

**Exame Final Nacional de Física e Química A**  
**Prova 715 | Época Especial | 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

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

17 Páginas

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.

Para cada resposta, identifique o item.

Utilize apenas caneta ou esferográfica de tinta azul ou preta.

Não é permitido o uso de corretor. Risque aquilo que pretende que não seja classificado.

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

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

### • Soluções

$$c = \frac{n}{V} \qquad x_A = \frac{n_A}{n_{\text{total}}} \qquad \text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+],$$

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

### • Energia

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

$$W = F d \cos \alpha \qquad \sum_i W_i = \Delta E_c \qquad W_{\vec{F}_g} = -\Delta E_{\text{pg}}$$

$$U = R I \qquad P = R I^2 \qquad U = \varepsilon - r I$$

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

### • Mecânica

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

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

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

### • 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

		<b>18</b>																
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	
<b>1</b> <b>H</b> 1,01	<b>2</b> <b>He</b> 4,00																	
<b>3</b> <b>Li</b> 6,94	<b>4</b> <b>Be</b> 9,01	Número atômico <b>Elemento</b> Massa atômica relativa																
<b>11</b> <b>Na</b> 22,99	<b>12</b> <b>Mg</b> 24,31											<b>5</b> <b>B</b> 10,81	<b>6</b> <b>C</b> 12,01	<b>7</b> <b>N</b> 14,01	<b>8</b> <b>O</b> 16,00	<b>9</b> <b>F</b> 19,00	<b>10</b> <b>Ne</b> 20,18	
<b>19</b> <b>K</b> 39,10	<b>20</b> <b>Ca</b> 40,08	<b>21</b> <b>Sc</b> 44,96	<b>22</b> <b>Ti</b> 47,87	<b>23</b> <b>V</b> 50,94	<b>24</b> <b>Cr</b> 52,00	<b>25</b> <b>Mn</b> 54,94	<b>26</b> <b>Fe</b> 55,85	<b>27</b> <b>Co</b> 58,93	<b>28</b> <b>Ni</b> 58,69	<b>29</b> <b>Cu</b> 63,55	<b>30</b> <b>Zn</b> 65,38	<b>31</b> <b>Ga</b> 69,72	<b>32</b> <b>Ge</b> 72,63	<b>33</b> <b>As</b> 74,92	<b>34</b> <b>Se</b> 78,97	<b>35</b> <b>Br</b> 79,90	<b>36</b> <b>Kr</b> 83,80	
<b>37</b> <b>Rb</b> 85,47	<b>38</b> <b>Sr</b> 87,62	<b>39</b> <b>Y</b> 88,91	<b>40</b> <b>Zr</b> 91,22	<b>41</b> <b>Nb</b> 92,91	<b>42</b> <b>Mo</b> 95,95	<b>43</b> <b>Tc</b>	<b>44</b> <b>Ru</b> 101,07	<b>45</b> <b>Rh</b> 102,91	<b>46</b> <b>Pd</b> 106,42	<b>47</b> <b>Ag</b> 107,87	<b>48</b> <b>Cd</b> 112,41	<b>49</b> <b>In</b> 114,82	<b>50</b> <b>Sn</b> 118,71	<b>51</b> <b>Sb</b> 121,76	<b>52</b> <b>Te</b> 127,60	<b>53</b> <b>I</b> 126,90	<b>54</b> <b>Xe</b> 131,29	
<b>55</b> <b>Cs</b> 132,91	<b>56</b> <b>Ba</b> 137,33	<b>57-71</b> Lantanídeos		<b>72</b> <b>Hf</b> 178,49	<b>73</b> <b>Ta</b> 180,95	<b>74</b> <b>W</b> 183,84	<b>76</b> <b>Os</b> 190,23	<b>77</b> <b>Ir</b> 192,22	<b>78</b> <b>Pt</b> 195,08	<b>79</b> <b>Au</b> 196,97	<b>80</b> <b>Hg</b> 200,59	<b>81</b> <b>Tl</b> 204,38	<b>82</b> <b>Pb</b> 207,2	<b>83</b> <b>Bi</b> 208,98	<b>84</b> <b>Po</b>	<b>85</b> <b>At</b>	<b>86</b> <b>Rn</b>	
<b>87</b> <b>Fr</b>	<b>88</b> <b>Ra</b>	<b>89-103</b> Actinídeos		<b>104</b> <b>Rf</b>	<b>105</b> <b>Db</b>	<b>106</b> <b>Sg</b>	<b>108</b> <b>Hs</b>	<b>109</b> <b>Mt</b>	<b>110</b> <b>Ds</b>	<b>111</b> <b>Rg</b>	<b>112</b> <b>Cn</b>	<b>113</b> <b>Nh</b>	<b>114</b> <b>Fl</b>	<b>115</b> <b>Mc</b>	<b>116</b> <b>Lv</b>	<b>117</b> <b>Ts</b>	<b>118</b> <b>Og</b>	
		<b>57</b> <b>La</b> 138,91	<b>58</b> <b>Ce</b> 140,12	<b>59</b> <b>Pr</b> 140,91	<b>60</b> <b>Nd</b> 144,24	<b>61</b> <b>Pm</b>	<b>62</b> <b>Sm</b> 150,36	<b>63</b> <b>Eu</b> 151,96	<b>64</b> <b>Gd</b> 157,25	<b>65</b> <b>Tb</b> 158,93	<b>66</b> <b>Dy</b> 162,50	<b>67</b> <b>Ho</b> 164,93	<b>68</b> <b>Er</b> 167,26	<b>69</b> <b>Tm</b> 168,93	<b>70</b> <b>Yb</b> 173,05	<b>71</b> <b>Lu</b> 174,97		
<b>89</b> <b>Ac</b>	<b>90</b> <b>Th</b> 232,04	<b>91</b> <b>Pa</b> 231,04	<b>92</b> <b>U</b> 238,03	<b>93</b> <b>Np</b>	<b>94</b> <b>Pu</b>	<b>95</b> <b>Am</b>	<b>96</b> <b>Cm</b>	<b>97</b> <b>Bk</b>	<b>98</b> <b>Cf</b>	<b>99</b> <b>Es</b>	<b>100</b> <b>Fm</b>	<b>101</b> <b>Md</b>	<b>102</b> <b>No</b>	<b>103</b> <b>Lr</b>				

1. O etanol,  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ , faz parte da composição de bebidas alcoólicas e pode ser utilizado como combustível.

O etanal,  $\text{CH}_3\text{CHO}$ , pode ser obtido a partir do etanol, e a sua principal utilização é a produção de ácido etanoico.

O ácido etanoico,  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , tem utilizações variadas, destacando-se o fabrico de essências artificiais.

A Figura 1 representa modelos tridimensionais das moléculas de etanol, etanal e ácido etanoico.

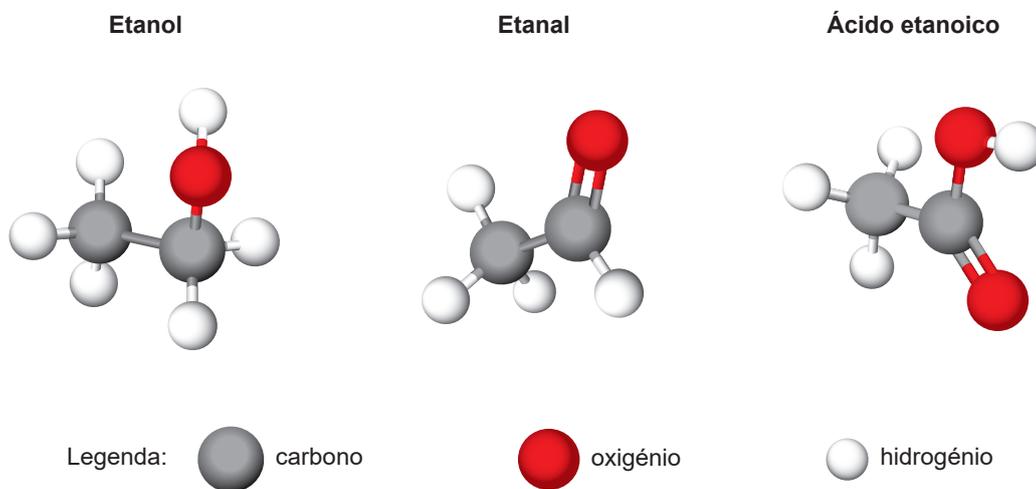


Figura 1

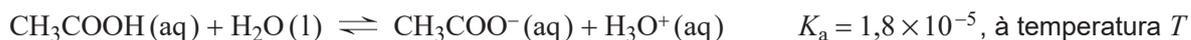
\* 1.1. Os grupos funcionais nas moléculas de etanol e de ácido etanoico são, respetivamente,

- (A) carbonilo e hidroxilo.
- (B) hidroxilo e carboxilo.
- (C) carbonilo e carboxilo.
- (D) hidroxilo e carbonilo.

1.2. Na molécula de etanal, os números de pares de eletrões ligantes e de pares de eletrões não ligantes são, respetivamente,

- (A) seis e um.
- (B) sete e um.
- (C) seis e dois.
- (D) sete e dois.

- 1.3. Em solução aquosa, o ácido etanoico,  $\text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq})$ , ioniza-se parcialmente, originando  $\text{CH}_3\text{COO}^-(\text{aq})$  e  $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$ . Esta reação pode ser traduzida por



Após ionização, à temperatura  $T$ , uma solução aquosa de  $\text{CH}_3\text{COOH}$  apresenta um pH de 2,6.

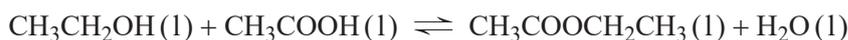
- \* 1.3.1. Determine a concentração de  $\text{CH}_3\text{COOH}$  em equilíbrio, à temperatura  $T$ .

Apresente todos os cálculos efetuados.

- \* 1.3.2. Qual das opções seguintes apresenta um par conjugado ácido-base resultante da ionização do ácido etanoico em água?

- (A)  $\text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq}) / \text{CH}_3\text{COO}^-(\text{aq})$                       (B)  $\text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq}) / \text{H}_2\text{O}(\text{l})$   
(C)  $\text{CH}_3\text{COO}^-(\text{aq}) / \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$                       (D)  $\text{CH}_3\text{COO}^-(\text{aq}) / \text{H}_2\text{O}(\text{l})$

- 1.4. Fazendo reagir etanol com ácido etanoico, obtém-se etanoato de etilo,  $\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3$ , e água, num equilíbrio traduzido por



- 1.4.1. Para otimizar o processo, pode recorrer-se ao uso de catalisadores e de um equipamento de laboratório que permite remover a água produzida.

Considere que a temperatura se mantém constante.

Quando se \_\_\_\_\_, o quociente da reação,  $Q$ , passa a ser \_\_\_\_\_ à constante de equilíbrio,  $K_c$ .

- (A) adicionam os catalisadores ... superior  
(B) remove a água produzida ... superior  
(C) remove a água produzida ... inferior  
(D) adicionam os catalisadores ... inferior

- \* 1.4.2. Num laboratório, juntaram-se 40,0 g de  $\text{CH}_3\text{COOH}$  ( $M = 60,06 \text{ g mol}^{-1}$ ) a etanol em excesso e obtiveram-se 40,0 g de  $\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3$  ( $M = 88,12 \text{ g mol}^{-1}$ ).

Determine o rendimento da reação.

Apresente todos os cálculos efetuados.

2. Os primeiros termômetros baseavam-se na dilatação regular de uma substância líquida termométrica perante o aumento de temperatura. Galileu Galilei foi um dos primeiros construtores de termômetros, tendo usado a água como substância termométrica. Posteriormente, foram desenvolvidos termômetros de etanol, por Ole Römer, Gabriel Fahrenheit e outros.

- \* 2.1. Na tabela, estão registadas temperaturas aproximadas de fusão e de ebulição de duas substâncias termométricas, à pressão normal.

Substância termométrica	Temperatura de fusão / °C	Temperatura de ebulição / °C
Água	0	100
Etanol	-114	78

Uma vantagem do uso do etanol como substância termométrica, relativamente à água, é permitir a medição de temperaturas (à pressão normal)

- (A) entre  $-114\text{ °C}$  e  $0\text{ °C}$ .  
 (B) abaixo de  $-114\text{ °C}$ .  
 (C) entre  $78\text{ °C}$  e  $100\text{ °C}$ .  
 (D) acima de  $100\text{ °C}$ .

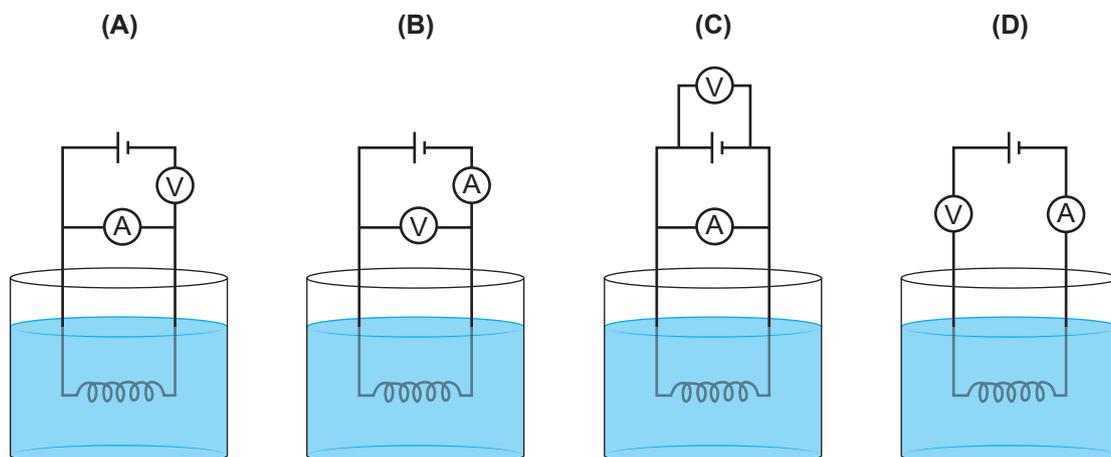
- 2.2. A verificação experimental de que a resistência elétrica de certos metais variava com a temperatura permitiu o desenvolvimento dos termômetros de resistência (termorresistências).

Uma termorresistência pode ser construída enrolando um fio de cobre que, posteriormente, é percorrido por uma corrente elétrica. O enrolamento do fio de cobre, ao ser mergulhado num líquido a uma determinada temperatura,  $\theta$ , acaba por atingir essa temperatura.

As medições da diferença de potencial nos terminais do enrolamento e da corrente elétrica que o percorre permitem obter a resistência elétrica,  $R$ , do fio de cobre.

A determinação de  $R$ , por sua vez, permite obter a temperatura,  $\theta$ , do líquido.

- \* 2.2.1. Qual dos esquemas seguintes pode representar o circuito elétrico do termómetro de resistência, acima descrito?



\* 2.2.2. O gráfico da Figura 2 mostra a reta de calibração de uma termorresistência.

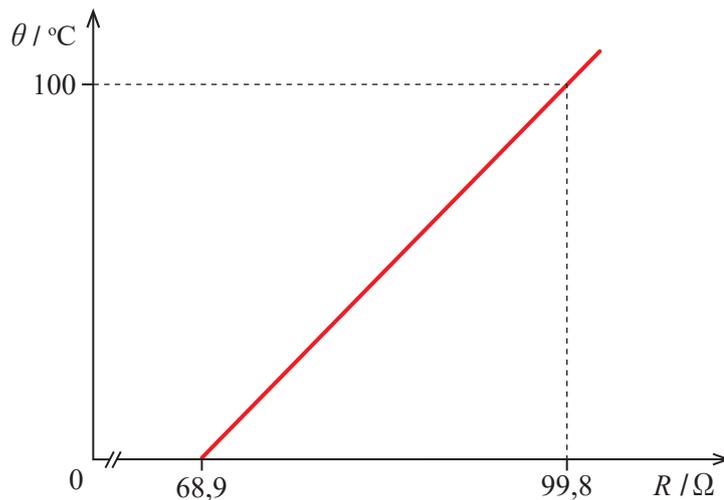


Figura 2

Admita que o fio de cobre apresenta um comportamento ôhmico e que, depois de entrar em equilíbrio térmico com um líquido a uma certa temperatura,  $\theta$ , o fio foi atravessado por uma corrente elétrica de 36,9 mA, estando sujeito a uma diferença de potencial de 3,00 V nos seus terminais.

Determine a temperatura,  $\theta$ , do líquido.

Apresente todos os cálculos efetuados.

\* 3. Uma solução alcoólica é armazenada numa garrafa de vidro.

Um feixe de luz, que se propaga na solução alcoólica, sofre um desvio na sua direção de propagação ao atravessar a superfície de separação entre a solução alcoólica e o vidro, como se representa na Figura 3.

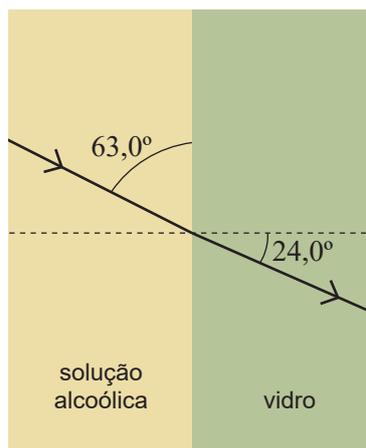


Figura 3

Considere que a velocidade do feixe de luz no vidro é  $1,97 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$ .

Determine o índice de refração da solução alcoólica.

Apresente todos os cálculos efetuados.

4. A presença de etanol,  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$  ( $M = 46,08 \text{ g mol}^{-1}$ ), num indivíduo pode ser detetada por diferentes métodos.

\* 4.1. Um dos métodos utilizados envolve um alcoolímetro. No alcoolímetro, o etanol presente no ar expirado reage com o dióxigénio,  $\text{O}_2$ , presente no ar, sendo convertido em ácido etanoico,  $\text{CH}_3\text{COOH}$ .

Esta reação pode ser traduzida por



Considere que o ar contém 21%, em volume, de  $\text{O}_2$  e admita que o volume molar de um gás à temperatura e à pressão a que ocorre a reação é  $24,0 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$ .

Qual das expressões seguintes permite calcular, em  $\text{dm}^3$ , o volume de ar necessário à reação completa de  $0,0275 \text{ g}$  de  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ ?

(A)  $\frac{21 \times 0,0275 \times 24,0}{100 \times 46,08}$

(B)  $\frac{100 \times 0,0275 \times 24,0}{21 \times 46,08}$

(C)  $\frac{21 \times 0,0275}{100 \times 46,08 \times 24,0}$

(D)  $\frac{100 \times 0,0275}{21 \times 46,08 \times 24,0}$

\* 4.2. Um condutor ingeriu duas canecas de cerveja contendo, cada uma,  $0,50 \text{ L}$  com 5,2%, em volume, de  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ .

Uma hora depois, o condutor foi submetido a uma análise laboratorial, tendo sido detetados  $0,64 \text{ g}$  de  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$  por litro de sangue.

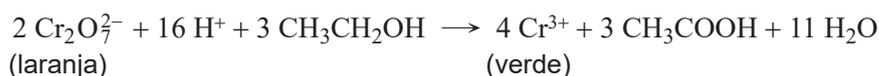
Considere que:

- nem todo o etanol ingerido chega à corrente sanguínea;
- o condutor tem  $6,0 \text{ L}$  de sangue, e o seu organismo removeu, na primeira hora,  $8,5 \text{ g}$  de  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$  da corrente sanguínea;
- a massa volúmica do etanol é  $0,789 \text{ g cm}^{-3}$ , à temperatura e à pressão do organismo do condutor.

Mostre que 30%, em massa, do  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$  ingerido chegou à corrente sanguínea durante a primeira hora, após a ingestão das duas canecas de cerveja.

4.3. O primeiro dispositivo prático para a deteção de álcool no organismo humano ficou conhecido como «teste do balão».

A presença de  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$  no ar expirado era detetada por uma alteração de cor, devida à reação traduzida por



Na presença de  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ , observa-se a cor \_\_\_\_\_, sendo o  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  a espécie \_\_\_\_\_.

(A) laranja ... oxidante

(B) laranja ... redutora

(C) verde ... redutora

(D) verde ... oxidante

5. O tempo de reação é o intervalo de tempo entre a geração de um estímulo (visual, auditivo ou outro) e a resposta motora.

5.1. Na condução, sob o efeito de álcool, há um aumento do tempo de reação e, conseqüentemente, do risco de acidentes rodoviários.

Um condutor, ao observar um obstáculo na estrada, reage e coloca o pé no travão até imobilizar o veículo.

Considere  $t = 0$  s o instante em que o condutor observa o obstáculo.

Na Figura 4, apresentam-se os gráficos do módulo da velocidade,  $v$ , de um condutor (sistema *veículo + condutor*), em função do tempo,  $t$ , quando estava sóbrio e quando se encontrava sob o efeito de álcool.

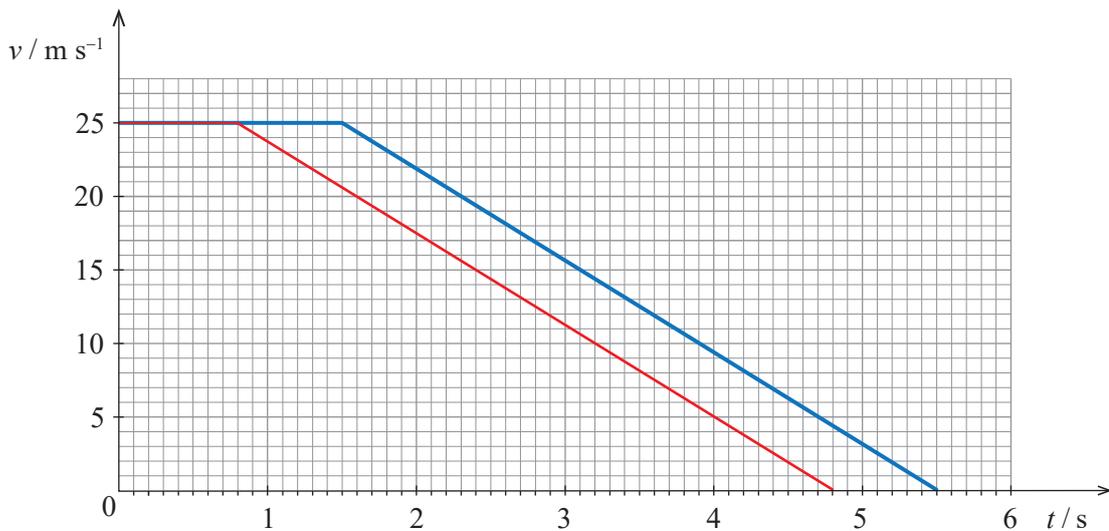


Figura 4

Sob o efeito de álcool, o condutor percorreu mais \_\_\_\_\_ do que quando estava sóbrio.

- (A) 70,0 m      (B) 37,5 m      (C) 17,5 m      (D) 87,5 m

\* 5.2. Considere a experiência seguinte, que permite estimar o tempo de reação de uma pessoa recorrendo unicamente a uma régua.

Uma pessoa, A, segura a extremidade superior de uma régua posicionada verticalmente, enquanto outra pessoa, B, coloca a sua mão na parte inferior da régua, na marcação 0 cm, sem a segurar.

A pessoa A larga a régua, e a pessoa B, sem alterar a posição da mão, segura-a, tal como é ilustrado na Figura 5.

Considere desprezável a resistência do ar.

Deduz a expressão matemática que permite estimar o tempo de reação da pessoa B, com base na medição a efetuar nesta experiência.

Na sua resposta, explicito o significado da grandeza que consta na expressão e que é medida nesta experiência.

Utilize uma linguagem científica adequada.

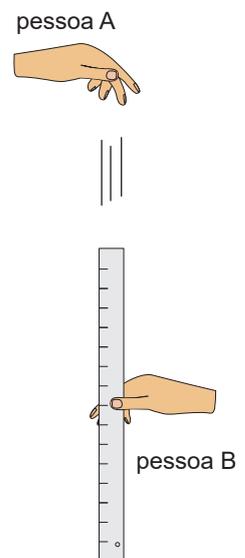


Figura 5

6. Algumas condições estruturais das vias rápidas e autoestradas contribuem para a segurança rodoviária na circulação de veículos. Nas saídas das autoestradas, constroem-se vias aproximadamente circulares para efetuar alterações de sentido e rampas de emergência para diminuir drasticamente o módulo da velocidade.

6.1. Numa determinada via, um automóvel realiza uma trajetória circular, de raio 85 m, como se representa na Figura 6.

Considere que o automóvel tem energia cinética constante de  $2,40 \times 10^5$  J.

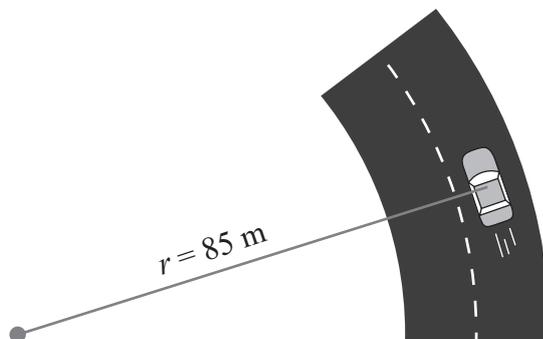


Figura 6

Qual é a intensidade da resultante das forças que atuam no automóvel, enquanto este percorre esta via?

- (A)  $5,6 \times 10^3$  N
- (B)  $2,8 \times 10^3$  N
- (C)  $4,1 \times 10^7$  N
- (D)  $2,0 \times 10^7$  N

- \* **6.2.** Um caminhão em movimento num percurso retilíneo, de desnível acentuado, sofre uma falha no sistema de travagem. O motorista dirige o caminhão para uma rampa de emergência com inclinação  $\alpha$ , de acordo com a Figura 7.

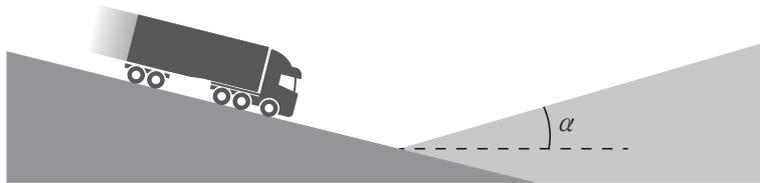


Figura 7

Admita que o caminhão pode ser representado pelo seu centro de massa (modelo da partícula material) e que são desprezáveis todas as forças dissipativas que nele atuam ao longo da rampa de emergência.

Numa determinada ocasião, um caminhão de  $1,3 \times 10^4$  kg entra numa rampa de emergência com uma inclinação de  $12^\circ$ . A velocidade inicial do caminhão é, em módulo,  $130 \text{ km h}^{-1}$  e, nesta circunstância, o caminhão percorre uma distância,  $d$ , até parar.

Considere a existência de outras situações, em que se altera apenas uma das condições: módulo da velocidade inicial do caminhão, massa do caminhão ou inclinação da rampa de emergência.

Associe cada uma das situações, expressas na Coluna I, a uma das descrições da variação da distância percorrida pelo caminhão na rampa de emergência, até parar, que constam na Coluna II.

Escreva, na folha de respostas, cada letra da Coluna I seguida do número correspondente da Coluna II. A cada letra corresponde apenas um número.

COLUNA I	COLUNA II
(a) Se o módulo da velocidade inicial do caminhão for $120 \text{ km h}^{-1}$ ,	(1) $d$ diminui cerca de 15%.
(b) Se a massa do caminhão for $1,0 \times 10^4$ kg,	(2) $d$ diminui cerca de 20%.
(c) Se a inclinação da rampa de emergência for $10^\circ$ ,	(3) $d$ mantém-se.
	(4) $d$ aumenta cerca de 20%.
	(5) $d$ aumenta cerca de 15%.

7. Uma espira metálica retangular,  $\alpha$ , é colocada sobre um carrinho de fibra de vidro, e este sobe um plano inclinado com velocidade constante, atravessando uma região na qual foi criado um campo magnético uniforme,  $\vec{B}$ , de direção perpendicular ao plano da espira, representado a sombreado na Figura 8.

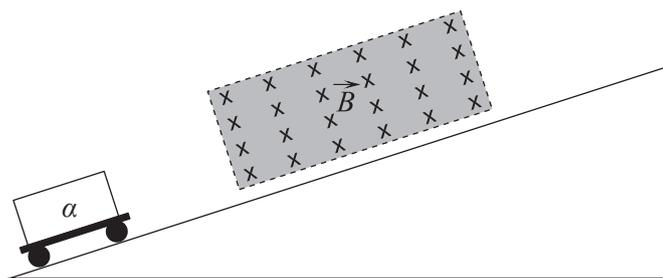
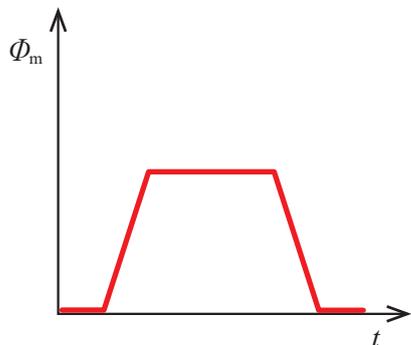


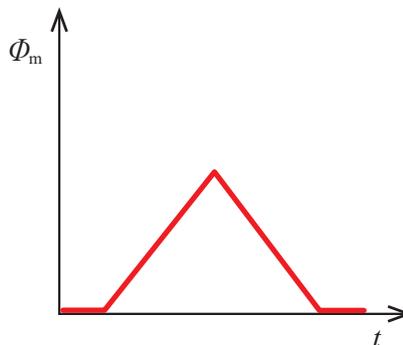
Figura 8

Qual é o esboço do gráfico que pode representar o fluxo magnético,  $\Phi_m$ , que atravessa a superfície delimitada pela espira,  $\alpha$ , em função do tempo,  $t$ , à medida que o carrinho sobe o plano inclinado?

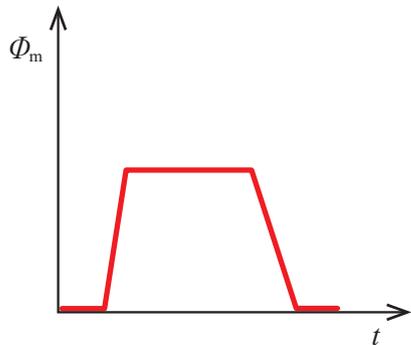
(A)



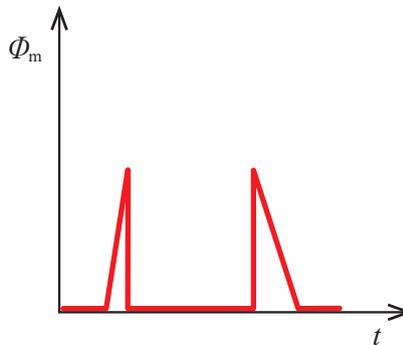
(B)



(C)



(D)



8. Em 1814, um físico detetou, no espectro do Sol, uma série de riscas negras que viriam a ser conhecidas como riscas de Fraunhofer. Alguns anos depois, seria um químico, R. Bunsen, a identificar a causa destas riscas negras no espectro solar. No laboratório, Bunsen observou que certas substâncias, ao serem aquecidas no bico de Bunsen (testes de chama), originavam espectros de linhas brilhantes característicos e relacionou, para determinados elementos químicos, espectros de absorção com espectros de emissão.

Atualmente, a pesquisa de elementos químicos também é feita na atmosfera de exoplanetas. Na atmosfera do planeta WASP-121 b, foram inicialmente detetados dois elementos: o cálcio e um outro, aqui designado por X, letra que não corresponde ao símbolo do elemento químico. Recentemente, também foi detetada a presença de bário na atmosfera do exoplaneta.

8.1. Para determinar as energias de remoção dos elétrons dos átomos, utiliza-se a espectroscopia fotoeletrônica (PES). A Figura 9 mostra um excerto do espectro de dois elementos, do bloco s da Tabela Periódica, presentes na atmosfera do WASP-121 b, o Ca e o elemento X. No excerto, figuram as energias de remoção dos elétrons de valência destes dois elementos.

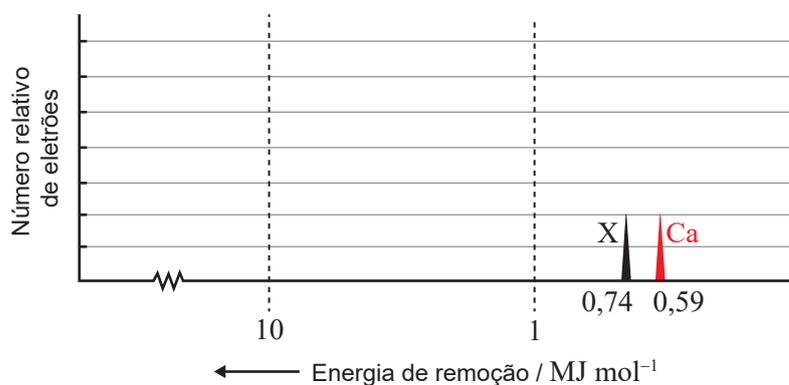


Figura 9

Os dois elementos pertencem ao mesmo \_\_\_\_\_ da Tabela Periódica, tendo o elemento X um número atômico \_\_\_\_\_ ao do cálcio.

- (A) período ... inferior
- (B) grupo ... inferior
- (C) período ... superior
- (D) grupo ... superior

\* 8.2. Uma amostra de um sal desconhecido foi aquecida com uma chama. Com um espectroscópio, obteve-se o seu espectro na região do visível.

Na Figura 10, representam-se o espectro da amostra e os espectros atómicos de X e do bário.

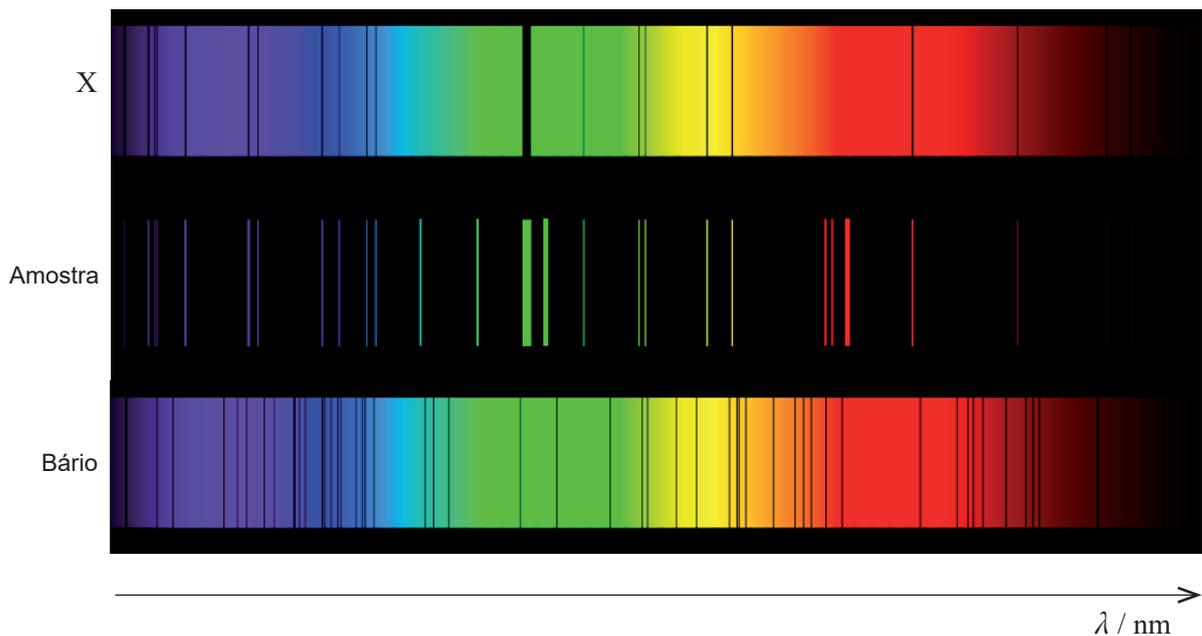


Figura 10

Complete o texto seguinte, seleccionando a opção adequada a cada espaço.

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

De acordo com a informação da Figura 10, a amostra contém catiões de **a)**, uma vez que o seu espectro **b)** tem riscas que resultam da **c)** dos iões desse(s) elemento(s).

a)	b)	c)
1. bário	1. de emissão	1. excitação
2. X	2. de absorção	2. desexcitação
3. bário e de X	3. contínuo	3. ionização

\* 8.3. No Quadro I, indicam-se as cores das chamas associadas à presença de alguns cátions.

Quadro I

	Cobre	Sódio	Bário	Cálcio	Potássio
Cor da chama	Azul-esverdeado	Amarelo	Verde-claro	Vermelho-tijolo	Lilás

Numa aula de laboratório, realizou-se uma atividade que visava a identificação de cátions metálicos em três amostras distintas de alguns sais. Os cátions são representados por M, N, O, T e W (que não correspondem a símbolos químicos) e estão contemplados no Quadro I.

Para a atividade, os alunos dispunham de:

- cloreto de M, cloreto de N, cloreto de O, cloreto de T e cloreto de W;
- sulfato de M, sulfato de N, sulfato de O, sulfato de T e sulfato de W.

Os alunos embeberam pedaços de algodão em etanol, que colocaram em três cadinhos de porcelana, e adicionaram a mesma quantidade de cada um dos sais aos cadinhos.

Depois de provocar a ignição do etanol, observaram as cores presentes na chama.

Os resultados obtidos pelos grupos 1 e 2 foram registados no Quadro II.

Quadro II

	Amostra	Cor
<b>Grupo 1</b>	Cloreto de N	Amarelo
	Cloreto de T	Verde-claro
	Cloreto de W	Azul-esverdeado
<b>Grupo 2</b>	Cloreto de O	Vermelho-tijolo
	Sulfato de M	Lilás-amarelado
	Cloreto de T	Verde-claro

Mostre, fundamentando, qual dos grupos não atingiu totalmente o objetivo da atividade.

Na sua resposta, explicita duas razões, uma relativa ao procedimento (controle de variáveis) e outra relativa à interpretação dos resultados obtidos.

Escreva um texto estruturado, utilizando linguagem científica adequada.

9. Uma bola de voleibol, V, e uma bola de futebol, F, foram lançadas verticalmente, de baixo para cima, a partir da mesma posição,  $y_0$ , com velocidades iniciais de módulos  $5,0 \text{ m s}^{-1}$  e  $4,0 \text{ m s}^{-1}$ , respectivamente, de acordo com a Figura 11.

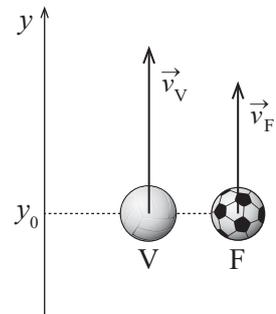


Figura 11

Admita que:

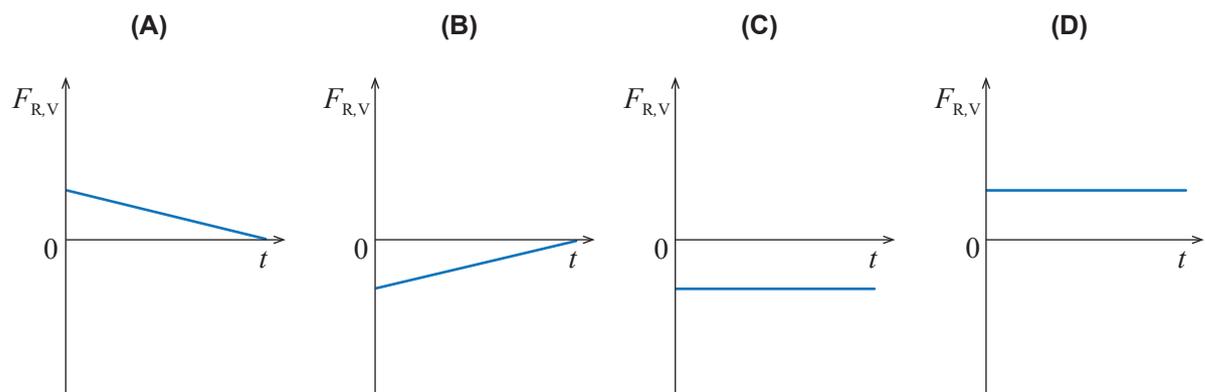
- $y_0$  é o nível de referência da energia potencial gravítica;
- a resistência do ar é desprezável;
- as bolas podem ser representadas pelo seu centro de massa (modelo da partícula material).

- \* 9.1. Determine, mediante considerações energéticas, a razão entre a altura máxima atingida pela bola de voleibol,  $y_{\text{máx,V}}$ , e a altura máxima atingida pela bola de futebol,  $y_{\text{máx,F}}$ .

Apresente todos os cálculos efetuados.

- 9.2. Considere que a bola de voleibol foi lançada no instante  $t = 0 \text{ s}$  e que a bola de futebol foi lançada  $3 \text{ s}$  depois.

- \* 9.2.1. Qual dos esboços seguintes pode representar a componente escalar da força resultante que atua na bola de voleibol,  $F_{R,V}$ , em função do tempo,  $t$ , desde o instante em que a bola é lançada até ao instante em que atinge a altura máxima?



- 9.2.2. Qual das opções seguintes pode representar a equação que permite obter a componente escalar da velocidade da bola de futebol,  $v_F$ , em função do tempo,  $t$ , expressa nas unidades base do SI?

- (A)  $v_F = 4,0 + 9,80(t - 3)$  se  $t \geq 3$
- (B)  $v_F = 4,0 - 9,80(t - 3)$  se  $t \geq 3$
- (C)  $v_F = 4,0 + 9,80(t + 3)$  se  $t \geq 3$
- (D)  $v_F = 4,0 - 9,80(t + 3)$  se  $t \geq 3$

**FIM**

## COTAÇÕES

As pontuações obtidas nas respostas a estes 16 itens da prova contribuem obrigatoriamente para a classificação final.	1.1.	1.3.1.	1.3.2.	1.4.2.	2.1.	2.2.1.	2.2.2.	3.	4.1.	4.2.	5.2.	6.2.	8.2.	8.3.	9.1.	9.2.1.	<b>Subtotal</b>	
Cotação (em pontos)	16 x 10 pontos																<b>160</b>	
Destes 8 itens, contribuem para a classificação final da prova os 4 itens cujas respostas obtenham melhor pontuação.	1.2.	1.4.1.	4.3.	5.1.	6.1.	7.	8.1.	9.2.2.	<b>Subtotal</b>									
Cotação (em pontos)	4 x 10 pontos									<b>40</b>								
<b>TOTAL</b>																	<b>200</b>	