

Colle 1 :**1) mécanique : oscillations d'un ressort.**

A. On considère un ressort, à spires non jointives dont une extrémité est liée à un point fixe auquel il est librement suspendu (fig.1.a).

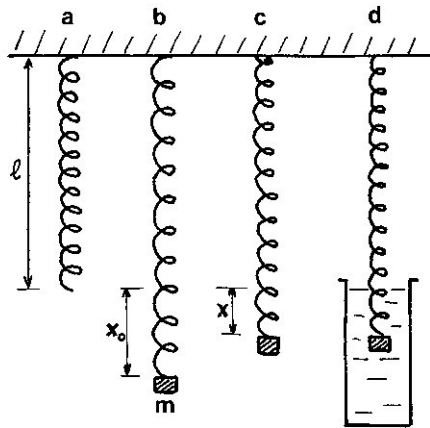


FIG. 1

Sa masse est considérée comme négligeable et sa longueur "à vide" est ℓ . Quand on accroche à son extrémité libre une masse m , considérée comme ponctuelle, il s'allonge de x_0 (fig.1.b)

1°. Calculer les coefficient de raideur k de ce ressort.

A.N. $x_0 = 10\text{cm}$ $m = 100\text{g}$

2°. A un instant donné t_0 pris comme origine des temps, on applique à m une impulsion très brève qui lui communique une vitesse initiale verticale descendante de grandeur V_0 .

Etablir l'équation différentielle du mouvement que prend m à partir de t_0 (fig.1.c). Donner sa solution générale. Calculer numériquement toutes les constantes et caractéristiques du mouvement avec :

$m = 100\text{g}$; $V_0 = 50\text{cm s}^{-1}$.

3°) On réalise la même expérience mais avec la masse m plongée dans une huile visqueuse (fig.1.d) qui oppose à son déplacement des forces de frottement proportionnelles à la vitesse, qui amortissent son mouvement.

a) Etablir l'équation différentielle du mouvement pris par m , après qu'elle ait subi à l'instant t_0 une impulsion lui procurant comme précédemment une vitesse initiale descendante de grandeur V_0 .

b) Donner sa solution générale et calculer numériquement les constantes et caractéristiques du mouvement sachant que son étude précise montre qu'il est pseudo-périodique et que deux élongations maximales successives vers le bas de m , sont dans un rapport $\frac{10}{9}$ soit $\frac{a_n}{a_{n+1}} = \frac{10}{9}$ (a_n et a_{n+1} = $n^{\text{ème}}$ et $n+1^{\text{ième}}$ élongations vers le bas) . On prendra toujours $m = 100\text{g}$; $V_0 = 50\text{cm s}^{-1}$

2) Chimie : calcul de pH.

Calculer le pH d'un acide faible AH de concentration $0,2\text{ mol.l}^{-1}$ dont le pK_A est égal à 3,4.



Colle 2 :

1) mécanique : forces centrales.

Une station spatiale est sur une orbite circulaire autour de la Terre. Son mouvement est étudié dans le référentiel géocentrique K , d'origine O considéré comme galiléen. La station est, dans cette partie, assimilée à un point S de masse M_S , repéré par le rayon vecteur $\vec{R} = \vec{OS}$.

15) Énoncer le principe d'inertie en rappelant la définition d'un référentiel galiléen.

Définir le référentiel géocentrique.

16) Définir le moment cinétique \vec{L} de la station S par rapport à l'origine O du référentiel.

Montrer que ce vecteur forme une constante du mouvement.

17) Dédire que le mouvement du satellite s'effectue dans un plan que l'on définira à partir de \vec{L} .

18) Montrer d'autre part, que le mouvement circulaire du satellite s'effectue avec un vecteur vitesse angulaire $\vec{\omega}$ constant et dirigé suivant \vec{L} .

19) Exprimer ω en fonction de la masse de la Terre, M_T , de la constante de gravitation universelle, G et du rayon R .

20) La station spatiale internationale en construction depuis 1998 est située à une altitude d'environ 400 km.

Calculer sa période de rotation T .

Données : Rayon terrestre moyen $R_T = 6400$ km.

Accélération de la pesanteur à la surface du globe $g_0 = 9,8 \text{ m s}^{-2}$.

2) Chimie : calcul de pH.

On prépare une solution de soude en dissolvant 2g d'hydroxyde de sodium solide dans 1 l d'eau distillée.

➤ Écrire l'équation de la réaction.

➤ Calculer la concentration en ions hydroxyde si on suppose que tout l'hydroxyde de sodium solide a été dissous.

➤ En déduire la valeur du pH à 25°C.

Données : Masse molaire de NaOH : 40 g.mol^{-1} , produit ionique de l'eau : $K_e = 10^{-14}$ à 25°C.

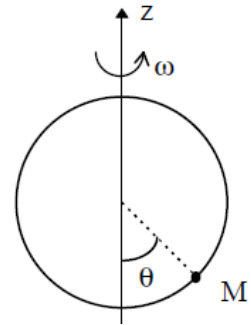
Colle 3 :**1) mécanique : perle sur un cercle en rotation.**

Une perle est enfilée sur un cercle métallique de rayon R qui tourne à la vitesse angulaire ω constante autour d'un diamètre vertical.

Etablir l'équation du mouvement de la perle en utilisant :

- la 2^{ème} loi de Newton ;
- le théorème du moment cinétique ;
- la conservation de l'énergie.

Déterminer les positions d'équilibre. On néglige les frottements.

**2) Chimie : acide lactique.****Constante d'acidité**

L'acide lactique, de formule $\text{CH}_3\text{-CHOH-COOH}$, peut se former par fermentation du lactose contenu dans le lait.

- Écrire l'équation chimique de la réaction entre cet acide dissous et l'eau. Quelle est sa base conjuguée? Écrire le couple acide/base correspondant.
- Donner la relation liant les concentrations des espèces présentes à l'équilibre à la constante d'acidité K_A (on notera AH et A^- l'acide lactique et sa base conjuguée).
- Un lait a un pH de 6,7 à 37 °C. Quelle est l'espèce prédominante dans ce lait?
- Calculer le rapport des concentrations $[\text{A}^-]_{\text{eq}}/[\text{AH}]_{\text{eq}}$ dans le lait à 37 °C.

2. La formation d'acide lactique, lors des efforts musculaires, est responsable des crampes ; sa base conjuguée est au contraire sans effet. Pour lutter contre les crampes, on

conseille de boire de l'eau «basique». Pour comprendre cette affirmation, on mélange de l'acide lactique et des ions hydroxyde à 37 °C.

- Écrire l'équation de la réaction qui se produit.
 - Calculer sa constante d'équilibre. Conclure.
 - Justifier alors l'usage d'une boisson basique pour éviter les crampes dues à l'acide lactique.
3. On prépare une solution d'acide lactique de concentration $c_A = 5,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$. La mesure de son pH donne 2,6 à 25 °C.
- Calculer les concentrations des espèces en solution.
 - En déduire la valeur du $\text{p}K_A$ du couple AH/A^- à 25 °C.

Données : constante d'acidité de l'acide lactique à 37 °C : $\text{p}K_A = 3,90$; $K_e = 2,40 \cdot 10^{-14}$ à 37 °C.

Colle 4:**1) énergie potentielle effective.**

On considère une masse m en interaction gravitationnelle avec une planète de masse M et de centre O .

Rappeler l'expression de l'énergie potentielle de gravitation de la masse m dans le champ de gravitation dû à la planète.

Rappeler l'expression de l'énergie cinétique de la masse m dans le repère de centre O de coordonnées polaires.

Qu'appelle-t-on constante des aires (notée C) ?

Qu'appelle-t-on énergie potentielle effective ?

Exprimer celle-ci à l'aide de la constante des aires C

On considère alors une météore de masse m (négligeable devant la masse de la terre) qui arrive de l'infini avec la vitesse \vec{v}_0 (voir figure) par rapport à la terre.

Son paramètre d'impact est $OH = b$.

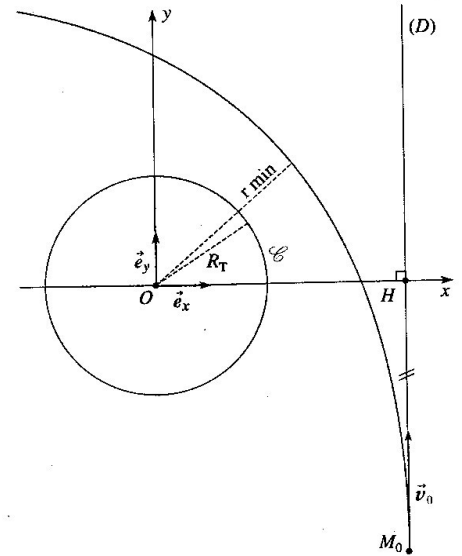
Donner l'expression de l'énergie mécanique E_M de la masse m .

Exprimer le moment cinétique en O de la masse m en fonction de m , b et v_0 , puis la constante des aires C .

En déduire l'expression de l'énergie potentielle effective.

On cherche la distance de plus courte approche :

- indiquer pourquoi, autour de $r = r_{\min}$, l'énergie potentielle effective est constante.
- Trouver alors l'expression de r_{\min} en fonction de G , M_T , v_0 et b .
- Donner la condition sur b pour que le météore ne rencontre pas la terre.

**2) Chimie.**

Rappeler la signification des diagrammes de prédominance d'un couple acido-basique AH/A^- .

Ecrire l'équation obtenue en mélangeant des ions ammonium NH_4^+ avec de l'eau.

Construire le diagramme pour le couple NH_4^+/NH_3 où $pK_A = 9,2$.

Colle 5:**1) mécanique :**

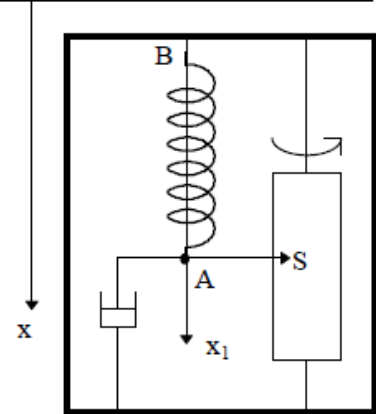
Le système oscillant d'un sismographe est constitué par :

- un ressort parfaitement élastique de raideur k , de masse négligeable et d'axe vertical fixé au bâti de l'appareil ;
- un corps A, assimilé à un point matériel de masse m , fixé à l'extrémité libre du ressort et soumis à une force de frottement visqueux (amortisseur de type piston fluide) de type $\vec{F} = -h \cdot \vec{v}$;
- un stylet S solidaire de A et de masse négligeable.

Lors d'une secousse, le point A et donc le stylet S sont animés d'un mouvement de translation verticale : les vibrations sont enregistrées sur un tambour qui tourne à vitesse constante.

On néglige tous les autres frottements.

Une secousse sismique se traduit par un mouvement rectiligne sinusoïdal du bâti de l'appareil de la forme $x = x_m \sin \omega t$ sur un axe vertical descendant d'un repère lié à un référentiel que l'on précisera.



La position d'équilibre du stylet coïncide avec l'origine de l'axe Bx_1 vertical descendant lié au bâti au début de la secousse.

1. Etablir l'équation différentielle du mouvement du stylet dans le référentiel lié au bâti (variable: x_1).
2. Etablir l'expression de $x_1(t)$ en supposant que la secousse correspond à un régime permanent.
3. Montrer que pour des faibles valeurs de la pulsation propre ω_0 du ressort, l'appareil peut servir de sismographe.

III₅₄. Mise sur orbite d'un satellite (d'après petites mines 2001).

Dans le référentiel géocentrique considéré comme galiléen, un satellite de masse m , assimilé à un point matériel P, est en orbite autour de la Terre de masse $M = 6,00 \cdot 10^{24}$ kg et supposée sphérique de rayon $R = 6400$ km. Ce satellite n'est soumis qu'à la force gravitationnelle exercée par la Terre ; on néglige toute force de freinage due à l'atmosphère terrestre. On note $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ kg}^{-1} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{s}^{-2}$ la constante de gravitation universelle et on pose $k = GmM$.

1- Exprimer la force subie par le satellite et l'énergie potentielle E_p associée, en fonction de k , de $r = OP$ et de $\vec{u} = \overrightarrow{OP} / r$, cette énergie potentielle étant nulle "à l'infini".

2- Le satellite décrit, autour du centre de la Terre, une orbite circulaire à l'altitude h telle que $h = \alpha R$. Déterminer l'expression littérale de sa vitesse V_0 en fonction de G , M , R et α , puis calculer sa valeur numérique si $\alpha = 5,00 \cdot 10^{-2}$.

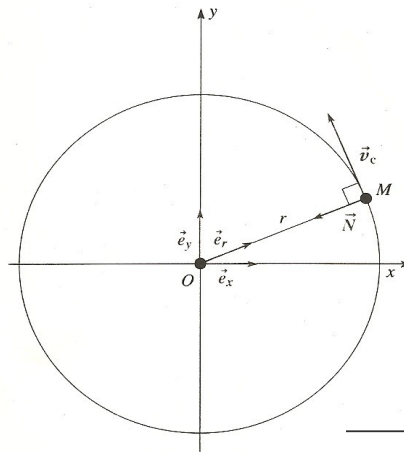
3- On ne se limite plus à l'étude d'une trajectoire circulaire. Démontrer que le moment cinétique \vec{L} du satellite par rapport au centre O de la Terre est constant. Montrer que la trajectoire est contenue dans un plan à préciser.

4- A présent, le satellite décrit une ellipse de grand axe $2a$ et de foyer O. Exprimer la conservation de l'énergie et du moment cinétique entre le périhélie et l'apogée. En déduire que l'énergie est $E = -k/2a$.

élève n°6 :

1) mécanique : satellite circulaire terrestre.

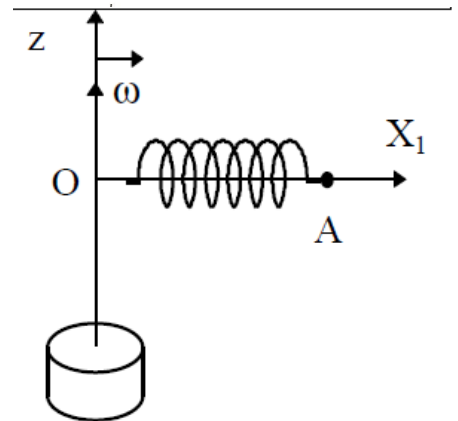
- Calculer la vitesse v_c et la période T d'un satellite circulaire terrestre de masse m , en fonction de l'intensité de la gravitation au sol $g_0 = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$ et du rayon terrestre $R_T = 6370 \text{ km}$.
- En déduire la troisième loi de Kepler : $\frac{T^2}{r^3} = K$ avec r le rayon de l'orbite et K une constante.
- Calculer la constante K et commenter le résultat (de quoi dépend K ?)
- Calculer v_c et T pour un satellite à une altitude de $h = 500 \text{ km}$.

**2) mécanique.**

Soit A un point matériel qui peut glisser sans frotter le long d'une tige horizontale OX_1 qui tourne autour d'un axe vertical auquel elle est liée en O; un mouvement de rotation uniforme, de vitesse angulaire constante est assuré par un moteur.

Le ressort OA de masse négligeable est de raideur k et de longueur à vide b .

Le référentiel R lié au sol est galiléen. Le référentiel lié à la tige est noté R_1 .



1. Déterminer la longueur x_{1e} du ressort à l'équilibre et commenter.
2. La masse étant déplacée de sa position d'équilibre et abandonnée sans vitesse initiale par rapport à la tige, calculer la période des oscillations.
3. Donner l'équation horaire du mouvement $x_1(t)$ suivant OX_1 sachant qu'à $t = 0$ le point A est abandonné sans vitesse initiale dans R_1 en $(x_1)_0 = b + b$.