متوسطة الشهيد خنوف لخضر
حمام الضلعة
الجزائر

المشكاة

حلول تمارين الكتاب المدرسي

العلوم الفيزيائية و التكنولوجيا

السنة الرابعة متوسط
الميدان التعلمي الثالث: الظواهر الميكانيكية
المقاطع التّعلمية: مقاربة أولية لمفهوم القوّة ـ فعل الأرض على جملة ميكانيكية ـ توازن جسم صلب خاضع لفعل قوى ـ دافعة أرخميدس في السوائل

إعداد الأستاذ: محمد جعيجع

السنة الدراسية: 2019 / 2020

متوسطة الشهيد خنوف لخضر
حمام الضلعة
الجزائر

المشكاة

حلول تمارين الكتاب المدرسي

العلوم الفيزيائية و التكنولوجيا

السنة الرابعة متوسط
الميدان التعلمي الثالث: الظواهر الميكانيكية
المقطع التعلمي: مقاربة أوليّة لمفهوم القوة

إعداد الأستاذ: محمد جعيجع

السنة الدراسية: 2019 / 2020

الميدان التعلمي الثالث: الظواهر الميكانيكية

المقطع التعلمي الأول: مقاربة أوليّة لمفهوم القوة

الوحدات التعلمية :

1 ـ مفهوم الجملة الميكانيكية. 2 ـ نمذجة الفعل الميكانيكي.
3 ـ مبدأ الفعلين المتبادلين. 4 ـ فعل الأرض في جملة ميكانيكية (الثقل).

الأهداف التعلمية :

1 ـ يتدرب على حل التمارين. 2 ـ يوظف معارفه المكتسبة لمعالجة المشكلات اعتمادا على نفسه، بحيث يصل إلى حل. 3 ـ يطلب المساعدة من الغير لإزالة الغموض إن وُجدَ. 4 ـ يختبر مكتسباته المعرفية.

أختبر معارفي

التمرين 01 الصفحة 64

أكمل الفراغات :

1 ـ القوّة هي . . . . . ينمذج كلّ . . . . . مطبّق بشكل متبادل بين . . . . . ميكانيكيتين، سواء كانتا . . . . . أو . . . . . .

2 ـ الفعلان المتبادلان . . . . . في القيمة و . . . . . في الاتّجاه.

3 ـ حامل شعاع الثقل . . . . . دائمًا وجهته نحو . . . . . دائمًا.

جواب التمرين 01 الصفحة 64

إكمال الفراغات :

1 ـ القوّة هي **مقدار شعاعي** ينمذج كلّ **فعل ميكانيكي** مطبّق بشكل متبادل بين **جملتين** ميكانيكيتين، سواء كانتا **متلامستين** أو **متباعدتين**.

2 ـ الفعلان المتبادلان **متساويان** في القيمة و **متعاكسان** في الاتّجاه.

3 ـ حامل شعاع الثقل **شاقولي** دائمًا وجهته نحو **الأسفل** دائمًا.

التمرين 02 الصفحة 64

إختر الإجابة الصحيحة :

♦ ـ خلال جلوسك على الكرسيّ (يحدث/لا يحدث) فعل متبادل بين جسمك والكرسيّ، حيث تكون جهة فعل الجسم على الكرسيّ (من الأسفل إلى الأعلى/من الأعلى إلى الأسفل) وتكون جهة فعل الكرسيّ على جسمك (من الأسفل إلى الأعلى/من الأعلى إلى الأسفل).

جواب التمرين 02 الصفحة 64

إختيار الإجابة الصحيحة :

♦ ـ خلال جلوسك على الكرسيّ **يحدث** فعل متبادل بين جسمك والكرسيّ، حيث تكون جهة فعل الجسم على الكرسيّ **من الأعلى إلى الأسفل** وتكون جهة فعل الكرسيّ على جسمك **من الأسفل إلى الأعلى**.

التمرين 03 الصفحة 64

أجب بـ"**صحيح**" أو بـ"**خطأ**" :

1 ـ يمكن للفعل الميكانيكي أن يشوّه ورقة.

2 ـ يمكن للفعل الميكانيكي أن يحوّل جملة كيميائية.

3 ـ الفعلان المتبادلان متزامنان.

4 ـ الثقل هو فعل الجسم على الأرض.

جواب التمرين 03 الصفحة 64

الإجابة بـ"**صحيح**" أو بـ"**خطأ**" :

1 ـ يمكن للفعل الميكانيكي أن يشوّه ورقة. ← **صحيح**.

2 ـ يمكن للفعل الميكانيكي أن يحوّل جملة كيميائية. ← **خطأ**.

3 ـ الفعلان المتبادلان متزامنان. ← **صحيح**.

4 ـ الثقل هو فعل الجسم على الأرض. ← **خطأ**.

التمرين 04 الصفحة 64

اِعطِ أمثلة عن أفعال ميكانيكية تلامسية وبعدية.

جواب التمرين 04 الصفحة 64

اِعطاء أمثلة عن أفعال ميكانيكية تلامسية وبعدية :

1 ـ أفعال ميكانيكية تلامسية :

أ ـ أفعال تلامسية متموضعة في نقطة : ـ فعل الخيط على جسم معلق أو مجرور. ـ فعل اليد على جسم ترفعه أو تضعه. ـ فعل لاعب(يده أو رجله) على الكرة أثناء قذفها. ـ فعل لاعب على كرة أثناء توقيفها.

ـ فعل اليد على العجينة لتشويهها (تغيير شكلها). فعل الراكب على الدرّاجة لتغيير مسارها...

ب ـ أفعال تلامسية موزعة على سطح الجملة الميكانيكية : ـ فعل الريّاح على شراع القارب. ـ فعل الهواء على الجملة الميكانيكية أثناء حركتها. ـ فعل الماء على جملة ميكانيكية مغمورة فيه.

2 ـ أفعال ميكانيكية بعدية :

أ ـ أفعال تلامسية متموضعة في نقطة : ـ فعل الأرض على الشمس. ـ فعل الأرض على القمر. ـ فعل الأرض على الطائر. ـ فعل الأرض على المظلي. ـ فعل قضيب مدلوك على كريّة بولسيترين مغلّفة بورقة ألمنيوم ومعلقة بخليط.

ب ـ أفعال تلامسية موزعة على سطح الجملة الميكانيكية : ـ فعل المغناطيس على الحديد.

أطبق معارفي

التمرين 05 الصفحة 64

مخطّط الأجسام المتأثّرة

أُرسم مخطّط الأجسام المتأثّرة في الحالات التالية :

1 - قطار كهربائي مكوّن من ثلاث عربات يتحرّك على السّكة.

2 - قارب شارك به صاحبه في مسابقة القوارب الشّراعية.

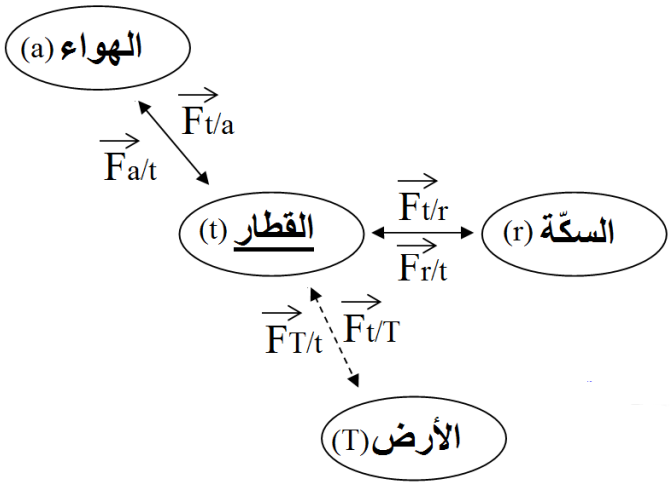
3 - رافعة الحاويات في الميناء وهي تفرغ باخرة من حاويّات السّلع الموجودة فيها.

جواب التمرين 05 الصفحة 64

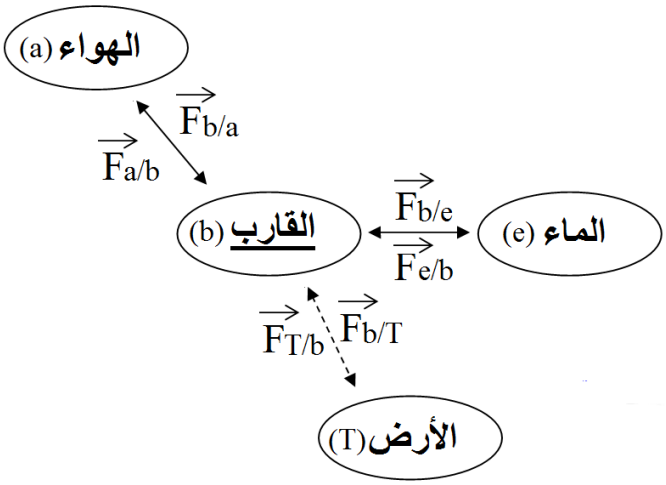
مخطّط الأجسام المتأثّرة

رسم مخطّط الأجسام المتأثّرة في الحالات التالية :

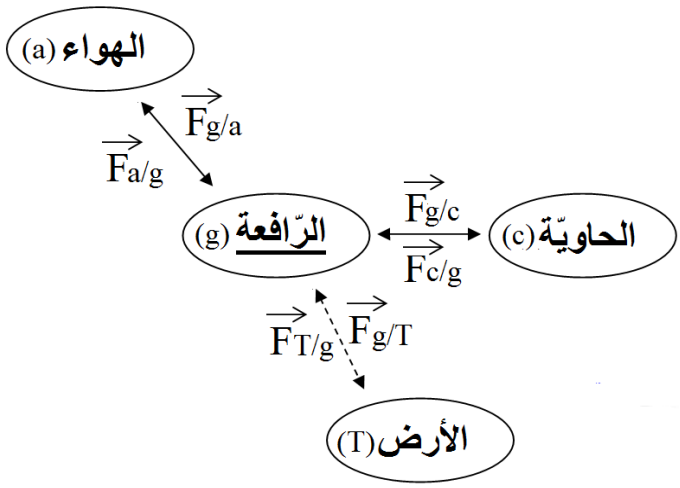
1 - قطار كهربائي مكوّن من ثلاث عربات يتحرّك على السّكة :



2 - قارب شارك به صاحبه في مسابقة القوارب الشّراعية :



3 - رافعة الحاويّات في الميناء وهي تفرغ باخرة من حاويّات السّلع الموجودة فيها :



التمرين 06 الصفحة 64

أمثّل القوى

مثّل القوى المؤثّرة على الجمل الميكانيكية التّالية :

1 - ثريّا ذات مصباح واحد معلّقة إلى السقف.

2 - محفظة يحملها تلميذ بيده.

3 - استطالة حبل مطاطيّ بفعل قوّة قدرها 1,5N.

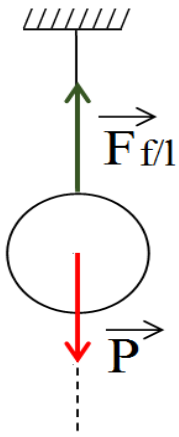
4 - عربة يجرّها حصان.

جواب التمرين 06 الصفحة 52

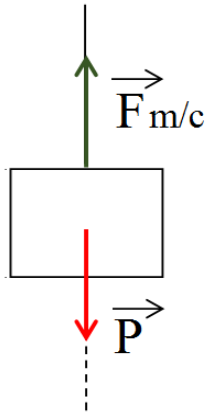
أمثّل القوى

تمثيل القوى المؤثّرة على الجمل الميكانيكية التّالية :

1 - ثريّا ذات مصباح واحد معلّقة إلى السقف. [Lustre à une lampe]



2 - محفظة يحملها تلميذ بيده.

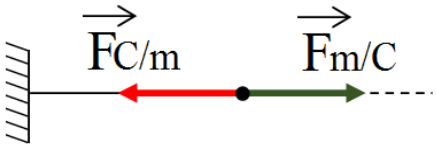


3 - استطالة حبل مطاطيّ بفعل قوّة قدرها 1,5N.

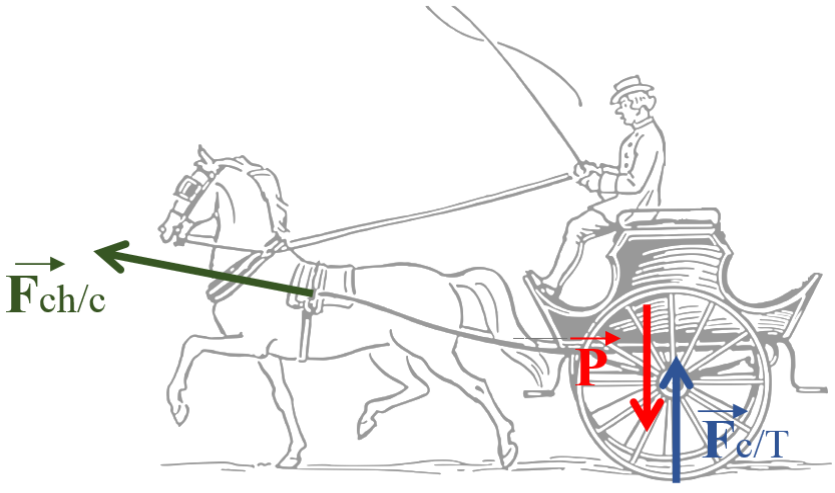
نختار سلم الرّسم التّالي : 1cm →1N

1,5cm →1,5N

وعليه يكون طول الشعاع المنمذج لفعل قوّة السحب (اليد) هو 1,5cm
وكذا فعل الحبل المطّاطيّ [Cordon élastique] على اليد.



4 - عربة يجرّها حصان.



التمرين 07 الصفحة 64

رجال الإطفاء

عند إطفاء حريق يمسك رجلا إطفاء معًا خرطوم الميّاه ويسدّدانه نحو قاعدة اللّهب.

♦ - وضّح بتوظيف القوى ضرورة إمساكهما معًا لخرطوم الميّاه.

جواب التمرين 07 الصفحة 64

رجال الإطفاء

عند إطفاء حريق يمسك رجلا إطفاء معًا خرطوم الميّاه ويسدّدانه نحو قاعدة اللّهب لأنّ اندفاع الماء من فتحة الخرطوم بقوّة يسبب ردّ فعل الهواء في اللّحظة نفسها وفق مبدأ الفعلين المتبادلين بالشدّة نفسها وباتجاه معاكس ممّا يسبب حركة اِلتوائية للخرطوم وبالتّالي يصعب توجيه الماء إلى وجهة محدّدة (قاعدة اللّهب).

تعقيب غير مطلوب :

عند إطفاء حريق يجب تقديم القدم اليسرى للأمام وترك اليمنى في الخلف، ووضع اليد اليمنى أسفل مقبض نهاية خرطوم المياه واليد اليسرى أعلى مقبض نهاية الخرطوم، ثم فتح المياه والتصويب على اللّهب...

التمرين 08 الصفحة 64

النزول من القارب

عندما نخطو خروجًا من القارب إلى الشاطئ فإنّنا ندفعه بإحدى رجلينا نحو الخلف، بينما يدفعنا هو نحو الأمام، ولذا نميل للسقوط إذا لم يثبّت القارب تثبيتًا جيّدًا.

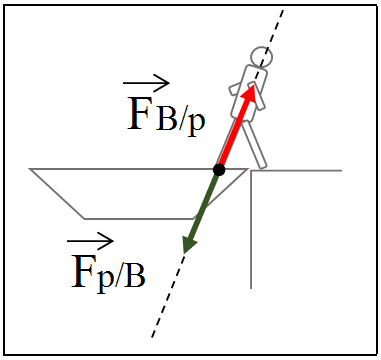
1 - مثّل الأفعال المتبادلة بين الشّخص والقارب.

2 - فسّر بتوظيف مبدأ الفعلين المتبادلين سبب ميلان الشّخص في حالة عدم تثبيت القارب جيّدًا.

جواب التمرين 08 الصفحة 64

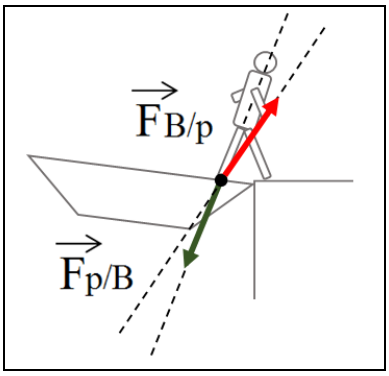
النزول من القارب

1 ـ تمثيل الأفعال المتبادلة بين الشّخص (Une personne) والقارب (Bateau):



نمثّل تأثير الشّخص على القارب وتأثير القارب على الشّخص بشعاعين متساويين في الطول (شّدة الفعلين) لهما نفس الحامل ومتعاكسين في الاتّجاه.

2 ـ تفسير بتوظيف مبدأ الفعلين المتبادلين سبب ميلان الشّخص في حالة عدم تثبيت القارب جيّدًا :



سبب ميلان الشّخص وسقوطه هو عدم وجود نفس الحامل للقوّتين نتيجة عدم تثبيت القارب بشكل جيّد.

ملاحظة : التمثيل غير مطلوب وهو للتّوضيح.

التمرين 09 الصفحة 64

مبدأ انطلاق الصّاروخ

تعود بداية ظهور الصّواريخ إلى أوائل القرن الثّالث عشر ميلادي، حيث استخدمه الصينيون أولا ومن بعدهم العرب لتنتقل بعدها إلى الأوروبيين.

1 ـ إبحث في مبدأ انطلاق الصّاروخ.

2 ـ فسّره بتوظيف مبدأ الفعلين المتبادلين.

جواب التمرين 09 الصفحة 64

مبدأ انطلاق الصّاروخ

1 ـ مبدأ انطلاق الصّاروخ :

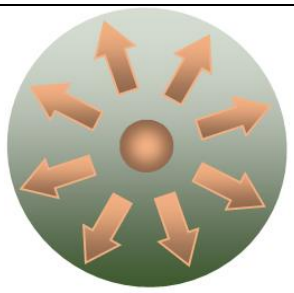
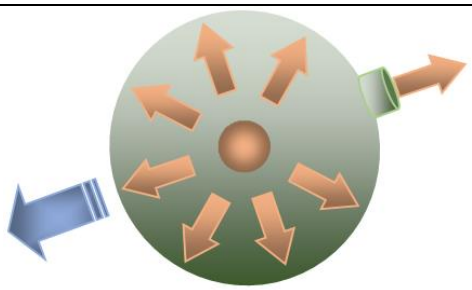
يعمل محرّك الصّاروخ بحرق الوقود ويحوّله إلى غاز ذو درجة حرارة عالية جدًا، والّذي بدوره ينطلق من فوّهة في مؤخّرة المحرّك، فينطلق الصّاروخ إلى الأمام (أيّ بالاتّجاه المعاكس لجهة الغاز).

2 ـ التّفسير بتوظيف مبدأ الفعلين المتبادلين :

يعتبر الصاروخ من الناحية العلمية محرك ردّ فعل. ويستند عمله على القانون الثالث لنيوتن، الّذي ينصّ على أنّ لكلّ فعلٍ ردّ فعلٍ مساوٍ له في القوّة ومضاد له في الاتّجاه. تصور وعاءً كرويا مملوء بغاز قابل للتمدّد (المخطط العلوي).

يقوم الغاز بالضغط على جميع أجزاء السّطح الدّاخلي للوعاء بالتّساوي (فعل)، كما يقوم السّطح بالمقاومة بضغطٍ مساو أيضا (ردّ فعل)، وبذلك يبقى النّظام المكوّن من الوعاء والغاز مستقراً مكانه.

لكن، بإحداث ثقب صغير في أحد أطراف الوعاء (المخطط السفلي) يتسرب الغاز عبر الثقب باتّجاه واحد. ويؤدي ردّ الفعل المساوي لهذا الفعل إلى دفع الوعاء في الاتّجاه الآخر، مثلما يحدث للصاروخ ...

صورة 1	صورة 2
	
يطبّق الغاز المتمدّد قوّة متساوية في كافّة الاتّجاهات تؤدي مقاومة السطح المساوية للفعل إلى منع الوعاء من الحركة.	بإزالة المقاومة في اتّجاه واحد تقوم قوّة ردّ الفعل بدفع الوعاء إلى الأمام.

أوظّف معارفي

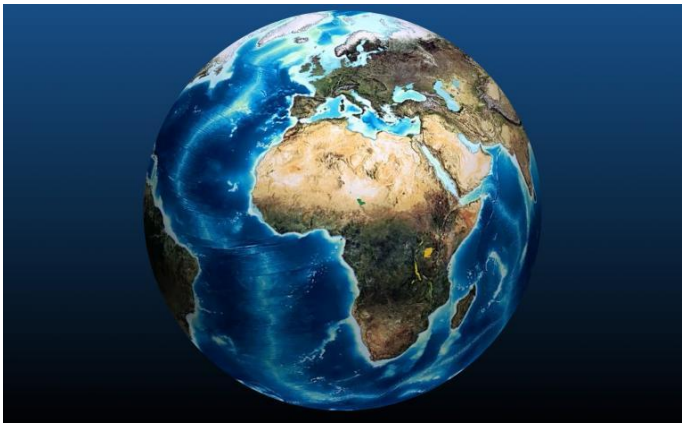
التمرين 10 الصفحة 65

إكتشف قيمة الجاذبية الأرضية

جسم كتلته 10kg ، ثقله في المكان A يساوي 97,8N .

1 - ما قيمة الجاذبية الأرضية في المكان A ؟

2 - ما كتلة جسم ثقله يساوي 82,5N في المكان A ؟



جواب التمرين 10 الصفحة 65

إكتشف قيمة الجاذبية الأرضية

المعطيات : في المكان A : $m_1=10kg$ ، $P_1=97,8N$ ، $P_2=82,5N$.

المطلوب :

1 - ما قيمة الجاذبية الأرضية (g) في المكان A ؟

2 - ما كتلة جسم (m_2) ثقله يساوي 82,5N في المكان A ؟

العمل(الحل) :

1 - قيمة الجاذبية الأرضية (g) :

$P = m \cdot g$; $g = \frac{P_1}{m_1}$; $g = \frac{97,8}{10} = 9,78$; $g = 9,78N/kg$

2 - كتلة جسم (m_2) :

$P = m \cdot g$; $m_2 = \frac{P_2}{g}$; $m_2 = \frac{82,5}{9,78} = 8,4355$; $m_2 = 8,44kg$

التمرين 11 الصفحة 65

هل تتغيّر الكتلة ؟

رائد فضاء كتلته بلباسه تساوي 130kg.

1 - أُحسب شدّة ثقله على الأرض.

2 - أُحسب شدّة ثقله على القمر.

3 - شعر رائد الفضاء بأنّه أخفّ بكثير على سطح القمر ممّا كان عليه فوق الأرض، هل يعود ذلك إلى :

- أنّ القمر يجذبه أقلّ ممّا تجذبه الأرض ؟
- أنّ كتلته تغيّرت بتغيّر مكان تواجده ؟ برّر إجابتك.

4 - خلال رحلته إلى القمر اِصطحب معه إصيصًا(مزهرية) كتلته 10kg ، كم ستكون كتلة الإصيص على سطح القمر ؟

المعطيات : قيمة الجاذبية على سطح الأرض تساوي 9,81N/kg.

وقيمة الجاذبية على سطح القمر أقلّ بستِّ مرّات.

جواب التمرين 11 الصفحة 65

هل تتغيّر الكتلة ؟

المعطيات : $m = 130kg$ ، $g_T = 9{,}81N/kg$ ، $g_L = \frac{g_T}{6}$.

المطلوب :

1 - حساب شدّة ثقله على الأرض P_T .

2 - حساب شدّة ثقله على القمر P_L .

الحل:

1 - حساب شدّة ثقله على الأرض P_T .

$P_T = m \cdot g_T$; $P_T = 130 \times 9{,}81$; $P_T = 1275{,}3N$

2 - حساب شدّة ثقله على القمر P_L .

نحسب مقدار الجاذبية على سطح القمر:

$g_L = \frac{g_T}{6}$; $g_L = \frac{9{,}81}{6}$; $g_L = 1{,}635N/kg$

وبالتعويض في علاقة الثقل نجد:

$P_L = m \cdot g_L$; $P_L = 130 \times 1{,}635$; $P_L = 212{,}55N$

3 - يعود شعور رائد الفضاء بأنّه أخفّ بكثير على سطح القمر ممّا كان عليه فوق الأرض إلى :

♦ أنّ القمر يجذبه أقلّ ممّا تجذبه الأرض ؟

4 - كتلة الإصيص على سطح القمر هي: $m' = 10kg$. لأنّ الكتلة مقدار محفوظ.

حل آخر للسؤال رقم 2 :

2 - حساب شدّة ثقله على القمر P_L .

بما أنّ مقدار الجاذبية على سطح القمر أقل بستِّ مرّات من الجاذبية على سطح الأرض، يكون ثقل الجسم على سطح القمر سُدُسُ ثقله على سطح الأرض:

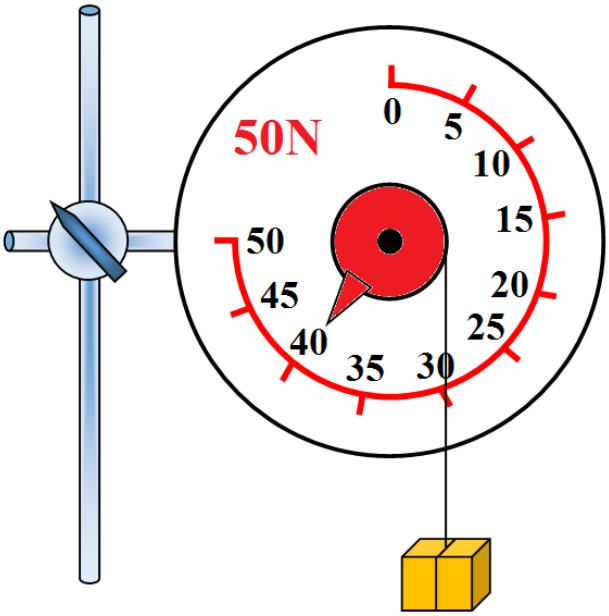
$P_L = \frac{P_T}{6}$; $P_L = \frac{1275{,}3}{6}$; $P_L = 212{,}55N$

التمرين 12 الصفحة 65

الفرق بين الكتلة والثّقل

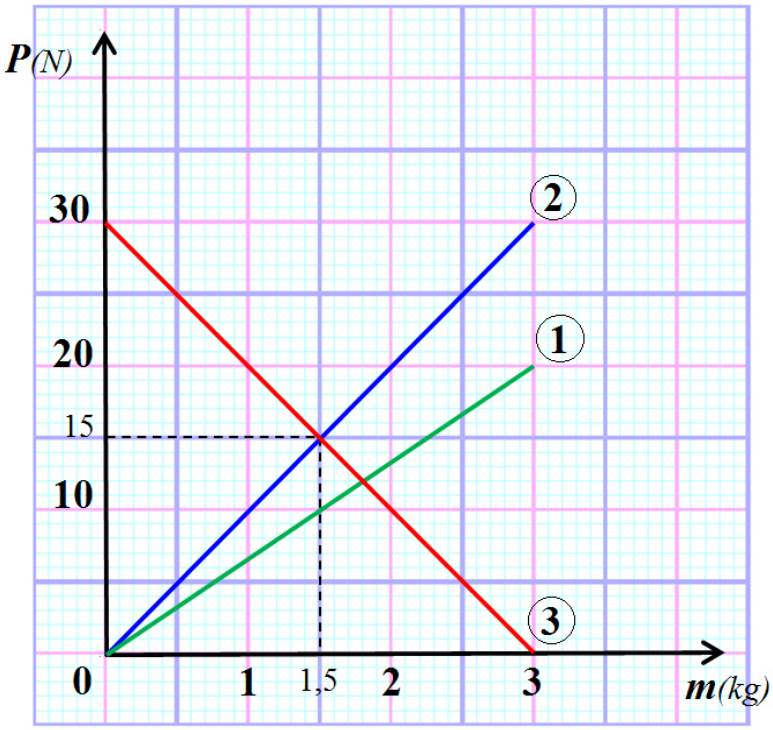
لدراسة العلاقة بين مفهومي الثّقل والكتلة لجملة ميكانيكية وإبراز الفرق بينهما قام أستاذ الفيزياء بالتّجربة التّالية:

حضّر مكعّبات مختلفة الكتلة، ربيعة، حامل وخيط. علّق كلّ مكعّب إلى ربيعة ثمّ قرأ التلاميذ القيمة التي تشير إليها وسجّلوها في جدول.



قسّم التّلاميذ إلى ثلاث مجموعات وطلب من كلّ مجموعة رسم المنحنى البياني الّذي يمثّل العلاقة بين الثّقل والكتلة.

يُمثّل الشّكل الّذي يلي المنحنيات البيانية للمجموعات الثّلاث.



1 - برأيّك، ما هي المجموعة الّتي أصابت في تمثيل المنحنى البياني ؟ برّر إجابتك

2 - من خلال المنحنى الّذي اخترته، جِدْ:

أ / قيمة الكتلة الموافقة للأثقال: 10N ، 20N ، 30N.

ب/ قيمة الثّقل الموافق للكتل: 1kg ، 2kg ، 3kg.

جواب التمرين 12 الصفحة 65

الفرق بين الكتلة والثّقل

1 ـ المجموعة الّتي أصابت في تمثيل المنحنى البياني هي المجموعة الثّانية ②.

التبرير:

- العلاقة بين **ثقل الأجسام و كتلها** : هي مقدار **ثابت** يمثل مقدار **الجاذبية الأرضية** (g) في هذا المكان، ويثبت ذلك: $\frac{P}{m}=\frac{10}{1}=\frac{15}{1,5}=\frac{30}{3}=10=g$
- **شكل البيان** : مستقيم يشمل جميع النقط ويمر من المبدأ، إذن يوجد تناسب بين ثقل الأجسام وكتلها.

2 ـ من خلال المنحنى المختار ②:

أ / قيمة الكتلة الموافقة للأثقال: 10N ، 20N ، 30N.

$$S_1(1kg;10N) \quad ; \quad S_2(2kg;20N) \quad ; \quad S_3(3kg;30N)$$

ب/ قيمة الثّقل الموافق للكتل: 1kg ، 2kg ، 3kg.

$$S_1(1kg;10N) \quad ; \quad S_2(2kg;20N) \quad ; \quad S_3(3kg;30N)$$

انتهى

تأمل في الصورة المأخوذة لرجل قيل عنه أنه رجل فضاء وبالضبط في زجاج الخوذة التي يضعها على رأسه... وسترى ظل الشخص الذي قام بتصوير رجل الفضاء، ممّا يشكك في قيام البشر بالنزول على سطح القمر...

متوسطة الشهيد خنوف لخضر
حمام الضلعة
الجزائر

المشكاة

حلول تمارين الكتاب المدرسي

العلوم الفيزيائية و التكنولوجيا

السنة الرابعة متوسط
الميدان التعلمي الثالث: الظواهر الميكانيكية
المقطع التعلّمي الثّاني: توازن جسم صلب خاضع لعدّة قوى

إعداد الأستاذ: محمد جعيجع

السنة الدراسية: 2019 / 2020

الميدان التعلمي الثالث: الظواهر الميكانيكية

المقطع التعلمي الثّاني: توازن جسم صلب خاضع لعدّة قوى

الوحدات التعلمية :

1 - توازن جسم صلب خاضع لفعل قوتين لهما نفس المنحى. 2 - توازن جسم صلب خاضع لفعل ثلاث قوى غير متوازية. 3 - محصلة قوّتين.

الأهداف التعلمية :

1 - يتدرب على حل التمارين. 2 - يوظف معارفه المكتسبة لمعالجة المشكلات اعتمادا على نفسه، بحيث يصل إلى حل. 3 - يطلب المساعدة من الغير لإزالة الغموض إن وُجدَ. 4 - يختبر مكتسباته المعرفية.

أختبر معارفي

التمرين 01 الصفحة 70

أكمل الفراغات:

1 - وضعية التّوازن هي حالة . . . . . يكون عليها جسم . . . . . أو . . . . . ناتجة من تأثير قوّى . . . . . بعضُها بَعْضًا من جرّاء . . . . . .

2 - شرطا توازن جسم صلب خاضع لقوّتين هما: . . . . . و . . . . . .

3 - شرطا جسم صلب خاضع لثلاث قوى غير متوازية هما: . . . . . و . . . . . .

جواب التمرين 01 الصفحة 70

إكمال الفراغات :

1 - وضعية التّوازن هي حالة **إستقرار** يكون عليها جسم **ساكن** أو **متحرّك** ناتجة من تأثير قوّى **يُبْطِلُ** بعضُها بَعْضًا من جرّاء **تقايسها**.

2 - شرطا توازن جسم صلب خاضع لقوّتين هما: **القوّتان لهما نفس المنحى** و **القوّتان متساويتان في القيمة(الشدّة) ومتعاكستان في الاتّجاه**.

3 - شرطا جسم صلب خاضع لثلاث قوى غير متوازية هما: **مناحي(حوامل) القوى الثّلاث تقع جميعها في نفس المستوي وتتلاقى في نقطة واحدة** و **محصّلة القوى الثلاث منعدمة**.

التمرين 02 الصفحة 70

أجب بـ"**صحيح**" أو بـ"**خطأ**":

1 - جسم في حالة توازن هو جسم ساكن فقط.

2 - جسم في حالة توازن هو جسم متحرّك فقط.

3 - محصّلة قوّتين هي المجموع الشّعاعي لهاتين القوّتين.

4 - محصّلة قوّتين هي قوّة تمثّل بالمجموع الشّعاعي للقوّتين.

5 - يكفي شرط واحد لتوازن جسم خاضع لقوّتين.

جواب التمرين 02 الصفحة 70

الإجابة بـ"**صحيح**" أو بـ"**خطأ**":

1 - جسم في حالة توازن هو جسم ساكن فقط. ← **خطأ**

2 - جسم في حالة توازن هو جسم متحرّك فقط. ← **خطأ**

3 - محصّلة قوّتين هي المجموع الشّعاعي لهاتين القوّتين. ← **خطأ**

4 - محصّلة قوّتين هي قوّة تمثّل بالمجموع الشّعاعي للقوّتين. ← **صحيح**

5 - يكفي شرط واحد لتوازن جسم خاضع لقوّتين. ← **خطأ**

التمرين 03 الصفحة 70

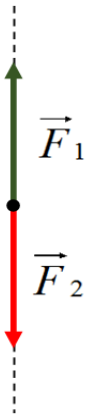
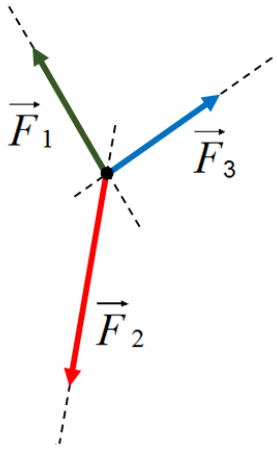
عبّر باستعمال الأشعّة عن العلاقتين الرياضيتين التّاليتين:

$\vec{F}_1+\vec{F}_2=\vec{0}$ و $\vec{F}_1+\vec{F}_2+\vec{F}_3=\vec{0}$

جواب التمرين 03 الصفحة 70

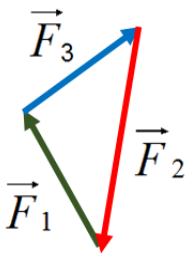
التّعبير باستعمال الأشعّة عن العلاقتين الرياضيتين التّاليتين:

$\vec{F}_1+\vec{F}_2=\vec{0}$ و $\vec{F}_1+\vec{F}_2+\vec{F}_3=\vec{0}$

العلاقة الرياضياتية	$\vec{F}_1+\vec{F}_2=\vec{0}$	$\vec{F}_1+\vec{F}_2+\vec{F}_3=\vec{0}$
التمثيل		

تعقيب غير مطلوب:

المجموع المتّجهي لهذه القوى(الخط المضلعي) منعدم.



التمرين 04 الصفحة 70

حلّل القوى التّالية إلى مركّبتين:

1 - فعل اليد على محفظة ذات مقبضين.

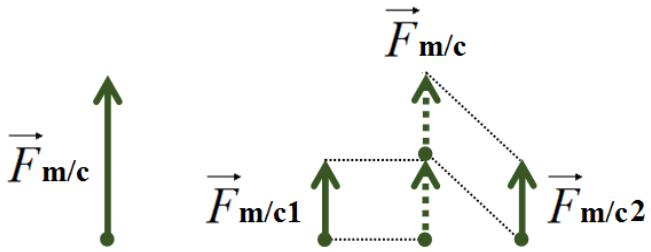
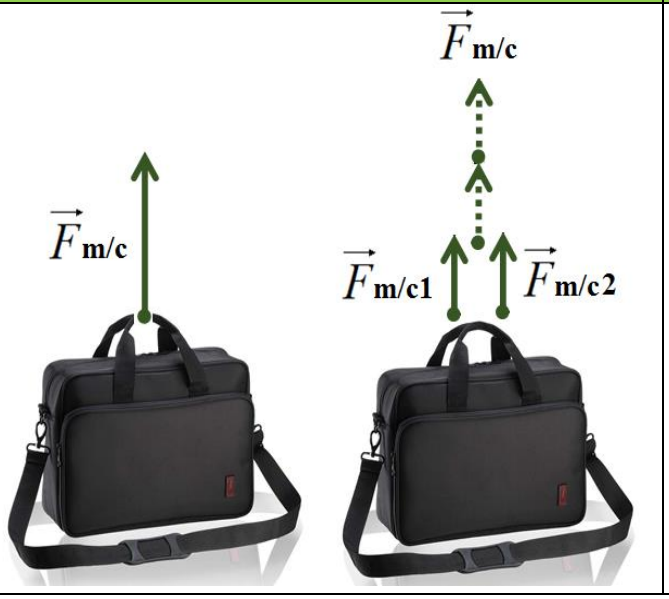
2 - ثقل متسلّق الجبال.

3 - ثقل حبّة فلفل مُستندة إلى ساق النبتّة المائل.

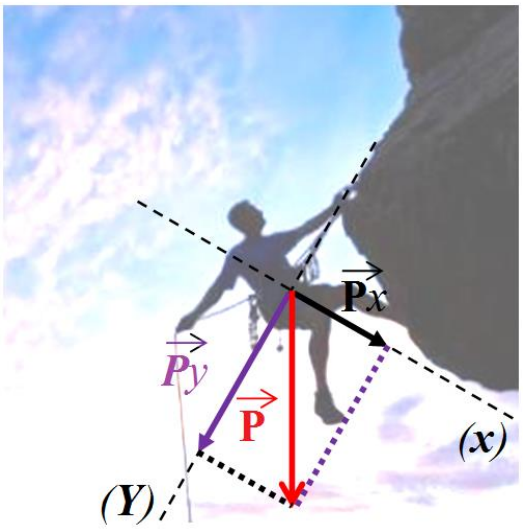
جواب التمرين 04 الصفحة 70

تحليل القوى التّالية إلى مركّبتين:

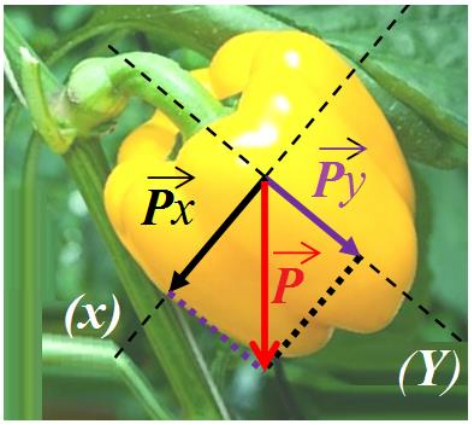
1 - فعل اليد على محفظة ذات مقبضين:

التمثيل المطلوب	تمثيل للشرح فقط
	

2 - ثقل متسلّق الجبال:



3 - ثقل حبّة فلفل مُستندة إلى ساق النبتّة المائل:



التمرين 05 الصفحة 70

مثّل القوى التّالية باستعمال سلّم رسم مناسب ثمّ أرسم محصّلتها مثنى؛ مثنى:

1 - $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_2$ لهما نفس المبدأ، قيمتهما على التّوالي: $4N$ و $6N$ بينهما زاوية قدرها $30°$.

2 - $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_2$ متعاكستان في الجهة ولهما المبدأ نفسه، قيمتهما على التّوالي: $12N$ و $6N$.

جواب التمرين 05 الصفحة 70

تمثيل القوى التّالية باستعمال سلّم رسم مناسب ثمّ رسم محصّلتها مثنى؛ مثنى:

1 - $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_2$ لهما نفس المبدأ، قيمتهما على التّوالي: $4N$ و $6N$ بينهما زاوية قدرها $30°$.

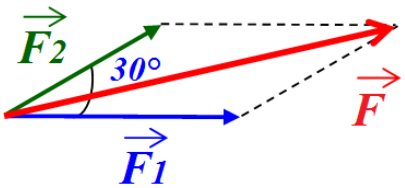
ـ نختار سلم رسم، وليكن السلّم: 1cm لكلّ 2N.

ـ نبحث عن طول كلّ من الشّعاعين الممثلين للقوّتين $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_2$:

$$\begin{cases} 1cm \rightarrow 2N \\ x_1 \rightarrow 4N \end{cases}$$ وبالتّالي: $x_1 = \frac{1\times 4}{2} = 2$ ومنه: $\boxed{x_1 = 2cm}$

$$\begin{cases} 1cm \rightarrow 2N \\ x_2 \rightarrow 6N \end{cases}$$ وبالتّالي: $x_2 = \frac{1\times 6}{2} = 3$ ومنه: $\boxed{x_2 = 3cm}$

التّمثيل: نمثل القوّتين $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_2$ بشعاعين ونمثل محصّلتهما بشعاع بحيث يتحقّق: $\boxed{\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2}$.



2 - $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_2$ متعاكستان في الجهة ولهما المبدأ نفسه، قيمتهما على التّوالي: $12N$ و $6N$.

ـ نستخدم سلّم الرّسم نفسه: 1cm لكلّ 2N.

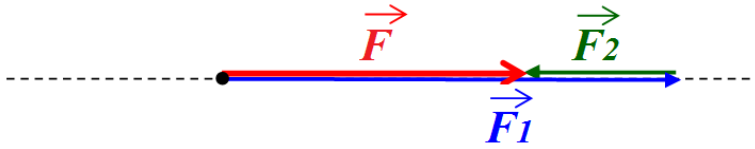
ـ نبحث عن طول كلّ من الشّعاعين الممثلين للقوّتين $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_2$:

$\begin{cases} 1cm \rightarrow 2N \\ x_1 \rightarrow 12N \end{cases}$ وبالتالي: $x_1 = \frac{1 \times 12}{2} = 6$ ومنه: $x_1 = 6cm$

$\begin{cases} 1cm \rightarrow 2N \\ x_2 \rightarrow 6N \end{cases}$ وبالتالي: $x_2 = \frac{1 \times 6}{2} = 3$ ومنه: $x_2 = 3cm$

التّمثيل: نمثل القوّتين $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_2$ بشعاعين ونمثل محصّلتهما بشعاع بحيث يتحقّق: $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$.

شرح غير مطلوب:



التمرين 06 الصفحة 70

نضع كرة كتلتها 400g فوق طاولة:

1 - أوجد مميّزات القوّة المطبّقة من طرف الطّاولة على الكرة وهي ساكنة.

نُميل الطّاولة بزاوية α بالنسبة للمستوى الأفقي:

2 - مثّل كيفيًا القوى المطبّقة على الكرة (الاحتكاكات مهملة).

3 - فسّر سبب اختلال توازن الكرة في هذه الحالة.

جواب التمرين 06 الصفحة 70

نضع كرة كتلتها 400g فوق طاولة:

1 - مميّزات القوّة المطبّقة من طرف الطّاولة على الكرة وهي ساكنة:

أ) نقطة التطبيق: نقطة تلامس الكرة مع الطاولة وهي مركز مساحة سطح التلامس.

ب) المنحى: شاقول المكان المارّ بنقطة تلامس الكرة مع الطاولة.

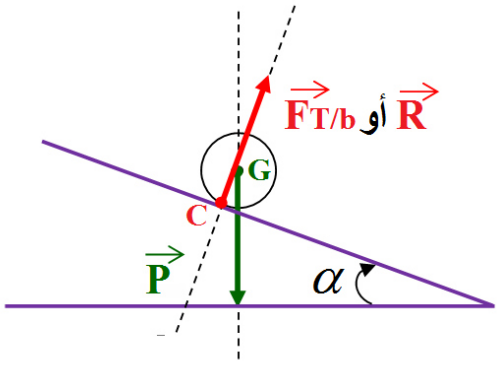
ج) الاتجاه: نحو الأعلى.

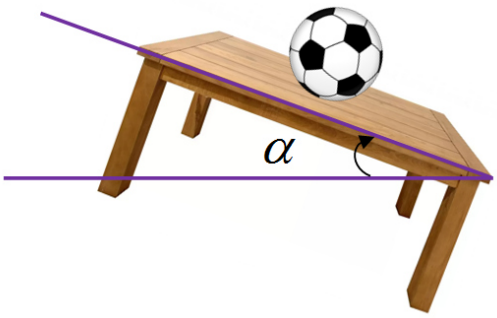
د) القيمة: تحدّد بالعلاقة: $R = F_{T/b} = m \cdot g$.

التمثيل للتوضيح فقط وهو غير مطلوب:

نُميل الطّاولة بزاوية α بالنسبة للمستوى الأفقي:

2 - تمثيل كيفيًا القوى المطبّقة على الكرة (الاحتكاكات مهملة):





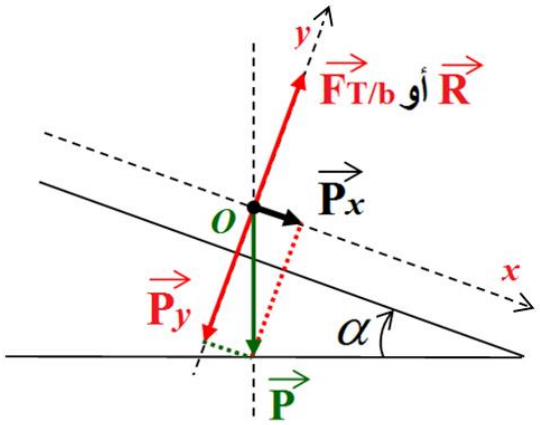
3 - تفسير سبب اختلال توازن الكرة في هذه الحالة:

بما أنّ القوّتين $\vec{P}$ و $\vec{R}$ ليس لهما نفس المنحى (خط التأثير) فإنّ شرط التّوازن لا يتحقّق:

$\vec{P}+\vec{R}\neq\vec{0}$ وبالتّالي فإنّ الكرة تفقد توازنها على المستوى المائل لسطح الطاولة.

تعقيب غير مطلوب:

نعتبر الكرة نقطة مادية ونقوم بتحليل قوّة ثقل الكرة إلى مركّبتين $\vec{P}_x$ و $\vec{P}_y$ على المعلم المتعامد والمتجانس، فنجد أنّ: $\vec{P}_y+\vec{R}=\vec{0}$ ، بحيث تلغي إحداهما الأخرى وتبقى الكرة خاضعة لتأثير وحيد هو القوّة $\vec{P}_x$ وتفقد توازنها وتتحرك على المستوى المائل لسطح الطاولة.

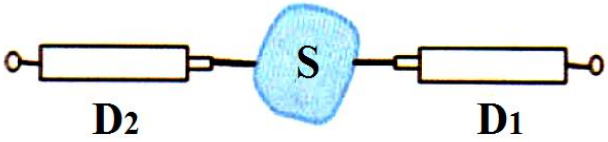


أطبق معارفي

التمرين 07 الصفحة 70

أطبّق شرطي التّوازن

يخضع جسم S كتلته مهملة لتأثير ربيعتين D_1 و D_2 كما هو موضّح في الشّكل التّالي:



1 ـ هل الجسم S في وضعية توازن؟ علّل

2 ـ نعتبر الجسم S في حالة توازن حيث تشير الرّبيعة D_2 إلى القيمة $4N$. أعطِ مميّزات القوّتين المؤثّرتين على الجسم S .

3 ـ مثّل بسلّم رسم مناسب القوّتين المؤثّرتين على الجسم S .

جواب التمرين 07 الصفحة 70

1 ـ نعم الجسم S في وضعية توازن.

التّعليل: الجسم S في وضعية توازن لأنّه خاضع لتأثير قوّتين متساويتين في الشدّة ومتعاكستين في الجهة ولهما منحى واحد (خط عمل نفسه). بدليل تساوي الجزأين الخارجين من الرّبيعتين في الطول.

2 ـ مميّزات القوّتين المؤثّرتين على الجسم S :

أ) لهما نفس المنحى (خط العمل).

ب) لهما نفس القيمة (الشدّة): $4N$

ج) لهما جهتان متعاكستان.

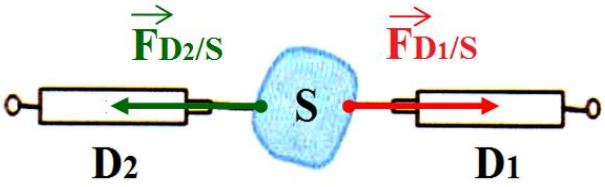
د) نقطة تأثير كل قوّة تقع على طرف من طرفي الجسم S .

3 ـ مثّل بسلّم رسم مناسب القوّتين المؤثّرتين على الجسم S .

ـ نختار سلم رسم، وليكن السلّم: 1cm لكلّ 2N.

ـ نبحث عن طول كلّ من الشّعاعين الممثلين للقوّتين $\vec{F}_{D_1/S}$ و $\vec{F}_{D_2/S}$ وهما متساويان في الطول:

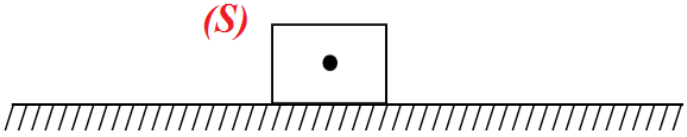
$$\begin{cases} 1cm \rightarrow 2N \\ x \rightarrow 4N \end{cases}$$ وبالتّالي: $x = \frac{1\times 4}{2} = 2$ ومنه: $\boxed{x = 2cm}$



التمرين 08 الصفحة 64

توازن جسم فوق سطح

جسم كتلته $m = 300g$ متوازن فوق سطح أفقي،



1 ـ حدّد القوّى المطبّقة على الجسم (S) ، ثمّ صنّفها.

2 - أُذكر شرطي توازن جسم صلب خاضع لقوّتين.

3 - ما هي مميّزات القوى المطبّقة على الجسم (S) ؟

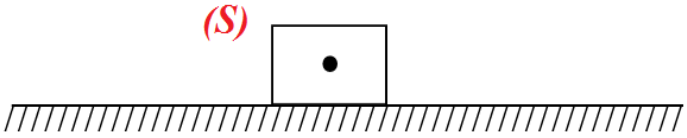
4 - مثّل القوى المطبّقة على الجسم (S) بالاعتماد على سلّم الرّسم $1cm \rightarrow 1,5N$.

5 - نغيّر السّطح بحيث يصبح مائلا عن مستوى الأفق بزاوية قدرها $10°$ فيبقى الجسم (S) متوازنًا.
مثّل القوى المطبّقة على الجسم (S) باستعمال السّلّم نفسه.

جواب التمرين 08 الصفحة 70

توازن جسم فوق سطح

جسم كتلته $m = 300g$ متوازن فوق سطح أفقي،



1 - تحديد القوّى المطبّقة على الجسم (S) ، وتصنيفها:

الرقم	القوّة المطبّقة على الجسم (S)	تصنيفها
1	فعل الأرض $\vec{F}_1$ [ثقل الجسم (S) $\vec{P}$]	تأثير بعدي
2	فعل السطح على الجسم (S) ، $\vec{F}_2$ أو $\vec{R}$	تأثير تلامسي موّزع

2 - ذكر شرطي توازن جسم صلب خاضع لقوّتين:
أ) للقوّتين نفس المنحى (خط العمل).
ب) القوّتان متساويتان في القيمة (الشدّة) ومتعاكستان في الجهة. ونعبّر عنه بالعلاقة: $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 = \vec{0}$.

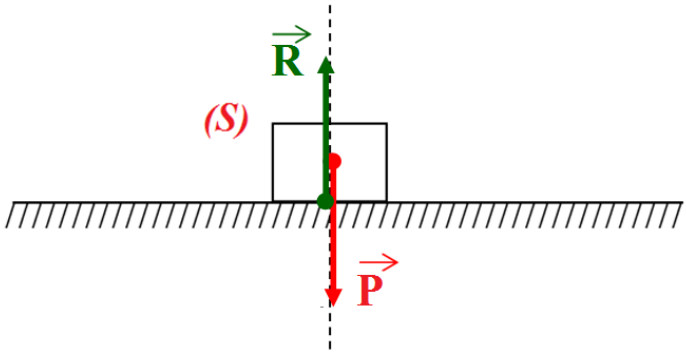
3 - مميّزات القوى المطبّقة على الجسم (S) : نعتبر قيمة الجاذبية في هذا المكان: $g = 10N/kg$

	$\vec{F}_1$ أو $\vec{P}$	$\vec{F}_2$ أو $\vec{R}$
نقطة التأثير	النقطة A مركز ثقل الجسم (S)	النقطة B ، مركز سطح تلامس الجسم (S) مع السطح الموضوع فوقه.
المنحى	المستقيم المار بالنقطة A (شاقول المكان)	المستقيم المار بالنقطة B (شاقول المكان)
الاتجاه	نحو الأسفل (مركز الأرض)	نحو الأعلى
القيمة (الشدّة)	$F_1 = P = m \cdot g$ $= 0,3 \times 10$ $F_1 = P = 3N$	$F_2 = R = 3N$

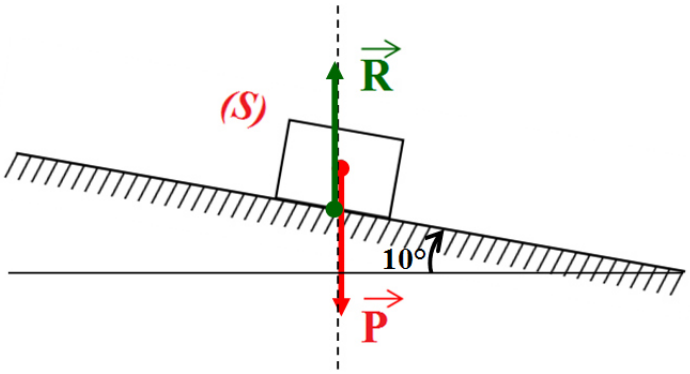
4 - تمثيل القوى المطبّقة على الجسم (S) بالاعتماد على سلّم الرّسم $1cm \rightarrow 1,5N$.

- نبحث عن طول كلّ من الشّعاعين الممثلين للقوّتين $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_2$ وهما متساويان في الطول:

$\begin{cases} 1cm \rightarrow 1,5N \\ x \rightarrow 3N \end{cases}$ وبالتّالي: $x = \dfrac{1\times 3}{1,5} = 2$ ومنه: $x = 2cm$



5 ـ تمثيل القوّتين المطبّقتين على الجسم (S) باستعمال السّلّم نفسه بعد إمالة السّطح عن مستوى الأفق بزاوية قدرها $10°$ ويبقى الجسم (S) متوازنًا.



التمرين 09 الصفحة 70

لعبة المشيّ على الحبل

من ألعاب السيرك المشهورة تجد لعبة المشيّ على الحبل.

♦ اِشرح كيفية توازن اللاعب على الحبل.

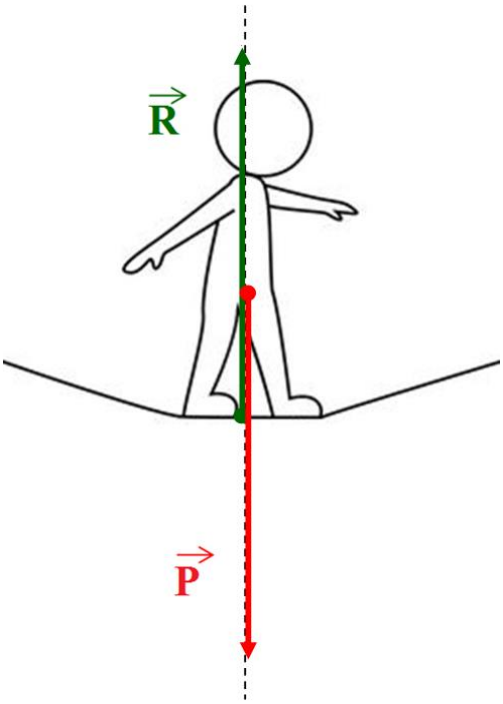
جواب التمرين 09 الصفحة 70

لعبة المشيّ على الحبل

♦ شرح كيفية توازن اللاعب على الحبل في لعبة المشيّ في السيرك:

ليحافظ اللاعب في السيرك على توازنه أثناء مشيته على الحبل يجب عليه ألّا يميل يمينًا ولا يسارًا لبقاء القوّتين (قوّة ثقله وقوّة ردّ فعل الحبل) تعملان على نفس المنحى.

تعقيب غير مطلوب:



أوظّف معارفي

التمرين 10 الصفحة 71

السّلّم الكهربائيّ

يقف مسافر أسفل السّلّم الكهربائيّ في مطار "هواري بومدين" بالعاصمة استعدادًا لوضع قدمه على درجات السّلّم الّذي يرتقي به إلى الطابق الأعلى.

1 - مثّل القوى المؤثّرة على المسافر قبل امتطاء السّلّم الكهربائيّ.

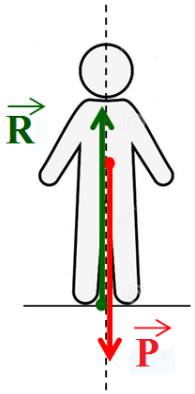
2 - مثّل القوى المؤثّرة على المسافر أثناء امتطائه للسّلّم الكهربائيّ.

3 - أثناء الصّعود، هل يكون المسافر في وضعيّة توازن؟ علّل.

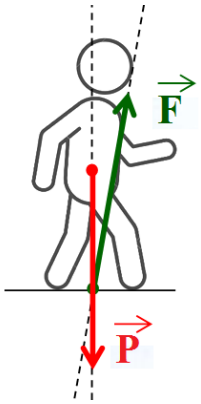
جواب التمرين 10 الصفحة 71

السّلّم الكهربائيّ

1 ـ تمثيل القوى المؤثّرة على المسافر قبل امتطاء السّلّم الكهربائيّ: المسافر بحالة سكون.



2 ـ تمثيل القوى المؤثّرة على المسافر أثناء امتطائه للسّلّم الكهربائيّ: المسافر بحالة حركة.



3 ـ أثناء الصّعود، يكون المسافر في وضعيّة توازن.

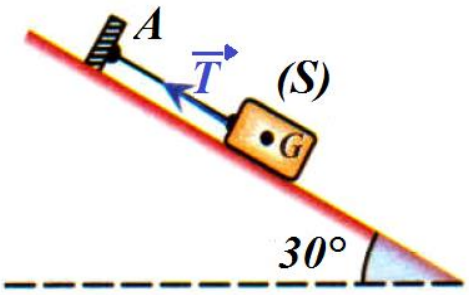
التّعليل: المسافر يخضع لفعلي قوّتين هما فعل ثقل جسمه $\vec{P}$ وقوّة ردّ فعل سطح الدرج $\vec{R}$ وهو في حالة توازن لتحقّق شرطي التّوازن [**1 ـ** للقوتين نفس المنحى. **2 ـ** قوّتان متساويتان في الشدّة ومتعاكستان في الجهة ($\vec{P}+\vec{R}=\vec{0}$)]. فهو في حالة سكون بالنسبة للدرج مأخوذ كمرجع.

التمرين 11 الصفحة 71

التّوازن على مستوى مائل

أراد عبد الحميد التّأكّد إنْ كان تلامس الجسم الصّلب (S) مع المستوى المائل يحدث باحتكاك أو بدونه. من أجل ذلك، اقترح التّركيب المبيّن بالشّكل المرفق، إذْ يمكن معرفة ذلك من خلال قياس كلّ من كتلة الجسم وشدّة قوّة توتّر الخيط فقط.

القياسات: $m=1,5kg$ ، $T=5,0N$.



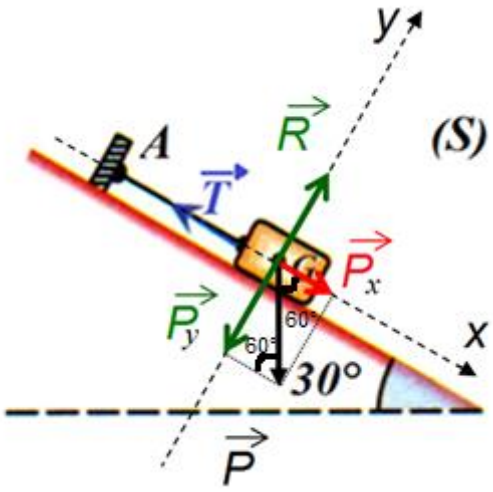
♦ برأيّك، كيف تأكّد عبد الحميد من وجود الاحتكاك أو من عدمه؟

جواب التمرين 11 الصفحة 71

تأكّد عبد الحميد من وجود الاحتكاك أو من عدمه بقيامه بتحليل قوة ثقل الجسم الصّلب (S) إلى مركبتيها $\vec{P}_x$ و $\vec{P}_y$ ، ثمّ تأكد من شرط توازن الجسم الصّلب (S).

1 ـ القوّتان: $\vec{R}$ و $\vec{P}_y$: $\vec{P}_y+\vec{R}=\vec{0}$

2 ـ القوّتان: $\vec{P}_x$ و $\vec{T}$: $\vec{P}_x+\vec{T}=\vec{0}$



1 ـ نحسب قيمة القوّة $P_y = R$:

لدينا: $P_y = R = P \cdot \sin 60°$ وبالتالي:

$$P_y = R = m \cdot g \cdot \sin 60°$$

وبالتعويض نجد:

$$P_y = R = 1{,}5 \times 10 \times 0{,}86 = 12{,}90N$$

ومنه: $P_y = R = 12{,}90N$

$\vec{P}_y + \vec{R} = \vec{0}$ [القوّتان $\vec{P}_y$ و $\vec{R}$ لهما نفس المنحى ومتعاكستان في الجهة ومتساويتان في القيمة].

2 ـ نحسب قيمة القوّة P_x :

لدينا: $P_x = P \cdot \cos 60°$ وبالتالي: $P_x = m \cdot g \cdot \cos 60°$

وبالتعويض نجد: $P_x = 1{,}5 \times 10 \times \frac{1}{2} = 7{,}50$

ومنه: $P_x = 7{,}50N$

$\vec{P}_x + \vec{T} = \vec{0}$ [القوّتان $\vec{P}_x$ و $\vec{T}$ لهما نفس المنحى ومتعاكستان في الجهة].

$\vec{P}_x + \vec{T} = \vec{0}$ وبالتعويض نجد: $P_x - T = 7{,}50 - 5{,}0 \neq 0$

وبما أنّ الجسم الصّلب (S) في حالة توازن فإنّه توجد قوّة أخرى تؤثر بنفس جهة القوّة $\vec{T}$ وتعمل على نفس الحامل تدعى قوّة الاحتكاك بين الجسم الصلب (S) وسطح التلامس مع المستوى المائل

رمزها $\vec{F}_r$. وقيمتها: $F_r = 2{,}50N$. حتى يتحقق توازن الجسم الصّلب (S) .

ويصبح شرط التّوازن: $\vec{P}_x + (\vec{T} + \vec{F}_r) = \vec{0}$.

التمرين 12 الصفحة 71

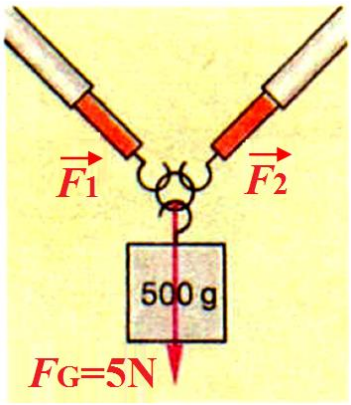
لعبة التّوازن

تمثّل الصّورة لعبة شدّ-جذب الحبال، الّتي يظهر فيها تنافس غير متكافئ بين فريقين، اثنان ضدّ واحد، بهدف تغلّب أحدهما على الآخر.

1 - ما الظّاهرة الفيزيائية الّتي تساعدك على تفسير هذه اللّعبة؟

2 - انطلاقًا من هذه اللّعبة، اقترح بمساعدة أستاذك، نشاطًا (تجربة) تستبدل فيه الأطفال والحبال بوسائل تمكّنك من تفسير هذه الظّاهرة الفيزيائية.

3 - يمكنك الاستعانة بالصّورة التّالية، أين تظهر الحلقة في حالة توازن تحت تأثير $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_2$ و $\vec{F}_G$.



كيف تسمّي القوّة $\vec{F}$ الّتي تُنتِجُ نفس التّأثير مثل القوّتين $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_2$ ؟
ما هي قيمة هذه القوّة؟ وما اتّجاهها؟

4 - مثّل، بسلّم مناسب شعاعي القوّتين $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_2$ والقوّة الّتي تُنْتِجُ نفس التأثير، وَصِلْ أشعة القوى، ما الشّكل الهندسي الّذي تحصل عليه؟

5 - غيّر الزّاوية بين الرّبيعتين، كيف تتغيّر قيمتا القوّتين $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_2$ ؟ ما يمكنك قوله عن المحصّلة؟
قِسْ الزّاوية وارسم الأشعّة مرّة أخرى.

6 - بالرّجوع إلى اللّعبة، لماذا يملك الطفل الموجود على اليسار فرصة الفوز على خصميه في هذه المنافسة غير المتكافئة؟

جواب التمرين 12 الصفحة 71

لعبة التّوازن

1 - الظّاهرة الفيزيائية الّتي تساعد على تفسير هذه اللّعبة هي:
توازن جسم صلب يخضع لثلاث قوى (محصّلة القِوى المتلاقية المؤثّرة في جسم صلب).

2 - اقتراح نشاط (تجربة) يُستبدل فيه الأطفال والحبال بوسائل تمكّن من تفسير هذه الظّاهرة الفيزيائية:
يُستبدل الأطفال بثلاث ربائع والحبال بثلاثة خيوط تربط بين الربائع وثلاثة نقاط لجسم صلب مهمل الكتلة (الحلقة). بالإضافة إلى منقلة لقيس الزوايا.

3 ـ القوّة $\vec{F}$ الّتي تُنتِجُ نفس التّأثير مثل القوّتين $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_2$ هي محصّلة القوّتين $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_2$.

♦ قيمة القوّة $\vec{F}$: $F = 5N$

♦ اتّجاهها: نحو الأسفل، منحاها شاقولي (لها نفس منحى القوّة $\vec{F}_G$).

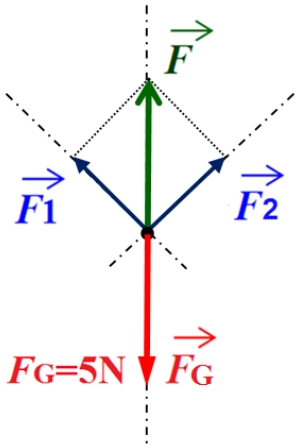
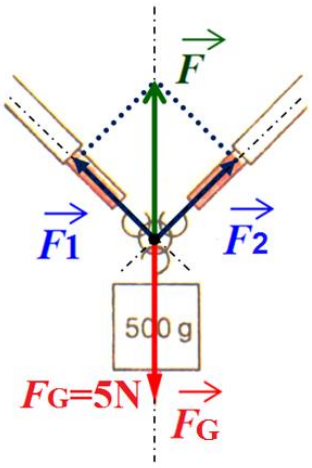
4 ـ تمثيل بسلّم مناسب شعاعي القوّتين $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_2$ والقوّة الّتي تُنْتِجُ نفس التأثير، ووصل أشعة القوى:

ـ نختار سلّم الرّسم $1cm \rightarrow 2{,}5N$.

ـ نبحث عن طول الشّعاع الممثل للقوّة $\vec{F}$:

$$\begin{cases} 1cm \rightarrow 2{,}5N \\ x \rightarrow 5N \end{cases}$$ وبالتّالي: $x = \dfrac{1\times 5}{2{,}5} = 2$ ومنه: $x = 2cm$

ـ نرسم الشّعاع الممثل للقوّة $\vec{F}_G$ بداية من مركز الحلقة وليكن النقطة O وبطول $x = 2cm$ ، ثمّ نرسم شعاع معاكس له وبنفس الطول ومن نفس النقطة O وعلى نفس الحامل، وليكن الشّعاع $\vec{F}$ (محصّلة القوتين $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_2$).

التمثيل	صورة توضيحية
	

الشّكل الهندسي المتحصّل عليه هو: **متوازي أضلاع**.

أ ـ كل ضلعين متقابلين متساويان.

ب ـ كل ضلعين متقابلين متوازيان.

ج ـ مجموع كل زاويتين متحالفتين (على ضلع واحد) $180°$.

د ـ كل زاويتين متقابلتين متساويتان.

5 ـ ♦ بتغيير قيمة الزّاوية بين الرّبيعتين تتغيّر قيمتا القوّتين $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_2$. تبعًا لقيمة الزاوية الناشئة بين الشعاعين الممثلين لهما حيث:

أ ـ تصغر قيمة كلّ من القوّتين $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_2$. كلّما كانت الزاوية بينهما صغيرة.

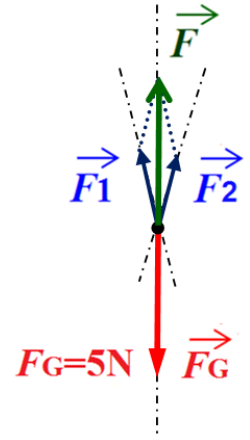
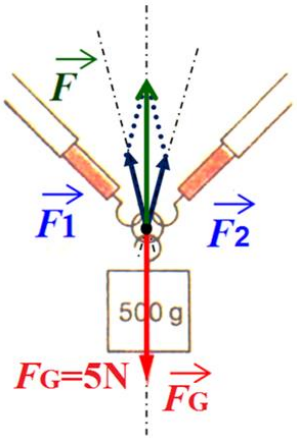
ب ـ تكبر قيمة كلّ من القوّتين $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_2$. كلّما كانت الزاوية بينهما كبيرة.

♦ بينما قيمة المحصّلة $\vec{F}$ لا تتغيّر لأنها تساوي قيمة القوّة $\vec{F}_G$. والحلقة في حالة توازن.

♦ قيس الزّاوية ورسم الأشعّة مرّة أخرى:

أ) قيس الزّاوية بعد التغيير هو: $30°$.

ب) رسم الأشعّة مرّة أخرى:

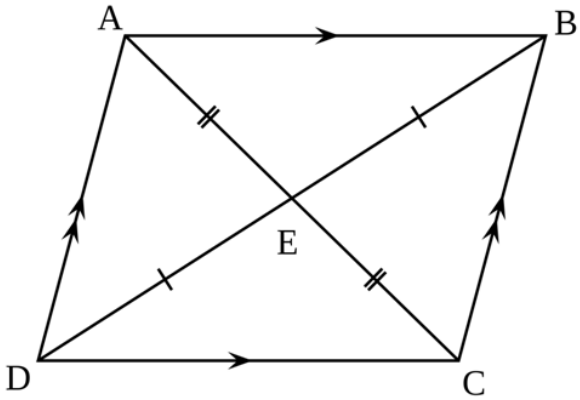
التمثيل	صورة توضيحية
	

6 ـ بالرّجوع إلى اللّعبة، الطّفل الموجود على اليسار يملك فرصة الفوز على خصميه في هذه المنافسة غير المتكافئة كلّما كبرت قيمة الزّاوية المحصورة بين منحنيي تأثير قوّتي الطفلين الّذان على اليمين، حيث يسبب ذلك نقصًا في قيمة محصّلة قوتيهما لتصبح قوّة تأثير الطفل الّذي على اليسار أكبر من محصّلة قوّتي الطفلين في حالة عدم تغيّر قيمة كلّ منهما.

تعقيب وإضافة غير مطلوبة:

السؤال 4 ـ

متوازي الأضلاع أو الشّبيه بالمعيّن: هو شكل رباعي الأضلاع فيه كل ضلعين متقابلين متوازيان .حيث يكون فيه كل ضلعين متوازيين متساويين بالطول وكل زاويتين متقابلتين متساويتين، وقطراه ينصفان بعضهما.ومجموع زواياه 360°



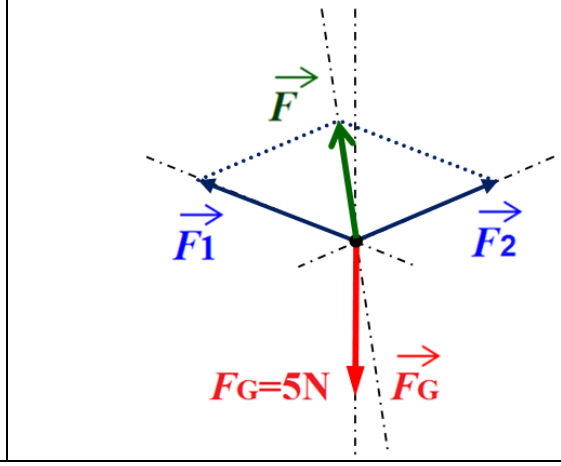
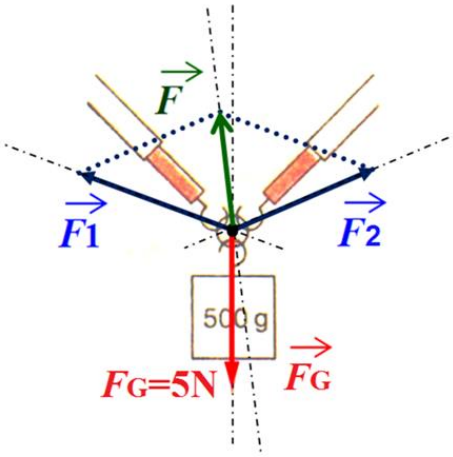
خصائص متوازي الأضلاع:

1 ـ كل ضلعين متقابلين متساويان.
2 ـ كل ضلعين متقابلين متوازيان.
3 ـ مساحة متوازي الأضلاع تساوي ضعف مساحة المثلث المشكل بضلعين وقطر.
4 ـ كل قطر في متوازي الأضلاع منصف للقطر الآخر.
5 ـ يتقاطع قطراه في نقطة تشكل مركز تناظر لمتوازي الأضلاع، وتسمى مركز متوازي الأضلاع.
6 ـ أي مستقيم يمر بمركز متوازي الأضلاع يقسمه إلى شكلين متطابقين.
7 ـ كل زاويتين متقابلتين متساويتان.
8 ـ مجموع مربعات أطوال الأضلاع تساوي مجموع مربعي طولي القطرين (هذا هو قانون متوازي الأضلاع).
9 ـ مجموع كل زاويتين متحالفتين (على ضلع واحد) 180°.

♦ إن تحقق واحد من الخصائص السابقة في مضلع رباعي محدب يعني أن الشكل متوازي أضلاع، كما أن إثبات أن ضلعين متقابلين متوازيين ومتقايسيين في آنٍ معاً يثبت أن الشكل متوازي أضلاع.

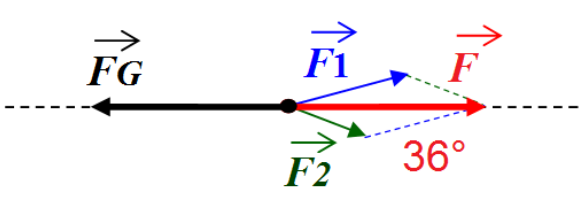
السؤال 5 -

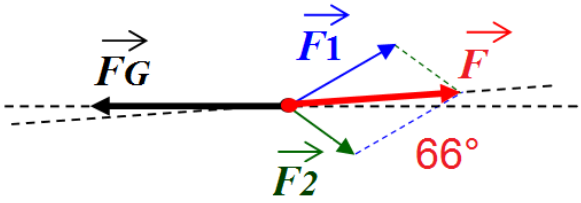
ب - تكبر قيمة كلّ من القوّتين $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_2$. كلّما كانت الزاوية بينهما كبيرة.

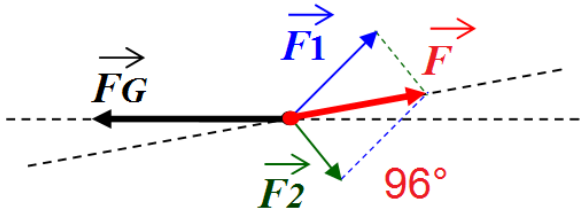
التمثيل	صورة توضيحية
	

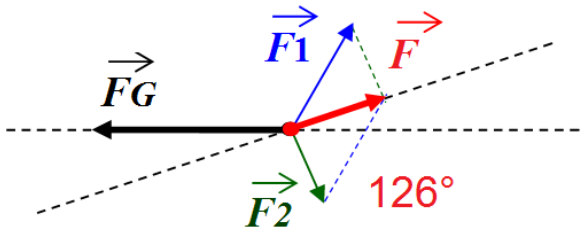
السؤال 6 -

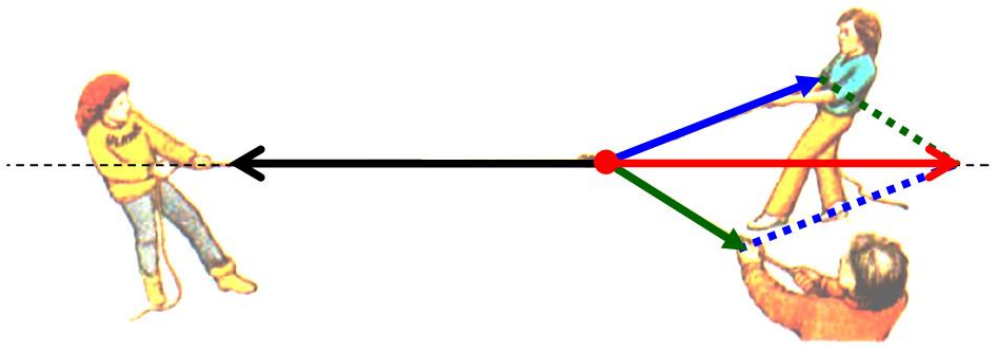
بالرّجوع إلى اللّعبة، الطّفل الموجود على اليسار يملك فرصة الفوز على خصميه في هذه المنافسة غير المتكافئة كلّما كبرت قيمة الزّاوية المحصورة بين منحنيي تأثير قوّتي الطفلين الّذان على اليمين، حيث يسبّب ذلك نقصًا في قيمة محصّلة قوتيهما لتصبح قوّة تأثير الطفل الّذي على اليسار أكبر من محصّلة قوّتي الطفلين. في حالة عدم تغيّر قيمة كلّ منهما.











متوسطة الشهيد خنوف لخضر
حمام الضلعة
الجزائر

المشكاة

حلول تمارين الكتاب المدرسي

العلوم الفيزيائية و التكنولوجيا

السنة الرابعة متوسط
الميدان التعلمي الثالث: الظواهر الميكانيكية
المقطع التعلمي: دافعة أرخميدس في السوائل

إعداد الأستاذ: محمد جعيجع

السنة الدراسية: 2019 / 2020

الميدان التعلمي الثالث: الظواهر الميكانيكية

المقطع التعلمي الثالث: دافعة أرخميدس في السوائل

الوحدات التعلمية :

1 ـ خصائص دافعة أرخميدس: ـ الحامل ـ الجهة ـ الشدة ـ نقطة التأثير. ـ الثقل الظاهري لجسم.
2 ـ العوامل المؤثر في شدة دافعة أرخميدس. ● شرط توازن جسم مغمور.
3 ـ شرط توازن جسم طافي في سائل.

الأهداف التعلمية :

1 ـ يتدرب على حل التمارين. 2 ـ يوظف معارفه المكتسبة لمعالجة المشكلات اعتمادا على نفسه، بحيث يصل إلى حل. 3 ـ يطلب المساعدة من الغير لإزالة الغموض إن وُجدَ. 4 ـ يختبر مكتسباته المعرفية.

أختبر معارفي

التّمرين 01 الصفحة 78

عرّف دافعة أرخميدس واذكر خصائصها.

جواب التمرين 01 الصفحة 78

تعريف دافعة أرخميدس: دافعة أرخميدس قوّة تلامسيّة موزّعة، يؤثر بها سائل على جسم مغمور فيه جزئيًا أو كليًا لا يذوب فيه ولا يتفاعل معه.

رمزها: $\vec{P}_A$ أو $\vec{F}_A$. ووحدتها هي: نيوتن N .

خصائص دافعة أرخميدس:

نقطة التّأثير: توافق المركز الهندسي للجزء المغمور من الجسم في السائل وهو نفسه مركز ثقل السائل المزاح.

المنحى: شاقول المكان المار بنقطة مركز ثقل الجزء المغمور من الجسم في السائل أو هو المار بمركز ثقل السائل المزاح.

الجهة: من الأسفل نحو الأعلى أي عكس جهة قوّة ثقل الجسم المغمور في السائل.

القيمة (الشدّة): الفرق بين ثقل الجسم الحقيقي وثقله الظاهري (وهو مغمور في السائل) وهي أيضًا ثقل السائل المزاح.

التّمرين 02 الصفحة 78

أملأ الفراغات:

عند غمر جسم ثقله P معلّقًا بالرّبيعة في سائل، فإنّ الرّبيعة تشير إلى القيمة . . . . . وهي قيمة . . . . . من قيمة . . . . . الجسم قبل غمره في السائل. تسمى P' الثقل . . . . . للجسم.

جواب التمرين 02 الصفحة 78

ملأ الفراغات:

عند غمر جسم ثقله P معلّقًا بالرّبيعة في سائل، فإنّ الرّبيعة تشير إلى القيمة **P'** وهي قيمة **أصغر** من قيمة **ثقل** الجسم قبل غمره في السائل. تسمى P' الثقل **الظّاهري** للجسم.

التمرين 03 الصفحة 78

إختر الجواب الصحيح:

يطفو جسم على سائل إذا كان:

أ/ $d_\ell < d_c$ ب/ $\rho_\ell > \rho_c$ ج/ $F_A > P$

جواب التمرين 03 الصفحة 78

إختيار الجواب الصحيح:

يطفو جسم على سائل إذا كان: ب/ $\rho_\ell > \rho_c$ ج/ $F_A > P$

تعقيب غير مطلوب:

يطفو جسم على سائل إذا كان: $\rho_\ell > \rho_c$ [الكتلة الحجمية للسائل **أكبر** من الكتلة الحجمية للجسم المغمور].

يطفو جسم على سائل إذا كان: $F_A > P$ [شدّة دافعة أرخميدس للسائل **أكبر** من ثقل الجسم المغمور فيه].

التمرين 04 الصفحة 78

عند غمر مكعّب من الجليد في كأس من الماء فإنّ مكعّب الجليد يطفو، فسّر ذلك.

جواب التمرين 04 الصفحة 78

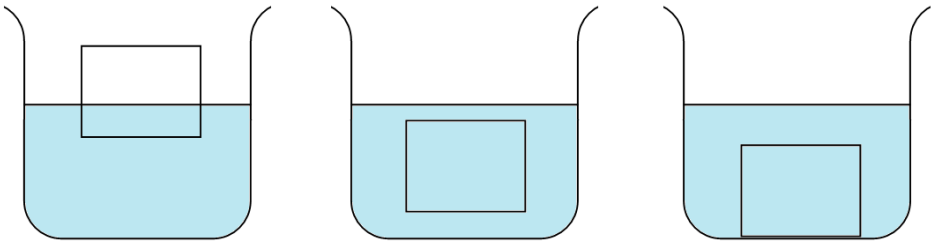
مكعّب الجليد يطفو فوق الماء لأنّه من ناحية الكثافة: كثافة الماء أكبر من كثافة الجليد $d_\ell > d_{glace}$.

إجابة أخرى:

مكعّب الجليد يطفو فوق الماء لأنّه من ناحية الكتلة الحجمية: الكتلة الحجمية للماء أكبر من الكتلة الحجمية للجليد $\rho_\ell > \rho_{glace}$.

التمرين 05 الصفحة 78

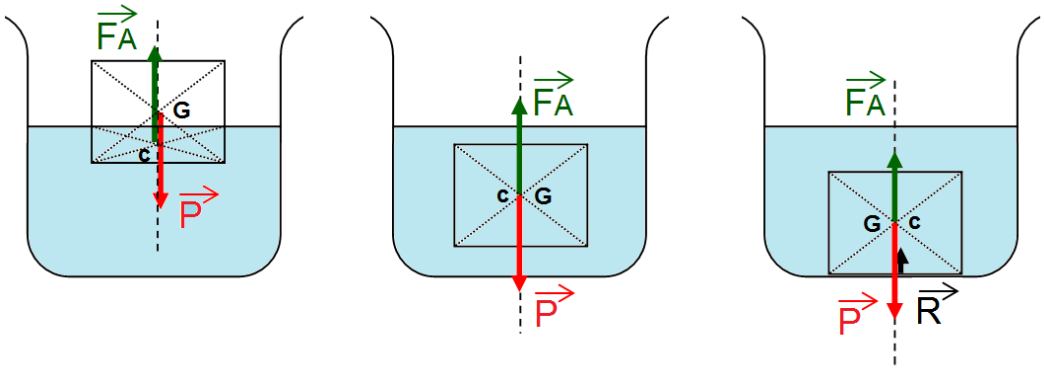
مثّل القوى المطبّقة على الجسم في الوضعيات التّالية مبرّرًا جوابك في كلّ حالة.



الجسم يطفو فوق الماء | الجسم يستقر داخل الماء | الجسم يستند إلى قاع الماء

جواب التمرين 05 الصفحة 78

تمثيل القوى المطبّقة على الجسم في الوضعيات المعطاة حسب السند:



الجسم يطفو فوق الماء | الجسم يستقر داخل الماء | الجسم يستند إلى قاع الماء

التبرير عن كلّ حالة:

الجسم يطفو فوق الماء: حجم الجسم أكبر من حجم السائل المزاح وعليه يكون شدّة ثقل الجسم تساوي شدّة دافعة أرخميدس $(F_A = P)$. أي أنّ الجسم في حالة توازن.

الجسم يستقر داخل الماء: حجم الجسم يساوي حجم السائل المزاح وعليه يكون شدّة ثقل الجسم تساوي شدّة دافعة أرخميدس $(F_A = P)$. أي أنّ الجسم عالق في الماء (في حالة توازن كيفي).

الجسم يستند إلى قاع الماء: حجم الجسم يساوي حجم السائل المزاح وعليه يكون شدّة ثقل الجسم تساوي شدّة دافعة أرخميدس مضاف إليها قوّة ردّ فعل سطح قاع الإناء $(F_A + R = P)$ أي: $(F_A < P)$. أي أنّ الجسم في حالة غرق (غاص تمامًا في قاع الماء).

أطبق معارفي

التمرين 06 الصفحة 78

غطسة حبّة اللّيمون في الماء:

إذا قمت بغطس حبّة ليمون في كأس من الماء، فسوف تلاحظ طفوّها فوق الماء. وإذا نزعت القشرة الموجودة عليها وأدخلتها مرّة ثانية في الكأس فيحدث لها غمر كلّيّ يجعلها تستند إلى قاع الماء.

1 - مثّل القوى المطبّقة على حبّة اللّيمون في كلّ حالة.

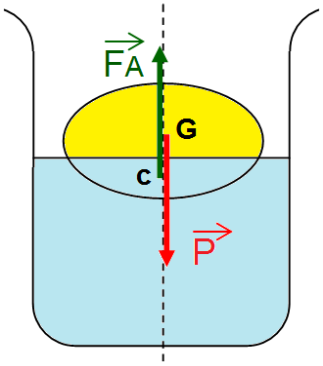
2 - فسّر ما حدث لحبّة اللّيمون.

جواب التمرين 06 الصفحة 78

غطسة حبّة اللّيمون في الماء:

1 - تمثيل القوى المطبّقة على حبّة اللّيمون في كلّ حالة:

♦ حالة طفو حبّة اللّيمون: القوى المؤثّرة هي:



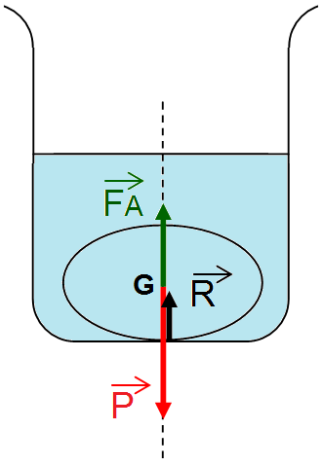
$\vec{P}$: ثقل حبّة اللّيمون.

$\vec{F}_A$: دافعة أرخميدس.

النقطة **G**: مركز ثقل حبّة اللّيمون ونقطة تأثير ثقلها.

النقطة **c**: مركز ثقل السائل المزاح ونقطة تأثير دافعة أرخميدس.

♦ حالة غوص (غرق) حبّة اللّيمون واستنادها إلى قاع الماء القوى المؤثّرة هي:



$\vec{P}$: ثقل حبّة اللّيمون.

$\vec{F}_A$: دافعة أرخميدس.

$\vec{R}$: قوّة ردّ فعل سطح قاع الإناء.

النقطة **G**: مركز ثقل حبّة اللّيمون ونقطة تأثير ثقلها ونقطة تأثير دافعة أرخميدس.

2 - تفسير ما حدث لحبّة اللّيمون:

حبّة اللّيمون تطفو فوق الماء: الكتلة الحجمية لحبّة اللّيمون الغير مقشّرة **أصغر** من الكتلة الحجمية للماء السبب الذي جعلها تطفو فوق الماء.

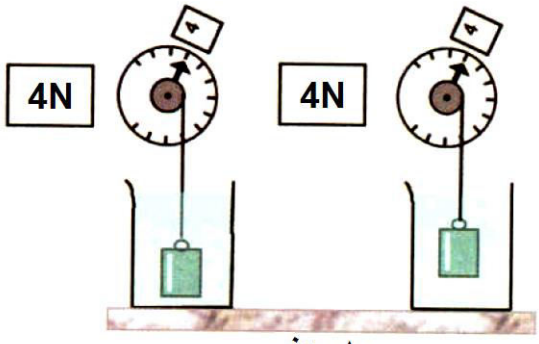
حبّة اللّيمون تستند إلى قاع الماء: الكتلة الحجمية لحبّة اللّيمون المقشّرة **أكبر** من الكتلة الحجمية للماء السبب الذي جعلها تغوص وتغرق فيه لتستند إلى قاع الماء.

التمرين 07 الصفحة 78

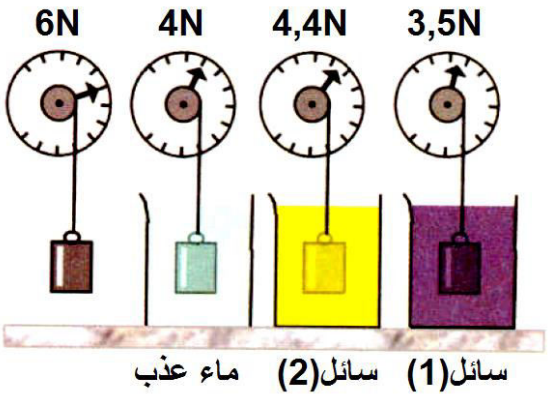
بعض خواصّ شدّة دافعة أرخميدس:

لدراسة خواصّ شدّة دافعة أرخميدس، نقوم ببعض التّجارب، الكتلة المستعملة لها نفس الحجم في كلّ تجربة كما هو موضّح في الحالات التّالية:

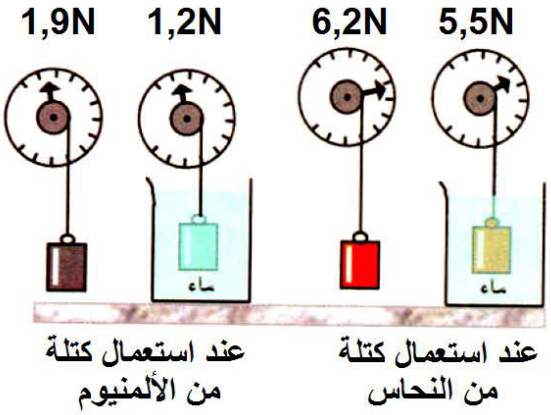
الحالة الأولى:



الحالة الثانية:



الحالة الثالثة:



1 - حدّد الخاصيّة المراد إبرازها في كلّ تجربة.

2 - كيف تبيّن أنّ دافعة أرخميدس هي: قوّة موجّهة نحو الأعلى؟

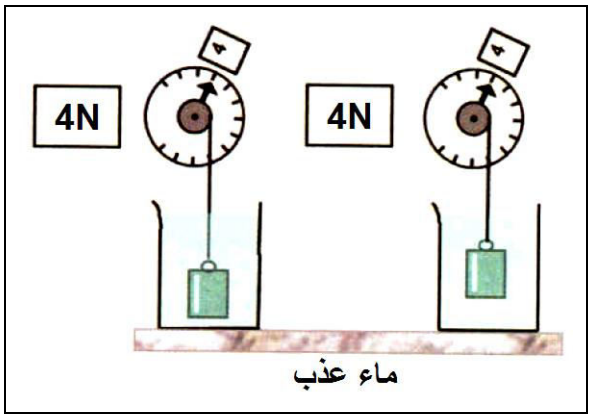
جواب التمرين 07 الصفحة 78

بعض خواصّ شدّة دافعة أرخميدس:

1 ـ تحديد الخاصيّة المراد إبرازها في كلّ تجربة:

الحالة الأولى: دافعة أرخميدس لا تتعلق بالعمق الذي نغمر فيه الجسم غمرا تمامًا.

شدّة دافعة أرخميدس ثابتة لم تتغيّر بتغيّر الارتفاع الذي غمر فيه الجسم $(F_A = 4N)$ ، استعمل نفس الجسم(المادة) وغمر في نفس السائل (ماء عذب).



الحالة الثّانية: دافعة أرخميدس تتعلق بنوع السائل المستعمل أي بكتلته الحجمية أو بكثافته.

شدّة دافعة أرخميدس تغيّرت بتغيّر سائل الغمر، استعمل نفس الجسم(المادة) وغمر في سوائل مختلفة [ماء عذب، سائل(1)، سائل(2)].

شدّة دافعة أرخميدس (ماء عذب):

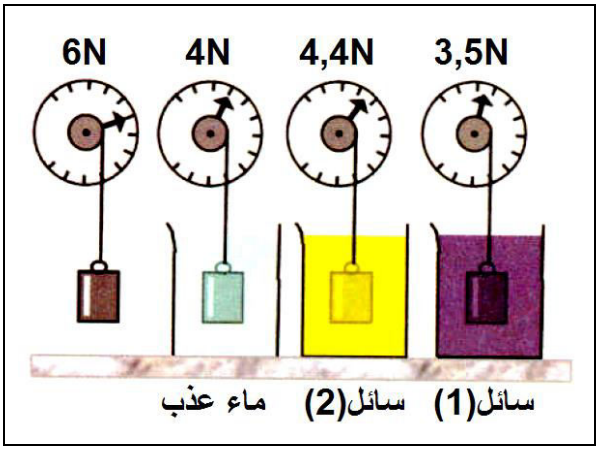
$F_A = P - P_A$ ، وبالتعويض نجد: $F_A = 6 - 4$ ، ومنه: $F_A = 2N$

شدّة دافعة أرخميدس (سائل(2)):

$F'_A = P - P'_A$ ، وبالتعويض نجد: $F'_A = 6 - 4{,}4$ ، ومنه: $F'_A = 1{,}6N$

شدّة دافعة أرخميدس (ماء عذب):

$F''_A = P - P''_A$ ، وبالتعويض نجد: $F''_A = 6 - 3{,}5$ ، ومنه: $F''_A = 2{,}5N$



الحالة الثّالثة: دافعة أرخميدس لا تتعلق بنوع المادة المصنوع منها الجسم المغمور.

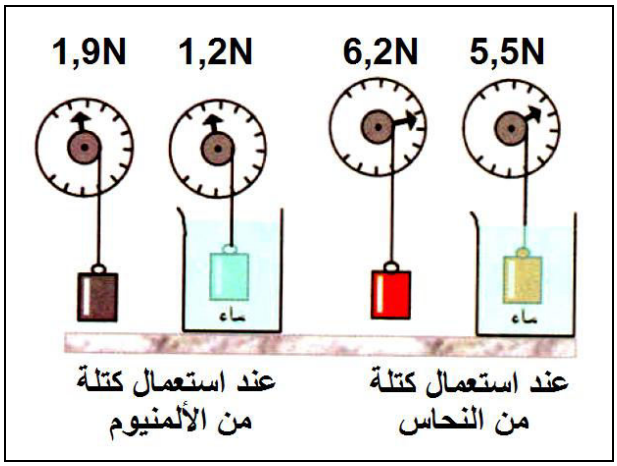
شدّة دافعة أرخميدس لم تتغيّر بتغيّر مادة الجسم المغمور، استعمل جسمان من مادتين مختلفتين(نحاس ، ألمنيوم) وغمر كلّ منهما في سائل واحد (ماء عذب).

شدّة دافعة أرخميدس (ألمنيوم):

$F_A = P - P_A$ ، وبالتعويض نجد: $F_A = 1,9 - 1,2$ ، ومنه: $F_A = 0,7N$

شدّة دافعة أرخميدس (سائل(2)):

$F'_A = P - P'_A$ ، وبالتعويض نجد: $F'_A = 6,2 - 5,5$ ، ومنه: $F'_A = 0,7N$

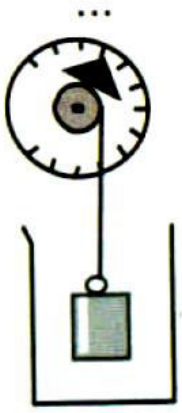


2 - دافعة أرخميدس قوّة موجّهة نحو الأعلى لأنّ قيمة ثقل الجسم تنقص عند غمره في السائل مع بقاء خيط التعليق شاقوليا، ويظهر لنا ذلك من القيمة التي تسجّلها الرّبيعة(الدينامومتر) في حالة غمر الجسم في سائل تكون أقلّ من القيمة التي تسجلها ذات الرّبيعة في حالة تعليق الجسم نفسه خارج السائل.

أوظّف معارفي

التمرين 08 الصفحة 79

حساب شدّة دافعة أرخميدس



قطعة معدنية كتلتها $450g$ وحجمها $0,167dm^3$

وهي معلّقة بربيعة ومغمورة كلّيًا في الماء.

1 - أحسب شدّة دافعة أرخميدس.

يعطى: كثافة الماء $1000kg/m^3$،

وقيمة الجاذبية الأرضية في مكان التجربة: $9,81N/kg$.

2 - أحسب دلالة الرّبيعة، ماذا تعني هذه الدّلالة؟

جواب التمرين 08 الصفحة 79

1 ـ حساب شدّة دافعة أرخميدس

المعطيات: قطعة معدنية كتلتها $m = 450g$ وحجمها $V = 0{,}167dm^3$ ، مغمورة كلّيًا في الماء.

كثافة الماء $1000kg/m^3$ ، وقيمة الجاذبية الأرضية في مكان التجربة: $9{,}81N/kg$

المطلوب: **1 ـ** حساب شدّة دافعة أرخميدس.

2 ـ حساب دلالة الرّبيعة، مع ذكر معنى هذه الدّلالة.

الحل (العمل): **1 ـ** حساب شدّة دافعة أرخميدس:

التحويل إلى الوحدات الأساسية لكلّ من الكتلة والحجم:

$$m = 450g = \frac{450}{1000} = 0{,}45kg \qquad \text{و} \qquad V = 0{,}167dm^3 = \frac{0{,}167}{1000} = 167\times10^{-6}m^3$$

لدينا: $F_A = \rho_\ell \cdot V_\ell \cdot g$ وبالتعويض نجد: $F_A = 1000\times167\times10^{-6}\times9{,}81$

ومنه: $F_A = 1{,}638 \approx 1{,}64$

2 ـ حساب دلالة الرّبيعة، مع ذكر معنى هذه الدّلالة.

دلالة الرّبيعة = ثقل القطعة المعدنية – قيمة دافعة أرخميدس. أي: $P' = P - F_A$

ثقل القطعة المعدنية في الهواء (الثقل الحقيقي):

$P = m \cdot g$ وبالتعويض نجد: $P = 0{,}450\times9{,}81$ ومنه: $P = 4{,}41N$

دلالة الرّبيعة:

$P' = P - F_A$ وبالتعويض نجد: $P' = 4{,}41 - 1{,}64$ ومنه: $P' = 2{,}77N$

♦ الدلالة المسجّلة على الرّبيعة تعني قيمة **الثقل الظاهري** للقطعة المعدنية (ثقل القطعة المعدنية وهي مغمورة في الماء).

التمرين 09 الصفحة 79

حساب الكتلة الحجمية لسبيكة معدنية

سبيكة معدنية كتلتها متجانسة، شدّة ثقلها في الهواء $380N$ وشدّة ثقلها مغمورة كليًا في الماء $320N$.

1 ـ ما مفهوم الكتلة الحجمية؟ ما رمزها؟ حدّد مختلف وحداتها.

2 ـ أُحسب حجم السّبيكة بالمتر مكعّب m^3 وباللّتر L علمًا أنّ الكتلة الحجمية للماء $1000kg/m^3$ وقيمة الجاذبية الأرضية في مكان التجربة $9{,}81N/kg$.

جواب التمرين 09 الصفحة 79

حساب الكتلة الحجمية لسبيكة معدنية

المعطيات: $P=380N$ و $P_A=320N$. و $\rho_\ell=1000kg/m^3$ و $g=9,81N/kg$

المطلوب:

1 - مفهوم الكتلة الحجمية ، رمزها، تحديد مختلف وحداتها.

2 - حساب حجم السّبيكة بالمتر مكعّب m^3 وباللّتر L .

الحل(العمل):

1 - مفهوم الكتلة الحجمية: هي النسبة بين كتلة جسم وحجمه. أو هي كتلة وحدة الحجم.

تعريف الكتلة الحجمية: هي حاصل قسمة كتلة جسم على حجمه، ونكتب: $\rho=\dfrac{m}{V}$

حيث: ρ رمز الكتلة الحجمية. و m كتلة الجسم و V حجم الجسم.

♦ تحديد مختلف وحداتها: وحدتها في جملة الوحدات الدولية kg/m^3 .

ومن وحداتها الأخرى: kg/L و g/L .

2 - حساب حجم السّبيكة بالمتر مكعّب m^3 وباللّتر L .

لدينا: $F_A=\rho_\ell\cdot V_\ell\cdot g$ وبالتالي: $V_\ell=\dfrac{F_A}{\rho_\ell\cdot g}$.....(1)

♦ نحسب شدّة دافعة أرخميدس للماء على السبيكة المعدنية:

لدينا: $F_A=P-P_A$ وبالتعويض نجد: $F_A=380-320$ ومنه: $\boxed{F_A=60}$

بالتعويض في العلاقة(1) نجد: $V_\ell=\dfrac{60}{1000\cdot 9,81}=0,00612=6,12\times10^{-3}$

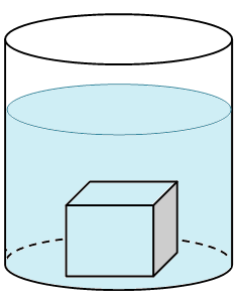
♦ ومنه حجم السبيكة المعدنية بالمتر المكعّب هو: $V_\ell=0,0061m^3$ أي: $\boxed{V_\ell=6,12\times10^{-3}m^3}$

♦ ولدينا: $1m^3=1000L=10^3L$ وبالتالي: $V_\ell=6,12\times10^{-3}\times10^3=6,12L$

إذن: حجم السبيكة المعدنية باللّتر هو: $\boxed{V_\ell=6,12L}$

التمرين 10 الصفحة 79

حجم مكعّب مغمور كلّيًا في محلول كحولي



ثقل مكعّب من مادة مجهولة $310N$ وعند غمره كلّيًا في محلول كحولي كتلته الحجمية $806kg/m^3$ يصبح ثقله $210N$. قيمة الجاذبية الأرضية في مكان التجربة $9,81N/kg$

1 - أُحسب شدّة دافعة أرخميدس F_A .

2 - أُحسب حجم المكعّب بالمتر مكعّب m^3 وباللّتر L .

3 - أُحسب كتلته الحجمية.

جواب التمرين 10 الصفحة 79

حجم مكعّب مغمور كلّيًا في محلول كحولي

المعطيات : $P=310N$ و $\rho_\ell=806kg/m^3$ و $P_A=210N$ و $g=9,81N/kg$

المطلوب :

1 - حساب شدّة دافعة أرخميدس F_A .

2 - حساب حجم المكعّب بالمتر مكعّب m^3 وباللّتر L .

3 - حساب كتلته الحجمية.

العمل(الحل) :

1 - حساب شدّة دافعة أرخميدس F_A .

$F_A=P-P_A$; $F_A=310-210$; $F_A=100N$

2 - حساب حجم المكعّب بالمتر مكعّب m^3 وباللّتر L .

حساب حجم الماء المزاح:

$F_A=\rho_\ell\cdot V_\ell\cdot g$; $V_\ell=\dfrac{F_A}{\rho_\ell\cdot g}$; $V_\ell=\dfrac{100}{806\times 9,81}$; $V_\ell=0,01265m^3$

♦ وبما أنّ المكعّب مغمور كلّيًا فإنّ: حجم السائل المزاح يساوي حجم المكعّب، أيّ $V_\ell=V_c$

وعليه، حجم المكعّب بالمتر المكعّب هو: $V_c=0,01265m^3$ أي: $V_c=12,65\times10^{-3}m^3$

♦ ولدينا: $1m^3=1000L=10^3L$ وبالتالي: $V_c=12,65\times10^{-3}\times10^3=12,65L$

إذن: حجم السبيكة المعدنية باللّتر هو: $V_c=12,65L$

3 - حساب الكتلة الحجمية للمكعّب:

نحسب كتلة المكعّب:

$P=m\cdot g$; $m=\dfrac{P}{g}$; $m=\dfrac{310}{9,81}$; $m=31,6kg$

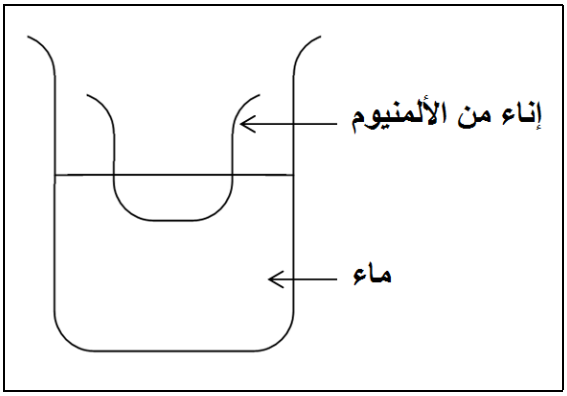
نحسب الكتلة الحجمية للمكعّب:

$\rho_\ell=\dfrac{m}{V_c}$; $\rho_\ell=\dfrac{31,6}{12,65\times10^{-3}}$; $\rho_c=2498,02$

الكتلة الحجمية للمكعّب: $\rho_c=2498,02kg/m^3$

التمرين 11 الصفحة 79

أدرسُ توازن إناء في سائل



نضع إناءًا فارغًا من الألمنيوم، كتلته $m = 100g$ على سطح الماء فيطفو (أنظر الشّكل).

1 ـ مثّل دافعة أرخميدس المؤثّرة عليه.

2 ـ استنتج علاقة حجم الجزء المغمور V_i من الإناء بدلالة الكتلة m والكتلة الحجمية للماء ρ.

3 ـ قدّر الحجم V_i.

4 ـ نسكب في الإناء السّابق حجمًا قدره $V' = 10cm^3$ من سائل كتلته الحجمية ρ' فتصبح شدّة دافعة أرخميدس المطبّقة من طرف الماء على الجملة الميكانيكية (إناء + سائل) هي $F' = 1,16N$.

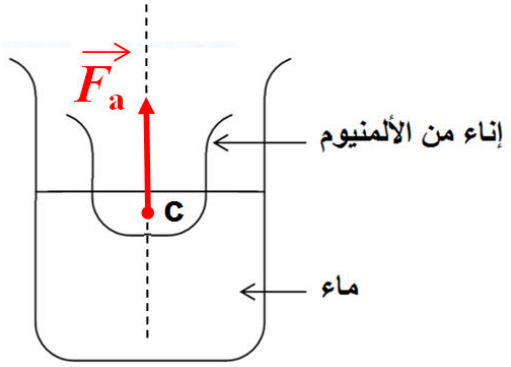
أ) أوجد الكتلة الحجمية ρ' للسائل بدلالة F' ، g ، m و V'.

ب) قدّر قيمة ρ'.

جواب التمرين 11 الصفحة 79

أدرسُ توازن إناء في سائل

1 ـ تمثيل دافعة أرخميدس المؤثّرة على الإناء:



2 ـ استنتاج علاقة حجم الجزء المغمور V_i من الإناء بدلالة الكتلة m والكتلة الحجمية للماء ρ.

وبما أنّ الإناء في حالة توازن يخضع لفعل قوّتين ثقله ρ ودافعة أرخميدس F' ، فإنّ: $P = F'$

لدينا العلاقة: $F' = \rho \cdot V_i \cdot g$ وتصبح كالتالي: $P = \rho \cdot V_i \cdot g$.....(1)

ولدينا: $P = m \cdot g$ وبالتالي: $g = \dfrac{P}{m}$.....(2) وبالتعويض من العلاقة (2) في العلاقة(1) نجد:

$$P = \rho \cdot V_i \cdot \frac{P}{m}$$ أيّ: $$P \cdot m = \rho \cdot V_i \cdot P$$

$$V_i = \frac{m \cdot P}{\rho \cdot P} = \frac{m}{\rho}$$

فنستنتج أنّ: $\boxed{V_i = \frac{m}{\rho}}$

3 ـ تقدير الحجم V_i.

المعطيات: $m = 100g$ ونعلم أنّ الكتلة الحجمية للماء هي: $\rho = 1000kg/m^3 = 1g/cm^3$

المطلوب: تقدير الحجم V_i

الحل(العمل):

$$V_i = \frac{m}{\rho} \quad ; \quad V_i = \frac{100}{1} \quad ; \quad \boxed{V_i = 100cm^3}$$

حجم الجزء المغمور من الإناء هو $V_i = 100cm^3$

4 ـ أ) إيجاد الكتلة الحجمية ρ' للسائل بدلالة F' ، g ، m و V':

لدينا العلاقة: $F' = (m + m') \cdot g \ldots\ldots(1)$ ولدينا $\rho' = \frac{m'}{V'}$ وبالتالي: $m' = \rho' \cdot V' \ldots\ldots(2)$

وبالتعويض من(2) في (1) نجد:

$$F' = (m + \rho' \cdot V') \cdot g$$

وبالتالي: $F' = m \cdot g + \rho' \cdot V' \cdot g$

$$F' - m \cdot g = \rho' \cdot V' \cdot g$$

$$\rho' = \frac{F' - m \cdot g}{V' \cdot g}$$

الكتلة الحجمية للسائل المضاف هي: $\boxed{\rho' = \frac{F' - m \cdot g}{V' \cdot g}}$

ب) قدّر قيمة ρ'.

المعطيات: $V' = 10cm^3$ و $F' = 1{,}16N$ و $m = 100g$ و $g = 9{,}81N/kg$

المطلوب: حساب قيمة الكتلة الحجمية للسائل المضاف للإناء:

الحل (العمل):

نجري عملية التحويل من وحدة cm^3 إلى الوحدة الدولية: m^3

$$\begin{cases} 1m^3 \rightarrow 10^6 cm^3 \\ V' \rightarrow 10cm^3 \end{cases} \quad ; \quad V' = \frac{1 \times 10}{10^6} \quad ; \quad V' = 10 \times 10^{-6} \quad ; \quad \boxed{V' = 10^{-5} m^3}$$

نجري عملية التحويل من وحدة g إلى الوحدة الدولية: kg

$$\begin{cases} 1kg \rightarrow 10^3\,g \\ m \rightarrow 100g \end{cases} \quad ; \quad m = \frac{1\times 100}{10^3} \quad ; \quad m = 10^2 \times 10^{-3} \quad ; \quad \boxed{m = 0{,}1kg}$$

نحسب قيمة الكتلة الحجمية للسائل المضاف للإناء:

$$\boxed{\rho' = \frac{F' - m\cdot g}{V'\cdot g}} \quad ; \quad \rho' = \frac{1{,}16 - 0{,}100\times 9{,}81}{10^{-5}\times 9{,}81} \quad ; \quad \rho' = 1824{,}67kg/m^3$$

الكتلة الحجمية للسائل المضاف للإناء: $\rho' = 1824{,}67kg/m^3$

التمرين 12 الصفحة 79

لماذا لا تغرق السّفن؟

أ ـ في الصّغر تنتابنا بعض الأسئلة المحيّرة عن الأجسام الّتي تطفو فوق ماء البحر والّتي لم نتمكّن بعد من الإجابة عنها لعجزنا العلمي عن ذلك.

لماذا لا تغرق السّفن بالرّغم من أنّها مصنوعة من الحديد وتحمل الأطنان من السّلع فوقها بينما إبرة صغيرة تغرق؟

أين يكمن هذا السّر؟ في شكلها أو في ملوحة ماء البحر؟

1 ـ هل السّفن تطفو بسهولة في الماء العذب؟ أم في الماء المالح؟

2 ـ ما معنى خط الطفو في السّفن (ligne de flottaison) والغوّاصات؟

إبحث للإجابة عن هذه الأسئلة.

ب ـ شاهد سمير في شريط فيديو سفينة كتلتها 1200 طن تطفو في ماء البحر وسمع أحد المعلّقين يقول: إنّ الجزء المغمور من السّفينة يتغيّر حسب كتلة السّلع الّتي تحملها وكذلك حسب الظروف المُناخية للبحار والمحيطات.

1 ـ أُحسب حجم الجزء المغمور منها في الماء علمًا أنّ الكتلة الحجمية لماء البحر تساوي: $1030kg/m^3$ وقيمة الجاذبية الأرضية في المكان: $9{,}81N/kg$.

2 ـ إبحث في الإنترنت حول الظروف الّتي تؤثّر على خط الطفو.

جواب التمرين 12 الصفحة 79

لماذا لا تغرق السّفن؟

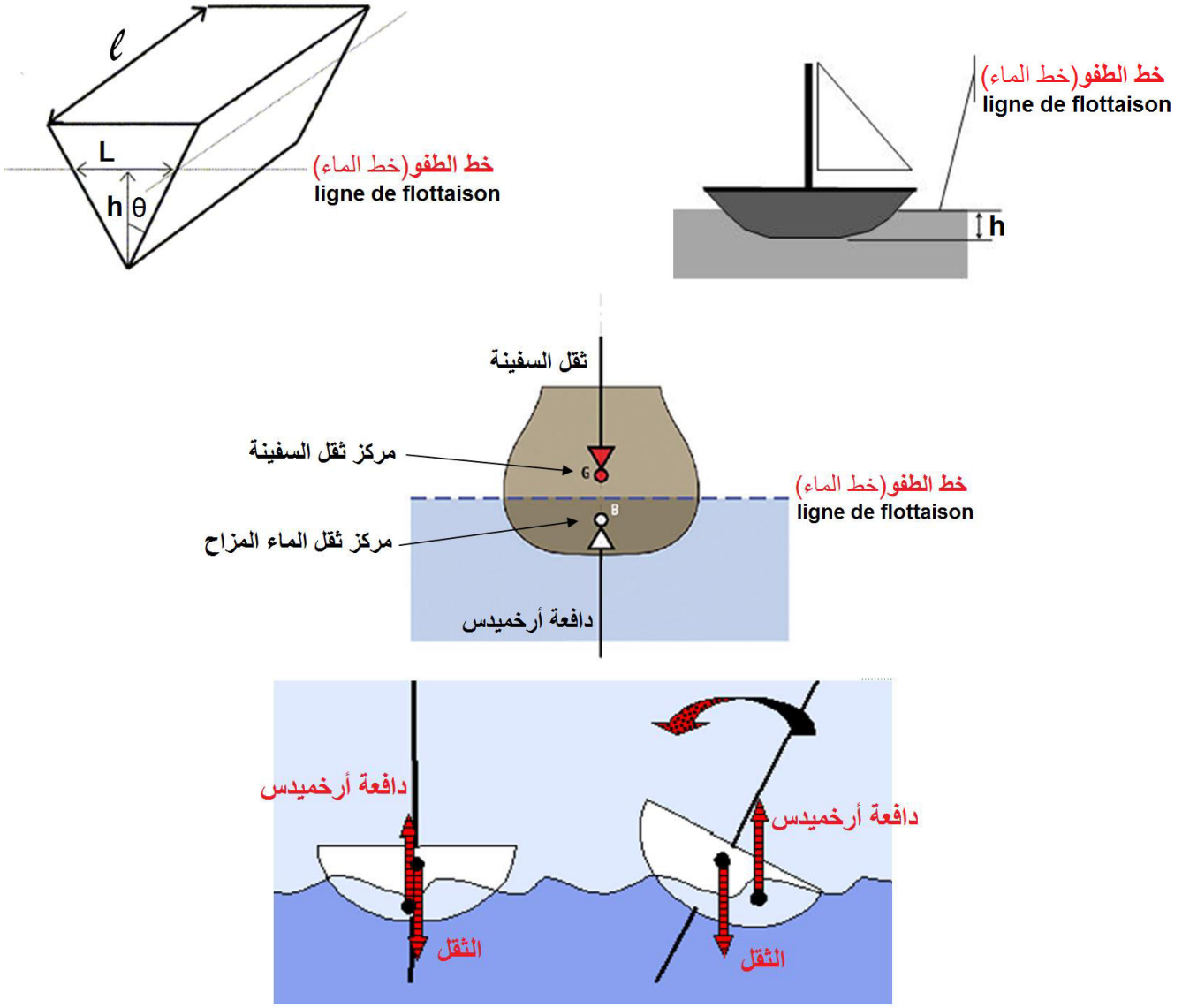
أ ـ 1 ـ السّفن تطفو بسهولة في الماء المالح أكبر منه في الماء العذب، لأنّ الماء المالح له كتلة حجمية أكبر من الكتلة الحجمية للماء العذب (كلما كانت الكتلة الحجمية للسائل أكبر كانت دافعة أرخميدس أكبر).

2 ـ خط الطفو في السّفن (ligne de flottaison) والغوّاصات:

ويسمى أيضا خط الماء، هو خط يفصل الجزء الذي يخرج من هيكل السفينة الذي يظهر خارج الماء عن الجزء المغمور في الماء، أما بالنسبة للقوارب الكبيرة إذا تجاوز خط المياه فإن القارب غير متوازن أو حتى غير مستقر. .

حيث يحدّد توازن السّفينة من عدم توازنها فإذا انطبق السطح الحرّ للماء مع خط الطفو(الماء) المحدّد على جسم السّفينة فهي متوازنة وغير معرّضة للغرق ويكون وضع مركز ثقل القارب في نفس نقطة مركز ثقل الماء المزاح بسبب التعويم(مركز البدن).. أمّا إذا كان خط الطفو(الماء) أسفل السطح الحرّ للماء فإن السّفينة معرّضة للغرق.

صور للتّوضيح:



ب ـ 1 ـ حساب حجم الجزء المغمور من السفينة في الماء:

المعطيات: $\rho = 1030 kg/m^3$ و $g = 9{,}81 N/kg$. $m = 1200t = 1{,}2\times10^6 kg$

المطلوب: حساب حجم الجزء المغمور من السفينة في الماء:

الحل(العمل):

لدينا العلاقة: $F' = \rho_\ell \cdot V_\ell \cdot g$ وبما أنّ السفينة في حالة توازن فإنها خاضعة لفعل قوّتين متعاكستين في الاتّجاه وتعملان على منحى واحد ومتساويّتان في الشدّة: $P = F'$

فإنّ: $P = \rho_\ell \cdot V_\ell \cdot g$

$$\boxed{P = \rho_\ell \cdot V_\ell \cdot g} \; ; \quad V_\ell = \frac{P}{\rho_\ell \cdot g} \; ; \quad V_\ell = \frac{m \cdot g}{\rho_\ell \cdot g} \; ; \quad V_\ell = \frac{m}{\rho_\ell}$$

وبالتعويض نجد:

$$\boxed{V_\ell = \frac{m}{\rho_\ell}} \; ; \quad V_\ell = \frac{1{,}2 \times 10^6}{1030} \; ; \quad V_\ell = 1165{,}048 m^3$$

حجم الجزء المغمور من السفينة في الماء: $V_\ell = 1165 m^3$

2 ـ الظروف الّتي تؤثّر على خط الطفو: يخضع خط الماء لحمولة السفينة إضافة إلى ثقلها الحقيقي:

أ ـ سطح الماء أسفل خط الطفو: عدم وجود حمولة على متي السّفينة: تغرق السّفينة بمقدار معيّن. ولو شرعنا في تحميل السّفينة تغرق أكثر.

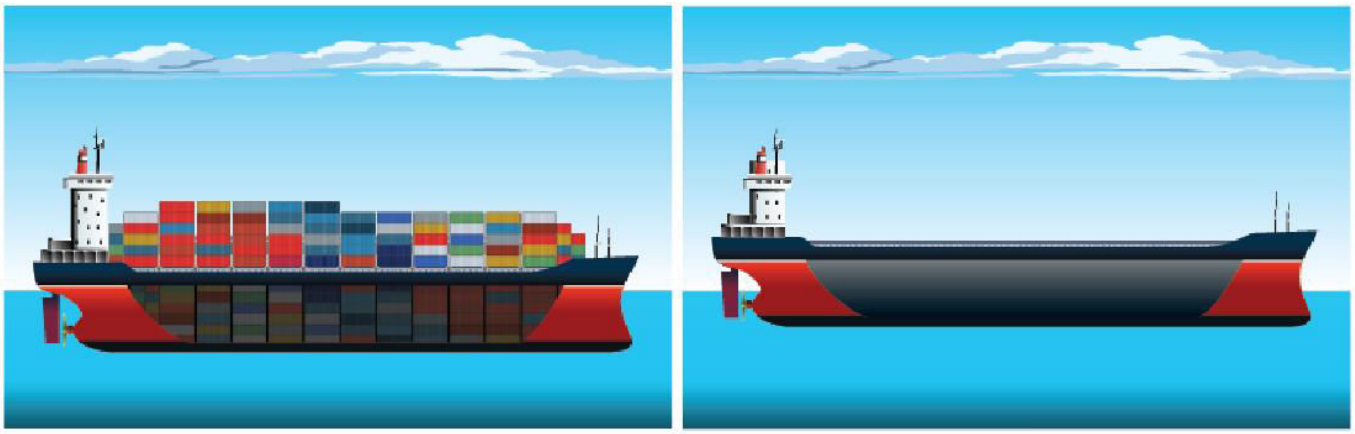
ب ـ سطح الماء مع خط الطفو: ثقل السّفينة مع حمولتها أزاح كميّة مماثلة من الماء ليتساوى مع قوّة دفع الماء للسّفينة بحمولتها فتطفو.

ج ـ سطح الماء أعلى من خط الطفو: السّفينة حُملت بحمولة أكبر وبالتّالي ثقل الجملة(سفينة وحمولة) أكبر من ثقل كمية المياه التي تزيحها الجملة وبالتّالي تغرق السفينة بحمولتها.

ملاحظة:

إذا أردنا رفع السّفينة إلى السّطح من قاع البحر، فسنحتاج إلى استخدام قوة رفع مساوية للفرق بين الوزن(ثقل السّفينة "ثقل حقيقي") والرفع (ثقل السّفينة في الماء"ثقل ظاهري") أيّ نحتاج إلى قوّة دفع الماء للسّفينة.

صورة توضيحية:



إضافة غير مطلوبة:

السفينة أو العمارة البحرية: هي وسيلة نقل عامة للإنسان والبضائع فوق الماء، استخدمها الإنسان منذ القدم للتنقل على المسطحات المائية وهي أحد أعمدة التجارة والنقل الحديث. على الرّغم من صناعتها من الحديد إلّا على كثافة من الماء ووزنها وما بها من حمولة الذي يصل إلى عشرات الآلاف من الأطنان فإنّها تطفو فوق سطح الماء بسبب قوة الدفع الناتجة عن الفراغات الداخلية للسّفينة المملوءة بالهواء أو بسائل أخفّ كثافة من الماء والذي يجعل الكثافة الكلية النسبية للسفينة أقل من كثافة الماء فتطفو فوق سطح الماء.

خط الطفو (خط المياه): هو الخط الذي يفصل الجزء المغمور من بدن السفينة (الأعمال الحية) عن تلك التي ظهرت (الأعمال الميتة). أما بالنسبة للقوارب الكبيرة إذا تجاوز خط المياه فإن القارب غير متوازن أو حتى غير مستقر.

♦ يمكن عمل خط المياه بحساب دقيق وطويل وممّل عليك إدخال مئات العوامل ولا تنسى ذلك إنها ببساطة مسألة وضع مركز ثقل القارب في نفس نقطة مركز ثقل الماء النازح بسبب التعويم (مركز البدن). اللعب على الصابورة عند الحمل.

الإزاحة: هي مقياس لكتلة السائل النازح بواسطة الجزء المغمور من السّفينة في حالات التّحميل المختلفة يختلف النزوح باختلاف المسودة.
في النظام المتري، يتم التعبير عن الإزاحة بالأطنان من الرمز "t" لا تخلط مع الحمولة وبالتالي الحمولة الإجمالية (على سبيل المثال)، التي يتم التعبير عنها في الأصل بالبرميل (وحدة قياس الأحجام) في النظام الأنجلوساكسوني، يتمّ التّعبير عن الإزاحة بألوان طويلة، مع الرمز ts(1ts=1016t)

مقياس المسودة الأمامية على بدن السفينة