جامعة الملك سعود
كلية العلوم
قسم الفيزياء والفلك

جامعة الملك سعود
King Saud University

# فيزياء عامة (2) فيز 102

## الفصل الثامن عشر: مفاهيم حرارية

## Thermal Concepts

# الفصل الثامن عشر: مفاهيم حرارية
# Thermal Concepts


| | |
|---|---|
| ١-١٨ | وحدات الطاقة الحرارية |
| ١-١-١٨ | السعة الحرارية |
| ٢-١-١٨ | الحرارة النوعية |
| ٢-٤-١٨ | قانون نيوتن للتبريد |
| ٦-١٨ | نقطة الانصهار |
| ٧-١٨ | نقطة الغليان |
| ٨-١٨ | التمدد الحراري |

# ١-١٨ وحدات الطاقة الحرارية

تعرفنا في الفصل السابق أن الحرارة عبارة عن الطاقة الحركية الكلية الموجودة في جزيئات المادة , و أنها تنتقل من الجسم الساخن إلى الجسم البارد إذا تم تلامسهما مع بعض إلى أن يتم التوازن الحراري بينهما.

وحدات الطاقة الحرارية:

١ـ الجول (Joul)

وهي وحدة الطاقة أو الشغل الذي يبذله الجسم.

٢ـ السعر(Cal)

يعرف السعر : كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة جرام واحد من الماء من $^0C$ 4.14 إلى $^0C$ 5.15

تربط الوحدتين علاقة ثابتة حيث كلما زاد الشغل المبذول (الجول) زادت كمية الحرارة الناتجة (السعر) >> علاقة طردية

$$W=JQ$$

حيث J هنا تمثل ثابت التناسب ويعرف بـ " مكافئ جول " أو " المكافئ الميكانيكي الحراري"

**يعرف مكافئ جول:**

**عدد وحدات الطاقة الميكانيكية اللازمة لإنتاج وحدة طاقة حرارية.**

**وجد تجريبيا :**

$$J=4.186J/cal$$

**أي أن**

$$1cal=4.186J$$

أو

$$1Kcal=4186J$$

**٣-ـ السعر الكبير**

**هي وحدة حرارية يستخدمها اخصائيو التغذية و تساوي ١٠٠٠ سعر**

**السعر الغذائي= 100 سعر حراري**

# كمية الحرارة QΔ

هي كمية الحرارة التي يكتسبها أو يفقدها الجسم.

وهي تتناسب مع فرق درجات الحرارة $T\Delta=T2-T1$ حيث أن T1 و T2 هما درجتا الحرارة الابتدائية والنهائية على الترتيب.

$$\Delta Q=mc\Delta T \qquad (joul) \ldots.(1)$$

حيث c ثابت التناسب ويعرف بـ " الحرارة النوعية للمادة"

## ١-١-١٨ السعة الحرارية C

تعرف السعة الحرارية C لجسم ما :

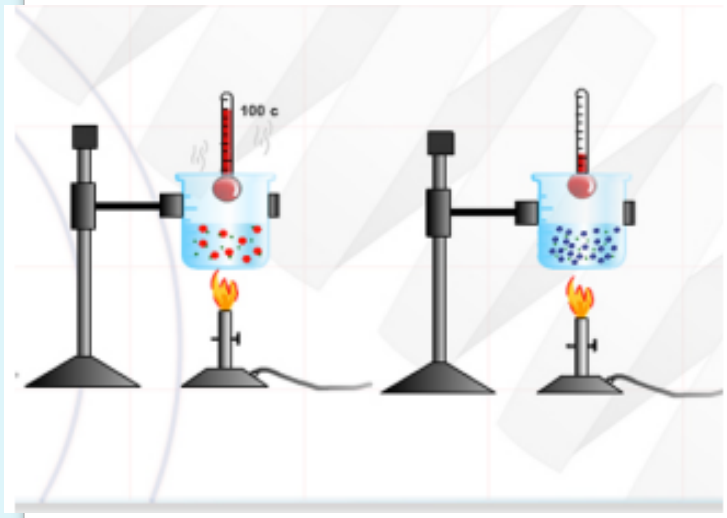
كمية الحرارة اللازمة $\Delta Q$ لرفع درجة حرارة الجسم بمقدار درجة واحدة.

أي أن

$$C = \frac{\Delta Q}{\Delta T} \qquad (\frac{J}{K} or \frac{col}{C^o}) \ldots . (2)$$

حيث $T\Delta$ تمثل مقدار الارتفاع في درجة حرارة الجسم بالكالفن(المطلق)

# ٢-١-١٨ الحرارة النوعية c




إذا آخذنا كتلتين متساويتن من الماء والزيت في وعائين متماثلين و قمنا بتسخينهما فإن كمية الحرارة التي يكتسبها كلا السائلين متساوية نلاحظ بعد فترة زمنية أن درجة حرارة الزيت أعلى من درجة حرارة الماء.

أي أن السعة الحرارية للماء أكبر من السعة الحرارية لزيت أو الحرارة النوعية للماء أكبر من الحرارة النوعية لزيت.

## تعرف الحرارة النوعية:

كمية الحرارة **QΔ** اللازمة لرفع درجة حرارة كيلو جرام واحد من الماء بمقدار درجة واحدة.

أي أن

$$c = \frac{\Delta Q}{m\Delta T} \qquad \left(\frac{J}{kgK}\right) \ldots . (3)$$

حيث **TΔ** تمثل مقدار الارتفاع في درجة حرارة جسم كتلته **m** بالكالفن(المطلق)

من المعادلة رقم ٢ و المعادلة قم ٣ نجد العلاقة بين السعة الحرارية و الحرارة النوعية :

$$C=cm$$

| المادة | السعة الحرارية النوعية (J/ kg. K) | المادة | السعة الحرارية النوعية (J/ kg. K) |
|---|---|---|---|
| الألومنيوم | 897 | الرصاص | 130 |
| النحاس الأصفر | 376 | الميثانول | 2450 |
| الكربون | 710 | الفضة | 235 |
| النحاس | 385 | بخار الماء | 2020 |
| الزجاج | 840 | الماء | 4180 |
| الجليد | 2060 | الخارصين | 388 |
| الحديد | 450 | | |

- نلاحظ أن الماء له حرارة نوعية كبيرة(سعة حرارية نوعية) أي أن الماء يحتاج إلى طاقة حرارية كبيرة لكي يسخن كما أنه يفقد طاقة كبيرة عندما يبرد لذا يستخدم في انظمة التسخين المركزي لغرض التبريد.

نلاحظ أيضا أن السعة الحرارية خاصية للجسم أما الحرارة النوعية خاصية للمادة

## ١٨-٤-٢ قانون نيوتن للتبريد

ينص هذا القانون أن معدل فقد الحرارة $\frac{\Delta Q}{\Delta t}$ من أي جسم ساخن إلى الوسط المحيط به يتناسب طرديا مع الفرق بين درجة حرارة الجسم T ودرجة حارة الوسط $T_r$ .

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = k(T - T_r) \dots\dots (4)$$

حيث k ثابت يعتمد على طبيعة سطح الجسم و مساحته

- قانون التبريد صحيح إذا كان الفرق في درجة الحرارة حوالي $30\ ^oC$

يمكن كتابة قانون التبريد بدلالة الحرارة النوعية

$$\frac{\Delta T}{\Delta t} = -\frac{k}{C}(T - T_r) \ldots\ldots (5)$$

الاشارة السالبة تعني أن درجة الحرارة تنخفض مع مرور الزمن .

## مثال(1)

احسبي الحرارة النوعية للمعدن إذا كانت كتلته ١كجم اذا ارتفعت درجته حرارته بمقدار ١٦ درجة مئوية خلال خمس دقائق إذا كانت كمية الحرارة المتولدة تساوي ١٤٤٠٠ جول؟

$$\Delta Q = mc\Delta T$$

$$c = \frac{\Delta Q}{m\Delta T} = \frac{14400}{1\times16} = 900 J/KgK$$

## مثال(2)

أوجدي السعة الحرارية لقطعة معدنية كتلتها ١٠٠ جم علما أن الحرارة النوعية للمعدن $235 J/kgK$؟

$$C = cm = 235 \times 100 \times 10^{-3} = 23.5 J/K$$

## ٦-١٨ نقطة الانصهار

- الحرارة الكامنة للانصهار:

الطاقة الحرارية اللازمة لتحويل كيلو جرام واحد من المادة من الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة دون أن يطرأ أي تغير على درجة الحرارة.

- الحرارة الكامنة للتجمد:

الطاقة الحرارية المحررة عند تحول كيلو جرام واحد من المادة من الحالة السائلة إلى الحالة الصلبة دون أن يطرأ أي تغير على درجة الحرارة.

- عندما تنصهر كتلة من المادة $m$ (أو تتبلور) فإنها تكتسب (أو تفقد) كمية من الحرارة $Q$ :

$$Q = m\, L_f$$

تتأثر نقطة الانصهار بالضغط و بالشوائب

## ٧-١٨ نقطة الغليان

- عند تسخين السائل فإنه يمتص الطاقة الحرارية و تتحول إلى طاقة حركية للجزيئات مما يساعدها على التغلب على قوى التجاذب فيما بينها و من ثم التحرر من سطح السائل و الهروب إلى خارجه.

- يبدأ بخار السائل بالتجمع في الفراغ الموجود فوق السائل، فتصطدم جزيئات البخار بجدران الزجاجة و بسطح السائل لذا فإن عدد من الجزيئات التي تصطدم بسطح السائل تعود للسائل مرة أخرى بسبب قوى التجاذب بين الجزيئات و تستمر هذه العملية حتى تصل المنظومة عند ثبات درجة الحرارة إلى حالة توازن ديناميكي يكون فيها عدد الجزيئات التي تغادر السائل مساويا لعدد الجزيئات التي تعود إليه و في هذه الحالة نقول إن الفراغ الموجود فوق السائل أصبح مشبعا بالبخار، ويطلق على ضغط الجزيئات في البخار "ضغط البخار المشبع ".

- بعد حد التشبع كلما ارتفعت درجة الحرارة تبخرت الجزيئات بسرعة أكبر و ازداد ضغط البخار المشبع و يستمر ضغط البخار المشبع بالزيادة مع زيادة درجة الحرارة حتى يصل إلى مرحلة يكون فيها ضغط البخار المشبع مساو لضغط الماء على سطح السائل .

- بعد تساوي ضغط البخار المشبع بالضغط على سطح السائل تؤدي أي زيادة في درجة الحرارة إلى تكون فقاعات داخل السائل و تنشأ ظاهرة الغليان حيث تثبت درجة الحرارة مع زيادة الطاقة الحرارية المضافة للسائل و ذلك لتحول السائل إلى غاز.

- نقطة الغليان: درجة الحرارة التي يكون عندها ضغط البخار المشبع مساويا للضغط الجوي المؤثر على المنظومة.

- الحرارة الكامنة للتبخر: الطاقة الحرارية اللازمة لتحويل كيلو جرام واحد من السائل إلى غاز دون أن يطرأ أي تغير على درجة الحرارة.

- عندما تتبخر كتلة من المادة $m$ (أو تتكثف) فإنها تكتسب (أو تفقد) كمية من الحرارة $Q$ :

$$Q = m\,L_V$$

- ترتفع نقطة الغليان مع زيادة الضغط و مع وجود الشوائب .

## ٨-١٨ التمدد الحراري

- عند التسخين: تكتسب الجزيئات طاقة حرارية تجعل سعة اهتزازها أكبر مما يؤدي إلى تباعد الجزيئات بعضها عن بعض، مما يزيد من متوسط المسافة بين كل جزيء والجزيئات المجاورة.

- عند التبريد: طاقة الجزيئات تنخفض مما يؤدي إلى انكماش المادة نظرا لتقارب الجزيئات نتيجة لقوى التجاذب بينها.

- أهمية مراعاة تمدد وانكماش المواد!

## ١٨-٩ أمـــثلة محلولة:

**١-٥-٨**

## ١٨-١٠ مـسائل:

**١-٢-٧**