

SERIE

-2-

prof:

EL BADAOUI

physique

07-72-96-61-01

2ⁱⁿ BAC: SM

2020-2021

2ⁱⁿ BAC: SM

les cours

à distance

Exercice de:

nucléaire: cours:

(1) et (2)

ex: 1

DS₁

Le plutonium ${}_{94}^{238}\text{Pu}$ est un isotope radioactif d. il est utilisé dans les piles. la courbe représente l'évolution de dérivée des noyaux désintégrés par au temps $\frac{dN_1}{dt}$ en fonction du nombre de noyaux désintégrés N_1 dans un échantillon de plutonium ${}_{94}^{238}\text{Pu}$ de masse m_0 .

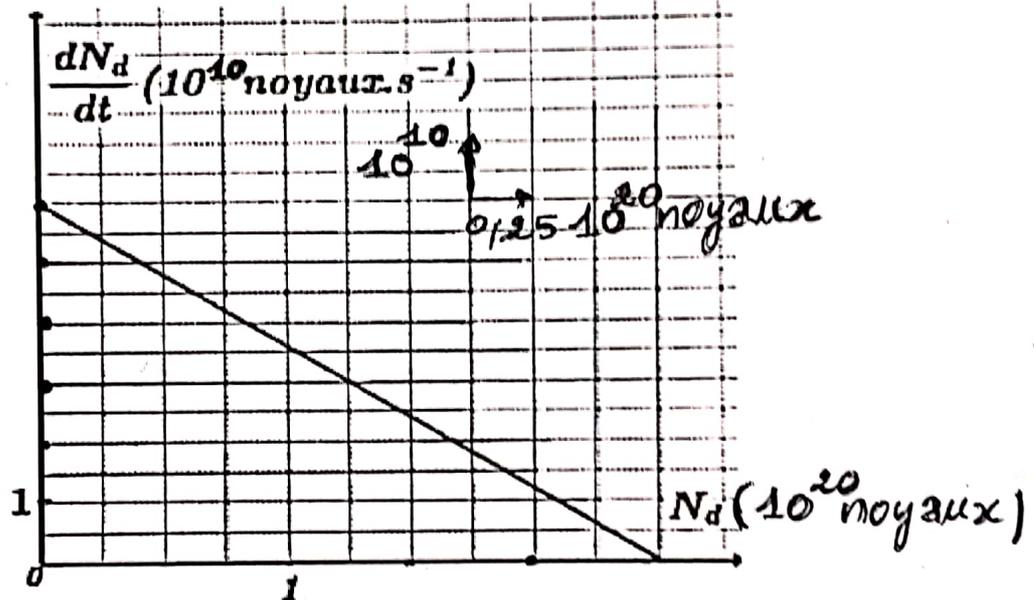
1/ Ecrire l'équation de la désintégration d'un noyau ${}_{94}^{238}\text{Pu}$ sachant que le noyau fils est un noyau d'uranium ${}_{92}^A\text{U}$.

2/ Donner l'expression de N_1 en fonction de temps

3/ Trouver l'expression de $\frac{dN_1}{dt}$ en fonction de λ, N_1, N_0 (nombre initiale des noyaux de plutonium) (Par deux méths)

4/ Déterminer les valeurs de λ, N_0 . (λ par deux méthode)

5/ la pile contient une masse $m = 1,2 \text{ kg}$ de plutonium $^{238}_{94}\text{Pu}$. la puissance électrique moyenne fournie par cette pile est $P_e = 88 \text{ W}$ et de rendement $\eta = 60\%$. Calculer l'énergie E_T libérée par cette masse de plutonium. Déduire la durée Δt de fonctionnement de la pile



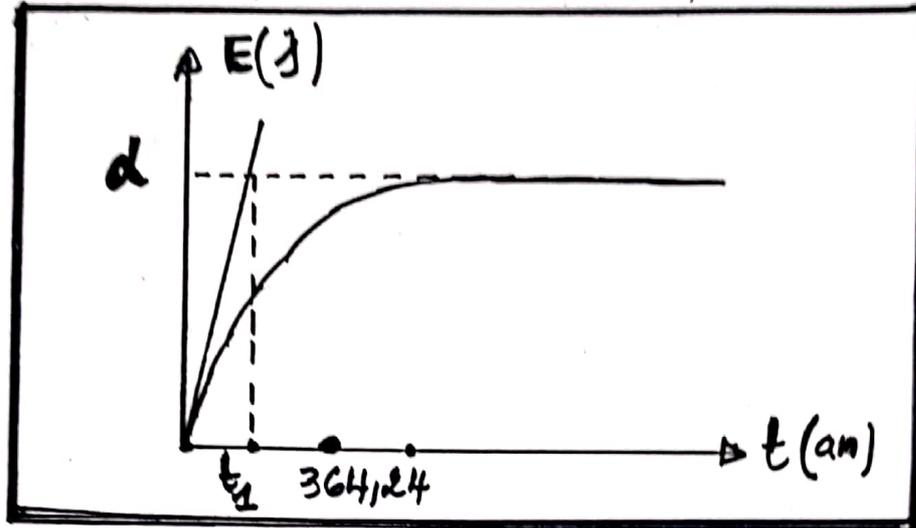
6/ Déterminer graphiquement l'activité de la masse m à l'instant $t = t_{1/2}$.

7/ la courbe ci-dessous représente l'énergie E libérée par la masse m en fonction du temps.

7-1/ Exprimer $E(t)$ en fonction des données.

7-2/ Déterminer l'instant t_2 en fonction de λ et en déduire la valeur de λ .

sachant que (T) représente la tangente de la courbe à $(t=0)$.



$$m({}_{94}^{238}\text{Pu}) = 238,04768 \text{ U}.$$

$$m\left(\frac{\text{A}}{\text{Z}}\text{U}\right) = 234,04095 \text{ U}.$$

$$m(\alpha) = 4,0015 \text{ U}.$$

$$1 \text{ U} = 931,5 \text{ MeV} \cdot \text{c}^{-2}$$

$$1 \text{ U} = 1,6605 \cdot 10^{-27} \text{ kg}.$$

$$1 \text{ MeV} = 1,6 \cdot 10^{-13} \text{ J}.$$

8/ Déterminer la valeur de d .

proposé par:

EL BADAoui

proposé par: prof: EL BADAoui

BAC: 2020-2021

les Cours à distance:

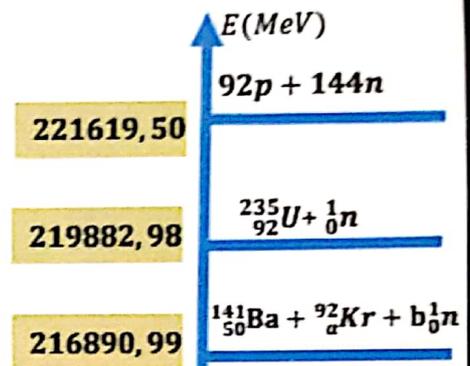
07-72-96-61-01

ex: 2

L'uranium 235 est un isotope fissile, car il se désintègre également sous l'effet d'un neutron thermique incident émis, par exemple, lors d'une fission spontanée, émettant à son tour, avec les produits de fission, plusieurs autres neutrons susceptibles chacun de provoquer la fission d'autres noyaux d'uranium 235 : c'est ce qu'on appelle une réaction en chaîne.

Parmi les réactions de fission de l'uranium, on trouve : ${}_{92}^{235}\text{U} + {}_0^1\text{n} \rightarrow {}_{50}^{141}\text{Ba} + {}_{42}^{92}\text{Kr} + b{}_0^1\text{n}$

1. Définir : la fission, l'énergie de liaison.
2. Déterminer la valeur de a et b.
3. En s'appuyant sur le digramme ci-contre :
 - 3.1 Calculer l'énergie de liaison par nucléon du noyau uranium 235..
 - 3.1 Calculer en (J) l'énergie libérée par $m = 1\text{mg}$ d'uranium.
4. La combustion d'une tonne de charbon libère $2,5 \cdot 10^{10}$ J.
Quelle masse de charbon libère, en théorie, autant d'énergie que 1mg d'uranium ?



Données : $1\text{MeV} = 1,6 \cdot 10^{-13}\text{J}$ $m({}_{92}^{235}\text{U}) = 235,0434\text{u}$, $1\text{u} = 1,66 \cdot 10^{-27}\text{kg}$

5/ Un réacteur d'une centrale nucléaire fonctionne à l'uranium enrichi. Constitué de $P = 3\%$ d'uranium 235 fissile et de 97% d'uranium 238 non fissile.

5-1/ la réaction nucléaire de fission est-elle une réaction spontanée ou provoquée ? justifier la réponse.

5-2/ le centrale nucléaire utilise une masse m d'uranium enrichi.

montrer que le nombre des noyaux ${}_{92}^{235}\text{U}$ dans la masse m est donné par la relation.

$$N({}_{92}^{235}\text{U}) = \frac{P \cdot M \cdot N_A}{P \cdot M({}_{92}^{235}\text{U}) + (1-P) M({}_{92}^{238}\text{U})}$$

5-3/ Calculer l'énergie extraite d'une masse $m = 1 \text{ kg}$ d'uranium enrichi.

5-4/ Les réacteurs nucléaires donnent une puissance électrique $P_e = 950 \text{ kW}$.

Calculer le rendement η de la transformation de l'énergie thermique en énergie électrique sachant que le centre nucléaire utilise une masse $m_0 = 2,75 \text{ kg}$ d'uranium enrichi pendant une année.

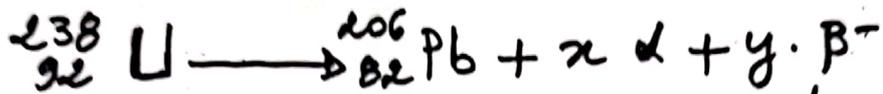
on donne : $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

$$M({}_{92}^{235}\text{U}) = 235 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$M({}_{92}^{238}\text{U}) = 238 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

6/ L'uranium 238 est à l'origine d'une famille radioactive qui conduit à l'isotope stable du plomb ${}_{82}^{206}\text{Pb}$. Les désintégrations successives s'accompagnent d'une émission de particules α ou des particules β^- . on assimile donc l'ensemble

à une réaction unique.



6-1/ Déterminer les coefficients x et y .

6-2/ on suppose qu'à l'instant $t = 0$ de formation de minerai contenant de l'uranium 238.

Celui ne contient aucun de plomb 206.

on désignera par:

- * N_0 : le nombre initial de noyau d'uranium 238.
- * N : le nombre de noyau d'uranium 238 qui subsistent à l'instant.
- * N_f : le nombre de noyau de plomb présents à l'instant t .

6-2-1/ Exprimer le nombre N_f de noyau de Plomb présents à l'instant t dans le minerai considéré en fonction de t , λ et N

6-2-2/ Exprimer l'âge de minerai en fonction de $t_{1/2}$ la demi-vie de l'uranium ${}_{92}^{238}\text{U}$ et du rapport $\frac{N_f}{N}$.

on pourra supposer $t \ll t_{1/2}$ et pour :

ϵ petit. on prendra $e^\epsilon \approx 1 + \epsilon$

6-3/ sachant qu'à instant t , l'échantillon du minerai contient $m = 1\text{g}$ d'Uranium 238 et $m_f = 10\text{mg}$ de Plomb.

calculer l'âge du minerai.

on donne : $M(\text{Pb}) = 206\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$

$M(\text{U}) = 238\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$

$t_{1/2}({}^{238}_{92}\text{U}) = 4,5 \cdot 10^9 \text{ans}$

proposé par: EL BADAOUI. A

les cours à distance:

07-72-96-61-01

ex: 3

Physique nucléaire : Etude d'une pile nucléaire (2,75 points)

Une pile nucléaire de longue durée de vie, convertit en énergie électrique, l'énergie libérée par la désintégration α des noyaux de plutonium 238.

Données :

$$m({}^{238}_{94}\text{Pu}) = 237,997995u$$

$$m(\text{noyau fils}) = 233,990486u$$

$$m(\alpha) = 4,001506u$$

$$1u = 931,5 \text{ Mev} / c^2 = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ Kg}$$

$$1\text{Mev} = 1,6 \cdot 10^{-13} \text{ J}$$

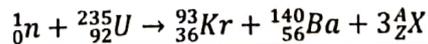
Demi vie du plutonium 238 est $t_{1/2} = 88 \text{ ans}$.

Uranium	Neptunium	Plutonium	Américium	Curium
${}_{92}\text{U}$	${}_{93}\text{Np}$	${}_{94}\text{Pu}$	${}_{95}\text{Am}$	${}_{96}\text{Cm}$

1. De quel type de réaction nucléaire s'agit-il ? spontanée ou provoquée. (0.25)
2. Ecrire l'équation de la réaction produite dans la pile. (0.25)
3. Calculer en Mev la valeur absolue $|\Delta E|$ de l'énergie libérée par la désintégration d'un noyau de plutonium 238. (0.5)
4. La pile contient initialement une masse $m=8\text{Kg}$ de plutonium 238. Calculer en Joule l'énergie libérée après 11 ans de fonctionnement. (1)
5. Calculer la puissance nucléaire de la pile à la date $t=25\text{ans}$. (0.75)

ex: 4

Une des réactions de fonctionnement d'un cœur de réacteur a pour équation :



Particule	${}_{92}^{235}\text{U}$	${}_{36}^{93}\text{Kr}$	${}_{56}^{140}\text{Ba}$	${}_0^1n$
Masse en u	235,0440	92,9312	139,9106	1,0087

- 1- De quel type de transformation nucléaire s'agit-il ? Déterminer la particule X émise.
- 2- Montrer que l'énergie libérée E_0 par cette transformation vaut $E_0 \approx 172\text{MeV}$.
- 3- Quelle énergie en J peut-on libérer au maximum en utilisant une masse de 1kg d'uranium 235 ?
- 4- Dans une centrale classique, on dispose de barres de contrôle permettant d'ajuster la quantité moyenne de neutrons se déplaçant dans le cœur du réacteur.
 - 4-1 Pourquoi doit-on ajuster le nombre de neutrons dans le cœur ?
 - 4-2 Montrer que si les barres de contrôle ne sont plus dans le cœur, l'énergie après la $n^{\text{ième}}$ transformation suit une loi du type : $E_n = E_0 \times 3^n$.
 - 4-3 Calculer l'énergie libérée lorsque $n=50$. Comparer cette énergie avec l'énergie libérée par 1kg d'uranium 235.
 - 4-4 Quelle application militaire utilise cette propriété ?

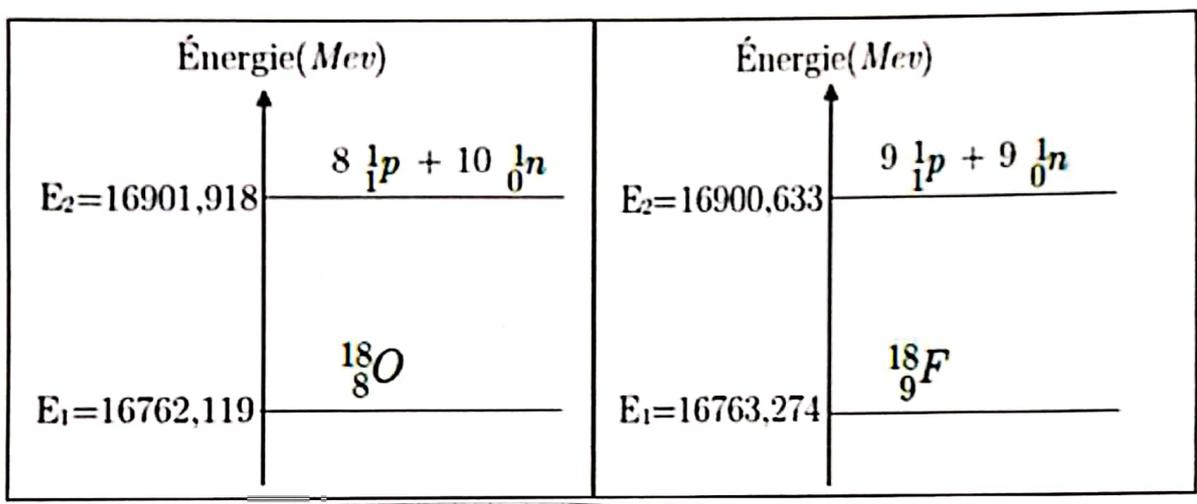
$1 \text{ MeV} = 1,6 \cdot 10^{-13}$

ex: 5

Exercice 1(2 pts): Scintigraphie

En cancérologie, le traceur utilisé pour l'imagerie médicale est le glucose marqué par le fluor 18. Ce traceur s'accumule préférentiellement dans les cellules cancéreuses, grandes consommatrices de sucre. Le $^{18}_9\text{F}$ est un élément radioactif qui se désintègre en $^{18}_8\text{O}$ avec un temps de demi-vie de $t_{1/2} = 110\text{min}$.

On donne les diagrammes énergétiques suivants :



- 1- Calculer les énergies de liaison des nucléides $^{18}_8\text{O}$ et $^{18}_9\text{F}$. Comparer leur stabilité. (0,75pt)
- 2- Ecrire l'équation de la désintégration en précisant son type. (0,5pt)
- 3- Calculer en (MeV) l'énergie ΔE libérée lors de la désintégration d'un noyau $^{18}_9\text{F}$. (0,25pt)
- 4- Le Mercredi 03 juin 2020 à 8h, un patient reçoit une injection de glucose marqué, d'activité $a_0 = 260\text{MBq}$, en attendant de recevoir une deuxième injection lorsque le nombre radioactif désintégré de la première injection atteint le taux 75%.
 - 4.1- Déterminer la date exacte de la deuxième injection. (0,25pt)
 - 4.2- Trouver en (MeV) l'énergie totale reçue par le corps du patient à 11h40min (0,25pt)

ex: 6

La réaction d'une centrale nucléaire fonctionne à l'aide de l'uranium enrichi constitué d'un mélange de P=3% de l'uranium ^{235}U fissible et de P'=97% de l'uranium ^{238}U non fissible. P et P' sont des pourcentages massiques. L'énergie thermonucléaire dans ce réacteur est produite par la réaction suivante :

$$^1_0\text{n} + ^{235}_{92}\text{U} \rightarrow ^{94}_{38}\text{Sr} + ^{140}_{54}\text{Xe} + 2^1_0\text{n}$$

Données : $m(^1_0\text{n}) = 1,0087\text{u}$; $m(^{140}_{54}\text{Xe}) = 139,892\text{u}$; $m(^{94}_{38}\text{Sr}) = 93,8945\text{u}$; $m(^{235}_{92}\text{U}) = 234,9935\text{u}$;
 $1\text{u} = 1,66 \cdot 10^{-27}\text{kg} = 931,5\text{MeV} \cdot \text{c}^{-2}$; $1\text{MeV} = 1,6 \cdot 10^{-13}\text{J}$

Avec un rendement $r=25\%$, cette centrale fournit une puissance électrique moyenne $P_e=295\text{MW}$.

- 1- Calculer en MeV et en joule, l'énergie nucléaire $|\Delta E_0|$ libérée par la fission de $m_0=1\text{g}$ de ^{235}U .
- 2- Monter que la masse m d'uranium enrichi, consommée par le réacteur pendant une durée $\Delta t = 24\text{h}$ peut s'écrire : $m = \frac{m_0 P_e \Delta t}{r \cdot P \cdot |\Delta E_0|}$. Calculer m.

ex: 7

Le combustible des réactions de fusion dans les futures centrales nucléaires est un mélange de deutérium ${}^2_1\text{H}$ et de tritium ${}^3_1\text{H}$.

On étudie la formation d'hélium ${}^4_2\text{He}$ à partir de la réaction de fusion du deutérium et du tritium, cette réaction nucléaire libère aussi un neutron.

Données : Constante d'Avogadro : $N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$; $1 \text{ MeV} = 1,6022 \cdot 10^{-13} \text{ J}$.

1- Ecrire l'équation de la réaction de cette fusion. (0,25 pt)

2- Parmi les affirmations suivantes combien y en a-t-il d'exactes ? (donner seulement le nombre) : (0,5 pt)

a- L'énergie de liaison d'un noyau est égale au produit du défaut de masse du noyau et de la célérité de la lumière dans le vide.

b- La masse du noyau est inférieure à la somme des masses des nucléons constituant ce noyau.

c- La fission nucléaire concerne uniquement les noyaux légers dont le nombre de masse $A < 20$.

d- La réaction ${}^4_2\text{Be} + {}^4_2\text{He} \longrightarrow {}^8_4\text{C}$ est une réaction de fusion.

e- La fission nucléaire est une réaction nucléaire spontanée.

3- En utilisant le diagramme d'énergie ci-contre, calculer en unité MeV :

3-1- l'énergie de liaison E_l du noyau d'hélium. (0,5 pt)

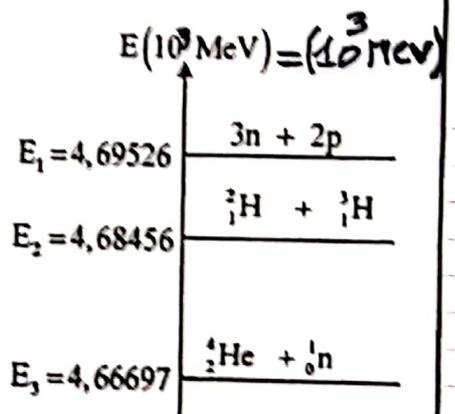
3-2- l'énergie libérée $|\Delta E|$ par cette réaction de fusion. (0,5 pt)

4- En déduire, en unité MeV, l'énergie libérée que l'on pourrait obtenir si on réalisait la réaction de fusion d'une mole de noyaux de deutérium avec une mole de noyaux de tritium. (0,25 pt)

5- La tonne d'équivalent pétrole (tep) est une unité d'énergie utilisée dans l'industrie et en économie. Elle sert à comparer les énergies obtenues à partir de sources différentes.

Une tonne d'équivalent pétrole (1 tep) représente $4,2 \cdot 10^{10} \text{ J}$, c'est-à-dire l'énergie libérée en moyenne par la combustion d'une tonne de pétrole.

Soit n le nombre de tonnes de pétrole à brûler pour obtenir une énergie équivalente à celle libérée par la fusion de 2 g (une mole) de deutérium et de 3 g (une mole) de tritium. Trouver n . (0,5 pt)



Bonne chance

proposé par: EL BADAOUI A

Au centre du soleil la température et la densité très élevées permettent des réactions de fusion nucléaire. La réaction de fusion de l'hydrogène ${}^1_1\text{H}$ en hélium ${}^4_2\text{He}$ se fait en plusieurs étapes.

* Réaction (1): Deux noyaux d'hydrogène fusionnent pour former un noyau de deutérium ${}^2_1\text{H}$.

* Réaction (2): Un noyau de deutérium fusionne avec un noyau d'hydrogène pour former un noyau d'hélium ${}^3_2\text{He}$.

* Réaction (3): Deux noyaux d'hélium ${}^3_2\text{He}$ fusionnent pour former un noyau d'hélium ${}^4_2\text{He}$ et deux noyaux d'hydrogène.

① Ecrire les équations des trois réactions se produisant dans le soleil.

Préciser le type de particule émise lors de la réaction (1)

② montrer que l'équation bilan dans le cœur du soleil s'écrit:



3/ calculer en MeV, puis en joule l'énergie libérée par la formation d'un noyau d'hélium

4/ dresser le schéma énergétique de cette réaction et en déduire $E_f({}^1_1\text{H})$ et $E_f({}^4_2\text{He})$

5/ sachant que la puissance rayonnée par le soleil est $P = 3,9 \cdot 10^{26}$ W.

quelle est la perte de masse du soleil à chaque seconde écoulée ?

6/ la masse de soleil est $m_s = 2 \cdot 10^{30}$ kg et son âge est 4,6 milliards d'années.

quelle masse le soleil a-t-il perdu depuis qu'il rayonne ?

Données: $m_p = 1,0073 \text{ u}$

$$m({}^1_1\text{H}) = 1,00728 \text{ u}$$

$$m({}^4_2\text{He}) = 4,0015 \text{ u}$$

$$m({}^0_1\text{e}) = 0,55 \cdot 10^{-3} \text{ u}$$

$$1 \text{ u} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

$$1 \text{ u} = 931,5 \text{ MeV}/c^2$$

$$1 \text{ e} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

7) lorsque le soleil aura épuisé tout l'hydrogène qu'il contient, il va subir une contraction, l'hélium produit par la phase précédente va être tellement comprimé qu'il va pouvoir à son tour fusionner suivant:

- * réaction (4): deux noyaux d'hélium fusionnent pour former un noyau de béryllium ${}^8_4\text{Be}$.
- * réaction (5): trois noyaux d'hélium fusionnent pour former un atome de Carbon ${}^{12}_6\text{C}$.

7-1) Ecrire les équations de ces deux réactions de fusion nucléaire

7-2) calculer l'énergie libérée par la réaction (5).

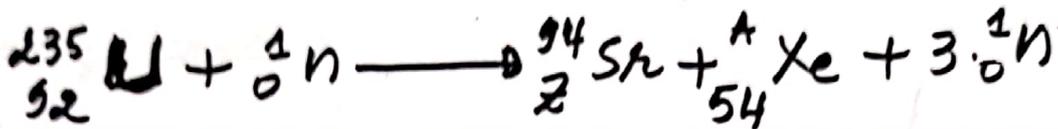
7-3) Comparer avec la valeur déterminée à la question (3) et expliquer brièvement pourquoi le soleil probablement rouge pendant cette seconde phase de fusion.

on donne:

$$m({}^{12}_6\text{C}) = 12 \text{ u}$$

ex: 9

on considère la réaction nucléaire:



- 1/ Donner la définition.
 - 1-1/ d'une fission nucléaire
 - 1-2/ l'activité d'une source radioactive
- 2/ Dresser le schéma énergétique de cette réaction
- 3/ à l'aide de diagramme énergétique déterminer l'énergie de liaison de noyau ${}_{92}^{235}\text{U}$ et l'énergie de liaison par nucléon de noyau ${}_{38}^{94}\text{Sr}$
- 4/ Calculer l'énergie libérée par la fission de $m = 1\text{g}$ de ${}_{92}^{235}\text{U}$.

Données

$$\epsilon({}_{54}^A\text{Xe}) = 8,324 \text{ MeV/nucleon}$$

$$m({}_{38}^{94}\text{Sr}) = 93,8945 \text{ u}$$

$$m({}_{54}^A\text{Xe}) = 138,8892 \text{ u} \quad , \quad 1\text{u} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

$$m({}_{92}^{235}\text{U}) = 234,9942 \text{ u} \quad m_p = 1,00732 \text{ u}$$

$$m({}_0^1\text{n}) = 1,00866 \quad , \quad 1\text{u} = 931,5 \text{ MeV}$$

(14)

ex: 10

la figure ci - contre représente le bilan énergétique d'une transformation nucléaire

Données

$$1 \text{ u} = 931,5 \text{ MeV}/c^2$$

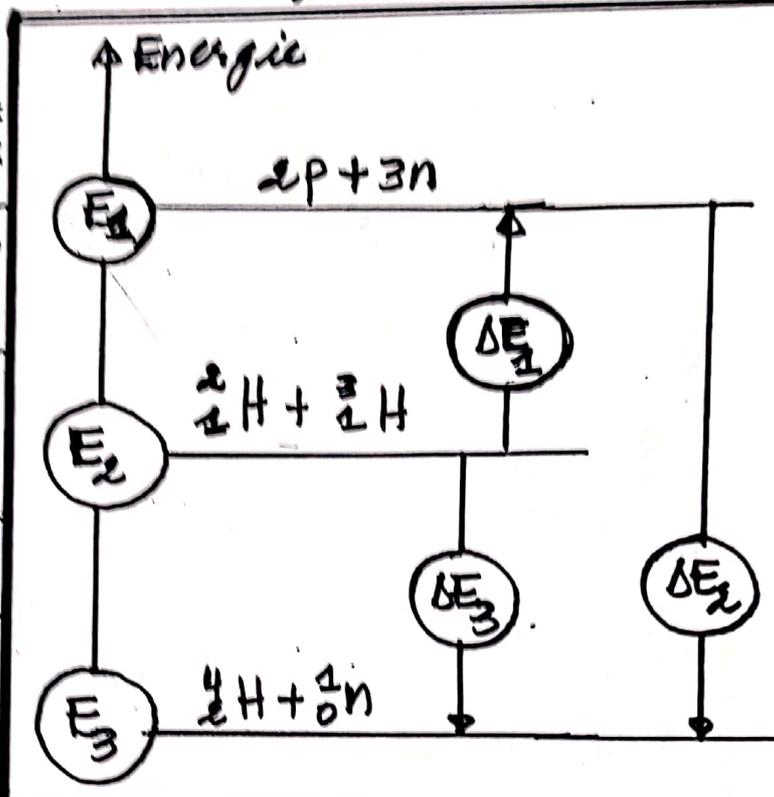
$$\epsilon\left({}_2^4\text{He}\right) = 7,071 \text{ MeV/nucleon}$$

$$\epsilon\left({}_1^3\text{H}\right) = 2,826 \text{ MeV/nucleon}$$

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

$$m(n) = 1,00866 \text{ u}$$

$$m(p) = 1,0073 \text{ u}$$



$$m\left({}_1^2\text{H}\right) = 2,0136 \text{ u}$$

- 1/ Définir la transformation de la réaction nucléaire mis en évidence.
- 2/ Écrire l'équation de la réaction nucléaire correspondante.
- 3/ Calculer la valeur de chacun des grandeurs ΔE_1 , ΔE_2 , E_1
- 4/ Calculer l'énergie libérée E_{lib} par cette réaction
- 5/ on considère un mélange de masse m constitué de N noyaux de ${}_1^2\text{H}$ et ${}_1^3\text{H}$.

(15)

sachant que l'énergie libérée par la masse m est $E = 3,38 \cdot 10^{11} \text{ J}$.

montrez que la masse m est donnée par la

$$m = \frac{(M({}^2_1\text{H}) + M({}^3_1\text{H}))E}{N_A \cdot E_{\text{lib}}}$$

puis calculer sa valeur.

الدراسة عن بعد:

07-72-96-61-01

مع خالص التحيات المديني عبد الرحيم

- * ثالثة حصص مباشرة في الاسبوع: live.
- * تبسيط الدرس والوقوف على جميع فقراته.
- * فيديوها ذات جودة عالية (fibre optique).
- * تمارين ذات جودة عالية تمكن التلميذ من رفع مستواه و إعطائه طريقة تحليل الظاهرة الفيزيائية بطريقة رياضية.

${}_{92}^{238}\text{U}$ est un noyau radioactif. Par une série de désintégrations successives de types α et β^- , il se transforme en un noyau stable selon l'équation suivante:



1) identifier les particules α et β^-

2) (a) Rappeler les lois de conservation

(b) Déterminer les deux coefficients x et y .

3) à un instant t_m l'analyse d'une ancienne roche métallique montre qu'elle contient une masse de plomb qui représente 31% de la masse initial d'uranium U . sachant que la roche ne contient aucun noyau de plomb à $(t=0)$.

montrer que la masse du plomb ${}_{82}^{206}$ formé à l'instant t s'écrit sous la forme:

$$m_{\text{Pb}}(t) = 0,866 m_{\text{U}}(0) (1 - e^{-\lambda t})$$

avec $m_{\text{U}}(0)$ c'est la masse initial

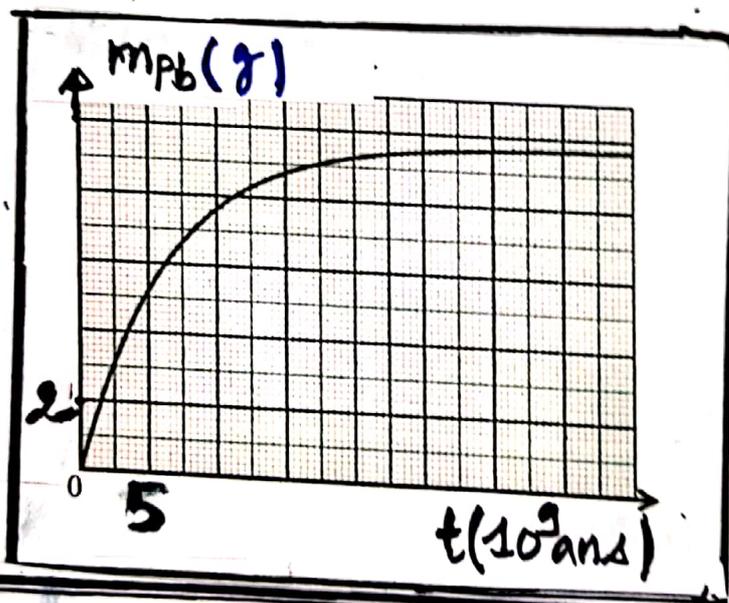
d'uranium 238. et λ la constante radioactive de ${}_{92}^{238}\text{U}$.

4/ la figure ci-dessous représente la masse de Plomb 206 formée en fonction du temps

4-1/ Déterminer $N_U(0)$ nombre des noyaux initial de Uranium 238 à $(t=0)$

4-2/ Déterminer $t_{1/2}$ le temps de demi-vie d'Uranium 238.

5/ Déterminez graphiquement t_m l'instant des mesures. Vérifiez ce résultat par calcul.
on donne: $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$



دروس الدعم عن بعد :
رقم بنة طويلة في تدريبي
مادة الفيزياء لتلاميذ العلوم
الرياضية.

07-72-96-61-01

(18)

* ثلاثة حصص
مباشرة في الاسرع
شرح والتعمق
في الدرس فقرة فقرة
* تمارين ذات متوى
عالي تمكن من الرفع
من متوى التلميذ.