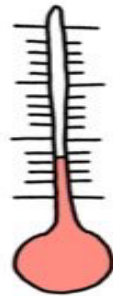
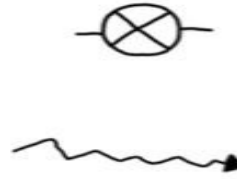
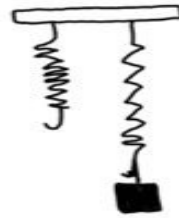


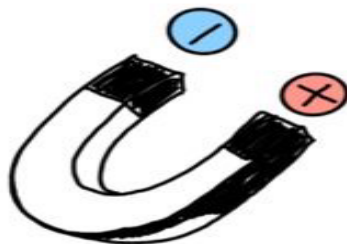
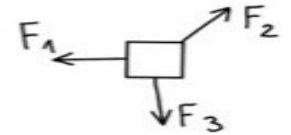
PHYSICS

Chapter 4

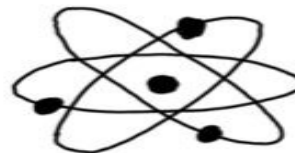
S.M.S.M



$$P = \frac{F}{A}$$



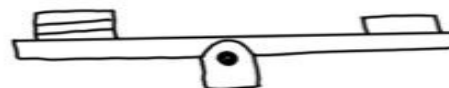
$$P = \frac{m}{V}$$



$$R = \frac{a}{1}$$



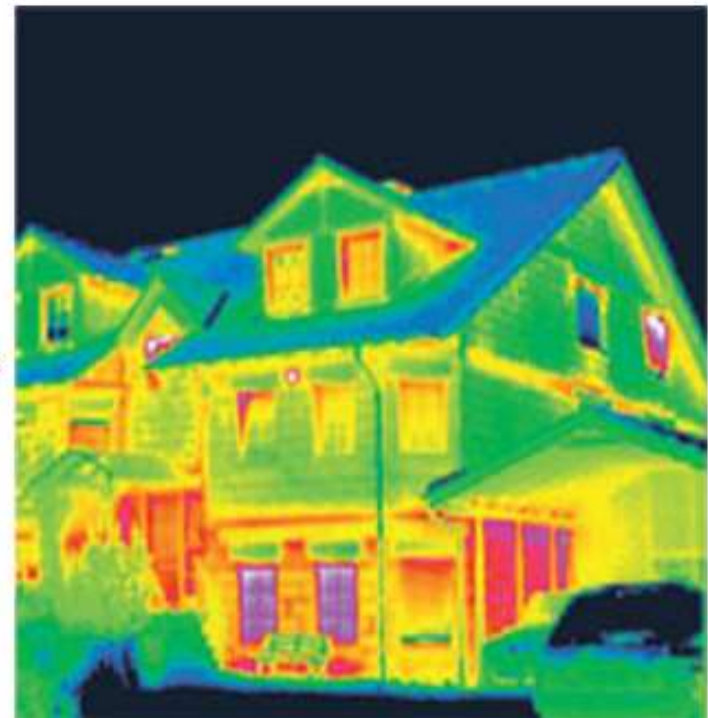
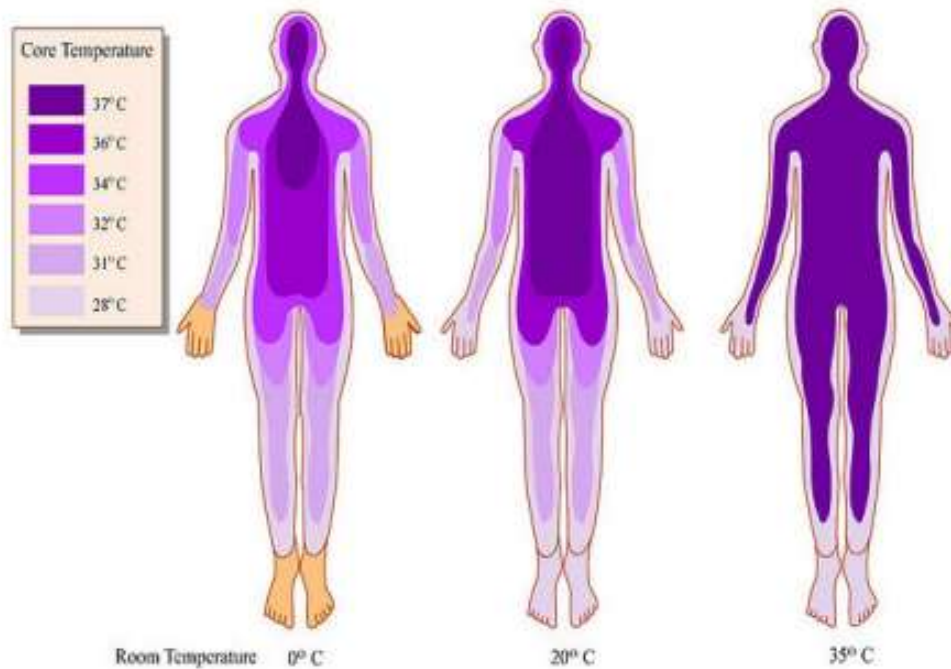
$$F = m \cdot a$$



heat

Temperature

Thermal Properties of Matter



تُحدد من أشكال الطاقة
لأنه عند انتقالها تسمى heat

الطاقة الحرارية لا يمكن ولا تتغير
إلا إذا حدثت دون ذلك
فهي لا تظهر
ولا يمكن لمسها
أو رؤيتها بالعين
المجردة.

درجة سخونة
درجة برودة
درجة الحرارة هي مقياس لأي رقم
أو مؤشر للتغير في الطاقة الداخلية لجسم
(الحركة الاهتزازية لجزيئات المادة حركة تنبذية
حود مواقعها)

Definitions

- **Heat and Temperature** (what is the difference)
- **Thermal Contact** - if energy can be exchanged between two objects, then they are in thermal contact
- **Thermal Equilibrium** - if two objects are in thermal contact and there is no exchange of energy, then they are in thermal equilibrium



نتج عنه
هذا القانون

حركة اهتزازية ← دورانية ← انقالية

يعبر عن الطاقة الحركية للجسيمات وبالتحديد فيزياء ارتباط بين
درجة الحرارة والطاقة الحركية للجسيمات

The Law of Equilibrium

• Zeroth Law of Thermodynamics

– If objects A and B are separately in thermal equilibrium with object C, then A and B are in thermal equilibrium with each other

Definition of Temperature

• If objects A and B are in thermal equilibrium, then they are at the same temperature.

هذا كله لوضع
انه الطاقة
الحركية (heat)
لا تنتقل ولا تظهر
إلا في حالة الالتقاء
بين جسمين مختلفين في
درجة الحرارة

يعني لهما نفس
درجة الحرارة

هل تتغير خواص المواد الطبيعية بالحرارة ؟

صم
الطول
الضغط
المقاومة الأومية
نعم

How to measure the Temperature

- Many physical properties of materials change sufficiently with temperature to be used as the bases for thermometers:

⇒ The change in volume of a liquid علمونه فآلة ليترومتر

⇒ The change in length of a solid علمونه فآلة الفيوزات
يتمدد عند التسخين

⇒ The change in pressure of a gas held at constant volume زدات الحرارة - تمدد - غلظه مفتاح التيار - حماية الجيجز

⇒ The change in electrical resistance of a conductor (طردية) المقاومة الأومية

⇒ The change in color of a very hot object

⇒ The change in color of a very hot object

⇒ The change in color of a very hot object

⇒ The change in color of a very hot object

⇒ The change in color of a very hot object

⇒ The change in color of a very hot object

⇒ The change in color of a very hot object

عملية من خلال
تغير الخواص
الفيزيائية لصنع
"ترموستات"

بعض المواد لونها

1 يتغير بتغير

درجة الحرارة

حالة اللون لايزر
في الذهب حرارته أعلى منه للأحر

طردية
في طعاده و
عكسية في
أسبابه بالمرصلات
طبقت في اغراض الصهر

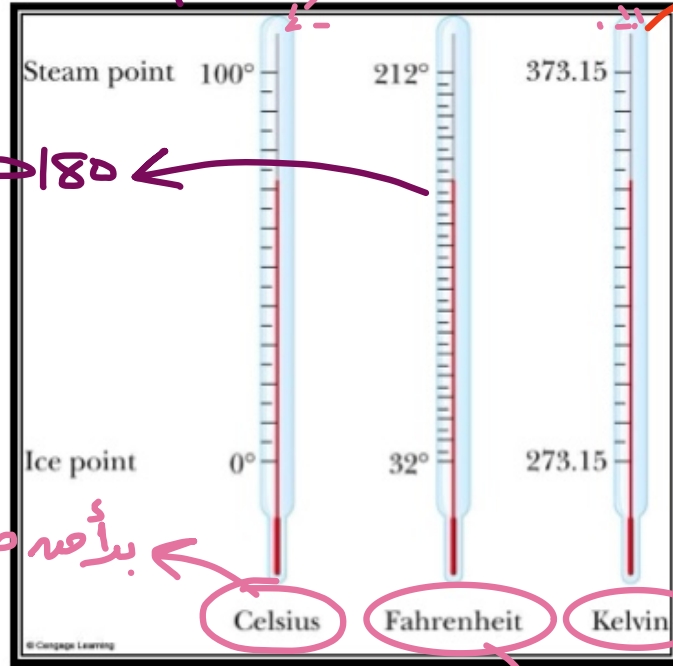
حسابه يقدر ويعمل مقياس عالي لدرجة الحرارة اتخذوه تغيير الحجم كدليل لدرجة الحرارة
والطبيعة كجميع فكانت درجة التمدد لاد هي بداية التدريج ودرجة انخسار نهاية التدريج

يوضع ليتر موتر في الساج لقرادة لظاهرة هي بداية التدريج ثم في حاد مغاي وقرادة لظاهرة هي بداية
ثم نقسم المسافة بينهم

Temperature Scales

خطواتهم متشابهة

خطوة 180



بداية صفرا إلى 100 وقسمه
100 درجة

بداية 32 وحتى 212 وقسمهم 180 درجة
بداية 273 وحتى 373 وقسمهم 100 درجة

- Column of fluid changes height in response to warmth or coolness of surroundings
- Numbers assigned to the height establishes the *temperature scale*
- Each division in the scale is called a *degree*

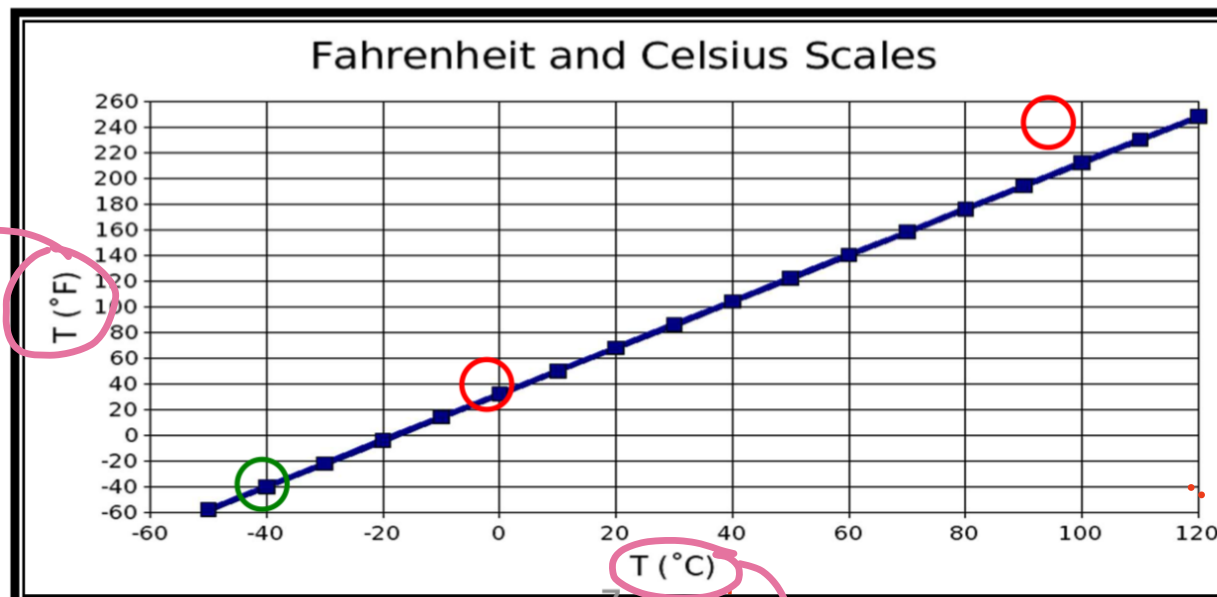
المحول به
في الفيزياء
في المعادلات

Temperature Scales

- Defined by:

- Height of column when water freezes ($0^{\circ}\text{C} = 32^{\circ}\text{F}$)
- Height of column when water boils ($100^{\circ}\text{C} = 212^{\circ}\text{F}$)

- Note: $-40^{\circ}\text{C} = -40^{\circ}\text{F}$



صحتی تفساوی
 $^{\circ}\text{C}$ مع $^{\circ}\text{F}$ ← 7/6

ص ←

س

عقارلر طسقا

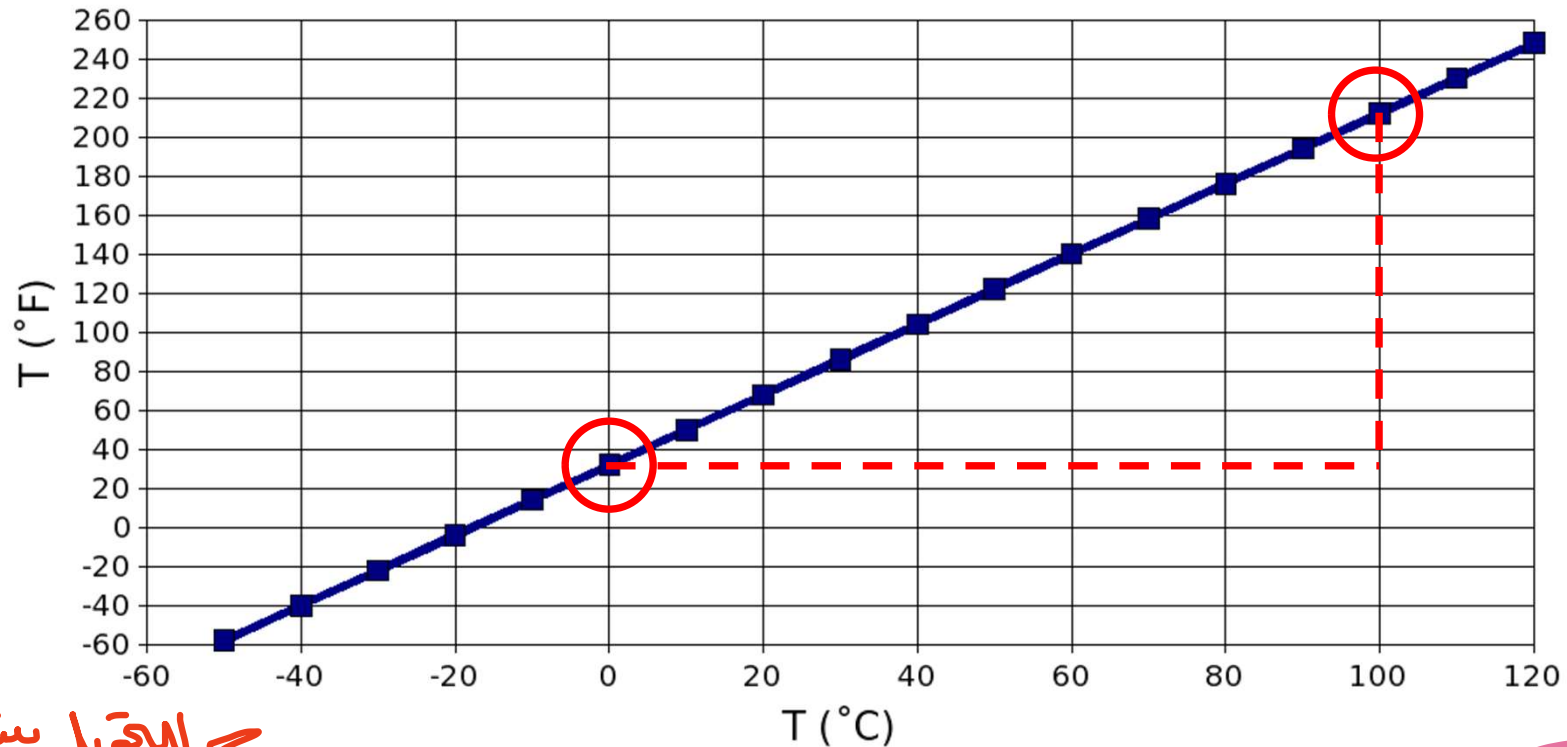
ص - ص
 س - س

$$\frac{32 - 212}{0 - 100} =$$

$$\frac{9}{5} =$$

Conversions

Fahrenheit and Celsius Scales



← لا تحويل بينهم نستعمل
معادلة التحويل =

Slope:

$$\frac{\Delta T_F}{\Delta T_C} = \frac{212^\circ\text{F} - 32^\circ\text{F}}{100^\circ\text{C} - 0^\circ\text{C}} = \frac{180^\circ\text{F}}{100^\circ\text{C}} = \frac{9}{5}$$

الميل

Intercept = 32°F

بعمل بينهم معادلة التحويل

32 ← F
ص - ص
0 ← C
ص - ص

Conversions

محول
↖

	From °C to °F	From °F to °C
Temperature Reading	$T_F = \frac{9}{5}T_C + 32^\circ$	$T_C = \frac{5}{9}(T_F - 32^\circ)$
Temperature Change	$\Delta T_F = \frac{9}{5}\Delta T_C$	$\Delta T_C = \frac{5}{9}\Delta T_F$

ملاحظة: $\Delta T_C \neq \Delta T_F$
لكن $\Delta T_C = \Delta T_K$ {نفس الشيء}

هو درجة الحرارة التي نصل إليها المجم وهو حالة
غير موجودة في الطبيعة

Absolute Zero and Kelvin Scale

الصفر المطلق

- Temperature is in units called kelvins (K)
- $T = 0 \text{ K}$ is called absolute zero
- Represents the temperature at which an ideal gas

يصبح هذا المقدار
صفر

-273

$$T = T_C + 273.15 \text{ K}$$

$$\Delta T = \Delta T_C$$

I. Characteristics of a Gas

الحالة الاضعف

A) Gases assume the shape and volume of a container.

تتغير مع الوعاء

الصلبة والسائلة

نظراً لضعف القوى الجزيئية

الجزيئات متباعدة



B) Gases are the most compressible of all the states of matter.

الكثافة قليلة جداً

C) Gases will mix evenly and completely when confined to the same container.

D) Gases have lower densities than liquids or solids.

C) The study of gases and its results formed the primary experimental evidence for our belief that matter is made up of particles. MATTER IS NOT CONTINUOUS.

III. Measurable Properties of a Gas

A) Mass - moles - symbol is n

B) Pressure - symbol is P

C) Volume - symbol is V

D) Temperature - must be in K - symbol is T

Table 4.1: conversion between the different pressure unit systems.

	Torr, mmHg	Atm	Bar	Pascal
Pascal	0.0075	9.87×10^{-6}	10^{-5}	1
Bar	750	0.987	1	10^5
atm	760	1	1.013	1.013×10^5
Torr, mmHg	1	1.32×10^{-3}	1.33×10^{-3}	133.3

الكثافة ← مول

كيف نقيس إغازات كثافة مولية

الضغط ← باستعمال

الضغط باستعمال
اذن ليعلم لازم
يكونه (m^3)

حجم ← لتر / m^3

جبارة على لقوى
الحرية
جزيئات إغازي
الوحدات لموضع فيه

حرارة ← كالفن

لصقيس لطاقة الداخلية
للغاز

جميع الوحدات لموضع فيه إغاز

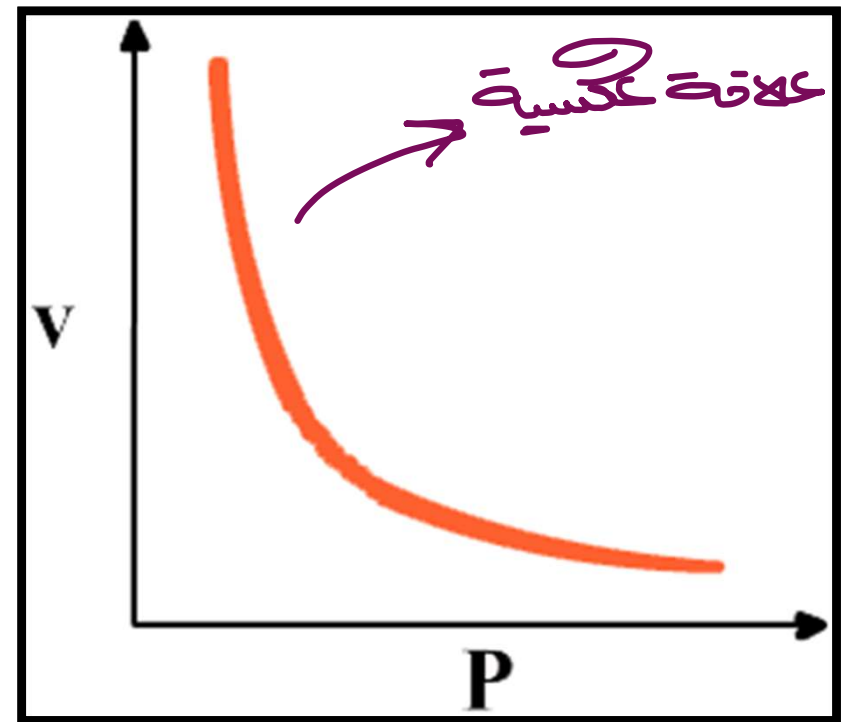
كانت درجة الحرارة واشتغل على الضغط و
النجم
فظهر
انه
العلاقة
عكسية

Boyle's Law: For a fixed amount of gas and constant temperature,
 $PV = \text{constant}$.

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

T is constant

عند ثبات درجة الحرارة



ثابت الضغط وانتقل على الحجم والحرارة

Charles's Law: at constant pressure the volume is linearly proportional to temperature. $V/T = \text{constant}$

Charles's Law



العلاقة
طردية بين
الحجم والحرارة
عند ثبات
الضغط

قانون تشارلز

$$V_1/T_1 = V_2/T_2$$

Gay-Lussac's Law

ثبت الحجم واشتغل
على الضغط والحرارة

Old man Lussac studied the direct relationship between temperature and pressure of a gas at constant volume.

As the temperature increases the pressure of a gas exerts on its container increases.

العلاقة طردية
بين الضغط والحرارة

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

$$PT = \text{Constant}$$

The Ideal Gas Law

لو جمعنا ثلاث
قوانين السابقة
هينج قانون إغاز
العالم

$$PV = nRT$$

إحقة
ال 3 قوانين

P = Pressure (in kPa) V = Volume (in L)

T = Temperature (in K) n = moles

المول هو وحدة

الحجم m^3 ← إضا P
الحجم L ← إضا kPa

$$R = 8.31 \frac{\text{kPa} \cdot \text{L}}{\text{K} \cdot \text{mol}}$$

ثابت الغاز

لقياس الكتلة
أصول هيدروجين = 22 غم
عدد طولات = $\frac{\text{كتلة}}{\text{كتلة مولية}}$

R is constant. If we are given three of P, V, n, or T, we can solve for the unknown value.

From Boyle's Law:

$$P_i V_i = P_f V_f \quad \text{or } PV = \text{constant}$$

From combined gas law:

$$P_i V_i / T_i = P_f V_f / T_f \quad \text{or } PV/T = \text{constant}$$

The total number of molecules in a gas N is equal to the product of the number of moles of gas and the number of molecules per mole: $N = nN_A$ and so the ideal gas law (sometimes called the perfect gas law) can also be written as

$$PV = Nk_B T \text{ (ideal gas law)}$$

where $k_B = \frac{R}{N_A} = 1.38 \times 10^{-23} \text{ J/K}$ is known as Boltzmann's constant.

صيغة أخرى لقانون
الغاز العالم

Ideal gas law the functional relationship between the pressure, volume, temperature and moles of a gas. $PV = nRT$; all gases are ideal at low pressure. $V = nRT/P$. Each of the individual laws is contained in this equation.

Sample problems

(n)

$\text{cm}^3 \leftarrow \text{CC} \frac{10^3}{\text{m}^3} \frac{10^{-3}}{10^{-3}} \rightarrow = 1 \text{ dcm}^3$

How many moles of H_2 is in a 3.1 L sample of H_2 measured at 300 kPa and 20°C ?

$$PV = nRT \quad P = 300 \text{ kPa}, V = 3.1 \text{ L}, T = 293 \text{ K}$$

$$(300 \text{ kPa})(3.1 \text{ L}) = n (8.31 \text{ kPa}\cdot\text{L}/\text{K}\cdot\text{mol})(293 \text{ K})$$

$$\frac{(300 \text{ kPa})(3.1 \text{ L})}{(8.31 \text{ kPa}\cdot\text{L}/\text{K}\cdot\text{mol})(293 \text{ K})} = n = 0.38 \text{ mol}$$

عدد الجزيئات = عدد المولات $\times$ عدد أفوجادرو

How many molecules

Ideal Gas Law

The pressure, P , volume V , and temperature T of an ideal gas are related by a simple formula called the **ideal gas law**.

$$PV = nRT$$

$$R = 8.31 \frac{J}{K \cdot mol}$$

$$R = 0.082 \frac{L \cdot atm}{K \cdot mol}$$

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

2.50 g of XeF_4 gas is placed into an evacuated 3.00 liter container at $80^\circ C$. What is the pressure in the container?

Solution

عدد مولگان = کتلہ
کتلہ مولیہ

$$PV = nRT \Rightarrow P = \frac{nRT}{V}$$

$$n = \frac{m}{M_w} = \frac{2.5}{207.28} = 0.012 \text{ mole}, R = 8.314 \text{ J/mole.K},$$

$$T_K = T_C + 273.15 = 80 + 273 = 353 \text{ K}$$

$$V = 3 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

الضغط
بالسكال

So,

$$P = \frac{0.012 \times 8.314 \times 353}{3 \times 10^{-5}} = 1.17 \times 10^4 \text{ Pa}$$

A hydrogen gas thermometer is found to have a volume of 100.0 cm^3 when placed in an ice-water bath at 0°C . When the same thermometer is immersed in boiling liquid chlorine, the volume of hydrogen at the same pressure is found to be 87.2 cm^3 . What is the temperature of the boiling point of chlorine?

همنسازیم
قانون شارل

Since

$$P_1 = P_2 \quad \text{at } T_1 = 273 \text{ K}$$

Thus,

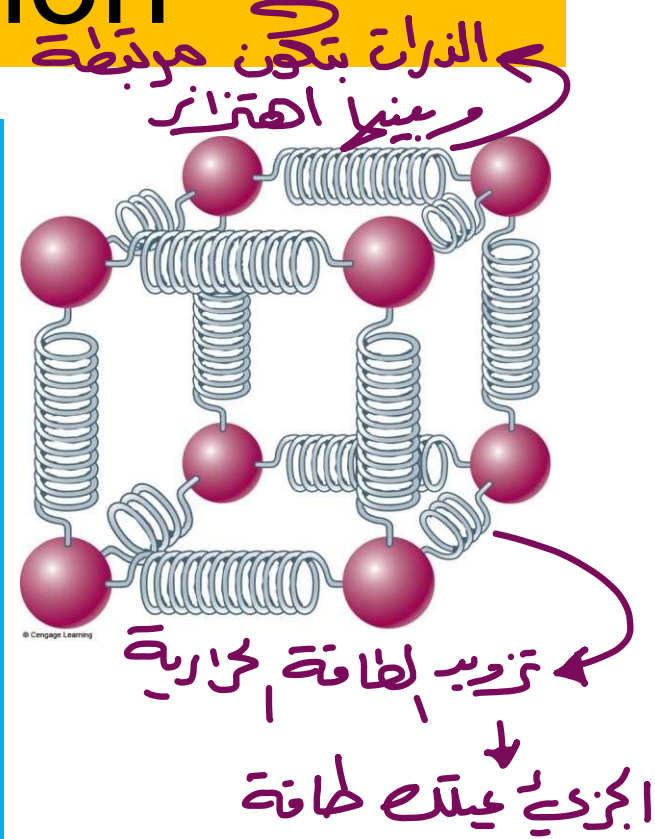
$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \rightarrow T_2 = \frac{V_2}{V_1} T_1$$

$$T_2 = \frac{87.2}{100} \times 273 = 238.056 \text{ K}$$

القد الحراري

Thermal Expansion

- For solids and liquids:
 - Energy increase via heat input
 - Atoms vibrate with greater amplitude
 - Average separation increases
- Leads to macroscopic expansions



© Cengage Learning



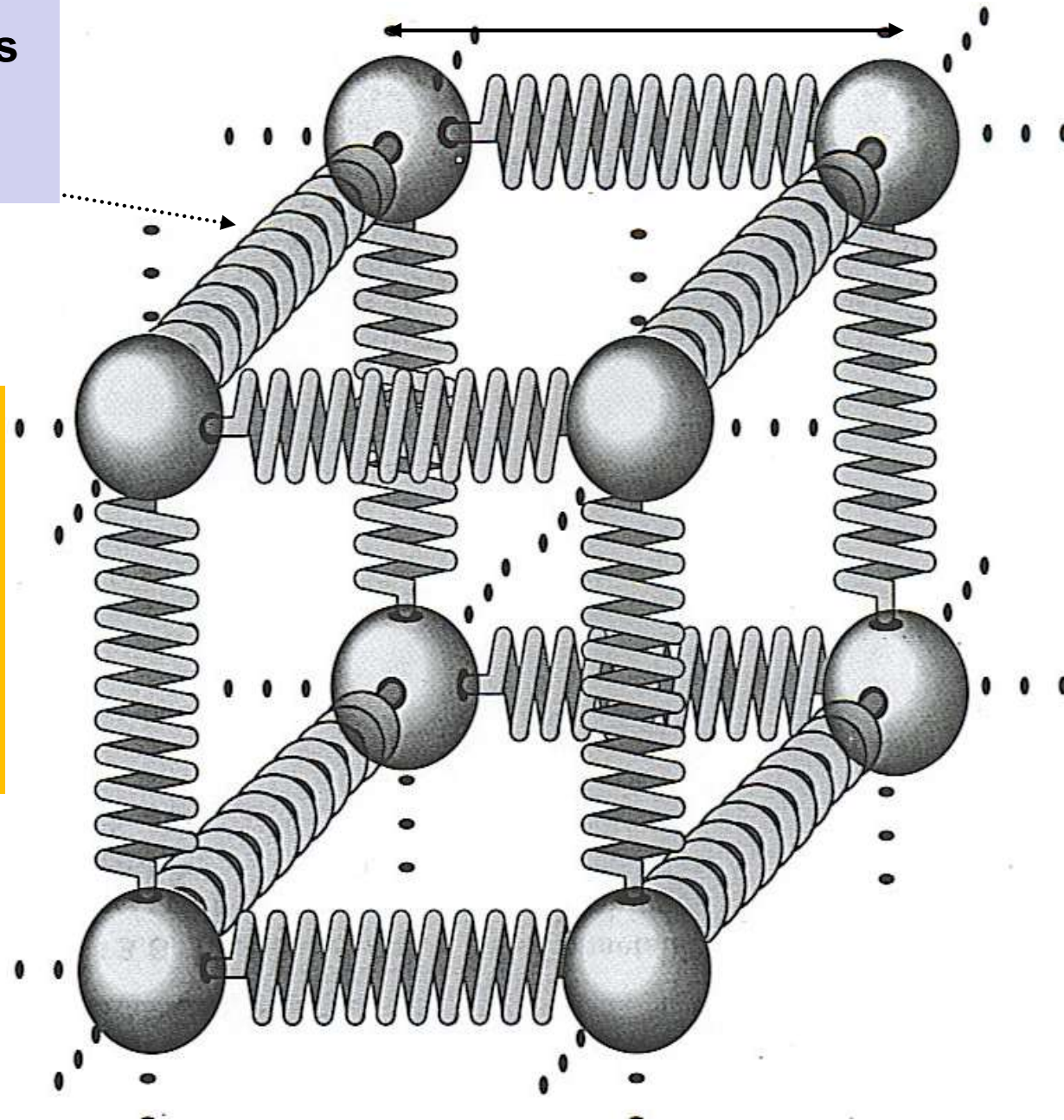
نتيجة زيادة الاهتزاز داخل المادة

Most solids and liquids expand when heated. Why?

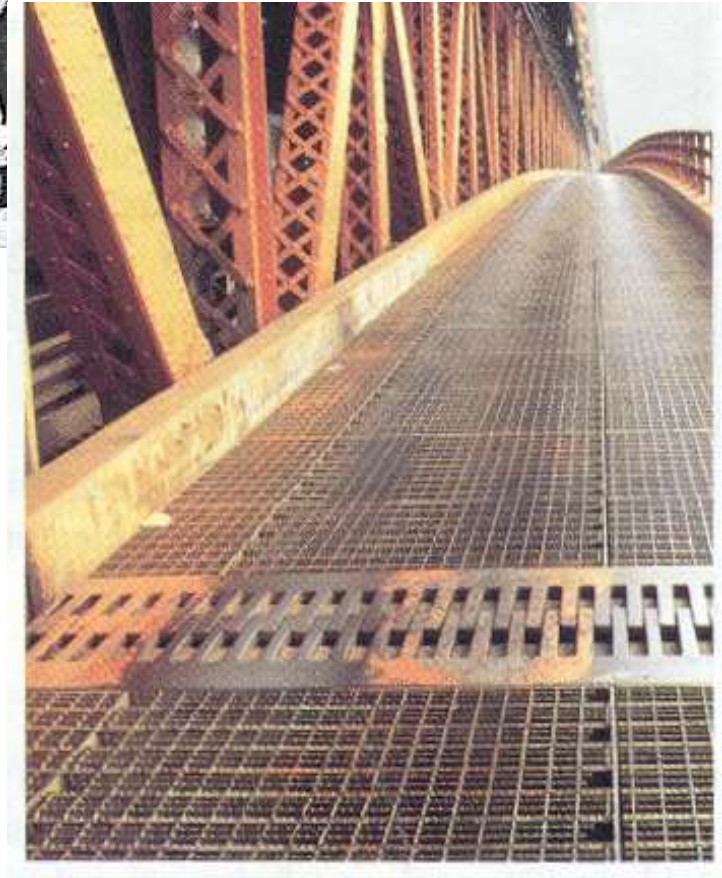
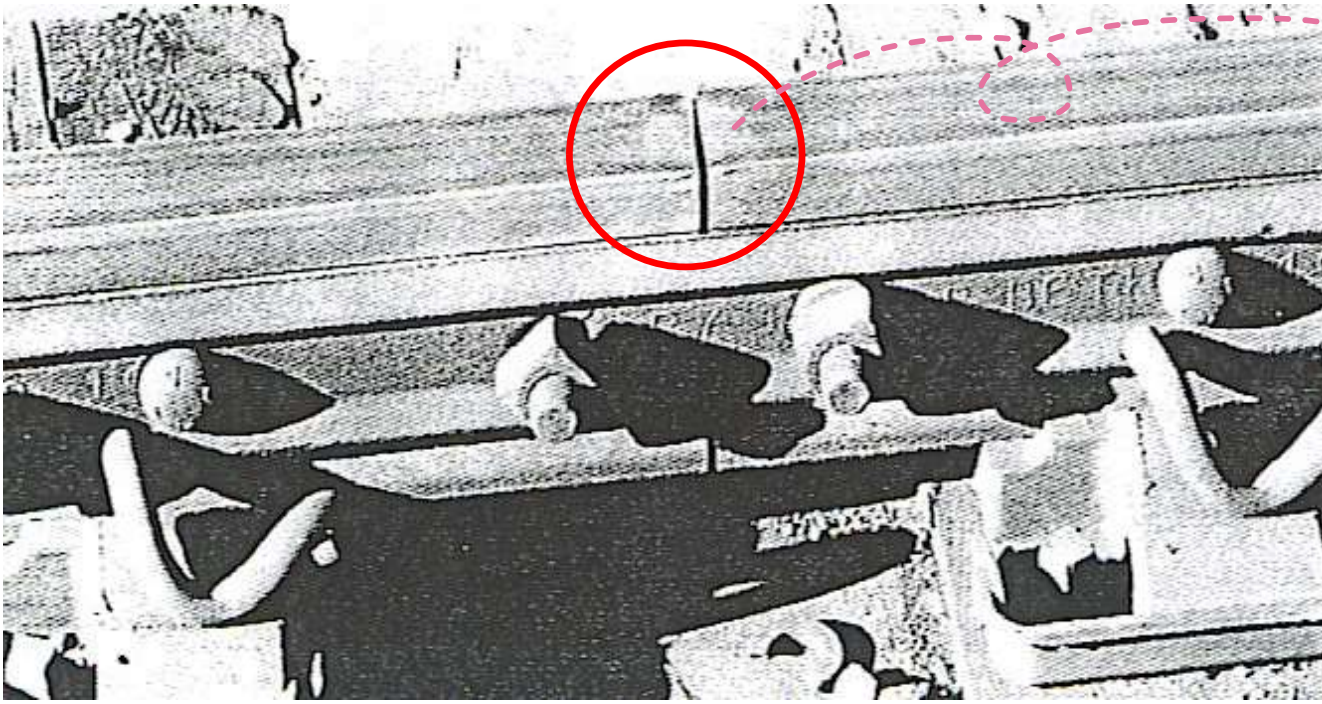
Inter-atomic forces
≡
“springs”

Internal Energy U is associated with the amplitude of the oscillation of the atoms

Average distance between atoms



نستخدم في الصناعات
حيث يتم ترك مسافة
كي تتعد السكك الحديدية
دوره أنه تنقوس



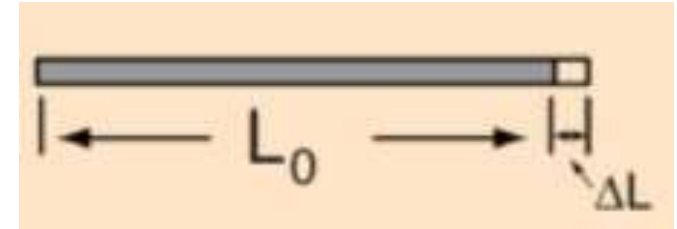
Linear Expansion of Solids

The change in one dimension of a solid (length, width or thickness) is called linear expansion. For small temperature changes, linear expansion is approximately proportional to the change in temperature; $\Delta T = T - T_0$. The fractional change in length is called the thermal strain, which is equal

$$\frac{L - L_0}{L_0} = \frac{\Delta L}{L_0},$$

Thermal strain

Stress $\rightarrow$ درجة الحرارة



Where L_0 is the original length at the original temperature T_0 . This is related to the change in temperature by

$$\frac{\Delta L}{L_0} = \alpha \Delta T \quad \text{or} \quad \Delta L = \alpha L_0 \Delta T,$$

(4.17)

Where α is the thermal coefficient of linear expansion, which has units of K^{-1} . We can also write down an expression for the final length L after a temperature change:

$$\Delta L = \alpha L_0 \Delta T$$

$$L - L_0 = \alpha L_0 \Delta T$$

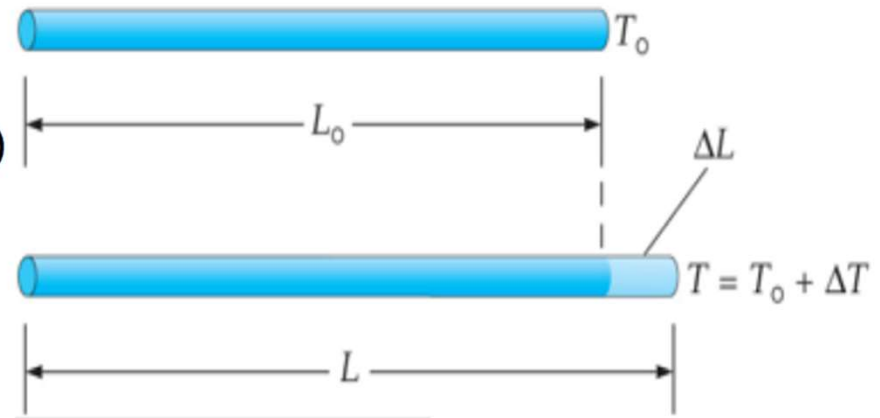
$$L = L_0 + \alpha L_0 \Delta T$$

$$L = L_0 (1 + \alpha \Delta T)$$

Linear Expansion

$$\frac{\Delta L}{L_0} = \alpha \Delta T \quad L = L_0 (1 + \alpha \Delta T)$$

α – thermal coefficient
of linear expansion

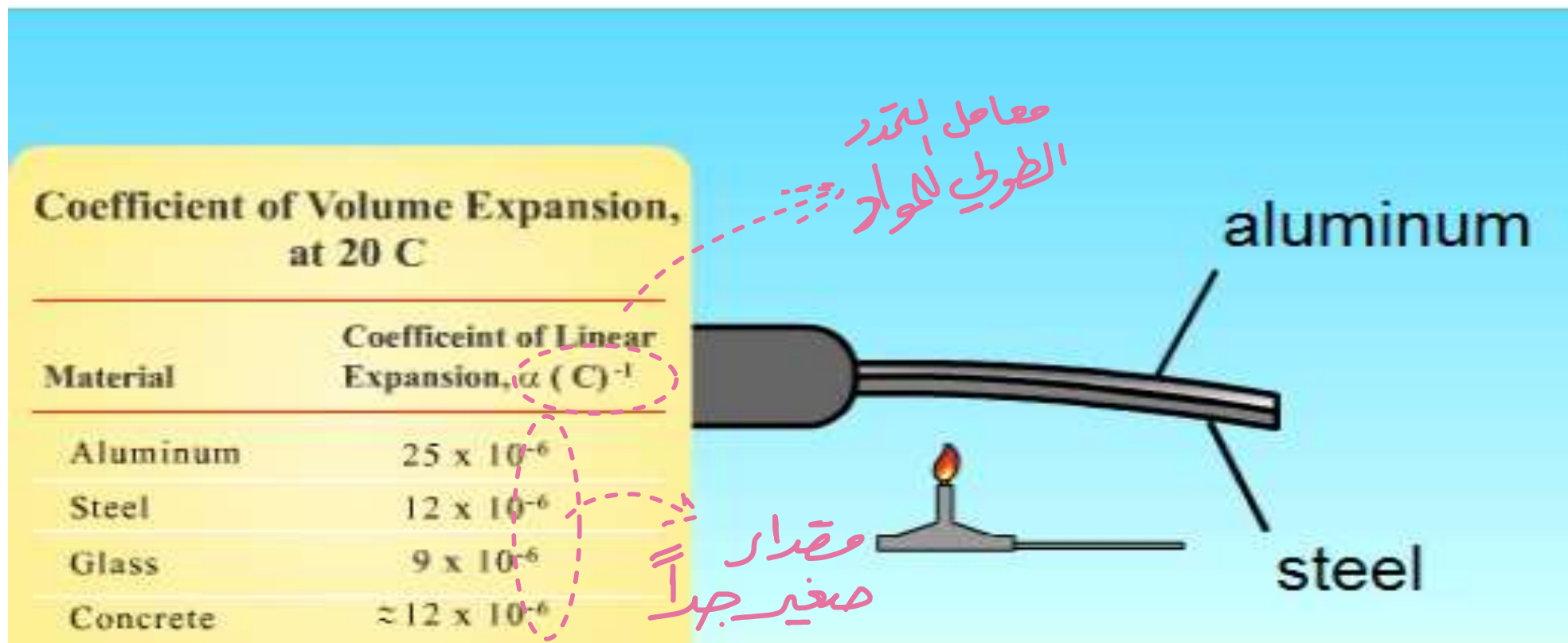


هنا كله
ليس له
وحدة
قياس
مقلوب وحدة
درجة الحرارة
 $T = K \rightarrow \alpha = K^{-1}$
 $T = C \rightarrow \alpha = C^{-1}$

Linear Thermal Expansion Coefficient

The coefficient of expansion may vary slightly for different temperature ranges. Since this variation is negligible for most applications, we (usually) consider α to be a constant and independent of temperature.

Different substances expand at different rates, which because they have different thermal expansion coefficient.



Ceramics

low expansion coefficients

$$\alpha \sim 10^{-6} \text{ K}^{-1}$$

Polymers high expansion coefficients

$$\alpha \sim 10^{-4} \text{ K}^{-1}$$

Metals

$$\alpha \sim 10^{-5} \text{ K}^{-1}$$

Linear Thermal Expansion

$$\Delta L = \alpha L_0 \Delta T$$

$$\Delta L = L - L_0$$

$$\Delta T = T - T_0$$

A concrete slab has a length of 12 m at -5°C on a winter's day. What is the change in length from winter to summer, when the temperature is 35°C ? The linear expansion coefficient of concrete is $1 \times 10^{-5}^\circ\text{C}^{-1}$.

(Handwritten notes: a pink arrow points from the underlined -5°C to the T_0 in the solution; another pink arrow points from the underlined 35°C to the T_f in the solution.)

Solution

$$\Delta T = (T_f - T_0) = (35 - (-5)) = 40^\circ\text{C}$$

$$\Delta l = \alpha l_0 \Delta T = 1 \times 10^{-5}^\circ\text{C}^{-1} \times 12\text{m} \times 40^\circ\text{C} = 4.80 \text{ mm}$$

A steel rod 4.00 cm in diameter is heated so that its temperature increases by 70.0°C . It is then fastened between two rigid supports. The rod is allowed to cool to its original temperature. Assuming that Young's modulus for the steel is $20.6 \times 10^{10} \text{ N/m}^2$ and that its average coefficient of linear expansion is $11 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$, calculate the tension in the rod. $\rightarrow F$

$$r = 2 \text{ cm} = 2 \times 10^{-2} \text{ m}, Y_{\text{steel}} = 20.6 \times 10^{10} \frac{\text{N}}{\text{m}^2}, \text{ and } \alpha = 11 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$$

$$\sigma = Y_{\text{steel}} \varepsilon$$

Where

$$\sigma = \frac{F}{A}, \text{ and } \varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0}$$

Thus,

$$F = Y_{\text{steel}} \times A \times \frac{\Delta l}{l_0} \rightarrow \alpha \Delta T$$

هنا مبدأ قانون هوك

$$\frac{\Delta L}{L} = \alpha \Delta T$$

نحسب F

$$F = Y_{steel} \times A \times \left(\frac{\Delta l}{l_0} \right)$$

The change in length due to increase in temperature is

$$\Delta l = \alpha l_0 \Delta T \rightarrow \frac{\Delta l}{l_0} = \alpha \Delta T$$

$$F = Y_{steel} \times A \times \left(\frac{\Delta l}{l_0} \right) = Y_{steel} \times A \times (\alpha \Delta T)$$

$$F = 20.6 \times 10^{10} \frac{N}{m^2} \times \left(\pi (2 \times 10^{-2} m)^2 \right) \times (11 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} \times 70.0 \text{ } ^\circ\text{C})$$

$$F = 1.99 \times 10^5 N \cong 2 \times 10^5 N$$

تغیر طویل
Linear

L_0



ΔL

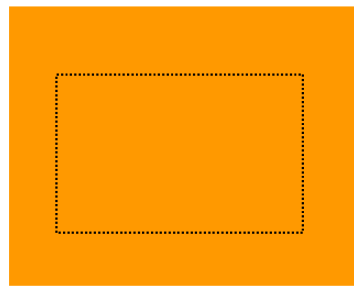


L

$$\Delta L = \alpha L_0 \Delta T$$

تغیر فی سطح
Area

A

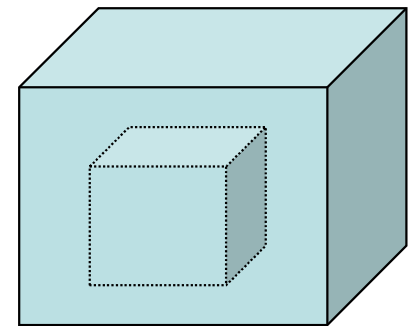
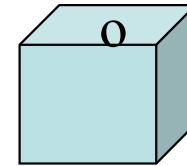


A

$$\Delta A = 2\alpha A_0 \Delta T$$

تغیر فی حجم
Volume

V



V

$$\Delta V = 3\alpha V_0 \Delta T = \beta V_0 \Delta T$$

کل حالت لیا
قانونی

کنہ $\propto$ تغیر
فی سطح

کنہ $\propto$
تغیر فی حجم

Volume expansion – solid cube

اشتقاق القانون

$$V_0 = L_0^3$$

مقدار صغير جداً يقول إلى الصفر يمكن إهماله

$$V = L^3 = (L_0 + \alpha L_0 \Delta T)^3 = L_0^3 (1 + \alpha \Delta T)^3$$

$$V = L_0^3 (1 + 3\alpha \Delta T + 3\alpha^2 \Delta T^2 + \alpha^3 \Delta T^3)$$

$10^{-12} \leftarrow (10^{-4})^2 \rightarrow (10^{-6})^3 = 10^{-18}$

$$V = L_0^3 (1 + 3\alpha \Delta T) \quad (\text{ignoring higher order terms})$$

$$A = A_0 (1 + 2\alpha \Delta T)$$

$$V - V_0 = \Delta V = 3\alpha L_0^3 \Delta T = \beta V_0 \Delta T$$

معامل التمدد الحجمي 3α

α coefficient of linear expansion
 β coefficient of volume expansion

15. A thermometer has a mercury-filled glass bulb with a volume of $2 \times 10^{-7} \text{ m}^3$ attached to a thin glass capillary tube with an inner radius of $5 \times 10^{-5} \text{ m}$. If the temperature increases by 100°C , how far will the mercury rise in the tube? (volume thermal expansion coefficient of mercury = $1.82 \times 10^{-4} \text{ K}^{-1}$).

Handwritten notes: $h_2 - h_0 \leftarrow \Delta h$ (with an arrow pointing to the text); a dashed pink box around "(volume thermal expansion coefficient of mercury)" with a pink β and an arrow pointing to it.

$V_0 = \pi r^2 h_0 = 2 \times 10^{-7} \text{ m}^3$, where $r = 5 \times 10^{-5} \text{ m}$,
is the inner radius of the capillary,
and h_0 is the initial height of the mercury, so

$$h_0 = \frac{V_0}{\pi r^2} = \frac{2 \times 10^{-7}}{3.14 \times (5 \times 10^{-5})^2} = 25.4 \text{ m}$$

$$\Delta T = 100^\circ\text{C}$$

The new volume of the mercury after the expansion

$V = V_0[1 + \beta\Delta T]$, where $\beta = 1.82 \times 10^{-4} \text{ K}^{-1}$ and $V = \pi r^2 h$, and h is the
New height of the mercury, so

$$\pi r^2 h = \pi r^2 h_0 [1 + \beta\Delta T] \gggg h = h_0 [1 + \beta\Delta T]$$

$$h = 25.4 [1 + 1.82 \times 10^{-4}(100)] = 25.4 \times 1.0182 = 25.86 \text{ m}$$

Expansion Coefficients

$$\Delta L = \alpha L_0 \Delta T$$

Linear Expansion – 1D

$$\Delta A = \gamma A_0 \Delta T$$

Area Expansion – 2D

$$\Delta V = \beta V_0 \Delta T$$

Volume Expansion – 3D

If α is the same in all directions then

$$\gamma = 2\alpha \qquad \beta = 3\alpha$$

Heat as a form of Energy

What is HEAT?

- Form of energy and measured in
JOULES, Ergs, Calorie or BTU
(Thermal Units)
- Particles move about more and take up more room if heated – this is why things expand if heated
- It is also why substances change from:
 solids liquids gases
 when heated

Heating and Cooling

- If an object has become **hotter**, it means that it has **gained** heat energy.

$\Delta T > 0$ (positive)

- If an object **cools down**, it means it has **lost** energy

$\Delta T < 0$ (Negative)

- Heat energy always moves from:

HOT object



COOLER object

Cup of water at 20 °C in a room at 30°C - gains heat energy and heats up – its temperature rises

Cup of water at 20 °C in a room at 10°C loses heat energy and cools down – its temperature will fall.

Heat Capacity

السعة الحرارية هي
طاقة الطاقة اللازمة لرفع درجة حرارة
الجسم 1K أو 1°C

Heat capacity is the amount of energy required to raise the temperature of a substance by 1K or 1°C.

Different substances will have different thermal capacities, and different masses of the same kind of substance will also have different thermal capacities.

الطاقة التي تم توفيرها

Heat Supplied (Q) = Heat Capacity (C) x Change in temperature (ΔT)

هي شيء لذي إحصائية
الطاقة الحرارية التي اكتسبها
المادة من أجل رفع درجة
حرارتها

$$\text{Heat Capacity (C)} = \frac{Q \text{ (Joul)}}{\Delta T \text{ (K)}}$$

لغمت
على الكمية
لذلك من الصعب أحياناً
أن تكون صفة مميزة للمادة
تختلف من مادة لأخرى



Specific Heat Capacity

- **Specific Heat Capacity** can be thought of as a measure of how much heat energy is needed to warm the substance up.
- You will possibly have noticed that it is easier to warm up a saucepan full of oil than it is to warm up one full of water.

كمية الطاقة اللازمة لرفع درجة حرارة درجة
كل وحدة



- Specific Heat Capacity (C) of a substance is the amount of heat required to raise the temperature of 1g of the substance by 1°C (or by 1 K).
- The units of specific heat capacity are J °C⁻¹ g⁻¹ or J K⁻¹ g⁻¹. Sometimes the mass is expressed in kg so the units could also be J °C⁻¹ g⁻¹ or J K⁻¹ kg⁻¹

The amount of heat energy (q) gained or lost by a substance = mass of substance (m) X specific heat capacity (C) X change in temperature (ΔT)

$$Q = m \times c \times \Delta T$$

الحرارة النوعية
السعة الحرارية النسبية
شيء مخفي
للحادة

- Approximate values in $\text{J} / \text{kg}^{\circ} \text{K}$ of the Specific Heat Capacities of some substances are:

Air	1000	Lead	125
<u>Aluminium</u>	900	Mercury	14
Asbestos	840	Nylon	1700
Brass	400	Paraffin	2100
Brick	750	Platinum	135
Concrete	3300	Polythene	2200
Cork	2000	Polystyrene	1300
Glass	600	Rubber	1600
Gold	130	Silver	235
Ice	2100	Steel	450
Iron	500	Water	4200

How much energy would be needed to heat 450 grams of copper metal from a temperature of 25.0°C to a temperature of 75°C? The specific heat of copper at 25°C is 0.385 J/g °C.)

The change in temperature (ΔT) is:

$$75^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C} = 50^{\circ}\text{C}$$

Given mass, two temperatures, and a specific heat capacity, you have enough ~~values~~ to plug into the specific heat equation

$$q = m \times C \times \Delta T .$$

and plugging in your values you get

$$\begin{aligned} Q &= (450 \text{ g}) \times (0.385 \text{ J/g } ^{\circ}\text{C}) \times (50^{\circ}\text{C}) \\ &= 8700 \text{ J} \end{aligned}$$

$$Q = m c \Delta T$$

Q = energy transferred (joules)

m = mass of water (grams)

c = specific heat capacity

ΔT = temperature change (K or $^{\circ}\text{C}$)

The sum of heat gain and heat lost equal zero

لو وضعت ابي جسميه في حالة ارضان هلا في كمية الحرارة خفوقة + كمية الحرارة المكتسبة = صفر

assume that m_x is the mass of unknown substance, whose specific heat c_x is to be determined, and then it is heated to a certain temperature T_x . Likewise take an amount of water m_w which its specific heat is known c_w and its temperature T_w is known. If both substances are mixed and left until their temperature remain constant (final temperature T_f), so we can apply the conservation of energy as,

كانه نظام معزول
(لا يحدث تريب)

$$Q_{gain}(w) + Q_{lost}(x) = 0 \Rightarrow m_w c_w (T_f - T_w) + m_x c_x (T_f - T_x) = 0$$

Solving this equation for c_x , we find

$$c_x = \frac{m_w c_w (T_f - T_w)}{m_x (T_x - T_f)} \quad (4.25)$$

التحديد الحرارة النوعية لاي مادة مجهولة عن طريق خلطها مع مادة معروفة

A quantity of hot water at 91 °C and another cold one at 12 °C. How much kilogram of each one is needed to make an 800 liter of water bath at temperature of 35 °C.

$$T_h(\text{hot}) = 91^\circ\text{C}, T_c(\text{cold}) = 12; T_m (\text{mixture}) = 35^\circ\text{C}$$

$$M(\text{hot}) + m(\text{cold}) = 800 \text{ kg} \dots\dots\dots \text{كثافة الماء} \quad 1000 = \dots\dots\dots (1)$$

$$Q(\text{gain by cold water}) + Q (\text{lost by hot water}) = 0$$

$$m(\text{cold}) \times c(\text{water}) \times (T_m - T_c) + m(h) \times c(\text{water}) \times (T_m - T_h) = 0$$

$$23 m(\text{cold}) - 79 m(\text{hot}) \overset{\text{خبره}}{=} 0 \dots\dots\dots (2)$$

Heat Transfer

شروط انتقال الحرارة
منطقة ساخنة ← منطقة باردة
منطقة توصيل بينهم

- Heat is transferred through a material by being passed from one particle to the next
- Particles at the warm end move faster and this then causes the next particles to move faster and so on.
- In this way heat in an object travels from:

the HOT end



the cold end

نتيجة اصطدام الجزيئات ببعضها وتكون في طوصلات أو طوار
الصلبة أسرع عن
الغازية وبأشدة

Conduction

- Occurs by the particles hitting each other and so energy is transferred.
- Can happen in solids, liquids and gases,
- Happens **best in solids**-particles very close together
- Conduction does not occur very quickly in liquids or gases

Thermal conductor

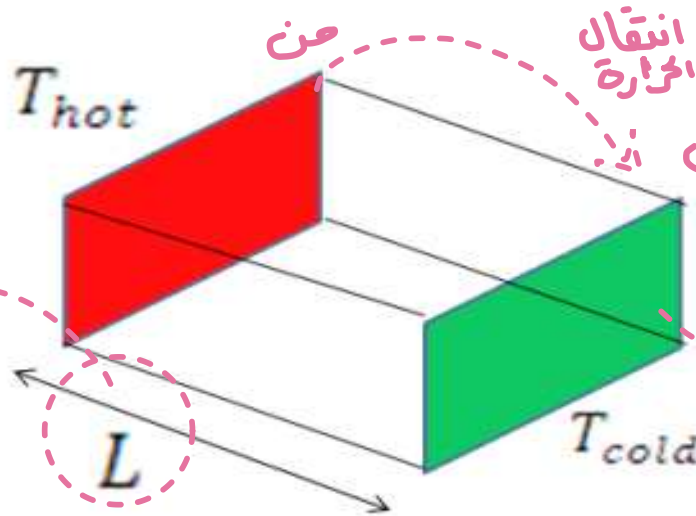
التوصيل في المواد الصلبة
المواد التي توصل الحرارة بسرعة (موصلة حرارية)
مثل النحاس والفضة

Conduction

- Materials that conduct heat quickly are called conductors
- All metals are good conductors of heat
- Copper is a very good conductor of heat
- Pans for cooking are usually made with a copper or aluminium bottom and plastic handles

$$\text{Heat Rate } H = \Delta q / \Delta t$$

دائماً نشي إلى المسافة
بين الجسم الساخن والبارد



انتقال
الحرارة

كل ما زاد فرق الحرارة
بين الجسمين سيزيد انتقال
الحرارة في
وحدة الزمن

For heat transfer between two plane surfaces, such as heat loss through the wall of a house, the rate of conduction heat transfer (H) is the energy transferred per unit of time:

انتقال الطاقة
في وحدة الزمن
watt

$$H = \frac{Q}{t} = \kappa A \frac{(T_{hot} - T_{cold})}{L}, \text{ measured in Watt}$$

كل المنطقة الملامسة للكسم الساخن كل
ما كانت أكبر كل ما زاد انتقال الطاقة

كل ما كانت المسافة أكبر
هناك جزيئات أكثر
تنتقل الطاقة
(4.26)
بكفاءة أقل

Where L is the separation distance (thickness) between the hot and the cold sides, A is the contact area, $(T_{hot} - T_{cold})$ is the temperature gradient, and κ is a constant called the thermal conductivity coefficient of the material measured in W/mK . This constant is a characteristic of the material. Table 4.5 shows some values of κ for different materials. Those with high κ like metals are good heat conductor and with small κ like gases and nonmetals are good insulator.

عوامل التوصيل الحراري
وهو ثابت للمادة الواحدة (يختلف من مادة لأخرى)

Table 4.5: The thermal conductivity coefficient for different materials.

كل ما كان
معامل التوصيل
أكبر كان
عزلية الموصل
أكبر

Substance	(W m ⁻¹ K ⁻¹)	Substance	(W m ⁻¹ K ⁻¹)
Silver	427	Ice	2
Copper	397	Water	0.6
Aluminum	238	Wood	0.08
Gold	314	Air	0.023
Concrete	0.8	Hydrogen	0.1
Glass	0.8	Helium	0.138

$$\text{Heat Rate } H = \Delta q / \Delta t$$

$$H = \kappa \frac{A \Delta T}{L}$$

An aluminum pot contains water that is kept steadily boiling (100°C). The bottom surface of the pot, which is 12 mm thick and $1.5 \times 10^4\text{ mm}^2$ in area, is maintained at a temperature of 102°C by an electric heating unit. Find the rate at which heat is transferred through the bottom surface. Compare this with a copper based pot. The thermal conductivities for aluminum and copper are shown in the table.

المسافة بين المنطقتين
الساخنة والباردة

The thickness of the pot is $L = 12\text{ mm} = 0.012\text{ m}$
and the temperature difference $\Delta T = 102 - 100 = 2^{\circ}\text{C}$
The surface area $A = 1.5 \times 10^4\text{ mm}^2 = 1.5 \times 10^{-2}\text{ m}^2$

$$H_{\text{al}} = \kappa_{\text{Al}} \frac{A \Delta T}{L} = 238 \frac{1.5 \times 10^{-2} (2)}{0.012} = 595\text{ Watt}$$

توصيل الخاسر
أكبر من
توصيل الألومنيوم

$$H_{\text{Cu}} = \kappa_{\text{Cu}} \frac{A \Delta T}{L} = 397 \frac{1.5 \times 10^{-2} (2)}{0.012} = 992\text{ Watt}$$

A box with a total surface area of 1.20 m² and a wall thickness of 4.00 cm is made of an insulating material. A 10.0-W electric heater inside the box maintains the inside temperature at 15.0°C above the outside temperature. Find the thermal conductivity k of the insulating material.

Surface area $A = 1.2 \text{ m}^2$ and the wall thickness $L = 4 \text{ cm} = 0.04 \text{ m}$

The heat rate is the power of the electric heater $H = 10 \text{ Watt}$

The temperature difference between inside and outside is $\Delta T = 15^\circ\text{C}$

$$H = k \frac{A \Delta T}{L} \rightarrow \rightarrow k = \frac{H L}{A \Delta T} = \frac{10 (0.04)}{1.2 (15)} = 0.022 \text{ W/mK}$$

Heat Transfer by Radiation

- Transfer of heat directly from the source to the object by a wave, travelling as rays.
- Heat radiation is also known as **INFRA-RED Radiation**
- All objects that are hotter than their surroundings give out heat as infra-red radiation
- Heat transfer by radiation does not need particles to occur and is the only way energy can be transferred across empty space

The color and texture of different surfaces determines how well they absorb the radiation.

(1) Black objects absorb more radiation than white objects.

(2) Matt and rough surfaces absorb more than shiny and smooth surfaces.

التوصيل بالمثل : المظففة الملامسة للسائل ← يرفع درجة حرارته ← يزداد حجمه ← تقل كثافته
وسوائل الباردة بتترك لتحت فيصبح عندي تيار الماد الساخن بيطلع لفوقه
والبارد لتحت (تيارات الحمل)

اي جسم ساخن يبعث
طاقة على شكل

Heat Transfer by Radiation

- Transfer of heat directly from the source to the object by a wave, travelling as rays.
- Heat radiation is also known as **INFRA-RED Radiation**
- All objects that are hotter than their surroundings give out heat as infra-red radiation
- Heat transfer by radiation does not need particles to occur and is the only way energy can be transferred across empty space

The color and texture of different surfaces determines how well they absorb the radiation.

(1) Black objects absorb more radiation than white objects.

(2) Matt and rough surfaces absorb more than shiny and smooth surfaces.

هو إشعاع
وهو الطريقة
التي تنتقل فيها
حرارة الشمس
إلى جسمنا رغم
عدم وجود أي
مواد موصلة بيننا
حيث تنتقل الحرارة
من الشمس بالموجات
الحرارة وقت الحرا.

موجات
كهرومغناطيسية
في نظام الموجات
تحت الحمراء
أو الحراري

Radiation

The relationship governing radiation from hot objects is called the Stefan-Boltzmann Law:

القانون الذي يحكم انتقال الحرارة
بالاشعاع

$$P = e \sigma A (T^4 - T_s^4) \quad (4.28)$$

كل ما كانت
حرارة الجسم
انطلاق الحرارة عنه أسرع
مساحة جسم
لذلك يشع الحرارة
معدله انتقال
الحرارة من الجسم البارد
غير موجود في الطبيعة لأنه في
جزء من طاقته يذهب في الاهتزازات
ما يساوي واحد
معناه أنه
الجسم يشع كل طاقته
ببقوة مثالي

Where P is the net radiated power measured in Watt, e is the emissivity (=1 for ideal radiator), A is the radiation area in m^2 , T is the temperature of the radiator in Kelvin, T_s is the temperature of the surroundings in Kelvin, and $\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{ Watt/m}^2 \text{ K}^4$ is a constant called Stefan-Boltzmann constant.

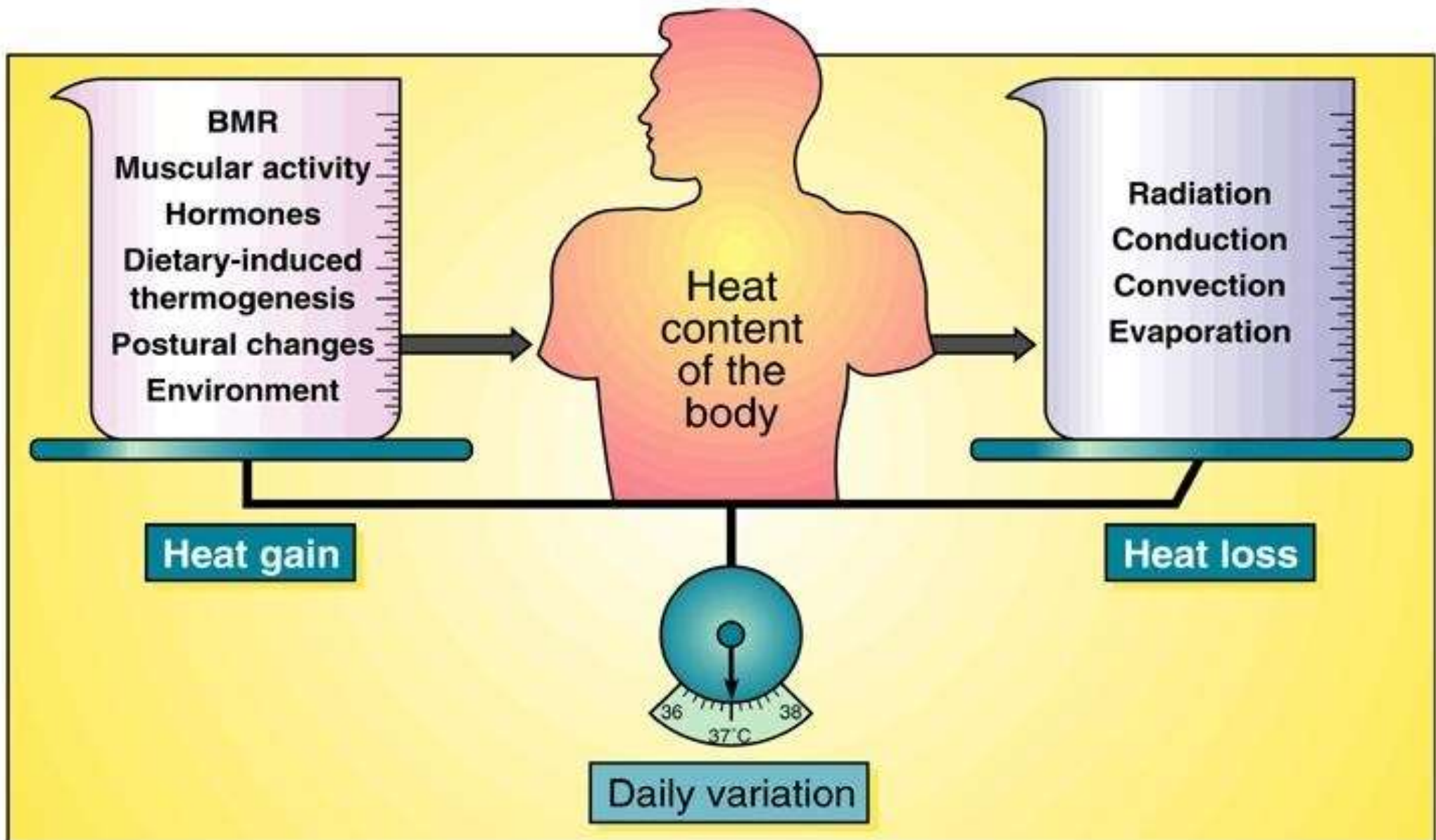
Example 4.12

لازم نفوض عنه
الحرارة بكله

A student tries to decide what to wear is staying in a room that is at 20°C . If the skin temperature is 37°C , how much heat is lost from the body in 10 minutes? Assume that the emissivity of the body is 0.9 and the surface area of the student is 1.5 m^2 .

Thermoregulation in Heat

انتفاع
نقصان
حرارة



A 2 m length of copper pipe of 10 cm diameter containing hot water at T_h 80°C. If the surroundings are at T_c 20°C, at what rate does the pipe lose thermal energy due to radiation? (take $e = 1$)

الاشعاع يصطلح عليه بالانبعاثية
الانبعاثية ← $A =$ المساحة الجانبية

A cylinder of radius $r = 0.05$ m and length $l = 2$ m

The hot side has temperature = $273 + 80 = 353$ K

The cold side has temperature = $273 + 20 = 293$ K

$$\begin{aligned}
 P &= eA\sigma(T_h^4 - T_c^4) = 1 (2\pi rl) 5.67 \times 10^{-8} [353^4 - 293^4] \\
 &= 2(3.14) 0.05(2) 5.67 \times 10^{-8} [353^4 - 293^4] \\
 &= 290.46 \text{ W}
 \end{aligned}$$

المساحة الجانبية

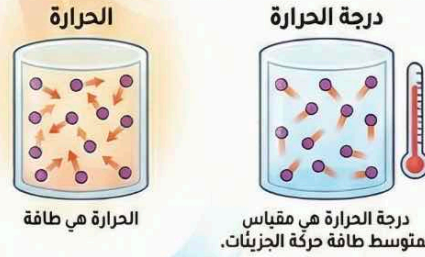
A girl having a surface area of 1.2 m^2 wears a down jackets 3 cm thick with thermal conduction coefficient of $0.02 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$. If her skin temperature is 34°C and she can safely lose 85 W by conduction, what is the lowest temperature for which the clothing is adequate?

$$H = \kappa \frac{A\Delta T}{L}$$

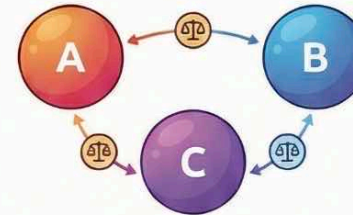
الخصائص الحرارية للمادة

أساسيات الحرارة ودرجة الحرارة

الحرارة مقابل درجة الحرارة

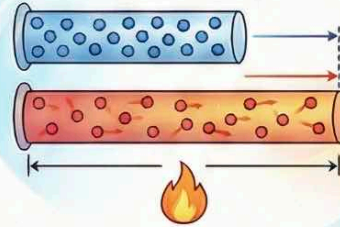


القانون الصفري للديناميكا الحرارية



التمدد الحراري

تتمدد معظم المواد عند تسخينها لأن جسيماتها تتحرك بشكل أسرع وتشغل مساحة أكبر.



قوانين الغازات

قانون الغاز المثالي

$$PV = nRT$$

الضغط الحجم عدد مولات درجة الحرارة
الدرجة الحرارة عدد مولات الغاز

يصف العلاقة بين الضغط والحجم ودرجة الحرارة وعدد مولات الغاز.

قانون بويل

$$P_1V_1 = P_2V_2$$

درجة الحرارة (T) عامل ثابت

قانون شارل

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

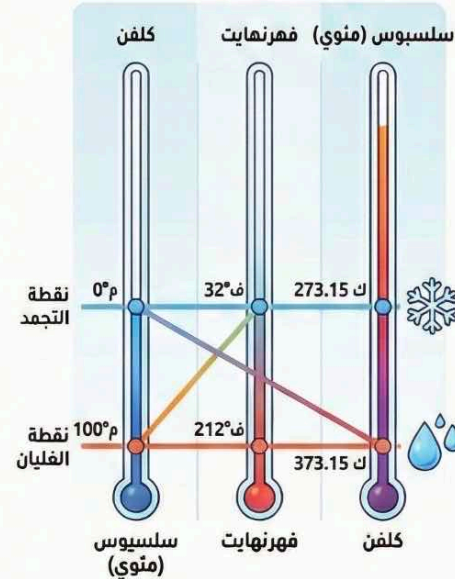
الضغط (P) عامل ثابت

قانون غاي-لوساك

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

الحجم (V) عامل ثابت

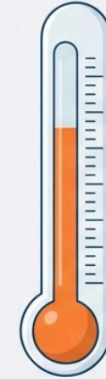
مقارنة نقاط تجمد وجليان الماء





الحرارة (Q)

طاقة تنتقل بسبب اختلاف درجات الحرارة.
الوحدات: جول (Joules)، سعرات (Calories)



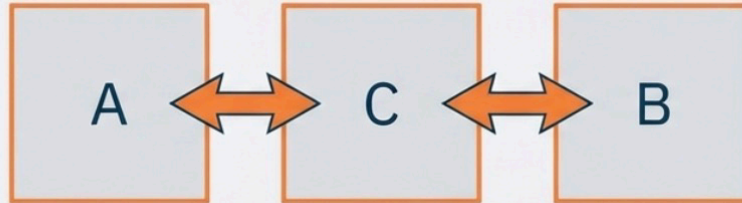
درجة الحرارة (T)

مقياس لمتوسط الطاقة الحركية للجزيئات.
الوحدات: كلفن (Kelvin)، سيلزيوس (Celsius)

الحرارة هي الطاقة التي تنتقل، ودرجة الحرارة هي المقياس لهذا الانتقال

قانون الاتزان الحراري

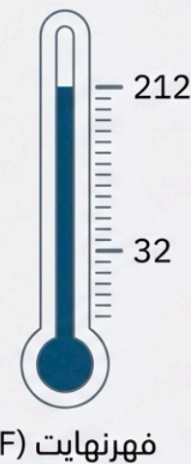
القانون الصفري للديناميكا الحرارية:



إذا كان الجسم A والجسم B في حالة اتزان حراري منفصلة مع الجسم C، فإن A و B في حالة اتزان حراري مع بعضهما البعض.

التطبيق: هذا هو المبدأ الذي تعمل عليه مقاييس الحرارة.

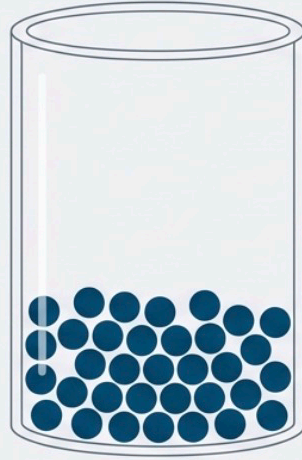
مقاييس درجة الحرارة



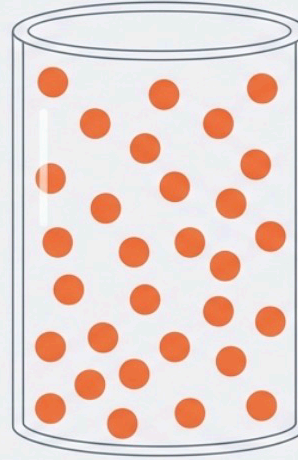
$$T_K = T_C + 273.15$$

$$T_F = \frac{9}{5}T_C + 32$$

خصائص الغازات



سائل



غاز

✓ **الشكل والحجم:** الغازات تأخذ شكل وحجم الوعاء الذي يحتويها.

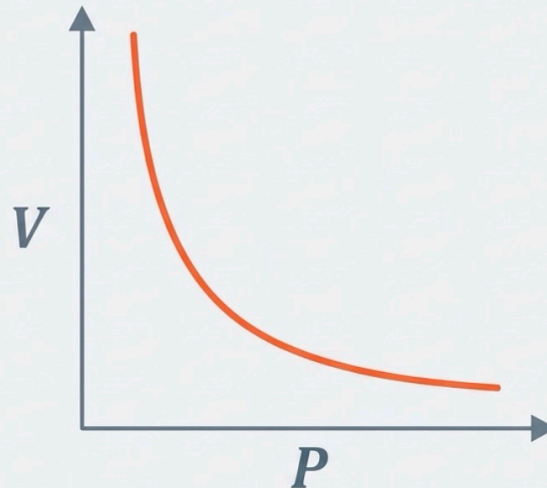
✓ **الانضغاطية:** الغازات هي أكثر حالات المادة قابلية للانضغاط.

✓ **الكثافة:** كثافة منخفضة جداً مقارنة بالسوائل والمواد الصلبة.

✓ **الانتشار:** الغازات تختلط تماماً وبشكل متجانس.

دليل، تحريك، المادة تتكون من، جسيمات (المادة ليست متصلة).

قانون بويل: الضغط والحجم



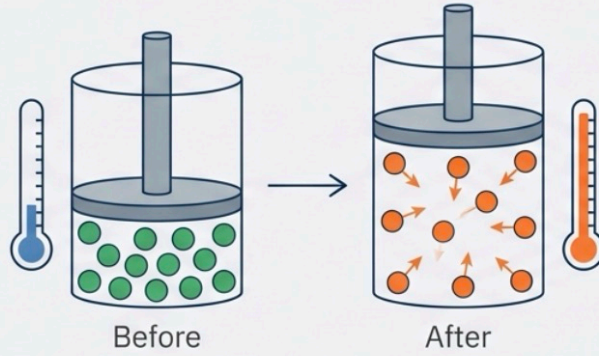
$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

عند ثبوت درجة الحرارة، يتناسب حجم الغاز عكسياً مع ضغطه.

زيادة الضغط ← نقصان الحجم

تأثير درجة الحرارة

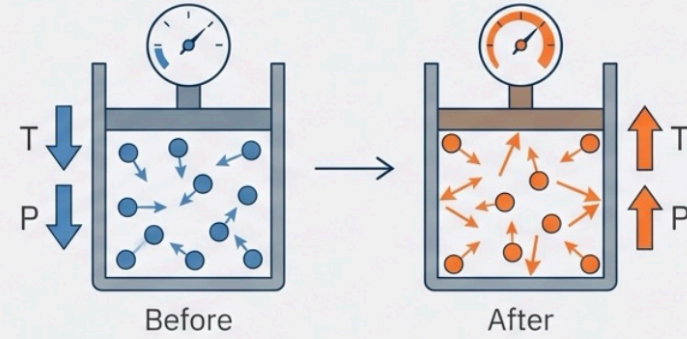
قانون شارل (Charles's Law)



$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

Direct Relationship

قانون جاي-لوساك (Gay-Lussac's Law)



$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

Direct Relationship

علاقة طردية: زيادة الطاقة الحرارية تزيد الحجم أو الضغط.

قانون الغاز المثالي

Pa - (Pressure) الضغط — P — m^3 - (Volume) الحجم — V

درجة الحرارة (Temperature) - K — T — عدد المولات (Moles) — n

ثابت الغاز العام (Gas Constant) — R

$$PV = nRT$$

تنبيه: يجب أن تكون درجة الحرارة بمقياس كلفن!

ثابت الغاز العام (R)

عند استخدام وحدات SI

$$R = 8.31$$

$$\frac{J}{mol \cdot K} \text{ أو } \frac{kPa \cdot L}{mol \cdot K}$$

استخدم هذه القيمة عندما يكون
الضغط بـ **kPa** والحجم **بالتر**.



عند استخدام الضغط الجوي

$$R = 0.082$$

$$\frac{L \cdot atm}{mol \cdot K}$$

استخدم هذه القيمة عندما يكون
الضغط بـ **atm**.



تطبيق عملي: حساب عدد المولات

سؤال:

ما عدد مولات غاز الهيدروجين H_2 في
عينة حجمها $3.1 L$ عند ضغط
 $300 kPa$ ودرجة حرارة $20^\circ C$ ؟

المعطيات:

$$P = 300 kPa, V = 3.1 L, T = 20^\circ C$$

تحويل درجة الحرارة:

$$T = 20 + 273 = 293 K$$



اختيار الثابت R :

$$R = 8.31 \text{ (لأن الضغط بـ } kPa \text{)}$$



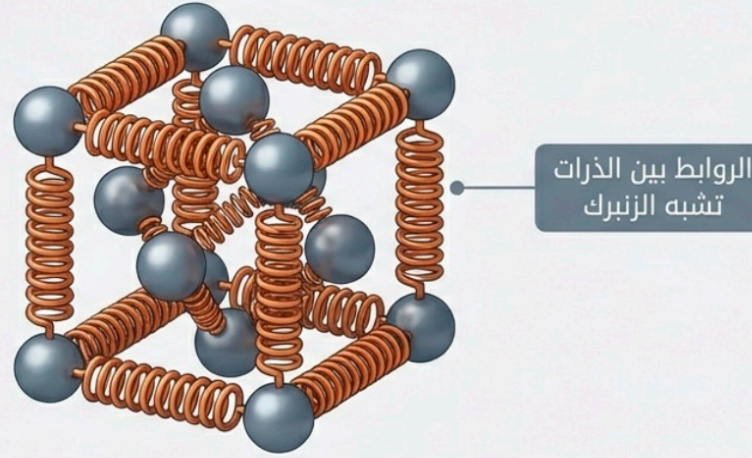
الحساب:

$$n = \frac{PV}{RT} = \frac{(300)(3.1)}{(8.31)(293)}$$



النتيجة: $n = 0.38 \text{ mol}$

لماذا تتمدد المواد؟

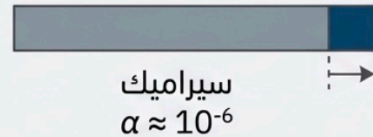


- الطاقة الداخلية (U): ترتبط بسعة اهتزاز الذرات.
- عند ارتفاع درجة الحرارة، تزداد سعة الاهتزاز، مما يدفع الذرات للابتعاد عن بعضها ← **تمدد المادة.**

التمدد الطولي

$$\Delta L = \alpha L_0 \Delta T$$

α : معامل التمدد الطولي (Coefficient of Linear Expansion)



سيراميك
 $\alpha \approx 10^{-6}$



بوليمرات
 $\alpha \approx 10^{-4}$

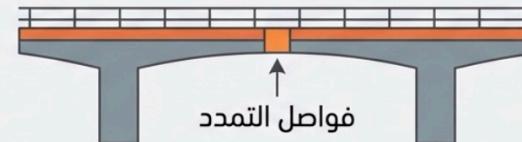
تمدد أكبر

مثال: لوح خرساني

طوله 12m تعرض لتغير في الحرارة من -5°C إلى 35°C .

$$\Delta T = 40^{\circ}\text{C}$$

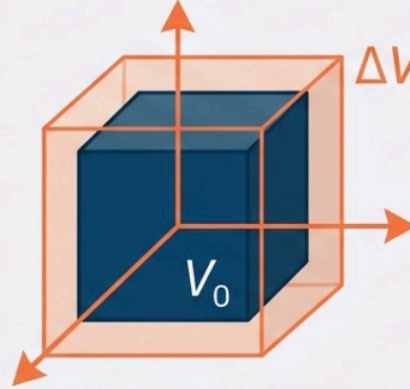
الزيادة في الطول: $\Delta L = 4.80 \text{ mm}$



فواصل التمدد

التمدد الحجمي

عندما تسخن المادة الصلبة، فإنها تتمدد في جميع الاتجاهات.



العلاقة بين المعاملات:

$$\beta = 3\alpha$$

(للمواد المتماثلة في الخواص)

$$\Delta V = \beta V_0 \Delta T$$

$$V = (L_0 + \Delta L)^3 \approx L_0^3(1 + 3\alpha \Delta T)$$

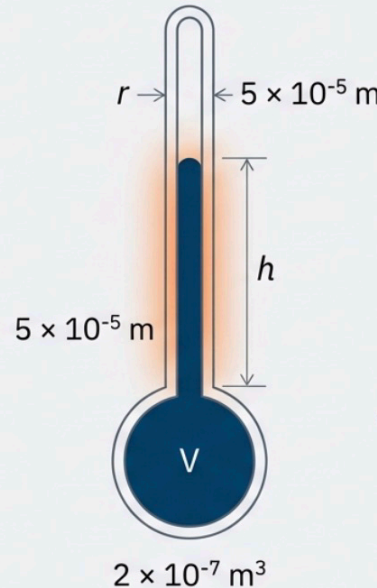
دراسة حالة: التمدد في مقياس الحرارة الزئبقي

التحدي:

كيف نقيس التمدد الطفيف للسائل؟

المعطيات:

حجم البصلة $V = 2 \times 10^{-7} \text{ m}^3$
نصف قطر الأنبوب $r = 5 \times 10^{-5} \text{ m}$



الحل الفيزيائي:

التمدد الحجمي للزئبق (ΔV) يضطر للدخول في الأنبوب الضيق، مما يتحول إلى ارتفاع ملحوظ (h).

$$\Delta V = \beta V_0 \Delta T$$

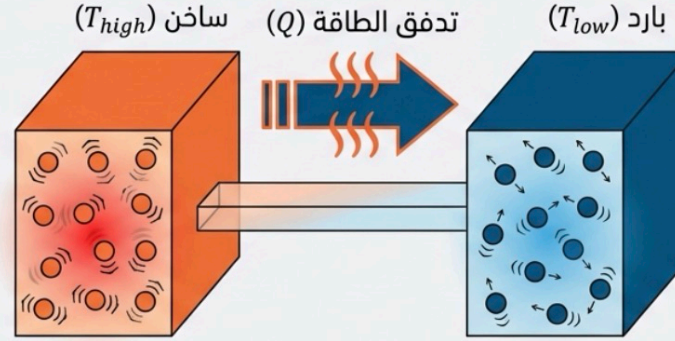
$$\Delta V = (1.82 \times 10^{-4})(2 \times 10^{-7})(100)$$

النتيجة: يرتفع الزئبق في الأنبوب.

الطاقة الداخلية وانتقال الحرارة

- **الطاقة الداخلية (U):** مجموع الطاقة الحركية والكامنة للجسيمات.

- **اتجاه التدفق:** تنتقل الحرارة دائماً من الجسم الساخن إلى الجسم البارد.



اصطلاح الإشارة

- تسخين ($\Delta T > 0$)
اكتساب طاقة (+)
- تبريد ($\Delta T < 0$)
فقدان طاقة (-)

السعة الحرارية النوعية (c)



لماذا يسخن الزيت أسرع من الماء؟

لأن الماء لديه 'سعة حرارية' أعلى (يقاوم التغير في درجة حرارة الحرارة).

التعريف: كمية الطاقة اللازمة لرفع درجة حرارة 1g من المادة بمقدار 1°C .

الوحدات:

$\text{J} / (\text{g} \cdot ^{\circ}\text{C})$ أو $\text{J} / (\text{kg} \cdot \text{K})$

معادلة الطاقة الحرارية

$$Q = mc\Delta T$$



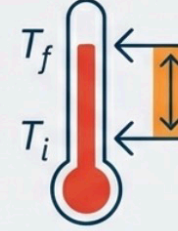
Q : الطاقة الحرارية (J)



m : الكتلة (kg)



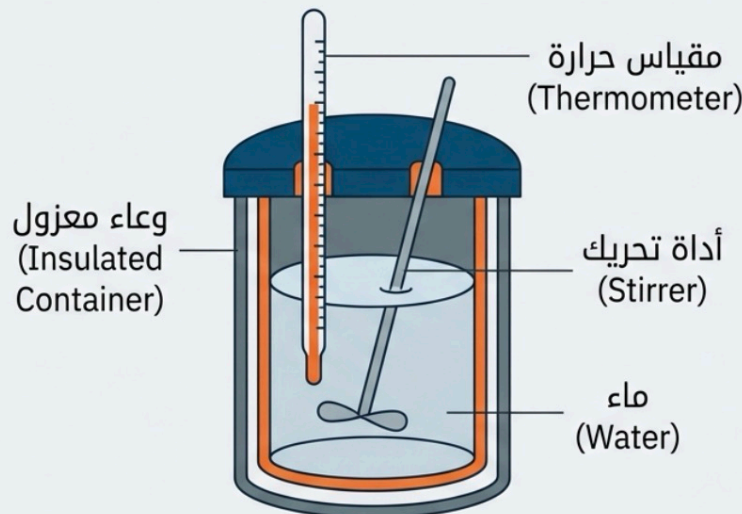
c : السعة الحرارية النوعية



ΔT : التغير في درجة الحرارة ($T_f - T_i$)

مثال: حساب الطاقة اللازمة لتسخين 450g من مادة من 25°C إلى 75°C.
 $\Delta T = 50^\circ\text{C}$

المسعرية: حفظ الطاقة



The Principle of Conservation

في النظام المعزول، الطاقة لا تفنى ولا تستحدث.

The Mixing Equation

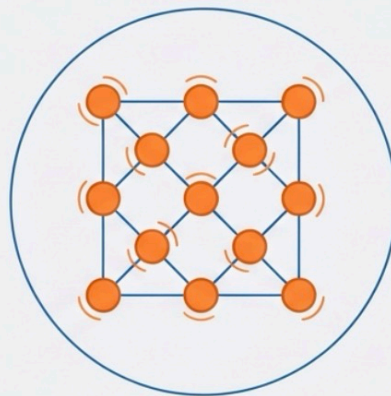
$$Q_{lost} + Q_{gained} = 0$$

$$-m_h c_h (T_f - T_h) = m_c c_c (T_f - T_c)$$

ملخص القوانين الحرارية

الغاز المثالي $PV = nRT$	قانون الغاز الموحد $\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$
التمدد الطولي $\Delta L = \alpha L_0 \Delta T$	التمدد الحجمي $\Delta V = \beta V_0 \Delta T \quad (\beta = 3\alpha)$
الطاقة الحرارية $Q = mc\Delta T$	تحويل الحرارة $K = C + 273.15$

الخاتمة



من اهتزاز الذرة الواحدة إلى عمل المحركات العملاقة، الفيزياء الحرارية تفسر كيف تتحول الطاقة وتؤثر في المادة.

فهم هذه القوانين هو الأساس لتصميم كل شيء من الجسور التي لا تنهار إلى المنازل الموفرة للطاقة.

