

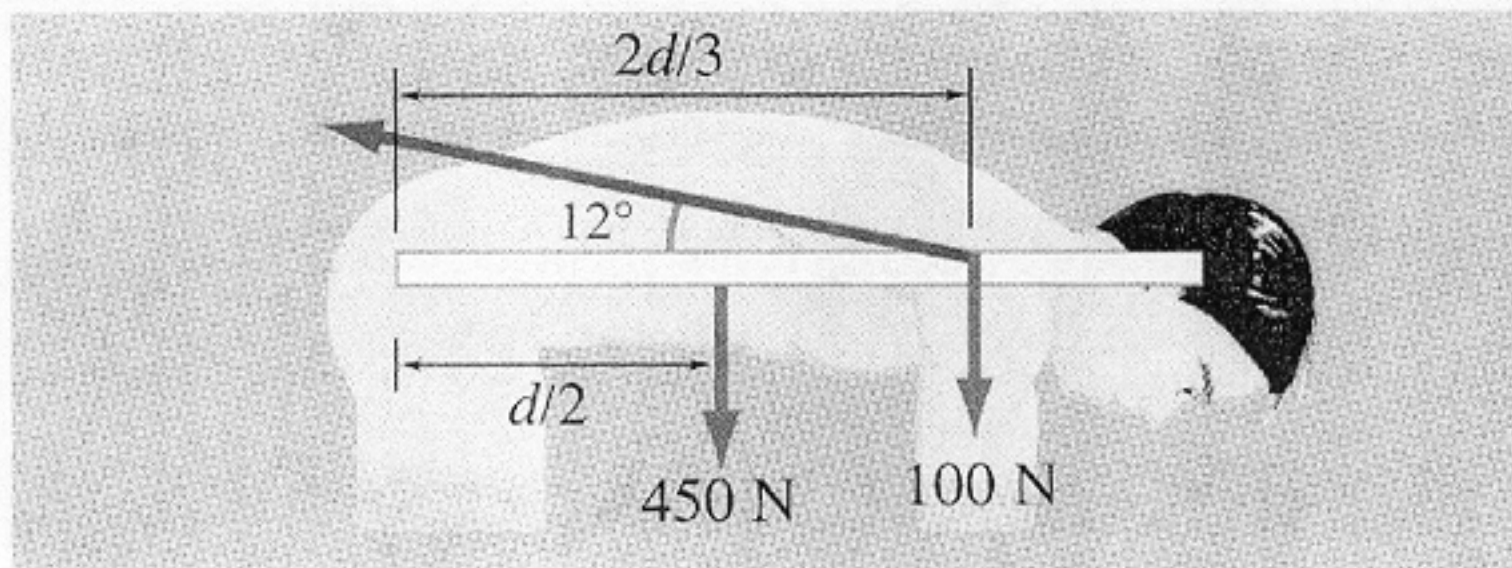
Examen partiel II, le jeudi 18 novembre, de 8h30 à 9h30.

Matériel permis: aide-mémoire distribué, feuilles et calculatrice.

Vous pouvez accumuler un maximum de 15 points sur les 19 points disponibles.

**Question 1. [Maximum de 3.5 points] Équilibre statique.**

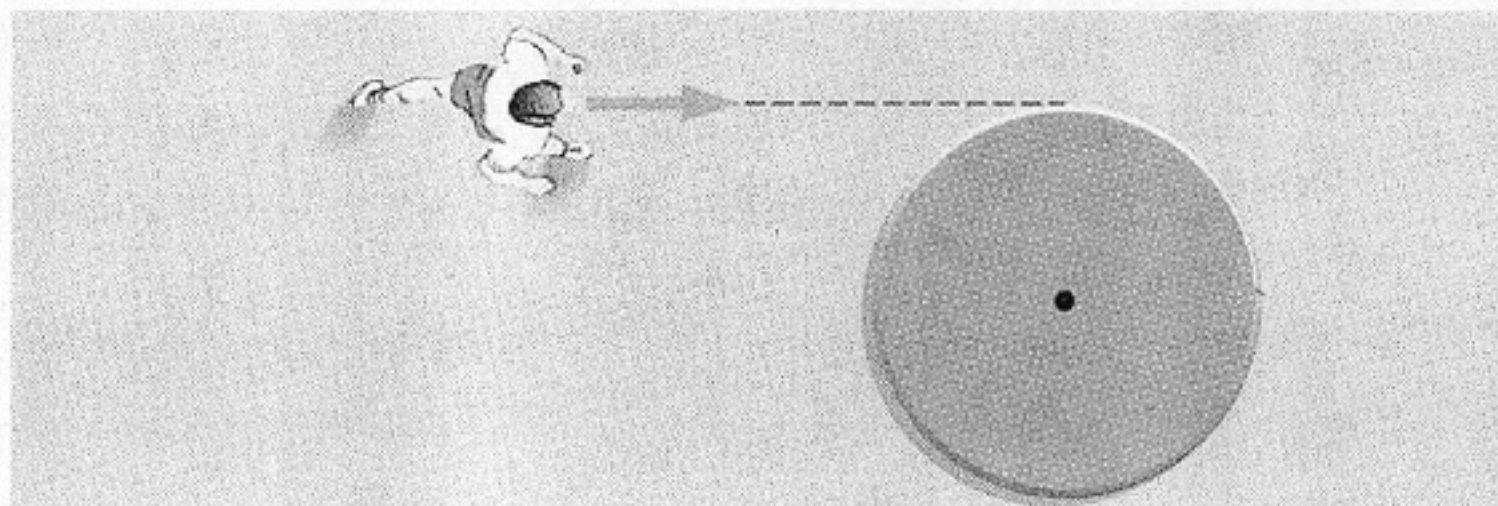
La personne illustrée ci-dessous soutient un poids de 100 N, son dos étant horizontal. On suppose que le torse est maintenu par un muscle fixé *aux deux tiers* du bas de la colonne vertébrale, faisant un angle de  $12^\circ$  avec le dos. Le poids de 100 N, soutenu par la personne, est appliqué au même point que le muscle. En supposant que le poids du torse est de 450 N, appliqué *au centre* de la colonne vertébrale, calculez : (a) la tension dans le muscle du dos, et (b) le module de la force résultante exercée à la base de la colonne vertébrale.



**Question 2. [Maximum de 3.0 points] Moment cinétique.**

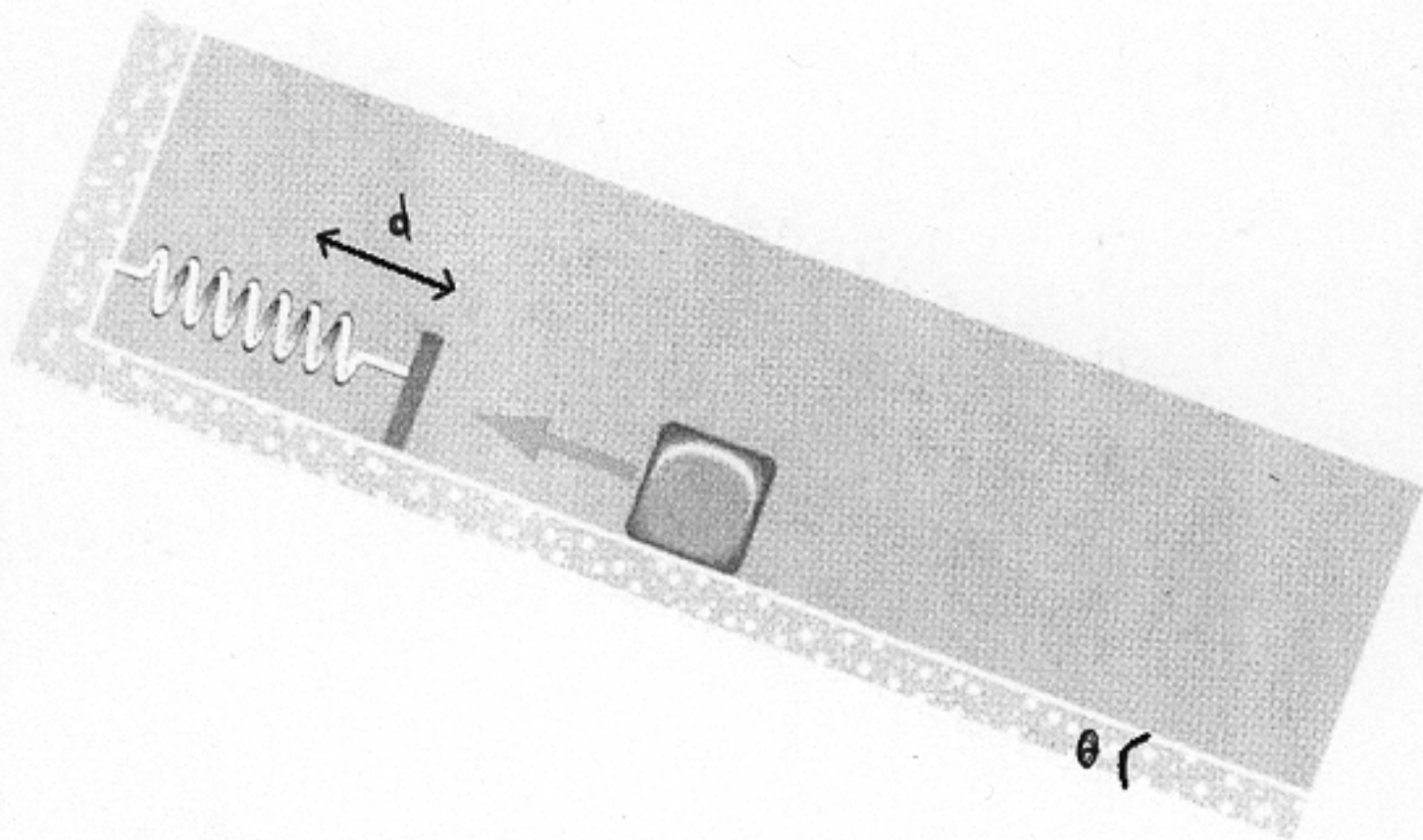
Une femme de 60 kg court à 5 m/s, tel qu'indiqué ci-dessous, vers une plate-forme circulaire initialement immobile, de rayon 3 m et de masse 100 kg, et elle saute sur la plate-forme. Celle-ci se met alors à tourner sans frottement autour d'un axe vertical,

comme un disque de moment d'inertie  $I = \frac{1}{2}MR^2$ . Déterminez : (a) la vitesse angulaire après que la femme ait sauté sur la plate-forme, et (b) la variation d'énergie cinétique. Y a-t-il gain ou perte d'énergie cinétique?



**Question 3. [Maximum de 4.5 points] Conservation de l'énergie mécanique totale.**

La figure à la page suivante illustre un bloc de masse  $m$  qui glisse sur une surface inclinée d'un angle  $\theta$ , avec un coefficient de friction cinétique  $\mu_c$ . La constante du ressort est donnée par  $k$ . (a) Sachant que lorsque le bloc s'arrête, le ressort est comprimé d'une distance  $d$  parallèlement au plan, déterminez la vitesse  $v$  du bloc juste avant de toucher le ressort. Exprimez  $v$  en termes de  $k$ ,  $d$ ,  $m$ ,  $\mu_c$  et  $\theta$ . (b) Que vaut  $v$  si  $k = 32 \text{ N/m}$ ,  $d = 80 \text{ cm}$ ,  $m = 500 \text{ g}$ ,  $\mu_c = 0.20$  et  $\theta = 10^\circ$ ?



**Question 4. [Maximum de 2.5 points] Énergie dans un OHS.**

Un bloc de 20 grammes, attaché à un ressort, oscille avec une période de 0.5 sec. À un instant donné, on trouve  $x = 4$  cm et  $v = -33$  cm/s. Trouver l'amplitude de l'oscillation.

**Question 5. [Maximum de 3.0 points] Décibels.**

(a) Si l'intensité sonore émise par *un* violon est de 68 dB, quelle est l'intensité (en *décibels*) de *dix* violons semblables? (b) Même question, sauf que chaque violon émet à  $\beta_1$  dB, plutôt qu'à 68 dB.

**Question 6. [Maximum de 2.5 points] Effet Doppler.**

Deux trains se dirigent l'un vers l'autre. Le premier train a une vitesse de 120 km/h, et le second train a une vitesse de 95 km/h. Si le second train émet un signal à une fréquence de 500 Hz, et que la vitesse du son est de 342 m/s, quelle est la fréquence perçue par une personne sur le premier train? [Attention aux unités!]

# PHYSQ 124: Particules et ondes.

Aide-mémoire pour l'examen du 18 novembre 2004.

$$\begin{aligned} \Sigma \mathbf{F} &= m\mathbf{a} & F &= mg & g &= 9.8 \text{ m/s}^2 \\ A_x &= A \cos \theta & A_y &= A \sin \theta & A &= \sqrt{A_x^2 + A_y^2} & \tan \theta &= \frac{A_y}{A_x} \\ \mathbf{F}_{12} &= \mathbf{F}_{21} & f_c &= \mu_c N & f_s &\leq f_s^{\max} & \text{avec } f_s^{\max} &= \mu_s N \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W &= Fd \cos \theta & W_{\text{net}} &= K_f - K_i & \Delta U &\equiv -W_c \\ U_{\text{grav}} &= mgh & U_{\text{ress}} &= \frac{1}{2} kx^2 & E &= K + U \\ \Delta K + \Delta U &= \Delta E = 0 & E_f &= E_i & K_f + U_f &= K_i + U_i \\ \Delta K + \Delta U &= \Delta E = W_{\text{nc}} & E_f &= E_i + W_{\text{nc}} & K &= \frac{1}{2} mv^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \omega &= \omega_0 + \alpha t & \theta &= \theta_0 + \omega_0 t + \frac{1}{2} \alpha t^2 & \omega^2 &= \omega_0^2 + 2\alpha(\theta - \theta_0) \\ v_t &= \omega r & a_t &= \alpha r & a_c &= \frac{v_t^2}{r} = \omega^2 r & F_c &= ma_c = \frac{mv_t^2}{r} = m\omega^2 r \end{aligned}$$

$$F_{\text{grav}} = \frac{Gm_1 m_2}{r^2} \quad v = \sqrt{\frac{GM}{r}} \quad g = \frac{GM_T}{R_T^2}$$

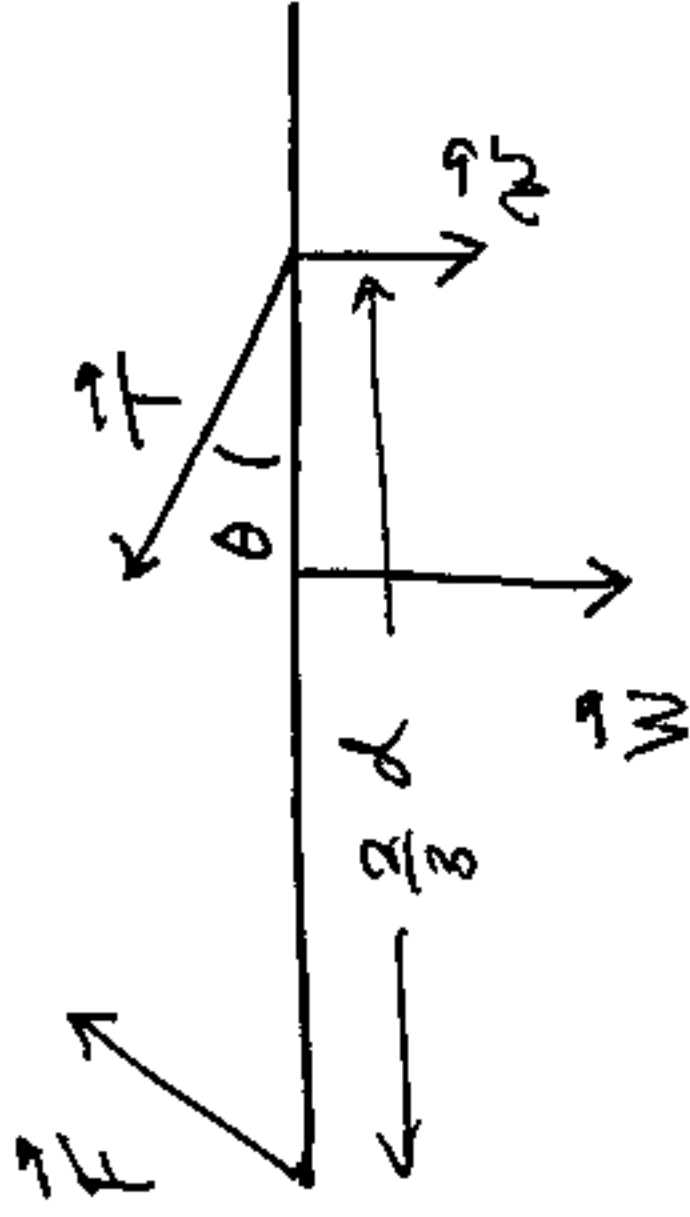
$$\begin{aligned} I &= \sum_{i=1}^N m_i r_i^2 & \mathbf{l} &= \mathbf{r} \times \mathbf{p} & l &= mvr & L &= I\omega & I_i \omega_i &= I_f \omega_f \\ L_i &= L_f \\ \Sigma \tau &= I\alpha & \tau &= \mathbf{r} \times \mathbf{F} & \tau &= r_{\perp} F = r F_{\perp} = r F \sin \theta \\ \Sigma \mathbf{F} &= \mathbf{0} & \Sigma \tau &= 0 & K &= \frac{1}{2} I\omega^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F &= -kx & \frac{1}{2} mv^2 + \frac{1}{2} kx^2 &= \frac{1}{2} kA^2 = \frac{1}{2} mv_{\text{max}}^2 \\ x &= A \cos(\omega t) & v &= -\omega A \sin(\omega t) & a &= -\omega^2 A \cos(\omega t) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \omega &= \sqrt{\frac{k}{m}} & \omega &= \sqrt{\frac{g}{L}} \\ v &= \lambda f & T &= \frac{1}{f} & \omega &= 2\pi f \end{aligned}$$

$$I = \frac{P}{A} = \frac{P}{4\pi r^2} \quad \beta = 10 \log \frac{I}{I_0} \quad I = I_0 10^{\beta/10} \quad I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$$

$$f' = \frac{v \pm v_O}{v \mp v_S} f$$



$$W = 450 \text{ N}$$

$$w = 100 \text{ N}$$

$$\theta = 12^\circ$$

#1.  
3.5

(a) Ax & F:

$$\sum \tau = W\left(\frac{d}{2}\right) + w\left(\frac{2d}{3}\right) - T\left(\frac{2d}{3}\right) \sin \theta = 0$$

$$T\left(\frac{2d}{3} \sin \theta\right) = \left(\frac{2}{3}w + \frac{1}{2}W\right)d$$

$$T = \left(w + \frac{3}{4}W\right) / \sin \theta = \left(100 + \frac{3}{4}(450)\right) / \sin 12^\circ = 2104 \text{ N}$$

(b)  $F_x = T \cos \theta = 2104 \cos 12^\circ = 2058 \text{ N}$

$$F_y = 450 + 100 - 2104 \sin 12^\circ = 112.6 \text{ N}$$

$$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = \sqrt{2058^2 + 112.6^2} = 2061 \text{ N}$$

#2. (a)  $L_i = L_f$

$L_f = \left( \frac{1}{2} MR^2 + \underbrace{MR^2}_{\text{personne}} \right) \omega$

*↳ pkte-forme*

$$\omega = \frac{mvR}{\left(\frac{1}{2}M+m\right)R^2} = \frac{mv}{\left(\frac{100}{2} + 60\right)R}$$

$$= \frac{10}{11} \text{ Rad/s} = \boxed{0.909 \text{ Rad/s}}$$

(b)  $K_i = \frac{1}{2} Mv^2 = \frac{1}{2} (60)(5)^2 = 750 \text{ J}$

$$K_f = \frac{1}{2} \left( \frac{1}{2} MR^2 + MR^2 \right) \omega^2 = \frac{1}{2} \left( \frac{100}{2} + 60 \right) (3)^2 \left( \frac{10}{11} \right)^2$$

$R^2 \omega^2$

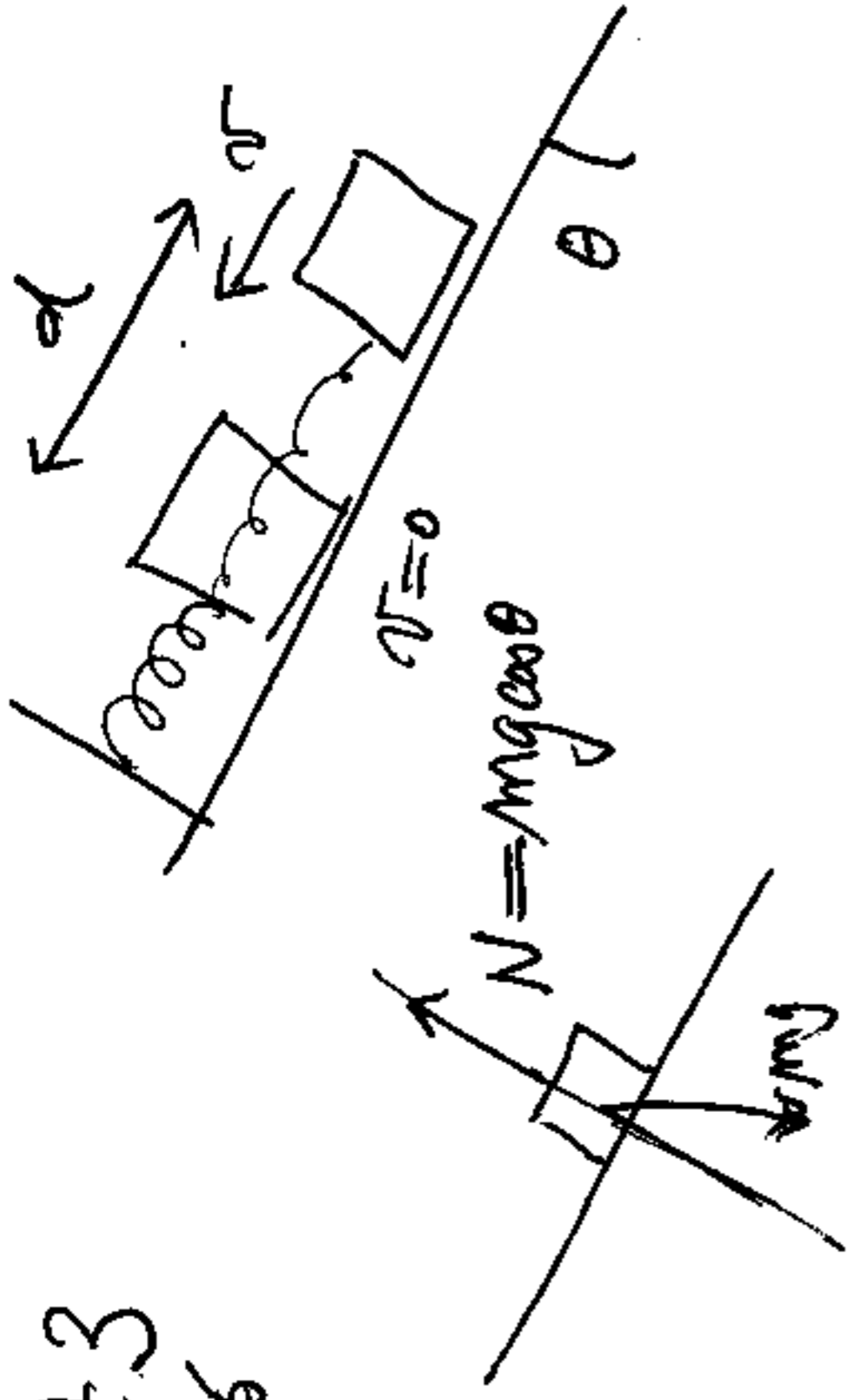
$$= 409.1 \text{ J}$$

$$\Delta K = K_f - K_i = -341 \text{ J}$$

Perte de 341 J

#3

4/5



$$\Delta K = \overset{0}{K_f} - K_i = -\frac{1}{2}mv^2$$

$$\Delta U_{\text{res}} = \frac{1}{2}kd^2$$

$$\Delta U_g = mgd \sin \theta$$

$$W_{\text{nc}} = -\mu_c Nd = -\mu_c mgd \cos \theta$$

$$\Delta K + \Delta U_{\text{res}} + \Delta U_g = W_{\text{nc}}$$

$$-\frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}kd^2 + mgd \sin \theta = -\mu_c mgd \cos \theta$$

$$\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}kd^2 + mgd (\sin \theta + \mu_c \cos \theta)$$

$$v = \sqrt{\frac{kd^2}{m} + 2gd (\sin \theta + \mu_c \cos \theta)}$$

$$= \sqrt{\frac{32(0.8)^2}{0.5} + 2(9.8)(0.8) (\sin 10^\circ + 0.2 \cos 10^\circ)} = \boxed{6.84 \text{ m/s}}$$

#4.  $m = 0.02 \text{ kg}$

$$T = 0.62$$

2.5

$$x = 0.04 \text{ m}$$

$$\omega^2 = \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 = \frac{4\pi^2}{T^2} = \frac{k}{m}$$

$$V = -0.33 \text{ m/s}$$

$$\frac{1}{2} kA^2 = \frac{1}{2} mV^2 + \frac{1}{2} kx^2, \quad A^2 = \frac{m}{k} V^2 + x^2$$

$$A = \sqrt{\frac{T^2}{4\pi^2} V^2 + x^2} = \sqrt{\frac{(0.5)^2}{4\pi^2} (0.33)^2 + (0.04)^2}$$

$$= 0.0478 \text{ m or } 4.78 \text{ cm}$$



$$\# \text{ Ex. (a) } B = 10 \log \frac{I}{I_0} \quad I = I_0 \cdot 10^{B/10}$$

3

$$I_{10} = 10 I_1 \quad \text{ou} \quad I_1 = I_0 \cdot 10^{68/10}$$

$$B_{10} = 10 \log \frac{I_{10}}{I_0} = 10 \log \frac{10 I_1}{I_0} = 10 \log \frac{10 I_0 \cdot 10^{6.8}}{I_0}$$

$$= 10 \log 10^{1+6.8} = \boxed{78 \text{ dB}}$$

$$(b) \text{ soit } B_1 : I_1 = I_0 \cdot 10^{B_1/10}$$

$$B_{10} = 10 \log \frac{10 I_0 \cdot 10^{B_1/10}}{I_0} = 10 \log 10^{(\frac{B_1}{10} + 1)}$$

$$= 10 \left( \frac{B_1}{10} + 1 \right) = \boxed{B_1 + 10 \text{ dB}}$$

# 6,

2.6

$$v_s = 95 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

$$v_o = 120 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

$$f = 500 \text{ Hz}$$

$$v = 342 \frac{\text{m}}{\text{s}} \times \frac{1 \text{ km}}{1000 \text{ m}} \times \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}} = 1231 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

$$f' = \frac{v + v_o}{v - v_s} f$$

$$= \frac{1231 + 120}{1231 - 95} 500 \text{ Hz}$$

$$= 594 \text{ Hz}$$