

## Corrigé Bacc blanc PC TS CISCO Tanà 2023

### Exercice 1. Les grandes catégories de réaction en chimie organique

Des élèves de terminale S réalisent en travaux pratiques de la déshydratation de 2-méthyl butan-2-ol.

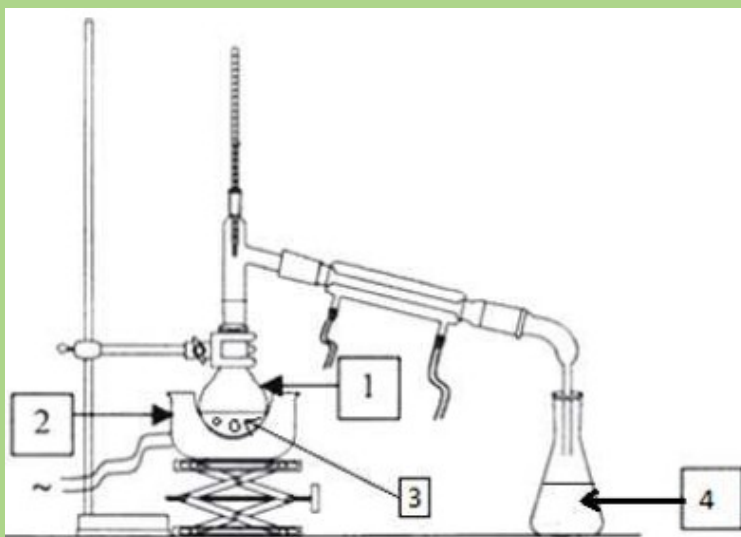
Le protocole expérimental est décrit ci-dessous :

Étape 1 : dans un ballon contenant 3 grains de pierre ponce, ils introduisent 25,0mL de 2-méthyl butan-2-ol puis 10mL d'acide sulfurique. Le ballon est ensuite placé au sein d'un montage d'hydrodistillation et porté à ébullition douce (55°C en tête de colonne).

Étape 2: ils traversent le distillat dans une ampoule à décanter et identifient la phase aqueuse qu'ils évacuent.

Étape 3 : après traitement à l'hydrogénocarbonate de sodium ( et évacuation de la nouvelle phase aqueuse) , le produit obtenu est séché au sulfate de magnésium anhydre.

Étape 4 : on analyse finalement par spectroscopie IR le produit de la synthèse. Cette synthèse réalisée au laboratoire en suivant ce protocole a permis d'obtenir 6,90g d'alcène.



1- Nommer les différentes étapes 1 à 4 de la synthèse.

2- Légender le montage ci-dessus en attribuant un nom de chaque numéro.

1- Étape 1 : chauffage à reflux

Étape 2 : distillation

Étape 3 : lavage puis séchage de la phase organique

Étape 4 : analyse de l'échantillon

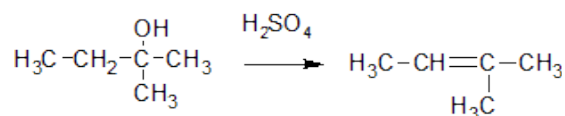
2- (1) ballon ; (2) chauffe-ballon ; (3) pierre ponce +réactifs ; (4) produits

3- a) Écrire l'équation de la réaction qui traduit la synthèse (on ne considère que le produit majoritaire)

b) Dans quelle catégorie de réaction appartient-elle ?

c) Calculer le rendement de la synthèse.

3- a) Équation de la réaction de synthèse



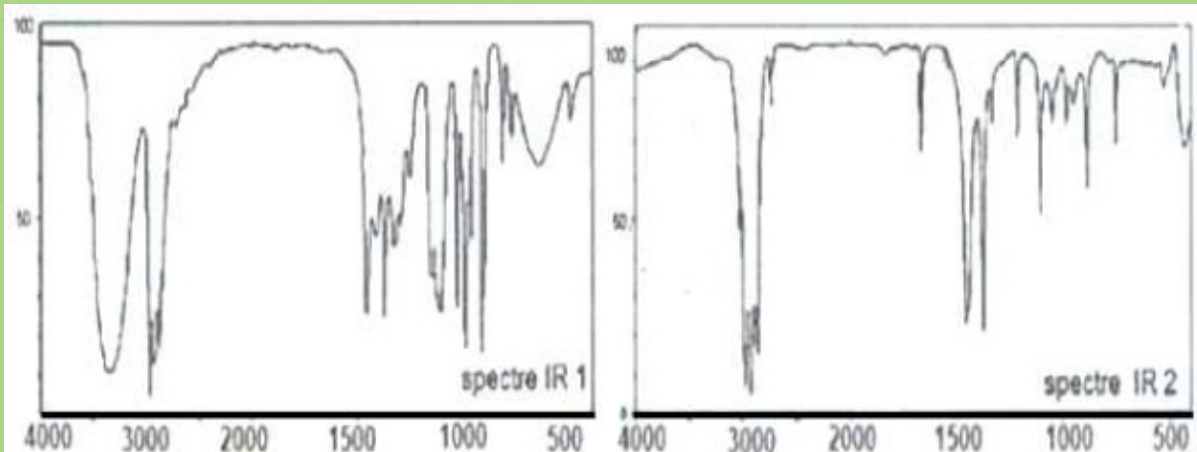
b) Réaction d'élimination.

c) Rendement de la synthèse :  $r = \frac{m_{\text{exp}}}{m_{\text{théo}}} \times 100$  AN :  $m_{\text{exp}} = 6,90\text{g}$

$$m_{\text{théo}} = m_B = n_B M_B \quad \text{or} \quad n_A = \frac{m_A}{M_A} = \rho_A \frac{V_A}{M_A} \quad \text{donc} \quad m_{\text{théo}} = \rho_A \frac{V_A \cdot M_B}{M_A} \quad m_{\text{théo}} = 16,02\text{g}$$

$$r = 43 \%$$

4- Identifier le spectre qui appartient à 2-méthyl butan-2-ol . Justifier votre réponse.



Données :

Espèces chimiques	2-méthylbutan-2-ol	C <sub>5</sub> H <sub>10</sub>
Masse volumiques (g/cm <sup>3</sup> )	0,806	
Masse molaire (g/mol)	88	70

Extrait de la table des fréquences de vibrations caractéristiques en IR

Liaison	Nombre d'onde $\sigma$ (cm <sup>-1</sup> )	Intensité
O-H	3200-3400	Forte-large
C-H	2800-3000	Forte
Alcène RR' C=CHR''	≈ 1670	Moyenne

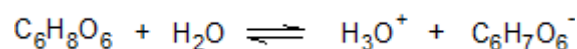
4- Il appartient au spectre IR2 parce que C-H 2800 – 3000 et O-H 3200 – 3400

## Exercice 2. Transformation chimique en solution aqueuse

La vitamine C (acide ascorbique) est vendue en pharmacie sous forme de comprimés. C'est un acide faible de formule C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>6</sub>.

1) Écrire l'équation bilan de la réaction sur l'eau de l'acide ascorbique.

1) Équation bilan de la réaction



2) On prépare une solution S<sub>1</sub>,

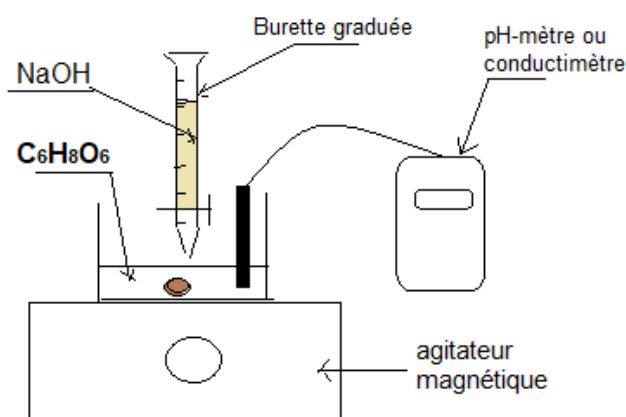
en dissolvant un comprimé dans 200mL d'eau. On dose 10mL de la solution S<sub>1</sub> avec une solution de soude

déconcentration  $1,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ , en présence d'un indicateur colore. Le virage est observe lorsqu'on a ajoute 9mL de soude.

- Faire le schéma annoté (nom du matériel, nature de solution, etc. l'ensemble du dispositif de dosage.
- En réalisant un dosage colorimétrique, lequel des indicateurs suivants est le mieux adapté? Justifier votre réponse.

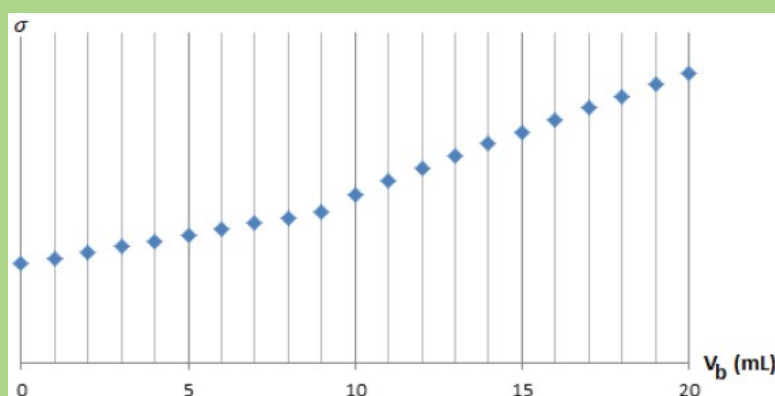
Indicateurs colorés	Zones de virage
Hélianthine	3,1 - 4,4
Rouge de méthyle	4,2 - 6,2
Rouge de crésol	7,2 - 8,8

2) a) Schéma du dosage



b) Indicateur mieux adapté: **rouge de crésol** pour observer le virage.

c) Dans un souci de meilleure précision on a recours à un dosage conductimétrie. La courbe de l'évolution de la conductivité  $\sigma$  de la solution en fonction du volume de solution basique est donnée par le graphique ci-dessous :



Déterminer alors d'après cette courbe la concentration molaire en acide ascorbique de la solution.

**Données** : Conductivités molaires ioniques des espèces en présence :

Ion	$C_6H_7O_6^-$	$Na^+$	$HO^-$
Conductivité $\lambda$ (mS.m <sup>2</sup> .mol <sup>-1</sup> )	3,42	5,01	19,9

c) Concentration  $C_1$  :  $C_1 V_1 = C_B V_E \rightarrow C_1 = \frac{C_B V_E}{V_1}$

AN :  $C_1 = \frac{1,5 \cdot 10^{-2} \cdot 9}{10} = 13,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$

d) Calculer la masse de l'acide ascorbique contenu dans un comprimé et expliquer Vitamine500C.

d) Masse d'acide ascorbique,  $m_A = n_A \cdot M_A$  où  $M_A = M(C_6H_8O_6)$  ;  $n_A = C_1 \cdot V$

$m_A = C_1 \cdot V \cdot M_A$        $m_A = 0,475g = 475mg$

la vitamine C500 contient 500mg d'acide ascorbique.

3) Le pH de la solution  $S_1$  est égal à 3,0. Calculer le  $pK_A$  du couple acide ascorbique/ ion ascorbate. En déduire l'espèce prédominante du couple.

On donne :  $M(C_6H_8O_6) = 176g/mol$

3) Calcul de  $pK_A$  :  $K_A = \frac{[H_3O^+][B]}{[A]}$        $A = C_6H_8O_6$        $B = C_6H_7O_6^-$

$[H_3O^+] = 10^{-3} \text{ mol/L}$        $[OH^-] = \frac{10^{-14}}{[H_3O^+]} = 10^{-11} \text{ mol/L}$        $[H_3O^+] \gg [OH^-]$

d'où  $[B] \approx [H_3O^+] = 10^{-3} \text{ mol/L}$

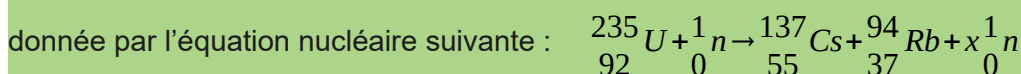
Conservation de la matière :  $[A] = [C_1] - [B]$        $[A] = 12,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$

$K_A = \frac{10^{-3} \cdot 10^{-3}}{12,5 \cdot 10^{-3}} = 8 \cdot 10^{-5} \text{ mol/L} \rightarrow pK_A = -\log K_A$        $pK_A = 4,09$

$pH < pK_A$  alors l'acide  $C_6H_8O_6$  est l'espèce prédominante.

### Exercice 3. Physique atomique et nucléaire

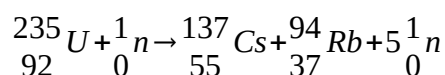
Dans le cœur d'une centrale nucléaire, l'Uranium est introduit sous formes de pastilles de dioxyde d'Uranium  $UO_2$  contenus dans les tubes en Zirconium. La réaction de fission d'Uranium  ${}^{235}_{92}U$  est



1- Chercher le nombre entier x dans cette réaction nucléaire. Justifier.

2- Calculer, en Joule puis en MeV, l'énergie libérée lors de cette réaction de fission nucléaire.

1- Conservation de nombre de masse :  $235 + 1 = 137 + 94 + x \rightarrow x = 5$



2- Énergie libérée

$E_\ell = \{ (m(Cs) + m(Rb) + 5 m_n) - (m(U) + m_n) \} \cdot c^2$

$E_\ell = -0,17576 u \cdot c^2 \rightarrow E_\ell = -163,72 \text{ MeV}$

et en J :  $E_\ell = 2,619 \cdot 10^{-11} \text{ J}$

3- Dans les centrales nucléaires, l'unité d'énergie par la fission est le Tonne Equivalent Pétrole ou TEP. On donne 1TEP=42GJ. Calculer, en TEP, l'énergie libérée lors de la fission d'une mole d'Uranium  ${}^{235}_{92}\text{U}$

.3- Énergie libérée lors de la fission d'une mole d'uranium : 1mol =  $6,02 \cdot 10^{23}$  uranium.

$$E_\ell = 2,619 \cdot 10^{-11} \text{ J} \times 6,02 \cdot 10^{23} = 1,576 \cdot 10^{13} \text{ J} \quad \text{or} \quad 1\text{TEP} = 42 \cdot 10^9 \text{ J}$$

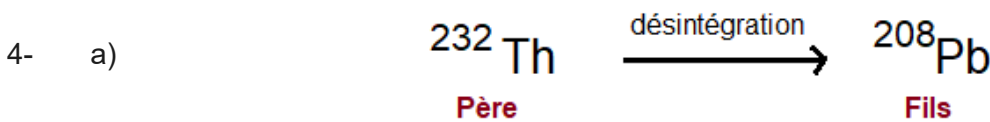
$$E_\ell = 375,238 \text{ TEP}$$

4- Le thorium 232 (période égale à 14 milliards d'années) est l'élément père d'une famille radioactive dont le dernier terme est le Plomb208. Les éléments intermédiaires sont tous négligeables. Dans les roches les plus anciennes de la terre, où le thorium et plomb sont associés, on trouve un rapport moyen de 7g de thorium pour 1g de Plomb.

a) Exprimer le rapport des nombres de thorium et de plomb  $\frac{N(\text{Pb})}{N(\text{Th})}$  en fonction du temps t .

b) Calculer l'âge de ces roches.

**Données** : Masse de neutron:  $m_n=1,00866$ ; masse de Césium :  $m(\text{Cs})=136,9071u$ ; masse de Rubidium:  $m(\text{Rb})=93,9264u$ ; masse d'Uranium:  $m(\text{U})=235,0439u$ ;  $1u=931,5\text{MeV}/c^2$ ;  $1u=1,6605 \cdot 10^{-27}\text{Kg}$   
 $C=3 \cdot 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ;  $N_A=6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$  (Nombre d'Avogadro)  $1\text{MeV}=1,6 \cdot 10^{-13}\text{J}$   $1\text{GJ}=10^9 \text{ J}$



$$N_0 = N_{\text{rest}} + N_{\text{dés}} \quad \text{or} \quad N_{\text{rest}} = N_0 e^{-\lambda t} = N(\text{Th}) \quad \text{et} \quad N_{\text{dés}} = N(\text{Pb})$$

$$N_0 = N(\text{Th}) + N(\text{Pb}) \quad \text{or} \quad N_0 = N(\text{Th}) e^{\lambda t}$$

$$N(\text{Th}) e^{\lambda t} = N(\text{Th}) + N(\text{Pb}) \quad \rightarrow \quad e^{\lambda t} = 1 + \frac{N(\text{Pb})}{N(\text{Th})} \quad \text{d'où} \quad \frac{N(\text{Pb})}{N(\text{Th})} = e^{\lambda t} - 1$$

b)  $\frac{m(\text{Pb})}{m(\text{Th})} = \frac{1}{7}$  or  $m = n \cdot M$  avec  $n = \frac{N}{N}$  donc  $m = \frac{N}{N} M$

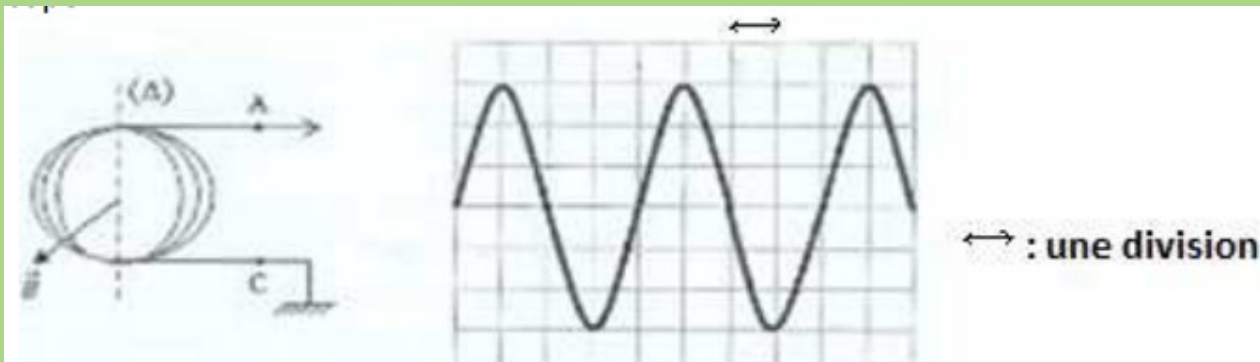
$$\frac{m(\text{Pb})}{m(\text{Th})} = \frac{N(\text{Pb}) \frac{M(\text{Pb})}{N}}{N(\text{Th}) \frac{M(\text{Th})}{N}} = \frac{1}{7} \quad \rightarrow \quad \frac{N(\text{Pb}) \cdot M(\text{Pb})}{N(\text{Th}) \cdot M(\text{Th})} = \frac{1}{7} \quad \rightarrow \quad \frac{N(\text{Pb})}{N(\text{Th})} = \frac{1}{7} \cdot \frac{M(\text{Th})}{M(\text{Pb})}$$

$$\frac{N(\text{Pb})}{N(\text{Th})} = \frac{1}{7} \cdot \frac{232}{208} = 0,159 \quad \rightarrow \quad e^{\lambda t} - 1 = 0,159 \quad \rightarrow \quad e^{\lambda t} = 1,159 \quad \rightarrow \quad \lambda t = \ln(1,159)$$

$$t = \frac{\ln(1,159)}{\lambda} = \frac{\ln(1,159)}{\ln 2} T = 0,213 T = 0,213 \cdot 14 \cdot 10^9 = 2,98 \cdot 10^9 \text{ ans} \quad \mathbf{t \sim 3 \cdot 10^9 \text{ ans}}$$

## Exercice 4. Électromagnétisme

**Partie A :** Une bobine plate est formée de  $N=50$  spires de fil conducteur isolé. Chaque spire circulaire a une surface  $S=100\text{cm}^2$ . La bobine tourne à vitesse angulaire constante autour d'un axe  $(\Delta)$  diamétral et vertical dans un champ magnétique uniforme horizontal  $\vec{B}$ . Des contacts électriques mobile permettent de relier les extrémités A et C du conducteur respectivement à l'entrée Y et à la masse M d'un oscilloscope .



1- Le balayage horizontal est réglé sur  $10\text{ms/division}$  et la sensibilité verticale est réglé sur  $1\text{V/division}$ . On observe la courbe ci-dessus sur l'écran de l'oscilloscope. Justifier qualitativement l'existence d'une tension entre A et C lors de la rotation de la bobine.

2- On donne l'expression du flux magnétique  $\phi$  en fonction du temps  $t$ .  $\phi(t)=NBS \cos\omega t$ . En déduire l'expression de la f.é.m « e » induite la bobine plate.

3- Déterminer la vitesse angulaire  $\omega$  et calculer l'intensité du champ magnétique  $\vec{B}$

1- D'après la courbe, il existe une tension entre A et C car  $U_{\max} = 3\text{div}$  or  $1\text{div} = 1\text{V}$  d'où

$$U_{\max} = U_{AC} = 3\text{V}$$

2- L'expression de la fém :  $\phi(t) = NBS \cos\omega t$  avec  $e = \frac{-d\phi}{dt} = NBS \omega \sin \omega t$

3- Vitesse angulaire  $\omega$  et l'intensité du champ magnétique  $\vec{B}$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \quad \text{or } T = 4 \text{ div} = 4 \cdot 10 \cdot 10^{-3} \text{s} = 4 \cdot 10^{-2} \text{s} \quad \text{d'où} \quad \omega = 157 \text{rad/s}$$

$$U_{\max} = NBS\omega \quad \rightarrow \quad B = \frac{U_{\max}}{NS \omega} \quad B = 3,82 \cdot 10^{-2} \text{T}$$

**Partie B :** Le circuit de réception d'une radio utilise une bobine d'induction  $L=2,5\mu\text{H}$  de résistance interne  $R=200\Omega$  et d'un condensateur de capacité réglable.

1- a) Quelle est la condition nécessaire pour que la réception d'une station FM de fréquence  $101\text{Hz}$  soit optimale.

b) En déduire la capacité du condensateur pour réaliser cette condition.

2- Quelle est l'impédance de ce circuit à cette fréquence.

3- a) Calculer la largeur de la bande passante en fréquence du circuit.

b) En déduire le facteur de qualité Q du circuit.

1- a) Pour que la réception d'une station FM soit optimale, on travaille à la **résonance** soit  $\omega_0 = 2\pi N$ .

Avec  $N = 101\text{MHz} = 101 \cdot 10^6\text{Hz}$ . On a donc :  $\omega_0 = 634,28 \cdot 10^6\text{rad/s}$

b) Capacité du condensateur :  $LC\omega_0^2 = 1 \rightarrow C = \frac{1}{L\omega_0^2}$  AN :  $L = 2,5\mu\text{H} = 2,5 \cdot 10^{-6}\text{H}$

$$C = \frac{1}{2,5 \cdot 10^{-6} \cdot (634,28 \cdot 10^6)^2} = 9,94 \cdot 10^{-13}\text{F}$$

2- Impédance du circuit vaut  $Z = R = 200\Omega$ .

3- a) Largeur de la bande passante

$$\Delta\omega = \frac{R}{L} \quad \text{AN : } \Delta\omega = 8 \cdot 10^7\text{rad/s}$$

b) Facteur de qualité du circuit

$$Q = \frac{L\omega_0^2}{R} \quad \text{ou} \quad Q = \frac{\omega_0}{\Delta\omega} \quad \text{AN : } Q = 7,92 \approx 8$$

## Exercice 5. Mécanique

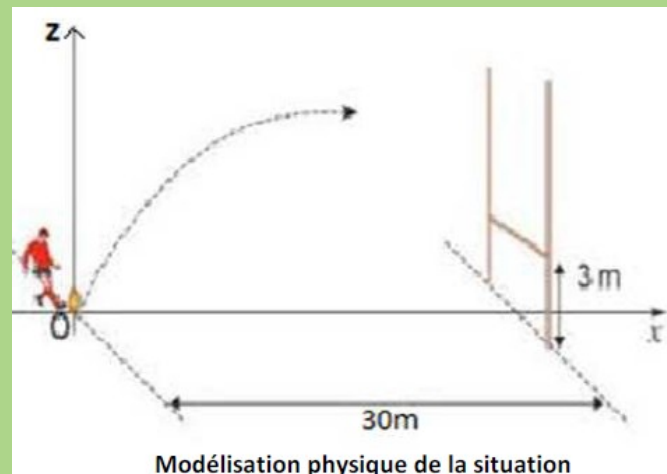
### PARTIE A

On se propose d'étudier un coup de pied de pénalité au cours d'un match de rugby.

Au moment du coup de pied, le ballon de masse  $m=420\text{g}$  se trouve au sol en O face aux poteaux à la distance  $L=30\text{m}$ . Le botteur (tireur) lui communique une énergie cinétique de translation  $E_C=120\text{J}$  et le fait partir dans le plan  $(\vec{Ox}, \vec{Oz})$  avec un angle  $\alpha=50^\circ$  par rapport au sol (voir figure). On néglige l'action de l'air, on admettra que le champ de pesanteur est uniforme et d'intensité  $g=9,81\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$ .



Situation réelle



Modélisation physique de la situation

1 – a) Établir l'équation cartésienne de la trajectoire du centre d'inertie du ballon dans le plan  $(\vec{Ox}, \vec{Oz})$  en fonction de la vitesse initiale  $v_0$ , de  $g$  et de l'angle  $\alpha$ . En déduire la nature de la trajectoire du ballon.



b) Montrer que cette équation peut se mettre sous la forme de :

$$z = \frac{-mg}{4 E_C \cos^2 \alpha} x^2 + x \tan \alpha$$

1- a) Équation cartésienne de la trajectoire du centre d'inertie du ballon :

TCl :  $\vec{P} = m \vec{a}$

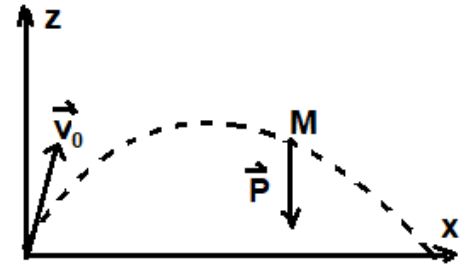
Ox :  $0 = m a_x \leftrightarrow a_x = 0$

Oz :  $-mg = m a_z \leftrightarrow -g = a_z = \text{cte}$

position  $\vec{OM} = \frac{1}{2} \vec{a} t^2 + \vec{v}_0 t + \vec{OM}_0$

$$\left\{ \begin{array}{l} x = v_0 \cos \alpha t \\ z = \frac{-1}{2} \cdot g t^2 + v_0 \sin \alpha t \end{array} \right.$$

donc  $t = \frac{x}{v_0 \cos \alpha}$  en remplaçant t dans l'expression



de z on a :  $z = \frac{-g x^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha} + \tan \alpha x$

b) autre expression de z :  $E_C = \frac{1}{2} m v_0^2 \rightarrow v_0^2 = \frac{2 E_C}{m}$  z s'écrit alors :

$$z = \frac{-g}{2 \cdot \frac{2 E_C}{m} \cos^2 \alpha} x^2 + \tan \alpha x = \frac{-mg}{4 E_C \cos^2 \alpha} x^2 + \tan \alpha x \quad \text{cqfd}$$

2- Pour marquer, il faut que le ballon passe au-dessus de la barre transversale qui se trouve à la hauteur  $H = 3\text{m}$  du sol horizontal. La pénalité est-elle marquée ? Justifier la réponse.

3- Donner l'expression littérale , puis calculer la durée entre l'instant du tir et le passage du ballon au-dessus de la barre.

2-  $E_C = 120\text{J}$  ;  $m = 0,42\text{kg}$  ;  $g = 9,81\text{m/s}^2$  ;  $\alpha = 50^\circ$

flèche :  $z_s = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} = \frac{2 E_C \sin^2 \alpha}{2mg} = \frac{E_C \sin^2 \alpha}{mg} = \frac{120 \cdot \sin^2(50^\circ)}{0,42 \cdot 9,81} = 17,09\text{m}$

ce qui veut dire que la **pénalité est marquée**.

3.  $x = 30\text{m}$   $t = \frac{x}{v_0 \cos \alpha}$  or  $v_0^2 = \frac{2 E_C}{m} \rightarrow v_0 = \sqrt{\frac{2 E_C}{m}}$

donc  $t = \sqrt{\frac{m}{2 E_C}} \cdot \frac{x}{\cos \alpha}$  AN :  $t \approx 2\text{s}$

## PARTIE B

Pour étudier un ressort élastique de raideur  $k$  et de masse négligeable, il est suspendu par son extrémité A à un support fixe

vertical. A son extrémité libre inférieure, on fixe une masse marquée  $m$  supposée ponctuelle. Les frottements sont



négligeables ainsi que toute action de l'air. A l'équilibre, la position du centre de gravité de cette masse marquée coïncide avec l'origine O d'un axe vertical (O ; 5'), oriente vers le bas. A partir de l'équilibre, le ressort est étiré d'une longueur a vers le bas puis lâché sans vitesse initiale a un instant pris comme origine des dates, t = 0 s. En mouvement, le solide est repéré par son abscisse x et sa vitesse est notée )6. La position O correspond également a l'état de référence pour l'énergie potentielle de pesanteur : E<sub>pp</sub> = 0.

- 1) Exprimer en fonction de k, m et g l'allongement Δℓ<sub>0</sub> de ce ressort à l'équilibre.
- 2) Montrer que l'énergie mécanique du système {ressort + masse marquée} a une date t quelconque est :

$$E_m = \frac{1}{2} m \dot{x}^2 + \frac{1}{2} k (x + \Delta \ell_0)^2 - mgx \quad . \text{ Justifier que cette énergie est conservée au cours du mouvement .}$$

1) À l'équilibre : TCI :  $\vec{P} + \vec{T} = \vec{0}$

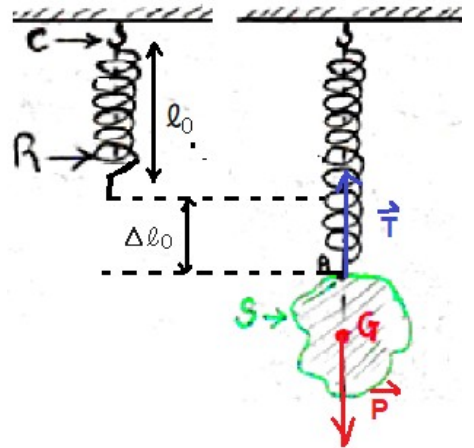
$$(x'x) : mg - k\Delta \ell_0 = 0 \rightarrow \Delta \ell_0 = \frac{mg}{k}$$

2) E<sub>m</sub> = E<sub>C</sub> + E<sub>pe</sub> + E<sub>PP</sub>

$$E_C = \frac{1}{2} m \dot{x}^2 \quad E_{PP} = mgz \text{ où } z = -x \quad E_{PP} = -mgx$$

$$E_{pe} = \frac{1}{2} k (\Delta \ell_0 + x)^2$$

on a  $E_m = \frac{1}{2} m \dot{x}^2 + \frac{1}{2} k (x + \Delta \ell_0)^2 - mgx$  **cqfd**



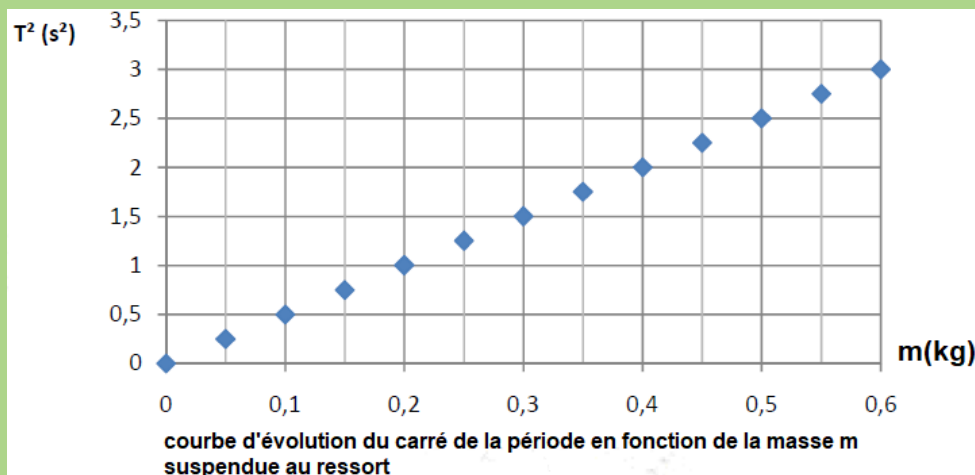
$$E_m = \frac{1}{2} m \dot{x}^2 + \frac{1}{2} kx^2 + kx \Delta \ell_0 + \frac{1}{2} k \Delta \ell_0^2 - mgx = \frac{1}{2} m \dot{x}^2 + \frac{1}{2} kx^2 + \frac{1}{2} k \Delta \ell_0^2 + (k \Delta \ell_0 - mg)x = \frac{1}{2} m \dot{x}^2 + \frac{1}{2} kx^2 + \frac{1}{2} k \Delta \ell_0^2$$

lorsque l'énergie cinétique augmente , l'énergie potentielle diminue et vice versa c'est pourquoi l'énergie mécanique se conserve.

- 3) En utilisant la conservation de l'énergie mécanique, établir l'équation différentielle régissant le mouvement du solide.

4) Montrer que la période du pendule ainsi constitue est  $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$

- 5) La courbe de la figure 1 représente l'évolution du carré de la période (T<sup>2</sup>) de ce pendule en fonction de la masse m suspendue a son extrémité. Déduire de cette courbe la valeur de la raideur k du ressort.



3) Conservation de l'énergie :  $\frac{dE_m}{dt} = 0$  or  $E_m = \frac{1}{2} m \dot{x}^2 + \frac{1}{2} kx^2 + \frac{1}{2} k \Delta \ell_0^2$

$$\frac{dE_m}{dt} = \frac{1}{2} m \frac{d(\dot{x}^2)}{dt} + \frac{1}{2} k \frac{d(x^2)}{dt} + 0 = m \dot{x} \ddot{x} + kx \dot{x} = 0 \rightarrow (m \ddot{x} + kx) \dot{x} = 0 \text{ donc } \ddot{x} + \frac{k}{m} x = 0$$

4) ici  $\omega^2 = \frac{k}{m}$  la période  $T = \frac{2\pi}{\omega}$  et  $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$   $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$

5) constante de raideur  $k$  : pour  $m = 0,2\text{kg}$  on a  $T^2 = 0,5\text{s}^2$

d'après la courbe  $T^2$  proportionnelle à la masse  $m \rightarrow T^2 = Km$ ,  $K$  constante de proportionnalité et  $K = \frac{2,5 - 0,5}{0,5 - 0,1} = 5$  or  $K = \frac{4\pi^2}{k} \rightarrow k = \frac{4\pi^2}{K} = \frac{4\pi^2}{5} = 7,89 \text{ N/m}$





