

Faculty of Engineering/Department of Physics/Faculté Saint-Jean

ENPH 131/PHYSQ131 **RÉPONSES**

Examen final – PARTIE I: Choix multiples

Samedi 15 avril 2022, 9h - 11h (9-11am)

Faculté Saint-Jean, local 366

---

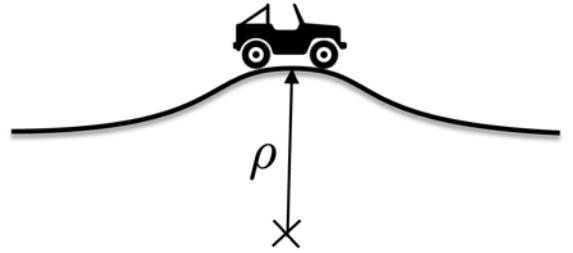
1. Examen à livre fermé; aucun manuel ou notes ne sont autorisés. *L'aide-mémoire joint à la fin de la partie II peut être détaché.*
2. Cette partie I contient **24 questions à choix multiple** et vaut **24 points** (chaque question vaut 1 point). *Je ramasserai vos réponses de la partie 1 à 11 h.*
3. Pour cette partie I, **encerclez la lettre correspondant à la bonne réponse**. Chaque question n'a qu'une seule bonne réponse.
4. **Matériel permis:** crayon/stylo, efface, etc. et calculatrice non-programmable approuvée (avec un auto-collant) par la Faculty of Engineering.
5. **Éteignez tous les appareils électroniques (téléphones cellulaires, tablettes, ordinateurs, etc.) et rangez-les hors de portée.**

NOM \_\_\_\_\_ ID# \_\_\_\_\_

*N'écrivez-pas dans le tableau ci-dessous.*

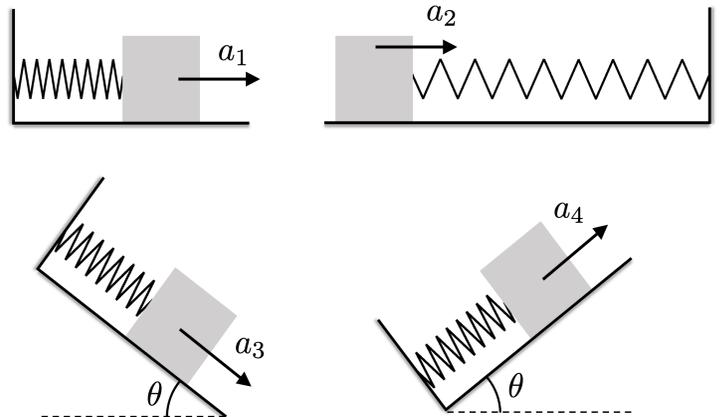
| Questions    | Valeur (Points) | Note |
|--------------|-----------------|------|
| Partie I     | 24              |      |
| Partie II #1 | 12              |      |
| Partie II #2 | 12              |      |
| Partie II #3 | 12              |      |
| <b>Total</b> | 60              |      |

**Question 1. [1]** Déterminez la vitesse maximale à laquelle la jeep peut se déplacer sur la crête de la colline avec un rayon de courbure  $\rho$  sans perdre contact avec la route ( $g$  est l'accélération gravitationnelle).



- (a)  $\sqrt{2\rho g}$
- (b)  $\sqrt{\frac{\rho g}{2}}$
- (c)  $\sqrt{\rho g}$
- (d)  $\sqrt{\frac{\rho}{g}}$
- (e)  $\sqrt{\frac{2g}{\rho}}$

**Question 2. [1]** Dans chacune des quatre images ci-dessous, un bloc de masse  $m$  est attaché à un ressort de constante  $k$  qui est soit comprimé () , soit étiré () de la même distance  $d$  par rapport à sa longueur non déformée. Dans tous les cas, la surface sous le bloc est lisse. La grandeur de l'accélération dans chaque cas est donnée par  $a_1, a_2, a_3, a_4$ , avec les directions indiquées par les flèches.

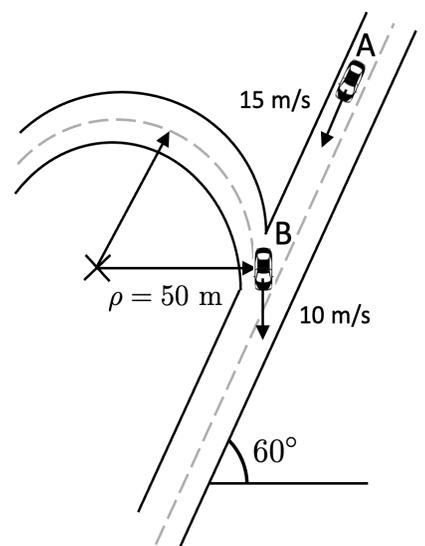


Quel énoncé est correct?

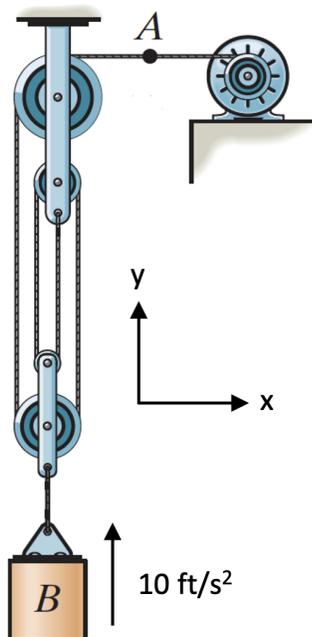
- (a)  $a_1 = a_2 < a_4 < a_3$
- (b)  $a_1 = a_2 < a_4 = a_3$
- (c)  $a_4 < a_1 < a_2 < a_3$
- (d)  $a_4 < a_1 = a_2 < a_3$
- (e)  $a_3 < a_1 = a_2 < a_4$

**Question 3. [1]** À l'instant montré sur la figure ci-contre, les autos  $A$  et  $B$  roulent à des vitesses respectives de 15 m/s et 10 m/s. Quelle est la grandeur de la vitesse relative de  $B$  par rapport à  $A$ ?

- (a) 5.00 m/s
- (b) 7.50 m/s
- (c) 8.07 m/s
- (d) 13.0 m/s
- (e) 24.2 m/s



**Pour les questions 4 et 5:** Ci-dessous, un moteur tire le bloc  $B$  de 100 lb avec l'ensemble des poulies illustré. Les poulies n'ont pas de masse et le câble est inextensible. Le bloc monte avec une accélération de  $10 \text{ ft/s}^2$ .



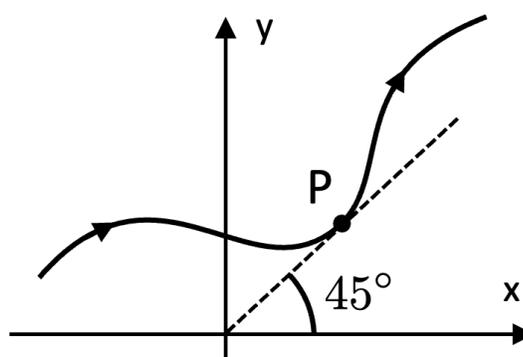
**Question 4. [1]** Quelle est la tension dans le câble au point  $A$ ?

- (a) 17.2 lb
- (b) 25.0 lb
- (c) 32.8 lb
- (d) 33.3 lb
- (e) 275 lb

**Question 5. [1]** Quelle est l'accélération du point  $A$  par rapport au bloc  $B$ ?

- (a)  $-10\mathbf{i} + 40\mathbf{j} \text{ ft/s}^2$
- (b)  $10\mathbf{i} - 40\mathbf{j} \text{ ft/s}^2$
- (c)  $10\mathbf{i} - 10\mathbf{j} \text{ ft/s}^2$
- (d)  $-40\mathbf{i} + 10\mathbf{j} \text{ ft/s}^2$
- (e)  $40\mathbf{i} - 10\mathbf{j} \text{ ft/s}^2$

**Pour les questions 6 et 7:** Une particule de 0.5 kg subit la force nette  $\mathbf{F} = 2\mathbf{i} + 3\mathbf{j}$  (en newton) au point  $P$  sur sa trajectoire curviligne (figure de droite).



**Question 6. [1]** Quelle est son accélération tangentielle?

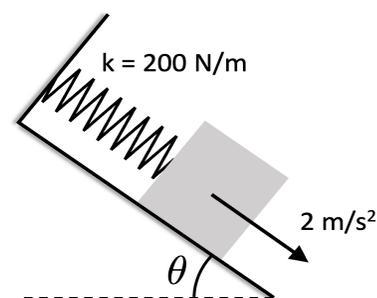
- (a)  $-7.07 \text{ m/s}^2$
- (b)  $-1.41 \text{ m/s}^2$
- (c)  $1.41 \text{ m/s}^2$
- (d)  $7.07 \text{ m/s}^2$
- (e)  $9.81 \text{ m/s}^2$

**Question 7. [1]** Quelle est son accélération normale?

- (a)  $-7.07 \text{ m/s}^2$
- (b)  $-1.41 \text{ m/s}^2$
- (c)  $1.41 \text{ m/s}^2$
- (d)  $7.07 \text{ m/s}^2$
- (e)  $9.81 \text{ m/s}^2$

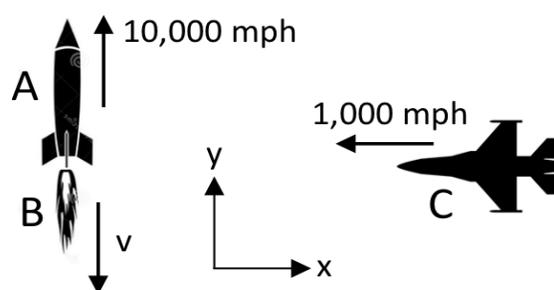
**Question 8. [1]** Un bloc de 10 kg (figure de droite) repose sur une surface inclinée lisse et est attaché à un ressort de constante  $k = 200 \text{ N/m}$ . Lorsque le ressort est étiré de 0.1 m, le bloc accélère à  $2 \text{ m/s}^2$  tel qu'indiqué. Quel est l'angle  $\theta$  du plan incliné?

- (a)  $11.7^\circ$
- (b)  $24.1^\circ$
- (c)  $27.9^\circ$
- (d)  $31.0^\circ$
- (e)  $35.2^\circ$



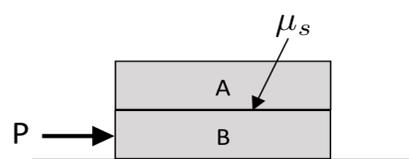
**Question 9. [1]** Une fusée se déplace vers le haut à une vitesse de 10 000 mph et éjecte du carburant vers le bas à une vitesse de 6 000 mph **par rapport à la fusée**. Un avion de chasse vole vers la fusée à une vitesse de 1000 mph. Quelle est la vitesse du carburant éjecté vu par le pilote de l'avion de chasse?

- (a)  $-1000\mathbf{i} + 4000\mathbf{j}$  mph
- (b)  $1000\mathbf{i} - 4000\mathbf{j}$  mph
- (c)  $1000\mathbf{i} + 4000\mathbf{j}$  mph
- (d)  $1,000\mathbf{i} - 6,000\mathbf{j}$  mph
- (e)  $-1,000\mathbf{i} + 6,000\mathbf{j}$  mph



**Question 10. [1]** Deux blocs identiques de masse  $m$  sont empilés l'un sur l'autre. Le bloc inférieur repose sur une surface lisse et le coefficient de frottement statique entre les blocs est  $\mu_s$ . Quelle est la force de poussée maximale  $\mathbf{P}$  qui peut être appliquée au bloc inférieur sans que les blocs ne glissent l'un par rapport à l'autre?

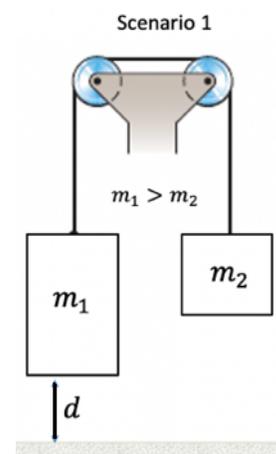
- (a)  $\mu_s mg$
- (b)  $2\mu_s mg$
- (c)  $\mu_s mg/2$
- (d)  $mg/\mu_s$
- (e)  $2mg/\mu_s$



Les questions 11 à 14 portent sur des scénarios similaires, mais chaque question est à résoudre indépendamment.

**Question 11. [1]** Dans le scénario 1, à droite, deux masses sont reliées par un système de poulies légères, sans friction, et un câble inextensible léger. Prenez  $m_1 > m_2$ . Lorsque le système est lâché du repos, la masse  $m_1$  tombe d'une distance verticale  $d$  au sol. Pendant ce mouvement, quel est le travail total effectué sur le système par la force gravitationnelle?

- (a)  $(m_1 + m_2)gd$
- (b)  $-(m_1 + m_2)gd$
- (c)  $(m_1 + m_2)g(2d)$
- (d)  $(m_1 - m_2)gd$
- (e)  $(m_2 - m_1)gd$



**Question 12. [1]** Reportez-vous au scénario 1, ci-dessus. Quand la masse  $m_1$  tombe d'une distance verticale  $d$ , quel est le travail total effectué sur le système par la tension du câble?

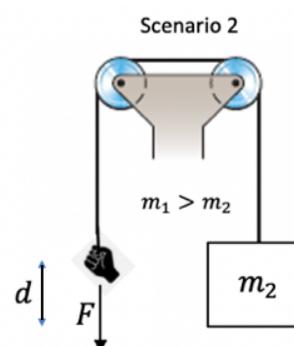
- (a)  $Td$
- (b)  $2Td$
- (c)  $-Td$
- (d)  $-2Td$
- (e) zéro

**Question 13. [1]** Considérez la vitesse de la masse  $m_2$  dans deux scénarios:

Dans le scénario 1 de la question 11, la masse  $m_2$  atteint la vitesse  $v$  après avoir monté d'une distance verticale  $d$ .

Dans le scénario 2 (ci-contre), le poids  $m_1g$  a été remplacé par une force externe constante  $F$  de même grandeur ( $F = m_1g$ ). En partant du repos, la force  $F$  tire la corde vers le bas sur la même distance verticale  $d$ ; à cet instant, la masse  $m_2$  se déplace à la vitesse  $v'$ . Laquelle des affirmations suivantes est vraie?

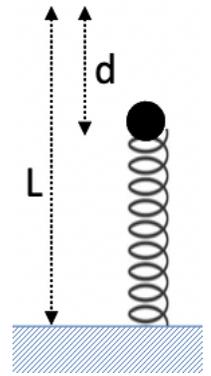
- (a)  $v' > v$
- (b)  $v' = v$
- (c)  $v' < v$
- (d) Il n'y a pas d'information suffisante pour répondre.



**Question 14. [1]** Reportez-vous au diagramme du scénario 2, cette fois en considérant des poulies lourdes. Pendant que le bloc  $m_2$  se déplace vers le haut, chaque poulie tourne autour d'un axe fixe en son centre de masse, tel que montré à la figure. La corde ne glisse pas sur les poulies. Laquelle des affirmations suivantes décrirait le mieux la direction du vecteur moment angulaire (autour de son axe de rotation) pour chaque poulie?

- (a) horaire
- (b) vers la gauche
- (c) vers la droite
- (d) hors de la page
- (e) dans la page

**Question 15. [1]** Un ressort vertical sans masse de constante  $k$  a une longueur  $L$  lorsqu'il n'est ni comprimé, ni étiré. Une extrémité du ressort est attachée au sol et l'autre extrémité est attachée à une balle de masse  $m$ . La balle est poussée vers le bas et maintenue en place de sorte que le ressort est comprimé d'une distance  $d$  par rapport à sa longueur initiale, comme à la figure.

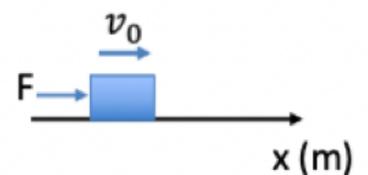


Lorsque le ressort est lâché, la balle commence à monter. Laquelle des expressions suivantes serait équivalente à l'énergie cinétique de la balle lorsque le ressort est momentanément à sa longueur initiale  $L$ ?

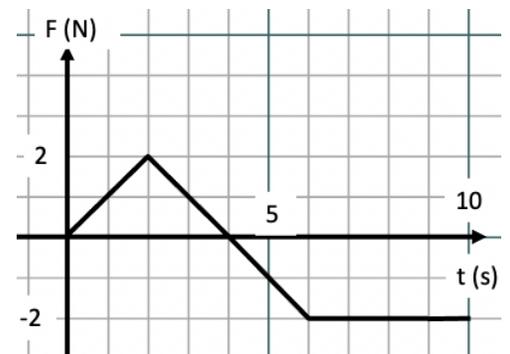
- (a)  $\frac{1}{2}kd^2$
- (b)  $\frac{1}{2}kL^2$
- (c)  $\frac{1}{2}kd^2 + mgd$
- (d)  $\frac{1}{2}kd^2 - mgd$
- (e)  $\frac{1}{2}kL^2 - mgd$

**Question 16. [1]** Un bloc de 4 kg se déplace le long d'une surface lisse en mouvement rectiligne dans la direction  $+x$ , à une vitesse initiale  $v_0 = 1$  m/s, lorsqu'une force horizontale  $\mathbf{F}$  est soudainement appliquée à  $t = 0$ . La force  $\mathbf{F}$  varie avec le temps comme le montre le graphique. Déterminez la vitesse du bloc lorsque  $t = 10$  s.

Au temps  $t = 0$ :



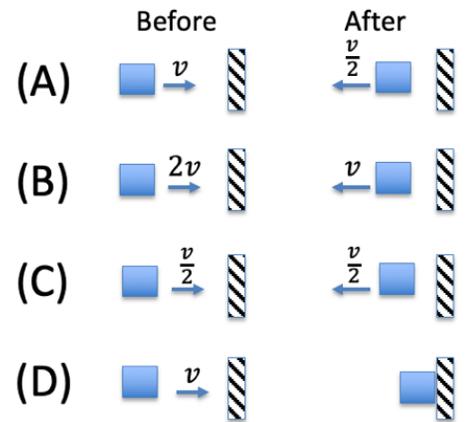
- (a)  $-1.5$  m/s
- (b)  $-0.5$  m/s
- (c)  $4.5$  m/s
- (d)  $6.0$  m/s
- (e)  $7.0$  m/s



Les questions 17 et 18 portent sur la figure ci-contre.

**Question 17. [1]** Reportez-vous au diagramme de quatre collisions: A, B, C, D. Pour chacune, un bloc de masse  $m$  frappe un mur fixe; les murs en A, B, C, D ne sont pas les mêmes. Les diagrammes montrent les vitesses juste avant et après la collision. Classez-les en fonction de la grandeur de l'impulsion exercée par le mur sur le bloc, de la plus petite à la plus grande.

- (a)  $C = D < A < B$
- (b)  $C = A < B = D$
- (c)  $D < A = C < B$
- (d)  $C < A = D < B$
- (e)  $B < C < A < D$



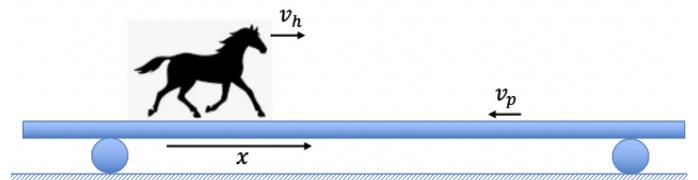
**Question 18. [1]** Dans le problème précédent, laquelle ou lesquelles, s'il y en a, des collisions est/sont élastique(s)?

- (a) A, B, et C
- (b) B
- (c) C
- (d) D
- (e) aucune

**Question 19. [1]** Une balle de 0.30 kg est lâchée d'une hauteur de 2.0 m au-dessus du sol. La balle rebondit sur le sol puis s'élève à une hauteur maximale de 0.80 m. Si la balle est en contact avec le sol pendant 0.004 s pendant le rebond, quelle est la grandeur de la force moyenne exercée par le sol sur la balle durant cette collision?

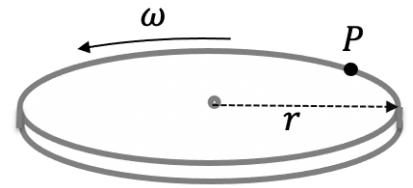
- (a) 29 N
- (b)  $3.2 \times 10^2$  N
- (c)  $4.1 \times 10^2$  N
- (d)  $5.8 \times 10^2$  N
- (e)  $7.7 \times 10^2$  N

**Question 20. [1]** Un cheval de 800 kg est initialement immobile sur une plate-forme roulante stationnaire de 1200 kg. Lorsque le cheval est surpris par un bruit fort, il commence à courir dans la direction  $+x$ . Pendant que le cheval court, la plate-forme roule à vitesse  $v_p = -3.2$  m/s. Déterminez la vitesse du cheval par rapport à la plate-forme. Vous pouvez négliger la friction du roulement et les masses des roues.



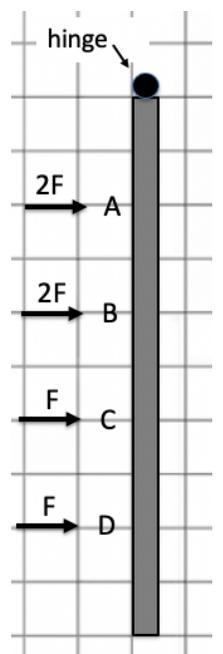
- (a) 1.6 m/s
- (b) 4.8 m/s
- (c) 5.2 m/s
- (d) 6.4 m/s
- (e) 8.0 m/s

**Question 21. [1]** Une plaque tournante de rayon  $r = 1.2 \text{ m}$  tourne initialement avec  $\omega = 1.0 \text{ rad/s}$ , puis, à  $t = 0$ , elle commence à accélérer avec  $\alpha = 2 \text{ rad/s}^2$ . Lorsque  $t = 0.2 \text{ s}$ , quelle est l'accélération totale d'un point  $P$  sur le bord de la plaque tournante?



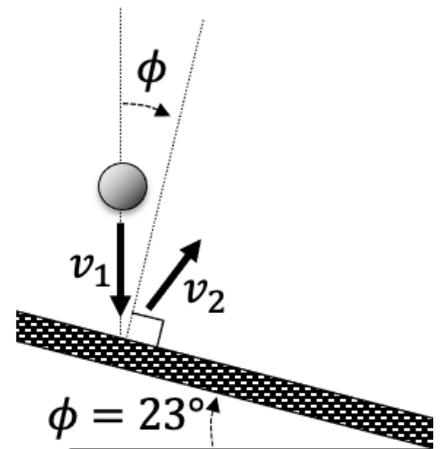
- (a)  $1.4 \text{ m/s}^2$
- (b)  $2.4 \text{ m/s}^2$
- (c)  $2.6 \text{ m/s}^2$
- (d)  $2.9 \text{ m/s}^2$
- (e)  $3.4 \text{ m/s}^2$

**Question 22. [1]** Une tige articulée pend verticalement tel qu'indiqué. La charnière (*hinge*) est fixe et l'extrémité inférieure de la tige est libre de bouger. Dans une série d'expériences, quatre forces différentes (A, B, C, D) sont appliquées horizontalement sur la tige, une à la fois, comme montré sur le diagramme. Classez les grandeurs des moments de force résultants, du plus petit au plus grand.



- (a)  $A < B < C < D$
- (b)  $A = B < C = D$
- (c)  $C = D < A = B$
- (d)  $C = D < B < A$
- (e)  $A < C < B = D$

**Question 23. [1]** Une balle tombe verticalement sur une surface inclinée de  $\phi = 23^\circ$ , et la frappe à une vitesse  $v_1 = 10 \text{ m/s}$ . Si le coefficient de restitution vaut 0.5, à quelle vitesse  $v_2$  la balle rebondira-t-elle?



- (a)  $1.8 \text{ m/s}$
- (b)  $2.4 \text{ m/s}$
- (c)  $5.0 \text{ m/s}$
- (d)  $6.0 \text{ m/s}$
- (e)  $9.4 \text{ m/s}$

**Question 24. [1]** Une sphère creuse à paroi mince, de rayon inconnu et de masse  $m = 4.0$  kg, roule sans glisser vers le bas d'un plan incliné. À un instant donné, son énergie cinétique totale est 10 J. À cet instant, quelle est la vitesse de son centre de masse?

- (a) 1.4 m/s
- (b) 1.7 m/s
- (c) 1.9 m/s
- (d) 3.0 m/s
- (e) 6.0 m/s

Faculty of Engineering/Department of Physics/Faculté Saint-Jean

ENPH 131/PHYSQ131 **SOLUTIONS**

Examen final – PARTIE II : Problèmes

Samedi 15 avril 2022, 9h - 11h30 (9-11:30am), FSJ local 366

---

1. Examen à livre fermé; aucun manuel ou notes ne sont autorisés. **L'aide-mémoire joint à la fin de cette partie II peut être détaché.**

2. Cette partie II contient **3 problèmes**, et vaut **36 points** (chaque question vaut 12 points). Essayez toutes les parties de chaque problème.

3. Écrivez vos solutions directement dans ces pages; indiquez clairement si le verso doit être corrigé. Montrez votre travail d'une manière soignée et logique. Donnez vos réponses avec des unités correctes et trois chiffres significatifs.

4. **Matériel permis:** crayon/stylo, efface, etc. et calculatrice non-programmable approuvée (avec un auto-collant) par la Faculty of Engineering.

5. **Éteignez tous les appareils électroniques (téléphones cellulaires, tablettes, ordinateurs, etc.) et rangez-les hors de portée.**

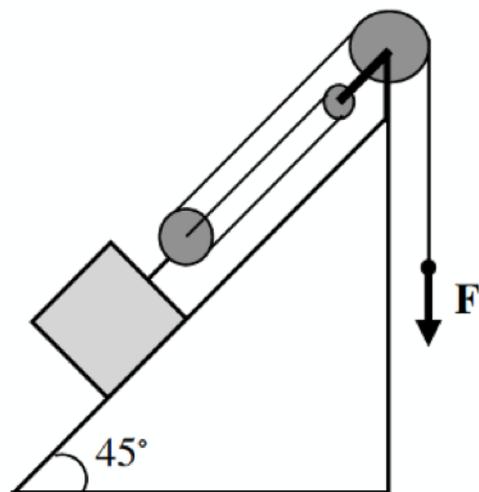
NOM \_\_\_\_\_ ID# \_\_\_\_\_

**Problème 1.** Une boîte de 10 kg est initialement maintenue au repos sur le plan incliné ci-dessous. À  $t = 0$ , elle se déplace vers le haut sous l'action d'une force  $F$  à l'extrémité du câble, comme le montre la figure.  $F = (-6t^2 + 100)$  N, où  $t$  est en secondes. Le coefficient de frottement cinétique entre la boîte et le plan incliné vaut  $\mu_k = 0.3$ . Les poulies sont sans masse et sans frottement.

(a) [2] Dessinez le diagramme des forces sur la boîte, pendant qu'elle se déplace vers le haut.

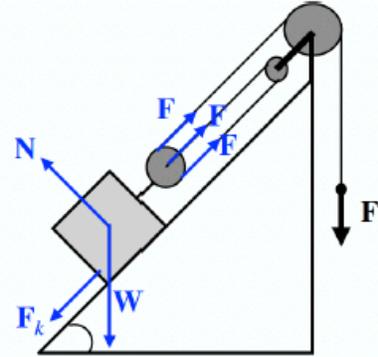
(b) [7] Trouvez la vitesse de la boîte à  $t = 3$  s.

(c) [3] Déterminez l'accélération de la boîte à  $t = 2$  s.



Page vide pour le problème 1.

(a) [2] Draw the free-body diagram for the box as it moves up the incline.



(b) [7] Find the speed of the box at  $t = 3$  s.

Find the normal force:

$$N = mg \cos(45^\circ) = 10(9.81)\cos(45^\circ) = 69.367 \text{ N}$$

Find the friction force:

$$F_k = \mu_k N = (0.3)69.367 = 20.81 \text{ N}$$

Principle of linear impulse and momentum in the direction of the motion of the box:

$$+ \nearrow \quad mv_1 + \Sigma \int F dt = mv_2$$

$$I_F = \int_0^t F dt = \int_0^t (-6t^2 + 100) dt = -2t^3 + 100t$$

$$0 + 3I_f - F_k t - mg \sin(45^\circ)t = mv_2$$

$$v_2 = \frac{3(-2t^3 + 100t) - F_k t - mg \sin(45^\circ)t}{m}$$

At  $t=3$  s:

$$v_2 = \frac{3[-2(3^3) + 100(3)] - (20.81)(3) - 10(9.81)\sin(45^\circ)(3)}{10}$$

$$v_2 = 46.7468 \text{ m/s}$$

(c) [3] Determine the acceleration of the box at  $t = 2$  s.

Force F at  $t=2$  s:

$$F = -6(2)^2 + 100 = 76 \text{ N}$$

Equation of motion in the x-direction (up the incline):

$$+ \nearrow \quad 3F - F_k - mg \sin 45^\circ = ma$$

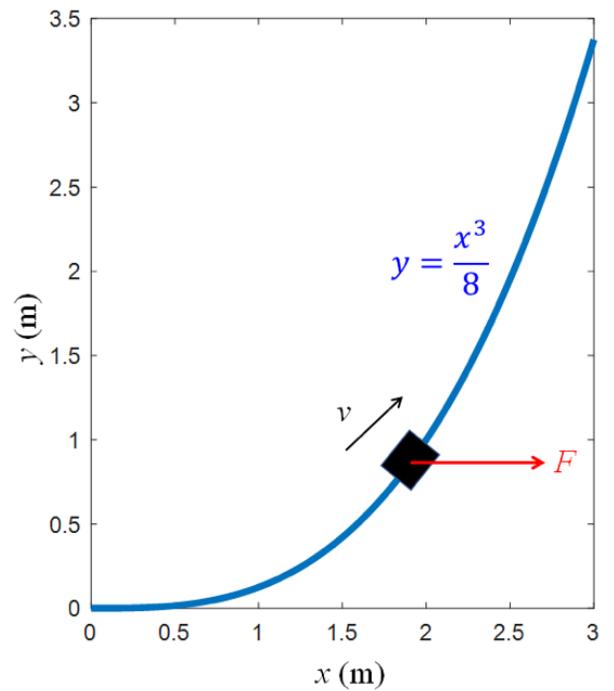
$$3(76) - 20.81 - 69.37 = 10 a$$

$$a = 13.78 \text{ m/s}^2$$

**Problème 2.** Une force horizontale constante de  $F = 25$  N est appliquée au collet de 1 kg, de sorte qu'il se déplace le long d'une tige courbe *lisse* décrite par  $y = x^3/8$ . La gravité est dans la direction  $-y$ . Les parties (a) et (b) ci-dessous considèrent deux scénarios différents et sont indépendantes l'une de l'autre.

**(a) [6]** Scénario 1: le collet est au repos à  $x = 0$ , puis se déplace de  $x = 0$  à 2 m. Calculez la vitesse du collet lorsqu'il passe à  $x = 2$  m.

**(b) [6]** Scénario 2: à  $x = 2$  m, la vitesse du collet est de  $10$  m/s. Calculez la force normale à partir de la barre sur le collet et l'accélération tangentielle du collet à cette position.



**Page vide pour le problème 2.**

A constant horizontal force  $F = 25 \text{ N}$  is applied to the 1-kg collar so that it travels along the *smooth* curved bar of  $y = \frac{x^3}{8}$  (gravity is in the  $-y$  direction). The following two parts consider two different scenarios and are independent of each other.

- (a) [5 marks] If the collar is at rest at  $x = 0$ , calculate the total work done on the collar as it travels from to  $x = 0$  to  $x = 2 \text{ m}$ , and the speed of the collar when it is at  $x = 2 \text{ m}$ .
- (b) [6 marks] If at  $x = 2 \text{ m}$  the speed of the collar is  $10 \text{ m/s}$ , calculate the normal force from the bar on the collar and the collar's tangential acceleration at this position.

Solution:

- (a) When  $x = 2 \text{ m}$ ,  $y = \frac{x^3}{8} = 1 \text{ m}$ .

Normal force does not do work.

Work done by  $F$ :  $U_F = F\Delta x = (25)(2) = 50 \text{ J}$

Work done by weight:

$U_W = -mg\Delta y = -(1)(9.81)(1) = -9.81 \text{ J}$

Total work done is  $U_F + U_W = 40.19 \text{ J}$ .

Principle of work and energy:

$$\frac{1}{2}mv_1^2 + U_F + U_W = \frac{1}{2}mv_2^2$$

$$v_1 = 0 \Rightarrow v_2 = 8.97 \text{ m/s}$$

- (b) In the FBD/KD

$$\tan \theta = \frac{dy}{dx} = \frac{3x^2}{8} = 1.5 \Rightarrow \theta = 56.3^\circ$$

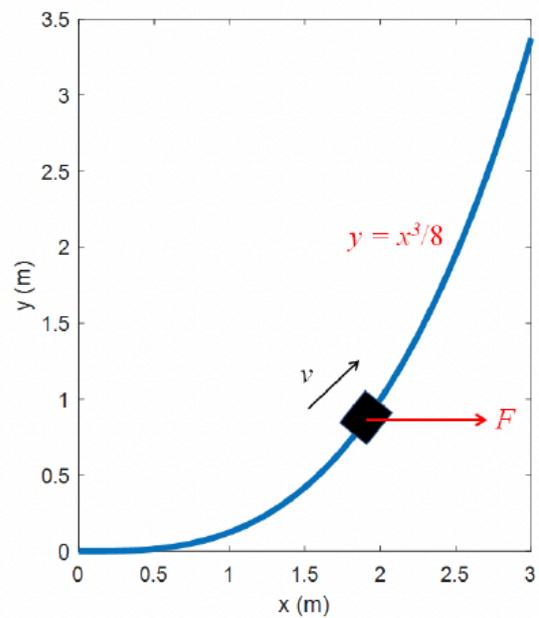
$$\rho = \frac{\left[1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2\right]^{3/2}}{\left|\frac{d^2y}{dx^2}\right|} = \frac{\left[1 + (1.5)^2\right]^{3/2}}{\left|\frac{6x^2}{8}\right|} = 3.91 \text{ m}$$

$$+\nearrow N - mg \cos \theta - F \sin \theta = ma_n = m \frac{v_2^2}{\rho}$$

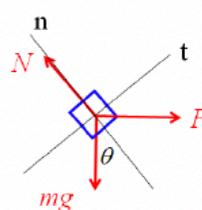
$$\Rightarrow N = mg \cos \theta + F \sin \theta + m \frac{v_2^2}{\rho} = 51.8 \text{ N}$$

$$+\searrow F \cos \theta - mg \sin \theta = ma_t$$

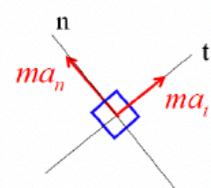
$$\Rightarrow a_t = \frac{F}{m} \cos \theta - g \sin \theta = 5.71 \text{ m/s}^2.$$



FBD



KD

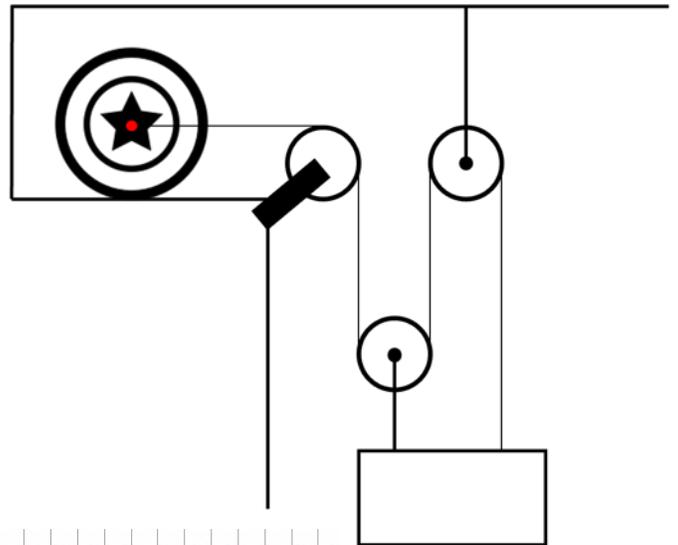


**Problème 3.** Un bouclier de 8 kg de diamètre 0.7 m est relié à un bloc de 20 kg avec le système de poulies illustré. Négligez les masses des poulies et des cordes. Au moment où l'accélération du bloc est de  $2 \text{ m/s}^2$  vers le bas et en supposant que le bouclier roule sans glisser, répondez aux questions suivantes:

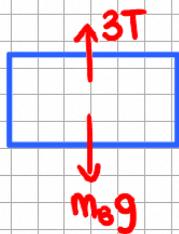
(a) [2] Dessinez le diagramme des forces et le diagramme cinétique pour le bloc et le bouclier.

(b) [4] Calculez l'accélération angulaire du bouclier.

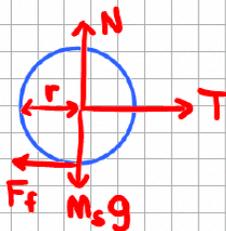
(d) [6] Calculez le moment d'inertie du bouclier autour de son centre.



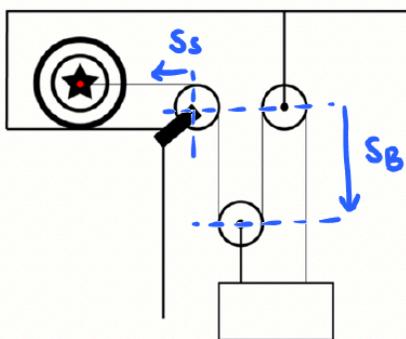
1) FBDs



KDS



2) From the dependent motion system;



$$s_s + 3s_B = l$$

$$\frac{d}{dt}$$

$$v_s + 3v_B = 0$$

$$\frac{d}{dt}$$

$$a_s + 3a_B = 0$$

$$\therefore a_s = -3a_B$$

3) From (2),  $a_s = -3a_B = -3(2) = -6 \text{ m/s}^2$  (to the right)

Given that shield rolls without slipping,  $a_s = \alpha r$

$$\therefore \alpha = a_s / r = 6 / 0.35 = \boxed{17.14 \text{ rad/s}^2}$$

4) The system of equations for the shield is  $\Rightarrow$

$$\sum F_x = T - F_f = m_s a_x = m_s \alpha r \dots (1)$$

Page vide pour le problème 3.

$$\Sigma F_y = N - mg = 0 \therefore N = mg \text{ (meaningless for analysis)}$$

$$\Sigma M_z = F_f(0.35) = I\alpha \text{ --- (2)}$$

Realize that (1) & (2) have 3 unknowns,  $T$ ,  $F_f$  &  $I$ .

Additional equation required  $\Rightarrow \Sigma F_y$  for block.

$$\Sigma F_y = 3T - m_B g = -m_B a_B \text{ --- (3)}$$

$$\text{Solving (3) for } T \text{ gives } \Rightarrow T = \frac{m_B g - m_B a_B}{3} = \frac{20(9.81 - 2)}{3} = 52.07 \text{ N}$$

use this value of  $T$  in equs (1) & (2);

$$(1) \Rightarrow 52.07 - F_f = 8(17.14 \times 0.35) \rightarrow F_f = 4.078 \text{ N}$$

from (2)  $\Rightarrow$

$$4.078(0.35) = I_s(17.14) \rightarrow I_s = 0.083 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$$