

ASPECTES BÀSICS DE LA FUSIÓ

Material didàctic
de FuseNet per a centres
d'educació secundària

Aquest document conté exercicis addicionals per acompanyar el «Mòdul 1: Aspectes bàsics de la fusió» del material didàctic de FuseNet per a centres d'educació secundària.

LLEGENDA:

* exercici introductori, exercici curt que requereix pocs o cap càlcul.

** exercici intermedi, pot requerir algun càlcul o reflexió més avançada.

*** exercici exigent, pot requerir càlculs o derivacions avançades.

CAPÍTOL 1

L'energia i el seu paper al món on vivim

* Exercici A.1

Quan parlem d'energia, la unitat més utilitzada continua sent el joule (J). Per poder-nos fer una millor idea de tot plegat, és important saber què és exactament un Joule.

(a) Busca a què correspon un joule en unitats del SI. Què vol dir això? Compara-ho amb les unitats de velocitat (m/s) i d'acceleració (m/s²).

(b) [Possibilitat de resposta múltiple] Quina de les següents opcions equival aproximadament a un joule d'energia?

- A. L'energia cinètica d'una pilota de tennis que es mou a 22 km/h
- B. L'energia necessària per aixecar una poma un metre del terra.
- C. L'energia necessària per encendre una bombeta d'un watt durant un segon.
- D. Totes les anteriors opcions són correctes.
- E. Cap de les anteriors opcions no és correcta, perquè un joule no es pot representar d'aquesta manera, ja que és un concepte massa abstracte.

(c) Quin creus que és el consum total d'energia del món? Busca el consum total d'energia del món en joules i compara'l amb la teva estimació. T'has quedat a prop?

* Exercici A.2

Busca quina és combinació energètica del teu país (quines fonts d'energia produeixen quin percentatge del subministrament total d'energia). Fixa't en les unitats i en el tipus d'energia que s'indica.

(a) On has trobat les dades? Com saps que les dades que has trobat són fiables? Explica per què hi confies.

(b) Quines unitats s'utilitzen a les dades?

La unitat més habitual d'energia és el **joule** (J), que equival a un Newton metre (Nm, en unitats del SI: $kg\ m^2\ s^{-2}$). L'energia es pot expressar en moltes unitats diferents. Dins el sector de l'energia se solen utilitzar els **quilowatts-hora** (kWh) o les **tones equivalents de petroli** (tep), ja que es tracta de grans quantitats d'energia. Per indicar quantitats majors (o menors) s'afegeixen

els corresponents prefixos; per exemple, MWh, GWh, Mtep (megawatts-hora, gigawatts-hora, milions de tones equivalents de petroli).

(c) Compara les unitats de joules (J), quilowatts-hora (kWh) i tones equivalents de petroli (tep). Quants joules són un kWh? Quants joules són un tona equivalent de petroli (tep)? Quants joules són un megatona equivalent de petroli (mtep)?

La majoria de les vegades s'utilitza **l'energia primària** per a aquesta mena de dades sobre l'energia.

(d) Què és l'energia primària?

(e) En la majoria dels països, els anomenats combustibles fòssils dominen el subministrament d'energia. Si comparem els diferents països i els percentatges, quina és l'aportació de les fonts renovables, com l'energia solar i l'eòlica?

(f) Prové una gran part de la combinació energètica de fonts sostenibles? I què passa amb les fonts renovables?

* Exercici A.3

(a) Fes una estimació de l'energia que es fa servir en una llar, una ciutat, un país i tot el món en joules.

(b) Fes una estimació de l'energia total utilitzada a la indústria i l'energia total que fa servir tota la població mundial.

Mira de trobar una font per a les preguntes a i b anteriors.

(c) Quines fonts han fet servir?

(d) Coincideix amb les teves respostes?

(e) Què observes?

CAPÍTOL 2

L'energia de les estrelles

* Exercici A.4

- (a) Quin tipus d'àtom es mostra a la figura 4 del llibre de l'alumnat? Busca per a què serveix aquest isòtop.
- (b) Fes un dibuix esquemàtic d'un àtom d'hidrogen similar al de la figura 4.
- (c) Fes un dibuix esquemàtic d'un àtom de deuteri similar al de la figura 4.
- (d) Fes un dibuix esquemàtic d'un àtom de triti similar al de la figura 4.
-

* Exercici A.5

Escala energètica: compara l'energia d'una xocolatina amb les següents fonts d'energia: gasolina, carbó, fissió i fusió. Pista: busca primer els factors de conversió entre calories, Kcal i joules.

** Exercici A.6

La fusió i la fissió són dos processos físics que produeixen enormes quantitats d'energia mitjançant reaccions nuclears. Aquesta energia s'origina a partir del defecte de massa que es produeix amb les reaccions nuclears.

El fet que un nucli pugui produir energia mitjançant la fissió o la fusió depèn de l'energia d'enllaç del nucli. A més, els nuclis amb una energia d'enllaç alta són més estables i els àtoms més pesats són més inestables.

- (a) Busca el significat de «fusió» i «fissió» al diccionari i explica la diferència entre els dos conceptes a nivell d'àtom.
- (b) Intenta descriure en termes d'energia d'enllaç per què els nuclis més pesats són més inestables.
- (c) Segons el gràfic, quin seria el punt de canvi de la fusió a la fissió? Pots explicar el perquè?
- (d) Basant-te en aquest gràfic, quin material esperaries que estigués present en grans quantitats a les estrelles més antigues?

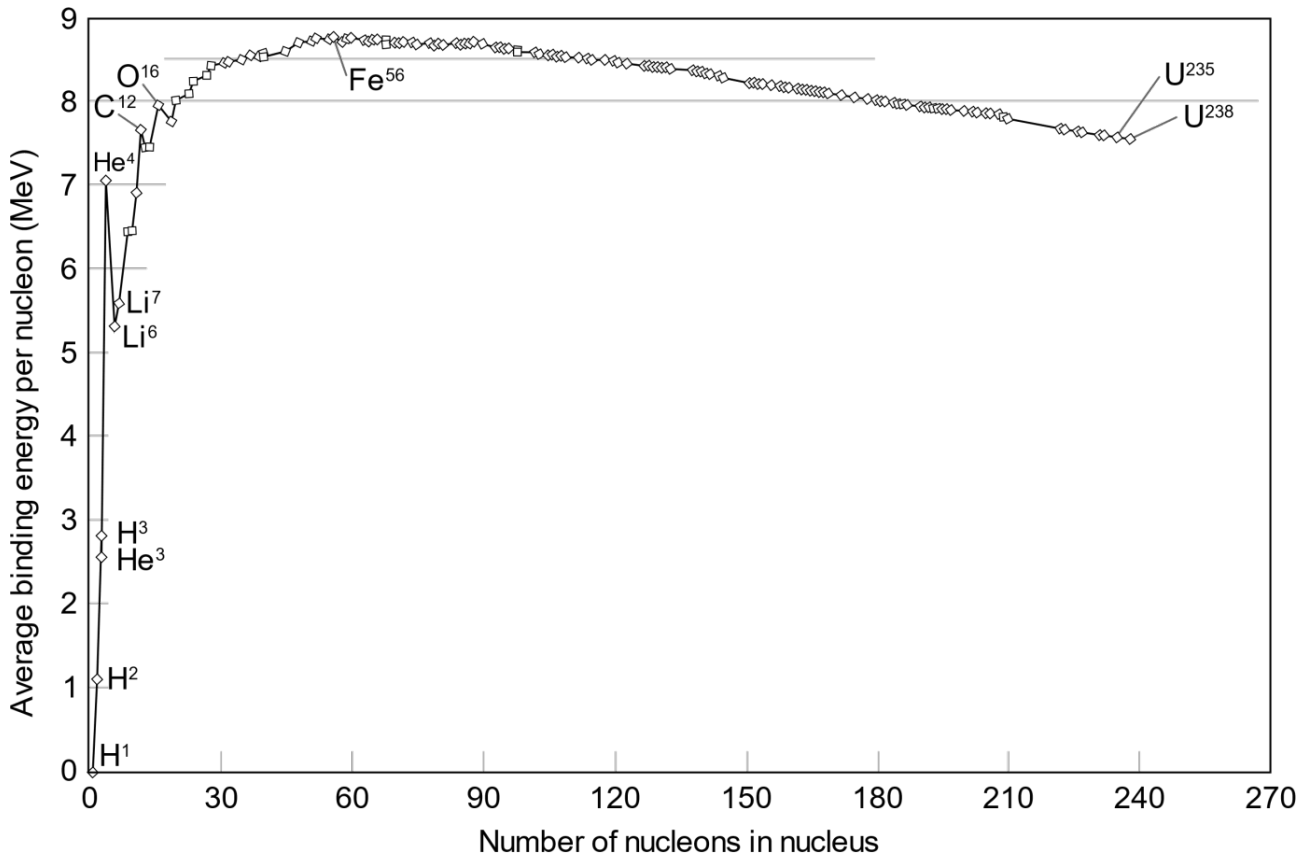


Figura: Energia d'enllaç mitjana per nucleó. Font: Wikimedia Commons

** Exercici A.7

(a) Calcula l'energia alliberada per defecte de massa, amb la fórmula d'Einstein, per a una reacció de fusió D-T.

(b) Calcula l'energia alliberada per defecte de massa, amb la fórmula d'Einstein, per a una reacció de fissió nuclear d'Urani 235.

*** Exercici A.8

Si comparem la temperatura al nucli del sol, la temperatura a la superfície del sol i la densitat del sol amb la temperatura i la densitat en un reactor de fusió a la Terra, per què la temperatura necessària en un reactor de fusió a la Terra és molt superior?

CAPÍTOL 3

Plasma, el quart estat de la matèria

* Exercici A.9

Un exemple molt conegut d'aplicació dels plasmes a la nostra vida són els televisors o les pantalles de plasma. Quina relació tenen aquests objectes «de plasma» amb un plasma físic com el que es descriu al capítol 3? Intenta esbrinar, consultant Internet, com funcionen els televisors de plasma i quina és la diferència entre un plasma físic i els televisors o pantalles de plasma.

** Exercici A.10

(a) Normalment els plasmes brillen. Però, per què ho fan? Explica-ho.

(b) Quan un plasma està totalment ionitzat, continua brillant? Raona la teva resposta.

CAPÍTOL 4

Construir un dispositiu de fusió

* Exercici A.11

Ara veurem com la combinació d'un camp magnètic toroidal i d'un camp magnètic poloidal forma un camp magnètic helicoidal. Segueix els següents passos:

- (a)** Dibuixa una fletxa (o un vector) en la direcció que vulguis.
- (b)** Dibuixa una altra fletxa (o vector) que comenci en un extrem de l'anterior, però que tingui una direcció diferent.
- (c)** Dibuixa una tercera fletxa que comenci a l'inici de la primera fletxa i acabi al final de la segona.

La tercera fletxa és el resultat de la suma (vectorial) de les dues primeres fletxes.

Si ara fem el mateix amb una fletxa (o vector) poloidal i una fletxa (o vector) toroidal, quin resultat obtenim?