
Prova Escrita de Física e Química A

11.º/12.º Anos de Escolaridade

Prova 715/2.ª Fase

16 Páginas

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

2009

VERSÃO 1

Na sua folha de respostas, indique de forma legível a versão da prova.

A ausência desta 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.

Utilize a régua, o esquadro, o transferidor e a máquina de calcular gráfica sempre que for necessário.

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

Escreva de forma legível a numeração dos grupos e dos itens, bem como as respectivas respostas. As respostas ilegíveis ou que não possam ser 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 alternativa correcta.

Nos itens em que é pedido o cálculo de uma grandeza, apresente todas as etapas de resolução, explicitando todos os cálculos efectuados 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.

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	$g = 10 \text{ m s}^{-2}$
Massa da Terra	$M_T = 5,98 \times 10^{24} \text{ kg}$
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 iónico 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 fotoeléctrico** $E_{\text{rad}} = E_{\text{rem}} + E_c$
E_{rad} – energia de um fóton da radiação incidente no metal
E_{rem} – energia de remoção de um electrão do metal
E_c – energia cinética do electrão removido
- **Concentração de solução** $c = \frac{n}{V}$
n – quantidade de soluto
V – volume de solução
- **Relação entre pH e concentração de H₃O⁺** $\text{pH} = -\log \left\{ [\text{H}_3\text{O}^+] / \text{mol dm}^{-3} \right\}$
- **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** $P = e \sigma A T^4$
P – potência total irradiada por um corpo
e – emissividade
σ – constante de Stefan-Boltzmann
A – área da superfície do corpo
T – temperatura absoluta 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 transmissão de energia como calor**..... $\frac{Q}{\Delta t} = k \frac{A}{\ell} \Delta T$
Q – energia transferida através de uma barra como calor, no intervalo de tempo *Δt*
k – condutividade térmica do material de que é constituída a barra
A – área da secção recta da barra
ℓ – comprimento da barra
ΔT – diferença de temperatura entre as extremidades da barra
- **Trabalho realizado por uma força constante, \vec{F} , que actua sobre um corpo em movimento rectilíneo** $W = F d \cos \alpha$
d – módulo do deslocamento do ponto de aplicação da força
α – ângulo definido pela força e pelo deslocamento

- **Energia cinética de translação** $E_c = \frac{1}{2} m v^2$
 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 actuam 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 actuam num corpo de massa m
 \vec{a} – aceleração do centro de massa do corpo
- **Equações do movimento unidimensional com aceleração constante** $x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$
 $v = v_0 + a t$
 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 aceleração de módulo constante** $a_c = \frac{v^2}{r}$
 $v = \frac{2\pi r}{T}$
 $\omega = \frac{2\pi}{T}$
 a_c – módulo da aceleração centrípeta
 v – módulo da velocidade linear
 r – raio da trajectória
 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 direcção do campo e a direcção perpendicular à superfície
- **Força electromotriz 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 refacção** $n_1 \sin \alpha_1 = n_2 \sin \alpha_2$
 n_1, n_2 – índices de refacção dos meios 1 e 2, respectivamente
 α_1, α_2 – ângulos entre as direcções de propagação da onda e da normal à superfície separadora no ponto de incidência, nos meios 1 e 2, respectivamente

TABELA PERIÓDICA DOS ELEMENTOS QUÍMICOS

18																		
2																		
1	H 1,01																	He 4,00
3																		10
Li 6,94	Be 9,01															F 19,00	Ne 20,18	
11																		17
Na 22,99	Mg 24,31															Cl 35,45	Ar 39,95	
19																		35
K 39,10	Ca 40,08															Br 79,90	Kr 83,80	
37																		53
Rb 85,47	Sr 87,62															I 126,90	Xe 131,29	
55																		85
Cs 132,91	Ba 137,33															Po [208,98]	Rn [222,02]	
87																		103
Fr [223]	Ra [226]															At [209,99]	Lr [262]	

18																		
2																		
3																		10
La 138,91	Ce 140,12															Yb 173,04	Lu 174,98	
57																		71
Pr 140,91	Nd 144,24															Tm 168,93	Yb 173,04	
89																		103
Ac [227]	Th 232,04															Es [252]	Lr [262]	

18																		
2																		
3																		10
La 138,91	Ce 140,12															Yb 173,04	Lu 174,98	
57																		71
Pr 140,91	Nd 144,24															Tm 168,93	Yb 173,04	
89																		103
Ac [227]	Th 232,04															Es [252]	Lr [262]	

1. Leia o seguinte texto.

A maior parte da água na Natureza está já contaminada – pelo sal. Este simples facto torna essa água completamente inútil para os organismos em terra, uma vez que, mesmo para a maior parte dos fins industriais, a água do mar é demasiado corrosiva.

Para satisfazer a necessidade e a procura crescentes de água, o ideal seria, obviamente, aumentar a quantidade total de água doce disponível para o consumo humano. Poderemos, assim, redimir a água do mar e fazer com que ela nos sirva directamente?

A resposta é afirmativa, mas a um preço que é, na maior parte dos casos, completamente proibitivo. A remoção dos sais da água do mar ou da água salobra – um processo designado por dessalinização – fornece menos de 0,2% da água doce utilizada no globo.

O método mais antigo e mais simples de dessalinização é a destilação, sendo realizado, em larga escala, apenas em países cuja necessidade desesperada de água está associada a uma economia relativamente abastada. A primeira de todas as unidades de dessalinização, construída no mar Vermelho, para abastecer os navios coloniais britânicos, utilizava este método, continuando ainda hoje, depois de vários melhoramentos introduzidos, a fornecer uma parte considerável da água dessalinizada do mundo.

O principal método alternativo de dessalinização fornece água potável a menos de metade do custo, verificando-se, contudo, que o método de remoção dos sais utilizado nessa técnica de dessalinização não é suficientemente eficaz, o que torna a técnica passível de ser utilizada apenas na purificação de água salobra.

Philip Ball, *H₂O – Uma Biografia da Água*, Temas e Debates, 2002 (adaptado)

1.1. Selecciona, com base na informação dada no texto, a única alternativa correcta.

- (A) A maior parte da água na Natureza é apropriada ao consumo humano.
- (B) Uma parte considerável da água potável actualmente utilizada é obtida por destilação.
- (C) A destilação é um processo muito pouco eficaz na remoção dos sais da água do mar.
- (D) A dessalinização fornece apenas uma pequena percentagem da água potável actualmente consumida.

1.2. Elabore um texto no qual aborde os seguintes tópicos, relacionados com a dessalinização da água do mar:

- indicação dos processos físicos que ocorrem durante a destilação da água do mar, referindo em que se baseia este método de separação;
- apresentação de uma razão justificativa do elevado custo que aquele método de dessalinização envolve;
- referência a um método alternativo de dessalinização.

- 1.3. Na água do mar têm-se dissolvido, ao longo de milhares de milhões de anos, várias substâncias que incluem sais inorgânicos, gases e compostos orgânicos provenientes dos organismos marinhos.

Na tabela seguinte, indica-se a composição média aproximada da água do mar, relativa aos seus componentes maioritários.

Componente	mol / kg de água do mar
NaCl	0,4186
MgCl ₂	0,0596
Na ₂ SO ₄	0,02856
KCl	0,01
CaCl ₂	0,005

Fonte: *Boletim da Sociedade Portuguesa de Química*,
n.º 101, Abril-Junho 2006

- 1.3.1. Seleccione a única alternativa que identifica o ião presente em maior quantidade na água do mar.

- (A) Na⁺
- (B) Cl⁻
- (C) SO₄²⁻
- (D) Ca²⁺

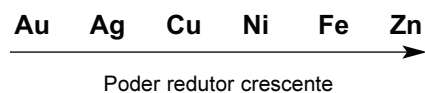
- 1.3.2. Seleccione a única alternativa que permite calcular a composição, em ião sulfato, SO₄²⁻, ($M = 96,07 \text{ g mol}^{-1}$), da água do mar, expressa em ppm.

- (A) $\left(\frac{0,02856 \times 96,07 \times 4}{10^3} \times 10^6 \right) \text{ ppm}$
- (B) $\left(\frac{0,02856 \times 10^3}{96,07} \times 10^6 \right) \text{ ppm}$
- (C) $\left(\frac{0,02856 \times 10^3}{96,07 \times 4} \times 10^6 \right) \text{ ppm}$
- (D) $\left(\frac{0,02856 \times 96,07}{10^3} \times 10^6 \right) \text{ ppm}$

1.4. Os efeitos corrosivos da água do mar, responsáveis pela deterioração dos metais, podem ser observados em moedas antigas encontradas no fundo do mar.

1.4.1. Considere uma moeda de cobre (Cu) e uma moeda de ouro (Au).

Indique, justificando com base na informação fornecida a seguir, qual das moedas terá sofrido corrosão em maior extensão.



1.4.2. Considere uma moeda constituída por uma liga de prata, cobre e níquel.

Para determinar a sua composição em prata (Ag), dissolveu-se a moeda, de massa 14,10 g, em ácido e diluiu-se a solução resultante, até perfazer um volume de 1000 cm³.

A 100 cm³ da solução adicionou-se ácido clorídrico, HCl(aq), em excesso, de modo que toda a prata existente em solução precipitasse na forma de cloreto de prata, AgCl ($M = 143,32 \text{ g mol}^{-1}$).

O precipitado de AgCl foi, então, separado por filtração, lavado, seco e pesado, tendo-se determinado o valor de 0,85 g.

Calcule a percentagem, em massa, de prata na moeda analisada.

Apresente todas as etapas de resolução.

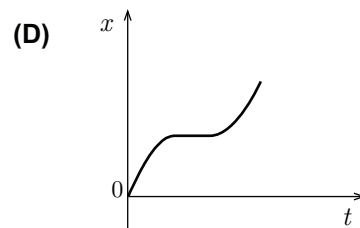
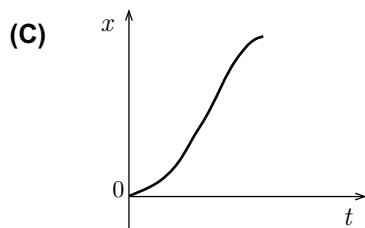
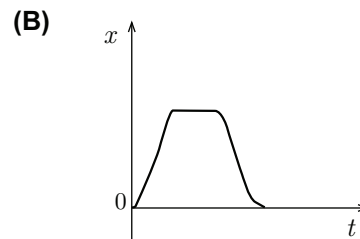
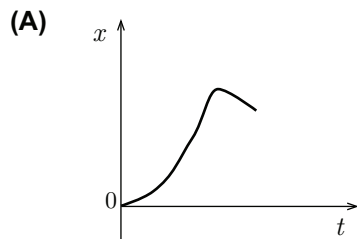
2. Os sistemas de navegação modernos recorrem a receptores GPS, que recebem, em alto mar, sinais electromagnéticos de um conjunto de satélites.

2.1. O esboço abaixo representa uma imagem estroboscópica do movimento de um barco, entre os pontos A e B.

Numa imagem estroboscópica, as posições de um objecto são representadas a intervalos de tempo iguais.



Seleccione o único gráfico que pode traduzir a posição, x , do barco, em relação ao referencial representado, em função do tempo decorrido.



2.2. Cada um dos satélites do sistema GPS descreve órbitas aproximadamente circulares, com um período de 12 horas.

2.2.1. Indique, justificando, se os satélites do sistema GPS são geoestacionários.

2.2.2. Selecciona a única alternativa que permite calcular, em rad s^{-1} , o módulo da velocidade angular de um satélite GPS.

(A) $2\pi \times 12 \times 3600 \text{ rad s}^{-1}$

(B) $\frac{2\pi \times 12}{3600} \text{ rad s}^{-1}$

(C) $\frac{2\pi \times 3600}{12} \text{ rad s}^{-1}$

(D) $\frac{2\pi}{12 \times 3600} \text{ rad s}^{-1}$

2.2.3. Os satélites do sistema GPS deslocam-se a uma velocidade de módulo $3,87 \times 10^3 \text{ m s}^{-1}$.

Determine o tempo que um sinal electromagnético, enviado por um desses satélites, leva a chegar ao receptor se o satélite e o receptor se encontrarem numa mesma vertical de lugar.

Apresente todas as etapas de resolução.

$$\text{raio da Terra} = 6,4 \times 10^6 \text{ m}$$

2.3. A determinação correcta de uma posição, usando o sistema GPS, requer que o satélite e o receptor estejam em linha de vista.

Selecciona a única alternativa que permite obter uma afirmação correcta.

O sistema GPS utiliza, nas comunicações, radiações na gama das microondas, porque estas radiações...

(A) se reflectem apreciavelmente na ionosfera.

(B) são facilmente absorvidas pela atmosfera.

(C) se propagam praticamente em linha recta, na atmosfera.

(D) se difractam apreciavelmente, junto à superfície terrestre.

2.4. A transmissão de informação a longa distância, por meio de ondas electromagnéticas, requer a modulação de sinais. Por exemplo, nas emissões rádio em AM, os sinais áudio são modulados em amplitude.

Na figura 1, estão representadas graficamente, em função do tempo, as intensidades de um sinal áudio, de um sinal de uma onda portadora e de um sinal modulado em amplitude (valores expressos em unidades arbitrárias).

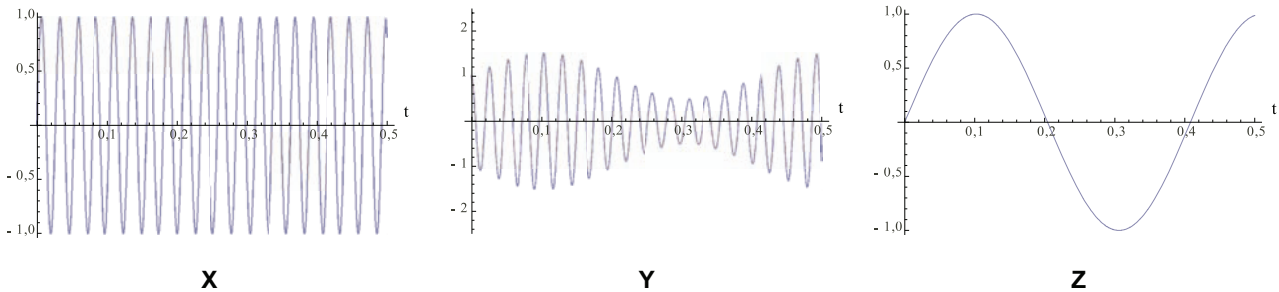


Fig. 1

Selecione, com base na informação dada, a única alternativa correcta.

- (A) O gráfico X refere-se ao sinal áudio.
- (B) O gráfico Y refere-se ao sinal da onda portadora.
- (C) O gráfico Z refere-se ao sinal modulado em amplitude.
- (D) O gráfico Z refere-se ao sinal áudio.

2.5. O funcionamento de um microfone de indução baseia-se na indução electromagnética.

Na figura 2, encontra-se representado o gráfico do fluxo magnético que atravessa uma determinada bobina, em função do tempo.

Indique o intervalo de tempo em que foi nula a força electromotriz induzida nessa bobina.

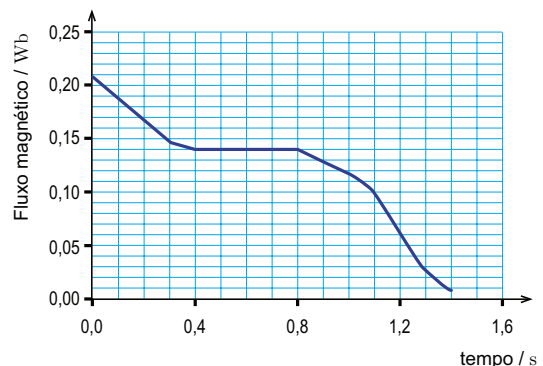


Fig. 2

2.6. Selecione a única alternativa que contém os termos que preenchem, sequencialmente, os espaços seguintes, de modo a obter uma afirmação correcta.

Um sinal sonoro _____ de um meio material para se propagar, sendo as ondas sonoras _____ nos gases.

- (A) necessita ... transversais
- (B) não necessita ... transversais
- (C) não necessita ... longitudinais
- (D) necessita ... longitudinais

3. A placa de cobre, maciça e homogénea, de espessura ℓ , representada na figura 3, permite a dissipação de energia de uma fonte quente (placa metálica X), mantida a uma temperatura constante, T_X , para uma fonte fria (placa metálica Y), mantida a uma temperatura constante, T_Y .

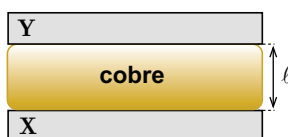


Fig. 3

- 3.1. Identifique o mecanismo de transferência de energia como calor entre as placas X e Y, através da placa de cobre.

- 3.2. Identifique a propriedade física que permite distinguir bons e maus condutores de calor.

- 3.3. Seleccione a única alternativa que permite obter uma afirmação correcta.

Se a placa de cobre for substituída por outra, idêntica, mas com metade da espessura, a energia transferida por unidade de tempo, entre as placas X e Y, ...

(A) reduz-se a $\frac{1}{2}$.

(B) quadruplica.

(C) duplica.

(D) reduz-se a $\frac{1}{4}$.

- 3.4. Seleccione a única alternativa que contém os termos que preenchem, sequencialmente, os espaços seguintes, de modo a obter uma afirmação correcta.

A placa X encontra-se a uma temperatura _____ à temperatura da placa Y, sendo o comprimento de onda da radiação mais intensa emitida pela placa X _____ do que o comprimento de onda da radiação mais intensa emitida pela placa Y.

(A) superior ... maior

(B) inferior ... menor

(C) superior ... menor

(D) inferior ... maior

4. Na figura 4, está representado um diagrama de níveis de energia, no qual estão assinaladas algumas transições electrónicas que podem ocorrer no átomo de hidrogénio.

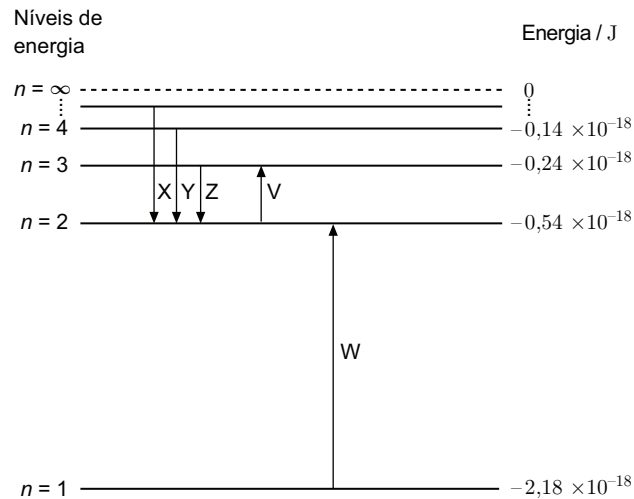


Fig. 4

4.1. Algumas das transições electrónicas assinaladas na figura 4 estão relacionadas com as riscas de cor que se observam no espectro de emissão do hidrogénio, abaixo representado.



Selecione a única alternativa que refere a transição electrónica que corresponde à risca vermelha do espectro de emissão do hidrogénio.

- (A) Transição Z
- (B) Transição W
- (C) Transição X
- (D) Transição V

4.2. Selecione a única alternativa que apresenta o valor da energia de ionização do hidrogénio, expresso em J mol^{-1} .

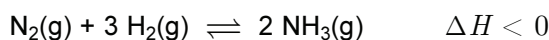
- (A) $2,18 \times 10^5 \text{ J mol}^{-1}$
- (B) $7,86 \times 10^6 \text{ J mol}^{-1}$
- (C) $1,09 \times 10^5 \text{ J mol}^{-1}$
- (D) $1,31 \times 10^6 \text{ J mol}^{-1}$

4.3. Considere que um átomo de hidrogénio se encontra no primeiro estado excitado ($n = 2$) e que, sobre esse átomo, incide radiação de energia igual a $3,6 \times 10^{-19}$ J.

Indique, justificando, se ocorrerá a transição do electrão para o nível energético seguinte.

5. O processo de síntese industrial do amoníaco, desenvolvido pelos químicos alemães Haber e Bosch, no início do século XX, permitiu obter, em larga escala, aquela substância, matéria-prima essencial no fabrico de adubos químicos.

A síntese do amoníaco, muito estudada do ponto de vista do equilíbrio químico, pode ser representada por:



5.1. Considere que se fez reagir, na presença de um catalisador, 0,500 mol de $\text{N}_2(\text{g})$ e 0,800 mol de $\text{H}_2(\text{g})$, num recipiente com o volume de $1,00 \text{ dm}^3$. Admita que, quando o equilíbrio foi atingido, à temperatura T , existiam no recipiente, além de $\text{N}_2(\text{g})$ e $\text{H}_2(\text{g})$, 0,150 mol de NH_3 .

Calcule o rendimento da reacção de síntese.

Apresente todas as etapas de resolução.

5.2. Seleccione a única alternativa que contém os termos que preenchem, sequencialmente, os espaços seguintes, de modo a obter uma afirmação correcta.

Se ocorrer um aumento da temperatura do sistema, inicialmente em equilíbrio, este irá evoluir no sentido da reacção _____, verificando-se um _____ da concentração do produto.

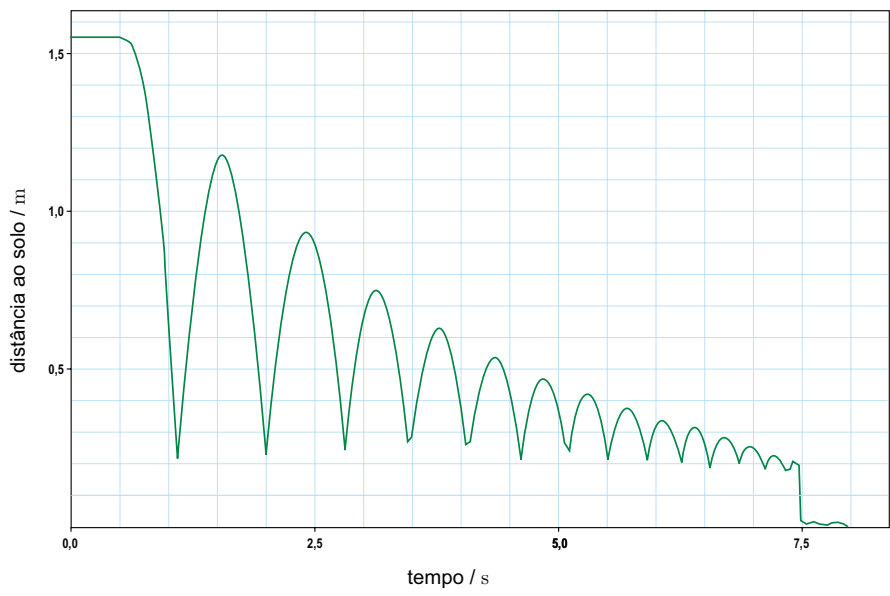
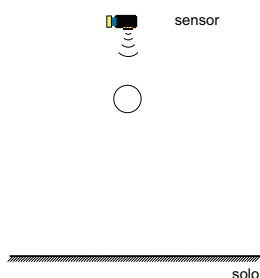
(A) directa ... decréscimo

(B) inversa ... decréscimo

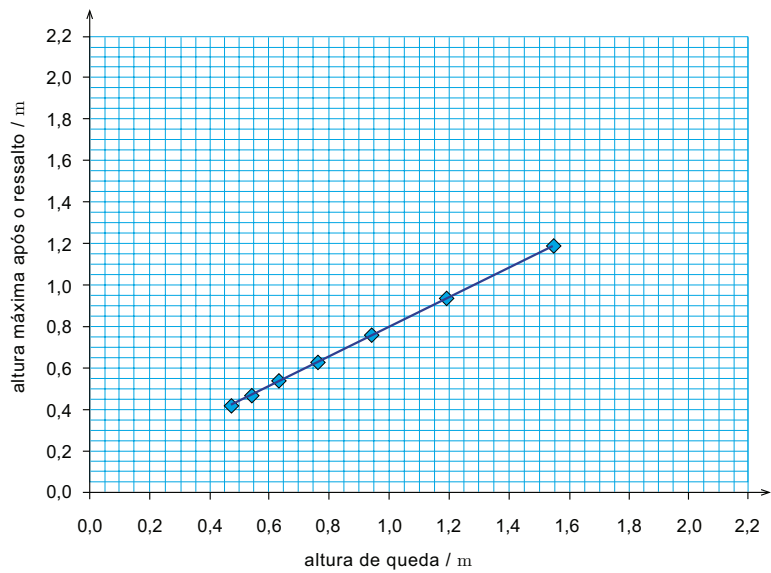
(C) inversa ... aumento

(D) directa ... aumento

6. Numa aula laboratorial, um grupo de alunos estudou a relação entre a altura de queda de uma bola e a altura máxima por ela atingida, em sucessivos ressaltos. Com esse objectivo, os alunos colocaram a bola sob um sensor de posição, como representado na figura 5, e deixaram-na cair. Com um programa adequado obtiveram, num computador, o gráfico da distância da bola ao solo, em função do tempo, representado na figura 6.



Com base no gráfico anterior, os alunos construíram o gráfico da altura máxima atingida pela bola após cada ressalto, em função da altura de queda correspondente, que se encontra representado na figura 7.



6.1. Qual é a forma da trajectória descrita pela bola enquanto esta se encontra no campo de visão do sensor?

6.2. Seleccione a única alternativa que permite obter uma afirmação correcta.

Se os alunos deixarem cair a bola de uma altura de 2,0 m, é previsível que ela atinja, no primeiro ressalto, uma altura de...

(A) 1,6 m.

(B) 1,5 m.

(C) 1,4 m.

(D) 1,3 m.

6.3. Justifique, considerando desprezável a resistência do ar, por que razão, depois de cada ressalto, a bola não sobe até à altura de que caiu.

6.4. O coeficiente de restituição dos materiais em colisão é dado, neste caso, pela razão entre os módulos da velocidade da bola, imediatamente após a colisão, e da velocidade da bola, imediatamente antes dessa colisão:

$$\text{coeficiente de restituição} = \frac{\text{módulo da velocidade, imediatamente após a colisão}}{\text{módulo da velocidade, imediatamente antes da colisão}}$$

Calcule o coeficiente de restituição no primeiro ressalto, considerando a relação entre os módulos das velocidades acima referidas e as alturas de queda e de ressalto da bola.

Apresente todas as etapas de resolução.

FIM

COTAÇÕES

1.		
1.1.	.....	5 pontos
1.2.	.....	20 pontos
1.3.		
1.3.1.	.....	5 pontos
1.3.2.	.....	5 pontos
1.4.		
1.4.1.	.....	10 pontos
1.4.2.	.....	20 pontos
2.		
2.1.	.....	5 pontos
2.2.		
2.2.1.	.....	10 pontos
2.2.2.	.....	5 pontos
2.2.3.	.....	10 pontos
2.3.	.....	5 pontos
2.4.	.....	5 pontos
2.5.	.....	5 pontos
2.6.	.....	5 pontos
3.		
3.1.	.....	5 pontos
3.2.	.....	5 pontos
3.3.	.....	5 pontos
3.4.	.....	5 pontos
4.		
4.1.	.....	5 pontos
4.2.	.....	5 pontos
4.3.	.....	10 pontos
5.		
5.1.	.....	10 pontos
5.2.	.....	5 pontos
6.		
6.1.	.....	5 pontos
6.2.	.....	5 pontos
6.3.	.....	10 pontos
6.4.	.....	10 pontos
	TOTAL	200 pontos