دولة ليبيا
وزارة التعليم
مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية

الفيزياء

للسنة الثانية بمرحلة التعليم الثانوي

القسم العلمي

الاسبوع الحادي والعشرون

المدرسة الليبية بفرنسا ـ تور

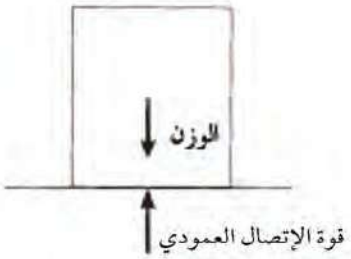
جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

12 – 3 قوة الإتصال العمودي
(Normal contact force)

وضع جهاز راديو على منضدة شكل12 – 7 . لماذا لا يسقط خلالها؟
إن الجواب الواضح لأن هناك منضدة .

شكل12 – 7

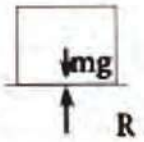
إن علم الميكانيكا يطلب تفسيرًا لذلك، حيث إن جهاز الراديو لا يتحرك . عليه يجب أن تكون محصلة القوى المؤثرة عليه تساوي صفرًا، نحن نعرف أحد هذه القوى، ألا وهي وزنه يؤثر إلى أسفل، فإذا كانت محصلة القوى تساوي صفرًا يلزم وجود قوة أخرى لها نفس المقدار مثل الوزن لكن تؤثر إلى أعلى، وتأتي هذه القوة نتيجة لاتصال الراديو بالمنضدة والتي تدعى قوة رد الفعل العمودي وهذا ما يوضحه شكل12 – 8 .
إن استعمال كلمة عمودي لها نفس الإحساس مثل الخط العمودي بزاوية قائمة على المماس واتجاه قوة الاتصال يكون بزاوية قائمة في المنطقة التي حدث فيها الاتصال بين جهاز الراديو والمنضدة .



شكل12 – 8

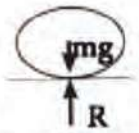
عندما يتصل جسم بسطح توجد على الجسم قوة في اتجاه عمودي في نقطة الاتصال تُدعى هذه القوة بقوة الإتصال العمودية .

وتدعى قوة الإتصال العمودية في بعض الأحيان رد الفعل العمودي .
عندما يستقر جسم كتلته **m** على سطح أفقي مثل الذي في شكل 12– 9 القوتان المؤثرتان عليه هما وزنه **mg** وقوة الاتصال العمودية **R** التي توثر إلى أعلى، وهذه القوى تكون في حالة اتزان، هذا يعني أن : **R = mg**



شكل12 – 9

ولجسم كري مثل حصاة أو كرة توجد نقطة واحدة للاتصال بالسطح بدلا من منطقة، والسطح يكون المستوى المماسي للجسم وتكون نقطة اتصال القوى في زاوية قائمة للمستوى والتي تم توضيحها في شكل12 – 10 .



شكل12 – 10

مثال محلول 12 – 5

وضع كتاب كتلته 0.5 kg على رف أفقي مسطح والموضح في شكل12 – 11 . أوجد مقدار قوة الاتصال العمودية .

الحل

وزن الكتاب يكون

$$W = mg$$
$$W = 0.5 \times 10$$
$$W = 5\ N$$

القوة الوحيدة الأخرى على الكتاب تكون قوة الاتصال العمودية والتي تكون ايضًا 5 N .

شكل12 – 11

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

مثال محلول 12- 6

توجد حاوية في الميناء بانتظار تحميلها على سفينة حاويات كتلة الحاوية 6000 kg، وصلت الحاوية بسلك من رافعة، في البداية كان الشد بطيئًا ثم زاد الشد تدريجيًّا رفعت الحاوية من على سطح الأرض. ارسم رسمًا بيانيًّا يوضح العلاقة بين قوة الاتصال العمودية والشد في السلك.

الحل

توجد ثلاث قوى تؤثر على الحاوية:

- وزنها.
- قوة الاتصال العمودية من الأرض.
- الشد في السلك.

كما هو موضح في شكل **12**- 12

وزن الحاوية $6000 \times 10 = 60000\ N$

افرض أن قوة الاتصال العمودية $(R\ N)$ والشد في السلك $(T\ N)$.

حيث إن القوى الثلاث في اتزان لذلك فإن محصلة القوى تكون صفرًا.

عليه:

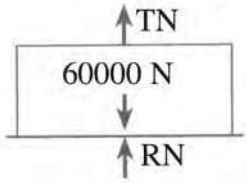
$$R + T - 60000 = 0$$

وشكل **12**- 13 يوضح هذه المعادلة

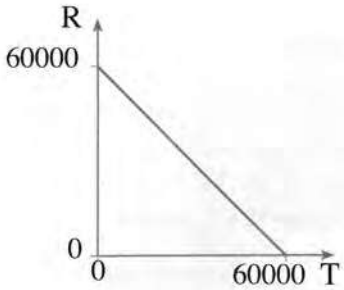
لاحظ أنه تم رسم $T \geq 0$ وكذلك $R \geq 0$

لأنه لا يمكن أن يكون الشد أو قوة الاتصال العمودية سالبة.

وفي البداية عندما كان الشد بطيئًا $T = 0$ و $R = 60000$ وعند شد السلك، ازدادت قيمة الشد T ونقصت تبعًا لذلك قيمة R وأخيرًا عندما صار الشد $T = 60000$ أصبحت $R = 0$ في تلك النقطة أصبحت الحاوية على وشك الرفع من سطح الميناء.



شكل12- 12



شكل12- 13

12-4 الكتلة والوزن (Mass and weight)

تستخدم بعض الكلمات في العلوم والرياضيات مأخوذة من اللغة اليومية، لكنهم يصنفونها بمعنى أكبر دقة مثل الوزن. هذه بعض الملاحظات والتي ربما تسمعها أو تقرأها في الصحف. هذا كيس من البطاطس وزنه 3 kg، فيل يزن 6 Tonne تقريبًا، حقيبة ظهر تزن 16 kg، يزن الملاكم 159 باوند.

في جميع هذه العبارات السابقة في الميكانيكا الاستخدام الصحيح هو استبدال عبارة الوزن بعبارة الكتلة ووزنه بكتلته.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية - ليبيا

مثلًا في حالـة كيس البطاطس ربما ترغب في معرفة الكتلة والوزن وبذلك تكـون الكتلـة مهمة من أجـل تغذية العائلة إلا أنـك إذا كنت ترغب في حملهـا إلى البيت وزنها 30 N هو الذي يهمك لأن هذه تشـد عضلات ذراعك.

وفي حالة الفيل كتلته تكون مهمة لسيارة رحلة الصيد، لكن عندما يمشي فوق جسر فإن وزنه مهم لأنه ربما يحطم الجسر.

تبقـى كتلة حقيبـة الظهر ثابتة وزنهـا 160 N والتي تتغيـر قليلًا عندما تصعد إلى الجبل لأن قيمة العجلة (g) تتغير بالارتفاع.

بالنسـبة للملاكم الوزن لا يهم لكن كتلته هي التي تحدد طريقة استعداده لتوجيه اللكمات إلى خصمه أو كم من الضرر الذي يلحقه بخصمه.

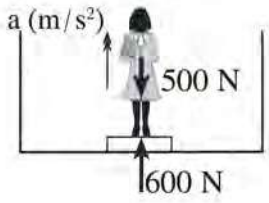
وهناك بعض الصعوبات تظهر عند استخدام آلات القياس مثل ميزان الحمام أو الميـزان الزنبركي والناس الذين يسـتخدمون ميـزان الحمام لأنهم قلقون بشـأن كتلتهم إلا أن قياس الكتل مباشـرة صعب عليه ومن المناسب قياس القوة.

وعليه فإن الميزان يقيس القوة التي تدعم جسمك والتي تساوي وزنك فإذا دل الميزان على أن كتلتك تكون 80 kg، فهو في الحقيقة يقيس قوة قدرها $80 \times 10 = 800\ N$.

ويمكنك توضيح ذلك عن طريق إجراء التجربة في المثال الآتي:
تسـكن طالبة في الدور العاشر من مبنى عال، واشترت ميزان حمام جديد وقررت استخدامه عندما تصعد في المصعد، في البداية قرأ الميزان 50 kg، وبعـد غلـق الأبواب ترتفع القراءة إلـى 60 kg، إلا أنها تعود إلى 50 kg، وعندمـا يقترب المصعد من الدور العاشـر تهبط القراءة إلى 35 kg. وضح ذلك.

قبـل البدء في التحـرك قرأ الميزان 50 kg وهي تمثل كتلة الطالبة، وما يقوم بـه الميزان هو قياس قـوة الاتصال العمودية والمؤثرة على قدميها وهو يعادل وزنها والذي يساوي 500 N.

وعندما يبدأ المصعد في الصعود يقرأ الميزان 60 kg وهذا لا يعني أن كتلة الطالبـة قد تغيرت، لكن قـوة الاتصال العمودية تكـون 600 N ويرجع ذلـك التغير إلى عجلة المصعد، والقوى المؤثرة على الطالبة هي وزنها وقوة الاتصال العمودية وهي موضحة في شكل 12- 14.



شكل 12- 14

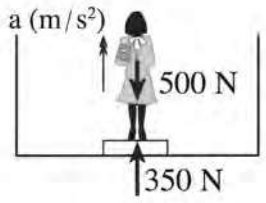
بتطبيق قانون نيوتن الثاني على حركة المصعد إلى الأعلى

$$600 - 500 = 50\ a$$

$$a = \frac{100}{50} = 2 m/s^2$$

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

في لحظة بداية الحركة تسارع المصعد بمعدل $2m/s^2$، رجعت بعدها قراءة الميزان إلى 50 kg عليه تكون قوة الاتصال العمودية تساوي 500 N مثل وزن الطالبة وتكون القوى في حالة اتزان وحيث إن المصعد في حركة عليه يجب أن يتحرك بسرعة ثابتة نحو نهاية المصعد عندما يتباطأ المصعد، يقرأ الميزان 35 kg، قوة الاتصال العمودية 350 N، كما هو موضح في شكل 12-15



شكل 12- 15

وباستخدام قانون نيوتن الثاني :

$$350 - 500 = 50\ a$$

$$a = \frac{-150}{50} = -3\ m/s^2$$

هذا يعني أن المصعد في المرحلة الأخيرة من حركته يتسارع بعجلة تقصيرية قدرها $3\ m/s^2$ أو يتباطأ بمعدل $3\ m/s^2$.

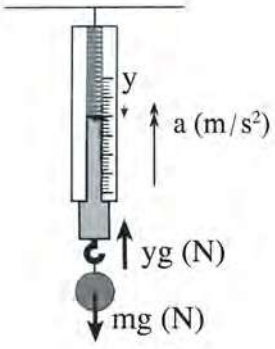
مثال محلول 12- 7

علقت كتلة ثقيلة m في سقف مصعد بسلك، ثم قطع السلك وعلق ميزان زنبركي في طرفي السلك، وعندما صعد المصعد بعجلة قدرها $(a\ m/s^2)$ كانت القراءة على الميزان $(y\ kg)$ أوجد المعادلة التي تربط a و y.

والشكل 12-16 يوضح هذا الجهاز.

الحل

يستخدم الميزان الزنبركي لقياس الأوزان للأجسام عندما يُثبت الطرف العلوي، وهذا يعني عندما يقرأ الميزان $(y\ kg)$ يكون الشد في السلك المتصل بالكتلة m يساوي $(yg\ N)$.



شكل 12- 16

في حالة تسارع المصعد تكون القوى المؤثرة على الكتلة m هي الوزن $(mg.N)$ والشد في السلك $(yg.N)$ ومن قانون نيوتن الثاني :

$$yg - mg = ma$$

والتي يمكن إعادة ترتيبها :

$$a = \frac{g}{m}y - g$$

ويمكن استخدام هذا الجهاز لقياس العجلة ويدعى المعجل (جهاز قياس العجلة) من خلال قراءة الميزان الزنبركي(y)وباستخدام المعادلة لحساب العجلة(a).

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا