

CHIMIE : (7 points)**Exercice n°1: (4 points)**

I) On réalise la pile électrochimique (P_1) de symbole :



Sa f.é.m. vaut $E_1 = -0,13\text{V}$.

1- Représenter le schéma annoté de cette pile.

2- Montrer que la valeur du potentiel standard d'électrode $E_{\text{Pb}^{2+}/\text{Pb}}^0 = -0,13\text{V}$.

II) Maintenant, on réalise la pile électrochimique (P_2) constituée de deux demi-piles (A) et (B) qui communiquent à l'aide d'un pont salin :

* La demi-pile (A), placée à gauche, est constituée d'une lame de plomb **Pb** plongée dans une solution aqueuse de chlorure de plomb **PbCl₂** de concentration molaire C_1 .

* la demi-pile (B), placée à droite, est constituée d'une lame d'étain **Sn** plongée dans une solution aqueuse de chlorure d'étain **SnCl₂** de concentration molaire C_2 .

A l'instant $t=0$, la f.é.m. de cette pile vaut $E_2 = -0,04\text{V}$ et sa f.é.m. standard vaut $E_2^0 = -0,01\text{V}$.

1/ a- Donner le symbole et écrire l'équation associée à la pile (P_2).

b- Déterminer le potentiel standard d'électrode $E_{\text{Sn}^{2+}/\text{Sn}}^0$.

2/ Lorsque la pile (P_2) débite un courant dans le circuit extérieur, on demande :

a- d'écrire les deux demi-équations des réactions qui se produisent au niveau de chaque électrode,

b- d'en déduire l'équation de la réaction spontanée de cette pile,

3/ On laisse la pile débiter dans un résistor, on constate que sa fém. s'annule lorsque $[\text{Pb}^{2+}]$ devient égale à $3,5 \cdot 10^{-3} \text{mol.L}^{-1}$. Déterminer $[\text{Sn}^{2+}]$.

4/ Déterminer les valeurs des concentrations molaires initiales C_1 et C_2 .

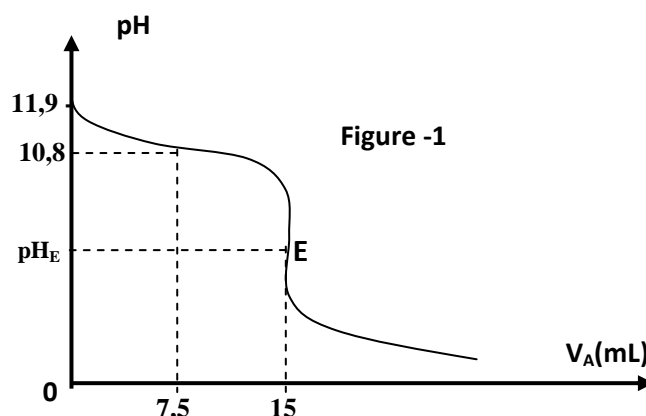
Exercice n°2: (3points)

Toutes les solutions sont utilisées à 25°C , température à laquelle $K_e = 10^{-14}$.

On dispose d'une solution aqueuse (S_B) d'une monobase **B** de concentration molaire C_B et d'une solution aqueuse (S_A) d'acide chlorhydrique **HCl** (acide fort) de concentration molaire C_A .

On réalise le dosage d'un volume $V_B = 30\text{cm}^3$ de la solution (S_B) par la solution (S_A) et on suit l'évolution du pH au cours du dosage à l'aide d'un pH-mètre préalablement étalonné.

Les résultats du dosage ont permis de tracer la courbe de la figure 1.



1/ a- Justifier que **B** est une base faible et déterminer son pK_A .

b- Montrer que C_B est égale $10^{-1} \text{mol.L}^{-1}$.

c- Déterminer la valeur de C_A .

2/ Ecrire l'équation de la réaction du dosage et montrer qu'elle est totale.

3/ Calculer la valeur du pH_E du mélange réactionnel à l'équivalence.

4/ On refait le dosage précédent mais en ajoutant au volume $V_B=30\text{cm}^3$ de la solution (S_B) un volume V_e d'eau. Préciser, en justifiant, si les propositions suivantes sont vraies ou fausses :

Proposition n°1 : la valeur du pH_E à l'équivalence augmente.

Proposition n°2 : le volume de la solution acide V_{AE} ajouté à l'équivalence reste inchangé.

Physique : (13 points)

Exercice n°1: (3 points)

Document scientifique

La découverte de la radioactivité artificielle

C'est vers 1932 que le couple de physiciens Joliot-Curie commence à utiliser, pour des recherches, une source de particules alpha (${}^4_2\text{He}$) émises spontanément par le polonium, un élément naturellement radioactif. Les Joliot-Curie, avec cette source de particules alpha, bombardent les éléments et analysent les réactions nucléaires produites. Ils remarquent que les éléments légers, en particulier l'aluminium **Al**, éjectent un neutron ${}^1_0\text{n}$. Mais ils observent un autre phénomène inattendu, «la matière irradiée conserve une radioactivité relativement durable après l'enlèvement de la source de particules α . Cette radioactivité se manifeste par l'émission de positons ${}^0_1\text{e}$ ». Les Joliot-Curie sont persuadés qu'ils ont trouvé le moyen de provoquer une radioactivité artificielle par la création d'un élément instable. Ils proposent une réaction probable : le noyau d'aluminium contenant **13** protons et **14** neutrons, aurait capturé une particule α et émis un neutron. L'aluminium se serait alors transformé en un isotope de phosphore **P** qui se serait à son tour désintégré spontanément en silicium **Si** en émettant un positon.

Extrait de «les grandes découvertes scientifiques»

Questions :

1) Relever du texte une phrase qui montre que la radioactivité découverte par le couple de physiciens Joliot-Curie est une radioactivité artificielle.

2) En s'appuyant sur le texte, préciser le nom des particules émises par cette radioactivité artificielle. En déduire s'il s'agit d'une radioactivité α , β^+ ou β^- .

3) Ecrire, en le justifiant, l'équation de désintégration spontanée de l'isotope du phosphore **P** en silicium **Si**.

Exercice 2 : (6 points)

Données :

Masse d'un proton $m_p=1,00727u$	Un méga électronvolt : $1MeV=10^6 eV$
Masse d'un neutron $m_n=1,00867u$	$1u = 1,66.10^{-27} Kg$
Masse d'un noyau ($^{241}_{95}Am$)= $241,05670u$	$1u = 931,5 MeV.c^{-2}$
Masse d'un noyau ($^{237}_{93}Np$)= $237,04800u$	Célérité de la lumière dans le vide $c=3.10^8 m.s^{-1}$
Masse d'une particule $\alpha : m(^4_2He)=4,00150u$	Constante de Planck $h=6,62.10^{-34}J.s.$

Les parties (I) et (II) sont indépendantes :

Partie (I) :

1/ a- Définir l'énergie de liaison E_L d'un noyau atomique.

b- Calculer l'énergie de liaison E_{L1} d'un noyau d'américium ($^{241}_{95}Am$).

2/ L'énergie de liaison d'un noyau de neptunium ($^{237}_{93}Np$) est $E_{L2}=1746,75MeV$.

Comparer la stabilité des noyaux ($^{241}_{95}Am$) et ($^{237}_{93}Np$).

3/ Le noyau $^{241}_{95}Am$ se transforme spontanément en noyau $^{237}_{93}Np$ avec émission d'une particule a_x .

a- Ecrire l'équation de cette transformation et préciser le type de la radioactivité correspondante.

b- Calculer l'énergie ΔE libérée au cours de cette transformation nucléaire.

c- L'énergie ΔE libérée est répartie sous forme d'énergie cinétique et d'un rayonnement électromagnétique γ . Sachant que l'énergie cinétique du noyau ($^{237}_{93}Np$) est $E_{c1}=0,11MeV$ et l'énergie cinétique de la particule (a_x) est $E_{c2}=6,44MeV$.

Déterminer la valeur de la longueur d'onde λ du rayonnement γ émis.

Partie (II) :

Le noyau d'uranium 238 est radioactif, il se transforme spontanément en noyaux de plomb 206. On considère qu'à la date ($t=0s$) de formation d'un minerai contenant initialement N_0 noyaux d'uranium et aucun noyau de plomb.

À un instant t , le nombre de noyaux d'uranium 238 présents est noté N_1 et le nombre de noyaux plomb présents est noté N_2 .

1/ Le nombre de noyaux d'uranium présents à l'instant t est donné par la loi de décroissance radioactive $N_1(t)=N_0e^{-\lambda t}$ avec λ représente la constante radioactive de l'uranium 238.

a- Exprimer $N_2(t)$ en fonction de N_0 , λ et t .

b- En déduire l'expression de l'âge t du minerai en fonction de λ , N_1 et N_2 .

2/ a- Définir la période radioactive T .

b- La période radioactive de l'uranium 238 est $T=4,5.10^9$ ans.

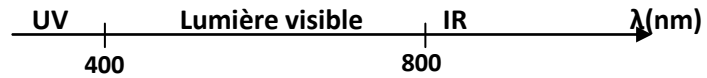
Donner la relation entre λ et T . Calculer la valeur de λ .

3/ L'analyse d'un échantillon actuelle de minerai montre qu'il renferme $N_1=2,5.10^{21}$ noyaux d'uranium et $N_2=2,9.10^{19}$ noyaux de plomb.

Déterminer l'âge de ce minerai.

Exercice n°3: (4 points)

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



Les niveaux d'énergies quantifiés de l'atome d'hydrogène sont donnés par la relation : $E_n = -\frac{E_0}{n^2}$ où n est un entier naturel non nul et $E_0 = 13,6 \text{ eV}$.

1/ a- Expliquer la phrase : « *les niveaux d'énergie de l'atome sont quantifiés* ».

b- Que représente E_0 pour l'atome d'hydrogène ?

c- Compléter le diagramme des niveaux d'énergie en annexe.

2/ Dans une expérience voisine de celle réalisée par Frank et Hertz, un faisceau d'électrons de même énergie cinétique $E_C = 12,2 \text{ eV}$ traverse un gaz formé par des atomes d'hydrogène pris à l'état fondamental. Lors des collisions entre un électron incident et un atome d'hydrogène, un transfert d'énergie peut avoir lieu.

a- Justifier que l'atome d'hydrogène ne peut absorber que deux quanta d'énergie 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 (en annexe), représenter par des flèches les transitions possibles et calculer les longueurs d'onde des radiations correspondantes.

3/ La série de Balmer est constituée par les radiations émises lorsqu'un atome d'hydrogène passe d'un état excité tel que $n > 2$ à l'état $n = 2$.

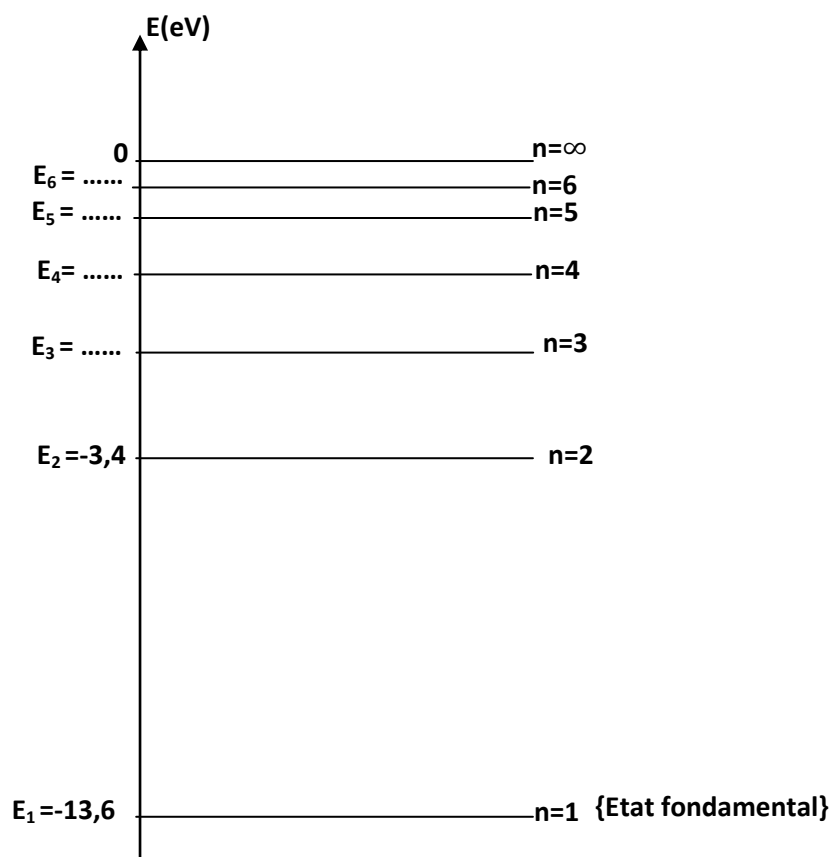
a- Montrer que les longueurs d'onde de ces radiations vérifient la relation :

$$\lambda_{n \rightarrow 2} = 4 \frac{hc}{E_0} \left(\frac{n^2}{n^2 - 4} \right)$$

b- Déterminer les longueurs d'onde de toutes les radiations de la série de Balmer qui appartiennent au domaine de visible.

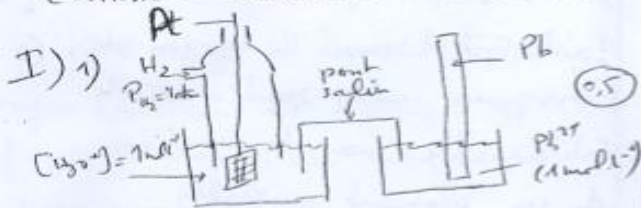
Annexe à rendre avec la copie de l'élève

Nom et prénom :



Correction du D.S n°3

Chimie - Exercice n°1 (4 pts)



2) la f.e.m de (P₁) est E₁ = -0,13V

or E₁ = E₁⁰ - 0,03 log π

π = 1 ⇒ log π = 0 ⇒ E₁ = E₁⁰

E₁ = E⁰_{Pb²⁺/Pb - E⁰_{H₃O⁺/H₂ (0,25)}}

E⁰_{Pb²⁺/Pb = E₁ + E⁰_{H₃O⁺/H₂}}

or E⁰_{H₃O⁺/H₂ = 0V ⇒ E⁰_{Pb²⁺/Pb = E₁⁰}}

E⁰_{Pb²⁺/Pb = -0,13V}

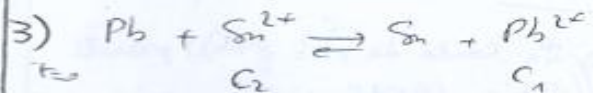
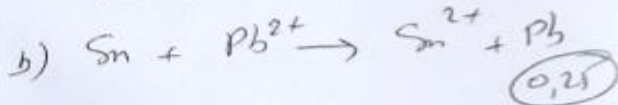
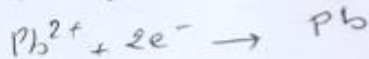
II) 1) a) Pb | Pb²⁺ (C₁) || Sn²⁺ (C₂) | Sn



b) a) E₂ = -0,04 V < 0 (0,5)

⇒ V_{b,d} - V_{b,c} < 0 ⇒ V_{b,d} < V_{b,c}

⇒ { La lame d'étain Sn : pôle négatif.
La lame de plomb Pb : pôle positif



t₂ C₂ C₁
t = t_{eq} C₂ + y_f C₁ - y_f

K = 10 ^{$\frac{E_2^0}{0,03}$} = 10 ^{$\frac{-0,04}{0,03}$} = 0,46

K = $\frac{[Pb^{2+}]_{eq}}{[Sn^{2+}]_{eq}}$ (⇒ $[Sn^{2+}]_{eq} = \frac{[Pb^{2+}]_{eq}}{K}$)

Ad. $[Sn^{2+}]_{eq} = \frac{3,5 \cdot 10^{-3} K}{0,46} = 7,6 \cdot 10^{-3} \text{ mol.l}^{-1}$ (0,5)

4) E₂ = E₂⁰ - 0,03 log π

(⇒ π = 10 ^{$\frac{E_2^0 - E_2}{0,03}$} = 10

π = $\frac{C_1}{C_2} = 10$ (⇒ C₁ = 10 C₂

et C₁ + C₂ = [Pb²⁺]_f + [Sn²⁺]_f = 11 · 10⁻³

10 C₂ + C₂ = 11 · 10⁻³

11 C₂ = 11 · 10⁻³ ⇒ C₂ = 10⁻³ mol.l⁻¹

C₁ = 10 · C₂ = 10⁻² mol.l⁻¹ (1)

Ex. N°2 : (Chimie) (3pts)

1) a) La courbe de $pH = f(V_A)$ présente deux points d'inflexions \Rightarrow B est une base faible.

0,5) $pH_{\frac{1}{2}} = pK_A = 10,8$.

b) $pH_{initial} = 11,9$

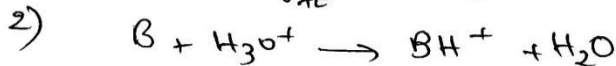
$11,9 = \frac{1}{2}(pK_A + pK_e + \log C_B)$

0,5) $2 \times 11,9 = 10,8 + 14 + \log C_B$

$\Rightarrow \log C_B = -1 \Rightarrow C_B = 10^{-1} \text{ mol l}^{-1}$

c) à l'équivalence $C_A V_{AE} = C_B V_B$

0,5) $C_A = \frac{C_B V_B}{V_{AE}} = \frac{10^{-1} \times 30}{15} = 2 \text{ mol l}^{-1}$



1) $K = \frac{[BH^+]}{[B][H_3O^+]} = \frac{1}{K_A 10^{-pK_A}} = 6,3 \cdot 10^4$

$K \gg 10^4 \Rightarrow$ la réaction est totale

3) $pH_E = \frac{1}{2}(pK_A - \log [BH^+]_E)$

0,5) $pH_E = \frac{1}{2}(10,8 - \log(\frac{C_B V_B}{V_{AE} V_B}))$

$pH_E = \frac{1}{2}(10,8 - \log(\frac{0,1 \times 30}{45}))$

$pH_E = 5,98$

4) proposition (a) : fautive car, à l'équivalence la solution est acide, sa dilution augmente le pH.

1) proposition (b) : vraie car la quantité de matière n_B ne change pas en ajoutant de l'eau à la solution basique.

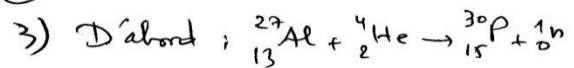
Physique (Ex. 1)

1) Les Joliot-Curie ont persuadés qu'ils ont trouvé le moyen de provoquer une radioactivité

1) artificielle par la création d'un élément instable.

2) positon 0_1e : radioactivité β^+ .

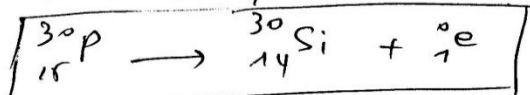
1)



puis le phosphore ${}^{30}_{15}\text{P}$ se

1) désintègre spontanément en Si

selon l'eq. nucléaire



Physique / Ex. N°2 (5,5pts)

Partie (I):

1) a) L'énergie de liaison E_L d'un noyau atomique est l'énergie qu'il faut fournir à un noyau isolé et au repos pour le dissocier en nucléons séparés et immobiles. (0,25)

$$b) E_{L_A} = [Zm_p + (A-Z)m_n - m(A_m)]c^2$$

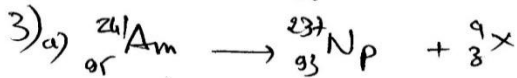
$$E_{L_A} = (95 \times 1,00727 + 146 \times 1,00867 - 241,05676) \times 931,5$$

$$E_{L_A} = 1769,579 \text{ MeV} \quad (0,5)$$

$$2) \frac{E_{L_1}}{A_1} = \frac{1769,579}{241} = 7,34 \text{ MeV}$$

$$\frac{E_{L_2}}{A_2} = 7,37 \text{ MeV}$$

$$\frac{E_{L_2}}{A_2} > \frac{E_{L_1}}{A_1} \Rightarrow {}^{237}_{93}\text{Np} \text{ est plus stable que } {}^{241}_{95}\text{Am} \quad (0,5)$$



$$\text{La (C.N.M) donne: } 241 = 237 + a \Rightarrow a = 241 - 237 = 4$$

$$\text{La (C.N.C) donne: } 95 = 93 + z \quad (1)$$

$$\Rightarrow z = 2$$

${}^4_2\text{He}$ est un noyau d'hélium

\Rightarrow la radioactivité est (α).

$$b) \Delta E = \Delta m c^2$$

$$\Delta E = (m(\text{Am}) - m(\text{Np}) - m(\text{He}))c^2 = (241,05670 - 237,04800 - 4,00150) \times 931,5 = 6,7 \text{ MeV} \quad (0,5)$$

$$c) \Delta E = E_{c_1} + E_{c_2} + E(\gamma)$$

$$E(\gamma) = \Delta E - E_{c_1} - E_{c_2}$$

$$\frac{h c}{\lambda} = \Delta E - E_{c_1} - E_{c_2} \quad (0,5)$$

$$\lambda = \frac{h c}{\Delta E - E_{c_1} - E_{c_2}}$$

$$\lambda = \frac{6,62 \cdot 10^{-34} \times 3 \cdot 10^8}{(6,7 - 6,44 - 0,11) \times 1,6 \cdot 10^{-13}} = 8,275 \cdot 10^{-12} \text{ m}$$

Partie (II)

$$2) a) N_1 + N_2 = N_0$$

$$N_2 = N_0 - N_1 = N_0 - N_0 e^{-\lambda t}$$

$$N_2(t) = N_0 (1 - e^{-\lambda t}) \quad (0,5)$$

$$b) N_1(t) = N_0 e^{-\lambda t}$$

$$\Rightarrow t = -\frac{1}{\lambda} \ln \frac{N_1}{N_0} = \frac{1}{\lambda} \ln \frac{N_0}{N_1} \quad (0,5)$$

$$t = \frac{1}{\lambda} \ln \frac{N_1 + N_2}{N_1} = \frac{1}{\lambda} \ln \left(1 + \frac{N_2}{N_1}\right)$$

1) a) Définition de la période radioactive

$$b) \lambda = \frac{\ln 2}{T} = 1,54 \cdot 10^{-10} \text{ an}^{-1} \quad (0,5)$$

$$3) t = \frac{1}{\lambda} \ln \left(1 + \frac{N_2}{N_1}\right) = 74891162 \text{ ans} \quad (0,5)$$

physique / ex. 3 (4,5 pts)

1) a) Les niveaux d'énergies

(0,25) sont quantifiés signifie que les niveaux d'énergie de l'atome ne peuvent prendre que des valeurs discrètes (bien déterminées)

b) E_0 représente l'énergie d'ionisation de l'atome d'hydrogène

(0,25) c) voir annexe

(0,5) 2) a) l'atome d'hydrogène peut absorber deux quantifiants qui sont

(0,5) * $E_2 - E_1 = 10,2 \text{ eV}$

car $10,2 \text{ eV} < 12,2 \text{ eV}$

* $E_3 - E_1 = 12,09 \text{ eV}$

car $12,09 < 12,2 \text{ eV}$

b) b₁) voir annexe

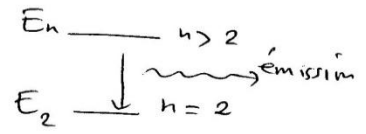
b) $|E_1 - E_2| = \frac{hc}{\lambda_{2 \rightarrow 1}}$ $\lambda_{2 \rightarrow 1} = \frac{hc}{E_2 - E_1}$ (0,75)

$\lambda_{2 \rightarrow 1} = \frac{6,62 \cdot 10^{-34} \times 3 \cdot 10^8}{(-3,4 + 13,6) \times 1,6 \cdot 10^{-19}} = 121 \cdot 10^{-9} \text{ m}$

$\lambda_{3 \rightarrow 2} = \frac{hc}{E_3 - E_2} = 656 \cdot 10^{-9} \text{ m}$

$\lambda_{3 \rightarrow 1} = \frac{hc}{E_3 - E_1} = 102 \cdot 10^{-9} \text{ m}$ (0,75)

3) a)



$|E_2 - E_n| = \frac{hc}{\lambda_{n \rightarrow 2}}$

$E_n - E_2 = \frac{hc}{\lambda_{n \rightarrow 2}}$

$-\frac{E_0}{n^2} + \frac{E_0}{2^2} = \frac{hc}{\lambda_{n \rightarrow 2}}$

$\left(\frac{n^2 - 4}{4n^2}\right) E_0 = \frac{hc}{\lambda_{n \rightarrow 2}}$ (0,5)

$\lambda_{n \rightarrow 2} = 4 \frac{hc}{E_0} \left(\frac{n^2}{n^2 - 4}\right)$

b) $\lambda_{3 \rightarrow 2} = 365 \cdot 10^{-9} \left(\frac{3^2}{3^2 - 4}\right) = 657 \cdot 10^{-9} \text{ m}$

$\lambda_{4 \rightarrow 2} = 365 \cdot 10^{-9} \left(\frac{4^2}{4^2 - 4}\right) = 486 \cdot 10^{-9} \text{ m}$

$\lambda_{5 \rightarrow 2} = 365 \cdot 10^{-9} \left(\frac{5^2}{5^2 - 4}\right) = 434 \cdot 10^{-9} \text{ m}$

$\lambda_{6 \rightarrow 2} = 365 \cdot 10^{-9} \left(\frac{6^2}{6^2 - 4}\right) = 410 \cdot 10^{-9} \text{ m}$ (1)

ANNEXE

