MORAJA3A

MATHS · PHYSIQUE-CHIMIE · SVT

$E_{pp} = mgz$

E_m

COURS · 1ÈRE ANNÉE BAC SCIENCES MATHS · PHYSIQUE

Énergie potentielle de pesanteur et énergie mécanique

$\frac{1}{2}J\omega^2$

طاقة الوضع الثقالية والطاقة الميكانيكية

$\Delta E_m = W(f)$

Énergie potentielle de pesanteur, état de référence, lien avec le travail du poids, énergie mécanique d'un solide en translation et en rotation, conservation et non-conservation de l'énergie mécanique, frottements et énergie thermique, diagrammes énergétiques, expliqués pas à pas.

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 · 10 exercices + corrigés

PLATEFORME
moraja3a.app

Sommaire

فهرس الدرس

01	L'énergie potentielle de pesanteur	طاقة الوضع الثقالية
02	L'énergie mécanique	الطاقة الميكانيكية
03	Conservation et non-conservation de l'énergie mécanique	انحفاظ وعدم انحفاظ الطاقة الميكانيكية
04	Diagrammes énergétiques	المخططات الطاقية
05	Exercices (10 exercices gradués)	تمارين تطبيقية
06	Corrigés détaillés	التصحيح المفصل
07	Fiche résumé et lexique français–arabe	ملخص ومعجم المصطلحات

POURQUOI CE CHAPITRE EST IMPORTANT

Dans le chapitre précédent, le **théorème de l'énergie cinétique** reliait la vitesse au travail des forces. Ici, on va plus loin : on associe au **poids** une énergie « stockée » liée à la hauteur, l'**énergie potentielle de pesanteur**. En l'ajoutant à l'énergie cinétique, on obtient l'**énergie mécanique**, qui se **conserve** en l'absence de frottements. C'est une méthode très rapide pour calculer une vitesse ou une hauteur, et elle revient chaque année au **Bac** (pendule, plan incliné, chute, rotation).

بالعربية 💡

نربط بوزن الجسم طاقة «مخزونة» مرتبطة بالارتفاع: **طاقة الوضع الثقالية**. مجموعها مع الطاقة الحركية هو **الطاقة الميكانيكية** التي **تنحفظ** في غياب الاحتكاكات. إنها طريقة سريعة جدا لحساب سرعة أو ارتفاع.

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 L'énergie potentielle de pesanteur

طاقة الوضع الثقالية

RAPPEL : TRAVAIL DU POIDS

Quand le centre d'inertie G d'un solide de masse m passe de A à B, le travail du poids ne dépend **pas du chemin suivi** :

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

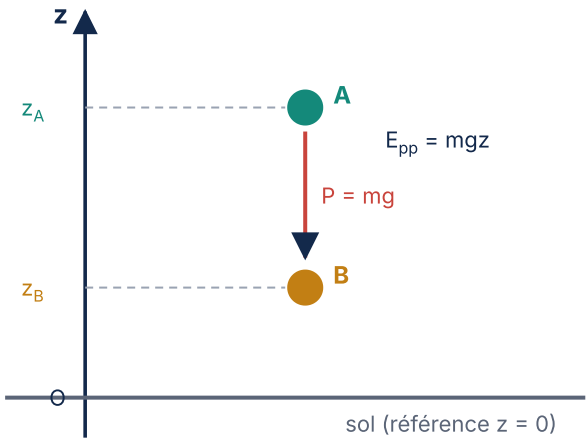
(axe Oz vertical orienté vers le haut). Une force dont le travail ne dépend que des positions de départ et d'arrivée est dite **conservative**.

DÉFINITION — ÉNERGIE POTENTIELLE DE PESANTEUR

L'**énergie potentielle de pesanteur** d'un solide de masse m dans le champ de pesanteur g est l'énergie qu'il possède du fait de sa **position** (son altitude) par rapport à la Terre :

$$E_{pp} = mgz + C$$

- z : cote du centre d'inertie G sur un axe vertical **orienté vers le haut** (en m) ;
- C : constante qui dépend du choix de l'**état de référence** ;
- E_{pp} en joules (J), m en kg, g en N·kg^{-1}.



L'ÉTAT DE RÉFÉRENCE

On choisit une position où l'on pose $E_{pp} = 0$: c'est l'**état de référence**, d'altitude z_{ref}. Alors :

$$E_{pp}(z_{ref}) = 0 \Rightarrow C = -mgz_{ref} \text{ et } E_{pp} = mg(z - z_{ref})$$

Si la référence est prise à l'origine de l'axe ($z_{ref} = 0$), on a simplement $E_{pp} = mgz$. Au-dessus de la référence, $E_{pp} > 0$; en dessous, $E_{pp} < 0$.

EXEMPLE

Un livre de masse m = 0,5 kg est posé sur une étagère à 1,8 m du sol ; une table est à 0,8 m du sol ($g = 10\ N{\cdot}kg^{-1}$).

- Référence au sol : $E_{pp} = 0{,}5 \times 10 \times 1{,}8 = 9$ J.
- Référence sur la table : $E_{pp} = 0{,}5 \times 10 \times (1{,}8 - 0{,}8) = 5$ J.
- Référence au plafond (z = 3 m) : $E_{pp} = 0{,}5 \times 10 \times (1{,}8 - 3) = -6$ J.

La valeur de E_{pp} dépend de la référence ; elle n'a de sens qu'une fois la référence **précisée**.

VARIATION DE L'ÉNERGIE POTENTIELLE ET TRAVAIL DU POIDS

Entre deux positions A et B :

$$\Delta E_{pp} = E_{pp}(B) - E_{pp}(A) = mg(z_B - z_A) = -W_{A\to B}(P)$$

- La **variation** ΔE_{pp} ne dépend **pas** de l'état de référence.
- Quand le corps **descend** ($z_B < z_A$) : $\Delta E_{pp} < 0$ et le poids fournit un travail moteur.
- Quand le corps **monte** : $\Delta E_{pp} > 0$ et le travail du poids est résistant.

PIÈGES

- L'axe Oz doit être orienté **vers le haut** pour écrire $E_{pp} = mgz + C$. Si l'axe est orienté vers le bas, $E_{pp} = -mgz + C$.
- On utilise la cote du **centre d'inertie** G, pas celle d'un point quelconque du solide.
- Ne jamais donner une valeur de E_{pp} sans préciser la référence.

بالعربية

طاقة الوضع الثقالية $E_{pp} = mgz + C$، حيث z أنسوب مركز القصور على محور رأسي **موجه نحو الأعلى**. الثابتة C تتعلق باختيار **الحالة المرجعية** (حيث $E_{pp} = 0$). **التغير** $\Delta E_{pp} = -W(P)$ لا يتعلق بالحالة المرجعية.

2 L'énergie mécanique

الطاقة الميكانيكية

DÉFINITION — ÉNERGIE MÉCANIQUE

L'**énergie mécanique** d'un solide est la somme de son énergie cinétique et de son énergie potentielle de pesanteur :

$$E_m = E_c + E_{pp}$$

SELON LE TYPE DE MOUVEMENT

Mouvement	Énergie cinétique	Énergie mécanique
Translation (vitesse v)	$E_c = \frac{1}{2} m v^2$	$E_m = \frac{1}{2} m v^2 + mgz + C$
Rotation autour d'un axe fixe Δ (vitesse angulaire ω)	$E_c = \frac{1}{2} J_\Delta \omega^2$	$E_m = \frac{1}{2} J_\Delta \omega^2 + mgz_G + C$

J_Δ : moment d'inertie par rapport à l'axe (kg·m²). Rappels : anneau ou cylindre creux $J = mR^2$; disque ou cylindre plein $J = \frac{1}{2}mR^2$; tige homogène de longueur ℓ par rapport à un axe passant par son milieu $J = m\ell^2/12$, par une extrémité $J = m\ell^2/3$.

EXEMPLE

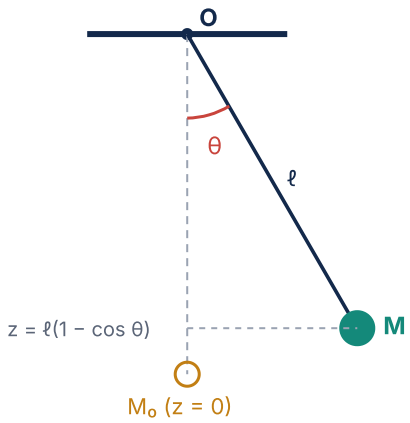
Une balle de masse m = 200 g passe à z = 3 m au-dessus du sol avec une vitesse v = 4 m·s^{-1}. Référence : le sol.

$E_c = \frac{1}{2} \times 0{,}2 \times 16 = 1{,}6$ J ; $E_{pp} = 0{,}2 \times 10 \times 3 = 6$ J ; $E_m = 7{,}6$ J.

CAS DU PENDULE SIMPLE

Un pendule simple (masse m, fil de longueur ℓ) est écarté d'un angle θ de la verticale. En prenant la référence à la position d'équilibre M_0 (point le plus bas), la cote de M est $z = \ell - \ell \cos\theta$, donc :

$$E_{pp} = mg\ell(1 - \cos\theta)$$



💡 بالعربية

الطاقة الميكانيكية $E_m = E_c + E_{pp}$. في حالة **الإزاحة** $E_c = ½mv^2$، وفي حالة **الدوران** حول محور ثابت $E_c = ½J_\Delta\omega^2$.

بالنسبة للنواس البسيط: $E_{pp} = mgℓ(1 - \cos\theta)$.

3 Conservation et non-conservation de l'énergie mécanique

انحفاظ وعدم انحفاظ الطاقة الميكانيكية

THÉORÈME — VARIATION DE L'ÉNERGIE MÉCANIQUE

Le théorème de l'énergie cinétique s'écrit $\Delta E_c = W(P) + W(\text{autres forces})$. Comme $W(P) = -\Delta E_{pp}$:

$$\Delta E_m = \Delta E_c + \Delta E_{pp} = W(\text{forces autres que le poids})$$

CONSERVATION DE L'ÉNERGIE MÉCANIQUE

Si le solide n'est soumis qu'à son **poids** et à des forces dont le **travail est nul** (réaction d'un support sans frottement, tension d'un fil inextensible dont le point d'attache est fixe...), alors :

$$\Delta E_m = 0 \Leftrightarrow E_m = \text{constante} \Leftrightarrow \Delta E_c = -\Delta E_{pp}$$

Il y a **transformation** d'énergie potentielle en énergie cinétique (et inversement), sans perte.

CHUTE LIBRE

Un objet est lâché sans vitesse initiale d'une hauteur h. Calculer sa vitesse en arrivant au sol (frottements négligés).

Référence au sol. $E_m(\text{départ}) = 0 + mgh$; $E_m(\text{sol}) = \frac{1}{2}mv^2 + 0$. Conservation : $\frac{1}{2}mv^2 = mgh$, d'où :

$$v = \sqrt{2gh}$$

La vitesse ne dépend **pas** de la masse. Pour $h = 5$ m : $v = \sqrt{100} = 10$ m·s^{-1}.

PENDULE SIMPLE

Un pendule ($\ell = 0{,}8$ m) est lâché sans vitesse depuis $\theta_0 = 60°$. Vitesse au passage par la verticale ?

La tension du fil est perpendiculaire à la vitesse : son travail est nul. E_m se conserve : $\frac{1}{2}mv^2 + 0 = 0 + mg\ell(1 - \cos\theta_0)$, donc $v = \sqrt{2g\ell(1 - \cos\theta_0)} = \sqrt{2 \times 10 \times 0{,}8 \times 0{,}5} = \sqrt{8} \approx 2{,}83$ m·s^{-1}.

NON-CONSERVATION : CAS DES FROTTEMENTS

Si des forces de **frottement** travaillent, leur travail est **négatif** (résistant) :

$$\Delta E_m = W(f) < 0$$

L'énergie mécanique **diminue**. L'énergie perdue n'a pas disparu : elle est transformée en **énergie thermique** (échauffement du solide et du support) :

$$Q = -\Delta E_m = |W(f)|$$

Pour une force de frottement constante f, opposée au déplacement de longueur d (trajectoire rectiligne) : $W(f) = -f \times d$.

PLAN INCLINÉ AVEC FROTTEMENT

Un solide ($m = 1$ kg) part sans vitesse du haut d'un plan incliné de longueur $L = 2$ m et d'angle $\alpha = 30°$. Il arrive en bas avec $v = 4$ m·s^{-1}. Calculer la force de frottement f (supposée constante).

Référence en bas. $E_m(\text{haut}) = mgL \sin\alpha = 1 \times 10 \times 2 \times 0{,}5 = 10$ J. $E_m(\text{bas}) = \frac{1}{2} \times 1 \times 16 = 8$ J.

$\Delta E_m = -2$ J $= -f\,L$, donc $f = 1$ N. L'énergie thermique produite vaut $Q = 2$ J.

CAS D'UN SOLIDE EN ROTATION

Pour un solide en rotation autour d'un axe fixe, avec un couple de frottement de moment constant M_f : $W = M_f \times \Delta\theta$ (avec $M_f < 0$) et $\Delta E_m = M_f\,\Delta\theta$. Sans frottement, l'action de l'axe ne travaille pas et E_m se conserve.

PIÈGES

- Vérifier **toutes** les forces avant d'écrire « E_m se conserve » : le poids et des forces de travail nul, rien d'autre.
- Une force **motrice** (moteur, traction) fait **augmenter** E_m : $\Delta E_m = W(F) > 0$.
- Garder la **même référence** pour tous les états dans un même calcul.

💡 بالعربية

إذا كان الجسم خاضعا لوزنه فقط ولقوى **شغلها منعدم**، فإن الطاقة الميكانيكية **تنحفظ**: $\Delta E_m = 0$. في وجود **الاحتكاكات**، $\Delta E_m = W(f) < 0$ وتتحول الطاقة المفقودة إلى **طاقة حرارية** $Q = |W(f)|$.

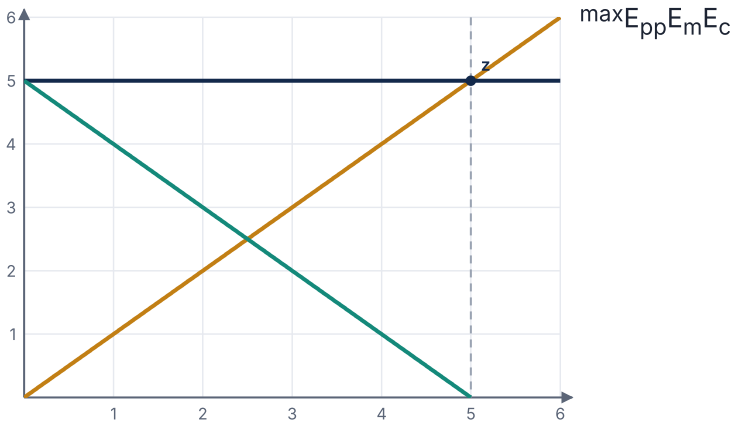
4 Diagrammes énergétiques

المخططات الطاقية

LECTURE D'UN DIAGRAMME

On trace, en fonction de l'altitude z (ou de l'angle θ), les courbes de E_{pp}, E_c et E_m :

- sans frottement, E_m est une **droite horizontale** ;
- $E_{pp} = mgz$ est une **droite** de pente mg ;
- $E_c = E_m - E_{pp}$ se lit comme l'**écart vertical** entre les deux ;
- comme $E_c \geq 0$, le solide ne peut se trouver que là où $E_{pp} \leq E_m$. L'altitude maximale est atteinte quand $E_c = 0$: $z_{max} = E_m/(mg)$.



EXEMPLE — LANCER VERTICAL

Une balle (m = 100 g, donc mg = 1 N) est lancée verticalement depuis le sol avec une énergie mécanique E_m = 5 J (référence au sol).

z_{max} = 5/1 = 5 m. Vitesse de lancement : ½ × 0,1 × v_0^2 = 5, donc v_0 = 10 m·s^{-1}. À z = 2 m : E_c = 5 − 2 = 3 J et v = √(2 × 3/0,1) ≈ 7,75 m·s^{-1}.

MÉTHODE GÉNÉRALE POUR UN EXERCICE

1. Définir le **système** et faire le **bilan des forces**.
2. Choisir un axe Oz vers le haut et un **état de référence**.
3. Écrire E_m dans l'état initial et dans l'état final.
4. Conservation ($\Delta E_m = 0$) ou non ($\Delta E_m = W(f)$).
5. Résoudre, puis vérifier l'**unité** et l'**ordre de grandeur**.

💡 بالعربية

في **المخطط الطاقي**: E_m مستقيم أفقي (بدون احتكاك)، $E_{pp} = mgz$ مستقيم، و E_c هي الفرق بينهما. يبلغ الجسم **أقصى ارتفاع** عندما تنعدم E_c.

5 Exercices

تمارين — حاول أولاً قبل قراءة التصحيح!

10 exercices classés par difficulté. Sauf mention contraire, on prend g = 10 N·kg^{-1} et l'axe Oz est vertical, orienté vers le haut. Les corrigés sont regroupés dans la partie suivante : cherche d'abord seul !

EXERCICE 1 — ÉNERGIE POTENTIELLE ET RÉFÉRENCE — APPLICATION

Une boule de masse m = 2 kg se trouve à 5 m au-dessus du sol. Une table a une hauteur de 0,8 m.

1. Calculer E_{pp} de la boule en prenant comme référence : a) le sol ; b) le dessus de la table.
2. La boule tombe jusqu'au sol. Calculer ΔE_{pp} dans les deux cas. Conclure.
3. En déduire le travail du poids pendant la chute.

EXERCICE 2 — CHUTE LIBRE — APPLICATION

Un objet est lâché sans vitesse initiale d'une hauteur h = 20 m. On néglige les frottements de l'air.

1. Justifier la conservation de l'énergie mécanique.
2. Calculer la vitesse de l'objet en arrivant au sol.
3. À quelle hauteur l'énergie cinétique est-elle égale à l'énergie potentielle (référence au sol) ? Quelle est alors la vitesse ?

EXERCICE 3 — LANCER VERTICAL — APPLICATION

Une pierre est lancée verticalement vers le haut avec une vitesse v_0 = 12 m·s^{-1} depuis un point situé à z_0 = 1,5 m du sol. Frottements négligés, référence au sol.

1. Calculer l'altitude maximale atteinte.
2. Calculer la vitesse de la pierre lorsqu'elle repasse par z_0, puis lorsqu'elle touche le sol.

EXERCICE 4 — PLAN INCLINÉ PUIS PLAN HORIZONTAL — APPROFONDISSEMENT

Un solide de masse m = 0,5 kg part sans vitesse du point A d'un plan incliné d'angle α = 30° et glisse **sans frottement** jusqu'au point B, avec AB = 2 m. Il aborde ensuite un plan horizontal BC où il subit une force de frottement constante f = 1 N.

1. Calculer la vitesse v_B en utilisant la conservation de l'énergie mécanique.
2. Sur le plan horizontal, l'énergie mécanique se conserve-t-elle ? Calculer la distance d parcourue avant l'arrêt.
3. Quelle quantité d'énergie thermique a été produite ?

EXERCICE 5 — DÉTERMINER UNE FORCE DE FROTTEMENT APPROFONDISSEMENT

Un solide de masse $m = 2$ kg part sans vitesse du sommet A d'un plan incliné d'angle $\alpha = 20°$ et de longueur $AB = 3$ m. Il arrive en B avec une vitesse $v_B = 4$ m·s^{-1}. On donne $\sin 20° \approx 0{,}342$.

1. Calculer $E_m(A)$ et $E_m(B)$ (référence en B).
2. L'énergie mécanique s'est-elle conservée ? Interpréter.
3. Calculer l'intensité de la force de frottement, supposée constante et parallèle au plan.

EXERCICE 6 — PENDULE SIMPLE APPROFONDISSEMENT

Un pendule simple est constitué d'une bille de masse $m = 0{,}2$ kg suspendue à un fil inextensible de longueur $\ell = 1$ m. On l'écarte de $\theta_0 = 60°$ et on le lâche sans vitesse. Référence : position d'équilibre.

1. Montrer que $E_{pp}(\theta) = mg\ell(1 - \cos\theta)$ et calculer l'énergie mécanique.
2. Justifier que E_m se conserve (frottements négligés).
3. Calculer la vitesse de la bille au passage par la position d'équilibre, puis pour $\theta = 30°$.
4. Quel angle maximal atteint la bille de l'autre côté ?

EXERCICE 7 — TIGE EN ROTATION APPROFONDISSEMENT

Une tige homogène OA de masse $m = 0{,}3$ kg et de longueur $\ell = 0{,}6$ m peut tourner sans frottement autour d'un axe horizontal (Δ) passant par son extrémité O. Son moment d'inertie est $J_\Delta = m\ell^2/3$. On la lâche sans vitesse depuis la position horizontale.

1. Calculer J_Δ.
2. Calculer la variation de l'énergie potentielle de la tige entre la position horizontale et la position verticale basse.
3. En déduire la vitesse angulaire ω de la tige en position verticale, puis la vitesse de l'extrémité A.

EXERCICE 8 — MONTAGNES RUSSES APPROFONDISSEMENT

Un wagonnet de masse $m = 500$ kg passe au point A (altitude $h_A = 30$ m) avec une vitesse $v_A = 2$ m·s^{-1}. Il descend jusqu'au point B ($h_B = 10$ m) puis remonte au point C ($h_C = 25$ m). Frottements négligés.

1. Calculer l'énergie mécanique du wagonnet (référence au sol).
2. Calculer les vitesses en B et en C.
3. Le wagonnet peut-il franchir une bosse D de hauteur $h_D = 31$ m ?

EXERCICE 9 — DIAGRAMME ÉNERGÉTIQUE ET FROTTEMENT DE L'AIR TYPE EXAMEN

Une balle de masse $m = 100$ g est lancée verticalement vers le haut depuis le sol. On a tracé, sans frottement, le diagramme énergétique : $E_m = 5$ J (référence au sol).

1. Écrire $E_{pp}(z)$ et déterminer l'altitude maximale théorique et la vitesse de lancement.
2. Calculer E_c et v à $z = 2$ m.
3. En réalité, la balle ne monte qu'à 4,5 m à cause de l'air. Calculer l'énergie dissipée et la valeur moyenne de la force de frottement pendant la montée.

EXERCICE 10 — POULIE ET MASSE SUSPENDUE — TYPE EXAMEN TYPE EXAMEN

Une poulie de rayon $r = 10$ cm et de moment d'inertie $J_\Delta = 5 \times 10^{-3}$ kg·m² peut tourner autour d'un axe horizontal fixe. Un fil inextensible, de masse négligeable, enroulé sur la poulie (sans glissement), porte un corps S de masse $m = 0{,}5$ kg. On lâche le système sans vitesse ; S descend d'une hauteur $h = 1$ m.

1. Montrer que la vitesse v de S et la vitesse angulaire ω de la poulie sont liées par $v = r\omega$.
2. On néglige tout frottement. Exprimer l'énergie cinétique du système {poulie + S} en fonction de v, puis montrer que $v = \sqrt{(2mgh/(m + J_\Delta/r^2))}$. Calculer v et ω.
3. En réalité, on mesure $v = 3$ m·s^{-1}. Calculer l'énergie dissipée, puis le moment M_f du couple de frottement (supposé constant) exercé sur la poulie.

6 Corrigés détaillés

التصحيح المفصل للتمارين

CORRIGÉ 1 — ÉNERGIE POTENTIELLE ET RÉFÉRENCE

1. a) $E_{pp} = mgz = 2 \times 10 \times 5 = 100$ J. b) $E_{pp} = mg(z - z_{ref}) = 2 \times 10 \times (5 - 0{,}8) = 84$ J.

2. a) $\Delta E_{pp} = 0 - 100 = -100$ J. b) Au sol : $E_{pp} = 2 \times 10 \times (0 - 0{,}8) = -16$ J, donc $\Delta E_{pp} = -16 - 84 = -100$ J. La variation est la **même** : elle ne dépend pas de la référence.

3. $W(P) = -\Delta E_{pp} = +100$ J (travail moteur : la boule descend).

CORRIGÉ 2 — CHUTE LIBRE

1. L'objet n'est soumis qu'à son poids : $\Delta E_m = 0$.

2. $mgh = \frac{1}{2}mv^2$, donc $v = \sqrt{(2gh)} = \sqrt{400} = 20$ m·s^{-1}.

3. $E_m = mgh$. Si $E_c = E_{pp}$, alors $2mgz = mgh$, donc $z = h/2 = 10$ m. Alors $\frac{1}{2}mv^2 = mg \times 10$, soit $v = \sqrt{200} \approx 14{,}1$ m·s^{-1}.

CORRIGÉ 3 — LANCER VERTICAL

1. Au sommet, $v = 0$: $\frac{1}{2}mv_0^2 + mgz_0 = mgz_{max}$, donc $z_{max} = z_0 + v_0^2/(2g) = 1{,}5 + 144/20 = 8{,}7$ m.

2. En z_0, même E_{pp}, donc même E_c : $v = 12$ m·s^{-1} (vers le bas). Au sol : $\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}mv_0^2 + mgz_0$, donc $v = \sqrt{(144 + 30)} = \sqrt{174} \approx 13{,}2$ m·s^{-1}.

CORRIGÉ 4 — PLAN INCLINÉ PUIS PLAN HORIZONTAL

1. Référence en B. $z_A = AB \sin\alpha = 1$ m. $E_m(A) = mgz_A = 5$ J ; $E_m(B) = \frac{1}{2}mv_B^2$. Donc $v_B = \sqrt{(2g \times 1)} = \sqrt{20} \approx 4{,}47$ m·s^{-1}.

2. Non : le frottement travaille. E_{pp} reste nulle sur BC, et à l'arrêt $E_m = 0$. $\Delta E_m = 0 - 5 = -f\,d$, donc $d = 5/1 = 5$ m.

3. $Q = -\Delta E_m = 5$ J.

CORRIGÉ 5 — DÉTERMINER UNE FORCE DE FROTTEMENT

1. $E_m(A) = mg \times AB \times \sin\alpha = 2 \times 10 \times 3 \times 0{,}342 \approx 20{,}5$ J. $E_m(B) = \frac{1}{2} \times 2 \times 16 = 16$ J.

2. Non : $\Delta E_m \approx -4{,}5$ J. Une partie de l'énergie a été transformée en énergie thermique par les frottements.

3. $\Delta E_m = W(f) = -f \times AB$, donc $f = 4{,}5/3 \approx 1{,}5$ N.

CORRIGÉ 6 — PENDULE SIMPLE

1. La bille est à la hauteur $z = \ell - \ell\cos\theta$ au-dessus de la position d'équilibre, d'où $E_{pp} = mg\ell(1 - \cos\theta)$. $E_m = E_{pp}(\theta_0) = 0{,}2 \times 10 \times 1 \times 0{,}5 = 1$ J.

2. Forces : le poids et la tension du fil, toujours perpendiculaire à la vitesse (travail nul).

3. En bas : $\frac{1}{2}mv^2 = 1$ J, donc $v = \sqrt{10} \approx 3{,}16$ m·s^{-1}. Pour $\theta = 30°$: $\frac{1}{2}mv^2 = mg\ell(\cos 30° - \cos 60°)$, donc $v^2 = 20(0{,}866 - 0{,}5) \approx 7{,}32$ et $v \approx 2{,}71$ m·s^{-1}.

4. Quand $v = 0$, $E_{pp} = E_m$: $\cos\theta = \cos\theta_0$, donc $\theta = 60°$ de l'autre côté (symétrie du mouvement en l'absence de frottements).

CORRIGÉ 7 — TIGE EN ROTATION

1. $J_\Delta = 0{,}3 \times 0{,}36/3 = 0{,}036$ kg·m².

2. Le centre d'inertie G (milieu de la tige) descend de $\ell/2 = 0{,}3$ m : $\Delta E_{pp} = -mg\,\ell/2 = -0{,}3 \times 10 \times 0{,}3 = -0{,}9$ J.

3. Conservation : $\Delta E_c = -\Delta E_{pp}$, soit $\frac{1}{2}J_\Delta\omega^2 = 0{,}9$, donc $\omega^2 = 1{,}8/0{,}036 = 50$ et $\omega \approx 7{,}07$ rad·s^{-1} (on retrouve $\omega^2 = 3g/\ell$). $v_A = \omega\ell \approx 4{,}24$ m·s^{-1}.

CORRIGÉ 8 — MONTAGNES RUSSES

1. $E_m = \frac{1}{2} \times 500 \times 4 + 500 \times 10 \times 30 = 1000 + 150\,000 = 151\,000$ J.

2. $v_B^2 = v_A^2 + 2g(h_A - h_B) = 4 + 400 = 404$, $v_B \approx 20{,}1$ m·s^{-1}. $v_C^2 = 4 + 2 \times 10 \times 5 = 104$, $v_C \approx 10{,}2$ m·s^{-1}.

3. Altitude maximale atteignable ($E_c = 0$) : $h_{max} = E_m/(mg) = 151\,000/5000 = 30{,}2$ m < 31 m. **Non**, le wagonnet ne franchit pas la bosse : il redescend.

CORRIGÉ 9 — DIAGRAMME ÉNERGÉTIQUE ET FROTTEMENT DE L'AIR

1. $E_{pp} = mgz = 1 \times z$ (en J, z en m). $z_{max} = E_m/(mg) = 5$ m. $\frac{1}{2} \times 0{,}1 \times v_0^2 = 5$, donc $v_0 = 10$ m·s^{-1}.

2. $E_c = 5 - 2 = 3$ J ; $v = \sqrt{(2 \times 3/0{,}1)} = \sqrt{60} \approx 7{,}75$ m·s^{-1}.

3. Au sommet réel : $E_m = mg \times 4{,}5 = 4{,}5$ J. Énergie dissipée : $Q = 5 - 4{,}5 = 0{,}5$ J.
$W(f) = -f \times 4{,}5 = -0{,}5$, d'où $f \approx 0{,}11$ N (valeur moyenne).

CORRIGÉ 10 — POULIE ET MASSE SUSPENDUE — TYPE EXAMEN

1. Le fil ne glisse pas : un point du fil a la même vitesse qu'un point de la périphérie de la poulie, $v = r\omega$.

2. $E_c = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}J_\Delta\omega^2 = \frac{1}{2}(m + J_\Delta/r^2)v^2$. La poulie a son centre d'inertie sur l'axe : son E_{pp} ne varie pas. Seul S descend : $\Delta E_{pp} = -mgh$. Les forces exercées par l'axe ne travaillent pas, et les tensions intérieures du fil se compensent : E_m se conserve. $\frac{1}{2}(m + J_\Delta/r^2)v^2 = mgh$, d'où la formule. Ici $J_\Delta/r^2 = 0{,}5$ kg, donc $m + J_\Delta/r^2 = 1$ kg et $v = \sqrt{(2 \times 0{,}5 \times 10 \times 1)} = \sqrt{10} \approx 3{,}16$ m·s^{-1}, $\omega = v/r \approx 31{,}6$ rad·s^{-1}.

3. E_m initiale (référence en position finale de S) : $mgh = 5$ J. Finale : $\frac{1}{2} \times 1 \times 9 = 4{,}5$ J. Énergie dissipée : 0,5 J. La poulie a tourné de $\Delta\theta = h/r = 10$ rad ; $\Delta E_m = M_f\,\Delta\theta$, donc $M_f = -0{,}5/10 = -0{,}05$ N·m.

7 Fiche résumé

ملخص الدرس — للمراجعة السريعة

Quelle méthode pour quelle question ?

Je dois…	Méthode	بالعربية
calculer E_{pp}	axe vers le haut, préciser la référence : $E_{pp} = mg(z - z_{ref})$	طاقة الوضع الثقالية
relier E_{pp} et travail du poids	$\Delta E_{pp} = -W(P)$	شغل الوزن
calculer une vitesse sans frottement	conservation : E_m(initial) = E_m(final)	انحفاظ الطاقة الميكانيكية
calculer une hauteur maximale	$E_c = 0$ au sommet	أقصى ارتفاع
trouver une force de frottement	$\Delta E_m = W(f) = -f\,d$	قوة الاحتكاك
calculer l'énergie thermique	$Q = -\Delta E_m$	الطاقة الحرارية
solide en rotation	$E_c = \frac{1}{2}J_\Delta\omega^2$, cote de G pour E_{pp}	الدوران

LES FORMULES CLÉS

$$E_{pp} = mgz + C$$

$$\Delta E_{pp} = mg(z_B - z_A) = -W(P)$$

$$E_m = E_c + E_{pp}$$

$$\Delta E_m = W(\text{forces autres que P})$$

$$v = \sqrt{2gh}\ ;\ \text{pendule : } E_{pp} = mg\ell(1 - \cos\theta)$$

TOP 5 DES ERREURS

- Donner E_{pp} sans préciser la référence.
- Orienter l'axe vers le bas et écrire $E_{pp} = mgz$.
- Écrire « E_m se conserve » alors qu'il y a des frottements.
- Changer de référence entre l'état initial et l'état final.
- Oublier l'énergie cinétique de rotation de la poulie.

Lexique français — arabe معجم المصطلحات

Français	العربية	Français	العربية
Énergie potentielle de pesanteur	طاقة الوضع الثقالية	Frottement	احتكاك
État de référence	الحالة المرجعية	Énergie thermique	الطاقة الحرارية
Cote, altitude	أنسوب	Moment d'inertie	عزم القصور
Champ de pesanteur	مجال الثقالة	Vitesse angulaire	السرعة الزاوية
Énergie mécanique	الطاقة الميكانيكية	Pendule simple	النواس البسيط
Énergie cinétique	الطاقة الحركية	Plan incliné	المستوى المائل
Conservation	انحفاظ	Diagramme énergétique	المخطط الطاقي
Force conservative	قوة محافظة	Travail du poids	شغل الوزن

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.