تكافؤ المادة والطاقة

مجسم لمعادلة أينشتاين الشهيرة في برلين

ط = ك.س² (بالإنجليزية : **E=mc²**) أي إن حاصل ضرب الكتلة في مربع سرعة الضوء يساوي طاقته

وهي أشهر المعادلات الفيزيائية في القرن العشرين، وتمثل هذه المعادلة إحدى نتائج نظرية النسبية الخاصة لأينشتاين، وقد أدت تلك المعادلة فيما بعد إلى اكتشاف الطاقة النووية، واستغلت أول ما استغلت في صناعة القنبلة الذرية التي ألقيت على مدينة هيروشيما وأخرى على ناجازاكي باليابان خلال الحرب العالمية الثانية وانتهت الحرب بسببهما. فكثير من الناس كان لا يصدقون بأن لنواة العناصر طاقة كبيرة بهذا القدر. ولو فكرنا قليلا بأن نضرب كتلة أي جسم أمامنا في سرعة الضوء لوجدنا طاقة هائلة، وسوف نتعجب عما يملكه أي جسم من طاقة حيث أن كتلة جسم صغير تنتج طاقة كبيرة.

وقد بينت التجارب العلمية أن كتلة نواة الذرات تقل عن كتلة مجموع مكوناتها (أي مجموع كتل البروتونات والنيوترونات) والفرق في هذه الكتل يتحول إلى طاقة وهذه الطاقة هي التي تسمح بترابط مكونات نواة الذرة. وقد استطاع العلماء تحرير هذه الطاقة عن طريق شطر أنوية الذرات.

وتستغل الطاقة النووية في عصرنا الحاضر في إنتاج الطاقة الكهربائية في المفاعلات النووية والتي تعمل اليورانيوم كوقود ذري. ويعتبر اليورانيوم−235 هو الوقود الذري، إلا أن وجوده في خام اليورانيوم قليل (يوجد في الخام بنسبة 7و0 %). ولكي يصلح لتشغيل المفاعلات النووية لا بد من تخصيبه إلى درجة 5و3 %.وخلال التفاعل النووي في المفاعل تنقسم نواة اليورانيوم−235 وتنطلق قوى الربط على هيئة حرارة نستغلها في تسخين الماء وتكوين بخار ماء ذو ضغط عال (نحو 400 ضغط جوي) ويدير هذا البخار توربين الذي يدير بدوره المولد الكهربائي، وبذلك نحصل على الطاقة الكهربائية من الطاقة النووية.

وهناك نوع آخر من التفاعلات النووية أكثر إنتاجية للطاقة وهي تفاعل الاندماج النووي وفيها يلتحم 4 ذرات للهيدروجين ليكونوا نواة ذرة الهيليوم وتنطلق فرق قوة الرباط على هيئة طاقة حرارية. وخلال تلك العملية يتحول اثنان من البروتونات إلى نيوترونين فتصبح نواة الهيليوم بها 2 بروتونات و 2 نيوترونات، وهي أشد الأنوية جميعا في صلابتها وتماسكها.

١ مثال عملي

تنص معادلة اينشتاين على:

$$E = m \cdot c^2$$

حيث:

Eالطاقة جول

mالكتلة كيلوجرام

cسرعة الضوء في الفراغ متر/ثانية

إذا حسبنا تلك المعادلة ل 1 جرام من المادة، وبمعرفة أن سرعة الضوء 299,792,458 متر/ثانية نحصل على النتيجة :

9.0×10^{13} جول/جرام

وهذه الطاقة تعادل :

90 مليون مليون جول

أو 24.9 مليون كيلوات-ساعة

أو 21.5 مليون مليون سعر حراري

أو 21.5 ألف طن TNT

تلك هي طاقة 1 جرام من المادة (أي مادة) المكافئة لنحو 20 مليون كيلوواط ساعي. وتعلمنا ذلك من النظرية النسبية الخاصة لأينشتاين التي صاغها عام 1905 وكان في الخامسة والعشرين من عمره.

٢ أمثلة أخرى

رأينا أن تكافؤ المادة والطاقة يعتمد على سرعة الضوء طبقا لمعادلة أينشتاين وهي سرعة كبير جدا جدا وتبلغ 300.000 كيلومتر في الثانية . لذلك فإن زيادة كتلة جسم نقوم بتسخينه تكون صغيرة جدا جدا لا نلاحظها . فمثلا عندما نسخن 1 طن من الماء من درجة الصفر إلى درجة الغليان يقوم ذلك بزيادة كتلة الماء نحو 1/5.000.000 جرام.

- وإذا حرقنا 1 طن من الفحم في مكان مغلق فإن المواد الناتجة من الاشتعال تكون أخف من المواد المشتركة في الاحتراق بعد تبريده نحو 1/3000 جرام . و نقص الكتلة هذا الذي صاحب عملية أحتراق الفحم تكونت منه الحرارة الناتجة .
- وعلم الفيزياء الحديث يعرف حالات تتغير كتلة الأجسام فيها تغيرا كبيرا نسبيا ، فمثلا عند اصطدام انوية الذرات مع بعضها البعض

وتتكون منها نواة ذرية كبيرة . فعند تصادم نواة ذرة الليثيوم مثلا بنواة ذرة الهيدروجين فتتكون منهما نواتين من الهيليوم فإنها تفقد 1/400 من مجموع كتلتهم الأصلية .

- وقد حسبنا أعلاه أن 1 جرام من المادة يكافئ 25.000.000 كيلواط ساعي . لذلك فعند تحول الليثيوم والهيدروجين إلى هيليوم تنتج كمية من الطاقة قدرها 25.000.000 ÷ 400 = 60.000 كيلوواط ساعي.
- تصدر الشمس طاقة ناشئة عن تحول المادة بمعدل 4.26 مليون طن/الثانية (تعادل 3.846×10^{26} وات).

٣ أنظر أيضا

- تفاعل نووي
- اندماج نووي
- الشمس

في كومنز صور وملفات عن: تكافؤ المادة والطاقة

٤ مصادر النص والصور، والمساهمون والتراخيص

١.٤ النص

- **تكافؤ المادة والطاقة** المصدر: http://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%AA%D9%83%D8%A7%D9%81%D8%A4%20%D8%A7%D9%84%D9%85%D8%A7%D8%AF%D8%A9%20%D9%88%D8%A7%D9%84%D8%B7%D8%A7%D9%82%D8%A9?oldid=14769221 المساهمون: Chaos، MK، محمد عبد الغني، Meno25، Alnokta، JhsBot، Thijs!bot، JAnDbot، محمد أحمد عبد الفتاح، LordAnubisBOT، AlnoktaBOT، ترجمان05، Ciphers، AkhtaBot، Alexbot، Romanov، MenoBot، Jobas، AlleborgoBot، Le Pied-bot، Sami Lab، OKBot، Atheerkt، TXiKiBoT، SieBot، VolkovBot، WikiDreamer Bot، Numbo3-bot، LaaknorBot، Luckas-bot، Nallimbot، CipherBot، ArthurBot، NobelBot، Mnmngb، Xqbot، RibotBOT، RedBot، EmausBot، ZéroBot، Alsahlisaleh، CocuBot، MerlIwBot، ElphiBot، Mn-imhotep، ZkBot، Addbot، Alibenhussein و مجهولون: 14

٢.٤ الصور

- **ملف:Commons-logo.svg** المصدر: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/4a/Commons-logo.svg الترخيص: Public domain المساهمون: This version created by Pumbaa, using a proper partial circle and SVG geometry features. (Former versions used to be slightly warped.) الفنان الأصلي: SVG version was created by User:Grunt and cleaned up by 3247, based on the earlier PNG version, created by Reidab.
- **ملف:Relativity3_Walk_of_Ideas_Berlin.JPG** المصدر: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/49/Relativity3_Walk_of_Ideas_Berlin.JPG الترخيص: CC BY 2.5 المساهمون: عمل شخصي الفنان الأصلي: Lienhard Schulz

٣.٤ ترخيص المضمون

- Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0