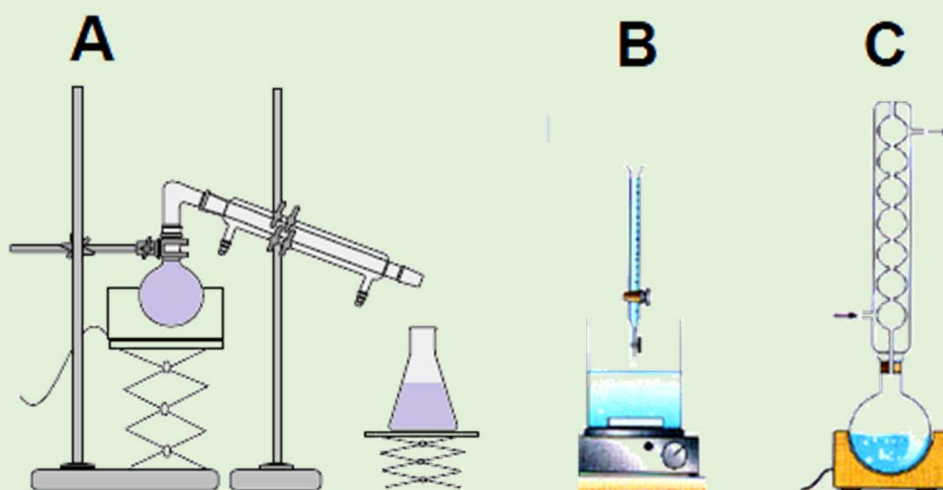


LES GRANDES CATEGORIES DE REACTIONS EN CHIMIE ORGANIQUE

Des élèves réalisent en travaux pratiques la **déshydratation du 2-méthylbutan-2-ol**. Dans un ballon, contenant 3 grains de pierre ponce, ils introduisent 25,0 mL de 2-méthylbutan-2-ol puis 10 mL 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). Ils transvasent le distillat dans une ampoule à décanter et identifient la phase aqueuse qu'ils évacuent. Après traitement à l'hydrogénocarbonate de sodium (et évacuation de la nouvelle phase aqueuse), le produit obtenu est séché au sulfate de magnésium anhydre. Après filtration, ils obtiennent 6,90 g d'alcène.

- 1) Quelles sont les différentes étapes d'une synthèse organique ?
- 2) a) parmi les schémas ci-dessous, lequel représente une hydrodistillation ?



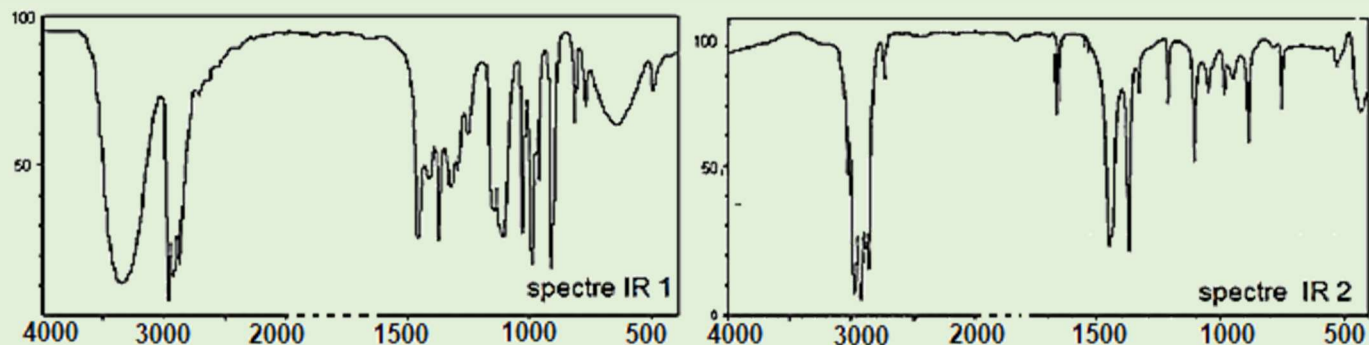
b) À quoi sert la pierre ponce ? Les 10 mL d'acide sulfurique introduit au départ dans le ballon ? L'hydrogénocarbonate de sodium et le sulfate de magnésium anhydre ?

2) a) Ecrire l'équation de la réaction qui traduit la synthèse (on ne considère que le produit majoritaire identifié selon la règle de Zaitsev). Dans quelle catégorie de réaction appartient-elle ?

b) Quelle est la quantité de réactif introduit ?

c) Calculer le rendement de la synthèse.

3) Pour analyser le produit de la synthèse, on a recours à la spectroscopie IR. Le laboratoire a envoyé les deux spectrogrammes suivants : IR 1 et IR 2. Identifier celui qui appartient au 2-méthylbutan-2-ol e celui du produit. Justifier votre réponse



On donne :

	2-méthylbutan-2-ol	C_5H_{10}
Masse volumique (g/cm^3)	0,806	-----
Masse molaire (g/mol)	88	70

Extrait de la table des fréquences de vibrations caractéristiques en IR

liaison	Nombre d'onde σ (cm^{-1})	Intensité
O - H	3200 - 3400	Forte – large
C - H	2800 - 3000	Forte
Alcène $RR'C=CHR''$	≈ 1670	moyenne

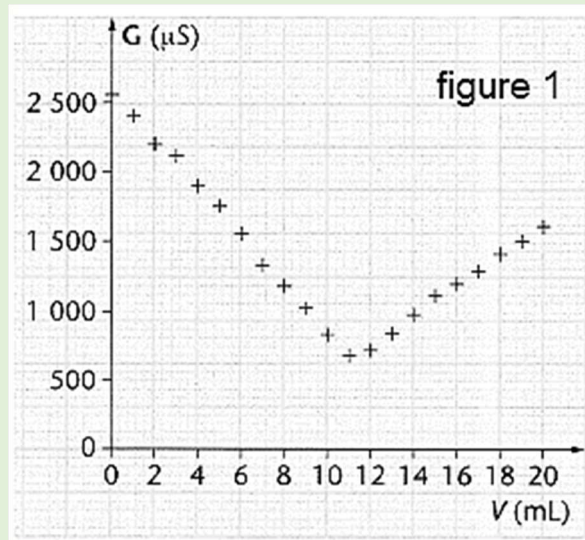
TRANSFORMATIONS CHIMIQUES EN SOLUTION AQUEUSE

Dosage d'une solution d'acide chlorhydrique

Dans le laboratoire de notre lycée on dispose d'un flacon d'une solution concentrée d'acide chlorhydrique où est notée l'indication suivante :33% minimum en masse d'acide chlorhydrique. On appelle cette solution S_0 . On veut connaître la concentration C_0 de S_0

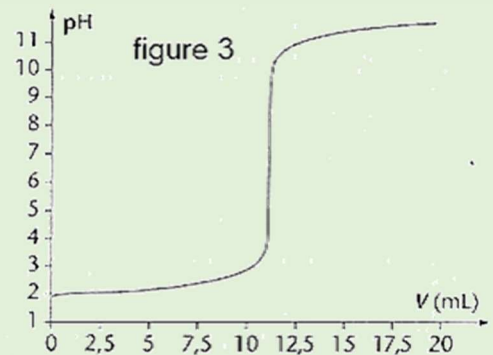
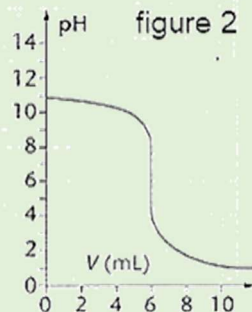
- Première étape : on dilue 1000fois la solution S_0 , on obtient la solution S_1 de concentration C_1
- Deuxième étape : On prélève précisément un volume $V_1= 100$ mL de S_1 , on dose par conductimétrie la solution S_1 par une solution de soude de concentration $C_B= 10^{-1}$ mol/L

_La représentation graphique de la conductance G (μS) de la solution en fonction du volume de base V (mL) est donnée sur le graphique de la figure 1



- 1) a) Faire un schéma annoté du dispositif de titrage utilisé
b) Ecrire l'équation de la réaction qui a lieu
- 2) a) déterminer graphiquement le volume V_E de base versé à l'équivalence
b) en déduire C_1 puis C_0
c) calculer la masse m_0 de HCl dissous dans un litre de solution S_0
- 3) l'indication de l'étiquette du flacon d'acide chlorhydrique concentrée est-elle correcte ?
- 4) Une simulation du dosage par suivi pH-métrique de la solution S_1 est donnée par l'un des graphiques ci-dessous

Le quel correspond à ce dosage ? Quel est l'indicateur coloré le plus adapté pour repérer l'équivalence de dosage ?



On donne :

Masse molaire

(HCl) = 36,5 g/mol

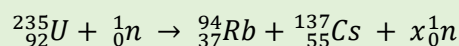
Masse volumique de la solution (S_0)

$\rho_0 = 1160 \text{ g/L}$

Indicateurs	Couleur acide	Zone de virage	Couleur basique
Hélianthine	rouge	3,1 - 4,4	Jaune orangé
Vert de bromocrésol	jaune	3,8 - 5,4	bleu
Bleu de bromothymol	Jaune	6,0 - 7,6	bleu
phénolphtaléine	incolore	8,2 - 10,0	fuchsia

PHYSIQUE ATOMIQUE ET NUCLEAIRE

Dans le cœur d'une centrale nucléaire, l'Uranium est introduit sous formes de pastilles d'Uranium. La réaction de Fission d'Uranium ${}^{235}_{92}\text{U}$ est donnée par l'équation suivantes :



- 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

- 3) Dans cette centrale nucléaire, l'unité d'énergie par la fission est le Tonne Equivalent Pétrole ou TEP. On donne $1\text{TEP} = 42\text{GJ}$.

Calculer, en TEP, l'énergie libérée lors de la fission d'une mole d'Uranium ${}^{235}_{92}\text{U}$

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 Plomb 208. Les éléments intermédiaires sont tous négligeables. Dans les roches les plus anciennes de la terre, où le thorium et le 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'Age de ces roches.

Données :

Masse de neutron : $m_n = 1,00866$; masse de Césium : $m(\text{Cs}) = 136,9071\text{u}$;

Masse de Rubidium : $m(\text{Rb}) = 93,9264\text{u}$; masse d'Uranium : $m(\text{U}) = 235,0439\text{u}$;

$1\text{u} = 931,5 \text{ MeV}/c^2$; $1\text{u} = 1,6605 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$; $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ (nombre d'Avogadro) ; $1\text{MeV} = 1,6 \cdot 10^{-13} \text{ J}$; $1\text{GJ} = 10^9 \text{ J}$

ELECTROMAGNETISME

1) Un haut-parleur est constitué par une bobine de longueur ℓ comportant 10 spires formées par un fil de diamètre $d = 4,5\text{mm}$. L'espace vide séparant deux spires consécutives est de $e = 0,5\text{mm}$.

a) calculer la longueur l de cette bobine

b) en négligeant l'augmentation du diamètre de la bobine, Combien de couche doit-elle comporter lorsqu'elle contient au total 250 spires ?

c) Pour un courant de 2A d'intensité qui traverse le solénoïde calculer l'intensité B du champ créé au centre de la bobine.

Décrire le principe de fonctionnement d'un haut-parleur $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ SI}$

2) Le circuit d'accord d'un récepteur radio comporte un circuit oscillant constitué d'un condensateur et d'une bobine. En supposant que l'inductance de la bobine soit égale à $0,2\mu\text{H}$. Quelle doit être la capacité du condensateur pour que la fréquence propre de ce circuit corresponde à la fréquence de la station « Radio Université d'Ambohitsaina » soit $107,7\text{MHz}$

MECANIQUE

PARTIE A Etude d'un satellite géostationnaire

On étudie dans le repère géocentrique considéré comme galiléen, le mouvement d'un satellite S assimilé à une masse ponctuelle $m = 250 \text{ kg}$ décrivant une orbite circulaire à l'altitude h dans le plan de l'équateur

1) Montrer que le mouvement du satellite est uniforme.

2) Etablir les expressions de la vitesse v et de la période T du satellite en fonction de son altitude h

3) Qu'est-ce qu'un satellite géostationnaire.

4) Calculer l'altitude h à laquelle doit se trouver le satellite pour qu'il soit géostationnaire.

Masse de la Terre : $M_T = 5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$, Rayon de la Terre : $R_T = 6,37 \cdot 10^6 \text{ m}$

Constante de gravitation : $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ m} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$

Période de rotation de la Terre sur elle-même : $J_s = 8,62 \cdot 10^4 \text{ s}$.

PARTIE B

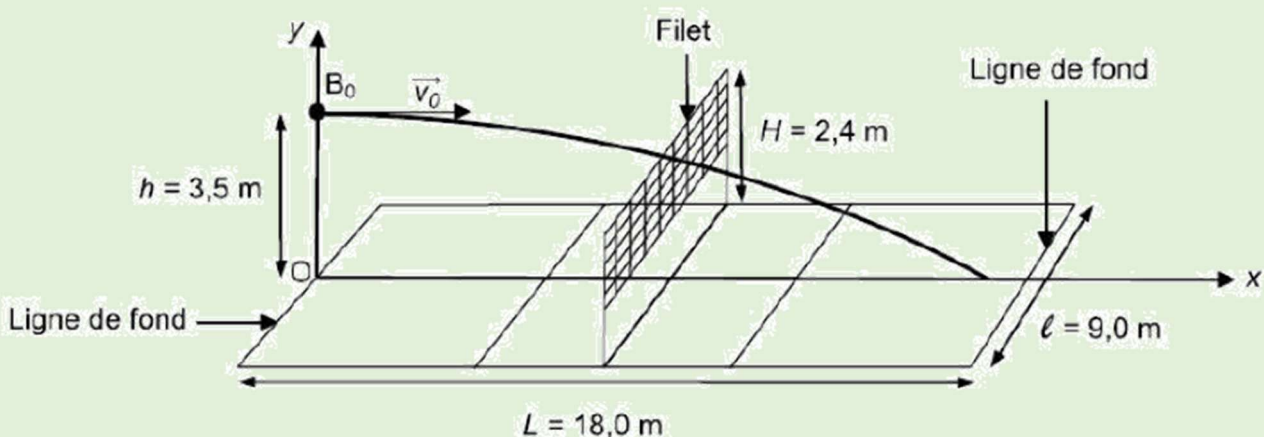
Au volley-ball, le service smashé est le type de service pratiqué le plus fréquemment par les professionnels : le serveur doit se placer un peu après la limite du terrain, lancer très haut son ballon, effectuer une petite course d'élan puis sauter pour frapper la balle.

Après la course d'élan, le serveur saute de façon à frapper le ballon en un point B_0 situé à la hauteur h au dessus de la ligne de fond du terrain. La hauteur h désigne alors l'altitude initiale du centre du ballon. Le vecteur vitesse initiale \vec{v}_0 du ballon est horizontal et perpendiculaire à la ligne de fond du terrain (figure 1 l'instant de la frappe est choisi comme origine des temps : $t = 0 \text{ s}$. Le mouvement a lieu dans le plan (Oxy) . On étudie le mouvement du centre du ballon sans tenir compte de l'action de l'air, de la rotation du ballon sur lui-même et de ses déformations. Le service est effectué depuis le point B_0 à la vitesse $V_0 = 21,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Le service sera considéré comme valide à condition que le ballon franchisse le filet sans le toucher et qu'il retombe dans le terrain adverse.

1. Établir les équations horaires du mouvement du centre du ballon. en déduire l'équation de la trajectoire
2. En admettant que le ballon franchisse le filet, vérifier qu'il touche le sol avant la ligne de fond.
3. En utilisant la conservation de l'énergie mécanique, déterminer la valeur de la vitesse du centre du ballon V_{sol} lorsque le ballon touche le sol. L'origine de l'énergie potentielle de pesanteur est choisie de la manière suivante : $E_{\text{PP}} = 0 \text{ J}$ pour $y = 0 \text{ m}$.
4. En réalité, la vitesse V_{sol} avec laquelle le ballon atteint le sol est plus faible que celle déterminée à la question 3. Proposer une explication.

5. Au moment où le joueur frappe le ballon ($t = 0 \text{ s}$), un joueur de l'équipe adverse est placé au niveau de la ligne de fond de son terrain. Il débute sa course vers l'avant pour réceptionner le ballon en réalisant une « manchette ». Le contact entre le ballon et le joueur se fait au point R situé à une hauteur de 80 cm au-dessus du sol. On admet que les équations horaires du mouvement du ballon établies à la question 1. restent valables.

Calculer la vitesse moyenne de déplacement de ce joueur pour qu'il réalise la réception



LES GRANDES CATEGORIES DE REACTIONS EN CHIMIE ORGANIQUE

Donnés : Le réactif : alcool ; le 2-méthylbutan-2-ol $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \underset{\text{CH}_3}{\text{C}}\text{OH} - \text{CH}_3$

$V = 25,0 \text{ mL}$

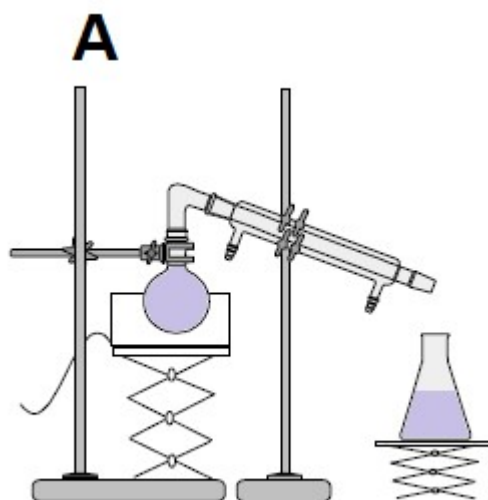
10 mL d'acide sulfurique : catalyseur

Produit : 6,90 g d'alcène.

1) Les différentes étapes d'une synthèse organique

- réaction chimique : transformation des réactifs en produits
- extraction du produit pur
- purification du produit synthétisé
- analyse du produit (CCM ou spectroscopie IR)

2) a) montage d'hydrodistillation



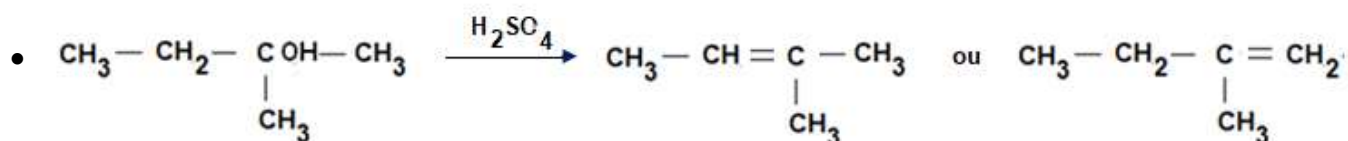
b) - les pierres ponce servent à réguler l'ébullition

- l'acide sulfurique est un catalyseur

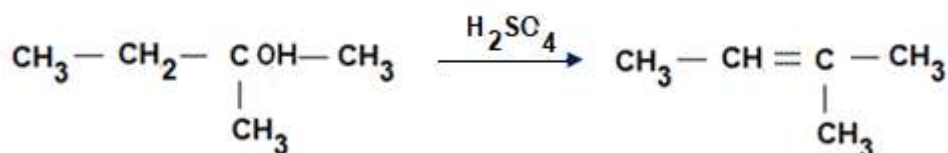
- L'hydrogénocarbonate de sodium est une base qui sert à neutraliser l'acide après la réaction

- le sulfate de magnésium anhydre sert à éliminer l'eau

2) a) l'équation de la réaction qui traduit la synthèse



Selon la règle de Zaitsev



- Il s'agit d'une réaction d'élimination

b) la quantité de réactif introduit ?

$V = 25,0 \text{ mL}$ $C_5H_{12}O$ Masse volumique = $0,806 \text{ g/cm}^3$ Masse molaire = 88 g/mol

$$n = \frac{\rho V}{M} \qquad n = \frac{0,806 \frac{\text{g}}{\text{mL}} \cdot 25 \text{ mL}}{\frac{88 \text{ g}}{\text{mol}}} = 0,229 \text{ mol}$$

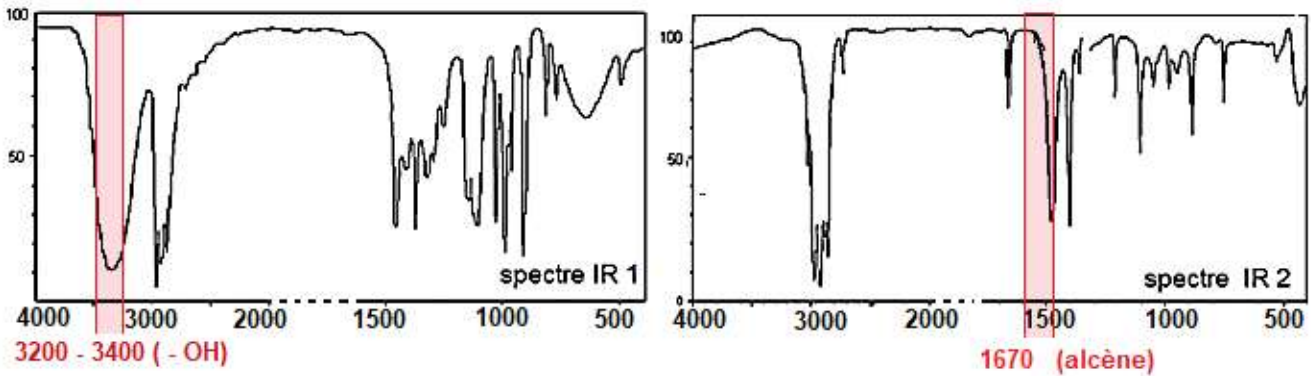
c) Calculer le rendement de la synthèse

nombre de mol d'alcène $n = \frac{m}{M} = \frac{6,9}{70} = 0,098 \text{ mol}$ rendement : $r = \frac{0,098}{0,229} \cdot 100 = 43,23\%$

3) Analyse de spectre I R.

Le spectre I R 1 est celui du 2-méthylbutn-2-ol

Justification : sur le spectre I R 1, on note la présence d'un pic large entre $3200 - 3400 \text{ cm}^{-1}$ caractéristique de $-OH$, sur I spectre I R 2, un pic moyen à environ $\approx 1670 \text{ cm}^{-1}$ caractéristique d'un alcène $RR'C=CHR''$



TRANSFORMATIONS CHIMIQUES EN SOLUTION AQUEUSE

Données :

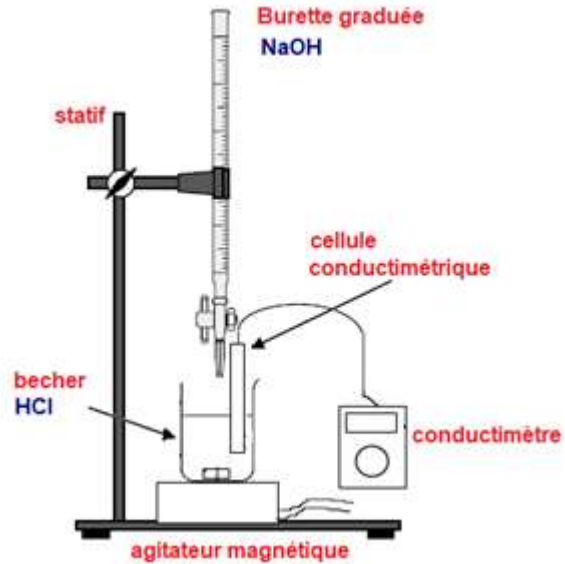
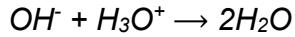
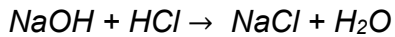
Acide : HCl S_0 de concentration C_0 33%

Solution diluée 1000fois S_1 de concentration C_1 $V_1=V_A = 100 \text{ mL}$ C_A à déterminer

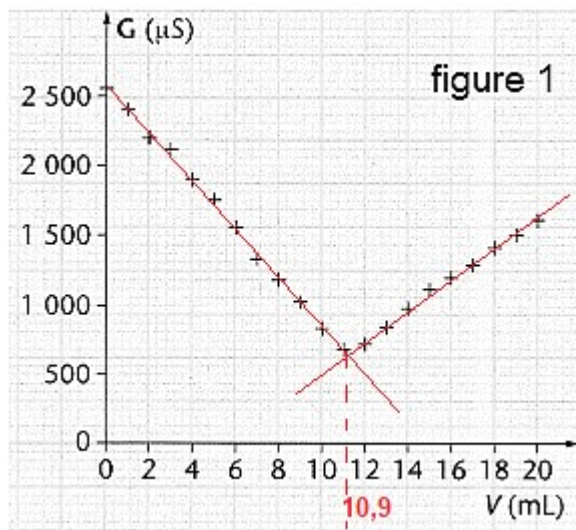
Base : soude $C_B = 10^{-1} \text{ mol/L}$

a) Dispositif

b) Equation de la réaction



2) a) D'après la courbe $V_{BE} = 10,9 \text{ mL}$



b) à l'équivalence $C_1 \cdot V_1 = C_B \cdot V_B$ $C_1 = \frac{C_B \cdot V_B}{V_1} = \frac{10^{-1} \cdot 10,9}{100} = 0,0109 \text{ mol/L}$

$V_1 = 1000 \cdot V_0 \Rightarrow C_1 = \frac{C_0}{1000}$ $C_0 = 1000 \cdot 0,0109 = 10,9 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \approx 11 \text{ mol/L}$

c) masse de HCl dissous dans 1L de solution $m_0 = C_0 \cdot V \cdot M = 10,9 \cdot 1 \cdot 36,5 = 397,85 \text{ g}$

3) l'indication de l'étiquette du flacon d'acide chlorhydrique concentrée est-elle correcte ?

33% = 33g d HCl pur dans 100g de solution

Masse volumique de la solution (S_0) $\rho_0 = 1160 \text{ g/L}$

Volume de 100g de (S_0) $V = \frac{100 \text{ g}}{1160 \text{ g/L}} = 0,086 \text{ L}$ donc 33g de HCl dans 0,086L

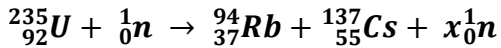
Masse dans 1 L = $\frac{33 \text{ g} \cdot 1 \text{ L}}{0,086 \text{ L}} = 383,7 \text{ g}$ minimum

$383,7 \text{ g} < 397,85 \text{ g}$ L'indication est correcte

4) la simulation du dosage par suivi pH-métrique de la solution S_1 correspond au graphique donné par la figure n°3

L'indicateur coloré approprié est le BBT car le pH à l'équivalence est égal à 7

PHYSIQUE ATOMIQUE ET NUCLEAIRE (3 points)



1) Valeur de $x=5$

2) Energie libérée lors de cette réaction de fission nucléaire

$$\Delta m = (m_U + m_n) - (m_{Cs} + m_{Rb} + 5m_n)$$

$$\Delta m = (235,0439\text{u} + 1,00866) - (136,9071\text{u} + 93,9264\text{u} + 5 \cdot 1,00866) = 0,17586\text{u}$$

$$E = \Delta m \cdot c^2 \quad \text{et } 1\text{u} = 931,5 \text{ MeV}/c^2$$

$$E = 0,17586\text{u} \cdot c^2 = 0,17586 \cdot 931,5 \text{ MeV}/c^2 \cdot c^2 = 163,72 \text{ MeV}$$

3) l'énergie libérée lors de la fission d'une mole d'Uranium ${}^{235}_{92}\text{U}$ en TEP

$$\text{Avec } 1\text{TEP} = 42\text{GJ} \quad \text{et } 1\text{GJ} = 10^9\text{J} \quad 1\text{MeV} = 1,6 \cdot 10^{-13} \text{ J}$$

$$E = 163,72 \text{ MeV} = 163,72 \cdot 1,6 \cdot 10^{-13} = 2,619 \cdot 10^{-11} \text{ J par noyau}$$

$$\text{Energie libérée par mol : } E = 2,619 \cdot 10^{-11} \text{ J} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 1,576 \cdot 10^{13} \text{ J} = 1576 \text{ GJ} = 37,5 \text{ TEP}$$

4) a) expression de $\frac{N(\text{Pb})}{N(\text{Th})}$ en fonction de t

$$T = 14 \text{ milliards d'années, } m(\text{Th}) = 7\text{g} \quad m(\text{Pb}) = 1\text{g}$$

$$\frac{N(\text{Pb})}{N(\text{Th})} = \frac{N_0 - N_0 e^{-\lambda t}}{N_0 e^{-\lambda t}} = e^{\lambda t} - 1$$

b) Calculer l'Age de ces roches

$$N_{\text{Pb}} = \frac{1}{208} N_A \quad N_{\text{Th}} = \frac{7}{232} N_A \quad \frac{N(\text{Pb})}{N(\text{Th})} = \frac{1 \cdot N_A}{208} \cdot \frac{232}{7 N_A} = 0,159$$

$$e^{\lambda t} - 1 = 0,159 \quad e^{\lambda t} = 1,159 \quad \frac{\ln 2}{T} t = \ln 1,159 \quad t = \frac{\ln 1,159}{\ln 2} T = 2,98 \text{ milliard d'années}$$

ELECTROMAGNETISME

1) a) calculer la longueur l de cette bobine

$$N' = 10 \text{ spires} \quad d = 4,5\text{mm} \quad e = 0,5\text{mm.}$$

$$l = (10 \cdot d) + 9 \cdot e = 10 \cdot 4,5 + 9 \cdot 0,5 = 49,5\text{mm} = 4,95\text{cm} \approx 5\text{cm}$$

b) Nombre de couches pour $N = 250$ spires : $N = \frac{250}{10} = 25 \text{ couches}$

c) l'intensité B du champ créé au centre de la bobine si $I = 2\text{A}$

$$B = \mu_0 \cdot \frac{N}{l} I = 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot \frac{250}{0,05} \cdot 2 = 1,25 \cdot 10^{-2} \text{ T}$$

Principe de fonctionnement d'un haut - parleur :

Le HP est muni d'une **membrane** et d'une **bobine mobile** attachée à cette membrane.

La bobine est placée entre les pôles d'un aimant (source de champ magnétique \vec{B} radial), quand on fait passer du courant dans la bobine, celle-ci est soumise à des forces de Laplace qui mettent la bobine en mouvement, et entraîne la vibration de la membrane et ainsi le son

2) capacité C du circuit d'accord

$$\text{Circuit d'accord RLC} \quad L = 0,2\mu\text{H} \quad \ll \text{Radio Université d'Ambohitsaina} \gg \text{ soit } 107,7\text{MHz}$$

Calcul de C

$$N = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \Rightarrow C = \frac{1}{4\pi^2 \cdot N^2 L} = \frac{1}{4\pi^2 \cdot (107,7 \cdot 10^6)^2 \cdot 0,2 \cdot 10^{-6}} = 1,091 \cdot 10^{-11} F = 10,9 pF$$

MECANIQUE

(5 points)

PARTIE A

m = 250 kg

1) TCI : $\vec{F} = m\vec{a}$ $\vec{F}(F_0) = \begin{pmatrix} a_n \\ a_t \end{pmatrix}$

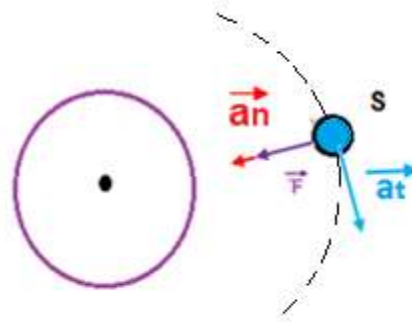
$a_t = 0 \Rightarrow$ le mouvement est uniforme

2) L'expression de sa vitesse V et de sa période T

Sa vitesse $F = m_T \frac{v^2}{r}$

$$\frac{G \cdot M_T \cdot m}{r^2} = m \frac{v^2}{r} \Rightarrow \frac{G \cdot M_T \cdot m}{r^2} = m \frac{v^2}{r}$$

$$v = \sqrt{\frac{G \cdot M_T}{(R_T + h)}}$$



Sa période

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi r}{v} \quad T^2 = \frac{4\pi^2 r^2}{G \cdot M_T} \quad \sqrt{\frac{4\pi^2 (R_T + h)^3}{G \cdot M_T}}$$

3) Un satellite géostationnaire est un satellite gravitant sur une orbite équatoriale circulaire de rayon R et dont la période T est la même que celle de la Terre soit 23 h 56 min 4s.

4) L'altitude h

$$T = T_T = 8,62 \cdot 10^4 \text{ s}$$

$$T^2 = \frac{4\pi^2 (R_T + h)^3}{G \cdot M_T} \Rightarrow (R_T + h)^3 = \frac{T^2 \cdot G \cdot M_T}{4\pi^2}$$

$$h = \sqrt[3]{\frac{T^2 \cdot G \cdot M_T}{4\pi^2}} - R_T$$

$$h = \sqrt[3]{\frac{(8,62 \cdot 10^4)^2 \cdot 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 5,98 \cdot 10^{24}}{4\pi^2}} - 6,37 \cdot 10^6$$

$$h = 3,58 \cdot 10^7 \text{ m}$$

PARTIE B

1) Equations horaires

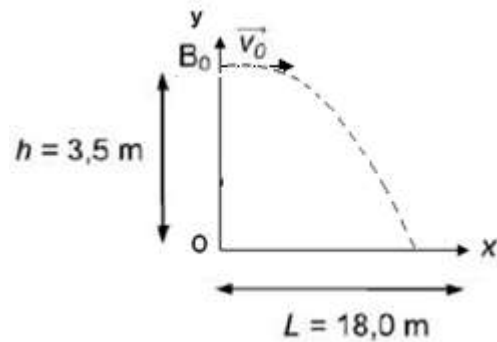
TCI appliqué au ballon

$$\vec{P} = m\vec{a} = m\vec{g}$$

$$\vec{a} \begin{pmatrix} 0 \\ -g \end{pmatrix} \quad \vec{v}_0 \begin{pmatrix} v_0 \\ 0 \end{pmatrix} \quad A(0, h)$$

$$\vec{OM} = \frac{1}{2}\vec{a}t^2 + \vec{v}_0t + \vec{OB}_0$$

$$\vec{OM} \begin{cases} x = v_0 t \\ y = -\frac{1}{2}gt^2 + h \end{cases} \quad \vec{OM} \begin{cases} x = 21 t \\ y = -5t^2 + 3.5 \end{cases}$$



Equation cartésienne de la trajectoire

$$x = v_0 t \Rightarrow t = \frac{x}{v_0} \quad y = -5t^2 + h = -5\left(\frac{x}{v_0}\right)^2 + h \quad y = -0,011 x^2 + 3,5$$

2. En admettant que le ballon franchisse le filet, vérifions qu'il touche le sol avant la ligne de fond

Au sol $y=0$ $y = -0,011 x^2 + 3,5 = 0$

$$x = \sqrt{\frac{3.5}{0,011}} = 17,83m < 18 m$$

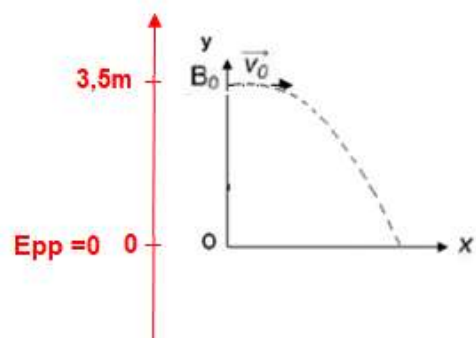
3. Vitesse du centre du ballon V_{sol} lorsque le ballon touche le sol

$E_{PP} = 0 J$ pour $y = 0 m$.

$$E_m(B_0) = \frac{1}{2}mv_0^2 + mgh \quad E_m(sol) = \frac{1}{2}mv_{sol}^2$$

$$\frac{1}{2}mv_0^2 + mgh = \frac{1}{2}mv_{sol}^2 \quad v_{sol} = \sqrt{v_0^2 + 2gh}$$

$$v_{sol} = \sqrt{21^2 + 2 \cdot 10 \cdot 3,5} = 22,6m/s$$



4. En réalité, la vitesse V_{sol} avec laquelle le ballon atteint le sol est plus faible que celle déterminée à la Question 3 à cause de la résistance de l'air

5. vitesse moyenne de déplacement du joueur pour qu'il réalise la réception

$$y_A = 80 \text{ cm} \quad x_{0A} = 18m \quad \text{équation horaire de A} \quad x = -V_A t + 18 \quad \text{et} \quad y = -0,011 x^2 + 3,5$$

$$0,8 = -0,011 x^2 + 3,5 \Rightarrow x = \sqrt{\frac{2,7}{0,011}} = 15,66m \quad \text{avec} \quad t = \frac{x}{v_0} = \frac{15,66}{21} = 0,74s$$

$$x = -V_A t + 18 = 15,66 \quad \Rightarrow V_A = \frac{18 - 15,66}{0,74} = 3,16m/s$$