PHYSQ 124 LEC A1 – Particules et ondes
Examen partiel 2
Automne 2011

Nom ________________________________SOLUTIONS___________________

Numéro d'étudiant ____

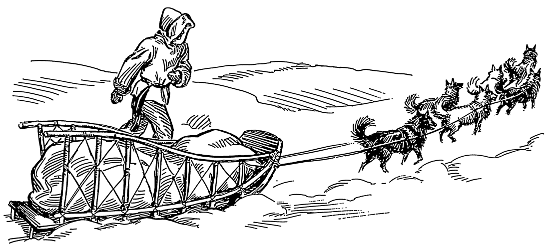
Professeur Marc de Montigny
Date Jeudi, 17 novembre 2011, de 8h30 à 9h50

Instructions

- Ce cahier contient six pages. Écrivez-y directement vos réponses.
- L'examen vaut **15%** de la note finale du cours.
- L'examen contient **cinq problèmes**. Vous pourrez obtenir une partie des points même si votre réponse finale est erronée. Expliquez de façon claire et précise, et encadrez votre réponse finale.
- Cet examen est à livre fermé. Vous pouvez utiliser l'aide-mémoire que vous aurez imprimé et complété avec d'autres formules. Vous perdrez 3/15 si (1) vous ne retournez pas l'aide-mémoire avec l'examen, ou (2) si vous y avez inclus des solutions.
- Vous pouvez utiliser le verso des pages pour vos calculs.
- Matériel permis: crayons ou stylos, calculatrices (programmables et graphiques permises). Les assistants numériques (en anglais, *PDA*s) sont interdits.
- Mettez vos téléphones cellulaires hors circuit.
- Si quelque chose n'est pas clair, demandez-le moi!

Problème 1 [2.0 points] ***Théorème du travail et de l'énergie cinétique***

Un traineau de masse 16.0 kg est tiré sur une surface horizontale couverte de neige (mais avec du frottement) par une force externe horizontale de 24.0 N. Étant parti du repos, ce traineau atteint une vitesse de 2.00 m/s après avoir parcouru 8.00 m. Utilisez le théorème reliant le travail et l'énergie cinétique pour calculer le coefficient de friction cinétique entre le traineau et la neige.



Solution

4 forces : F = 24 N, friction (vers l'arrière), poids et normale

Théorème de l'énergie cinétique : $\Delta K = W_{net}$

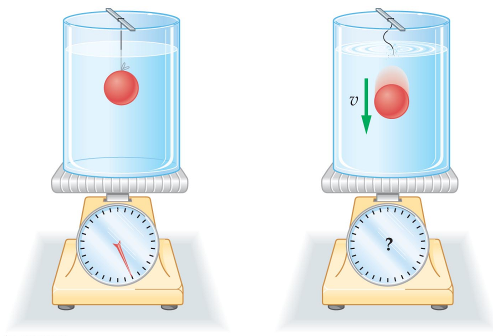
$W_F + W_f = K_f$ devient $Fd - \mu_k mgd = \frac{1}{2}mv^2$

En isolant μ_k on obtient $\mu_k = \frac{F}{mg} - \frac{v^2}{2gd} = \frac{24}{16(9.81)} - \frac{2^2}{2(9.81)(8)} = 0.127$

Problème 2 [3.0 points] ***Centre de masse***

La figure ci-dessous montre une balle de masse 0.095 kg dans un récipient rempli d'eau. Le récipient et l'eau ont une masse totale de 0.870 kg. Quelle est la lecture, en newton, de la balance :

(A) à la figure de gauche, lorsque la balle est au repos dans l'eau?
(B) à la figure de droite, si la balle tombe à une vitesse constante de 12.0 cm/s?
(C) à la figure de droite, si la balle accélère vers le bas à 3.20 m/s^2?



Solution

$M = 0.870 + 0.095 = 0.965$ kg (eau&contenant ET balle)

Force totale sur le système balle + eau : $N - Mg = -MA_{cm}$ qui donne $N = M\left(g - A_{cm}\right)$

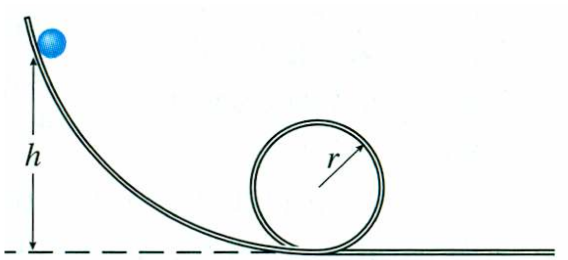
(A), (B) $A_{cm} = 0$ car rien n'accélère. Donc $N = Mg =$ 9.47 N

(C) Grandeur de $A_{cm} = \dfrac{m_{eau}a_{eau} + m_{balle}a_{balle}}{m_{eau} + m_{balle}} = \dfrac{(0.095)(3.20)}{0.965} = 0.315 \text{ m/s}^2$

Normale $N = M\left(g - A_{cm}\right) = 0.965\left(9.81 - 0.315\right) =$ 9.16 N

Problème 3 [4.0 points] ***Énergie cinétique de rotation***

Une sphère creuse de masse M, de rayon R et de moment d'inertie $\frac{2}{3}MR^2$ roule sans glisser vers le bas d'une piste circulaire, tel qu'illustré ci-dessous. La sphère part du repos à la hauteur h. Supposez que R soit petit comparé au rayon de la boucle r. Quelle est la hauteur minimale $h_{\min}$ (possiblement en termes de r, M et R) d'où il faut lâcher la sphère pour qu'elle reste en contact avec la piste en tout temps? (*Indice*: C'est la valeur de h pour laquelle la sphère quittera la piste tout juste au sommet du cercle.)



Solution

$$E_i = Mgh, E_f = \frac{1}{2}Mv^2 + \frac{1}{2}\overbrace{\left(\frac{2}{3}MR^2\right)}^{I}\overbrace{\frac{v^2}{R^2}}^{\omega^2} + Mg(2r) = \frac{5}{6}Mv^2 + Mg(2r)$$

Loi de Newton – sommet du cercle : $\overbrace{N}^{\to 0} + Mg = M\frac{v^2}{r} \to v^2 = rg$

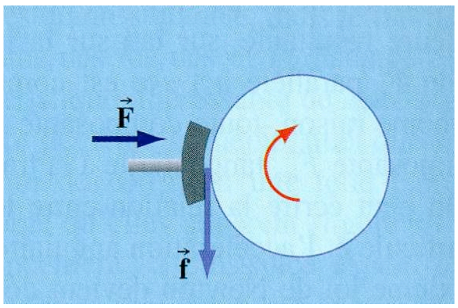
En substituant dans la première équation avec $E_i = E_f$, on trouve

$$Mgh = \frac{5}{6}Mv^2 + Mg(2r) = \frac{5}{6}M(rg) + Mg(2r)$$

$h = 17r/6$

Problème 4 [3.0 points] ***Dynamique et cinématique de rotation***

Une roue de masse 2.00 kg et de rayon 40.0 cm tourne librement à 600 tr/min dans le sens horaire. Tel que montré ci-dessous, un frein exerce sur la roue une force normale F = 10.0 N, radiale et orientée vers l'intérieur. Si le coefficient de friction cinétique vaut μ_k = 0.500, combien de tours la roue effectuera-t-elle avant de s'arrêter? (Prenez $I_{\text{roue}} = \frac{1}{2}MR^2$)



Solution

$\tau = I\alpha$ devient $fR = \mu_k FR = \frac{1}{2}MR^2\alpha$ d'où $\alpha = \frac{2\mu_k F}{MR}$

On utilise l'équation de la cinématique $\omega^2 = \omega_0^2 + 2\alpha\Delta\theta$ et le nombre de tours est obtenu de

$\Delta\theta = -\frac{\omega_0^2}{2\alpha} = -157.91$ rad et en divisant par 2π, obtient 25.1 tours

Autre méthode acceptable

$W = \Delta K$

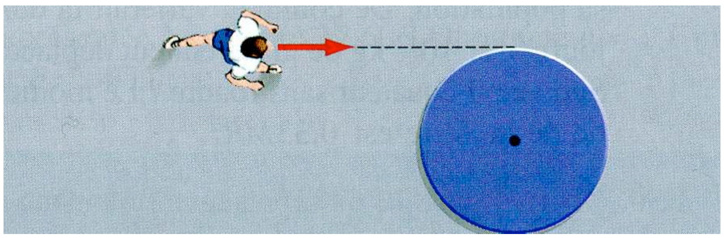
$-\mu_k Fd = -\frac{1}{2}I\omega_0^2$ qui donne d = 63.165 m

avec $d = r\Delta\theta$ on trouve $\Delta\theta = 157.91$ rad comme avant.

Remarque $\omega_0 = -600 \times \frac{2\pi}{60}$ rad/s (négatif car sens horaire), ω = 0

Problème 5 [3.0 points] ***Moment angulaire***

Une personne de 80.0 kg court à 4.00 m/s le long d'une droite tangente à la circonférence d'une plate-forme circulaire immobile de rayon 3.50 m. Lorsque la personne saute sans glisser sur la plate-forme, l'ensemble plate-forme et personne se met à tourner sans friction autour d'un axe vertical à 9.40 tours par minute. En utilisant $I_{\text{plate-forme}} = \frac{1}{2}MR^2$, quelle est la masse de la plate-forme?



Solution

Conservation du moment angulaire : $L_i = L_f$

m = masse de la personne, M = masse de la plate-forme, R = rayon de la plate-forme

$$L_i = mvR, \quad L_f = \left(mR^2 + \frac{1}{2}MR^2 \right)\omega$$

En isolant M, on trouve

$$M = \frac{2m}{R\omega}(v - R\omega)$$

= 25.8 kg

Bonne chance !