



POLYTECHNIQUE  
MONTREAL

# 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	Automne 2020
Coordonnateur		Courriel	
Jérémie Villeneuve		Jeremie.villeneuve@polymtl.ca	
Jour	Date	Durée	Heures
Lundi	9 novembre 2020	2h00 + 30 minutes pour la remise sur Moodle	18h30 à 21h00

Directives particulières
<ul style="list-style-type: none"><li>Toute documentation est permise (examen à livre ouvert).</li><li>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.</li><li>Si vous pensez qu'il y a une erreur dans le questionnaire, vous pouvez écrire au coordonnateur à l'adresse courriel ci-dessus.</li><li>Les réponses que vous remettrez doivent être le fruit de votre travail.</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>25</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 20 Mo, dans le dépôt Moodle « CP2 – Énoncé et remise » avant 21h00</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. Un nom de fichier non conforme au format décrit entraînera une pénalité.

Réservé	
Q1 :	/50
Q2 :	/50
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 (50 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 à C sont indépendantes les unes des autres.

- A. [20 pts]** Un skieur glisse sur une piste enneigée. Il approche une bosse dont la région près du sommet est décrite par une parabole d'équation

$$y(x) = -Ax^2.$$

où  $A$  est une constante et où le sommet de la bosse est situé en  $x = 0$ .



À quelle condition le skieur décolle-t-il de la piste lorsqu'il atteint le sommet de la bosse ? On suppose que le skieur n'essaie pas de sauter...

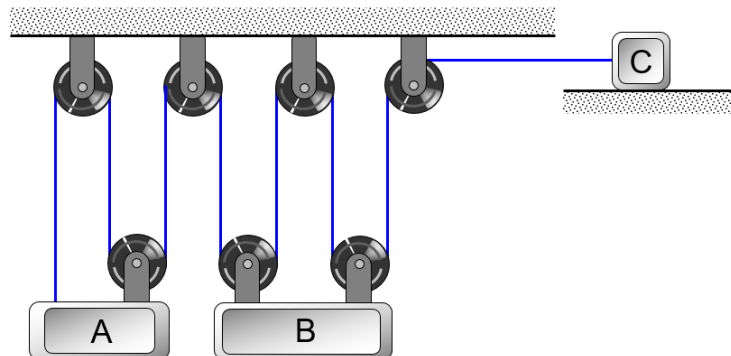
- B. [15 pts]** Considérez une voiture qui parcourt une distance  $d$  à vitesse  $v$  constante. La voiture subit une force de résistance de l'air qui est proportionnelle au carré de sa vitesse :

$$F_{air} = Bv^2, \quad \text{où} \quad B = 0,75 \text{ kg/m}$$

Quel comportement consomme le moins de carburant ? Justifiez par des calculs appropriés.

1. Parcourir 100 km à vitesse élevée, et donc rouler moins longtemps.
2. Parcourir 100 km à faible vitesse, et donc rouler plus longtemps.

- C. [15 pts]** À l'instant illustré sur la figure ci-dessous, le bloc B se déplace vers le bas à 2 cm/s alors que le bloc C se déplace vers la droite à 4 cm/s. Quelle est la vitesse du bloc A et dans quelle direction se déplace-t-il à cet instant ?

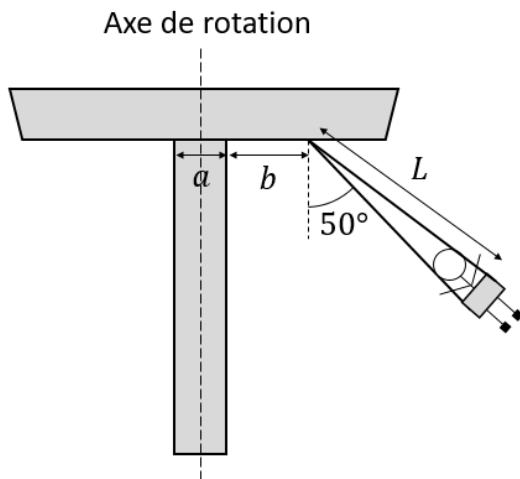






**Question 2 (50 points)**

Le Tour de Ville est un manège de La Ronde, ce parc d'attractions bien connu dans la région de Montréal. Le manège consiste à faire tourner des chaises suspendues par des câbles autour d'un axe central. On étudie ici le mouvement d'une chaise, tel qu'illustré sur la figure de gauche.



Pour mettre la chaise en mouvement à partir du repos, les moteurs du manège inculquent une accélération tangentielle

$$a_t = 2e^{-v/20} \text{ m/s}^2$$

à la chaise, où  $v$  est le module de la vitesse de la chaise en m/s.

On donne  $a = 1 \text{ m}$ ,  $b = 2 \text{ m}$  et  $L = 5 \text{ m}$ . Modélisez les deux câbles attachés à la chaise par un seul câble situé dans le plan de la page.

- A. [10 pts]** Faites le DCL-DCE d'une chaise lorsque le manège est en mouvement.
- B. [20 pts]** Déterminez l'expression du module de la vitesse d'une chaise en fonction de son inclinaison  $\theta$  par rapport à la verticale, puis faites l'application numérique pour la valeur spécifique  $\theta = 50^\circ$ .
- C. [15 pts]** Combien de temps faut-il au manège pour amener la chaise à la vitesse calculée en B à partir du repos ?
- D. [5 pts]** Quel est le poids apparent ressenti par une personne lorsque le manège est en marche ? Exprimez votre réponse en multiple du poids réel de la personne.



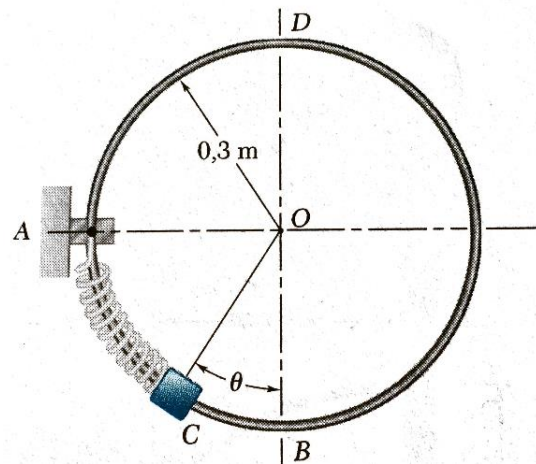






**Question 3 (50 points)**

La figure ci-dessous représente un manchon de 150 g qui est libre de se déplacer sans frottement sur un guide circulaire fixé au point A. Le guide circulaire est dans un plan vertical, i.e. la gravité agit selon l'axe BD.



Un ressort est fixé au point A et est libre à son autre extrémité (le manchon n'est pas fixé au ressort). La longueur naturelle du ressort est la longueur de l'arc AB. La masse du ressort est négligeable.

À l'instant initial, le manchon est maintenu immobile au point C, formant un angle  $\theta = 30^\circ$  avec la verticale. On lâche ensuite le manchon et on étudie son mouvement.

**A. [15 pts]** Lorsque le manchon est en mouvement :

- i. L'énergie mécanique du manchon (incluant le ressort) est-elle conservée ? Justifiez.
- ii. Est-ce que la quantité de mouvement du manchon est conservée ? Justifiez.

**B. [20 pts]** Quel est la constante de rappel minimale du ressort qui permet au manchon d'atteindre le point D et de se rendre au point A ?

**C. [15 pts]** Une fois au point A, le manchon est arrêté brusquement par une butée. Pour la constante de rappel calculée précédemment, quelle impulsion (vecteur) la butée au point A exerce-t-elle sur le manchon pour l'immobiliser ?





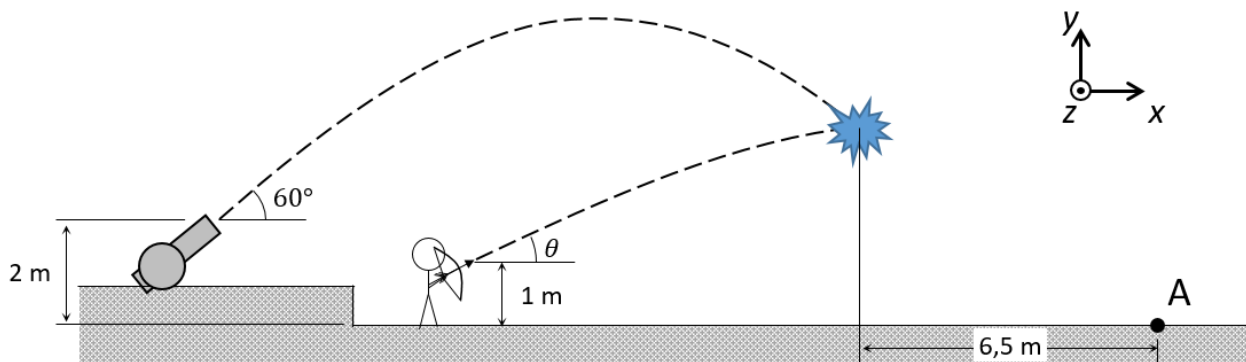


**Question 4 (50 points)**

Un canon est situé à une hauteur 2 m au-dessus du sol. Il tire un projectile P de masse 0,5 kg avec une vitesse de 15 m/s relative au sol orientée à un angle de  $60^\circ$  au-dessus de l'horizontale.

Après le tir du canon, un archer au sol tire une flèche F de 50 g dans le but de percuter le projectile. La flèche atteint le projectile 2 s après le tir du canon.

Après l'impact, le projectile et la flèche restent solidaires. Les deux objets touchent le sol 0,85 s après l'impact, au point A situé 6,5 m à droite du point d'impact, sans rebondir.



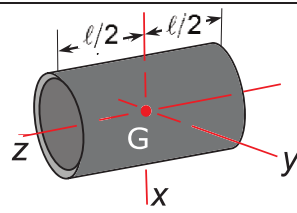
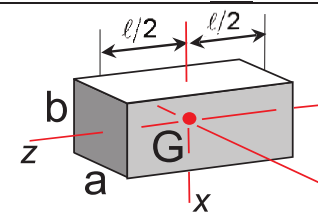
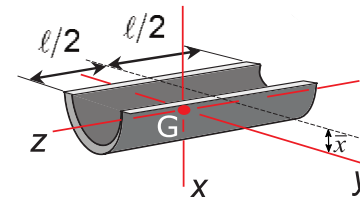
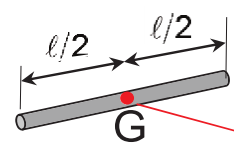
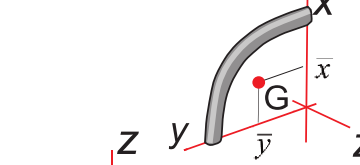
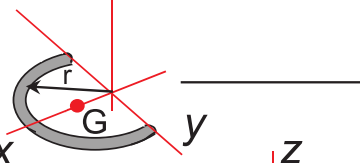
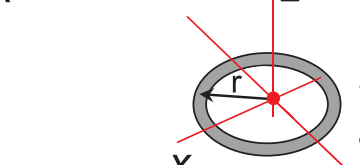
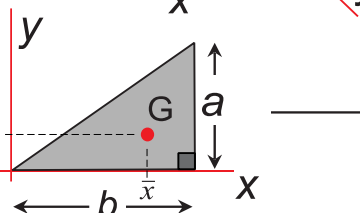
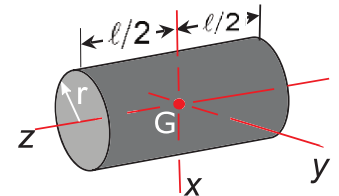
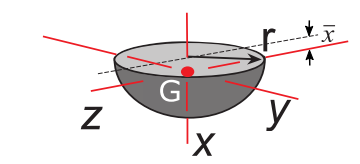
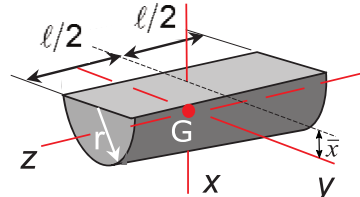
- A. [10 pts]** À quelle position le projectile et la flèche sont-ils entrés en collision ?
- B. [30 pts]** En utilisant le système d'axes sur le schéma, déterminez le vecteur vitesse de la flèche juste avant la collision.
- C. [10 pts]** Calculez le pourcentage d'énergie perdue lors de l'impact.
- BONUS [10 pts]** À quelle vitesse et à quel angle  $\theta$  au-dessus du sol la flèche a-t-elle été tirée ?









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;"><b>Triangle rectangle mince</b></p> $I_{xx} = \frac{1}{6}ma^2$ $I_{yy} = \frac{1}{2}mb^2$		

\*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.