



VESTIBULAR 2010

PROVAS DE HISTÓRIA, GEOGRAFIA, FÍSICA, QUÍMICA E BIOLOGIA

CADERNO DE QUESTÕES
(QUESTÕES 11-25)

- ✓ Verifique se estão corretos seu nome e número de inscrição impressos na capa deste caderno.
- ✓ Assine com caneta de tinta azul ou preta apenas no local indicado.
- ✓ Esta prova contém 25 questões discursivas distribuídas em 2 cadernos.
- ✓ A prova terá duração total de 4h30.
- ✓ A prova deve ser feita com caneta de tinta azul ou preta.
- ✓ A resolução e a resposta de cada questão devem ser apresentadas no espaço correspondente. Não serão consideradas questões resolvidas fora do local indicado.
- ✓ Encontra-se neste caderno a Classificação Periódica e o Formulário de Física, os quais, a critério do candidato, poderão ser úteis para a resolução de questões.
- ✓ O candidato somente poderá entregar este caderno e sair do prédio depois de transcorridas 2h15, contadas a partir do início da prova.



Assinatura do candidato

NÃO ESCREVA NESTE ESPAÇO

CLASSIFICAÇÃO PERIÓDICA

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18																				
H 1,01	He 4,00																																				
3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20																				
Li 6,94	Be 9,01	B 10,8	C 12,0	N 14,0	O 16,0	F 19,0	Ne 20,2																														
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36												
Na 23,0	Mg 24,3	Al 27,0	Si 28,1	P 31,0	S 32,1	Cl 35,5	Ar 39,9	K 39,1	Ca 40,1	Sc 45,0	Ti 47,9	V 50,9	Cr 52,0	Mn 54,9	Fe 55,8	Co 58,9	Ni 58,7	Cu 63,5	Zn 65,4	Ga 69,7	Ge 72,6	As 74,9	Se 79,0	Br 79,9	Kr 83,8												
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57-71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86		
Rb 85,5	Sr 87,6	Y 88,9	Zr 91,2	Nb 92,9	Mo 95,9	Tc (98)	Ru 101	Rh 103	Pd 106	Ag 108	Cd 112	In 115	Sn 119	Sb 122	Te 128	I 127	Xe 131	Cs 133	Ba 137	Série dos Lantanídeos	Hf 178	Ta 181	W 184	Re 186	Os 190	Ir 192	Pt 195	Au 197	Hg 201	Tl 204	Pb 207	Bi 209	Po (209)	At (210)	Rn (222)		
87	88	89-103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138
Fr (223)	Ra (226)	Série dos Actinídeos	Rf (261)	Db (262)	Sg (266)	Bh (264)	Hs (277)	Mt (268)	Ds (271)	Rg (272)																											

Série dos Lantanídeos														
57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
La 139	Ce 140	Pr 141	Nd 144	Pm (145)	Sm 150	Eu 152	Gd 157	Tb 159	Dy 163	Ho 165	Er 167	Tm 169	Yb 173	Lu 175

Série dos Actinídeos														
89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
Ac (227)	Th 232	Pa 231	U 238	Np (237)	Pu (244)	Am (243)	Cm (247)	Bk (247)	Cf (251)	Es (252)	Fm (257)	Md (258)	No (259)	Lr (262)

Número Atômico	
Símbolo	
Massa Atômica	
() = n.º de massa do isótopo mais estável	

(IUPAC, 22.06.2007.)

FÍSICA

11. Em julho de 2009 comemoramos os 40 anos da primeira viagem tripulada à Lua. Suponha que você é um astronauta e que, chegando à superfície lunar, resolva fazer algumas brincadeiras para testar seus conhecimentos de Física.



- a) Você lança uma pequena bolinha, verticalmente para cima, com velocidade inicial v_0 igual a 8 m/s. Calcule a altura máxima h atingida pela bolinha, medida a partir da altura do lançamento, e o intervalo de tempo Δt que ela demora para subir e descer, retornando à altura inicial.
- b) Na Terra, você havia soltado de uma mesma altura inicial um martelo e uma pena, tendo observado que o martelo alcançava primeiro o solo. Decide então fazer o mesmo experimento na superfície da Lua, imitando o astronauta David Randolph Scott durante a missão Apollo 15, em 1971. O resultado é o mesmo que o observado na Terra? Explique o porquê.

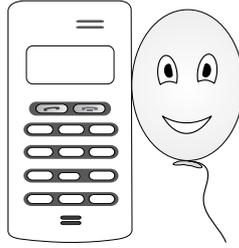
Dados:

- Considere a aceleração da gravidade na Lua como sendo $1,6 \text{ m/s}^2$.
- Nos seus cálculos mantenha somente 1 (uma) casa após a vírgula.

RESOLUÇÃO

	RESERVADO À BANCA CORRETORA
	a)
	b)
	TOTAL

12. Estima-se que hoje em dia o Brasil tenha cerca de 160 milhões de telefones celulares em operação. Esses aparelhos tão populares utilizam a radiação na frequência das micro-ondas para enviar e receber as informações das chamadas telefônicas.



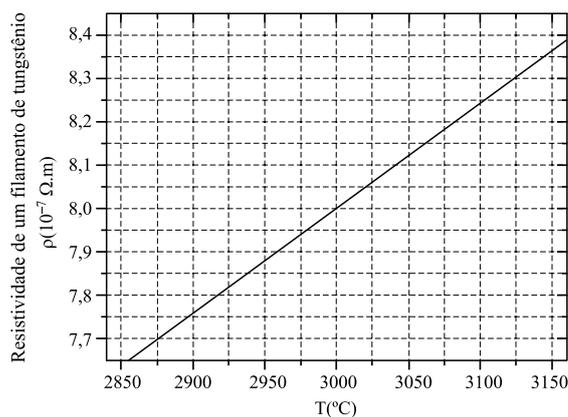
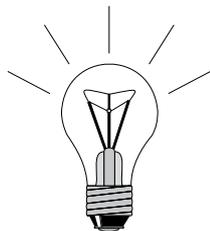
- a) A empresa *Darkness* de telefonia opera a uma frequência de 850 MHz. Calcule o comprimento de onda λ utilizado pela operadora de telefonia, sabendo que as ondas eletromagnéticas se propagam com a velocidade da luz ($c = 3,0 \times 10^8$ m/s).
- b) Considere um aparelho celular que emite 1 W de potência quando em funcionamento. Um grupo de pesquisadores deseja estudar o quanto esse aparelho celular provoca de aquecimento na cabeça dos seus usuários. Para tanto, realizam uma simulação num laboratório: enchem uma bexiga de festa, de massa desprezível, com um dado líquido, tal que o conjunto (bexiga+líquido) tenha massa de 2 kg. Em seguida, ligam o telefone celular, encostado no conjunto, pelo tempo total de 9 minutos. Faça uma estimativa da elevação da temperatura do conjunto, após esse intervalo de tempo, considerando que a potência emitida pelo aparelho celular seja absorvida pelo conjunto.

Dado: O calor específico do líquido utilizado na simulação é de $3,6 \text{ J}/(\text{g} \cdot ^\circ\text{C})$.

RESOLUÇÃO

RESERVADO À BANCA CORRETORA	
a)	
b)	
TOTAL	

13. As lâmpadas incandescentes foram inventadas há cerca de 140 anos, apresentando hoje em dia praticamente as mesmas características físicas dos protótipos iniciais. Esses importantes dispositivos elétricos da vida moderna constituem-se de um filamento metálico envolto por uma cápsula de vidro. Quando o filamento é atravessado por uma corrente elétrica, se aquece e passa a brilhar. Para evitar o desgaste do filamento condutor, o interior da cápsula de vidro é preenchido com um gás inerte, como argônio ou criptônio.

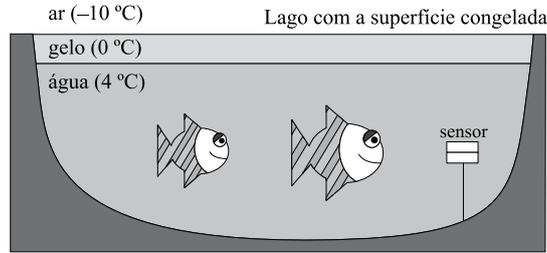


- a) O gráfico apresenta o comportamento da resistividade do tungstênio em função da temperatura. Considere uma lâmpada incandescente cujo filamento de tungstênio, em funcionamento, possui uma seção transversal de $1,6 \times 10^{-2} \text{ mm}^2$ e comprimento de 2 m. Calcule qual a resistência elétrica R do filamento de tungstênio quando a lâmpada está operando a uma temperatura de 3000 °C.
- b) Faça uma estimativa da variação volumétrica do filamento de tungstênio quando a lâmpada é desligada e o filamento atinge a temperatura ambiente de 20 °C. Explícite se o material sofreu contração ou dilatação.
- Dado:** O coeficiente de dilatação volumétrica do tungstênio é $12 \times 10^{-6} (\text{°C})^{-1}$.

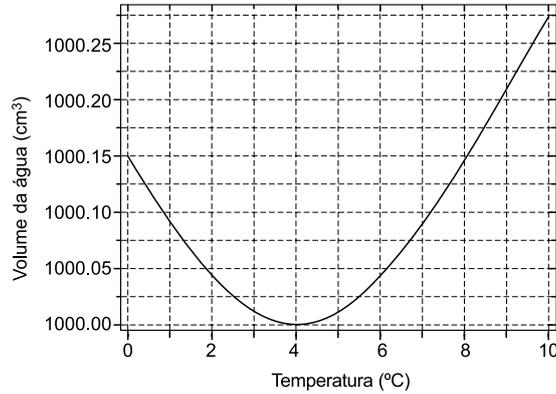
RESOLUÇÃO

	RESERVADO À BANCA CORRETORA
	a)
	b)
	TOTAL

14. Durante um inverno rigoroso no hemisfério norte, um pequeno lago teve sua superfície congelada, conforme ilustra a figura.



- a) Considerando o gráfico do volume da água em função de sua temperatura, explique porque somente a superfície se congelou, continuando o resto da água do lago em estado líquido.



- b) Um biólogo deseja monitorar o pH e a temperatura desse lago e, para tanto, utiliza um sensor automático, específico para ambientes aquáticos, com dimensões de $10\text{ cm} \times 10\text{ cm} \times 10\text{ cm}$. O sensor fica em equilíbrio, preso a um fio inextensível de massa desprezível, conforme ilustra a figura. Quando a água está à temperatura de $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, o fio apresenta uma tensão de $0,20\text{ N}$. Calcule qual a nova tensão no fio quando a temperatura na região do sensor chega a $4\text{ }^{\circ}\text{C}$.

- Dados:**
- Considere a aceleração da gravidade na Terra como sendo 10 m/s^2 .
 - Considere o sensor com uma densidade homogênea.
 - Considere a densidade da água a $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ como 998 kg/m^3 e a $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ como 1000 kg/m^3 .
 - Desconsidere a expansão/contração volumétrica do sensor.

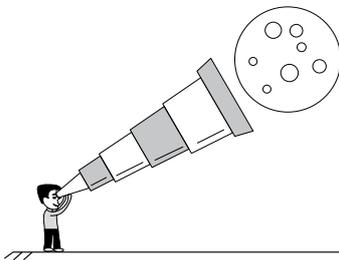
RESOLUÇÃO

RESERVADO À BANCA CORRETORA	
a)	
b)	
TOTAL	

15. Neste ano o mundo todo comemora os 400 anos das primeiras observações astronômicas realizadas por Galileu Galilei. Popularizam-se esquemas de montagens caseiras de lunetas utilizando materiais de baixo custo, tais como, por exemplo, tubos de PVC, uma lente convergente (objetiva) e uma lente divergente ou convergente (ocular).

Na escolha das lentes a serem utilizadas na montagem da luneta, geralmente, não são relevantes as suas distâncias focais, f_1 e f_2 (medidas em metros), mas sim as suas potências de refração (vergência), cuja unidade de medida é a dioptria (“grau”). A vergência V de uma lente convergente ou divergente é dada pelo inverso da distância focal.

Na montagem da luneta, a distância entre as duas lentes é igual à soma das distâncias focais dessas lentes e o aumento no tamanho da imagem observada com a luneta é dado pela razão entre as distâncias focais das lentes objetiva e ocular.



De posse dessas informações e desejando construir uma luneta, um estudante adquiriu tubos de PVC, uma lente objetiva convergente de 1,50 grau e uma lente ocular divergente com distância focal de 3 cm.

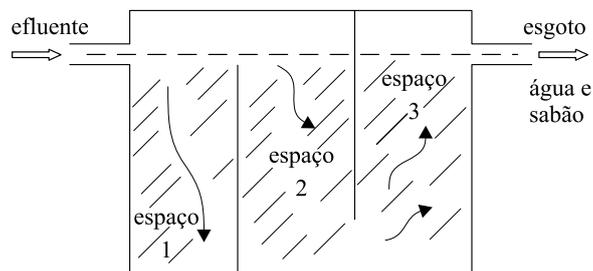
- Calcule a que distância máxima da lente objetiva ele deverá fixar a ocular. A imagem formada será direta ou invertida?
- Empolgado com essa montagem, o estudante deseja construir uma luneta com o triplo da capacidade de ampliação da imagem. Mantendo-se fixa a objetiva em 1,50 grau, calcule qual será o valor da vergência da ocular e o tamanho máximo da luneta.

RESOLUÇÃO

	RESERVADO À BANCA CORRETORA
	a)
	b)
	TOTAL

QUÍMICA

16. Uma das fontes de poluição ambiental gerada pelas atividades de um posto de gasolina é o efluente resultante de lavagem de veículos. Este efluente é uma mistura que contém geralmente água, areia, óleo e sabão. Para minimizar a poluição ambiental, antes de ser lançado na rede de esgoto, esse efluente deve ser submetido a tratamento, cujo processo inicial consiste na passagem por uma “caixa de separação”, esquematizada na figura que se segue.



Esquema da caixa de separação

Sabendo-se que água e sabão formam uma única fase, e que os óleos empregados em veículos são menos densos e imiscíveis com esta fase (água + sabão), pede-se:

- Escreva os nomes dos componentes desse efluente que se acumulam nos espaços 1 e 2.
- Escreva o nome do processo responsável pela separação dos componentes do efluente nos espaços 1 e 2.

RESOLUÇÃO

RESERVADO À BANCA CORRETORA	
a)	
b)	
TOTAL	

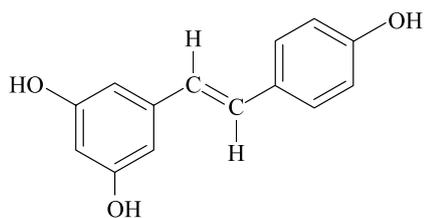
17. A atmosfera terrestre é constituída essencialmente por N_2 e O_2 gasosos. Com o aumento da altitude a pressão parcial e a concentração de O_2 na atmosfera diminuem. Quando um ser humano está em altitude elevada, ocorrem várias alterações no seu organismo para compensar essa diminuição, como, por exemplo, o aumento da velocidade de respiração. Entretanto, esta alteração na respiração produz também outro efeito, resultando na diminuição da concentração de CO_2 dissolvido no sangue. Sabe-se que o CO_2 gerado nos processos metabólicos do organismo é removido quase exclusivamente através de um equilíbrio químico que ocorre no sangue, e que é um dos principais responsáveis pelo controle do seu pH. Esse equilíbrio corresponde à reação, em meio aquoso, entre o CO_2 dissolvido no sangue e a água nele contida, produzindo o ânion hidrogenocarbonato e o cátion hidrônio.
- a) Escreva a equação química balanceada que representa esse equilíbrio que ocorre no sangue humano.
- b) Sabendo-se que o valor médio do pH sanguíneo de um indivíduo normal ao nível do mar é igual a 7,4, e considerando as informações fornecidas, o que ocorrerá com o valor do pH do sangue desse indivíduo quando ele estiver no topo de uma montanha (alta altitude)? Justifique sua resposta.

RESOLUÇÃO

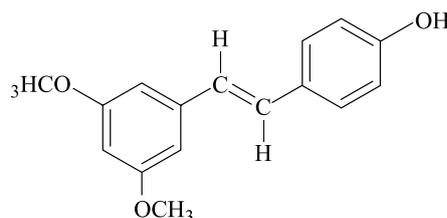
	RESERVADO À BANCA CORRETORA
	a)
	b)
	TOTAL

18. O resveratrol é uma substância orgânica encontrada em casca de uva vermelha, e é associada à redução da incidência de doenças cardiovasculares entre os habitantes de países nos quais ocorre consumo moderado de vinho tinto. Mais recentemente, foi encontrada outra substância com propriedades semelhantes, na fruta “blueberry” (conhecida no Brasil como mirtilo), substância esta denominada pterostilbeno.

As fórmulas estruturais do resveratrol e do pterostilbeno são fornecidas a seguir.



Resveratrol



Pterostilbeno

- Escreva o nome de todas as funções químicas oxigenadas presentes no resveratrol e pterostilbeno.
- Identifique o tipo de isomeria e escreva as fórmulas estruturais dos isômeros que o pterostilbeno pode formar, considerando-se que as posições dos substituintes em seus anéis aromáticos não se alteram e que esses anéis não estejam ligados a um mesmo átomo de carbono.

RESOLUÇÃO

RESERVADO À BANCA CORRETORA	
a)	
b)	
TOTAL	

19. Um tipo de sapo do Sudeste da Ásia, *Rana cancrivora*, nasce e cresce em locais de água doce, tais como rios e lagos. Depois de atingir seu desenvolvimento pleno neste ambiente, o sapo adulto possui duas características marcantes. A primeira delas é ser dotado de uma pele com alta permeabilidade, que lhe permite trocar eficientemente O_2 e CO_2 gasosos, água e íons, entre seus tecidos e o meio aquático externo. A segunda característica é que na procura por alimentos ele se move para manguezais, onde o teor salino é muito mais elevado que o do seu meio aquático original. Para evitar os danos que poderiam resultar da mudança de ambientes, o sapo dispõe de recursos metabólicos, que podem envolver a diminuição da excreção de NaCl ou da ureia ($H_2N - CO - NH_2$) contidos em seu corpo, sendo que neste caso a ureia não sofre hidrólise.
- a) Supondo que o controle dos efeitos da mudança de ambiente fosse feito exclusivamente pela retenção de NaCl pelo organismo deste sapo, seria necessária a retenção de 2,63 g de NaCl por 100 mililitros de líquido corporal. Se o controle fosse feito exclusivamente pela retenção de ureia pelo organismo deste sapo, calcule a quantidade, em gramas, de ureia por 100 mililitros de líquido corporal para obter o mesmo efeito de proteção que no caso do NaCl.
- b) Considerando outra espécie de sapo, cuja pele fosse permeável apenas ao solvente água, escreva o que ocorreria a este sapo ao se mover da água doce para a água salgada. Justifique sua resposta.

Dados: massas molares: NaCl = 58,4 g mol⁻¹; ureia = 60,0 g mol⁻¹.

RESOLUÇÃO

	RESERVADO À BANCA CORRETORA
	a)
	b)
	TOTAL

20. O uso de isótopos radioativos, em Medicina, tem aumentado muito nos últimos anos, sendo o tecnécio-99 o mais usado em clínicas e hospitais brasileiros. O principal fornecedor desse isótopo é o Canadá, e problemas técnicos recentes em seus reatores resultaram em falta desse material no Brasil. Uma proposta alternativa para solucionar o problema no país foi substituir o tecnécio-99 pelo tálio-201. O tálio-201 pode ser produzido a partir do tálio-203, bombardeado por próton (${}^1_1\text{p}$) acelerado em acelerador de partículas. O tálio-203 incorpora o próton acelerado e rapidamente se desintegra, formando chumbo-201 e emitindo nêutrons no processo. Posteriormente, o chumbo-201 sofre nova desintegração, formando ${}^{201}\text{Tl}$, um isótopo com meia-vida de 73 horas. Pede-se:

- Escreva a equação balanceada, que representa a reação nuclear para a produção de ${}^{201}\text{Pb}$, a partir do bombardeamento do ${}^{203}\text{Tl}$ com prótons, segundo o processo descrito no enunciado dessa questão.
- Considerando que na amostra inicial de radiofármaco contendo ${}^{201}\text{Tl}$ tem uma atividade radioativa inicial igual a A_0 , e que pode ser utilizada em exames médicos até que sua atividade se reduza a $A_0/4$, calcule o período de tempo, expresso em horas, durante o qual essa amostra pode ser utilizada para a realização de exames médicos.

Dados: ${}^{203}_{81}\text{Tl}$ = tálio-203; ${}^{204}_{82}\text{Pb}$ = chumbo-204; ${}^{201}_{82}\text{Pb}$ = chumbo-201; ${}^1_0\text{n}$ nêutron; ${}^1_1\text{p}$ próton.

RESOLUÇÃO

RESERVADO À BANCA CORRETORA	
a)	
b)	
TOTAL	

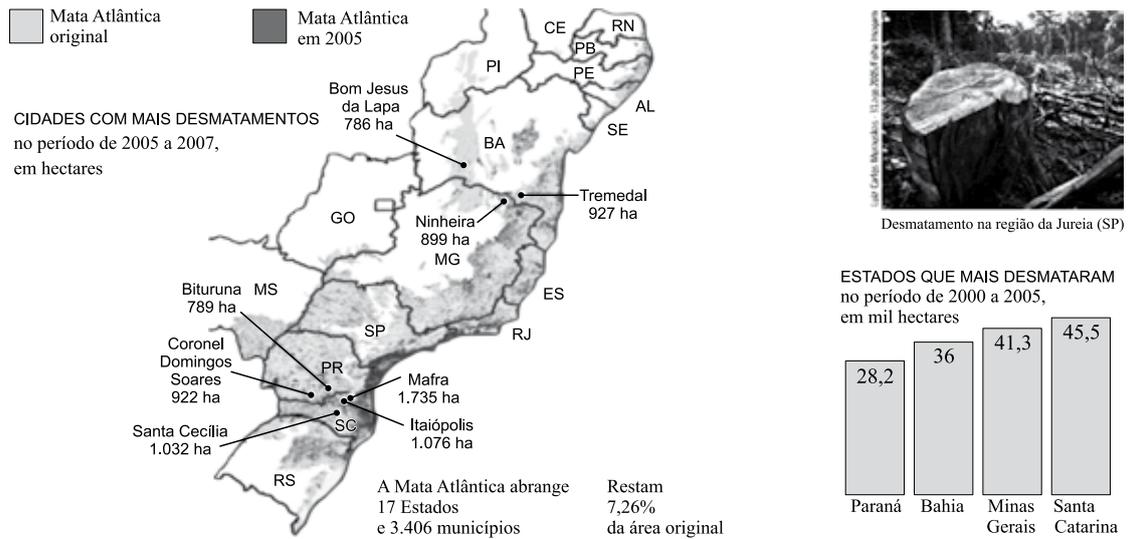
BIOLOGIA

21. A edição n.º 76 da revista *Scientific American Brasil*, de 2008, noticiou que pesquisadores da Harvard Medical School, nos Estados Unidos, conseguiram construir um modelo da célula primitiva, que surgiu há, aproximadamente, 3,5 bilhões de anos e que deu início à jornada da vida na Terra. A partir dessa célula primitiva surgiram os dois tipos fundamentais de células: um, presente em bactérias e cianobactérias e o outro, presente em todos os demais seres vivos conhecidos atualmente, exceto vírus. Esse feito científico é de extrema importância, pois pode fornecer informações mais precisas de como esse processo de diversificação aconteceu.
- a) Quais são os dois tipos celulares a que o texto faz referência, e qual é a diferença mais marcante entre eles, visível com o auxílio do microscópio óptico?
- b) Em um organismo pluricelular, podemos observar células com um mesmo código genético desempenhando funções muito diferentes, por exemplo, um neurônio e uma célula muscular. Como isso é possível?

RESOLUÇÃO

	RESERVADO À BANCA CORRETORA
	a)
	b)
	TOTAL

MATA ATLÂNTICA POR UM FIO
Cidades campeãs de desmatamento estão em SC, MG, BA e PR



O mapa, adaptado de publicação do jornal *Folha de S.Paulo* em sua edição eletrônica (www.folhaol.com.br/folha/bbc) de 27.05.2008, aponta, segundo relatório do INPE e da ONG SOS Mata Atlântica, o Estado de Santa Catarina como um dos campeões do desmatamento, no período de 2002 a 2005. Em 2008, o Estado recebeu um volume excessivo de chuvas que causaram inundações e deslizamentos de terra.

- a) Analisando os dados apresentados, pode-se estabelecer relações entre o desmatamento da Mata Atlântica e as inundações e deslizamentos em Santa Catarina? Justifique sua resposta.
- b) Além dos riscos de desmoronamentos e inundações, a destruição da Mata Atlântica pode causar outros impactos ambientais. Cite dois desses possíveis impactos.

RESOLUÇÃO

RESERVADO À BANCA CORRETORA	
a)	
b)	
TOTAL	

23. Um grave acidente de trânsito comoveu e mobilizou os habitantes da cidade de São José. Um ônibus colidiu com uma carreta e muitos passageiros foram hospitalizados, dois deles precisaram de transfusão sanguínea: um senhor de 52 anos com sangue tipo O positivo e uma jovem de 17 anos com sangue tipo AB negativo. A rádio da cidade fez uma solicitação à população para que as pessoas que tivessem sangue do mesmo tipo que os dos pacientes fossem ao hospital fazer sua doação. A solicitação foi prontamente atendida, os pacientes se recuperaram e foram liberados depois de algumas semanas de internação.
- a) Apesar da boa iniciativa, a rádio cometeu um erro ao fazer sua solicitação, limitando as doações. Quais tipos sanguíneos deveriam ter sido solicitados para doação a cada um dos pacientes?
- b) O sistema sanguíneo ABO representa um caso de alelos múltiplos com codominância. Quais os possíveis genótipos existentes para cada um dos fenótipos apresentados por este sistema?

RESOLUÇÃO

	RESERVADO À BANCA CORRETORA
	a)
	b)
	TOTAL

24. Em 2009 comemora-se o bicentenário do nascimento de Charles Darwin e os 150 anos da publicação da primeira edição do livro *A origem das espécies*. O que pouca gente sabe é que Darwin teve a colaboração de um alemão naturalizado brasileiro, Fritz Müller, que forneceu evidências empíricas da consistência da teoria da seleção natural através de seus estudos com crustáceos, realizados no litoral do Estado de Santa Catarina. Os dois se corresponderam por 17 anos, até a morte de Darwin, em 1882.
- a) De acordo com o proposto por Darwin e reforçado pelos estudos de Müller, qual o papel da seleção natural no processo de evolução?
 - b) Os crustáceos, estudados por Müller, são classificados como pertencentes ao filo Arthropoda, o filo animal com maior número de espécies descritas. Cite duas características desse filo e relacione-as às vantagens evolutivas que estas características trouxeram para este grupo.

RESOLUÇÃO

RESERVADO À BANCA CORRETORA	
a)	
b)	
TOTAL	

25. A revista *Veja* publicou, em sua edição de 29.07.2009, a reportagem “Não há motivo para alarme” onde cita dados do Ministério da Saúde mostrando que a gripe comum matou, no mesmo período em 2008, 4.500 pessoas, contra 33 mortes causadas pelo vírus H1N1 em 2009. A mesma reportagem mostra que um estudo realizado com ratos comprovou que o vírus H1N1 tem dez vezes mais capacidade de infectar o tecido pulmonar do que o vírus da gripe comum. Desta forma, o problema maior da gripe causada por este vírus é sua habilidade em “conquistar hospedeiros” e não sua letalidade.
- a) Quais são as principais atitudes individuais a serem tomadas para se evitar o contágio, amplamente veiculadas pelo Ministério da Saúde?
- b) Sobre a reprodução do H1N1 no interior das células foi feita a seguinte afirmação: “Sendo o H1N1 um vírus de RNA, a duplicação do genoma viral ocorre pela ação de uma enzima, a RNA polimerase, que catalisa a síntese de RNA a partir do DNA da célula hospedeira para a produção de novos vírus”. Avalie se esta informação está correta ou não, justificando a sua resposta.

RESOLUÇÃO

	RESERVADO À BANCA CORRETORA
	a)
	b)
	TOTAL

FORMULÁRIO DE FÍSICA

$$s = s_0 + v_0 \cdot t + \frac{1}{2} a \cdot t^2$$

$$v = v_0 + a \cdot t$$

$$v^2 = v_0^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta s$$

$$v = \omega \cdot R$$

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$$

$$f = \frac{1}{T}$$

$$a_c = \omega^2 \cdot R$$

$$F = m \cdot a$$

$$f_{at} = \mu \cdot N$$

$$f_{el} = k \cdot x$$

$$\tau = F \cdot d \cdot \cos \theta$$

$$\tau = \Delta E_c$$

$$P_{ot} = \frac{\tau}{\Delta t} \quad P_{ot} = F \cdot v$$

$$E_c = \frac{m \cdot v^2}{2}$$

$$E_p = m \cdot g \cdot h$$

$$E_{pel} = \frac{k \cdot x^2}{2}$$

$$I = F \cdot \Delta t$$

$$I = \Delta Q$$

$$Q = m \cdot v$$

$$M = F \cdot d'$$

$$p = \frac{F}{A}$$

$$p = d_i \cdot g \cdot h$$

$$E_{mp} = d_i \cdot g \cdot V$$

$$d_i = \frac{m}{V}$$

$$F_g = G \frac{m_1 \cdot m_2}{d'^2}$$

$$\frac{T^2}{R^3} = \text{constante}$$

$$n = \frac{c}{v}$$

$$n_i \cdot \sin i = n_r \cdot \sin r$$

$$\sin L = \frac{n_{menor}}{n_{maior}}$$

$$C = \frac{1}{f'}$$

$$\frac{1}{f'} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'}$$

$$A = \frac{Y'}{Y} = \frac{-p'}{p}$$

$$C = \left(\frac{n_\ell}{n_m} - 1 \right) \cdot \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

$$v = \lambda \cdot f$$

s = espaço

t = tempo

v = velocidade

a = aceleração

ω = velocidade angular

R = raio

f = frequência

T = período

a_c = aceleração centrípeta

F = força

m = massa

f_{at} = força de atrito

μ = coeficiente de atrito

N = força normal

f_{el} = força elástica

k = constante elástica

x = elongação

τ = trabalho

d = deslocamento

P_{ot} = potência

E_c = energia cinética

E_p = energia potencial gravitacional

g = aceleração da gravidade

h = altura

E_{pel} = energia potencial elástica

I = impulso

Q = quantidade de movimento

M = momento

d' = distância

p = pressão

A = área

d_i = densidade

E_{mp} = empuxo

V = volume

F_g = força gravitacional

G = constante gravitacional

n = índice de refração

c = velocidade da luz no vácuo

v = velocidade

i = ângulo de incidência

r = ângulo de refração

L = ângulo limite

C = vergência

f' = distância focal

p = abscissa do objeto

p' = abscissa da imagem

A = aumento linear transversal

Y = tamanho do objeto

Y' = tamanho da imagem

R = raio

λ = comprimento de onda

f = frequência

$$\frac{\theta_c}{5} = \frac{\theta_f - 32}{9}$$

$$\theta_c = T - 273$$

$$\Delta V = V_0 \cdot \gamma \cdot \Delta \theta$$

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta \theta$$

$$Q = m \cdot L$$

$$\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2}$$

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

$$\tau = p \cdot \Delta V$$

$$\Delta U = Q - \tau$$

$$\eta = 1 - \frac{Q_f}{Q_q}$$

$$E_{el} = k \cdot \frac{q}{d^2}$$

$$F_{el} = E_{el} \cdot q$$

$$V = k \cdot \frac{q}{d}$$

$$E_{pe} = V \cdot q$$

$$\tau = q \cdot (V_A - V_B)$$

$$i = \frac{\Delta q}{\Delta t}$$

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

$$U = R \cdot i$$

$$P = U \cdot i$$

$$U = E - r_i \cdot i$$

$$B = \frac{\mu \cdot i}{2 \cdot \pi \cdot r}; \quad B = \frac{\mu \cdot Ni}{2 \cdot r}$$

$$F = q \cdot v \cdot B \cdot \sin \theta$$

$$F = B \cdot i \cdot L \cdot \sin \theta$$

$$\phi = B \cdot A \cdot \cos \alpha$$

$$E_m = - \frac{\Delta \phi}{\Delta t}$$

θ = temperatura

γ = coeficiente de dilatação volumétrica

T = temperatura absoluta

Q = quantidade de calor

m = massa

c = calor específico

L = calor latente específico

p = pressão

V = volume

n = quantidade de matéria

R = constante dos gases perfeitos

τ = trabalho

U = energia interna

η = rendimento

E_{el} = campo elétrico

k = constante eletrostática

q = carga elétrica

d = distância

F_{el} = força elétrica

V = potencial elétrico

E_{pe} = energia potencial elétrica

τ = trabalho

i = corrente elétrica

t = tempo

R, r_i = resistência elétrica

ρ = resistividade elétrica

L = comprimento

A = área da secção reta

U = diferença de potencial

P = potência elétrica

E = força eletromotriz

E_m = força eletromotriz induzida

B = campo magnético

μ = permeabilidade magnética

r = raio

v = velocidade

ϕ = fluxo magnético

