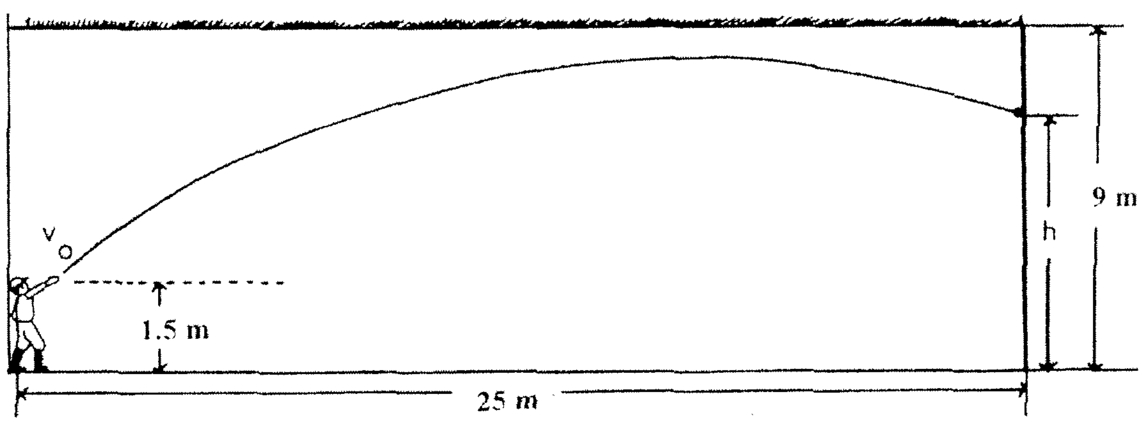
FACULTÉ DES ARTS ET SCIENCES–DÉPARTEMENT DE PHYSIQUE

SIGLE DU COURS : PHY 1651 **NOM DU PROFESSEUR :** Nicole St-Louis
TITRE DU COURS : Mécanique classique I
EXAMEN INTRA : **DATE** : 17/02/09 **HEURE** : 10h30–12h30 **SALLE** : Z-210
DIRECTIVES PÉDAGOGIQUES : - Aucune documentation n'est permise.
- Répondre à toutes les questions.
- Calculatrice permise.
- Voir page 4 pour formules.

QUESTION 1 (35 points)

Un enfant se trouve dans un gymnase dont le plafond est situé à 9 mètres au dessus du sol. Il lance une balle vers un mur qui se trouve à une distance de 25 mètres de lui. S'il lance la balle avec une vitesse initiale de 16.5 mètres/sec, à partir d'une hauteur de 1.5 mètres, déterminez la hauteur maximale à laquelle la balle peut frapper le mur. (L'enfant ne fait pas rebondir la balle au sol!) Indice : La balle ne doit pas frapper le plafond non plus.

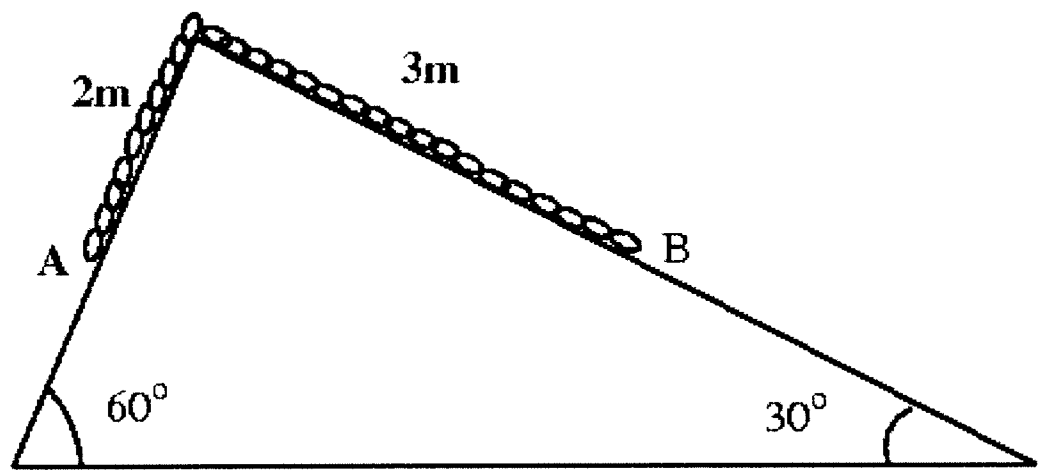


QUESTION 2 (35 points)

Une chaîne mesurant 5 mètres est déposée sur un plan incliné sans friction dont un côté fait un angle de 60^o avec le sol et l'autre côté fait un angle de 30^o avec le sol.

(a) Déterminez d'abord quel bout de la chaîne (celui du côté de l'angle de 60^o (A) ou celui du côté de l'angle de 30^o (B)) atteindra le sommet du plan incliné. (10 points)

(b) Déterminez la vitesse de la chaîne lorsque ce bout atteindra le sommet. (25 points)



QUESTION 3 (30 points)

Une piste dans un parc de planche à roulettes est constituée d'un demi-cylindre en ciment d'un rayon de 5 mètres. Une fille se place avec une planche à roulettes sur l'un des côtés de la piste et elle est maintenue en place par un mécanisme quelconque. La piste applique une force d'amortissement qui est donnée par

$$F = -bv$$

où b est une constante (b = 25 kg/sec) et v est la vitesse le long de la piste.

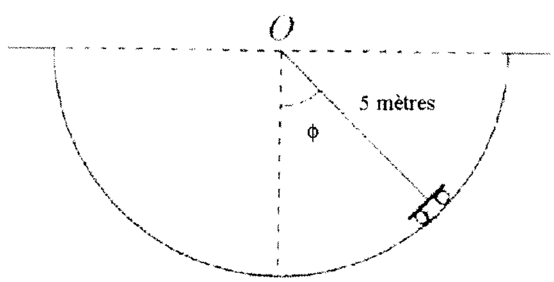
Le mécanisme est soudainement relâché et la fille se met à glisser vers le bas. La fille décrit un mouvement oscillatoire sur la piste. La planche a une masse négligeable et la fille a une masse de 40 kg. Considérez de petites oscillations.

La position initiale de la planchiste sur la piste est à un angle de 15^o et sa vitesse initiale est nulle

(a) Pour un **cas sous-amorti**, quelle sera la fréquence d'oscillation ?

(b) Quelle sera l'amplitude des oscillations après 5 périodes d'oscillations ?

(c) Quelle sera la position de la planchiste après un temps t = 5 secondes ?



Séries de Taylor

$$\sin x = x - \frac{x^3}{3!} + \frac{x^5}{5!} - \ldots \approx x \; ; \quad \cos x = 1 - \frac{x^2}{2!} + \frac{x^4}{4!} - \ldots \approx 1 - \frac{x^2}{2!} \qquad \text{si } x <<<< 1$$

Coordonnées polaires :

$$v_r = \dot{r} \qquad v_\theta = r\dot{\theta} \qquad a_r = \ddot{r} - r\dot{\theta}^2 \qquad a_\theta = r\ddot{\theta} + 2\dot{r}\dot{\theta}$$

Oscillateur harmonique :

$$m\ddot{x} + b\dot{x} + kx = 0 \qquad \ddot{x} + \frac{b}{m}\dot{x} + \frac{k}{m}x = 0 \qquad \ddot{x} + \mu\dot{x} + \omega_0^2 x = 0$$

Si $b=0$, il s'agit d'un oscillateur harmonique libre (solution : $x = A\cos(\omega_0 t + \theta)$), sinon l'oscillateur harmonique est amorti :

Solution générale pour le cas amorti: $x = C_1 e^{p_1 t} + C_2 e^{p_2 t}$; $p_{1,2} = -\gamma \pm \sqrt{\gamma^2 - \omega_0^2}$
avec $\gamma = \mu/2$

➔ Cas sous-amorti ($\omega_0^2 \rangle \gamma^2$) : $x = Ae^{-\gamma t}\cos(\omega_1 t + \theta)$ avec $\omega_1^2 = \omega_0^2 - \gamma^2$
➔ Amortissement critique ($\omega_0^2 = \gamma^2$) : $x = C_1 e^{-\gamma t} + C_2 t e^{-\gamma t}$
➔ Cas sur-amorti ($\omega_0^2 \langle \gamma^2$) : $x = C_1 e^{\gamma_1 t} + C_2 e^{\gamma_2 t}$ avec $\gamma_1 = -\gamma - \sqrt{\gamma^2 - \omega_0^2}$ et $\gamma_2 = -\gamma + \sqrt{\gamma^2 - \omega_0^2}$

$\omega = 2\pi f$ où f est la fréquence

Signatures : LE PROFESSEUR Nicole St-Louis

LE DIRECTEUR Yves Lépine