
Prova Escrita de Física e Química A

10.º e 11.º Anos de Escolaridade

Prova 715/2.ª Fase

15 Páginas

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

2011

VERSÃO 1

Na folha de respostas, indique de forma legível a versão da prova. 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 corrector. 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 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 opção escolhida.

Nos itens de construção de cálculo, apresente todas as etapas de resolução, explicitando todos os cálculos efectuados 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.

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 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 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** $P = e\sigma AT^4$
 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 direcção 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 actua sobre um corpo em movimento rectilíneo** $W = Fd \cos \alpha$
 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 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 puntual m_1 (m_2) na massa puntual 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 rectilíneo com aceleração constante** $x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} at^2$
 x – valor (componente escalar) da posição
 v – valor (componente escalar) da velocidade
 a – valor (componente escalar) da aceleração
 t – tempo
 $v = v_0 + at$
- **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 trajectória
 T – período do movimento
 ω – módulo da velocidade angular
 $v = \frac{2\pi r}{T}$
 $\omega = \frac{2\pi}{T}$
- **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 a direcção de propagação da onda e a normal à superfície separadora no ponto de incidência, nos meios 1 e 2, respectivamente

TABELA PERIÓDICA

18																		
1																		
2																		
3																17	18	
4															16	17	18	
5														15	16	17	18	
6													14	15	16	17	18	
7												13	14	15	16	17	18	
8											12	13	14	15	16	17	18	
9										11	12	13	14	15	16	17	18	
10									10	11	12	13	14	15	16	17	18	
11								9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
12							8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
13						7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
14					6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
15				5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
16			4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
17		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
18	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
19	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
20	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
22	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
23	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
24	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
25	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
26	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
27	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
28	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
29	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
30	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
32	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
33	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
34	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
35	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
36	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
37	20	21	22	23														

Para responder aos itens de escolha múltipla, **selecione a única opção (A, B, C ou D)** que permite obter uma afirmação correcta ou responder correctamente 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

O espectro da radiação electromagnética, que abrange uma enorme gama de frequências, compreende um pequeno segmento que corresponde a uma sequência de cores – violeta, azul, verde, amarelo, laranja e vermelho.

Mas há muito mais luz do que aquela que vemos nesse pequeno segmento do espectro. Nas frequências mais altas, para lá do violeta, fica uma parte do espectro chamada ultravioleta: uma espécie de luz, invisível aos nossos olhos, mas perfeitamente real. Para lá do ultravioleta fica a parte de raios X do espectro e para lá dos raios X ficam os raios gama.

Nas frequências mais baixas, do outro lado do vermelho, fica a parte infravermelha do espectro. Foi descoberta colocando um termómetro nessa zona do espectro: a temperatura subiu, o que significava que havia radiação a incidir no termómetro. Nas frequências ainda mais baixas, fica a vasta região espectral das ondas de rádio.

Dos raios gama às ondas de rádio, todos são tipos respeitáveis de luz. Mas, em virtude das limitações dos nossos olhos, temos uma espécie de preconceito a favor daquele pequeno segmento de arco-íris a que chamamos espectro da luz visível.

Carl Sagan, *Cosmos*, Gradiva, 1984 (adaptado)

1. Apresente um esquema que traduza a sequência dos vários tipos de radiação no espectro electromagnético, com base na informação dada no texto.

2. O espectro da luz visível pode ser obtido fazendo incidir radiação solar num prisma de vidro.

Admita que o índice de refração, n , do vidro de que é constituído um prisma é 1,51 para uma radiação vermelha e 1,53 para uma radiação violeta.

Conclua, justificando, qual destas radiações se propaga com maior velocidade no interior do prisma.

3. Considere um feixe *laser*, muito fino, que se propaga no ar e que incide numa das faces de um prisma de vidro.

Em qual das figuras seguintes está representada parte de um trajecto possível desse feixe no interior do prisma?



4. Os colectores solares térmicos são dispositivos que permitem aproveitar o efeito térmico da radiação que nos chega do Sol.

Pretende-se instalar um sistema solar térmico com colectores orientados de modo que neles incida, por cada metro quadrado (m^2), radiação de energia média diária de $1,0 \times 10^7 \text{ J}$. O sistema, com um rendimento médio de 35%, destina-se a aquecer 300 kg de água.

Calcule a área de colectores que deve ser instalada, caso se pretenda que o aumento médio diário da temperatura da água seja $40 \text{ }^\circ\text{C}$.

Apresente todas as etapas de resolução.

$$c \text{ (capacidade térmica mássica da água)} = 4,18 \times 10^3 \text{ J kg}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$$

5. Admitindo que as estrelas se comportam como corpos negros, o comprimento de onda da radiação de máxima intensidade emitida por uma estrela será tanto maior quanto

- (A) maior for a temperatura a que esta se encontra.
- (B) menor for a temperatura a que esta se encontra.
- (C) maior for a área da sua superfície.
- (D) menor for a área da sua superfície.

GRUPO II

1. Na Figura 1, está representado o espectro da estrela Rigel na região do visível.

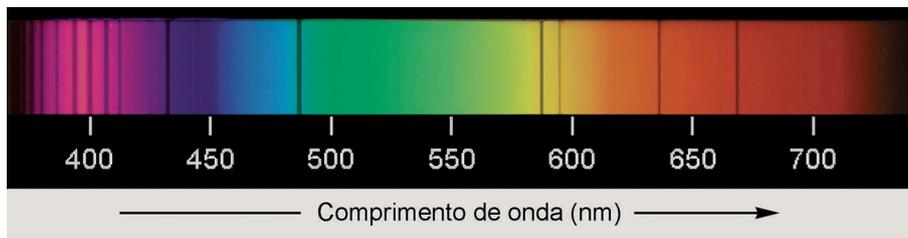


Figura 1

1.1. Selecciona a única opção que contém os termos que preenchem, sequencialmente, os espaços seguintes.

O espectro representado na Figura 1 resulta da sobreposição de um espectro de _____ contínuo e de um conjunto de riscas negras resultantes da _____ de radiação pelas espécies presentes na atmosfera da estrela.

- (A) absorção ... absorção
- (B) emissão ... emissão
- (C) absorção ... emissão
- (D) emissão ... absorção

1.2. O espectro da estrela Rigel apresenta uma risca negra bem definida a um comprimento de onda de 486 nm.

Qual das expressões seguintes permite calcular a frequência, f , em hertz (Hz), da radiação que, no vácuo, tem aquele comprimento de onda?

(A) $f = \frac{4,86 \times 10^{-7}}{3,00 \times 10^8} \text{ Hz}$

(B) $f = \frac{3,00 \times 10^8}{4,86 \times 10^{-7}} \text{ Hz}$

(C) $f = \frac{3,00 \times 10^8}{486} \text{ Hz}$

(D) $f = \frac{486}{3,00 \times 10^8} \text{ Hz}$

1.3. O espectro de emissão do hélio atómico na região do visível apresenta, entre outras, uma risca a 587 nm e uma risca a 667 nm.

Conclua, justificando a partir da informação fornecida, se é provável que o hélio esteja presente na atmosfera da estrela Rigel.

2. O espectro de emissão do átomo de hidrogénio apresenta uma linha vermelha originada por uma transição electrónica que envolve a emissão de radiação de energia igual a $3,03 \times 10^{-19}$ J.

O número quântico principal, n , do nível energético para o qual o electrão transita e a variação de energia, ΔE , associada a essa transição electrónica são, respectivamente,

- (A) $n = 3$ e $\Delta E = + 3,03 \times 10^{-19}$ J
(B) $n = 2$ e $\Delta E = + 3,03 \times 10^{-19}$ J
(C) $n = 2$ e $\Delta E = - 3,03 \times 10^{-19}$ J
(D) $n = 3$ e $\Delta E = - 3,03 \times 10^{-19}$ J

GRUPO III

O oxigénio, $O_2(g)$, é um dos componentes principais da atmosfera terrestre.

1. Considere o período da Tabela Periódica onde se encontra o elemento oxigénio.

Qual é o elemento desse período cujos átomos apresentam maior raio atómico?

2. Represente a molécula O_2 , utilizando a notação de Lewis.

3. Na termosfera, pode ocorrer a ionização de $O_2(g)$ por absorção de, pelo menos, $1,18 \times 10^3$ kJ mol⁻¹.

Para que ocorra a ionização de uma molécula de $O_2(g)$, deverá ser absorvida, pelo menos, uma energia, em joule (J), igual a

- (A) $\frac{1,18 \times 10^3}{10^3 \times 6,02 \times 10^{23}}$ J
(B) $\frac{10^3}{1,18 \times 10^3 \times 6,02 \times 10^{23}}$ J
(C) $\frac{6,02 \times 10^{23}}{1,18 \times 10^3 \times 10^3}$ J
(D) $\frac{1,18 \times 10^3 \times 10^3}{6,02 \times 10^{23}}$ J

4. A tabela seguinte apresenta a composição de uma amostra de ar.

Gás	Quantidade / mol
N ₂	0,174
O ₂	0,047
Outros gases	0,002

Qual das expressões seguintes permite calcular a fracção molar de O₂(g), x_{O_2} , nessa amostra?

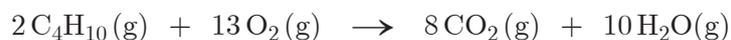
(A) $x_{O_2} = \frac{0,047}{0,174 \times 0,047 \times 0,002}$

(B) $x_{O_2} = \frac{0,047}{0,174 + 0,047 + 0,002}$

(C) $x_{O_2} = \frac{0,174 \times 0,047 \times 0,002}{0,047}$

(D) $x_{O_2} = \frac{0,174 + 0,047 + 0,002}{0,047}$

5. A reacção de combustão do butano, C₄H₁₀(g) ($M = 58,14 \text{ g mol}^{-1}$), no ar, pode ser traduzida por



Calcule o volume de O₂(g) necessário para que ocorra a combustão completa de 23,26 g de butano, em condições normais de pressão e de temperatura (PTN).

Apresente todas as etapas de resolução.

6. Considere um som harmónico que se propaga no ar.

Se esse som se propagar na água, terá

- (A) a mesma frequência e o mesmo comprimento de onda.
- (B) a mesma frequência e o mesmo período.
- (C) o mesmo período e o mesmo comprimento de onda.
- (D) o mesmo período e a mesma velocidade de propagação.

GRUPO IV

1. O produto iónico da água, K_w , é a constante de equilíbrio definida para a reacção de auto-ionização da água que pode ser traduzida por



O gráfico da Figura 2 representa o produto iónico da água, K_w , em função da temperatura.

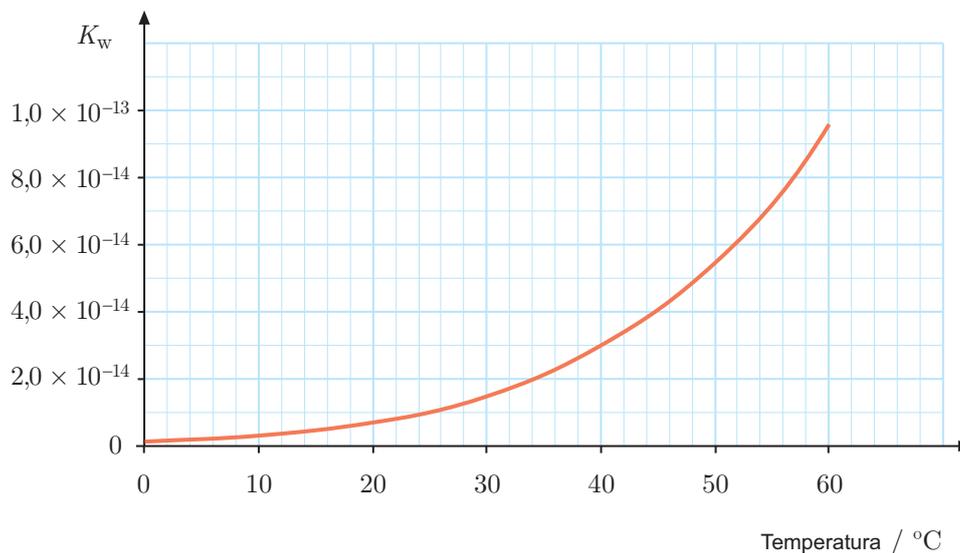


Figura 2

- 1.1. Determine o pH de uma amostra pura de água à temperatura de 40 °C.

Apresente todas as etapas de resolução.

- 1.2. Selecciona a única opção que contém os termos que preenchem, sequencialmente, os espaços seguintes.

O pH de uma amostra pura de água _____ à medida que a temperatura aumenta, _____ alteração do carácter neutro da água.

- (A) aumenta ... havendo
- (B) diminui ... não havendo
- (C) diminui ... havendo
- (D) aumenta ... não havendo

- 1.3. Conclua, justificando, se a reacção de auto-ionização da água é endotérmica ou exotérmica.

2. A água é uma espécie química anfotérica (ou anfiprótica), porque, em reacções de ácido-base,

- (A) se comporta sempre como um ácido.
- (B) se comporta sempre como uma base.
- (C) se pode comportar como um ácido ou como uma base.
- (D) nunca se comporta como um ácido nem como uma base.

3. Numa solução aquosa ácida, a 25 °C, verifica-se a relação

(A) $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-] \times 1,0 \times 10^{-14}$

(B) $[\text{H}_3\text{O}^+] \times [\text{OH}^-] < 1,0 \times 10^{-14}$

(C) $[\text{H}_3\text{O}^+] \times [\text{OH}^-] > 1,0 \times 10^{-14}$

(D) $[\text{H}_3\text{O}^+] \times [\text{OH}^-] = 1,0 \times 10^{-14}$

4. Atendendo apenas à estequiometria do composto, a molécula H_2O poderia assumir uma geometria linear. No entanto, aquela molécula apresenta uma geometria angular.

Explique por que é que a geometria da molécula de água é angular.

GRUPO V

Para investigar como varia a energia cinética de um corpo com a distância percorrida sobre um plano inclinado, um grupo de alunos montou uma prancha flexível, de modo que uma parte formasse uma rampa com uma certa inclinação em relação à horizontal, como está representado na Figura 3. Os alunos abandonaram um carrinho, de massa 457,0 g, em diversos pontos da rampa, medindo, em cada caso, a distância, d , percorrida até ao final da rampa e o valor da velocidade, v , com que o carrinho aí chegava.

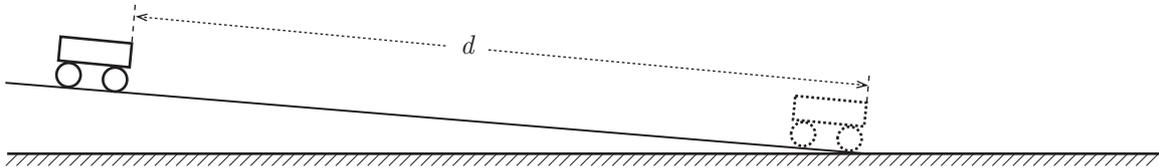


Figura 3

1. Em três ensaios, realizados nas mesmas condições, os alunos mediram, com um sensor, os valores da velocidade, v , que se encontram registados na tabela seguinte.

Ensaio	$v / \text{m s}^{-1}$
1	0,846
2	0,853
3	0,842

Obtenha o resultado da medição da velocidade.

Exprima esse resultado em função do valor mais provável e da incerteza absoluta.

Apresente todas as etapas de resolução.

2. Admita que era pedido aos alunos que determinassem o valor da velocidade, v , do carrinho no final da rampa, não com um sensor, mas tendo que utilizar obrigatoriamente um cronómetro e uma fita métrica.

Descreva uma metodologia adequada à tarefa pedida aos alunos, explicitando os passos necessários àquela determinação.

3. Na Figura 4, está representado o gráfico da energia cinética do carrinho no final da rampa, para diversos valores da distância percorrida, d .

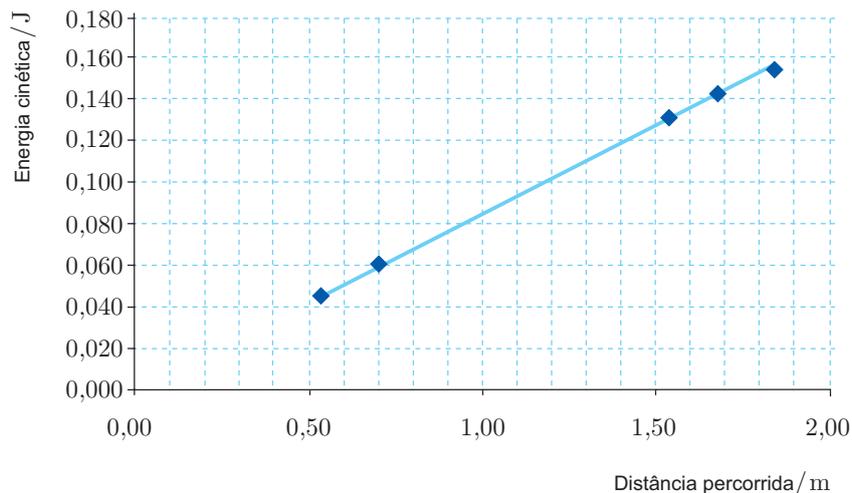


Figura 4

O valor da velocidade, v , em metro por segundo (m s^{-1}), com que o carrinho chegará ao final da rampa, se, sobre esta, percorrer 2,00 m, pode ser calculado pela expressão

(A) $v = \sqrt{\frac{2 \times 0,170}{0,4570}} \text{ m s}^{-1}$

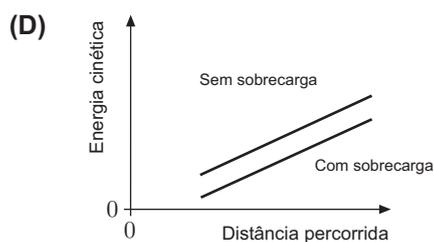
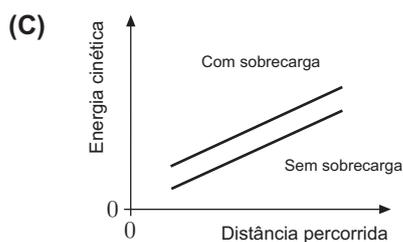
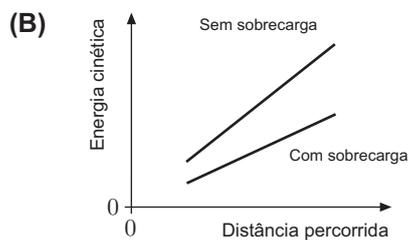
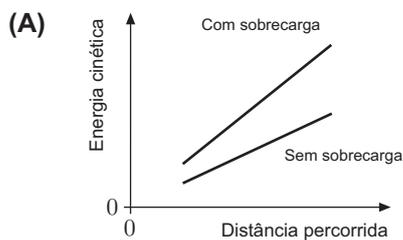
(B) $v = \sqrt{\frac{2 \times 0,180}{0,4570}} \text{ m s}^{-1}$

(C) $v = \sqrt{\frac{0,4570 \times 0,180}{2}} \text{ m s}^{-1}$

(D) $v = \sqrt{\frac{0,4570 \times 0,170}{2}} \text{ m s}^{-1}$

4. Os alunos repetiram a experiência, colocando uma sobrecarga sobre o carrinho.

Em qual das figuras seguintes se encontram correctamente esboçados os gráficos da energia cinética do carrinho (sem e com sobrecarga) no final da rampa, em função da distância percorrida?



GRUPO VI

Considere um carrinho que se move segundo uma trajectória rectilínea, coincidente com o eixo Ox de um referencial unidimensional.

Na Figura 5, encontra-se representado o gráfico da componente escalar, segundo esse eixo, da velocidade, v , do carrinho em função do tempo, t , obtido em laboratório com um sistema de aquisição de dados.

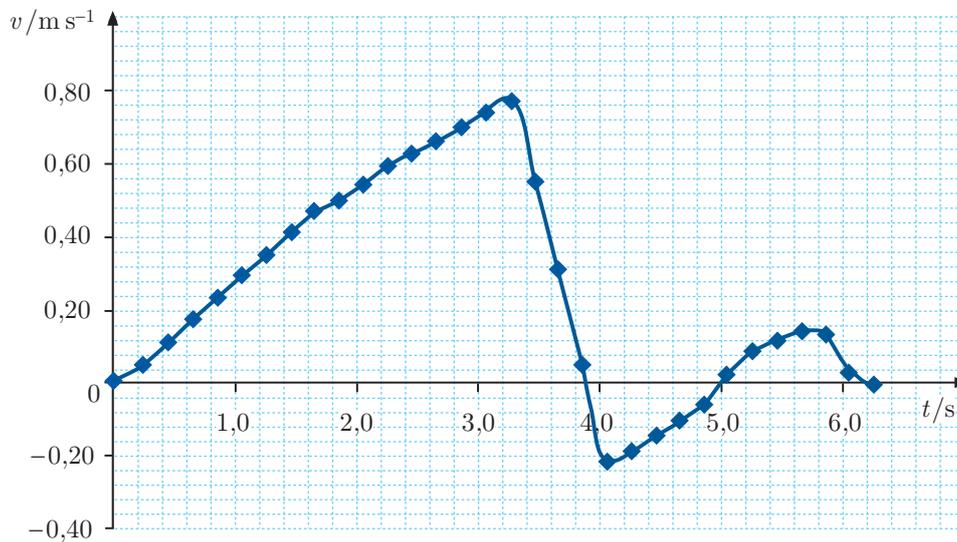


Figura 5

1. Houve inversão do sentido do movimento do carrinho no intervalo de tempo

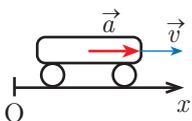
- (A) [1,6 ; 2,0] s
- (B) [3,4 ; 3,8] s
- (C) [4,8 ; 5,2] s
- (D) [5,6 ; 6,0] s

2. Calcule a distância percorrida pelo carrinho no intervalo de tempo [0,0 ; 1,4] s.

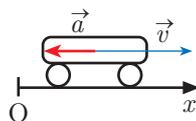
Apresente todas as etapas de resolução.

3. Em qual dos seguintes esquemas se encontram correctamente representados os vectores velocidade, \vec{v} , e aceleração, \vec{a} , no instante $t = 3,4$ s?

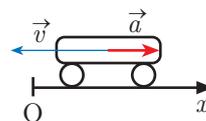
(A)



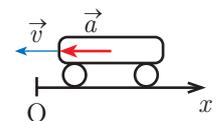
(B)



(C)



(D)



FIM

COTAÇÕES

GRUPO I

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

GRUPO II

1.	
1.1.	5 pontos
1.2.	5 pontos
1.3.	10 pontos
2.	5 pontos
	<hr/>
	25 pontos

GRUPO III

1.	5 pontos
2.	5 pontos
3.	5 pontos
4.	5 pontos
5.	10 pontos
6.	5 pontos
	<hr/>
	35 pontos

GRUPO IV

1.	
1.1.	10 pontos
1.2.	5 pontos
1.3.	10 pontos
2.	5 pontos
3.	5 pontos
4.	10 pontos
	<hr/>
	45 pontos

GRUPO V

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

GRUPO VI

1.	5 pontos
2.	10 pontos
3.	5 pontos
	<hr/>
	20 pontos

TOTAL **200 pontos**