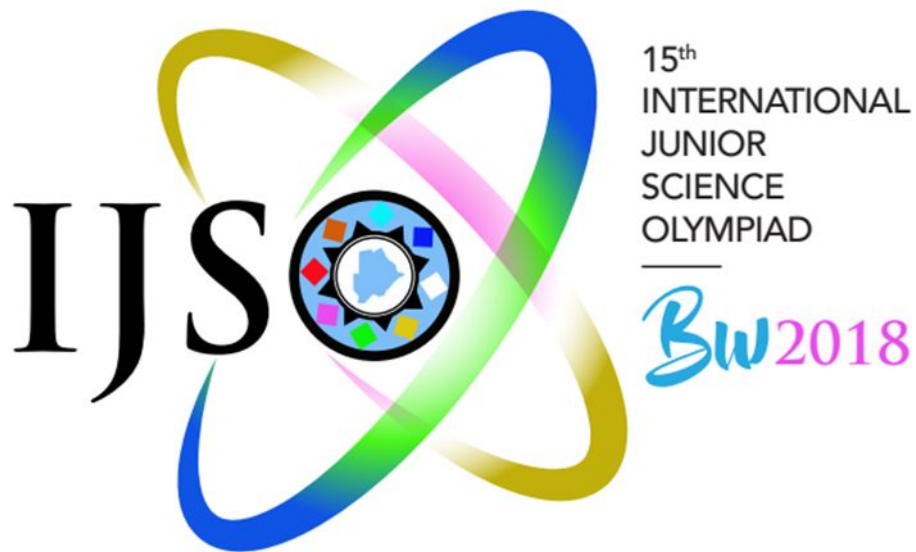


15ª OLIMPÍADA INTERNACIONAL JÚNIOR DE CIÊNCIAS

IJSO - 2018



Discovery, Innovation and Environment

Competição Teórica

– Caderno de Provas –

6 de Dezembro 2018

NÃO vire a página antes do apito ou sinal apropriado.
Qualquer aluno que virar a página antes do permitido será penalizado.

1. Você tem 10 minutos para ler “REGRAS DA PROVA”, “INSTRUÇÕES DA PROVA”, e “INSTRUÇÕES DE USO DA CALCULADORA” nas páginas 1 - 3.
2. NÃO comece a responder perguntas antes do apito ou sinal apropriado. Qualquer aluno que fizer o contrário será penalizado.



QUESTÕES

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.
6. NÃO perturbe os outros competidores. Caso necessite de ajuda, levante a mão e espere a chegada de um supervisor.
7. As questões da prova NÃO podem ser discutidas. Você deve permanecer no seu lugar até o final da duração da prova, mesmo que você já a tenha terminado.
8. Ao final da duração da prova, você ouvirá um sinal de “FIM”. NÃO escreva nada na folha de respostas após este sinal. Deixe a prova, a folha de respostas e os materiais fornecidos (caneta, calculadora e rascunho) organizados na sua mesa. NÃO deixe a sala antes de todas as folhas de respostas serem coletadas.



QUESTÕES

INSTRUÇÕES PARA A PROVA

1. Após o sinal de “INÍCIO” de prova, você terá 3 horas para completar a prova.
2. Utilize APENAS a caneta fornecida pela organização (não lapis).
3. AGORA escreva seu nome, código, país e assinatura no caderno de respostas. Levante a mão se você não tiver o caderno de respostas.
4. Apenas o caderno de respostas será corrigido. Antes de escrever suas respostas no caderno de respostas, use o rascunho fornecido.
5. O número total de questões é 12. Confira se seu caderno está completo (18 páginas - página 5 – 18) logo após o sinal de “INÍCIO” de prova. Levante a mão caso alguma página esteja faltando.

INSTRUÇÕES DE USO DA CALCULADORA

1. Ligar: Pressione .
2. Desligar: Pressione .
3. Limpando dados: Pressione .
4. Adição, subtração, multiplicação e divisão

Exemplo 1) $45 + \frac{285}{3}$

45 285 3 140.

Exemplo 2) $\frac{18+6}{15-8}$

(18 6) (15 8) 3.428571429

Exemplo 3) $42 \times (-5) + 120$

42 5 120 -90.

42 (5) 120 -90.



QUESTÕES

5. Exponencial

Exemplo 1) 8.6^{-2}

8.6 2

0.013520822

Exemplo 2) 6.1×10^{23}

6.1 10 23

6.1×10^{23}

6. Para apagar um número/função, mova o cursor até o número/função que deseje apagar, então pressione . Se o cursor estiver localizado no canto direito de um número/função, a tecla funcionará como uma tecla “backspace”.

Constantes and fórmulas

$R = 0,082 \text{ L.atm mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$; $R = 8,314 \text{ J.mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$; $1 \text{ atm} = 101325 \text{ Pa}$.

Lei de Henry dá Concentração = $k \cdot P$, Lei: k tem um valor constante para o líquido específico e P é a pressão do gás.

NÃO passe para a próxima página antes que o apito ou sinal apropriado seja dado.

Caso contrário, você será penalizado.

QUESTÕES

BIOLOGIA

Q1. [1,5 ponto] O Delta do Okavango em Botswana é o maior delta não-litorâneo do mundo, que foi nomeado um Patrimônio Mundial da Humanidade em 2014. Os “habitat” dos deltas apresentam diversas espécies vegetais e animais, fazendo da área um “hotspot” para o turismo. Os pântanos do Delta do Okavango podem ter até 7 metros de profundidade, onde há material de animais e plantas mortos que se depositam no fundo e decompõem para produzir biogás, o que causa o borbulhamento frequentemente observado por turistas durante passeios de barco.



Fonte: <http://www.wafb.com/>

a) **[0,3 ponto]** Escolha dois (2) dos gases listados abaixo, os quais são os principais componentes do gás nas bolhas. Escreva as letras apropriadas na caixa correspondente na folha de respostas.

- A. C_3H_8
- B. CH_4
- C. CO
- D. CO_2
- E. H_2
- F. O_2



QUESTÕES

- b) **[0,3 ponto]** Quais são os usos benéficos do biogás aos seres humanos? Selecione três (3) usos que se aplicam, escrevendo as letras correspondentes na folha de respostas.
- A. aquecimento
 - B. fermentação
 - C. cozimento
 - D. abastecimento de carros
 - E. fertilizantes
 - F. purificação
- c) **[0,4 ponto]** Matéria orgânica vegetal e animal é decomposta pelas bactérias no fundo dos pântanos. Indique se as seguintes afirmativas a respeito do processo de decomposição são verdadeiras ou falsas, assinalando com um “X” na folha de respostas.
- A. A decomposição de tecidos vegetais e animais no fundo do pântano é um processo aeróbico.
 - B. Os gases produzidos como resultado da degradação são produtos do metabolismo bacteriano.
 - C. A decomposição de matéria vegetal e animal por bactérias não precisa de água para ocorrer.
 - D. Bactérias que degradam no fundo dos pântanos recebem mais energia da degradação comparado com bactérias decompondo o mesmo material vegetal e animal na superfície da água.



QUESTÕES

- d) **[0,25 ponto]** As bactérias responsáveis pela produção de biogás têm alta atividade em certas temperaturas e, por isso, a taxa de emissão de biogás também aumenta. Um guia turístico tem observado ao longo dos anos que a formação de bolhas é mais intensa durante os meses de verão.

Abaixo estão algumas explicações possíveis para esta observação. Indique na folha de respostas quais explicações estão corretas ou não, marcando um “X” na folha de respostas.

- A. As bactérias são capazes de multiplicar mais rapidamente devido às altas temperaturas.
- B. As enzimas da bactéria estão trabalhando próximo da sua temperatura ótima.
- C. Mais complexos enzima-substrato estão sendo formados, então mais biogás pode ser produzido.
- D. A energia cinética das moléculas de enzima e de substrato diminuiu.
- E. As enzimas nas bactérias começaram a desnaturar.

- e) **[0,25 ponto]** Peróxido de hidrogênio é uma forma reativa do oxigênio que pode matar bactérias, se elas não tiverem a maquinaria enzimática para degradá-lo. Quando uma amostra da água do ambiente contendo bactérias que decompõem matéria orgânica animal e vegetal na ausência do oxigênio foi colocada em uma gota de peróxido de hidrogênio, não houve formação de bolhas.

Qual é a explicação mais provável para essa observação? Escreva a letra correspondente na caixa na folha de respostas.

- A. Presença de um gene ativo que codifica a catalase
- B. Ausência de um gene ativo que codifica catalase
- C. A formação de bolhas não é dependente da presença de catalase

QUESTÕES

Q2. [3,25 pontos] A estrutura genética de uma população é determinada pelas frequências genotípicas e gênicas na população. Em uma população, 350 dos indivíduos têm o genótipo AA, 100 têm o genótipo Aa, e 150 indivíduos têm o genótipo aa

a) Quais as frequências dos seguintes genótipos nesta população?

a-1) **[0,25 ponto]** AA

a-2) **[0,25 ponto]** Aa

a-3) **[0,25 ponto]** aa

b) Quais as frequências dos seguintes alelos nesta população?

b-1) **[0,5 ponto]** A

b-2) **[0,5 ponto]** a

c) Equilíbrio genético de uma população ocorre quando as frequências gênicas e genotípicas não mudam com o tempo. A fórmula de Hardy-Weinberg ($p^2 + 2pq + q^2 = 1$; onde, p é a frequência do primeiro alelo e q é a frequência do segundo alelo) mostra a proporção de genótipos em uma população em equilíbrio genético, isto é, na qual as frequências gênicas e genotípicas permanecem constante ao longo do tempo. As frequências esperadas de genótipos homocigotos são dadas por p^2 e q^2 . A frequência esperada de genótipos heterocigotos é $2pq$.

Qual seria a frequência genotípica esperada dos seguintes genótipos se esta população estivesse em equilíbrio genético?

c-1) **[0,5 ponto]** AA

c-2) **[0,5 ponto]** Aa

c-3) **[0,5 ponto]** aa

QUESTÕES

Q3. [3,75 pontos]

- a) Os registros antigos de uma população de elefantes africanos (*Loxodonta africana*) do Parque Nacional de Chobe, Botswana, que cobre uma área de 11700 km², estão mostrados na tabela abaixo.

Ano	1990	1995	2000	2005	2008	2010
Tamanho da População	24500	26650	28650	29000	29500	31000

- a-1) [1,0 ponto] Use os dados acima para plotar um gráfico do tamanho da população de elefantes pelos anos usando o papel fornecido.
- a-2) [0,5 ponto] Desenhe a linha de tendência linear dos seus dados e determine a equação da linha.
- a-3) [0,25 ponto] Qual foi a taxa média de crescimento da população de elefantes de 1990 to 2010?
- a-4) [0,5 ponto] Qual é o tamanho da população de elefantes prevista para 2019?
- b) [0,5 ponto] Calcule a diferença entre a densidade da população de elefantes em 1995 e em 2010 no Parque Nacional de Chobe?
- c) [0,5 ponto] Em uma área habitada por elefantes, é comum observar grandes árvores mortas. Isto porque os elefantes se alimentam da cortiça dos troncos das árvores durante os meses secos, eventualmente levando à morte da árvore inteira. Cada elefante consome em média 200 kg/dia de comida, dos quais 35% são retirados da cortiça de árvores.
- Calcule a quantidade de cortiça que foi retirada em 1995.
- d) [0,5 ponto] Dos 200 kg de material consumido, aproximadamente 136 kg são retornados para o ambiente como dejetos. Enquanto isto pode ser bom em termos da dinâmica de nutrientes, os dejetos podem oferecer risco de incêndio devido ao acúmulo de material morto.

Calcule a porcentagem do material realmente absorvido por um elefante por dia.



QUESTÕES

Q4. [1,5 ponto] Células animais estão envolvidas por uma membrana plasmática. Moléculas na membrana dessas células estão orientadas ou posicionadas de um modo específico na membrana dependendo das suas propriedades e funções.

Abaixo está uma lista de termos associados à membrana plasmática. Decida quando cada um desses termos corresponde ao interior da membrana (o meio da membrana) ou à superfície exterior da membrana e preencha a tabela destinada a isso na folha de respostas. Alguns dos termos podem estar associados com um, com dois ou com nenhum dos compartimentos. Complete a tabela na sua folha de respostas, usando "+" se o termo se aplica e "0" se o termo não se aplica.

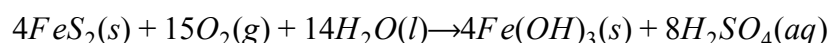
	Interior	Exterior
Hidrofóbico		
Hidrofílico		
Caudas de ácidos graxos		
Ribossomos		
Canais iônicos		
Oligossacarídeos		

QUESTÕES

QUÍMICA

Infiltração ácida e poluição do ar a partir de minas de níquel

Q5. [8 pontos] A formação gerada pela drenagem ácida de mina (AMD) é amplamente reconhecida como um dos maiores problemas ambientais causados pela mineração em todo mundo. Os minerais responsáveis pela geração do AMD são os sulfetos de ferro (piritas), que são estáveis e insolúveis quando não estão em contato com água ou com o ar atmosférico. Quando os resíduos do minério são expostos ao oxigênio e à água na presença da bactéria *Thiobacillus ferrooxidans*, o AMD passa a ter altas concentrações de ácido, sulfato e metal que são produzidos pela oxidação da pirita:



BCL LTDA, uma mineradora de cobre-níquel em Botsuana, produz 450 toneladas/dia de minério e tem problemas com o AMD. Um resíduo sólido do material contendo 5,00% em massa de pirita é produzido na planta de concentração do minério de cobre-níquel. Devido a este fato, a BCL lida com os seguintes problemas:

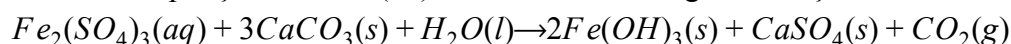
- Água neutralizada é descartada em um córrego público a uma taxa de 300 m³/h. O teor de sulfato do efluente superou nível permitido de 500 mg/L.
- O custo da neutralização foi muito alto com o uso de cal importada.
- Infiltração excessivamente ácida resultou na deterioração das terras nas imediações da mina.

Para combater estes problemas, BCL construiu uma nova planta de neutralização para tratar 50m³/h de AMD, na qual o tratamento ocorreu nas seguintes fases:

- Neutralização de ácidos com carbonato de cálcio



- Precipitação de ferro (III) de acordo com a seguinte reação



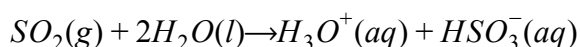
Durante a inauguração da planta (vazão de 50 m³/h), na qual água do lago vermelho com baixa concentração de ferro (II) de 100mg/L foi utilizada como fonte, foram observados que:



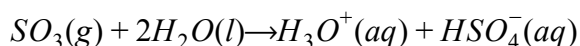
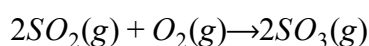
QUESTÕES

- A acidez foi reduzida de 1100mg/L para 50,0 mg/L (com CaCO₃)
- pH foi elevado de 1,9 para 6,0

Foi relatado que a fundição da BCL emitiu 534.000 toneladas de dióxido de enxofre e mais 330.000 toneladas de dióxido de carbono na atmosfera, direta ou indiretamente, por ano. O dióxido de enxofre pode combinar diretamente com a água para formar ácido sulfuroso, um ácido fraco:



Por outro lado, na presença de material particulado e aerossóis, o dióxido de enxofre pode reagir com o oxigênio atmosférico para formar o trióxido de enxofre, que forma ácido sulfúrico na água:



O ácido sulfúrico é um ácido forte que é especialmente prejudicial ao solo, porque causa a lixiviação dos íons de cálcio. A maioria dos solos contém partículas de argila, que são envolvidas por camadas de íons, incluindo o Ca²⁺. No entanto, os íons de cálcio nas partículas de argila podem ser substituídos por íons de hidrogênio do ácido sulfúrico.

- a) **[0,5 ponto]** Se hidróxido de cálcio for usado ao invés do calcário, escreva as equações balanceadas para as reações de neutralização e precipitação.
- b) **[1,75 ponto]** Considere que a BCL produz 1,00 tonelada de resíduo sólido nas minas de cobre-níquel. Qual a massa em kg de Fe(OH)₃ que será produzida devido a oxidação da pirita?
- c) **[0,5 ponto]** Calcule a massa (em gramas) de ferro (II) em solução que é bombeada para reação de neutralização neste sistema, em 2 horas, considerando a vazão da água do lago vermelho como fonte de reagente para reação?
- d) **[1,0 ponto]** Quando a água do lago vermelho com ferro (II), com concentração de 100mg/L, é usada para alimentar o sistema químico que realiza a reação de neutralização, o pH da água aumenta de 1,9 para 6,0. Quantos mols de íons H⁺ são neutralizados para 1L de solução?

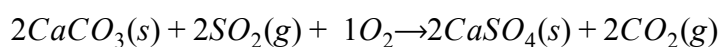
QUESTÕES

- e) **[0,9 ponto]** Estudos demonstram que a velocidade de reação da oxidação biológica do ferro (II) é dada por:

$$\text{velocidade de reação} = -\frac{d[\text{Fe}^{2+}]}{dt} = kA[\text{Fe}^{2+}][\text{O}_2]^{0,5}$$

na qual k é uma constante da velocidade de reação, A é a área superficial do reator, $[\text{Fe}^{2+}]$ é a concentração do ferro (II) e $[\text{O}_2]$ é a concentração de oxigênio.

- e-1) **[0,15 ponto]** Qual a ordem da reação em relação ao ferro (II) expressa por um número?
- e-2) **[0,25 ponto]** A velocidade máxima de $16,1 \text{ mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}$ foi determinada para a oxidação do ferro (II) na BCL. Qual é a taxa de reação quando a área superficial do reator for duplicada a volume constante?
- e-3) **[0,5 ponto]** Qual é a máxima velocidade de reação quando a pressão de oxigênio é duplicada?
- f) **[2,0 pontos]** Um processo utilizado para eliminar o SO_2 das emissões da queima de carvão mineral é fazê-lo passar através de uma pasta úmida com carbonato de cálcio, onde ocorre a seguinte reação:



A BCL se utiliza de carbonato de cálcio em pó, um subproduto da indústria do papel. Este contém 35,0% de impurezas em massa. Qual a massa, em toneladas, deste carbonato de cálcio necessária para remover 1 tonelada de dióxido de enxofre, se o processo possui 90,0% de eficiência?

Em um estudo sobre a decomposição do carbonato de cálcio, um estudante adicionou 50,0g de CaCO_3 em pó a um recipiente rígido de 1,00L. O estudante selou o recipiente e bombeou para fora todos os gases e então o aqueceu em um forno até 1100K. Como o recipiente estava aquecido, a pressão total de CO_2 gasoso foi medido ao longo do tempo. A pressão aumentou de forma constante e alcançou um máximo de 1,04 atm após 12 minutos. A pressão se manteve constante mesmo sob aquecimentos futuros.

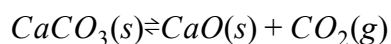
QUESTÕES

O estudante repetiu o experimento, mas desta vez o ele usou uma amostra de 100,0g de CaCO_3 em pó. Neste experimento, a pressão final no recipiente foi de 1,04 atm, que era a mesma pressão final do primeiro experimento.

- g) **[0,6 ponto]** Calcule o número de mols de CO_2 gasoso presente no recipiente. após 20 minutos de aquecimento.
- h) **[0,5 ponto]** Após 20 minutos certa quantidade de CO_2 gasoso foi injetada no recipiente, inicialmente aumentando a pressão para 1,5 atm, a temperatura constante.
- h-1) **[0,25 ponto]** Qual será a pressão final dentro do recipiente? Assinale a resposta correta

Menor que 1.04 atm	
Maior que 1.04 atm	
Igual a 1.04 atm	

- h-2) **[0,25 ponto]** Para onde ocorrerá deslocamento de equilíbrio em relação a equação abaixo?

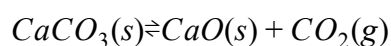


Direita (para todos os produtos)	
Esquerda (para os reagentes)	
Nenhuma mudança	

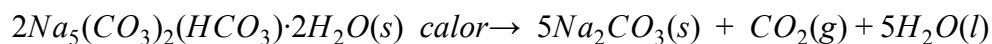


QUESTÕES

- i) **[0,25 ponto]** A constante de equilíbrio pode ser expressa em termos de pressões parciais (K_p), da mesma forma que pode ser escrita em termos das concentrações (K_c). Calcule o valor da constante de equilíbrio, K_p , para a decomposição de CaCO_3 a 1100K.



Q6. [1,5 ponto] O mineral trona é uma fonte de carbonato de sódio de acordo com a equação abaixo:



Qual a massa, em quilogramas, de carbonato de sódio que pode ser formada a partir de 0,850 tonelada de trona?

Q7. [0,5 ponto] Ácido carbônico em água da chuva é resultado da dissolução de dióxido de carbono atmosférico em água. A pressão parcial de CO_2 em ar saturado de vapor de água a 25°C é $3,04 \times 10^{-4}$ atm e a constante de Henry para o CO_2 em água é $2,3 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{atm}^{-1}$. Qual a concentração de ácido carbônico na água da chuva?



QUESTÕES

FÍSICA

Questões Teóricas

Q8. [1,40 ponto] Uma ambulância emitindo um som de frequência 300,0 Hz está se movendo em sentido a um observador em repouso com uma velocidade de 90,0 km/h. A temperatura é de 38 °C e a velocidade do som é dada por:

$$v_s = 331,3 + 0,606 \times T_c$$

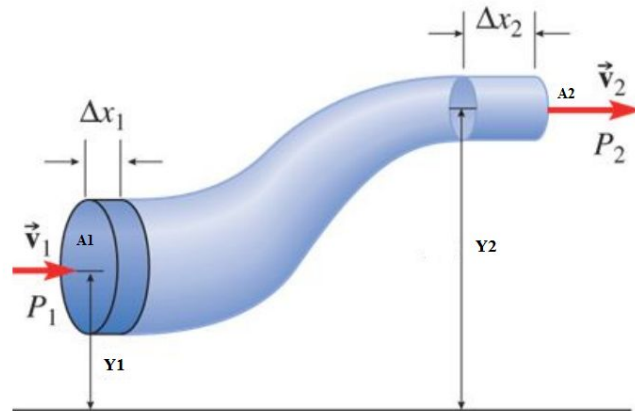
onde v_s é a velocidade do som em m/s e T_c é a temperatura em °C .

Calcule a frequência do som que o observador escuta quando a ambulância se aproxima do observador.

Q9. [1,55 ponto] O motorista de um carro se movendo em uma trajetória retilínea com velocidade 33,2 m/s nota uma vaca cruzando sua trajetória a 60,0 m de distância do carro. O tempo de reação do motorista é de 0,20 s. Assumindo que o carro tem uma aceleração uniforme, calcule a aceleração do carro, se ele para imediatamente antes de atingir a vaca.

QUESTÕES

Q10. [2,55 pontos] Um fazendeiro em Mohembo está bombeando água do rio Okavango para sua fazenda por um tubo cujo diâmetro diminui de $0,35m$ para $0,25m$ (veja a ilustração). A fazenda está numa elevação de $960,0m$ e o rio está numa elevação de $940,0m$, ambos em relação ao nível do mar. A bomba está bombeando água com uma pressão de $670,0kPa$.



A pressão P , a velocidade v , a densidade da água ρ ($1000\frac{kg}{m^3}$) e a elevação y são relacionadas pela equação de Bernoulli:

$$\frac{P}{\rho} + \frac{1}{2}v^2 + gy = constant ,$$

A taxa de bombeamento Q da água pela bomba é dada pela equação de continuidade:

$$Q = A_1 v_1 = A_2 v_2 ,$$

onde A_1 e A_2 são as áreas das seções transversais do tubo. (Note que a água é incompressível e o seu fluxo é laminar. Considere a aceleração da gravidade: $g = 9,80 m/s^2$).

Se a água é bombeada a uma velocidade de $1,30 m/s$ no rio,

- [0,85 ponto]** Calcule a velocidade da água saindo do tubo na fazenda.
- [0,9 ponto]** Calcule a pressão da água na fazenda.
- [0,8 ponto]** Calcule o tempo que levaria para encher um reservatório de 50.000 litros na fazenda.

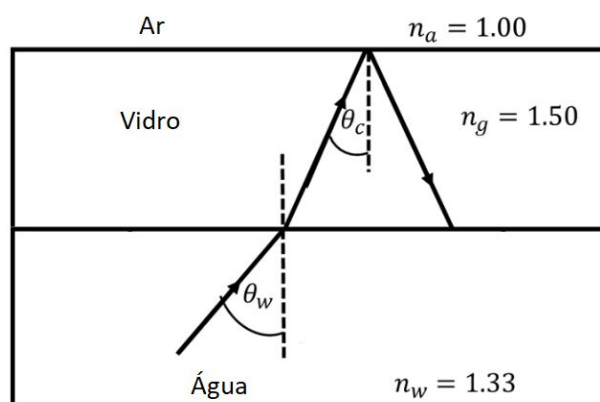
QUESTÕES

Q11. [1,9 ponto] Um jogo é projetado de modo que, para que o apostador ganhe, uma bola A de massa 60,0 g colide com uma bola B de massa 20,0 g, a qual está em repouso na borda de uma mesa de 1,225 m de altura. Após a colisão, a bola A cai e atinge o chão a uma distância horizontal de 1,0 m em relação à borda da mesa, enquanto a bola B cai a uma distância horizontal de 2,0 m em relação à borda da mesa. Calcule a velocidade da bola A imediatamente antes de atingir a bola B, para que o apostador ganhe. (Considere a aceleração da gravidade: $g = 9,80 \text{ m/s}^2$)

Q12. [2,6 pontos] Para as questões seguintes, n_w é o índice de refração da água, n_g é o índice de refração do vidro e n_a é o índice de refração do ar.

- a) **[1,1 ponto]** Um estudante coloca uma lanterna debaixo d'água com um ângulo θ_w . O raio de luz da lanterna passa pelo vidro, conforme a figura. Um estudante observa que, variando o ângulo θ_w , a luz passa pelo vidro ou é refletida internamente.

Qual é o ângulo θ_w mínimo que resultará em reflexão total do raio de luz na fronteira entre o vidro e o ar?



- b) **[1,5 ponto]** Quando um raio de luz incide em um pedaço de vidro retangular de espessura t com um ângulo de incidência θ_1 , o ângulo de refração na superfície ar-vidro é θ_2 .

b-1) **[0,6 ponto]** Ilustre com um diagrama o caminho do raio de luz pelo pedaço retangular de vidro e marque os ângulos θ_1 e θ_2 .

b-2) **[0,9 ponto]** Ache a expressão para a distância perpendicular (ie, o desvio lateral) s entre o raio de luz incidente e o raio de luz emergente saindo do pedaço de vidro em termos de θ_1 , θ_2 e t .