

Index

6.1 La temperatura.....	3
6.1.1 Mesurament de la temperatura.....	3
6.1.2 Escales termomètriques.....	7
6.2 Exercicis temperatura.....	8
6.3 Calor i canvis de temperatura.....	10
6.3.1 Unitats de mesura de la calor.....	11
6.3.2 Calor específic (calor sensible).....	11
6.4 Exercicis calor i canvis de temperatura.....	12
6.5 Calor i canvis d'estat.....	14
6.5.1 Fusió i solidificació.....	15
6.5.2 Ebullició i condensació.....	15
6.5.3 Calor de canvi d'estat (calor latent).....	17
6.6 Exercicis calor i canvis d'estat.....	18
6.7 La transmissió de la calor.....	21
6.7.1 Conducció.....	21
6.7.2 Convecció.....	22
6.7.3 Radiació.....	23
6.8 Exercicis de transmissió de la calor.....	25
6.9 Solucions.....	28

6 Calor i temperatura

Quan hi ha una diferència de temperatura, per exemple, entre un radiador i l'habitació en la qual es troba el radiador, es produeix una transmissió d'energia que anomenem calor.

El radiador, que està a una temperatura major que l'habitació fa que la temperatura de l'habitació pugi.



6.1 La temperatura

Percebem la temperatura mitjançant el sentit del tacte. Quan la temperatura és més baixa del normal, diem que fa fred o que un objecte o substància està fred. Per contra, quan la temperatura és superior del normal, diem que fa calor o que un objecte o substància està calent.



La temperatura de l'aigua quan surt de l'aixeta està entre 10 i 30 °C. Entenem que aquesta és la temperatura normal de l'aigua.

La temperatura del gel és menor de 0 °C (fred) i la de l'aigua bullent és d'aproximadament 100 °C (calent).

Sabem que la matèria està feta de partícules. La temperatura és una magnitud que indica l'energia (calorífica) d'una substància. A major temperatura, major és l'energia emmagatzemada en la substància i major el moviment de les seves partícules. A baixes temperatures, l'energia de les partícules, i el seu moviment es redueixen.

6.1.1 Mesurament de la temperatura

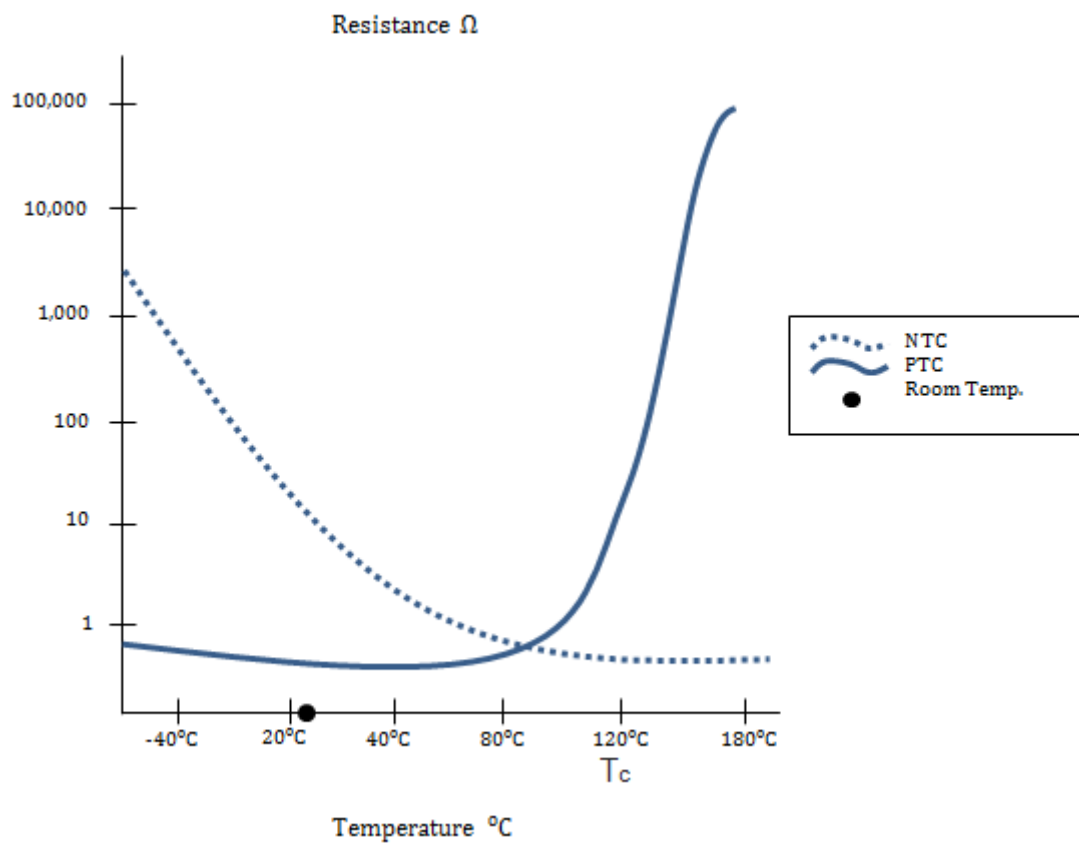
L'instrument utilitzat per mesurar la temperatura és el termòmetre.

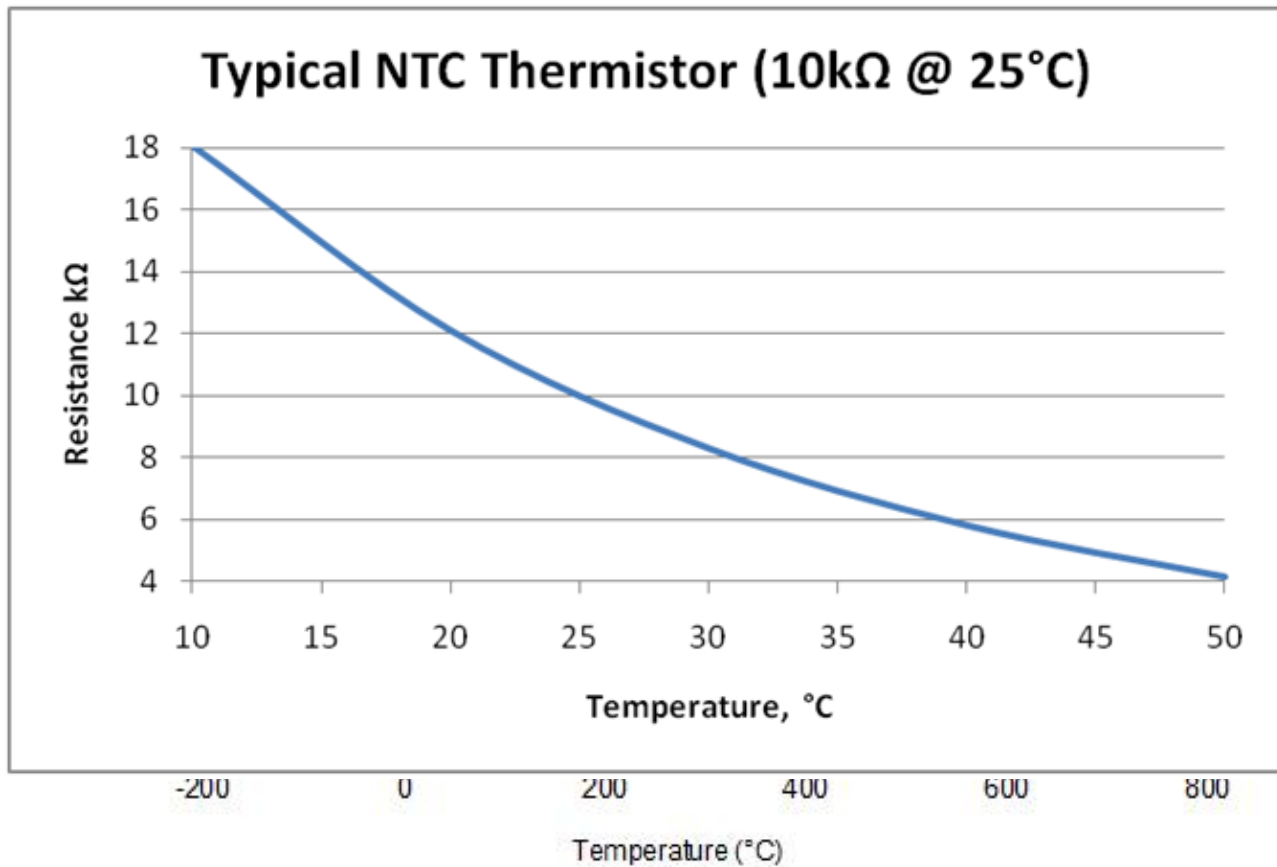
Hi ha molts tipus de termòmetres. Els tradicionals funcionen amb una substància líquida que es troba dintre d'un tub molt prim, anomenat capil·lar. El volum de la substància varia en funció de la temperatura. A major temperatura, major volum, la columna de líquid dintre del capil·lar puja, mentre que quan la temperatura baixa, també baixa el volum i la columna de líquid és més petita.



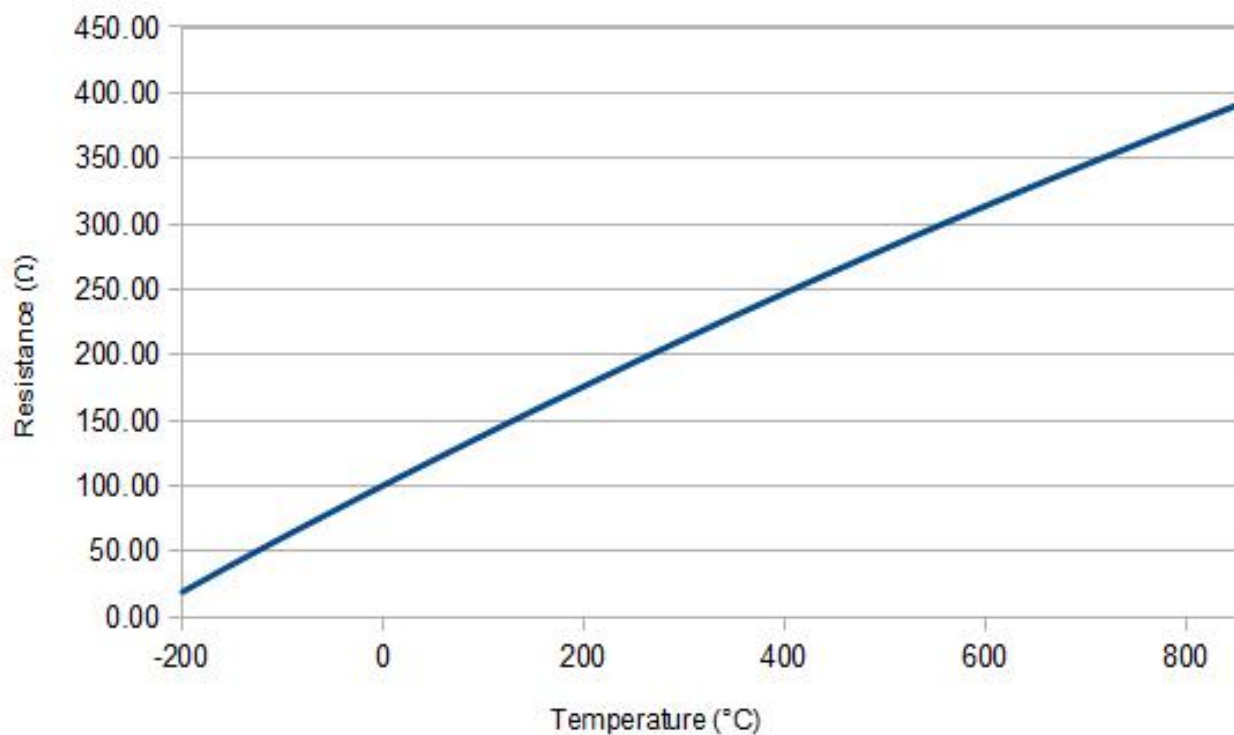
Termòmetre de mercuri

Actualment els termòmetres digitals estan substituint els de líquid. Els termòmetres digitals disposen d'un termistor com a element sensor. El termistor és una resistència elèctrica que varia amb la temperatura. N'hi ha anomenades PTC (positive temperature coefficient) i NTC (negative temperature coefficient). En els PTC la resistència augmenta amb la temperatura, en el NTC baixa.





Resistance of PT100



6.1.2 Escales termomètriques

Les principals escales termomètriques són:

Escala Celsius o centígrada basada en la temperatura de solidificació de l'aigua (0 °C) i del seu punt d'ebullició (100 °C).

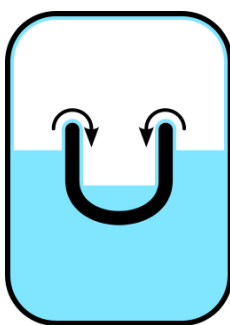
L'escala Kelvin o absoluta. En aquesta escala, 0 °C equivalen a 273 K. Aquesta escala es basa en observacions de gasos que determinen la temperatura de 0 K com la mínima possible. A 0 K, la substància ha perdut tota la seva energia calorífica i el moviment de les seves partícules ha cessat.

En apropar-se una substància a la temperatura 0K, es comencen a produir efectes de superconductivitat elèctrica i superfluïdesa.

S'anomena superconductor a un material que no presenta resistència al pas del corrent elèctric. El superconductor levita damunt un camp magnètic.

<https://www.youtube.com/watch?v=zzYGQIHklsI>

Un superfluid és una fase o estat de la matèria caracteritzat per l'absència total de viscositat de manera que, en un circuit tancat, fluiria indefinidament sense cap fricció.



L'Heli superfluid, és capaç d'ascendir per una paret vertical i entrar en un recipient buit.

<https://youtu.be/2Z6UJbwxBZI>

Conversió entre les escales Celsius i Kelvin: $T(K) = t(^{\circ}C) + 273$

Generalment s'utilitza la unitat Kelvin per indicar diferències de temperatura.

6.2 Exercicis temperatura

Exercici 6.2-1

La temperatura mínima registrada dilluns va ser de 2°C , dimarts va arribar a 268 K .
Quin dels dos dies va ser el més fred?

Exercici 6.2-2

S'ha posat un plat de sopa calenta damunt la taula en una habitació que està a 20°C .

Quina temperatura tindrà la sopa passades 2 hores?

La temperatura de la sopa, podrà arribar a 10°C ?

Exercici 6.2-3

Observa les següents temperatures:

Nucli solar $15 \cdot 10^6\text{ K}$

Lava terrestre 1773 K

Quines partícules tenen major energia de moviment (cinètica)?

Exercici 6.2-4

Completa la següent taula:

Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	Temperatura (K)
30	
	705
-4	
	10

Exercici 6.2-5

Observa la següent taula on es mostren les temperatures més altes i baixes registrades al llarg dels mesos d'hivern.

Mes	Temp. màx.	Temp. mín.
Desembre	2 °C	-5 °C
Gener	283 K	263 K
Febrer	288 K	1 °C

- a.) Durant quin mes es va registrar la temperatura més alta?
- b.) Durant quin mes es va registrar la temperatura més baixa?
- c.) Quina va ser la temperatura mitjana durant l'hivern?

Exercici 6.2-6

Explica com es comporten les partícules d'una substància quan

- a.) es refreda
- b.) s'escalfa

Exercici 6.2-7

Quin instrument s'utilitza per mesurar la temperatura?

Explica els principis de funcionament dels termòmetres tradicional i digital.

Exercici 6.2-8

Podem mesurar una temperatura de -2 K? Raona la teva resposta.

Exercici 6.2-9

Indica, encara que sigui de forma aproximada, quina és la temperatura del

- a.) cos humà
- b.) filament d'una bombeta

6.3 Calor i canvis de temperatura

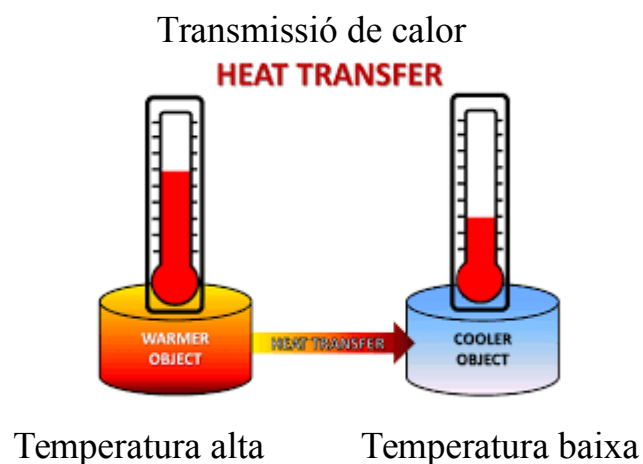
Per augmentar la temperatura d'una substància és necessari aportar energia per augmentar l'energia de moviment de les seves partícules. Per cuinar el menjar augmentem la seva temperatura introduint-lo en un forn.

Si una substància absorbeix calor, augmenta la seva temperatura (calor sensible) o canvia d'estat (calor latent).

Per conservar els aliments els fem al frigorífic on redueixen la seva temperatura.

Si una substància cedeix calor, disminueix la seva temperatura.

La calor és l'energia que transmet una substància a major temperatura a una altra a menor temperatura.



6.3.1 Unitats de mesura de la calor

Segons el Sistema Internacional d'Unitats, la unitat en la qual es mesura l'energia calorífica és el joule (J).

Una unitat més antiga que el joule per mesurar l'energia calorífica és la caloria (cal).

Per definició de la caloria és la unitat de calor necessària per augmentar la temperatura d'un gram d'aigua 1 K.

La relació entre aquestes unitats és: $1 \text{ cal} = 4,18 \text{ J}$

6.3.2 Calor específic (calor sensible)

La capacitat de les substàncies d'absorbir o cedir calor és diversa. La sorra de la platja varia molt la seva temperatura de dia i de nit, mentre que la temperatura d'una de l'aigua d'una piscina varia molt menys. Això es deu al fet que la capacitat d'absorció i emmagatzematge de calor de l'aigua és major que el de la sorra.

La capacitat d'una substància d'absorbir i cedir calor s'anomena calor específica, C_e , i està definit com la calor necessària per augmentar 1 K la temperatura de la substància.

Per l'aigua, la calor específica C_e és: $4,18 \frac{\text{kJ}}{\text{kg K}}$

Amb l'energia de 4,18 joule, s'augmenta la temperatura d'1 kg d'aigua 1 K, per exemple de 50 °C a 51 °C.

El càlcul de l'energia Q necessària per augmentar la temperatura d'una substància amb massa m de T_1 a T_2 es fa amb

$$Q = m \cdot C_e \cdot (T_2 - T_1)$$

6.4 Exercicis calor i canvis de temperatura

Exercici 6.4-1

Calcula la quantitat de calor que es necessita subministrar a 500 g d'aigua per encalentir-la des de 20 °C a 37 °C. La calor específica de l'aigua és de 4,18 $\frac{kJ}{kg \cdot K}$.

Exercici 6.4-2

Un recipient conté aigua a una temperatura de 90 °C. Es deixa refredar a l'aire, en una habitació amb 22 °C de temperatura.

Respon i raona:

- a.) L'aigua cedeix o absorbeix calor?
- b.) L'aire de l'habitació cedeix o absorbeix calor?

Exercici 6.4-3

a.) Calcula quanta energia es necessita per escalfar 1kg de les substàncies de la taula de 20 °C a 50 °C.

b.) Utilitzant les dades de la taula, senyala la substància que augmentarà la seva temperatura amb major facilitat.

Raona la teva resposta.

	$C_e \text{ en } \frac{J}{g \cdot K}$
Aigua	4,18
Ferro	0,46
Coure	0,4
Gel	2,09

Exercici 6.4-4

Explica el significat de la següent frase i raona si és correcta:

“L'interior de la terra emmagatzema gran quantitat de calor.”

Com es podria estimar l'energia calorífica acumulada a l'interior de la terra?

Exercici 6.4-5

Completa la taula

Q (joule)	Q (calories)
2300	
	1,42
7000	

Exercici 6.4-6

Explica, aplicant el concepte de calor específic, perquè l'arena de la platja està a major temperatura que l'aigua si rep la mateixa quantitat de sol.

De nit, què està més fred, la sorra o l'aigua?

Exercici 6.4-7

Indica a l'hivern, quina de les habitacions A, B o C són més fredes i quines més senzilles de calefactar.



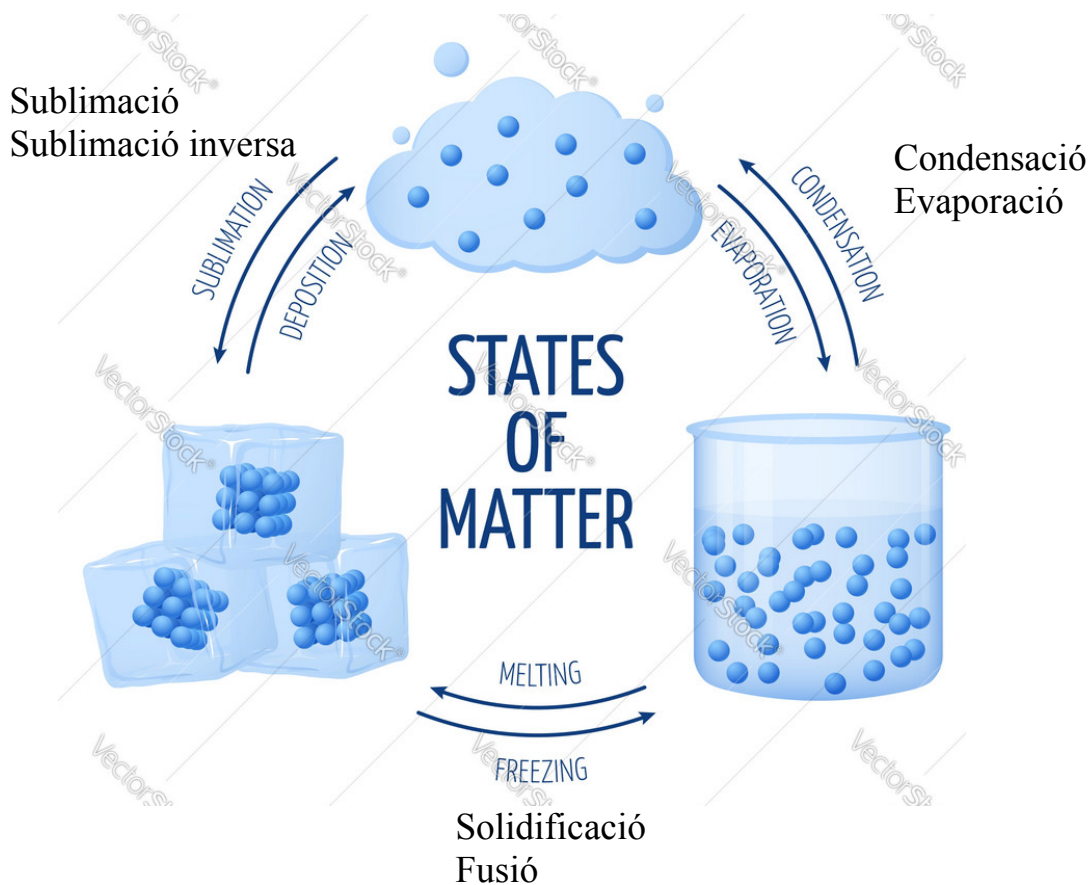
6.5 Calor i canvis d'estat

Les substàncies poden presentar-se en tres estats o fases:

- sòlid
- líquid
- gasos

L'estat depèn de la temperatura i pressió a la qual es trobi la substància.

A pressió constant una substància canvia d'estat absorbint o cedint calor.



6.5.1 Fusió i solidificació

En augmentar la temperatura d'una substància en estat sòlid, arriba un moment en el qual es fon passant a líquid. Durant el canvi d'estat la temperatura no varia.

S'anomena fusió el pas de l'estat sòlid al líquid per absorció de calor. La fusió es produeix a una temperatura constant anomenada punt o temperatura de fusió.

S'anomena solidificació el pas de l'estat líquid al sòlid per pèrdua de calor.

La temperatura de fusió és igual a la de solidificació.

6.5.2 Ebullició i condensació

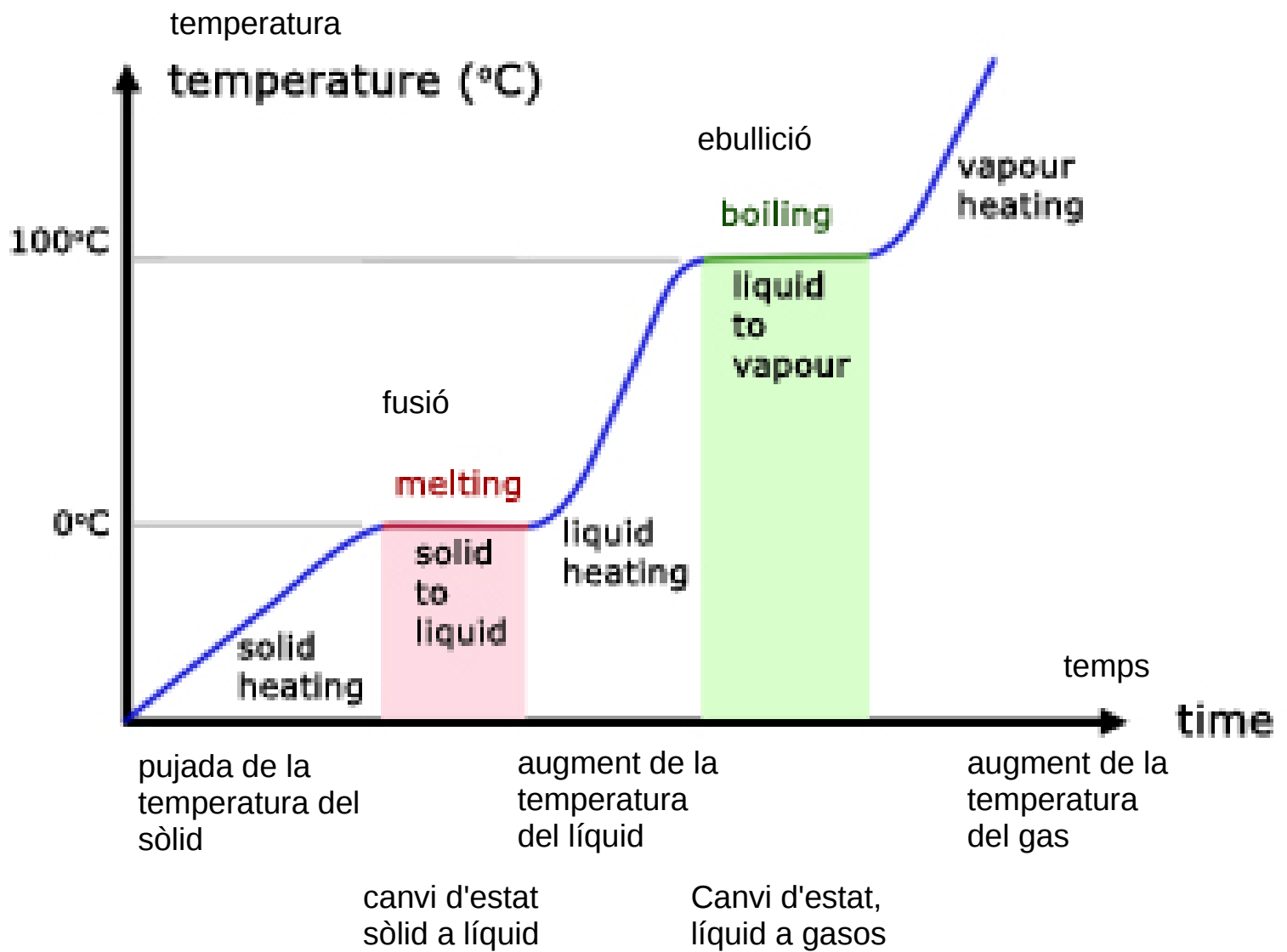
Si es continua encalentint un líquid, la seva temperatura tornarà a augmentar, fins a arribar a la temperatura d'ebullició, que és quan comença a transformar-se en gas.

S'anomena ebullició el canvi d'estat de líquid a gasos, per absorció de calor.

L'ebullició es produeix a una temperatura constant anomenada punt o temperatura d'ebullició.

La condensació és el procés invers a l'ebullició. Durant la condensació un gas cedeix calor, fins a canviar d'estat a líquid.

La temperatura d'ebullició és igual a la de condensació.



6.5.3 Calor de canvi d'estat (calor latent)

Per a cada substància els canvis d'estat es produeixen a una temperatura d'fusió/solidificació i ebullició/condensació específica.

Igualment, la quantitat de calor necessària per causar el canvi d'estat d'un gram d'una substància és característica i s'anomena calor latent de fusió i calor latent d'ebullició.

En el cas de l'aigua els valors són:

Calor latent de fusió/solidificació $L_{fusio} = 334 \frac{J}{g}$

Calor latent d'ebullició/condensació $L_{ebullicio} = 2230 \frac{J}{g}$

L'energia calorífica necessària perquè una quantitat amb massa m d'una substància canviï d'estat es calcula amb:

$$Q = m \cdot L$$

Q: energia calorífica en J

m: massa de la substància en g

L: calor latent de fusió o ebullició en $\frac{J}{g}$

6.6 Exercicis calor i canvis d'estat

Exercici 6.6-1

La taula mostra les temperatures de fusió i ebullició de les substàncies A, B i C. Suposant que la temperatura ambient és de 20 °C, indica en quin estat es troben (sòlid, líquid o gasos).

Substància	T _F (°C)	T _E (°C)
A	-10	10
B	2	60
C	1100	3000

Exercici 6.6-2

Calcula la quantitat de calor necessària per fondre 2 kg de gel a 0 °C.

La calor latent del gel és de $334 \frac{J}{g}$.

Exercici 6.6-3

Un tros de gel es troba a -5 °C i es calenta fins a fondre-ho. Explica el procés, com canvia la seva temperatura i quins tipus de calor s'aporten.

Exercici 6.6-4

La taula mostra les temperatures de fusió i ebullició de les substàncies A, B i C. Suposant que la temperatura ambient és de 20 °C, indica en quin estat es troben (sòlid, líquid o gasós).

Substància	T _F (°C)	T _E (°C)
A	0	100
B	65	1100
C	-55	-5

Exercici 6.6-5

Completa les frases:

El pas de sòlid a líquid s'anomena _____.

El pas de líquid a gas s'anomena _____.

El pas de líquid a sòlid s'anomena _____.

El pas de gas a líquid s'anomena _____.

Exercici 6.6-6

S'escalfa un kg d'aigua de $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $110\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Fes un esquema i explica quins tipus de calor se subministren.

Calcula l'energia calorífica subministrada amb les següents dades:

$$C_{\text{gel}} = 2,108 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$$

$$L_{\text{fusió}} = 334 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$C_{\text{aigua líquida}} = 4,18 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$$

$$L_{\text{ebullició}} = 2230 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$C_{\text{vapor d'aigua}} = 1,996 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$$

Exercici 6.6-7

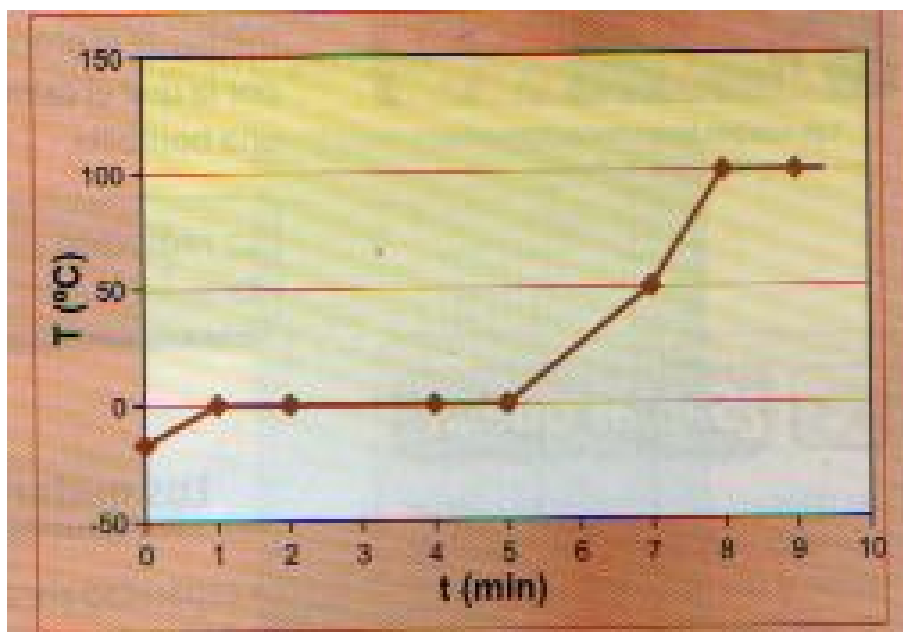
El gràfic mostra la variació de temperatura en escalfar una substància. Què passa ...

... durant el primer minut?

... des del minut 1 al 5?

... fins al minut 8?

Indica de quina substància es tracta.



6.7 La transmissió de la calor

La calor es transmet quan hi ha una diferència de temperatura. El transport d'energia calorífica sempre és de la substància o objecte amb la temperatura més alta, a la substància o objecte amb la temperatura més baixa.

El transport de la calor es pot realitzar mitjançant 3 processos distints, anomenats conducció, convecció i radiació.

6.7.1 Conducció

Escalfant una vareta metàl·lica per un extrem, la calor es transmet a l'altre extrem en poc temps.

Les substàncies en estat sòlid, transmeten la calor per conducció.

Les partícules del sòlid a alta temperatura vibren amb més força que les partícules a baixa temperatura. L'energia de moviment es transmet d'unes partícules a altres, augmentant la temperatura en la part més freda.

En la conducció l'energia es transmet entre partícules amb un lloc fix en l'estructura de la substància.

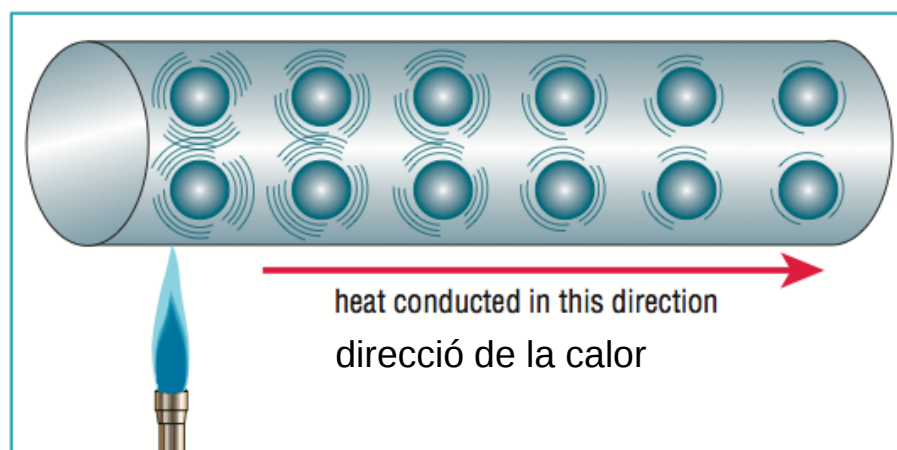


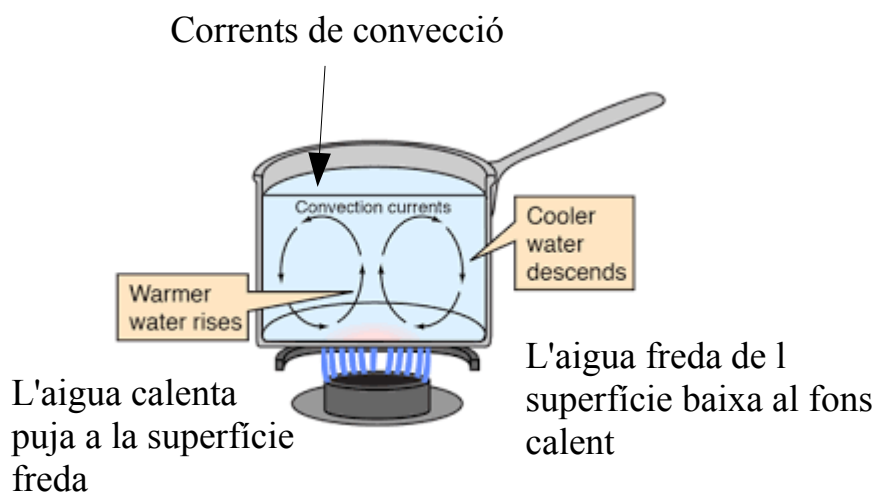
Fig 6.2.3 Conduction—vibrations pass along from particle to particle away from the heat source.

Conducció – el moviment de les partícules es transmet d'una a altra allunyant-se de la font de calor.

6.7.2 Convecció

Escalfant un recipient amb aigua, l'aigua del fons s'escalfa primer i redueix la seva densitat. Això provoca que l'aigua calenta, menys densa pugi a la superfície i la freda, més densa, baixi al fons i s'escalfi. Els corrents d'aigua provocats per les diferències de temperatura s'anomenen de convecció i transmeten la calor del fons calent cap a la superfície freda.

La transmissió de calor per convecció són corrents de líquid o gas que transporten la calor de la part calenta a la freda.



6.7.3 Radiació

La calor pot passar d'un objecte a un altre fins i tot si els objectes es troben en un espai buit, com passa entre el sol i la terra. En aquest cas la calor es transmet per radiació.

La radiació és una forma de transmissió de la calor sense necessitat de partícules. A certes temperatures, la radiació calorífica és visible per l'ull, per exemple en els metalls incandescents o les flames d'un foc.



6.8 Exercicis de transmissió de la calor

Exercici 6.8-1

La taula següent mostra diverses substàncies. Explica com es transmet la calor en cadascuna d'elles.

Substància	Transmissió de la calor
Ferro	
Aire	
Aigua	
Vidre	

Exercici 6.8-2

Observa la imatge i contesta.

De quin tipus de materials són la paella i el seu mànec?

Com passa la calor des de la placa elèctrica a la paella?

Com es transmet la calor a l'ou?

Com es transmet la calor a l'aire?



Exercici 6.8-3

Perquè les finestres amb doble vidre són bons aïllants pera la calor i el fred?

Exercici 6.8-4

Perquè els radiadors no es col·loquen en la part alta de les parets?

6.9 Solucions

Exercici 6.4-1

Calcula la quantitat de calor que es necessita subministrar a 500 g d'aigua per

encalentir-la des de 20 °C a 37 °C. La calor específica de l'aigua és de $4,18 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$.

$$Q = m \cdot C_e \cdot (T_2 - T_1)$$

$$Q = 0,5 \text{ kg} \cdot 4,18 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot (37^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C}) = 35,53 \text{ kJ}$$

Exercici 6.4-2

Un recipient conté aigua a una temperatura de 90 °C. Es deixa refredar a l'aire, en una habitació amb 22 °C de temperatura.

Respon i raona:

a.) L'aigua cedeix o absorbeix calor?

L'aigua cedeix calor a l'aire, perquè la seva temperatura és major.

b.) L'aire de l'habitació cedeix o absorbeix calor?

L'aire absorbeix calor de l'aigua, perquè la seva temperatura és menor.

Exercici 6.4-3

a.) Calcula quanta energia es necessita per escalfar 1kg de les substàncies de la taula de 20 °C a 50 °C.

b.) Utilitzant les dades de la taula, senyala la substància que augmentarà la seva temperatura amb major facilitat.

Raona la teva resposta.

	$C_e \text{ en } \frac{J}{g \cdot K}$
Aigua	4,18
Ferro	0,46
Coure	0,4
Gel	2,09

a.)

	$Q = m \cdot C_e \cdot (T_2 - T_1)$
Aigua	$Q = 1 \text{ kg} \cdot 4,18 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot K} \cdot (50^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C}) = 125,4 \text{ kJ}$
Ferro	$Q = 1 \text{ kg} \cdot 0,46 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot K} \cdot (50^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C}) = 13,8 \text{ kJ}$
Coure	$Q = 1 \text{ kg} \cdot 0,4 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot K} \cdot (50^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C}) = 12 \text{ kJ}$
Gel	$Q = 1 \text{ kg} \cdot 2,09 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot K} \cdot (50^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C}) = 62,7 \text{ kJ}$

b.)

De les substàncies de la taula el coure és la que augmenta la seva temperatura amb més facilitat, perquè la seva calor específica és el menor. Per exemple, basten 12 kJ per augmentar la temperatura d'un kg de coure 30 K, mentre que per les altres substàncies es necessita més energia.

Exercici 6.4-4

Explica el significat de la següent frase i raona si és correcta:

“L'interior de la terra emmagatzema gran quantitat de calor.”

Com es podria estimar l'energia calorífica acumulada a l'interior de la terra?

La temperatura del nucli de la terra és d'aproximadament 5500 °C. La temperatura baixa gradualment des del nucli fins a la superfície terrestre, on les temperatures més altes estan al voltant dels 50 °C i les més baixes quasi arriben als -90°C.

La calor emmagatzemada a la terra es podria estimar multiplicant la massa del magma, per la calor específica del magma i la diferència de temperatura entre el magma i la temperatura en la superfície terrestre.

Exercici 6.4-5

Completa la taula

Q (joule)	Q (calories)
2300	550,24
5,94	1,42
7000	1674,64

Exercici 6.4-6

Explica, aplicant el concepte de calor específic, perquè l'arena de la platja està a major temperatura que l'aigua si rep la mateixa quantitat de sol.

De nit, què està més fred, la sorra o l'aigua?

La calor específica de la sorra és d'aproximadament $0,8 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$, la de l'aigua

$4,18 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$ això significa que per escalfar 1 kg de sorra 1 K es necessiten només 0,8

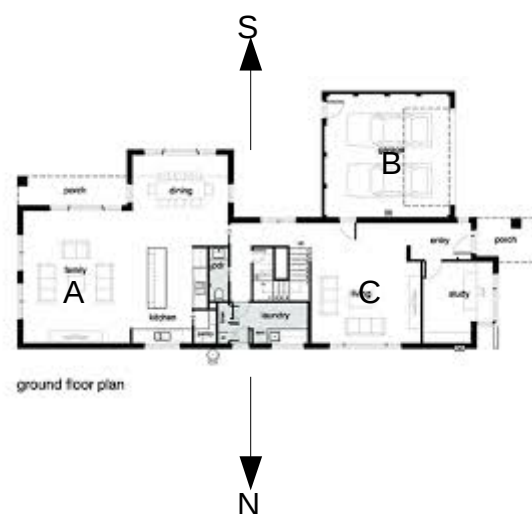
kJ de energia calorífica, mentre que per escalfar 1 kg d'aigua 1 K es necessiten 4,18

kJ. A igual massa i aportació d'energia, la temperatura de la sorra augmenta molt més que la de l'aigua.

De nit la sorra de la platja està més freda que l'aigua.

Exercici 6.4-7

Indica a l'hivern, quina de les habitacions A, B o C són més fredes i quines més senzilles de calefactar.



A l'hivern les habitacions A i B són més fredes i difícils de calefactar que l'habitació C.

La raó és que les habitacions A i B tenen tres parets exteriors, per on perden calor, mentre que l'habitació C només en té una.

Per un altre costat, un dia solejat, al migdia, l'habitació B és la que més energia solar rep, mentre que l'habitació C, orientada al nord no en rep cap. En aquest cas podria ser que l'habitació B necessités menys calefacció, almenys durant les hores del migdia.

Exercici 6.6-1

La taula mostra les temperatures de fusió i ebullició de les substàncies A, B i C. Suposant que la temperatura ambient és de 20 °C, indica en quin estat es troben (sòlid, líquid o gasos).

Substància	T _F (°C)	T _E (°C)
A	-10	10
B	2	60
C	1100	3000

La substància A es troba en estat gasos, perquè la seva temperatura d'ebullició és menor a 20 °C.

La substància B es troba en estat líquid, perquè la seva temperatura d'ebullició és major, i la seva temperatura de solidificació menor, a 20 °C.

La substància C es troba en estat sòlid, perquè la seva temperatura de fusió és major a 20 °C.

Exercici 6.6-2

Calcula la quantitat de calor necessària per fondre 2 kg de gel a 0 °C.

La calor latent del gel és de $334 \frac{J}{g}$.

$$Q = L_{fusio} \cdot m = 334 \frac{J}{g} \cdot 2000 g = 668\,000 J \text{ o } 668 kJ$$

Exercici 6.6-3

Un tros de gel es troba a $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ i es calenta fins a fondre-ho. Explica el procés, com canvia la seva temperatura i quins tipus de calor s'aporten.

En absorbir calor, la temperatura del gel comença a pujar fins arribar als $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. La calor aportada fins aquest moment s'anomena sensible, perquè provoca una variació de la temperatura del gel.

En arribar als $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, si l'aportació de calor continua, el gel es comença a fondre, mantenint la temperatura constant fins que tot el sòlid s'ha transformat en líquid (canvi d'estat). La calor aportada durant la fusió s'anomena latent, perquè la temperatura durant el procés de fusió és constant.

Exercici 6.6-4

La taula mostra les temperatures de fusió i ebullició de les substàncies A, B i C. Suposant que la temperatura ambient és de $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, indica en quin estat es troben (sòlid, líquid o gasós).

Substància	$T_F\text{ (}^{\circ}\text{C)}$	$T_E\text{ (}^{\circ}\text{C)}$
A	0	100
B	65	1100
C	-55	-5

La substància A es troba en estat líquid, perquè la seva temperatura d'ebullició és major, i la seva temperatura de solidificació menor, a $20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

La substància B es troba en estat sòlid, perquè la seva temperatura de fusió és major a $20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

La substància C es troba en estat gasós, perquè la seva temperatura d'ebullició és menor a $20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Exercici 6.6-5

Completa les frases:

El pas de sòlid a líquid s'anomena __fusió.

El pas de líquid a gas s'anomena ____ebullició.

El pas de líquid a sòlid s'anomena ____solidificació.

El pas de gas a líquid s'anomena ____condensació.

Exercici 6.6-6

S'escalfa un kg d'aigua de -10 °C a 110 °C.

Fes un esquema i explica quins tipus de calor se subministren.

Calcula l'energia calorífica subministrada amb les següents dades:

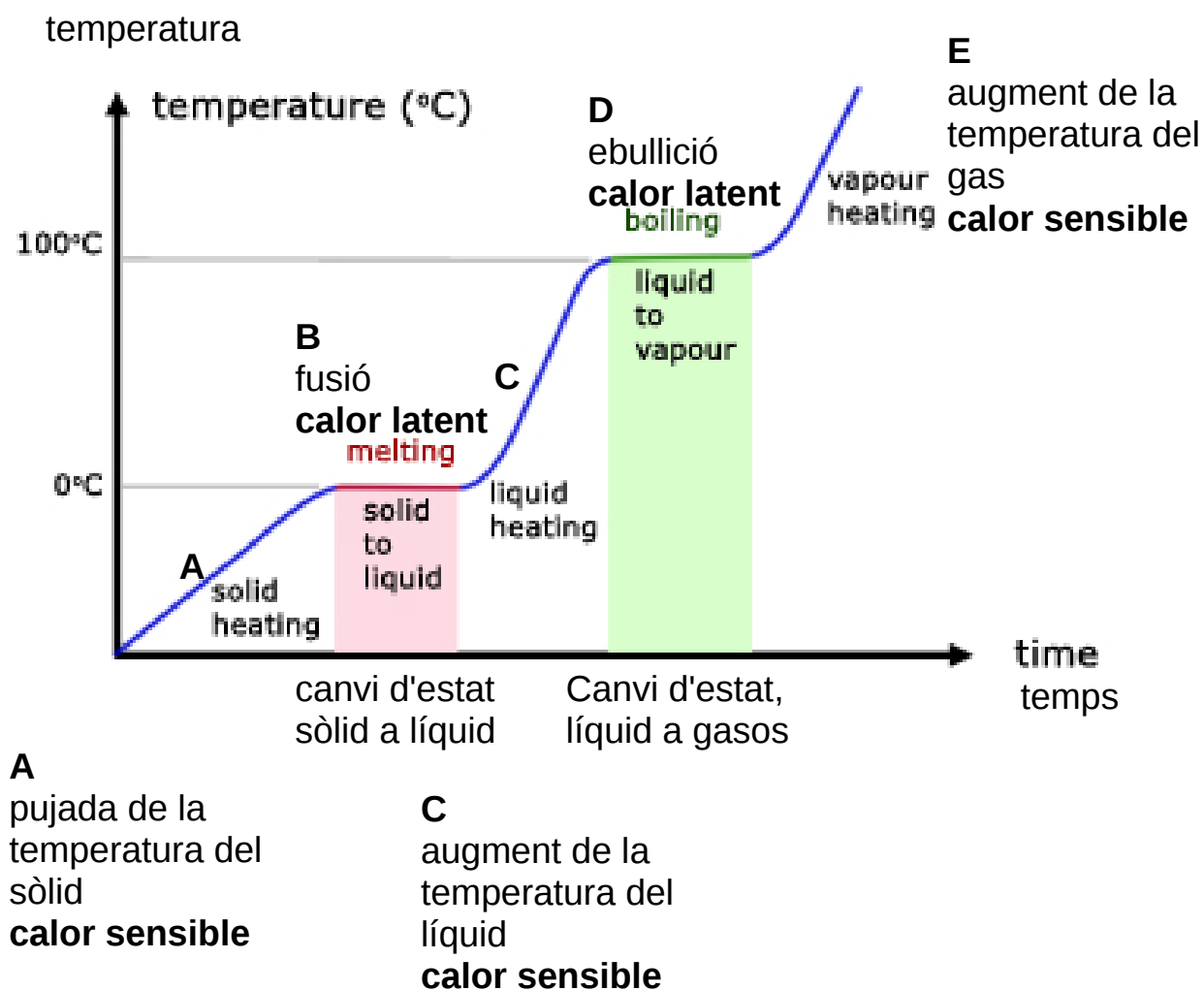
$$C_{\text{gel}} = 2,108 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$$

$$L_{\text{fusió}} = 334 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$C_{\text{aigua líquida}} = 4,18 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$$

$$L_{\text{ebullició}} = 2230 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$C_{\text{vapor d'aigua}} = 1,996 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$$



Càlcul calor sensible amb $Q = m \cdot C_e \cdot (T_2 - T_1)$	Càlcul calor latent amb $Q = m \cdot L$
--	--

Escalfament del gel de -10° a 0°C

$$Q_A = 1 \text{ kg} \cdot 2,108 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot (0^\circ \text{C} - (-10^\circ \text{C})) = 21,080 \text{ kJ}$$

Fusió del gel a 0°C

$$Q_B = 1 \text{ kg} \cdot 334 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} = 334 \text{ kJ}$$

Escalfament de l'aigua de 0° a 100°C

$$Q_C = 1 \text{ kg} \cdot 4,18 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot (100^\circ \text{C} - 0^\circ \text{C}) = 418 \text{ kJ}$$

Ebullició de l'aigua a 100°C

$$Q_D = 1 \text{ kg} \cdot 2230 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} = 2230 \text{ kJ}$$

Escalfament del vapor de 100°C a 110°C

$$Q_E = 1 \text{ kg} \cdot 1,996 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot (110^\circ \text{C} - 100^\circ \text{C}) = 19,96 \text{ kJ}$$

Exercici 6.6-7

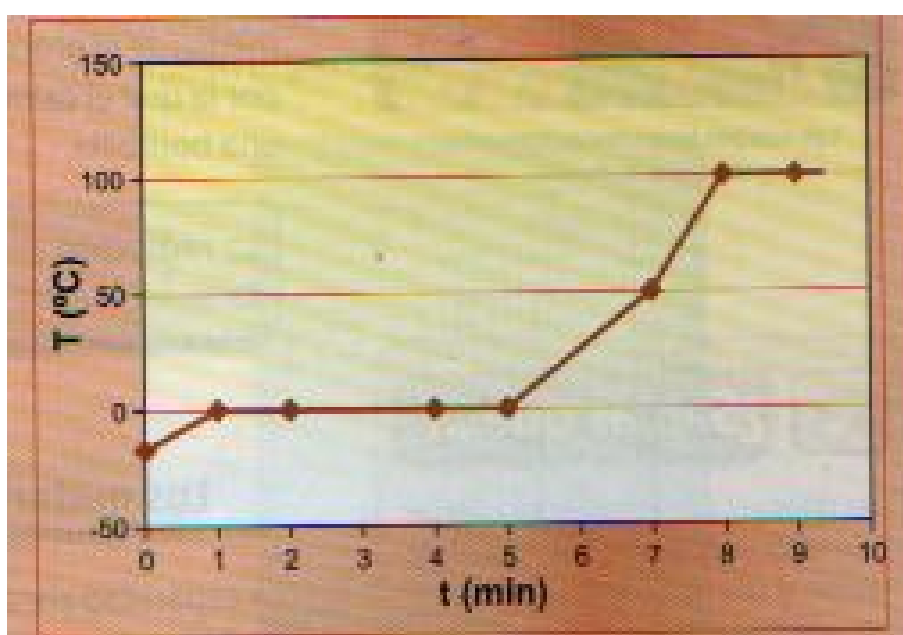
El gràfic mostra la variació de temperatura en escalfar una substància. Què passa ...

a.) ... durant el primer minut?

b.) ... des del minut 1 al 5?

c.) ... fins al minut 8?

Indica de quina substància es tracta.



Es tracta d'aigua perquè el punt de fusió és de 0°C i el d'ebullició de 100 °C.

a.) Augmenta la temperatura del gel fins als 0 °C.

b.) Es fon el gel a temperatura constant.

c.) A partir del minut 5 torna a pujar la temperatura, perquè només queda líquid, que s'escalfa fins arribar a la temperatura d'ebullició al minut 8.

Exercici 6.8-1

La taula següent mostra diverses substàncies. Explica com es transmet la calor en cadascuna d'elles.

Substància	Transmissió de la calor
Ferro	<i>Conducció</i>
Aire	<i>Convecció</i>
Aigua	<i>Convecció</i>
Vidre	<i>Conducció</i>

Exercici 6.8-2

Observa la imatge i contesta.

- a) De quin tipus de materials són la paella i el seu mànec?
- b) Com passa la calor des de la placa elèctrica a la paella?
- c) Com es transmet la calor a l'ou?
- d) Com es transmet la calor a l'aire?



- a) La paella és metàl·lica perquè els metalls són bons conductors de la calor.*
- b) De la placa elèctrica, la calor passa a la paella a través d'un vidre, per tant, per conducció.*
- c) Per conducció a través de la paella metàl·lica*
- d) A l'aire damunt la paella es formen corrents de convecció.*

Exercici 6.8-3

Perquè les finestres amb doble vidre són bons aïllants pera la calor i el fred?

Perquè la calor, per entrar o sortir a través de la finestra tancada, ha de passar no només dos vidres, sinó també l'espai entre els vidres, que en les finestres d'alta qualitat és quasi buit i té un efecte termo, augmentant les propietats d'aïllants.

Exercici 6.8-4

Perquè els radiadors no es col·loquen en la part alta de les parets?

Perquè en les corrents de convecció creades pels radiadors, l'aire calent puja. Si el radiador està col·locat en alt, l'aire calent, de menor densitat que el fred, es quedaria a la part alta de l'habitació. Per baixar-ho, es necessitarien ventiladors, com els de les bombes de calor.