

Exercices sur le Chapitre I. Interactions fondamentales et le Chapitre II. Radioactivité & Réactions nucléaires

I. Les notions de bases

I. Interactions fondamentales

- 1) Nommer les trois types de particules élémentaires.
- 2) Comment symbolise-t-on un noyau ? Préciser la signification des lettres X, A, N, Z.
- 3) Qu'est-ce que des noyaux isotopes ? Donner un exemple.
- 4) Combien existe-t-il d'interactions fondamentales ? Les nommer et préciser pour chacune d'elle s'il s'agit d'une interaction attractive ou répulsive et quelle est sa portée.
- 5) Enoncer la loi de la gravitation universelle. Préciser les unités de chaque terme.
- 6) Enoncer la loi de Coulomb. Préciser les unités de chaque terme.

II. Radioactivité & Réaction nucléaire

- 1) Quels sont les trois types de désintégration radioactive. Préciser la particule émise.
- 2) Soit une réaction nucléaire où un noyau père (X) donne naissance à un noyau fils (Y) en émettant une particule (P). Ecrire l'équation de la réaction nucléaire et les lois de conservation.
- 3) Comment définit-on l'activité d'un échantillon radioactif ? Préciser l'unité.
- 4) Qu'est-ce qu'une réaction de fusion ?
- 5) Qu'est-ce qu'une réaction de fission ?
- 6) Enoncer la relation d'Einstein.
- 7) Comment calcule-t-on l'énergie libérée par une réaction nucléaire ?
- 8) Comment calcule-t-on le défaut de masse d'un noyau ? En déduire l'expression de l'énergie de liaison d'un noyau.

II. Interactions fondamentales (Chapitre I)

n°17 p 177

ou

Exercice 1 La gravitation

On assimile le Soleil à une sphère de rayon R et de masse M_S présentant une répartition de masse à symétrie sphérique. On suppose que la trajectoire du centre de la Terre autour du soleil est un cercle de rayon r.

1. Représenter les forces de gravitation s'exerçant entre la terre et le soleil.
2. Donner l'expression littérale de la force de gravitation F_S exercée par le soleil sur une masse $m = 1,0$ kg placée en un point de l'orbite terrestre autour du Soleil. Calculer sa valeur numérique.
3. Donner l'expression littérale de la force de gravitation F_T exercée par la terre sur une masse $m = 1,0$ kg placée en un point de la surface de la terre. Calculer sa valeur numérique.
4. Comparer ces deux valeurs et conclure.

Masse du soleil : $M_S = 1.99 \cdot 10^{30}$ kg ; $r = 1,50 \cdot 10^8$ km. Constante gravitationnelle $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$ N.kg⁻².m²
Masse de la terre : $M_T = 5.97 \cdot 10^{24}$ kg ; $R_T = 6380$ km

(Bonus : n°24 p178)

Exercice 2 Grains de poussière

Deux poussières distantes de $d = 3.0 \text{ mm}$ portent chacune une charge électrique égale à $+10\text{pC}$: $1\text{pC} = 10^{-12}\text{C}$

- Calculer la valeur de la force d'interaction électrique qui s'exerce entre ces deux poussières. Faire un schéma.
- Quels paramètres faut-il modifier pour que ces forces soient attractives ? Quels paramètres faut-il modifier pour que ces forces soient plus intenses.

Constante électrique $k = 9.10^9 \text{N.C}^{-2}.\text{m}^2$

n°13 p 176 (exo résolu), n°20 p177

Exercice 3 Grains de sable

Données : Constante de Coulomb : $k = 9,0 \times 10^9 \text{N.m}^2.\text{C}^{-2}$

Constantes de gravitation universelle : $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{m}^3.\text{kg}^{-1}.\text{s}^{-2}$

Charge élémentaire : $e = 1,60 \times 10^{-19} \text{C}$

- Exprimer puis calculer la force d'interaction gravitationnelle entre 2 grains de sable, de même masse $m = 10 \text{ g}$, distants d'une distance $d = 1,0 \text{ cm}$.
- On suppose que ces grains sont électrisés et qu'ils portent respectivement une charge q et une charge $-q$. Donner l'expression de l'intensité de la force électrique entre ces 2 grains.
- Quelle devrait être la valeur de la charge q pour que la force d'attraction gravitationnelle et la force d'attraction électrique aient la même valeur ?
 - Comparer cette charge q à la valeur de la charge électrique élémentaire.
 - En déduire quelle est l'interaction prédominante à cette échelle.

III. Radioactivité & réactions nucléaires (Chapitre II)

n°15 p 194 (exo résolu), n°16 et 22 p195, n°27 p 196 (déjà fait), n°32 p 197

Exercice 1 : Désintégrations radioactives

Le noyau d'argent 108 est radioactif. Il se désintègre suivant plusieurs processus compétitifs dont la radioactivité β^- et la radioactivité β^+ .

Extrait de la classification périodique fournissant les symboles des éléments et leur numéro atomique

Rh $Z = 45$	Pd $Z = 46$	Ag $Z = 47$	Cd $Z = 48$	In $Z = 49$
------------------	------------------	------------------	------------------	------------------

- Rappeler les deux lois de conservation qui permettent d'écrire l'équation d'une réaction nucléaire.
- Rappeler la nature des particules émises au cours des radioactivités β^- et β^+ . Écrire leur symbole.
- Écrire les équations correspondant à chacune des transformations radioactives pour l'argent 108.

Exercice 2 Lois de conservation

- Rappeler les lois de conservation mises en œuvre dans une réaction nucléaire.
- Compléter les équations suivantes et préciser le type de chacune de ces réactions nucléaires.
 - $U + n \rightarrow Y + I + \dots n \dots\dots\dots$
 - $I \rightarrow e + Te \dots\dots\dots$
 - $Po \rightarrow He + Pb \dots\dots\dots$

Exercice 4 Laser mégajoule

« Dans une cavité en or de quelques millimètres de long, on place une micro-bille contenant quelques dixièmes de milligrammes d'atomes de la famille de l'hydrogène: 0,40 mg de deutérium et une masse 6,60mg de tritium. Les faisceaux laser de longueur d'onde λ égale à 351 nm convergent dans la cavité en émettant une énergie de 1,8 MJ et sont absorbés par les parois qui jouent le rôle d'un four. Dans la micro-bille, de la taille d'un grain de riz, la température et la pression augmentent jusqu'à atteindre les conditions pour la fusion. À ce stade, la matière est un mélange d'atomes, d'ions et d'électrons. Grâce à l'intense agitation thermique au centre de la micro-bille, les noyaux de même charge électrique de deutérium et de tritium, qui naturellement se repoussent, viennent en contact et se combinent dans un temps très court pour former un noyau d'hélium en libérant un neutron. En se produisant simultanément un grand nombre de fois, cette réaction libère un fort dégagement d'énergie. » d'après <http://aquitaine.unicnam.net/spip.php?article13>

Données :

Noyaux	Neutron	Electron	Deutérium	Tritium	Hélium
Symbole					
Masse en u	1,00866	0,00055	2,01355	3,01355	4,00150

Unité de masse atomique : $1 \text{ u} = 1,660 54 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

Électron - volt : $1 \text{ eV} = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

Vitesse de la lumière dans le vide : $c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$

1. Donner la nature de l'interaction dont il est question dans l'extrait suivant : «...les noyaux de même charge électrique de deutérium et de tritium, qui naturellement se repoussent...».
2. Rappeler la nature de l'interaction assurant la cohésion du noyau.
3. Le tritium et le deutérium sont des noyaux radioactifs.
 - a. Qu'est-ce qu'un-noyau radioactif ?
 - b. Donner la composition des noyaux de deutérium et de tritium. Comment nomme-t-on de tels noyaux ? Justifier.
 - c. Le noyau de tritium est radioactif β^- . Ecrire l'équation de sa désintégration.
4. À quel domaine des ondes électromagnétiques, la radiation émise par les lasers utilisés appartient-elle ? Justifier.
5.
 - a) En s'aidant du document, écrire l'équation de la réaction nucléaire mise en œuvre dans la micro- bille du laser Mégajoule.
 - b) De quel type de réaction nucléaire s'agit-il ?
6.
 - a) Exprimer l'énergie libérée par cette réaction nucléaire en fonction des masses des noyaux et des particules mises en jeu.
 - b) Calculer cette énergie en joule et en mégaelectronvolt (MeV).

Exercice 4 Laser mégajoule

« Dans une cavité en or de quelques millimètres de long, on place une micro-bille contenant quelques dixièmes de milligrammes d'atomes de la famille de l'hydrogène: 0,40 mg de deutérium et une masse 6,60mg de tritium. Les faisceaux laser de longueur d'onde λ égale à 351 nm convergent dans la cavité en émettant une énergie de 1,8 MJ et sont absorbés par les parois qui jouent le rôle d'un four. Dans la micro-bille, de la taille d'un grain de riz, la température et la pression augmentent jusqu'à atteindre les conditions pour la fusion. À ce stade, la matière est un mélange d'atomes, d'ions et d'électrons. Grâce à l'intense agitation thermique au centre de la micro-bille, les noyaux de même charge électrique de deutérium et de tritium, qui naturellement se repoussent, viennent en contact et se combinent dans un temps très court pour former un noyau d'hélium en libérant un neutron. En se produisant simultanément un grand nombre de fois, cette réaction libère un fort dégagement d'énergie. » d'après <http://aquitaine.unicnam.net/spip.php?article13>

Données :

Noyaux	Neutron	Electron	Deutérium	Tritium	Hélium
Symbole					
Masse en u	1,00866	0,00055	2,01355	3,01355	4,00150

Unité de masse atomique : $1 \text{ u} = 1,660 54 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

Électron - volt : $1 \text{ eV} = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

Vitesse de la lumière dans le vide : $c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$

- Donner la nature de l'interaction dont il est question dans l'extrait suivant : «...les noyaux de même charge électrique de deutérium et de tritium, qui naturellement se repoussent...».
- Rappeler la nature de l'interaction assurant la cohésion du noyau.
- Le tritium et le deutérium sont des noyaux radioactifs.
- Qu'est-ce qu'un-noyau radioactif ?
- Donner la composition des noyaux de deutérium et de tritium. Comment nomme-t-on de tels noyaux ? Justifier.
- Le noyau de tritium est radioactif β^- . Ecrire l'équation de sa désintégration.
- À quel domaine des ondes électromagnétiques, la radiation émise par les lasers utilisés appartient-elle ? Justifier.
- En s'aidant du document, écrire l'équation de la réaction nucléaire mise en œuvre dans la micro- bille du laser Mégajoule.
 - De quel type de réaction nucléaire s'agit-il ?
- Exprimer l'énergie libérée par cette réaction nucléaire en fonction des masses des noyaux et des particules mises en jeu.
 - Calculer cette énergie en joule et en mégaélectronvolt (MeV).