



מדריך למורה - תוכנית לימודים פיסיקה - מסלול 12 שנות לימוד

ترقية الشَّبيبة برنامج هילה  
تثقيف أساسي وتعليم مُكَمَّل

مرشدُ المُعَلِّم في موضوع

الفيزياء

برنامج تعليمي لمسار 12 سنة تعليمية

إعداد: ساريت جرينفالد

تنظيم وتحرير: إيلات كاتس

2016

## مقدّمة

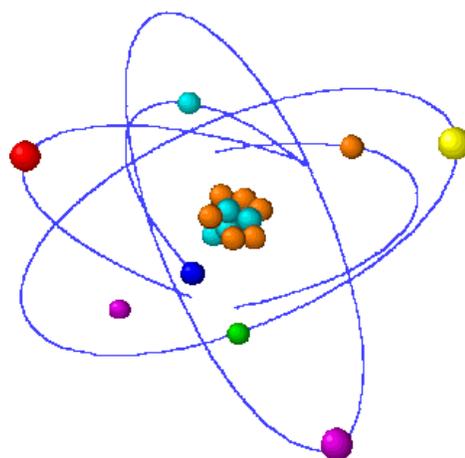
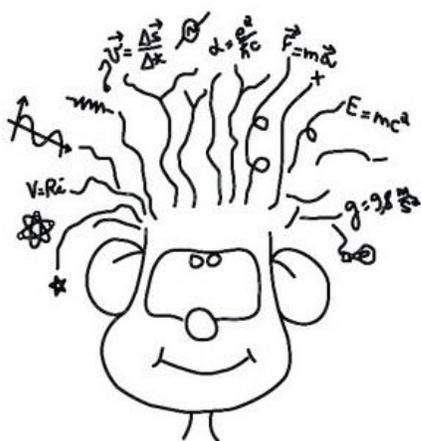
ثلاث ثقافات غيرت وجه العالم: تفاحة حواء، تفاحة نيوتن، وتفاحة ستيف جوبس.

"إذا نجحت في رؤية ما هو بعيد، فبسبب وقوفي على أكتاف عمالقة" (نيوتن)  
يُعتبر علم الفيزياء، وبحق، علماً أساسياً، ويشكّل أساساً وقاعدة ليس فقط لجميع العلوم الدقيقة والتكنولوجية فحسب، بل لكل محاولة لفهم محيط حياتنا الفيزيائية، من أقرب نقطة وحتى النهاية المفترضة للكون.

إن إكساب أسس هذا العلم لجميع التلاميذ، هو مطلب أساسي وضروري، لأنهم مطالبون بتنفيذ وظائف معينة في بيئة غنية بالتكنولوجيا، وخاصةً بسبب الرغبة والحاجة لدمجهم الناجح داخل مجتمع غني بالتحدّيات التكنولوجية في القرن الـ21.

يُعبر عن التقدير والتقييم اللذان يحظى بهما طلاب الفيزياء في سوق العمل (سواءً أكان على المستوى المدني أم المستوى العسكري)، بطرائق متعدّدة. يُفضّل مُشغّلون عديدون خريجي فرع الفيزياء ليس فقط بسبب المعلومات التي يتمنّعون بها، بل وبشكل خاص، بسبب مهارات التفكير العلمي والفدرات التعليمية الشخصية التي اكتسبوها.

(نقلًا عن موقع المفتش العام للفيزياء)



## فهرس المحتويات

4	الفكرة المركزية – المفهوم التعليمي-التربوي
7	مبنى البرنامج وأهدافه
8	تعليمات للمعلمين
9	أسلوب التدريس – التعليم
11	مواضيع البرنامج
12	المنهاج التعليمي
14	اقتراحات لدروس افتتاحية
23	الموضوع الأول: الحركة
38	الموضوع الثاني: الفرملة
46	الموضوع الثالث: الوضعية (النبات والاستقرار)
54	الموضوع الرابع: الحركة الدائرية
62	إنهاء

## الفكرة المركزية للبرنامج- المفهوم التربوي لبرنامج هيللا

مُعَلِّمي هيللا الأعزاء،

إنها التجربة الأولى لنا، بإدخال برنامج تعليمي في مجال الفيزياء. كلنا ثقة أن شبيبتنا تستحق وتستطيع أن تتعلم وتنجح في المجالات العلمية مثل الفيزياء.

الرسائل التي نرغب في نقلها لمن يتعلم هذا الموضوع واضحة:

- عندما نتعلم موضوع الفيزياء، فإن إدراكنا وفهمنا للعالم سيتغيران. يُتيح التعلم لنا فهم ما يحصل حولنا. في الحياة اليومية، يمكننا تعلم الفيزياء إمكانيّة فهم العالم، بشكلٍ تظهر فيه صورة العالم مثيرةً ومتكاملة أكثر.
  - يساهم تعلم الفيزياء في تطوير كفاءات التفكير.
  - إن صورة موضوع الفيزياء، تُعطي انطباعاً بأنه موضوع من الصعب تعلمه، بينما لا حاجة لأن نكون آينشتاين لكي نتعلمه. نعم، تلاميذ هيللا بمقدورهم تعلم الفيزياء.
  - يُشكّل تعليم الفيزياء تحدياً بالإمكان مواجهته، ولا متعة تساوي متعة النجاح في مواجهة التحديات.
  - لتعليم الفيزياء تقديراً خاصاً، فهو يفتح أبواباً لمراحل التعليم القادمة.
- تمّ تطوير هذا البرنامج بالتلاؤم مع المفهوم الأيديولوجي التعليمي لبرنامج هيللا، ألا وهو التنقيف الإنساني. الهدف من التنقيف هو التأثير على طبيعة ونمط تفكير التلميذ، على ضوء حقائق القيم الاجتماعية الثقافية. في التنقيف، يُثير التعليم الإلهام، والمعلم يثير التضامن، ويمثّل سلوكه القيم الحقيقية للثقافة. تستند عملية التعليم إلى تنظيم المادة التعليمية حول "أفكار كبيرة"، وعرضها بشكلٍ مثيرٍ و"كاسح"، ومشاركة المتعلمين فكرياً وسلوكياً وجمالياً.
- نحن في برنامج هيللا، نعلم معلومات في مجالات محدّدة، ونريد أن يفهم تلاميذنا ذلك، ونريد أن يفهم تلاميذنا المعلومات، وأن يدوّتوها، ومن خلالها أن يفهموا العالم وأنفسهم بشكلٍ أفضل.
- هدف التربية التنقيفية - الإنسان يفكر، فضولي، ذو نزعة وصلّة بعالم المضامين الغنيّة. من هذا المنطلق، يتعلم التلميذ مواجهة الامتحانات بشكلٍ ناجح.
- طريقة تطبيق التنقيف:** نبدأ بموضوع كبير/فهم كبير، وبواسطة نهج طرح الأسئلة عن طريق ممارسات ممنوعة وذات معنى، وممارسة ثقافية قيمية.

الممارسة العمليّة هي: التّعليم من أجل الفهم. ما هو الفهم؟ هو أن نُفكّر من خلال المعرفة التي تجد تعبيرًا لها في تنفيذ الفهم مثل: عرض معلومات، والتّعبير عن المعلومة بلغتك الخاصّة، وشرح المعلومة، وإيجاد التّفسير للمعلومة، وعرض المعلومات بشكلٍ جديد، ووصف جوانبٍ مختلفة عنها، وتحليل المعلومات وتركيبها، ومقارنة المعلومات، وطرح أمثلة، والتنبؤ بنتائج المعرفة الخاصّة بك وأبعادها، لتبرير وتعليل وطرح الأسئلة عنها، وتطوير تفكير ناقد.

وظيفة المِعَلِّم هي إعطاء أدوات تُساهم في تعزيز وتعميق التّفكير في أن نشجّع ونُتيح للتلاميذ طرح أسئلة محقّرة عن التّفكير، ومثيرة للفضول، محقّرة لنقاش وحوار، تُؤدّي إلى الطّعن، ومثيرة للنقد. لُبُّ تعلّم العلوم والفيزياء هو طرح الأسئلة، والتّمعّن، والتّجربة والخطأ، وطرح فرضيات واستخلاص الاستنتاجات.

ليس بإمكانك تعليم الإنسان أيّ شيء، أنت تستطيع فقط مساعدته لإيجاد ذلك داخله- جاليليو.



<http://www.aps.org/programs/education/upload/whyphysics.PDF>

10 أسباب لتعلّم الفيزياء

## مبنى البرنامج وأهدافه

- يتكوّن البرنامج التّعليمي لموضوع الفيزياء من 60 ساعة (بما في ذلك التّوسّع).
- البرنامج مخصّص لمسار 12 سنة تعليمية فقط.
- الفيزياء لمسار 12 موضوع اختياري.
- البرنامج المقترح لتلاميذ هيللا هو: الفيزياء في خدمة القيادة (قيادة السيّارة).
- تمّت المصادقة على البرنامج من قِبَل المفتّش د. تسفي أريكا

### أهداف البرنامج:

- فتح باب إلى عالم العلوم بواسطة مواضيع من مجال الفيزياء الموجودة حولنا، والتي تتناسب مع حياتنا اليومية.
- توسيع الثقافة العامّة للمتعلّم، لكي يتمكّن من فهم عمليّات من حياتنا اليومية المرتكزة على مبادئ فيزيائية.
- تطوير معرفة وفهم مصطلحات علمية من حياتنا اليومية.
- تطوير كفاءات ومهارات علمية، مثل طرح فرضيات وتحليل ظواهر واستخلاص الاستنتاجات.
- اكتساب مهارة معقولة في الحسابات الرياضيّة.
- متعة النّجاح والكبرياء في مواجهة موضوع علمي.

### مبنى البرنامج

يحتوي البرنامج ليجروت الفيزياء على مواضيع متنوّعة، نحن اخترنا برنامج "تقنيّة قيادة السيّارات" (هذا البرنامج منقول عن برنامج معدّ لمنظومات تكنولوجيايّة)، لاعتبارات وإدراك أنّ ميكانيكا السيّارات موضوع مثير للاهتمام وملائم ومهمّ في حياتنا. مستوى الرياضيات المطلوب من المتعلّم لا يتعدّى المستوى الأساسي. من خلال الموضوع الملائم الذي يتطرّق للقيادة والقريب من المتعلّمين، سيتمّ كشفهم على ظواهر فيزيائية متنوّعة وشرحها، من منطلق فهمنا أنّ عملية القيادة بأكملها، تتركّب من ظواهر فيزيائية من لحظة تشغيل السيّارة وحتى توقّفها.

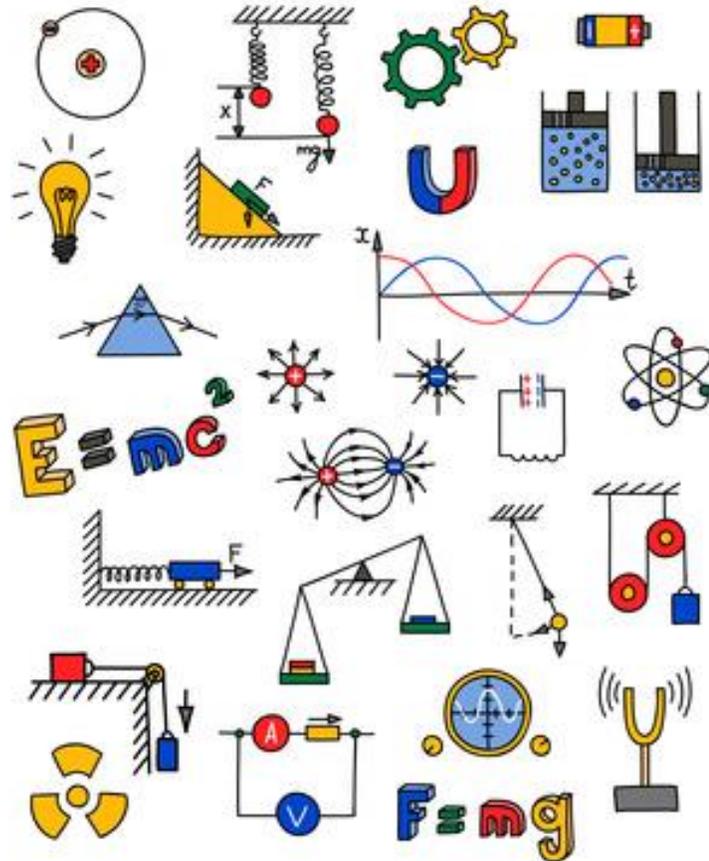


## تعليمات للمعلم

- على المعلمين الذين يرغبون في تدريس هذا البرنامج، أن يكونوا من مجال الفيزياء و/أو مجال العلوم و/أو مجال الرياضيات.
- عدد الساعات المخصص للبرنامج 60 ساعة تعليمية، بما في ذلك التوسع.
- البرنامج مُعد لتلاميذ مسار 12 سنة تعليمية فقط.
- إمتحان مسار 12 في الفيزياء، كما بقية الامتحانات، يتم إجراؤه في مواعدين: موعد الشتاء وموعد الصيف.
- تحت تصرف المعلمين موقع هيل/عتيد وفيه يوجد:  
مرشد المعلم؛ مواد تعليمية مرافقة؛ مبنى ونموذج لامتحان؛ مخزن أسئلة لامتحان 12. (سيتم تحميل المواد حتى منتصف شباط 2017)

<http://hila.atid.org.il/webprnew/project/katava1.asp?codeClient=2246&CodeSu>

[bWeb=0&id=336376&projId=54660](http://hila.atid.org.il/webprnew/project/katava1.asp?codeClient=2246&CodeSu)



## شكل وأسلوب التعلّم والتعلّم:

أسلوب التعلّم المقترح في البرنامج هو من الممارسة إلى خلق أفكار من خلال طرح أسئلة.

## كيف نتعلّم موضوع الفيزياء؟

غالبية التلاميذ لا يظهرون اهتمامًا في مواضيع العلوم، لذلك فعملية عرض الموضوع لها دور حاسم في لفت اهتمامهم وارتباطهم بالموضوع. إظهار دور العلوم مثل الفيزياء (القوى والحركة)، وتأثيرها على أمور تُهمُّنا وقرينة من تجاربنا التي نخوضها يوميًا- كالترُّلج مثلًا على لوح التزلُّج (سكيت-بوردر)، علينا تحويل العلوم إلى أمور مألوفة للتلاميذ، وجعل عامل التعلّم أمرًا يمكن الانخراط فيه. غالبًا ما يسأل التلاميذ لماذا نتعلّم هذا؟ أو ما هي الحاجة إلى تعلّم مواضيع العلوم؟ يريدون معرفة كيف أنّ المعلومات التي يتعلّمونها ترتبط وتؤثر على حياتنا اليومية، لأنّه غالبًا ما تكون المادّة التعلّميّة منقطعة وغير مرتبطة بالأمور التي يعملونها.

الفيزياء، على سبيل المثال، سيّئ تعليمها في المدارس بشكلٍ تقليديّ، بمعزل تامّ عن المواضيع أو ظروف الحياة. وهذا يُؤدّي إلى انقطاع ما بين المضمون والأدوات التي تُعلّم داخل الصّف، وبين متعة التلاميذ. التلاميذ بحاجة ماسّة إلى المعلّم الذي يبحث ويربط المضمون بتجربة وخبرة تُهمُّ التلاميذ، وترتبط بشكلٍ حقيقيّ بمتعة التلاميذ.

لذلك، فالمبادئ الفيزيائية، مثلًا، في إقلاع طائرة تقريبًا مشابهة لمبادئ طيران سكيت-بوردر، عندما يفهم التلاميذ هذه المبادئ، سيتزلّجون على لوح التزلُّج بنظرة العلماء، وكأنّهم داخل مختبر ميدانيّ لا نهائيّ، يبحثون أفكارًا خلال الحركة. هكذا يستخدمون بشكلٍ مُتكرّرٍ فهمهم وإدراكهم لقوى وتقنيّات بسيطة. الأسلوب هو: أولاً نزود التلميذ بالمتعة والخبرة التربويّة، وبعد ذلك بالمضمون، وهكذا سيتعلّم التلاميذ بشكلٍ أفضل، إذ تنطبع المعلومات داخل أدمغتهم ويتذكّرونها بشكلٍ أفضل. هكذا يُبنى "العلم أثناء عمَلِه". كيف، إذًا، يمكن تحويل كلّ هذا إلى أداة عمليّة بيد المعلّمين؟ بطبيعة الحال، على المعلّم معرفة تلاميذه، وأنّ يكتشف توجّهاتهم، ويدرك كيف يدمج بين مجالات الاهتمام، وبين المواضيع التي يهتمّ بتعليمها. الهدف من العلم في أوج عمَلِه- هو أنّ نأخذ مصطلحات من عالم العلوم ونستخدمها في السياق الصّحيح؛ بحيث يتّهم فهمها من خلال المحبّة والتشويق لمجال معيّن للمتعلّمين من الشّباب والفتيات. وهذا يجعل العلم متيسرًا، عمليًا، وأحيانًا مثيرًا للاهتمام ورائعًا.

<http://www.edunow.org.il/edunow-media-story-80714>

روابط

<http://ptc.weizmann.ac.il/>

موقع معلّمي الفيزياء

<http://ptc.weizmann.ac.il/?CategoryID=188>

موقع معلّمي الفيزياء- الميكانيكا

<http://ptc.weizmann.ac.il/?CategoryID=2751&ArticleID=7649>

برنامج ف.ل.أ للفيزياء

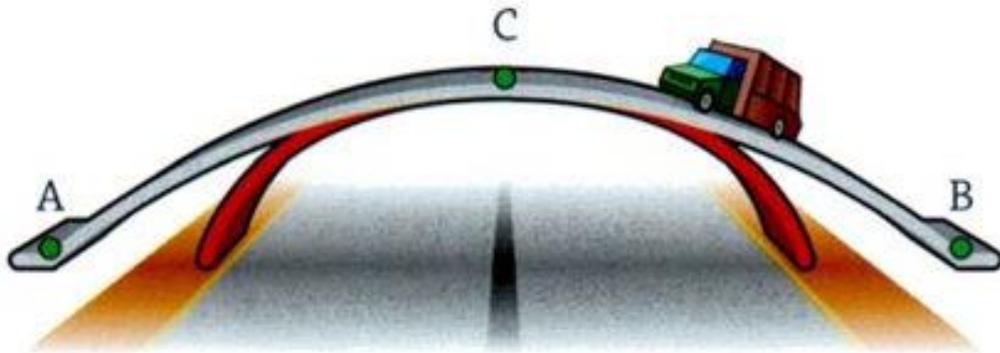
<http://web.kosher2all.co.il/Sites5/madakef/PAGE18.asp>

عروض شرائح في العلوم والتكنولوجيا

<http://eureka.org.il/tag/%D7%A4%D7%99%D7%96%D7%99%D7%A7%D>

[7%94/](#)

الفيزياء – عن "يوريكا" موسوعة الفضول وحب الاستطلاع



## مَوَاضِيعُ الْبَرْنَامِجِ

دُرُوسٌ اِفْتِتَاحِيَّةٌ (3-4 حِصَص)

### يَتَكُونُ الْبَرْنَامِجُ مِنْ 4 وَحَدَاتٍ تَعْلِيمِيَّةٍ

#### 1. الْحَرَكَةُ (عَدَدُ الْحِصَصِ - 19)

- الْحَرَكَةُ عِبَارَةٌ عَنْ تَغْيِيرِ مَكَانِ الْجِسْمِ.
- السَّرْعَةُ لَوْحَدَةِ الزَّمَنِ (كَيْلُومِتر/سَاعَةٍ، مِتر/ثَانِيَةٍ)
- السَّرْعَةُ النَّسْبِيَّةُ: أَنَا مَقَابِلِ مُسْتَخْدِمِي الطَّرِيقِ الْآخَرِينَ.
- مَا هُوَ النَّسَارُعُ: تَغْيِيرُ السَّرْعَةِ فِي وَحْدَةِ الزَّمَنِ.
- مَبْدَأُ الْاِسْتِمْرَارِيَّةِ لِنِيُوتِن: كُلُّ جِسْمٍ يَبْقَى عَلَى حَالَتِهِ طَالَمَا كَانَ مَجْمُوعُ الْقُوَّةِ الْعَامِلَةِ عَلَيْهِ مَسَاوِيَةً لِلصِّفْرِ.

#### 2. الْفَرْمَلَةُ (عَدَدُ الْحِصَصِ - 18)

- الْاِحْتِكَائُ وَالانْزِلَاقُ.
- كَيْفَ يَحْرَاكُ الْاِحْتِكَائُ الْعَجَلَاتُ.
- اِرْتِفَاعُ دَرَجَةِ الْحَرَارَةِ نَتِيجَةً لِاِحْتِكَائِكُ.
- مَسَافَةُ التَّوَقُّفِ - تَتَكَوَّنُ مِنْ مَسَافَةِ رَدِّ الْفِعْلِ وَمَسَافَةِ الْفَرْمَلَةِ.

#### 3. النَّبَاتُ (عَدَدُ الْحِصَصِ - 6)

- مَرَكِزُ النِّقْلِ وَتَأْثِيرُهُ عَلَى النَّبَاتِ.
- السَّرْعَةُ الْحَرَجَةُ.

#### 4. الْحَرَكَةُ الدَّائِرِيَّةُ (عَدَدُ الْحِصَصِ - 8)

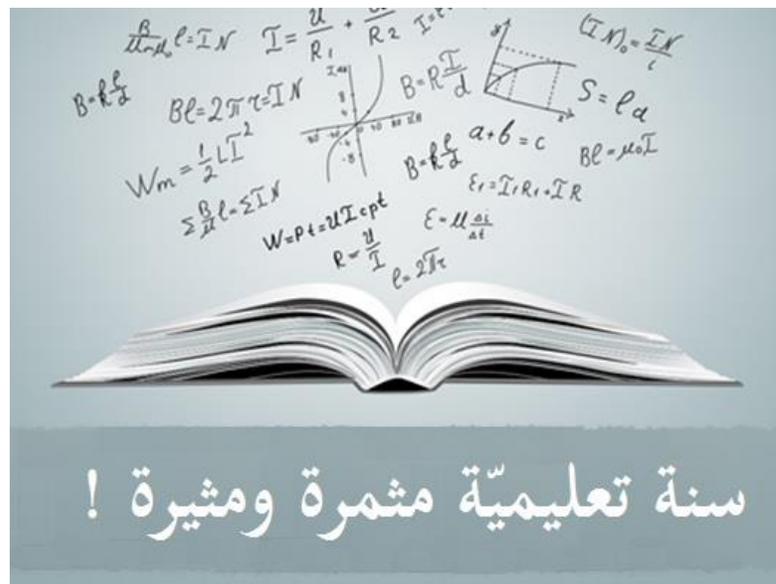
- الْحَرَكَةُ تَحْتَ تَأْثِيرِ قُوَّةٍ مَرَكِزِيَّةٍ (الْقُوَّةُ الطَّارِدَةُ عَنِ الْمَرَكِزِ).
- تَأْثِيرُ سَرْعَةِ السَّيَّارَةِ عَلَى الْاِنْعِطَافِ.
- تَثِيرُ كُتْلَةِ السَّيَّارَةِ عَلَى الْاِنْعِطَافِ.
- الْقُوَّةُ الْعَامِلَةُ عَلَى رَاكِبِي السَّيَّارَةِ عِنْدَ الْاِنْعِطَافِ.

## منهاج البرنامج

عدد الحصص	المعادلات	المصطلحات	البُنود	الموضوع
3-4				تمهيد لموضوع الفيزياء
6	$\bar{v} = \frac{X}{t}$	وحدة الزمن الطريق النسبة السرعة	السرعة	الحركة المجموع 19 حصّة
3	$V = V_1 - V_2$	+/- باتجاه السرعة	السرعة النسبية	
3	$v = v_0 + at$	تسارع السرعة الابتدائية السرعة النهائية	التسارع	
3			السقوط الحر	
6	$\sum f = ma$	القوة الكتلة	مبدأ الهتمده	
	$W=mg$	الاحتكاك	الاحتكاك	القرملة المجموع 18

6	$F_{\mu} = \mu W$	مُعَامِلُ الاحتكاك الوِزْن القُوَّة العَمُودِيَّة الحركة	والانزلاق	حصّة
2	مادّة نظريّة فقط	إِتْجَاه الحركة إِتْجَاه القُوَّة الحَرَكَة الدَّائِرِيَّة	كيف يحرّك الاحتكاك العَجَلات	
6	$\Delta T = t_2 - t_1$	تغييرٌ في درجات الحرارة الحرارة التّوَعِيَّة	إرتفاع درجة الحرارة نتيجةً لِلاحتكاك	
4	$x = vt$ $x = v_0t + 0.5at^2$	مسافة ردِّ الفعل مسافة الفَرْمَلَة	مسافة التّوَقّف	
4	مادّة نظريّة فقط	إرتفاع مركز النِّقْلِ وموقِعُهُ	مركز النِّقْلِ	النَّبَات المجموع 6 حصص
2	مادّة نظريّة فقط (مادّة اختياريّة)	الانعطاف العُلُو التَّسَارُع	السُّرْعَة الحَرَجة	

	$\Sigma F = \frac{mv^2}{R}$			
4	$\Sigma F = \frac{mv^2}{R}$	قوة مركزية مماس نصف قطر	الحركة بتأثير قوة مركزية	الحركة الدائرية المجموع 8 حصص
2	مادة نظرية		تأثير السرعة	
2	مادة نظرية		تأثير الكتلة	
				المجموع 55 حصّة
5				مادة التوسع- 5 حصص



## مُجَرِّياتُ الدُّروسِ مُقْتَرَحَاتُ لِدُّروسِ افْتِتَاحِيَّةِ

### الأهداف

إثارة الفضول وطرح الأسئلة  
أن نفتح أمام المتعلمين نافذة للتفكير عن ماهية الفيزياء، أن نبدأ ببناء عملية التعليم.  
مجرى الدروس:

- نبدأ بممارسات أو بلعبة أو بمشاهدة أفلام قصيرة.
- طرح أسئلة؛ طرح فرضيات.
- محاولة تعريف إلى ماذا يتطرق موضوع الفيزياء، وماهية الفيزياء.
- بناء تعريف لماهية الفيزياء.
- توضيح جماعي عن الظواهر الفيزيائية التي شاهدناها في الأفلام والتجارب.

### إمكانية أولى

تجارب فيزيائية بسيطة يمكن تنفيذها داخل الصف.

<http://www.baba-mail.co.il/content.aspx?emailid=33546>

التجربة الأولى: ماذا نتعلم من هذه التجربة؟

ألعاب نارية داخل  
القارورة  
الزجاجية



## المواد المطلوبة

- زيت
- ماء
- أصباغ غذائية (استعمال عدة ألوان مختلفة)
- قارورة شفاقة

## مجرى التجربة

- نملأ القارورة بماء فاتر حتى ارتفاع  $3/4$ .
- نملأ صحنًا بـ 3-4 ملاعق من الزيت، وننقط داخله عدة قطرات من صبغة غذائية: ننصحُ باستعمال 4 قطرات من كل لون: أحمر، أصفر، أزرق، أخضر.



- نخلط جيدًا الزيت والصبغة الغذائية بواسطة شوكة طعام.



- أُسْكَبُوا بحذر الخليط (مِنَ الصَّحْنِ) إِلَى داخل القارورة.



إِسْأَلُوا التَّلَامِيذَ: مَا الَّذِي سَيَحْدُثُ بِحَسَبِ رَأْيِكُمْ؟



مَاذَا سَيَحْدُثُ فَعَلًا؟

شَاهِدُوا مَا سَيَحْدُثُ: سَتَبْدَأُ الصَّبْغَةُ الغذائيَّةُ بالرُّسُوبِ ببطءٍ مِنَ الزَّيْتِ إِلَى داخل الماءِ. عند حدوث ذلك، سَتَتَوَسَّعُ وستَبْدَأُ بالاندماجِ مع بَقِيَّةِ الألوانِ، وسَيَنْكَوْنُ ما يشبه "الألعاب النَّاريَّة" داخل القارورة.

ماذا حدث في هذه التجربة؟ هل يستطيع أحدكم تخمين ما هو الشرح لذلك؟

كيف نفسر هذه الظاهرة؟

تذوب الصبغة الغذائية داخل الماء، ولا تذوب داخل الزيت. يطفو الزيت على سطح الماء، لأنه أكثر لزوجة من الماء. تبدأ قطرات الصبغة بالرُسُوب لأنها أثقل من الزيت، وعندما تدخل إلى الماء تبدأ بالدُّوبان. والنتيجة هي "ألعاب نارية" داخل القارورة.

### التجربة الثانية

#### العلبة المعدنية المائلة

إنها خدعة بسيطة وممتعة. سيتحمس التلاميذ محاولين تقليدكم بإيقاف العلبة بوضع مائل. بمساعدة هذه التجربة، سيكون بإمكانكم تمثيل وتعليم كيف تعمل قوة الجاذبية، عندما نحاول موازنة أنفسنا بتوازن.



#### الأدوات المطلوبة

- علبتان فارغتان (من علب المشروبات الخفيفة) بحجم 330 مل.
- حوالي 90 ميليلتر ماء.

مجرى التجربة

- أُسْكَبُوا (قبل بداية التجربة) 90 ميليلتر ماء إلى داخل إحدى العلبتين (هذه ستُكون العلبة الخاصة بكم).
  - أعطوا تلاميذكم إمكانية إيقاف العلبة (الفارغة)، بحيث تَقِفُ بتوازنٍ وبشكلٍ مائلٍ. (هذا غير ممكن بالعلبة الفارغة).
  - الآن، أوقفوا علبتكم بحيث تتوازن بسهولة (يجبُ عَدَمُ إخبار التلميذ بوجود الماء داخل العلبة). لَوَحُوا بأيديكم بحركات السّاحر لإثارة الانطباع لدى التلاميذ.
- هل لدى التلاميذ أيّة فكرة عن تفسير هذه الظاهرة؟

### شرح الظاهرة

بعد أن أترتم فضول التلاميذ، اشرحوا لهم أن السّحر الوحيد الذي يعمل هنا هو قوّة الجاذبيّة. بسبب إضافة ماء إلى قعر العلبة الفارغة، غيّرنا مركز النّقل، الذي أصبح الآن واقعًا تحت تأثير الماء الموجود في العلبة، وتحت تأثير بغيّة وزنها في القسم العلوي. بما أن الماء يَدْفَعُ العلبة إلى أسفل بواسطة قوّة الجاذبيّة، والوزن يُصيحُ مُتساويًا في جانبي العلبة – فنُصيحُ العلبة متوازنة تمامًا، مثل إنسان يقف على رجل واحدة ويبسط يديه إلى الجانبين، لكي يحافظ على اتّزانه.

### للمتقدّمين:

إذا اعتقدتم أن موازنة العلبة لن يثير تلاميذكم، أو إذا أردتم أن تفاجئوا حتّى أنفسكم، فبإمكانكم محاولة موازنة العلبة على حافة كأس مليئة بالماء



إمكانية ثانية

مشاهدة فيلم قصير أو أكثر من الأفلام القصيرة التالية:

سباق السيارات

<https://www.youtube.com/watch?v=1oAxRUgvXrY>

سباقات كبيرة

<https://www.youtube.com/watch?v=JaS7n6qKQe4>

جدار الموت سيرك مدرانو

<https://www.youtube.com/watch?v=2zEGGPO-FgA>

جدار الموت - الصين

<https://www.youtube.com/watch?v=AmmeZzYcvZo>

سقطات دراجات نارية

<https://www.youtube.com/watch?v=BWUVJT0uT1A>

بهلوانيات راكب دراجة نارية

[https://www.youtube.com/watch?v=7\\_pvw47lW1w](https://www.youtube.com/watch?v=7_pvw47lW1w)

جاليليو - قطارات

<https://www.youtube.com/watch?v=HZ7UHZcluh0>



### إمكانية ثالثة:

إحضار: كرة، عجلات مطاطية، حبال، حلقات دائرية (هولا- هوب)، وغيرها.  
لنلعب ونمارس ونجرب ونطرح الأسئلة!  
إذا توفرت إمكانية للخروج إلى متنزه ألعاب أو متنزه فيه منشآت للياقة البدنية  
لنلعب، ونسأل أسئلة

### إمكانية رابعة: بم أحتاج الفيزياء؟

مدة الوحدة: حصّة واحدة

الأهداف: 1. خلق اهتمام وفضول تجاه الموضوع.

2. عرض أولي لمواضيع التعلّم.

3. فحص المواقف الشخصية.

مبنى الدرس:

### استمارة مواقف شخصية للتلميذ.

### فيما يلي الاستمارة:

- هل سبق لك أن تعلّمت موضوع الفيزياء؟
- عندما تسمع مصطلح "الفيزياء"، ما هي أول كلمة تخطر في ذهنك؟
- ما هي المواضيع التي يشملها موضوع الفيزياء؟
- تلميذ يتعلّم الفيزياء هو...
- لكي نتعلّم موضوع الفيزياء، يجب...

## لنحاول فهم ما هي الفيزياء

يُعتبر موضوع الفيزياء فرعاً من فروع علوم الطبيعة، يبحث القوانين الأساسية للطبيعة، كما يُعبر عنها بكل منظومة يمكن مشاهدتها ورصدها، على الكرة الأرضية والفضاء عامةً.

المواضيع التي يتطرق إليها موضوع الفيزياء هي: حركة الأجسام، وسلوك المادة، وبحث الطاقة، وتأثير قوانين معينة من الطبيعة على استمرارية المكان والزمان.

يتطور علم الفيزياء من خلال المشاهدات والمكتشفات، التي تنم بلورتها إلى نظريات وقوانين، والتي غالباً ما نعبر عنها بلغة المعادلات الرياضية.

كلما زادت المشاهدات وتم الحصول على مكتشفات أكثر من تنفيذ تجارب، ازدادت النظريات وتطورت وتحتلت.

ما هي الفيزياء (Physics)؟ كلمة من اللغة اليونانية وتعني علم الطبيعة. يدعى علم الفيزياء أبا العلوم أيضاً؛ فهو كعلم يصف لنا الواقع (الطبيعة والكون)، ويجد مبادئ وقوانين تفسر هذا الواقع.

يبحث موضوع الفيزياء عن النظام وأسبابه في العالم.

بم يساهم موضوع الفيزياء في حياتنا اليومية؟ للكثير من النظريات الفيزيائية، تُوجد تطبيقات تكنولوجية غيرت بشكل أساسي مجرى حياتنا.

مثلاً: بفضل الفيزياء، تقدّمنا في عالمنا من الحصان كوسيلة نقل إلى طائرات نفاثة، ومن الشمعة إلى الليزر، ومن الحمار الزاجل إلى البريد الإلكتروني.

لكي نتعرف على ظاهرة فيزيائية، علينا أولاً بحثها.

ما هو العلم؟

بحث منهجي في موضوع معين، منظم ومركّز على حقائق أو مشاهدات أو تجارب، لخصت قوانين وقواعد. بإمكان العلم تفسير ظواهر، وبواسطته يمكن التنبؤ بنتائج أحداث لم يتم فحصها سابقاً.

ما يميز التفكير العلمي هو أولاً طرح الأسئلة، وإيجاد حقائق تدعم الإجابات. في قاعدة كل علم، هناك إنسان يتأمل الواقع ويرغب في فهمه.

العلم عبارة عن فعّاليات بشرية (إنسانية) لتشخيص ظواهر في الطبيعة، وإيجاد العوامل المسببة لها.

## روابط

<http://ptc.weizmann.ac.il/?CategoryID=514&ArticleID=650>

موقع معلّمي الفيزياء

<https://sites.google.com/site/bareketsinga/>

موقع موشيه بركات

<http://ephysics.co.il/category/%D7%A4%D7%99%D7%96%D7%99%D7%A7%D7>

[%94-%D7%9E%D7%95%D7%93%D7%A8%D7%A0%D7%99%D7%AA/](http://ephysics.co.il/category/%D7%A4%D7%99%D7%96%D7%99%D7%A7%D7%D7%94-%D7%9E%D7%95%D7%93%D7%A8%D7%A0%D7%99%D7%AA/)

الفيزياء الحديثة

<http://ptc.weizmann.ac.il/?CategoryID=274>

موقع معهد وايزمان



## المَوْضُوعُ الأوَّل: الحَرَكَةُ

6	$\bar{v} = \frac{X}{t}$	وحدات الزّمن الطّريق النّسبة السّرعَة	السّرعَة	الحركة 19 حصّة
3	$V = V_1 - V_2$	-/+ باتجاه السّرعَة	السّرعَة النّسبيّة	
3	$v = v_0 + at$	التّسارع السّرعَة الابتدائيّة السّرعَة النّهائيّة	التّسارع	
3			السّقوط الحرّ	
4	$\sum f = ma$	القوّة الكثّلة	مبدأ الاستمراريّة	



## تخطيط الدُّروس في موضوع الحركة

### السُّرعة

مُدَّة الوحدة: 6 حصص

### الدُّرس الأوَّل

1. إثارة الفضول الفطريِّ لدى المتعلِّم.
  2. التَّعرُّف على مصطلحات أساسيَّة في الحركة.
  3. التَّعرُّف على الرُّسوم البيانيَّة وكيفيَّة قراءتها.
- مبنى الدُّرس: 1. تمثيل لسفر سيَّارة وتحليل للحالات المختلفة (أو مشاهدة فيلم قصير).  
2. شرح مصطلحات وعرَض معادلات وحلُّ مسائل.  
3. تعليم قراءة الرُّسوم البيانيَّة، واستخلاص المعلومات مِنَ الرِّسَم البيانيِّ، وحلُّ مسائل

مختلفة.

### إفتتاحيَّة لدرس الحركة

مجرى الدُّرس:

استهلال الدُّرس بتمثيل توضيحيّ  
الأدوات المطلوبة للتَّمثيل التَّوضيحيّ:

- سيَّارة لعبة
- أوراق صقل
- أوراق خَبز
- زيت
- مسطَّحات مختلفة

مجرى الدُّرس:

المرحلة (أ): نميِّلُ سفر السيَّارة على سطح طاولة، وبعد ذلك نوزِّعُ المسطَّحات المختلفة على الطاولة، ونحرِّكُ السيَّارة عليها.

سؤالٌ للمتعلمين: ما الفرق في حركة السيَّارة على كلِّ واحد مِنَ المسطَّحات المختلفة؟

المرحلة (ب): نُميِّلُ الطاولة ونحرِّكُ السيَّارة عليها مرَّةً أُخرى.

سؤالٌ للمتعلمين: ماذا حصل هذه المرَّةً لحركة السيَّارة؟

في الإجابة يمكن إدخال الكلمات: الاحتكاك؛ التسارع؛ التوقف؛ السقوط الحر – في الواقع لم نتعلم بعد كل هذه الكلمات، لكن لا ضرر بأن نبدأ بحشد اللغة العلمية وكشفها أمام المتعلمين.

إضافة إلى هذا، يمكن مشاهدة أفلام قصيرة مثل: - [https://www.youtube.com/watch?v=cjh\\_tK7szg](https://www.youtube.com/watch?v=cjh_tK7szg)

[cjh\\_tK7szg](https://www.youtube.com/watch?v=cjh_tK7szg)

### كيف نعرف مصطلح "الحركة"؟

الحركة هي تغيير في موضع الجسم بالنسبة لتغير الزمن.

مثال: سيارة تسافر وتبتعد عني بسرعة 40 كم/الساعة. كم تكون بعيدة عني بعد ساعة واحدة؟  
عندما تقول إن سرعة السيارة هي 40 كم/الساعة، وهذا يعني أن السيارة تقطع مسافة 40 كم كل ساعة.  
سؤال: البعد بين القدس وتل أبيب هو 80 كم. يخرج فراس من تل أبيب الساعة 8:00 صباحًا، ويسافر بسيارته بسرعة 80 كم/الساعة. في أية ساعة سيصل إلى القدس؟  
الإجابة: إذا كانت مسافة الطريق 80 كم، والسرعة هي 80 كم/الساعة، فسيستغرق وصوله إلى القدس ساعة واحدة؛ إذا خرج الساعة 8:00 صباحًا فسيصل إلى القدس في الساعة 9:00 صباحًا.

### ورقة عمل- السرعة والزمن والطريق

1. دراجة نارية تسير بسرعة 100 كم/الساعة. كم تحتاج من الزمن لقطع مسافة 300 كم؟
2. يركب عدي دراجته الهوائية إلى المدرسة. البعد بين بيته والمدرسة هو 4 كم. سرعة عدي هي 8 كم/الساعة. متى عليه أن يخرج من بيته؟
3. إذا كان التعليم يبدأ الساعة 8:30 وعليه ألا يتأخر، فمتى عليه أن يخرج من بيته؟
4. ميري وهزار تتنافسان بالعدو لمسافة 10 كم. سرعة عدو ميري هي 10 كم/الساعة، وسرعة عدو هزار هي 8 كم/الساعة.  
أ. كم ستستغرق هزار من الوقت لقطع المسافة؟  
ب. كم ستستغرق ميري من الوقت لقطع المسافة؟  
ج. من ستفوز وفي أي زمن؟
5. يسير قطار ألعاب على مسار دائري طوله 2 متر. سرعة القطار م/الثانية.  
أ. ما هي المسافة التي يقطعها القطار خلال 10 ثوانٍ؟  
ب. كم دورة يُنهي القطار بـ 10 ثوانٍ؟

## الوَحْدَةُ الثَّانِيَّةُ

### المَوْضُوع: السَّرْعَةُ النَّسَبِيَّةُ

#### مُدَّةُ الوَحْدَةِ: 3 حَصَصٍ تَعْلِيمِيَّةٍ

أهداف الوحدة: 1. أنا وبقية مستخدمي الطريق.

مجرى الحصّة: 1. نقاش حول كيف تبدو الأمور من وجهات نظر مختلفة. (يمكن استخدام صور ثنائية المعنى مثل مُسِنَّة- شَابَّة)

2. نقاش حول كيف يبدو من جهة نظري- سيارة تجتاز سيارةً أخرى، وسيارة تسير في الاتجاه المعاكس.

### السَّرْعَةُ النَّسَبِيَّةُ

عندما نسير بسيّاراتنا على الشّارع، فهناك سيّاراتٌ أخرى تسافر على الشّارع نفسه. منها ما يسافر في الاتجاه ذاته مثلنا، ومنها ما يسافر في الاتجاه المعاكس. عندما تسافر سيارة بعكس اتجاهنا، فهي تبتعد عنّا بسرعة كبيرة، بينما عندما تسير سيارة في الاتجاه نفسه، سواءً أجتزنا سيارة أم اجتازتنا سيارة، فالبعد بيننا يكبرُ بشكل بطيء.

هذا الشّيء يُسمّى بالسَّرْعَةُ النَّسَبِيَّةُ، فنحن نرى الشّارع وكأنّنا ثابتون في مكاننا (لا نتحرّك) والسيّارة الأخرى تتحرّك.

نحاول فهم هذا من خلال مثال بالأرقام:

- أسافر في شارع سريع بسرعة 90 كم/الساعة باتجاه الشمال. تسيرُ سيارةٌ بالاتّجاه المعاكس بسرعة 80 كم/الساعة- نحو الجنوب. كم سيُصبحُ البُعد بيننا بعد ساعة؟  
أنا سأقطع مسافة 90 كم إلى الشمال، وهو سيقطع مسافة 80 كم إلى الجنوب. سيُصبحُ البُعد بيننا 170 كم. هذا يعني أنّي تجمّدتُ مكاني والسيّارة الثّانية قد سافرت بسرعة 170 كم/الساعة.
- أسافر في شارع سريع بسرعة 90 كم/الساعة باتجاه الشمال، وسيّارة تجتازني بسرعة 100 كم/الساعة. كم سيكون البُعد بيننا بعد ساعة؟  
أنا سأقطع 90 كم باتجاه الشمال، وهو سيقطع مسافة 100 كم باتجاه الشمال، لذلك سيكون البُعد بيننا 10 كم. هذا يعني أنّي قد وقفت مكاني والسيّارة الأخرى قد سافرتُ بسرعة 10 كم/الساعة.  
في هذه الحالة نقول إنّ السَّرْعَةَ النَّسَبِيَّةُ (بالنسبة لي) للسيّارة الثّانية هي 10 كم/الساعة.

$$v_{\text{نظري}} = v_2 - v_1$$

## الوحدَةُ الثالثة

### موضوع الدرس: التسارع

#### مدَّة الوحدة: 3 حصص تعليمية

هَدَفُ الدَّرْسِ: التَّعَرُّفُ عَلَى مِصْطَلَحِ التَّسَارُعِ.

مَجْرَى الدَّرْسِ: 1. نفاش- هل نساfer بسرعة ثابتة؟

2. المصطلح- تسارع.

3. حلُّ مسائل.

### التَّسَارُع

عندما نقود السيَّارة، تتغيَّر سرعة السيَّارة وَفَقاً لشرُوط الشَّارِعِ أَوْ إشارات المرور.

إِنَّ تَغْيِيرَ السَّرْعَةِ بِالنِّسْبَةِ لِلزَّمَنِ يُسَمَّى "تَسَارُعًا". وحدات قياس التسارع هي:  $\frac{m}{s^2}$  كم/ثانية<sup>2</sup>. يُمكنُ أَنْ

يكون التسارع موجباً أو سالباً، ويجبُ الاهتمام بعاملين هما: اتِّجاه الحركة (السُّرْعَةُ) وتغيُّير مقدار السُّرْعَةِ. نحن نحدِّدُ اتِّجاه الحركة الموجب، مثلاً:

نحدِّدُ أَنْ اتِّجاه الحركة إلى الشَّمَالِ هو الموجب، وَعندما نزيد السُّرْعَةَ بِاتِّجاه الشَّمَالِ يكون التسارعُ موجباً؛ وَلكن إذا زدنا السُّرْعَةَ بِاتِّجاه الجنوب يُعرَّفُ التسارعُ بِأَنَّهُ تسارع سالب (بسبب الاتِّجاه)؛ وَإِذَا قلَّلنا السُّرْعَةَ بِاتِّجاه الشَّمَالِ سيكون التسارع سالباً؛ وَإِذَا قلَّلنا السُّرْعَةَ بِاتِّجاه الجنوب سنحصلُ على تسارع موجب (سالب- سالب = موجب)

$a = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$  ،  $a$  يرمز إلى التسارع،  $v_1$  السُّرْعَةُ الابتدائية،  $v_2$  السُّرْعَةُ في نهاية القياس.

مثال: سيَّارة متوقِّفة أمام إشارة ضوئية. يتغيَّر الضوُّ إلى أخضر وتبدأ السيَّارة بالتَّحرُّك، وبعد 5 ثوانٍ ستصلُ سرعة السيَّارة إلى 20 م/ثانية.

ما هو تسارع السيَّارة؟

الإجابة:

$$a = \frac{20 - 0}{5 - 0} = \frac{20}{5} = 4 \frac{m}{s} \quad v_1 = 0 \frac{m}{s}$$

$$t_1 = 0s$$

$$v_2 = 20 \frac{m}{s}$$

$$t = 5s$$

تسارع السيّارة 4 متر/الثانية.

السرعة النهائيّة

عندما نرغب في حساب السرعة في نهاية زمن القياس، نستعمل المعادلة:

$$v = v_0 + at$$

مثال: يُوكّد مُنتج سيّارةٍ معيّنة، أنّ تسارع السيّارة هو 6 م/ث<sup>2</sup>. تبدأ السيّارة بالتّحرك من وضع السكون وتتسارع لمدة 3 ثوانٍ. إلى أيّة سرعة ستصل السيّارة؟

الإجابة: السرعة البدائيّة هي: صفر م/ث، والزّمن  $t=3$  ثانية، والتّسارع هو  $6 \frac{m}{s^2}$  لذلك:  $v=0+3*6=18$

سرعة السيّارة: 18 م/الثانية

<https://sites.google.com/site/11laviram11/energies/subenergy>

الطّاقة وَ الحَرَكة



<http://web.kosher2all.co.il/Sites5/madakef/PAGE67.asp>

ثلاث فراشات ذهبيّة

## الوَحْدَةُ الرَّابِعَةُ

### موضوع الدرس: السُّقُوطُ الحُرُّ

### مُدَّةُ الوَحْدَةِ: 3 حِصَصٍ تَعْلِيمِيَّةٍ

هَدَفَا الدَّرْسِ: 1. التَّعْرُفُ عَلَى مِصْطَلَحِ قُوَّةِ جاذِبِيَّةٍ

2. التَّعْرُفُ عَلَى الفَرْقِ بَيْنِ الكِتْلَةِ وَالوِزْنِ

مَجْرَى الدَّرْسِ: 1. نِقَاشٌ حَوْلَ أَيِّ الأَجْسَامِ سَيَصِلُ أَوَّلًا إِلَى الأَرْضِ.

2. فِيلْمٌ قَاصِرٌ - تَمَثِيلِيٌّ

3. التَّعْرُفُ عَلَى تَسَارَعِ الجاذِبِيَّةِ

### السُّقُوطُ الحُرُّ

نِقَاشٌ: إِذَا أَسْقَطْنَا جِسْمَيْنِ مُتَشَابِهَيْنِ بِالشَّكْلِ، وَمُخْتَلِفَيْنِ بِالوِزْنِ، فَأَيُّهُمَا سَيَصِلُ الأَرْضَ أَوَّلًا؟  
إِذَا أَسْقَطْنَا جِسْمَيْنِ، أَحَدُهُمَا كَرَوِيُّ الشَّكْلِ وَالآخَرُ مِسْطَحُ الشَّكْلِ، وَلَهُمَا الوِزْنُ نَفْسُهُ، فَأَيُّهُمَا سَيَصِلُ الأَرْضَ أَوَّلًا؟

هذا فيلم قصير يُظهرُ ريشةً وكرةً <https://www.youtube.com/watch?v=E43-CfukEgs>

حَدِيدِيَّةٌ تَصِلَانِ مَعًا إِلَى الأَرْضِ.

يُظْهِرُ الفِيلْمُ القَاصِرُ أَنَّهُ لَا أَهْمِيَّةَ لوزْنِ الجِسْمِ، فَعِنْدَمَا يَبْدَأُ جِسْمَانِ بِالسُّقُوطِ مِنَ الارتفاعِ نَفْسِهِ، فَسَيَصِلَانِ مَعًا إِلَى الأَرْضِ.

لِمَاذَا تَسْقُطُ الأَجْسَامُ؟ لِأَنَّ قُوَّةَ الجاذِبِيَّةِ تَجذبُهَا إِلَى الكُرَةِ الأَرْضِيَّةِ.

تَعْرِيفٌ: وَزْنُنَا هُوَ مِقْدَارُ قُوَّةِ الجاذِبِيَّةِ الَّتِي تَجذبُنَا إِلَيْهَا الكُرَةُ الأَرْضِيَّةِ.

إِذَا وَزَعْنَا جِسْمَنَا عَلَى سَطْحِ القَمَرِ، فَسَنَقْرَأُ عَلَى المِيزَانِ مَا هُوَ سُدْسُ وَزْنِنَا عَلَى الكُرَةِ الأَرْضِيَّةِ، لِأَنَّ قُوَّةَ جاذِبِيَّةِ القَمَرِ تَسَاوِي سُدْسَ قُوَّةِ جاذِبِيَّةِ الأَرْضِ.

إِذَا كَانَ الوِزْنُ يَتَغَيَّرُ بِحَسَبِ المَكَانِ - فَمَا الَّذِي يَبْقَى ثَابِتًا؟

كَمِيَّةُ المَادَّةِ لَا تَتَغَيَّرُ: إِذَا أَخَذْنَا كَيْسًا مِنَ البَطَاطَا إِلَى سَطْحِ القَمَرِ، فَسَيَبْقَى كَمَا هُوَ وَلَنْ يَتَغَيَّرَ. تُسَمَّى كَمِيَّةُ المَادَّةِ بِالكِتْلَةِ.

تُقَاسُ الكِتْلَةُ بِوَحَدَاتِ الكِغَمِ/الغَمِّ، بَيْنَمَا يُقَاسُ الوِزْنُ بِوَحَدَاتِ النِّيُوتِنِ (وَحَدَاتِ قُوَّةٍ).

العِلَاقَةُ بَيْنَ الكِتْلَةِ وَالوِزْنِ عَلَى سَطْحِ الكُرَةِ الأَرْضِيَّةِ هِيَ:  $w=10 \times m$  بِحَيْثُ يَرْمِزُ الحَرْفُ  $w$  إِلَى الوِزْنِ وَ  $m$  إِلَى الكِتْلَةِ.

عندما يسقط جسمٌ بتأثير قوّة الجاذبيّة، فإنّه يتحرّك بتسارع.  
تسارع الجاذبيّة = التسارعُ الحاصل بتأثير جذب الكرة الأرضيّة ويساوي 9.8 م/ث<sup>2</sup> ( $9.8 \frac{m}{s^2}$ )

مثال: جسم معيّن في حالة سقوط لمدة 3 ثوانٍ- كم سنكون سرعته النهائيّة؟

$$v = v_0 + at \text{ الإجابة:}$$

$$v = 0 + 9.8 \times 3 = 29.4 \frac{m}{s} \text{ لذلك:}$$

اكتسب الجسم خلال 3 ثوانٍ سرعةً مقدارها 105 كم/الساعة.

<http://madazim.ort.org.il/?p=384>



## الوَحْدَةُ الْخَامِسَةُ

### المَوْضُوع: قَوَانِينُ نِيُوتِن

#### مُدَّةُ الْوَحْدَةِ: 4 حَصَصٍ تَعْلِيمِيَّةٍ

1. التَّعْرُفُ عَلَى مِصْطَلَحِ "القُوَّة"
2. تَعَارُفٌ بِسِيْطٍ عَلَى إِسْحَاقِ نِيُوتِن
3. مَا هِيَ قَوَانِينُ نِيُوتِن
1. مَجْرَى الدَّرْسِ: 1. شَمْسُ التَّدَاعِيَاتِ لِكَلِمَةِ "قُوَّة"
2. تَمَثِيلُ تَوْضِيحِيٍّ: الخُرُوجُ إِلَى حَدِيقَةِ مُنَشَّاتِ لِيَاقَةِ بَدَنِيَّةٍ
3. نِقَاشٌ عَنِ مَا هِيَ القُوَّة
4. البَحْثُ عَنِ مَعْلُومَاتِ عَنِ السِّيْرِ إِسْحَاقِ نِيُوتِن
5. قَوَانِينُ نِيُوتِن
6. فِيلْمٌ قَاصِرٌ كَخَاتِمَةٍ

### قَوَانِينُ نِيُوتِن

مَا هِيَ القُوَّة؟

نَنْصَحُ بِالخُرُوجِ إِلَى حَدِيقَةٍ فِيهَا أَجْهَزَةٌ وَمُنَشَّاتٌ لِيَاقَةِ بَدَنِيَّةٍ، وَإِعْطَاءُ التَّلَامِيذِ فِرْصَةَ مِمَارَسَةِ الرِّيَاضَةِ عَلَى الْأَجْهَزَةِ، وَبَعْدَ ذَلِكَ نَبْدَأُ النِّقَاشَ.

لِمَاذَا كَانَ عَلَيْكُمْ بَذْلُ جَهْدٍ لَتَشْغِيلِ الْجِهَازِ؟

مِقَابِلَ أَيَّةِ قُوَّةٍ بَدَلْتُمْ مَجْهُودًا؟ (قُوَّةُ الْجاذِبِيَّةِ = وَزْنُ الْأَجْهَزَةِ الَّتِي تَعْمَلُ عَلَى رَفْعِ الشَّخْصِ الَّذِي يَتَدَرَّبُ، مَا عدا الدَّرَاجَةَ).

إِذَا أَرَدْتُمْ أَنْ أَرْتَفِعَ أَكْثَرَ، فَهَلْ عَلَيَّ تَفْعِيلُ قُوَّةٍ أَكْبَرَ أَمْ أَقْلٍ؟

هَلِ الحَرَكَةُ هِيَ حَرَكَةٌ بِسْرَعَةٍ ثَابِتَةٍ؟

عِنْدَ القِيَادَةِ بِسْرَعَةٍ ثَابِتَةٍ، هَلْ يَجِبُ الضَّغْطُ عَلَى دَوَّاسَةِ البِنزِينِ؟

هَلْ يَجِبُ دَائِمًا تَفْعِيلُ القُوَّةِ نَفْسِهَا عَلَى الدَّوَّاسَةِ؟ لِمَاذَا؟

مَا هِيَ القُوَّةُ الَّتِي "تُعَبِّقُ" حَرَكَةَ السِّيَّارَةِ؟ (قُوَّةُ الاحتكاكِ مَعَ الشَّارِعِ، وَقُوَّةُ الاحتكاكِ مَعَ الرِّيَّاحِ؛ وَفِي الْأَمَاكِنِ الْعَالِيَةِ، هُنَاكَ قُوَّةُ الْجاذِبِيَّةِ).

الفيزيائي إسحاق نيوتن "اكتشف" قوّة الجاذبيّة. تَقُولُ الحكايةُ إنّ نيوتن جلس ذات يوم تحت شجرة يشغله التّفكير، وفجأة سقطت ثُقّاحة وأصابت رأسه. ففكر نيوتن لماذا سقطت الثُقّاحة؟ ولماذا إلى أسفل؟ عندها عرف قوّة الجاذبيّة.

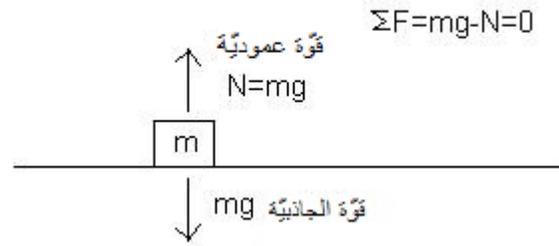
<https://www.google.co.il/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=5&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwj3prVsebPAhVlvhQKHbchBPIQFgg4MAQ&url=http%3A%2F%2Flib.cet.ac.il%2Fpages%2Fitem.asp%3Fitem%3D11118&usq=AFQjCNHCK-0K5zslvR43ypNeTJj7sYX0vQ&sig2=yToRMFWTP93PMQzoK88UeQ&bvm>

(معلومات عن نيوتن) [=bv.135974163,bs.1,d.bGs](#)

كتب نيوتن نصوصًا لثلاثة قوانين لها علاقة بالحركة:

1. قانون الفعل وردّ الفعل: إذا شغّل الجسم (أ) قوّة على الجسم (ب)، فإنّ الجسم (ب) يُشغّل مقدار القوّة نفسه على الجسم (أ)، لكن بالاتّجاه المعاكس.

مثال: عندما نقف على كرسيّ، فنحن نُشغّل على الكرسيّ قوّة تساوي وزن جسمنا. (للتذكير- الوزن هو القوّة التي بها تجذبنا الكرة الأرضيّة = قوّة الجاذبيّة)، عندئذٍ وكرّد فعلٍ، يُشغّل الكرسيّ علينا مقدار القوّة نفسه. نحن نُشغّل قوّةً باتّجاه الأسفل، والكرسيّ يُشغّل قوّةً باتّجاه الأعلى.



إذا لم يستطع الكرسيّ تشغيل قوّةٍ مُساوية لقوّة الجاذبيّة، فسَيَنكسر.

القوّة التي يُشغّلها الكرسيّ تُسمّى القوّة العموديّة- فهي عموديّة دائمًا بالنسبة للسّطح.

2. قانون الاستمراريّة: كلُّ جسمٍ يستمرّ في حالته الحركيّة أو في حالة السُّكون، طالما بقي مجموع القوَى العاملة عليه مُساوية للصّفر.

يستمرّ الجسم بالتحرُّك في خطّ مستقيم، إذا لم تُشغّل عليه قوّة، أو يستمرّ الجسم في سكونه إذا لم تُشغّل عليه قوّة.

مثال: عندما نضغط على فرامل السيّارة، تبدأ السيّارة بالتوقّف، وإذا لم نربط حزام الأمان كما يجب، فإنّ الرّاكبين داخل السيّارة سيستمرّون في التّحرك إلى الأمام.

3. عندما يكون مجموع القوى غير مُساوٍ للصّفَر، يتحرّك الجسم بتسارع.

$\sum f = ma$  مجموع القوى العاملة على الجسم تُساوي كتلة الجسم ضرب تسارعه.

(فيلم) [https://www.youtube.com/watch?v=5Rtk9fdQ\\_00](https://www.youtube.com/watch?v=5Rtk9fdQ_00)

قصير ظريف يشرح قوانين نيوتن)



<https://www.youtube.com/watch?v=zCNSO002jfl>

قوانين نيوتن الثلاثة

## أَسْئَلَةٌ وَتَمَارِينٌ فِي مَوْضُوعِ الْحَرَكَةِ

1. تسيرُ دَرَّاجَةٌ ناريَّةٌ بِسرعة 100 كم/السَّاعة. ما هو الزَّمَنُ المطلوبُ لقطع مسافة 300 كم؟
2. يركب يوسفُ دَرَّاجتَهُ الهوائيَّةَ إلى المدرسة. البُعدُ بين بيته والمدرسة هو 4 كم، وسُرْعَتُهُ هي 8 كم/السَّاعة. متى يجبُ عليه الخروجُ من بيته؟
3. يبدأ الدَّوَامُ الدِّراسيُّ في المدرسة السَّاعة 8:30، ويرغبُ يوسفُ في ألاَّ يتأخَّرَ عن دوامِهِ. متى عليه مغادرة بيته؟
4. ميرى وهزار تتنافسان بالعدوِّ لمسافة 10 كم. سرعة ميرى هي 10 كم/السَّاعة، بينما سرعة عدوِّ هزار هي 8 كم/السَّاعة.
  - أ. كم مِنَ الوقتِ يلزمُ هزار لقطع المسافة؟
  - ب. كم مِنَ الوقتِ يلزم لميرى لقطع المسافة؟
  - ج. من يَصِلُ أوَّلًا وبأيِّ فارقٍ زمنيِّ؟
5. يسيرُ قِطَارٌ لعبة على مسارٍ دائريِّ طوله 2 متر. سرعة القطار 3 م/ث...
  - أ. ما هو البُعدُ الَّذي يقطعه القطار في 10 ثوانٍ؟
  - ب. كم عدد الدَّوراتِ الَّتِي يُنهيها القِطارُ في 10 ثوانٍ؟
6. سيارَةٌ مسافرة من تل أبيب إلى القدس. البُعدُ هو 46 كم. النِّصْفُ الأوَّلُ مِنَ الطَّرِيقِ قطعتهُ السَّيَّارةُ، وهي تسيرُ بسرعة 60 كم/السَّاعة. النِّصْفُ الثَّانِي، سافرتُ فيه السَّيَّارةُ بِسرعة 90 كم/السَّاعة. كم مِنَ الوقتِ تحتاجُ السَّيَّارةُ إلى قطع المسافة الكاملة؟
7. يخطِّطُ روني للخروج في جولة خلال عطلة الفصح. اختارَ مسارًا طوله 99 كم. تستمرُّ جولة روني مُدَّة ثلاثة أَيَّامٍ، ويخطِّطُ للتَّنقُّلِ فقط في ساعات النَّهار، أي مِنَ السَّاعة 7:00 صباحًا وحتى السَّاعة السَّادِسَةَ مَسَاءً.  
ما هي السُّرعة المطلوبة لإنهاء مسار 99 كم في الأَيَّامِ الثَّلَاثَةِ؟
8. يتنافسُ عداءٌ بالعدوِّ لمسافة 200 متر. مُعدَّلُ سرعَتِهِ هو 12 م/ث. بعد كم ثانية سيَصِلُ إلى حَظِّ النِّهاية؟

## السُّرْعَةُ النَّسْبِيَّةُ

1. أنتَ تسافر على شارع سريع بسرعة 100 كم/السَّاعة. في المسار المعاكس، تسافر سيارَةً في الاتجاه المعاكس بسرعة 90 كم/السَّاعة.

أ. ما هي سرعتك بالنسبة لسرعة السَّيَّارة الثَّانية؟

ب. كم ستكون المسافة بينكما بعد 0.5 ساعة، وبعد ساعة، وبعد ساعتين؟

2. أنتَ تُجَدِّفُ بالقارب في نهرٍ سُرْعَةُ النَّيَّارِ فيه 2 كم/السَّاعة. سُرْعَةُ التَّجْدِيفِ في القارب هي 8 كم/السَّاعة.

أ. ما هي سرعة تقدُّمك، إذا كان تجذيفك في اتِّجاه النَّيَّارِ؟

ب. بأيَّةِ سُرْعَةٍ تَتَقَدَّمُ، إذا سِرْتَ بعكس النَّيَّارِ؟

3. يعدو نسيمٌ بسرعة 4 م/ث، ويعدو عامرٌ بسرعة 5 م/ث.

أ. ما هي الفترة الزَّمنيَّة التي يحتاجها كلُّ منهما لقطع مسافة 100 م؟

ب. ما هي سرعة نسيم النَّسْبِيَّةُ مقارنةً بسرعة عامر؟

ج. ما هي سرعة عامر النَّسْبِيَّةُ مقارنةً بسرعة نسيم؟

د. هل يمكن الخروج باستنتاج معيَّن من الإجابة عن البندين (ب) و(ج)؟

4. سرعة شذا النَّسْبِيَّةُ مقارنةً بسرعة ريماء هي 2 م/ث.

أ. اشرح المصطلح "السُّرْعَةُ النَّسْبِيَّةُ".

ب. تبدأ شذاً وريما بالركض معاً ومن النُّقطة نفسها. بعد كم من الزَّمن تتجاوز شذا ريماء بـ 10 أمتار؟

## التَّسَارُعُ وَالسُّرْعَةُ النَّهَائِيَّةُ

1. أَحَدُ مُنْتَجِي السَّيَّاراتِ يَضْمَنُ من خلال إعلانه، أَنَّ السَّيَّارة تتسارع من سرعة صفر حتَّى 100

كم/السَّاعة خلال 10 ثوانٍ.

اشرح وعد المنتج بمفاهيم فيزيائية.

2. سيارَةٌ مُتَوَقِّفَةٌ أمام إشارة ضوئية. عندما تبدل الضوء إلى الأخضر، بدأ السائق يتحرَّك بتسارع 4

م/ث<sup>2</sup>، واستمرَّ بالتَّسارُعِ خلال 8 ثوانٍ. كم تكون سرعته بعد ثانية واحدة، وبعد 3 ثوانٍ، وبعد 6

ثوانٍ، وبعد 8 ثوانٍ، وبعد 10 ثوانٍ؟

3. أنا أسيّر على شارع داخل المدينة بسرعة 50 كم/السّاعة. عندما أخرجُ مِنَ المدينة، أرغبُ في زيادة السرعة حتّى 90 كم/السّاعة. ما هو التّسارعُ المطلوب لتحقيق ذلك خلال 5 ثوانٍ؟ (انتبه إلى الوحدّات)

4. سيّارة تتسارع بتسارعٍ مقداره  $5 \frac{m}{s^2}$ . بعد 3 ثوانٍ تصلُ إلى سرعة  $30 \frac{m}{s}$ . ما هي سرعتها الابتدائية؟

5. إثنان يركبان دراجتَيْن هَوَائِيَّتَيْن، حَرَجَا من حالة سكونٍ مِنَ النُّقْطَةِ نَفْسِهَا. يسيرُ الشّخص "أ"

بِتَسَارُعٍ  $2 \frac{m}{s^2}$  والشّخص "ب" يسير بتسارع  $3 \frac{m}{s^2}$ . من منهما سيصلُ أولاً؟

6. درّاجة ناريّة متوقّفة أمام إشارة ضوئية. في اللحظة التي أصبح فيها الضوء أخضر، تصلُ سيّارة

تسير بسرعة 90 كم/السّاعة. تبدأ الدّراجة النّاريّة بالتّحرك بتسارعٍ مقداره  $5 \frac{m}{s^2}$ .

أ. بعد كم مِنَ الزّمن تتساوى سرعة الدّراجة النّاريّة مع سرعة السيّارة؟

ب. هل في الزّمن الذي وَجَدْتُهُ في البند "أ"، تكون السيّارة والدّراجة النّاريّة في النُّقْطَةِ نَفْسِهَا؟ إذا

كانت الإجابة (نعم)، علّل؛ وإذا كانت الإجابة (لا)، فَمَنْ الذي يتقدّم مَنْ؟

يتقدّم وُلْدٌ بسرعة  $1 \frac{m}{sec}$ ، وعند الثانية الثالثة يبدأ بتسارع ثابت. عند الثانية الخامسة كانت سرعته  $4 \frac{m}{sec}$ . ما هو تسارعُ الولد؟

يتحرّك وُلْدٌ بسرعة  $6 \frac{m}{sec}$ . عند الثانية الثالثة يبدأ الولد بالتّباطؤ بتسارع ثابت (السرعة تنخفض بوتيرة ثابتة).

عند الثانية الخامسة أصبحت سرعة الولد  $4 \frac{m}{sec}$ . ما هو تسارع الولد؟

إشرح بكلماتك النّتيجة التي حصلنا عليها في الحالتين. (الولد يزيد/يقلُّ من سرعته \_\_\_\_\_ أمتار/الثانية في كلّ ثانية).

أجب عن هذا البند مرّةً وفقاً لمعلومات البند (أ)، ومرّةً أخرى بحسب معلومات البند (ب). ما هي سرعة

الولد عند الثانية: السادسة؛ السابعة؛ الثامنة؟

### السُّقُوطُ الحُرُّ

1. يسقط جسمٌ من طائرةٍ لمدّة 10 ثوانٍ. كم ستكوّن سرعته بعد 5 ثوانٍ، وبعد 10 ثوانٍ؟

2. قُدِّفُ جسمٌ إلى الأعلى بسرعةٍ ابتدائيةٍ هي  $20 \frac{m}{s}$ . في أيّ زمن سيصلُ الجسم إلى أقصى ارتفاع له؟

3. تسارع الجاذبية على سطح القمر يساوي سدس تسارع جاذبية الكرة الأرضية. كم سيكون وزن شخص على سطح القمر، إذا كان وزنه على الأرض 600 نيوتن؟
4. ما هي جاذبية التسارع على كوكب سيارٍ مُعَيَّن، إذا كان معلوماً أنَّ وزن كيسٍ مِنَ البطاطا على سطح الكرة الأرضية هو 50 نيوتنًا، بينما وزن الكيس نفسه على الكوكب السيار هو 2.5 نيوتن. ما هي كتلة الكيس؟

### قوانين نيوتن

1. ما هي أنواع القوى التي تعرفونها؟ عَدِّدُوا خمسة أنواع على الأقل.
2. يتدلى مصباح مُعلَّقٌ بواسطة خيط من سطح الغرفة. لماذا لا يسقط المصباح؟
3. يرفع رَجُلٌ وزناً ثَقِيلاً بنجاح، ويحافظ عليه بشكل ثابت في الهواء. (أنظروا الرسم التوضيحي)



أ. أحيطوا بدائرة الأجسام في القائمة التي تُشعَلُ قُوَّةٌ على الرَّجُل، وَسَجِّلُوا بجانبها اتِّجاه القُوَّة (إلى الأعلى، إلى الأسفل، إلى الجانب).

إتجاه القُوَّة	إسم الجسم
_____	1. الأرضية المبطة
_____	2. الرَّجُلُ نَفْسُهُ الَّذِي يَدْفَعُ الثَّقَلَ
_____	3. الثَّقَلُ نَفْسُهُ
_____	4. الكرة الأرضية
_____	5. المتفرجون للحالة
ج. أرسموا تخطيط قُوَى للثَّقَل، وَاشرحوا لماذا لا يسقط!	

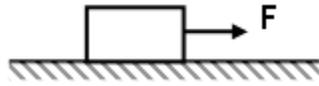
4. القُوَّة العمُوديَّة هي:

- أ. القُوَّة الَّتِي يُشغِّلُهَا الجِسم على السَّطح  
ب. القُوَّة المعاكِسة بِاتِّجاهها لقُوَّة الجاذبيَّة  
ج. القُوَّة الَّتِي يُشغِّلُهَا السَّطح على الجِسم الموضوع عليه  
د. الإجابتان (ب) و (ج) صَحيحتان

5. كتلة الجِسم لا تتعلَّق بِ:

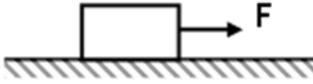
- أ. كِبَر القُوَّة الَّتِي تُؤثِّر على الجِسم  
ب. وضعيَّة الجِسم (في الحركة أو في السُّكون)  
ج. المكان الموجود فيه الجِسم  
د. جميع الإجابات صحيحة

6. نَجْرُ قُوَّةٍ معيَّنة جِسمًا بِاتِّجاه اليمين. معلومٌ أنَّ الجِسم أثناء جَرِّه، يتحرَّكُ بِخَطِّ مستقيم وبسرعة ثابتة. يمكنُ الاستنتاجُ أنَّ:



- أ. السَّطح أَمَلَس (بدون احتكاك)  
ب. قُوَّة الاحتكاكِ تعملُ بِاتِّجاهٍ مُعاكِسٍ لحركة الجِسم.  
ج. قُوَّة جَرِّ الجِسم تساوي قُوَّة الاحتكاك.  
د. قُوَّة جَرِّ الجِسم أكبر من قُوَّة الاحتكاك.

7. على جِسمٍ معيَّنٍ تعملُ قُوَّةٌ مقدارها 20 نيوتن بِاتِّجاه اليمين. كتلة الجِسم هي 5 كغم وعامل الاحتكاك بين الجِسم والسَّطح هو 0.5.



- أ. هل سيتحرَّكُ الجِسم؟ إذا كانتِ الإجابة (لا)، فَاشرَحِ السَّبب! إذا كانتِ الإجابة (نعم)، فَاحسِبِ تسارُعَهُ.  
ب. ماذا يحدثُ إذا ضاعفنا مقدار القُوَّة؟ هل سيتحرَّكُ الجِسم؟ إذا كانتِ الإجابة (لا)، فَاشرَحِ السَّبب! إذا كانتِ الإجابة (نعم)، فَاحسِبِ تسارُعَهُ.

8. يَصِفُ التَّخْطِيطَ التَّالِيَّ تَلْمِيذًا يَقِفُ عَلَى لَوْحِ تَرْجُحٍ، وَهُوَ يَرِكِبُ حَافِلَةً. فَرَمَلَ سَائِقُ الحَافِلَةِ بِشَكْلِ مَفَاجِئٍ. إِلَى أَيِّ اتِّجَاهٍ سَيَتَحَرَّكُ التَّلْمِيذُ بَعْدَ الفَرْمَلَةِ؟

أ. بِاتِّجَاهِ حَرَكَةِ الحَافِلَةِ

ب. بِاتِّجَاهٍ مُعَاكِسٍ لِحَرَكَةِ الحَافِلَةِ

ج. بِاتِّجَاهِ القُوَّةِ الَّتِي أَوْقَفَتِ الحَافِلَةَ

د. الأَمْرُ مُتَعَلِّقٌ بِقُوَّةِ الاحتكاك



9. جِسْمٌ كَتَلَتُهُ 3 كِغَمٍ يَتَحَرَّكُ بِاتِّجَاهِ الغَرْبِ، وَيَزِيدُ مِنْ سُرْعَتِهِ بِتَسَارِعٍ ثَابِتٍ مِقْدَارُهُ 6 م/ث<sup>2</sup>. مَا هِيَ

مَحْصِلَةُ القُوَّةِ الَّتِي تَعْمَلُ عَلَى الجِسْمِ؟ (مِقْدَارٌ وَاتِّجَاهٌ)

ب. جِسْمٌ كَتَلَتُهُ 3 كِغَمٍ يَتَحَرَّكُ بِاتِّجَاهِ الغَرْبِ، وَيَبْطِئُ مِنْ سُرْعَتِهِ بِتَسَارِعٍ ثَابِتٍ مِقْدَارُهُ 2- م/ث<sup>2</sup>. مَا هِيَ

مَحْصِلَةُ القُوَّةِ الَّتِي تَعْمَلُ عَلَى الجِسْمِ؟ (مِقْدَارٌ وَاتِّجَاهٌ)

ج. قُوَّةٌ خَارِجِيَّةٌ مَحْصِلَةُ مِقْدَارِهَا 15 نِيوتنًا (N15)، تَعْمَلُ عَلَى جِسْمٍ، وَتُوَدِّي إِلَى تَسَارِعٍ ثَابِتٍ مِقْدَارُهُ

2.5 م/ث<sup>2</sup>. مَا هِيَ كِتْلَةُ الجِسْمِ؟

د. مَحْصِلَةُ قُوَّةٍ مِقْدَارِهَا 15 نِيوتنًا (N15) بِاتِّجَاهِ الأَعْلَى، تَعْمَلُ عَلَى جِسْمٍ كَتَلَتُهُ 10 كِغَمٍ. مَا هُوَ تَسَارِعُ

الجِسْمِ؟ (مِقْدَارٌ وَاتِّجَاهٌ)

## المَوْضُوعُ الثَّانِي: الفَرْمَلَةُ

6	$W=mg$ $F_{\mu}=\mu W$	الاحتكاك معامل الاحتكاك الوزن القُوَّة العَمُودِيَّة الحركة	الاحتكاك الانزلاق	الفرملة مجموع الحصص 18
2	مادَّة نظريَّة فقط	إتِّجاه الحركة إتِّجاه القُوَّة	كيف تدفع عمليَّة الاحتكاك العجلات الانزلاق	
6	$\Delta T = t_2 - t_1$	تغيير درجة الحرارة الحرارة النَّوعِيَّة	ارتفاع درجة الحرارة نتيجة الاحتكاك	
4	$x = vt$ $x = v_0t + 0.5at^2$	مسافة رَدِّ الفِعل مسافة التَّوَقُّف	مسافة التَّوَقُّف	

## مخططات الحِصص في موضوع الفرملة

### الوَحْدَةُ الأُولَى

#### الموضوع: الاحتكاك مع وضد

#### مَدَّة الوحدة: 6 حصص تعليمية

#### هَدَفَا الحِصَّة: 1. قُوَّة الاحتكاك

2. يتحوَّل السَّلْبِيُّ إلى إيجابيِّ أحيانًا

مجري الدرس: 1. نفاش عن ماهية الاحتكاك

2. محاكاة انزلاق اليد على سطح طاولة- نفاش

3. التَّعَرُّف على مصطلح (معامل الاحتكاك)، ومعادلة قُوَّة الاحتكاك

4. بالإمكان قراءة المقال قراءةً مشتركة

<http://clickit3.ort.org.il/Apps/Public/getfile.aspx?inline=yes&f=files/ba3c28fc-8c3e-46d9-b4f3-effda4c7e27b/5dd54bfd-f1b8-4c5d-834a-1ddecb1c789b/756b3771-c733-4600-88b5-dd35987a816b/41dab6d7-42fc-4478-95e5-43a01c262916.pdf>

5. تجربة علبة الكبريت: على أيِّ سطحٍ سيشتعل عود النَّقَاب، إذا فركناه؟ ما الفرق بين المسطحات المختلفة؟

### الاحتكاك

إحدى القوى الأساسية التي تعمل على السيارة أثناء سفرها، هي قُوَّة الاحتكاك. الاحتكاك مع الهواء "يعرقل" السيارة، إلا أنَّ الاحتكاك مع الشَّارع مهمُّ جدًّا لدوران العجلات. بدون الاحتكاك تنزلق العجلات على الشَّارع بدون أن تكون لها خاصية الدَّوران. (يحدث هذا عند انسكاب زيتٍ أو وجود جليد على الشَّارع). تجربة: حاولوا فرك راحة اليد على الطاولة. عاودوا الكرة هذه المرَّة بتشغيل قُوَّة أكبر على اليد، من خلال تمريرها فوق سطح الطاولة. ما الفرق؟ (في المرَّة الثانية نجدُ صعوبة أكبر في تحريك اليد، فاليد تسخنُ أكثر).

إمكانية أخرى: ماذا يحدث عندما نركب دراجة هوائية ونتوقف عن عملية الدّوس؟ لماذا تتوقف الدّراجة؟  
 ماذا نعمل إذا أردنا تسخين اليدين؟ (نفرّكهما ببعضهما البعض)  
 الاحتكاك هو قوّة تنتج بين سطحين، تتعلّق بالمادّة التي صنّعت منها هذه السطّوح وبالقوّة التي يُشغّلها السطح الواحد على الآخر.

لقد رأينا في التجربة، أنّه كلّما كانت القوّة بين السطحين أكبر، كان الاحتكاك أكبر.  
 القوّة هنا هي القوّة العموديّة التي تحدّثنا عنها.  
 كذلك، يؤثّر نوع المادّة على هذه الصّفة، ويُسمّى (مُعامل الاحتكاك)، ويرمز له بالحرف اليوناني  $\mu$  (مي).  

$$Nf_{\mu} = \mu \times$$
 عندما نتحدّث عن الاحتكاك، فنحن نميّر بين حالتين:  
 في الحالة الأولى، عندما يكون السطحان في حالة سكون، تُسمّى قوّة الاحتكاك حينها (الاحتكاك الساكن) - بدون حركة.

في الحالة الثانية، عندما تُوجد حركة بين السطحين، يكون الاحتكاك حركياً (كينيتياً).  
 نجد صعوبة دائماً، في تحريك جسم ما، لأنّ مُعامل الاحتكاك الساكن أكبر من مُعامل الاحتكاك الحركي.  
 تعلّمنا أنّه وفقاً لقانون نيوتن- قانون الاستمراريّة - لكي تستمرّ السيّارة في سفرها بسرعة ثابتة، يجب أن تكون محصّلة القوّة العاملة عليها تساوي صفرًا. لذلك، عندما نتحرّك بسرعة ثابتة، علينا تشغيل قوّة لإبطال قوّة الاحتكاك.

مثال: إذا كانت قوّة الاحتكاك بمقدار 500 نيوتن تعمل على سيّارة معيّنة، فعندها على محرّك السيّارة تزويد قوّة تضمن استمرار تحرّك السيّارة بسرعة ثابتة.  
 إذا أراد السائق زيادة سرعة السيّارة، فعليه تزويد السيّارة بتسارع، لذلك وبحسب قانون نيوتن الثالث، عليه تشغيل قوّة أكبر من قوّة الاحتكاك.

مثال: سيّارة وزنها 800 كغم. قوّة الاحتكاك العاملة عليها تساوي 500 نيوتن. ما هي القوّة التي على المحرّك تزويدها لكي تسير السيّارة بتسارع مقداره 2 م/ث<sup>2</sup>؟

$$\Sigma f = ma \text{ الحل:}$$

$$f-500=800 \times 2$$

$$f=2100$$

القوّة التي على السيّارة تشغيلها هي = 2100 نيوتن.

## الوحدة الثانية: الفرملة والانزلاق

مدة الوحدة: حصتان تعليميتان

هدف الدرس: فهم أسباب الانزلاق

مجرى الدرس: 1. نقاش

2. تجربة الدراجة الهوائية

3. فيلم قصير وإنهاء

### الفرملة

نقاش: ماذا يحدث عندما نضغط على دواسة الفرامل؟

لماذا تتوقف السيارة؟

يمكن تنفيذ تجربة على الدراجة الهوائية. نؤثر إلى حط على الأرض، ونطلب من تلميذ ما الوصول إلى الخط كل مرة بسرعة مختلفة، وعند وصوله إلى الخط يُشعل الفرامل. نفحص في كل مرة مسافة التوقف. ما الذي تتوقعون حصوله؟ ماذا حصل فعلاً؟

لماذا يجب الفرملة على مراحل متقطعة في يوم مطر، وعدم الضغط على الفرامل مرة واحدة؟

<https://www.youtube.com/watch?v=hTSDBDyM2us>

## الوحدة الثالثة- موضوع الدرس: ارتفاع درجة الحرارة نتيجةً لعملية الفرملة

مدّة الوحدة: 6 حصص تعليمية

هَدَفَا الدرس: 1. فهم مصطلح الحرارة كشكلٍ من أشكال الطاقة

2. التّعريف على مصطلح الحرارة النوعية

مجرى الدرس: 1. الاحتكاك يُنتج حرارة

2. تحولات الطاقة – فيلم قصير

3. ما هي الحرارة النوعية؟

4. التّعريف على المعادلة وحلّ مسائل

### ارتفاع درجة الحرارة نتيجةً لعملية الفرملة

عندما تحتك الأجسام ببعضها البعض، ترتفع درجة حرارتها (تنتج حرارة)

ما هي كمية الحرارة الناتجة، ولماذا؟

عندما يكون الجسم في حالة حركة، فهو يحمل طاقة. هذه الطاقة مرتبطة بمقدار سرعة الجسم وكتلته، إلى

أين "تذهب" هذه الطاقة عندما يتوقف الجسم؟

الطاقة لا تختفي، فهي تتحوّل إلى شكلٍ آخر من أشكال الطاقة، وهنا تتحوّل إلى حرارة تمامًا كما نفرك

اليدين والنتيجة هي تسخين اليدين.

ما هي الطاقة؟ عندما نصف شخصًا ما بأنه بدون طاقة، نقصد بأن لا قدرة له لفعل أي شيء. فالطاقة هي

القدرة على تنفيذ عملٍ ما. الجسم الذي يملك الطاقة بإمكانه إنجاز عمل معين. مثلًا: الماء الموجود على

ارتفاع ما ويسقط، يفقد طاقة بسقوطه، لكن بإمكانه تشغيل عجلة طاحونة قمع.

### الحرارة النوعية

#### جدول الحرارة النوعية لموادٍ مختلفة

نوع الماء	C الحرارة النوعية جول/كغم/درجة مئوية
ماء (سائل)	<u>4200</u>
ماء (جليد - صعب)	<u>2100</u>
ماء (غاز)	<u>2010</u>
القطن	<u>1400</u>

<u>البلاستيك</u>	<u>1300</u>
<u>زيت الطبخ</u>	<u>1200</u>
<u>ألومنيوم</u>	<u>910</u>
<u>رمل</u>	<u>840</u>
<u>زجاج</u>	<u>830</u>
<u>الحديد</u>	<u>470</u>
<u>النحاس</u>	<u>400</u>
<u>النحاس الأصفر (فليز)</u>	<u>390</u>
<u>الفضة</u>	<u>235</u>
<u>الزئبق</u>	<u>140</u>
<u>الذهب</u>	<u>135</u>

**تعريف:** الحرارة النوعية هي كمية الحرارة المستوعبة في جسم كتلته 1 كغم، والتي تؤدي إلى رفع درجة حرارته بدرجة مئوية واحدة.

$$\Delta E = m \times c \times \Delta T$$

هذا يعني أن كمية الطاقة التي تحولت إلى حرارة مساوية لكتلة الجسم (في حالتنا هذه السيارة) ضرب الحرارة النوعية الخاصة بنوع المادة (في حالتنا، المطاط المصنوع منه العجلات) ضرب ارتفاع درجة الحرارة (درجات مئوية) نأخذ مثلاً من المطبخ:

يخرج الماء من الحنفية بدرجة حرارة 25 مئوية. إذا أردنا غلي 2 لتر من الماء لإعداد الباستا، فما هي كمية الطاقة التي يجب استثمارها؟

الإجابة: معروف أن لتر ماء يساوي 1 كغم ماء. لذلك:  $m=2$ . يغلي الماء في درجة حرارة 100 مئوية. لذلك فالفارق في درجات الحرارة هو 75 درجة مئوية.

من الجدول- الحرارة النوعية للماء هي: 4200 جول/كغم لذلك:

$$\Delta E = 2 \times 4200 \times 75 = 63000$$

أي أن هنالك حاجة إلى 630,000 جول من الطاقة لغلي 2 لتر من الماء.

الطاقة الحركية هي الطاقة المتعلقة بكتلة الجسم وبسرعته.  $E_k = \frac{mv^2}{2}$

$m$  - كتلة الجسم

$v$  - سرعة الجسم

### الوحدَةُ الرَّابِعَةُ: مسافة التَّوقُّف

#### مدَّة الوحدة: 4 حصص تعليمية

أهداف الدرس: 1. التَّعرُّف على المصطلحات

2. إدراك المخاطر بالقيادة السريعة داخل المدينة

3. التَّعرُّف على المعادلة:  $x = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$

مجري الدرس: 1. تجربة زمن الفعل بواسطة قذف كرة

2. شرح عن زمن ردِّ الفعل وزمن التَّوقُّف

3. التَّعرُّف على المعادلة وحلُّ مسائل

### مسافة التَّوقُّف

مسافة التَّوقُّف: هي المسافة التي تقطعها السيَّارة منذ لحظة رؤية السائق خطرًا يُلزمه التَّوقُّف، وحتى تَوَقُّفِ السيَّارة كُليًّا.

هذه المسافة تتركب من بُعدين:

1. مسافة ردِّ الفعل: هي المسافة التي تقطعها السيَّارة منذ لحظة رؤية الخطر، وحتى لحظة تشغيل الفرامل (الفرملة). هذا البعد تقطعه السيَّارة بسرِّعة ثابتة.

2. مسافة الفرملة: هي المسافة التي تقطعها السيَّارة من لحظة تشغيل الفرامل وحتى لحظة التَّوقُّف الكُليِّ.

هذا البعد تقطعه السيَّارة بتسارع.

مجموع البعدين هو مسافة التَّوقُّف.

المسافة التي تقطعها السيَّارة بسرعة ثابتة، معطاة بحسب المعادلة:  $x = v \times t$

المسافة التي تقطعها السيَّارة بتسارع ثابت، مُعطاة بحسب المعادلة:

$$x = v_0 \times t + \frac{1}{2} a t^2$$

لإيجاد زمن الفرملة، تُعتبرُ السرعة النَّهائية مُساوية لـ صفر م/ث. لذلك:

$$0 = v_0 + a \times t$$

ومن هنا نحسب  $t$ .

مثال: تسيّر سيارّة بسرعة 25 م/ث. يلمح السائق وُلداً يقطع الشارع. زمن رد الفعل للسائق هو 0.4 ثانية،  
وَتَسَارُع السيارّة هو  $10 \frac{m}{s^2}$ .

ما هي مسافة ردّ الفعل؟

ما هي مسافة الفرملة؟

ما هي مسافة التوقف؟

مسافة ردّ الفعل:  $x = v \times t$

$$x = 25 \times 0.4 = 10_m$$

مسافة الفرملة: أوّلاً نحسب زمن الفرملة:

$$0 = v_0 + at$$

$$0 = 25 - 10t$$

$$t = 2.5_s$$

الآن نحسب مسافة الفرملة:  $x = v_0 \times t + \frac{1}{2}at^2$

$$x = 25 \times 2.5 + \frac{1}{2}(-10)2.5^2 = 31.25_m$$

مسافة التوقف إداً:  $41.25 = 10 + 31.25$  متراً.

نرى بشكل واضح، أنّ مسافة التوقف تتعلّق بعدّة عوامل:

1. العامل الإنساني: سرعة ردّ فعل السائق؛ كلّما كان السائق متعباً وتركيزه أقلّ، كان زمن ردّ الفعل أطول.

(بالإمكان تجربة ذلك بواسطة لعبة كرة قدم، بأن نرمي باتجاه أحد اللاعبين الكرة وهو غير مستعدّ

لالتقاطها، ونرى ماذا ستكون النتيجة، ونختار أكثر التلاميذ بلادة (نعساً)، ونحاول مرّة ثانية، وعندما يكون

التلاميذ أكثر استعداداً، وتكون ردود أفعالهم أسرع.

2. سرعة السّفَر: كلّما كانت السرعة أكبر، كانت مسافة التوقف أكبر.

3. تسارع السيارّة النّابغ من الاحتكاك بين الشارع والعجلات، وهُنّا يوجد تأثير لوضع الإطارات وجودة

الشارع (رطب، جافّ، مُغطّى بالثلوج، قذر، وغير ذلك).

## روابط

<https://www.mada.org.il/education/activities/friction>

أسئلة وإجابات عن قوّة الاحتكاك – قوّة غريبة ومفاجئة، تُساعد أحياناً، وتكون مُزعجةً في أحيانٍ أُخرى:  
د. تامي يحيئيل ود. يارون لهافي.

[http://study.eitan.ac.il/sites/index.php?portlet\\_id=110529&page\\_id=23](http://study.eitan.ac.il/sites/index.php?portlet_id=110529&page_id=23)

قوى الاحتكاك

<http://aleph.weizmann.ac.il/?CategoryID=442>

آلف- موقع لتلاميذ الفيزياء

<http://aleph.weizmann.ac.il/?CategoryID=1064&ArticleID=2320>

آلف- موقع لتلاميذ الفيزياء

<http://www.ranlevi.com/puzzles/>

ألغاز علمية

## المَوْضُوعُ الثَّالِثُ: الوَضْعِيَّةُ (الثَّبَاتُ وَالاسْتِقْرَارُ)

4	مادّة نظريّة فقط	الارتفاع والموقع مركز الثقل	مركز الثقل	التوازن المجموع- 6 حصص
2	مادّة نظريّة فقط (خيار: $\sum F = \frac{mv^2}{R}$ )	الدوران العلو التسارع	السُرعة الحرّجة	

### الوحدة التعلّيميّة: الثّبات (التوازن)

#### مدّة الوحدة: 4 حصص تعليميّة

هدفُ الدّرس: التّعريفُ على مصطلح (الثّبات)، وفهمه بديهيّاً  
مجرى الدّرس: 1. محاكاة لتجربة

2. معاينة صور معيّنة- متى يوجد ثبات/توازن

3. نصّ مبادئ عن ثبات السيّارة

لكي نتحدّث عن ثبات السيّارة، علينا أولاً التّعريف على مصطلح جديد: مركز الثقل.

لكي نتمكّن من تثبيت عصا مكنسة على إصبعٍ واحدةٍ. أين يجب وضع الإصبع؟

طبعاً في المركز لإحداث توازن، لكن ماذا لو كان الجسم غير متجانس؟

ماذا يحدث بالسيّارة عندما تكون فارغة؟ ماذا يحدث عندما نضع حمولة ثقيلةً على السطح؟

هياً بنا نُحاول الإجابة عن هذه الأسئلة.

تجربة تمثليّة (محاكاة):

الأدوات المطلوبة: قالب ألومنيوم (*English cake*) صغير (بأطوال 17\*7\*7سم) لمحاكاة جسم السفينة؛

50 مكعباً من الخشب (بأطوال 5\*3سم) لمحاكاة حاويات؛ حوض مملوءً حتّى نصفه بالماء؛ كأسٌ كيميائيّة.



نملأ القالب الكبير بالماء، وندخل القالب الصغبر ونحمل المكعبات "الحاويات" بأشكال مختلفة،  
الواحدة فوق الأخرى  
وجميعها بجانب واحد  
وهكذا... متى تكون "السفينة" متوازنة؟

"مركز الثقل" عبارة عن مصطلح فيزيائي يصف نقطة نظرية افتراضية تتركز فيها كتلة السيارة. كلما كان مركز الثقل أعلى، كانت زاوية الدحرجة أكبر، وإمكانية انقلاب السيارة عند ميلانها من جانب إلى آخر أو نقل وزن من جانب إلى آخر، أكبر. لمركز الثقل تأثير مباشر على ثبات السيارة، وكلما كان مركز الثقل في جهة الخلف أكثر، ازدادت إمكانية دوران السيارة (نقلًا عن مرشد السيارات- شركة كولموفيل)



ما الغريب في الصورة؟

أمامكم مثال للتوافق بين الازدواجية والفيزياء. فقد التراكثور أحد إطاراته، لذلك من الواضح أنه لن يتمكن من الاستمرار بالسفر بوجود ثلاثة إطارات فقط. وهنا يأتي دور الازدواجية ووزن السيدة - كيف يعمل هذا؟



حاولوا الوقوف في وضعيَّة تُشبهُ الرَّاقص أو الرَّاقصة (كما في الصُّورة). لن تنجحوا في ذلك طبعًا، فأنتم غير متوازنين- لماذا؟

الإجابة مرتبطة بمصطلح مركز الثقل.

نعتبر مركز الثقل نقطة تتركزُ فيها كلُّ كتلة الجسم. إذا كانت هذه النُّقطة فوق نقطة الارتكاز، فعندها يكون الجسم متوازنًا وثابتًا أكثر.

نعود إلى الرَّاقصين: من الواضح أنَّ الرَّاقص يَشُدُّ بِاتِّجاه الخلف، بينما تُشَدُّ الرَّاقصة في الاتِّجاه المعاكس. بالمعدَّل، فإنَّ نقطة مركز الثقل موجودة بالتقريب فوق رجلي الرَّاقص، لذلك فهما في حالة اتِّزان وثبات. من هنا، نرى أنَّ مركز الثقل هو نقطة خياليَّة يمكن أن تكون خارج الجسم.

نعود إلى السيَّارة: السيَّارة متماثلة بالنسبة لليمين واليسار، لذلك فمركز الثقل يكون على محور التَّمائل. لكنَّ السيَّارة أثقل في قسمها الأمامي، بسبب وزن المحرِّك، لذلك فمركز الثقل لسيَّارة عائليَّة فارغة يكون على محور التَّمائل الطُّوليِّ للسيَّارة، أقرب إلى مقدِّمة السيَّارة بسبب وزن المحرِّك، وقليلًا فوق قاعدة السيَّارة. كلُّ إضافة وزن، تزيد من ارتفاع مركز الثقل، فكلُّ زيادة وزن تزيد من ارتفاع مركز الثقل لسيَّارة فارغة. لذلك...

إضافة وزن إلى السيَّارة تُقلِّل من ثبات السيَّارة.

يجب تركيز الحمولة أقرب ما يمكن من أرضيَّة السيَّارة.

ويجب تحميل البضاعة الثَّقيلة تحت البضاعة الخفيفة.

لذلك من الأفضل وضع الحمولة في صندوق الحمولة، وليس على سطح السيَّارة.

كتلخيص، من الممكن أن نطلب من التلاميذ إحضار أجسام مختلفة (إلى الصف)، ومحاولة إيجاد مركز الثقل من خلال تثبيت الجسم في حالة اتزان.

### روابط

أفلام قصيرة

<https://www.youtube.com/watch?v=6vUdYS90ba4>

<https://www.youtube.com/watch?v=cYx4Wk09rsk>

مركز الثقل – فيلم قصير

<https://www.youtube.com/watch?v=i vXsRJKacq>



## لماذا لا يسقط الخُدروف

لكلّ جسم بلغة الفيزياء (يوجد مركز ثقل، وهي نقطة تمثّل عملياً وزن هذا الجسم كلّهُ. على سبيل المثال: مركز الثقل موجود تقريباً في منطقة البطن- فيه يتجمّع كلّ وزن الجسم. لكلّ جسم تُوجد قاعدة أيضاً). في حالة جسم ساكن (أو نقطة ارتكاز في حالة جسم مُعلّق). مثلاً: في جسم الإنسان، القاعدة هي الرّجلان طبعاً. فيما يلي قانون مهمّ وبسيط يشرح كلّ شيء: يكون الجسم في حالة توازن، إذا وقع مركز الثقل على خطّ مستقيم فوق، أو تماماً تحت قاعدة نقطة الارتكاز. عند الإنسان، البطن هو تماماً فوق الرّجلين، لذلك نحن لا نسقط. هنالك تمرين بسيط يمكن ممارسته مع التلاميذ، لتمثيل هذا القانون: نقف على رجلٍ واحدة، وليس هذا الأمر بسيطاً. الآن حاولوا تحريك الجسم، وبالأساس منطقة البطن، يساراً ويميناً، إلى الأمام وإلى الخلف (نقى على رجلٍ واحدة). من الذي سقط؟ ولماذا نبدأ بتحريك اليدين والرّجلين، لكي نمنع السقوط؟ عندما نقف على رجلٍ واحدة، لا تكون القاعدة تحت مركز الثقل تماماً أي لا تكون تحت البطن. نبدأ بتحريك اليدين والرّجلين بهدف تغيير الوضع وتقسيم وزن الجسم من جديد، فوق قاعدة رجلٍ واحدة. وكيف يرتبط كلُّ هذا بموضوع الخُدروف؟ أضفنا له أوزاناً من كلا جانبيه، تأكّدنا من كون مركز الثقل تماماً في المركز بين الأوزان التي أضفناها. في هذه الحالة، يكون مركز الثقل موجوداً خارج الجسم، تحت قاعدة الخُدروف، ولذلك يكون الخُدروف في وضع اتزان. هذا الأمر غريب بعض الشيء، لكنّه صحيح.



<https://eureka.org/item/49819/%D7%90%D7%99%D7%9A-%D7%94%D7%A1%D7%91%D7%99%D7%91%D7%95%D7%9F-%D7%9E%D7%A1%D7%AA%D7%95%D7%91%D7%91-%D7%95%D7%9C%D7%90-%D7%A0%D7%95%D7%A4%D7%9C>

[http://arie-science.blogspot.co.il/2009/12/blog-post\\_16.html](http://arie-science.blogspot.co.il/2009/12/blog-post_16.html)

## الثبات أثناء الدوران

ماذا يحدث عندما تدخل السيارة إلى منعطف؟

عندما نتحرك بحركة دائرية، تعمل على السيارة قوة مركزية، قوة باتجاه نصف قطر الدائرة. يمكن تمثيل ذلك بواسطة دلو ماء نُحَرِّكُهَا بِشَكْلِ دَائِرِيٍّ بِسُرْعَةٍ، والماء لا ينسكب منها، أو بواسطة المقلاع.

<http://www.mako.co.il/special-science-day/Article-0b450c8add9bc41006.htm>

هذا الفيلم لوزارة العلوم عن القوة المركزية.

فيما يلي سؤال من امتحان نظري لوزارة المواصلات:

متى تعمل على السيارة قوة طاردة عن المركز؟

أ. عندما تسير السيارة على منعطفات ومنحنيات.

ب. عندما تسير السيارة بخط مستقيم، حتى عندما يكون الشارع أفقياً.

ج. عندما تسير السيارة بخط مستقيم بهبوط من منحدر حاد.

د. عندما تسير السيارة بخط مستقيم بصعود على منحدر حاد.

كيف، إذاً، نحافظ على الاتزان عند المعطفات؟

هنالك قوة تحاول إخراجنا من المسار، لذلك علينا تشغيل قوة معاكسة.

ما هي القوى التي يمكن تشغيلها خلال القيادة؟

مثلاً: قوة الاحتكاك بين الشارع وعجلات السيارة، لكن هذه القوة لا تكفي أحياناً. ما العمل إذاً؟

<https://www.youtube.com/watch?v=HusniLw9i68>

ماذا يفعل راكب الدراجة النارية عندما يدخل في منعطف دائري؟

يميل بدرجاته قدر الإمكان - لماذا؟ هكذا ينقل مركز الثقل إلى الأسفل، بهدف إضافة ثبات وتوازن للدراجة؛

لكننا في السيارة لا نستطيع فعل هذا، لذلك صمم الشارع على شكل منحنيات، فيكون متجه الانحناء إلى

مركز الدائرة، وعندها تُسَاعِدُنَا قُوَّةُ الجذب في التعلُّب على القوة الطاردة عن المركز.

القوة التي تدفع بنا إلى خارج الدائرة عند الحركة الدائرية تُسَمَّى قُوَّةُ "أشباح".

فهي قوة لا نراها، إذ إنها ليست خيطاً يربط الجسم، لا نشعر بها، فهي ببساطة قوة موجودة وتعمل علينا

كالسحر.

هذه القوة تتعلّق بثلاثة مقادير:

2. كتلة الجسم الذي يسير في الدائرة

3. سرعة الجسم

#### 4. نصفُ قُطرِ الدَّائِرَةِ

كُلَّمَا زادت كتلة الجسم وسرَّعته، كَبُرَتِ "القُوَّةُ الطَّارِدةُ عَنِ المَرَكزِ"؛ وَكُلَّمَا زاد طول نصف قُطرِ الدَّائِرَةِ قَلَّتْ هَذِهِ القُوَّةُ.

لذلك، إذا لم نضبط سرعة السَّيَّارَةِ بِشُرُوطِ الشَّارِعِ، فعند المنعطفات يُمكنُ أَنْ "نطيرَ" خارجَ الشَّارِعِ.

$$F = \frac{M \times V^2}{R}$$

حيثُ:  $F$  - القُوَّةُ

$M$  - الكتلة

$V$  - السُّرْعَةُ

$R$  - نِصْفُ القُطْرِ

مثال: ما هو مقدار القُوَّةِ الَّتِي تعملُ على سَيَّارَةٍ تسيرُ بسرعة 15 م/ث، حول دَوَّارِ نِصْفِ قُطْرِهِ 150 مترًا، وكتلة هَذِهِ السَّيَّارَةِ هو 1000 كغم؟

$$F = \frac{1000 \times 15^2}{150}$$

الإجابة: القُوَّةُ تساوي 1500 نيوتن.

<https://www.youtube.com/watch?v=BWUVJTouT1A>

إضجاع الدَّرَّاجَةِ النَّارِيَّةِ (جعلها في وضعِ استلقاء)

سقطات درَّاجات نارِيَّة، وحوادثُ انقلابٍ، وتدهور درَّاجات نارِيَّة



## روابط

[http://www.damada.co.il/topics/physics/db/kinematics\\_movement\\_and\\_velocity/kinematics\\_movement\\_and\\_velocity.shtml](http://www.damada.co.il/topics/physics/db/kinematics_movement_and_velocity/kinematics_movement_and_velocity.shtml)

زمن العلم – الحركة والسرعة

<http://openschool.cet.ac.il/course/view.php?id=18&sectionid=443>

مدرسة افتراضية – دورة في الفيزياء- الميكانيكا

<http://alizawork1.wixsite.com/math/-----c18j1>

ما هي الحركة؟ رياضيات - مصطلحات

<http://alizawork1.wixsite.com/math/--c1psp>

فيلم قصير – الأرجوحة

مبدأ الاستمرارية

<http://eureka.org.il/item/21168/%D7%9E%D7%94%D7%95-%D7%A2%D7%A7%D7%A8%D7%95%D7%9F-%D7%94%D7%94%D7%AA%D7%9E%D7%93%D7%94-%D7%90%D7%95-%D7%94%D7%90%D7%99%D7%A0%D7%A8%D7%A6%D7%99%D7%94>

## المَوْضُوعُ الرَّابِعُ: الحَرَكَةُ الدَّائِرِيَّةُ (الدَّوْرَانِيَّةُ)

4	$\sum F = \frac{mv^2}{R}$	قوة مركزية مماس نصف قطر	الحركة تحت تأثير قوة مركزية	الحركة الدائرية المجموع 10 حصص
2	مادة نظرية فقط		تأثير السرعة	
2	مادة نظرية فقط		تأثير الكتلة	

<http://davidson.weizmann.ac.il/online/maagarmada/physics/%D7%9B%D7%95%-%D7%97%D7%95%D7%AA-%D7%94%D7%9E%D7%A2%D7%95%D7%A8%D7%91%D7%99%D7%9D-%D7%91%D7%AA%D7%A0%D7%95%D7%A2%D7%94-%D7%9E%D7%A2%D7%92%D7%9C%D7%99%D7%AA>

عندما نساfer في سيارة، وننعطف بسرعة عالية، نشعر بقوة تدفعنا إلى الجانب. إذا حاولنا أن نخطط في خيالنا الدائرة الوهمية التي يكملها منعطف الشارع، سنرى أن القوة تدفعنا إلى خارج الدائرة دائماً (لذلك ففي المنعطفات الحادة يكون الشارع مائلاً). من وجهة نظر المتأمل من الخارج - لا يبدو وجود قوة تعمل في هذا الاتجاه، مع هذا فإن راكبي السيارة يشعرون بالقوة "غير الموجودة"؟

الحركة الدائرية شائعة الانتشار في الطبيعة، ويمكن رؤيتها في حركة النجوم، وتيارات الماء، والرياح، وغير ذلك. الجسم الذي يتحرك بشكل دائري غير ملزم بإكمال دائرة كاملة، وكذلك الحركة القوسية تُحقق مميزات الحركة الدائرية. الفيلم القصير هذا يجسد القوى العاملة في الحركة الدائرية، وكيف أن القوى الوهمية تساهم في فهم الحركة من وجهات نظر مختلفة.

عند تسارع منظومتين بشكل نسبي (الواحدة بالنسبة للأخرى)، فإن الانتقال من منظومة إلى أخرى - أي تحليل المشكلة من جانب مشاهد موجود في المنظومة (أ) مقابل مشاهد موجود في المنظومة (ب) - يؤدي

إلى ظُهُور قُوَى وَهْمِيَّة. هذه القوى مِنَ المَهْمِ جَدًّا معرفتُها، لكي نَصِفَ بشكل معقول المشكلة في المنظومة المتسارعة.

مِنَ الأمثلة المهمة لذلك، هي القُوَى الوهْمِيَّة الموجودة في الحركة الدائريَّة. القوى الطَّارِدة عَنِ المركز- القُوَّة الدَّافِعة إلى الخارج- بعيدًا عن مركز الدَّائرة. وقُوَّة كوريلوبوس، الَّتِي تُؤدِّي إلى انحرافنا مِنَ الخطِّ المستقيم عندما ندور على جسم في حالة الدَّورَان. الفيلم القصير الَّذِي أمامنا، يُمَثِّلُ جَيِّدًا ظهور هذه القوى من خلال مثالين. هيَّا بنا نُحَلِّلِ المِثَالِ الأوَّل: مدفع مثبت على منصَّة متحرِّكة -تدور- ويطلق قذائف. نفترض عدم وجود قُوَّة احتكاك وقُوَّة جاذبيَّة، كيف تبدو حركة القذائف؟

المشاهد مِنَ الخارج- يشاهد المدفع يطلق قذيفةً باتِّجاه معيَّن (بحيث يتغيَّرُ الاتِّجاه بين القذيفة والثانية بسبب الدَّورَان)، وبعد ذلك تستمرُّ القذيفة في حَطِّ مستقيم، لعدم تأثرها بقُوَّةٍ أُخرى. بالمقابل، فَإِنَّ مُشَاهِدًا موجودًا على منصَّة المدفع ويدور معه، يرى القذيفة بشكل مختلف. لا يراها بشكلٍ مُستقيم، فَيَسْتنتِجُ حَالًا أَنَّ هنالك قُوَى تعمل على القذيفة- هكذا تولد القوى الوهْمِيَّة.

في المِثَالِ الثَّانِي، تحليل مثير للاهتمام لحركتَيْنِ دورِيَّتَيْنِ- بندول وقرص- كيف أَنَّ الفارق الزمانيَّ في دورة الاتنئين يُؤدِّي إلى خلق مبنى مثير للاهتمام من حركة، كما نراها من أَيَّة منظومة نسبيَّة أُخرى. مِنَ المَهْمِ أَنْ نشير هنا، إلى أَهْمِيَّة القوى الوهْمِيَّة الَّتِي تنتج في الحركة الدائريَّة. كُلُّنَا نعرف الشُّعُورَ بالقُوَّة الَّتِي تدفعنا بها إلى الخارج لعبة الأطفال "الدَّوامة" (كاروسولا)، فنحنُ نَشْعُرُ بشكلٍ واضح بالقُوَّة الطَّارِدة عَنِ المركز.

## قُوَّة الطَّرْدِ المَرَكِزِيِّ (centrifugal force)

بالمفهوم الفيزيائي "قُوَّة طرد مركزي" من أصل لاتيني - centrum وتعني مركز و fugere تعني الهروب. وتُعرَّف كقُوَّة وهميَّة تجذب جسمًا مُعطى بحركة دائريَّة على طول نصف القطر، باتجاه خارج مركز الدَّائرة.

## قُوَّة الطَّرْدِ المَرَكِزِيِّ

يجسِّدُ الرَّسْمُ التَّوضيحيُّ مصدر القُوَّة الطَّارِدة عَنِ المَرَكِزِ. يَصِفُ الخَطُّ الأَحْمَرُ المَسارَ الافتراضيَّ لراكب حافلة، على فرض وجود جدران الحافلة. في كِلا الرَّسْمَيْنِ، تُنْقِذُ الحافلة انعطافًا - قوسًا لمسارٍ دائريِّ. لنفرض أَنَّ لدينا جسمًا كُتلتُهُ  $m$  يتحرَّكُ بِشكْلِ دائريِّ، وبثباتٍ بنصف فُطرٍ هو  $r$ . بالرَّغم من أَنَّ السُّرْعَةَ ثابتة، فإنَّ جسمًا كهذا سيكون يتسارعُ لِأَنَّ اتِّجَاهَ السُّرْعَةِ مُتَغَيِّرٌ. في كلِّ لحظة تُوجَدُ للجسم سرعة خطيَّة باتجاه المماس لدائرة الحركة، وهذا الاتِّجَاهُ متغَيِّرٌ. بحسب مبدأ الاستمراريَّة، الَّذِي يُحَدِّدُ أَنَّ الجسمَ يطمح في الاستمرار في حركة مستقيمة باتجاه المماس، ينجذبُ الجسمُ إلى خارج الدَّائرة، وهذا الانجذابُ (الشَّدُّ) هو القُوَّة الطَّارِدة عَنِ المَرَكِزِ، وهذه عمليًّا حالة خاصَّة لقُوَّة ديلامبر.

لتحقيق حركة دائريَّة، يَجِبُ استحضار قُوَّة تجذب الجسم باتجاه مركز الدَّائرة. هذه القُوَّة تُسمَّى "قُوَّة الجذب المركزي". بِشكْلِ معاكس لقُوَّة الطَّرْدِ المركزيِّ، فهذه القُوَّة ليست وهميَّة، لِأَنَّها موجودة وبشكْلِ عموديِّ للسُّرْعَةِ تغَيِّرُ اتِّجَاهَهَا لَكِنَّهَا لا تُغَيِّرُ مقدارَهَا. يمكنُ التَّعبيرَ رياضيًّا عن قُوَّة الجذب المركزيِّ كما يلي:

$$F = m a_r = m \frac{v^2}{r} = m \omega^2 r$$

حيثُ:  $m$  = كتلة الجسم؛  $(a_r)$  التَّسارُعُ الدَّائريُّ؛  $v$  السُّرْعَةُ؛  $r$  نصف فُطر الدَّوران؛  $\omega$  السُّرْعَةُ الزَّاوِيَّةُ.

$$\omega \perp v = r \perp$$

مثال لقوة طرد مركزي من حياتنا اليومية: الجذب الخارجي الذي نشعر به عندما نركب كروسولا (دوامة الأطفال)؛ أو الجذب باتجاه جدران السيارة عندما نعبّر منعطفًا. كلما كانت الدوامة أسرع، كانت قوة الجذب (قوة الطرد المركزي) أكبر.

ملاحظة: بحسب قانون النسبية العام لاينشتاين، فإن القوة ليست شيئًا وهميًا، بل هي قوة حقيقية.

<https://www.youtube.com/watch?v=PivkHXSheE>

قوة كوريوليس وقوة الطرد المركزي

ما هي قوة الطرد المركزي؟

<https://www.youtube.com/watch?v=Fc1J97DUqRo>

<https://www.youtube.com/watch?v=LHVk0Kdzmlc>

تجارب مُحَبَّدة:

التجارب التي تظهر هنا: قوة الجاذبية- تجربة جاليليو، بالونات الهيليوم ترفع الدُّبَّيبَ...

تريدون مشاهدة تجارب أخرى- أدخلوا إلى الموقع (د. مولكولا) - <http://www.drMolecule.com/>

**للمعلمين- افحصوا تجارب- تجارب مُحَبَّدة - في موقع د. مولكولا**

<http://mastershaifa.org.il/?p=748>

حركة الدَّرَاجة الهوائية

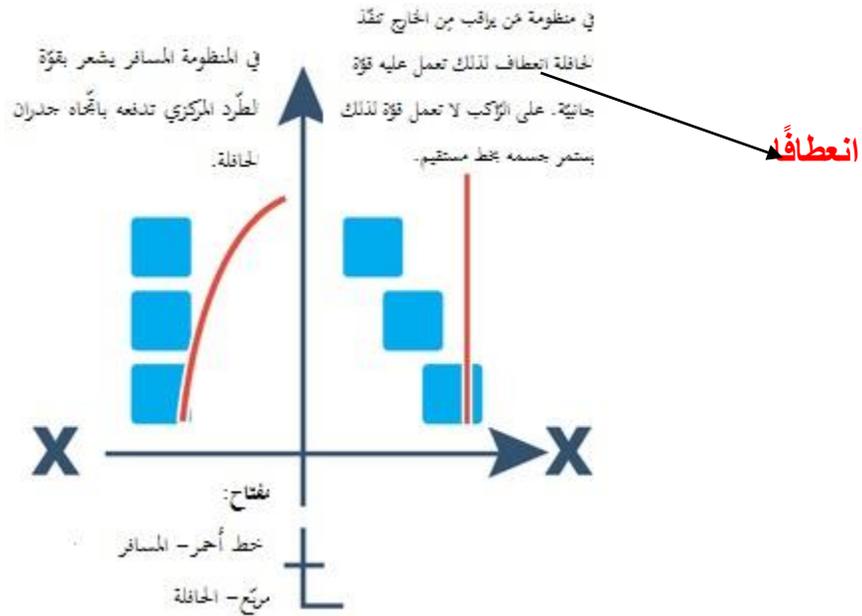
## أُمُورٌ شَائِعَةٌ تُفْهَمُ بِشَكْلِ خَاطِيٍّ

يَمِيلُ كَثِيرُونَ إِلَى عَدَمِ اسْتِعْمَالِ مِصْطَلَحِ "القُوَّةُ الطَّارِدَةُ عَنِ الْمَرْكَزِ" لِأَنَّهَا قُوَّةٌ وَهْمِيَّةٌ، وَهَكَذَا يُعَلِّمُونَ فِي مَدَارِسِ إِسْرَائِيلَ. فِي الْحِسَابَاتِ وَحُلُولِ الْمَسَائِلِ، لَا تَظْهَرُ القُوَّةُ الطَّارِدَةُ عَنِ الْمَرْكَزِ، وَتَظْهَرُ بَدَلًا مِنْهَا قُوَّةُ الْجَذْبِ الْمَرْكَزِيِّ. لِذَلِكَ، فَإِنَّ تَلَامِيذَ كَثِيرِينَ يَعتَقِدُونَ أَنَّهُ مِنَ النَّاحِيَةِ الْعِلْمِيَّةِ الدَّقِيقَةِ، لَا يَوجَدُ أَيُّ مَعْنَى لِمَا يُسَمَّى "القُوَّةُ الطَّارِدَةُ عَنِ الْمَرْكَزِ". لَيْسَ الْأَمْرُ كَذَلِكَ طَبَعًا.

المِصْطَلَحُ "قُوَّةٌ وَهْمِيَّةٌ" لَا يَعْنِي أَنَّ هَذِهِ القُوَّةُ غَيْرُ مَوْجُودَةٍ فِي الْوَاقِعِ. صَحِيحٌ أَنَّ هَذِهِ القُوَّةُ هِيَ قُوَّةٌ وَهْمِيَّةٌ، لَكِنَّهُ فِي مَنْظُومَةٍ مَوْجُودَةٍ فِي حَالَةٍ دَوْرَانِ يُمَكِّنُ قِيَاسَهَا، وَحَتَّى بِإِمْكَانِهَا إِنْجَازَ عَمَلٍ مَعْيَّنٍ. الْقَوْلُ بِأَنَّ القُوَّةَ الطَّارِدَةَ عَنِ الْمَرْكَزِ غَيْرَ مَوْجُودَةٍ، هُوَ قَوْلٌ غَيْرُ دَقِيقٍ، وَذَلِكَ لِأَنَّهَا غَيْرُ مَوْجُودَةٍ فِي مَنْظُومَاتٍ نَسْبِيَّةٍ لَهَا صِفَةُ الاسْتِمْرَارِيَّةِ.

عَلَى الْعَكْسِ مِنْ ذَلِكَ، فِي الْحِسَابَاتِ الْفِيْزِيَاءِيَّةِ، وَفِي حَالَاتٍ عَدِيدَةٍ، يُفَضِّلُ الْعُلَمَاءُ وَالْمُهَنْدِسُونَ اسْتِعْمَالَ مَنْظُومَاتٍ نَسْبِيَّةٍ فِي حَرَكَةِ دَائِرِيَّةٍ، وَفِي هَذِهِ الْحَالَاتِ تُوجَدُ للقُوَّةُ الطَّارِدَةُ عَنِ الْمَرْكَزِ وَظِيفَةٌ مُهِمَّةٌ. عَلَى سَبِيلِ الْمَثَلِ: القُوَّةُ الطَّارِدَةُ عَنِ الْمَرْكَزِ هِيَ القُوَّةُ الْمَسْئُولَةُ عَنِ تَغْيِيرِ مَقْدَارِ تَسَارُعِ الْجَاذِبِيَّةِ الْفَعَّالِ لِلْكَرَةِ الْأَرْضِيَّةِ، بِحَسَبِ خَطِّ الْعَرْضِ الْمَوْجُودِينَ نَحْنُ عَلَيَّهِ.

### - قُوَّةُ الطَّرْدِ الْمَرْكَزِيِّ -



## قُوَّة كوريوليس هي قُوَّة وَهْمِيَّة

قُوَّة كوريوليس هي قُوَّة وَهْمِيَّة، وتظهرُ بسبب دوران منظومة نسبيَّة غير استمراريَّة (تتحركُ بشكلٍ أكثر تعقيداً من مجرد حركة خطِّيَّة بوتيرة ثابتة). كما في غيرها من القُوَى الوهميَّة، فهي متعلِّقة بالمنظومة النسبيَّة.

بما أنَّها قُوَّة وَهْمِيَّة، فهي لا تتصرَّفُ بحسب مبدأ الفعل وَرَدِّ الفعل (قانون نيوتن الثالث). عندما نتعامل مع منظومة في حركة دائريَّة، من المهمَّ أن نذكر أنَّ قُوَّة وَهْمِيَّة أُخرى موجودة، وهي قُوَّة الطرد المركزيِّ.

### روابط

<http://www.ynet.co.il/articles/0,7340,L-4906119,00.html>

### الدَّرَاجَة النَّارِيَّة الَّتِي تَوَازِنُ نَفْسَهَا

عَرَضَتِ الشَّرْكَة اليابانيَّة (هوندا) نموذجاً مبدئيًّا لدَّرَاجَة نارِيَّة، تستطيع موازنة نَفْسَهَا بِنَفْسِهَا. من المتوقَّع استخدام منظومة التَّوَازِن المتطوِّرة هذه في النَّمَاذِج المتسلسلة للشَّرْكَة في المستقبل القريب.

<https://www.youtube.com/playlist?list=PLksoJ9HI81vsw2VjTZ1sDclQ6QYIUvm9V>

تجارب في الفيزياء؟ أيُّهَا الْمُعَلِّمُونَ افحصوا ما الأنسبُ استخدامه؟

<http://www.mako.co.il/special-science-day/Article-0b450c8add9bc41006.htm>

كيف تدور العجلة؟ ما هي القُوَّة الطارِدة عَنِ المركز؟

كيف يمكن أن تجعل العجلات تقف في الهواء، أو تمنع انسكاب الماء حتَّى عندما يكون الوعاء مقلوباً؟ تعرَّفوا على قُوَّة الطرد المركزيِّ، والتي بإمكانها- مع الطَّاقَة الدَّائريَّة الصَّحيحة - أن تتعلَّب على قُوَّة الجاذبيَّة.

## ما هي القوى العاملة على راكبي السيارة؟

### مدّة الوحدة: 2-3 حصص تعليمية

هَدَفُ الْوَحْدَةِ: نتعرّف نظرياً على القوى العاملة على راكب سيارّة مسافرة.  
مجرى الدّرس: نبدأ من مشاهدة فيلم قصير.

<https://www.youtube.com/watch?v=wV2UTkkQ0Fg>

نقاش حول أهميّة حزام الأمان في السيّارة- ما الحاجة إليه؟  
ما هي أدوات الأمان الأخرى الموجودة في السيّارة؟

### مجرى الدّرس:

مشاهدة الفيلم القصير - ماذا حدث لراكبي السيّارة؟

بحسب نيوتن، يستمرُّ كلُّ جسمٍ في حركته أو في سكونه، طالما كانت محصّلة القوى العاملة عليه مساويةً للصّفر.

ماذا يحدث عندما نفرملُ لإيقاف السيّارة؟

لا يدركُ جسم المسافر أنّ السيّارة توقّفت، فيستمرُّ بسرّعة السيّارة نفسها، لذلك "يطيرُ إلى الأمام".  
عندما تصطدم سيّارة من الخلف بسيّارة متوقّفة، تبدأ السيّارة بتسارع هَمَجِيّ، وجسمنا يُدْفَعُ بقوّة إلى الخلف.

ماذا يحدث عند الانعطاف يميناً أو يساراً؟

بالطّبع، كلّما كانت الحركة "هَمَجِيّة" أكثر، كان تأثيرها أكبر على راكب السيّارة.

ما هي الوسائل الموجودة في السيّارة لمنع إصابة الرّاكبين في حالات الحركة "الهَمَجِيّة" مثلاً عند حصول "حادث"؟

هنا المكان المناسب لإجراء نقاشٍ داخل الصّف عمّا نعرفه، وكيف يُسَاعِدُنَا في ذلك؟

بادئ بَدْءٍ، حزام الأمان، يمنع حركة الجسم بأكمله (ما الفرق إذا وضعنا حزام الكتف وحزام الخصر معاً، أو

حزام الخصر وحده؟)؛ كما أنّ مُتَكَأ الكراسيِّ ومخدّة الرّأس المثبتة فوق الكرسيِّ لِيُسَا بِأَقْلٍ أَهْمِيّة من حزام

الأمان، فوظيفة المخدّة هي امتصاص حركة الرّأس الخلفيّة عند تسارع السيّارة باتجاه الأمام.

عند الانعطاف بحدّة، "لا يعرف" المسافر أنّ السيّارة تغيّر اتّجاهها، لذلك يستمرُّ جسمه في خطِّ مستقيم، لكنّه يميلُ إلى الجانب نسبياً للسيّارة.

هنا أيضاً، يحافظُ حزام الأمان على المسافر لكي يبقى في مكانه.

ما هي وظيفة مخدّات الهواء؟

<https://www.youtube.com/watch?v=LdwnJIPEjFM>

عند توزيع القُوَّة على فترة زمنيَّة أطول، تكون الضَّرْبَة أضعف ممَّا تكون عليه حينَ نصطدم بالنَّافذة مرَّةً واحدة، عندما يكون الزَّمَنُ أقصر بكثيرٍ والضَّرْبَة قويَّةً جدًّا.

كيف تعمل مخدَّة الهواء؟

<http://davidson.weizmann.ac.il/online/maagarmada/chemistry/%D7%9B%D7%99%D7%A6%D7%93-%D7%A4%D7%95%D7%A2%D7%9C%D7%AA-%D7%9B%D7%A8%D7%99%D7%AA-%D7%90%D7%95%D7%95%D7%99%D7%A8-%D7%91%D7%A8%D7%9B%D7%91>

يورিকা- كيف تعمل مخدَّة الهواء؟

<https://eureka.org.il/item/50583/%D7%90%D7%99%D7%9A-%D7%A4%D7%95%D7%A2%D7%9C%D7%AA-%D7%9B%D7%A8%D7%99%D7%AA-%D7%90%D7%95%D7%95%D7%99%D7%A8>



للمعلمين: فيما يلي أسئلة لمحادثةٍ خلال كلِّ موضوعٍ وفي نهايته. بإمكانكم، بالطبع، إضافة أسئلةٍ من عندكم.

توضيحٌ شخصيٌّ وجماعيٌّ:

- ما الذي أثار اهتمامك بشكلٍ خاصٍ؟
- ما الذي لم يُثر اهتمامك؟
- ما الذي كان سهلًا بالنسبة لك، وما الذي كان صعبًا بالنسبة لك؟
- ما هي الأسئلة التي ترغب في طرحها؟
- ما هي الأشياء الجديدة التي تعلمتها؟

