PROPOSTA DE RESOLUÇÃO

EXAME NACIONAL DE FÍSICA

12^o ANO DE ESCOLARIDADE

PROVA 615 - 1^a FASE

Programa novo implementado em 2005/2006

1.

1.1.

	Versão 1	**Versão 2**
1.1.1.	(D)	(A)
1.1.2.	(A)	(D)

1.2.1. Considerando as expressões das forças aplicadas a cada corpo, em relação a um sistema de eixos, com base no diagrama de forças, temos

$$\begin{cases} F_1 = mg\sin 60^o - \mu_e mg\cos 60^o - T_1 \text{ (corpo 1)} \\ \\ F_2 = mg\sin 30^o - T_2 \text{ (corpo 2).} \end{cases}$$

Tendo em conta que o sistema está em repouso, $F_1 = F_2 = 0$ e $T_1 = T_2 = T$. Substituindo estes dados no sistema de equações acima, vem

$$\begin{cases} 0 = mg\sin 60^o - \mu_e mg\cos 60^o - T \\ \\ 0 = mg\sin 30^o - T, \end{cases}$$

de onde

$$\mu_e = \frac{\sin 60^o - \sin 30^o}{\cos 60^o} = 0,73.$$

1.2.2. Considerando as expressões das forças aplicadas a cada corpo, em relação a um sistema de eixos, com base no diagrama de forças, temos

$$\begin{cases} mg\sin 70^o - \mu_c mg\cos 70^o - T = ma \text{ (corpo 1)} \\ \\ T - mg\sin 30^o = ma \text{ (corpo 2).} \end{cases}$$

A resolução do sistema de equações conduz a

$$a = 1,9 \text{ m s}^{-2}.$$

2.

2.1.

Versão 1	**Versão 2**
(A)	(A)

2.2. Consideremos o sistema de eixos de referência em que o eixo x é paralelo ao solo e tem o sentido do movimento do avião e o eixo y é perpendicular ao eixo x e que tem o sentido do solo para o avião. A equação paramétrica da componente vertical do movimento do fardo é dada por

$$y = h - \frac{1}{2}gt^2.$$

Consequentemente, o tempo de queda é obtido através da expressão anterior para $y = 0$, ou seja

$$\begin{aligned} 0 &= h - \frac{1}{2}gt^2 \Leftrightarrow \\ t &= \sqrt{\frac{2h}{g}}. \end{aligned}$$

Considerando os valores h_1 e h_2 correspondentes aos valores máximo e mínimo da altitude de lançamento, respectivamente, obtemos os seguintes valores para os respectivos tempos de queda:

$$\begin{aligned} t_1 &= \sqrt{\frac{2h_1}{g}} = 3,24 \text{ s} \\ t_2 &= \sqrt{\frac{2h_2}{g}} = 3,08 \text{ s}. \end{aligned}$$

2.3. A equação paramétrica que descreve o movimento do fardo na direcção horizontal paralela à planície é dada por

$$x = v_{x,\text{fardo/solo}}t$$

onde

$$v_{x,\text{fardo/solo}} = V_{\text{avião/solo}} - v_{x,\text{fardo/avião}} = 150 - 5 = 145 \text{ km h}^{-1}.$$

$v_{x,\text{fardo/solo}}$, $v_{x,\text{fardo/avião}}$ e $V_{\text{avião/solo}}$ são, respectivamente, as velocidades do fardo em relação ao solo, do fardo em relação ao avião e do avião em relação ao solo. Utilizando os valores dos tempos de queda, vem= $124,1$ m e $x_2 = 130,5$ m. Assim, a distância d entre os pontos P_1 e P_2 é dada por

$$d = x_2 - x_1 = 6,4 \text{ m}.$$

2.4.

2.4.1. Considerando a lei de conservação do momento linear $\overrightarrow{p}$, temos

$$m\overrightarrow{v} = m_1\overrightarrow{v}_1 + m_2\overrightarrow{v}_2,$$

onde m e $\overrightarrow{v}$ são a massa e velocidade do fardo antes da explosão, e m_i e $\overrightarrow{v}_i$ $(i = 1, 2)$ são as massas e velocidades dos fragmentos após a explosão. Substituindo os respectivos valores, vem

$$\begin{aligned} 3m_1\overrightarrow{v} &= m_1 (30,0\,\overrightarrow{e}_x - 15,0\,\overrightarrow{e}_y) + 2m_1 (45,5\,\overrightarrow{e}_x - 7,5\,\overrightarrow{e}_y) \Leftrightarrow \\ \overrightarrow{v} &= \frac{1}{3}(30,0\,\overrightarrow{e}_x - 15,0\,\overrightarrow{e}_y) + \frac{2}{3}(45,5\,\overrightarrow{e}_x - 7,5\,\overrightarrow{e}_y) \Leftrightarrow \\ \overrightarrow{v} &= 40,3\,\overrightarrow{e}_x - 10,0\,\overrightarrow{e}_y \text{ m s}^{-1}. \end{aligned}$$

2.4.2. Porque a componente vertical da velocidade do fragmento 1 é maior em módulo do que a componente vertical da velocidade do fragmento 2.

2.5 Tendo em conta a 2^a Lei de Newton e a Lei de Arquimedes (um corpo mergulhado num líquido sofre uma força de impulsão vertical, dirigida para cima no sentido contrário do peso, de módulo igual ao peso do volume de líquido que desloca), vem

$$\overrightarrow{P} - \overrightarrow{I} = 0,$$

ou

$$P - I = m_{\text{fardo}}g - m_{\text{fardo imerso}}g = \rho_{\text{fardo}}V_{\text{fardo}}g - \rho_{\text{água}}V_{\text{fardo imerso}}g = 0.$$

Da expressão anterior obtemos

$$\frac{\rho_{\text{fardo}}}{\rho_{\text{água}}} = \frac{V_{\text{fardo imerso}}}{V_{\text{fardo}}} = \frac{4}{5},$$

ou

$$\frac{\rho_{\text{água}}}{\rho_{\text{fardo}}} = \frac{5}{4}.$$

3.

	Versão 1	**Versão 2**
3.1.	(B)	(C)
3.2.	(C)	(B)

3.3.
3.3.1. A relação entre a diferença de potencial de um gerador, U, e a intensidade de corrente eléctrica por ele fornecida é dada por

$$U = \varepsilon - rI,$$

onde ε e r são a força electromotriz e a resistência interna do gerador, respectivamente. Considerando que a expressão acima descreve uma recta, temos que $-r = d$, onde d é o declive dessa recta. Assim, utilizando a expressão que nos dá o declive de uma recta em função de dois pontos por onde passa essa recta e dois pares de valores (I, U) retirados dos dados, obtemos

$$d = \frac{U_2 - U_1}{I_1 - I_2} = \frac{9,7 - 8,8}{2,4 - 0,6} = -0,5.$$

e

$$r = -d = 0,5 \ \Omega.$$

3.3.2. Na situação de circuito aberto o valor da diferença de potencial entre os terminais do gerador é igual à respectiva força electromotriz, visto que a intensidade de corrente fornecida pelo gerador é nula. Desta forma, como

$$\varepsilon = U + rI,$$

tomando, por exemplo, dois pontos experimentais dos dados, obtemos

I/A	U/V	ε/V
0,6	9,7	10,0
2,4	8,8	10,0

Concluímos, então, que a diferença de potencial entre os terminais do gerador na situação de circuito aberto é 10,0 V.

Alternativamente, podemos extrapolar graficamente, a recta que passa pelos pontos experimentais para obtermos o valor de U correspondente a $I = 0$ A, obtendo, de novo, 10,0 V.

3.4.

Versão 1	Versão 2
(B)	(B)

3.5. Considerando a expressão que descreve a evolução temporal da diferença de potencial entre os terminais de um condensador, U_C, num circuito RC durante o processo de descarga,

$$U_C = U_0 e^{-\frac{t}{RC}},$$

obtemos

$$U_C = 6e^{-\frac{1,0\times10^{-4}}{1,0\times10^{3}\times1,0\times10^{-7}}} = 2,2 \text{ V}.$$

3.6.

Versão 1	Versão 2
(C)	(A)

4.

	Versão 1	Versão 2
4.1.	(A)	(A)
4.2.	(C)	(D)
4.3.	(D)	(D)
4.4.	(C)	(B)

4.5. O comprimento do lado do quadrado de área A_0, no referencial da Terra, é $L_0 = \sqrt{A}$. O observador que se desloca em relação à Terra com velocidade $v = 0,9c$ obtém para o comprimento L do lado do quadrado na direcção do movimento o valor $L = L_0\sqrt{1 - v^2/c^2} = L_0\sqrt{1 - 0,9^2}$ e para o lado perpendicular à direcção do movimento o valor L_0. Desta forma, a área medida pelo observador que se desloca em relação à Terra é $A = LL_0 = L_0\sqrt{1 - 0,9^2} \times L_0 = A\sqrt{1 - 0,9^2}$.