الفصل الرّابع: القوّة والحركة

إعداد: الأستاذ محمود طرّادة

4-1 القوّة والحركة

القوّة والحركة

تؤثّر القوّة في الجسم إمّا بدفعه أو بسحبه، فتزيد سرعته أو تبطّئها أو تغيّر اتجاه حركته، وبتعبير آخر القوّة المؤثّرة في جسم ما تغيّر سرعته، أي أنّها تُكسبه تسارعًا.

النّظام: الجسم الّذي تؤثّر فيه القوى.

المحيط الخارجيّ: كلّ ما يحيط بالنّظام ويؤثّر فيه بقوّة، أو يتفاعل معه عن طريق الدّفع أو السّحب، ويؤدّي إلى احتمال تغيير حركته.

قوّة التّلامس (التّماس): هي القوّة الّتي تتولّد عندما يلامس جسم من المحيط النّظام، ويؤثّر فيه بقوّة.

قوّة المجال: هي القوّة الّتي تؤثّر في الأجسام بغضّ النّظر عن وجود تلامس بينها أم لا مثل القوى المغناطيسيّة.

يمكن تحديد القوّة من خلال معرفة المسبّب الّذي يولّدها، بالإضافة إلى النّظام الّذي تؤثر فيه القوّة، وعدم وجود كل من المسبّب والنّظام يعني عدم وجود قوّة.

القوّة والتّسارع:

قانون نيوتن الثّاني:

تسارع الجسم يساوي محصّلة القوى المؤثّرة فيه مقسومًا على كتلة الجسم.

أو تسارع الجسم يتناسب طرديًّا مع القوّة المحصّلة المؤثّرة فيه، وعكسيًّا مع كتلة الجسم.

وصيغته الرّياضيّة هي:

$$F = m\,a$$

نيوتن: القوّة الّتي إذا أثّرت في جسم كتلته **1 kg** تكسبه تسارعًا مقداره **$1\ m/s^2$**.

جمع وتركيب القوى:

عندما تكون متّجهات القوّة في الاتّجاه نفسه تُستبدل بمتّجه واحد طوله يساوي مجموع أطوالها، وعندما تكون القوى في اتّجاهات متعاكسة، فإنّ طول المتّجه النّاتج يساوي الفرق بين طولي المتّجهين.

القوّة المحصّلة: مجموع المتّجهات لجميع القوى الّتي تؤثّر في الجسم.

قانون نيوتن الأوّل:

يبقى الجسم على حالته من حيث السّكون أو الحركة المنتظمة في خطّ مستقيم ما لم تؤثّر عليه قوّة محصّلة تغيّر من حالته.

القصور الذّاتيّ: ممانعة الجسم لأيّ تغيير في حالته من حيث السّكون أو الحركة.

الإتّزان: حالة الجسم عندما تكون القوّة المحصّلة المؤثّرة فيه تساوي صفرًا.

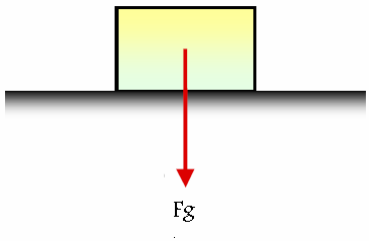
أنواع القوى:

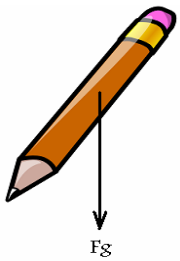
لرسم مخطّط الجسم الحرّ يلزم تحديد جميع القوى الّتي تؤثّر في الجسم، وفيما يلي أنواع القوى واتّجاهاتها.

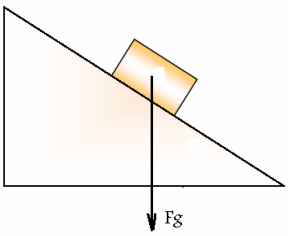
1) الوزن F_g

الوزن: قوّة مجال تنتج عن الجاذبيّة الأرضيّة بين جسمين.

الاتّجاه: نحو الأسفل دائمًا من مركز ثقل الجسم باتّجاه مركز الأرض.







2) الاحتكاك أو المقاومة F_F

قوّة الاحتكاك: قوّة تلامس تؤثّر في اتّجاه معاكس للحركة الإنزلاقيّة بين الأسطح.

الاتّجاه: عكس اتّجاه الحركة الإنزلاقيّة وموازيًا للسطح.

الكتاب سوف ينزلق للأسفل

فقوّة الاحتكاك للأعلى

العربة تجرّ لليمين فقوّة الاحتكاك لليسار

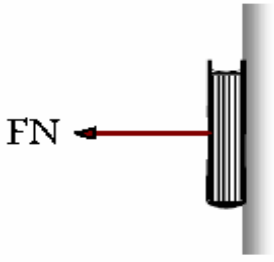
المظلّي يتحرّك نحو الأسفل فقوّة

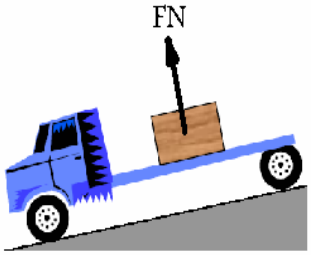
مقاومة الهواء نحو الأعلى

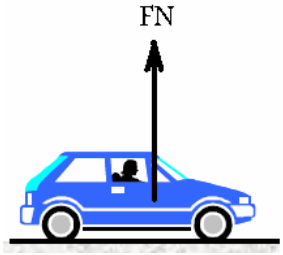
3) العموديّة F_N

القوّة العموديّة: قوّة تلامس يؤثّر بها سطح عموديًّا على جسم ما.

الاتّجاه: عموديّة على السّطح.





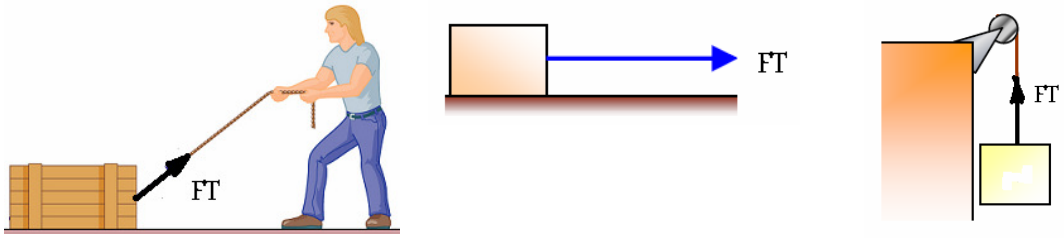


ملاحظة: (كلّما زادت قوّة الجسم على السّطح كلّما زادت القوّة العموديّة) (حل سؤال **44** صفحة **125**)

4) الشّدّ F_T

قوّة الشّدّ: القوة الّتي يؤثّر خيط أو حبل أو سلك في جسم متّصل به، وتؤدّي إلى سبحه.

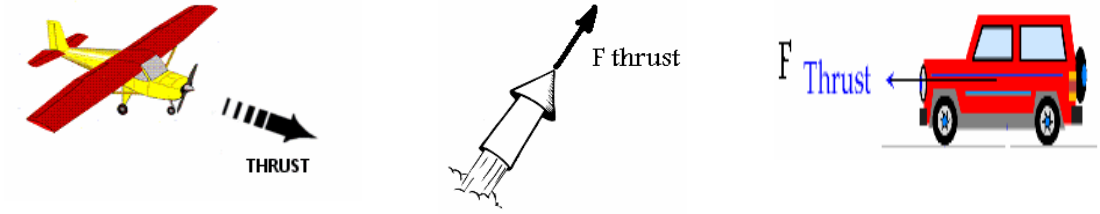
الاتّجاه: مواز للحبل ومبتعد عن الجسم.



5) الدّفع F_{thrust}

قوّة الدّفع: في القوّة الّتي تحرّك أجسامًا مثل الصّروخ والطّائرة والسيّارة والأشخاص.

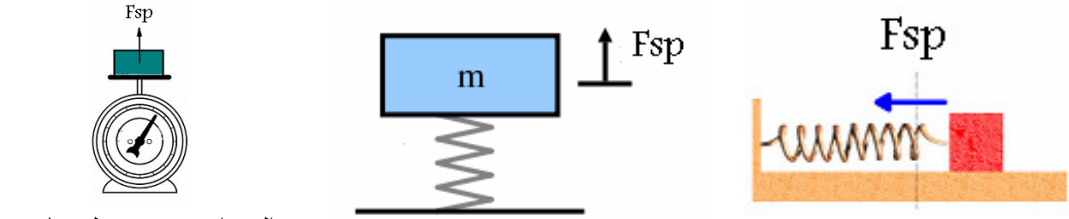
الاتّجاه: في اتّجاه تسارع الجسم عند إهمال القوّة.



6) النّابض F_{sp}

قوّة الاسترداد: قوة الدّفع أو السّحب الّتي يؤثّر بها النابض في جسم ما.

الاتّجاه: عكس اتّجاه إزاحة الجسم.



الميزان يحتوي على نابض

4-2 تطبيقات قانون نيوتن الثّاني

إنّ مقدار وزن الجسم يساوي كتلة الجسم مضروبة في التّسارع الّذي يكتسبه نتيجة للسّقوط الحرّ.

Fg = m g

Fg	الوزن
m	الكتلة
g	عجلة الجاذبيّة

الوزن الظّاهري: هو القوّة المحصّلة الّتي تؤثّر في الجسم والّتي تسبّب تسارعه.

القوّة المعيقة والسّرعة الحدّيّة

القوّة المعيقة: هي قوّة الممانعة الّتي يؤثّر بها مائع في جسم يتحرّك خلاله، وتعتمد على **(1)** حركة الجسم (إزدياد السّرعة يزيد من القوّة المعيقة) **(2)** وخصائص الجسم (شكله وحجمه) **(3)** وخصائص المائع (لزوجته ودرجة حرارته).

السّرعة الحدّيّة: هي سرعة منتظمة لجسم ساقط عندما تتساوى القوّة المعيقة ووزنه.

4-3 قوى التّأثير المتبادل

أزواج التّأثير المتبادل: زوجان من القوى المتساوية في المقدار والمتعاكسة في الاتّجاه، وهي قوى الفعل وردّ الفعل.

قانون نيوتن الثّالث: إن جميع القوى تظهر على شكل أزواج، والقوّتان الزّوجان تؤثّران في جسمين مختلفين، وهما متساويتان في المقدار، ومتضادّتان في الاتّجاه.

أسئلة وتمارين الفصل الرّابع

إعداد: الأستاذ محمود طرّادة

1- أكتب المصطلح العلميّ الّذي تدلّ عليه العبارات التّالية:

- ( ) سحب أو دفع يؤثّر في الأجسام ويسبّب تغيّرًا في الحركة مقدارًا واتّجاهًا.
- ( ) الجسم الّذي تؤثّر فيه القوى.
- ( ) كلّ ما يحيط بالنّظام ويؤثّر فيه بقوّة.
- ( ) القوّة الّتي تتولّد عندما يلامس جسم من المحيط النّظام، ويؤثّر فيه بقوّة.
- ( ) القوّة الّتي تؤثّر في الأجسام بغضّ النّظر عن وجود تلامس بينها أم لا.
- ( ) تسارع الجسم يساوي محصّلة القوى المؤثّرة فيه مقسومًا على كتلة الجسم.
- ( ) القوّة الّتي إذا أثّرت في جسم كتلته **1 kg** تكسبه تسارعًا مقداره **$1\ m/s^2$**.
- ( ) مجموع المتّجهات لجميع القوى الّتي تؤثّر في الجسم.
- ( ) يبقى الجسم على حالته من حيث السّكون أو الحركة المنتظمة في خطّ مستقيم ما لم تؤثّر عليه قوّة محصّلة تغيّر من حالته.
- ( ) ممانعة الجسم لأيّ تغيير في حالته من حيث السّكون أو الحركة.
- ( ) حالة الجسم عندما تكون القوّة المحصّلة المؤثّرة فيه تساوي صفرًا.
- ( ) قوّة مجال تنتج عن الجاذبيّة الأرضيّة بين جسمين.
- ( ) قوّة تلامس تؤثّر في اتّجاه معاكس للحركة الإنزلاقيّ بين الأسطح.
- ( ) قوّة تلامس يؤثّر بها سطح عموديًّا على جسم ما.
- ( ) القوة الّتي يؤثّرخيط أو حبل أو سلك في جسم متّصل به، وتؤدّي إلى سبحه.
- ( ) في القوّة الّتي تحرّك أجسامًا مثل الصّروخ والطّائرة والسيّارة والأشخاص.
- ( ) قوة الدّفع أو السّحب الّتي يؤثّر بها النابض في جسم ما.
- ( ) القوّة المحصّلة الّتي تؤثّر في الجسم والّتي تسبّب تسارعه.
- ( ) الممانعة الّتي يؤثّر بها مائع في جسم يتحرّك خلاله.
- ( ) سرعة منتظمة لجسم ساقط عندما تتساوى القوّة المعيقة ووزنه.
- ( ) زوجان من القوى المتساوية في المقدار والمتعاكسة في الاتّجاه.
- ( ) إن جميع القوى تظهر على شكل أزواج، والقوّتان الزّوجان تؤثّران في جسمين مختلفين، وهما متساويتان في المقدار، ومتضادّتان في الاتّجاه.

2- علل العبارات التّالية:

- يقوم المظلّيّون بتغيير اتّجاه حركة أجسامهم وهيئاتها قبل فتح مظلاتهم.

- هبوط المظلّي نحو يتمّ بسرعة منتظمة.

- تأثير الهواء رغم قوّته غير واضح في الأجسام الّتي تتحرّك خلاله.

- الجسم الّذي يتّخذ هيئة الصّقر المجنّح له سرعة حدّية صغيرة جدًّا.

- ما معنى أنّ السّرعة الحدّيّة لكرة التّنس **9 m/s** ؟

- إنّ انعدام التّسارع في حركة جسم ما لا يعني بالضّرورة عدم وجود أيّة قوى تؤثر فيه.

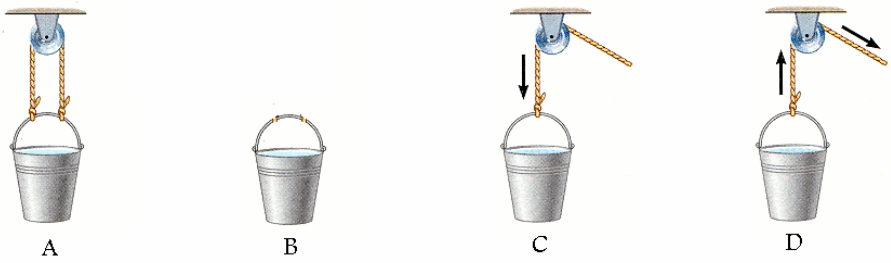
- لا يبدو أنّ الأرض تتسارع من قوّة جسم يتفاعل معها.

- يكون الشّدّ ثابتًا في كلّ نقاط حبل مهمل الكتلة.

- يندفع سائق السّيّارة للأمام إذا توقّف فجأة.

- تستمرّ المروحة في الدّوران قليلاً بعد انقطاع التّيّار الكهربائيّ.

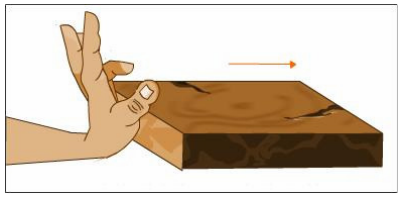
3-

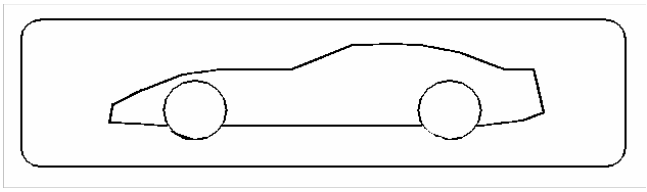


إذا علمت أن الدّلو **A** ساكن، والدّلو **B** يسقط سقوطًا حرًّا، والدّلو **C** يُنزل بسرعة منتظمة، والدّلو **D** يرفع بتسارع تزايديّ، ومع إهمال أيّة قوى تنشأ عن الهواء، أوجد التّالي لكلّ دلو:

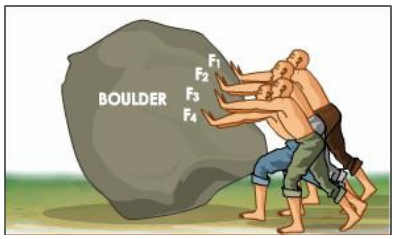
- حدّد النّظام.
- ارسم مخطّط الحركة.
- ارسم مخطّط الجسم الحرّ.
- ارسم متّجهات السّرعة.
- عيّن اتّجاه التّسارع.
- أوجد القوّة المحصّلة واتّجاهها.

4- ارسم مخطّط الجسم الحرّ لقطعة خشب يدفعها شخص على سطح أفقي خشن، وسيّارة تسير بسرعة منتظمة على شارع أفقي خشن.

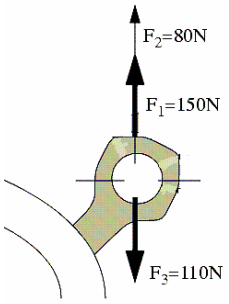




5- احسب القوّة المحصّلة واتّجاهها في الحالات التّالية:



F1= 30 N
F2= 35 N
F3= 45 N
F4= 30 N

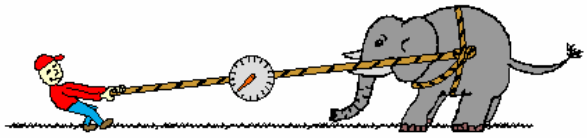


6- إملأ الجدول التّالي:

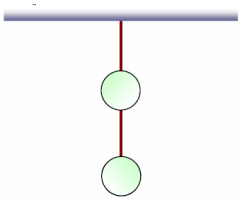
الجسم	الكتلة	التّسارع	الوزن
بطّيخة	**4 kg**	عجلة الجاذبيّة الأرضيّة	
أسامة		عجلة الجاذبيّة الأرضيّة	**585 N**
صخرة على سطح عطارد	**6 kg**		**22 N**

7- يدفع شخصان برميلاً كتلته **100 kg** باتّجاهين متعاكسين بقوة **6 N** و **3 N**، ما مقدار تسارع البرميل وفي أيّ اتّجاه.

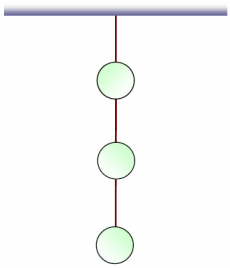
8- يشدّ فيل ورجل حبلاً كتلته **1.25 kg** كما في الشّكل، فإذا قوة شدّ الفيل للحبل **250 N**، فما قوّة شد الرّجل للحبل؟ علمًا بأنّ الحبل يتسارع بمعدّل **2 m/s²** في اتّجاه الفيل.



9- كتلتان متساويتان ومقدارهما **12 kg** معلّقتان كما هو موضّح بالشكل بواسطة حبل خفيف، احسب قوّة الشّدّ في الحبل السّفليّ وكذلك قوّة الشّدّ في الحبل العلويّ.



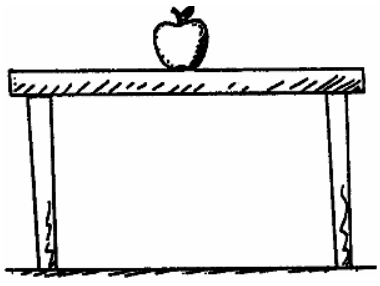
10- ثلاث قطع معدنيّة معلّقة بواسطة ثلاثة حبال خفيفة كما هو موضّح بالشّكل، فإذا كانت كتلة القطعة العليا **4.8 kg** وكتلة القطعة السّفلى **5.5 kg** وقوّة الشّدّ في الحبل العلويّ **199 N**، فاحسب الشّد في الحبل السّفليّ وكذلك قوّة االشّدّ في الحبل الأوسط.



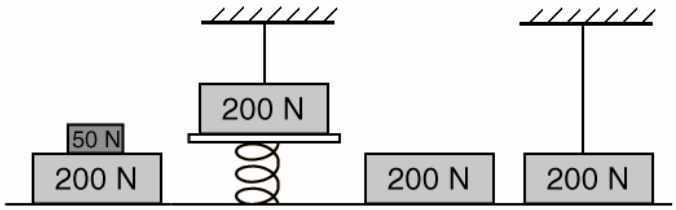
11- تقف إمرأة كتلتها **70 kg** على كيزان في مصعد، احسب الوزن الظاهري إذا كان المصعد:

- ساكنًا.
- يتحرّك بسرعة منتظمة مقدارها **5 m/s**.
- تزداد سرعته بمعدّل منتظم مقداره **2 m/sec²** في أثناء حركته نحو الأعلى.
- تزداد سرعته بمعدّل منتظم مقداره **2 m/sec²** في أثناء حركته نحو الأسفل.
- تتباطأ سرعته بمعدّل منتظم مقداره **2 m/sec²** في أثناء حركته نحو الأعلى.
- تتباطأ سرعته بمعدّل منتظم مقداره **2 m/sec²** في أثناء حركته نحو الأسفل.
- يسقط سقوطًا حرًّا نتيجة انقطاع السّير الحامل له.

12- تستقرّ تفاحة على سطح طاولة موضوعة على الأرض، وضّح أزواج التّأثير المتبادل مستعينًا بمخطّـط الجسم الحر.

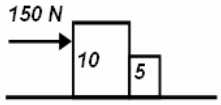


13- يبيّن الشّكل التّالي أربعة أوضاع مختلفة لجسم وزنه **200 N**، رتّب هذه الأوضاع ترتيبًا تصاعديًّا بحسب مقدار القوّة العموديّة بين الكتلة والسّطح، ثمّ تأكّد من إجابتك من خلال حساب مقدار القوّة العموديّة (علمًا بأنّ قوّة الاسترداد في النّابض مقدارها **50 N** وقوّة الشّد في الحبال **50 N**).



14- يُدفع جسمان كتلة أحدهما **10 kg** والآخر **5 kg** بقوّة أفقيّة مقدارها **150 N**، على سطح مهمل الاحتكاك.

- ما تسارع الجسمين؟
- ما القوّة الّتي يؤثّر بها الجسم الّذي كتلته **10 kg** في الآخر؟
- ما القوّة الّتي يؤثّر بها الجسم الّذي كتلته **5 kg** في الآخر؟



15- قفز غوّاص كتلته **65 kg** من قمّة برج ارتفاعه **10 m** من سطح الماء:

- أوجد سرعة الغوّاص لحظة ارتطامه بسطح الماء.

- يتوقّف الغوّاص على بعد **2 m** تحت سطع الماء، أوجد محصّلة القوّة الّتي يؤثّر بها الماء في الغوّاص.