ثانوية وادي الذهب التأهيلية — فرض محروس في العلوم الفيزيائية 2فك2 — 2010-01-13 — المدة الزمنية: 2 س

التنقيط

I- الفيزياء (13نقطة)

هل يمكن التحكم في تفاعل الاندماج النووي؟

1- مصدر الطاقة الشمسية

بقي مصدر الطاقة المنبعثة من الشمس من الأسرار المحيرة إلى غاية 1920 ، حيث أقر كل من فرانسيس وليام أستون و أرثور إدينتون أنها ناتجة عن اندماج نوى الهيدروجين ^1_1H المكون الرئيسي للشمس. نعبر عن هذا التفاعل بالمعادلة الحصيلة التالية:

$$4\,^1_1H \rightarrow {}^4_2He + 2\,^0_1e$$

0.75ن 1-1) حدد عدد وطبيعة مكونات النويدتين ^1_1H و ^4_2He.

0.75ن 1-2) أثبت أن قيمة الطاقة المحررة خلال اندماج 4 نويدات هيدروجين ^1_1H هي: $|\Delta E| = 4.10^{-12}\ j$. (أنظر المعطيات أسفله)

1ن 1-3) علما أن كتلة الشمس في بداية نشأتها هي $M_S=2.10^{30}$ kg وأن 10% من هذه الكتلة تتكون من الهيدروجين ^1_1H، الذي تسمح درجة حرارته للإندماج الذي هو المصدر الرئيسي للطاقة الشمسية، بين أن الطاقة الكلية الناتجة عن اندماج كمية الهيدروجين كلها هي $E_T \approx 10^{44}$j .

0.75ن 1-4) تمكن بعض الفيزيائيين من خلال قياس الطاقة التي تستقبلها الأرض من الشمس، أن يتوصلوا إلى تحديد قيمة الطاقة المحررة من طرف الشمس خلال سنة واحدة، وهي $E_S=10^{34}$j . استنتج المدة الزمنية اللازمة لكي تستهلك الشمس مجموع احتياطها من الهيدروجين.

2- المشروع الدولي لمفاعل الاندماج النووي(ITER)

إن هدف هذا المشروع هو تحقيق شروط إنجاز تفاعل الاندماج النووي المتحكم فيه من أجل إنتاج الطاقة لأغراض سلمية. ويعتبر هذا الهدف من التحديات الكبرى على المستوى العلمي والتكنولوجي لتوفير مصادر بديلة للطاقة. وهذا إن تحقق سيجنب الإنسانية العواقب الناجمة عن اضمحلال المصادر التقليدية للطاقة، وخاصة النفط حيث من المتوقع أن ينفد احتياطه العالمي في غضون 50 سنة المقبلة. يبقى احتمال إنجاز هذا التفاعل على كوكب الأرض باستعمال الهيدروجين على غرار ما يحدث داخل الشمس، ضعيفا إلى أبعد الحدود. غير أن الفيزيائيين توصلوا إلى إمكانية تحقيقه باستعمال نظيري الهيدروجين: الدوتيريوم ^2_1H والتريتيوم ^3_1H عند درجة الحرارة تقارب 100 مليون درجة. معادلة هذا التفاعل هي: $^2_1H + {}^3_1H \rightarrow {}^4_2He + {}^1_0n$

نعطي:

	نوترون	هيليوم	تريتيوم	دوتيريوم
الرمز	$^1_0$n	$^4_2$He	$^3_1$H	$^2_1$H
الكتلة ب u	1,00866	4,00150	3,01550	2,01355

$1u = 1{,}66054 \times 10^{-27}$ kg.
m_e=0,00055u (كتلة الإلكترون)
m_p=1,00728u (كتلة البروتون)
$1\ MeV = 1{,}602 \times 10^{-13}$ J
$c = 2{,}998 \times 10^8\ m.s^{-1}$

0.5ن 2-1- ماذا نقصد بالاندماج النووي؟

0.75ن 2-2- باعتبار أن المجموعة قبل الاندماج تتكون من نويدة الدوتيريوم وأخرى للتريتيوم، وبعد الاندماج تتكون من الدقائق الناتجة، أحسب بوحدة الكتلة الذرية كتلة المجموعة قبل وبعد الاندماج. ماذا تستنتج من خلال مقارنة قيمتي الكتلتين.

1ن 2-3- أحسب بالجول ثم ب Mev الطاقة المحررة خلال اندماج نويدة الدوتيريوم ^2_1H ونويدة التريتيوم ^3_1H

0.75ن 2-4- تحقق من أن عدد النويدات الموجودة على التوالي في 1g من الدوتيريوم و1,5g من التريتيوم هو حوالي 3.10^{23} نويدة.

0.75ن 2-5- استنتج ب Mev ثم بالجول الطاقة الناتجة عن اندماج 1g من الدوتيريوم و1,5g من التريتيوم في مفاعل ITER .

1.25ن 2-6- إذا علمت أن احتراق 1kg من النفط يعطي طاقة 42.10^6j ، أحسب كتلة النفط اللازمة للحصول على كمية الطاقة الناتجة عن الاندماج السابق. ماذا تستنتج؟

1.5ن 2-7- في مفاعل نووي تقليدي ينتج عن انشطار 1g من اليورانيوم طاقة قدرها $7{,}56.10^{10}$j. كيف تبرر اعتماد مفاعل الاندماج عوض مفاعل الانشطار لإنتاج الطاقة في المستقبل المنظور.

3- بعض المعطيات حول التريتيوم ^3_1H

خلافا للدوتيريوم الموجود بكميات مقبولة في مياه البحر فإن التريتيوم يعد من العناصر النادرة على كوكب الأرض. وهو يستخلص من الليثيوم ^6_3Li بعد قذفه بواسطة نوترونات. بالإضافة إلى التريتيوم، نحصل على نويدة $^A_Z X$.

0.5ن 3-1- أكتب معادلة هذا التفاعل النووي. ما طبيعة النويدة $^A_Z X$ ؟

0.5ن 3-2- علما أن التريتيوم إشعاعي النشاط β^- وينتج عنه أحد نظائر الهيليوم، أعط معادلة هذا التحول النووي.

0.5ن 3-3- يعطي المبيان الممثل في الوثيقة أسفله عدد نويدات التريتيوم المتبقية في كل لحظة في عينة من التريتيوم.

3-3-1- أعط تعريف عمر النصف $t_{1/2}$ لعينة مشعة.

www.riyadiyat

0.75ن 3-3-2- أوجد مبيانيا قيمة $t_{1/2}$ واستنتج قيمة الثابتة الإشعاعية λ للتريتيوم.

1.5ن 3-3-3- من بين المتطلبات الملحة لمشروع ITER الإبقاء على تفاعلات الاندماج بداخل المفاعل لمدة لا تقل عن 1000 ثانية. أحسب عدد ثم كتلة النويدات ^3_1H المتبقية في العينة السابقة بعد مرور 1000 ثانية. ماذا تستنتج بصدد تأثير التفتت التلقائي للتريتيوم على تفاعل الاندماج بداخل المفاعل النووي ITER ؟

II- الكيمياء (7 نقط)

إن الأسبرين هو الدواء الأكثر استهلاكا على المستوى العالمي. يباع في الصيدليات على شكل أقراص عادية، أو أقراص فائرة، أو مسحوق قابل للذوبان. يعتبر حمض الأسيتيلساليسيليك عنصره الفعال . نرمز له اختصارا ب HA ولقاعدته المرافقة، أيون أسيتيلساليسيلات، ب A^- .

الأيونات	H_3O^+	A^-
λ ب $mS.m^2.mol^{-1}$	35,0	3,6

نعطي الموصليات المولية الأيونية عند درجة الحرارة 25°C

نذيب كتلة m من الحمض الخالص في الماء لنحضر حجما $V_S = 500\ mL$ من محلول S، تركيزه المولي من المذاب هو: $c_S = 5,55 \times 10^{-3}\ mol.L^{-1}$.

1- دراسة المحلول بواسطة قياس pH

0.5ن 1-1- يعطي قياس pH المحلول S عند التوازن القيمة $2,9$ عند درجة الحرارة 25°C.
أحسب التركيز المولي لأيونات H_3O^+ في المحلول.

0.5ن 1-2- أكتب معالة التفاعل الذي حدث بين الحمض HA والماء.

1.5ن 1-3- باستعانتك بالجدول الوصفي للتحول، أوجد قيمة التقدم النهائي x_f . استنتج نسبة التقدم النهائي τ لهذا التفاعل.

0.5ن 1-4- هل التفاعل كلي أم غير كلي؟ علل جوابك.

2- تحديد ثابتة التوازن للتفاعل بقياس الموصلية

يشير جهاز قياس الموصلية إلى القيمة $\sigma = 44\ mS.m^{-1}$ بالنسبة للمحلول S ،عند درجة الحرارة 25°C .

1ن 2-1- أعط تعبير التقدم النهائي x_f للتفاعل بدلالة الموصلية σ والموصليات المولية للأيونات H_3O^+ و A^- والحجم V_S للمحلول. أحسب قيمته.

1.5ن 2-2- أحسب عند التوازن، تراكيز الأنواع التالية في المحلول S : H_3O^+ و A^- و HA .

0.5ن 2-3- حدد قيمة ثابتة التوازن للتفاعل.

3- مقارنة دقة التقنيتين المستعملتين: قياس pH و قياس الموصلية

يعطي جهاز pH-متر قيمة pH المحلول S ب $0,1$ وحدة من pH تقريبا. أما جهاز قياس الموصلية فيعطي قيمة الموصلية ب $1\ mS.m^{-1}$ تقريبا.
وعليه فإن قيمة pH المحلول S تنحصر ما بين 2.8 و3.0 ، وقيمة موصليته ما بين $43\ mS.m^{-1}$ و $45\ mS.m^{-1}$.

1ن يعطي الجدول أسفله قيم التقدم النهائي للتفاعل الموافقة لمختلف قيم pH وموصلية المحلول S. حدد معللا جوابك الطريقة الأكثر دقة من بين الطريقتين السابقتين.

	$pH = 2,8$	$pH = 3,0$	$\sigma = 43\ mS.m^{-1}$	$\sigma = 45\ mS.m^{-1}$
x_f (mol)	$7,9 \times 10^{-4}$	$5,0 \times 10^{-4}$	$5,6 \times 10^{-4}$	$5,8 \times 10^{-4}$