

# ENGENHARIAS-CTG E ENGENHARIA CIVIL-CAA

## UFPE

### Vestibular 2014-2

## Química e Física

### LEIA COM ATENÇÃO

01. Só abra este caderno após ler todas as instruções e quando for autorizado pelos fiscais da sala.
02. Preencha os dados pessoais.
03. Este caderno contém as provas de QUÍMICA e FÍSICA, cada uma com 16 (dezesesseis) questões, numeradas de 01 a 16, as quais podem ser de proposições múltiplas e/ou de respostas numéricas. Se o caderno não estiver completo, exija outro do fiscal de sala.
04. As questões de proposições múltiplas apresentam 5 (cinco) alternativas numeradas de duplo zero (0-0) a duplo quatro (4-4), podendo ser todas verdadeiras, todas falsas ou algumas verdadeiras, e outras falsas. Na folha de respostas, as verdadeiras devem ser marcadas na coluna **V**, as falsas, na coluna **F**.
05. As questões numéricas apresentam respostas cujos valores variam de 00 a 99, que devem ser marcados, na folha de respostas, no local correspondente ao número da questão. (COLUNA D para as dezenas, e COLUNA U para as unidades. Respostas com valores entre 0 e 9 devem ser marcadas antepondo-se zero (0) ao valor na COLUNA D).
06. Ao receber a folha de respostas, confira a indicação das disciplinas de que consta a prova, o seu nome e seu número de inscrição. Comunique imediatamente ao fiscal qualquer irregularidade observada.
07. Assinale TIPO-“C” na folha de respostas e verifique se todas as folhas deste caderno estão identificadas com TIPO-“C” no canto inferior direito.
08. Assinale a resposta de cada questão no corpo da prova e, só depois, transfira os resultados para a folha de respostas.
09. Para marcar a folha de respostas, utilize apenas caneta esferográfica preta ou azul e faça as marcas de acordo com o modelo (●). **A marcação da folha de respostas é definitiva, não admitindo rasuras.**
10. Não risque, não amasse, não dobre e não suje a folha de respostas, pois isso poderá prejudicá-lo.
11. Os fiscais não estão autorizados a emitir opinião nem a prestar esclarecimentos sobre o conteúdo das provas. Cabe única e exclusivamente ao candidato interpretar e decidir.
12. Se a Comissão verificar que a resposta de uma questão é dúbia ou inexistente, a questão será posteriormente anulada, e os pontos, a ela correspondentes, distribuídos entre as demais.
13. Duração desta prova: 04 horas.

Nome:

Inscrição:

Identidade:

Órgão Expedidor:

Assinatura:

COMISSÃO DE PROCESSOS  
SELETIVOS E TREINAMENTOS

Fone: (81) 3412-0800

Fax: (81) 3412-0805



**TIPO-C**

## QUÍMICA

01. A respeito das propriedades periódicas dos grupos de elementos cuja representação é mostrada ao lado, analise as proposições abaixo.

- 0-0)  $K^+$  possui raio iônico menor que  $Ca^{2+}$ .  
 1-1) A eletropositividade do potássio é maior que a do sódio.  
 2-2) O potencial de ionização do cézio é maior que o do bário.  
 3-3)  $Na^+$  e  $Mg^{2+}$  são espécies isoeletrônicas.  
 4-4) O berílio possui raio atômico menor que o lítio.

1 H hidrogênio	
3 Li lítio	4 Be berílio
11 Na sódio	12 Mg magnésio
19 K potássio	20 Ca cálcio
37 Rb rubídio	38 Sr estrôncio
55 Cs césio	56 Ba bário
87 Fr frâncio	88 Ra rádio

**Resposta: FVFVV**

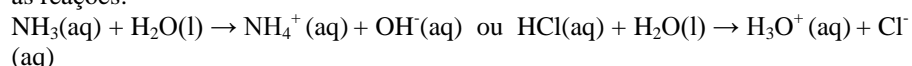
**Justificativa:** Como os elementos sódio e magnésio possuem 11 e 12 elétrons respectivamente, ao serem formados, os cátions  $Na^+$  e  $Mg^{2+}$  ficam ambos com 10 elétrons sendo, portanto, espécies isoeletrônicas. O raio atômico no período diminui da esquerda para a direita. Como o cálcio possui maior número atômico que o potássio, o raio do cátion  $Ca^{2+}$  é menor que o do  $K^+$ . A eletropositividade cresce de cima para baixo nas famílias. O potencial ou energia de ionização aumenta da esquerda para a direita nos períodos da tabela periódica.

02. Com base nas propriedades dos diferentes tipos de óxidos inorgânicos e considerando a temperatura igual a 25 °C, analise as proposições abaixo.

- 0-0) A água é classificada como um óxido anfótero, pois pode atuar como ácido ou como base, dependendo da reação.  
 1-1) O óxido de cálcio ( $CaO$ ) é um sólido, enquanto que o dióxido de carbono ( $CO_2$ ) é um gás.  
 2-2) Os compostos  $H_2O_2$ ,  $Na_2O_2$  e  $BaO_2$  são classificados como peróxidos, pois neles o oxigênio tem número de oxidação igual a -1.  
 3-3) Ao adicionar óxido de sódio ( $Na_2O$ ) em água, obtém-se uma solução que possui pH maior que 7.  
 4-4) O trióxido de enxofre ( $SO_3$ ) é classificado como um óxido neutro, uma vez que sua solução aquosa tem pH igual a 7.

**Resposta: VVVVF**

**Justificativa:** O  $Na_2O$  é um óxido básico, pois reage com água para formar hidróxido de sódio. O  $SO_3$  é um óxido ácido, pois reage com água para formar ácido sulfúrico. A água pode reagir com amônia (base) ou com HCl de acordo com as reações:



O estado físico dos óxidos  $CaO$  e  $CO_2$  é justificado pelas ligações predominantemente iônicas e pelo caráter molecular apolar respectivamente. Por definição, nos peróxidos o oxigênio tem número de oxidação igual a -1, o que ocorre nos compostos mencionados.

03. A tabela abaixo mostra alguns valores de entalpias de ligação. Considerando os conceitos termoquímicos e os dados da tabela, analise as proposições abaixo.

Ligação	Entalpia (kJmol <sup>-1</sup> )
H-H	436
H-F	565
C-C	348
F-F	158
Cl-Cl	242
C-H	412
C-Cl	338

- 0-0) Com base no cálculo utilizando as entalpias de ligação, é possível afirmar que a reação  $\text{CH}_3\text{-CH}_3(\text{g}) + \text{CH}_3\text{-Cl}(\text{g}) \rightarrow \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-Cl}(\text{g}) + \text{CH}_4(\text{g})$  não é nem endotérmica nem exotérmica.
- 1-1) A formação de ligações covalentes é um processo que libera energia.
- 2-2) É mais fácil quebrar uma ligação H-H do que uma ligação F-F.
- 3-3) A reação  $\text{H}_2(\text{g}) + \text{F}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{HF}(\text{g})$  é exotérmica.
- 4-4) A reação  $\frac{1}{2} \text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow \text{Cl}(\text{g})$  tem  $\Delta H = 242 \text{ kJ mol}^{-1}$ .

**Resposta: VVVFV**

**Justificativa:** Formam-se 2 ligações H-F e rompem-se as ligações H-H e F-F. Logo:  $\Delta H = 2 \times (-565) + 436 + 158 = -536 \text{ kJ}$  (exotérmica). Se  $\text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{Cl}(\text{g})$  tem  $\Delta H = 242 \text{ kJ mol}^{-1}$ , então  $\frac{1}{2} \text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow \text{Cl}(\text{g})$  tem  $\Delta H = 121 \text{ kJ mol}^{-1}$ . As ligações formadas e rompidas são as mesmas. Logo,  $\Delta H = 0$ . A quebra de ligações é sempre endotérmica, enquanto a formação é exotérmica. Sendo a entalpia da ligação F-F menor, isso significa que esta ligação é mais fácil de ser rompida.

04. O químico Linus Pauling desenvolveu um diagrama que possibilita a distribuição eletrônica em ordem crescente de energia. Na distribuição eletrônica de um determinado elemento, o último elétron distribuído possui os seguintes números quânticos: 3, 2, -2, +1/2. Considerando que o primeiro elétron distribuído num orbital tem *spin* -1/2, e o segundo tem *spin* +1/2, analise as proposições abaixo:

- 0-0) Há 6 elétrons distribuídos no subnível de maior energia.
- 1-1) O elemento tem número atômico igual a 26.
- 2-2) O elemento é um metal.
- 3-3) O último elétron distribuído encontra-se num orbital do tipo *f*.
- 4-4) O elemento possui elétrons distribuídos em 3 níveis de energia.

**Resposta: VVVFF**

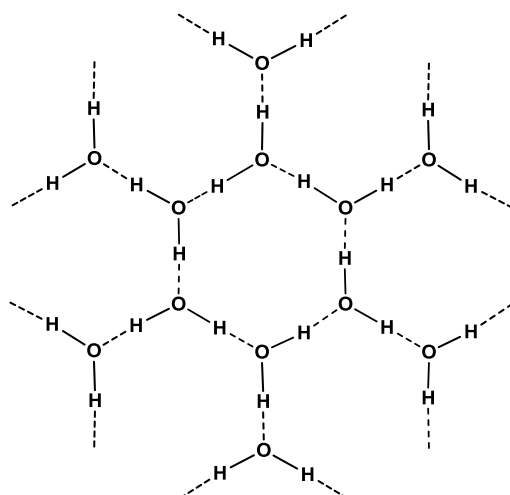
**Justificativa:** Os números quânticos 3 e 2 representam uma distribuição eletrônica que termina em 3d. Os números quânticos -2 e + 1/2 indicam a situação descrita abaixo:

Subnível d

$\uparrow\downarrow$	$\uparrow$	$\uparrow$	$\uparrow$	$\uparrow$
-2	-1	0	+1	+2

Logo, a distribuição eletrônica do elemento é  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^6$ , o que inclui 4 níveis de energia com elétrons distribuídos. Como a distribuição termina num sub-nível d, trata-se de um elemento de transição e, portanto, um metal.

05. A estrutura abaixo representa a água no estado sólido. As ligações tracejadas correspondem às ligações de hidrogênio (antigamente denominadas pontes de hidrogênio) que levam à formação de arranjos cíclicos. Considerando a formação das ligações de hidrogênio, a estrutura do gelo e as propriedades da água, analise as proposições seguintes.

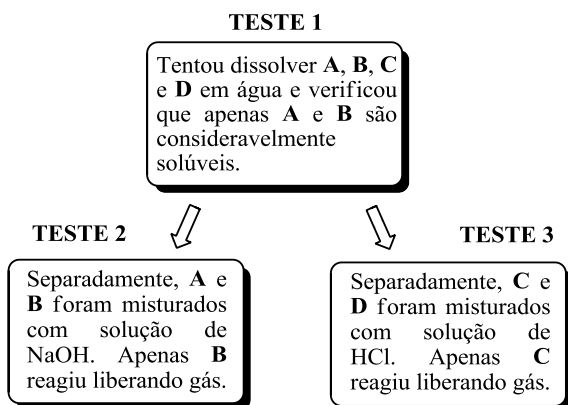


- 0-0) As ligações de hidrogênio ajudam a explicar a grande tensão superficial da água quando em comparação com a de outros líquidos moleculares na mesma temperatura.
- 1-1) No estado sólido, cada molécula de água possui geometria hexagonal.
- 2-2) Também formam ligações de hidrogênio substâncias polares como HBr, H<sub>2</sub>S e NaH.
- 3-3) A água, diferentemente da maioria das substâncias, é mais densa no estado líquido do que no estado sólido, o que pode ser explicado pelos arranjos cíclicos que provocam um aumento do volume ocupado quando se forma um cristal de gelo.
- 4-4) Quando o gelo é derretido e quando a água vaporiza, são rompidas respectivamente ligações de hidrogênio e ligações covalentes.

**Resposta: VFFVF**

**Justificativa:** Como pode ser observada na representação, a formação de estruturas cíclicas faz com que o cristal de gelo seja menos denso. Tanto na fusão quanto na vaporização são rompidas ligações de hidrogênio. De fato, quanto mais forte o tipo de interação intermolecular, mais intensa tende a ser a tensão superficial. A molécula de água tem geometria angular independentemente do estado físico. As ligações de hidrogênio se formam em moléculas que possuem H ligado a N, O ou F quando nos estados líquido ou sólido.

06. Um técnico descuidado se esqueceu de etiquetar quatro frascos contendo cloreto de chumbo II, carbonato de cálcio, cloreto de sódio e cloreto de amônio. No dia seguinte, não foi possível identificá-los através do aspecto visual, uma vez que todos são pós brancos. O técnico resolveu fazer alguns testes para identificar as amostras que chamou aleatoriamente de **A**, **B**, **C** e **D**, de acordo com o esquema abaixo:



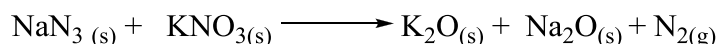
Com base nos resultados obtidos, o técnico pôde concluir que:

- 0-0) o mesmo gás é formado nos testes 2 e 3.
- 1-1) além de um gás, forma-se um precipitado na reação do teste 2.
- 2-2) no teste 1, a solução aquosa obtida através da dissolução da amostra **B** tem pH maior que 7 a 25 °C.
- 3-3) a amostra **A** corresponde ao NaCl.
- 4-4) a amostra **C** corresponde ao PbCl<sub>2</sub>.

**Resposta: FFFVF**

**Justificativa:** Dos quatro sais apenas NaCl e NH<sub>4</sub>Cl são solúveis. Destes, apenas NH<sub>4</sub>Cl reage com bases fortes de acordo com a reação:  $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$ , onde se observa a liberação de amônia (gás) e não se observa a formação de nenhum precipitado. Pode-se concluir que **A** = NaCl e **B** = NH<sub>4</sub>Cl. Como o NH<sub>4</sub>Cl é proveniente de uma base fraca (NH<sub>3</sub>) e um ácido forte (HCl), sua hidrólise é ácida, e portanto sua solução aquosa tem pH < 7. Dos sais insolúveis, apenas CaCO<sub>3</sub> reage com ácidos de acordo com a reação:  $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ , onde se observa a liberação de gás carbônico. Logo, **C** = CaCO<sub>3</sub> e **D** = PbCl<sub>2</sub>.

07. A azida de sódio (NaN<sub>3</sub>) é um sal no qual o nitrogênio tem número de oxidação -1/3. Este composto possui papel importante no avanço da indústria de segurança automobilística. Este sal é utilizado nos dispositivos denominados *air bags*, cujo funcionamento está relacionado à reação não-balanceada abaixo:



Considerando o funcionamento de um *air bag* a 27°C e 1atm, analise as proposições abaixo.

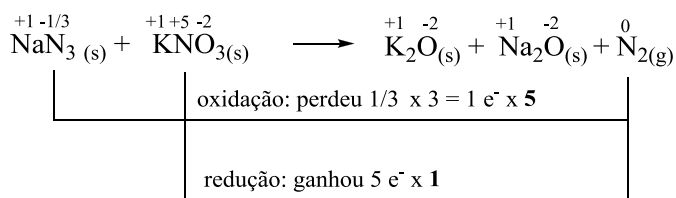
- 0-0) Se houver consumo de 0,5 mol de azida de sódio, o volume do *air bag* inflado será igual a 12,3 L.
- 1-1) Para a mesma massa de azida de sódio consumida, o volume do *air bag* inflado será sempre o mesmo, independentemente da temperatura.

- 2-2) Para cada mol de azida de sódio que reage, há um consumo de 0,2 mol de nitrato de potássio.
- 3-3) A soma dos menores coeficientes inteiros para a reação balanceada é 34.
- 4-4) A azida de sódio atua como agente oxidante.

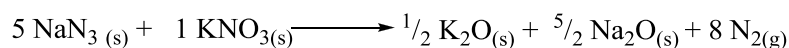
**Resposta: FFVVF**

**Justificativa:**

Primeiramente, é necessário fazer o balanceamento. Colocando os valores dos números de oxidação:



Logo, a reação balanceada é:



Logo, os menores coeficientes inteiros são: 10, 2, 1, 5, 16 com soma igual a 34.

Como a azida de sódio sofre oxidação, é o agente redutor.

Para o consumo de 0,5 mol de  $\text{NaN}_3$ :

5 mols de  $\text{NaN}_3$  ————— 8 mols de  $\text{N}_2$

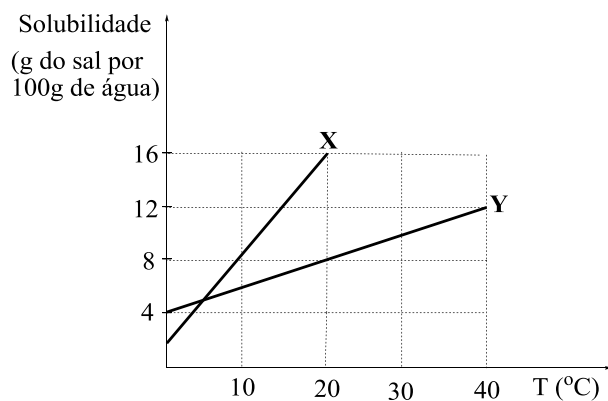
0,5 mol ————— 0,8 mol

$$V = \frac{nRT}{P} = \frac{0,8 \times 0,082 \times 300}{1} = 19,68 \text{ L}$$

Como pode ser observado, o volume depende da temperatura.

A proporção entre azida de sódio e nitrato de potássio na reação é de 5 para 1 que equivale a 1 para 0,2.

- 08.** O gráfico abaixo mostra como as solubilidades de dois sais desconhecidos, designados por **X** e **Y**, variam com a temperatura. Com base no gráfico, analise as proposições seguintes.



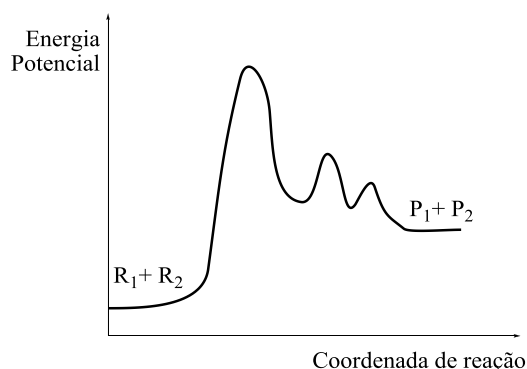
- 0-0) A massa mínima de água necessária para se dissolver 4g de **X** a 20°C é 25g.
- 1-1) A dissolução de ambos os sais é endotérmica.

- 2-2) A adição de 80g de **Y** em 500g de água a 30°C resulta num sistema bifásico em que uma das fases é uma solução saturada.
- 3-3) **X** é mais solúvel em água que **Y**, em qualquer temperatura.
- 4-4) Ao se adicionar 12g de **Y** em 50g de água a 40°C todo o sal será dissolvido.

**Resposta: VVFFF**

**Justificativa:** De acordo com o gráfico, em temperaturas inferiores a aproximadamente 5 °C, a solubilidade de **Y** é maior que a de **X**. A 40 °C a solubilidade de **Y** é 12g/100g H<sub>2</sub>O, logo seria possível dissolver apenas 6g em 50g de água nesta temperatura. A 20 °C a solubilidade de **X** é 16g/100g H<sub>2</sub>O, logo seria possível dissolver 4g em 25g de água nesta temperatura. Como em ambos os casos a dissolução é favorecida pelo aumento de temperatura, podemos dizer que são processos endotérmicos. A 30 °C a solubilidade de **Y** é aproximadamente 10g/100g H<sub>2</sub>O, logo seria possível dissolver em torno de 50g em 500g de água nesta temperatura; como foi considerada a adição de 80g, sobrariam aproximadamente 30g sem dissolver (solução saturada com corpo de fundo).

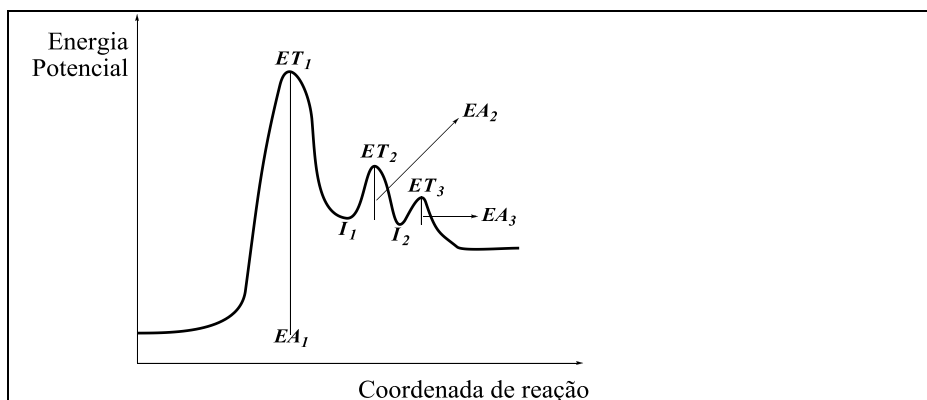
09. A figura abaixo mostra o perfil de uma reação não elementar reversível, na qual os reagentes **R<sub>1</sub>** e **R<sub>2</sub>** são convertidos nos produtos **P<sub>1</sub>** e **P<sub>2</sub>**. Considerando o gráfico apresentado, analise as proposições abaixo.



- 0-0) A primeira etapa é a mais rápida.
- 1-1) A terceira etapa tem menor energia de ativação.
- 2-2) A utilização de um catalisador aumenta a velocidade das reações direta e inversa.
- 3-3) Neste processo, não se forma nenhum intermediário reacional.
- 4-4) O processo global é exotérmico.

**Resposta: FVVFF**

**Justificativa:** Como ocorrem três etapas, dois intermediários (**I<sub>1</sub>** e **I<sub>2</sub>**) são formados. O processo global é endotérmico. A primeira etapa é a mais lenta, pois possui maior energia de ativação (**EA<sub>1</sub>**). Observa-se no gráfico abaixo que a energia de ativação da etapa 3 (**EA<sub>3</sub>**) é a menor. Um catalisador diminui a energia de ativação tanto da reação direta quanto da inversa.



10. Reações nucleares são aquelas que ocorrem com modificação de um ou mais núcleos atômicos. Considere os processos nucleares abaixo e analise as proposições seguintes.

<b>A</b>	${}^{235}_{92}\text{U} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^{142}_{56}\text{Ba} + {}^{91}_{36}\text{Kr} + 3 {}^1_0\text{n}$
<b>B</b>	${}^2_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^1_0\text{n}$
<b>C</b>	${}^{238}_{92}\text{U} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^{239}_{93}\text{Np} + \text{x}$
<b>D</b>	${}^{230}_{90}\text{Th} \rightarrow {}^{226}_{88}\text{Ra} + \text{y}$

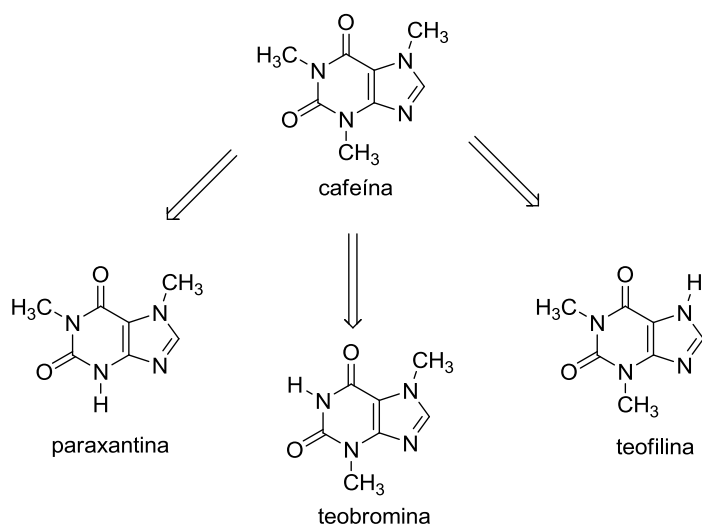
- 0-0) A reação **B** é uma fissão nuclear.  
 1-1) Na reação **C**, x é uma partícula  $\beta$ .  
 2-2) Na reação **D**, y é uma partícula  $\alpha$ .  
 3-3) A reação **A** é uma fusão nuclear.  
 4-4) A emissão de nêutrons possibilita que a reação **A** se propague em cadeia.

**Resposta: FVVFFV**

**Justificativa:** Como na reação **A** um núcleo mais pesado ( ${}^{235}_{92}\text{U}$ ) se converte em outros mais leves ( ${}^{142}_{56}\text{Ba}$  e  ${}^{91}_{36}\text{Kr}$ ) a reação se classifica como uma fissão. Os nêutrons emitidos em **A** podem reagir com outros átomos de urânio-235, o que explica o processo em cadeia. Como na reação **B** núcleos mais leves ( ${}^2_1\text{H}$  e  ${}^3_1\text{H}$ ) se convertem em outro mais pesado ( ${}^4_2\text{He}$ ) a reação se classifica como uma fusão. Se substituirmos x e y por  ${}^0_{-1}\beta$  e  ${}^4_2\alpha$ , respectivamente, as reações **C** e **D** ficam balanceadas.



11. A cafeína é um estimulante do sistema nervoso central que produz um efeito temporário de restauração do nível de alerta. Algumas bebidas que contêm cafeína, como refrigerantes e energéticos, são muito populares entre os jovens. O metabolismo da cafeína leva à formação de três metabólitos: paraxantina, teobromina e teofilina, de acordo com o esquema abaixo:

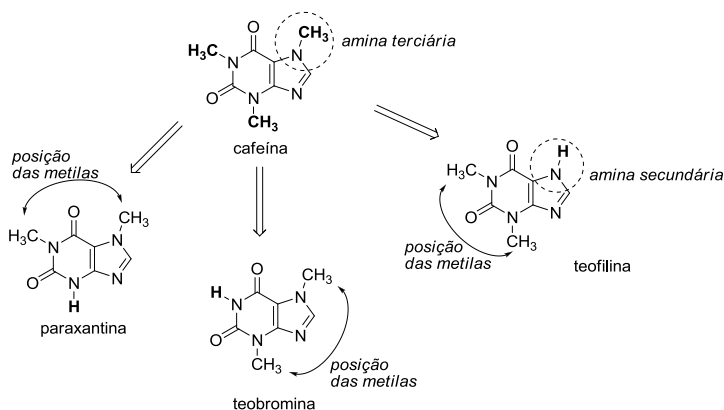


Considerando a cafeína e seus metabólitos, podemos afirmar que:

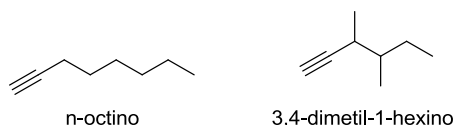
- 0-0) a cafeína possui 5 átomos de carbono com hibridação  $sp^2$ .
- 1-1) paraxantina, teobromina e teofilina são isômeros.
- 2-2) na conversão da cafeína à teofilina, uma amina terciária é convertida a uma amina secundária.
- 3-3) a cafeína possui a funcionalidade cetona.
- 4-4) a cafeína possui fórmula molecular  $C_8H_{10}N_4O_2$ .

**Resposta: VVVVV**

**Justificativa:** As carbonilas da cafeína estão ligadas a átomos de N o que caracteriza a função amida (ou lactama já que a estrutura é cíclica). Na cafeína, com exceção das metilas em negrito, todos os cinco carbonos têm hibridação  $sp^2$ . Os compostos paraxantina, teobromina e teofilina são isômeros, pois se diferenciam apenas pela posição de suas metilas.



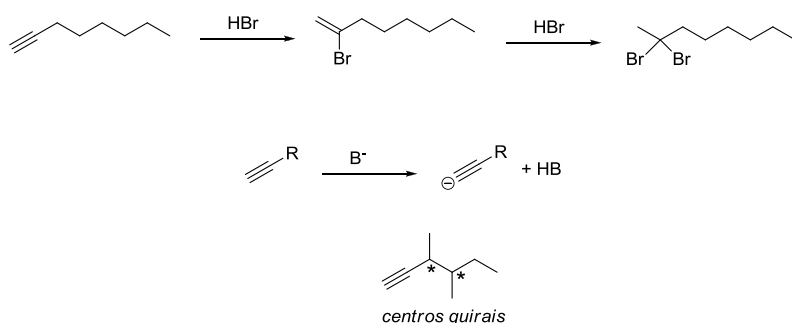
12. Na estante de um laboratório de química, um estudante observou dois frascos etiquetados de acordo com a figura abaixo. Considerando as propriedades desses compostos, analise as proposições seguintes.



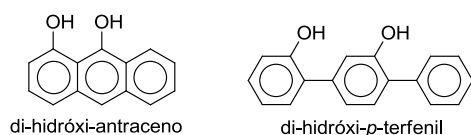
- 0-0) Se 1 mol de n-octino reagir com 2 mols de HBr o produto será o composto 2,2-dibromo-octano.  
 1-1) Ambos podem ser desprotonados na presença de uma base forte.  
 2-2) Ambos são quirais.  
 3-3) Ambos possuem carbonos com hibridação *sp*.  
 4-4) 3,4-dimetil-1-pentino é mais volátil que n-octino.

**Resposta: VVFVV**

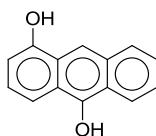
**Justificativa:** Os carbonos que participam da ligação tripla possuem hibridação *sp*. Como possui cadeia ramificada, 3,4-dimetil-1-pentino possui menor ponto de ebulição. Na reação entre n-octino e HBr o produto 2,2-dibromo-octano é formado (Regra de Markownikoff). Alquinos terminais podem ser desprotonados por bases fortes. Apenas 3,4-dimetil-1-pentino é quiral.



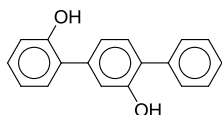
13. A figura abaixo mostra a estrutura dos compostos aromáticos di-hidróxi-antraceno e di-hidróxi-*p*-terfenil.



- Com base na estrutura desses compostos, analise as proposições abaixo.  
 0-0) Ambos sofrem adição de  $H_2$  catalisada por metal a temperatura e pressão ambientes.  
 1-1) O di-hidróxi-antraceno mostrado acima é isômero do composto abaixo:



- 2-2) O di-hidróxi-*p*-terfenil mostrado acima é isômero do composto abaixo.

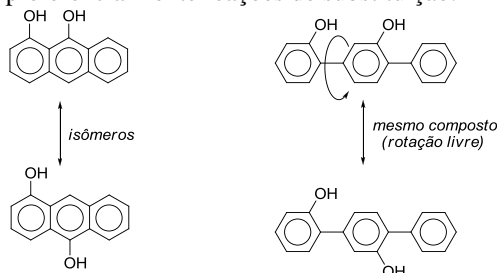


3-3) Ambos possuem 9 ligações  $\pi$ .

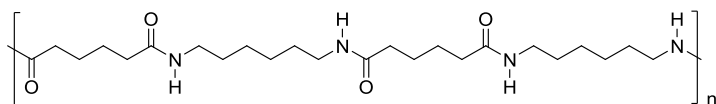
4-4) Ambos são fenóis.

**Resposta: FVFFV**

**Justificativa:** O di-hidróxi-antraceno possui 7 ligações  $\pi$ . Os fenóis são caracterizados por uma ou mais hidroxilas ligadas a um anel aromático. Nas condições ambientes, compostos aromáticos não sofrem reações de adição, esses compostos sofrem preferencialmente reações de substituição.



14. As poliamidas são polímeros utilizados na fabricação de tecidos e plásticos. A figura abaixo mostra a estrutura de uma poliamida:



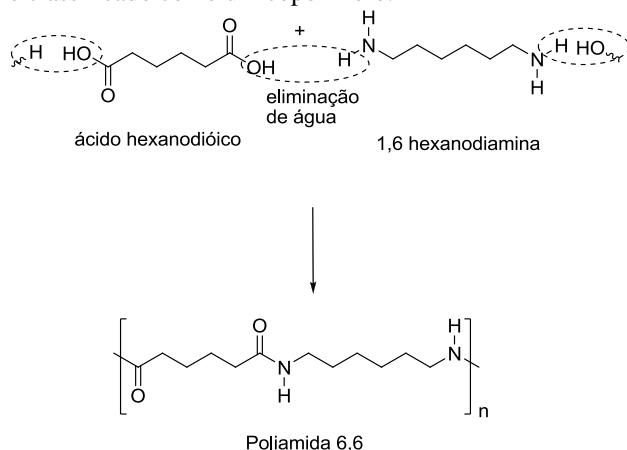
Poliamida 6,6 (náilon)

Considerando a estrutura da poliamida acima, analise as proposições abaixo.

- 0-0) É um homopolímero.
- 1-1) É obtido a partir de uma amida.
- 2-2) Na síntese da poliamida 6,6 ocorre eliminação de água.
- 3-3) É um polímero natural, sendo extraído da seringueira.
- 4-4) É um polímero de adição.

**Resposta: FFVFF**

**Justificativa:** A poliamida 6,6 (náilon) é um polímero de condensação sintético. Como é formado por dois monômeros diferentes (uma diamina e um ácido dicarboxílico) é classificado como um copolímero.

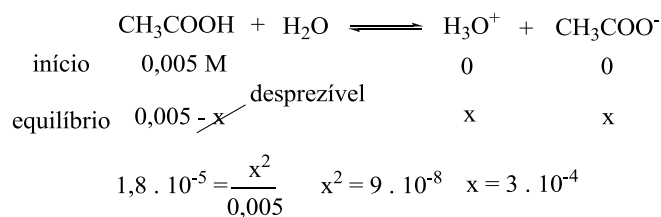


15. O ácido acético ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) possui  $K_a$  igual a  $1,8 \times 10^{-5}$ . Uma amostra de 20 mL de uma solução aquosa 0,1 M de ácido acético foi diluída para um volume final de 400 mL. Calcule a concentração molar de íons  $\text{H}_3\text{O}^+$  na solução diluída. Multiplique o resultado por  $10^4$ .

**Resposta: 03**

**Justificativa:**

$$\begin{aligned} M_1 V_1 &= M_2 V_2 \\ 0,1 \times 20 &= M_2 \times 400 \\ M_2 &= 0,005 \text{ mol/L} \end{aligned}$$

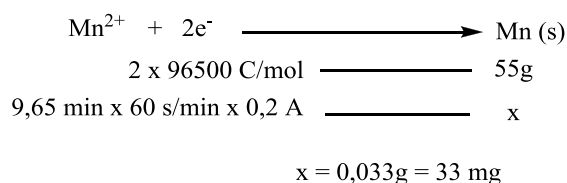


$$\text{Resposta: } 3 \cdot 10^{-4} \cdot 10^4 = 03$$

16. Numa eletrólise, uma amostra de manganês foi produzida a partir de uma solução aquosa de nitrato de manganês,  $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2$ , quando uma corrente de 0,2 A foi utilizada por um período de 9,65 minutos. Calcule a massa (em **mg**) da amostra de manganês. Dados:  $\text{Mn} = 55\text{g/mol}$ ; Constante de Faraday =  $96500 \text{ C mol}^{-1}$ .

**Resposta: 33**

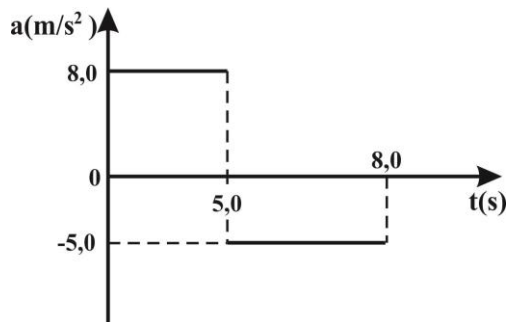
**Justificativa:**



## FÍSICA

Aceleração da gravidade,  $g = 10 \text{ m/s}^2$   
 Constante gravitacional,  $G = 7 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2/\text{kg}^2$   
 Massa da Terra,  $M = 6 \times 10^{24} \text{ kg}$   
 Velocidade da luz no vácuo,  $c = 300.000 \text{ km/s}$

01. O gráfico a seguir ilustra a aceleração, em função do tempo, de uma partícula que se move ao longo de uma linha reta. Se no instante  $t = 2,0 \text{ s}$  a velocidade da partícula era de  $60 \text{ m/s}$ , qual é a sua velocidade em  $\text{m/s}$  no instante  $t = 8,0 \text{ s}$ ?

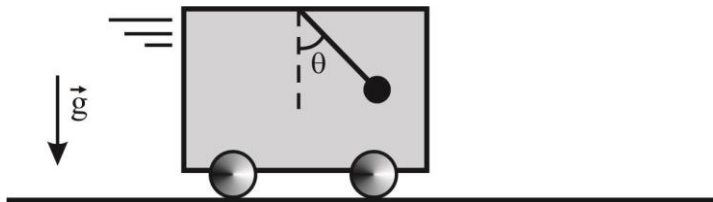


**Resposta: 69**

**Justificativa:**

A “área” (levando-se em conta o sinal) do gráfico aceleração versus tempo dá a variação de velocidade. Entre os instantes  $t = 2 \text{ s}$  e  $t = 8 \text{ s}$ , a “área” do gráfico vale  $3 \times 8 - 3 \times 5 = 9$ . Se a velocidade em  $t = 2 \text{ s}$  era de  $60 \text{ m/s}$ , então a velocidade em  $t = 8 \text{ s}$  será de  $60 + 9 = 69 \text{ m/s}$ .

02. A figura a seguir ilustra um automóvel deslocando-se em uma estrada retilínea horizontal, da esquerda para a direita. No instante mostrado, o automóvel encontra-se em desaceleração. Do seu teto, pende um fio ideal com uma bolinha amarrada na sua extremidade. Sabe-se que  $\sin(\theta) = \sqrt{11}/4$  e  $\cos(\theta) = \sqrt{5}/4$ . Utilizando as aproximações  $\sqrt{11} = 3,3$  e  $\sqrt{5} = 2,2$ , qual é o módulo da aceleração do automóvel, em  $\text{m/s}^2$ ?



**Resposta: 15**

**Justificativa:**

Pela 2ª lei de Newton aplicada à bolinha,  $\tan(\theta) = F_R/P = Ma/Mg = a/g$ . O módulo da aceleração da bolinha vale  $a = g \tan(\theta) = 10 \sqrt{11}/\sqrt{5}$ , o que dá, na aproximação indicada,  $a = 15 \text{ m/s}^2$ .

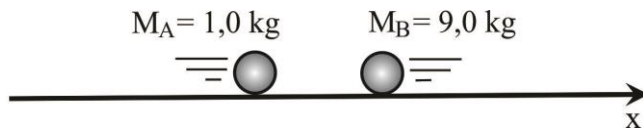
03. Uma bola com massa  $m = 0,1 \text{ kg}$  é largada do repouso, do décimo quinto andar de um edifício, a partir de uma altura de  $45 \text{ m}$ . No instante imediatamente antes de tocar o solo, a velocidade da bola é  $20 \text{ m/s}$ . Considerando que a trajetória da bola foi vertical, calcule quanta energia foi dissipada devido à resistência do ar, em **joules**.

Resposta: 25

**Justificativa:** Em sistemas onde não há conservação da energia mecânica a variação da energia mecânica é igual ao trabalho realizado pelas forças dissipativas,

$\Delta E_{mec} = W$ . Logo,  $\frac{1}{2}mv^2 - mgh = W$ . Assim,  $W = -25 \text{ J}$  e a energia dissipada foi 25 J.

04. Duas partículas, A e B, movem-se uma em direção à outra ao longo do eixo  $x$  horizontal, com velocidades  $v_A = 400 \text{ m/s}$  e  $v_B = -30 \text{ m/s}$  (ver figura a seguir). Desprezam-se todos os atritos. Após uma colisão inelástica as partículas permanecem juntas. Qual é o módulo da velocidade (em  $\text{m/s}$ ) das partículas após a colisão?



Resposta: 13

**Justificativa:** Ao se desprezar os atritos, a conservação do momento linear total leva a  $M_A v_A + M_B v_B = (M_A + M_B)v$ , donde obtemos  $1 \times 400 + 9 \times (-30) = 10v$ , tal que  $v = 13 \text{ m/s}$ .

05. Um satélite artificial geoestacionário encontra-se em uma órbita circular em torno da Terra. Sabendo-se que o raio da órbita é aproximadamente **42.000 km**, e que a massa do satélite é **840 kg**, calcule a força com que a Terra atrai o satélite e forneça a resposta em unidades de  **$10^3 \text{ newtons}$** .

Resposta: 02

**Justificativa:** A força de atração gravitacional é  $F = G \frac{Mm}{R^2} = 200 \text{ N}$ .

06. Um tanque aberto no topo, feito para treinamento de mergulho com cilindro, tem **30 m** de profundidade. Quando preenchido com **1,0 m** de água, a pressão no fundo do tanque é  $p_1$  e a pressão da coluna de água é  $p_0$ . A pressão atmosférica local vale  $10p_0$ . O tanque é preenchido com água até **23 m** de altura e a nova pressão no fundo do tanque é  $p_2$ . Calcule a razão  $p_2/p_1$ .

Resposta: 03

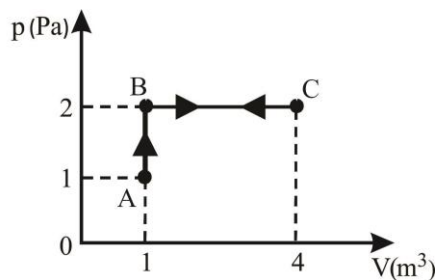
**Justificativa:** A pressão no fundo do tanque é dada por  $p = p_{\text{atmosférica}} + \rho gh$ , onde  $\rho$  é a densidade da água,  $g$  a aceleração gravitacional e  $h$  a altura da coluna de água. Então,  $p_1 = 10p_0 + p_0 = 11p_0$  e  $p_2 = 10p_0 + 23p_0 = 33p_0$ . Logo,  $p_2/p_1 = 3$ .

07. Uma fina vareta é feita de um metal de coeficiente de dilatação linear  $2,5 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ . A vareta é transferida para um local  $10 \text{ } ^\circ\text{C}$  mais frio, sofrendo uma contração de **0,5 mm**. Qual era o tamanho inicial da vareta, em **metros**?

Resposta: 02

**Justificativa:** A expressão da dilatação térmica linear é  $\Delta L = \alpha L_0 \Delta T$ . Assim,  $L_0 = \Delta L / (\alpha \Delta T) = 0,5 \times 10^{-3} / (2,5 \times 10^{-5} \times 10) = 2 \text{ m}$ .

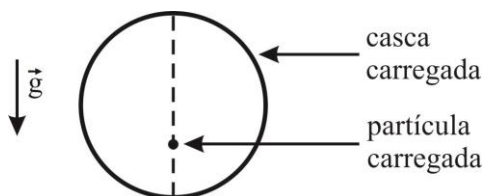
08. O diagrama pressão (**p**) versus volume (**V**) a seguir ilustra três transformações termodinâmicas sofridas por um gás: isovolumétrica (do ponto A ao ponto B), isobárica (do B ao C) e novamente isobárica (do C ao B). Qual é o módulo do trabalho total realizado pelo gás?



Resposta: 00

**Justificativa:** A área do gráfico  $p$  vs  $V$  dá o trabalho realizado pelo gás. No processo AB a área é zero. Por outro lado, as áreas dos processos BC e CB têm o mesmo módulo e sinais contrários, de modo que o trabalho total nas três transformações é nulo.

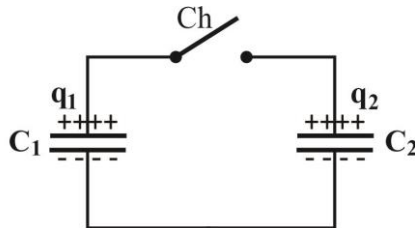
09. Uma partícula pontual, com carga elétrica positiva **q = 3,0  $\mu\text{C}$**  ( $1 \mu\text{C} = 10^{-6} \text{ C}$ ) e massa **m = 3,6  $\times 10^{-6} \text{ kg}$** , é colocada dentro de uma casca esférica de material isolante carregada uniformemente com carga positiva. Sabendo-se que a partícula fica em equilíbrio estático em uma certa altura ao longo da linha vertical que liga o centro da casca ao ponto mais baixo da casca, calcule o módulo do campo elétrico produzido pela casca na posição da partícula, em **newton por coulomb**.



Resposta: 12

**Justificativa:** De acordo com a simetria da distribuição de cargas, o campo elétrico produzido na posição da partícula é vertical. Assim, pela segunda lei de Newton,  $F_{\text{elétrica}} - F_g = ma = 0$ . Logo,  $qE = mg$ , e  $E = mg/q = 12 \text{ N/m}$ .

10. Os capacitores 1 e 2, de capacitâncias  $C_1 = 4,0 \text{ } \mu\text{F}$  e  $C_2 = 1,0 \text{ } \mu\text{F}$  ( $1 \text{ } \mu\text{F} = 10^{-6} \text{ F}$ ), estão carregados com cargas  $q_1 = 8,0 \text{ } \mu\text{C}$  e  $q_2 = 2,0 \text{ } \mu\text{C}$ , respectivamente, como mostrado na figura a seguir. Em  $t = 0$ , a chave Ch é fechada. Qual é a carga do capacitor 2 depois que a chave é fechada, em  $\mu\text{C}$ ?



**Resposta: 02**

**Justificativa:**

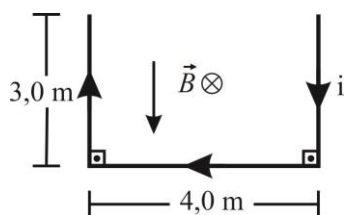
Visto que  $q = CV$ , então  $V_1 = q_1/C_1 = V_2 = q_2/C_2 = 2 \text{ V}$  e portanto não há fluxo de carga entre os capacitores. A carga no capacitor 2 não muda com o fechamento da chave.

11. O comprimento de onda e a frequência de uma onda eletromagnética que se propaga em um material transparente são, respectivamente,  $\lambda = 400 \text{ nm}$  ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ ) e  $f = 0,50 \times 10^{15} \text{ Hz}$ . Calcule o índice de refração  $n$  do material e forneça o valor  $N$  da resposta escrita na forma  $n = N \times 10^{-1}$ .

**Resposta: 15**

**Justificativa:** O comprimento de onda é dado por  $\lambda = v/f$ . Logo,  $v = \lambda f = 200 \times 10^6 \text{ m/s}$ . Assim,  $n = c/v = 1,5$ . Portanto,  $n = 15 \times 10^{-1}$ .

12. Um fio com formato mostrado na figura a seguir é colocado em uma região de campo magnético uniforme, de módulo  $B = 5,0 \text{ T}$  e direção e sentido indicados na figura. As hastes verticais do fio têm tamanho  $3,0 \text{ m}$ , e o comprimento da haste horizontal é de  $4,0 \text{ m}$ . O fio é atravessado por uma corrente elétrica  $i = 2,0 \text{ A}$ , de sentido indicado na figura. Qual é o módulo, em newtons, da força magnética no fio?



**Resposta: 40**



**Justificativa:** As forças magnéticas nas hastes verticais anulam-se por terem mesmo módulo e direção e sentidos opostos. A força magnética na haste horizontal é a força magnética resultante, tendo módulo  $BiL\sin(90^\circ) = 40 \text{ N}$ .

13. Em 2013, os experimentos com colisões entre prótons no acelerador de partículas LHC levaram à descoberta do bóson de Higgs, partícula associada à origem da massa das demais partículas. Em um experimento no LHC, ocorrem cerca de **600 milhões** de colisões entre prótons a cada segundo. Seja  $10^N$  a ordem de grandeza do número de colisões que ocorrem em **10 horas**. Qual é o valor de **N**?

**Resposta: 13**

**Justificativa:** Em 10 horas ocorrem  $10 \times (3.600 \text{ s}) \times (600.000.000 \text{ colisões/s}) = 2,16 \times 10^{13}$ . Assim,  $N = 13$ .

14. Uma viagem de automóvel de uma cidade A para uma cidade B é realizada da seguinte forma: o trecho inicial, correspondente a  $3/4$  do percurso total, é realizado com velocidade  $v_1 = 60 \text{ km/h}$ ; o trecho final, correspondente a  $1/4$  do percurso total, é realizado com velocidade  $v_2 = 80 \text{ km/h}$ . Considerando um percurso reto entre a cidade A e a cidade B, calcule a velocidade média com que o automóvel realiza a viagem de A a B, em **quilômetros por hora**.

**Resposta: 64**

**Justificativa:** A velocidade média é dada por  $v_{\text{média}} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ , onde  $\Delta x$  é o comprimento do percurso total e  $\Delta t$  é o tempo gasto neste percurso. Então,

$$v_{\text{média}} = \frac{\Delta x}{\Delta t_1 + \Delta t_2} = \frac{\Delta x}{\frac{3/4\Delta x}{v_1} + \frac{1/4\Delta x}{v_2}} = \frac{\Delta x}{\frac{3/4\Delta x}{60} + \frac{1/4\Delta x}{80}} = 64 \text{ km/h}$$

15. Analise as seguintes afirmações acerca do fenômeno das ondas.

- 0-0) As ondas eletromagnéticas são ondas longitudinais.
- 1-1) As ondas eletromagnéticas precisam de um meio para se propagarem.
- 2-2) As ondas mecânicas precisam de um meio para se propagarem.
- 3-3) Todas as ondas transportam matéria.
- 4-4) As ondas mecânicas são ondas transversais.

**Resposta: FFVFF**

**Justificativa:** A afirmação (0-0) é falsa pois a maioria das ondas não transporta matéria, só energia; A afirmação (1-1) é falsa pois as ondas em uma mola, por exemplo, podem ser transversais e/ou longitudinais; A afirmação (2-2) é falsa pois nas ondas eletromagnéticas, os campos elétrico e magnético oscilam na direção perpendicular à direção de propagação das ondas; A afirmação (3-3) é falsa pois as ondas eletromagnéticas podem se propagar no vácuo, como acontece com a luz do sol que chega a Terra; A afirmação (4-4) é verdadeira pois as ondas mecânicas se propagam através das interações entre partículas, portanto precisam de um meio

para se propagarem.

**16.** Analise as seguintes afirmações acerca da radiação térmica do corpo negro e da hipótese de Planck.

- 0-0) Para explicar a radiação emitida por um corpo negro, Planck sugeriu que as ondas eletromagnéticas em propagação são compostas de fótons de energia quantizada.
- 1-1) Para explicar a radiação emitida por um corpo negro, Planck sugeriu que as partículas nas paredes do interior de uma cavidade que se comporta como um corpo negro devem absorver ou emitir pacotes de energia quantizada.
- 2-2) Os pacotes de energia a que se refere o item anterior têm energia inversamente proporcional à frequência de oscilação das partículas.
- 3-3) Um corpo negro ideal absorve toda a radiação incidente sobre ele, independentemente da sua forma.
- 4-4) Um corpo negro ideal deve ter cor escura, independentemente da sua temperatura.

**Resposta: FVFVF**

**Justificativa:** A afirmação 0-0 é verdadeira, pois se refere à própria definição de um corpo negro. A afirmação 1-1 é falsa, pois a cor de um corpo negro ideal é resultante do seu espectro de emissão de radiação, o qual depende da temperatura. A afirmação 2-2 é falsa, pois esta foi a hipótese que Einstein utilizou para explicar o efeito fotoelétrico. A afirmação 3-3 é verdadeira e deu origem à quantização da energia na Física. A afirmação 4-4 é falsa, pois os pacotes têm energia diretamente proporcional à frequência.