا فالسهم الدال على متجه السرعة يتغير اتجاهه كلما دارت العلبة، ما تأثير ذلك عليك أيتها العلبة؟

العلبة: أن له تأثير مدهش فأنا أشعر بقوة جذب مستمرة باتجاه قوة شد الخيط.

الفضولي: كيف نشأت هذه العلاقة القوية بينكما؟

الخيط: لقد نشأت باتفاق بيننا على تنفيذ هذه الحركة وشعرنا أنه أثناء تغيير سرعة العلبة تنتج عجلة مركزية وقوة موكزية باتجاه قوتي أي نحو مركز الدائرة.

الفضولي: نعم هذا واضح من سهم القوة فهو يشير باتجاهك أيها الخيط أي باتجاه مركز الدائرة التي تتخذينها أيتها العلبة، ولكن أنا محتار في موضوع ما؟ كيف تنتج عجلة مع بقاء سرعتك أيتها العلبة ثابتة؟

العلبة: هنا في حركتي الدائرية هذه يبقى مقدار السرعة ثابتا ولكن اتجاه السرعة هو الذي يتغير مما أكسبني عجلة.

فضولي: الان فهمت فالعجلة قد تنتج مع تغييرمقدار السرعة أو اتجاه السرعة.

الخيط: آه لقد كشفت سرا آخر من أسرارنا!!

الفضولي: أيتها العلبة، هل فكرت في يوم ما بأن الخيط قد يستغنى عنك، كأن ينقطع مثلا؟!!

العلبة: لا لم أفكر يوما في ذلك ولا أتمنى لمثل هذه الأفكار السيئة أن تحصل!!!!

الفضولي: لنفترض أنه حصل فأنا أوكد لك بأنك ستشعرين بقوة معاكسة تماما لقوة الخيط الجاذبة تسحبك الى الخارج.

الخيط: هذه القوة المعاكسة ما هي الا أوهامك، ولكنني سأوكد لك بأنها وان كانت لا تتخذ المسار الدائري بغياب قوتي ، فانها ستسير في خط مستقيم مماسا لهذا المسار.

الفضولي: ما دليلك على ذلك؟

الخيط: دليلي على ذلك هو قانون نيوتن الأول (قانون القصور الذاتي) ففي حالة قطع الخيط لن تكون العلبة تحت تأثيري أي لن توجد أي قوة مؤثرة عليها وسوف تسير بناءا عن رغبتها في السير في اتجاه خط مستقيم مماس للدائرة.

الفضولي: مادام قانون نيوتن الأول في صفك فانك دوما ذو شأن عظيم أيها الخيط العجيب!

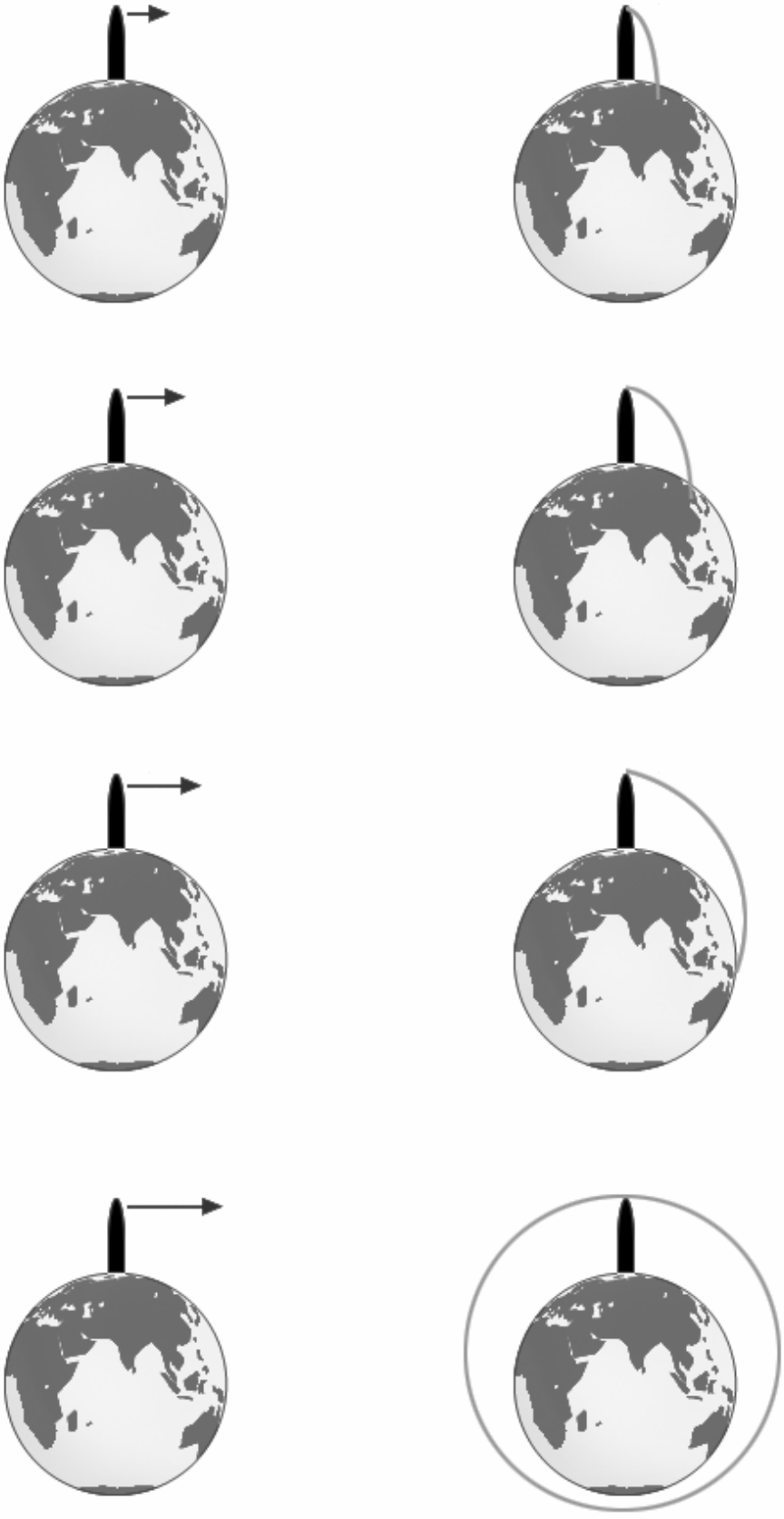
الخيط: شكرا لك.

الفضولي: لقد سررت بمعرفتكما وتمنياتي لكما باستمرارية هذه العلاقة المدهشة.

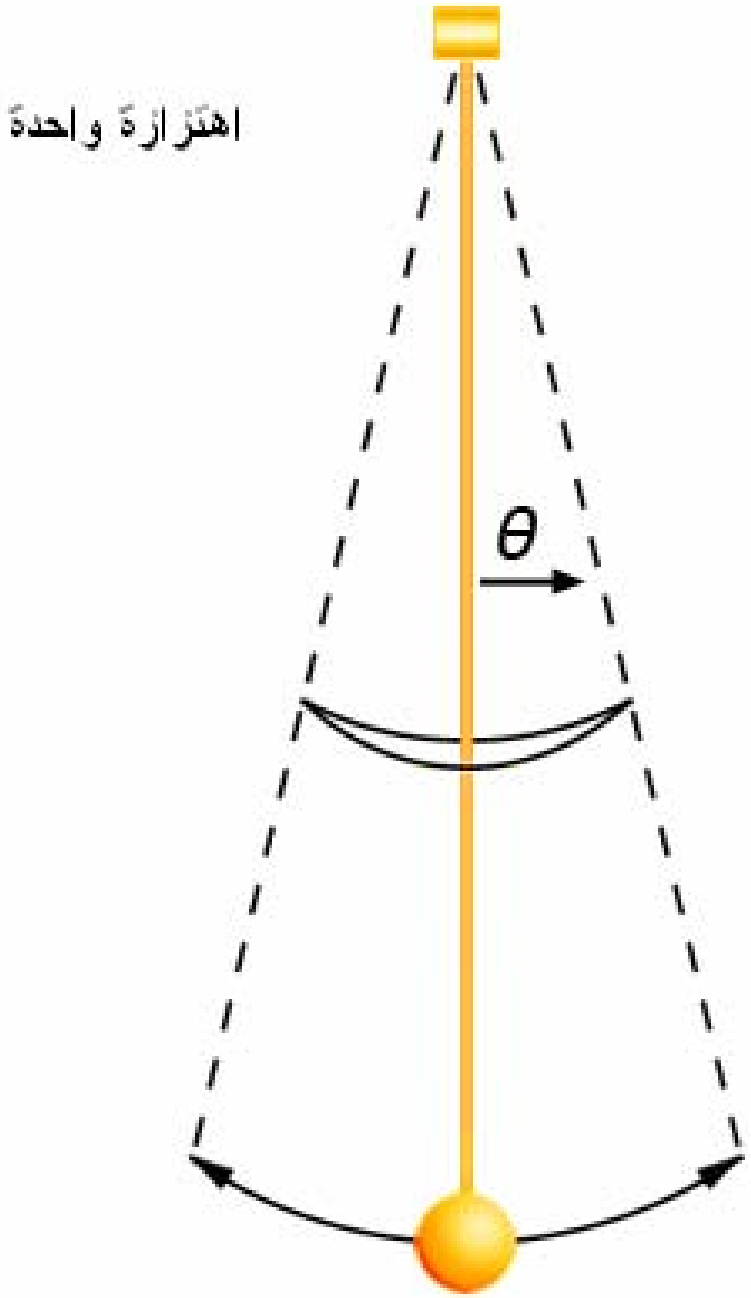
الملحق د: النسخ الأصلية لعمل الشفافيات: إطلاق القمر الصناعي، البندول البسيط، الزنبركات (عمودي)، رسومات توضيحية، الحركة الدائرية كحركة توافقية بسيطة

تعرض الصفحات التالية النسخ الأصلية التي تستطيع طبع الشفافيات منها لاستخدامها في الحصة.

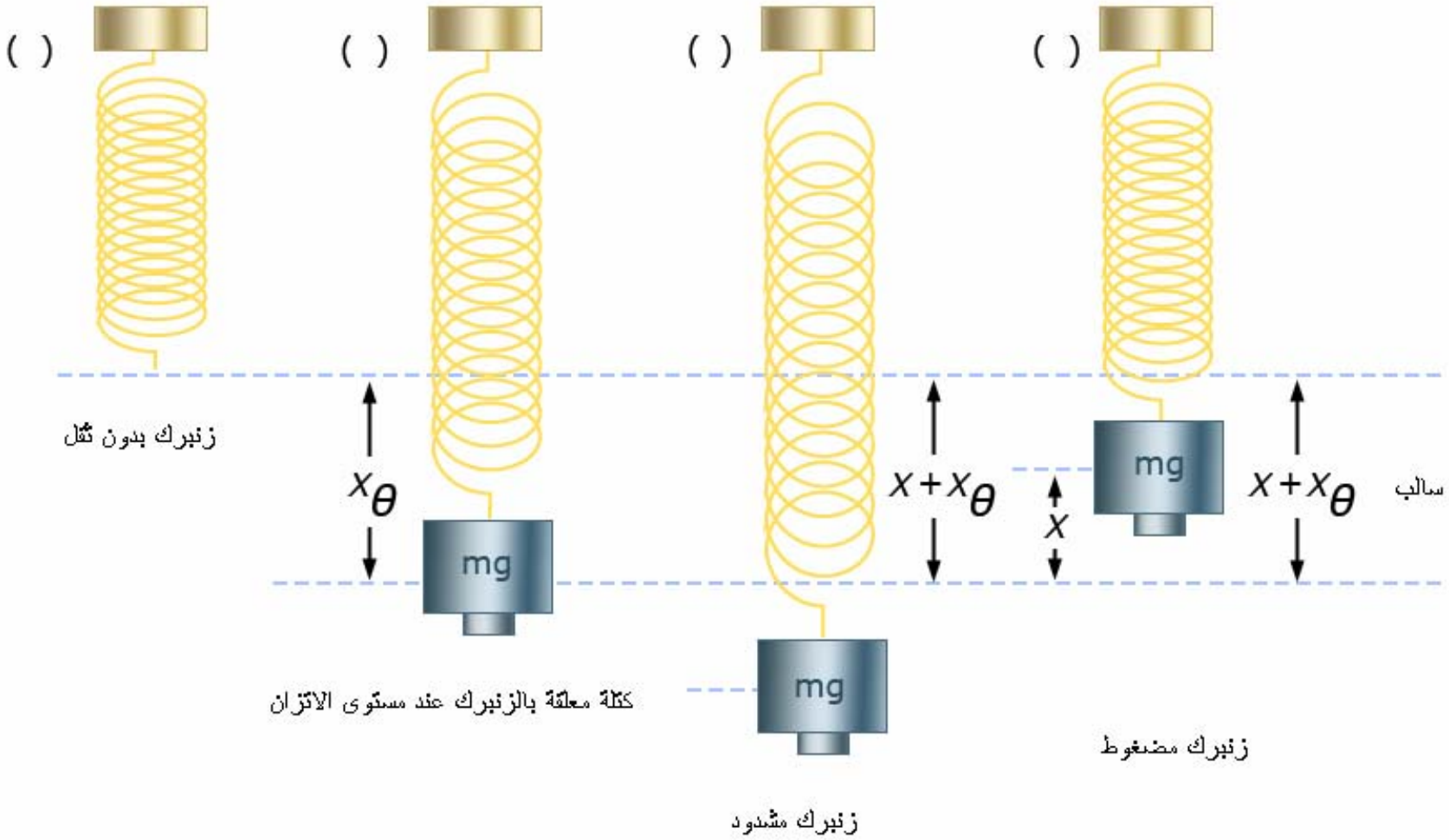
إطلاق القمر الصناعي



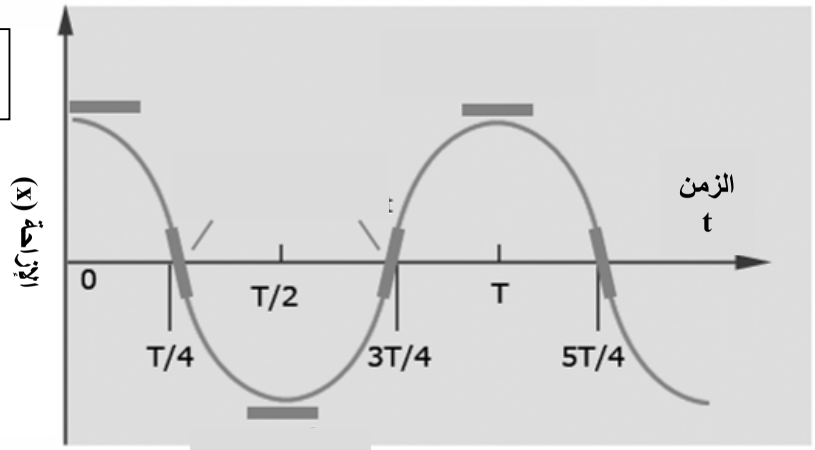
البندول البسيط



الزنبركات (عمودي)

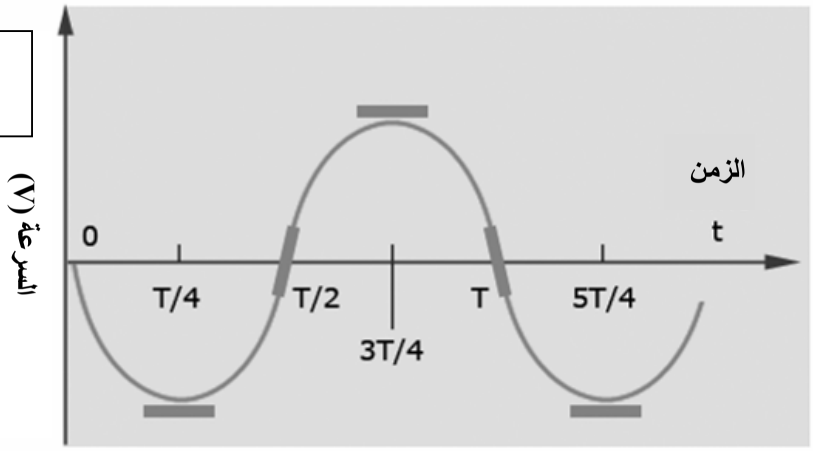


$$x = A\cos(\omega t)$$



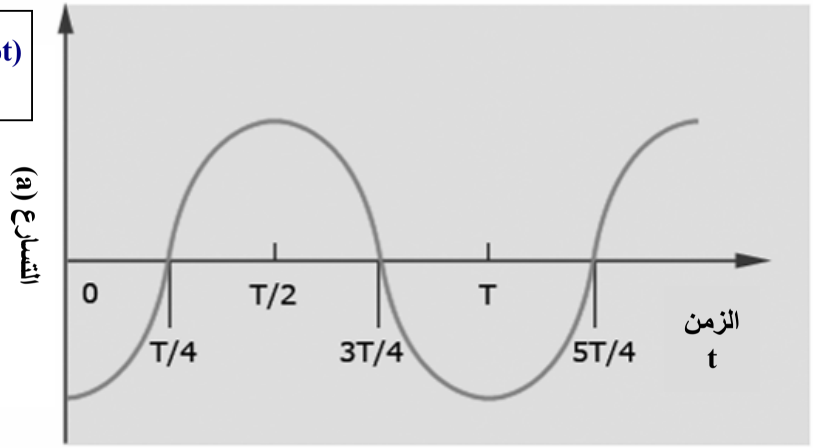
(أ) منحنى الإزاحة- الزمن

$$v = dx/dt = -A\omega \sin(\omega t)$$



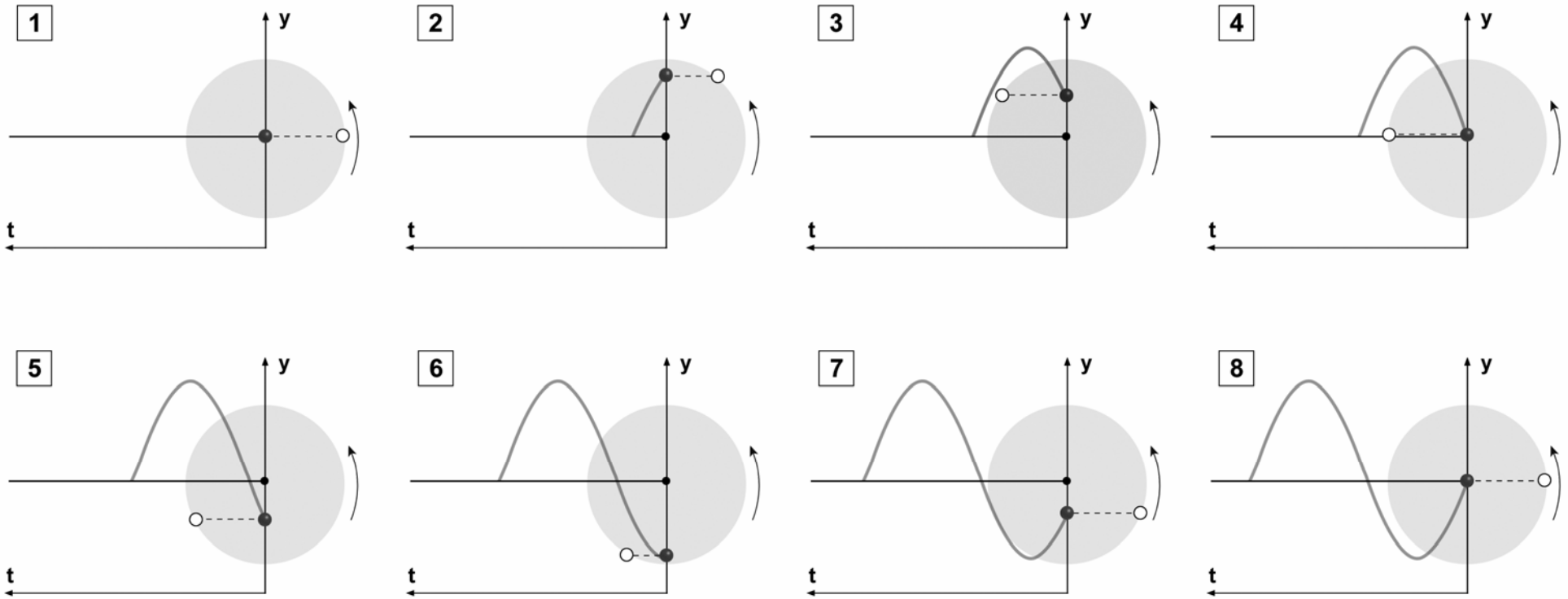
(ب) منحنى السرعة- الزمن

$$a = d^2x/dt^2 = -A\omega^2 \cos(\omega t)$$



(ج) منحنى التسارع- الزمن

الحركة الدائرية كحركة توافقية



الملحق هـ

Week 1 Day 2
http://www.phy.ntnu.edu.tw/oldjava/FreeRolling/FreeRolling.html

1- ماذا تسمى الحركة التي تظهر أمامك؟
2- ماذا يمثل السهم الأحمر؟
3- كيف يكون اتجاهه أثناء الحركة؟

Week 1 Day 5
http://www.phy.ntnu.edu.tw/oldjava/circularMotion/circular3D_e.html

1- ما الذي يجعل الكرة تتحرك حركة دائرية؟
2- ماذا يمثل السهم الأبيض والخيط الأخضر؟
3- ماذا يحدث لسرعة الكرة عند زيادة طول الخيط (الأخضر)؟
4- ما العلاقة بين سرعة الكرة وطول الخيط؟

Week 2 Day 3

http://www.school-for-champions.com/science/orbit1.htm

1- صف حركة القمر الصناعي كما تشاهده أمامك؟
2- متى تكون سرعته أكبر ما يمكن ومتى تكون أقل ما يمكن؟

http://www.phy.ntnu.edu.tw/oldjava/Kepler/Kepler.html

قارن سرعة القمر الصناعي في المدار البيضاوي وسرعته في المدار الدائري؟

Week 2 Day 4

http://faraday.physics.utoronto.ca/GeneralInterest/Harrison/Flash/ClassMechanics/PendulumForces/PendulumForces.html

1-ما هي القوى التي تؤثر على كرة البندول؟
2-ما هي محصلة هذه القوى؟

Week 2 Day 5
http://www.phy.ntnu.edu.tw/oldjava/Pendulum/Pendulum.html

1- أين تكون سرعة كرة البندول، طاقة الحركة وطاقة الوضع اكبر ما يمكن؟ وأين تكون أقل ما يمكن؟
2- ما العلاقة بين T,L؟

Week 3 Day 2
http://www.hazelwood.k12.mo.us/~grichert/explore/dswmedia/harmonic.htm

Week 3 Day 3
http://faraday.physics.utoronto.ca/GeneralInterest/Harrison/Flash/ClassMechanics/Circular2SHM/Circular2SHM.html

http://www.phy.ntnu.edu.tw/oldjava/shm/shm.html

1- صف حركة الكرة كما تشاهدها؟
2- ما العلاقة بين حركة الكرة والحركة التوافقية البسيطة؟

Week 3 Day 4

http://www.walter-fendt.de/ph11e/springpendulum.htm

http://lectureonline.cl.msu.edu/~mmp/kap13/cd363a.htm

Week 3 Day 5

http://webphysics.davidson.edu/physlet_resources/bu_semester1/c18_SHM_graphs.html

1- صف حركة الزنبرك من خلال الرسم البياني الذي يظهر أمامك؟

2- صف كل من السرعة، التسارع، طاقة الحركة، طاقة الوضع عند موضع الاتزان وعند أقصى إزاحة؟

http://www.walter-fendt.de/ph11e/springpendulum.htm

1- أوجد قيمة كلا من :
- السعة ، أقصى سرعة ، أقصى عجلة، أقصى تسارع ، أقصى قوة و الزمن الدوري للحركة الاهتزازية؟
- قيمة الازاحة عند زمن t= 0,4,11s
- قيمة السرعة عند زمن t= 0,7,29 s
- قيمة العجلة عند زمن t=0,18,19.5 s
- قيمة طاقة الحركة و طاقة الوضع عند t= 0,4,10.5 s

الملحق و: أسئلة عامة حول موضوعات وحدة الحركة الدائرية

أسئلة عامة

أدناه عدد من الأسئلة التي باستطاعة المعلم إعطاء الطلاب لتقويم في الموضوعات المختلفة عن الحركة الدائرية، جمعت هذه الأسئلة من عدة مصادر.

تسارع الجاذبية

1. إذا كنت على سطح الأرض وألقيت مطرقة وريشة طائر من نفس الارتفاع وفـي نفـس الوقت، أيٌّ منهما سيصل إلى سطح الأرض أولاً ؟

الحل:

تصل المطرقة أولاً، وذلك بسبب مقاومة الهواء على الريشة تكون أكبر من المطرقة.

2. ما الذي يحدث عندما تقوم بنفس الشيء على سطح القمر؟ لماذا؟

الحل:

تصل المطرقة والريشة في نفس الوقت لأن لها نفس تسارع الجاذبية ولا تنعدم مقومة الهـواء لآن سطح القمر لا يوجد به هواء.

3. هل تسقط الأجسام بسرعة ثابتة؟ لماذا؟

الحل:

نعم: لأن لها نفس تسارع الجاذبية الأرضية 9.8 م/ثانية^2

ضع دائرة حول حرف العبارة الصحيحة فيما يلي

4. يمكن تعريف مفهوم تسارع الجاذبية (g) بأنه _____ . ضع دائرة حول حـرف العبارة الصحيحة.

أ) معدل تسارع الجسم.

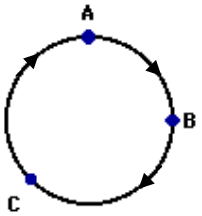
ب) قوة الجاذبية التي تؤثر على الجسم.

ج) الجاذبية

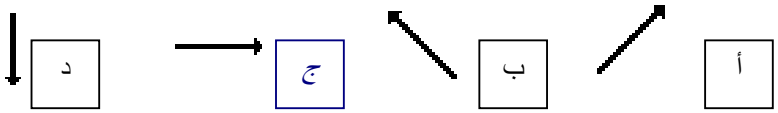
د) وزن الجسم

خصائص الحركة الدائرية المنتظمة

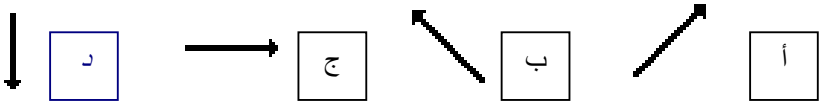
1. يتحرك جسم ما في نفس اتجاه حركة عقارب الساعة بسرعة ثابتة. اسـتخدام فهمـك لمفاهيم السرعة والتسارع والقوة للإجابة على الأسئلة التالية: مستخدماً الشكل أدناه.



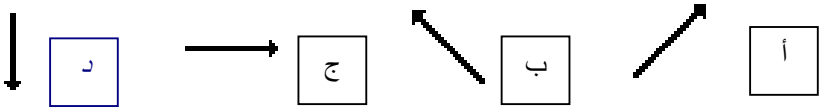
أ) أي المتجهات أدناه يُمثل اتجاه متجه القوه حينما يكون الجسم عند النقطة (c) على الدائرة أعلاه؟



ب) أي المتجهات أدناه يُمثل سرعة التماس عندما يكون الجسم عند النقطة (A) علـى الدائرة أعلاه؟



ج) أي المتجهات أدناه يُمثل اتجاه متجه التسارع عندما يكون الجسم عند النقطـة (B) على الدائرة أعلاه؟



2. ما الدليل على تسارع جسم يتحرك حركة دائرية بالرغم من ثبات سـرعته المماسـية وسرعته الدورانية ؟

الحل:

تغير اتجاه السرعة

3. ما المقصود بالحركة الخطية المنتظمة ؟

الحل:

الحركة الخطية المنتظمة: هي الحركة جسم بسرعة خطية منتظمة هـي المـسافة التـي يقطعها الجسم في وحدة الزمن.

قوة الجذب المركزي وقوة الطرد المركزي:

1. تطير طائرة في دائرة أفقية منتظمة بسرعة ثابتة وعلى ارتفاع ثابت فإن القوة المحصلة:
   أ) تساوي صفر.
   ب) تؤثر بعيداً عن مركز الدائرة.
   ج) تؤثر باتجاه مركز الدائرة.
   د) تتجه إلى أسفل.

2. يتطلب تغيير الحركة وجود قوة.
   أ.ما القوة التي تسبب الحركة الدائرية؟
   الحل: قوة الجذب المركزي
   ب. ما دور هذه القوة إذا لم تغير من مقدار السرعة؟
   الحل: تغير من اتجاه السرعة مما يؤدي إلى إكساب الجسم تسارعاً

3. ما العبارة الصحيحة بين العبارات الآتية لجسم يتحرك حركة دائرية أفقية منتظمة؟
   أ) تتغير سرعة الجسم إلا أن كمية حركته تظل ثابتة.
   ب) تتغير الطاقة الحركية للجسم إلا أن كمية حركته تظل ثابتة.
   ج) تتغير كمية حركة الجسم إلا أن سرعته تظل ثابتة.
   د) تتغير الطاقة الحركية للجسم إلا أن كمية حركته تظل ثابتة.

4. ممحاة مربوطة بخيط يمسك به معلم الفيزياء. ويحرك الممحاة في حركة دائرية بـسرعة ثابتة. وتوضح الأشكال أدناه منظر لحركة الممحاة من أعلى. فإذا أطلق المعلم الخيط من يده عندما تكون الممحاة في الموقع المشار إليه في الأشكال أدناه، أي المـسارات يمثـل

5 4 *3* 2 1

5. تنعطف سيارة إلى الجهة اليسرى. تقول الراكبة التي تجلس في المقعـد الأمـامي أنهـا شعرت وكأنها تندفع إلى خارج السيارة. إن أفضل شرح لهذا الإحساس هو _____.

أ) رغم وجود قوة محصلة نحو الداخل، إلا أن هنالك أيضاً قوة نحو الخارج تؤثر على الراكبة.

ب) الراكبة لها نزعة طبيعية للتحرك في مماس مع المسار الدائري وإلى خارجه.

ج) هنالك قوة جذب مركزي تدفع الشخص عند لحظة الانعطاف إلى "خارج السيارة".

د) هنالك قوة جذب مركزي تدفع الشخص دائماً إلى "خارج السيارة".

علاقات الحركة الدائرية المنتظمة

1. ما الجزء من سطح كوكب الأرض الذي به أكبر سـرعة خطيـة مرتبطـة بمحـور الأرض؟

الحل: إن منطقة خط الاستواء هي التي تكون بها السرعة الخطية أكبر ما يمكـن وذلـك لكونها أبعد نقطة من محور الأرض.

2. يدور جسم ما في دائرة نصف قطرها 10 م. وتستغرق الدورة الواحدة للجسم ثانيتين. ما السرعة الزاوّية والسرعة الخطية للجسم؟

الحل:

السرعة الزاوّية :

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{2} = 3.14 rad\ s^{-1}$$

السرعة الخطية :

$$\frac{distance}{time} = \frac{2\pi\ x\ 10}{2} = 31.4 ms^{-1}$$

3. تتحرك سيارةكتلتها 900 كغم بسرعة 10م/ث وتنعطف حول دائرة نـصف قطرهـا 25.0 م. أحسب التسارع ومحصلة القوة التي تؤثر على السيارة.

الإجابة: لحساب تسارع السيارة استخدم المعادلة $a = (v^2)/R$، الحل هو كما يلي:

$$a = (v^2)/R$$

$$a = ((10.0\ m/s)^2)/(25.0\ m)$$

$$a = (100\ m^2/s^2)/(25.0\ m)$$

$$a = 4\ m/s^2$$

لحساب محصلة القوة التي تؤثر على السيارة ، استخدم المعادلة الآتية: $Fnet = m \times a$.
. الحل كما يلي:

$$F_{net}(\text{القوة المحصلة}) = m \times a$$

$$F_{net}\ (\text{القوة المحصلة}) = (900\ kg) \times (4\ m/s^2) = 3600\ N$$

4. جرى لاعب كتلته 95كغم خارج مسار دائرة نصف قطرها 12 متراً. وقام اللاعـب بربع دورة حول الدائرة في 2.1 ثانية. أحسب سرعة وتسارع اللاعب ومحصلة القوة التي تؤثر عليه.

الحل:

لحساب سرعة اللاعب ، استخدم المعادلة $v = d/t$ حيث d تُمثل ربع محيط الـدائرة وأن الزمن هو 2.1 ثانية، فإن الحل كما يلي:

$$v = d/t$$

$$v = (0.25 * 2 * pi * R)/t$$

$$v = (0.25 * 2 * 3.14 * 12.0\ m)/(2.1\ s)$$

$$\mathbf{v = 8.97\ m/s}$$

ولحساب القوة التي تؤثر على اللاعب ، استخدم المعادلـة الآتيـة: $Fnet = m*a$.
وبالتالي فإن الحل كما يلي:

$$F_{net} = m*a$$

$$F_{net} = (95.0\ kg)*(6.71\ m/s^2)$$

$$\mathbf{F_{net} = 637\ N}$$

5. تقوم فاطمة بتجربة حول قوة الجذب المركزي في منزلها. قامت بملء دلـو بالمـاء وربطته بحبل قوي ثم قامت بتدويره في حركة دائرية. ثم قامت فاطمة بتحريك الدلو في حركة دائرية عندما كان مملوءاً لنصفه بالماء ثم عندما كان مملوءاً لربعه. أي من الحالتين تتطلب قوة أكبر لتحريك الدلو في حركة دائرية؟ اشرح باسـتخدام معادلـة رياضية كدليل للتفكير حول الحل.

الحل:

*يحتاج الدلو المملوء بالماء إلى **قوة أكبر** لتدويره في حركة دائرية مقارنة بتدويره عندما يكون مملوءاً لنصفه. وحسب المعادلة $F_{net}=(m*v^2)/R$ ، فإن القوة والكتلة يتناسـبان طردياً بصورة مباشرة. وعليه، فإنه كلما كانت الكتلة أكبر زادت القوة.*

6. سيارتان لأحمد وسعيد تنعطفان وهما تسيران على الطريق. وتبلغ كتلة سيارة أحمـد أربعة أضعاف كتلة سيارة سعيد. فإذا قامت السيارتان بالانعطاف بنفس السرعة، كيف إذن يُمكن مقارنة قوى الجذب المركزية التي تؤثر على السيارتين؟ أشرح إجابتك.

الحل:

قوة الجذب المركزي التي تؤثر على سيارة لينكولن أربعة أضعاف قوة الجـذب التـي تؤثر على سيارة يوغو. وحسب المعادلة $F_{net}=(m*v^2)/R$ فإن القوة والكتلة يتناسبان طردياً معاً بصورة مباشرة. وعليه، فإن 4 أضعاف الكتلة تعني 4 أضعاف القوة.

7. احسب قوة الجذب المركزي التي تؤثر على طفل يزن 40 كيلوغرام متر يقوم بعشرة دورات في 29.3 ثانية حول دائرة نصف قطره 2.90.

الحل:

بمعرفة أن الكتلة m = 40 كيلوغرام ، ونصف القطـر R = 2.90م ، وأن الـزمن T = 2.93 (إذ أن عشرة دورات تستغرق 29.3 ثانية)

أوجد السرعة باستخدام :

السرعة = $(2 \bullet pi \bullet R) / T = 6.22$ m/s

ثم أوجد التسارع باستخدام :

$a = v^2 / R = = (6.22 \text{ m/s})^2 / (2.90 \text{ m}) = 13.3 \text{ m/s/s}$

استخدم الآن :

$F_{net} = m \bullet a$ to find that $F_{net} = 533$ N.

8. حجر كتلته 0.5 كيلوغرام تتم أرجحته في دائرة أفقية (على سطح أملـس) نـصف قطرها 0.75 م بسرعة ثابتة تبلغ 4 م/ث.

أحسب ما يلي:

أ) تسارع الحجر؟

الحل:

التسارع = $v^2/r = 4^2 / 0.75 = 21.4\ m\ s^{-2}$

ب) قوة الجذب المركزي التي تؤثر على الحجر؟

الحل:

$$F = ma = mv^2/r = [0.5 \times 4^2] / 0.75 = 10.7\ N$$

9. أشرح الفرق بين السرعة الخطية والسرعة الزاوّية.

الحل:

يُشار إلى السرعة الخطية اللحظية بالحرف (v) وتُقاس بالأمتار في الثانية. ($m\ s^{-1}$)

السرعة الزاوّية هي الزاوية التي ينعطف بها نصف القطر عند نقطة ما في دائرة في الثانية الواحدة. ويُشار إلى هذه السرعة بالحرف ω (الحرف اللاتيني أومقا) وتُقاس بالزاوية نصف القطرية في الثانية (راديان) ($rad\ s^{-1}$) (أنظر أدناه).

$$\text{one rotation } (T) = \text{distance/velocity} = 2\pi r/v = 2\pi/\omega$$

الزمن الذي تستغرقه دورة واحدة (T) = المسافة/السرعة= $2\pi r/v = 2\pi/\omega$

وعليه، فإن السرعة الخطية والسرعة الزاوّية يرتبطان معاً بالمعادلة:

السرعة الخطية = نصف قطر الدائرة × السرعة الزاوية

$$v = r\omega$$

10. جسم ما كتلته (m) يتحرك في دائرة نصف قطرها (R) بسرعة ثابتة (v). **سيزيد** تسارع الجسم إذا _____ . (ضع دائرة حول الإجابة الصحيحة).

أ) زادت كتلته m (بينما يظل كل من نصف القطر "R " و السرعة " v " ثابتان)

ب) زادت سرعته v (بينما يظل كل من نصف القطر "R" و الكتلة " m" ثابتان)

ج) زاد نصف قطر الدائرة "R " (بينما يظل كل من السرعة " v " و الكتلة " m " ثابتان)

د) تناقصت كتلته m (بينما يظل كل من نصف القطر "R " و من السرعة " v " ثابتان"

ه) تناقصت سرعته (بينما يظل كل من نصف القطر "R " و الكتلة " m " ثابتان).

حركة الأقمار الاصطناعية:

1. ما الذي يجعل القمر الاصطناعي باقياً في مداره؟

الحل: قد يعتقد البعض أن القوة المتجهة نحو الداخل قد تدفع بالقمر الاصطناعي نحو مركز الدائرة، إلا أن ذلك يكون صحيحاً فقط في حالة أن القمر الاصطناعي يظل ثابتاً في موقعه. وحيث أن القمر الاصطناعي هو في حالة حركة في اتجاه التماس، فإن الحركة المتجهة نحو الداخل تجعله ينعطف من اتجاه التماس المستقيم لا غير. وبدلاً عن انعطاف القمر الاصطناعي وسقوطه نحو الأرض، فإنه ينعطف ويحافظ على موقعه في مسار منحني حول الأرض. (الفضل يعود في هذا الأمر إلى حقيقة أن الأرض كروية).

2. إذا كانت هنالك قوة متجهة نحو الداخل تؤثر على قمر اصطناعي، إذن لماذا لا يسقط القمر الاصطناعي على الجسم المركزي (الكوكب) الذي يدور حوله؟

الحل: *تقدم الإجابة على السؤال السابق معظم التفسير لهذا الأمر. إن كل من سرعة التماس وانحناء سطح الأرض يمنعان سقوط القمر الاصطناعي. فإذا كنت تعتقد أن اتجاه جسم ما متحرك يكون دائماً في نفس اتجاه القوة، فإن ذلك يعني أن لديك سوء فهم حول هذا الموضوع. إن معظم الأجسام تتحرك في اتجاه يختلف عن اتجاه القوة. فعلى سبيل المثال، فيما تتحرك سيارتك باتجاه الشرق وتضغط على فرامل السيارة، فإن القوة التي تؤثر على السيارة تكون باتجاه الغرب، وبالتالي فإن التسارع فقط يكون أيضاً باتجاه الغرب. وبالنسبة للأقمار الاصطناعية فإن اتجاه الحركة يكون باتجاه التماس وتكون*

الحركة باتجاه الداخل،ة وبالتالي فإن التسارع يكون باتجاه الداخل ويتسبب ذلـك فـي أن تكون الحركة الدائرية حول الجسم المركزي.

3. هل تبقى الأقمار الاصطناعية في مداراتها إلى الأبد ؟ لماذا؟

الحل: *إذا تم وضع الأقمار الاصطناعية في مدارات داخل الغلاف الجوي للأرض (وليس خارج الغلاف الجوي للأرض حيث ستكون في فراغ)، سيكون هنالك احتكاك تتولد عنـه حرارة. وتتبدد كمية الطاقة الحرارية وتتلاشى في البيئة. وسيكون مصدر الطاقة الوحيـد للقمر الاصطناعي هو الطاقة الحركية التي تتناقص تدريجياً. ويعني ذلك تناقص الـسرعة الخطية للقمر الاصطناعي في مداره، والتي ينتج عنها تناقص في نصف قطـر المـدار. وتكون النتيجة النهائية لذلك أن يتحرك القمر الاصطناعي في حركة لولبية باتجاه سـطح الأرض. وإذا حدث ذلك فعلياً فإنه من المحتمل أن يحترق القمر الاصطناعي حتى قبل أن يصل إلى سطح الأرض. ومن أجل الاحتفاظ بالأقمار الاصطناعية في مداراتها المحـددة لها، فإن الصواريخ التعزيز يجب تنشيطها من وقت لآخر لتوفر الطاقة الإضـافية التـي تحتاج لها الأقمار الاصطناعية لتعويض فقدانها للحرارة. إن إطلاق الأقمار الاصـطناعية والاحتفاظ بها في مداراتها تُعتبر عملية تشتمل على تقنية عاليـة الامتيـاز فـي الوقـت الحاضر وفي المستقبل.*

مدارات الأقمار الاصطناعي

1. تم نقل قمر اصطناعي في مداره فوق الأرض إلى نقطة أقرب إلى سطح الأرض. أيٌّ من الكميات الفيزيائية التالية يتناقص نتيجةً لعملية النقل هذه:

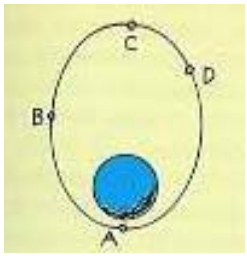
أ) السرعة الزاوّية للقمر الاصطناعي.

ب) قوة الجذب المركزي التي تؤثر على القمر الاصطناعي.

ج) طاقة الحركة للقمر الاصطناعي.

د) طاقة الوضع.

2. يوضح الشكل أدناه مدار قمر اصطناعي. في أيٍ من النقاط من A إلىD تكـون للقمـر الاصطناعي أعلى سرعة، طاقة الوضع = طاقة الحركة.



	السرعة أكبر ما يمكن	KE= PE
(i	B	C
(ii	***A***	***B***
(iii	A	C
(iv	D	B

3. يوضح الشكل المقابل " جبل نيوتن" وأنه مرتفع للغاية بحيث أنه يتجاوز مقاومة الغلاف الجوي. أُطلقت قذيفة مدفع من على قمة الجبل وارتطمت بالأرض حسبما هو موضح.

أ) صف مسار القذيفة كلما زادت سرعة إطلاق المـدفع، إلا أنهـا تظـل أقـل مـن 8 كيلومتر/الثانية.

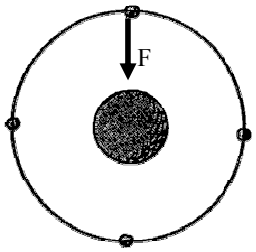
الحل: يكون مسار القذيفة مساراً منحنياً إلا أنه يسقط يصطدم بالأرض

ب)ما شكل مسار القذيفة إذا تم إطلاقها بسرعة 8 كيلومتر/الثانية بالضبط؟

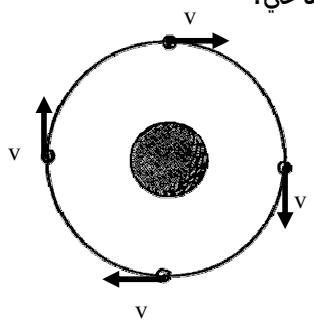
الحل: يكون مسار القذيفة مداراً دائرياً حول الأرض

4. يوضح الشكل أدناه قمر اصطناعي في مداره الدائري.

أ) ارسم متجه قوة الجذب المركزي



ب) ثم ارسم متجه السرعة في المواقع الأربعة لمسار القمر الاصطناعي.



ج) هل جميع متجهات السرعة الأربعة لها نفس الطول؟ لماذا؟

الحل: نعم لأن مقدار السرعة ثابت لا يتغير

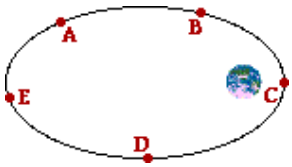
د) هل تظل الطاقة الحركية للقمر الاصطناعي ثابتة أم أنها تتغير؟

الحل: تظل طاقة الحركة ثابتة بسبب ثبات السرعة

ه) هل تظل الطاقة الكامنة للقمر الاصطناعي ثابتة أم أنها تتغير؟

الحل: تظل طاقة الوضع ثابتة لأن الطاقة الكلية في المسار الدائري ثابتة في جميع نقـاط المسار.

5. يوضح الشكل أدناه مدار بيضاوي لقمر اصطناعي. يشير عدد من الحروف إلـى مواقـع متعددة على طول المدار. استخدم الشكل للإجابة على السؤالين الآتيين:



أ) حدد الموقع على المدار الذي تكون سرعة القمر الاصطناعي في أقل ما يمكن.

الحل: (E)

ب) حدد الموقع على المدار الذي تكون فيه محصلة القوة أكبر ما يمكن.

الحل: (C)

6. محصلة القوة التي تؤثر على القمر الاصطناعي الذي يدور في مدار حول الأرض تعتمد على _____ . (ضع دائرة حول الإجابة الصحيحة).

أ) المسافة بين القمر الاصطناعي ومركز الأرض.

ب) نصف قطر الأرض.

ج) كتلة القمر الاصطناعي.

د) كتلة الأرض.

ه) لا يؤثر أي من المتغيرات أعلاه على القوة الصافية.

7. يدور قمر اصطناعي في مدار دائري حول الأرض بسرعة مقدارها v . فإذا تـضاعف نصف قطر المدار r (المسافة بين القمر الاصطناعي ومركز الأرض)، فإن سرعة القمر الاصطناعي في مداره تساوي:

أ) v/2

ب) v

ج) √2v

د) 4v

8. أي مما يلي يصف بصورة أفضل خاصية سرعة كوكب ما يدور حول الشمس؟

أ) تكون السرعة اكبر كلما كان الكوكب أقرب إلى الشمس.

ب) تكون السرعة اكبر كلما كان الكوكب أبعد عن الشمس.

ج) سرعة الكوكب لا علاقة لها ببعد مدار الكوكب عن الشمس.

د) سرعة الكوكب تتحدد بكتلة الكوكب.

مقدمة في الحركة الدورية:

1. **ما هي الحركة الدورية؟** (ضع دائرة حول الإجابة الصحيحة)

أ) هي الحركة التي تُعيد نفسها بصفة منتظمة.

ب) هي الحركة التي تتسارع بصفة دورية.

ج) هي الحركة التي تنتهي في فترة محددة.

د) هي الحركة التي تتسارع في فترة محددة.

2. لماذا تُسمى الحركة الاهتزازية للبندول حركةً دورية؟

الحل: لأنها حركة تعيد نفسها بانتظام

3. أي عبارة من هذه العبارات التالية عن الطاقة فـي الحركـة التوافقيـة البـسيطة غيـر صحيحة؟.

أ) طاقة الحركة تكون في أعلى ما يمكن عندما تكون الإزاحة أعلى قيمة.

ب) طاقة الوضع تساوي صفر عندما يكون الجسيم في موضع السكون.

ج) هنالك تبادل ثابت بين طاقة الحركة وطاقة الوضع في الحركة التوافقية البسيطة.

د) الطاقة الكلية هي مجموع طاقة الوضع وطاقة حركة.

العوامل التي تؤثر على الزمن الدوري للبندول

1. إذا كان الزمن الدوري للبندول على الأرض يساوي T ، كم سيكون الزمن الدوري للبندول على سطح القمر؟

الحل:

$$T=\sqrt{L/g}$$

في القمر تكون الجاذبية 1/6 عنها في الأرض

لذلك فإن الزمن الدوري في القمر سيكون أطول بمعدل √6 أو تقريباً 2√2

2. عرّف T للبندول البسيط ؟

الحل: هو الزمن اللازم الذي يستغرقه البندول لعمل اهتزازة واحدة كاملة

3. ما التأثير على الزمن الدوري T إذا تضاعف طول خيط البندول؟ *يتضاعف*
4. ما التأثير على الزمن الدوري T إذا زادت كتلة البندول؟ *لا تأثير*
5. تعمل ساعة بندول بسرعة فائقة. كيف يمكنك تعديل البندول ليبطئ من سرعة الساعة؟ *تقليل طول خيط البندول*

الحركة التوافقية البسيطة

أجب عن جميع الأسئلة الآتية باختيار أدق إجابة من بين البدائل المعطاة

1- عندما تمر كرة البندول البسيط أسفل نقطة التعليق يكون كل ما يلي صحيح ماعدا

1. *السرعة منعدمة*
2. القوة منعدمة
3. العجلة منعدمة
4. طاقة الوضع منعدمة

2- بندول بسيط طول خيطه1 متر وزمنه الدوري 2 ثانية لكي يبقى زمنه الدوري ثابتا على سطح القمر يجب أن

1. يزداد طول خيطه 6 مرات
2. *يقل طول خيطه إلى سدس طوله*
3. يبقى طول خيطه ثابتا
4. يزداد طول خيطه 4 مرات

3- جسم معلق بنابض ثابت هوك له (40 (N/m جذب الجسم لأسفل مسافة 20 سنتيمتر ثم ترك ليتحرك حركة توافقية بسيطة طاقة وضع الجسم بالجول عند أقصى إزاحة تساوى

A. $8 X 10^{-1} J$
B. $8 X 10^{-2} J$
C. $16 X 10^{-2} J$
D. $16 X 10^{-4} J$

4 - بندول بسيط يهتز تبعا للمعادلة $y=2 \sin 8t$ التردد بالهيرتز يساوى

A. 5 Hz
B. 8 Hz
C. 0.2 Hz
D. 1.273 Hz

5 - جسيم يهتز تبعا للمعادلة $y=\sin 3t$ سرعة هذا الجسيم عند زمن يساوى (0. 3) ثانية تساوى

A. 1.86 m/s
B. o.14 m/s
C. 0.78 m/s
D. 2.99 m/

6 - كتلة m تهتز تحت تأثير نابض ثابت هوك له k عندما تزداد الكتلة إلى الضعف فان

ا-الزمن الدوري يزداد والتردد يزداد

ب - الزمن الدوري يقل والتردد يزداد

ج - الزمن الدوري ثابت والتردد ثابت

د - الزمن الدوري يزداد والتردد ينقص

7- يتوقف الزمن الدوري للبندول البسيط على

أ - وزن الجسم المعلق وطول الخيط

ب - وزن الجسم المعلق وقيمة عجلة الجاذبية الأرضية

ج - طول البندول وقيمة عجلة الجاذبية الأرضية

د - وزن الجسم وطول البندول وقيمة عجلة الجاذبية الأرضية

8- بندول بسيط أقصى سرعة له v1 زادت سعته إلى الضعف اذا كانت سرعته ثانيا 2 v فان النسبة بين السرعة أولا والسرعة ثانيا هي

A. 1 : 2
B. 2 : 1
C. 1 : 1
D. 2 : 3

9- نابض يهتز بحركة توافقية بسيطة وسعة الاهتزازة A والطاقة الكلية عند آي نقطة في مسار حركته الاهتزازي E إذا زادت سعة الاهتزازة إلىe2Aفان الطاقة الكلية تساوى

A. E / 2
B. E
C. 2E
D. 4E

10- بندول بسيط زمنه الدوري T إذا زادت كتلة كرته إلى الضعف فان الزمن الدوري يكون

A. T/2
B. T
C. 2T
D. 4T

أكمل الفراغات في الأسئلة آلاتية بما يناسبها

1-عند موضع الاستقرار تكون محصلة القوى المؤثرة على كرة بندول بسيط يتحرك حركة توافقية بسيطة تساوى - - - *صفر*

2- بندول بسيط تستغرق أقصى إزاحة تصنعها كرته فترة زمنية تساوى 0.001 ثانية تردد هذا البندول بالهيرتز يساوى_____ _ *152*

3-جسم كتلته (1) كيلوجرام يتذبذب إلى أعلى والى أسفل في خط مستقيم طوله (20) سنتيمتر في حركة توافقية بسيطة سعة الاهتزازة تساوى -*20*- - - - بينما المدى الكلى للحركة -- =10 --والمسافة المقطوعة خلال اهتزازة كاملة- =*40*---

4- النظام المهتز بحركة توافقية بسيطة تكون الطاقة الكلية عند أي موقع من الحركة الاهتزازية *(ثابتة)*

5- في الحركة التوافقية البسيطة يكون اتجاه العجلة عكس اتجاه--*الإزاحة*

6- حاصل ضرب التردد في الزمن الدوري يساوى (1) بينما حاصل ضرب التردد في الطول الموجى-----*السرعة*

7- عندما تمر كرة البندول البسيط بموضع الاستقرار تكون طاقة الوضع تساوى------ *صفراً*

8- طاقة وضع البندول عند *أقصى* -إزاحة- - - - تساوى طاقة حركته عند *موضع الاستقرار*----

9- علل تستمر كرة البندول في الحركة عند موضع الاتزان رغم أن قوة الإرجاع منعدمة *بسبب القصور الذاتي*

10- علل ليست كل حركة ترددية حركة توافقية بسيطة : *لأن في بعض الحركات الترددية لا يتحقق شرط الحركة التوافقية البسيطة وهو تناسب الإزاحة والقوة تناسباً طردياً في المقدار وعكسياً في الاتجاه.*

11- في تجربة البندول البسيط لتحقيق العلاقة بين الزمن الدوري وطول البندول يجب أن يثبت الطرف الثاني للخيط بشكل جيد ؟ *حتى لا يجعل مجالاً لأرجحة أخرى إضافة إلى أرجحة الكرة مما قد يسبب خطأ في التجربة*

12- كتلة مقدارها (0.3) كيلوجرام معلقة بنابض ثابت هوك له 7.5 N/m بحيث تتحرك الكتلة حركة توافقية بسيطة وتتغير إزاحتها حسب المعادلة التالية y=7cm sin (5t) أوجد ما يلي

1. إزاحة الكتلة بعد زمن قدره 2 s *3.8سم*
2. سرعة الكتلة عند هذه الإزاحة والعجلة *0.29*سم/ث - *-0.95سم/ث2*
3. طاقة الحركة وطاقة الوضع والطاقة الكلية عند هذه الإزاحة *129×10 -3 جول* *5.415×10-3 جول* *18.4×10-3 جول*1.5

13- جسمان متطابقان مربوطان بنابضين متطابقين. فإذا زادت كتلة إحدى الجسمين، هل سيكون هنالك تأثير مختلف في الزمن الدوري للنظامين؟ أشرح إجابتك. وإذا أُستبدل أحد النابضين بآخر ذو ثابت هوك أكبر، كيف سيؤثر ذلك على الزمن الدوري لاهتزازه؟

الحل:

نعم سيكون هناك اختلاف حيث أن طول النابض سوف يختلف وبالتالي يؤدي لاختلاف الزمن الدوري،كما أن اختلاف ثابت هوك أيضاً يؤدي إلى فرق في استطالة النابض وبالتالي اختلاف الزمن الدوري.

الحركة الدائرية والحركة التوافقية البسيطة:

1. لماذا تعتبر حركة الظل الجسم الذي يتحرك حركة دائرية حركة توافقية بسيطة؟

الحل: لأن حركة دورية ويمكن تمثيلها بيانيا بمنحي الأمواج وفق معادلة الإزاحة لدالة زمنية

$$x=A\ Sin(\omega t)$$

2. جسيم كتلته 5 x 10^-3 كيلو غرام يتحرك حركة توافقية بسيطة بسعة 150 مم ويستغرق زمناً قدره 47 ثانية ليكمل 50 اهتزازة. التردد الاهتزازي يكون:

أ) 0.94 Hz

ب) 1.04 Hz

ج) 5.90 Hz

د) 6.53 Hz

3. جسيم كتلته 5 x 10^-3 كيلو غرام يتحرك حركة توافقية بسيطة بسعة 150 مم ويستغرق زمناً قدره 47 ثانية ليكمل 50 اهتزازة. أقصى سرعة له هي:

أ) 1.01 m/s

ب) 1.02 m/s

ج) 0.15 m/s

د) 0.38 m/s

4. جسيم كتلته 5 x 10^-3 كيلو غرام يتحرك حركة توافقية بسيطة بسعة 150 مم ويستغرق زمناً قدره 47 ثانية ليكمل 50 اهتزازة. طاقة الحركة للاهتزاز بالميلليجول 10 x 3-^ J عند موضع السكون هي:

أ) 5mJ

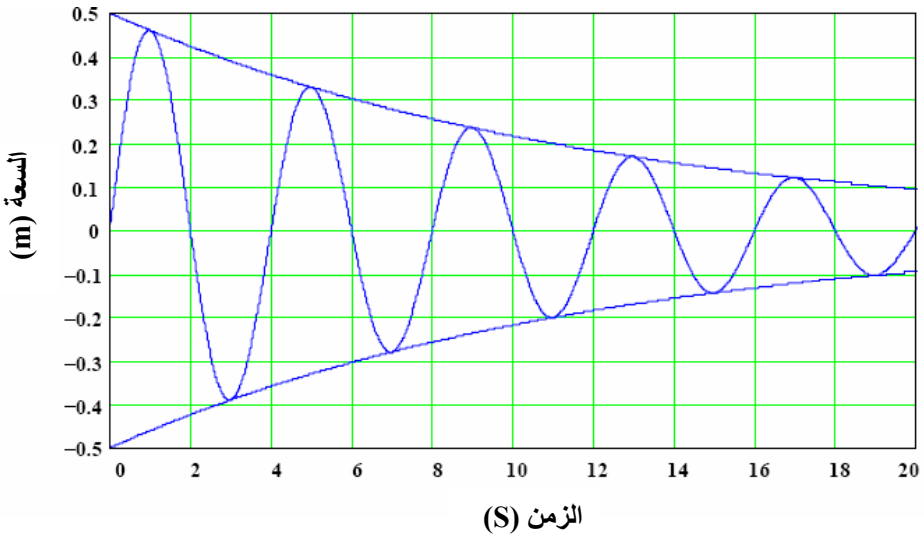
ب) 0 mJ

ج) 2.5 mJ

د) 3.9 mJ

علاقات الحركة التوافقية:

1. **يوضح الرسم البياني أدناه موقع بندول بسيط كدالة للزمن.**



1. ما الزمن الدوري لهذا البندول ؟ *4 ثوان*
2. أكتب المعادلة التي ستتنبأ بأقصى سعة لهذا البندول كدالة زمنية؟

الحل:

$$x=A\ Sin(\omega t)$$
$$x=A\ sin(2\pi/T)t$$
$$x=0.047sin(\pi/2)\ t$$

3. ما أقصى سعة سيحققها هذا البندول بعد 65 ثانية؟ *صفر*

4. سمكة مصنوعة من عدد من الطبقات من البالونات بحيث تم ملء البالونات بالرمل لتتخذ شكل السمكة وتم ربطها برباط مصنوع أيضاً من البالونات. وتتذبذب السمكة إلى أعلى وإلى أسفل بوزنها الذي يبلغ 100 غرام بسعة تبلغ 6 سم وتردد اهتزاز يبلغ 1 هيرتز وفي زمن T = صفر. وعند مشاهدة السمكة لأول مرة تكون إزاحتها + 6 سم من حالة الاتزان.

أ) ما التردد الزاوي للسمكة؟

الحل:

$$\omega = 2\pi f = 2\pi \times 1 = 2\pi$$

ب) أكتب المعادلة التي تبين إزاحة السمكة كدالة زمنية.

الحل:

$$x = A\ Sin(\omega t)$$
$$x = 6\ Sin(2\pi t)$$

ج) أين تكون السمكة عندما يكون الزمن t=1 ثانية.

الحل:

$$x = A\ Sin(\omega t)$$
$$x = 6 sin(2\pi \times 1) = 6 \times 0 = 0$$

تكون السمكة عن موضع الاستقرار (صفر)