الحركة على خط مستقيم و قوانين نيوتن

مقدمة :

تعد دراسة مفهوم الحركة العمود الفقري في جسم الفيزياء ، لما لها من أهمية قصوى في مختلف العلوم والتقنية التي تتعامل مع حركة الأجسام ، ولكن قبل دراسة الحركة علينا أن ندرس مفهوم الإزاحة والسرعة والتسارع . بغض النظر عن السبب الذي أدى إلى حركتها .

الإزاحة :

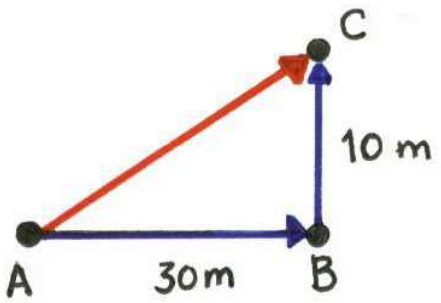
مر معنا سابقاً في الفصل الدراسي الأول أن المسافة كمية قياسية ، وأن الإزاحة كمية متجهة وكلاهما تقاسان بوحدة الطول وهي المتر (m) في النظام العالمي ولكنهما من الناحية الفيزيائية مختلفتان ..والمثال التالي يوضح الفرق بين المفهومين :

مثال (1-3) :

تحركت سيارة من نقطة A إلى B مسافة قدرها 30m باتجاه الشرق تم تحركت من B إلى C مسافة قدرها 10m باتجاه الشمال كما هو موضح بالشكل (1-3) والمطلوب :

أ - كم المسافة التي قطعتها حتى وصلت إلى c .

ب - كم تبعد نقطة النهاية c عن نقطة البداية A .



شكل (1-3)

الحل :

1 - مقدار المسافة من A إلى C مروراً بـ B هو :

$$S= AB + BC$$

$$S= 30\ m + 10m= 40m$$

2 - البعد بين نقطة النهاية C ونقطة البداية A يمثلها السهم المتجه من A إلى C مباشرة ، ويمكن حسابها باستخدام نظرية فيثاغورس كما يلي :

$$AC = \sqrt{30^2+10^2} = 31.6\ m$$

وعلى هذا فإنه يمكننا أن نعرف المسافة على النحو الآتي:

المسافة : هي عبارة عن طول المسار الفعلي الذي سلكه الجسم

فالمسافة في المثال السابق هي 40 m.

وأما الإزاحة فهي :

البعد المستقيم المتجه من نقطة بداية الحركة والمنتهي بنقطة نهايتها .

فالسهم المنطلق من A إلى C مباشرة في المثال السابق يمثل الإزاحة وهي تساوي 31.6m .

السرعة المتوسطة :

عندما تقطع سيارة مسافة 200 km/h في اتجاه معين خلال زمن قدره أربع ساعات ، فإننا نقول إنها كانت تسير بسرعة متوسطة مقدارها 50km/h ، وهذا لا يعني بالضرورة أن السيارة كانت تسير بهذه السرعة طوال الوقت ، ونعرف السرعة المتوسطة في اتجاه معين بأنها :

الإزاحة التي يقطعها الجسم في وحدة الزمن .

وتقدر رياضياً على النحو الآتي :

$$\text{السرعة} = \frac{\text{الإزاحة}}{\text{الزمن}}$$

أي أن :

$$v = \frac{s}{t} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots (3\text{-}1)$$

حيث v السرعة تقاس بوحدة m/s (متر / ثانية)

S الإزاحة بوحدة m (متر)

t الزمن بوحدة s (ثانية)

مثال (3-2) :

ما هي سرعة طائرة تقطع مسافة 450 km في 45 min .

الحل :

$$s = 450\ km = 450 \times 1000 = 450000\ m$$

$$t = 45\ min = 45 \times 60 = 2700\ s$$

$$v = \frac{s}{t}$$

$$v = \frac{450000}{2700} = 166.66\ m/s$$

التسارع :

عندما تبدأ سيارة بالحركة من حالة السكون (سرعتها = صفر) حتى تصل سرعتها إلى مقدار معين (سرعتها = 80km) ، عندئذ يقال أن السيارة أخذت تتسارع أي تتزايد سرعتها تدريجياً مع مرور الزمن ، ويعرف التسارع بأنه:

معدل التغير في السرعة خلال وحدة الزمن .

ويعبر عن ذلك رياضياً كما يلي :

$$\text{التسارع} = \frac{\text{التغير في السرعة}}{\text{الزمن الذي حصل فيه التغير}}$$

أو

$$a = \frac{v_f - v_o}{t} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3\text{-}2)$$

حيث a : التسارع بوحدة m/s^2

v_f: السرعة النهائية } بوحدة m/s

v_o: السرعة الابتدائية

t : الزمن الذي حصل فيه التغير بوحدة S.

ماذا لو حدث العكس ؟

أي عندما نحاول إيقاف السيارة فإن سرعتها تتناقص تدريجياً حتى تصل إلى الصفر مع مرور الزمن، وهو ما يعرف بالتباطؤ ويمكن تعريف التباطؤ على أنه تسارع سلبي .

نستنتج مما سبق أن التسارع يكون :

1 - سالباً عندما تكون سرعة الجسم في تناقص .

أي أن السرعة الابتدائية v_o > السرعة النهائية v_f .

2 - موجباً عندما تكون سرعة الجسم في تزايد ، أي أن :

$$v_o < v_f$$

س : إذا كانت سرعة الجسم ثابتة ما قيمة التسارع ؟

ج : قيمة التسارع = صفر

مثال (3-3) :

تسير سيارة في خط مستقيم بسرعة 10m/s ثم بدأت تتسارع بشكل منتظم حتى وصلت سرعتها إلى 31 m/s خلال فترة زمنية قدرها ثلاث ثواني . احسب مقدار تسارع السيارة .

الحل :

$v_o = 10$ m/s ، $v_f = 31$ m/s ، $t = 3$ s

$$a = \frac{v_f - v_o}{t}$$

$$a = \frac{31-10}{3}$$

$$a = 7 \text{ m/s}^2$$

وهذا يعني أن سرعة السيارة تزيد في كل ثانية بمقدار 7 m/s .

فبعد مرور ثانية من بدأ الحركة تكون سرعتها 17m/s .

وبعد مرور الثانية الثانية تكون سرعتها 24 m/s.

وبعد مرور الثانية الثالثة تكون سرعتها 31m/s .

مثال (3-4) :

تسير سيارة بسرعة مقدارها 50km/h . اضطر سائقها إلى إيقافها ، فتوقفت بعد أربع ثواني من ضغط السائق على الفرامل . احسب تسارع السيارة بوحدة m/s^2 .

الحل :

$$v_o = 50\ km/h = 50 \times 0.2778 = 13.89\ m/s$$

$$v_f = 0 \qquad t = 4\ s$$

$$a = \frac{v_f - v_o}{t}$$

$$a = \frac{0 - 13.89}{4} = -3.47\ m/s^2$$

إشارة التسارع سالبة ، لماذا ؟

معادلات الحركة:

إذا تحرك جسم على خط مستقيم بسرعة ابتدائية قدرها (V_o) ثم أخذ يتسارع بمعدل منتظم بمقدار (a) خلال زمن قدره (t) فإنه سيقطع مسافة مقدارها (s) وتصل سرعته إلى (v_f) يمكن وصف حركة هذا الجسم من خلال المعادلات الآتية :

$$v_f = v_o + at$$

$$s = v_o t + \frac{1}{2} a t^2$$

$$v_f^2 - v_o^2 = 2as$$

..... (3-3)

ملحوظة: في حالة التسارع السلبي (التباطؤ) تكون إشارة (a) سالبة.

مثال (5-3) :

تتحرك سيارة بسرعة 20 m/s ثم أخذت تتسارع بمعدل $3\ m/s^2$ احسب المسافة التي قطعتها حتى تصل إلى سرعة 26 m/s من لحظة بدء تسارعها ثم أحسب الزمن اللازم لذلك.

الحل

$$v_f = 20\ m/s \quad v_f = 26\ m/s \quad , \quad a = 3\ m/s$$

1 - احسب المسافة s :

$$v_f^2 - v_\circ^2 = 2as$$

$$s = \frac{v_f^2 - v_\circ^2}{2a}$$

$$s \quad \frac{(26)^2 - (20)^2}{2 \times 3}$$

$$s = 46\ m$$

2 - حساب الزمن اللازم t :

$$v_f = v_\circ + a\,t$$

$$t = \frac{v_f - v_\circ}{a}$$

$$t = \frac{26-20}{3} = 25$$

مثال (6-3)

يتحرك قطار بسرعة 80 km/h ضغط السائق على جهاز الإيقاف (الفرامل) ليوقف القطار، فأخذ القطار يتباطأ بمعدل $2\ m/s^2$ احسب ما يلي:

1. الزمن اللازم لتوقف القطار .
2. المسافة التي قطعها القطار من لحظة الضغط على جهاز الإيقاف حتى يتوقف .

الحـل :

$$v_\circ = 80\ km/h = 80 \times \frac{1000}{3000} = 22.2m$$

$$v_f = 0 \text{ ، } a = 2m/s^2$$

1 – حساب الزمن t :

$$v_f = v_\circ - a\ t$$

$$t = \frac{v_f - v_\circ}{-a} = \frac{0 - 22.2}{-2}$$

$$t = 11.1\ s$$

2 – حساب المسافة s :

$$v_f^2 - v_\circ^2 = -2\ a\ s$$

$$s = \frac{v_f^2 - v_\circ^2}{-2\ a} = \frac{-(22.2)^2}{-2\times 2}$$

$$s = 123.2\ m$$