מינהלת מל"מ
המרכז הישראלי לחינוך מדעי טכנולוגי
משרד החינוך
המינהל למדע וטכנולוגיה
הפיקוח על הוראת מדע וטכנולוגיה
מרכז מורים ארצי
למו"ט בחט"ב
מכון ויצמן למדע
WEIZMANN INSTITUTE OF SCIENCE
משרד החינוך
המזכירות הפדגוגית
האגף לתכנון ולפיתוח תוכניות לימודים

وحدة للمعلّم
لتخطيط التدريس– التعلّم– التقييم

في موضوع: القوى والحركة

د. روني معلّم

الترجمة إلى العربية: نزار محاجنة

أشرف على النسخة العربية: د. حسام ذياب

طبعة تجريبية

شباط، 2011

وحدة تدريس– تعلّم– تقييم في موضوع: القوى والحركة

تطوير: د. روني معلّم

استشارة أكاديمية: بروفسور بات شيڤع ألون

قرأوا وأبدى ملاحظاتهم: ميري أورن، د. روحاما إيرنبرچ، يورام أورعاد، د. إستر بيچنو، إيرينا ڤايسمان، د. أييت ڤايتسمان، د. راحيل تاسا، د. تامي يحيئيلي، د. إيتي كوخافي، د. نيطع عوراڤي، نيرا كوشينسكي، عدي روزين

هذه الوحدة هي واحدة من سلسلة وحدات لتخطيط التدريس– التعلّم– التقييم.
تمّ تطوير الوحدة في المركز القطري لمعلّمي العلوم والتكنولوجيا في المدارس الإعدادية، قسم تدريس العلوم، معهد وايزمان للعلوم.
رئيسة المركز القطري لمعلّمي العلوم والتكنولوجيا في المدارس الإعدادية: د. زهافا شيرتس
مركّزة المركز القطري لمعلّمي العلوم والتكنولوجيا في المدارس الإعدادية: د. إيلانا هوبفيلد
أيّ استعمال تجاري من كلّ نوع للمادّة التي تشملها هذه الوحدة ممنوع منعًا باتًّا إلاّ بإذن صريح ومكتوب من الناشر.

©
جميع الحقوق محفوظة
معهد وايزمان للعلوم ووزارة المعارف
2011

الفهرس

مقدّمة 4

خلفية علمية

أ. المضامين 9

ب. المهارات 21

اقتراحات لتدريس الموضوع

1. مقدّمة 22
2. المبادئ والمصطلحات الأساسية وإستراتيجية حلّ المسائل 23
3. جدول تخطيط التدريس– التعلّم– التقييم 28
4. تفصيل المضامين– توصيات لتسلسل التدريس 34
5. توجيه إلى الكتب الدراسية المصادق عليها من قبل وزارة لمعارف 42

مجمّع مهمّات تقييمية 44

أ. مسح أسئلة التقييم 44

ب. أسئلة التقييم 60

ج. إجابات لأسئلة التقييم 94

ملاحق

الملحق "أ": معرض الظواهر 114

الملحق "ب": وصف مجرى التدريس الذي يدمج بين إكساب المصطلحات وإكساب الإستراتيجية 118

الملحق "ج": "معلّمتي، لماذا ذُكِر في الكتاب أنّ الميزان يقيس الكتلة– فنحن نزين بالميزان!" (مرفق)

الملحق "د": نموذج تشخيصي في موضوع تحليل الحركة 125

الملحق "هـ": ورقة عمل– فعالية مفتاحية– وصف الحركة (الْعَدْو) 126

وحدة تدريس– تعلّم– تقييم في موضوع: القوى والحركة

مقدّمة

وحدة التدريس– التعلّم– التقييم هذه معدّة لمعلّمي العلوم والتكنولوجيا في المدارس الإعدادية لغرض تخطيط تنفيذ وتقييم تعليم وتعلّم الموضوع: "وصف ظواهر بلغة القوى". وحدة التعليم– التعلّم– التقييم معدّة للتفعيل في إطار المنهج التعليمي في العلوم والتكنولوجيا في المدارس الإعدادية وتعتمد على موادّ تعليمية قائمة ومصادق عليها من قبل وزارة المعارف إلى جانب توجيهات ملائمة إلى هذه الموادّ. لذا فإنّ الوحدة لا تشكّل بديلاً للموادّ التعليمية القائمة. تتضمّن الوحدة خلفية علميه (مضامين ومهارات)، وتشديدات تدريسية لتخطيط التدريس والتعلّم، وتوصيات بفعاليات مفتاحية، ومجمّعًا مصنّفًا لأسئلة تقييم لاستخدامها لاحتياجات التعليم والمردودية.

موضوع الوحدة: وصف ظواهر بلغة القوى.

جمهور الهدف: المعلّمون الذين يعلّمون العلوم والتكنولوجيا في الصفّ الثامن.

النطاق: 15-20 ساعة.

التصوّر الفكري وأهداف تدريس الموضوع

أحد الأهداف المركزية لتعلّم الفيزياء في المرحلة الإعدادية هو فهم نوعي للمصطلحات وللمبادئ الأساسية وتوفير تفسيرات وتوقّعات لأحداث بسيطة من الحياة اليومية من خلالها. يوصي الباحثون بتدريس موضوع الفيزياء في المرحله الإعدادية في البداية بصورة نوعية، وفقط بعد ذلك بصورة كمّية (Physics First, 2006)، وإكساب المعلومات في سياقات مشتقّة من حالات معروفة ولها صلة بالطلاّب من الحياة اليومية. يزيد التعلّم في هذه السياقات من الاهتمام بالموضوع لدى المعلّمين والطلاّب (Mualem & Eylon, 2007). جوانب كمّية مختلفة كالحسابات المختلفة للقوى المشاركة في التأثيرات المتبادلة، لا تعتبر أهدافًا مركزية في تدريس هذا الموضوع، وترد في الوحدة بمدى قليل فقط، وممثّلة في مستوى يلائم طلاّب المدارس الإعدادية (خاصّةً في موضوع الآلات البسيطة). وفقًا لمبادئ التدريس اللولبي، سيتمّ معالجة المواضيع الواردة في الوحدة كمّيًّا في إطار المرحلة الثانوية.

تتضمّن الوحدة ثلاثة أقسام. يتناول القسم الأوّل إكساب مصطلحات أساسية في الميكانيكا، ويعرض إستراتيجية لاستعمال هذه المصطلحات لحلّ مسائل في سياقات من الحياة اليومية، ويعرض العلاقة بين القوى والحركة. القسم الثاني يطبّق المعلومات التي تمّ اكتسابها في القسم الأوّل في الآلات البسيطة كالرافعات. القسم الثالث يعود إلى موضوع الحركة ويتطرّق إلى عروض مختلفة للحركة المنتظمة (سرعه ثابتة).

يصف القسم الأوّل توجّهًا لبناء إطار إدراكي (conceptual framework) لفهم حالات فيزيائية في مجال الميكانيكا من خلال مصطلحات أساسية مثل "التأثير المتبادل"، "القوّة"، "السرعة"، ومبادئ فيزيائية كقوانين نيوتن. يعتمد التوجّه المقترَح هنا على تجربة التدريس التي تمّت في البلاد في هذا الموضوع في المرحلة الإعدادية وعلى نتائج أبحاث تتناول هذا المجال (معلّم وألون، 2006). يتأسّس التوجّه على الفرضية الأساسية بأنّ فهم فكرة التأثير المتبادل، في التلامس وفي غير

التلامس، حيوي لفهم أساسي لمصطلح "القوّة" وللتغيّرات في الحركة ولمصطلح "المنظومة". يعتبر مصطلح "التأثير المتبادل" مهمًّا للغاية لفهم القانون الثالث لنيوتن وكذلك لفهم القانون الثاني ومخطّطات القوى.

تحليل إجابات الطلاّب عن مسائل نوعية شائعة (مثل: هل يوجد تسارع للجسم في أوج حركته؟) يشير إلى أنّ المسائل التي تبدو لأوّل وهلة بسيطة وتلقائية (أي الإجابة عنها من نمط نعم/ لا بصورة تلقائية)، منوطة بتفعيل عدّة مراحل للحلّ تتعلّق بطابع المسألة. لذلك لا يمكن الاكتفاء بالإطار الإدراكي (المصطلحات والمبادئ)، ويجب إكساب الطلاّب وسائل لحلّ المسائل النوعية. لهذا الغرض نقترح في هذه الوحدة إستراتيجية لحلّ مسائل نوعية توجّه الطلاّب في تفعيل مراحل حلّ مثل هذه المسائل وتتيح للطلاّب تطبيق الإطار الإدراكي في أحداث من الحياة اليومية.

يتناول القسم الثاني من الوحدة المصطلحات التي تعلّمها الطلاّب في القسم الأوّل ويمثّل كيف يمكن استغلال القوى في خدمة الإنسان (الآلات). تمّ في البداية تعريف مصطلح "الشغل"، وفي مرحلة لاحقة تمّ استعماله لتفسير ثلاثة أنواع الرافعات المعروفة (قانون الرافعة). البند الأخير في هذا القسم يطبّق قانون الرافعة على أجسام ذات محور دوران من خلال تفصيل عروض بيانية تُستعمل لوصف مثل هذه الأجسام.

يتطرّق القسم الثالث بتوسّع إلى موضوع الحركة الذي ورد ذكره بشكل أساسي في القسم الأوّل. في حين أنّ وصف الحركة في القسم الأوّل كان نوعيًا وكلاميًا ("الجسم لا يتحرّك"، "الجسم يغيّر سرعته")، إلاّ أنّ الحركة في القسم الثالث توصف بصورة أدقّ (كمّية) من خلال استعمال العرض البياني، بالإضافة تُنفّذ حسابات أساسية للسرعة الثابتة.

لاحقًا هناك اقتراحات لتسلسلات التدريس الملائمة للفترة الزمنية المخصّصة لهذا الموضوع.

الفصول الفرعية في الوحدة:

1. **التأثير المتبادل والقوى والحركة**
2. **القوى في خدمة الإنسان: الآلات البسيطة**
3. **الحركة والسرعة**

الأفكار والمبادئ المركزية في تدريس الموضوع

(جميع المصطلحات والمبادئ الواردة في هذا القسم من الوحدة سيتمّ تفصيلها وشرحها لاحقًا.)

1. التأثير المتبادل والقوى

أ. التأثير المتبادل والقوى:

- تصف القوى عملية متبادلة بين الأجسام (تأثير متبادل). هناك تأثيرات متبادلة تعمل بين الأجسام في التلامس (كالاحتكاك) وهناك تأثيرات متبادلة تعمل بدون تلامس (قوّة الجاذبية، القوّة الكهروستاتية، القوّة المغناطيسية).
- يمكن أن يشارك الجسم (في نفس الوقت) في أكثر من تأثير متبادل واحد.
- يتعلّق وزن الجسم بشدّة جذب الجرم السماوي الذي يتواجد الجسم عليه[1].

[1] انظروا لاحقًا في الخلفية العلمية التي تتطرّق إلى التمييز بين الوزن والوزن المقاس.

- يمكن أن يحدث الاحتكاك بين الأجسام فقط عند التلامس ويمكنه أن يحصل على قيم مختلفة حتّى قيمة قصوى معيّنة.

ب. قوانين نيوتن

- عندما تؤثّر عدّة قوى في نفس الوقت على جسم معيّن، يمكن وصف نتيجة التأثير بواسطة تأثير قوّة واحدة هي عبارة عن محصّلة جميع القوى.
- القوّتان اللتان تشتركان في نفس التأثير المتبادل متساويتان في مقدارهما ومتعاكستان في اتّجاههما (القانون الثالث لنيوتن).
- تستطيع القوى تغيير شكل الجسم و/ أو اتّجاه حركته و/ أو سرعته (القانون الثاني لنيوتن).
- يستطيع الجسم أن يتحرّك حتّى عندما لا تؤثّر قوى عليه. الجسم الذي يتحرّك بسرعة ثابتة يواصل حركته طالما محصّلة القوى التي تؤثّر عليه تساوي صفرًا (القانون الأوّل لنيوتن).

2. القوى في خدمة الإنسان: الآلات البسيطة

أ. الآلات (الأجهزة) التي يوجد فيها محور دوران (كالرافعة وميزان الكفّتين) تتيح التأثير بقوى مختلفة على الأجسام. القوّة التي تؤثّر على الجسم تتعلّق ببُعده عن محور الدوران (قانون الرافعة).

ب. المستوى (السطح) المائل.

ج. القوّة التي تؤثّر على جسم يتحرّك تنفّذ عليه "شغلاً". هذا الشغل يساوي حاصل ضرب مقدار القوّة التي تؤثّر على الجسم باتّجاه الحركة (مركّب القوّة باتّجاه الحركة[2]) في المسافة التي تؤثّر على طولها.[3]

د. مقدار القوّة التي تؤثّر على الجسم وبُعدها عن محور دوران الجسم يؤثّران على دوران الجسم.

3. الحركة والسرعة في خطّ مستقيم

أ. المقادير التي تُستعمل لوصف حركة الجسم: المسافة والسرعة ووتيرة تغيّر السرعة (التسارع) توصَف بواسطة مقدار واتّجاه.

ب. المسافة التي يقطعها جسم يتحرّك بسرعة ثابتة على خطّ مستقيم يمكن وصفها بواسطة المعادلة $x=vt$ (يُقاس x نسبيًا للنقطة التي بدأ الجسم فيها الحركة وَ t هو الزمن من بداية الحركة).

[2] المصطلح "مركّب القوّة" لا يُعرَض أمام الطلاّب.

[3] نقترح مصطلح الشغل كإمكانية، انظروا الاقتراحات التدريسية.

وحدة تدريس– تعلّم– تقييم في موضوع: القوى والحركة

أهداف تدريس الموضوع:

الأهداف الأساسية:

1. فهم المصطلحات الأساسية: التأثير المتبادل، القوى، السرعة، تغيّر السرعة.[4]
2. التعرّف على الأفكار التي تعتمد عليها قوانين نيوتن (العلاقة بين القوّة والحركة, والعلاقة بين القوى في التأثير المتبادل) واستعمالها للتفسير وتوقّع الظواهر (بشكل نوعي).
3. التعرّف على قانون الرافعة واستعماله في تطبيقات أساسية.
4. وصف التغيّر في مكان الجسم الذي يتحرّك كدالة للزمن في عروض مختلفة، والانتقال بين العروض البيانية.

الأهداف العملية:

1. التأثير المتبادل والقوى والحركة

أ. أن يصف الطلاّب ويفسّرون ويتنبّؤون بظواهر وعمليات من حياتهم اليومية بلغة القوى.

- أن يحدّد الطلاّب التفسير الصحيح من بين عدّة تفسيرات، يعتمد قسم منها على توجّهات خاطئة شائعة.
- أن يصحّح الطلاّب تفسيرًا خاطئًا.

ب. أن يستطيع الطلاّب التنبّؤ بتوجّه التغيّر في حركة الجسم من خلال الاعتماد على مخطّط قوى الجسم.

ج. أن يبني الطلاّب مخطّط قوى اعتمادًا على مميّزات حركة الجسم.

2. القوى في خدمة الإنسان: الآلات البسيطة

أ. أن يستعمل الطلاّب قانون الرافعة لإجراء حسابات للقوّة وللبُعد عن محور الدوران في الآلات البسيطة.

ب. أن يستطيع الطلاّب التنبّؤ بدوران جسم يمكنه التحرّك حول محور من خلال الاعتماد على القوى التي تؤثّر عليه من خلال التطرّق إلى نقطة قبضة القوّة واتّجاهها.

3. الحركة والسرعة

أن يصف الطلاّب مكان الجسم كدالة للزمن وصفًا كلاميًا وفي جدول وفي رسم بياني.

الصعوبات المتوقّعة في التدريس والمفاهيم الخاطئة الشائعة

تشير الكثير من الأبحاث إلى أنّ- الطلاّب بالنسبة لقوانين الفيزياء قد تمّت بلورتها خلال تجاربهم في الحياة اليومية، وبأنّهم ليسوا "لوحًا أملس"، يتلقّون أقوال المعلّم كما هي. هذه المفاهيم التي معظمها لا يتلاءم مع مفاهيم العلماء، تُسمّى في كتب كثيرة: مفاهيم ساذجة" (naïve conceptions) ، أو مفاهيم " مسبقة" (preconceptions) أو مفاهيم "بديلة" (alternative conceptions) أو مفاهيم "خاطئة" (misconceptions).

تبيّن التجارب أنّه من الصعب جدًّا التخلّص من هذه المفاهيم الخاطئة، وأنّ الطرق التدريسية التي تشدّد على الجوانب الكمّية لا تغيّر بشكل ملحوظ معظم المفاهيم الخاطئة القائمة في مواضيع كالقوى والحركة.

[4] تتضمّن هذه الوحدة فقط تطرّقًا إلى الحقيقة هل هناك تغيّر في السرعة في حدث معطى، وليس إلى الوتيرة التي تتغيّر بها السرعة (مقدار التسارع).

كيف يفهم الطلاّب المصطلحات المركزية التي تتعلّق بالمواضيع التي تتناولها وحدة "القوى والحركة"؟

يركّز الجدول التالي بعض المفاهيم الخاطئة الشائعة في الحياة اليومية إلى جانب المبادئ العلمية المقبولة:

الحدث	المفهوم الخاطئ	التوجّه العلمي
سيّارة تسير	المحرّك يدفع السيّارة إلى الأمام.	لا يمكن أن يكون الجسم في تأثير متبادل مع نفسه! لذلك الجسم (السيّارة في هذه الحالة) لا يمكنه تحريك نفسه. (الشارع هو الذي يدفع السيّارة.).
ولد يدفع حائطًا ويندفع إلى الخلف	الولد يدفع نفسه.	حركة الجسم تتسبّب فقط نتيجة القوى التي تؤثّر عليه، وليس بسبب القوى التي يؤثّر بها هو على أجسام أخرى! (في هذه الحالة الحائط هو الذي يدفع الولد.).
تصادم جبهي(وجهًا لوجه) بين شاحنة ودرّاجة نارّية	القوّة التي تؤثّر بها الشاحنة على الدرّاجة النارّية أكبر من القوّة التي تؤثّر بها الدرّاجة النارّية على الشاحنة (إذا أثّرت أصلاً بقوّة)، ولذلك تتضرّر الدرّاجة النارّية بمدى أكبر.	الجسمان أثّرا بقوّتين متساويتين الواحد على الآخر، لكنّ نتيجتَي التأثير المتبادل تتعلّقان بمميّزات الجسمين (مثل، كتلة الجسم تؤثّر على التغيّر في سرعته، المادّة التي صُنع منها تؤثّر على مدى سحقه). يمكن لنفس القوّة أن تؤدّي إلى نتائج مختلفة بالنسبة للأجسام المختلفة. (الدرّاجة النارّية "أضعف" كثيرًا من الشاحنة، ولذلك تُصاب بمدى أكبر.).
ولد ووالده على زلاّجات يدفعان أحدهما الآخر من حالة الوقوف ويتباعدان بسرعة ابتدائية مختلفة	حقيقة أنّ الولد يتحرّك في البداية بسرعة ابتدائية أكبر من سرعة والده تنبع من أنّ القوّة التي يؤثّر الوالد بها على الولد هي أكبر.	القوى في التأثير المتبادل متساوية دائمًا في مقاديرها (ومتعاكسة في اتّجاهها) لكنّ تأثيرها يمكن أن يكون مختلفًا. سبب تحرّك الولد بسرعة أكبر في البداية (أي التغيّر في السرعة أكبر) هو لأنّ كتلته أقلّ من كتلة والده.

تجدون في موقع موتنت http://stwww.weizmann.ac.il/interaction.asp استعراضًا واسعًا لنتائج أبحاث تصف الطريقة التي يفهم بها الطلاّب مصطلحات مركزية تتعلّق بهذه الوحدة. لا شكّ أنّه في الإطار الزمني الضيّق المخصّص لهذه الوحدة لا يمكن التطرّق بصورة ملحوظة إلى طرق فهم الطلاّب. مع ذلك من المهمّ بأن يكون المعلّمون على علم بالمصطلحات المختلفة وأن يفهموا مصادرها.

خلفية علمية

أ. المضامين

منظومات اصطلاحية في العلم: القوى والطاقة

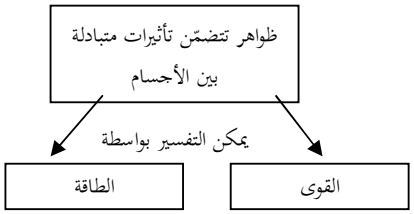
يمكن إطلاق مصطلحات على الظواهر الفيزيائية التي تحدث في العالم وفهمها وتحليلها بواسطة منظومتين اصطلاحيتين مختلفتين: منظومة مصطلحات القوى ومنظومة مصطلحات الطاقة. من المهمّ التشديد على أنّنا نتحدّث عن منظومتين اصطلاحيتين مختلفتين (بينهما علاقة معيّنة) تمكّنان بحث نفس المسألة بطريقة مغايرة من خلال أخذ اعتبارات مختلفة بالحسبان. في بعض الأحيان، يمكن حلّ نفس المسألة وإيجاد نفس المقدار المطلوب (السرعة مثلاً) بمساعدة المنظومتين الاصطلاحيتين كلّ على حدة.

يستعمل الفيزيائيون هاتين المنظومتين الاصطلاحيتين لتسمية وفهم وتحليل ظواهر تتضمّن تأثيرات متبادلة بين الأجسام، وسترافقان الطلاّب أيضًا في تعلّم الفيزياء في المراحل الثانوية. لذلك هناك أهمّية كبرى في هذا التعرّف الأوّلي على المنظومتين في المراحل الإعدادية. لا نوصي بالتطرّق إلى ذلك بصورة صريحة في الصفّين السابع والثامن، لكنّنا نرى أهمّية بأن يتعرّف الطلاّب في نهاية الصفّ التاسع (بوضوح) على المنظومتين الاصطلاحيتين.

استعمال منظومات اصطلاحية بديلة لوصف نفس الظواهر يشبه استعمال اللغات المختلفة التي هي أيضًا تتميّز بمجموعة مصطلحات وعلاقات بينها. من تجربتنا هناك معلّمون يبدون اهتمامًا باستعمال مصطلحات "لغة القوى"

وَ "لغة الطاقة" عند الحديث عن المنظومتين الاصطلاحيتين اللتين سبق ذكرهما. يقتصر استعمال هذه المصطلحات على المعلّمين، ولا نوصي باستعمالها مع الطلاّب.

تتطرّق هذه الوحدة إلى تعرّف أوّلي على منظومة مصطلحات القوى. تتطرّق وحدة أخرى إلى منظومة مصطلحات الطاقة (ترد وحدة الطاقة في موقع موتنت– انظروا عنوان الموقع في الملحق).



فيما يلي تطرّق قصير إلى المصطلحات المركزية في كلّ واحد من الفصول الفرعية

1. التأثير المتبادل والقوى والحركة

أ. مصطلح التأثير المتبادل ومصطلح القوّة

القوى هي طريقة لوصف ظواهر طبيعية مختلفة بمساعدة مصطلحات القوّة ومحصّلة القوى وقوانين نيوتن والسرعة. نوصي، اعتمادًا على نتائج بعض الأبحاث، بتدريس مصطلح "التأثير المتبادل" في البداية، واشتقاق مصطلح القوّة والحركة وتغيّر السرعة منه. هذا بخلاف التوجّه التقليدي لتدريس مصطلح "القوّة" الذي يتطرّق فيه الطالب في البداية إلى الجسم الوحيد وإلى نتائج التأثير بقوّة عليه.

الأفكار العلمية التي تنعكس في هذا الموضوع هي:

- يُعرَّف التأثير المتبادل على أنّه تأثير متبادل بين جسمين.
- يمكن تشخيص تأثير متبادل بين جسمين عندما نلاحظ أنّ أحد الجسمين يغيّر حركته و/أو شكله.
- هناك تأثيرات متبادلة تتضمّن تلامسًا وهناك تأثيرات متبادلة بدون تلامس (عن بُعد).
- التأثيرات المتبادلة عن بُعد هي تأثيرات متبادلة تشترك فيها الأجرام السماوية والأقطاب المغناطيسية والشحنات الكهربائية. جميع سائر التأثيرات المتبادلة هي في التلامس فقط!
- لا يستطيع الجسم أن يكون في تأثير متبادل مع نفسه! لذلك لا يستطيع الجسم تحريك نفسه. إذا علمنا بأنّ جسمًا يبدأ بالتحرّك– فإنّ جسمًا آخر يجب أن يكون سبب ذلك!
- يمكن أن يحدث بين جسمين (في آن واحد) أكثر من تأثير متبادل واحد. على سبيل المثال، مغناطيسان موضوعان الواحد على الآخر (تأثير متبادل في التلامس وتأثير متبادل مغناطيسي).
- يُعرَّف مقدار القوّة على أنّه شدّة التأثير المتبادل. تؤثّر في التأثير المتبادل قوّتان متساويتان في مقدارهما ومتعاكستان في اتّجاههما، وتؤثّران على جسمين مختلفين (القانون الثالث لنيوتن).
- القوّة العمودية (التي تؤثّر بها الأرض على سبيل المثال، باتّجاه الأعلى) وقوّة الاحتكاك هما قوّتان يجب أن نفترض وجودهما لتفسير لماذا الجسم الذي ينجذب إلى الأرض لا يغيّر سرعته باتّجاه القوّة التي تؤثّر عليه.
- يتسبّب تغيّر سرعة الجسم فقط نتيجة القوى التي تؤثّر عليه (القانون الثاني لنيوتن) وليس نتيجة القوى التي يؤثّر هو بها على الأجسام الأخرى!
- تتعلّق نتائج التأثير المتبادل بمميّزات الأجسام. يمكن لنفس القوّة أن تؤدّي إلى نتائج مختلفة عندما تؤثّر على أجسام مختلفة مبنيّة من موادّ مختلفة وَ/ أو ذات أبعاد مختلفة (مثلاً عربة القطار والسيّارة مصنوعتان من نفس المادّة (الحديد) لكنّ أبعادهما مختلفة.

ب. الكتلة والوزن

تعلّم الطلاّب تعريف الكتلة في الماضي ("كمّية المادّة" حسب التعريف الفطري، انظروا مقال د. تامي يحيئيلي حول هذا الموضوع في قائمة المصادر).

يُعرَّف وزن الجسم على أنّه قوّة الجاذبية التي يؤثّر بها جرم سماوي على جسم موجود عليه أو بالقرب منه. قوّة الجاذبية التي تؤثّر على الجسم الموجود على جرم سماوي معيّن هي ثابتة دائمًا، واتّجاهها نحو مركز الجرم السماوي، لذلك وزن الجسم على سطح جرم سماوي معيّن هو مقدار ثابت. نقيس الوزن بواسطة مقياس القوّة الذي يسمّى "مقياس الوزن"[5]. هناك علاقة وثيقة بين الكتلة (m) والوزن (W) في الأجرام السماوية المختلفة (بما فيها الكرة الأرضية بالطبع). يوجد في كلّ جرم سماوي معامل (g) الذي يربط بين الكتلة (m) والوزن (W) على النحو التالي: $W=mg$.

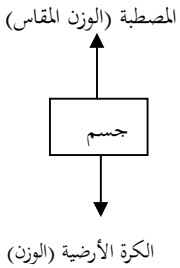
وزن معظم الأجسام الموجودة على الكرة الأرضية مساوٍ للوزن الذي يقاس بواسطة مقياس القوّة، وذلك بشرط بأن تكون القوّتان الوحيدتان اللتان تؤثّران على الجسم بالاتّجاه العمودي هما قوّة الجاذبية باتّجاه الأسفل والقوّة التي يؤثّر بها الميزان/ الأرض باتّجاه الأعلى.

[5] مقياس الوزن الذي يقيس القوى، يترجم في أغلب الأحيان، وزن الجسم إلى كتلة ويعرضها بوحدات الكتلة– كغم.

يتعلّق المعامل g بأبعاد الجرم السماوي وبكثافته. يسمّى هذا المعامل "تسارع الجاذبية"، وقيمة g على الكرة الأرضية هي حوالي 10 نيوتن للكغم (N/kg). وقيمته على القمر هي g=1.6 N/kg وتبلغ قيمته على الكوكب السيّار المشتري حوالي 25 نيوتن للكغم. لذلك وزن الجسم على الكرة الأرضية الذي كتلته 1 كغم هو 10 نيوتن، وَ 1.6 نيوتن على سطح القمر، وَ 25 نيوتن على "سطح" المشتري (المشتري هو كوكب غازي وعديم "السطح" بمعناه التقليدي).
بخلاف الوزن، الكتلة لا تتغيّر في الأجرام السماوية المختلفة. انظروا تمثيلاً في الموقع * "your weight on different planets" (http://www.exploratorium.edu/ronh/weight/)*.

ج. الوزن والوزن المقاس

في بعض الحالات (كما في المصعد المتسارع أو المتباطئ) هناك فرق بين وزن الجسم ووزنه المقاس لأنّ الوزن المقاس يتعلّق بمجموع (محصّلة) القوى التي تؤثّر على الجسم باتّجاه الأعلى (مثلاً القوّة التي تؤثّر بها الأرض على الجسم). الوزن المقاس للجسم يسمّى أيضًا الوزن الفعلي، ويتعلّق "بإحساس" وزن الجسم.



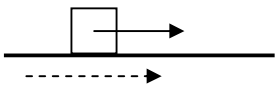
عندما يكون الجسم في حالة راحة على المصطبة، مقدار القوّة التي تؤثّر بها المصطبة باتّجاه الأعلى (الوزن المقاس) يساوي مقدار قوّة الجاذبية (الوزن)، انظروا الرسم التوضيحي أعلاه. هناك حالات يختلف فيها الوزن (قوّة الجاذبية) عن الوزن المقاس. يحدث ذلك عندما تطرأ تغيّرات على السرعة في المحور العمودي. على سبيل المثال، عندما يبدأ المصعد في التحرّك باتّجاه الأعلى يكون الوزن المقاس أكبر من الوزن (قوّة الجاذبية)، وعندما يبدأ في التحرّك باتّجاه الأسفل ويكون الوزن المقاس أقلّ من الوزن (قوّة الجاذبية).
هناك مثال آخر يتطرّق إلى الأجسام الموجودة في مسار حول الكرة الأرضية وتكون في تأثير متبادل مع الكرة الأرضية فقط، في هذه الحالة نقول إنّ الجسم في "سقوط حرّ". هذه الأجسام هي ذات وزن (تؤثّر عليها قوّة الجاذبية) لكنّها عديمة الوزن المقاس، لذلك نرى روّاد الفضاء "يحلّقون" في السفينة الفضائية لأنّهم "عديمو الوزن" (المقاس).

د. الشغل

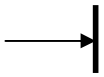
عندما نؤثّر بقوّة على جسم يتحرّك على طول طريق معيّنة، والقوّة (أو مركّب القوّة) تؤثّر باتّجاه الطريق نقول إنّ القوّة تنفّذ شغلاً على الجسم (انظروا الرسوم التوضيحية أدناه). هناك اختلاف بين مصطلح "الشغل" باللغة اليومية وبين المصطلح الفيزيائي الذي يحمل نفس الاسم. يُقاس الشغل بوحدات جول (متر X نيوتن) التي هي أيضًا وحدات الطاقة، وبالفعل مصطلح الشغل يربط بين لغة القوى ولغة الطاقة. العلاقة المفصّلة (شغل محصّلة القوى التي تؤثّر على الجسم يساوي التغيّر في طاقته الحركية) يتعلّمها الطلاّب بصورة كمّية في الصفّ التاسع.

بغرض توضيح مصطلح الشغل نتطرّق إلى الأمثلة التالية:

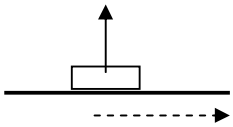
- تؤثّر القوّة باتّجاه المسافة: يدفع يوسف صندوقًا على الأرض بالقوّة F التي تنفّذ شغلاً على الصندوق.



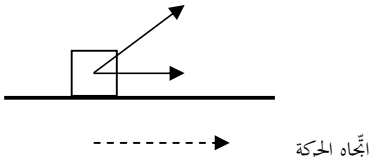
- تؤثّر قوّة لكن لا توجد حركة: يدفع يوسف حائط باطون بالقوّة F. لا يوجد شغل.

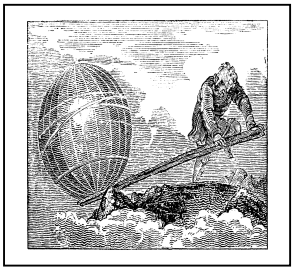


- تؤثّر القوّة معامدة لاتّجاه الحركة: قرص هوكي يتزحلق على سطح مغطًّى بالجليد (لا يوجد احتكاك). القوّة التي تؤثّر بها المصطبة على القرص باتّجاه الأعلى لا تنفّذ شغلاً على القرص.



- تؤثّر القوّة باتّجاه يكوّن زاوية مع اتّجاه حركة الجسم المتحرّك: يجذب يوسف علبة صغيرة بحبل باتّجاه مائل: مركّب القوّة F_x باتّجاه المسافة ينفّذ شغلاً على الجسم.



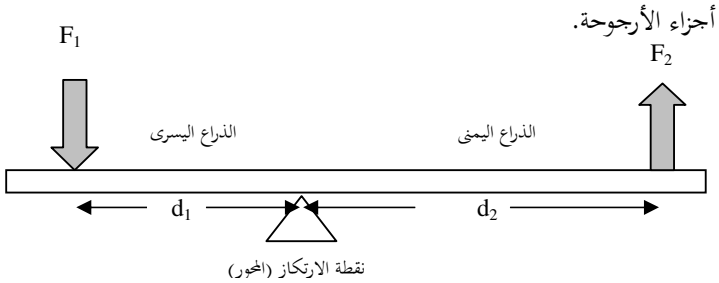


2. القوى في خدمة الإنسان

أ. الرافعات

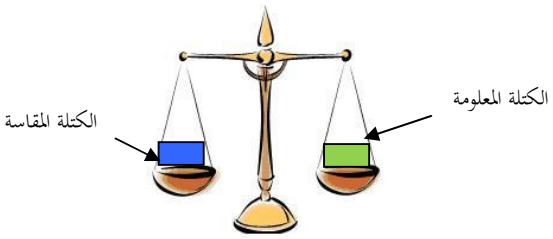
الرافعات هي آلات تمكّننا من رفع أحمال ثقيلة إلى ارتفاع يمكن أن يكون عاليًا جدًّا (الونش مثلاً). بدأ الإنسان في استعمال الرافعات منذ زمن بعيد.

أبسط رافعة هي الأرجوحة: عندما نؤثّر بقوّة باتّجاه الأسفل **(F_1)** على أحد طرفَي الأرجوحة، تؤثّر قوّة باتّجاه الأعلى **(F_2)** في الطرف الآخر من الأرجوحة. الرسم التوضيحي التالي يمثّل ذلك مع تفصيل أجزاء الأرجوحة.



يمكن أن نلاحظ في الرسم التوضيحي أنّ الأرجوحة تشمل ذراعين ونقطة ارتكاز واحدة بينهما. عندما تساوي الذراع اليسرى الذراع اليمنى ($d_1=d_2$) فإنّ القوّتين تتساويان أيضًا **($F_1=F_2$)** .

يمكن استغلال هذا التساوي بين القوّتين وبناء ميزان يمكن بواسطته المقارنة بين كتلتين.



عندما لا تكون الذراعان متساويتين ($d_1 \neq d_2$) فإنّ القوّتين أيضًا لا تكونان متساويتين ($F_1 \neq F_2$) لكن تكون علاقة عكسية بين طولَي الذراعين في جهتَي نقطة الارتكاز وبين مقدار القوّتين الناتجتين. يسمّى هذا المبدأ "قانون الرافعة": عندما نؤثّر بقوّة على القضيب في جهتَي نقطة الارتكاز (نعلّق جسمين، على سبيل المثال)، فإنّه في حالة الاتّزان الآلي تتحقّق مساواة بين حاصل ضرب القوّتين في بُعديهما عن نقطة الارتكاز (أو البُعد عن محور الدوران) $F_1d_1=F_2d_2$.

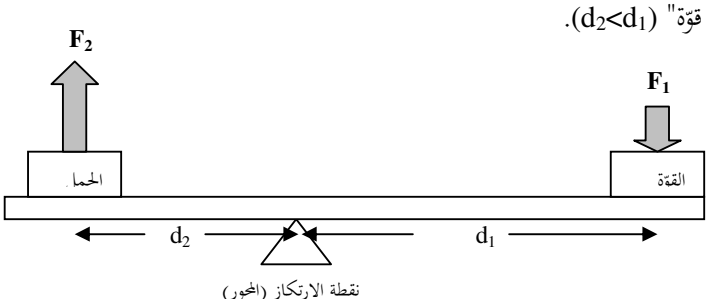
عمليًا، الوظيفة الأساسية للرافعة هي "ربح قوّة"، أي يمكن الحصول على قوّة كبيرة (F_2) من خلال التأثير بقوّة صغيرة (F_1) ومن خلال استعمال طولَي ذراعين مختلفين، كما سيوصف لاحقًا. يمكن أن تكون للرافعات أشكال متنوّعة، ومن الصعب أحيانًا أن نشخّص فورًا جميع أجزاء الرافعة التي وُصفت أعلاه (الذراعان ونقطة الارتكاز).

يمكن فهم المبدأ الفيزيائي الذي يعتمد عليه عمل الرافعة ("قانون الرافعة") بمساعدة مصطلح "الشغل"، لكنّ هذا الموضوع هو خارج إطار هذه الوحدة.

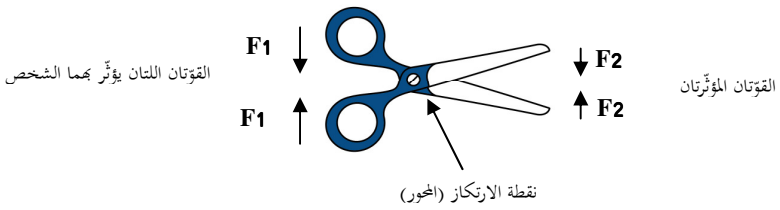
أنواع الرافعات

هناك ثلاثة أنواع أساسية للرافعات (طول الأسهم المليئة في الرسمين التوضيحين التاليين يشير إلى مقادير القوى النسبية):

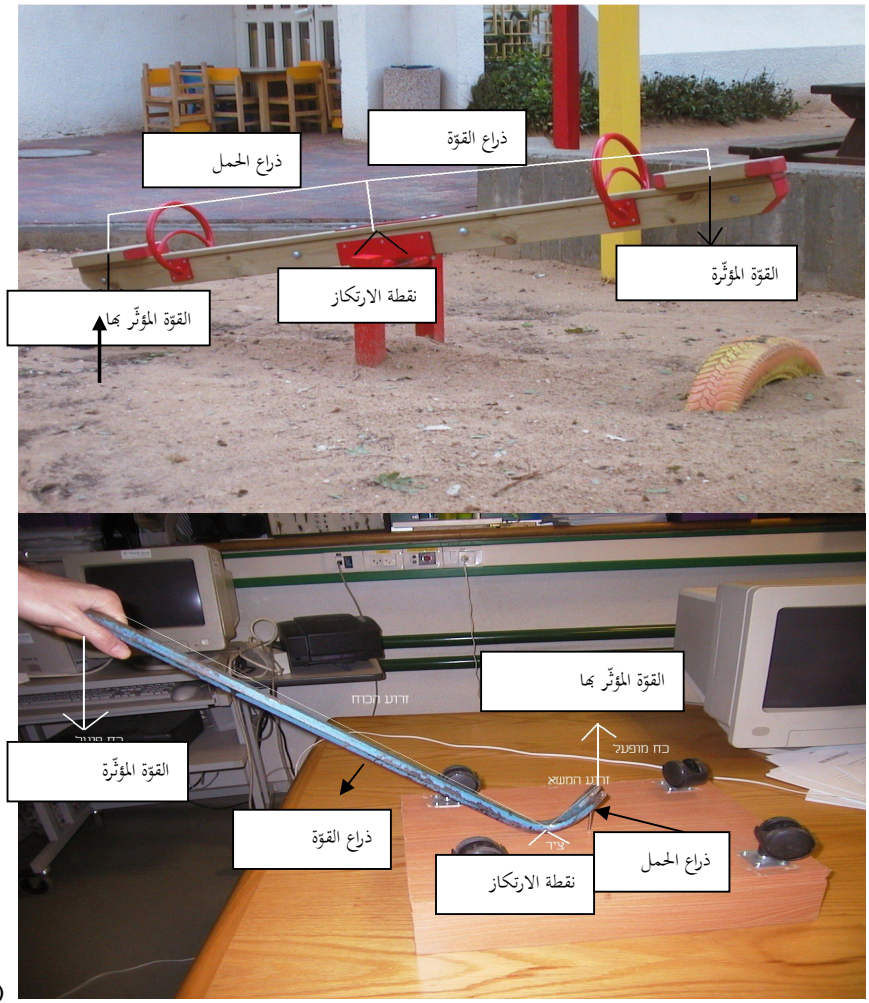
1. الرافعة من النوع الأوّل: الرافعة التي نقطة ارتكازها موجودة بين طرفَي القضيب. على سبيل المثال، الكمّاشة، المقصّ. القوّة المؤثّرة (السهم الأيمن $\mathbf{F_1}$) يمكن أن يؤثّر بها الشخص بشكل مباشر أو عن طريق محرّك. القوّة المؤثّرة على الحمل، $\mathbf{F_2}$ أكبر، أي هناك "ربح قوّة" ($d_2<d_1$).



مثال: المقصّ– رافعتان موصولتان بواسطة محور.

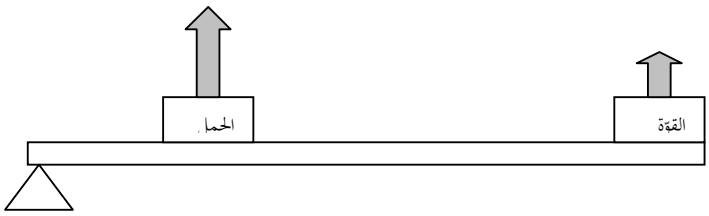


مثالان: أرجوحة في ملعب وعتلة لنزع المسامير

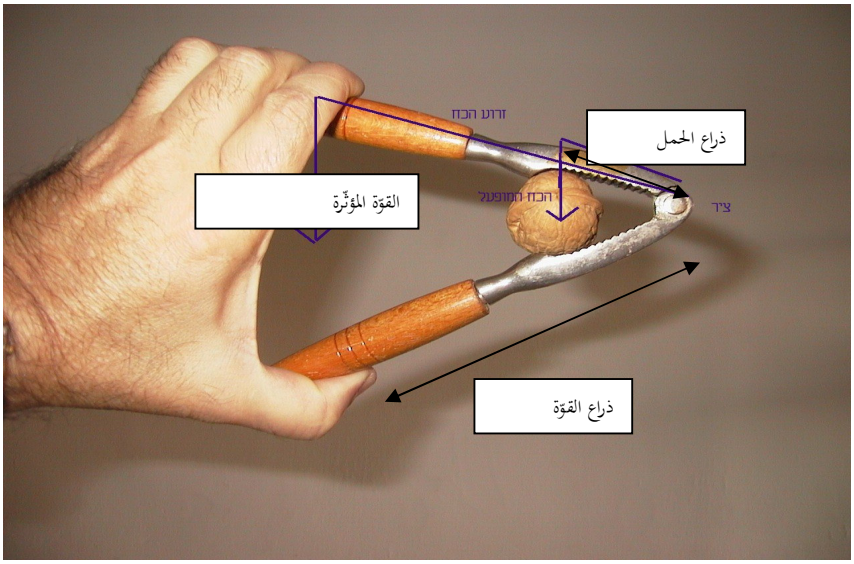


(ش. زجوري)

2. الرافعة من النوع الثاني: رافعة نقطة ارتكازها موجودة في أحد طرفَي القضيب ويُؤثَّر بالقوّة في الطرف الآخر. الحمل المرفوع موجود بين نقطة الارتكاز والقوّة المؤثّر بها (انظروا الرسم التوضيحي). على سبيل المثال: كسّارة الجوز، مفتاح المواسير، عربة اليد، الحنفية التي مع مقبض.

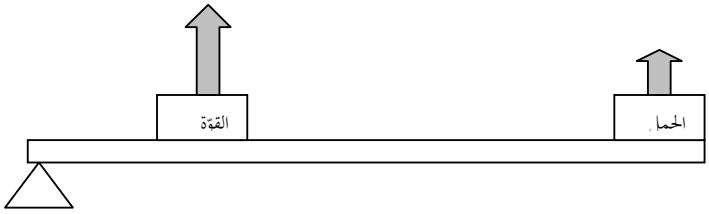


مثال: كسّارة الجوز



(ش. زچوري)

3. الرافعة من النوع الثالث: الرافعة التي نقطة ارتكازها موجودة بالقرب من نقطة التأثير بالقوّة والحمل موجود في نقطة أبعد (انظروا الرسم التوضيحي). على سبيل المثال: الملقط.



ب. عروض للرافعات والعجلات

تشمل اللغة العلمية عروضًا مختلفة للأجسام أو للأحداث الحقيقية. العرض البياني هو أحد هذه العروض. في أغلب الأحيان يعتبر فهم هذه العروض هامًّا لفهم الحدث.

لعرض حدث معيّن بهذه الطريقة يمكن استعمال ثلاث طرق:

أ. صورة للحدث. تكمن سلبية الصورة في كونها تتضمّن تفاصيل كثيرة إضافية ليس لها علاقة، وكذلك هناك أجزاء معيّنة من المنظومة لا يمكن رؤيتها. بالإضافة إلى صعوبة إضافة كتابات توضيحية لها.

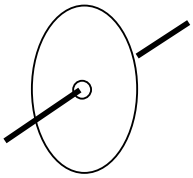
ب. الرسم (رسم فنّي)– رسم الحدث/ الرافعة بصورة "تحاكي" (تنسخ) الصورة. الرسم الفنّي شائع جدًّا في الأوصاف التي تبيّن المنظومات الفرعية المدمجة بعضها في بعض، والتي لا يمكن تبيينها في الصورة (مثلاً رسم أجزاء المحرّكات).

ج. رسم تخطيطي للحدث من خلال استعمال إشارات متّفق عليها تمثّل أجسامًا حقيقية (شائع جدًّا في مجال الدوائر الكهربائية).

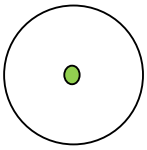
نورد فيما يلي العروض البيانية الهامّة التي سنستعملها في هذه الوحدة (الصورة– العرض الفنّي– العرض التخطيطي).

1. عجلة:

صورة

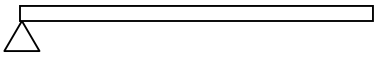


عرض فنّي

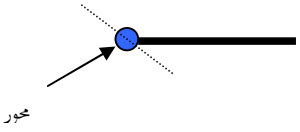


عرض تخطيطي

2. قضيب على محور في طرفه:



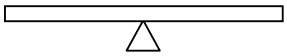
عرض فنّي



عرض تخطيطي

3. قضيب على محور في مركزه:

صورة



عرض فنّي

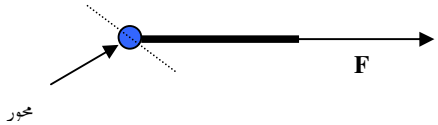
عرض تخطيطي

ج. دوران الأجسام

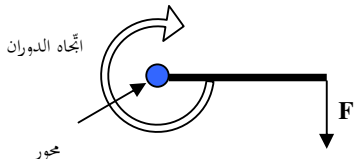
عندما نؤثّر بقوى على أجسام ذات محور دوران، يمكنها التحرّك حول محور الدوران. يمكن التحديد إذا كان الجسم سيدور حسب مقدار القوّة ومكان تأثير القوّة (نقطة الإمساك) واتّجاه الجسم بالنسبة للذراع. انتبهوا إلى أنّ الرسوم التوضيحية التالية هي من نظرة علوية، وأنّ اتّجاه المحور معامد للصفحة وأنّ الدوران هو في مستوى الصفحة.

مثالان:

- عندما يكون اتّجاه القوّة موازيًا للذراع، لا يدور الجسم:



- عندما يكون اتّجاه القوّة معامدًا للذراع، يدور الجسم:

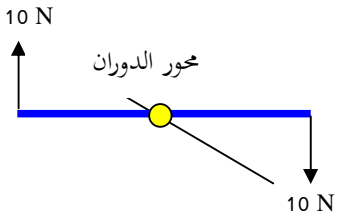


وحدة تدريس– تعلّم– تقييم في موضوع: القوى والحركة

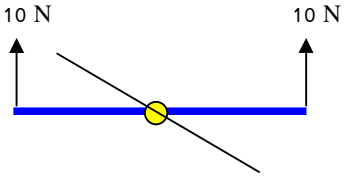
- عندما يكون محور الدوران في منتصف الرافعة يجب الأخذ بالحسبان القوّتين اللتين تؤثّران من جهتَي المحور:

انتبهوا إلى أنّ الدائرة التي في مركز القضيب في الرسوم التوضيحية التالية تشير إلى محور الدوران في مستوى الصفحة.

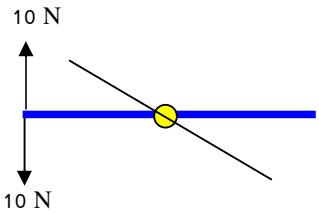
توجد حركة: يدور الجسم باتّجاه عقارب الساعة



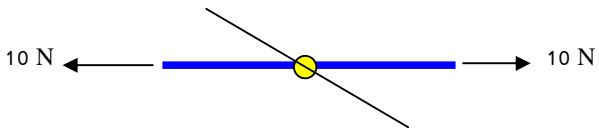
لا توجد حركة



لا توجد حركة: تؤثّر القوّتان باتّجاهين متعاكسين على نفس النقطة، لذلك محصّلة القوى في هذه النقطة هي صفر.



لا توجد حركة: لا يوجد مركِّب قوّة بالاتّجاه الممكن لحركة للقضيب.



3. الحركة والسرعة

تشمل اللغة العلمية عدّة مقادير تقاس مباشرةً من الأحداث المختلفة، مثل: الكتلة والمسافة والزمن، وباقي المقادير الأخرى يمكن وصفها بواسطة الكتلة والزمن والمسافة، وهناك مقادير أخرى تُشتقّ من المقادير التي تقاس مباشرةً كالسرعة والتسارع والوزن.

الوحدات المعيارية في العلم (التي تسمّى System International, S.I) التي نعبّر بواسطتها عن المقادير المختلفة هي:

أ. المسافة– أمتار

ب. الزمن– ثوانٍ

ج. الكتلة– كغم

المقادير التي تُشتقّ من المقادير أعلاه يُعبَّر عنها بواسطة وحدات هذه المقادير:

أ. السرعة– متر في الثانية (أو كم في الساعة)

ب. التسارع– متر في الثانية تربيع

ج. الوزن (أو القوّة)– كغم ضرب متر مقسوم على ثانية تربيع (تسمّى هذه الوحدة نيوتن أيضًا)

المعادلة التي تربط بين المسافة (x) التي قطعها الجسم في حركته على طول خطّ مستقيم وبين سرعته (v) ، إذا كانت ثابتة، خلال الزمن t هي $x=vt$.

ب. المهارات

في إطار تعليم العلوم والتكنولوجيا في المدارس الإعدادية نتناول إكساب المهارات والتمرّن عليها وتطبيقها. توفّر هذه الوحدة فرصًا لإكساب عدد من المهارات والتمرّن عليها خلال حلّ المسائل المختلفة في هذه الوحدة. فيما يلي قائمة للمهارات المركزية. ذُكرت بجانب كلّ مهارة بعض الأمثلة من أسئلة التقييم من مجمّع المهمّات التي استعملت المهارة المذكورة [6]. يعتمد وصف المهارات على مستند إستراتيجيات التفكير لقسم المناهج التعليمية: **http://meyda.education.gov.il/files/Tochniyot_Limudim/Portal/EstrategyotChashiva.pdf**

1. **مهارات بحثية**
   - طرح فرضيات (تنبّؤ) (مثلاً السؤالان 69، 78)
   - استنتاج استنتاجات من نتائج التجربة (مثلاً الأسئلة 39، 80، 64، 66، 38–40)
   - استنتاج استنتاجات من معلومات معروضة في عروض بيانية مختلفة (مثلاً الأسئلة 102–107، 114–115)

2. **حجاج (يمكن استعمال النموذج التدريسي "التأثير المتبادل والقوى"– انظروا المصادر)**
   - استعمال العروض البيانية لتفسير ظواهر بلغة القوى (مثلاً الأسئلة 15، 17، 20، 22–24، 26)
   - استعمال إستراتيجية حلّ المسائل (هذه المهارة متاحة في معظم الأسئلة)

3. **المقارنة لحلّ المسائل** (مثلاً الأسئلة 18–19، 7، 4، 1، 36، 32، 92–97)

4. **عرض معلومات (عروض نصّية، رسم توضيحي تخطيطي، مخطّط مستطيلات، جدول، رسم بياني)**
   - عرض معلومات في رسم بياني وجدول ومخطّط
   - عرض معلومات لحالة معطاة (مثلاً السؤالان 108، 110)
   - ربط ودمج معلومات استُنتجت من عروض مختلفة (مثلاً الأسئلة 45، 102–107)

[6] يشمل فصل مجمّع المهمّات جدولاً يشير بالنسبة لكلّ سؤال في المجمّع إلى المهارات المطلوبة وكذلك إلى تقديرنا بالنسبة للمستوى الذهني ومستوى صعوبة السؤال.

اقتراحات تدريسية للموضوع

1. مقدّمة

تتناول هذه الوحدة وصف وتفسير وتنبّؤ ظواهر بمساعدة معلومات تعتمد على قوانين نيوتن.

يتميّز التوجّه التدريسي المقترح في هذه الوحدة بثلاثة مميّزات مركزية:

أ. **التأثير المتبادل أوّلاً**: يتمّ تدريس مصطلح التأثير المتبادل في البداية. يتعلّم الطلاّب عن فكرة التأثير المتبادل ويتعرّفون على تأثيرات متبادلة في التلامس، وفي مرحلة لاحقة يتعرّفون على التأثيرات المتبادلة التي تعمل عن بُعد. يُستعمل مقدار القوّة مقياسًا لشدّة التأثير المتبادل، ويوصف كلّ تأثير متبادل بواسطة زوج من القوى. القانون الثالث لنيوتن مدمَج مباشرةً في هذا التوجّه، لأنّ كلّ تأثير متبادل يرتبط بزوج من القوى متساويتين في المقدار ومتعاكستين في الاتّجاه.

ب. **مفهوم المنظومة**: يتمّ تحليل الحدث في سياق المنظومة التي يحدث فيها. أي أنّ التحليل يبدأ بوصف المنظومة المتعدّدة الأجسام وتحديد جميع التأثيرات المتبادلة للأجسام في المنظومة، وفقط في مرحلة لاحقة ترجمة التأثيرات المتبادلة إلى قوّتين والتركيز على الأجسام الفردية مع التطرّق إلى السؤال المطروح. يُشتقّ هذا المفهوم من الحقيقة بأنّ تصرّف الجسم يُحدَّد بواسطة جميع التأثيرات المتبادلة (القوى) التي يشارك فيها، ولذلك يجب التطرّق إلى المنظومة التي يعمل فيها. القوّة لا تظهر "لوحدها" أبدًا وإنّما ضمن قوّتين. الرصد المنهجي لجميع التأثيرات المتبادلة (والقوى) بين الأجسام في التلامس والتأثيرات المتبادلة التي تؤثّر عن بُعد يتيح للطالب عدم نسيان قسم من التأثيرات المتبادلة، وبذلك يمنع أيضًا ميل الطلاّب إلى نسيان قسم من القوى التي تؤثّر على الجسم. كذلك الانتقال من وصف التأثيرات المتبادلة في المنظومة إلى الوصف بواسطة القوى يتحقّق بسهولة نسبية بعد أن تمرّن الطالب على تشخيص جميع التأثيرات المتبادلة ذات الصلة التي يشارك الجسم فيها، وعلى ترجمتها إلى قوّتين تؤثّران على الجسم (الموصوفتين في مخطّطات القوى). الطلاّب الذين يعتادون على التفكير بمصطلحات التأثير المتبادل والمنظومة يحلّون بسهولة أكبر مسائل "في المدرسة" وكذلك يمكنهم النجاح في تفسير أحداث من حياتهم اليومية التي لا نلتقي فيها "بجسم حرّ" بتاتًا.

ج. **إستراتيجية لحلّ المسائل**: إكساب المنظومة الاصطلاحية مدمَج مع إكساب إستراتيجية حلّ المسائل التي تتيح للطالب التنظيم المنهجي لسلسلة العمليات اللازمة لتحليل الأحداث المعقّدة. هذه الإستراتيجية موصوفة بالتفصيل في البند التالي.

مجرى التدريس

يشمل التدريس ثلاثة أقسام مركزية تلائم الفصول الفرعية التي في الوحدة. يبدأ القسم الأوّل بمصطلح "التأثير المتبادل"، يليه تعريف لمصطلح "القوّة" كمقياس لشدّة التأثير المتبادل. يتعلّم الطلاّب في مرحلة لاحقة بناء مخطّطات قوى واستعمالها لتفسير أحداث من حياتهم اليومية من خلال قوانين نيوتن. حتّى هذه المرحلة، يتمّ تمثيل القوى بصورة نسبية فقط (في كلّ الأبعاد) وهناك فقط تطرّق إلى الحقيقة هل محصّلة القوى هي صفر أم لا، وما هو اتّجاهها. في مرحلة لاحقة هناك معالجة كمّية قليلة تتضمّن إضافة قيَم لمقدار القوّة وحساب محصّلة القوى. ينتهي هذا الفصل الفرعي بعرض أساسي لمصطلح الشغل.

يتضمّن القسم الثاني تطبيقًا للمعلومات التي اكتسبها الطلاّب في موضوع الآلات البسيطة والرافعات. بالإضافة إلى ذلك، ترد عدّة أمثلة لتأثير القوى على دوران الجسم حول محور.

أمّا القسم الثالث فيتمّم التدريس بتحليل الحركة. يشدّد هذا الفصل الفرعي على إكساب فهم معادلة المسافة– السرعة– الزمن (x=vt) وعلى وصف بياني للأحداث التي تتعلّق بتغيّرات الموقع، من خلال التركيز على القدرة على الوصف الكلامي للوصف البياني للحركة.

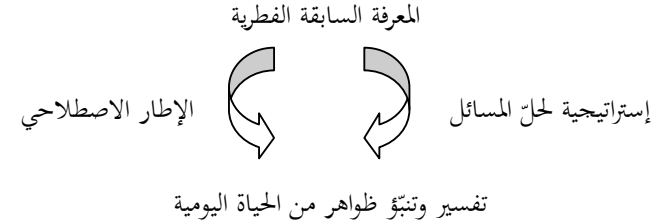
نقترح في هذه الوحدة تجارب مفتاحية تمثّل أنواعًا مختلفة من التأثيرات المتبادلة (تأثيرات متبادلة في التلامس وتأثيرات متبادلة بدون تلامس)، المأخوذة من الحياة اليومية (على سبيل المثال: الدفع والجذب، القوّة المرنة، القوى الكهروستاتية والمغناطيسية، قوى الجاذبية). تشدّد الوحدة على التجارب والعمل في مجموعات وعمليات بحث يقوم المعلّم بإرشادها.

2. المبادئ والمصطلحات الأساسية وإستراتيجية حلّ المسائل

لنفحص المسألة التالية: في حفل تخريج في الجامعة، يُلقي الخرّيجون الجدد قبّعاتهم باتّجاه السماء. تصعد القبّعات إلى ارتفاع معيّن، وتتوقّف وبعد ذلك تعود إلى الأرض. السؤال الذي يُطرَح هو: هل تؤثّر قوّة على القبّعة عندما تكون في أوج ارتفاعها في حالة السكون اللحظية؟

الكثير من الطلاّب، بعد تعلّمهم الفيزياء (في المرحلة الثانوية أيضًا)، يجيبون أنّه بما أنّ القبّعة في أوج ارتفاعها تكون في حالة سكون لحظية، فإنّه لا تؤثّر عليها قوى في هذه اللحظة المعيّنة. هذه الإجابة خاطئة بالطبع، لأنّ قوّة جاذبية الكرة الأرضية تؤثّر على القبّعة طوال الوقت دون علاقة بسرعتها.

يجسّد هذا المثال الصعوبة التي يواجهها الطلاّب الذين ما زالوا يجدون صعوبة في تطبيق المصطلحات لحلّ المسائل المختلفة وبناء تفسيرات، رغم أنّهم اكتسبوا المعرفة والمعلومات حول المصطلحات المركزية خلال تعلّمهم في المدرسة. هذا النوع من الأسئلة يشكّل مثالاً لذلك أنّه لا يمكن الاكتفاء بالإطار الاصطلاحي لتوفير إجابات تتطلّب تحليلاً في عدّة مراحل، وأنّه ينبغي بالإضافة إلى الإطار الاصطلاحي إكساب وسائل لتحليل الظواهر. يوجب مثل هذا التحليل استعمال عمليات مختلفة تنعكس في حلّ المسائل. على سبيل المثال، لتفسير ظاهرة متعلّقة بالتأثير المتبادل وبالقوى وتغيّرات في الحركة، هناك حاجة للتطرّق إلى "مخطّط القوى". بكلمات أخرى، يتوجّب إكساب الطلاّب، بالإضافة إلى الإطار الاصطلاحي، إستراتيجية وإجراءات لحلّ المسائل. بالإضافة إلى ذلك، إكساب الإطار الاصطلاحي والإستراتيجية الملائمة لمجال معيّن يجب أن يأخذ بالحسبان المعرفة الفطرية السابقة للطلاّب، والتي يجب التطرّق إليها خلال التدريس (انظروا المخطّط).

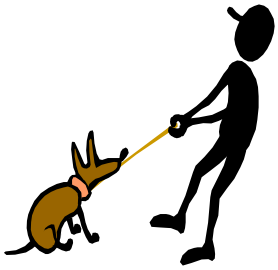


إستراتيجية حلّ المسائل المعروضة في هذه الوحدة تشمل ثلاث مراحل: وصف المنظومة، من المنظومات إلى الجسم الوحيد، تناسب القوى وتأثيرها على الجسم. ترافق المراحل أوامر تنفيذية وأسئلة موجّهة التي يُترجَم الحدث من خلالها (حدث– حالة) إلى سلسلة عروض بصرية. تنتهي العملية ببناء مخطّط القوى التي تؤثّر على جسم معيّن اختير من المنظومة (انظروا الأمثلة لاحقًا).

تؤدّي هذه الإستراتيجية بالطالب إلى التطرّق إلى المنظومة بأكملها وتشخيص جميع التأثيرات المتبادلة والقوى التي تعمل بين الأجسام، وبعد ذلك فقط التركيز على الأجسام الهامّة في السؤال. يستطيع الطالب في هذه المرحلة تحديد "التقاط" الجسم العيني الذي تتناوله المسألة وبناء مخطّط القوى الكامل الذي يلائمه، بسهولة.

نعود ونؤكّد على أنّنا نتحدّث عن إستراتيجية لتحليل **نوعي** للحالات، ولذلك هناك تشديد على جميع التأثيرات المتبادلة والقوى وتطرّق إلى مقدارها النسبي (أكبر، أصغر) في تحديد تصرّف الجسم وليس إلى مقدارها العددي.

فيما يلي وصف قصير للمراحل المختلفة في الإستراتيجية ومثال لتفعيلها. يتناول المثال الحدث التالي: يحاول داني الخروج مع كلبه لجولة الصباح، ويجرّه بحزام لكنّ الكلب لا يتحرّك. فسّروا لماذا.



المرحلة "أ": وصف المنظومة

هدف هذه المرحلة تشخيص الأجسام التي لها صلة بالحالة والتأثيرات المتبادلة التي بينها.

يشمل وصف المنظومات مرحلتين فرعيتين:

1. ترجمة الحالة إلى مخطّط مستطيلات للمنظومة

الشخص	الحزام	الكلب
المصطبة		
الكرة الأرضية		

2. بناء جدول تأثيرات متبادلة لجميع الأجسام في المنظومة.

	الشخص	الحزام	الكلب	المصطبة	الكرة الأرضية
الشخص	0	+	-	+	+
الحزام	+	0	+	-	+
الكلب	-	+	0	+	+
المصطبة	+	-	+	0	+
الكرة الأرضية	+	+	+	+	0

عندما "+" يشير إلى "وجود تأثير متبادل"، وَ "- " يشير إلى "عدم وجود تأثير متبادل" وَ "0" "لا يوجد صلة له" (الجسم لا يمكنه أن يكون في تأثير متبادل مع نفسه).

يرافق هذه المرحلة السؤالان الموجّهان التاليان للتأكّد بأنّ الطلاّب لم ينسوا أيّ تأثير متبادل:

- هل يوجد تأثير متبادل ناتج عن تلامس أجسام المنظومة؟ هل تطرّقتم إلى كلّ تلامس بين أيّ جسمين؟
- هل يوجد تأثير متبادل بدون تلامس (عن بُعد) بين أجسام المنظومة؟

1. تأثير متبادل للجاذبية؟
2. تأثيرات متبادلة كهربائية أو مغناطيسية (جذب، تنافر)؟

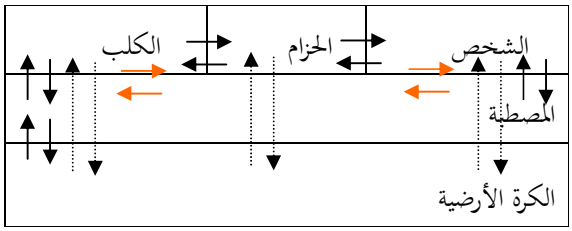
يمكّن مخطّط المستطيلات وجدول التأثيرات المتبادلة للطلاّب التعرّف تعرّفًا أوّليًّا على مصطلح المنظومة، لأنّهم عندما يصفون المنظومة (في البداية بواسطة مخطّط مستطيلات، ومن ثمّ بواسطة جدول التأثيرات المتبادلة) يتوجّب عليهم مواجهة تشخيص (أو تفكيك...) مركّبات المنظومة التي لها صلة.

المرحلة "ب": من المنظومة إلى الجسم الوحيد

هدف هذه المرحلة دفع الطلاّب إلى بناء مخطّط لجميع القوى التي تؤثّر على الجسم المختار.

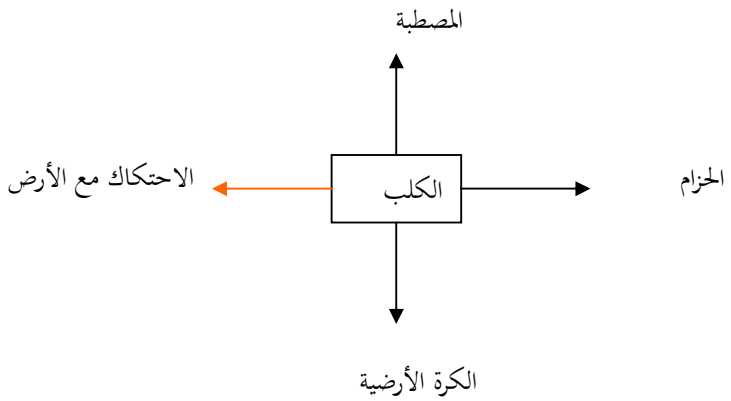
تتمّ العملية في مرحلتين فرعيتين:

1. الإشارة إلى كلّ زوج قوى حسب مخطّط المستطيلات بواسطة جدول التأثيرات المتبادلة.



يعبّر كلّ زوج قوى عن تأثير متبادل بين الجسمين. الأسهم الحمراء تمثّل الاحتكاك.

2. اختيار الجسم "وجمع" كلّ القوى التي تؤثّر عليه من مخطّط المستطيلات.



يتطرّق السؤال الذي في المثال إلى الكلب، لذلك يشكّل الكلب الجسم المختار. تشير الأسهم إلى القوى التي تؤثّر على الجسم (بدون التطرّق إلى مقدار القوى) ويشير اتّجاه الأسهم إلى اتّجاه القوّة. يجب الإشارة إلى أسماء الأجسام التي تؤثّر بالقوى على الكلب.

السؤالان الموجّهان التاليان يؤكّدان القانون الثالث لنيوتن وأنّه تظهر في مخطّط الجسم المختار جميع القوى التي تؤثّر على الجسم واتّجاهها، إلى جانب الإشارة إلى الأجسام التي تؤثّر بكلّ واحدة من القوى.

- هل حرصتم على رسم سهمين لكلّ تأثير متبادل يصفان قوّتين متساويتين في المقدار ومتعاكستين في الاتّجاه؟
- هل عندما ركّزتم على جسم معيّن، رسمتم فقط القوى التي تؤثّر على الجسم؟ افحصوا بأنّكم لم تشملوا قوى يؤثّر بها الجسم على الأجسام الأخرى.

في هذه المرحلة لا نتطرّق إلى المقدار النسبي للقوى التي تؤثّر على الجسم.

المرحلة "ج": تناسب القوى وتأثيرها على الجسم

هدف هذه المرحلة تمكين الطلاّب من التطرّق إلى الحالة وتحليلها بواسطة مخطّط القوى. يوجّه الطلاّب في هذه المرحلة إلى بناء مخطّط كامل يتطرّق إلى الجسم الوحيد مع تناسب القوى الصحيحة (من جانب نوعي فقط: أكبر/ أصغر/ يساوي). الطول النسبي للأسهم التي تمثّل هذه القوى، يمكن أن يُحدَّد اعتمادًا على المعلومات المعطاة في المسألة (القوّة التي تؤثّر على الجسم باتّجاه اليمين بواسطة X أكبر من القوّة التي تؤثّر على الجسم باتّجاه اليسار بواسطة Y) أو حسب مميّزات حركة الجسم.

في المثال الحالي، يعدّل الطالب أطوال الأسهم في المحورين الأفقي والعمودي، حسب مميّزات حركة الكلب، للحصول على مخطّط قوى كامل. في هذه الحالة الكلب لا يتحرّك (معطى)، ولذلك القوى متكافئة، أي أنّ الأسهم في كلّ محور متساوية الطول ومتعاكسة الاتّجاه.

السؤال الموجّه التالي "يتأكّد" من أنّ الطالب قد فهم الحالة جيّدًا ويتيح له الربط بين القوى والحركة (القانون الثاني لنيوتن).

هل أخذتم الحقائق التالية بالاعتبار؟

- عندما تكون القوى التي تؤثّر على الجسم في نفس النقطة متكافئة– فإنّ النتيجة مطابقة للحالة التي لا تؤثّر فيها قوّة بتاتًا على الجسم: الجسم لا يتحرّك من مكانه.
- عندما لا تكون القوى التي تؤثّر على الجسم متكافئة– فإنّ الجسم يتحرّك باتّجاه تأثير القوّة الأكبر، وسرعته تزداد خلال ذلك.
- كلّما كانت كتلة الجسم (الذي يمكنه التحرّك) أصغر، كانت وتيرة التغيّر في سرعته (بتأثير قوّة ثابتة) أكبر.

تحضيرًا لهذه المرحلة، يتعلّم الطالب تفعيل قوانين نيوتن على مخطّطات قوى جاهزة وتحليل حركة الأجسام المعروضة في هذه المخطّطات.

وحدة تدريس– تعلّم– تقييم في موضوع: القوى والحركة

3. جدول تخطيط التدريس– التعلّم– التقييم

يعرض الجدول التالي اقتراحًا لتسلسل التدريس/ التعلّم/ التقييم، ويشمل تطرّقًا إلى المواضيع المركزية إلى جانب فعاليات مفتاحية (تجارب موصى بها، محاكاة حاسوبية، مسائل، جولات، أفلام) وتوجيهًا إلى الكتب التعليمية في العلوم والتكنولوجيا للمدارس الإعدادية وتوجيهًا إلى مهمّات تقييمية.

15-20 ساعة دراسية– انظروا تطرّقًا أكثر تفصيلاً بالنسبة للملاءمة بين المواضيع التدريسية والمصطلحات والأهداف والمهارات في الجداول المفصّلة لاحقًا.

الموضوع التدريسي	درس رقم	المصطلحات والأهداف	المهارات	فعاليات مفتاحية	توجيه إلى الكتب التعليمية	توجيه إلى أسئلة التقييم

وحدة تدريس– تعلّم– تقييم في موضوع: القوى والحركة

التأثير المتبادل والقوى والحركة:	1-10	إكساب مصطلحات أساسية (التأثير المتبادل، القوّة، السرعة)	عرض بصري للمعلومات	تحليل حالات مثل: الولد الذي يجرّ كلبًا أو مسابقة شدّ الحبل	التأثير المتبادل والقوى والحركة (القسم الأوّل) الميكانيكا النيوتنية (أ)، الفصلين الثالث والرابع	1-91
1. تمهيد		فهم أساسي لبناء مخطّطات القوى	حلّ مسائل	استعمال مقاييس القوى لتمثيل القانون الثالث لنيوتن (انظروا كتاب التأثير المتبادل والقوى والحركة، الفصل الثاني)	موقع موتنت*	
2. مصطلح التأثير المتبادل	1	قوانين نيوتن	عزل متغيّرات		عالم من الطاقة، ص 386 فصاعدًا	
3. من التأثير المتبادل إلى القوى، القانون الثالث لنيوتن	2		عرض معلومات في رسم بياني وفي جدول وفي مخطّط			
4. التأثير المتبادل مع الكرة الأرضية: القوّة والوزن والكتلة	3		طرح فرضيات			
5. القوى والتغيير*	4-5	تحليل مخطّطات قوى بواسطة قوانين نيوتن				
تفسير وتنبّؤ ظواهر بواسطة قوانين نيوتن	6-10	بناء مخطّطات قوى لجسم في منظومة اعتمادًا على مميّزات حركة الجسم				
قوّة الاحتكاك	درس واحد					
6. الشغل ودلالته (اختياري)	* درس واحد					
* توسّع: تحليل مسائل كمّي						

وحدة تدريس– تعلّم– تقييم في موضوع: القوى والحركة

القوى في خدمة الإنسان: الآلات البسيطة والرافعات 7. الرافعات 8. الدوران	11-12 11 12	قانون الرافعة وتطبيقه في الرافعات المختلفة رافعات في جسم الإنسان	حلّ مسائل عرض معلومات مقارنة لغرض حلّ مسائل	موازنة ميزان الكفّتين بواسطة أثقال (لوصف التجربة انظروا الطاقة وحفظها، الفصل الأوّل أو عالم من الطاقة)	عالم من الطاقة، ص 386–412 الطاقة وحفظها، الفصل الأوّل	92-101

وحدة تدريس– تعلّم– تقييم في موضوع: القوى والحركة

الحركة والسرعة 9. الحركة: مصطلحات أساسية 10. وصف الحركة	13-15 13 14-15	مصطلحات: المسافة والزمن والسرعة حلّ مسائل تتعلّق بالمسافة والسرعة والزمن (x=vt). وصف المسافة والسرعة والزمن بوسائل مختلفة (رسم بياني، جدول، بصورة كلامية)	عرض معلومات في رسم بياني عرض معلومات بصورة كلامية عرض معلومات في جدول القدرة على الانتقال من عرض بياني إلى آخر (من الكلامي إلى الرسم البياني، ومن الرسم البياني إلى الكلامي، ومن الجدول إلى الرسم البياني)	تحليل رسم بياني للحركة (انظروا الاختبار التشخيصي)	التأثير المتبادل والقوى والحركة: القسم الأوّل، ص 93–104. القسم الثاني، الفصل الأوّل الميكانيكا النيوتنية (أ)، الفصل الأوّل	102-119

* للدخول إلى موقع "التأثير المتبادل والقوى والحركة" في موقع موتنت، يجب كتابة:
http://stwww.weizmann.ac.il/interaction.asp

4. تفصيل المضامين– توصيات لتسلسل التدريس

يعرض الجدول التالي توصية لتسلسل التدريس ويصف المصطلحات والمبادئ الأساسية إلى جانب الأهداف التعليمية وفقًا لمجرى التدريس (مجرى التدريس موصوف بالتفصيل لاحقًا). هناك ملاءَمة تامّة بين المواضيع التي في الجدول والوصف المفصّل).

المصطلحات والمبادئ الأساسية	الأهداف التعليمية ومجرى التدريس
القسم الأوّل: التأثير المتبادل والقوى والحركة (الدروس الأوّل– العاشر)	
التأثير المتبادل: يشارك دائمًا في التأثير المتبادل **جسمان فقط**. يمكن أن يكون التأثير المتبادل بين الجسمين **في التلامس أو بدون التلامس**. يستطيع الجسم المشاركة في نفس الوقت في **أكثر** من تأثير متبادل واحد مع أجسام أخرى.	**1. تمهيد (الدرس الأوّل)** الاطّلاع على الموضوع والتفكير اليومي في سياق مصطلح التأثير المتبادل. **2. مصطلح التأثير المتبادل (الدرس الثاني)** أ. التعرّف على أمثلة للتأثيرات المتبادلة في التلامس ب. التعرّف على أمثلة للتأثيرات المتبادلة بدون تلامس ج. نتيجة التأثيرات المتبادلة التي تؤدّي إلى تغيير الشكل و/ أو اتّجاه الحركة و/ أو السرعة أمثلة: الاحتكاك– تأثير متبادل في التلامس، الجاذبية– تأثير متبادل عن بُعد
القوى: تقاس **شدّة التأثير المتبادل** بواسطة مقدار القوّة. القوى التي تؤثّر على جسمين في تأثير متبادل بينهما متساوية في المقدار ومتعاكسة في الاتّجاه (القانون الثالث لنيوتن). **القوى كمعرّفة للوزن:** وزن الجسم هو القوّة التي تؤثّر بها الكرة الأرضية على الجسم. يُحسَب الوزن بواسطة ضرب كتلة الجسم في المعامل الذي يتعلّق بالجرم السماوي الذي يُجرى عليه القياس (g)	**3. من التأثير المتبادل إلى القوى، القانون الثالث لنيوتن (الدرس الثالث)** أ. التطرّق إلى شدّة التأثير المتبادل ب. تعريف شدّة التأثير المتبادل ج. وصف القوّة بأنّ لها مقدارًا واتّجاهًا د. التعرّف على وحدة القوّة هـ. تعلّم القانون الثالث لنيوتن و. التمرّن على قياس كمّي للقوى (مقاييس القوّة)، أيضًا كوسيلة لدمج القانون الثالث لنيوتن ز. بناء وفكّ رموز مخطّطات القوى **4. التأثير المتبادل مع الكرة الأرضية: القوّة والوزن والكتلة (الدرسان الرابع والخامس)** ملاحظة للمعلّم: إذا كان بالإمكان يجنّب التوسّع في الموضوع لدرس إضافي.
القوّة والحركة: **تغيّر سرعة** الجسم يتحدّد بواسطة مجمل القوى	**5. القوى والتغيير (الدروس السادس– العاشر)** أ. صياغة القانون الأوّل والثاني لنيوتن

المصطلحات والمبادئ الأساسية	الأهداف التعليمية ومجرى التدريس
التي تؤثّر عليه. (يمكن تشخيص القوى بواسطة تشخيص جميع التأثيرات المتبادلة التي يشارك الجسم فيها). **الاحتكاك** هو قوّة تغيّر مقدارها حتّى الحدّ الأقصى الذي يتعلّق بصفات الجسمين في التأثير المتبادل. احتكاك الجسم مع الهواء يتعلّق بسرعة الجسم وبشكله وبكثافة الهواء	ب. تفسير وتنبّؤ ظواهر بواسطة القوى ومميّزات الحركة – عندما توجد معلومات عن حركة الأجسام لتفسير الظاهرة بواسطة القوى (من خلال استعمال قوانين نيوتن) – عندما تكون القوى التي تؤثّر على الجسم معروفة لتنبّؤ الحركة (من خلال استعمال قوانين نيوتن) ج. تشخيص وتسمية بمصطلحات: قوّة الاحتكاك، الاحتكاك مع الهواء (في المستوى المبدئي– الأساسي فقط) د. * معالجة كمّية لمخطّطات القوى (توسّع– درس واحد) **6.* الشغل ودلالته– اختياري (درس واحد)** تعرّف أساسي على مصطلح "الشغل" وعلاقته بالطاقة
القسم الثاني: القوى في خدمة الإنسان: الآلات البسيطة والرافعات (الدرسان الحادي عشر والثاني عشر)	
الرافعة قانون الرافعة وتطبيقه في الآلات البسيطة **الدوران** يستطيع الجسم الذي لديه محور دوران الدوران على أثر التأثير بقوى عليه	**7. الرافعات (الدرس الحادي عشر)** التعرّف على أنواع الرافعات في الآلات البسيطة (الرافعات والسطوح المائلة) **8. الدوران** التعرّف على العوامل التي تؤثّر على دوران الأجسام حول المحور
القسم الثالث: الحركة والسرعة (الدروس الثالث عشر– الخامس عشر)	
الحركة (مستوى أساسي) **السرعة:** للسرعة مقدار واتّجاه **الحركة المتواترة** وصف الحركة في عروض مختلفة: كلاميًا وبيانيًا وفي معادلة.	***9.* الحركة: مصطلحات أساسية (الدرس الثالث عشر)** أ. التعرّف على مصطلحات أساسية: المسافة، الزمن، السرعة ب. تغيّر السرعة (بما في ذلك الاتّجاه) ج. تشخيص مميّزات الحركة: الاتّجاه والمقدار، تغيّر سرعة الجسم ***10.* وصف الحركة (الدرسان الرابع عشر والخامس عشر)** وصف المسافة كدالة للزمن ($x_{(t)}$) بالطرق التالية: أ. وصف كلامي للرسم البياني $x_{(t)}$ ب. بناء رسم بياني $x_{(t)}$ من الوصف الكلامي للمسافة التي قطعها الجسم ج. بناء رسم بياني $x_{(t)}$ ووصف كلامي من وصف المسافة التي قطعها الجسم، في جدول استعمال المعادلة $x=vt$ لحلّ مسائل كمّية بسيطة

وحدة تدريس– تعلّم– تقييم في موضوع: القوى والحركة

فيما يلي اقتراح لمجرى دروس ممكنة:

القسم الأوّل: التأثير المتبادل والقوى والحركة (الدروس الأوّل– العاشر)

1. تمهيد (الدرس الأوّل)

كدرس تمهيدي، نوصي بإجراء "معرض ظواهر" يُطلب فيه من الطلاّب الإجابة عن سؤال يتعلّق بتفسير ظاهرة معيّنة معروضة أمامهم. تُعرَض في أركان الصفّ 4–5 ظواهر من هذا القبيل، ويمرّ الطلاّب بينها في مجموعات صغيرة. يشدّد المعلّم للطلاّب بأنّ عليهم الإجابة عن الأسئلة بمساعدة المصطلحات التي يعرفونها أو التي تعلّموها في الماضي (انظروا قائمة الظواهر والأوراق للطالب في الملحق "أ"). بعد ذلك من الجدير تلخيص الفعالية على اللوح: بالنسبة لكلّ ظاهرة (وسؤال) يجب كتابة أسس التفسير الذي أعطته مجموعات الطلاّب المختلفة بحيث يتسنّى المقارنة بين التفسيرات المختلفة لنفس الظاهرة. من الممكن أن لا يشعر الطلاّب أنّ هناك صعوبة في إعطاء تفسيرات لكنّ الاختلاف بين التفسيرات المختلفة لنفس الظاهرة يستدعي الحاجة في أهمّية اكتساب "لغة" علمية متّفق عليها تشمل المصطلحات والقوانين التي تتيح تفسير الظواهر بصورة أكثر تجانسًا ودقّة.

2. مصطلح "التأثير المتبادل" (الدرس الثاني)

أ. عرض موضوع التأثير المتبادل في التلامس: أمثلة.

الفكرة المركزية: عندما نلمس– أو يلمسوننا (انظروا الفصل الأوّل في الكتاب "التأثير المتبادل والقوى والحركة"، القسم الأوّل، إصدار مطمون).

- للمعلّمين المعنيين بدمج إستراتيجية حلّ المسائل التي ترد في هذه الوحدة، نوصي في هذا السياق بعرض المرحلة الأولى في إستراتيجية حلّ المسائل: "وصف المنظومة"، إمكانية استعمال "الفعالية المفتاحية": الولد الذي يجرّ الكلب الواردة في الخلفية العلمية في هذه الوحدة و/ أو الفعالية "شدّ الحبل" الواردة في الملحق "ب". يحبّذ إعطاء أمثلة أخرى.

ب. التأثير المتبادل عن بُعد: تجارب يُجريها الطلاّب تتضمّن تأثيرًا متبادلاً عن بُعد لمغناطيسات ولأجسام مشحونة بشحنة كهربائية.

- للمعلّمين المعنيين بدمج إستراتيجية حلّ المسائل التي ترد في موقع موتنت: نوصي في هذا السياق بتطبيق المرحلة الأولى في إستراتيجية ("وصف المنظومة")، لكن هذه المرّة يجب **شمل** التأثير المتبادل للكرة الأرضية. انظروا: http://stwww.weizmann.ac.il/interaction.asp

- اختيار الأجسام لتحليل المنظومة: هناك حاجة في هذه المرحلة لتشخيص دقيق للأجسام التي تشارك في الظاهرة والتأثيرات المتبادلة ذات الصلة. تبيّن التجارب أنّ مختلف الطلاّب يحلّلون المنظومة التي يتناولونها بصورة مغايرة، لذلك يتطرّقون إلى عدد مختلف من الأجسام لوصف الحدث. على سبيل المثال، عند تحليل حدث فيه مجموعتان من الأولاد موجودتان في سرب وتتنافسان في شدّ كرسيّ، سيتطرّق بعض الطلاّب إلى كلّ ولد كجسم منفرد، ويتطرّق طلاّب آخرون إلى مجموعة الأولاد في إحدى جهتَي الكرسيّ كجسم واحد.

نوصي بإجراء نقاش حول تركيبة المنظومة وتحليلها إلى أجسام. يجب التشديد على أنّه يحبّذ **تحليل منظومة الأجسام ذات الصلة بالحدث إلى عدد أدنى من الأجسام بحيث يمكن الإجابة عن السؤال المعروض.**

3. من التأثير المتبادل إلى القوى، القانون الثالث لنيوتن (الدرس الثالث)

أ. شدّة التأثير المتبادل– مصطلح القوّة كمميّز لشدّة التأثير المتبادل؛ القانون الثالث: إعطاء أمثلة ونقاشها.

- للمعلّمين المعنيين بدمج إستراتيجية حلّ المسائل التي ترد في موقع موتنت: عرض المرحلة الثانية في إستراتيجية– "**من التأثير المتبادل إلى القوى**" من خلال عدّة أمثلة (انظروا الموادّ التعليمية الموصى بها وموقع موتنت*).

انظروا: http://stwww.weizmann.ac.il/interaction.asp

للقوّة مقدار واتّجاه:

من الجدير التشديد على أنّه من أجل قياس شدّة التأثير المتبادل نستعمل مصطلح "القوّة". تعمل في كلّ تأثير متبادل قوّتان يؤثّر بهما الجسمان المشاركان في التأثير المتبادل الواحد على الآخر. يجب التشديد على أنّ للقوّة مقدارًا واتّجاهًا (متّجهًا) أيضًا.

يتعلّم الطلاّب في مرحلة لاحقة بناء مخطّطات للقوى التي تؤثّر على جسم معيّن إلى جانب نقاش أوّلي حول القانون الثالث لنيوتن (انظروا مقال د. تامي يحيئيلي عن بوزنر والقانون الثالث في قائمة المصادر). يجب التشديد على حقيقة أنّ قوّة واحدة فقط من القوّتين في التأثير المتبادل تظهر في مخطّط القوى للجسم المختار– القوّة التي تؤثّر على الجسم.

المعرفة التي يكتسبها الطلاّب حتّى هذه المرحلة تتيح بصورة نوعية عرض ثلاثة قوانين نيوتن وتطبيقها في تفسير مخطّطات القوى (انظروا النموذج التدريسي في الموضوع في قائمة المصادر).

4. التأثير المتبادل مع الكرة الأرضية (الدرسان الرابع والخامس)

نقاش حول قوّة الجاذبية مع التشديد على مجال التأثير المتبادل مع الكرة الأرضية.

تُجرى معظم الرحلات الفضائية التي يقوم بها روّاد الفضاء بواسطة سفن فضائية على ارتفاعات 300–600 كم فوق سطح الأرض (المحطّة الفضائية الدولية موجودة على ارتفاع 550 كم تقريبًا). في هذه الارتفاعات تقلّ شدّة قوّة الجاذبية بنسبة مئوية قليلة فقط.

في ارتفاع 3000 كم تقريبًا فوق سطح الأرض تقلّ شدّة قوّة الجاذبية للكرة الأرضية حتّى نصف قيمتها.

نقاط من المهمّ التنويه بها/ التشديد عليها:

تقلّ شدّة التأثير المتبادل مع البُعد عن الكرة الأرضية، لكنّ مجال التأثير المتبادل هو كبير جدًّا (على سبيل المثال، القمر الموجود على بُعد متوسّط يبلغ حوالي 380,000 كم عن الكرة الأرضية لا يزال بتأثير متبادل مع الكرة الأرضية).

اتّجاه القوّة التي يؤثّر بها الجرم السماوي هو دائمًا نحو مركزه.

يعتبر مصطلح "الوزن" موضوعًا صعبًا للفهم بسبب دلالة كلمة الوزن في الحياة اليومية التي تختلف عن الدلالة العلمية لكلمة الوزن.

هناك سبب آخر وهو الفرق بين "الإحساس بالوزن" أو الوزن المقاس وبين الوزن كقوّة الجاذبية (mg). يعرف الطلاّب تجربة "انعدام الوزن" التي يمرّون بها عندما يحلّقون في الماء، أو عندما يتواجدون في مصعد يبدأ في الهبوط، وإحساسهم الثقيل عندما يتواجدون في مصعد سريع يبدأ في الصعود إلى الأعلى أو عندما يقفزون من الطاولة ويتوقّفون عند سقوطهم على الأرض. انظروا المقدّمة العلمية للنظرية الموصى بها في هذه الوحدة.

تجارب موصى بها:

أ. قياس الكتلة بمقياس قوّة وبميزان كفّتين مع تفسير طريقة عمل الجهازين والاختلاف بينهما. التشديد على أنّهم يقيسون القوى (التأثير المتبادل مع الكرة الأرضية) ويعبّرون عنها بعد تحويلها إلى كتل (انظروا الخلفية العلمية).

ب. قياس الوزن في المصعد: متابعة التغيّرات في الوزن (المعبَّر عنه بعد التحويل بوحدات كتلة) أثناء التغيّرات في سرعة المصعد (بدء وانتهاء الحركة) كشاهد على أنّ ما تقيسه مقاييس الوزن التي تعمل بالنابض بصورة مباشرة هي القوى وليس الكتل.

ج. القفز على مقياس الوزن: القفز من ارتفاع 10 أمتار تقريبًا على مقياس الوزن ومتابعة التغيّر اللحظي في الوزن المقاس في لحظة التأثير المتبادل مع مقياس الوزن.

5. القوى والتغيّر (الدروس السادس– العاشر)

نقاش حول موضوع مخطّط القوى: تدريس مصطلح محصّلة القوى (حسب محورين: عمودي وأفقي)؛ تأثير القوى على الجسم.

- للمعلّمين المعنيين بدمج إستراتيجية حلّ المسائل التي ترد في موقع موتنت: عرض المرحلة الثالثة في تقنية حلّ المسائل– "**من القوى إلى الحركة**" والتمرّن ببطاقة التمرّن التي ترد في موقع موتنت* (الأحداث 15–21. انظروا: http://stwww.weizmann.ac.il/interaction.asp

يمكن عرض **قوّة الاحتكاك** كقوّة إضافية لازمة من أجل خلق الملاءَمة بين مخطّط القوى ومميّزات حركة الجسم. هذه طريقة "للكشف" عن قوّة الاحتكاك.

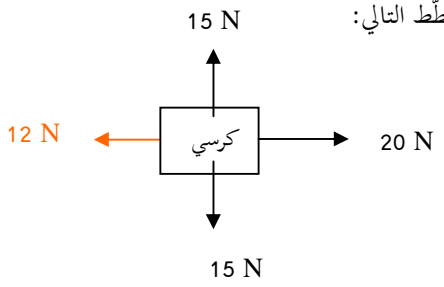
من الجدير إجراء نقاش حول قوّة الاحتكاك من خلال إعطاء تفسيرات وتشديدات على النقاط التالية:

- قوّة الاحتكاك يمكن أن تغيّر مقدارها حتّى المقدار الأقصى (احتكاك أقصى).
- الأجسام المدفوعة (التي لا تقدر على الحركة: الكرسيّ، الطاولة، الصندوق)– اتّجاه قوّة الاحتكاك يكون دائمًا **بعكس** اتّجاه القوّة الدافعة للجسم (أو بعكس اتّجاه السرعة النسبية التي بين الجسم والسطح الذي يتواجد عليه).
- الأجسام الدافعة (التي تقدر على الحركة: السيّارة، الدابّة)– قوّة الاحتكاك يمكن أن تؤدّي إلى حركة، ويكون اتّجاهها عندئذ باتّجاه حركة الجسم.

لا نوصي بالتطرّق إلى الفرق بين الاحتكاك الحركي والاحتكاك الساكن. الطلاّب الذين سيختصّون في الفيزياء في المدرسة الثانوية سيتناولون الموضوع بصورة صريحة في المستقبل.

التعرّف على مخطّطات القوى الكمّية: بعد أن نجح الطالب في بناء مخطّطات قوى للأجسام، يمكن أن نعرض له بعض الأحداث التي تتضمّن مخطّط قوى كمّيًا– عدديًا، ويُطلب من الطالب تحليله. انتبهوا إلى أنّه يجب الاستمرار في رسم أطوال مختلفة للأسهم بالنسبة للقوى المختلفة، لكن هذه المرّة يجب إضافة إشارة عددية أيضًا لمقدار القوّة.

على سبيل المثال، معطى المخطّط التالي:



يُطلب من الطلاّب وصف ما يحدث للكرسيّ (هل يغيّر سرعته وإلى أيّ اتّجاه).

الإجابة: يشير تحليل مخطّط القوى إلى أنّ الكرسيّ يزيد من سرعته باتّجاه اليمين.

للمتقدّمين يمكن أيضًا عرض السؤال التالي والطلب من الطلاّب بناء المخطّط أعلاه بأنفسهم وتحليله:

يقوم ولد بدفع كرسيّ كتلته 1.5 كغم على الأرض. القوّة التي يؤثّر بها الولد على الكرسيّ هي 20 نيوتن، بينما قوّة الاحتكاك الأقصى التي تؤثّر بها الأرض على الكرسيّ هي 12 نيوتن. ابنوا مخطّط قوى للكرسيّ وَصِفوا طابع حركته.

عندما نحلّل مخطّطات القوى يمكن إضافة قيم عددية اعتباطية ووصف محصّلة القوى بصورة عددية (انظروا أمثلة لأسئلة في أسئلة التقييم 53–60). لهذه العملية لا توجد الآن دلالة إضافية في تحليل مخطّط القوى (القانون الثاني لنيوتن لا يُطبَّق بصورة كمّية)، ولا زلنا نقوم بتحليل المخطّط حسب اتّجاه محصّلة القوى (إذا لم تكن صفرًا) وليس حسب مقدارها. نقوم بهذا العمل لتعويد الطلاّب على الوصف الكمّي للقوى ولمخطّطات القوى، وكذلك تهيئتهم لموضوع القوى في خدمة الإنسان (انظروا لاحقًا).

6. الشغل ودلالته (درس واحد)– اختياري

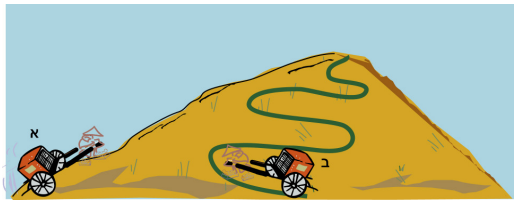
الشغل– يعتبر الشغل هامًّا للغاية في الربط بين لغة القوى ولغة الطاقة. تنعكس أهمّية هذا الربط أساسًا في التعبير الكمّي وتتمّ معالجته على هذا النحو في الصفّ التاسع. مع ذلك لا يمكن الاستغناء عن المعالجة النوعية للموضوع في الصفّ الثامن. لهذا الغرض يجب التمرّن مع الطلاّب على حالات مختلفة وطرح السؤال إذا كان يُنفَّذ شغل فيها على جسم معيّن. انظروا السؤال في الصفحة التالية.

من الجدير البدء بنقاش هذا المصطلح بالمعضلة: إذا أردنا نقل صندوق كبير مليء بالكتب من غرفة إلى أخرى، يمكن نقل كلّ الصندوق مرّة واحدة (بقوّة كبيرة لكنّ المسافة أقصر) أو نقل الصندوق بعدّة مرّات– كلّ مرّة نقل كمّية كتب لكن من خلال إعادة قطع المسافة كعدد مرّات النقل (بقوّة صغيرة لكن المسافة أطول). هل تُفضَّل إحدى هاتين الطريقتين (من الناحية "الفيزيائية")؟

من الجدير في هذه المرحلة عرض مصطلح "الشغل" (الفيزيائي) على أنّه حاصل ضرب مركّب القوّة في طول المسافة التي أثّر على طولها. هذا عمليًا وصف كلامي لمعادلة الشغل $W=Fx$. كتكملة للمعضلة التي عُرضت، فإنّ الشغل سيكون متساويًا في كلّ واحدة من طريقتَي نقل الكتب.

وحدة تدريس– تعلّم– تقييم في موضوع: القوى والحركة

يمكن أن تكون طريقة التدريس من خلال عرض أمثلة مختلفة لحالات (انظروا أمثلة في الخلفية العلمية) التي فيها القوّة المؤثّرة (أو غير المؤثّرة) باتّجاه المسافة (أو بدون وجود مسافة– إذا كان الجسم لا يتحرّك)، وتحليل هذه الحالات. لا نوصي بالتعمّق في الموضوع أكثر من هذا التمرين، وأكثر من المثال التالي الذي يمثّل الحقيقة بأنّه يمكن إنجاز نفس الشغل بواسطة مقادير مختلفة من القوّة والمسافة:



ندفع عربة في مرتقى الجبل: العربة "ب" تقطع مسافة أطول (المسار الفاتح) من العربة "أ"، لكنّ القوّة التي ندفعها بها أصغر.

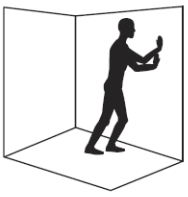
للطلاّب المتقدّمين يمكن أن تبيّنوا لهم كيف يمكن بواسطة مصطلح الشغل أن نحصل على قانون الرافعة (انظروا الكتاب "الطاقة وحفظها"، الفصل الأوّل، ص 14–16، والكتاب "عالم من الطاقة" ص 407-411.

سؤال في موضوع الشغل

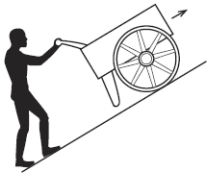
يُنفَّذ الشغل عندما يُحرَّك جسم باتّجاه القوّة التي تؤثّر عليه. قام شخص بالقيام بمهمّات مختلفة، كما هو موصوف فيما يلي. في أيّ مخطّط ينفّذ الشخص شغلاً؟

أ

يمسك جسمًا ثقيلاً


ب

يدفع حائطًا


ج

يدفع عربة في مرتقى السطح

د

يقرأ كتابًا

الحدث الوحيد الذي يُنفَّذ فيه شغل موصوف في المخطّط "ج". في الحالات الباقية لا توجد حركة، ولذلك المسافة هي صفر ولا يُنفَّذ شغل. من الجدير هنا أيضًا التشديد على الفرق بين المصطلحات التي من حياتنا اليومية وبين المصطلحات الفيزيائية: الشخص "أ" على سبيل المثال ينفّذ شغلاً (عملاً، بلغة الحياة اليومية) لكنّه لا ينفّذ شغلاً بدلالته الفيزيائية، لأنّه لم تحدث حركة في هذا الحدث.

القسم الثاني: القوى في خدمة الإنسان: الآلات البسيطة

***6.* الرافعات (الدرس الحادي عشر)**

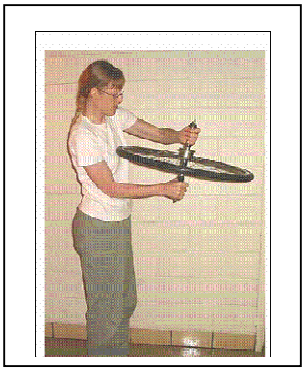
من أجل عرض الموضوع من الجدير طرح السؤال التالي: كيف يستطيع الولد الصغير رفع ولد كبير أثقل منه بكثير؟ من الجدير إجراء نقاش قصير حول ذلك، ويمكن أيضًا أن تُحضروا للطلاّب قطعة خشب كبيرة وسميكة (طولها ثلاثة أمتار على الأقلّ) تُستعمل "أرجوحة" ونقطة ارتكاز ثابتة. يجب إتاحة الفرصة للطلاّب محاولة تطبيق الأفكار التي يطرحونها. يمكن إذا دعت الحاجة إعطاء أمثلة أخرى/ إضافية التي يمكن الاكتفاء فيها بقضيب أقصر لتجسيدها.

لترسيخ وتعميق الموضوع يجب إجراء التجربة المفتاحية التالية:

تجربة مفتاحية: قانون الرافعة: التجربة موصوفة في الكتاب "الطاقة وحفظها"، الفصل الأوّل، ص 7–10، وفي الكتاب "عالم من الطاقة"، التجربة 9، ص 408–410.

8. دوران الأجسام (الدرس الثاني عشر)

التحليل الفيزيائي الكامل لدوران الأجسام هو أمر معقّد للغاية، لكن رغم ذلك يتمتّع الطلاّب بحدس صحيح بالنسبة لمعظم الحالات التي تؤثّر فيها قوى على الأجسام التي تستطيع الدوران. يمكن الاعتماد على هذا الحدس الذي يستند إلى معلوماتهم العامّة، وتفعيل الطلاّب في الصفّ في عدّة فعاليات تمثّل هذا الموضوع.



على سبيل المثال، يمكن استعمال عجلة الدرّاجة الهوائية التي يمكن مسكها من محورها والطلب من طالبين محاولة إدارتها بأشكال مختلفة (باتّجاهين معاكسين للدوران أو باتّجاه الدوران)، انظروا الرسم التوضيحي.

بالإضافة إلى ذلك، يمكن استعمال قضيب مع محور ثابت (على سبيل المثال– الأرجوحة) وفحص حركته عندما نؤثّر عليه بقوّتين باتّجاهين مختلفين (بموازاة الذراع، بالتعامد مع الذراع وما شابه).

القسم الثالث: الحركة والسرعة

اختبار تشخيصي

من الجدير البدء بهذا الموضوع باختبار تشخيصي (انظروا الملحق "د"). يتعلّم الطلاّب في الرياضيات في الصفّ السابع عن معادلة المسافة– السرعة الثابتة (المتواترة)– الزمن $x=vt$ وكذلك وصفها البياني. لذلك من الجدير تقدير وضع الصفّ في هذا الموضوع وتخطيط مجرى التدريس (الوقت والمضامين) حسب الحاجة.

يمكن أن يشكّل الاختبار التشخيصي فعالية مفتاحية تتيح التعرّف على الموضوع وإدراك دلالته.

9. الحركة (مصطلحات أساسية) (الدرس الثالث عشر)

التعرّف على مصطلحات أساسية: المسافة والسرعة وتغيّر السرعة (بما في ذلك الاتّجاه).

تشخيص مميّزات الحركة: الاتّجاه والمقدار، تغيّر سرعة الجسم.

من المهمّ عرض السرعة كمصطلح يُعرَّف بواسطة مقدار السرعة واتّجاهها (متّجه). بسبب استعمالنا في اللغة اليومية مصطلح "السرعة" للإشارة إلى مقدار السرعة فقط، يجب التشديد على اتّجاه تقدّم الجسم الذي يتحرّك، إلى جانب ذكر صريح لاتّجاه السرعة. أي أنّه إذا غيّر الجسم اتّجاه حركته رغم بقاء مقدار السرعة بدون تغيير، فإنّ ذلك يدلّ على أنّه شارك في تأثير متبادل مع جسم آخر.

10. وصف الحركة (الدرسان الرابع عشر والخامس عشر)

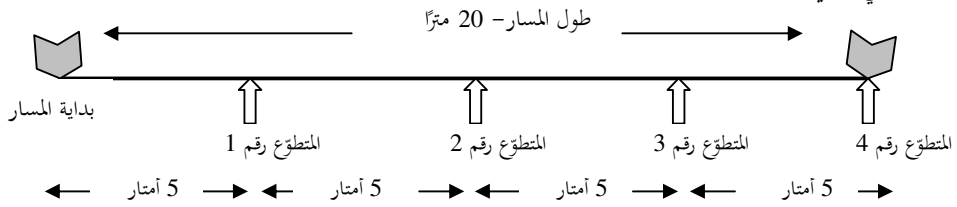
الجسم الذي يتحرّك هو جسم يغيّر مكانه في الزمن.

تجربة مفتاحية: قياس عملية عَدْو بواسطة عدّة ساعات وقف.

المعدّات اللازمة: 4 ساعات وقف بدقّة أعشار الثانية، شريط قياس طويل (20 مترًا على الأقلّ).

وحدة تدريس– تعلّم– تقييم في موضوع: القوى والحركة

إجراء التجربة: اخرجوا إلى الممرّ أو إلى ساحة المدرسة. اختاروا أربعة متطوّعين آخرين ليشغّلوا ساعات الوقف من بداية العَدْو وحتّى يمرّ العدّاء بالقرب منهم. يقف كلّ متطوّع على بُعد 5 أمتار عن المتطوّع الآخر، كما هو ممثَّل في الرسم التوضيحي التالي:



يقوم الطلاّب بتسجيل نتائج التجربة في جدول وبتحليلها وبرسم رسم بياني ملائم (انظروا ورقة العمل في الملحق "هـ").

من الجدير إعادة إجراء التجربة عدّة مرّات مع عدّائين آخرين للمقارنة بين النتائج.

يمكن العثور على موادّ تعليمية لها صلة بهذا الموضوع في كتب مختلفة (على سبيل المثال: "التأثير المتبادل والقوى والحركة"، القسم الأوّل، الفصل الخامس، "التأثير المتبادل والقوى والحركة"، القسم الثاني، الفصل الأوّل، وانظروا أيضًا – قائمة المصادر).

5. توجيه إلى الكتب التعليمية المصادق عليها من قِبل وزارة المعارف:

موادّ تعليمية تتناول مضامين وحدة التدريس– التعلّم– التقييم في موضوع "الحركة والقوى"

موادّ تعليمية للطلاّب:

בן- צוק, מ. (2002), **אינטראקציה, כוחות ותנועה**, חלקים א' ו-ב', המחלקה להוראת מדעים, מכון ויצמן.

בן- צוק, מ. (2003), **אנרגיה ושימורה**, המחלקה להוראת מדעים, מכון ויצמן.

אורעד י., (2001). **עולם של אנרגיה**, מדע וטכנולוגיה בחט"ב, האגף לתכניות לימודים והאוניברסיטה העברית בירושלים, הוצאת מעלות.

موادّ تعليمية للمعلّمين:

موقع معلّمي الفيزياء في إسرائيل http://62.90.118.241/

مقالات في الميكانيكا http://62.90.118.241/Items/Items.asp?CategoryID=39

موتنت http://www.motnet.proj.ac.il/

موقع العلوم والتكنولوجيا
http://wwwl.education.gov.il/scitech/index.html
موقع موتنت
http://www.motnet.proj.ac.il/
نافذة على الفيزياء، موقع معلّمي العلوم
http://www.physics.co.il/

قائمة كتب ووحدات تعليمية ذات صلة:

זינגר (1999), **מכניקה**, הוצאת ריכגולד

אשל, י. (1999), **מכניקה לתיכון ואוניברסיטה**, ת"א: אשל

בן- צוק, מ. (2003), **אנרגיה ושימורה - מדריך למורה**, המחלקה להוראת מדעים, מכון ויצמן.

גלילי ועובדיה (1995), **יסודות פיזיקה**, ת"א: הוצאת מאור

להבי, שור ורוזנפלד (2002), **ניתוח תנועות**, המחלקה להוראת מדעים, מכון ויצמן.

סירס וזימנסקי (1994), **פיזיקה תיכונית: מכניקה**, ת"א: הוצאת יבנה

דגם הוראה בנושא "מייצגים מידע" (2008). מדע וטכנולוגיה בחטיבת הביניים, מטמו"ן, המחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן למדע, רחובות.

רוזן וקרקובר (1994), **פרקים במכניקה ניוטונית, חלק א**, המחלקה להוראת מדעים, מכון ויצמן.

רוזן, ע. (2006), **מכניקה ניוטונית חלק א**, המחלקה להוראת מדעים, מכון ויצמן.

مقالات

1. המשמעות הפיזיקלית והיום יומית של המונח "עבודה"

תרגום חופשי, מאת הניה ווילף, של המאמר מאת:

Kenneth S. Mendelson, American Journal of physics (2003), 71(3); p.279-281

http://62.90.118.237/Index.asp?CategoryID=333

2. פיזיקה עם חיוך- רוני מועלם ובת שבע אלון:

http://clickit3.ort.org.il/Apps/Public/getfile.aspx?inline=yes&f=files/ba3c28fc-8c3e-46d9-b4f3-effda4c7e27b/5dd54bfd-f1b8-4c5d-834a-1ddecb1c789b/b3e22e9c-b23d-4e59-8e1b-1bc3439ea93d/1569da7f-79f6-4776-aa92-c9a7c9de4c16.doc

3. תרומתו האפשרית של "המודל לשינוי תפיסתי" של פוזנר וחובריו להוראה משמעותית של החוק השלישי של ניוטון - תמי יחיאלי:

http://clickit3.ort.org.il/Apps/Public/getfile.aspx?inline=yes&f=files/ba3c28fc-8c3e-46d9-b4f3-effda4c7e27b/5dd54bfd-f1b8-4c5d-834a-1ddecb1c789b/b3e22e9c-b23d-4e59-8e1b-1bc3439ea93d/682ffa75-3382-4da9-a1ee-eb1d96ba917f.doc

نماذج تدريسية:

1. אינטראקציה וכוחות- רוני מועלם

http://space.ort.org.il/@home/scripts/frame.asp?sp_c=547409039

2. מסבירים מדע- תמי יחיאלי

http://clickit.ort.org.il/files/upl/140096825/221107262.doc

3. مهارات ذات صلة:

http://space.ort.org.il/@home/scripts/frame.asp?sp_c=547409039

1.عزل المتغيّرات

2. مراحل البحث العلمي

3. تخطيط البحث العلمي

مصادر لمقالات في الوحدة:

1) מועלם ואלון (2005). פיזיקה עם חיוך בחטיבת הביניים. *תהודה*, (25), 1.

2) Mualem, R. & Eylon, B. (2007). "Physics with a Smile"– Explaining Phenomena with a Qualitative Problem-Solving Strategy. *The Physics Teacher, 45, 595-600.*

3) Physics first (2006). In: http://members.aol.com/physicsfirst

مجمّع مهمّات تقييمية

فيما يلي مهمّات تقييمية متنوّعة تتعلّق بمواضيع الوحدة. يمكن أن تشمل المهمّات سؤالاً واحدًا أو أكثر بحيث يبلغ مجموعها حوالي 100 سؤال مصنّفة حسب الموضوع والموضوع الفرعي والمصطلحات والأفكار والمستوى المعرفي (معرفة، تطبيق، تعليل/ استنتاج). ترافق كلّ مهمّة إجابة صحيحة أو إجابات ممكنة وملاحظات تدريسية تتطرّق إلى الجوانب المركزية التي تتناولها المهمّة، والصعوبات المتوقّعة وتوجيهات ملائمة للقسم II.

يمكن أن تُستعمل أسئلة المهمّات لأهداف التشخيص والتعلّم والتمرّن والامتحان، وهي مرتّبة في مجموعات تلائم الأبعاد الذهنية المختلفة التي تمّ تعريفها في مقدّمة هذه الوحدة. لاحقًا هناك تفصيل للإجابات الصحيحة أو الإجابات الممكنة وملاحظات تدريسية لكلّ سؤال.

ملاحظة: قسم من الأسئلة التي في المجمّع تعتمد على مهمّات TIMSS، وعلى أسئلة امتحانات المتساف في المدارس الابتدائية وامتحانات المعلّمين وقسم منها أسئلة جديدة. الأسئلة التي ترد في مصادر أخرى هي أيضًا كُتبت من جديد وتمّ تصحيح الأخطاء اللغوية والعلمية والمضمونية فيها. يجب الانتباه إلى الإجابات الصحيحة كما ترد في وحدة التدريس– التعلّم– التقييم هذه وعدم الاعتماد على الإجابات الواردة في مستندات أخرى.

أ. مسح أسئلة التقييم

الموضوع الفرعي 1– التأثير المتبادل والقوى

رقم البند	رقم السؤال	المصطلحات	المهارات	المستوى الذهني	درجة الصعوبة	نوع السؤال
.1	1.1	القانون الثالث	استنتاج: تطبيق مبادئ، مقارنة	تطبيق	سهل	مغلق + مفتوح
.2	1.2	الاحتكاك (مشي)	مقارنة: تشخيص مميّزات وطريقة مقارنتها	تطبيق	متوسّط	مغلق + مفتوح
.3	1.3	الاحتكاك (سفر)	تشخيص العامل المؤثّر وطريقة تأثيره	تطبيق	متوسّط	مغلق + مفتوح
.4	1.4	القانون الثالث	استنتاج: تطبيق مبادئ، مقارنة	معرفة	سهل	مغلق + مفتوح
.5	1.5	القانون الثالث ومخطّط قوى	تشخيص العامل المؤثّر وطريقة تأثيره	تطبيق	صعب	مغلق + مفتوح

وحدة تدريس– تعلّم– تقييم في موضوع: القوى والحركة

رقم البند	رقم السؤال	المصطلحات	المهارات	المستوى الذهني	درجة الصعوبة	نوع السؤال
.6	1.6	القانون الأوّل	تشخيص العامل المؤثّر وطريقة تأثيره	معرفة	متوسّط	مغلق + مفتوح
.7	1.7	القانون الثالث	استنتاج: تطبيق مبادئ، مقارنة	معرفة	سهل	مغلق + مفتوح
.8	1.8	الاحتكاك (مشي)	تشخيص العامل المؤثّر وطريقة تأثيره	تطبيق	سهل	مغلق + مفتوح
.9	2.1	الاحتكاك	استنتاج استنتاجات اعتمادًا على مبدأ معروف	معرفة	سهل	مغلق
.10	2.2	الاحتكاك	استنتاج استنتاجات اعتمادًا على مبدأ معروف	معرفة	سهل	مغلق
.11	2.3	الاحتكاك	استنتاج استنتاجات اعتمادًا على مبدأ معروف	معرفة	سهل	مغلق
.12	2.4	الاحتكاك	استنتاج استنتاجات اعتمادًا على مبدأ معروف	معرفة	متوسّط	مغلق
.13	2.5	الاحتكاك	استنتاج استنتاجات اعتمادًا على مبدأ معروف	معرفة	سهل	مغلق
.14	2.6	الاحتكاك	استنتاج استنتاجات اعتمادًا على مبدأ معروف	معرفة	متوسّط	مغلق
.15	3	مخطّط قوى	استعمال العرض للتفسير	تطبيق	سهل	مفتوح
.16	4.1	قوى	استنتاج استنتاجات اعتمادًا على مبدأ معروف	معرفة	سهل	مفتوح

وحدة تدريس– تعلّم– تقييم في موضوع: القوى والحركة

رقم البند	رقم السؤال	المصطلحات	المهارات	المستوى الذهني	درجة الصعوبة	نوع السؤال
.17	4.2	مخطّط قوى	استعمال العرض للتفسير	تطبيق	متوسّط	مفتوح
.18	5	القانون الثالث	استنتاج: تطبيق مبادئ، مقارنة	معرفة	سهل	مغلق
.19	6	القانون الثالث	استنتاج: تطبيق مبادئ، مقارنة	معرفة	سهل	مغلق
.20	7	احتكاك ومخطّط قوى	استعمال العرض للتفسير	تطبيق	متوسّط	مغلق

رقم البند	رقم السؤال	المصطلحات	المهارات	المستوى الذهني	درجة الصعوبة	نوع السؤال
.21	8.1	اتّجاه القوى	استعمال معيار للتصنيف والتفسير	معرفة	سهل	مغلق
.22	8.2	مخطّط قوى	استعمال العرض للتفسير	فهم	صعب	مغلق
.23	8.3	مخطّط قوى	استعمال العرض للتفسير	فهم	متوسّط	مغلق
.24	8.4	مخطّط قوى	استعمال العرض للتفسير	فهم	سهل	مغلق
.25	9.1	قوّة الجاذبية	استنتاج استنتاجات اعتمادًا على مبدأ معروف	معرفة	متوسّط	مغلق
.26	9.2	مخطّط قوى	استعمال العرض للتفسير	تطبيق	متوسّط	مغلق
.27	10.1	مخطّط قوى، احتكاك	استنتاج استنتاجات اعتمادًا على مبدأ معروف، استعمال العرض للتفسير	تطبيق	متوسّط	مفتوح
.28	10.2	احتكاك	استنتاج استنتاجات اعتمادًا على مبدأ معروف	تطبيق	متوسّط	مفتوح
.29	11.1	القانون الثالث، مخطّط قوى	استنتاج استنتاجات اعتمادًا على مبدأ معروف	تطبيق	متوسّط	مفتوح
.30	11.2	القانون الثالث، مخطّط قوى	استنتاج استنتاجات اعتمادًا على مبدأ معروف	تطبيق	صعب	مفتوح
.31	11.3	القانون الثالث، مخطّط قوى	استنتاج استنتاجات اعتمادًا على مبدأ معروف، استعمال العرض للتفسير	تطبيق	صعب جدًّا	مفتوح
.32	12.1	القانون الثالث	استنتاج: تطبيق مبادئ، مقارنة	معرفة	سهل	مفتوح
.33	12.2	القانون الثالث	تشخيص العوامل المؤثّرة	معرفة	متوسّط	مفتوح

وحدة تدريس– تعلّم– تقييم في موضوع: القوى والحركة

رقم البند	رقم السؤال	المصطلحات	المهارات	المستوى الذهني	درجة الصعوبة	نوع السؤال
.34	13.1	قوّة الجاذبية، النوابض	استنتاج استنتاجات اعتمادًا على مبدأ معروف	فهم	متوسّط	مفتوح
.35	13.2	قوّة الجاذبية	استنتاج استنتاجات اعتمادًا على مبدأ معروف	فهم	متوسّط	مفتوح
.36	14	القانون الثالث، الوزن	استنتاج: تطبيق مبادئ المقارنة	تطبيق	متوسّط	مفتوح
.37	15	احتكاك، مخطّط قوى	استنتاج استنتاجات اعتمادًا على مبدأ معروف، استعمال العرض للتفسير	تطبيق	متوسّط	مفتوح
.39	16.2	استطالة النابض	الاستنتاج من نتائج تجربة، استعمال معايير للمقارنة	تطبيق	سهل	مفتوح
.40	16.3	استطالة النابض	الاستنتاج من نتائج تجربة، استعمال معايير للمقارنة	معرفة	سهل	مفتوح
.41	17	تأثير متبادل، قوّة الجاذبية	تشخيص العوامل المؤثّرة وطريقة تأثيرها	تطبيق	سهل	مفتوح
42.	18.1	القانون الثالث	استنتاج: تطبيق مبادئ، مقارنة	فهم	متوسّط	مغلق
43.	18.2	القانون الثالث	استنتاج: تطبيق مبادئ، مقارنة	تطبيق	متوسّط	مفتوح
44.	19.1	مخطّط قوى	استنتاج استنتاجات اعتمادًا على مبدأ معروف، استعمال العرض للتفسير	تطبيق	متوسّط	مغلق
45.	19.2	احتكاك	الاستنتاج اعتمادًا على	تطبيق	متوسّط	مفتوح

وحدة تدريس– تعلّم– تقييم في موضوع: القوى والحركة

رقم البند	رقم السؤال	المصطلحات	المهارات	المستوى الذهني	درجة الصعوبة	نوع السؤال
			مبدأ معروف			
46.	20	قوانين نيوتن	الاستنتاج من معطيات تجربة	معرفة	متوسّط	مغلق
47.	21	قوّة	عزل متغيّرات	معرفة	سهل	مغلق
48.	22	احتكاك	استنتاج استنتاجات اعتمادًا على مبدأ معروف، استعمال العرض للتفسير	تطبيق	متوسّط	مغلق + تفسير
49.	23	قوّة الجاذبية	تشخيص العوامل المؤثّرة وطريقة تأثيرها	معرفة	سهل	مغلق
50.	24.1	مخطّط قوى	استنتاج استنتاجات اعتمادًا على مبدأ معروف	تطبيق	سهل	مغلق
51.	24.2	مخطّط قوى	استنتاج استنتاجات اعتمادًا على مبدأ معروف	تطبيق	سهل	مغلق

رقم البند	رقم السؤال	المصطلحات	المهارات	المستوى الذهني	درجة الصعوبة	نوع السؤال
.52	25.1	احتكاك	استنتاج استنتاجات اعتمادًا على مبدأ معروف	معرفة	متوسّط	مغلق
.53	25.2	تشخيص قوى	تشخيص العوامل المؤثّرة وطريقة تأثيرها	معرفة	سهل	مفتوح
.54	26	تشخيص قوى	تشخيص العوامل المؤثّرة وطريقة تأثيرها	معرفة	متوسّط	مغلق
.55	27.1	تأثير متبادل عن بُعد، القانون الثالث	استنتاج: تطبيق مبادئ، مقارنة	فهم	متوسّط	مفتوح
.56	27.2	تأثير متبادل عن بُعد	تشخيص العوامل المؤثّرة وطريقة تأثيرها	معرفة	سهل	مفتوح
57.	28	تشخيص قوى	تشخيص العوامل المؤثّرة وطريقة تأثيرها	معرفة	سهل	مغلق
.58	29	مخطّط قوى	استنتاج استنتاجات اعتمادًا على مبدأ معروف، استعمال العرض للتفسير	تطبيق	متوسّط	مغلق
.59	30.1	تشخيص تأثيرات متبادلة	تشخيص العوامل المؤثّرة وطريقة تأثيرها	معرفة	سهل	مغلق
.60	30.2	مخطّط قوى	استنتاج استنتاجات اعتمادًا على مبدأ معروف، استعمال العرض للتفسير	تطبيق	متوسّط	مغلق
.61	31	تشخيص قوى	تشخيص العوامل المؤثّرة وطريقة تأثيرها	معرفة	سهل	مغلق
.62	32.1	تشخيص قوى	تشخيص العوامل المؤثّرة وطريقة تأثيرها	معرفة	سهل	مغلق
.63	32.2	مخطّط قوى	استنتاج استنتاجات اعتمادًا على مبدأ	تطبيق	متوسّط	مفتوح

وحدة تدريس– تعلّم– تقييم في موضوع: القوى والحركة

رقم البند	رقم السؤال	المصطلحات	المهارات	المستوى الذهني	درجة الصعوبة	نوع السؤال
			معروف، استعمال العرض للتفسير			
.64	33.1	تشخيص قوى	الاستنتاج من نتائج تجربة، تشخيص العوامل المؤثّرة وطريقة تأثيرها	معرفة	سهل	مفتوح
.65	33.2	مخطّط قوى	استنتاج استنتاجات اعتمادًا على مبدأ معروف، استعمال العرض للتفسير	تطبيق	متوسّط	مغلق
66	34.1	تشخيص قوى	الاستنتاج من نتائج تجربة، تشخيص العوامل المؤثّرة وطريقة تأثيرها	معرفة	سهل	مفتوح
67	34.2	مخطّط قوى	استنتاج استنتاجات اعتمادًا على مبدأ معروف، استعمال العرض للتفسير	تطبيق	متوسّط	مغلق
68	35	احتكاك	استنتاج استنتاجات اعتمادًا على مبدأ معروف	معرفة	متوسّط	مغلق
69	36.1	تأثير متبادل عن بُعد	تشخيص العوامل المؤثّرة وطريقة تأثيرها	معرفة	سهل	مفتوح
70	36.2	تشخيص قوى	تشخيص العوامل المؤثّرة وطريقة تأثيرها	معرفة	سهل	مفتوح
71	37.1	احتكاك	استنتاج استنتاجات اعتمادًا على مبدأ معروف	فهم	متوسّط	مفتوح
72	37.2	قوانين نيوتن، مخطّط قوى	استنتاج استنتاجات اعتمادًا على مبدأ معروف، استعمال	تطبيق	صعب	مفتوح

رقم البند	رقم السؤال	المصطلحات	المهارات	المستوى الذهني	درجة الصعوبة	نوع السؤال
			العرض للتفسير			
73	38.1	قوانين نيوتن، مخطّط قوى	استنتاج استنتاجات اعتمادًا على مبدأ معروف، استعمال العرض للتفسير	تطبيق	سهل	مفتوح
74	38.2	قوانين نيوتن، مخطّط قوى	استنتاج استنتاجات اعتمادًا على مبدأ معروف، استعمال العرض للتفسير	تطبيق	صعب	مفتوح
75	38.3	قوانين نيوتن، مخطّط قوى	استنتاج استنتاجات اعتمادًا على مبدأ معروف، استعمال العرض للتفسير	تطبيق	صعب	مفتوح
76	39.1	القانون الثالث	استنتاج: تطبيق مبادئ، مقارنة	معرفة	سهل	مفتوح
77	39.2	قوانين نيوتن، مخطّط قوى	استنتاج استنتاجات اعتمادًا على مبدأ معروف، استعمال العرض للتفسير	تطبيق	صعب	مفتوح
78	40	استطالة النابض	طرح فرضيات، الاستنتاج اعتمادًا على مبدأ معروف، استعمال العرض للتفسير	تطبيق	متوسّط	مفتوح
79	41	قوّة الجاذبية	تشخيص العوامل المؤثّرة وطريقة تأثيرها	معرفة	سهل	مغلق
80	42	استطالة النابض	الاستنتاج من نتائج تجربة، الاستنتاج اعتمادًا على مبدأ معروف، استعمال العرض الكلامي	تطبيق	متوسّط	مفتوح

وحدة تدريس– تعلّم– تقييم في موضوع: القوى والحركة

رقم البند	رقم السؤال	المصطلحات	المهارات	المستوى الذهني	درجة الصعوبة	نوع السؤال
			للتفسير			
81	43	القانون الأوّل	تشخيص العوامل المؤثّرة وطريقة تأثيرها	تطبيق	صعب	مغلق
82	44	القانون الأوّل	تشخيص العوامل المؤثّرة وطريقة تأثيرها	تطبيق	صعب	مغلق
83	45	قوّة الجاذبية	تشخيص العوامل المؤثّرة وطريقة تأثيرها	معرفة	سهل	مغلق
84	46	قوانين نيوتن، مخطّط قوى	استنتاج استنتاجات اعتمادًا على مبدأ معروف، استعمال العرض للتفسير	تطبيق	متوسّط	مغلق
85	47	قوانين نيوتن، مخطّط قوى	استنتاج استنتاجات اعتمادًا على مبدأ معروف، استعمال العرض للتفسير	تطبيق	متوسّط	مغلق
86	48	قوانين نيوتن، مخطّط قوى	استنتاج استنتاجات اعتمادًا على مبدأ معروف، استعمال العرض للتفسير	تطبيق	متوسّط	مغلق
87	49	قوانين نيوتن، مخطّط قوى	استنتاج استنتاجات اعتمادًا على مبدأ معروف، استعمال العرض للتفسير	تطبيق	متوسّط	مغلق
88	50.1	القوّة المغناطيسية	استنتاج استنتاجات اعتمادًا على مبدأ معروف	تطبيق	سهل	مفتوح
89	50.2	القوّة المغناطيسية	استنتاج استنتاجات اعتمادًا على مبدأ معروف	تطبيق	سهل	مفتوح
90	51	استطالة النابض	استنتاج استنتاجات	تطبيق	متوسّط	مفتوح

رقم البند	رقم السؤال	المصطلحات	المهارات	المستوى الذهني	درجة الصعوبة	نوع السؤال
			اعتمادًا على مبدأ معروف، استعمال العرض للتفسير			
91	52.1	استطالة النابض	استنتاج استنتاجات اعتمادًا على مبدأ معروف، استعمال العرض للتفسير	تطبيق	سهل	مغلق
92	52.2	استطالة النابض	استنتاج استنتاجات اعتمادًا على مبدأ معروف	تطبيق	متوسّط	مفتوح
93	53	مخطّط قوى كمّي	استنتاج استنتاجات اعتمادًا على مبدأ معروف، استعمال العرض للتفسير	تطبيق	سهل	مغلق
94	54	مخطّط قوى كمّي	استنتاج استنتاجات اعتمادًا على مبدأ معروف، استعمال العرض للتفسير	تطبيق	سهل	مغلق
95	55	مخطّط قوى كمّي	استنتاج استنتاجات اعتمادًا على مبدأ معروف، استعمال العرض للتفسير	تطبيق	سهل	مغلق
96	56	مخطّط قوى كمّي	استنتاج استنتاجات اعتمادًا على مبدأ معروف، استعمال العرض للتفسير	تطبيق	سهل	مغلق
97	57	مخطّط قوى كمّي، احتكاك	استنتاج استنتاجات اعتمادًا على مبدأ معروف، استعمال العرض للتفسير	تطبيق	متوسّط	مغلق
98	58	مخطّط قوى كمّي	استنتاج استنتاجات	تطبيق	سهل	مغلق

رقم البند	رقم السؤال	المصطلحات	المهارات	المستوى الذهني	درجة الصعوبة	نوع السؤال
			اعتمادًا على مبدأ معروف، استعمال العرض للتفسير			
99	59	مخطّط قوى كمّي	استنتاج استنتاجات اعتمادًا على مبدأ معروف، استعمال العرض للتفسير	تطبيق	سهل	مغلق
100	60	مخطّط قوى كمّي	استنتاج استنتاجات اعتمادًا على مبدأ معروف، استعمال العرض للتفسير	تطبيق	سهل	مغلق

الموضوع الفرعي 2– القوى في خدمة الإنسان (الآلات البسيطة)

رقم البند	رقم السؤال	المصطلحات	المهارات	المستوى الذهني	درجة الصعوبة	نوع السؤال
92	61	الرافعة	استنتاج: تطبيق مبادئ المقارنة	تطبيق	سهل	مغلق
93	62	ميزان الكفّتين	استنتاج: تطبيق مبادئ المقارنة	تطبيق	متوسّط	مفتوح
94	63	ميزان الكفّتين	استنتاج: تطبيق مبادئ المقارنة	تطبيق	سهل	مغلق
95	64	الرافعة	استنتاج: تطبيق مبادئ المقارنة	تطبيق	سهل	مغلق
96	65	الرافعة	استنتاج: تطبيق مبادئ المقارنة	تطبيق	سهل	مغلق
97	66	ميزان الكفّتين	استنتاج: تطبيق مبادئ المقارنة	تطبيق	سهل	مغلق
98	67	الشغل	استنتاج استنتاجات اعتمادًا على مبدأ معروف	تطبيق	سهل	مفتوح
99	68	الشغل	استنتاج استنتاجات اعتمادًا على مبدأ معروف	تطبيق	سهل	مفتوح
100	69.1	الرافعة	استنتاج: تطبيق مبادئ المقارنة	تطبيق	سهل	مغلق
101	69.2	الرافعة	استنتاج: تطبيق مبادئ المقارنة	تطبيق	سهل	مغلق

الموضوع الفرعي 3– الحركة والسرعة

رقم البند	رقم السؤال	المصطلحات	المهارات	المستوى الذهني	درجة الصعوبة	نوع السؤال
102	70.1	المسافة، الزمن، السرعة	استخلاص معلومات من وصف بياني للعملية	تطبيق	متوسّط	مغلق
103	70.2	المسافة، الزمن، السرعة	استخلاص معلومات من وصف بياني للعملية	تطبيق	متوسّط	مفتوح
104	70.3	السرعة	استخلاص معلومات من وصف بياني للعملية	تطبيق	متوسّط	مفتوح
105	71	المسافة، الزمن، السرعة	استخلاص معلومات من وصف بياني للعملية	تطبيق	متوسّط	مغلق
106	72.1	المسافة، الزمن، السرعة	استخلاص معلومات من وصف بياني للعملية	تطبيق	متوسّط	مفتوح
107	72.2	المسافة، الزمن، السرعة	استخلاص معلومات من وصف بياني للعملية	تطبيق	متوسّط	مفتوح
108	72.3	المسافة، الزمن، السرعة	استخلاص معلومات من وصف بياني للعملية	تطبيق	متوسّط	مغلق
109	73	المسافة، الزمن، السرعة	بناء ذاتي لعرض معلومات لحالة معطاة، استخلاص معلومات من وصف كلامي للعملية وعرضها في وصف	تطبيق	متوسّط	مفتوح

رقم البند	رقم السؤال	المصطلحات	المهارات	المستوى الذهني	درجة الصعوبة	نوع السؤال
			بياني			
110	74.1	المسافة، الزمن، السرعة	استنتاج: تطبيق مبادئ المقارنة	تطبيق	سهل	مغلق
111	74.2	المسافة، الزمن، السرعة	بناء ذاتي لعرض معلومات لحالة معطاة، استخلاص معلومات من وصف كلامي للعملية وعرضها في وصف بياني	تطبيق	متوسّط	مفتوح
112	74.3	المسافة، الزمن، السرعة	استنتاج: تطبيق مبادئ المقارنة	تطبيق	متوسّط	مغلق
113	75	المسافة، الزمن، السرعة	استنتاج: تطبيق مبادئ المقارنة	تطبيق	متوسّط	مفتوح
114	76	المسافة، الزمن، السرعة	استخلاص معلومات من وصف بياني للعملية	تطبيق	متوسّط	مغلق
115	77	المسافة، الزمن، السرعة	استخلاص معلومات من وصف بياني للعملية	تطبيق	متوسّط	مغلق
116	78	المسافة، الزمن، السرعة	استخلاص معلومات من وصف بياني للعملية	تطبيق	متوسّط	مغلق
117	79.1	المسافة، الزمن، السرعة	حلّ مسائل، استخلاص معلومات من جدول	تطبيق	متوسّط	مفتوح
118	79.2	المسافة، الزمن، السرعة	استخلاص معلومات للعملية من جدول وعرضها في وصف بياني	تطبيق	متوسّط	مفتوح

وحدة تدريس– تعلّم– تقييم في موضوع: القوى والحركة

رقم البند	رقم السؤال	المصطلحات	المهارات	المستوى الذهني	درجة الصعوبة	نوع السؤال
119	80	المسافة، الزمن، السرعة	حلّ مسائل، استخلاص معلومات من رسم بياني	تطبيق	متوسّط	مغلق
120	81	المسافة، الزمن، السرعة	حلّ مسائل، استخلاص معلومات من رسم بياني	تطبيق	متوسّط	مغلق

ب. أسئلة التقييم

الموضوع الفرعي 1: التأثير المتبادل والقوى

1. أمامكم ثماني قطع تتناول القوى. اقرأوا كلّ قطعة وأشيروا إذا كنتم توافقون أم لا توافقون مع مضمونها، واشرحوا اختياركم باختصار.

1.1. ذبابة تصطدم بحائط كبير. أثناء التصادم بين الذبابة والحائط، القوّة التي يؤثّر بها الحائط على الذبابة أكبر بكثير من القوّة التي تؤثّر بها الذبابة على الحائط.

موافقون/ غير موافقين التفسير: _____

_____

1.2. يطمح منتِجو الأحذية الرياضية إلى تصميم نعل الأحذية بحيث يكون قويًّا وصامدًا أمام التلف، لكنّهم يركّزون في تقليص قوّة الاحتكاك بين النعل والأرض. تقليص قوّة الاحتكاك بين النعل والأرض يؤدّي بالشخص الذي ينتعل الحذاء إلى بذل جهد أقلّ عندما يسير، لأنّه لن يضطرّ للتغلّب على قوّة الاحتكاك مع الأرض التي تعرقل حركته.

موافقون/ غير موافقين التفسير: _____

_____

1.3. شركة "إليانس" التي تُنتِج إطارات السيّارات، تحاول تصميم الجزء الذي يلامس الأرض في الإطار، بحيث يكون قويًّا وصامدًا أمام التلف، لكنّ مهندسو الشركة يركّزون أساسًا في تقليص قوّة الاحتكاك بين هذا الجزء من الإطار والشارع. تقليص قوّة الاحتكاك الموصوفة يؤدّي بمحرّك السيّارة إلى دفع السيّارة بسهولة أكبر، واستهلاك كمّية أقلّ من الوقود وتقليص تلوّث الهواء، لأنّ المحرّك لن يهدر طاقة للتغلّب على قوّة الاحتكاك مع الشارع التي تعرقل حركة السيّارة.

موافقون/ غير موافقين التفسير: _____

_____

1.4. قطار مسرع يصطدم بحجر صغير. في التأثير المتبادل بين القطار والحجر، القوّة التي يؤثّر بها القطار على الحجر أكبر بكثير من القوّة التي يؤثّر بها الحجر على القطار.

موافقون/ غير موافقين التفسير: _____

_____

1.5. يدّعي يوسف أنّه عندما نبدأ في المشي هناك تأثير متبادل بين الشخص الماشي والأرض (قوّة احتكاك). بما أنّه حسب قانون التأثير المتبادل (القانون الثالث لنيوتن)، القوّتان اللتان بين الأرض والشخص متساويتان في المقدار ومتعاكستان في الاتّجاه، فإنّ إحداهما تبطل الأخرى، ومحصّلة القوى تساوي صفرًا. لذلك لا يُفترَض أن يتحرّك الشخص. لكنّ الشخص يتحرّك رغم ذلك لأنّ القوّة التي تؤثّر بها عضلات الشخص أكبر من القوّة التي تؤثّر بها الأرض عليه.

موافقون/ غير موافقين التفسير: _____

_____

1.6. محرّك كهربائي يحرّك مصعد شحن باتّجاه الأعلى (باتّجاه عمودي) **بسرعة ثابتة**. أثناء حركته يكون المصعد في تأثير متبادل مع السكّة العمودية التي يتحرّك عليها (قوى احتكاك). يدّعي داني أنّ القوّة التي يؤثّر بها المحرّك يجب أن تكون أكبر من القوّة التي تؤثّر بها الكرة الأرضية والسكّة معًا.

موافقون/ غير موافقين التفسير: _____

_____

1.7. تقول شادية إنّه عندما نغرس دبّوسًا في سطح كرتون ليّن، فإنّ القوّة التي ندفع بها الدبّوس أكبر بكثير من القوّة التي يدفعنا بها الدبّوس بالمقابل.

موافقون/ غير موافقين التفسير: _____

_____

1.8. يروي راني أنّه عندما مشى بحذاء رياضي بسيط على بحيرة متجمّدة نجح في المشي بسهولة أكبر ممّا على سطح أرض عادية. هذا بسبب أنّ قوّة الاحتكاك بين الحذاء والجليد أصغر بكثير من قوّة الاحتكاك بين الحذاء والأرض.

موافقون/ غير موافقين التفسير: _____

_____

2. أمامكم عدّة جمل تتناول قوّة الاحتكاك. اقرأوها.

- ضعوا دائرة حول الجمل التي توافقون مع مضمونها.
- صحّحوا الجمل التي تعتقدون أنّها خاطئة.

2.1 عندما نؤثّر بقوّة على جسم بشدّة قويّة ويبدأ الجسم بالتحرّك– فإنّ قوّة الاحتكاك بين الجسم والأرض تصل إلى شدّتها القصوى.

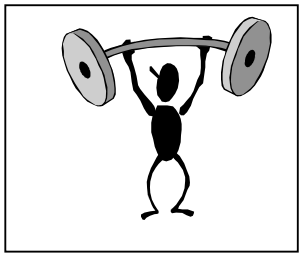
2.2 إذا دفعنا جسمًا ولم يتحرّك، فإنّ ذلك يدلّ على أنّ قوّة الاحتكاك أكبر من القوّة الدافعة.

2.3 إذا دفعنا جسمًا موضوعًا على الأرض وتحرّك، فإنّ قوّة الاحتكاك التي كانت من قبل بين الجسم والأرض بطلت ولم تعد قائمة بعد.

2.4 إذا دفعنا كرسيًّا بقوّة أكبر من قوّة الاحتكاك القصوى بين الكرسيّ والأرض– فإنّ سرعة الكرسيّ تتغيّر.

3. ارسموا مخطّط قوى لمروحية كتلتها 1000 كغم تحلّق في الهواء (سرعتها الأفقية والعمودية هي صفر).

4. يرفع شخص أثقالاً ثقيلة بنجاح ويمسكها بصورة ثابتة في الهواء (انظروا الرسم التوضيحي).



وحدة تدريس– تعلّم– تقييم في موضوع: القوى والحركة

4.1. ضعوا دائرة حول كلّ واحد من الأجسام التي في القائمة التي أمامكم، التي تؤثّر بقوّة على الشخص، واكتبوا بجانبها اتّجاه القوّة (إلى الأعلى/ إلى الأسفل/ إلى الجانب).

اسم الجسم	اتّجاه القوّة
1. المصطبة	_____
2. الشخص نفسه الذي يدفع الأثقال	_____
3. الأثقال	_____
4. الكرة الأرضية	_____
5. الجمهور الذي يشاهد الحدث	_____

4.2. ارسموا مخطّط قوى للأثقال، واشرحوا لماذا لا تسقط.

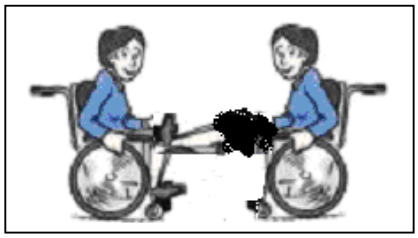
5. تعطّلت شاحنة كبيرة في الطريق واستعانت بسيّارة صغيرة لدفعها من الخلف لتتحرّك إلى الأمام. أيّة جملة تصف صحيحًا القوى التي تؤثّر على المركبتين؟

أ. مقدار القوّة التي تدفع بها السيّارة الشاحنة أصغر من مقدار القوّة التي تدفع بها الشاحنة السيّارة بالمقابل.

ب. مقدار القوّة التي تدفع بها السيّارة الشاحنة يساوي بالضبط مقدار القوّة التي تدفع بها الشاحنة السيّارة بالمقابل.

ج. محرّك السيّارة هو الوحيد الذي يعمل، لذلك السيّارة فقط تؤثّر بقوّة على الشاحنة. لذلك الشاحنة لا تؤثّر بقوّة على السيّارة (لا "تدفعها" بالمقابل).

د. مقدار القوّة التي تدفع بها السيّارة الشاحنة أكبر من مقدار القوّة التي تدفع بها الشاحنة السيّارة بالمقابل.



6. يجلس طالبان على كرسيين متطابقين مزوّدين بعجلات، ويتّجهان الواحد مقابل الآخر. الطالب "أ" يضع رِجليه على ركبتَي الطالب "ب" (انظروا الرسم التوضيحي)، وفجأة يمدّهما إلى الأمام ويؤدّي إلى حركة. خلال الدفع وعندما يتلامس الطالبان يمكن القول:

أ. إنّ الطالب "أ" يؤثّر بقوّة على الطالب "ب"، والطالب "ب" لا يؤثّر بقوّة على الطالب "أ".

ب. إنّه لا أحد منهما يؤثّر بقوّة على الآخر.

ج. إنّ كلّ طالب يؤثّر بقوّة على الطالب الآخر، وإنّ القوّتين متساويتان في المقدار.

د. إنّ القوّة التي يؤثّر بها الطالب "أ" على الطالب "ب" أكبر من القوّة التي يؤثّر بها الطالب "ب" على الطالب "أ".

7. معطاة الحالة التالية: يضع سامي يديه على طاولة في الصفّ ويبدأ بدفعها باتّجاه اليسار. أمامكم وصف لأربع مراحل العملية. **ارسموا مخطّط القوى التي تؤثّر على الطاولة في كلّ مرحلة،** واشرحوا كيف حدّدتم أطوال الأسهم في كلّ مرحلة.

لمساعدتكم، القوى في المرحة 3 معطاة. أضيفوا إلى كلّ سهم اسم القوّة، اسم الجسم/ القوّة، وارسموا طول أسهم القوى التي أضفتموها مع التطرّق إلى القوى في المرحلة 3. اشرحوا كيف حدّدتم طول الأسهم في كلّ مرحلة.

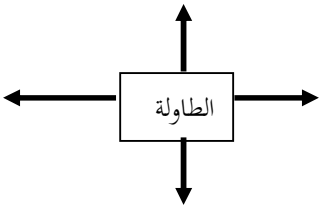
المرحلة 1: يبدأ سامي بدفع الطاولة بقوّة خفيفة.
الطاولة لا تتحرّك.

الطاولة

المرحلة 2: يزيد سامي القوّة التي يدفع بها الطاولة.
الطاولة لا تتحرّك بعد.

الطاولة

المرحلة 3: يزيد سامي مرّة أخرى القوّة التي يدفع بها الطاولة.
تبدأ الطاولة بالتحرّك باتّجاه اليسار.



المرحلة 4: يزيد سامي أكثر القوّة التي يدفع بها الطاولة.
تزيد الطاولة سرعتها باتّجاه اليسار بوتيرة سريعة.

الطاولة

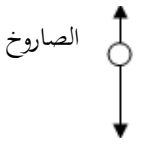
8. يُطلَق صاروخ إلى الفضاء في الصباح الباكر. في لحظة معيّنة يتواجد الصاروخ في ارتفاع 2000 متر فوق الأرض. يُطلِق الصاروخ غازات نفث من ذيله (انظروا الرسم التوضيحي).

8.1. أشيروا إلى الإجابة الصحيحة:

أ. اتّجاه القوّة التي تؤثّر بها غازات النفث على الصاروخ هو باتّجاه الأعلى/ الأسفل/ لا تؤثّر بقوّة.

ب. اتّجاه القوّة التي تؤثّر بها الكرة الأرضية على الصاروخ هو باتّجاه الأعلى/ الأسفل/ لا تؤثّر بقوّة.

8.2 إذا كان معطى أنّ سرعة الصاروخ عندما يمرّ عبر النقطة التي في ارتفاع 2000 متر آخذة في الانخفاض، أيّ من المخطّطات التالية يصف صحيحًا المقدار النسبي لقوّة الجاذبية التي تؤثّر بها الكرة الأرضية وللقوّة التي تؤثّر بها غازات النفث؟

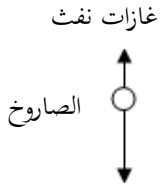
أ.


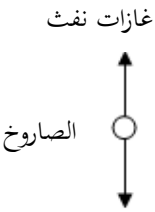
ب.

ج.

د. لا يمكن المعرفة

8.3 إذا كان معطى أنّ سرعة الصاروخ عندما يمرّ عبر النقطة التي في ارتفاع 2000 متر لا تتغيّر (ثابتة)، أيّ من المخطّطات التالية يصف صحيحًا المقدار النسبي لقوّة الجاذبية التي تؤثّر بها الكرة الأرضية وللقوّة التي تؤثّر بها غازات النفث؟

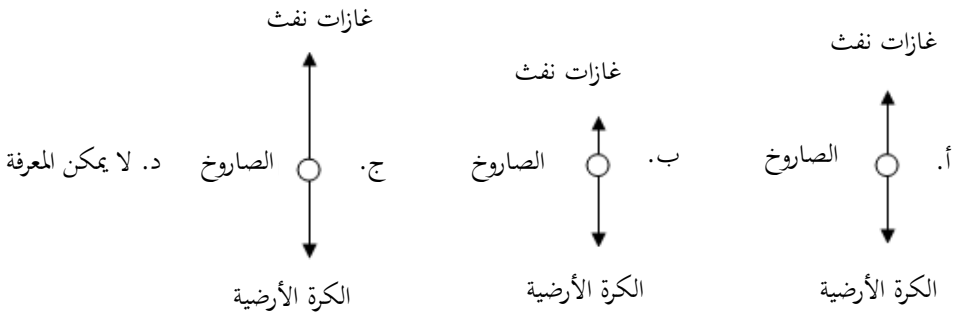
أ.


ب.


ج.

د. لا يمكن المعرفة

8.3 إذا كان معطى أنّ سرعة الصاروخ عندما يمرّ عبر النقطة التي في ارتفاع 2000 متر آخذة في الازدياد، أيّ من المخطّطات التالية يصف صحيحًا المقدار النسبي لقوّة الجاذبية التي تؤثّر بها الكرة الأرضية وللقوّة التي تؤثّر بها غازات النفث؟



9. يقف شخص في شرفة بيته الموجودة في الطابق الثالث، ويُسقِط سهمًا أصيصًا يتحطّم على الشارع. تتطرّق البنود التالية إلى الأصيص في ثلاثة ارتفاعات (1، 2، 3) في مساره إلى الشارع:

1) مباشرةً عند بداية سقوطه
2) عندما مرّ عن الطابق الثاني
3) جزء من الثانية **قبل** أن أصاب الأرض

9.1 أشيروا إلى الجملة الصحيحة التي تتطرّق إلى تأثير قوّة الجاذبية على الأصيص.

أ. تؤثّر قوّة الجاذبية بمدى أكبر في الطابق 1 ممّا في الارتفاعين الآخرين.
ب. تؤثّر قوّة الجاذبية بمدى أكبر في الطابق 2 ممّا في الارتفاعين الآخرين.
ج. تؤثّر قوّة الجاذبية بمدى أكبر في الطابق 3 ممّا في الارتفاعين الآخرين.
د. تؤثّر قوّة الجاذبية بشدّة متشابهة جدًّا على الأصيص خلال كلّ سقوطه.

9.2 ارسموا مخطّطًا للقوى التي تؤثّر على الأصيص مباشرةً عند بداية سقوطه (الطابق 1)، واشرحوه.

10. يقف شابّ على سطح صغير الأبعاد يطفو في بركة سباحة هادئة. السطح يمكن أن يتحرّك على الماء. يبدأ الشابّ في العَدْو على السطح ويقفز رأسيًا من طرفه.

10.1.1 ما الذي يحدث للسطح عندما بدأ الشابّ في العَدْو عليه؟ اشرحوا إجابتكم من خلال استعمال مخطّط قوى للسطح.

10.2 هل يوجد احتكاك بين الشابّ والسطح؟ كيف يمكن تبيين ذلك؟

11. رُكِّب على عربة يمكنها التحرّك مدفع يعمل على نابض، ويقذف كرات خشبية.

11.1 صفوا (من خلال استعمال مخطّط قوى للمدفع) ما الذي يحدث عندما يقذف المدفع كرة خشبية بالاتّجاه الأفقي نحو اليسار.

11.2 صفوا (من خلال استعمال مخطّط قوى للمدفع) ما الذي يحدث عندما يقذف المدفع كرة خشبية بالاتّجاه العمودي إلى أعلى.

11.3 يصلون كرة خشبية بنابض المدفع بصورة ثابتة (أي أنّ الكرة الخشبية لا تنفصل عن نابض المدفع) ويقذفونها بالاتّجاه الأفقي. صفوا ما الذي يحدث في هذه الحالة، وفسّروا إجابتكم.

12. يصطدم قطار بسيّارة تقف على السكّة. نتيجة لذلك تضرّرت السيّارة كثيرًا، بينما لا يحدث شيء للقطار (باستثناء بعض الخدشات).

12.1 هل القوّة التي أثّر بها القطار على السيّارة كانت مساوية في مقدارها للقوّة التي أثّرت بها السيّارة على القطار؟ فسّروا.

12.2 فسّروا لماذا تضرّرت السيّارة أكثر من القطار؟

13. نعلّق جسمًا على نابض، وننقل المنظومة من الكرة الأرضية إلى القمر.

13.1 هل تكون استطالة النابض على القمر مساوية لاستطالته على سطح الكرة الأرضية؟ علّلوا.

13.2 نضع جسمًا على ميزان كفّتين، ونوازنه بواسطة أجسام أخرى، وننقل المنظومة من الكرة الأرضية إلى القمر. هل يبقى الميزان متوازنًا؟ علّلوا.

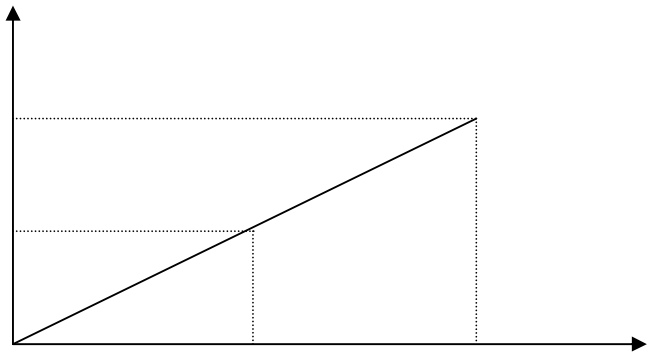
(شدّة التأثير المتبادل مع الكرة الأرضية هي ستّة أضعاف شدّة التأثير المتبادل مع القمر.)

14. يقف شخص على ميزان نابض تحت حلق (ملبن) الباب. يبيّن الميزان أنّ كتلة الشخص هي 70 كغم. عندما ما زال على الميزان، يأخذ الشخص ميزان نابض آخر (مطابقًا للميزان الذي يقف عليه)، ويضغطه بيديه باتّجاه الأعلى نحو حلق الباب (ملبن) الذي فوقه. نتيجة لضغط الميزان الثاني باتّجاه حلق (ملبن) الباب، يبيّن كتلة 15 كغم. ما الذي يبيّنه الميزان الذي يقف عليه الشخص؟ علّلوا إجابتكم.

15*. يحمل نادل صينية عليها قنينة وكأس، ويبدأ بالسير (يغيّر سرعته). ابنوا مخطّط قوى للكأس أثناء ذلك، وفسّروا ما الذي يدفع الكأس إلى الأمام.

16. بنى عمر "مقياس وزن" (مقياس قوّة) للأجسام الصغيرة بالطريقة التالية: وصل عمر نابضًا بجهاز عمودي موصول بمسطرة، ووصل بالطرف السفلي للنابض صينية صغيرة (يضع عليها الأجسام التي يرغب في وزنها)، وقشّة أسنان خشبية تُستعمل عقربًا يشير على المسطرة. عندما يضع عمر جسمًا يرغب في وزنه على الصينية، يستطيل النابض ويشير العقرب إلى مدى استطالة النابض. وجّه عمر المسطرة بحيث أنّه إذا لم نضع جسمًا لوزنه، يشير العقرب إلى "صفر" على المسطرة. في المرحلة التالية ضبط عمر الجهاز الذي بناه بواسطة وضع ثقل على الصينية وقياس استطالة النابض وفقًا لذلك.

بعد ضبط الجهاز بواسطة أثقال مختلفة رسم عمر الرسم البياني التالي:



تمعّنوا في الرسم البياني، وأجيبوا عن الأسئلة التالية:

16.1 أيّ وزن يجب وضعه على الصينية كي يستطيل النابض بِ 10 سم؟

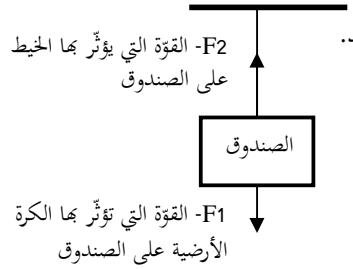
16.2 بِكَم يستطيل النابض إذا وضعنا على الصينية جسمًا وزنه 10 نيوتن؟

16.3 أيّ وزن (بالتقريب) يجب وضعه على الصينية كي يستطيل النابض بِ 2.5 سم؟

17. تمسك سلوى بيدها جهاز هاتف خلوي وتتكلّم مع صديقتها. فجأة سقط الهاتف من يدها إلى الأرض. هل الهاتف الخلوي يتواجد في تأثير متبادل مع جسم ما بعد أن سقط من يد سلوى (أثناء سقوطه)؟ (تجاهلوا التأثير المتبادل بين الهاتف الخلوي والهواء). إذا كانت إجابتكم نعم– مع أيّ جسم/ أجسام؟

18. صندوق معلّق على خيط موصول بالسقف.

يدّعي يوسف أنّ القوّتين F1 وَ F2 هما قوّتان لتأثير متبادل واحد.



18.1 هل توافقون مع ادّعاء يوسف؟ نعم/ لا.

18.2 فسّروا إجابتكم.

19. تسافر درّاجة نارّية على شارع مستقيم وأفقي (ليس مائلاً) بسرعة **ثابتة**.

19.1 أكملوا القطعة التالية (استعينوا بقائمة الكلمات التي تحت القطعة):

عندما تسافر الدرّاجة النارّية بسرعة ثابتة ولا تغيّر سرعتها، فإنّ القوّة الدافعة التي تؤثّر على الدرّاجة النارّية إلى الأمام تكون _____ القوّة التي تحاول كبح الدرّاجة النارّية.

عندما نكبح فجأة، يجب الحرص أن تكون القوّة الدافعة التي تؤثّر على الدرّاجة النارّية _____ قوّة الكبح.

أصغر من، أكبر بكثير من، أكبر قليلاً من، مساوية لِ، أصغر بكثير من

19.2 أيّ جسم يدفع الدرّاجة النارّية إلى الأمام؟ فسّروا إجابتكم.

20. أمامكم عمودان: يشمل العمود الأوّل أحداثًا مختلفة ويشمل العمود الثاني قائمة مبادئ وقوانين فيزيائية. صِلوا خطًّا بين كلّ حدث وكلّ القوانين والمبادئ التي تفسّره. تذكّروا، يمكن أن تكون عدّة مبادئ وقوانين لنفس الحدث. استعينوا بالمثال الوارد في السطر الأوّل.

قائمة الأحداث	قائمة المبادئ والقوانين
مغناطيس يجذب مغناطيسًا آخر عن بُعد	_____ التأثير بالقوى يمكن أن يكون عن بُعد أيضًا
مسطرة تنحني عندما نثنيها	تتعلّق نتائج التأثير بالقوّة على الجسم بصفات الجسم أيضًا
الجسم الساقط يزيد سرعته باتّجاه الأسفل	عندما لا تؤثّر قوى على الجسم لا تتغيّر سرعته
سيّارة صغيرة تصطدم بحائط باطون وتُمعَس	يؤدّي التأثير بقوّة على الجسم إلى معس وَ/ أو تغيير سرعته
سفينة فضائية تتحرّك بسرعة ثابتة في الفضاء الفارغ	
صندوق موضوع على منضدة دقيقة ويثنيها	

21. ضعوا دائرة حول جميع المصطلحات التي تصف "شدّة" التأثير المتبادل.

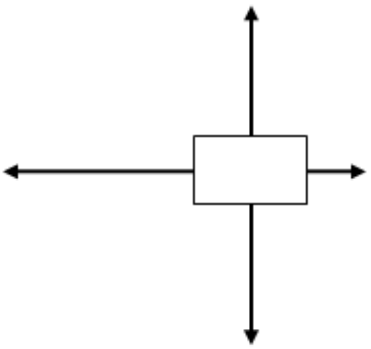
أ. الكتلة

ب. السرعة

ج. القوّة

د. الوزن

22. معطاة سيّارة تزيد سرعتها باتّجاه اليسار، ومخطّط القوى التي تؤثّر عليها. تشمل مركّبات المنظومة: سيّارة (مع محرّك وعجلات وسائق)؛ الشارع، الكرة الأرضية؛ الهواء.

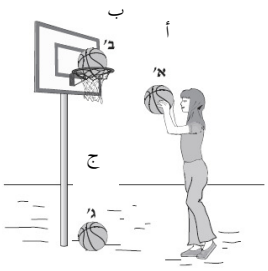


يدّعي داني أنّ القوى التي تؤثّر على السيّارة هي:

- F1 - القوّة التي يؤثّر بها المحرّك على السيّارة باتّجاه اليسار
- F2 - قوّة الاحتكاك التي يؤثّر بها الشارع على السيّارة باتّجاه اليمين (قوّة كابحة)
- F3 - القوّة التي يؤثّر بها الشارع على السيّارة باتّجاه الأعلى
- F4 - القوّة التي تؤثّر بها الكرة الأرضية على السيّارة باتّجاه الأسفل

هل توافقون مع ادّعاء داني؟ إذا كنتم لا توافقون، اكتبوا الخطأ الذي يتضمّنه ادّعاؤه حسب رأيكم، واقترحوا تصحيحًا ممكنًا.

23. أثناء لعبة كرة سلّة، رمت سارة الكرة باتّجاه السلّة. أمامكم رسم توضيحي يصف الكرة في ثلاث حالات مختلفة. في أيّ من الحالات
تؤثّر قوّة الجاذبية على الكرة؟



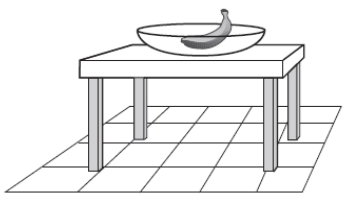
أ. في الحالة "أ" فقط.

ب. في الحالة "أ" وفي الحالة "ب" فقط.

ج. في الحالة "ب" وفي الحالة "ج" فقط.

د. في الحالات "أ" وَ "ب" وَ "ج".

24.1 .حسب الرسم التوضيحي، **الطاولة** موجودة في تأثير متبادل مع (اختاروا الإمكانية الصحيحة):



أ. الكرة الأرضية والموزة.

ب. الموزة والمصطبة

ج. الكرة الأرضية والطبق والموزة.

د. الطبق والكرة الأرضية والمصطبة.

24.2 حسب الرسم التوضيحي، الجسم الذي يؤثّر بقوّة باتّجاه الأعلى على الطبق هو:

أ. الكرة الأرضية.

ب. الطاولة.

ج. الموزة.

د. المصطبة.

25. تحت سرير سامية موضوع على الأرض صندوق فيه حذاؤها. تجذب سامية الصندوق باتّجاه الخارج (انظروا الرسم التوضيحي) لإخراج الحذاء منه.

25.1. إذا ازدادت سرعة الصندوق أثناء جذبه إلى الخارج على يد سامية، فإنّ سبب ذلك هو:

أ. قوّة الاحتكاك التي بين الصندوق المصطبة أصغر من القوّة التي تؤثّر بها سامية على الصندوق.

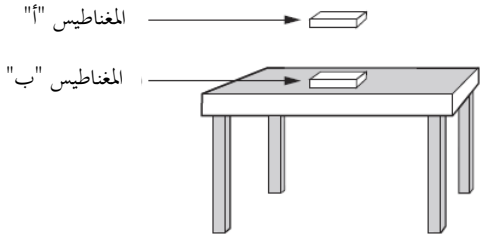
ب. قوّة الاحتكاك التي بين الصندوق المصطبة أكبر من القوّة التي تؤثّر بها سامية على الصندوق.

ج. قوّة الاحتكاك التي بين الصندوق المصطبة مساوية للقوّة التي تؤثّر بها سامية على الصندوق

25.2 اكتبوا تأثيرين متبادلين يشارك فيهما الصندوق، ويحدثان أثناء جذب سامية للصندوق إلى الخارج.

26. يصف الرسم التوضيحي الذي أمامكم مغناطيسين متطابقين موجودين في حالة سكون (بدون حركة). المغناطيس "أ" موضوع على الطاولة والمغناطيس "ب" يحلّق فوق المغناطيس "أ" (لا يوجد تلامس بين المغناطيسين).

الأجسام الموجودة في تأثير متبادل مع **المغناطيس "ب"** هي:



أ. المصطبة فقط.

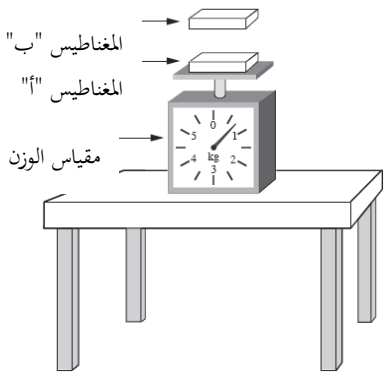
ب. المغناطيس "أ" فقط.

ج. المغناطيس "أ" والكرة الأرضية.

د. الكرة الأرضية فقط.

27. يصف الرسم التوضيحي الذي أمامكم مغناطيسين متطابقين في حالة السكون (بدون حركة). المغناطيس "أ" موضوع على مقياس وزن مصنوع من مادّة بلاستيكية، والمغناطيس "ب" موجود فوق المغناطيس "أ" (لا يوجد تلامس بين المغناطيسين).

يدّعي سامي أنّ مقياس الوزن يبيّن وزن المغناطيس "أ" فقط.



27.1. هل ادّعاء سامي صحيح؟ علّلوا إجابتكم.

27.2. هل هناك تأثير متبادل بين المغناطيس "ب" ومقياس الوزن؟ فسّروا.

28. وُضع أصيص على طاولة.

الأجسام الموجودة في تأثير متبادل مع الأصيص هي:

أ. الكرة الأرضية والمصطبة.

ب. الكرة الأرضية والطاولة.

ج. الكرة الأرضية فقط.

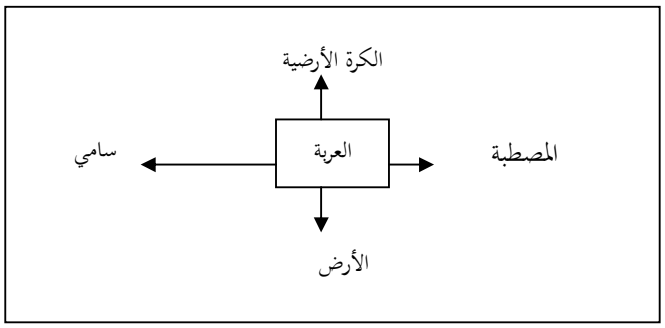
د. الطاولة فقط.

29. يدفع سامي في السوبرماركت عربة مليئة بالمنتجات، ويبدأ بالتحرّك باتّجاه الصندوق ليدفع مقابل مشترياته.

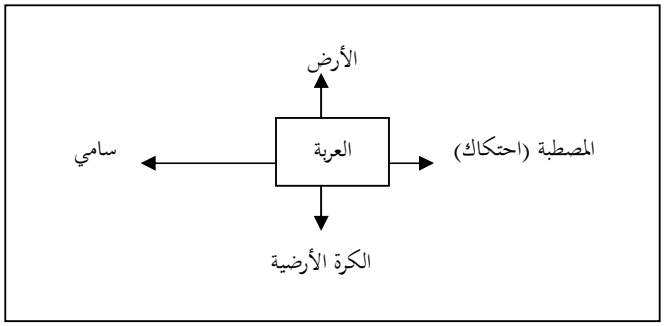
وزن العربة المليئة هو حوالي نصف وزن سامي.

أمامكم ثلاثة مخطّطات قوى (أ– ج) تصف القوى التي تؤثّر على العربة. سُجِّل بجانب كلّ قوّة من يؤثّر بها. أيّ من المخطّطات التالية يصف صحيحًا جميع القوى (ومقدارها النسبي) التي تؤثّر على العربة في بداية حركتها؟

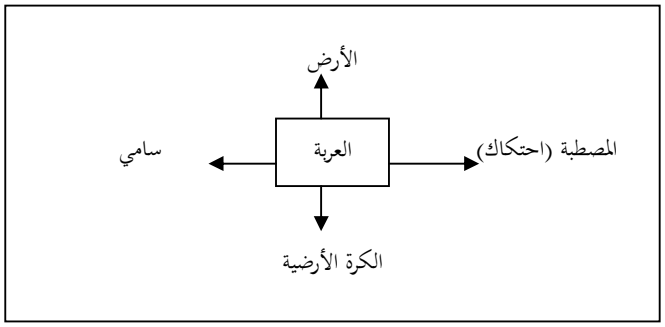
أ.



ب

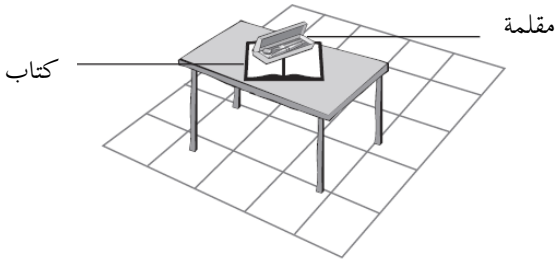


ج.



30. يصف الرسم التوضيحي الذي أمامكم طاولة تقف على الأرض. وُضع كتاب على الطاولة، ووُضعت مقلمة على الكتاب.

30.1. الأجسام الموجودة في تأثير متبادل مع **الكتاب** هي (أشيروا إلى **أصحّ** إجابة):



أ. الكرة الأرضية والمقلمة فقط.

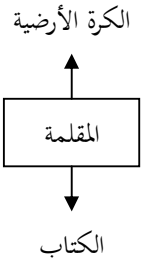
ب. الطاولة والمقلمة فقط.

ج. الكرة الأرضية والمقلمة والطاولة.

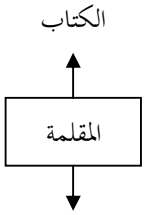
د. الكرة الأرضية والمصطبة والطاولة.

30.2 أمامكم أربعة رسوم توضيحية (أ– د) تصف اتّجاه القوّة التي يؤثّر بها كلّ واحد من الأجسام في التأثير المتبادل مع المقلمة. أيّ رسم توضيحي يصف صحيحًا اتّجاهات هذه القوى ومقاديرها النسبية؟

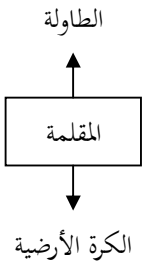
أ.



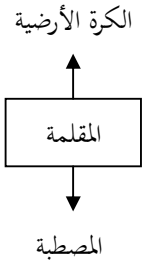
ب.



ج.



د.

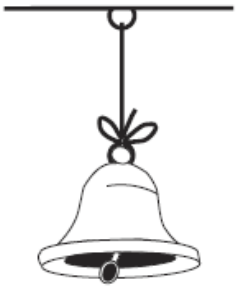


31. يصف الرسم التوضيحي الذي أمامكم رياضيًّا يرفع أثقالاً.

أكملوا في الجدول اتّجاه القوّة (إلى **الأسفل** أم إلى **الأعلى**) التي يؤثّر بها كلّ واحد من الأجسام على **الرياضي؟**

اسم الجسم	اتّجاه القوّة (إلى أسفل/ إلى أعلى)
أ. المصطبة	
ب. الأثقال	
ج. الكرة الأرضية	

32. جرس معلّق على خيط مربوط بالسقف (انظروا الرسم التوضيحي).



32.1 الأجسام الموجودة في تأثير متبادل مع الجرس هي:

أ. الكرة الأرضية والسقف.

ب. الخيط والكرة الأرضية.

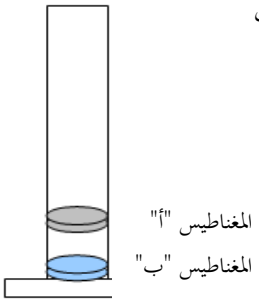
ج. الكرة الأرضية فقط.

د. الخيط فقط.

32.2 لماذا لا يسقط الجرس؟ تطرّقوا في إجابتكم إلى القوى التي تؤثّر على الجرس.

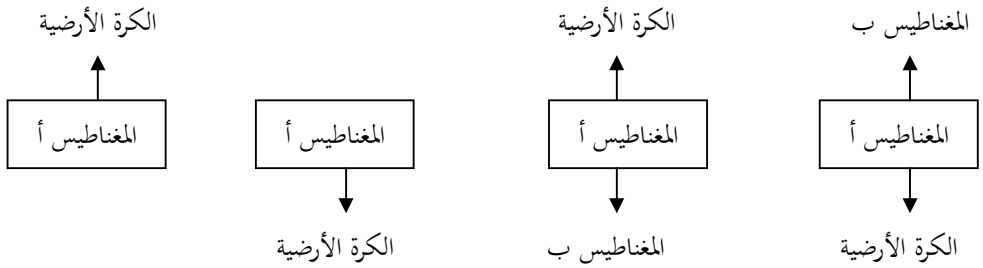
أجرت سامية تجارب مع مغناطيسين متطابقين.

33. في التجربة الأولى أدخلت سامية إلى أنبوب اختباري مغناطيسين دائريين أصغر من قطر الأنبوب الاختباري. المغناطيس "أ" حلّق فوق المغناطيس "ب" (انظروا الرسم التوضيحي).



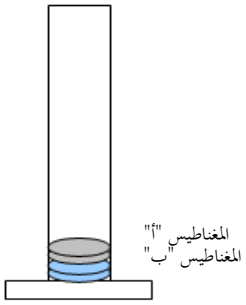
33.1. هل يوجد تأثير متبادل بين المغناطيس "أ" والمغناطيس "ب"؟ فسّروا.

33.2 ضعوا دائرة حول مخطّط القوى الذي يصف القوى التي تؤثّر على المغناطيس "أ".



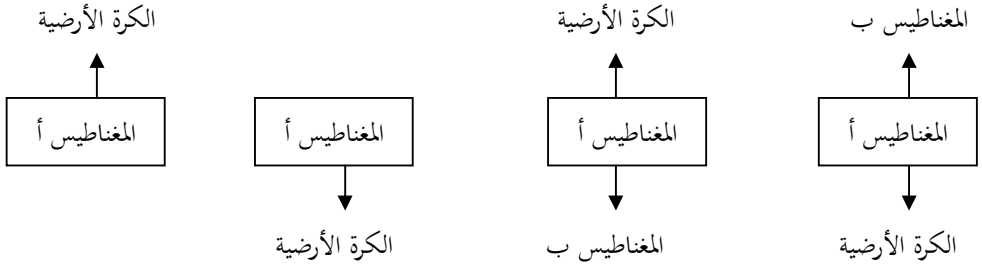
أ ب ج د

34. في التجربة الثانية، أخرجت سامية المغناطيس "أ" وقلبته وأعادته إلى الأنبوب الاختباري. نتيجة لذلك التصق المغناطيسان.



34.1 هل يوجد تأثير متبادل بين المغناطيس "أ" والمغناطيس "ب" في هذه الحالة؟ كيف يمكن إثبات ذلك؟

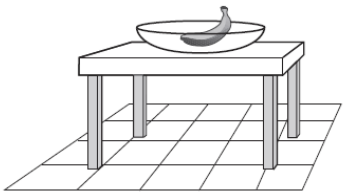
34.2 ضعوا دائرة حول مخطّط القوى الذي يصف القوى التي تؤثّر على المغناطيس "أ".



أ ب ج د

35. وُضع طبق فواكه على طاولة.

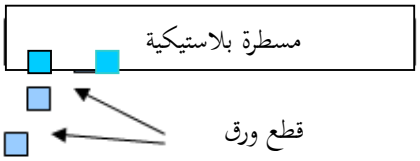
يدّعي داني أنّه توجد قوّة احتكاك بين الطبق والطاولة. هل توافقون مع ادّعاء داني؟ فسّروا.



36 يفرك رامي مسطرة بلاستيكية بقطعة صوف. بعد ذلك قرّب المسطرة من قطع ورق صغيرة موضوعة على الطاولة. نتيجة لذلك "قفزت" قطع الورق إلى المسطرة والتصقت بها.

36.1 يدّعي رامي أنّ المسطرة كانت في تأثير متبادل عن بُعد مع قطع الورق.

هل توافقون مع ادّعاء رامي؟ فسّروا إجابتكم.



36.2 إذا كان هناك تأثير متبادل بين المسطرة وقطع الورق، ما هو؟

أ. تأثير متبادل كهربائي

ب. تأثير متبادل مع الكرة الأرضية

ج. تأثير متبادل مغناطيسي

د. تأثير متبادل في التلامس

هـ. لم يكن تأثير متبادل، وما كان هو انجذاب لحظي فقط.

37. سيّارة تدفع إلى الأمام أثناء سفرها **بسرعة ثابتة**، صندوقًا كبيرًا موجودًا أمامها. هناك احتكاك بين الصندوق والشارع.

شارع

37.1 ارسموا مخطّط قوى للسيّارة. هل تؤثّر قوى احتكاك بين عجلات السيّارة وبين الشارع؟ فسّروا.

37.2 فسّروا لماذا يتحرّك الصندوق بسرعة ثابتة: ارسموا مخطّط قوى للصندوق الذي تدفعه السيّارة، واشرحوا كيف استعملتم قوانين نيوتن في الرسم.

38. قطّة تجلس على الطاولة.

38.1 مقدار القوّة التي تؤثّر بها الطاولة على القطّة أكبر من/ أصغر من/ يساوي (ضعوا دائرة حول الإجابة الصحيحة) القوّة التي تؤثّر بها القطّة على الطاولة.

38.2 ارسموا مخطّطَي قوى للقطّة وللطاولة.

38.3 فجأة، تقفز القطّة باتّجاه الأعلى. ارسموا مخطّطَي قوى للقطّة وللطاولة في لحظة القفز (هناك تأثير متبادل بين الطاولة والقطّة).

38.4 في المرحلة التالية، القطّة موجودة في الهواء (بعد أن قفزت). ارسموا مخطّطَي قوى للقطّة وللطاولة في هذه المرحلة (أهملوا التأثير المتبادل بين القطّة والهواء).

39. يطرق نجّار مسمارًا بمطرقة ويغرزه في لوح خشبي.

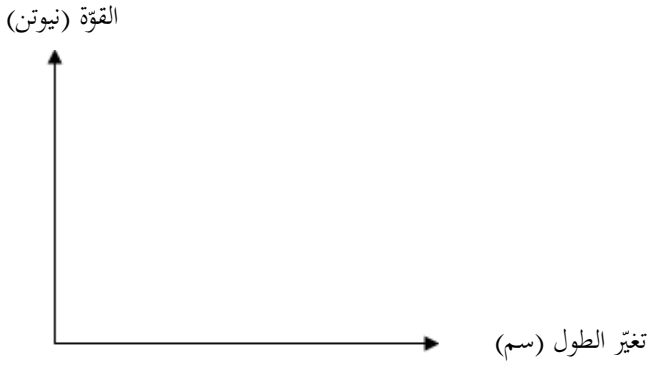
39.1 القوّة التي تؤثّر بها المطرقة على المسمار (أشيروا إلى الإمكانية الصحيحة) أكبر من/ أصغر من/ تساوي القوّة التي يؤثّر بها المسمار على المطرقة. فسّروا إجابتكم.

39.2 ارسموا مخطّط قوى للمسمار، وفسّروا لماذا غُرِز المسمار في اللوح الخشبي (افترضوا أنّ اللوح الخشبي معامد للأرض).

40. يبيّن الجدول التالي نتائج تجربة بحثت كيف يتغيّر طول النابض عندما نؤثّر عليه بقوّة بمقادير مختلفة.

القوّة (نيوتن)	طول النابض (سم)
0	5
10	7
20	9
30	11

ارسموا على المحورين اللذين أمامكم رسمًا بيانيًا يصف استطالة النابض كدالة للوزن الذي يوضع عليه، وأضيفوا قيمًا ملائمة على المحورين.



41. يبيّن الرسم التوضيحي التالي تفّاحة تسقط من الشجرة. في أيّ من الحالات تؤثّر قوّة جذب على التفّاحة؟

أ. في الحالة 2 فقط.

ب. في الحالتين 3 فقط.

ج. في الحالتين 1 وَ 2 فقط.

د. في الحالتين 1 وَ 3 فقط.

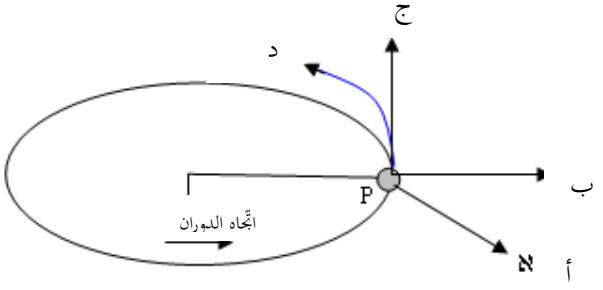
هـ. في الحالات 1 وَ 2 وَ 3.

42. يبيّن الجدول التالي نتائج تجربة بحثت كيف يتغيّر طول النابض عندما نعلّق عليه كتلاً مختلفة.

الكتلة بالغرامات	طول النابض (سم)
0	5
10	7
20	9
30	11
40	12
50	13
60	13

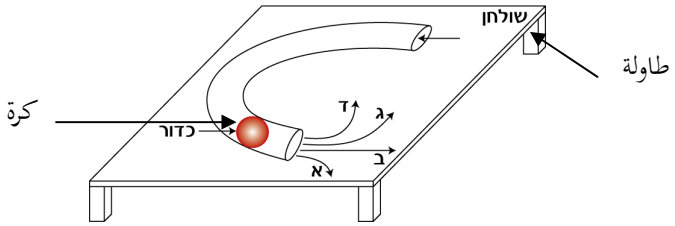
صفوا بالكلمات كيف يتغيّر طول النابض عندما نعلّق عليه كتلاً مختلفة.

43*. كرة معدنية مربوطة بحبل. يمسك شابّ الحبل ويُدير الكرة في مسار دائري أفقي فوق رأسه، كما هو موصوف في

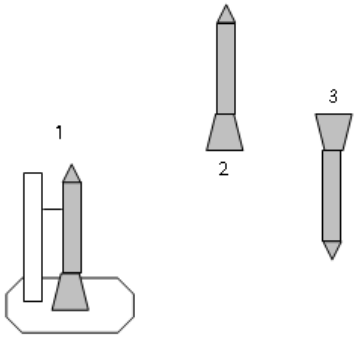


الرسم التوضيحي (من نظرة مائلة من الأعلى). عندما كانت الكرة في النقطة P انقطع الحبل في النقطة القريبة من الكرة. ضعوا دائرة حول الحرف (أ–د) الذي يصف المسار الذي تتحرّك الكرة فيه بعد انقطاع الحبل. فسّروا إجابتكم.

44. يُدخِلون بسرعة كرة صغيرة إلى قناة نصف دائرية موضوعة على طاولة (انظروا الرسم التوضيحي). ضعوا دائرة حول الحرف (أ–د) في الرسم التوضيحي الذي يصف المسار الذي تتحرّك فيه الكرة بعد خروجها من القناة. فسّروا اختياركم.



45. تبيّن الرسوم الثلاثة التالية صاروخًا يُطلَق من الكرة الأرضية إلى القمر (1 وَ2)، وبعد ذلك في طريق عودته إلى الكرة الأرضية (3). في أيّ من الحالات تؤثّر قوّة جاذبية الكرة الأرضية على الصاروخ؟



أ. 3 فقط.

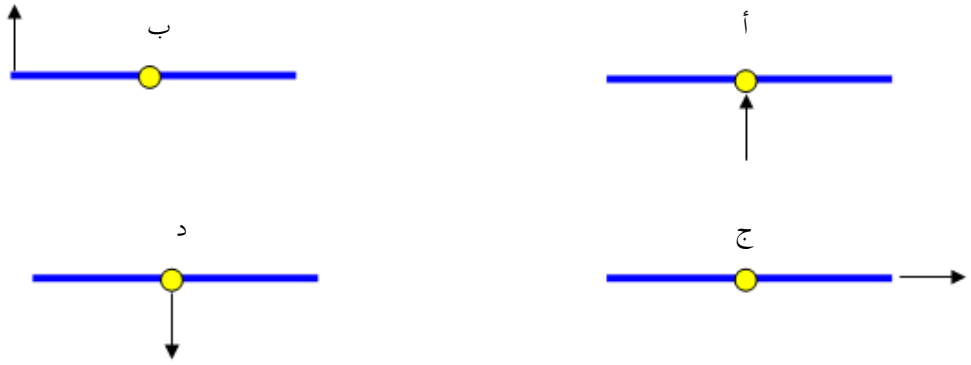
ب. 1 فقط.

ج. 1 وَ 2 فقط.

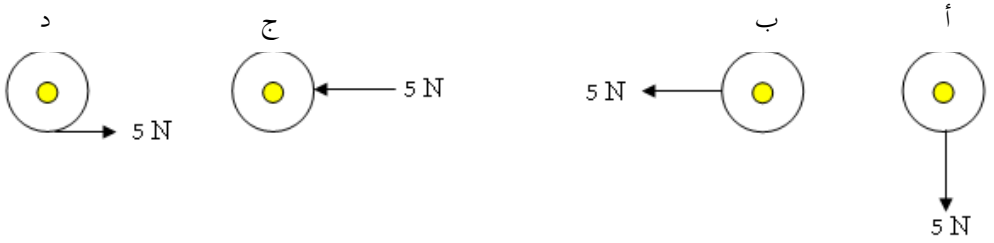
د. 2 وَ3 فقط.

هـ. 1 وَ 2 وَ 3.

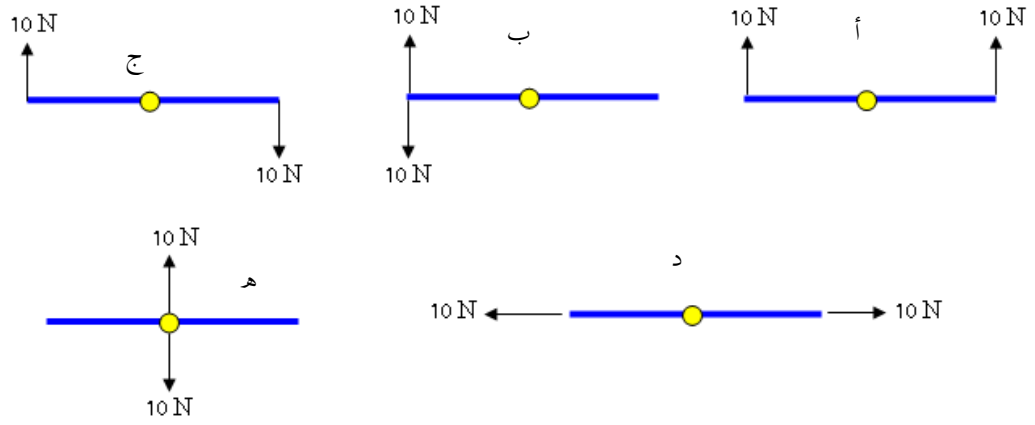
46. يعرض كلّ واحد من المخطّطات التالية قضيبًا معلّقًا على محور ثابت في مركزه. القضبان صلبة. تؤثّر على كلّ قضيب قوّة في نفس المستوى. في أيّة حالة يدور القضيب حول محوره؟



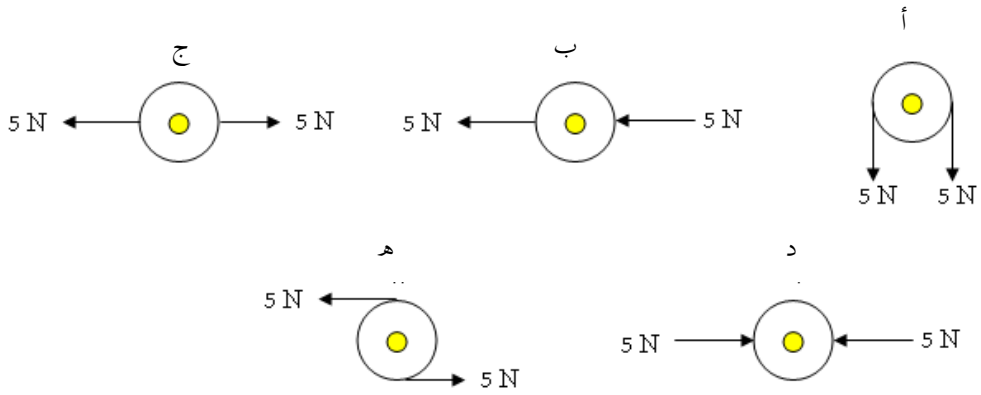
47. عجلة يمكنها التحرّك بحرّية حول محور في مركزها. تؤثّر على العجلة قوّة في مستوى العجلة. مقدار القوّة هو 5 نيوتن واتّجاهها باتّجاه السهم. في أيّة حالة تدور العجلة؟



48. يعرض كلّ واحد من المخطّطات التالية قضيبًا معلّقًا على محور ثابت في مركزه. القضبان صلبة. تؤثّر على كلّ واحد من القضبان قوّتان في نفس المستوى. مقدار القوّتين متساوٍ، 10 نيوتن. في أيّة حالة يدور القضيب حول محوره؟



49. عجلة يمكنها التحرّك بحرّية حول محور في مركزها. تؤثّر على العجلة قوّتان في مستوى العجلة. مقدار كلّ واحدة من القوّتين هو 5 نيوتن. في أيّة حالة تدور العجلة؟



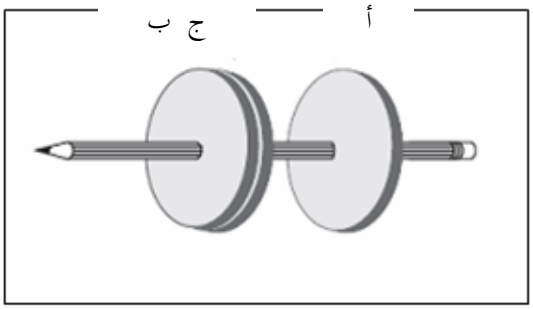
وحدة تدريس– تعلّم– تقييم في موضوع: القوى والحركة

50. يبيّن التخطيط التالي ما يحدث لثلاثة مغناطيسات مثقوبة عندما نمرّر فيها قلم رصاص وتكون قريبة من بعضها البعض. يتحرّك المغناطيسان "ب" وَ "ج" حتّى يتلامسا، لكنّ المغناطيسين "أ" وَ "ب" يبقيان مفصولين.

50.1 فسّروا لماذا يتلامس المغناطيسان "ب" وَ "ج".

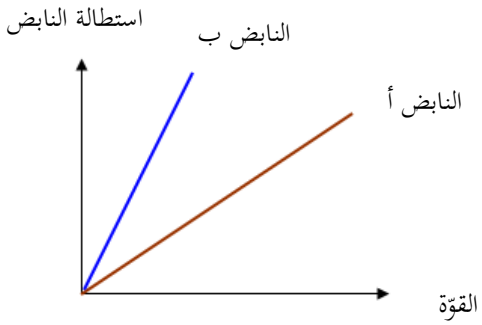
50.2 فسّروا لماذا يبقى المغناطيسان "أ" وَ "ب" مفصولين.

أ



وحدة تدريس– تعلّم– تقييم في موضوع: القوى والحركة

51. أمامكم مخطّط يصف استطالة نابضين مختلفين بتأثير قوّة تؤثّر عليهما. أيّ من النابضين يُشدّ بسهولة أكبر (نابض أكثر "ليونة"؟ فسّروا.



52. يصف الرسمان البيانيان في المخطّط القوّة اللازمة لإطالة نابضين مختلفين.

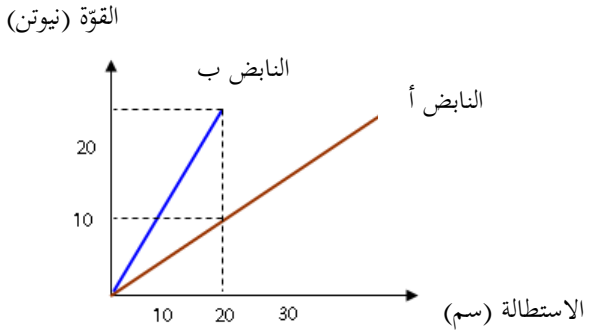
52.1 أيّة قوّة يجب التأثير بها على النابض "ب" كي يستطيل بِ 20 سم؟

أ. 10 نيوتن

ب. 20 نيوتن

ج. 25 نيوتن

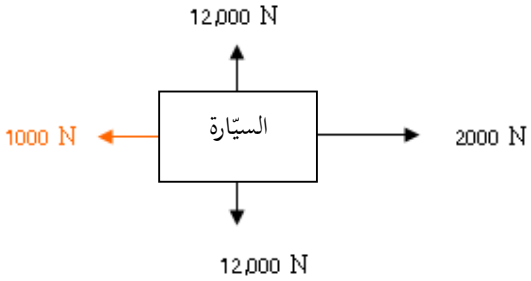
د. 40 نيوتن



52.2 أيّ نابض أصعب للشدّ؟

فسّروا إجابتكم.

53. أمامكم مخطّط قوى يصف جميع القوى التي تؤثّر على سيّارة.



حسب قوانين نيوتن (أشيروا إلى الإجابة الصحيحة):

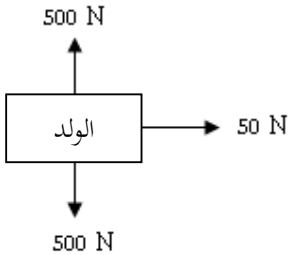
أ. السيّارة تزيد سرعتها باتّجاه اليمين (⟶).

ب. السيّارة تزيد سرعتها باتّجاه اليسار (⟵).

ج. السيّارة لا تغيّر سرعتها.

د. السيّارة لا تتحرّك.

54. أمامكم مخطّط قوى يصف جميع القوى التي تؤثّر على ولد.



حسب قوانين نيوتن (أشيروا إلى الإجابة الصحيحة):

أ. الولد يزيد سرعته باتّجاه اليمين (⟶).

ب. الولد يزيد سرعته باتّجاه اليسار (⟵).

ج. الولد يتحرّك بسرعة ثابتة.

د. الولد لا يتحرّك.

55. أمامكم مخطّط قوى يصف جميع القوى التي تؤثّر على صندوق.

حسب قوانين نيوتن (أشيروا إلى الإجابة الصحيحة):

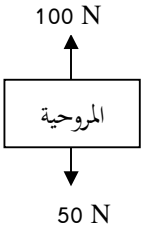
أ. الصندوق يزيد سرعته باتّجاه اليمين (⟶).

ب. الصندوق يزيد سرعته باتّجاه اليسار (⟵).

ج. الصندوق يغيّر سرعته إلى أعلى (↑).

د. الصندوق لا يتحرّك.

56. أمامكم مخطّط قوى يصف جميع القوى التي تؤثّر على مروحية.



حسب قوانين نيوتن (أشيروا إلى الإجابة الصحيحة):

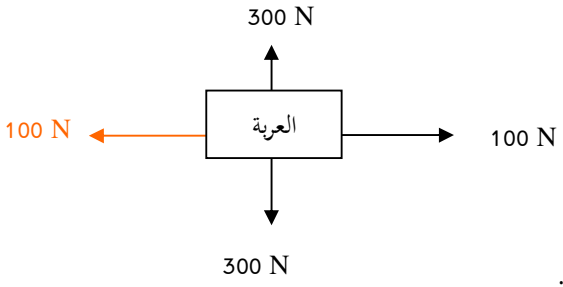
أ. المروحية تزيد سرعتها باتّجاه اليمين (⟶).

ب. المروحية تزيد سرعتها باتّجاه اليسار (⟵).

ج. المروحية تزيد سرعتها إلى أعلى (↑).

د. المروحية لا تغيّر سرعتها.

57. أمامكم مخطّط قوى يصف شخصًا يدفع عربة على الأرض باتّجاه اليمين (⟶).



أشيروا إلى الجملة الصحيحة التي تتطرّق إلى قوّة الاحتكاك:

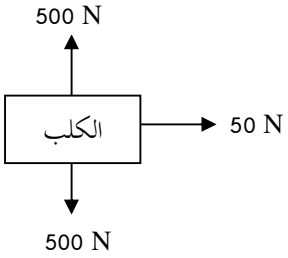
أ. قوّة الاحتكاك تساوي القوّة التي يؤثّر بها الشخص على العربة.

ب. قوّة الاحتكاك أكبر من القوّة التي يؤثّر بها الشخص على العربة.

ج. قوّة الاحتكاك أصغر من القوّة التي يؤثّر بها الشخص على العربة.

د. قوّة الاحتكاك لا تؤثّر على العربة.

58. أمامكم مخطّط قوى يصف جميع القوى التي تؤثّر على كلب يبدأ في السير.



حسب قوانين نيوتن (أشيروا إلى الإجابة الصحيحة):

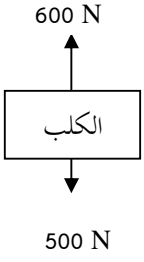
أ. الكلب يزيد سرعته باتّجاه اليمين (⟶).

ب. الكلب يزيد سرعته باتّجاه اليسار (⟵).

ج. الكلب يتحرّك بسرعة ثابتة.

د. لا يمكن المعرفة.

59. أمامكم مخطّط قوى يصف جميع القوى التي تؤثّر على كلب.



حسب قوانين نيوتن (أشيروا إلى الإجابة الصحيحة):

أ. الكلب يزيد سرعته باتّجاه اليمين (⟶).

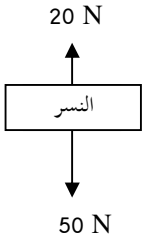
ب. الكلب يزيد سرعته باتّجاه اليسار (⟵).

ج. الكلب يغيّر سرعته إلى أعلى (↑).

د. الكلب لا يتحرّك.

60. أمامكم مخطّط قوى يصف جميع القوى التي تؤثّر على نسر.

حسب قوانين نيوتن (أشيروا إلى الإجابة الصحيحة):



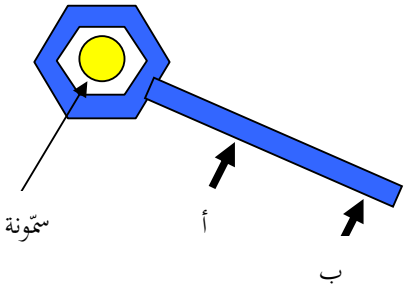
أ. النسر يزيد سرعته باتّجاه اليمين (⟶).

ب. النسر يزيد سرعته باتّجاه اليسار (⟵).

ج. النسر يغيّر سرعته إلى أعلى (↑).

د. النسر يزيد سرعته إلى الأسفل (↓).

الموضوع الفرعي 2– الآلات البسيطة



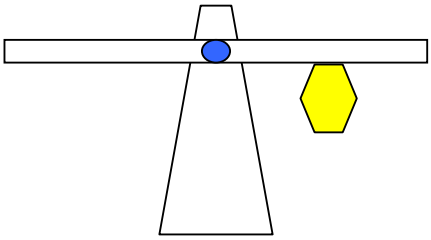
61. يحاول سامي السمكري حلّ (سمّونة) "صعبة" بواسطة مفتاح سمّونات (انظروا الرسم التوضيحي).

في أيّة نقطة من الجدير أن يمسك سامي مفتاح السمّونات، في النقطة "أ" أم في النقطة "ب"؟

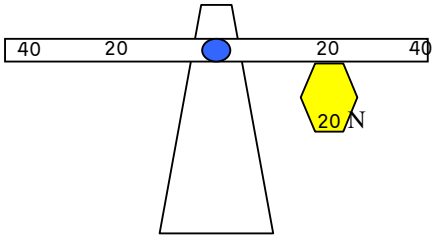
فسّروا إجابتكم.

62. أمامكم رسم توضيحي لمسطرة معلّق في أحد طرفيها ثقل وزنه 10 نيوتن. بُعد نقطة تعليق الثقل عن المحور هو 20 سم (انظروا الرسم التوضيحي). تحت تصرّفكم 3 أثقال إضافية أوزانها 5 وَ 10 وَ 20 نيوتن. اقترحوا ثلاث إمكانيات لموازنة المسطرة بواسطة الأثقال الإضافية.

ملاحظة: عليكم التطرّق إلى وزن الثقل وإلى بُعده عن المحور.



63. أمامكم رسم توضيحي لمسطرة معلّق في أحد طرفيها ثقل وزنه 20 نيوتن. بُعد الثقل عن المحور هو 20 سم (انظروا الرسم التوضيحي). عليكم موازنة المسطرة بواسطة إضافة ثقل إضافي في الطرف الثاني للمسطرة على بُعد ملائم عن المحور.



أشيروا إلى الإمكانية الصحيحة:

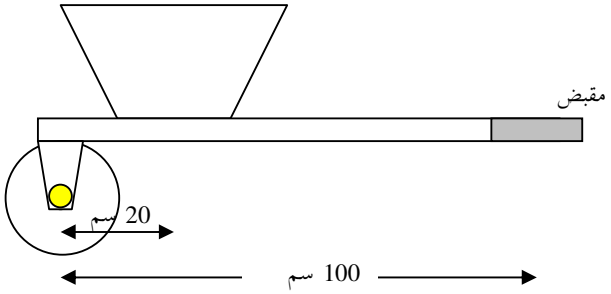
أ. ثقل وزنه 10 N على بُعد 20 سم عن المحور

ب. ثقل وزنه 20 N على بُعد 40 سم عن المحور

ج. ثقل وزنه 10 N على بُعد 40 سم عن المحور

د. ثقل وزنه 20 N على بُعد 10 سم عن المحور

64. يستطيع رامي بنفسه (بدون وسيلة مساعدة) رفع حجر وزنه 500 نيوتن. كم حجرًا كهذه يستطيع رامي نقلها إذا استعمل العربة التي أبعادها موصوفة في الرسم التوضيحي؟



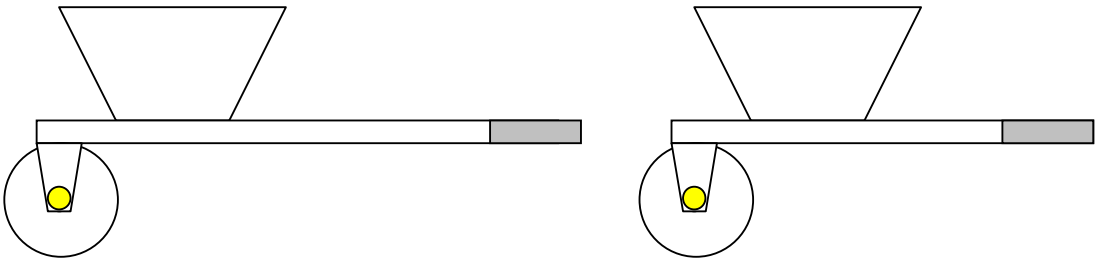
أ. حجران (1000 N)

ب. 4 أحجار (2000 N)

ج. 5 أحجار (2500 N)

د. 6 أحجار (3000 N)

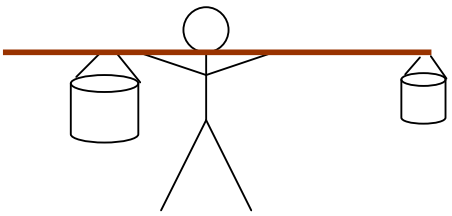
65. أمامكم عربتان. أيّ عربة تمكّن نقل حِمْل أثقل؟ فسّروا إجابتكم.



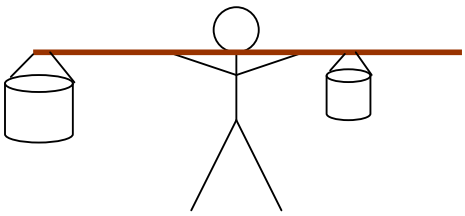
العربة "أ"

العربة "ب"

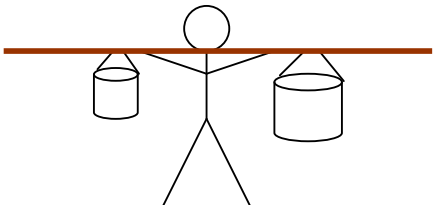
66. أيّ رسم من الرسوم أ–د، يبيّن أسهل طريقة يمكن لشخص معيّن أن يوازن بها دلوًا يحوي عشرة لترات من الماء ودلوًا أصغر يحوي خمسة لترات من الماء؟ فسّروا إجابتكم.



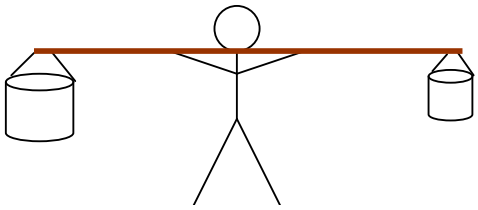
الرسم "أ"



الرسم "ب"



الرسم "ج"



الرسم "د"

67. يصف الجدول الذي أمامكم القوى التي تؤثّر على سيّارة تتحرّك واتّجاهات هذه القوى. اذكروا بالنسبة لكلّ واحدة من القوى إذا كانت تنفّذ شغلاً على السيّارة (ضعوا دائرة حول الإجابة الصحيحة في العمود الثالث)، وفسّروا اختياركم في العمود الرابع.

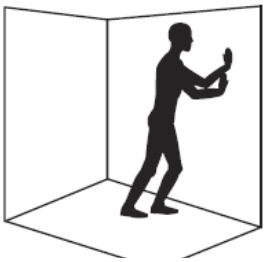
الجسم الذي يؤثّر بقوّة على السيّارة	اتّجاه القوّة	الشغل	التفسير
الهواء	إلى اليسار (باتّجاه معاكس لحركة السيّارة)	يوجد/ لا يوجد	
الكرة الأرضية	إلى الأسفل	يوجد/ لا يوجد	
الشارع	إلى الأعلى	يوجد/ لا يوجد	
* الشارع (احتكاك)	إلى اليمين (باتّجاه حركة السيّارة). انتبهوا: لا توجد حركة بين الشارع وبين جزء عجلة السيّارة الذي يلامس الشارع (تدحرج وليس انزلاق)	يوجد/ لا يوجد	

68. قام شخص بمهمّات مختلفة، كما هو موصوف في المخطّط الذي أمامك. في أيّة مهمّات ينفّذ الشخص شغلاً؟

أ

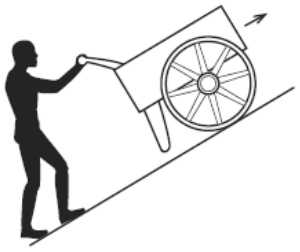
يمسك جسمًا ثقيلاً

ب



يدفع حائطًا

ج



يدفع عربة في مرتقى

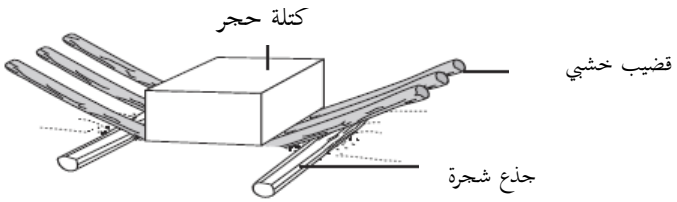
د

يقرأ كتابًا

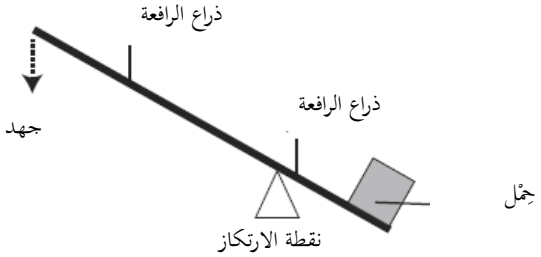
.69

يتعلّم سامي وسامية عن الهرم الكبير الذي بناه الفرعون خوفو في الجيزة في مصر.

تساءلا كيف نجح المصريون القدامى في رفع كتل الحجارة الكبيرة لبناء الهرم. أجريا بحثًا في الإنترنت ووجدا المخطّط التالي.



سامي لم يكن متأكّدًا أنّه فهم المخطّط، لذلك رسمت سامية مخطّطًا آخر لمساعدته في فهم كيف رفعوا كتل الحجارة. المخطّط الذي رسمته معروض أدناه.

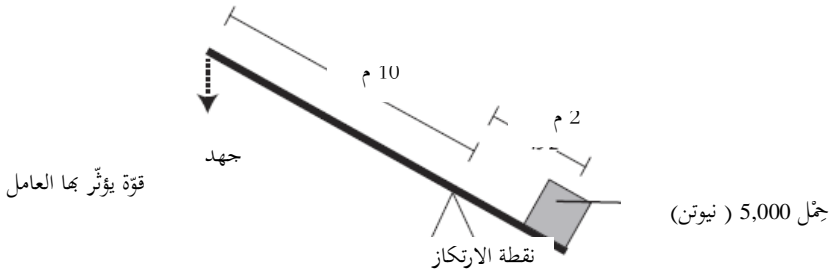


أ. لائموا أجزاء الرافعة المصرية لمخطّط الرافعة الذي رسمته سامية. إحدى الملاءمات ترد في الجدول.

مخطّط سامية	الرافعة المصرية
الجهد	الشدّ إلى الأسفل بواسطة العامل
الحِمْل	
نقطة الارتكاز	
ذراع الرافعة	

قرأ سامي وسامية أنّ ستّة عمّال استطاعوا معًا رفع حجر وزنه 30,000 نيوتن. لذلك كان من المفترَض أن يكون باستطاعة العامل الواحد أن يرفع سدس هذا الوزن (5,000 نيوتن). قرّر سامي وسامية أن يحسبا الجهد الذي لزم لكلّ عامل تشغيله على القضيب الخشبي الذي يعمل به.

أضاف سامي إلى المخطّط الذي رسمته سامية طول كلّ ذراع للرافعة، كما هو موصوف في الرسم التالي.



وجد سامي المعادلة التالية في كتاب تعليمي:

$$\frac{\text{القوّة التي يؤثّر بها الحِمْل}}{\text{القوّة التي يؤثّر بها الجهد}} = \frac{\text{البُعد بين الجهد ونقطة الارتكاز}}{\text{البُعد بين الحِمْل ونقطة الارتكاز}}$$

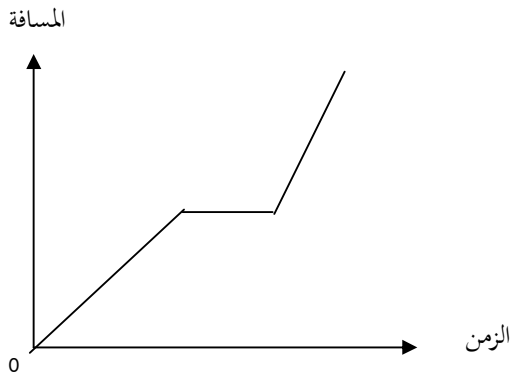
ما هو مقدار القوّة التي يجب أن يؤثّر بها كلّ واحد من العمّال ليرفعوا معًا كتلة الحجر؟

_____ نيوتن.

وحدة تدريس– تعلّم– تقييم في موضوع: القوى والحركة

الموضوع الفرعي 3– وصف الحركة

70. خرج يوسف من بيته وسار باتّجاه المركز الشرائي. بعد عدّة دقائق من السير، توقّف للراحة لفترة قصيرة وجلس على مقعد صادفه في الطريق. بعد ذلك واصل سيره بدون توقّف حتّى المركز الشرائي.
يصف الرسم البياني التالي تعلّق المسافة بالزمن لحركة يوسف من بيته إلى المركز الشرائي.



70.1 المكان الذي توقّف فيه يوسف للراحة:

أ. أقرب إلى بيته ممّا من المركز الشرائي.

ب. تقريبًا في منتصف الطريق إلى المركز الشرائي.

ج. أقرب إلى المركز الشرائي ممّا من بيته.

د. إمكانية أخرى.

70.2 أشيروا إلى نقاط في الرسم البياني، واكتبوا بجانب كلّ نقطة رقمًا حسب البنود التالية:

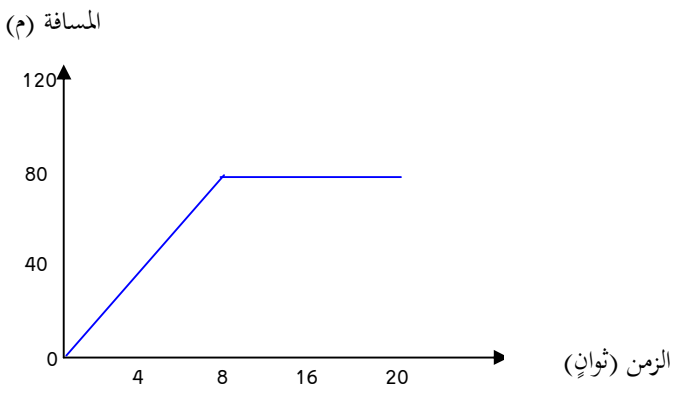
أ. أشيروا إلى نقطة في الرسم البياني تشير إلى توقّف يوسف للراحة، واكتبوا بجانبها الرقم 1.

ب. أشيروا إلى نقطة في الرسم البياني تشير إلى المركز الشرائي، واكتبوا بجانبها الرقم 2.

ج. أشيروا إلى نقطة في الرسم البياني تشير إلى بيت يوسف، واكتبوا بجانبها الرقم 3.

70.3 هل يمكن التحديد من الرسم البياني في أيّة قطعة من الطريق سار يوسف بسرعة أكبر؟ فسّروا إجابتكم.

71. يشارك داني في سباق عَدْو لمسافة 100 متر. يصف الرسم البياني التالي مسار عَدْو داني في السباق. كم ثانية مرّت من لحظة بداية العَدْو وحتّى أنهى داني عَدْوَه؟



أ. 8 ثوانٍ

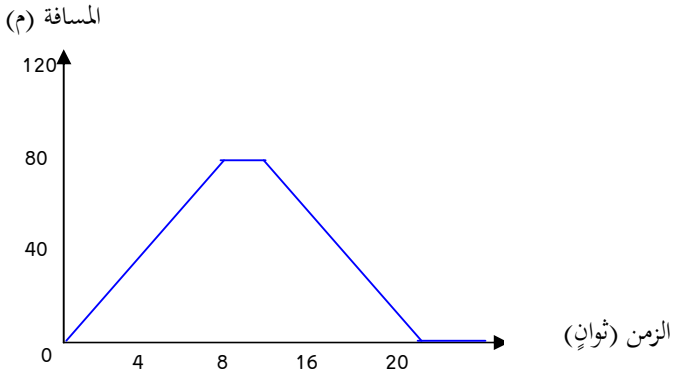
ب. 4 ثوانٍ

ج. 20 ثانية

د. 16 ثانية

هل تجاوز داني خطّ النهاية؟ فسّروا.

72. خرجت أميرة إلى جولة قصيرة على درّاجتها الهوائية. يصف الرسم البياني التالي بُعد أميرة عن بيتها كدالة للزمن.



72.1 ما هو البُعد الأقصى عن بيتها التي وصلت إليه أميرة؟ فسّروا.

72.2 احسبوا في أيّ بُعد عن بيتها كانت أميرة بعد 5 ثوانٍ.

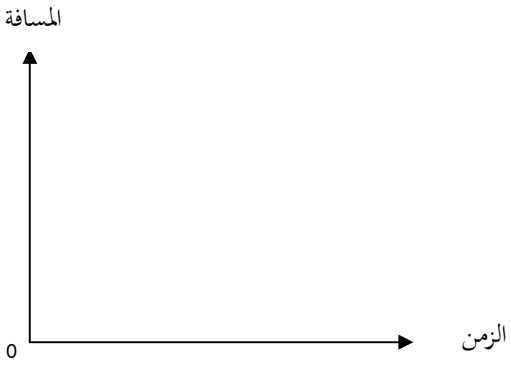
72.3 أين كانت أميرة بعد حوالي 22 ثانية؟ أشيروا إلى الإجابة الصحيحة.

أ. في بيتها

ب. في بُعد حوالي 80 مترًا عن بيتها.

ج. لا يمكن المعرفة، لأنّه لم يرد في الرسم البياني إلى أين سافرت.

73. دخل داني في الصباح إلى سيّارته وبدأ بالسفر إلى مكان عمله الذي يبعد عن بيته حوالي عشرة كيلومترات. بعد عشر دقائق من السفر بسرعة ثابتة، توقّف لمدّة خمس دقائق واشترى قهوة. بعد ذلك واصل سفره بنفس السرعة عشر دقائق أخرى إلى أن وصل إلى عمله. ارسموا رسمًا بيانيًا يصف بُعد داني عن بيته كدالة للزمن.



74. تسافر نهى من تل أبيب إلى حيفا. خرجت نهى الساعة 9:00 صباحًا من تل أبيب وسافرت بسرعة ثابتة مقدارها 90 كيلومتر في الساعة (كم/ الساعة).

74.1. إذا كان البُعد بين حيفا وتل أبيب 90 كم، في أيّة ساعة تصل نهى إلى حيفا؟

أ. 12:00 ظهرًا

ب. 10:00 صباحًا

ج. 11:30 قبل الظهر

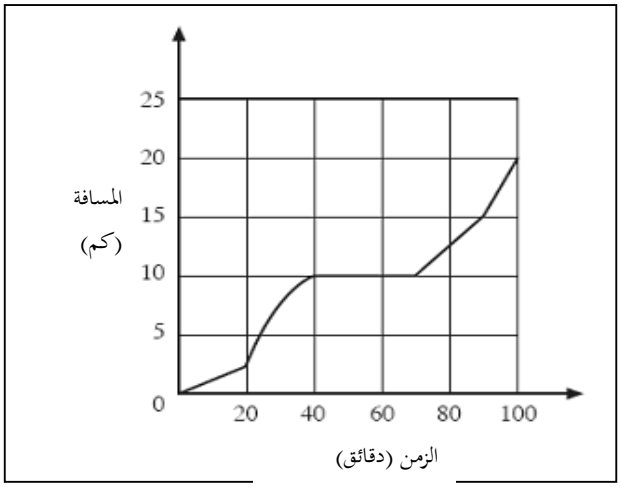
د. 10:30 صباحًا

74.2 ارسموا رسمًا بيانيًا للمسافة/ الزمن يصف سفر نهى من تل أبيب إلى حيفا.

74.3 إذا سافرت نهى بسرعة ثابتة مقدارها 90 كم/ الساعة، في أيّ بُعد عن تل أبيب يُتوقّع أن تكون في الساعة 9:30؟ فسّروا إجابتكم.

75. يحتاج ضوء لشمس لثماني دقائق ليصل إلى الكرة الأرضية، لكنّ الضوء الذي يتحرّك بنفس السرعة يحتاج إلى 1.4 ثانية ليصل إلى الكرة الأرضية من القمر. لماذا؟ فسّروا إجابتكم.

76. خرجت مريم إلى جولة على درّاجتها الهوائية، وخلال الجولة حدث ثقب في إطار الدرّاجة الهوائية. صلّحت مريم الثقب، ومباشرةً بعد ذلك واصلت سفرها. يبيّن الرسم البياني التالي مجرى سفر مريم.



كم دقيقة استغرق تصليح الثقب في الإطار؟

أ. 20 دقيقة

ب. 30 دقيقة

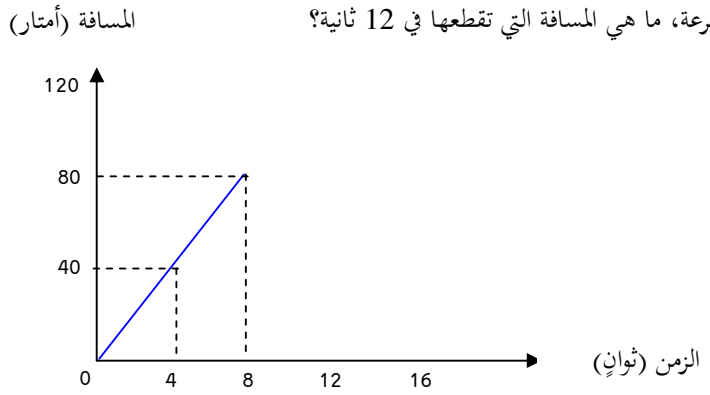
ج. 40 دقيقة

د. 70 دقيقة

وحدة تدريس– تعلّم– تقييم في موضوع: القوى والحركة

77. يبيّن الرسم البياني التالي العلاقة بين المسافة والزمن لقطّة تتحرّك على طول خطّ مستقيم.

إذا واصلت القطّة التحرّك بنفس السرعة، ما هي المسافة التي تقطعها في 12 ثانية؟



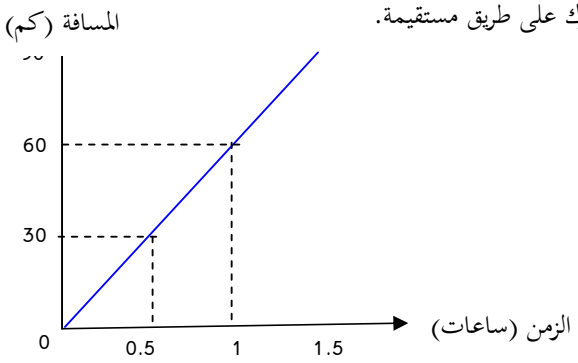
أ. 4 أمتار

ب. 8 أمتار

ج. 80 مترًا

د. 120 مترًا

78. يبيّن الرسم البياني التالي المسافة كدالة للزمن لسيّارة تتحرّك على طريق مستقيمة.



ما هي سرعة السيّارة؟

أ. 30 كم في الساعة

ب. 60 كم في الساعة

ج. 90 كم في الساعة

د. لا يمكن المعرفة

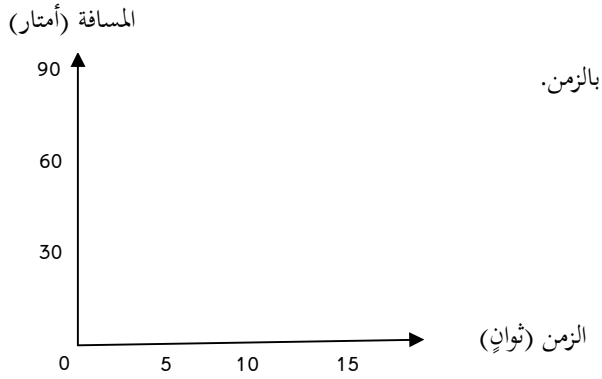
فسّروا اختياركم.

79. يصف الجدول التالي علاقة الموقع بالزمن لسيّارة تبدأ في السفر من موقف السيّارات.

البُعد عن الموقف (أمتار)	الزمن الذي مرّ من لحظة الخروج من الموقف (ثوانٍ)
5	30
10	60
15	90

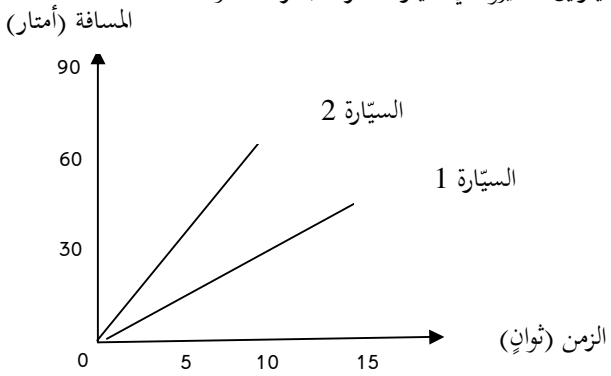
79.1. احسبوا سرعة السيّارة.

79.2. ارسموا رسمًا بيانيًا يصف تعلّق مكان السيّارة بالزمن.



وحدة تدريس– تعلّم– تقييم في موضوع: القوى والحركة

80. يصف الرسم البياني التالي علاقة الموقع والزمن لسيّارتين. أشيروا أيّ سيّارة سافرت بسرعة أكبر؟



أ. السيّارة 1

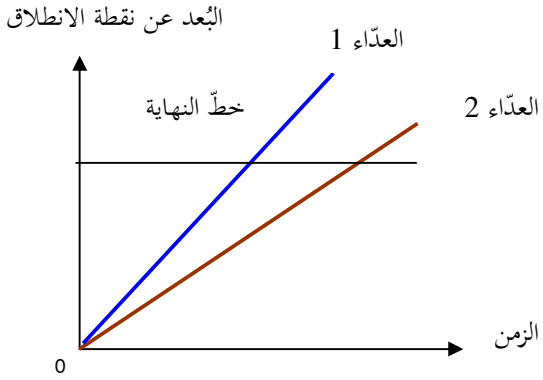
ب. السيّارة 2

ج. تتحرّك السيّارتان بسرعة متساوية

د. لا يمكن التحديد

81. أمامكم منحنيان يصفان علاقة موقع عدّاءين كدالة للزمن في سباق للعَدْو.

81.1 أشيروا أيّ عدّاء فاز في السباق؟



أ. العدّاء 1

ب. العدّاء 2

ج. أنهى العدّاءان السباق معًا

د. لا يمكن التحديد

81.2 هل يمكن بواسطة الرسم البياني حساب سرعة العدّاء؟ إذا كانت الإجابة نعم– احسبوها. إذا كانت الإجابة لا– فسّروا لماذا.

ج. إجابات لأسئلة التقييم

الموضوع الفرعي 1: التأثير المتبادل والقوى

1. تأثيرات متبادلة– القانون الثالث

1.1 ذبابة تصطدم بحائط كبير.

موافقون/ غير موافقين التفسير: القوّتان في التأثير المتبادل متساويتان في المقدار حسب القانون الثالث لنيوتن.

1.2 منتِجو الأحذية الرياضية...

موافقون/ غير موافقين التفسير: الاحتكاك الذي تؤثّر به الأرض على النعل هو باتّجاه الحركة ويمكّن للشخص بالتحرّك. تقليص الاحتكاك يُثقِل على الحركة. بدون احتكاك، لا يمكن السير على أيّ سطح.

1.3 شركة "إليانس"...

موافقون/ غير موافقين التفسير: انظروا 1.2.

1.4 قطار مسرع يصطدم بحجر صغير.

موافقون/ غير موافقين

التفسير: القوّتان في التأثير المتبادل متساويتان حسب القانون الثالث لنيوتن.

1.5 يدّعي يوسف أنّه عندما...

موافقون/ غير موافقين التفسير: انظروا 1.2.

1.6 مصعد شحن يتحرّك إلى الأعلى...

موافقون/ غير موافقين التفسير: بما أنّ السرعة بالاتّجاه العمودي لم تتغيّر (السرعة ثابتة)، فإنّ القوّة التي تؤثّر باتّجاه الأعلى (بواسطة المحرّك الكهربائي) يجب أن تكون مساوية لمحصّلة القوى التي تؤثّر باتّجاه الأسفل (بواسطة الكرة الأرضية والسكّة).

1.7 تقول شادية أنّه عندما نغرز ....

موافقون/ غير موافقين التفسير: القوى متساوية حسب القانون الثالث لنيوتن.

1.8 يروي راني أنّه عندما مشى...

موافقون/ غير موافقين التفسير: انظروا 1.2.

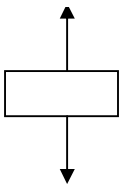
2. ضعوا دائرة حول الجمل التي توافقون مع مضمونها، وصحّحوا الجمل التي تعتقدون أنّها خاطئة.

الإجابة: تصحيح الجمل الخاطئة: الجملة 2.2 غير صحيحة– حسب القانون الثاني لنيوتن: القوّة الدافعة وقوّة الاحتكاك متساويتان في مقدارهما، ولذلك الجسم لا يتحرّك.

الجملة 2.3 غير صحيحة– قوّة الاحتكاك لا تبطل وإنّما تصل إلى قيمتها القصوى.

بقيّة الجمل صحيحة.

3. مخطّط قوى للمروحية: بما أنّ السرعة لم تتغيّر في المحور الأفقي (السرعة صفر) وفي المحور العمودي (الارتفاع ثابت)، حسب القانون الأوّل لنيوتن محصّلة القوى في كلّ محور يجب أن تكون صفرًا. مقادير القوى هي 10*1000 = mg نيوتن.

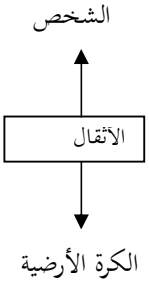


4. يرفع شخص أثقالاً ثقيلة بنجاح ويمسكه بصورة ثابتة في الهواء (انظروا الرسم التوضيحي).

4.1 ضعوا دائرة حول كلّ واحد من الأجسام التي في القائمة التي أمامكم، التي تؤثّر بقوّة على الشخص، واكتبوا بجانبها اتّجاه القوّة (إلى الأعلى/ إلى الأسفل/ إلى الجانب).

اسم الجسم	اتّجاه القوّة
1. المصطبة	إلى الأعلى
2. الشخص نفسه الذي يدفع الأثقال	_____
3. الأثقال	إلى الأسفل
4. الكرة الأرضية	إلى الأسفل
5. الجمهور الذي يشاهد الحدث	_____

4.2. مخطّط القوى للأثقال:



محصّلة القوى التي تؤثّر على الأثقال هي صفر، ولذلك لا تبدأ في التحرّك.

5. تعطّلت شاحنة كبيرة في الطريق....

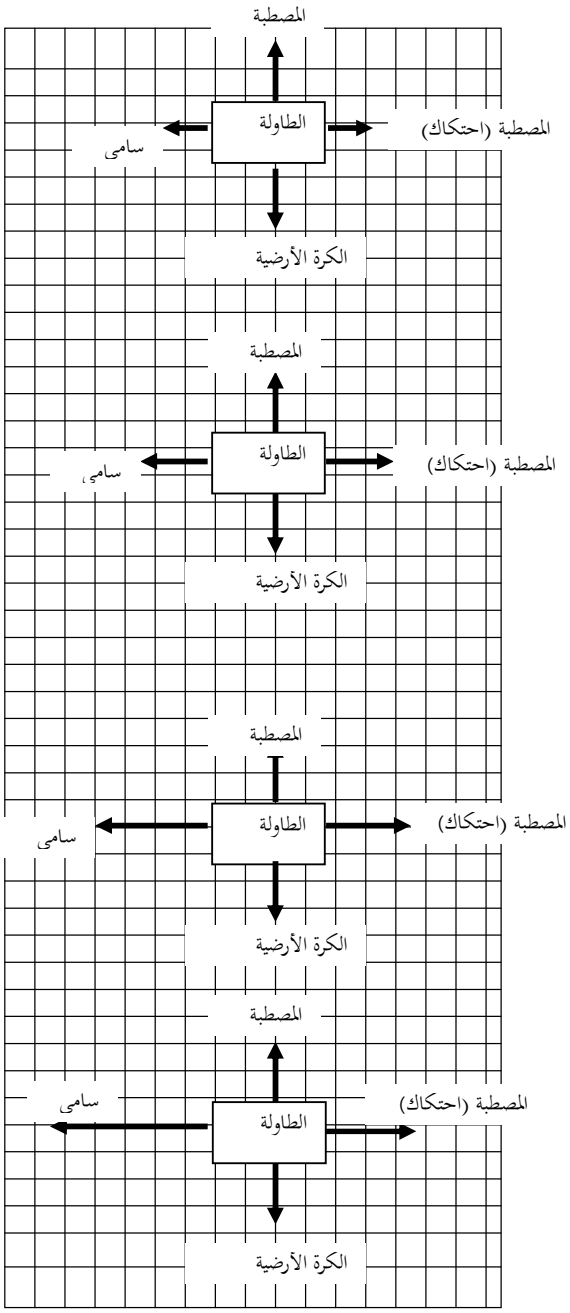
الإجابة "ب" (القانون الثالث لنيوتن): مقدار القوّة التي تدفع بها السيّارة الشاحنة يساوي بالضبط مقدار القوّة التي تدفع بها السيّارة الشاحنة يساوي بالضبط مقدار القوّة التي تدفع بها الشاحنة السيّارة بالمقابل.

6. يجلس طالبان على كرسيين متطابقين.

الإجابة "ج" (القانون الثالث لنيوتن): كلّ طالب يؤثّر بقوّة على الطالب الآخر، والقوّتان متساويتان في المقدار.

7. المرحلة 1: يبدأ سامي بدفع الطاولة بقوّة خفيفة.

الإجابة: القوى في كلّ محور متساوية في المقدار.



المرحلة 2: يزيد سامي القوّة التي يدفع بها الطاولة.

الطاولة لا تتحرّك بعد.

الإجابة: القوى في كلّ محور متساوية في المقدار، لكن في المحور X القوى أكبر ممّا في المرحلة 1.

المرحلة 3: يزيد سامي مرّة أخرى القوّة التي يدفع بها الطاولة.

تبدأ الطاولة بالتحرّك باتّجاه اليسار. (معطى)

المرحلة 4: يزيد سامي أكثر القوّة التي يدفع بها الطاولة.

تزيد الطاولة سرعتها باتّجاه اليسار بوتيرة سريعة.

الإجابة: السهم إلى اليسار أطول نسبيًا من الذي في المرحلة 3. بقيّة القوى لا تتغيّر.

8. يُطلق صاروخ إلى الفضاء...

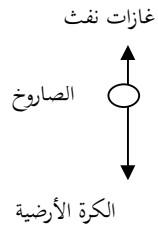
8.1 . أشيروا إلى الإجابة الصحيحة:

أ. اتّجاه القوّة التي تؤثّر بها غازات النفث على الصاروخ هو باتّجاه الأعلى/ الأسفل/ لا تؤثّر بقوّة.

ب. اتّجاه القوّة التي تؤثّر بها الكرة الأرضية على الصاروخ هو باتّجاه الأعلى/ الأسفل/ لا تؤثّر بقوّة.

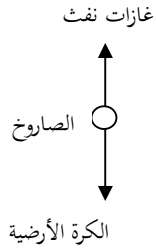
8.2 السرعة آخذة في الانخفاض.

الإجابة "أ" صحيحة



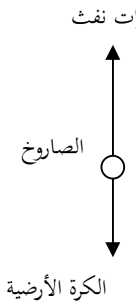
8.3 السرعة لا تتغيّر.

الإجابة "ب" صحيحة



8.4 السرعة آخذة في الازدياد.

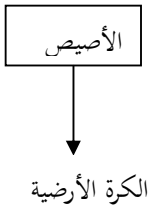
الإجابة "ج" صحيحة



9. يقف شخص في شرفة بيته...

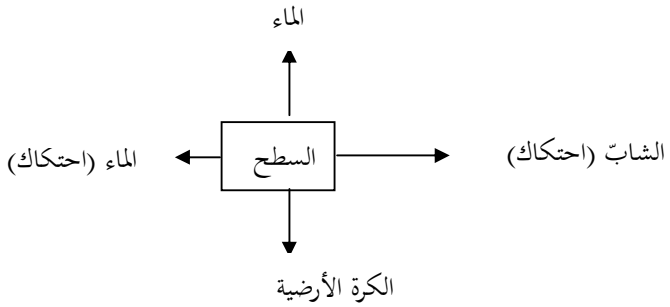
9.1 الإجابة "د" صحيحة: تؤثّر قوّة الجاذبية بشدّة متشابهة جدًّا على الأصيص خلال كلّ سقوطه.

9.2 مخطّط للقوى التي تؤثّر على الأصيص مباشرةً عند بداية سقوطه (الطابق 1)، واشرحوه:



التأثير المتبادل مع الهواء قابل للإهمال في المراحل الأولى لسقوط الأصيص (سرعته بطيئة جدًّا).

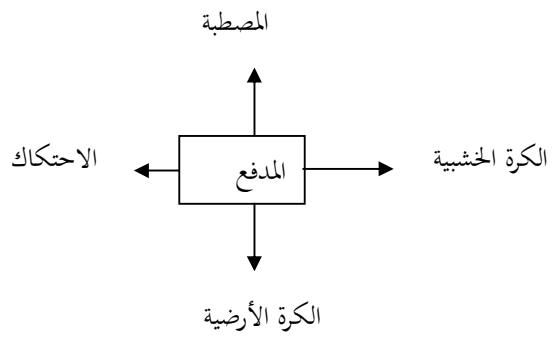
10. يقف شابّ على سطح صغير الأبعاد يطفو في بركة سباحة هادئة.



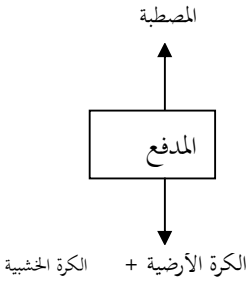
الإجابة (عن البندين): يتحرّك السطح إلى الخلف والشابّ إلى الأمام. يمكن أن تحدث هذه الحركة لأنّه توجد قوّة احتكاك بين الشابّ والسطح الذي يمكّن الحركتين المذكورتين. حركة الشابّ على السطح هي كحركته على الأرض. الشابّ يدفع السطح إلى الخلف، والسطح يدفعه إلى الأمام (قوّة الاحتكاك)، وبذلك يتقدّم الشابّ إلى الأمام.

11. رُكِّب على عربة يمكنها التحرّك مدفع يعمل على نابض، ويقذف كرات خشبية.

11.1 يقذف المدفع كرة خشبية بالاتّجاه الأفقي نحو اليسار. القوّة على الكرة الخشبية تؤثّر يسارًا وعلى المدفع يمينًا. لولا الاحتكاك لتحرّك المدفع يمينًا، لذلك اتّجاه الاحتكاك مع الأرض هو إلى اليسار. إذا كانت القوّة التي تؤثّر بها الكرة الخشبية أكبر من قوّة الاحتكاك (القصوى)، يتحرّك المدفع إلى اليمين.



11.2 يقذف المدفع كرة خشبية بالاتّجاه العمودي إلى أعلى. المدفع لا يتحرّك: الكرة الخشبية تؤثّر بقوّة على المدفع باتّجاه الأسفل التي تنضمّ إلى القوّة التي تؤثّر بها الكرة الأرضية. تؤثّر باتّجاه الأعلى القوّة التي تؤثّر بها الأرض (القوّة التي تسمّى "القوّة العمودية").



11.3 الاتّجاه الأفقي: لن تحدث حركة ملحوظة (يمكن أن تحدث حركة صغيرة باتّجاه واحد وبعدها حركة متشابهة بالاتّجاه المعاكس). مركّبات المنظومة المغلقة لا يمكنها تحريكها.

12. يصطدم قطار بسيّارة تقف على السكّة.

12.1 الإجابة: القوّتان متساويتان في المقدار (القانون الثالث لنيوتن).

12.2 الإجابة: تضرّرت السيّارة بمدى أكبر لأنّها أصغر والموادّ المصنوعة منها أضعف وأكثر عرضة للضرر من الموادّ المصنوع منها القطار.

13. نعلّق جسمًا على نابض، وننقل المنظومة من الكرة الأرضية إلى القمر.

13.1 الإجابة: لا، لأنّ قوّة الجاذبية على القمر أصغر من قوّة الجاذبية على الكرة الأرضية. (شدّة التأثير المتبادل مع الكرة الأرضية هي ستّة أضعاف شدّة التأثير المتبادل على القمر).

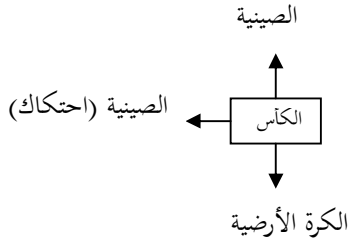
13.2 الإجابة: نعم. تنجذب جميع الأجسام بشدّة أضعف إلى القمر: سواء كان الجسم الموزون أو الثقل الموازِن.

14. يقف شخص على ميزان نابض تحت حلق الباب.

الإجابة: يبيّن الميزان 850 نيوتن (قوّة تلائم وزن جسم كتلته 85 كغم). بين الشخص والميزان الذي يضغطه الشخص بيديه باتّجاه حلق الباب يوجد تأثير متبادل. الشخص يؤثّر على الميزان "بقوّة" مقدارها 15 كغم باتّجاه الأعلى، والميزان يؤثّر على الشخص "بقوّة" مقدارها 15 كغم باتّجاه الأسفل، التي تنضمّ إلى وزنه في الشروط العادية، لذلك الوزن المقاس (الذي يبيّنه مقياس الوزن) يكبر.

15. يحمل نادل صينية عليها قنينة وكأس.

الإجابة: قوّة الاحتكاك التي تؤثّر بها الصينية على الكأس.



16 بنى عمر "مقياس وزن" (مقياس قوّة) للأجسام الصغيرة.

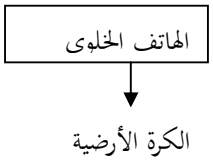
16.4 20 نيوتن

16.5 5 سم

16.6 5 نيوتن

17. تمسك سلوى بيدها جهاز هاتف خلوي وتتكلّم مع صديقتها.

الإجابة: القوّة الوحيدة التي تؤثّر على الهاتف الخلوي هي قوّة الجاذبية.



18. صندوق معلّق على خيط موصول بالسقف.

18.1 نعم/ لا

18.2 الإجابة: نتحدّث عن قوّتين تتبعان لتأثيرين متبادلين مختلفين– F1 هي إحدى القوّتين اللتين في التأثير المتبادل بين الصندوق والكرة الأرضية وَF2 هي إحدى القوّتين اللتين في التأثير المتبادل بين الصندوق والخيط.

19. تسافر درّاجة نارّية على شارع مستقيم وأفقي (ليس مائلاً) بسرعة **ثابتة**.

19.1 عندما تسافر الدرّاجة النارّية بسرعة ثابتة ولا تغيّر سرعتها، فإنّ القوّة الدافعة التي تؤثّر على الدرّاجة النارّية إلى الأمام تكون مساوية للقوّة التي تحاول كبح الدرّاجة النارّية.

عندما نكبح فجأة، يجب الحرص أن تكون القوّة الدافعة التي تؤثّر على الدرّاجة النارّية أصغر بكثير من قوّة الكبح.

19.2 أيّ جسم يدفع الدرّاجة النارّية إلى الأمام؟

الإجابة: الشارع. الدرّاجة النارّية تدفع الشارع، من خلال قوّة الاحتكاك، إلى الخلف، والشارع يدفع الدرّاجة النارّية إلى الأمام (القانون الثالث لنيوتن).

20. أمامكم عمودان:

قائمة الأحداث	قائمة المبادئ والقوانين
مغناطيس يجذب مغناطيسًا آخر عن بُعد	التأثير بالقوى يمكن أن يكون عن بُعد أيضًا
مسطرة تنحني عندما نثنيها	تعلّق نتائج التأثير بالقوّة على الجسم بصفات الجسم أيضًا
الجسم الساقط يزيد سرعته باتّجاه الأسفل	عندما لا تؤثّر قوى على الجسم لا تتغيّر سرعته
سيّارة صغيرة تصطدم بحائط باطون وتُمعَس	يؤدّي التأثير بقوّة على الجسم إلى معس وَ/ أو تغيير سرعته
سفينة فضائية تتحرّك بسرعة ثابتة في الفضاء الفارغ	
صندوق موضوع على منضدة دقيقة ويثنيها	

21. "شدّة" التأثير المتبادل". الإجابتان "ج" وَ "د" صحيحتان: القوّة والوزن اللذان يبيّنهما مقياس الوزن.

22. معطاة سيّارة تزيد سرعتها باتّجاه اليسار.
الإجابة: F1 هي قوّة الاحتكاك التي يؤثّر بها الشارع على السيّارة. F2 هي قوّة الاحتكاك مع الهواء. القوّتان الباقيتان صحيحتان.

23. أثناء لعبة كرة سلّة...
الإجابة "د" صحيحة: في الحالات "أ" وَ "ب" وَ "ج".
24.1. **الطاولة** موجودة في تأثير متبادل:
الإجابة "د" صحيحة: الطبق والكرة الأرضية والمصطبة.

24.2 الجسم الذي يؤثّر بقوّة باتّجاه الأعلى على الطبق هو:
الإجابة "ب" صحيحة: الطاولة.

25. تحت سرير سامية موضوع...
25.1. إذا ازدادت سرعة الصندوق أثناء جذبه إلى الخارج...
الإجابة "أ" صحيحة: قوّة الاحتكاك التي بين الصندوق والمصطبة أصغر من القوّة التي تؤثّر بها سامية على الصندوق.

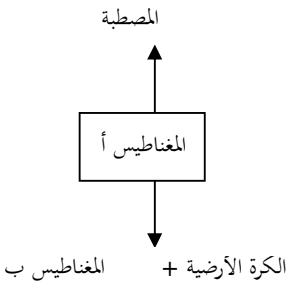
25.2. اكتبوا تأثيرين متبادلين يشارك فيهما الصندوق...
الإجابة: مع المصطبة، مع الكرة الأرضية، مع سامية.

26. يصف الرسم التوضيحي الذي أمامكم مغناطيسين متطابقين موجودين...
الإجابة "ج" صحيحة: المغناطيس "أ" والكرة الأرضية.

27. يدّعي سامي أنّ مقياس الوزن يبيّن وزن المغناطيس "أ" فقط.

27.1. ادّعاء سامي غير صحيح. يبيّن مقياس الوزن مجموع وزنَيِ المغناطيسين (المغناطيس "أ" + المغناطيس "ب"). شدّة التأثير المتبادل بين المغناطيس "أ" ومقياس الوزن تكون أكبر بسبب المغناطيس "ب"، ولذلك يبيّن مقياس الوزن قيمة أكبر من قيمة وزن المغناطيس "أ" فقط.

27.2. لا يوجد تأثير متبادل بين المغناطيس "ب" ومقياس الوزن.



28. وُضع أصيص على طاولة.
الإجابة "ب" صحيحة: الكرة الأرضية والطاولة.

29. يدفع سامي في السوبرماركت عربة مليئة بالمنتجات، ويبدأ بالتحرّك باتّجاه الصندوق ليدفع مقابل مشترياته.
الإجابة "ب" صحيحة".

30. يصف الرسم التوضيحي الذي أمامكم طاولة تقف على الأرض.

30.1. الأجسام التي تتواجد في تأثير متبادل مع **الكتاب**:

ج. الكرة الأرضية والمقلمة والطاولة.

30.2 أمامكم أربعة رسوم توضيحية (أ– د) تصف...

الإجابة "ب" صحيحة.

31. يصف الرسم التوضيحي الذي أمامكم رياضيًّا يرفع أثقالاً.

اسم الجسم	اتّجاه القوّة (إلى أسفل/ إلى أعلى)
المصطبة	إلى الأعلى
ب. الأثقال	إلى الأسفل
ج. الكرة الأرضية	إلى الأسفل

32.1 الأجسام الموجودة في تأثير متبادل مع الجرس هي:

الإجابة "ب" صحيحة: الخيط والكرة الأرضية.

32.2 لماذا لا يسقط الجرس؟

القوّة التي تؤثّر بها الكرة الأرضية على الجرس تساوي في مقدارها وتعاكس في اتّجاهها القوّة التي يؤثّر بها الخيط على الجرس، لذلك محصّلة القوى التي تؤثّر على الجرس هي صفر، والسرعة تبقى صفرًا (لا توجد حركة).

33. أجرت سامية تجارب مع مغناطيسين متطابقين.

33.1. هل يوجد تأثير متبادل بين المغناطيس "أ" والمغناطيس "ب"؟

الإجابة: يوجد تأثير متبادل، لأنّ المغناطيس "أ" يحلّق فوق المغناطيس "ب"، بسبب قوّة التنافر المغناطيسي للمغناطيس "ب".

33.2 ضعوا دائرة حول مخطّط القوى الذي يصف القوى التي تؤثّر على المغناطيس "أ".

الإجابة "أ" صحيحة.

34 في التجربة الثانية، أخرجت سامية...

34.1 هل يوجد تأثير متبادل بين المغناطيس "أ" والمغناطيس "ب" في هذه الحالة؟

الإجابة: يوجد تأثير متبادل، المغناطيسان يتلامسان (تأثير متبادل في تلامس مغناطيسي).

34.2. ضعوا دائرة حول مخطّط القوى الذي يصف القوى التي تؤثّر على المغناطيس "أ".

الإجابة "أ" صحيحة. من الجدير ذكره أنّه يوجد تأثير متبادل مغناطيسي بين المغناطيسين، لذلك هناك قوّة جذب مغناطيسي تؤثّر على المغناطيس "أ" باتّجاه الأسفل. مع ذلك، محصّلة القوى بين المغناطيسين (تأثير متبادل في التلامس وتأثير متبادل مغناطيسي) هي باتّجاه الأعلى، كما ذُكر في الإجابة. يجب قبول إجابات يدّعي فيها الطالب أنّ هناك أيضًا قوّة مغناطيسية مع قوّة جاذبية الكرة الأرضية، لكن يجب التشديد لهذا الطالب على مسألة محصّلة القوى بين المغناطيسين، كما ذكرنا.

35. وُضع طبق فواكه على طاولة.

الإجابة: لا يوجد احتكاك، لأنّه لا توجد قوّة تؤثّر على الطبق بالاتّجاه الأفقي.

36. يفرك رامي مسطرة بلاستيكية بقطعة صوف...

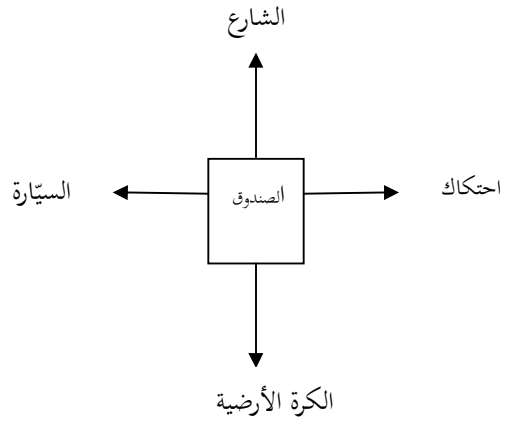
36.1 الإجابة: حدث تأثير متبادل عن بُعد، لأنّ قطع الورق بدأت في التحرّك، أي طرأ تغيّر على السرعة.

36.2 التأثير المتبادل بين المسطرة وقطع الورق هو تأثير متبادل كهربائي (الإجابة "أ").

37. سيّارة تدفع إلى الأمام أثناء سفرها **بسرعة ثابتة**، صندوقًا كبيرًا موجودًا أمامها...

37.1 تؤثّر بين عجلات السيّارة والشارع قوى احتكاك تمكّن حركة السيّارة.

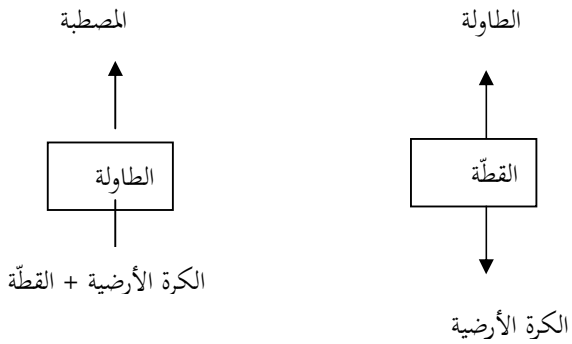
37.2 يتحرّك الصندوق بسرعة ثابتة، لأنّ محصّلة القوى التي تؤثّر عليه تساوي صفرًا.



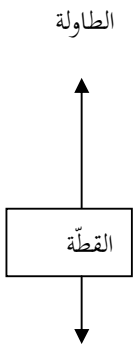
38. قطّة تجلس على الطاولة.

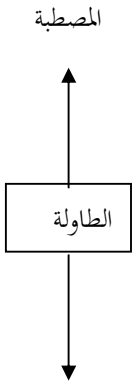
38.1 مقدار القوّة التي تؤثّر بها الطاولة على القطّة أكبر من/ أصغر من/ يساوي القوّة التي تؤثّر بها القطّة على الطاولة.

38.2 ارسموا مخطّطَي قوى للقطّة وللطاولة.



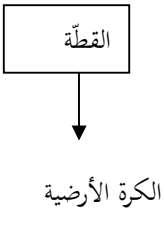
38.3 فجأة، تقفز القطّة باتّجاه الأعلى.

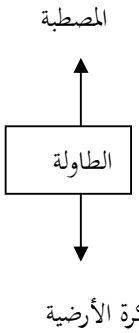




التفسير: القوّة التي تؤثّر بها الطاولة على القطّة باتّجاه الأعلى (التي هي القوّة الثانية من زوج القوى التي تؤثّر بها القطّة على الطاولة بالاتّجاه المعاكس) أكبر من القوّة التي تؤثّر بها الكرة الأرضية باتّجاه الأسفل، وهذا ما يؤدّي بالقطّة إلى تغيير سرعتها والقفز باتّجاه الأعلى.

38.4 في المرحلة التالية، القطّة موجودة في الهواء (بعد أن قفزت).



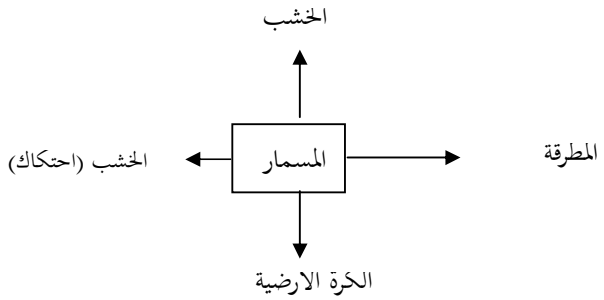


39. يطرق نجّار مسمارًا بمطرقة ويغرزه في لوح خشبي.

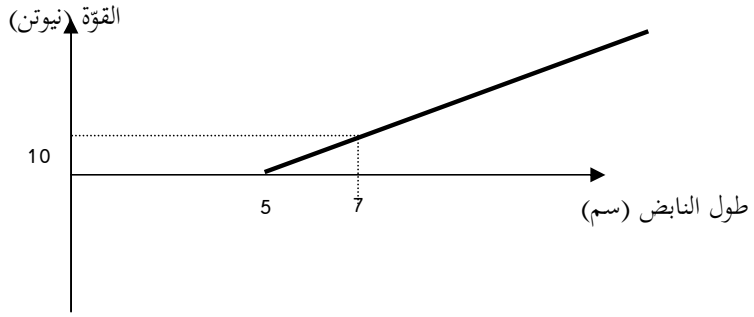
39.1 القوّة التي تؤثّر بها المطرقة على المسمار أكبر من/ أصغر من/ تساوي القوّة التي يؤثّر بها المسمار على المطرقة.

التفسير: حسب القانون الثالث لنيوتن، الجسمان في التأثير المتبادل يؤثّران على بعضهما بقوّتين متساويتين في المقدار ومتعاكستين في الاتّجاه.

39.2 غُرِز المسمار في الخشب لأنّ محصّلة القوى التي تؤثّر عليه لا تساوي صفرًا: القوّة التي تؤثّر بها المطرقة على المسمار أكبر من القوّة التي يؤثّر بها اللوح الخشبي على المسمار بالاتّجاه المعاكس.



40.



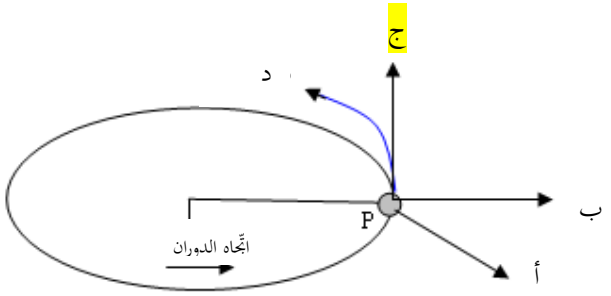
41. يبيّن الرسم التوضيحي التالي تفّاحة تسقط من الشجرة...

الإجابة "هـ" صحيحة. في الحالات 1 وَ 2 وَ 3.

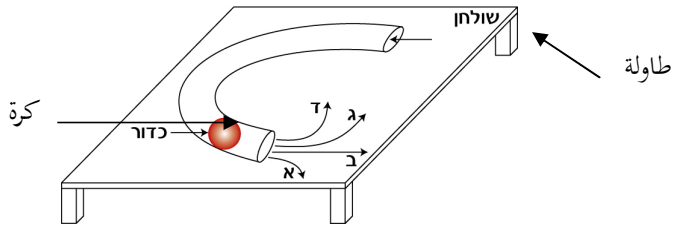
42. الإجابة: في الكتل الصغيرة (حتّى 11 غرام تقريبًا) استطال النابض بشكل يناسب الكتلة. مع ذلك، عندما علّقوا على النابض كتلاً أكبر قلّ مدى استطالته وفي النهاية (في كتلة 60 غرام) توقّفت الاستطالة.

43. الإجابة "ج" صحيحة.

تواصل الكرة باتّجاه حركتها الأخيرة، لأنّه لا تؤثّر عليها أيّة قوّة بالاتّجاه الأفقي.



44. الإجابة "ب" صحيحة. انظروا الإجابة 43.



45. تبيّن .... صاروخًا يُطلَق من الكرة الأرضية إلى القمر...
الإجابة "د" صحيحة.

46. يعرض .... قضيبًا معلّقًا على محور ثابت في مركزه...
الإجابة "ب" صحيحة. فقط القوى التي لديها مركِّب يعامد الخطّ الذي يصل بين حافّة القضيب ومحوره يمكنها إدارته.

47. عجلة يمكنها التحرّك بحرّية حول محور في مركزه.
الإجابة "د" صحيحة.

48. يعرض .... قضيبًا معلّقًا على محور ثابت في مركزه...
الإجابة "ج" صحيحة.

49. الإجابة "هـ" صحيحة.

50. يبيّن ... ما يحدث لثلاثة مغناطيسات مثقوبة...
50.1 المغناطيسان "ب" وَ "ج" يتلامسان لأنّهما يتجاذبان (قطبان مغناطيسيان متعاكسان).
50.2 المغناطيسان "أ" وَ "ب" ينفصلان لأنّهما يتنافران (قطبان مغناطيسيان من نفس النوع).

51. الإجابة: النابض "ب" يُشدّ بسهولة أكبر (أكثر "لينًا"): يمكن أن نلاحظ أنّ نفس القوّة تؤدّي إلى استطالة النابض "ب" أكثر من النابض "أ".

52.1. يصف الرسمان البيانيان في المخطّط...
الإجابة "ج" صحيحة: (25 نيوتن).
52.2. النابض "ب" أصعب للشدّ.
53. أمامكم مخطّط قوى يصف جميع القوى التي تؤثّر على سيّارة...
الإجابة "أ" صحيحة.

54. أمامكم مخطّط قوى يصف جميع القوى التي تؤثّر على ولد...
الإجابة "أ" صحيحة.

55. أمامكم مخطّط قوى يصف جميع القوى التي تؤثّر على صندوق...
الإجابة "د" صحيحة.

56. أمامكم مخطّط قوى يصف جميع القوى التي تؤثّر على مروحية...
الإجابة "ب" صحيحة.
57. أمامكم مخطّط قوى يصف شخصًا يدفع عربة...
الإجابة "أ" صحيحة.
58. أمامكم مخطّط قوى يصف جميع القوى التي تؤثّر على كلب يبدأ في السير...
الإجابة "أ" صحيحة.
59. أمامكم مخطّط قوى يصف جميع القوى التي تؤثّر على كلب...
الإجابة "ج" صحيحة.
60. أمامكم مخطّط قوى يصف جميع القوى التي تؤثّر على نسر...
الإجابة "د" صحيحة.

الموضوع الفرعي 2– القوى في خدمة الإنسان: الآلات البسيطة

61. الإجابة: يوصى للسمكري بمسك مفتاح السمّونات في النقطة "ب". في هذه الحالة تكون القوّة التي تؤثّر على السمّونة أكبر (البُعد عن نقطة المحور أكبر).

62. يمكن استعمال 3 الأثقال التي أوزانها 5، 10، 20 نيوتن على النحو التالي:
أ. الثقل 10 نيوتن على بُعد 20 سم.
ب. الثقل 5 نيوتن على بُعد 40 سم (5*40=10*20)
ج. الثقل 20 نيوتن على بُعد 10 سم عن المحور.
د. الثقل 5 نيوتن على بُعد 20 سم عن المحور بالإضافة إلى ثقل 10 نيوتن على بُعد 10 سم.
(10*10+5*20=10*20)

63. الإجابة "ج" صحيحة.
64. يستطيع رامي نقلها إذا استعمل العربة...

ج. 5 أحجار (2500 N). السبب هو أنّه حسب قانون الرافعة، نسبة الأبعاد عن نقطة الارتكاز هي 1:5، لذلك هناك ربح قوّة بنفس النسبة (500 * 5).

65. العربة "ب" تمكّن نقل حمل أثقل، لأنّ العربة هي رافعة العجلة فيها هي محور الدوران (نقطة الارتكاز) ومقبض العربة موجود أبعد عن المحور (العجلة).

66. أيّ رسم من الرسوم...

الإجابة "أ" صحيحة. في هذه الإجابة فقط يوجد تساوٍ بين حاصل ضرب بُعد الدلو عن نقطة الارتكاز (الشخص) في وزنه من جهتَي الشخص.

67. يصف الجدول الذي أمامكم القوى التي تؤثّر على سيّارة تتحرّك واتّجاهات هذه القوى.

الجسم الذي يؤثّر بقوّة على السيّارة	اتّجاه القوّة	الشغل
الهواء	إلى اليسار (باتّجاه معاكس لحركة السيّارة)	يوجد/ لا يوجد
الكرة الأرضية	إلى الأسفل	يوجد/ لا يوجد
الشارع	إلى الأعلى	يوجد/ لا يوجد
* الشارع (احتكاك)	إلى اليمين (باتّجاه حركة السيّارة).	يوجد/ لا يوجد

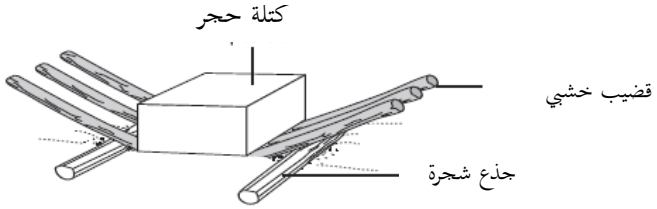
68. في الحالة "ج" فقط (عربة في المرتقى) تؤثّر قوّة على طول المسافة.

69. الإجابة في نصّ السؤال.

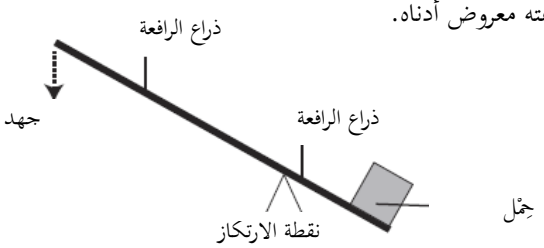
69.1

يتعلّم سامي وسامية عن الهرم الكبير الذي بناه الفرعون خوفو في الجيزة في مصر.

تساءلا كيف نجح المصريون القدامى في رفع كتل الحجارة الكبيرة لبناء الهرم. أجريا بحثًا في الإنترنت ووجدا المخطّط التالي.



سامي لم يكن متأكّدًا أنّه فهم المخطّط، لذلك رسمت سامية مخطّطًا آخر لمساعدته في فهم كيف رفعوا كتل الحجارة. المخطّط الذي رسمته معروض أدناه.



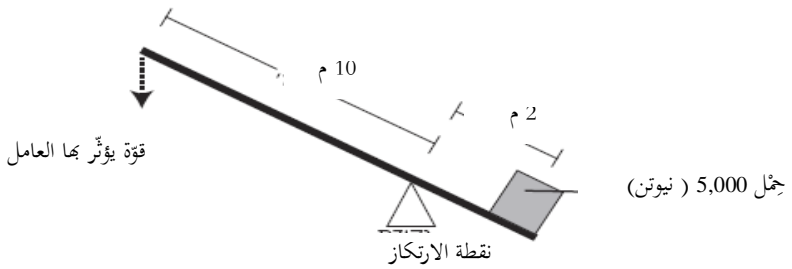
أ. لائموا أجزاء الرافعة المصرية لمخطّط الرافعة الذي رسمته سامية. إحدى الملاءمات ترد في الجدول.

مخطّط سامية	الرافعة المصرية
الجهد	الشدّ إلى الأسفل بواسطة العامل
الحِمْل	
نقطة الارتكاز	
ذراع الرافعة	

69.2

قرأ سامي وسامية أنّ ستّة عمّال استطاعوا معًا رفع حجر وزنه 30,000 نيوتن. لذلك كان من المفترَض أن يكون باستطاعة العامل الواحد أن يرفع سدس هذا الوزن (5,000 نيوتن). قرّر سامي وسامية أن يحسبا الجهد الذي لزم لكلّ عامل لتشغيل القضيب الخشبي الذي يعمل به.

أضاف سامي إلى المخطّط الذي رسمته سامية طول كلّ ذراع للرافعة، كما هو موصوف في الرسم التالي.



وجد سامي المعادلة التالية في كتاب تعليمي:

القوّة التي يؤثّر بها الحِمْل	البُعد بين الجهد ونقطة الارتكاز
القوّة التي يؤثّر بها الجهد	البُعد بين الحِمْل ونقطة الارتكاز

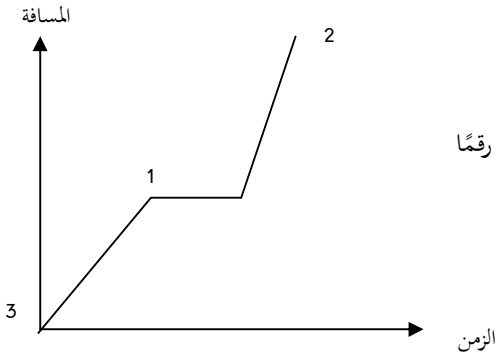
ما هو مقدار القوّة التي يجب أن يؤثّر بها كلّ واحد من العمّال ليرفعوا معًا كتلة الحجر؟

1000 نيوتن.

وحدة تدريس– تعلّم– تقييم في موضوع: القوى والحركة

الموضوع الفرعي 3– وصف الحركة

70. خرج يوسف من بيته وسار باتّجاه المركز الشرائي...



70.1 المكان الذي توقّف فيه يوسف للراحة:

الإجابة "ب": تقريبًا في منتصف الطريق إلى المركز الشرائي.

70.2 أشيروا إلى نقاط في الرسم البياني، واكتبوا بجانب كلّ نقطة رقمًا حسب البنود التالية:

أ. توقّف يوسف للراحة: الرقم 1.

ب. المركز الشرائي: الرقم 2.

ج. بيت يوسف: الرقم 3.

70.3 يمكن التحديد حسب ميل الرسم البياني: كلّما كان الميل أكبر كانت السرعة أكبر. في هذه الحالة، سرعة يوسف في القطعة الأخيرة من طريقه كانت أكبر.

71. يشارك داني في سباق عَدْو لمسافة 100 متر...

أ. 8 ثوانٍ.

التفسير: توقّف داني على بُعد 80 متر ولم ينهِ السباق بتاتًا، أي لم يقطع خطّ النهاية.

72. يصف الرسم البياني التالي بُعد أميرة عن بيتها كدالة للزمن...

72.1 ما هو البُعد الأقصى عن بيتها التي وصلت إليه أميرة؟

الإجابة: 80 متر.

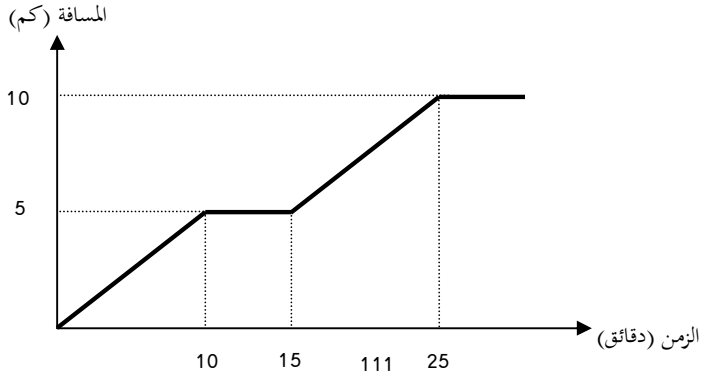
72.2 احسبوا في أيّ بُعد عن بيتها كانت أميرة بعد 5 ثوانٍ.

الإجابة: حوالي 50 متر.

72.3 أين كانت أميرة بعد حوالي 22 ثانية؟

الإجابة "أ": في بيتها.

73. دخل داني في الصباح إلى سيّارته وبدأ بالسفر إلى مكان عمله الذي يبعد عن بيته حوالي عشرة كيلومترات...

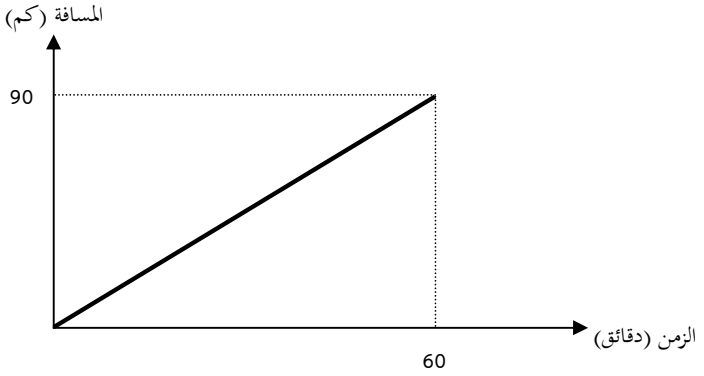


74. تسافر نهى من تل أبيب إلى حيفا...

74.1 إذا كان البُعد بين حيفا وتل أبيب 90 كم، في أيّة ساعة تصل نهى إلى حيفا؟

ب. 10:00 صباحًا

74.2 بُعد نهى عن تل أبيب كدالة للزمن.



74.3 إذا سافرت نهى بسرعة ثابتة مقدارها 90 كم/ الساعة...

الإجابة: 45 كم (نصف ساعة ضرب 90 كم/ الساعة).

75. يحتاج ضوء لشمس لثماني دقائق ليصل إلى الكرة الأرضية...

الإجابة: القمر أقرب إلى الكرة الأرضية بحوالي 400 ضعف من الشمس.

76. خرجت مريم إلى جولة على درّاجتها الهوائية...

الإجابة "ب": 30 دقيقة.

77. يبيّن الرسم البياني التالي تعلّق المسافة بالزمن لقطّة تتحرّك على طول خطّ مستقيم.

الإجابة "د": 120 متر.

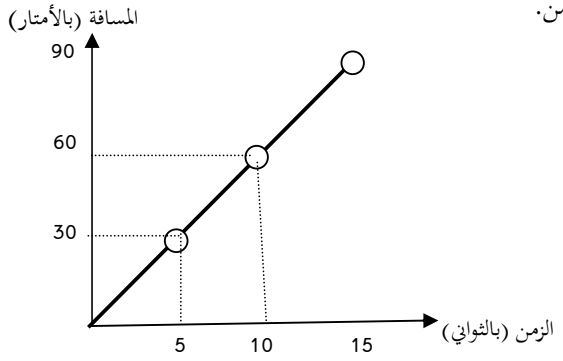
78. يبيّن الرسم البياني التالي المسافة كتعلّق بالزمن لسيّارة تتحرّك على طريق مستقيمة. ما هي سرعة السيّارة؟

الإجابة "ب": 60 كم/ الساعة.

79. يصف الجدول التالي تعلّق المكان بالزمن لسيّارة...

79.1. سرعة السيّارة: 90/15= 60/10=30/5=6 m/s

79.2. ارسموا رسمًا بيانيًا يصف تعلّق مكان السيّارة بالزمن.



80. يصف الرسم البياني التالي تعلّق المكان بالزمن لسيّارتين. أشيروا أيّ سيّارة سافرت بسرعة أكبر؟

الإجابة "ب": السيّارة 2.

81. أمامكم منحنيان يصفان تعلّق المكان بالزمن لعدّاءين في سباق للعَدْو.

81.1 أشيروا أيّ عدّاء فاز في السباق؟

الإجابة "ب": العدّاء 2.

81.2 يمكن مبدئيًا حساب السرعة حسب المعطيات الكمّية التي ترد في الرسم البياني للمسافة/ الزمن بواسطة تقسيم فرق المسافة بين نقطتَي مسافة على المدّة الزمنية التي مرّت أثناء الانتقال بين هاتين النقطتين، لكن في هذه الحالة لا توجد معطيات عددية على الرسم البياني، لذلك لا يمكن حساب السرعة من هذا الرسم البياني.

ملاحق

الملحق "أ": معرض الظواهر

نقترح عرض جزء من الفعاليات التالية في إطار "معرض الظواهر". تعتمد تفسيرات الطلاّب قبل التدريس على حدسهم وعلى معرفتهم السابقة. يستطيع المعلّم أن يتطرّق إلى هذه المعلومات خلال التدريس، وتنمية فهم الظواهر إلى جانب تطوير المصطلحات والمبادئ والإستراتيجية. نوصي للمعلّم الذي لديه متّسع من الوقت العودة بعد تدريس الموضوع إلى نفس الظواهر ومحاولة تفسيرها من خلال المعرفة الفيزيائية التي اكتسبها الطلاّب.

ترافق الفعاليات ورقة عمل مرفقة (في نهاية القطعة).

مدّة الفعاليات الموصى بها: درس واحد.

مجرى الفعاليات: يحضّر المعلّمون في الصفّ "محطّات" تكون الفعاليات فيها. يتجوّل الطلاّب في مجموعات صغيرة بين المحطّات المختلفة ويقومون بالفعاليات.

ترد لاحقًا فعاليات إضافية للاختيار.

قائمة فعاليات:

1. **سيّارة تهوية:** ألصقوا بواسطة بلاستيلينا (معجونة) مروحة صغيرة بسيّارة لعب. شغّلوا المروحة ودعوا السيّارة تتحرّك (تظهر هذه الفعالية أيضًا كتجربة في موضوع التأثير المتبادل مع الهواء– لاختيار المعلّم).
2. **البندول:** علّقوا ثقلاً صغيرًا على خيط طوله نصف متر تقريبًا، حرّكوا البندول وشاهدوا حركته.
3. **النافورة الشقيّة 1:** اثقبوا ثلاثة ثقوب في قنينة بلاستيكية في ثلاثة ارتفاعات مختلفة لكن في سرب واحد. املأوا القنينة بالماء. يخرج الماء من الثقوب إلى مسافات مختلفة.
4. **النافورة الشقيّة 2:** علّقوا علبة أغذية محفوظة فارغة ومفتوحة على حنفية. اثقبوا ثلاثة ثقوب في جدار العلبة (ليس في قاعها). اثقبوا العلبة بمسمار وبعد ذلك احنوها (بالمسمار) بحيث تتّجه الثقوب بنفس الاتّجاه. املأوا العلبة بالماء. يخرج الماء من العلبة بزاوية ويديرها.
5. **المغناطيسان المحلّقان:** أدخِلوا إلى أنبوب اختباري كبير مغناطيسين دائريين (قطرهما يساوي قطر الأنبوب الاختباري) بحيث يحلّق أحدهما فوق الآخر.
6. **البالون الطائر:** انفخوا بالون عيد ميلاد صغيرًا. قصّوا دائرة ورق صغيرة (قطرها 10 سم تقريبًا) واثقبوها في مركزها. أدخلوا الورقة في فتحة البالون وأطلقوه.

وحدة تدريس– تعلّم– تقييم في موضوع: القوى والحركة

المعدّات:

1. **سيّارة التهوية:** سيّارة لعب، بلاستيلينا (معجونة)، مروحة صغيرة (يدوية).
2. **البندول:** ثقل وخيط.
3. **النافورة الشقيّة 1:** قنينة مثقوبة.
4. **النافورة الشقيّة 2:** علبة أغذية محفوظة صغيرة مثقوبة.
5. **المغناطيسان المحلّقان:** منظومة مغناطيسين محلّقين.
6. **البالون الطائر:** بالون عيد ميلاد.

تفسيرات للظواهر:

1. **سيّارة تهوية:** الهواء الذي يندفع إلى الوراء بواسطة المروحة يدفع السيّارة إلى الأمام بقوّة أكبر من قوّة الاحتكاك القصوى التي بين السيّارة والشارع (أو الطاولة).
2. **البندول:** قوّة جاذبية الكرة الأرضية مسؤولة عن حركة البندول، والخيط يشكّل حركته.
3. **النافورة الشقيّة 1:** ينفجر الماء إلى مسافات مختلفة، لأنّ ضغط الماء الذي في الطبقات السفلى أعلى (عمود الماء الذي فوقها والذي يضغط عليها– أعلى).
4. **النافورة الشقيّة 2:** الماء الذي ينفجر يؤثّر بقوّة على العلبة باتّجاه معاكس لاتّجاه حركته.
5. **المغناطيسان المحلّقان:** قوى التنافر التي بين المغناطيسين لا تمكّنهما من التلاصق.
6. **البالون الطائر:** يوجد تأثير متبادل بين البالون والهواء الذي ينطلق منه: الهواء المنطلق باتّجاه معيّن يدفع البالون بالاتّجاه العكسي.

فعاليات إضافية ممكنة (تتضمّن شرحًا وقائمة معدّات):

1. **المسطرة المكهربة:** عليكم فرك المسطرة بقطعة القماش المرفقة وتقريبها من قطع الورق الموضوعة على الطاولة.
2. **مغناطيسان على خيط:** عليكم تقريب أحد المغناطيسين إلى المغناطيس المعلَّق (على خيط) بحيث تمثّلون تنافرًا بينهما.
3. **القفز العالي:** أمامكم حبل مشدود بين كرسيين. عليكم القفز والانتقال من إحدى جهتَي الحبل إلى جهته الأخرى.
4. **العربتان المتصادمتان:** عليكم الضغط على نابض إحدى العربتين (يجب دفع القضيب إلى الداخل حتّى يبقى في حالته)، وإلصاق العربتين بحيث يكون النابض المشدود بينهما، ومن ثمّ تحريره بواسطة ضربة على قضيب التحرير.
5. **تصادم مع البلاستلينا** (المعجونة): يجب إسقاط أجسام مختلفة داخل قطعة بلاستلينا (معجونة): موضوعة على الطاولة.

قائمة المعدّات:

1. **المسطرة المكهرِبة:** مسطرة PVC، قطعة قماش صوف، قطع ورق صغيرة .
2. **مغناطيسان على خيط:** قضيبان مغناطيسيان، طاولة صغيرة، خيط قصير.
3. **القفز العالي:** حبل طويل طوله متران على الأقلّ.
4. **العربتان المتصادمتان:** عربة ديناميكا عادية وعربة ديناميكا أخرى مع نابض.
5. **تصادم مع البلاستلينا** (المعجونة):: أجسام مختلفة (أثقال) وقطعة بلاستلينا (معجونة): كبيرة.

تفسيرات للظواهر:

1. **المسطرة المكهرِبة:** عملية فرك المسطرة تشحنها بشحنة كهربائية. المسطرة المشحونة تؤدّي إلى حثّ شحنة في قطع الورق، لذلك ينتج جذب كهربائي بين المسطرة والورق. انظروا تفصيلاً للظاهرة في الكتاب "التأثير المتبادل والقوى والحركة" القسم الأوّل، صفحة 33–35.
2. **مغناطيسان على خيط:** القطبان المتطابقان يكوّنان قوى تنافر بين المغناطيسين (تأثير متبادل عن بُعد).
3. **القفز العالي:** القوّة التي تؤثّر بها الأرض على الشخص أكبر من قوّة جاذبية الكرة الأرضية التي تؤثّر على الشخص الذي يقفز، لذلك ينجح في القفز.
4. **العربتان المتصادمتان:** العربتان تؤثّران بقوّتين الواحدة على الأخرى باتّجاهين متعاكسين، ولذلك تتحرّكان.
5. **تصادم مع البلاستلينا** (المعجونة) : عندما يسقط الجسم على البلاستلينا (المعجونة) يحدث تأثير متبادل بينه وبين البلاستلينا (المعجونة)، وتؤثّر قوّتان متبادلتان بين الجسم والبلاستلينا (المعجونة). يتوقّف الجسم، وتمعس البلاستلينا (المعجونة): وتغيّر شكلها. تتعلّق شدّة التأثير المتبادل بسرعة الجسم الساقط وبكتلته.

ورقة عمل تُرفَق بكلّ فعالية

اسم الظاهرة:_____

فسّروا الظاهرة. حاولوا استعمال المصطلحات والمبادئ التي تعلّمتموها في دروس العلوم لتفسير الظاهرة.

_____

_____

الملحق "ب": وصف عملية التدريس التي تدمج إكسابًا للمصطلحات إلى جانب إكساب إستراتيجية للتدريس

يشمل مجرى التدريس دمجًا بين إكساب المصطلحات والمبادئ وإكساب للإستراتيجية التي وُصفت أعلاه. لغرض تدريس المصطلحات والمبادئ التي ذُكرت (التأثير المتبادل والقوّة وقوانين نيوتن وغيرها) يمكن الاستعانة بالكتب التعليمية المتوفّرة (انظروا قائمة المصادر).

يتمّ إكساب الإستراتيجية من خلال تحليل لولبي لحالات من الحياة اليومية، بحيث نستعمل في كلّ مرحلة المصطلحات التي اكتسبها الطلاّب حتّى هذه المرحلة. تتكوّن في بعض الحالات دافعية (رغبة) للتعرّف على مصطلحات إضافية ضرورية من أجل تحليل الحالات. يتمّ تدريس الإستراتيجية من خلال استعمال بطاقات التمرين التي تمّ تطويرها لهذه الغاية. تعرض/ تصف البطاقات كاريكاتوريات مأخوذة من الحياة اليومية (انظروا المثال في المخطّط 2).

الإستراتيجية كما أسلفنا، توجّه الطلاّب في تحليل الحالة وفي تشخيص القوى المتبادلة (قوى "الفعل وردّ الفعل") وفي بناء مخطّطات للقوى التي تؤثّر على الجسم الوحيد وعلى المنظومة بأكملها. في عملية الإكساب، يتمّ تحليل كلّ حالة عدّة مرّات، كما أسلفنا، بحيث يتمّ في كلّ مرّة تحليل يتلاءم مع المستوى الاصطلاحي الذي وصل إليه الطلاّب، الذين يعودون إلى الحالة مرّة تلو الأخرى مع تقدّم التعليم، إلى أن يصبح باستطاعتهم القيام بتحليل نهائي للحالة من خلال جميع المصطلحات المشمولة في المنهاج. تتيح هذه العملية للطلاّب الحصول على تعلّم دلالي حتّى إذا لم ينجحوا في مواصلة تعلّم جميع المبادئ والمصطلحات الأساسية ذات الصلة التي ترد في هذه الوحدة في الخلفية العلمية (انظروا البند 2 في الخلفية العلمية). يتضمّن الإطار التالي تفصيلاً للمصطلحات والمبادئ الأساسية التي يشملها الإطار الاصطلاحي في هذا المجال العلمي، ونوجّه فيها إلى المراحل المختلفة للإستراتيجية.

المبادئ الأساسية

(1) يشارك في التأثير المتبادل **جسمان** دائمًا.

(2) يستطيع الجسم أن يشارك في **أكثر** من تأثير متبادل واحد مع أجسام أخرى.

(3) تقاس **شدّة التأثير المتبادل** بواسطة **مقدار القوّة**. القوّتان اللتان تؤثّران على الأجسام في التأثير المتبادل متساويتان في المقدار ومتعاكستان في الاتّجاه.

(4) يمكن أن يكون التأثير المتبادل بين الأجسام **في التلامس وبدون تلامس**. على سبيل المثال: تؤثّر بين المغناطيسات قوى بدون تلامس وكذلك بين الشحنات الكهربائية وبين الأجسام نتيجة قوى الجاذبية.

(5) **تغيّر سرعة** الجسم يتحدّد بواسطة جميع التأثيرات المتبادلة التي يشارك فيها (محصّلة جميع القوى التي تؤثّر عليه).

(6) **الاحتكاك** هو عبارة عن قوّة مقدارها هو الأقصى وتتعلّق بصفات الجسمين المشاركين في التأثير المتبادل.

(7) التأثير المتبادل للجسم مع **الهواء** يتعلّق بسرعة الجسم وبشكله وبكثافة الهواء.

وحدة تدريس– تعلّم– تقييم في موضوع: القوى والحركة

يفصّل الوصف التالي مجرى التدريس الموصى به. يشمل هذا المجرى إكساب المنظومة الاصطلاحية (*بأحرف مائلة*) وإكساب الإستراتيجية:

1. بعد ***تدريس المبدأين 1 وَ 2*** (انظروا الإطار أعلاه)، نعرض الحالة التالية:

المخطّط 2: مخطّط للحالة– شخص يجرّ كلبًا، لكنّ الكلب لا يتحرّك.

2. **المرحلة الأولى**: ترجمة الحالة، في البداية إلى مخطّط مستطيلات:

الشخص	الحزام	الكلب

ومن ثمّ إلى جدول تأثيرات متبادلة:

	الشخص	الحزام	الكلب
الشخص	0	+	-
الحزام	+	0	+
الكلب	-	+	0

عندما "+" يشير إلى "وجود تأثير متبادل"، وَ "- " يشير إلى "عدم وجود تأثير متبادل" وَ "0" "لا يوجد صلة له" (الجسم لا يمكنه أن يكون في تأثير متبادل مع نفسه).

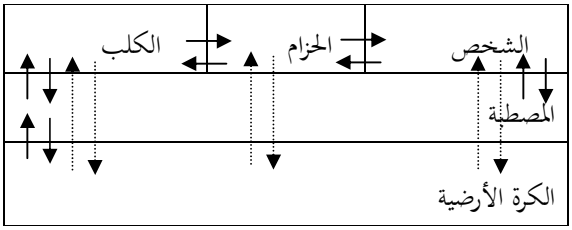
3. بعد ***تدريس المبدأين 3 وَ 4*** (القوى والجاذبية، انظروا الإطار أعلاه)، يعود الطالب إلى الحالة ويعدّل مخطّط المستطيلات وجدول التأثيرات المتبادلة:

الشخص	الحزام	الكلب
المصطبة		
الكرة الأرضية		

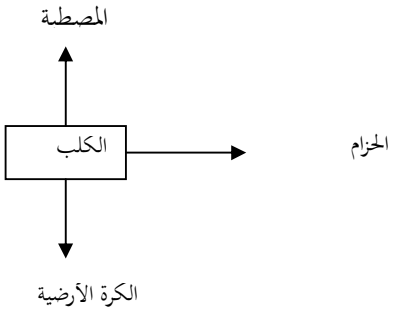
	الشخص	الحزام	الكلب	المصطبة	الكرة الأرضية
الشخص	0	+	-	+	+
الحزام	+	0	+	-	+
الكلب	-	+	0	+	+
المصطبة	+	-	+	0	+
الكرة الأرضية	+	+	+	+	0

4. **المرحلة الثانية:**

أ. أضيفوا قوى لمخطّط المستطيلات. يعبّر كلّ زوج أسهم عن تأثير متبادل بين الجسمين.



ب. عزل الجسم المختار، الكلب في هذه الحالة، مع أسماء الأجسام التي تؤثّر عليه بقوى (دون التطرّق إلى مقدار القوى). تشير الأسهم على القوى التي تؤثّر على الجسم ويشير اتّجاه الأسهم إلى اتّجاه القوّة:

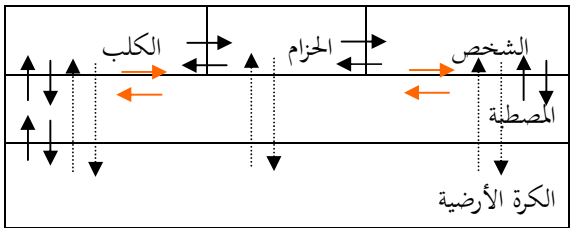


5. ***تدريس الفكرة بأنّ تغيّر سرعة الجسم يتحدّد بواسطة محصّلة القوى، والتمرّن على هذه الفكرة*** (المبدأ 5 في الإطار أعلاه)، انظروا المخطّط 3.

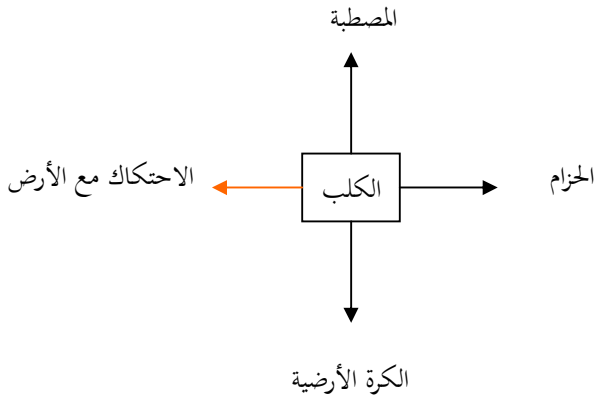
المخطّط 3: في هذه الحالة الثقل الذي يسقط يزيد من سرعته باتّجاه الأسفل.

6. يعود الطالب إلى المرحلة 4 التي حصل فيها على مخطّط القوى التي تؤثّر على الكلب. حسب المخطّط وحسب ما تعلّمه في المرحلة 5، يُفترَض أن يزيد الكلب من سرعته نحو اليمين (لا يظهر أيّ سهم نحو اليسار). حسب مميّزات حركة الجسم في الحالة الأصلية (المخطّط 2) لا يحدث ذلك (معطى أنّ الكلب لا يتحرّك)، أي هناك قوّة إضافية ناقصة في المخطّط تمنع حركة الكلب هذه. ***يعرض المعلّم قوّة الاحتكاك ويتطرّق إلى تأثيراتها*** (الموضوع 6، انظروا الإطار أعلاه).

7. يعود الطالب إلى مخطّط المستطيلات (المرحلة 4) ويضيف قوى الاحتكاك (بالأحمر).



وبعد ذلك "يختار" الجسم المختار مع جميع القوى التي تؤثّر عليه:



8. **المرحلة الثالثة:** يعدّل الطالب أطوال الأسهم في المحورين الأفقي والعمودي، حسب مميّزات حركة الكلب، للحصول على مخطّط قوى كامل. الكلب في هذه الحالة لا يتحرّك (معطى)، لذلك محصّلة القوى التي تؤثّر عليه يجب أن تكون صفرًا، أي أنّ الأسهم في كلّ محور متساوية الطول ومتعاكسة في الاتّجاه.

المثال 2: مسابقة شدّ الحبل

يمكن استبدال الفعالية المفتاحية "الشخص الذي يجرّ كلبًا" بفعالية أخرى تشبهها جدًّا من ناحية تحليل الحدث: يمسك طالبان بحبل ويشدّ كلّ منهما باتّجاهه (مسابقة شدّ الحبل). رغم الشدّ، لا يتحرّك الطالبان.

يتمّ تحليل الحدث في عدّة مراحل (كما فعلنا في تحليل الحدث الذي يجرّ فيه شخص كلبًا الذي يرد في موتنت):

أ. الأجسام التي تشارك في الحدث هما الطالبان والحبل. تفصيل التأثيرات المتبادلة بين هذه الأجسام:

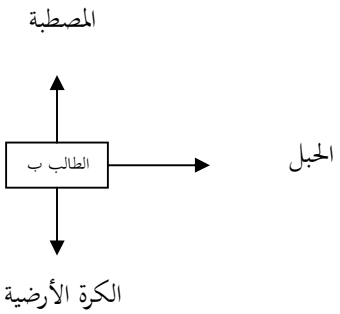
	الطالب "أ"	الحبل	الطالب "ب"
الطالب "أ"	0	+	-
الحبل	+	0	+
الطالب "ب"	-	+	0

في مرحلة لاحقة نُلحِق بالتحليل الكرة الأرضية والأرض (مخطّط مستطيلات وتحليل التأثيرات المتبادلة):

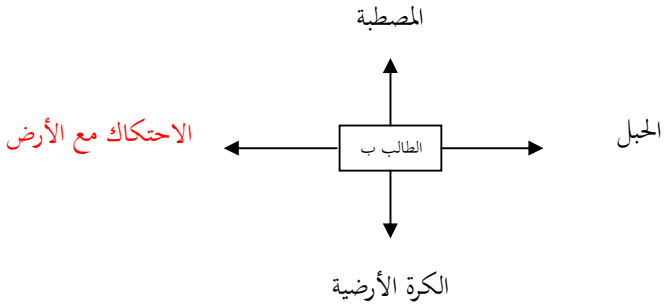
الطالب "أ"	الحبل	الطالب "ب"
المصطبة		
الكرة الأرضية		

	الطالب "أ"	الحبل	الطالب "ب"	المصطبة	الكرة الأرضية
الطالب "أ"	0	+	-	+	+
الحبل	+	0	+	-	+
الطالب "ب"	-	+	0	+	+
المصطبة	+	-	+	0	+
الكرة الأرضية	+	+	+	+	0

ب. الانتقال من التأثيرات المتبادلة إلى القوى ومخطّط قوى أوّلي:

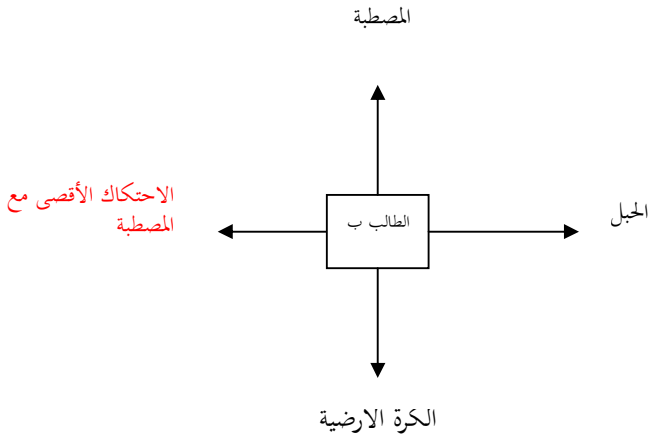


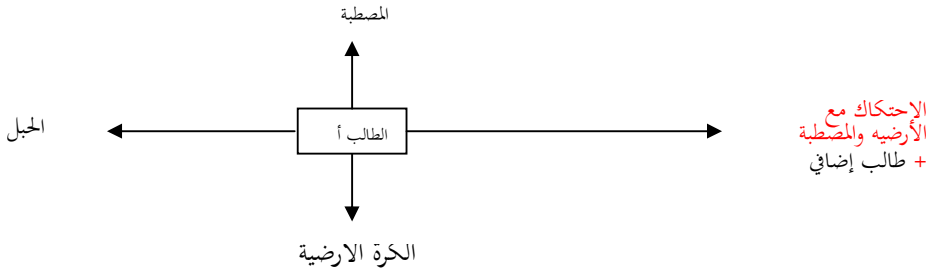
وبعد ذلك نضيف الاحتكاك:)



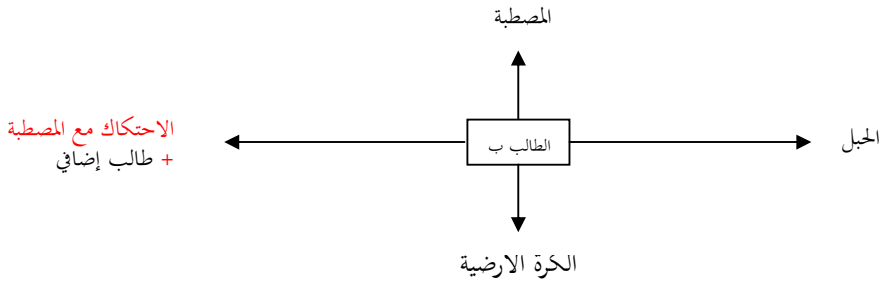
ج. بعد تذويت المصطلحات يمكن العودة إلى هذا الحدث وإضافة أجسام أخرى:

1. ينضمّ طالب إضافي إلى الطالب "أ" ويفوزان في المسابقة، أي تحدث حركة نحو اليمين. كيف يبدو مخطّط القوى للطالب "ب" في هذه الحالة؟ كيف يبدو مخطّط الطالب "أ" (عندما يكون الطالب الإضافي جسمًا منفردًا)؟





2. إضافة طالبين إلى جهتَي الحبل– لا توجد حركة. كيف يتغيّر مخطّط القوى للطالب "ب"؟



وحدة تدريس– تعلّم– تقييم في موضوع: القوى والحركة

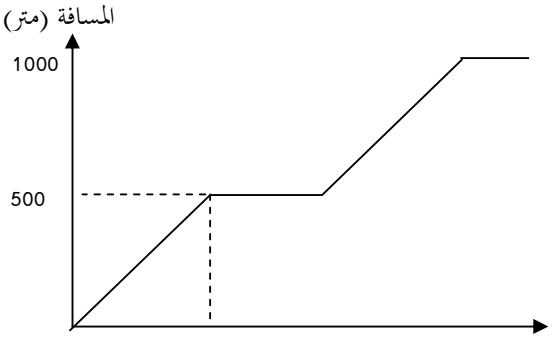
الملحق "د": نموذج تشخيصي في موضوع تحليل الحركة

اسم الطالب:_____

يصف الرسم البياني التالي مسار يوسف من بيته إلى بيت صديقه ربيع. يتوقّف يوسف في طريقة إلى صديقه لعدّة دقائق في مقصف الحيّ ليشتري مشروبًا، ومن ثمّ يواصل طريقه. يصف الرسم البياني التالي طريق يوسف من بيته إلى بيت صديقه ربيع.

تمعّنوا في الرسم البياني وأجيبوا عن الأسئلة التالية:

1. ما هو البُعد الذي يتواجد فيه المقصف بالنسبة لبيت يوسف؟



أ. قريبًا من بيت يوسف.

ب. في منتصف الطريق تقريبًا بين بيته وبيت صديقه.

ج. قريبًا جدًّا من بيت ربيع.

د. لا يمكن المعرفة.

2. ما هي المسافة التي قطعها يوسف بعد 10 دقائق؟

أ. 100 متر

ب. 500 متر

ج. 700 متر

د. 1000 متر

3. ما هي المسافة التي قطعها يوسف بعد 15 دقيقة؟

أ. 100 متر

ب. 500 متر

ج. 700 متر

د. 1000 متر

4. أشيروا إلى نقاط على الرسم البياني، واكتبوا بجانب كلّ نقطة رقمًا حسب البنود التالية:

أ. أشيروا إلى نقطة على الرسم البياني تشير إلى توقّف يوسف في المقصف، واكتبوا بجانبها الرقم 1.

ب. أشيروا إلى نقطة على الرسم البياني تشير إلى بيت ربيع، واكتبوا بجانبها الرقم 2.

ج. أشيروا إلى نقطة على الرسم البياني تشير إلى بيت يوسف، واكتبوا بجانبها الرقم 3.

5. إذا كان يوسف قد قطع 250 مترًا في 250 ثانية في قطعة معيّنة من الطريق، ماذا كان معدّل سرعته في هذه القطعة؟

الملحق "هـ": ورقة عمل– فعالية مفتاحية– وصف الحركة (الْعَدْو)

نتائج قياسات في أعقاب عَدْو سريع (انظروا التعليمات في القسم الثاني، صفحة 40–41).

أ. أكملوا نتائج القياسات في الجدول التالي:

رقم المتطوّع	الزمن (ثوانٍ)	الفارق الزمني بين متطوّعين متعاقبين	المسافة من بداية المسار (م)
1#			5
2#		2# -1# =	10
3#		3# - 2# =	15
4#		4# - 3# =	20

ب. صفوا بالكلمات العَدْو منذ بدايته وحتّى نهايته. تطرّقوا بشكل خاصّ إلى القطعة الأولى من العَدْو نسبيًا للقطع الأخرى.

_____

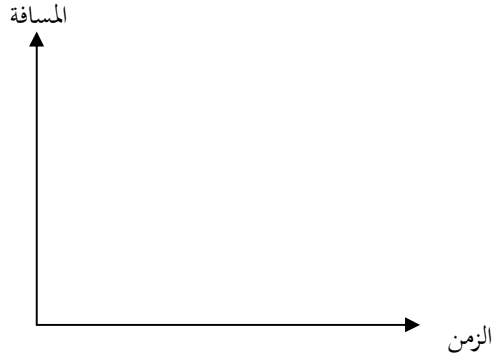
_____

_____

_____

_____

ج. ارسموا رسمًا بيانيًا يعتمد على المعطيات التي في الجدول، وأضيفوا وحدات ملائمة للمحورين:



د. احسبوا سرعة العدّاء بالنسبة لكلّ متطوّع قام بقياس الزمن (#1- #4)، وأضيفوا السرعة في عمود جديد في الجدول.
هل كلّ السرعات التي حصلتم عليها متساوية؟ فسّروا.