دولة ليبيا
وزارة التعليم
مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية

الفيزياء

للسنة الثانية بمرحلة التعليم الثانوي

القسم العلمي

الاسبوع العشرون

المدرسة الليبية بفرنسا ـ تور

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

الوحدة 12

الحركة الرأسية

Vertical motion

مخرجات التعلم

في هذه الوحدة، سوف:

- ☐ تعرف أنه في حالة إهمال مقاومة الهواء تسقط الأجسام بعجلة ثابتة (g).
- ☐ تعرف مفهوم الوزن وتستطيع أن تميز بين الوزن والكتلة.
- ☐ تعرف أن الجسم الذي كتلته (m) يكون وزنه (mg).
- ☐ تعرف صيغة معادلات الحركة والاتزان في اتجاه رأسي.
- ☐ تعرف قوة الأتصال العمودية [الرأسية].
- ☐ تعرف المقاييس والموازين المستخدمة لقياس الكتلة.

يحتوي هذا الباب على موضوع الحركة الرأسية وتطبيق قوانين نيوتن على جسم متحرك في خط رأسي.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

12-1 التسارع نتيجة الجاذبية
(Acceleration due to gravity)

كتب نيوتن [إذا كنت أستطيع أن أرى أبعد مما يراه الآخرون، فذلك لأنني أقف على أكتاف عمالقة].

وكان جاليليو من أهم هؤلاء العمالقة (1564 – 1624) فمن خلال المشاهدة التجريبية والحجة الرياضية استطاع جاليليو أن يُبين أنه عندما يسقط جسم فإنه يسقط بعجلة ثابتة والذي يبدو الآن فكرة بسيطة، إلا أنه في ذلك الوقت كان فكرة جديدة لدرجة أن جاليليو نشر أبحاثه في آخر أيام حياته.

وتجربة أخرى قام بها جاليليو وهي إسقاط كرات مختلفة الكتل، والتي لاحظ فيها أنها استغرقت نفس الوقت لتسقط.

من هذا يتضح أن جميع الأجسام تسقط بعجلة ثابتةواحدة بافتراض إهمال مقاومة الهواء.

تسقط الأجسام نحو الأرض في خط رأسي بعجلة ثابتة واحدة بشرط إهمال مقاومة الهواء.

تُدعى هذه العجلة بعجلة الجاذبية الأرضية ويرمز لها بالحرف (g) ولها اسم آخر هو عجلة السقوط الحر.

ولا تكون قيمة العجلة (g) متساوية عند كل النقاط على سطح الكرة الأرضية، ويرجع السبب في ذلك لتشوه كروية الأرض وكذلك لدورانها حول محورها، تكون قيمتها حوالي ($9.78 m/s^2$) عند خط الاستواء، و ($9.83 m/s^2$) عند الأقطاب وهي تتغير قليلًا بالارتفاع، فمثلًا عند قمة جبل إفرست تكون ($\frac{1}{4}\%$) أقل من قيمتها عند مستوى سطح البحر، إلا أن قيمتها على العموم على سطح الأرض تكون($9.8 m/s^2$) وهي صحيحة لرقمين معنويين.

وإذا كنت ترغب في الحصول على تقريب مناسب للإجابة فيمكن استخدام قيمة أبسط لقيمة العجلة وهي ($g = 10\ m/s^2$) وهي القيمة المُستخدمة في هذا الكتاب. مما يسهل العمليات الحسابية.

12-2 الوزن
(Weight)

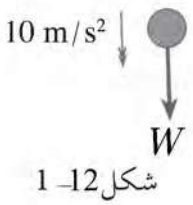
إذا تسارع جسم فإن قانون نيوتن الثاني ينص على وجود قوة تسبب ذلك

لكي يسقط بالتعجيل فإن القوة يجب أن تؤثر عموديًّا إلى أسفل وهي قوة جذب الأرض للجسم والتي تُسمى بقوة الجاذبية الأرضية ولجسم معين فإنها تُسمى [وزن] الجسم.

إن وزن جسم على أو قرب سطح الأرض هو قوة جذب الأرض له.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

يوضح شكل 12ـ 1 رسمًا توضيحيًّا لجسم كتلته (m kg) ساقط بعجلة مقدارها ($10\ m/s^2$)، فيكون وزن الجسم (W N) ومن قانون نيوتن الثاني :ـ



شكل 12ـ 1

$$W = mg = m \times 10 = 10m\ N$$

في النظام العالمي للوحدات (SI units) يكون وزن جسم كتلته (m kg) تقريبًا [(10 m) N]

مثال محلول 12ـ 1

أوجد وزن الآتي :

1. منضدة كتلتها (24 kg).
2. سيارة كتلتها (1 ton). حيث (1 ton = 1000 kg).
3. كيس كتلته (7 kg).

الحل

(أ) وزن المنضدة تقريبًا (42 × 10 = 420 N).

(ب) وزن السيارة تقريبًا (10 kN) أو (1000 × 10 = 10000N).

(جـ) وزن الكيس تقريبًا (7 × 10 = 70N).

الوحدات مثل (1 ton) و (kN) تُسمى وحدات إضافية للوحدات الدولية، وذلك لأجل تميزها عن الوحدات الدولية الأساسية مثل (kg) و (N).

مثال محلول 12ـ 2

يُرفع جندي مُصاب إلى طائرة إنقاذ مروحية، فإذا كانت كتلته 55 kg.
أوجد الشد في السلك عندما يُرفع الجندي إلى أعلى.

(أ) بسرعة ثابتة مقدارها (4 m/s)

(ب) بعجلة مقدارها ($0.8 m/s^2$)

الحل

القوتان اللتان تؤثران على الجندي هما وزنه والشد في السلك.

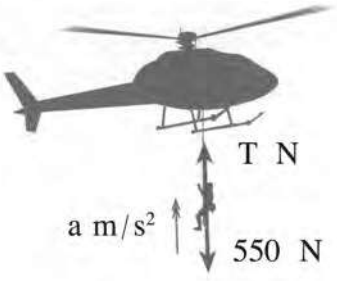
وزن الجندي تقريبًا (55 × 10 = 550 N).

(أ) عندما يُرفع الجندي بسرعة ثابتة فإن عجلته تساوي صفرًا، وعليه تكون القوتان (وزن الجندي والشد) في الخيط في حالة اتزان، وهذا يعني أن :

$$T - 550 = 0$$

أو $T = 550$ N

أي أن الشد في السلك يكون تقريبًا (550 N).



شكل 12ـ 2

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

(ب) عندما تكون العجلة ($0.8\ m/s^2$)، فإن قانون نيوتن الثاني ينص على أن :

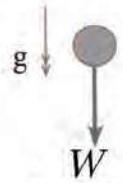
$$T - 550 = 55 \times 0.8$$

والتي تُعطي $(T = 550 + 44 = 594\ N)$

فيكون الشد في السلك (594N).

ويمكن أن نعبر عما سبق [جبريًّا] دون الحاجة للتعويض عن (g) أو (m).

وهو ما يوضحه شكل12- 3 والذي هو صورة محورة عن شكل12- 1، حيث فرضنا جسمًا كتلته (m) يسقط بعجلة (g) فيكون وزن الجسم (mg) أو $W = mg$.



شكل12- 3

وزن أي جسم كتلته (m) هو (mg)

مثال محلول12- 3

تُستخدم مجموعة من البكرات لرفع صندوق ثقيل، حيث توجد 6 أسلاك رأسية لكل منها شد (T) ترفع الصندوق إلى أعلى بعجلة (a) أوجد كتلة الصندوق بدلاله (T) و (a) و (g).

الحل

نفرض أن كتلة الصندوق (m)، والقوى المؤثرة على الصندوق والعجلة موضحة في شكل (12 - 4).

محصلة القوى على الصندوق إلى أعلى تكون $(6T - W)$

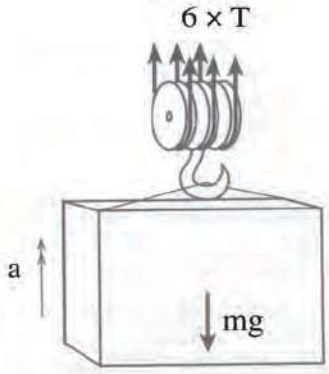
حيث $(W = mg)$

وباستخدام قانون نيوتن الثاني $(6T - W = ma)$

في هذا المثال نفرض أن قيمة كل من (T)، (a)، (g) تكون معلومة ولكن قيمة الكتلة غير معلومة

$$6T = ma + W$$
$$= ma + mg$$
$$= m(a + g)$$

ومنها نجد أن : $m = \frac{6T}{a + g}$



شكل12- 4

مثال محلول12- 4

أنزلت آلة كتلتها 280 kg إلى قاع منجم بواسطة سلكين ربطا في قفص كتلته 20 kg. في الثلاث ثواني الأولى من النزول كان الشد في كل سلك 900 N و في الثواني 16 اللاحقة كان الشد في كل سلك 1500 N وفي 8 s الأخيرة كان الشد في كل سلك 1725 N. أوجد عمق المنجم.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

الحـل

إن كتلـة الآلـة والقفص الكليـة تكون 300 kg وعليـه يكون وزنهما

$$W = 300 \times 10 = 3000\ N$$

[والشكل12– 5 يوضح القوى]. من الهبوط في ثلاث مراحل يمكن أن تجد عجلة القفص باستخدام قانون نيوتن الثاني.

المرحلة الأولى:

$$T = 900\,N$$

$$3000 - 2 \times 900 = 300\ a$$

ونجد أن $a = \frac{3000 - 1800}{300}$

$$= 4 m/s^2$$

في المرحلة الثانية:

$$T = 1500\ N$$

$$3000 - 2 \times 1500 = 300\ a$$

$$a = 0$$

المرحلة الثالثة:

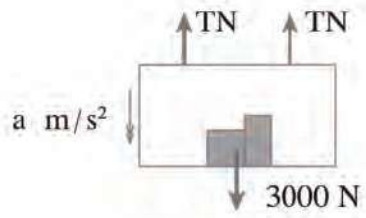
$$T = 1725\ N$$

$$3000 - 2 \times 1725 = 300\ a$$

$$a = \frac{3000 - 3450}{300}$$

$$= \frac{-450}{300}$$

$$= -1.5\ m/s^2$$

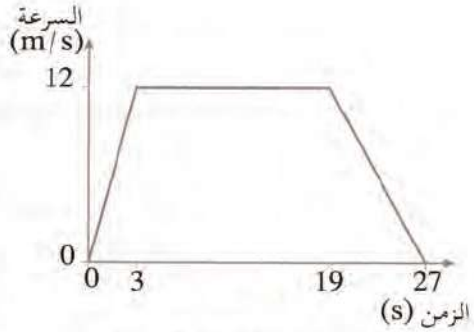


شكل12– 5

إن الهبـوط ممثل بالرسـم البياني للسـرعة و الزمن في شـكل12– 6 . أثناء مرحلـة التعجيل الأولى تكون العجلة تسـاوي ($4\ m/s^2$) وهذا يعني بأن السرعة وصلت بعد (3 s) إلى (12 m/s) ويمكن أن تجد المسافة المقطوعة بحسـاب المسـاحة المحصورة تحت الرسـم البياني والتي يمثلها شـكل شبه المنحرف ذي الجانبين المتوازيين طولهما 27، 16 وبارتفاع 12

عليه تكون المساحة $S = \frac{1}{2}(16 + 27) \times 12$

$\therefore S = 258\ m$



شكل12– 6

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا