

Nom

SOLUTIONS

Numéro d'étudiant.e

Marc de Montigny

Jeudi 17 octobre 2019, de 8h30 à 9h30

Local 366

### INSTRUCTIONS

- Ce cahier contient **4 pages**. Écrivez-y directement vos réponses. Vous pouvez utiliser le verso pour vos calculs. **Je ne le corrigera pas sauf si vous m'indiquez de le faire.**
- L'examen contient **15 points** et il vaut **15%** de la note finale du cours.
- L'examen contient **6 questions**. Sauf pour la question 5, vous pouvez obtenir une partie des points même si votre réponse finale est erronée.
- Examen à livre fermé. Vous pouvez utiliser l'aide-mémoire (une feuille recto-verso) que vous aurez complété. Vous perdrez 4/15 si vous y avez inclus des solutions ou si vous ne retournez pas votre aide-mémoire avec l'examen.
- Matériel permis: aide-mémoire, crayon ou stylo, calculatrice (programmable ou graphique permise aussi). Tout autre appareil électronique ou moyen de communication est interdit. Mettez vos téléphones cellulaires hors circuit.

**Si quelque chose n'est pas clair, n'hésitez pas à me demander de clarifier!**

**Question 1. Cinématique à une dimension [2.0 points]**

Une automobiliste roulant à 70 km/h applique les freins afin d'arrêter sur une distance de 20 m.

- (a) En supposant un freinage constant, quelle sera l'accélération requise pour arrêter?
- (b) En combien de temps arrêtera-t-elle?

Solution

(a) La vitesse est décrite par  $v^2 = v_0^2 + 2ad$  avec  $v = 0$  m/s,  $v_0 = 70(1000)/(3600) = 19.4$  m/s et  $d = 20$  m, qui donne

$$a = \frac{v^2 - v_0^2}{2d} = \frac{0 - 19.4^2}{2(20)} = \boxed{-9.4 \text{ m/s}^2}$$

(b) La vitesse en fonction du temps est décrite par  $v = v_0 + at$  qui donne

$$t = \frac{v - v_0}{a} = \frac{0 - 19.4}{-9.4} = \boxed{2.1 \text{ s}}$$

**Question 2. Cinématique à deux dimensions [3.5 points]**

Une petite balle est lancée du toit d'un édifice d'une hauteur de 45 m à une vitesse  $v_0$  faisant un angle  $\theta_0$  avec l'horizontale. Cette balle atteint le sol 2.0 s plus tard à 30 m de la base de l'édifice. Calculez  $v_0$  et  $\theta_0$  et spécifiez si l'angle  $\theta_0$  est au dessus ou sous l'horizontale?

Solutions

Si l'origine est à la base de l'édifice, on a  $x_0 = 0$  m et  $y_0 = 45$  m. Les équations qui donnent la position au temps  $t$  sont donc

$$x = v_0 \cos \theta_0 t, \quad y = 45 + v_0 \sin \theta_0 t - \frac{1}{2}gt^2.$$

À  $t = 2$  s on a  $x = 30$  m et  $y = 0$  m, d'où

$$v_0 \cos \theta_0 = \frac{30}{2} = 15 \text{ m/s}, \quad v_0 \sin \theta_0 = \frac{1}{2}g(2) - \frac{45}{2} = -12.7 \text{ m/s}$$

Pythagore donne  $v_0 = 19.6 \approx \boxed{20 \text{ m/s}}$  et l'angle est  $\theta_0 = \tan^{-1} \frac{-12.7}{15} = \boxed{-40^\circ}$ . Le signe indique que l'angle est sous l'horizontale

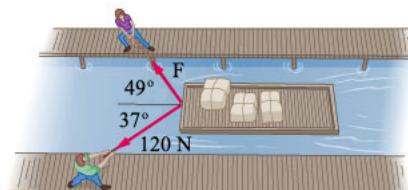
suite à la page suivante...

### Question 3. Deuxième loi de Newton [2.5 points]

Deux membres d'équipage tirent un radeau de 110 kg dans une écluse montrée ci-dessous. Une personne exerce une force de 120 N à un angle de  $37^\circ$  par rapport à l'écluse et la seconde personne, du côté opposé de l'écluse, tire à un angle de  $49^\circ$ .

(a) Avec quelle force  $F$  le second membre d'équipage doit-il tirer pour que la force nette soit vers l'avant et parallèle à l'écluse?

(b) Quelle sera alors l'accélération du radeau?



### Solutions

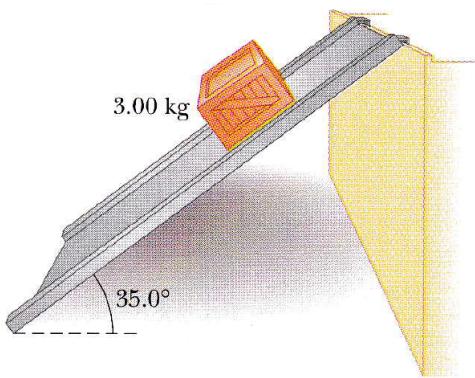
(a) On annule les composantes perpendiculaires à l'écluse:  $F \sin 49 = 120 \sin 37^\circ$  donne  $F = 120 \frac{\sin 37^\circ}{\sin 49^\circ} = 95.69 \approx 96 \text{ N}$

(b) L'accélération est donnée par  $\sum F_x = ma$ , donc  $a = \frac{1}{110} (120 \cos 37^\circ + 96 \cos 49^\circ) = 1.44 \approx 1.4 \text{ m/s}^2$

### Question 4. Force de friction [2.5 points]

(a) À la figure ci-dessous, une boîte de 3.00 kg repose sans bouger sur un plan incliné de  $35.0^\circ$ . Une telle chose est-elle possible si le coefficient de friction statique vaut zéro?

(b) On donne un coefficient de friction  $\mu_s = 0.85$  entre la boîte et le plan. Quelle est la force de friction statique sur la boîte sachant qu'elle reste au repos?



### Solutions

(a) **Non** il faut une force de friction vers le haut pour contrer la composante du poids vers le bas du plan.

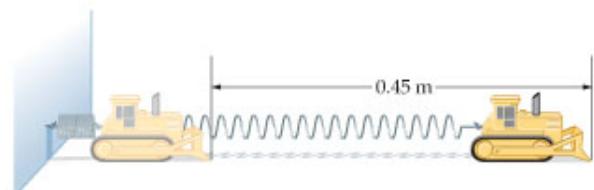
(b) En annulant les forces parallèles au plan:  $f_S = mg \sin \theta = (3)(9.81) \sin(55) = 16.9 \text{ N}$

suite à la page suivante...

### Question 5. Friction [1.5 point]

Un ressort léger est attaché à un mur et à un bulldozer jouet. Quand on met le jouet en marche, il étire le ressort d'une certaine distance avant que la chenille (en anglais, *caterpillar tread*) ne se mette à glisser sur le sol et que le jouet n'avance plus. En encerclant la bonne réponse, indiquez si la friction entre la chenille et le sol est cinétique ou statique:

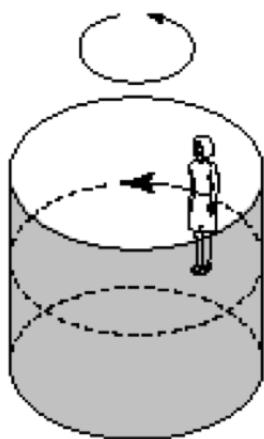
- (a) pendant que le jouet avance: cinétique ou statique
- (b) juste avant que la chenille ne commence à glisser: cinétique ou statique:
- (c) quand le jouet est arrêté et que la chenille glisse: cinétique ou statique.



Réponses: (a) statique, (b) statique, (c) cinétique

### Question 6. Accélération centripète [3.0 points]

Dans un parc d'amusement, une personne se place contre le mur d'un *Rotor*, qui est un cylindre en rotation. À partir d'une vitesse tangentielle  $v_{\min}$ , la personne reste collée au mur et le plancher du *Rotor* peut être enlevé. Si la personne a une masse de 60.0 kg, que le *Rotor* a un rayon de 3.50 m et que les coefficients de friction cinétique et statique sont  $\mu_k = 0.250$  et  $\mu_s = 0.450$ , respectivement, quelle doit être  $v_{\min}$ ? (Indice: tracez les forces et l'accélération de la personne.)



Solution

$$f_{s,\max} = \mu_s N = mg \text{ et } N = \frac{mv^2}{r} \text{ donnent } v_{\min} = \sqrt{\frac{rg}{\mu_s}} = \sqrt{\frac{(3.5)(9.81)}{0.45}} = 8.73 \text{ m/s}^2$$

Bonne chance!