

DEVOIR DE SYNTHÈSE N°2
PR: RIDHA BEN YAHMED

L'usage du portable n'est pas autorisé.

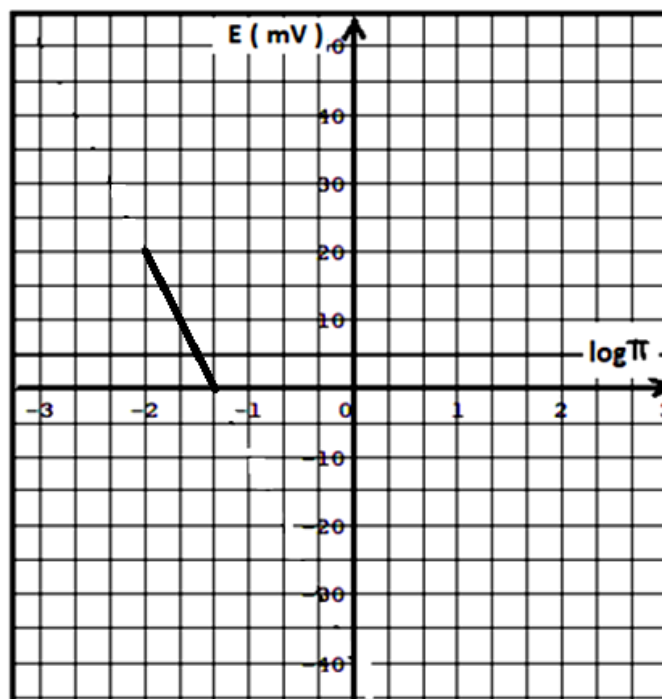
~CHIMIE ~(7 points)~

EXERCICE N°1 (4,5 points)

On réalise à 25°C, une pile électrochimique (P₁) de symbole : $M_1 | M_1^{n+}(C_1 \text{ mol.L}^{-1}) || M_2^{n+}(C_2 \text{ mol.L}^{-1}) | M_2$.

M_1 et M_2 sont deux métaux, M_1^{n+} et M_2^{n+} sont respectivement les ions métalliques correspondant à ces métaux et n est le nombre d'électron échangé entre les deux couples redox mis en jeu.

- 1) Ecrire l'équation chimique associée à la pile (P₁).
- 2) Donner l'expression de la fem E de la pile en fonction de C_1 et C_2 .
- 3) Lorsque la pile fonctionne, on suit la variation de sa fem E en fonction de $\log \pi$, où π est la fonction des concentrations relative à l'équation chimique associée à la pile (P₁).
 - a- Déterminer l'équation de la courbe $E = f(\log \pi)$.
 - b- En déduire la valeur de n et celle de la fem normale E° de la pile.
 - c- Comparer les pouvoirs réducteurs des deux métaux M_1 et M_2 .
 - d- Ecrire l'équation de la réaction spontanée qui se produit dans la pile (P₁) et calculer sa constante d'équilibre.
- 4) Après une certaine durée de fonctionnement, la pile cesse de débiter un courant dans le circuit extérieur lorsque la concentration en ion M_1^{n+} notée $C'_1 = 2,24 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.
 - a- Sachant que les volumes des deux solutions dans les deux compartiments de la pile sont égaux et supposés constants, calculer la concentration C'_2 des ions M_2^{n+} .
 - b- Déterminer les concentrations C_1 et C_2 .
- 5) On réalise une deuxième pile (P₂) formé par :
 - L'électrode normale à hydrogène (ENH) placé à gauche.
 - La demi pile associée au couple M_1^{n+}/M_1 ($[M_1^{n+}] = 1 \text{ mol.L}^{-1}$) placé à droite.La mesure de la tension à vide aux bornes de la pile (P₂) donne - 0,40 V
 - a- Que représente l'indication du voltmètre ?
 - b- Donner le symbole de la pile et écrire l'équation chimique associée.
 - c- En déduire le potentiel standard du couple M_2^{n+}/M_2 .



EXERCICE N°2 (2,5 points)

Etude d'un document scientifique

[...]C'est Alessandro Volta que l'on doit l'invention de la pile qu'il présenta comme controverse sur l'origine de l'électricité. Pour, Volta, le courant naissait du contact des métaux avec une substance humide.....

Une pile renferme un oxydant et un réducteur. S'ils étaient mis en contact, l'oxydant capterait les électrons rejetés par le réducteur, dans une réaction chimique qui ne générerait pas de courant. Toute l'astuce de la pile consiste donc à empêcher le contact entre l'oxydant et le réducteur, afin d'obliger le flux d'électron à transiter à travers un récepteur auquel la pile est connectée. Ce qui crée un courant. Cette séparation est réalisée par un électrolyte ; un gel ou un liquide conducteur que les électrons sont incapables de traverser. Le départ des électrons de l'anode et leur arrivée à la cathode créent toutefois un déséquilibre de charge. Pour établir l'équilibre, au sein de la pile, des ions négatifs présents dans l'électrolyte migrent donc vers l'anode, tandis que les ions positifs migrent vers la cathode.....

La pile alcaline doit son nom à son électrolyte fortement basique, l'hydroxyde de potassium **KOH** gélifié. L'un des constituants de l'électrolyte est un «.....».

Pour une pile alcaline à oxyde de manganèse **MnO₂**, par exemple, le zinc **Zn** est oxydé en tétraoxyde de zinc **Zn(OH)₄²⁻** et l'oxyde de manganèse **MnO₂** est réduit en hydroxyde de manganèse **MnO(OH)**.

La gamme de température de fonctionnement de cette pile s'étend de -30°C à 50°C et la durée de son stockage peut aller jusqu'à 4 ans à 20°C.

Questions

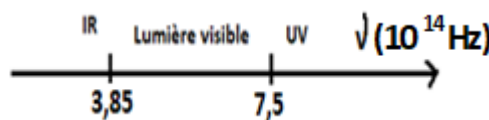
- 1) Préciser brièvement (deux à trois phrases), le principe de production de l'électricité par une pile.
- 2) Compléter le mot entre les guillemets qui manque dans le texte.
- 3) a- Préciser pour la pile alcaline l'oxydant et le réducteur.
b- En s'aidant du texte, écrire les deux demi-équations des deux réactions qui se produisent réellement dans la pile.
c- Déduire l'équation bilan de la réaction qui se produit spontanément dans la pile.

~PHYSIQUE ~(13 points)~

EXERCICE N°1 (4,5 points)

Les données :

- La célérité de la lumière dans le vide : $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$;
- La constante de Planck : $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$;
- $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$
- Le spectre de la lumière visible

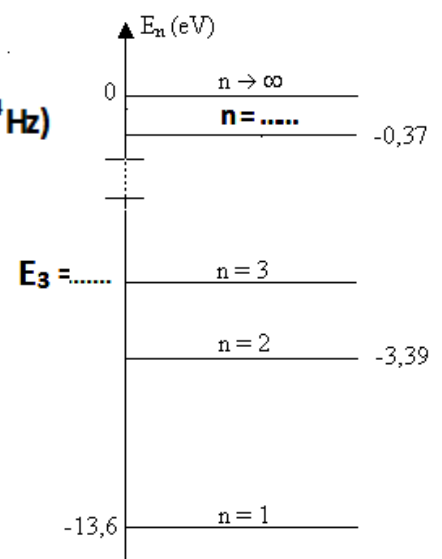


L'énoncé :

En s'appuyant sur ces hypothèses, Bohr établit l'expression donnant les niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène :

$$E_n = -\frac{E_0}{n^2} \quad (\text{En eV}) \quad \text{où } n \text{ est un entier naturel non nul}$$

- 1) a-Citer les hypothèses de Bohr.
b-Que représente E_0 pour l'atome d'hydrogène.
- 2) Recopier et compléter le diagramme des niveaux d'énergie ci-contre.



- 3) Dans une expérience voisine de celle réalisée par **Franck et Hertz**, un faisceau d'électrons homocinétiques (de même énergie cinétique $E_c = 12,2 \text{ eV}$) traverse un gaz formé par des atomes d'hydrogène isolés (à l'état fondamental). Lors des collisions entre un électron incident et des atomes d'hydrogène, un transfert d'énergie peut avoir lieu.
- Montrer que l'atome d'hydrogène ne peut absorber que deux quanta d'énergie ΔE et $\Delta E'$ que l'on calculera.
 - Pour retrouver son état fondamental, l'atome d'hydrogène se désexcite en émettant l'énergie absorbée sous forme de radiations lumineuses.
Sur le diagramme des niveaux d'énergie représenter par des flèches les transitions possibles et calculer les longueurs d'onde des radiations correspondantes.
- 4) Les radiations émises lorsqu'un atome d'hydrogène passe d'un état excité tel que $n > 2$ à l'état $n = 2$ constituent la **série de Balmer**.
- Montrer que les fréquences de ces radiations vérifient la relation :

$$\nu = \frac{E_0}{4h} \left(\frac{n^2 - 4}{n^2} \right) \quad \text{où } h \text{ est la constante de Planck.}$$
 - Déterminer le nombre et les fréquences de toutes les radiations de cette série de Balmer qui appartiennent au domaine de visible.

EXERCICE N°2 (3 points) Quel est l'âge de la momie?

Les données :

Masse molaire du carbone : $M_C = 12 \text{ g.mol}^{-1}$

Constante d'Avogadro $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

Ordre croissant du nombre de charge Z →

Deuxième ligne du tableau périodique: **Li; Be; B; C; N; O; F; Ne.**

L'énoncé :

En effectuant des fouilles, on a découvert une momie. Pour estimer son âge, on utilise la méthode de **datation dite au carbone 14**. Cet isotope du carbone est constamment produit lors du bombardement de l'azote atmosphérique par les neutrons cosmiques. Le carbone 14 assimilé par les organismes vivants se trouve donc présent en très faible quantité dans ces organismes.

L'expérience montre que les proportions des deux isotopes ^{14}C et ^{12}C sont les mêmes dans le dioxyde de carbone atmosphérique et dans tous les organismes actuellement vivants: 1 atome ^{14}C pour 10^6 atomes ^{12}C . On fait donc l'hypothèse qu'il en a toujours été ainsi (tout au moins au cours des derniers millénaires). Après la mort, la proportion de carbone 14 diminue car le carbone 14 est **radioactif β^-** , de demi-vie ou période radioactive égale **5 570 années**.

- Ecrire l'équation de la désintégration du carbone 14.
 - Expliquer l'origine de la particule β^- .
- Dans un prélèvement de **0,10 g** de matières organiques sur la momie, on constate qu'il y a **10%** en masse de carbone. Cet échantillon présente une activité **A = 1180 Bq**.
 - Evaluer le nombre d'atomes N_0 de l'isotope ^{14}C lors de l'ensevelissement (la mort) de la momie sachant que la masse de carbone 14 est négligeable par rapport à la masse totale de carbone.
 - Quelle est l'activité A_0 de cet échantillon au moment de la mort.
 - Comment varie l'activité de cet échantillon au cours du temps ? Justifier cette variation.
 - Déterminer l'âge de la momie.

EXERCICE N°3 (5,5 points)

Les données :

Quelques éléments : $_{81}\text{Tl}$; $_{82}\text{Pb}$; $_{83}\text{Bi}$; $_{85}\text{At}$; $_{86}\text{Rn}$

Masses de quelques noyaux ou particules: $m({}_4^9\text{Be}) = 9,00998 \text{ u}$; $m(\alpha) = 4,00151 \text{ u}$;

$m({}_6^{12}\text{C}) = 11,99671 \text{ u}$; $m({}_0^1\text{n}) = 1,00866 \text{ u}$.

Masse molaire atomique : $M({}^{210}\text{Po}) = 210 \text{ g.mol}^{-1}$.

Nombre d'Avogadro : $N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$.

Unité de masse atomique : $1 \text{ u} = 931,5 \text{ Mev.c}^{-2}$; $1\text{eV} = 1,6 \cdot 10^{-19}\text{j}$

L'énoncé :

Le polonium 210 se désintègre en émettant des particules alpha.

Le ${}^{210}\text{Po}$ a une demi-vie de **138 jours** et il présente une forte activité.

« Un seul gramme de polonium 210 présente une activité de 167 000 milliards de becquerels »

- 1) Ecrire l'équation de désintégration d'un noyau ${}_{84}^{210}\text{Po}$ en précisant les lois de conservation utilisées ainsi que le noyau fils formé. (on supposera que le noyau fils formé est à l'état fondamental).
- 2) a-Etablir la loi de décroissance radioactive, en précisant la signification de chacun des termes.
b-Citer les trois paramètres dont dépend le nombre de désintégrations dans un échantillon.
c-Déduire la relation entre la constante radioactive λ et la période radioactive T puis calculer la valeur de λ en s^{-1} du ${}_{84}^{210}\text{Po}$.
d-A quel instant le nombre des noyaux fils est égal à celui des noyaux pères ?
- 3) a- Calculer le nombre N de noyaux présents dans une masse $m = 1\text{g}$ de polonium 210.
b-Justifier, par un calcul, la phrase « un seul gramme de polonium 210 présente une activité de 167 000 milliards de becquerels ».
c-On prépare à partir d'un échantillon de polonium 210 deux sources secondaires : une première de masse m et une seconde de masse $2m$. Ont-elles la même activité ? Justifier.
- 4) Émetteur α , le polonium a de nombreuses utilisations.
Il a été employé comme source de rayonnement α par Irène et Frédéric Joliot-Curie dans les expériences qui ont conduit à la découverte de la radioactivité artificielle en 1934.
Associé au béryllium, il constitue une source de neutrons produits par la réaction nucléaire :
$${}_4^9\text{Be} + {}_2^4\text{He} \rightarrow {}_6^{12}\text{C} + {}_0^1\text{n}$$
a-Exprimer l'énergie de cette réaction, E , à partir des données.
b-Calculer sa valeur en joules.
c-Commenter le signe de la valeur obtenue pour E .

Une pile est une source d'énergie électrique obtenue par transformation d'énergie chimique. Celle-ci libérée par contact d'un couple électrochimique (les électrodes) dans un milieu chimique propice (l'électrolyte) qui assure la transmission des électrons. L'électrode négative (l'anode) cède des électrons.

L'électrode positive (la cathode) capte des électrons. Le contact engendre un courant électrique.

Dans les piles alcalines par exemple, le mercure (**Hg**) associé à d'autres matériaux, a longtemps été utilisé sous forme d'oxyde de mercure (**HgO**) en milieu basique (solution d'hydroxyde de potassium **KOH**) pour faire office d'électrode positive tant par ce qu'il est un excellent conducteur de courant électrique que parce qu'il protège l'électrode de la corrosion.

Le symbole de cette pile est : $\text{Zn}|\text{Zn}(\text{OH})_4^{2-}||\text{HgO}|\text{Hg}$

La pile n'est pas un produit dangereux pour l'utilisateur, mais ses inconvénients, liés à la toxicité de certains composants, apparaissent en fin de vie, aux moments de l'élimination. Ces éléments contaminent les sols ou les fumées en cas d'incinération et réduisent les possibilités de valorisation et de recyclage des déchets.

- 1) a- Définir à partir du texte une pile.
b-La pile est dite « alcaline ». Justifier cette appellation.
- 2) a-En s'aidant du texte, écrire les deux demi-équations des deux réactions qui se produisent réellement dans la pile.
b-Déduire l'équation bilan de la réaction qui se produit spontanément dans la pile.
- 3) Dégager du texte les avantages et les inconvénients du mercure dans les piles.

SCIENCES PHYSIQUES
DEVOIR DE SYNTHESE N°2
PR: RIDHA BEN YAHMED

L'usage du portable n'est pas autorisé.

~CHIMIE ~(7 points)~

EXERCICE N°1 (5points) Donnée : Produit ionique de l'eau pure $K_e = 10^{-14}$ à 25°C

On introduit à 25°C dans un bécher un volume $V = 20\text{mL}$ d'une solution (S) contenant des ions ammonium NH_4^+ à la concentration molaire $C = 0,15 \text{ mol.L}^{-1}$ et un volume $V_1 = 10,0 \text{ mL}$ de solution d'hydroxyde de sodium à la concentration molaire $C_1 = 0,15 \text{ mol.L}^{-1}$. Le pH de la solution est 9,2.

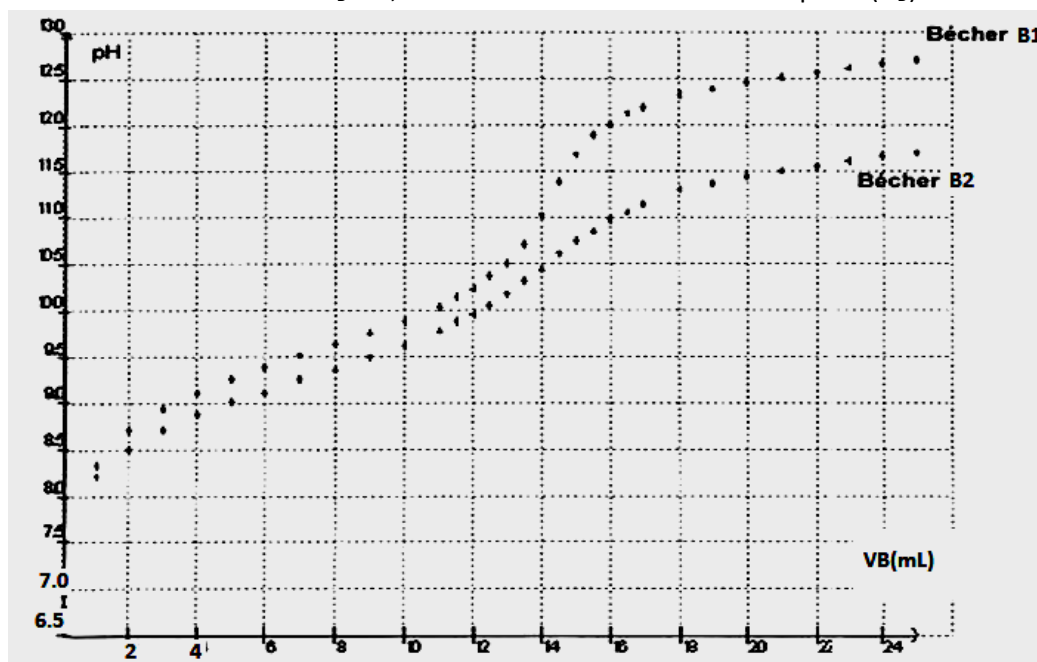
1) Compléter, le tableau d'avancement de la réaction de dosage ci-dessous :

Equation chimique	 + \longrightarrow +			
Etat initial	0				
Etat intermédiaire	x				
Etat final	x_f				
Etat final si la transformation est totale	x_{max}				

- 2) a- A partir de la mesure du pH, déterminer la quantité d'ion OH^- à l'état final.
b- Calculer le taux d'avancement final de la réaction. Que peut-on dire de cette transformation ?
- 3) La solution (S) est obtenue en dissolvant une masse m de nitrate d'ammonium $\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{sd})$ dans une fiole de 250mL. On prépare ensuite dans deux béchers B_1 et B_2 les solutions suivantes

Bécher	B1	B2
Volume de (S) (mL)	10	10
$V_{\text{eau déminéralisée}}$	0	290
V_{total} (mL)	10	300

Les solutions contenues dans les deux béchers sont dosées à 25°C par une solution d'hydroxyde de sodium de concentration molaire $C_B = 0,20 \text{ mol.L}^{-1}$. On obtient les courbes $\text{pH} = f(V_B)$ ci dessous



a Parmi les deux courbes ci-dessus quelle est celle qui permet de déterminer les coordonnées du point d'équivalence avec le plus de précision ? Justifier votre choix.

b- Déterminer graphiquement les coordonnées du point d'équivalence sur la courbe choisie.

c- L'ajout d'eau déminéralisée a-t-il une influence sur le volume d'équivalence ? Expliquer.

4) Interpréter le caractère basique de la solution au point d'équivalence.

5) Déterminer la quantité de matière de nitrate d'ammonium dans la fiole ? En déduire la masse m présente dans l'échantillon.

Le nitrate d'ammonium est très soluble dans l'eau, sa dissolution dans l'eau est totale selon la réaction .
Masse molaire en g.mol^{-1} : N=14 ; O= 16 ; H=1.

EXERCICE N°2 (2 points)

Etude d'un document scientifique

[...]C'est Alessandro Volta que l'on doit l'invention de la pile qu'il présenta comme controverse sur l'origine de l'électricité. Pour, Volta, le courant naissait du contact des métaux avec une substance humide.....

Une pile renferme un oxydant et un réducteur. S'ils étaient mis en contact, l'oxydant capterait les électrons rejetés par le réducteur, dans une réaction chimique qui ne générerait pas de courant. Toute l'astuce de la pile consiste donc à empêcher le contact entre l'oxydant et le réducteur, afin d'obliger le flux d'électron à transiter à travers un récepteur auquel la pile est connectée. Ce qui crée un courant. Cette séparation est réalisée par un électrolyte ; un gel ou un liquide conducteur que les électrons sont incapables de traverser. Le départ des électrons de l'anode et leur arrivée à la cathode créent toutefois un déséquilibre de charge. Pour établir l'équilibre, au sein de la pile, des ions négatifs présents dans l'électrolyte migrent donc vers l'anode, tandis que les ions positifs migrent vers la cathode.....

La pile alcaline doit son nom à son électrolyte fortement basique, l'hydroxyde de potassium gélifié.

L'un des constituants de l'électrolyte est un «.....».

Pour une pile alcaline à oxyde de manganèse MnO_2 , par exemple, le zinc Zn est oxydé en tétraoxyde de zinc Zn(OH)_4^{2-} et l'oxyde de manganèse MnO_2 est réduit en hydroxyde de manganèse MnO(OH) .

La gamme de température de fonctionnement de cette pile s'étend de -30°C à 50°C et la durée de son stockage peut aller jusqu'à 4 ans à 20°C .

Questions

1) Compléter le mot entre les guillemets qui manque dans le texte.

2) a- Préciser pour la pile alcaline l'oxydant et le réducteur.

b -En s'aidant du texte, écrire les deux demi-équations des deux réactions qui se produisent réellement dans la pile.

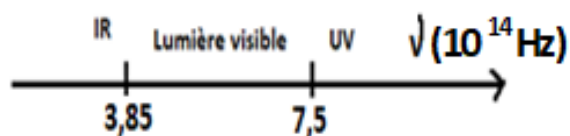
c-Déduire l'équation bilan de la réaction qui se produit spontanément dans la pile.

~PHYSIQUE ~(13 points)~

EXERCICE N°1 (5,5 points)

Les données :

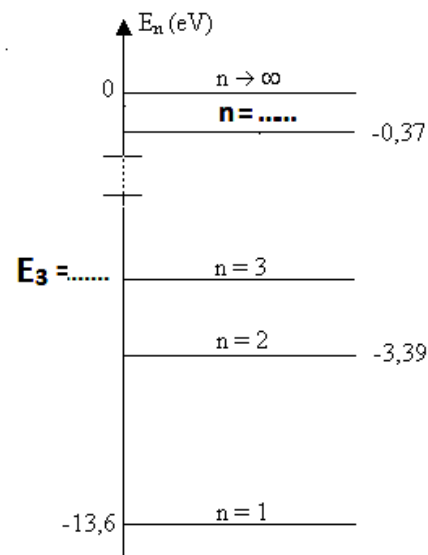
- La célérité de la lumière dans le vide : $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$;
- La constante de Planck : $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$;
- $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$
- Le spectre de la lumière visible
- La masse d'un électron $m = 9 \cdot 10^{-31} \text{ Kg}$



L'énoncé :

En s'appuyant sur ces hypothèses, Bohr établit l'expression donnant les niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène :

- 1) a-Citer les hypothèses de Bohr.
b-Ecrire l'expression donnant les niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène en eV, en précisant la signification de chaque terme.
- 2) Compléter le diagramme des niveaux d'énergie ci-contre.
- 3) Dans une expérience voisine de celle réalisée par **Franck et Hertz**, un faisceau d'électrons homocinétiques (de même énergie cinétique) traverse un gaz formé par des atomes d'hydrogène isolés (à l'état fondamental) avec une vitesse $v = 2,1 \cdot 10^6 \text{ m.s}^{-1}$. Lors des collisions entre un électron incident et des atomes d'hydrogène, un transfert d'énergie peut avoir lieu.



- a) Montrer que l'atome d'hydrogène ne peut absorber que deux quanta d'énergie et que l'on calculera.
- b) Pour retrouver son état fondamental, l'atome d'hydrogène se désexcite en émettant l'énergie absorbée sous forme de radiations lumineuses.
Sur le diagramme des niveaux d'énergie représenter par des flèches les transitions possibles et calculer les longueurs d'onde des radiations correspondantes.
- c) Les radiations émises lorsqu'un atome d'hydrogène passe d'un état excité tel que $n > 2$ à l'état $n = 2$ constituent la **série de Balmer**.
- c- Montrer que les fréquences de ces radiations vérifient la relation :
$$\nu = K \left(\frac{n^2 - 4}{n^2} \right) \quad \text{où } K \text{ est une constante que l'on exprimera en fonction des données de l'exercice.}$$
- d- Déterminer le nombre et les fréquences de toutes les radiations de cette série de Balmer qui appartiennent au domaine de visible.

EXERCICE N°2 (3 points) Quel est l'âge de la momie?

Les données :

Masse molaire du carbone : $M_C = 12 \text{ g.mol}^{-1}$

Constante d'Avogadro $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

Ordre croissant du nombre de charge Z

Deuxième ligne du tableau périodique: **Li; Be; B; C; N; O; F; Ne.**

L'énoncé :

En effectuant des fouilles, on a découvert une momie. Pour estimer son âge, on utilise la méthode de **datation dite au carbone 14**. Cet isotope du carbone est constamment produit lors du bombardement de l'azote atmosphérique par les neutrons cosmiques. Le carbone 14 assimilé par les organismes vivants se trouve donc présent en très faible quantité dans ces organismes.

L'expérience montre que les proportions des deux isotopes ^{14}C et ^{12}C sont les mêmes dans le dioxyde de carbone atmosphérique et dans tous les organismes actuellement vivants: 1 atome ^{14}C pour 10^6 atomes ^{12}C . On fait donc l'hypothèse qu'il en a toujours été ainsi (tout au moins au cours des derniers millénaires). Après la mort, la proportion de carbone 14 diminue car le carbone 14 est **radioactif β^-** , de demi-vie ou période radioactive égale **5 570 années**.

- 1) Ecrire l'équation de la désintégration du carbone 14.
- 2) Dans un prélèvement de **0,10 g** de matières organiques sur la momie, on constate qu'il y a **10%** en masse de carbone. Cet échantillon présente une activité **A = 1180 Bq**.

a-Evaluer le nombre d'atomes N_0 de l'isotope ^{14}C lors de l'ensevelissement (la mort) de la momie sachant que la masse de carbone 14 est négligeable par rapport à la masse totale de carbone.

b-Quelle est l'activité A_0 de cet échantillon au moment de la mort.

c- Expliquer pourquoi cette activité diminue.

d-Déterminer l'âge de la momie.

EXERCICE N°3 (4,5 points)

La réaction de fusion la plus accessible est la réaction impliquant le deutérium et le tritium. C'est sur cette réaction que se concentrent les recherches concernant la fusion contrôlée.

La demi-vie du tritium consommé au cours de cette réaction n'est que de 15 ans.

De plus il y a très peu de déchets radioactifs générés par la fusion et l'essentiel est retenu dans les structures de l'installation ; 90 % d'entre eux sont de faible ou moyenne activité.

Tableaux de donnée

Particule ou Noyau	Neutron	Hydrogène 1 ou proton	Hydrogène 2 ou Deutérium	Hydrogène 3 ou Tritium	Hélium 3	Hélium 4
Symbole	^1_0n	^1_1H	^2_1H	^3_1H	^3_2He	^4_2He
Masse en u	1,00866	1,00728	2,01355	3,01550	3,01493	4,00150

Unité de masse atomique	$u = 1,66054 \times 10^{-27} \text{ kg}$
Électronvolt	$1 \text{ eV} = 1,60 \times 10^{-19} \text{ J}$
Vitesse de la lumière dans le vide	$c = 3,00 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$

1. Le deutérium de symbole ^2_1H et le tritium de symbole ^3_1H sont deux isotopes de l'hydrogène. Donner la composition de ces deux noyaux.
2. Définir la réaction de fusion ?
3. Sur la **courbe d'Aston** indiquer clairement dans quel domaine se trouvent les noyaux susceptibles de donner une réaction de fusion.
4. Écrire l'équation de la réaction nucléaire entre un noyau de Deutérium et un noyau de Tritium sachant que cette réaction libère un neutron et un noyau noté ^A_ZX .
Préciser la nature du noyau ^A_ZX .
5. Calculer l'énergie libérée au cours de cette réaction de fusion. Quelle est l'énergie libérée par nucléon de matière participant à la réaction ?
6. Indiquer les avantages que présenterait l'utilisation de la fusion par rapport à la fission pour la production d'électricité dans les centrales nucléaires.

Courbe d'Aston

