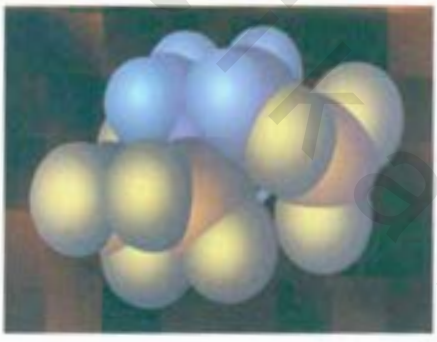
## عن الصفر المطلق ماهو؟ وكيف يصل إليه العلماء؟...



**الصفر المطلق absolute zero هو درجة الحرارة التي تتوقف عندها حركة ذرات وجزيئات المادة وتكون في أدنى نشاط حركي حراري.**

لنعد قليلا وبعرض سريع، قبل أن نسترسل في ما درسناه على مقاعد الدراسة عن المادة matter وتكوينها وبعض المفاهيم الفيزيائية.

**المادة هي كل ما يشغل فراغاً، وله وزن.** وقديماً قال فلاسفة اليونان بأن المادة تتألف من جسيمات particles صغيرة أسموها ذرات atoms، ثم انطوت آراؤهم في العصور الوسطى في عالم النسيان، ثم عادت إلى النور على أيدي بويل ونيوتن في القرنين السابع عشر والثامن عشر، وبعدهما تقدم العالم الإنكليزي جون دالتون في عام 1803 بنظريته الذرية القائلة: «إن كل مادة تتألف من جسيمات صغيرة جداً» تدعى ذرات لا يمكن تجزئتها وهذا (طبعاً) مخالف للحقيقة التي نعلمها اليوم.

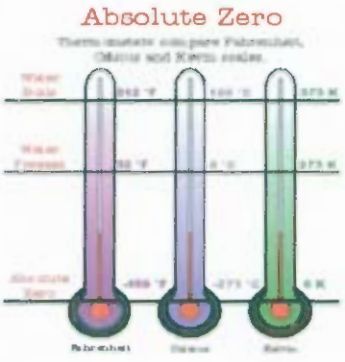
openkotob.com

كشف العالم النيوزلندي رذرفورد عن أن الذرة تتألف من نواة مركزية **nucleus** تدور حولها الكترونات على مسافات متفاوتة تدعى مدارات **orbits**، وهناك بعض الالكترونات الشاردة التي لا تتبع لمدار بل تتحرك بين الذرات بحرية وعشوائية، وكشف أيضاً بأن النواة تتألف من نويات **nucleons** هي البروتونات والنيوترونات، وتسمى الالكترونات والبروتونات والنيوترونات بالأجسام الأولية، يمكن لبعضها غير المستقر أن يتحول إلى جسيمات أولية أخرى.

كما تتجمع ذرات المادة لتشكل الجزيء molecule، وهواللبنة الأساسية التي تحمل خواص المادة المشكلة لها، فالماء - مثلاً - رمزه الكيميائي H2O، وهذا يعني أن كل جزيء ماء يتألف من ذرتي هيدروجين H وذرة أوكسجين O.

هناك ثلاثة أشكال رئيسة للمادة، صلبة solid ذات حجم وشكل معينين، وسائلة **liquid** ذات حجم معين ولا شكل ثابت لها، وغازية **gas** لا شكل ولا حجم معينين لها، ويتعين شكل المادة تبعاً لكيفية تراص وتجاذب الذرات فيها، فإذا كان التراص قوياً والتجاذب شديداً تؤلف مادة صلبة، وإن لم يكن التجاذب قوياً أمكن للذرات التحرك لتؤلف سائلاً أوغازاً.

مقارنة بين مقاييس الحرارة الثلاثة: فهرنهايت، سلزيوس وكالفن.




تستخدم لقياس الحرارة ثلاثة مقاييس رئيسة، مقياس سلزيوس المئوي Celsius scale وواحدته الدرجة المئوية C وفيه يتجمد الماء ويغلي عند الـ 0 C و 100 C على التعاقب، ومقياس فهرنهايت Fahrenheit scale وفيه يتجمد الماء ويغلي عند الـ 32 F و212 F على التعاقب

وواحدته الفهرنهايتF، وأخيراً مقياس كالفن Kelvin scale. وفيه يتجمد الماء ويغلي عند الـ 273 K و373 K على التعاقب وواحدته الكالفن K.

تعتمد درجة حرارة أي جسم على مقدار سرعة حركة واهتزاز ذراته وجزيئاته، فعندما يبرد جسم ما، تتباطأ سرعة اهتزاز ذراته وجزيئاته، وبقدر ما نزيد تبريد هذا الجسم ونخفض حرارته، تتناقص سرعة اهتزاز ذراته وجزيئاته، إلى أن نصل (نظرياً) إلى نقطة تتوقف عندها حركتها وتصبح في سكون.

**إن درجة الحرارة هذه التي يتوقف عندها اهتزاز ذرات وجزيئات المادة** atoms & molecules **هي الصفر المطلق**، وتساوي C 273- (C 273.15- تماماً) وهي مبتدأ قياس الحرارة على مقياس كالفن الذي سبق ذكره، أي أن K 0 = C 273-.

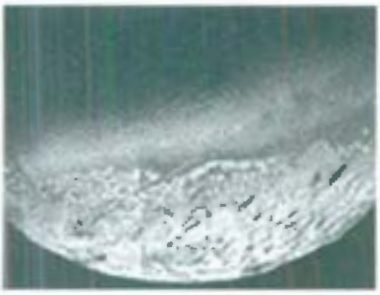
ذكرنا فيما سبق بأن الألكترونات تدور حول النواة في مدارات، والنويات (البروتونات والنترونات) تدور spin ضمن النواة، وعند الوصول الافتراضي للصفر المطلق لا تتوقف حركة هذه الجسيمات أبداً، والتوقف يحصل فقط لاهتزاز الذرات، وباختصار أكثر، تتحرك الجسيمات الدون ذرية (النويات: الالكترونات، النترونات والبروتونات) داخل الذرة، وتهتز الذرة أيضاً، ويحصل توقف الحركة عند الصفر المطلق إذاً لاهتزاز الذرات فقط، وتتابع النويات حركتها.

obeikandi.com

## ما هي أدنى حرارة طبيعية سجلت على سطح الأرض؟

إن أدنى درجة حرارة طبيعية تم تسجيلها على سطح الأرض كانت في القارة القطبية الجنوبية Antarctica، حيث سجلت المقاييس الدرجة 89 C – درجة مئوية، أما أدنى درجة حرارة في المجموعة الشمسية Solar system فكانت على كوكب ترايتون Triton أحد أقمار كوكب نبتون Neptune ، والذي يبعد عنا حوالي 4500 مليون كم، وكانت تساوي 235 C -(أو 38 K)، تم قياسها بواسطة مركبة الفضاء فوياجر Voyager 2 والتي أطلقت في العام 1977 ووصلت ترايتون ونبتون في العام 1988.

القسم الجنوبي من كوكب ترايتون



ورب سائل يسأل: حسناً لقد عرفنا أدنى حرارة على سطح الأرض وأدنى حرارة في المجموعة الشمسية، **ولكن ألا توجد درجة حرارة أدنى من ذلك في أعماق الكون؟**

برهن العالمان أرنوبنزياس Arno Penzias وروبرت ويلسون Robert Wilson في العام 1964 بأن الفضاء الخارجي مملوء بالأشعة تحت الحمراء Infrared radiation بدرجة حرارة 270.42 C – درجة مئوية (2.73 K)، وقد قيست هذه الدرجة بدقة كبيرة فيما بعد بواسطة الساتل كوب COBE satellite الذي أطلق في العام 1989، هذا الإشعاع هو الأثر المتبقي من الانفجار العظيم Big bang (الذي كان بداية نشوء الكون كما يعتقد بعض العلماء).

obeikandl.com

نعود بعد هذا الاستطراد إلى الصفر المطلق، إذ تمكن العلماء من الوصول مخبرياً إلى درجات حرارة قريبة من الصفر المطلق، ففي جامعة لانكستر Lancaster استطاع العلماء الوصول بالهليوم السائل Liquid Helium إلى الدرجة 90 ميكروكالفن (لا تنسوا بأن 0 K يعادل 273.15 C -، والميكرو يعادل 1/10**6 أي جزء من مليون جزء من الكالفن) وهي درجة قريبة جداً من الصفر المطلق، واستطاعوا الوصول بنوى معدن الفضة إلى الدرجة 280 بيكوكالفن (البيكو كالفن هو جزء من مليون مليون جزء من الكالفن، 1/10**12)

وإحدى الطرق التي يتم بها الوصول إلى درجة حرارة قريبة من الصفر المطلق هي التبريد بالليزر Laser cooling، حيث يتم تسليط حزمة فوتونات على حركة الذرات فتتباطأ، وتفقد حرارتها، وهناك طرق أخرى مثل التبريد البخري Evaporative cooling.

ولكن لسوء الحظ، **لا يمكن أبداً الوصول إلى درجة الصفر المطلق تماماً** (0 K أو -237.15C) حسب القانون الثالث من علم الحركة الحرارية Thermodynamics، ولهذا ذكرت قبل قليل عبارة «الوصول **الافتراضي** للصفر المطلق».

حسناً، ما دام البراد المنزلي يمدنا بماء بارد بما فيه الكفاية، **فماذا يستفيد العلماء من الوصول إلى درجات الحرارة المتدنية هذه؟ ولماذا يسعون للوصول إلى الصفر المطلق؟**

إن بعض المواد تصبح عند درجات الحرارة المتدنية القريبة من الصفر المطلق مواد فائقة الناقلية Super conductors وهذا يعني

obeikandl.com

أنها تفقد كل مقاومتها الكهربائية، وبالتالي عدم وجود ضياعات حرارية في الطاقة عند مرورها في هذه الأسلاك الفائقة الناقلية، وهذا أمر في منتهى الأهمية في مجالات علمية عديدة، منها الهندسة الكهربائية، إذ تقلل من كلفة إنتاج ونقل الطاقة الكهربائية، وتزيد من مردود وفعالية المولدات الكهربائية والمحركات وخطوط نقل القدرة الكهربائية.

وفي مجال تقنية المعلومات IT، سيكون للناقلية الفائقة دور كبير في تصميم وتحسين محطات الهاتف الخليوي Cellular phone.

جهاز المرنان المغناطيسي

وربما تكون الهندسة الطبية أولى المجالات التي شهدت استخداماً فعلياً على صعيد تجاري للناقلية الفائقة، وذلك في جهاز التصوير بالرنين المغناطيسي MRI. أما في مجال النقل، فقد قادت اليابان على مدى العقدين الماضيين الدراسات والتجارب على قطار ماغليف MAGLEV Train الذي يستخدم مغانط فائقة الناقلية ويعتمد مبدأ الرفع المغناطيسي (Magnetic Levitation)، ويبدو كما لو أنه يسير على وسائد هوائية، وربما تصل سرعة النموذج الأولي Prototype إلى 550 كم/ساعة.

ما تقدم ذكره من تطبيقات مجرد غيض من فيض هذه التقنية الجديدة «الناقلية الفائقة» Superconductivity، والتي يرجع الفضل في الإبحار فيها إلى مفهوم «الصفر المطلق» Absolute zero.

obeikandl.com

قطار ماغلف الياباني

أيضاً، ترافق الوصول إلى الصفر المطلق في بعض المواد ظاهرة تسمى «الميوعة الفائقة» Superfluidity فعند تسخين الهليوم 3 إلى ما دون 3K يصبح سائلاً فائقاً، مما يعني أنه يفقد لزوجته، وهذا ما يمكنه من التسرب من أكثر الأوعية كتامةً.

obeikandl.com