هـــــــدية مجانية

هـــــــدية مجانية

السيد

في الديناميكا

الصف الثانى الثانوى

إعـــــداد الأستاذ/السيد محمـــــــود
تليفون ٠١٠٠٠٣٤٤٠٥٠

اسم الطالب/.....

المدرسة/.....

الفصل /.....

السنة الدراسية / ٢٠١٨/٢٠١٩م الفصل الدراسي الاول

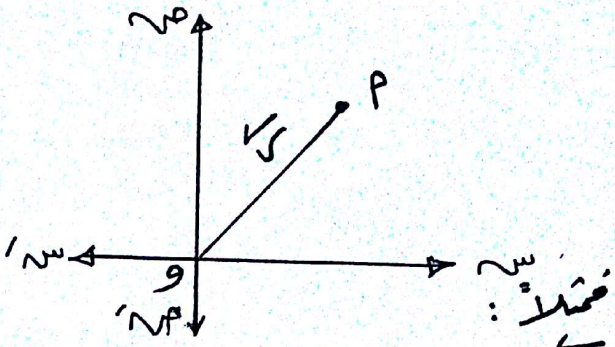
Scanned by CamScanner

الدرس الأول

الحركة المستقيمة

تعريفات هامة :

① متجه الموضع : هو متجه نقطة بدايته (و) ونقطة نهايته عند الجسم (م) ويرمز له بالرمز $\overrightarrow{ر}$



فمثلاً :

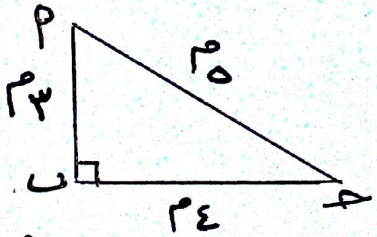
$\overrightarrow{ر} = س \overrightarrow{س} + ص \overrightarrow{ص}$

$\overrightarrow{ر} = ٢ \overrightarrow{س} + ٣ \overrightarrow{ص}$.

② المسافة :

هى كمية قياسية وهى طول المسار الفعلى الذى قطعه الجسم .

فمثلاً :



إذا تحرك جسم من م ثم إلى ب ثم إلى حـ فإن المسافة المقطوعة

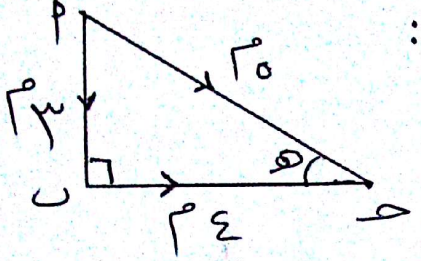
= ٣ + ٤ = ٧ م .

وإذا أكمل الجسم الحركة إلى وعاد إلى نقطة م فإن المسافة المقطوعة =

٣ + ٤ + ٥ = ١٢ م .

③ متجه الإزاحة

يلزم معرفة مقدارها واتجاهها فمثلاً :



إذا تحرك جسم من نقطة م إلى نقطة ب ثم إلى نقطة حـ فإن مقدار الإزاحة = ٥ م وفى اتجاه $\overrightarrow{م حـ}$ وبزاوية هـ حيث ظا هـ = $\frac{٣}{٤}$

∴ هـ = ٣٦° ٥٢′ ١٢″

وإذا عاد الجسم مرة أخرى إلى م فإن مقدار الإزاحة = صفر .

ملاحظات هامة

① مقدار الإزاحة الحادثة لجسم ما يساوى المسافة المقطوعة فى حالة الحركة فى خط مستقيم فى اتجاه ثابت فقط .

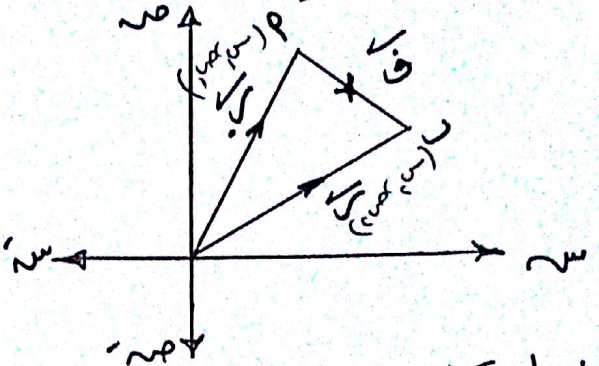
Scanned by CamScanner

② إذا تحرك جسيم ثم عاد إلى نفس النقطة التى تحرك منها فإن مقدار الإزاحة الحادثة له = صفر .

③ مقدار الإزاحة ≤ المسافة المقطوعة

العلاقة بين متجه الموضع ($\vec{r}$) ومتجه الإزاحة ($\vec{f}$) .

$\vec{r}_0$ ← متجه الموضع الإبتدائى .
$\vec{r}$ ← متجه الموضع النهائى .
$\vec{f}$ ← متجه الإزاحة .



عندما يتحرك جسم من النقطة P إلى النقطة Q فإن :

$$\vec{f} = \vec{r} - \vec{r}_0$$

$$= (س_2 - س_1)\vec{س} + (ص_2 - ص_1)\vec{ص}$$

$$|\vec{f}| = \sqrt{(س_2 - س_1)^2 + (ص_2 - ص_1)^2}$$

مثال (١)

يتحرك جسيم بحيث كان متجه موضعه $\vec{r}$ يعطى كدالة فى الزمن بدلالة متجهى الوحدة الأساسيين $\vec{س}$ ، $\vec{ص}$ بالعلاقة :

$$\vec{r} = (ن^2 + 3)\vec{س} + (4 - ن)\vec{ص}$$

أوجد :

① متجه الإزاحة $\vec{f}$.

② مقدار الإزاحة الحادثة حتى اللحظة ن = ٥ ثانية .

③ مقدار الإزاحة بين اللحظتين ن = ٣ ، ن = ٥

④ المسافة المقطوعة خلال الثانية الثالثة .

الحل

① $\because \vec{f} = \vec{r} - \vec{r}_0$

$\because \vec{r} = (ن^2 + 3)\vec{س} + (4 - ن)\vec{ص}$

$\vec{r}_0$ ⇐ نضع ن = صفر

$\therefore \vec{r}_0 = 3\vec{س} - 4\vec{ص}$.

$\therefore \vec{f} = (ن^2 + 3 - 3)\vec{س}$

$+ (4 - ن - 4)\vec{ص}$

$\therefore \vec{f} = ن^2\vec{س} + ن\vec{ص}$

Scanned by CamScanner

② ∵ $\vec{ع} = 3\vec{س} - 4\vec{ص}$.

$\vec{ع} \Leftarrow \boxed{ن = 5}$

$\vec{ع_5} = (2\times5+3)\vec{س} + (5-4)\vec{ص}$

$= 13\vec{س} + \vec{ص}$

∴ متجه الإزاحة الحادثة حتى اللحظة $ن = 5$

$= \vec{ع_5} - \vec{ع_0}$

$= (13-3)\vec{س} + (1+4)\vec{ص}$

$= 10\vec{س} + 5\vec{ص}$.

ومقدارها $= \sqrt{(10)^2 + (5)^2}$

$= \sqrt{100+25} = \sqrt{125}$

$= 5\sqrt{5}$ وحدة طول .

③ ∵ $\vec{ع_5} = 13\vec{س} + \vec{ص}$

، $\vec{ع_3} = 9\vec{س} - \vec{ص}$

الإزاحة الحادثة بين اللحظتين

$ن = 3$ ، $ن = 0$

$\vec{ف} = \vec{ع_5} - \vec{ع_3}$

$= (13-9)\vec{س} + (1+1)\vec{ص}$

$= 4\vec{س} + 2\vec{ص}$.

مقدارها $= \sqrt{(4)^2 + (2)^2}$

$= \sqrt{16+4} = \sqrt{20}$

$= 2\sqrt{5}$ وحدة طول .

④ ∵ الثانية الثالثة تبدأ عند $ن = 2$ وتنتهي عندما $ن = 3$.

$\vec{ع_3} = 7\vec{س} + (-2)\vec{ص}$

$\vec{ع_2} = 9\vec{س} - \vec{ص}$

∴ $\vec{ف} = \vec{ع_3} - \vec{ع_2}$

$= (7-9)\vec{س} + (-1+2)\vec{ص}$

$= -2\vec{س} + \vec{ص}$.

∴ المسافة المقطوعة خلال الثانية الثالثة $= \sqrt{(2)^2 + (1)^2}$

$= \sqrt{4+1} = \sqrt{5}$ وحدة طول

تدريب ١

يتحرك جسيم بحيث كان متجه موضعه يعطى كدالة فى الزمن بدلالة متجهى الوحدة الأساسيين $\vec{س}$ ، $\vec{ص}$ بالعلاقة :

$\vec{ع} = (4ن+3)\vec{س} + (3ن+1)\vec{ص}$

أوجد :-

① متجه الإزاحة $\vec{ف}$.

② المسافة المقطوعة خلال الخمس ثوانى الأولى ($ن = 5$)

③ المسافة المقطوعة خلال الثانية الخامسة .

Scanned by CamScanner

④ متجه السرعة Velocity

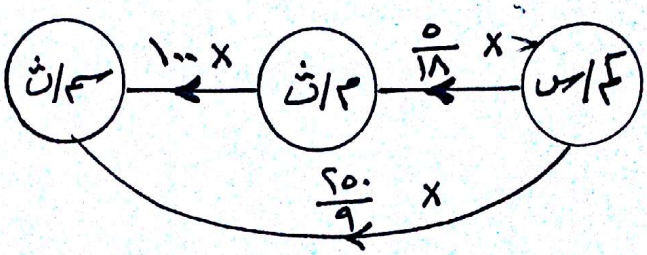
هو كمية متجهه تعبر عن المعدل الزمنى للتغيير فى موضع الجسم

السرعة : Speed

هى كمية قياسية تعبر عن مقياس متجه السرعه .

وحدات قياس مقياس السرعة

① كيلومتر / ساعة (كم / س)
② متر / ثانية (م / ث)
③ سم / ث (سم / ث)



فمثلاً :

* ٣٦ كم / س = ٣٦ × ٥/١٨
= ١٠ م / ث
= ١٠ × ١٠٠ سم / ث
= ١٠٠٠ سم / ث .

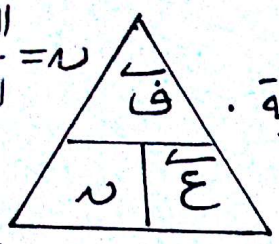
* ٥٤ كم / س = ... م / ث
= .... سم / ث

* ٦ م / ث = ... كم / س

⑤ الحركة المنتظمة

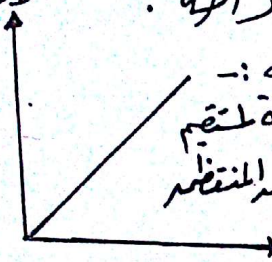
هى الحركة التى فيها كل من :-
① مقدار السرعة ثابتاً .
② اتجاه السرعة ثابتاً .
والحركة المنتظمة هى الحركة فى خط مستقيم .

* يسمى متجه السرعه الثابتة فى هذه الحاله بمتجه السرعة المنتظمة حيث يقطع الجسم ازاحات متساوية فى أزمنه متساوية .



ع : متجه السرعة .
ن : الزمن
ف : متجه الإزاحة .

الشكل البيانى :-
يمثل حركة منتظمة لمتحرك
ميله = مقدار السرعة المنتظمة



⑥ الحركة المتغيرة

إذا لم تكن الحركة منتظمة فإننا نسميها متغيرة حيث تتغير متجه سرعة الجسم فى المقدار أو فى الاتجاه أو فى كليهما من لحظة لأخرى .

Scanned by CamScanner

مثال ٢

يتحرك جسم حركة منتظمة وكان متجه سرعته $\vec{ع} = 6\vec{س} - 8\vec{ص}$ احسب متجه الازاحة خلال ٣ ثوانى . ثم احسب أيضاً الزمن المقطوع ليكون متجه الإزاحة $\vec{ف} = 27\vec{س} - 36\vec{ص}$

الحل

$\because \vec{ف} = ن \cdot \vec{ع}$

$= 3(6\vec{س} - 8\vec{ص})$

$= 18\vec{س} - 24\vec{ص}$

$\because ن = \frac{\|\vec{ف}\|}{\|\vec{ع}\|}$

$\because \|\vec{ف}\| = \sqrt{(18)^2 + (24)^2}$

$= 45$ وحدة طول .

$\|\vec{ع}\| = \sqrt{(6)^2 + (8)^2} = \sqrt{100}$

$= 10$ وحدة طول .

$\therefore ن = \frac{45}{10} = 4,5$ ثانية .

تدريب ٢

يتحرك جسم حركة منتظمة حيث $\vec{ع}$ متجه سرعته و $\vec{ع} = 10\vec{س} + 24\vec{ص}$. احسب متجه الازاحة خلال ثانيتين ثم احسب الزمن المقطوع ليكون متجه الإزاحة : $25\vec{س} + 60\vec{ص}$

السرعة المتوسطة

مقدار السرعة المتوسطة $(ع_م)$ = المسافة الكلية / الزمن الكلى

متجه السرعة المتوسطة $(\vec{ع}_م)$ = متجه الإزاحة الكلية / الزمن الكلى

$= \frac{\vec{ف}_2 - \vec{ف}_1}{ن_2 - ن_1} = \frac{\vec{ف}}{ن_2 - ن_1}$

مثال ٣

سار رجل على طريق مستقيم فقطع ٨٠٠ متر بسرعة ٩ كم/س وقطع نفس المسافة فى نفس الاتجاه بسرعة ٤,٥ كم/س . أوجد السرعة المتوسطة للرجل خلال الرحلة كلها .

الحل

Scanned by CamScanner

المسافة الأولى $ف_1 = 800$ متر

$ع_1 = 9$ كم/س $= 9 \times \frac{5}{18}$

$= \frac{5}{2}$ متر/ث

∴ زمن قطع المسافة الأولى $لـ_1$

$= \frac{ف_1}{ع_1} = \frac{800}{\frac{5}{2}} = 320$ ثانية

المسافة الثانية ($ف_2$) $= 800$ متر

$ع_2 = 4,5$ كم/س $= 4,5 \times \frac{5}{18}$

$= \frac{5}{4}$ متر/ث

∴ زمن قطع المسافة الثانية ($لـ_2$)

$= \frac{ف_2}{ع_2} = \frac{800}{\frac{5}{4}} = 640$ ث

∴ المسافة الكلية $= 800 + 800 = 1600$ م

الزمن الكلى $= 320 + 640 = 960$ ث

∴ السرعة المتوسطة خلال الرحلة

$= \frac{\text{المسافة الكلية}}{\text{الزمن الكلى}} = \frac{1600}{960}$

$= \frac{5}{3}$ م/ث.

تدريب ٣

يتحرك جسم فى خط مستقيم مسافة ١٠٠ متر بسرعة ٥ م/ث ثم تحرك بسرعة ٨ م/ث فى نفس الاتجاه لمدة ١٠ ثوانى أوجد: السرعة المتوسطة خلال الرحلة كلها.

مثال ٤

قطع راكب دراجة على طريق أفقى مستقيم مسافة ٢٧ كم بسرعة ١٨ كم/س ثم قطع مسافة ٣٦ كم بسرعة ١٢ كم/س أوجد متجه السرعة المتوسطة خلال الرحلة كلها إذا كانت:

① الازاحتان فى اتجاه واحد.

② الازاحتان فى اتجاهين متضادين

الحل

$ف_1 = 27$ كم ، $ع_1 = 18$ كم/س

∴ زمن قطع المسافة الأولى $لـ_1$

$= \frac{ف_1}{ع_1} = \frac{27}{18} = 1,5$ ساعة.

∵ $ف_2 = 36$ كم ، $ع_2 = 12$ كم/س

∴ زمن قطع المسافة الثانية $لـ_2$

$= \frac{ف_2}{ع_2} = \frac{36}{12} = 3$ ساعات

∴ الزمن الكلى $= 1,5 + 3$

$= 4,5$ ساعة.

① إذا كانت الازاحتان فى اتجاه واحد

∴ متجه الازاحة الكلية =

$27\vec{ى} + 36\vec{ى} = 63\vec{ى}$

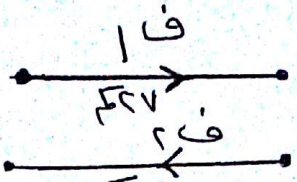
Scanned by CamScanner

∴ متجه السرعة المتوسطة ($\overleftarrow{ع}_م$)

$$\overleftarrow{ع}_م = \frac{\text{متجه الإزاحة الكلية}}{\text{الزمن الكلى}}$$

$$= \frac{٦٣}{٤٫٥} = ١٤\overleftarrow{ى}\ .$$

② إذا كانت الإزاحتان فى اتجاهين متضادين :



متجه الازاحة الكلية =

$$٣٦\overleftarrow{ى} + (-٢٧)\overleftarrow{ى} = ٩\overleftarrow{ى}$$

$$\text{متجه السرعة المتوسطة} = \frac{٩}{٤٫٥}$$

$$= ٢\overleftarrow{ى}\ .$$

تدريب ٤

قطع راكب دراجة على طريق مستقيم مسافة ٣٧٫٥ كم بسرعة ٢٥ كم/س ثم قطع ١٨ كم بسرعة ١٢ كم/س أوجد متجه السرعة المتوسطة خلال الرحلة كلها إذا كانت :-

① الإزاحتان فى اتجاه واحد.

② الإزاحتان فى اتجاهين متضادين .

مثال

إذا كان جسيم عند الموضع $أ(٣٦٧)$ بعد مرور ٣ ثانية من بداية الحركة وأصبح عند الموضع $ب(١١٦١٣)$ بعد مرور ثوان من بداية رصد الحركة أيضاً أوجد متجه السرعة المتوسطة للجسيم خلال هذه الفترة الزمنية ثم أوجد مقدارها واتجاهها .

الحل

∴ متجه الإزاحة $\overleftarrow{أب} = \overleftarrow{ب} - \overleftarrow{أ}$

$$= (١١٦١٣) - (٣٦٧)$$

$$= (٨٦)$$

$$= ٦\overleftarrow{س} + ٨\overleftarrow{ص}$$

$$\overleftarrow{ع}_م = \frac{\text{متجه الإزاحة}}{\text{الزمن الكلى}} = \frac{\overleftarrow{ر_٢} - \overleftarrow{ر_١}}{ن_٢ - ن_١}$$

$$= \frac{٦\overleftarrow{س} + ٨\overleftarrow{ص}}{٥ - ٣} = \frac{٦\overleftarrow{س} + ٨\overleftarrow{ص}}{٢}$$

$$= ٣\overleftarrow{س} + ٤\overleftarrow{ص}\ .$$

$$\therefore |\overleftarrow{ع}_م| = \sqrt{(٣)^٢ + (٤)^٢}$$

$$= ٥ \text{ وحدة طول/ثانية .}$$

$$\text{ظا}\theta = \frac{٤}{٣} \quad \therefore \theta \approx ٥٣^\circ\ ٧'\ ٤٨''$$

اتجاه السرعة المتوسطة يصنع زاوية $٥٣^\circ\ ٧'\ ٤٨''$ مع الاتجاه الموجب لمحور السينات .

Scanned by CamScanner

السرعة النسبية

متجه السرعة النسبية ($\overrightarrow{ع_{م ن}}$)

وهى تعبر عن سرعة الجسم (م) بالنسبة للجسم (ن) باعتبار أن الجسم (ن) ساكناً

$$\overrightarrow{ع_{م ن}} = \overrightarrow{ع_م} - \overrightarrow{ع_ن}$$

① إذا كان الجسمان المتحركان لهما نفس الاتجاه فإن

$$\text{معيار } ع_{م ن} = |ع_م - ع_ن|$$

② إذا كان الجسمان المتحركان متضادان فى الاتجاه فإن :-

$$\text{معيار } ع_{م ن} = ع_م + ع_ن$$

مثال ٦

تتحرك سيارة الشرطة (م) على طريق مستقيم بسرعة ٢٥ كم/س . شاهدت سيارة أخرى (ن) تتحرك على نفس الطريق بسرعة ٧٥ كم/س . أوجد سرعة السيارة (ن) بالنسبة للسيارة (م) عندما :

① السيارتان تتحركان فى نفس الاتجاه

② السيارة (ن) تتحرك فى اتجاه مضاد للسيارة (م)

الحل

نفرض $\overrightarrow{ى}$ متجه وحدة فى اتجاه حركة السيارة (م) .

$\therefore \overrightarrow{ع_م} = ٢٥ \overrightarrow{ى}$.

① السيارتان فى نفس الاتجاه :-

$ع_ن = ٧٥ \overrightarrow{ى}$.

$\therefore \overrightarrow{ع_{ن م}} = \overrightarrow{ع_ن} - \overrightarrow{ع_م}$

$= ٧٥ - ٢٥ = ٥٠ \overrightarrow{ى}$.

$\therefore ع_{ن م} = ٥٠$ كم/س .

② عندما تتحرك السيارة (ن) فى اتجاه مضاد للسيارة (م)

$\therefore \overrightarrow{ع_م} = ٢٥ \overrightarrow{ى}$ ، $\overrightarrow{ع_ن} = -٧٥ \overrightarrow{ى}$

$\therefore \overrightarrow{ع_{ن م}} = \overrightarrow{ع_ن} - \overrightarrow{ع_م}$

$= -٧٥ \overrightarrow{ى} - ٢٥ \overrightarrow{ى}$

$= -١٠٠ \overrightarrow{ى}$.

$\therefore ع_{ن م} = ١٠٠$ كم/س .

Scanned by CamScanner

تدريب ٥

تتحرك سيارة على طريق مستقيم بسرعة ٩٥ كم/س فإذا تحركت على الطريق نفسه دراجة بخارية بسرعة ٦٥ كم/س فأوجد سرعتها بالنسبة للسيارة فى كل من الحالات الآتية :-

① الدراجة تسير فى عكس اتجاه حركة السيارة .

② الدراجة تسير فى نفس اتجاه حركة السيارة .

مثال ٧

تتحرك سيارة رادار لمراقبة السرعة على الطريق الصحراوى بسرعة ٤٠ كم/س وراقبت هذه السيارة حركة سيارة نقل قادمة فى الاتجاه المضاد ، فبدت وكأنها تتحرك بسرعة ١٢٠ كم/س فما هى السرعة الفعلية لسيارة النقل؟

الحل

نفرض (أ) هى سيارة الرادار ، (ب) هى سيارة النقل

ى متجه وحدة فى اتجاه السيارة أ

$\therefore ع_{أ} = ٤٠$ ى ، $ع_{ب} = ؟$

$ع_{ب أ} = -١٢٠$ ى

خلى بالك فبدت وكأنها تتحرك يعنى (السرعة النسبية) واشارتها تكون سالبة .

$\therefore ع_{ب أ} = ع_{ب} - ع_{أ}$

-١٢٠ ى $= ع_{ب} - ٤٠$ ى

$ع_{ب} = -١٢٠$ ى $+ ٤٠$ ى

$\therefore ع_{ب} = -٨٠$ ى .

∴ السرعة الفعلية للسيارة (ب) هى ٨٠ كم/س .

وفى اتجاه مضاد للسيارة (أ)

تدريب ٦

نظر راكب سيارة (أ) من النافذة فرأى سيارة (ب) تسير على نفس الطريق المستقيم وكأنها تتقهقر بسرعة ١٥ كم/س فما هى السرعة الفعلية للسيارة (ب) إذا كانت سرعة السيارة (أ) ٨٠ كم/س .

Scanned by CamScanner

مثال ٨

يتحرك جسمان أ، ب فى خط مستقيم فى الاتجاه $\overleftarrow{ب أ}$ بالسرعتين ١٠٠٠ م/د ، ١٢٠ كم/س فإذا كانت المسافة بينهما ٣٠ كم. أوجد متى وأين يلتقيان ؟

الحل

$ع_أ = ١٠٠٠ م/د$

$= \frac{٦٠}{١٠٠٠} \times ١٠٠٠ = ٦٠ كم/س$

$ع_ب = ١٢٠ كم/س$

$\therefore ع_{ب أ} = ع_ب - ع_أ$

$= ١٢٠ ى - ٦٠ ى = ٦٠ ى$

$\therefore ع_{ب أ} = ٦٠ كم/س$

$\therefore ن = \frac{ف}{ع_{ب أ}} = \frac{٣٠}{٦٠}$

$= \frac{١}{٢}$ ساعة .

∴ المسافة المقطوعة بعد تلاقى الجسمان $ف = ن \times ع_{ب أ}$

$\therefore ف = \frac{١}{٢} \times ٦٠ = ٣٠ كم$

أى أن : الجسمان يتقابلان بعد مرور $\frac{١}{٢}$ ساعة وعلى بعد ٣٠ كم من بداية حركة الجسم (أ) .

مثال ٩

مدينتان أ، ب على الطريق الساحلى المسافة بينهما ١٢٠ كم ، تحركت سيارة من المدينة (أ) متجهة إلى المدينة (ب) بسرعة ٨٨ كم/س وفى نفس اللحظة قامت سيارة أخرى من المدينة (ب) متجهة إلى المدينة (أ) بسرعة ٧٢ كم/س أوجد متى وأين تتقابل السيارتان ؟

الحل

١٢٠ كم

نفرض السيارتان تتقابلان بعد زمن قدره ن ساعة .

$\therefore ف_١ + ف_٢ = ١٢٠ كم$

$ع_أ \times ن + ع_ب \times ن = ١٢٠$

Scanned by CamScanner

$٨٨ن + ٧٢ن = ١٢٠$

$١٦٠ن = ١٢٠$

$\therefore ن = \frac{١٢٠}{١٦٠} = \frac{٣}{٤}$ ساعة .

∴ السيارتان تتلاقيان بعد $\frac{٣}{٤}$ ساعة .

ولحساب المسافة ف$_{أ}$ = ع$_{م}$ × ن

$= \frac{٣}{٤} \times ٨٨ = ٦٦$ كم

∴ السيارتان تتلاقيان بعد $\frac{٣}{٤}$ ساعة وعلى بعد ٦٦ كم من (أ)

مثال ١٠

سيارة (م) متحركة على طريق مستقيم رصدت سرعة سيارة أخرى (ب) قادمة فى الاتجاه المضاد فوجدتها ١٣٠ كم/س ، وفى خضوع السيارة (م) سرعتها إلى النصف وأعادت رصد السيارة (ب) فوجدت أن سرعتها ١١٠ كم/س فما هى السرعة الفعلية لكل من السيارتين .

الحل

نفرض $\overrightarrow{ك}$ متجه وحدة فى اتجاه حركة السيارة (م)

∴ $\overrightarrow{ع}_{ب م} = -١٣٠ \overrightarrow{ك}$.

$\overrightarrow{ع}_{ب م} = \overrightarrow{ع}_{ب} - \overrightarrow{ع}_{م}$

$-١٣٠ \overrightarrow{ك} = \overrightarrow{ع}_{ب} - \overrightarrow{ع}_{م}$ ← ①

⇐ عندما خفضت سرعة السيارة م إلى النصف يعنى $\frac{١}{٢}\overrightarrow{ع}_{م}$

فإن : $\overrightarrow{ع}_{ب م} = -١١٠ \overrightarrow{ك}$.

∴ $\overrightarrow{ع}_{ب م} = \overrightarrow{ع}_{ب} - \frac{١}{٢}\overrightarrow{ع}_{م}$

$-١١٠ \overrightarrow{ك} = \overrightarrow{ع}_{ب} - \frac{١}{٢}\overrightarrow{ع}_{م}$ (×٢)

$-٢٢٠ \overrightarrow{ك} = ٢\overrightarrow{ع}_{ب} - \overrightarrow{ع}_{م}$ ← ②

بالضرب × -١ والجمع مع ①

$٢٢٠ \overrightarrow{ك} = -٢\overrightarrow{ع}_{ب} + \overrightarrow{ع}_{م}$

$\overrightarrow{ع}_{ب} = -٩٠$

⇐ $\overrightarrow{ع}_{ب} = -٩٠ \overrightarrow{ك}$.

بالتعويض فى ①

⇐ $\overrightarrow{ع}_{م} = ٤٠ \overrightarrow{ك}$

Scanned by CamScanner

مثال ١١

تتحرك باخرة في مسار مستقيم نحو ميناء ولما صارت على مسافة ٥٠ كم منه مرت فوقها طائرة تطير في الاتجاه المضاد بسرعة ٢٥٠ كم/س وصدرت حركة الباخرة فوقها فبدت لها متحركة بسرعة ٢٧٥ كم/س كم من الوقت ينقضي منذ لحظة الرصد وحتى وصول الباخرة إلى الميناء .

الحل

الطائرة ← $ع_{ن} = ٢٥٠$ كم/س

الميناء ٥٠ كم الباخرة

$ع_{م} = ؟$

نفرض السفينة (م) والطائرة (ن) في اتجاه ك

$\therefore ع_{م ن} = -٢٧٥$ كم/س

$ع_{ن} = ٢٥٠$ كم/س .

$\therefore ع_{م ن} = ع_{م} - ع_{ن}$

$-٢٧٥ = ع_{م} - ٢٥٠$

$ع_{م} = ٢٥٠ + ٢٧٥ -$

$\therefore ع_{م} = -٢٥ ك$

$\therefore$ سرعة الباخرة = ٢٥ كم/س وفي الاتجاه المضاد للطائرة .

$\therefore$ الزمن اللازم لوصول الباخرة للميناء $= \frac{ف}{ع_{م}} = \frac{٥٠}{٢٥} = ٢$ ساعة .

تدريب ٧

يتحرك طراد وسفينة على مسار مستقيم واحد بحيث كان كل منهما يتحرك نحو الآخر وقد راقب الطراد حركة السفينة وعندما كانت على بُعد ٤٠ كم منه كانت سرعة السفينة ٥٠ كم/س وسرعة الطراد ٦٤ كم/س وعندئذ أطلق الطراد عليها طوربيداً بسرعة ١٢٦ كم/س احسب الزمن الذي يمضي من لحظة إطلاق الطوربيد حتى لحظة إصابة السفينة .

لاحظ ← سرعة الطوربيد = سرعة الطراد + السرعة التي أطلق بها = ٦٤ + ١٢٦ = ١٩٠ كم/س .

مع تمنياتي لك بالحل ... !

Scanned by CamScanner

تمارين

١ أكمل :-

① ٩٠ كم/س = ... م/ث

② ٢٠ م/ث = ... كم/س

③ تتحرك سيارة بسرعة منتظمة ٧٢ كم/ساعة لمدة ربع ساعة فإن المسافة المقطوعة = ---- كم .

④ إذا كان : $\overrightarrow{ع}_{أ/ب}$ = ٦٥ ى ،

$\overrightarrow{ع}_{م}$ = ٥٠ ى فإن : $\overrightarrow{ع}_{ب}$ = ...

⑤ إذا تحركت على نفس الطريق المستقيم سيارتان أ ، ب بالسرعتين ٦٥ كم/س ، ٧٥ كم/س فإن :-

* $\overrightarrow{ع}_{أ/ب}$ = ---- إذا كانتا فى اتجاه واحد

* $\overrightarrow{ع}_{أ/ب}$ = ---- ،، ،، فى اتجاهين متضادين

٢ الاختيار من متعدد :-

① إذا تحركت سيارة بسرعة منتظمة مقدارها ٧٥ كم/س لمدة ٢٠ دقيقة فإن المسافة المقطوعة بالكم = ---

(أ) ١٥ (ب) ٢٠ (جـ) ٢٥ (د) ٣٠

② إذا كان : $\overrightarrow{ع}_{أ/ب}$ = ١٥ س ، $\overrightarrow{ع}_{م}$ = ٣٥ ى فإن $\overrightarrow{ع}_{ب}$ = ...

(أ) -٥٠ س (ب) -٢٠ س (جـ) ٢٠ س (د) ٥٠ س

③ أ ، ب جسمان يتحركان فى اتجاهين متضادين ، معيار سرعة أ

ضعف معيار سرعة ب فإن السرعة النسبية للجسم أ بالنسبة للجسم ب = ...

(أ) ٥ر١ ع م (ب) ٢ ع م

(جـ) ٥ر٢ ع م (د) ٣ ع م

٣ تحرك راكب دراجة ٦ كم غربًا ثم تحرك بعد ذلك ٨ كم بزاوية قياسها ٦٠° جنوب الغرب . احسب المسافة والإزاحة التى قطعها راكب الدراجة .

٤ إذا كان ر متجه موضع جسيم يتحرك فى خط مستقيم مرتبط و ، ر يعطى كدالة فى الزمن ز بالعلاقة : ر = (ز² + ٣ ز - ٢) س حيث س متجه وحدة ثابت . أوجد : متجه الإزاحة بعد ٤ ثوانى .

٥ يتحرك جسم فى خط مستقيم مسافة ١٠٠ م بسرعة ٥ م/ث ثم تحرك بسرعة ٨ م/ث فى نفس الاتجاه لمدة ١٠ ثوان أوجد : السرعة المتوسطة خلال الرحلة كلها .

٦ إذا كان الجسيم عند لحظتين زمنيتين ٢ ، ٦ ثانية مر ببدء حركته عند الموضعين أ (٣ ، ٥) ، ب (٧ ، ٥) على الترتيب أوجد متجه السرعة المتوسطة للجسيم خلال هذه الفترة الزمنية ثم أوجد معيار واتجاه هذه السرعة المتوسطة .

Scanned by CamScanner

[٧] تحركت سيارة (أ) تتحرك على طريق مستقيم بقياس السرعة النسبية لسيارة (ب) قادمة فى الاتجاه المضاد فوجدتها ١٢٠ كم/س ، لما خفضت السيارة (أ) سرعتها وأعادت القياس وجدت أن سرعة (ب) أصبحت ١٨٠ كم/س . أوجد : السرعة الفعلية لكل من السيارتين

---

[٨] مدينتان أ ، ب على خط مستقيم والمسافة بينهما ١٨٠ كم تحركت سيارة من المدينة أ متجهة إلى المدينة ب بسرعة منتظمة ٢٥ كم/س وفى نفس اللحظة قامت سيارة أخرى من المدينة (ب) متجهة إلى المدينة أ بسرعة منتظمة ٦٥ كم/س أوجد متى وأين تتقابل السيارتان .

---

[٩] قامت سيارة الشرطة (أ) التى تتحرك فى خط مستقيم بقياس السرعة النسبية لسيارة (ب) بالنسبة لها قادمة فى الاتجاه المضاد فوجدتها ١٢٠ كم/س وعندما خفضت السيارة (أ) سرعتها إلى النصف وأعادت القياس وجدت أن السرعة النسبية للسيارة (ب) أصبحت ١٠٠ كم/س . فما هى السرعة الفعلية لكل من السيارتين .

Scanned by CamScanner

الدرس الثانى

الحركة منتظمة التغير فى خط مستقيم

تعريف متجه العجلة :

هو المعدل الزمنى للتغير فى متجه السرعة .

* وحدة قياس مقدار العجلة :

وحدة قياس مقدار متجه العجلة
= وحدة قياس مقدار متجه السرعة / وحدة قياس الزمن .

مثلاً : سم/ث/ث (سم/ث²)

أو : متر/ث/ث (متر/ث²)

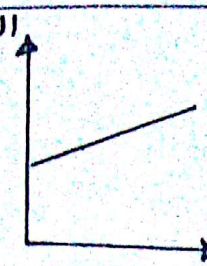
* أنواع الحركة فى خط مستقيم :

١ الحركة المنتظمة :
هى حركة بسرعة ثابتة مقداراً واتجاهاً بمرور الزمن .

٢ الحركة المتغيرة : هى حركة تتغير فيها سرعة الجسيم بمرور الزمن .

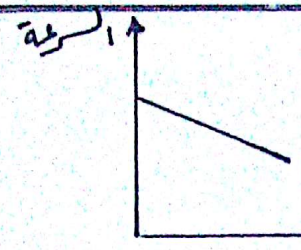
٣ الحركة منتظمة التغير : وفيها تتغير سرعة الجسيم بمعدل زمنى ثابت .

لاحظ



ع = + (موجبة)

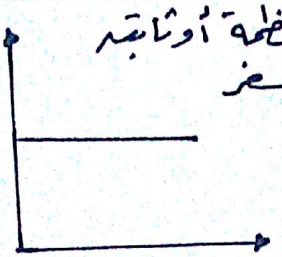
الحركة منتظمة التغير بعجلة موجبة .



ع = − (سالبة)

الحركة منتظمة التغير بعجلة سالبة .

السرعة منتظمة أو ثابتة ∴ ع = صفر



الحركة منتظمة التغير بعجلة = صفر

"قوانين الحركة المستقيمة ذات العجلة المنتظمة"

تعرف أولاً على الرموز المستخدمة :

ع : السرعة الابتدائية

ع : السرعة النهائية .

ف : المسافة المقطوعة .

ﻫ : العجلة .

Scanned by CamScanner

① العلاقة بين السرعة والزمن :

$ع = ع_{ب} + حـ ن$

② العلاقة بين الازاحة والزمن

$ف = ع_{ب} ن + \frac{1}{2} حـ ن^{2}$

③ العلاقة بين السرعة والازاحة

$ع^{2} = ع_{ب}^{2} + 2 حـ ف$

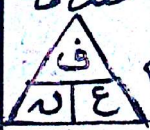
ملاحظات هامة :

① عند بدء الحركة لجسم فإن : ن = صفر

② إذا كان بدء الحركة من السكون فإن ع = صفر .

③ إذا وصل الجسم لأقصى بعد (أو سكن الجسم) فإن ع = صفر

④ إذا تحرك الجسم بسرعة منتظمة فإن : حـ = صفر



⑤ إذا تحرك الجسم بأقصى سرعة له فإن حـ = صفر

⑥ إذا عاد الجسيم إلى موضعه أو أصلى فإن : ف = صفر

⑦ المسافة المقطوعة خلال الثانية النونية :

$= ف_{ن} - ف_{ن-1}$

فمثلاً : المسافة المقطوعة خلال الثانية السادسة

$= ف_{6} - ف_{5}$

* المسافة المقطوعة خلال الثانيتين الثامنة والتاسعة

$= ف_{9} - ف_{7}$

⑧ السرعة المتوسطة خلال الثانية النونية :

$ع_{م} = ع_{ب} + (ن - \frac{1}{2}) حـ$

أى أن السرعة المتوسطة لجسيم خلال فترة زمنية ما = سرعته اللحظية فى منتصف هذه الفترة .

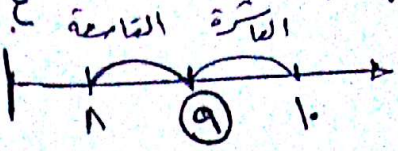
فمثلاً : السرعة المتوسطة خلال الثانية الخامسة

$= ع_{ب} + 4.5 حـ$

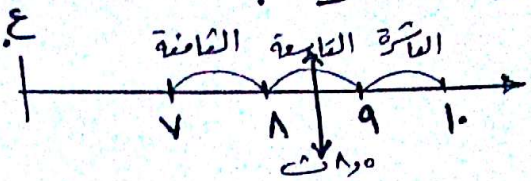
⑨ السرعة المتوسطة خلال الثانيتين التاسعة والعاشرة

Scanned by CamScanner

ع = ع. + ٩ حـ



* والسرعة المتوسطة خلال الثانية الثامنة والتاسعة والعاشرة :



ع م = ع. + ٨,٥ حـ

---

(١٠) المسافة = السرعة المتوسطة × الزمن

ف = ع م × ن

فمثلاً : المسافة المقطوعة خلال الثانية الخامسة :

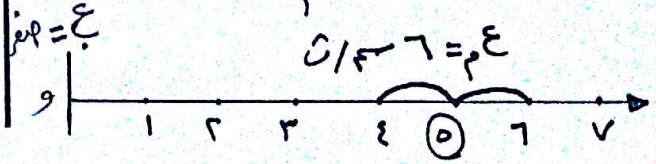
ف = (ع. + ٤,٥ حـ) × ١

* والمسافة المقطوعة خلال الثانية الثامنة والتاسعة والعاشرة :

ف = (ع. + ٨,٥ حـ) × ٣

---

(١١) إذا قطع جسيم مسافة ١٢ سم خلال الثانيتين الخامسة والسادسة (عدد ٢ ثانية) فإن سرعته المتوسطة = ١٢ / ٢ = ٦ سم/ث



وتكون سرعة الجسيم بعد ثوان

ع = ع. + ٥ حـ = ٦

مثال ١

بدأ جسم حركته فى اتجاه ثابت بسرعة ٢٠ سم/ث وبعجلة منتظمة ٢ سم/ث٢ تعمل فى عكس اتجاه متجه السرعة الابتدائية . أوجد :-

① سرعته فى نهاية ١٠ ثوان من بدء الحركة .

② الزمن الذى يمضى من بدء الحركة حتى تصبح سرعته ٣,٦ كم / س وفى عكس الاتجاه الذى بدأ الحركة فيه .

الحل

∵ ع. = ٢٠ سم/ث ، حـ = -٢ سم/ث٢

① ع = ؟ ، ن = ١٠ ثانية

∴ ع = ع. + حـ ن

ع = ٢٠ + (-٢) × ١٠

= ٢٠ - ٢٠ = صفر

Scanned by CamScanner

② ع = ٣,٦ كم/س

= ٣,٦ × $\frac{٥}{١٨}$ = ١ م/ث

= ١٠٠ سم/ث

∴ السرعة فى عكس الإتجاه الذى بدأت منه الحركة (بعض الشارط سالبة)

∴ ع = ع. + حـ ن

∴ -١٠٠ = ٢٠ + (-٢) × ن

-١٢٠ = -٢ن

∴ ن = $\frac{-١٢٠}{-٢}$ = ٦٠ ثانية.

مثال ٢

بدأ جسيم حركته فى خط مستقيم بعجلة منتظمة ٥ سم/ث٢ وبسرعة ابتدائية ٢٠ سم/ث فى عكس اتجاه العجلة أوجد سرعته وازاحته بعد :

① ٣ ثوانى ② ٤ ثوانى

③ ٦ ثوانى

الحل

ع. = ٢٠ سم/ث .

حـ = - ٥ سم/ث٢

① ع = ؟ ، ف = ؟ ، ن = ٣

∴ ع = ع. + حـ ن

= ٢٠ + (-٥) × ٣

= ٢٠ - ١٥ = ٥ سم/ث .

∴ ف = ع. ن + $\frac{١}{٢}$ حـ ن٢

∴ ف = ٢٠ × ٣ + $\frac{١}{٢}$ × -٥ × (٣)٢

= ٦٠ - $\frac{٤٥}{٢}$ = ٣٧,٥ سم

رقم ② ، رقم ③ تدريب

مثال ٣

إذا تغيرت سرعة سيارة (أ) تتحرك فى خط مستقيم من ٢٤ كم/س إلى ٣٦ كم/س خلال ٥ ثوانى وتغيرت سرعة سيارة (ب) فى نفس الخط المستقيم من ١٢ كم/س إلى ٣٠ كم/س خلال نفس المدة . أيهما يتحرك بتسارع أكبر ؟ فسر إجابتك .

الحل

∴ حـ = $\frac{ع - ع.}{ن}$

∴ حـ أ = $\frac{٣٦ - ٢٤}{٥}$ = ٢,٤ كم/س/ث

حـ ب = $\frac{٣٠ - ١٢}{٥}$ = ٣,٦ كم/س/ث

Scanned by CamScanner

∴ ب تتحرك بتسارع أكبر
لأن ح ب > ح م .

تدريب

① يتحرك جسيم فى خط مستقيم فتتغيرت سرعته من ٤٥ كم/س إلى ٣٢ م/ث فى زمن قدره نصف دقيقه . أوجد مقدار عجلة الحركة . هل يمكن لهذا الجسيم أن يسكن لحظياً ؟ .

② تحرك جسيم فى خط مستقيم بسرعة ابتدائية ٧ م/ث وبعجلة منتظمة ٤ م/ث٢ فى اتجاه حركته . أوجد سرعته والمسافة التى يقطعها خلال ٦ ثوانى .

مثال ٤

يتحرك جسم فى خط مستقيم بعجلة منتظمة فقطع ٥٢ متراً فى الثوانى الأربع الأولى ثم قطع مسافة ٩٢ متراً فى الثوانى الأربع التالية لها . احسب عجلة الحركة والسرعة الابتدائية والمسافة المقطوعة خلال ١٠ ثوانى الأولى من حركته .

الحل

عندما ن = ٤ (الأولى) ، ف = ٥٢ متراً

∴ ف = ع ن + ½ حـ ن٢

٥٢ = ٤ع + ½ حـ (٤)٢

٥٢ = ٤ع + ٨ حـ (÷ ٤)

١٣ = ع + ٢ حـ ← ①

عندما ن = ٤ (الأولى) + ٤ (التالية)
= ٨ ثوانى (الأولى)

∴ ف = ٥٢ + ٩٢ = ١٤٤ متراً

∴ ف = ع ن + ½ حـ ن٢

١٤٤ = ٨ع + ½ حـ (٨)٢

١٤٤ = ٨ع + ٣٢ حـ (÷ ٨)

١٨ = ع + ٤ حـ ← ②

∴ بجمع ① ، ② × -١

-٥ = -٢ حـ

∴ حـ = ٥/٢ م/ث٢

، ع = ٨ م/ث .

∴ ف = ع ن + ½ حـ ن٢

عندما ن = ١٠ ث ← ف = ٢٠٥ متر .

Scanned by CamScanner

مثال ٥

يتحرك جسيم فى خط مستقيم فإذا كانت سرعته فى لحظة ما ٥٠ سم/ث، عجلته ٤ سم/ث² فى اتجاه مضاد لاتجاه هذه السرعة. أوجد متى وأين يسكن هذا الجسيم سكوناً لحظياً.

الحل

∵ ع. = ٥٠ سم/ث.

ح = -٤ سم/ث²

∵ ع = ع. + ح ن

، ن = ؟

عندما يسكن الجسم فإن ع = صفر

صفر = ٥٠ - ٤ ن

∴ ن = ٥٠/٤ = ١٢,٥ ثانية.

∵ ف = ع ن + ½ ح ن²

= ٥٠ × ١٢,٥ + ½ × (-٤) (١٢,٥)²

= ٣١٢,٥ متر.

∴ الجسم يسكن بعد زمن ١٢,٥ ثانية وبعد ٣١٢,٥ متر من بدء الحركة.

تدريب

يتحرك جسيم فى خط مستقيم بعجلة منتظمة ٤٠ سم/ث²، وبسرعة ابتدائية ٣٦ كم/س فى نفس اتجاه متجه عجلته. أوجد بعد كم ثانية يصبح على بعد ٤٣,٢ متر من نقطة الابتداء.

ملاحظات هامة

① إذا قذف جسيم وعاد مرة أخرى إلى نقطة القذف فإن ف = صفر

② إذا تحرك الجسيم بعجلة تقصيرية فإننا نشارط سالبة.

③ إذا قذف جسم أفقياً فإن المسافة المقطوعة من نقطة القذف = ± ف

(إذا لم يحدد الإتجاه)

فمثلاً: قذفت كرة أفقياً فأصبحت على مسافة ٢٥ متر من نقطة القذف:

فإن ف = ± ٢٥ فى المعادلة الثانية.

Scanned by CamScanner

مثال ٦

قذفت كرة رأسياً فى عكس اتجاه الرياح بسرعة ٤٥ سم/ث فتحركت فى خط مستقيم بحركة تقصيرية بعجلة ثابتة = ٦ سم/ث². أوجد:

① متى تعود الكرة إلى النقطة التى قذفت منها .

② متى تكون الكرة على بعد ١٦٢ سم من نقطة القذف .

الحل

ع = ٤٥ سم/ث .

حـ = - ٦ سم/ث²

① إذا عادت الكرة إلى نقطة القذف مرة ثانية فإنها تضع = صفر

∵ ف = ع ن + ½ حـ ن²

∴ ٠ = ٤٥ ن - ½ × ٦ × ن²

∴ ٠ = ٤٥ ن - ٣ ن² (÷ ٣)

∴ ٠ = ١٥ ن - ن²

∴ ن² - ١٥ ن = صفر

∴ ن (ن - ١٥) = ٠

∴ ن = صفر أو ن = ١٥

مرفوض

∴ ن = ١٥

∴ الكرة تعود إلى نقطة القذف بعد ١٥ ثانية .

② تكون الكرة على بعد ١٦٢ سم من نقطة القذف عندما ف = ± ١٦٢

أولاً عندما ف = ١٦٢ سم

∴ ١٦٢ = ٤٥ ن - ½ × ٦ ن²

∴ ١٦٢ = ٤٥ ن - ٣ ن² (÷ ٣)

∴ ٥٤ = ١٥ ن - ن²

∴ ن² - ١٥ ن + ٥٤ = ٠

∴ (ن - ٦) (ن - ٩) = ٠

∴ ن = ٦ أو ن = ٩

ثانياً : عندما ف = - ١٦٢

∴ - ١٦٢ = ٤٥ ن - ½ × ٦ ن²

∴ - ١٦٢ = ٤٥ ن - ٣ ن² (÷ ٣)

∴ - ٥٤ = ١٥ ن - ن²

∴ ن² - ١٥ ن - ٥٤ = ٠

∴ (ن - ١٨) (ن + ٣) = ٠

ن = ١٨ ، ن = - ٣ مرفوضة

∴ الكرة تكون على بعد ١٦٢ سم فى الأزمنة التالية :

٦ ث ، ٩ ث ، ١٨ ث .

Scanned by CamScanner

مثال ٧

انطلقت سيارة من السكون بتسارع مقداره ٤ م/ث٢ .
ما المسافة التى تقطعها السيارة عندما تصبح سرعتها ٢٤ م/ث ؟

الحل

ع. = صفر (من السكون)
حـ = ٤ م/ث٢
ع = ٢٤ م/ث ، ف = ؟

∵ ع٢ = ع.٢ + ٢حـف .

(٢٤)٢ = (٠)٢ + ٢ × ٤ × ف

٥٧٦ = ٤ × ٢ ف

ف = ٥٧٦ / ٨ = ٧٢ متر .

مثال ٨

تسير سيارة بسرعة ٤٤ م/ث تناقصت سرعتها بمعدل ثابت حتى أصبحت ٢٢ م/ث خلال ١١ ثانية . أوجد المسافة التى قطعتها السيارة خلال هذا الزمن ، وإذا استمرت تناقص السرعة بنفس المعدل . احسب المسافة التى تقطعها السيارة بعد ذلك حتى تقف .

الحل

أولاً : نجد العجلة وتكون تناقص سير (سالبة)

ع = ع. + حـ ن

٢٢ = ٤٤ + حـ × ١١

٢٢ - ٤٤ = ١١ حـ

- ٢٢ = ١١ حـ ⇐

∴ حـ = - ٢٢ / ١١ = - ٢ م/ث٢

ثانياً لحساب المسافر المقطوعة خلال ١١ ثانية :-

∵ ف = ع. ن + ½ حـ ن٢

ف = ٤٤ × ١١ + ½ × (- ٢) × (١١)٢

= ٣٦٣ متر .

ثالثاً لحساب المسافر المقطوعة حتى تقف السيارة :

نضع ع = صفر ، ع. = ٢٢ م/ث

∵ ع٢ = ع.٢ + ٢حـف

٠ = (٢٢)٢ + ٢ × - ٢ × ف

∴ ف = - (٢٢)٢ / - ٤ = ١٢١ متر .

Scanned by CamScanner

تدريب

تقوصت سرعة سيارة بانتظام من ١٣٢ كم/س إلى ٢٤ كم/س بعد أن قطعت مسافة ١١٧٠ مترًا أوجد الزمن الذى قطعت فيه السيارة هذه المسافة وما المسافة التى تقطعها بعد ذلك حتى تسكن

مثال ٩

أطلقت رصاصة بسرعة ٥٠ م/ث على هدف ثابت فسكنت فيه بعد أن غاصت مسافة ٢٥ سم أوجد السرعة التى تنفذ بها الرصاصة فى نفس الهدف إذا كان سمكه ١٦ سم على فرض ثبوت العجلة فى الحالتين .

الحل

فى الحالة الأولى :-

ع. = ٥٠ م/ث

ف = ٠٫٢٥ متر .

ع = ٠ (لأن الرصاصة سكنت)

هنجيب العجلة أولاً (سالبة)

∵ ع² = ع.² + ٢جـ ف

(٠)² = (٥٠)² + ٢جـ × ٠٫٢٥

∴ جـ = −(٥٠)² / (٢ × ٠٫٢٥)

= − ٥٠٠٠ م/ث²

فى الحالة الثانية :-

ع² = ع.² + ٢جـ ف

ع² = (٥٠)² + ٢ × (−٥٠٠٠) × ٠٫١٦

ع² = ٢٥٠٠ − ١٦٠٠ = ٩٠٠

ع = ٣٠ م/ث .

مثال ١٠

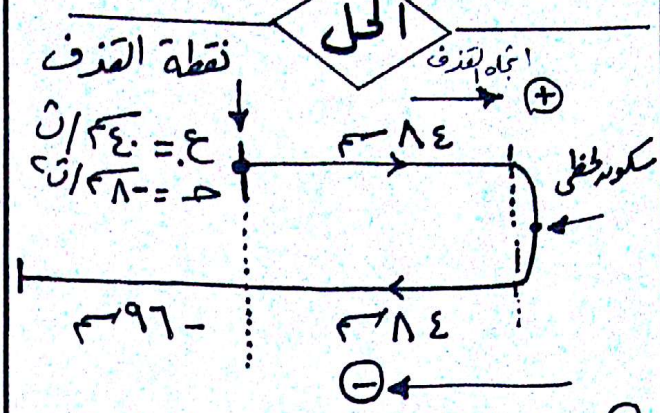
قذف جسيم فى عكس اتجاه الرياح بسرعة ٤٠ سم/ث ، فتحرك فى خط مستقيم حركة تقصيرية بعجلة منتظمة مقدارها ٨ سم/ث² أوجد سرعة الجسيم عندما يكون على بعد :

① ٨٤ سم من نقطة القذف وفى اتجاه القذف .

② ٩٦ سم من نقطة القذف وفى الجهة الأخرى بالنسبة لجهة القذف ، وفسر معنى الإجابة التى تحصل عليها .

Scanned by CamScanner

الحل



①

$\therefore ع^{٢} = ع_{٠}^{٢} + ٢ف$

$ع^{٢} = (٤٠)^{٢} - ٢ \times ٨ \times ٨٤$

$ع^{٢} = ٢٥٦$

$\therefore ع = \pm ١٦$ سم/ث .

ومعنى وجود إجابتين :
سرعة الجسيم ذهاباً فى الاتجاه الموجب وإياباً فى الاتجاه السالب

---

② نضع ف = -٩٦
(حدثت المسافة عكس اتجاه القذف)

$\therefore ع^{٢} = ع_{٠}^{٢} + ٢ف$

$ع^{٢} = (٤٠)^{٢} - ٢ \times ٨ \times ٩٦$

$ع^{٢} = ٣١٣٦$

$\therefore ع = \pm \sqrt{٣١٣٦} = \pm ٥٦$

∴ الجسيم يكون متحرك عكس أو ضد اتجاه السرعة الابتدائية .

$\therefore ع = -٥٦$ سم/ث .

تدريب

① أطلقت رصاصة أفقياً على كتلة خشبية بسرعة ١٠٠ م/ث فغاصت فيها مسافة ٥٠ سم حتى سكنت . أوجد العجلة التى تحركت بها الرصاصة إذا علم أنها عجلة منتظمة ، وإذا تم إطلاقها على كتلة خشبية أخرى مماثلة للأولى سمكها ١٨ سم . فما هى السرعة التى تخرج بها الرصاصة من الكتلة الخشبية ؟ .

---

② كرة صغيرة تم دفعها فى عكس اتجاه الرياح بسرعة ٥ م/ث فتحركت فى خط مستقيم حركة تقصيرية بعجلة ٢ متر/ث^{٢} أوجد : الزمن الذى يمضى من لحظة القذف حتى تصبح الكرة على بُعد ٦ أمتار من مكان القذف .

Scanned by CamScanner

مثال ١١

يتحرك جسيم فى خط مستقيم بعجلة منتظمة على مستوى أفقى أملس فقطع ٢٦ متراً خلال الثانية الرابعة من بدء الحركة ، ٥٦ متراً خلال الثانية التاسعة . أوجد سرعته الابتدائية ومقدار عجلته .

الحل

السرعة المتوسطة للثانية الرابعة :

$$\text{ع}_{ن=٣,٥} = \frac{ف}{١} \quad (\text{عدد الثوانى} = ١)$$

$$= \frac{٢٦}{١} = ٢٦ \text{ متر/ث} .$$

السرعة المتوسطة للثانية التاسعة

$$\text{ع}_{ن=٨,٥} = \frac{ف}{١} = \frac{٥٦}{١}$$

$$= ٥٦ \text{ م/ث} .$$

$$\therefore هـ = \frac{\text{ع}_{٨,٥} - \text{ع}_{٣,٥}}{ن_٢ - ن_١}$$

$$= \frac{٥٦ - ٢٦}{٨,٥ - ٣,٥}$$

$$= \frac{٣٠}{٥} = ٦ \text{ م/ث}^٢$$

ولايجاد السرعة الابتدائية :

من الممكن ايجاد العجلة بطريقة أخرى .. كيف ؟

$$\therefore \text{ع} = \text{ع}_٠ + هـ ن$$

عندما ع = ٢٦ م/ث .

هـ = ٦ م/ث^٢

ن = ٣,٥ ث

$$٢٦ = \text{ع}_٠ + ٦ \times ٣,٥$$

$$٢٦ = \text{ع}_٠ + ٢١$$

$$\Leftarrow \text{ع}_٠ = ٢٦ - ٢١$$

= ٥ م/ث .

مثال ١٢

بدأ جسيم حركته فى اتجاه ثابت بسرعة ٣٠ سم/ث ، وعجلة منتظمة ٦ سم/ث^٢ فى نفس اتجاه سرعته . احسب :

① المسافة المقطوعة بعد ثوانى من بدء حركته .

② المسافة المقطوعة فى الثانية الخامسة فقط .

③ المسافة المقطوعة فى الثانيتين الثالثة والرابعة فقط

④ المسافة المقطوعة فى الثوانى الثالثة والرابعة والخامسة

الحل

Scanned by CamScanner

① ع = ٣٠ سم/ث .

حـ = ٦ سم/ث²

ن = ٥ ثوانى .

∴ ف = ع ن + ½ حـ ن²

= ٣٠ × ٥ + ½ × ٦ × (٥)²

= ١٥٠ + ٣ × ٢٥

= ٢٢٥ سم .

② المسافة المقطوعة فى الثانية الخامسة فقط .

= المسافة المقطوعة فى ٥ ثوانى − المسافة المقطوعة فى ٤ ثوانى

ف = (ع + ٤٫٥ حـ) × ١

* لاحظ : ن = ٤٫٥

* عدد الثوانى = ١ ثانية .

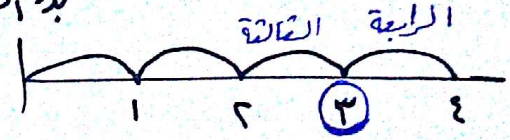
∴ ف = (٣٠ + ٤٫٥ × ٦) × ١

= ٣٠ + ٤٫٥ × ٦

= ٥٧ سم .

③ المسافة المقطوعة فى الثانيتين الثالثة والرابعة .

بدء الحركة



عدد الثوانى = ٢

ن = ٣

∴ المسافة المقطوعة فى الثانيتين الثالثة والرابعة .

ف = ٢ × (ع + ٣ حـ)

= ٢ × (٣٠ + ٣ × ٦)

= ٢ × (٣٠ + ١٨)

= ٢ × ٤٨ = ٩٦ سم .

④ حاول بنفسك

ملحوظة هامة

إذا كانت العجلة منتظمة فإنه يمكن ايجاد المسافة كالآتى :-

ف = ن × (ع + ع.) / ٢

Scanned by CamScanner

مثال ١٣

يتحرك جسيم بعجلة منتظمة فى اتجاه ثابت. فإذا قطع ٢٠ متراً خلال الثانية الثالثة من بدء حركته، ١٥٠ متراً فى الثوانى الثامنة والتاسعة والعاشرة. احسب العجلة التى يتحرك بها الجسيم والسرعة عند بدء حركته.

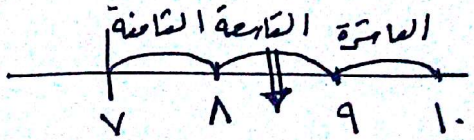
الحل

∵ المسافة المقطوعة خلال الثانية الثالثة = ٢٠ متر

∴ ف = (ع. + ٢,٥ حـ) × ١

٢٠ = ع. + ٢,٥ حـ ← ①

، ∵ المسافة المقطوعة خلال الثوانى الثامنة والتاسعة والعاشرة = ١٥٠ متراً.



ف = (ع. + ٨,٥ حـ) × ٣

٣ × (ع. + ٨,٥ حـ) = ١٥٠

بالقسمة على ٣

$\frac{١٥٠}{٣}$ = $\frac{٣}{٣}$ × (ع. + ٨,٥ حـ)

٥٠ = ع. + ٨,٥ حـ ← ②

② − ①

، ٢٠ = ع. + ٢,٥ حـ ← ①

بجمع ①، ②

٣٠ = ٦ حـ

∴ حـ = $\frac{٣٠}{٦}$ = ٥ م/ث٢

بالتعويض فى ① عند حـ = ٥ م/ث٢

٢٠ = ع. + ٢,٥ × ٥

٢٠ = ع. + ١٢,٥

ع. = ٢٠ − ١٢,٥ = ٧,٥ م/ث

مسائل عامة

١ أكمل ما يأتى :

① بدأت سيارة الحركة من السكون بعجلة منتظمة ٢ م/ث٢ لمدة ١٠ ثوانى فإن :

(أ) السرعة النهائية للسيارة = ---- م/ث .

(ب) المسافة المقطوعة خلال تلك الفترة = ---- متر .

② استخدمت سيارة الفراملة فتوقفت خلال ١٠ ثوانى بعد

Scanned by CamScanner

أن قطعت ٢٥ مترًا فأوجد :

(أ) عجلة الحركة فى أثناء استخدام الفرامل = ... م/ث؟

(ب) سرعة السيارة عند بدء استخدام الفرامل = ... م/ث .

---

③ يتحرك جسيم فى خط مستقيم من السكون بعجلة منتظمة مقدارها ٤ م/ث؟ فإن سرعته بعد ٦ ثوان من بدء الحركة = ... م/ث .

---

④ المسافة التى يقطعها جسيم يتحرك فى اتجاه ثابت من السكون بعجلة مقدارها ٥ سم/ث؟ فى زمن قدره ٤ ثوانى = ... سم .

---

⑤ بدأ جسيم حركته من السكون فى خط مستقيم بعجلة منتظمة مقدارها ٢ سم/ث؟ فقطع مسافة ٢٥ م فإن سرعته فى نهاية تلك المسافة = ... سم/ث .

الحل

① ع = ٠ ، حـ = ٢٠ سم/ث؟
ن = ١٠ ثوانى

(أ) ع = ع. + حـ ن

ع = ٠ + ٢٠ × ١٠ = ٢٠٠ سم/ث
= ٢ م/ث .

(ب) ف = ع. ن + ½ حـ ن؟

= ٠ × ١٠ + ½ × ٢٠ × (١٠)؟
= ١٠٠٠ سم
= ١٠ متر .

---

② عند استخدام الفرامل وتوقف السيارة تضع ع = ٠

ف = (ع + ع.)/٢ × ن | ن = ١٠ ثوانى
ف = ٢٥ متر .

(أ)

∵ ع = ع. + حـ ن

٠ = ع. + ١٠ حـ ← ①

∴ ف = ع. ن + ½ حـ ن؟

٢٥ = ع. × ١٠ + ½ × حـ × (١٠)؟

٢٥ = ١٠ ع. + ٥٠ حـ ← ②

بضرب ① × -١٠ والجمع مع ②

٠ = -١٠ ع. - ١٠٠ حـ

٢٥ = ١٠ ع. + ٥٠ حـ

---

٢٥ = -٥٠ حـ

∴ حـ = ٢٥/-٥٠ = -½ م/ث؟

بالتعويض فى ① عند حـ = -½

ع. = ٥ م/ث .

وهى السرعة عند بدء استخدام الفرامل .

Scanned by CamScanner

③ (من السكون) ⇐ ع. = صفر
ح = ٤ م/ث²
ن = ٦ ث .
ع = ؟
∴ ع = ع. + ح ن
= ٠ + ٤ × ٦ = ٢٤ م/ث

④ (من السكون) ع. = صفر
ح = ٥ سم/ث²
ن = ٤ ث
ف = ؟
ف = ع. ن + ½ ح ن²
= ٠ + ½ × ٥ × (٤)²
= ٤٠ سم .

⑤ ع. = صفر
ح = ٢ سم/ث²
ف = ٢٥ سم .
ع = ؟؟
∴ ع² = ع.² + ٢ ح ف
ع² = ٠ + ٢ × ٢ × ٢٥
ع² = ١٠٠
∴ ع = ١٠ سم/ث .

٢ اختر الإجابة الصحيحة:

① ١٨٠ مترًا/ساعة/ث .
(أ) ½ (ب) ٥ (ج) ٣٠ (د) ٣٠٠
الحل ⇐ $\frac{١٨٠ \times ٣٦٠٠}{٦٠ \times ٦٠ \times ث}$ = ٥ سم/ث²

② إذا تناقصت سرعة سيارة من ٩٠ كم/س إلى ٣٦ كم/س في خلال ٤ ثوانٍ فإن المسافة خلال هذه الفترة = ...
(أ) ١٠ متر (ب) ٢٥ متر .
(ج) ٧٠ متر (د) ١٤٠ متر .
الحل ⇐ ∵ أولاً نحسب العجلة .
∵ ح = $\frac{ع - ع.}{ن}$
∵ ع. = ٩٠ كم/س
= $\frac{٥}{١٨} \times ٩٠$ = ٢٥ م/ث .
ع = ٣٦ كم/س
= $\frac{٥}{١٨} \times ٣٦$ = ١٠ م/ث .
∴ ح = $\frac{١٠ - ٢٥}{٤}$ = -٣٫٧٥ م/ث²
∴ ع² = ع.² + ٢ ح ف
(١٠)² = (٢٥)² + ٢ × (-٣٫٧٥) × ف
١٠٠ = ٦٢٥ - ٧٫٥ ف
ف = $\frac{١٠٠ - ٦٢٥}{٧٫٥}$ = ٧٠ متراً

③ إذا بدأ جسيم حركته بسرعة ٣٠ سم/ث وبعجلة منتظمة ٥ سم/ث² في اتجاه سرعته الابتدائية فإن المسافة المقطوعة بعد ١٠ ثوانٍ من بدء الحركة .
= ----- سم .
(أ) ٥٥٠ (ب) ٣٠٠ (ج) ٧٥٠ (د) ١٥٠٠
الحل ⇐ ٥٥٠ .

Scanned by CamScanner

٣ يتحرك راكب دراجة بعجلة منتظمة حتى صارت سرعته ٧٫٥ م/ث خلال ٤٫٥ ثانية فإذا كانت إزاحة الدراجة خلال فترة التسارع تساوى ١٩ مترًا . أوجد السرعة الابتدائية للدراجة .

الحل

∵ العجلة منتظمة

∴ $ف = \frac{ع + ع_{.}}{٢} \times ن$

$١٩ = \frac{٧٫٥ + ع_{.}}{٢} \times ٤٫٥$

∴ $٧٫٥ + ع_{.} = \frac{٢ \times ١٩}{٤٫٥}$

$٧٫٥ + ع_{.} = \frac{٧٦}{٩}$

$ع_{.} = \frac{٧٦}{٩} - ٧٫٥$

$= \frac{١٧}{١٨}$ م/ث

٤ بدأ جسم حركته من السكون فى خط مستقيم أفقى بعجلة مقدارها ٤ م/ث² لمدة ٣٠ ثانية ، ثم تحرك بالسرعة التى اكتسبها لمدة ٤٠ ثانية أخرى فى نفس الاتجاه أوجد سرعته المتوسطة .

∵ السرعة المتوسطة = المسافة الكلية / الزمن الكلى

∴ $ع_{.} = ٠$ ، $ف_١$ ، $ف_٢$

٣٠ ث ، ٤٠ ث

$ح = ٤$ م/ث²

المرحلة الأولى :-

$ع = ع_{.} + ح ن$

$= ٠ + ٤ \times ٣٠ = ١٢٠$ م/ث

$ف_١ = ع_{.} ن + \frac{١}{٢} ح ن^٢$

$= ٠ + \frac{١}{٢} \times ٤ \times (٣٠)^٢$

$= ١٨٠٠$ م

المرحلة الثانية : (السرعة منتظمة)

$ف_٢ = ع ن = ١٢٠ \times ٤٠$

$= ٤٨٠٠$ م

∴ السرعة المتوسطة = المسافة الكلية / الزمن الكلى

$= \frac{١٨٠٠ + ٤٨٠٠}{٣٠ + ٤٠} = \frac{٦٦٠٠}{٧}$ م/ث

٥ قائد سيارة يتحرك بسرعة ثابتة مقدارها ٢٤ م/ث ، شاهد فجأة طفلاً يعبر فى الشارع ، فإذا كان الزمن اللازم لاستجابة الفرامل هو $\frac{١}{٢}$ ثانية . ثم تحركت السيارة بتقصير منتظم مقداره ٩ م/ث² حتى وقفت . أوجد المسافة الكلية التى تحركتها السيارة قبل أن تقف مباشرة .

Scanned by CamScanner

الحل

قبل استجابة الفرامل مباشرة السيارة تتحرك مسافة ف$_1$ فى زمن قدره $\frac{1}{2}$ ثانية .

ف$_1$ = ع × ن = ٢٤ × $\frac{1}{2}$ = ١٢ متر

وبعد استجابة الفرامل :

تتحرك السيارة بتقصير منتظم وتقطع مسافة ف$_2$

∵ هـ = -٩,٦ م/ث^2

ع = صفر

ع$_0$ = ٢٤ م/ث

ف$_2$ = ؟؟

∵ ع^2 = ع$_0^2$ + ٢هـ ف

٠ = (٢٤)^2 + ٢ × -٩,٦ × ف$_2$

ف$_2$ = $\frac{(٢٤)^2}{٩,٦ \times ٢}$ = ٣٠ متر

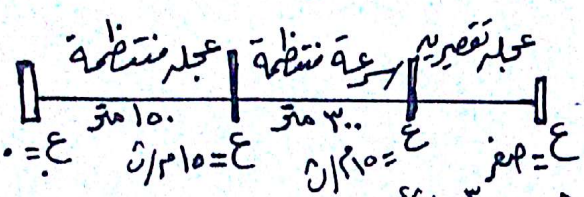
∴ المسافة الكلية حتى تقف السيارة

= ف$_1$ + ف$_2$ = ١٢ + ٣٠ = ٤٢ متر

---

٦ تحرك جسم من سكون فقطع ١٥٠ مترًا حتى أصبحت سرعته ٥٤ كم/س فإذا انقطعت العجلة عندئذ وسار بالسرعة التى اكتسبها مسافة ٣٠٠ متر، ثم تحرك بعد ذلك بتقصير منتظم قدره $\frac{3}{2}$ م/ث^2 حتى سكن. احسب السرعة المتوسطة خلال الرحلة كلها .

الحل



المرحلة الأولى (العجلة منتظمة ⊕)

ع$_0$ = صفر

ع = $\frac{٥}{١٨}$ × ٥٤ = ١٥ م/ث .

ف$_1$ = ١٥٠ متر ، ن$_1$ = ؟؟

∵ ف$_1$ = $\frac{ع_0 + ع}{٢}$ × ن$_1$

١٥٠ = $\frac{٠ + ١٥}{٢}$ × ن$_1$

ن$_1$ = $\frac{١٥٠}{٧,٥}$ = ٢٠ ثانية .

المرحلة الثانية (وتكون السرعة منتظمة) (انقطعت العجلة هـ = ٠)

ف$_2$ = ٣٠٠ متر ، ن$_2$ = ؟؟

ع = ١٥ م/ث ، هـ = صفر

ن$_2$ = $\frac{ف}{ع}$ = $\frac{٣٠٠}{١٥}$ = ٢٠ ثانية .

المرحلة الثالثة (العجلة تقصيرية ⊖)

∵ ع = ع$_0$ + هـ ن

٠ = ١٥ - $\frac{3}{2}$ ن

Scanned by CamScanner

$ن = 15 \times \frac{2}{3} = 10$ ثانية .

$\because ف = ع ن + \frac{1}{2} جـ ن^2$

$\therefore ف = 15 \times 10 - \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times 100$

$= 75$ متر .

الزمن الكلى $= 20 + 20 + 10$

$= 50$ ثانية .

المسافة الكلية $= 150 + 300 + 75$

$= 525$ متر .

السرعة المتوسطة خلال الرحلة كلها

$= \frac{525}{50} = 10,5$ م/ث .

مثال ٧

مصعد ساكن بقاع منجم ، أخذ المصعد فى الارتفاع بعجلة مقدارها 12 سم/ث^2 مسافة 540 سم ثم بسرعة منتظمة مسافة 360 سم ثم بتقصير منتظم مسافة 720 سم حتى سكن عند فوهة المنجم . احسب الزمن الذى استغرقه المصعد فى الصعود من قاع المنجم إلى فوهته .

الحل

ع = صفر

المرحلة الثالثة: ف = 720 سم

المرحلة الثانية: ف = 360 سم

المرحلة الأولى: ف = 540 سم ، ع = صفر ، جـ = 120 سم/ث^2

أولاً المرحلة الأولى (عجلة منتظمة ⊕)

ع = صفر

ف = 540 سم

جـ = 120 سم/ث^2

$\because ع^2 = ع_0^2 + 2 جـ ف$

$ع^2 = 0 + 2 \times 120 \times 540$

$\therefore ع = 360$ سم/ث

لإيجاد زمن المرحلة الأولى

$ع = ع_0 + جـ ن$

$360 = 0 + 120 ن \Leftarrow ن = \frac{360}{120} = 3$

$\therefore$ المرحلة الأولى تستغرق 3 ثوانى .

ثانياً المرحلة الثانية : (السرعة منتظمة)

$ن = \frac{ف}{ع} = \frac{360}{360} = 1$ ثانية .

ثالثاً المرحلة الثالثة : (تقصيرية ⊖)

$\because ع_0 = 360$ سم/ث

ع = صفر (سكن)

ف = 720 سم .

$\because ع^2 = ع_0^2 + 2 جـ ف$.

$0 = (360)^2 + 2 جـ \times 720$

$جـ = \frac{-(360)^2}{2 \times 720} = -90$ سم/ث^2

$\because ع = ع_0 + جـ ن$

$0 = 360 - 90 ن \Leftarrow ن = \frac{360}{90} = 4$ ثانية .

$\therefore$ الزمن الكلى $= 3 + 1 + 4 = 8$ ثوانى

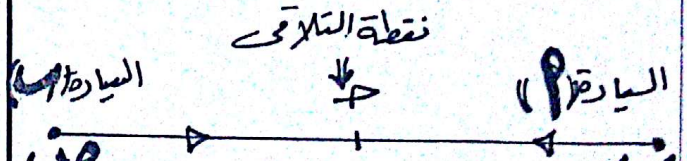
أ/ السيد محمود
ت/ ٠١٠٠٠٣٤٤٠٥٠

Scanned by CamScanner

٨

س ، ص نقطتان على طريق مستقيم أفقي بدأت سيارة م الحركة من "س" نحو "ص" من السكون وبعجلة منتظمة ١٠ م/ث٢ وفي نفس اللحظة كانت تتحرك سيارة أخرى "ن" من ص نحو س بسرعة منتظمة مقدارها ٥٤ كم/س ، فإذا كانت السرعة النسبية للسيارة م بالنسبة للسيارة ن لحظة إلتقائهما تساوي ١٦٢ كم/س أوجد الزمن الذي تأخذه كل من السيارتين من لحظة تحركهما معًا حتى لحظة إلتقائهما وأين ؟

الحل



∵ ع م = ٠
ح = ١٠ م/ث٢
ع م = ؟

ع ن = ٥٤ كم/س
= ٥/١٨ × ٥٤
= ١٥ م/ث

∵ ع م ن = ع م − ع ن
∴ ع م ن = ١٦٢ كم/س
= ٥/١٨ × ١٦٢ = ٤٥ م/ث

∵ السيارتان متضادتان في الاتجاه .
∴ ع م ن = ع م + ع ن
٤٥ = ع م + ١٥
∴ ع م = ٤٥ − ١٥ = ٣٠ م/ث

وبفرض السيارتين تتلاقيا بعد ن ثانية

∴ بالنسبة للسيارة م
ع = ع. + ح ن
٣٠ = ٠ + ١٠ ن
∴ ن = ٣٠/١٠ = ٣ ثواني .
∴ ف = ع. ن + ١/٢ ح ن٢
= ٠ + ١/٢ × ١٠ × (٣)٢
= ٤٥ متر .

بالنسبة للسيارة "ن"
∵ سرعة السيارة ن منتظمة .
∴ ف = ع ن = ١٥ × ٣ = ٤٥ متر
∴ السيارتان تتلاقيان عند منتصف المسافة س ص

Scanned by CamScanner

الدرس الثالث

الحركة الرأسية تحت تأثير الجاذبية الأرضية

أولاً :

إذا كان الجسم ساقطاً أو مقذوفاً لأسفل

الحركة مع الجاذبية الأرضية .

① ع = ع. + ﺟ د

② ف = ع. د + ½ ﺟ د²

③ ع² = ع.² + ٢ ﺟ ف

خلى بالك لهم نفس قوانين الحركة المستقيمة بعجلة منتظمة مع استبدال (S) ← رمز عجلة الجاذبية الأرضية بدلاً من (ﺟ)

← المقذوف لأسفل (S) موجبة

← المقذوف لأعلى (S) سالبة .

ثانياً :

إذا كان الجسم مقذوفاً لأعلى

الحركة عكس الجاذبية الأرضية .

① ع = ع. - ﺟ د

② ف = ع. د - ½ ﺟ د²

③ ع² = ع.² - ٢ ﺟ ف

ملاحظات هامة

① إذا سقط جسم أى بدء حركته من السكون ⇐ ع. = صفر

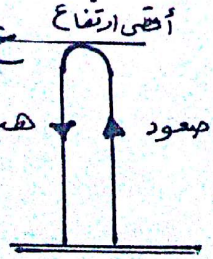
② إذا قذف جسم رأسياً وعاد إلى نقطة القذف فإن :

(أ) سرعته عند أقصى ارتفاع = صفر

(ب) زمن الصعود = زمن الهبوط

(ﺟ) مقدار سرعة الجسم وهو صاعد = مقدار سرعة الجسم وهو ساقط أو هابط .

كما بالشكل الموضح :



لاحظ

سرعة الجسم وهو هابط = - سرعة القذف

Scanned by CamScanner

④ زمن أقصى ارتفاع :-

$$ن = \frac{ع.}{ج}$$

التوضيح : ∵ ع = ع. − ج ن

عند أقصى ارتفاع ⇐ ع = صفر

∴ صفر = ع. − ج ن

∴ ج ن = ع. ⇐ $ن = \frac{ع.}{ج}$

⑤ أقصى ارتفاع :-

$$ف = \frac{ع.^2}{2ج}$$

التوضيح :-

∵ $ع^2 = ع.^2 - 2جف$

عند أقصى ارتفاع ⇐ ع = صفر

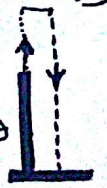
∴ صفر = $ع.^2 - 2جف$

∴ $ف = \frac{ع.^2}{2ج}$

⑥ إذا قذف جسم رأسيًا لأعلى من ارتفاع (ف) عن سطح الأرض بسرعة ع. .

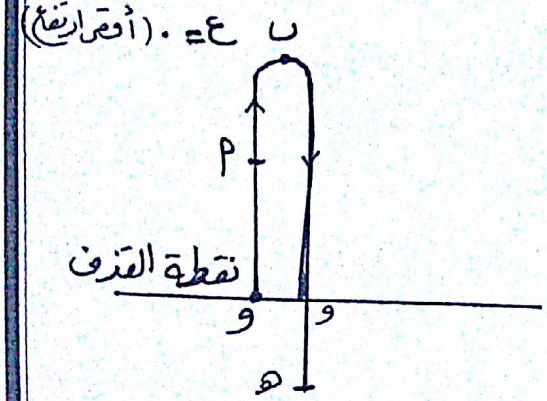
فتكون إشارة (ف) سالبة وكذلك (ج) سالبة وبالتالى:

$-ف = ع.ن - \frac{1}{2}جن^2$



⑦ الإزاحة (ف) تكون موجبة إذا كانت أعلى نقطة القذف وسالبة إذا كانت أسفل نقطة القذف .

⇐ ففى الشكل المقابل :-



⇐ عندما يصل الجسم إلى الموضع أ تكون الإزاحة و أ موجبة .

⇐ وكذلك عندما يصل إلى الموضع ب تكون الإزاحة و ب موجبة

وعندما يعود الجسم إلى نقطة القذف مرة أخرى تكون الإزاحة = صفر

وعندما يهبط أسفل نقطة القذف تكون الإزاحة وهى سالبة .

⑧ إذا عاد الجسم ماضيًا إلى النقطة التى قذف منها فإن :

ف = صفر

والزمن الذى يستغرقه الجسم

$ن = \frac{2ع.}{ج}$ (زمن الصعود + زمن الهبوط)

Scanned by CamScanner

مثال ١

سقط جسيم من ارتفاع ٤٤ر١ م نحو سطح الأرض فما هى سرعة الجسيم بعد ثانية واحدة من لحظة سقوطه ؟ ومتى يصل إلى سطح الأرض ؟ وما هى سرعته عندئذٍ ؟

الحل

ع. = صفر ، ف = ٤٤ر١ متر

ن = ١ ثانية ، د = ٩ر٨ م/ث٢

∵ ع = ع. + د ن

= ٠ + ٩ر٨ × ١

ع = ٩ر٨ م/ث .

وهى سرعة الجسيم بعد ثانية واحدة

∵ ف = ع. ن + ½ د ن٢

٤٤ر١ = ٠ + ½ × ٩ر٨ × ن٢

٤٤ر١ = ٩ر٤ ن٢

∴ ن٢ = ٤٤ر١ / ٩ر٤ = ٩

∴ ن = ٣ ثوانى

وهو زمن وصول الجسم إلى سطح الأرض .

∵ ع = ع. + د ن

ع = ٠ + ٩ر٨ × ٣

ع = ٢٩ر٤ متر/ث

وهى السرعة التى وصل بها الجسم إلى سطح الأرض .

تدريب ١

طفل يسقط كرة من نافذة ترتفع ٦ر٣ متر عن الرصيف . ما سرعتها لحظة ملامستها الرصيف ؟ .

مثال ٢

قذف جسم رأسياً إلى أسفل بسرعة ٦ر٢٠ متر/ث من قمة برج ارتفاعه ٩ر١٠٥ متراً . احسب

① السرعة التى يصل بها الجسم لسطح الأرض .

② زمن وصول الجسم لسطح الأرض

③ المسافة التى يقطعها الجسم فى الثانية الأخيرة من سقوطه .

الحل

Scanned by CamScanner

ع. = ٢٠٫٦ م/ث
s = ٩٫٨ م/ث٢
ف = ١٠٥٫٩ متر

① ع٢ = ع.٢ + ٢s ف
ع٢ = (٢٠٫٦)٢ + ٢ × ٩٫٨ × ١٠٥٫٩
ع٢ = ٢٥٠٠
∴ ع = ٥٠ م/ث .

② لإيجاد زمن وصول الجسم للأرض
ع = ع. + s ن
٥٠ = ٢٠٫٦ + ٩٫٨ ن
ن = (٥٠ − ٢٠٫٦) / ٩٫٨ = ٣ ثوان

③ المسافة التى يقطعها الجسم فى الثانية الأخيرة
" يعنى فى الثانية الثالثة "
وعدد الثوانى يكون واحدة فقط
ف = ١ × (ع. + ٢٫٥ s)
= ١ × (٢٠٫٦ + ٢٫٥ × ٩٫٨)
ف = ٤٥٫١ متر .

مثال ٣

قذف حجر فى بئر فارغ بسرعة ٤ م/ث رأسيًا لأسفل فوصل إلى قاع البئر بعد ٢ ثانية أوجد :-
① عمق البئر .
② سرعة الحجر عند تصادمه بقاع البئر

الحل

ع. = ٤ م/ث ، s = ٩٫٨ م/ث٢
ن = ٢ ثانية
① لإيجاد عمق البئر (ف)
ف = ع. ن + ½ s ن٢
= ٤ × ٢ + ½ × ٩٫٨ × (٢)٢
= ٢٧٫٦ متر .
② لإيجاد سرعة الحجر عند ملامسته للأرض .
ع = ع. + s ن
= ٤ + ٩٫٨ × ٢
= ٢٣٫٦ متر/ث

تدريب

من نقطة على ارتفاع ٧٨٫٤ مترًا عن سطح الأرض سقط جسم رأسيًا لأسفل احسب :-
① سرعة الجسم بعد ٣ ثوان من لحظة سقوطه
② المسافة المقطوعة فى الثانية الثالثة
③ سرعة وصول الجسم إلى سطح الأرض .
④ زمن وصول الجسم إلى سطح الأرض

Scanned by CamScanner

مثال ٤

سقط جسم من قمة برج فقطع فى الثانية الاخيرة من سقوطه مسافه ١٩,٦ متراً احسب ارتفاع البرج

الحل

∵ ع. = صفر ، s = ٩,٨ م/ث٢

∵ المسافة المقطوعة فى الثانية الأخيرة

ف = ع. م × ن

ف = (ع. + s(ن - ½)) × ١

١٩,٦ = (٠ + ٩,٨ (ن - ½)) × ١

١٩,٦ = ٩,٨ (ن - ½)

ن - ½ = ١٩,٦ / ٩,٨ = ٢

ن = ٢½

∴ الزمن الذى استغرقه الجسم فى الوصول إلى سطح الأرض هو ٥,٢ ثانية .

∴ ف = ع. ن + ½ s ن٢

ف = ٠ + ½ × ٩,٨ × (٢,٥)٢

= ٣٠,٦٢٥ متر .

مثال ٥

قذف جسيم رأسياً إلى أعلى بسرعة ٤٩ م/ث . أوجد زمن وصوله إلى أقصى ارتفاع والمسافة التى وصل إليها .

الحل

ع. = ٤٩ م/ث

s = ٩,٨ م/ث٢

∴ زمن أقصى ارتفاع = ع. / s

= ٤٩ / ٩,٨ = ٥ ثوانى .

أقصى ارتفاع = ع.٢ / ٢s

= (٤٩)٢ / ٢ × ٩,٨

= ١٢٢,٥ متر

تدريب ٣

قذفت كرة رأسياً لأعلى بسرعة ١٩,٦ م/ث أوجد أقصى ارتفاع تصل إليه وكذلك الزمن الذى تستغرقه حتى تعود إلى مكان القذف .

Scanned by CamScanner

مثال ٦

قذف جسيم رأسيًا إلى أعلى بسرعة ١٤ م/ث من نقطة على ارتفاع ٣٥٠ متر عن سطح الارض . أوجد الزمن الذى يأخذه الجسم حتى يصل إلى سطح الأرض .

الحل

∵ ع. = ١٤ م/ث

ك = ٩,٨ م/ث²

ف = - ٣٥٠ متر

خلى بالك الاشارة السالبة للمسافة لأن المقذوف من مكان مرتفع عن سطح الأرض .

∵ ف = ع. ن - ½ ك ن²

- ٣٥٠ = ١٤ ن - ½ × ٩,٨ ن²

- ٣٥٠ = ١٤ ن - ٤,٩ ن²

∴ ٤,٩ ن² - ١٤ ن - ٣٥٠ = ٠

٤٩ ن² - ١٤٠ ن - ٣٥٠٠ = ٠

بالقسمة على ٧

٧ ن² - ٢٠ ن - ٥٠٠ = ٠

(ن - ١٠)(٧ ن + ٥) = ٠

ن = ١٠ | ن = - ٥/٧ مرفوض

∴ الجسيم يأخذ ١٠ ثوانى للوصول إلى سطح الأرض .

مثال ٧

قذف جسم رأسيًا لأعلى من نقطة على سطح الارض فعاد إليها بعد ١٠ ثوانى من لحظة القذف : أوجد

① السرعة الابتدائية

② أقصى ارتفاع يصل إليه الجسم

الحل

∵ الجسم يعود مرة أخرى بعد زمن ١٠ ثوانى .

∴ زمن الصعود = زمن الهبوط

∴ زمن أقصى ارتفاع = ½ × ١٠ = ٥ ثانية

∵ ن = ع. / ك = ع. / ٩,٨

ع. = ٩,٨ × ٥ = ٤٩ م/ث

∴ اقصى ارتفاع = ع.² / ٢ك

= (٤٩)² / ٢ × ٩,٨ = ١٢٢,٥ متر

التسم والله

م/ السيد محمود

Scanned by CamScanner

مثال ٨

قذف جسيم من قمة برج رأسياً إلى أعلى بسرعة مقدارها ٢٤٫٥ م/ث فوصل إلى سطح الأرض بعد ٨ ثوانٍ أوجد :

① ارتفاع البرج

② أقصى ارتفاع يصل إليه الجسم عن سطح الأرض

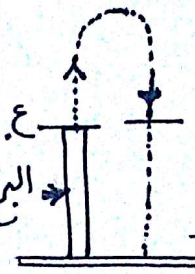
③ المسافة التى يقطعها الجسم خلال هذه المدة.

الحل

ع = ٢٤٫٥ م/ث

ن = ٨ ثوانٍ

ج = ٩٫٨ م/ث٢



① لإيجاد ارتفاع البرج :-

∵ ف = ع ن − ½ ج ن٢

= ٢٤٫٥ × ٨ − ½ × ٩٫٨ × (٨)٢

= ١٩٦ − ٣١٣٫٦

ف = − ١١٧٫٦

∴ ارتفاع البرج = ١١٧٫٦ متراً

الإشارة السالبة :

تعنى أن المقذوف من مكان مرتفع عن سطح الأرض .

② أقصى ارتفاع فوق البرج

$= \frac{ع^2}{2ج} = \frac{(24,5)^2}{2 \times 9,8}$

= ٣٠٫٦٢٥ متر .

∴ أقصى ارتفاع يصل إليه الجسم عن سطح الأرض

= ١١٧٫٦ + ٣٠٫٦٢٥

= ١٤٨٫٢٢٥ متراً .

③

المسافة التى يقطعها الجسم خلال هذه المدة .

= ١١٧٫٦ + ٣٠٫٦٢٥ × ٢

= ١٧٨٫٨٥ متر .

تدريب ٤

قذف جسيم رأسياً لأعلى من مكان يرتفع عن سطح الأرض بمقدار ١٤ متر فوجد أنه قطع فى الثانية الثالثة مسافة ١٠٫٥ متر .

أوجد :-

① السرعة التى قذف بها .

② أقصى ارتفاع يصل إليه الجسم عن سطح الأرض

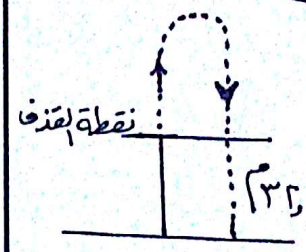
③ الزمن الذى يستغرقه الجسم للوصول إلى سطح الأرض .

Scanned by CamScanner

مثال ٩

قذف جسيم رأسياً إلى أعلى بسرعة ٢٤ متر/ث . أوجد الزمن الذى يستغرقه حتى يصل إلى موضع أسفل نقطة القذف بمقدار ٣٢,٤ متراً وكم تكون سرعته عندئذ ؟ .

الحل



ع = ٢٤ م/ث

ف = -٣٢,٤

∴ ف = ع.ن - ½ د ن²

-٣٢,٤ = ٢٤ن - ½ × ٩,٨ ن²

-٣٢,٤ = ٢٤ن - ٤,٩ ن²

٤,٩ ن² - ٢٤ن - ٣٢,٤ = ٠

٤٩ ن² - ٢٤٠ن - ٣٢٤ = ٠

(ن - ٦)(٤٩ن + ٥٤) = ٠

ن = ٦ ثوانٍ ‖ ن = -٥٤/٤٩ مرفوض

∴ ع = ع. - د ن

= ٢٤ - ٩,٨ × ٦

= -٣٤,٨

الإشارة السالبة تعنى أن سرعة الجسيم أسفل نقطة القذف

∴ ع = ٣٤,٨ م/ث لأسفل .

مسائل متنوعة

١ أكمل ما يأتى :-

① سقط جسم من قمة برج رأسى فوصل إلى سطح الأرض بعد ٥ ثوانٍ فإن :-

(أ) سرعة الجسم عند وصوله إلى سطح الأرض = ... م/ث

(ب) ارتفاع البرج = ... متر

الحل

ع. = ٠ ن = ٥ ثوانى .

د = ٩,٨ م/ث²

(أ) ع = ع. + د ن

= ٠ + ٩,٨ × ٥ = ٤٩ م/ث

(ب) ∵ ف = ع. ن + ½ د ن²

= ٠ + ½ × ٩,٨ × (٥)²

= ١٢٢,٥ متر .

② من قمة برج ارتفاعه ٢٠ متر قذف جسم رأسى لأعلى بسرعة ٧ م/ث فإن زمن وصوله إلى سطح الأرض ..... ث

وكذلك سرعة وصوله للأرض ..... م/ث

Scanned by CamScanner

الحل

∵ ف = ع.ن − ½ د ن²

−٢٠ = ٧ن − ½ × ٩,٨ ن²

−٢٠ = ٧ن − ٤,٩ ن²

٤,٩ ن² − ٧ن − ٢٠ = ٠

∴ ن = ٢٠/٧ ث .

∴ ع = ع. − د ن

= ٧ − ٩,٨ × ٢٠/٧ = −٢١

ع = ٢١ م/ث .

---

③ قذف جسم رأسياً لأعلى بسرعة ٩٨ م/ث فإن زمن وصوله لأقصى ارتفاع = ...

الحل

ن = ع./د = ٩٨/٩,٨ = ١٠ ث .

---

④ قذف جسم رأسياً لأعلى بسرعة ٤٢ م/ث فإن أقصى ارتفاع يصل إليه الجسم = ... متر

الحل

ف = ع.²/٢د = (٤٢)²/٢×٩,٨ = ٩٠ متر

---

⑤ إذا سقط جسم من ارتفاع ١٩,٦ متر على أرض رملية فغاص فيها ١٤ سم حتى سكن فأوجد عجلة حركة الجسم داخل الرمل بوحدة م/ث² .....

الحل

أولاً قبل وصول الجسم للأرض مباشرة

ع² = ع.² + ٢ د ف

ع² = ٠ + ٢ × ٩,٨ × ١٩,٦

ع² = ٣٨٤,١٦

ع = ١٩,٦ م/ث .

ثانياً : داخل الأرض الرملية :

عند ملامسة الجسم للأرض فإن ع = صفر .

∴ ع. = ١٩,٦ م/ث

لاحظ : السرعة الإبتدائية للجسم هى سرعة الجسم عند وصوله للأرض مباشرة .

∵ ع² = ع.² + ٢ جـ ف

٠ = (١٩,٦)² + ٢ جـ × ٠,١٤

∴ جـ = −(١٩,٦)² / ٢ × ٠,١٤

= −١٣٧٢ م/ث²

Scanned by CamScanner

٢ من أعلى تل ارتفاعه ٩٫٨ متر قذف جسم رأسيًا إلى أعلى بسرعة ٩٫٤ م/ث أوجد :

(أ) سرعة الجسم عند لحظة وصوله إلى أسفل التل .

(ب) الزمن الذى استغرقه للوصول إلى أسفل التل

الحل

(أ) ∵ ع^{٢} = ع$_{.}^{٢}$ − ٢ د ف

ع^{٢} = (٩٫٤)^{٢} − ٢ × ٩٫٨ × (−٩٫٨)

ع^{٢} = ٢١٦٫٠٩

∴ ع = ١٤٫٧ م/ث

∴ سرعة الجسم وهو هابط

= − سرعة القذف

= − ١٤٫٧ م/ث

(ب) ∵ ع = ع$_{.}$ − د ن

−١٤٫٧ = ٩٫٤ − ٩٫٨ ن

−١٤٫٧ − ٩٫٤ = −٩٫٨ ن

−١٩٫٦ = −٩٫٨ ن

∴ ن = $\frac{-١٩٫٦}{-٩٫٨}$ = ٢ ثانية

٣ يتدرب طالب على كل كرة كرة القدم رأسيًا إلى أعلى فى الهواء، ثم تعود الكرة أثر كل ركلة فتصطدم بقدمه، فإذا استغرقت الكرة من لحظة ركلها وحتى اصطدامها بقدمه ٠٫٣ ثانيه . أوجد

① السرعة الابتدائية

② الارتفاع الذى وصلت إليه الكرة بعد أن ركلها الطالب

الحل

① زمن الصعود = $\frac{٣د}{٢}$ = ٠٫١٥

∵ ن = $\frac{ع_{.}}{د}$

٠٫١٥ = $\frac{ع_{.}}{٩٫٨}$ ⇐ ع$_{.}$ = ٠٫١٥ × ٩٫٨

∴ ع$_{.}$ = ١٫٤٧ م/ث .

② أقصى ارتفاع من نقطة الركل

= $\frac{(ع_{.})^{٢}}{٢د}$ = $\frac{(١٫٤٧)^{٢}}{٢ \times ٩٫٨}$

= ٠٫١١٠٢٥ متر

٤ سقط جسم من ارتفاع ف عن سطح الأرض فقطع فى الثانية الأخيرة من حركته ٣٤٫٣ متراً أوجد :

① سرعة وصول الجسم إلى سطح الأرض .

② الارتفاع الذى سقط منه الجسم

الحل

∵ ع$_{.}$ = صفر ، د = ٩٫٨ م/ث^{٢}

يمكن حل هذا التمرين بطريقة أخرى

Scanned by CamScanner

① ∵ ف = ع م × ن

ملحوظة / ع م = ع / (ن − ١/٢)

حيث : ع السرعة المتوسطة خلال الثانية الأخيرة .

∴ ف = (ع. + (ن − ١/٢) ث) × ١

∴ ٣٤,٣ = (٠ + (ن − ١/٢) × ٩,٨) × ١

٣٤,٣ = (ن − ١/٢) × ٩,٨

∴ (ن − ١/٢) = ٣٤,٣ / ٩,٨ = ٣,٥

ن = ٣,٥ + ١/٢ = ٤ ثانية .

∴ ع = ع. + ث ن

ع = ٠ + ٩,٨ × ٤

= ٣٩,٢ م/ث .

② ∵ ف = ع. ن + ١/٢ ث ن٢

ف = ٠ + ١/٢ × ٩,٨ × (٤)٢

= ٧٨,٤ متر .

⑤ سقط جسم رأسيًا إلى أسفل من ارتفاع ما نحو أرض رخوة فغاص فيها مسافة ١٤ سم قبل أن يسكن فإذا كان الجسم يتحرك داخل الارض بتقصير منتظم مقداره ٦٣ م/ث٢ فما هو الارتفاع الذى سقط منه الجسيم .

الحل

أولاً : « حركة الجسم داخل الأرض » (بعد الغوص فى الأرض)

∵ ع. = ؟ ، ف = ٠,١٤ م

ح = − ٦٣ م/ث٢

ع = صفر « عند ملامسة الجسم للأرض »

∵ ع٢ = ع.٢ + ٢ ح ف

صفر = ع.٢ − ٢ × ٦٣ × ٠,١٤

ع.٢ = ١٧,٦٤ ← ع. = ٤,٢ م/ث

ثانيًا : حركة الجسم قبل وصوله للأرض مباشرة = (قبل الغوص فى الأرض)

ع = صفر

ث = ٩,٨ م/ث٢

ع = ٤,٢

ملحوظة : السرعة النهائية التى يتحرك بها الجسم قبل وصوله للأرض مباشرة هى السرعة الابتدائية للجسم أثناء حركته فى الأرض .

ع (بعد الغوص) = ع (قبل الغوص)

∵ ع٢ = ع.٢ + ٢ ث ف

(٤,٢)٢ = ٠ + ٢ × ٩,٨ × ف

∴ ف = ٩,٠ متر .

Scanned by CamScanner

٦ سقط جسم من ارتفاع ٢٢,٥ متراً على أرض رملية فغاص فيها مسافة ٢٥ سم احسب كلاً من :

① سرعة الجسم عند سطح الأرض

② العجلة التى تحرك بها الجسم داخل الارض الرملية.

الحل

أولاً : قبل الغوص فى الأرض الرملية

ع$_{.}$ = ٠ ، s = ٩,٨ م/ث^{٢}

ف = ٢٢,٥ متر .

∵ ع^{٢} = ع$_{.}^{٢}$ + ٢ s ف

ع^{٢} = ٠ + ٢ × ٩,٨ × ٢٢,٥

ع^{٢} = ٤٤١

∴ ع = ٢١ متر/ث .

ثانياً : بعد الغوص فى الأرض الرملية

ع$_{.}$ (بعد الغوص) = ع (قبل الغوص)

∴ ع$_{.}$ = ٢١ م/ث

، ع (بعد الغوص) = صفر

ف = ٠,٢٥ متر .

، حـ = ؟؟

∵ ع$_{.}^{٢}$ = ع^{٢} + ٢ حـ ف

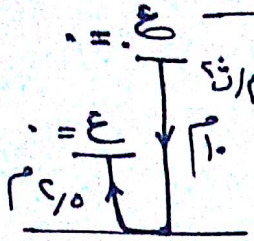
٠ = (٢١)^{٢} + ٢ حـ × ٠,٢٥

∴ حـ = $\frac{-(٢١)^{٢}}{٠,٥ \times ٢}$ = −٨٨٢ م/ث^{٢}

٧ سقطت كرة من المطاط من ارتفاع ١٠ أمتار، فاصطدمت بالارض وارتدت رأسياً إلى أعلى مسافة $\frac{١}{٢}$٢ متر احسب سرعة الكرة قبل وبعد اصطدامها بالارض مباشرة

الحل

قبل الاصطدام بالأرض مباشرة



ع$_{.}$ = ٠ ، s = ٩,٨ م/ث^{٢}

ف = ١٠ م

ع = ؟

∵ ع^{٢} = ع$_{.}^{٢}$ + ٢ s ف

ع^{٢} = ٠ + ٢ × ٩,٨ × ١٠

ع^{٢} = ١٩٦ ⇐ ع = ١٤ م/ث

وبالتالى تكون السرعة قبل الاصطدام مباشرة بالأرض = ١٤ م/ث

" بعد الاصطدام بالأرض مباشرة "

ع = ٠ ، ف = ٢,٥ م

s = −٩,٨ م/ث^{٢}

ع$_{.}$ = ؟ (سرعة القذف)

∵ ع^{٢} = ع$_{.}^{٢}$ + ٢ s ف

٠ = ع$_{.}^{٢}$ − ٢ × ٩,٨ × ٢,٥

٠ = ع$_{.}^{٢}$ − ٤٩ ⇐ ع$_{.}^{٢}$ = ٤٩

∴ ع$_{.}$ = ٧ م/ث .

وهى السرعة بعد الاصطدام بالأرض مباشرة

Scanned by CamScanner

٨ سقطت كرة من ارتفاع ٩٠ متر عن سطح الأرض وعند وصولها للأرض ارتدت ثانية إلى أعلى بسرعة تساوى نصف سرعة وصولها إلى الأرض. أوجد أقصى ارتفاع تصل إليه الكرة.

الحل

قبل الإصطدام بالأرض مباشرة

ع = صفر ٥٦ = ٨,٩ م/ث؟

ف = ٩٠ متر ع = ؟

∴ ع^{٢} = ع^{٢} + ٢ ج ف

∴ ع^{٢} = ٠ + ٢ × ٩,٨ × ٩٠

ع^{٢} = ١٧٦٤

∴ ع = ٤٢ م/ث

وهى سرعة الكرة قبل الاصطدام بالأرض مباشرة.

بعد الاصطدام بالأرض

ع (بعد) = $\frac{١}{٢}$ ع (قبل)

∴ ع. = $\frac{١}{٢}$ × ٤٢ = ٢١ م/ث

∴ أقصى ارتفاع = $\frac{(ع.)^{٢}}{٢ ج}$

= $\frac{(٢١)^{٢}}{٢ \times ٩,٨}$

= ٢٢,٥ متر.

Scanned by CamScanner

الدرس الرابع

قانون الجذب العام

نص القانون :

" كل الأجسام فى الكون تتجاذب مع الأجسام الأخرى بتأثير قوة متبادلة مباشرة تتناسب طرديًا مع كتلتى الجسمين وعكسيًا مع مربع المسافة بين مركزيهما "

أى أن :-

(ق) ← قوة الجذب المتبادلة بين الجسمين

(ف) ← المسافة بالمتر بين الجسمين

ك١ ، ك٢ ← كتلتا الجسمين بالكجم

ث ← ثابت الجذب العام .

∴ ق ∝ $\frac{ك_1 ك_2}{ف^2}$

∴ $ق = ث \times \frac{ك_1 ك_2}{ف^2}$

ملحوظ :

ث = ٦,٦٧ × 10^{-11} نيوتن م^2 / كجم^2

قوانين هامة

① لحساب كتلة كوكب ما أو عجلة الجاذبية على هذا الكوكب نستخدم :-

$ك_s = ث \times \frac{ك_1}{نق^2}$

ك ← كتلة جسم ما على سطح الكوكب .

ك١ ← كتلة الكوكب

نق ← نصف قطر الكوكب .

② إذا كان ك١ ، ك٢ كجم / ث^2 عجلتى الجاذبية لكوكبين كتلتيهما ك١ ، ك٢ كجم وطولا نصفى قطريهما نق١ ، نق٢ فإن :-

$\frac{ك_1}{ك_2} \times \frac{نق_2^2}{نق_1^2} = \frac{ك_1}{ك_2}$

Scanned by CamScanner

ويستخدم هذا القانون عند المقارنة بين عجلتى الجاذبية على سطحى الكوكبين

③ شدة مجال الجاذبية لكوكب ما .

شدة مجال الجاذبية

$$ش = ث \times \frac{ك}{(نق + ع)^2}$$

ث ← ثابت الجذب العام

ك ← كتلة الكوكب بالكجم

نق ← طول نصف قطر الكوكب بالمتر

ع ← ارتفاع الجسم عن سطح الكوكب

مثال ١

كرتان كتلة الأولى ٢٫٥ كجم وكتلة الثانية ٠٫٢٥ كجم وضعت الكرتان بحيث كانت المسافة بين مركزيهما ٥٠ سم . احسب قوة التجاذب بينهما علمًا ، بأن ثابت الجذب العام يساوى :

$٦٫٦٧ \times ١٠^{-١١}$ نيوتن . م^2 / كجم^2

الحل

$\because$ ك$_1$ = ٢٫٥ كجم ، ك$_2$ = ٠٫٢٥ كجم

ف = ٥٠ سم = ٠٫٥ متر .

ث = $٦٫٦٧ \times ١٠^{-١١}$ نيوتن . م^2 / كجم^2

$\because$ ق = $ث \times \frac{ك_1 ك_2}{ف^2}$

$= ٦٫٦٧ \times ١٠^{-١١} \times \frac{٢٫٥ \times ٠٫٢٥}{(٠٫٥)^2}$

$= ٣٫٤٦٨ \times ١٠^{-١٠}$ نيوتن .

تدريب ١

①

إذا علمت أن كتلة الأرض ٦×١٠^{٢٤} كجم وكتلة القمر ٧×١٠^{٢٢} والمسافة بين مركزيهما ٣×١٠^{٦} متر وثابت الجذب العام $٦٫٦٧ \times ١٠^{-١١}$ نيوتن . م^2 / كجم^2

②

أوجد قوة الجذب العام بين كوكبين كتلة الأول = ٢×١٠^{٢١} طن ، وكتلة الثانى = ٤×١٠^{٢٥} طن ، والمسافة بين مركزيهما ٢×١٠^{٦} كم

السيد محمود فى الرياضيات

Scanned by CamScanner

مثال ٢

إذا زادت المسافة بين مركزى كتلتين إلى الضعف فقلت قوة الجاذبية بينهما . أوجد النسبة بين قوة الجذب قبل زيادة المسافة وبعدها .

الحل

نفرض المسافة بين مركزى الجسمين قبل الزيادة = ف

∴ بعد الزيادة = ٢ ف

$$\therefore \frac{\text{ق}_1}{\text{ق}_2} = \frac{\text{ث} \times \frac{\text{ك}_1 \text{ك}_2}{\text{ف}^2}}{\text{ث} \times \frac{\text{ك}_1 \text{ك}_2}{(2\text{ف})^2}}$$

$$= \frac{\text{ف}^2}{4\text{ف}^2} = \frac{1}{4}$$

مثال ٣

قلت المسافة بين مركزى كتلتين فزادت قوة الجاذبية بينهما تسعة أضعاف .

أوجد النسبة بين المسافتين

الحل

$$\therefore \text{ق} \propto \frac{1}{\text{ف}^2}$$

ونفرض المسافتين قبل وبعد النقصان ف_1 ، ف_2

$$\therefore \frac{\text{ق}_1}{\text{ق}_2} = \frac{\text{ف}_2^2}{\text{ف}_1^2} = \frac{1}{9}$$

$$\therefore \frac{\text{ف}_2}{\text{ف}_1} = \frac{1}{3}$$

$$\therefore \text{ف}_1 : \text{ف}_2 = 3 : 1$$

مثال ٤

وضعت كرة من الحديد على بعد ٤٠ سم من كرة أخرى من النيكل كتلتها ٥٠ كجم فكانت قوة التجاذب بينهما 12×10^{-8} نيوتن. فكم تكون كتلة كرة الحديد إذا علمت أن ثابت الجذب العام يساوى $6{,}67 \times 10^{-11}$ نيوتن.م^2/كجم^2

الحل

Scanned by CamScanner

نفرض كتلة كرة الحديد = $ك_1$
وكرة الصفيح = $ك_2$

$\because ك_1 = ؟$ $ك_2 = ٥٠$ كجم

$ف = ٤٠$ سم $= ٠٫٤$ م

$هـ = ١٢ \times ١٠^{-٨}$

$ث = ٦٫٦٧ \times ١٠^{-١١}$

$\because هـ = ث \times \frac{ك_1 ك_2}{ف^2}$

$١٢ \times ١٠^{-٨} = ٦٫٦٧ \times ١٠^{-١١} \times \frac{٥٠ ك_1}{(٠٫٤)^2}$

$\therefore ك_1 = \frac{١٢ \times ١٠^{-٨} \times (٠٫٤)^2}{٥٠ \times ٦٫٦٧ \times ١٠^{-١١}}$

$\therefore ك_1 \simeq ٥٧٥٧٫٥$ كجم

تدريب ٢

كوكبان كتلتاهما ٢×١٠^{٢٥} كجم، $٨٫١ \times ١٠^{٢٢}$ كجم وقوة التجاذب بينهما $٢٫٤ \times ١٠^{١٨}$ نيوتن
احسب المسافة بين مركزيهما

مثال ٥

إذا كانت عجلة الجاذبية الأرضية (ى) هى ١٠ م/ث^2 وقطر الأرض يساوى $٦٫٣٦ \times ١٠^{٦}$ متر. احسب كتلة الأرض.

الحل

نفرض كتلة جسم ١ كجم موضوع على سطح الأرض.
، $ك_1$ كتلة الأرض.

$\because ك = ١$ كجم
، $ك_1 = ؟$
$ى = ١٠$ م/ث^2
$نهـ = ٦٫٣٦ \times ١٠^{٦}$ متر.

$\because ى = ث \times \frac{ك \times ك_1}{نهـ^2}$

$١٠ \times ١ = ٦٫٦٧ \times ١٠^{-١١} \times \frac{١ \times ك_1}{(٦٫٣٦ \times ١٠^{٦})^2}$

$\therefore ك_1 = \frac{١٠ (٦٫٣٦ \times ١٠^{٦})^2}{٦٫٦٧ \times ١٠^{-١١}}$

$\therefore ك_1 \simeq ٦٫٠٦ \times ١٠^{٢٤}$ كجم

"السيد محمود فى الرياضيات"

Scanned by CamScanner

السيد محمود فى الرياضيات

مثال ٦

كوكبان الأول كتلته $٩٫١ \times ١٠^{١٩}$ كجم وطول نصف قطره ٢٠٠٠ كم والآخر كتلته $٣٫٨ \times ١٠^{١٩}$ كجم وطول نصف قطره ٣٠٠٠ كم. أوجد النسبة بين عجلتى الجاذبية فى كل من الكوكبين.

الحل

$ك_١ = ٩٫١ \times ١٠^{١٩}$

$ك_٢ = ٣٫٨ \times ١٠^{١٩}$

$نق_١ = ٢٠٠٠$ كم $= ٢٠٠٠٠٠٠$ متر

$نق_٢ = ٣٠٠٠$ كم $= ٣٠٠٠٠٠٠$ متر

$\frac{ع_١}{ع_٢} = ؟؟$

$\therefore \frac{ع_١}{ع_٢} = \frac{ك_١}{ك_٢} \times \frac{نق_٢^{٢}}{نق_١^{٢}}$

$\frac{ع_١}{ع_٢} = \frac{٩٫١ \times ١٠^{١٩}}{٣٫٨ \times ١٠^{١٩}} \times \frac{(٣٠٠٠٠٠٠)^{٢}}{(٢٠٠٠٠٠٠)^{٢}}$

$\therefore \frac{ع_١}{ع_٢} = \frac{٩}{٨}$ *

مثال ٧

كوكب كتلته مساوية ثلاث مرات كتلة الأرض وقطره يساوى ثلاث مرات قدر قطر الأرض احسب النسبة بين عجلة الجاذبية على سطح هذا الكوكب وسطح الأرض.

الحل

نفرض كتلة الأرض = ك كجم

$\Leftarrow$ كتلة الكوكب = ٣ ك كجم.

ونفرض فى نصف قطر الأرض = نق

$\Leftarrow$ طول نصف قطر الكوكب = ٣ نق

ونفرض $ع_١ \Leftarrow$ عجلة جاذبية الكوكب

$ع_٢ \Leftarrow$ عجلة جاذبية الأرض.

$\frac{ع_١ (كوكب)}{ع_٢ (الأرض)} = \frac{٣ ك}{ك} \times \frac{نق^{٢}}{(٣ نق)^{٢}}$

$\therefore \frac{ع_١}{ع_٢} = \frac{٣ نق^{٢}}{٩ نق^{٢}} = \frac{١}{٣}$

$\frac{ع_١ (كوكب)}{ع_٢ (الأرض)} = \frac{١}{٣}$

Scanned by CamScanner

تدريب ٣

إذا كان طول نصف قطر كل من القمر والأرض ١٦٠٠ كم ، ٦٤٠٠ كم على الترتيب ، وكانت النسبة بين عجلتى الجاذبية لكل منهما ١ : ٦ فأوجد النسبة بين كتلتيهما على الترتيب .

مثال ٨

إذا كانت كتلة الأرض قدر كتلة القمر ٨١ مرة وقطراهما ١٢٧٥٦ كم ، ٣٤٧٦ كم على الترتيب فإذا كانت عجلة الجاذبية الأرضية ٩٫٨ م/ث٢ . فلم يكون تسارع الجاذبية على سطح القمر .

الحل

$$\therefore \frac{S_{\text{أرض}}}{S_{\text{القمر}}} = \frac{\text{ك}_1}{\text{ك}_2} \times \frac{\text{نق}_2^2 \text{ القمر}}{\text{نق}_1^2 \text{ الأرض}}$$

$$\frac{9,8}{S_2} = \frac{81}{1} \times \frac{(3476)^2}{(12756)^2}$$

$$S_2 \text{ (القمر)} = 1,62 \text{ م/ث}^2$$

تدريب ٤

إذا علمت أن كتلة الأرض تساوى $5,97 \times 10^{24}$ كجم وطول نصف قطرها $6,34 \times 10^{6}$ متر وكتلة القمر تساوى $7,36 \times 10^{22}$ كجم فأوجد طول نصف قطر القمر إذا كانت الجاذبية على سطح الأرض ستة أمثالها على سطح القمر .

مثال ٩

إذا علمت أن كتلة الأرض $6,06 \times 10^{24}$ كجم وطول نصف قطرها $6,36 \times 10^{6}$ متر فأوجد شدة مجال الجاذبية الأرضية على سطح الأرض .

الحل

$$\because \text{ش} = \text{ث} \times \frac{\text{ك}}{(\text{نق} + \text{ع})^2}$$

نفرض جسم كتلته ١ كجم موضوع على سطح الأرض وبالتالى ارتفاعه

ع = صفر .

$$\therefore \text{ش} = 6,67 \times 10^{-11} \times \frac{6,06 \times 10^{24}}{(0 + 6,36 \times 10^{6})^2}$$

$$= 9,993 \text{ نيوتن}$$

Scanned by CamScanner

تدريب

إذا علمت أن كتلة الأرض ٥٩٧×١٠^{٢٤} كجم وطول نصف قطرها $٦٣٧ \times ٦ \times ١٠^{٦}$ متر.

احسب شدة مجال الجاذبية الأرضية على ارتفاع ٥٠ كم من سطح الأرض.

مثال ١٠

محطة فضائية دولية وزنها على سطح الأرض ٤٢١٩٩٧×١٠^{٦} نيوتن. أوجد وزنها عندما تكون في المدار الخارجي على ارتفاع ٣٥٠ كم من سطح الأرض علمًا بأن طول نصف قطر الأرض يساوي $٦٣٧ \times ٦ \times ١٠^{٦}$ كم وكتلتها ٥٩٧×١٠^{٢٤} كجم.

الحل

∵ قوة الوزن = ك د

$$\therefore \text{الوزن في المدار الخارجي} = \frac{\text{ك د}'}{\text{ك د}}$$

$$= \frac{\text{ك}}{\text{ك}} \times \frac{\text{نق}^{٢} \text{ للأرض}}{(\text{نق أرض} + \text{ارتفاع الجسم})^{٢}}$$

$$\Leftarrow \frac{\text{الوزن في المدار الخارجي}}{٤٢١٩٩٧ \text{ و}٦} = \frac{(٦٣٧ \text{ و}٦ \times ١٠^{٦})^{٢}}{(٦٣٧ \text{ و}٦ \times ١٠^{٦} + ٣٥٠٠٠٠)^{٢}}$$

$$\therefore \frac{\text{الوزن في المدار الخارجي}}{٤٢١٩٩٧ \text{ و}٦} = \frac{٨٢٨١}{٩٢١٦}$$

∴ الوزن في المدار الخارجي

$= ٣٧٩ \text{ و}٣ \times ١٠^{٦}$ نيوتن.

مثال ١١

① كوكب كتلته مساوية ثلاث مرات كتلة الأرض، وقطره يساوي ثلاث مرات قدر قطر الأرض، فإذا قدر الفرد بعد عجلة الجاذبية على سطح الكوكب إلى سطح الأرض كنسبة ... : ... (أكمل)

الحل

$$\frac{\text{د (كوكب)}}{\text{د (أرض)}} = \frac{\text{ك (كوكب)}}{\text{ك (أرض)}} \times \frac{\text{نق}^{٢} \text{ (أرض)}}{\text{نق}^{٢} \text{ (كوكب)}}$$

$$\frac{\text{د (كوكب)}}{\text{د (الأرض)}} = \frac{٣ \text{ ك}}{\text{ك}} \times \frac{\text{نق}^{٢}}{(٣ \text{ نق})^{٢}}$$

$$= \frac{٣}{١} \times \frac{\text{نق}^{٢}}{٩ \text{ نق}^{٢}} = \frac{٣}{٩} = \frac{١}{٣}$$

اختر الصحيح:

② لا تظهر قوى التجاذب بين الأجرام السماوية بوضوح وذلك....

(أ) لكبر كتل هذه الأجرام (ب) لبعد المسافة بينهما

(ج) لقرب المسافة بينهما (د) ب، ج معًا