Physique Générale A

Série d'exercices 4: Rotations bis 28 Octobre 2025

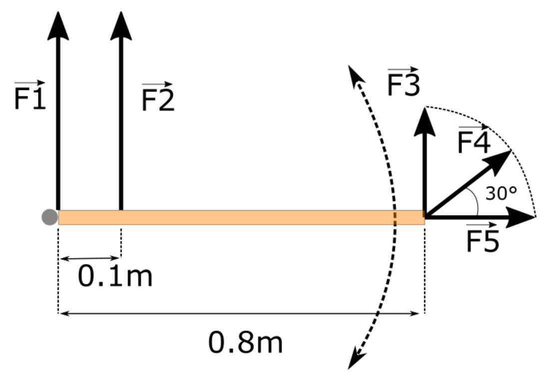
Remarque : les exercices au format QCM devraient être réalisables en 2 minutes environ. Des exercices plus longs sont proposés afin d'approfondir vos connaissances. Ceux-ci font toutefois partie du champ de l'examen.

1.) **QCM A : Porte**

Parmi les cinq forces présentées sur le dessin, laquelle produira le plus grand moment de force par rapport à l'axe de rotation ?

On donne:

- $||\vec{F_1}|| = ||\vec{F_2}|| = 20$ N
- $||\vec{F_3}|| = ||\vec{F_4}|| = ||\vec{F_5}|| = 10$ N



A. $\vec{F_1}$
B. $\vec{F_2}$
C. $\vec{F_3}$
D. $\vec{F_4}$
E. $\vec{F_5}$

2.) **QCM A : Stylo en rotation**

Un étudiant joue avec son stylo de masse $m = 0{,}2$ kg. Il s'amuse à le faire tourner autour de son centre sur la table (on néglige les frottements entre la table et le stylo ainsi que ceux de l'air). Le stylo peut être considéré comme une barre de longueur $L = 10$ cm. Si le stylo est initialement à l'arrêt et qu'on lui applique un moment de force de 2×10^{-3} N.m, quelle est la valeur de l'accélération angulaire ?

A. 6 rad.s^{-2}
B. 10 m.s^{-2}
C. 12 rad.s^{-2}

D. 0,2 m.s^{-2}

E. 1,2 rad.s^{-2}

3.) **QCM K' : Moment d'inertie d'une fusée :**

Soit une fusée de rayon r = 10 m et de masse m = 10^3 kg. La fusée peut être approximée par un cylindre de densité homogène.

A. Le moment d'inertie de la fusée par rapport à son axe de symétrie est de 10^5 kg.m.

B. Si la masse de la fusée est divisée par deux, son moment d'inertie aussi.

C. Si le diamètre de la fusée est multiplié par 3, son moment d'inertie est multiplié par 9.

D. Pour obtenir une même accélération angulaire, plus le moment d'inertie est grand, plus le moment de force à appliquer doit être petit.

4.) **QCM A : Roue à aubes**

On considère une roue à aubes ayant un moment d'inertie de 500 kg $\cdot$ m^2 pour un rayon de 100 cm et faite en bois dur, attachée en son centre. Elle est initialement immobile. On ouvre une conduite qui fait tomber de l'eau sur les pales de la roue, seulement d'un côté (voir schéma). On modélise l'effet de la chute d'eau par une force $\vec{F}$ constante au cours du temps de 100 N, tangentielle à la roue et appliquée à sa périphérie. On néglige les frottements.

Quelle est la vitesse angulaire de la roue 20 secondes après l'ouverture de la conduite ?

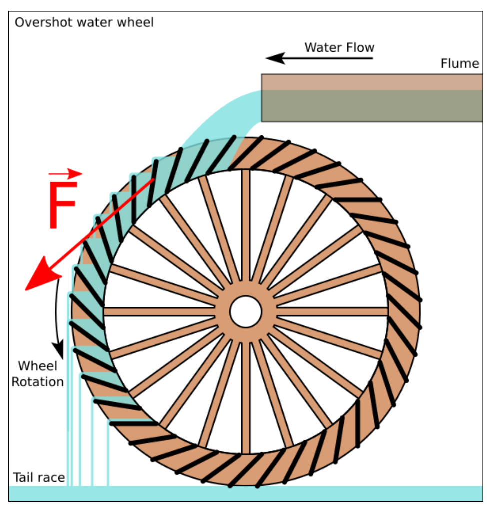
A. 4 rad $\cdot$ s^{-1}

B. 10 Hz

C. 16 rad $\cdot$ s^{-1}

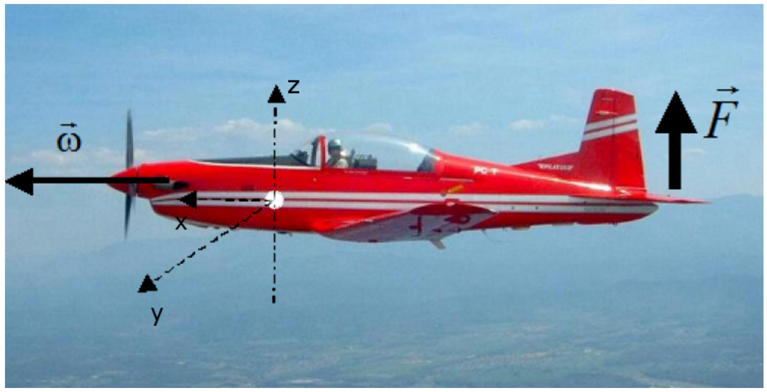
D. 20 Hz

E. 24 rad $\cdot$ s^{-1}



5.) **QCM A : Avion**

L'hélice d'un avion tourne à une vitesse angulaire ω (de norme constante) dans le sens indiqué sur la figure. L'avion peut tourner sur lui-même autour d'un axe passant par son centre de masse (indiqué par un point blanc placé à l'origine des axes). Lorsqu'une force $\vec{F}$ dirigée vers le haut est appliquée à l'extrémité arrière de l'avion, on peut affirmer que :



A. Le moment de force produit par $\vec{F}$ rentre dans la feuille.

B. Le vecteur moment cinétique de l'avion est conservé.

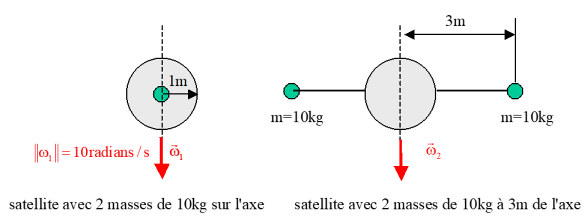
C. L'avion tourne sur sa gauche.

D. Si la force était appliquée au centre de masse, l'avion tournerait davantage.

E. Si la force était appliquée sur l'extrémité avant de l'avion vers le bas, l'avion décrirait exactement le même mouvement de précession que dans le cas d'une force de même norme dirigée vers le haut appliquée à l'extrémité arrière.

6.) **QCM K' : Satellite**

Un satellite a un rayon de 1 m, et il tourne autour de son axe vertical. On y attache 2 masses ponctuelles de 10 kg, situées sur l'axe de rotation. La vitesse angulaire du système vaut 10 rad/s (image de gauche). Le moment d'inertie du satellite avec les 2 masses sur l'axe de rotation vaut 20 kg.m^2. Ces deux masses ponctuelles sont soudain écartées pour se placer à 3 m de l'axe de rotation elles sont maintenues solidaires du satellite avec une tige rigide de masse nulle (image de droite). Une fois les masses écartées à 3 m on peut affirmer que:



A. Le moment d'inertie du satellite avec 2 masses à 3 mètres vaut 200 kg.m^2

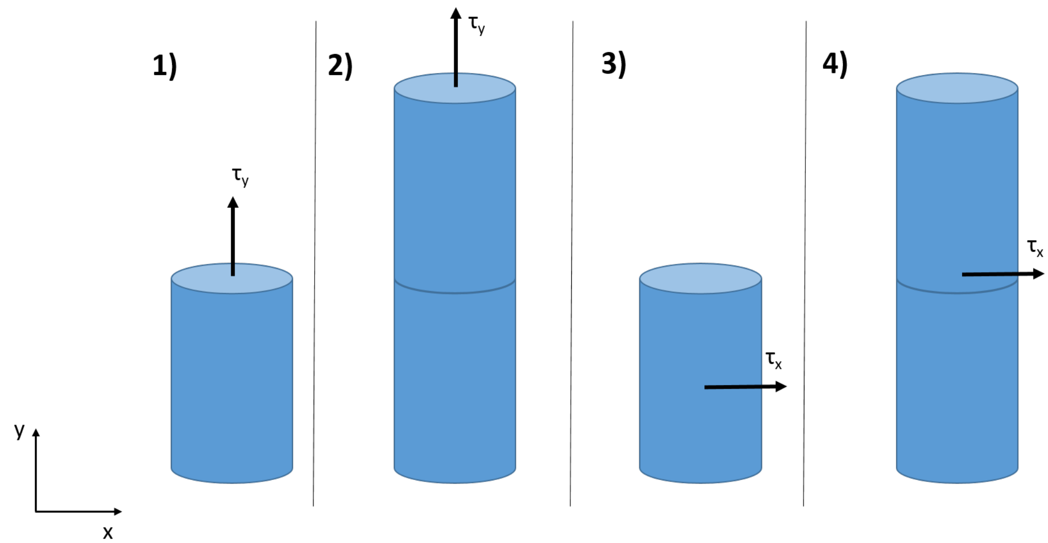
B. La vitesse angulaire du satellite vaut 1 rad/s

C. La vitesse d'un point à la surface du satellite vaut 1 m/s (après l'écartement)

D. La vitesse d'une masse vaut 3 m/s (après l'écartement)

7.) **QCM K':Cylindres en rotation**

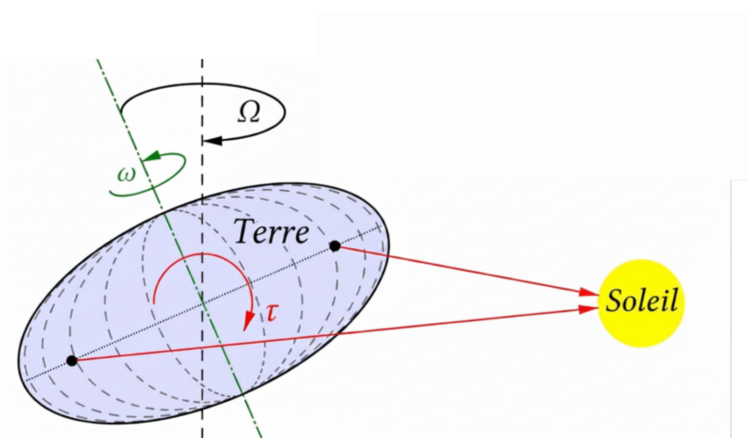
On considère les quatre cylindres pleins représentés ci-dessous, tous de même rayon, de même masse volumique, et de longueur L ou $2L$. On applique un moment de force τ_y sur les cylindres 1 et 2 (afin de les faire tourner autour de l'axe y), et un moment τ_x sur les cylindres 3 et 4 (afin de les faire tourner autour de l'axe x). τ_x et τ_y sont de même normes.



On peut affirmer que:

A. Le cylindre 2 subira une accélération angulaire deux fois moins grande que le cylindre 1.
B. Le cylindre 4 subira une accélération angulaire deux fois moins grande que le cylindre 3.
C. Le cylindre 1 et le cylindre 3 subiront une accélération angulaire de même norme.
D. En comparant deux formes quelconques, la plus lourde sera toujours la plus difficile à faire tourner sur elle-même.

8.) **QCM K' : Précession de l'axe terrestre**



La Terre n'est pas une sphère parfaite, mais présente un léger renflement à l'équateur. Cette forme particulière (exagérée sur la figure) fait en sorte que la force gravitationnelle du Soleil tende à corriger l'inclinaison de l'axe de rotation terrestre, c'est-à-dire à le redresser.

L'axe de rotation de notre planète subit donc un mouvement de précession avec une période mesurée de 26 000 ans. (On considère pour la Terre une inertie de $9{,}83 \times 10^{37}$ kg $\cdot$ m^2). (utilisez-vous la relation qui lie la vitesse angulaire de précession au moment de torsion perpendiculaire à l'axe de rotation :

$$\Omega = \frac{\tau}{L}$$

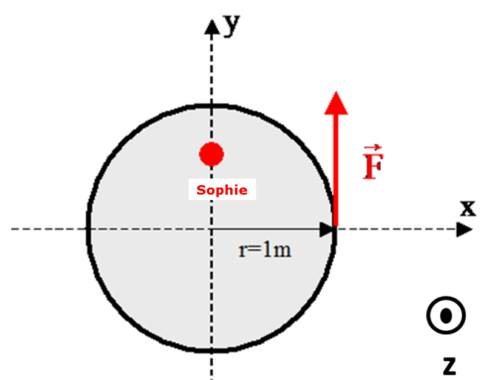
)

On peut alors affirmer que :

A. Le Soleil exerce un moment de force net sur la surface de la Terre, perpendiculaire à l'axe de rotation.
B. Il n'est pas possible de connaître le moment cinétique propre de la Terre sans savoir en combien de temps elle effectue une révolution autour du Soleil.
C. Sachant que la période de rotation est de 24 heures, on peut dire que le moment angulaire terrestre vaut
$$L_T = 1{,}12 \times 10^{27}\,\mathrm{kg}\cdot\mathrm{m}^2\cdot\mathrm{rad/s}.$$
D. Le moment de la force exercé par le Soleil sur la Terre est
$$\tau_S = 5,48 \times 10^{22}\,\mathrm{N}\cdot\mathrm{m},$$

9.) **Exercie d'approfondissement : Sophie et son manège**

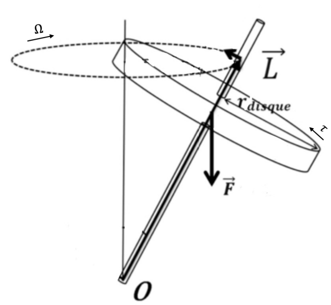
Sophie est assise sur son manège préféré (voir schéma). Initialement, le manège est à l'arrêt. A partir de 14h00min00s, sa maman applique une force $\vec{F}$ tangentielle d'une norme de 10 N constante au cours du temps. On néglige les frottements et on suppose que Sophie est parfaitement immobile à l'intérieur du manège. Le moment d'inertie du manège avec Sophie dessus vaut 50 kg.m^2.



A. Quelles sont la norme et l'orientation du moment de la force $\vec{F}$?
B. Calculez la norme et l'orientation de l'accélération angulaire du manège.
C. Sophie est à 50 cm du centre du manège. Quelles sont sa vitesse angulaire et sa fréquence de rotation à 14h02min00s ?

10.) **Exercie d'approfondissement : La toupie simple**

On souhaite étudier le fonctionnement d'une toupie simple: un disque qui est traversée de manière perpendiculaire par une tige. Prenons un disque de masse m = 0,5 kg et un rayon r = 0,2 m, qui tourne à une vitesse angulaire ω = 10 rad/s autour de son axe vertical. La tige de support a une longueur l = 0,6 m. La toupie possède un moment cinétique qui a une valeur de 0.1 kg.m^{2}rad/s.



A. Si on applique sur le bord du disque une force dont le moment, $\tau = 2$ N.m, est en sens inverse de la vitesse du point du disque où la force est appliquée (on s'intéresse à la vitesse du point d'application de la force et non au vecteur vitesse de rotation), quelle est la direction de la précession et quelle est la vitesse de celle-ci ?

B. On change un peu notre toupie et on réduit la longueur de la tige l à 0.4 m (la même force est appliquée au bout de la tige). Est-ce-que ce changement a un effet sur la fréquence de précession de la toupie ? Si oui, comment va-t-elle changer ?

C. Maintenant considérons une autre toupie qui a un moment cinétique plus élevé que la toupie décrite dans les points précédents (on lui applique la même force que précédemment). Que peut-on dire sur la précession de cette toupie par rapport à celle des points précédents ?

Réponses:

1.) C

2.) C

3.) Faux, Vrai, Vrai, Faux

4.) A

5.) C

6.) Vrai, Vrai, Vrai, Vrai

7.) Vrai, Faux, Faux, Faux

8.) Vrai, Faux, Faux, Vrai

9.) $\vec{\tau}$=10 $\vec{u_z}$ N.m, $\vec{\alpha} = 0.2\ \vec{u_z}$ rad.s^{-2}, $\omega = 24$ rad.s^{-1} et f=3.8 Hz

10.) A. Dans le sens des aiguilles d'une montre et $\Omega = 20\,\text{rad/s}$.

B. Oui. La fréquence de précession diminue.

C. La fréquence de précession diminue.