



POLYTECHNIQUE  
MONTRÉAL

## Cahier-réponses Contrôle périodique 2

**PHS1101**

Sigle du cours

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

Sigle et titre du cours		Groupe	Trimestre
PHS1101 Mécanique pour ingénieurs		Tous	Été 2020
Chargé de cours		Courriel	
Djamel Seddaoui		djamel.seddaoui@polymtl.ca	
Jour	Date	Durée	Heures
Mardi	2 juin 2020	2h00 + 30 minutes pour la remise sur Moodle	9h30 à 12h00

Directives particulières
<ul style="list-style-type: none"><li>Vous vous engagez à faire cet examen <b>individuellement</b>.</li><li>Toute documentation est permise (examen à livre ouvert). Un aide-mémoire pour les centres de masse et les moments d'inertie se trouve à la dernière page de ce cahier.</li><li>Détaillez les étapes de vos solutions. Une réponse sans justification ne vaut aucun point. Toute réponse finale doit être accompagnée des unités appropriées.</li><li>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.</li></ul>

<b>Important</b>	Cet examen contient <b>4</b> questions sur un total de <b>16</b> pages (excluant cette page).
	La pondération de cet examen est de <b>30</b> %.
	<b>Rédigez vos réponses lisiblement, à la main</b> , soit en utilisant un outil électronique (écran tactile, tablette) pour répondre directement sur ce cahier-réponses, soit en répondant sur ce cahier-réponses imprimé ou sur des feuilles de papier vierge et en numérisant/photographiant les feuilles ensuite.
	<b>Remettez vos réponses</b> sous forme d'un <b>seul fichier PDF lisible, de taille inférieure à 10 Mo, dans le dépôt Moodle « Examen final » avant 12h00</b> . Vous devez nommer ce fichier en respectant le format suivant : <b>Matricule_NomPrénom.pdf</b>
	Tout fichier qui ne sera pas rédigé à la main ne sera pas corrigé. Une pénalité de 5 % (10/200) sera appliquée si le nom du fichier ne respecte pas le format demandé.

Réservé	
Q1 :	/40
Q2 :	/60
Q3 :	/50
Q4 :	/50
Total :	
<b>200</b>	

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

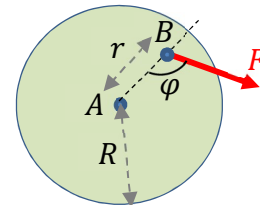
**Question 1 (40 points) – Questions conceptuelles et à réponses courtes**

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

Les sous-questions A et B sont indépendantes l'une de l'autre.

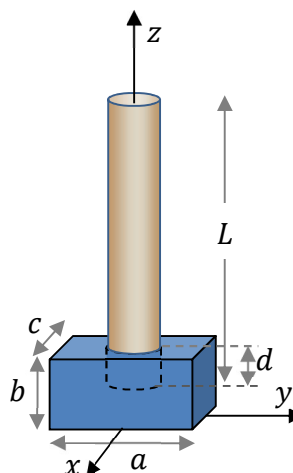
- A. Afin de maintenir un disque de rayon  $R = 20$  cm en rotation constante autour d'un pivot  $A$  situé en son centre, on applique une force d'intensité constante  $F = 5$  N au point  $B$  situé à une distance  $r = 15$  cm du centre  $A$  (la force  $F$  sert à vaincre les forces de frottement). La force  $F$  garde constamment la même orientation  $\varphi = 120^\circ$  par rapport à la droite  $AB$  (voir figure). Lorsque le disque effectue un tour complet, déterminer :

- I. Le travail fait par la force  $F$ . (10 points)
- II. L'impulsion produite par la force  $F$ . (10 points)



- B. Un marteau est constitué d'une tête  $A$  métallique en forme de parallélépipède de dimensions  $a = 8$  cm et  $b = c = 5$  cm et d'un manche  $B$  en bois de forme cylindrique, de longueur totale  $L = 20$  cm et de rayon  $r = 2$  cm. La tête est munie d'un trou de profondeur  $d = 2$  cm dans lequel s'insère le manche. Les masses de la tête  $A$  (parallélépipède troué) et du manche  $B$  sont respectivement :  $m_A = 1,2$  kg et  $m_B = 0,3$  kg.

En utilisant le système d'axes de la figure, déterminer la coordonnée  $\bar{z}$  du centre de masse du marteau sur l'axe  $z$ . (20 points)



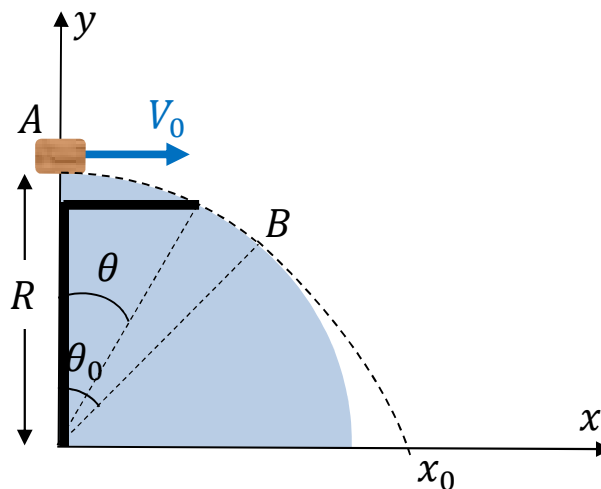




**Question 2 (60 points)**

Un petit bloc de masse  $m$  glisse sans frottement sur une surface cylindrique de rayon  $R = 2$  m. Le bloc démarre du sommet  $A$  avec une vitesse initiale  $V_0 = 1,54$  m/s. La position du bloc sur la surface cylindrique est déterminée grâce à sa position angulaire  $\theta$  tel que représenté sur la figure ci-dessous. Le bloc quitte la surface cylindrique au point  $B$  correspondant à  $\theta = \theta_0$ .

- A. Faire le DCL-DCE du bloc pendant qu'il glisse sur la surface cylindrique. (10 points)
- B. Déterminer le module de la vitesse du bloc en fonction sa position angulaire  $\theta$ . (15 points)
- C. Déterminer la valeur de  $\theta_0$ . (15 points)
- D. Quelle est la position  $x_0$  à laquelle le bloc heurtera le sol? (20 points)











**Question 3 (50 points)**

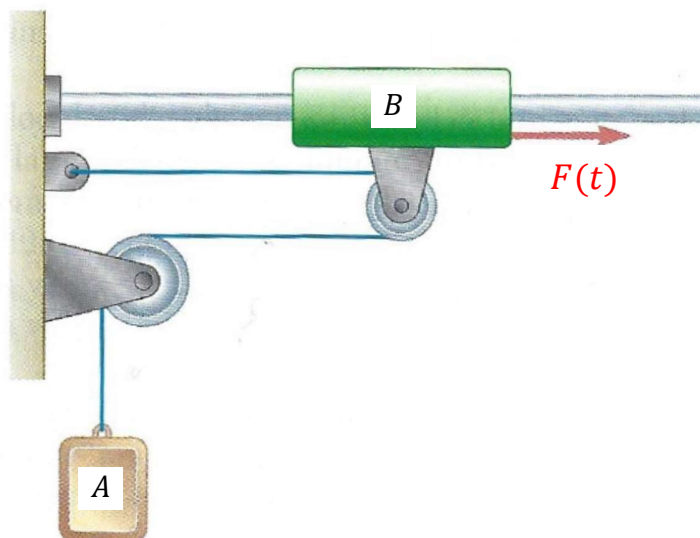
Soit le système illustré sur la figure ci-dessous. Le manchon B de masse  $m_B = 8 \text{ kg}$  est susceptible de glisser sans frottement sur un guide horizontal. Le poids A a une masse  $m_A = 3 \text{ kg}$ . On néglige les masses des poulies et de la corde.

À l'instant initial, alors que le système est immobile, une force d'intensité

$$F(t) = (\alpha - \beta t^2)$$

dirigée vers la droite est appliquée sur le manchon pendant une durée  $\Delta t = 3 \text{ s}$  puis relâchée. On donne  $\alpha = 70 \text{ N}$  et  $\beta = 6 \text{ N/s}^2$ .

- A. Faire le DCL-DCE :
  - i. Du manchon B avec sa poulie. (5 points)
  - ii. Du poids A. (5 points)
- B. Déterminer l'accélération du manchon en fonction du temps. (15 points)
- C. Déterminer la grandeur de la vitesse maximale atteinte par le manchon. (15 points)
- D. Quelle est la distance parcourue vers la droite par le manchon avant de rebrousser chemin ? (10 points)









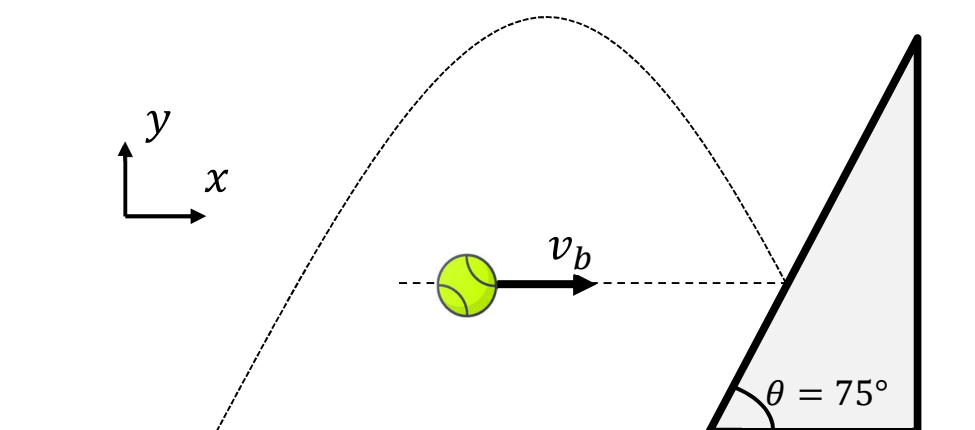
**Question 4 (50 points)**

En raison de la pandémie, les organisateurs de la coupe Rogers (un tournoi de tennis qui a lieu à Montréal à chaque année) décident d'organiser une toute nouvelle compétition du coup droit le plus fort. Le schéma ci-dessous montre la configuration qui sera utilisée pour la compétition.

Lors de votre tour, vous frappez la balle de tennis de masse  $m = 58 \text{ g}$  à une vitesse initiale  $v_b = 108 \text{ km/h}$ . La balle rebondit sur un plan incliné d'un angle  $\theta = 75^\circ$  par rapport à l'horizontale. Un des organisateurs vous informe que la balle a conservé 80 % de la norme de sa vitesse après l'impact et que l'impact entre la balle et le plan dure 30 ms.

- A. La quantité de mouvement de la balle est-elle conservée juste avant et juste après l'impact ? Si oui, selon quelle direction ? Justifiez. (10 points)
- B. Déterminer le vecteur vitesse de la balle tout juste après l'impact en coordonnées cartésiennes (utiliser les axes du schéma). (20 points)
- C. Quelle est l'impulsion sur la balle de tennis durant l'impact ? (10 points)
- D. Quelle est la grandeur de la force moyenne subie par la balle de tennis durant l'impact ? (5 points)
- E. Quelle est l'énergie perdue par la balle lors de l'impact ? (5 points)

**Note :** Supposez que la distance entre votre coup et le plan incliné est très petite, alors la balle frappe le plan incliné horizontalement. Négligez tout frottement entre la balle et le plan incliné lors de l'impact.

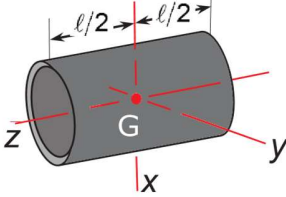
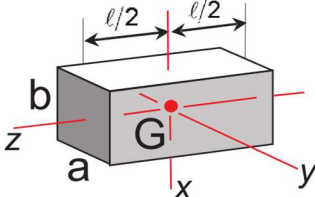
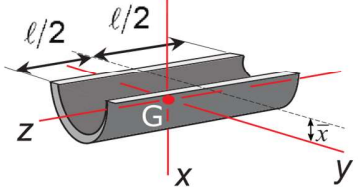
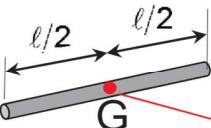
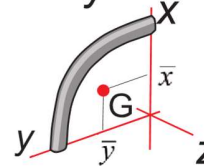
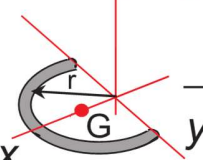
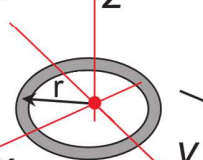
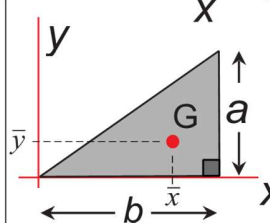
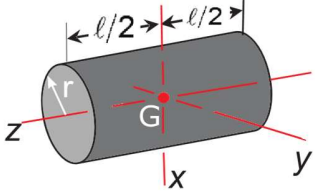
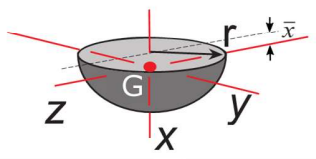
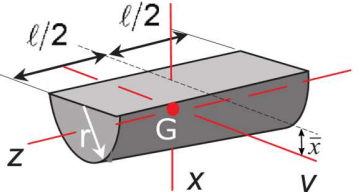










Corps	Centre de masse	Moments d'inertie	Corps	Centre de masse	Moments d'inertie
		$I_{xx} = I_{yy} = \frac{1}{2}mr^2 + \frac{1}{12}m\ell^2$ $I_{zz} = mr^2$			$I_{xx} = \frac{1}{12}m(a^2 + \ell^2)$ $I_{yy} = \frac{1}{12}m(b^2 + \ell^2)$ $I_{zz} = \frac{1}{12}m(a^2 + b^2)$
	$\bar{x} = \frac{2r}{\pi}$	$I_{xx} = \frac{1}{2}mr^2 + \frac{1}{12}m\ell^2$ $I_{yy} = \left(\frac{1}{2} - \frac{4}{\pi^2}\right)mr^2 + \frac{1}{12}m\ell^2$ $I_{zz} = \left(1 - \frac{4}{\pi^2}\right)mr^2$	<p style="text-align: center;"><b>CORPS MINCES</b></p>     		
		$I_{xx} = I_{yy} = \frac{1}{4}mr^2 + \frac{1}{12}m\ell^2$ $I_{zz} = \frac{1}{2}mr^2$			
	$\bar{x} = \frac{3r}{8}$	$I_{xx} = \frac{2}{5}mr^2$ $I_{yy} = I_{zz} = \frac{83}{320}mr^2$			
	$\bar{x} = \frac{4r}{3\pi}$	$I_{xx} = \frac{1}{4}mr^2 + \frac{1}{12}m\ell^2$ $I_{yy} = \left(\frac{1}{4} - \frac{16}{9\pi^2}\right)mr^2 + \frac{1}{12}m\ell^2$ $I_{zz} = \left(\frac{1}{2} - \frac{16}{9\pi^2}\right)mr^2$			
			<p style="text-align: center;"><math>\bar{x} = \bar{y} = \frac{2r}{\pi}</math></p> <p style="text-align: center;"><math>\bar{x} = \frac{2r}{\pi}</math></p> <p style="text-align: center;"><math>\bar{x} = \frac{2}{3}b</math> <math>\bar{y} = \frac{1}{3}a</math></p>		
			<p style="text-align: center;"><math>I_{yy} = \frac{1}{12}m\ell^2</math></p> <p style="text-align: center;"><math>I_{xx} = I_{yy} = \frac{1}{2}mr^2</math> <math>I_{zz} = mr^2</math></p> <p style="text-align: center;"><math>I_{xx} = I_{yy} = \frac{1}{2}mr^2</math> <math>I_{zz} = mr^2</math></p> <p style="text-align: center;"><math>* \bar{I}_{yy} = \left(\frac{1}{2} - \frac{4}{\pi^2}\right)mr^2</math> <math>* \bar{I}_{zz} = \left(1 - \frac{4}{\pi^2}\right)mr^2</math></p> <p style="text-align: center;"><math>I_{xx} = I_{yy} = \frac{1}{2}mr^2</math> <math>I_{zz} = mr^2</math></p> <p style="text-align: center;"><math>I_{xx} = \frac{1}{6}ma^2</math> <math>I_{yy} = \frac{1}{2}mb^2</math></p> <p style="text-align: center;">Triangle rectangle mince</p>		

\*Demi-cercle : les moments d'inertie avec une barre sont calculés par rapport à un axe qui passe par le centre de masse de l'objet.