



**11ª Olimpíada Internacional Júnior de Ciências**

**Questões de Múltipla Escolha**

**4 de dezembro de 2014**

**REGRAS DA PROVA**

1. Não é permitido o uso de qualquer outro material além de remédios pessoais.
2. Sente-se no lugar designado para você.
3. Antes do início da prova, verifique se os materiais fornecidos pela organização (caneta, régua e calculadora) estão na sua mesa.
4. Verifique se os Cadernos de Questões e de Respostas estão completos. Levante a mão em caso de problemas. Comece a fazer a prova após o sinal.
5. Não é permitida a saída da sala durante a prova, exceto em caso de emergência. Neste caso, você será acompanhado por um supervisor.
6. Não perturbe os outros competidores. Caso necessite de ajuda, levante a mão e espere a chegada de um supervisor.
7. Dúvidas sobre as questões da prova não podem ser discutidas. Você deve permanecer no seu lugar até o final da duração da prova, mesmo que você já a tenha terminado.
8. Ao final da duração da prova, um sinal soará. Não escreva nada no Caderno de Respostas após este sinal. Você deve deixar a sala em silêncio quando solicitado. Ambos os cadernos devem ser deixados sobre a sua mesa.

**LEIA ATENTAMENTE AS INSTRUÇÕES A SEGUIR:**

1. O tempo disponível é de 3 horas.
2. O número total de questões é 30. Verifique que os seus cadernos de questões e repostas estão completos.
3. Utilize apenas a caneta fornecida (não use lápis).

4. Escreva seu nome, código e país e assine no Caderno de Respostas.
5. Folhas adicionais podem ser usadas para rascunho.
6. Leia atentamente cada questão e assinale a sua resposta fazendo um "X" na letra correspondente no Caderno de Respostas. Há apenas uma resposta correta para cada questão.

Exemplo:

1	<del>a</del>	b	c	d
---	--------------	---	---	---

7. Caso você queira mudar sua resposta, circule a letra marcada erroneamente e assinale com um "X" a letra que corresponde à sua nova resposta. É permitido alterar a sua resposta apenas uma vez por questão.

Exemplo:

1	<del>a</del>	b	c	<del>d</del>
---	--------------	---	---	--------------

A é a primeira resposta e D é a resposta final

8. Não é permitido trazer itens de fora da sala. Após completar suas respostas, os Cadernos de Questões e de Respostas devem ser deixados na mesa.
9. Regras de pontuação:
  - a. Resposta correta: +1,00 ponto
  - b. Resposta errada: -0,25 ponto
  - c. Sem resposta: 0,00 ponto

### PROVA DE MÚLTIPLA ESCOLHA

O Monte Aconcágua tem a maior elevação no Hemisfério Sul. Pertence à formação frontal dos Andes e está localizado na província de Mendoza, no centro-oeste da Argentina. Trata-se da montanha mais alta das Américas, com dois picos principais. Um deles tem 6962m a.n.m. (metros acima do nível do mar) e o outro, mais ao Sul, tem 6930m a.n.m. Várias geleiras estão localizadas em suas encostas, sendo as mais importantes a Geleira dos Poloneses (no nordeste) e a Geleira dos Ingleses (no leste).

Chegar ao pico do Aconcágua é um desafio que atrai alpinistas de todo o mundo.



**Figura 1**

1. A temperatura de tecidos internos do corpo humano é de aproximadamente 37,0°C, sujeita a ligeiras variações dependendo do período do dia, da realização de atividades físicas, da temperatura externa e de certos processos metabólicos.

Diversos mecanismos de feedback neurais podem regular a temperatura corporal, como por exemplo:

- |   |
|---|
| 1. Tremores causados por aumento do tônus muscular.               |
| 2. Evaporação da água pela pele e pelas mucosas.                  |
| 3. Aumento do metabolismo basal e do nível de tiroxina no sangue. |
| 4. Respiração ofegante e vasodilatação periférica.                |
| 5. Vasoconstrição periférica.                                     |

Quando um ser humano é submetido a uma queda acentuada de temperatura, como ocorre no pico do Aconcágua, os mecanismos de compensação que agem para regular a temperatura corporal são:

- a. 1, 2 e 4.
- b. 2, 3 e 4.
- c. 1, 3 e 5.
- d. 2, 3 e 5.

2. A pele é a interface entre os ambientes interno e externo do corpo humano e atua nas trocas de energia que afetam a temperatura corporal. Estas trocas de energia entre o corpo e o ambiente são resultantes de mecanismos tais como a radiação, a condução e a convecção.

Em um ambiente de baixa temperatura (como o topo do Aconcágua), a quantidade de energia perdida por convecção por uma pessoa sem roupas isolantes será proporcional:

- a. à área da superfície de seu corpo e a diferença de temperatura entre seu corpo e o ambiente.
- b. à quarta potência da temperatura de seu corpo.
- c. somente à diferença de temperatura entre seu corpo e o ambiente.
- d. à altura da pessoa e a diferença de temperatura entre seu corpo e o ambiente.

3. A pressão atmosférica ao nível do mar é chamada de pressão normal. A concentração de oxigênio ( $O_2$ ) nestas condições é 20,9%v/v, conseqüentemente, a pressão parcial de oxigênio ( $pO_2$ ) é 21,2 kPa. Para o corpo humano esta concentração é suficiente para saturar a hemoglobina no sangue. Conforme alguém escala o Aconcágua, a pressão atmosférica diminui, enquanto que a fração de  $O_2$  e dos outros gases permanecem constantes.

A Figura 2 representa a mudança porcentual da pressão atmosférica em função da altitude.

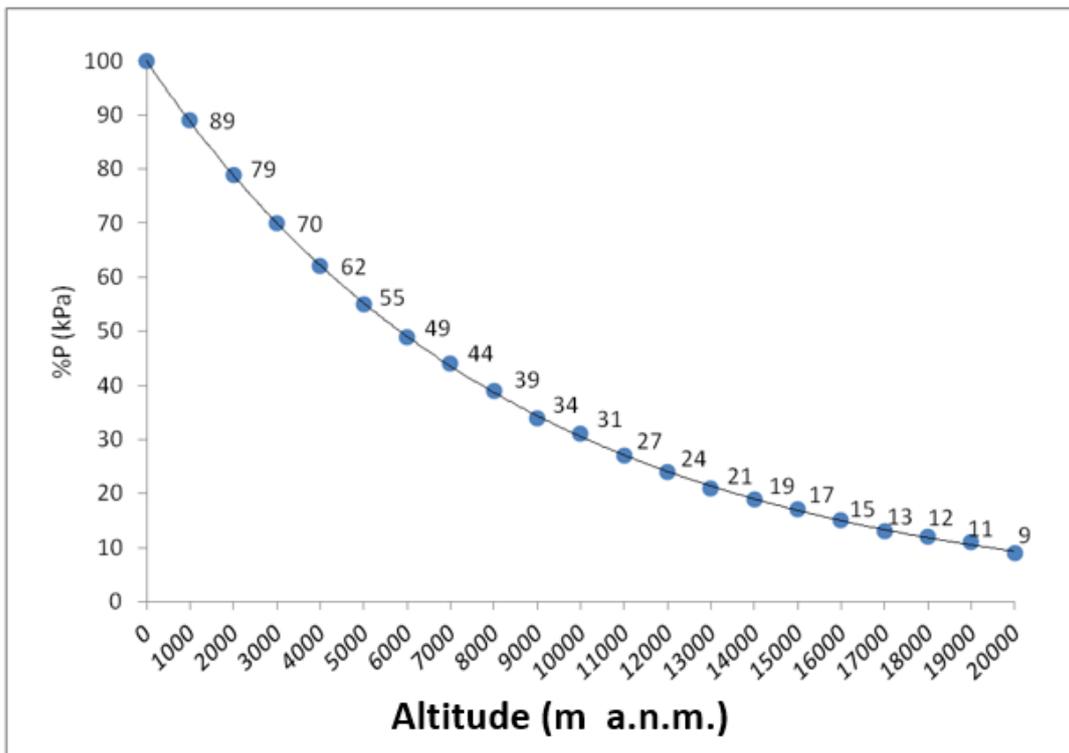


Figura 2

Sabendo que o Monte Aconcágua tem uma altitude máxima de 6962 m a.n.m. (considere 7000 m), a  $p_{O_2}$  no seu topo será:

- a. 44,00 kPa
- b. 9,33 kPa
- c. 21,00 kPa
- d. 0,44 kPa

4. A curva mostrada na Figura 2 é o gráfico de:

- a. Uma função quadrática
- b. Uma função exponencial
- c. Uma função linear
- d. Uma função trigonométrica

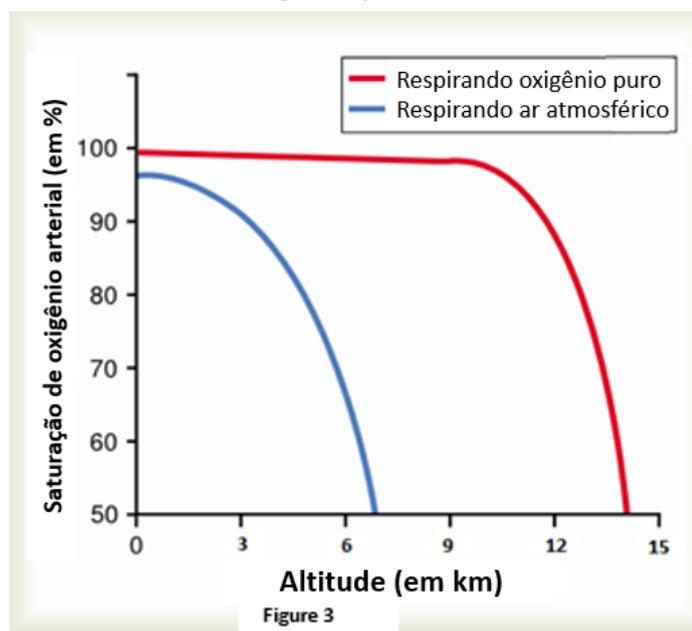
Questões de Múltipla Escolha

5. O valor da tangente à curva no ponto de coordenadas (3000 m a.n.m; 70 %) na Figura 2 é:
- Nulo
  - Positivo
  - Negativo
  - Não pode ser determinado
6. Um alpinista está treinando para participar de uma expedição ao pico do Aconcágua. Com este objetivo, ele vai a uma área de grande altitude para se aclimatar e evitar o “mal da montanha”, causado pela redução da pressão atmosférica e da pressão parcial de oxigênio ( $pO_2$ ).

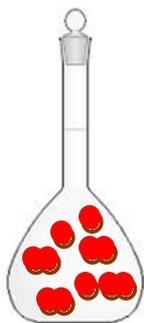
Um dos mecanismos que ocorrem na aclimatação é:

- Hiperventilação pulmonar pela estimulação de quimiorreceptores venosos.
  - Aumento no número de eritrócitos.
  - Diminuição no fornecimento de oxigênio aos músculos.
  - Diminuição na difusão de oxigênio pelo aumento da superfície capilar.
7. A Figura 3 representa a saturação de oxigênio arterial em função da altitude para os casos de meio com ar atmosférico ou com oxigênio puro. De acordo com o gráfico, ao subir o Monte Aconcágua até 4500m a.n.m., a respiração de ar atmosférico resulta em uma saturação de hemoglobina com oxigênio à aproximadamente:

- 100%
- 92%
- 82%
- 72%

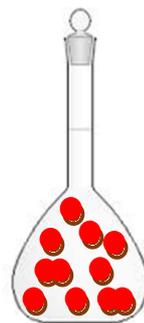


8. As diferenças nas composições químicas dos líquidos extracelulares e intracelulares são de importância vital. Os componentes destes líquidos são quase iguais; entretanto, as concentrações variam entre eles. Assinale a opção incorreta levando em consideração a composição química destes líquidos intra- e extracelulares, mecanismos de transporte e os órgãos responsáveis pela regulação interna corporal.
- Plasma sanguíneo e outros líquidos extracelulares têm composições iônicas semelhantes, mas variam no teor proteico.
  - Íon Cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ) está quase que exclusivamente presente no líquido extracelular. Entretanto, é de vital importância dentro das células musculares.
  - Líquido extracelular contém maiores concentrações de cloreto ( $\text{Cl}^-$ ), potássio ( $\text{K}^+$ ), hidrogenocarbonato [ $\text{HCO}_3^-$ ] do que o líquido intracelular.
  - Produtos metabólicos são eliminados principalmente através dos pulmões e dos rins.
9. Assuma que a dissociação de uma molécula diatômica,  $\text{Y}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{Y}(\text{g})$  é uma reação endotérmica. A Figura 4.1 mostra esquematicamente o estado de equilíbrio da dissociação e a Figura 4.2 mostra esquematicamente o estado de equilíbrio depois da mudança.



1

Figura 4.1



2

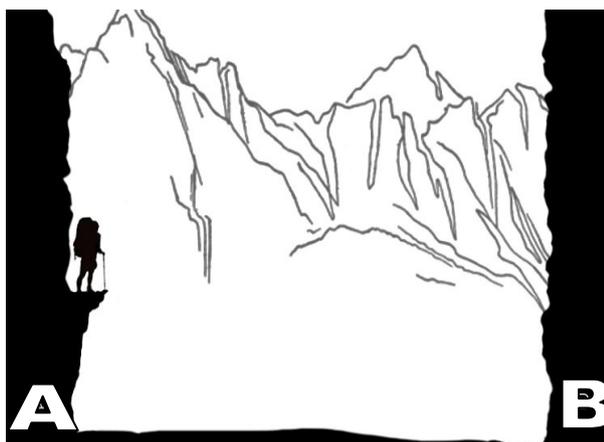
Figura 4.2

A mudança introduzida que levou ao equilíbrio mostrado na Figura 4.2 é:

- A adição de átomos de Y
- Uma diminuição da temperatura
- Uma diminuição do volume
- Um aumento da temperatura

O Eco é um fenômeno acústico produzido quando uma onda sonora é refletida e retorna para sua fonte. No caso da audição humana, para que o eco seja percebido é necessário superar uma persistência acústica: mínima diferença de tempo necessária entre a percepção de dois sons pelo ouvido, de modo que o cérebro humano possa distingui-los. No caso de sons secos (como palavras) a persistência acústica é de 70,0ms.

10. Um alpinista, como mostrado na Figura 5, está de pé junto à parede A e grita em direção à parede B. As duas paredes podem ser consideradas perfeitamente verticais e lisas. Considerando que a velocidade de propagação do som nessa altura é de  $344 \text{ ms}^{-1}$ , a distância mínima em relação à parede que o permita escutar o primeiro eco é:



- a. 24,1 m
- b. 12,0 m
- c. 241 m
- d. 4,9 m

Figura 5

11. A energia transportada por uma onda por unidade de tempo e por unidade de área através de uma superfície perpendicular à direção de propagação é chamada de intensidade. Se as ondas se propagam igualmente em todas as direções a partir de uma fonte de potência  $P$ , a intensidade  $I$ , a uma distância  $r$  será dada por  $I = \frac{P}{4\pi r^2}$

Sabendo-se que a distância entre a parede A e a parede B é  $r$ , a intensidade com que o alpinista ouve o segundo eco em relação à intensidade com que ele ouve o primeiro eco ( $I_0$ ), será de (despreze perdas de energia por reflexão ou possíveis interferências):

- a.  $I_0/4$
- b.  $I_0/2$
- c.  $I_0$
- d.  $2I_0$

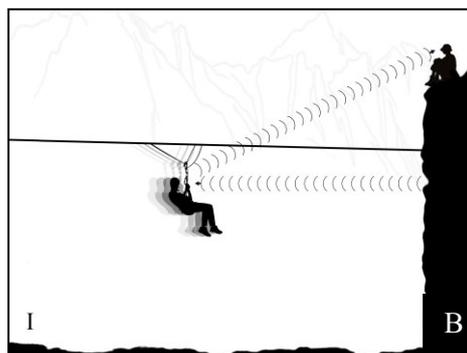
Questões de Múltipla Escolha

12. Um alpinista encontra uma velha tirolesa (fio esticado que interliga os dois lados da garganta de um canyon) e decide fazer a travessia. Durante a travessia, que se realiza com velocidade constante em direção à parede B e perpendicular à mesma, o alpinista sopra seu apito continuamente. As figuras a seguir são apenas representações esquemáticas da situação.

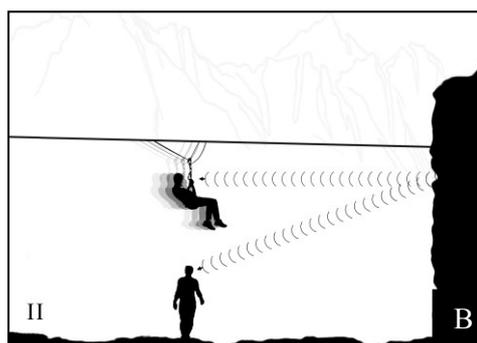
Levando-se em conta o efeito Doppler e desprezando-se o efeito da parede A, selecione a opção correta:

A frequência percebida pelo alpinista do som refletido na parede B será:

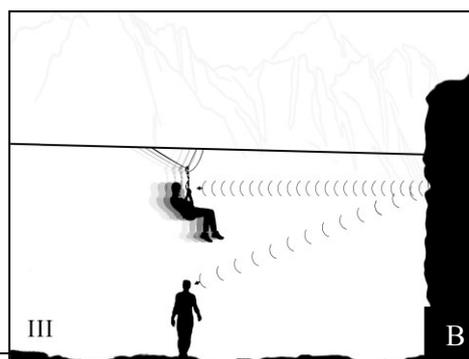
a. Igual à frequência que seria percebida por uma pessoa sentada em repouso na parede B do som emitido diretamente pelo apito em movimento.



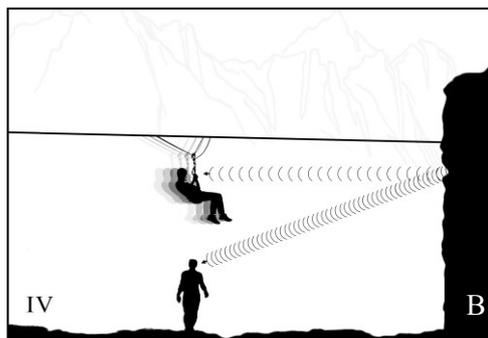
b. Igual à frequência que seria percebida por uma pessoa em repouso à mesma distância da parede B do som do apito refletido pela parede B.



c. Maior do que a frequência que seria percebida por uma pessoa em repouso à mesma distância da parede B do som do apito refletido pela parede B.



- d. Menor do que a frequência que seria percebida por uma pessoa em repouso à mesma distância da parede B do som do apito refletido pela parede B.



13. A hemoglobina humana adulta (Hb-A) composta por quatro cadeias de polipeptídeos, duas  $\alpha$  com 141 aminoácidos e duas  $\beta$  com 146 aminoácidos.

A sequência de aminoácidos de uma cadeia de polipeptídeo é conhecida como:

- a. Estrutura quaternária da hemoglobina.
- b. Estrutura terciária da hemoglobina.
- c. Estrutura primária da hemoglobina.
- d. Estrutura secundária da hemoglobina.

Questões de Múltipla Escolha

---

14. A hemoglobina pode se tornar anormal devido a uma mutação na cadeia  $\beta$  da proteína normal formando superpolímeros insolúveis que precipitam e geram eritrócitos com forma de foice (Figura 7).



A síntese da hemoglobina anormal do tipo "S" (HbS) é determinada por um alelo recessivo. Admita um casal de heterozigotos para eritrócitos com forma de foice. A probabilidade percentual de genótipos desta característica para os seus descendentes é:

Figura 7

- a. 50% heterozigoto e 50% homozigoto recessivo
- b. 50% heterozigoto e 50% homozigoto dominante
- c. 25% homozigoto dominante, 25% homozigoto recessivo e 50% heterozigoto
- d. 25% homozigoto dominante, 50% homozigoto recessivo e 25% heterozigoto

15. Pessoas que são homozigóticas para HbS sofrem de anemia falciforme / anemia com células com forma de foice. O que pode ser deduzido a partir da hemoglobina alterada e da forma anormal do eritrócito?

- a. O transporte de oxigênio aos tecidos é cancelado.
- b. O fluxo sanguíneo é reduzido por causa dos eritrócitos anormais que bloqueiam o vaso sanguíneo.
- c. O transporte de oxigênio não é alterado.
- d. O fluxo sanguíneo nos vasos é reduzido pela precipitação da hemoglobina/HbS.

16. Precipitação de células vermelhas do sangue provocam bloqueios em vasos sanguíneos prejudicando a nutrição normal dos tecidos. A área de secção transversal de uma arteríola pode ser reduzida até  $1/5$  de seu valor normal.

Quando a área de seção transversal da arteríola é reduzida, a velocidade através desta seção reduzida será:

- a. Maior do que nas regiões vizinhas onde a área de secção transversal da arteríola é maior.
- b. Igual à velocidade das regiões vizinhas onde área de secção transversal da arteríola é maior.
- c. Menor do que nas regiões vizinhas onde a área de secção transversal da arteríola é maior.
- d. Invariável.

17. Hemoglobina é composta por quatro grupos pirrol ligados ao  $\text{Fe}^{2+}$  (íon ferroso). Fe (ferro) é um metal de transição, com número atômico 26 e número de massa 56. O íon do Fe (ferro) mencionado terá:

- a. 26 prótons, 26 elétrons e 30 nêutrons.
- b. 26 prótons, 24 elétrons e 30 nêutrons.
- c. 26 prótons, 24 elétrons e 24 nêutrons.
- d. 26 prótons, 26 elétrons e 32 nêutrons.

18. Dados os seguintes potenciais de redução padrão para as espécies químicas:

Espécies Químicas	Potencial de Redução Padrão: $E^\circ$ (V)
$\text{Fe}^{2+} / \text{Fe}$	-0.44
$\text{Cu}^{2+} / \text{Cu}$	+0.34
$\text{Zn}^{2+} / \text{Zn}$	-0.76
$\text{Ag}^+ / \text{Ag}$	+0.80

É possível afirmar que, em condições padrão, quando estas espécies são arranjadas em pares em uma célula eletroquímica:

- $\text{Fe}^{2+}(\text{aq})$  é reduzido quando colocado junto com todos os outros elementos ( $\text{Cu}(\text{s})$ ,  $\text{Zn}(\text{s})$  e  $\text{Ag}(\text{s})$ ).
- $\text{Fe}^{2+}(\text{aq})$  é um agente oxidante quando colocado junto com  $\text{Ag}(\text{s})$  e  $\text{Cu}(\text{s})$ , e  $\text{Fe}(\text{s})$  é um agente redutor quando colocado junto com  $\text{Zn}^{2+}(\text{aq})$ .
- $\text{Fe}(\text{s})$  é oxidado quando colocado junto com  $\text{Ag}^{1+}(\text{aq})$ ,  $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$ , e  $\text{Fe}^{2+}(\text{aq})$  é reduzido quando colocado junto com  $\text{Zn}(\text{s})$ .
- $\text{Fe}(\text{s})$  é oxidado somente quando colocado junto com  $\text{Zn}^{2+}(\text{aq})$ .

19. Na flora de Mendoza, *Atriplex lampa* são angiospermas com flores imperfeitas (unissexuadas).

Estas flores encontram-se em plantas separadas, logo, neste caso, nos referimos a um tipo de planta:

- Monóico, contendo estames e carpelos juntos na mesma flor.
- Monóico, com flores estaminadas e flores carpeladas.
- Dióico, com flores estaminadas e flores carpeladas.
- Dióico, contendo estames e carpelos juntos na mesma flor.

20. Osmose modifica a forma da célula. Se folhas de *Atriplex lampa* são colocadas em um meio com alta concentração de sal em relação à planta, a solução será do tipo:

- Hipotônica, promovendo fluxo de água para fora da célula, murchando a folha.
- Hipertônica, promovendo fluxo de água para fora da célula, murchando a folha.
- Hipertônica, promovendo fluxo de água para dentro da célula, aumentando a pressão de turgor.
- Hipotônica, promovendo fluxo de água para dentro da célula, aumentando a pressão de turgor.

21. Com relação a formação de imagens em lentes esféricas delgadas, é correto afirmar que:

- a. Se a lente é divergente, quando um objeto se aproxima do foco vindo do infinito, a imagem formada é real e invertida, afastando-se da lente.
- b. Se a lente é convergente, quando um objeto se aproxima do foco vindo do infinito, a imagem formada é real e direita, afastando-se da lente.
- c. Se a lente é divergente, quando um objeto se aproxima do foco vindo do centro óptico da lente, a imagem formada é real, direita e menor do que o objeto.
- d. Se a lente é convergente, quando um objeto se aproxima do foco vindo do centro óptico da lente, a imagem formada é virtual, direita e maior do que o objeto.

22. Diferentes estruturas em animais permitem o equilíbrio e manutenção de sal e água e excreção de resíduos metabólicos. As funções dos órgãos excretoras de uma espécie e a composição destas excreções dependem do ambiente em que ela habita.

Na tabela a seguir, a coluna A apresenta diferentes taxons do reino animal. A coluna B mostra algumas estruturas excretoras.

Selecione a opção que indica corretamente a correlação entre o número da coluna A e a letra da coluna B:

Coluna A		Coluna B	
1	Mammalia (Vertebrata)	A	Nenhum órgão excretor
2	Gastropoda (Mollusca)	B	Rins
3	Hexapoda (Arthropoda)	C	Túbulos de Malpighi
4	Asteroidea (Echinodermata)	D	Nefrídeos

- a. 1-A; 2-B; 3-C; 4-D
- b. 1-B; 2-D; 3-C; 4-A
- c. 1-B; 2-A; 3-D; 4-C
- d. 1-C; 2-B; 3-D; 4-A

Questões de Múltipla Escolha

---

23. O elemento químico **A** tem número atômico 11 e o elemento químico **B**, 17. A configuração eletrônica destes elementos no estado fundamental é:

- |                             |                               |
|-----------------------------|-------------------------------|
| a. A: $1s^2 2s^2 3s^3 3p^4$ | B: $1s^2 2s^2 3s^2 2p^6 3p^6$ |
| b. A: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$ | B: $1s^2 2s^2 3s^2 3p^5$      |
| c. A: $1s^2 2s^2 3s^3 3p^4$ | B: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$ |
| d. A: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$ | B: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$ |

24. Se a pressão de um gás ideal cair pela metade e a sua temperatura absoluta dobrar, o seu volume:

- Aumentará para o quádruplo do valor original.
- Diminuirá para um quarto do seu valor original.
- Ficará igual ao valor original.
- Aumentará para o dobro do valor original.

25. 1,0 mol de  $\text{CO}_2$  foi colocado em um recipiente selado com 1,0 mol de água a  $25^\circ\text{C}$ . Em seguida, metade da água é sifonada para fora do recipiente sob temperatura constante. A concentração de  $\text{CO}_2$  gasoso dissolvido na água remanescente dentro do recipiente:

- Diminuirá porque a água do recipiente evapora facilmente.
- Diminuirá porque o volume de  $\text{CO}_2$  gasoso aumentará, assim como a sua pressão.
- Diminuirá porque a menor quantidade de água diminui a solubilidade de  $\text{CO}_2$ .
- Diminuirá porque sua pressão diminui, assim como a sua solubilidade.

26. Uma substância cristalina amarela é aquecida fortemente em um tubo de ensaio a  $280^\circ\text{C}$ . Um líquido claro condensa ao redor da boca do tubo, os cristais gradualmente perdem a sua cor amarela e se tornam um pó verde escuro. Cada grama da substância cristalina amarela produz 0,39g do líquido claro e 0,61g do pó verde escuro. As mesmas relações de massa são observadas em amostras do cristal extraídas de muitas fontes diferentes. Estas observações são consistentes com a hipótese que a substância cristalina amarela é:

**Questões de Múltipla Escolha**

---

- a. Uma solução.
- b. Uma mistura heterogênea.
- c. Um sal hidratado.
- d. Um elemento.

27. Água é um composto com propriedades físicas anômalas. Isto confere a ela características particulares que permitem a existência de vida. Estas propriedades podem ser explicadas afirmando que:

- a. Moléculas de água podem interagir entre si através de ligações de hidrogênio.
- b. Moléculas de água fazem ligações iônicas entre oxigênio-hidrogênio proporcionando a outros compostos a sua dissolução em água formando soluções.
- c. Moléculas de água apresentam somente forças de London.
- d. Moléculas de água apresentam interações muito fracas entre si, o que explica a sua fácil ionização.

28. Considere um experimento no qual uma partícula pode mover-se em duas dimensões sobre uma mesa. A partícula vai do ponto P1 ao ponto P2 com velocidade constante por quatro diferentes caminhos (Figura 8), mas o tempo que ela leva para ir do ponto P1 até o ponto P2 é o mesmo por todos eles. Suponha agora que se façam medidas da energia cinética da partícula no ponto X em cada uma das trajetórias. Selecione a trajetória na qual a energia cinética da partícula no ponto X tem menor valor:

- a. A
- b. B
- c. C
- d. D

Questões de Múltipla Escolha

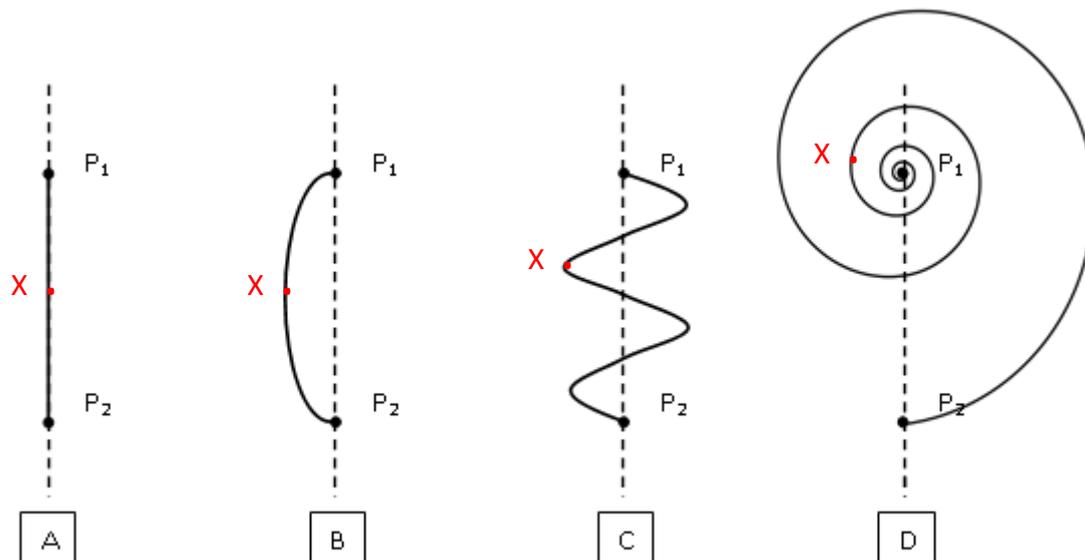


Figura 8

29. O ozônio na estratosfera é formado sob o efeito da radiação solar sobre as moléculas de oxigênio. Sob temperatura de  $25^{\circ}\text{C}$  e pressão de 1 bar, o volume total de ozônio na atmosfera é equivalente a uma camada de 3mm de espessura que cobriria o planeta Terra. A sua presença na atmosfera é vital para a manutenção da vida na Terra.

O ozônio é um:

- a. Oxigênio isótopo
- b. Oxigênio íon
- c. Oxigênio alótropo
- d. Oxigênio isômero

30. Considere o circuito mostrado na Figura 9. Se a resistência elétrica de cada aresta do cubo é  $R$ , a resistência elétrica equivalente entre os pontos  $a$  e  $h$  é:

- a.  $12R$
- b.  $(5/6)R$
- c.  $R$
- d.  $(3/2)R$

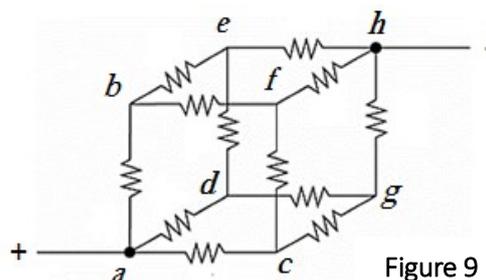


Figure 9