



simulationconcours.be



Physique

Carnet d'entraînement



energie cinetique

Travail, énergie et puissance · Mécanique 2 — des exercices calibrés concours, du plus simple au plus retors.

45 exercices

3 niveaux

corrigés détaillés

Comment bosser ce carnet

- ✓ Lis d'abord le tutoriel : la mécanique y est expliquée pas à pas
- ✓ Fais chaque niveau en entier **avant** d'ouvrir les corrigés
- ✓ Note à côté de chaque exo : réussi, hésité ou raté — et rejoue les ratés 48 h plus tard



simulationconcours.be

scanne & continue en ligne

Sommaire

- 1 Le tutoriel — la mécanique expliquée
- 2 Les exercices Facile x15 · Moyen x15 · Difficile x15
- 3 Les corrigés détaillés exercice par exercice

Le tutoriel

Ce document est un **carnet d'exercices** : on t'explique d'abord la mécanique, puis tu la travailles sur 45 exercices classés en trois niveaux. Les corrigés détaillés t'attendent en deuxième partie, après la page « Corrigés » — pas avant de l'avoir mérité.

L'**énergie cinétique** est l'énergie que possède un corps *du fait de son mouvement*. Ce thème installe sa formule, le **théorème de l'énergie cinétique** (qui relie travail et variation de vitesse) et sa dépendance au carré de la vitesse.

À RETENIR énergie cinétique

$$E_c = \frac{1}{2} m v^2 \quad (\text{en J})$$

avec m en kilogram et v en m/s. L'énergie cinétique est *toujours positive* et nulle au repos. **Attention** : v doit être en m/s (diviser les km/h par 3,6).

À RETENIR théorème de l'énergie cinétique

Dans un référentiel galiléen, la somme des travaux de *toutes* les forces entre A et B égale la variation d'énergie cinétique :

$$\sum W_{AB}(\vec{F}) = E_c(B) - E_c(A) = \frac{1}{2} m v_B^2 - \frac{1}{2} m v_A^2$$

Si $\sum W > 0$ le corps *accélère* ; si $\sum W < 0$ il *ralentit* ; si $\sum W = 0$ sa vitesse est conservée. C'est l'outil qui relie directement les *forces* à la *variation de vitesse*, sans passer par l'accélération.

☞ **MÉTHODE** que faire avec le théorème ?

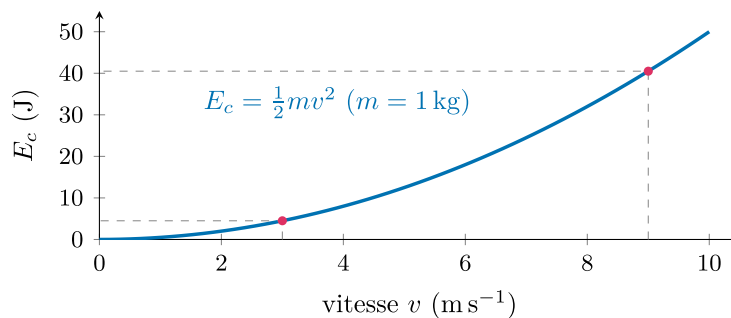
- **Trouver une vitesse** : on calcule $\sum W$, puis $v_B = \sqrt{v_A^2 + \frac{2\sum W}{m}}$.
- **Trouver une distance de freinage** : à l'arrêt $v_B = 0$, le travail résistant $-F d$ absorbe toute l'énergie cinétique : $F d = \frac{1}{2}mv_A^2$.
- **Trouver une force de frottement** : $F_f = \frac{\frac{1}{2}mv_A^2}{d}$.

⚠ **PIÈGE** la dépendance en v^2

La vitesse intervient *au carré* : si v est multipliée par n , alors E_c est multipliée par n^2 .

$$v \rightarrow n v \implies E_c \rightarrow n^2 E_c.$$

Tripler la vitesse ($n = 3$) multiplie E_c par 9 ; comme la distance de freinage est proportionnelle à E_c , elle est elle aussi multipliée par 9. C'est pourquoi la distance d'arrêt d'un véhicule augmente si vite avec la vitesse.



💡 **EXEMPLE** augmenter la vitesse d'un chariot

Un chariot de $m = 10$ kilogram passe de $v_A = 1$ m/s à $v_B = 3$ m/s. Le travail à fournir est $W = \Delta E_c = \frac{1}{2} \times 10 \times (3^2 - 1^2) = \frac{1}{2} \times 10 \times 8 = 40$ J.

Les exercices

FACILE 15 exercices**Exo 1** calcul direct de l'énergie cinétique

Un ballon de masse $m = 2$ kilogram se déplace à la vitesse $v = 3$ m/s. Calcule son énergie cinétique E_c .

Exo 2 énergie cinétique avec conversion de vitesse

Un cycliste et son vélo ont une masse totale $m = 80$ kilogram et roulent à $v = 18$ km/h.

a)

Convertis la vitesse en m/s.

b)

Calcule l'énergie cinétique de l'ensemble.

Exo 3 l'effet du carré de la vitesse

À la vitesse v , un objet possède une énergie cinétique $E_c = 20$ J.

a)

Quelle est son énergie cinétique s'il roule à la vitesse $2v$?

b)

Quelle est son énergie cinétique s'il roule à la vitesse $3v$?

Exo 4 théorème de l'énergie cinétique à partir du repos

Un palet de masse $m = 5$ kilogram, initialement *au repos*, reçoit un travail total $\sum W = 250$ J.

a)

Que vaut l'énergie cinétique finale E_c du palet ?

b)

Déduis-en sa vitesse finale v .

Exo 5 retrouver la vitesse à partir de l'énergie cinétique

Une bille de masse $m = 5$ kilogram possède une énergie cinétique $E_c = 90$ J. En partant de $E_c = \frac{1}{2}mv^2$, calcule sa vitesse v .

Exo 6 énergie cinétique d'une balle (masse en grammes)

Une balle de masse $m = 200$ g roule à la vitesse $v = 10$ m/s.

a)

Convertis la masse en kilogramme.

b)

Calcule l'énergie cinétique E_c de la balle.

Exo 7 qui possède le plus d'énergie cinétique ?

On compare deux mobiles : une moto de masse $m_1 = 200$ kilogramme roulant à $v_1 = 20$ m/s et un chariot de masse $m_2 = 10000$ kilogramme se déplaçant à $v_2 = 2$ m/s.

a)

Calcule l'énergie cinétique de la moto.

b)

Calcule l'énergie cinétique du chariot.

c)

Lequel des deux possède la plus grande énergie cinétique ?

Exo 8 retrouver la masse

Un chariot possède une énergie cinétique $E_c = 400$ J lorsqu'il roule à $v = 4$ m/s. En partant de $E_c = \frac{1}{2}mv^2$, calcule sa masse m .

Exo 9 travail pour lancer un objet depuis le repos

Un palet de masse $m = 8$ kilogramme, initialement au repos, doit atteindre la vitesse $v = 5$ m/s sur une table horizontale sans frottement.

a)

Quelle est l'énergie cinétique finale E_c du palet ?

b)

En déduire le travail total $\sum W$ que doit fournir la force de lancement.

Exo 10 à quelle vitesse l'énergie cinétique double-t-elle ?

L'énergie cinétique varie comme le carré de la vitesse.

a)

Par quel facteur faut-il multiplier la vitesse pour que l'énergie cinétique *double* ?

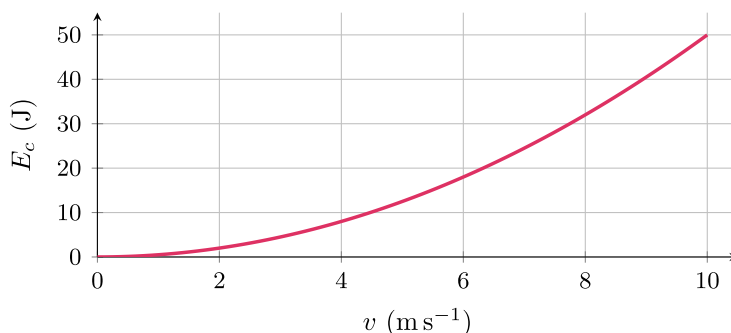
b)

Un objet roule à $v = 10$ m/s. À quelle vitesse son énergie cinétique serait-elle deux fois plus grande ?

lecture graphique de l'énergie cinétique

Exo 11

La courbe ci-dessous donne l'énergie cinétique $E_c = \frac{1}{2}mv^2$ d'un objet de masse $m = 1$ kilogram en fonction de sa vitesse v .



a)

Lis sur le graphe l'énergie cinétique de l'objet lorsqu'il roule à $v = 4 \text{ m/s}$, puis vérifie par le calcul.

b)

À quelle vitesse l'énergie cinétique vaut-elle 32 J ?

Exo 12 le mobile ralentit

Un palet de masse $m = 2$ kilogram glisse à $v_A = 5 \text{ m/s}$. Des frottements lui retirent un travail total $\sum W = -9 \text{ J}$.

a)

À l'aide du théorème de l'énergie cinétique, calcule son énergie cinétique finale $E_c(B)$.

b)

En déduire sa nouvelle vitesse v_B .

Exo 13 énergie cinétique en kilojoules

Une voiture de masse $m = 1500$ kilogram roule à $v = 72 \text{ km/h}$.

a)

Convertis la vitesse en m/s .

b)

Calcule l'énergie cinétique de la voiture et exprime-la en kJ .

Exo 14 vitesse d'un camion à partir de son énergie cinétique

Un camion de masse $m = 2 \text{ t}$ possède une énergie cinétique $E_c = 100 \text{ kJ}$.

a)

Convertis la masse en kilogram et l'énergie en J .

b)

Calcule la vitesse v du camion.

Exo 15 classer par énergie cinétique croissante

Trois objets se déplacent : A ($m = 10$ kilogram, $v = 2$ m/s), B ($m = 2$ kilogram, $v = 5$ m/s) et C ($m = 1$ kilogram, $v = 8$ m/s).

a)

Calcule l'énergie cinétique de chacun.

b)

Classe les trois objets par énergie cinétique *croissante*.

MOYEN 15 exercices

Exo 1 théorème avec deux vitesses non nulles

Un wagonnet de masse $m = 200$ kilogram voit sa vitesse passer de $v_A = 2$ m/s à $v_B = 5$ m/s. Calcule le travail total $\sum W$ reçu par le wagonnet entre A et B .

Exo 2 distance de freinage

Une voiture de masse $m = 1200$ kilogram roule à $v = 20$ m/s. En freinant, les roues exercent une force résistante constante $F = 6000$ N jusqu'à l'arrêt.

a)

Écris le théorème de l'énergie cinétique entre le début du freinage et l'arrêt.

b)

Déduis-en la distance de freinage d .

Exo 3 force de frottement à partir de la variation d'énergie cinétique

Un palet de masse $m = 0,5$ kilogram, lancé à $v = 4$ m/s sur une table horizontale, s'arrête après $d = 10$ m à cause des frottements.

a)

Quelle est la variation d'énergie cinétique ΔE_c entre le lancement et l'arrêt ?

b)

Ce travail est celui de la force de frottement ($-F_f d$). Déduis-en l'intensité F_f .

Exo 4 l'énergie cinétique ne dépend pas de la pesanteur

Un objet de masse $m = 3$ kilogram se déplace horizontalement à $v = 10$ m/s.

a)

Calcule son énergie cinétique sur la Terre ($g = 9,81 \text{ m/s}^2$).

b)

Sur la Lune, où la pesanteur vaut environ $g/6$, l'objet se déplace à la *même* vitesse $v = 10 \text{ m/s}$. Quelle est son énergie cinétique ? Justifie.

Exo 5 la distance de freinage varie comme le carré de la vitesse

À 50 km/h , une voiture s'arrête sur une distance $d_1 = 25 \text{ m}$ (force de freinage constante).

a)

En freinant avec la *même* force, la distance d'arrêt est proportionnelle à v^2 . Écris le rapport $\frac{d_2}{d_1}$ en fonction des vitesses.

b)

Déduis-en la distance d'arrêt d_2 si la voiture roule à 70 km/h .

Exo 6 force horizontale constante depuis le repos

Une caisse de masse $m = 20 \text{ kilogram}$, initialement au repos, est poussée par une force horizontale constante $F = 50 \text{ N}$ sur une distance $d = 20 \text{ m}$, sur un sol horizontal sans frottement.

a)

Calcule le travail de la force F sur le trajet.

b)

À l'aide du théorème de l'énergie cinétique, calcule la vitesse atteinte v .

Exo 7 force motrice contre frottement

Un traîneau de masse $m = 50 \text{ kilogram}$ part du repos. Il est tiré par une force motrice horizontale $F = 120 \text{ N}$ tandis qu'une force de frottement $F_f = 20 \text{ N}$ s'oppose au mouvement, sur une distance $d = 25 \text{ m}$.

a)

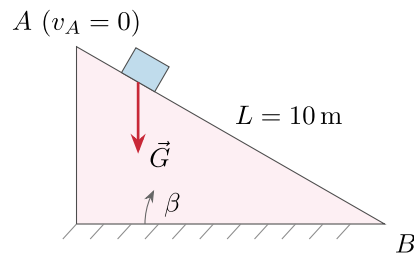
Calcule le travail total $\sum W$ (travail moteur + travail résistant).

b)

En déduire la vitesse finale v .

Exo 8 plan incliné sans frottement

Un bloc de masse $m = 4 \text{ kilogram}$ part du repos en haut d'un plan incliné *lisse* (sans frottement) de longueur $L = 10 \text{ m}$ et d'angle $\beta = 30^\circ$. On prend $g = 10 \text{ m/s}^2$ et $\sin 30^\circ = 0,5$.



a)

Calcule la hauteur de descente h , puis le travail du poids $W(\vec{G}) = mgh$.

b)

En déduire la vitesse v en bas du plan. Cette vitesse dépend-elle de la masse ?

Exo 9 force inclinée par rapport au déplacement

Une luge de masse $m = 10$ kilogram, partant du repos, est tirée sur un sol horizontal sans frottement par une corde inclinée d'un angle $\alpha = 60^\circ$ au-dessus de l'horizontale. La tension vaut $F = 80$ N et le déplacement $d = 8$ m. On prend $\cos 60^\circ = 0,5$.

a)

Calcule le travail de la tension $W(\vec{F}) = F \cos \alpha \times d$.

b)

En déduire la vitesse finale v de la luge.

Exo 10 retrouver la vitesse avant le freinage

Une voiture de masse $m = 1000$ kilogram freine avec une force résistante constante $F = 8000$ N et s'arrête après une distance $d = 25$ m.

a)

Écris le théorème de l'énergie cinétique entre le début du freinage et l'arrêt.

b)

En déduire la vitesse v qu'avait la voiture, puis convertis-la en km/h.

Exo 11 accélération puis freinage

Un chariot de masse $m = 50$ kilogram part du repos. Il est d'abord poussé par une force horizontale $F = 250$ N sur $d_1 = 10$ m (sans frottement), puis il freine sous l'effet d'une force résistante $F_f = 100$ N sur $d_2 = 9$ m.

a)

Calcule la vitesse v_1 à la fin de la phase de poussée.

b)

Calcule la vitesse v_2 à la fin de la phase de freinage.

Exo 12 un wagon qui ne s'arrête pas

Un wagon de masse $m = 500$ kilogram aborde une portion de rails à $v_A = 8$ m/s. Une force de frottement constante $F_f = 700$ N agit sur une distance $d = 10$ m sans réussir à l'arrêter.

a)

Calcule l'énergie cinétique en A, puis le travail des frottements sur la distance d .

b)

En déduire la vitesse v_B du wagon à la fin de la portion.

Exo 13 de combien accélérer pour tripler l'énergie cinétique ?

L'énergie cinétique d'un mobile varie comme le carré de sa vitesse.

a)

Par quel facteur faut-il multiplier la vitesse pour *tripler* l'énergie cinétique ?

b)

Application : un mobile roule à $v = 12$ m/s. À quelle vitesse son énergie cinétique est-elle trois fois plus grande ?

c)

Inversement, si la vitesse augmente de 50 % (elle est multipliée par 1,5), par quel facteur l'énergie cinétique est-elle multipliée ?

Exo 14 vitesse d'un projectile lancé vers le haut

On lance verticalement vers le haut un objet avec une vitesse initiale $v_0 = 20$ m/s ($g = 10$ m/s², frottements négligés).

a)

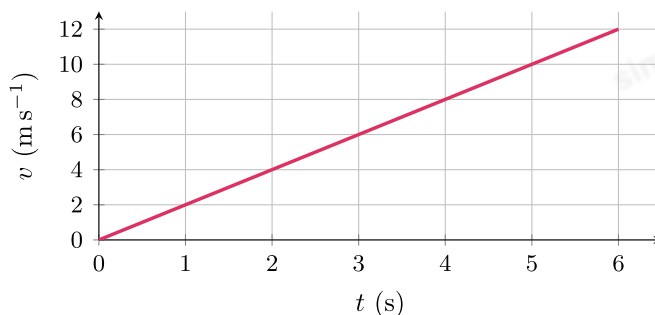
En appliquant le théorème de l'énergie cinétique au poids, montre que $v^2 = v_0^2 - 2gh$ à la hauteur h , puis calcule la vitesse à $h = 15$ m.

b)

Quelle hauteur maximale atteint l'objet ?

Exo 15 du mouvement uniformément accéléré à l'énergie cinétique

Un mobile de masse $m = 3$ kilogram part du repos et accélère uniformément avec $a = 2$ m/s². Sa vitesse croît selon $v = at$ (graphe ci-dessous).



a)

Calcule les vitesses v_1 à $t_1 = 2$ s et v_2 à $t_2 = 5$ s.

b)

En déduire la variation d'énergie cinétique ΔE_c entre ces deux instants.

DIFFICILE

15 exercices

Exo 1 coefficient de frottement cinétique

Un objet lancé sur une surface horizontale à $v = 4$ m/s s'arrête après une distance $d = 10$ m. La force de frottement vaut $F_f = \mu mg$ (avec μ le coefficient de frottement cinétique) et $g = 10$ m/s².

a)

Applique le théorème de l'énergie cinétique entre le lancement et l'arrêt, en écrivant le travail du frottement $-\mu mg d$.

b)

Isole μ (la masse se simplifie) et calcule sa valeur numérique.

Exo 2 comment varie l'énergie cinétique pendant un lancer vertical ?

On lance verticalement vers le haut un objet de masse $m = 0,2$ kilogram avec $v_0 = 10$ m/s ($g = 10$ m/s², sans frottement). Pendant la montée, sa vitesse vaut $v(t) = v_0 - gt$.

a)

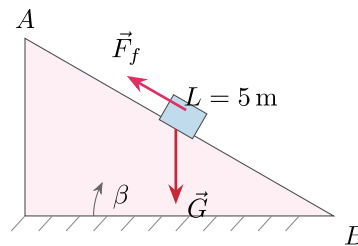
Exprime l'énergie cinétique $E_c(t) = \frac{1}{2}mv(t)^2$ et calcule ses valeurs à $t = 0$ s et au sommet ($t = 1$ s).

b)

Le graphe de E_c en fonction du temps est-il une *droite*? Décris sa forme pendant la montée puis la descente.

Exo 3 descente d'un plan incliné avec frottement

Un bloc de masse $m = 2$ kilogram part du repos et glisse sur $L = 5$ m le long d'un plan incliné à $\beta = 30^\circ$. Il subit une force de frottement constante $F_f = 4$ N. On prend $g = 10$ m/s² et $\sin 30^\circ = 0,5$.



a)

Calcule la hauteur de descente h , puis le travail du poids $W(\vec{G}) = mgh$ et le travail du frottement $W(\vec{F}_f) = -F_f L$.

b)

À l'aide du théorème de l'énergie cinétique ($\sum W = \frac{1}{2}mv_B^2$, départ au repos), calcule la vitesse v_B en bas. Compare-la à la vitesse sans frottement $\sqrt{2gh}$.

Exo 4 force de freinage moyenne d'une voiture

Une voiture de masse $m = 1000$ kilogram roule à 108 km/h et s'arrête sur une distance $d = 75 \text{ m}$.

a)

Convertis la vitesse en m/s et calcule l'énergie cinétique initiale.

b)

Déduis-en l'intensité moyenne F de la force de freinage ($F d = E_c$).

Exo 5 vrai ou faux : l'énergie cinétique

Indique si chaque affirmation est **vraie** ou **fausse**, en justifiant.

a)

L'énergie cinétique d'un objet double lorsque sa vitesse double.

b)

À masse et vitesse égales, un objet a la même énergie cinétique sur la Lune et sur la Terre.

c)

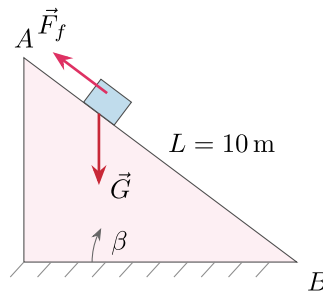
Si le travail total des forces appliquées est nul, la vitesse du corps est conservée.

d)

L'énergie cinétique d'un corps peut être négative.

Exo 6 coefficient de frottement sur un plan incliné

Un bloc de masse m part du repos en haut d'un plan incliné de longueur $L = 10 \text{ m}$ faisant un angle $\beta = 37^\circ$ avec l'horizontale. Il arrive en bas avec la vitesse $v_B = 8 \text{ m/s}$. On donne $\sin 37^\circ = 0,6$, $\cos 37^\circ = 0,8$ et $g = 10 \text{ m/s}^2$. La force de frottement vaut $F_f = \mu mg \cos \beta$.



a)

Calcule la hauteur de descente h et exprime les travaux du poids et du frottement sur le trajet AB .

b)

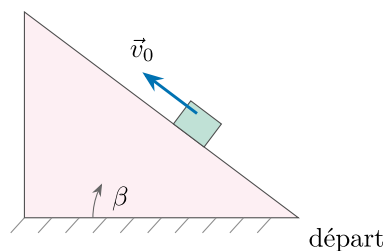
Écris le théorème de l'énergie cinétique et montre que la masse se simplifie.

c)

En déduire la valeur du coefficient de frottement μ .

Exo 7 distance parcourue en montée avec frottement

Un palet est lancé vers le haut le long d'un plan incliné d'angle $\beta = 37^\circ$ avec la vitesse initiale $v_0 = 8 \text{ m/s}$. Le coefficient de frottement vaut $\mu = 0,25$. On donne $\sin 37^\circ = 0,6$, $\cos 37^\circ = 0,8$ et $g = 10 \text{ m/s}^2$.



a)

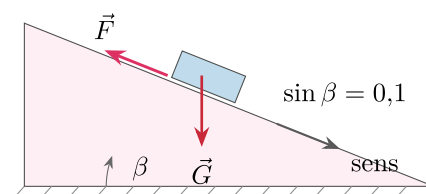
Pendant la montée, quelles forces travaillent, et avec quel signe ? Exprime le travail total sur une distance d le long de la pente.

b)

À l'aide du théorème de l'énergie cinétique (arrêt au sommet), calcule la distance d parcourue avant l'arrêt.

Exo 8 freinage dans une descente

Une voiture de masse $m = 1000 \text{ kilogram}$ descend une route en pente et roule à $v_0 = 20 \text{ m/s}$ quand le conducteur freine. Les freins exercent une force résistante constante $F = 6000 \text{ N}$. La pente est telle que $\sin \beta = 0,1$ et $g = 10 \text{ m/s}^2$.



a)

Sur la distance de freinage d , exprime le travail de la force de freinage et celui du poids (attention au signe de chacun en descente).

b)

En déduire la distance d'arrêt d .

c)

Compare avec la distance d'arrêt sur route plane (même v_0 , même F). Conclusion ?

Exo 9 deux objets lâchés du haut d'une tour

On lâche sans vitesse initiale, du haut d'une tour de hauteur $h = 20 \text{ m}$, deux objets : A de masse $m_A = 6 \text{ kilogram}$ et B de masse $m_B = 2 \text{ kilogram}$. On néglige la résistance de l'air et $g = 10 \text{ m/s}^2$.

a)

À l'aide du théorème de l'énergie cinétique, montre que les deux objets arrivent au sol à la même vitesse, et calcule-la.

b)

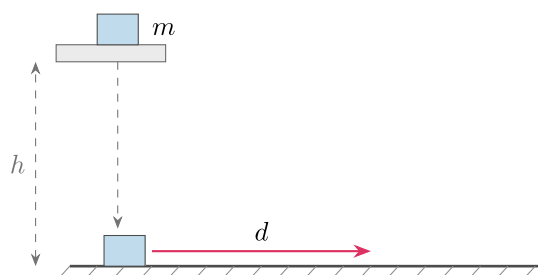
Calcule l'énergie cinétique de chaque objet en arrivant au sol, puis le rapport $E_c(A)/E_c(B)$.

c)

Les deux objets arrivent-ils au sol en même temps ? Justifie.

Exo 10 chute puis glissade sur un sol rugueux

Un objet de masse $m = 2 \text{ kilogram}$ tombe sans vitesse initiale d'une hauteur $h = 5 \text{ m}$, puis glisse sur un sol horizontal rugueux où il subit une force de frottement constante $F_f = 25 \text{ N}$ jusqu'à s'arrêter. On néglige les frottements pendant la chute et $g = 10 \text{ m/s}^2$.



a)

Calcule la vitesse v_1 de l'objet juste avant de toucher le sol.

b)

Sur le sol, calcule la distance d parcourue avant l'arrêt.

Exo 11 de l'énergie cinétique à la force motrice

Un solide de masse $m = 5$ kilogram part du repos et, sous l'action d'une force horizontale constante F , atteint la vitesse $v = 10$ m/s après avoir parcouru $d = 10$ m (mouvement rectiligne uniformément accéléré, sans frottement).

a)

Calcule l'énergie cinétique du solide au point B .

b)

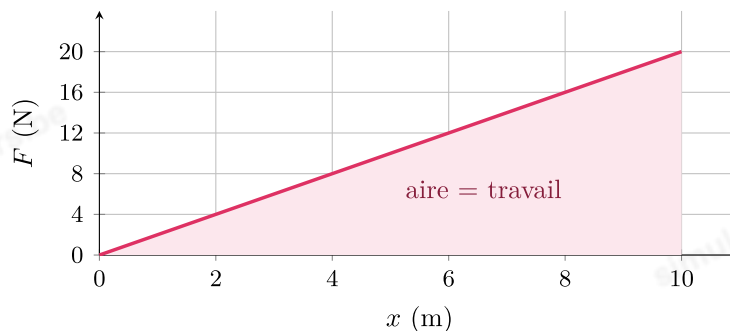
Sachant que $E_c(B) = F d$, en déduire l'intensité de la force F .

c)

En déduire l'accélération a du solide, puis la durée t du trajet.

Exo 12 travail d'une force variable : aire sous la courbe

Un chariot de masse $m = 2$ kilogram, initialement au repos, se déplace horizontalement sous l'action d'une force F dirigée dans le sens du mouvement mais d'intensité *variable*. Le graphe ci-dessous donne F en fonction de la position x . Le sol est sans frottement.



a)

Le travail de F sur le trajet est égal à l'aire sous la courbe $F(x)$. Calcule ce travail entre $x = 0$ et $x = 10$ m.

b)

En déduire la vitesse du chariot en $x = 10$ m.

Exo 13 distance d'arrêt et temps de réaction

Une voiture de masse $m = 1000$ kilogram roule à $v_0 = 20$ m/s. Le conducteur met un temps de réaction $t_r = 1$ s avant de freiner ; le freinage provoque ensuite une décélération constante $a = 5$ m/s².

a)

Calcule la distance parcourue pendant le temps de réaction (vitesse constante).

b)

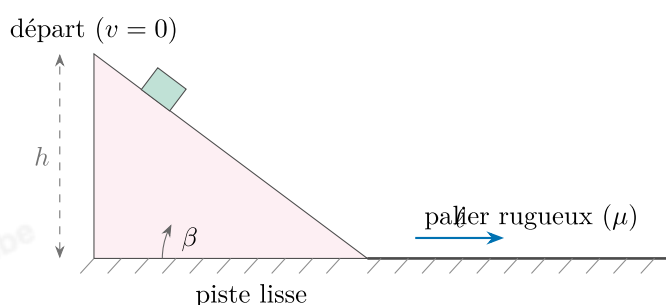
À l'aide du théorème de l'énergie cinétique, calcule la distance de freinage (la force de freinage vaut $F = ma$).

c)

En déduire la distance d'arrêt totale. Que devient-elle si v_0 est doublée ?

Exo 14 descente lisse puis palier rugueux

Une bille de masse m part du repos en haut d'une piste *lisse* (sans frottement) située à la hauteur $h = 1,8 \text{ m}$. Arrivée en bas, elle continue sur un palier horizontal *rugueux* de coefficient de frottement $\mu = 0,3$ où elle finit par s'arrêter. On prend $g = 10 \text{ m/s}^2$.



a)

Calcule la vitesse v de la bille en bas de la piste.

b)

Calcule la distance ℓ parcourue sur le palier avant l'arrêt.

c)

Cette distance ℓ dépend-elle de l'angle de la piste ? Justifie.

Exo 15 deux mobiles de même énergie cinétique

Deux mobiles ont la *même* énergie cinétique. Le premier a une masse m , le second une masse $4m$.

a)

Compare leurs vitesses : établis la relation entre v_1 (mobile léger) et v_2 (mobile lourd).

b)

On les freine avec la *même* force F . Lequel s'arrête sur la plus grande distance ? Justifie à l'aide du théorème de l'énergie cinétique.

c)

Application : leur énergie cinétique commune vaut $E_c = 800 \text{ J}$ et $F = 400 \text{ N}$. Calcule la distance d'arrêt de chacun.



DEUXIÈME PARTIE

Corrigés

Chaque exercice repris pas à pas, niveau par niveau.
Compare ta démarche, pas seulement ton résultat.





Une seconde – avant d'ouvrir le corrigé...



Si ce carnet t'aide, rends-nous la pareille : parle de simulationconcours.be à quelqu'un qui prépare le concours.
C'est comme ça qu'on peut continuer.

Ce qu'on a préparé pour toi

- ✓ Ce carnet en interactif, avec correction en un clic
- ✓ Les cours complets, chapitre par chapitre – gratuits
- ✓ 3100 QCM type concours, corrigés et expliqués
- ✓ Des fiches de révision à imprimer

Tous les jeudis : simulation du concours en ligne

En conditions réelles – chrono, QCM type concours et score immédiat.



Rejoins-nous sur simulationconcours.be

scanne le QR ou tape l'adresse – puis reviens vérifier tes réponses

Les corrigés

FACILE 15 exercices

Exo 1 calcul direct de l'énergie cinétique

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times 2 \times 3^2 = \frac{1}{2} \times 2 \times 9 = 9 \text{ J.}$$

Exo 2 énergie cinétique avec conversion de vitesse

a)

$$v = \frac{18}{3,6} = 5 \text{ m/s.}$$

b)

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times 80 \times 5^2 = \frac{1}{2} \times 80 \times 25 = 1000 \text{ J} = 1 \text{ kJ.}$$

Exo 3 l'effet du carré de la vitesse

L'énergie cinétique varie comme v^2 : multiplier v par n multiplie E_c par n^2 .

a)

$$\text{À } 2v : n = 2, n^2 = 4, \text{ donc } E'_c = 4 \times 20 = 80 \text{ J.}$$

b)

$$\text{À } 3v : n = 3, n^2 = 9, \text{ donc } E''_c = 9 \times 20 = 180 \text{ J.}$$

Exo 4 théorème de l'énergie cinétique à partir du repos

a)

Au repos $E_c(A) = 0$. Le théorème donne $\sum W = E_c(B) - E_c(A)$, donc $E_c(B) = \sum W = 250 \text{ J}$.

b)

$$\frac{1}{2}mv^2 = 250 \Rightarrow v^2 = \frac{2 \times 250}{5} = 100 \Rightarrow v = 10 \text{ m/s.}$$

Exo 5 retrouver la vitesse à partir de l'énergie cinétique

$$\frac{1}{2}mv^2 = E_c \Rightarrow v^2 = \frac{2E_c}{m} = \frac{2 \times 90}{5} = 36 \Rightarrow v = \sqrt{36} = 6 \text{ m/s.}$$

Exo 6 énergie cinétique d'une balle (masse en grammes)

a)

$$m = 200 \text{ g} = 0,2 \text{ kilogram.}$$

b)

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times 0,2 \times 10^2 = \frac{1}{2} \times 0,2 \times 100 = 10 \text{ J.}$$

Exo 7 qui possède le plus d'énergie cinétique ?

a)

$$\text{Moto : } E_c = \frac{1}{2} \times 200 \times 20^2 = \frac{1}{2} \times 200 \times 400 = 40000 \text{ J} = 40 \text{ kJ.}$$

b)

$$\text{Chariot : } E_c = \frac{1}{2} \times 10000 \times 2^2 = \frac{1}{2} \times 10000 \times 4 = 20000 \text{ J} = 20 \text{ kJ.}$$

c)

La **moto** (40 kJ contre 20 kJ). Malgré sa masse bien plus faible, sa vitesse élevée — qui intervient au carré — lui donne le plus d'énergie cinétique.

Exo 8 retrouver la masse

$$m = \frac{2E_c}{v^2} = \frac{2 \times 400}{4^2} = \frac{800}{16} = 50 \text{ kilogram.}$$

Exo 9 travail pour lancer un objet depuis le repos

a)

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times 8 \times 5^2 = \frac{1}{2} \times 8 \times 25 = 100 \text{ J.}$$

b)

$$\text{Départ au repos } (E_c(A) = 0) : \sum W = E_c(B) - E_c(A) = E_c = 100 \text{ J.}$$

Exo 10 à quelle vitesse l'énergie cinétique double-t-elle ?

a)

$$E_c \propto v^2 : \text{pour doubler } E_c \text{ il faut multiplier } v \text{ par } \sqrt{2} \approx 1,41 \text{ (car } (\sqrt{2})^2 = 2).$$

b)

$$v' = \sqrt{2} \times 10 \approx 14,1 \text{ m/s.}$$

Exo 11 lecture graphique de l'énergie cinétique

a)

$$\text{À } v = 4 \text{ m/s on lit } E_c \approx 8 \text{ J ; par le calcul } E_c = \frac{1}{2} \times 1 \times 4^2 = 8 \text{ J.}$$

b)

$$\text{On cherche } v \text{ tel que } \frac{1}{2} \times 1 \times v^2 = 32, \text{ soit } v^2 = 64 \text{ et } v = 8 \text{ m/s.}$$

Exo 12 le mobile ralentit

a)

$$E_c(A) = \frac{1}{2} \times 2 \times 5^2 = 25 \text{ J. Le théorème donne } E_c(B) = E_c(A) + \sum W = 25 + (-9) = 16 \text{ J.}$$

b)

$$\frac{1}{2} \times 2 \times v_B^2 = 16 \Rightarrow v_B^2 = 16 \Rightarrow v_B = 4 \text{ m/s.}$$

Exo 13 énergie cinétique en kilojoules

a)

$$v = \frac{72}{3,6} = 20 \text{ m/s.}$$

b)

$$E_c = \frac{1}{2} \times 1500 \times 20^2 = \frac{1}{2} \times 1500 \times 400 = 300000 \text{ J} = 300 \text{ kJ.}$$

Exo 14 vitesse d'un camion à partir de son énergie cinétique

a)

$$m = 2 \text{ t} = 2000 \text{ kilogram et } E_c = 100 \text{ kJ} = 100000 \text{ J.}$$

b)

$$v = \sqrt{\frac{2E_c}{m}} = \sqrt{\frac{2 \times 100000}{2000}} = \sqrt{100} = 10 \text{ m/s.}$$

Exo 15 classer par énergie cinétique croissante

a)

$$E_c(A) = \frac{1}{2} \times 10 \times 2^2 = 20 \text{ J}; E_c(B) = \frac{1}{2} \times 2 \times 5^2 = 25 \text{ J}; E_c(C) = \frac{1}{2} \times 1 \times 8^2 = 32 \text{ J.}$$

b)

Ordre croissant : $A(20 \text{ J}) < B(25 \text{ J}) < C(32 \text{ J})$. Le plus léger (C) possède la plus grande énergie cinétique, grâce à sa vitesse.

MOYEN 15 exercices

Exo 1 théorème avec deux vitesses non nulles

$$\sum W = E_c(B) - E_c(A) = \frac{1}{2}mv_B^2 - \frac{1}{2}mv_A^2 = \frac{1}{2} \times 200 \times (5^2 - 2^2) = 100 \times (25 - 4) = 2100 \text{ J.}$$

Exo 2 distance de freinage

a)

Seule la force de freinage travaille (résistante, $\alpha = 180^\circ$). À l'arrêt $v_B = 0$:

$$-F d = E_c(B) - E_c(A) = 0 - \frac{1}{2}mv^2 \implies F d = \frac{1}{2}mv^2.$$

b)

$$d = \frac{\frac{1}{2}mv^2}{F} = \frac{\frac{1}{2} \times 1200 \times 20^2}{6000} = \frac{240000}{6000} = 40 \text{ m.}$$

Exo 3 force de frottement à partir de la variation d'énergie cinétique

a)

À l'arrêt, toute l'énergie cinétique est perdue : $\Delta E_c = 0 - \frac{1}{2}mv^2 = -\frac{1}{2} \times 0,5 \times 4^2 = -\frac{1}{2} \times 0,5 \times 16 = -4 \text{ J.}$

b)

$$-F_f d = \Delta E_c = -4, \text{ donc } F_f = \frac{4}{d} = \frac{4}{10} = 0,4 \text{ N.}$$

Exo 4 l'énergie cinétique ne dépend pas de la pesanteur

a)

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times 3 \times 10^2 = \frac{1}{2} \times 3 \times 100 = 150 \text{ J.}$$

b)

Même valeur : $E_c = 150 \text{ J.}$ La formule $E_c = \frac{1}{2}mv^2$ ne fait intervenir que la masse et la vitesse, *jamais* g : à masse et vitesse identiques, l'énergie cinétique est la même sur la Lune que sur la Terre.

Exo 5 la distance de freinage varie comme le carré de la vitesse

a)

$$\text{Comme } F d = \frac{1}{2}mv^2 \text{ avec } F \text{ constante, } d \propto v^2 : \frac{d_2}{d_1} = \left(\frac{v_2}{v_1}\right)^2.$$

b)

$$d_2 = d_1 \left(\frac{70}{50}\right)^2 = 25 \times (1,4)^2 = 25 \times 1,96 = 49 \text{ m. Rouler à peine } 20 \text{ km/h plus vite double presque la distance d'arrêt.}$$

Exo 6 force horizontale constante depuis le repos

a)

$$W(\vec{F}) = F d = 50 \times 20 = 1000 \text{ J (force et déplacement de même sens).}$$

b)

Départ au repos : $W = \frac{1}{2}mv^2$, donc $v^2 = \frac{2W}{m} = \frac{2 \times 1000}{20} = 100$ et $v = 10 \text{ m/s}$.

Exo 7 force motrice contre frottement

a)

$$\sum W = Fd - F_f d = (F - F_f)d = (120 - 20) \times 25 = 100 \times 25 = 2500 \text{ J}.$$

b)

$$\frac{1}{2}mv^2 = 2500 \Rightarrow v^2 = \frac{2 \times 2500}{50} = 100 \Rightarrow v = 10 \text{ m/s}.$$

Exo 8 plan incliné sans frottement

a)

$h = L \sin 30^\circ = 10 \times 0,5 = 5 \text{ m}$; $W(\vec{G}) = mgh = 4 \times 10 \times 5 = 200 \text{ J}$. (La réaction normale ne travaille pas.)

b)

$\frac{1}{2}mv^2 = 200 \Rightarrow v^2 = \frac{2 \times 200}{4} = 100 \Rightarrow v = 10 \text{ m/s}$. Comme $v = \sqrt{2gh}$, cette vitesse *ne dépend pas* de la masse.

Exo 9 force inclinée par rapport au déplacement

a)

$$W(\vec{F}) = F \cos \alpha \times d = 80 \times 0,5 \times 8 = 320 \text{ J}.$$

b)

$$\frac{1}{2}mv^2 = 320 \Rightarrow v^2 = \frac{2 \times 320}{10} = 64 \Rightarrow v = 8 \text{ m/s}.$$

Exo 10 retrouver la vitesse avant le freinage

a)

Seule la force de freinage travaille (résistante). À l'arrêt $v_B = 0$: $-Fd = 0 - \frac{1}{2}mv^2$, soit $Fd = \frac{1}{2}mv^2$.

b)

$$v^2 = \frac{2Fd}{m} = \frac{2 \times 8000 \times 25}{1000} = 400 \Rightarrow v = 20 \text{ m/s}, \text{ soit } v = 20 \times 3,6 = 72 \text{ km/h}.$$

Exo 11 accélération puis freinage

a)

Phase 1 : $W_1 = Fd_1 = 250 \times 10 = 2500 \text{ J} = \frac{1}{2} \times 50 \times v_1^2$, donc $v_1^2 = \frac{2 \times 2500}{50} = 100$ et $v_1 = 10 \text{ m/s}$.

b)

Phase 2 : $E_c = 2500 - F_f d_2 = 2500 - 100 \times 9 = 1600 \text{ J}$, donc $\frac{1}{2} \times 50 \times v_2^2 = 1600$, $v_2^2 = 64$ et $v_2 = 8 \text{ m/s}$.

Exo 12 un wagon qui ne s'arrête pas

a)

$$E_c(A) = \frac{1}{2} \times 500 \times 8^2 = \frac{1}{2} \times 500 \times 64 = 16000 \text{ J}; W(\vec{F}_f) = -F_f d = -700 \times 10 = -7000 \text{ J}.$$

b)

$$E_c(B) = E_c(A) + W = 16000 - 7000 = 9000 \text{ J}, \text{ donc } v_B^2 = \frac{2 \times 9000}{500} = 36 \text{ et } v_B = 6 \text{ m/s}.$$

Exo 13 de combien accélérer pour tripler l'énergie cinétique ?

a)

$$E_c \propto v^2 : \text{il faut multiplier } v \text{ par } \sqrt{3} \approx 1,73 \text{ (car } (\sqrt{3})^2 = 3).$$

b)

$$v' = \sqrt{3} \times 12 \approx 20,8 \text{ m/s}.$$

c)

$$E_c \text{ est multipliée par } (1,5)^2 = 2,25 \text{ (soit } +125 \%).$$

Exo 14 vitesse d'un projectile lancé vers le haut

a)

$$\text{En montant de } h, \text{ le poids est résistant : } \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2 = -mgh. \text{ La masse se simplifie : } v^2 = v_0^2 - 2gh. \text{ À } h = 15 \text{ m : } v^2 = 20^2 - 2 \times 10 \times 15 = 400 - 300 = 100, \text{ donc } v = 10 \text{ m/s}.$$

b)

$$\text{Au sommet } v = 0 : 0 = v_0^2 - 2gh_{\max}, \text{ donc } h_{\max} = \frac{v_0^2}{2g} = \frac{400}{20} = 20 \text{ m}.$$

Exo 15 du mouvement uniformément accéléré à l'énergie cinétique

a)

$$v_1 = a t_1 = 2 \times 2 = 4 \text{ m/s}; v_2 = a t_2 = 2 \times 5 = 10 \text{ m/s}.$$

b)

$$\Delta E_c = \frac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2) = \frac{1}{2} \times 3 \times (10^2 - 4^2) = 1,5 \times (100 - 16) = 1,5 \times 84 = 126 \text{ J}.$$

DIFFICILE

15 exercices

Exo 1 coefficient de frottement cinétique

a)

Seul le frottement travaille (résistant). À l'arrêt $v_B = 0$:

$$-\mu mg d = E_c(B) - E_c(A) = 0 - \frac{1}{2}mv^2.$$

b)

La masse se simplifie : $\mu g d = \frac{1}{2}v^2$, donc

$$\mu = \frac{v^2}{2gd} = \frac{4^2}{2 \times 10 \times 10} = \frac{16}{200} = 0,08.$$

Exo 2 comment varie l'énergie cinétique pendant un lancer vertical ?

a)

$$E_c(t) = \frac{1}{2}m(v_0 - gt)^2 = \frac{1}{2} \times 0,2 \times (10 - 10t)^2 = 0,1(10 - 10t)^2.$$

- à $t = 0$: $E_c = 0,1 \times 10^2 = 10 \text{ J}$;
- au sommet $t = 1 \text{ s}$: $v = 0$, donc $E_c = 0 \text{ J}$.

b)

Non, ce n'est pas une droite : E_c dépend de $(v_0 - gt)^2$, c'est une *parabole* en t . Pendant la montée, E_c décroît de 10 J à 0 ; pendant la descente, elle croît à nouveau symétriquement. (C'est la vitesse $v(t)$, elle, qui varie linéairement — pas l'énergie cinétique.)

Exo 3 descente d'un plan incliné avec frottement

a)

$$h = L \sin 30^\circ = 5 \times 0,5 = 2,5 \text{ m}. W(\vec{G}) = mgh = 2 \times 10 \times 2,5 = 50 \text{ J}; W(\vec{F}_f) = -F_f L = -4 \times 5 = -20 \text{ J}; W(\vec{N}) = 0.$$

b)

$\sum W = 50 - 20 = 30 \text{ J} = \frac{1}{2}mv_B^2$, donc $v_B^2 = \frac{2 \times 30}{2} = 30$, soit $v_B = \sqrt{30} \approx 5,5 \text{ m/s}$. Sans frottement on aurait $\sqrt{2gh} = \sqrt{2 \times 10 \times 2,5} = \sqrt{50} \approx 7,1 \text{ m/s}$: le frottement a réduit la vitesse d'arrivée.

Exo 4 force de freinage moyenne d'une voiture

a)

$$v = \frac{108}{3,6} = 30 \text{ m/s, d'où } E_c = \frac{1}{2} \times 1000 \times 30^2 = \frac{1}{2} \times 1000 \times 900 = 450000 \text{ J} = 450 \text{ kJ.}$$

b)

$$F = \frac{E_c}{d} = \frac{450000}{75} = 6000 \text{ N.}$$

Exo 5 vrai ou faux : l'énergie cinétique

a)

Faux. $E_c \propto v^2$: si v double, E_c est multipliée par $2^2 = 4$ (elle quadruple, elle ne double pas).

b)

Vrai. $E_c = \frac{1}{2}mv^2$ ne dépend pas de g : à m et v identiques, l'énergie cinétique est la même partout.

c)

Vrai. $\sum W = \Delta E_c = 0$ implique $E_c(B) = E_c(A)$, donc la vitesse (en norme) est conservée.

d)

Faux. $E_c = \frac{1}{2}mv^2 \geq 0$ toujours (produit d'un carré par une masse positive).

Exo 6 coefficient de frottement sur un plan incliné

a)

$h = L \sin \beta = 10 \times 0,6 = 6 \text{ m}$. Travail du poids (moteur) : $W(\vec{G}) = mgh = m \times 10 \times 6 = 60m$. Travail du frottement (résistant) : $W(\vec{F}_f) = -\mu mg \cos \beta L = -\mu \times m \times 10 \times 0,8 \times 10 = -80\mu m$. La réaction normale ne travaille pas.

b)

$$\sum W = \frac{1}{2}mv_B^2 : 60m - 80\mu m = \frac{1}{2}m \times 8^2 = 32m. \text{ La masse se simplifie : } 60 - 80\mu = 32.$$

c)

$$80\mu = 28 \Rightarrow \mu = \frac{28}{80} = 0,35.$$

Exo 7 distance parcourue en montée avec frottement

a)

En montée, la composante du poids ($mg \sin \beta$) et le frottement ($\mu mg \cos \beta$) s'opposent au mouvement : tous deux résistants. Sur une distance d : $\sum W = -(mg \sin \beta + \mu mg \cos \beta) d$.

b)

Arrêt au sommet ($v = 0$) : $\sum W = 0 - \frac{1}{2}mv_0^2$. La masse se simplifie :

$$d = \frac{v_0^2}{2g(\sin \beta + \mu \cos \beta)} = \frac{8^2}{2 \times 10 \times (0,6 + 0,25 \times 0,8)} = \frac{64}{20 \times 0,8} = \frac{64}{16} = 4 \text{ m.}$$

Exo 8 freinage dans une descente

a)

Sur la distance d (orientée dans le sens de la descente), la force de freinage est résistante : $W(\vec{F}) = -F d$; la composante du poids le long de la pente est *motrice* en descente : $W(\vec{G}) = +mg \sin \beta d$.

b)

Théorème de l'énergie cinétique (arrêt, $v_B = 0$) : $(-F + mg \sin \beta) d = -\frac{1}{2}mv_0^2$, soit

$$d = \frac{\frac{1}{2}mv_0^2}{F - mg \sin \beta} = \frac{\frac{1}{2} \times 1000 \times 20^2}{6000 - 1000 \times 10 \times 0,1} = \frac{200000}{6000 - 1000} = \frac{200000}{5000} = 40 \text{ m.}$$

c)

Sur le plat, $W(\vec{G}) = 0$ et $d_0 = \frac{\frac{1}{2}mv_0^2}{F} = \frac{200000}{6000} \approx 33,3 \text{ m}$. En descente, la distance d'arrêt est *plus longue* (40 m) : le poids « pousse » la voiture vers l'avant, il faut donc freiner davantage.

Exo 9 deux objets lâchés du haut d'une tour

a)

Seul le poids travaille : $mgh = \frac{1}{2}mv^2$. La masse se simplifie, donc $v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \times 10 \times 20} = \sqrt{400} = 20 \text{ m/s}$, *identique* pour les deux objets.

b)

$E_c(A) = \frac{1}{2} \times 6 \times 20^2 = 1200 \text{ J}$; $E_c(B) = \frac{1}{2} \times 2 \times 20^2 = 400 \text{ J}$; rapport $\frac{E_c(A)}{E_c(B)} = \frac{1200}{400} = 3 = \frac{m_A}{m_B}$ (même vitesse).

c)

Oui, en même temps : la chute libre impose la même accélération g à tous les corps, indépendamment de la masse ; le temps de chute $t = \sqrt{2h/g} = 2 \text{ s}$ est le même.

Exo 10 chute puis glissade sur un sol rugueux

a)

Pendant la chute (sans frottement) : $\frac{1}{2}mv_1^2 = mgh$, donc $v_1 = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \times 10 \times 5} = \sqrt{100} = 10 \text{ m/s}$

b)

Au sol, l'énergie cinétique $E_c = \frac{1}{2} \times 2 \times 10^2 = 100 \text{ J}$ est entièrement dissipée par le frottement : $F_f d = E_c$, donc $d = \frac{100}{25} = 4 \text{ m}$.

Exo 11 de l'énergie cinétique à la force motrice

a)

$$E_c(B) = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times 5 \times 10^2 = \frac{1}{2} \times 5 \times 100 = 250 \text{ J}.$$

b)

$$F = \frac{E_c(B)}{d} = \frac{250}{10} = 25 \text{ N}.$$

c)

$$a = \frac{F}{m} = \frac{25}{5} = 5 \text{ m/s}^2. \text{ Comme } v = at \text{ (départ au repos), } t = \frac{v}{a} = \frac{10}{5} = 2 \text{ s}.$$

Exo 12 travail d'une force variable : aire sous la courbe

a)

L'aire sous la droite (triangle) entre $x = 0$ et $x = 10 \text{ m}$ vaut $W = \frac{1}{2} \times \text{base} \times \text{hauteur} = \frac{1}{2} \times 10 \times 20 = 100 \text{ J}$.

b)

$$\text{Départ au repos : } \frac{1}{2}mv^2 = W, \text{ donc } v^2 = \frac{2 \times 100}{2} = 100 \text{ et } v = 10 \text{ m/s}.$$

Exo 13 distance d'arrêt et temps de réaction

a)

Pendant la réaction, la vitesse est constante : $d_r = v_0 t_r = 20 \times 1 = 20 \text{ m}$.

b)

Force de freinage $F = ma = 1000 \times 5 = 5000 \text{ N}$. Théorème de l'énergie cinétique (arrêt) : $F d_f = \frac{1}{2}mv_0^2$, donc $d_f = \frac{\frac{1}{2} \times 1000 \times 20^2}{5000} = \frac{200000}{5000} = 40 \text{ m}$.

c)

Distance totale : $d = d_r + d_f = 20 + 40 = 60 \text{ m}$. Si v_0 double (40 m/s) : $d_r = 40 \text{ m}$ (doublée) mais $d_f = \frac{\frac{1}{2} \times 1000 \times 40^2}{5000} = 160 \text{ m}$ (quadruplée, car $\propto v_0^2$), soit $d = 200 \text{ m}$ — bien plus du triple.

Exo 14 descente lisse puis palier rugueux

a)

Piste lisse, seul le poids travaille : $\frac{1}{2}mv^2 = mgh$, donc $v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \times 10 \times 1,8} = \sqrt{36} = 6 \text{ m/s}$.

b)

Sur le palier, le frottement μmg dissipe l'énergie cinétique : $\mu mg \ell = \frac{1}{2}mv^2 = mgh$. La masse se simplifie : $\ell = \frac{h}{\mu} = \frac{1,8}{0,3} = 6 \text{ m}$.

c)

Non : $\ell = \frac{h}{\mu}$ ne dépend que de la hauteur h et du coefficient μ , pas de l'angle. À hauteur h égale, la bille s'arrête à la même distance quelle que soit l'inclinaison de la piste.

Exo 15 deux mobiles de même énergie cinétique

a)

$\frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{1}{2}(4m)v_2^2 \Rightarrow v_1^2 = 4v_2^2 \Rightarrow v_1 = 2v_2$: le mobile léger va deux fois plus vite.

b)

À l'arrêt, $F d = E_c$, donc $d = \frac{E_c}{F}$. Les deux ont la *même* énergie cinétique et subissent la *même* force : ils parcourent *la même distance* d'arrêt. La distance de freinage ne dépend que de l'énergie cinétique, pas de la masse.

c)

$d = \frac{E_c}{F} = \frac{800}{400} = 2 \text{ m}$ pour *chacun*.



Tous les exos cochés ? Passe au niveau réel.

+

Ce carnet est un extrait de notre bibliothèque d'entraînement — la suite se joue en ligne.

Sur simulationconcours.be

- ✓ Le même carnet en interactif, avec correction en un clic
- ✓ Les autres mécaniques de la fiche, niveau par niveau
- ✓ 3100 QCM type concours, corrigés et expliqués
- ✓ Les cours complets — gratuits — et les fiches de révision

Tous les jeudis : simulation du concours en ligne

En conditions réelles — chrono, QCM type concours et score immédiat.



Rejoins-nous sur simulationconcours.be

scanne le QR ou tape l'adresse — les cours complets sont gratuits