POLYTECHNIQUE MONTRÉAL

Questionnaire
Examen final

PHS1101

Sigle du cours

Identification de l'étudiant(e)		
Nom :	**Prénom :**	
Signature :	**Matricule :**	**Groupe :**

Réservé
Q1 : /50
Q2 : /50
Q3 : /50
Q4 : /50
Total : ____ **200**

Sigle et titre du cours	*Groupe*	*Trimestre*
PHS1101 **Mécanique pour ingénieurs**	**Tous**	**Hiver 2020**

Chargé de cours	*Courriel*
Djamel Seddaoui	**djamel.seddaoui@polymtl.ca**

Jour	*Date*	*Durée*	*Heures*
Dimanche	**3 mai 2020**	**4h30**	**8h30 à 13h00**

Directives particulières

- Vous vous engagez à faire cet examen **individuellement**.
- Toute documentation est permise (examen à livre ouvert). Un aide-mémoire sur les centres de masse et les moments d'inertie est inclus à la p. 5 de ce questionnaire.
- Détaillez et justifiez les étapes de vos solutions. Une réponse sans justification ne vaut aucun point. Toute réponse finale doit être accompagnée des unités appropriées.
- Si vous pensez qu'il y a une erreur dans le questionnaire, vous pouvez écrire au chargé de cours à l'adresse courriel ci-dessus.

Important

Cet examen contient **4** questions sur un total de **5** pages **(excluant cette page)**.

La pondération de cet examen est de **40 %.**

Rédigez vos réponses lisiblement, à la main, soit en utilisant un outil électronique (écran tactile, tablette), soit en répondant sur des feuilles de papier et en numérisant/photographiant celles-ci ensuite.

Remettez vos réponses sous forme d'un **seul fichier PDF lisible, de taille inférieure à 10 Mo, dans le dépôt Moodle « Examen final » avant 13h00**. Vous devez nommer ce fichier en respectant le format suivant :

Matricule_gX_NomPrénom.pdf

où X représente votre groupe de cours (1, 2 ou 3).

Tout fichier qui ne sera pas rédigé à la main ou dont le nom ne sera pas conforme au format décrit ne sera pas corrigé.

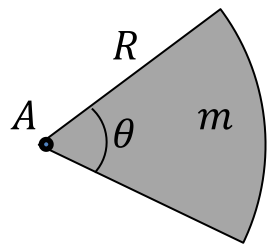
L'étudiant doit honorer l'engagement pris lors de la signature du code de conduite.

Question 1 (50 points) – Questions à court développement

Répondez aux sous-questions suivantes en **expliquant votre raisonnement et en incluant les équations pertinentes**. **Une réponse sans justification ne vaut aucun point.**

A. Soit une pièce de masse m sous forme d'une portion de disque homogène de rayon R comme représentée sur la figure ci-contre.

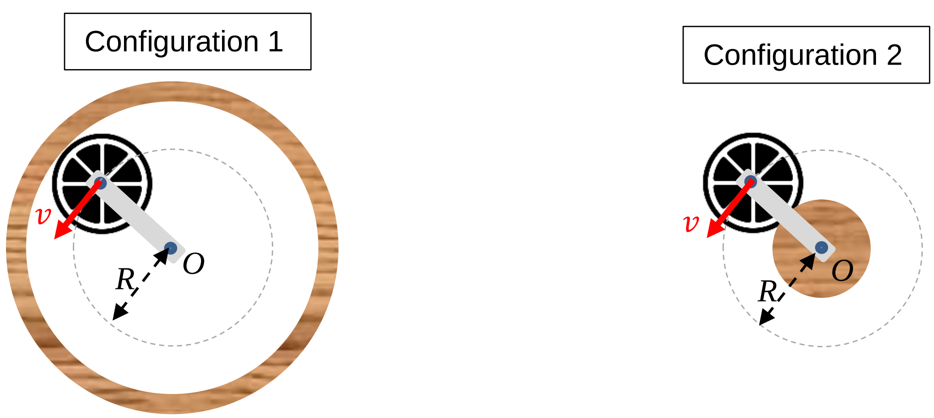
I. À partir des données du formulaire des moments d'inertie, déduire l'expression du moment d'inertie I_A de cette pièce par rapport à un axe perpendiculaire à la page et qui passe par le point A. (10 points)



II. Sachant que le moment d'inertie de cette pièce par rapport à un axe perpendiculaire à la page et passant pas son centre de masse est de $I_{CM} = 0{,}01\, mR^2$, déterminer la distance d entre le point A et le centre de masse de la pièce en fonction de R. (10 points)

B. Une roue de rayon r se déplace avec une vitesse v sur une trajectoire circulaire de rayon R centrée au point fixe O. La roue roule sans glisser sur une pièce de bois fixe. La figure ci-dessous, montre deux configurations différentes de pièces de bois.
Faire une comparaison entre ces deux configurations concernant :

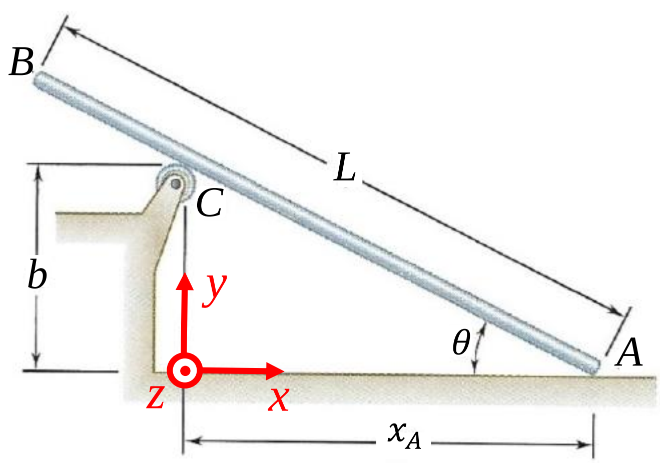
I. L'énergie cinétique de la roue. (10 points)
II. La quantité de mouvement de la roue. (10 points)
III. Le moment cinétique de la roue par rapport à O. (10 points)



Question 2 (50 points)

Une tige AB se déplace sur une roulette en C tandis qu'on fait glisser son extrémité A sur le plan horizontal avec une vitesse constante $v_A = 0{,}1\ \mathrm{m}/s$ dirigée vers la droite. À l'instant initial $t = 0$, le point A se trouve à l'origine du système d'axes et la tige est à la position verticale. Le rayon r de la roulette C est négligeable devant la longueur L de la tige.

- **A.** Exprimer les coordonnées x_{CIR} et y_{CIR} du CIR de la tige AB en fonction de x_A et b.
  x_A et b sont les distances que font respectivement les points A et C avec l'origine du système axes. (15 points)
- **B.** Donner l'expression du vecteur vitesse angulaire $\vec{\omega}$ de la tige AB en fonction de x_A , b et v_A. (15 points)
- **C.** Déterminer le vecteur vitesse $\vec{v}_C$ de la tige au point C à l'instant $t_0 = 3\ s$? (10 points)
  On donne : $L = 1\ \mathrm{m}$ et $b = 40\ \mathrm{cm}$.
- **D.** Déterminer le vecteur vitesse angulaire $\vec{\omega}_C$ de la roulette en C à l'instant $t_0 = 3\ \mathrm{s}$. (10 points)
  On donne : le rayon de la roulette $r = 3\ \mathrm{cm}$.

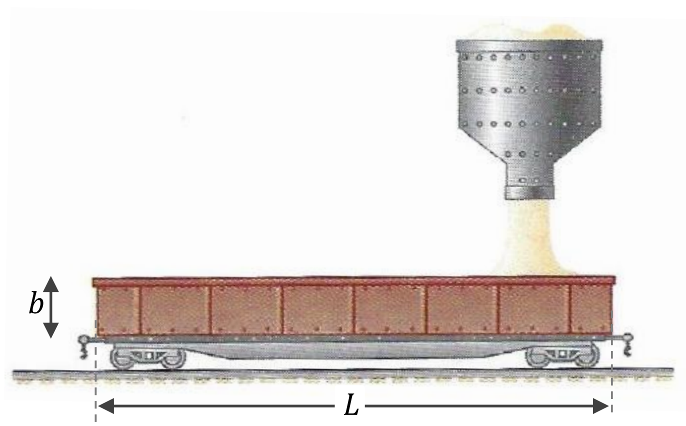


Question 3 (50 points)

Un wagon vide de longueur $L = 50\ \mathrm{m}$ et de masse $m_0 = 30\,000\ \mathrm{kg}$ se déplace librement sur une voie horizontale avec une vitesse v_0 initialement constante (dirigée vers la droite). Pendant son déplacement, le wagon passe sous un déversoir fixe qui le charge de liquide (voir la figure ci-dessous) au taux constant $\mu = 1500\ \mathrm{kg/s}$. La masse volumique du liquide est $\rho = 1000\ \mathrm{kg/m^3}$.

La profondeur du wagon est $b = 2\ \mathrm{m}$ et sa largeur est $l = 3\ \mathrm{m}$ (dimension perpendiculaire à la page). On néglige tous les frottements.

- **A.** Faire le DCL-DCE du wagon pendant son chargement. (10 points)
- **B.** Sans faire d'application numérique, trouver l'expression de la vitesse du wagon $v(t)$ en fonction de v_0, m_0, μ et du temps t. On prend comme origine du temps ($t = 0$) l'instant du début du remplissage. (20 points)
- **C.** Quelle devrait être la valeur de v_0 pour que le wagon soit rempli de liquide juste au moment où il quitte le déversoir? (20 points)



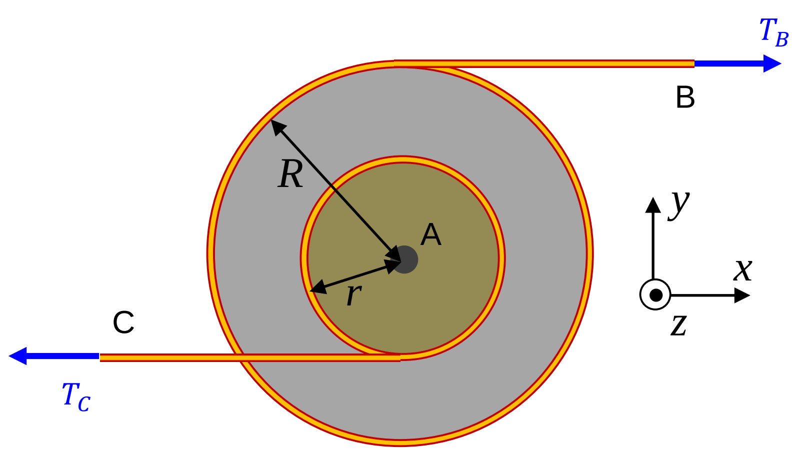
Question 4 (50 points)

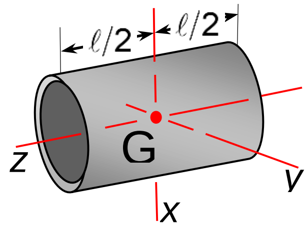
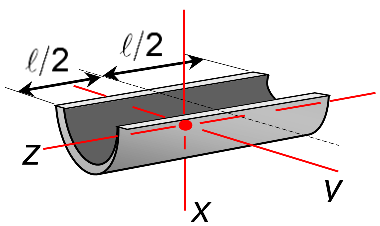
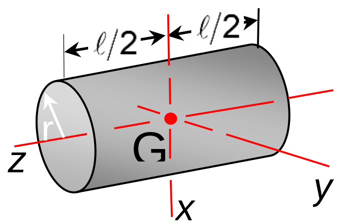
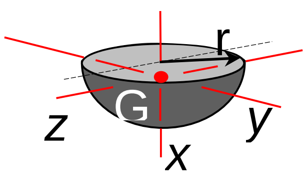
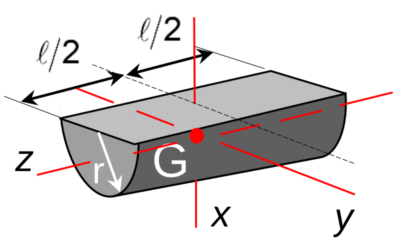
Une poulie double de masse $m = 1{,}5\ \mathrm{kg}$ et de rayon de giration $\kappa = 6\ cm$ est composée d'un grand disque de rayon $R = 10\ \mathrm{cm}$ et d'un petit disque de rayon $r = 5\ \mathrm{cm}$ attachés ensemble de manière rigide. La poulie est posée couchée sur une surface horizontale sur laquelle elle peut glisser librement sans frottement. Des cordes de masses négligeables, sont enroulées sur chacun des disques comme le montre la figure ci-dessous. La poulie est initialement au repos.

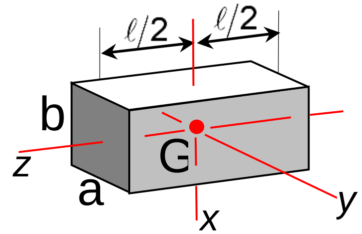
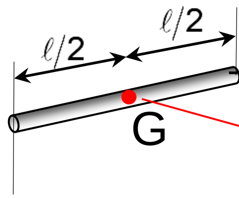
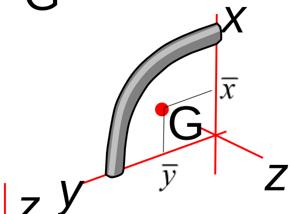
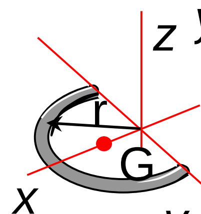
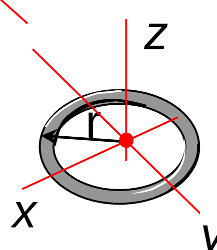
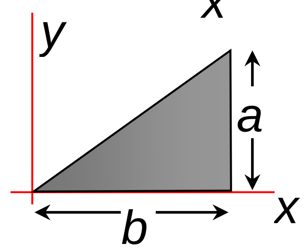
On applique une tension $\vec{T}_B = 1\hat{\imath}\ \mathrm{N}$ sur l'extrémité B et une tension $\vec{T}_C = -1{,}5\ \hat{\imath}\ \mathrm{N}$ sur l'extrémité C. Les deux tensions sont appliquées simultanément pendant une durée Δt, puis elles sont relâchées. Pendant cette durée, le point B s'est déplacé d'une distance $x_B = 13{,}08\ \mathrm{m}$ vers la droite et le point C s'est déplacé d'une distance $x_C = 8{,}79\ \mathrm{m}$ vers la gauche. La gravité agit selon l'axe z.

Déterminer :

- **A.** La distance x_A parcourue par l'axe A ainsi que son sens. (15 points)
- **B.** La vitesse finale $\vec{v}_A$ de l'axe A de la poulie. (15 points)
- **C.** La vitesse angulaire finale $\vec{\omega}$ de la poulie. (20 points)
- **D.** **(Bonus)** Le vecteur position $\vec{r}_{CIR/A}$ du CIR par rapport au point A. (10 points)



Corps	Centre de masse	Moments d'inertie
		$I_{xx} = I_{yy} = \frac{1}{2}mr^2 + \frac{1}{12}m\ell^2$ $I_{zz} = mr^2$
	$\bar{x} = \frac{2r}{\pi}$	$I_{xx} = \frac{1}{2}mr^2 + \frac{1}{12}m\ell^2$ $I_{yy} = \left(\frac{1}{2} - \frac{4}{\pi^2}\right)mr^2 + \frac{1}{12}m\ell^2$ $I_{zz} = \left(1 - \frac{4}{\pi^2}\right)mr^2$
		$I_{xx} = I_{yy} = \frac{1}{4}mr^2 + \frac{1}{12}m\ell^2$ $I_{zz} = \frac{1}{2}mr^2$
	$\bar{x} = \frac{3r}{8}$	$I_{xx} = \frac{2}{5}mr^2$ $I_{yy} = I_{zz} = \frac{83}{320}mr^2$
	$\bar{x} = \frac{4r}{3\pi}$	$I_{xx} = \frac{1}{4}mr^2 + \frac{1}{12}m\ell^2$ $I_{yy} = \left(\frac{1}{4} - \frac{16}{9\pi^2}\right)mr^2 + \frac{1}{12}m\ell^2$ $I_{zz} = \left(\frac{1}{2} - \frac{16}{9\pi^2}\right)mr^2$

Corps	Centre de masse	Moments d'inertie
		$I_{xx} = \frac{1}{12}m\left(a^2 + \ell^2\right)$ $I_{yy} = \frac{1}{12}m\left(b^2 + \ell^2\right)$ $I_{zz} = \frac{1}{12}m\left(a^2 + b^2\right)$
CORPS MINCES		
		$I_{yy} = \frac{1}{12}m\ell^2$
	$\bar{x} = \bar{y} = \frac{2r}{\pi}$	$I_{xx} = I_{yy} = \frac{1}{2}mr^2$ $I_{zz} = mr^2$
	$\bar{x} = \frac{2r}{\pi}$	$I_{xx} = I_{yy} = \frac{1}{2}mr^2$ $I_{zz} = mr^2$ $\bar{I}_{yy} = \left(\frac{1}{2} - \frac{4}{\pi^2}\right)mr^2$ $\bar{I}_{zz} = \left(1 - \frac{4}{\pi^2}\right)mr^2$
		$I_{xx} = I_{yy} = \frac{1}{2}mr^2$ $I_{zz} = mr^2$
		Triangle mince: $I_{xx} = \frac{1}{6}ma^2$ $I_{yy} = \frac{1}{2}mb^2$