فيزياء درس 02	شــغـــل وقـــدرة قــــوة	الأولـــى بكالوريا

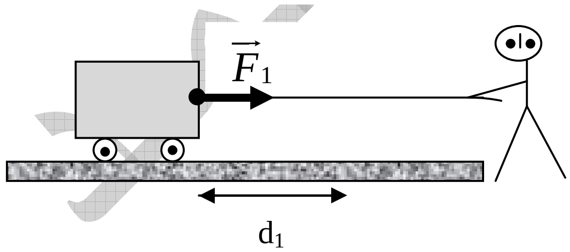
الكفايات المستهدفة :

- التعرف على مفعول بعض التأثيرات الميكانيكية على جسم صلب خاضع لقوى نقط تأثيرها تنتقل.
- معرفة تعبير شغل قوة ثابتة مطبقة على جسم صلب في إزاحة أثناء انتقال مستقيمي ومنحني ،ومعرفة الوحدة.
- معرفة شغل قوة أو مجموعة قوى في حالة الإزاحة المستقيمية أو الدوران حول محور ثابت.
- معرفة الشغل المحرك والشغل المقاوم.
- معرفة واستغلال تعبير شغل وزن جسم صلب في المجال المنتظم للثقالة.
- معرفة أن شغل الوزن مستقل عن مسار الحركة.
- معرفة واستغلال تغيير شغل قوة عزمها ثابت.
- معرفة واستغلال تعبيري القدرة المتوسطة والقدرة اللحظية لقوة أو مجموعة قوى في حالة الإزاحة المستقيمية وحالة الدوران.
- معرفة وحدة القدرة.

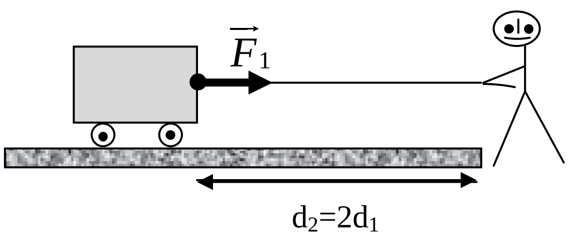
1- مفهوم شغل قوة:

1-1 اتجاه القوة مواز للانتقال :

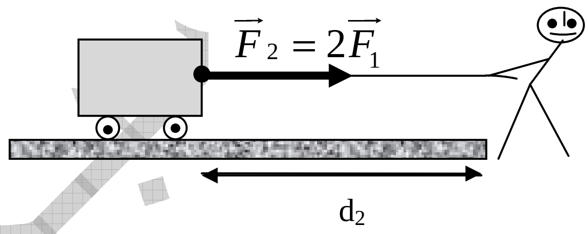
الحالة 1



الحالة 2



الحالة 3



يجر تلميذ جسما صلبا على مستوى أفقي بتطبيق قوة ثابتة طول مسافة معينة.

س 1 - هل الجهد المبذول من طرف التلميذ هو نفسه في الحالات الثلاثة ؟ رتب الجهود الثلاثة تصاعديا.

س 2 - من بين المقادير التالية،ما هو الذي يميز أكثر الجهد المبذول من طرف التلميذ ؟

- شدة القوة .
- طول مسافة الانتقال.
- الجداء بين شدة القوة وطول مسافة الانتقال.
- خارج شدة القوة و طول مسافة الانتقال .

س 3- اقترح تعبيرا لشغل القوة المطبقة من طرف التلميذ.

ج 1- الجهود الثلاثة كل منها مختلف عن الآخر .الجهد الأول أقل من الجهد الثاني و هو بدوره أقل من الثالث.

ج 2- - شدة القوة لا تميز الجهد لأنه مختلف في الحالتين 1 و 2 رغم تطبيق نفس القوة.
- طول مسافة الانتقال لا تميز الجهد لأنه مختلف في الحالتين 2 و 3 رغم قطع نفس المسافة.

- الخارج $\frac{F}{d}$ لا يميز الجهد لأنه مساو في الحالتين 1 و 3 $\frac{F_1}{d_1}=\frac{2F_1}{2d_1}=\frac{F_2}{d_2}$ ورغم ذالك الجهد مختلف.

- الجداء F.d هو الذي يميز الجهد المبذول حيث نلاحظ أن $F_1.d_1 \langle F_2.d_1 \langle F_2.d_2$.

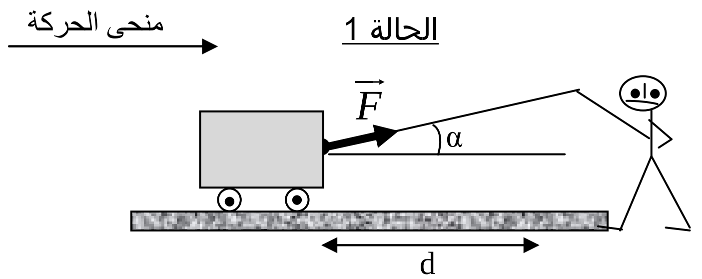
ج4- تعبير شغل القوة هو $W=F.d$.

في الحالات الثلاث ، نقطة تأثير القوة تنتقل ،القوة إذن تعمل على تحريك الجسم ، نقول إن القوة تشتغل.

1-2- اتجاه القوة أيا كان بالنسبة لاتجاه الحركة :

يحاول التلميذ جر الجسم مع إمكانية تغيير اتجاه القوة التي يطبقها.

الحالة 1



س 1 – لإعطاء الجسم نفس السرعة،هل يجب جر الجسم بنفس المسافة إذا غيرنا اتجاه القوة ؟

س 2- كيف تتغير المسافة المقطوعة d مع الزاوية α $0 \le \alpha \prec 90°$ لبلوغ الجسم نفس السرعة ؟

س3- هل يوجد اتجاه استثنائي حيث لا يكون للقوة أي تأثير على الحركة ؟

س 4- ما هي الاتجاهات الأكثر تأثيرا لجر الجسم إذا كان ساكنا أو لكبحه وتوقيفه إذا كان في حركة ؟

س 5- بالنسبة لأي قيم α $0 \le \alpha \prec 180°$ يمكن القول إن الشغل محرك ، مقاوم أو منعدم ؟

س 6- ما هي العلاقة الأكثر تعبيرا عن شغل قوة شدتها F عند تأثيرها على جسم لينتقل بالمسافة d ؟ α تمثل الزاوية بين اتجاه الانتقال واتجاه القوة.

$$W=F.d \qquad W=\frac{F}{d} \qquad W=F.d.\alpha \qquad W=F.d.\sin\alpha \qquad W=F.d.\cos\alpha$$

ج 1 - لإعطاء الجسم نفس السرعة ، إذا غيرنا اتجاه القوة ، يجب تغيير المسافة.

ج 2- كلما زادت قيمة α ،تزداد المسافة d لبلوغ نفس السرعة.

ج 3- في حالة α=90° ، ليس للقوة تأثير على الحركة.

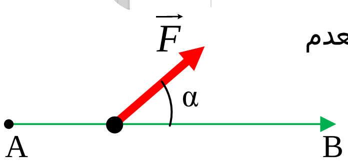
ج 4- يكون التأثير لجر الجسم أكثر في حالة α=0° ،ويكون التأثير لكبح حركته أكثر في حالة α=180° .

ج 5 – الشغل محرك $0 \le \alpha \prec 90°$

الشغل مقاوم $90 \prec \alpha \prec 180°$

الشغل منعدم $\alpha = 90°$.

ج 6 – التعبير الأقرب إلى شغل القوة هو : $W=F.d.\cos\alpha$ لأن الشغل منعدم بالنسبة لـ α=90° (sin90=0) و قصوي بالنسبة لـ (cos90=1).



2 – شغل قوة ثابتة في حالة انتقال مستقيمي :

2-1 تعريف :

يساوي شغل قوة ثابتة $\vec{F}$ خلال الانتقال المستقيمي $\overrightarrow{AB}$ الجداء السلمي للمتجهتين $\vec{F}$ و $\overrightarrow{AB}$:

$$W_{AB}(\vec{F})=\vec{F}\bullet\overrightarrow{AB}=F.AB.\cos(\widehat{\vec{F};\overrightarrow{AB}})$$

نضع $\alpha=(\widehat{\vec{F};\overrightarrow{AB}})$: $W_{AB}(\vec{F})=F.AB.\cos\alpha$

حيث F بوحدة النيوتن N ، AB بوحدة المتر m و الشغل بوحدة الجول J .

حالة خاصة : القوة لا تشتغل في إحدى الحالتين التاليتين :

- نقطة التأثير لا تنتقل : $\overrightarrow{AB}=\vec{0}W_{AB}(\vec{F})=F.AB.\cos\alpha$.

- اتجاه القوة عمودي على الانتقال : α=90° ، cosα=0 إذن $W_{AB}(\vec{F})=0$.

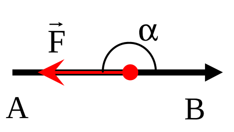
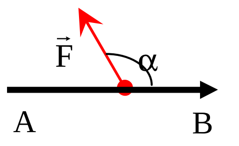
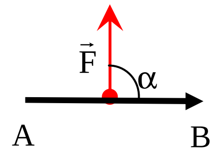
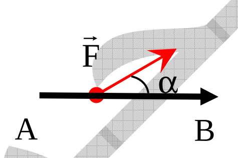
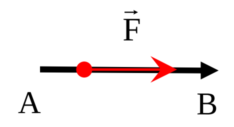
2-2 الشغل المحرك، الشغل المقاوم :

شغل قوة مقدار جبري.

يكون شغل قوة محركا إذا كان موجبا ، القوة تساهم في تحريك الجسم.

``يكون شغل قوة مقاوما إذا كان سالبا ، القوة تعرقل حركة الجسم.

الحالات الممكنة حسب قيمة الزاوية α :

$\alpha=180°$ $\cos\alpha=-1$	$90°\prec\alpha\prec180°$ $\cos\alpha\prec0$	$\alpha=90°$ $\cos\alpha=0$	$\alpha\prec90°$ $\cos\alpha\succ0$	$\alpha=0°$ $\cos\alpha=1$
				
$W_{AB}(\vec{F})=-F\cdot AB$	$W_{AB}(\vec{F})\prec0$	$W_{AB}(\vec{F})=0$	$W_{AB}(\vec{F})\succ0$	$W_{AB}(\vec{F})=+F\cdot AB$
الشغل مقاوم		الشغل منعدم	الشغل محرك	

3 – شغل قوة ثابتة في حالة انتقال أي كان :

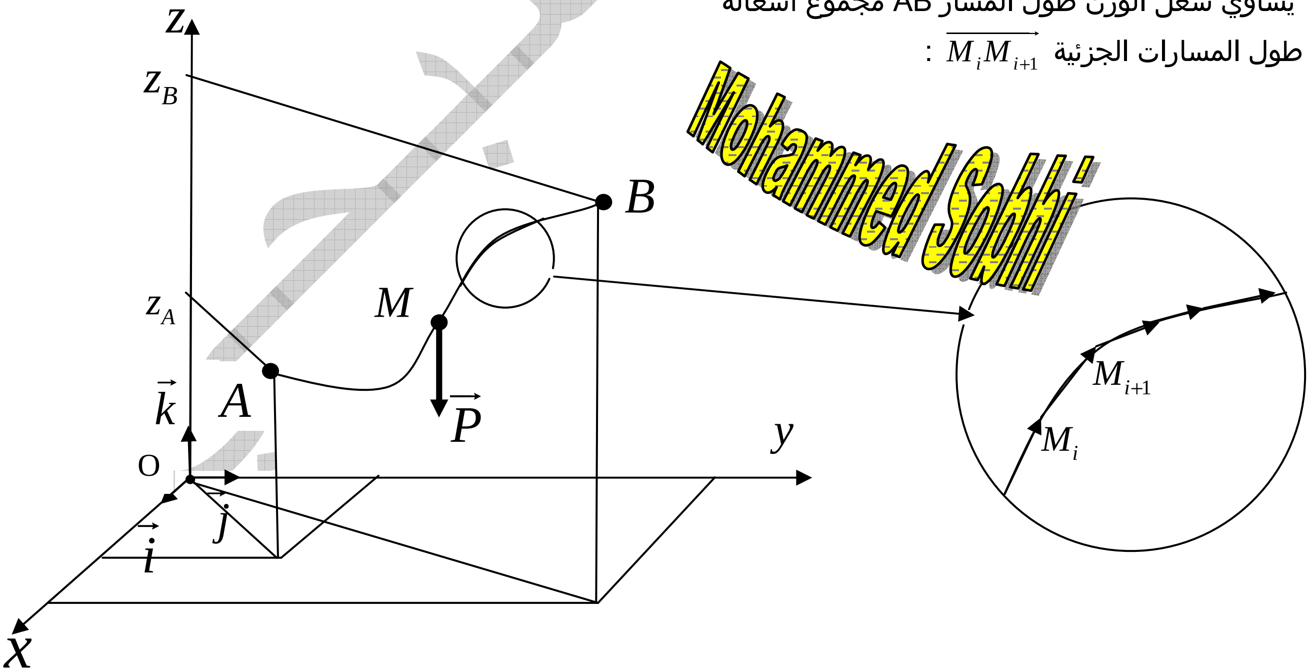
1-3 شغل الوزن :

نعتبر جسما صلبا S ينتقل مركز قصوره في المعلم المتعامد الممنظم $(O,\vec{i},\vec{j},\vec{k})$ من الموضع A إلى الموضع B على مسار منحن و في مجال الثقالة،

نعتبر أن المسار المنحني هو مجموعة من المسارات المتتالية الصغيرة $\overrightarrow{AM_1},\overrightarrow{M_1M_2}.........\overrightarrow{M_iM_{i+1}}.......\overrightarrow{M_nB}$.

يساوي شغل الوزن طول المسار AB مجموع أشغاله

طول المسارات الجزئية $\overrightarrow{M_iM_{i+1}}$:



$$W_{AB}(\vec{P})=\sum \vec{P}\bullet\overrightarrow{M_iM_{i+1}} \Rightarrow W_{AB}(\vec{P})=\vec{P}\bullet\sum\overrightarrow{M_iM_{i+1}} \Rightarrow \boxed{W_{AB}(\vec{P})=\vec{P}\bullet\overrightarrow{AB}}$$

$$\Rightarrow \sum\overrightarrow{M_iM_{i+1}}=\overrightarrow{AB}$$

$$\vec{P}=-P\vec{k} \qquad \overrightarrow{AB}=(x_B-x_A)\vec{i}+(y_B-y_A)\vec{j}+(z_B-z_A)\vec{k}$$

$$W_{AB}(\vec{P})=-P\vec{k}\bullet\left[(x_B-x_A)\vec{i}+(y_B-y_A)\vec{j}+(z_B-z_A)\vec{k}\right]$$

$$W_{AB}(\vec{P})=-P\vec{k}\bullet(z_B-z_A)\vec{k}$$

$$W_{AB}(\vec{P})=-P(z_B-z_A)\vec{k}\bullet\vec{k} \qquad (\vec{k}\bullet\vec{i}=0 \quad \vec{k}\bullet\vec{j}=0)$$

$$\vec{k}\bullet\vec{k}=1 \Rightarrow W_{AB}(\vec{P})=-P(z_B-z_A) \Rightarrow \boxed{W_{AB}(\vec{P})=P(z_A-z_B)}$$

العلاقة $\boxed{W_{AB}(\vec{P})=\vec{P}\bullet\overrightarrow{AB}}$ تبين أن شغل الوزن أثناء الانتقال من A إلى B لا يتعلق بشكل المسار، بل يتعلق فقط بموضعي النقطتين A و B .

العلاقة $\boxed{W_{AB}(\vec{P})=P(z_A-z_B)}$ تبين أن هذا الشغل يساوي جداء شدة الوزن وفرق الارتفاع بين النقطتين A و B كما أنه يمكن أن يكون موجبا أو سالبا حسب موضع النقطة A بالنسبة للنقطة B :

- A أعلى من B ، $z_A \succ z_B$ إذن $W_{AB}(\vec{P})\succ 0$ ، شغل الوزن محرك.
- A أعلى من B ، $z_A \prec z_B$ إذن $W_{AB}(\vec{P})\prec 0$ ، شغل الوزن مقاوم.

(بالطبع في حالة $z_A \succ z_B$ ، الجسم ينتقل نحو الأسفل ، الوزن يساعد على الحركة ، إذن شغله يكون محركا ،والعكس في حالة $z_A \prec z_B$)

2-3 تعميم :

يساوي شغل قوة $\vec{F}$ عند انتقال نقطة تأثيرها بين النقطتين A و B الجداء السلمي بين $\vec{F}$ ومتجهة الانتقال $\overrightarrow{AB}$:

$$\boxed{W_{AB}(\vec{F})=\vec{F}\bullet\overrightarrow{AB}}$$

3-3 شغل مجموعة قوى ثابتة :

نعتبر جسما صلبا في حالة إزاحة تحت تأثير عدة قوى،كل نقطة من نقطه تنتقل نفس الانتقال $\overrightarrow{AB}$. تعبير شغل مجموع القوى هو:

$$W_{AB}=\sum(\vec{F}_i\bullet\overrightarrow{AB})=\vec{F}_1\bullet\overrightarrow{AB}+\ldots\ldots..+\vec{F}_n\bullet\overrightarrow{AB}=(\vec{F}_1+\ldots.+\vec{F}_n)\bullet\overrightarrow{AB}$$

$$W_{AB}=(\sum\vec{F}_i)\bullet\overrightarrow{AB}$$

نضع $\vec{F}=\sum\vec{F}_i$ فتصبح العلاقة كالتالي : $W_{AB}=\vec{F}\bullet\overrightarrow{AB}$.

-3 قدرة قوة :

1-3 القدرة اللحظية :

نعتبر قوة $\vec{F}$ مطبقة على جسم صلب في حركة بالنقطة M. بالنسبة للانتقال الجزئي $\overrightarrow{MM'}$ للنقطة M في مدة $\delta t=t'-t$ ، تعبير الشغل الجزئي لهذه القوة هو $\delta W=\vec{F}\bullet\vec{\delta l}$. نسمي القدرة اللحظية للقوة $\vec{F}$ عند اللحظة t الخارج :

$$\boxed{\mathcal{P}=\frac{\delta W}{\delta t}}$$

$$\delta W=\vec{F}\bullet\vec{\delta l}\Rightarrow \mathcal{P}=\frac{\vec{F}\bullet\vec{\delta l}}{\delta t}=\vec{F}\bullet\frac{\vec{\delta l}}{\delta t}$$

$$\vec{v}=\frac{\vec{\delta l}}{\delta t}\Rightarrow \mathcal{P}=\vec{F}\bullet\vec{v}$$

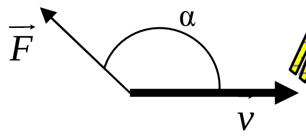
قدرة قوة موضعة مطبقة على جسم صلب بالنقطة M تساوي الجداء السلمي لمتجهة القوة ومتجهة السرعة اللحظية

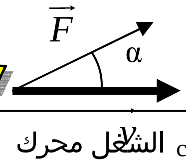
$$\boxed{\mathcal{P}=\vec{F}\bullet\vec{v}}$$

في حالة مجموع قوى $\vec{F}_1......\vec{F}_n$ ثابتة، تبقى العلاقة نفسها مع : $\vec{F}=\vec{F}_1+......+\vec{F}_n$.

ملاحظة :القدرة مقدار جبري ، $\mathcal{P}=F.v.\cos\alpha$ حيث $\alpha=(\widehat{\vec{F};\vec{v}})$.

إشارة $\mathcal{P}$ تتعلق بقيمة α





الشغل مقاوم $\cos\alpha\le 0$ $90\prec\alpha\le 90$

الشغل محرك $\cos\alpha\ge 0$ $0\le\alpha\prec 90$

2-3 شغل قوة ذات قدرة ثابتة :

إذا كانت لقوة $\vec{F}$ قدرة ثابتة $\mathcal{P}$ ، فإن تعبير شغلها الجزئي خلال المدة الصغيرة δt هو $\delta W=\mathcal{P}.\delta t$.

تعبير الشغل خلال المدة Δt هو : $W(\vec{F})=\sum\delta W(\vec{F})=\sum\mathcal{P}.\delta t$

$\mathcal{P}$ ثابتة إذن $W=\mathcal{P}.\sum\delta t \quad\Rightarrow\quad W=\mathcal{P}.\Delta t$

نسمي الواط ساعة (Wh) القدرة المبذولة من طرف قوة قدرتها $\mathcal{P}=1W$ خلال ساعة واحدة .

$$1Wh=1W\times 3600s=3600J$$

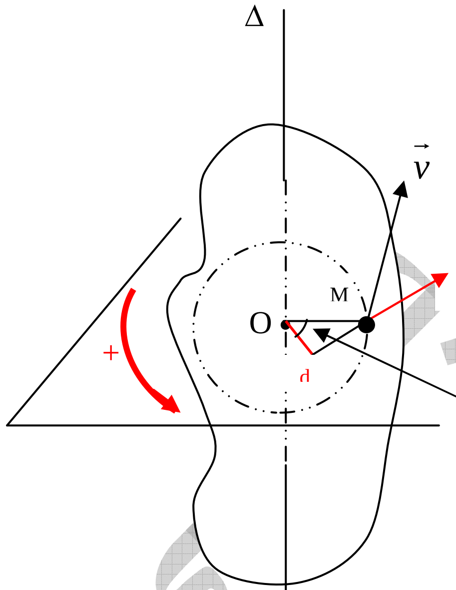
$$1kW=10^3Wh=3,60.10^6s$$

4- حالة الدوران حول محور ثابت :شغل وقدرة قوة :

1-4 القدرة :

نعتبر جسما صلبا في حركة دوران حول محور ثابت Δ بالسرعة الزاوية ω.

مسار كل نقطة M من الجسم دائرة مركزها O المنتمي للمحور Δ .



تعبير قدرة قوة $\vec{F}$ متعامدة مع Δ مطبقة بالنقطة M هو:

$$\mathcal{P}=\vec{F}\bullet\vec{v}$$

$$\mathcal{P}=F.v.\cos(\widehat{\vec{F},\vec{v}})$$

$$v=OM.\omega \quad ; \quad \alpha=(\widehat{\vec{F},\vec{v}})\Rightarrow\mathcal{P}=F.OM.\omega.\cos\alpha$$

$$\mathcal{P}=F.d.\omega\Rightarrow\mathcal{P}=\mathcal{M}_\Delta(\vec{F}).\omega$$

نستنتج : $\boxed{\mathcal{P}=\mathcal{M}_\Delta(\vec{F}).\omega}$

الوحدات $\mathcal{P}$ (W) $\mathcal{M}_\Delta(\vec{F})$ (N.m) ω (rad/s)

تساوي قدرة قوة عمودية على محور مطبقة على جسم صلب في حالة دوران حول هذا المحور،جداء عزمها بالنسبة لنفس المحور والسرعة الزاوية لدوران الجسم.

2-4 الشغل :

تعبير الشغل الجزئي δW للقوة $\vec{F}$ خلال المدة δt حيث يدور الجسم بالزاوية $\delta\alpha$: $\delta W=\mathcal{P}.\delta t$

$$\delta W=\mathcal{M}_\Delta.\delta\alpha$$

$$\omega.\delta t=\delta\alpha \qquad\Rightarrow\qquad \boxed{\delta W=\mathcal{M}_\Delta.\delta\alpha}$$

في حالة عزم ثابت يمكن حساب شغل القوة عند انتقال النقطة M من M_1 إلى M_2 حيث زاوية الدوران α كالتالي

: $W = \sum \mathcal{M}_{\Delta}.\delta\alpha = \mathcal{M}_{\Delta} \sum \delta\alpha$ نستنتج $\boxed{W = \mathcal{M}_{\Delta}.\alpha}$.

ملاحظة : في حالة قوة لها اتجاه أيا كان ،يمكن اعتبارها مكونة من مركبتين : $\overrightarrow{F_{\Delta}}$ موازية للمحور Δ و $\overrightarrow{F_{\perp}}$ العمودية على Δ : $\vec{F} = \overrightarrow{F_{\Delta}} + \overrightarrow{F_{\perp}}$

$$\mathcal{M}_{\Delta}(\vec{F}) = \mathcal{M}_{\Delta}(\overrightarrow{F_{\Delta}}) + \mathcal{M}_{\Delta}(\overrightarrow{F_{\perp}})$$

$$\mathcal{M}_{\Delta}(\overrightarrow{F_{\Delta}}) = 0 \Rightarrow \mathcal{M}_{\Delta}(\vec{F}) = \mathcal{M}_{\Delta}(\overrightarrow{F_{\perp}})$$

$$\boxed{W = \mathcal{M}_{\Delta}.\alpha}$$