

Devoir Maison n°2

Le soin et la clarté seront prises en compte. Seules les réponses justifiées (présence du calcul complet) seront évaluées.

Frédéric Joliot-Curie, (19 mars 1900 à Paris - 14 août 1958 à Paris) est un physicien et un chimiste français. Il a obtenu le prix Nobel de chimie en 1935 avec son épouse Irène Joliot-Curie¹ pour leurs travaux sur la radioactivité.



Frédéric Joliot-Curie utilisait l'image suivante: "si l'on pressait les uns contre les autres les noyaux des atomes de toute l'humanité, ils occuperaient un volume inférieur à celui d'un dé à coudre".

VRAI ou FAUX ?

Chacun doit vérifier la validité de cette affirmation de deux façons différentes :

- Par un calcul utilisant les ordres de grandeur
- En utilisant les valeurs exactes

Données utiles :

- Masse moyenne d'un être humain : 50,0 Kg
- Abondance massique des différents types d'atomes dans un corps humain :
 - Carbone C (Z=6 ; A=12,0) : 20,0 %
 - Oxygène O (Z=8 ; A=16,0) : 67,0 %
 - Hydrogène H (Z=1 ; A=1,0) : 10,0 %
 - Azote N (Z=7 ; A=14,0) : 3,00 %
- Masse d'un proton : $m_p = 1,672 * 10^{-27}$ Kg
- Masse d'un neutron : $m_n = 1,675 * 10^{-27}$ Kg
- Masse d'un électron : $m_e = 9,109 * 10^{-31}$ Kg
- Rayon moyen d'un noyau d'atome : $3,00 * 10^{-15}$ m
- Nombre d'êtres humains vivants sur Terre à l'époque de Frédéric Joliot-Curie : $3,0 * 10^9$
- Volume d'un dé à coudre : 2 cm^3 ($1 \text{ m}^3 = 10^3 \text{ dm}^3 = 10^6 \text{ cm}^3$)
- Volume d'une sphère = $(4/3) * \pi * r^3$ (avec r le rayon de la sphère)

Guide de réflexion :

- Calculer la masse de chaque type d'atome
- Calculer la masse de Carbone, Oxygène, Hydrogène, Azote présents dans un individu
- Calculer le nombre d'atomes de Carbone, Oxygène, Hydrogène, Azote présents dans un individu
- Calculer le volume moyen du noyau d'un atome
- En déduire le nombre de noyaux dans un individu
- Calculer le volume global occupé par les noyaux d'un individu`
- Calculer le volume global occupé par les noyaux de toute l'humanité
- Conclure

Devoir Maison n°2

Le soin et la clarté seront prises en compte. Seules les réponses justifiées (présence du calcul complet) seront évaluées.

CORRECTION :

- Calculer la masse de chaque type d'atome

$$m_{\text{atome carbone}} = 6 * m_p + 6 m_n = 6 * 1,672 * 10^{-27} + 6 * 1,675 * 10^{-27} = 2,008 * 10^{-26} \text{ Kg } (10^{-26} \text{ Kg})$$

$$m_{\text{atome oxygène}} = 8 * m_p + 8 m_n = 8 * 1,672 * 10^{-27} + 8 * 1,675 * 10^{-27} = 2,678 * 10^{-26} \text{ Kg } (10^{-26} \text{ Kg})$$

$$m_{\text{atome hydrogène}} = 1 * m_p + 0 m_n = 1 * 1,672 * 10^{-27} = 1,672 * 10^{-27} \text{ Kg } (10^{-27} \text{ Kg})$$

$$m_{\text{atome azote}} = 7 * m_p + 7 m_n = 7 * 1,672 * 10^{-27} + 7 * 1,675 * 10^{-27} = 2,343 * 10^{-26} \text{ Kg } (10^{-26} \text{ Kg})$$

- Calculer la masse de Carbone, Oxygène, Hydrogène, Azote présents dans un individu

$$m_{\text{carbone_individu}} = 20,0\% * 50,0 = 10,0 \text{ Kg } (10^1 \text{ Kg})$$

$$m_{\text{oxygène_individu}} = 67,0\% * 50,0 = 33,5 \text{ Kg } (10^1 \text{ Kg})$$

$$m_{\text{hydrogène_individu}} = 10,0\% * 50,0 = 5,00 \text{ Kg } (10^1 \text{ Kg})$$

$$m_{\text{azote_individu}} = 3,00\% * 50,0 = 1,50 \text{ Kg } (10^0 \text{ Kg})$$

- Calculer le nombre d'atomes de Carbone, Oxygène, Hydrogène, Azote présents dans un individu

$$nb_{\text{carbone_individu}} = m_{\text{carbone_individu}} / m_{\text{atome carbone}} = 10,0 / 2,008 * 10^{-26} = 4,98 * 10^{26} (10^{26})$$

$$nb_{\text{oxygène_individu}} = m_{\text{oxygène_individu}} / m_{\text{atome oxygène}} = 33,5 / 2,678 * 10^{-26} = 1,25 * 10^{27} (10^{27})$$

$$nb_{\text{hydrogène_individu}} = m_{\text{hydrogène_individu}} / m_{\text{atome hydrogène}} = 5,00 / 1,672 * 10^{-27} = 2,99 * 10^{27} (10^{27})$$

$$nb_{\text{azote_individu}} = m_{\text{azote_individu}} / m_{\text{atome azote}} = 1,50 / 2,343 * 10^{-26} = 6,40 * 10^{25} (10^{26})$$

- Calculer le volume moyen du noyau d'un atome

$$V_{\text{moy_atome}} = (4/3) * \pi * r^3 = (4/3) * \pi * (3,00 * 10^{-15})^3 = 1,13 * 10^{-43} \text{ m}^3 (10^{-43} \text{ m}^3)$$

- En déduire le nombre de noyaux dans un individu

$$Nb_{\text{atomes_individu}} = 4,98 * 10^{26} + 1,25 * 10^{27} + 2,99 * 10^{27} + 6,40 * 10^{25} = 4,8 * 10^{27} (10^{27} \text{ atomes})$$

- Calculer le volume global occupé par les noyaux d'un individu`

$$V_{\text{total_individu}} = 4,8 * 10^{27} * 1,13 * 10^{-43} = 5,43 * 10^{-16} \text{ m}^3 (10^{-15} \text{ m}^3)$$

- Calculer le volume global occupé par les noyaux de toute l'humanité`

$$V_{\text{noyau_humanité}} = 5,43 * 10^{-16} * 3,0 * 10^9 = 1,6 * 10^{-6} \text{ m}^3 = 1,6 \text{ cm}^3 (10^0 \text{ cm}^3)$$

- Conclure

L'ensemble des noyaux de l'humanité a pour volume $1,6 \text{ cm}^3 (< 2 \text{ cm}^3)$. Frédéric Joliot-Curie a dit vrai.