TD physique 19

Révisions mécanique

Exercice 1

Deux voitures se suivent en roulant à 30 m/s et à de 60 m l'une de l'autre. La première commence à freiner avec une accélération de 3 m.s − 2 et la seconde débute son freinage 2 s plus tard avec une accélération de 2 m.s − 2.

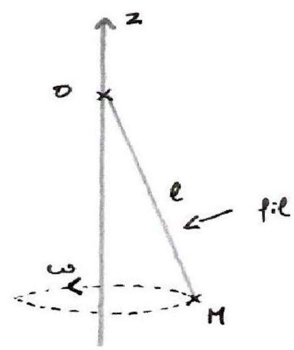
Les deux voitures entrent-elles en collision ? Si oui, avec quelle différence de vitesse ? Si non, à quelle distance sontelles une fois complètement arrêtées ?

Exercice 2

Une bille de masse m est suspendue à un fil de longueur 1 , inextensible et de masse négligeable. L'extrémité supérieure du fil est fixée en un point O, fixe dans un repère (R) galiléen.

Une bille de masse m, assimilable à un point matériel, est suspendue au fil et tourne dans un plan horizontal avec une vitesse angulaire ω_0 constante.

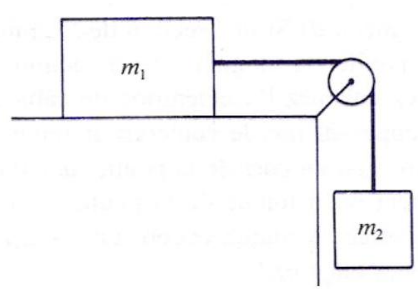
Déterminer, en fonction de $g, 1$ et ω_0, l'angle que fait le fil avec la verticale.



Exercice 3

On considère le dispositif représenté ci contre, on néglige tous les frottements ainsi que l'inertie de la poulie. $m_1 = 12$ kg et $m_2 = 4$ kg.

1. Calculer l'accélération de la masse m_1
2. Si m est initialement immobile et à 250 cm du bord de la table, en combien de temps y arrivera-t-elle ?

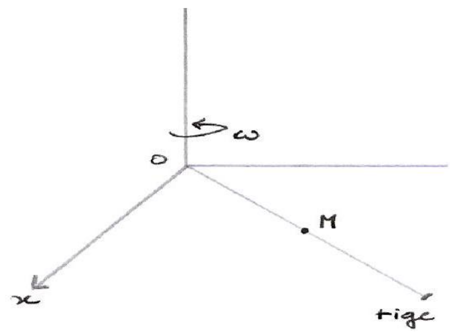


Exercice 4

Une bille assimilée à un point matériel M de masse m, percée d'un trou, est astreinte à se déplacer le long d'une tige rectiligne de longueur L. Ce contact se fait sans frottements. La tige, dont une extrémité est fixée au point O du repère (Oxyz), référentiel terrestre local considéré ici comme Galiléen, tourne dans ce repère à vitesse angulaire ω constante dans le plan (xOy). La bille se trouve initialement à une distance d de O, sans mouvement par rapport à la tige.

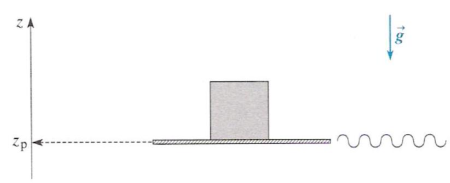
1) Déterminer l'évolution de la distance OM au cours du temps

2) Calculer la réaction exercée par la tige sur la bille



Exercice 5

Un plateau horizontal est animé d'un mouvement vertical caractérisé par $z(t) = a\cos(\omega t)$. Un objet, que l'on assimile à un point matériel de masse m est posé sur ce plateau. Déterminer la condition sur la fréquence du mouvement du plateau pour que l'objet ne quitte jamais le plateau (pour qu'ils soient toujours en contact).



Exercice 6

On considère un oscillateur harmonique non amorti, donc caractérisé par les grandeurs k et m, mais qui oscille verticalement. On note g l'accélération de la pesanteur et l_0 la longueur à vide du ressort.

1. Déterminer la position d'équilibre de la masse m (assimilée à un point matériel M).
2. On décale l'origine sur l'axe (Ox) de manière à avoir x = 0 au niveau de la position d'équilibre. Etablir l'équation différentielle vérifiée par le mouvement de M.
3. A $t = 0, x = 0$ (position d'équilibre) et $v_x = v_0$. Déterminer $x(t)$.
4. Justifier le fait que $E_m = c^{\text{ste}}$. Quels termes doit-on inclure dans E_m ?
5. Déterminer E_p en prenant $E_p = 0$ à la position d'équilibre.
6. En déduire E_m et vérifier ainsi qu'elle est constante.

Exercice 7

On abandonne sans vitesse initiale un cube de masse m sur un plan incliné faisant un angle α par rapport à l'horizontale. Le cube glisse alors sans frottements sur une distance L avant de rencontrer un ressort de raideur k dont l'autre extrémité est fixe. Déterminer la longueur maximale dont sera comprimé le ressort

Exercice 8

On s'intéresse aux oscillations d'une molécule HCl, dans l'approximation d'oscillations harmoniques. L'énergie potentielle d'interaction entre les deux atomes est donnée par :

$\mathrm{Ep(r)} = \mathrm{C.r^{-n}} - \alpha \mathrm{e}^2/\left(4\pi\varepsilon_0 \mathrm{r}\right)$, où C, n, et α sont des constantes positives. Les valeurs, déterminées expérimentalement, sont : $\mathrm{C} = 1,06.10^{-138}\mathrm{SI}; \alpha = 0,4$ et $\mathrm{n} = 12$.

1. Montrer qu'il existe une position d'équilibre stable et calculer la valeur de r correspondante.

2. Montrer que, dans l'approximation d'oscillations harmoniques, les forces associées à l'énergie potentielle donnée ci-dessus sont équivalentes à une force de rappel élastique et calculer la " constante de raideur ».

3. Etablir l'équation différentielle vérifiée par r lors des oscillations harmoniques (on considérera que l'atome de Chlore est immobile).

4. En déduire la période propre de ces oscillations.

Exercice 9

Une météorite arrive au voisinage de la terre avec une vitesse «à l'infini » vo et un paramètre d'impact b. Le référentiel géocentrique est considéré comme galiléen, et on néglige le frottements avec l'atmosphère (la météorite passe suffisamment loin de la terre...).

On prendra numériquement :

$\mathrm{G} = 6,67.10^{-11}; \mathrm{m} = 10^5\ \mathrm{kg}; \mathrm{M_T} = 6.10^{24}\ \mathrm{kg}; \mathrm{v_0} = 10^4\ \mathrm{m/s}$ et $\mathrm{b} = 10^7\ \mathrm{m}$.

1. Quelle est la nature de la trajectoire ?

2. Calculer la distance minimale entre la météorite et le centre de la terre.

Exercice 10

La comète de Halley décrit autour du soleil une orbite elliptique avec une période T = 76 ans. La plus courte distance au soleil (périgée) est de 88 millions de km. La terre, elle, décrit une orbite quasi-circulaire de rayon 150 millions de km en 1 an.

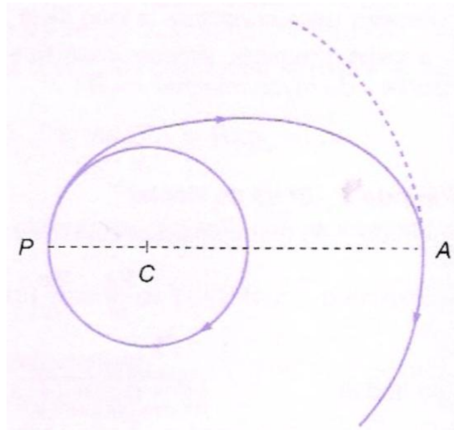
Pour une orbite elliptique, les coordonnées polaires (r, θ) suivent l'équation $\mathrm{r} = \mathrm{p}/\left(1 + \mathrm{e}^* \cos(\theta)\right)$.

1) Calculer les valeurs du 1/2 grand axe et de l'excentricité de la trajectoire elliptique de la comète.

2) Calculer les vitesses au périgée et à l'apogée

Exercice 11

On souhaite transférer un satellite d'une orbite circulaire de rayon $\mathrm{r_1} = 10000$ km à une autre orbite circulaire de rayon $\mathrm{r_2} = 15000$ km. Pour cela, en un point P de l'orbite inférieure, on lui communique (par l'intermédiaire des fusées du satellite) une vitesse supplémentaire colinéaire à la vitesse déjà existante. La trajectoire est alors elliptique (le point P est le périgée de l'ellipse) , jusqu'à un point A (apogée de l'ellipse, donc une 1/2 ellipse "plus tard » ..) où l'on communique à nouveau une vitesse supplémentaire au satellite, lui faisant retrouver une orbite circulaire.



1) En utilisant la conservation de l'énergie mécanique montrer que, au cours du mouvement elliptique : $\mathrm{v}^2 = (\mathrm{K/m})(1/\mathrm{a} - 2/\mathrm{r})$

2) Déterminer les vitesses en P juste avant et juste après l'apport de vitesse

3) Même question au point A.

4) Commenter les variations d'énergie mécanique au cours de cette opération.

5) Combien de temps dure le transfert ?

Exercice 12

Un cyclotron a pour but d'accélérer des particules chargées avec un encombrement minimal. Il est constitué de deux demi-cylindres (appelés Dees) où règne un champ **B** constant et uniforme. Entre les Dees, sur une largeur L très inférieure au rayon R des Dees, on applique une ddp alternative $u(t) = Um\cos(\omega t)$.

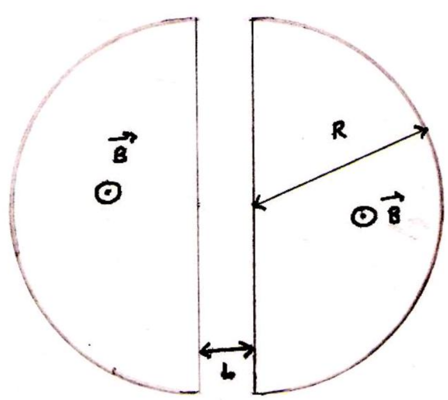
1) Donner une explication qualitative du fonctionnement du Cyclotron.

2) En admettant que le temps de passage d'un proton entre les Dees est très inférieur à la période de la ddp, quelle est l'énergie cinétique acquise à chaque passage ?

3) Quelle est la trajectoire d'un proton dans un Dee ? Quel temps met-il pour ce parcours ? Ce temps dépend il de sa vitesse ? AN.

4) Quelle doit-être la période de la ddp alternative ?

5) Quelle est la vitesse des protons maximale pour ce cyclotron ? En combien de 1/2 tours sera-t-elle atteinte ?



Données : $\mathrm{R} = 0,5$ m; $\mathrm{m_p} = 1,67 \cdot 10^{-27}$ kg; $\mathrm{e} = 1,6 \cdot 10^{-19}$C; $\mathrm{U_m} = 100$kV; $\mathrm{B} = 2$ T.