IJSO 2019 DOHA, QATAR

16th International Junior Science Olympiad

EXAME TEÓRICO

7 de Dezembro de 2019

REGRAS DA PROVA

1. **NÃO** é permitido o uso de qualquer item pessoal, exceto remédios pessoais ou equipamentos médicos aprovados.
2. Sente-se no lugar designado para você.
3. Verifique os materiais fornecidos pela organização (caneta, calculadora e rascunho).
4. **NÃO** comece a responder às questões antes do sinal de "**INÍCIO**" da prova.
5. **NÃO** é permitida a saída da sala durante a prova, exceto em caso de emergência. Neste caso, você será acompanhado por um supervisor ou voluntário.
6. Se você precisar ir ao banheiro, levante a mão.
7. **NÃO** perturbe os outros competidores. Caso necessite de ajuda, levante a mão e espere a chegada de um supervisor.
8. As questões da prova **NÃO** podem ser discutidas. Você deve permanecer no seu lugar até o final da duração da prova, mesmo que você já a tenha terminado.
9. Ao final da duração da prova, você ouvirá um sinal de "**PARAR**". NÃO escreva nada no caderno de respostas após este sinal. Deixe a prova, o caderno de respostas e os materiais fornecidos (caneta, calculadora e rascunho) organizados na sua mesa. **NÃO** deixe a sala antes de todas os cadernos de respostas serem coletados.

INSTRUÇÕES DA PROVA

1. Após o sinal de "INÍCIO" de prova, você terá 4 horas para completar a prova.
2. Utilize APENAS a caneta e lápis fornecidos pela organização.
3. Cheque que seu nome, código e país estão no seu caderno de respostas e assine. Levante a mão se você não tiver o caderno de respostas.
4. Você tem 32 páginas no caderno de questões - incluindo a primeira página. Levante a mão se você encontrar algum problema.
5. Leia as questões atentamente e escreva a resposta correta nas caixas correspondentes no caderno de respostas.
6. Somente os cadernos de resposta serão corrigidos. Antes de escrever suas respostas no caderno de respostas, você pode usar o papel rascunho provido para evitar erros no seu caderno de respostas.
7. O número total de pontos é indicado em cada questão.
8. Há 5 questões e cada questão tem 3 partes. Cheque se seu caderno de questões está completo. Levante a mão caso contrário.
9. Informações úteis para responder as questões estão nas páginas 4 e 5.
10. Sempre mostre seus cálculos. Se você não mostrar seus cálculos, nenhum ponto será dado para sua resposta.
11. Você deve escrever suas respostas com o número de dígitos apropriado.

INFORMAÇÕES GERAIS

Constantes	
Aceleração da Gravidade	$g = 9,81\ m/s^2$
Constante Universal dos Gases	$R = 8,314\ \frac{J}{mol \cdot K}$
	$R = 0,08206\ L \cdot atm/mol \cdot K$
Índice de Refração do Ar	$n = 1$
Constante de Avogadro	$N_a = 6,022 \times 10^{23} mol^{-1}$
Velocidade da Luz	$c = 2,998 \times 10^{8} m/s$
Constante de Planck	$h = 6,626 \times 10^{-34} J \cdot s$
Calor Específico da Água	$c_w = 4,18\ J/g \cdot ^oC$
Pressão	$1\ atm = 101,325$ Pa
Densidade da água	$1\ g/mL$

IUPAC Periodic Table of the Elements

1																	18
1 H hydrogen 1.008 [1.0078, 1.0082]	2		Key: atomic number **Symbol** name conventional atomic weight standard atomic weight										13	14	15	16	17	2 He helium 4.0026
3 Li lithium 6.94 [6.938, 6.997]	4 Be beryllium 9.0122												5 B boron 10.81 [10.806, 10.821]	6 C carbon 12.011 [12.009, 12.012]	7 N nitrogen 14.007 [14.006, 14.008]	8 O oxygen 15.999 [15.999, 16.000]	9 F fluorine 18.998	10 Ne neon 20.180
11 Na sodium 22.990	12 Mg magnesium 24.305 [24.304, 24.307]	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		13 Al aluminium 26.982	14 Si silicon 28.085 [28.084, 28.086]	15 P phosphorus 30.974	16 S sulfur 32.06 [32.059, 32.076]	17 Cl chlorine 35.45 [35.446, 35.457]	18 Ar argon 39.948
19 K potassium 39.098	20 Ca calcium 40.078(4)	21 Sc scandium 44.956	22 Ti titanium 47.867	23 V vanadium 50.942	24 Cr chromium 51.996	25 Mn manganese 54.938	26 Fe iron 55.845(2)	27 Co cobalt 58.933	28 Ni nickel 58.693	29 Cu copper 63.546(3)	30 Zn zinc 65.38(2)	31 Ga gallium 69.723	32 Ge germanium 72.630(8)	33 As arsenic 74.922	34 Se selenium 78.971(8)	35 Br bromine 79.904 [79.901, 79.907]	36 Kr krypton 83.798(2)
37 Rb rubidium 85.468	38 Sr strontium 87.62	39 Y yttrium 88.906	40 Zr zirconium 91.224(2)	41 Nb niobium 92.906	42 Mo molybdenum 95.95	43 Tc technetium	44 Ru ruthenium 101.07(2)	45 Rh rhodium 102.91	46 Pd palladium 106.42	47 Ag silver 107.87	48 Cd cadmium 112.41	49 In indium 114.82	50 Sn tin 118.71	51 Sb antimony 121.76	52 Te tellurium 127.60(3)	53 I iodine 126.90	54 Xe xenon 131.29
55 Cs caesium 132.91	56 Ba barium 137.33	57-71 lanthanoids	72 Hf hafnium 178.49(2)	73 Ta tantalum 180.95	74 W tungsten 183.84	75 Re rhenium 186.21	76 Os osmium 190.23(3)	77 Ir iridium 192.22	78 Pt platinum 195.08	79 Au gold 196.97	80 Hg mercury 200.59	81 Tl thallium 204.38 [204.38, 204.39]	82 Pb lead 207.2	83 Bi bismuth 208.98	84 Po polonium	85 At astatine	86 Rn radon
87 Fr francium	88 Ra radium	89-103 actinoids	104 Rf rutherfordium	105 Db dubnium	106 Sg seaborgium	107 Bh bohrium	108 Hs hassium	109 Mt meitnerium	110 Ds darmstadtium	111 Rg roentgenium	112 Cn copernicium	113 Nh nihonium	114 Fl flerovium	115 Mc moscovium	116 Lv livermorium	117 Ts tennessine	118 Og oganesson

57 La lanthanum 138.91	58 Ce cerium 140.12	59 Pr praseodymium 140.91	60 Nd neodymium 144.24	61 Pm promethium	62 Sm samarium 150.36(2)	63 Eu europium 151.96	64 Gd gadolinium 157.25(3)	65 Tb terbium 158.93	66 Dy dysprosium 162.50	67 Ho holmium 164.93	68 Er erbium 167.26	69 Tm thulium 168.93	70 Yb ytterbium 173.05	71 Lu lutetium 174.97
89 Ac actinium	90 Th thorium 232.04	91 Pa protactinium 231.04	92 U uranium 238.03	93 Np neptunium	94 Pu plutonium	95 Am americium	96 Cm curium	97 Bk berkelium	98 Cf californium	99 Es einsteinium	100 Fm fermium	101 Md mendelevium	102 No nobelium	103 Lr lawrencium

INTERNATIONAL UNION OF PURE AND APPLIED CHEMISTRY

<u>NÃO</u> passe para a próxima página antes do "**SINAL DE INÍCIO**"

Caso contrário, você será penalizado.

QUESTÃO 1

Parte 1

O Catar é um dos países mais importantes que produzem gás natural, o qual é formado por organismos marinhos que morrem, afundam para o fundo do oceano, e são cobertos por sedimentos. Alguns deles, entretanto, são enterrados com outros restos de sedimentos. A temperatura aumenta gradativamente o quanto mais sedimentos são depositados ao decorrer do tempo. Se o padrão de temperatura aumenta da maneira certa, alguns dos organismos mortos são transformados em gás natural e óleo.

Tanker de Gás GNL da Qatar Gas

http://www.qatargas.com/english/operations/qatargas-chartered-fleet

i. **Escreva uma reação balanceada de combustão completa do gás natural (CH_4), onde a entalpia padrão de combustão é -802,3 kJ/mol para os produtos em fase gasosa.** (0,25)

ii. **Quanta energia é liberada pela combustão de metano para aquecer 60,0 mL de água de 25,0 ºC para 40,0 ºC?** (0,5)

iii. **Olhando na tabela abaixo, calcule a entalpia de ligação do C-H:** (0,5)

	O=O	O-O	H-O	C-O	C=O
Entalpia de ligação (kJ/mol)	498	142	464	358	841

Parte 2

A empresa Qatargas é um operador global único de energia em termos de tamanho, serviço e confiabilidade. A empresa opera 14 trens de Gás Natural Liquefeito (GNL) com uma produção total anual de 77 milhões de toneladas, tornando a Qatargas o maior produtor de GNL no mundo.

O processo do Gás Natural Liquefeito (GNL):

O primeiro passo da liquefação é a separação entre condensado e gás. O condensado é separado e mandado para armazenamento aguardando exportação. O gás natural é então mandado para liquefação para ser transformado em GNL. Durante a primeira parte desse processo, compostos de enxofre, dióxido de carbono e água são removidos em etapas. O gás é então resfriado utilizando propano, C_3H_8.

Os hidrocarbonetos pesados são separados e fracionados no gás de petróleo liquefeito (GPL) e em óleos pesados. O trocador de calor criogênico em cada trem resfria o gás para aproximadamente (-150 ºC), o liquefazendo no processo. Finalmente, quando a pressão é reduzida para quase zero, a temperatura é reduzida para (-162 ºC), o nitrogênio é removido, e o GNL é transferido para um dos tanques de armazenamento antes de ser colocado em um tanque de GNL.

O objetivo principal da liquefação do gás é para diminuir o volume que ele ocupa e manter o processo de transporte pelo mundo fácil e eficiente.

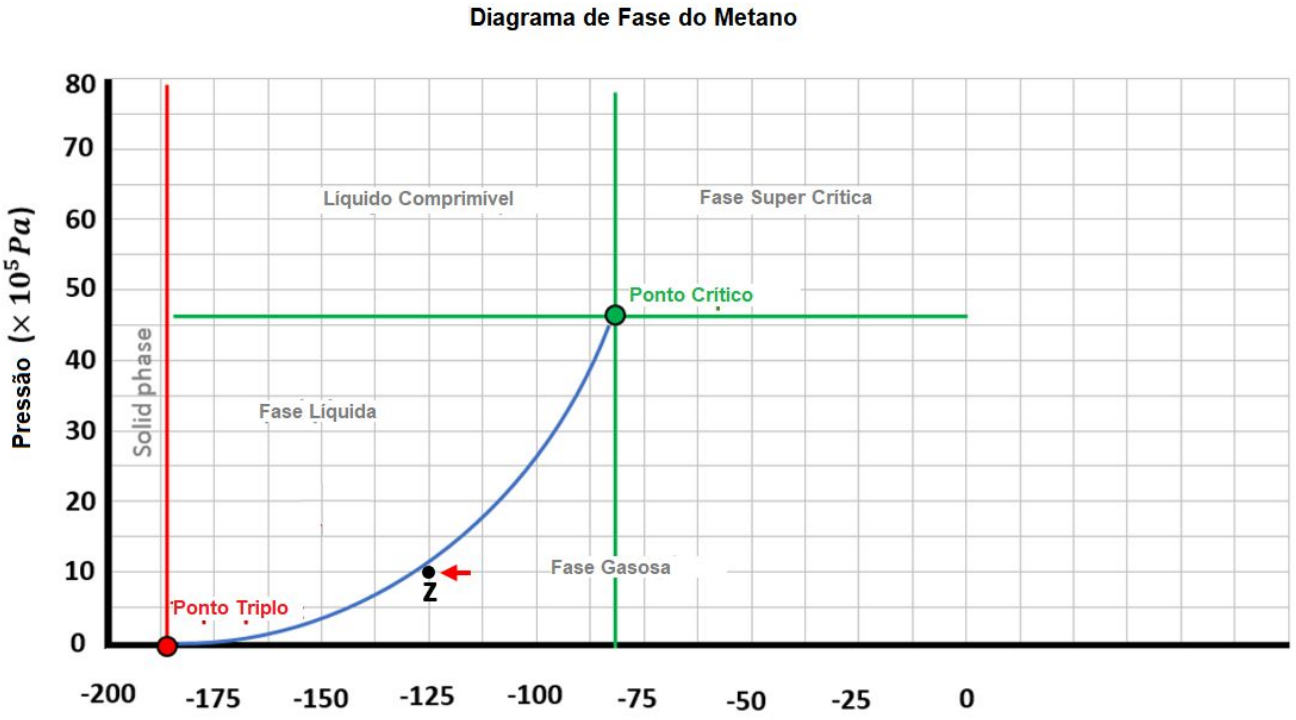
O objetivo da questão é examinar o quanto o volume do gás pode ser reduzido após a liquefação.

Um container contém o gás na temperatura de $3{,}10 \times 10^2$ K e uma pressão de 101 kPa.

i. Ache o volume em m^3 ocupado por 1,25 mol do gás no container, assumindo que o gás é ideal. (0,25)

ii. Assumindo que as moléculas de gás, no ponto (i), podem ser aproximadas como pequenas esferas de diâmetro $2{,}50 \times 10^{-10}$ m, determine a fração do volume ocupado pelas moléculas de gás. (0,5)

iii. Assumindo que o gás no container no ponto (i) é o gás natural, que consiste principalmente de metano, use o gráfico de mudança de fase abaixo para calcular a variação percentual do volume (em relação ao ponto i acima) imediatamente antes da liquefação no ponto Z no gráfico (indicado por uma seta). (0,5)



Parte 3:

Decomposição ou apodrecimento é um processo biológico essencial que acontece naturalmente e ajuda a reciclar materiais. A velocidade do processo depende de três principais fatores: organismos do solo, meio ambiente e qualidade da matéria orgânica. Decompositores transformam organismos mortos em componentes simples. As seguintes questões versam sobre o processo de decaimento.

i. Os seguintes produtos são liberados durante a decomposição exceto: (0,25)

a. Dióxido de Carbono (CO_2).
b. Nutrientes das plantas.
c. Componentes orgânicos ressintetizados.
d. Oxigênio (O_2).

ii. Temperaturas extremamente altas podem reduzir o processo de decaimento em função... **(0,25)**

a. Da mudança na conformação das enzimas.
b. Da mudança na sequência de aminoácidos das enzimas
c. Do aumento da energia de ativação das enzimas.
d. Do aumento da capacidade da enzima em se ligar ao substrato.

iii. Quais dos seguintes fatores afetam o apodrecimento diretamente? Escolha três e indique no caderno de respostas, se o fator é (+) ou não (0) um fator importante para o decaimento. **(0,25 se todas as três escolhas estiverem respondidas corretamente)**

a. Temperatura
b. Nitrogênio
c. Água
d. Fosfato
e. Oxigênio
f. Dióxido de Carbono
g. Luz

Fator	a	b	c	d	e	f	g
+/0							

iv. Em ecossistemas, a taxa de transferência de energia e de reciclagem de nutrientes pode determinar a produtividade e a biodiversidade do ecossistema. Qual dos seguintes organismos é considerado efetivo em ambos os processos? **(0,25)**

a. Cogumelo.
b. Camelo.
c. Tamareira.
d. Insetos.

v. **Biomagnificação é o processo pelo qual algumas substâncias químicas tóxicas se acumulam em uma cadeia alimentar e afetam todos os animais na parte mais alta da cadeia. A biomagnificação usualmente acontece para substâncias que: (0,25)**

a. Não são rapidamente degradadas e se dissolvem em gordura.
b. Não são rapidamente degradadas e se dissolvem em água.
c. São rapidamente degradadas e não se dissolvem em água.
d. São rapidamente degradadas e não se dissolvem em gordura.

vi. **Um estudante deixa duas maçãs; uma delas em um copo vazio e a outra em um copo cheio de mel. Ambos os copos são deixados abertos e sujeitos ao apodrecimento. Após um mês o estudante observou que a maçã deixada no copo vazio tinha várias lesões enquanto a outra maçã imersa no mel ainda parecia intacta e firme.**

A razão esperada para o resultado obtido é: (0,25)

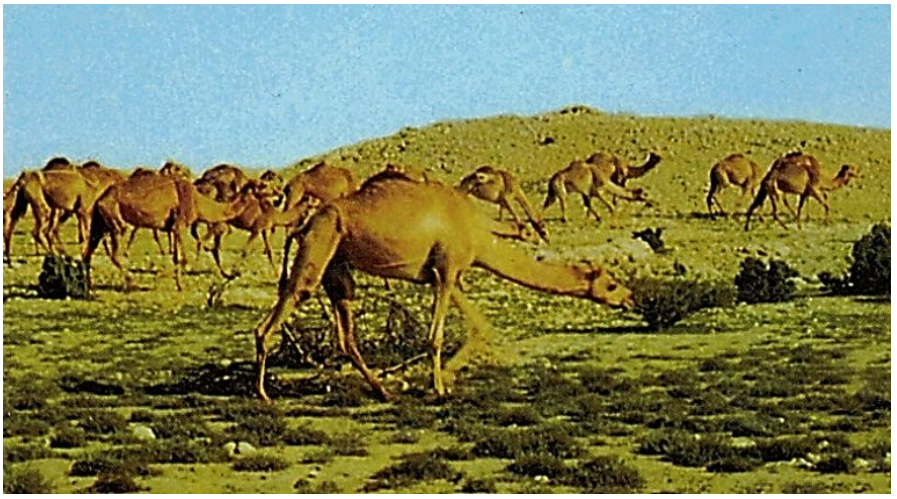
a. A alta concentração de açúcar causa a destruição química da parede celular bacteriana.
b. Havia uma concentração de nutrientes pequena demais para o crescimento microbiano.
c. A concentração de oxigênio diminuiu para zero por cento.
d. Microrganismos não foram capazes de crescer em função da alta pressão osmótica causada pela alta concentração de açúcar no mel.

QUESTÃO 2

Parte 1

Camelos são uma parte substancial do patrimônio cultural do Catar e são uma parte da tradição de desertos do país. Eles eram a única forma de transporte no Catar muito antes de carros e outros modos de transporte surgirem. Um fato muito interessante é que a palavra "camelo" é derivada da palavra em árabe "Jamal". Camelos podem sobreviver em climas e ambientes muito hostis e são biologicamente adaptados para a vida no deserto.

Camelos árabes tem somente uma corcova, enquanto camelos asiáticos tem duas corcovas. A corcova guarda a gordura estearina (massa molecular = 890 g/mol), e quando a comida é escassa, a oxidação da gordura na corcova gera água e energia para a nutrição do camelo.



Camelos Árabes Pastando em um Deserto do Catar

(Copyright Hala Al-Easa)

Estearina é uma gordura animal típica e a combustão de 4,45 g de estearina produz 12,51 g de dióxido de carbono e 4,98 g de água. Entretanto, uma nova substância orgânica não conhecida (QI) contendo apenas carbono e hidrogênio, foi isolada e analisada a partir de uma mistura de estearina e QI. Quando uma amostra gasosa de 4,67 g de QI isolado e puro é preparada e uma pequena quantidade é queimada em excesso de oxigênio, são produzidos 151,2 mg de CO_2 e 69,62 mg de H_2O. A densidade de QI no seu estado de vapor é 4,668 g/L a 25 ºC e 1,00 atm. Antes que qualquer teste possa ser feito a respeito de como QI interage com estearina, precisamos determinar a fórmula molecular para o composto QI isolado.

i. Determine a fórmula molecular do QI. (2,0)

ii. Se o camelo queima a gordura estearina guardada na corcova durante o metabolismo, como mostrado na equação abaixo, identifique os coeficientes (*a* e *b*) na reação. (0,5)

$$aC_{57}H_{110}O_6 + 163O_2 \rightarrow 114CO_2 + bH_2O$$

iii. Camelos têm muitas adaptações para lidar com as condições quentes e áridas do deserto. Dentre elas está a habilidade de passar muito tempo sem beber água e a habilidade de beber grandes quantidades de água rapidamente. Um camelo típico pode beber 200 litros (53 galões) de água em três minutos. Suponha que em um instante em um dia de verão um camelo consegue gerar 3,8L de água usando a gordura armazenada na sua corcunda, através da oxidação de estearina. Calcule a massa de estearina e o número de moléculas de ATP produzidas, se um mol de estearina produz 458 mols de ATP. (1,0)

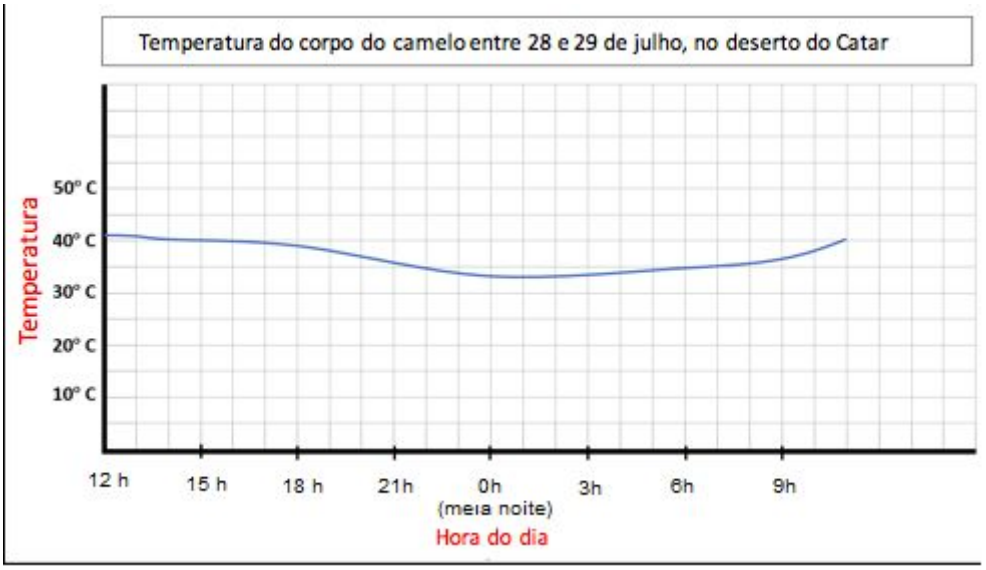
Parte 2:

Camelos conseguem tolerar mudanças relativamente altas na sua temperatura corporal. Isso permite que camelos conservem água sem suar quando as temperaturas ambientais aumentam. Essa característica é importante para os camelos sobreviverem com muito pouca água.

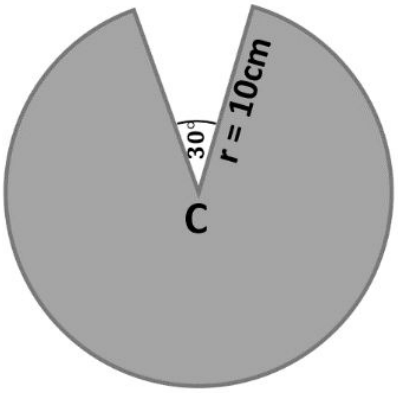
O gráfico seguinte mostra as mudanças normais de temperatura no corpo de um camelo durante um dia típico em um deserto do Catar.

i. Se camelos, como humanos, usam o suor como um dos mecanismos para manter a temperatura do seu corpo quase constante, calcule a quantidade máxima de água (em litros) que um camelo de $5{,}50 \times 10^2$ kg teria que suar às 12h (meio-dia) para reduzir a sua temperatura corporal para o valor mínimo durante aquele dia. Assuma que evaporação de suor é a única maneira de manter a temperatura corpórea. (0,5)

(Nota: o calor específico de um mamífero é $3{,}48 \times 10^3$ J/kg·K, e o calor latente de vaporização da água na temperatura mais baixa é $2{,}42 \times 10^6$ J/kg)

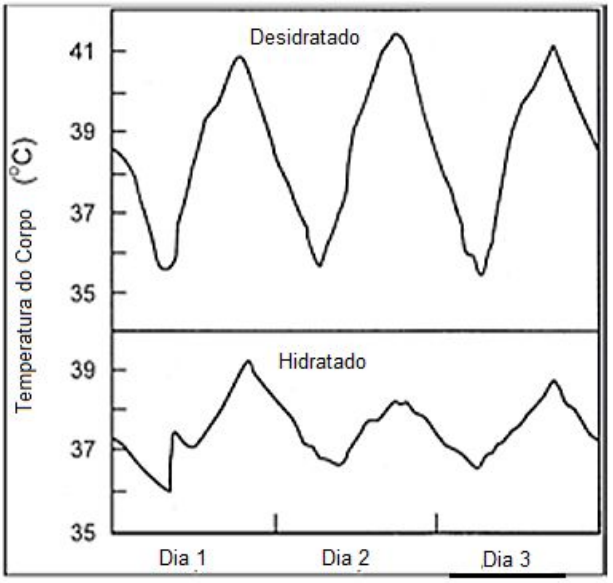


ii. A estrutura do pé de um camelo é bem adaptada para sobreviver em desertos. O pé largo de um camelo evita que o camelo afunde nas areias soltas e instáveis. Além disso, a superfície larga de cada pé previne que os camelos afundem por diminuir a pressão na areia. Se modelarmos o pé do camelo como mostrado na figura abaixo, calcule a pressão gerada pelo peso do camelo na areia. Use a massa do camelo mencionada no item (i). (0,5)



Parte 3:

A temperatura diária do corpo de um camelo hidratado e desidratado flutua por alguns graus Celsius para evitar a perda de água por evaporação como mostrado no gráfico abaixo. O mecanismo permite que o camelo ganhe 2900 kcal de calor, que corresponde a 5 litros de água sendo poupados. O calor armazenado durante o dia (que causa flutuações drásticas na temperatura do corpo) é dissipado durante a noite (Schmidt-Nielsen, 1997).



Flutuações da temperatura do corpo de camelos hidratados e desidratados (Schmidt-Nielsen, 1997).

i. **De acordo com o gráfico acima, qual condição resulta em maior flutuação na temperatura do corpo do camelo? (0,25)**

a. Hidratado

b. Desidratado

ii. **Qual(is) é(são) o(s) produto(s) da quebra de gordura saturada que ocorre(m) na corcova do camelo? (0,5)**

a. Ácidos graxos e glicerol.

b. Água, ácidos graxos e glicose.

c. Ácidos graxos, aminoácidos e dióxido de carbono.

d. Somente água.

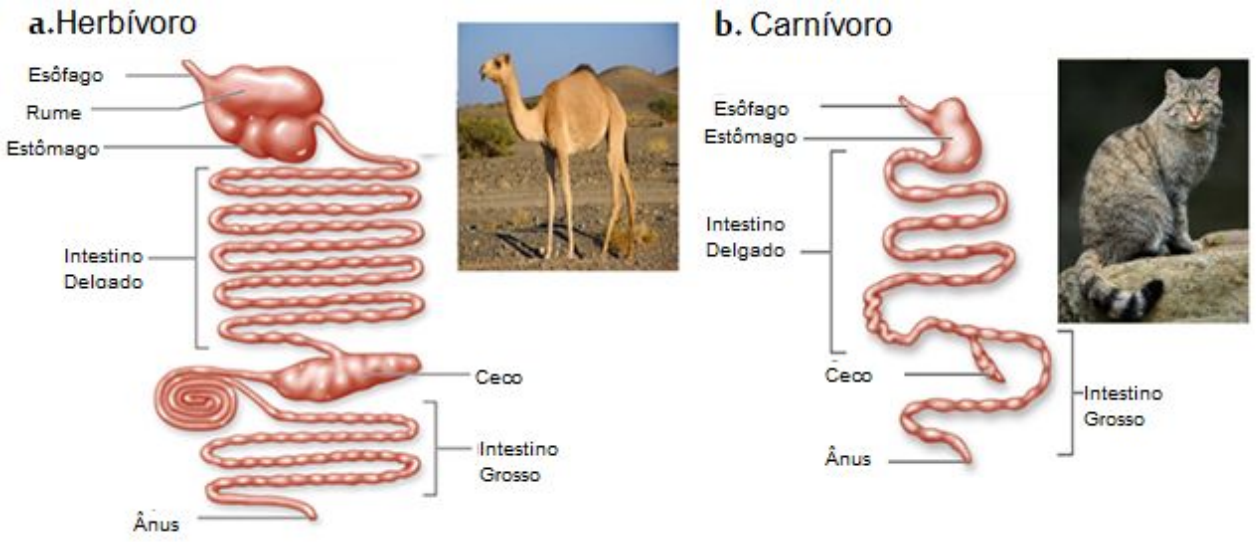
iii. Um camelo tem uma pele clara durante o verão e tem pernas relativamente longas e finas que podem ser úteis em... (0,25)

a. Isolar o seu corpo do calor intenso radiado pela areia do deserto.

b. Ajudar a andar por longos percursos na areia do deserto.

c. Prover um método adaptado para se resfriar durante o dia.

d. Todas as opções acima.



As figuras acima mostram a estrutura geral do sistema digestivo de herbívoros e carnívoros, tais como o camelo arábico e o gato selvagem arábico que moram no deserto do Qatar. O camelo Arábico é um herbívoro, tem a habilidade de se alimentar de grama e plantas com espinhos. O gato selvagem é um carnívoro que se alimenta de roedores e outros pequenos mamíferos e é considerado como uma espécie sob risco de extinção devido à caça exagerada.

iv. Qual órgão do sistema digestivo ajuda a armazenar e digerir comida adversa e pontuda? (0,25)

a. Esôfago.

b. Rúmen.

c. Intestino grosso.

d. Ceco.

v. O ceco de herbívoros é maior que o ceco de carnívoros porque ele ajuda a... (0,25)

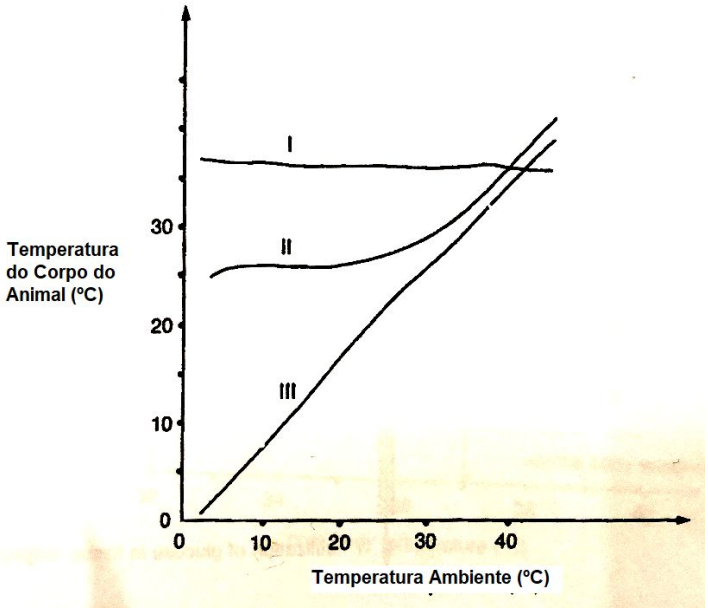
a. Digerir proteínas.

b. Armazenar fezes.

c. Quebrar celulose.

d. Quebrar lipídios.

vi. O gráfico a seguir mostra os resultados de um experimento no qual a temperatura interna de três organismos diferentes são monitoradas enquanto a temperatura externa (temperatura ambiente) muda.



Com base no gráfico acima e no seu conhecimento de regulação de temperatura, qual das afirmações a seguir <u>não</u> está correta? (0,5)

a. Organismo I poderia ser um pássaro.

b. Organismo II podia estar ofegante e/ou transpirando quando a temperatura externa variou entre 20°C e 25°C.

c. Organismo II é pecilotérmico quando a temperatura externa varia entre 5°C e 20°C.

d. Organismo III pode ser uma cobra.

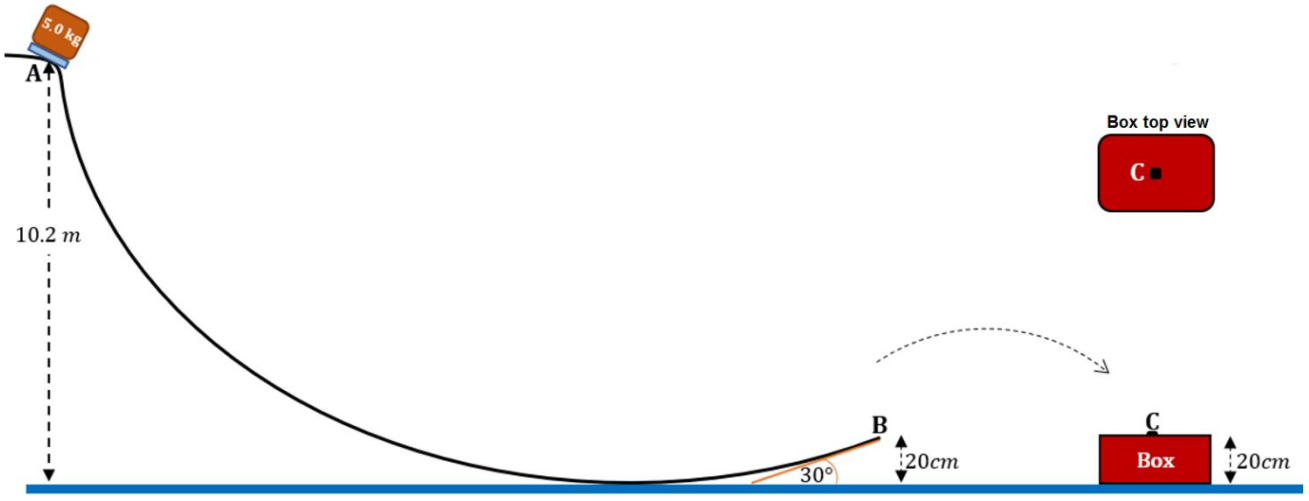
QUESTÃO 3

Parte 1:

Um bloco de madeira em formato de cubo (5,00 Kg) é solto partindo do repouso para escorregar em uma trajetória do ponto (A) ao ponto (B). Para diminuir a força de atrito entre o bloco e a pista, uma camada de gelo muito fina de massa (0,500 g) e temperatura de (-5,00 ºC) foi colocada embaixo do bloco como mostrado na figura. No ponto B, o bloco de madeira é lançado no ar, depois que a camada de gelo derreteu totalmente. Uma caixa é posicionada de modo que o bloco de madeira percorre no ar do ponto (B) até aterrissar na caixa no ponto (C), como mostrado na figura. Assumindo que a camada de gelo não troca calor com o ar nem com o bloco de madeira e ignorando a resistência do ar, calcule o seguinte:

i. O tempo que o bloco de madeira leva para se mover do ponto (B) ao ponto (C). (1,0)
ii. A distância que o ponto (C) na caixa estaria posicionado em relação ao ponto (B). (0,5)
iii. A altura máxima em relação ao solo que o bloco de madeira vai atingir durante sua jornada do ponto (B) ao ponto (C). (0,5)

Nota: Calor específico do gelo é $2090\ J/kg\cdot{}^{\circ}C$. Calor latente de fusão da água a $0\ ^{\circ}C$ é $3,33\times10^{5}\ J/kg$.



Parte 2:

Considere um bloco de gelo seco (CO_2 sólido) de massa 0,10 kg e temperatura -255 °C.

i. O ponto de congelamento do gelo seco é mais baixo que aquele da água sólida, -78,5 °C comparado a 0 °C. Qual das seguintes afirmações melhor explica esse fato? (0,25)

a. Gelo seco não tem momento de dipolo médio e apresenta interações de dipolo-dipolo.
b. Tanto o gelo seco como água sólida tem forças de dispersão de London (van der Waals), mas elas são mais fortes em gelo seco, resultando em um ponto de congelamento mais baixo.
c. Água sólida é polar e tem apenas interações de dipolo-dipolo.
d. Tanto gelo seco quanto água sólida tem ligações polares, forças de dispersão de London (van der Waals). Entretanto, somente água sólida possui ligação de hidrogênio.

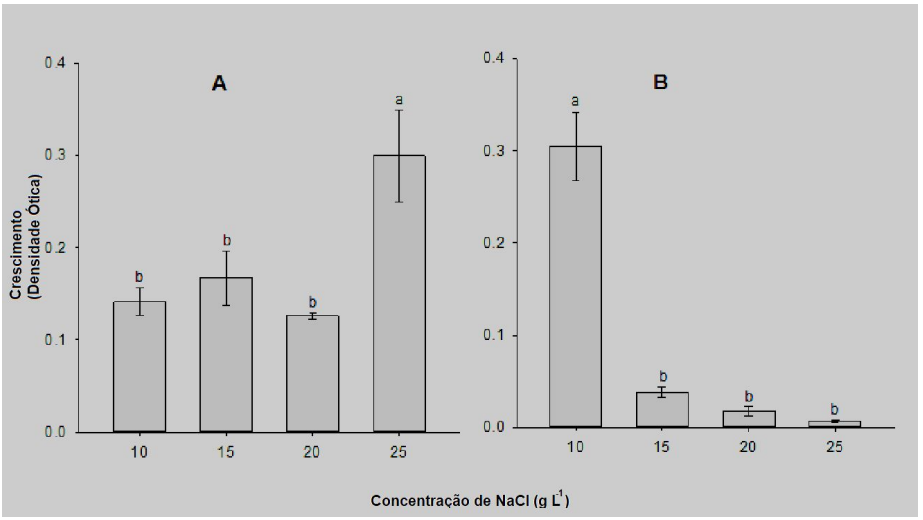
ii. Assumindo que um bloco de gelo de 0,500 g em uma temperatura de -5,00 ºC foi aquecido até 150 ºC tal que ele ganhou uma energia de 1559 J, calcule a razão entre o valor dado para o calor específico do gelo e a do vapor de água. (1,0)

Considere que o calor latente de evaporação da água a 100 °C é $2,256\times10^{6}\ J/kg$.

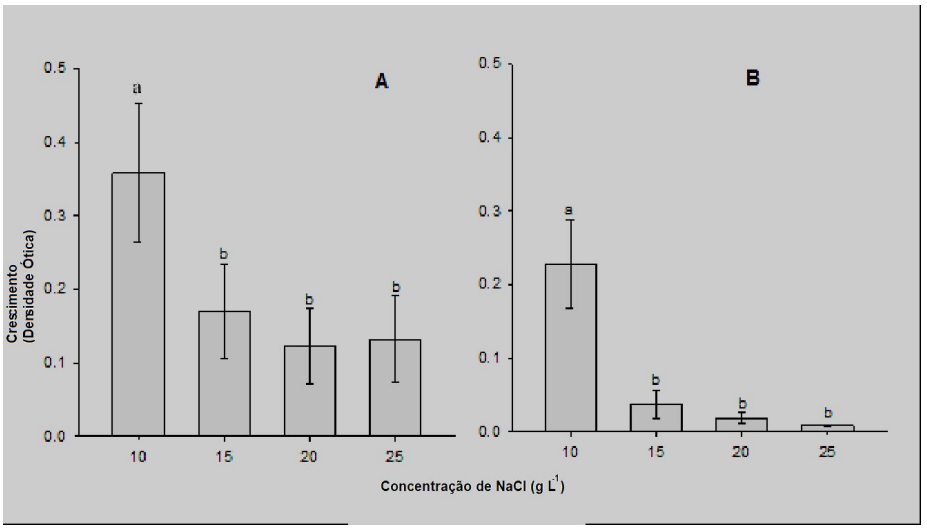
Nota: O calor específico do gelo é $2,09\times10^{3}\ J/kg\cdot{}^{\circ}C$**. Calor latente de fusão da água a 0 ºC é** $3,33\times10^{5}\ J/kg$**.**

Parte 3:

Um estudo recente foi conduzido na Qatar University por Abu-Dieyeh *et al* (2019) para simular biorremediação sob condições naturais de deserto. Os autores isolaram cepas de bactérias tolerantes a mercúrio da costa do Catar e investigaram o crescimento de possíveis bactérias na presença de sal. Parte dos resultados são mostrados na figura a seguir.



Acinetobacter schindleri



Bacillus infantis

Foram estudados os efeitos da salinidade (concentração de NaCl) no crescimento de dois tipos de bactérias isoladas da costa do Qatar e cultivadas em meios nutritivos, na ausência (A) e na presença de 10 ppm $HgCl_2$ (B). Em cada gráfico, valores médios com letras comuns não são significantemente diferentes com $P \leq 0,05$. Barras de erro representam o erro padrão das médias ($N = 5$).

i. Qual é a variável dependente no experimento? (0,5)

a. Concentração de NaCl.

b. Espécies bacterianas.

c. Crescimento bacteriano (Densidade ótica).

d. Condições experimentais fixas.

ii. De acordo com os resultados na imagem acima, na ausência de mercúrio, *Acinetobacter schindleri* é mais tolerante a alta salinidade (≥ 25 g L^{-1})? (0,25)

a. Verdadeiro.

b. Falso.

iii. Qual das seguintes afirmações é incorreta em relação à significância dos resultados na figura acima (1,0)

a. Na presença de mercúrio, o crescimento de *A. schindleri* foi semelhantemente inibido pela influência de 15, 20 ou 25 g L^{-1} de NaCl.

b. Na ausência de mercúrio, o crescimento de *A. schindleri* foi significantemente maior quando influenciado por 25 g L^{-1} do que em concentrações menores de NaCl.

c. No geral, melhor crescimento foi obtido para ambas as bactérias na ausência de mercúrio.

d. A bactéria *B. infantis* é mais recomendada como um potencial agente biorremediador para terrenos áridos poluídos com mercúrio.

iv. Quais das seguintes respostas são as mais apropriadas para responder por que os autores investigaram o fator da salinidade no ambiente do Catar? (0,5)

i	**Os autores estavam interessados em estudar bactérias resistentes ao calor.**
ii	**Os autores estavam procurando por bactérias tolerantes a salinidade.**
iii	**Os autores estavam procurando por bactérias não tolerantes a salinidade.**
iv	**Os autores estavam interessados na biorremediação de mercúrio no ambiente desértico.**

a. i e iii.

b. iii e iv.

c. ii e iv.

d. ii e iii.

v. **Os autores conduziram seus experimentos para descobrir uma bactéria endógena que potencialmente pode captar biologicamente mercúrio de solo desértico contaminado com mercúrio de lâmpadas fluorescentes usadas. Se os autores decidissem fazer mais pesquisas para garantir este potencial e a sobrevivência das bactérias isoladas no solo do Catar (alta salinidade), o que eles deveriam fazer? (0,5)**

a. Conduzir experimentos de laboratório para estudar a sobrevivência das bactérias sob diferentes temperaturas.
b. Conduzir experimentos de laboratório para estudar a sobrevivência das bactérias sob diferentes condições de umidade.
c. Conduzir experimentos de laboratório para estudar a sobrevivência das bactérias sob uma combinação de dois fatores (temperatura e umidade).
d. Conduzir experimentos de campo de curto e longo prazo para estudar a sobrevivência e tal potencial das bactérias no solo do Catar.

vi. **Se uma das bactérias mencionadas acima é supostamente adaptada para tolerância de mercúrio e um cientista quer crescer as bactérias em um novo meio de cultura enriquecido, deduza a afirmação mais provavelmente correta: (0,25)**

a. A bactéria recém crescida vai perder a adaptação e não poderá mais tolerar mercúrio.
b. A bactéria vai manter a adaptação e vai continuar a tolerar mercúrio.
c. A bactéria recém crescida pode perder a adaptação mas continuará a tolerar mercúrio.
d. É difícil de prever se as bactérias recém crescidas poderão tolerar mercúrio.

vii. **Suponha que mercúrio (Hg) está presente como um poluente em um lago aquático e que a seguinte cadeia alimentar está presente:**

Fitoplâncton → zooplâncton → peixes pequenos (espécie X) → peixes médios (espécie Y) → peixes grandes (espécie Z) → pássaro aquático.

Seu amigo que comprar um quilo de peixe fresco e pede o seu conselho sobre o menos tóxico. Qual espécie você recomenda para seu amigo? (1,0)

a. Espécie Y.
b. Espécie Z.
c. Espécie X.
d. Todos têm quantidades similares de toxicidade.

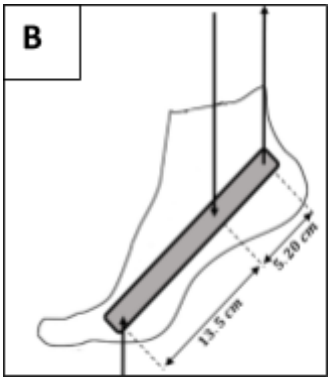
QUESTÃO 4

Parte 1:

Ao se preparar para a Copa do Mundo de futebol de 2022 no Catar, alguns clubes de esporte no Catar fizeram um estudo para calcular a tensão específica (máxima tensão por unidade de área) dos músculos da panturrilha para um de seus melhores jogadores. Primeiro, eles anotaram os dados anatômicos a seguir:

- **Peso =** $72,0\ kg$
- **Corte transversal da panturrilha (média) =** $23,0\ cm^2$
- **Distância do peito do pé para a junta do tornozelo =** $13,5\ cm$
- **Distância do calcanhar para a junta do tornozelo =** $5,20\ cm$

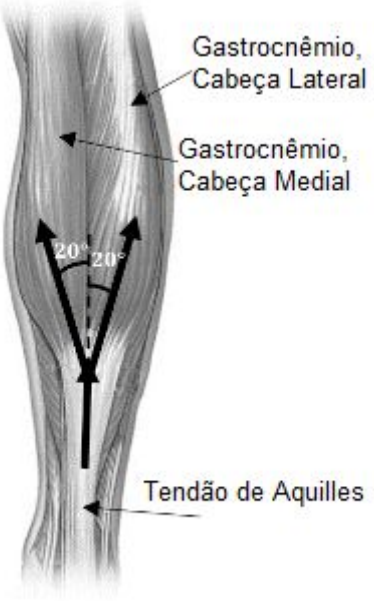
i. **Tensão específica: o jogador estica seu corpo o mais alto possível, para se equilibrar no peito do pé como mostrado na figura (A).**



a. **Qual a força no tendão de Aquiles se o jogador fica em um pé só? Considere que todos os ossos do pé são corpos rígidos como mostrado na figura (B). Despreze os pesos do ossos do pé. (1,0)**

b. **Calcule a tensão específica dos músculos da panturrilha. (0,5)**

c. **Se dois músculos gastrocnêmios (cabeça lateral e medial) contribuem igualmente para um total de 60% da força exercida no tendão de Aquiles, calcule a força contribuída por cada um desses dois músculos no tendão. (0,5)**



ii. <u>Força do Osso</u>:

Para um jogador saudável de futebol, o osso da tíbia pode suportar uma força máxima de 36,0 N por 4,90 × 10^2 mm^2 antes de fraturar. A figura mostra jogador (A) tentando chutar a bola, mas infelizmente ao invés disso ele chutou o jogador (B). Como resultado, o jogador (B) recebeu o impacto completo do chute na sua tíbia (assuma que a tíbia dele estava em repouso antes da colisão). Depois da colisão, a perna do jogador (B) foi empurrada com uma velocidade de 4,25 m/s. A massa da sua perna é 3,20 kg, o tempo de impacto é 55,0 ms e a área de impacto é 6,20 × 10^2 mm^2.

Você acha que a tíbia do jogador (B) vai aguentar esse choque sem fraturar? (0,25)

Selecione no caderno de respostas: <u>( ) Sim</u> OU <u>( ) Não</u>

Mostre seus cálculos em detalhes no caderno de respostas. (1,0)

Considere que nenhuma outra força externa afeta a perna do jogador (B).

iii. <u>Desenvolvendo um protetor de canela</u>.

Muitas empresas de esporte desenvolvem protetores de canela para absorver o impacto que pode causar danos em várias colisões durante partidas de futebol. Em um experimento para

comparar a performance de diferentes marcas de protetores de canela, uma tíbia humana simulada é protegida por um protetor de canela. Um dispositivo chutador (gerador de impacto) é usado para imitar o pé de um jogador atacante. Um medidor de força é colocado embaixo do protetor para medir o impacto na tíbia. A tabela seguinte apresenta os resultados.

https://www.elpasochiropractorblog.com/2017/07/soccer-shin-protection-how-effective.html

Protetor de canela	Duração do Impacto (ms)	Força do Chute (N)	Força do Sensor (N)
Marca (1)	15	1066	11,5
Marca (2)	15	867	11,2
Marca (3)	17	846	17,8
Marca (4)	20	778	8,8
Marca (5)	13	622	9,0
Marca (6)	13	1096	6,6
Marca (7)	17	550	32,5

Para ajudar o jogador (B) escolher o melhor protetor de canela, ordene as marcas na tabela em ordem decrescente começando com a que absorve a maior quantidade de força por unidade de tempo. (1,0)

Parte 2:

Doping em esportes é a administração de *drogas proibidas que melhoram a performance* de atletas e competidores. A lista de drogas é enorme, incluindo mas não limitado a estimulantes, esteróides anabólicos, aminoácidos, etc. Testes para a presença de drogas de doping podem ser feitos em amostras de sangue e urina. Várias tecnologias podem ser usadas para detectar doping.

i. Uma das técnicas usadas para detectar doping é o uso de eletrodos seletivos de íons. Como o nome sugere, esses eletrodos são seletores de determinados íons. Metanfetamina (MA) é um estimulante do sistema nervoso central (SNC) e a droga mais usada no mundo. Um eletrodo seletivo de íon MA obedece a equação E (V) = constante + 0,059 log[MA^+]. O potencial era

-0,430 V quando o eletrodo estava imerso em 0,100 M da solução de MA^+. Qual é $[MA^+]$ se E (V) = -0,300 V? (0,5)

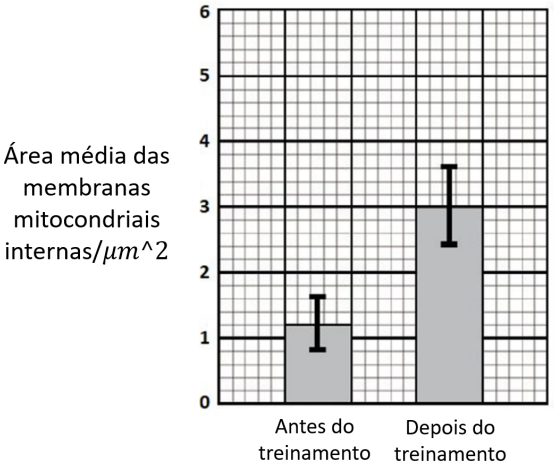
Parte 3:

Durante atividades esportivas, jogadores costumavam ter fadiga muscular, que é uma redução da habilidade do músculo de gerar força. Há dois motivos principais para a fadiga muscular: (1) Neural - devido à limitação da habilidade do nervo de sustentar um sinal, e (2) Metabólica - a mais comum, devido a habilidade reduzida da fibra muscular de se contrair.

i. **Qual(is) é (são) a(s) causa(s) mais significantes da fadiga metabólica? Escolha uma opção (0,25)**
   a. Devido a extensas contrações, o músculo fica sem oxigênio suficiente e então transita para respiração anaeróbica.
   b. A circulação do sangue (fluxo) diminui no músculo.
   c. Condições climáticas extremas.
   d. a e b estão corretas.

ii. **Exames histológicos da biópsia do músculo esquelético podem dizer se uma pessoa é um corredor de longas distâncias ou não. A propriedade diagnóstica mais utilizada é: (0,25)**
   a. A cor da célula da fibra muscular.
   b. O número de mitocôndrias por célula da fibra muscular.
   c. O número de retículos endoplasmáticos rugosos por célula da fibra muscular.
   d. O tamanho da célula da fibra muscular.

iii. **O gráfico ao lado mostra os resultados de um experimento para medir a área média das membranas mitocondriais internas retiradas de diferentes amostras de células musculares de vários jogadores de futebol antes e depois de um treino. Estude a figura com atenção e responda a seguinte questão:**



Qual das seguintes alternativas explica melhor as condições após o treino? (0,5)

a. ATP produzida vai aumentar na medida em que a área da membrana mitocondrial interna aumentar.
b. ATP produzida vai diminuir na medida em que a área da membrana mitocondrial interna aumentar.
c. ATP produzida permanecerá a mesma e sem correlação com a área média da membrana mitocondrial interna.
d. ATP produzida não tem relação significativa com os resultados mostrados acima.

QUESTÃO 5

Parte 1:

i. Um dos mais espetaculares artefatos no Museu Nacional do Catar (NMoQ), verdadeira testemunha do comércio de pérolas, é o Tapete de Pérolas de Baroda. Ele foi encomendado pelo marajá de Baroda em 1865, sendo há bastante tempo considerado uma formidável obra de arte. O Tapete de Baroda foi feito com mais de 1,5 milhão de pérolas do Golfo Pérsico, bem como rubis, esmeraldas, safiras e diamantes.

O Tapete de Baroda.

Durante a restauração do Tapete de Baroda, um mineral peculiar que não é visto misturado com a composição de pérolas, antes conhecido como smithsonita ($ZnCO_3$), foi encontrado na análise de elementos em laboratório durante o processo de restauração. Quando uma mistura sólida de smithsonita e pérolas contendo apenas $CaCO_3$ é fortemente aquecida, gás dióxido de carbono é liberado e uma mistura de ZnO e CaO é obtida. Se uma amostra de 30,00 g de uma mistura de $ZnCO_3$ e $CaCO_3$ produz 12,00 g de CO_2, então, utilizando a quantidade correta de algarismos significativos, qual é a porcentagem em massa de smithsonita na mistura original? Inclua a equação química balanceada. (2,0)

ii. Nas proximidades do Museu Nacional do Catar encontra-se o chamado *Doha Corniche*. Trata-se de uma bela orla marítima que se estende por 7 quilômetros. A poluição da água do mar aumentou com muitos poluentes como metais pesados, que podem ser perigosos para a vida marinha e seus habitats. A poluição nas águas do Golfo aumentou com o desenvolvimento humano, com muitos poluentes perigosos, incluindo metais pesados, como o crômio. O crômio em estado natural (Cr) é composto por quatro isótopos estáveis; ^{50}Cr, ^{52}Cr, ^{53}Cr e ^{54}Cr, sendo ^{52}Cr o mais abundante (83,789% de abundância natural).

Isótopos Principais de Crômio (Cr)		
Isótopo	**Abundância Molar Fracional**	**Meia-Vida ($t_{1/2}$)**
^{50}Cr	4,345%	estável
^{51}Cr	Radioisótopo artificial	27,7025 d
^{52}Cr	83,789%	estável
^{53}Cr	9,501%	estável
^{54}Cr	2,365%	estável

a. Calcule a massa atômica relativa para o crômio usando a abundância de isótopos estáveis. (0,25)

b. Quantos gramas de (^{53}Cr) existem em 250 kg de $FeCr_2O_4$? (0,25)

iii. Ferro(II) pode ser diretamente aferido quantitativamente por dicromato em um meio contendo ácido sulfúrico usando um indicador apropriado, de acordo com a equação:

$$6\ FeCl_2 + K_2Cr_2O_7 + 13H_2SO_4 \rightarrow Cr_2(SO_4)_3 + 3\ Fe_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + 12\ HCl + 7H_2O$$

a. Escreva a equação da semi reação de oxidação para essa reação. (0.25)

b. Escreva a equação da semi reação de redução para essa reação. (0.25)

iv. O crômio também é usado na formação de ligas com zinco e cobre, que tem importante uso médico e industrial. Conhecendo o potencial de redução do $Cr^{+3/0}$ = -0,74 V, qual dos elementos a seguir pode ser usado para a formação de uma célula galvânica na qual o crômio seja o anodo. Calcule $E_{célula}$ para ambas as reações. (0.5)

a. Cobre (potencial de redução = +0,34 V)

b. Zinco (potencial de redução = -0,76 V)

Parte 2:

O Catar é uma península localizada na costa leste da Península Arábica e no meio da costa oeste do Golfo Pérsico. As pessoas do Catar costumavam extrair pérolas do Golfo Pérsico para comércio.

Pérolas formadas por moluscos de água salgada ou doce — um grupo diversificado de animais que inclui ostras, mexilhões, amêijoas, conchas e gastrópodes. Se um elemento como uma minúscula partícula do solo ou um fragmento de concha entra na concha de um molusco, ele será revestido por camada sobre camada até formar uma pérola ao fim do processo.

i. **Por que estes animais produzem as pérolas? (0,25)**
   a. Para repelir predadores.
   b. Para se proteger quando um corpo que o irrita fica preso.
   c. Para deixar os animais bonitos.
   d. Para gerar reflexos de luz que permitam que o animal se mova à noite.

ii. **O processo de formação de pérolas em amêijoas e outros bivalves pode se referir ao hábito alimentar desses animais, que é caracterizado por: (0,25)**
   a. nutrição por ingestão de pedaços.
   b. nutrição por filtração.
   c. nutrição por ingestão de líquidos.
   d. nutrição por ingestão de néctar.

iii. **O processo de formação de pérolas pode ser descrito como uma interação entre... (0,25)**
   a. Fatores bióticos e abióticos.
   b. Fragmento de concha e partícula do solo.
   c. Fatores abióticos e partículas do solo.
   d. Fatores abióticos e concha de moluscos.

iv. **Como invertebrados aquáticos, moluscos e outros bivalves fazem trocas gasosas através de... (0,25)**

a. Pulmões.
b. Pele.
c. Brânquias.
d. Boca.

v. **Considere a seguinte cadeia alimentar: (0,25)**

Fitoplâncton → Bivalves → Estrelas do mar → Lontras do mar → Golfinhos

Golfinhos costumavam se alimentar de peixes grandes, mas, com o aumento da pesca, mudaram sua alimentação para lontras do mar. Se a pesca de grandes peixes continuar, qual o cenário correto sobre bivalves:

a. A densidade da população de bivalves vai aumentar.
b. A densidade da população de bivalves vai diminuir.
c. Não haverá impacto claro na densidade de bivalves.
d. Golfinhos passarão a se alimentar de bivalves.

vi. **Muitas espécies de moluscos são consideradas comidas para muitos vertebrados como peixes, aves e gaivotas. Qual é a relação estabelecida entre moluscos e gaivotas? (0,25)**

a. Mutualismo.
b. Predação.
c. Comensalismo.
d. Parasitismo.

<u>Parte 3</u>:

Uma liga de aço de crômio é usada para fazer cabos de suspensão e fios que são usados em várias áreas como guindastes de construção, elevadores e esportes.

i. **Calcule o peso suspenso em um cabo de aço de crômio que causa um aumento de 0,50 mm no seu comprimento dado um comprimento inicial de 2,0 m e uma área de seção transversal de 2,0 mm^2, sabendo que o módulo de Young é 220 GPa. (0,5)**

ii. Dois cabos da liga de aço de crômio tem comprimentos com proporções 1:3, e diâmetros com proporções 3:1. Se eles são esticados pela mesma força, qual a razão entre o aumento de comprimento deles? (0,5)

iii. Uma liga de aço de crômio com um módulo de Young Y e um coeficiente de expansão linear α foi fixada entre dois suportes rígidos separados por uma distância L. Se a liga tem um comprimento L, área de seção transversal A e sua temperatura aumenta em ΔT, expresse a força exercida pela liga nos suportes em termos de (Y, A, L, α, ΔT). Ignore a mudança na área da seção transversal causada pelo calor. (0,5)

FIM