



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
Instituto de Física
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física
Mestrado Profissional em Ensino de Física

A Sala de Aula Invertida no Ensino de Física Térmica: Exercícios Resolvidos

Rodrigo Santana Jordão

Material instrucional associado à dissertação de mestrado de Rodrigo Santana Jordão, apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Rio de Janeiro
Agosto de 2021

A Sala de Aula Invertida no Ensino de Física Térmica: Exercícios Resolvidos

Rodrigo Santana Jordão

Exercícios Resolvidos – Aula 01 – 2ª série

Professor Jordão

DISCIPLINA: FÍSICA II

Questão 01

Analise as proposições e indique a **falsa**.

- a) O somatório de toda a energia de agitação das partículas de um corpo é a energia térmica desse corpo.
- b) Dois corpos atingem o equilíbrio térmico quando suas temperaturas se tornam iguais.
- c) A energia térmica de um corpo é função da sua temperatura.
- d) Somente podemos chamar de calor a energia térmica em trânsito; assim, não podemos afirmar que um corpo contém calor.
- e) A quantidade de calor que um corpo contém depende de sua temperatura e do número de partículas nele existentes.

Resolução:

Letra e)

Troca de Calor é o nome do processo pelo qual a energia é transferida de um sistema para outro, exclusivamente devido à diferença de temperatura existente entre eles.

Obs.: Por um abuso de linguagem é comum nos referirmos a essa energia pelo próprio nome do processo, isto é, calor.

Questão 02

Imagine dois corpos A e B com temperaturas T_A e T_B , sendo $T_A > T_B$. Quando colocamos esses corpos em contato térmico, podemos afirmar que ocorre o seguinte fato:

- a) Os corpos se repelem.
- b) O calor flui do corpo A para o corpo B por tempo indeterminado.
- c) O calor flui do corpo B para o corpo A por tempo indeterminado.
- d) O calor flui de A para B até que ambos atinjam a mesma temperatura.
- e) Não acontece nada.

Resolução:

Letra d)

A energia térmica flui espontaneamente do corpo de maior temperatura para o de menor temperatura até que esses corpos atinjam o equilíbrio térmico, isto é, até que as temperaturas atinjam o mesmo valor.

Questão 03

No café-da-manhã, uma colher metálica é colocada no interior de uma caneca que contém leite bem quente. A respeito desse acontecimento, são feitas três afirmativas.

- I. Após atingirem o equilíbrio térmico, a colher e o leite estão a uma mesma temperatura.
- II. Após o equilíbrio térmico, a colher e o leite passam a conter quantidades iguais de energia térmica.
- III. Após o equilíbrio térmico, cessa o fluxo de calor que existia do leite (mais quente) para a colher (mais fria).

Podemos afirmar que:

- a) somente a afirmativa I é correta;
- b) somente a afirmativa II é correta;
- c) somente a afirmativa III é correta;
- d) as afirmativas I e III são corretas;
- e) as afirmativas II e III são corretas.

Resolução:

Letra d)

I) *Correta.*

No equilíbrio térmico, as temperaturas dos corpos são iguais.

II) *Incorreta.*

A quantidade de energia térmica de um corpo depende de sua temperatura e do número de partículas que possui. Assim, mesmo as temperaturas do leite e da colher sendo iguais, seu número de partículas pode não ser o mesmo.

III) *Correta.*

O que fazia o calor fluir de um corpo para outro era a diferença de temperaturas existente entre eles.

Questão 04

Analise as proposições e indique a **verdadeira**.

- a) Calor e energia térmica são a mesma coisa, podendo sempre ser usados tanto um termo como o outro, indiferentemente.
- b) Dois corpos estão em equilíbrio térmico quando possuem quantidades iguais de energia térmica.
- c) O calor sempre flui da região de menor temperatura para a de maior temperatura.

d) Calor é energia térmica em trânsito, fluindo espontaneamente da região de maior temperatura para a de menor temperatura.

e) Um corpo somente possui temperatura maior que a de um outro quando sua quantidade de energia térmica também é maior que a do outro.

Resolução:

Letra d)

Troca de Calor é o nome do processo pelo qual a energia é transferida de um sistema (corpo) para outro (corpo), exclusivamente devido à diferença de temperatura existente entre eles.

O sentido espontâneo é do local de maior temperatura para o local de menor temperatura.

Questão 05

(Unirio-RJ) Indique a proposição correta.

a) Todo calor é medido pela temperatura, isto é, calor e temperatura são a mesma grandeza.

b) Calor é uma forma de energia em trânsito e temperatura mede o grau de agitação das moléculas de um sistema.

c) O calor nunca é função da temperatura.

d) O calor só é função da temperatura quando o sistema sofre mudança em seu estado físico.

e) A temperatura é a grandeza cuja unidade fornece a quantidade de calor de um sistema.

Resolução:

Letra b)

Troca de Calor é o nome do processo pelo qual a energia é transferida de um sistema para outro, exclusivamente devido à diferença de temperatura existente entre eles.

Questão 06

(Enem) A sensação de frio que nós sentimos resulta:

a) do fato de nosso corpo precisar receber calor do meio exterior para não sentirmos frio.

b) da perda de calor do nosso corpo para a atmosfera que está a uma temperatura maior.

c) da perda de calor do nosso corpo para a atmosfera que está a uma temperatura menor.

d) do fato de a friagem que vem da atmosfera afetar o nosso corpo.

e) da transferência de calor da atmosfera para o nosso corpo.

Resolução:

Letra c)

Quanto mais rápido perdemos energia térmica, maior é a nossa sensação de frio. Essa rapidez é função da diferença de temperatura entre o nosso corpo e a atmosfera do meio onde nos encontramos.

Questão 07

Você sabe que o aprendizado da Física também se faz por meio da observação das situações que ocorrem no nosso dia-a-dia. Faça um experimento. Caminhe descalço sobre um tapete ou um piso cerâmico, como o do banheiro da sua casa, por exemplo. Você vai notar que o piso cerâmico parece mais frio do que o tapete, apesar de estarem à mesma temperatura. Essa diferença de sensação se deve ao fato de:

a) a capacidade térmica do piso cerâmico ser menor que a do tapete;

b) a temperatura do piso cerâmico ser menor que a do tapete;

c) a temperatura do tapete ser menor que a do piso cerâmico;

d) a condutividade térmica do piso cerâmico ser maior que a do tapete;

e) a condutividade térmica do piso cerâmico ser menor que a do tapete.

Resolução:

Letra d)

A sensação de frio é devida à perda de energia térmica através da pele da planta do nosso pé. O tapete é um mau condutor de calor e o piso cerâmico é condutor. Assim, a energia térmica flui mais rapidamente da nossa pele quando estamos em contato com o piso cerâmico.



“Que a força esteja com você.”

Exercícios Resolvidos – Aula 02 – 2ª série

Professor Jordão

DISCIPLINA: FÍSICA II

Questão 01

Um jornalista, em visita aos Estados Unidos, passou pelo deserto de Mojave, onde são realizados os pousos dos ônibus espaciais da Nasa. Ao parar em um posto de gasolina, à beira da estrada, ele observou um grande painel eletrônico que indicava a temperatura local na escala Fahrenheit. Ao fazer a conversão para a escala Celsius, ele encontrou o valor 45 °C. Que valor ele havia observado no painel?

Resolução:

$$\frac{\theta_C}{5} = \frac{\theta_F - 32}{9}$$

$$\frac{45}{5} = \frac{\theta_F - 32}{9}$$

$$81 = \theta_F - 32$$

$$\theta_F = 113 \text{ }^\circ\text{F}$$

Questão 02

Uma agência de turismo estava desenvolvendo uma página na Internet que, além dos pontos turísticos mais importantes, continha também informações relativas ao clima da cidade de Belém (Pará). Na versão em inglês dessa página, a temperatura média de Belém (30 °C) deveria aparecer na escala Fahrenheit. Que valor o turista iria encontrar, para essa temperatura, na página em inglês?

Resolução:

$$\frac{\theta_C}{5} = \frac{\theta_F - 32}{9}$$

$$\frac{30}{5} = \frac{\theta_F - 32}{9}$$

$$54 = \theta_F - 32$$

$$\theta_F = 86 \text{ }^\circ\text{F}$$

Questão 03

Um turista brasileiro, ao descer no aeroporto de Chicago (EUA), observou um termômetro marcando a temperatura local (68 °F). Fazendo algumas contas, ele verificou que essa temperatura era igual à de São Paulo, quando embarcara. Qual era a temperatura de São Paulo, em graus Celsius, no momento do embarque do turista?

Resolução:

$$\frac{\theta_C}{5} = \frac{\theta_F - 32}{9}$$

$$\frac{\theta_C}{5} = \frac{68 - 32}{9}$$

$$\theta_C = 20 \text{ }^\circ\text{C}$$

Questão 04

Um jovem brasileiro fez uma conexão via Internet com um amigo inglês que mora em Londres. Durante a conversa, o inglês disse que em Londres a temperatura naquele momento era igual a 14 °F. Após alguns cálculos, o jovem brasileiro descobriu qual era, em graus Celsius, a temperatura em Londres. Que valor ele encontrou?

Resolução:

$$\frac{\theta_C}{5} = \frac{\theta_F - 32}{9} \Rightarrow \frac{\theta_C}{5} = \frac{14 - 32}{9}$$

$$\theta_C = -10 \text{ }^\circ\text{C}$$

Questão 05

Dois termômetros, um graduado na escala Celsius e outro, na escala Fahrenheit, são mergulhados em um mesmo líquido. A leitura em Fahrenheit supera em 100 unidades a leitura em Celsius. Qual era a temperatura desse líquido?

Resolução:

Do enunciado do problema, podemos escrever:

$$\theta_F = \theta_C + 100 \quad (I)$$

A relação entre as escalas citadas é dada por:

$$\frac{\theta_C}{5} = \frac{\theta_F - 32}{9} \quad (II)$$

Substituindo (I) em (II), vem:

$$\frac{\theta_C}{5} = \frac{(\theta_C + 100) - 32}{9}$$

$$9\theta_C = 5\theta_C + 340$$

$$4\theta_C = 340$$

$$\theta_C = 85 \text{ }^\circ\text{C} \quad \text{ou} \quad \theta_F = 185 \text{ }^\circ\text{F}$$

Questão 06

Ao chegar ao aeroporto de Miami (EUA), um turista brasileiro observou em um painel eletrônico que a temperatura local medida na escala Fahrenheit ultrapassava o valor medido na escala Celsius em 48 unidades. Qual era a temperatura registrada no painel, em graus Celsius?

Resolução:

$$\begin{cases} \theta_F = \theta_C + 48 \\ \frac{\theta_C}{5} = \frac{\theta_F - 32}{9} \end{cases}$$

$$\frac{\theta_C}{5} = \frac{(\theta_C + 48) - 32}{9}$$

$$\frac{\theta_C}{5} = \frac{\theta_C + 16}{9} \Rightarrow 9\theta_C = 5\theta_C + 80$$

$$\theta_C = 20 \text{ }^\circ\text{C}$$

Questão 07

Num laboratório, dois termômetros, um graduado em Celsius e outro em Fahrenheit, são colocados no interior de um freezer. Após algum tempo, verificou-se que os valores lidos nos dois termômetros eram iguais. Qual a temperatura medida, em graus Celsius?

Resolução:

$$\begin{cases} \theta_c = \theta_f \\ \frac{\theta_c}{5} = \frac{\theta_f - 32}{9} \end{cases}$$

$$\frac{\theta_c}{5} = \frac{\theta_f - 32}{9}$$

$$9\theta_c = 5\theta_f - 160$$

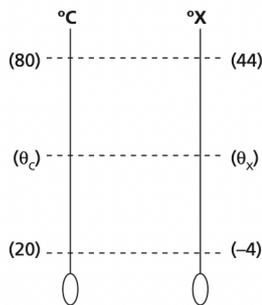
$$\theta_c = -40^\circ\text{C}$$

Questão 08

Um professor de Física inventou uma escala termométrica que chamou de escala X. Comparando-a com a escala Celsius, ele observou que -4°X correspondiam a 20°C e 44°X equivaliam a 80°C . Que valores essa escala X assinalaria para os pontos fixos fundamentais?

Resolução:

Relacionando as duas escalas, vem:



$$\frac{\theta_c - 20}{80 - 20} = \frac{\theta_x - (-4)}{44 - (-4)}$$

$$\frac{\theta_c - 20}{5} = \frac{\theta_x + 4}{4}$$

Fazendo $\theta_c = 0^\circ\text{C}$ (ponto do gelo), temos:

$$\frac{0 - 20}{5} = \frac{\theta_x + 4}{4}$$

$$\theta_x = -20^\circ\text{X}$$

Fazendo $\theta_c = 100^\circ\text{C}$ (ponto do vapor), temos:

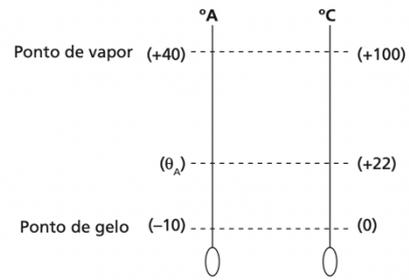
$$\frac{100 - 20}{5} = \frac{\theta_x + 4}{4} \Rightarrow \theta_x = 60^\circ\text{X}$$

Questão 09

Numa escala de temperaturas A, o ponto do gelo equivale a -10°A e o do vapor, a $+40^\circ\text{A}$. Se uma temperatura for indicada num termômetro em Celsius pelo valor 22°C , que valor será indicado por outro termômetro graduado na escala A?

Resolução:

Fazendo a relação entre as escalas, vem:



Assim:

$$\frac{\theta_A - (-10)}{40 - (-10)} = \frac{22 - 0}{100 - 0}$$

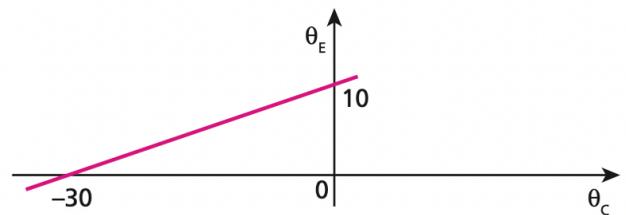
$$\frac{\theta_A + 10}{50} = \frac{22}{100}$$

$$\theta_A + 10 = 11$$

$$\theta_A = 1^\circ\text{A}$$

Questão 010

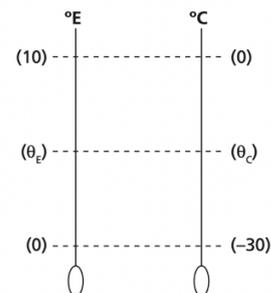
Numa Um estudante construiu uma escala de temperatura E cuja relação com a escala Celsius é expressa no gráfico representado a seguir



Qual a temperatura cujas leituras coincidem numericamente nessas duas escalas?

Resolução:

Fazendo a relação entre as escalas E e Celsius, vem:



Assim:

$$\frac{\theta_E - 0}{10 - 0} = \frac{\theta_C - (-30)}{0 - (-30)}$$

$$\frac{\theta_E}{10} = \frac{\theta_C + 30}{30}$$

Fazendo $\theta_E = \theta_C$, temos:

$$\frac{\theta_C}{10} = \frac{\theta_C + 30}{30}$$

$$3\theta_C = \theta_C + 30$$

$$\theta_C = \theta_E = 15^\circ\text{C}$$

Exercícios Resolvidos – Aula 03 **– 2ª série**

Professor Jordão

DISCIPLINA: FÍSICA II

Questão 01

Em cada uma das situações descritas a seguir você deve reconhecer o processo de transmissão de calor envolvido: condução, convecção ou radiação.

I - As prateleiras de uma geladeira doméstica são grades vazadas para facilitar a ida da energia térmica até o congelador por (...).

II - O único processo de transmissão de calor que pode ocorrer no vácuo é a (...).

III - Numa garrafa térmica, é mantido vácuo entre as paredes duplas de vidro para evitar que o calor saia ou entre por (...).

Na ordem, os processos de transmissão de calor que você usou para preencher as lacunas são:

- a) condução, convecção e radiação;
- b) radiação, condução e convecção;
- c) condução, radiação e convecção;
- d) convecção, condução e radiação;
- e) convecção, radiação e condução.

Resolução:

I – Convecção - As grades vazadas facilitam a subida do ar quente até o congelador e a descida do ar frio até os alimentos que devem ser resfriados.

II – Radiação - Na radiação, a energia térmica se propaga em ondas eletromagnéticas, principalmente em forma de radiações infravermelhas.

III – Condução - Na condução, a energia térmica passa de uma partícula para outra do meio. Assim, é imprescindível que exista em meio material para que ela ocorra.

Questão 02

Usando o seus conhecimentos de transmissão de calor, analise as proposições e indique a que você acha correta.

- a) A condução térmica é a propagação do calor de uma região para outra com deslocamento do material aquecido.
- b) A convecção térmica é a propagação de calor que pode ocorrer em qualquer meio, inclusive no vácuo.
- c) A radiação térmica é a propagação de energia por meio de ondas eletromagnéticas e ocorre exclusivamente nos fluidos.
- d) A transmissão do calor, qualquer que seja o processo, sempre ocorre, naturalmente, de um ambiente de maior temperatura para outro de menor temperatura.
- e) As correntes ascendentes e descendentes na convecção térmica de um fluido são motivadas pela igualdade de suas densidades.

Resolução:

Letra d

O fluxo espontâneo da energia térmica se processa de um local de maior temperatura para outro de menor temperatura.

Questão 03

Um (UFRN) Matilde é uma estudante de Arquitetura que vai fazer o seu primeiro projeto: um prédio a ser construído em Natal (RN). Ela precisa prever a localização de um aparelho de ar-

condicionado para uma sala e, por ter estudado pouco Termodinâmica, está em dúvida se deve colocar o aparelho próximo do teto ou do piso. Ajude Matilde, dando-lhe uma sugestão sobre a escolha que ela deve fazer nesse caso. (Justifique a sua sugestão.)

Resolução:

Matilde deve colocar o aparelho de ar-condicionado na parede, próximo ao teto. O ar frio lançado pelo aparelho na sala deve descer e o ar quente, que está embaixo, subir.

Questão 04

O vidro espelhado e o vácuo existente entre as paredes de uma garrafa térmica ajudam a conservar a temperatura da substância colocada no seu interior.

Isso ocorre porque:

- (01) a radiação térmica não se propaga no vácuo.
- (02) o vidro é um bom isolante térmico.
- (04) as paredes espelhadas minimizam a perda de energia por condução.

(08) o vácuo entre as paredes evita que haja propagação de calor por condução e por convecção.

(16) a radiação térmica sofre reflexão total na interface da substância com o vidro espelhado.

(32) fechando bem a garrafa, não haverá trocas de calor com o meio externo através da convecção.

Dê como resposta o somatório dos números correspondentes às afirmativas corretas.

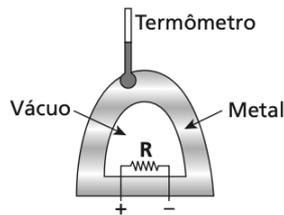
Resolução:

- (01) Incorreta.
- (02) Correta.
- (04) Incorreta – Superfícies espelhadas minimizam a perda de energia térmica por radiação. As paredes espelhadas refletem ondas eletromagnéticas.
- (08) Incorreta – O vácuo apenas impede a condução. Para que haja perdas de calor por convecção, é necessário que o sistema troque partículas com o meio externo.
- Aqui alguns autores como Caio Sérgio Calçada e José Luiz Sampaio, consideram como eu que o vácuo também impede a troca de calor por convecção e por tanto consideram essa resposta correta. Assim no vestibular, vale saber qual é a interpretação da banca examinadora responsável pelo concurso.
- (16) Correta.
- (32) Correta.

Resposta: 50 (ou 58)

Questão 05

(UFV-MG) Um resistor R é colocado dentro de um recipiente de parede metálica – no qual é feito vácuo – que possui um termômetro incrustado em sua parede externa. Para ligar o resistor a uma fonte ex-terna ao recipiente, foi utilizado um fio, com isolamento térmico, que impede a transferência de calor para as paredes do recipiente. Essa situação encontra-se ilustrada na figura abaixo.



Ligando o resistor, nota-se que a temperatura indicada pelo termômetro aumenta, mostrando que há transferência de calor entre o resistor e o termômetro. Pode-se afirmar que os processos responsáveis por essa transferência de calor, na ordem correta, são:

- primeiro convecção e depois radiação.
- primeiro convecção e depois condução.
- primeiro radiação e depois convecção.
- primeiro radiação e depois condução.
- primeiro condução e depois convecção.

Resolução:

Na região de vácuo, a energia térmica propaga-se por radiação. Através do metal (meio sólido), o calor propaga-se por condução.

Questão 06

Na cidade de São Paulo, em dias de muito frio é possível observar o fenômeno conhecido como inversão térmica, que provoca um aumento considerável nos índices de poluição do ar (tem-se a impressão de que os gases poluentes não conseguem subir para se dispersar). Nos dias quentes ocorre o oposto, os gases poluentes sobem e são dispersados pelas correntes de ar. Esse processo de movimentação de massas gasosas, a temperaturas diferentes, ocorre devido à:

- elevação da pressão atmosférica.
- convecção térmica.
- radiação térmica.
- condução térmica.
- criogenia

Resolução:

Nos dias quentes, o ar que se encontra próximo ao solo é mais quente que o ar de camadas superiores. Assim, ocorre a convecção térmica. Nos dias frios, o ar próximo ao solo pode estar a temperaturas menores do que o ar das camadas superiores. Assim, não ocorre convecção térmica, não dispersando os poluentes.

Questão 07

Analisando uma geladeira doméstica, podemos afirmar:

- O congelador fica na parte superior para favorecer a condução do calor que sai dos alimentos e vai até ele.
- As prateleiras são grades vazadas (e não chapas inteiriças), para permitir a livre convecção das massas de ar quentes e frias no interior da geladeira.
- A energia térmica que sai dos alimentos chega até o congelador, principalmente, por radiação.
- As paredes das geladeiras normalmente são intercaladas com material isolante, com o objetivo de evitar a entrada de calor por condução.

Quais são as afirmativas corretas?

- Apenas a afirmativa I.
- Apenas as afirmativas I, II e III.
- Apenas as afirmativas I e III.
- Apenas as afirmativas II e IV.
- Todas as afirmativas.

Resolução:

A atmosfera poluída faz o papel do vidro nas estufas. Ela é pouco transparente para os raios solares na faixa do infravermelho (ondas de calor).

Questão 08

(Enem) A refrigeração e o congelamento de alimentos são responsáveis por uma parte significativa do consumo de energia elétrica numa residência típica. Para diminuir as perdas térmicas de uma geladeira, podem ser tomados alguns cuidados operacionais:

- Distribuir os alimentos nas prateleiras deixando espaços vazios entre eles, para que ocorra a circulação do ar frio para baixo e do ar quente para cima.
- Manter as paredes do congelador com camada bem espessa de gelo, para que o aumento da massa de gelo aumente a troca de calor no congelador.
- Limpar o radiador (“grade” na parte de trás) periodicamente, para que a gordura e a poeira que nele se depositam não reduzam a transferência de calor para o ambiente.

Para uma geladeira tradicional, é correto indicar, apenas,

- a operação I.
- a operação II.
- as operações I e II.
- as operações I e III.
- as operações II e III.

Resolução:

Letra d

- Correta – O resfriamento dos alimentos ocorre principalmente devido à convecção do ar que circula no interior da geladeira. O ar quente (menos denso) sobe até o congelador, e o ar frio (mais denso) desce até os alimentos. Deixando espaços vazios, a convecção do ar é facilitada.
- Incorreta – O gelo que se forma na parede do congelador funciona como material isolante, dificultando as trocas de calor com o ar aquecido pelos alimentos.
- Correta – A energia térmica também retirada do interior da geladeira é irradiada para o interior da cozinha através da serpentina existente na parte traseira. A poeira e a gordura que, com o tempo, são depositadas na grade que fica atrás da geladeira formam uma película que dificulta essa irradiação. Assim, a limpeza periódica dessa grade levaria à economia de energia.

Questão 09

A comunidade científica há tempos anda preocupada com o aumento da temperatura média da atmosfera terrestre. Os cientistas atribuem esse fenômeno ao chamado efeito estufa, que consiste na “retenção” da energia térmica junto ao nosso

planeta, como ocorre nas estufas de vidro, que são usadas em locais onde em certas épocas do ano a temperatura atinge valores muito baixos. A explicação para esse acontecimento é que a atmosfera (com seus gases naturais mais os gases poluentes emitidos por automóveis, indústrias, queimadas, vulcões etc.) é pouco transparente aos raios solares na faixa:

- a) das ondas de rádio;
- b) das ondas ultravioleta;
- c) das ondas infravermelhas;
- d) das ondas correspondentes aos raios gama;
- e) das ondas correspondentes aos raios X.

Resolução:

A atmosfera poluída faz o papel do vidro nas estufas. Ela é pouco transparente para os raios solares na faixa do infravermelho (ondas de calor).

Questão 010

(Enem) A sensação de frio que nós sentimos resulta:

- a) do fato de nosso corpo precisar receber calor do meio exterior para não sentirmos frio.
- b) da perda de calor do nosso corpo para a atmosfera que está a uma temperatura maior.
- c) da perda de calor do nosso corpo para a atmosfera que está a uma temperatura menor.
- d) do fato de a friagem que vem da atmosfera afetar o nosso corpo.
- e) da transferência de calor da atmosfera para o nosso corpo.

Resolução:

Letra c

Quanto mais rápido perdemos energia térmica, maior é a nossa sensação de frio. Essa rapidez é função da diferença de temperatura entre o nosso corpo e a atmosfera do meio onde nos encontramos.

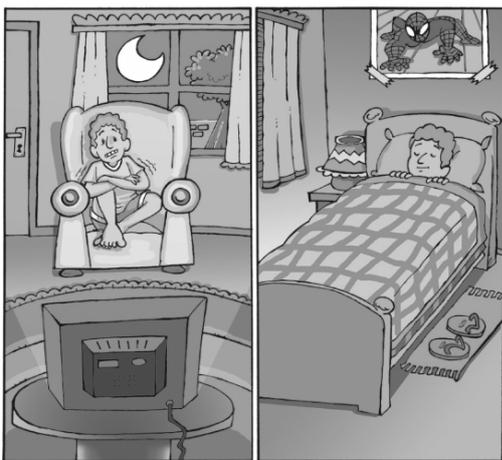
Exercícios Resolvidos – Aula 04 – 2ª série

Professor Jordão

DISCIPLINA: FÍSICA II

Questão 01

Numa noite muito fria, você ficou na sala assistindo à televisão. Após algum tempo, foi para a cama e deitou-se debaixo das cobertas (lençol, cobertor e edredom). Você nota que a cama está muito fria, apesar das cobertas, e só depois de algum tempo o local se torna aquecido.



Isso ocorre porque:

- o cobertor e o edredom impedem a entrada do frio que se encontra no meio externo;
- o cobertor e o edredom possuem alta condutividade térmica;
- o cobertor e o edredom possuem calor entre suas fibras, que, ao ser liberado, aquece a cama;
- o cobertor e o edredom não são aquecedores, são isolantes térmicos, que não deixam o calor liberado por seu corpo sair para o meio externo;
- sendo o corpo humano um bom absorvedor de frio, após algum tempo não há mais frio debaixo das cobertas.

Resolução:

Letra d

O cobertor e o edredom não são aquecedores, são isolantes térmicos que não deixam o calor liberado por nosso corpo sair para o meio externo, deixando-nos aquecidos.

Questão 02

(UFSC) Identifique a(s) proposição(ões) verdadeira(s):

- Um balde de isopor mantém o refrigerante gelado porque impede a saída do frio.
- A temperatura de uma escova de dentes é maior que a temperatura da água da pia; mergulhando-se a escova na água, ocorrerá uma transferência de calor da escova para a água.
- Se tivermos a sensação de frio ao tocar um objeto com a mão, isso significa que esse objeto está a uma temperatura inferior à nossa.
- Um copo de refrigerante gelado, pousado sobre uma mesa, num típico dia de verão, recebe calor do meio ambiente até ser

atingido o equilíbrio térmico.

(16) O agasalho, que usamos em dias frios para nos mantermos aquecidos, é um bom condutor de calor.

(32) Os esquimós, para se proteger do frio intenso, constroem abrigos de gelo porque o gelo é um isolante térmico.

Dê como resposta a soma dos números associados às proposições corretas.

Resolução:

46

(01) Falsa – O isopor impede que o calor proveniente do meio ambiente atinja o refrigerante.

(02) Verdadeira – A transferência espontânea de calor se processa do corpo de maior temperatura para o de menor temperatura.

(04) Verdadeira – A sensação de frio é determinada pela perda de energia térmica do nosso corpo para o objeto ou meio com o qual entra em contato.

(08) Verdadeira – A energia térmica do ambiente será recebida pelo refrigerante gelado, aquecendo-o até o equilíbrio térmico.

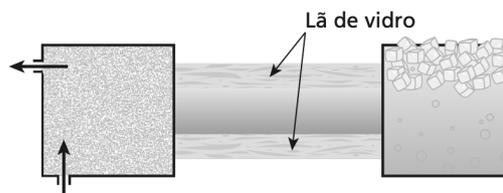
(16) Falsa – Os agasalhos são confeccionados com materiais que são péssimos condutores de calor; eles são, na verdade, bons isolantes térmicos.

(32) Verdadeira – O gelo é um bom isolante térmico, pois possui baixa condutividade térmica.

Questão 03

Uma barra de alumínio de 50 cm de comprimento e área de seção transversal de 5 cm² tem uma de suas extremidades em contato térmico com uma câmara de vapor de água em ebulição (100 °C). A outra extremidade está imersa em uma cuba que contém uma mistura bifásica de gelo fundente (0 °C):

A pressão atmosférica local é normal. Sabendo que o coeficiente de condutibilidade térmica do alumínio vale 0,5 cal/s cm °C, calcule:



a) a intensidade da corrente térmica através da barra, depois de estabelecido o regime permanente;

b) a temperatura numa seção transversal da barra, situada a 40 cm da extremidade mais quente.

Resolução:

- a) No regime permanente, a corrente térmica é calculada pela Lei de Fourier:

$$\phi = k \frac{A \Delta \theta}{\ell}$$

Do enunciado, temos que:

$$k = 0,5 \text{ cal/s cm } ^\circ\text{C}$$

$$A = 5 \text{ cm}^2$$

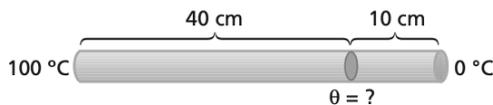
$$\Delta \theta = 100^\circ\text{C} - 0^\circ\text{C} = 100^\circ\text{C}$$

$$\ell = 50 \text{ cm}$$

Substituindo esses valores na expressão anterior, vem:

$$\phi = \frac{0,5 \cdot 5 \cdot 100}{50} \Rightarrow \phi = 5 \text{ cal/s}$$

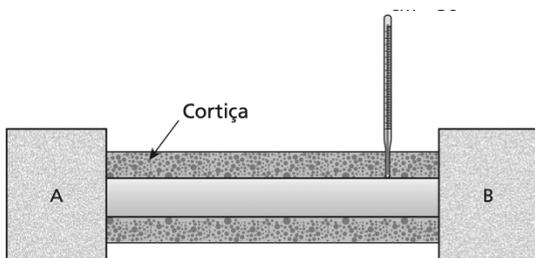
- b) Sabemos que, no regime permanente ou estacionário, a intensidade da corrente térmica através da barra é constante; assim, temos:



$$\phi = \frac{kA(100 - \theta)}{40} \Rightarrow 5 = \frac{0,5 \cdot 5 \cdot (100 - \theta)}{40} \Rightarrow \theta = 20^\circ\text{C}$$

Questão 04

(Unama-AM) A figura a seguir apresenta uma barra de chumbo de comprimento 40 cm e área de seção transversal 10 cm² isolada com cortiça; um termômetro fixo na barra calibrado na escala Fahrenheit, e dois dispositivos A e B que proporcionam, nas extremidades da barra, as temperaturas correspondentes aos pontos do vapor e do gelo, sob pressão normal, respectivamente. Considerando a intensidade da corrente térmica constante ao longo da barra, determine a temperatura registrada no termômetro, sabendo que ele se encontra a 32 cm do dispositivo A. Dado: coeficiente de condutibilidade térmica do chumbo = $8,2 \cdot 10^{-2} \text{ cal.cm/cm}^2.\text{ }^\circ\text{C.s}$



Resolução:

O fluxo de calor através da barra é constante, assim os fluxos através das partes anterior e posterior ao termômetro são iguais:

$$\phi_1 = \phi_2 \Rightarrow \frac{k A \Delta \theta_1}{L_1} = \frac{k A \Delta \theta_2}{L_2} \Rightarrow \frac{(212 - \theta)}{32} = \frac{(\theta - 32)}{8}$$

$$4(\theta - 32) = (212 - \theta) \Rightarrow 4\theta - 128 = 212 - \theta \Rightarrow 5\theta = 340 \Rightarrow \theta = 68^\circ\text{F}$$

Questão 05

(Mack-SP) Para determinarmos o fluxo de calor por condução através de uma placa homogênea e de espessura constante, em regime estacionário, utilizamos a Lei de Fourier $\phi = k \frac{kA(\theta_1 - \theta_2)}{e}$. A constante de proporcionalidade que aparece nessa lei matemática depende da natureza do material e se denomina Coeficiente de Condutibilidade Térmica. Trabalhando com as unidades do SI, temos, para o alumínio, por exemplo, um coeficiente de condutibilidade térmica igual a $2,09 \cdot 10^2$. Se

desejarmos expressar essa constante, referente ao alumínio, com sua respectiva unidade de medida, teremos:

- a) $2,09 \cdot 10^2 \text{ cal/s}$
 b) $2,09 \cdot 10^2 \text{ cal/s cm } ^\circ\text{C}$
 c) $2,09 \cdot 10^2 \text{ J/s}$
 d) $2,09 \cdot 10^2 \text{ J/s m K}$
 e) $2,09 \cdot 10^2 \text{ J/K}$

Resolução:

Letra d

No SI, a unidade de fluxo de calor é dado por:

$$[\phi] = \frac{[Q]}{[\Delta t]} = \frac{\text{J}}{\text{s}}$$

Assim, na lei de Fourier, temos:

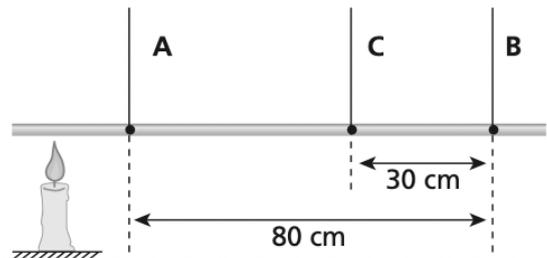
$$\frac{\text{J}}{\text{s}} = [k] \frac{\text{m}^2 \text{ K (ou } ^\circ\text{C)}}{\text{m}}$$

Portanto:

$$[k] = \frac{\text{J}}{\text{m s K}}$$

Questão 06

Uma barra metálica é aquecida conforme a figura; A, B e C são termômetros. Admita a condução de calor em regime estacionário e no sentido longitudinal da barra. Quando os termômetros das extremidades indicarem 200°C e 80°C , o intermediário indicará:



- a) 195°C .
 b) 175°C .
 c) 140°C .
 d) 125°C .
 e) 100°C .

Resolução:

Letra d

No regime estacionário, temos:

$$\phi_{AC} = \phi_{CB} \Rightarrow \frac{k A (\theta_A - \theta_C)}{80 - 30} = \frac{k A (\theta_C - \theta_B)}{30}$$

$$\frac{(200 - \theta_C)}{50} = \frac{(\theta_C - 80)}{30}$$

$$5\theta_C - 400 = 600 - 3\theta_C \Rightarrow 8\theta_C = 1000 \Rightarrow \theta_C = 125^\circ\text{C}$$

Questão 07

(UFBA) O vidro espelhado e o vácuo existente entre as paredes de uma garrafa térmica ajudam a conservar a temperatura da substância colocada no seu interior.

Isso ocorre porque:

- (01) a radiação térmica não se propaga no vácuo.
 (02) o vidro é um bom isolante térmico.
 (04) as paredes espelhadas minimizam a perda de energia por condução.

(08) o vácuo entre as paredes evita que haja propagação de calor por condução e por convecção.

(16) a radiação térmica sofre reflexão total na interface da substância com o vidro espelhado.

(32) fechando bem a garrafa, não haverá trocas de calor com o meio externo através da convecção.

Dê como resposta o somatório dos números correspondentes às afirmativas corretas.

Resolução:

50

(01) Incorreta.

(02) Correta.

(04) Incorreta – Superfícies espelhadas minimizam a perda de energia térmica por radiação. As paredes espelhadas refletem ondas eletromagnéticas.

(08) Incorreta – O vácuo apenas impede a condução. Para que haja perdas de calor por convecção, é necessário que o sistema troque partículas com o meio externo.

(16) Correta.

(32) Correta.

Questão 08

Na cidade de São Paulo, em dias de muito frio é possível observar o fenômeno conhecido como inversão térmica, que provoca um aumento considerável nos índices de poluição do ar (tem-se a impressão de que os gases poluentes não conseguem subir para se dispersar). Nos dias quentes ocorre o oposto, os gases poluentes sobem e são dispersados pelas correntes de ar. Esse processo de movimentação de massas gasosas, a temperaturas diferentes, ocorre devido à:

- a) elevação da pressão atmosférica.
- b) convecção térmica.
- c) radiação térmica.
- d) condução térmica.
- e) criogenia
- e) as operações II e III.

Resolução:

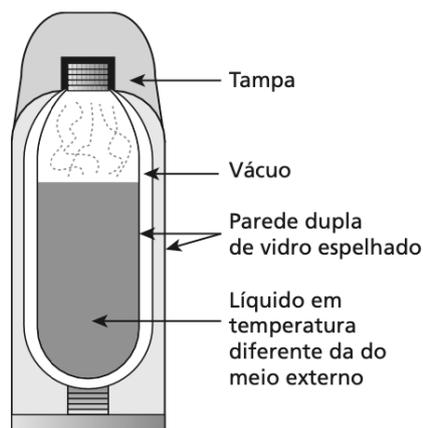
Letra b

Nos dias quentes, o ar que se encontra próximo ao solo é mais quente que o ar de camadas superiores. Assim, ocorre a convecção térmica. Nos dias frios, o ar próximo ao solo pode estar a temperaturas menores do que o ar das camadas superiores. Assim, não ocorre convecção térmica, não dispersando os poluentes.

Questão 09

Ao contrário do que se pensa, a garrafa térmica não foi criada originalmente para manter o café quente. Esse recipiente foi inventado pelo físico e químico inglês James Dewar (1842–1923) para conservar substâncias biológicas em bom estado, mantendo-as a temperaturas estáveis. Usando a observação do físico italiano Evangelista Torricelli (1608–1647), que descobriu ser o vácuo um bom isolante térmico, Dewar criou uma garrafa de paredes duplas de vidro que, ao ser lacrada, mantinha vácuo entre elas. Para retardar ainda mais a alteração de temperatura no interior da garrafa, ele espelhou as paredes, tanto nas faces externas como nas faces internas. Dewar nunca patenteou sua

invenção, que considerava um presente à Ciência. Coube ao alemão Reinhold Burger, um fabricante de vidros, diminuir o seu tamanho, lançando-a no mercado em 1903.



A respeito do texto acima, indique a alternativa correta.

- a) Na garrafa térmica, o vácuo existente entre as paredes duplas de vidro tem a finalidade de evitar trocas de calor por convecção.
- b) As paredes espelhadas devem evitar que as ondas de calor saiam ou entrem por condução.
- c) Apesar de o texto não se referir ao fato de que a garrafa deve permanecer bem fechada, isso deve ocorrer para evitar perdas de calor por convecção.
- d) O vácuo existente no interior das paredes duplas de vidro vai evitar perdas de calor por radiação.
- e) As paredes espelhadas não têm função nas trocas de calor; foram apenas uma tentativa de tornar o produto mais agradável às pessoas que pretendessem comprá-lo.

Resolução:

Letra c

- a) Incorreta. – O vácuo tem a finalidade de impedir a transferência de calor por condução.
- b) Incorreta. – As paredes espelhadas refletem as radiações eletromagnéticas (principalmente o infravermelho), impedindo trocas de energia por radiação.
- c) Correta.
- d) Incorreta. A radiação é o único processo de transmissão de calor que pode ocorrer no vácuo.
- e) Incorreta.

Questão 010

Um vestibulando estava na cozinha de sua casa quando resolveu realizar uma experiência de trocas de calor que seu professor de Física havia proposto. Para tanto, utilizou um caldeirão, uma garrafa de vidro, água e sal. Colocou água no caldeirão e no interior da garrafa de vidro. O caldeirão foi colocado sobre a chama do fogão e a garrafa, que estava aberta, teve seu gargalo preso a um barbante, que, esticado, a mantinha afastada do fundo do caldeirão, porém mergulhada na água.

Após alguns minutos, ele observou que a água do caldeirão entrou em ebulição (a 100 °C), mas a água do interior da garrafa (que também estava a 100 °C) não fervia. Esperou mais alguns minutos e colocou um punhado de sal na água do caldeirão; pouco tempo depois, notou que a água no interior da garrafa entrava em ebulição.

- a) Porque, mesmo estando a 100°C, a água da garrafa não fervia?

- b) O que ocorre com a temperatura de ebulição da água quando acrescentamos sal?
- c) Porque, depois de ser acrescentado sal à água do caldeirão, a água do interior da garrafa também entrou em ebulição?
- de calor da atmosfera para o nosso corpo.

Resolução:

a) O fluxo de calor através de uma “parede” é dado pela Lei de Fourier:

$$\phi = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{k A \Delta \theta}{L}$$

Quando a diferença de temperatura entre os meios que a referida “parede” separa é nula ($\Delta\theta = 0$), não há fluxo de calor. Assim, apesar de a água da garrafa estar a 100 °C (temperatura de ebulição), ela não recebe mais calor, não podendo, então, entrar em ebulição.

- b) O sal aumenta a temperatura de ebulição da água do caldeirão.
- c) Com sal, a água do caldeirão ferve a mais de 100°C. Assim, haverá uma diferença de temperatura entre a água do caldeirão e a da garrafa (que está a 100 °C). Esse fluxo de calor que se estabelece provoca a ebulição da água da garrafa.
- Assim: $\Delta \theta$ é diferente de zero.

Exercícios Resolvidos – Aula 05 – 2ª série

Professor Jordão

DISCIPLINA: FÍSICA II

Questão 01

(Fazu-MG) Tia Anastácia é famosa por sua habilidade na cozinha. Um de seus pratos mais famosos é o risoto de camarão feito em panela de pedra. Inácia, sobrinha de Tia Anastácia, ao tentar reproduzir o famoso prato, frustou-se, pois, apesar de todos os cuidados e da bela aparência do prato, quando do momento da retirada do fogo, surpreendeu-se com o fato de que, posto à mesa, o arroz acabou por queimar. Ao questionar Tia Anastácia sobre o ocorrido, esta lhe respondeu que o segredo do cozimento dos alimentos em panela de pedra, para que a comida não queime, está no fato de se retirar a panela do fogo um pouco antes que o prato esteja totalmente cozido. Nas palavras de tia Anastácia:

“— A queimadura da panela acaba por cozer os alimentos mesmo que ela já não esteja mais no fogo.”

Dentre as afirmações abaixo, qual a que explica corretamente a “queimadura” da panela de pedra salientada por tia Anastácia?

- A capacidade térmica da panela de pedra é muito pequena, fazendo com que a temperatura se mantenha elevada por muito tempo.
- A capacidade térmica da panela é grande, permitindo que seu resfriamento se dê com rapidez, passando todo o calor para o alimento, fazendo-o queimar.
- A capacidade térmica da panela é grande, o que significa que, para uma pequena variação de temperatura no resfriamento, a panela irradia grande quantidade de calor, podendo acarretar a queima do alimento.
- A frase de Tia Anastácia é mais uma crendice popular. O fato de a comida ter queimado não está relacionado à panela de pedra, e sim ao tempo excessivo à espera do prato na mesa.
- A pedra, de que é feita a panela, tem a capacidade de reproduzir calor quando estimulada, acabando por queimar o alimento se o estímulo for muito grande.

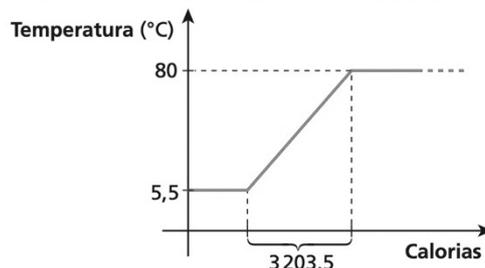
Resolução:

Em razão de ter grande capacidade térmica, esse tipo de panela, ao se resfriar, libera energia térmica, o que poderá acarretar a queima do alimento. É por isso que a panela deve ser retirada do fogo antes de a comida estar no ponto correto

Questão 02

Uma (Fatec-SP) Na tabela, é possível ler os valores do calor específico de cinco substâncias no estado líquido, e no gráfico é representada a curva de aquecimento de 100 g de uma dessas substâncias.

Substância	Calor específico (cal/g °C)
Água	1,00
Álcool etílico	0,58
Ácido acético	0,49
Acetona	0,52
Benzeno	0,43



A curva de aquecimento representada é a:

- da água.
- do álcool etílico.
- do ácido acético.
- da acetona.
- do benzeno.

Resolução:

Equação Fundamental da Calorimetria:

$$Q = m c \Delta\theta$$

$$3203,5 = 100 \cdot c \cdot (80 - 5,5)$$

$$c = 0,43 \text{ cal/g } ^\circ\text{C}$$

Na tabela, observa-se que a substância em questão é o **benzeno**.

Questão 03

(Vunesp-SP) Um bloco de 600 g de prata, inicialmente a 20 °C, é aquecido até 70 °C, ao receber 1 680 calorias. Determine:

- a capacidade térmica desse bloco de prata;
- o calor específico da prata.

Resolução:

$$a) C = \frac{Q}{\Delta\theta}$$

$$C = \frac{1680 \text{ cal}}{(70 - 20) ^\circ\text{C}} \Rightarrow C = 33,6 \text{ cal/} ^\circ\text{C}$$

$$b) c = \frac{C}{m}$$

$$c = \frac{33,6 \text{ cal/} ^\circ\text{C}}{600 \text{ g}} \Rightarrow c = 0,056 \text{ cal/g } ^\circ\text{C}$$

Questão 04

Uma garrafa térmica contém água a 60 °C. O conjunto garrafa térmica + água possui capacidade térmica igual a 80 cal/°C. O sistema é colocado sobre uma mesa e após algum tempo sua temperatura diminui para 55 °C. Qual foi a perda de energia térmica para o ambiente nesse intervalo de tempo?

Resolução:

$$Q = C \Delta\theta$$

$$Q = 80 \cdot (55 - 60)$$

$$Q = -400 \text{ cal}$$

O sinal negativo indica que o sistema **perdeu** calor.

$$|Q| = 400 \text{ cal}$$

Questão 05

A massa e o calor específico sensível de cinco amostras de materiais sólidos e homogêneos são fornecidos a seguir.

Amostra	Massa (g)	Calor específico (cal/g °C)
A	150	0,20
B	50	0,30
C	250	0,10
D	140	0,25
E	400	0,15

As cinco amostras encontram-se inicialmente à mesma temperatura e recebem quantidades iguais de calor. Qual delas atingirá a maior temperatura?

Resolução:

Letra b

Atingirá maior temperatura a amostra que tiver menor capacidade térmica, isto é, a amostra que precisar de menor quantidade de energia térmica para variar uma unidade de temperatura.

Assim:

$$C = m \cdot c$$

$$C_A = 150 \cdot 0,20 \Rightarrow C_A = 30 \text{ cal/}^\circ\text{C}$$

$$C_B = 50 \cdot 0,30 \Rightarrow C_B = 15 \text{ cal/}^\circ\text{C}$$

$$C_C = 250 \cdot 0,10 \Rightarrow C_C = 25 \text{ cal/}^\circ\text{C}$$

$$C_D = 140 \cdot 0,25 \Rightarrow C_D = 35 \text{ cal/}^\circ\text{C}$$

$$C_E = 400 \cdot 0,15 \Rightarrow C_E = 60 \text{ cal/}^\circ\text{C}$$

Questão 06

O chamado leite longa vida é pasteurizado pelo processo UHT (*Ultra High Temperature*), que consiste em aquecer o leite da temperatura ambiente (22 °C) até 137 °C em apenas 4,0 s, sendo em seguida envasado em embalagem impermeável a luz e a micro-organismos.

Resolução:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta\theta$$

$$Q = 1000 \cdot 1,0 \cdot (137 - 22) \text{ (cal)}$$

$$Q = 115000 \text{ cal}$$

$$Q = 115 \text{ kcal}$$

Questão 07

Para o aquecimento de 500 g de água, de 20 °C a 100 °C, utilizou-se uma fonte térmica de potência 200 cal/s. Sendo o calor específico da água igual a 1,0 cal/g °C, quanto tempo demorou esse aquecimento, se o rendimento foi de 100%?

Resolução:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta\theta$$

$$\left\{ \begin{array}{l} Q = m \cdot c \cdot \Delta\theta \\ \text{Pot} = \frac{Q}{\Delta t} \Rightarrow Q = \text{Pot} \cdot \Delta t \end{array} \right.$$

Assim:

$$\text{Pot} \cdot \Delta t = m \cdot c \cdot \Delta\theta$$

$$200 \cdot \Delta t = 500 \cdot 1,0 \cdot (100 - 20)$$

$$\Delta t = 200 \text{ s} = 3 \text{ min } 20 \text{ s}$$

Questão 08

Uma fonte térmica foi utilizada para o aquecimento de 1,0 L de água (1 000 g) da temperatura ambiente (20 °C) até o ponto de ebulição (100 °C) num intervalo de tempo igual a 1 min 40 s com rendimento de 100%. Sendo o calor específico da água igual a 1,0 cal/g °C, qual o valor da potência dessa fonte?

Resolução:

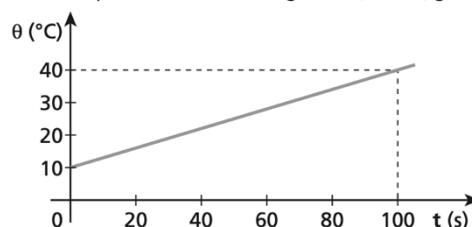
$$\text{Pot} \cdot \Delta t = m \cdot c \cdot \Delta\theta$$

$$\text{Pot} \cdot 100 = 1000 \cdot 1,0 \cdot (100 - 20)$$

$$\text{Pot} = 800 \text{ cal/s}$$

Questão 09

O gráfico mostra o aquecimento de um bloco de ferro de massa 500 g. O calor específico do ferro é igual a 0,12 cal/g °C.



Qual a potência dessa fonte térmica, sabendo que seu rendimento foi de 50%?

Resolução:

$$\text{Pot}_{\text{util}} \cdot \Delta t = m \cdot c \cdot \Delta\theta$$

$$\text{Pot}_{\text{util}} \cdot 100 = 500 \cdot 0,12 \cdot (40 - 10)$$

$$\text{Pot}_{\text{util}} = 18 \text{ cal/s}$$

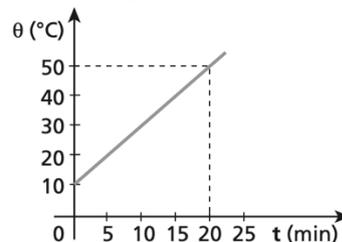
Como o rendimento foi de 50%, então a potência da fonte térmica é o dobro da encontrada inicialmente:

$$\text{Pot} = 18 \cdot 2 \text{ cal/s}$$

$$\text{Pot} = 36 \text{ cal/s}$$

Questão 10

Uma fonte térmica de potência constante fornece 50 cal/min para uma amostra de 100 g de uma substância.



O gráfico fornece a temperatura em função do tempo de aquecimento desse corpo. Qual o valor do calor específico do material dessa substância?

Resolução:

$$\text{Pot} \cdot \Delta t = m \cdot c \cdot \Delta\theta$$

$$50 \cdot 20 = 100 \cdot c \cdot (50 - 10)$$

$$c = 0,25 \text{ cal/g }^\circ\text{C}$$

Exercícios Resolvidos – Aula 06 – 2ª série

Professor Jordão

DISCIPLINA: FÍSICA II

Questão 01

Um bom chuveiro elétrico, quando ligado na posição “inverno”, dissipa uma potência de 6,4 kW, fornecendo essa energia à água que o atravessa com vazão de 50 gramas por segundo. Se a água, ao entrar no chuveiro, tem uma temperatura de 23 °C, qual a sua temperatura na saída?

Dado: calor específico da água = 1,0 cal/g °C;
1cal=4J.

Resolução:

$$Pot \Delta t = m c \Delta \theta$$

$$Pot = \frac{m}{\Delta t} c \Delta \theta$$

Assim:

$$\frac{6400}{4} = 50 \cdot 1,0 \cdot (\theta_f - 23)$$

$$32 = \theta_f - 23$$

$$\theta_f = 55 \text{ °C}$$

Questão 02

(PUC-MG) Um recipiente adiabático contém 500 g de água, inicialmente a 20 °C. O conjunto é aquecido até 80 °C, utilizando-se uma fonte de calor que desenvolve uma potência útil de 200 W. Considerando o calor específico da água igual a 1,0 cal/g °C e fazendo 1 cal igual a 4 J, quanto tempo foi gasto nesse aquecimento?

Resolução:

Béquer B (com água):

$$Pot \Delta t = m c \Delta \theta$$

$$Pot \cdot 24 = 210 \cdot 1,0 \cdot 8,0$$

$$Pot = 70 \text{ cal/s}$$

Béquer A (com líquido desconhecido):

$$Pot \Delta t = m c \Delta \theta$$

$$70 \cdot 20 = 250 \cdot c_L \cdot 10$$

$$c_L = 0,56 \text{ cal/g °C}$$

Questão 03 Num recipiente termicamente isolado e com capacidade térmica desprezível, misturam-se 200 g de água a 10 °C com um bloco de ferro de 500 g a 140 °C. Qual a temperatura final de equilíbrio térmico?

Dados: calor específico da água = 1,0 cal/g °C;
calor específico do ferro = 0,12 cal/g °C.

Resolução:

Como o recipiente tem capacidade térmica desprezível, ele não participa das trocas de calor. E, como é termicamente isolado, é correto afirmar que:

$$Q_{\text{ferro}} + Q_{\text{água}} = 0$$

Uma vez que o calor trocado é sensível, temos:

$$(m c \Delta \theta)_{\text{ferro}} + (m c \Delta \theta)_{\text{água}} = 0$$

$$500 \cdot 0,12(\theta_E - 140) + 200 \cdot 1,0(\theta_E - 10) = 0$$

$$60(\theta_E - 140) + 200(\theta_E - 10) = 0$$

$$60\theta_E - 8400 + 200\theta_E - 2000 = 0$$

$$260\theta_E = 10400 \Rightarrow \theta_E = 40 \text{ °C}$$

Questão 04

Num recipiente termicamente isolado e de capacidade térmica desprezível, são misturados 200 g de água a 55 °C com 500 g também de água a 20 °C. Quando a mistura atingir o equilíbrio térmico, qual será sua temperatura?

Resolução:

$$Q_{\text{cedido}} + Q_{\text{recebido}} = 0$$

$$(m c \Delta \theta)_{\text{quente}} + (m c \Delta \theta)_{\text{fria}} = 0$$

$$200 \cdot c \cdot (\theta_f - 55) + 500 \cdot c \cdot (\theta_f - 20) = 0$$

$$2\theta_f - 110 + 5\theta_f - 100 = 0$$

$$7\theta_f = 210$$

$$\theta_f = 30 \text{ °C}$$

Questão 05

Numa garrafa térmica ideal, com 1,0 L de capacidade, são colocados 500 cm³ de leite, à temperatura ambiente (20 °C), e 200 cm³ de café a 90 °C. Admitindo-se que as trocas de calor somente aconteçam entre o café e o leite (cujas densidades e calores específicos podem ser considerados iguais), qual será a temperatura final de equilíbrio térmico do sistema?

Resolução:

$$Q_{\text{cedido}} + Q_{\text{recebido}} = 0$$

$$(m c \Delta \theta)_{\text{café}} + (m c \Delta \theta)_{\text{leite}} = 0$$

Como:

$$d = \frac{m}{V} \text{ então } m = d V$$

Então:

$$(d V c \Delta \theta)_{\text{café}} + (d V c \Delta \theta)_{\text{leite}} = 0$$

$$200(\theta_f - 90) + 500(\theta_f - 20) = 0$$

$$2\theta_f - 180 + 5\theta_f - 100 = 0 \Rightarrow 7\theta_f = 280 \Rightarrow \theta_f = 40 \text{ °C}$$

Questão 06

(Enem – mod.) Num recipiente de capacidade térmica desprezível e termicamente isolado, são colocados 20 g de água a 60 °C e 100 g de lascas de alumínio a 40 °C. O equilíbrio térmico ocorre à temperatura de 50 °C. Qual o valor do calor específico sensível do alumínio? Dado: calor específico da água = 1 cal/g °C

Resolução:

$$Q_{\text{cedido}} + Q_{\text{recebido}} = 0$$

$$(m c \Delta \theta)_{\text{água}} + (m c \Delta \theta)_{\text{alumínio}} = 0$$

$$20 \cdot 1 \cdot (50 - 60) + 100 \cdot c_{Al} \cdot (50 - 40) = 0$$

$$-200 + 1000c_{Al} = 0$$

$$c_{Al} = 0,20 \text{ cal/g °C}$$

Questão 07

Em um ritual místico, as pessoas aquecem a água de um caldeirão utilizando sete pedras. As pedras são colocadas em uma fogueira e depois são lançadas no caldeirão com 0,70 L de água a 20 °C. Cada uma das pedras tem, em média, 100 g de massa e se encontram a 300 °C no instante em que são lançadas no caldeirão. No equilíbrio térmico, tem-se uma temperatura de 50 °C. Sendo o calor específico da água igual a 1,0 cal/g °C e desprezando as perdas de calor para o ambiente e para o caldeirão, pode-se afirmar que o calor específico médio das pedras em questão, em cal/g °C, é:

- a) 0,030. c) 0,17. e) 1,04.
b) 0,12. d) 0,50.

Dado: densidade absoluta da água = 1,0 kg/L

Resolução:

$$Q_{\text{cedido}} + Q_{\text{recebido}} = 0$$
$$(m \cdot c \cdot \Delta\theta)_{\text{pedras}} + (m \cdot c \cdot \Delta\theta)_{\text{água}} = 0$$
$$700 \cdot c_p \cdot (50 - 300) + 700 \cdot 1,0 \cdot (50 - 20) = 0$$
$$-250 \cdot c_p + 30 = 0 \Rightarrow c_p = 0,12 \text{ cal/g } ^\circ\text{C}$$

Questão 08

Dois corpos A e B, de capacidades térmicas iguais, são colocados no interior de um calorímetro ideal. A temperatura inicial do corpo A é θ_A e a do corpo B é θ_B . Não considerando possíveis perdas de calor, a temperatura final de equilíbrio térmico será dada por:

- a) $\frac{\theta_A + \theta_B}{2}$. c) $\frac{\theta_B - \theta_A}{2}$. e) $|\theta_B - \theta_A|$.
b) $\frac{\theta_A - \theta_B}{2}$. d) $|\theta_A + \theta_B|$.

Resolução:

No exercício anterior (resolvido), encontramos:

$$\theta_E = \frac{C_A \theta_A + C_B \theta_B}{C_A + C_B}$$

Sendo as capacidades térmicas iguais, vem:

$$C_A = C_B = C$$

$$\theta_E = \frac{C(\theta_A + \theta_B)}{2C}$$

$$\theta_E = \frac{\theta_A + \theta_B}{2}$$

Questão 09

Três amostras de um mesmo líquido, cujas temperaturas iniciais são 40 °C, 70 °C e 100 °C, são misturadas em um calorímetro. As massas das amostras são iguais. Supondo-se que as trocas de calor ocorrem somente entre as amostras do líquido, qual a temperatura de equilíbrio da mistura, em graus Celsius?

Resolução:

Três amostras do mesmo líquido, com massas iguais, possuem capacidades térmicas iguais:

$$C_A = C_B = C_C$$

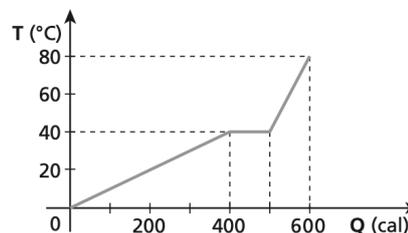
Assim, a temperatura de equilíbrio térmico é a média aritmética das temperaturas iniciais:

$$\theta_E = \frac{\theta_A + \theta_B + \theta_C}{3} = \frac{40 + 70 + 100}{3} \text{ (} ^\circ\text{C)}$$

$$\theta_E = 70 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Questão 10

(UFG-GO) Um corpo de massa 50 g, inicialmente no estado sólido, recebe calor de acordo com a representação gráfica a seguir, passando para o estado líquido:



No gráfico, Q representa a quantidade de calor recebida pelo corpo e T, sua temperatura na escala Celsius.

- a) O que ocorre no intervalo entre 400 cal e 500 cal? Explique.
b) Determine os calores específicos e o calor latente nas fases representadas no gráfico.

Resolução:

- a) **Fusão.** Nesse intervalo, o corpo recebe calor sem alteração em sua temperatura.

- b) No estado sólido:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta\theta$$

$$400 = 50 \cdot c_s \cdot (40 - 0)$$

$$c_s = 0,20 \text{ cal/g } ^\circ\text{C}$$

Na fusão (patamar):

$$Q = m \cdot L$$

$$500 - 400 = 50 \cdot L_f$$

$$L_f = 2,0 \text{ cal/g}$$

No estado líquido:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta\theta$$

$$600 - 500 = 50 \cdot c_l \cdot (80 - 40)$$

$$c_l = 0,05 \text{ cal/g } ^\circ\text{C}$$

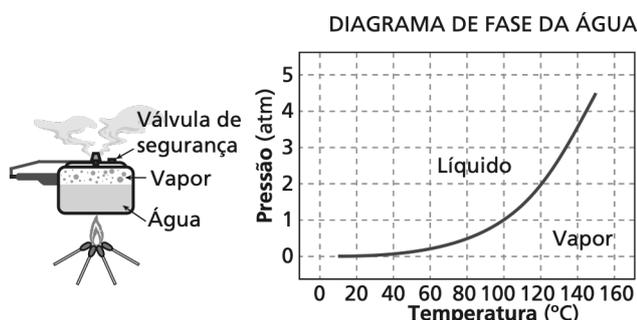
Exercícios Resolvidos – Aula 07 – 2ª série

Professor Jordão

DISCIPLINA: FÍSICA II

Questão 01

(Unimep-SP) A panela de pressão permite que os alimentos sejam cozidos em água muito mais rapidamente do que em panelas comuns. A seguir, a figura mostra esquematicamente uma panela de pressão e o diagrama de fase da água. Qual das afirmações não é verdadeira?



- A vantagem do uso da panela de pressão é a rapidez para o cozimento devido à quantidade adicional de calor que é transferida para a panela.
- Quando a pressão no interior da panela atinge 2 atm, a água entra em ebulição a 120 °C.
- Para 4 atm no interior da panela, a água ferve a uma temperatura acima de 140 °C.
- Em Santos, em uma panela comum, a água ferve aproximadamente a 100 °C.
- Numa panela comum, num local à grande altitude, a água entra em ebulição abaixo de 100 °C.

Resolução:

Letra a

A rapidez para o cozimento dos alimentos, quando se usa uma panela de pressão, é devida ao aumento de pressão na superfície da água, o que aumenta sua temperatura de ebulição. Assim, os alimentos permanecem submersos em água mantida em ebulição a mais de 100 °C.

Questão 02

(Enem) Se, por economia, abaixarmos o fogo sob uma panela de pressão logo que se inicia a saída de vapor pela válvula, de forma simplesmente a manter a fervura, o tempo de cozimento:

- será maior porque a panela “esfria”.
- será menor, pois diminui a perda de água.
- será maior, pois a pressão diminui.
- será maior, pois a evaporação diminui.
- não será alterado, pois a temperatura não varia.

Resolução:

Letra E

Se mantivermos o fogo “alto”, iremos aumentar a quantidade de água que vaporiza. A temperatura de ebulição da água, no entanto, se mantém a mesma.

Questão 03

Na coluna da esquerda temos alguns locais com suas respectivas altitudes; na da direita, temperaturas de ebulição da água. Associe as duas colunas e identifique a alternativa correta.

- | | |
|-----------------------------|-------------|
| (A) Quito (2 851 m) | (I) 101 °C |
| (B) Monte Everest (8 882 m) | (II) 90 °C |
| (C) Mar Morto (-395 m) | (III) 71 °C |
| (D) Brasília (1 152 m) | (IV) 96 °C |
- a) AI; BII; CIII; DIV d) AII; BIII; CIV; DI
b) AII; BIII; CI; DIV e) AIV; BIII; CI; DII
c) AIII; BII; CI; DIV

Resolução:

Letra b

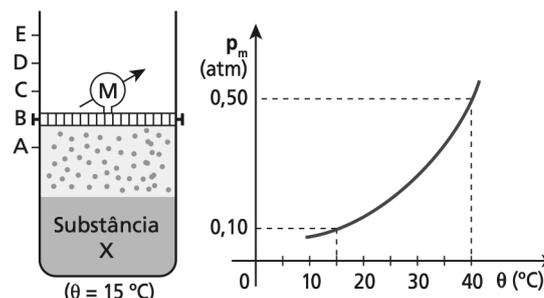
Maior altitude, menor temperatura de ebulição da água.

Assim:

- (A) Quito (2 851 m) → (II) 90 °C
(B) Monte Everest (8 882 m) → (III) 71 °C
(C) Mar Morto (-395 m) → (I) 101 °C
(D) Brasília (1 152 m) → (IV) 96 °C

Questão 04

Na figura a seguir, o êmbolo está travado no ponto B. O recipiente contém uma substância X e sabe-se que sua pressão máxima de vapor varia de acordo com o gráfico:



Analise as proposições seguintes:

- Se o manômetro **M** indicar 0,08 atm de pressão, o sistema não atingiu seu equilíbrio dinâmico, e o vapor é não-saturante.
 - Quando o sistema atingir o equilíbrio dinâmico líquido/vapor, o manômetro acusará 0,10 atm.
 - Elevando-se o êmbolo lentamente, observar-se-á que a pressão se manterá constante enquanto existir líquido. Se, terminando o líquido, o êmbolo continuar a subir, a pressão não se manterá constante, e o vapor passará a ser não-saturante seco.
 - Com o êmbolo travado em **B** e aquecendo-se o sistema a 40 °C, o manômetro indicará 0,50 atm se existir líquido.
- Quais são as proposições verdadeiras (**V**) e quais são as falsas (**F**)?

Resolução:

As quatro proposições são verdadeiras.

Questão 05

Leia as afirmativas a seguir.

- (01) A sublimação de uma substância corresponde à sua passagem do estado sólido para o estado líquido.
- (02) A temperatura de sublimação de uma substância cresce com o aumento de pressão.
- (04) Gelo-seco é a denominação comercial do dióxido de carbono (CO_2 sólido). Quando este é deixado sobre uma mesa, vai “desaparecendo”. A explicação é que ele está sublimando.
- (08) A passagem de uma substância do estado sólido para o gasoso, ou vice-versa, sem que se transforme em líquido, é denominada sublimação.

Dê como resposta a soma dos valores associados às afirmativas corretas.

Resolução:

Soma igual a 14.

(01) Incorreta

Sublimação é a passagem do estado sólido para o gasoso ou vice-versa, sem que a substância passe pela fase líquida.

(02) Verdadeira

(04) Verdadeira

(08) Verdadeira

Questão 06

(Unisa-SP) Thomas Andrews constatou que, para cada substância no estado gasoso, existe uma temperatura acima da qual é impossível a liquefação por compressão isotérmica. Que temperatura é essa?

Resolução:

A temperatura que separa os estágios vapor e gás de uma substância é denominada **temperatura crítica**.

Questão 07

Para liquefazer um gás, deve-se:

- a) comprimi-lo isotermicamente a uma temperatura acima da crítica;
- b) apenas levá-lo a uma temperatura abaixo da crítica;
- c) simplesmente comprimi-lo, qualquer que seja sua temperatura;
- d) diminuir sua temperatura abaixo da crítica e, se necessário, comprimi-lo;
- e) É impossível liquefazer um gás.

Resolução:

Letra d

O gás deve ser resfriado abaixo da temperatura crítica e, se necessário, deve ser comprimido.

Questão 08

(UFBA) A temperatura crítica da água é 647K. Com base nessa informação, podemos afirmar que a água está sob a forma de:

- a) vapor, acima de 400 °C
- b) gás, a 300 °C
- c) vapor, a 600 °C.
- d) gás, a 400 °C.
- e) vapor, abaixo de 647 °C.

Resolução:

Letra d

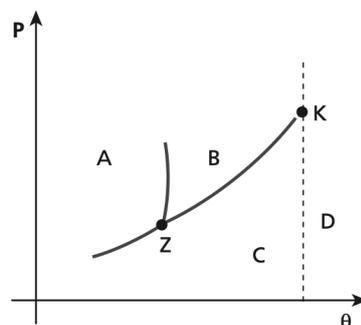
$$\theta_c = T(K) - 273$$

$$\theta_c = 647 - 273 \text{ (}^\circ\text{C)}$$

$$\theta_c = 374 \text{ }^\circ\text{C}$$

Assim, acima de 374 °C a água encontra-se no estado gás.

Questão 09



Agora, leia as afirmativas:

- (01) Na região **A**, a substância encontra-se no estado sólido.
- (02) Na região **B**, a substância encontra-se no estado líquido.
- (04) Nas regiões **C** e **D**, a substância encontra-se no estado de vapor.
- (08) **K** é o ponto triplo e **Z**, o ponto crítico dessa substância.
- (16) Na região **D**, a substância não pode ser liquefeita por mera compressão isotérmica.
- (32) A curva que liga os pontos **Z** e **K** chama-se curva da sublimação, pois separa as regiões de líquido e vapor.

Dê como resposta a soma dos valores associados às afirmativas corretas.

Resolução:

Soma igual a 19.

(01) Correta

(02) Correta

(04) Incorreta

Em **D**, encontramos gás.

(08) Incorreta

K – ponto crítico

Z – ponto triplo

(16) Correta

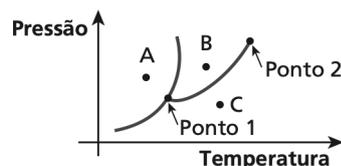
(32) Incorreta

A curva ZK chama-se curva da vaporização-liquefação.

A atmosfera poluída faz o papel do vidro nas estufas. Ela é pouco transparente para os raios solares na faixa do infravermelho (ondas de calor).

Questão 010

O diagrama de fases de uma substância simples é representado a seguir:



A respeito, julgue as afirmações a seguir.

- I. O ponto 1 corresponde ao ponto crítico e o ponto 2, ao ponto triplo.
 - II. Se a substância for comprimida isotermicamente a partir da situação **C**, ela poderá tornar-se líquida.
 - III. Uma mudança da situação **A** para a **B** é denominada fusão.
 - IV. A passagem da situação **C** para a **B** caracteriza uma sublimação.
- Quais são as afirmações verdadeiras (**V**) e quais são as falsas (**F**)?

Resolução:

I – Falsa

ponto 1 → ponto triplo

ponto 2 → ponto crítico

II – Verdadeira

III – Verdadeira

IV – Falsa

De **C** para **B** ocorre uma liquefação (vapor para líquido).

Exercícios Resolvidos – Aula 08 – 2ª série

Professor Jordão

DISCIPLINA: FÍSICA II

Questão 01

Uma dona de casa resolveu fazer uma salada para o jantar, mas não conseguiu abrir o frasco de palmito, que tem tampa metálica. Porém, lembrando-se de suas aulas de Física, ela mergulhou a tampa da embalagem em água quente durante alguns segundos e percebeu que ela abriu facilmente. Isso provavelmente ocorreu porque:

- reduziu-se a força de coesão entre as moléculas do metal e do vidro;
- reduziu-se a pressão do ar no interior do recipiente;
- houve redução da tensão superficial existente entre o vidro e o metal;
- o coeficiente de dilatação do metal é maior que o do vidro;
- o coeficiente de dilatação do vidro é maior que o do metal.

Resolução:

Letra d

O coeficiente de dilatação do metal é maior que o do vidro. Ao ser mergulhada na água quente, a tampa de metal dilata mais do que o vidro, soltando-se.

Questão 02

Você já deve ter observado em sua casa que o vidro pirex é mais resistente que o vidro comum às variações de temperatura. Se colocarmos água fervente em um copo de vidro comum, ele trinca, mas isso não acontece com o vidro pirex. A explicação para isso é que:

- o calor específico do pirex é menor que o do vidro comum;
- o calor específico do pirex é maior que o do vidro comum;
- para aquecimentos iguais, o vidro comum sofre maior variação de temperatura;
- o coeficiente de dilatação do vidro comum é menor que o do vidro pirex;
- o coeficiente de dilatação do vidro comum é maior que o do vidro pirex.

Resolução:

Letra e

O que provoca o trincamento do copo é o fato de que a parede interna (que entra em contato com a água quente) dilata-se mais do que a parede externa.

Como o coeficiente de dilatação do vidro comum é maior do que o do vidro pirex, é mais fácil o vidro comum trincar.

Questão 03

Uma barra de cobre, homogênea e uniforme, mede 20 m, a 0 °C. Calcule a variação do comprimento dessa barra, em milímetros, quando aquecida a 50 °C.

Dado: coeficiente de dilatação linear do cobre = $1,6 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

Resolução:

Usando a equação da dilatação linear, temos:

$$\Delta L = L \alpha \Delta \theta$$

Substituindo os valores fornecidos, vem:

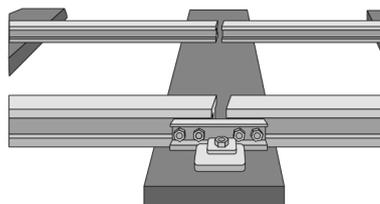
$$\Delta L = 20 \cdot 1,6 \cdot 10^{-5} \cdot (50 - 0)$$

$$\Delta L = 0,016 \text{ m} = 16 \text{ mm}$$

$$\Delta L = 16 \text{ mm}$$

Questão 04

Um estudante ouviu de um antigo engenheiro de uma estrada de ferro que os trilhos de 10 m de comprimento haviam sido fixados ao chão num dia em que a temperatura era de 10 °C. No dia seguinte, em uma aula de Geografia, ele ouviu que, naquela cidade, a maior temperatura que um objeto de metal atingiu, exposto ao sol, foi 50 °C.



O espaço entre os trilhos possibilita sua dilatação.

Com essas informações, o estudante resolveu calcular a distância mínima entre dois trilhos de trem. Que valor ele encontrou?

Dado: coeficiente de dilatação linear do aço = $1,1 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

Resolução:

$$\Delta L = L_0 \alpha \Delta \theta$$

Como:

$$L_0 = 10 \text{ m} = 10000 \text{ mm}$$

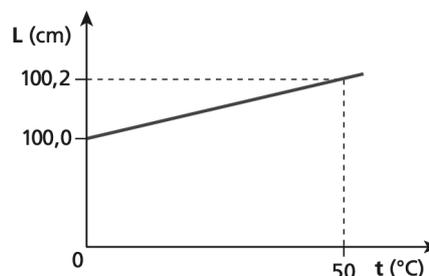
vem:

$$\Delta L = 10000 \cdot 1,1 \cdot 10^{-5} \cdot (50 - 10)$$

$$\Delta L = 4,4 \text{ mm}$$

Questão 05

A figura abaixo representa o comprimento de uma barra metálica em função de sua temperatura.



Qual o valor do coeficiente de dilatação linear do material dessa barra?

Resolução:

$$\Delta L = L_0 \alpha \Delta \theta$$

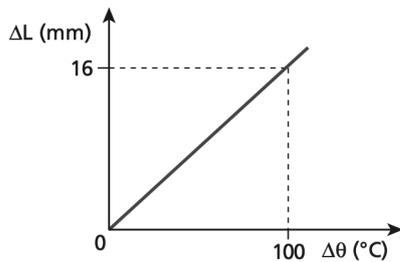
$$100,2 - 100,0 = 100,0 \cdot \alpha \cdot (50 - 0)$$

$$0,2 = 5000 \cdot \alpha$$

$$\alpha = 4,0 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

Questão 06

O diagrama abaixo mostra a variação ΔL sofrida por uma barra metálica de comprimento inicial igual a 10 m em função da variação de temperatura $\Delta \theta$. Qual o valor do coeficiente de dilatação linear do material dessa barra? a) elevação da pressão atmosférica.



Resolução:

$$\Delta L = L_0 \alpha \Delta \theta$$

$$16 = 10000 \cdot \alpha \cdot 100$$

$$\alpha = 1,6 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

Questão 09

À temperatura de 15 °C, encontramos uma chapa de cobre com superfície de área 100,0 cm². Que área terá essa superfície se a chapa for aquecida até 515 °C?

Resolução:

$$\Delta A = A_0 \beta \Delta \theta$$

$$\Delta A = 100,0 \cdot 3,2 \cdot 10^{-5} \cdot (515 - 15)$$

$$\Delta A = 1,6 \text{ cm}^2$$

Portanto:

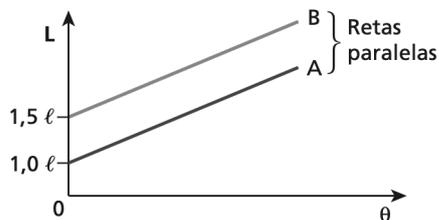
$$A = A_0 + \Delta A$$

$$A = 100,0 + 1,6 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$A = 101,6 \text{ cm}^2$$

Questão 07

Estão representados, a seguir, os comprimentos de duas barras **A** e **B** em função da temperatura:



Determine a razão entre os coeficientes de dilatação linear dessas barras.

Resolução:

$$\text{tg } a = \frac{\Delta L}{\Delta \theta} = L_0 \alpha$$

então:

$$\text{tg } a = L_0 \alpha$$

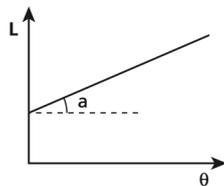
Como as retas são paralelas:

$$\text{tg } a_A = \text{tg } a_B$$

$$L_{0A} \alpha_A = L_{0B} \alpha_B$$

$$1 \alpha_A = 1,5 \alpha_B \Rightarrow$$

$$\frac{\alpha_A}{\alpha_B} = 1,5$$



Questão 08

Uma moeda, fabricada com níquel puro, está à temperatura ambiente de 20 °C. Ao ser levada a um forno, ela sofre um acréscimo de 1% na área de sua superfície. Qual a temperatura do forno?

Dado: coeficiente de dilatação linear do níquel = $12,5 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

Resolução:

A expressão simplificada da dilatação superficial é:

$$\Delta A = A_0 \beta \Delta \theta$$

$$\Delta A = 0,01 A_0$$

$$B = 2\alpha = 25 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

$$\Delta \theta = \theta - 20$$

Temos:

$$0,01 A_0 = A_0 25 \cdot 10^{-6} (\theta - 20)$$

$$400 = \theta - 20$$

$$\theta = 420^\circ\text{C}$$

Questão 010

(UFU-MG – mod.) Um orifício numa panela de ferro, a 20 °C, tem 10 cm² de área. Se o coeficiente de dilatação linear do ferro é de $1,2 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$, qual será a área desse orifício a 270 °C?

Resolução:

$$A = A_0 (1 + \beta \Delta \theta)$$

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

$$A = 10 [1 + 2 \cdot 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot (270 - 20)]$$

$$A = 10,06 \text{ cm}^2$$

Exercícios Resolvidos – Aula 09 – 2ª série

Professor Jordão

DISCIPLINA: FÍSICA II

Questão 01

Uma panela de alumínio possui, a 0 °C, uma capacidade de 1000 cm³ (1L). Se levarmos a panela com água ao fogo, até que ocorra ebulição da água, sob pressão normal, qual será a nova capacidade da panela?

Dados:

coeficiente de dilatação linear do alumínio = $24 \cdot 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$;
coeficiente de dilatação cúbica da água = $1,3 \cdot 10^{-4} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$.

Resolução:

Para a panela:

$$V = V_0 (1 + 3\alpha \Delta\theta)$$

$$V = 1000 \cdot [1 + 3 \cdot 24 \cdot 10^{-6} \cdot (100 - 0)] \text{ (cm}^3\text{)}$$

$$V = 1000 + 7,2 \text{ (cm}^3\text{)}$$

$$V = 1007,2 \text{ (cm}^3\text{)}$$

Questão 02

O coeficiente de dilatação linear do alumínio é $2,2 \cdot 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$. Um cubo de alumínio com volume de 5 L é aquecido de 40 °F até 76 °F. Qual é a variação aproximada do volume do cubo?

Resolução:

$$\Delta\theta_c = (76 - 40) \text{ }^\circ\text{F} = 36 \text{ }^\circ\text{F}$$

Como:

$$\frac{\Delta\theta_c}{100} = \frac{\Delta\theta_f}{180} \Rightarrow \frac{\Delta\theta_c}{100} = \frac{36}{180}$$

$$\Delta\theta_f = 20 \text{ }^\circ\text{C}$$

Então, usando a expressão da dilatação cúbica, temos:

$$\Delta V = V_0 \gamma \Delta\theta$$

$$\Delta V = V_0 3\alpha \Delta\theta$$

$$\Delta V = 5 \cdot 3 \cdot 2,2 \cdot 10^{-5} \cdot 20 \text{ (}\ell\text{)}$$

$$\Delta V = 6,6 \cdot 10^{-3} \ell$$

Questão 03

Uma chapa de alumínio possui um furo em sua parte central. Sendo aquecida, observamos que:

- tanto a chapa como o furo tendem a diminuir suas dimensões;
- o furo permanece com suas dimensões originais e a chapa aumenta;
- a chapa e o furo permanecem com suas dimensões originais;
- a chapa aumenta e o furo diminui;
- tanto a chapa como o furo tendem a aumentar suas dimensões.

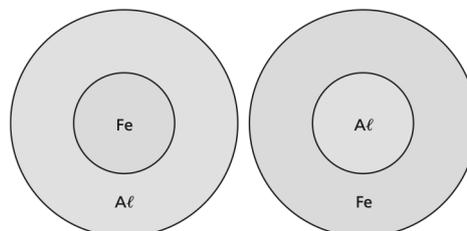
Resolução:

Letra e

No aquecimento, tanto a chapa como o orifício tendem a aumentar suas dimensões. O furo comporta-se como se estivesse preenchido com o material da chapa.

Questão 04

(UFMG) O coeficiente de dilatação térmica do alumínio (Al) é, aproximadamente, duas vezes o coeficiente de dilatação térmica do ferro (Fe). A figura mostra duas peças em que um anel feito de um desses metais envolve um disco feito do outro. À temperatura ambiente, os discos estão presos aos anéis.



Se as duas peças forem aquecidas uniformemente, é correto afirmar que:

- apenas o disco de Al se soltará do anel de Fe.
- apenas o disco de Fe se soltará do anel de Al.
- os dois discos se soltarão dos respectivos anéis.
- os discos não se soltarão dos anéis.

Resolução:

Letra b

Sendo $\alpha_{Al} > \alpha_{Fe}$, o alumínio dilatará mais que o ferro. Assim, apenas o anel de alumínio se soltará da placa de ferro.

Questão 05

Uma barra de estanho tem a forma de um prisma reto de 4,0 cm² de área da base e 1,0 m de comprimento, quando na temperatura inicial de 68 °F. Sabendo que o coeficiente de dilatação linear do estanho é igual a $2,0 \cdot 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$, determine o comprimento e o volume dessa barra quando ela atinge a temperatura de 518 °F.

Resolução:

$$\Delta\theta_f = (518 - 68) \text{ }^\circ\text{F} = 450 \text{ }^\circ\text{F}$$

$$\frac{\Delta\theta_c}{100} = \frac{\Delta\theta_f}{180} \Rightarrow \frac{\theta_c}{100} = \frac{450}{180} \Rightarrow \Delta\theta_c = 250 \text{ }^\circ\text{C}$$

Dilatação linear:

$$\Delta L = L_0 \alpha \Delta\theta$$

$$\Delta L = 1,0 \cdot 2,0 \cdot 10^{-5} \cdot 250$$

Portanto:

$$\Delta L = 0,005 \text{ m}$$

$$L = L_0 + \Delta L = 1,0 + 0,005$$

$$L = 1,005 \text{ m}$$

Dilatação volumétrica:

$$\Delta V = V_0 \gamma \Delta\theta$$

$$\Delta V = AL 3\alpha \Delta\theta$$

$$\Delta V = 4,0 \cdot 100 \cdot 3 \cdot 2,0 \cdot 10^{-5} \cdot 250$$

$$\Delta V = 6 \text{ cm}^3$$

Portanto:

$$V = V_0 + \Delta V = 4,0 \cdot 100 + 6 \Rightarrow V = 406 \text{ cm}^3$$

Comprimento = 1,005 m; Volume = 406 cm³

Questão 06

Um cubo é aquecido e constata-se um aumento de 0,6% no seu volume. Qual foi a variação de temperatura sofrida pelo cubo?

Dado: coeficiente de dilatação volumétrica do material do cubo = $6,0 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

Resolução:

$$V_0 \rightarrow 100\%$$

$$\Delta V \rightarrow 0,6\% \Rightarrow \Delta V = \frac{0,6 V_0}{100}$$

Como

$$\Delta V = V_0 \gamma \Delta\theta$$

então

$$\frac{0,6 V_0}{100} = V_0 \cdot 6,0 \cdot 10^{-6} \Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = 1000 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Questão 07

Uma substância tem massa específica de $0,78 \text{ g/cm}^3$ a $25 \text{ } ^\circ\text{C}$ e $0,65 \text{ g/cm}^3$ a $425 \text{ } ^\circ\text{C}$. Qual o seu coeficiente de dilatação volumétrica?

Resolução:

$$\mu = \frac{\mu_0}{(1 + \gamma \Delta\theta)}$$

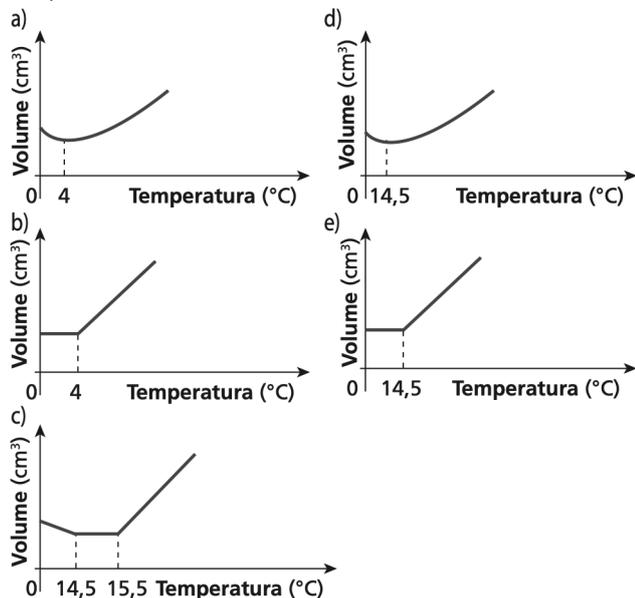
$$1 + \gamma \Delta\theta = \frac{\mu_0}{\mu} \Rightarrow 1 + \gamma(425 - 25) = \frac{0,78}{0,65}$$

$$400\gamma = 1,2 - 1$$

$$400\gamma = 0,2 \Rightarrow \gamma = 5 \cdot 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

Questão 08

(Mack-SP) Diz um ditado popular: "A natureza é sábia!". De fato! Ao observarmos os diversos fenômenos da natureza, ficamos encantados com muitos pormenores, sem os quais não poderíamos ter vida na face da Terra, conforme a conhecemos. Um desses pormenores, de extrema importância, é o comportamento anômalo da água, no estado líquido, durante seu aquecimento ou resfriamento sob pressão normal. Se não existisse tal comportamento, a vida subaquática nos lagos e rios, principalmente das regiões mais frias de nosso planeta, não seria possível. Dos gráficos abaixo, o que melhor representa esse comportamento anômalo é:



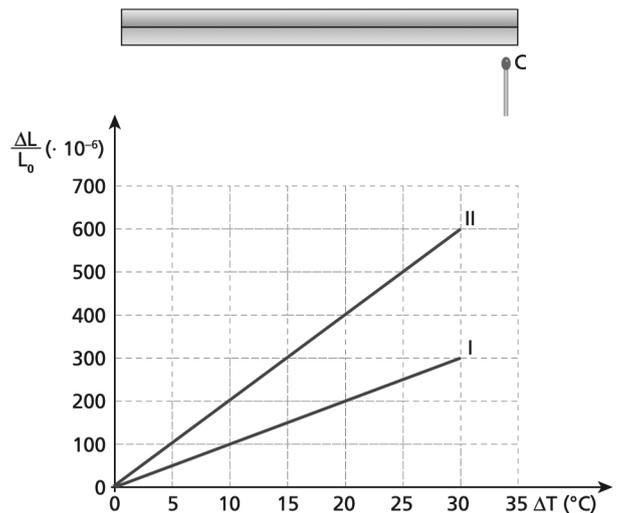
Resolução:

Letra a

O volume de certa massa de água é mínimo a $4 \text{ } ^\circ\text{C}$. Assim o gráfico correto para a dilatação anômala da água é o **a**.

Questão 09

(Unesp-SP) A figura mostra uma lâmina bimetalica, de comprimento L_0 na temperatura T_0 , que deve tocar o contato **C** quando aquecida. A lâmina é feita dos metais I e II, cujas variações relativas do comprimento $\frac{\Delta L}{L_0}$ em função da variação de temperatura $\Delta T = T - T_0$ encontram-se no gráfico. Lâmina bimetalica, em $T = T_0$



Determine:

- a) o coeficiente de dilatação linear dos metais I e II;
- b) qual dos metais deve ser utilizado na parte superior da lâmina para que o dispositivo funcione como desejado. Justifique sua resposta.

Resolução:

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

Assim: $\frac{\Delta L}{L_0} = \alpha \Delta T$

Para o metal I:

$$300 \cdot 10^{-6} = \alpha_I \cdot 30$$

$$\alpha_I = 1,0 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

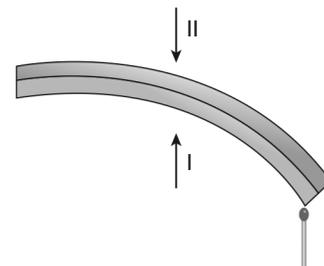
Para o metal II:

$$600 \cdot 10^{-6} = \alpha_{II} \cdot 30$$

$$\alpha_{II} = 2,0 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

- b) Na parte superior, deve ser posicionado o metal que se dilata mais (a lâmina está sendo aquecida).

Assim, na parte superior, deve-se colocar o metal II.



Questão 010

(UFSCar-SP) Antes de iniciar o transporte de combustíveis, os dois tanques inicialmente vazios se encontravam à temperatura de 15 °C, bem como os líquidos que neles seriam derramados.

No primeiro tanque, foram despejados 15 000 L de gasolina e, no segundo, 20 000 L de álcool. Durante o transporte, a forte insolação fez com que a temperatura no interior dos tanques chegasse a 30 °C.

Dados:

Gasolina – coeficiente de dilatação volumétrica $9,6 \times 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$;

Álcool – Densidade 0,8 g/cm³;

Calor específico 0,6 cal/(g. °C).

Considerando desde o momento do carregamento até o momento da chegada ao destino, determine:

- A variação do volume de gasolina.
- A quantidade de calor capaz de elevar a temperatura do álcool até 30 . °C

Resolução:

$$a) \Delta V = V_0 \gamma \Delta\theta = 15000 \cdot 9,6 \cdot 10^{-4} \cdot (30 - 15)$$

Portanto:

$$\Delta V = 216 \text{ L}$$

$$b) Q = m c \Delta\theta = \rho \cdot V \cdot c \cdot \Delta\theta$$

Portanto:

$$Q = 0,8 \cdot 20000 \cdot 1000 \cdot 0,6 \cdot 15$$

$$Q = 140000000 \text{ cal}$$

$$Q = 1,44 \cdot 10^8 \text{ cal}$$

Exercícios Resolvidos – Aula 10 – 2ª série

Professor Jordão

DISCIPLINA: FÍSICA II

Questão 01

Determinada massa de gás perfeito sofre as transformações indicadas a seguir:

- I. Compressão a temperatura constante.
- II. Expansão a pressão constante.
- III. Aquecimento a volume constante.

Nessa ordem, as transformações podem ser chamadas também de:

- a) isobárica, adiabática e isocórica.
- b) isométrica, isotérmica e isobárica.
- c) isotérmica, isobárica e adiabática.
- d) isométrica, isocórica e isotérmica.
- e) isotérmica, isobárica e isométrica.

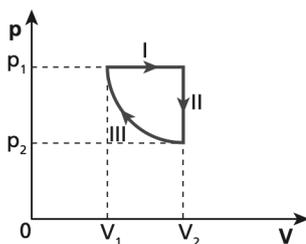
Resolução:

Letra e

- I – Isotérmico: temperatura constante.
- II – Isobárica: pressão constante.
- III – Isocórica ou Isométrica: volume constante.

Questão 02

(Uneb-BA) Uma amostra de gás ideal sofre as transformações I, II e III, identificadas no gráfico pressão X volume apresentado a seguir.



Sabe-se que a transformação III é adiabática.

As transformações I e II são, respectivamente:

- | | |
|------------------------------|-----------------------------|
| 01) isobárica e isotérmica. | 04) isométrica e isobárica. |
| 02) isobárica e isométrica. | 05) isotérmica e isobárica. |
| 03) isométrica e isotérmica. | |

Resolução:

Resposta (04)

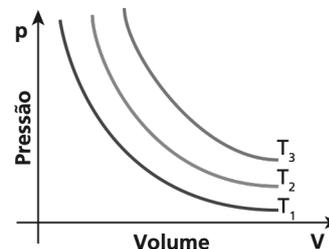
Transformação **adiabática** é aquela que se processa sem trocas de calor com o meio externo.

- I – Isobárica: pressão constante.
- II – Isométrica: volume constante.

Questão 03

O diagrama representa três isotermas T_1 , T_2 e T_3 , referentes a uma mesma amostra de gás perfeito. A respeito dos valores das temperaturas absolutas T_1 , T_2 e T_3 , pode-se afirmar que:

- a) $T_1 = T_2 = T_3$;
- b) $T_1 < T_2 < T_3$;
- c) $T_1 > T_2 > T_3$;
- d) $T_1 = T_2 < T_3$;
- e) $T_2 > T_1 < T_3$.



Resolução:

Letra b

Quanto **maior** a temperatura do gás, **mais afastada** dos eixos se encontra a curva isotérmica indicativa dessa temperatura.

Assim:

$$T_3 > T_2 > T_1$$

ou

$$T_1 < T_2 < T_3$$

Questão 04

(Esam-RN) Chama-se pressão média sobre uma superfície plana:

- a) o contato entre superfícies planas.
- b) uma propriedade da superfície livre dos líquidos.
- c) o valor da força que atua sobre qualquer superfície plana.
- d) a razão entre o módulo da força que atua perpendicularmente na superfície e a área da superfície.
- e) a razão entre o módulo da força que atua na superfície e o perímetro dessa superfície.

Resolução:

Letra d

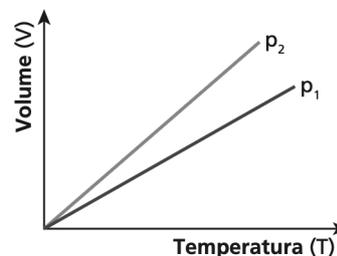
Por definição:

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

em que **F** é o módulo da força resultante perpendicular à superfície e **A**, a área da superfície.

Questão 05

O diagrama mostra duas transformações isobáricas sofridas por uma mesma amostra de gás perfeito.



Com base nesses dados, pode-se afirmar que:

- a) $p_2 > p_1$;
- b) $p_2 < p_1$;
- c) $p_2 = p_1$;
- d) $p_2 = 2 p_1$;
- e) Num diagrama volume \times temperatura absoluta, não se pode comparar diferentes valores da pressão.

Resolução:

Letra b

$$\text{tg } \alpha = \frac{V}{T} = K$$

Como a constante **K** é inversamente proporcional à pressão, temos:

$$\text{tg } \alpha_2 > \text{tg } \alpha_1$$

$$K_2 > K_1$$

$$p_2 < p_1$$

Questão 06

(FCMSC-SP) Uma amostra de gás perfeito ocupa um recipiente de 10,0 L à pressão de 1,5 atm. Essa amostra foi transferida para outro recipiente de 15,0 litros, mantendo a mesma temperatura. Qual a nova pressão dessa amostra de gás?

Resolução:

Lei de Boyle:

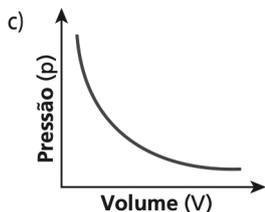
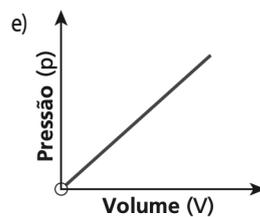
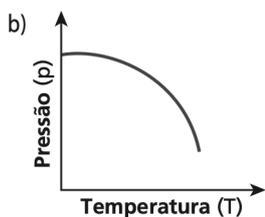
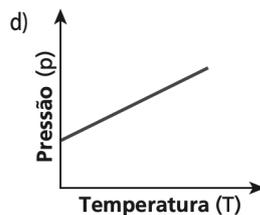
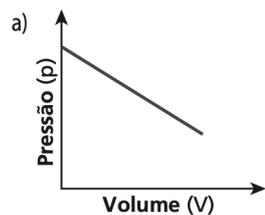
$$p_1 V_1 = p_2 V_2$$

$$1,5 \cdot 10,0 = p_2 \cdot 15,0$$

$$p_2 = 1,0 \text{ atm}$$

Questão 07

Um recipiente indeformável (volume interno constante) e hermeticamente fechado (não permite a entrada ou saída de gás) contém certa massa de gás perfeito à temperatura ambiente. Aquecendo-se esse gás, qual dos gráficos a seguir melhor representa o seu comportamento?

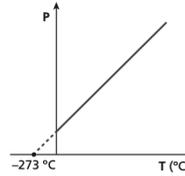
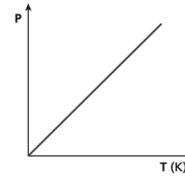
**Resolução:****Letra d**

Volume constante → Isométrica.

Lei de Charles:

$$p = KT$$

Assim:

**Questão 08**

(PUC-SP) Um recipiente contém certa massa de gás ideal que, à temperatura de 27 °C, ocupa um volume de 15 L. Ao sofrer uma transformação isobárica, o volume ocupado pela massa gasosa passa a ser de 20 L. Nessas condições, qual foi a variação de temperatura sofrida pelo gás?

Resolução:

Lei de Charles e Gay-Lussac:

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

$$\frac{15}{(27 + 273)} = \frac{20}{T_2}$$

$$T_2 = 400 \text{ K} = 127^\circ\text{C}$$

Assim:

$$\Delta T (^\circ\text{C}) = T_2 (^\circ\text{C}) - T_1 (^\circ\text{C})$$

$$\Delta T (^\circ\text{C}) = (127 - 27)^\circ\text{C}$$

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

Questão 09

(UFPE) Certa quantidade de gás ocupa um volume de 3,0 L e sua temperatura é de 450 K. Sem que a pressão mude, sua temperatura é baixada para 300 K. Determine o volume do gás nessa nova situação.

Resolução:

Lei de Charles e Gay-Lussac:

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

$$\frac{3,0}{450} = \frac{V_2}{300}$$

$$V_2 = 2,0 \text{ l}$$

Questão 010

(PUC-SP) Determinada massa de gás perfeito sofre uma transformação isométrica. A pressão inicial vale 4,0 atm e a temperatura inicial é de 47 °C. Se a temperatura final é de 127 °C, qual é o valor da pressão final?

Resolução:

Lei de Charles:

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$$

$$\frac{4,0}{(47 + 273)} = \frac{p_2}{(127 + 273)}$$

$$p_2 = 5,0 \text{ atm}$$

Exercícios Resolvidos – Aula 11 – 2ª série

Professor Jordão

DISCIPLINA: FÍSICA II

Questão 01

A 1ª Lei da Termodinâmica, aplicada a uma transformação gasosa, se refere à:

- a) conservação de massa do gás;
- b) conservação da quantidade de movimento das partículas do gás;
- c) relatividade do movimento de partículas subatômicas, que constituem uma massa de gás;
- d) conservação da energia total;
- e) expansão e contração do binômio espaço-tempo no movimento das partículas do gás.

Resolução:

Letra d

A Primeira Lei da Termodinâmica refere-se ao Princípio da Conservação da Energia aplicada à Termodinâmica.

Questão 02

Um gás perfeito sofre uma expansão, realizando um trabalho igual a 200 J. Sabe-se que, no final dessa transformação, a energia interna do sistema está com 60 J a mais que no início. Qual a quantidade de calor recebida pelo gás?

Resolução:

A 1ª Lei da Termodinâmica dá a relação entre as grandezas referidas no problema:

$$\Delta U = Q - \tau_{\text{gás}}$$

Do texto, sabemos que:

$\tau_{\text{gás}} = +200 \text{ J}$ (o sistema **realizou** trabalho)

$\Delta U = +60 \text{ J}$ (a energia interna **aumentou**)

Assim, temos:

$$60 = Q - 200 \Rightarrow \boxed{Q = 260 \text{ J}}$$

Questão 03

Um gás perfeito sofre uma expansão isotérmica ao receber do ambiente 250 J de energia em forma de calor. Qual o trabalho realiza- do pelo gás e qual sua variação de energia interna?

Resolução:

Isotérmica \rightarrow temperatura constante:

$$\boxed{\Delta U = 0}$$

1ª Lei da Termodinâmica:

$$Q = \tau + \Delta U$$

$$250 = \tau + 0$$

$$\boxed{\tau = 250 \text{ J}}$$

Questão 04

Analise as afirmativas a seguir:

- (01) Um gás somente pode ser aquecido se receber calor.
 - (02) Pode-se aquecer um gás realizando-se trabalho sobre ele.
 - (04) Para esfriar um gás, devemos necessariamente retirar calor dele.
 - (08) Um gás pode receber calor do meio externo e sua temperatura permanecer constante.
 - (16) Numa transformação adiabática de um gás, sua temperatura pode diminuir.
- Dê como resposta a soma dos números associados às afirmações corretas.

Resolução:

Soma igual a 26

Questão 05

(Unitau-SP) Um gás está confinado em um cilindro provido de um pistão. O gás é então aquecido, e o pistão é mantido fixo na posição inicial. Qual é a alternativa errada?

- a) A pressão do gás aumenta.
- b) O trabalho realizado pelo gás é cada vez maior.
- c) A força que o gás exerce no pistão é cada vez maior.
- d) O gás é mantido num volume constante.
- e) A energia interna do gás é cada vez maior.

Resolução:

Letra b

A alternativa errada é a b. Se o volume do gás se mantém constante, não há trocas de trabalho com o meio externo.

Questão 06

(FEI-SP) Numa transformação de um gás perfeito, os estados final e inicial acusaram a mesma energia interna. Certamente:

- a) a transformação foi cíclica.
- b) a transformação foi isométrica.
- c) não houve troca de calor entre o gás e o ambiente.
- d) são iguais as temperaturas dos estados inicial e final.
- e) não houve troca de trabalho entre o gás e o ambiente.

Resolução:

Letra d

A única certeza que podemos ter é de que as temperaturas inicial e final são iguais, pois $U = \frac{3}{2} n R T$.

Questão 07

Um sistema gasoso ideal sofre uma transformação isobárica de pressão igual a $5 \cdot 10^4 \text{ N/m}^2$. Seu volume evolui de 3 L para 6 L. Determine o trabalho trocado com o meio externo. Dado: $1 \text{ L} = 1 \text{ dm}^3 = 10^{-3} \text{ m}^3$

Resolução:

1ª Lei da Termodinâmica:

$$Q = \tau + \Delta U$$

$$Q = p \Delta V + \Delta U$$

$$5,0 = 5,0 \cdot (0,60 - 0,20) + \Delta U$$

$$5,0 = 2,0 + \Delta U$$

$$\boxed{\Delta U = 3,0 \text{ J}}$$

Questão 08

Um gás ideal monoatômico expandiu-se, realizando um trabalho sobre a vizinhança igual, em módulo, à quantidade de calor absorvida por ele durante a expansão. Sabendo-se que a energia interna de um gás ideal é proporcional a sua temperatura absoluta, pode-se afirmar que, na transformação relatada acima, a temperatura absoluta do gás:

- a) necessariamente aumentou;
- b) necessariamente permaneceu constante;
- c) necessariamente diminuiu;
- d) aumentou ou permaneceu constante;
- e) diminuiu ou permaneceu constante.

Resolução:**Letra b**

1ª Lei da Termodinâmica:

$$Q = \tau + \Delta U$$

$$\text{Se: } Q = \tau$$

$$\text{Então: } \Delta U = 0$$

Se não há variação de energia interna, a temperatura do gás manteve-se constante.

Questão 09

Um sistema gasoso ideal troca (recebe ou cede) com o meio externo 150 cal em forma de calor. Determine, em joules, o trabalho trocado com o meio, em cada um dos casos:

- a) expansão isotérmica;
- b) compressão isotérmica;
- c) aquecimento isométrico.

Dado: 1 cal = 4,18 J

Resolução:

Nas transformações isotérmicas, não há variação de temperatura e, em consequência, a energia interna do sistema mantém-se constante ($\Delta U = 0$).

Da 1ª Lei da Termodinâmica, $\Delta U = Q - \tau_{\text{gás}}$, vem:

$$Q = \tau_{\text{gás}}$$

Então, se o sistema recebe calor, realiza um trabalho de igual valor. Se cede calor, é porque recebe igual quantidade de energia em forma de trabalho.

- a) Na expansão, o volume aumenta e o sistema realiza trabalho ($\tau_{\text{gás}} > 0$), recebendo calor ($Q > 0$).

Daí, temos:

$$\tau_{\text{gás}} = Q = 150 \text{ cal}$$

Transformando caloria em joule, vem:

$$\tau_{\text{gás}} = J \cdot Q \Rightarrow \tau_{\text{gás}} = 4,18 \cdot 150$$

$$\tau_{\text{gás}} = 627 \text{ J}$$

- b) Na compressão, o volume diminui e o sistema recebe trabalho ($\tau_{\text{gás}} < 0$), cedendo calor ($Q < 0$).

Daí, temos:

$$\tau_{\text{gás}} = Q = -150 \text{ cal}$$

Transformando caloria em joule, vem:

$$\tau_{\text{gás}} = -627 \text{ J}$$

- c) Nas transformações isométricas, o volume permanece constante e não há trabalho trocado com o meio externo.

Então:

$$\tau_{\text{gás}} = 0$$

Questão 010

(Enem) Um sistema termodinâmico cede 200 J de calor ao ambiente, enquanto sobre o sistema se realiza trabalho de 300 J. Nessas condições, a variação de sua energia interna é, em joules, de:

- a) -500. b) -100. c) 100. d) 250. e) 500.

Resolução:**Letra c**

$$Q = \tau + \Delta U$$

$$-200 = -300 + \Delta U$$

$$\Delta U = +100 \text{ J}$$

Questão 011

Um gás feito sofre uma expansão isobárica, trocando com o meio externo 500 cal em forma de calor e 300 cal em forma de trabalho. Determine a variação da energia interna do sistema.

Resolução:

Como o gás sofre uma expansão, seu volume aumenta e ele realiza trabalho ($\tau_{\text{gás}} = +300 \text{ cal}$).

Da **Equação de Clapeyron** para os gases perfeitos, $pV = nRT$, observamos que, sendo isobárica ($p = \text{cte}$) a transformação, quando o volume aumenta, a temperatura absoluta também aumenta, provocando aumento de energia interna ($\Delta U > 0$).

Daí concluímos que o sistema recebe calor ($Q = +500 \text{ cal}$), que será parcialmente transformado em trabalho realizado, sendo o restante usado para aumentar a energia interna do sistema.

Portanto, da 1ª Lei da Termodinâmica, $\Delta U = Q - \tau_{\text{gás}}$, vem:

$$\Delta U = 500 - 300$$

$$\Delta U = +200 \text{ cal}$$

O sinal positivo indica que houve aumento na energia interna do sistema.

Questão 012

(UFMG) Em uma transformação isobárica de um gás perfeito, mantido a $2,0 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ de pressão, forneceram-se 1 500 J de calor e provocou-se um aumento de volume de 3,0 litros. Em joules, qual foi a variação da energia interna do gás?

Resolução:

$$\tau_p = p \Delta V$$

$$\tau_p = 2,0 \cdot 10^5 \cdot 3,0 \cdot 10^{-3} \text{ (J)}$$

$$\tau_p = 600 \text{ J}$$

Assim:

$$Q = \tau + \Delta U$$

$$1500 = 600 + \Delta U$$

$$\Delta U = 900 \text{ J}$$

Questão 013

(Unesp-SP) Um pistão com êmbolo móvel contém 2 mol de O₂ e recebe 581 J de calor. O gás sofre uma expansão isobárica na qual seu volume aumentou de 1,66 m³, a uma pressão constante de 10⁵ N/m². Considerando que nessas condições o gás se comporta como gás ideal, utilize R = 8,3 J/mol · K e calcule:

- a) a variação de energia interna do gás;
 b) a variação de temperatura do gás.

Resolução:

a) Usando a 1ª Lei da Termodinâmica, temos:

$$Q = \tau + \Delta U$$

Numa expansão isobárica (pressão constante), o trabalho (τ) realizado pelo gás é determinado por:

$$\tau_p = p \Delta V$$

Assim,

$$Q = p \Delta V + \Delta U$$

$$581 = 10^5 \cdot 1,66 \cdot 10^{-3} + \Delta U$$

$$\Delta U = 581 - 166 \text{ (J)}$$

$$\Delta U = 415 \text{ J}$$

b) Usando a Equação de Clapeyron, nessa expansão isobárica, temos:

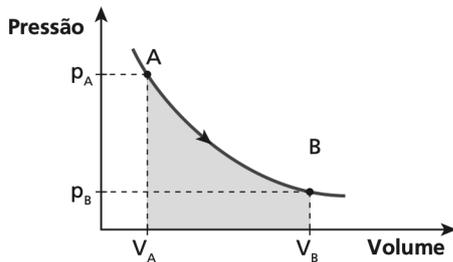
$$p \Delta V = n R \Delta T$$

$$10^5 \cdot 1,66 \cdot 10^{-3} = 2 \cdot 8,3 \cdot \Delta T$$

$$\Delta T = 10 \text{ K} \quad \text{ou} \quad \Delta T = 10 \text{ }^\circ\text{C}$$

Questão 014

O diagrama pressão X volume a seguir mostra uma transformação isotérmica sofrida por 1 mol de gás perfeito.



- a) a variação de pressão do gás;
 b) a variação de energia interna do gás;
 c) o trabalho realizado pelo gás;
 d) o calor cedido pelo gás;
 e) o calor específico do gás medido à temperatura constante.

Resolução:

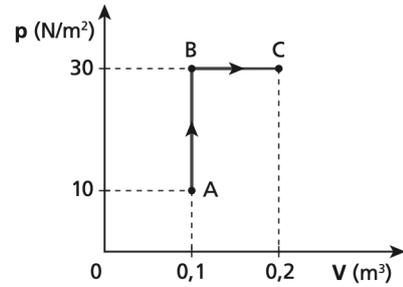
Letra c

A área destacada mede o trabalho trocado entre o sistema gasoso e o meio externo.

$$[\text{área}] \stackrel{N}{=} \tau$$

Questão 015

Um gás perfeito passa do estado representado por A, no gráfico, para os estados representados por B e C:



Determine o trabalho realizado pelo gás, em joules, nas transformações:

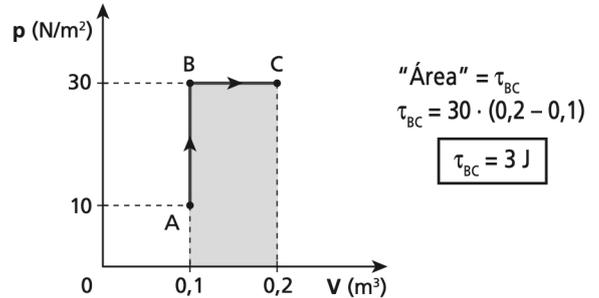
- a) A para B; b) B para C; c) ABC.

Resolução:

a) Na transformação AB, não há troca de trabalho com o meio externo, pois o volume do sistema mantém-se constante:

$$\tau_{AB} = 0$$

b) Na transformação BC, o trabalho realizado (o volume do sistema aumenta) pelo gás é igual à "área" sob o gráfico:



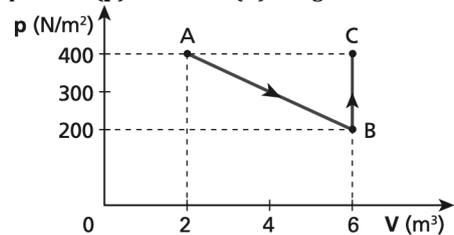
c) O trabalho total na transformação ABC é a soma algébrica dos trabalhos nas transformações AB e BC. Assim:

$$\tau_{ABC} = \tau_{AB} + \tau_{BC} \Rightarrow \tau_{ABC} = 0 + 3$$

$$\tau_{ABC} = 3 \text{ J}$$

Questão 016

Um gás perfeito sofre a transformação ABC indicada no diagrama pressão (p) X volume (V) a seguir:



Determine o trabalho do sistema nas transformações:

- a) A para B; b) B para C; c) ABC.

Resolução:

$$a) \tau_{AB} \stackrel{N}{=} [\text{área}]_A^B$$

$$\tau_{AB} = \frac{(400 + 200) \cdot (6 - 2)}{2} \text{ (J)}$$

$$\tau_{AB} = 1200 \text{ J}$$

$$b) \tau_{BC} = 0$$

O volume do gás permanece constante.

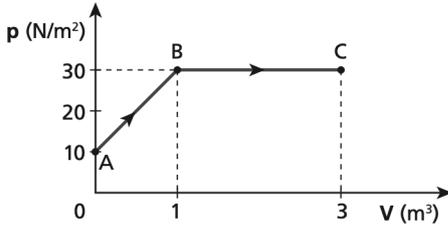
$$c) \tau_{ABC} = \tau_{AB} + \tau_{BC}$$

$$\tau_{ABC} = 1200 + 0$$

$$\tau_{ABC} = 1200 \text{ J}$$

Questão 017

(PUC-SP) O gráfico pressão (p) X volume (V) representa as transformações AB e BC experimentadas por um gás ideal:



Qual o trabalho mecânico realizado pelo gás durante a expansão de A até C? Dê a resposta em joules.

Resolução:

$$\tau \stackrel{N}{=} [\text{área}]$$

$$\tau_{ABC} = \tau_{AB} + \tau_{BC}$$

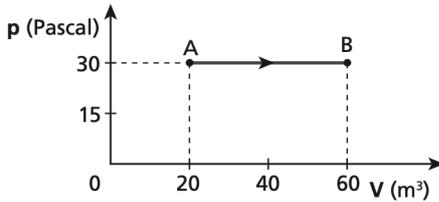
$$\tau_{ABC} = \frac{(30 + 10) \cdot 1}{2} + 30 \cdot (3 - 1) \text{ (J)}$$

$$\tau_{ABC} = 20 + 60 \text{ (J)}$$

$\tau_{ABC} = 80 \text{ J}$

Questão 018

No processo isobárico indicado no gráfico, um gás perfeito recebeu 3000 J de energia do ambiente.



Que variação ocorreu na energia interna desse gás?

Resolução:

$$\tau \stackrel{N}{=} [\text{área}]$$

$$\tau_{AB} = 30 \cdot (60 - 20) \text{ (J)}$$

$$\tau_{AB} = 1200 \text{ (J)}$$

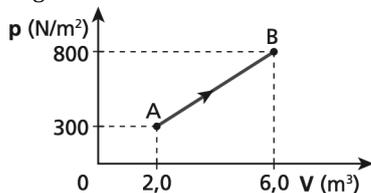
$$Q = \tau + \Delta U$$

$$3000 = 1200 + \Delta U$$

$\Delta U_{AB} = 1800 \text{ J}$

Questão 019

Um sistema termodinâmico constituído de certa massa de gás perfeito recebe calor de uma fonte térmica, num total de 8 500 J. Em consequência, o gás se expande, sofrendo a transformação AB representada no diagrama pressão (p) X volume (V) a seguir:



A respeito da transformação AB, responda:

- a) Qual é o trabalho do sistema? É trabalho realizado ou recebido? Justifique.
 b) Qual é a variação de energia interna? A energia interna aumentou ou diminuiu? Justifique.

Resolução:

a) $\tau \stackrel{N}{=} [\text{área}]$

$$\tau_{AB} = \frac{(800 + 300) \cdot (6,0 - 2,0)}{2} \text{ (J)}$$

$\tau_{AB} = 2200 \text{ J}$

Como o volume do gás aumentou, ele realizou trabalho.

b) $\Delta U_{AB} = U_B - U_A$

$$\Delta U_{AB} = \frac{3}{2} P_B V_B - \frac{3}{2} P_A V_A$$

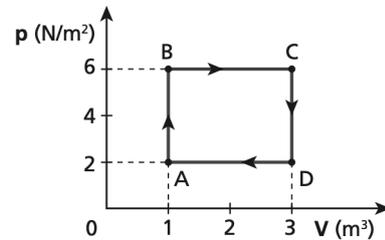
$$\Delta U_{AB} = \frac{3}{2} (800 \cdot 6,0 - 300 \cdot 2,0) \text{ (J)}$$

$\Delta U_{AB} = 6300 \text{ J}$

A energia interna do gás aumentou, pois sua temperatura também aumentou.

Questão 020

Uma amostra de gás perfeito sofre uma transformação cíclica ABCDA, conforme está representado no diagrama.



Qual o trabalho, em joules, realizado pelo gás?

Resolução:

$$\tau_{\text{ciclo}} \stackrel{N}{=} [\text{área interna}]$$

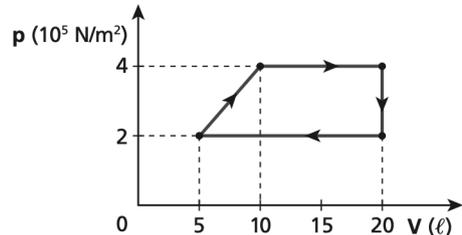
Assim:

$$\tau_{\text{ABCD}} = (6 - 2) \cdot (3 - 1) \text{ (J)}$$

$\tau_{\text{ABCD}} = 8 \text{ J}$

Questão 021

(PUC-MG) A transformação cíclica representada no diagrama a seguir mostra o que ocorreu com uma massa de gás perfeito.



Qual o trabalho realizado por esse gás em cada ciclo? Dê a resposta em joules.

Resolução:

$$\tau_{\text{ciclo}} \stackrel{N}{=} [\text{área interna}]$$

Atenção que:

$$1 \ell = 1 \text{ dm}^3 = 10^{-3} / \text{m}^3$$

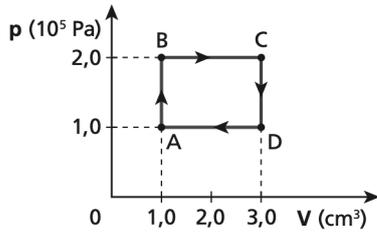
Assim:

$$\tau_{\text{ciclo}} = \frac{[(20 - 5) + (20 - 10)] \cdot 10^{-3} \cdot (4 - 2) \cdot 10^5}{2} \text{ (J)}$$

$\tau_{\text{ciclo}} = 2,5 \cdot 10^3 \text{ J}$

Questão 022

(Fatec-SP) Um sistema termodinâmico, constituído de certa massa de gás perfeito, realiza a cada segundo 100 ciclos ABCDA. O dia-grama a seguir mostra a evolução de um ciclo ABCDA.



Qual a potência desse sistema? Dê a resposta na unidade watt.

Resolução:

$$\tau_{\text{ciclo}} = [\text{área interna}]$$

$$\tau_{\text{ciclo}} = (20 - 1,0) \cdot 10^5 \cdot (3,0 - 1,0) \cdot 10^{-6} \text{ (J)}$$

$$\tau_{\text{ciclo}} = 0,2 \text{ J}$$

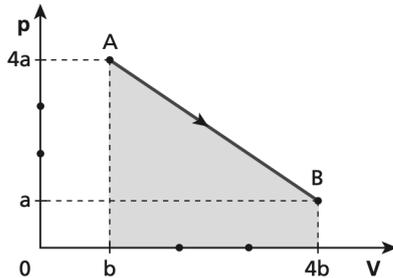
Portanto:

$$\text{Pot} = \frac{\tau}{\Delta t} = \frac{100 \cdot 0,2}{1} \text{ (W)}$$

Pot = 20 W

Questão 023

(Unip-SP) O gráfico a seguir representa a pressão em função do volume para 1 mol de um gás perfeito:



O gás vai do estado **A** para o estado **B** segundo a transformação indicada no gráfico. Indique a opção correta:

- a) A transformação indicada é isotérmica.
- b) A área assinalada na figura mede a variação de energia interna do gás.
- c) Na transformação de **A** para **B** o gás recebe um calor **Q**, realiza um trabalho τ , de modo que $|Q| = |\tau|$.
- d) A transformação de **A** para **B** é adiabática porque não houve acréscimo de energia interna do gás.
- e) A área assinalada na figura não pode ser usada para se medir o calor recebido pelo gás.

Resolução:

Letra c

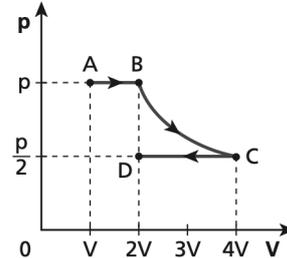
- a) **Incorreta.**
Apesar de as temperaturas inicial (T_A) e final (T_B) serem iguais, as temperaturas intermediárias são diferentes.
- b) **Incorreta.**
 $[\text{área}] \stackrel{N}{=} \tau$
- c) **Correta.**
Se $T_A = T_B$, temos $\Delta U_{AB} = 0$
Assim: $|Q| = |\tau|$
- d) **Incorreta.**
O sistema recebe calor, que é transformado em trabalho.

e) **Incorreta.**

$[\text{área}] \stackrel{N}{=} \tau$ e $|\tau| = |Q|$

Questão 024

Um gás perfeito monoatômico sofre o conjunto de transformações indicadas no esquema:



- a) Sendo **T** a temperatura absoluta do gás em **A**, qual é a sua temperatura em **D**?
- b) Sendo **n** o número de mols e **R** a constante universal dos gases perfeitos, qual é a variação de energia interna do gás ao passar do estado **A** para o **D**?
- c) Qual é a razão entre os trabalhos do gás nas transformações **AB** e **CD**?

Resolução:

a) Como o número de mols do gás não varia, podemos aplicar a **Lei geral dos Gases Perfeitos**:

$$\frac{p_A V_A}{T_A} = \frac{p_D V_D}{T_D}$$

Assim, temos:

$$\frac{p V}{T} = \frac{\frac{p}{2} \cdot 2V}{T_D} \Rightarrow \boxed{T_D = T}$$

b) Como as temperaturas T_A e T_D são iguais, concluímos que a variação de energia interna é nula:

$\Delta U_{AD} = 0$

c) Na transformação **AB**, o volume aumenta e o sistema realiza trabalho ($\tau_{AB} > 0$) igual à "área" encontrada sob o gráfico:

$$\tau_{AB} = +pV$$

Na transformação **CD**, o volume diminui e o sistema recebe trabalho ($\tau_{CD} < 0$) igual a:

$$\tau_{CD} = -\frac{p}{2} \cdot 2V \Rightarrow \tau_{CD} = -pV$$

Assim, a razão entre esses trabalhos é dada por:

$$\frac{\tau_{AB}}{\tau_{CD}} = \frac{+pV}{-pV} = -1 \Rightarrow \boxed{\frac{\tau_{AB}}{\tau_{CD}} = -1}$$

Questão 025

Um sistema gasoso ideal, ao receber 293 cal, evolui do estado **A** para o estado **D**, conforme o gráfico:

Determine:

- a) o trabalho do gás em cada transformação: **AB**, **BC** e **CD**;
- b) a variação da energia interna na transformação **ABCD**;
- c) a temperatura do gás no ponto **D**, sabendo que no ponto **C** era de -3°C .

Dado: 1 cal = 4,18 J

Resolução:

a) $\tau_{AB} = 0$

O volume do gás permaneceu constante de A para B.

$$\tau_{BC} = N \cdot [\text{área}]_B^C$$

$$\tau_{BC} = 1,5 \cdot 10^3 \cdot (0,3 - 0,1) \text{ (J)}$$

$\tau_{BC} = 300 \text{ J}$

$$\tau_{CD} = \frac{N}{2} \cdot [\text{área}]_C^D$$

$$\tau_{CD} = \frac{(1,5 \cdot 10^3 + 1,0 \cdot 10^3) \cdot (0,5 - 0,3)}{2} \text{ (J)}$$

$\tau_{CD} = 250 \text{ J}$

b) 1ª Lei da Termodinâmica:

$$Q = \tau + \Delta U$$

$$293 \cdot 4,18 = (0 + 300 + 250) + \Delta U$$

$\Delta U \approx 675 \text{ J}$

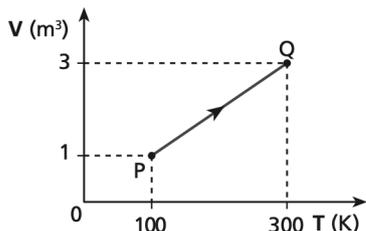
c) Lei geral dos Gases:

$$\frac{p_D V_D}{T_D} = \frac{p_C V_C}{T_C}$$

$$\frac{1,0 \cdot 10^3 \cdot 0,5}{T_D} = \frac{1,5 \cdot 10^3 \cdot 0,3}{(-3 + 273)} \Rightarrow T_D = 300 \text{ K} = 27 \text{ °C}$$

Questão 026

(Mack-SP) Uma amostra de gás perfeito sofre uma transformação isobárica sob pressão de 60 N/m², como ilustra o diagrama. Admita que, na transformação, o gás recebe uma quantidade de calor igual a 300 J.



Qual foi a variação da energia interna do gás?

Resolução:

A resolução pode ser feita de duas maneiras:

1ª maneira:

$$\Delta U = U_Q - U_P$$

Como, para um gás perfeito, vale a relação:

$$U = \frac{3}{2} n R T = \frac{3}{2} p V$$

temos:

$$\Delta U = \left(\frac{3}{2} p V \right)_Q - \left(\frac{3}{2} p V \right)_P$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} p \Delta V = \frac{3}{2} \cdot 60 \cdot (3 - 1)$$

$\Delta U = 180 \text{ J}$

2ª maneira:

1ª Lei da Termodinâmica

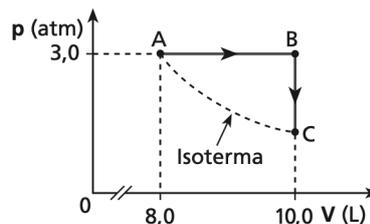
$$\Delta U = Q - \tau \Rightarrow \Delta U = Q - p \Delta V \Rightarrow \Delta U = 300 - 60 \cdot (3 - 1)$$

$$\Delta U = 300 - 120$$

$\Delta U = 180 \text{ J}$

Questão 027

(Unicamp-SP) Um mol de gás ideal sofre a transformação A → B → C indicada no diagrama pressão X volume da figura:



- a) Qual é a temperatura do gás no estado A?
 - b) Qual é o trabalho realizado pelo gás na expansão A → B?
 - c) Qual é a temperatura do gás no estado C?
- Dados: R (constante dos gases) = 0,082 atm L/mol K ou R = 8,3 J/mol K

Resolução:

- a) Em A:
Equação de Clapeyron:
 $p V = n R T$
 $3,0 \cdot 8,0 = 1 \cdot 0,082 T_A$

$T_A \approx 293 \text{ K}$

- b) $\tau_{AB} = N \cdot [\text{área}]$
 $\tau_{AB} = 3,0 \cdot 10^5 \cdot (10,0 - 8,0) \cdot 10^{-3}$

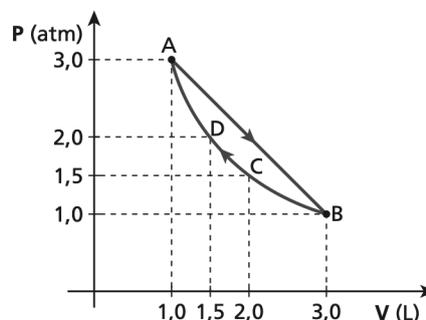
$\tau_{AB} = 6,0 \cdot 10^2 \text{ J}$

- c) $T_C = T_A$ (estão na mesma isoterma)

$T_C \approx 293 \text{ K}$

Questão 028

(Vunesp-SP) Um sistema termodinâmico sofre a transformação cíclica ABCDA, representada na figura.



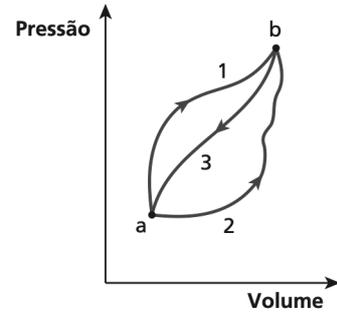
Pode-se afirmar que a:

- a) compressão é isobárica, e o trabalho realizado durante a expansão é maior do que o valor absoluto do trabalho realizado na compressão.
- b) compressão é adiabática, e o valor absoluto do trabalho por ela realizado é menor do que o realizado na expansão.
- c) expansão é isotérmica, e o trabalho realizado durante a expansão é igual ao valor absoluto do trabalho realizado na compressão.
- d) expansão é isobárica, a compressão é isométrica, e os trabalhos realizados na expansão e na compressão são iguais em valor absoluto.
- e) compressão é isotérmica, e o trabalho realizado durante a expansão é maior que o valor absoluto do trabalho realizado durante a compressão.

Resolução:

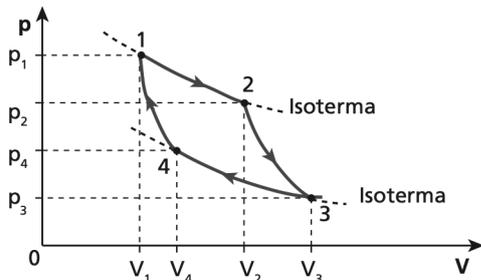
Letra e

Na transformação BCDA (compressão), notamos que em todos os 4 pontos fornecidos o produto pressão x volume apresenta o mesmo valor. Esse fato nos levará a concluir que essa compressão é isotérmica. Observamos ainda que a área abaixo do gráfico (que estabelece o trabalho trocado) é maior na expansão AB do que na compressão BCDA.



Questão 029

(UFF-RJ) O diagrama pressão (p) X volume (V) a seguir representa uma transformação quase estática e cíclica de um gás ideal:



Considerando o diagrama, qual é a opção correta?

- a) A maior temperatura atingida pelo gás no ciclo ocorre na passagem do estado 3 para o estado 4.
- b) O trabalho realizado pelo gás no ciclo é nulo.
- c) A transformação que leva o gás do estado 2 para o estado 3 é isotérmica.
- d) A variação da energia interna no ciclo é nula.
- e) O gás sofre uma expansão adiabática ao passar do estado 1 para o estado 2.

Resolução:

Letra d

- a) **Incorreta** — A maior temperatura do gás ocorre no isoterma 1,2.
- b) **Incorreta** — $\tau_{\text{ciclo}} = \oint p \, dV$ [área interna]
- c) **Incorreta** — Isotérmicas são as transformações 1 → 2 e 3 → 4
- d) **Correta** — $\Delta U_{\text{ciclo}} = 0$
- e) **Incorreta** — 1 → 2 transformação isotérmica.

Questão 030

(UFC-CE) Um sistema gasoso, originalmente no estado termodinâmico **a**, é levado para o estado **b** por meio de dois processos distintos, 1 e 2, mostrados na figura. No processo 1, o sistema realiza um trabalho, τ_1 , de 300 J e absorve uma quantidade de calor, Q_1 , de 800 J.

- a) Se no processo 2 o trabalho τ_2 realizado é de 100 J, quanto calor, Q_2 , é absorvido pelo sistema nesse processo?
- b) Quando o sistema é trazido de volta ao estado original **a**, pelo processo 3 (ver figura), o trabalho, τ_3 , de 200 J é realizado sobre o sistema. Que quantidade de calor, Q_3 , é envolvida nesse processo?
- c) O calor mencionado no item **b** é liberado ou absorvido pelo sistema?

- a) Se no processo 2 o trabalho τ_2 realizado é de 100 J, quanto calor, Q_2 , é absorvido pelo sistema nesse processo?
- b) Quando o sistema é trazido de volta ao estado original **a**, pelo processo 3 (ver figura), o trabalho, τ_3 , de 200 J é realizado sobre o sistema. Que quantidade de calor, Q_3 , é envolvida nesse processo?
- c) O calor mencionado no item **b** é liberado ou absorvido pelo sistema?

Resolução:

a) **Processo 1:**

1ª Lei da Termodinâmica: $Q = \tau + \Delta U$

$800 = 300 + \Delta U_{ab}$

$\Delta U_{ab} = 500 \text{ J}$

Processo 2:

$Q = \tau + \Delta U \Rightarrow Q_2 = 100 + 500 \text{ (J)}$

$Q_2 = 600 \text{ J}$

b) 1ª Lei da Termodinâmica:

$Q = \tau + \Delta U \Rightarrow Q_3 = -200 - 500 \text{ (J)}$

$Q_3 = -700 \text{ J}$

Observe que os sinais são negativos porque o sistema recebe trabalho e a energia interna diminui.

- c) O calor Q_3 é liberado pelo sistema.