

Nom:

No. d'étudiant:

1^{ière} partie : Questions choix-multiples (11 questions)

1. La version de votre TEST est indiquée sur la première page. Quelle est la version de votre examen?
 (a) VERSION A (b) VERSION B (c) VERSION C (d) VERSION D

2. Une balle de 10 g vient s'encastrer dans un bloc de 1 kg suspendu à une longue corde. Si la balle se déplaçait à 300 m/s avant la collision, à quelle hauteur va monter le bloc avec la balle?

- (A) 0,45 m
 (B) 15,3 m
 (C) 1.53 m
 (D) 45 m
 (E) Il n'y a pas assez d'information pour résoudre ce problème.

$$m v_i = (m+M) v_f$$

$$(0.01 \text{ kg})(300 \text{ m/s}) = (1.01 \text{ kg}) v_f$$

$$v_f = 2.97 \text{ m/s}$$

$$\frac{1}{2}(m+M)v_f^2 = (m+M)gh$$

$$h = 0.45 \text{ m}$$

3. Une sphère ayant un moment d'inertie de 3 kg·m² par rapport à son centre tourne, mais sa vitesse angulaire change de 4 rad/s après l'application d'un moment de force de 2 N·m pendant 6 secondes. Si sa vitesse angulaire initiale était 10 rad/s, quel est le changement d'énergie cinétique rotationnelle, en Joules?

- (A) 72
 (B) 144
 (C) 150
 (D) 126
 (E) 300

$$\omega_i = 10 \text{ rad/s}$$

$$\omega_f = 14 \text{ rad/s} \text{ ou } 6 \text{ rad/s}$$

$$\Delta K_{\text{rot}} = \frac{1}{2} I \omega_f^2 - \frac{1}{2} I \omega_i^2$$

$$= \frac{1}{2} (3 \text{ kg m}^2) (14 \text{ rad/s})^2 - \frac{1}{2} (3 \text{ kg m}^2) (10 \text{ rad/s})^2 = 144 \text{ J}$$

4. Une particule de masse m = 100 g et vitesse 5 m/s frappe et colle tout juste sur le côté d'un cylindre solide (disque) de masse M = 1 kg et de rayon R = 20 cm, tel que dessiné dans la figure. Si le cylindre est initialement au repos et peut tourner sans frottement sur son axe de rotation passant par son milieu, quel est la vitesse angulaire final (arrondie), en rad/s, du système après la collision?

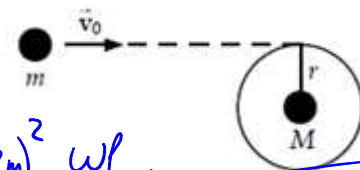
- (A) 8
 (B) 2
 (C) 6
 (D) 4
 (E) 10

$$L_i = L_f$$

$$I_i \omega_i = I_f \omega_f$$

$$m r^2 \left(\frac{v_o}{r}\right) = \left(m r^2 + \frac{1}{2} M r^2\right) \omega_f$$

$$(0.1 \text{ kg})(0.2 \text{ m})^2 (5 \text{ m/s}) = \left(0.1 \text{ kg} + \frac{1}{2}(1 \text{ kg})\right)(0.2 \text{ m})^2 \omega_f$$

$$\omega_f = 4.2 \text{ rad/sec}$$


5. Le disque d'une meule (cylindre solide) a un rayon de 0.05 m et une masse de 3 kg. Que doit valoir le moment d'une force, en mN·m, qui fait passer le disque du repos à une vitesse de 2 tours/s en 8 secondes?

- (A) 12
 (B) 6
 (C) 3
 (D) 18
 (E) Aucune de ces réponses

$$\omega - \omega_0 = \alpha \Delta t$$

$$\alpha = \frac{\omega - \omega_0}{\Delta t} = \frac{(2 \times 2\pi \text{ rad} - 0)}{8 \text{ sec}} = 1.57 \frac{\text{rad}}{\text{sec}^2}$$

$$\tau = I \alpha$$

$$= \frac{1}{2} M R^2 \alpha = \frac{1}{2} (3 \text{ kg})(0.05 \text{ m})^2 (1.57 \frac{\text{rad}}{\text{sec}^2})$$

$$= 5.9 \text{ mN}\cdot\text{m}$$

Nom:

No. d'étudiant:

6. Deux blocs, $m_1 = 1 \text{ kg}$ et $m_2 = 2 \text{ kg}$ sont attachés ensemble par une ficelle (très légère) qui passe par-dessus une poulie. Le rayon de la poulie est 1 m et son moment d'inertie est 5 kg m^2 . Quelle est l'accélération du système, en fraction de l'accélération g ?

- (A) 1/6
- (B) 3/8
- (C) 1/8
- (D) 1/2
- (E) 5/8

$T_2 R - T_1 R = I \alpha = I \left(\frac{a}{R} \right)$
 $T_2 - T_1 = \frac{I a}{R^2}$ (3)
 $T_1 - m_1 g = m_1 a$ (1)
 $T_2 - m_2 g = -m_2 a$ (2)
 $(3) + (2) - (1) \Rightarrow (m_1 - m_2) g = -a \left(\frac{I}{R^2} + m_2 + m_1 \right)$
 $a = \frac{1}{8} g$

7. Une masse de 1 kg , initialement au repos, subit une force horizontale telle que décrite dans le graphique à droite. Quelle est la vitesse (en m/s) après 11 secondes?

- (A) 18
- (B) 26
- (C) 27
- (D) 36
- (E) 45

$\Delta p = F_{\text{moy}} \Delta t = (12 + 24 + 9) \text{ kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}$
 $\Delta p = 45 \text{ kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}} = m v$
 $v = \frac{45 \text{ kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}}{1 \text{ kg}} = 45$

8. Les trois objets suivants ont la même masse et le même rayon extérieur. Les objets sont en rotation autour de leur axe de symétrie (ligne droite). Si les trois objets ont la même énergie cinétique rotationnelle, quel objet aura la plus grande vitesse angulaire?

- (A) Cylindre creux avec paroi mince
- (B) Cylindre solide
- (C) Cylindre creux avec paroi épaisse
- (D) Deux de ces objets auront la même vitesse angulaire.
- (E) Aucune de ces réponses

$I = \frac{1}{2} M (R_1^2 + R_2^2)$ (Cylindre creux avec paroi épaisse)
 $I = \frac{1}{2} M R^2$ (Cylindre solide)
 $I = M R^2$ (Cylindre creux avec paroi mince)

Parallèle $\rightarrow K_{\text{rot}} = \frac{1}{2} I \omega^2$

9. Une sphère de masse M et rayon R comporte deux cavités sphériques creuses de rayon $R/4$, tel qu'indiqué dans le dessin. Les centres de ces cavités se retrouvent à $R/4$ et $3R/4$ du centre original de la grosse sphère (à $x=0$). Quelle est la coordonnée X du centre de masse de l'objet?

- (A) $-\frac{1}{6} R$
- (B) $-\frac{1}{12} R$
- (C) $-\frac{1}{62} R$
- (D) $-\frac{1}{64} R$
- (E) Aucune de ces réponses

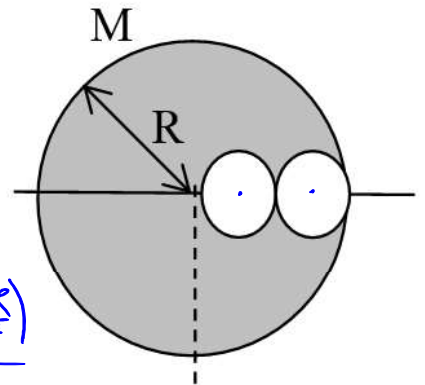
imaginez les cavités comme des sphères avec masse négative ($-m$)

$$X_{\text{cm}} = \frac{(M+2m)0 - m\left(\frac{R}{4}\right) - m\left(\frac{3R}{4}\right)}{M+2m - m - m}$$

$$X_{\text{cm}} = -\frac{m}{M} R$$

ratio des masse = ratio des volume

$$\frac{m}{M} = \frac{V_m}{V_M} = \frac{\frac{4}{3} \pi \left(\frac{R}{4}\right)^3}{\frac{4}{3} \pi (R)^3} = \frac{1}{64}$$



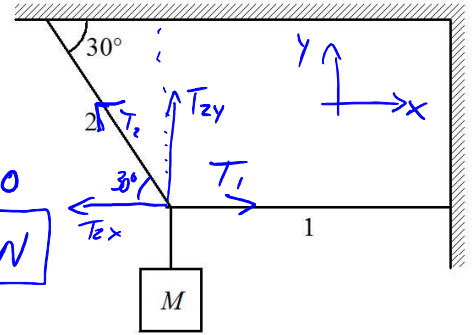
Nom:

No. d'étudiant:

10. Une masse est suspendue par deux cordes tel qu'indiqué dans le dessin. Si la masse $M = 2.0 \text{ kg}$, quelle est la tension (en Newton) de la corde 1?

- (A) 1.2
- (B) 11
- (C) 34
- (D) 3.5
- (E) 40

$$\begin{aligned} \sum F_x = 0 \text{ (statique)} \quad \sum F_y = 0 \\ T_1 - T_2 \cos 30^\circ = 0 \quad T_2 \sin 30^\circ - Mg = 0 \\ T_2 = 39.2 \text{ N} \\ T_1 = 33.9 \text{ N} \end{aligned}$$



11. On désire utiliser un fil d'acier de section circulaire et de longueur de $1,8 \text{ m}$ qui ne s'allonge pas plus de $1,5 \text{ mm}$ lorsqu'on lui applique une charge de 400 N . Quel est le diamètre minimal requis sachant que le module de Young de l'acier est $200 \times 10^9 \text{ N/m}^2$?

- (a) 0,75 mm
- (b) 1,75 mm
- (c) 2,75 mm
- (d) 3,75 mm
- (e) 4,75 mm

$$E = 200 \times 10^9 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = \frac{F/A}{\Delta L/L} = \frac{400 \text{ N} / \pi R^2}{0.0015 \text{ m} / 1.8 \text{ m}} \quad R = 0.87 \text{ mm}$$

diamètre = 1.75 mm

Nom:

No. d'étudiant:

2^{ème} partie : Questions à réponses détaillées (1 question)

12. En novembre 1984, l'astronaute Joe Allen de la navette spatiale « Discovery » a attaché une petite fusée sur la circonférence du satellite cylindrique endommagé « Palapa B » qui tournait sur son axe avec une vitesse angulaire de 2 révolutions par minute. Le satellite est un solide cylindrique ayant un rayon de 80 cm et une masse de 7000 kg. La petite fusée (de masse négligeable) a produit une force de 20 N tangentielle à la surface du cylindre pour arrêter sa rotation.

Total: 20 points

- (A) Calculez le moment d'inertie du satellite.
(B) Quel fut l'énergie cinétique initiale du satellite en rotation?
(C) Combien de temps fut requis pour arrêter la rotation?

$$a) I = \frac{1}{2} MR^2 = \frac{1}{2} (7000 \text{ Kg}) (0,8 \text{ m})^2 = 2240 \text{ Kg m}^2$$

$$b) K_{\text{rot}} = \frac{1}{2} I \omega^2 \Rightarrow \omega = \left(2 \frac{\text{Rev}}{\text{min}} \times \frac{2\pi \text{ rad}}{\text{Rev}} \times \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ Sec}} \right) = 0,209 \frac{\text{rad}}{\text{Sec}}$$
$$K_{\text{rot}} = \frac{1}{2} (2240 \text{ Kg m}^2) (0,209 \frac{\text{rad}}{\text{Sec}})^2 = 49,1 \text{ Joules}$$

$$c) \tau = I \alpha \Rightarrow \alpha = \frac{\tau}{I} = \frac{(-20 \text{ N})(0,8 \text{ m})}{2240 \text{ Kg m}^2} = -0,00714 \frac{\text{rad}}{\text{Sec}^2}$$
$$\Delta t = \frac{\omega - \omega_0}{\alpha} = \frac{0 - 0,209 \frac{\text{rad}}{\text{Sec}}}{-0,00714 \frac{\text{rad}}{\text{Sec}^2}} = 29,3 \text{ sec}$$



a) EQ: 3 points } 5
Rep: 2 points }

b) EQ: 4 points } 8
Conversion ω : 3 points
Calcul + Rep: 1 point }

c) EQ: 5 points } 7
Calcul: 2 points
Rep: 1 point }

Version B:

a) $I = 2240 \text{ Kg m}^2$
b) $\omega = 0,314 \frac{\text{rad}}{\text{Sec}}$; $K_{\text{rot}} = 111 \text{ Joules}$
c) $\alpha = -0,00714 \frac{\text{rad}}{\text{Sec}^2}$; $\Delta t = 44,0 \text{ sec}$

Version C:

a) $I = 2529 \text{ Kg m}^2$
b) $\omega = 0,314 \frac{\text{rad}}{\text{Sec}}$; $K_{\text{rot}} = 125 \text{ Joules}$
c) $\alpha = -0,00672 \frac{\text{rad}}{\text{Sec}^2}$; $\Delta t = 46,7 \text{ sec}$