سر حرارة الكواكب

نظرية جديدة

مقدار الطاقة المنطلقة

الشمس ، وكل النجوم ، آلات مولدة للحرارة. تستمد الطاقة من مصدر داخلي ثم تحولها حرارة وتطلقها في الفضاء فتذهب بلا رجعة على ما نعلم او على ما نستطيع ان نتصور. وسرعة هذا الفعل اشد من ان يدركها عقل تعوّد المقاييس والمعايير الكبيرة. واذا حاولنا ان نصفها بألفاظ هندسية ، نبتت محاولتنا عن القصد . ولكن اذا تذكرنا ان نظرية النسبية تقضي بأن الحرارة ، كشكل من اشكال الطاقة ، لها وزن نستطيع قياسهُ ، صحَّ ان نقول رطل من الحرارة كما نقول رطل من اللحم . ولكنّ رطل الحرارة قدر عظيم جدًّا يكفي لتحويل ٣٠ مليون طن من الصخر البارد الى لابة متوهجة اذا استطعنا استعماله كلهُ ، او هو كاف لتجهيزنا بقوة مليوني حصان مدة سنةٍ تقريباً . ومع ذلك فالشمس تشع ٤٢٠٠ ٠٠٠ طن من الحرارة كل ثانية . وما زالت تفعل ذلك من الف مليون سنة او اكثر . فما هو المصدر الذي تستمدّ منهُ الشمس هذه الطاقة العظيمة التي لا تكاد تنفد ؟ وللقرار عند العلماء اننا لا نعرف فعلاً كيماويًّا على الارض يستطيع ان يولد جزءًا من مليون جزء من هذه الطاقة ، وان الطاقة الجاذبية التي تنطلق من الشمس بانكماشها ، لا تعلل الاّ بضعة اجزاء في المائة منها . فلابدّ من حدوث شيء في مادة الشمس — في الذرّات التي تتركب منها — يجعلها تفقد من مجموع كتلتها ٤ ٢٠٠ ٠٠٠ طن في الثانية . فاما ان الذرّات تتلاشى او ان طوائف كبيرة منها تتحوّل تحولاً ينقص مجموع كتلتها

قمعر البناء والانحلال

وكلا الفعلين ممكن بحسب قواعد علم الطبيعة الحديث . فمن المستطاع ، في أحوال معينة وان كانت نادرة ، ان يلتقي بروتون والكترون فيلاشي احدهما الآخر ، فاركين شرارة من الاشعاع حاملة الطاقة التي تمثل مجموع كتلتيهما المتلاشيتين . وهكذا تستطيع النجوم ان تمضي في تلألئها المتناقص بفناء مادتها . واما الفعل الآخر فهو نقيض ذلك — وهو البناء والتركيب. فذرة الايدروجين ، وهي أخف ذرّات العناصر وأبسطها تركيباً مبنية من بروتون واحد

والكترون واحد . وأما ذرات العناصر الاخرى — وهي اثقل منها وزناً — فمبنية من نواة والكترونين او اكثر ، والنواة مؤلفة من بروتونات والكترونات متحدة على وجه لم يُفهَم بعدُ . وعدد الالكترونات في النواة وحولها يعادل عدد البروتونات في النواة ، فكأن ذرّات العناصر الثقيلة مبنية من ذرات ايدروجين . ولكن وزن النواة في العناصر الثقيلة يفوق دائماً وزن العدد المقابل من ذرات الايدروجين . اي انهُ في اثناء اتحاد بضع ذرّات ايدروجين لتكوين ذرة عنصر ثقيل يفنى جانب من وزنها في الاتحاد . فأين ذهب ؟ المنتظر انهُ تحوّل اشعاعاً !

فاذا كنا نستطيع ان نحوّل رطلاً من الايدروجين الى ذرّات عناصر ثقيلة ، انطلقت في اثناء العمل طاقة قدرها مائة الف حصان مدة ستة اسابيع . واذا كانت الشمس مركبة اصلاً من الايدروجين فتحوّله المستمر الى ذرات عناصر ثقيلة يكفي ان يجعل ضوء الشمس ما هو الآن مائة الف مليون سنة . واذا كان احد هذين الفعلين — فعل التلاشي وفعل بناء الذرّات الثقيلة من ذرات الايدروجين — جارياً في الشمس فالمنتظر ان كتلتها وضياءها لا ينقصان إلاّ قليلاً جداً في مدى الزمن الجيولوجي — اي من حين جمدت سيّاراً — وعلماء الطبيعة الفلكية يسلمون باحتمال احد هذين الفعلين او كليهما معاً

ولكن تفصيل ذلك ظلّ غامضاً الى عهد قريب . فنحن نعلم ان الذرات ، في احوال عادية ، هي اشياء مستترة البناء ، صعبة التحويل . نعم ان ذرّات العناصر المشعة تنفتت من تلقاء ذاتها : فتطلق طاقة كبيرة في حد ذاتها ؛ الاّ انها ضئيلة جداً ازاء الطاقة التي تتولد من بناء ذرات عناصر ثقيلة من ذرات الايدروجين . ولكن العناصر المشعة قليلة على الارض ونادرة في الشمس حتى لا تظهر خطوطها في طيفها . فالحرارة التي يمكن استخراجها من كل المصادر التي في داخل الارض ضئيلة جداً والاّ كان ما يشعّ منها كافياً لجعل الارض تتألق حمرة

استطراد

وكل الباحثين متفقون على ان فعل انطلاق الحرارة من داخل الشمس وغيرها من النجوم اسرع في قلب نجم حيث تكون الحرارة عالية منهُ في مادة باردة جامدة من نفس التركيب . فيبدو لاول وهلة كأن هذا الفعل يجعل تركيب النجم عديم الاستقرار ، مضطرباً كل الاضطراب لان الحرارة التي تتولد في قلبهِ تستغرق وقتاً طويلاً في الوصول الى سطحهِ . وما يتولد من الحرارة داخلهُ يجب ان يعدّل تعديلاً مستمراً مع ما يشعّ منهُ ، فاذا زادت حرارة قلب النجم عُشراً ، صارت الحرارة المولّدة فيهِ ، اعظم من الحرارة المنطلقة من سطحه ، فتطّرد زيادة الحرارة في قلبهِ الى ان تنتهي بانفجار عظيم

ولا بدّ من حدوث فعل كهذا لو انهُ قضى على النجم أن لا يتغيّر حجمهُ قط . والواقع ان النجم يتمدد ، إذا زادت حرارتهُ الداخلية وضغطهُ الداخلي . وعند ما يتمدد يزيد ما يشعّ منهُ من الحرارة . وقد دلّت الحسابات الرياضية الدقيقة ان الانبثاق الناشىء عن التمدّد ، يترك النجم اقلّ حرارةً مما كان عليهِ قبل زيادة حرارتهِ الداخلية ؛ وهكذا يفعل التمدد فعل سنام يُصرَف فيهِ خطر الانفجار . على ان التمدّد الاول يكون عظيماً فيبقيهُ تقلّص وهذا يجعل هذا الطراز من النجم كأنهُ بلون يتمدّد ويتقلّص بالنبض ؛ والنجوم المتغيرة — المعروفة بالنجوم القيفاوية — تتصرف ، او يبدو كأنها تتصرف على هذا المنوال

ويرى السير جيمز جينز ان توليد الحرارة يجب ان يستند الى انحلال ذرات عناصر ثقيلة معقدة البناء على نحو انحلال ذرات الراديوم وغيره من العناصر المشعّة في الارض ؛ فتنطلق طاقة منها في اثناء انحلالها . ولم يحاول احدٌ من العلماء المحدثين ان يعلّل حرارة الشمس — والنجوم — بفعل بناء الذرات الثقيلة من الذرات الخفيفة ؛ قبل الاستاذ اتكنسن احد علماء جامعة رتجرز الاميركية في رسالة حديثة لهُ

نظرية اتكنسن

القاعدة التي تقوم عليها نظرية اتكنسن هي مبادىء الميكانيكيات الموجيّة [1] في بناء الذرات ونواها . فقد وجد بالحساب الرياضي العالي انهُ في حرارة تبلغ ١٠ ملايين درجة بميزان سنتغراد ، قد يصطدم بروتون طائر بنواة ذرة خفيفة (اي ذرة عنصر خفيف) اصطداماً يجعلهُ ان يلتصق بها . فتتولد كذلك نواة ذرّية جديدة ، اكبر وزناً واعظم شحنة كهربائية . وهكذا تبنى ذرات عناصر ثقيلة من ذرات عناصر خفيفة . ففي احوال — كالاحوال التي في داخل الشمس — لا تلبث ذرة من الهليوم اكثر من بضع ثوانٍ قبل ان يصدم نواتها بروتون تائهٌ فيلتصق بها ، فتتولد كذلك ذرة ليثيوم (وزن الليثيوم الذري ٥) ثم تتولد بالطريقة نفسها ذرات من عنصري البريليوم والبور وغيرهما . فاذا بلغ البناء درجة ذرة الاكسجين طالت المدة قبل بناء عنصر اثقل منهُ الى ملايين السنين — في حين انها بين الهليوم والليثيوم بضع ثوان فقط — وهكذا يصبح بناء ذرات العناصر الثقيلة عملاً بطيئاً جدّ البطء

ولكن اذا كان هذا كل ما هنالك في المسألة ، فلا بدّ ان يأتي يوم في حياة كل نجم ، تتحول فيهِ ذرات الهليوم وغيره من العناصر الخفيفة الى كربون ونتروجين واكسجين وغيرها ولكن ثمة ما يحملنا على الاقتناع بان ذرة احد نظائر البريليوم (وزنهُ الذري ٨) غير مستقرّة البناء وتنحلّ نواتها الى نواتين من ذرات الهليوم . وهكذا يتكوّن قدر جديد من الهليوم تبنى منهُ العناصر التي اثقل منهُ . والمفروض ان المادة الاصلية هي — او معظمها —

(١) راجع المقتطف

ايدروجين ومنه يبنى الهليوم وس الهليوم العناصر الاخرى. وفي اثناء البناء تنطلق الطاقة التي تقابل مقدار المادة الذي يتلاشى فيه . اما العناصر الثقيلة كالصوديوم وما هو اثقل منه فلا تكون مقادير كبيرة منها قد تكوّنت بهذا الاسلوب ، لطول الفترة التي تنقضي قبل يصطدم بروتون طائر بنواة ذرة من العنصر السابق له . لأنه مرّ بنا انه كلما ثقل العنصر طالت هذه الفترة حتى بالنسبة الى حياة النجم الطويلة . وعليه فلا بدّ من تعليل ، وجود العناصر الثقيلة في الشمس — والكواكب — بفعل طبيعي آخر . وما تحتمه هذه النظرية تحتماً نظريًّا يتفق مع ما هو مشاهد في النجوم مما لا يتسع المقام للتبسط فيه . ويقدّر الاستاذ اتكنسن ان الحرارة اللازمة في داخل اي شمس لتبقى متألقة مشعّة بفعل بناء الذرات هي درجة ٢٠ مليون وهذا يتفق مع تقدير ادنغتون . ولابد ان تسلخ سنون عديدة قبل الوصول الى معرفة النتائج التي تسفر عنها هذه النظرية الجديدة . والمرجّح لها سوف تعدّل ومع ذلك تظلّ من اهم الخطوات التي خطاها العلم في محاولة تعليل تولّد الحرارة في قلب الشمس والنجوم بوجه عام ، تعليلاً يفسّر كثيراً من الامور التي لم يدرك لها وجه من قبل

عملية الطعن لطاقة الذرة

وعلى ذكر هذه النظرية الجديدة نشير الى التجربة الخطيرة التي اجراها الدكتور ولتر بوث (Bothe) الالماني . فانها تتفق وبعظم ما جاء في نظرية اتكنسن. ذلك انهُ تمكن من توليد اشعة غمًّا — وهي احد الاشعة المنطلقة من ذرة الراديوم وأقصرها امواجاً وأشدها نفوذاً — باطلاق دقائق الفا على ذرات معدن البريليوم وهو معدن خفيف كالالومونيوم تقريباً. فكانت النتيجة ان الدكتور بوث حصل في هذه التجربة على طاقة — في شكل اشعة غمًّا — تفوق طاقة دقائق الفا التي اطلقها على ذرات البريليوم . وهذا يعلّل بان دقائق الفا لم تحلّ ذرات البريليوم بل ركبت منها فعلاً ذرات عنصر اثقل وزناً من البريليوم — وهو عنصر الكربون ؛ وانهُ في اثناء تكوّن ذرات الكربون انطلقت طاقة في شكل اشعة كونية لطيفة . ولا يخفى ان ميلكن يعلّل الاشعة الكونية بتكون العناصر الثقيلة في الفضاء من العناصر الخفيفة . فاذا صحّ هذا وجب ان تجدّد العناية بمحاولة اطلاق طاقة الذرات بهذه الطريقة الجديدة . ولكن الحائل العملي دون تحقيقها هو ان دقيقة واحدة من خمسين القاً من الدقائق التي اطلقت على ذرات البريليوم اصابت هدفها . ومع انهُ قد يوجد امكنة في الكون حيث يجري هذا الفعل في احوال طبيعية لا يميل العلماء الى التفاؤل بامكان جعل الطريقة الجديدة مزاحماً للفحم والبترول والماء المنحدر

واذا كانت الاحوال في الشمس مواتية لها فيمكن تعليل حرارة الشمس وضوئها بتركيب العناصر الثقيلة من العناصر الخفيفة بدلاً من التعليل المسلّم به الآن وهو تحوّل المادة الى اشعاع