

ÍNDICE

Para a apostila 3:

- Termometria p. 1
 - Lista: Termometria
- Calorimetria p. 3
 - Lista: Calorimetria
- Mudança de estado de agregação p. 5
 - Lista: Mudança de estado de agregação

Para a apostila 4:

- Propagação de Calor p. 6
 - Lista: Transmissão de calor

TERMOMETRIA

Termometria é a área da física que se dedica a definir e relacionar as diversas escalas de temperaturas. Com isso, vamos ver um pouco sobre as definições das principais temperaturas usadas aqui no Brasil e no Vestibular.

Graus Celsius

A escolha da escala Celsius, abreviada por °C e lida como “graus celsius”, foi definida considerando que o gelo se funde a 0 °C e a água, no estado líquido, entra em ebulição a 100 °C. Na realidade, veremos que o ponto de ebulição e de fusão de uma substância depende da pressão, portanto essa definição foi escolhida sob a pressão de um atm (1 atm).

Q. 1 – DEFINIÇÃO DA ESCALA CELSIUS

Escala absoluta: Kelvin

Pode-se relacionar a temperatura com a energia cinética média das moléculas, assim faz sentido criar uma escala absoluta, isto é, sempre positiva. Se considerarmos que a energia cinética de uma amostra é proporcional à temperatura, faz sentido escolher como zero para a temperatura quando não há mais agitação térmica. Foi isso que Kelvin fez: ele considerou que a temperatura mínima, na qual a agitação térmica das moléculas cessa, a temperatura seria 0 kelvin (ou 0 K). Ele então escolheu a escala Celsius como base, isto é, a variação de 1 °C deveria ser igual à 1 K. Experimentalmente, podemos concluir que a temperatura termodinâmica mínima possível de se atingir é de -273,15 °C, assim podemos criar uma relação entre as escalas Celsius e Kelvin.

Q. 2 – RELAÇÃO ENTRE AS ESCALAS CELSIUS E KELVIN – MÉTODO GRÁFICO

Q. 3 – A RELAÇÃO ENTRE AS ESCALAS CELSIUS E KELVIN – MÉTODO ESQUEMÁTICO

Q. 4 – RELAÇÃO ENTRE VARIAÇÃO DE TEMPERATURA NAS ESCALAS CELSIUS E KELVIN

Escala Fahrenheit

Fahrenheit é uma escala de temperatura proposta por Daniel Gabriel Fahrenheit em 1724. Apesar de ser uma escala que não estamos acostumados, é uma escala que faz muito sentido prático, uma vez que foi desenvolvida com o objetivo de evitar números fracionados e temperaturas negativas em dados meteorológicos (note que números negativos, quando esquecemos os sinais, ficam como números positivos). Basicamente, o valor zero nesta escala foi escolhido como sendo a menor temperatura medida em Copenhaga e, após muitas mudanças, a temperatura normal do corpo humano em torno de 100 °F, ou seja, 0° F é muito frio e 100 ° F é muito quente...

Se usarmos os mesmos pontos usados por Celsius, então temos que a água entra em ebulição a 32 °F e em ebulição a 212 °F (note que a diferença da 180 °F, um número inteiro).

Q. 5 – RELAÇÃO ENTRE AS ESCALAS CELSIUS E
FAHRENHEIT – MÉTODO GRÁFICOQ. 6 – RELAÇÃO ENTRE AS ESCALAS CELSIUS E
FAHRENHEIT – MÉTODO ESQUEMÁTICO**Temperatura**

Mas, o que é temperatura? Podemos sentir temperatura? Podemos confiar em nosso tato quando analisamos se alguém está ou não com febre?

Como nosso corpo possui temperatura constante, geralmente sentimos um corpo como “frio” quando perdemos calor para o corpo e como “quente” quando recebemos calor dele e quanto mais rápido perdemos calor mais achamos que o corpo é “frio” e quanto mais rápido ganhamos calor de um corpo mais achamos que este corpo está “quente”. Faça um teste: coloque uma de suas mãos em uma parte metálica da sua cadeira e a outra em uma parte de madeira e responda: qual possui maior temperatura?

Q. 7 – METAL OU MADEIRA: QUAL O “MAIS QUENTE”?

Calor

Vamos estudar o que é e quais seus efeitos mais para frente, mas por hora é importante entender que calor é energia em movimento, ou seja, energia térmica trocada.

Assim, frases como, “está muito calor”, “este corpo possui mais calor que aquele” ou “estou sentindo calor” estão fisicamente incorretas.

Fazendo uma analogia com dinheiro, se energia térmica, que tem a ver com energia cinética de agitação das moléculas, fosse dinheiro, então calor é a transação financeira: o pagamento ou recebimento de algum dinheiro. Ou seja, você pode dizer que está recebendo calor ou mesmo que a temperatura ambiente é elevada.

Lei Zero da Termodinâmica

Também conhecida como lei do equilíbrio térmico: quando dois corpos estão em equilíbrio térmico, então ambos estão a uma mesma temperatura.

Efeitos causados pela temperatura

A temperatura pode alterar propriedades físicas de matérias, como volume, comprimento, resistência elétrica, resistência mecânica etc. Com isso, podemos criar meios de medir temperatura.

Um método muito utilizado, mas que está caindo em desuso, é a medida do comprimento de uma coluna de mercúrio que sofreu dilatação. Figura 1 vemos um termômetro de mercúrio: na base, temos um reservatório, chamado de bulbo, cheio de mercúrio que tem seu volume alterado de forma proporcional à temperatura; quando o líquido é aquecido, o excesso de mercúrio sobe por um tubinho chamado de capilar; quando a temperatura é reduzida, nem todo mercúrio volta ao bulbo devido à um estrangulamento, pois assim podemos medir a temperatura de uma pessoa mesmo em um dia muito frio. Se quisermos reduzir a coluna do termômetro, devemos chacoalhar com vigor para que o mercúrio no capilar retorne ao reservatório.

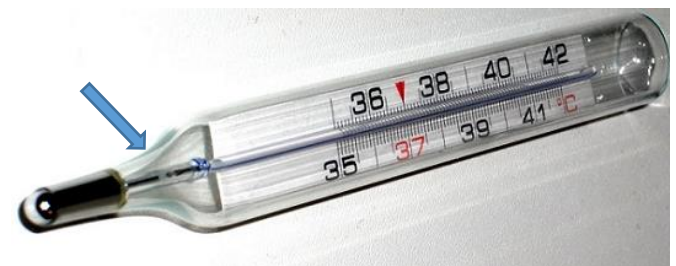
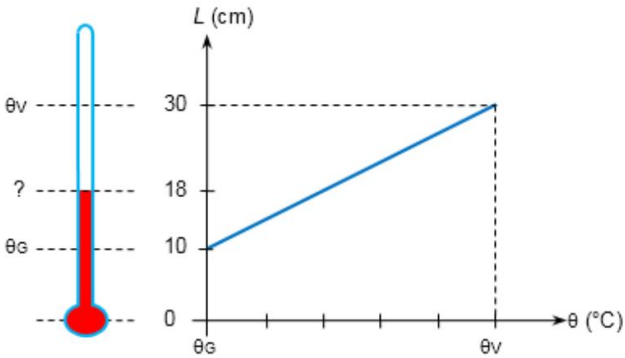


Figura 1: Termômetro de uso clínico. Note o estrangulamento apontado pela seta.

Finalizamos aqui nossa primeira parte da matéria e os exercícios desse assunto são bem repetitivos, portanto, é possível perceber quando está dominando bem o assunto.

EXERCÍCIOS

1. Com o objetivo de recalibrar um velho termômetro com a escala totalmente apagada, um estudante o coloca em equilíbrio térmico, primeiro, com gelo fundente e, depois, com água em ebulição sob pressão atmosférica normal. Em cada caso, ele anota a altura atingida pela coluna de mercúrio: 10,0 cm e 30,0 cm, respectivamente, medida sempre a partir do centro do bulbo. A seguir, ele espera que o termômetro entre em equilíbrio térmico com o laboratório e verifica que, nesta situação, a altura da coluna de mercúrio é de 18,0 cm. Qual a temperatura do laboratório na escala Celsius deste termômetro?



- a) 20 °C
- b) 30 °C
- c) 40 °C
- d) 50 °C
- e) 60 °C

2. (G1 - ifsul 2020) Por que a vodca não congela no freezer residencial?

Esse é o questionamento feito por um estudante ao seu professor de Física, em que obtém, a seguinte resposta: “A vodca contém aproximadamente 50% de álcool, cuja temperatura de congelamento é próxima a $-175\text{ }^{\circ}\text{F}$. Essa quantidade de álcool é suficiente para que a vodca suporte a temperatura do freezer doméstico sem passar ao estado sólido”. Buscando compreender melhor a explicação do professor, o estudante converte a temperatura em Fahrenheit, da escala termométrica, utilizada na explicação, para graus Celsius. Supondo que o cálculo do estudante esteja correto, qual é o valor encontrado?

- a) $-115\text{ }^{\circ}\text{C}$
- b) $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$
- c) $-175\text{ }^{\circ}\text{C}$
- d) $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$

CALORIMETRIA

Como vimos, calor é energia térmica trocada entre dois ou mais corpos. Vamos então relacionar o calor Q recebido ($Q > 0$) ou cedido ($Q < 0$) por uma substância de massa m com o calor específico c e a variação de temperatura desta substância ΔT .

Q. 8 – CALOR ESPECÍFICO SENSÍVEL

Chamamos de calor sensível o calor associado à variação da temperatura da substância que recebe ou cede calor.

O calor específico é uma grandeza **específica** de cada substância, conforme podemos ver na Tabela 1.

Q. 9 – UNIDADES DE MEDIDAS USUAIS NA CALORIMETRIA

Tabela 1: calor específico de diversas substâncias.

Substância	Calor específico (cal/(g °C))
Água (líquida)	1,000
Gelo	0,502
Vapor de água	0,481
Alumínio	0,214
Amônia (líquida)	1,125
Bromo (sólido)	0,088
Bromo (líquido)	0,107
Cobre	0,092
Cloreto de sódio	0,204
Chumbo	0,031
Etanol	0,581
Lítio	1,041
Mercúrio	0,033
Areia	0,225
Acetona	0,520
Vidro	0,160

Você não precisa decorar os calores específicos, portanto, sempre que precisar, consulte a tabela acima. Geralmente aproximamos o calor específico do gelo e do vapor de água para $0,5\text{ cal/(g }^{\circ}\text{C)}$.

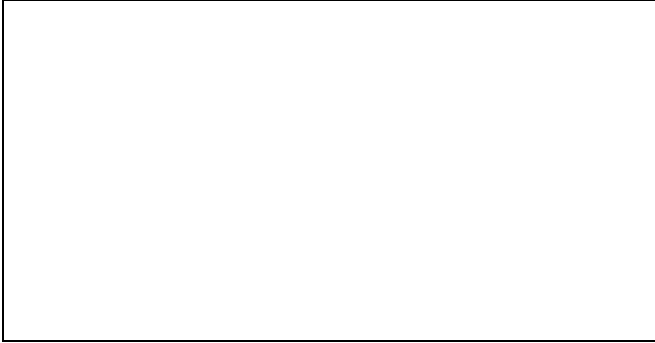
Quanto maior a massa de um corpo, maior é a quantidade de calor necessário para produzir uma mesma variação de temperatura. Uma outra grandeza importante é a chamada capacidade térmica C .

Outros assuntos, como curva de aquecimento e equivalente em água, veremos em exercícios.

Q. 10 – CAPACIDADE TÉRMICA: DEFINIÇÃO E UNIDADE DE MEDIDA USUAL NA CALORIMETRIA

Q. 11 – POTÊNCIA TÉRMICA

Q. 12 – SISTEMA ISOLADO

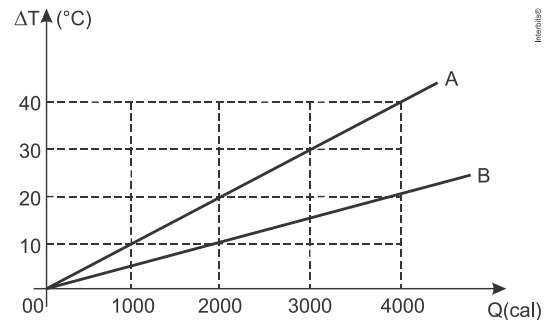


EXERCÍCIOS

3. (Eear 2019) Duas porções de líquidos A e B, de substâncias diferentes, mas de mesma massa, apresentam valores de calor específico respectivamente iguais a $0,58 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$ e $1,0 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$. Se ambas receberem a mesma quantidade de calor sem, contudo, sofrerem mudanças de estado físico, podemos afirmar corretamente que:
- a) a porção do líquido A sofrerá maior variação de temperatura do que a porção do líquido B.
 - b) a porção do líquido B sofrerá maior variação de temperatura do que a porção do líquido A.
 - c) as duas porções, dos líquidos A e B, sofrerão a mesma variação de temperatura.
 - d) as duas porções, dos líquidos A e B, não sofrerão nenhuma variação de temperatura.
4. (Ufrgs 2019) A telefonia celular utiliza radiação eletromagnética na faixa da radiofrequência (RF: 10 MHz – 300 GHz) para as comunicações. Embora não ionizantes, essas radiações ainda podem causar danos aos tecidos biológicos através do calor que elas transmitem. A taxa de absorção específica (SAR – *specific absorption rate*) mede a taxa na qual os tecidos biológicos absorvem energia quando expostos às RF's, e é medida em Watt por quilograma de massa do tecido (W/kg).
- No Brasil, a Agência Nacional de Telecomunicações, ANATEL, estabeleceu como limite o valor de 2 W/kg para a absorção pelas regiões da cabeça e tronco humanos. Os efeitos nos diferentes tecidos são medidos em laboratório. Por exemplo, uma amostra de tecido do olho humano exposta por 6 minutos à RF de 950 MHz, emitida por um telefone celular, resultou em uma SAR de $1,5 \text{ W/kg}$.
- Considerando o calor específico desse tecido de $3.600 \text{ J/(kg} \cdot ^\circ\text{C)}$, sua temperatura (em $^\circ\text{C}$) aumentou em
- a) 0,0025
 - b) 0,15.
 - c) 0,25.
 - d) 0,25.
 - e) 1,50.
5. (Fatec 2019) Em uma aula de laboratório de calorimetria, um aluno da Fatec precisa determinar o calor específico de um material desconhecido de massa $1,0 \text{ kg}$. Para isso, ele usa, por 1 min , um forno elétrico que opera em 220 V e 10 A . Após decorrido esse tempo, ele observa uma variação de temperatura de $220 \text{ }^\circ\text{C}$.
- Considerando que o forno funciona de acordo com as características apresentadas, podemos afirmar que o calor específico determinado, em $\text{J/kg} \cdot \text{K}$, foi de
- Lembre-se que:
- $$Q = m \cdot c \cdot \Delta\theta$$
- a) $4,2 \times 10^3$
 - b) $8,4 \times 10^2$
 - c) $6,0 \times 10^2$
 - d) $4,9 \times 10^2$
 - e) $1,5 \times 10^2$

6. (Mackenzie 2019) Anelise lava a sua garrafa térmica com água filtrada, à temperatura de $20 \text{ }^\circ\text{C}$. Coloca então, na garrafa, uma porção de 200 g de café que acabara de coar, a uma temperatura inicial θ_0 . Considerando-se a capacidade térmica da garrafa $100 \text{ cal/}^\circ\text{C}$, o calor específico sensível do café $1,0 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$ e, após algum tempo, a temperatura de equilíbrio do sistema garrafa/café ter atingido $60 \text{ }^\circ\text{C}$, pode-se afirmar que o valor de θ_0 , em $^\circ\text{C}$, é
- a) 30
 - b) 40
 - c) 60
 - d) 70
 - e) 80

7. (G1 - ifsul 2019) O gráfico a seguir representa a variação de temperatura ΔT , em função da quantidade de calor Q , transferidas a dois sistemas A e B, que apresentam a mesma massa cada um deles.



- De acordo com o gráfico, concluímos que a capacidade térmica do corpo A (C_A), em relação à capacidade térmica do corpo B (C_B), é
- a) duas vezes maior.
 - b) quatro vezes maior.
 - c) duas vezes menor.
 - d) quatro vezes menor.

8. (Mackenzie 2019) Nas engenharias metalúrgica, mecânica e de materiais, o processo de têmpera é muito utilizado para conferir dureza aos materiais. Esse processo consiste em submeter o material a um resfriamento brusco após aquecê-lo acima de determinadas temperaturas. Isso causa o surgimento de tensões residuais internas, provocando um aumento da dureza e resistência do material.
- Nos laboratórios da Universidade Presbiteriana Mackenzie um aluno deseja realizar a têmpera de uma barra de ferro, cuja massa vale 1000 g . A peça é então colocada em um forno de recozimento durante o tempo suficiente para que ocorra o equilíbrio térmico. Em seguida é retirada e rapidamente imersa em um tanque com 10.000 g de óleo, cujo calor específico sensível vale $0,40 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$. Sabendo-se que o calor específico sensível do ferro tem valor aproximado de $0,11 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$, e que a temperatura do óleo muda de $28 \text{ }^\circ\text{C}$ para $38 \text{ }^\circ\text{C}$, a temperatura do forno no momento em que a barra é retirada vale aproximadamente, em $^\circ\text{C}$
- a) 100
 - b) 200
 - c) 300
 - d) 400
 - e) 500
9. O equivalente em água de um corpo é definido como a quantidade de água que, recebendo ou cedendo a mesma quantidade de calor, apresenta a mesma variação de temperatura.
- Desse modo, o equivalente em água, de 1000 g de ferro ($c = 0,12 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$) é igual a 120 g de água ($c = 1,0 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$). Visto isso, é correto dizer que o equivalente em alumínio ($c = 0,20 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$) de 1000 g de ferro vale, em gramas:
- a) 200
 - b) 400
 - c) 600
 - d) 800
 - e) 1000

MUDANÇA DE ESTADO DE AGREGAÇÃO

Mudança de estado físico

Como você já deve ter visto, a mudança de fase pode ser representada pelo diagrama a seguir:

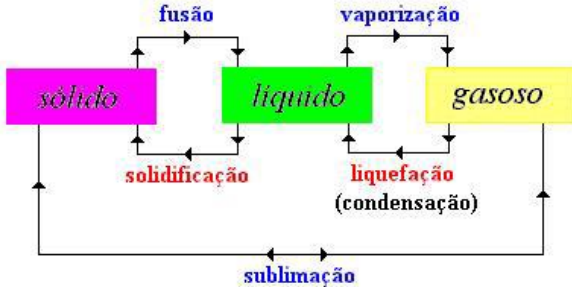


Figura 2: mudança de estado de agregação

Lembremos que os processos para a direita se dão pela absorção de calor, logo são processos Endotérmicos enquanto os processos da direita para a esquerda só ocorrem devido à liberação de calor, ou seja, são processos Exotérmicos.

A temperatura de fusão muda de acordo com a pressão na qual a substância se encontra. Podemos dividir estas substâncias, de acordo com a dependência da pressão com o seu ponto de fusão, em duas categorias:

- Materiais de primeira categoria, que aumentam o ponto de fusão com o aumento da temperatura;
- Materiais de segunda categoria, que diminuem o ponto de fusão com o aumento da temperatura;

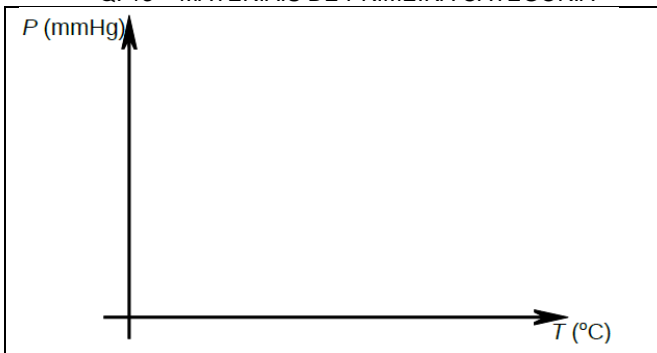
DIAGRAMA DE FASE

No Q. 13 representamos os materiais de primeira categoria e no Q. 14 os materiais de segunda categoria..

Para ambos os diagramas, temos:

- P_T : ponto triplo – ponto do diagrama no qual coexistem a substância nos três estados;
- P_c : ponto crítico – ponto a partir do qual não é possível mudar o estado de agregação da substância por compressão isotérmica, ou seja, sem mudar sua temperatura;
- 1 → 2 – condensação;
- 3 → 4 – não muda de estado;
- 5 → 6 – sublimação;
- 7 → 8 – fusão.

Q. 13 – MATERIAIS DE PRIMEIRA CATEGORIA



Q. 14 – MATERIAIS DE SEGUNDA CATEGORIA



Pensando nesse diagrama, responda:

Em uma panela comum, onde o cozimento de um alimento é mais demorado: no Everest ou em Santos? Dica: quando maior a altitude, menor é a pressão atmosférica.

Calor Latente

A quantidade de calor Q necessário para uma substância de massa m mudar de estado depende de uma constante que depende do material. Esta constante é chamada de calor latente L . Alguns valores de calor latente pode ser encontrados na .

Q. 15 – EQUAÇÃO DO CALOR LATENTE

Q. 16 – UNIDADE DE MEDIDA DO CALOR LATENTE

Q. 17 – CONVENÇÃO DE SINAL PARA O CALOR LATENTE

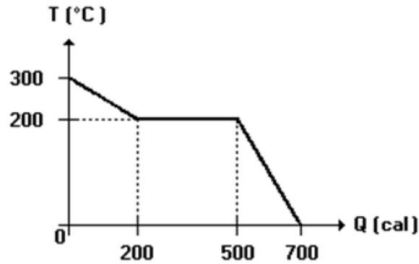
Tabela 2: Calores latentes de diversas substâncias e seus respectivos pontos de fusão e ebulição (pressão de 1 atm).

Substância	Ponto de Fusão(K)	Calor Latente de Fusão (kJ/kg)	Ponto de Ebulição (K)	Calor Latente de Vaporização (kJ/kg)
Hidrogênio	14,0	58,0	20,3	455
Oxigênio	54,8	13,9	90,2	213
Mercúrio	234	11,4	630	296
Água	273	333	373	2256
Chumbo	601	23,2	2017	858
Prata	1235	105	2323	2326
Cobre	1356	207	2868	4730

Podemos novamente falar em potência térmica, afinal, potência é a taxa de troca de calor pelo tempo.

EXERCÍCIOS

10. (UEL-1997) Ao se retirar calor Q de uma substância líquida pura de massa 5,0 g, sua temperatura cai de acordo com o gráfico a seguir.



Determine, em módulo, o calor latente de solidificação, em cal/g, dessa substância.

- a) 30 b) 60 c) 80 d) 100 e) 140

11. Em um recipiente, de paredes adiabáticas e capacidade térmica desprezível, introduzem-se 200 g de água a 20 °C e 80 g de gelo a -20 °C. Atendendo o equilíbrio térmico, a temperatura do sistema será

Dados:

- calor específico da água = 1,0 cal/g°C
- calor específico do gelo = 0,50 cal/g°C
- calor latente de fusão de gelo = 80 cal/g

- a) 11 °C
b) 0 °C, restando 40 g de gelo.
c) 0 °C, restando apenas água.
d) 0 °C, restando apenas gelo.
e) 11 °C

12. São misturados 50 g de água a 20 °C com 20 g de gelo a 0 °C em um calorímetro de capacidade térmica desprezível. O calor latente de fusão do gelo é de 80 cal/g e o calor específico da água é de 1 cal/g °C. A temperatura final da mistura é, em °C, de:

- a) 20 b) 8,5 c) 10 d) 12 e) 0

13. Enche-se uma seringa com pequena quantidade de água destilada a uma temperatura um pouco abaixo da temperatura de ebulição. Fechando o bico, como mostra a figura A a seguir, e puxando rapidamente o êmbolo, verifica-se que a água entra em ebulição durante alguns instantes (veja figura B).



Figura A

Figura B

Podemos explicar este fenômeno considerando que:

- a) na água há sempre ar dissolvido e a ebulição nada mais é do que a transformação do ar dissolvido em vapor.
b) com a diminuição da pressão a temperatura de ebulição da água fica menor do que a temperatura da água na seringa.
c) com a diminuição da pressão há um aumento da temperatura da água na seringa.
d) o trabalho realizado com o movimento rápido do êmbolo se transforma em calor que faz a água ferver.
e) calor específico da água diminui com a diminuição da pressão.

14. Uma criança aperta dois cubinhos de gelo um contra o outro e observa que eles ficam "grudados". Isso ocorre porque o aumento da pressão _____ a temperatura de fusão. A volta à condição de pressão normal provoca a _____.

As lacunas são preenchidas, respectivamente, por:

- a) aumenta; fusão
b) aumenta; solidificação
c) não modifica; fusão
d) diminui; solidificação
e) diminui; fusão

15. Ao introduzirmos em água sobre-resfriada um cristal de gelo, ela imediatamente começa a congelar.

a) Qual é a quantidade de gelo, que se forma de $M=1\text{kg}$ de água, sobre-resfriada até a temperatura $t=-8\text{ °C}$?

b) Que temperatura deverá ter a água sobre resfriada para que totalmente transforma-se em gelo?

Obs.: Não considerar a dependência da capacidade calorífica da água em relação à temperatura.

TRANSMISSÃO DE CALOR

Temos três formas de condução de calor:

- Condução
- Convecção
- Irradiação

Vamos ver cada uma delas.

Transmissão de calor por condução

Quando dois corpos estão em contato, o calor flui do corpo mais quente para o mais frio.

A taxa com que o calor é transferido do mais quente para o mais frio (potência térmica) é agora chamada de fluxo de calor.

Q. 18 – FLUXO DE CALOR

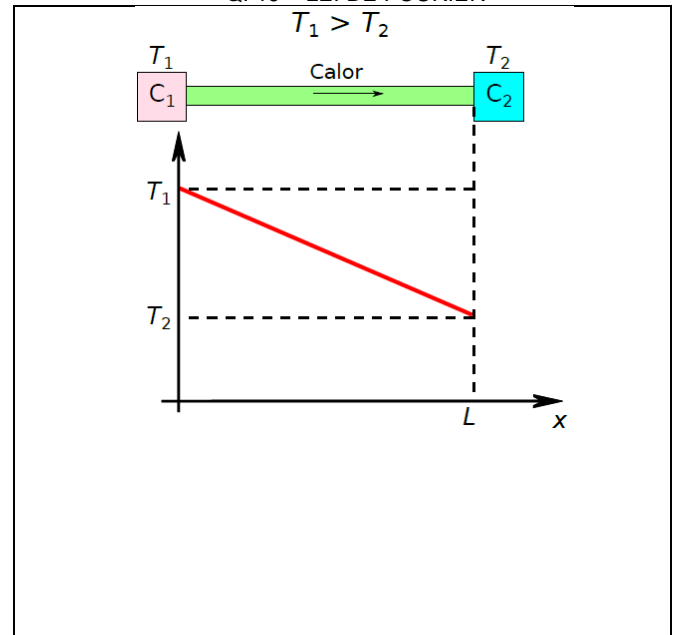


Seja um material de comprimento L e seção transversal A conectando dois corpos com temperaturas T_1 e T_2 com $T_1 > T_2$.

O fluxo de calor ϕ que flui por esta barra é proporcional à diferença de temperatura $\Delta T = T_1 - T_2$ e à área A , mas

inversamente proporcional à L . Porém também depende de uma constante específica de cada material, chamada de condutividade térmica κ . A relação entre as grandezas acima é chamada de lei de Fourier e é apresentada no Q. 19.

Q. 19 – LEI DE FOURIER



PROFESSOR DANILO

ESTUDO DO CALOR E DA TEMPERATURA – ENGENHARIA E TOP HUMANAS – 02/06/2023

Q. 20 – UNIDADES DE MEDIDAS DA CONDUTIBILIDADE
TÉRMICA

Tabela 3: Condutibilidade térmica de diversas substâncias.

Substância	Condutibilidade Térmica (W/(m K))
Diamante	1000
Prata	406,0
Cobre	385,0
Ouro	314
Latão	109,0
Alumínio	205,0
Ferro	79,5
Aço	50,2
Chumbo	34,7
Mercúrio	8,3
Gelo	1,6
Vidro comum, concreto	0,8
Fibra de vidro, feltro, lã	0,8
Madeira	0,12 – 0,04

A Tabela 3 apresenta diversos valores para a condutibilidade térmica de vários materiais, mas tais dados serão fornecidos pelo enunciado da questão.

Transmissão de calor por convecção

É um dos processos de transferência de calor que ocorre por meio da movimentação interna de fluidos. O fluido com maior temperatura sobe, uma vez que a densidade diminui.

Q. 21 – AQUECEDORES FICAM NO CHÃO

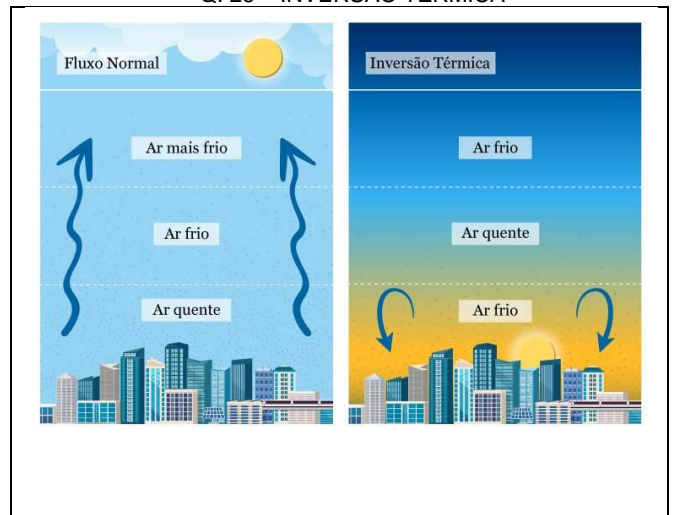
Q. 22 – AR-CONDICIONADO FICA EM CIMA

Q. 23 – UMA GELADEIRA SIMPLES

Q. 24 – BRISA MARÍTIMA

Q. 25 – BRISA TERRESTRE

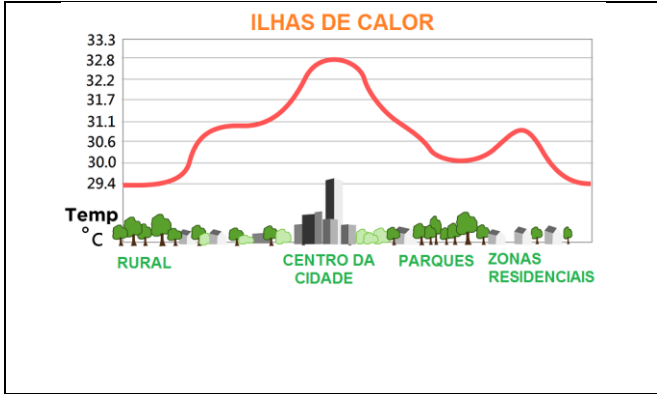
Q. 26 – INVERSÃO TÉRMICA



PROFESSOR DANILO

ESTUDO DO CALOR E DA TEMPERATURA – ENGENHARIA E TOP HUMANAS – 02/06/2023

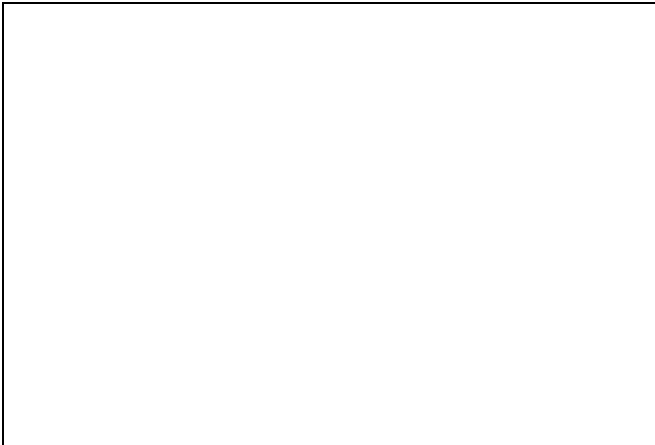
Q. 27 – ILHAS DE CALOR



Transmissão de calor por irradiação

Transmissão de calor por onda eletromagnética. Algumas frequências, como o infravermelho, são mais facilmente absorvidas pela matéria, que outras.

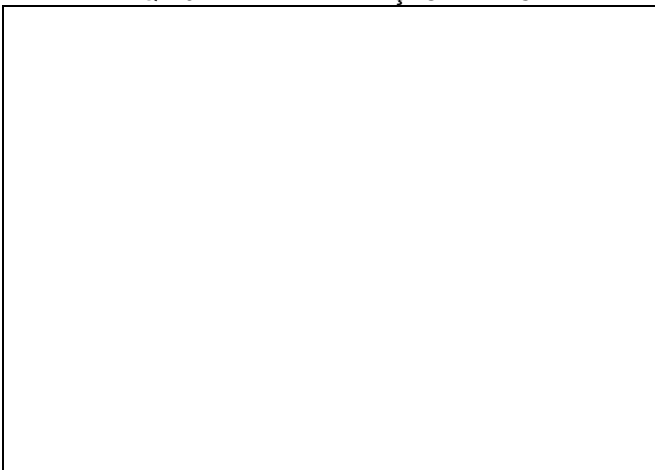
Q. 28 – EXPERIMENTO DE HERCHEL



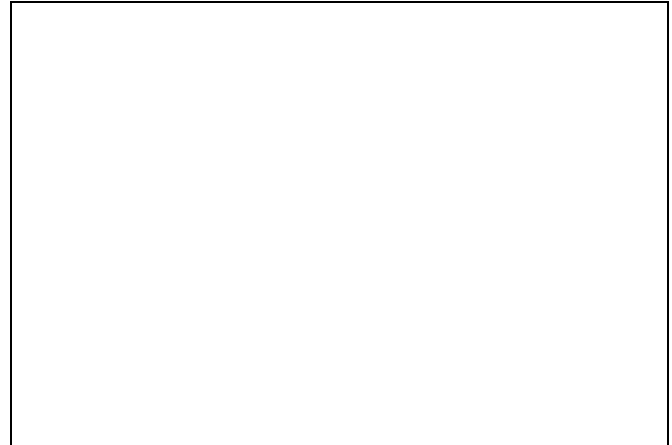
Na tentativa de medir a temperatura de cada cor, Herschel, em 1800, elaborou um experimento no qual ele decompunha a luz solar, utilizando um prisma. Na tentativa de ver qual a cor mais quente, segundo suas próprias ideias, ele sem querer deixou um termômetro ao lado do vermelho, onde não havia luz e, para surpresa do cientista, este foi o que mais se aqueceu.

Havia sido descoberto o infravermelho. Como esta região do espectro eletromagnético era capaz de aquecer mais os termômetros que qualquer outra cor, atribui-se ao infravermelho o principal responsável pela troca de calor, porém na prática pode depender do material que recebe a luz.

Q. 29 – LEI DA IRRADIAÇÃO TÉRMICA



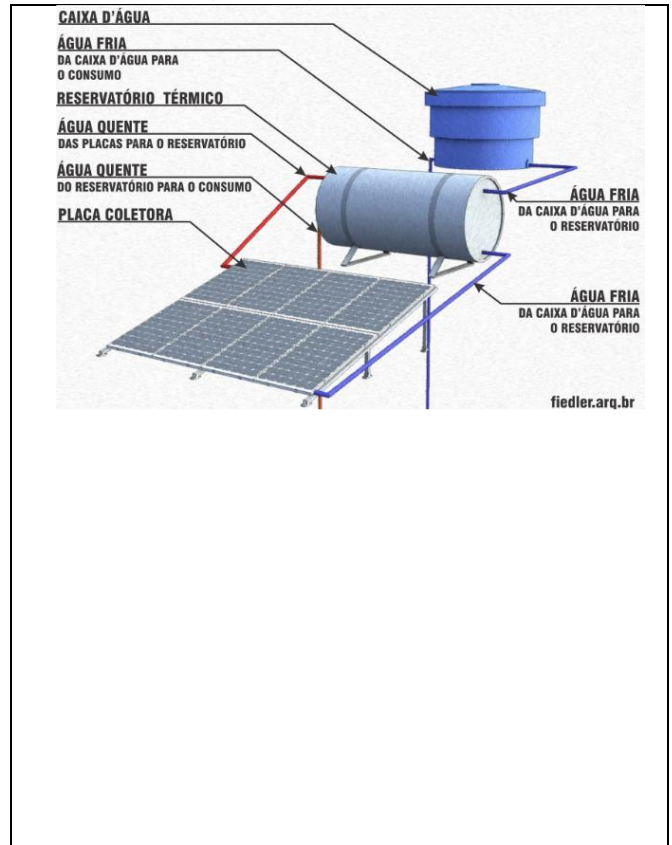
Q. 30 – ESTUFA



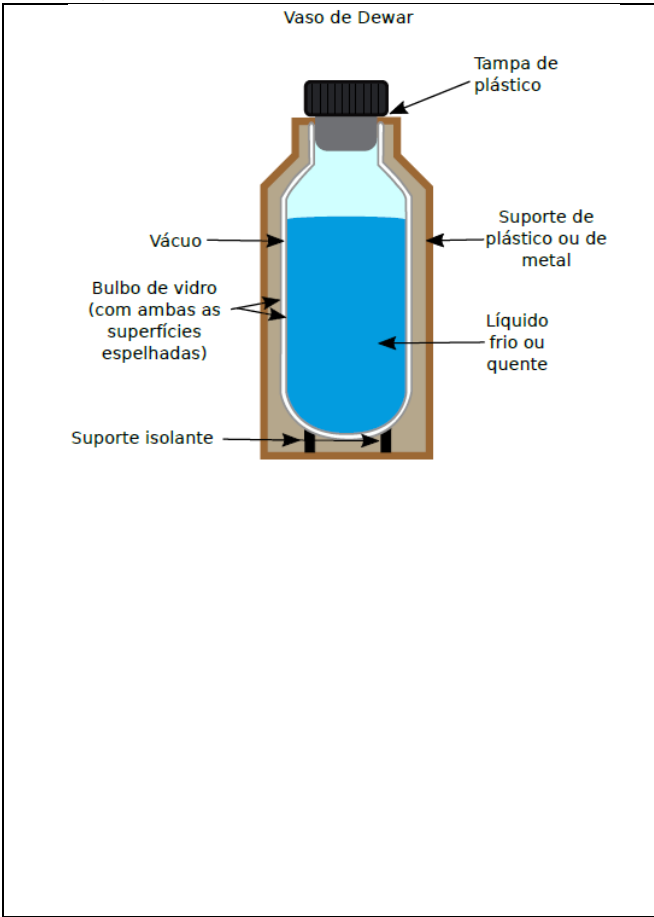
Q. 31 – EFEITO ESTUFA



Q. 32 – AQUECEDOR SOLAR



Q. 33 – GARRAFA TÉRMICA – VASO DE DEWAR



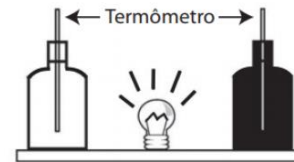
EXERCÍCIOS

16. Um grupo de amigos compra barras de gelo para um churrasco, num dia de calor. Como as barras chegam com algumas horas de antecedência, alguém sugere que sejam envolvidas num grosso cobertor para evitar que derretam demais. Essa sugestão
- é absurda, porque o cobertor vai aquecer o gelo, derretendo-o ainda mais depressa.
 - é absurda, porque o cobertor facilita a troca de calor entre o ambiente e o gelo, fazendo com que ele derreta ainda mais depressa.
 - é inócua, pois o cobertor não fornece nem absorve calor ao gelo, não alterando a rapidez com que o gelo derrete.
 - faz sentido, porque o cobertor facilita a troca de calor entre o ambiente e o gelo, retardando o seu derretimento.
 - faz sentido, porque o cobertor dificulta a troca de calor entre o ambiente e o gelo, retardando o seu derretimento.

17. Encostado em um dos lados de uma placa de cobre, temos vapor de água a 100 °C e, encostado do outro lado desta mesma placa, temos gelo a 0 °C. Considere que o calor somente pode se propagar do vapor para o gelo e que o sistema se encontra ao nível do mar. Sabendo que em 1,0 minuto são fundidos 90 g de gelo e que não há variação de temperatura, o fluxo de calor que atravessa a placa é de:
- 80 cal/s
 - 100 cal/s
 - 120 cal/s
 - 140 cal/s
 - 160 cal/s

18. Com o calor que “atravessa” uma parede de concreto ($K = 2,0 \cdot 10^{-3} \text{ cal/s cm } ^\circ\text{C}$) de 10 cm de espessura e área $9,0 \cdot 10^4 \text{ cm}^2$, num intervalo de 100 s, quando suas faces experimentam uma diferença de temperatura de 40 °C, é possível fundirmos um cubo de gelo de 10 cm de aresta, a 0 °C e pressão normal. O calor latente de fusão do gelo é 80 cal/g e sua densidade é:
- 0,7 g/cm³
 - 0,8 g/cm³
 - 0,9 g/cm³
 - 1,0 g/cm³
 - 1,1 g/cm³

19. Em um experimento foram utilizadas duas garrafas PET, uma pintada de branco e a outra de preto, acopladas cada uma a um termômetro. No ponto médio da distância entre as garrafas, foi mantida acesa, durante alguns minutos, uma lâmpada incandescente. Em seguida a lâmpada foi desligada. Durante o experimento, foram monitoradas as temperaturas das garrafas:
- enquanto a lâmpada permaneceu acesa e b) após a lâmpada ser desligada e atingirem equilíbrio térmico com o ambiente.



- A taxa de variação da temperatura na garrafa preta, em comparação à da branca, durante todo experimento, foi
- igual no aquecimento e igual no resfriamento.
 - maior no aquecimento e igual no resfriamento
 - menor no aquecimento e igual no resfriamento
 - maior no aquecimento e menor no resfriamento
 - maior no aquecimento e maior no resfriamento

20. Ao meio-dia, o Sol entrega 1000 W de calor para cada metro quadrado de asfalto de uma rodovia. Supondo que o asfalto perca calor apenas por irradiação, sua temperatura de equilíbrio térmico está mais próxima de:
- (Dado: constante de Stefan-Boltzmann = $5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-4}$)
- 30 °C
 - 50 °C
 - 70 °C
 - 90 °C

GABARITO

1. C	2. A	3. A	4. B	5. C
6. E	7. C	8. D	9. C	10. B
11. B	12. E	13. B	14. D	
15. a) 100 g b) - 80 °C				
16. E	17. C	18. C	19. E	20. D