

# BIOLOGIA

## BIOLOGIA

1

João e Pedro estão caminhando por um parque e observam, presas ao tronco de uma árvore, "cascas", que João identifica como sendo de cigarras. Especialistas chamam essas cascas de exúvias. João conta a Pedro que a tradição popular diz que "as cigarras estouram de tanto cantar", explica que as cigarras são insetos e descreve o número de apêndices encontrado em um inseto generalizado.

- Do ponto de vista biológico, é correto afirmar que as exúvias são restos do corpo de cigarras que "estouraram de tanto cantar"? Justifique sua resposta.
- Qual o número de apêndices encontrados no tórax de um inseto adulto generalizado?

### Resolução

- Não. As exúvias representam o exoesqueleto que o animal liberou durante a muda ou ecdise.*
- Os insetos são hexápodes, podendo ou não possuir asas.*

2

Considere a tabela.

| Organelas    | Tipos de células em que estão presentes | Componentes da organela, também presentes no núcleo celular | Função na célula   |
|--------------|---|---|--------------------|
| 1            | Animal e vegetal                        | 3   | Respiração celular |
| Cloroplastos | 2                                       | DNA e RNA   | 4                  |

- Indique os termos que podem substituir os números 1, 2, 3 e 4, de modo a estabelecer correspondência com suas respectivas colunas e linhas.
- Indique duas características de cada uma das organelas que permitem levantar a hipótese de que elas tenham se originado de bactérias que há milhões de anos associaram-se a outras células em uma relação mutualística.

### Resolução

- 1 - Mitocôndria
- 2 - Vegetal
- 3 - DNA e RNA

4 – Fotossíntese

b) Mitocôndrias e cloroplastos apresentam DNA, RNA e ribossomos, e são capazes de síntese de proteínas.

As duas organelas celulares originam-se de outras preexistentes por duplicação.

**3**

Os biólogos moleculares decifraram o código genético no começo dos anos 60 do século XX. No modelo proposto, códons constituídos por três bases nitrogenadas no RNA, cada base representada por uma letra, codificam os vinte aminoácidos. Considerando as quatro bases nitrogenadas presentes no RNA (A, U, C e G), responda.

- a) Por que foram propostos no modelo códons de três letras, ao invés de códons de duas letras?
- b) Um dado aminoácido pode ser codificado por mais de um códon? Um único códon pode especificar mais de um aminoácido?

**Resolução**

- a) Códons de duas letras só permitem codificar 16 aminoácidos.
- b) Sim, por ser degenerado.  
Não, sempre um códon especifica um único aminoácido.

**4**

O primeiro teste de terapia gênica humana utilizou células sangüíneas, pois estas são de fácil obtenção e de fácil reintrodução no corpo. A paciente foi uma menina com a doença da imunodeficiência combinada severa. Esta criança possuía um sistema imune extremamente deficiente e não podia defender-se contra infecções. Sua doença era a mesma que a do "menino da bolha", que viveu sua curta vida em um ambiente estéril. A causa da doença da menina era um defeito em um gene que codifica a enzima adenosina desaminase (ADA). Os cientistas do National Institute of Health dos Estados Unidos coletaram sangue da menina, separaram os linfócitos (células brancas) e usaram um retrovírus para introduzir uma cópia correta do gene nestas células. Então eles reintroduziram os linfócitos na paciente. As células alteradas produziram a enzima que faltava e, hoje, a menina é mais saudável do que antes.

(Kreuzer, H.; Massey, A. Engenharia Genética e Biotecnologia. Porto Alegre. Artmed, 2002.)

- a) A partir do exemplo apresentado no texto, explique em que consistem, de maneira geral, os tratamentos denominados "terapia gênica".
- b) Selecione e transcreva o segmento do texto que justifica a afirmação de que a terapia gênica é um exemplo de engenharia genética.

**Resolução**

- a) A terapia gênica consiste na alteração de um gene,

de tal modo que ele passa a codificar a produção de uma proteína normal.

- b) A causa da doença da menina era um defeito em um gene que codifica a enzima adenosina desaminase (ADA). Os cientistas do National Institute of Health dos Estados Unidos coletaram sangue da menina, **separaram os linfócitos (células brancas) e usaram um retrovírus para introduzir uma cópia correta do gene nestas células.** Então, eles reintroduziram os linfócitos na paciente. As células alteradas produziram a enzima que faltava e, hoje, a menina é mais saudável do que antes.

**5**

A fixação biológica de nitrogênio vem sendo estudada há 50 anos. Neste período, muitos conhecimentos em relação a esse processo foram produzidos.

- a) Quais são os organismos responsáveis pela fixação biológica de nitrogênio?  
b) Por que a presença desses organismos no solo contribui para sua fertilização?

#### Resolução

- a) O nitrogênio atmosférico pode ser fixado por alguns gêneros de bactérias e cianobactérias.  
b) Estes organismos transformam o nitrogênio atmosférico ( $N_2$ ) em substâncias solúveis ( $NO_3^-$ ), que podem ser assimiladas pelas raízes dos vegetais.

**6**

Um pesquisador tinha uma importante pergunta sobre o processo de fotossíntese. Para respondê-la, elaborou dois experimentos, I e II, adotando os seguintes procedimentos.

#### EXPERIMENTO I

Plantas envasadas receberam dióxido de carbono marcado com isótopo pesado do oxigênio ( $^{18}O$ ) e água não marcada com isótopo pesado.

O oxigênio liberado no processo de fotossíntese foi coletado para análise.



#### EXPERIMENTO II

Plantas envasadas receberam água marcada com isótopo pesado do oxigênio ( $^{18}\text{O}$ ) e dióxido de carbono não marcado com isótopo pesado.

O oxigênio liberado no processo de fotossíntese foi coletado para análise.



Considerando que os procedimentos adotados foram elaborados adequadamente e bem sucedidos, responda.

- Ao elaborar esses experimentos, o que o pesquisador pretendia investigar?
- Em que experimento ele deve ter encontrado o isótopo  $^{18}\text{O}_2$  sendo liberado pelas plantas? Com base nesse resultado, a que conclusão o pesquisador deveria chegar?

#### Resolução

- O pesquisador está investigando a origem do oxigênio liberado durante a fotossíntese.
- O experimento II mostrou a eliminação do isótopo  $^{18}\text{O}_2$ . Fornecendo-se água com oxigênio marcado, o  $\text{O}_2$  liberado é o  $^{18}\text{O}_2$ . Isto mostra que durante a fotossíntese ocorreu a lise da água (fotólise), sendo o oxigênio eliminado e o hidrogênio aproveitado pelo vegetal.

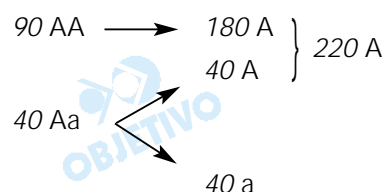
## 7

Considere duas populações diferentes, 1 e 2, cada uma com 200 indivíduos diplóides, portanto, com 400 alelos. A população 1 apresenta 90 indivíduos com genótipo AA, 40 indivíduos com genótipo Aa e 70 indivíduos com genótipo aa. A população 2 apresenta 45 indivíduos com genótipo AA, 130 indivíduos com genótipo Aa e 25 indivíduos com genótipo aa.

- Qual a frequência dos alelos A e a em cada uma das populações?
- Qual delas tem a maioria dos indivíduos homocigotos? Explique.

#### Resolução

##### a) População 1

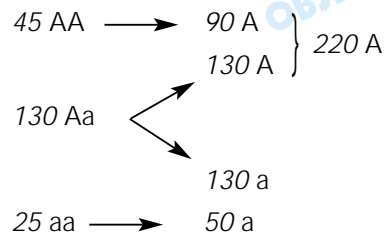


70 aa → 140 a

$$A = \frac{220}{400} \times 100 = 55\%$$

$$a = \frac{180}{400} \times 100 = 45\%$$

### População 2



$$A = \frac{220}{400} \times 100 = 55\%$$

$$a = \frac{180}{400} \times 100 = 45\%$$

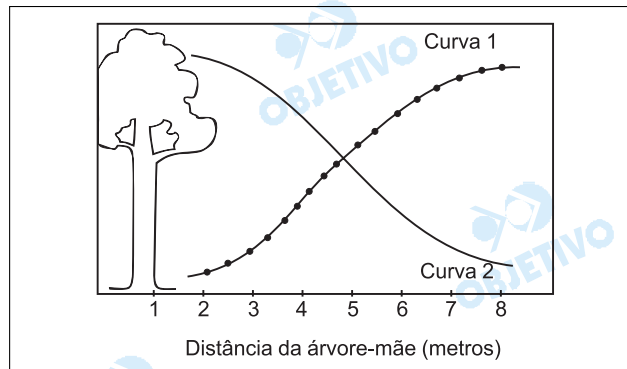
Nas duas populações, a frequência é a mesma, ou seja: A = 55% e a = 45%.

b) A população 1 apresenta 160 homozigotos:  
90 AA + 70 aa

A população 2 apresenta 70 homozigotos:  
45 AA + 25 aa

**8**

As curvas da figura representam, uma, a relação existente entre a probabilidade de encontro de uma planta jovem em diferentes distâncias a partir da árvore-mãe e, outra, a probabilidade de sobrevivência dessas plantas jovens.



Considerando esta figura, responda.

a) Que curva deve representar a probabilidade de so-

brevivência das plantas jovens em relação à distância da árvore-mãe? Cite duas relações interespecíficas que podem ser responsáveis pela tendência observada nessa curva.

- b) Cite um exemplo de mutualismo entre a árvore-mãe e animais que pode contribuir para o estabelecimento de plantas jovens em pontos distantes dessa árvore.

#### Resolução

- a) A curva que pode representar a probabilidade de sobrevivência das plantas jovens é a **curva 1**.

A eliminação das plantas jovens próximas à mãe pode ser explicada pelo **predatismo** e pelo **parasitismo**.

- b) A árvore-mãe produz frutos comestíveis que servem de alimento para animais que se encarregam da dispersão de suas sementes, caracterizando um exemplo de mutualismo.

**Obs.:** O enunciado apresentado é inconclusivo, dando margem a outras interpretações.

## 9

Há pouco mais de 400 milhões de anos, alguns peixes tropicais começaram a desenvolver uma estratégia respiratória (respiração aérea) que se tornou uma vantagem evolutiva para a ocupação de águas com baixa concentração natural de oxigênio, como as dos rios da Amazônia. Recentemente, um dos problemas que têm preocupado os ambientalistas é o derramamento acidental de petróleo em rios da Amazônia, com a formação de uma película de óleo sobre a superfície dos rios. Estudos realizados por pesquisadores brasileiros demonstraram que algumas espécies de peixe podem ser mais afetadas por este tipo de acidente ambiental. (Adaptado de Revista Pesquisa FAPESP nº 87, 2003.)

Tendo como referência o texto, responda.

- a) Qual é a estrutura presente em alguns peixes, que possibilita a respiração aérea? Cite uma segunda função dessa estrutura.
- b) Comparando os peixes pirarucu (*Arapaima gigas*, que tem respiração aérea obrigatória) e boari (*Mesonauta insignis*, que retira todo o seu oxigênio da água), qual dos dois seria mais imediatamente afetado pelo derramamento de petróleo nos rios? Por quê?

#### Resolução

- a) A **bexiga natatória** dos peixes dipnóicos possibilita a respiração aérea. Na maioria dos peixes ósseos, esta bexiga auxilia no seu **equilíbrio hidrostático**. No roncador, a bexiga tem função **acústica**.

- b) O mais prejudicado seria o pirarucu porque, ao "abocanhar" o ar atmosférico, também ingere uma grande quantidade de petróleo, que possui hidrocarbonetos tóxicos ao organismo.

A tabela apresenta dados sobre casos de pneumonia asiática (SARS) em quatro diferentes países, num determinado dia da segunda quinzena de maio de 2003.

|  | País |     |      |     |
|--|------|-----|------|-----|
|  | J    | K   | L    | M   |
| Prevalência                                | 1500 | 250 | 2000 | 200 |
| Incidência                                 | 12   | 20  | 10   | 30  |
| Número total de mortes até aquele dia      | 290  | 30  | 200  | 25  |
| Número total de recuperados até aquele dia | 1000 | 150 | 1700 | 100 |

O estudo da evolução da epidemia é feito a partir da análise das seguintes relações:

- entre incidência e prevalência, para avaliar uma possível erradicação (fim da epidemia);
- entre os números de mortes e de recuperados, em relação à prevalência, para avaliar a eficiência no tratamento dos infectados.

a) Analisando esta tabela, um pesquisador chegou às conclusões corretas de que, naquele dia:

- um dos quatro países era o que estava mais distante da erradicação da epidemia;
- outro país era o que apresentava tratamento mais eficiente para os infectados.

Quais eram esses países, respectivamente?

b) Qual a diferença entre a pneumonia asiática e a pneumonia que mais comumente ocorre no Brasil, por exemplo, quanto aos seus agentes infecciosos?

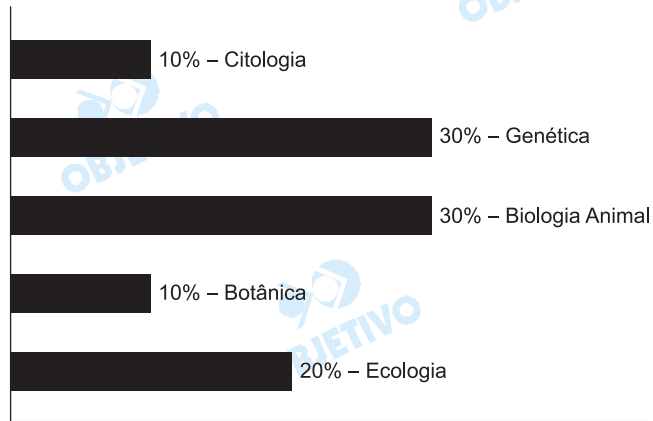
#### Resolução

a) *Respectivamente, M e L.*

b) *O agente etiológico da pneumonia asiática é o corona **vírus**. O agente causador da pneumonia que mais comumente ocorre no Brasil é uma **bactéria**.*

### Biologia

*Seguindo a tendência moderna da Biologia, a prova apresentou questões relacionadas a análises conclusivas de experimentos, gráficos e tabelas, além da interpretação de textos sobre assuntos atuais.*





# QUÍMICA

11

Segundo a Portaria do Ministério da Saúde MS n.o 1.469, de 29 de dezembro de 2000, o valor máximo permitido (VMP) da concentração do íon sulfato ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), para que a água esteja em conformidade com o padrão para consumo humano, é de  $250 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ . A análise da água de uma fonte revelou a existência de íons sulfato numa concentração de  $5 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ .

Massas molares:  $\text{Ca} = 40,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ;  $\text{O} = 16,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ;  
 $\text{S} = 32,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ .

- Verifique se a água analisada está em conformidade com o padrão para consumo humano, de acordo com o VMP pelo Ministério da Saúde para a concentração do íon sulfato. Apresente seus cálculos.
- Um lote de água com excesso de íons sulfato foi tratado pela adição de íons cálcio até que a concentração de íons  $\text{SO}_4^{2-}$  atingisse o VMP. Considerando que o  $K_{ps}$  para o  $\text{CaSO}_4$  é  $2,6 \cdot 10^{-5}$ , determine o valor para a concentração final dos íons  $\text{Ca}^{2+}$  na água tratada. Apresente seus cálculos.

## Resolução

- a) Cálculo da VMP em  $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$  dos íons sulfato:

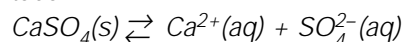
$$MM_{\text{SO}_4^{2-}} = 96 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$1 \text{ mol} \text{ ---- } 96 \text{ g}$$
$$x \text{ ---- } 0,250 \text{ g}$$

$$x = 2,6 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \therefore \boxed{\text{VMP} = 2,6 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}$$

A água não está em conformidade com o padrão, pois o limite (VMP) apresenta valor inferior ao encontrado na análise.

- b) Cálculo da concentração de íons  $\text{Ca}^{2+}$  na água tratada:



$$K_{ps} = [\text{Ca}^{2+}] \cdot [\text{SO}_4^{2-}]$$
$$2,6 \cdot 10^{-5} = [\text{Ca}^{2+}] \cdot 2,6 \cdot 10^{-3}$$

$$\boxed{[\text{Ca}^{2+}] = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}$$

Na realidade foi acrescentada uma quantidade de  $\text{Ca}^{2+}$  maior que  $1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  para precipitar o excesso de  $\text{SO}_4^{2-}$  correspondente a VMP. Na solução final, que é saturada, a concentração de  $\text{Ca}^{2+}$  é  $1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ .

12

O soro glicosado é uma solução aquosa contendo 5% em massa de glicose ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ) e isotônica em relação ao sangue, apresentando densidade aproximadamente

igual a  $1 \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$ .

- a) Sabendo que um paciente precisa receber 80 g de glicose por dia, que volume desse soro deve ser ministrado diariamente a este paciente?
- b) O que aconteceria com as células do sangue do paciente caso a solução injetada fosse hipotônica? Justifique sua resposta, utilizando as propriedades coligativas das soluções.

### Resolução

a) Cálculo da concentração em grama por litro

$$\left. \begin{array}{l} C = 10 \text{ d p} \\ C = 10.1.5 \\ C = 50\text{g/L} \end{array} \right\} \text{ou} \left\{ \begin{array}{l} d_{\text{solução}} = \frac{m_{\text{solução}}}{V_{\text{solução}}} \\ V = \frac{m}{d} = \frac{100\text{g}}{1\text{g mL}^{-1}} = 100\text{mL} \\ C = \frac{m_{\text{soluto}}}{V_{\text{solução}}} = \frac{5\text{g}}{0,100\text{L}} = 50 \text{ g/L} \end{array} \right.$$

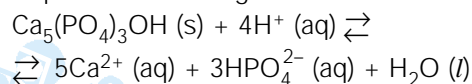
Cálculo do volume do soro

$$\begin{array}{r} 1\text{L} \text{ ----- } 50\text{g} \\ x \text{ ----- } 80\text{g} \\ x = 1,6\text{L} \end{array}$$

- b) As células do sangue vão receber água da solução injetada, pois têm maior pressão osmótica, ocorrendo a turgência (a célula incha devido a entrada do solvente, fenômeno da osmose).

**13**

O esmalte dos dentes é constituído por um material pouco solúvel em água. Seu principal componente é a hidroxiapatita  $[\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}]$  e o controle do pH da saliva – normalmente muito próximo de 7 – é importante para evitar o desgaste desse esmalte, conforme o equilíbrio apresentado a seguir.



- a) Sabendo que, cerca de dez minutos após a ingestão de um refrigerante com açúcar, o pH da saliva pode alcançar, aproximadamente, o valor 5, e que  $\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$ , calcule quantas vezes a concentração de  $\text{H}^+$  na saliva nesta situação é maior do que o normal. Apresente seus cálculos.
- b) Explique, considerando o equilíbrio apresentado e o Princípio de Le Chatelier, o efeito da diminuição do pH sobre o esmalte dos dentes.

### Resolução

- a)  $\text{pH} = 7$ , saliva normal,  $[\text{H}^+]_1 = 1,0 \cdot 10^{-7} \text{ mol/L}$   
 $\text{pH} = 5$ , após a ingestão do refrigerante,  
 $[\text{H}^+]_2 = 1,0 \cdot 10^{-5} \text{ mol/L}$

$$\frac{[\text{H}^+]_2}{[\text{H}^+]_1} = \frac{1,0 \cdot 10^{-5} \text{ mol/L}}{1,0 \cdot 10^{-7} \text{ mol/L}} = 100$$

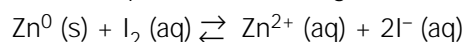
- b) A diminuição do pH desloca o equilíbrio no sentido dos produtos, pois aumenta a concentração de íons  $\text{H}^+$ . Como consequência, dissolve o esmalte

aumentando a incidência da cárie dentária (fenômeno chamado desmineralização).

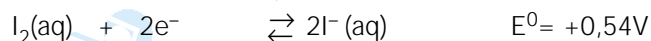
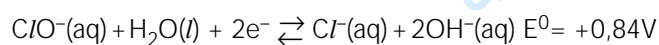
**14**

Uma solução aquosa de iodo apresenta coloração marrom devido à formação de  $I_3^-$  na solução  $\{I_2(aq) + I^-(aq) \rightleftharpoons I_3^-(aq)\}$ . Com a adição de excesso de zinco metálico, a coloração dessa solução desaparece devido a uma reação de óxido-redução que leva ao consumo da espécie  $I_2$ , que não mais estará disponível para a formação da espécie colorida.

Considere o equilíbrio e as semi-reações de óxido-redução apresentados a seguir.



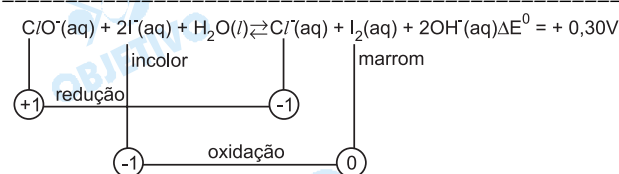
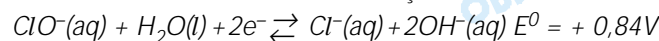
marrom (devido ao  $I_3^-$ )                      incolor



- a) Considerando que todo o iodo foi consumido e que o zinco restante foi separado da solução, o que acontecerá se a ela adicionarmos solução de hipoclorito ( $ClO^-$ )? Justifique apresentando seus cálculos.
- b) Com base nas informações fornecidas, o que acontecerá ao  $Zn^0$  se ele fosse adicionado a uma solução aquosa de  $NaClO$ ? Justifique sua resposta.

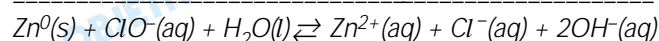
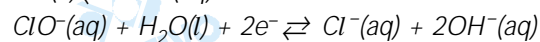
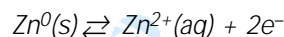
**Resolução**

a) Com a adição de excesso de zinco metálico, a solução resultante contém íons  $I^-$  (incolor) que vão reagir com a solução de hipoclorito ( $ClO^-$ ) de acordo com a soma das semi-reações:

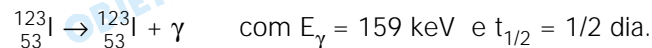
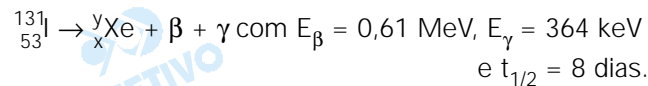


Forma-se  $I_2$  que estará disponível para a formação da espécie colorida.

- b) Como o metal zinco reduziu o  $I_2(aq)$ , ao colocarmos em contato com solução de hipoclorito, este também será reduzido pelo metal zinco, pois o íon hipoclorito tem maior potencial de redução. O zinco sofre oxidação e se transforma em íon  $Zn^{2+}$ .

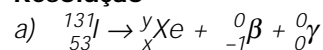


O iodo  $^{131}_{53}\text{I}$  ainda é muito utilizado como traçador radioativo para exames da glândula tireóide. Entretanto, nos últimos anos vem sendo substituído pelo iodo  $^{123}_{53}\text{I}$ , tão eficiente quanto o iodo 131 para essa finalidade, e que passou a ser produzido no Brasil pelo Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, IPEN. A substituição pelo  $^{123}_{53}\text{I}$  traz vantagens para os pacientes e para o meio ambiente, pois a radiação  $\gamma$  produzida é de menor energia, não há emissão de partículas  $\beta$  e a meia-vida é menor. Sabe-se que a partícula  $\beta$  corresponde a um elétron ( $^0_{-1}\text{e}$ ), que a radiação  $\gamma$  é um tipo de radiação eletromagnética – como o é a luz – e que os processos ocorrem de acordo com as informações apresentadas nos esquemas a seguir.



- Determine o número de prótons e de nêutrons existentes em cada átomo de iodo 131 e em cada átomo de xenônio produzido.
- Sabendo que as técnicas empregadas nesse tipo de exame se baseiam na medida da quantidade de radiação emitida em um determinado intervalo de tempo, explique por que são necessárias menores quantidades de átomos do isótopo radioativo quando se utiliza  $^{123}_{53}\text{I}$  em substituição ao  $^{131}_{53}\text{I}$ .

#### Resolução



$$\text{Cálculo de } y: 131 = y + 0 + 0 \rightarrow \boxed{y = 131}$$

$$\text{Cálculo de } x: 53 = x - 1 + 0 \rightarrow \boxed{x = 54}$$

Cálculo dos números de prótons ( $p$ ) e nêutrons ( $N$ ):

$$^{131}_{53}\text{I} \quad \boxed{p = 53}$$

$$A = p + N$$

$$131 = 53 + N$$

$$\boxed{N = 78}$$

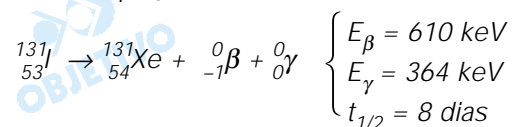
$$^{131}_{54}\text{Xe} \quad \boxed{p = 54}$$

$$A = p + N$$

$$131 = 54 + N$$

$$\boxed{N = 77}$$

- Para a equação



considerando um período de 8 dias, a  
 $E_{total} = 610 \text{ keV} + 364 \text{ keV} = 974 \text{ keV}$

$$E_{total} = 974 \text{ keV}$$

Para a equação  ${}_{53}^{123}\text{I} \rightarrow {}_{53}^{123}\text{I} + {}_0^0\gamma$   
 $E_\gamma = 159 \text{ keV}$        $t_{1/2} = 1/2 \text{ dia}$

considerando um período de 8 dias, a  
 $E_{total} = 2544 \text{ keV}$

159 keV ----- 1/2 dia  
 $E_{total}$  ----- 8 dias

$$E_{total} = 2544 \text{ keV}$$

ou seja, a segunda reação libera muito mais energia em um mesmo intervalo de tempo. Portanto, para um mesmo intervalo de tempo e para uma mesma quantidade de energia liberada, é necessário um menor número de átomos do iodo-123.

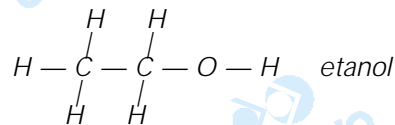
**16**

Três compostos orgânicos, um ácido carboxílico, um álcool e um éter, apresentam massas molares iguais e com valor de  $46,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ . A  $25^\circ \text{C}$  e sob 1 atmosfera de pressão, dois deles são líquidos e o terceiro, isômero do álcool, é um gás. São dadas as massas molares do carbono ( $12,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ), do hidrogênio ( $1,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ) e do oxigênio ( $16,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ).

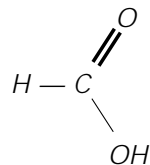
- Forneça as fórmulas estruturais e os nomes dos compostos citados que são líquidos nas condições indicadas.
- Identifique o composto que é um gás a  $25^\circ \text{C}$  e sob 1 atmosfera de pressão. Explique por que, diferentemente do álcool, esse composto não é líquido nessas condições, apesar de apresentar a mesma massa molar.

**Resolução**

a) Fórmula estrutural do álcool ( $M = 46 \text{ g/mol}$ )



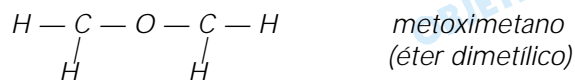
Fórmula estrutural do ácido carboxílico  
( $M = 46 \text{ g/mol}$ )



ácido metanóico (ácido fórmico)

b) Fórmula estrutural do isômero do álcool ( $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ )

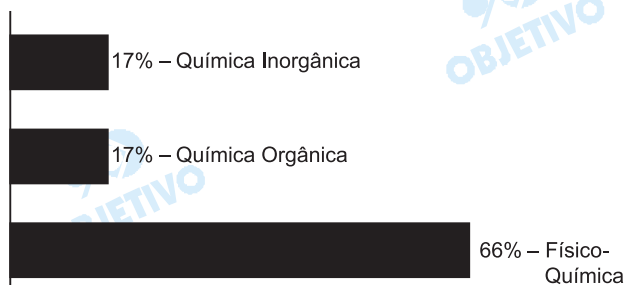




O composto é líquido, pois as forças intermoleculares entre as suas moléculas são mais fracas (dipolo-dipolo) do que as forças intermoleculares entre as moléculas do álcool (ligação de hidrogênio).

### Comentário

Com relação às questões, a prova foi bem elaborada, com enunciados claros, e apresentou nível médio de dificuldade. No entanto, a distribuição dos assuntos foi irregular, com alta incidência de Físico-Química.



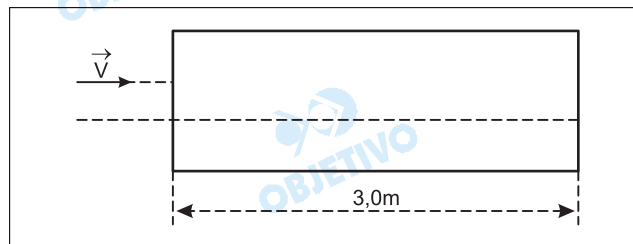
# FÍSICA

17

Um cilindro oco de 3,0 m de comprimento, cujas bases são tampadas com papel fino, gira rapidamente em torno de seu eixo com velocidade angular constante. Uma bala disparada com velocidade de 600 m/s, paralelamente ao eixo do cilindro, perfura suas bases em dois pontos, P na primeira base e Q na segunda. Os efeitos da gravidade e da resistência do ar podem ser desprezados.

- Quanto tempo a bala levou para atravessar o cilindro?
- Examinando as duas bases de papel, verifica-se que entre P e Q há um deslocamento angular de  $9^\circ$ . Qual é a frequência de rotação do cilindro, em hertz, sabendo que não houve mais do que uma rotação do cilindro durante o tempo que a bala levou para atravessá-lo?

## Resolução



- a) Supondo ser constante a velocidade da bala, vem:

$$V = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{\Delta s}{V} = \frac{3,0}{600} \text{ (s)}$$

$$\Delta t = 0,50 \text{ s}$$

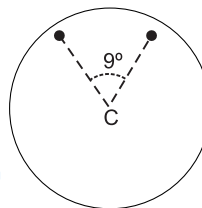
$$10^{-2} \text{ s} \Rightarrow \Delta t = 5,0 \cdot 10^{-3} \text{ s} = 5,0 \text{ ms}$$

- b) Entendendo pelo texto que o cilindro não completou uma rotação, temos:

$$9^\circ \dots\dots\dots \Delta\phi$$

$$180^\circ \dots\dots\dots \pi \text{ rad}$$

$$\Delta\phi = \frac{9}{180} \cdot \pi \text{ rad} = \frac{\pi}{20} \text{ rad}$$



A velocidade angular  $\omega$  de rotação do cilindro é dada por

$$\omega = \frac{\Delta\phi}{\Delta t} = 2\pi f$$

$$\frac{\pi/20}{5,0 \cdot 10^{-3}} = 2\pi f$$

$$\frac{\pi}{10^{-1}} = 2\pi f$$

$$f = \frac{0,5}{10^{-1}} \text{ (Hz)} \Rightarrow \boxed{f = 5,0\text{Hz}}$$

**Respostas:** a)  $5,0 \cdot 10^{-3}\text{s}$  ou  $5,0\text{ms}$   
b)  $5,0\text{Hz}$

---



Uma garota e um rapaz, de massas 50 e 75 quilogramas, respectivamente, encontram-se parados em pé sobre patins, um em frente do outro, num assoalho plano e horizontal. Subitamente, a garota empurra o rapaz, aplicando sobre ele uma força horizontal média de intensidade 60 N durante 0,50 s.

- Qual é o módulo do impulso da força aplicada pela garota?
- Desprezando quaisquer forças externas, quais são as velocidades da garota ( $v_g$ ) e do rapaz ( $v_r$ ) depois da interação?

**Resolução**

- a) O impulso da força aplicada, por definição, é dado por:

$$I = F_m \cdot \Delta t$$

$$I = 60 \cdot 0,50 \text{ (N.s)}$$

$$I = 30 \text{ N} \cdot \text{s}$$

- b) Aplicando-se o Teorema do Impulso, vem:

- 1) Para a garota:

$$|I_g| = m_g |V_g|$$

$$30 = 50 |V_g| \Rightarrow |V_g| = 0,60 \text{ m/s}$$

- 2) Para o rapaz:

$$|I_r| = m_r |V_r|$$

$$30 = 75 |V_r| \Rightarrow |V_r| = 0,40 \text{ m/s}$$

Se levarmos em conta o sinal da velocidade escalar, uma das velocidades será positiva e a outra, negativa.

**Respostas:** a)  $30 \text{ N} \cdot \text{s}$

b)  $|V_g| = 0,60 \text{ m/s}$  e  $|V_r| = 0,40 \text{ m/s}$

Podemos ter:

$$V_g = 0,60 \text{ m/s} \text{ e } V_r = -0,40 \text{ m/s}$$

$$\text{ou } V_g = -0,60 \text{ m/s} \text{ e } V_r = 0,40 \text{ m/s}$$

Um recipiente de capacidade térmica desprezível e isolado termicamente contém 25 kg de água à temperatura de 30°C.

- a) Determine a massa de água a 65°C que se deve despejar no recipiente para se obter uma mistura em equilíbrio térmico à temperatura de 40°C.
- b) Se, em vez de 40°C, quiséssemos uma temperatura final de 20°C, qual seria a massa de gelo a 0°C que deveríamos juntar aos 25 kg de água a 30°C? Considere o calor específico da água igual a 4,0 J/g·°C e o calor latente de fusão do gelo igual a 320 J/g.

**Resolução**

- a) Na mistura da água quente com água fria, temos:

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

$$(mc\Delta\theta)_{\text{água quente}} + (mc\Delta\theta)_{\text{água fria}} = 0$$

$$m \cdot c (40 - 65) + 25 \cdot c (40 - 30) = 0$$

$$-25m + 250 = 0$$

$$25m = 250$$

$$m = 10\text{kg}$$

- b) Na mistura de água com gelo fundente, temos:

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

$$(mc\Delta\theta)_{\text{água}} + [(mL_f) + (mc\Delta\theta)]_{\text{gelo}} = 0$$

$$25000 \cdot 4,0 (20 - 30) + m \cdot 320 + m \cdot 4,0 \cdot (20 - 0) = 0$$

$$-1000000 + 320m + 80m = 0$$

$$400m = 1000000$$

$$m = 2500\text{g}$$

$$m = 2,5\text{kg}$$

**Respostas:** a) 10kg

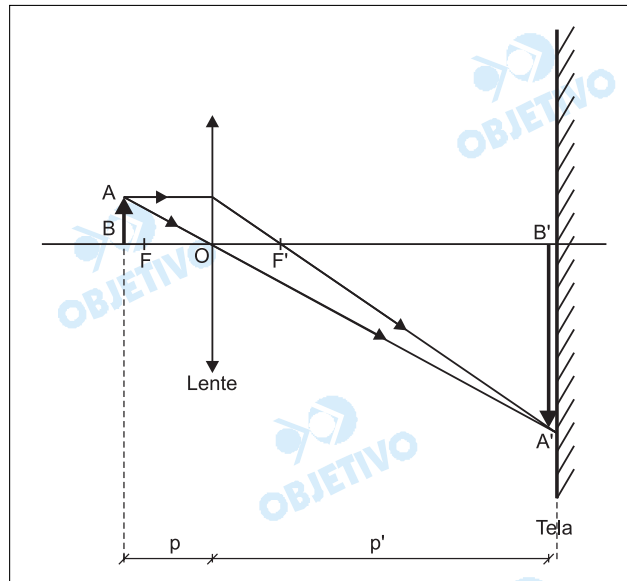
b) 2,5kg

Dispõem-se de uma tela, de um objeto e de uma lente convergente com distância focal de 12 cm. Pretende-se, com auxílio da lente, obter na tela uma imagem desse objeto cujo tamanho seja 4 vezes maior que o do objeto.

- a) A que distância da lente deverá ficar a tela?  
b) A que distância da lente deverá ficar o objeto?

**Resolução**

A situação proposta está esquematizada adiante.  $AB$  é o objeto e  $A'B'$  é sua imagem real, invertida e maior, projetada na tela.



- a) **Aumento linear transversal:**

$$\frac{i}{o} = -\frac{p'}{p} \Rightarrow -4 = -\frac{p'}{p}$$

$$p = \frac{p'}{4} \quad \textcircled{1}$$

**Equação de Gauss:**

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'} \Rightarrow \frac{1}{12} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'} \quad \textcircled{2}$$

$$\textcircled{1} \text{ em } \textcircled{2}: \frac{1}{12} = \frac{1}{\frac{p'}{4}} + \frac{1}{p'}$$

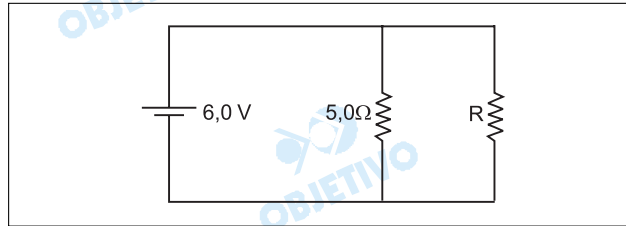
$$\frac{1}{12} = \frac{5}{p'} \Rightarrow \boxed{p' = 60\text{cm}}$$

$$\text{b) De } \textcircled{1}: p = \frac{60\text{cm}}{4} \Rightarrow \boxed{p = 15\text{cm}}$$

**Respostas:** a) 60cm  
b) 15cm

21

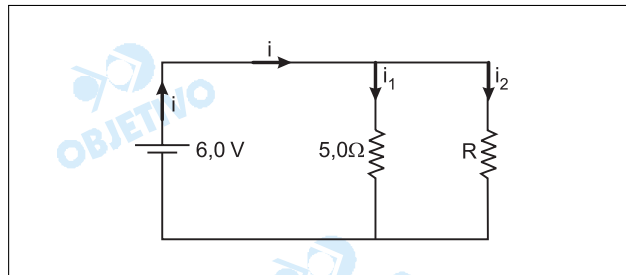
Dois resistores, um de resistência  $5,0 \Omega$  e outro de resistência  $R$ , estão ligados a uma bateria de  $6,0 \text{ V}$  e resistência interna desprezível, como mostra a figura.



Sabendo que a potência total dissipada no circuito é  $12 \text{ W}$ , determine

- a corrente  $i$  que passa pela bateria.
- o valor da resistência  $R$ .

**Resolução**



- A potência elétrica total dissipada no circuito é a potência elétrica que o gerador fornece:

$$P_f = U \cdot i$$
$$12 = 6,0 \cdot i$$

$$i = 2,0 \text{ A}$$

- Cálculo de  $i_1$**

Aplicando-se a 1ª Lei de Ohm para o resistor de resistência  $R' = 5,0 \Omega$ , temos:

$$U = R' \cdot i_1$$
$$6,0 = 5,0 \cdot i_1 \Rightarrow i_1 = 1,2 \text{ A}$$

**Cálculo de  $i_2$**

$$i = i_1 + i_2 \Rightarrow 2,0 = 1,2 + i_2 \Rightarrow i_2 = 0,8 \text{ A}$$

**Cálculo de  $R$**

$$U = R \cdot i_2$$
$$6,0 = R \cdot 0,8$$

$$R = 7,5 \Omega$$

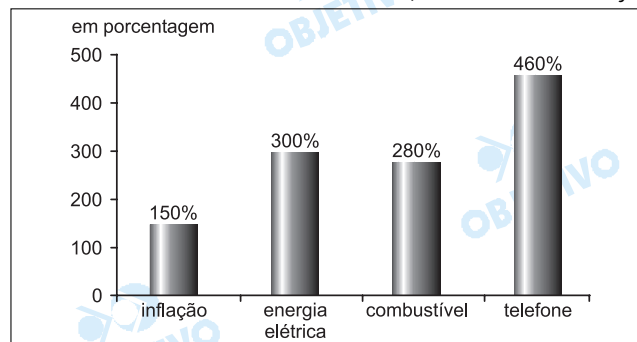
- Respostas:** a)  $2,0 \text{ A}$   
b)  $7,5 \Omega$

# MATEMÁTICA

22

O gráfico mostra, em valores aproximados, a inflação medida pelo IPCA de 1º.07.1994 a 31.05.2003 e alguns itens de consumo da classe média que tiveram um aumento maior que a inflação.

(IBGE e revista *Veja*.)



Em junho de 1994, uma pessoa que ganhava um salário de R\$ 1.000,00 gastou no mês, com energia elétrica, combustível e telefone, R\$ 50,00, R\$ 30,00 e R\$ 60,00, respectivamente. Supondo que, de 1º.07.1994 a 31.05.2003, o salário dessa pessoa foi reajustado de acordo com os índices de inflação e que a pessoa continuou consumindo as mesmas quantidades de energia elétrica, combustível e telefone, determine:

- o salário dessa pessoa em 31 de maio de 2003, e quanto ela gastou, em reais, com cada um dos itens energia elétrica, combustível e telefone nesse mês, considerando-se os índices mostrados no gráfico.
- a porcentagem total do seu salário comprometida com energia elétrica, combustível e telefone em junho de 1994 e em maio de 2003.

### Resolução

a) O salário dessa pessoa em 31 de maio de 2003 era  $R\$ 1000,00 \cdot 2,5 = R\$ 2500,00$ .

b) I) O gasto mensal com energia elétrica, combustível e telefone em julho de 1994 era  $R\$ 50,00 + R\$ 30,00 + R\$ 60,00 = R\$ 140,00$ . A porcentagem total do seu salário, comprometida com energia elétrica, combustível e telefone era,

$$\text{pois } \frac{140}{1000} = \frac{14}{100} = 14\%$$

II) O gasto, em maio de 2003, com energia elétrica, combustível e telefone era

$$R\$ 50,00 \cdot 4 + R\$ 30,00 \cdot 3,8 + R\$ 60,00 \cdot 5,6 =$$

$$= R\$ 200,00 + R\$ 114,00 + R\$ 336,00 = R\$ 650,00$$

A porcentagem total do salário comprometida em maio de 2003, com esses três gastos, era

$$\frac{650}{2500} = 0,26 = 26\%$$

### Respostas:

- a) R\$ 2500,00 (salário), R\$ 200,00 com energia elétrica, R\$ 114,00 com combustível e R\$ 336,00 com telefone.

b) 14% em junho de 1994; 26% em maio de 2003

**23**

Numa festa de aniversário infantil, 5 crianças comeram um alimento contaminado com uma bactéria. Sabe-se que, uma vez em contato com essa bactéria, a probabilidade de que a criança manifeste problemas intestinais é de  $\frac{2}{3}$ .

Sabendo que  $\binom{n}{k} = \frac{n!}{k!(n-k)!}$ , determine:

- a)  $\binom{5}{2}$  e a probabilidade de manifestação de problemas intestinais em exatamente duas crianças.
- b)  $\binom{5}{0}$ ,  $\binom{5}{1}$  e a probabilidade de manifestação de problemas intestinais no máximo em uma criança.

**Resolução**

$$a) \binom{5}{2} = \frac{5!}{2!(5-2)!} = \frac{5!}{2!3!} = \frac{5 \cdot 4 \cdot 3!}{2 \cdot 1 \cdot 3!} = 10$$

A probabilidade de manifestação de problemas intestinais em exatamente duas crianças é

$$p = \binom{5}{2} \cdot \left(\frac{2}{3}\right)^2 \cdot \left(\frac{1}{3}\right)^3 = 10 \cdot \frac{4}{9} \cdot \frac{1}{27} = \frac{40}{243}$$

$$b) \binom{5}{0} = \frac{5!}{0!(5-0)!} = \frac{5!}{0!5!} = 1$$

$$\binom{5}{1} = \frac{5!}{1!(5-1)!} = \frac{5!}{1!4!} = 5$$

A probabilidade de manifestação de problemas intestinais no máximo em uma criança é

$$p = \binom{5}{0} \cdot \left(\frac{2}{3}\right)^0 \cdot \left(\frac{1}{3}\right)^5 + \binom{5}{1} \cdot \left(\frac{2}{3}\right)^1 \cdot \left(\frac{1}{3}\right)^4 = 1 \cdot 1 \cdot \frac{1}{243} + 5 \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{81} = \frac{1}{243} + \frac{10}{243} = \frac{11}{243}$$

**Respostas:** a)  $\binom{5}{2} = 10$  e  $p = \frac{40}{243}$

$$b) \binom{5}{0} = 1, \binom{5}{1} = 5 \text{ e } p = \frac{11}{243}$$

**24**

A expressão  $V(x) = x(16 - 2x)(24 - 2x)$  representa o volume em  $\text{cm}^3$  de uma caixa na forma de um paralelepípedo retângulo reto, em que  $x$  é a altura e os lados da base são  $16 - 2x$  e  $24 - 2x$ .

- a) Se nenhuma das arestas da caixa pode ser menor que 1 cm, determine os valores possíveis da variável  $x$ .
- b) Quando  $x = 5$  cm, o volume da caixa é  $420 \text{ cm}^3$ . Investigue se existem outros valores de  $x$  para os quais o volume é  $420 \text{ cm}^3$ . Em caso afirmativo, dê esses valores.

### Resolução

a) Para que nenhuma das arestas da caixa tenha medida menor que 1 cm, deve-se ter simultaneamente

$$\begin{cases} x \geq 1 \text{ (I)} \\ 16 - 2x \geq 1 \Leftrightarrow x \leq \frac{15}{2} \text{ (II)} \\ 24 - 2x \geq 1 \Leftrightarrow x \leq \frac{23}{2} \text{ (III)} \end{cases}$$

de (I), (II) e (III) conclui-se que  $1 \leq x \leq \frac{15}{2}$

b) Para que o volume da caixa seja igual a  $420 \text{ cm}^3$ , deve-se ter:

$$\begin{cases} x > 0 \\ 16 - 2x > 0 \Leftrightarrow 0 < x < 8 \text{ e} \\ 24 - 2x > 0 \end{cases}$$

$$\begin{aligned} x(16 - 2x)(24 - 2x) &= 420 \Leftrightarrow \\ \Leftrightarrow 4x^3 - 80x^2 + 384x - 420 &= 0 \Leftrightarrow \\ \Leftrightarrow x^3 - 20x^2 + 96x - 105 &= 0 \Leftrightarrow \\ \Leftrightarrow (x - 5)(x^2 - 15x + 21) &= 0 \Leftrightarrow \\ \Leftrightarrow x - 5 = 0 \text{ ou } x^2 - 15x + 21 &= 0 \Rightarrow \\ \Rightarrow x = 5 \text{ ou } x = \frac{15 - \sqrt{141}}{2}, &\text{ pois} \end{aligned}$$

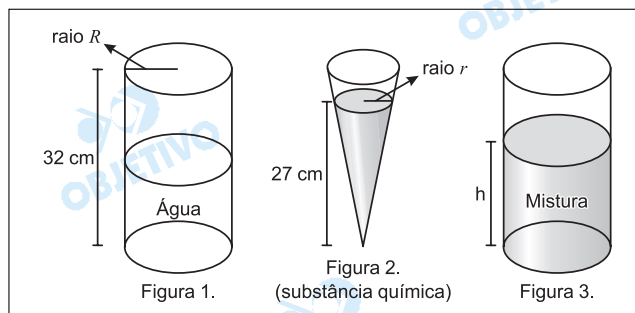
$$\frac{15 + \sqrt{141}}{2} \notin ]0;8[$$

**Respostas:** a)  $x \in \mathbb{R}$  tal que  $1 \leq x \leq \frac{15}{2}$

b) Para  $x = \frac{15 - \sqrt{141}}{2}$  o volume do paralelepípedo também é  $420 \text{ cm}^3$ .

**25**

Um recipiente, na forma de um cilindro circular reto de raio  $R$  e altura  $32 \text{ cm}$ , está até à metade com água (figura 1). Outro recipiente, na forma de um cone circular reto, contém uma substância química que forma um cone de altura  $27 \text{ cm}$  e raio  $r$  (figura 2).



- a) Sabendo que  $R = (3/2)r$ , determine o volume da água no cilindro e o volume da substância química no cone, em função de  $r$ . (Para facilitar os cálculos, use a aproximação  $\pi = 3$ .)
- b) A substância química do cone é despejada no cilindro, formando uma mistura homogênea (figura 3). Determine a concentração (porcentagem) da substância química na mistura e a altura  $h$  atingida pela mistura no cilindro.

### Resolução

Sejam  $V_1$  e  $V_2$ , respectivamente, os volumes de líquidos no cilindro da figura 1 e no cone da figura 2 e  $V$  o volume final após a mistura.

$$a) V_1 = \frac{1}{2} \cdot \pi \cdot R^2 \cdot 32 = 16 \cdot 3 \cdot \left(\frac{3}{2}r\right)^2 = 108r^2$$

$$V_2 = \frac{1}{3} \cdot \pi \cdot r^2 \cdot 27 = 9 \cdot 3 \cdot r^2 = 27r^2$$

$$b) \left. \begin{aligned} V &= \pi \cdot R^2 \cdot h = \pi \cdot \left(\frac{3}{2}r\right)^2 \cdot h = 3 \cdot \frac{9}{4} r^2 h = \frac{27r^2 h}{4} \\ V &= V_1 + V_2 = 108r^2 + 27r^2 = 135r^2 \end{aligned} \right\} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{27r^2 h}{4} = 135r^2 \Rightarrow h = 20$$

A concentração  $C$  da substância química na mistura final é

$$C = \frac{27r^2}{135r^2} = \frac{1}{5} = 0,20 = 20\%$$

**Respostas:** a) O volume da água no cilindro é  $108r^2$  e o volume da substância química no cone é  $27r^2$ .

b)  $C = 20\%$  (concentração) e  $h = 20$  cm