

Sujet n°1

Question de cours : Force de Lorentz

- 1 - Donner la force de Lorentz, préciser la signification des différentes grandeurs et leurs unités.
- 2 - Donner des ordres de grandeur de E et B .
- 3 - Comparer numériquement le poids et les forces électrique et magnétique.
- 4 - Exprimer la puissance de la force de Lorentz. Que peut-on dire du champ électrique et du champ magnétique quant à leur influence sur l'énergie cinétique ?

Exercice n°1 Looping

Une petite bille est posée à une hauteur h du sol sur une rampe de lancement inclinée qui débouche sur un looping (guide circulaire dans le plan vertical).

Déterminer la hauteur minimale à laquelle il faut placer la petite bille pour qu'elle puisse effectuer un tour complet de looping sans décoller du guide circulaire.

Sujet n°2

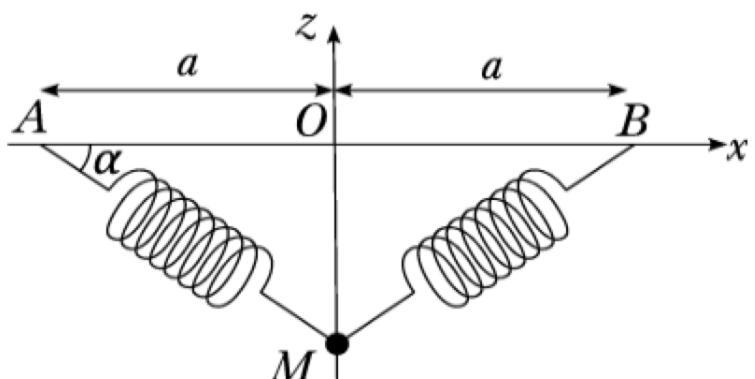
Question de cours

Établir l'équation du mouvement des petits mouvements au voisinage d'une position d'équilibre stable, en utilisant l'approximation locale par un puits de potentiel harmonique. L'identifier à une situation bien connue.

- 1 - Exprimer l'énergie potentielle au voisinage de la position d'équilibre x_e en utilisant le développement de Taylor au deuxième ordre.
- 2 - En déduire l'expression de l'énergie mécanique au voisinage de la position d'équilibre.
- 3 - Que peut-on dire de l'énergie mécanique dans le cadre de l'étude ?
- 4 - Exprimer la dérivée de l'énergie mécanique par rapport au temps. Et en déduire l'équation différentielle du mouvement ?
- 5 - Quelle est la nature de l'équation différentielle ? En identifier sa caractéristique.

Exercice n°1 Saut à ski à l'élastique

Une nouvelle discipline est apparue récemment : le saut à ski à l'élastique. On s'intéresse à un skieur attaché à deux élastiques réalisant un saut dans le vide. Les élastiques seront modélisés par des ressorts identiques de raideur k et de longueur à vide négligeable dont les points d'attache A et B sont distants de $2a$ et le skieur sera modélisé par un point matériel de masse m .

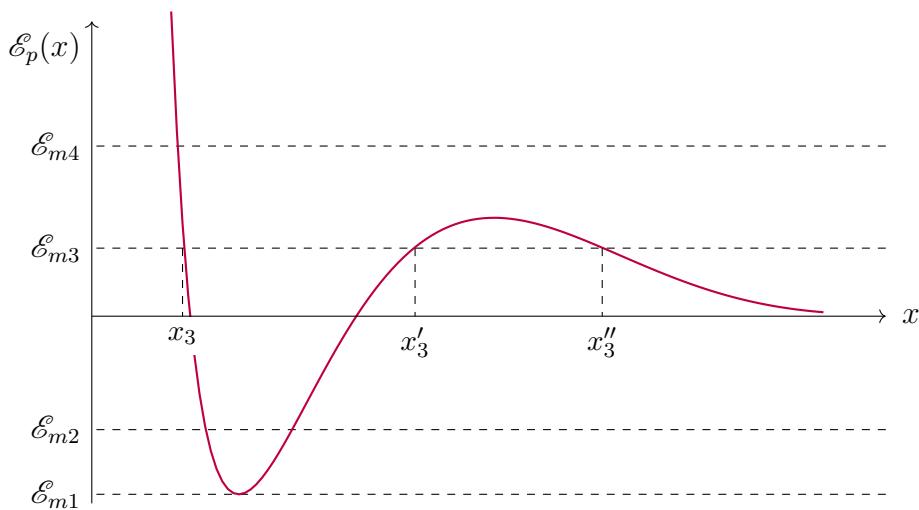


Déterminer la (les) position(s) d'équilibre z_{eq} du skieur et étudier sa (leur) stabilité.

Sujet n°3

Question de cours

Mouvement conservatif à une dimension.



- 1 - Donner la relation entre \vec{F} , $\frac{dE_p}{dx}$ et \vec{u}_x .
- 2 - Faire le lien entre la force \vec{F} et les variations de l'énergie potentielle. Indiquer le sens de la force sur le graphe.
- 3 - Définir position d'équilibre, position d'équilibre stable et position d'équilibre instable.
- 4 - Caractériser les positions d'équilibre en terme d'énergie potentielle.
- 5 - Déduire d'un graphe d'énergie potentielle l'existence de positions d'équilibre, et la nature stable ou instable de ces positions.
- 6 - En rappelant la définition de l'énergie mécanique, quelle inégalité lie E_m et E_p ?
- 7 - Déduire d'un graphe d'énergie potentielle le comportement qualitatif : trajectoire bornée ou non, mouvement périodique, positions de vitesse nulle.

Exercice n°1 Étude des rebonds d'une balle

On considère une balle rebondissante de masse m , lâchée sans vitesse initiale depuis une hauteur h_0 et dont on souhaite étudier les rebonds successifs. On néglige tout frottement.

On lâche la balle à $t = 0$, et on note t_0 l'instant du premier impact avec le sol, et v_0 la vitesse juste avant l'impact.

- 1 - En étudiant la première phase du mouvement, où la balle est en chute libre vers le sol, établir l'expression de l'instant de l'impact, noté t_0 , en fonction de h_0 et g .

Une fois au sol, la balle rebondit. Le rebond n'étant pas parfaitement élastique, la balle perd une partie de son énergie cinétique. Notons E_{cn} l'énergie cinétique juste avant l'impact numéro n et E'_{cn} celle juste après cet impact. Ces deux énergies ne sont pas égales, car une partie de l'énergie est perdue lors du rebond. On a donc :

$$E'_{cn} = \alpha E_{cn}, \quad \text{avec} \quad \alpha < 1 \text{ le coefficient de restitution.}$$

- 2 - Établir par un raisonnement énergétique l'expression de la hauteur maximale h_n atteinte après l'impact numéro n en fonction de h_0 et de n .

On s'intéresse ensuite à la durée T_n qui s'écoule entre l'impact n et l'impact suivant. Il s'agit de la durée mise pour monter à la hauteur h_n et redescendre au sol, qui donc vaut deux fois la durée mise pour aller de h_n au sol.

- 3 - Montrer que $T_n = 2\alpha^{n/2}t_0$.

On décide enfin d'exploiter une série de mesure de 10 rebonds, comme on pourrait le faire en TP.

- 4 - Que mesurer et comment exploiter les mesures pour déterminer le coefficient de restitution α ? Comment en déduire une mesure de g ?

Sujet n°4 Freinage d'urgence

Les causes d'accidents sont nombreuses et variées. Afin d'incriminer ou non un éventuel excès de vitesse lors de la sortie de route liée à un dépassement incontrôlé et décrite sur la photographie (figure 1), déterminer l'expression littérale, puis numérique de la vitesse du véhicule en début de la phase de freinage ?



FIGURE 1 – Sortie de route

Les éléments légaux de marquage au sol sont représentés sur la figure 2.

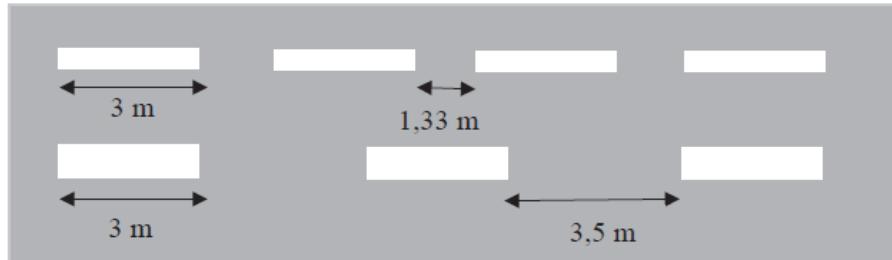


FIGURE 2 – Législation de marquage au sol

Par temps sec, le coefficient de frottement solide est $f = 0,8$, tel que la force de frottement exercée par la route est liée à la réaction normale N du support par : $T = fN$

Sujet n°5 Bobby

Bobby s'est fabriqué une fronde en accrochant un caillou au bout d'une ficelle. Le bras tendu au dessus de sa tête, il fait tournoyer la fronde (dans un plan horizontal) à la vitesse angulaire $\omega = 120$ tours/minute) puis la lâche (soit une vitesse initiale $v_0 = \ell\omega$, où ℓ est la longueur de la ficelle).

À quelle distance de Bobby le caillou va-t-il atterrir ?