

VESTIBULAR 2004

Nome do candidato

Número da carteira

ÁREA DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROVA DE CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS

CADERNO DE QUESTÕES

INSTRUÇÕES

1. Dobrar este caderno ao meio e cortá-lo na parte superior.
2. Preencher com seu nome e número da carteira os espaços indicados nesta página.
3. Assinar com caneta de tinta azul ou preta a capa do seu Caderno de Respostas, no local indicado.
4. Esta prova contém 25 questões e terá duração de 4 horas.
5. O candidato somente poderá entregar o Caderno de Respostas e sair do prédio depois de transcorridas 2 horas, contadas a partir do início da prova.
6. Ao sair, o candidato levará este caderno e o caderno de questões da Prova de Conhecimentos Gerais.

BIOLOGIA

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

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

02. Considere a tabela.

ORGANELAS	TIPOS DE CÉLULAS EM QUE ESTÃO PRESENTES	COMPONENTES DA ORGANELA, TAMBÉM PRESENTES NO NÚCLEO CELULAR	FUNÇÃO NA CÉLULA
1	Animal e vegetal	3	Respiração celular
Cloroplastos	2	DNA e RNA	4

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

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

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

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

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

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

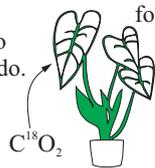
05. A fixação biológica de nitrogênio vem sendo estudada há 50 anos. Neste período, muitos conhecimentos em relação a esse processo foram produzidos.

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

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

EXPERIMENTO I

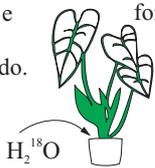
Plantas envasadas receberam dióxido de carbono marcado com isótopo pesado do oxigênio (^{18}O) e água não marcada com isótopo pesado.



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

EXPERIMENTO II

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

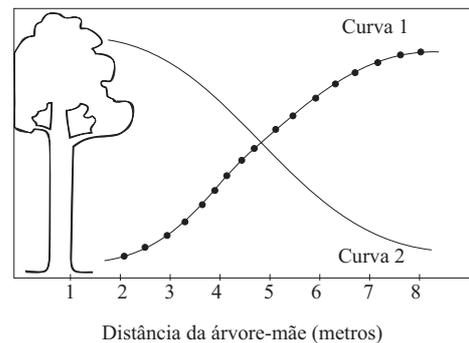


O oxigênio liberado no processo de fotossíntese foi coletado para análise.

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

- Ao elaborar esses experimentos, o que o pesquisador pretendia investigar?
 - Em que experimento ele deve ter encontrado o isótopo $^{18}\text{O}_2$ sendo liberado pelas plantas? Com base nesse resultado, a que conclusão o pesquisador deveria chegar?
07. Considere duas populações diferentes, 1 e 2, cada uma com 200 indivíduos diplóides, portanto, com 400 alelos. A população 1 apresenta 90 indivíduos com genótipo AA , 40 indivíduos com genótipo Aa e 70 indivíduos com genótipo aa . A população 2 apresenta 45 indivíduos com genótipo AA , 130 indivíduos com genótipo Aa e 25 indivíduos com genótipo aa .
- Qual a frequência dos alelos A e a em cada uma das populações?
 - Qual delas tem a maioria dos indivíduos homocigotos? Explique.

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



Considerando esta figura, responda.

- Que curva deve representar a probabilidade de sobrevivência das plantas jovens em relação à distância da árvore-mãe? Cite duas relações interespecíficas que podem ser responsáveis pela tendência observada nessa curva.
 - Cite um exemplo de mutualismo entre a árvore-mãe e animais que pode contribuir para o estabelecimento de plantas jovens em pontos distantes dessa árvore.
09. Há pouco mais de 400 milhões de anos, alguns peixes tropicais começaram a desenvolver uma estratégia respiratória (respiração aérea) que se tornou uma vantagem evolutiva para a ocupação de águas com baixa concentração natural de oxigênio, como as dos rios da Amazônia. Recentemente, um dos problemas que têm preocupado os ambientalistas é o derramamento acidental de petróleo em rios da Amazônia, com a formação de uma película de óleo sobre a superfície dos rios. Estudos realizados por pesquisadores brasileiros demonstraram que algumas espécies de peixe podem ser mais afetadas por este tipo de acidente ambiental.

(Adaptado de Revista Pesquisa FAPESP n.º 87, 2003.)

Tendo como referência o texto, responda.

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

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

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

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

- entre incidência e prevalência, para avaliar uma possível erradicação (fim da epidemia);
 - entre os números de mortes e de recuperados, em relação à prevalência, para avaliar a eficiência no tratamento dos infectados.
- a) Analisando esta tabela, um pesquisador chegou às conclusões corretas de que, naquele dia:
- um dos quatro países era o que estava mais distante da erradicação da epidemia;
 - outro país era o que apresentava tratamento mais eficiente para os infectados.
- Quais eram esses países, respectivamente?
- b) Qual a diferença entre a pneumonia asiática e a pneumonia que mais comumente ocorre no Brasil, por exemplo, quanto aos seus agentes infecciosos?

QUÍMICA

11. Segundo a Portaria do Ministério da Saúde MS n.º 1.469, de 29 de dezembro de 2000, o valor máximo permitido (VMP) da concentração do íon sulfato (SO_4^{2-}), para que a água esteja em conformidade com o padrão para consumo humano, é de $250 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$. A análise da água de uma fonte revelou a existência de íons sulfato numa concentração de $5\cdot 10^{-3} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.

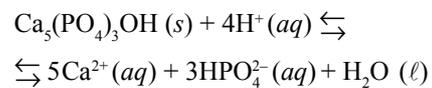
Massas molares: $\text{Ca} = 40,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$; $\text{O} = 16,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$;
 $\text{S} = 32,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$.

- a) Verifique se a água analisada está em conformidade com o padrão para consumo humano, de acordo com o VMP pelo Ministério da Saúde para a concentração do íon sulfato. Apresente seus cálculos.
- b) Um lote de água com excesso de íons sulfato foi tratado pela adição de íons cálcio até que a concentração de íons SO_4^{2-} atingisse o VMP. Considerando que o K_{ps} para o CaSO_4 é $2,6\cdot 10^{-5}$, determine o valor para a concentração final dos íons Ca^{2+} na água tratada. Apresente seus cálculos.

12. O soro glicosado é uma solução aquosa contendo 5% em massa de glicose ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) e isotônica em relação ao sangue, apresentando densidade aproximadamente igual a $1 \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$.

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

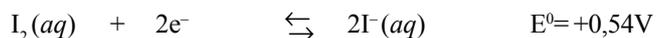
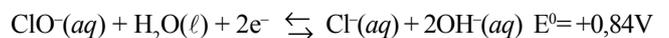
13. O esmalte dos dentes é constituído por um material pouco solúvel em água. Seu principal componente é a hidroxiapatita [$\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$] e o controle do pH da saliva – normalmente muito próximo de 7 – é importante para evitar o desgaste desse esmalte, conforme o equilíbrio apresentado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



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

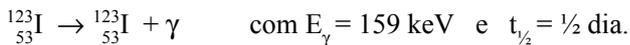
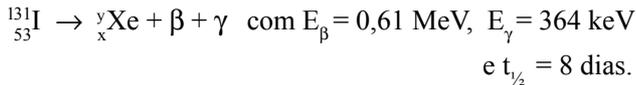
14. Uma solução aquosa de iodo apresenta coloração marrom devido à formação de I_3^- na solução $\{\text{I}_2 (aq) + \text{I}^- (aq) \rightleftharpoons \text{I}_3^- (aq)\}$. Com a adição de excesso de zinco metálico, a coloração dessa solução desaparece devido a uma reação de óxido-redução que leva ao consumo da espécie I_2 , que não mais estará disponível para a formação da espécie colorida.

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



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

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



- a) Determine o número de prótons e de nêutrons existentes em cada átomo de iodo 131 e em cada átomo de xenônio produzido.
- b) Sabendo que as técnicas empregadas nesse tipo de exame se baseiam na medida da quantidade de radiação emitida em um determinado intervalo de tempo, explique por que são necessárias menores quantidades de átomos do isótopo radioativo quando se utiliza $^{123}_{53}\text{I}$ em substituição ao $^{131}_{53}\text{I}$.
16. Três compostos orgânicos, um ácido carboxílico, um álcool e um éter, apresentam massas molares iguais e com valor de $46,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$. A 25°C e sob 1 atmosfera de pressão, dois deles são líquidos e o terceiro, isômero do álcool, é um gás. São dadas as massas molares do carbono ($12,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$), do hidrogênio ($1,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$) e do oxigênio ($16,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$).
- a) Forneça as fórmulas estruturais e os nomes dos compostos citados que são líquidos nas condições indicadas.
- b) Identifique o composto que é um gás a 25°C e sob 1 atmosfera de pressão. Explique por que, diferentemente do álcool, esse composto não é líquido nessas condições, apesar de apresentar a mesma massa molar.

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

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

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

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

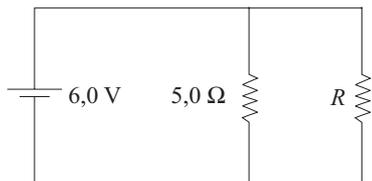
19. Um recipiente de capacidade térmica desprezível e isolado termicamente contém 25 kg de água à temperatura de 30°C .

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

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

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

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



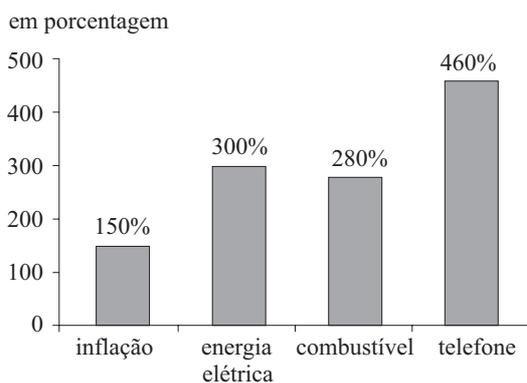
Sabendo que a potência total dissipada no circuito é 12 W , determine

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

MATEMÁTICA

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

(IBGE e revista *Veja*.)



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

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

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

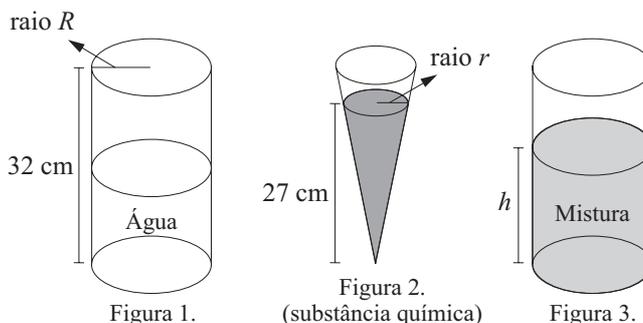
Sabendo que $\binom{n}{k} = \frac{n!}{k!(n-k)!}$, determine:

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

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

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

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



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

