

Exame Final Nacional de Física e Química A
Prova 715 | 1.ª Fase | Ensino Secundário | 2023

11.º Ano de Escolaridade

Decreto-Lei n.º 55/2018, de 6 de julho | Decreto-Lei n.º 22/2023, de 3 de abril

Entrelinha 1,5 sem figuras

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

17 Páginas

VERSÃO 1

A prova inclui 16 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.

Indique de forma legível a versão da prova.

Para cada resposta, identifique o item.

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

Apresente apenas uma resposta para cada item.

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

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

Nas respostas aos itens de escolha múltipla, selecione a opção correta. Escreva, na folha de respostas, o número do item e a letra que identifica a opção escolhida.

Utilize os valores numéricos fornecidos no enunciado dos itens.

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)

$$K_w = 1,012 \times 10^{-14}$$

Volume molar de um gás (PTN)

$$V_m = 22,4 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$$

FORMULÁRIO

• Quantidade, massa e volume

$$n = \frac{N}{N_A}$$

$$M = \frac{m}{n}$$

$$V_m = \frac{V}{n}$$

$$\rho = \frac{m}{V}$$

• **Soluções**

$$c = \frac{n}{V}$$

$$x_A = \frac{n_A}{n_{\text{total}}}$$

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+], \text{ com } [\text{H}_3\text{O}^+] \text{ expresso em mol dm}^{-3}$$

• **Energia**

$$E_c = \frac{1}{2} m v^2$$

$$E_{\text{pg}} = m g h$$

$$E_m = E_c + E_p$$

$$P = \frac{E}{\Delta t}$$

$$W = F d \cos \alpha$$

$$\sum_i W_i = \Delta E_c$$

$$W_{\vec{F}_g} = -\Delta E_{\text{pg}}$$

$$U = RI$$

$$P = RI^2$$

$$U = \varepsilon - rI$$

$$E = m c \Delta T$$

$$\Delta U = W + Q$$

$$E_r = \frac{P}{A}$$

- **Mecânica**

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

$$v = v_0 + a t$$

$$a_c = \frac{v^2}{r}$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

$$v = \omega r$$

$$\vec{F} = m\vec{a}$$

$$F_g = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

- **Ondas e eletromagnetismo**

$$\lambda = \frac{v}{f}$$

$$\Phi_m = B A \cos \alpha$$

$$|\varepsilon_i| = \frac{|\Delta\Phi_m|}{\Delta t}$$

$$n = \frac{c}{v}$$

$$n_1 \sin \alpha_1 = n_2 \sin \alpha_2$$

1. O relatório *Nature's Solutions to Climate Change*, do Fundo Monetário Internacional, publicado em 2019, refere que uma baleia vale por milhares de árvores, no que diz respeito à captura de dióxido de carbono, CO_2 (g). As baleias alimentam-se de fitoplâncton, que é composto por seres microscópicos fotossintéticos que capturam o CO_2 da atmosfera; ao fazê-lo, as baleias incorporam muito carbono no seu organismo. Quando morrem, afundam-se no oceano, depositando, em média, o equivalente a 33 toneladas de CO_2 .

Item obrigatório

- 1.1. Na molécula de CO_2 , o átomo de carbono está ligado a dois átomos de oxigénio por
- (A) ligações simples e apresenta geometria linear.
 - (B) ligações simples e apresenta geometria angular.
 - (C) ligações duplas e apresenta geometria linear.
 - (D) ligações duplas e apresenta geometria angular.
- 1.2. Qual das expressões seguintes permite calcular o volume ocupado por 33 toneladas de CO_2 ($M = 44,01 \text{ g mol}^{-1}$), em condições PTN?
- (A) $\frac{44,01 \times 22,4}{33 \times 10^6} \text{ dm}^3$
 - (B) $\frac{33 \times 10^6 \times 22,4}{44,01} \text{ dm}^3$
 - (C) $\frac{44,01 \times 33 \times 10^6}{22,4} \text{ dm}^3$
 - (D) $\frac{22,4}{44,01 \times 33 \times 10^6} \text{ dm}^3$

2. As baleias produzem sons de frequências muito variadas.

Item obrigatório

2.1. O documentário *Descoberta 52: a busca da baleia mais solitária do mundo*, lançado em 2021, conta a procura de uma invulgar baleia que vocalizava a 52 Hz, frequência essa maior do que a das restantes baleias. Talvez por esse motivo não fosse «ouvida» pelas outras baleias, mesmo que se movimentassem nas mesmas águas e à mesma profundidade.

Pode concluir-se que, nessas condições, comparativamente ao som emitido pelas outras baleias, o som de 52 Hz

- (A) é mais grave.
- (B) se propaga com maior velocidade.
- (C) apresenta igual período.
- (D) tem menor comprimento de onda.

Item obrigatório

2.2. Os cientistas conseguem estimar o comprimento dos cachalotes através da análise dos ultrassons que estes emitem e do cálculo do comprimento do saco de espermacete, d , localizado na cabeça do cachalote.

O saco de espermacete, que contém gordura, é delimitado por dois sacos, distal e frontal, que contêm ar.

O som é produzido na parte da frente da cabeça, junto ao saco distal, e percorre a distância d . Ao chegar ao saco frontal, o som é refletido, percorrendo novamente a distância d . Quando chega ao saco distal, parte do som transmite-se para a água, formando o pulso p_1 , enquanto o som restante é novamente refletido para o saco de espermacete, repetindo-se o processo, o que dá origem ao pulso p_2 .

Os pulsos de um cachalote são detetados por um hidrofone, registando-se um intervalo de tempo de 5 ms entre os pulsos p_1 e p_2 .

Considere que o módulo da velocidade de propagação do som no saco de espermacete é 1400 m s^{-1} .

Determine o comprimento do saco de espermacete, d .

Apresente todos os cálculos efetuados.

3. O aço é formado, essencialmente, por ferro, Fe, e carbono, C. Para melhorar algumas das propriedades do aço, como a resistência à corrosão ou ao calor, podem adicionar-se outros elementos.

Adicionando-se cromo, Cr, obtém-se uma liga bastante resistente à corrosão atmosférica. Este aço, em contacto com o dióxigénio, O_2 , presente no ar, forma uma película sólida protetora, não porosa e impermeável, maioritariamente de trióxido de dicromo, Cr_2O_3 .

Item obrigatório

3.1. Considere uma liga constituída por ferro (${}_{26}Fe$), carbono (${}_6C$) e cromo (${}_{24}Cr$). Destes elementos, são metais

- (A) Fe e C, que pertencem a diferentes períodos da tabela periódica.
- (B) Fe e C, que pertencem a diferentes grupos da tabela periódica.
- (C) Fe e Cr, que pertencem ao mesmo período da tabela periódica.
- (D) Fe e Cr, que pertencem ao mesmo grupo da tabela periódica.

Item obrigatório

3.2. Perante um dano na superfície do aço, a película de Cr_2O_3 autorrepara-se, porque o aço, exposto novamente ao O_2 presente no ar, volta a formar a película protetora.

Explique a resistência à corrosão atmosférica deste aço.

Na sua resposta:

- apresente a razão pela qual a película torna o aço resistente à corrosão;
- fundamente o processo de autorreparação da película, comparando o poder redutor do Fe com o do Cr.

Apresente um texto estruturado, utilizando linguagem científica adequada.

3.3. No estado fundamental, o átomo de oxigênio, comparativamente ao átomo de carbono, apresenta um número de energias de remoção eletrônica

- (A) igual e um maior número de orbitais de valência totalmente preenchidas.
- (B) igual e um menor número de orbitais de valência totalmente preenchidas.
- (C) diferente e um maior número de orbitais de valência totalmente preenchidas.
- (D) diferente e um menor número de orbitais de valência totalmente preenchidas.

Item obrigatório

4. Um objeto sólido, a uma dada temperatura, é introduzido num recipiente isolado termicamente, completamente cheio de água líquida a uma temperatura inferior à do objeto. Após um determinado intervalo de tempo, a água e o sólido atingem o equilíbrio térmico.

Esta experiência é repetida com um segundo objeto sólido, que apresenta a mesma massa e a mesma temperatura inicial do primeiro objeto.

Admita, para as duas experiências, que:

- não ocorrem mudanças de estado físico;
- as massas da água são iguais;
- as temperaturas iniciais da água são iguais.

A temperatura de equilíbrio térmico é superior na experiência com o objeto 2.

Conclua, justificando, qual dos dois objetos (1 ou 2) apresenta maior capacidade térmica mássica.

Apresente um texto estruturado, utilizando linguagem científica adequada.

5. Um prédio tem três lanços de escadas, cada um com 2,80 m de altura, e um elevador cuja cabina tem 300 kg de massa. Para se deslocar do rés do chão até ao 3.º andar, uma pessoa de massa 75 kg pode utilizar o elevador ou as escadas.

Admita que:

- a pessoa e o conjunto *pessoa + cabina* são sistemas redutíveis ao seu centro de massa (modelo da partícula material);
- o solo é o nível de referência da energia potencial gravítica.

Item obrigatório

- 5.1. Qual é a razão entre as variações das energias potenciais gravíticas do conjunto *pessoa + cabina + Terra*, no trajeto pelo elevador, e do conjunto *pessoa + Terra*, no trajeto pelas escadas, do rés do chão até ao 3.º andar?

- (A) 1
- (B) 0,2
- (C) 4
- (D) 5

- 5.2. De elevador, o percurso do rés do chão até ao 3.º andar demora 10,0 s.

Admita que o elevador se desloca, durante o primeiro segundo de movimento, com uma aceleração cuja componente escalar é positiva. No instante 1,0 s, atinge a velocidade máxima, que mantém durante 8,0 s. Dos 9,0 s até aos 10,0 s, o elevador desloca-se com uma aceleração cuja componente escalar é negativa, até parar.

Considere que o módulo da aceleração é constante durante o primeiro e o último segundos de movimento.

Item obrigatório

- 5.2.1. Determine o módulo da velocidade máxima que o elevador atinge.

Apresente todos os cálculos efetuados.

5.2.2. A intensidade da força, N , que o elevador exerce sobre a pessoa, no primeiro segundo do movimento, é _____ ao peso da pessoa e, no último segundo do movimento, é _____ ao peso da pessoa.

- (A) inferior ... superior
- (B) superior ... inferior
- (C) superior ... igual
- (D) inferior ... igual

5.3. No interior do elevador, uma pessoa observa-se ao espelho. Este encontra-se disposto numa posição inclinada, sobre a pessoa, fazendo um ângulo de 80° com a base do elevador. Um raio luminoso, refletido no espelho e paralelo ao solo, atinge os olhos da pessoa.

Qual é o ângulo de incidência do raio que dá origem ao raio refletido no espelho e paralelo ao solo?

- (A) 80°
- (B) 20°
- (C) 10°
- (D) 40°

5.4. Durante uma falha de eletricidade no prédio, uma pessoa desce as escadas com uma lanterna a pilhas ligada.

Item obrigatório

5.4.1. No circuito elétrico da lanterna, o sentido real da corrente elétrica é do polo

- (A) positivo para o polo negativo da pilha, e a corrente é alternada.
- (B) positivo para o polo negativo da pilha, e a corrente é contínua.
- (C) negativo para o polo positivo da pilha, e a corrente é alternada.
- (D) negativo para o polo positivo da pilha, e a corrente é contínua.

5.4.2. A curva característica da pilha usada na lanterna é representada pela equação

$$U = 5,5 - 1,3 I$$

Qual das opções seguintes pode representar as características desta pilha (ε e r)?

- (A) 5,5 V e 1,3 Ω
- (B) 1,3 V e 5,5 Ω
- (C) 4,2 V e 1,3 Ω
- (D) 6,8 V e 5,5 Ω

5.5. No pátio do prédio, uma pessoa testa os ressaltos de uma bola de ténis.

A bola de ténis é abandonada de uma altura, h , relativamente ao solo, originando vários ressaltos.

Admita que:

- a trajetória da bola é retilínea;
- a resistência do ar é desprezável;
- a bola pode ser representada pelo seu centro de massa (modelo da partícula material);
- o solo é o nível de referência da energia potencial gravítica.

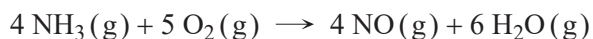
Considere que, em cada ressalto, 50% da energia cinética da bola é dissipada no impacto com o solo.

Qual das expressões seguintes permite calcular a altura máxima atingida pela bola após o segundo ressalto?

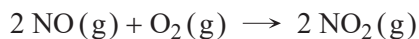
- (A) $\frac{h}{2}$
- (B) \sqrt{h}
- (C) $\frac{h}{4}$
- (D) $\sqrt{\frac{h}{2}}$

6. O ácido nítrico, HNO_3 (aq) ($M = 63,02 \text{ g mol}^{-1}$), é considerado um ácido forte, sendo bastante corrosivo. É um dos compostos químicos mais produzidos mundialmente. Desde 1902, é preparado industrialmente em três etapas sequenciais (processo de Ostwald):

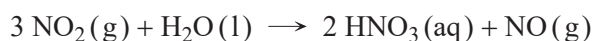
Etapa I) Combustão do amoníaco, NH_3 ($M = 17,04 \text{ g mol}^{-1}$), para formar monóxido de nitrogénio, NO.



Etapa II) Oxidação do NO a dióxido de nitrogénio, NO_2 .



Etapa III) Reação do NO_2 com água, para formação de HNO_3 .



Item obrigatório

- 6.1. Complete o texto seguinte, fazendo corresponder a cada letra o número da opção correta.

Escreva, na folha de respostas, cada uma das letras seguida do número que corresponde à opção selecionada. A cada letra corresponde um só número.

A molécula de NH_3 tem a) eletrões de valência, sendo b) o número de eletrões não-ligantes, o que lhe confere uma geometria c) .

a)

1. dez

2. oito

3. seis

b)

1. dois

2. quatro

3. zero

c)

1. tetraédrica

2. piramidal trigonal

3. triangular plana

Item obrigatório

6.2. Os números de oxidação do nitrogénio nos compostos NH_3 e HNO_3 são, respetivamente,

- (A) 3 e 5.
- (B) 3 e 4.
- (C) -3 e 5.
- (D) -3 e 4.

Item obrigatório

6.3. Considere que, nas duas primeiras etapas do processo de Ostwald, se dá a conversão completa dos reagentes em produtos e que a terceira etapa tem um rendimento de 75%.

Determine a massa de NH_3 , em kg, necessária para produzir 1200 toneladas de HNO_3 .

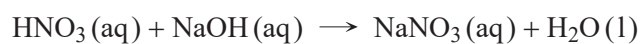
Apresente todos os cálculos efetuados.

6.4. De acordo com os princípios da química verde, que apela à sustentabilidade dos processos químicos industriais, na obtenção de HNO_3 pelo processo de Ostwald, seria vantajoso reutilizar o NO resultante da

- (A) etapa III na etapa I.
- (B) etapa III na etapa II.
- (C) etapa I na etapa II.
- (D) etapa I na etapa III.

7. Numa titulação, a 25 °C, 10,00 mL de uma solução diluída de ácido nítrico, HNO_3 (aq) ($M = 63,02 \text{ g mol}^{-1}$), foram titulados com uma solução padrão de hidróxido de sódio, NaOH (aq), de concentração $0,100 \text{ mol dm}^{-3}$.

A reação que ocorre pode ser traduzida por



O volume de base gasto até se atingir o ponto de equivalência foi 13,80 mL.

Item obrigatório

- 7.1. A medição do volume gasto de NaOH foi realizada recorrendo a uma _____, tendo sido registada uma incerteza de leitura de _____.

- (A) bureta ... 0,05 mL
- (B) bureta ... 0,5 mL
- (C) pipeta volumétrica ... 0,05 mL
- (D) pipeta volumétrica ... 0,5 mL

- 7.2. Nesta titulação foram gastos _____ de titulante até se atingir o ponto de equivalência, e o pH nesse ponto foi _____.

- (A) 13,80 mL ... igual a 7
- (B) 13,80 mL ... superior a 7
- (C) 10,00 mL ... igual a 7
- (D) 10,00 mL ... superior a 7

Item obrigatório

7.3. A solução aquosa diluída de HNO_3 foi preparada a partir de uma solução concentrada do mesmo ácido ($\rho = 1,260 \text{ g cm}^{-3}$ e 35%, em massa).

Determine a razão entre as concentrações das duas soluções aquosas de HNO_3 , a concentrada e a diluída.

Apresente todos os cálculos efetuados.

Item obrigatório

8. Na Antártida, um meteorito de 12 kg, à temperatura de $3100 \text{ }^\circ\text{C}$, enterra-se num bloco de gelo de grandes dimensões com uma velocidade de 10 km s^{-1} , em módulo.

Admita que:

- o bloco de gelo se encontra à temperatura de $0 \text{ }^\circ\text{C}$;
- toda a energia cinética do meteorito é utilizada para fundir gelo do bloco;
- a capacidade térmica mássica do material que constitui o meteorito é $830 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$;
- a temperatura de fusão do gelo é $0 \text{ }^\circ\text{C}$;
- a variação de entalpia (mássica) de fusão do gelo é $3,34 \times 10^5 \text{ J kg}^{-1}$.

Determine a massa de gelo que se funde, considerando que, no final, o sistema *meteorito + bloco de gelo* se encontra a $0 \text{ }^\circ\text{C}$.

Apresente todos os cálculos efetuados.

Item obrigatório

9. Um astronauta aterra num planeta de perímetro 50 km. Faz uma experiência na qual deixa cair, em simultâneo, de uma altura de 1,60 m, um martelo e uma pena. Verifica que os dois objetos atingem o solo, ao mesmo tempo, após 1,7 s.

Admita que o planeta é esférico e de densidade uniforme.

Determine a massa do planeta.

Apresente todos os cálculos efetuados.

FIM

COTAÇÕES

As pontuações obtidas nas respostas a estes 16 itens da prova contribuem obrigatoriamente para a classificação final (16 × 10 pontos).

1.1.	10 pontos
2.1.	10 pontos
2.2.	10 pontos
3.1.	10 pontos
3.2.	10 pontos
4.	10 pontos
5.1.	10 pontos
5.2.1.	10 pontos
5.4.1.	10 pontos
6.1.	10 pontos
6.2.	10 pontos
6.3.	10 pontos
7.1.	10 pontos
7.3.	10 pontos
8.	10 pontos
9.	10 pontos

SUBTOTAL 160 pontos

Destes 8 itens, contribuem para a classificação final da prova os 4 itens cujas respostas obtenham melhor pontuação (4 × 10 pontos).

1.2.	10 pontos
3.3.	10 pontos
5.2.2.	10 pontos
5.3.	10 pontos
5.4.2.	10 pontos
5.5.	10 pontos
6.4.	10 pontos
7.2.	10 pontos

SUBTOTAL 40 pontos

TOTAL 200 pontos