

**Exercice 1**

Une centrale électrique nucléaire à une puissance électrique de 1'200 [MW].

Elle convertit de la matière en énergie thermique, puis l'énergie thermique en énergie électrique.

Son rendement est de 33,3%.

1.1 Déterminer la quantité d'énergie électrique "produite" en une année.

1.2 Déterminer la masse de combustible nucléaire transformée en énergie thermique chaque année.

1.3 Sachant qu'en 2015, en Suisse, la consommation finale d'énergie a été de 838'360 térajoules et que la consommation finale d'énergie électrique a été de 25% de cette énergie, déterminer la masse de matière qu'il faut transformer en énergie électrique pour satisfaire la consommation Suisse d'électricité en une année.

Commenter la réponse !

Source : <http://www.bfe.admin.ch> C'est compliqué de retrouver le document depuis cette URL.

Chercher : "www.bfe.admin.ch/ statistique globale suisse de l'énergie" c'est plus simple.

---

**Exercice 2**

Puissance fournie par le Soleil sous forme de rayonnement =  $3,826 \cdot 10^{26}$  [W].

Le Soleil transforme donc chaque seconde une certaine quantité de matière en énergie pour fournir cette puissance.

2.1 Déterminer la diminution de masse du Soleil, en une année.

2.2 Sachant que le Soleil est âgé d'environ 4,5 milliards d'années et en supposant que la puissance qu'il a fournie n'a pas changé depuis sa naissance, quelle quantité de matière a-t-il transformé sous forme d'énergie depuis sa naissance.

◦ Quelle proportion de sa masse a été transformée en énergie depuis sa naissance ?

---

**Exercice 3**

Soit un électron ayant une énergie cinétique égale à 2,00 [MeV]. Déterminer :

3.1 Son énergie au repos, en [MeV].

3.2 Son énergie totale, en [MeV].

3.3 Sa quantité de mouvement donnée généralement en [MeV / c].

3.4 Un [MeV / c] en [kg · m / s].

◦ En déduire la quantité de mouvement de l'électron exprimé dans les unités du Système International.

3.5 L'intensité de sa vitesse.

---

**Exercice 4**

Au CERN, les protons sont accélérés à une vitesse égale à  $0,99999999 \cdot c$ . Déterminer :

4.1 L'énergie au repos d'un de ces protons, en [GeV].

4.2 Le rapport entre l'énergie cinétique d'un de ces protons sur son énergie au repos.

◦ Comprenez-vous que des collisions entre deux protons allant à cette vitesse en sens opposé puisse produire de la matière ?

---

**Exercice 5**

Le physicien allemand **Max Planck**, a démontré, au siècle dernier, que l'énergie d'un photon de fréquence  $\nu$  vaut :  $E = h \cdot \nu$ , où  $h = 6,62 \cdot 10^{-34}$  [J · s] s'appelle la constante de Plank.

5.1 Déterminer l'énergie en [eV] d'un photon "rouge" émis par un laser Hélium-Néon. La longueur d'onde de ce photon vaut 632,8 [nm].

5.2 Déterminer la quantité de mouvement de ce photon, en [eV / c].

◦ Comparez à celle de l'électron de l'exercice 3.

**Exercice 6**

Les chimistes expriment les liaisons atomiques en [kJ / mol].

Rappelons que l'énergie d'un photon de fréquence  $\nu$  vaut :  $E = h \cdot \nu$ , où  $h = 6,62 \cdot 10^{-34}$  [J · s]

6.1 Montrer que  $1$  [kJ / mol] = 0,0104 [eV] par liaison.

6.2 Montrer que si on exprime la longueur d'onde en [nm] et l'énergie en [eV], on a :  $E = \frac{1240}{\lambda}$ , où  $E$  est l'énergie d'un photon de longueur d'onde  $\lambda$ .

6.3 Sachant que l'énergie de liaison de deux atomes de Carbone est de 348 [kJ / mol] lorsque la liaison est simple, de 614 [kJ / mol] lorsque la liaison est double et de 839 [kJ / mol] lorsque la liaison est triple, exprimez ces liaisons en [eV] par liaison.

Source : [https://fr.wikipedia.org/wiki/Liaison\\_chimique](https://fr.wikipedia.org/wiki/Liaison_chimique)

6.4 Pour chacune des trois liaisons précédentes, déterminez la longueur d'onde d'un photon ayant l'énergie suffisante pour rompre la liaison.

6.5 Déduisez de ce qui précède, que la lumière visible n'est pas dangereuse du point de vue qu'elle ne permet pas de rompre une liaison atomique, mais que les rayons ultra-violetes peuvent être dangereux.

**Exercice 7** (inspiré par l'exercice 43, chapitre 28 du livre "PHYSIQUE" de Eugène Hecht.)

Le deutéron est le noyau de l'atome d'hydrogène lourd  ${}^2_1H$  formé par un proton et un neutron.

Énergie au repos du deutéron : 1'875,612 [MeV], sa masse =  $3,343584 \cdot 10^{-27}$  [kg]

Énergie au repos du proton : 938,272 [MeV]

Énergie au repos du neutron : 939,566 [MeV]

Il faut être précis dans les énergies indiquées, sinon le résultat final est faux.

7.1 Quelle est l'énergie nécessaire pour séparer ces deux particules ?

En d'autres termes, quelle est l'énergie libérée (sous forme d'énergie cinétique et de rayon  $\gamma$ ) quand un deutéron est formé à partir d'un neutron et d'un proton séparés ?

7.2 Si par fusion on forme 1,000 [kg] de deutéron, quelle quantité d'énergie récupère-t-on ?

7.3 Sachant que dans une tonne de pétrole, il y a :  $1 \text{ tep} = 4,19 \cdot 10^{10}$  [J] (tep = "tonne équivalent pétrole")  
À combien de tep correspond l'énergie calculée en 7.2 ?

**Exercice 8** (inspiré par l'exercice 47, chapitre 28 du livre "PHYSIQUE" de Eugène Hecht.)

L'hélium 3 est un atome  ${}^3_2He$  formé par deux protons et un neutron.

Énergie au repos d'un atome d'hélium 3 : 2'809,41 [MeV], sa masse =  $5,008237 \cdot 10^{-27}$  [kg]

Énergie au repos du deutérium  ${}^2_1H$  : 1'876,12 [MeV]

Énergie au repos du neutron  ${}^1_0n$  : 939,566 [MeV]

8.1 Lors de la réaction de fusion nucléaire :  ${}^2_1H + {}^2_1H \rightarrow {}^3_2He + {}^1_0n + \text{énergie}$

Quelle est l'énergie produite par cette fusion ?

8.2 Si par fusion on forme 1,000 [kg] d'hélium 3, quelle quantité d'énergie récupère-t-on ?

8.3 À combien de tep correspond l'énergie calculée précédemment ?

**Exercice 9** (inspiré par l'exercice 48, chapitre 28 du livre "PHYSIQUE" de Eugène Hecht.)

Une autre réaction de fusion nucléaire importante est :  ${}^2_1H + {}^3_1H \rightarrow {}^4_2He + {}^1_0n + \text{énergie}$

Énergie au repos d'un atome d'hélium 4  ${}^4_2He$  : 3'728,40 [MeV], sa masse =  $6,646482 \cdot 10^{-27}$  [kg]

Énergie au repos du deutérium  ${}^2_1H$  : 1'876,12 [MeV]

Énergie au repos du tritium ( ${}^3_1H$ ) : 2'809,43 [MeV]

Énergie au repos du neutron  ${}^1_0n$  : 939,566 [MeV]

9.1 Si par fusion on forme ainsi 1,000 [kg] d'hélium 4, quelle quantité d'énergie récupère-t-on ?