



2<sup>a</sup> Fase

Ciências da Natureza



## **INTRODUÇÃO**

A prova de Ciências da Natureza abordou aspectos essenciais das áreas de biologia, química e física, sempre procurando relacionar as questões a fatos que fazem parte de nosso dia a dia, como já tem acontecido nos últimos anos.

As questões de química procuraram evidenciar a importância do conhecimento da área na discussão de problemas que surgem cotidianamente bem como mostrar os avanços da Ciência. Nessa prova, em específico, foram enfatizados problemas relacionados com vazamentos de gases que poderiam provocar graves acidentes; com a geração de resíduos plásticos ou, ainda, problemas relacionados à geração de energia limpa, neste caso, abordando o desenvolvimento de um dispositivo que funcionaria de forma análoga à fotossíntese.

A prova também chamou a atenção para o problema de possíveis casos de doping nas atividades esportivas e para problemas de saúde ligados à ingestão de alimentos, como o sal. A química forense também aparece na forma de uma questão relativa ao luminol, uma substância que aparece com bastante frequência nas notícias e no cinema, utilizada na elucidação de possíveis casos criminais.

As questões de ciências biológicas trataram de vários ramos do conhecimento, incluindo zoologia, ecologia, fisiologia, biologia celular, genética e parasitologia. Foram abordados temas bastante atuais, alguns deles possibilitando relações com o cotidiano do vestibulando, pois foram notícia em jornais e revistas, como os copinhos de café que podem liberar bisfenol, substância que está sendo proibida, a cirrose hepática e o consumo de álcool pela população.

Foram também apresentadas questões igualmente relevantes como a influência ecológica e econômica dos insetos, a produção de uma vacina para combater a malária, além de questões sobre assuntos bem atuais de genética, destacando as inovações e avanços das ciências biológicas. Não foram esquecidas questões de genética mendeliana clássica, de biologia celular e de biologia geral.

As questões de física também abordaram assuntos do cotidiano. Por exemplo: os efeitos físicos envolvidos nos diversos meios de transporte, considerando aspectos do funcionamento do motor em questão, as forças envolvidas no movimento do veículo, as consequências dos acidentes e como evitá-los. Por outro lado também foram abordados aspectos básicos de meios de transporte avançados, como um ônibus espacial, ou mesmo como é possível o belo espetáculo de um vôo de balão.

Outro exemplo importante de tecnologias avançadas cada vez mais presentes em nosso cotidiano são as ferramentas de diagnóstico médico, o estudo de células, entre muitos outros. É possível compreender os principais aspectos das técnicas aí empregadas usando-se conhecimentos simples de física básica. O mesmo pode ser dito a propósito das tecnologias de comunicação, como a transmissão de dados digitais usados em celulares, a internet e a televisão digital.

Com as questões de Ciências da Natureza, procurou-se demonstrar a necessidade da compreensão integrada dos temas, sendo possível compreender tanto situações da vida cotidiana como de tecnologias avançadas utilizando os conhecimentos básicos das ciências naturais.

### Questão 1

Em 2011 o Atlantis realizou a última missão dos ônibus espaciais, levando quatro astronautas à Estação Espacial Internacional.

- a) A Estação Espacial Internacional gira em torno da Terra numa órbita aproximadamente circular de raio R = 6800 km e completa 16 voltas por dia. Qual é a velocidade escalar média da Estação Espacial Internacional?
- b) Próximo da reentrada na atmosfera, na viagem de volta, o ônibus espacial tem velocidade de cerca de 8000 m/s, e sua massa é de aproximadamente 90 toneladas. Qual é a sua energia cinética?



## Resposta Esperada

a) (2 pontos)

$$d = 2\pi R = 2 \times 3 \times 6800 \text{ km} = 40800 \text{ km}$$

$$t = \frac{24 \text{ h}}{16 \text{ voltas}} = 1,5 \text{ h}$$

$$v = \frac{d}{t} = \frac{40800 \text{ km}}{1.5 \text{ h}} = 27200 \text{ km/h} = 7555 \text{ m/s}$$

b) (2 pontos)

$$k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times (90000 \text{ kg}) \times (8000 \text{ m/s})^2 = 2,88 \times 10^{12} \text{J}$$

**Exemplo Acima da Média** 

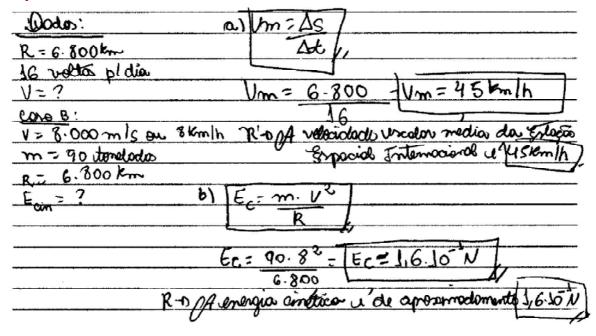
لم	- aatsev 21)	1 dia - 9424
Jus	quência 1 re -	3R
		= 16 = Q
		= 16 = Q 04 3
V=	PATR	
₩-	. \$ <sup>7</sup> 8°8.0 <b>6</b> 00	
	8	
	V= 07200 sem/h	
12) m=	90.40 <sup>3</sup> Jea	Ec= 4 mv
<u>₩=</u>	8000 m 12 0	^
		E e = 1 90.403 (8.103)
		<b>50</b>
		Ee = 45. 103. 64. 106
		Ec= 4880 . 107
	house the second se	Ec= 2880 . 10 <sup>4</sup> lkg.m/s
		11

No exemplo acima da média, o candidato desenvolve corretamente os dois itens, fornece a resposta certa para o item **a**, mas não eleva ao quadrado a unidade de velocidade no item **b**. Com isso, não chega à unidade correta

de energia 
$$J=kg\left(\frac{m}{s}\right)^2$$
.



## Exemplo Abaixo da Média



No exemplo abaixo da média, o candidato comete vários erros que merecem ser analisados. No item  $\bf a$ , usa dados inadequados para  $\Delta s$  e  $\Delta t$ : o raio da órbita e o número de voltas. Além disso, erra a conta e chega a uma velocidade de 45 km/h, que tem ordem de grandeza totalmente incompatível com a velocidade de um objeto que dá 16 voltas em torno da Terra em um dia. No item  $\bf b$ , o candidato confunde a expressão para força centrípeta com a da energia cinética, obtendo o resultado em newtons em vez de joules. Finalmente, converte erroneamente 8.000 m/s em 8 km/h.

### **Comentários**

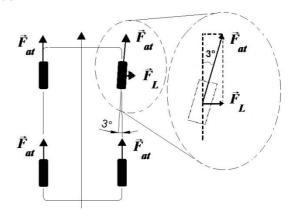
O item **a** da primeira questão da prova de Física aborda o conceito simples de velocidade escalar num movimento circular uniforme. Embora o movimento não seja retilíneo, tudo o que o candidato precisa saber é quanto tempo a Estação Espacial Internacional leva para percorrer uma determinada distância (uma volta, por exemplo). Já no item **b**, pede-se o conceito de energia cinética: o candidato precisa saber a relação entre massa, velocidade e energia cinética.

### Questão 2

O tempo de viagem de qualquer entrada da Unicamp até a região central do campus é de apenas alguns minutos. Assim, a economia de tempo obtida, desrespeitando-se o limite de velocidade, é muito pequena, enquanto o risco de acidentes aumenta significativamente.

a) Considere que um ônibus de massa M=9000 kg, viajando a 80 km/h, colide na traseira de um carro de massa  $m_a=1000$  kg que se encontrava parado. A colisão é inelástica, ou seja, carro e ônibus seguem grudados após a batida. Calcule a velocidade do conjunto logo após a colisão.

b) Além do excesso de velocidade, a falta de manutenção do veículo pode causar acidentes. Por exemplo, o desalinhamento das rodas faz com que o carro sofra a ação de uma força lateral. Considere um carro com um pneu dianteiro desalinhado de 3°, conforme a figura ao lado, gerando uma componente lateral da força de atrito em uma das rodas. Para um carro de massa  $m_b = 1600$  kg, calcule o módulo da aceleração lateral do carro, sabendo que o módulo da força de atrito em cada roda vale  $F_{at} = 8000$  N. Dados: sen 3° = 0,05 e cos 3° = 0,99.





## Resposta Esperada

a) **(2 pontos)** 

$$p = mv e p_i = p_f$$

$$M \times v_{\text{ônibus}} = (M + m) \times v_{\text{ônibus+carro}}$$

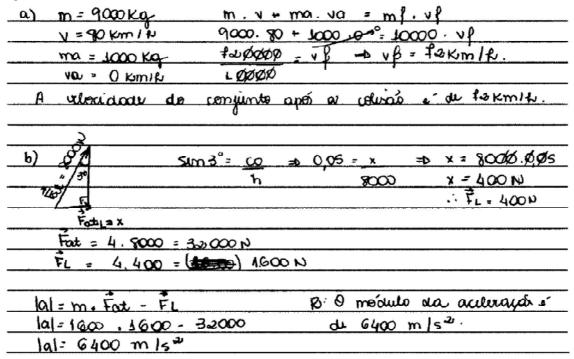
$$M = (0000 \text{kg}) \times (80 \text{km/h})$$

$$v_{\text{ônibus+carro}} = \frac{M \times v_{\text{ônibus}}}{M+m} = \frac{(9000 \text{ kg}) \times (80 \text{ km/h})}{9000 \text{ kg} + 1000 \text{ kg}} = 72 \text{ km/h} = 20 \text{ m/s}$$

b) (2 pontos)

$$F_L = F_{at} \text{ sen } 3^\circ = 8000 \text{ N} \times 0.05 = 400 \text{ N}$$
  
$$a = \frac{F_L}{m} = \frac{400 \text{ N}}{1600 \text{ kg}} = 0.25 \text{ m/s}^2$$

## **Exemplo Acima da Média**



Neste exemplo, o candidato resolve corretamente o item  $\bf a$  e no item  $\bf b$  decompõe a força de forma adequada. Ao calcular a aceleração lateral comete vários equívocos, e chega a um resultado que é ordens de grandeza superior ao esperado (6400 m/s²=640 g).



## Exemplo Abaixo da Média

a) Como a enero	ia cinética do 3	nibos é a	a mosma	Logo apos
a colisão, posso	mentar uma equ	ocas e	determino	r avelocida
Ec=m. v2-1(m/s)	$= 9000.(\frac{32}{36}) = 10$	ØØ0-V2 →	9.80 =	10×2
2	7/	Z	3,6	
- 72 - v2 -	y = \20 = 2\5' L	1/5 -o Porto	into a vel	scidade
3,6		bop of	o's a colisi	5 6 255Ns
b) to 3= 5en3"-0	193°=0,05 -+ tg:	3= 905 1	*to = cc	>
c055	0,44		ca	
ta3 = FL →	FL = 8000.0,05	FL = 400N		
	- ,			
F=m.g, -> 400	=1600-91 -0 91=	4-1-	Qy = 0,2	5m/52
		16 4		
Logo, a acelera	cas lateral é o	0,25m/s2		
J /	)			

Neste exemplo, no item **a**, o candidato usa conservação de energia ao invés de conservação de quantidade de movimento. No item **b**, embora chegue à resposta correta, o candidato assume equivocadamente que a força de atrito de 8000 N é a componente alinhada com o carro e não a resultante. Como tg 3° é aproximadamente sen 3°, o resultado numérico obtido coincide com a resposta esperada.

### **Comentários**

O assunto tratado no item **a** dessa questão é "colisões". O caso abordado é unidimensional, e a colisão é inelástica, ou seja, a energia cinética <u>não</u> se conserva. Entretanto, a quantidade de movimento se conserva, e é esta a ideia que deve ser explorada para resolver o problema. O item **b** trata da decomposição de força numa situação bastante simplificada de desalinhamento da roda de um carro.

## Questão 3

O óleo lubrificante tem a função de reduzir o atrito entre as partes em movimento no interior do motor e auxiliar na sua refrigeração. O nível de óleo no cárter varia com a temperatura do motor, pois a densidade do óleo muda com a temperatura. A tabela ao lado apresenta a densidade de certo tipo de óleo para várias temperaturas.

<i>T</i> (°C)	ρ (kg/litro)
0	0,900
20	0,882
40	0,876
60	0,864
80	0,852
100	0,840
120	0,829
140	0,817

- a) Se forem colocados 4 litros de óleo a 20  $^{\circ}$ C no motor de um carro, qual será o volume ocupado pelo óleo quando o motor estiver a 100  $^{\circ}$ C?
- b) A força de atrito que um cilindro de motor exerce sobre o pistão que se desloca em seu interior tem módulo  $F_{atrito} = 3,0$  N. A cada ciclo o pistão desloca-se 6,0 cm para frente e 6,0 cm para trás, num movimento de vai e vem. Se a frequência do movimento do pistão é de 2500 ciclos por minuto, qual é a potência média dissipada pelo atrito?



## Resposta Esperada

a) (2 pontos)

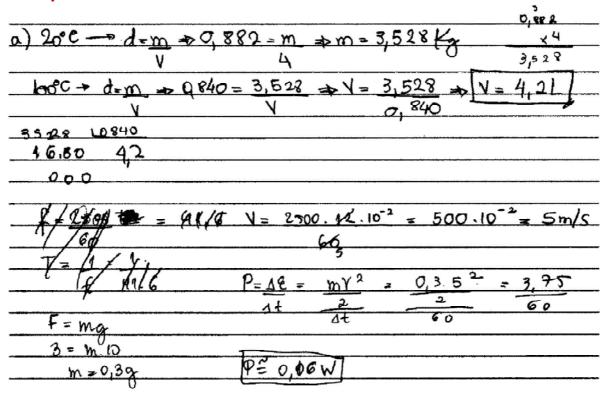
$$m = V_{20^{\circ}\text{C}} \rho_{20^{\circ}\text{C}} = V_{100^{\circ}\text{C}} \rho_{100^{\circ}\text{C}}$$

$$V_{100^{\circ}\text{C}} = \left(\frac{\rho_{20^{\circ}\text{C}}}{\rho_{100^{\circ}\text{C}}}\right) V_{20^{\circ}\text{C}} = \left(\frac{0.882 \,\text{kg/litro}}{0.840 \,\text{kg/litro}}\right) 4 \,\text{litros} = 4.2 \,\text{litros}$$

b) (2 pontos)

$$P = \frac{\tau}{\Delta t} = \frac{F_{atrito}d}{\Delta t} = \frac{(3 \text{ N}) \times (2500 \times 2 \times 0,06 \text{ m})}{60 \text{ s}} = 15 \text{ W}$$

## Exemplo Acima da Média



Neste exemplo, o candidato acerta o item **a**, calcula corretamente a velocidade escalar média do pistão no item **b**, mas erra ao tentar usar o Teorema do Trabalho-Energia Cinética para encontrar o trabalho realizado pelo atrito. Deve-se observar que a força de atrito não é a força resultante, sendo este apenas um dos vários motivos que tornam inadequado o uso do teorema.



## Exemplo Abaixo da Média

a) Se a 100°C	densidade do oteo e	de 0,840 kg/l,
	2 s 3,360 kg de	
	0	,
d= m 0,	882 Kyla = 3,360 Ky	U= 3,360 Kd
V	,	U= 3,360 Kd 0,872 Hz/R
Resp- o volume	do óleo quendo o .	motor estivac a sooc
sena de Aproxim	acdemente 3,8 l	
•		
b)( = F) ( = F	3,0N) (A:	<del>2500</del> )
A		

Ao resolver o item **a**, o candidato considera que o volume do óleo a 100 °C é igual a 4 litros, em vez do volume a 20 °C. Com isto, usando as densidades corretas chega a um volume menor que 4 litros.

### **Comentários**

No item **a**, o candidato deve consultar a tabela fornecida e perceber que a densidade do óleo diminui com a temperatura, e portanto o volume de óleo aumenta. Como a massa de óleo fica constante, usando a relação entre massa, volume e densidade o candidato encontra o volume do óleo quente. Já o item **b** trata do trabalho realizado por uma força, e da potência associada. A relação entre trabalho, força e distância percorrida sob ação da força é cobrada. O candidato deve calcular o trabalho realizado sobre o pistão em um certo intervalo de tempo, e então encontrar a potência.

## Questão 4

Os balões desempenham papel importante em pesquisas atmosféricas e sempre encantaram os espectadores. Bartolomeu de Gusmão, nascido em Santos em 1685, é considerado o inventor do aeróstato, balão empregado como aeronave. Em temperatura ambiente,  $T_{amb} = 300 \text{ K}$ , a densidade do ar atmosférico vale  $_{amb} = 1,26 \text{ k} / \text{m}^3$ . Quando o ar no interior de um balão é aquecido, sua densidade diminui, sendo que a pressão e o volume permanecem constantes. Com isso, o balão é acelerado para cima à medida que seu peso fica menor que o empuxo.

- a) Um balão tripulado possui volume total  $V = 3.0 \times 10^6$  litros. Encontre o empuxo que atua no balão.
- b) Qual será a temperatura do ar no interior do balão quando sua densidade for reduzida a quente = 1,05 kg/m<sup>3</sup>? Considere que o ar se comporta como um gás ideal e note que o número de moles de ar no interior do balão é proporcional à sua densidade.

## Resposta Esperada

a) (2 pontos)

 $Empuxo = V \rho_{amb} g = 3000 \text{ m}^3 \times 1,26 \text{ kg/m}^3 \times 10 \text{ m/s}^2 = 37800 \text{ N}$ 



b) (2 pontos)

$$n_{quente}T_{quente} = n_{amb}T_{amb} \rightarrow \rho_{quente}T_{quente} = \rho_{amb}T_{amb}$$

$$T_{quente} = \frac{\rho_{amb}}{\rho_{quente}} T_{amb} = \frac{1,26 \text{ kg/m}^3}{1,05 \text{ kg/m}^3} 300 \text{ K} = 360 \text{ K}$$

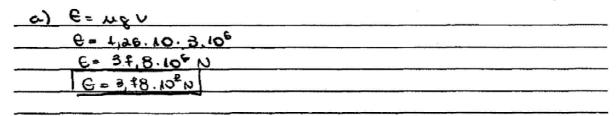
## Exemplo Acima da Média

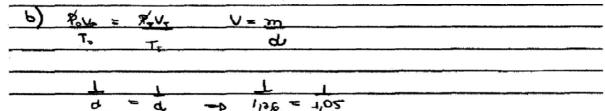
a) E=d. Vd. q = 1,24.10-3, 3.10. 1.10= 3,78.10= 37800 N
b) $\frac{1.26}{1.05} = \frac{1.2}{1.05} = $
PRESSÃO E VOLUME CONSTANTES: 1,2.300 > 1.T'
T'= 360K
R: A TEMPERATURA DO BALÃO SERÁ DE 360K.

No item **a** o candidato usa adequadamente a relação entre empuxo, volume e densidade do ar atmosférico. Em particular, o candidato usa em seu cálculo a densidade em unidades de kg/litros e o volume em unidades de

litros. No item **b**, o candidato nota que  $\frac{PV}{nRT}$  é constante e que  $\frac{n_{amb}}{n_{quente}} = \frac{\rho_{amb}}{\rho_{quente}}$ .

## **Exemplo Abaixo da Média**







No item **a**, em seu cálculo do empuxo, o candidato não faz as mudanças de unidades necessárias e usa a densidade em unidades de kg/m³ e o volume em litros. No item **b**, o candidato considera como constante  $\frac{PV}{T}$ ,

o que não se aplica neste problema, pois PV é constante, entretanto a temperatura se altera quando a densidade é reduzida, conforme o enunciado.

### **Comentários**

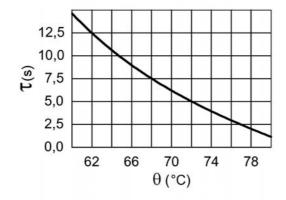
Esta questão trata inicialmente do empuxo: a relação entre empuxo, volume, densidade do fluido deslocado (no caso o ar externo, frio) e aceleração da gravidade deve ser usada. Na segunda parte, a questão cobra a aplicação da equação de estado de um gás ideal (PV=nRT) na situação em que P e V ficam constantes. Entretanto, em vez do número de moles, é a densidade que é fornecida, e o próprio enunciado lembra ao candidato que estas quantias são diretamente proporcionais.

### Questão 5

Em 2015, estima-se que o câncer será responsável por uma dezena de milhões de mortes em todo o mundo, sendo o tabagismo a principal causa evitável da doença. Além das inúmeras substâncias tóxicas e cancerígenas contidas no cigarro, a cada tragada, o fumante aspira fumaça a altas temperaturas, o que leva à morte células da boca e da garganta, aumentando ainda mais o risco de câncer.

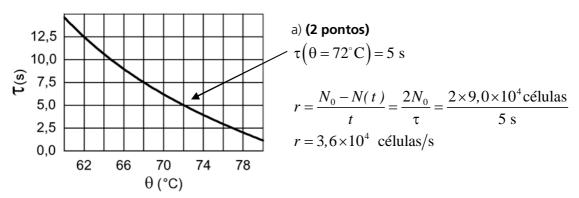
a) Para avaliar o efeito nocivo da fumaça,  $N_0 = 9.0 \times 10^4$  células humanas foram expostas, em laboratório, à fumaça de cigarro à temperatura de 72 °C, valor típico para a fumaça tragada pelos fumantes. Nos primeiros instantes, o número de células que permanecem vivas em função do tempo t é dado por N (t) =  $N_0 \left(1 - \frac{2t}{\tau}\right)$ , onde  $\tau$  é o tempo necessário para que 90% das células morram. O gráfico abaixo mostra como  $\tau$  varia com a temperatura  $\theta$ . Quantas células morrem por segundo nos instantes iniciais?

b) A cada tragada, o fumante aspira aproximadamente 35 mililitros de fumaça. A fumaça possui uma capacidade calorífica molar  $C = 32 \frac{J}{K \times mol}$  e um volume molar de 28 litros/mol. Assumindo que a fumaça entra no corpo humano a 72 °C e sai a 37 °C, calcule o calor transferido ao fumante numa tragada.





## Resposta Esperada



b) (2 pontos)

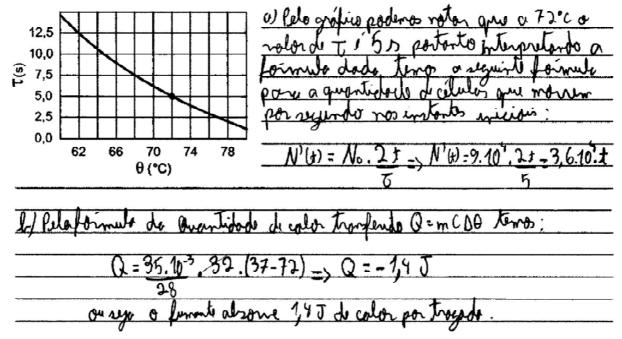
$$Q = C \times n_{gas} \times (\theta_f - \theta_i)$$

$$\Delta \theta = \theta_f - \theta_i = (72 - 37)^{\circ} \text{ C} = 35^{\circ} \text{C} = 35 \text{ K}$$

$$n_{gas} = \frac{35 \times 10^{-3} \text{ litros}}{28 \text{ litros/mol}} = 1,25 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$Q = 32 \frac{J}{K \times mol} \times (1,25 \times 10^{-3} \text{ mol}) \times 35 \text{ K} = 1,4 \text{ J}$$

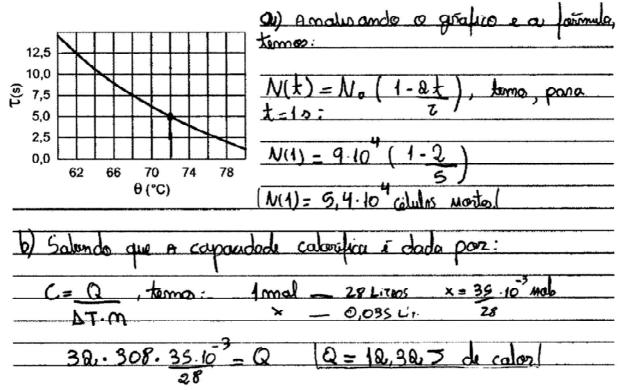
## **Exemplo Acima da Média**



Neste exemplo, no item **a**, o candidato determina corretamente o valor do parâmetro  $\tau$  a partir do gráfico, equaciona corretamente o item, mas não explicita o resultado.



## Exemplo Abaixo da Média



No item  $\bf a$  deste exemplo, o candidato calcula o número de células que permanecem vivas em  $\bf t=1$  s e não a taxa temporal na qual as células morrem. No item  $\bf b$ , o candidato equaciona corretamente o problema, mas adiciona indevidamente 273 K à diferença de temperatura.

### **Comentários**

Esta questão chama a atenção para o aumento alarmante de casos de câncer e o alto risco ao qual os fumantes estão expostos. O item  $\bf a$  apresenta um experimento modelado através de uma função dependente do tempo, que é válida apenas para os primeiros instantes após o início do experimento. O parâmetro  $\tau$  deve ser obtido a partir da leitura do gráfico. Este item avalia a capacidade de trabalhar com taxas temporais e leitura de gráficos. Uma vez que a função é linear, a taxa de variação não muda com o tempo. No item  $\bf b$ , o candidato é levado a empregar conservação de energia e conceitos básicos de calorimetria para calcular quanto calor o fumante absorve ao tragar a fumaça do cigarro.

### Questão 6

Em 1963, Hodgkin e Huxley receberam o prêmio Nobel de Fisiologia por suas descobertas sobre a geração de potenciais elétricos em neurônios. Membranas celulares separam o meio intracelular do meio externo à célula, sendo polarizadas em decorrência do fluxo de íons. O acúmulo de cargas opostas nas superfícies interna e externa faz com que a membrana possa ser tratada, de forma aproximada, como um capacitor.

- a) Considere uma célula em que íons, de carga unitária  $e = 1,6 \times 10^{-19}$  C, cruzam a membrana e dão origem a uma diferença de potencial elétrico de 80 mV. Quantos íons atravessaram a membrana, cuja área é  $A = 5 \times 10^{-5}$  cm<sup>2</sup>, se sua capacitância por unidade de área é  $C_{\text{área}} = 0,8 \times 10^{-6}$  F/cm<sup>2</sup>?
- b) Se uma membrana, inicialmente polarizada, é despolarizada por uma corrente de íons, qual a potência elétrica entregue ao conjunto de íons no momento em que a diferença de potencial for 20 mV e a corrente for  $5 \times 10^8$  íons/s, sendo a carga de cada íon  $e = 1.6 \times 10^{-19} C$ ?



## Resposta Esperada

a) **(2 pontos)** 

$$q = C \times U$$

$$C = C_{\text{área}} \times A = (0.8 \times 10^{-6} \text{ F/cm}^2) \times (5 \times 10^{-5} \text{ cm}^2) = 4 \times 10^{-11} \text{ F}$$

$$n = \frac{q}{e} = \frac{C \times U}{e} = \frac{\left(4 \times 10^{-11} \text{ F}\right) \times \left(80 \times 10^{-3} \text{ V}\right)}{1,6 \times 10^{-19} \text{ C}} = 2 \times 10^7 \text{ fons}$$

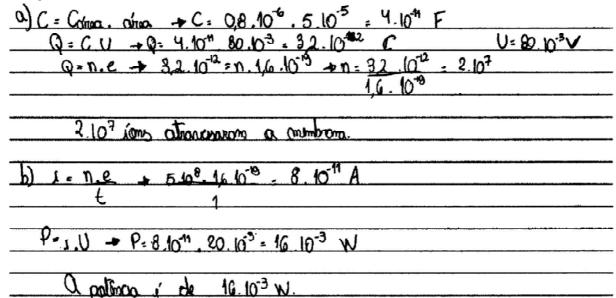
b) (2 pontos)

$$P = i \times U$$

$$i = e \times (5 \times 10^8 / s) = (1,6 \times 10^{-19} \text{ C}) \times (5 \times 10^8 / s) = 80 \times 10^{-12} \text{ A}$$

$$P = i \times U = (80 \times 10^{-12} \text{ A}) \times (20 \times 10^{-3} \text{ V}) = 1,6 \times 10^{-12} \text{ W} = 1,6 \text{ pW}$$

## **Exemplo Acima da Média**



Neste exemplo o candidato acerta o equacionamento das questões dos itens **a** e **b**, mas erra o expoente na resposta do segundo item.



Exemplo Abaixo da Média

a) Fel=a.e	Carea = Felit	D8-10-6	= 61+	
Fel = 8010 - 1.6×10-5	Cana = Feliz	' X	6-10-5	<i>:</i> .
a) Fel=q:e Fel=8010-1,6×10-9 Fel=128-10-12 J		Feli=	4 10-"	
Fel=128-10-11.T				
Número de Jour igual a	. Fel porton	to ominero	de lions	and
				T
atraxesaxam a membra	ra loi de apris	cimalome	ut.3.	
b) Fel = q-e	32-10-	12=Pe		
El= 20.10 3, 1.6-10	5.108	i		
WE 32-10-12 J	Per 6	·10_507		
Reporta Patincia elitric	a isual a apr	ormarlam	ent. 6-10	Ť.
10 10	()			C

No item **a** podem ser observados diversos erros que precisam ser destacados. O candidato confunde a unidade de capacitância farad (F) com uma notação para força elétrica. Ao calcular uma suposta força elétrica, confunde campo elétrico com potencial elétrico e usa joule (unidade de energia) como unidade de força (newton). Além disso, usa capacitância por unidade de área com sendo força elétrica por unidade de área. No item **b** o candidato novamente calcula uma suposta força elétrica, repetindo o erro de usar potencial elétrico no lugar de campo elétrico e não sabe a relação entre potência, trabalho e tempo.

### **Comentários**

Esta questão utiliza conceitos de Física aplicados em Biologia e exemplifica como a Física pode estar presente em contextos notadamente interdisciplinares. A questão tem como contexto a geração de potenciais elétricos diretamente relacionados ao acúmulo de cargas nas paredes celulares. A grandeza central no item **a** é a capacitância, a partir da qual pode-se relacionar carga elétrica e diferença de potencial na membrana de uma célula. Quando íons cruzam, numa fração de segundo, uma membrana inicialmente polarizada, há trocas de energia. O item **b** aborda este aspecto ao solicitar que o candidato utilize dados de diferença de potencial e corrente elétrica para calcular a potência elétrica envolvida num fluxo de íons através de uma membrana celular.

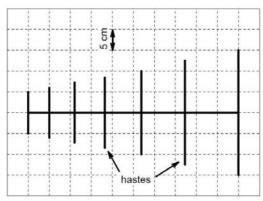


## Questão 7

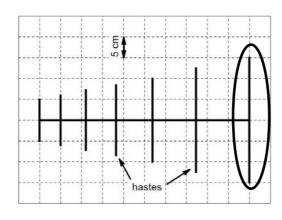
Nos últimos anos, o Brasil vem implantando em diversas cidades o sinal de televisão digital. O sinal de televisão é transmitido através de antenas e cabos, por ondas eletromagnéticas cuja velocidade no ar é aproximadamente igual à da luz no vácuo.

a) Um tipo de antena usada na recepção do sinal é a log-periódica, representada na figura abaixo, na qual o comprimento das hastes metálicas de uma extremidade à outra, L, é variável. A maior eficiência de recepção é obtida quando L é cerca de meio comprimento de onda da onda eletromagnética que transmite o sinal no ar ( $L \sim \lambda/2$ ). Encontre a menor frequência que a antena ilustrada na figura consegue sintonizar de forma eficiente, e marque na figura a haste correspondente.

b) Cabos coaxiais são constituídos por dois condutores separados por um isolante de índice de refração n e constante dielétrica K, relacionados por  $K = n^2$ . A velocidade de uma onda eletromagnética no interior do cabo é dada por v = c / n. Qual é o comprimento de onda de uma onda de frequência f = 400 MHz que se propaga num cabo cujo isolante é o polietileno (K = 2,25)?



## Resposta Esperada



### a) (2 pontos)

$$\lambda = 2 \times L = 2 \times 30 \text{ cm} = 60 \text{ cm} = 0,60 \text{ m}$$

$$f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \times 10^8 \text{ m/s}}{0.60 \text{ m}} = 5 \times 10^8 \text{Hz} = 500 \text{ MHz}$$

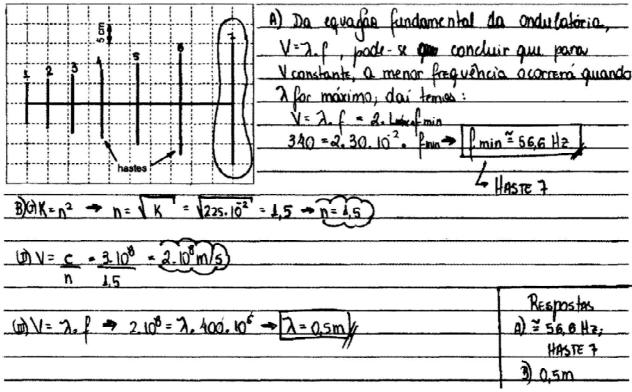
### b) (2 pontos)

$$n = \sqrt{K} = \sqrt{2,25} = 1,5$$

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{c/n}{f} = \frac{c}{nf} = \frac{3 \times 10^8 \text{ m/s}}{(1.5) \times (400 \times 10^6/\text{s})} = 0.5 \text{ m}$$

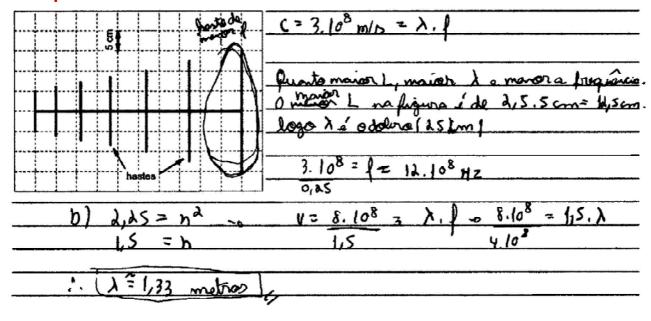


## **Exemplo Acima da Média**



No item **a** o candidato marca a haste correspondente à menor frequência e equaciona o problema corretamente. Sabe, ainda, que frequência e comprimento de onda são inversamente proporcionais. Entretanto, na resolução desse item, utiliza a velocidade do som no ar ao invés da velocidade da luz. No item **b** ele utiliza a velocidade correta e calcula o comprimento de onda pedido.

## Exemplo Abaixo da Média



No item **a**, o candidato reconhece a relação entre comprimento de onda e frequência, marcando corretamente a haste pedida, entretanto, erra na leitura do seu comprimento. No item **b**, o candidato equaciona corretamente a questão, mas usa um valor errado para a velocidade da luz.



### **Comentários**

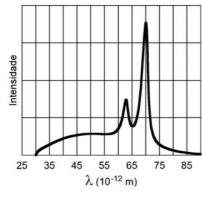
Um assunto extremamente atual no país - a transmissão de sinal de televisão digital - é o tema utilizado nesta questão para avaliar conhecimentos sobre ondulatória aplicada a ondas eletromagnéticas. No primeiro item, o candidato precisa interpretar uma figura em escala para obter o comprimento da haste que corresponde à menor frequência que uma antena é capaz de sintonizar. No item **b**, o candidato deve utilizar conceitos de eletromagnetismo, como índice de refração e constante dielétrica do meio, para relacionar velocidade de propagação, frequência e comprimento de onda de uma onda eletromagnética.

### Questão 8

Raios X, descobertos por Röntgen em 1895, são largamente utilizados como ferramenta de diagnóstico médico por radiografia e tomografia. Além disso, o uso de raios X foi essencial em importantes descobertas científicas, como, por exemplo, na determinação da estrutura do DNA.

a) Em um dos métodos usados para gerar raios X, elétrons colidem com um alvo metálico perdendo energia cinética e gerando fótons de energia E = h v, sendo  $h = 6.6 \times 10^{-34} \text{ J} \times \text{s}$  e v a frequência da radiação. A figura (a) abaixo mostra a intensidade da radiação emitida em função do comprimento de onda,  $\lambda$ . Se toda a energia cinética de um elétron for convertida na energia de um fóton, obtemos o fóton de maior energia. Nesse caso, a frequência do fóton torna-se a maior possível, ou seja, acima dela a intensidade emitida é nula. Marque na figura o comprimento de onda correspondente a este caso e calcule a energia cinética dos elétrons incidentes.

b) O arranjo atômico de certos materiais pode ser representado por planos paralelos separados por uma distância d. Quando incidem nestes materiais, os raios X sofrem reflexão especular, como ilustra a figura (b) abaixo. Uma situação em que ocorre interferência construtiva é aquela em que a diferença do caminho percorrido por dois raios paralelos,  $2 \times L$ , é igual a  $\lambda$ , um comprimento de onda da radiação incidente. Qual a distância d entre planos para os quais foi observada interferência construtiva em  $\theta = 14,5^{\circ}$  usando-se raios X de  $\lambda = 0,15$  nm? Dados: sen  $14,5^{\circ} = 0,25$  e cos  $14,5^{\circ} = 0,97$ .

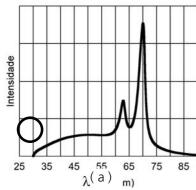


θ θ θ

Figura (a)

Figura (b)

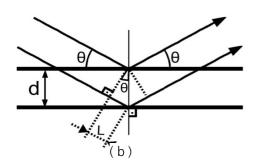
## Resposta Esperada



$$\lambda_{min} = 30 \times 10^{-12} \text{ m}$$

$$E_{cinética} = hv_{max} = h\frac{c}{\lambda_{min}} = 6,6 \times 10^{-34} \,\text{J} \times \text{s} \frac{3 \times 10^8 \,\text{m/s}}{30 \times 10^{-12} \,\text{m}} = 6,6 \times 10^{-15} \,\text{J}$$



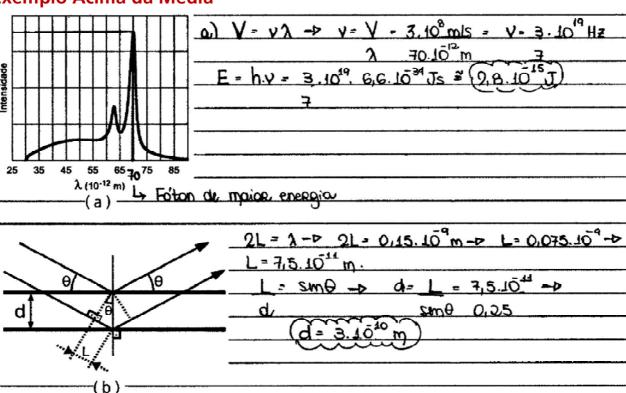


b) (2 pontos)

$$\lambda = 2 \times L = 2 \times (d \times \operatorname{sen} \theta)$$

$$d = \frac{\lambda}{2 \times \text{sen } \theta} = \frac{0.15 \text{ nm}}{2 \times \text{sen } 14.5^{\circ}} = \frac{0.15 \text{ nm}}{2 \times 0.25} = 3 \times 10^{-10} \text{ m} = 0.3 \text{ nm}$$

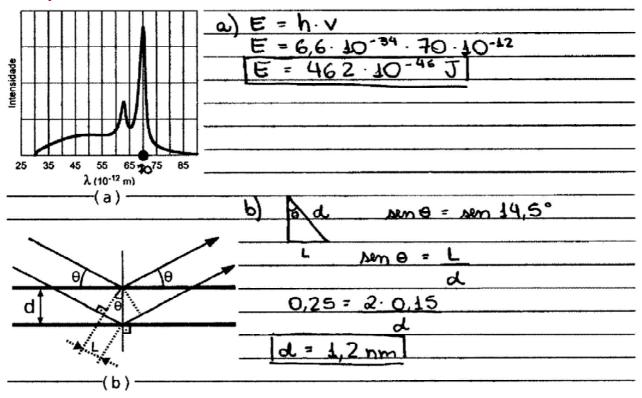
## Exemplo Acima da Média



Neste exemplo o candidato equaciona adequadamente os itens  $\bf a$  e  $\bf b$ , entretanto erra ao associar a frequência máxima à máxima intensidade na leitura do gráfico.



## Exemplo Abaixo da Média



Neste exemplo, o candidato comete o erro típico já citado no exemplo anterior. Além deste erro, utiliza o comprimento de onda ao invés da frequência no cálculo da energia cinética dos elétrons incidentes. No item  ${\bf b}$  o candidato usa o valor  $L=2\times\lambda$  ao invés de  $\lambda=2\times L$ , como está explicitado no enunciado.

### **Comentários**

A questão introduz conceitos de Física Moderna que exigem do candidato capacidade de interpretação. Para elucidar o item **a**, cujo foco é a geração de raios X, o candidato precisa interpretar um gráfico a partir de uma leitura atenta do enunciado, e perceber que comprimento de onda e frequência são inversamente proporcionais. O conceito de fóton, originário da Física Quântica, e noções sobre ondas eletromagnéticas são essenciais para a resolução deste item. O item **b** exemplifica o uso dos raios X na obtenção do espaçamento interplanar de certos materiais (cristais), utilizando noções básicas de trigonometria e interferência de ondas, o que resulta numa forma simplificada do que se conhece por "Lei de Bragg".

### Questão 09

Um dos grupos mais numerosos de artrópodes, os insetos, passou a ocupar o ambiente terrestre. Algumas estruturas foram relevantes para que os insetos conquistassem a terra firme e ocupassem vários espaços do planeta, passando a ter importância ecológica e influência na economia.

- a) Indique duas estruturas que possibilitaram a conquista do meio terrestre e explique por que elas foram importantes.
- b) De que forma os insetos exercem influência ecológica e econômica?



## Resposta Esperada

### a) (2 pontos)

Entre as estruturas que possibilitaram que os insetos conquistassem o ambiente terrestre, podem-se citar: os espiráculos, orifícios encontrados ao longo do abdômen do inseto e por onde penetra o ar; as traqueias, que são tubos ocos que partem dos espiráculos levando o oxigênio para todas as partes do corpo; a presença de exoesqueleto quitinoso, que tem papel impermeabilizante, minimizando a perda de água, além de ter papel de proteção mecânica; as asas, que permitiram a ocupação e disseminação dos insetos em várias regiões do planeta; as pernas articuladas, que permitiram a locomoção e a ocupação em várias regiões do planeta e os Túbulos de Malpighi, que permitiram aos insetos realizar excreção com menos perda de água.

### b) (2 pontos)

Os insetos demonstram importância <u>ecológica</u> através da polinização, como controle biológico de pragas e também porque fazem parte da teia alimentar.

A influência <u>econômica</u> se dá através da produção, a partir do bicho da seda, do fio de seda para ser usado na indústria têxtil; do controle biológico de pragas; da comercialização de mel produzido pelas abelhas.

## Exemplo Acima da Média

Dibilitus a conquesta do muo suvestus foi uma estrutura, que pospubilitus a conquesta do muo suvestu porque promoir a lamomia
de áqua, mo medida, em que impede a svanspiração encessiva.
Us distribos de Frolpighi foi outra, pois primite que a excução distis suus siza mo, forma de áudo úrico, uma subsânia de baixa sexicidade e que, portanto, sequer muito pouca aqua para ser deluída.

D) Insaes exiram influência ecológica e econômica, preque podem
are produtores de subsânias que podem son vindidas, como o mel,

DIL PROGUTOUS AL DILIBÂNIAS IQUE PORIM DIL VINGUAIS, COMO I MIL, PORQUE PORIM DIL VINGUAIS, COMO I MIL, PORQUE PORIM DIL VINGUAIS, COMO I MIL, PRIGUA IMPORTA DI VINGUA AL PRACIO DE LA VINGUA AL VINGUA DI VI

## Exemplo Abaixo da Média

Exemple Abdixe da Media
Taleston Esperit e elan Espariguer ca
dam, mellebrigget viam less sup & brackilotika
mentapa e e espariger co coras a pris colo
nichnow reducate retramise see
ointe spinence of rempo un medeo suss as
non medinat vijua i pollega a somo, coming
earning when in a property of the company

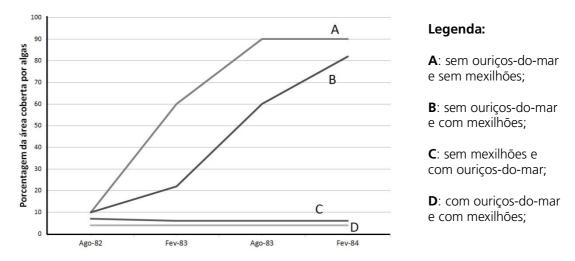


### **Comentários**

A questão foi fácil (IF 0,66), com índice de discriminação moderado (ID 0,48). O item **a** da questão era sobre zoologia de insetos e o item **b** tratava de sua importância ecológica. Apesar da facilidade da questão, alguns candidatos não interpretaram bem o enunciado e indicaram, no item **a**, as estruturas que possibilitaram a conquista do ambiente terrestre em referência a artrópodes em geral ou a répteis e anfíbios. E embora a grande maioria dos candidatos tenha respondido ao item **b**, as respostas mostraram sua dificuldade em expressar seus pensamentos de maneira lógica. A questão foi quase sempre respondida com textos longos.

## Questão 10

A distribuição de uma espécie em uma determinada área pode ser limitada por diferentes fatores bióticos e abióticos. Para testar a influência de interações bióticas na distribuição de uma espécie de alga, um pesquisador observou a área ocupada por ela na presença e na ausência de mexilhões e/ou ouriços-do-mar. Os resultados do experimento estão representados no gráfico abaixo:



- a) Que tipo de interação biótica ocorreu no experimento? Que conclusão pode ser extraída do gráfico quando se analisam as curvas B e C?
- b) Cite outros dois fatores bióticos que podem ser considerados como limitadores para a distribuição de espécies.

## Resposta Esperada

### a) (2 pontos)

A interação biótica que aconteceu no experimento foi de herbivoria ou predação. A conclusão que pode ser tirada quando se comparam as curvas B e C é que a presença do ouriço-do-mar causou um efeito maior na limitação da presença e na distribuição das algas do que a presença dos mexilhões.

### b) (2 pontos)

Outros fatores bióticos que podem ser considerados limitadores para a distribuição de espécies são: disponibilidade do alimento, parasitismo, competição, entre outros.



## Exemplo Acima da Média

A) A reloção entre os algos e os amigos
do-mar à de predatesmo, pois es
os suricos são um fator biático lite
limitante predominante, en quato
os mechilhões openas conservem
- Par espasa '
B) A disponibilidade de alimento
e a presença de predadores
são fatores bioHcos que limi-
tom o distribuição de una
espécie.
<b>\</b>

Exemplo Abaixo da Media
a) A interação binítica ocorrida no experimento soi do tipo harmô
nica, pois em nentum momento au porcentagem inicial de algos
diminuiu bruscamente. Quando são analisadas as curvas Bc
C, pode se observar que quem aumentou a por centagem de
area coberta nov algas foram as mexilhors, enquanto que os
ourigos-do-mar pouco influenciaram nessa porcentagem.
1) 4

# presas ou morte das mesmas por algum fator nas biológico

### **Comentários**

A questão foi entre média e fácil (IF 0,60), com índice de discriminação de moderado para fraco (ID 0,40). Nesta questão de interações ecológicas os resultados dos experimentos foram mostrados em um gráfico e as respostas mostraram a grande dificuldade dos candidatos na interpretação de gráfico. Muitas respostas apresentavam como conclusão a alta densidade de ouriços porque estes predavam os mexilhões, ou o "consumo" de ouriços e mexilhões pelas algas. No item **b**, houve grande confusão por parte dos candidatos sobre o que são fatores bióticos e abióticos.

## **Ouestão 11**

A maior parte dos copinhos de café, copos de água e mamadeiras é feita de policarbonato com bisfenol A, substância que é liberada quando algum líquido quente é colocado nesses recipientes. O bisfenol A é um composto químico cuja estrutura molecular é muito semelhante à do hormônio estrógeno. A ingestão do bisfenol A pode resultar em alterações do ciclo menstrual e também causar alterações no amadurecimento sexual principalmente em adolescentes do sexo feminino.



a) Considerando a semelhança do bisfenol A com o estrógeno e a sua presença em adolescentes, explique como o bisfenol A poderia influenciar no amadurecimento sexual desses adolescentes e no espessamento do endométrio no início do ciclo menstrual.

b) Embora o amadurecimento sexual ocorra para meninos e meninas em torno dos 12 anos, no sexo feminino a divisão celular meiótica começa muito antes e pode durar décadas. Quando esse processo de divisão começa no sexo feminino e por que essa divisão pode ser tão longa?

## Resposta Esperada

### a) (2 pontos)

Como o bisfenol tem uma estrutura semelhante à do estrógeno, em doses aumentadas no organismo poderia acelerar o processo de amadurecimento sexual, fazendo com que ocorra precocemente. Também poderia causar um aumento do espessamento de endométrio no início do ciclo menstrual.

### b) (2 pontos)

Esse processo começa ainda na vida intrauterina. É um processo bastante longo, porque, embora as etapas iniciais ocorram ainda antes do nascimento, a meiose fica interrompida até que ocorra o estímulo hormonal para que a ovulação aconteça, o que se dá a partir da adolescência. Esse processo só vai se completar quando ocorrer a fecundação, ou seja, pode levar bastante tempo.

## **Exemplo Acima da Média**

a) O estragera i un dos hamonios responsarreis pela ama:
dure cimento rescual vitra outros coisos como o espessamento
do indonetiro no corpo faminino. Dista maneira, devido
à remellança do lisfamal A com use hormônio, a grimairo
gade (dependendo da quantidade) adiantas a peri inícia do
amaderecimento regual a o organizamento do endoretrio no ini.
cio do ciclo mentenal.
le divisão calular meiótrica começa no seno faminino
ainda ma vide estarina. Ausa fare todas as ovegênias que
serão liberador a vota toda da mulher iniciam su processo
de deferminção e divisão mustico. Contado a divisão para me
as final de maiore I a arrim erres ovocator vão amadurem est
blesados um a um no quiado seasal ente festil da mulho. E esso
meiore II agence o correcció quando o oricito for facundado.
da mulher com a qual ela tere sen ultimo filho.
na museu com a quest sua mor su sus sur first



## Exemplo Abaixo da Média

Disferol A i um composto toxico ende i curado em Varias filmicação por exemplo a mamedeira ende ao consumido pode haver cultração como unfluencias no amadureimento execual prois em contato com as celulas pode Causar um "Transforro" fozendo com que distruam esas celulas liberando mais homonio estrogênio assim afetara o ciclo mestival ende exarionara mesticação Daça muita ou até mesmo a falta.

6) Esra divisão muótica pode acontear muito antes em meniosos (antes mumo de computar 12), pais são células

### **Comentários**

A questão abordou um assunto bastante atual, bem explorado pela mídia durante o ano de 2011, pois tinha repercussão direta sobre a saúde da população e em especial das crianças que ainda tomavam leite em mamadeiras feitas com policarbonato e bisfenol. A questão teve alto índice de zero pontos, cerca de 30%, e baixo índice, de 4 pontos, cerca de 1,6%. Foi, portanto, uma questão difícil (IF=0,30) – a mais difícil de biologia – e de discriminação moderada (ID=0,39). Muitos candidatos responderam mal ao item **a**, porque confundiram a palavra *espessamento* com *espaçamento*, o que levou a uma resposta totalmente equivocada. Vários candidatos descreveram detalhes do ciclo menstrual, citando os hormônios envolvidos, sem contudo responder à questão. No item **b** o índice de erros foi muito alto, e um dos erros mais frequentes foi afirmar que o processo de divisão celular começava com a menarca e terminava com a menopausa, e que por essa razão o processo era tão longo.

### Questão 12

A cirrose hepática é uma séria enfermidade que frequentemente surge do hábito de ingerir bebida alcoólica. O álcool pode alterar várias estruturas do fígado, como ductos biliares e as células produtoras de bile, além de causar acúmulo de glóbulos de gordura.

- a) Qual a importância da bile para o processo de digestão e em que parte do tubo digestório a bile é lançada?
- b) Outra função realizada pelo fígado é a produção e armazenamento de glicogênio. Espera-se que esse processo ocorra depois de uma refeição ou após um longo período de jejum? Qual a importância do armazenamento do glicogênio?

## Resposta Esperada

### a) **(2 pontos)**

A importância da bile consiste na sua composição, já que contém substâncias que emulsionam a gordura para que elas possam ser digeridas por enzimas. Ela é lançada no intestino delgado (duodeno).

### b) (2 pontos)

A produção de glicogênio ocorre quando os níveis de glicose no sangue estão altos, o que é esperado ocorrer após as refeições. A importância da produção e armazenamento de glicogênio é que em situações de déficit de glicose ele poderá ser degradado e a glicose ser lançada no sangue para servir de fonte de energia. Outra importância do armazenamento do glicogênio é que serve para controlar os níveis de glicemia no sangue.



Exemplo Acima da Média

a) O papel da bile e provacar a emululicação das
a) O papel da lile é provacar a emuluficação das garduras, ela é lançada no duadina.
b) Carmazenamenta da glicase em forma de glicagínia
ocarre após uma refução quando as mineis de glicase ma
Canque estão mais altos. O glicaginia armajençola corrira
de reserva energetica poera ser utilizada em pericada
ande a serva não ingerir glicare inficiente, no falto, de
glicase para as citulas o alipposenia i transformado de Valta
Im glicase através dos lamania glucagam.

## Exemplo Abaixo da Média

a) A bile i importante me processo de idigestão, pais e responsa	
alionção das protinas. Ela i lançada interiormente ao inte	stimo del-
upado.	
le Para la produção e armanemento de afropamio espera-se	an esse
mousso aroma rapós um período ede jum, pois para a transf	Kormacão
de proteínas em aprogênio inecesido de um tempo para va s	V ./
vão. A importância do armazenamento do glizaginio s' ma	
ias.	U

### **Comentários**

A questão mencionou uma doença bastante comum que é a cirrose hepática, cuja principal causa é a ingestão diária de bebida alcoólica, afetando estruturas hepáticas e o funcionamento geral do órgão. A questão foi basicamente de fisiologia do fígado e foi bem respondida, sendo considerada de facilidade média (IF=0,57) e discriminação forte (ID=0,65), um índice bem melhor do que o da questão anterior. Apesar de ter sido uma questão bem respondida, ocorreram muitos erros. Por exemplo: correlacionar a função da bile com a cirrose hepática ou com o consumo de álcool; considerar a bile como um órgão; ou afirmar que a bile é uma substância lançada no estômago, o que revela desconhecimento do sistema digestório, que é ensinado desde as aulas de ciências no ensino fundamental. Na segunda parte da questão muitos estudantes não souberam responder se o armazenamento de glicogênio ocorria depois das refeições ou após longo período de jejum. Muitos responderam que o armazenamento ocorria após o jejum prolongado, pensando na utilização do glicogênio e não na sua produção. Não faltaram respostas afirmando que o glicogênio era armazenado com o objetivo de suprir a deficiência de glicose, sem contar os candidatos que trataram o glicogênio como um hormônio que age junto com a insulina ou glucagon.

### **Ouestão 13**

As funções das células estão relacionadas com sua estrutura e com sua atividade metabólica. Apresenta-se abaixo uma tabela em que estão discriminadas, em porcentagens, as extensões de membranas de algumas organelas de duas células, A e B, provenientes de dois órgãos diferentes.



T' 1	Porcentagem de área de membrana				
Tipo de membrana	Célula A	Célula B			
Membrana de retículo endoplasmático rugoso	35	60			
Membrana de retículo endoplasmático liso	16	<1			
Membrana do complexo de Golgi	7	10			
Membrana externa da mitocôndria	7	4			
Membrana interna da mitocôndria	32	17			

- a) Compare os dados das células A e B e indique em qual delas predomina a atividade de destoxificação e em qual predomina a atividade de secreção. Justifique.
- b) Experimentos bioquímicos realizados com os dois tipos celulares mostraram que a célula A apresentava metabolismo energético mais elevado do que o da célula B. Como o resultado desses experimentos pode ser confirmado a partir dos dados fornecidos pela tabela?

## Resposta Esperada

### a) **(2 pontos)**

A atividade de destoxificação predomina na célula A porque essa célula tem REL bem mais desenvolvido, se comparado com a célula B; já na célula B predomina a atividade de secreção, porque tem RER e CG mais desenvolvidos.

### b) (2 pontos)

O resultado desse experimento pode ser confirmado pelos dados da tabela, que indica uma maior extensão da membrana externa e da membrana interna mitocondrial na célula A do que na célula B.

## **Exemplo Acima da Média**

ioa, A me commobile expositionales en appointe es (o
Dimagnis, akis and missigabne assistes a sona is.  Abiesamillo diam atte, admission atte nag ser
le aturdode de Decreção predomino, em B, por
worn josep et estagement of willed alling at a considerable of the second of the secon
alores revon me arterres elober
vet ex-sup compresent esta mu vet es caras (d
no capitule, e. de la company apparent alla company apparent alla company apparent a
suprasser a wall say devotanger almas
acom is essent a come in comes and such services in the companies of the c



## Exemplo Abaixo da Média

a no celular A predominam a atividade de secreção por ter uma área
maior que a celula B, onde predomina a atividade de destorificação
(b) (D) de de la colonia de la
(b) Os dades podem ser confirmados atrases dos dades relacionados à "membrana de seticulo endoplamático dise", ende a área da membra
day religion A of the sent religion A of investigation

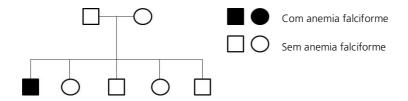
### **Comentários**

A questão foi essencialmente de biologia celular, relacionando a extensão de membranas de certas organelas com as funções de destoxificação, secreção celular e metabolismo energético. O índice de acerto foi alto, considerando que mais de 33% dos candidatos tiveram nota máxima. Foi uma questão fácil (IF=0,64) e com boa discriminação, entre moderada e forte (ID=0,61). Nas respostas ao item **a**, ficou claro que os candidatos conheciam bem mais as funções do RER do que as do REL. Na maioria das respostas, as ideias sobre secreção pareciam muito mais claras do que as ideias sobre destoxificação. No item **b**, muitas respostas eram acompanhadas de cálculos, como a somatória das áreas das membranas presentes na célula A, como a justificativa para ser a célula com maior atividade energética, sem considerar a importância das mitocôndrias. Todavia, a maioria das respostas estabelecia relação entre as maiores extensões das membranas mitocondriais e a produção de ATP. Em algumas respostas apareceu a ideia equivocada de que as mitocôndrias são responsáveis pelo gasto de energia, e não pela sua produção. Também foram encontradas provas em que os candidatos não tinham a mínima noção de hierarquia estrutural, confundindo membrana com organela, tecido com célula e organela com órgão.

### **Ouestão 14**

A anemia falciforme é uma doença genética autossômica recessiva, caracterizada pela presença de hemácias em forma de foice e deficiência no transporte de gases. O alelo responsável por essa condição é o HbS, que codifica a forma S da globina β. Sabe-se que os indivíduos heterozigotos para a HbS não têm os sintomas da anemia falciforme e apresentam uma chance 76% maior de sobreviver à malária do que os indivíduos homozigotos para o alelo normal da globina β (alelo HbA). Algumas regiões da África apresentam alta prevalência de malária e acredita-se que essa condição tenha influenciado a frequência do alelo HbS nessas áreas.

- a) O que ocorre com a frequência do alelo HbS nas áreas com alta incidência de malária? Por quê?
- b) O heredograma abaixo se refere a uma família com um caso de anemia falciforme. Qual é a probabilidade de o casal em questão ter outro(a) filho(a) com anemia falciforme? Explique.





## Resposta Esperada

a) (2 pontos)

A frequência do alelo HbS tende a aumentar, porque os indivíduos heterozigotos nessas áreas com alta incidência de malária têm uma vantagem adaptativa e, portanto, são favorecidos pela seleção natural, deixando descendentes que contribuem para o aumento da frequência de HbS na população.

b) (2 pontos)

A probabilidade de ter outro(a) filho(a) com anemia falciforme é de  $\frac{1}{4}$ , pois os pais são heterozigotos, já que tiveram um filho com anemia falciforme. Assim, a chance de cada um fornecer o alelo HbS para o(a) filho(a) é de  $\frac{1}{2}$  e, portanto, a chance de nascer um homozigoto HbSHbS é de  $\frac{1}{4}$  ( $\frac{1}{2}$  x  $\frac{1}{2}$ ).

Exer	nplo	o Ac	ima d	la Mé	édia									
<b>^)</b>	A	Pre qui	acia	do	alelo	Hbs	tende	Ф.	armer	<i>star</i>	m	oreas	con	alta
inci	Lenc	ia	i.	male	ária	pora	W DS	indi	viduos	9.4	- 001	umter	<u> </u>	eterozi-
							mois			,				
		1					sejam							
		~			,		ntanda							
							4002							
mas		) <u>~</u>	anem	. I	falcit	orml			<i></i>					
h) 1	ρ <sub>0</sub> ~	-	- L	C-11	a Uh	SHLS	€ 05	Dais s	=7. Tv	~ ~ <del>~</del> ~	.`< 17∂	va ar	emi	a fal
							·							

b) Como ha um filho HbS HbS e os pais sac normais para anemia fal ciforme, esses precisam ser HbS Hb.A. Afinal, assim produziriam game tas HbS - possibilidando o mascimento de um filho com anemia faciforme sem apresentar os sintomas. Sendo assim, do cruzamento HbS Hb.A X HbS HbA a probabilidade de nascer um filho com anemia falciforme é de 0,25 ou 25%.

## **Exemplo Abaixo da Média**

a) Resposta: a frequência do ale! malária atua como fator de	10 Hb5 6	baixa upo	115 0
malária abra como fator de	silegão 1	natural	logo of
US MOSSILOCTEN DOSSE CILLO MO	Trelom e	MOO DOY	rm coun
co de pressar sua carga consta	o genétic	a já que	6000
mais vuntaveis à malaria	do our os	aus post	3400000
são homozigatos.	١ `	1 1 -	
3 0			
n1 Aprobabilide of de 20%	Denda 1	or carda	5 Sillian

## **Comentários**

O objetivo da questão foi explorar conhecimentos de evolução (item **a**) e de genética mendeliana (item **b**). O índice de facilidade da questão foi de 0,55 e, portanto, seu grau de dificuldade foi considerado médio. O índice de discriminação foi de 0,59, indicando que a questão permitiu uma boa discriminação dos candidatos. No item **b**, um erro que nos chamou a atenção por ser muito frequente foi o de considerar que sempre a cada quatro filhos um será afetado. Essa interpretação errada do conceito de probabilidade levou vários candidatos a apontarem 1/3 como a resposta ao item **b**.



### **Ouestão 15**

A malária é a principal parasitose dos países tropicais. Segundo a Organização Mundial de Saúde, há mais de 200 milhões de casos de malária a cada ano e 500 mil deles ocorrem no Brasil. Até hoje, a principal forma de combate à malária consiste no controle do vetor de seu agente etiológico. No entanto, em estudo publicado na revista *Science* em setembro de 2011, cientistas anunciaram que vacinas produzidas a partir de células inteiras do agente causador da malária, depois de submetidas a uma dose letal de radiação  $\gamma$ , deram bons resultados em estudos preliminares realizados inclusive com humanos.

- a) Qual é o agente causador da malária? E qual é o seu vetor?
- b) Qual é a importância do tratamento das células dos agentes causadores da malária com dosagem letal de radiação? Como células mortas podem agir como vacina?

## Resposta Esperada

Exemplo Acima da Média

a) (2 pontos)

O agente causador da malária é o protozoário do gênero *Plasmodium*, e o vetor é o mosquito *Anopheles*.

b) (2 pontos)

A importância da radiação com dose letal é impedir que o protozoário permaneça vivo e cumpra seu ciclo de vida.

As células mortas podem agir como vacina porque componentes das células mortas, ao serem administrados a um organismo, podem ser reconhecidos como antígenos e estimular a produção de anticorpos.

3) of male	éria é causa é a firmed do	g pero pro	posoprio a	do gênero ( Ampleles		m
b) & import						
lebl a celula	MOCTE. BYLAY	s celulas mo	i cos con	imeridas n	o indin	$\phi$
e reconhecidar anticorpos e	opormaciólo opormaciólo	gos, induzi mona imum	ogodicor.	ьо упини	o a brog	 3311



## Exemplo Abaixo da Média

a) agente causador is o bacileus sp. e o seu vetor is o mosquito.

b) Muitas persoas podem su privados da damas, sa que a OMS soma mais de 200 milhot de casos da damas de casos da damas mo ano, alim do governo podes demunitir

Os Clubas mortas impredim a riproducas cia materia, no Cerso selim de corso poder crias uma mumoria culular com ruacas ao agente causada da motoria.

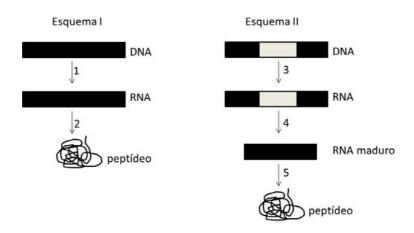
### **Comentários**

A questão foi considerada entre média e difícil (IF 0,41), com índice de discriminação moderado para forte (ID 0,58). O item **a** da questão abrangia um conteúdo clássico para o ensino médio, exigindo conhecimento específico sobre uma doença parasitária, porém muitos candidatos erraram esse item. O item **b** exigia conhecimento sobre vacinas, e aqui os candidatos tiveram muita dificuldade em expressar o seu conhecimento sobre o assunto. Os textos das respostas normalmente eram longos e confusos.

## Questão 16

Os esquemas I e II abaixo mostram as etapas da expressão gênica em dois organismos distintos, um procarioto e um eucarioto.

- a) Indique, com justificativa, qual esquema se refere ao eucarioto. Em qual ou quais compartimentos celulares ocorrem as etapas indicadas por 1 e 2 no esquema I, e as etapas 3 e 5 do esquema II?
- b) A remoção diferencial de íntrons do RNA mensageiro pode resultar na produção de diferentes peptídeos. Qual das etapas indicadas nos esquemas corresponde ao processo de remoção de íntrons? Explique por que a remoção diferencial de introns pode acarretar a produção de diferentes peptídeos.





## Resposta Esperada

a) (2 pontos)

O esquema que se refere ao eucarioto é o esquema II, porque apresenta introns. As etapas 1 e 2 do esquema I ocorrem no citoplasma, enquanto as etapas 3 e 5 do esquema II ocorrem, respectivamente, no núcleo e no citoplasma.

b) (2 pontos)

A etapa que corresponde à remoção de introns é a etapa 4. A remoção diferencial de introns pode acarretar a produção de diferentes peptídeos porque serão formados diferentes RNAs mensageiros, compostos por distintas regiões codificadoras. Dessa forma, a tradução desses RNAs levará a diferentes peptídeos.

Exemplo Acima da Média
al O exquema T se vielore ao eucaruste, par nel esservir a trample. O (o ancertrir es ta stranca de entre ancertrir de vielores, estrata de entre de entre de estrata en estrata de estrata
enter; a etapo 3 racorse no núcleo da vilula eucaronde e a etapo 5 racorse mo este planma da vilula eucariente.
MANA me atlucer anorton et lawerelite apamer D. 1 egets at ex-atari (d ou aux rog, atlucer eup a coetiteleur et aaaringee cotrevelit mas cardeam astrevelite coetites, ma
Exemplo Abaixo da Média
esta muduro 3 = entado se for peptido Esquema 2 = pro3-estra crestinada
Exquerna 2= PNA3-estra Crestinale
RNA 5- aprila DNA com RNA & fica
madulo ondo si como o pepti dio
b- Porque as veyes sempre mester as com RNA con
Pris no sangue.
Ţ

### **Comentários**

A questão tratou das diferenças entre a expressão gênica de procariotos e eucariotos, relacionando as etapas desses processos com a presença/ausência de núcleo celular. O índice de facilidade da questão foi de 0,33 e, portanto, seu grau de dificuldade foi considerado difícil. O índice de discriminação foi de 0,58, indicando que a questão permitiu uma boa discriminação dos candidatos. Notamos que foi frequente o uso equivocado dos termos nucléolo e nucleotídeo no lugar do termo núcleo. No item **b**, foram muito comuns respostas que mencionavam um embaralhamento de éxons. Embora casos de embaralhamento possam até existir, as formas alternativas de processamento do RNAm (*splicing*) geralmente são distinguidas pela remoção diferencial de íntrons, de tal forma que segmentos considerados íntrons em determinados casos são éxons em outros.



## Questão 17

Um acidente comum ocorre com bastante frequência na cozinha. Uma panela com óleo quente para fritura é esquecida sobre a chama de um fogão e, por um procedimento errado no momento da fritura, um pequeno incêndio aparece na superfície do óleo. A boa prática de combate a incêndios recomenda que se desligue a chama do fogão e se tampe a panela com um pano molhado.

- a) Levando-se em conta que o fogo é um fenômeno em que está presente uma reação química, como se justifica o uso do pano molhado, do ponto de vista químico?
- b) Por outro lado, jogar água sobre a panela em chamas é uma prática totalmente desaconselhável. Descreva o que pode ocorrer nesse caso e justifique, levando em conta transformações físicas e propriedades de estado.

## Resposta Esperada

Evampla Asima da Mádia

### a) (2 pontos)

No fogo está presente uma reação de combustão do óleo em que um dos reagentes é o oxigênio gasoso presente no ar. Ao se abafar o fogo com um pano molhado, exclui-se um dos reagentes (oxigênio) e a reação de combustão cessa. O pano deve estar molhado para se evitar que o mesmo também entre em combustão.

### b) (2 pontos)

Ao jogar água sobre a panela com óleo quente e em chamas, a água líquida sofre uma <u>vaporização</u> muito rápida, passando para o estado gasoso. Nessa transformação a água sofre uma grande expansão de volume, pois no estado gasoso o volume é muito maior que no estado líquido. Essa expansão faz o óleo espalhar (espirrar), aumentando a extensão do fogo.

Exemplo Acima da Media
a) O faga e montiolo pela presença de oxigênia e quando
se colore a some a De se entireme a a to-a erabit
pavém a pomo tem que extor molhado para não entrar en combustão também.
combusted tambem.
b) A agua jagada dentro ob óleo ité entrar quente
ira entrar em ebulicoo vapidomente carregando parti-
culor de aléa, um atimo combustivel, que em cantato
com a chama do fogão prole provocar explosões ou
queimaduras.



## Exemplo Abaixo da Média

a) 1) lago, que i uma reação química que libera o gás Os, ao entrar em contato com o parso molhado, ou siza, com a água,
The state of the s
Hal), produz uma reação de vaporizcição, ande a aagua reaz
Com o 02, transfermando-se em capor Isso ocarre, pero o poro
mão deixa que toda a água entre en corido de uma so vez la que
accionaria un outro godente) com o fogo, e diminua a aria
de contra com o ar, que contem grande quantidade de Oz.
b-) O lago, ao entras en contato direto com água, pope o que
chamanos de combustão patencializada, já que a água também
possui o elemento Osiginio em sua compesição, portino o que
aumentaria a força de combustão, Ca aqua liquida tem grande
builidade de Japanização, por isso em alta timpuratura, oua
Vaporização pedi acorrir de forma ragida. O fogo então, apsouvirio
o 02 temo typorizando a água e potencializario sua larga.

### **Comentários**

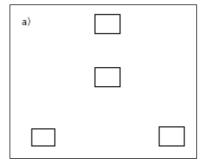
Essa questão trata de assuntos simples e fundamentais do conhecimento químico. O item a exige que se reconheca que, para ocorrer uma reacão química são necessárias algumas condições, entre elas o contato entre os reagentes, a exigência primeira e fundamental. Assim, a colocação do pano sobre a panela evita a entrada do ar, que contém o oxigênio (um dos reagentes na combustão do óleo), o que leva à interrupção do fogo. A necessidade de se usar o pano molhado deve-se à possibilidade de o pano também entrar em combustão; a água presente usa parte da energia liberada na combustão, fazendo com que essa energia deixe de ativar a reação de combustão. É importante observar que o item a já afirma o que deve ser feito nesse tipo de acidente, o que significa que a resposta tem que contemplar essa afirmação. De um modo geral os candidatos apontaram, com muito maior frequência, o corte no fornecimento de oxigênio como justificativa para a extinção do fogo e, apenas uma pequeníssima parcela atentou para o "molhado". Também se observou que boa parte dos candidatos que justificaram o uso do pano molhado se restringiu a descrever o fato da não-queima do pano, não mencionando a retroalimentação da combustão pela energia. A dificuldade maior da banca na correção do item **a** deveu-se à imprecisão de linguagem dos candidatos. Como o item **a**, o item **b** também procura informar sobre combate a incêndio, mostrando, por sua vez, o que não deve ser feito. Ao candidato cabe somente a tarefa de prever o fenômeno e explicá-lo do ponto de vista científico. Espera-se que o candidato responda que a água, ao entrar em contato com o óleo quente e em chamas, se aquece de forma rápida e com grande expansão de volume devido à sua transformação de líquido para gás. Embora não seja um evento que ocorre com muita frequência, conforme se menciona na questão, algo parecido ocorre quando se está fritando algum alimento que contém muita água, como é o caso da batata, em que se observa um grande desprendimento de bolhas de vapor d'água. Os candidatos, no geral, responderam bem ao item e, como no item a, a maior dificuldade foi a imprecisão de linguagem. É importante que a resposta contenha os termos científicos corretos; o uso de expressões pouco adequadas como "explosão" ou "combustão" em lugar de grande expansão da água foi muito freguente. Como no item **a**, no item **b** também se espera uma descrição do fenômeno a ser observado e sua explicação a partir de mudança de estado (vaporização) ou propriedade de estados (diferença de volumes entre a água líquida e gasosa). A média de 2,2 pontos em 4,0 possíveis revela que os candidatos tiveram um grau médio de dificuldade com o assunto. Esse resultado contrariou a expectativa inicial de que seria uma questão de baixa dificuldade.



### Questão 18

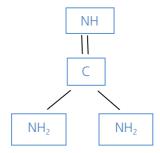
A partir de um medicamento que reduz a ocorrência das complicações do diabetes, pesquisadores da UNICAMP conseguiram inibir o aumento de tumores em cobaias. Esse medicamento é derivado da guanidina,  $C(NH)(NH_2)_2$ , que também pode ser encontrada em produtos para alisamento de cabelos.

- a) Levando em conta o conhecimento químico, preencha os quadrados incluídos no espaço de resposta abaixo com os símbolos de átomos ou de grupos de átomos, e ligue-os através de linhas, de modo que a figura obtida represente a molécula da quanidina.
- b) Que denominação a figura completa e sem os quadrados, recebe em química? E o que representam as diferentes linhas desenhadas?



## Resposta Esperada

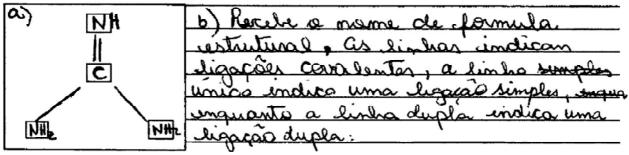
a) (2 pontos)



### b) (2 pontos)

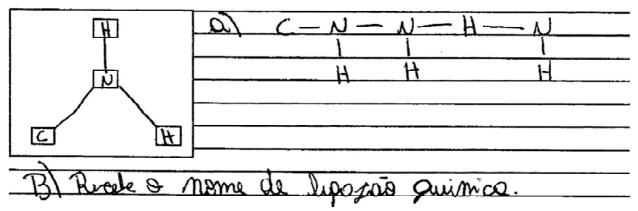
Trata-se da fórmula estrutural. As linhas representam ligações químicas entre átomos. A linha única representa uma ligação simples e as linhas paralelas (dupla) representam uma ligação dupla.

## Exemplo Acima da Média





## Exemplo Abaixo da Média



### **Comentários**

Essa é uma questão sobre aspectos fundamentais da representação química, nos dois itens. Tendo como pano de fundo uma substância utilizada como fármaco, a quanidina, o item a avalia o conhecimento sobre simbologia de átomos e grupamentos de átomos, e também sobre representação de ligações químicas. Vale a pena observar que a figura a ser preenchida apresenta quatro quadrados (caixinhas) a serem preenchidos com grupamentos de átomos e que sejam ligados por traços, que representam ligações químicas. O conhecimento exigido sobre ligações químicas é, de certa forma, facilitado, observando-se mais atentamente a figura. A caixinha superior encontra-se mais próxima da caixinha central, sinalizando que aí pode ser colocado um grupo que faz ligação com o carbono na caixinha central através de uma ligação dupla, mais curta que uma ligação simples que liga as duas caixinhas inferiores à central. Os aspectos mais importantes na resposta ao item são: o carbono deve formar quatro ligações, sendo uma dupla e duas simples, e essas devem ser as únicas ligações presentes. Muitos candidatos entenderam a figura formada como formas geométricas e, então, ao invés de representar apenas as ligações químicas, uniram todas as caixinhas, de modo a formar, por exemplo, uma pirâmide de base triangular. Respostas em que o candidato não colocou o símbolo do carbono na caixinha central, mas, ainda assim, representou corretamente as três ligações presentes e separou corretamente os grupos, foram consideradas corretas. O item **b** pede que se nomeie o que representa, na linguagem química, a figura completa e se informe o que representam as diferentes linhas desenhadas. Espera-se que a resposta ao item indique a denominação de fórmula estrutural para a figura e informe que uma linha única representa uma ligação guímica e as duas linhas paralelas, uma ligação dupla. É importante observar que a questão é bem clara ao pedir o significado das diferentes linhas desenhadas. Isso sinaliza que a resposta deve indicar pelo menos dois tipos diferentes de linhas. Muitos candidatos que dominam o assunto não foram tão precisos na resposta, afirmando que as linhas representam ligações químicas, sem, no entanto, identificar os diferentes tipos de ligação. Esperava-se um bom desempenho dos candidatos nessa questão, no entanto, a média de 2,0 pontos em 4,0 possíveis mostrou que os candidatos tiveram dificuldades com aspectos bem fundamentais da linguagem química, o que é realmente alarmante em termos do ensino dessa Ciência.

### Questão 19

Uma solução de luminol e água oxigenada, em meio básico, sofre uma transformação química que pode ser utilizada para algumas finalidades. Se essa transformação ocorre lentamente, nada se observa visualmente; no entanto, na presença de pequenas quantidades de íons de crômio, ou de zinco, ou de ferro, ou mesmo substâncias como hipoclorito de sódio e iodeto de potássio, ocorre uma emissão de luz azul, que pode ser observada em ambientes com pouca iluminação.

- a) De acordo com as informações dadas, pode-se afirmar que essa solução é útil na identificação de uma das possíveis fontes de contaminação e infecção hospitalar. Que fonte seria essa? Explique por que essa fonte poderia ser identificada com esse teste.
- b) Na preparação da solução de luminol, geralmente se usa NaOH para tornar o meio básico. Não havendo disponibilidade de NaOH, pode-se usar apenas uma das seguintes substâncias: CH<sub>3</sub>OH, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> ou FeCl<sub>3</sub>. Escolha a substância correta e justifique, do ponto de vista químico, apenas a sua escolha.



## Resposta Esperada

a) (2 pontos)

A fonte seria o sangue. A identificação seria possível, pois o sangue possui hemoglobina, que contém o íon de ferro em sua estrutura e que, conforme afirma-se no texto, acelera a transformação química envolvendo o luminol e a água oxigenada, promovendo a emissão da luz azul.

b) (2 pontos)

A solução de luminol e água oxigenada contém hidróxido de sódio, que torna essa solução básica. Das substâncias indicadas na pergunta, apenas o carbonato de sódio (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) produz uma solução aquosa básica. Isso ocorre devido à hidrólise do íon carbonato, conforme a equação química:

 $CO_3^{2-}$  +  $H_2O$   $\rightarrow$   $HCO_3^{-}$  +  $OH^{-}$ 

Exemplo Acima da Média
a) A fonte de contaminação una o sangue humano. Esso fonte podería ser
identificada por ene teste pois o sangue nome alto rumero de lesso
uldancia que reale com a luminal emitenda luz soul
b) Na 2003, pais e um sal banco Em meio aqueso sepre hidroles liberando OH
Na+ (03+ H+ OH -) (Lapacon vao
Nat + HTOH & ME OCONE (forme bus forte) balances
(03+HOH -> H2003)+OH -> libracas do OH Terma o meia basico
Jungal 12
Em Co 2 1 H29)
Exemplo Abaixo da Média
(a) Uma das possivais fontes de contâminação e
infecção hospitalar e por meio dos itensilhos, como
adulhas, bitures and goone facil contamina-
possível identificar caso havesse alguma con-
taminacate
Sattle Market State 1
DA substancia ideal para ser urada caso
nos laga disponibilidade de NaOH, e a CH3OH,
pois possui new basico como NaOH, não
abortendo a solução, nem oferecendo ruscos
pois possui new basico como NaOH, não alterando a solução, nem oferecendo riscos paras na formilação desta solução.
. , ,



#### **Comentários**

O luminol é hoje uma "vedete" em termos da investigação policial na vida real e na ficção. Pelo fato de apresentar essa emissão de luz em determinadas condições, essa substância tem sido utilizada com sucesso na detecção de sangue em ambientes em que ocorreram crimes. A mídia televisiva tem mostrado a investigação de possíveis crimes reais, assim como em obras de ficção como CSI, Dr. House, etc., em que a presença de sangue é observada pela emissão de luz azul devido ao uso do luminol. O item a da questão 19 pede que se identifique uma possível fonte de contaminação e infecção hospitalar e elenca uma série de cinco possíveis fontes de excitação do luminol. A questão dá uma importante dica para a resposta, ao pedir uma fonte que contamina e pode infectar o ambiente hospitalar. Embora os íons crômio e zinco existam em microquantidades no tecido humano, espera-se que a resposta contemple prioritariamente a presença de ferro e, portanto, de sangue, como uma fonte de contaminação e infecção hospitalar. Muitos candidatos entenderam que qualquer uma das cinco substâncias apontadas no item a seria uma indicação de contaminação e, dessa forma, acreditaram que a resposta seria identificar de que forma essa substância apareceu no hospital. Muitos argumentaram que o contaminante seria o hipoclorito, pois ele é usado na limpeza, assim como o iodeto de potássio presente numa solução de iodo. Entende-se que essas substâncias podem até estar presentes num ambiente hospitalar, mas, com certeza, não seriam uma fonte de infecção. Outro aspecto interessante na resposta ao item a, foi considerar que a justificativa deveria contemplar a presença do íon ferro no sangue. Assim, muitos candidatos responderam que a fonte de contaminação era o sangue, no entanto, justificaram a presença do sangue no ambiente hospitalar mas não de que forma o sangue provocaria a emissão de luz. O item **b** cobra um conteúdo sobre reação de hidrólise, ao pedir que se identifique uma possível substância para substituir o hidróxido de sódio. Deve-se destacar que o item fornece a identidade de todas as substâncias, mostrando sua fórmula molecular, inclusive a do NaOH. A chave para a resposta é observar que a questão evidencia que o NaOH está presente na solução de luminol para tornar o meio básico, portanto, a substância que pode substituir o NaOH deve apresentar esse caráter básico em meio aquoso. De todas as substâncias apontadas, somente o carbonato de sódio pode tornar o meio básico, devido à reação de hidrólise envolvendo o íon carbonato presente. O índice de acertos foi bem baixo nesse item, sendo que a escolha mais fregüente apontou o metanol (CH<sub>3</sub>OH) como substituto do NaOH. Isso mostra a grande dificuldade dos candidatos com o tema e também com leitura, uma vez que o texto do item **b** informava que o NaOH estava presente na solução, para tornar o meio básico. A opção pelo metanol deveu-se à semelhança entre as fórmulas moleculares, NaOH e CH₃OH, o que aponta uma dificuldade de leitura. A média de 0,9 pontos em 4,0 possíveis revela a grande dificuldade dos candidatos com o assunto. Esperava-se que as respostas ao item **a** pudessem, pelo menos, elevar a nota média na questão. Uma interpretação bem simplificada dessa baixa média na questão pode indicar uma deficiência de leitura dos candidatos, já que os dois itens davam informações bem relevantes sobre o caminho de sua resolução.

### Questão 20

Após uma competição, a análise da urina de alguns nadadores mostrou a presença de furosemida (um diurético), sendo que a sua presença na urina pode indicar um possível caso de doping. Para justificar a branda punição que os nadadores receberam, um médico emitiu uma declaração à imprensa sobre os resultados das análises das urinas. Os itens a e b abaixo mostram trechos adaptados dessa declaração.

- a) Inicialmente o médico declarou: "Quando o atleta tenta esconder alguma coisa, ele usa diuréticos... A urina encontrada estava muito concentrada". Levando-se em conta o contexto da questão e o conhecimento químico, estaria o médico referindo-se à concentração de furosemida na urina? Justifique.
- b) O médico continuava sua declaração: "O pH estava bastante ácido nas quatro amostras de urina. Quando você usa substâncias dopantes....". Levando-se em conta as outras informações do texto e considerando que esse trecho seja válido do ponto de vista químico, o que se pode inferir sobre o caráter ácido-base das substâncias dopantes? Justifique sua resposta utilizando as informações fornecidas pelo texto.

## Resposta Esperada

#### a) (2 pontos)

Não. Como o médico tentava justificar a branda punição, ele estava se referindo às outras substâncias presentes na urina. Na explicação do médico, se os atletas tivessem usado a furosemida como diurético (o que seria considerado *doping*), eles teriam eliminado muita urina e ela estaria "diluída" em relação aos outros solutos presentes na urina.



b) (2 pontos)

No contexto da questão, depreende-se que as substâncias dopantes (não se trata da furosemida), teriam caráter básico, já que o médico afirmava que o pH da urina estava bastante ácido e estava tentando justificar a branda punição aos nadadores. Em outras palavras, o médico tentava explicar aos jornalistas que, caso os atletas estivessem fazendo uso de substâncias dopantes, o pH da urina seria mais elevado que o pH normal da urina.

## Exemplo Acima da Média

A) Não. O medica quis disor que a atleta não utilizar diureticas, pais a compasição da urina não estas mento a
chiluída, apresentando, promedimente, uma coloração dos
tente amarelada.
B) Como a pH da urina estas "bostante ácido" e a punição dos nododores foi branda, significa que a pH notenormal da urina e ácido. Assim, se elles tiseme utiligados rubstâncias dopantes, o pH da urina tenderia a ser
mênos acido, o que nos permite concluir que a caráter
dessas substâncias é loásica

## Exemplo Abaixo da Média

20) 0	Som	Porqu	<u> </u>	incestão	em ex	Casso
dougl	mose	mida	a win	ingestão Linde	a lico	۸
mai	ر ده	ncento	ada		\	
	Hs_s	ubston	cios dop	entes tind	oo c	nater
de al	teran	O OH	· osim	deixar-lo	mais	ocido.

### **Comentários**

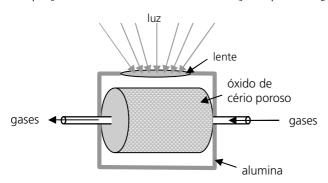
Essa questão exige o conhecimento do conceito ácido-base, mas, mais do que isso, exige uma leitura e uma interpretação atentas do enunciado. O assunto da questão teve grande repercussão internacional e envolveu alguns atletas da natação brasileira. A ingestão de possíveis complementos alimentares contaminados por furosemida, por parte desses atletas, foi o centro da polêmica. Na ocasião, muitas autoridades e os atletas tiveram que vir a público para dar esclarecimentos e uma dessas declarações serviu para se formular a questão. O item a pede que se explique se a declaração do médico diz respeito à concentração de furosemida ou não. A resposta pressupõe uma leitura atenta do enunciado da questão e também do item. O texto da questão diz que a presença da furosemida pode indicar doping, no entanto, como o texto também fala da branda punição, pode-se depreender que o médico estaria afirmando que os atletas não urinaram muito e por isso a urina apresentava-se com seus solutos naturais, em concentração elevada. A resposta não pode ser a concentração de furosemida na urina pois isso levaria a uma maior micção dos atletas e, portanto, numa diluição dos solutos da urina. Boa parte dos candidatos que afirmaram que o médico não se referia à furosemida não conseguiu justificar corretamente essa resposta. O item **b** exige um conhecimento elementar do conceito ácido-base e de pH e uma singela interpretação do texto. É importante reparar que a fala do médico no item **b** apresenta dois argumentos contraditórios. Isso leva a responder que as substâncias dopantes devem ter caráter básico, já que o médico "tentava justificar a branda punição" afirmando que "a urina estava bastante ácida". Muitos candidatos se equivocaram ao tentar justificar o caráter ácido-base da furosemida e não de possíveis agentes dopantes. Embora o texto afirme que a presença de furosemida pode significar um possível caso de doping, em momento



algum o texto indica que a furosemida é um agente dopante. Todas as informações apresentadas sobre a furosemida descrevem-na como um diurético. A média de 1,2 pontos em 4,0 possíveis revela, novamente, a grande dificuldade dos candidatos com leitura e interpretação de informações. No nível em que se exige o conhecimento do conteúdo ácido-base nessa questão, essa baixa média só pode ser interpretada como dificuldade de leitura dos candidatos.

### Questão 21

Em escala de laboratório desenvolveu-se o dispositivo da figura abaixo, que funciona à base de óxido de cério. Ao captar a luz, há um aumento da temperatura interna do dispositivo, o que favorece a formação do óxido de Ce³+, enquanto a diminuição da temperatura favorece a formação do óxido de Ce⁴+ (equação 1). Por conta dessas características, o dispositivo pode receber gases em fluxo, para serem transformados quimicamente. As equações 2 e 3 ilustram as transformações que o CO₂ e a H₂O sofrem, separadamente.



equação 1	$\frac{1}{2} O_2(g) + Ce_2O_3(s) \rightleftharpoons 2 CeO_2(s)$
equação 2	$CO_2 + Ce_2O_3(s) \rightarrow 2 CeO_2(s) + CO(g)$
equação 3	$H_2O + Ce_2O_3(s) \rightarrow 2 CeO_2(s) + H_2(g)$

- a) Levando em conta as informações dadas e o conhecimento químico, a injeção (e transformação) de vapor de água ou de dióxido de carbono deve ser feita antes ou depois de o dispositivo receber luz? Justifique.
- b) Considere como uma possível aplicação prática do dispositivo a injeção simultânea de dióxido de carbono e vapor de água. Nesse caso, a utilidade do dispositivo seria "a obtenção de energia, e não a eliminação de poluição". Dê dois argumentos químicos que justifiquem essa afirmação.

## Resposta Esperada

#### a) (2 pontos)

A injeção de qualquer um dos dois gases deve ser feita depois de receber luz. Conforme indica o texto, nessa situação o cério se encontra como óxido de  $Ce^{3+}$  ( $Ce_2O_3$ ), o que permite que ele reaja com o dióxido de carbono (conforme a equação 2) ou com a água (conforme a equação 3).

#### b) (2 pontos)

A aplicação do dispositivo seria para se obter energia, pois seria obtido o gás hidrogênio (H<sub>2</sub>, equação 3), que pode ser usado como combustível. O dispositivo não seria usado para eliminar poluição, pois, conforme mostra a equação 2, o CO<sub>2</sub>, que é um gás poluente, seria eliminado, mas seria formado o CO, um gás, também poluente, mas muito pior que o seu precursor.

Obs.: Também se poderia responder que é possível produzir metanol a partir de CO e  $H_2$ , empregando-se um catalisador apropriado e utilizando-se posteriormente o metanol como combustível. Nesse caso, também, o resultado final seria a conversão (obtenção) de energia luminosa em energia térmica ou mecânica, mas produzindo  $CO_2$ 



## Exemplo Acima da Média

a) Q injegão de capo de cáqua as diásido de carbono dese ser jeita depois de a dispositivo neceber luz. Os ducos transformações desser apreso em hidrogênio : memárido de carbono, respectirommente, exormem em presença de óxido de Ce³t. Como a formação desse óxido em em presença de óxido de Ce³t. Como a formação desse óxido e indiversada, pelo aumento da temperatura, ou seip, com a incidência de luz, a infeção de cosos des ses feita depois de a disposição neceber luz, a quando evisto maior quantidade de cesto no disposição, o que favorece a transformação dos apresa.

Li tombo a transformação da áqua como a do dispide de carbono produção 1, formece a que de acordo com o equilibrio representado na equação 1, formece a produção de acigano apresa. Como a transformação da áqua também produça transforme produça hidrogênio apresa, a semera a combustão desse que liberando quandidade de ma qua Alóm disso, a transformação de dióxido de carbono opra mêmó xido de carbono, a que tomando a dispositivo pobuento pois, apresa, a sido de carbono posa, a pesar de elimina, sum pór pobuente (co.).

## Exemplo Abaixo da Média

a) le injeções de verpor deve per fiito ontes do
dispositivo receber les, pois a bronsformación tronsformação apar, alom do gás, moléculas de Celes, eura a formadad a se formacida em temperatura baixa.
tronsformação apra , alom do gas, moléculas
de Celas, eura a formadas a re favorecida
em temperatura baixa.
b). O diérciale de conserve e a cione producion
b) e diáxido de coxbono e a aque prodecion energio, em temperatura mais bairo, e gurne cerior
a st energia perceido ao sestemo.

### **Comentários**

O item **a** dessa questão pressupõe leitura de equação química e exige uma leitura adequada das informações do texto. O texto informa que ao receber luz o dispositivo se aquece, o que favorece a formação de Ce³+. O texto também informa que o dispositivo deve receber dióxido de carbono e água (reagentes) que serão transformados. Logo, para que o processo de transformação dessas duas substâncias se concretize, devem-se injetar os gases logo após o dispositivo receber luz, pois nessa condição há a formação de Ce³+, necessário para transformar os gases citados. Muitos candidatos que acertaram quando se devem injetar os gases acabaram errando a justificativa ao utilizar a entalpia das reações com esse propósito; sem que houvesse qualquer informação a respeito no texto. Erraram duplamente: primeiramente ao associarem a transformação química a dados energéticos e posição de equilíbrio (que não era o caso, já que o sistema é aberto), e em segundo lugar por tentarem "adivinhar" o sinal da entalpia da reação, o que não seria adequado como um quesito a se julgar numa questão de vestibular. De modo geral o maior índice de acertos ocorreu em relação ao momento de se injetar os gases e não na justificativa. O item **b** da questão afirma que o dispositivo tem o propósito de obter



energia e não eliminar poluição. Isso se justifica pelo fato de que a injeção do CO<sub>2</sub> libera um gás até mais prejudicial, o CO. É claro que se pode pensar em queimar esse CO para se obter energia, mas isso não justificaria a eliminação de poluição gasosa, já que o CO<sub>2</sub> seria novamente produzido. Justificar o uso do dispositivo para a obtenção de energia é bem evidente pela produção do gás H<sub>2</sub>, um combustível muito limpo e muito pesquisado atualmente no mundo todo. Explicar a obtenção de energia pela combustão do CO e a poluição pela produção de H<sub>2</sub>, pode até ser uma opção, no entanto essas escolhas são, sem dúvida, de "segunda linha" em relação à escolha do CO como poluente e o H<sub>2</sub> como fonte de energia. Em geral, os candidatos tiveram dificuldade em apontar os dois argumentos. Muitos escolheram dois argumentos que justificavam apenas uma parte da informação, sendo que o desejável era que argumentassem sobre os dois aspectos da afirmação. A nota média de 1,2 pontos em 4,0 pontos possíveis mostra que os candidatos tiveram muita dificuldade de leitura - o conteúdo era sobre equações químicas, mas parte das respostas aos itens constava do texto da questão. De forma geral, a nota obtida pelos candidatos deveu-se mais ao acerto parcial dos dois itens.

### Questão 22

A questão ambiental relativa ao destino de plásticos utilizados é bastante antiga e algumas propostas têm sido feitas para contornar esse problema. A mais simples é a queima desses resíduos para aproveitamento da energia, e outra é o seu reuso após algum tratamento químico. Para responder aos itens a e b, considere a estrutura abaixo como um fragmento ( $C_{10}H_8O_4$ ) representativo do PET.

- a) Levando em conta a equação de combustão completa do fragmento do PET, calcule a energia liberada na queima de uma garrafa PET de massa igual a 48 gramas.
- b) No tratamento químico da embalagem PET com solução de hidróxido de sódio ocorre uma reação de hidrólise que remove uma camada superficial do polímero, e que permite a reutilização da embalagem. Com base nessas informações complete a equação química de hidrólise do fragmento de PET, no espaço de respostas.

Dados de entalpia de formação em kJ mol<sup>-1</sup>: fragmento = -476;  $CO_2$  = -394;  $H_2O$  = -286.

## Resposta Esperada

a) **(2 pontos)** 

A equação química da combustão do fragmento é:

$$C_{10}H_8O_4 + 10 O_2 \rightarrow 10 CO_2 + 4 H_2O$$

 $\Delta combH = \Sigma H f_{produtos} - \Sigma h f r_{eagentes} = \{10x (-394) + 4 x (-286)\} - (-476)$ 

 $\Delta$ combH = -4608 kJ mol<sup>-1</sup>

4698 kJ  $\rightarrow$  192 g (1 mol de  $C_{10}H_8O_4$ )

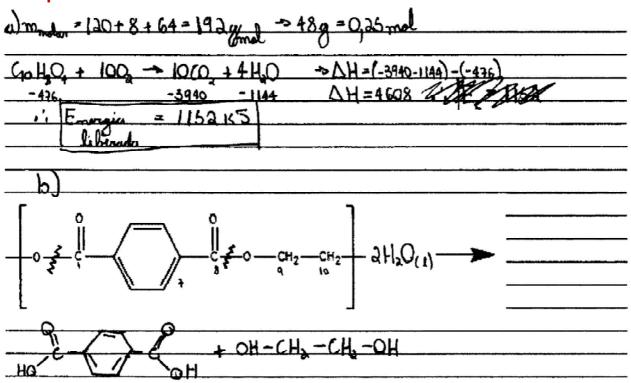
Energia → 48 g .....<u>Energia por garrafa = -1152 kJ</u>



### b) (2 pontos)

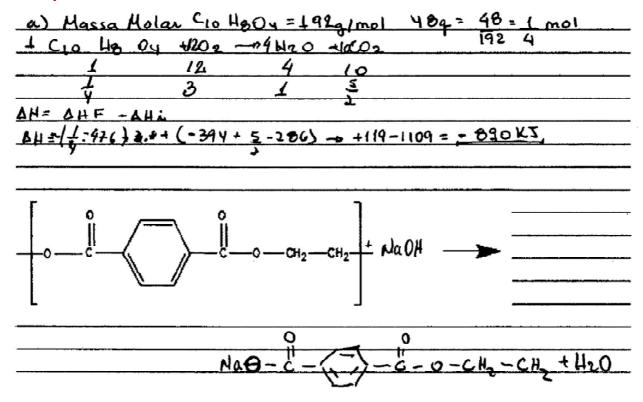
Como a reação se processa em meio básico, a equação química também poderia ser escrita como:

# Exemplo Acima da Média





## Exemplo Abaixo da Média



#### **Comentários**

Essa questão tem duplo propósito, ou seja, foca dois assuntos bem diferentes, estequiometria e termoquímica (item **a**) e reação química (item **b**), no entanto, pode-se considerar que ambos envolvem uma importante questão ambiental e orientam bem o assunto. O item a trata da obtenção de energia na queima de uma garrafa de PET de 48 gramas; é importante ressaltar que essa é a massa aproximada de uma garrafa de refrigerante de 2 litros feita em PET e que a queima de resíduos sólidos é uma prática bastante presente. Fora isso, o exercício é de resolução convencional: é preciso escrever a equação química balanceada da combustão do fragmento e depois aplicar a lei de Hess. Ao resolver o item a, é preciso ficar atento ao fato de que a queima é de 48 gramas de PET, então, após o cálculo da energia por mol de fragmento, é necessário reduzir o resultado para 48 gramas. Os candidatos que dominam o assunto de termoquímica não tiveram dificuldades no item, entretanto, muitos deles esqueceram-se de reduzir o resultado para 48 gramas, uma operação matemática simples e importante, já que a massa molar do fragmento é exatamente quatro vezes maior que 48 gramas. Muitos candidatos que dominam parcialmente o conteúdo erraram a resolução, pois não levaram em conta a estequiometria da reação e simplesmente aplicaram a lei de Hess como se a estequiometria fosse relativa à combustão de 1 mol de fragmento para a formação de um mol de água e um mol de gás carbônico. O item **b** trata de uma equação de reação de hidrólise, catalisada por base. Pode surgir alguma dificuldade na resolução do item, uma vez que o meio básico deve levar à formação de um ácido desprotonado, mas esse aspecto não é tão relevante no caso. A resolução é em parte facilitada pelo fornecimento da estrutura do fragmento. Muitos candidatos, mesmo desconhecendo o assunto reacões de hidrólise, tentaram resolver o item, escolhendo, porém, outras ligações químicas como ponto de rompimento por parte da água. O índice de acertos nesse item foi bem baixo, embora o tema reação de hidrólise seja o assunto mais comumente tratado no ensino médio, em se tratando de reações de compostos orgânico. A média de 0,7 pontos em 4,0 pontos possíveis revela a grande dificuldade dos candidatos com os temas tratados na questão. O tema de energia em reações guímicas é bem mais explorado que reações de compostos orgânicos, por isso, o índice de acertos foi maior no item a. Mesmo que o texto da questão tenha dado informações sobre a estrutura do fragmento de PET e sobre reação de hidrólise, parece que mesmo os candidatos que tinham algum conhecimento do assunto ficaram confusos ao completar a equação guímica.



### **Questão 23**

A Tireoidite de Hashimoto é uma doença que pode estar associada à ingestão excessiva de iodo, enquanto o Bócio é uma doença associada à falta de iodo na juventude. Já o Cretinismo é provocado pela deficiência de iodo durante a gestação. Essas são as questões consideradas pelo Ministério da Saúde (MS), que acredita que os brasileiros estejam consumindo, em média, 12 gramas de sal iodado por dia, em vez dos 5 gramas atualmente recomendados. Por isso, há uma proposta no MS no sentido de diminuir a quantidade de iodo no sal comercializado.

- a) Considerando que a ingestão diária de iodo recomendada é de 70 microgramas e considerando ainda que o sal seja a única fonte de iodo, que a ingestão diária média de sal dos brasileiros é de 12 gramas e que haja 25 microgramas de iodo por grama de sal, calcule o percentual de redução de iodo do sal que o MS deveria recomendar.
- b) Alguns pesquisadores, preocupados com essa possível medida, afirmam que "O MS deveria se esforçar para diminuir o consumo de sal em vez de propor a diminuição da concentração de iodo, pois essa mudança poderia trazer consequências para a saúde humana em locais onde o consumo diário não atinge 12 gramas de sal". Levando-se em conta apenas as informações dadas, o aumento de que doença(s) estaria preocupando esses pesquisadores, caso a proposta fosse adotada? Justifique.

## Resposta Esperada

#### a) (2 pontos)

```
Para cada grama de sal há 25 g de iodo. Assim,

1 grama de sal → (contém) 25 g de l

12 gramas → (contêm) m g de l ...... m = 300 g de lodo (ingestão diária)

300 g de iodo → (correspondem a) 100%

(300-70) g de iodo → (correspondem a) % de redução.....
```

% de redução do iodo = 77 %

#### b) (2 pontos)

Cretinismo e bócio seriam as doenças que estariam preocupando os pesquisadores. Como se afirma no texto da questão, na opinião dos pesquisadores o MS deveria se preocupar com o excesso de sal. Reduzindo-se o teor de iodo, haveria um risco para as pessoas que não ingerem os 12 gramas, pois, dessa forma, não haveria garantias de que elas obtivessem o iodo necessário à prevenção dessas doenças (cretinismo e bócio).



Exemplo Acima da Média

a)  $12g - 70 \mu_g \times = 35 \mu_g \cos / 6 / g \sin / 6 /$ 

Describble que a M5 devira recomendar à 1001.-23,3 eu rejà, aproximadamente 76,7%.

b) Uma reg que algumas persoas não consomem 12g de sal diário, os perquisadous procupam-se que com a sumerta eta, a diminifica de tota inde neve aumente es armente-se as occurências de loccio e cultinismo, doenças causadas pela deficiencia de iodo em algum momento da desenvolvimento de indivíduo.

# Exemplo Abaixo da Média

a) 12.25 = 300 mg

70 - 100% 70x=30000 300 - x% x=428,5%

428,5-100 = 328,5% de redução

le C. Sireoidite de Hashimato, pous erra é uma doença causada.

### **Comentários**

O item **a** da questão 23 trata de cálculo estequiométrico envolvendo massas e porcentagem em massa, um dos primeiros tópicos tratados nesse assunto. A resposta ao item envolve três cálculos bastante elementares de quantidades. Inicialmente é necessário calcular a massa de iodo ingerida diariamente, depois se calcula a diferença entre esse valor e o que seria recomendado e com esse valor de massa calcula-se o percentual a ser retirado de iodo. A resposta fica facilitada, pois o conhecimento exigido é praticamente matemático, já que as palavras iodo e sal pouco ou nada interferem na resolução do item. Em geral os candidatos responderam bem e a facilidade na resposta deveu-se, em parte, à informação de "que a ingestão diária média de sal dos brasileiros é de 12 gramas", inserida no texto do item. De um modo geral, os candidatos que erraram, mas sabiam fazer os cálculos, fizeram uma leitura errada do item: não levaram em conta os 12 gramas de ingestão de sal mas, sim, 5 gramas. O item **b** depende de uma leitura de informações, já que explicita a preocupação dos pesquisadores, e somente pergunta que doenças são preocupantes. A escolha das doenças é facilitada pela simples leitura da



parte inicial do texto da questão, em que se afirma que "A Tireoidite de Hashimoto é uma doença que pode estar associada à ingestão excessiva de iodo", o que a exclui das possibilidades de resposta. Além disso, o texto também afirma que o bócio está associado à falta de iodo e o cretinismo à deficiência de iodo. A justificativa também deve se basear nas informações do texto e deve se pautar no fato de que o "consumo médio de sal" não pode ser aplicado para todas as pessoas e em todas as regiões do Brasil, já que há populações que não consomem 12 gramas de sal por dia. De modo geral, os candidatos não tiveram dificuldades em responder ao item **b**, as maiores falhas ocorreram por imprecisão de linguagem ou falta de clareza na justificativa. Por exemplo, um candidato que tenha justificado a escolha em função do iodo ingerido, deixando de lado a informação mais relevante (a ingestão do sal), não foi preciso. A justificativa para a resposta deveria apontar, necessariamente, a baixa ingestão de iodo provocada pela diminuição de seu teor no sal, associada a uma ingestão diária menor que 12 gramas de sal. A nota média de 2,3 pontos em 4,0 pontos possíveis, mostra que os candidatos não tiveram grande dificuldade na questão. Aliás, essa foi a maior nota média nas questões de Química.

### Questão 24

Recentemente a Prefeitura de São Paulo ameaçava fechar as portas de um centro comercial por causa do excesso de gás metano em seu subsolo. O empreendimento foi construído nos anos 1980 sobre um lixão e, segundo a CETESB, o gás metano poderia subir à superfície e, eventualmente, causar explosões.

- a) Uma propriedade que garante a ascensão do metano na atmosfera é a sua densidade. Considerando que os gases se comportam como ideais, e que a massa molar média do ar atmosférico é de 28,8 g mol<sup>-1</sup>, justifique esse comportamento do metano em relação ao ar atmosférico.
- b) Na época do acontecimento, veiculou-se na imprensa que, "numa mistura com o ar, se o metano se encontra dentro de um determinado percentual (5% a 15% em volume quando em ar ambiente com 21% de oxigênio) e existe uma faísca ou iniciador, a explosão irá ocorrer". Partindo-se do ar atmosférico e de metano gasoso, seria possível obter a mistura com a composição acima mencionada, pela simples mistura desses gases? Justifique.

## Resposta Esperada

#### a) (2 pontos)

Considerando o ar atmosférico e o metano (CH<sub>4</sub>) como gases ideais, vale a equação de estado PV = nRT, que pode ser modificada para d = M P R<sup>-1</sup> T<sup>-1</sup>, em que M é a massa molar do gás. A massa molar média do ar é 28,8 g mol<sup>-1</sup>, enquanto a do metano é 16 g mol<sup>-1</sup>, o que significa que o metano é menos denso (1,8 vezes menor) que o ar e que, portanto, ascende na atmosfera.

#### b) (2 pontos)

Não seria possível obter a mistura com a composição descrita, já que o ar tem cerca de 21% em volume de oxigênio. Portanto, ao misturá-lo com o metano puro, a porcentagem de oxigênio na mistura só poderia ficar menor que 21%.



Exemplo Acima da Média

20 opis metara tem Rommula CHy e tem	malle ma-
	olen = mallo
$M = P \cdot S$	molso mason
(M/m) tenos: V R. E.	
Soberos que M = dentidade (d) e que P	I all so
a Rie	
iaval ana a metora e sono a as atmosférica	Allim
Elonolumas que a densiaboles (d) desse	s object aprel
rood dirotamente procore ronal as suas malsas m	nobres Como
a maria madas de metara e menos que o da as	suo densido.
de tombem of	
5 Mal pais a porcentagem de oxigênia	ma an
	orice tam
ben son colocar na mistura uma pa	te do gas
Osigénia.	
xemplo Abaixo da Média	
as 0 metano tem mayor molar igua a 60	ramas 1001
mel, tendo assim uma densidade mente	•
gratmosferico, podendo, arrin, arende	1 ma atmed
fera. 408,8 gramas por mol.	
7	
b) The morare a metama of main " lave " and	a are atma

### **Comentários**

Essa questão trata de dois aspectos distintos do conhecimento químico, gases e concentração de soluções, tendo como contextualização o recente acontecimento relatado no texto da questão e a polêmica envolvendo a iniciativa privada e órgãos públicos de controle de riscos e catástrofes. O item **a** da questão trata do conceito de massa molar e de densidade de gases. A resolução do item passa, necessariamente, pela equação de estado dos gases ideais, e sua aplicação ao conceito de densidade. O texto do item **a** informa sobre a massa molar média do ar atmosférico, portanto, para a resolução ao item é necessário saber a fórmula molecular do gás metano (CH<sub>4</sub>) e sua massa molar (16 g mol<sup>-1</sup>). Como a densidade de um gás é diretamente proporcional à sua massa molar, quanto menor essa última grandeza, menor é a densidade do gás. Assim, conclui-se que o metano é quase duas vezes menos denso que o ar atmosférico em mesmas condições de temperatura e pressão, o que garante que o metano ascenda na atmosfera. De um modo geral, o item **a** teve maior índice de acertos por parte dos candidatos. Foram bastante comuns respostas erradas em que equivocadamente se compararam propriedades como massa ou peso em lugar da densidade. Uma falta de precisão também bastante frequente ocorreu quando

atmosféricos



os candidatos comentaram sobre as diferenças de densidades, mas não mostraram o valor de massa molar do metano. É importante que esse aspecto apareça claramente na resposta. O item **b** trata de misturas gasosas e não exige qualquer tipo de cálculo. Para uma resposta correta, basta lembrar que o ar atmosférico contém, em média, 21% em massa de oxigênio e que, portanto, é impossível obter uma mistura gasosa adicionando-se outro gás puro a esse ar e manter a porcentagem em massa do oxigênio. É evidente que a autoridade que deu a declaração ou não se expressou corretamente ou o repórter se equivocou, pois o correto seria informar que pode ocorrer uma explosão quando houver de 5 a 15% em massa de metano, e de 95 ou 85% em massa de ar, respectivamente. Os candidatos cometeram mais erros na resposta ao item **b** ao não justificá-la. A nota média de 1,0 ponto em 4,0 possíveis, uma das menores notas nas questões de conteúdo de química, revela a dificuldade dos candidatos na questão. A nota média foi "puxada" para baixo, pois o grupo de candidatos dos cursos de baixa demanda teve um desempenho muito fraco na questão. Outro aspecto a considerar é que essa é a última questão da prova, o que contribui para um desempenho pior.