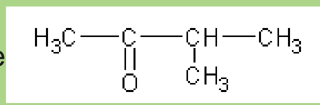
Sujet Bacc Physique Série C avec corrigé – session 2015

1. Chimie organique

1) Un composé organique A de formule $C_nH_{2n+2}O$ contient 18,18 % d'oxygène.

Déterminer sa formule brute.

2) L'oxydation ménagée d'un composé A par une solution de permanganate de potassium

(K^+,MnO_4^-) en milieu acide, donne un composé B de formule 

Écrire l'équation bilan de la réaction et nommer A et B.

3) On fait réagir m = 4,4g de 3-méthyl butan-2-ol avec m' = 3,3g d'acide carboxylique pour former un corps odorant E de masse molaire M = 116gmol^{-1}.

a) Écrire l'équation traduisant la réaction chimique et nommer E.

b) Après quelques jours, le produit E formé a une masse m = 3,48g. Déterminer la composition molaire théorique du mélange final.

On donne :

M(H) = 1g.mol^{-1} ; M(C) = 12g.mol^{-1} ; M(O) = 16g.mol^{-1}

$$E^0_{MnO_4^-/Mn^{2+}} > E^0_{B/A}$$

1)%O = $\frac{M(O)}{M(A)}x\,100$ → M(A) = $\frac{M(O)x\,100}{\%O}$ → M(A) = 88g.mol^{-1}

or M(A) = 14n + 18 = 88g.mol^{-1} d'où n = 5 → FB de A : **$C_5H_{12}O$**

2) ($C_5H_{12}O$ → $C_5H_{10}O$ + $2H^+$ + 2 e^-) x5

(MnO_4^- + $8H^+$ + 5 e^- → Mn^{2+} + $4H_2O$)x2

$5C_5H_{12}O + 2MnO_4^- + 6H^+ \rightarrow 5C_5H_{10}O + 2Mn^{2+} + 8H_2O$

Pendant une oxydation ménagée, la chaîne carbonée se conserve donc :

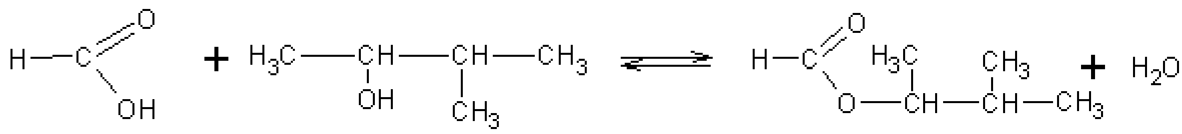
A : **3-méthyl butan-2-ol**

B : **3-méthyl butan-2-one**

3) a- Masse molaire de l'acide carboxylique : M ' = 116 + 18 – 88 = 46g.mol^{-1}

or M ' = 14n + 32 = 46 d'où **n = 1** c'est de l'**acide méthanoïque**

L'équation de la réaction est donc



Nom de l'ester E méthanoate de 1,2-diméthyl propyle

b- Quantité d'ester obtenue :

quantité initiale de l'alcool A : $n_i(A)=\frac{m(A)}{M(A)}=\frac{4,4}{88}=0,05\,mol$

quantité finale de l'alcool A : $n_f(A) = n_i(A) – n(E) = 0,05 – 0,03 = 0,02$ mol

quantité initiale de l'acide méthanoïque : $n'_i=\frac{m'}{M'}=\frac{3,3}{46}=0,07\,mol$

quantité finale de l'acide méthanoïque : $n'_f = n'_i – n(E) = 0,07 – 0,03 = 0,04$ mol

La composition molaire finale du mélange est donc :

Ester : n(E) = 0,03 mol **3-méthyl butan-2-ol : n(A) = 0,02 mol**

Eau : n(eau) = 0,03 mol **acide méthanoïque : n' = 0,04 mol**

2. Chimie minérale

Toutes les opérations s'effectuent à 25°C.

On prépare une solution de butylamine $C_4H_9-NH_2$ en dissolvant m = 0,438g dans 200mL d'eau. Le pH de la solution obtenue est 11,7.

1. a) Montrer que la solution de butylamine est une base faible.

b) Écrire la réaction de la solution de butylamine avec l'eau.

2. A partir des concentrations des espèces chimiques présentes dans la solution, vérifier que le pK_A du couple $C_4H_9-NH_3^+$ / $C_4H_9-NH_2$ est égal à 11.

3. On mélange un volume V_B de butylamine avec un volume V_A de chlorure de butylammonium ($C_4H_9-NH_3^+$, Cl^-) de même concentration. Si l'on admet que

$$[H_3O^+] << [OH^-] << [Cl^-] ,$$

a) Montrer que $\frac{C_4H_9-NH_2}{C_4H_9-NH_3^+}=\frac{V_B}{V_A}$

b) Calculer les volumes V_A et V_B à mélanger pour un volume total de 120mL du mélange dont le pH = 11,3.

On donne : M(C) = 12g.mol^{-1} ; M(H) = 1g.mol^{-1} ; M(N) = 14g.mol^{-1}

1. a) Masse molaire de $C_4H_9 – NH_2$: M = 73g.mol^{-1}

Concentration molaire en butylamine : $C = \frac{m}{M.V} = \frac{0,438}{73.0,2} = 3.10^{-2} mol.L^{-1}$

On a 14 + log C = 14 + log 0,03 = 12,5 donc pH < 12,5 c'est une base faible

b) Équation de la réaction de butylamine avec l'eau :

$$C_4H_9 - NH_2 + H_2O \rightleftharpoons C_4H_9 - NH_3^+ + OH^-$$

2. Les espèces chimiques, autre que l'eau, présentes dans la solution :

H_3O^+ , OH^- , C_4H_9 -NH_2 , $C_4H_9 - NH_3^+$

$[H_3O^+] = 10^{-11,7} = 2.10^{-12}$ mol.L^{-1}

$[OH^-] = 10^{11,7-14} = 5.10^{-3}$ mol.L^{-1}

Électroneutralité de la solution : $[C_4H_9 - NH_3^+] + [H_3O^+] = [OH^-]$

$[C_4H_9 - NH_3^+] = [OH^-] - [H_3O^+]$ $[H_3O^+] << [OH^-]$ $\rightarrow$ $[C_4H_9 - NH_3^+] = 5.10^{-3}$ mol.L^{-1}

Conservation de la matière : $C = [C_4H_9 - NH_2] + [C_4H_9 - NH_3^+]$

$[C_4H_9 - NH_2] = C - [C_4H_9 - NH_3^+] = 3.10^{-2} - 5.10^{-3} = 2,5.10^{-2}$ mol.L^{-1}

et $$pK_A = pH - \log \frac{[C_4H_9 - NH_2]}{[C_4H_9 - NH_3^+]} = 11,7 - \log \frac{2,5.10^{-2}}{5.10^{-2}} = 11$$

3. a) Espèces chimiques présentes dans le mélange :

H_3O^+ , OH^- , C_4H_9 -NH_2 , $C_4H_9 - NH_3^+$, Cl^-

soit C ' la concentration du mélange des deux solutions : $[Cl^-] = \frac{C'.V_A}{V_A + V_B}$

Électroneutralité de la solution : $[C_4H_9 - NH_3^+] + [H_3O^+] = [OH^-] + [Cl^-]$

donc $[C_4H_9 - NH_3^+] = [Cl^-] = \frac{C'.V_A}{V_A + V_B}$

Conservation de la matière : $C' = [C_4H_9 - NH_3^+] + [C_4H_9 - NH_2]$

$$[C_4H_9 - NH_2] = C' - \frac{C'.V_A}{V_A + V_B} = \frac{C'.V_B}{V_A + V_B}$$

$$\frac{[C_4H_9 - NH_2]}{[C_4H_9 - NH_3^+]} = \frac{C'.V_B}{V_A + V_B} x \frac{V_A + V_B}{C'.V_A} = \frac{V_B}{V_A}$$ cqfd

b) $V_A + V_B = 120$ mL et $pH = pK_A + \log \frac{[C_4H_9 - NH_2]}{[C_4H_9 - NH_3^+]}$ $\rightarrow$ $11,3 = 11 + \log \frac{V_B}{V_A}$

$\rightarrow$ $\frac{V_B}{V_A} = 10^{11,3-11} = 2$ $\rightarrow$ $V_B = 2V_A$ donc $V_A = 40$mL et $V_B = 80$mL

3. Physique nucléaire

Le potassium $^{40}_{19}K$ est radioactif de période T = $1,5.10^9$ ans, il se désintègre et donne l'argon $^{40}_{18}Ar$.

1) Écrire l'équation de désintégration du potassium $^{40}_{19}K$

De quel de radioactivité s'agit-il?

2) On dispose un échantillon de potassium $^{40}_{19}K$ de masse m_0 = 2g à l'instant t = 0.

a. Calculer la masse de noyaux de potassium restant, au bout d'un temps $t_1 = 6.10^9$ans

b. Au bout de combien de temps, noté t_2, 70 % de noyaux initiaux seraient désintégrés.

3) Certaines roches volcaniques comme l'obsidienne contiennent du potassium dont une partie est du potassium $^{40}_{19}K$

Au moment de sa formation, cette roche ne contient pas d'argon.

Un géologue analyse un échantillon d'obsidienne et constate que le nombre de noyaux d'Argon N(Ar) formés y sont deux fois moins nombreux que le nombre de noyaux N(K) de potassium présent.

a. Exprimer en fonction de λ et t , le rapport $r=\frac{N(Ar)}{N(K)}$

En déduire la valeur de r selon l'analyse du géologue.

b. Calculer l'age de cette roche.

On donne ln2 = 0,7

1) $^{40}_{19}K \longrightarrow {}^{40}_{18}Ar + {}^{0}_{1}e$ c'est une radioactivité β^+

2) a. On a $\frac{t_1}{T}=\frac{6.10^9}{1,5.10^9}=4$ donc $m_1=\frac{m_0}{2^4}=\frac{2g}{16}=0,125g$

b. Nombre de noyaux non désintégré à l'instant t : $N = N_0\, e^{-\lambda t}$

Nombre de noyaux non désintégré à l'instant t_2 : $\frac{30}{100}N_0=N_0 e^{-\lambda t_2}$ → **$t_2 = 2,57.10^9$ ans**

3) a. Nombre de noyaux de potassium présents dans l'échantillon à l'instant t : $N(K) = N_0(K)e^{-\lambda t}$

Nombre de noyaux d'Argon formés dans l'échantillon à l'instant t :

$N(Ar) = N_0(K) – N(K) = N_0(K) - N_0(K)e^{-\lambda t}$

$$r=\frac{N(Ar)}{N(K)}=\frac{N_0(K)-N_0(K)e^{-\lambda t}}{N_0(K)e^{-\lambda t}}=\frac{1-e^{-\lambda t}}{e^{-\lambda t}} \rightarrow \mathbf{r = e^{\lambda t} - 1}$$

selon l'analyse du géologue $r=\frac{1}{2}$

b. Age de la roche au moment de son analyse :

$e^{\lambda t} - 1 = \frac{1}{2}$ → $\lambda t = \ln 1{,}5$ → $\frac{\ln 2 . t}{T} = \ln 1{,}5$ → **t = 8,6.10⁸ ans**

4. Optique géométrique

On dispose deux lentilles minces. La lentille L_1 de distance focale f'_1 = 6cm et de centre optique O_1 et la lentille L_2 de distance focale f'_2 et de centre optique O_2.

1) Le système accolé formé par les deux lentilles (L_1,L_2) de centre optique O donne d'un objet réel AB une image renversée A_1B_1 de même grandeur que l'objet. Les points A de A_1 distants de 48cm, sont situés sur l'axe optique.

a- Montrer que la distance focale f du système accolé est $f = \frac{AA_1}{4}$.

Calculer sa valeur.

b- En déduire la distance focale f'_2 et la nature de la lentille L_2

2) Les deux lentilles sont maintenant disposées de façon que leurs centres optiques soient distant de 21cm sur un même axe optique . On place un objet AB, de 2cm de hauteur, devant la lentille L_1 à une distance de 12cm.

Construire l'image A_2B_2 de cet objet.

Échelles : 1cm représente 3cm sur l'axe optique et l'objet en vraie grandeur

1) a- Grandissement de l'image par rapport à l'objet par le système (L_1,L_2) accolé :

$$\gamma = \frac{\overline{OA_1}}{\overline{OA}} = -1 \Rightarrow \overline{OA_1} = -\overline{OA}$$

multiplions par $\overline{OA}$ la relation de conjugaison : $\frac{\overline{OA}}{\overline{OA_1}} - \frac{\overline{OA}}{\overline{OA}} = \frac{\overline{OA}}{f'}$ → -1 -1 = $\frac{\overline{OA}}{f'}$

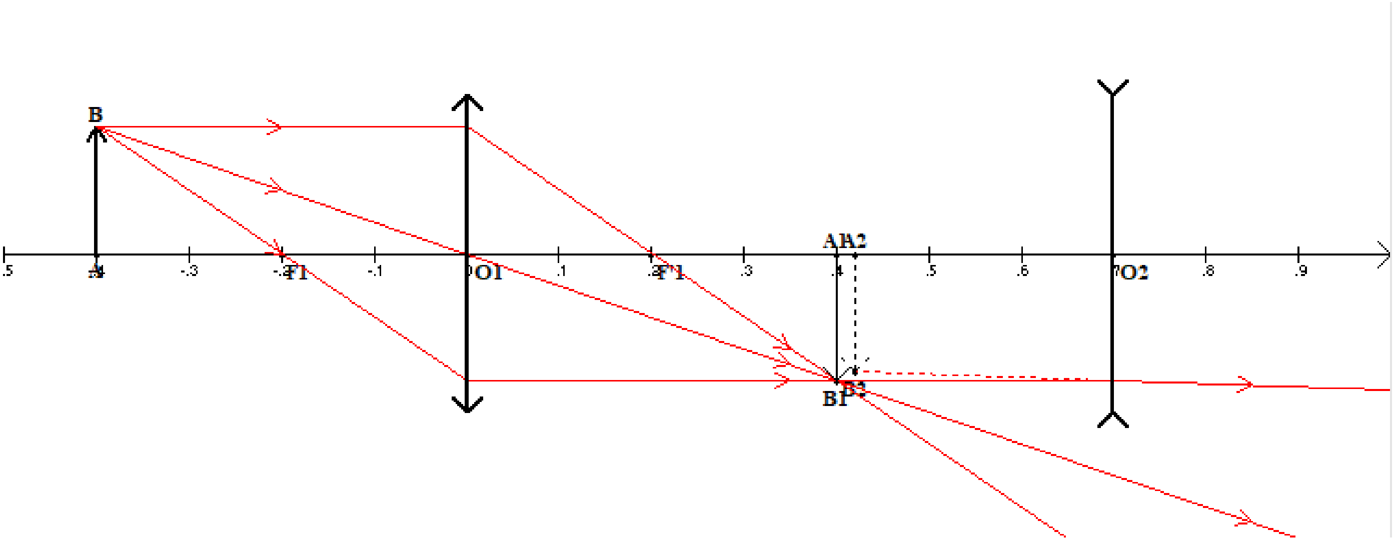
ce qui donne $\overline{OA}$ = - 2 f' donc $\overline{AO}$ = 2 f' et $\overline{OA_1}$ = 2 f'

d'où $\overline{AA_1} = \overline{AO} + \overline{OA_1} = 4f'$ cqfd

valeur de f' : $f' = \frac{48\,cm}{4} = 12\,cm$

b- $\frac{1}{f'} = \frac{1}{f'_2} + \frac{1}{f'_1} \Rightarrow f'_2 = \frac{f'_1 . f'}{f'_1 - f} = \frac{6 x 12}{6 - 12} = -12\,cm$ donc L_2 est divergente.

2) Construction de l'image A_2B_2 de l'objet.



5. Électromagnétisme

Les parties A et B sont indépendantes

A. On considère un circuit AOCD constitués par deux rails parallèles AO et CD reliés aux bornes d'un générateur de f.é.m constante E, et une tige métallique MN de masse m et de longueur ℓ. La résistance de l'ensemble, notée R, est supposée constante.

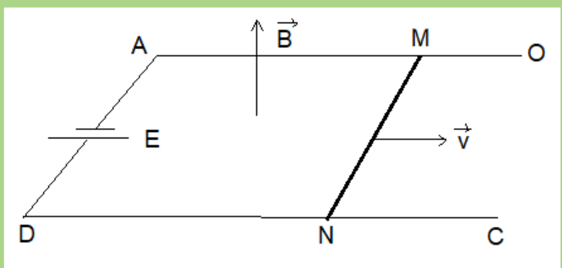
Le tout est plongé dans un champ magnétique uniforme d'induction $\vec{B}$, perpendiculaire au plan des rails. On déplace la tige MN vers la droite, avec une vitesse constante $\vec{v}$, parallèle à AO et CD. (figure)

1) a- Expliquer pourquoi il apparaît un courant induit dans le circuit.

   b- Reproduire le schéma et représenter sur la tige conductrice MN les sens du courant principal I et du courant induit i.

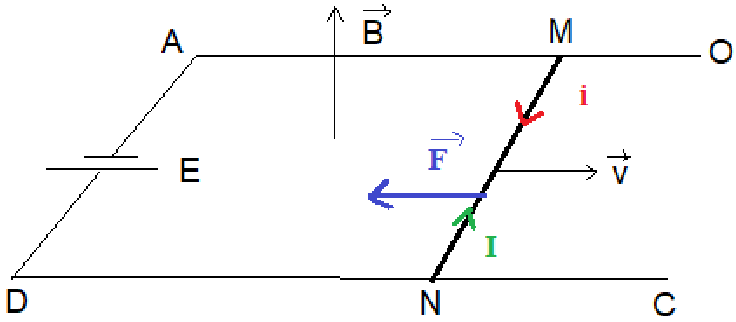
2) Exprimer le courant induit i en fonction de B, ℓ, v et R.

3) Exprimer le courant i ' qui parcourt la tige conductrice OC en fonction de E, B, ℓ, v et R.



1) a- Le conducteur fermé ADNMA limite une surface plane rectangulaire traversé par les lignes de champ magnétique caractérisés par leur flux . Quand ce flux varie, il y a courant induit par une f.é.m $e=\frac{-d\Phi}{dt}$ dans le conducteur. Le déplacement de la tige MN fait varier la surface S donc le flux Φ , il apparaît un courant induit dans le conducteur pendant le déplacement de MN.

b-



2) L'intensité du courant induit : $i=\frac{e}{R}$ avec e = $\frac{-d\Phi}{dt}$ et $\Phi=\vec{B}.S\vec{n}$ = B.S

S = ℓ.AM → dΦ = B ℓ dAM → $\frac{d\Phi}{dt}=\frac{B\ell dAM}{dt}=B\ell v$ ainsi $i=\frac{-B\ell v}{R}$

3) i ' = I + i → $I=\frac{E}{R}$ → $i'=\frac{E}{R}-\frac{B\ell v}{R}=\frac{E-B\ell v}{R}$

B. On dispose d'une bobine de résistance R, d'inductance L et de condensateur de capacité C que l'on monte en série.

On applique entre A et B une tension u et une fréquence N réglable (figure)

$$u(t)=U\sqrt{2}\sin(2\pi Nt)$$

Soit l'intensité i instantanée.

On fait varier la fréquence N et pour une certaine valeur N_0 = 40Hz , on constate que l'intensité efficace dans le circuit passe par une valeur maximale I_0 = 2A.

Pour une autre valeur N_1 de la fréquence, l'intensité efficace vaut I_1 = 1A et la tension aux bornes du condensateur est alors U_C = 40V.

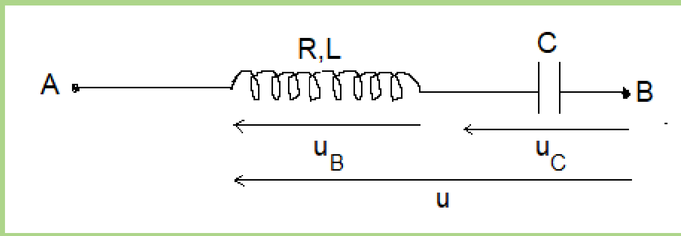
1) Calculer R. Pour une fréquence N_1, calculer l'impédance de l'ensemble du circuit et celle du condensateur.

2) a- Toujours dans le cas où N = N_1, laquelle des deux fonctions i et u est en avance de phase sur l'autre ? Justifier votre réponse.

b- Soit u_B et u_C les tensions aux bornes de la bobine et du condensateur.

Quels sont alors les déphasages entre ces tensions et l'intensité.

3) Calculer L, C et N_1.



1) Pour N = N_0 , l'intensité de courant est maximale, le circuit est en résonance d 'intensité $R=\frac{U}{I_0}$

$\rightarrow \quad R=\frac{100}{2}=50\,\Omega$

Pour N = N_1 $\quad Z=\frac{U}{I}=\frac{100}{1}=100\,\Omega \quad ; \quad Z_C=\frac{U_C}{I}=\frac{40}{1}=40\Omega$

2) a- $Z^2 = R^2 + (Z_L - Z_C)^2 \quad \rightarrow \quad 100^2 = 50^2 + (Z_L - 40)^2 \quad \rightarrow \quad Z_L = 127\Omega$

Déphasage entre u et i : $\varphi=\tan^{-1}(\frac{Z_L-Z_C}{R})=\tan^{-1}(\frac{127-40}{50})=60^o=\frac{\pi}{3}rad$ > 0 donc

u est **en avance de phase** de $\frac{\pi}{3}$ par rapport à i.

b- $\varphi_B=\tan^{-1}\frac{Z_L}{R}=\tan^{-1}\frac{127}{50}=69^o=1{,}19\,rad$ $\quad u_B$ est en **avance de phase** de 1,19rad par rapport à i

$\varphi_C=\tan^{-1}\frac{-Z_C}{R_C}=\tan^{-1}(\frac{-40}{0}=-\infty)=\frac{-\pi}{2}rad$ $\quad u_C$ est en **retard de phase de** $\frac{\pi}{2}$ par rapport à i

3) Pour N = N_0 , $\quad LC=\frac{1}{4\pi^2 N_0^2} \quad ;$ pour N = N_1 , $\quad Z_L.Z_C=\frac{L}{C} \quad \rightarrow \quad \frac{L}{C}=127.40=5080$

$LC.\frac{L}{C}=\frac{1}{4\pi^2 N_0^2}.5080 \quad \rightarrow \quad L^2=\frac{5080}{4\pi^2 40^2} \quad \rightarrow$ **L = 0,283 H**

$C=\frac{L}{5080} \quad \rightarrow$ **C = 56.10^{-6}F = 56 µF**

$N_1=\frac{1}{2\pi C Z_C} \quad \rightarrow$ **N_1 = 71Hz**

6. Mécanique

- Les deux parties A et B sont indépendantes .
- Dans tout le problème , on prendra g = $10ms^{-2}$

A. On considère la piste ABCD contenue dans un plan vertical et dont les caractéristiques sont les suivante :

- La partie AB est horizontale de longueur AB = 1m.
- La partie BC est curviligne.

- La partie CD est circulaire de centre I et de rayon r. (voir figure)

1) Un solide ponctuel (S) de masse m = 50g est lancé au point A avec une vitesse $v_A = 4 m.s^{-1}$. Il arrive au point B avec une vitesse nulle. Les forces de frottement entre A et B sont équivalentes à une force unique $\vec{f}$ supposée constante opposée au vecteur vitesse.

Calculer l'intensité de cette force de frottement.

2) On lâche le solide (S) sans vitesse initiale au point B.

Ce point B est situé à une hauteur H = 3,2m au-dessus du sol horizontal passant par C. Les frottements sont négligeable sur la partie BCD.

a- Calculer la vitesse du solide au point C.

b- Le solide arrive en C avec une vitesse $v_D = 7 m.s^{-1}$

Déterminer le rayon r de la partie circulaire CD, sachant que l'angle $\theta = (\overrightarrow{IC}, \overrightarrow{ID}) = 60°$

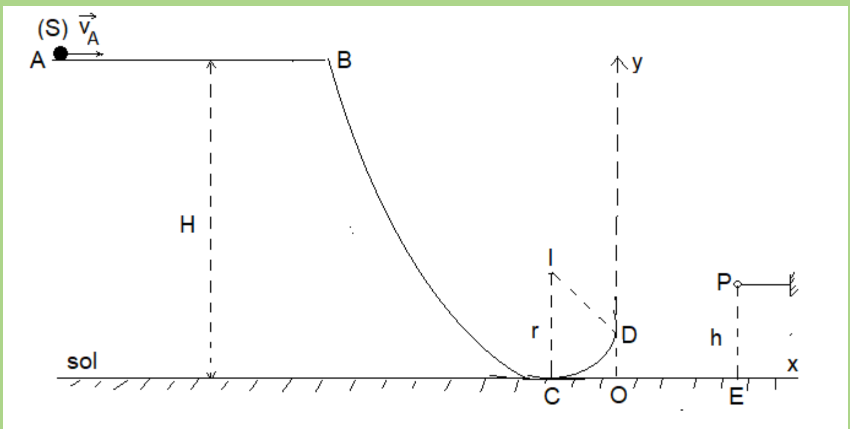
c- Calculer l'intensité de la réaction $\vec{R}$ qu'exerce la piste sur le solide (S) au point D.

3) A partir du point D, le solide (S) tombe en chute avec la vitesse v_D précédente.

a. Établir l'équation cartésienne de la trajectoire du solide dans le repère (Ox , Oy) représenté par la figure sachant que OD = 75cm.

b. Le solide (S) repose exactement dans un panier P situé à la verticale passant par E tel que OE = d = 3m et à une hauteur h au dessus du sol.

Calculer la hauteur du panier.



1) TEC à (S) entre A et B : $\frac{1}{2}mv_B^2 - \frac{1}{2}mv_A^2 = W_{AB}(\vec{f})$ avec $v_B = 0$ → $\frac{-1}{2}mv_A^2 = -f.AB$ →

$f = \frac{1}{2\,AB}mv_A^2$ AN : **f = 0,4N**

2) a- TEC de (S) entre B et C : $\frac{1}{2}mv_C^2-\frac{1}{2}mv_B^2=W_{BC}(\vec{P}) \rightarrow \frac{1}{2}mv_C^2=mgH \rightarrow v_C=\sqrt{2gH}$

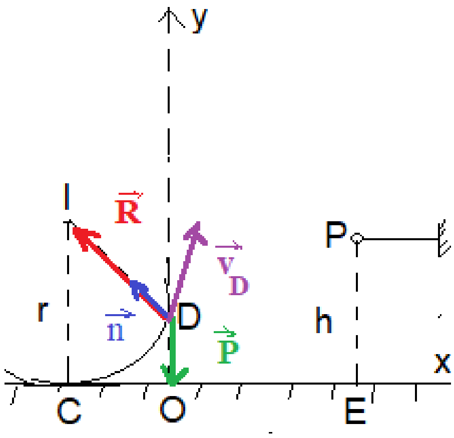
AN ; **v_C = 8ms^{-1}**

b- TEC de (S) entre C et D : $\frac{1}{2}mv_D^2-\frac{1}{2}mv_C^2=W_{CD}(\vec{P}) \rightarrow \frac{1}{2}mv_D^2-\frac{1}{2}mv_C^2=-mgr(1-\cos\theta)$

$$r=\frac{v_C^2-v_D^2}{g.(1-\cos\theta)}$$ AN : **r = 1,5m**

c- TCI à (S) en D : $\vec{R}+\vec{P}=m\vec{a}$

Projection des vecteurs sur le vecteur unitaire normal



R – mg cosθ = m.a$_n$

$\rightarrow \quad R-mg\cos\theta=\frac{mv_D^2}{r}$

$\rightarrow \quad R=m(g\cos\theta+\frac{v_D^2}{r})$

AN : **R = 1,88N**

3) a- TCI : $\vec{P}=m\vec{a} \rightarrow \vec{a}=\vec{g}$

$\vec{a}\ \begin{matrix}\ddot{x}=0\\ \ddot{y}=-10\end{matrix} \rightarrow \vec{v}(t)\ \begin{matrix}\dot{x}=3{,}5\\ \dot{y}=-10t+6{,}06\end{matrix} \rightarrow \overrightarrow{OM}(t)\ \begin{matrix}x=3{,}5t\\ y=-5t^2+6{,}06t+0{,}75\end{matrix}$

b- x = 3,5t $\rightarrow t=\frac{x}{3{,}5} \rightarrow y(x)=-5.\frac{x^2}{3{,}5^2}+6{,}06.\frac{x}{3{,}5}+0{,}75$

hauteur du panier : h = y(x_E) = y(3)

$h=-5.\frac{3^2}{3{,}5^2}+6{,}06.\frac{3}{3{,}5}+0{,}75 \rightarrow$ **h = 2,27m**

B. On considère un cerceau homogène (C) , de masse M = 300g de centre I et de rayon R.

On fixe sur un diamètre de ce cerceau une tige homogène AB de masse $m=\frac{M}{2}$,

de longueur AB = ℓ = 4R, de façon que le milieu de la tige AB soit confondu au centre I du cerceau . Le système (S) = {tige AB + cerceau (C)} ainsi constitué peut tourner sans frottement autour d'un axe (Δ) horizontal, perpendiculaire au plan du cerceau et passant par le centre d'inertie G du système. On fixe à chacune des extrémités de la tige, un ressort à spires non jointives de masse négligeable.

Les deux ressorts sont identiques et ont une raideur k = 10N.m^{-1} (voir figure).

1) Montrer que le moment d'inertie du système (S) par rapport à l'axe (Δ) est :

$$J_{\Delta}=\frac{2}{5}MR^2$$

2) A l'équilibre, les deux ressorts ne sont ni allongés ni raccourcis.

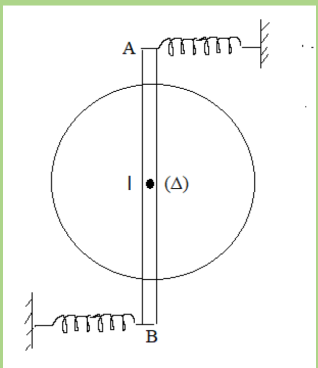
On écarte l'extrémité B de la tige d'un petit angle θ_0 à partir de sa position d'équilibre, puis on l'abandonne sans vitesse initiale.

a- Établir l'équation différentielle régissant le mouvement du système (S) en appliquant la conservation de l'énergie mécanique totale.

b- Calculer la période des petites oscillations.

c- En déduire la longueur ℓ0 du pendule simple synchrone à ce pendule composé.

On suppose que l'énergie potentielle élastique est nulle lorsque les ressorts ne sont ni allongés ni raccourcis.



B. 1) J_{Δ} = J_{Δ}(tige) + J_{Δ}(cerceau)

$$J_{\Delta}(tige)=\frac{1}{12}m.\ell^2=\frac{1}{12}\frac{M}{2}(4R^2)=\frac{2}{3}MR^2$$; J_{Δ}(cerceau) = MR^2 d'où $J_{\Delta}=\frac{5}{3}MR^2$

2) a- Allongement du ressort : $x=\frac{AB}{2}\theta=2R\theta$

L'énergie potentielle des deux ressorts : $E_P=2(\frac{1}{2}kx^2)=kx^2=k(2R\theta)^2=4kR^2\theta^2$

L'énergie cinétique du système : $E_C=\frac{1}{2}J_{\Delta}\dot{\theta}^2=\frac{5}{6}MR^2\dot{\theta}^2$

L'énergie mécanique du système : $E_m = E_C + E_P$ → $E_m=\frac{5}{6}MR^2\dot{\theta}^2+4kR^2\theta^2$

Conservation de l'énergie mécanique : $\frac{dE_m}{dt}=0$ → $\frac{5}{3}MR^2\dot{\theta}\ddot{\theta}+8kR^2\theta\dot{\theta}=0$ on a l'équation

$$\frac{5}{3}MR^2\ddot{\theta}+8kR^2\theta=0 \rightarrow \ddot{\theta}+\frac{24k}{5M}\theta=0$$ AN : $\ddot{\theta}+160\theta=0$

b- Période des oscillations : $T=\frac{2\pi}{\omega}$ avec $\omega^2 = 160$ donc **T = 0,5s**

c- Période d'une pendule simple $2\pi\sqrt{\frac{\ell_0}{g}}=\frac{2\pi}{\sqrt{160}}$ $\rightarrow$ $\ell_0=\frac{g}{160}$

ℓ_0 = 0,0625m