

Exame Final Nacional de Física e Química A
Prova 715 | 1.ª Fase | Ensino Secundário | 2026

11.º Ano de Escolaridade

Decreto-Lei n.º 55/2018, de 6 de julho | Decreto-Lei n.º 62/2023, de 25 de julho

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

15 Páginas

VERSÃO 2

A prova inclui 15 itens, devidamente identificados no enunciado (*), cujas respostas contribuem obrigatoriamente para a classificação final. Dos restantes 8 itens da prova, apenas contribuem para a classificação final os 4 itens cujas respostas obtenham melhor pontuação.

As respostas aos itens da prova são registadas no caderno de respostas.

A prova inclui uma tabela de constantes, um formulário e uma tabela periódica.

É permitido o uso de régua, esquadro, transferidor e calculadora gráfica.

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

Nas respostas aos itens de escolha múltipla, seleccione a opção correta. Assinale, na folha de respostas, a opção seleccionada.

Utilize os valores numéricos fornecidos no enunciado dos itens, na tabela de constantes e na tabela periódica dos elementos.

TABELA DE CONSTANTES

Capacidade térmica mássica da água líquida	$c = 4,18 \times 10^3 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$
Constante de Avogadro	$N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Constante de gravitação universal	$G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$
Índice de refração do ar	$n = 1,000$
Módulo da aceleração gravítica de um corpo junto à superfície da Terra	$g = 9,80 \text{ m s}^{-2}$
Módulo da velocidade de propagação da luz no vácuo	$c = 3,00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$
Produto iónico da água (a 25 °C)	$K_w = 1,0 \times 10^{-14}$
Volume molar de um gás (PTN)	$V_m = 22,4 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$

FORMULÁRIO

• Quantidade, massa e volume

$$n = \frac{N}{N_A} \qquad M = \frac{m}{n} \qquad V_m = \frac{V}{n} \qquad \rho = \frac{m}{V}$$

• Soluções

$$c = \frac{n}{V} \qquad x_A = \frac{n_A}{n_{\text{total}}} \qquad \text{pH} = -\log ([\text{H}_3\text{O}^+] / \text{mol dm}^{-3})$$

• Energia

$$E_c = \frac{1}{2} m v^2 \qquad E_{\text{pg}} = m g h \qquad E_m = E_c + E_p \qquad P = \frac{E}{\Delta t}$$

$$W_{\vec{F}} = F d \cos \alpha \qquad W_{\vec{F}_R} = \Delta E_c \qquad W_{\vec{F}_g} = -\Delta E_{\text{pg}} \qquad W_{\vec{F}_{\text{NC}}} = \Delta E_m$$

$$U = RI \qquad P = UI \qquad U = \varepsilon - rI$$

$$E = m c \Delta T \qquad E = m \Delta h \qquad \Delta U = W + Q \qquad E_r = \frac{P}{A}$$

• Mecânica

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 \qquad v = v_0 + a t$$

$$a_c = \frac{v^2}{r} \qquad \omega = \frac{2\pi}{T} \qquad v = \omega r$$

$$\vec{F}_R = m \vec{a} \qquad F_g = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

• Ondas e eletromagnetismo

$$\lambda = \frac{v}{f} \qquad \Phi_m = B A \cos \alpha \qquad |\varepsilon_i| = \frac{|\Delta \Phi_m|}{\Delta t}$$

$$n = \frac{c}{v} \qquad n_1 \sin \alpha_1 = n_2 \sin \alpha_2$$

TABELA PERIÓDICA DOS ELEMENTOS QUÍMICOS

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18																																																																				
1 H 1,01	2 He 4,00	3 Li 6,94	4 Be 9,01	Número atômico Elemento Massa atômica relativa		11 Na 22,99	12 Mg 24,31	13 Al 26,98	14 Si 28,09	15 P 30,97	16 S 32,06	17 Cl 35,45	18 Ar 39,95	19 K 39,10	20 Ca 40,08	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 65,38	31 Ga 69,72	32 Ge 72,63	33 As 74,92	34 Se 78,97	35 Br 79,90	36 Kr 83,80	37 Rb 85,47	38 Sr 87,62	39 Y 88,91	40 Zr 91,22	41 Nb 92,91	42 Mo 95,95	43 Tc	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	55 Cs 132,91	56 Ba 137,33	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	81 Tl 204,38	82 Pb 207,2	83 Bi 208,98	84 Po	85 At	86 Rn	87 Fr	88 Ra	89-103 Actinídeos	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Nh	114 Fl	115 Mc	116 Lv	117 Ts	118 Og
57 La 138,91	58 Ce 140,12	59 Pr 140,91	60 Nd 144,24	61 Pm	62 Sm 150,36	63 Eu 151,96	64 Gd 157,25	65 Tb 158,93	66 Dy 162,50	67 Ho 164,93	68 Er 167,26	69 Tm 168,93	70 Yb 173,05	71 Lu 174,97	89 Ac	90 Th 232,04	91 Pa 231,04	92 U 238,03	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr																																																								

1. No *podcast* de Carlos Fiolhais e David Marçal, *Mais lento do que a luz*, publicado em 11 de maio de 2023, a astrobióloga Zita Martins refere que um dos requisitos para a procura de vida fora da Terra é a presença dos elementos químicos essenciais para a existência de vida: carbono, hidrogénio e oxigénio, entre outros.

* 1.1. O átomo de carbono pode ser identificado, em amostras gasosas, por espectroscopia.

Considere o espectro atómico do carbono, na região do visível, apresentado na Figura 1.

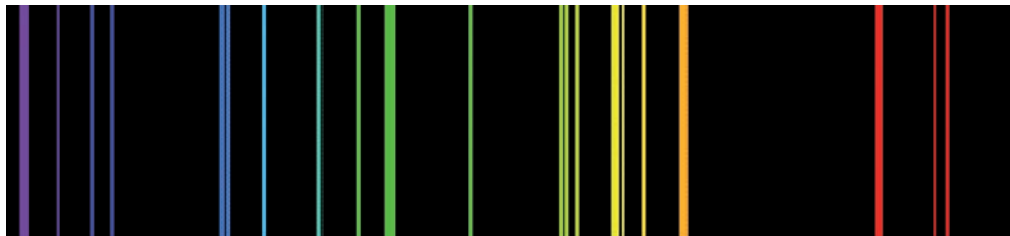


Figura 1

O espectro apresentado na Figura 1 é de

- (A) emissão e contínuo. (B) emissão e descontínuo.
(C) absorção e contínuo. (D) absorção e descontínuo.
- 1.2. A Figura 2 apresenta valores típicos das percentagens em massa dos elementos químicos mais abundantes no corpo humano.

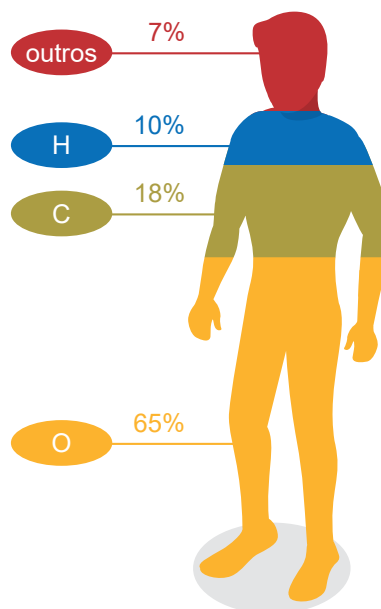


Figura 2

A razão entre o número de átomos de hidrogénio e o número de átomos de oxigénio, $\frac{N_H}{N_O}$, no corpo humano, é

- (A) 0,15 (B) 0,41 (C) 2,4 (D) 6,5

- * **1.3.** O nosso organismo contém outros elementos químicos que estão presentes em quantidades muito reduzidas, habitualmente expressas em partes por milhão em massa, ppm.

O iodo, componente essencial das hormonas da tiroide, existe no corpo humano em, aproximadamente, 0,25 ppm.

A percentagem, em massa, correspondente a 0,25 ppm é

- (A) $2,5 \times 10^{-9} \%$.
- (B) $2,5 \times 10^{-7} \%$.
- (C) $2,5 \times 10^{-5} \%$.
- (D) $2,5 \times 10^{-3} \%$.

- 1.4.** Na natureza, existem três isótopos do oxigénio, que podem ser representados simbolicamente por ^{16}O , ^{17}O e ^{18}O .

Associe cada isótopo apresentado na Coluna I a uma das suas características, apresentada na Coluna II.

Assinale, na folha de respostas, para cada letra da Coluna I, o número da opção selecionada da Coluna II.

A cada letra corresponde apenas um número.

COLUNA I	COLUNA II
(a) ^{16}O	(1) Isótopo com maior massa. (2) Isótopo de carga nuclear +17.
(b) ^{17}O	(3) Isótopo cuja configuração eletrónica é $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$.
(c) ^{18}O	(4) Isótopo com 9 neutrões. (5) Isótopo mais abundante na natureza.

2. A síntese do amoníaco pode ser chamada aos mais diversos propósitos: até hoje, o processo de Haber-Bosch garante a alimentação de uma população mundial em crescimento. É assim que quase metade do nitrogénio hoje existente no organismo de qualquer pessoa, inclusive o leitor, passou antes pelo processo de Haber-Bosch.

Nuno Maulide, *Como se Transforma Ar em Pão*, 1.ª edição, Lisboa, Planeta, 2021, p. 118.

No processo de Haber-Bosch, o gás amoníaco, NH_3 , largamente usado na indústria de fertilizantes, é produzido, sob determinadas condições de pressão e de temperatura, a partir de di-hidrogénio e de dinitrogénio, numa reação reversível que pode ser traduzida por



2.1. A variação do número de oxidação do nitrogénio na reação direta é

- (A) +3, sendo o N_2 o redutor. (B) +3, sendo o N_2 o oxidante.
(C) -3, sendo o N_2 o redutor. (D) -3, sendo o N_2 o oxidante.

2.2. No sistema reacional em equilíbrio, a quantidade de $\text{NH}_3(\text{g})$ aumentará se

- (A) o volume do reator aumentar. (B) a temperatura diminuir.
(C) for adicionado um catalisador. (D) diminuir a concentração de H_2 .

- * 2.3. Num recipiente fechado indeformável, à temperatura T , encontram-se em equilíbrio químico $\text{N}_2(\text{g})$, $\text{H}_2(\text{g})$ e $\text{NH}_3(\text{g})$, sendo a concentração de $\text{NH}_3(\text{g})$ $1,6 \text{ mol dm}^{-3}$ e as concentrações de $\text{N}_2(\text{g})$ e de $\text{H}_2(\text{g})$ desconhecidas.

Num determinado instante, o sistema sofreu uma perturbação por alteração das quantidades das substâncias. Mantendo-se a temperatura T , o sistema atingiu um novo estado de equilíbrio, no qual as concentrações de $\text{N}_2(\text{g})$ e de $\text{H}_2(\text{g})$ são metade das concentrações respetivas no equilíbrio inicial.

Determine a concentração de $\text{NH}_3(\text{g})$ no novo estado de equilíbrio químico.

Apresente todos os cálculos efetuados.

- * 2.4. Em dois recipientes de volume variável, foram introduzidas massas iguais de $\text{N}_2(\text{g})$ e de $\text{H}_2(\text{g})$.

Conclua qual dos gases ocupa maior volume, nas mesmas condições de pressão e de temperatura.

Apresente um texto bem estruturado e utilize linguagem científica adequada.

- * 3. Uma solução aquosa de NH_3 ($M = 17,04 \text{ g mol}^{-1}$), com concentração de $14,8 \text{ mol dm}^{-3}$, tem massa volúmica de $0,8980 \text{ g cm}^{-3}$.

Determine a fração molar do NH_3 nesta solução.

Apresente todos os cálculos efetuados.

4. O geólogo Galopim de Carvalho, no ciclo de conversas *Vamos falar de Geologia*, organizado pelo Museu Nacional de História Natural e da Ciência da Universidade de Lisboa, explica porque é que a baía de São Martinho do Porto tem uma forma semicircular: «a razão de ser desta forma muito bonita tem a ver com a abertura estreita, onde a ondulação entra.»

A Figura 3, que não está à escala, esquematiza o fenómeno ondulatório referido. As linhas, sobre a água, correspondem a cristas de onda, estando representada apenas uma pequena parte do total de cristas.

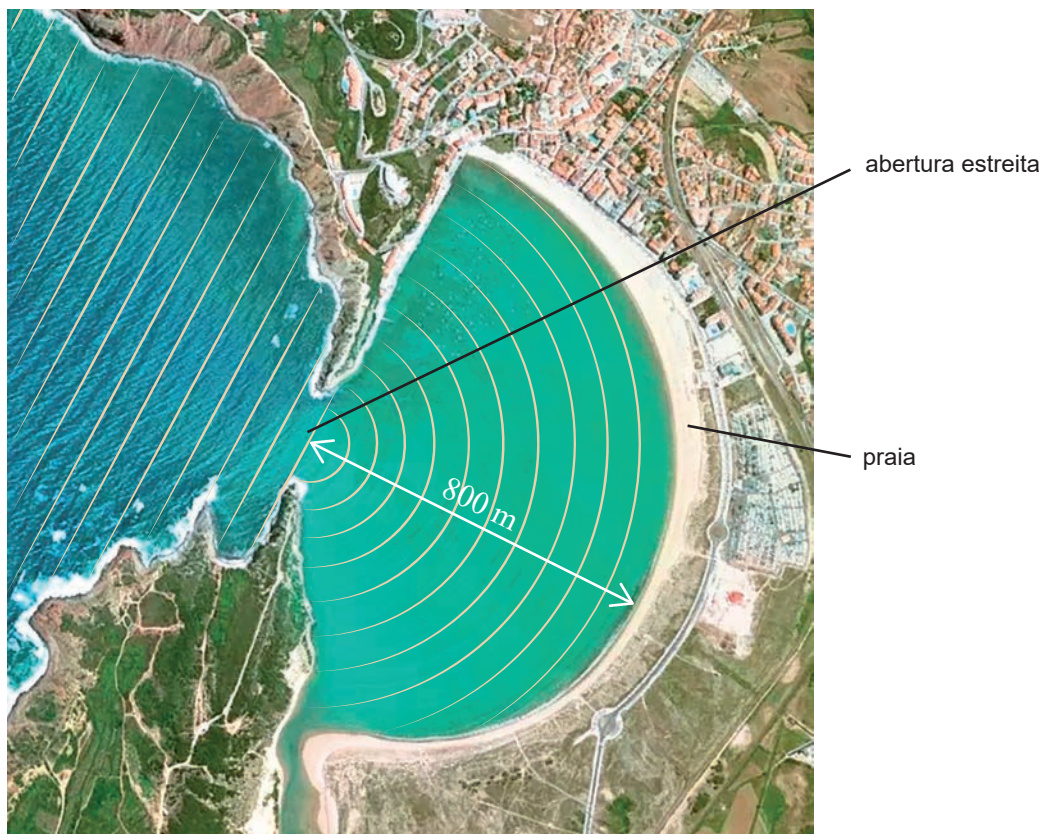


Figura 3

- * 4.1. Qual é o fenómeno ondulatório que ocorre na passagem das ondas pela abertura estreita?
- (A) Difração.
 - (B) Refração.
 - (C) Reflexão.
 - (D) Dispersão.
- * 4.2. Considere que as ondas se propagam com velocidade de módulo constante, com um período de 6,0 s e com comprimento de onda 9,0 m.
- Determine o intervalo de tempo que uma frente de onda demora a percorrer os 800 m desde a abertura estreita até à praia.
- Apresente todos os cálculos efetuados.

5. Carlos Corrêa, professor e divulgador de ciência, num dos seus exercícios, demonstrou a impossibilidade de neutralizar a acidez do estômago pela ingestão de uma água alcalina.

* 5.1. Determine o volume de uma água alcalina, de pH 9,50, necessário para neutralizar 3,0 dm³ de suco gástrico de pH 2,00, a 25 °C.

Apresente todos os cálculos efetuados.

* 5.2. O pH de uma solução aquosa foi medido com um aparelho cujo visor se apresenta na Figura 4.



Figura 4

O carácter químico da solução é

- (A) básico, e a incerteza de leitura do pH é 0,01.
- (B) ácido, e a incerteza de leitura do pH é 0,01.
- (C) básico, e a incerteza de leitura do pH é 0,005.
- (D) ácido, e a incerteza de leitura do pH é 0,005.

6. Sabemos que, ao deixar uma chávena de chá quente e um copo com gelo em cima da mesa, ao fim de algum tempo, o chá irá arrefecer e o gelo irá derreter. Embora estes acontecimentos pareçam o oposto um do outro, na sua base, o que está a acontecer é bastante idêntico.

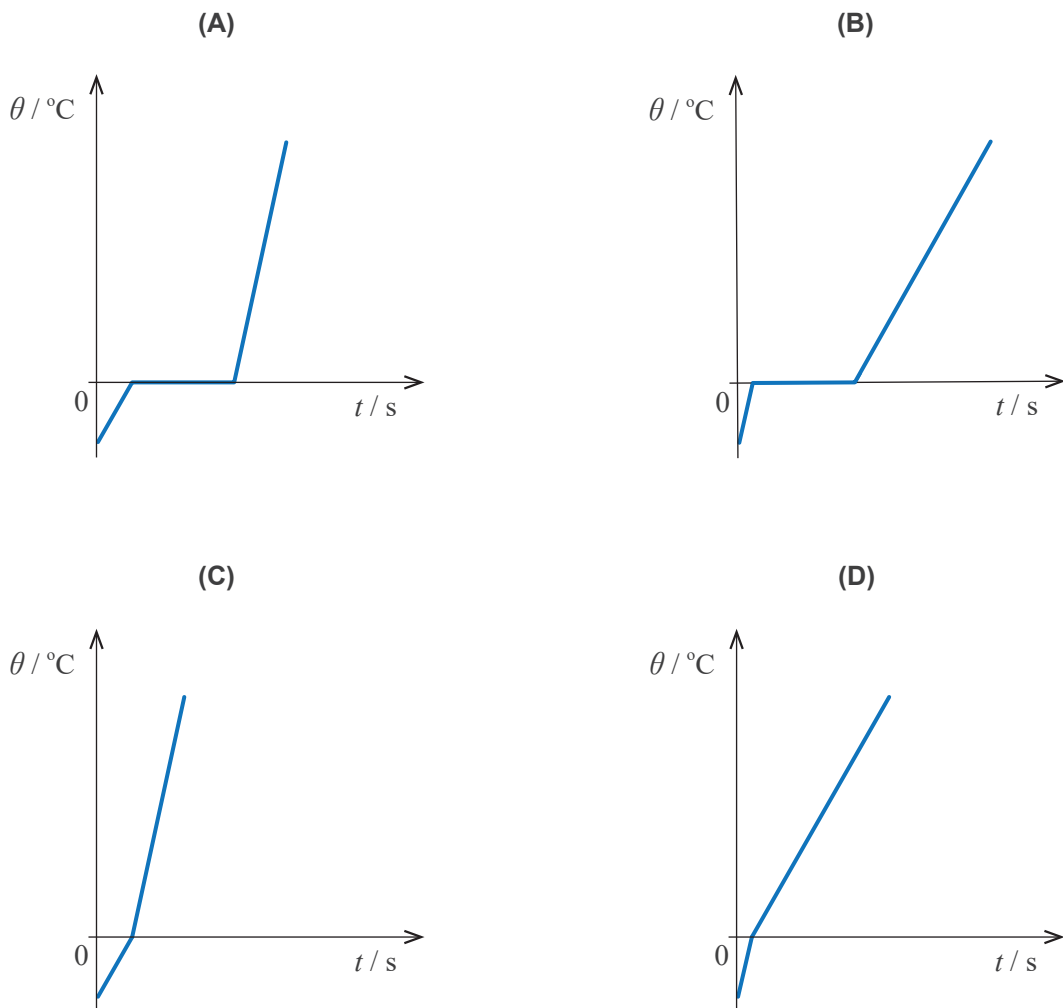
Adriano Cerqueira, *Eureka – As Descobertas que Mudaram a Ciência*, 1.ª edição, Porto Salvo, Saída de Emergência, 2023, p. 207. (Texto adaptado)

6.1. A transferência de energia através das paredes da chávena ocorre por _____ e, nesse processo, o chá _____.

- (A) convecção ... cede energia
- (B) convecção ... recebe energia
- (C) condução ... recebe energia
- (D) condução ... cede energia

6.2. A capacidade térmica mássica do gelo é inferior à capacidade térmica mássica da água líquida.

Qual das opções seguintes apresenta o esboço do gráfico da temperatura, θ , da água, inicialmente na forma de gelo, em função do tempo, t , até atingir a temperatura ambiente?



7. Embora tanto as pilhas como os acumuladores¹ forneçam corrente elétrica, são coisas muito diferentes, e dentro das respectivas caixas não têm os mesmos produtos. Os acumuladores têm lá dentro muitas placas de chumbo, e é isso que os torna tão pesados. E também um líquido, por exemplo ácido sulfúrico (que queima a pele e o pano e a madeira) e água. As pilhas, não.

Rómulo de Carvalho, *A Física no Dia a Dia*, 2.ª edição, Lisboa, Relógio D'Água, 2007, p. 99.

Nota:

¹ Acumulador – bateria.

A Figura 5 esquematiza, de forma simplificada, um acumulador, estando representadas apenas duas placas, uma de dióxido de chumbo, PbO_2 (s), e outra de chumbo, Pb (s), mergulhadas numa solução aquosa de ácido sulfúrico, H_2SO_4 (aq).

No destaque lateral, estão esquematizados os reagentes e os produtos da reação que ocorre na placa de chumbo e que pode ser traduzida por

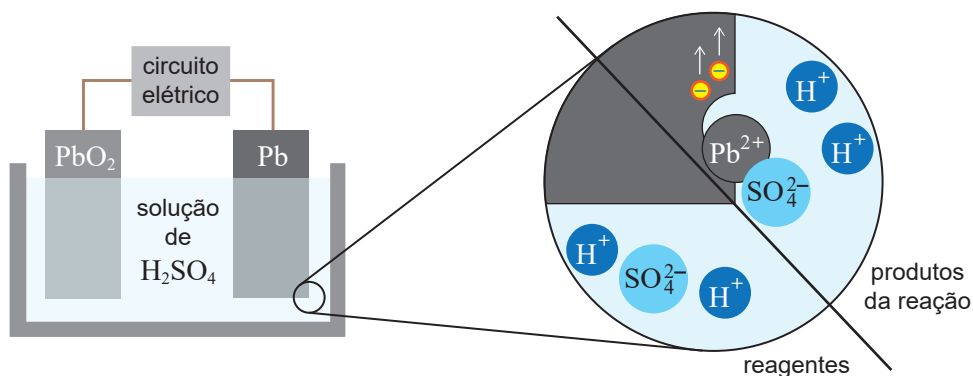


Figura 5

- * 7.1. Quando o acumulador se encontra ligado a um circuito elétrico fechado, os portadores de corrente elétrica, nas placas de chumbo, são _____ e, na solução de ácido sulfúrico, são _____.
- (A) eletrões ... também eletrões
 (B) iões ... eletrões
 (C) eletrões ... iões
 (D) iões ... também iões

- * 7.2. A reação química que ocorre na placa de chumbo permite que, por cada mole de $\text{Pb}(s)$ que se oxida, sejam libertadas 2,0 mol de eletrões para o circuito elétrico exterior, como se esquematiza na Figura 5.

Quando a bateria está a fornecer energia a um circuito elétrico, de resistência elétrica 800Ω , a diferença de potencial elétrico aos seus terminais é 12 V.

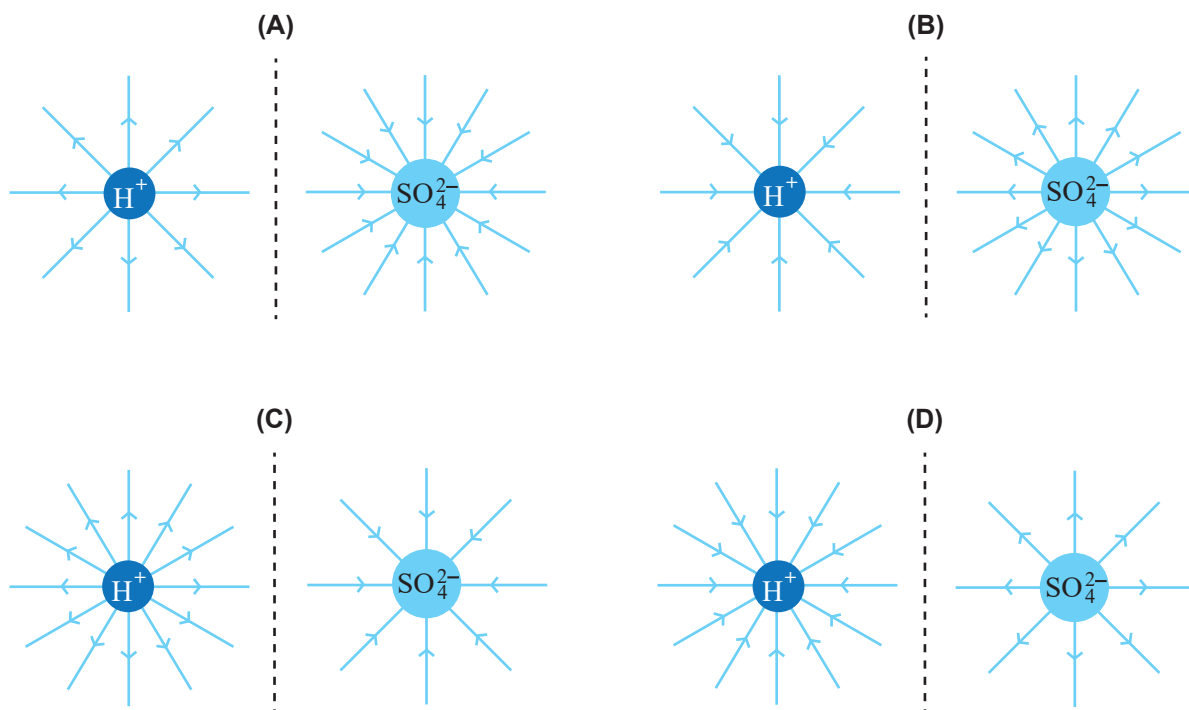
O módulo da carga do eletrão é $1,602 \times 10^{-19} \text{ C}$.

Determine a massa de $\text{Pb}(s)$ que reage durante 30 minutos de funcionamento da bateria.

Apresente todos os cálculos efetuados.

7.3. Os iões H^+ e SO_4^{2-} criam campos elétricos no espaço à sua volta.

Considerando estes iões pontuais e isolados, qual dos esquemas seguintes pode representar as respectivas linhas de campo elétrico?



8. Jorge Dias de Deus, no livro *Galileu e a Parábola*, explicou que Galileu não teria conseguido atingir o rigor obtido nas suas medições largando bolas metálicas do cimo da torre de Pisa e que «na prática, ele estudou a descida de esferas [...] numa tábua inclinada em certo ângulo com o chão».

Considere que as esferas em análise podem ser representadas pelo seu centro de massa (modelo da partícula material).

- * 8.1. Numa das experiências, Galileu largou uma esfera metálica de uma altura, h , e mediu a distância percorrida sobre uma tábua de 1,50 m de comprimento durante 1,0 s, $d_{\Delta t = 1,0 \text{ s}}$, tal como se esquematiza na Figura 6, que não está à escala.

Galileu repetiu este procedimento para alturas diferentes.

A tabela seguinte, adaptada do livro referido, apresenta os registos experimentais obtidos. A razão $\frac{h}{1,50}$ exprime a inclinação da tábua em cada ensaio.

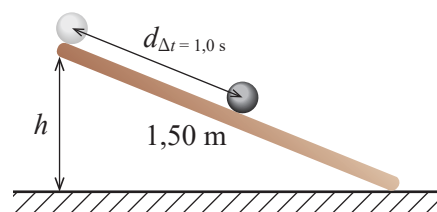


Figura 6

$\frac{h}{1,50}$	$d_{\Delta t = 1,0 \text{ s}} / \text{m}$
0,10	0,47
0,13	0,59
0,18	0,77
0,25	1,16
0,31	1,40

Determine o módulo da aceleração gravítica nas condições em que Galileu realizou a experiência.

No tratamento de dados, tal como Galileu, não considere o contributo da força de atrito.

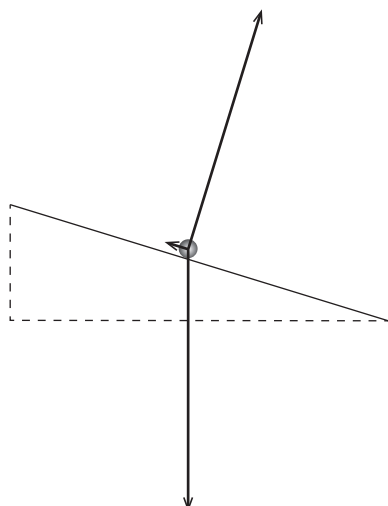
Na sua resposta:

- deduza uma expressão matemática que relacione $d_{\Delta t = 1,0 \text{ s}}$ com $\frac{h}{1,50}$;
- apresente a equação da reta de ajuste ao gráfico de $d_{\Delta t = 1,0 \text{ s}}$ em função de $\frac{h}{1,50}$;
- calcule, a partir da equação da reta de ajuste, o valor solicitado, com dois algarismos significativos.

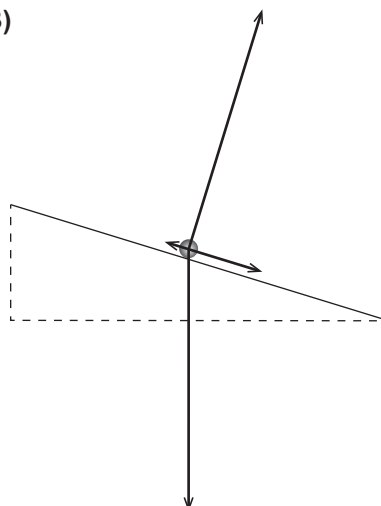
Apresente todos os cálculos efetuados.

8.2. Qual dos diagramas seguintes pode representar, na mesma escala, as forças que efetivamente atuam numa das esferas, com movimento uniformemente acelerado, durante a descida no plano inclinado?

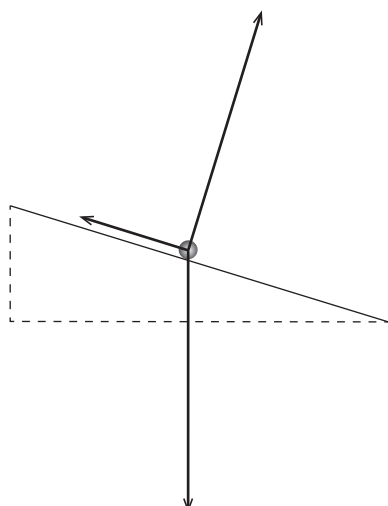
(A)



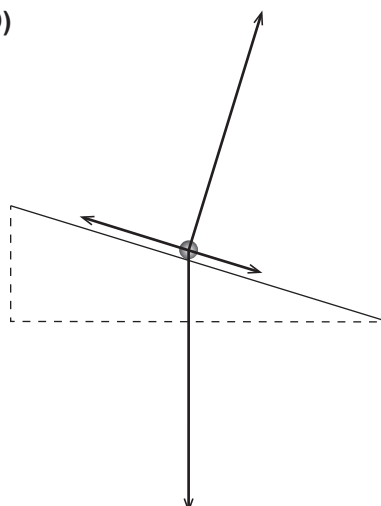
(B)



(C)



(D)



* 8.3. Um professor desafiou os alunos a planearem uma experiência, para verificarem se há conservação da energia mecânica do sistema *esfera + Terra* quando a esfera desce num plano inclinado e é tratada como uma partícula material.

Para tal, disponibilizou uma rampa de inclinação fixa, uma esfera, uma régua, uma balança e um sensor que mede diretamente a velocidade num ponto.

Descreva um procedimento experimental, incluindo o tratamento de dados correspondente, que permita aos alunos verificarem se a energia mecânica do sistema *esfera + Terra* se conserva, utilizando todos os materiais indicados.

Considere apenas um ensaio.

Apresente um texto bem estruturado e utilize linguagem científica adequada.

- * 8.4. Uma esfera **X**, de massa m , foi largada num plano inclinado, e uma esfera **Y**, de massa $2m$, foi largada num outro plano inclinado, tal como se esquematiza na Figura 7.

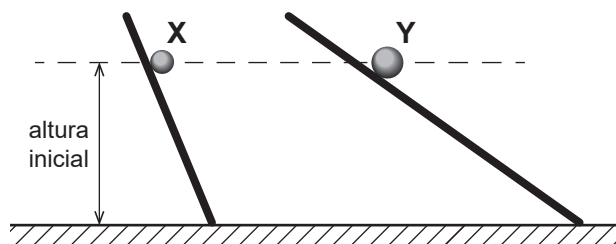


Figura 7

Considere o solo como nível de referência da energia potencial gravítica.

Admita que as forças de atrito e de resistência do ar são desprezáveis.

Complete o texto seguinte, selecionando a opção correta para cada espaço.

Assinale, na folha de respostas, para cada letra, o número da opção selecionada.

A energia potencial gravítica inicial do sistema *esfera X + Terra* é **(a)** energia potencial gravítica inicial do sistema *esfera Y + Terra*.

A esfera **X** atinge a base do plano com módulo da velocidade **(b)** módulo da velocidade da esfera **Y** no final do plano.

Nestes percursos, o módulo da aceleração da esfera **X** é **(c)** ao módulo da aceleração da esfera **Y**.

A esfera **X**, por comparação com a esfera **Y**, demora **(d)** tempo a chegar ao final do plano.

(a)	(b)	(c)	(d)
(1) maior do que a	(1) maior do que o	(1) superior	(1) mais
(2) menor do que a	(2) menor do que o	(2) inferior	(2) menos
(3) igual à	(3) igual ao	(3) igual	(3) o mesmo

- * 8.5. Numa outra experiência, Galileu imaginou uma situação hipotética em que uma esfera era lançada num plano horizontal ideal, sem qualquer atrito.

A esfera teria um movimento retilíneo _____, pois a resultante das forças que atuariam na esfera seria _____.

(A) uniformemente variado ... diferente de zero

(B) uniforme ... diferente de zero

(C) uniformemente variado ... nula

(D) uniforme ... nula

FIM

COTAÇÕES

As pontuações obtidas nas respostas a estes 15 itens da prova contribuem obrigatoriamente para a classificação final.	1.1.	1.3.	2.3.	2.4.	3.	4.1.	4.2.	5.1.	5.2.	7.1.	7.2.	8.1.	8.3.	8.4.	8.5.	Subtotal
Cotação (em pontos)	10	10	12	10	12	10	10	10	10	10	12	12	12	10	10	160
Destes 8 itens, contribuem para a classificação final da prova os 4 itens cujas respostas obtenham melhor pontuação.	1.2.		1.4.		2.1.		2.2.		6.1.		6.2.		7.3.		8.2.	Subtotal
Cotação (em pontos)	4 x 10 pontos															40
TOTAL																200

Prova 715
1.^a Fase
VERSÃO 2