MORAJA3A

MATHS · PHYSIQUE-CHIMIE · SVT

W = F·AB

P = F·v

COURS · 1ÈRE ANNÉE BAC SCIENCES MATHS · PHYSIQUE · SEMESTRE 1

# Travail et puissance d'une force

## شغل وقدرة قوة

J, W

W = M·Δθ

Travail d'une force constante (déplacement rectiligne et quelconque), travail moteur, résistant ou nul, travail du poids, travail d'une force de frottement, travail d'une force de moment constant en rotation, puissance moyenne et instantanée, rendement.

**Comprends. Entraîne-toi. Réussis.**

Rédigé et vérifié par **Mohammed TAOUFIK**, professeur et fondateur de MORAJA3A

NIVEAU
1ère Bac — Sciences Mathématiques (BIOF)

CONTENU
Cours · Exemples · Pièges · 9 exercices + corrigés

PLATEFORME
moraja3a.app

# Sommaire

## فهرس الدرس


| | | |
|---|---|---|
| 01 | Travail d'une force constante | شغل قوة ثابتة |
| 02 | Travail du poids et des forces de frottement | شغل الوزن وشغل قوى الاحتكاك |
| 03 | Travail d'une force en rotation | شغل قوة في حالة الدوران |
| 04 | Puissance d'une force | قدرة قوة |
| 05 | Exercices (9 exercices gradués) | تمارين تطبيقية |
| 06 | Corrigés détaillés | التصحيح المفصل |
| 07 | Fiche résumé et lexique français–arabe | ملخص ومعجم المصطلحات |


**POURQUOI CE CHAPITRE EST IMPORTANT**

Une force qui fait **bouger** un objet lui transfère de l'énergie : c'est le **travail**. La **puissance** mesure la **rapidité** de ce transfert. Ces deux notions sont la base de tout le semestre 1 : le théorème de l'énergie cinétique, l'énergie potentielle, l'énergie mécanique et l'énergie thermique s'écrivent toutes avec des travaux. Dans la vie courante, la puissance d'un moteur (en watts ou en chevaux) et la consommation électrique (en kWh) en sont des applications directes.

**بالعربية** 💡

القوة التي **تحرك** جسما تنقل إليه طاقة: هذا هو **الشغل**. و**القدرة** تقيس **سرعة** هذا النقل. هاتان الفكرتان أساس كل دروس الأسدس الأول: مبرهنة الطاقة الحركية، طاقة الوضع، الطاقة الميكانيكية والطاقة الحرارية.

## Comment utiliser ce cours

- **Définition** (encadré bleu) : ce qu'il faut savoir par cœur.
- **À retenir** (encadré vert) : la loi, la formule ou la méthode clé.
- **Exemple** (encadré doré) : une application corrigée pas à pas.
- **Piège** (encadré rouge) : l'erreur que font beaucoup d'élèves.
- **بالعربية** : une explication courte en arabe pour bien fixer l'idée.
- **Exercices** : énoncés classés APPLICATION APPROFONDISSEMENT TYPE EXAMEN ; tous les corrigés sont regroupés après les exercices.

# 1 Travail d'une force constante

## شغل قوة ثابتة

**DÉFINITION — FORCE CONSTANTE**

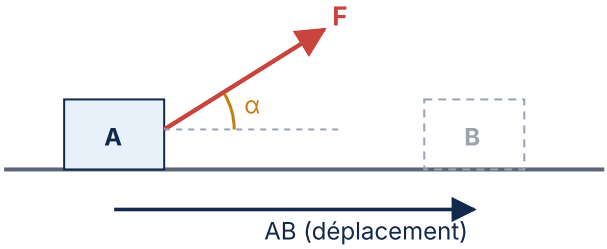
Une force est **constante** si son vecteur ne change pas au cours du mouvement : même **direction**, même **sens** et même **intensité**. Exemples : le poids (au voisinage de la Terre), une force de traction exercée dans une direction fixe.

**DÉFINITION — TRAVAIL D'UNE FORCE CONSTANTE (DÉPLACEMENT RECTILIGNE)**

Le **travail** d'une force constante $\vec{F}$ dont le point d'application se déplace de A à B est le produit scalaire :

$$W_{A\to B}(\vec{F}) = \vec{F} \cdot \vec{AB} = F \times AB \times \cos\alpha$$

α est l'angle entre $\vec{F}$ et $\vec{AB}$ ; W en **joules** (J), F en newtons (N), AB en mètres (m). 1 J = 1 N·m.




**TRAVAIL MOTEUR, RÉSISTANT OU NUL**

| Angle α | cos α | Travail | Rôle de la force |
|---|---|---|---|
| $0 \le \alpha < 90°$ | $> 0$ | $W > 0$ | **moteur** : favorise le déplacement |
| $\alpha = 90°$ | 0 | $W = 0$ | **nul** : force perpendiculaire au déplacement |
| $90° < \alpha \le 180°$ | $< 0$ | $W < 0$ | **résistant** : s'oppose au déplacement |

**EXEMPLE**

On tire une caisse sur 10 m avec une force de 200 N inclinée de 30° par rapport à l'horizontale.

$W = 200 \times 10 \times \cos 30° \approx 1732$ J (travail moteur). Le poids et la réaction normale du sol sont perpendiculaires au déplacement horizontal : leur travail est **nul**.

### DÉPLACEMENT QUELCONQUE

Si le point d'application d'une force **constante** se déplace de A à B sur un trajet quelconque (courbe), on décompose le trajet en petits déplacements rectilignes et on additionne. On obtient le même résultat :

$$W_{A\to B}(\vec{F}) = \vec{F} \cdot \vec{AB}$$

Le travail d'une force constante **ne dépend pas du chemin suivi**, seulement des positions de départ et d'arrivée.

### EXPRESSION AVEC LES COORDONNÉES

Dans un repère orthonormé, si $\vec{F}(F_x ; F_y)$ et $\vec{AB}(x_B - x_A ; y_B - y_A)$ : $W = F_x(x_B - x_A) + F_y(y_B - y_A)$.

### PIÈGES

- α est l'angle entre la **force** et le **déplacement**, pas avec l'horizontale ou le support.
- Une force peut être grande et ne fournir **aucun** travail (si elle est perpendiculaire au déplacement, ou si l'objet ne bouge pas).

### 💡 بالعربية

**شغل** قوة ثابتة عند انتقال نقطة تأثيرها من A إلى B هو $W = F \cdot AB = F \times AB \times \cos\alpha$، ووحدته **الجول** (J). يكون الشغل **محركا** إذا كان $W > 0$، و**مقاوما** إذا كان $W < 0$، و**منعدما** إذا كانت القوة عمودية على الانتقال. شغل قوة ثابتة **لا يتعلق بالمسار**.

# 2 Travail du poids et des forces de frottement

## شغل الوزن وشغل قوى الاحتكاك

**TRAVAIL DU POIDS**

Le poids $\vec{P} = m\vec{g}$ est une force constante (verticale, vers le bas). Avec un axe Oz vertical **orienté vers le haut**, lorsque le centre d'inertie passe de A à B :

$$W_{A\to B}(\vec{P}) = mg(z_A - z_B) = \pm mgh$$

- Le corps **descend** ($z_A > z_B$) : travail **moteur**, W = +mgh.
- Le corps **monte** : travail **résistant**, W = −mgh.
- Déplacement horizontal : W = 0.

Le travail du poids ne dépend **pas du chemin suivi** : le poids est une force **conservative**.

**EXEMPLE**

Un skieur de 70 kg descend d'une station à 1800 m d'altitude jusqu'à 1500 m, par n'importe quelle piste ($g = 10\ N{\cdot}kg^{-1}$).

$W(P) = mg(z_A - z_B) = 70 \times 10 \times 300 = 210\,000$ J = 210 kJ (moteur). S'il remonte par le téléski, le travail du poids vaut −210 kJ.

**PLAN INCLINÉ**

Un corps de masse m descend d'une longueur L le long d'un plan incliné d'angle α. La dénivellation est $h = L \sin\alpha$, donc $W(P) = mgL \sin\alpha$.

On retrouve ce résultat par le produit scalaire : l'angle entre le poids et le déplacement vaut $90° - \alpha$, et $\cos(90° - \alpha) = \sin\alpha$.

**TRAVAIL D'UNE FORCE DE FROTTEMENT**

Une force de frottement $\vec{f}$ est toujours **opposée** au mouvement. Si elle garde une intensité **constante** f le long d'un trajet de longueur L (même courbe) :

$$W(\vec{f}) = -f \times L$$

Ce travail est toujours **résistant** et il **dépend du chemin suivi** (plus le trajet est long, plus le travail est grand en valeur absolue) : la force de frottement n'est **pas conservative**.

**COMPARER DEUX CHEMINS**

Un palet glisse sur une table de A à B avec un frottement constant f = 2 N. AB = 5 m en ligne droite ; par un autre chemin A → C → B, AC = 3 m et CB = 4 m.

Chemin direct : $W(f) = -2 \times 5 = -10$ J. Chemin ACB : $W(f) = -2 \times (3 + 4) = -14$ J. Le travail du poids, lui, est nul sur les deux chemins (table horizontale).

**RÉACTION D'UN SUPPORT**

La réaction $\vec{R}$ d'un support se décompose en une composante normale $\vec{R_N}$ (perpendiculaire au déplacement, travail nul) et une composante tangentielle $\vec{R_T} = \vec{f}$ (le frottement). Sans frottement, le travail de la réaction est **nul**.

**PIÈGE**

La formule $W = mg(z_A - z_B)$ suppose l'axe orienté **vers le haut**. Et la formule $W = -fL$ utilise la **longueur du trajet**, pas la distance AB en ligne droite.

💡 بالعربية

**شغل الوزن** $W = mg(z_A - z_B)$ لا يتعلق بالمسار (قوة **محافظة**): محرك عند النزول ومقاوم عند الصعود. **شغل قوة الاحتكاك** $W = -f \times L$ دائما مقاوم **ويتعلق بالمسار**.

# 3 Travail d'une force en rotation

## شغل قوة في حالة الدوران

**RAPPEL : MOMENT D'UNE FORCE**

Le moment d'une force $\vec{F}$ par rapport à un axe fixe **(Δ)** qui lui est orthogonal est $M_{\Delta}(\vec{F}) = \pm F \times d$, où **d** est la distance entre l'axe et la droite d'action de la force (bras de levier). Le signe est positif si la force tend à faire tourner le solide dans le sens positif choisi.

**TRAVAIL D'UNE FORCE DE MOMENT CONSTANT**

Lorsqu'un solide tourne d'un angle Δθ (en **radians**) autour d'un axe fixe **(Δ)**, une force de moment constant $M_{\Delta}$ effectue le travail :

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

Pour un **couple** de forces de moment M : W = M × Δθ. Pour n tours : Δθ = 2πn.

**DÉMONSTRATION POUR UNE FORCE TANGENTE**

Une force F constamment tangente à la trajectoire circulaire (rayon r) de son point d'application : sur un petit arc de longueur r × δθ, le travail est F × r × δθ. En additionnant : $W = F\ r\ \Delta\theta = M_{\Delta}\ \Delta\theta$ avec $M_{\Delta} = F\ r$.

**EXEMPLE**

Un moteur exerce un couple de moment M = 20 N·m sur un arbre qui effectue 50 tours.

W = M × 2π × 50 = 20 × 100π ≈ 6283 J.

**PIÈGE**

L'angle doit être en **radians** : 1 tour = 2π rad. Un couple de frottement a un moment de signe opposé au sens de rotation : son travail est négatif.

**بالعربية 💡**

شغل قوة عزمها ثابت أثناء دوران جسم بزاوية Δθ هو $W = M_{\Delta} \times \Delta\theta$ (θ بالراديان). بالنسبة لـ n دورة: Δθ = 2πn.

# 4 Puissance d'une force

## قدرة قوة

**DÉFINITION — PUISSANCE MOYENNE**

La **puissance moyenne** d'une force qui effectue un travail W pendant la durée Δt est :

$$P_m = W / \Delta t$$

P en **watts** (W), W en joules, Δt en secondes : 1 W = 1 J·s$^{-1}$.

**PUISSANCE INSTANTANÉE**

En translation, si le point d'application a la vitesse $\vec{v}$ à l'instant t :

$$P = \vec{F} \cdot \vec{v} = F \times v \times \cos \alpha$$

En rotation (vitesse angulaire ω en rad·s$^{-1}$) :

$$P = M_\Delta \times \omega$$

**EXEMPLE — VOITURE**

Une voiture roule à vitesse constante v = 72 km/h = 20 m/s ; son moteur développe une puissance de 50 kW.

Force motrice : F = P/v = 50 000/20 = 2500 N. Comme la vitesse est constante, les forces résistantes (frottements, air) valent aussi 2500 N.

**UNITÉS PRATIQUES**

- Le **kilowattheure** : 1 kWh = 1000 W × 3600 s = 3,6 × 10$^6$ J (unité d'énergie des factures d'électricité).
- Le **cheval-vapeur** : 1 ch ≈ 736 W.

**DÉFINITION — RENDEMENT**

Le **rendement** d'un moteur (ou d'une machine) est le rapport de la puissance utile fournie à la puissance reçue :

$$\eta = P_{utile} / P_{reçue} \ (0 \leq \eta < 1)$$

**PIÈGE**

Ne pas confondre le **travail** (une énergie, en J) et la **puissance** (une énergie par seconde, en W). Le kWh est une unité d'**énergie**, pas de puissance.

💡 **بالعربية**

**القدرة المتوسطة** $P = W/\Delta t$ ووحدتها **الواط** (W). **القدرة اللحظية**: $P = F \times v \times \cos\alpha$ في الإزاحة، و $P = M \times \omega$ في الدوران. $1\ kWh = 3{,}6 \times 10^6\ J$. **المردود** $\eta = P_{\text{نافعة}}/P_{\text{مكتسبة}}$.

# 5 Exercices

## تمارين — حاول أولاً قبل قراءة التصحيح!

9 exercices classés par difficulté. On prend g = 10 N·kg$^{-1}$. Les corrigés sont regroupés dans la partie suivante : cherche d'abord seul !

### EXERCICE 1 — TRAVAIL DE PLUSIEURS FORCES APPLICATION

Une caisse est tirée sur un sol horizontal sur une distance d = 10 m par une corde faisant un angle α = 30° avec l'horizontale ; la tension de la corde vaut F = 200 N. Le sol exerce une force de frottement constante f = 100 N.

1. Faire le bilan des forces appliquées à la caisse.
2. Calculer le travail de chaque force.
3. Calculer la somme des travaux. Que peut-on prévoir pour la vitesse de la caisse ?

### EXERCICE 2 — TRAVAIL DU POIDS APPLICATION

Une bille de masse m = 50 g est lancée d'un point A situé à 1,2 m du sol. Elle monte jusqu'au point S à 3 m du sol, puis retombe au sol au point C.

1. Calculer le travail du poids de A à S, de S à C, puis de A à C.
2. Ces résultats dépendent-ils de la forme de la trajectoire ?

### EXERCICE 3 — PLAN INCLINÉ APPLICATION

Un solide de masse m = 2 kg glisse sur une distance L = 5 m vers le bas d'un plan incliné d'angle α = 20° (sin 20° ≈ 0,342). Il subit une force de frottement constante f = 3 N.

1. Calculer le travail du poids de deux façons.
2. Calculer le travail de la réaction normale et celui de la force de frottement.

### EXERCICE 4 — PUISSANCE D'UN ASCENSEUR APPLICATION

Un ascenseur de masse totale m = 500 kg monte de 20 m à vitesse constante en 25 s.

1. Quelle est la force exercée par le câble ? Calculer son travail.
2. Calculer la puissance mécanique fournie par le moteur.
3. Le rendement du moteur est de 80 %. Quelle puissance électrique consomme-t-il ? Quelle énergie (en kWh) pour 100 montées ?

### EXERCICE 5 — LE CHEMIN COMPTE-T-IL ? APPROFONDISSEMENT

Un palet de masse m = 200 g se déplace sur une table horizontale de A à B (AB = 5 m), soumis à un frottement constant f = 2 N.

1. Calculer le travail du poids et celui du frottement sur le trajet direct AB.
2. Même question pour le trajet A → C → B avec AC = 3 m et CB = 4 m.
3. Conclure sur la nature de ces deux forces.

### EXERCICE 6 — VOITURE À VITESSE CONSTANTE APPROFONDISSEMENT

Une voiture roule sur une route horizontale à la vitesse constante de 90 km/h. Les forces résistantes ont une intensité totale de 800 N.

1. Calculer la force motrice et la puissance du moteur.
2. Calculer le travail de la force motrice sur un trajet de 30 km. Exprimer ce travail en kWh.
3. La voiture aborde une côte de pente 5 % (elle monte de 5 m pour 100 m parcourus) à la même vitesse, avec les mêmes forces résistantes ; sa masse est 1200 kg. Quelle doit être la nouvelle puissance du moteur ?

### EXERCICE 7 — MOTEUR EN ROTATION APPROFONDISSEMENT

L'arbre d'un moteur tourne à 1500 tr/min ; le moteur exerce un couple de moment M = 20 N·m.

1. Calculer la vitesse angulaire $\omega$ en rad·s$^{-1}$.
2. Calculer la puissance du couple moteur.
3. Calculer le travail effectué en 2 minutes, de deux façons.

### EXERCICE 8 — PENDULE SIMPLE APPROFONDISSEMENT

Un pendule simple (bille de masse m = 0,5 kg, fil de longueur $\ell$ = 1 m) est écarté de $\theta_0$ = 60° puis lâché.

1. Exprimer la variation d'altitude de la bille entre une position $\theta$ et la position d'équilibre.
2. Calculer le travail du poids entre $\theta_0$ = 60° et la position verticale, puis entre la verticale et $\theta$ = 30° de l'autre côté.
3. Quel est le travail de la tension du fil ? Justifier.

**EXERCICE 9 — TREUIL — TYPE EXAMEN** TYPE EXAMEN

Un treuil est constitué d'un cylindre de rayon r = 10 cm, entraîné par un moteur. Une corde enroulée sur le cylindre soulève une charge de masse m = 50 kg à vitesse constante v = 0,5 $m \cdot s^{-1}$.

1. Calculer la tension T de la corde et son moment par rapport à l'axe du cylindre.
2. On néglige les frottements. Quel est le moment M du couple moteur ? Calculer la vitesse angulaire ω du cylindre et la puissance du moteur. Vérifier que P = T v.
3. Calculer la durée nécessaire pour soulever la charge de 10 m, et le travail du couple moteur.
4. En réalité, l'axe exerce un couple de frottement de moment 5 N·m. Calculer la nouvelle puissance du moteur et le rendement du treuil.

# 6 Corrigés détaillés

## التصحيح المفصل للتمارين

### CORRIGÉ 1 — TRAVAIL DE PLUSIEURS FORCES

**1.** Poids P, réaction normale $R_N$, frottement f, tension F.

**2.** W(F) = 200 × 10 × cos 30° ≈ 1732 J ; W(f) = −100 × 10 = −1000 J ; W(P) = $W(R_N)$ = 0 (forces perpendiculaires au déplacement).

**3.** ΣW ≈ 732 J > 0 : d'après le théorème de l'énergie cinétique, l'énergie cinétique augmente : la caisse accélère.

### CORRIGÉ 2 — TRAVAIL DU POIDS

**1.** $W_{A\to S}$ = 0,05 × 10 × (1,2 − 3) = −0,9 J (résistant) ; $W_{S\to C}$ = 0,5 × 3 = 1,5 J (moteur) ; $W_{A\to C}$ = 0,5 × 1,2 = 0,6 J = −0,9 + 1,5 ✓.

**2.** Non : le travail du poids ne dépend que des altitudes de départ et d'arrivée.

### CORRIGÉ 3 — PLAN INCLINÉ

**1.** Dénivellation h = L sin α ≈ 1,71 m : W(P) = mgh ≈ 2 × 10 × 1,71 = 34,2 J. Ou : W = P × L × cos(90° − α) = 20 × 5 × 0,342 = 34,2 J.

**2.** $W(R_N)$ = 0 ; W(f) = −3 × 5 = −15 J.

### CORRIGÉ 4 — PUISSANCE D'UN ASCENSEUR

**1.** Vitesse constante ⇒ forces qui se compensent : T = mg = 5000 N. W(T) = 5000 × 20 = 100 000 J.

**2.** P = W/Δt = 100 000/25 = 4000 W (ou P = T v = 5000 × 0,8 = 4000 W).

**3.** $P_{reçue}$ = 4000/0,8 = 5000 W. Énergie par montée : 5000 × 25 = 125 000 J ; pour 100 montées : 1,25 × $10^7$ J = 1,25 × $10^7$/3,6 × $10^6$ ≈ 3,5 kWh.

### CORRIGÉ 5 — LE CHEMIN COMPTE-T-IL ?

**1.** W(P) = 0 ; W(f) = −10 J.

**2.** W(P) = 0 ; W(f) = −2 × 7 = −14 J.

**3.** Le travail du poids ne dépend pas du chemin (force conservative) ; celui du frottement en dépend (force non conservative).

### CORRIGÉ 6 — VOITURE À VITESSE CONSTANTE

**1.** $v = 25$ m/s. Vitesse constante : $F = 800$ N ; $P = F\,v = 20\,000$ W $= 20$ kW.

**2.** $W = 800 \times 30\,000 = 2{,}4 \times 10^7$ J $\approx 6{,}67$ kWh.

**3.** La composante du poids le long de la route vaut $mg \times 0{,}05 = 600$ N (opposée au mouvement). Force motrice : $800 + 600 = 1400$ N ; $P = 1400 \times 25 = 35\,000$ W $= 35$ kW.

### CORRIGÉ 7 — MOTEUR EN ROTATION

**1.** $\omega = 1500 \times 2\pi/60 = 50\pi \approx 157$ rad·s$^{-1}$.

**2.** $P = M\omega = 1000\pi \approx 3142$ W.

**3.** $W = P \times \Delta t = 1000\pi \times 120 \approx 3{,}77 \times 10^5$ J. Ou : en 2 min, 3000 tours, $\Delta\theta = 6000\pi$ rad, $W = 20 \times 6000\pi \approx 3{,}77 \times 10^5$ J ✓.

### CORRIGÉ 8 — PENDULE SIMPLE

**1.** L'altitude au-dessus de la position d'équilibre est $h = \ell(1 - \cos\theta)$.

**2.** $W = mg\ell(1 - \cos 60°) = 0{,}5 \times 10 \times 1 \times 0{,}5 = 2{,}5$ J (moteur). Puis $W = -mg\ell(1 - \cos 30°) \approx -5 \times 0{,}134 = -0{,}67$ J (résistant).

**3.** Nul : la tension est toujours dirigée vers le point d'attache, donc perpendiculaire à la vitesse (tangente au cercle).

### CORRIGÉ 9 — TREUIL — TYPE EXAMEN

**1.** Vitesse constante : $T = mg = 500$ N. Moment : $T \times r = 50$ N·m (résistant).

**2.** Le cylindre tourne à vitesse constante : la somme des moments est nulle, $M = 50$ N·m. $\omega = v/r = 5$ rad·s$^{-1}$. $P = M\omega = 250$ W, et $T\,v = 500 \times 0{,}5 = 250$ W ✓.

**3.** $\Delta t = 10/0{,}5 = 20$ s. $W = P\,\Delta t = 5000$ J $= mgh$ ✓.

**4.** $M = 50 + 5 = 55$ N·m ; $P = 55 \times 5 = 275$ W. Rendement $\eta = 250/275 \approx 0{,}91$, soit 91 %.

# 7 Fiche résumé

## ملخص الدرس — للمراجعة السريعة

### Quelle formule pour quelle situation ?

| Situation | Formule | بالعربية |
|---|---|---|
| force constante, déplacement AB | $W = F \cdot AB = F \times AB \times \cos\alpha$ | شغل قوة ثابتة |
| poids (axe vers le haut) | $W = mg(z_A - z_B)$ | شغل الوزن |
| frottement constant, trajet de longueur L | $W = -f \times L$ | شغل الاحتكاك |
| force perpendiculaire au déplacement | $W = 0$ | شغل منعدم |
| rotation, moment constant | $W = M_\Delta \times \Delta\theta$ | شغل في الدوران |
| puissance moyenne / instantanée | $P = W/\Delta t$ ; $P = F\,v\cos\alpha$ ; $P = M\,\omega$ | القدرة |

**UNITÉS**

- W en joules (J) : 1 J = 1 N·m
- P en watts (W) : 1 W = 1 J/s
- 1 kWh = $3{,}6 \times 10^6$ J
- 1 tour = $2\pi$ rad ; $\omega = 2\pi N/60$ (N en tr/min)

**TOP 5 DES ERREURS**

- Prendre l'angle avec l'horizontale au lieu de l'angle force–déplacement.
- Oublier le signe du travail du poids.
- Utiliser la distance AB au lieu de la longueur du trajet pour le frottement.
- Laisser un angle en degrés dans $W = M\,\Delta\theta$.
- Confondre kWh (énergie) et kW (puissance).

## Lexique français — arabe معجم المصطلحات

| Français | العربية | Français | العربية |
|---|---|---|---|
| Travail | شغل | Moment d'une force | عزم قوة |
| Force constante | قوة ثابتة | Couple | مزدوجة |
| Déplacement | انتقال | Puissance | قدرة |
| Travail moteur | شغل محرك | Puissance moyenne | قدرة متوسطة |
| Travail résistant | شغل مقاوم | Puissance instantanée | قدرة لحظية |
| Force conservative | قوة محافظة | Rendement | مردود |
| Frottement | احتكاك | Joule | جول |
| Réaction du support | تأثير السطح | Watt | واط |

**Besoin d'aide sur ce chapitre ? Séance d'essai 100 % gratuite.**

Cours en direct sur Google Meet · Petits groupes de 8 élèves max · Programme marocain · moraja3a.app · WhatsApp +212 617 638 536

احجز حصتك التجريبية المجانية على موقع moraja3a.app — افهم، تدرّب، انجح.