

INTERROGATION - PHYSIQUE

Lundi 22 Novembre 2021

Durée : 45 min.

Exercice 1 : Vrai ou Faux (~ 5 points)

Pour chacune des affirmations suivantes, dire si elle est Vraie ou Fausse. Justifier *brièvement*.

- 1/ Le travail d'une force s'exprime en Watt. **Faux. En Joule.**
- 2/ L'énergie mécanique d'un système s'exprime en Joule. **Vrai**
- 3/ Le moment cinétique d'un système dépend de la masse du système qui la subit. **Vrai :**
 $\vec{L} = m \vec{r} \wedge \vec{v}$.
- 4/ Le moment d'une force \vec{F} est colinéaire à \vec{F} . **Faux. $\vec{\Gamma}_F = \vec{r} \wedge \vec{F}$ est perpendiculaire à \vec{F} .**
- 5/ Le moment cinétique d'un système dépend de des forces qu'il subit. **Faux : $\vec{L} = m \vec{r} \wedge \vec{v}$.**

Exercice 2 : Bases, produit scalaire et produit vectoriel (~ 3 points)

Suivant les cas, $(\vec{u}_x, \vec{u}_y, \vec{u}_z)$ et $(\vec{u}_r, \vec{u}_\theta, \vec{u}_z)$ sont des bases orthonormées directes. Dans les calculs, vous ferez attention à ne pas confondre produit vectoriel et produit scalaire!

- 1/ Est-ce que $(-\vec{u}_x, \vec{u}_y, \vec{u}_z)$ est une base directe ou indirecte? **Indirecte.**
- 2/ Est-ce que $(\vec{u}_z, \vec{u}_r, \vec{u}_\theta)$ est une base directe ou indirecte? **Directe.**
- 3/ $(5\vec{u}_x + 2\vec{u}_y + \vec{u}_z) \wedge \vec{u}_x$ **$-2\vec{u}_z + \vec{u}_y$.**
- 4/ $(\vec{u}_\theta + 3\vec{u}_z) \wedge (\vec{u}_r + 4\vec{u}_\theta)$ **$-\vec{u}_z + 3\vec{u}_\theta - 12\vec{u}_r$.**
- 5/ $(2\vec{u}_y + \vec{u}_x) \cdot \vec{u}_x$ **1**
- 6/ $(\vec{u}_x \cdot 2\vec{u}_z) \vec{u}_y$ **$\vec{0}$**

Exercice 3 : Balance (~ 7 points)

Sur une balance se trouvent : une pomme ($m_1 = 30$ g) d'un côté, posée à une distance d_1 du pivot et N kiwis de l'autre, disposés à une distance d_2 du pivot. Chaque kiwi a une masse de ($m_2 = 10$ g). Le pivot est en O et est pris comme centre du repère. L'axe Ox est l'axe horizontal. L'axe Oz est l'axe vertical. On appelle θ l'angle que fait la balance avec l'horizontale.

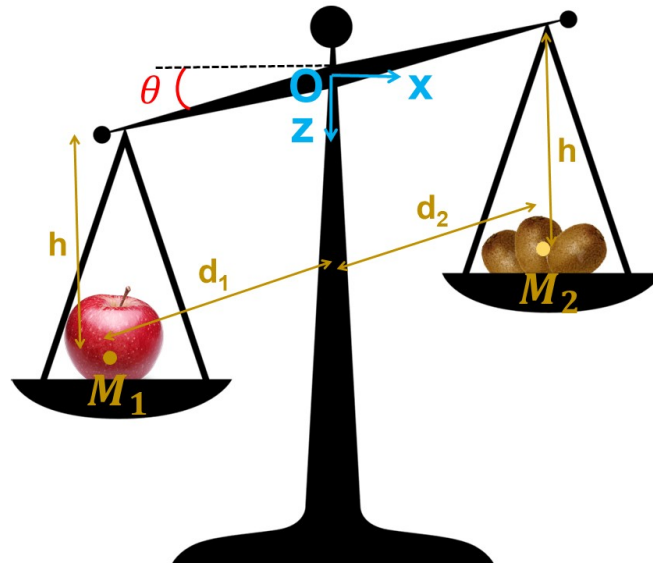


FIGURE 1 – Balance. Source : PNG Arts, StickPNG, Mairie de Fonsorbes.

- 1/ Quel est l'axe de rotation de la balance ? Oy
- 2/ Soit M_1 la position de la pomme. Exprimer $\overrightarrow{OM_1}$ dans le repère $(\vec{u}_x, \vec{u}_y, \vec{u}_z)$ en fonction de d_1 et θ . $\overrightarrow{OM_1} = -d_1 \cos\theta \vec{u}_x + (d_1 \sin\theta + h) \vec{u}_z$.
- 3/ Soit M_2 la position des kiwis. Exprimer $\overrightarrow{OM_2}$ dans le repère $(\vec{u}_x, \vec{u}_y, \vec{u}_z)$ en fonction de d_2 et θ . $\overrightarrow{OM_2} = -d_2 \cos\theta \vec{u}_x + (h - d_2 \sin\theta) \vec{u}_z$.
- 4/ Exprimer littéralement le moment $\vec{\Gamma}_{P_1}$ du poids de la pomme par rapport à O en fonction de d_1 , θ , M_1 et g . $\vec{\Gamma}_{P_1} = M_1 g d_1 \cos\theta \vec{u}_y$.
- 5/ Exprimer littéralement le moment $\vec{\Gamma}_{P_2}$ du poids des kiwis par rapport à O en fonction de d_2 , θ , M_2 et g . $\vec{\Gamma}_{P_2} = -M_2 g d_2 \cos\theta \vec{u}_y$.
- 6/ Énoncer le théorème du moment cinétique. $\frac{d\vec{L}}{dt} = \sum \vec{\Gamma}_{\vec{F}_{ext}}$.
- 7/ Expliquer qualitativement (sans équation, mais avec des arguments physiques) ce qui se passe si $d_1 = d_2$ suivant le nombre N de kiwis. Si $N < 3$, la balance penche vers la pomme. Si $N = 3$, on a équilibre. Si $N > 3$, la balance penche du côté des kiwis.
- 8/ Si la pomme est à une distance $d_1 = 0.1$ m, à quelle distance minimale d_2 doit-on placer un unique kiwi pour faire basculer la balance du côté du kiwi ? Il faut que $\vec{\Gamma}_{P_1} = \vec{\Gamma}_{P_2}$. Donc $M_1 d_1 = M_2 d_2$, soit $d_2 = 30$ cm.

Exercice 4 : Patinage artistique (~ 5 points)

On va examiner le mouvement d'une patineuse artistique en rotation autour de l'axe Oz vertical, comme décrit figure 2. On prendra son centre d'inertie à l'origine O du repère. Les questions 1. et 2. sont indépendantes.

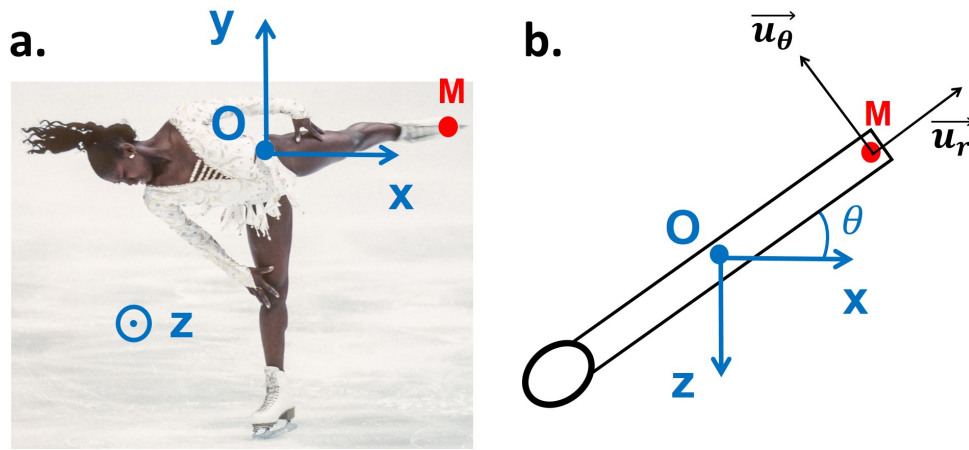


FIGURE 2 – a. Rotation d’une patineuse artistique. Source : Eurosport. b. Schématisation de la patineuse dans le plan Oxz .

1/ Étude du mouvement du pied M de la patineuse

- (a) Quel est la nature du mouvement de M (rectiligne, ellipsoïdal, circulaire, ...)? Dans quel plan se fait le mouvement? **Le mouvement est circulaire dans le plan Oxz .**
- (b) Si on note r la distance OM et ω la vitesse *angulaire* de rotation, exprimer la vitesse \vec{v} du point M dans le repère polaire associé $(\vec{u}_r, \vec{u}_\theta, \vec{u}_y)$. **$\vec{v} = r\omega\vec{u}_\theta$**
- (c) Déterminer l’expression littérale du moment cinétique \vec{L}_M du point M (le pied a une masse m) par rapport au point O , en simplifiant au maximum l’expression obtenue. **$\vec{L} = mr^2\omega\vec{u}_y$**

2/ Étude du mouvement de la patineuse

- (a) Indiquer les forces auxquelles est soumise la patineuse (on néglige les frottements). **Le poids et la réaction de la glace.**
- (b) Que vaut le moment des différentes forces que vous avez trouvées? **Pour ces deux forces, le moment est nul.**
- (c) Que vaut $\frac{d\vec{L}}{dt}$, où \vec{L} est le moment cinétique de la patineuse entière? **$\frac{d\vec{L}}{dt} = \vec{0}$.**
- (d) En l’absence de frottement, le moment cinétique de la patineuse change-t-il? **Non.**
- (e) Si elle se redresse de telle manière à être toute droite, sa vitesse de rotation augmente-t-elle ou diminue-t-elle? **Sa vitesse de rotation augmente.**