PHYSQ 124 LEC A1: Particules et ondes **automne 2005**

Professeur: Marc de Montigny

Examen partiel I: jeudi 13 octobre, de 8h30 à 9h50

Matériel: aide-mémoire (distribué), feuilles et calculatrice

Remarque: Vous pouvez accumuler un maximum de 15 points sur les 21 points disponibles.

Question 1. [Maximum de 3.5 points] **Cinématique à deux dimensions.**

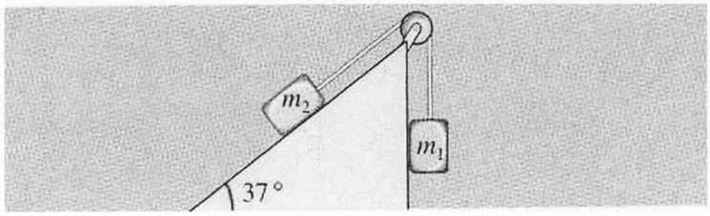
Une balle est lancée vers le bas du toit d'un bâtiment haut de 45 mètres avec une vitesse $\mathbf{v}_0$ qui fait un angle θ_0 avec l'horizontale. Elle touche le sol 2 secondes plus tard en un point situé à 30 mètres du pied du bâtiment. Trouvez v_0 et θ_0. L'angle θ_0 est-il au dessus ou au dessous de l'horizontale?

Question 2. [Maximum de 3.0 points] **Troisième loi de Newton.**

Le paradoxe du "cheval et de la remorque" nous donne une illustration amusante et instructive de la troisième loi de Newton. Selon le cheval, qui croit connaître les lois de Newton, plus il tire vers l'avant, plus la remorque tire vers l'arrière. Il se fatigue donc inutilement; les deux forces s'annulent et le mouvement est impossible. Expliquer pourquoi la remorque avance quand même.

Question 3. [Maximum de 4.0 points] **Frottement.**

Deux blocs de masses égales à $m_1 = 8$ kg et $m_2 = 5$ kg sont reliés entre eux et suspendus à une poulie (figure ci-dessous). On donne $\mu_c = 0.25$ pour le bloc de masse m_2, et le bloc m_1 ne frotte pas sur le plan. Sachant que m_1 se déplace vers le bas, trouvez (a) la grandeur de l'accélération des deux blocs, et (b) la tension dans la corde qui les relie.

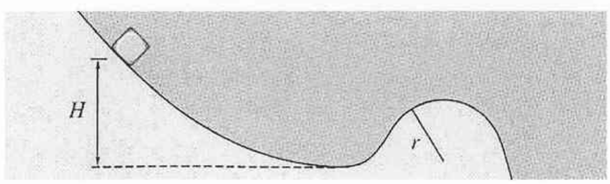


Question 4. [Maximum de 3.5 points] Conservation de l'énergie mécanique et forces non conservatives.

Un enfant de 20 kg glisse à partir du repos vers le bas d'une pente inclinée de 20° par rapport à l'horizontale. Si la piste mesure 4 mètres, et que l'enfant a alors atteint une vitesse de 4 m/s, utilisez le principe de conservation de l'énergie mécanique totale pour déterminer le coefficient de friction cinétique.

Question 5. [Maximum de 3.5 points] Accélération centripète.

La figure ci-dessous représente un bloc qui glisse sur une surface sans frottement à partir d'une hauteur H. Il rencontre une colline de rayon r. Calculer la valeur de H qui permet au bloc de raser le sommet sans le toucher.



Question 6. [Maximum de 3.5 points] Quantité de mouvement.

Une balle de masse $m_1 = 5$ kg se déplaçant vers la droite à 2 m/s entre en collision élastique avec une balle de masse $m_2 = 15$ kg qui se déplace vers la gauche à 3 m/s. Quelles sont les vitesses des balles après la collision?

PHYSQ 124: Particules et ondes.

Aide-mémoire pour l'examen partiel du 13 octobre 2005.

$\mathbf{v}_{\text{moy}} = \frac{\Delta \mathbf{r}}{\Delta t} \qquad \mathbf{v} = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta \mathbf{r}}{\Delta t} \qquad \mathbf{a}_{\text{moy}} = \frac{\Delta \mathbf{v}}{\Delta t} \qquad \mathbf{a} = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta \mathbf{v}}{\Delta t}$

$\mathbf{v} = \mathbf{v}_0 + \mathbf{a}t, \qquad \mathbf{r} = (x, y, z), \qquad \mathbf{v} = (v_x, v_y, v_z)$
$\mathbf{r} = \mathbf{r}_0 + \mathbf{v}_0 t + \frac{1}{2}\mathbf{a}t^2,$
$\mathbf{r} = \mathbf{r}_0 + \frac{1}{2}(\mathbf{v}_0 + \mathbf{v})t,$
$v_x^2 = v_{0x}^2 + 2a_x(x - x_0), \quad v_y^2 = v_{0y}^2 + 2a_y(y - y_0), \quad v_z^2 = v_{0z}^2 + 2a_z(z - z_0).$

$ax^2 + bx + c = 0$ à $x = \frac{1}{2a}(-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac})$

$\mathbf{F} = m\mathbf{a} \qquad \mathbf{F}_{AB} = -\mathbf{F}_{BA} \qquad \mathbf{F}_{\text{grav}} = m\mathbf{g} \qquad g = 9.81 \text{ m/s}^2$

$f_c = \mu_c N \qquad f_s \leq f_s^{\max} = \mu_s N \qquad a_c = mv^2/r$

$W = Fd\cos\theta \qquad \Delta U \equiv -W_{\text{C}} \qquad W_{\text{net}} = \Delta K$

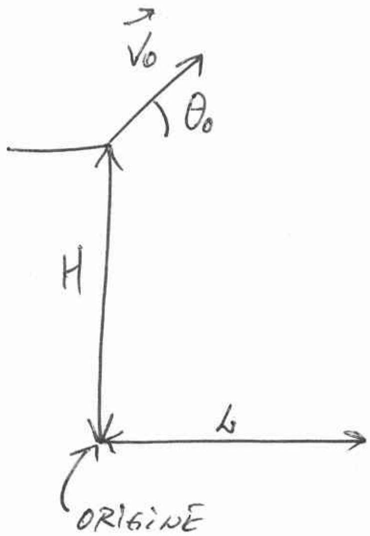
$U_{\text{grav}} = mgh \qquad E = K + U \qquad K = \frac{1}{2}mv^2$

$\Delta E = \Delta K + \Delta U = W_{\text{NC}} \qquad E_f = E_i + W_{\text{NC}}$

$\mathbf{p} = m\mathbf{v} \qquad \sum \mathbf{p}_{\text{avant}} = \sum \mathbf{p}_{\text{apres}} \qquad v_{1i} - v_{2i} = -(v_{1f} - v_{2if})$

$\tan\theta = \frac{\sin\theta}{\cos\theta}$

#1.



$L = 30\ m$

$H = 45\ m$

SOL À $t = 2\,s$

$x = v_0 \cos\theta_0\, t$

$y = H + v_0 \sin\theta_0 t - \frac{1}{2} g t^2$

À $t = 2s$, $x = L$ ET $y = 0$, d'où

$$v_0 \cos\theta_0 = \frac{L}{t} = \frac{30\,m}{2\,s} = 15\ m/s$$

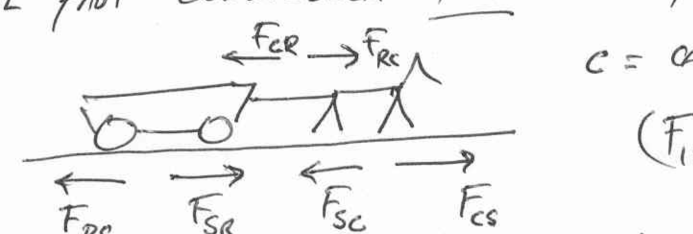
$$v_0 \sin\theta_0 = \frac{1}{2} g t - H/t = \frac{1}{2}(9.81) \times 2 - \frac{45}{2} = -12.69\ m/s$$

$$v_0 = \sqrt{(15)^2 + (-12.69)^2} = 19.6\ m/s$$

$$\tan\theta_0 = \frac{-12.69}{15} \Rightarrow \theta_0 = -40.2°$$

L'ANGLE EST SOUS L'HORIZONTALE

#2. IL FAUT CONSIDÉRER toutes LES FORCES SUR L'ENSEMBLE



C = CHEVAL , R = REMORQUE , S = SOL

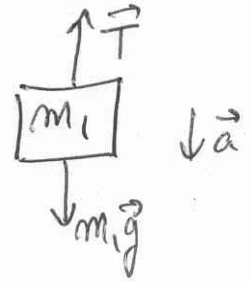
(F_{12} : F SUR 1 PAR 2)

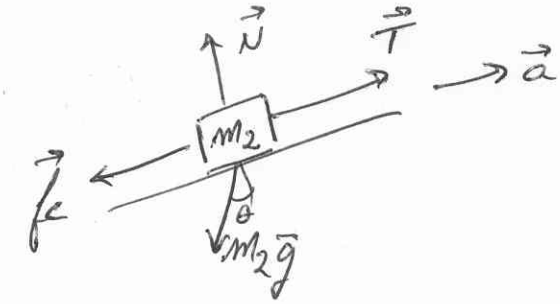
F_{CR} , F_{RC} : FORCES INTÉRIEURES SANS EFFET SUR $\vec{a}$.

$$\Sigma \vec{F} = \vec{F}_{CS} + \vec{F}_{RS} = (m_R + m_C)\vec{a}$$

$F_{CS} - F_{RS} = (m_R + m_C)\,a$ ET $F_{CS} > F_{RS}$.

3.





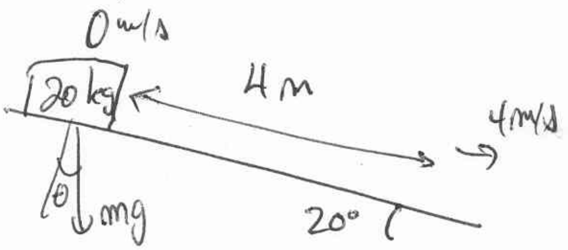
$$m_1 g - T = m_1 a$$

$$T - \mu_c m_2 g \cos\theta - m_2 g \sin\theta = m_2 a$$

$$a = \frac{\overset{8}{m_1} g - \overset{5}{m_2} g\,(\overset{0.25}{\mu_c} \cos\overset{37^\circ}{\theta} + \sin\theta)}{m_1 + m_2} = 3.01\ m/s^2$$

$$T = m_1 (g - a) = 54.4\ N.$$

4.



$h = 4 \sin 20°$ m

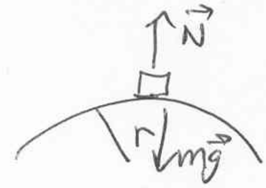
$$\Delta K + \Delta U = W_{NC} \quad \text{où} \quad W_{NC} = \underset{\mu_c mg\cos 20^\circ}{F}\ \overset{4}{d}\ \cos\overset{180^\circ}{\theta}$$

$$\frac{1}{2} m v^2 - mgh = -\mu_c m g \cos\theta\, d$$

$$\mu_c = \left(h - \frac{v^2}{2g}\right) / d\cos\theta$$

$$= \left(4\sin 20 - \frac{(4)^2}{2(9.81)}\right) \frac{1}{4\cos 20^\circ} = 0.147$$

#5. $E_i = mgH$



$E_f = \frac{1}{2}mv^2 + mgr$

$\sum F = mg - \overset{\to 0}{N} = \frac{mv^2}{r} \to mv^2 = mgr$

$E_i = E_f$: $mgH_{min} = \frac{1}{2}(mgr) + mgr$

$H_{min} = \frac{3}{2}r$.

#6. $m_1 = 5$ kg $\longrightarrow$ 2 m/s $\qquad$ $m_2 = 15$ kg $\longleftarrow$ 3 m/s

ÉLASTIQUE : $v_1' - v_2' = -(v_1 - v_2) = -(2-(-3)) = -5$ m/s

$v_2' = v_1' + 5$

$m_1v_1 + m_2v_2 = m_1v_1' + m_2v_2' = m_1v_1' + m_2v_1' + 5m_2$

$v_1' = \frac{m_1v_1 + m_2(v_2-5)}{m_1+m_2} = \frac{5(2)+15(-3-5)}{5+15}$

$= -5{,}5$ m/s

$v_2' = -5.5+5 = -0.5$ m/s.

LES DEUX BALLES SE DÉPLACENT VERS LA GAUCHE.