FÍSICA 2 – VOLUME 2
RESOLUÇÕES – EXERCITANDO EM CASA

AULA 11

01. E

I. Verdadeira. Se um sistema perde energia, como no caso da condensação, passamos de um sistema gasoso para líquido, ou seja, de um sistema mais energético para um menos energético. Esta mudança de fase deixa o sistema mais organizado e, portanto sua entropia é negativa.

II. Verdadeira. Num processo adiabático não há trocas de calor (Q = 0), e com isso a sua variação de entropia é nula.

III. Falsa. A entropia de um sistema pode diminuir, bastando partir de um sistema mais desorganizado para um mais organizado, como por exemplo, o congelamento de água. A entropia do universo (sistema mais ambiente externo) é que não pode diminuir nunca. Neste caso, este entropia sempre aumenta.

IV. Verdadeira. A entropia do Universo sempre aumenta, sendo a tendência natural de tudo ocorrer passando de um sistema organizado para o mais desorganizado.

02. D

Para compreender essa questão temos que lembrar de um conceito importante na física que é a Entropia. A entropia refere-se a bagunça ou desordem de um sistema. Pense neste exemplo: Imagine um copo com água e neste copo você pinga uma gota de um corante. Após alguns instantes você já deve imaginar que a água não deve estar mais transparente devido a presença do corante que se espalha rapidamente. Bem será que depois de muito tempo a água voltaria a ficar transparente e a gota de corante voltaria a se agrupar sozinha novamente? É obvio que você responderia que isso nunca iria acontecer. E isto não acontece porque a entropia nunca diminui em um sistema isolado. Nos processos onde um sistema sofre uma transformação reversível a entropia permanece constante. Já nos processos irreversíveis a entropia aumenta. Portanto ficamos com a letra "D"

03. B

As transformações ocorridas nas máquinas térmicas a vapor são irreversíveis, produzindo aumento da entropia.

04. A

Justificando as alternativas INCORRETAS:

[B] Se isto acontecesse, não haveria energia sendo convertida em trabalho e, consequentemente, não haveria movimentação do pistão.

[C] Vai contra a Segunda Lei da Termodinâmica, que diz que nenhuma máquina operando em ciclos irá converter todo o calor recebido em trabalho. Dever haver uma perda de energia que não é utilizado como trabalho no processo.

[D] Vai contra a Segunda Lei da Termodinâmica.

05. E

Observação: nessa alternativa [E] o enunciado deveria especificar que se trata de uma transformação cíclica, pois numa expansão isotérmica o calor é transformado totalmente em trabalho.

A segunda lei da Termodinâmica afirma que:

É impossível uma máquina térmica operar **em ciclo,** com rendimento de 100%, transformando integralmente em trabalho o calor recebido da fonte quente. Há sempre uma parcela desse calor rejeitado para a fonte fria.

06. C

Do texto da questão: "ao aquecer uma parte de um corpo macroscópico e o isolarmos termicamente, a temperatura deste se torna gradualmente uniforme, jamais se observando o contrário, o que indica a direcionalidade do tempo".

O texto se refere à entropia de um sistema, ou melhor, ao aumento da entropia dos sistemas termodinâmicos, o que é demonstrado pela segunda lei da termodinâmica que nos diz: nunca será observado, com o passar do tempo, um acúmulo de energia térmica em apenas um ponto do corpo. Dessa forma, distribuir uniformemente a temperatura de um sistema isolado é um processo irreversível, pois ocorre espontaneamente, ao contrário do acúmulo de energia, que precisa ser um processo "forçado", ou seja, requer a atuação de uma fonte de energia externa ao sistema para ocorrer.

07. C

De acordo com a segunda lei da termodinâmica: "**É impossível uma máquina térmica, operando em ciclos, converter integralmente calor em trabalho.**

08. C

O sistema é termicamente isolado e expande livremente contra o vácuo. Portanto, o gás não realiza trabalho e nem recebe calor, sendo assim, sua energia interna não varia, não ocorrendo variação de sua temperatura. Porém, o sistema é irreversível: o gás perde a capacidade de realizar trabalho, aumentando a entropia do sistema.

09. D

Justificando as incorretas:

[A] **Incorreta.**

As transformações reversíveis são transformações ideais, pois devem ocorrer num sistema em equilíbrio termodinâmico, o que compreende:

- equilíbrio mecânico: as forças devem estar equilibradas, tanto as interiores como as trocadas com o meio;
- equilíbrio térmico: todas as partes do sistema devem estar à mesma temperatura, igual a temperatura do meio;

– equilíbrio químico: não há modificação espontânea em sua estrutura interna.

[B] **Incorreta.**
Isso violaria a segunda lei da termodinâmica, que afirma ser impossível uma máquina térmica operando em ciclos transformar integralmente calor em trabalho.
De fato, o rendimento (η) de uma máquina térmica é dado pela expressão: $\eta = 1 - \frac{T_{fria}}{T_{quente}}$.
Para se obter rendimento $\eta = 1 = 100\%$, a temperatura absoluta da fonte fria deveria ser $T_{fria} = 0K$, o que é um absurdo.

[C] **Incorreta.**
A **morte térmica,** ou **morte do calor do universo** é um possível estado final do universo, no qual ele "cai" para um estado de nenhuma energia livre para sustentar movimento ou vida.

[E] **Incorreta.**
A entropia de um sistema isolado tende sempre a aumentar.

10. C

A) Falso. Num processo reversível a variação da entropia é nula, ou seja, a entropia é constante, pois o processo ocorre em equilíbrio termodinâmico.

B) Falso. O correto seria: Alguns processos termodinâmicos, mesmo quando há conservação da energia, NÃO são possíveis, pois fazem a entropia do universo diminuir.

C) Correto.

D) Falso. O correto seria: Quanto maior o número de estados acessíveis a um sistema, MAIOR será a entropia desse sistema.

E) Falso. O correto seria: De acordo com a segunda Lei da Termodinâmica, a entropia de um sistema fechado nunca DECRESCE.

AULA 12

01 D

O rendimento dessa máquina é dado por:

$$\eta = 1 - \frac{Q_1}{Q_2} \Rightarrow \eta = 1 - \frac{400\ J}{800\ J} \therefore \eta = 0,5 \text{ ou } 50\%$$

A temperatura da fonte quente pode ser obtida com equação semelhante, utilizando na escala Kelvin:

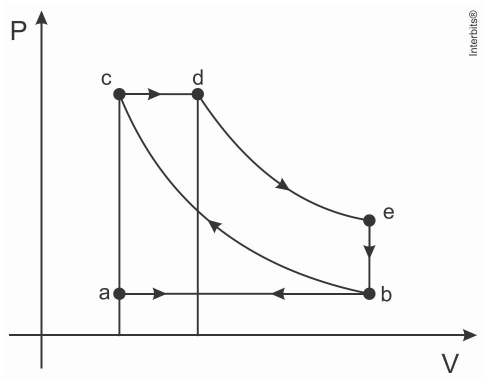
$$\eta = 1 - \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow 0,5 = 1 - \frac{300\ K}{T_2} \therefore T_2 = 600\ K$$

02. B

A patente do ciclo termodinâmico de um motor à combustão interna foi requerida pelo engenheiro francês Beaus de Rochas, mas este foi implementado e construído primeiramente por Nicolaus August Otto, engenheiro alemão, que dá nome ao ciclo. O ciclo Otto de um motor à combustão possui as seguintes etapas:

1. Admissão isobárica $(a-b)$;
2. Compressão adiabática $(b-c)$;
3. Explosão $(c-d)$ e Expansão adiabática $(d-e)$;
4. Descarga $(e-b)$ e Exaustão isobárica $(b-a)$.

Conforme indicado na figura abaixo:



03. C

Para o cálculo do rendimento da máquina de Carnot, primeiramente devemos transformar as temperaturas das fontes quente T_q e fria T_f para a escala Kelvin:

$$T_q = 927 + 273 \therefore T_q = 1200\ K$$

$$\frac{T_f - 273}{5} = \frac{80,6 - 32}{9} \therefore T_f = 300\ K$$

O rendimento da máquina de Carnot η_{Carnot} será:

$$\eta_{Carnot} = 1 - \frac{T_f}{T_q} \Rightarrow \eta_{Carnot} = 1 - \frac{300\ K}{1200\ K} \therefore \eta_{Carnot} = 0,75$$

A potência total P_t do motor em watts é calculada pelo calor absorvido:

$$P_t = 925\ \frac{cal}{s} \cdot \frac{4\ J}{1\ cal} \therefore P_t = 3700\ W$$

E a potência útil do motor P_u, também em watts, é dada por:

$$P_u = 2,5\ cv \cdot \frac{740\ W}{1\ cv} \therefore P_u = 1850\ W$$

Logo, o rendimento do motor η_{motor} pode ser obtido:

$$\eta_{motor} = \frac{P_u}{P_t} \Rightarrow \eta_{motor} = \frac{1850\ W}{3700\ W} \therefore \eta_{motor} = 0,5$$

Finalmente, fazendo a razão entre os rendimentos, obtemos a resposta:

$$\frac{\eta_{Carnot}}{\eta_{motor}} = \frac{0,75}{0,5} \therefore \frac{\eta_{Carnot}}{\eta_{motor}} = 1,5$$

04. E

Análise das alternativas:

[A] **Falsa.** Seria ideal se o rendimento fosse igual a 100%, o que não é possível, pois a fonte fria deveria sofrer um resfriamento a 0 Kelvin, impossível para um sistema físico.

[B] **Falsa.** Para determinar se a máquina pode funcionar como o esquema, devemos testar o rendimento quando usamos as temperaturas e quando usamos o calor trocado, com as equações:

$$\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}$$

Usando as temperaturas absolutas:

$$\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1} = 1 - \frac{300}{1000} \therefore \eta = 0{,}7 = 70\%$$

Usando os calores trocados:

$$\eta = 1 - \frac{Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{8\ \text{kJ}}{40\ \text{kJ}} \therefore \eta = 0{,}8 = 80\%$$

Logo, não é possível que a máquina térmica funcione com esse esquema devido a inconsistência dos valores e do rendimento muito alto quando comparado com outras, como por exemplo: motores de automóveis em média 22%, motores a diesel em torno de 25% e turbinas a gás em média de 33%.

[C] **Falsa.** Neste caso, o rendimento usando os calores, seria:

$$\eta = 1 - \frac{Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{12\ \text{kJ}}{40\ \text{kJ}} \therefore \eta = 0{,}7 = 70\%$$

Contudo, ainda temos um rendimento considerado absurdo para máquinas térmicas reais, em que o máximo possível está por volta dos 40%.

[D] **Falsa.** Pelos cálculos dos rendimentos, nota-se que estão bem acima da eficiência do ciclo de Carnot.

[E] **Verdadeira.** Conforme constatado no item [B].

05. C

$$\eta_0 = 1 - \frac{T_F}{T_Q} \Rightarrow 0{,}6 = 1 - \frac{T_F}{T_Q} \Rightarrow \frac{T_F}{T_Q} = 0{,}4 \quad \text{(I)}$$

$$\eta_1 = 1 - \frac{3T_F/4}{T_Q/2} \Rightarrow \eta_1 = 1 - \frac{3}{2}\cdot\frac{T_F}{T_Q} \quad \text{(II)}$$

Substituindo (I) em (II), vem:

$$\eta_1 = 1 - \frac{3}{2}\cdot 0{,}4 \Rightarrow \eta_1 = 0{,}4$$

Logo:

$$\frac{\eta_1 - \eta_0}{\eta_0}\times 100\% = \frac{0{,}4 - 0{,}6}{0{,}6}\times 100\% = -33{,}3\%$$

06. C

A expansão adiabática e compressão adiabática só podem ocorrer nos ambientes 3 e 4 e 1 e 2, respectivamente, pois em uma expansão e compressão adiabática não existe trocas de calor com o meio.

07. A

Da 1ª Lei da Termodinâmica:

$$\begin{cases} \text{Trabalho: } W = Q_{\text{quente}} - Q_{\text{fria}} = 500 - 420 \Rightarrow \boxed{W = 80\ \text{J.}} \\ \text{Rendimento: } \eta = \dfrac{W}{Q_{\text{quente}}} = \dfrac{80}{500} = 0{,}16 \Rightarrow \boxed{\eta = 16\%.} \end{cases}$$

08. C

Quando é produzida a centelha, o gás explode, sofrendo violento aumento de pressão a volume constante. Isso ocorre no ponto C.

09. B

As transformações ocorridas nas máquinas térmicas a vapor são irreversíveis, produzindo aumento da entropia.

10. D

De acordo com a segunda lei da termodinâmica, é impossível uma máquina térmica, operando em ciclos, transformar integralmente calor em trabalho.

AULA 13

01. D

[I] INCORRETA. De acordo com a segunda lei da Termodinâmica, é impossível uma máquina térmica, operando em ciclos, transformar integralmente calor em trabalho.

[II] CORRETA.

[III] CORRETA.

02. B

O refrigerador transfere o calor dos alimentos para o ambiente, o que torna a alternativa A errada.

O gás refrigerante sofre os processos de evaporação e condensação para que sua temperatura varie e desta forma exista a troca de calor. A alternativa B é verdadeira.

O gás refrigerante deve ser eficiente no processo e desta forma retirar grandes quantidades de calor. Isto pressupõe que o calor latente de vaporização é alto.

03. D

Em um sistema de refrigeração, como uma geladeira ou ar-condicionado, o trabalho é recebido para que o calor oriundo da fonte fria seja transferido para a fonte quente.

04. B

A) Falso. O rendimento de uma máquina térmica é a razão entre o trabalho realizado pela máquina num ciclo e o calor retirado do reservatório quente nesse ciclo.

B) Correto. A máquina de Carnot também pode funcionar em sentido inverso, denominando-se então refrigerador. É extraído calor Q_{FRIA} da fonte fria aplicando um trabalho W, e cede Q_{QUENTE} a fonte quente.
C) Falso. Nenhuma máquina térmica possui rendimento de 100%, isto violaria a segunda lei da termodinâmica. O maior rendimento possível de uma máquina térmica é obtida pelo ciclo de Carnot.
D) Falso. Justificativa no item C

05. D
I. Correta. Há necessidade de correntes de convecção para uniformizar a temperatura.
II. Errado. A formação de gelo impede a circulação do calor.
III. Correto. A limpeza facilita a troca de calor retirado do interior com o meio externo

06. E
A formula para o coeficiente de desempenho é: $\beta = T_{fria}\left[T_{quente} - T_{fria}\right]$, onde T_{quente} é a temperatura da fonte quente, no caso o ambiente e T_{fria} o da fonte fria, no caso o refrigerador, as temperaturas devem estar em kelvin:
$$T_{quente} = 27 + 273 = 300\,K$$
$$T_{fria} = -27 + 273 = 250\,K$$
Portanto,
$$\beta = \frac{250}{300 - 250} = \frac{250}{50} = 5$$

07. B
A) Numa máquina frigorífica, existe aplicação de trabalho externo sobre o sistema de forma forçada para que se consiga remover calor da fonte fria e rejeitá-lo na fonte quente juntamente com o trabalho aplicado ao sistema.
B) A 2ª Lei da Termodinâmica diz: "É impossível uma máquina térmica, sem ajuda de um agente externo, conduzir calor de um sistema para outro que esteja a uma temperatura maior". Isto é, espontaneamente o calor flui de uma fonte quente para a fonte fria, mas a máquina frigorífica faz justamente o contrário, devido ao trabalho aplicado ao sistema pelo compressor, revertendo a transferência de calor no sentido contrário, ou seja, da fonte fria para a fonte quente.
C) A eficiência "e" de uma máquina frigorífica é dada pela relação entre o módulo do calor retirado da fonte fria "Q_2" e o módulo do trabalho externo "τ" realizado sobre o sistema.
$$e = \frac{|Q_2|}{|\tau|}$$
D) A eficiência será:
$$e = \frac{|Q_2|}{|\tau|} \Rightarrow e = \frac{200\ J}{400\ J} \therefore e = 0{,}5 \text{ ou } 50\%$$

08. D
Deve-se notar que o ciclo é **anti-horário** e que o volume está expresso em litro $(1\,L = 10^{-3}\,m^3)$, tratando-se de um ciclo refrigerador.

O trabalho (W) recebido a cada ciclo é calculado pela área interna do ciclo:
$$W = -(6-2)\times 10^{-3} \times (3-1)\times 10^5 \Rightarrow W = -800\ J.$$

Como numa transformação cíclica a variação da energia interna é nula, aplicando a primeira lei da termodinâmica ao ciclo, vem:
$$Q = \Delta U + W \Rightarrow Q = 0 + (-800) \Rightarrow \boxed{Q = -800\ J.}$$

O sinal negativo indica calor liberado para o meio ambiente.

09. A
Das alternativas apresentadas, a única que respeita a transformação descrita é a [A].
Observe que a [E] está incorreta, pois a relação $V \times T$ na transformação isobárica deve ser linear.

10. D
Como o ciclo é anti-horário, o trabalho realizado deve ser negativo. Seu valor, em módulo, é numericamente igual a área do gráfico. Isto é
$$W = \frac{(5-2)\cdot(4-1)\cdot 10^5}{2} = 4{,}5\cdot 10^5\,J$$
Logo,
$$W = -4{,}5\cdot 10^5\,J$$

AULA 14

01. D
Nas usinas termelétricas, as conversões que envolvem maior quantidade de energia são da energia química para a térmica, e desta para elétrica, respectivamente.

02. B
Com o armazenamento do hidrogênio previamente produzido, é possível utilizá-lo mesmo que as turbinas eólicas deixem de produzir eletricidade por um curto período.

03. D
As transformações estão descritas na tabela.

Tipos de usinas	Energia inicial	Energia final
Hidrelétrica	I – Mecânica	Elétrica
Termoelétrica	II – Térmica	Elétrica
Termonuclear	III – Térmica	Elétrica
Eólica	IV – Mecânica	Elétrica
Fotovoltaica	V – Luminosa	Elétrica

04. C
Nas usinas termelétricas (a diesel ou a carvão) é usada a energia térmica produzida na queima do combustível para aquecer água, gerando vapor a alta pressão, movimentando as turbinas acopladas aos geradores de energia elétrica.

05. D

O enunciado exige menor impacto ambiental. Já que a incidência solar na região é alta, a melhor forma para obtenção de energia é a fotovoltaica.

06. A

Como no processo secundário de aproveitamento de energia, o calor é usado na formação de vapor **aquecido** para **mover** as turbinas, temos, então, transformação de energia **térmica** em energia **mecânica**.

07. E

A questão é muito estranha; mal formulada e de difícil interpretação. De acordo com o texto, a eficiência é menor que 100% devido às limitações impostas por leis físicas. Assim, se essas limitações não existissem, todos os sistemas teriam eficiência de 100% e não seria necessário investimento algum para que tivessem suas eficiências aumentadas.

Se essa prova não tivesse sido cancelada, certamente pediriam a anulação dessa questão, pois ela é totalmente inconsistente.

Forçando uma resposta: a questão não é de Física, mas de Ecologia. Das opções apresentadas, vemos que o processo de transformação de energia com menor eficiência é o da célula solar, transformação de energia radiante em energia elétrica, que, por causar menor dano ao ambiente, é o que mais se beneficiaria de investimentos em pesquisas para aumentar sua eficiência.

08. E

Além da opção correta estar evidente, as demais se mostram prontamente exclusivas.

09. D

A sequência de transformações de energia ocorrida no aproveitamento da energia geotérmica é semelhante ao das usinas nucleares que usam energia nuclear para aquecer água, produzindo vapor que aciona as turbinas para geração de energia elétrica.

10. E

O enunciado, antes das opções especifica: **"A opção que detalha o que ocorre em cada etapa é:"** Porém, nenhuma das opções detalha o que ocorre em **cada** etapa, mas sim, o que ocorre em uma ou em outra etapa. A opção correta deveria conter todo o texto abaixo.

Etapa I – A energia potencial da água transforma-se em energia cinética da própria água, que transfere energia cinética de rotação às turbinas, gerando energia elétrica.

Etapa II – A energia elétrica é transportada por condutores, havendo dissipação por efeito Joule na rede de transmissão.

Etapa III – O sistema de bombeamento transforma energia elétrica em cinética e potencial gravitacional para a água, havendo dissipações por atrito na tubulação e por efeito Joule no circuito elétrico do motor.

AULA 15

01. C

[A] Falsa. O coeficiente angular das retas representadas no gráfico pelas barras A, B e C são iguais aos respectivos coeficientes de dilatação linear de cada material (α), portanto a reta com maior inclinação (mais íngreme) tem o maior coeficiente de dilatação. Logo, $\alpha_A > \alpha_B > \alpha_C$.

[B] Falsa. Pelo motivo já exposto na justificativa da proposição [A].

[C] Verdadeira. Para confirmação, vamos calcular o coeficiente de dilatação linear de cada material de acordo com os dados do gráfico a $40\ °C$.

Da expressão da dilatação: $\Delta L = L_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T$

Isolando o coeficiente de dilatação linear α:

$$\alpha = \frac{\Delta L}{L_0 \cdot \Delta T}$$

Para as barras A, B e C:

$$\alpha_A = \frac{\Delta L_A}{L_{0A} \cdot \Delta T_A} = \frac{13{,}5 \cdot 10^{-3}\ \text{m}}{12{,}5\ \text{m} \cdot 40°\text{C}} \therefore \alpha_A =$$
$$= 27 \cdot 10^{-6}\ °\text{C}^{-1}$$

Logo, a barra A se refere ao Chumbo.

$$\alpha_B = \frac{\Delta L_B}{L_{0B} \cdot \Delta T_B} = \frac{11{,}0 \cdot 10^{-3}\ \text{m}}{12{,}5\ \text{m} \cdot 40°\text{C}} \therefore \alpha_B =$$
$$= 22 \cdot 10^{-6}\ °\text{C}^{-1}$$

Logo, a barra B se refere ao Alumínio.

$$\alpha_C = \frac{\Delta L_C}{L_{0C} \cdot \Delta T_C} = \frac{4{,}5 \cdot 10^{-3}\ \text{m}}{12{,}5\ \text{m} \cdot 40°\text{C}} \therefore \alpha_C =$$
$$= 9 \cdot 10^{-6}\ °\text{C}^{-1}$$

Logo, a barra C se refere à Platina.

[D] Falsa. Conforme constatação dos cálculos acima.

[E] Falsa. Conforme constatação dos cálculos acima.

02. D

A dilatação de cada barra é dada por:

$\Delta L_A = L_{0A} \cdot \alpha_A \cdot \Delta T_A$ e $\Delta L_B = L_{0B} \cdot \alpha_B \cdot \Delta T_B$

Dividindo as duas equações e substituindo os valores informados, temos:

$$\Delta L_A / \Delta L_B = \frac{L_{0A} \cdot \alpha_A \cdot \Delta T_A}{L_{0B} \cdot \alpha_B \cdot \Delta T_B} \Rightarrow \Delta L_A / \Delta L_B =$$
$$= \frac{5 \cdot \cancel{L_{0B}} \cdot \cancel{\alpha_A} \cdot 2 \cdot \cancel{\Delta T_B}}{\cancel{L_{0B}} \cdot 8 \cdot \cancel{\alpha_A} \cdot \cancel{\Delta T_B}} \therefore \Delta L_A / \Delta L_B = 1{,}25$$

03. A

Para desligar o circuito, é necessário que a lâmina vergue para cima, devendo, então o coeficiente de dilatação linear da lâmina **m** ser menor que o de **n**. Quanto maior a diferença entre esses

coeficientes, mais acentuado é o envergamento, maior é o afastamento entre os contatos.
Isso se conseguiria com $m = Fe$ e $n = Zn$.

04. B
Como o coeficiente de dilatação do alumínio é maior que o coeficiente de dilatação do aço, logo o alumínio irá se dilatar mais que o aço.

05. E

$$\Delta L = L_0\,\alpha\,\Delta T \;\Rightarrow\; \alpha = \frac{\Delta L}{L_0\,\Delta T} = \frac{801-800}{800(110-100)} =$$

$$= \frac{1}{80.000} = 0{,}125\times10^{-4} \;\Rightarrow\; \boxed{\alpha = 1{,}25\times10^{-5}\ °C^{-1}.}$$

06. B

$$\Delta L = L_0\cdot\alpha\cdot\Delta\theta$$
$$\Delta L = 15\cdot10\cdot10^{-6}\cdot(55-25)$$
$$\Delta L = 4{,}5\times10^{-3}m$$

Possui dois trilhos de 15 metros cada, então o trilho T1 vai se dilatar $4{,}5\times10^{-3}m$ e o trilho T2 vai se dilatar $4{,}5\times10^{-3}m$. Dessa forma, a dilatação mínima entre os dois trilhos é:

$$\Delta L_t = 4{,}5\times10^{-3}m + 4{,}5\times10^{-3}m$$
$$\Delta L_t = 9{,}0\times10^{-3}m$$

07. B
Dados: $L_0 = 5$ m; $\alpha = 10^{-5}°C^{-1}$; $\Delta\theta = 40-20 = 20$ °C.

$$\Delta L = L_0\ \alpha\ \Delta\theta = 5\cdot10^{-5}\cdot20 = 10^{-3}\ m = 0{,}1\ cm.$$
$$d = 1+0{,}1 \;\Rightarrow\; d = 1{,}10\ cm.$$

08. D
O coeficiente de dilatação linear é dado por:

$$\Delta L = L_0\cdot\alpha\cdot\Delta\theta$$
$$\alpha = \frac{\Delta L}{L_0\cdot\Delta\theta}$$

Logo:

$$\alpha_A = \frac{\Delta L_A}{L_{0A}\cdot\Delta\theta_A} \quad e \quad \alpha_B = \frac{\Delta L_B}{L_{0B}\cdot\Delta\theta_B}$$

Sabendo-se que as retas que representam os comprimentos da barra A e da barra B são paralelas podemos concluir que a relação $\frac{\Delta L_A}{\Delta\theta_A} = \frac{\Delta L_B}{\Delta\theta_B}$. Logo, $\frac{\alpha_A}{\alpha_B}$ é dado por:

$$\frac{\alpha_A}{\alpha_B} = \frac{\dfrac{\Delta L_A}{L_{0A}\cdot\Delta\theta_A}}{\dfrac{\Delta L_B}{L_{0B}\cdot\Delta\theta_B}} = \frac{L_{0B}}{L_{0A}} = \frac{2\ell}{\ell}$$

$$\therefore \boxed{\frac{\alpha_A}{\alpha_B} = 2}$$

09. C
A diferença entre os comprimentos finais é a soma da contração da barra A com a dilatação da barra B.
Assim:

$$d = |\Delta L_A| + \Delta L_B \;\Rightarrow\; d = L_0\ \alpha_A\,|\Delta\theta_A| + L_0\ \alpha_B\ \Delta\theta_B \;\Rightarrow$$
$$\Rightarrow d = L_0\left(\alpha_A\,|\Delta\theta_A| + \alpha_B\ \Delta\theta_B\right)$$
$$\Rightarrow L_0 = \frac{d}{\left(\alpha_A\,|\Delta\theta_A| + \alpha_B\ \Delta\theta_B\right)} =$$
$$= \frac{6\times10^{-2}}{22\times10^{-5}\,|-10-20| + 3\times10^{-6}\,(200-20)} =$$
$$= \frac{6\times10^{-2}}{12\times10^{-4}} \;\Rightarrow L_0 = 50\ cm.$$

10. A

$$\lambda = \frac{m}{L_0}$$
$$\left.\begin{array}{l} Q = mc\Delta\theta \\ \Delta L = L_0.\alpha.\Delta\theta \end{array}\right\} \frac{Q}{\Delta L} = \frac{m}{L_0}.\frac{c}{\alpha} = \lambda\frac{c}{\alpha} \rightarrow$$
$$\frac{Q}{3} = 2{,}4x10^{-3}\,x\,\frac{0{,}2}{2x10^{-5}} \rightarrow Q = 72cal$$

AULA 16

01. E
Dilatação térmica do muro maior:

$$\Delta S_1 = S_{0_1}\cdot\beta\cdot\Delta\theta_1 \Rightarrow \Delta S_1 = 200\ m^2\cdot\beta\cdot40\ °C \therefore \Delta S_1 =$$
$$= 8000\ m^2\cdot\beta\cdot°C$$

Dilatação térmica do muro menor:

$$\Delta S_2 = S_{0_2}\cdot\beta\cdot\Delta\theta_2 \Rightarrow \Delta S_2 = 100\ m^2\cdot\beta\cdot20\ °C \therefore \Delta S_2 =$$
$$= 2000\ m^2\cdot\beta\cdot°C$$

A razão das dilatações térmicas será:

$$\frac{\Delta S_1}{\Delta S_2} = \frac{8000\ m^2\cdot\beta\cdot°C}{2000\ m^2\cdot\beta\cdot°C} \therefore \frac{\Delta S_1}{\Delta S_2} = 4$$

Portanto, a razão será 4 vezes maior.

02. D

$$\Delta A = A_0\cdot\beta\cdot\Delta\theta$$
$$\beta = 2\alpha$$
$$\Delta A = A_0\cdot2\alpha\cdot\Delta\theta$$
$$\Delta A = 20^2\cdot2(2{,}00\cdot10^5)\cdot(120-20)$$
$$\Delta A = 16{,}0\cdot10^{-1}\ cm^2$$

03. C
O furo responde a um aumento de temperatura do mesmo modo como se fosse o metal, ou seja, aumenta sua área.

O cálculo da área do furo pode ser feita com a equação da dilatação superficial:

$\Delta S = S_0 \cdot \beta \cdot \Delta T = S_0 \cdot 2\alpha \cdot \Delta T$

$\Delta S = \dfrac{\pi}{4} \cdot (5\ \text{cm})^2 \cdot 2 \cdot 22 \times 10^{-6}\ °\text{C}^{-1} \cdot$

$\cdot (125 - 25)\ °\text{C}$

$\Delta S = \dfrac{\pi}{4} \cdot 25\ \text{cm}^2 \cdot 2 \cdot 22 \times 10^{-6}\ °\text{C}^{-1} \cdot$

$\cdot 100\ °\text{C} = 275\pi \times 10^{-4}\ \text{cm}^2$

$\Delta S = 2{,}75\pi \times 10^{-2}\ \text{cm}^2$

A superfície final é a soma entre a superfície inicial e a dilatação:

$S = S_0 + \Delta S$

$S = \dfrac{25\pi}{4}\ \text{cm}^2 + 2{,}75\pi \times 10^{-2}\ \text{cm}^2 \therefore S = \dfrac{25{,}11\pi}{4}\ \text{cm}^2$

Portanto, o diâmetro final é:
$D = \sqrt{25{,}11} \therefore D = 5{,}011\ \text{cm}$

04. C

A dilatação superficial é dada por:
$\Delta A = A_0 \cdot \beta \cdot \Delta T \quad (1)$

Sendo o coeficiente de dilatação superficial relacionado ao coeficiente de dilatação linear
$\beta = 2\alpha \quad (2)$

E para responder a pergunta necessitamos do coeficiente de dilatação volumétrica γ que também se relaciona com o coeficiente de dilatação linear na seguinte forma:
$\gamma = 3\alpha \quad (3)$

Substituindo a equação (2) na equação (1) e explicitando α:

$\beta = \dfrac{\Delta A}{A_0 \cdot \Delta T} \Rightarrow 2\alpha = \dfrac{\Delta A}{A_0 \cdot \Delta T} \Rightarrow \alpha = \dfrac{\Delta A}{2 \cdot A_0 \cdot \Delta T}$

$\alpha = \dfrac{(5{,}06 - 5{,}00)\ \text{m}^2}{2 \cdot 5\ \text{m}^2 \cdot (110 - 10)\ °\text{C}} \therefore \alpha = 6 \cdot 10^{-5}\ °\text{C}^{-1}$

E, finalmente, usando a equação (3):

$\gamma = 3\alpha \Rightarrow \gamma = 3 \cdot 6 \cdot 10^{-5}\ °\text{C}^{-1} \therefore$

$\therefore \gamma = 18 \cdot 10^{-5}\ °\text{C}^{-1} = 180 \cdot 10^{-6}\ °\text{C}^{-1}$

05. D

Como a esfera é maior que o furo, podemos reduzir o tamanho da esfera e/ou aumentar o tamanho do furo. Para tanto, temos que resfriar a esfera e/ou aquecer a chapa, respectivamente. A única opção possível dentro das alternativas apresentadas é da letra [D].

06. C

Massa: $m = 200\text{g}$

Calor específico sensível: $c = 0{,}217\ \text{cal/g} \cdot °\text{C}$

Variação de temperatura: $\Delta\theta = 60 - 15 = 45\ °\text{C}$

Área inicial: $A_0 = 50 \times 20 = 10^3\ \text{cm}^2$

Coeficiente de dilatação superficial:
$\beta = 2\alpha = 44 \times 10^{-6}\ °\text{C}^{-1}$

Cálculo da superfície final (A):
$A = A_0(1 + \beta\Delta\theta) = 10^3(1 + 44 \times 10^{-6} \times 45) \Rightarrow$

$\Rightarrow \boxed{A = 1\,001{,}98\text{cm}^2.}$

Cálculo da quantidade de calor (A):
$Q = mc\Delta\theta = 200 \times 0{,}217 \times 45 \Rightarrow \boxed{Q = 1\,953\ \text{cal.}}$

07. B

Dados:
$\Delta\theta = 170 - 20 = 150°\text{C}; \alpha_{A\ell} = 22 \cdot 10^{-6} °\text{C}^{-1}; \alpha_{Fe} =$
$= 12 \cdot 10^{-6} °\text{C}^{-1}.$

A diferença entre as dilatações superficiais é $2{,}7\pi\text{cm}^2$.

$\Delta A_{A\ell} - \Delta A_{Fe} = 2{,}7\pi \Rightarrow$

$\Rightarrow A_0\ 2\alpha_{A\ell}\Delta\theta - A_0\ 2\alpha_{Fe}\Delta\theta = 2{,}7\pi \Rightarrow$

$\Rightarrow 2\cancel{\pi} R_0^2\ \Delta\theta(\alpha_{A\ell} - \alpha_{Fe}) = 2{,}7\cancel{\pi} \Rightarrow$

$\Rightarrow R_0 = \sqrt{\dfrac{2{,}7}{2 \times 150 \times (22 - 12) \times 10^{-6}}} = \sqrt{900} \Rightarrow$

$\boxed{R_0 = 30\ \text{cm.}}$

08. C

Dados: $\boldsymbol{\alpha}$ = $2 \times 10^{-5}\ °\text{C}^{-1}$; $\mathbf{A_0}$ = 2,4 m²; $\mathbf{T_0}$ = –20°C; **T** = 176 °F.

Usando a equação de conversão de °F para °C:

$\dfrac{T_C}{5} = \dfrac{T_F - 32}{9} \Rightarrow \dfrac{T_C}{5} = \dfrac{176 - 32}{9} \Rightarrow$

$\Rightarrow T_C = 80\ °\text{C}.$

Aplicando a expressão da dilatação superficial:

$\Delta A = A_0\ \beta\ \Delta T = A_0\ 2\ \alpha(T_C - T_0) =$

$= 2{,}4(2 \times 2 \times 10^{-5})[80 - (-20)] = 9{,}6 \times 10^{-3}\ \text{m}^2 \Rightarrow$

$\Delta A = 96\ \text{cm}^2.$

09. B

Temos:

$\Delta A_{chapa} > \Delta A_{moeda}$

$A_{0_{chapa}} \cdot 2\alpha_{chapa} \cdot \Delta T > A_{0_{moeda}} \cdot 2\alpha_{moeda} \cdot \Delta T$

A variação de temperatura ΔT foi a mesma para ambos, portanto,

$A_{0_{chapa}} \cdot 2\alpha_{chapa} > A_{0_{moeda}} \cdot 2\alpha_{moeda}$

Além disso, o ofício da chapa (que é o que nos interessa para a resolução desta questão), dilata da mesma maneira que o faria se fosse constituído do mesmo material da chapa, de modo que, podemos pensar em termos do ofício da chapa e da moeda (que possuem a mesma área inicial), neste caso, ficamos com

$$\alpha_{chapa} > \alpha_{moeda}$$

10. B

A variação de temperatura é a mesma, seja na escala Celsius ou na escala Kelvin, portanto,

$\Delta T = 115 - 25 = 90\,°C = 90\,K$

Portanto,

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

$\frac{\Delta A}{A_0} = 2\alpha \cdot \Delta T = 2 \cdot \left(11 \cdot 10^{-6}\right) \cdot 90 = 1{,}98 \cdot 10^{-3}$

Assim,

$\frac{A}{A_0} - 1 = 1{,}98 \cdot 10^{-3} \rightarrow \frac{A}{A_0} = 1{,}002$ (aproximadamente)

Logo, a área aumentou cerca de 0,2%.

AULA 17

01. B

Dados:

$V_0 = 2\,cm^3;\ \gamma = 11 \times 10^{-4};\ A = 1 \times 10^{-2}\,cm^2;\ \theta_0 =$
$= 30\ °C;\ \theta = 80\,°C.$

Aplicando a expressão da dilatação volumétrica:

$\Delta V = V_0\,\gamma\left(\theta - \theta_0\right) \Rightarrow A\,h = V_0\,\gamma\left(\theta - \theta_0\right) \Rightarrow$

$\Rightarrow h = \frac{V_0\,\gamma\left(\theta - \theta_0\right)}{A} =$

$= \frac{2 \cdot 11 \times 10^{-4}\left(80 - 30\right)}{1 \times 10^{-2}} \Rightarrow \boxed{h = 11\ cm.}$

02. E

$V_0 = 10^2 \cdot 10^2 \cdot 1 \Rightarrow V_0 = 10^4\ cm^3$

$\Delta V = 3 \cdot \alpha \cdot V_0 \cdot \Delta\theta \Rightarrow \Delta V = 3 \cdot 9 \cdot 10^{-6} \cdot 10^4 \cdot 10 \Rightarrow$

$\Rightarrow \Delta V = 2{,}7\ cm^3$

03. B

Para variações de temperatura ΔT e $2\Delta T$, as variações da área e do volume são:

$$\left\{\begin{array}{l} \Delta A_1 = A_0\ 2\,\alpha\ \Delta T \\ \Delta A_2 = A_0\ 2\,\alpha\left(2\,\Delta T\right) \end{array}\right\rangle \Rightarrow \frac{\Delta A_2}{\Delta A_1} = 2.$$

$$\left\{\begin{array}{l} \Delta V_1 = V_0\ 3\,\alpha\ \Delta T \\ \Delta V_2 = V_0\ 3\,\alpha\left(2\,\Delta T\right) \end{array}\right\rangle \Rightarrow \frac{\Delta V_2}{\Delta V_1} = 2.$$

04. C

Como a água dilata-se em todas as direções, não podemos levar em conta apenas a dilatação na vertical, como se fosse dilatação linear. O enunciado manda considerar os oceanos como sistemas fechados, então a área ocupada pela água (área da base do "recipiente") se mantém constante.

Dados: $h_0 = 4\ km = 4 \times 10^3\ m$; $\gamma = 2 \times 10^{-4}\ °C^{-1}$; $\Delta\theta = 1\ °C$.

Da expressão da dilatação dos líquidos:

$\Delta V = V_0\ \gamma\ \Delta\theta \quad \Rightarrow \quad \cancel{A}\ \Delta h = \cancel{A}_0\ \gamma\ \Delta\theta \quad \Rightarrow$

$\Delta h = 4 \times 10^3 \times 2 \times 10^{-4} \times 1 \quad \Rightarrow \quad \Delta h = 0{,}8\ m.$

05. C

Analisando o gráfico, notamos que o volume da água e o volume do recipiente são iguais apenas a $4\,°C$. Portanto, se a água é colocada no recipiente a $4\,°C$, ela não transbordará. Em qualquer outra temperatura, **acima** ou **abaixo** desse valor, o volume da água é maior que o volume interno do recipiente e, então, a água transbordará. A palavra **apenas** elimina a afirmativa [II].

06. D

Dados: volume comercializado em 1 semana (7 dias), $V = 140 \times 10^3$ L; $\Delta T = 30\ °C$ e $\gamma = 10^{-3}\ °C^{-1}$.

Dilatação Volumétrica: $\Delta V = v_0\ \gamma\ \Delta T = (140 \times 10^3)(10^{-3})(30) = 4.200$ L.

Lucro obtido: L = (4.200)(1,60) = R$ 6.720,00.

Convém destacar que a dilatação não foi multiplicada pela diferença entre o preço de venda e o preço de custo (R$1,10) do combustível porque esse volume dilatado não foi comprado; ele foi ganho da natureza.

07. A

Quando o termômetro é colocado no vaso com água quente, o vidro, por estar em contato direto com água, acaba aquecendo e dilatando primeiro. Desse modo, temos a impressão de que a coluna de mercúrio diminui de altura. Logo após, quando o mercúrio passa também a dilatar, a altura da coluna aumenta. O item que explica isso é o item A.

08. E

Aplicando-se a fórmula da dilatação volumétrica, ou seja

$\Delta V = V_0 \cdot \gamma \cdot \Delta T$

obtemos, substituindo os dados fornecidos no enunciado,

$\Delta V = 40.000 \cdot 1{,}1 \cdot 10^{-3} \cdot \left(10 - 30\right) = -880$

Isso indica que o volume da gasolina diminui em 880 litros sendo assim o ar ocupou esse espaço.

09. B

$V_0 = 10L = 10 \cdot 10^4\,mL$

$T_0 = 10°C$

$T = 90°C$

$\Delta V_{ap} = 352\,mL$

$\gamma_{liq} = 5{,}0 \cdot 10^{-4}\,°C^{-1}$

Temos

$\Delta V_{ap} = V_0 \cdot \gamma_{ap} \cdot \Delta T$

$352 = 10 \cdot 10^3 \cdot \gamma_{ap} \cdot \left(90 - 10\right)$

e, portanto,

$$\gamma_{ap} = 4,4 \cdot 10^{-4}\ °C^{-1}$$

Por outro lado,

$$\gamma_{ap} = \gamma_{liq} - \gamma_{frasco}$$

$$\gamma_{ap} = \gamma_{liq} - \left(3\alpha_{frasco}\right)$$

$$4,4 \cdot 10^{-4} = 5,0 \cdot 10^{-4}\ °C^{-1} - \left(3\alpha_{frasco}\right)$$

Logo,

$$\alpha_{frasco} = 2,0 \cdot 10^{-5}\ °C^{-1}$$

10. D

Devido ao comportamento anômalo da água, ela diminui seu volume de 0 °C a 4 °C, para que isso aconteça, sua densidade deve aumentar nesta faixa de temperatura, a partir de 4°C em diante sabe-se que a água se comporta normalmente, ou seja, ela aumenta de volume, para que ela possa aumentar de volume, sua densidade deverá diminuir. Portanto, a alternativa correta é o item D.

AULA 18

01. D

[Resposta do ponto de vista da disciplina de Física]

As leis de Kepler forneceram subsídios para o modelo heliocêntrico (Sol no centro) contrapondo-se ao sistema geocêntrico (Terra no centro) até, então, defendido pela igreja naquela época.

[Resposta do ponto de vista da disciplina de História]

Somente a alternativa [D] está correta. A questão remete ao Renascimento Científico vinculado ao Renascimento Cultural dos séculos XIV, XV e XVI. O espírito Renascentista é pautado pela investigação, a busca do conhecimento, seja pelo método indutivo vinculado ao Empirismo ou ao pelo método dedutivo associado ao Racionalismo. Questionava-se qualquer tipo de autoridade, sobretudo o poder da Igreja que era ancorada na filosofia grega de Aristóteles. Este pensador defendia uma visão geocêntrica de mundo e teve apoiou de outros estudiosos antigos como Ptolomeu. A Igreja católica no medievo baseou-se no pensamento aristotélico-ptolomaico antigo e também defendeu o geocentrismo. No entanto, alguns estudiosos do Renascimento Científico começaram a questionar esta pseudo-visão. Entre eles estão Copérnico, 1473-1543, que escreveu o livro "Da Revolução Das Esferas Celestes", em que combateu a tese geocêntrica e defendeu o heliocentrismo e Johannes Kepler, 1571-1630, pensador alemão que formulou três leis importantes para a Revolução Cientifica do século XVII que consolidou o heliocentrismo. **Primeira Lei:** das órbitas, os planetas giram em órbitas elípticas ao redor do sol. **Segunda Lei:** das áreas, um planeta girará com maior velocidade quanto mais próximo estiver do sol. **Terceira Lei:** a relação do cubo da distância média de um planeta ao sol e o quadrado do período da revolução do planeta é uma constante sendo a mesma para todos os planetas.

02. E

A velocidade orbital do planeta varia na órbita, pois quando este se aproxima da estrela, sua velocidade cresce e quando se afasta sua velocidade diminui.

03. D

O periélio é a região da órbita mais próxima da estrela sendo o local onde a força gravitacional é maior, portanto o planeta acelera do afélio (ponto mais afastado da estrela) ao periélio.

04. A

De acordo com a 3ª Lei de Kepler relacionamos o período de órbita com o raio da mesma, conforme a equação:

$$\frac{T^2}{R^3} = \text{constante}$$

Como se trata de dois satélites com órbitas circulares e de mesma massa e girando em torno de um mesmo astro, temos:

$$\frac{T_1^2}{R_1^3} = \frac{T_2^2}{R_2^3}$$

Então, substituindo os valores apresentados ficamos com:

$$\frac{T_1^2}{R_1^3} = \frac{(28\ d)^2}{(4\ R_1)^3} \Rightarrow T_1 = \sqrt{\frac{(28\ d)^2 \cdot R_1^3}{(4\ R_1)^3}} = \sqrt{\frac{784 \cdot \cancel{R_1^3}}{64\ \cancel{R_1^3}}} \therefore T_1 = \sqrt{12,25} = $$
$$= 3,5 \text{ dias}$$

05. A

A razão (r) pedida é:

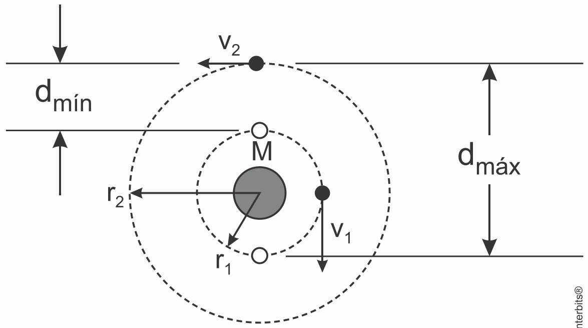
$$r = \frac{D_J}{D_T} = \frac{140.000}{13.000} = \frac{140}{13} \Rightarrow \boxed{r \cong 10,8.}$$

06. C

A afirmativa [III] viola a segunda lei de Kepler (ou lei das áreas), onde o vetor posição do centro de massa de um planeta do Sistema Solar, em relação ao centro de massa do Sol, varre áreas iguais em intervalos de tempo iguais, não importando a posição do planeta em sua órbita.

07. B

A partir da figura abaixo, temos:



$$\frac{d_{mín}}{d_{máx}} = \frac{r_2 - r_1}{r_2 + r_1} = \frac{4}{5}$$

De onde vem:

$$5 \cdot (r_2 - r_1) = 4 \cdot (r_2 + r_1)$$

$$r_2 = 9 \cdot r_1 \;\; (1)$$

Como a força resultante em movimentos curvilíneos é igual á força centrípeta e esta representa a força gravitacional:

$$F_c = F_g$$

$$\frac{m \cdot v^2}{r} = \frac{G \cdot M \cdot m}{r^2} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{G \cdot M}{r}} \;\; (2)$$

Fazendo a razão v_1 / v_2:

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{\sqrt{\frac{G \cdot M}{r_1}}}{\sqrt{\frac{G \cdot M}{r_2}}} = \sqrt{\frac{r_2}{r_1}}$$

Substituindo a equação (1)

$$\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{9 \cdot r_1}{r_1}} \Rightarrow \frac{v_1}{v_2} = \sqrt{9} = 3$$

08. D

Aplicando a 3ª lei de Kepler ao sistema Terra-satélites, podemos relacionar os períodos de revolução às suas distâncias médias em relação ao centro da Terra.

$$\frac{T_1^2}{R_1^3} = \frac{T_2^2}{R_2^3} \Rightarrow \frac{(24h)^2}{R_{Geo}^3} = \frac{(48h)^2}{R_2^3} \Rightarrow R_2 = \sqrt[3]{\frac{(48h)^2}{(24h)^2} \cdot R_{Geo}^3} \therefore R_2 =$$

$$= 4^{\frac{1}{3}} \cdot R_{Geo}$$

09. C

[I] **Correta**. A segunda lei de Kepler afirma que o segmento de reta Sol-planeta varre áreas iguais em intervalos de tempo iguais.

[II] **Incorreta**. O **quadrado** do período (**T**) da órbita é proporcional ao **cubo** do raio médio (**r**) da trajetória (semieixo maior da elipse): $T^2 = k\,r^3$.

[III] **Correta**. O movimento do planeta é acelerado de H para A e retardado de A para H. Portanto, $V_A > V_H$.

10. E

Sabendo que:

$$\begin{cases} Rx = 10 \cdot R_T \\ T_T = 1\,\text{ano} \\ T_x = ? \end{cases}$$

Utilizando a 3ª Lei de Kepler:

$$\frac{{R_x}^3}{{T_x}^2} = \frac{{R_T}^3}{{T_T}^2}$$

$$\frac{(10 \cdot R_T)^3}{{T_x}^2} = \frac{{R_T}^3}{1^2}$$

$$\frac{1000}{{T_x}^2} = 1$$

$${T_x}^2 = 1000$$

$$T_x = \sqrt{1000}$$

$$T_x \simeq 32 \text{ anos}$$

AULA 19

01. B

Nota 1 – O verbo <u>orbitar</u> já significa <u>girar ao redor de</u> .... Portanto: " Ele <u>orbita ao redor</u> da Próxima Centauri, ..." é um pleonasmo. O correto é: "Ele <u>orbita</u> a Próxima Centauri, ...".

Calculando a massa da estrela Próxima Centauri.
Dados relevantes:

Período orbital: $T = 11{,}2\,\text{dias} = 9{,}7 \times 10^5\ \text{s}$;

Raio orbital: $r = 7{,}5 \times 10^6\ \text{km} = 7{,}5 \times 10^9\ \text{m}$;

Constante de gravitação: $G = 6{,}7 \cdot 10^{-11}\ \text{N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$;

$\pi = 3$.

Considerando circular a órbita do planeta, a sua aceleração é centrípeta tem intensidade igual à intensidade do campo gravitacional na órbita.

$$a_{cp} = g \;\Rightarrow\; \frac{v^2}{\cancel{r}} = \frac{GM}{r^{\cancel{2}}} \;\Rightarrow\; \left(\frac{2\pi r}{T}\right)^2 =$$

$$= \frac{GM}{r} \;\Rightarrow\; \frac{r^3}{T^2} = \frac{GM}{4\pi^2} \text{ (3ª Lei de Kepler)} \;\Rightarrow$$

$$\Rightarrow M = \frac{4\pi^2 r^3}{GT^2} = \frac{4 \times 3^2 \times (7{,}5 \times 10^9)^3}{6{,}7 \times 10^{-11} \times (9{,}7 \times 10^5)^2} =$$

$$= \frac{1{,}5 \times 10^{31}}{63} \Rightarrow\; M = 2{,}4 \times 10^{29}\,\text{kg}.$$

Usando as regras para ordem de grandeza:

$$\boxed{M = 10^{29}\,\text{kg}.}$$

Nota 2 – A alternativa [B] diz: A ordem de grandeza da massa da estrela Próxima Centauri é <u>maior</u> do que 10^{29} kg. A palavra <u>maior</u> deve ser trocada por <u>igual</u>, ou então: A massa da estrela Próxima Centauri é maior que 10^{29} kg.

02. D

[A] Falsa. Fazendo a razão entre as forças gravitacionais exercidas sobre um mesmo corpo colocado nas superfícies de Júpiter e da Terra obtemos um valor de aproximadamente 2,6 de acordo com o cálculo:

$$\frac{F_J}{F_T} = \frac{\cancel{G}\dfrac{M_J \cdot \cancel{m}}{(R_J)^2}}{\cancel{G}\dfrac{M_T \cdot \cancel{m}}{(R_T)^2}} = \frac{\dfrac{318\ \cancel{M_T}}{(11\ \cancel{R_T})^2}}{\dfrac{\cancel{M_T}}{\cancel{(R_T)^2}}} = \frac{318}{121} \therefore \frac{F_J}{F_T} = 2{,}628$$

[B] Falsa. A expressão não comtempla o raio da Terra. O correto seria considerar a distância do corpo até o centro da Terra, de acordo com: $g = \dfrac{G \cdot M}{(R+h)^2}$.

[C] Falsa. A intensidade da força de atração gravitacional entre dois planetas depende diretamente de suas massas e inversamente proporcional ao quadrado de suas distâncias médias entre seus centros da massa, portanto essa intensidade é igual em módulo para os dois planetas.

[D] Verdadeira. Fazendo a razão entre as acelerações da gravidade de Urano e da Terra, temos:

$$\frac{g_U}{g_T} = \frac{\cancel{G}\dfrac{M_U}{(R_U)^2}}{\cancel{G}\dfrac{M_T}{(RT)^2}} = \frac{\dfrac{14\ \cancel{M_T}}{(4\ \cancel{RT})^2}}{\dfrac{\cancel{M_T}}{\cancel{(RT)^2}}} = \frac{14}{16} \therefore g_U = 0{,}875\ g_T$$

Então: $g_U = 0{,}875 \cdot 9{,}81\ m/s^2 \therefore g_U = 8{,}58\ m/s^2$

[E] Falsa. Fazendo a razão entre as forças gravitacionais exercidas sobre um mesmo corpo colocado nas superfícies de Saturno e da Terra obtemos um valor de aproximadamente 1,17 de acordo com o cálculo:

$$\frac{F_S}{F_T} = \frac{\cancel{G}\dfrac{M_S \cdot \cancel{m}}{(R_S)^2}}{\cancel{G}\dfrac{M_T \cdot \cancel{m}}{(R_T)^2}} = \frac{\dfrac{95\ \cancel{M_T}}{(9\ \cancel{R_T})^2}}{\dfrac{\cancel{M_T}}{\cancel{(R_T)^2}}} = \frac{95}{81} \therefore \frac{F_S}{F_T} = 1{,}1728$$

03. D

Análise das alternativas falsas:

[A] Falsa. A força resultante é o peso do satélite ou a força de atração gravitacional.

[B] Falsa. Mesmo que reduzida, existe gravidade nesta altitude em relação à Terra.

[C] Falsa. É a velocidade orbital que mantém o satélite na posição geoestacionária, que é calculada para que o período do movimento circular seja de $24\ h$.

[E] Falsa. O peso é reduzido por conta da redução da aceleração da gravidade de acordo com Newton, mas não é zero.

04. A

A força exercida pelos dois planetas sobre o ponto P são iguais em módulo, portanto: $F_{13} = F_{23}$

Usando a lei da Gravitação de Newton:

$$F_{13} = \frac{G \cdot m_1 \cdot m_3}{(D/3)^2} \text{ e } F_{23} = \frac{G \cdot m_2 \cdot m_3}{(2D/3)^2}$$

Igualando e simplificando:

$$\frac{\cancel{G} \cdot m_1 \cdot \cancel{m_3}}{(D/3)^2} = \frac{\cancel{G} \cdot m_2 \cdot \cancel{m_3}}{(2D/3)^2} \Rightarrow \frac{m_1}{\cancel{D^2/9}} = \frac{m_2}{\cancel{4D^2/9}} \therefore \frac{m_1}{m_2} = \frac{1}{4}$$

05. D

$$F = G\frac{m_1 \cdot m_2}{d^2}$$

$$F_1 = G\frac{2 \cdot m_1 \cdot m_2}{\left(\frac{d}{2}\right)^2} \Rightarrow F_1 = G\frac{2 \cdot m_1 \cdot m_2}{\frac{d^2}{4}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow F_1 = G\frac{8 \cdot m_1 \cdot m_2}{d^2} \Rightarrow F_1 = 8 \cdot G\frac{m_1 \cdot m_2}{d^2} \Rightarrow F_1 = 8F$$

06. C

Na superfície do planeta, o módulo do campo gravitacional é diretamente proporcional a sua massa e inversamente proporcional ao quadrado de seu raio, então em relação à Terra:

$$\frac{g_K}{g_T} = \frac{G \cdot 5M_T / (1{,}6R_T)^2}{G \cdot M_T / (R_T)^2} \Rightarrow \frac{g_K}{g_T} = \frac{5}{1{,}6^2} \therefore g_K \simeq 2g_T$$

Portanto, a aceleração gravitacional do planeta Kepler 452-b é aproximadamente o dobro em relação ao da Terra.

07. B

$$F = \frac{mGM}{d^2}$$

$$F = m \cdot a$$

$$m \cdot a = \frac{mGM}{d^2} \Rightarrow \frac{m \cdot a}{m} = \frac{mGM}{m \cdot d^2} \Rightarrow a = \frac{GM}{d^2}$$

Onde,

$$a = g \therefore g = \frac{GM}{d^2}$$

08. D

A força gravitacional age como resultante centrípeta. Seja M a massa do buraco negro e m massa do objeto orbitante. Combinando a lei de Newton da gravitação com a expressão da velocidade para o movimento circular uniforme, vem:

$$\left\{\begin{array}{l} v = \dfrac{\Delta S}{\Delta t} \Rightarrow v = \dfrac{2\pi R}{T} \\ \dfrac{GM\cancel{m}}{R^{\cancel{2}}} = \dfrac{\cancel{m}v^2}{\cancel{R}} \Rightarrow M = \dfrac{R}{G}v^2 \end{array}\right\rangle \Rightarrow M = \frac{R}{G}\left(\frac{2\pi R}{T}\right)^2 =$$

$$= \frac{R}{G}\frac{4\pi^2 R^2}{T^2} \Rightarrow \boxed{M = \frac{4\pi^2 R^3}{GT^2}.}$$

09. B

Se a Estação Espacial Internacional não está fixa sobre um mesmo ponto da Terra ela **não se comporta** como geoestacionário. Se ela está em órbita, a força gravitacional **age** sobre ela

10. D

Dados:

$m_T = 6\times10^{24}$ kg; $m_T = 1\times10^{26}$ kg; $d_{TS} = 1,5\times10^{11}$ m;

$d_{NS} = 4,5\times10^{12}$ m.

Da lei de Newton da Gravitação:

$$\left\{\begin{array}{l} F_{ST} = \dfrac{G\,M\,m_T}{(d_{TS})^2} \\ F_{SN} = \dfrac{G\,M\,m_N}{(d_{NS})^2} \end{array}\right\rangle \div \;\Rightarrow\; \frac{F_{ST}}{F_{SN}} = \frac{\cancel{G}\,\cancel{M}\,m_T}{(d_{TS})^2} \times \frac{(d_{NS})^2}{\cancel{G}\,\cancel{M}\,m_N} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{F_{ST}}{F_{SN}} = \frac{m_T}{m_N} \times \left(\frac{d_{NS}}{d_{TS}}\right)^2 \Rightarrow \frac{F_{ST}}{F_{SN}} = \frac{6\times10^{24}}{1\times10^{26}} \times \left(\frac{4,5\times10^{12}}{1,5\times10^{11}}\right)^2 =$$

$$= 6\times10^{-2}\cdot9\times10^{2} \Rightarrow \frac{F_{ST}}{F_{SN}} = 54.$$

AULA 20

01. A

A energia só pode ser transformada, jamais criada. Dito isto, a energia para transformação de cana de açúcar num processo onde acontecerão diversos tipos de transformação (especialmente energia química) tendo como produto final o etanol, energia armazenada quimicamente (potencial). Desta forma, alternativa correta [A].

02. C

[I] O carro está perdendo velocidade de recarregando as baterias. Temos então, transformação de energia cinética (1) para energia elétrica (3).

[II] O movimento do veículo provém da combustão, que é uma reação química. Assim, há transformação de energia química (2) para energia cinética (1).

[III] Se o motor elétrico mantém a velocidade constante, isso significa que está havendo transformação de energia elétrica (3) para energia cinética (1).

03. C

Inicialmente, a temperatura da sala diminui. Uma vez atingido o equilíbrio térmico, a temperatura da sala aumenta, pois está entrando energia elétrica na sala, sendo transformada em energia térmica pelo sistema motor-compressor.

04. C

A lei da dilatação linear é $\Delta L = \alpha.L_0.\Delta T$.

Assim o comprimento final de um fio após a dilatação é $L = L_0 + \Delta L = L_0 + \alpha.L_0.\Delta T = L_0.(1 + \alpha.\Delta T)$

Os dois fios tem o mesmo comprimento inicial, mas o fio (2) possui maior coeficiente de dilatação, de tal forma então que após a variação da temperatura ele terá comprimento final maior.

Então a condição do problema é $L_2 - L_1 = 8.10^{-3}$

$[L_0.(1 + \alpha.\Delta T)]_2 - [L_0.(1 + \alpha.\Delta T)]_1 = 8.10^{-3}$

$[10.(1 + 2,6.10^{-5}.\Delta T)]_2 - [10.(1 + 1,0.10^{-5}.\Delta T)]_1 = 8.10^{-3}$

$10 + 2,6.10^{-4}.\Delta T - 10 - 1,0.10^{-4}.\Delta T = 8.10^{-3}$

$1,6.10^{-4}.\Delta T = 8.10^{-3}$

$$\Delta T = \frac{8.10^{-3}}{1,6.10^{-4}} \rightarrow \Delta T = 50°C$$

05. B

Dados:

$T_{0F} = 0°F$

$T_{1F} = 70°F$

Convertendo para Celsius, através da relação:

$$\frac{T_c}{5} = \frac{T_F - 32}{9}$$

obtemos

$T_{0C} = -17,78°F$

$T_{1C} = 21,11°C$

Assim,

$$\Delta V = V_0\cdot\gamma\cdot\Delta T = 20\cdot0,0012\cdot\left[21,11-(-17,78)\right]$$

e, portanto,

$\Delta V = 0,940\,L$ (aproximadamente)

06. D

07. C

De acordo com a 3ª lei de Kepler, para todos os planetas de um mesmo sistema solar, ou para todos os satélites de um mesmo planeta, a relação entre o período de translação (**T**) e raio médio da órbita (**r_m**) é dada pela expressão:

$\dfrac{T^2}{r_m^3} = k$ (constante), sendo **r_m** igual à medida do semieixo maior para órbitas elípticas, e, igual ao raio, para órbitas circulares. Assim, como o semieixo maior da órbita de S é igual ao raio da órbita de T, os dois satélites têm o mesmo período de translação.

08. A

$$\left\{\begin{array}{l} \text{Terra}:\; g = G\dfrac{M}{R^2} = 10 \\ \text{Planeta}:\; g' = G\dfrac{(4\;M)}{(4\;R)^2} = \dfrac{4}{16}\,G\dfrac{M}{R^2} = \dfrac{1}{4}\,(10) \end{array}\right\rangle \Rightarrow$$

$\Rightarrow g' = 2,5\,m/s^2.$

09. B

Dados: **m_T** = $6,0\times10^{24}$ kg; **m_J** = $2,0\times10^{27}$ kg; **R_T** = $1,5\times10^{11}$ m; **R_J** = $7,5\times10^{11}$ m; **G** = $6,7\times10^{-11}$ N·m²/kg².

No momento de maior proximidade, a distância entre os dois planetas é:

$r = R_J - R_T = 7,5\times10^{11} - 1,5\times10^{11} \Rightarrow$

$\Rightarrow r = 6\times10^{11}$ m.

Substituindo os valores na fórmula da força gravitacional:

$$F = G\frac{m_T m_J}{r^2} \Rightarrow F = 6,7\times10^{-11}\,\frac{6\times10^{24}\times2\times10^{27}}{(6\times10^{11})^2} =$$

$$= \frac{8\times10^{41}}{36\times10^{22}} \Rightarrow F = 2,2\times10^{18}\text{ N}.$$

10. B

Dados: $\mathbf{M_t}$ = $6{,}0 \times 10^{24}$ kg; $\mathbf{G}$ = $6{,}7 \times 10^{-11}$ $N.m^2/kg^2$; $\mathbf{g}$ = 0,25 m/s^2.

Da expressão dada:

$$g = \frac{G\,M}{d^2} \Rightarrow d = \sqrt{\frac{G\,M_t}{g}} = \sqrt{\frac{6{,}7 \times 10^{-11} \times 6 \times 10^{24}}{0{,}25}} \cong \sqrt{16 \times 10^{14}} = 4 \times 10^7\,m$$

$\Rightarrow d = 4 \times 10^4$ km.