

I- مفهوم شغل قوة ثابتة

1- مفعول بعض التأثيرات الميكانيكية على جسم صلب

كل قوة نقطة تأثيرها تنتقل يمكن ان :

تشوه الجسم	تغيير مسار حركته او سرعته او هما معا	تجعله في حالة توازن	تساهم في تحريك جسم

2- مفهوم قوة ثابتة:

نقول أن قوة $\vec{F}$ ثابتة إذا بقيت مميزاتها ثابتة خلال الحركة، أي إذا احتفظت بنفس خط التأثير، ونفس المنحى ونفس المنظم خلال الحركة

3- مفهوم شغل قوة ثابتة

في حياتنا اليومية كلمة "شغل" لتعني أي نشاط يحتاج لمجهود عضلي أو عقلي، ولكن مفهوم الشغل في الفيزياء له مدلول محدد للغاية فهو مرتبط بالقوة و الانتقال نقول إن قوة مطبقة على جسم ما تستغل إذا انتقلت نقطة تأثيرها في اتجاه غير متعامد مع اتجاه القوة، و غيرت حركة هذا الجسم (تغيير ارتفاعه، أو تغيير سرعته). أو تغيير خصائصه الفيزيائية (تغيير درجة حرارته أو تشوّهه).

نرمز للشغل بـ W و وحدته في النظام العالمي للوحدات هي : الجول (Joule) رمزا (J).

II- شغل قوة ثابتة مطبقة على جسم صلب:

1- شغل قوة ثابتة مطبقة على جسم صلب في إزاحة

أ- شغل قوة ثابتة مطبقة على جسم صلب في إزاحة مستقيمة :

إذا كانت $\overline{AB}$ متجهة انتقال نقطة تأثير القوة $(M, \vec{F})$ ، فإن شغلها أثناء هذا الانتقال هو الجداء السلمي بين متجهة القوة $\vec{F}$ و متجهة الانتقال $\overline{AB}$ نكتب:

$$W(\vec{F})_{A \rightarrow B} = \vec{F} \cdot \overline{AB}$$

أي $W(\vec{F})_{A \rightarrow B} = F \cdot AB \cdot \cos(\alpha)$ حيث α زاوية مشكلة بين متجهة القوة $\vec{F}$ و متجهة الانتقال $\overline{AB}$

ب- شغل قوة ثابتة مطبقة على جسم صلب في إزاحة منحنية :

نقسم المسار إلى أجزاء لا متناهية في الصغر نعتبرها مستقيمة، فيكون الشغل الجزئي أثناء انتقال جزئي متجهته $\delta \vec{l}_i$ هو:

$$\delta W_i(\vec{F}) = \vec{F} \cdot \delta \vec{l}_i$$

الشغل الكلي للقوة $\vec{F}$ هو مجموع الأشغال الجزئية :

$$\sum \delta W_i(\vec{F}) = \sum \vec{F} \cdot \delta \vec{l}_i = \vec{F} \cdot \sum \delta \vec{l}_i = W(\vec{F})_{A \rightarrow B}$$

شغل قوة ثابتة لا يتعلق بطبيعة المسار الذي يتبعه الجسم خلال حركته، بل يتعلق فقط بالموضع البدئي A والموضع النهائي B.

ج- شغل وزن الجسم

- بالنسبة لانتقال لا يتجاوز بعض الكيلومترات (قريبا من سطح الأرض) يمكن اعتبار الوزن قوة ثابتة (g شدة مجال الثقالة ثابتا)
- نقسم المسار إلى أجزاء لا متناهية في الصغر نعتبرها مستقيمة

$$AM_1, M_1M_2, M_2M_3, M_iM_{i+1}, M_nB$$

$$W_{AB}(\vec{P}) = \vec{P} \cdot AM_1 + \vec{P} \cdot M_1M_2 + \vec{P} \cdot M_iM_{i+1} + \vec{P} \cdot M_nB \\ = \vec{P} \cdot (AM_1 + M_1M_2 + M_iM_{i+1} + M_nB) = \vec{P} \cdot \overline{AB}$$

مع $\vec{P} (O; O; -mg)$ و $\overline{AB} (x_B - x_A; y_B - y_A; z_B - z_A)$

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

لا يرتبط شغل وزن جسم إلا بالأنسوبين z_B و z_A للموضعين البدئي و النهائي لمركز قصور الجسم.

د - الشغل المحرك والشغل المقاوم

الشغل مقدار جبري يمكنه أن يكون موجب أو سالب وذلك حسب قيمة الزاوية α :

إذا كانت $0 \leq \alpha < \pi/2$ تكون $\cos \alpha > 0$ وبالتالي يكون شغل القوة F موجب نقول أن القوة F تنجز شغلا مساعدا أي أنها تؤلوم حركة الجسم	إذا كانت $\alpha = \pi/2$ تكون $\cos \alpha = 0$ وبالتالي يكون شغل القوة F منعدما نقول أن القوة F لا تشتغل	إذا كانت $\pi/2 < \alpha \leq \pi$ تكون $\cos \alpha < 0$ وبالتالي يكون شغل القوة F سالب نقول أن القوة F تنجز شغلا معارضا أي أنها تقاوم حركة الجسم

2- شغل قوة عزمها ثابت مطبقة على جسم صلب في دوران حول محور ثابت:

نعتبر جسما صلبا في دوران تحت تأثير قوة ثابتة نقسم المسار إلى أجزاء لا متناهية في الصغر نعتبرها مستقيمة عندما يدور الجسم بزاوية $\delta\theta$ يكون الشغل الجزئي للقوة $\vec{F}$ هو:

$$\delta W(\vec{F}) = \vec{F} \times \delta \vec{s}$$

$$\delta W = \vec{F} \times \delta \vec{s} = F \times \delta s \times \cos(\alpha)$$

$$\text{avec } \delta s = r \times \delta \theta$$

$$\delta W = F \times r \times \delta \theta \times \cos(\alpha)$$

من خلال الشكل $\cos(\alpha) = OH/r$ أي $OH = \cos(\alpha) \times r$

$$\delta W = F \times OH \times \delta \theta$$

مع $F \times OH$ يمثل عزم قوة في حالة دوران $M(\vec{F}) = F \times OH$

$$\delta W = M_{\Delta}(\vec{F}) \times \delta \theta$$

عندما يدور الجسم الصلب بالزاوية $\Delta\theta$ فإن شغل القوة F يصبح:

$$W(\vec{F}) = \sum \delta W = \sum M_{\Delta}(\vec{F}) \times \delta \theta$$

القوة عزمها ثابت إذن $W(\vec{F}) = M_{\Delta}(\vec{F}) \times \sum \delta \theta = M_{\Delta}(\vec{F}) \times \Delta\theta$

شغل قوة عزمها ثابت مطبقة على جسم صلب في دوران حول محور ثابت: $W(\vec{F}) = M_{\Delta}(\vec{F}) \times \Delta\theta$

III- قدرة قوة

1- القدرة المتوسطة

$$P_m = \frac{W}{\Delta t}$$

تساوي القدرة المتوسطة لقوة خارج شغل هذه القوة W و المدة الزمنية اللازمة Δt لإنجاز هذا الشغل:

وحدة القدرة في النظام العالمي للوحدات هي الواط Watt رمزها W

2- القدرة اللحظية لقوة ثابتة مطبقة على جسم صلب في إزاحة:

إذا أنجزت قوة $\vec{F}$ شغلا جزئيا δW خلال مدة زمنية جد قصيرة δt فإن القدرة اللحظية لهذه القوى هي:

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

$$\delta W = \vec{F} \times \delta \vec{l} \quad \text{فإن:} \quad P = \vec{F} \times \frac{\delta \vec{l}}{\delta t}$$

حيث $\vec{V}$ متجهة السرعة اللحظية لنقطة تأثير القوة

$$P = \vec{F} \times \vec{V} \times \cos(\vec{F}; \vec{V}) \quad \text{أي تعبير القدرة اللحظية.}$$

3- القدرة اللحظية لقوة ذات عزم ثابت مطبقة على جسم صلب في دوران حول محور ثابت:

إذا أنجزت قوة $\vec{F}$ شغلا جزئيا δW خلال مدة زمنية جد قصيرة δt فإن القدرة اللحظية لهذه القوى هي:

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

$$\delta W = M_{\Delta}(\vec{F}) \times \delta \theta \quad \text{أي قدرتها اللحظية} \quad P = M_{\Delta}(\vec{F}) \times \frac{\delta \theta}{\delta t}$$

$$\omega = \frac{\delta \theta}{\delta t} \quad \text{مع } \omega = \text{السرعة الزاوية لدوران الجسم الصلب}$$

تعبير القدرة اللحظية لقوة ذات عزم ثابت مطبقة على جسم صلب في دوران حول محور ثابت: $P = M_{\Delta}(\vec{F}) \times \omega$