

FINAL PS30 du 18/01/2011
02h, Documents non autorisés

Questions de cours :

- 1- Définir le vecteur quantité de mouvement \mathbf{P} d'un point matériel de masse m et se déplaçant à une vitesse \mathbf{V} . En déduire la loi fondamentale de la dynamique.
- 2- Définir le moment cinétique $\boldsymbol{\sigma}$ et Montrer que :

$$\frac{d\vec{\sigma}}{dt} = \vec{r} \wedge \vec{F} = \overline{M_0^t F}$$

- 3- Définir l'énergie mécanique E_m d'un point matériel.
En déduire le théorème de l'énergie mécanique

Exercice 1 :Catapulte

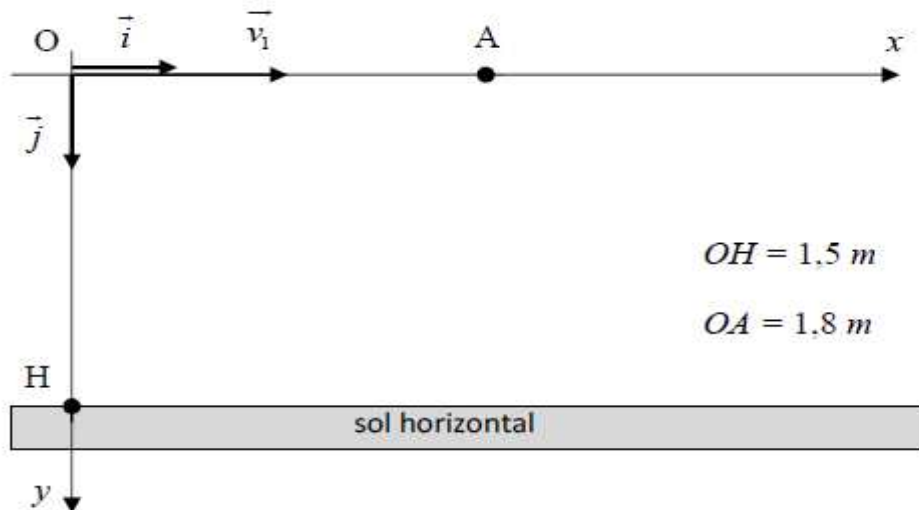
Sur un porte-avions un système pneumatique communique à un avion initialement immobile une accélération constante de 24 m.s^{-2} . Le référentiel est le porte-avions. La position de l'avion sur la piste est repérée, sur un axe orienté dans le sens de l'envol, par son abscisse x en mètres. L'origine de cet axe coïncide avec le point de départ de l'avion.

1.
 - a. Quelle est l'équation horaire de la vitesse ?
 - b. Quelle est la vitesse atteinte à la date $t=1 \text{ s}$? à la date $t=2,5 \text{ s}$?
2.
 - a. Quelle est l'équation horaire de la distance x parcourue par l'avion ?
 - b. Quelle est la distance parcourue en 1 seconde ? en 2,5 secondes ?
3. Sur une piste sans catapulte, l'accélération de l'avion au décollage a pour valeur moyenne $5,2 \text{ m.s}^{-2}$.
 - a. Quelle est la distance parcourue par l'avion en 1 seconde ? en 2,5 secondes ?
 - b. Quelle est la durée du parcours nécessaire pour atteindre la vitesse de 60 m.s^{-1} ?
 - c. Quelle est la distance parcourue pour atteindre cette vitesse ? Conclure sur le rôle du catapulte.

Exercice 2 : Chute libre de deux billes

On étudie la chute de deux billes ponctuelles B_1 et B_2 . La résistance de l'air est négligeable et on prend $g=10 \text{ m.s}^{-2}$. On raisonne dans le repère $(\mathbf{0}, \mathbf{i}, \mathbf{j})$ lié à la Terre. L'origine des dates correspond à l'instant où les billes quittent le plan horizontal contenant le point O et le point A. La bille B_1 , de masse $m_1 = 10 \text{ g}$, est lancée horizontalement en O avec une vitesse \mathbf{V}_1 ; au même instant, la bille B_2 , de masse $m_2 = 20 \text{ g}$, est lâchée sans vitesse en A.

- 1-. Faire une étude dynamique du mouvement de chaque bille pour établir l'équation de la trajectoire de chaque bille ; on prendra $\mathbf{V}_1 = 2,0 \text{ m.s}^{-2}$ pour l'application numérique.
- 2-. Calculer l'ordonnée de chaque bille à l'instant $t = 0,30 \text{ s}$. Que peut-on dire des ordonnées des deux billes à un instant t quelconque ?
- 3-. Calculer la durée de la chute de chacune des deux billes jusqu'au sol.
- 4- Quelle est la plus petite valeur à donner à \mathbf{V}_1 pour que les deux billes se rencontrent au cours de leur chute ?



Exercice 3. Balançoire

Un enfant joue sur une balançoire. L'ensemble est assimilé, pour simplifier, à un pendule simple en considérant que tout se passe comme si la balançoire était une corde unique de longueur $L = 3,0 \text{ m}$, de masse négligeable, et que l'enfant avait pour masse ponctuelle $M = 20 \text{ kg}$. On prendra $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$.

1. Faire le bilan des forces qui s'exercent sur l'enfant lors du mouvement. Représenter ces forces sur un schéma, le pendule étant en mouvement à une date t quelconque.
2.
 - a. Sous quelle(s) forme(s) se trouve l'énergie de l'oscillateur ainsi défini ?
 - b. Expliquer ce qui se passe du point de vue énergétique lors des oscillations.
 - c. On suppose que l'amplitude des oscillations est sensiblement constante et égale à $\alpha_m = 50^\circ$. En appliquant le théorème de la variation de l'énergie cinétique, calculer l'énergie cinétique puis la vitesse de l'enfant au passage par la verticale.
3. On montre que la période propre T_0 des oscillations libres de faible amplitude d'un pendule simple se calcule par la relation :

$$T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}.$$

- a. Peut-on retrouver cette formule en utilisant la variation de l'énergie cinétique trouvée en 2.c.
 - b. Calculer la période propre de l'oscillateur étudié.
4. En réalité, on constate que les oscillations sont légèrement amorties.
 - a. Quelle est l'origine de cet amortissement ?
 - b. Représenter l'allure des variations de l'élongation angulaire α en fonction du temps pendant quelques pseudo-périodes.
 - c. Que devient l'énergie perdue par l'oscillateur ?