درجة الحرارة وأجهزة قياسها

هذا المقال هو جزء من سلسلة مقالات مرتبطة حول الفيزياء الحرارية. تسعى هذه السلسلة إلى تقديم شرح متكامل حول مفهوم الحرارة والطاقة الحرارية وتجلياتها في الكون، ودور الفيزياء في تدقيق مفهومها وشرح أساسياتها.

يمكنك الإطلاع على المقالات الأخرى بالترتيب من خلال الروابط التالية: الجزء الأول، الجزء الثالث، الجزء الرابع، الجزء الخامس.

درجة الحرارة وأجهزة قياسها

لدى جميعنا نفس الشعور حول ماهية درجة الحرارة. لدينا أيضا لغة مشتركة نستخدمها حين نصف درجة الحرارة نوعياً. الماء في حوض

الاستحمام أو الدوش يشعرنا بالبرودة أو السخونة او الدفء. الطقس في الخارج سواء كان بارداً أو مشبعاً بالبخار. ولدينا أيضاً شعور جيد حول كيفية اختلاف درجة حرارة ما عن درجة حرارة أخرى. قد لا نتفق دائماً فيما إذا كانت درجة حرارة الغرفة مرتفعة جداً أو منخفضة جداً أو مناسبة. لكن من المحتمل أن نتفق جميعاً على امتلاكنا مقاييس درجة حرارة داخلية لإجراء محاكمات نوعية حول درجات الحرارة النسبية.

ما هي درجة الحرارة

على الرغم من شعورنا الداخلي بدرجة الحرارة، فإنها تبقى من تلك المفاهيم العلمية التي يصعب تحديدها. ويبدو أنه ينبغي لصفحة تعليمية تبحث في مجال درجة الحرارة ومقاييس درجة الحرارة أن تبدأ بتعريف بسيط لدرجة الحرارة. إلا أنني ارتبك عند هذه النقطة. لذا أتحول الى المصدر التقليدي، Dictionary.com حيث أجد تعاريف مختلفة ابتداءً بالبسيطة التي لم تتوسع بعد وصولاً إلى المعقدة التي تتوسع إلى أبعد حد. ومع خطورة التخبط في بركة التوسع، سأسرد هنا بعض التعاريف:

- درجة برودة أو سخونة الجسم أو المحيط.
- قياس برودة أو سخونة جسم أو مادة بالرجوع الى بعض القيم المرجعية.
- مقياس لمتوسط الطاقة الحركية للجزيئات في عينة من المادة، معبراً عنها بوصف من الوحدات أو درجة معينة على مقياس معياري.
- مقياس لقدرة المادة أو العديد من المواد عادة ، في أي نظام فيزيائي، على نقل الطاقة الحرارية إلى نظام فيزيائي آخر.
- أي من مختلف المقاييس الرقمية المرجعية لهذه القدرة، مثل مقياس كلفن أو مقياس فهرنهايت أو سيليزيوس.

ماهي درجة الحرارة

بالتأكيد، نحن نفضل أول تعريفين ، درجة أو قياس كيفية سخونة أو برودة الاجسام- ولكن هذه التعريفات لا تعزز فهمنا لدرجة الحرارة. التعريفان الثالث والرابع اللذان يشيران إلى الطاقة الحركية للجزيئات وقدرة المادة على نقل الحرارة هما دقيقان علمياً. مع ذلك فإن هذه التعريفات هي أبعد من أن تكون متطورة بشكل كافٍ بحيث تفيد كنقاط بداية جيدة للنقاش حول درجة الحرارة.

لذا سنسلم بتعريف مشابه للتعريف الخامس ـ يمكن لدرجة الحرارة أن تعرف على أنها القراءة على مقياس درجة الحرارة. وباعتراف الجميع يفتقر هذا التعريف إلى القدرة على انتزاع لحظة الاعجاب المنشود (أها، فهمت الآن). ومع ذلك فهو بمثابة نقطة انطلاق عظيمة باتجاه هذا الدرس حول الحرارة ودرجة الحرارة. درجة الحرارة هي ما يقرأه مقياس درجة الحرارة. مهما كان القياس الذي تمثله هذه الدرجة من الحرارة، فإنه ينعكس من خلال القراءة على مقياس درجة الحرارة. لذا كيف يعمل مقياس درجة الحرارة بالضبط؟ كيف يقيس على هذا النحو من الموثوقية مهما كان هذا القياس الذي تمثله هذه الدرجة من الحرارة؟

كيف يعمل مقياس درجة الحرارة؟

اليوم ، يوجد أنماط عدة من مقاييس درجة الحرارة، النمط الذي يألفه معظمنا من درس العلوم هو ذلك النمط المؤلف من سائل موجود في عمود زجاجي ضيق. استخدم الزئبق السائل في النمط الأقدم من هذه المقاييس. واستجابة لوعينا بالمخاوف الصحية المرافقة للتعرض للزئبق، استخدمت هذه الأنماط من مقاييس درجة الحرارة نوعاً معيناً من الكحول السائل. يصنع هذا النوع من مقاييس درجة الحرارة السائلة اعتماداً على مبدأ التمدد الحراري. عندما ترتفع درجة حرارة المادة، تتمدد لتصبح ذات حجم أكبر. معظم المواد تقريباً تبدي هذا السلوك من التمدد الحراري، هذا هو الأساس في تصميم وتشغيل مقاييس درجة الحرارة.

عندما ترتفع درجة حرارة السائل في مقياس درجة الحرارة، يزداد حجمه. يكون السائل محصوراً في عمود طويل وضيق من الزجاج أو البلاستيك ذي مقطع عرضي ثابت. بالتالي يؤدي التغير في حجم السائل إلى تغير في ارتفاع السائل في العمود. يتناسب التغير في الحجم وبالتالي التغير في ارتفاع عمود السائل مع ارتفاع درجة الحرارة.

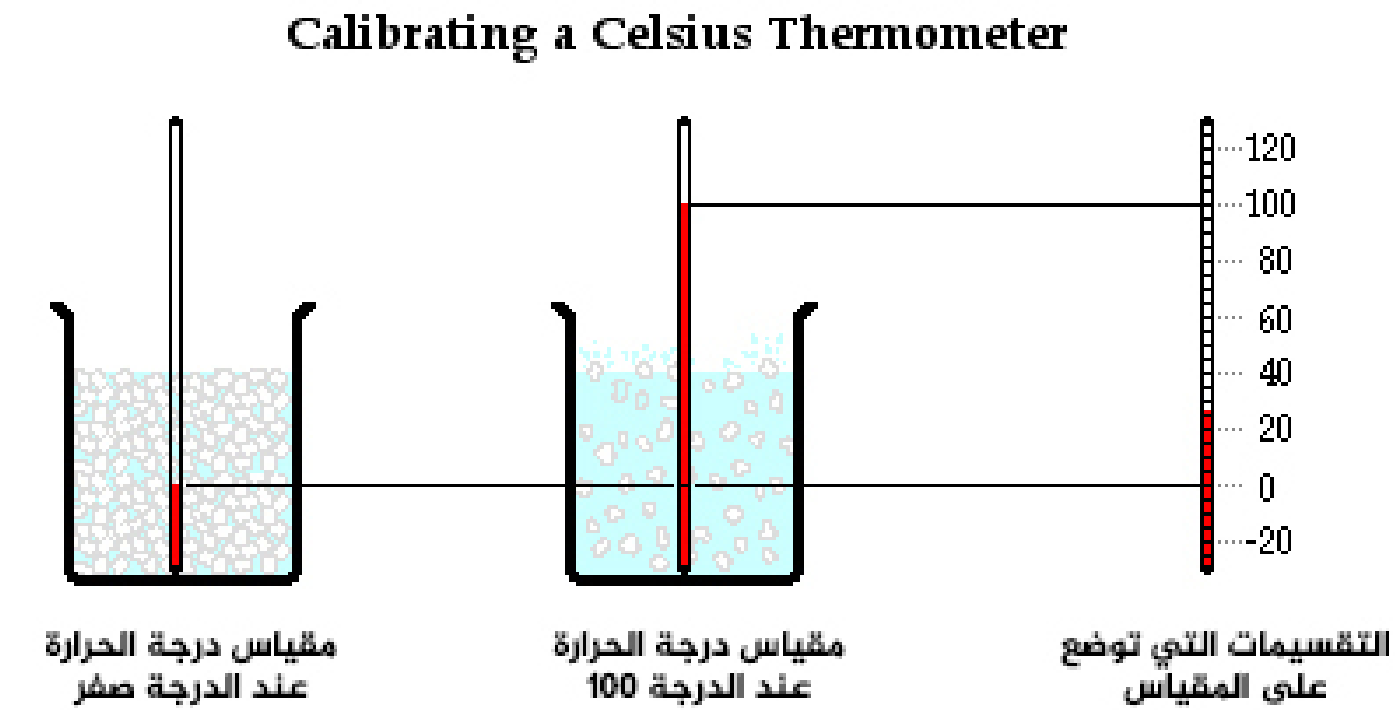
لنفترض أن ارتفاع درجة الحرارة بمقدار عشر درجات يسبب زيادة بمقدار 1 سم في ارتفاع عمود السائل. عندها ستسبب الزيادة بمقدار 20 درجة تغيراً بمقدار 2 سم في ارتفاع عمود السائل. وارتفاع درجة الحرارة بمقدار 30 درجة سيسبب زيادة بمقدار 3 سم في ارتفاع العمود. تكون العلاقة بين درجة الحرارة وارتفاع العمود خطية ضمن المجالات الضيقة من درجة الحرارة التي يستخدم عندها مقياس درجة الحرارة. هذه العلاقة الخطية تجعل معايرة مقياس درجة الحرارة مهمة سهلة نسبياً.

تتضمن معايرة أي أداة للقياس وضع تقسيمات أو علامات على الأداة للقياس الكمي بدقة بالمقارنة مع مقياس معروف (معياري). أي أداة للقياس- حتى العصا المترية- يجب أن تتم معايرتها. تتطلب الأداة تقسيمات أو علامات- فعلى سبيل المثال- للعصا المترية علامة كل 1 سم على حدى أو كل 1 مم على حدى، ينبغي وضع هذه العلامات بدقة ويمكن الحكم على دقة وضعها فقط لدى مقارنتها مع جسم آخر معروف طوله على وجه التحديد.

المعايرة

يعاير مقياس درجة الحرارة باستخدام جسمين لهما درجتي حرارة معروفتين. يتضمن الإجراء النموذجي استخدام درجة تجمد ودرجة غليان الماء النقي . من المعروف أن الماء يتجمد عند الدرجة \(°C0\) ويغلي عند الدرجة \(°C100\) عند الضغط الجوي (**1 atm**). بوضع مقياس درجة الحرارة في مزيج من الماء المتجمد وترك سائل المقياس يصل إلى ارتفاع مستقر، يمكن وضع علامة الصفر على مقياس درجة الحرارة.

بشكل مماثل، بوضع المقياس في ماء يغلي عند الضغط الجوي ويسمح للسائل بالوصول إلى مستوى مستقر، يمكن أن توضع علامة الـ100 على المقياس. مع هاتين العلامتين اللتين توضعان على المقياس، يمكن أن توضع بينها 100 تقسيمة متساوية البعد فيما بينها بحيث تمثل كل منها درجة واحدة. وبما أنه توجد علاقة خطية بين درجة الحرارة والارتفاع ، يمكن أن توضع الأقسام بين 0 و 100 بشكلٍ متساوٍ. بوجود مقياس درجة حرارة معاير، يمكن أن تؤخذ قياسات دقيقة لدرجة حرارة أي مادة بمجال درجة الحرارة الذي تمت معايرته ضمنه.



مقياس درجة الحرارة

موازيين درجة الحرارة

ينتج عن معايرة مقياس درجة الحرارة التي وصفت أعلاه ما يعرف بميزان السينتيغراد **centigrade thermometer**. أو ميزان درجة الحرارة المئوية. لمقياس درجة الحرارة المئوية 100 قسم أو فاصل بين درجة حرارة التجمد الطبيعية ونقطة غليان الماء الطبيعية.

يعرف اليوم ميزان درجة الحرارة المئوي بمقياس سيليزيوس **Celsius scale**, نسبة لاسم الفلكي السويدي أندرياس سيليزيوس **Anders Celsius** الذي ينسب إليه الفضل في تطورها. مقياس سيليزيوس هو مقياس درجة الحرارة الأكثر قبولاً في جميع أنحاء العالم. إنه الوحدة المعيارية لقياس درجة الحرارة تقريباً في كل العالم. كانت الولايات المتحدة هي أكبر استثناء معروف . باستخدام هذا المقياس نختصر درجة الحرارة 28 درجة سيليزيوس بالقول \(28°C\).

كما هي العادة في بطئها في اعتماد النظام المتري وواحدات القياس الأخرى المقبولة، تستخدم الولايات المتحدة بشكل أكثر شيوعاً نظام مقياس درجة الحرارة فهرنهايت **Fahrenheit temperature scale**. يمكن معايرة مقياس درجة الحرارة الذي يستخدم معيار فهرنهايت بطريقة مماثلة لما شرحناه في الأعلى.

الاختلاف هو أنه يتم تعيين درجة التجمد الطبيعية للماء على مقياس فهرنهايت ب 32 درجة ودرجة غليان الماء الطبيعية تعين ب 212 درجة على مقياس فهرنهايت. على هذا النحو، يكون هناك 180 تقسيم أو فاصل بين هاتين الدرجتين من الحرارة عند استخدام مقياس فهرنهايت.

سمي مقياس فهرنهايت على شرف الفيزيائي الألماني دانيال فهرنهايت **German physicist Daniel Fahrenhei**. تختصر درجة الحرارة 76 درجة فهرنهايت بـ \(76°F\) . استبدل مقياس درجة الحرارة فهرنهايت باستخدام مقياس سيليزيوس في معظم البلدان حول

العالم.

يمكن أن تحول درجة حرارة المأخوذة بالفهرنهايت إلى ما يكافئها على مقياس سيليزيوس باستخدام هذه المعادلة:

$$C=(F-32°)/1.8°$$

وبالمثل فإن درجة الحرارة التي نعبر عنا بالسيليزيوس يمكننا تحويلها إلى ما يكافئها على مقياس فهرنهايت باستخدام هذه المعادلة:

$$F= 1.8●°C + 32°°$$

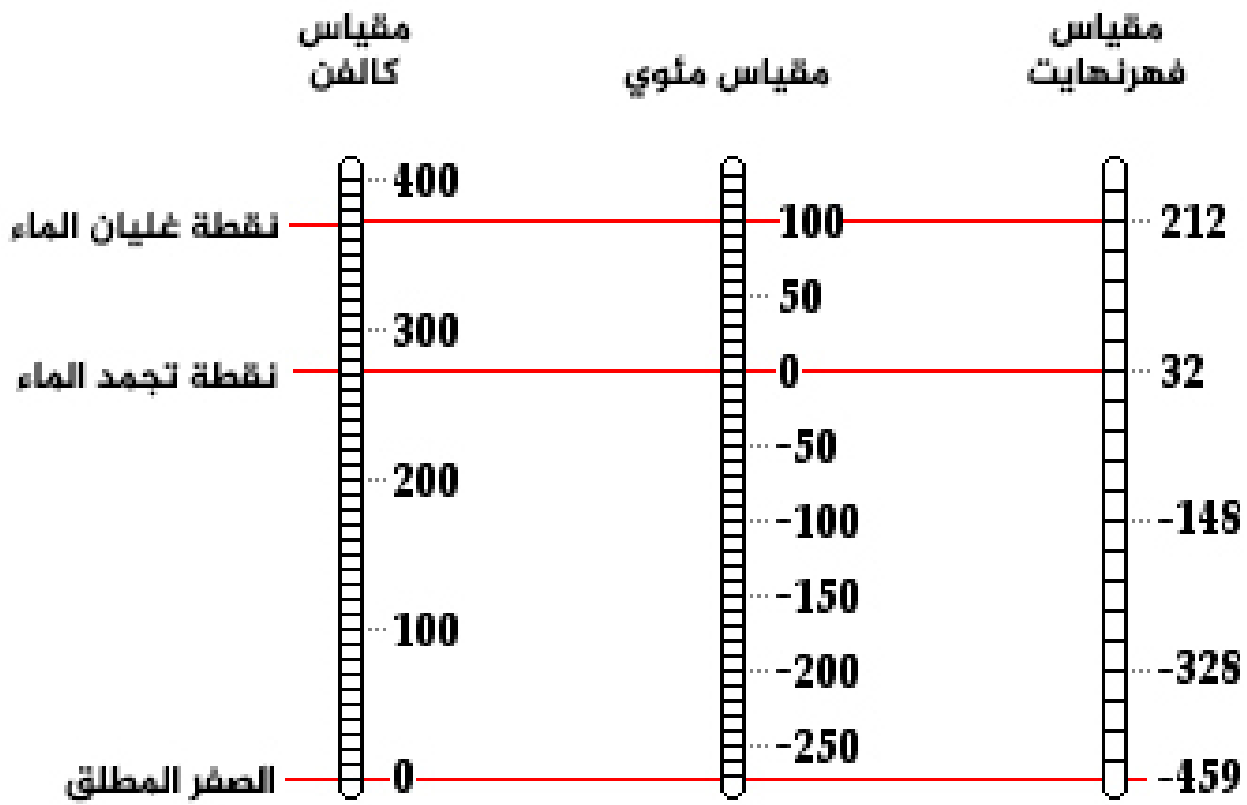
مقياس درجة الحرارة (كلفن)

في حين أن مقاييس درجة الحرارة سيليزيوس وفهرنهايت هي المقاييس الأوسع انتشاراً ، هناك العديد من المقاييس الأخرى التي استخدمت عبر التاريخ. فعلى سبيل المثال كان هناك مقياس رانكن ومقياس نيوتن ومقياس رومر اللذان يستخدمان في حالات نادرة.

أخيراً، هناك مقياس كلفن لدرجة الحرارة، والذي هو النظام القياسي المتري المعياري لقياس درجة الحرارة وربما المقياس الأوسع انتشاراً بين العلماء. مقياس درجة الحرارة كلفن . يشبه مقياس كلفن مقياس سيليزيوس من حيث وجود 100 درجة من تقسيم متساوٍ بين درجة التجمد الطبيعية ودرجة الغليان الطبيعية للماء.

مع ذلك، فإن علامة الدرجة صفر على مقياس كلفن هي 273.15 وهي أقل بـ 273.15 مما هي عليه على مقياس سيليزيوس. بالتالي درجة الصفر على مقياس كلفن مكافئة لدرجة $-273.15°C$. لاحظ أنه لا يستخدم رمز الدرجة في هذا المقياس. بالتالي يشار إلى درجة الحرارة 300 وحدة فوق الصفر على مقياس كلفن بـ 300 كلفن وليس 300 درجة كلفن؛ وتختصر مثل هذه الدرجة بـ 300 k . التحويلات بين درجات الحرارة على مقياس سيليزيوس ودرجات الحرارة على مقياس كلفن (والعكس بالعكس) يمكن إنجازها باستخدام إحدى المعادلتين بالأسفل:

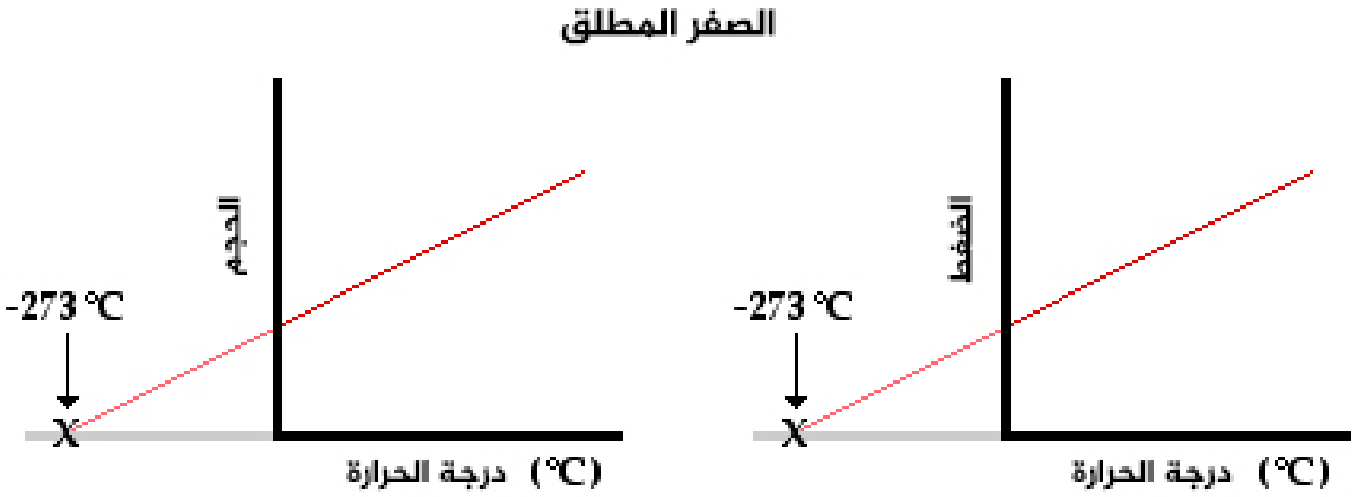
$$C = K - 273.15°°$$
$$K = °C + 273.15$$



مقياس درجة الحرارة (كلفن)

نقطة الصفر على مقياس كلفن تعرف بالصفر المطلق. إنها درجة الحرارة الأكثر انخفاضاً على الإطلاق. عزز مفهوم درجة الحرارة الأدنى المطلقة من قبل عالم الفيزياء الاسكتلندي ويليام تومسون المعروف أيضاً باسم اللورد كلفن **Scottish physicist William Thomson** (***a.k.a. Lord* Kelvin**) في عام 1848. بنيت نظرية تومسون على مبادئ الترموديناميك (الديناميكا الحرارية) حيث أن أقل درجة حرارة تم الوصول اليها هي الدرجة ـ273.15 .

وقبل تومسون ،كان التجريبيون كروبرت بويل **Robert Boyle** (في أواخر القرن السابع عشر) مدركين للملاحظة أن الحجم (وكذلك الضغط) لعينة غازية يعتمد على درجة حرارتها. يمكن قياس تغيرات الضغط و الحجم مع تغير درجة الحرارة وتعيينها. منحنيات الحجم مع درجة الحرارة (في ضغط ثابت) ومنحنيات الضغط مع درجة الحرارة في حجم ثابت تعكس النتيجة ذاتها، يتناقص حجم وضغط الغاز إلى الصفر عند درجة الحرارة \(–273.15 C°\) . وبما أن هذه القيم هي القيم الأكثر انخفاضاً للضغط والحجم الممكنة، فمن المنطقي الاستنتاج \(–273.15C°\) هي درجة الحرارة الأخفض التي كانت ممكنة.



الصفر المطلق

يشير تومسون إلى هذه الدرجة الأدنى من الحرارة على أنها الصفر المطلق ويجادل بأنه تم اعتماد مقياس درجة حرارة يحتوي على الصفر المطلق كالقيمة الأكثر انخفاضاً على المقياس. اليوم، يحمل مقياس درجة الحرارة اسمه. كان العلماء والمهندسون قادرون على تبريد المادة إلى درجات حرارة قريبة من ـ273.15، ولكنهم لم يصلوا إلى ما هي أبرد منها. في عملية تبريد المادة إلى درجة حرارة قريبة من الصفر المطلق، لوحظ العديد من الخصائص الغير اعتيادية. تضمنت هذه الخصائص الناقلية الفائقة ، السيولة الفائقة وحالة من المادة تعرف بمتكاثف بوس-اينشتاين **Bose-Einstein condensate**.

درجة الحرارة هي ما يقيسه مقياس درجة الحرارة، ولكن ما هو الانعكاس الذي تمثله درجة الحرارة تلك؟ مفهوم درجة حرارة الصفر المطلق في غاية الأهمية ومشاهدة الخصائص الفيزيائية الاستثنائية لعينات من المادة تقترب من الصفر المطلق تجعل المرء يفكر ملياً وبعمق أكبر في هذا الموضوع.

هل هناك ما يحصل على المستوى الجزيئي الذي يتصل بالمشاهدة التي تتم على مستوى مجهري؟ هل هناك ما هو أعمق بالنسبة لدرجة الحرارة مما هو ببساطة القراءة على مقياس درجة الحرارة؟ عند ارتفاع أو انخفاض درجة حرارة المادة ، ما الذي يحصل على مستوى الذرات والجزيئات؟ سيتم تناول هذه الأسئلة في المقال القادم من هذا الدرس.

- التاريخ: 2018-01-21
- التصنيف: اسأل فلكي أو عالم فيزياء

#الحرارة #الديناميكا الحرارية #مقياس درجة الحرارة #سلسلة الفيزياء الحرارية #الفيزياء الحرارية

المصطلحات

- **كلفن (Kelvin)**: هي الواحدة الدولية الرئيسية لدرجة الحرارة الترموديناميكية وتُعرف على أنها جزء من 273.16 من درجة الحرارة الترموديناميكية للنقطة الثلاثية للماء. وللحديث بشكل عملي أكثر، يقيس سلم كلفن درجة حرارة الجسم التي تكون فوق الصفر المطلق، وهي درجة الحرارة النظرية الأشد برودةً. على مقياس كلفن، تكون نقطة التجمد للماء 273 كلفن (0 درجة سيلسيوس، 0 درجة كلفن) (الكلفن= 273 + سيلسيوس= 273+ 9/5 (فهرنهايت-32)). غالباً ما يتم استخدام سلم كلفن لقياس درجات الحرارة في علوم مثل علم الفلك. المصدر: ناسا

المصادر

- physicsclassroom
- الصورة

المساهمون

- ترجمة
  - نجوى بيطار
- مُراجعة
  - محمد الشيخ حيدر
- تحرير
  - دعاء حمدان
- تصميم
  - علي كاظم
- نشر
  - مي الشاهد