

Travail et énergie cinétique

Activité 1 : Rappel sur les énergies du mouvement

L'énergie cinétique : E_c

Lorsqu'un corps de **masse m** est animé d'un mouvement de translation rectiligne à la **vitesse v** , il possède une énergie appelée **énergie cinétique** et notée **E_c** telle que :

$$E_c = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

E_c en Joule (J),

m en kilogramme (kg),

v en mètre par seconde ($m \cdot s^{-1}$)

Lorsqu'un corps de **moment d'inertie J** est animé d'un mouvement de rotation à la **vitesse angulaire ω** , il possède une énergie appelée **énergie cinétique** et notée **E_c** telle que :

$$E_c = \frac{1}{2} J \cdot \omega^2$$

E_c en Joule (J),

J en kilogramme mètre carré ($kg \cdot m^2$),

ω en radian par seconde ($rad \cdot s^{-1}$)



Le Liebherr T 282 B est l'engin de chantier le plus grand du monde. **Fiche technique Liebherr T 282B**

Moteur	
Type	Diesel-Électrique
Cylindrée	90 L
Puissance	2 722 kW (3 650 ch)
Régime	1 800 tr/min
Dimensions	
L x l x H	14.5m x 8.8m x 7.4 m
Coffre	Benne
Masse totale à vide	203t
Masse maximale en service	566t
Performances	
Vitesse maximale	64,4 km/h

On cherche à calculer l'énergie cinétique maximale de cet engin lorsqu'il est à vide.

1. Quelles données du tableau vont permettre de faire le calcul ?

2. Les grandeurs utiles sont-elles exprimées dans les unités SI ? Si non, les convertir dans les unités SI.

3. Calculer alors l'énergie cinétique maximale que peut posséder le Liebherr T 282 B à vide.

Applications :

① Calculer le moment d'inertie par rapport à son axe de rotation d'un rouleau compresseur assimilé à un cylindre homogène plein, sachant que $J = \frac{1}{2} \cdot m \cdot R^2$. La masse du rouleau est $m = 1,50 \text{ t}$ et le rayon du disque est $R = 1,0 \text{ m}$.



② Calculer l'énergie cinétique de rotation d'une jante de moment d'inertie $J = 0,35 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ tournant à 800 tours par minute.

L'énergie potentielle de pesanteur : E_p

Au voisinage de la terre, l'énergie potentielle de pesanteur E_p d'un solide de masse m , situé à une altitude z , est définie par :

$$E_p = m \cdot g \cdot z$$

m : masse en kilogramme (kg)

z : hauteur en mètre (m)

g : intensité de pesanteur ($\text{N} \cdot \text{kg}^{-1}$)

Applications :

① Un marteau-pilon est constitué par un cylindre de fonte de masse $m = 1,2 \text{ t}$. Il est soulevé par un câble jusqu'à une position haute située à $1,6 \text{ m}$ au-dessus de la surface à marteler. Il est alors lâché et il tombe. Calculer la variation d'énergie potentielle de pesanteur ΔE_p entre la position haute et la surface à marteler.

② L'énergie potentielle d'un skieur après 700 m de dénivelé est $E_{pp} = 0,62 \text{ MJ}$
Calculer la masse m du skieur.

L'énergie mécanique : E_m

L'énergie mécanique d'un solide est définie comme la somme de ses énergies cinétique et potentielle :

$$E_m = E_c + E_p$$

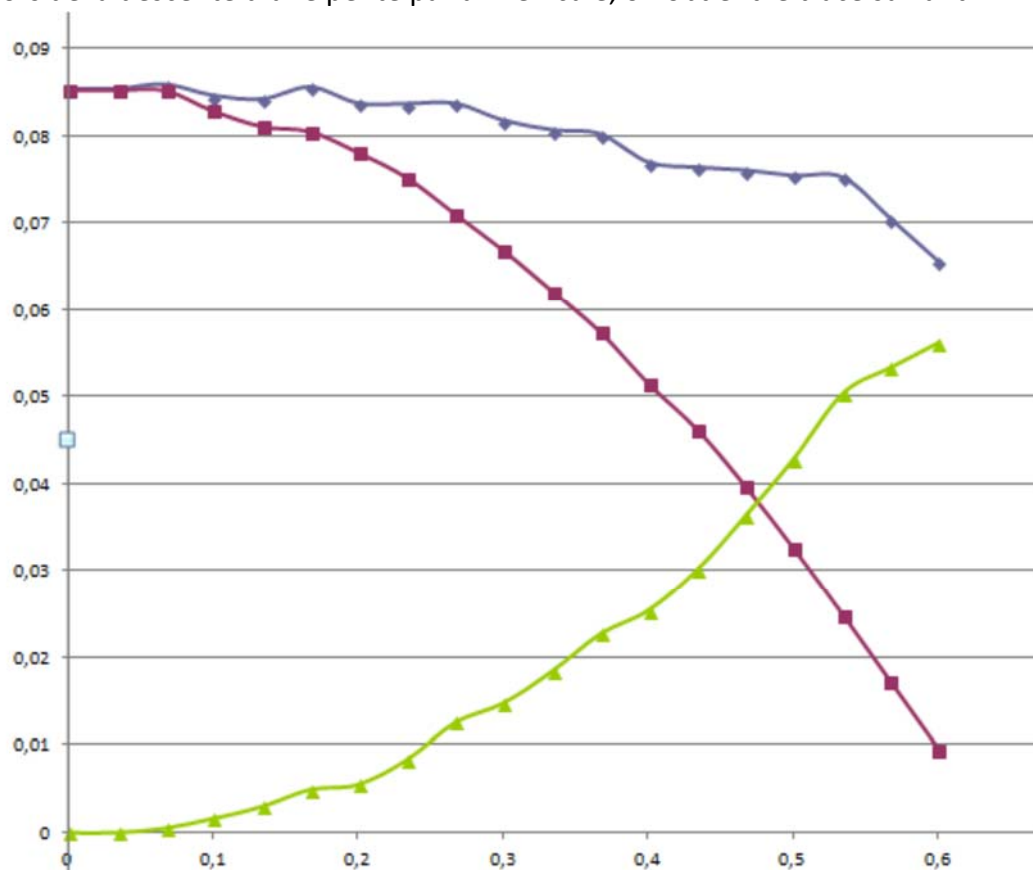
Toutes ces énergies s'expriment en Joules (J).

$E_m \text{ cste} \leftrightarrow \text{Absence de frottements}$
 $E_m \text{ décroissante} \leftrightarrow \text{Présence de frottements}$

Applications :

On peut, sur un tableur, calculer et tracer l'évolution dans le temps de l'altitude, de la vitesse d'un véhicule puis l'évolution dans le temps des 3 énergies (**Énergie cinétique, énergie potentielle de position et énergie mécanique**).

Lors de la descente d'une pente par un véhicule, on obtient le tracé suivant :



1. Identifier chacune des 3 énergies.

2. Que peut-on dire de l'énergie mécanique lors de la descente ?

Travail et énergie cinétique

Activité 2 : Le travail

Lorsqu'une force \vec{F} agit sur un objet en mouvement tout au long d'un déplacement AB, on dit qu'elle effectue un **travail**.

Cette grandeur physique se note W ou W_{AB} et s'exprime en Joules (J).

On peut considérer que le travail rend compte de l'efficacité d'une force à faire acquérir au mobile une vitesse finale différente de celle qu'il avait au début du déplacement.

Définition

Lorsqu'une force constante \vec{F} s'exerce sur un objet en déplacement de A jusqu'à B, le travail de la force lors de ce déplacement est donné par :



$$W_{AB}(\vec{F}) = \vec{F} \cdot \overrightarrow{AB} = F \times AB \times \cos\alpha$$

Avec :

$W_{AB}(\vec{F}) :$

$\vec{F} :$

$AB :$

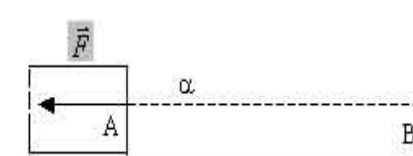
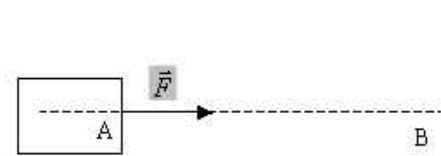
α : angle entre la force et le déplacement

3 Cas sont possibles :

TRAVAIL MOTEUR

TRAVAIL NUL

TRAVAIL RESISTANT



Calculer les différents travaux : $F = 10 \text{ N}$ et $AB = 2,0 \text{ m}$

Travail moteur, résistant ou nul

1. Calculer le travail $W_{AB}(\vec{F})$ de la force \vec{F} , dans les 4 cas suivants :
Préciser pour chacun des cas si le travail est moteur, résistant ou nul.

$F \text{ (N)}$	$AB \text{ (m)}$	$\alpha \text{ (}^\circ\text{)}$	$W_{AB}(\vec{F}) \text{ (...)}$	nature du travail
15,4	0,75	30		
9,55	0,75	30		
15,4	3,45	30		
15,4	0,75	120		

2. Quel doit être l'angle α pour que le travail de la force soit maximum ?
3. Quel doit être l'angle α pour que le travail de la force soit minimum ?
4. Quel doit être l'angle α pour que le travail de la force soit nul ?

Le travail d'une force est une grandeur qui s'exprime en

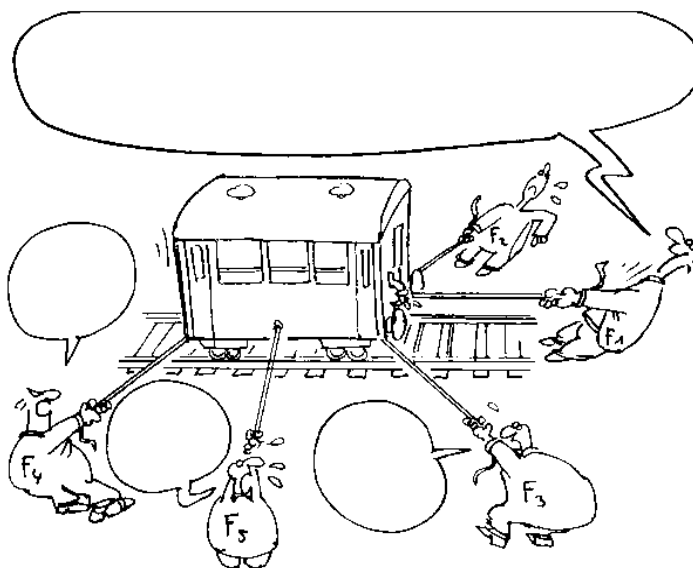
Un travail positif est dit

Un travail négatif est dit

Est-ce bien compris ?

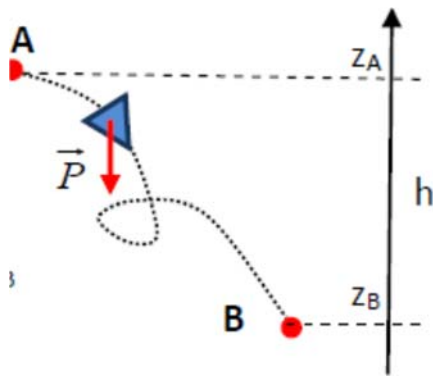
Compléter le dessin ci-contre, en ajoutant à chacun des personnages la phrase qui lui correspond.

- C'est moi le meilleur !
- Je résisterai !
- Je ne sers à rien...
- Je fais ce que je peux !



Le wagon est en mouvement de la gauche vers la droite.

Travail du poids pour un objet en mouvement dans un champ de pesanteur :



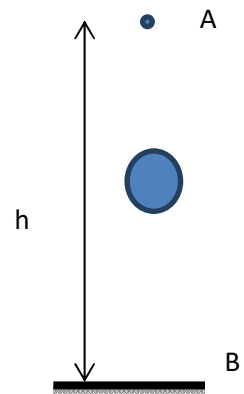
Pour un objet qui descend :

Pour un objet qui monte :

Exercice d'application :

Un objet de masse $m = 50,0 \text{ kg}$ lâché sans vitesse initiale tombe verticalement d'une hauteur $h = 2,0 \text{ m}$. On néglige les frottements de l'air. $g = 9,8 \text{ N.kg}^{-1}$

1. Quelle est la force exercée sur l'objet ? La calculer et la dessiner sans échelle.



2. Calculer le travail de cette force entre les points A et B.

Travail et énergie cinétique

Activité 3 : Théorème de l'énergie cinétique

Variation d'énergie cinétique et travail des forces extérieures

L'énergie cinétique d'un solide est l'énergie qu'il possède du fait de sa

Expression de l'énergie cinétique d'un solide en mouvement de translation :

$$E_c = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

Avec :

E_c :

m :

v :

La variation d'énergie cinétique entre 2 points A et B est :

$$\Delta E_c = E_{cB} - E_{cA} = \frac{1}{2} m v_B^2 - \frac{1}{2} m v_A^2$$

Exemples :

- Calculer l'énergie cinétique d'une voiture de masse $m = 1,0 \text{ t}$ roulant à une vitesse de $130 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$
- La voiture précédente freine et se trouve maintenant à une vitesse $v = 70 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$. Quelle a été sa variation d'énergie cinétique ΔE_c ?

Théorème de l'énergie cinétique

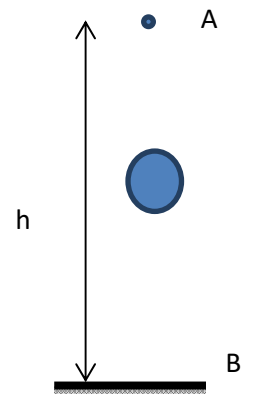
« La variation d'énergie cinétique d'un solide entre 2 points A et B est égale à la somme des travaux des forces extérieures appliquées au solide entre les positions A et B. »

$$\Delta E_c = \sum W_{AB}(\vec{F})$$

Application :

Un objet de masse $m = 50,0 \text{ kg}$ lâché sans vitesse initiale tombe verticalement

d'une hauteur $h = 2,0 \text{ m}$. On néglige les frottements de l'air : $g = 9,8 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$



1. Quelle est la force exercée sur l'objet ? La calculer et la dessiner sans échelle.
2. Calculer le travail de cette force entre les points A et B.
3. Calculer la variation d'énergie cinétique lors de ce déplacement, en déduire la vitesse de l'objet lorsqu'il touche le sol.

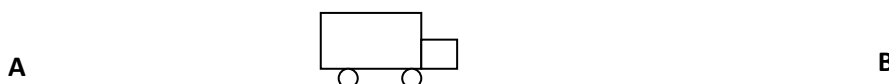
Application 2 :

Sur un livret de code de la route, on lit : $D_A = D_R + D_F$

Avec : D_A : distance d'arrêt, D_R : distance de réaction, D_F : distance de freinage.

vitesse (en km/h)	D_R (en m)	D_F (route sèche) (en m)	D_F (route mouillée) (en m)	
45	12.5	13	26	
90	25	52	104	
130	36	123	246	

1. Calculer la distance d'arrêt pour les trois situations envisagées sur route sèche et compléter le tableau.
2. La distance de réaction dépend du temps de réaction qui est la durée entre la vision de l'obstacle et l'action du pied sur la pédale de frein. Calculer ce temps de réaction pour les trois vitesses indiquées. Conclure.
3. a. Calculer, à 90 km/h sur route sèche, la valeur de la force supposée constante et parallèle au déplacement que l'on devrait exercer pour arrêter une voiture de masse $1\,100 \text{ kg}$. Dessiner la force sur le schéma.



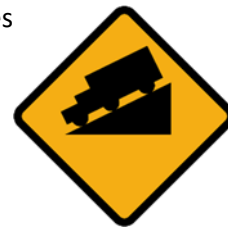
b. Même question sur route mouillée.

c. Même question pour une vitesse de 130 km/h. Conclure.

Travail et énergie cinétique

Travaux pratiques 1 :

La mise en mouvement du camion lorsqu'on le dépose en haut d'une pente est due à la résultante des forces appliquées au camion : cette résultante n'est pas nulle, elle correspond à une force qui a pour direction la pente et pour sens la droite. Newton a découvert que l'accélération du camion a même sens que cette résultante, le camion accélère donc vers la droite en suivant la pente.

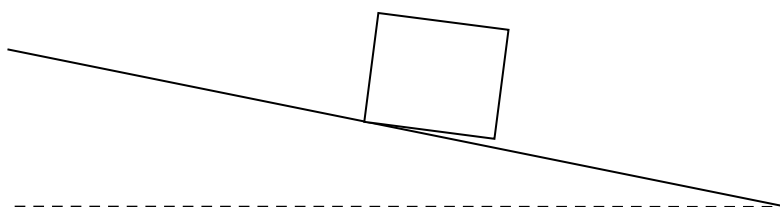


Est-il possible de prévoir la vitesse du camion en bas de la pente ?

- Objectifs : Vérifier la relation entre les travaux des forces et l'énergie cinétique.

1. Expérience : ouvrir la vidéo banc incliné 2,22°

Un mobile est posé sur un rail à coussin d'air incliné (pas de frottements) d'un angle $\alpha = 2,22^\circ$. Sa masse est $m = 50 \text{ g}$. On utilisera $g = 9,8 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$



Bilan des forces exercées sur le mobile

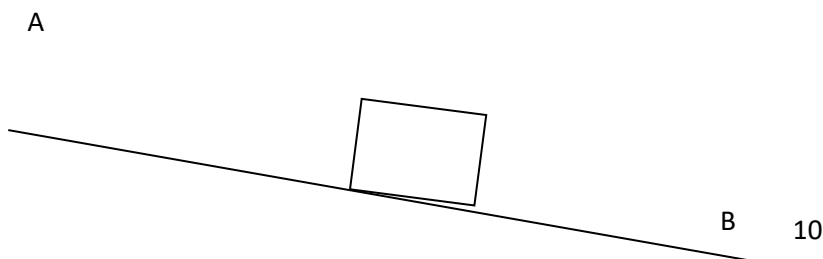
1. Faire le bilan des forces en complétant le tableau puis les représenter sur le schéma ci-dessus.

nom		
vecteur		
direction		
sens		
valeur		

Somme des travaux des forces

2. Exprimer les travaux de toutes les forces au cours d'un déplacement d .

Montrer sur le schéma l'angle à utiliser pour le travail du poids.



3. Calculer le travail du poids lorsque $d = 10 \text{ cm}$ puis $d = 30 \text{ cm}$.



4. Exprimer la somme de ces travaux de forces.

$$\sum W_{AB}(\vec{F}) = \dots$$

Rappel : Théorème de l'énergie cinétique :

Théorème de l'énergie cinétique

« La variation d'énergie cinétique d'un solide entre 2 points A et B est égale à la somme des travaux des forces extérieures appliquées au solide entre les positions A et B. »

$$\Delta E_c = E_{cB} - E_{cA} = \frac{1}{2}mv_B^2 - \frac{1}{2}mv_A^2 = \sum W_{AB}(\vec{F})$$

Variation d'énergie cinétique

5. Exprimer la variation d'énergie cinétique entre le point initial (vitesse nulle) appelé A et un point B pour le même déplacement d :

$$\Delta E_c = \dots$$

6. Déterminer la vitesse du mobile après un déplacement de $d = 10 \text{ cm}$. Puis $d = 30 \text{ cm}$

Vérification avec AviMéca

✂ Ouvrir le logiciel « Avimeca » situé sur le bureau de votre session.

✂ Dans l'onglet « ouvrir » sélectionner « Ouvrir un clip vidéo » et importer la vidéo : **Camion.avi**

✂ À droite de l'écran, sélectionner l'onglet « Étalonnage » et placer l'origine des axes au nez du camion.

✂ Sélectionner ensuite l'échelle et placer les points sur le mètre étalon situé sur l'image.

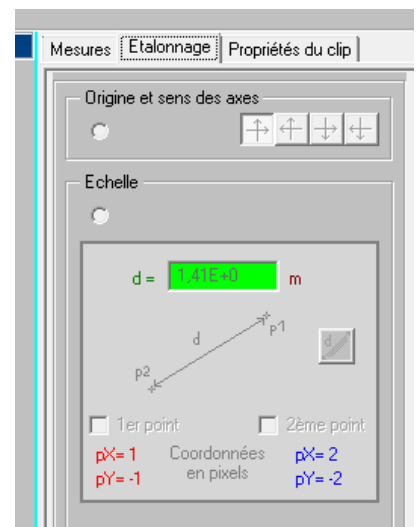
✂ À droite de l'écran, Cliquer sur l'onglet « Mesure »

✂ Choisir l'origine des temps $t = 0$ sur l'image $n^o = \dots$ où le camion se met en mouvement.

✂ Pointer la position du nez du camion pour chaque position successive de l'ascenseur jusqu'à la fin du mouvement.

✂ Cliquer sur l'onglet « Fichier » puis « Mesures » puis « Copier dans le presse papier »

On a ainsi pointé les positions successives de notre système « le camion » à chaque image. On connaît donc les coordonnées du camion dans le temps.



Decimales de t

Unités de x, y

t (s)	x (m)	y (m)
0,000		
0,800		
0,840		

Origine des dates (t = 0) : image n°

4

Point suivant auto.
☒

Point n° 1
dessiné
☒
axes
☒

Points / image 1

Effacer

On va à présent, tracer les courbes de la position, la vitesse et l'accélération de notre système en fonction du temps.

✂ Ouvrir le logiciel « Regressi » situé sur le bureau de votre session

✂ Cliquer sur « Fichier » puis « Nouveau » puis

« Presse papier »

✂ Dans le graphique, n'afficher que y en fonction de t : $y = f(t)$

✂ Dans la fenêtre « grandeur », cliquer sur « Ajouter » et ajouter une nouvelle variable ayant pour nom : v , pour unité : m/s et étant la dérivée de y par rapport au temps : dy/dt

On a ainsi obtenu les courbes de la position y , de la vitesse v en fonction du temps.

Vérifier les vitesses atteintes au bout d'une distance $d = 10\text{ cm}$ puis $d = 30\text{ cm}$

Maintenant vous pouvez répondre à la problématique :

Données :

La pente mesure une longueur $d = 1,5\text{ m}$

masse camion $m = 100\text{ g}$

Inclinaison de la pente : $5,2^\circ$

On négligera tous les frottements.

Travail et énergie cinétique

Travaux pratiques 2 : Saut à moto

Le 31 mars 2008, l'Australien Robbie Maddison a battu son propre record de saut en longueur à moto à Melbourne. La Honda CR 500, après une phase d'accélération, a abordé le tremplin avec une vitesse de 160 km/h et s'est envolée pour un saut d'une portée égale à 107 m .

Données :

- Intensité de la pesanteur : $g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$
- Masse du système {moto+motard} : $m = 180 \text{ kg}$



Document 1 : Protocole expérimental

Pour l'expérience, nous assimilerons la balle de golf à la moto

✂ Ouvrir le logiciel « Avimeca » situé sur le bureau de votre session.

✂ Dans l'onglet « ouvrir » sélectionner « Ouvrir un clip vidéo » et importer la vidéo : *Parabole.avi*

✂ À droite de l'écran, sélectionner l'onglet « Etalonnage » et placer l'origine des axes au centre du véhicule avec l'axe verticale orienté vers le bas.

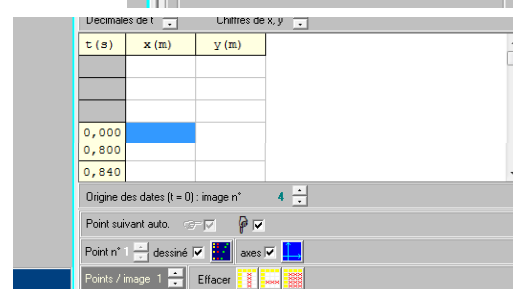
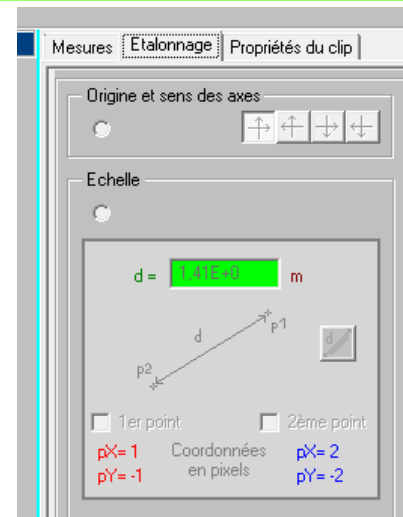
✂ Sélectionner ensuite l'échelle et placer les points sur le volet blanc de $0,79 \text{ m}$ situé sur l'image.

✂ À droite de l'écran, Cliquer sur l'onglet « Mesure »

✂ Choisir l'origine des temps $t = 0$ sur l'image $n^0 = \dots$ où la balle quitte la main du lanceur.

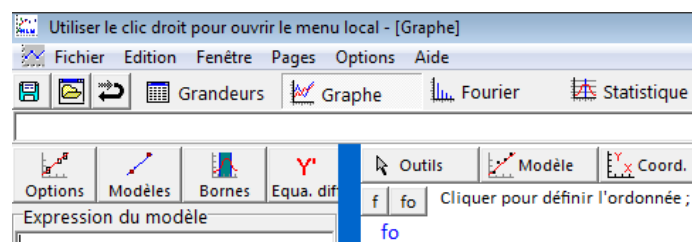
✂ Pointer la position du milieu de la balle pour chaque position successive jusqu'à la fin du mouvement.

✂ Cliquer sur l'onglet « Fichier » puis « Mesures » puis « Copier dans le presse papier »



On a ainsi pointé les positions successives de notre système « balle » à chaque image. On connaît donc les coordonnées de la balle dans le temps.

On va à présent, tracer les courbes de la position, la vitesse et l'accélération de notre système en fonction du temps.



✂ Ouvrir le logiciel « Regressi » situé sur le bureau ✂
Cliquez sur « Fichier » puis « Nouveau » puis « Presse papier »

✂ Dans le graphique, afficher que y en fonction de t :
 $y = f(t)$

Rédaction d'une équation :

Pour rédiger une équation mathématiquement, la position des opérateurs +, -, * et / ainsi que l'utilisation des parenthèses revêt une importance particulière.

Par exemple, on rédigera la formule de l'énergie cinétique : $E_c = \frac{1}{2}mv^2$ de la sorte : $E_c = 0,5 * m * (v^2)$

✂ Dans la fenêtre « grandeur », cliquer sur « Ajouter » et ajouter une nouvelle variable ayant pour nom : v , pour unité : m/s et étant une grandeur calculée par la formule : $v = \sqrt{x^2 + y^2}$.

✂ Dans la fenêtre « grandeur », cliquer sur « Ajouter » et ajouter une nouvelle variable ayant pour nom : E_c , pour unité : J et étant une grandeur calculée par la formule : $E_c = \frac{1}{2}mv^2$.

✂ Dans la fenêtre « grandeur », cliquer sur « Ajouter » et ajouter une nouvelle variable ayant pour nom : E_p , pour unité : J et étant une grandeur calculée par la formule : $E_p = m g y$.

✂ Dans la fenêtre « grandeur », cliquer sur « Ajouter » et ajouter une nouvelle variable ayant pour nom : E_m , pour unité : J et étant une grandeur calculée par la formule : $E_m = E_c + E_p$.

On a ainsi obtenu les courbes de l'énergie cinétique E_c , de l'énergie potentielle E_p et de l'énergie mécanique E_m en fonction du temps.

Discuter l'allure des courbes et expliquer si le principe de conservation de l'énergie est respecté.

1. Faire le bilan des forces qui s'appliquent sur le système {balle de golf}. La masse de la balle de golf vaut $m = 45\text{ g}$.
2. Quelle est l'allure de la trajectoire du centre d'inertie de la balle ?
3. Comment varient l'énergie cinétique et l'énergie potentielle de pesanteur de la balle de golf au cours du temps ?
Distinguer 2 phases.
4. Comment varie l'énergie mécanique au cours du temps ?
5. À quel moment la force de frottement aura-t-elle le plus d'effets ?

6. Déterminer le travail des forces qui s'appliquent sur le système {balle de golf}.
7. **Retour au cas de la moto :** Déterminer l'altitude h à laquelle est montée le motard sachant que la vitesse à l'arrivée est de 160 km/h .

Exercices

Exercice 1 : QCM

	A	B	C
La valeur du travail d'une force s'exprime en :	Joules (J)	Newton (N)	Newton.kilogramme ($N.kg$)
Le travail du poids d'un solide de 1 kg chutant de 1 m est égale à :	1 J	1 N	$9,81\text{ J}$
Parmi les expressions suivantes, lesquelles représentent le travail d'une force ?	$W = F \cdot AB \cdot \cos \alpha$	$W = F \cdot \theta$	$W = m \cdot g \cdot h$
Une force travail lorsque :	Elle est perpendiculaire au mouvement	Elle est opposé au mouvement	Elle est dans le sens du mouvement
Le théorème de l'énergie cinétique affirme que :	La variation d'énergie cinétique est égale à la somme des forces	La variation d'énergie cinétique est égale à la somme des énergies des forces	La variation d'énergie cinétique est égale à la somme des travaux des forces
La formule de la variation d'énergie cinétique de translation est :	$E_c = \frac{1}{2} m \cdot v^2$	$\Delta E_c = \frac{1}{2} m \cdot \Delta v^2$	$E_{cB} - E_{cA} = \frac{1}{2} m \cdot v_B^2 - \frac{1}{2} m \cdot v_A^2$
Une variation d'énergie potentielle dépend de :	La masse du système	La trajectoire du système	La variation d'altitude du système
L'énergie mécanique se conserve si :	La vitesse du système ne varie pas	Il y a absence de frottement	L'altitude ne varie pas

Exercice 2 : Téléphone tombant de la table

Votre téléphone de masse $m = 300 \text{ g}$ tombe du haut de la table d'une hauteur de 90 cm .

Données : $g = 9,81 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$

1. Quelles sont les forces qui s'exercent sur le téléphone lorsqu'il est posé sur la table ? Et lorsqu'il tombe ?
2. Calculer la valeur du poids P s'exerçant sur le téléphone.
3. Déterminer l'expression du travail des forces s'exerçant sur le téléphone durant la chute.
4. En déduire la valeur de la variation d'énergie cinétique ΔE_c du téléphone (en citant le théorème correspondant)
5. En déduire la vitesse à laquelle le téléphone frappe le sol.

Exercice 3 : Force de frottement à moto

Une moto et son passager ont une masse totale de 380 kg . Le motocycliste roule sur une route horizontale à 90 km/h . Arrivé au pied d'une côte de pente 8% , il passe au point mort. Une pente de 8% correspond à un angle α de $4,6^\circ$ avec l'axe horizontal. On négligera les frottements dans le problème.

1. Placer α sur le schéma et dessiner les forces qui s'exercent sur le système motard+ moto



2. Déterminer les expressions des travaux de ces forces. On appelle d la distance parcourue par le motard.
3. Calculer la variation d'énergie cinétique entre le début de la côte et l'arrêt de la moto, en déduire la distance parcourue par le motard.
4. En fait, il ne parcourt que 140 m . Évaluer la valeur de la force de frottement. On admettra que cette force est parallèle à la côte.

Exercice 4 : Force de frottements

La vitesse d'une automobile est stabilisée à $v_1 = 80,0 \text{ km.h}^{-1}$ sur une route rectiligne horizontale. Les forces de frottements sont modélisées par un vecteur \vec{f} , parallèle au sol mais opposé au sens de déplacement du véhicule. La valeur de ces forces est de $f_1 = 425 \text{ N}$.

1. Déterminer la valeur du travail W_1 de f_1 sur un parcours de 100 km , en précisant le référentiel d'études.
2. Les forces de frottements sont proportionnelles au carré de la vitesse v de la voiture. Calculer la valeur f_2 de f pour une vitesse $v_2 = 110,0 \text{ km.h}^{-1}$ ainsi que le coefficient de frottements. Calculer le travail W_2 de cette force sur un parcours de 100 km .

Exercice 5 : Locomotive

Une locomotive de masse $m = 70 \text{ T}$ exerce une force de traction de 5 kN sur un train. Le trajet est de 100 km et il est supposé rectiligne. Les rails exercent des forces de frottements valant $f = 2,5 \text{ kN}$.

1. Faire l'inventaire des forces qui s'appliquent sur la locomotive.
2. Calculer le travail de ces forces.

3. La vitesse initiale est de $90 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$. Calculer la vitesse finale de la locomotive au bout des 100 km .

Le trajet dure $2h$. Calculer la puissance moyenne déployée par la locomotive pour tracter le train.

Sujet Type Bac

PARTIE 1-ÉTUDE ÉNERGÉTIQUE SUR UN DÉPLACEMENT URBAIN.

Renseignements techniques (source constructeur) :

Masse en état de fonctionnement M (véhicule + conducteur) sans les passagers :

$$M = 17500 \text{ kg}$$

ARCHITECTURE HYBRIDE SÉRIE :

Génératrice à démarreur intégré de 200 kW produisant l'électricité pour recharger les batteries et alimenter le moteur électrique ainsi que pour assurer le redémarrage du moteur Diesel pour la fonction « Stop & Start ».

Batteries lithium-ion (11 kW) pour récupérer et stocker l'énergie cinétique au freinage. Elles se rechargent par l'électricité produite par le moteur électrique à la décélération et alimentent le moteur électrique à l'accélération.

Moteur électrique de traction de puissance utile 160 kW continu et 200 kW crête, entraînant l'essieu arrière. La fonction « Stop & Start » coupe le moteur Diesel à l'arrêt du véhicule.

Un système d'acquisition de données a été mis en place dans les autobus hybrides pour enregistrer les données concernant le fonctionnement du groupe motopropulseur ainsi que celles qui ont trait aux conditions d'utilisation des autobus.

On obtient dans un premier temps l'évolution de la vitesse en fonction du temps pour un déplacement entre deux points d'une ligne urbaine sur une durée d'environ 7 minutes (**Document 1 ci-dessous**).

RAPPEL

Énergie cinétique d'un solide en translation

Un solide de masse m animé d'un mouvement de translation à la vitesse v possède une énergie cinétique de translation :

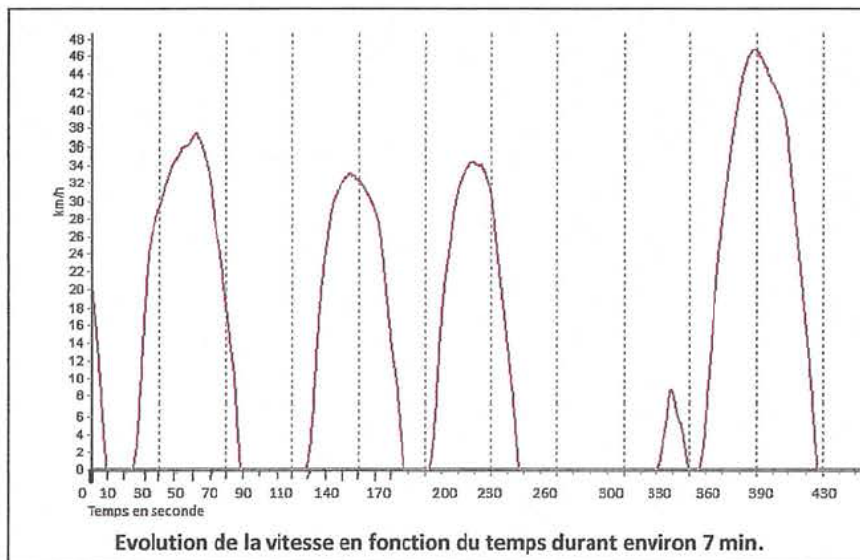
$$E_c = \frac{1}{2} m.v^2$$

Avec

E_c : énergie cinétique en joules (J)

m : masse du solide en kg

v : vitesse du solide en m.s^{-1}



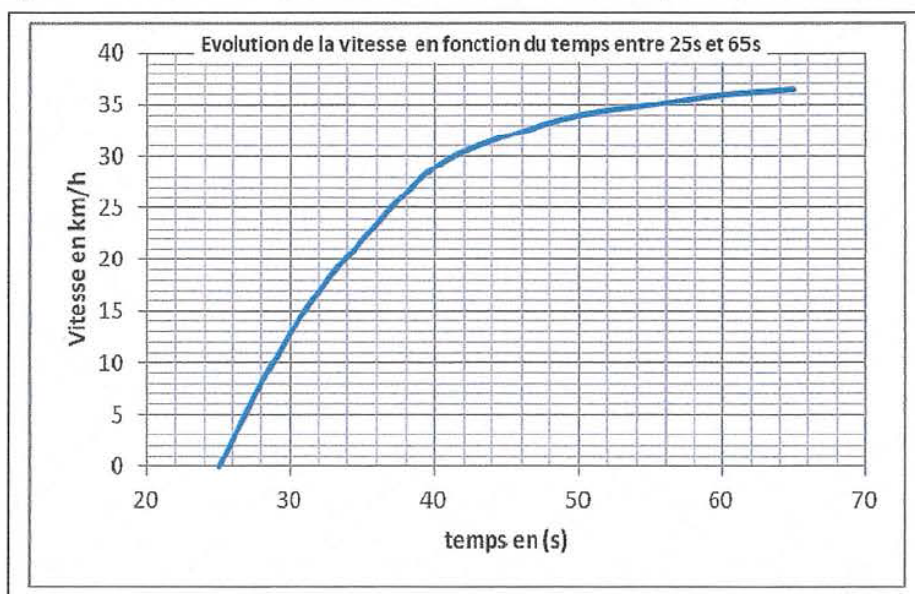
Document 1

1-1 Quelles sont les raisons de l'existence des périodes pour lesquelles la vitesse est nulle ?

On considère que **le mouvement du bus est horizontal** entre les dates $t_1 = 25 \text{ s}$ et $t_2 = 65 \text{ s}$.

Le graphe de l'évolution de la vitesse en fonction du temps est donné ci-dessous.

Document2



Document 2

1-2 L'accélération du bus entre ces deux dates est-elle constante ? Justifier.

1-3 Une seule des trois relations suivantes permet le calcul de la valeur de l'accélération, a. Laquelle?

1) $a = \Delta(v) \cdot \Delta(t)$

2) $a = \frac{\Delta(v)}{\Delta(t)}$

3) $a = \frac{\Delta(v)}{2 \cdot \Delta(t)}$

1-4 On considère que le bus transporte 20 passagers de masse unitaire 70 kg. Calculer la variation d'énergie cinétique de l'ensemble {bus+conducteur+passagers} entre ces deux dates, t_1 et t_2 .

1-5 Quel est le travail du poids sur ce trajet?

1-6 On veut évaluer les différents frottements au cours de ce mouvement.

1-6-1 Dans un premier temps, on prend en compte le frottement aérodynamique, ou traînée. La traînée est une force qui s'oppose à l'avancement d'un véhicule dans l'air. Elle devient très importante lorsque le déplacement se fait à des vitesses élevées. Son intensité se calcule à partir de la relation suivante.

$$T = \frac{1}{2} \cdot C_x \cdot \rho \cdot S \cdot V^2$$

Avec : T : valeur de la traînée en N (Newton)

C_x : coefficient de traînée (sans unité)

ρ : masse volumique du fluide en $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$

V : vitesse en $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$

S : maître couple en m^2 (correspond à la surface de la projection sur un plan vertical de la face avant)

Le coefficient de traînée C_x vaut, dans notre cas, 0,5. On prend la masse volumique de l'air $\rho_{\text{AIR}} = 1,29 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ et la surface (ou maître couple) de la projection du véhicule sur un plan perpendiculaire au déplacement $S = 8,41 \text{ m}^2$.

Quelle est la valeur maximale de la traînée sur ce mouvement?

1-6-2 L'autre force de frottement est la force de contact notée F_c (entre l'ensemble des pneus et la chaussée). Elle est définie par la relation ci-dessous:

$$F_c = K.M_T.g$$

Avec : $K = 0,028$ (pneus correctement gonflés)
 M_T : masse totale (en kg)
 $g : 9,81 \text{ N.kg}^{-1}$

Calculer sa valeur dans les conditions du déplacement.

1-7 Au vu des valeurs de ces deux frottements, et en considérant que l'on peut négliger une force par rapport à l'autre si celle-ci est au moins 10 fois plus faible, quel frottement pouvons-nous conserver dans l'étude ?

1-8 On étudie ci-dessous le démarrage du bus allant d'une vitesse nulle à celle de 20 km/h.

1-8-1 À l'aide du document 2, déterminer la durée nécessaire pour atteindre une vitesse de 20 km.h⁻¹

1-8-2 Sur cette durée, on considérera l'accélération constante et égale à 0,60 m.s⁻²

Évaluer la distance parcourue durant cette phase où la traction est exclusivement électrique. On rappelle que la distance d est donnée par :

$$d = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 + V_o$$

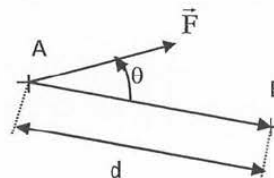
a : accélération (m.s⁻²)
 V_o : vitesse en début de mouvement (m.s⁻¹)
t : temps (s)

1-8-3 Sur le document réponse 1 (DR1), tracer l'allure du vecteur représentant la force de contact F_C et du vecteur représentant la force motrice F_M .

RAPPEL : travail d'une force constante :

Le travail d'une force, souvent noté W, s'exprime en joule (J). Cette grandeur correspond à l'énergie associée à une force \vec{F} au cours d'un déplacement \vec{AB} de longueur d.

$$W = \vec{F} \cdot \vec{AB} = F.d.\cos(\theta)$$



Théorème de l'énergie cinétique :

La variation de l'énergie cinétique E_C est égale à la somme des travaux des forces extérieures appliquées au système $\Sigma W_{F_{ext}}$:

$$\Delta(E_C) = \Sigma W_{F_{ext}}$$

- 1-8-4 En supposant la force de frottement horizontale et opposée au sens du mouvement, calculer le travail de la force F_C noté W_{F_C} sur ce petit déplacement d . Quel est son signe ?
- 1-8-5 Montrer -à l'aide du théorème de l'énergie cinétique que le travail de la force motrice w_{F_m} vaut 418 kJ.
- 1-8-6 En déduire la puissance motrice minimum P_{\min} sur ce déplacement.
- 1-8-7 En supposant le rendement de la transmission égal à 1, calculer la puissance utile minimum délivrée par le moteur.
- 1-8-8 Comparer cette valeur avec celle de la documentation. Pourquoi le constructeur prévoit-il une valeur de puissance crête nettement supérieure ?

Document réponse :

