

Física.

Tema II

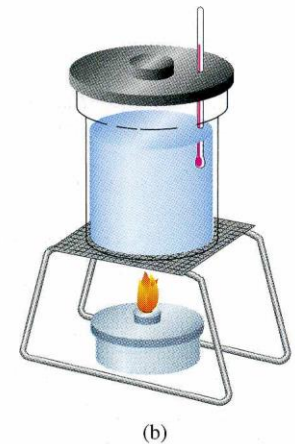
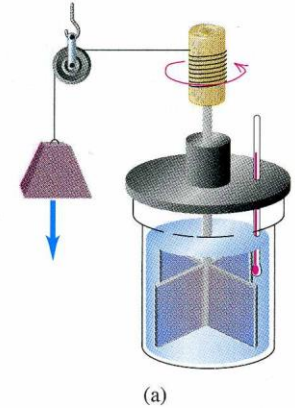
Calor

Calor. Calor específica. Calorimetria I canvis de fase.
Mecanismes de transferència de calor.

Quantitat de calor

La transferència d'energia que té lloc solament per una diferència de temperatura s'anomena transferència de calor o flux de calor. L'energia transferida d'aquesta manera s'anomena calor.

$$1 \text{ cal} = 4.186 \text{ J}$$



15-9 The same temperature change of the same system may be accomplished by (a) doing work on it or (b) adding heat to it.

Quantitat de calor

Capacitat calorífica específica

El calor requerida per a un canvi de temperatura en una massa m és

$$Q = mc\Delta T$$

Capacitat calorífica específica

$$c = \frac{1}{m} \frac{dQ}{dT}$$

dQ no representa contingut d'energia, sino energia en trànsit

Per a l'aigua

$$c = 4190 \text{ J/kg} \cdot \text{K} = 1 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C}$$

Quantitat de calor

Durant un procés gripal, un home de 80 kg va tenir febre i la seua temperatura va pujar fins a 39°C, és a dir, 2°C per damunt de la normal. Assumint que el cos humà és majoritàriament aigua, ¿quanta calor és necessària per incrementar la seua temperatura en eixa quantitat?

Quantitat de calor

Capacitat calorífica molar

massa m , nombre de mols n , massa molar (massa per mol) M

$$m = nM$$

$$Q = nMc\Delta T = nC\Delta T$$

Capacitat calorífica molar

$$C = \frac{1}{n} \frac{dQ}{dT} = Mc$$

Per a l'aigua

$$C = Mc = (0.0180 \text{ kg/mol})(4190 \text{ J/kg} \cdot \text{K}) = 75.5 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$$

Capacitat calorífica a pressió constant (mesures en sòlids, p atmosfèrica)

Capacitat calorífica a volum constant (mesures en gasos)

$$C_V$$

Quantitat de calor

TABLE 18-1

Specific Heats and Molar Specific Heats of Some Solids and Liquids

Substance	c , kJ/kg·K	c , kcal/kg·K or Btu/lb·F°	c' , J/mol·K
Aluminum	0.900	0.215	24.3
Bismuth	0.123	0.0294	25.7
Copper	0.386	0.0923	24.5
Glass	0.840	0.20	—
Gold	0.126	0.0301	25.6
Ice (−10°C)	2.05	0.49	36.9
Lead	0.128	0.0305	26.4
Silver	0.233	0.0558	24.9
Tungsten	0.134	0.0321	24.8
Zinc	0.387	0.0925	25.2
Alcohol (ethyl)	2.4	0.58	111
Mercury	0.140	0.033	28.3
Water	4.18	1.00	75.2

Regla de Dulong-Petit: la capacitat calorífica molar per a la majoria dels sòlids elementals és aproximadament la mateixa, 25 J/mol.K

Calorimetria i canvis de fase

Canvis de fase

Fases: sòlid, líquid, gas

Una transició d'una fase a una altra s'anomena un canvi de fase o transició de fase.

A una pressió donada, el canvi de fase té lloc a una temperatura ben definida, i s'acompanya de l'absorció o emissió de calor i un canvi de volum i densitat.

Durant el canvi de fase no canvia la temperatura, el calor modifica el sistema per exemple de sòlid a líquid.

Calorimetria i canvis de fase

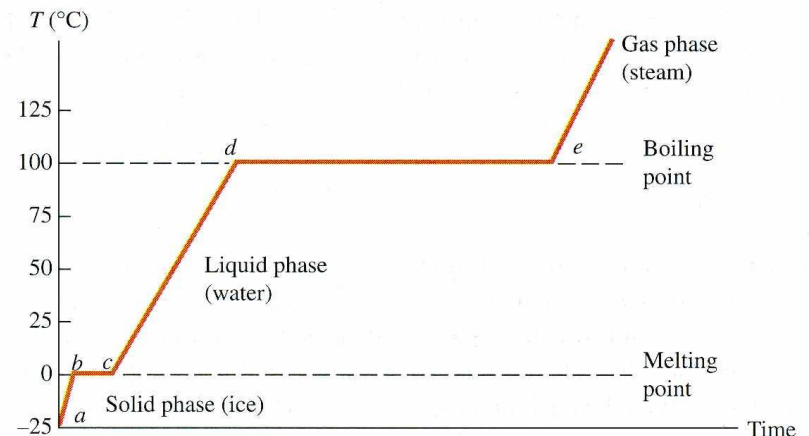
Calor de fusió (calor latent de fusió)

$$Q = \pm mL_f$$

Per a l'aigua

$$L_f = 3.34 \times 10^5 \text{ J/kg} = 79.6 \text{ cal/g}$$

La fusió és reversible. Per a qualsevol material la temperatura de congelació és la mateixa que la temperatura de fusió. A aquesta temperatura única les fases sòlid i líquid coexisteixen en una condició anomenada equilibri de fases.

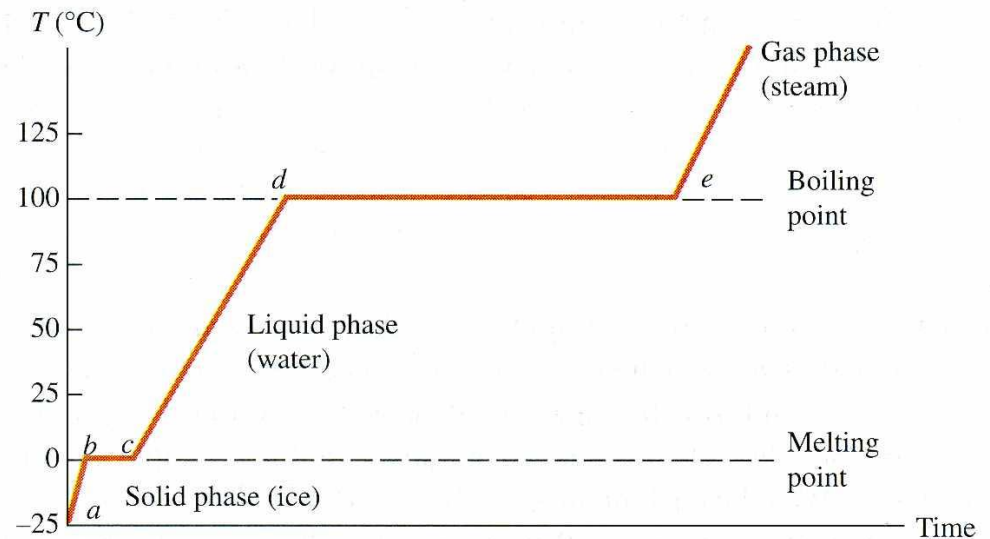


Calorimetria i canvis de fase

Ebullició o vaporització. Calor de vaporització L_v .

Per a l'aigua $L_v = 2.256 \times 10^6 \text{ J/kg} = 539 \text{ cal/g}$

La ebullició també és una transició reversible. Quan llevem calor el gas es condensa i retorna a la fase líquida. Per a qualsevol material la temperatura de ebullició i condensació a una pressió donada són la mateixa. A aquesta temperatura única les fases gas i líquid coexisteixen en equilibri.



Calorimetria i canvis de fase

Tant L_v com la temperatura d'ebullició depenen de la pressió.

El canvi de sòlid a gas s'anomena sublimació, el calor corresponent és el calor de sublimació L_s .

Les reaccions químiques involucren quantitats definides de calor. Calor de combustió de la gasolina

$$L_c = 46000 \text{ J/g} = 4.6 \times 10^7 \text{ J/kg}$$

El valor energètic del menjar es defineix semblantment. La unitat d'energia alimentícia és la kilocaloria, 1000 cal o 4186 J.

Calorimetria i canvis de fase

TABLE 18-2

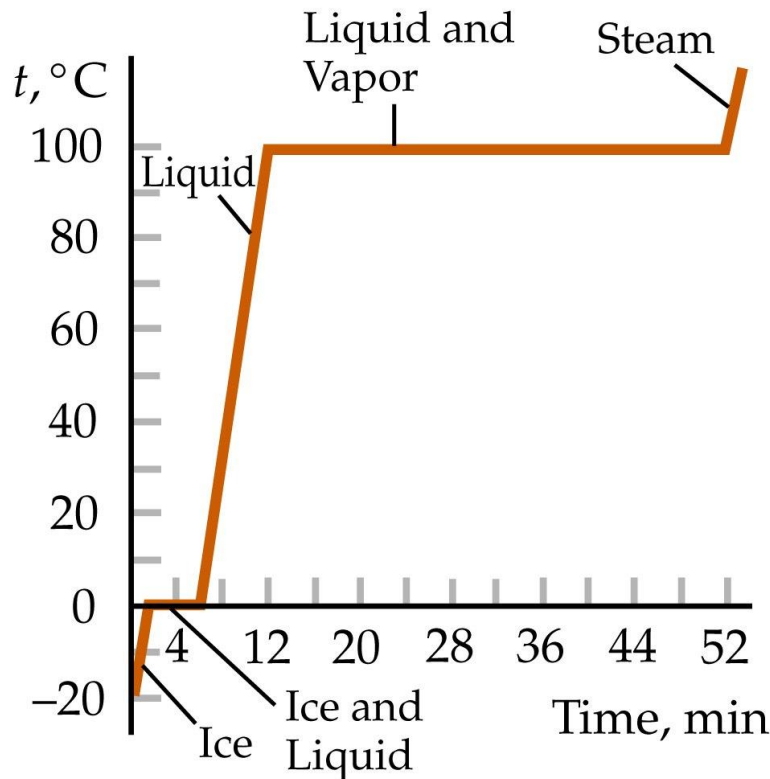
Normal Melting Point (MP), Latent Heat of Fusion (L_f), Normal Boiling Point (BP), and Latent Heat of Vaporization (L_v) for Various Substances at 1 atm

Substance	MP, K	L_f , kJ/kg	BP, K	L_v , kJ/kg
Alcohol, ethyl	159	109	351	879
Bromine	266	67.4	332	369
Carbon dioxide	—	—	194.6 [†]	573 [†]
Copper	1356	205	2839	4726
Gold	1336	62.8	3081	1701
Helium	—	—	4.2	21
Lead	600	24.7	2023	858
Mercury	234	11.3	630	296
Nitrogen	63	25.7	77.35	199
Oxygen	54.4	13.8	90.2	213
Silver	1234	105	2436	2323
Sulfur	388	38.5	717.75	287
Water	273.15	333.5	373.15	2257
Zinc	692	102	1184	1768

[†] These values are for sublimation. Carbon dioxide does not have a liquid state at 1 atm.

Calorimetria i canvis de fase

Quant de calor és necessari subministrar per a calfar a pressió atmosfèrica 1.5 kg de gel a -20°C fins que tot el gel es converteixca en vapor?



(calfament a 1.5 kJ/s)

Calorimetria i canvis de fase

Càlculs de calor

Calor afegit a un cos: positiu

Calor que abandona un cos: negatiu

Quan diversos cossos interaccionen, la suma algebraica de les quantitats de calor transferides ha de ser zero.

Calorimetria i canvis de fase

Problema

Una geòleg treballant en el camp, beu el seu cafè matinal en una tassa d'alumini de massa 0.120 kg. Si inicialment la tassa està a 20°C i li aboca 0.300 kg de cafè que inicialment estava a 70°C, quina és la temperatura final a la que se'l beurà si s'aplega a l'equilibri tèrmic? Assumiu que les calors específiques del cafè i la tassa són les mateixes i que l'intercanvi de calor amb l'ambient és menyspreable.

Calorimetria i canvis de fase

Problema

Una estudiant vol gelar 0.25 kg d'orxata (majorment aigua) que inicialment està a 25°C , afegint gel que inicialment està a -20°C . ¿Quant de gel haurà d'afegir per tal que la temperatura final siga de 0°C amb tot el gel fos?

Considereu que la capacitat calorífica del recipient és negligible.

Calorimetria i canvis de fase

Problema

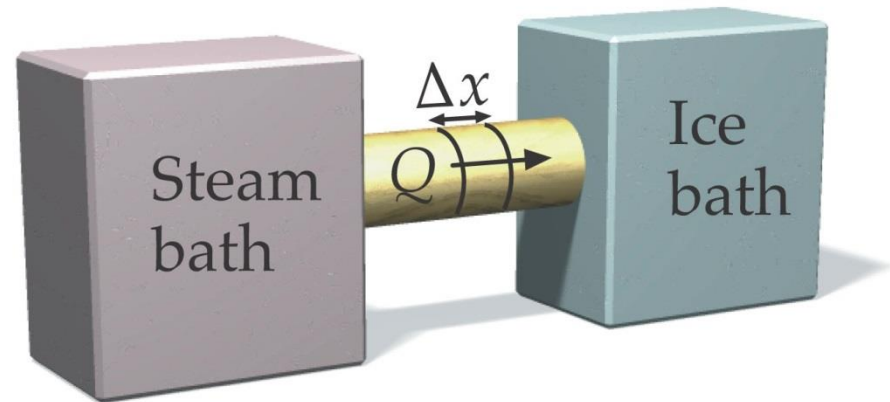
En un fogó de gasolina, el 30% de la energia alliberada en cremar el combustible va efectivament a escalfar l'aigua d'un perol damunt del fogó. Si escalfem 1.00 L (1 kg) d'aigua des de 20°C fins 100°C i en fem bullir 0.25 kg (que se'n van), ¿quanta gasolina cremem en el procés? La calor de combustió de la gasolina és $46 \times 10^6 \text{ J kg}^{-1}$.

Mecanismes de transferència de calor.

Conducció

Flux de calor o corrent de calor

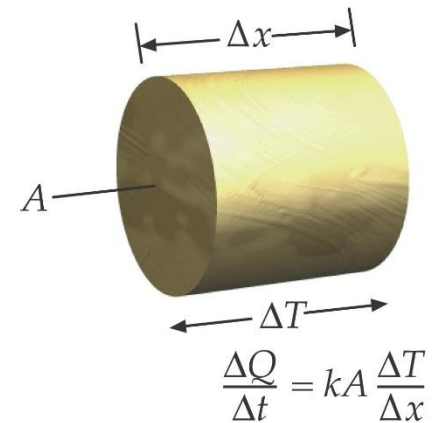
$$H = \frac{dQ}{dt} = kA \frac{T_C - T_G}{L}$$



Gradient de temperatura $(T_C - T_G)/L$

Temperatura que varia no uniformement

$$H = \frac{dQ}{dt} = kA \frac{dT}{dx}$$



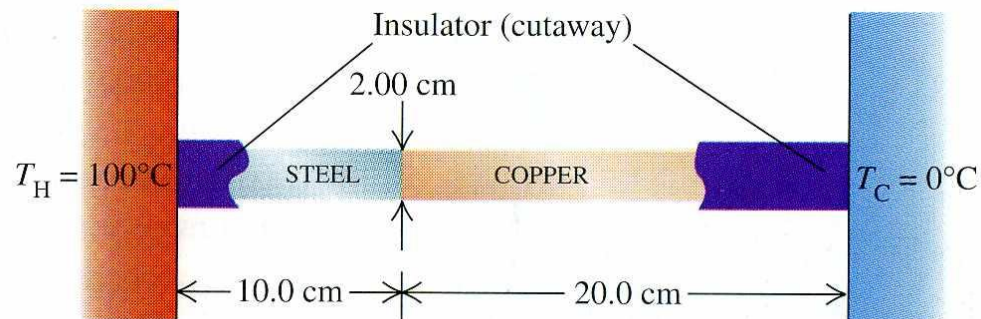
Resistència tèrmica R

$$H = \frac{A(T_C - T_G)}{R}$$

$$R = \frac{L}{k}$$

Mecanismes de transferència de calor.

Una barra d'acer de 10.0 cm de llarg es subjecta contra una altra de coure de 20.0 cm. Ambdues estan perfectament aïllades pels costats. L'extrem de l'acer es manté a $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ i el del coure a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Troba la temperatura en la unió i el flux de calor.

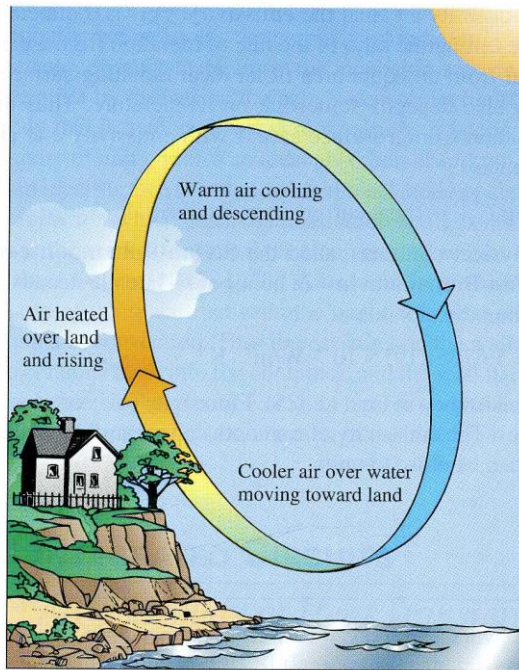


15-16 Heat flow along two metal bars, one of steel and one of copper, connected end-to-end.

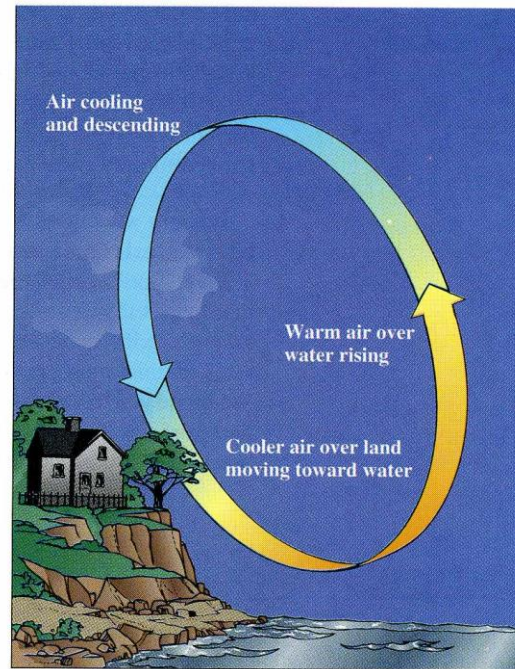
Mecanismes de transferència de calor.

Convecció

És la transferència de calor pel moviment de massa de fluid d'una regió de l'espai a una altra



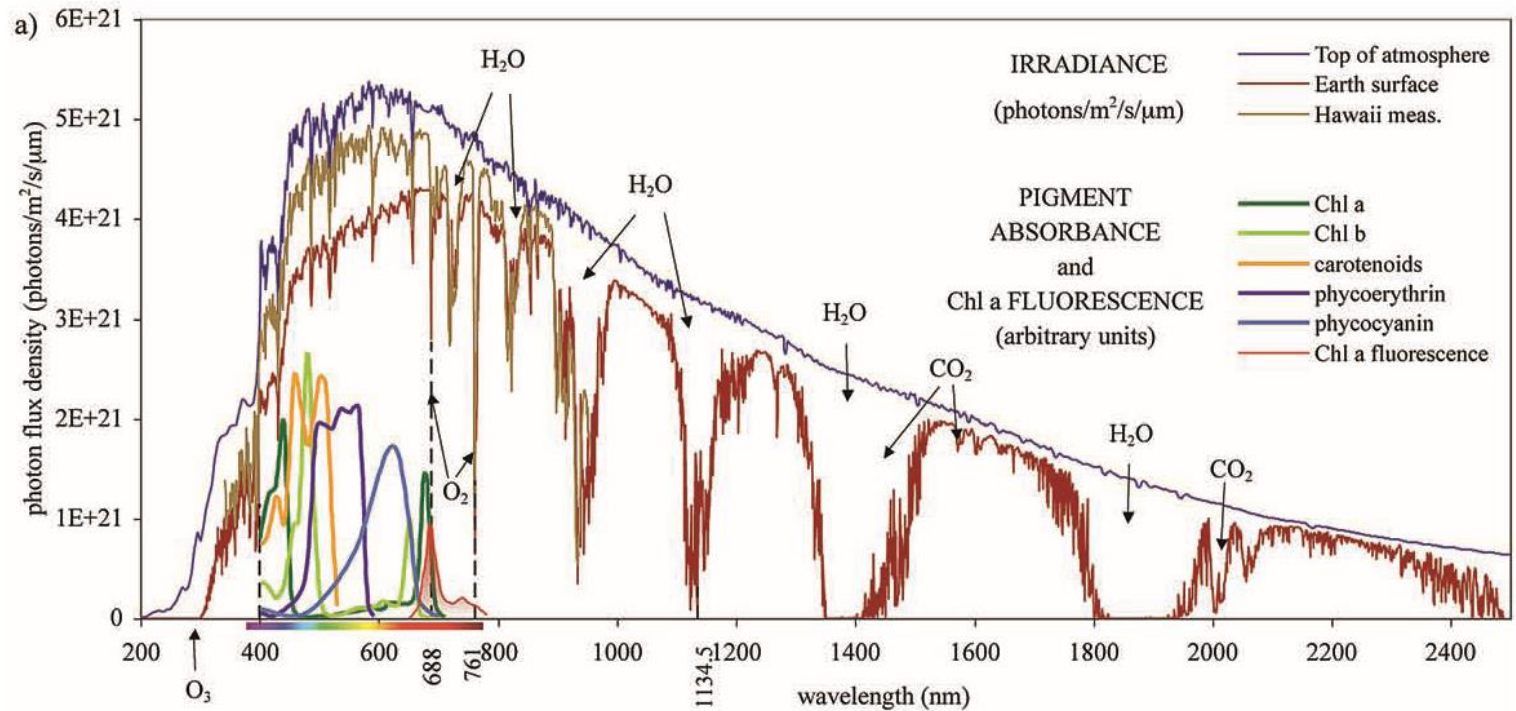
(a)



(b)

Mecanismes de transferència de calor.

Energia radiada pel Sol



Mecanismes de transferència de calor.

Radiació

Tots els cossos emeten energia en forma de radiació electromagnètica

La velocitat d'emissió és proporcional a l'àrea de la superfície, i de la seua naturalesa, segons la emissivitat e . e varia entre 0 i 1. També depèn de la temperatura, segons la llei de Stefan-Boltzmann

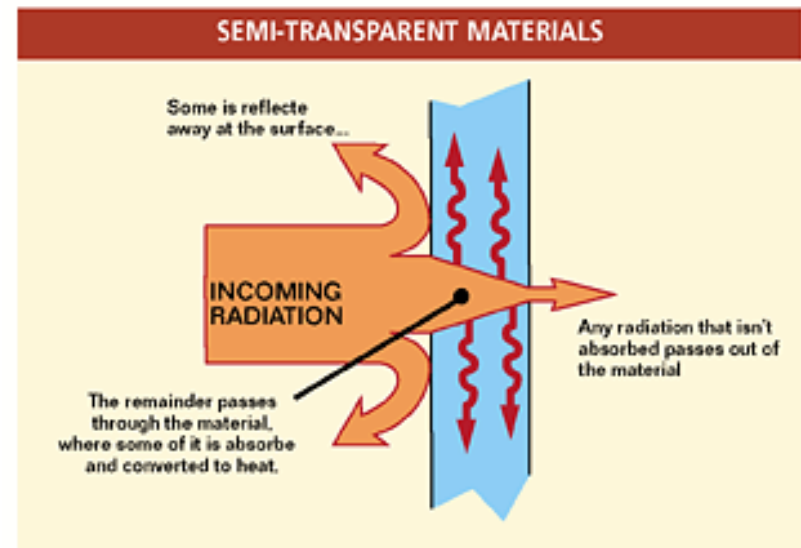
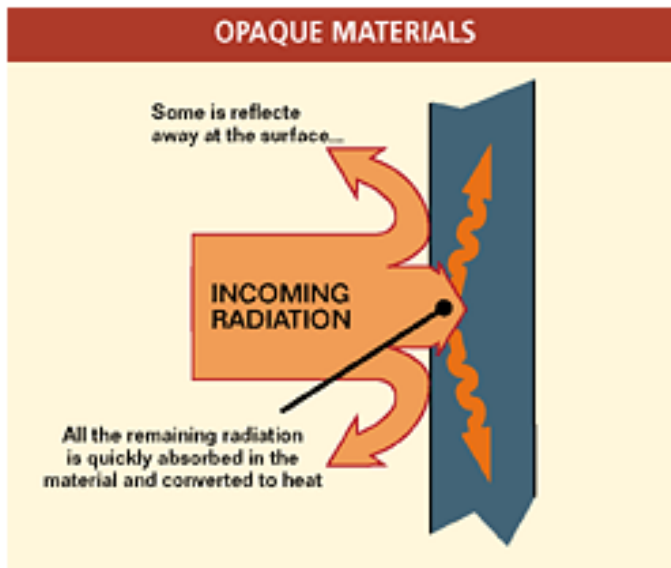
$$H = Ae\sigma T^4$$

Constant de Stefan-Boltzmann

$$\sigma = 5.67051 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4$$

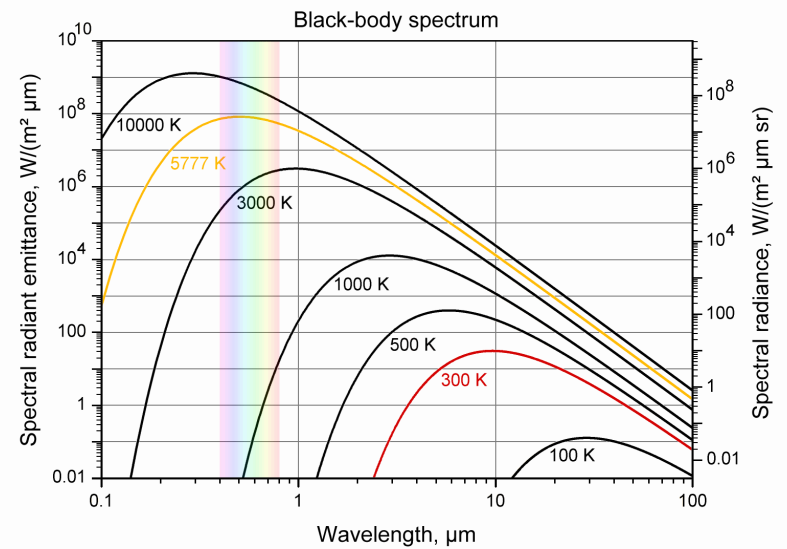
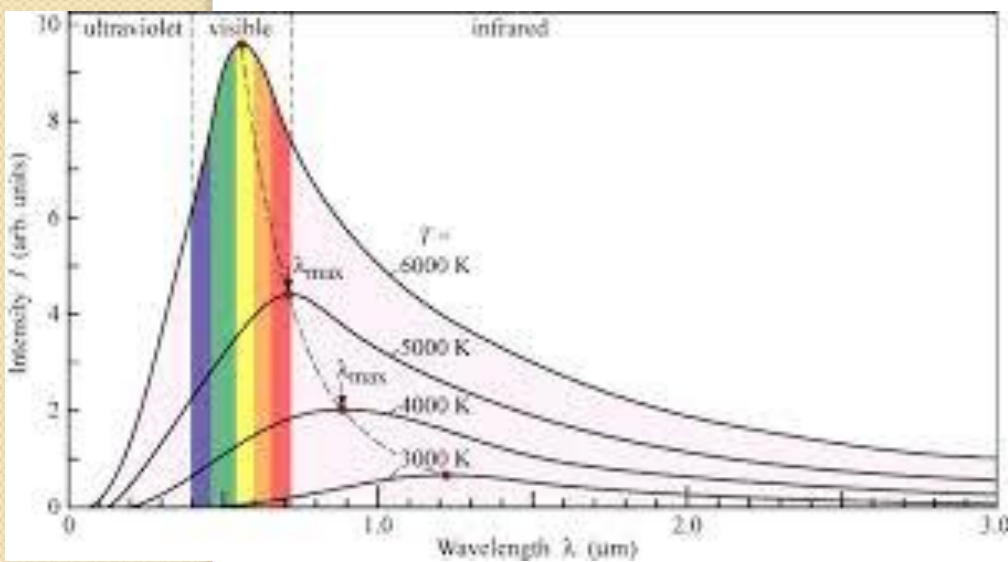
Mecanismes de transferència de calor.

Absorció de la radiació



Mecanismes de transferència de calor.

Quan es calfa un cos negre, emet radiació descrita per la corba de Planck. S'anomena radiació de cavitat, radiació de cos negre, o radiació de Planck. La radiació emesa és una característica de la temperatura de l'objecte



Hivernacle

