

Vrai / Faux

1. La puissance d'une force est toujours positive.

Vrai Faux

2. Le travail du poids entre A et B ne dépend pas de la trajectoire suivie par le point matériel entre ces A et B .

Vrai Faux

3. Dans un référentiel galiléen, la variation d'énergie cinétique entre deux points d'une trajectoire est égale au travail des forces conservatives entre ces mêmes points.

Vrai Faux

4. La force de rappel est une force conservative.

Vrai Faux

5. L'énergie potentielle gravitationnelle est $\propto \frac{1}{r^2}$.

Vrai Faux

6. Le travail des forces conservatives est à l'origine de la variation de l'énergie mécanique.

Vrai Faux

Pour bien démarrer

Exercice n°1 - Marsupilami (★)



Le Marsupilami est un animal de bande dessinée créé par Franquin. Ses capacités physiques sont remarquables, en particulier grâce à sa queue qui possède une force importante : le Marsupilami peut notamment sauter en enroulant sa queue comme un ressort entre lui et le sol. On note $l_0 = 2$ m la longueur à vide du ressort équivalent à la queue du Marsupilami. Lorsqu'il est complètement comprimé, la longueur minimale du ressort est $l_m = 50$ cm.

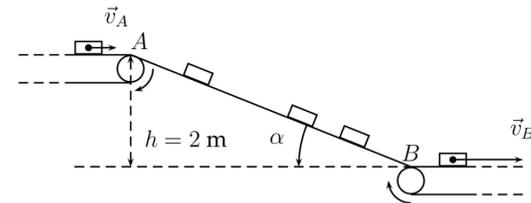
On supposera que le Marsupilami pèse 50kg et que sa queue quitte le sol lorsque le ressort mesure l_0 .

- Déterminer la constante de raideur de la queue du Marsupilami s'il est capable de sauter jusqu'à une hauteur $h = 10$ m.
- Quelle est la vitesse du Marsupilami lorsque sa queue quitte le sol ?

Exercices essentiels

Exercice n°2 - Convoyeur de colis (★★)

Étudions un convoyeur à colis présent dans un centre de tri postal. Les colis sont déchargés par un tapis roulant à la vitesse $v_A = 0,2$ m/s, puis glissent ensuite sur un plan incliné d'angle α par rapport à l'horizontale. Ils sont ensuite pris en charge au niveau du point B par un nouveau tapis roulant qui avance à la vitesse $v_B = 0,5$ m/s.



Suivant les lois de Coulomb du frottement solide, lors du glissement, les forces exercées par le tapis sur le colis sont reliées par $T = fN$ où T et N sont respectivement les normes de la réaction tangentielle et normale du support et $f = 0,4$ est le coefficient de frottement. Pour l'étude, on choisira un axe Ox colinéaire au plan incliné.

- Exprimer le travail du poids \vec{P} exercé sur le colis.
- Par application de la deuxième loi de Newton projetée selon un axe bien choisi, exprimer T en fonction de α .
- En utilisant le théorème de l'énergie cinétique, déterminer l'angle α pour que le convoyeur fonctionne correctement, c'est-à-dire pour que les colis arrivent en B avec la vitesse du deuxième tapis roulant.

Exercice n°3 - Comète de Halley (★★)

On considère le mouvement elliptique de la plus connue de toutes les comètes, celle de Halley, représenté ci-dessous. Les points P et A désignent le périhélie et l'aphélie, respectivement point le plus proche ($r_p = 88 \cdot 10^9 \text{m}$) et le plus éloigné ($r_A = 5,3 \cdot 10^{12} \text{m}$) du Soleil. On se place dans le référentiel héliocentrique supposé galiléen. Cette comète est uniquement soumise à la force gravitationnelle \vec{F}_G exercée par le Soleil. On note \vec{u}_r le vecteur unitaire radial, orienté du Soleil vers la comète.



1. Exprimer \vec{F}_G .
2. Exprimer l'énergie potentielle gravitationnelle dont dérive \vec{F}_G . On prendra l'énergie potentielle nulle à l'infini.
3. Lorsque la comète est à son aphélie, sa vitesse est minimale et vaut $v_A = 810 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. En exploitant la conservation de l'énergie mécanique de la comète, déterminer v_P , la vitesse à son périhélie.

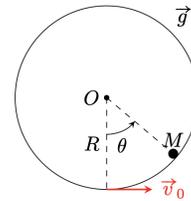
Exercice n°4 - Saut à l'élastique (★★)

Un individu de masse $m = 80 \text{ kg}$ saute à l'élastique d'un pont d'une hauteur $H = 112 \text{ m}$. Il est retenu par un élastique de raideur $k = 1\,000 \text{ N}\cdot\text{m}^{-1}$ et de longueur à vide $l_0 = 80 \text{ m}$. Il quitte le pont avec une vitesse négligeable. Les frottements sont négligés et le poids s'écrit $\vec{P} = mg\vec{e}_x$ avec $g = 9,81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ (Attention : ici la verticale est descendante !)

Le mouvement comprend deux parties distinctes : l'une où la force de rappel élastique est absente (élastique non tendu), l'autre où elle est présente.

1. Le système est-il conservatif ? Si oui, quelle est la valeur de son énergie mécanique E_m en prenant l'origine des énergies potentielles au point de départ ?
2. Déterminer v_1 , la vitesse atteinte par la personne lorsque l'élastique commence à se tendre (quelle est alors la longueur du ressort et l'altitude x_1 correspondante ?).

3. Déterminer et calculer la longueur l_{eq} de l'élastique à l'équilibre lorsque la personne est suspendue dans le vide. À ce stade, que dire de la sécurité de ce saut ?
4. Déterminer et calculer l'abscisse x_2 lorsque l'allongement de l'élastique est maximum. Le saut est-il sans risque ?

Exercice n°5 - Mouvement sur un cercle (★★)

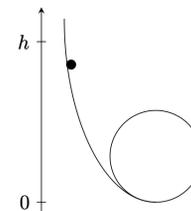
Une bille M de masse m peut se déplacer sans frottement sur la face intérieure d'un support circulaire vertical de rayon R . On la lance avec la vitesse horizontale \vec{v}_0 au point le plus bas du cercle.

1. En utilisant un théorème énergétique, établir l'équation du mouvement de M .
2. Montrer que la norme de la force de réaction du support circulaire vaut

$$N = m \left[\frac{v_0^2}{R} + g(3 \cos \theta - 2) \right]$$

3. Montrer que la bille reste en contact avec le support lors de tout le mouvement lorsque la vitesse initiale v_0 est supérieure à une vitesse v_{min} à déterminer.
4. Supposons $v_0 < v_{\text{min}}$. Déterminer l'angle auquel la bille quitte le support et tombe.

Pour aller plus loin

Exercice n°6 - Bille dans un tonneau (★★★)

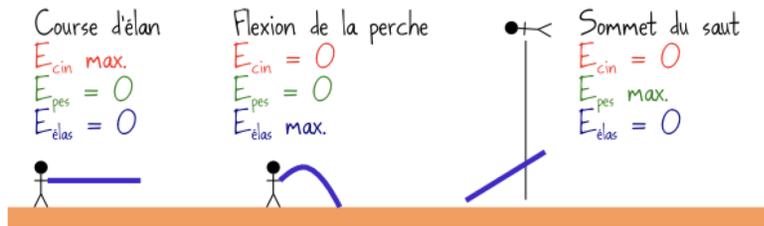
Sur Terre, on lâche une bille de masse m considérée ponctuelle sur une rampe depuis une hauteur h . Elle achève sa course dans un tonneau circulaire.

▷ Établir une condition sur la hauteur h pour que la bille fasse un tour complet dans le tonneau sans décoller.

Épilogue - Record de saut à la perche

Le record du monde de saut à la perche est détenu par le français Armand Duplantis, qui a franchi en 2023 une hauteur de 6,24 m.

Le schéma suivant, extrait du site Sciencetonnante, permet de comprendre les bilans d'énergie en jeu lors d'un tel saut. On indique que la vitesse maximale en sprint d'un coureur est de l'ordre de 10 m/s.



▷ À l'aide de considérations énergétiques, estimer la hauteur maximale que peut atteindre un sauteur à la perche. Cette hauteur maximale dépend-elle de la hauteur de la perche ? Quel est le rôle de la perche d'un point de vue énergétique ?

Éléments de réponse

Vrai / Faux :

1. Faux 2. Vrai 3. Faux 4. Vrai 5. Faux 6. Faux

Exercice n°1 :

1. $k = 4,4 \cdot 10^3 \text{ N/m}$ 2. $v = 88 \text{ m/s}$.

Exercice n°2 :

1. $W_{AB}(\vec{P}) = +mgh$ 2. $T = fmg \cos \alpha$ 3. $\tan \alpha = \frac{2fgh}{v_A^2 - v_B^2 + 2gh}$.

Exercice n°3 :

3. $v_P = 54,5 \text{ km}\cdot\text{s}^{-1}$.

Exercice n°4 :

1. $E_m(t=0) = 0$ 2. $v_1 = \sqrt{2gl_0}$ 3. $l_{\text{éq}} = l_0 + \frac{mg}{k}$ 4. $x_2 = l_{\text{éq}} + \sqrt{l_{\text{éq}}^2 - l_0^2} =$

92 m. Ouf !

Exercice n°5 :

1. On applique le TEM : on trouve $\ddot{\theta} + \frac{g}{R} \sin \theta = 0$ 2. PFD, puis on exploite la conservation de E_m . 3. $v_{\text{min}} = \sqrt{5gR}$ 4. $\theta = \arccos\left(\frac{2}{3} - \frac{v_0^2}{2gR}\right)$

Exercice n°6 :

- ▷ On trouve $h > \frac{5}{2}R$