ملخص لأهم ما سبقت دراسته فى السنوات السابقة

• فى حالة الحركة المنتظمة (حـ = ٠) يكون : $\vec{ف} = ن \vec{ع}$

أى أنه : ف = ن ع ، $ع = \frac{ف}{ن}$ ، $ن = \frac{ف}{ع}$

• قوانين الحركة المنتظمة التغير (حـ = مقدار ثابت) :

① $ع = ع_{.} + حـ ن$ ② $ف = ع_{.} ن + \frac{1}{2} حـ ن^{2}$

③ $ع^{2} = ع_{.}^{2} + 2 حـ ف$

وفى حالة الحركة الرأسية :

① $ع = ع_{.} + ء ن$ ② $ف = ع_{.} ن + \frac{1}{2} ء ن^{2}$

③ $ع^{2} = ع_{.}^{2} + 2 ء ف$

حيث عجلة الجاذبية الأرضية ء = ٩,٨ م/ث^{2} أو ٩٨٠ سم/ث^{2} ما لم يذكر خلاف ذلك

فى حالة حركة الجسم لأعلى تكون إشارة عجلة الجاذبية الأرضية ء سالبة

• متجه السرعة النسبية للجسم أ بالنسبة إلى الجسم ب هو $\vec{ع}_{أ ب} = \vec{ع}_{أ} - \vec{ع}_{ب}$

أهم نقاط الديناميكا للصف الثالث الثانوى

تفاضل الدوال المتجهة

* الحركة الخطية : هى حركة جسيم فى خط مستقيم.

* متجه الموضع $(\overrightarrow{س})$: هو قطعة مستقيمة موجهه بدايتها نقطة الأصل «و» ونهايتها موضع الجسم.

* متجه الإزاحة $(\overrightarrow{ف})$: هو التغير فى متجه الموضع من الموضع الابتدائى $\overrightarrow{س_1}$ إلى الموضع النهائى $\overrightarrow{س_2}$

أى أن : $\overrightarrow{ف} = \overrightarrow{س_2} - \overrightarrow{س_1}$

* متجه السرعة $(\overrightarrow{ع})$: هو معدل التغير فى متجه الموضع بالنسبة للزمن. أى أن : $\overrightarrow{ع} = \frac{\overrightarrow{د س}}{د ن}$

، $\because \overrightarrow{ف} = \overrightarrow{س_2} - \overrightarrow{س_1}$ ، $\overrightarrow{س_1}$ متجه ثابت $\therefore \overrightarrow{ع} = \frac{\overrightarrow{د ف}}{د ن}$ = ميل المماس لمنحنى (الازاحة - الزمن)

* متجه العجلة $(\overrightarrow{حـ})$: هو معدل التغير فى متجه السرعة بالنسبة للزمن.

أى أن : $\overrightarrow{حـ} = \frac{\overrightarrow{د ع}}{د ن}$ = ميل المماس لمنحنى (السرعة - الزمن)

، $\because \overrightarrow{ع} = \frac{\overrightarrow{د ف}}{د ن}$ $\therefore \overrightarrow{حـ} = \frac{(\frac{\overrightarrow{د ف}}{د ن})}{د ن} = \frac{\overrightarrow{د^2 ف}}{د ن^2}$

ومن قاعدة السلسلة : $\overrightarrow{حـ} = \frac{\overrightarrow{د ع}}{د ن} = \frac{\overrightarrow{د ع}}{د س} \times \frac{\overrightarrow{د س}}{د ن} = ع \frac{\overrightarrow{د ع}}{د س}$

* يمكن استخدام القياسات الجبرية وتلخيص ما سبق فى التالى :

① $ف = س_2 - س_1$ ② $ع = \frac{د ف}{د ن} = \frac{د س}{د ن}$ ③ $حـ = \frac{د ع}{د ن} = \frac{د^2 س}{د ن^2} = \frac{د^2 ف}{د ن^2} = ع \frac{د ع}{د س}$

تكامل الدوال المتجهة

* $\because حـ = \frac{د ع}{د ن}$ $\therefore \int حـ د ن = \int د ع$ $\therefore$ **$ع = \int حـ د ن$**

وباستخدام التكامل المحدد : $\therefore \int_{ع_1}^{ع_2} د ع = \int_{ن_1}^{ن_2} حـ د ن$ $\therefore$ **$ع_2 - ع_1 = \int_{ن_1}^{ن_2} حـ د ن$**

* $\because ع = \frac{د س}{د ن}$ $\therefore \int ع د ن = \int د س$ $\therefore$ **$س = \int ع د ن$**

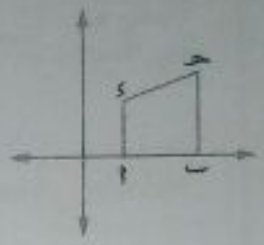
وباستخدام التكامل المحدد : $\therefore \int_{س_1}^{س_2} د س = \int_{ن_1}^{ن_2} ع د ن$ $\therefore$ **$س_2 - س_1 = ف = \int_{ن_1}^{ن_2} ع د ن$**

* $\because حـ = ع \frac{د ع}{د س}$ $\therefore \int حـ د س = \int ع د ع$

وباستخدام التكامل المحدد : $\therefore \int_{ع_1}^{ع_2} ع د ع = \int_{س_1}^{س_2} حـ د س$ $\therefore$ **$\int_{س_1}^{س_2} حـ د س = \frac{1}{2}(ع_2^2 - ع_1^2)$**

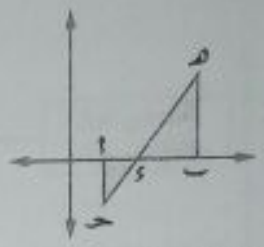
* التكامل المحدد والمساحة المحصورة بين المنحنى ومحور السينات :

فى الشكل



$\int_{أ}^{ب} ص\,ء س$ = مساحة شبه المنحرف أ ب حـ ء

فى الشكل



$\int_{أ}^{ب} ص\,ء س$ = مساحة Δ ء ب هـ - مساحة Δ أ حـ ء

أى أن : التكامل المحدد = مساحة الجزء المحصور أعلى محور السينات - مساحة الجزء المحصور أسفل محور السينات.

ملاحظات

① فى النظام الدولى نحسب معيار الإزاحة (بالمتر) ومعيار متجه السرعة بوحدة (م/ث) ومعيار متجه العجلة بوحدة (م/ث/ث) أو (م/ث^{٢})

② السرعة كمية قياسية تساوى معيار متجه السرعة

أى أن : السرعة = $\| \overrightarrow{ع} \| = \| \frac{ء \overrightarrow{س}}{ء ن} \| = \| \frac{ء \overrightarrow{ف}}{ء ن} \|$ أو : السرعة = $| ع | = | \frac{ء س}{ء ن} | = | \frac{ء ف}{ء ن} |$

③ إذا كان موضع الجسم عند بداية قياس الزمن عند نقطة الأصل فإن : $\overrightarrow{س_{.}} = \overrightarrow{٠}$ ويكون : $\overrightarrow{س} = \overrightarrow{ف}$

④ معيار الإزاحة هو طول القطعة المستقيمة الموجهة من نقطة البداية إلى نقطة النهاية بصرف النظر عن المسار الذى تحرك فيه الجسم أما المسافة الكلية فهى كمية قياسية موجبة تساوى طول المسار الذى يسلكه الجسم أثناء حركته مع العلم أن معيار الإزاحة ≤ المسافة الكلية.

⑤ السرعة المتوسطة = $\frac{\text{المسافة الكلية}}{\text{الزمن الكلى}}$ أما متجه السرعة المتوسطة = $\frac{\text{الإزاحة النهائية}}{\text{الزمن الكلى}}$

⑥ إذا وصل الجسيم إلى أقصى بعد فإن : ع = صفر

⑦ إذا تحرك الجسيم (بأقصى سرعة) أو (بسرعة منتظمة) فإن : حـ = صفر

⑧ إذا عاد الجسيم إلى موضعه الأصلى فإن : ف = صفر

* الحركة المتسارعة والحركة التقصيرية فى خط مستقيم :

• اتجاه السرعة دائمًا فى نفس اتجاه الحركة أما اتجاه العجلة فإنه :

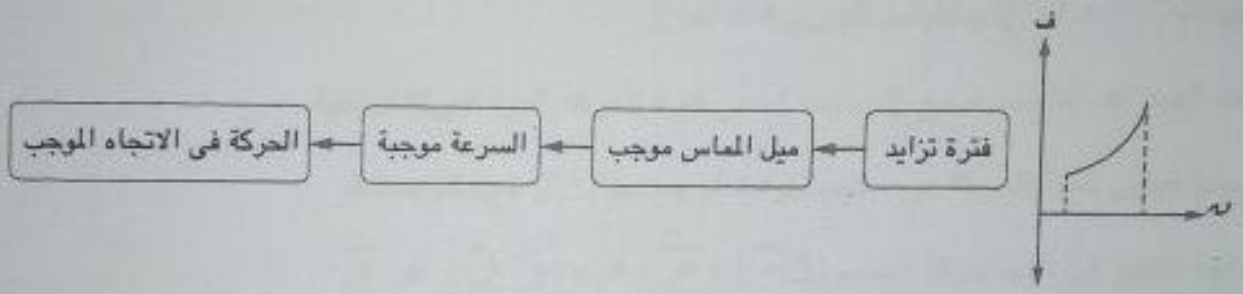
(١) إما فى نفس اتجاه الحركة وعندها تكون الحركة متسارعة.

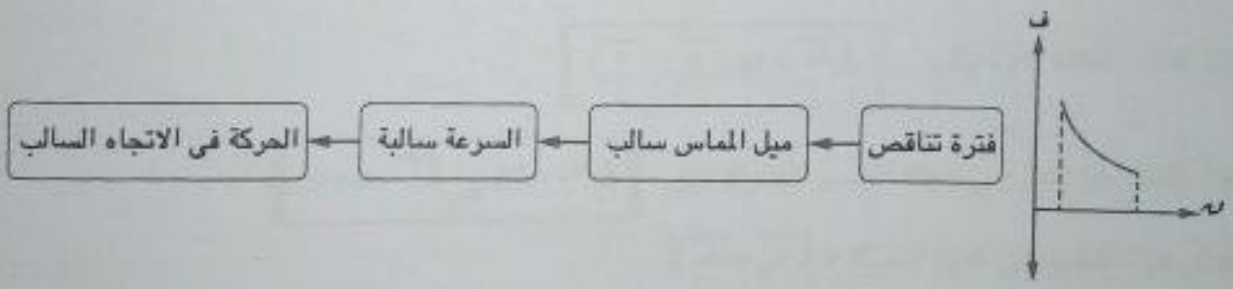
(٢) أو فى عكس اتجاه الحركة وعندها تكون الحركة تقصيرية.

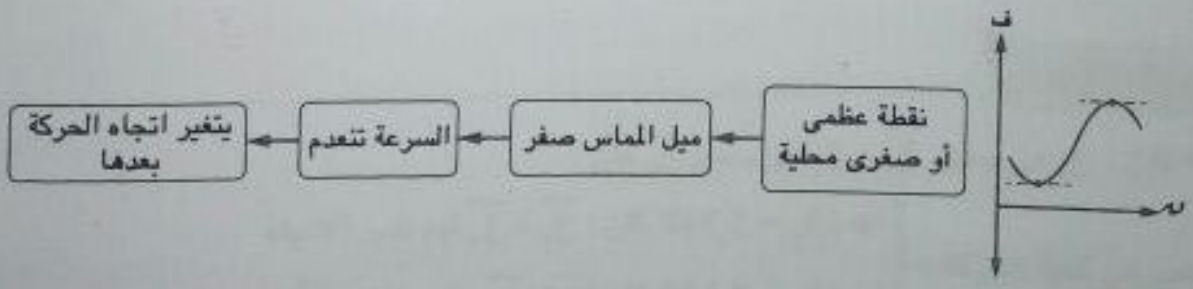
أى أن : إذا كان ع ×ـ > ٠ «لهما نفس الاتجاه» فإن الحركة متسارعة

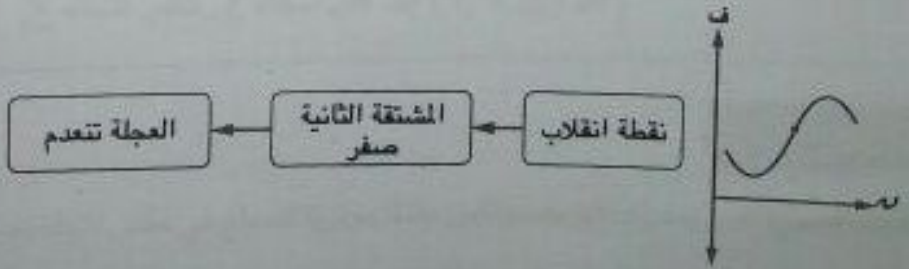
، إذا كان ع ×ـ < ٠ «متضادين فى الاتجاه» فإن الحركة تقصيرية

* منحنى (الإزاحة – الزمن) :



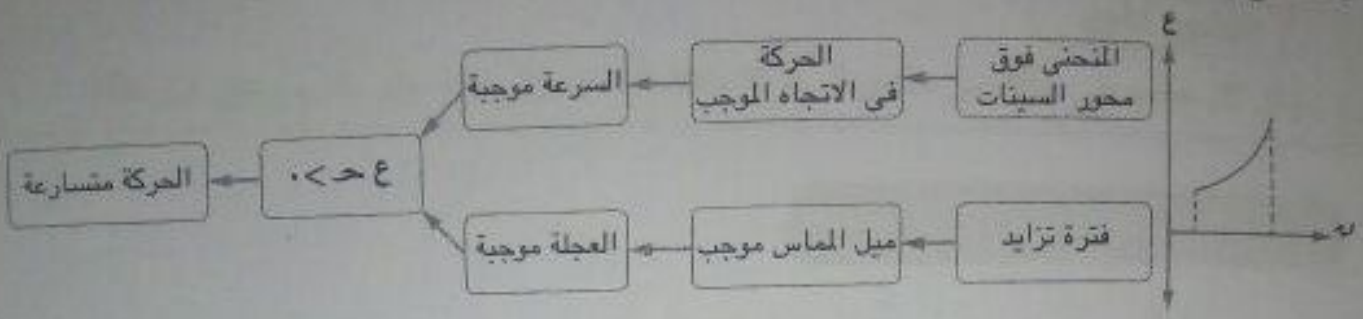


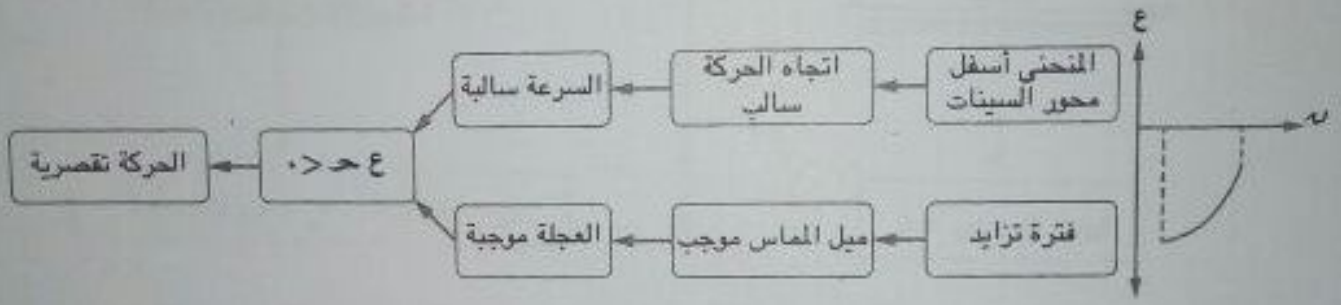


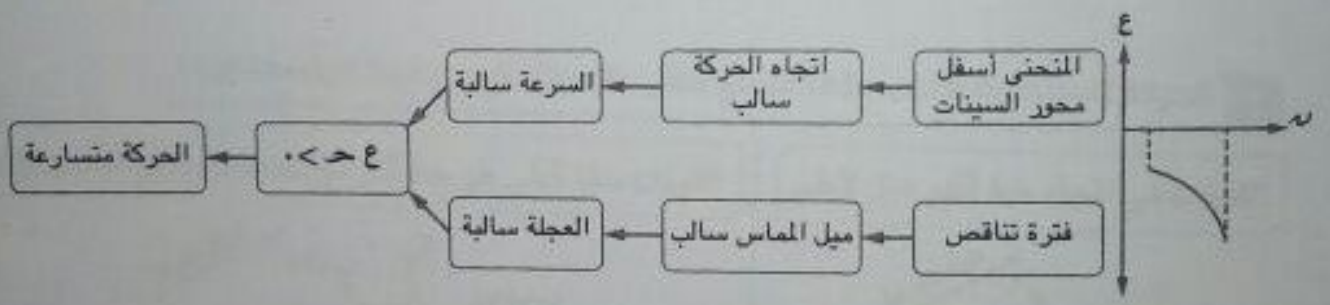


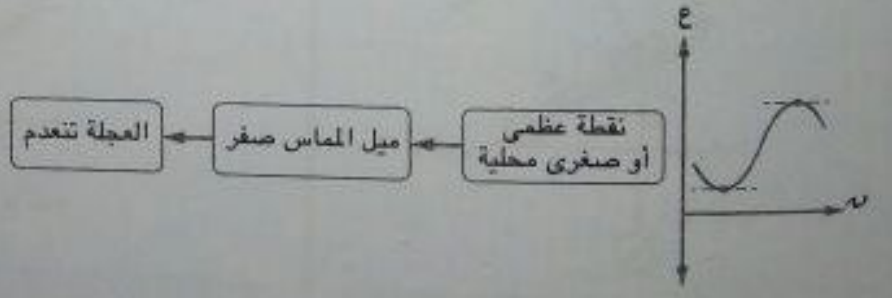
* الإزاحة عند أى لحظة زمنية ن هى الإحداثى الصادى للنقطة التى إحداثيها السينى يساوى ن

* منحنى (السرعة – الزمن) للإزاحات عند كل تغير فى اتجاه الحركة :





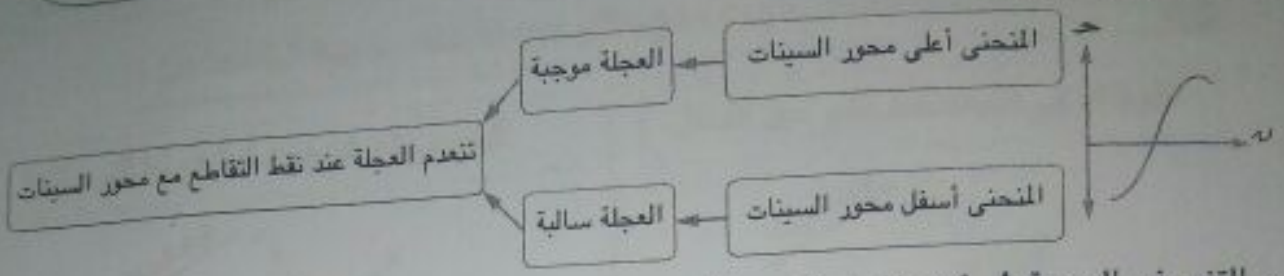




* السرعة عند أى لحظة ن هى الإحداثى الصادى المناظر ومنها تنعدم السرعة عند نقط التقاطع مع محور السينات.

* الإزاحة المقطوعة فى فترة ماهى المساحة تحت المنحنى وتحسب باستخدام التكامل المحدد.

* منحنى العجلة الزمن :



* التغير فى السرعة Δ ع هو المساحة تحت المنحنى وتحسب باستخدام التكامل المحدد.

كمية الحركة

* كمية الحركة لجسيم فى لحظة ما هى المتجه الناتج عن ضرب كتلة الجسيم فى متجه سرعته عند هذه اللحظة.

أى أنه : $\overrightarrow{م} = ك \overrightarrow{ع}$ وبالقياس الجبرى م = ك ع

* عند ثبوت ك تتناسب م مع ع وعندها تسمى كمية الحركة بكمية الحركة الخطية.

* وحدة قياس كمية الحركة هى : كجم.متر/ث أو جم.سم/ث أو كجم.كم/ساعة.

* متجه التغير فى كمية حركة الجسم $(\Delta \overrightarrow{م}) = \overrightarrow{م_2} - \overrightarrow{م_1} = ك_2 \overrightarrow{ع_2} - ك_1 \overrightarrow{ع_1}$

وإذا كانت الكتلة ثابتة يكون : $\Delta \overrightarrow{م} = ك (\overrightarrow{ع_2} - \overrightarrow{ع_1})$

وإذا كانت $\overrightarrow{حـ} (ن)$ هى عجلة الجسم المتحرك فإن : $\Delta م = ك \int_{ن_1}^{ن_2} حـ \, د ن$

* مقدار هذا التغير فى كمية الحركة = $\| \overrightarrow{م_2} - \overrightarrow{م_1} \|$

ملاحظة

إذا كان : $ع_1$ هى معيار $\overrightarrow{ع_1}$ ، $ع_2$ هى معيار $\overrightarrow{ع_2}$ فإن :

التغير فى كمية الحركة =
- ك $(ع_2 - ع_1)$ إذا كان : $\overrightarrow{ع_1}$ ، $\overrightarrow{ع_2}$ لهم نفس الاتجاه
- ك $(ع_2 + ع_1)$ إذا كان اتجاه $\overrightarrow{ع_1}$ عكس اتجاه $\overrightarrow{ع_2}$

قوانين نيوتن

* مقاومة السطح الذى يتحرك عليه جسم تكون دائمًا موازية للسطح فى عكس اتجاه حركة الجسم.

* وزن الجسم (و) الذى يتحرك على مستوٍ مائل على الأفقى بزاوية قياسها (هـ) يحلل إلى مركبتين فى اتجاهى خط أكبر ميل للمستوى والعمودى عليه وهما : [و جا هـ] ، [و جتا هـ]

القانون الأول

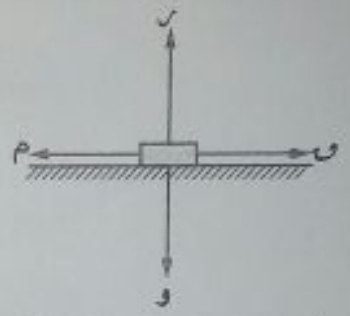
يظل كل جسم على حالته من سكون أو حركة منتظمة ما لم يؤثر عليه مؤثر خارجي يغير من حالته.

الحركة المنتظمة لبعض الأجسام

بفرض أن جسمًا وزنه (و) يتحرك بتأثير قوة (ق) ومقاومة (م)

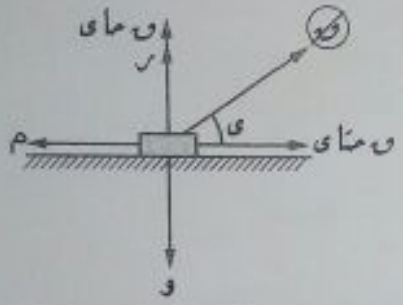
١ الحركة المنتظمة على مستوٍ أفقي :

القوة ق أفقية



ق = م ، ر = و

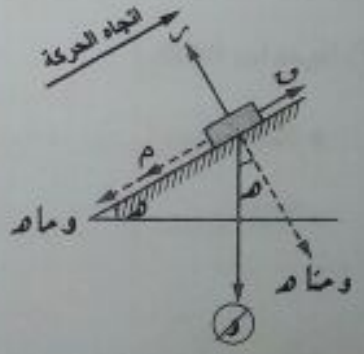
القوة ق تميل على الأفقي بزاوية قياسها (ى)



ق جتا ى = م ، ر + ق جا ى = و

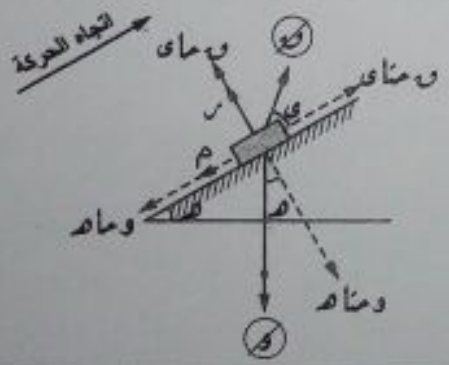
٢ الحركة المنتظمة لأعلى على مستوٍ مائل على الأفقي بزاوية قياسها (هـ) :

القوة ق في اتجاه خط أكبر ميل لأعلى



ق = و جا هـ + م ، ر = و جتا هـ

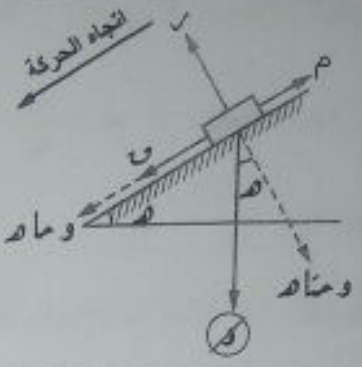
القوة ق مائلة لأعلى على خط أكبر ميل للمستوى بزاوية قياسها (ى)



ر + ق جا ى = و جتا هـ ، ق جتا ى = م + و جا هـ

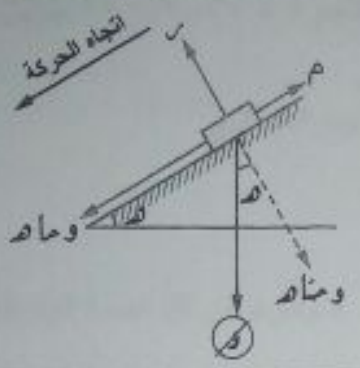
٣ الحركة المنتظمة لأسفل على مستوٍ مائل على الأفقى بزاوية قياسها (هـ) :

القوة ق فى اتجاه خط أكبر ميل لأسفل



ق + و جا هـ = م ، ر = و جتا هـ

الجسم يتحرك بدون قوة ق (بتأثير وزنه)



م = و جا هـ ، ر = و جتا هـ

٤ الحركة المنتظمة الرأسية :

* إذا تحرك جسم وزنه (و) داخل سائل فإنه يلقى مقاومة (م)

∴ و = م

* وذلك ينطبق تمامًا على الحركة المنتظمة لجندى المظلات الهابط بمظلته

حيث وزن الجندى والمظلة = و ، مقاومة الهواء = م

ملاحظات

① إذا كان الجسم يتحرك بأقصى سرعة معنى ذلك أنه يتحرك حركة منتظمة أى أن : حـ = صفر

② إذا أوقفت سيارة محركها فإن : ق = صفر

③ المقاومة الكلية = المقاومة لكل طن × الكتلة بالطن

④ فى حالة الحركة الرأسية لطائرة هليوكوبتر يكون اتجاه القوة (ق) دائمًا إلى أعلى فى حالتى الصعود والهبوط.

⑤ إذا كان الجسم يتحرك تحت تأثير مقاومة (م) تتناسب طرديًا مع السرعة (ع)

أى أن : م ∝ ع فإن : م = أ ع حيث أ ثابت ، $\frac{م_١}{م_٢} = \frac{ع_١}{ع_٢}$

⑥ إذا كان الجسم يتحرك تحت تأثير مقاومة (م) تتناسب طرديًا مع مربع السرعة (ع)

أى أن : م ∝ $ع^٢$ فإن : م = أ $ع^٢$ حيث أ ثابت ، $\frac{م_١}{م_٢} = \frac{ع_١^٢}{ع_٢^٢}$

القانون الثانى

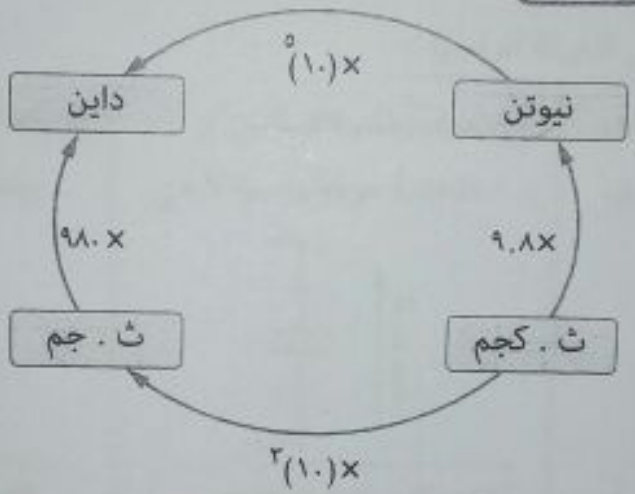
معدل التغير فى كمية حركة جسم بالنسبة للزمن يتناسب مع القوة المحدثة له ، ويكون فى اتجاهها.

* الصورة العامة الرياضية للقانون الثانى لنيوتن هى : $\frac{ء}{ء ن}(ك \overrightarrow{ع}) = \overrightarrow{ق}$

وفى حالة ثبوت الكتلة يكون : $\overrightarrow{ق} = ك \overrightarrow{حـ}$ وبالقياس الجبرى $ق = ك حـ$

حيث $ق$ هى القوة المحدثة للحركة أى محصلة مجموعة القوى المؤثرة على الجسم.

العلاقة بين وحدات القوة



وحدات القوة

① الوحدات المطلقة :

* **النيوتن** : هو مقدار القوة التى إذا أثرت على كتلة = ١ كجم أكسبتها عجلة مقدارها ١ متر/ث^{٢}
* **الداين** : هو مقدار القوة التى إذا أثرت على كتلة = ١ جم أكسبتها عجلة مقدارها ١ سم/ث^{٢}

② الوحدات التثاقلية :

* **الثقل كيلوجرام** : هو مقدار القوة التى إذا أثرت على كتلة = ١ كجم أكسبتها عجلة مقدارها ٩,٨ متر/ث^{٢}
* **الثقل جرام** : هو مقدار القوة التى إذا أثرت على كتلة = ١ جم أكسبتها عجلة مقدارها ٩٨٠ سم/ث^{٢}

ملاحظات

① إذا كانت ($ك$) ثابتة أثناء الحركة يستخدم القانون : $\overrightarrow{ق} = ك \overrightarrow{حـ}$ أما إذا كانت ($ك$) متغيرة أثناء الحركة فنستخدم الصيغة العامة وهى : $\frac{ء}{ء ن}(ك \overrightarrow{ع}) = \overrightarrow{ق}$ وبالقياس الجبرى $\frac{ء}{ء ن}(ك ع) = ق$

② عند استخدام القانون $ق = ك حـ$ يلزم أن تكون $ق$ بالوحدات المطلقة.

③ الجسم الذى كتلته ك يكون وزنه (و) = $\begin{cases} \text{ك} & \text{وحدة تثاقلية} \\ \text{ك} \times \text{ع} & \text{وحدة مطلقة} \end{cases}$

فمثلًا : الجسم الذى كتلته ٥ كجم يكون وزنه (و) = ٥ ث.كجم = ٥ × ٩,٨ = ٤٩ نيوتن.

④ ∵ ق = ك حـ ∴ حـ = $\frac{\text{ق}}{\text{ك}}$ ∴ حـ ∝ $\frac{١}{\text{ك}}$ عند ثبوت ق

أى أن : $\frac{\text{حـ}_١}{\text{حـ}_٢} = \frac{\text{ك}_٢}{\text{ك}_١}$

فمثلًا : إذا كانت النسبة بين كتلتى جسمين ساكنين هى ٢ : ٥ وأثرت فى كل منهما قوة مقدارها ق

فإن النسبة بين عجلتى حركتيهما هى ٥ : ٢

⑤ إذا تحرك جسم فى خط مستقيم بعجلة منتظمة

* فإن : ← محصلة القوى فى اتجاه حركة الجسم = ك حـ
← محصلة القوى فى الاتجاه العمودى عليه = صفر

وبصفة عامة معادلة الحركة هى : القوى (التى مع الحركة) − القوى (التى ضد الحركة) = ك حـ

⑥ إذا كان الجسم ثابت الكتلة وكان :

① ق دالة فى الزمن ن ← نضع حـ = $\frac{\text{ع}}{\text{ن}}$ ← ق = ك $\frac{\text{ع}}{\text{ن}}$ ← $\int_{\text{ن}_١}^{\text{ن}_٢} \text{ق}\,\text{ن}\,\text{ن} = \text{ك}\int_{\text{ع}_١}^{\text{ع}_٢} \text{ع}$

② ق دالة فى الازاحة ف ← نضع حـ = ع $\frac{\text{ع}}{\text{ف}}$ ← ق = ك ع $\frac{\text{ع}}{\text{ف}}$ ← $\int_{\text{ف}_١}^{\text{ف}_٢} \text{ق}\,\text{ف} = \text{ك}\int_{\text{ع}_١}^{\text{ع}_٢} \text{ع}\,\text{ع}$

③ ق دالة فى السرعة ع ← نضع حـ = $\frac{\text{ع}}{\text{ن}}$ ← ق = ك $\frac{\text{ع}}{\text{ن}}$ ← $\int_{\text{ن}_١}^{\text{ن}_٢} \text{ق}\,\text{ن} = \text{ك}\int_{\text{ع}_١}^{\text{ع}_٢} \frac{١}{\text{ق}}\,\text{ع}\,\text{ع}$

⑦ إذا أبطلنا القوة أو أوقفنا المحرك فإن : ق = صفر

⑧ إذا كانت محصلة القوى المؤثرة على جسم = $\vec{٠}$ ∴ $\frac{\text{ع}}{\text{ن}}$ (ك $\vec{\text{ع}}$) = $\vec{٠}$

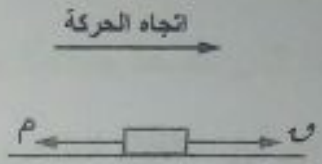
∴ ك $\vec{\text{ع}}$ = متجه ثابت وهنا حالتان :

(١) ك ثابتة ∴ $\vec{\text{ع}}$ ثابتة والحركة منتظمة.

(٢) ك متغيرة ∴ الحركة فى خط مستقيم بحيث كمية الحركة ثابتة طوال الحركة.

* التطبيقات الأكثر شيوعًا على الحركة الأفقية لجسم :

(١) تحت تأثير قوة أفقية $\overleftarrow{ق}$ ومقاومة (م)

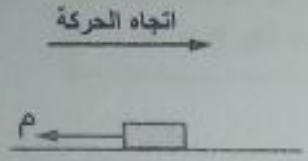


$ق - م = ك ح$

(٢) تحت تأثير قوة تميل على الأفقى بزاوية قياسها (هـ)

$ق جتا هـ = ك ح$

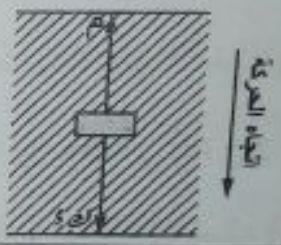
(٣) عند [اطلاق رصاصة / استخدام الفرامل أو أوقفنا المحرك] فإن : $ق = ٠$



$- م = ك ح$

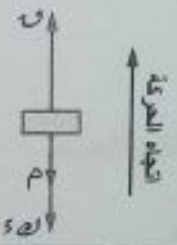
* التطبيقات الأكثر شيوعًا على الحركة الرأسية :

(١) سقوط جسم رأسيًا لأسفل داخل أرض رخوة أو رمل.



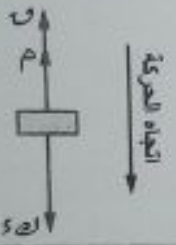
$ك ء - م = ك ح$

(٢) تحرك [طائرة / بالون / منطاد] حركة رأسية لأعلى.



$ق - م - ك ء = ك ح$

(٣) [طائرة أو بالون أو منطاد] يتحرك رأسيًا لأسفل.



$ك ء - م - ق = ك ح$

القانون الثالث

لكل فعل رد فعل مساوٍ له فى المقدار ومضاد له فى الاتجاه.

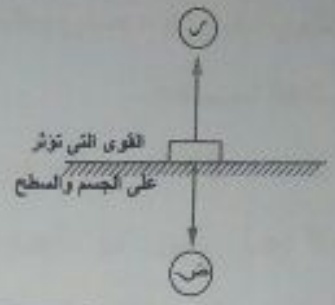
* لاحظ أن القانون الأول والثانى لنيوتن يشرح كيفية تأثير القوى على جسم ما

أما القانون الثالث لنيوتن يحدد التأثير المتبادل بين جسمين.

فمثلًا : عند وضع جسم وزنه (و) على سطح أفقى فإن الجسم يضغط على السطح بقوة (ض) رأسية إلى أسفل وتسمى «الفعل» والسطح بدوره يؤثر على الجسم بقوة (ر) رأسية إلى أعلى وتسمى «رد الفعل».

ومن ذلك لاحظ الفرق بين :

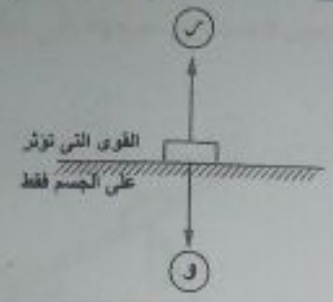
① القوى التى تؤثر على الجسم والسطح :



* طبقًا للقانون الثالث لنيوتن يكون : ض = ر

وهما قوتان متساويتان فى المقدار ومتضادتان فى الاتجاه وخط عملهما واحد وكل منهما تؤثر على جسم مخالف للآخر.

② القوى التى تؤثر على الجسم فقط :

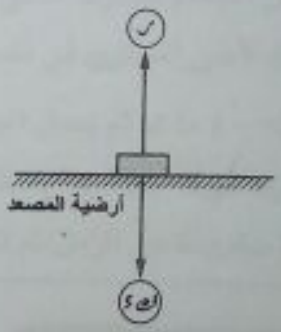


* طبقًا لشروط الاتزان يكون : ر = و

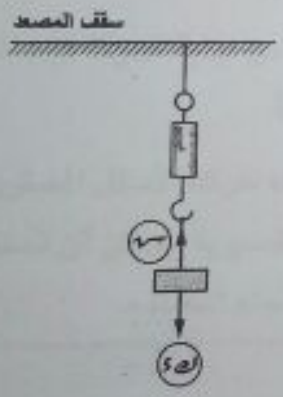
وهما قوتان متساويتان فى المقدار ومتضادتان فى الاتجاه وخط عملهما واحد وكل منهما تؤثر على نفس الجسم.

تطبيقات على قوانين نيوتن «جسم موضوع داخل مصعد»

① الجسم موضوع على أرضية المصعد



② الجسم معلق فى ميزان زنبركى مثبت فى سقف المصعد



* الوزن الحقيقى (ك ء) هو الوزن الذى يسجله الميزان أثناء السكون أو الحركة المنتظمة.
* الوزن الظاهرى هو الوزن الذى يسجله الميزان أثناء الحركة بعجلة منتظمة.
* الوزن الظاهرى = الشد فى سلك الميزان الزنبركى (ـــ) = رد الفعل فى ميزان الضغط (ر)
* الميزان المعتاد ذو الكفتين يعطى دائمًا وزنًا حقيقيًا.
* إذا كانت كتلة الجسم = ك كجم فإن الوزن الحقيقى لهذا الجسم = ك ث.كجم.
* لحساب الشد فى الحبل الذى يحمل المصعد نتعامل مع الكتلة الكلية التى تساوى كتلة المصعد وما بداخله.

وفيما يلى ثلاث حالات لحركة المصعد :

① إذا كان المصعد ساكنًا أو متحركًا بسرعة منتظمة فإن : $ر = ك ء$

أى أن : الوزن الظاهرى = الوزن الحقيقى

② إذا كان المصعد صاعدًا بعجلة منتظمة (حـ) فإن : $ر = ك (ء + حـ)$

أى أن : الوزن الظاهرى > الوزن الحقيقى

③ إذا كان المصعد هابطًا بعجلة منتظمة (حـ) فإن : $ر = ك (ء - حـ)$

أى أن : الوزن الظاهرى < الوزن الحقيقى

* إذا كان الوزن الظاهرى > الوزن الحقيقى فإن المصعد :

(١) صاعد بعجلة متسارعة أو هابط بتقصير

(٢) اتجاه العجلة لأعلى فى الحالتين.

* إذا كان الوزن الظاهرى < الوزن الحقيقى فإن المصعد :

(١) هابط بعجلة متسارعة أو صاعد بتقصير

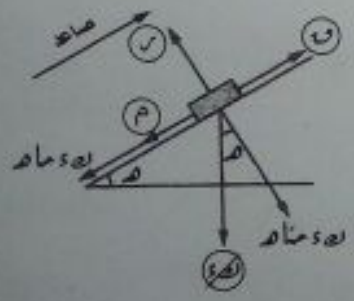
(٢) اتجاه العجلة لأسفل فى الحالتين.

* إذا تحرك مصعد لأعلى بعجلة منتظمة وتحرك لأسفل بالعجلة نفسها فإن :

قراءة الميزان فى حالة الصعود + قراءة الميزان فى حالة الهبوط = ضعف الوزن الحقيقى

* رد فعل المصعد على رجل بداخلة ينعدم إذا سقط المصعد بعجلة مساوية لعجلة الجاذبية.

حركة جسم على مستوى مائل



* بفرض أن جسمًا كتلته (ك) يتحرك على خط أكبر ميل لمستوٍ يميل على الأفقى بزاوية قياسها (هـ)

تحت تأثير قوة (ق) تعمل فى اتجاه خط أكبر ميل لأعلى (مع اتجاه الحركة)

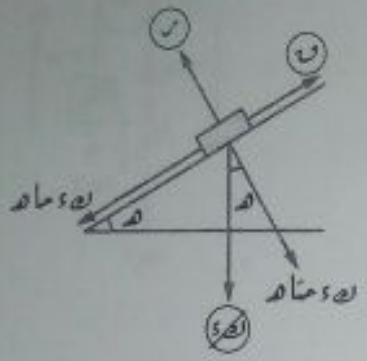
* $ر = ك ء$ جتا هـ

* معادلة الحركة هى : $ق - م - ك ء$ جا $هـ = ك حـ$

مـلاحظات

① إذا كان المستوى أملس (م = صفر) وكانت القوة ق فى اتجاه خط أكبر ميل للمستوى موجهة إلى أعلى.

فإنه يوجد ثلاثة احتمالات :



أولاً : إذا كانت : ق > ك ء جا هـ فإن الحركة تكون

لأعلى بعجلة (حـ) ويكون : ق - ك ء جا هـ = ك حـ

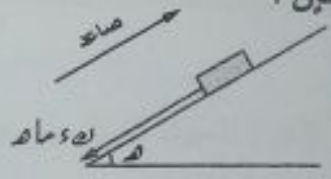
ثانيًا : إذا كانت : ق < ك ء جا هـ فإن الحركة تكون

لأسفل بعجلة (حـ) ويكون : ك ء جا هـ - ق = ك حـ

ثالثًا : إذا كانت : ق = ك ء جا هـ فإن الحركة تكون بسرعة منتظمة أى أنه : حـ = صفر

② إذا كان الجسم يتحرك تحت تأثير وزنه فقط على المستوى المائل الأملس :

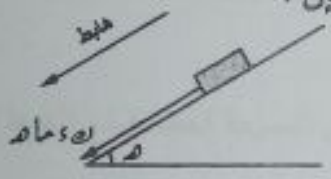
* صاعدًا فإن :



- ك ء جا هـ = ك حـ

∴ حـ = - ء جا هـ

* هابطًا فإن :



ك ء جا هـ = ك حـ

∴ حـ = ء جا هـ

③ إذا كان الجسم متحركًا لأعلى وأبطل عمل القوة ق بعد مرور زمن ن من بداية الحركة فإن الجسم يتحرك لأعلى المستوى فى نفس اتجاهه السابق حركة تقصيرية بعجلة

(حـ) = - ء جا هـ ثم يصل الجسم إلى السكون اللحظى ثم يغير اتجاه حركته لأسفل المستوى ويتحرك حركة متسارعة بعجلة (حـ) = ء جا هـ وذلك لأن «أى حركة تقصيرية لايمكن أن تستمر إلا لفترة محدودة من الزمن ثم تنقلب بعدها إلى حركة متسارعة فى الاتجاه المضاد».

الحركة على مستو خشن

* قوة الاحتكاك دائمًا فى اتجاه مضاد لاتجاه الحركة.

* قوة الاحتكاك السكونى (للأجسام الساكنة) تزداد تدريجيًا كلما ازدادت القوة التى تعمل على إحداث الحركة إلى أن تصل إلى حد لا تتعداه وعند ذلك يكون الجسم على وشك الحركة ويسمى عندها الاحتكاك بالاحتكاك السكونى النهائى ($ح_س$) حيث $ح_س = م_س ر$ حيث $م_س$ معامل الاحتكاك السكونى ، ر رد الفعل العمودى

* فى حالة الحركة فإن الاحتكاك هنا يسمى بالاحتكاك الحركى $ح_ك$ حيث $ح_ك = م_ك ر$

حيث $م_ك$ معامل الاحتكاك الحركى ، ر رد الفعل العمودى

ملاحظات

① قوة الاحتكاك النهائى للأجسام الساكنة ($ح_{ن}$) > قوة الاحتكاك للأجسام المتحركة ($ح_{ك}$) وبالتالى معامل الاحتكاك السكونى ($م_{ن}$) > معامل الاحتكاك الحركى ($م_{ك}$)

② عند حل مسائل الاحتكاك توجد ثلاث حالات :

* حالة الأجسام المنزلقة بالفعل ونستخدم فيها قوة الاحتكاك الحركى ($ح_{ك}$)
* حالة الأجسام التى على وشك الحركة ونستخدم فيها قوة الاحتكاك النهائى السكونى ($ح_{ن}$)
* حالة الأجسام المتزنة ونستخدم فيها قوة الاحتكاك السكونى (ح) حيث [$ح \geq ح_{ن}$]

③ أقل قوة تحافظ على الجسم متحركًا هى القوة التى تجعله متحركًا بسرعة منتظمة أى [حـ = صفر]

④ إذا قذف جسم إلى أعلى مستوٍ مائل خشن يميل على الأفقى بزاوية قياسها ($هـ$) فإنه يتحرك صاعدًا على المستوى مسافة ما ثم تحدث له إحدى الحالات الآتية :

* يسكن : وفى هذه الحالة يكون $ك_ء ما هـ < م_{ن} ر$

∵ ر = $ك_ء$ ما هـ ، $م_{ن}$ = طا ل ∴ $ك_ء$ ما هـ < $ك_ء$ ما هـ طا ل

∴ طا هـ < طا ل ∴ هـ < ل

أى أن : قياس زاوية ميل المستوى ($هـ$) أصغر من قياس زاوية الاحتكاك السكونى (ل)

* يسكن ولكنه يكون على وشك الحركة :

وفى هذه الحالة يكون $ك_ء ما هـ = م_{ن} ر$ أى أن : هـ = ل

* يسكن سكون لحظى ثم يعود للإنزلاق لأسفل المستوى :

وفى هذه الحالة يكون $ك_ء ما هـ > م_{ن} ر$ أى أن : هـ < ل

* التمييز بين الحالات الثلاثة السابقة يتطلب منا

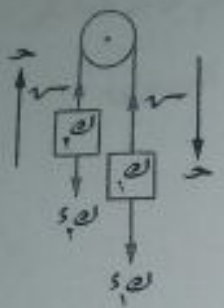
إما المقارنة بين مقدار قوة الاحتكاك السكونى النهائى ($م_{ن} ر$) ومقدار ($ك_ء ما هـ$)

وإما المقارنة بين قياس زاوية الاحتكاك السكونى (ل) وقياس زاوية ميل المستوى ($هـ$)

تطبيقات على قوانين نيوتن «حركة مجموعة من جسمين متصلين بطرفى خيط يمر على بكرة»

التطبيق الأول حركة مجموعة مكونة من جسمين يتدليان رأسيًا من طرفى خيط يمر على بكرة ملساء

فى الشكل المقابل : $ك_1 > ك_2$



* الكتلة الأكبر ($ك_1$) هى التى تتحرك لأسفل.
* معادلة حركة الكتلة ($ك_1$) هى : $ك_1 حـ = ك_1 ؏ - ـــ$
، معادلة حركة الكتلة ($ك_2$) هى : $ك_2 حـ = ـــ - ك_2 ؏$

$$\therefore \quad حـ = \frac{ك_1 - ك_2}{ك_1 + ك_2} \times ؏$$ وهى العجلة التى تتحرك بها المجموعة.

* ض ـــ (الضغط على البكرة) = ٢ ـــ

ملاحظات

* **عند قطع الخيط :**

① الكتلة الأكبر ($ك_1$) تتحرك لأسفل بسرعة إبتدائية ع (هى نفس السرعة لحظة قطع الخيط) وتحت تأثير عجلة الجاذبية الأرضية (؏ = ٩,٨ م/ث٢)

② الكتلة الأصغر ($ك_2$) تتحرك لأعلى بسرعة إبتدائية ع (هى نفس السرعة لحظة قطع الخيط) إلى أن تصل للسكون اللحظى وذلك تحت تأثير عجلة الجاذبية الأرضية (؏ = - ٩,٨ م/ث٢) ثم بعد ذلك تسقط سقوطًا حرًا.

* إذا بدأت المجموعة الحركة والكتلتان فى مستوى أفقى واحد وكانت المسافة المقطوعة بعد زمن قدره ن تساوى ف فإن المسافة الرأسية بين الكتلتين عند نفس الزمن تساوى ٢ ف

* إذا عُلقت الكتلتان $ك_1$ ، $ك_2$ فى طرفى الخيط وكنا لا نعلم أيًا من الكتلتين أكبر من الأخرى واكسبنا الكتلة $ك_1$ سرعة قدرها ع لأسفل وتحركت المجموعة فإننا أمام ثلاث حالات :

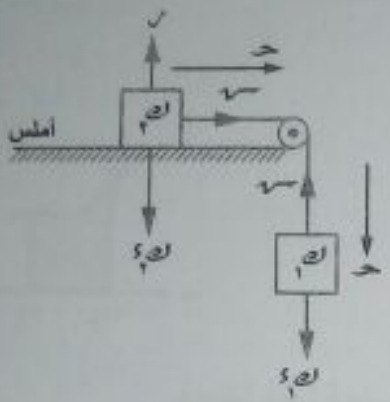
① إذا عادت المجموعة إلى موضعها الأصلى بعد زمن قدره ن فإن : $ك_1 < ك_2$ ، وأن المجموعة تحركت بتقصير إلى أن سكنت لحظيًا، ثم غيرت اتجاه حركتها.

② إذا تحركت المجموعة حركة منتظمة بسرعة ثابتة هى السرعة التى اكتسبتها الكتلة $ك_1$ فإن : $ك_1 = ك_2$ ، وأن الحركة تتبع القانون الأول لنيوتن.

③ إذا تحركت المجموعة بعجلة منتظمة موجبة فإن $ك_1 > ك_2$

التطبيق الثانى
حركة مجموعة مكونة من جسمين متصلين بطرفى خيط أحدهما يتحرك على نضد أفقى والآخر يتحرك رأسيًا

أولًا إذا كان النضد الأفقى أملسًا



* معادلة حركة الكتلة ($ك_٢$) هى : $ت = ك_٢ حـ$

، معادلة حركة الكتلة ($ك_١$) هى : $ك_١ ء - ت = ك_١ حـ$

$\therefore$ $حـ = \frac{ك_١ ء}{ك_١ + ك_٢}$ وهى العجلة التى تتحرك بها المجموعة.

* ك (رد فعل المستوى الأفقى) = $ك_٢ ء$

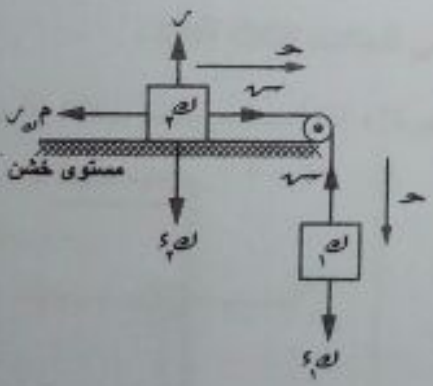
* ض (الضغط على البكرة) = $\sqrt{٢}\, ت$

* **عند قطع الخيط :**

① الكتلة $ك_١$ تتحرك لأسفل بسرعة ابتدائية ع (هى السرعة نفسها لحظة قطع الخيط) ، وتحت تأثير عجلة الجاذبية الأرضية (ء = ٩,٨ م/ث^٢)

② الكتلة $ك_٢$ تتحرك على المستوى بسرعة منتظمة ع (هى السرعة نفسها لحظة قطع الخيط)

ثانيًا إذا كان النضد الأفقى خشنًا



* معادلة حركة الكتلة ($ك_١$) هى : $ك_١ ء - ت = ك_١ حـ$

، معادلة حركة الكتلة ($ك_٢$) هى : $ت - م_ك ك = ك_٢ حـ$

، $\because$ ك = $ك_٢ ء$

$\therefore$ $حـ = \frac{ك_١ ء - م_ك \times ك_٢ ء}{ك_١ + ك_٢}$

وهى العجلة التى تتحرك بها المجموعة.

* **عند قطع الخيط :**

① الكتلة $ك_١$ تتحرك لأسفل بسرعة ابتدائية ع (هى نفس السرعة لحظة قطع الخيط) وتحت تأثير عجلة الجاذبية الأرضية (ء = ٩,٨ م/ث^٢)

② الكتلة $ك_٢$ تتحرك على المستوى بسرعة ابتدائية ع (هى نفس السرعة لحظة قطع الخيط) وبتقصير منتظم (حـ) إلى أن تسكن، ويمكن استنتاج هذا التقصير من معادلة الحركة : $- م_ك ك = ك_٢ حـ$

التطبيق الثالث

حركة مجموعة مكونة من جسمين متصلين بطرفى خيط أحدهما يتحرك على مستوى مائل بزاوية قياسها (هـ) على الأفقى والآخر يتحرك رأسيًا

* إذا كان المستوى أملس فإن : اتجاه حركة المجموعة تتحدد من المقارنة بين $ك_1$ ، $ك_2$ جا هـ كما يلى :

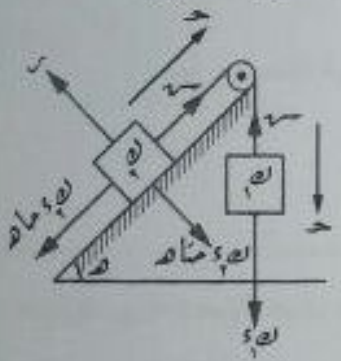
① $ك_1 > ك_2$ جا هـ ∴ ($ك_1$) تتحرك رأسيًا لأسفل ، ($ك_2$) تتحرك لأعلى المستوى.

وتكون معادلتا الحركة : $ك_1 ع - ر = ك_1 ح$ ، $ر - ك_2 ع$ جا هـ $= ك_2 ح$

$$\therefore \quad ح = \frac{(ك_1 - ك_2 \text{ جا هـ}) ع}{ك_1 + ك_2}$$

② $ك_1 = ك_2$ جا هـ ∴ المجموعة تتحرك حركة منتظمة أو تظل ساكنة.

③ $ك_1 < ك_2$ جا هـ ∴ ($ك_1$) تتحرك رأسيًا لأعلى ، ($ك_2$) تتحرك لأسفل المستوى.



وتكون معادلتا الحركة :

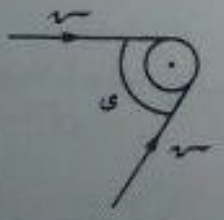
$ر - ك_1 ع = ك_1 ح$ ، $ك_2 ع$ جا هـ $- ر = ك_2 ح$

$$\therefore \quad ح = \frac{(ك_2 \text{ جا هـ} - ك_1) ع}{ك_1 + ك_2}$$

ملاحظات

* ر (رد فعل المستوى المائل) = $ك_2 ع$ جتا هـ
* ض (الضغط على البكرة) = $ر \sqrt{٢ (١ + \text{جا هـ})}$
* إذا كان الجسمان فى مستوى أفقى واحد وتركت المجموعة لتتحرك مسافة ف

  فإن المسافة الرأسية بين الجسمين = ف (١ + جا هـ)
* إذا كان المستوى خشنًا تظهر قوة الاحتكاك الحركى ($م_ك$ ر) فى عكس اتجاه الحركة وتتغير معادلات الحركة تبعًا لذلك.



فى الشكل المقابل :

إذا كانت الزاوية بين طرفى الخيط = ى

فإن : الضغط على البكرة (ض) = $٢ ر$ جتا $\frac{ى}{٢}$

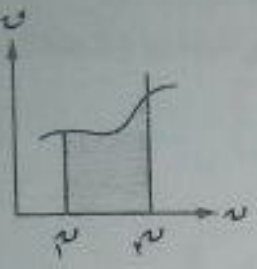
الدفع والتصادم

* إذا أثرت قوة ثابتة $\overrightarrow{ق}$ على جسيم ثابت الكتلة خلال فترة زمنية $ن$ فإن حاصل ضرب متجه القوة في زمن تأثيرها يسمى دفع هذه القوة ويرمز له بالرمز $\overrightarrow{د}$

أى أن : $\overrightarrow{د} = \overrightarrow{ق} \times ن$ وبالقياس الجبرى $د = ق \times ن$

* إذا كان القوة $(ق)$ متغيرة أى أن : $ق = د(ن)$

فإن دفع هذه القوة خلال الفترة الزمنية $[ن_1 ، ن_2]$



$= \int_{ن_1}^{ن_2} ق \, ن$ = مساحة المنطقة المظللة تحت المنحنى

* الدفع $= \int_{ن_1}^{ن_2} ق \, ن$ = التغير فى كمية الحركة $= ك (ع_2 - ع_1)$ = المساحة تحت المنحنى

* وحدات قياس الدفع هى نفس وحدات قياس كمية الحركة :

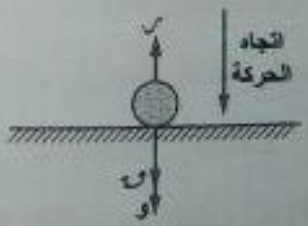
① نيوتن.ث = كجم . متر/ث ② داين.ث = جم.سم/ث

* **القوة الدفعية** : هى قوة كبيرة (نسبيًا) تؤثر لفترة زمنية متناهية فى الصغر فتحدث تغير فى كمية حركة الجسم دون أن يحدث تغير يذكر فى موضعه أثناء زمن تأثير القوة.

ملاحظات

لاحظ الفرق بين رد الفعل $(ر)$ والقوة الدفعية $(ق)$ لجسم وزنه $(و)$ فى الحالات الثلاثة الآتية :

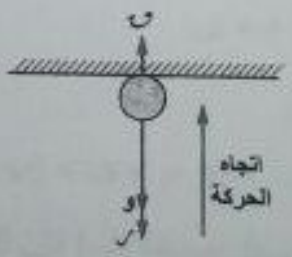
* إذا سقط جسم على سطح الأرض



فإن رد فعل الأرض على الجسم أو (الضغط الكلى للجسم على الأرض)

$ر = ض = ق + و$

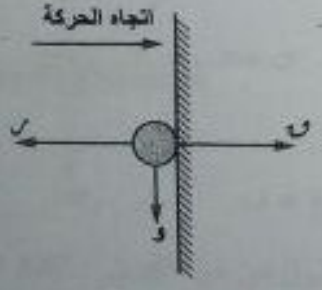
* إذا اصطدم جسم بسقف حجرة



فإن رد فعل السقف على الجسم أو (الضغط الكلى للجسم على السقف)

$ر = ض = ق - و$

* إذا اصطدم جسم بحائط رأسى



رد فعل الحائط على الجسم أو الضغط الكلى للجسم على الحائط

$ر = ض = ق$

التصادم

* قاعدة حفظ كمية الحركة : إذا تصادمت كرتان ملساوتان فإن مجموع كميتى حركتيهما لا يتغير نتيجة للتصادم.

أى أن : مجموع كميتى حركتيهما بعد التصادم = مجموع كميتى حركتيهما قبل التصادم.

أى أن : $ك_1 \overrightarrow{ع_1} + ك_2 \overrightarrow{ع_2} = ك_1 \overrightarrow{ع_1} + ك_2 \overrightarrow{ع_2}$

أنواع التصادم

① التصادم المرن : إذا لم يحدث تشوه أو توليد حرارة نتيجة التصادم أى (لم يحدث فقد فى طاقة الحركة) فإن هذا التصادم يسمى تصادم مرن.

② التصادم غير المرن : إذا حدث تشوه أو توليد حرارة أو التحام للأجسام نتيجة التصادم أى (حدث فقد فى طاقة الحركة) فإن هذا التصادم يسمى «تصادم غير مرن».

ملاحظات

① تحدد إشارة القياس الجبرى لكل السرعات قبل وبعد التصادم حسب اتجاه متجه الوحدة الذى نفرضه.

② إذا تصادم جسمان تصادمًا غير مرن (كحالة أن الجسمين يصبحان جسمًا واحدًا بعد التصادم) فإن قاعدة حفظ كمية الحركة تصبح : $ك_1 ع_1 + ك_2 ع_2 = (ك_1 + ك_2) ع$

حيث ع السرعة المشتركة للجسمين بعد التصادم.

③ إذا تصادمت كرتان ملساوتان فإن دفع الكرة الأولى على الثانية يساوى التغير فى كمية حركة الكرة الثانية.

الشغل

أولًا الشغل المبذول من قوة ثابتة

* الشغل المبذول بواسطة قوة ثابتة فى تحريك جسيم من موضع ابتدائى إلى موضع نهائى يقدر بحاصل الضرب القياسى لمتجه القوة ($\overrightarrow{ق}$) فى متجه الإزاحة ($\overrightarrow{ف}$) بين هذين الموضعين.

أى أن : الشغل (ش) = $\overrightarrow{ق} \odot \overrightarrow{ف} = ق ف \, جتا هـ = (ق جتا هـ) (ف)$

= (مركبة القوة فى اتجاه الإزاحة) × (معيار الإزاحة)

ملاحظات

① الشغل كمية قياسية قد يكون موجباً أو سالباً أو صفراً.

② إذا كانت : $0^\circ \leq \theta < 90^\circ$ فإن : $\text{جتا}\,\theta > 0$ وبالتالى يكون الشغل | ش = موجبًا |

③ إذا كانت : $90^\circ < \theta \leq 180^\circ$ فإن : $\text{جتا}\,\theta < 0$ وبالتالى يكون الشغل | ش = سالبًا |

وفى هذه الحالة يسمى «شغلاً مقاومًا» أى يبذل بواسطة قوة تقاوم حركة الجسيم مثل قوى المقاومة والاحتكاك.

④ إذا كانت : $\theta = 90^\circ$ فإن : $\text{جتا}\,\theta = 0$ وبالتالى يكون الشغل | ش = صفر |

وفى هذه الحالة يكون «متجه القوة عمودى على متجه الإزاحة»

⑤ إذا كانت : $\theta = 0^\circ$ فإن : $\text{جتا}\,\theta = 1$ وبالتالى يكون الشغل | ش = ق × ف |

وفى هذه الحالة يكون «متجه القوة فى نفس اتجاه متجه الإزاحة»

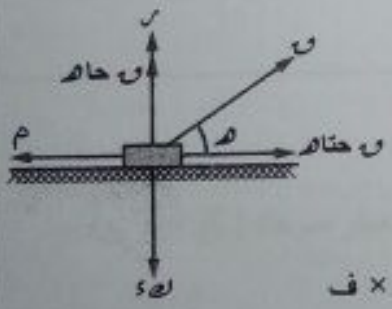
⑥ إذا كانت : $\theta = 180^\circ$ فإن : $\text{جتا}\,\theta = -1$ وبالتالى يكون الشغل | ش = − ق × ف |

وفى هذه الحالة يكون «متجه القوة عكس اتجاه متجه الإزاحة»

⑦ إذا تحرك جسيم من موضع ما ثم عاد إلى نفس هذا الموضع فإن الشغل المبذول بواسطة القوة خلال مسار الجسيم يساوى صفراً لأن $\overrightarrow{ف} = \overrightarrow{0}$.

⑧ إذا حدثت للجسم إزاحتان متتاليتان تحت تأثير قوة ما فإن الشغل المبذول من القوة خلال الإزاحة المحصلة = مجموع الشغلين المبذولين منها خلال كل من الإزاحتين.

⑨ إذا تحرك جسم كتلته (ك) على مستوٍ أفقى خشن مسافة (ف) تحت تأثير قوة مقدارها (ق) تصنع مع الأفقى زاوية قياسها (θ) فإن :

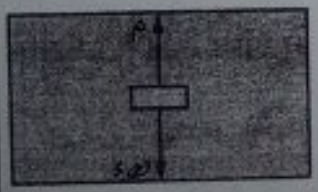


* الشغل المبذول من القوة = ق جتا θ × ف
* الشغل المبذول من المقاومة = − م × ف
* الشغل المبذول من الوزن = صفر
* الشغل المبذول من القوة المحصلة = ك حـ × ف = (ق جتا θ − م) × ف

⑩ إذا سقط جسم كتلته (ك) رأسيًا لأسفل مسافة (ف) فإن الشغل المبذول من قوة الوزن = ك ء × ف

⑪ إذا قذف جسم كتلته (ك) رأسيًا لأعلى مسافة (ف) فإن الشغل المبذول من قوة الوزن = − ك ء × ف

⑫ إذا سقط جسم كتلته (ك) على أرض رملية فغاص فيها مسافة (ف) فإن :



* الشغل المبذول من قوة الوزن = ك ء × ف
* الشغل المبذول من المقاومة = − م × ف
* الشغل المبذول ضد المقاومة = م × ف

(١٣) إذا تحرك جسم وزنه (و) مسافة (ل) على مستوٍ مائل

يميل على الأفقي بزاوية قياسها هـ فإن :

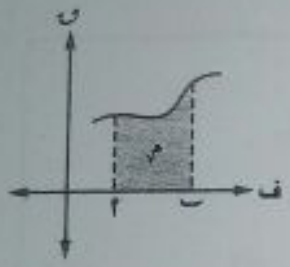
الشغل المبذول من قوة الوزن

= الشغل المبذول بواسطة مركبة قوة الوزن الموازية لخط أكبر ميل

= ± و جا هـ × ل = ± و × (ل جا هـ) = ± (مقدار الوزن × معيار الإزاحة الرأسية للجسم)

(حيث الإشارة الموجبة إذا كان الجسم هابطًا لأسفل والإشارة السالبة إذا كان الجسم صاعدًا لأعلى)

ثانيًا الشغل المبذول من قوة متغيرة



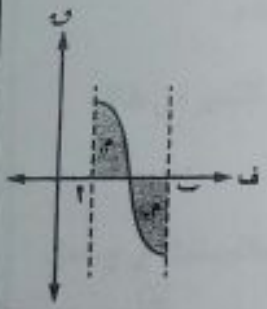
الشغل المبذول من قوة متغيرة موازية لاتجاه الحركة مقدارها

(ق) في تحريك جسم من النقطة ف = أ إلى النقطة ف = ب

يعطى بالقانون : ش = $\int_{أ}^{ب}$ ق ء ف = مساحة المنطقة المظللة م$_{١}$

ملاحظات

(١) في الشكل المقابل :



إذا كانت المساحة المظللة جزء منها أعلى محور السينات

والآخر أسفل محور السينات فإن :

ش = $\int_{أ}^{ب}$ ق ء ف

= المساحة (م$_{١}$) − المساحة (م$_{٢}$)

(٢) في الشكل المقابل :

إذا كانت القوة ق ثابتة فإن :

ش = $\int_{أ}^{ب}$ ق ء ف = ق $\int_{أ}^{ب}$ ء ف = ق (ب − أ)

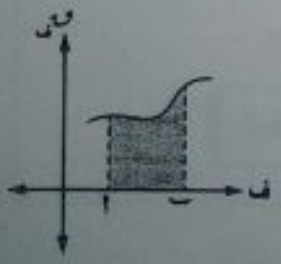
= مساحة المستطيل المظلل (م$_{١}$)

(٣) إن لم يكن اتجاه القوة موازيًا لاتجاه الحركة نوجد مركبة القوة

في اتجاه الإزاحة = ق جا هـ = ق$_{ف}$

فإن العلاقة البيانية تكون بين ف ، ق$_{ف}$

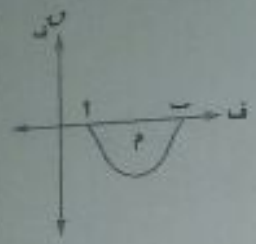
كما بالشكل المقابل ويكون



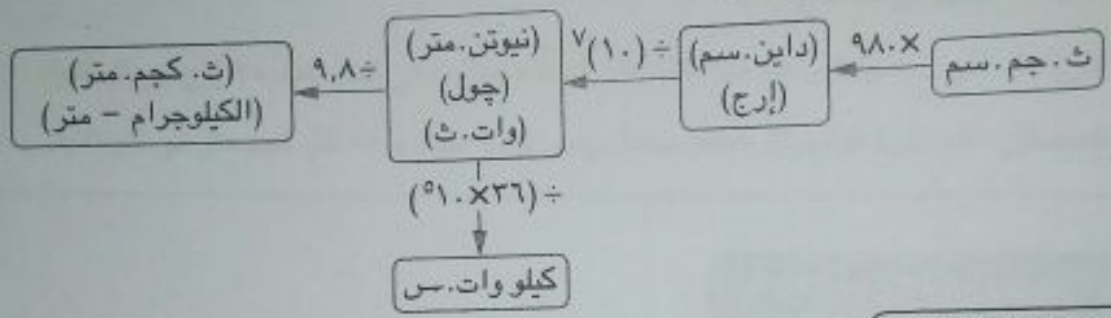
ش = $\int_{أ}^{ب}$ ق$_{ف}$ ء ف

④ إذا كان منحنى القوة أسفل محور السينات

فإن : ش = $\int_{أ}^{ب}$ ق ء ف = - المساحة م



العلاقة بين وحدات الشغل



وحدات الشغل

* **الچول «نيوتن . متر»** : هو مقدار الشغل الذى تبذله قوة = ١ نيوتن فى تحريك جسم ما لمسافة = ١ متر فى اتجاهها.
* **الإرج «داين . سم»** : هو مقدار الشغل الذى تبذله قوة = ١ داين فى تحريك جسم ما لمسافة = ١ سم فى اتجاهها.
* **الكيلوجرام - متر «ثقل كجم . متر»** : هو مقدار الشغل الذى تبذله قوة = ١ ث.كجم لتحريك جسم ما لمسافة = ١ متر فى اتجاهها.

الطاقة

* طاقة حركة جسيم (ط) تعرف بأنها نصف حاصل ضرب كتلته (ك) فى مربع معيار سرعته (ع)

أى أن : طاقة الحركة (ط) = $\frac{١}{٢}$ ك ع^{٢}

* طاقة الوضع (ض) لجسيم كتلته (ك) [يتحرك رأسيًا أو على خط أكبر ميل لمستوٍ أملس] حين يكون على ارتفاع (ل) من سطح الأرض = ك ء ل

أى أن : ض = وزن الجسم × ارتفاع موضعه عن سطح الأرض

* مبدأ الشغل والطاقة : «التغير فى طاقة حركة جسيم عند انتقاله من موضع ابتدائى إلى موضع نهائى يساوى الشغل المبذول بواسطة القوة المؤثرة عليه خلال الإزاحة بين هذين الموضعين».

أى أن : ط – ط$_{.}$ = ش

ومنها ط – ط$_{.}$ = ق × ف حيث ق هى محصلة القوى المؤثرة على الجسم :

فمثلاً : * إذا غاص جسم فى الرمل رأسيًا لأسفل فإن : ط – ط$_{.}$ = (ك ع – م) × ف

* إذا أطلقت رصاصة فإن : ط – ط$_{.}$ = (– م) × ف

* مجموع طاقتى الوضع والحركة يظل ثابتًا أثناء الحركة الحرة (تحت تأثير الوزن فقط)

أى أن : ط + ض = ط$_{.}$ + ض$_{.}$

ملاحظات

① طاقة حركة جسيم كمية قياسية غير سالبة أى أن : ط ≥ .

② وحدة قياس الطاقة هى نفسها وحدة قياس الشغل.

③ التغير فى طاقة حركة جسيم بين لحظتين زمنيتين مختلفتين = ط – ط$_{.}$ = $\frac{1}{2}$ ك (ع^{2} – ع$_{.}^{2}$)

④ التغير فى طاقة الحركة نتاج التصادم = طاقة الحركة بعد التصادم – طاقة الحركة قبل التصادم

⑤ طاقة الحركة المفقودة نتاج تصادم = طاقة الحركة قبل التصادم – طاقة الحركة بعد التصادم

⑥ التغير فى طاقة الوضع = ض – ض$_{.}$ = – الشغل المبذول من قوة الوزن فقط بينما التغير فى طاقة الحركة = ط – ط$_{.}$ = الشغل المبذول من محصلة القوى المؤثرة على الجسم.

⑦ عند إطلاق رصاصة على جسم مكون من طبقتين وكان سُمك الطبقة الأولى ف$_{١}$ ومقاومتها م$_{١}$ وسُمك الطبقة الثانية ف$_{٢}$ ومقاومتها م$_{٢}$

فإن : ط – ط$_{.}$ = الشغل المبذول من المقاومات = – م$_{١}$ × ف$_{١}$ – م$_{٢}$ × ف$_{٢}$

⑧ فى حالة تحرك جسم من قمة مستوٍ مائل لأسفل ضد مقاومة فإن :

طاقة الوضع عند القمة = الشغل المبذول ضد المقاومة + طاقة الحركة عند القاعدة

⑨ فى حالة قذف جسم من قاعدة مستوٍ مائل لأعلى ضد مقاومة فسكن لحظيًا عند القمة فإن :

طاقة الحركة عند القاعدة = الشغل المبذول ضد المقاومة + طاقة الوضع عند القمة

القدرة

* القدرة هى المعدل الزمنى لبذل الشغل أو هى الشغل المبذول فى وحدة الزمن.

* القدرة = $\frac{\text{ش}}{\text{ز}} = \text{ق} \times \text{ع}$

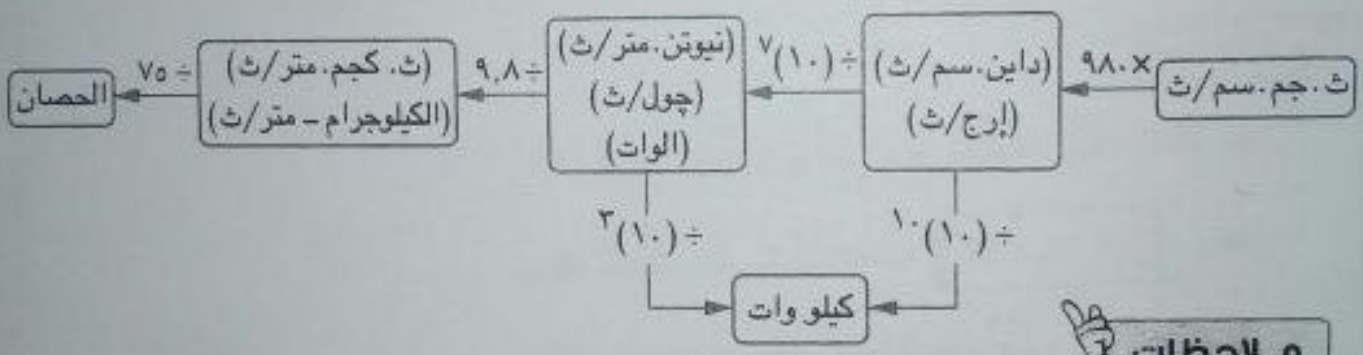
وحدات القدرة

* الوات («جول/ث» أو «نيوتن . متر/ث») : هو قدرة قوة تبذل شغلًا بمعدل زمنى ثابت مقداره ١ جول فى كل ثانية.

* الإرج/ث «داين . سم/ث» : هو قدرة قوة تبذل شغلًا بمعدل زمنى ثابت مقداره ١ إرج فى كل ثانية.

* الحصان : هو قدرة قوة تبذل شغلًا بمعدل زمنى ثابت مقداره ٧٥ ثقل كجم.متر فى كل ثانية.

العلاقة بين وحدات القدرة



ملاحظات

① القدرة كمية قياسية تحسب عند لحظة ما بينما الشغل يحسب دائمًا بين لحظتين زمنيتين أو خلال إزاحة معينة.

② عند ثبوت مقدار القوة (ق) فإن القدرة ∝ ع أى أن كلما تغير مقدار السرعة تغير مقدار القدرة.

③ عندما يتحرك الجسم بسرعة منتظمة (ع) فإن القدرة تكون ثابتة وتساوى ق × ع

أما إذا كانت حركة الجسم متغيرة فإن القدرة تكون متغيرة وتكون :

القدرة فى لحظة ما = ق × السرعة عند هذه اللحظة.

④ عندما يتحرك جسم بأقصى سرعة له فإن (ق × السرعة القصوى) يعطى أقصى قدرة للآلة المسببة لحركته وهى ما تسمى «بقدرة الآلة» وليس من الضرورى أن تستخدم كل القدرة أثناء الحركة بمعنى أن (ق × ع) فى أى لحظة أثناء الحركة لا يمكن أن يتجاوز القدرة القصوى للآلة وهو يساويها فقط عندما تكون ع سرعة قصوى.

(٥) القدرة المتوسطة : إذا بذلت القوة شغلًا قدره ش خلال فترة زمنية $\Delta ن = (ن_٢ - ن_١)$ فإن :

$$\text{القدرة المتوسطة} = \frac{ش}{\Delta ن} = \frac{ش}{ن_٢ - ن_١}$$

(٦) يمكن استخدام التكامل فى إيجاد الشغل إذا عُلمت القدرة

∵ القدرة $= \frac{ع}{ع ن} (ش)$ ∴ $ش = \int_{ن_١}^{ن_٢} (\text{القدرة}) ع ن$

(٧) عند حركة جسم بأقصى سرعة له فى خط مستقيم أفقى أو صاعدًا أو هابطًا منحدر فإن القدرة تكون متساوية فى الحالات الثلاثة.

(٨) إذا كان معدل بذل الشغل منتظمًا (ثابتًا) فإن : $\text{القدرة} = \frac{\text{الشغل}}{\text{الزمن}}$

(٩) يفضل عند حل المسائل أن تكون القوة بالثقل كجم والسرعة بالمتر/ث فتكون القدرة بوحدة ثقل كجم. متر/ث ثم نقسم على ٧٥ ليتحول الناتج إلى وحدة الحصان.

٧٥