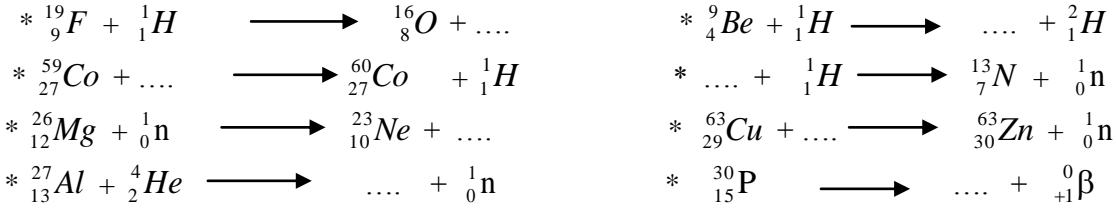


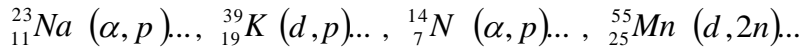
سلسلة رقم 3

التمرين الأول:

1. أكمل التفاعلات النووية التالية مع ذكر طبيعة كل تفاعل:



2. ماهي معادلات التفاعلات النووية التالية:



التمرين الثاني:

ليكن التفاعل النووي المعطى بالمعادلة التالية : ${}^{235}_{92}U + {}^1_0n \longrightarrow {}^{134}_{51}Sb + {}^A_ZX + {}^4_2He + 3 {}^1_0n$

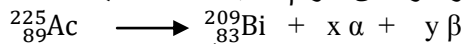
- حدد نوع التفاعل السابق ثم أكمله مع تعيين الرقم الذري و العدد الكتلي للعنصر المتشكل X.
- أحسب بـ KJ و MeV الطاقة المتحررة عن هذا التفاعل و استنتج الطاقة الناتجة عن: (أ) 1 مول من اليورانيوم، (ب) نكليود واحد من اليورانيوم، (ج) 1 غ من النواتج.
- إذا علمت أن احتراق 1 مول من الميثان يحرر طاقة تكافئ 213Kcal فاحسب الحجم اللازم حرقه في الشروط النظامية من ضغط و درجة حرارة للحصول علي نفس الطاقة المتحررة عن تفاعل 1 مول من اليورانيوم.
- ماهي النواة الأكثر استقرارا بين X و He. يعطى:



التمرين الثالث: يساوي ثابت الإشعاعية للصدويوم المشع *Na : $\lambda = 0.046 \text{ h}^{-1}$.

- أوجد عبارة عدد الأنوية المشعة في الزمن t بدلالة الزمن، ثابت الإشعاعية λ و عدد الأنوية الابتدائية N_0 .
- أحسب الدور T بالساعات.
- أحسب الزمن اللازم لتهاافت: أ. 1% من عدد الأنوية الابتدائية، ب. 99% عدد الأنوية الابتدائية.
- نحنق في دم شخص 10ml من محلول يحتوي ابتدائيا على الصوديوم المشع بتركيز 10^{-3} mol/l . بعد 5 ساعات أخذنا عينة حجمها 10ml من دم الشخص فوجدنا أن عدد مولات *Na بها هو: $1.6 \times 10^{-8} \text{ moles}$. إذا اعتبرنا أن توزيع الجرعة المحقونة في الدم يكون بشكل منتظم، أحسب الحجم الدموي.

التمرين الثالث: يتهاافت الأكتينيوم تلقائيا ليعطي نيوكليدا مستقرا من البيزموت و دقائق α و β حسب المعادلة التالية :



- أحسب x و y و استنتج نوع الدقيقة β .
- إذا علمت أن النسبة الفعالية النهائية إلى الفعالية الابتدائية للأكتينيوم بعد شهر (30 يوم) هي: $1/8$ ، أحسب كل من زمن نصف العمر T و ثابت الإشعاعية λ .
- بفرض أن الكتلة الابتدائية للأكتينيوم هي: $m_0 = 16 \text{ g}$ ، أحسب:
 - أ. كتل كل من البيزموت و الأكتينيوم بعد مرور شهر.
 - ب. حجم الغاز الناتج من تعديل شحن الدقائق α و المتجمع خلال شهر في الشروط النظامية.
 - ج. فعالية الأكتينيوم بعد شهر بـ: dps و Ci .

التمرين الخامس:

تقدر فعالية عينة تحتوي على السيزيوم المشع ${}^{136}_{55}Cs$ بـ $3 \mu\text{Ci}$ عند الزمن t. بعد ثمانية أيام، تصبح فعاليته $2.6 \mu\text{Ci}$.

- حدد ثابت الإشعاعية لـ ${}^{136}_{55}Cs$ و أحسب دوره.
- علما أن $t = 50 \text{ jours}$ ، أحسب الفعالية الابتدائية للعينة.
- تتمثل العينة في ملح كلور السيزيوم، أحسب كتلة ${}^{136}_{55}CsCl$ الموافق للفعالية الابتدائية الموجودة في السؤال السابق.

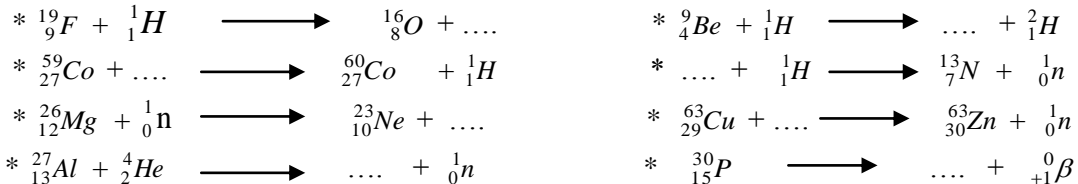
التمرين السادس:

- إذا كان معدن الرصاص ${}^{206}_{82}Pb$ هو المتحول النهائي لتهاافت اليورانيوم ${}^{238}_{92}U$ بالدقائق α و β^- . كم عدد هذه الدقائق في هذا التحول الإشعاعي.
- وجد في أحد المناجم أن الرصاص و اليورانيوم يتواجدان معا تقريبا بنسب 1 الى 3.5 غ على التوالي. فإذا فرضنا أن كل الرصاص ناتج عن التحول الإشعاعي لليورانيوم، أوجد تاريخ تكون عنصر اليورانيوم في هذا المنجم. يعطى دور اليورانيوم ${}^{238}U$: $T = 4.5 \times 10^9 \text{ ans}$.

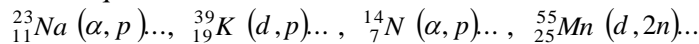
Série de TD N°3

Exercice 1:

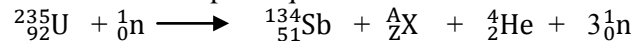
1. Compléter les équations des réactions nucléaires suivantes en précisant le nom de ces transformations:



2. Quelles sont les équations nucléaires suivantes:



Exercice 2: Soit la réaction nucléaire donnée par l'équation suivante:



- Compléter l'équation précédente en précisant le numéro atomique et le nombre de masse de l'élément X ainsi que le type de cette réaction nucléaire.
- Calculer l'énergie libérée lors de cette réaction puis en déduire celle dégagée par: a) 1 mole de l'uranium, b) 1 seul nucléon de l'uranium, c) 1g des produits.
- Sachant que la combustion d'une mole de méthane libère une énergie équivalente à 213Kcal, calculer le volume du méthane nécessaire à brûler (dans les conditions standards de pression et de température) pour obtenir la même énergie provoquée par la réaction d'une mole de l'uranium.
- Quel est le noyau le plus stable entre X et He.

On donne:

1 MeV = 10^6 eV	1 eV = $1.6 \cdot 10^{-19}$ J	n = 1.008665	p = 1.007278 (u.m.a)
${}_{92}^{235}\text{U} = 235.0439$	${}_{51}^{134}\text{Sb} = 133.8969$	X = 94.9125	${}_{2}^{4}\text{He} = 4.0026$ (u.m.a)

Exercice 3: La constante de la désintégration du sodium radioactif Na^* est: $\lambda = 0.046 \text{ h}^{-1}$.

- Déterminer l'expression des noyaux radioactifs à l'instant t (Nt) en fonction du temps, de la constante de la radioactivité λ et du nombre de noyaux initiaux N_0 .
- Calculer la période T en heures.
- Calculer le temps nécessaire pour la désintégration de: a) 1% des noyaux initiaux, b) 99% des noyaux initiaux.
- On injecte dans le sang d'un individu 10 ml d'une solution contenant initialement du sodium radioactif à la concentration de 10^{-3} mol/l. Après 5 heures, on prélève un échantillon de 10 ml du sang du même individu, on trouve alors qu'il contient 1.6×10^{-8} moles de Na^* . En supposant que la dose injectée s'est uniformément répartie dans tout le sang, calculer le volume sanguin.

Exercice 4: L'actinium se désintègre spontanément pour donner un nucléide stable de bismuth et des particules α et β selon l'équation suivante: ${}_{89}^{225}\text{Ac} \longrightarrow {}_{83}^{209}\text{Bi} + x \alpha + y \beta$

- Calculer x et y puis en déduire la nature de la particule β .
- Un mois plus tard (30 jours), le rapport entre l'activité finale et l'activité initiale de l'actinium était de 1/8. Calculer le temps de demi-vie t et la constante radioactive λ .
- On suppose que la masse initiale de l'actinium est : $m_0 = 16\text{g}$, calculer:
 - les masses de l'Actinium et du Bismuth au bout d'un mois.
 - le volume issu de la neutralisation des charges de l'hélium que l'on réunit dans les conditions normales.
 - l'activité de l'Actinium en dps et en curies.

Exercice 5:

Un échantillon contenant du césium radioactif ${}_{55}^{136}\text{Cs}$ a une radioactivité de 3 microcuries au temps t. Huit jours plus tard, sa radioactivité est de 2 microcuries.

1. Déterminer la constante de la désintégration du $^{136}_{55}\text{Cs}$ et calculer sa période.
2. Sachant que $t = 50$ jours, calculer la radioactivité initiale de l'échantillon.
3. L'échantillon est du chlorure de césium. Calculer la masse de $^{136}_{55}\text{CsCl}$ qui correspond à la radioactivité initiale calculée à la question 2.

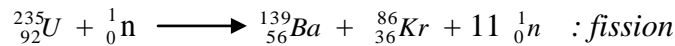
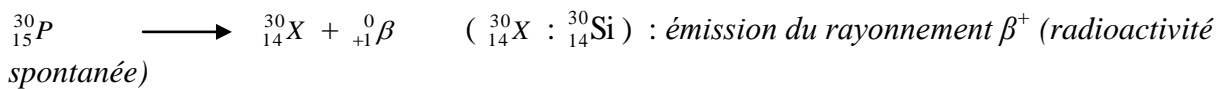
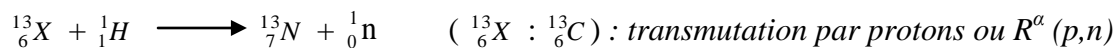
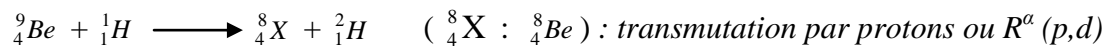
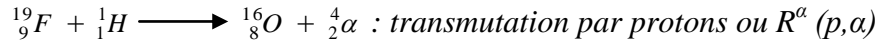
Exercice 6:

1. Le plomb $^{206}_{82}\text{Pb}$ est le dernier mutant de la désintégration de l'uranium $^{238}_{92}\text{U}$ par les particules α et β^- . Quel est le nombre de ces particules dans cette transformation nucléaire.
 2. On a trouvé dans une mine que le plomb et l'uranium se trouvent ensemble avec un rapport de 1 à 3.5g respectivement.
- Si on suppose que tout le plomb est issu de la désintégration de l'uranium, déterminer la date de la formation de l'élément uranium dans cette mine. On donne la période de l'uranium ^{238}U : $T = 4.5 \times 10^9$ ans.

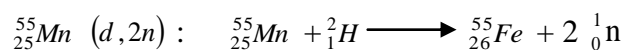
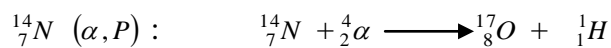
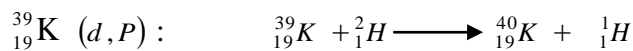
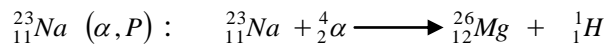
Série de TD N°3
 Corrigé-type

Exercice 1:

1. On complète les réactions nucléaires:



2.



Exercice 2:

1. Il s'agit d'une réaction de *fission nucléaire*. Le noyau A_ZX résultant est l'yttrium-95: ${}^{95}_{39}Y$

2. Calcul de l'énergie libérée de la réaction nucléaire:

On a selon Einstein: $\Delta E = \Delta m \cdot C^2$

Le défaut de masse: $\Delta m = m_{\text{produits}} - m_{\text{réactifs}}$

$$\Delta m = -0.2145 \text{ uma.}$$

"Le signe – indique qu'il y a perte ou diminution de la masse (des produits par rapport aux réactifs) lors des réactions nucléaires contrairement aux réactions chimiques où il y a toujours une conservation de la matière".

Alors: $\Delta E = 0.2145 \times 931.5 \text{ MeV}$

$$\Delta E = 199.699 \text{ MeV}$$

En kilojoules: $\Delta E = 0.2145 \times 1.66 \cdot 10^{-27} \text{ Kg} \times (3 \cdot 10^8 \text{ m/s})^2 = 3.205 \cdot 10^{-11} \text{ J} = 3.205 \cdot 10^{-14} \text{ KJ}.$

2.a) L'énergie libérée par une mole de noyaux est: $\Delta E = 199.699 \text{ MeV} \times 6.023 \cdot 10^{23}$

$$\Delta E = 1.203 \cdot 10^{26} \text{ MeV}$$

Sinon, on prend: $\Delta m = -0.2145 \text{ g} = -0.2145 \text{ g} \cdot 10^{-3} \text{ Kg}$

Alors: $\Delta E = 0.2145 \times 10^{-3} \text{ Kg} \times (3 \cdot 10^8 \text{ m/s})^2 = 1.93 \cdot 10^{13} \text{ J} = 1.93 \cdot 10^{10} \text{ KJ} = 1.207 \cdot 10^{26} \text{ MeV}$

2.b) L'énergie libérée par nucléon: $a = \frac{\Delta E}{A} = \frac{199.699 \text{ MeV}}{235}$

$$a = 0.8489 \text{ MeV/nucléon} = 1.364 \cdot 10^{-16} \text{ KJ/nucléon}$$

2.c) L'énergie libérée par 1 grammes de produits:

$$m_{\text{produits}} = m_{\text{Sb}} + m_{\text{Y}} + m_{\alpha} + 3m_n = 235.8379 \text{ g}$$

$$\text{Donc: } \begin{cases} 235.8379 \text{ g} & \xrightarrow{\text{libèrent}} & 1.207 \cdot 10^{26} \text{ MeV} \\ 1 \text{ g} & \xrightarrow{\quad\quad\quad} & \Delta E \end{cases}$$

$$\Rightarrow \Delta E = 5.1162 \cdot 10^{23} \text{ MeV} = 8.1559 \text{ KJ}$$

3. Volume du méthane à bruler:

$$\begin{cases} 1 \text{ mole de } CH_4 & \longrightarrow & 22.4 \text{ l} & \longrightarrow & 213 \cdot 10^3 \cdot 4.18 \text{ J} \\ & & V & \longrightarrow & 1.9305 \cdot 10^{13} \text{ J} \end{cases}$$

Alors: $V = 4.857 \cdot 10^8 \text{ l}$

4.

Pour le noyau de l'Yttrium:

$$\begin{aligned} \Delta m &= 0.8594 \text{ u.m.a} \\ \Delta E &= 800.1 \text{ MeV} \\ a_Y &= 800.1/95 = \underline{8.422 \text{ MeV}} \end{aligned}$$

Pour l'hélium:

$$\begin{aligned} \Delta m &= 0.0294 \text{ u.m.a} \\ \Delta E &= 27.3714 \text{ MeV} \\ a_{He} &= 27.3714/4 = \underline{6.84 \text{ MeV}} \end{aligned}$$

$a_Y > a_{He} \Rightarrow$ Le noyau d'yttrium est plus stable que l'hélium.

Exercice 3:

1. On démontre la relation: $N_t = N_0 e^{-\lambda t}$

La vitesse de désintégration est donnée par la relation: $-\frac{dN}{dt} = \lambda N \Rightarrow -\frac{dN}{N} = \lambda dt$

$$\Rightarrow \text{Ln} \frac{N}{N_0} = -\lambda t \Rightarrow \boxed{N_t = N_0 e^{-\lambda t}}$$

Avec: N_t : nombre de noyaux restant à l'instant t .

N_0 : nombre de noyaux initiaux.

λ : constante de la radioactivité (ou de désintégration)

2. Calcul de la période T :

On a: $T = \frac{\ln 2}{\lambda} \Rightarrow T = \frac{0.693}{0.046 \text{ h}^{-1}} = 15 \text{ heures.}$

3. Calcul du temps nécessaire pour la désintégration de 1% (et 99%) des noyaux initiaux:

$$N_t = N_0 e^{-\lambda t} \Rightarrow \text{Ln} \frac{N_0}{N_t} = \lambda t \Rightarrow \boxed{t = \frac{1}{\lambda} \text{Ln} \frac{N_0}{N_t}}$$

a) Désintégration de 1% de N_0 : $N_t = N_0 - 1\% = 99\%$.

$$t = \frac{1}{0.046} \text{Ln} \frac{100}{99} = 13 \text{ min et } 6 \text{ s} = 786 \text{ s.}$$

b) Désintégration de 99% de N_0 : $N_t = N_0 - 99\% = 1\%$.

$$t = \frac{1}{0.046} \text{Ln} \frac{100}{1} = 100 \text{ heures .}$$

4. Calcul du volume sanguin:

$$[Na^*]_0 = \frac{n_0}{V_T} = \frac{C_0 V_0}{V_T} = \frac{10^{-3} \text{ mol/l} \times 10 \cdot 10^{-3} \text{ l}}{V_T} = \frac{10^{-5}}{V_T} \text{ mol/l}$$

$$[Na^*]_t = \frac{n}{V} = \frac{1,6 \cdot 10^{-8} \text{ mol}}{10 \cdot 10^{-3} \text{ l}} = 1,6 \cdot 10^{-6} \text{ mol/l}$$

On a: $N_t = N_0 e^{-\lambda t}$ ou alors: $[Na^*]_t = [Na^*]_0 e^{-\lambda t}$

Alors:
$$\text{Ln} \frac{[Na^*]_0}{[Na^*]_t} = \lambda t = \text{Ln} \frac{\frac{10^{-5}}{V_T}}{1,6 \cdot 10^{-6}} = 0,046 \times 5 = 0,23$$

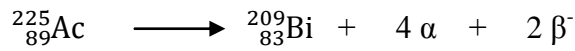
D'où:
$$\boxed{V_T = 5 \text{ l}}$$

Exercice 4:

1)

$$\begin{cases} 225 = 209 + 4x + 0 \\ 89 = 83 + 2x + y \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 4 \\ y = -2 \end{cases} \text{ La particule } \beta \text{ est: } \beta^- ({}^0_{-1}e).$$

Donc l'équation de la réaction nucléaire sera:



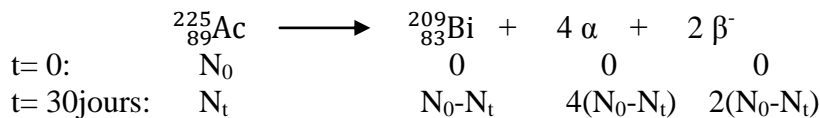
2)

On a: $\frac{A_t}{A_0} = \frac{1}{8}$

Et: $A_t = A_0 e^{-\lambda t} \Rightarrow \frac{A_t}{A_0} = e^{-\lambda t}$ d'où: $\text{Ln} \frac{A_0}{A_t} = \lambda t$ alors:
$$\boxed{\lambda = \frac{1}{t} \text{Ln} \frac{A_0}{A_t}}$$

A.N: $\lambda = \frac{1}{30 \text{ j}} \text{Ln} 8 \Rightarrow \boxed{\lambda = 6,93 \times 10^{-2} \text{ j}^{-1}}$ et $T = \frac{\ln 2}{\lambda}$ donc: $\boxed{T = 10 \text{ jours}}$

3.a)



On a: $N_t = N_0 e^{-\lambda t}$ d'où: $m_t = m_{Ac} = m_0 e^{-\lambda t} = 16 \text{ g} \times e^{-6,93 \cdot 10^{-2} \times 30} = 2 \text{ g}$

$$\boxed{m_{Ac} = 2 \text{ g}}$$

$$\begin{cases} N_0 = \frac{m_0 \times \mathcal{N}}{M_{Ac}} = \frac{16 \text{ g} \times 6,023 \cdot 10^{23}}{225 \text{ g}} = 4,28 \cdot 10^{22} \text{ noyaux} \\ N_t = \frac{m_t \times \mathcal{N}}{M_{Ac}} = \frac{2 \text{ g} \times 6,023 \cdot 10^{23}}{225 \text{ g}} = 5,35 \cdot 10^{21} \text{ noyaux} \end{cases}$$

$$\Rightarrow N_0 - N_t = 3.74 \cdot 10^{22} \text{ noyaux}$$

$$\text{Alors: } m_{Bi} = \frac{(N_0 - N_t) \times M_{Bi}}{\mathcal{N}} = \frac{3.74 \cdot 10^{22} \times 209 \text{ g}}{6.023 \cdot 10^{23}} = 12.98 \text{ g}$$

$$\boxed{m_{Bi} = 12.98 \text{ g}}$$

3.b)

$$m_{He} = \frac{4(N_0 - N_t) \times M_{He}}{\mathcal{N}} = \frac{4 \times 3.74 \cdot 10^{22} \times 4 \text{ g}}{6.023 \cdot 10^{23}} = 0.994 \text{ g}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{1 mole d'Hélium} \end{array} \right. \begin{array}{l} \xrightarrow{\text{pèse}} \\ \xrightarrow{\text{et occupe}} \end{array} \begin{array}{l} M = 4\text{g} \\ 0.984\text{g} \end{array} \begin{array}{l} \xrightarrow{\text{et occupe}} \\ \xrightarrow{\text{et occupe}} \end{array} \begin{array}{l} 22.4\text{l} \\ V_{He} \end{array} \Rightarrow \boxed{V = 5.56\text{l}}$$

3.c)

$$A_t = \lambda N_t \text{ et: } \lambda = \frac{\text{Ln}2}{T} = \frac{\text{Ln}2}{10 \times 24 \times 3600} = 8.0225 \times 10^{-7} \text{ s}^{-1}$$

$$\Rightarrow A_t = 8.0225 \times 10^{-7} \text{ s}^{-1} \times 5.35 \times 10^{21} = 4.29 \times 10^{15} \text{ dps} = 116001.55 \text{ Ci}$$

Exercice 5:

1) Unité de temps choisie : le jour.

$$\text{A l'instant } t, \text{ on a: } N_1 = N_0 e^{-\lambda t} \dots (1)$$

$$\text{Et à } t+8: N_2 = N_0 e^{-\lambda(t+8)}$$

$$\text{Alors: } \frac{N_1}{N_2} = \frac{e^{-\lambda t}}{e^{-\lambda(t+8)}} = \frac{3}{2} \text{ soit: } \frac{3}{2} = e^{8\lambda}$$

$$\text{D'où: } \lambda = \frac{\text{Ln} \frac{3}{2}}{8} \text{ alors: } \boxed{\lambda = 0.0506 \text{ j}^{-1}}$$

$$2) T = \frac{\text{ln}2}{\lambda} \text{ soit: } \boxed{T = 13.7 \text{ j}}$$

$$3) \text{ L'équation (1) peut s'écrire: } \frac{N_0}{N_1} = e^{\lambda t} \text{ ou encore: } \frac{A_0}{A_1} = e^{\lambda t}$$

$$\text{Donc: } \text{Ln} \frac{A_0}{A_1} = \lambda t \Rightarrow \text{Ln} \frac{A_0}{3} = 0.0506 \times 50 = 2.53$$

$$\text{D'où: } \frac{A_0}{3} = 12.55 \mu\text{Ci} \text{ et: } \boxed{A_0 = 37.8 \mu\text{Ci}}$$

4) on a: $A_0 = \lambda.N_0 \Rightarrow N_0 = \frac{A_0}{\lambda} = \frac{37.8 \times 10^{-6} \times 3.7 \cdot 10^{10} \text{ dps}}{5.856 \cdot 10^{-7} \text{ s}^{-1}} = 2.388 \times 10^{12} \text{ noyaux}$

La masse recherchée est donc: $m = \frac{N_0 \times M}{\mathcal{N}} = \frac{2.388 \times 10^{12} \times (136 + 35.5) \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{6.023 \times 10^{23}} \Rightarrow \boxed{m = 6.80 \times 10^{-10} \text{ g}}$

Exercice 6:



On a: $N_t = N_0 e^{-\lambda t} \Rightarrow t = \frac{1}{\lambda} \text{Ln} \frac{N_0}{N_t}$

Calculons N_0 et N_t :

$$\left\{ \begin{array}{l} N_t = \frac{m_U \times \mathcal{N}}{M_U} = \frac{3.5 \text{ g} \times 6.023 \cdot 10^{23}}{238 \text{ g}} = 8.857 \cdot 10^{21} \text{ noyaux} \\ N_0 - N_t = \frac{m_{Pb} \times \mathcal{N}}{M_{Pb}} = \frac{1 \text{ g} \times 6.023 \cdot 10^{23}}{206 \text{ g}} = 2.9237 \cdot 10^{21} \text{ noyaux} \end{array} \right.$$

$$N_0 = N_t + (N_0 - N_t) = 11.78 \cdot 10^{21} \text{ noyaux}$$

Alors: $t = \frac{4.56 \cdot 10^9 \text{ ans}}{\ln 2} \text{Ln} \frac{11.78 \cdot 10^{21}}{8.857 \cdot 10^{21}}$

Soit:

$$\boxed{t = 1.87 \cdot 10^9 \text{ ans}}$$