

www.sites.google.com/site/faresfergani  
Fares\_Fergani@yahoo.Fr

## تمارين مقترحة

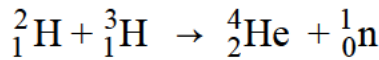
### 3AS U02 - Exercice 041

المحتوى المعرفي : دراسة تحولات نووية .

تاريخ آخر تحديث : 2015/04/20

#### نص التمرين : (\*\*\*)

1- نعتبر تفاعل الاندماج التالي الذي يحدث في الشمس :



أ- أحسب الطاقة المحررة من تفاعل اندماج واحد .

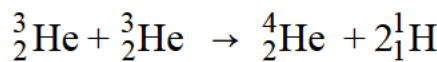
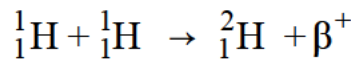
ب- أحسب الطاقة المحررة أثناء تشكل غرام واحد من الهيليوم .

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

د- تقدر كتلة الشمس بـ  $1.99 \cdot 10^{30} \text{ kg}$  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 :



أ- أكتب المعادلة النووية الإجمالية لهذه الدورة .

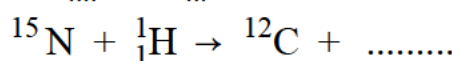
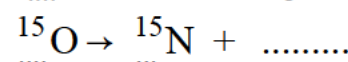
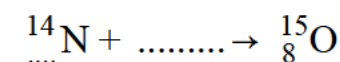
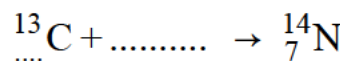
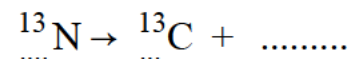
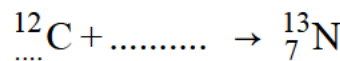
ب- أحسب بـ MeV الطاقة المحررة خلال هذه الدورة .

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  ${}^{12}_6\text{C}$

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 .



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

المعطيات :  $m({}^1_1\text{H}) = 1.0073 \text{ u}$  ،  $m({}^2_1\text{H}) = 2.0136 \text{ u}$  ،  $m({}^3_1\text{H}) = 3.0155 \text{ u}$

$m(e) = 0,000548 \text{ u}$  ،  $m(n) = 1.00866 \text{ u}$  ،  $m({}^4_2\text{He}) = 4.0015 \text{ u}$

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

## حل التمرين

1- أ- الطاقة المحررة من تفاعل اندماج واحد :

$$E_{\text{lib}} = (m({}_1^2\text{H}) + m({}_1^3\text{H}) - m({}_2^4\text{He}) - m(n)) c^2$$

$$E_{\text{lib}} = (2.0136 + 3.0155 - 4.0015 - 1.00866) \cdot 931.5 = 17.64 \text{ MeV}$$

ب- الطاقة المحررة أثناء تشكل 1 g من الهيليوم :  
نحسب عدد أنوية الهيليوم في 1 g من الهيليوم .

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

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

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

$$E'_{\text{lib}} = 1.505 \cdot 10^{23} E_{\text{lib}}$$

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

ج- 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 :

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

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

و هي الكتلة التي تضيعها الشمس في الثانية .

د- الكتلة التي فقدتها الشمس إلى غاية اليوم :

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

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

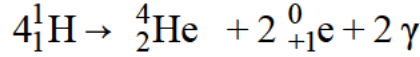
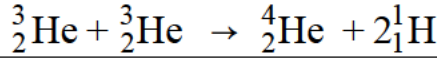
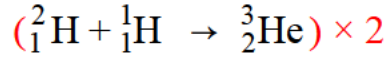
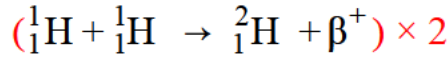
هـ- النسبة المئوية للكتلة المفقودة بالنسبة إلى الكتلة الكلية للشمس :

إذا اعتبرنا هذه النسبة هي P يكون :

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

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 :

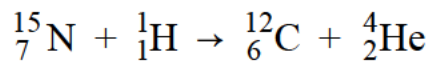
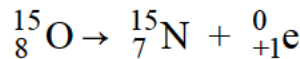
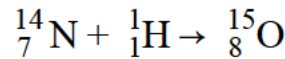
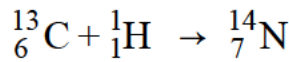
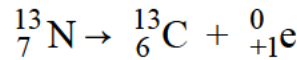
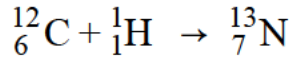


ب- الطاقة المحررة خلال هذه الدورة :

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

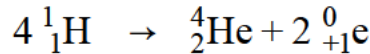
$$E_{\text{lib}} = ((4 \cdot 1.0073) - 4.0015 - (2 \cdot 0.000548)) \cdot 931.5 = 24.8 \text{ MeV}$$

3- أ- إتمام المعادلات :



ب- الحصيلة الكلية لهذه الدورة :

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



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