

## Énergie cinétique et travail : activités

### Application 1

a. Calculer l'énergie cinétique :

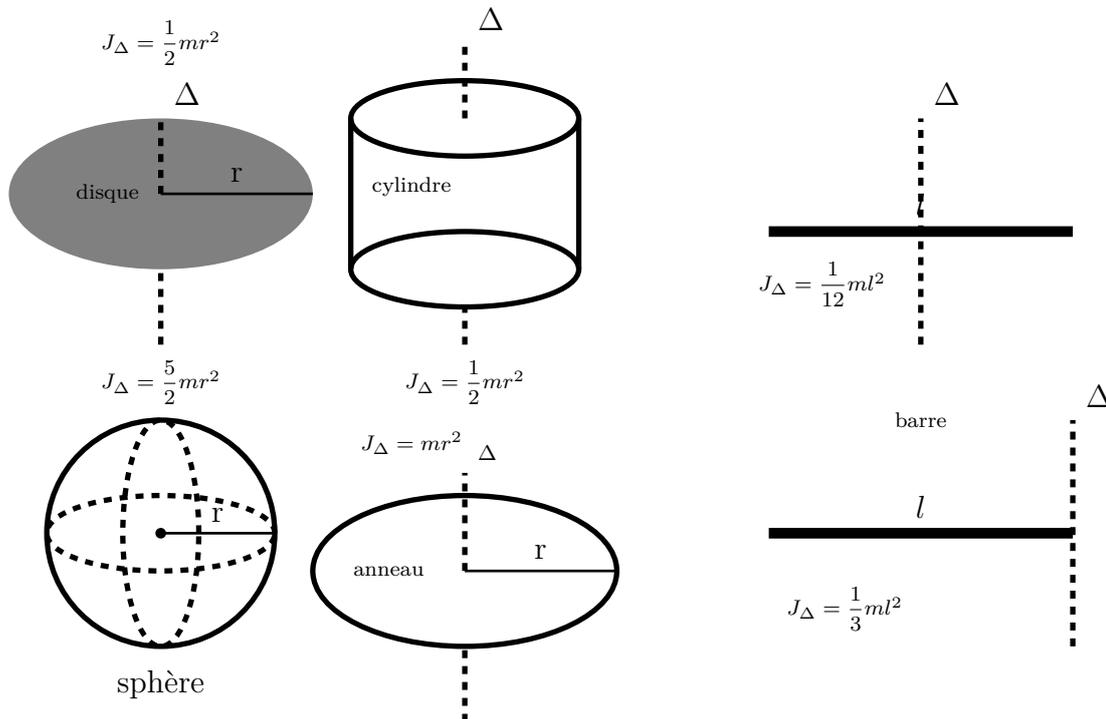
☞ d'une voiture de masse  $1,0\text{ tonnes}$  roulant à  $90\text{ km/h}$

☞ d'un camion de masse  $30\text{ tonnes}$  roulant à  $90\text{ km/h}$

b. Calculer la vitesse d'une voiture de masse  $1\text{ tonnes}$  ayant la même énergie cinétique que le camion roulant à  $90\text{ km/h}$

Quels commentaires, concernant la sécurité routière, inspirent ces résultats ?

### Quelques moments d'inertie des solides homogènes et de formes connues



### Application 2

Une roue de  $18\text{ kg}$  et de  $40\text{ cm}$  de diamètre tourne à la fréquence de rotation de  $1500\text{ tr/min}$ .

1. Calculer la vitesse linéaire d'un point de sa circonférence.

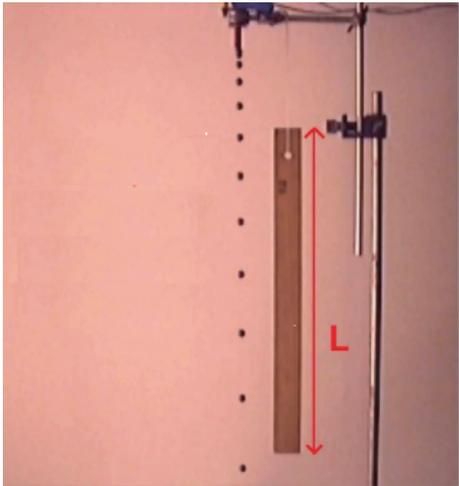
2. Déterminer son moment d'inertie et son énergie cinétique.

**Théorème de l'énergie cinétique**  
**Cas d'un corps solide en chute libre**  
**Activité 1**

A une distance  $h$  de la surface du sol , on lâche sans vitesse initiale , une balle de golf de masse  $m = 29,6g$  .

Avec un webcam on photographie son mouvement au cours de sa chute pendant des intervalles de temps successifs et égaux et avec un logiciel d'acquisition on détermine la position de la balle.

Les résultats obtenus sont regroupés dans le tableau suivant :



	$H_1$	$H_2$	$H_3$	$H_4$	$H_5$	$H_6$	$H_7$
$h(m)$	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
$V(m/s)$	1.4	1.98	2.42	2.8	3.13	3.43	3.7
$E_c(J)$							

1. Faire le bilan des forces exercées sur la balle et calculer la somme de leurs travaux entre les positions  $H_1$  et  $H_6$  .

.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....

2. Calculer la valeur de l'énergie cinétique à la position  $H_1$  et  $H_6$  . En déduire  $\Delta E_c$  la variation de l'énergie cinétique de la balle entre ces deux positions .

.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....

3. Comparer  $\Sigma W(\vec{F})$  et  $\Delta E_c$  dans ce cas et refaire la même chose pour le cas suivant :  $H_2$  et  $H_6$  . Conclure .

.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....

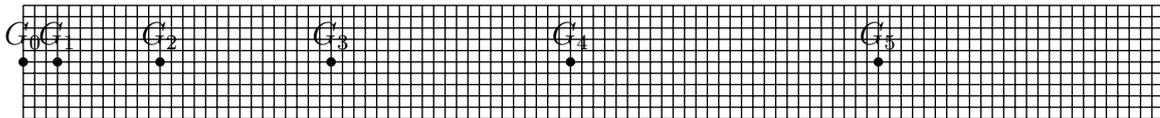
**Cas d'un corps solide en mouvement de translation sur un plan incliné**

**Activité 2 :**

Sur une table à coussin d'air , inclinée d'un angle  $\alpha = 5,52^\circ$  par rapport au plan horizontale .

De l'extrémité du banc , on lâche un mobile autoporteur A de masse  $m = 442g$  sans vitesse initiale et on enregistre le mouvement du point G pendant des intervalle de temps successifs et égaux  $\tau = 80ms$  .

On obtient l'enregistrement suivant :



1. Faire le bilan des forces exercées sur l'autoporteur et calculer la somme de leurs travaux entre les positions  $G_2$  et  $G_4$  .

.....

.....

.....

.....

.....

2. Calculer la valeur de l'énergie cinétique à la position  $G_2$  et  $G_4$  . En déduire  $\Delta E_c$  la variation de l'énergie cinétique du l'autoporteur entre ces deux positions .

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. Comparer  $\Sigma W(\vec{F})$  et  $\Delta E_c$  dans ce cas . Conclure .

.....

.....

.....

.....

.....

**Énergie cinétique et travail : exercices****Les étapes à suivre lors de l'application du théorème d'énergie cinétique :**

1. Préciser le système à étudier ;
  2. Choisir le corps de référence ( le repère Galiléen )
  3. Préciser les position de départ et d'arrivée
  4. Faire le bilan des forces extérieurs .
  5. Calculer leurs travaux
  6. Appliquer le théorème en utilisant l'expression de  $E_C$  convenable selon le type de mouvement (translation ou rotation )
- On prend dans tous les exercices la constante de pesanteur  $g = 9,80\text{N/kg}$

*Exercice 1 : QCM*

1. L'énergie cinétique est une grandeur :
  - algébrique
  - vectorielle
  - numérique positive
2. L'unité de l'énergie cinétique est :
  - joule (J)
  - watt (W)
  - ampère (A)
  - newton (N)
3. Lorsque la vitesse  $v$  du solide double, son énergie cinétique :
  - reste la même
  - double
  - multiplier par 3
  - multiplier par 4
4. L'énergie cinétique d'un corps solide de moment d'inertie  $J_\Delta$  , en mouvement de rotation autour d'un axe fixe  $\Delta$  avec une vitesse angulaire  $\omega$  est : 3. Lorsque la vitesse  $v$  du solide double, son énergie cinétique :
  - $E_c = \frac{1}{2}J_\Delta\omega^2$
  - $E_c = \frac{1}{2}M\omega^2$
  - $E_c = J_\Delta\omega^2$

*Exercice 2*

Répondre par vrai ou faux

1. L'énergie cinétique d'un objet dépend-t-elle du référentiel d'étude ?
2. Est-il possible que l'énergie cinétique d'un solide ne varie pas alors qu'il est soumis à des forces extérieures de résultante non nulle ?
3. L'énergie cinétique d'un objet soumis uniquement à l'action de son poids augmente-t-elle toujours ?
4. Dans l'expression de l'énergie cinétique, l'énergie cinétique s'exprime en joule, la masse en kilogramme et la vitesse en kilomètre par heure.
5. Lorsqu'un solide est en mouvement à vitesse constante, le travail de chacune des forces extérieures appliquées est nul.

6. L'unité du moment d'inertie d'un corps solide par rapport à l'axe de rotation , dans le système international est  $kg^2.m^2$
7. L'énergie cinétique d'un solide en rotation ne dépend que de la masse et la vitesse angulaire de rotation .
8. A vitesse angulaire constante , l'énergie cinétique d'une hélice est d'autant plus important que son rayon est grand .
9. la force de frottement diminue toujours l'énergie cinétique .
10. En mouvement uniforme la variation de l'énergie cinétique est nulle .

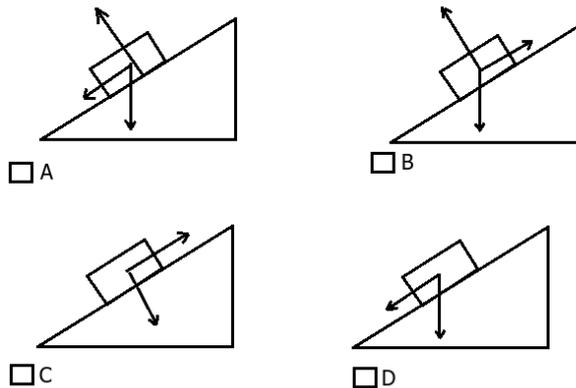
### Exercice 3

Un mobile de 100 kg, initialement au repos, est propulsé par une force  $\vec{F}$  sur un plan horizontal de longueur  $AB = 10m$  . À la fin de la propulsion, le mobile atteint la vitesse de  $18km/h$  et gravit un plan incliné d'un angle de  $15^\circ$  . Sur le plan incliné, il existe des forces de frottement solide  $f = 10N$

1. La norme de la force de propulsion  $\vec{F}$  vaut :

- A 125 N
- B 250 N
- C 500 N
- D 750 N

2. Parmi les schémas suivant, lequel représente le bilan des forces s'appliquant sur le mobile ?



3. Jusqu'à quelle hauteur (en mètre) le mobile peut-il arriver ?

- A 0,6
- B 1,2
- C 5,8
- D 10,3

### Exercice 4

Un obus de  $50kg$  est lancé par un canon avec une vitesse de  $700m/s$  ; il retombe sur le plan horizontal de départ avec une vitesse de  $400m/s$  .

1. Calculer la variation de l'énergie cinétique de l'obus entre le départ et l'arrivée .
2. Calculer le travail du poids de l'obus au cours de son déplacement .
3. Montrer qu'il existe une autre force agissant sur l'obus .
4. Quelle est la nature de travail de cette force ? en déduire l'orientation de cette force .
5. Quelle est l'effet de cette force sur l'obus .

## Exercice 5

Un pendule simple est constitué d'une bille métallique ponctuelle de masse  $m = 200g$ , accrochée à l'extrémité libre d'un fil inextensible et de masse négligeable, de longueur  $l = 20cm$ , l'autre extrémité du fil est fixé au point O d'un support.

On écarte le pendule de sa position d'équilibre stable E d'un angle de  $\theta_0 = 20^\circ$  et on le lâche sans vitesse initiale.

On appelle  $\theta$  l'angle qui fait le fil tendu avec l'axe vertical  $Oz$  orienté vers le haut à chaque instant.

1. Faire un schéma, représenter le pendule dans sa position de départ et dans sa position d'équilibre stable.
2. Faire le bilan des forces exercées sur la bille au cours de ce déplacement.
3. Montrer que le travail de la tension du fil est nul au cours du déplacement.
4. déterminer le travail du poids de la bille lorsque le pendule passe de  $\theta_0$  à  $\theta$  en fonction de  $\theta$ ,  $\theta_0$ ,  $g$ ,  $l$ , et  $m$ .
5. En appliquant le théorème de l'énergie cinétique, trouver l'expression de la vitesse de la bille lors de son passage par la position d'équilibre stable à la première fois. calculer sa valeur
6. Après le passage par cette position, le pendule continue sa trajectoire jusqu'au point A où il change de sens. calculer la cote  $z$  de A, en déduire l'angle  $\theta = (\overrightarrow{OE}, \overrightarrow{OA})$ .
7. Sur la verticale  $Oz$ , on place une butée au point B tel que  $OB = l/3$ . On écarte le pendule de longueur  $l$ , d'un angle  $\theta_0 = 20^\circ$  et on le lâche sans vitesse initiale. le fil bute sur B et le pendule continue sa trajectoire jusqu'au point A' où il change de sens. Calculer la nouvelle cote  $z'$  de A'.

## Exercice 6

1. Lors d'un freinage sur route sèche, l'action de la route sur les pneus fait un angle  $\varphi = 26^\circ$  avec la normale au sol.

Une voiture de masse  $m$  est animée d'une vitesse de  $90km/h$  sur une route horizontale. Le conducteur freine alors.

Exprimer la force de frottement en fonction du poids de la voiture.

En déduire la distance d'arrêt. Dépend-elle de la masse de la voiture.

2. Sur route humide, la distance de freinage est de  $90m$ . En déduire la nouvelle valeur de l'angle  $\varphi$ .
3. Quelle serait, sur route humide, la distance de freinage d'une voiture animée d'une vitesse de  $130km/h$

## Exercice 7

Un cylindre plein homogène de masse  $M = 20kg$  et de rayon  $R = 10cm$  a une hauteur  $h = 16cm$ . Il tourne autour de son axe de révolution  $\Delta$  à la vitesse  $\omega = 3600\text{tours}/\text{min}$ .

1. Quelle est son énergie cinétique  $E_c$ ?

On modifie la forme de ce cylindre en l'aplatissant, de façon à former un disque homogène, de même masse, d'épaisseur  $e = 1cm$  et de rayon  $R$ , qui tourne par rapport à son axe  $\Delta$ .

2. Par quel facteur a été multiplié le moment d'inertie de solide?

Quelle est la vitesse de rotation du disque s'il possède la même énergie cinétique que le cylindre ?

## Exercice 8

On considère le système mécanique représenté sur la figure (1), constitué par :

- un corps solide (S) de masse  $m = 0,8\text{kg}$  peut glisser sur un plan incliné d'un angle  $\alpha = 30^\circ$  par rapport au plan l'horizontal .

- une poulie homogène de rayon  $r = 10\text{cm}$ , peut tourner sans frottement autour de son axe de révolution  $\Delta$  et de moment d'inertie  $J_\Delta = 10^{-2}\text{kg.m}^2$

- un fil inextensible, de masse négligeable, enroulé sur la gorge de la poulie et son autre extrémité est fixé au corps solide (S) .

Pour soulever le corps (S) sur le plan incliné, on utilise un moteur lié à la poulie par un arbre qui tourne autour de l'axe fixe  $\Delta$  avec une vitesse angulaire constante  $\omega = 20\text{rad/s}$

A) On suppose que les frottement sont négligeable entre le solide et le plan incliné ;

1. Calculer l'intensité de la force  $\vec{T}$  exercée par le fil sur la poulie pour soulever le solide (S) de la position A à la position B . En déduire le moment du couple appliqué par le moteur sur la poulie .

2. Calculer la puissance moyenne développée par ce moteur .

B) Dans ce cas on suppose que les frottement ne sont plus négligeable et elles sont équivalentes à une seule force d'intensité  $f = 0,9\text{N}$  .

Lorsque le solide atteint le point B le fil se détache de la poulie, calculer la distance  $BC$  parcourue par le solide avant qu'il s'arrête au point C .

C) Pour faire ralentir le mouvement de la poulie, on lui applique à l'instant  $t = 0$  un couple de frottement de moment constant  $\mathcal{M}'_f = |8.10^{-2}\text{N.m}|$

la courbe représentée dans la figure (2) donne la variation de l'énergie cinétique de la poulie sous l'action du couple de frottement en fonction de de l'abscisse angulaire  $\theta$  lors de rotation de la poulie autour de l'axe  $\Delta$  .

1. A partir de la courbe, montrer que  $E_c(\theta) = -\frac{1}{4.\pi}\theta + 4$

2. Trouver la variation de l'énergie cinétique  $\Delta E_c$  de la poulie entre les deux instants  $t_0 = 0$  tel que  $\theta_0 = 0$  et  $t_1$  tel que  $\theta_1 = 16\pi\text{rad}$

3. Trouver les deux vitesse angulaires  $\omega_0$  et  $\omega_1$  de la poulie à  $t_0$  et  $t_1$

4. En appliquant le théorème d'énergie cinétique à la poulie entre  $t_0$  et  $t_1$ , calculer le travail effectué par le moteur et déduire le moment du couple moteur par rapport à l'axe  $\Delta$  .

5. Calculer  $\mathcal{M}''$  le moment du couple de frottement qu'on doit appliquer à la poulie pour qu'elle s'arrête après qu'elle effectue deux tours à partir à l'instant où est appliqué .

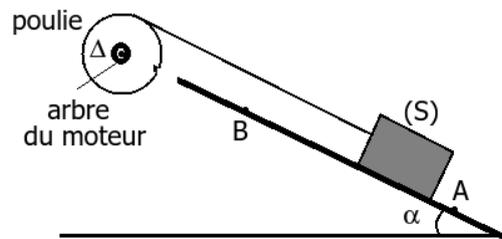


figure (1)

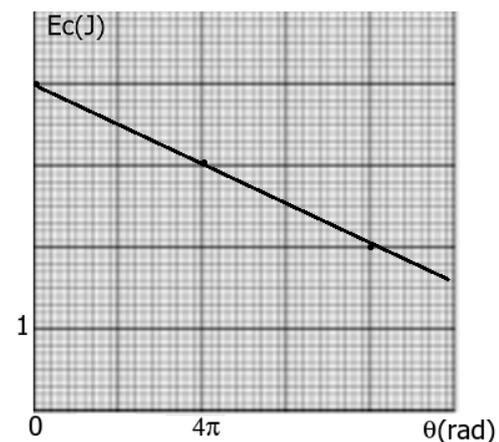


figure (2)