

فی

للصف الثالث الثانوى

المرحلة الثانية للثانوية العامة

احمد التنتوري

تعريف

متجه الإزاحة $\vec{f}$:

هو : المتجه الذى تمثله قطعة مستقيمة موجهة نقطة بدايتها الموضع الابتدائى للجسيم ونقطة نهايتها الموضع النهائى له

فى الشكل المقابل : $\vec{P}$ ب يمثل متجه الإزاحة $\vec{f}$

حيث : P الموضع الابتدائى للجسيم ، B الموضع النهائى له

ملاحظات :

* متجه الإزاحة يرتبط بالموضعين الابتدائى و النهائى للجسيم و لا يتوقف على شكل المسار الفعلى للجسيم أثناء الإزاحة

* معيار متجه الإزاحة $\vec{P}$ ب يساوى طول $\vec{P}$ ب و لا يساوى بالضرورة المسافة التى قطعها الجسيم أثناء إنتقاله من P إلى B

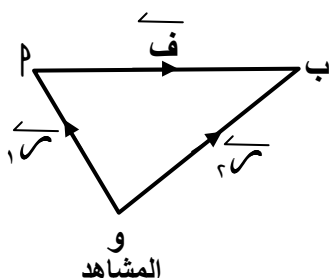
موضع الجسيم

متجه الموضع لجسيم $\vec{r}$:

هو : المتجه الذى تنطبق نقطة بدايته مع موضع المشاهد ونقطة نهايته مع موضع الجسيم

العلاقة بين متجه الموضع و متجه الإزاحة :

متجه إزاحة جسيم بين لحظتين متتاليتين يساوى التغير فى متجه موضع الجسيم بين هاتين اللحظتين فى الشكل المقابل :



إذا كان " و " موضع المشاهد ، P ، B موضعى الجسيم عند لحظتين متتاليتين t_1 ، t_2 على الترتيب فإن :

$\vec{P}$ ب هو متجه الإزاحة و ليكن $\vec{f}$

، و $\vec{P}$ هو متجه الموضع للجسيم عند اللحظة t_1 و ليكن $\vec{r}_1$

، و $\vec{P}$ هو متجه الموضع للجسيم عند اللحظة t_2 و ليكن $\vec{r}_2$

∴ $\vec{P}$ ب = $\vec{O}$ ب - $\vec{O}$ ب و $\vec{f}$ = $\vec{r}_2$ - $\vec{r}_1$ و بالتالى يكون :

متجه سرعة جسيم :

هو : المتجه الذى معياره يساوى قيمة السرعة و ينطبق إتجاهه على إتجاه الحركة

الحركة المنتظمة :

يتحرك جسيم حركة منتظمة إذا كان متجه سرعته ثابت معياراً و إتجاهاً لجميع الأزمنة

ملاحظات :

- إذا تحرك الجسيم حركة منتظمة فإنه يتحرك فى إتجاه ثابت أى أنه يتحرك فى خط مستقيم ثابت
- إذا تحرك الجسيم حركة منتظمة فإن معيار متجه السرعة يكون ثابتاً فى إتجاه حركته مسافات متساوية خلال فترات زمنية متساوية

العلاقة بين متجهى الإزاحة و السرعة فى الحركة المنتظمة :

إذا إستغرقت الإزاحة $\vec{f}$ زمناً قدره " t " و كان $\vec{v}$ = $\frac{\vec{f}}{t}$ متجه ثابت المقدار و الإتجاه معاً

فإن : الحركة تكون منتظمة و الجسيم يتحرك بسرعة منتظمة $\vec{v}$ و يكون :

$$\vec{v} = \frac{\vec{f}}{t} \quad \text{أى أن :} \quad \vec{f} = \vec{v} t$$

القياس الجبرى لمتجهى الإزاحة و السرعة :

يفرض أن : $\vec{f}$ ، $\vec{e}$ هما معيارا متجهى الإزاحة و السرعة ، $\vec{v}$ متجه وحدة موازى لإتجاه الحركة
فإن : $\vec{f} = \vec{v} (\vec{e})$ أى أن : $\vec{f} = \vec{v} \vec{e}$

وحدات قياس السرعة :

وحدة قياس معيار السرعة = وحدة قياس طول ÷ وحدة قياس زمن

" الكيلو متر فى الساعة (كم / س) ، المتر فى الثانية (م / ث) ، السنتيمتر فى الثانية (سم / ث) "

$$* 1 \text{ كم / س } = \frac{1000}{3600} \text{ م / ث } = \frac{5}{18} \text{ (متر / ثانية)}$$

$$* 1 \text{ كم / س } = \frac{1000}{3600} \text{ سم / ث } = \frac{5}{18} \text{ (سنتيمتر / ثانية)}$$

متجه السرعة المتوسطة $\vec{e}$:

هو خارج قسمة متجه الإزاحة فى فترة زمنية ما على مقدار هذه الفترة الزمنية
فإذا تواجد جسيم عند لحظتين زمنيتين t_1 ، t_2 عند موضعين متتالين على الترتيب
وكان $\vec{f}$ هو متجه الإزاحة التى طرأت على الجسيم فى الفترة ($t_2 - t_1$) فإن :

$$\vec{e} = \frac{\vec{f}}{t_2 - t_1} = \frac{\vec{r}_2 - \vec{r}_1}{t_2 - t_1}$$

متجه السرعة اللحظية :

إذا كانت الفترة الزمنية ($t_2 - t_1$) صغيرة جداً و متوسطها اللحظة t فإن متجه السرعة فى هذه
الحالة يعرف بمتجه السرعة اللحظية عند اللحظة t

السرعة النسبية :

نعلم أن الحركة مفهوم نسبى يتغير وضعها من مشاهد إلى آخر بل هى تتغير بالنسبة للمشاهد الواحد
حسب حالته

متجه السرعة النسبية :

عندما يرصد مشاهد (م) السرعة التى يتحرك بها جسم (ب) تنشأ حالتان :

١ - المشاهد ثابت فى مكانه و عندئذ يرصد السرعة الحقيقية للجسم $\vec{e}_b$

٢ - المشاهد يتحرك بسرعة $\vec{e}_m$ و عندئذ لن يرصد السرعة الحقيقية للجسم ب

و لكنه سيرصد سرعة تساوى " $\vec{e}_b + (- \vec{e}_m)$ " و الناتج يسمى

سرعة ب بالنسبة إلى م ، و يرمز له بالرمز $\vec{e}_{b/m}$ أى أن :

$$\vec{e}_{b/m} = \vec{e}_b - \vec{e}_m$$

ملاحظات :

- عندما تكون حركة م ، ب فى إتجاه واحد و بنفس السرعة فإن $\vec{e}_{b/m} = \vec{e}_b$ أى أن : ب يبدو ساكناً للمشاهد
- عندما تكون حركة م ، ب فى إتجاهين متضادين فإن معيار سرعة ب يبدو أكبر من حقيقته

$$\bullet \quad \|\vec{e}_{b/m}\| = \|\vec{e}_b\|$$

الحركة المستقيمة ذات العجلة المنتظمة " المتغيرة " :

إذا تحرك جسيم بحيث يتغير متجه سرعته من لحظة لأخرى فى المقدار أو الإتجاه أو فى كليهما فإنه يتحرك حركة متغيرة أو يتحرك بعجلة

متجه العجلة $\vec{a}$:

هو المعدل الزمنى للتغير فى متجه السرعة أو هو التغير فى متجه السرعة فى وحدة الزمن إذا كان $\vec{a}_1$ ، $\vec{a}_2$ متجهى سرعة جسيم عند لحظتين متتاليتين t_1 ، t_2 على الترتيب فإن :

$$\frac{\vec{a}_2 - \vec{a}_1}{t_2 - t_1} = \vec{a}$$

وحدة قياس العجلة : هى : وحدة قياس السرعة ÷ وحدة الزمن

$$\text{كم / س} / \text{ث} = \frac{10}{18} \text{ م} / \text{ث}^2 , \quad 1 \text{ كم / س} / \text{ث} = \frac{10}{9} \text{ سم} / \text{ث}^2$$

الحركة منتظمة التغير :

إذا كان متجه العجلة ثابتاً لجميع الأزمنة فإن الجسيم يتحرك حركة منتظمة التغير أو يتحرك بعجلة منتظمة

ملاحظة : تكون الحركة منتظمة إذا كان : $a = 0$ ، تكون الحركة منتظمة التغير إذا كان : $a = \text{مقدار ثابت}$ ، تكون الحركة متغيرة إذا كان : $a = \text{دالة فى الزمن}$ مثل : $a = 3t - 1$

قوانين الحركة ذات العجلة المنتظمة :

إذا تحرك جسيم فى خط مستقيم حركة منتظمة التغير

وكان : $\vec{a}$ ، $\vec{v}$ ، $\vec{d}$ ، $\vec{f}$ هى القياسات الجبرية للمتجهات

$$\vec{a} = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{t_2 - t_1} , \quad \vec{v} = \frac{\vec{d}_2 - \vec{d}_1}{t_2 - t_1}$$

، $\vec{v}$ متجه وحدة موازى لإتجاه الحركة

حيث : $\vec{v}$ سرعته بعد فترة زمنية t ، $\vec{v}_0$ سرعته عند بدء قياس الزمن " السرعة الابتدائية " ، $\vec{a}$ العجلة فإن :

$$1 - \vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a} \cdot t \quad 2 - \vec{d} = \vec{v}_0 \cdot t + \frac{1}{2} \vec{a} \cdot t^2$$

$$3 - \vec{d} = \vec{v}_0 \cdot t + \frac{1}{2} \vec{a} \cdot t^2$$

ملاحظات :

1 - السرعة المتوسطة لجسيم خلال فترة زمنية ما = سرعته فى منتصف هذه الفترة الزمنية

فمثلاً : * إذا قطع جسيم مسافة 6 أمتار فى الثانية الخامسة فإن :

$$\vec{v} = \frac{1}{2} \vec{v}_0 + \vec{a} \cdot t \quad \text{أى : } \vec{v} = \frac{1}{2} \vec{v}_0 + \vec{a} \cdot 5$$

* أما إذا قطع مسافة 8 سم فى الثانية الخامسة والسادسة فإن :

$$\vec{v} = \frac{1}{2} (\vec{v}_0 + \vec{v}_1) \quad \text{أى : } \vec{v} = \frac{1}{2} (\vec{v}_0 + \vec{v}_1)$$

* وإذا قطع مسافة 18 سم فى الثانى الثلاث السابعة والثامنة والتاسعة فإن :

$$\vec{v} = \frac{1}{3} (\vec{v}_0 + \vec{v}_1 + \vec{v}_2) \quad \text{أى : } \vec{v} = \frac{1}{3} (\vec{v}_0 + \vec{v}_1 + \vec{v}_2)$$

2 - تكون الحركة متسارعة " مقدار السرعة يتزايد " إذا كان متجهها العجلة و السرعة فى إتجاه واحد

أى أن : $\vec{a} < 0$

تكون الحركة تقصيرية " مقدار السرعة يتناقص " إذا كان متجهها العجلة و السرعة فى إتجاهين متضادين

أى أن : $\vec{a} > 0$

أمثلة :

- ١ - قطعت سيارة مسافة ٥٠ كم على طريق مستقيم بسرعة ٢٥ كم / س ثم قطعت مسافة ٤٥ كم بسرعة ١٥ كم / س أوجد متجه سرعتها المتوسطة خلال الرحلة كلها إذا كانت :
أولاً : الإزاحتين فى اتجاه واحد
ثانياً : الإزاحتين فى اتجاهين متضادين

الحل

بفرض $\vec{y}$ متجه وحدة فى نفس اتجاه حركة السيارة عند قطع المسافة الأولى

زمن قطع المسافة الأولى = $\frac{45}{15} = 3$ ساعات ، زمن قطع المسافة الثانية = $\frac{50}{25} = 2$ ساعات

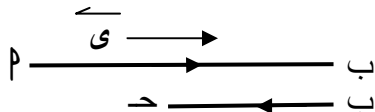
$\vec{y} \rightarrow +$

∴ زمن قطع الرحلة كلها = ٥ ساعات

أولاً : الإزاحتين فى اتجاه واحد

متجه الإزاحة الكلية = $\vec{y}_{50} + \vec{y}_{45} = \vec{y}_{95}$

∴ متجه السرعة المتوسطة = $\vec{v} = \frac{\vec{y}_{95}}{5} = \frac{19}{5} \vec{y}$



أى أن : متجه السرعة المتوسطة له $\vec{y}$ ومعياره = ١٩ كم / س

ثانياً : الإزاحتين فى اتجاهين متضادين

متجه الإزاحة الكلية = $\vec{y}_{50} - \vec{y}_{45} = \vec{y}_5$

∴ متجه السرعة المتوسطة = $\vec{v} = \frac{\vec{y}_5}{5} = \frac{1}{5} \vec{y}$

أى أن : متجه السرعة المتوسطة له $\vec{y}$ ومعياره = ١ كم / س

- ٢ - راكب دراجة يتحرك فى خط مستقيم بسرعة منتظمة قدرها ١٥ كم / س ، و راكب سيارة يتحرك فى نفس الخط بسرعة منتظمة ٣٠ كم / س فإذا كان البعد بينهما ٩٠ كم أوجد متى و أين يلتقيان إذا كانا :
أولاً : يسيران فى اتجاه واحد
ثانياً : يسيران فى اتجاهين متضادين

الحل

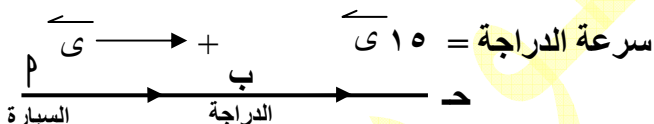
بفرض $\vec{y}$ متجه وحدة فى نفس اتجاه حركة السيارة ، السيارة تلاقى الدراجة بعد مضى t من بدء حركتها

، $\vec{v}_1$ " متجه إزاحة السيارة " $\vec{y}_{30} = 30t$ ، $\vec{v}_2$ " متجه إزاحة الدراجة " $\vec{y}_{15} = 15t$

أولاً : يسيران فى اتجاه واحد

∴ سرعة السيارة = $\vec{y}_{30}$ ، سرعة الدراجة = $\vec{y}_{15}$

من الشكل المقابل : $\vec{p} = \vec{b} - \vec{a}$



∴ $\vec{v} = \frac{\vec{y}_{90}}{6} = \frac{90}{6} \vec{y} = 15 \vec{y}$

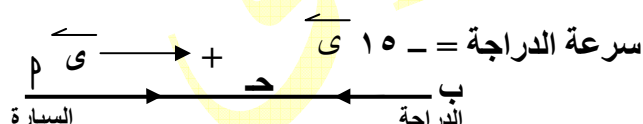
∴ $t = 6$ ساعة

∴ السيارة تلاقى الدراجة بعد ساعتين على بعد = $30 \times 6 = 180$ كم من نقطة بداية حركتها

أولاً : يسيران فى اتجاهين متضادين

∴ سرعة السيارة = $\vec{y}_{30}$ ، سرعة الدراجة = $\vec{y}_{15}$

من الشكل المقابل : $\vec{p} = \vec{b} - \vec{a}$

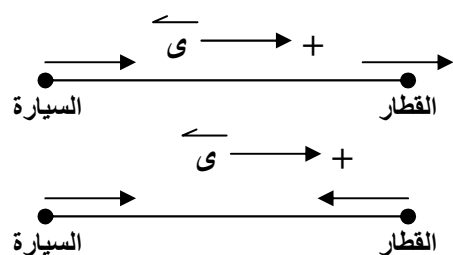


∴ $\vec{v} = \frac{\vec{y}_{90}}{2} = \frac{90}{2} \vec{y} = 45 \vec{y}$

∴ $t = 2$ ساعة

∴ السيارة تلاقى الدراجة بعد ساعتين على بعد = $30 \times 2 = 60$ كم من نقطة بداية حركتها

- ٣ - قطار وسيارة يتحركان فى نفس الطريق و سرعتهم ٩٠ كم / س ، ١١٠ كم / س على الترتيب أوجد سرعة السيارة بالنسبة للقطار إذا كانا يسيران فى نفس الاتجاه ، يسيران فى اتجاهين متضادين

الحل

بفرض $\overleftarrow{y}$ متجه وحدة فى نفس اتجاه حركة السيارة

* إذا كانا يسيران فى نفس الاتجاه

سرعة السيارة بالنسبة للقطار = سرعة السيارة - سرعة القطار

$$110 - \overleftarrow{y} 90 = \overleftarrow{y} 20$$

* إذا كانا يسيران فى اتجاهين متضادين

سرعة السيارة بالنسبة للقطار = سرعة السيارة + سرعة القطار

$$110 - \overleftarrow{y} 90 = \overleftarrow{y} 200$$

- ٤ - تتحرك سفينة فى مسار مستقيم نحو ميناء و لما صارت على بعد ٤٥ كم من الميناء مرت فوقها طائرة فى الاتجاه المضاد بسرعة ٢٥٠ كم / س و رصدت حركة السفينة فبدأت لها متحركة بسرعة ٢٦٥ كم / س أحسب الزمن الذى تستغرقه السفينة حتى تصل للميناء

الحل

معيار سرعة السفينة بالنسبة للطائرة = معيار سرعة السفينة - معيار سرعة الطائرة

$$265 = \text{معيار سرعة السفينة} - (250)$$

$$\therefore \text{معيار سرعة السفينة} = 15 \text{ كم / س}$$

$$\therefore \text{الزمن الذى تستغرقه السفينة حتى تصل للميناء} = \frac{45}{15} = 3 \text{ ساعات}$$

- ٥ - يتحرك جسيم على خط مستقيم بعجلة منتظمة فقطع فى الثانية الثالثة ١٢ متراً و قطع فى الثانية الخامسة و السادسة ٣٠ متراً أوجد مقدار كل من العجلة و السرعة الابتدائية

الحل

١٠ الحركة ذات عجلة منتظمة ، الجسيم قطع فى الثانية الثالثة ١٢ متراً $\therefore 12 = \text{ع} + 2,5$ (١)

، الجسيم قطع فى الثانية الخامسة و السادسة ٣٠ متراً $\therefore 30 = \text{ع} + 5$ (٢)

$$\text{بحل المعادلتين معاً ينتج : } 12 = \text{ع} + 2,5 \quad , \quad 30 = \text{ع} + 5$$

- ٦ - تحرك جسيم من السكون فقطع ١٥٠ م و صارت سرعته ٥٤ كم / ث ثم أنقطعت العجلة و سار بالسرعة التى اكتسبها مسافة ٣٠٠ م ثم تحرك بتقصير منتظم ١٠ م / ث حتى سكن أحسب السرعة المتوسطة خلال الرحلة كلها

الحل

فى الحالة الأولى : $\text{ع} = 0$ ، $\text{ف} = 150 \text{ م}$ ، $\text{ع} = 54 \text{ كم / ث} = \frac{54}{18} \times 15 = 45 \text{ م / ث}$

$$\therefore \text{ع} = \text{ع} + 2 = 47 \text{ م / ث} \quad \therefore 225 = 0 + 2 \times 150 \times \text{ع} \quad \text{ومنها} \text{ع} = \frac{3}{4} \text{ م / ث}$$

$$\therefore \text{ع} = \text{ع} + 2 = 47 \text{ م / ث} \quad \therefore 15 = 0 + \frac{3}{4} \quad \text{ومنها} \text{ع} = 20 \text{ م / ث}$$

فى الحالة الثانية : $\text{ع} = 0$ أى السرعة منتظمة $\text{ف} = 300 \text{ م}$ ، $\text{ع} = 15 \text{ م / ث}$

$$\therefore \text{ع} = 20 = \frac{300}{15}$$

فى الحالة الثالثة : $\text{ع} = 15 \text{ م / ث}$ ، $\text{ع} = 0$ ، $\text{ع} = 15 \text{ م / ث}$

$$\therefore \text{ع} = \text{ع} + 2 = 17 \text{ م / ث} \quad \therefore 0 = 225 - 2 \times 150 \times \text{ع} \quad \text{ومنها} \text{ع} = 75 \text{ م / ث}$$

$$\therefore \text{ع} = \text{ع} + 2 = 17 \text{ م / ث} \quad \therefore 0 = 150 - 2 \times 150 \times \text{ع} \quad \text{ومنها} \text{ع} = 10 \text{ م / ث}$$

$$\therefore \text{ف} = 75 + 300 + 150 = 525 \text{ م} \quad , \quad \text{ع} = 10 + 20 + 20 = 50 \text{ م / ث}$$

$\therefore$ السرعة المتوسطة خلال الرحلة كلها $= 525 \div 50 = 10,5 \text{ م / ث}$

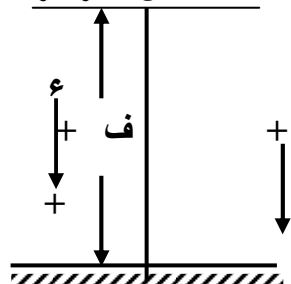
تمارين (١)

- ١ - قطع راكب دراجة على طريق مستقيم مسافة ٢٧ كم بسرعة ١٨ كم / س ثم قطع مسافة ٩ كم بسرعة ١٢ كم / س أوجد السرعة المتوسطة خلال الرحلة كلها إذا كانت :
 أولاً : الإزاحتين فى اتجاه واحد
 ثانياً : الإزاحتين فى اتجاهين متضادين
- ٢ - يسير راكب دراجة فى طريق مستقيم بسرعة ٦ م / ث شاهد شخص يسير على نفس الطريق بسرعة ٤ م / ث فإذا كان البعد بينهما ١٠٠ متر فبعد كم ثانية يلتقيان إذا كانا :
 أولاً : يسيران فى اتجاه واحد
 ثانياً : يسيران فى اتجاهين متضادين
- ٣ - بدأ راكب دراجة حركته الساعة الثامنة صباحاً بسرعة ١٤ كم / س من مدينة م قاصداً مدينة ب و فى الحادية عشر صباحاً بدأت سيارة حركتها من مدينة م أيضاً قاصدة مدينة ب بسرعة ٧٧ كم / س أوجد متى و أين تلحق السيارة بالدراجة
- ٤ - تتحرك سيارتان م ، ب على طريق مستقيم بالسرعتين ٦٠ كم / س ، ٩٠ كم / س وفى اتجاه م ب أوجد سرعة ب بالنسبة إلى م ، سرعة م بالنسبة إلى ب
- ٥ - قطار وسيارة يتحركان فى اتجاه واحد و قد بدت سرعة السيارة لراكب فى القطار و كأنها تتحرك بسرعة ١٥ كم / س فى الاتجاه المضاد أوجد السرعة الفعلية للسيارة علماً بأن السرعة الفعلية للقطار ١٢ كم / س
- ٦ - طائرة حربية م تطير بسرعة ١٢٠٠ كم / س تتعقب طائرة أخرى ب تطير فى نفس الاتجاه بسرعة ٩٦٠ كم / س و عندما صار البعد بينهما ٧٥٠ متراً أطلقت الطائرة م صاروخاً سرعة دفعه ١٠٠ م / ث على الطائرة ب فأصابها بعد زمن قدره ٨ أوجد قيمة ٨
- ٧ - تتحرك سيارتان على نفس الطريق المستقيم فى اتجاهين متضادين فإذا كانت المسافة بينهما ٤ كم و سرعة إحدى السيارتين ٧٠ كم / س و تقابلا بعد دقيقتين فما هى السرعة الفعلية للسيارة الأخرى
- ٨ - قامت سيارة م متحركة على طريق مستقيم و بقياس السرعة النسبية لسيارة ب تسبلا أمامها فى نفس الاتجاه و جدتها ١٨ كم / س و لما خففت السيارة م سرعتها إلى النصف و أعادت قياس السرعة النسبية للسيارة ب و جدتها أصبحت ٦٠ كم / س فما هى السرعة الفعلية لكل من السيارتين
- ٩ - سيارة نقل طولها ٤ أمتار تتحرك بسرعة ٥٤ كم / س مرت بسيارة أخرى طولها ٦ أمتار أوجد الزمن اللازم لكى تمر السيارة الأولى بالكامل من السيارة الثانية إذا كانت السيارة الثانية :
 (١) ساكنة (٢) تتحرك بسرعة ١٨ كم / س فى نفس الاتجاه
 (٣) تتحرك بسرعة ١٨ كم / س فى الاتجاه المضاد
- ١٠ - تحرك جسم بعجلة منتظمة فقطع فى الثان الأربعة الأولى من حركته ١٦٠ متراً ثم قطع فى الثانيتين السابعة و الثامنة مسافة ٤٠ متراً أوجد السرعة الابتدائية للحركة و المسافة التى يقطعها من بدء الحركة حتى يقف الجسم
- ١١ - يتحرك جسم بعجلة منتظمة فى اتجاه ثابت و كانت سرعته فى لحظة ما ١٥ م / ث و بعد نصف دقيقة أصبحت سرعته ٥ م / ث بين متى يسكن الجسم ابتداء من تلك اللحظة
- ١٢ - نقصت سرعة سيارة من ٦٠ كم / س إلى ١٥ كم / س بتقصير منتظم بعد أن قطعت مسافة نصف كيلو متر أوجد الزمن الذى قطعت فيه هذه المسافة و الزمن الذى يمضى حتى تقف تماماً
- ١٣ - يتحرك جسيم فى خط مستقيم فى اتجاه ثابت بعجلة منتظمة فيقطع ١٤٤ سم فى ٦ ثوانى ، ثم يسير بالسرعة التى أكتسبها لمدة ٤ ثوانى يقطع خلالها ١٣٦ سم ثم يتحرك بعد ذلك بتقصير منتظم معياره يساوى ضعف معيار العجلة الأولى حتى يسكن تماماً أوجد السرعة الابتدائية للجسيم و المسافة الكلية
- ١٤ - يتحرك جسمان فى خط مستقيم واحد و فى اتجاه واحد أحدهما بسرعة منتظمة مقدارها ٢٢ م / ث و الثانى بعجلة منتظمة ٥٠ سم / ث^٢ فإذا تلاقى الجسمان عندما كانت سرعة الثانى ١٢ م / ث عين متى و أين يتقابلان للمرة الثانية

الحركة الرأسية تحت تأثير الجاذبية الأرضية

جميع الأجسام ثقيلها وخفيفها تسقط نحو الأرض بنفس العجلة المنتظمة التى تسمى عجلة الجاذبية الأرضية أو عجلة الثقائل أو عجلة السقوط الحر و هى تعمل دائماً نحو مركز الأرض و يعتبر معيارها هو :

مكان السقوط أو القذف لأسفل



$$g = 9.8 \text{ م / ث}^2 \quad \text{أو} \quad g = 980 \text{ سم / ث}^2$$

قوانين الحركة الرأسية :

(١) إذا كان الجسم ساقطاً أو مقذوفاً إلى أسفل :

$$1 - \quad v = u + g \cdot t$$

$$2 - \quad v^2 = u^2 + 2 \cdot g \cdot s$$

$$3 - \quad s = u \cdot t + \frac{1}{2} g \cdot t^2$$

فى الشكل المقابل : نعتبر الاتجاه الموجب هو الاتجاه الرأسى إلى أسفل فتكون :

كل من : v ، g ، u ، s ، t موجبة و بالتالى فإن :

* كل من v ، g ، u ، s ، t تزداد بزيادة الزمن t مقيساً من لحظة القذف إلى أسفل

* الإزاحة فى أى فترة زمنية = المسافة المقطوعة خلال هذه الفترة

(٢) إذا كان الجسم ساقطاً أو مقذوفاً إلى أسفل :

$$1 - \quad v = u + g \cdot t$$

$$2 - \quad v^2 = u^2 + 2 \cdot g \cdot s$$

$$3 - \quad s = u \cdot t + \frac{1}{2} g \cdot t^2$$

فى الشكل المقابل : نعتبر الاتجاه الموجب هو الاتجاه الرأسى إلى أعلى فتكون :

* g ، موجبة ، u سالبة

* s تتناقص و تساوى صفر عند أقصى ارتفاع ثم يعود الجسم للهبوط

* g موجبة أثناء الصعود و سالبة أثناء الهبوط

* s موجبة أعلى نقطة القذف و سالبة أسفل نقطة القذف

$$* \quad \text{زمن أقصى ارتفاع} = \frac{v}{g} \quad , \quad \text{أقصى ارتفاع} = \frac{v^2}{2g}$$

* زمن الصعود = زمن الهبوط

* مقدار السرعة التى يعود بها الجسم إلى نقطة القذف = مقدار سرعة القذف بإشارتين مختلفتين

أمثلة :

١ - سقط جسم إلى أسفل من ارتفاع f متر عن سطح الأرض فوصل بعد 10 ثوانى من لحظة سقوطه أوجد سرعة وصول الجسم إلى سطح الأرض ، الإرتفاع f و كذا سرعة الجسم بعد أن قطع مسافة 250 متر

الحل

$$g = 9.8 \text{ م / ث}^2 \quad , \quad u = 0 \quad , \quad t = 10$$

$$v = u + g \cdot t \quad \therefore \quad v = 0 + 9.8 \times 10 = 98 \text{ م / ث}$$

$$v^2 = u^2 + 2 \cdot g \cdot s \quad \therefore \quad 98^2 = 0 + 2 \cdot 9.8 \cdot s \quad \therefore \quad s = \frac{98^2}{2 \cdot 9.8} = 490 \text{ م}$$

$$s = u \cdot t + \frac{1}{2} g \cdot t^2 \quad \therefore \quad 250 = 0 + \frac{1}{2} \cdot 9.8 \cdot t^2 \quad \therefore \quad t = \sqrt{\frac{2 \cdot 250}{9.8}} = 7.07 \text{ م}$$

$$v = u + g \cdot t \quad \therefore \quad v = 0 + 9.8 \cdot 7.07 = 69.3 \text{ م / ث}$$

٢ - سقط جسم من نقطة فوق سطح أرض رخوة رأسياً لأسفل فوصل إلى سطحها بعد ٥ ثوانى من بدء الحركة ثم غاص فيها بعجلة منتظمة حتى سكن بعد نصف ثانية أخرى أوجد المسافة الكلية التي قطعها الجسم من لحظة سقوطه حتى لحظة سكونه مرة أخرى

الحل

فوق سطح الأرض :

$$\begin{aligned} \text{ع} &= ٠ , \quad \text{و} = ٥ \text{ ث} , \quad \text{ع} = ٩,٨ \text{ م / ث} \\ \therefore \text{ع} &= \text{ع} + \text{و} = ٥ + ٠ = ٥ \\ \therefore \text{ف} &= \text{ف} + \text{ع} = ٥ + ٠ = ٥ \end{aligned}$$

تحت سطح الأرض :

$$\begin{aligned} \text{ع} &= ٤٩ \text{ م / ث} , \quad \text{و} = ٠ , \quad \text{و} = \frac{1}{٢} \text{ ث} \\ \therefore \text{ع} &= \text{ع} + \text{و} = ٤٩ + ٠ = ٤٩ \\ \therefore \text{ف} &= \text{ع} + \text{و} = ٤٩ + ٠ = ٤٩ \\ \therefore \text{ف} &= ١٢,٢٥ \text{ م} \\ \therefore \text{المسافة الكلية} &= ١٢,٢٥ + ١٢,٢٥ = ٢٤,٥ \text{ م} \end{aligned}$$

٣ - قذف جسيم رأسياً إلى أعلى بسرعة ٧٠ م / ث أوجد مقدار كل من سرعة الجسيم و إزاحته بعد :
أولاً : ٥ ثوانى من لحظة القذف ثانياً : بعد ١٠ ثوانى من لحظة القذف
ثم بين ما إذا كان الجسيم صاعداً أم هابطاً فى كل حالة

الحل

$$\begin{aligned} \therefore \text{ع} &= \text{ع} - \text{و} = ٧٠ - ٠ = ٧٠ \\ \therefore \text{ف} &= \text{ف} - \text{و} = ٧٠ - ٠ = ٧٠ \\ \therefore \text{ع} &= ٧٠ - ٠ = ٧٠ \\ \therefore \text{ف} &= ٧٠ - ٠ = ٧٠ \\ \therefore \text{ع} &= ٧٠ - ٠ = ٧٠ \\ \therefore \text{ف} &= ٧٠ - ٠ = ٧٠ \end{aligned}$$

الجسم صاعد

$$\text{ع} = ٧٠ - ٠ = ٧٠ \text{ م / ث}$$

$$\text{ف} = ٧٠ - ٠ = ٧٠ \text{ م}$$

٤ - قذف جسيم رأسياً إلى أعلى بسرعة ١٤ م / ث من سطح الأرض أوجد زمن أقصى ارتفاع يصل إليه الجسيم ، أقصى ارتفاع يصل إليه الجسيم ، الزمن المستغرق من لحظة القذف حتى عودته إلى نقطة القذف مرة أخرى

الحل

$$\begin{aligned} \text{زمن أقصى ارتفاع} &= \frac{\text{ع}}{\text{و}} = \frac{١٤}{٩,٨} = \frac{١}{٢} \text{ ث} \\ \text{زمن الهبوط} &= \text{زمن الصعود} = \frac{١}{٢} \text{ ث} \\ \therefore \text{الزمن المستغرق من لحظة القذف حتى عودته إلى نقطة القذف مرة أخرى} &= \frac{١}{٢} \times ٢ = ١ \text{ ث} \end{aligned}$$

٥ - قذف جسيم رأسياً إلى أعلى من قمة برج ارتفاعه ١٤٧ متر بسرعة ابتدائية مقدارها ٣٤,٣ م / ث أوجد الزمن الذى يستغرقه الجسم حتى يصل إلى سطح الأرض ، مقدار سرعته عندما يصل إلى سطح الأرض ، كذا الزمن الذى يستغرقه حتى يصل إلى نقطة القذف مرة أخرى

الحل

ع. = ٣٤,٣ م / ث ، ف = ١٤٧ م

$$\therefore ٩,٨ \times \frac{1}{٢} - ٣٤.٣ = ١٤٧ - \therefore ٦ \times \frac{1}{٢} - ٧.٤ = ٢$$

$$\text{ث } ١٠ = ٧ \therefore ١٠ = (٣ + ٧)(١٠ - ٧) \therefore ١٠ = ٣٠ - ٧٧ - ٧ \therefore$$

$$٦٣,٧ - ١٠ \times ٩,٨ - ٣٤,٣ = ٤ \therefore ٧ - ٤ = ٣ \therefore$$

∴ مقدار سرعتہ عندما يصل إلى سطح الأرض = ۶۳,۷ م / ث

، زمن أقصى إرتفاع = $\frac{v_{ع}}{g} = \frac{34,3}{9,8} = 3,5$ ث $\therefore$ زمن الوصول لنقطة القذف = $2 \times 3,5 = 7$ ث

تمارين (٢)

- ١ - سقط جسيم من قمة برج بسرعة ١٢٢,٥ م / ث رأسياً لأسفل أوجد سرعة وصول الجسيم إلى سطح الأرض و زمن وصوله إلى سطح الأرض ، كذا المسافة التي يقطعها خلال الثانية الأخيرة من فترة الوصول إلى سطح الأرض
- ٢ - قذف جسيم رأسياً إلى أسفل من قمة برج بسرعة ١١ م / ث فوصل إلى قاعدة البرج بعد ٥ ثواني من لحظة القذف أوجد ارتفاع البرج ، سرعة وصول الجسيم لقاعدة البرج
- ٣ - سقط جسيم رأسياً من نقطة على ارتفاع ٤٠٠ متر عن سطح أرض رملية فغاص فيها مسافة ١٤ سم قبل أن يسكن أوجد مقدار سرعته عند سطح الأرض ، عجلته المنتظمة التي يتحرك بها داخل الأرض ثم أحسب الزمن الذي يستغرقه في قطع المسافتين
- ٤ - طائرة تتحرك أفقياً على ارتفاع ٧٠٠ متر من سطح الأرض قذف منها جسيم إلى أسفل بسرعة ٢١ م / ث أوجد سرعة وصول الجسيم إلى سطح الأرض و الزمن الذي يستغرقه في ذلك و كذلك المسافة التي يقطعها في الثانية الأخيرة وحدها
- ٥ - قذف جسيم رأسياً إلى أعلى فعاد إلى نقطة القذف بعد ١٠ ثواني من لحظة القذف أوجد مقدار السرعة التي قذف بها ، و أقصى ارتفاع يصل إليه الجسيم و كذا زمن الوصول إلى ارتفاع ١١٧,٦ متر من نقطة القذف و المسافة المقطوعة خلال هذه الفترة
- ٦ - قذف جسيم رأسياً إلى أعلى من قمة برج بسرعة مقدارها ٢٤,٥ م / ث فوصل إلى سطح الأرض " قاعدة البرج " بعد ٨ ثواني أوجد ارتفاع البرج ، أقصى ارتفاع يصل إليه الجسيم عن سطح الأرض و كذا المسافة التي يقطعها الجسيم خلال هذه الفترة
- ٧ - من قمة برج يعلو ١٩٦ متراً عن سطح الأرض قذف جسمان بسرعة واحدة ١٤,٧ م / ث أحدهما رأسياً إلى أسفل و الآخر رأسياً إلى أعلى أوجد الزمن الذي يستغرقه كل منهما في الوصول إلى سطح الأرض
- ٨ - سقط جسم من ارتفاع ٤٠ متر عن سطح الأرض و في نفس اللحظة و من سطح الأرض قذف جسم آخر رأسياً لأعلى بسرعة ٢٠ م / ث فتقابل الجسمان بعد فترة زمنية t أوجد هذه الفترة الزمنية t ثم أوجد المسافة التي قطعها كل منهما
- ٩ - قذف جسيم رأسياً إلى أعلى من قمة برج ارتفاعه ٣٤,٣ متر بسرعة ابتدائية مقدارها ٢٩,٤ م / ث أوجد الزمن الذي يستغرقه الجسم حتى يصل إلى سطح الأرض ، مقدار سرعته عندما يصل إلى سطح الأرض ، كذا الزمن الذي يستغرقه حتى يصل إلى نقطة القذف مرة أخرى
- ١٠ - سقطت كرة من ارتفاع ١٦,٩ متراً عن سطح الأرض ثم ارتدت إلى ارتفاع ٥ م و كان الزمن الكلي $\frac{1}{16}$ ث أوجد سرعتها لحظة وصولها إلى سطح الأرض و سرعة ارتدادها عن سطح الأرض

تفاضل الدوال المتجهة

عندما يتغير متجه من لحظة إلى لحظة أخرى سواء بتغير معياره أو اتجاهه أو كليهما معاً فإن هذا المتجه يكون دالة في الزمن و بالتالى يكون كل من متجه الموضع و متجه الإزاحة و متجه السرعة و متجه العجلة دوال في الزمن t ، و إذا كان $\vec{r}$ متجه وحدة موجب في اتجاه حركة جسيم في خط مستقيم فإن :

$$\frac{\vec{v}}{v} = \frac{\vec{r}}{r} = \vec{e} \quad * \quad \frac{\vec{a}}{a} = \frac{\vec{v}}{v} = \vec{e}$$

أمثلة :

- ١ - إذا كان متجه الموضع لجسم متحرك هو $\vec{r} = (7t^3 - 21t + 20) \vec{e}$ أوجد :
متجهات الإزاحة و السرعة و العجلة و أحسب مقدار الإزاحة و العجلة عند $t = 1$

الحل

$$\begin{aligned} \vec{r} &= 20 \vec{e} \quad \text{عندما } t = 0 \\ \therefore \vec{v} &= \frac{d\vec{r}}{dt} = 21t^2 \vec{e} - 21 \vec{e} = (21t^2 - 21) \vec{e} \\ \vec{a} &= \frac{d\vec{v}}{dt} = 42t \vec{e} = 42t \vec{e} \quad , \quad \vec{e} = \frac{\vec{v}}{v} = \frac{(21t^2 - 21) \vec{e}}{21t^2 - 21} \\ \text{عند } t = 1 : \quad \vec{v} &= 0 \quad , \quad \vec{a} = 42 \vec{e} = 42 \times 1 \vec{e} = 42 \vec{e} \end{aligned}$$

- ٢ - إذا كان متجه الموضع لجسم متحرك هو $\vec{r} = (4.9t^2 - 19.6t + 15) \vec{e}$ أوجد :
متجهات الإزاحة و السرعة و العجلة و أحسب الزمن الذى تنعدم عنده السرعة ثم عين فترات التسارع و التقصير لحركة الجسم

الحل

$$\begin{aligned} \vec{r} &= 15 \vec{e} \quad \text{عندما } t = 0 \\ \therefore \vec{v} &= \frac{d\vec{r}}{dt} = 9.8t \vec{e} - 19.6 \vec{e} = (9.8t - 19.6) \vec{e} \\ \vec{a} &= \frac{d\vec{v}}{dt} = 9.8 \vec{e} = 9.8 \vec{e} \quad , \quad \vec{e} = \frac{\vec{v}}{v} = \frac{(9.8t - 19.6) \vec{e}}{9.8t - 19.6} \\ \text{عندما } \vec{v} &= 0 \quad \text{فإن } 9.8t - 19.6 = 0 \quad \therefore t = 2 \\ \text{الحركة تكون متسارعة عندما : } \vec{a} &< 0 \\ \text{أى عندما : } 9.8 &< (9.8t - 19.6) \quad \text{أى عندما : } t < 2 \\ \text{الحركة تكون تقصيرية عندما : } \vec{a} &> 0 \\ \text{أى عندما : } 9.8 &> (9.8t - 19.6) \quad \text{أى عندما : } t > 2 \end{aligned}$$

- ٣ - إذا كان متجه الإزاحة لجسم متحرك هو $\vec{s} = 4t^2 + (8t - t^3) \vec{e}$ أوجد :
متجهى السرعة و العجلة ثم بين متى تكون الحركة متسارعة و متى تكون تقصيرية

الحل

$$\begin{aligned} \vec{v} &= \frac{d\vec{s}}{dt} = 8t \vec{e} + (8 - 3t^2) \vec{e} = (8t + 8 - 3t^2) \vec{e} \\ \vec{a} &= \frac{d\vec{v}}{dt} = 8 \vec{e} - 6t \vec{e} = (8 - 6t) \vec{e} \\ \text{الحركة تكون متسارعة عندما : } \vec{a} &< 0 \end{aligned}$$

أى عندما : $٢ - (٨ - ٢) < ٠$ أى عندما : $٤ > ٢$
 الحركة تكون تقصيرية عندما : $٠ > ٤$
 أى عندما : $٢ - (٨ - ٢) > ٠$ أى عندما : $٤ < ٢$

٤- عين متجه السرعة و العجلة ثم بين هل الحركة منتظمة أو منتظمة التغير أو متغيرة فيما يأتى :

$$(١) \quad \overrightarrow{v} = \overrightarrow{v}(١ - ٢) \quad \overrightarrow{a} = \overrightarrow{a}(٢ + ٣ - ٤)$$

$$(٣) \quad \overrightarrow{v} = \overrightarrow{v}(٥ + ٢ - ٣) \quad \overrightarrow{a} = \overrightarrow{a}(٤ - ٢)$$

الحل

١) $\overrightarrow{v} = \overrightarrow{v}(١ - ٢)$ ، $\overrightarrow{a} = \overrightarrow{a}(٢ + ٣ - ٤)$: الحركة منتظمة
 ٢) $\overrightarrow{v} = \overrightarrow{v}(٣ + ٤)$ ، $\overrightarrow{a} = \overrightarrow{a}(٤ - ٢)$: الحركة منتظمة التغير
 ٣) $\overrightarrow{v} = \overrightarrow{v}(٤ - ٢)$ ، $\overrightarrow{a} = \overrightarrow{a}(٤ - ٢)$: الحركة متغيرة

تمارين (٣)

١ - يتحرك جسم فى خط مستقيم بحيث كان متجه الموضع له هو $\overrightarrow{r} = (١١ + ٤ - ٢ - ٣)$ أوجد

أوجد متجهات الإزاحة و السرعة و العجلة و أحسب مقدار المسافة عندما تنعدم السرعة

٢ - يتحرك جسم فى خط مستقيم بحيث كان متجه الموضع له هو $\overrightarrow{r} = (٧ + ٥ - ٣)$ أوجد

الموضع الابتدائى له ، الإزاحة خلال ثانيتين ابتداء من $t = ٠$ ، السرعة الابتدائية

٣ - إذا كان متجه موضع جسيم يعطى كدالة فى الزمن من العلاقة $\overrightarrow{r} = (٢ - ٣ - ٤)$ أوجد

متجه السرعة و العجلة ثم بين متى تكون الحركة متسارعة و متى تكون تقصيرية

٤ - إذا كان متجه الموضع لنقطة مادية تتحرك فى مستوى هو $\overrightarrow{r} = (٥ - ٣ - ٢)$ أوجد

حيث $\overrightarrow{v}$ ، $\overrightarrow{a}$ متجهها وحدة متعامدين أثبت أن الحركة تكون متسارعة عند $t = ١$ ،
 تقصيرية عند $t = ٣$

٥ - جسيمان M ، B يتحركان فى خطين متوازيين فإذا كانت الإزاحة للجسيم M تتعين بالقانون :

$$\overrightarrow{r} = (٢ + ٣ - ٤) \quad \text{،} \quad \text{للجسيم } B \text{ بالقانون : } \overrightarrow{r} = (٣ - ٤ - ٥) \quad \text{أوجد السرعة}$$

الابتدائية للجسيم M بالنسبة للجسيم B عند نفس اللحظة

٦ - عين متجه السرعة و العجلة ثم بين هل الحركة منتظمة أو منتظمة التغير أو متغيرة فيما يأتى :

$$(١) \quad \overrightarrow{v} = \overrightarrow{v}(٣ - ٧) \quad \overrightarrow{a} = \overrightarrow{a}(١ - ٢ + ٣)$$

$$(٣) \quad \overrightarrow{v} = \overrightarrow{v}(٥ + ٢ + ٣) \quad \overrightarrow{a} = \overrightarrow{a}(٤ - ٢ - ٣)$$

٧ - يتحرك جسيم على خط مستقيم بحيث : $\overrightarrow{r} = \frac{٢٠}{١ + ٢} - ٥$ (حيث : $\overrightarrow{r}$ سم ، t ثانية)

أوجد السرعة الابتدائية للجسيم ثم أوجد كلاً من : $\overrightarrow{v}$ ، $\overrightarrow{a}$ عندما $t = ١٠$ سم / ث

٨ - بدأت نقطة مادية حركتها من نقطة " و " على خط مستقيم بحيث كان القياس الجبرى للإزاحة يتعين

بالسنتمتر من القانون : $\overrightarrow{r} = (٣ - ٤)$ حيث t بالثواني أثبت أن النقطة المادية تبدأ فى العودة

إلى " و " بعد مضي ثانيتين و تصلها بسرعة ٩ سم / ث

كمية الحركة

الكتلة:

كتلة جسم هي كمية قياسية موجبة تتناسب طردياً مع وزن الجسم بشرط أن تقاس كل الأوزان في مكان واحد على سطح الكرة الأرضية

وحدات قياس الكتلة :

الطن = ١٠٠٠ كيلو جرام ، الكيلو جرام = ١٠٠٠ جرام ، الجرام = ١٠٠٠ ملليجرام

تعريف كمية الحركة :

كمية الحركة لجسيم في لحظة ما هي المتجه الناتج عن ضرب كتلة الجسيم في متجه سرعته عند هذه اللحظة

أى : م = ع

حيث : $\mathbf{p}$ كتلة الجسيم ، $\mathbf{v}$ متجه سرعته عند لحظة ما ، $\mathbf{m}$ متجه كمية حركته عند هذه اللحظة

القياس الجبري لمتجه كمية الحركة :

القياس الجبري لمتجه كمية الحركة = الكتلة $\times$ القياس الجبري لمتجه السرعة " م = ل ع "

التغير في كمية الحركة :

إذا كان: $\vec{M}_1$ هو متجه كمية حركة جسيم عند اللحظة t_1 ، $\vec{M}_2$ هو متجه كمية حركة جسيم عند اللحظة t_2

فإن : التغير في كمية حركة الجسم بين هاتين اللحظتين $\vec{M}_2 - \vec{M}_1 =$ ويكون مقدار هذا التغير في كمية الحركة $\|\vec{M}_2 - \vec{M}_1\|$

وحدات قياس كمية الحركة :

وحدة قياس كمية الحركة = وحدة قياس كتلة × وحدة قياس مقدار سرعة

مثل : کجم ، متر / س ، کجم ، متر / ث ، جم ، سم / ث

أمثلة:

١- إذا كان متجه الموضع لجسم متحرك هو $\vec{r} = (x^2 - 3x + 1)\vec{i}$ أوجد متجه كمية حركة الجسم عند $x = 2$ إذا كانت كتلته ٣ كجم

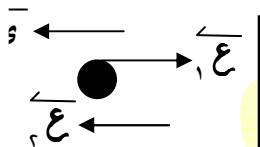
الحل

$$\frac{1}{5}(3 - \sqrt{3}) = \frac{1}{5} \therefore \frac{1}{5}(3 - \sqrt{3}) = \frac{1}{5}$$

٢- كرة كتلتها ٢٠٠ جرام تتحرك أفقياً بسرعة ٤٠ سم / ث إصطدمت بحائط رأسي و كان مقدار التغير في

كمية حركتها ١٢٠٠٠ جم . سم / ث أوجد سرعة إرتداد الكرة

الح



نعتبر $\vec{u}$ متجه وحدة في اتجاه حركة إرتداد الكرة

$$\vec{e} = -\vec{u} \quad \text{متجه السرعة قبل التصادم} \quad , \quad \vec{e} = \vec{u} \quad \text{متجه السرعة بعد التصادم}$$

$$\therefore 1200 = [(40 -) - 6] \times 20 = 20 \times 60 \text{ سم} / \text{ث}$$

٣- سقطت كرة من المطاط كتلتها ٢٠٠ جرام من ارتفاع ٩٠ سم عن سطح الأرض فاصطدمت وارتدت

إلى ارتفاع ٤٠ سم أحسب مقدار التغير في كمية الحركة نتيجة التصادم بالأرض

الح

نعتبر $\vec{v}_1$ متجه وحدة إتجاهه لأسفل ، $\vec{e}_1$ متجه السرعة قبل التصادم مباشرة و إتجاهه لأسفل ، $\vec{e}_2$ متجه السرعة بعد التصادم مباشرة و إتجاهه لأعلى

قبل التصادم مباشرة : $\therefore E_1 = E_2$ $E_3 = E_4$ $E_5 = E_6$ $E_7 = E_8$ $E_9 = E_{10}$ $E_{11} = E_{12}$ $E_{13} = E_{14}$ $E_{15} = E_{16}$ $E_{17} = E_{18}$ $E_{19} = E_{20}$ $E_{21} = E_{22}$ $E_{23} = E_{24}$ $E_{25} = E_{26}$ $E_{27} = E_{28}$ $E_{29} = E_{30}$ $E_{31} = E_{32}$ $E_{33} = E_{34}$ $E_{35} = E_{36}$ $E_{37} = E_{38}$ $E_{39} = E_{40}$ $E_{41} = E_{42}$ $E_{43} = E_{44}$ $E_{45} = E_{46}$ $E_{47} = E_{48}$ $E_{49} = E_{50}$ $E_{51} = E_{52}$ $E_{53} = E_{54}$ $E_{55} = E_{56}$ $E_{57} = E_{58}$ $E_{59} = E_{60}$ $E_{61} = E_{62}$ $E_{63} = E_{64}$ $E_{65} = E_{66}$ $E_{67} = E_{68}$ $E_{69} = E_{70}$ $E_{71} = E_{72}$ $E_{73} = E_{74}$ $E_{75} = E_{76}$ $E_{77} = E_{78}$ $E_{79} = E_{80}$ $E_{81} = E_{82}$ $E_{83} = E_{84}$ $E_{85} = E_{86}$ $E_{87} = E_{88}$ $E_{89} = E_{90}$ $E_{91} = E_{92}$ $E_{93} = E_{94}$ $E_{95} = E_{96}$ $E_{97} = E_{98}$ $E_{99} = E_{100}$ $E_{101} = E_{102}$ $E_{103} = E_{104}$ $E_{105} = E_{106}$ $E_{107} = E_{108}$ $E_{109} = E_{110}$ $E_{111} = E_{112}$ $E_{113} = E_{114}$ $E_{115} = E_{116}$ $E_{117} = E_{118}$ $E_{119} = E_{120}$ $E_{121} = E_{122}$ $E_{123} = E_{124}$ $E_{125} = E_{126}$ $E_{127} = E_{128}$ $E_{129} = E_{130}$ $E_{131} = E_{132}$ $E_{133} = E_{134}$ $E_{135} = E_{136}$ $E_{137} = E_{138}$ $E_{139} = E_{140}$ $E_{141} = E_{142}$ $E_{143} = E_{144}$ $E_{145} = E_{146}$ $E_{147} = E_{148}$ $E_{149} = E_{150}$ $E_{151} = E_{152}$ $E_{153} = E_{154}$ $E_{155} = E_{156}$ $E_{157} = E_{158}$ $E_{159} = E_{160}$ $E_{161} = E_{162}$ $E_{163} = E_{164}$ $E_{165} = E_{166}$ $E_{167} = E_{168}$ $E_{169} = E_{170}$ $E_{171} = E_{172}$ $E_{173} = E_{174}$ $E_{175} = E_{176}$ $E_{177} = E_{178}$ $E_{179} = E_{180}$ $E_{181} = E_{182}$ $E_{183} = E_{184}$ $E_{185} = E_{186}$ $E_{187} = E_{188}$ $E_{189} = E_{190}$ $E_{191} = E_{192}$ $E_{193} = E_{194}$ $E_{195} = E_{196}$ $E_{197} = E_{198}$ $E_{199} = E_{200}$ $E_{201} = E_{202}$ $E_{203} = E_{204}$ $E_{205} = E_{206}$ $E_{207} = E_{208}$ $E_{209} = E_{210}$ $E_{211} = E_{212}$ $E_{213} = E_{214}$ $E_{215} = E_{216}$ $E_{217} = E_{218}$ $E_{219} = E_{220}$ $E_{221} = E_{222}$ $E_{223} = E_{224}$ $E_{225} = E_{226}$ $E_{227} = E_{228}$ $E_{229} = E_{230}$ $E_{231} = E_{232}$ $E_{233} = E_{234}$ $E_{235} = E_{236}$ $E_{237} = E_{238}$ $E_{239} = E_{240}$ $E_{241} = E_{242}$ $E_{243} = E_{244}$ $E_{245} = E_{246}$ $E_{247} = E_{248}$ $E_{249} = E_{250}$ $E_{251} = E_{252}$ $E_{253} = E_{254}$ $E_{255} = E_{256}$ $E_{257} = E_{258}$ $E_{259} = E_{260}$ $E_{261} = E_{262}$ $E_{263} = E_{264}$ $E_{265} = E_{266}$ $E_{267} = E_{268}$ $E_{269} = E_{270}$ $E_{271} = E_{272}$ $E_{273} = E_{274}$ $E_{275} = E_{276}$ $E_{277} = E_{278}$ $E_{279} = E_{280}$ $E_{281} = E_{282}$ $E_{283} = E_{284}$ $E_{285} = E_{286}$ $E_{287} = E_{288}$ $E_{289} = E_{290}$ $E_{291} = E_{292}$ $E_{293} = E_{294}$ $E_{295} = E_{296}$ $E_{297} = E_{298}$ $E_{299} = E_{300}$ $E_{301} = E_{302}$ $E_{303} = E_{304}$ $E_{305} = E_{306}$ $E_{307} = E_{308}$ $E_{309} = E_{310}$ $E_{311} = E_{312}$ $E_{313} = E_{314}$ $E_{315} = E_{316}$ $E_{317} = E_{318}$ $E_{319} = E_{320}$ $E_{321} = E_{322}$ $E_{323} = E_{324}$ $E_{325} = E_{326}$ $E_{327} = E_{328}$ $E_{329} = E_{330}$ $E_{331} = E_{332}$ $E_{333} = E_{334}$ $E_{335} = E_{336}$ $E_{337} = E_{338}$ $E_{339} = E_{340}$ $E_{341} = E_{342}$ $E_{343} = E_{344}$ $E_{345} = E_{346}$ $E_{347} = E_{348}$ $E_{349} = E_{350}$ $E_{351} = E_{352}$ $E_{353} = E_{354}$ $E_{355} = E_{356}$ $E_{357} = E_{358}$ $E_{359} = E_{360}$ $E_{361} = E_{362}$ $E_{363} = E_{364}$ $E_{365} = E_{366}$ $E_{367} = E_{368}$ $E_{369} = E_{370}$ $E_{371} = E_{372}$ $E_{373} = E_{374}$ $E_{375} = E_{376}$ $E_{377} = E_{378}$ $E_{379} = E_{380}$ $E_{381} = E_{382}$ $E_{383} = E_{384}$ $E_{385} = E_{386}$ $E_{387} = E_{388}$ $E_{389} = E_{390}$ $E_{391} = E_{392}$ $E_{393} = E_{394}$ $E_{395} = E_{396}$ $E_{397} = E_{398}$ $E_{399} = E_{400}$ $E_{401} = E_{402}$ $E_{403} = E_{404}$ $E_{405} = E_{406}$ $E_{407} = E_{408}$ $E_{409} = E_{410}$ $E_{411} = E_{412}$ $E_{413} = E_{414}$ $E_{415} = E_{416}$ $E_{417} = E_{418}$ $E_{419} = E_{420}$ $E_{421} = E_{422}$ $E_{423} = E_{424}$ $E_{425} = E_{426}$ $E_{427} = E_{428}$ $E_{429} = E_{430}$ $E_{431} = E_{432}$ $E_{433} = E_{434}$ $E_{435} = E_{436}$ $E_{437} = E_{438}$ $E_{439} = E_{440}$ $E_{441} = E_{442}$ $E_{443} = E_{444}$ $E_{445} = E_{446}$ $E_{447} = E_{448}$ $E_{449} = E_{450}$ $E_{451} = E_{452}$ $E_{453} = E_{454}$ $E_{455} = E_{456}$ $E_{457} = E_{458}$ $E_{459} = E_{460}$ $E_{461} = E_{462}$ $E_{463} = E_{464}$ $E_{465} = E_{466}$ $E_{467} = E_{468}$ $E_{469} = E_{470}$ $E_{471} = E_{472}$ $E_{473} = E_{474}$ $E_{475} = E_{476}$ $E_{477} = E_{478}$ $E_{479} = E_{480}$ $E_{481} = E_{482}$ $E_{483} = E_{484}$ $E_{485} = E_{486}$ $E_{487} = E_{488}$ $E_{489} = E_{490}$ $E_{491} = E_{492}$ $E_{493} = E_{494}$

بعد التصادم مباشرة : $\therefore E_1 = E_2 - E_3$ ع ٢ - ع ٣ ف

$$\therefore \text{ع} = 40 \times 980 \times 2 + 280 \text{ سم} / \text{ث}$$

∴ مقدار التغير في كمية الحركة = $200 - (-280) = 480$

$$= 14000 \text{ جم} \cdot \text{سم} / \text{ث} = 1,4 \text{ كجم} \cdot \text{م} / \text{ث}$$

٤ - أطلق مدفع قذيفة كتلتها ١ كجم بسرعة ٣٠٠ م/ث نحو دبابة تتحرك نحو المدفع بسرعة ١٥ م/ث أوجد مقدار كمية حركة القذيفة بالنسبة للدبابة

الحل

نـ فرض ٥ متجه وحدة في إتجاه حركة القذيفة

∴ متجه سرعة القذيفة = ٣٠٠ $\frac{m}{s}$ ، متجه سرعة الدبابة = ١٥ $\frac{m}{s}$

∴ سرعة القذيفة بالنسبة للدبابة = $\frac{300}{150} = 2$ أضعاف

∴ مقدار كمية حركة القذيفة بالنسبة للذبابة = $1 \times 315 = 315$ كجم . م/ث

تمارين (٤)

١ - جسم كتلته نصف كيلو جرام يتحرك في خط مستقيم و يتعين متجه الإزاحة بالقانون $\overline{f} = (v^2 - v^2_0) \overline{u}$

أوجد مقدار التغير في كمية حركته في الفترة من $t = 1$ ث إلى $t = 4$ ث حيث الإزاحة مقاسة بالمت

٢ - جسم كتلته ٢٠ جم يتحرك في مستوى و يتعين متجه الموضع بالقانون :

$\overline{r} = \overline{s} - (\overline{u} - \overline{v} + 1) \overline{v}$ حيث: $\overline{s}$ ، $\overline{v}$ متجهها وحدة متعامدين أوجد مقدار

التغير في كمية حركته بعد ٣ ثواني من بداية الحركة

٣ - جسم كتلته ٥ جم يتحرك في خط مستقيم بتقصير منتظم ٤ سم / ث^١ وفي لحظة معينة كانت سرعته

١٢ سم / ث أوجد سرعته بعد ثانيتين ثم أوجد مقدار التغير في كمية الحركة

٤ - كرة كتلتها ١٥ جم تتحرك في خط مستقيم أفقي وكانت سرعتها ٦٠ سم / ث عند اصطدامها بمضرب

رأسى فارتدت بسرعة ٢٠ سم / ث أوجد التغير في كمية حركتها نتيجة التصادم

٥ - كرة كتلتها ٥٠٠ جم سقطت من إرتفاع ٤٠ سم عن سطح الأرض فاصطدمت بالأرض إرتدت إلى إرتفاع

١٠ سم أوجد التغير في كمية الحركة نتيجة التصادم

٦ - تتحرك سيارة على طريق مستقيم بسرعة قدرها ١٢٠ كم / س هبت عاصفة رملية في الإتجاه المضاد

حركة السيارة بسرعة قدرها ٥٠ كم / س فإذا علم أن كتلة حبة الرمل ١٠ ملليجرام أوجد كمية حركة

حفنة من الرمل بها ٣٢٤ حبة بالنسبة للسيارة

٧ - يتحرك جسيم كتلته m بـسرعة منتظمة قدرها 10 م / ث و تعطى كتلته في أي لحظة زمنية t من

العلاقة $n = (m + b)$ جم حيث m ، b ثابتان ، إذا علم أن مقدار كمية حركته بعد مضي ثانية واحدة

يساوى ٧٠٠ جم . سم / ث ، و مقدار معدل التغير فى كمية حركته فى أى لحظة = ٢٠٠ جم . سم / ث

أوجد الثابتين m ، b

٨ - مدفع يطلق ٣٠٠ رصاصة في الدقيقة فإذا كانت كتلة الرصاصة الواحدة $\frac{1}{2}$ كيلو جرام و سرعة الرصاصة

عند فوهة المدفع ٢٠٠ م / ث أحسب كمية الحركة المتولدة في الثانية

٩ - أطلقت قذيفة كتلتها ١٢٠ جم بسرعة ٣٩٠ م / ث على هدف خشبي ساكن كتلته ٣ كجم فاستقرت فيه

و تحركت المجموعة بعد ذلك بسرعة ما فإذا كانت كمية الحركة لا تتغير نتيجة التصادم أوجد سرعة

المجموعة بعد التصادم

قوانين نيوتن

القانون الأول :

يظل كل جسم على حالته من السكون أو حركة منتظمة ما لم يؤثر عليه مؤثر خارجى يغير من حالته

ملاحظات :

- ١ - الأجسام قاصرة بذاتها عن إحداث تغير فى حالتها من سكون أو حركة منتظمة " القصور الذاتى "
- ٢ - القوة التى تسبب تغيير حالة الجسم من السكون أو الحركة المنتظمة هى محصلة القوى التى تؤثر على الجسم
- ٣ - فى حالتى السكون و الحركة المنتظمة ينعدم المجموع الجبرى لمركبات القوى فى كل من إتجاهين متعامدين
- ٤ - إذا تحرك الجسم بأقصى سرعة له فإنه يتحرك حركة منتظمة
- ٥ - قوة المحرك " لسيارة أو قطار مثلاً " تكون دائماً فى نفس إتجاه حركة الجسم
- ٦ - مقاومة السطح الذى يتحرك عليه جسم تكون دائماً موازية للسطح فى عكس إتجاه حركة الجسم
- ٧ - إذا إنعدمت محصلة القوى المؤثرة على جسم فى لحظة ما أثناء حركته فإنه يتحرك ابتداءً من هذه اللحظة حركة منتظمة حتى تؤثر عليه محصلة جديدة للقوى تغير من حركته المنتظمة

القانون الثانى :

معدل التغير فى كمية حركة جسم بالنسبة للزمن يتناسب مع القوة المحدثه له و يكون فى إتجاهها

الصورة المتجه :

$$\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt}$$

إذا كانت : $\vec{p}$ ثابتة فإن : $\vec{F} = 0$

الصورة الجبرية : $F = \frac{dp}{dt}$

وحدات قياس القوة :

* وحدات مطلقة : كجم . م / ث^٢ = نيوتن أو جم . سم / ث^٢ = داین

حيث : نيوتن = ١٠ داین

* وحدات تناقلية : كجم × ٩,٨ م / ث^٢ = ث كجم = ٩,٨ نيوتن

أو جم × ٩٨٠ سم / ث^٢ = ث جم = ٩٨٠ داین

العلاقة بين الكتلة و الوزن :

الجسم الذى كتلته m يكون وزنه " و " = $\left. \begin{array}{l} \text{وحدة تناقلية} \\ \text{وحدة مطلقة} \end{array} \right\} m \times g$

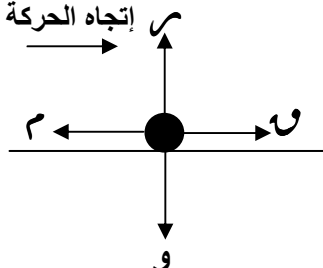
حيث : $g = ٩,٨ \text{ م / ث}^2 = ٩٨٠ \text{ سم / ث}^2$

ملاحظات :

- ١ - القوة F هى محصلة القوى التى تؤثر على الجسم و تسمى القوة المسببة للعجلة
- ٢ - إذا انعدمت محصلة القوى فإما أن تكون m ثابتة و بالتالى تكون a ثابتة و بالتالى يتحرك الجسم حركة منتظمة " القانون الأول " ، و إما أن تكون m غير ثابتة و بالتالى يتحرك الجسم فى خط مستقيم بحيث تكون كمية حركته ثابتة طوال الحركة
- ٣ - إذا كانت m متغيرة يلزم استخدام الصورة المتجه للقانون الثانى لنيوتن

القانون الثالث :

لكل فعل رد فعل مساو له في المقدار و مضاد له في الإتجاه
فإذا وضع جسم وزنه " و " على سطح أفقى فإن الجسم يؤثر على السطح بقوة وزنه " و " رأسية لأسفل
كما أن السطح يؤثر على الجسم بقوة تسمى رد الفعل $\mathcal{R}$ رأسية لأعلى و بالتالى يكون : $\mathcal{R} = \mathcal{W}$ و
حركة الأجسام و معادلات الحركة :



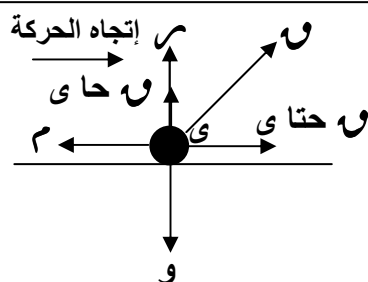
١ - على مستوى أفقى بقوة أفقية :

(أ) فى حالة السكون أو الحركة المنتظمة :

$$\mathcal{W} = \mathcal{R} , \quad \mathcal{u} = \mathcal{m}$$

(ب) فى حالة الحركة بعجلة منتظمة :

$$\mathcal{L} = \mathcal{D} - \mathcal{u} = \mathcal{m} , \quad \mathcal{W} = \mathcal{R}$$



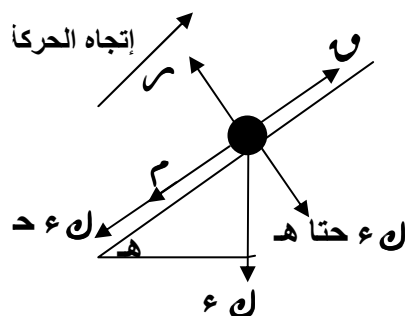
٢ - على مستوى أفقى بقوة تميل عليه بزاوية قياسها " هـ " :

(أ) فى حالة السكون أو الحركة المنتظمة :

$$\mathcal{W} = \mathcal{R} + \mathcal{u} \text{ حـ } \mathcal{A} , \quad \mathcal{u} = \mathcal{m}$$

(ب) فى حالة الحركة بعجلة منتظمة :

$$\mathcal{L} = \mathcal{D} - \mathcal{u} = \mathcal{m} , \quad \mathcal{W} = \mathcal{R}$$



٣ - على مستوى مائل يميل على الأفقى بزاوية قياسها " هـ " :

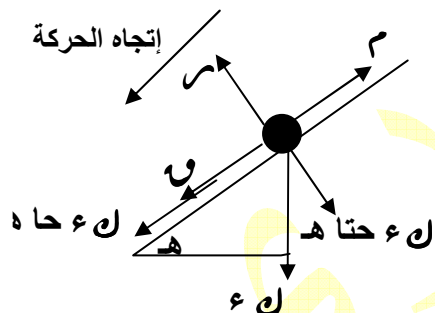
بقوة موازية لخط أكبر ميل للمستوى لأعلى :

(أ) فى حالة السكون أو الحركة المنتظمة :

$$\mathcal{W} = \mathcal{R} + \mathcal{L} \text{ حـ } \mathcal{A} , \quad \mathcal{u} = \mathcal{m}$$

(ب) فى حالة الحركة بعجلة منتظمة :

$$\mathcal{L} = \mathcal{D} - \mathcal{u} - \mathcal{m} = \mathcal{R} , \quad \mathcal{u} = \mathcal{m}$$



٤ - على مستوى مائل يميل على الأفقى بزاوية قياسها " هـ " :

بقوة موازية لخط أكبر ميل للمستوى لأسفل :

(أ) فى حالة السكون أو الحركة المنتظمة :

$$\mathcal{W} = \mathcal{R} - \mathcal{L} \text{ حـ } \mathcal{A} , \quad \mathcal{u} = \mathcal{m}$$

(ب) فى حالة الحركة بعجلة منتظمة :

$$\mathcal{L} = \mathcal{D} - \mathcal{u} - \mathcal{m} = \mathcal{R} , \quad \mathcal{u} = \mathcal{m}$$

ملاحظات :

- * إذا كانت $\mathcal{u} < \mathcal{L} \text{ حـ } \mathcal{A}$ كانت الحركة إلى أعلى المستوى بعجلة منتظمة
- * إذا كانت $\mathcal{u} > \mathcal{L} \text{ حـ } \mathcal{A}$ كانت الحركة إلى أسفل المستوى بعجلة منتظمة
- * إذا كانت $\mathcal{u} = \mathcal{L} \text{ حـ } \mathcal{A}$ كانت الحركة بسرعة منتظمة
- * إذا لم يلاقى الجسم مقاومة فإن : $\mathcal{m} = 0$ " أو إذا كان المستوى أملس "
- * إذا كانت $\mathcal{u}$ مائلة بزاوية قياسها " هـ " (مع ملاحظة إتجاهها) على المستوى تحلل إلى قوتين هما :
 $\mathcal{u} \text{ حـ } \mathcal{A}$ فى إتجاه المستوى ، $\mathcal{u} \text{ حـ } \mathcal{A}$ فى الإتجاه العمودى على المستوى
- * إذا كانت $\mathcal{u}$ أفقية (مع ملاحظة إتجاهها) تحلل إلى قوتين هما :
 $\mathcal{u} \text{ حـ } \mathcal{A}$ فى إتجاه المستوى ، $\mathcal{u} \text{ حـ } \mathcal{A}$ فى الإتجاه العمودى على المستوى

حالة خاصة :

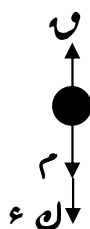
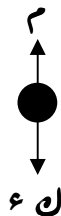
إذا أنعدمت U و تحك الجسم تحت تأثير وزنه فقط فإن :

* $د = ع - ح$ في حالة الحركة إلى أعلى المستوى

* $د = ع + ح$ في حالة الحركة إلى أسفل المستوى

٥ - الحركة الرأسية :

(١) تحت تأثير وزنه :

(٢) بسرعة منتظمة : $U = ع$ (ب) بعجلة منتظمة : $د = ع - ح$ (٢) بتأثير قوة U لأعلى و الجسم يتحرك لأعلى :(٢) بسرعة منتظمة : $U = ع + ح$ (ب) بعجلة منتظمة : $د = ع - ح - U$ (٣) بتأثير قوة U لأعلى و الجسم يتحرك لأسفل :(٢) بسرعة منتظمة : $U = ع + ح$ (ب) بعجلة منتظمة : $د = ع - ح - U$

٦ - حركة المصاعد :

" جسم كتلته U موضوع على أرض مصعد أو معلق في سقف مصعد بواسطة خيط "

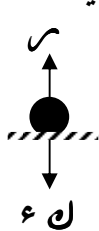
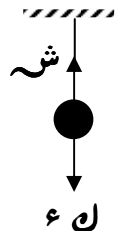
(١) المصعد ساكن أو يتحرك بسرعة منتظمة :

 $U = ع$ أو $U = ش$

(٢) المصعد صاعد بعجلة منتظمة :

 $U = ع + ح$ أو $ش = ع + ح$

(٣) المصعد هابط بعجلة منتظمة :

 $U = ع - ح$ أو $ش = ع - ح$ 

ملاحظات :

* الوزن الحقيقي للجسم = U ، الوزن الظاهري للجسم = $ش$ * إذا كان المصعد ساكن أو يتحرك بسرعة منتظمة فإن : $ش = ع$ * إذا كان المصعد صاعد بعجلة منتظمة فإن : $ش > ع$ * إذا كان المصعد هابط بعجلة منتظمة فإن : $ش < ع$

أمثلة :

١ - يتحرك جسم في خط مستقيم تحت تأثير القوتين $U_1 = ٨ - ش$ و $U_2 = ٥ - ش$ ، $U_3 = ٤ - ش$ ، $U_4 = ٥ - ش$

أوجد القوة الإضافية التي لو أثرت على الجسم فإنه يتحرك بسرعة منتظمة و إذا كانت مقادير القوى مقدرة بالنيوتن فأوجد مقدار و اتجاه هذه القوة

الحل

: الجسم يتحرك بسرعة منتظمة .: مجموع القوى المؤثرة = ٠

نفرض أن القوة الإضافية هي : U

$$U = ٨ - ش + ٥ - ش + ٤ - ش = ٠$$

$$\overline{٢٦١٦} = \overline{١٦ + ١٦٦} = \|\overline{ق}\| \therefore$$

$$\therefore \overline{ق} = \overline{٤} - \overline{س} = \overline{٤} - \overline{ص}$$

$$\therefore \overline{١٣٥} = \overline{هـ}$$

$$\text{طا هـ} = \frac{١٦}{١٦}$$

$$\therefore \overline{ق} = (\overline{٢٦١٦}, \overline{١٣٥})$$

٢ - جسيم كتلته ثابتة لن جم يتحرك تحت تأثير قوتين $\overline{ق} = \overline{٥} - \overline{س} + \overline{٣} - \overline{ص}$ ، $\overline{ق} = \overline{٤} - \overline{س} - \overline{٦} - \overline{ص}$

فإذا كانت الإزاحة تتعين بالقانون : $\overline{ق} = \overline{٤} - \overline{س} - \overline{٦} - \overline{ص}$ ، ف مقدرة بالسنتيمتر و الزمن

الثانية و معيار القوة بالداين أوجد قيمة لن

الحل

$$\overline{ق} = \overline{ق} + \overline{ق} = \overline{١٤} - \overline{س} - \overline{٣} - \overline{ص} \therefore \overline{ق} = \overline{٤} - \overline{س} - \overline{٦} - \overline{ص}$$

$$\therefore \overline{ع} = \overline{٥} - \overline{س} - \overline{٢} - \overline{ص} \therefore \overline{ح} = \overline{٥} - \overline{س} - \overline{٢} - \overline{ص}$$

$$\therefore \overline{ق} = \overline{ق} \times \overline{ح} \therefore \overline{ق} = \overline{١٤} - \overline{س} - \overline{٣} - \overline{ص}$$

$$\therefore \overline{ق} = \overline{١٤} - \overline{س} - \overline{٣} - \overline{ص} \therefore \overline{ق} = \overline{١٤} - \overline{س} - \overline{٣} - \overline{ص}$$

$$\therefore \overline{ق} = \overline{١٤} - \overline{س} - \overline{٣} - \overline{ص} \therefore \overline{ق} = \overline{١٤} - \overline{س} - \overline{٣} - \overline{ص}$$

٣ - جسم متغير الكتلة و كتلته لن $\overline{ق} = \overline{٣} + \overline{٢}$ كجم يتحرك فى خط مستقيم و يتعين متجه الموضع بالعلاقة

$$\overline{م} = (\overline{١} + \overline{٢}) \overline{ق} \text{ حيث } \overline{ق} \text{ متجه وحدة مواز لخط الحركة فإذا كان معيار متجه الموضع}$$

مقاس بالمتر ، الزمن بالثوانى أوجد متجه مقدار القوة عند نهاية الثانية الخامسة

الحل

$$\therefore \overline{م} = (\overline{١} + \overline{٢}) \overline{ق} \therefore \overline{ع} = \overline{٢} - \overline{ق}$$

$$\therefore \overline{ق} = \overline{٢} - \overline{ع} = (\overline{٢} - \overline{ع}) \overline{ق} = (\overline{٢} - \overline{ع}) \overline{ق} = (\overline{٢} - \overline{ع}) \overline{ق}$$

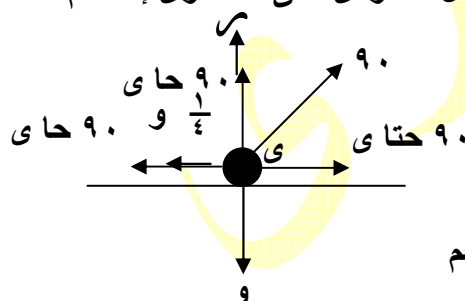
$$\therefore \overline{ق} = \overline{٢} - \overline{ع} = (\overline{٢} - \overline{ع}) \overline{ق} = (\overline{٢} - \overline{ع}) \overline{ق} = (\overline{٢} - \overline{ع}) \overline{ق}$$

٤ - جسم موضوع على مستوى أفقى أثرت فيه قوة مقدارها ٩٠ ث جم فى إتجاه يميل على الأفقى إلى أعلى

بزاوية ظلها $\frac{٣}{٤}$ فحركته بسرعة منتظمة أوجد وزن الجسم و رد الفعل العمودى على المستوى إذا علم

المقاومة الكلية لحركة الجسم تعادل $\frac{١}{٤}$ وزن الجسم

الحل



$$\therefore \text{السرعة منتظمة} \therefore ٩٠ \text{ حتى } - \frac{١}{٤} \text{ و } ٠ =$$

$$\therefore ٩٠ \times \frac{٤}{٥} = \frac{١}{٤} \text{ و } \therefore \text{"وزن الجسم"} = ٢٨٨ \text{ ث جم}$$

$$\therefore \text{م} + ٩٠ \text{ حى} - \text{و} = ٠ \therefore \text{م} + ٩٠ \times \frac{٣}{٥} - ٢٨٨ = ٠ \therefore \text{م} = ٢٣٤ \text{ ث جم}$$

٥ - رجل مربوط إلى مظلة نجاة يهبط هو و المظلة رأسياً إلى أسفل و كانت مقاومة الهواء تتناسب طردياً مع

مربع السرعة و أن أقصى سرعة للهبوط بلغت ١٢ كم / س فما سرعة هبوط الرجل و المظلة عندما تكون

مقاومة الهواء $\frac{٩}{١٦}$ من وزن الرجل و المظلة معاً

الحل

عند أقصى سرعة " السرعة منتظمة "

$$\therefore \text{ع} = 12 \text{ كم / س} , \text{ع} = \frac{9}{16} \text{ و}$$

$$\therefore \text{ع} = \frac{12}{16} = \frac{3}{4} \text{ و} \therefore \text{ع} = \frac{12}{16} = \frac{3}{4} \text{ و}$$

$$\therefore \text{ع} = \frac{144 \times 9}{16} = 81 \text{ كم / س}$$



٦ - سيارة كتلتها ٢ طن حملت بحجارة كتلتها ٣ طن و هبطت منحدر يميل على الأفقى بزاوية جيب قياسها

بأقصى سرعة و كانت قوة محركها ٩٠ ث كجم أوجد المقاومة لكل طن من الكتلة و إذا أفرغت

السيارة حمولتها و عادت لأعلى المنحدر بأقصى سرعة أوجد قوة المحرك علماً بأن المقاومة لكل طن من الكتلة ثابتة

الحل

∴ السيارة هابطة بأقصى سرعة

$$\therefore \text{ع} = \text{ع} - \text{و} \text{ ح ا ه}$$

$$\therefore 90 = \text{ع} - (2 + 3) \times 1000 \times \frac{1}{16}$$

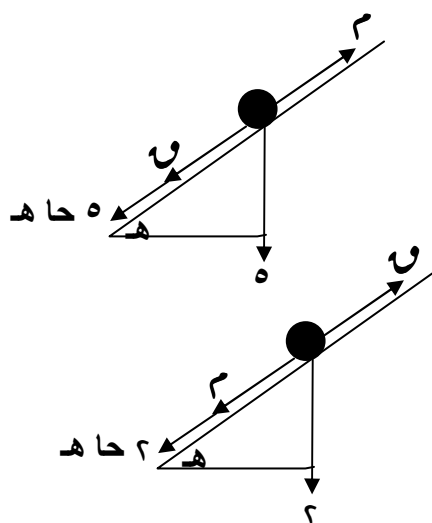
$$\therefore \text{ع} = 140 \text{ ث كجم}$$

$$\therefore \text{المقاومة لكل طن} = 140 \div 5 = 28 \text{ ث كجم لكل طن من الكتلة}$$

∴ السيارة صاعدة بأقصى سرعة

$$\therefore \text{ع} = \text{و} + \text{و} \text{ ح ا ه}$$

$$\therefore \text{ع} = 140 + 2 \times 1000 \times \frac{1}{16} = 160 \text{ ث كجم}$$



٧ - أطلقت رصاصة كتلتها ٢٥ جم بسرعة ٢٠٠ م / ث على حاجز خشبي ثابت فغاصت فيه ٥ سم قبل

أن تسكن أوجد مقدار مقاومة الخشب بالنيوتن

الحل

$$\therefore \text{ع} = \text{ع} + \text{و} \text{ ح ا ه}$$

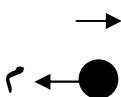
$$\therefore (200)^2 = 2 \times 0.05 \times \text{و}$$

$$\therefore \text{و} = 400 \times 10^3 \text{ م / ث}^2$$

$$\therefore \text{و} = 400 \times 10^3 \times 0.05 = 20000 \text{ نيوتن}$$

$$\therefore \text{و} = \text{و} - \text{و} \text{ ح ا ه}$$

$$\therefore \text{و} = 10000 \text{ نيوتن}$$



٨ - سيارة كتلتها ٢ طن تهبط من السكون مسافة ٤٩ متر فى ١٠ ثوانى على منحدر يميل على الأفقى

بزاوية جيب قياسها ١/٢ ضد مقاومات ٥٠ ث كجم لكل طن من الكتلة أوجد قوة محركها بثقل الكجم

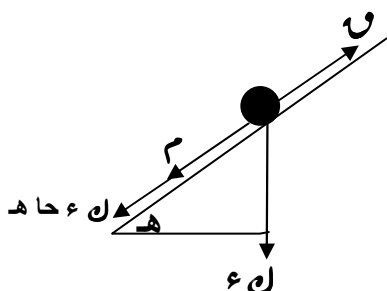
الحل

$$\therefore \text{و} = \text{و} + \frac{1}{2} \text{ ح ا ه}$$

$$\therefore 49 = \frac{1}{2} \times 100 \times \text{و} \therefore \text{و} = 0.98 \text{ م / ث}^2$$

∴ السيارة هابطة

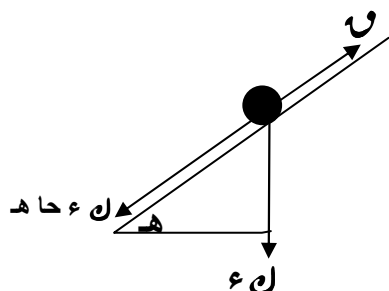
$$\therefore \text{و} = \text{و} - \text{و} \text{ ح ا ه}$$



$$\therefore 0,98 \times 1000 \times 2 = 19 - 9,8 \times 2 \times 50 + 1000 \times 9,8 \times \frac{1}{3}$$

$$\therefore 19 = 1960 \div 9,8 = 200 \text{ ث كجم}$$

- ٩ - جسم كتلته ٥ كجم موضوع على مستو أملس فأنزلق تحت تأثير وزنه فقط مسافة ٣٩,٢ متر خلال ٤ ثواني من البداية أوجد قياس زاوية ميل المستوى و إذا أثرت قوة على الجسم فى إتجاه خط أكبر ميل لهذا المستوى إلى أعلى فجعلت الجسم يتحرك لأعلى بعجلة منتظمة مقدارها ٩٨ سم / ث^٢ أوجد مقدار هذه القوة



الحل

$$\therefore \text{ف} = \text{ع} \cdot \text{ل} + \frac{1}{2} \text{ل} \cdot \text{هـ}$$

$$\therefore 39,2 = 0 + \frac{1}{2} \times 16 \times \text{د} \therefore \text{د} = 4,9 \text{ م / ث}^2$$

$\therefore$ الجسم ينزلق تحت تأثير وزنه فقط

$$\therefore \text{د} = \text{ع} \cdot \text{هـ}$$

$$\therefore 4,9 = 9,8 \cdot \text{هـ}$$

$$\therefore \text{هـ} = \frac{1}{2} \therefore \text{هـ} = 30^\circ$$

عندما يتحرك الجسم لأعلى :

$$\text{ل} \cdot \text{د} = \text{ل} \cdot \text{ع} \cdot \text{هـ} - \text{و}$$

$$\therefore 0,98 \times 5 = 19 - \frac{1}{2} \times 9,8 \times 5$$

$$\therefore 0,98 \times 5 = 6 \times 0,98 \times 5 \text{ نيوتن}$$

$$= 3 \text{ ث كجم} = 9,8 \div (6 \times 0,98 \times 5)$$

- ١٠ - علق جسم كتلته ٤٩٠ جم فى خطاف ميزان زنبركى مثبت فى سقف مصعد فسجل الميزان القراءة ٤٧٠ ث جم فهل المصعد صاعد أم هابط و ما مقدار عجلة الحركة و سرعته بعد ٥ ث

الحل

$$\text{و} = 490 \text{ ث جم} , \text{م} = 470 \text{ ث جم} \therefore \text{م} > \text{و} \therefore \text{المصعد هابط}$$

$$\therefore \text{م} = \text{ل} \cdot (\text{ع} - \text{د}) \therefore 980 \times 470 = 980 \times 490 + (\text{د} - \text{ع}) \times 980$$

$$\therefore \text{د} = 40 \text{ سم / ث}^2$$

$$\therefore \text{ع} = \text{ع} + \text{د} \therefore \text{ع} = 0 + 40 = 40 \text{ سم / ث}^2$$

- ١١ - مصعد بقاعدته ميزان ضغط وقف طفل على الميزان فسجل القراءة ٣٠ ث كجم عندما كان المصعد صاعداً بعجلة د م / ث^٢ و سجل الميزان القراءة ١٥ ث كجم عندما كان المصعد صاعداً بتقصير منتظم $\frac{3}{4}$ د م / ث^٢ أوجد كتلة الطفل و مقدار د

الحل

$$\therefore \text{المصعد صاعد} \therefore \text{م} = \text{ل} \cdot (\text{ع} + \text{د}) \therefore 9,8 \times 30 = \text{ل} \cdot (9,8 + \text{د}) \text{ " ١ "}$$

$$\therefore \text{المصعد صاعد بتقصير منتظم " هابط "}$$

$$\therefore \text{م} = \text{ل} \cdot (\text{ع} - \text{د}) \therefore 9,8 \times 15 = \text{ل} \cdot (9,8 - \frac{3}{4} \text{د}) \text{ " ٢ "}$$

$$\text{بحل المعادلتين ينتج : د} = 2,45 \text{ م / ث}^2 , \text{ل} = 24 \text{ كجم}$$

تمارين (٥)

- ١ - يتحرك جسم فى خط مستقيم تحت تأثير القوتين $\vec{F}_1 = 3\vec{s} - \vec{v}$ ، $\vec{F}_2 = 7\vec{s} - 3\vec{v}$ أوجد القوة الإضافية التى لو أثرت على الجسم فإنه يتحرك بسرعة منتظمة و إذا كانت مقادير القوى مقدره بالنيوتن فأوجد مقدار و اتجاه هذه القوة
- ٢ - يتحرك جسم كتلته الوحدة تحت تأثير القوة $\vec{F} = 2\vec{s} - 3\vec{v}$ و كان متجه سرعته $\vec{v} = 2\vec{s} + \vec{v}$ أوجد قيمة كل من p ، b
- ٣ - جسم متغير الكتلة و كتلته $m = 5 + 3t$ كجم يتحرك فى خط مستقيم و يتعين متجه الموضع بالعلاقة $\vec{r} = (3t^2 - 1)\vec{i}$ حيث $\vec{i}$ متجه وحدة مواز لخط الحركة فإذا كان معيار متجه الموضع مقاس بالمتر ، الزمن بالثوانى أوجد متجه مقدار القوة عند نهاية الثانية الرابعة
- ٤ - كرة معدنية كتلتها ١٠٠ جم تتحرك بسرعة ثابتة ١٠٠ م / ث وسط غبار يلتصق بسطحها بمعدل ثابت يساوى ٠,٦ جم فى الثانية أوجد كتلة الكرة و القوة المؤثرة عليها عند أى لحظة
- ٥ - يتحرك جسم تحت تأثير قوتين متعامدتين مقدارهما $3\sqrt{2}$ ، ٢ نيوتن أوجد مقدار و اتجاه القوة الثالثة التى تجعل الجسم يتحرك حركة منتظمة
- ٦ - يتحرك جسم تحت تأثير قوى مستوية مقاديرها ٦ ، ٤ ، ٦ و قياس الزاوية بين خط عمل القوة الثانية و كل من خطى عمل القوتين الأولى و الثالثة ٦٠ أثبت أن الجسم يتحرك حركة غير منتظمة ثم أوجد مقدار و اتجاه القوة الرابعة التى تجعل الجسم يتحرك حركة منتظمة
- ٧ - وزن جندى مظلات و معداته ١٠٠ ث كجم فإذا كانت مقاومة الهواء تتناسب مع مربع سرعته و بلغت أقصى سرعة له ١٠ كم / س أوجد المقاومة عندما تكون سرعته ٨ كم / س
- ٨ - قطار كتلته ١١٢ طن تجره قاطرة بقوة ثابتة ٦,٥ طن فإذا كانت المقاومات الكلية لحركته تتناسب مع مربع سرعته و كانت المقاومة ٨ ث كجم لكل طن من الكتلة عندما كانت السرعة ٤٥ كم / س أحسب أقصى سرعة للقطار
- ٩ - سيارة كتلتها ٥ طن تصعد منحدرأ يميل على الأفقى بزاوية جيب قياسها ٠,٠١ و عندما كانت حركتها منتظمة كانت مقاومة الطريق تعادل ٠,٠٥ من وزن السيارة أوجد قوة المحرك عندئذ
- ١٠ - سيارة كتلتها ٢ طن تهبط بسرعة منتظمة منحدرأ يميل على الأفقى بزاوية ظلها $\frac{4}{3}$ فإذا كانت قوة الفرمال تعادل $\frac{9}{5}$ وزن طن أوجد مقاومة الطريق بثقل كجم
- ١١ - قطار كتلته ١٠٠ طن يتحرك بسرعة منتظمة على منحدر ضد مقاومات تعادل ١٦ ث كجم لكل طن من الكتلة فإذا كانت قوة المحركات تساوى ٢١٠٠ ث كجم عندما كان القطار صاعداً على المنحدر و تساوى ١١٠٠ ث كجم عندما كان القطار هابطاً على المنحدر أوجد قياس زاوية ميل المنحدر على الأفقى
- ١٢ - سحب جسم بسرعة ثابتة إلى أعلى مستوى يميل على الأفقى بزاوية جيبها $\frac{1}{4}$ بواسطة قوة شد تعادل ١٨ ث كجم و تميل على المستوى إلى أعلى بزاوية ظلها $\frac{3}{4}$ فإذا كانت مقاومة إحتكاك المستوى تعادل $\frac{1}{6}$ وزن الجسم أوجد وزن الجسم
- ١٣ - مستوى أملس طوله نصف متر يميل على الأفقى بزاوية جيبها $\frac{1}{6}$ وضع عند قمة المستوى و ترك لينزلق فى اتجاه أكبر ميل أوجد سرعة الجسم عندما يصل إلى نهاية المستوى
- ١٤ - ترك جسم كتلته ٦٠٠ جم ليهبط تحت تأثير وزنه على خط أكبر ميل لمستوى أملس يميل على الأفقى بزاوية قياسها ٤٥° أوجد مقدار عجلة الجسم و إذا أثرت على الجسم قوة تعمل فى المستوى الرأسى المار بخط أكبر ميل و تميل على المستوى بزاوية قياسها ٤٥° إلى أعلى فأستمر فى هبوطه بعجلة تساوى $\frac{1}{6}$ العجلة السابقة أوجد مقدار القوة بثقل الجرام

- ١٥ - مستوى مائل طوله ٢ متر و ارتفاعه نصف متر ينتهى بمستوى أفقى نحرك جسم من السكون من قمة المستوى المائل فى اتجاه خط أكبر ميل ضد مقاومات تعادل ٠,٠٥ من وزن الجسم أوجد سرعة الجسم عند نهاية المستوى المائل و إذا كانت سرعة الجسم لا تتغير بانتقاله إلى المستوى الأفقى و يلقى على الأفقى مقاومة تعادل ٠,١ من وزنه أوجد أقصى سرعة يتحركها على الأفقى حتى يسكن
- ١٦ - جسم ينزلق من قمة مستوى مائل يميل على الأفقى بزاوية قياسها ٣٠° ينتهى بمستوى أفقى فإذا كانت سرعة الجسم لا تتغير بانتقاله إلى المستوى الأفقى و أن الجسم يلقى مقاومة على المستوى المائل تعادل $\frac{1}{4}$ وزنه وعلى الأفقى تعادل نصف وزنه أثبت أن أقصى مسافة يتحركها الجسم على المستوى الأفقى تعادل نصف طول المستوى المائل
- ١٧ - أطلقت رصاصة كتلتها ١٤ جم على هدف ثابت فى اتجاه أفقى بسرعة ٤٩٠ م / ث فأخترقته و خرجت منه بسرعة ٢٢٨ م / ث فإذا كان سمك الهدف ٥ سم أوجد المقاومة الثابتة التى لاقتها الرصاصة
- ١٨ - أثرت قوة أفقية ٢٥٠ ث كجم على جسم ساكن كتلته ٥٥ كجم موضوع على مستوى أفقى فتتحرك ضد مقاومات ١٦٢٥ نيوتن أحسب كمية حركة الجسم بعد ٨ ث من تأثير القوة
- ١٩ - جسم كتلته ٢٠ جم سقط من ارتفاع ١٠ سم نحو أرض رخوة فغاص فيها بعجلة منتظمة مسافة ٢ سم حتى سكن أوجد مقاومة الأرض لحركة الجسم علماً بأن سرعة الجسم لم تتغير بإرتطامه بالأرض
- ٢٠ - طائرة هيلكوبتر كتلتها ٣ طن تتحرك رأسياً لأسفل بعجلة منتظمة ضد مقاومات ٤٠٠ ث كجم فإذا كانت قوة رفع الطائرة ١٧٢٥ ث كجم أوجد عجلة الحركة
- ٢١ - قاطرة كتلتها ١٥٠ طن و قوة آلاتها ٤٥ ث طن تجر عدداً من العربات كتلة كل منها ١٤ طن تتحرك بأقصى سرعة أعلى شريط ميله يساوى $\frac{1}{4}$ ضد مقاومات تعادل ٤٠ ث كجم لكل طن من الكتلة أوجد : عدد العربات ، و مقدار الشد فى سلسلة التوصيل التى تصل القاطرة بباقي القطار ، و مقدار الشد فى سلسلة التوصيل التى تصل العربة الأخيرة بباقي القطار
- ٢٢ - قاطرة كتلتها ١٥٠ طن و قوة آلاتها ٦٠ ث طن تجر عدداً من العربات كتلة كل منها ١٨ طن تتحرك صاعدة بها على شريط يميل على الأفقى بزاوية جيب قياسها $\frac{1}{4}$ ضد مقاومات تعادل ٣٠ ث كجم لكل طن من الكتلة أوجد عدد العربات إذا كانت عجلة الحركة ١٩,٦ سم / ث
- ٢٣ - أوجد قوة ضغط رجل كتلته ٧٠ كجم يقف على أرض مصعد يتحرك بعجلة منتظمة قدرها ٢,٨ م / ث^٢ و هو صاعد ثم و هو هابط
- ٢٤ - وضع صندوق كتلته ٧٠ كجم على أرض مصعد كتلته ٤٩٠ كجم تحرك رأسياً لأسفل بعجلة منتظمة ١٤٠ سم / ث^٢ أوجد الضغط على أرض المصعد و كذا الشد فى حبل المصعد
- ٢٥ - علق جسم فى ميزان زنبركى مثبت فى سقف مصعد فسجل القراءة ٣٧,٥ ث كجم عندما كان المصعد صاعداً بعجلة ٢ م / ث^٢ ، و سجل الميزان القراءة ٣٠ ث كجم عندما كان المصعد هابطاً بعجلة ٢ م / ث^٢ أوجد كتلة الجسم و العجلة
- ٢٦ - وضع جسم فى كفة ميزان زنبركى معلق داخل منطاد وعندما كان المنطاد ساكناً سجل الميزان ٧٠٠ ث جم و عندما تحرك المنطاد رأسياً سجل الميزان ٦٣٠ ث جم أوجد مقدار و اتجاه عجلة المنطاد
- ٢٧ - بدأ مصعد حركته من السكون ، و أثناء حركته وزن جسم بداخله بميزان زنبركى فكانت قراءة الميزان ٣,٥٧ ث كجم و عندما وضع الجسم فى إحدى كفتى ميزان معتاد تعادل مع صنج كتلتها ٣,٤ كجم عين اتجاه حركة المصعد و ما هى سرعته بعد ٥ ثوانى من بدء الحركة
- " الميزان المعتاد يعين كتل الأجسام أى كتلة الجسم = كتلة الصنج "

الدفع و التصادم الدفع

دفع قوة ثابتة $\vec{Q}$ تؤثر على جسم ثابت الكتلة لفترة زمنية Δt هو متجه حاصل ضرب القوة فى زمن تأثيرها
أى أن : $\vec{D} = \vec{Q} \times \Delta t$

القياس الجبرى للدفع فى حالة الحركة المستقيمة :

$$D = Q \times \Delta t$$

وحدات قياس مقدار الدفع :

وحدة قياس مقدار الدفع = وحدة قياس مقدار القوة $\times$ وحدة قياس الزمن

مثل : نيوتن . ث أو دايين . ث أو ث كجم . ث أو ث جم . ث

أيضاً : وحدة قياس مقدار الدفع = وحدة قياس الكتلة $\times$ وحدة قياس السرعة

مثل : كجم . م / ث أو جم . سم / ث

القوى الدفعية :

هى قوة كبيرة جداً تؤثر فى الجسم فترة زمنية متناهية فى الصغر فتحدث تغيراً محسوساً فى كمية الحركة بحيث يكون مقدار دفعها محدوداً و لا يساوى الصفر

العلاقة بين الدفع و التغير فى كمية الحركة :

إذا أثرت قوة ثابتة مقدارها $\vec{Q}$ على جسم كتلته m لفترة متناهية فى الصغر فإن :

التغير فى كمية حركة الجسم = دفع القوة

$$\Delta p = m(\vec{v} - \vec{v}')$$

أمثلة :

١ - أثرت القوة $\vec{Q} = 3\vec{S} + 4\vec{V}$ على جسم لمدة Δt ثانية أوجد دفع القوة ثم أوجد معيار الدفع فى ثانيتين علماً بأن معيار القوة مقاساً بالنيوتن

الحل

$$\vec{D} = \vec{Q} \times \Delta t = (3\vec{S} + 4\vec{V}) \times \Delta t = 3\vec{S} \Delta t + 4\vec{V} \Delta t$$

$$\|\vec{D}\| = \sqrt{9\Delta t^2 + 16\Delta t^2} = 5\Delta t \text{ نيوتن . ث}$$

٢ - سيارة كتلتها ٣ طن تتحرك بعجلة منتظمة مقدارها ١٤٠ سم / ث^٢ ضد مقاومات تعادل ١٠ ث كجم عن كل طن من الكتلة أود قوة المحرك و دفع المحرك فى زمن قدره ١٠ ثوان

الحل

$$\therefore \Delta p = m \cdot a \cdot t = 3 \times 1000 \times 1.4 = 4200 \text{ نيوتن . ث}$$

$$D = 4200 \times 10 = 42000 \text{ نيوتن . ث}$$

$$\therefore \Delta p = m \cdot a \cdot t = 3 \times 1000 \times 1.4 = 4200 \text{ نيوتن . ث}$$

$$\therefore D = 4200 \times 10 = 42000 \text{ نيوتن . ث}$$

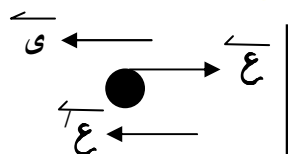
٣ - كرة كتلتها ٧٠٠ جم تتحرك أفقياً فى خط مستقيم بسرعة ٢٠٠ سم / ث عندما اصطدمت بحائط رأسى فأرادت بسرعة ٨٠ سم / ث أوجد القياس الجبرى لدفع الحائط على الكرة

الحل

بفرض $\vec{v}$ متجه وحدة فى اتجاه حركة إرتداد الكرة

$$\therefore \Delta p = m(\vec{v} - \vec{v}')$$

$$\therefore D = 0.7 \times [(-0.8) - (-2.0)] = 1.96 \text{ كجم . سم / ث}$$



التصادم

التصادم المباشر للكرات الملساء :

إذا تصادمت كرتان ملساوتان فإن مجموع كميتى حركتهما لا تتغير نتيجة التصادم

أى أن : مجموع كميتى حركتهما بعد التصادم = مجموع كميتى حركتهما قبل التصادم

* إذا كان $\vec{u}$ متجه وحدة يوازي خط المركزين للكرتين لحظة التصادم ، كان : $\vec{u} = \vec{e}_1, \vec{e}_2, \vec{e}_3, \vec{e}_4$

هى القياسات الجبرية لسرعتى الكرتين قبل و بعد التصادم مباشرة فإن :

$$m_1 \vec{e}_1 + m_2 \vec{e}_2 = m_1 \vec{e}_3 + m_2 \vec{e}_4$$

ملاحظات :

* يجب تحديد إشارة القياس الجبرى لكل السرعات قبل و بعد التصادم حسب إتجاه متجه الوحدة

* يجب أن تكون الكتل و السرعات للكرات من نفس الوحدة

أمثلة :

١ - كرتان كتلتاهما ٣٠٠ جم ، ٥٠٠ جم تتحركان فى خط مستقيم و فى إتجاهين متضادين بسرعتين

مقدارهما ٤ م / ث ، ٢ م / ث عندما أصطدمت الكرتان و ارتدت الكرة الأولى بسرعة ١ م / ث

أوجد سرعة الكرة الثانية بعد التصادم مباشرة و مقدار دفع إحدى الكرتين على الأخرى لحظة التصادم

الحل

$$\begin{aligned} & \vec{u} \rightarrow \\ & \text{٢ م / ث} \quad \text{٤ م / ث} \\ & \text{١ م / ث} \end{aligned} \quad \begin{aligned} & \therefore m_1 \vec{e}_1 + m_2 \vec{e}_2 = m_1 \vec{e}_3 + m_2 \vec{e}_4 \\ & \therefore 300 \times 4 + 500 \times 2 = 300 \times 1 + 500 \times \vec{e}_4 \\ & \therefore \vec{e}_4 = 0,7 \text{ م / ث} \end{aligned}$$

مقدار دفع إحدى الكرتين على الأخرى = التغير فى كمية حركة إحدى الكرتين

$$D = m_1 (\vec{e}_3 - \vec{e}_1) = 300 \left[\left(\frac{1}{1} - 4 \right) \right] \times 300 = 300 \times 4,5 \text{ جم} \cdot \text{م / ث}$$

$$= 300 \times 450 \text{ جم} \cdot \text{سم / ث} = 135000 \text{ جم} \cdot \text{سم / ث}$$

٢ - جسمان كتلتاهما ٢٠ جم ، ٥٠ جم يتحركان فى خط مستقيم واحد على مستوى أفقى فى إتجاهين متضادين

أصطدمتا عندما كانت سرعتاهما ١٠ سم / ث ، ٢٥ سم / ث على الترتيب و كونتا جسماً واحداً توقف عن

الحركة بعد أن قطع مسافة ٣٠ سم تحت تأثير مقاومة ثابتة أوجد هذه المقاومة بالداين

الحل

$$\therefore m_1 \vec{e}_1 + m_2 \vec{e}_2 = m_1 \vec{e}_3 + m_2 \vec{e}_4 \quad \text{باعتبار إتجاه الحركة الموجب هو إتجاه الجسم الثانى}$$

$$\therefore 20 \times 10 + 50 \times 25 = 0 \quad \therefore \text{ع " سرعة الجسم " } = 150 \text{ سم / ث}$$

$$\therefore \vec{e}_3 = \vec{e}_4 = 0 \quad \therefore (150) = 0 + 2 \times 35$$

$$\therefore 150 = 2 \times 35 + 2 \times \vec{e}_4$$

$$\therefore \vec{e}_4 = 10 \text{ سم / ث}$$

$$\therefore 150 = 2 \times 35 + 2 \times 10$$

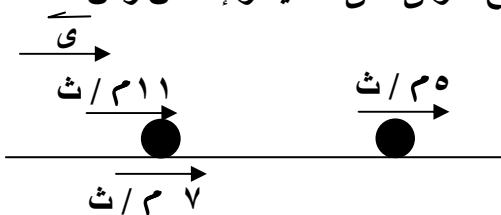
$$\therefore 150 = 2 \times 35 + 2 \times 10$$

٣ - كرة ملساء كتلتها ١٥ كجم تتحرك فى خط مستقيم بسرعة ١١ م / ث لحقت بكرة أخرى كتلتها ٢٤ كجم

تتحرك فى نفس الإتجاه بسرعة ٥ م / ث فأصطدمت بها و أصبحت سرعة الأولى ٧ م / ث فى نفس الإتجاه أوجد سرعة الكرة الثانية بعد التصادم مباشرة و مقدار دفع الأولى على الثانية و إذا كان زمن

التصادم ٠,١ ث أوجد رد الفعل الدفعى

الحل



$$m_1 u_1 + m_2 u_2 = m_1 v_1 + m_2 v_2$$

$$11 \times 15 + 24 \times 5 = 11 \times 7 + 24 \times v_2$$

$$v_2 = 7,5 \text{ م / ث} \quad \therefore \text{دفع الفعل الدفعى} = 24 \times (7,5 - 5) = 60 \text{ نيوتن}$$

$$60 \div 0,1 = 600 \text{ نيوتن}$$

٤ - تسقط مطرقة من كتلتها ٢١٠ كجم من إرتفاع ٩٠ سم على عمود من أعمدة الأساس كتلته ١٤٠ كجم

فتدفعه فى الأرض مسافة ١٨ سم فإذا تحركا معاً كجسم واحد أحسب مقاومة الأرض بثقل كجم

الحل

سرعة المطرقة قبل التصادم مباشرة

$$v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \times 9,8 \times 0,9} = 4,2 \text{ م / ث}$$

السرعة المشتركة بعد التصادم :

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = (m_1 + m_2) v$$

$$v = 2,52 \text{ م / ث}$$

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = 0 \quad \therefore 210 \times 4,2 + 140 \times v = 0 \quad \therefore v = -12,6 \text{ م / ث}$$

معادلة حركة المجموعة : $v = u + at$

$$-12,6 = 0 + a \times 0,18 \quad \therefore a = -70 \text{ م / ث}^2$$

٥ - كرتان كتلتاهما ٣٠٠ جم ، ٢٠٠ جم تتحركان فى خط مستقيم واحد هو خط أكبر ميل لمستوى أملس يميل

على الأفقى بزاوية جيبها ٠,١ ، الأولى بسرعة ٤٠ سم / ث عندما صطدمت الثانية و هى تصعد بسرعة

٦٠ سم / ث فإذا كانت أقصى مسافة أرتدها الأولى قبل أن تسكن لحظياً هى ٦٤ سم أوجد سرعة كل كرة

بعد التصادم و دفع الكرة الأولى على الكرة الثانية

الحل

عندما ترتد الكرة الأولى على المستوى " تصعد " تكون العجلة :

$$a = -g \sin \theta = -9,8 \times 0,1 = -0,98 \text{ م / ث}^2$$

$$v^2 = u^2 + 2as \quad \therefore 0 = 60^2 + 2 \times (-0,98) \times s \quad \therefore s = 180 \text{ سم}$$

وهى سرعة الكرة الأولى بعد التصادم " ترتد إلى أعلى المستوى "

$$m_1 u_1 + m_2 u_2 = m_1 v_1 + m_2 v_2$$

$$300 \times 40 + 200 \times 60 = 300 \times v_1 + 200 \times v_2$$

$$v_1 = 168 \text{ سم / ث} \quad \therefore \text{وهى سرعة الكرة الثانية بعد التصادم " ترتد إلى أعلى المستوى "}$$

دفع الكرة الأولى على الكرة الثانية = التغير فى كمية حركة الكرة الثانية

$$D = m_2 (v_2 - u_2) = (200 - 168) \times 200 = 6400 \text{ دايين م / ث}$$

تمارين (٦)

- ١ - أثرت القوى $\vec{Q} = 2\vec{S} + \vec{V}$ ، $\vec{Q} = 3\vec{S} + 2\vec{B}$ ، $\vec{Q} = 6\vec{S} - \vec{V}$ على جسم لمدة نصف ثانية و كان متجه دفعها على الجسم يعطى من العلاقة $\vec{D} = 2\vec{S} + \frac{3}{4}\vec{V}$ أوجد قيمة كل من $\vec{B}$ ، $\vec{V}$
- ٢ - جسم ساكن كتلته ٧٠٠ جم أثرت عليه قوة ثابتة خلال ٠,٠٤ ث فكان دفع القوة ١٧,٦٤ نيوتن . ث أوجد مقدار هذه القوة بثقل الكجم و السرعة التى أكتسبها
- ٣ - حجر أملس كتلته نصف كجم يسقط رأسياً من السكون و بعد ثانيتين اصطدم بسطح سائل و غاص فيه بسرعة منتظمة ٥,٤ م / ث فى ١,٥ ث أوجد الدفع الناتج عن تصادم الحجر مع سطح السائل و إذا كان زمن التصادم $\frac{1}{4}$ من الثانية أوجد مقدار القوة الدفعية
- ٤ - جسم كتلته ٣٠٠ جم قذف رأسياً لأعلى بسرعة ٨٤٠ سم / ث من نقطة تقع أسفل سقف حجرة بمقدار ١١ سم فأصطدم بالسقف و ارتد إلى أرض الحجرة بعد نصف ثانية من الارتداد أوجد دفع السقف للجسم علماً بأن إرتفاع السقف ٢٧٢,٥ سم و إذا كان زمن التلامس ٠,١ ث أوجد القوة الدفعية
- ٥ - سقطت كرة من المطاط كتلتها ٧٠٠ جم من إرتفاع ٨,١ متر عن سطح الأرض فأصطدمت بسطح الأرض و ارتدت إلى إرتفاع ٣,٦ متر أوجد مقدار دفع الأرض للكرة
- ٦ - وضعت كرة كتلتها ٣٥٠ جم عند قمة مستوى أملس يميل على الأفقى بزاوية جيبها $\frac{1}{4}$ و تركت تتحرك ابتداء من السكون فى إتجاه خط أكبر ميل و بعد أن تحركت مسافة ٢ متر صدمت حاجزاً مثبتاً فى وضع عمودى على المستوى و ارتدت مسافة ٥٠ سم قبل أن تسكن لحظياً أوجد دفع الحاجز على الكرة
- ٧ - كرة كتلتها ٥٠ جم تتحرك بسرعة ١٢ م / ث على خط مستقيم أفقى صدمت كرة ساكنة كتلتها ٢٠ جم فأصبحت سرعة الكرة الأولى بعد التصادم مباشرة ٨ م / ث فى إتجاه حركتها أوجد مقدار سرعة الكرة الثانية بعد التصادم مباشرة و الدفع على الكرة الأولى
- ٨ - كرتان كتلتاهما ٧٠ ، ٣٥ جم تتحركان على خط مستقيم أفقى و فى إتجاهين متضادين الأولى بسرعة ٢٨ سم / ث و الثانية بسرعة ١٤ سم / ث اصطدمتا و ارتدت الثانية بسرعة ٢١ سم / ث أوجد مقدار و إتجاه الكرة الأولى بعد التصادم مباشرة و إذا كان زمن التلامس ٠,١ ث أوجد القوة الدفعية بينهما
- ٩ - كرة كتلتها ٢,١ كجم تتحرك فى خط مستقيم أفقى بسرعة ٢٠ م / ث اصطدمت بكرة أخرى ساكنة و كونا جسماً واحداً بعد التصادم و كانت السرعة المشتركة لهما ١٤ م / ث أوجد كتلة الكرة الثانية و مقدار المقاومة الثابتة المؤثرة على الجسم بعد التصادم إذا توقف عن الحركة بعد أن قطع مسافة ٤٤,١ متر
- ١٠ - تسقط مطرقة من الحديد كتلتها ٢,١ طن من إرتفاع ١٦٠ سم على عمود من أعمدة الأساس كتلته ٣٥٠ كجم فدكته فى الأرض مسافة ١٢ سم فإذا تحركت المطرقة و العمود كجسم واحد بعد التصادم أوجد سرعتهما المشتركة ثم أوجد مقاومة الأرض للعمود بفرض أنها ثابتة
- ١١ - وضعت كرتان على مستوى أفقى البعد بينهما ١٥٠ سم تحركت الأولى من السكون بعجلة منتظمة ١٠ سم / ث^٢ حيث كتلتها ٣٠ جم و فى نفس اللحظة تحركت الكرة الثانية بسرعة منتظمة ٣٥ سم / ث فى نفس إتجاه الكرة الأولى حيث كتلتها ٢٠ جم أثبت أن الكرتين تتصادمان و إذا كونت جسماً واحداً أوجد سرعته بعد التصادم مباشرة
- ١٢ - كرتان كتلتاهما ٧٠٠ جم ، ١٠٠ جم فى خط مستقيم أفقى واحد و فى نفس الإتجاه الأولى الأمامية بسرعة ٦٠ سم / ث و الثانية بسرعة ٥٠ سم / ث اصطدمت الأولى بحاجز ثابت عمودى و ارتدت لتصطدم الكرة الثانية و ترتد مرة أخرى بسرعة ٤٠ سم / ث عين سرعة الكرة الثانية بعد التصادم علماً بأن دفع الحاجز للكرة الأولى ١٠٠ ث جم . ث

الشغل

تعريف :

الشغل المبذول بواسطة قوة ثابتة فى تحريك جسم من موضع ابتدائى إلى موضع نهائى يقدر بحاصل الضرب القياسى لمتجه القوة فى متجه الإزاحة بين هذين الموضعين
أى أن : ش = $\vec{Q} \odot \vec{F}$ = و ف حتا ه

ملاحظات :

- إذا كانت : ه حادة كان الشغل موجباً
- إذا كانت : ه منفرجة كان الشغل سالباً " شغل مبذول من المقاومة "
- إذا كانت : ه قائمة كان الشغل = صفر
- إذا تحرك جسم من موضع ثم عاد إلى نفس الموضع فإن الشغل = صفر
- إذا حدث للجسم إزاحتين متتاليتين تحت تأثير قوة ما فإن : ش = ش_١ + ش_٢
- إذا كانت متجه القوة يوازى متجه الإزاحة و فى اتجاهها فإن : ش = و ف
- إذا تحرك جسم وزنه " و " على مستوى يميل على الأفقى بزاوية قياسها ى فإن :
- * الشغل المبذول من وزن الجسم = + و حا ى ف " إذا كان الجسم يتحرك لأسفل "
- * الشغل المبذول من وزن الجسم = - و حا ى ف " إذا كان الجسم يتحرك لأعلى "

وحدات قياس الشغل :

وحدة قياس الشغل = وحدة قياس قوة × وحدة قياس مسافة

الوحدات المطلقة : دايين ٠ سم " الإرج " أو نيوتن ٠ متر " الجول " الجول = ١٠^٧ إرج
الوحدات التثاقلية : ث كجم ٠ متر = ٩,٨ جول أو ث جم ٠ سم = ٩٨٠ إرج
أمثلة :

١ - يتحرك جسم تحت تأثير القوة $\vec{Q} = ٢\vec{S} + ٣\vec{V}$ فى خط مستقيم من النقطة (٢ ، ٠) إلى النقطة (٣ ، ٠) أحسب الشغل المبذول من القوة

الحل

$$\vec{F} = (٣, ٠) - (٢, ٠) = ١\vec{S} \\ \therefore \text{ش} = (٢\vec{S} + ٣\vec{V}) \odot (١\vec{S}) = ٢ + ٠ = ٢ \text{ وحدة شغل}$$

٢ - سيارة كتلتها ٢ طن تتحرك على طريق أفقى بعجلة مقدارها ٢ م / ث^٢ ضد مقاومات تعادل ٢٠ ث كجم لكل طن من الكتلة أوجد الشغل المبذول من محركها إذا كانت السرعة ٦٠ م / ث ابتداء من السكون

الحل

$$\begin{aligned} \therefore \text{ل} \text{ ح} &= \text{و} - \text{م} \\ \therefore ٢ \times ١٠٠٠ \times ٢ - \text{و} &= ٢ \times ٢٠ \times ٢٠ \\ \therefore \text{و} &= ٤٣٩٢ \text{ نيوتن} \\ \therefore \text{ع} &= \text{ع} + \text{ح} \text{ ف} \\ \therefore ٣٦٠٠ &= ٢٠ \times ٢ + \text{ف} \\ \therefore \text{ف} &= ٩٠ \text{ م} \\ \therefore \text{ش} = \text{و} \text{ ف} &= ٩٠ \times ٤٣٩٢ = ٣٩٥٢٨٠ \text{ جول} \end{aligned}$$

- ٣ - سيارة كتلتها ٥ طن تصعد منحدرًا يميل على الأفقى بزاوية جيبها ٠.٠٢ . بسرعة منتظمة فإذا كانت قوة محركها ٣٠٠ ث كجم و تحركت مسافة ٤٠٠ متر أوجد الشغل المبذول من : المحرك ، الجاذبية ، ضد المقاومة

الحل

$$\text{الشغل المبذول من قوة المحرك} = \text{و} = \text{ف} = 400 \times 300 = 120 \times 10^3 \text{ ث كجم} \cdot \text{م}$$

$$\text{الشغل المبذول من قوة الجاذبية " الوزن "} = - \text{و} \text{ ح ا ه}$$

$$= - = 5 \times 1000 \times 0.02 \times 400 = - 400 \times 10^3 \text{ ث كجم} \cdot \text{م}$$

∴ السرعة منتظمة و السيارة تصعد المنحدر

$$\therefore \text{و} = \text{و} + \text{و} \text{ ح ا ه}$$

$$\therefore \text{و} = \text{و} - \text{و} \text{ ح ا ه} = 300 - 5 \times 1000 \times 0.02 = 200 \text{ ث كجم}$$

$$\therefore \text{الشغل المبذول ضد المقاومة} = 200 \times 400 = 80 \times 10^3 \text{ ث كجم} \cdot \text{م}$$

- ٤ - جسم كتلته ٥ كجم أثرت عليه قوة فحركته من السكون بعجلة منتظمة مقدارها ٤,٢ م / ث^٢ أوجد المسافة التى تستطيع فيها هذه القوة أن تبذل شغلًا = ١٨٠٠ ث كجم · م

الحل

$$\text{و} = \text{و} = \text{و} = 5 \times 4.2 = 21 \text{ نيوتن}$$

$$\therefore \text{ش} = \text{و} \cdot \text{ف}$$

$$\therefore 1800 = 9.8 \times 21 \times \text{ف} \therefore \text{ف} = 840 \text{ م}$$

- ٥ - سيارة تتحرك على طريق أفقى حركة منتظمة بسرعة ٩ كم / س أوجد الشغل المبذول بواسطة مقاومة الطريق خلال دقيقة واحدة إذا علم أن مقدار قوة جر السيارة = ١٤٧ نيوتن

الحل

$$\therefore \text{الحركة منتظمة} \therefore \text{و} = \text{و} = \text{و} = 147 \text{ نيوتن}$$

$$\text{ف} = \text{و} \times \text{ع} = 9 \times \frac{5}{18} \times 60 = 150 \text{ م}$$

$$\therefore \text{ش} = \text{و} \cdot \text{ف} = 147 \times 150 = 22050 \text{ ث كجم} \cdot \text{م}$$

- ٦ - وضع جسم كتلته ٢٠ جم عند قمة مستوى مائل إرتفاعه ٥ متر فهبط من السكون فى إتجاه خط أكبر ميل حتى وصل إلى قاعدة المستوى بسرعة ٨ م / ث أحسب الشغل المبذول من قوة المقاومة

الحل

نفرض أن طول المستوى = ف متر
و قياس زاوية ميله = هـ

$$\therefore \text{ع} = \text{ع} + \text{و} \text{ ح ا ه}$$

$$\therefore 64 = 0 + \text{و} \text{ ح ا ه}$$

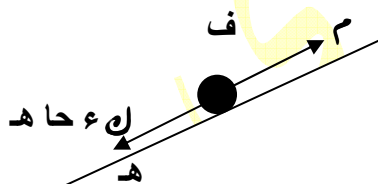
$$\therefore \text{و} \text{ ح ا ه} = 32$$

$$\therefore \text{و} \text{ ح ا ه} = \text{و} - \text{و} \text{ ح ا ه} \text{ بالضرب} \times \text{ف}$$

$$\therefore 0.02 \text{ ح ا ه} = 0.02 \times 9.8 \times 32 = \text{و} \text{ ح ا ه} - \text{و} \text{ ح ا ه} \times \frac{5}{\text{ف}}$$

$$\therefore 0.64 = 0.98 - \text{و} \text{ ح ا ه}$$

$$\therefore \text{و} \text{ ح ا ه} = \text{الشغل المبذول من المقاومة} = 0.98 - 0.64 = 0.34 \text{ جول}$$



تمارين (٧)

- ١ - أثرت القوى $\vec{Q} = 2\vec{S} - 3\vec{V}$ ، $\vec{Q} = 5\vec{S} + \vec{V}$ على يتحرك فى خط مستقيم من النقطة $P = (1, 2)$ إلى النقطة $B = (3, 0)$ أحسب الشغل المحصل
- ٢ - يتحرك جسم تحت تأثير القوة $\vec{Q} = 3\vec{S} + 4\vec{V}$ و كان متجه موضعه يعطى من العلاقة : $\vec{r} = (2 + t)\vec{S} + 2t\vec{V}$ أوجد الشغل المبذول من القوة فى ١٠ ثوانى
- ٣ - إنتقل جسم من النقطة $(-1, 2)$ إلى النقطة $(3, 5)$ تحت تأثير القوة $\vec{Q} = 5\vec{S} + 3\vec{V}$ أوجد قيمة P إذا كان الشغل المبذول من هذه القوة يساوى ١١ وحدة شغل
- ٤ - إذا كانت $\vec{F} = 2\vec{S} + 3\vec{V}$ و $\vec{Q} = 5\vec{S} + 3\vec{V}$ هى إزاحة جسم بواسطة القوة : $\vec{Q} = 5\vec{S} + 3\vec{V}$ و علم أن الشغل المبذول خلال ثانيتين من بدء الإزاحة $= 58$ إرج و معيار القوة بالداين و الزمن بالثانية عين قيمة P
- ٥ - عامل بناء كتلته ٧٠ كجم يحمل على كتفه كمية من الطوب صاعداً سلم إرتفاع قمته عن سطح الأرض ١٢ م فإذا بذل شغلاً قدره ١١٧٦٠ جول حتى وصل إلى قمة السلم أوجد كتلة الطوب الذى يحمله
- ٦ - سيارة كتلتها ٣ طن تصعد منحدر يميل على الأفقى بزاوية جيبها ٠,١ ضد مقاومات ٤٠ ث كجم لكل طن من الكتلة و بسرعة منتظمة أوجد الشغل المبذول فى صعود السيارة ٢٠ م على المنحدر لكل من : وزن السيارة ، مقاومة الطريق ، قوة المحرك ، محصلة القوى المؤثرة عليها
- ٧ - سيدة تدفع أمامها عربة بها طفل من السكون على طريق أفقى بقوة قدرها ٢ ث كجم و تميل على الأفقى بزاوية قياسها ٦٠° ضد مقاومات ٠,٩٥ ث كجم فإذا كانت كتلة العربة و الطفل ١٨ كجم أوجد الشغل المبذول خلال دقيقة لكل من : وزن العربة و الطفل ، قوة السيدة ، مقاومة الطريق ، القوة المحدثه للحركة
- ٨ - قطار كتلته ٦٢٥ طن يصعد منحدر يميل على الأفقى بزاوية جيبها ٠,٠٢ و بسرعة منتظمة فإذا بذلت آلاته شغلاً قدره 3×10^6 ث كجم ٠ م حتى وصل إلى قمة المنحدر و كان الشغل المبذول ضد المقاومة 5×10^6 ث كجم ٠ م أوجد طول المنحدر و مقدار القوة و الشغل المبذول من الجاذبية و المقاومة لكل طن من الكتلة
- ٩ - جسم كتلته ١٤ كجم أثرت عليه قوة حركته من السكون مسافة ١٢ م فى خط عمل هذه القوة بعجلة منتظمة قدرها ٣,٥ م / ث^٢ أحسب الشغل المبذول بواسطة القوة بثقل الكجم
- ١٠ - إذا علم أن وزن أحد رجال المطافئ يساوى ٦٥ كجم أحسب المسافة التى يمكن أن يصعد بها هذا الرجل على سلم رأسى عندما يبذل شغلاً مساوياً للشغل المبذول بواسطة وزنه و قدره ٧٦٤٤ جول
- ١١ - عربة كتلتها ١,٥ طن تتحرك على طريق مستقيم أفقى أستخدمت فراملها عندما كانت متحركة بسرعة ٦٣ كم / س فوقفت بعد أن قطعت مسافة ١٢,٥ م أوجد مقدار مقاومة الفرامل بفرض أنها ثابتة و كذلك الشغل المبذول بواسطتها خلال هذه المسافة مقدرة بثقل الكجم
- ١٢ - قذف جسم كتلته ٤٠٠ جم رأسياً إلى أعلى بسرعة مقدارها ٧٠ م / ث أوجد الشغل المبذول بواسطة وزن هذا الجسم من بدء الحركة حتى وصوله إلى أقصى إرتفاع له و كذا خلال ٢٠ ثانية من بدء الحركة
- ١٣ - مستوى مائل أملس إرتفاعه ١٥٠ وضع جسم كتلته ٤٠ كجم عند قمته فانزلق فى إتجاه خط أكبر ميل للمستوى حتى وصل إلى قاعدة المستوى أوجد الشغل المبذول من وزن الجسم خلال هذه المسافة
- ١٤ - سيارة كتلتها ١,٥ طن تتحرك فى إتجاه خط أكبر ميل إلى أعلى منحدر يميل على الأفقى بزاوية جيبها $\frac{1}{3}$ و كان مقدار قوة محرك السيارة ١٣٠ ث كجم و مقاومة المستوى ٢٠ ث كجم لكل طن من كتلتها و الشغل المبذول من محصلة القوى المؤثرة على السيارة خلال قطعها مسافة 7500 م كجم ٠ م أحسب هذه المسافة ثم أوجد الشغل المبذول خلالها من قوة المحرك ، قوة المقاومة ، وزن السيارة

القدرة**تعريف :**

القدرة هي المعدل الزمنى لبذل الشغل أو هي الشغل المبذول فى وحدة الزمن

$$\text{أى أن : القدرة} = \frac{E_{\text{ش}}}{t} \quad \text{و بالتالى : القدرة} = P \times E$$

ملاحظات :

- * عندما يتحرك جسم بسرعة منتظمة أو بأقصى سرعة له فإن القدرة تكون ثابتة أى أن :
القدرة = $P \times$ السرعة المنتظمة " أقصى سرعة له " التى يتحرك بها
- * عندما يتحرك جسم بسرعة متغيرة فإن القدرة تكون متغيرة أى أن :
القدرة عند أى لحظة = $P \times$ السرعة عند هذه اللحظة
- * عندما تتحرك آلة على خط مستقيم فإن أقصى قدرة لها " قدرة الآلة " تكون عندما تتحرك بأقصى سرعة و هي السرعة المنتظمة و عندها يكون : قوة الآلة = المقاومات الكلية

وحدات قياس القدرة :

وحدة قياس القدرة = وحدة قياس الشغل ÷ وحدة قياس الزمن

وحدة قياس القدرة = وحدة قياس مقدار القوة × وحدة قياس مقدار السرعة

* **الوحدات المطلقة :** إرج / ث = دايين ٠ سم / ث أو جول / ث = نيوتن ٠ م / ث* **الوحدات الثقالية :** ث كجم ٠ م / ث* **الوحدات العملية :** الحصان أو الوات أو الكيلووات

حيث : ث كجم ٠ م / ث = ٩,٨ جول / ث ، الوات = جول / ث = ١٠ إرج / ث

الحصان = ٧٥ ث كجم ٠ م / ث = ٧٣٥ وات = ٠,٧٣٥ كيلووات

العلاقة بين وحدات قياس القدرة :

$$\begin{array}{c} \text{داين ٠ سم / ث} \xrightarrow{\div 10} \text{جول / ث} \xrightarrow{\div 1000} \text{وات} \xrightarrow{\div 1000} \text{كيلووات} \\ \text{١٠} \quad \text{٩,٨} \quad \text{٧٥} \quad \text{٠,٧٣٥} \\ \text{ث كجم ٠ م / ث} \xrightarrow{\div 10} \text{جول / ث} \xrightarrow{\div 1000} \text{وات} \xrightarrow{\div 1000} \text{كيلووات} \\ \text{١٠} \quad \text{٩,٨} \quad \text{٧٥} \quad \text{٠,٧٣٥} \end{array}$$

أمثلة :

١ - سيارة كتلتها ١٢٠٠ كجم تسير على طريق أفقى بسرعة منتظمة ٩٠ كم / س ضد مقاومات تعادل

٠,٠٥ من وزن السيارة أوجد بالحصان قدرة محرك السيارة

الحل∴ السرعة منتظمة ∴ $P = F \times v = 1200 \times 0,05 = 60$ ث كجم∴ قدرة محرك السيارة = $P \times E = 60 \times 90 \times \frac{1}{18} = 1500$ ث كجم ٠ م / ث

$$= 1500 \div 75 = 20 \text{ حصان}$$

٢ - قاطرة تجر قطاراً كتلته هو القاطرة ١٠٠ طن ضد مقاومات تعادل ١٢ ث كجم لكل طن من الكتلة فإذا كانت

أقصى قدرة للقاطرة هي ٨٠٠ حصان أوجد أقصى سرعة للقطار بالـ كم / س

الحلعند أقصى سرعة : $P = F \times v = 12 \times 100 = 1200$ ث كجم∴ القدرة = $P \times E$

$$800 \times 75 = 1200 \times 100 \times \frac{1}{18}$$

$$\therefore E = 50 \text{ م / ث} = 50 \times \frac{1}{18} = 180 \text{ كم / س}$$

٣ - أثرت قوة ثابتة $\vec{F} = 6\vec{s} + 8\vec{v}$ على جسم كتلته ٢ كجم و كان متجه إزاحة النقطة يعطى من العلاقة $\vec{F} = 12\vec{s} + (\vec{v} - \vec{v})\vec{v}$ حيث القوة مقاسة بالنيوتن و الإزاحة بالمتري أوجد قيمة كل من $\vec{p}$ ، $\vec{b}$ ثم أحسب القدرة عندما $\vec{v} = 2\vec{t}$

الحل

$$\vec{F} = \frac{\vec{v} \cdot \vec{v}}{v} = \frac{v^2}{v} = v \quad , \quad \vec{F} = 12\vec{s} + (\vec{v} - \vec{v})\vec{v} = 12\vec{s} - \vec{v} \quad , \quad \vec{F} = 12\vec{s} - \vec{v}$$

$$\therefore \vec{F} = \vec{v} = 12\vec{s} - \vec{v} \quad \therefore 2\vec{v} = 12\vec{s} \quad \therefore \vec{v} = 6\vec{s}$$

$$\therefore \vec{p} = 1,5 \quad , \quad \vec{b} = 2$$

$$\therefore \text{ش} = \vec{F} \odot \vec{v} = [6\vec{s} + 8\vec{v}] \odot [1,5\vec{s} - 2\vec{v}] = [6\vec{s} + 8\vec{v}] \odot [1,5\vec{s} - 2\vec{v}]$$

$$= 16\vec{v} - 12\vec{s}$$

$$\therefore \text{القدرة} = \frac{\text{ش}}{v} = \frac{16 - 12}{2} = 2 \quad , \quad \text{عندما } \vec{v} = 2\vec{t} \quad \therefore \text{القدرة} = 84 \text{ وات}$$

٤ - تطير طائرة فى مسار أفقى تحت تأثير مقاومة تتناسب مع مربع سرعتها و كان مقدار المقاومة ٦٠٠ ث كجم عندما كانت سرعة الطائرة ٢٠٠ كم / س و كانت أقصى سرعة للطائرة هى ٣٠٠ كم / س أوجد قدرة محركات الطائرة بالحصان

الحل

$$\vec{F} = \frac{v^2}{v} = v \quad \therefore \frac{v^2}{v} = \frac{12}{v} \quad \therefore \frac{v^2}{v} = \frac{12}{v}$$

$$\therefore \vec{F} = 1350 \text{ ث كجم} \quad \text{عند أقصى سرعة } \vec{v} = 300$$

$$\therefore \text{القدرة} = \frac{300 \times 1350}{75} = 6000 \text{ حصان}$$

٥ - قاطرة كتلتها ٦٠ طن تجر على مستوى أفقى و فى خط مستقيم قطاراً كتلته ٢٤٠ طن بسرعة ثابتة مقدارها ١٥ متر / ث و يمكنها أن تجر قطاراً كتلته ١٤٠ طن بنفس السرعة أعلى مستوى يميل على الأفقى بزاوية جيبها ٠,٠١ و فى اتجاه خط أكبر ميل أوجد بثقل الكجم مقدار المقاومة لكل طن بفرض أنها متساوية فى الحالتين ثم أوجد بالحصان قدرة القاطرة

الحل

$$\text{بفرض أن المقاومة لكل طن} = \vec{F} \text{ ث كجم} \quad \therefore \text{السرعة ثابتة " منتظمة " على الأفقى} :$$

$$(1) \quad \vec{F} = 300$$

$$\text{و على المائل السرعة ثابتة أيضاً} :$$

$$\therefore \vec{F} = 200 + 200 \times 0,01 \times 1000 \times 200 + 200 = 200 + 40000 + 200 = 40400$$

$$(2) \quad 200 + 200 = 400$$

$$\text{من (1) ، (2) ينتج : } \vec{F} = 20 \text{ ث كجم لكل طن}$$

$$\therefore \vec{F} = 20 \times 300 = 6000 \text{ ث كجم}$$

$$\therefore \text{القدرة} = (15 \times 6000) \div 75 = 1200 \text{ حصان}$$

تمارين (٨)

- ١ - أثرت قوة ثابتة $\vec{F}$ على جسيم و كان متجه إزاحته يعطى من كدالة فى الزمن العلاقة :

$$\vec{F} = 4(\vec{r} + 3\vec{v} + 2\vec{s}) - 3\vec{r} - \vec{v}$$
حيث معيار هذه القوة بالداين ، ف بالسـم ، الزمن بالثانية و كان الشغل المبذول من هذه القوة خلال الثلاث ثوانى الأولى من الحركة = ٤٧٨٠ إرج و قدرة هذه القوة بعد ثانيتين من بدء تأثيرها = ١٥٢٠ إرج / ث أوجد معيار هذه القوة
- ٢ - قطار كتلته ٩٠ طن يتحرك على شريط أفقى بسرعة منتظمة ٦٠ كم / س ضد مقاومات ١٢ ث كجم لكل طن من الكتلة أحسب قدرة آلاته بالحصان
- ٣ - قطار كتلته ١٥٠ طن و قدرة آلاته ٤٨٠ حصان يتحرك أفقياً ضد مقاومات ١٢ ث كجم لكل طن من الكتلة أحسب أقصى سرعة له
- ٤ - يتحرك قطار كتلته ١٥٠ طن و قدرة آلاته ٣٩٢ كيلووات على شريط أفقى ضد مقاومات قدرها ٠,٠٢ من وزن القطار أوجد أقصى سرعة له
- ٥ - تتحرك سيارة كتلتها ٢ طن و قدرة آلاتها ٢٠ حصان على طريق أفقى يتناسب فيه مقاومة الطريق طردياً مع مقدار سرعة السيارة فإذا كانت أقصى سرعة للسيارة ٩٠ كم / س أوجد المقاومة لكل طن من الكتلة عندما تتحرك السيارة بسرعة ١٨ كم / س
- ٦ - بدأت سيارة كتلتها ٢ طن و قوة آلاتها نصف وزن طن فى التحرك من السكون فى خط مستقيم على أرض أفقية و كانت المقاومة لحركتها ٢٠ ث كجم لكل طن من الكتلة أوجد سرعتها بعد ٢٥٠ ث و قدرة آلاتها بالحصان عند هذه اللحظة
- ٧ - تتحرك شاحنة كتلتها ٢ طن و قدرة محركها ٢٠ حصان على طريق أفقى بأقصى سرعة ٨٠ كم / س أوجد مقاومة الطريق و إذا حملت بشحنة وزنها ٤٧٥ ث كجم ثم تحركت صاعدة على منحدر يميل على الأفقى بزاوية جيب قياسها $\frac{1}{16}$ فما هى أقصى سرعة لها علماً بأن مقاومة المنحدر ضعف مقاومة الطريق الأفقى
- ٨ - سيارة نقل كتلتها ٣ طن حملت بحجارة كتلتها ٧ طن من قمة منجم أعلى منحدر يميل على الأفقى بزاوية جيب قياسها ٠,٠١ و تحركت أسفل المنحدر بأقصى سرعة لها ٢٧ كم / س أوجد قدرة محركها علماً بأن المقاومة ٣٠ ث كجم لكل طن من الكتلة و إذا أفرغت حمولتها فأوجد أقصى سرعة تصعد بها أعلى المنحدر علماً بأن المقاومة ثابتة لكل طن
- ٩ - تسير سيارة كتلتها ٢,٧ طن على طريق أفقى بسرعة ثابتة قدرها ١٨ كم / س و عندما وصلت إلى منحدر يميل على الأفقى بزاوية جيبها ٠,٠٥ أوقف المحرك فتحركت السيارة إلى أسفل المنحدر بنفس سرعتها السابقة فى اتجاه خط أكبر ميل فإذا كانت النسبة بين مقدار مقاومة المنحدر لحركة السيارة إلى مقدار مقاومة الطريق الأفقى لها = ٣ : ٥ و كانت هاتين المقاومتين ثابتتين أوجد قدرة محرك السيارة التى يعمل بها على الطريق الأفقى بالحصان
- ١٠ - قطار كتلته ٩ طن يتحرك فى اتجاه خط أكبر ميل لمستوى يميل على الأفقى بزاوية جيبها $\frac{1}{16}$ صاعداً بأقصى سرعة له و قدرها ٣٦ كم / س ضد مقاومات قدرها ١٦ ث كجم لكل طن من الكتلة و بعد أن وصل القطار إلى قمة المستوى فصلت منه العربة الأخيرة و كتلتها ١٥ طن حيث هبط القطار على نفس المستوى بأقصى سرعة و قدرها ١٢ كم / س فإذا كانت المقاومة لكل طن ثابتة أوجد $\vec{v}$ و قدرة محرك القطار
- ١١ - سيارة كتلتها ٤ طن و قدرة محركها ٣٢ حصان تصعد فى اتجاه خط أكبر ميل لمنحدر يميل على الأفقى بزاوية جيبها $\frac{1}{16}$ بسرعة قصوى مقدارها ١٥ م / ث أوجد مقدار مقاومة المنحدر لحركة السيارة ثم أوجد مقدار أقصى سرعة تهبط بها السيارة على نفس المنحدر إذا علم أن مقدار المقاومات تتناسب مع مقدار هذه السرعات

الطاقة

الطاقة هي مصدر شغل مبذول

* طاقة الحركة " ط " :

طاقة حركة جسيم هي نصف حاصل ضرب كتلته في مربع سرعته

فإذا كانت كتلة الجسيم m ومعيار سرعته v فإن : $ط = \frac{1}{2} m v^2$

أيضاً : $ط = \frac{1}{2} m (v^2 - v_0^2)$

وحدات قياس طاقة الحركة :

وحدة قياس طاقة الحركة هي نفس وحدة قياس الشغل " جول أو أرج "

ملاحظة :

معدل التغير الزمنى لطاقة حركة جسم = قدرة القوة المؤثرة عليه أى أن : $\frac{ط}{ت} = ق$ " القدرة "

* مبدأ الشغل وطاقة الحركة :

التغير في طاقة جسيم عند إنتقاله من موضع ابتدائى إلى موضع نهائى يساوى الشغل المبذول بواسطة القوة المؤثرة عليه خلال الإزاحة بين هذين الموضعين

أى أن : $ط - ط_0 = ش$

حيث : $ط_0$ ، $ط$ هما طاقتا الحركة عند الموضعين الابتدائى و النهائى على الترتيب

، $ش$ الشغل المبذول من محصلة القوى المؤثرة على الجسيم خلال الإزاحة بين الموضعين

نتائج و ملاحظات :

* يمكن التعبير عن مبدأ الشغل والطاقة كالتالى : $\frac{1}{2} m (v^2 - v_0^2) = ش$

* يراعى أن تكون الوحدات كالتالى :

$ل$ " كجم " ، $ع$ ، $ع$ " م / ث " ، $و$ " نيوتن " ، $ف$ " متر "

$ل$ " جم " ، $ع$ ، $ع$ " سم / ث " ، $و$ " دايين " ، $ف$ " سم "

* إذا تحرك جسيم من وضع ثم عاد إلى نفس الموضع فإن طاقة حركته النهائية = طاقة حركته الابتدائية

* طاقة الوضع " ص " :

طاقة الوضع لجسيم عند لحظة زمنية ما هي الشغل المبذول من القوة المؤثرة على الجسيم لو أنها

حركته من الموضع الذى يحتله عند هذه اللحظة الزمنية إلى موضع آخر ثابت على الخط المستقيم

الذى تحدث عليه الحركة و الذى يسمى نقطة الصفر لطاقة الوضع

أى أن : إذا كانت " و " نقطة الصفر لطاقة الوضع فإن :

$$ص = \int_w^p ق \cdot ds$$

نتائج و ملاحظات :

* طاقة الوضع عند القطة " و " = صفر

* التغير في طاقة الوضع لجسيم = الشغل المبذول بواسطة القوة خلال الحركة

أى أن : $ص - ص_0 = ش$

* مجموع طاقتى الحركة و الوضع يظل ثابتاً أثناء الحركة

أى أن : $ط + ص = ط_0 + ص_0$

* طاقة الوضع لجسيم كتلته m على ارتفاع $ل$ من سطح الأرض = $م \cdot ع \cdot ل$

" حيث : نقطة الصفر لطاقة الوضع تقع على سطح الأرض "

* طاقة الوضع لجسيم كتلته m يتحرك على خط أكبر ميل لمستوى أملس عندما يكون على ارتفاع $ل$

من سطح الأرض = $م \cdot ع \cdot ل$

* وحدات طاقة الوضع هي نفس وحدات الشغل و طاقة الحركة

أمثلة :

١ - دراجة كتلتها ٨٠ كجم و طاقة حركتها ٥٠ ث كجم ٠ م أوجد مقدار سرعتها
الحل

$$\therefore \text{ط} = \frac{1}{2} \text{ل} \text{ع} \quad \therefore 9,8 \times 50 = \frac{1}{2} \times 80 \times \text{ع} \quad \therefore \text{ع} = 3,5 \text{ م / ث}$$

٢ - إذا كانت طاقة حركة جسم ٣٧٠ جم و سرعته $\text{ع} = 30 \text{ م} + 80 \text{ م}$ عند لحظة معينة تساوى طاقة حركة جسم آخر سرعته $\text{ع} = 9 \text{ م} + 17 \text{ م}$ عند نفس اللحظة أوجد كتلة الجسم الثانى علماً بأن

معيار السرعة يقاس بالمتر / ث

الحل

$$\begin{aligned} \text{ع} &= 900 = 6400 + 900 = 7300 \quad \therefore \text{ط} = \frac{1}{2} \times 0,37 \times 7300 \quad (1) \\ \text{ع} &= 81 = 289 + 81 = 370 \quad \therefore \text{ط} = \frac{1}{2} \times \text{ل} \times 370 \quad (2) \end{aligned}$$

من (١) ، (٢) ينتج : $\text{ل} = 7,3 \text{ كجم}$

٣ - جسم متغير الكتلة يتحرك فى خط مستقيم و يتعين متجه الإزاحة بالعلاقة $\text{ف} = (5 + 3) \text{ م} / \text{ث}$ فإذا كانت $\text{ل} = \frac{1}{2} \text{ م} + 3 \text{ جم}$ أحسب قدرة المؤثرة على الجسم

الحل

$$\begin{aligned} \text{ع} &= \frac{\text{ف}}{\text{ل}} = \frac{5}{0,5} = 10 \text{ م} / \text{ث} \quad \therefore \text{ط} = \frac{1}{2} \text{ل} \text{ع} = \frac{1}{2} \times (5 + 3) \times 10 = 40 \text{ جول} \\ \therefore \text{القدرة} &= \frac{\text{ط}}{\text{ل}} = \frac{40}{0,5} = 80 \text{ وحدة قدرة} \end{aligned}$$

٤ - جسم كتلته ٧٥ جم يتحرك أفقياً بسرعة ٤٠ سم / ث اصطدم بحائط رأسى فتغيرت كمية حركته نتيجة للتصادم بمقدار ٤٨٠٠ جم / سم / ث أحسب التغير فى طاقة حركته نتيجة التصادم

الحل

$$\begin{aligned} \therefore \text{التغير فى كمية الحركة} &= \text{ل} (\text{ع} - \text{ع}') \\ \therefore 4800 &= 75 \times [(40 - \text{ع}') - \text{ع}] \\ \therefore \text{ط} &= \frac{1}{2} \times 75 \times 1600 = 6000 \text{ إرج} \\ \text{ط} &= \frac{1}{2} \times 75 \times 576 = 21600 \text{ إرج} \\ \therefore \text{التغير فى طاقة الحركة} &= \text{ط} - \text{ط}' = 21600 - 6000 = 15600 \text{ إرج} \end{aligned}$$

٥ - سيارة كتلتها ٢ طن تعطل محركها عندما كانت سرعتها ٧ م / ث فتحركت ضد مقاومات مقدارها ٢٠ ث كجم حتى سكنت أوجد طاقة الحركة السيارة التى فقدتها ثم أوجد المسافة التى تحركتها حتى سكنت

الحل

$$\begin{aligned} \therefore \text{التغير فى طاقة الحركة} &= \frac{1}{2} \text{ل} (\text{ع} - \text{ع}') = \frac{1}{2} \times 2000 \times (0 - 49) = -49000 \text{ جول} \\ \therefore \text{طاقة الحركة المفقودة} &= 49000 \text{ جول} \\ \therefore \text{ط} - \text{ط}' &= -49000 = -\frac{1}{2} \times 20 \times \text{ف}^2 \\ \therefore \text{ف} &= 70 \text{ متراً} \end{aligned}$$

- ٦ - كرتان ملساوتان كتلتاهما ١٠٠ ، ٢٠٠ جم تتحركان فى خط مستقيم فى إتجاهين متضادين تصادمتا عندما كانت سرعتاهما ٨ م / ث ، ١٢ م / ث على الترتيب أحسب طاقة الحركة المفقودة نتيجة التصادم إذا ارتدت الكرة الأولى عقب التصادم بسرعة ٢ م / ث

الحل

$$\therefore K_1 + K_2 = K_1' + K_2'$$

$$\therefore \frac{1}{2} \times 100 \times 8^2 + \frac{1}{2} \times 200 \times 12^2 = \frac{1}{2} \times 100 \times 2^2 + \frac{1}{2} \times 200 \times v_2'^2$$

$$\therefore v_2' = 17.6 \text{ م / ث } \text{ وهى سرعة الكرة الثانية بعد التصادم}$$

طاقة الحركة المفقودة = طاقة الحركة قبل التصادم - طاقة الحركة بعد التصادم

$$= \left[\frac{1}{2} \times 100 \times 8^2 + \frac{1}{2} \times 200 \times 12^2 \right] - \left[\frac{1}{2} \times 100 \times 2^2 + \frac{1}{2} \times 200 \times 17.6^2 \right] = 12.5 \text{ جول}$$

- ٧ - وضع جسم كتلته ٢٠ جم عند قمة مستوى مائل إرتفاعه ٥ متر فهبط من السكون فى إتجاه خط أكبر ميل حتى وصل إلى قاعدة المستوى بسرعة ٨ م / ث أحسب الشغل المبذول من قوة المقاومة

الحل

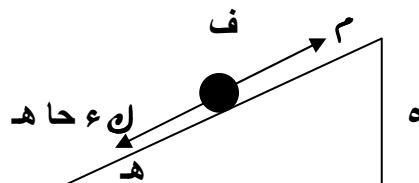
نفرض أن طول المستوى = ف متر

التغير فى طاقة الحركة = الشغل المبذول من محصلة القوى

$$\therefore W = K_2 - K_1$$

$$\therefore W = \frac{1}{2} \times 20 \times 8^2 - 0 = 640 \text{ جول}$$

$$\therefore W = 640 - 0 = 640 \text{ جول} \quad \text{"تم حل هذا المثال بطريقة أخرى سابقاً"}$$



- ٨ - أطلقت رصاصة كتلتها ٢٠ جم من بندقية طول ماسورتها متر واحد فإذا كانت قوة ضغط الغاز ١٦٠٠ نيوتن أوجد سرعة خروج الرصاصة وإذا أختزقت الرصاصة حاجز سمكه ١٥ سم و خرجت منه بسرعة ١٠٠ م / ث أوجد مقاومة الحاجز للرصاصة بالنيوتن

الحل

$$\therefore W = K_2 - K_1$$

$$\therefore \frac{1}{2} \times 20 \times 100^2 = 0 + \frac{1}{2} \times 20 \times v^2$$

$$\therefore v = 100 \text{ م / ث}$$

$$\therefore W = K_2 - K_1 = \frac{1}{2} \times 20 \times 100^2 - \frac{1}{2} \times 20 \times v^2$$

$$\therefore W = 10000 \text{ نيوتن}$$

- ٩ - رفع جسم كتلته ٤ كجم من إرتفاع ٦٠ متراً إلى إرتفاع ١٠٠ متر عن سطح الأرض أوجد التغير فى طاقة وضعه

الحل

التغير فى طاقة الوضع = $W_2 - W_1$

$$= 100 \times 9.8 \times 4 - 60 \times 9.8 \times 4$$

$$= 1568 \text{ جول}$$

- ١٠- أثرت القوة $\vec{Q} = 8\vec{s} - 12\vec{v}$ على جسيم فحركته من نقطة $M(3, -2)$ إلى النقطة $N(7, 1)$ أحسب التغير في كل من طاقة الحركة و طاقة الوضع أثناء الحركة

الحل

$$\vec{F} = \vec{Q} - \vec{v} = (8\vec{s} - 12\vec{v}) - \vec{v} = 8\vec{s} - 13\vec{v}$$

$$\text{ش} = \vec{Q} \odot \vec{v} = \vec{F} \odot \vec{v} = 36 - 20 = 16 \text{ جول}$$

∴ التغير في طاقة الحركة = 16 جول ، التغير في طاقة الوضع = 16 جول

- ١١- مستوى مائل أملس قاعدته على سطح الأرض قذف جسم كتلته 400 جم من أسفل نقطة للمستوى و بسرعة 14 م / ث لأعلى أوجد طاقة الوضع للجسم عندما تصبح سرعته 3,5 م / ث ثم أوجد إرتفاع الجسم عن سطح الأرض عندئذ

الحل

$$\therefore \text{ط} - \text{ط} = \text{ش} - \text{ش}$$

$$\therefore \frac{1}{2} \times 0,4 \times (14)^2 - \frac{1}{2} \times 0,4 \times (3,5)^2 = \text{ش}$$

$$\therefore \text{ش} = 36,75 \text{ جول}$$

$$\therefore \text{ش} = \text{ل} \times \text{ع} \quad \therefore 36,75 = 0,4 \times 9,8 \times \text{ع} \quad \therefore \text{ع} = 9,375 \text{ متر}$$

- ١٢- مستوى مائل خشن قذف عليه من قاعدته جسم إلى أعلى في اتجاه خط أكبر ميل فسكن بعد أن أكتسب طاقة وضع قدرها 441 ث كجم و عندما عاد الجسم إلى قاعدة المستوى كانت طاقة حركته تساوى 357 ث كجم ٠ م أوجد طاقة حركة الجسم عند قذفه و إذا كان أقصى إرتفاع للجسم عن المستوى الأفقى المار بقاعدة المستوى هو 210 سم و كانت مقاومة الحركة 12 ث كجم أوجد ميل المستوى ، السرعة التى قذف بها

الحل

عند الهبوط " الجسم يسكن عند M "

$$\text{ط} - \text{ط} = \text{ش} - \text{ش} \quad \text{ط} - \text{ط} = \text{ش} - \text{ش}$$

$$\text{ط} - \text{ط} = \text{ش} - \text{ش} \quad \text{ط} - \text{ط} = \text{ش} - \text{ش}$$

$$\therefore \text{ش} = \text{ش} - \text{ط} + \text{ط}$$

$$= 441 - 357 = 84 \text{ ث كجم} \quad \text{عند الهبوط:}$$

$$\text{ط} - \text{ط} = \text{ش} - \text{ش} \quad \text{ط} - \text{ط} = \text{ش} - \text{ش}$$

$$\text{ط} - \text{ط} = \text{ش} - \text{ش} \quad \text{ط} - \text{ط} = \text{ش} - \text{ش}$$

$$\therefore \text{ط} = \text{ش} + \text{ش} - \text{ط} = 84 + 357 = 441 \text{ ث كجم} \quad \therefore \text{ش} = \text{ش}$$

$$\therefore \text{ش} = 9,8 \times 84 = 823,2 \text{ جول}$$

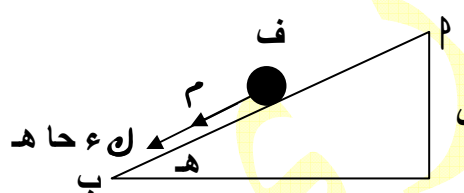
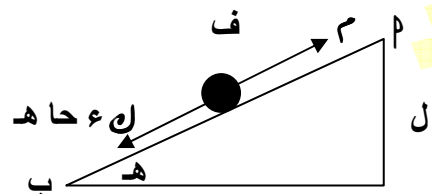
$$\therefore \text{ع} = 7 \text{ متر} \quad \therefore \text{ع} = \frac{823,2}{9,8} = 84 \text{ متر}$$

$$\therefore \text{ط} = \text{ل} \times \text{ع} \quad \therefore 441 = 0,1 \times 9,8 \times \text{ل}$$

$$\therefore \text{ل} = 450 \text{ كجم}$$

$$\therefore \text{ط} = \frac{1}{2} \times \text{ل} \times \text{ع} \quad \therefore 441 = \frac{1}{2} \times 450 \times \text{ع}$$

$$\therefore \text{ع} = 1,96 \text{ م / ث} \quad \text{و هى السرعة التى قذف بها}$$



تمارين (٩)

- ١ - جسم متغير الكتلة يتحرك فى خط مستقيم و يتعين متجه الموضع بالعلاقة $\overline{r} = \overline{r_0} + \overline{v}t$ فإذا كانت $\overline{v} = 3\overline{u} + 5\overline{u}$ جم أحسب قدرة القوة المؤثرة على الجسم
- ٢ - جسم كتلته ١٨ جم أحسب طاقة حركته عندما تكون سرعته $\overline{v} = 75\overline{u} + 40\overline{u}$ ص
- و إذا كانت طاقة حركة هذا الجسم تساوى ضعف طاقة حركة جسم آخر كتلته ٢٨.٩ كجم أحسب مقدار سرعة الجسم الآخر علماً بأن معيار السرعة بالمتر / ث
- ٣ - يتحرك جسم فى خط مستقيم و متجه إزاحته $\overline{f} = (\overline{u} + 2\overline{u})\overline{u} + 2\overline{u}$ ص " بالمتر ، $\overline{u}$ بالثانية " أوجد كتلة الجسم إذا علم أن طاقة حركته عند $\overline{u} = 1$ هي ٤.٩ جول
- ٤ - يتحرك جسم ثابت الكتلة فى خط مستقيم فإذا كان مقدار كمية حركته فى لحظة ما = ١١٢ كجم ٠ م / ث و طاقة حركته عند نفس اللحظة = ٨٠ ث كجم ٠ م أوجد كتلة الجسم و مقدار سرعته عندئذ
- ٥ - أطلق مدفع مثبت قذيفة كتلتها ٥ كجم بسرعة مقدارها ٢٨٠ م / ث فى الاتجاه الأفقى نحو دبابة متحركة فى نفس الخط المستقيم بسرعة ٧٢ كم / س فأصابها أحسب طاقة حركة القذيفة بالنسبة للدبابة إذا كانت الدبابة تتحرك فى نفس اتجاه القذيفة
- ٦ - قذف جسم كتلته ٢٥٠ جم فى اتجاه خط أكبر ميل لمستو أملس يميل على الأفقى بزاوية قياسها ٣٠° إلى أعلى و بعد مرور ثانيتين وجد أن طاقة حركته = ١,٢٢٥ ث كجم ٠ م أوجد مقدار السرعة التى قذف بها و مقدار ما فقده من طاقة خلال هذه المدة
- ٧ - سقطت كرة كتلتها ٣٢٠ جم من ارتفاع ٨,١ متر عن سطح أرض أفقية فأصطدمت بسطحها ثم ارتدت رأسياً إلى أعلى مسافة ٣,٦ متر قبل أن تسكن أحسب طاقة حركة الكرة لحظة وصولها إلى سطح الأرض و كذلك لحظة مغادرتها لسطح الأرض و من ثم أحسب التغير فى طاقة حركتها نتيجة التصادم
- ٨ - كرة كتلتها ١٠ كجم تتحرك فى خط مستقيم أفقى بسرعة ٥ م / ث صدمت كرة أخرى كتلتها ٢٠ كجم تتحرك فى نفس الخط المستقيم و فى اتجاه مضاد لإتجاه الكرة الأولى بسرعة ٧ م / ث فإذا تحركت الكرتان كجسم واحد أوجد مقدار السرعة المشتركة لهما بعد التصادم و طاقة الحركة المفقودة نتيجة التصادم
- ٩ - تتحرك كرة كتلتها ٦ جم فى خط مستقيم بسرعة منتظمة قدرها ١٠ سم / ث و بعد ثانيتين من مرورها بموضع معين تحركت كرة أخرى كتلتها ٥ جم من هذا الموضع فى نفس اتجاه الكرة الأولى بسرعة ابتدائية ١ سم / ث و عجلة منتظمة ١ سم / ث^٢ أثبت أن الكرتان تصطدمان و إذا كونت الكرتان بعد التصادم جسماً واحداً عين مقدار سرعته بعد التصادم مباشرة و أوجد طاقة الحركة المفقودة نتيجة التصادم
- ١٠ - أطلقت قذيفة كتلتها ٢ كجم بسرعة ٢١٠ م / ث على هدف مكون من طبقتين الأولى سمكها ٤ سم ، و الثانية سمكها ٦ سم فأخترقت الأولى و استرات فى الثانية فإذا كانت مقاومة الأولى ٥٠ ث طن و مقاومة الثانية ١٢٥ ث طن أوجد المسافة التى غاصتها الرصاصة فى الطبقة الثانية
- ١١ - وضع جسم كتلته ٥٠٠ جم عند قمة مستوى مائل ترتفع عن قاعدته ١,٥ متر فهبط على المستوى من السكون حتى وصل إلى قاعدة المستوى بسرعة ١ م / ث أوجد الشغل الذى بذلته المقاومة بفرض أنها ثابتة
- ١٢ - يهبط جسم من السكون على خط أكبر ميل لمستو أملس مائل طوله ٢٥ متر و ارتفاعه ١٠ أمتار فإذا بدأ الجسم من أعلى نقطة فى المستوى أوجد سرعته عندما يصل إلى قاعدة المستوى
- ١٣ - يهبط جسم من السكون على خط أكبر ميل لمستو أملس مائل طوله ١٦ متر و ارتفاعه ٥ أمتار فإذا بدأ الجسم من أعلى نقطة فى المستوى أوجد طاقة حركته عندما يصل إلى قاعدة المستوى إذا علم أن كتلته ٨٠ كجم و مقدار مقاومة حركته ١٢,٥ ث كجم

- ١٤ - دراجة تتحرك على طريق أفقى مستقيم من السكون بعجلة منتظمة و بعد أن قطع بها الراكب مسافة ٣٢٠ متراً مستخدماً ساقيه فى تحريكها أصبحت طاقة حركة الدراجة و الراكب معاً ١٦٠٠ ث كجم ٠ م و عندئذ أوقف الراكب حركة ساقيه فأصبحت طاقة حركتهما ١١٥٠ ث كجم ٠ م بعد قطع مسافة ١٥٠ متراً أخرى أحسب مقدار القوة المحركة للدراجة و مقدار المقاومة لها بفرض ثبوت كل منهما
- ١٥ - جسم موضوع عند قمة مستو مائل يصنع زاوية قياسها ٣٠° مع الأفقى فإذا كان طول المستوى ١٨ متر و ترك الجسم لينزلق فى إتجاه خط أكبر ميل للمستوى و أصبحت طاقة حركته عند قاعدة المستوى ٤,٤١ ث كجم ٠ م و أستمر الجسم بعد ذلك فى الحركة على مستوى أفقى تحت تأثير نفس مقاومة المستوى المائل ثم سكن بعد أن قطع مسافة ٥٠ سم على المستوى الأفقى فإذا علم أن الجسم فقد $\frac{3}{4}$ طاقة حركته عند إنتقاله من المستوى المائل إلى المستوى الأفقى أحسب مقدار المقاومة و كتلة الجسم
- ١٦ - سقط جسم كتلته ٥٠ كجم من إرتفاع ٤٠ متر عن سطح أرض رخوة فغاص فيها مسافة ٨٠ سم حتى سكن أوجد مقاومة الأرض لحركته بفرض أنها ثابتة بوحدة ث كجم
- ١٧ - سقط جسم كتلته ٢٥٠ جم من إرتفاع ٢٠ متر أوجد بالجول طاقة وضعه بعد أن يقطع ٨ أمتار
- ١٨ - هبط جسم كتلته ٢ كجم مسافة ٥٠ سم على خط أكبر ميل لمستوى أملس يميل على الأفقى بزاوية جيبها ٠,٢ أحسب التغير فى طاقة وضعه
- ١٩ - أثرت القوة $\vec{Q} = 7\vec{s} + 2\vec{v}$ على جسم فحركته من موضع لآخر فى ثانيتين و كان متجه الموضع يتعين من العلاقة $\vec{r} = (3 + \sqrt{t})\vec{s} + (1 + \sqrt{t})\vec{v}$ أحسب التغير فى طاقة الوضع حيث معيار $\vec{Q}$ بالنيوتن ، معيار $\vec{r}$ بالمترو الزمن بالثانية
- ٢٠ - قذف جسم كتلته ٢ كجم رأسياً لأعلى بسرعة ٤٩ م / ث و بعد فترة زمنية أصبحت طاقة حركته ٨٨,٢ ث كجم ٠ م أوجد طاقة وضعه عندئذ و الزمن اللازم لذلك
- ٢١ - ولد كتلته ٤٥ كجم يصعد من الطابق الثالث إلى الطابق العاشر مستخدماً مصعد كهربائى أحسب طاقة الوضع المكتسبة إذا علم أن إرتفاع الطابق يساوى ٣ أمتار
- ٢٢ - رجل كتلته ٧٠ كجم يصعد على مستوى مائل فى إتجاه خط أكبر ميل بسرعة منتظمة ٠,٩ كم / س مبتدئاً من قاعدة المستوى ليصل إلى قمة المستوى بعد دقيقتين فإذا كانت طاقة وضعه عند قمة المستوى ١٠٥٠ ث كجم ٠ م أوجد قياس زاوية ميل المستوى
- ٢٣ - جسم كتلته ٥ كجم قذف بسرعة ٥,٦ م / ث إلى أعلى مستوى مائل خشن إلى إرتفاع ١٠٠ سم أوجد الشغل المبذول ضد المقاومة ثم أوجد طاقة حركة الجسم عندما يعود إلى نقطة القذف و من ذلك أوجد سرعة الجسم عند تلك النقطة إذا كانت المسافة التى قطعها على المستوى ١٥٠ سم أوجد مقدار قوة المقاومة
- ٢٤ - ترك صندوق ينزلق من قمة مستوى مائل على خط أكبر ميل طوله ٢٠٠ متر و يميل على الأفقى بزاوية جيبها ٠,١ و ينتهى بمستوى أفقى عند قاعدته فإذا كان الصندوق يفقد نصف سرعته عند إنتقاله من المستوى المائل إلى المستوى الأفقى و مقدار المقاومة على كل من المستويين ثابتة و تساوى $\frac{1}{2}$ من وزن الصندوق أوجد المسافة التى يتحركها الصندوق على المستوى الأفقى قبل أن يسكن
- ٢٥ - بندول بسيط يتكون من خيط طوله ١٨٠ سم و يحمل فى طرفه جسم كتلته ٤٠٠ جم الزاوية بين وضع البندول عند بداية المسار و وضعه عند منتصف المسار ٦٠° أوجد طاقة الوضع المفقودة نتيجة إنتقال الجسم من بداية المسار إلى منتصفه ثم أوجد سرعة الجسم عند منتصف المسار

