دولة ليبيا
وزارة التعليم
مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية

الفيزياء

للسنة الثانية بمرحلة التعليم الثانوي

القسم العلمي

الدرس الثالث

المدرسة الليبية بفرنسا ـ تور

العام الدراسي:
1441 / 1442 هـ . 2020 / 2021 م.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

الوحدة 3

السعة الحرارية

Heat Capacity

درسنا في الوحدة الخامسة كيفية التفكير في المادة على أنها تتكون من جزيئات في حركة عشوائية مستمرة، ونقول أن لديها طاقة داخلية لأن الجزيئات في حالة حركة. وسنتعلم في هذه الوحدة عن الحرارة. وعندما نقول أننا نمد المادة بطاقة حرارية، فما نعنيه هو أننا نزيد من الطاقة الداخلية للمادة.

مخرجات التعلم

في هذه الوحدة، سوف

- ☐ تصف الارتفاع في درجة حرارة الجسم بدلالة الزيادة في طاقته الداخلية.
- ☐ تُعرِّف مصطلحي: السعة الحرارية، والحرارة النوعية.
- ☐ تتذكر وتطبق العلاقة: الطاقة الحرارية تساوي الكتلة X الحرارة النوعية X التغير في درجة الحرارة.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

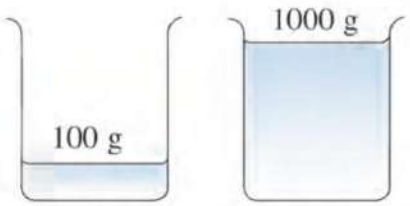
3 - 1 الحرارة
Heat

الحرارة هي الطاقة الحرارية التي تنتقل من جسم أسخن إلى آخر أبرد. ووحدة قياس الطاقة هي الجول (J). وعند تسخين بعض الماء فنحن في الحقيقة نمده بطاقة.

ونعرف من قانون حفظ الطاقة أن الحرارة التي نمدها لا تختفي، ولكنها تتحول في الحقيقة إلى نوع آخر من الطاقة. تنتقل في هذه الحالة الحرارة التي مُد الماء بها إلى الطاقة الداخلية لجزيئات الماء، والتي تكون في صورتين: طاقة حركية، وطاقة كامنة. ومن ثم فإن الحرارة هي قياس للتغير في مجموع الطاقة الداخلية لجسم ما.

3 - 2 السعة الحرارية
Heat Capacity

إذا سخنا 100 g، و 1000 g من الماء من 30°C إلى 60°C باستخدام نفس السخان، سنجد أن كمية 1000 g من الماء تستغرق 10 أضعاف المدة الزمنية لتسخين 100 g من الماء لنفس تغير درجة الحرارة. وبما أن قدرة السخان هي نفسها فإن كمية 1000 g من الماء تحتاج 10 أضعاف كمية الحرارة التي تحتاجها 100 g من الماء لترتفع إلى نفس درجة الحرارة.



شكل 3 - 1 تحتاج كمية 1000 g من الماء 10 أضعاف كمية الحرارة مقارنة بكمية 100 g من الماء لتصل إلى نفس الزيادة في درجة الحرارة

تبين هذه التجربة أن كمية الحرارة المطلوبة لرفع درجة حرارة جسم ما تعتمد على كتلة ذلك الجسم، مما يقودنا إلى مصطلح السعة الحرارية.

السعة الحرارية هي كمية الحرارة المطلوبة لرفع درجة حرارة جسم ما درجة كلفن واحدة (أو درجة سلسيوس واحدة).

ورمز السعة الحرارية هو C.

ووحدة قياس السعة الحرارية هي $J\ K^{-1}$، أو $J\ ^{\circ}C^{-1}$

وعليه نقول أن لدى 1000 g من الماء سعة حرارية تعادل 10 أضعاف السعة الحرارية لكمية 100 g من الماء.

ويمكن التعبير رياضيًا عن السعة الحرارية C بما يلي:

$$C = \frac{Q}{\Delta T}$$

حيث Q تساوي الحرارة الممتصة مقدرة بالجول (J)،

ΔT تساوي التغير في درجة الحرارة مقدرة بالكلفن (K)، أو بدرجة سلسيوس (°C).

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

مثال محلول 3 - 1

في تجربة بسيطة، تتطلب 100 g من الماء 12600 J من الحرارة لرفعها من 30°C إلى 60°C.

1- أوجد السعة الحرارية لـ 100 g ماء.

2- أوجد السعة الحرارية لـ 1000 g ماء.

3- أوجد الحرارة المطلوبة لرفع درجة حرارة 1000 g ماء من 30°C إلى 40°C.

الحل:

1- المعطيات: الحرارة المكتسبة، $Q = 12600\ J$

الارتفاع في درجة الحرارة، $\Delta T_c = 60°C - 30°C = 30°C$

ومن المعادلة $C = \frac{Q}{\Delta T_c}$

$$= \frac{12600}{30}$$

$$= 420\ J\ K^{-1}$$

2- بما أن كتلة 1000 g من الماء تعادل 10 أضعاف كتلة 100 g من الماء، فإن السعة الحرارية لكتلة 1000 g ماء تساوي السعة الحرارية لكتلة 100 g من الماء × 10

$$C = 10 \times 420$$

$$= 4200\ J\ K^{-1}$$

3- الحرارة المطلوبة، $Q = C\Delta T_c$

$$= 4200\ (40 - 30)$$

$$= 42000\ J$$

تذكر:

السعة الحرارية = الطاقة الحرارية / تغير درجة الحرارة ،

$$C = \frac{(Q)}{\Delta T}$$

وتعتمد أيضًا السعة الحرارية على مادة الجسم. فيحتاج على سبيل المثال الألومنيوم حرارة أكثر لترتفع درجة حرارته 1 K مقارنة بنفس الكتلة من النحاس. تحتاج في الواقع 100 g ألومنيوم 900 J من الحرارة لرفع درجة حرارته 10°C في حين تحتاج 100 g من النحاس 400 J فقط من الحرارة لرفع درجة حرارته 10°C.

3-3 الحرارة النوعية

Specific Heat Capacity

رأينا في الجزء 3-2 أن السعة الحرارية تعتمد على كتلة، وكذلك على مادة الجسم. وعليه يكون أكثر ملائمة فحص السعة الحرارية لكل وحدة كتلة أو ما يسمى بالحرارة النوعية للمادة.

وتعرَّف الحرارة النوعية بأنها كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة 1 kg (وحدة كتلة) من مادة ما 1 K، أو 1°C.

ورمز الحرارة النوعية هو c.

ورياضيًّا يمكن كتابة معادلة الحرارة النوعية على الصورة:

$$c = \frac{C}{m} = \frac{1}{m}\left(\frac{Q}{\Delta T}\right)$$

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية - ليبيا

حيث C تساوي السعة الحرارية

Q تساوي الحرارة المكتسبة أو المفقودة

ΔT تساوي تغير درجة الحرارة

m تساوي كتلة المادة

ووحدة قياس الحرارة النوعية هي $J\ kg^{-1}\ K^{-1}$، أو $J\ kg^{-1}\ ^{\circ}C^{-1}$. ويمكننا التعبير عن المعادلة كما يلي:

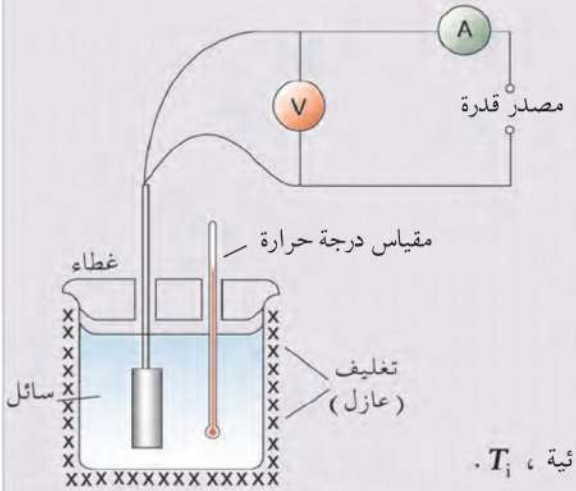
$C = mc$ [السعة الحرارية تساوي الكتلة × الحرارة النوعية]

و $Q = mc\Delta T$ [الطاقة الحرارية تساوي الكتلة × الحرارة النوعية × التغير في درجة الحرارة]

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

لتعيين الحرارة النوعية لسائل ما.

الجهاز: مُسعِّر نحاسي (جهاز لقياس السعة الحرارية)، سخان، مقياس درجة حرارة، مصدر قدرة 12 V، فولتمتر، أميتر، مسجل بيانات ورشة عمل العلوم، ميزان كتل.



شكل 3 – 3 تحديد الحرارة النوعية لسائل

الإجراء:
1- زن السائل، وسجل كتلة السائل m_l.
2- احصل على كتلة المسعر النحاسي، m_c. (المسعِّر النحاسي هو وعاء نحاسي والحرارة النوعية للنحاس c_c هي $400\ J\ kg^{-1}\ K^{-1}$).
3- صب السائل الذي نريد تعيين حرارته النوعية c_l في المسعر النحاسي.
4- ضع السخان والترمومتر في السائل. وتأكد أن المسعر النحاسي مغلف بشكل صحيح (انظر شكل 3 – 3).
5- صل مجس درجة الحرارة بجهاز التداخل البيني، ثم شغل مسجل البيانات لتسجيل درجة الحرارة.
6- ابدأ بتسجيل درجة الحرارة، ولاحظ درجة الحرارة الإبتدائية، T_i.
7- شغل مصدر القدرة لمدة معينة ts (حوالي 300 s).
8- اقفل السخان بعد هذه المدة. ثم استمر في تسجيل درجة الحرارة لفترة. لاحظ أعلى درجة وصل إليها السخان T_f.

العملية الحسابية: قدرة السخان تساوي IV

كمية الطاقة الحرارية التي يوفرها السخان، $Q = IVt$.

كمية الطاقة الحرارية التي اكتسبها السائل تساوي $m_l c_l \Delta T$

كمية الطاقة الحرارية التي اكتسبها المسعر النحاسي تساوي $m_c c_c \Delta T$

ونفترض أن السائل والمسعر قد اكتسبا جميع الحرارة التي تم إمدادها لأنه لم تفقد حرارة إلى الأجسام المحيطة بسبب التغليف الجيد.

أي: الحرارة المكتسبة تساوي الحرارة التي اكتسبها السائل + الحرارة التي اكتسبها المسعر.

$$IVt = m_l c_l \Delta T + m_c c_c \Delta T$$

$$\therefore c_l = \frac{IVt - m_c c_c (T_f - T_i)}{m_l (T_f - T_i)}$$

ويبين جدول 3 – 1 الحرارة النوعية لبعض المواد الشائعة. وعندما نقول أن الحرارة النوعية للماء، $c = 4200\ J\ kg^{-1}\ °C^{-1}$، نعني أن 4200J من الحرارة مطلوبة لرفع درجة حرارة 1 kg ماء بمقدار 1°C. ومن ناحية أخرى إذا أمددنا 4200 J من الحرارة لـ 1 kg نحاس، سترتفع درجة حرارة 1 kg من النحاس بمقدار:

$$\Delta T_c = \frac{Q}{mc}$$

$$= \frac{4200}{1 \times 400}$$

$$= 10.5°C$$

المادة	الحرارة النوعية ($J\ kg^{-1}\ K^{-1}$)
الرصاص	130
الزئبق	140
النحاس الأصفر	380
الزنك	390
النحاس	400
الحديد	460
الزجاج	670
الألومنيوم	900
كحول ميثيلي	2400
ماء البحر	3900
ماء	4200

جدول 3 – 1 الحرارة النوعية لبعض المواد الشائعة

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

وعليه نرى من المقارنة أن المواد ذات الحرارة النوعية المنخفضة ترتفع درجة حرارتها لدرجة حرارة أعلى من المـواد ذات الحرارة النوعية الاعلى إذا مدت بنفس كمية الحرارة

مثال محلول 3 – 2

يمد ملف تسـخين كهربائي 50 W من القدرة لقالب فلزي كتلته 0.60 kg، ويرفـع درجـة حرارتـه من 20 °C إلى 45 °C في 90 s. احسـب الحرارة النوعية للفلز. ما الفرض الذي استعملته للوصول إلى إجابتك؟

الحـــل:

الفرض: لا تكتسـب الأجسـام المحيطة أية حرارة، بمعنى أن جميع الحرارة التي يمدها السخان يكتسبها الفلز فقط.

المعطيات: قدرة السخان، $P = 50\ W$

الوقت المستغرق، $t = 90\ s$

كتلة الفلز، $m = 0.60\ kg$

التغير في درجة الحرارة، ΔT_c يساوي درجة الحرارة النهائية - درجة الحرارة الابتدائية

$$\Delta T_c = 45 - 20$$
$$= 25\ ^\circ C$$

كمية الطاقة الحرارية التي يمدها السخان تساوي قدرة السخان x الوقت المستغرق

$$= P \times t = 50 \times 90 = 4500\ J$$

كمية الطاقة الحرارية التي يكتسبها الفلز تساوي $(mc\Delta T)$

∴ كمية الطاقة الحرارية التي يمدها السخان تساوي الحرارة التي يكتسبها الفلز

أي أن $Pt = (mc\Delta T)$

$$\therefore c = \frac{Pt}{m\Delta T}$$
$$= \frac{4500}{(0.60 \times 25)}$$
$$= 300\ J\ kg^{-1}\ ^\circ C^{-1}$$

ومن ثم فإن الحرارة النوعية للفلز هي $300\ J\ kg^{-1}\ ^\circ C^{-1}$

تذكر:

الحرارة النوعية تساوي

الطاقة الحرارية / (الكتلة × تغير درجة الحرارة)

$$c = \frac{Q}{m \times \Delta T}$$

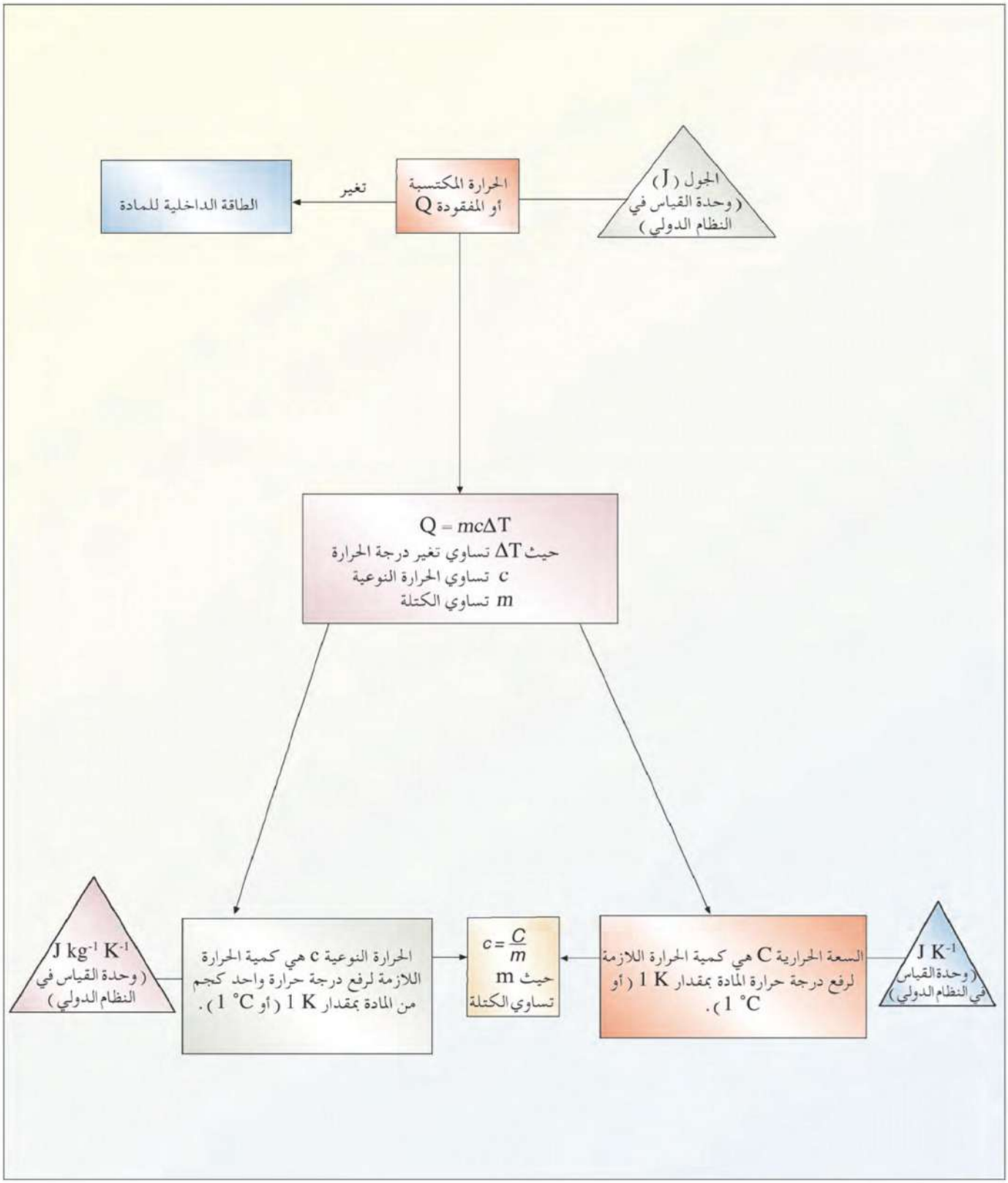
أسئلة التقويم الذاتي

(أ) تهبـط في ليلة هادئة صافية درجة حرارة سـطح البحر أبطأ من درجة حرارة الأرض المجاورة. فسر تلك المشاهدة.

(ب) تكون السـعة الحرارية لمزدوجـة حرارية صغيرة جـدًا، لماذا يعتبر ذلك ميزة عند اسـتخدامها لقياس درجة حرارة تتغير بشكل سريع؟

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية - ليبيا

خريطة مفاهيم



جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا