



Prova Escrita de Física e Química A

10.º e 11.º Anos de Escolaridade

Prova 715/1.ª Fase

16 Páginas

Duração da Prova: 120 minutos. Tolerância: 30 minutos.

2012

VERSÃO 2

Na folha de respostas, indique de forma legível a versão da prova (Versão 1 ou Versão 2). A ausência dessa indicação implica a classificação com zero pontos das respostas aos itens de escolha múltipla.

Utilize apenas caneta ou esferográfica de tinta indelével, azul ou preta.

Pode utilizar régua, esquadro, transferidor e máquina de calcular gráfica.

Não é permitido o uso de corretor. Em caso de engano, deve riscar de forma inequívoca aquilo que pretende que não seja classificado.

Escreva de forma legível a numeração dos itens, bem como as respetivas respostas. As respostas ilegíveis ou que não possam ser claramente identificadas são classificadas com zero pontos.

Para cada item, apresente apenas uma resposta. Se escrever mais do que uma resposta a um mesmo item, apenas é classificada a resposta apresentada em primeiro lugar.

Para responder aos itens de escolha múltipla, escreva, na folha de respostas:

- o número do item;
- a letra que identifica a única opção escolhida.

Nos itens de construção de cálculo, apresente todas as etapas de resolução, explicitando todos os cálculos efetuados e apresentando todas as justificações e/ou conclusões solicitadas.

As cotações dos itens encontram-se no final do enunciado da prova.

A prova inclui uma tabela de constantes na página 2, um formulário nas páginas 2 e 3, e uma tabela periódica na página 4.

A ortografia dos textos e de outros documentos segue o Acordo Ortográfico de 1990.

TABELA DE CONSTANTES

Velocidade de propagação da luz no vácuo	$c = 3,00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$
Módulo da aceleração gravítica de um corpo junto à superfície da Terra	$g = 10 \text{ m s}^{-2}$
Constante de Gravitação Universal	$G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$
Constante de Avogadro	$N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Constante de Stefan-Boltzmann	$\sigma = 5,67 \times 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$
Produto iônico da água (a 25 °C)	$K_w = 1,00 \times 10^{-14}$
Volume molar de um gás (PTN)	$V_m = 22,4 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$

FORMULÁRIO

- **Conversão de temperatura (de grau Celsius para kelvin)** $T = \theta + 273,15$

T – temperatura absoluta (temperatura em kelvin)
 θ – temperatura em grau Celsius

- **Densidade (massa volúmica)** $\rho = \frac{m}{V}$

m – massa
 V – volume

- **Efeito fotoelétrico** $E_{\text{rad}} = E_{\text{rem}} + E_c$

E_{rad} – energia de um fotão da radiação incidente no metal
 E_{rem} – energia de remoção de um eletrão do metal
 E_c – energia cinética do eletrão removido

- **Concentração de solução** $c = \frac{n}{V}$

n – quantidade de soluto
 V – volume de solução

- **Relação entre pH e concentração de H₃O⁺** $\text{pH} = -\log \{[\text{H}_3\text{O}^+] / \text{mol dm}^{-3}\}$

- **1.^a Lei da Termodinâmica** $\Delta U = W + Q + R$

ΔU – variação da energia interna do sistema (também representada por ΔE_i)
 W – energia transferida, entre o sistema e o exterior, sob a forma de trabalho
 Q – energia transferida, entre o sistema e o exterior, sob a forma de calor
 R – energia transferida, entre o sistema e o exterior, sob a forma de radiação

- **Lei de Stefan-Boltzmann** $P = \epsilon \sigma A T^4$

P – potência total irradiada pela superfície de um corpo
 ϵ – emissividade da superfície do corpo
 σ – constante de Stefan-Boltzmann
 A – área da superfície do corpo
 T – temperatura absoluta da superfície do corpo

- **Energia ganha ou perdida por um corpo devido à variação da sua temperatura** $E = m c \Delta T$

m – massa do corpo
 c – capacidade térmica mássica do material de que é constituído o corpo
 ΔT – variação da temperatura do corpo

- **Taxa temporal de transferência de energia, sob a forma de calor, por condução** $\frac{Q}{\Delta t} = k \frac{A}{\ell} \Delta T$

Q – energia transferida, sob a forma de calor, por condução,
até através de uma barra, no intervalo de tempo Δt
 k – condutividade térmica do material de que é constituída a barra
 A – área da secção da barra, perpendicular à direção de transferência de energia
 ℓ – comprimento da barra
 ΔT – diferença de temperatura entre as extremidades da barra

- Trabalho realizado por uma força constante, \vec{F} , que atua sobre um corpo em movimento retilíneo $W = Fd \cos \alpha$
 d – módulo do deslocamento do ponto de aplicação da força
 α – ângulo definido pela força e pelo deslocamento
- Energia cinética de translação $E_c = \frac{1}{2} mv^2$
 m – massa
 v – módulo da velocidade
- Energia potencial gravítica em relação a um nível de referência $E_p = m g h$
 m – massa
 g – módulo da aceleração gravítica junto à superfície da Terra
 h – altura em relação ao nível de referência considerado
- Teorema da energia cinética $W = \Delta E_c$
 W – soma dos trabalhos realizados pelas forças que atuam num corpo, num determinado intervalo de tempo
 ΔE_c – variação da energia cinética do centro de massa do corpo, no mesmo intervalo de tempo
- Lei da Gravitação Universal $F_g = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$
 F_g – módulo da força gravítica exercida pela massa pontual m_1 (m_2) na massa pontual m_2 (m_1)
 G – constante de Gravitação Universal
 r – distância entre as duas massas
- 2.^a Lei de Newton $\vec{F} = m \vec{a}$
 \vec{F} – resultante das forças que atuam num corpo de massa m
 \vec{a} – aceleração do centro de massa do corpo
- Equações do movimento retilíneo com aceleração constante $x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$
 x – valor (componente escalar) da posição
 v – valor (componente escalar) da velocidade
 a – valor (componente escalar) da aceleração
 t – tempo
- Equações do movimento circular com velocidade linear de módulo constante $a_c = \frac{v^2}{r}$
 a_c – módulo da aceleração centrípeta
 v – módulo da velocidade linear
 r – raio da trajetória
 T – período do movimento
 ω – módulo da velocidade angular
- Comprimento de onda $\lambda = \frac{v}{f}$
 v – módulo da velocidade de propagação da onda
 f – frequência do movimento ondulatório
- Função que descreve um sinal harmónico ou sinusoidal $y = A \sin(\omega t)$
 A – amplitude do sinal
 ω – frequência angular
 t – tempo
- Fluxo magnético que atravessa uma superfície, de área A , em que existe um campo magnético uniforme, \vec{B} $\Phi_m = B A \cos \alpha$
 α – ângulo entre a direção do campo e a direção perpendicular à superfície
- Força eletromotriz induzida numa espira metálica $|\varepsilon_i| = \frac{|\Delta \Phi_m|}{\Delta t}$
 $\Delta \Phi_m$ – variação do fluxo magnético que atravessa a superfície delimitada pela espira, no intervalo de tempo Δt
- Lei de Snell-Descartes para a refração $n_1 \sin \alpha_1 = n_2 \sin \alpha_2$
 n_1, n_2 – índices de refração dos meios 1 e 2, respetivamente
 α_1, α_2 – ângulos entre a direção de propagação da onda e a normal à superfície separadora no ponto de incidência, nos meios 1 e 2, respetivamente

TABELA PERIÓDICA

1

1	H	1,01
----------	----------	------

Número atómico Elemento	
Massa atómica relativa	

2

3 Li 6,94	4 Be 9,01
11 Na 22,99	12 Mg 24,31
19 K 39,10	20 Ca 40,08
37 Rb 85,47	38 Sr 87,62
55 Cs 132,91	56 Ba 137,33
87 Fr [223]	88 Ra [226]

13 Al 10,81	14 Si 12,01	15 P 14,01	16 S 16,00	17 Cl 19,00	2 He 4,00
19 Sc 44,96	21 Ti 47,87	23 V 50,94	24 Cr 52,00	25 Mn 54,94	5 B 10,81
39 Zr 88,91	40 Nb 91,22	41 Mo 92,91	42 Tc 95,94	43 Ru 97,91	6 C 12,01
57-71 Lantândios 178,49	72 Hf 180,95	73 Ta 183,84	74 W 186,21	75 Re 190,23	7 N 14,01
89-103 Actinídeos [261]	104 Rf [262]	105 Db [262]	106 Sg [266]	107 Bh [264]	27 O 16,00
108 Hs [277]	109 Mt [268]	110 Tl [277]	111 Ds [271]	112 Rg [272]	113 Fr 39,95

57 La 138,91	58 Ce 140,12	59 Pr 140,91	60 Nd 144,24	61 Pm 145	62 Sm 150,36	63 Eu 151,96	64 Gd 157,25	65 Tb 158,92	66 Dy 162,50	67 Ho 164,93	68 Er 167,26	69 Tm 168,93	70 Yb 173,04	71 Lu 174,98
89 Ac [227]	90 Th 232,04	91 Pa 231,04	92 U 238,03	93 Np [237]	94 Pu [244]	95 Am [243]	96 Cm [247]	97 Bk [247]	98 Cf [251]	99 Es [252]	100 Fm [257]	101 Md [258]	102 No [259]	103 Lr [262]

Para responder aos itens de escolha múltipla, **selecione a única opção (A, B, C ou D)** que permite obter uma afirmação correta ou responder corretamente à questão colocada.

Se apresentar mais do que uma opção, a resposta será classificada com zero pontos, o mesmo acontecendo se a letra transcrita for ilegível.

GRUPO I

Um átomo é formado quase completamente por espaço vazio. Toda a sua massa se deve ao diminuto núcleo central. O espaço que o rodeia estende-se até uma distância de cerca de 10 mil vezes o diâmetro do núcleo e é ocupado por uma mão-cheia de eletrões – seis, por exemplo, no caso do átomo de carbono.

O vazio extranuclear é, porém, a sede da personalidade de um elemento – o núcleo é um observador passivo, responsável por dirigir o conjunto de eletrões em seu redor, dos quais apenas alguns participam nas reações químicas.

Os cientistas não puderam resistir à tentação de supor que os eletrões eram como planetas para o núcleo-estrela. No entanto, este modelo planetário, adotado, entre outros, por Niels Bohr, estava errado. A verificação de que os eletrões não são apenas partículas no sentido comum, mas possuem também um carácter ondulatório intrínseco, permite atribuir-lhes um carácter duplo, que implica que seja totalmente inapropriado visualizar os eletrões como partículas em órbitas bem definidas.

Por volta de 1926, Erwin Schrödinger desenvolveu uma equação que, quando resolvida, permite obter informação acerca do comportamento dos eletrões nos átomos. As soluções desta equação permitem calcular a probabilidade de encontrar o eletrão numa dada região do espaço e não a sua localização precisa em cada instante, como na física clássica.

P. Atkins, *O Dedo de Galileu – As dez grandes ideias da Ciência*,
Gradiva, 1.^a ed., 2007 (adaptado)

1. Como se designam os eletrões que participam nas reações químicas?

2. Qual das configurações eletrónicas seguintes pode corresponder a um átomo de carbono no estado fundamental?

(A) $1s^2\ 2s^1\ 2p_x^2\ 2p_y^1$
(B) $1s^2\ 2s^2\ 2p_x^2$
(C) $1s^2\ 2s^2\ 2p_x^1\ 2p_y^0\ 2p_z^1$
(D) $1s^2\ 2s^1\ 2p_x^1\ 2p_y^1\ 2p_z^1$

3. Os átomos dos isótopos 12 e 13 do carbono têm

- (A) igual número de eletrões.
- (B) igual número de neutrões.
- (C) números de massa iguais.
- (D) números atómicos diferentes.

4. Como se designa uma região do espaço onde, em torno do núcleo de um átomo, existe uma elevada probabilidade de encontrar um eletrão desse átomo?

GRUPO II

1. O sulfureto de hidrogénio, $\text{H}_2\text{S(g)}$, é um gás incolor que tem um cheiro característico a ovos podres.

1.1. A tabela seguinte apresenta os volumes, V , de diferentes amostras de $\text{H}_2\text{S(g)}$ e as respetivas massas, m , à pressão de 1 atm e à temperatura de 55 °C.

V/dm^3	m/g
3,4	4,3
6,7	8,5
10,1	12,8
13,5	17,1

Determine o volume molar do gás, nas condições de pressão e de temperatura referidas.

Comece por obter a densidade (ou massa volúmica) do gás, a partir do declive da reta que melhor se ajusta ao conjunto de valores apresentados na tabela (utilize a calculadora gráfica).

Apresente todas as etapas de resolução.

1.2. Considere uma amostra de $\text{H}_2\text{S(g)}$ com o dobro do volume de uma amostra de metano, $\text{CH}_4\text{(g)}$, nas mesmas condições de pressão e de temperatura.

Nessas condições, as amostras contêm

- (A) a mesma quantidade de moléculas.
- (B) o mesmo número de moléculas.
- (C) a mesma quantidade de átomos.
- (D) o mesmo número de átomos de hidrogénio.

1.3. O $\text{H}_2\text{S(g)}$ libertado pelos vulcões reage, a temperaturas elevadas, com o oxigénio do ar, formando-se dióxido de enxofre, $\text{SO}_2\text{(g)}$, e água, $\text{H}_2\text{O(g)}$.

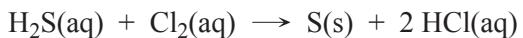
Escreva a equação química que traduz esta reação e justifique o facto de a emissão de $\text{SO}_2\text{(g)}$ para a atmosfera contribuir para o aumento da acidez da água da chuva.

2. O sulfureto de hidrogénio dissolve-se em água, dando origem ao ácido sulfídrico, H₂S(aq).

2.1. Se o teor de sulfureto de hidrogénio numa solução aquosa for 22 ppm, a massa, expressa em mg, de H₂S em 1 kg dessa solução é

- (A) 22×10^{-3}
- (B) 22×10^6
- (C) 22×10^3
- (D) 22

2.2. O mau cheiro de uma solução contendo H₂S(aq) pode ser removido pela adição de cloro, Cl₂(aq), a essa solução. A reação que ocorre é traduzida por



Nesta reação, o agente redutor é o

- (A) Cl₂(aq) que é oxidado pelo H₂S(aq).
- (B) H₂S(aq) que é oxidado pelo Cl₂(aq).
- (C) Cl₂(aq) que é reduzido pelo H₂S(aq).
- (D) H₂S(aq) que é reduzido pelo Cl₂(aq).

3. O ácido sulfídrico, H₂S(aq), é um ácido diprótico muito fraco. A reação deste ácido com a água pode ser traduzida por

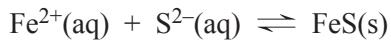


A constante de acidez do H₂S(aq), definida para a reação anterior, é $6,8 \times 10^{-23}$, a 25 °C.

3.1. A uma dada temperatura, o ácido sulfídrico

- (A) dissocia-se tanto mais quanto maior for o pH do meio.
- (B) dissocia-se tanto mais quanto menor for o pH do meio.
- (C) ioniza-se tanto mais quanto maior for o pH do meio.
- (D) ioniza-se tanto mais quanto menor for o pH do meio.

- 3.2.** O sulfureto de ferro, FeS, é um sal bastante insolúvel em água, cujo produto de solubilidade é $6,3 \times 10^{-18}$, a 25 °C. A precipitação deste sal, em solução aquosa, pode ser traduzida por



Admita que se pretende precipitar sulfureto de ferro a partir de uma solução que contém 4,47 g de ião $\text{Fe}^{2+}(\text{aq})$ ($M = 55,85 \text{ g mol}^{-1}$) por dm^3 , utilizando ácido sulfídrico de concentração $0,10 \text{ mol dm}^{-3}$, que é mantida constante ao longo da reação.

Determine a concentração hidrogeniónica necessária para que o sulfureto de ferro possa precipitar.

Apresente todas as etapas de resolução.

- 4.** As moléculas de H_2S e de H_2O têm ambas geometria angular, apresentando o mesmo número de eletrões de valência.

Na molécula de H_2S existem, no total, _____ eletrões de valência, sendo _____ deles não ligantes.

- (A) seis ... dois
- (B) oito ... quatro
- (C) oito ... dois
- (D) seis ... quatro

GRUPO III

As curvas representadas no gráfico da Figura 1 traduzem a concentração, c , ao longo do tempo, t , das espécies A, B e C que intervêm numa reação química em fase gasosa. O sistema químico atinge um estado de equilíbrio a uma temperatura T .

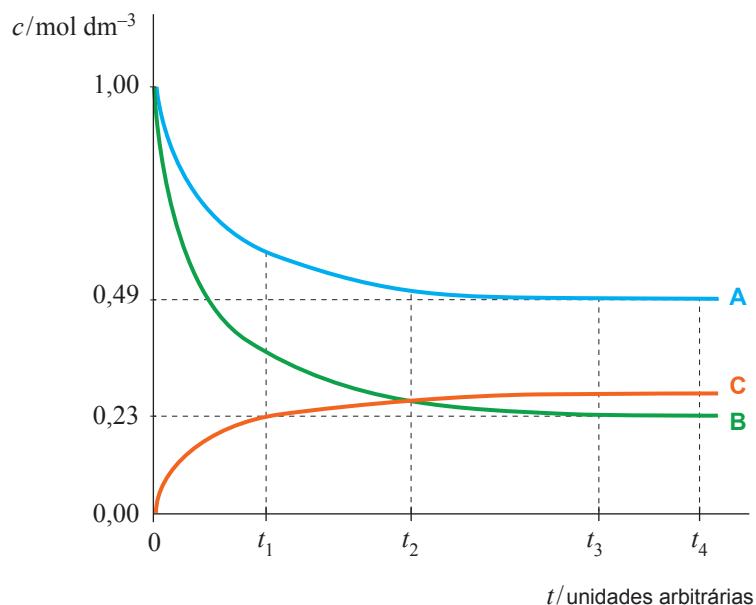


Figura 1

1. Em que proporção reagem entre si as espécies A e B?

- (A) 2 mol A : 3 mol B
- (B) 1 mol A : 2 mol B
- (C) 3 mol A : 2 mol B
- (D) 2 mol A : 1 mol B

2. O instante a partir do qual se pode considerar que o sistema químico atinge um estado de equilíbrio é

- (A) t_4
- (B) t_3
- (C) t_2
- (D) t_1

3. Considere que num determinado instante, depois de atingido o estado de equilíbrio à temperatura T , se aumenta a concentração da espécie A.

Conclua, justificando, como variará o quociente da reação, após o aumento da concentração da espécie A, até ser atingido um novo estado de equilíbrio, à mesma temperatura.

GRUPO IV

Com o objetivo de determinar a capacidade térmica mássica do cobre e do alumínio, um grupo de alunos utilizou sucessivamente blocos calorimétricos desses metais, numa montagem semelhante à representada na Figura 2.

Os alunos começaram por introduzir um sensor de temperatura, ligado a um sistema de aquisição de dados, num dos orifícios de um desses blocos calorimétricos e uma resistência de aquecimento no outro orifício. Tiveram, ainda, o cuidado de proceder de modo a otimizar o contacto térmico do bloco, quer com o sensor, quer com a resistência, e a minimizar a taxa de dissipaçāo de energia do bloco. Seguidamente, os alunos montaram um circuito elétrico, ligando a resistência de aquecimento a uma fonte de alimentação, a um voltímetro, a um amperímetro e a um interruptor.

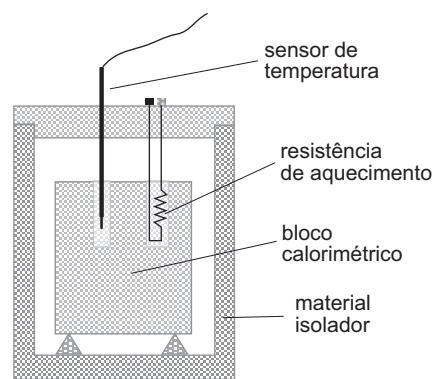
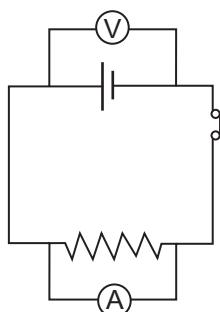


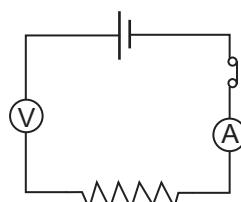
Figura 2

1. Qual dos esquemas seguintes pode representar o circuito elétrico montado pelos alunos?

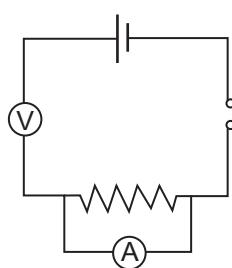
(A)



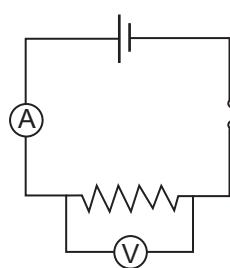
(B)



(C)



(D)



2. Os alunos ligaram o interruptor do circuito elétrico e iniciaram, simultaneamente, o registo da temperatura do bloco de cobre em função do tempo.

2.1. Identifique uma das grandezas que os alunos tiveram de medir para calcularem a potência dissipada pela resistência de aquecimento.

2.2. A potência dissipada pela resistência de aquecimento na experiência realizada foi 1,58 W.

A Figura 3 apresenta o gráfico da temperatura do bloco de cobre, de massa 1,00 kg, em função do tempo.

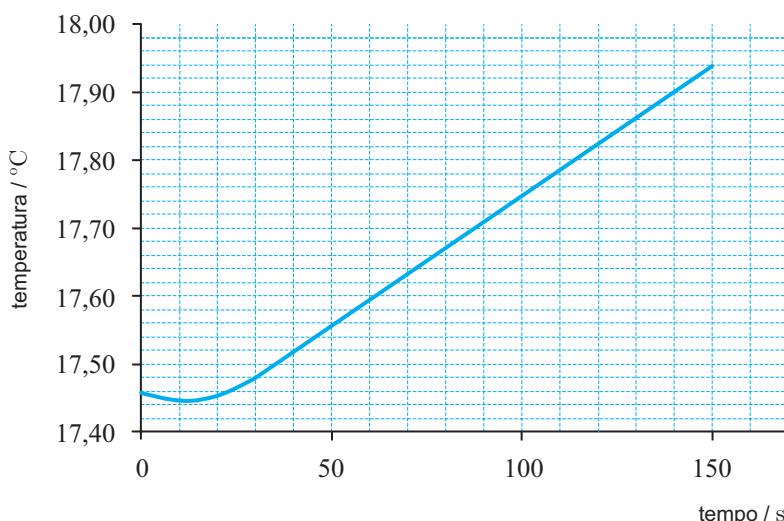


Figura 3

Determine, a partir dos resultados da experiência, o valor da capacidade térmica mássica do cobre.

Apresente todas as etapas de resolução.

3. Seguidamente, os alunos repetiram a experiência, nas mesmas condições, substituindo apenas o bloco de cobre por outro de alumínio, aproximadamente com a mesma massa.

A Figura 4 apresenta o esboço dos gráficos da temperatura de cada um dos blocos, em função do tempo.

Conclua, justificando, qual dos dois metais, cobre ou alumínio, terá maior capacidade térmica mássica.

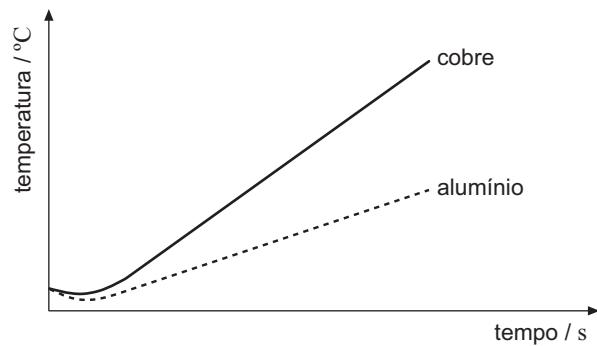


Figura 4

GRUPO V

Um carrinho de brincar desloca-se sobre uma pista que pode ser montada com diferentes formatos.

1. Considere que a pista é montada de modo que o carrinho descreva sobre ela uma trajetória circular, num mesmo plano horizontal, com velocidade de módulo constante.

- 1.1. Caracterize os vetores velocidade e aceleração do carrinho quanto à sua direção e quanto ao seu sentido, relativamente à trajetória descrita.

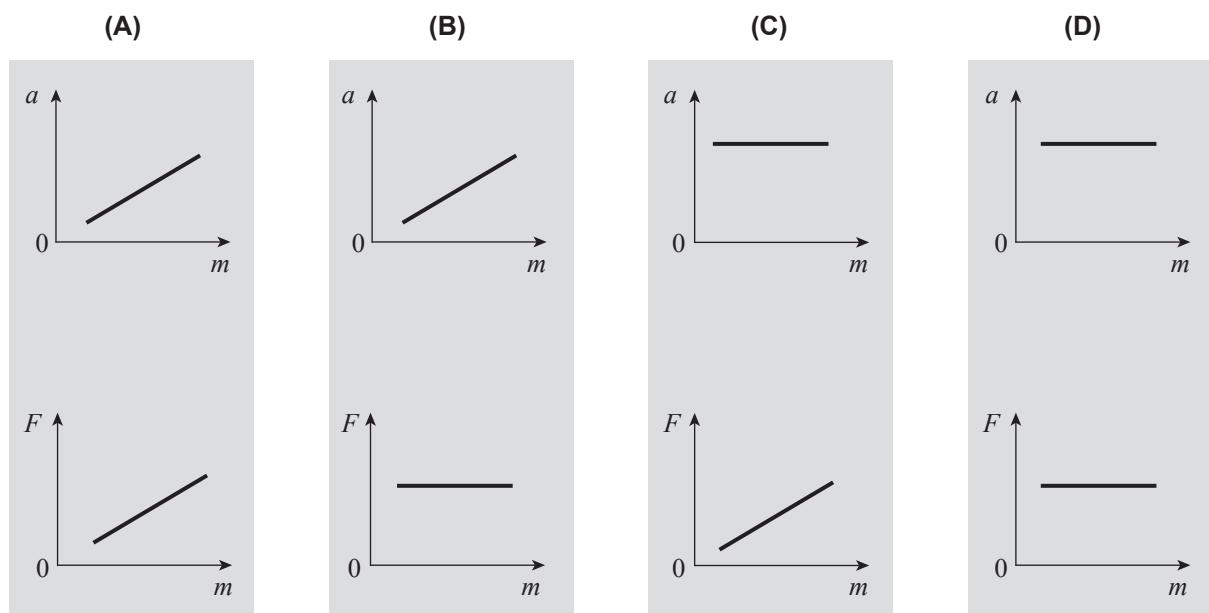
- 1.2. Considere que a trajetória circular descrita pelo carrinho tem 50,0 cm de diâmetro e que o carrinho demora, em média, 47,6 s a descrever 5 voltas completas.

Determine o módulo da aceleração do carrinho.

Apresente todas as etapas de resolução.

- 1.3. Admita que se colocaram sobrecargas de massa sucessivamente maior no carrinho e que os conjuntos *carrinho + sobrecarga* se deslocaram sobre a pista demorando o mesmo tempo a descrever uma volta completa.

Qual das opções seguintes apresenta os esboços dos gráficos que podem representar corretamente o módulo da aceleração, a , dos conjuntos *carrinho + sobrecarga* e a intensidade da resultante das forças neles aplicadas, F , em função da massa, m , daqueles conjuntos?



2. Considere que a pista é agora montada formando uma rampa sobre a qual o carrinho percorre trajetórias retilíneas no sentido descendente ou no sentido ascendente.

- 2.1. Na Figura 5, apresenta-se o esboço do gráfico que pode representar a soma dos trabalhos realizados pelas forças aplicadas no carrinho, W , em função da distância, d , percorrida pelo carrinho, à medida que este desce a rampa.

Qual é o significado físico do declive da reta representada?

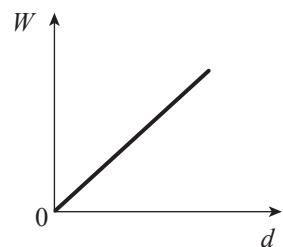


Figura 5

- 2.2. Conclua, justificando, se existe conservação da energia mecânica do sistema *carrinho + Terra* quando o carrinho sobe a rampa com velocidade constante.

3. A Figura 6 representa o espectro do som emitido pela buzina do carrinho.

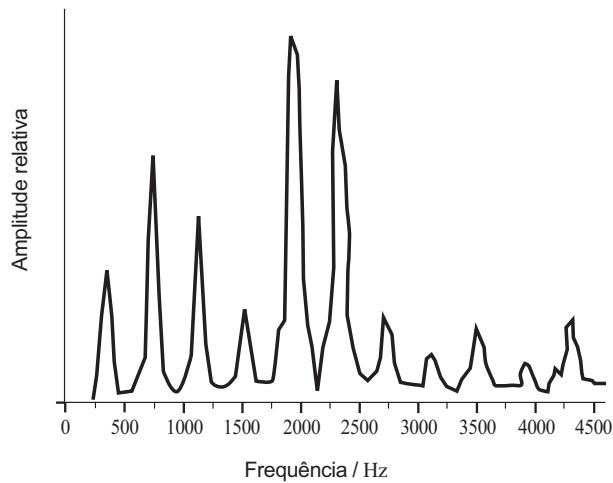


Figura 6

O espectro representado permite concluir que o som emitido pela buzina do carrinho é

- (A) complexo, resultando da sobreposição de vários harmónicos.
- (B) harmónico, podendo ser descrito por uma função sinusoidal.
- (C) intenso, porque algumas das suas frequências são muito elevadas.
- (D) puro, resultando da sobreposição de várias frequências.

GRUPO VI

1. A Figura 7 representa parte do trajeto de um feixe de luz monocromática que se propaga no ar e que incide numa face de um paralelepípedo de vidro *Flint*, propagando-se depois no interior do vidro.

Os ângulos de incidência e de refração são, respetivamente, $24,0^\circ$ e $16,0^\circ$.

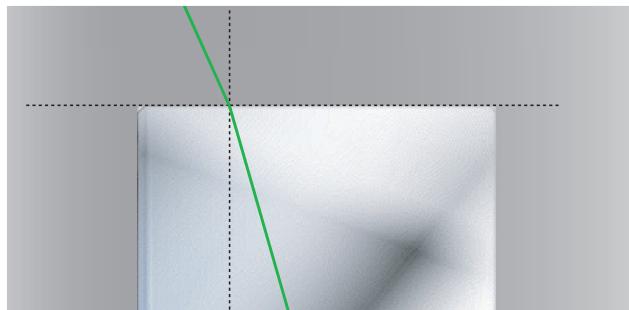


Figura 7

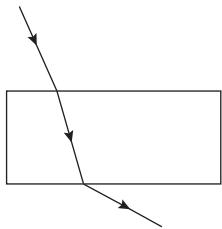
- 1.1. Determine a velocidade de propagação do feixe de luz monocromática no interior do vidro *Flint*.

Apresente todas as etapas de resolução.

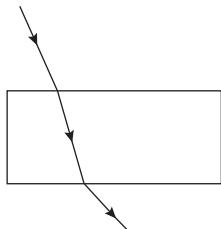
$$n_{\text{ar}} (\text{índice de refração do ar}) = 1,00$$

- 1.2. Qual dos esquemas seguintes pode representar o trajeto do feixe de luz monocromática ao propagar-se do interior do vidro *Flint* novamente para o ar?

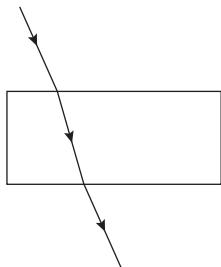
(A)



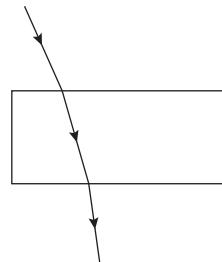
(B)



(C)



(D)



2. A reflexão total da luz ocorre quando esta incide na superfície de separação entre um meio e outro de

- (A) maior índice de refração, com um ângulo de incidência superior ao ângulo crítico.
(B) menor índice de refração, com um ângulo de incidência superior ao ângulo crítico.
(C) maior índice de refração, com um ângulo de incidência inferior ao ângulo crítico.
(D) menor índice de refração, com um ângulo de incidência inferior ao ângulo crítico.

FIM

COTAÇÕES

GRUPO I

1.	.....	5 pontos
2.	.....	5 pontos
3.	.....	5 pontos
4.	.....	5 pontos
		20 pontos

GRUPO II

1.	.....	10 pontos
1.1.	.....	5 pontos
1.2.	.....	10 pontos
2.	.....	5 pontos
2.1.	.....	5 pontos
2.2.	.....	5 pontos
3.	.....	5 pontos
3.1.	.....	15 pontos
3.2.	.....	5 pontos
4.	.....
		60 pontos

GRUPO III

1.	.....	5 pontos
2.	.....	5 pontos
3.	.....	10 pontos
		20 pontos

GRUPO IV

1.	.....	5 pontos
2.	.....
2.1.	.....	5 pontos
2.2.	.....	10 pontos
3.	.....	10 pontos
		30 pontos

GRUPO V

1.	.....	10 pontos
1.1.	.....	10 pontos
1.2.	.....	5 pontos
2.	.....
2.1.	.....	5 pontos
2.2.	.....	15 pontos
3.	.....	5 pontos
		50 pontos

GRUPO VI

1.	.....	10 pontos
1.1.	.....	5 pontos
1.2.	.....	5 pontos
2.	.....
		20 pontos

TOTAL 200 pontos