www.sites.google.com/site/faresfergani
Fares_Fergani@yahoo.Fr

تمارين مقترحة

3AS U02 - Exercice 041

المحتوى المعرفي : دراسة تحولات نووية .

تاريخ آخر تحديث : 2015/04/20

نص التمرين : (***)

1- نعتبر تفاعل الاندماج التالي الذي يحدث في الشمس :

$$^{2}_{1}H + ^{3}_{1}H \rightarrow ^{4}_{2}He + ^{1}_{0}n$$

أ- أحسب الطاقة المحررة من تفاعل اندماج واحد .

ب- أحسب الطاقة المحررة أثناء تشكل غرام واحد من الهيليوم .

جـ- استطاعة الشمس هي $3.9 \cdot 10^{26}$ W . أحسب ضياع كتلة الشمس في الثانية .

د- تقدر كتلة الشمس بـ $1.99 \cdot 10^{30}$ kg و عمرها 4.6 مليار سنة ، بافتراض أن الطاقة المحررة ثابتة منذ نشأتها . أحسب الكتلة التي فقدتها حتى اليوم .

هـ- ما هي النسبة المئوية لهذه الكتلة المفقودة بالنسبة إلى الكتلة الكلية للشمس ؟

2- - إن التفاعلات النووية الثلاثة لدورة بروتون- بروتون هي :

$$^{1}_{1}H + ^{1}_{1}H \rightarrow ^{2}_{1}H + \beta^{+}$$

$$^{2}_{1}H + ^{1}_{1}H \rightarrow ^{3}_{2}He$$

$$^{3}_{2}He + ^{3}_{2}He \rightarrow ^{4}_{2}He + 2^{1}_{1}H$$

أ- أكتب المعادلة النووية الإجمالية لهذه الدورة .

ب- أحسب بـ MeV الطاقة المحررة خلال هذه الدورة .

4- نجد كذلك أنوية الكربون في النجمة . تستخدم هذه الأنوية كنقطة انطلاق لسلسلة أخرى من التفاعلات النووية . هذه السلسلة من التفاعلات تشكل دورة مغلقة تدعى CNO و هي مكونة من ستة تفاعلات نووية . إن الكربون $^{12}_{6}C$ الذي يستخدم كمتفاعل ابتدائي ، يظهر مرة أخرى في نهاية الدورة ، عندما تتشكل نواة الهيليوم He .

أ- أتمم التفاعلات النووية الستة التي تحدث في هذه الدورة .

$$^{12}_{....}C + ... \rightarrow ^{13}_{7}N$$

$$^{13}_{....}N \rightarrow ^{13}_{...}C + ...$$

$$^{13}_{....}C + ... \rightarrow ^{14}_{7}N$$

$$^{14}_{....}N + ... \rightarrow ^{15}_{8}O$$

$$^{15}_{....}O \rightarrow ^{15}_{...}N + ...$$

$$^{15}_{....}N + ^{1}_{1}H \rightarrow ^{12}_{...}C + ...$$

ب- أثبت أن الحصيلة الكلية لهذه الدورة مساوية لحصيلة دورة بروتون - بروتون المذكورة في السؤال السابق .

المعطيات :

$m(^{1}_{1}H) = 1.0073\,u$ ، $m(^{2}_{1}H) = 2.0136\,u$ ، $m(^{3}_{1}H) = 3.0155\,u$

$m(e) = 0{,}000548\,u$ ، $m(n) = 1.00866\,u$ ، $m(^{4}_{2}He) = 4.0015\,u$

$1an = 365.25$ jours ، $c = 3 \cdot 10^{8}$ m/s ، $1u = 931.5$ MeV/C^2

حل التمرين

1- أ- الطاقة المحررة من تفاعل إندماج واحد :

$$E_{lib} = (m(^2_1H) + m(^3_1H) - m(^4_2He) - m(n)) c^2$$
$$E_{lib} = (2.0136 + 3.0155 - 4.0015 - 1.00866) . 931.5 = 17.64 \text{ MeV}$$

ب-الطاقة المحررة أثناء تشكل 1 g من الهيليوم :

نحسب عدد أنوية الهيليوم في 1 g من الهيليوم .

$$\frac{N(He)}{N_A} = \frac{m(He)}{M} \rightarrow N(He) = \frac{N_A . m(He)}{M}$$

$$N(He) = \frac{6.02 . 10^{23} . 1}{4} = 1.505 . 10^{23}$$

إذا كانت E'_{lib} هي الطاقة المحررة عند تشكل 1g من الهيليوم يكون :

$$E'_{lib} = 1.505 . 10^{23} E_{lib}$$
$$E'_{lib} = 1.0505 . 10^{23} . 17.64 = 2.65 . 10^{24} \text{ MeV}$$

جـ- ضياع الكتلة من الشمس في الثانية :

استطاعة الشمس هي الطاقة التي تقدمها (تحررها) الشمس في الثانية بالجول و هذه الطاقة يوافقها نقص في الكتلة قدره :

$$E_{lib} = \Delta m \, c^2 \rightarrow \Delta m = \frac{E_{lib}}{c^2}$$

$$\Delta m = \frac{3.9 . 10^{26}}{(3 . 10^8)^2} = 4.33 . 10^9 \text{ kg}$$

و هي الكتلة التي تضيعها الشمس في الثانية .

د- الكتلة التي فقدتها الشمس إلى غاية اليوم :

وجدنا سابقا أن الشمس تضيع في الثانية الواحدة $4.33 . 10^9$ kg من كتلتها و عليه خلال 4.6 مليار سنة أي ($4.6 . 10^9$ ans) تضيع الكتلة التالية :

$$\Delta m' = 4.33 . 10^9 . 4.6 . 10^9 . 365.25 . 24 . 3600 = 6.28 . 10^{26} \text{ kg}$$

هـ- النسبة المئوية للكتلة المفقودة بالنسبة إلى الكتلة الكلية للشمس :

إذا اعتبرنا هذه النسبة هي P يكون :

$$P = \frac{6.28 . 10^{26}}{1.99 . 10^{30}} . 100 = 0.03 \%$$

2- أ- المعادلة الإجمالية :

بضرب طرفي المعادلة الأولى في (2) و طرفي المعادلة الثانية في (2) و طرفي المعادلة الثالثة في (1) ثم نجمع المعادلات الناتجة طرف إلى طرف لاختزال ما يمكن اختزاله نجد :

$$\left({}_1^1H + {}_1^1H \rightarrow {}_1^2H + \beta^+\right) \times 2$$

$$\left({}_1^2H + {}_1^1H \rightarrow {}_2^3He\right) \times 2$$

$${}_2^3He + {}_2^3He \rightarrow {}_2^4He + 2{}_1^1H$$

$$4{}_1^1H \rightarrow {}_2^4He + 2\,{}_{+1}^0e + 2\gamma$$

ب- الطاقة المحررة خلال هذه الدورة :

$$E_{lib} = \left(4m({}_1^1H) - m({}_2^4He) - 2m(e)\right)C^2$$

$$E_{lib} = \left((4.1.0073) - 4.0015 - (2.0.000548)\right).931.5 = 24.8\ MeV$$

3- أ- إتمام المعادلات :

$${}_6^{12}C + {}_1^1H \rightarrow {}_7^{13}N$$

$${}_7^{13}N \rightarrow {}_6^{13}C + {}_{+1}^0e$$

$${}_6^{13}C + {}_1^1H \rightarrow {}_7^{14}N$$

$${}_7^{14}N + {}_1^1H \rightarrow {}_8^{15}O$$

$${}_8^{15}O \rightarrow {}_7^{15}N + {}_{+1}^0e$$

$${}_7^{15}N + {}_1^1H \rightarrow {}_6^{12}C + {}_2^4He$$

ب- الحصيلة الكلية لهذه الدورة :

بجمع المعادلات طرف إلى طرف و بعد الاختزال نجد في النهاية :

$$4\,{}_1^1H \rightarrow {}_2^4He + 2\,{}_{+1}^0e$$

إذن الحصيلة الكلية لهذه الدورة مساوية لحصيلة الدورة بروتون - بروتون المذكورة في السؤال السابق .