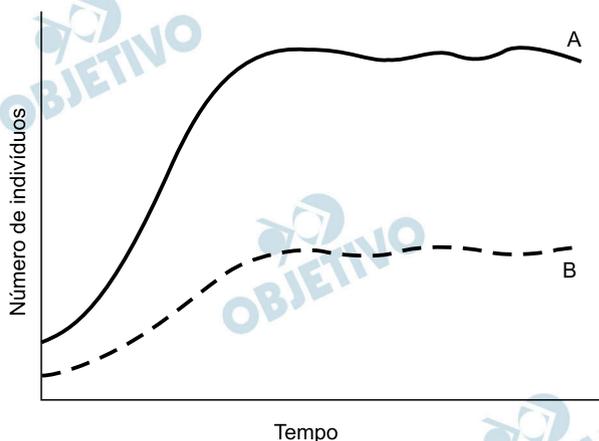


# 1

O gráfico abaixo ilustra as curvas de crescimento populacional de duas espécies de mamíferos (A, B) que vivem na savana africana, um pastador e um predador. Analise o gráfico e responda às questões.



- Qual curva representa a população do mamífero predador? Qual das duas espécies tem maior capacidade de suporte (carga biótica máxima)?
- Cite duas adaptações defensivas contra predação apresentadas por mamíferos pastadores da savana.

### Resolução

- A curva B representa a população do mamífero predador. A curva A representa a espécie com a maior capacidade de suporte (carga biótica máxima).
- Os mamíferos pastadores, cujo hábitat é a savana africana, para defender-se de predadores, vivem em manadas, apresentando coloração que os confunde com o ambiente, além de anexos epidérmicos, como chifres, cascos e dentes.

## 2

A foto abaixo mostra o “sapo de chifre” em meio a folhas no chão da Mata Atlântica.



- Que nome se dá a esse tipo de adaptação ao substrato de repouso? Cite uma vantagem dessa adaptação.
- Diferentemente do “sapo de chifre”, alguns anfíbios venenosos apresentam coloração chamativa e contrastante com o ambiente. O aspecto chamativo da coloração pode beneficiar um predador de anfíbios? Explique.

### Resolução

- A adaptação pode ser considerada um caso de camuflagem. O animal confunde-se com o meio ambiente, fica camuflado e, assim, protege-se de seus predadores.
- Sim. O predador procura evitar os animais com cores chamativas, uma vez que geralmente são venenosos.

## 3

Com a ausência de oxigênio e uma atmosfera com característica redutora, os primeiros seres vivos desenvolveram um metabolismo exclusivamente anaeróbio. A transição para o processo aeróbio aconteceu entre 2,7 bilhões e 1,6 bilhão de anos atrás com o surgimento das primeiras algas azuis, as cianobactérias, capazes de utilizar a água como doador de elétrons e liberar oxigênio na atmosfera terrestre.

- Cite um organismo que poderia ter existido há 3 bilhões de anos e uma possível fonte de energia para a manutenção do metabolismo desse organismo.
- Explique as diferenças entre os tipos de respiração celular das espécies atualmente existentes.

### Resolução

- O organismo pode ser um procarioto primitivo que utilizava energia proveniente da quimiosíntese.
- A respiração celular pode ser aeróbia, quando utiliza  $O_2$  livre, ou anaeróbia, ocorrendo na ausência desse gás. A aeróbia ocorre no citosol e mitocôndria, produzindo maior quantidade de ATP. A anaeróbia ocorre apenas no citosol e produz menor quantidade de ATP.

## 4

A insulina é um hormônio peptídico produzido no pâncreas que age na regulação da glicemia. É administrada no tratamento de alguns tipos de diabetes. A insulina administrada como medicamento em pacientes diabéticos é, em grande parte, produzida por bactérias.

- a) Explique como é possível manipular bactérias para que produzam um peptídeo que naturalmente não faz parte de seu metabolismo.
- b) Cite duas outras maneiras pelas quais é possível se obter insulina sem envolver o uso de bactérias.

### Resolução

- a) **A bactéria *Escherichia coli*, por exemplo, recebe, por manipulação genética, o gene codificante da insulina humana; com isso, torna-se transgênica e passa a produzir essa proteína.**
- b) **A insulina também pode ser obtida:**
  - 1) **A partir de extrato de pâncreas de porcos.**
  - 2) **Por transplante de ilhotas (de Langerhans) pancreáticas.**
  - 3) **A partir de outros seres vivos transgênicos que não são bactérias (exemplos: animais e vegetais).**
  - 4) **No transplante de pâncreas.**

## 5

Depois da descoberta dos restos mortais do rei Ricardo III em um estacionamento na Inglaterra, em 2012, e do início de um movimento para rever a péssima imagem do monarca – cristalizada pela peça *Ricardo III*, de Shakespeare –, um novo achado volta a perturbar sua memória. Foram encontrados, nos restos mortais do rei, ovos de lombriga (*Ascaris lumbricoides*). Os ovos estavam na região intestinal do rei e não foram encontrados em nenhum outro local dos restos mortais e nem em torno da ossada.

(Adaptado de *Folha de São Paulo*, 04/09/2013, Caderno *Ciência*, edição online.)

- a) Os *Ascaris lumbricoides* até os dias de hoje causam problemas graves, principalmente em crianças desnutridas. Qual é a forma de transmissão desse parasita ao homem e como podemos evitá-lo?
- b) Os *Ascaris lumbricoides* são nematódeos que possuem sexos separados. É possível uma pessoa ter vermes de apenas um sexo? Justifique.

### Resolução

- a) **O homem pode adquirir a ascariíase pela ingestão de ovos embrionados do *Ascaris lumbricoides*. Profilaxia: saneamento básico e higienização do alimento e da água.**
- b) **Sim. A ingestão de um único ovo formará apenas um indivíduo, que poderá ser macho ou fêmea.**

## 6

“O consumo de fibras alimentares, sobretudo fibras solúveis, diminui os níveis de colesterol plasmático. Elas ligam-se a sais biliares, aumentando a sua excreção. Os sais biliares perdidos nas fezes são repostos a partir do colesterol, o que diminui o teor de colesterol circulante. Além disso, a fermentação das fibras pelas bactérias intestinais produz ácidos graxos de cadeia curta que parecem inibir a síntese de colesterol no fígado.” (Adaptado de Anita Marzocco e Bayardo B. Torres, *Bioquímica Básica*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007, p. 249.)

- a) Por que pode ser benéfico o consumo de um alimento que contribua para a redução do colesterol circulante? Além da ingestão de fibras, de que outra maneira pode-se reduzir o colesterol circulante?
- b) Qual a função dos sais biliares na digestão dos alimentos?

### Resolução

- a) **O consumo de alimentos que contribuem para a redução do colesterol circulante é benéfico ao organismo humano, porque esse lipídio, em excesso, pode provocar a formação de placas de gordura que obstruem e endurecem a parede das artérias, levando à ocorrência de acidentes vasculares, como infarto do miocárdio e AVC (acidente vascular encefálico). Pode-se também reduzir o colesterol circulante evitando-se alimentos gordurosos de origem animal.**
- b) **Os sais biliares (taurocolato e glicolato de sódio) são responsáveis pela emulsificação dos lipídios ingeridos na dieta. A redução das gotas de gordura a gotículas microscópicas facilita a ação das enzimas lipases pancreática e entérica.**

## 7

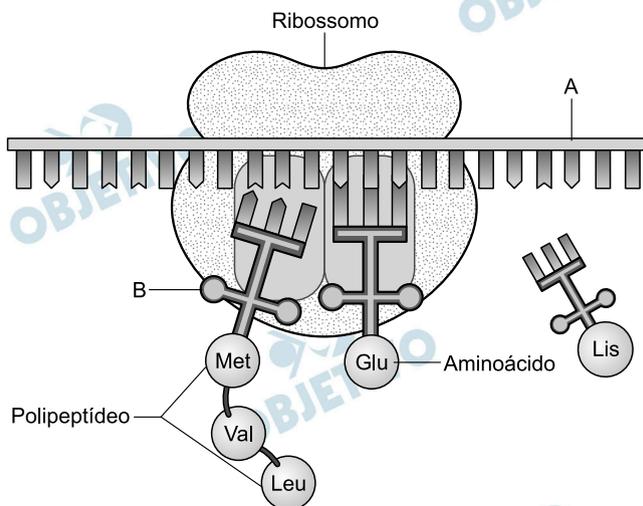
Os morcegos são animais que muitas vezes despertam reações aversivas nas pessoas. O tipo de reação varia bastante, mas na maioria das vezes a simples menção da palavra provoca exclamações como “Credo!” ou “Que nojo!”.

- a) Além dos morcegos hematófagos, existem espécies de morcegos que possuem outras dietas alimentares? Quais dietas?
- b) Cite dois tipos de interação de morcegos com plantas.

### Resolução

- a) **Sim. Existem morcegos insetívoros e aqueles que se alimentam de néctar e frutos.**
- b) **Os morcegos podem agir como agentes polinizadores (quiropterofilia) e como dispersores de sementes (quiropterocoria).**

A imagem abaixo representa o processo de tradução.



- Quais são as estruturas representadas pelas letras A e B, respectivamente?
- Nos eucariotos, em quais estruturas celulares esse processo ocorre?

#### Resolução

- A – RNA mensageiro (RNAm)  
B – RNA transportador (RNAt)
- A tradução ocorre nos ribossomos presentes no citoplasma e nos ribossomos que ocorrem no interior de organelas, como mitocôndrias e cloroplastos.

As fórmulas necessárias para a resolução de algumas questões são fornecidas no enunciado – leia com atenção. Quando necessário, use:

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

$$\pi = 3$$

**CLASSIFICAÇÃO PERIÓDICA DOS ELEMENTOS QUÍMICOS**

1																	18
H																	He
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba	La-Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Fr	Ra	Ac-Lr	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt									

2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Mn	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	
Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr		

Índice atômico → Número atômico  
Símbolo → Símbolo  
Nome → Nome

## 9

Na tirinha abaixo, o autor explora a questão do uso apropriado da linguagem na Ciência. Muitas vezes, palavras de uso comum são utilizadas na Ciência, e isso pode ter várias consequências.



(adaptado de [www.reddit.com/r/funny/comments/1ln5uc/bear-tribbles](http://www.reddit.com/r/funny/comments/1ln5uc/bear-tribbles). Acessado em 10/09/2013.)

- De acordo com o urso cinza, o urso branco usa o termo “dissolvendo” de forma cientificamente inadequada. Imagine que o urso cinza tivesse respondido: “**Eu é que deveria estar aflito, pois o gelo é que está dissolvendo!**” Nesse caso, estaria o urso cinza usando o termo “dissolvendo” de forma cientificamente correta? Justifique.
- Considerando a última fala do urso branco, interprete o duplo significado da palavra “polar” e suas implicações para o efeito cômico da tirinha.

### Resolução

- Não, pois o urso cinza se referiu à fusão do bloco de gelo. A fusão é uma mudança de estado físico, quando um sólido se transforma em líquido. A dissolução envolve a separação das partículas de**

um soluto por um solvente, processo distinto da fusão. Dessa forma, o açúcar se dissolve na água, mas não se derrete ao entrar em contato com a água.

- b) A palavra “polar” se referiu à espécie de urso e a características moleculares. Sabe-se que solutos polares são solúveis em solventes polares. No contexto do desenho, o urso está dentro da água e, por ser um urso “polar”, seria solúvel em água, um composto “polar”. Evidentemente, não ocorre o que está escrito no último parágrafo.

OBJETIVO

OBJETIVO

OBJETIVO

OBJETIVO

OBJETIVO

OBJETIVO

OBJETIVO

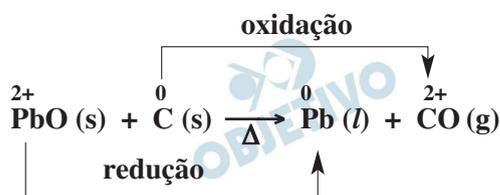
OBJETIVO

Na manhã de 11 de setembro de 2013, a Receita Federal apreendeu mais de 350 toneladas de vidro contaminado por chumbo no Porto de Navegantes (Santa Catarina). O importador informou que os contêineres estavam carregados com cacos, fragmentos e resíduos de vidro, o que é permitido pela legislação. Nos contêineres, o exportador declarou a carga corretamente – tubos de raios catódicos. O laudo técnico confirmou que a porcentagem em massa de chumbo era de 11,5 %. A importação de material (sucata) que contém chumbo é proibida no Brasil.

- a) O chumbo presente na carga apreendida estava na forma de óxido de chumbo II. Esse chumbo é recuperado como metal a partir do aquecimento do vidro a aproximadamente 800 °C na presença de carbono (carvão), processo semelhante ao da obtenção do ferro metálico em alto forno. Considerando as informações fornecidas, escreva a equação química do processo de obtenção do chumbo metálico e identifique o agente oxidante e o redutor no processo.
- b) Considerando que o destino do chumbo presente no vidro poderia ser o meio ambiente aqui no Brasil, qual seria, em mols, a quantidade de chumbo a ser recuperada para que isso não ocorresse?

### Resolução

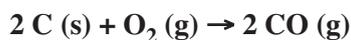
- a) Uma reação possível é a seguinte:



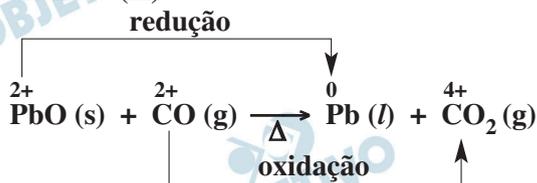
Agente oxidante: PbO; agente redutor: C

Comparando com a metalurgia do ferro, poderia ocorrer o seguinte processo:

O carvão reage com o oxigênio do ar formando o gás CO (monóxido de carbono):



O monóxido de carbono reage com o óxido de chumbo (II):



Agente oxidante: PbO; agente redutor: CO

- b) Cálculo da massa de chumbo, em gramas, em 350 toneladas de vidro:

$$\begin{array}{r}
 350 \cdot 10^6 \text{ g} \text{ ————— } 100\% \\
 x \text{ ————— } 11,5\%
 \end{array}$$

$$x = \frac{11,5 \cdot 350 \cdot 10^6 \text{ g}}{100} = 4,025 \cdot 10^7 \text{ g de Pb}$$

Cálculo da quantidade em mol de Pb:

1 mol de Pb ——— 207 g

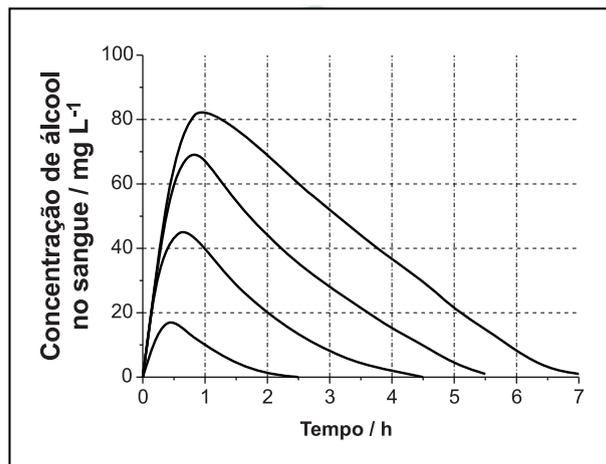
y ——— 4,025 · 10<sup>7</sup> g

$$y = \frac{4,025 \cdot 10^7}{207} \text{ mol} = 1,94 \cdot 10^5 \text{ mol de Pb}$$

A quantidade em mol de chumbo a ser recuperada é 1,94 · 10<sup>5</sup> mol.

Quando uma pessoa ingere bebida alcoólica, cerca de 90% do álcool ingerido é absorvido no trato digestivo, na primeira hora. Esse álcool passa para a corrente sanguínea e é metabolizado no fígado. Sua eliminação, no entanto, leva muito mais tempo e é isso que torna ilegal uma pessoa dirigir nessa condição.

O gráfico abaixo mostra a concentração média de álcool no sangue em função do tempo, após um consumo rápido de 1, 2, 3 e 4 doses de destilado.



(Adaptado de Wilkinson et al. *Journal of Pharmacokinetics and Biopharmaceutics* 5 (3), p. 207-224, 1977.)

- De acordo com o gráfico, se uma pessoa ingere 4 doses de destilado, após quanto tempo a velocidade de metabolização do álcool será maior que a velocidade da absorção para a corrente sanguínea? Explique.
- Um teste do bafômetro realizado duas horas após a ingestão de destilado acusou a presença de 0,019 miligramas de álcool por litro de ar expirado por um condutor. Considerando essas informações, e as contidas no gráfico, determine quantas doses de destilado o condutor havia ingerido. Justifique.

Dado: A proporção entre as concentrações de álcool (sangue:ar expirado) é de 2300:1.

#### Resolução

- A curva ascendente do gráfico fornecido indica que a velocidade de absorção do álcool para a corrente sanguínea é maior que a velocidade de metabolização do álcool no fígado.

Quando uma pessoa ingere 4 doses de destilado (curva mais superior), a velocidade de metabolização do álcool fica maior que a velocidade de absorção para a corrente sanguínea após 1 hora.

- Utilizando a proporção fornecida:

$$\begin{array}{l} 2\ 300 \text{ ————— } 1 \\ x \text{ ————— } 0,019 \\ x = 43,7 \end{array}$$

A concentração de álcool no sangue é igual a 43,7 mg/L após duas horas de ingestão do destilado. Isso corresponde a três doses de destilado ingerido.

Materiais poliméricos podem ter destinos diversos, que não seja o simples descarte em lixões ou aterros. A reciclagem, por exemplo, pode ser feita por reaproveitamento sob diversas formas. Na reciclagem secundária os diversos polímeros que compõem o descarte são separados e reutilizados na fabricação de outros materiais; já na reciclagem quaternária, o material é usado diretamente como combustível para gerar energia térmica ou elétrica. Considere uma embalagem de material polimérico composta por 18 g de PET ( $C_{10}H_8O_4$ )<sub>n</sub>, 4 g de PEAD ( $C_2H_4$ )<sub>n</sub> e 0,1 g de PP ( $C_3H_6$ )<sub>n</sub>.

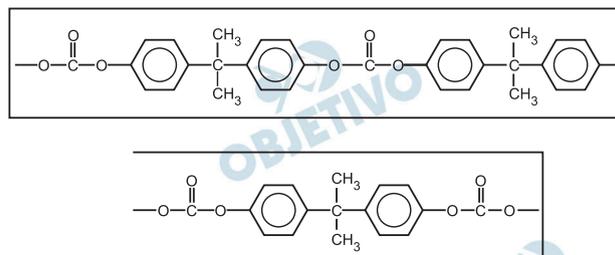
- a) Do ponto de vista ambiental, o que seria melhor: a reciclagem secundária ou a quaternária? Justifique sua escolha.
- b) Numa reciclagem quaternária, representada pela combustão completa da embalagem citada, a massa consumida de polímeros e oxigênio seria maior, menor ou igual à massa formada de gás carbônico e água? Justifique.

#### Resolução

- a) **Do ponto de vista ambiental, a reciclagem secundária é a melhor, pois na reciclagem quaternária ocorre a formação de gás carbônico (que intensifica o efeito estufa) devido à queima dos materiais poliméricos.**
- b) **A massa consumida de polímeros e oxigênio será igual à massa formada de gás carbônico e água, de acordo com a lei da conservação da massa (Lei de Lavoisier).**

O policarbonato representado na figura abaixo é um polímero utilizado na fabricação de CDs e DVDs.

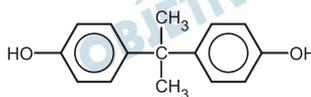
O policarbonato, no entanto, foi banido da fabricação de mamadeiras, chupetas e vários utensílios domésticos, pela possibilidade de o **bisfenol A**, um de seus precursores, ser liberado e ingerido. De acordo com a literatura científica, o **bisfenol A** é suspeito de vários malefícios para a saúde do ser humano.



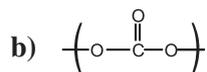
- a) Em contato com alguns produtos de limpeza e no aquecimento em micro-ondas, o policarbonato pode liberar unidades de **bisfenol A** que contaminam os alimentos. Sabendo-se que um fenol tem uma hidroxila ligada ao anel benzênico, escreva a estrutura da molécula do **bisfenol A** que poderia ser liberada devido à limpeza ou ao aquecimento do policarbonato.
- b) Represente a fórmula estrutural do fragmento do polímero da figura acima, que justifica o uso do termo “policarbonato” para esse polímero.

#### Resolução

- a) **Bisfenol A:**



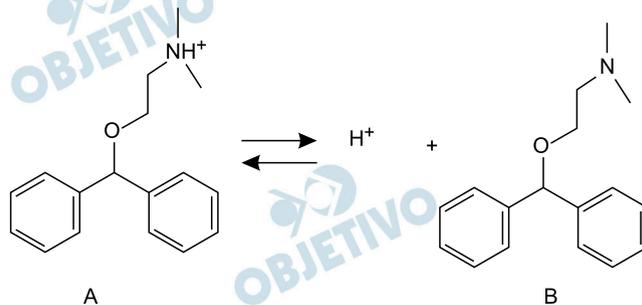
O termo **bisfenol** significa dois grupos hidroxila ligados a dois anéis benzênicos.



O termo “**policarbonato**” é derivado do grupo carbonato ( $\text{CO}_3^{2-}$ ).



A equação abaixo mostra o equilíbrio químico em meio aquoso de uma droga muito utilizada no tratamento de náuseas e vômitos e também como antialérgico. Essa droga, dependendo da finalidade, pode ser comercializada na sua forma protonada (A) ou na sua forma neutra (B).



- a) Sabendo-se que em meio aquoso a constante de equilíbrio para essa equação é igual a  $1,2 \times 10^{-9}$ , qual espécie estaria em maior concentração no intestino (cujo pH é igual a 8): a protonada (A), a neutra (B) ou ambas estariam na mesma concentração? Justifique sua resposta com base em cálculos matemáticos.
- b) Supondo que a droga seria absorvida de forma mais completa e com melhor efeito terapêutico se fosse mais solúvel em lipídios, qual forma seria preferível numa formulação, a protonada ou a neutra? Justifique sua resposta em termos de interações intermoleculares.

#### Resolução

- a) Considerando a expressão da constante de equilíbrio para a reação apresentada, temos:

$$K = \frac{[\text{H}^+] \cdot [\text{B}]}{[\text{A}]}, \text{ na qual } K = 1,2 \cdot 10^{-9} \text{ e a}$$

$$[\text{H}^+] = 10^{-8} \text{ mol/L, visto que } \text{pH} = -\log [\text{H}^+]$$

$$-\log [\text{H}^+] = 8 \Rightarrow \log [\text{H}^+] = -8 \Rightarrow \boxed{[\text{H}^+] = 10^{-8} \text{ mol/L}}$$

Assim:

$$1,2 \cdot 10^{-9} = \frac{10^{-8} \cdot [\text{B}]}{[\text{A}]} \Rightarrow$$

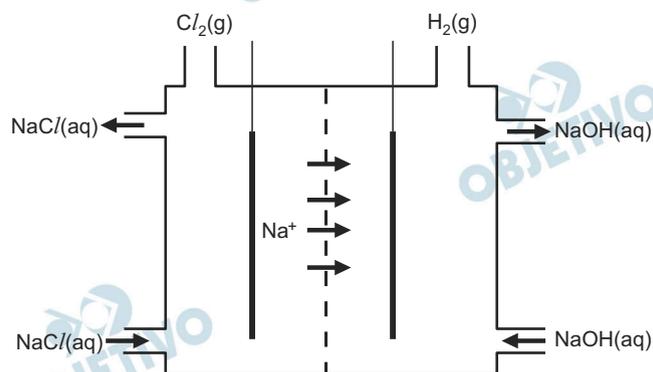
$$\Rightarrow \frac{[\text{B}]}{[\text{A}]} = \frac{1,2 \cdot 10^{-9}}{10^{-8}} = 1,2 \cdot 10^{-1} = 0,12$$

Como a relação de [B] por [A] é menor do que 1, conclui-se que a forma protonada (A) tem maior concentração que a neutra (B), ou seja,  $[\text{A}] > [\text{B}]$ .

- b) A forma neutra, pois possui menor polaridade do que a forma protonada. Pelo princípio de solubilidade, substâncias com polaridades semelhantes tendem a ser solúveis entre si. Como os lipídios são compostos de baixa polaridade, a forma neutra geraria um melhor efeito terapêutico.

A produção mundial de gás cloro é de 60 milhões de toneladas por ano. Um processo eletroquímico moderno e menos agressivo ao meio ambiente, em que se utiliza uma membrana semipermeável, evita que toneladas de mercúrio, utilizado no processo eletroquímico convencional, sejam dispensadas anualmente na natureza. Esse processo moderno está parcialmente esquematizado na figura abaixo.

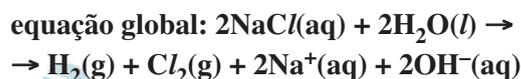
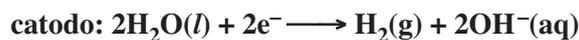
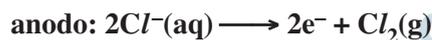
- a) Se a produção anual de gás cloro fosse obtida apenas pelo processo esquematizado na figura abaixo, qual seria a produção de gás hidrogênio em milhões de toneladas?



- b) Na figura, falta representar uma fonte de corrente elétrica e a formação de íons  $\text{OH}^-$ . Complete o desenho com essas informações, não se esquecendo de anotar os sinais da fonte e de indicar se ela é uma fonte de corrente alternada ou de corrente contínua.

### Resolução

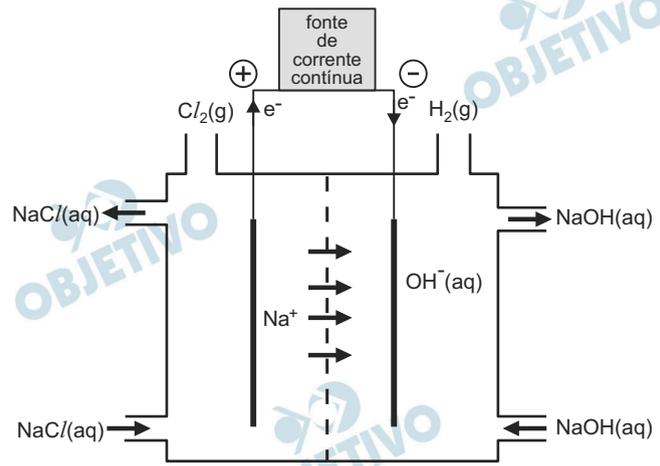
- a) As semirreações que ocorrem no processo são:



x	_____	60 milhões de toneladas
---	-------	-------------------------

$$x = 1,69 \text{ milhão de toneladas}$$

b)



Correr uma maratona requer preparo físico e determinação. A uma pessoa comum se recomenda, para o treino de um dia, repetir 8 vezes a seguinte sequência: correr a distância de 1km à velocidade de 10,8km/h e, posteriormente, andar rápido a 7,2km/h durante dois minutos.

- a) Qual será a distância total percorrida pelo atleta ao terminar o treino?
- b) Para atingir a velocidade de 10,8km/h, partindo do repouso, o atleta percorre 3m com aceleração constante. Calcule o módulo da aceleração  $a$  do corredor neste trecho.

**Resolução**

a)  $d_1 = 1,0 \text{ km}$

$$d_2 = V \Delta t = 7,2 \text{ km/h} \cdot \frac{2}{60} \text{ h} = 0,24 \text{ km}$$

$$d = d_1 + d_2 = 1,24 \text{ km}$$

$$D = 8d \Rightarrow D = 8 \cdot 1,24 \text{ km} \Rightarrow \boxed{D = 9,92 \text{ km}}$$

b)  $V^2 = V_0^2 + 2a \Delta s$

$$V = 10,8 \text{ km/h} = \frac{10,8}{3,6} \text{ m/s} = 3,0 \text{ m/s}$$

$$(3,0)^2 = 0 + 2a \cdot 3,0$$

$$9,0 = 6,0 a \Rightarrow \boxed{a = 1,5 \text{ m/s}^2}$$

Respostas: a) 9,92 km

b) 1,5 m/s<sup>2</sup>

O encontro das águas do Rio Negro e do Solimões, nas proximidades de Manaus, é um dos maiores espetáculos da natureza local. As águas dos dois rios, que formam o Rio Amazonas, correm lado a lado por vários quilômetros sem se misturarem.

- a) Um dos fatores que explicam esse fenômeno é a diferença da velocidade da água nos dois rios, cerca de  $v_N = 2\text{km/h}$  para o Negro e  $v_S = 6\text{km/h}$  para o Solimões. Se uma embarcação, navegando no Rio Negro, demora  $t_N = 2\text{h}$  para fazer um percurso entre duas cidades distantes  $d_{\text{cidades}} = 48\text{km}$ , quanto tempo levará para percorrer a mesma distância no Rio Solimões, também rio acima, supondo que sua velocidade com relação à água seja a mesma nos dois rios?
- b) Considere um ponto no Rio Negro e outro no Solimões, ambos à profundidade de 5m e em águas calmas, de forma que as águas nesses dois pontos estejam em repouso. Se a densidade da água do Rio Negro é  $\rho_N = 996\text{ kg/m}^3$  e a do Rio Solimões é  $\rho_S = 998\text{kg/m}^3$ , qual a diferença de pressão entre os dois pontos?

#### Resolução

- a)  $\Delta s = V \Delta t$  (movimento resultante)

$$\text{Rio Negro: } 48 = (V_{\text{rel}} - 2) 2 \Rightarrow V_{\text{rel}} = 26 \text{ km/h}$$

$$\text{Rio Solimões: } 48 = (V_{\text{rel}} - 6) \Delta t$$

$$48 = 20 \Delta t \Rightarrow \Delta t = 2,4 \text{ h}$$

- b) Rio Negro:  $p_N = p_{\text{atm}} + \rho_N g h$

$$\text{Rio Solimões: } p_S = p_{\text{atm}} + \rho_S g h$$

$$p_S - p_N = (\rho_S - \rho_N) g h$$

$$\Delta p = (998 - 996) \cdot 10 \cdot 5,0 \text{ (Pa)}$$

$$\Delta p = 1,0 \cdot 10^2 \text{ Pa}$$

Respostas: a) 2,4 h

b)  $1,0 \cdot 10^2 \text{ Pa}$

“As denúncias de violação de telefonemas e transmissão de dados de empresas e cidadãos brasileiros serviram para reforçar a tese das Forças Armadas da necessidade de o Brasil dispor de seu próprio satélite geoestacionário de comunicação militar” (*O Estado de São Paulo*, 15/07/2013). Uma órbita geoestacionária é caracterizada por estar no plano equatorial terrestre, sendo que o satélite que a executa está sempre acima do mesmo ponto no equador da superfície terrestre. Considere que a órbita geoestacionária tem um raio  $r = 42\,000\text{km}$ .

- a) Calcule a aceleração centrípeta de um satélite em órbita circular geoestacionária.
- b) A energia mecânica de um satélite de massa  $m$  em órbita circular em torno da terra é dada por

$$E = -\frac{GMm}{2r}, \text{ em que } r \text{ é o raio da órbita, } M = 6 \times 10^{24}\text{kg}$$

$$\text{é a massa da Terra e } G = 6,7 \times 10^{-11} \frac{\text{Nm}^2}{\text{kg}^2}.$$

O raio de órbita de satélites comuns de observação (não geoestacionários) é tipicamente de  $7000\text{ km}$ . Calcule a energia adicional necessária para colocar um satélite de  $200\text{ kg}$  de massa em uma órbita geoestacionária, em comparação a colocá-lo em uma órbita comum de observação.

### Resolução

- a) A aceleração centrípeta terá módulo dado por:

$$a = \omega^2 r$$

$\omega$  = velocidade angular do satélite, que é igual à velocidade angular de rotação da Terra

$$a = \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 r = \frac{4\pi^2 r}{T^2}$$

Sendo  $\pi \cong 3$

$$r = 4,2 \cdot 10^7\text{m}$$

$$T = 86\,400\text{s} = 8,64 \cdot 10^4\text{s}$$

$$a = \frac{4 \cdot 9 \cdot 4,2 \cdot 10^7 \text{ m}}{(8,64)^2 \cdot 10^8 \text{ s}^2}$$

$$a \cong 0,20\text{m/s}^2$$

- b) Na órbita comum:  $E_1 = -\frac{GMm}{2r_1}$

$$\text{Na órbita geoestacionária: } E_2 = -\frac{GMm}{2r_2}$$

$$E_a = E_2 - E_1 = \frac{GMm}{2} \left( \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$$

$$E_a = \frac{6,7 \cdot 10^{-11} \cdot 6 \cdot 10^{24} \cdot 2 \cdot 10^2}{2} \left( \frac{1}{7 \cdot 10^6} - \frac{1}{4,2 \cdot 10^7} \right) (\text{J})$$

$$E_a = 40,2 \cdot 10^{15} \frac{(6-1)}{42 \cdot 10^6} (\text{J})$$

$$E_a \cong 4,8 \cdot 10^9 \text{J}$$

Respostas: a)  $0,20 \text{m/s}^2$   
b)  $4,8 \cdot 10^9 \text{J}$

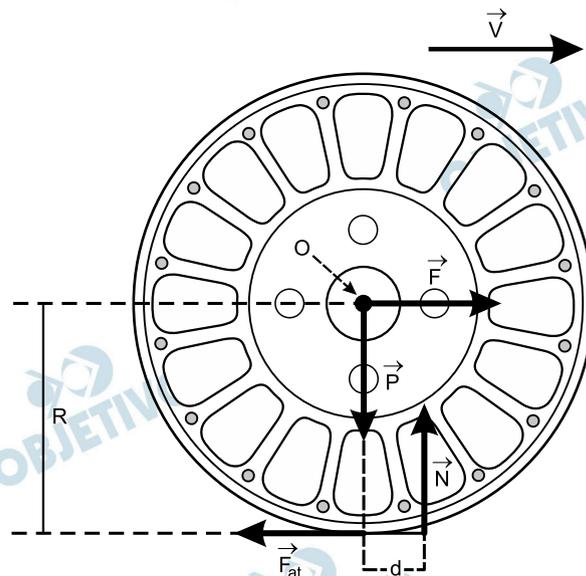


- a) O ar atmosférico oferece uma resistência significativa ao movimento dos automóveis. Suponha que um determinado automóvel movido a gasolina, trafegando em linha reta a uma velocidade constante de  $v = 72\text{km/h}$  com relação ao ar, seja submetido a uma força de atrito de  $F_{\text{ar}} = 380\text{N}$ . Em uma viagem de uma hora, aproximadamente quantos litros de gasolina serão consumidos somente para “vencer” o atrito imposto pelo ar?

Dados: calor de combustão da gasolina:  $35\text{ MJ}/\ell$ .

Rendimento do motor a gasolina:  $30\%$ .

- b) A má calibração dos pneus é outro fator que gera gasto extra de combustível. Isso porque o rolamento é real e a baixa pressão aumenta a superfície de contato entre o solo e o pneu. Como consequência, o ponto efetivo da aplicação da força normal de módulo  $N$  não está verticalmente abaixo do eixo de rotação da roda (ponto  $O$ ) e sim ligeiramente deslocado para a frente a uma distância  $d$ , como indica a figura abaixo. As forças que atuam sobre a roda não tracionada são: força  $\vec{F}$ , que leva a roda para a frente, força peso  $\vec{P}$ , força de atrito estático  $\vec{F}_{\text{at}}$  e força normal  $\vec{N}$ . Para uma velocidade de translação  $\vec{V}$  constante, o torque em relação ao ponto  $O$ , resultante das forças de atrito estático  $\vec{F}_{\text{at}}$  e normal  $\vec{N}$ , deve ser nulo. Sendo  $R = 30\text{cm}$ ,  $d = 0,3\text{cm}$  e  $N = 2\,500\text{N}$ , calcule o módulo da força de atrito estático  $F_{\text{at}}$ .



### Resolução

- a) 1) A potência motriz desenvolvida é dada por:

$$\text{Pot} = F_{\text{ar}} \cdot v$$

$$\text{Pot} = 380 \cdot 20 \text{ (W)}$$

$$\text{Pot} = 7,6 \cdot 10^3 \text{ W}$$

- 2) A energia requerida é dada por:

$$E_u = \text{Pot} \cdot \Delta t$$

$$E_u = 7,6 \cdot 10^3 \cdot 3,6 \cdot 10^3 \text{ (J)}$$

$$E_u = 27,36 \cdot 10^6 \text{ J}$$

3) Sendo o rendimento de 30%, temos:

$$E_u = 0,30 E_{\text{total}}$$

$$27,36 \cdot 10^6 = 0,30 E_{\text{total}}$$

$$E_{\text{total}} = 91,2 \cdot 10^6 \text{ J}$$

4)  $1\ell \dots\dots\dots 35 \cdot 10^6 \text{ J}$

$V \dots\dots\dots 91,2 \cdot 10^6 \text{ J}$

$$V = \frac{91,2}{35} \ell \Rightarrow V = 2,6\ell$$

b) Impondo que o torque resultante em relação ao ponto O seja nulo, temos:

$$F_{\text{at}} \cdot R = N \cdot d$$

$$F_{\text{at}} \cdot 30 = 2500 \cdot 0,3$$

$$F_{\text{at}} = 25 \text{ N}$$

Respostas: a) 2,6 litros

b) 25N

Existem inúmeros tipos de extintores de incêndio que devem ser utilizados de acordo com a classe do fogo a se extinguir. No caso de incêndio envolvendo líquidos inflamáveis, classe B, os extintores à base de pó químico ou de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) são recomendados, enquanto extintores de água devem ser evitados, pois podem espalhar o fogo.

- a) Considere um extintor de  $\text{CO}_2$  cilíndrico de volume interno  $V = 1800 \text{ cm}^3$  que contém uma massa de  $\text{CO}_2$   $m = 6 \text{ kg}$ . Tratando o  $\text{CO}_2$  como um gás ideal, calcule a pressão no interior do extintor para uma temperatura  $T = 300 \text{ K}$ .

Dados:

$R = 8,3 \text{ J/mol K}$  e a massa molar do  $\text{CO}_2$   $M = 44 \text{ g/mol}$ .

- b) Suponha que um extintor de  $\text{CO}_2$  (similar ao do item a), completamente carregado, isolado e inicialmente em repouso, lance um jato de  $\text{CO}_2$  de massa  $m = 50 \text{ g}$  com velocidade  $v = 20 \text{ m/s}$ . Estime a massa total do extintor  $M_{\text{ext}}$  e calcule a sua velocidade de recuo provocada pelo lançamento do gás. Despreze a variação da **massa total** do cilindro decorrente do lançamento do jato.

### Resolução

- a) De acordo com o enunciado, destacamos os seguintes dados acompanhados das transformações convenientes de unidades.

Temos:

$$V = 1800 \text{ cm}^3 = 1800 (10^{-2} \text{ m})^3 = 1800 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$V = 1,8 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$T = 300 \text{ K}$$

$$m = 6,0 \text{ kg}$$

$$M = 44 \text{ g/mol} = 44 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}$$

$$R = 8,3 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$$

Utilizando-se a equação de estado dos gases perfeitos (Clapeyron), vem:

$$pV = \frac{m}{M} RT$$

$$p = \frac{m RT}{MV}$$

$$p = \frac{6,0 \cdot 8,3 \cdot 300}{44 \cdot 10^{-3} \cdot 1,8 \cdot 10^{-3}} \text{ (Pa)}$$

$$p = \frac{14940}{79,2 \cdot 10^{-6}} \text{ (Pa)}$$

$$p \cong 188 \cdot 10^6 \text{ (Pa)}$$

$$p \cong 1,9 \cdot 10^8 \text{ Pa}$$

b) Considerando-se o sistema isolado, aplicamos a conservação da quantidade de movimento:

$$|Q_{\text{extintor}}| = |Q_{\text{gás}}|$$

$$|M_{\text{ext}} V_{\text{recoo}}| = |m \cdot V|$$

A massa total do extintor  $M_{\text{ext}}$  pode ser estimada em 20 kg. Assim:

$$20 \cdot V_{\text{recoo}} = 50 \cdot 10^{-3} \cdot 20$$

$$20 V_{\text{recoo}} = 1,0$$

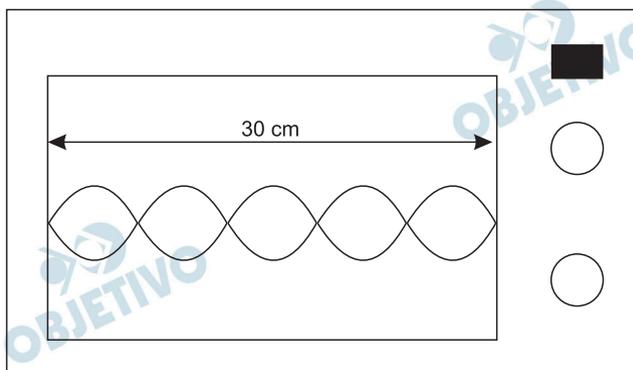
$$V_{\text{recoo}} = 5,0 \cdot 10^{-2} \text{m/s}$$

Observação: Qualquer valor de massa total entre 10kg e 20kg é uma boa estimativa.

Respostas: a)  $1,9 \cdot 10^8$  Pa

b)  $5,0 \cdot 10^{-2}$  m/s

- a) Segundo as especificações de um fabricante, um forno de micro-ondas necessita, para funcionar, de uma potência de entrada de  $P = 1400 \text{ W}$ , dos quais 50% são totalmente utilizados no aquecimento dos alimentos. Calcule o tempo necessário para elevar em  $\Delta\theta = 20^\circ\text{C}$  a temperatura de  $m = 100 \text{ g}$  de água. O calor específico da água é  $c_a = 4,2 \text{ J/g}^\circ\text{C}$ .
- b) A figura abaixo mostra o esquema de um forno de micro-ondas, com 30 cm de distância entre duas de suas paredes internas paralelas, assim como uma representação simplificada de certo padrão de ondas estacionárias em seu interior. Considere a velocidade das ondas no interior do forno como  $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$  e calcule a frequência  $f$  das ondas que formam o padrão representado na figura.

**Resolução**

a) (I)  $P_{\text{útil}} = 50\% P \Rightarrow P_{\text{útil}} = 0,50 \cdot 1400 \text{ (W)}$

$$P_{\text{útil}} = 700 \text{ W}$$

(II)  $P_{\text{útil}} = \frac{Q}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{Q}{P_{\text{útil}}} = \frac{m c \Delta\theta}{P_{\text{útil}}}$

$$\Delta t = \frac{100 \cdot 4,2 \cdot 20}{700} \text{ (s)}$$

Da qual:  $\Delta t = 12 \text{ s}$

b) Da figura:  $2,5\lambda = 30 \text{ cm} \Rightarrow \lambda = 12 \text{ cm} = 0,12 \text{ m}$

Equação fundamental da ondulatória:

$$c = \lambda f \Rightarrow 3 \cdot 10^8 = 0,12 f$$

Da qual:  $f = 2,5 \cdot 10^9 \text{ Hz} = 2,5 \text{ GHz}$

Respostas: a) 12s

b) 2,5 GHz

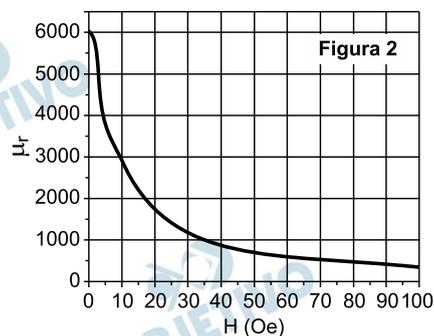
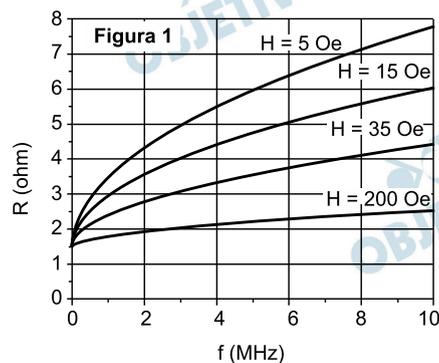
No fenômeno de “Magneto impedância gigante”, a resistência elétrica de determinado material pelo qual circula uma corrente alternada de frequência  $f$  varia com a aplicação de um campo magnético  $H$ . O gráfico da figura 1 mostra a resistência elétrica de determinado fio de resistividade elétrica  $\rho = 64,8 \times 10^{-8} \Omega\text{m}$  em função da frequência  $f$  da corrente elétrica alternada que circula por esse fio, para diferentes valores de  $H$ .

a) Como podemos ver na figura 1, o valor da resistência elétrica do fio para  $f = 0 \text{ Hz}$  é  $R = 1,5 \Omega$ . Calcule o comprimento  $L$  desse fio, cuja área de seção transversal vale  $A = 1,296 \times 10^{-8} \text{ m}^2$ .

b) Para altas frequências, a corrente elétrica alternada não está uniformemente distribuída na seção reta do fio, mas sim confinada em uma região próxima a sua superfície. Esta região é determinada pelo comprimento de penetração, que é dado por  $\delta = k \sqrt{\frac{\rho}{\mu_r f}}$ ,

em que  $\rho$  é a resistividade do fio,  $f$  é a frequência da corrente elétrica alternada,  $\mu_r$  é a permeabilidade magnética relativa do fio e  $k = 500 \sqrt{\frac{\text{m Hz}}{\Omega}}$ . Sabendo

que  $\mu_r$  varia com o campo magnético aplicado  $H$ , como mostra a figura 2, e que, para o particular valor de  $f = 8 \text{ MHz}$  temos  $R \approx 4 \Omega$ , calcule o valor de  $\delta$  para essa situação.



### Resolução

a) Com os dados fornecidos, podemos determinar o comprimento  $L$  desse fio utilizando a 2.<sup>a</sup> Lei de Ohm:

$$R = \rho \frac{L}{A}$$

$$1,5 = \frac{64,8 \cdot 10^{-8} L}{1,296 \cdot 10^{-8}}$$

$$L = 3,0 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

- b) Para o particular valor de  $f = 8 \text{ MHz}$ , temos  $R \approx 4\Omega$ , de acordo com o enunciado. Dessa forma, observando o gráfico da figura 1, obtemos o valor  $H = 35 \text{ Oe}$ .

Analisando-se, agora, o gráfico da figura 2, podemos obter o valor de  $\mu_r = 1000$ .

De acordo com o texto, temos:

$$\delta = K \sqrt{\frac{\rho}{\mu_r \cdot f}}$$

$$\delta = 500 \sqrt{\frac{64,8 \cdot 10^{-8}}{1000 \cdot 8 \cdot 10^6}} \text{ (m)}$$

$$\delta = 500 \sqrt{81 \cdot 10^{-18}} \text{ (m)}$$

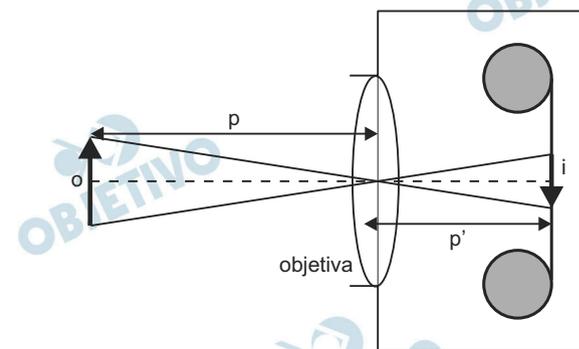
$$\delta = 4,5 \cdot 10^{-6} \text{ m}$$

Respostas: a)  $L = 3,0 \cdot 10^{-2} \text{ m}$

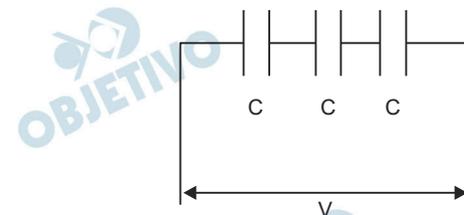
b)  $\delta = 4,5 \cdot 10^{-6} \text{ m}$

O sistema de imagens *street view* disponível na internet permite a visualização de vários lugares do mundo através de fotografias de alta definição, tomadas em 360 graus, no nível da rua.

- a) Em uma câmera fotográfica tradicional, como a representada na figura abaixo, a imagem é gravada em um filme fotográfico para posterior revelação. A posição da lente é ajustada de modo a produzir a imagem no filme colocado na parte posterior da câmera. Considere uma câmera para a qual um objeto muito distante fornece uma imagem pontual no filme em uma posição  $p' = 5$  cm. O objeto é então colocado mais perto da câmera, em uma posição  $p = 100$  cm, e a distância entre a lente e o filme é ajustada até que uma imagem nítida real invertida se forme no filme, conforme mostra a figura. Obtenha a variação da posição da imagem  $p'$  decorrente da troca de posição do objeto.



- b) Nas câmeras fotográficas modernas, a captação da imagem é feita normalmente por um sensor tipo CCD (*Charge Couple Device*). Esse tipo de dispositivo possui trilhas de capacitores que acumulam cargas elétricas proporcionalmente à intensidade da luz incidente em cada parte da trilha. Considere um conjunto de 3 capacitores de mesma capacitância  $C = 0,6$  pF, ligados em série conforme a figura abaixo. Se o conjunto de capacitores é submetido a uma diferença de potencial  $V = 5,0$  V, qual é a carga elétrica total acumulada no conjunto?



### Resolução

- a) I) Com o objeto no “infinito” (objeto impróprio):

$$f = p_1' = 5\text{cm}$$

- II) Com o objeto posicionado nas condições da figura ( $p_2 = 100\text{cm}$ ), calculemos a distância  $p_2'$  entre a lente e o filme:

$$\text{Equação de Gauss: } \frac{1}{p_2} + \frac{1}{p'_2} = \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{100} + \frac{1}{p'_2} = \frac{1}{5} \Rightarrow \frac{1}{p'_2} = \frac{1}{5} - \frac{1}{100}$$

$$\frac{1}{p'_2} = \frac{20 - 1}{100} \Rightarrow p'_2 = \frac{100}{19} \text{ (cm)}$$

$$p'_2 \cong 5,26 \text{ cm}$$

III) Sendo  $\Delta p'$  a variação da posição da imagem decorrente da troca de posição do objeto, segue-se que:

$$\Delta p' = p'_2 - p'_1$$

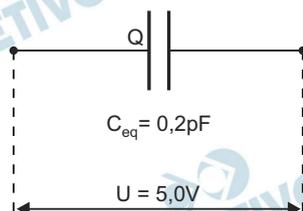
$$\Delta p' = 0,26 \text{ cm}$$

b) I) Cálculo da capacitância equivalente:

$$C_{eq} = \frac{C}{3} \Rightarrow C_{eq} = \frac{0,6 \text{ pF}}{3}$$

$$C_{eq} = 0,2 \text{ pF}$$

II)



$$Q = C U$$

$$Q = 0,2 \cdot 5,0 \text{ (pC)}$$

$$Q = 1,0 \text{ pC}$$

Como os capacitores estão associados em série, a carga  $Q = 1,0 \text{ pC}$  armazenada no capacitor equivalente será a mesma verificada em cada capacitor da associação.

Respostas: a) Aproximadamente 0,26 cm

b)  $1,0 \text{ pC} = 1,0 \cdot 10^{-12} \text{ C}$