



Prova Escrita de Física e Química A

10.º e 11.º Anos de Escolaridade

Prova 715/2.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 citações 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 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 fotoelétrico** $E_{\text{rad}} = E_{\text{rem}} + E_c$
 E_{rad} – energia de um fóton da radiação incidente no metal
 E_{rem} – energia de remoção de um 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 H_3O^+** $\text{pH} = -\log \{[\text{H}_3\text{O}^+] / \text{mol dm}^{-3}\}$

- **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** $P = e \sigma A T^4$
 P – potência total irradiada pela superfície de um corpo
 e – 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, 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 $v = v_0 + a t$
 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 $v = \frac{2\pi r}{T}$
 r – raio da trajetória
 T – período do movimento $\omega = \frac{2\pi}{T}$
 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

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]

Número atômico

Elemento

Massa atômica relativa

21

Sc

44,96

22

Ti

47,87

23

V

50,94

24

Cr

52,00

25

Mn

54,94

26

Fe

55,85

27

Co

58,93

28

Ni

58,69

29

Cu

63,55

30

Zn

65,41

31

Ga

69,72

32

Ge

72,64

39

Y

88,91

40

Zr

91,22

41

Nb

92,91

42

Mo

95,94

43

Tc

97,91

44

Ru

101,07

45

Rh

102,91

46

Pd

106,42

47

Ag

107,87

48

Cd

112,41

49

In

114,82

50

Sn

118,71

51

Sb

121,76

52

Te

127,60

53

I

126,90

54

Xe

131,29

57-71

Lantanídeos

72

Hf

178,49

73

Ta

180,95

74

W

183,84

75

Re

186,21

76

Os

190,23

77

Ir

192,22

78

Pt

195,08

79

Au

196,97

80

Hg

200,59

89-103

Actínídeos

104

Rf

[261]

105

Db

[262]

106

Sg

[266]

107

Bh

[264]

108

Hs

[277]

109

Mt

[268]

110

Ds

[271]

111

Rg

[272]

13

5

B

10,81

13

Al

26,98

14

6

C

12,01

14

Si

28,09

15

7

N

14,01

15

P

30,97

16

8

O

16,00

16

S

32,07

17

9

F

19,00

18

10

Ne

20,18

18

13

Ar

39,95

18

17

Cl

35,45

18

36

Kr

83,80

18

54

Xe

131,29

18

86

Rn

[222,02]

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

Qualquer que seja a temperatura a que se encontre, um corpo emite sempre radiação eletromagnética, devido aos movimentos de agitação térmica das partículas que o constituem.

O espectro da radiação térmica emitida por um corpo é um espectro contínuo em que o comprimento de onda da radiação de máxima intensidade emitida depende da temperatura a que o corpo se encontra: à medida que a temperatura, T , do corpo aumenta, o comprimento de onda ao qual ocorre a emissão de radiação de máxima intensidade, $\lambda_{\text{máxima}}$, diminui proporcionalmente.

A taxa temporal de emissão de energia de um corpo, sob a forma de radiação térmica, a partir da sua superfície, é proporcional à quarta potência da temperatura absoluta da superfície do corpo, dependendo também da sua área superficial e de uma constante chamada emissividade.

Ao mesmo tempo que emite, um corpo também absorve radiação eletromagnética da sua vizinhança. Quando um corpo está em equilíbrio com a sua vizinhança, emite e absorve energia, como radiação, à mesma taxa temporal.

R. A. Serway, J. W. Jewett, Jr., *Princípios de Física*, vol. II, Pioneira Thomson Learning, 2004 (adaptado)

1. A Figura 1 apresenta uma parte do gráfico da intensidade da radiação emitida por um corpo, a uma determinada temperatura, em função do comprimento de onda.

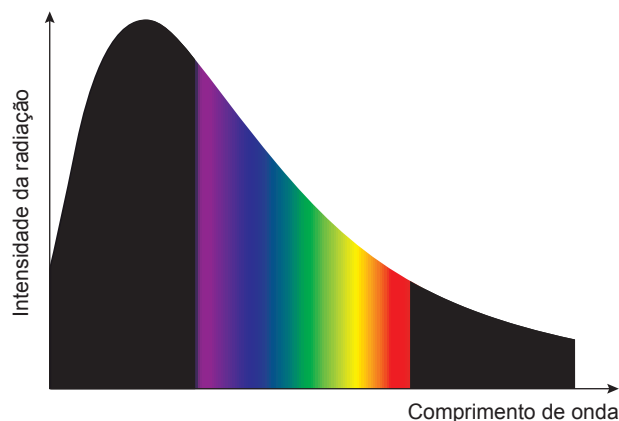


Figura 1

À temperatura considerada, o corpo emite

- (A) radiação de máxima intensidade no visível.
- (B) apenas radiação visível.
- (C) radiação de máxima intensidade no ultravioleta.
- (D) apenas radiação ultravioleta.

2. Traduza por uma expressão matemática a lei enunciada no final do segundo parágrafo do texto.
3. Qual é a unidade do Sistema Internacional em que se exprime a taxa temporal de emissão de energia de um corpo?
4. Se a temperatura absoluta da superfície de um corpo aumentar duas vezes, a taxa temporal de emissão de energia do corpo, sob a forma de radiação térmica, a partir da sua superfície, aumentará
- (A) dezasseis vezes.
 - (B) oito vezes.
 - (C) quatro vezes.
 - (D) duas vezes.
5. A Terra emite e absorve radiação a uma taxa temporal _____, pelo que a temperatura média da sua superfície _____.
- (A) diferente ... não varia
 - (B) igual ... não varia
 - (C) diferente ... varia
 - (D) igual ... varia

GRUPO II

A composição do gás natural depende, entre outros fatores, da localização do reservatório subterrâneo a partir do qual se faz a sua extração. No entanto, o gás natural é sempre maioritariamente constituído por metano, $\text{CH}_4(\text{g})$, embora possa conter outros gases, como, por exemplo, metilbutano, dióxido de carbono, vapor de água e sulfureto de hidrogénio.

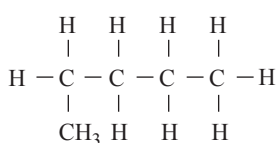
1. Considere que se extrai, de um determinado reservatório subterrâneo, gás natural contendo 70%, em volume, de metano.

Determine o número de moléculas de metano que existem numa amostra de $5,0 \text{ dm}^3$ do gás natural, nas condições normais de pressão e de temperatura.

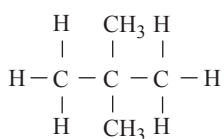
Apresente todas as etapas de resolução.

2. Qual das fórmulas de estrutura seguintes pode representar a molécula de metilbutano?

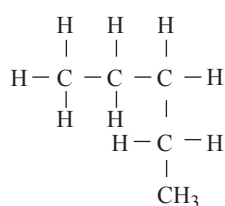
(A)



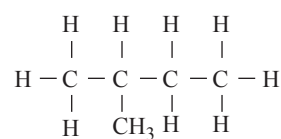
(B)



(C)



(D)



3. Explique porque é que a geometria da molécula de dióxido de carbono, CO_2 , é linear.

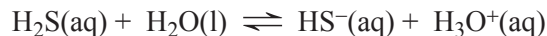
4. As moléculas de água, H_2O , e de sulfureto de hidrogénio, H_2S , apresentam geometria semelhante.

Preveja, justificando com base nas posições relativas dos elementos oxigénio e enxofre na tabela periódica, qual das ligações, $\text{H} - \text{O}$ ou $\text{H} - \text{S}$, terá maior comprimento, na respetiva molécula.

GRUPO III

O ácido sulfídrico, $\text{H}_2\text{S}(\text{aq})$, é um ácido diprótico muito fraco, cuja ionização global em água ocorre em duas etapas sucessivas.

A primeira etapa da ionização ocorre em muito maior extensão do que a segunda e pode ser traduzida por



A constante de acidez do $\text{H}_2\text{S}(\text{aq})$, definida para a reação anterior, é $1,32 \times 10^{-7}$, a 25°C .

1. Considere $250,0 \text{ cm}^3$ de uma solução de ácido sulfídrico cujo pH, a 25°C , é 3,94.

Determine a quantidade de ácido sulfídrico não ionizado que existe naquele volume de solução, considerando apenas a contribuição da reação acima indicada para a ionização do ácido em água.

Apresente todas as etapas de resolução.

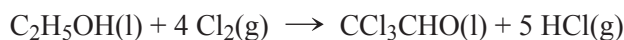
2. O íon sulfureto, $\text{S}^{2-}(\text{aq})$, é a base conjugada da espécie $\text{HS}^-(\text{aq})$ na reação que corresponde à segunda etapa da ionização do ácido sulfídrico em água.

A reação entre o íon $\text{S}^{2-}(\text{aq})$ e a água pode ser traduzida por

- (A) $\text{S}^{2-}(\text{aq}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{S}(\text{aq}) + 2 \text{OH}^-(\text{aq})$
(B) $\text{S}^{2-}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{S}(\text{aq}) + 2 \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$
(C) $\text{S}^{2-}(\text{aq}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{S}(\text{aq}) + 2 \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$
(D) $\text{S}^{2-}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{S}(\text{aq}) + 2 \text{OH}^-(\text{aq})$

GRUPO IV

1. O etanol, $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ($M = 46,08 \text{ g mol}^{-1}$), pode reagir com o cloro, Cl_2 ($M = 70,90 \text{ g mol}^{-1}$), formando-se um composto orgânico denominado cloral, CCl_3CHO ($M = 147,38 \text{ g mol}^{-1}$), e cloreto de hidrogénio, HCl(g) . A reação pode ser traduzida por



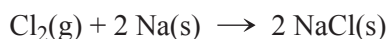
- 1.1. Considere que se fez reagir 3,0 mol de etanol com 10,0 mol de cloro.

Identifique, justificando, o reagente limitante.

- 1.2. Determine, numa outra situação, a massa de etanol que é necessário fazer reagir para se obter, na prática, 1,5 kg de cloral, admitindo que aquela reação apresenta um rendimento médio de 30%.

Apresente todas as etapas de resolução.

2. Considere a reação traduzida por



Nesta reação, o cloro atua como

- (A) oxidante, oxidando-se.
 - (B) redutor, oxidando-se.
 - (C) redutor, reduzindo-se.
 - (D) oxidante, reduzindo-se.
3. Considere que a energia necessária para dissociar uma mole de moléculas de $\text{Cl}_2\text{(g)}$ é 242,7 kJ.
- A variação de energia associada à formação de duas moles de átomos de cloro, em fase gasosa, a partir de uma mole de $\text{Cl}_2\text{(g)}$ é
- (A) $- 242,7 \text{ kJ}$
 - (B) $+ 242,7 \text{ kJ}$
 - (C) $-(2 \times 242,7) \text{ kJ}$
 - (D) $+(2 \times 242,7) \text{ kJ}$

4. Considere átomos de cloro no estado fundamental.

4.1. Num átomo de cloro, no estado fundamental, existem, no total,

- (A) sete eletrões de valência distribuídos por duas orbitais.
- (B) cinco eletrões de valência distribuídos por três orbitais.
- (C) sete eletrões de valência distribuídos por quatro orbitais.
- (D) cinco eletrões de valência distribuídos por duas orbitais.

4.2. Uma das orbitais de valência mais energéticas de um átomo de cloro, no estado fundamental, pode ser caracterizada pelo conjunto de números quânticos

- (A) (3, 0, 1)
- (B) (3, 1, 2)
- (C) (3, 1, 0)
- (D) (3, 0, 0)

4.3. Como se designa a energia mínima necessária para remover um eletrão de um átomo de cloro, isolado e em fase gasosa, no estado fundamental?

GRUPO V

Um pequeno objeto de papel, abandonado de uma certa altura, cai verticalmente até ao solo, segundo uma trajetória retilínea, coincidente com o eixo Oy de um referencial unidimensional.

Admita que o objeto de papel pode ser representado pelo seu centro de massa (modelo da partícula material).

1. Considere, numa primeira situação, que o objeto de papel cai no ar.

Na Figura 2, está representado o gráfico da componente escalar, segundo o eixo Oy , da posição, y , do objeto de papel em função do tempo, t . Os dados registados foram adquiridos com um sensor de movimento.

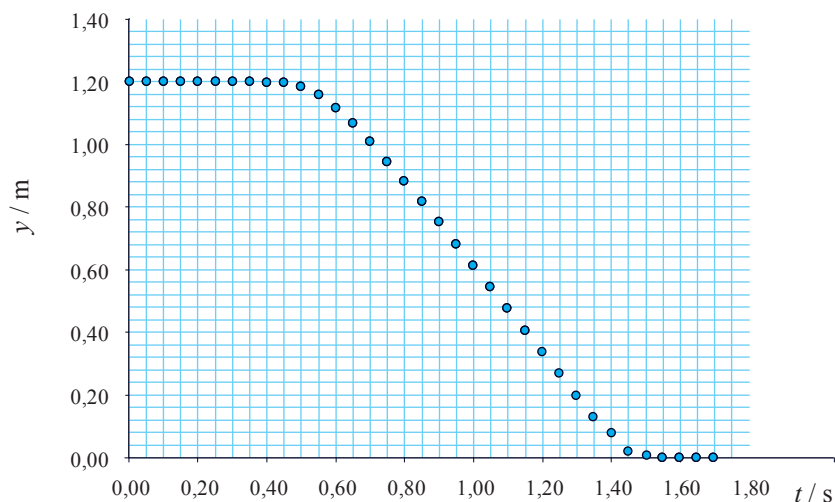
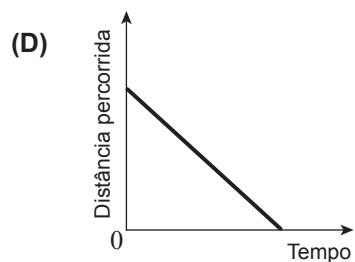
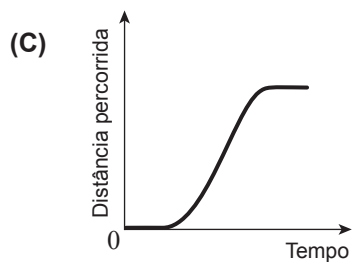
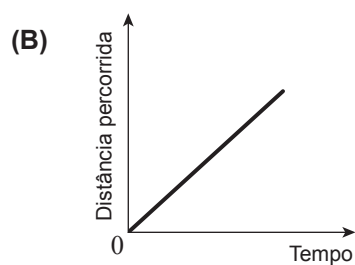
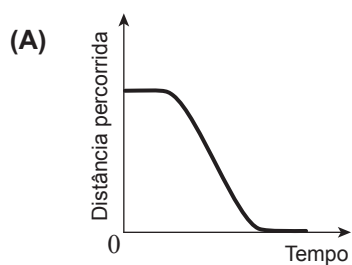
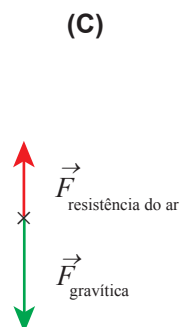
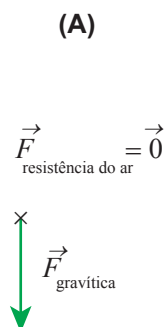


Figura 2

1.1. Qual é o esboço do gráfico que pode representar a distância percorrida pelo objeto de papel durante o intervalo de tempo em que os dados foram registados?



1.2. Em qual dos esquemas seguintes estão corretamente representadas, para o intervalo de tempo $[0,90; 1,30]$ s, as forças que atuam no objeto de papel?



1.3. Admita que a massa do objeto de papel é 0,23 g.

Calcule a energia dissipada pelo sistema *objeto de papel + Terra* no intervalo de tempo $[0,90; 1,30]$ s.

Apresente todas as etapas de resolução.

2. Considere agora, numa segunda situação, que o objeto de papel, abandonado da mesma altura, tem um movimento de queda livre.

Admita que o eixo Oy do referencial tem origem no solo e sentido positivo de baixo para cima.

- 2.1. Apresente o esboço do gráfico da componente escalar, segundo o eixo Oy , da posição, y , do objeto de papel em função do tempo, t , desde o instante em que é abandonado até chegar ao solo.

- 2.2. A equação $v(t)$ da componente escalar, segundo o eixo Oy , da velocidade, v_y , do objeto de papel é

- (A) $v_y = -10 t$
- (B) $v_y = 10 t$
- (C) $v_y = 1,20 + 10 t$
- (D) $v_y = 1,20 - 10 t$

- 2.3. Qual das expressões seguintes permite calcular o tempo, em segundos (s), que o objeto de papel demorará a chegar ao solo se a altura da qual é abandonado se reduzir a metade?

- (A) $\frac{\sqrt{\frac{1,20}{2}}}{g}$
- (B) $\sqrt{\frac{1,20}{g}}$
- (C) $\frac{\sqrt{2 \times 1,20}}{g}$
- (D) $\sqrt{\frac{1,20}{2g}}$

- 2.4. Admita que, em simultâneo com o objeto de papel, se abandona da mesma altura uma esfera metálica de maior massa.

Se o objeto de papel e a esfera metálica caírem livremente, a esfera chegará ao solo com velocidade de

- (A) maior módulo e energia cinética maior.
- (B) maior módulo e energia cinética igual.
- (C) igual módulo e energia cinética igual.
- (D) igual módulo e energia cinética maior.

Página em branco

GRUPO VI

Com o objetivo de determinar experimentalmente a velocidade de propagação do som no ar, um grupo de alunos fez uma montagem semelhante à representada na Figura 3, na qual utilizou um osciloscópio, um gerador de sinais, um microfone, um altifalante com suporte e fios de ligação.

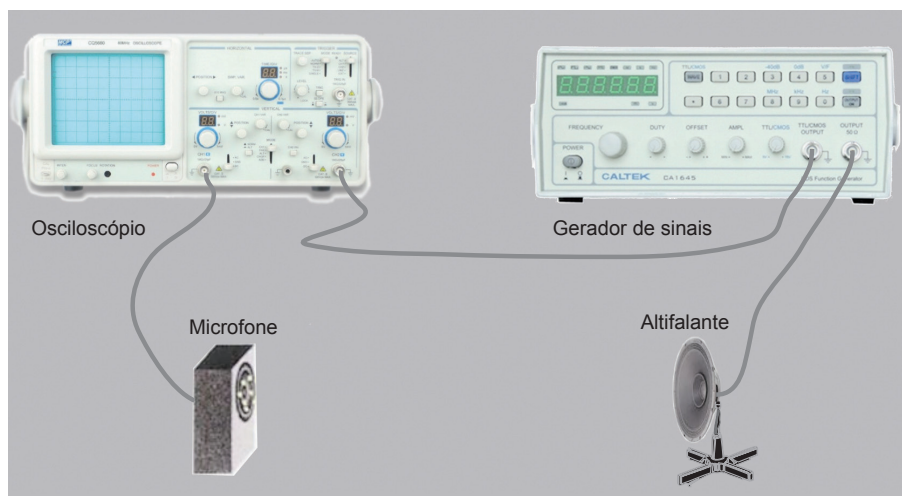


Figura 3

Os alunos começaram por ligar o gerador de sinais ao osciloscópio para produzir um sinal elétrico que registaram no osciloscópio. Ligaram depois o altifalante ao gerador de sinais e o microfone ao osciloscópio, tendo o cuidado de alinhar sempre o altifalante e o microfone, no decorrer das experiências que realizaram.

O valor tabelado da velocidade de propagação do som no ar, nas condições em que foram realizadas as experiências, é $342,3 \text{ m s}^{-1}$.

1. Indique a razão pela qual os alunos ligaram o altifalante ao gerador de sinais e a razão pela qual ligaram o microfone ao osciloscópio.
2. Os alunos mantiveram o altifalante e o microfone à mesma distância um do outro.

A Figura 4 representa o ecrã do osciloscópio onde estão registados os sinais obtidos no decorrer da experiência.

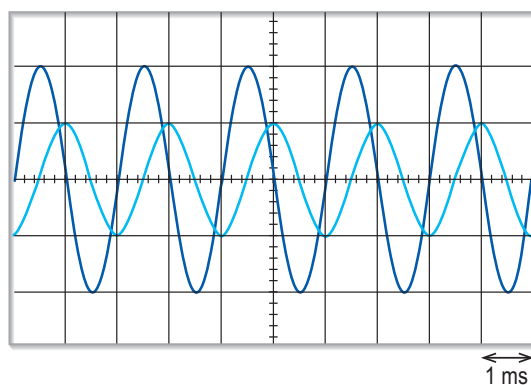


Figura 4

2.1. Os sinais registados no ecrã do osciloscópio apresentam

- (A) igual amplitude e diferente frequência.
- (B) igual amplitude e igual frequência.
- (C) diferente amplitude e igual frequência.
- (D) diferente amplitude e diferente frequência.

2.2. Quanto tempo demorou o sinal sonoro a percorrer a distância entre o altifalante e o microfone?

- (A) 0,5 ms
- (B) 1 ms
- (C) 2 ms
- (D) 10 ms

3. Os alunos afastaram depois gradualmente o microfone do altifalante e mediram, para cada distância entre estes, o tempo que o sinal sonoro demorava a percorrer essa distância.

Os valores obtidos estão registados na tabela seguinte.

Distância / m	Tempo / ms
0,200	0,54
0,400	1,26
0,600	1,77
0,800	2,52
1,000	2,98

Determine o erro relativo, em percentagem, do valor experimental da velocidade de propagação do som no ar.

Comece por obter o valor experimental da velocidade de propagação do som no ar, em metro por segundo (m s^{-1}), 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.

FIM

COTAÇÕES

GRUPO I

1.	.....	5 pontos
2.	.....	5 pontos
3.	.....	5 pontos
4.	.....	5 pontos
5.	.....	5 pontos
		<hr/>
		25 pontos

GRUPO II

1.	.....	10 pontos
2.	.....	5 pontos
3.	.....	10 pontos
4.	.....	15 pontos
		<hr/>
		40 pontos

GRUPO III

1.	.....	10 pontos
2.	.....	5 pontos
		<hr/>
		15 pontos

GRUPO IV

1.		
1.1.	.....	10 pontos
1.2.	.....	10 pontos
2.	.....	5 pontos
3.	.....	5 pontos
4.		
4.1.	.....	5 pontos
4.2.	.....	5 pontos
4.3.	.....	5 pontos
		<hr/>
		45 pontos

GRUPO V

1.		
1.1.	.....	5 pontos
1.2.	.....	5 pontos
1.3.	.....	15 pontos
2.		
2.1.	.....	5 pontos
2.2.	.....	5 pontos
2.3.	.....	5 pontos
2.4.	.....	5 pontos
		<hr/>
		45 pontos

GRUPO VI

1.	.....	10 pontos
2.		
2.1.	.....	5 pontos
2.2.	.....	5 pontos
3.	.....	10 pontos
		<hr/>
		30 pontos

TOTAL 200 pontos