
EXAME FINAL NACIONAL DO ENSINO SECUNDÁRIO

Prova Escrita de Física e Química A

11.º Ano de Escolaridade

Decreto-Lei n.º 139/2012, de 5 de julho

Prova 715/Época Especial

15 Páginas

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

2015

Utilize apenas caneta ou esferográfica de tinta azul ou preta.

É permitida a utilização de régua, esquadro, transferidor e calculadora gráfica.

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

Para cada resposta, identifique o grupo e o item.

Apresente as suas respostas de forma legível.

Apresente apenas uma resposta para cada item.

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

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

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 eletrão do metal
E_c – energia cinética do eletrão removido

- **Concentração de solução** $c = \frac{n}{V}$
n – quantidade de soluto
V – volume de solução

- **Relação entre pH e concentração de H₃O⁺** $\text{pH} = -\log \{[\text{H}_3\text{O}^+] / \text{mol dm}^{-3}\}$

- **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** $E = mc\Delta T$
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** $\frac{Q}{\Delta t} = k \frac{A}{l} \Delta T$
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 direção 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 atua sobre um corpo em movimento retilíneo** $W = Fd \cos \alpha$
 d – módulo do deslocamento do ponto de aplicação da força
 α – ângulo definido pela força e pelo deslocamento
- Energia cinética de translação** $E_c = \frac{1}{2} m v^2$
 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 atuam 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 pontual m_1 (m_2) na massa pontual 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 atuam num corpo de massa m
 \vec{a} – aceleração do centro de massa do corpo
- Equações do movimento retilíneo com aceleração constante** $x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$
 x – valor (componente escalar) da posição
 v – valor (componente escalar) da velocidade $v = v_0 + a t$
 a – valor (componente escalar) da aceleração
 t – tempo
- 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 $v = \frac{2\pi r}{T}$
 r – raio da trajetória
 T – período do movimento $\omega = \frac{2\pi}{T}$
 ω – módulo da velocidade angular
- 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 direção do campo e a direção perpendicular à superfície
- Força eletromotriz induzida numa espira metálica** $|\varepsilon_{\text{ind}}| = \frac{|\Delta \Phi_m|}{\Delta t}$
 $\Delta \Phi_m$ – variação do fluxo magnético que atravessa a superfície delimitada pela espira, no intervalo de tempo Δt
- Lei de Snell-Descartes para a refração** $n_1 \sin \alpha_1 = n_2 \sin \alpha_2$
 n_1, n_2 – índices de refração dos meios 1 e 2, respetivamente
 α_1, α_2 – ângulos entre a direção de propagação da onda e a normal à superfície separadora no ponto de incidência, nos meios 1 e 2, respetivamente

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.

Nas respostas aos itens em que é pedida a apresentação de todas as etapas de resolução, explicita todos os cálculos efetuados e apresente todas as justificações ou conclusões solicitadas.

Utilize unicamente valores numéricos das grandezas referidas na prova (no enunciado dos itens, na tabela de constantes e na tabela periódica).

Utilize os valores numéricos fornecidos no enunciado dos itens.

GRUPO I

Se a luz do Sol for analisada com um espectroscópio de baixa resolução, o espectro que se observa é contínuo. No entanto, o espectro da luz emitida por um gás a baixa pressão tem características diferentes. Em vez da imagem contínua e multicolorida do espectro solar, aparecem riscas coloridas sobre um fundo negro. Cada risca corresponde a uma cor ou, na linguagem da teoria ondulatória, a uma frequência.

A. Einstein, L. Infeld, *A Evolução da Física*, 1.^a ed.,
Lisboa, Livros do Brasil, p. 237 (adaptado)

1. O que se observa num espectro atómico de emissão na região do visível?

2. Os espectros das estrelas são espectros térmicos.

A temperatura superficial de uma estrela de cor azul é

- (A) superior à temperatura superficial do Sol, de acordo com a lei de Stefan-Boltzmann.
- (B) superior à temperatura superficial do Sol, de acordo com a lei do deslocamento de Wien.
- (C) inferior à temperatura superficial do Sol, de acordo com a lei de Stefan-Boltzmann.
- (D) inferior à temperatura superficial do Sol, de acordo com a lei do deslocamento de Wien.

3. A energia dos eletrões num átomo pode ser determinada por técnicas espectroscópicas.

Considere a configuração eletrónica do átomo de néon no estado fundamental.

Das orbitais ocupadas, quantas têm a mesma energia?

4. Quais são os níveis de energia inicial e final da transição eletrónica no átomo de hidrogénio que origina a emissão de radiação visível de menor frequência?

(A) $n_{\text{inicial}} = 2$; $n_{\text{final}} = 1$

(B) $n_{\text{inicial}} = 1$; $n_{\text{final}} = 2$

(C) $n_{\text{inicial}} = 2$; $n_{\text{final}} = 3$

(D) $n_{\text{inicial}} = 3$; $n_{\text{final}} = 2$

5. Considere uma radiação monocromática que se propaga inicialmente no ar e que passa, depois, a propagar-se num vidro.

5.1. Ao propagar-se no vidro, a radiação terá

(A) menor frequência e menor comprimento de onda.

(B) a mesma frequência e maior comprimento de onda.

(C) a mesma frequência e menor comprimento de onda.

(D) menor frequência e maior comprimento de onda.

5.2. A velocidade de propagação da radiação considerada nesse vidro é $\frac{2}{3}$ da sua velocidade de propagação no ar.

Qual é o índice de refração desse vidro para a radiação considerada?

Apresente o resultado com dois algarismos significativos.

$$n_{\text{ar}} \text{ (índice de refração do ar)} = 1,00$$

GRUPO II

O ozono, O_3 , é um gás que, na troposfera, é um poluente, mas que, na estratosfera, é essencial para a vida na Terra. A diminuição da concentração deste gás na estratosfera está, em parte, relacionada com a ação indesejável dos clorofluorocarbonetos (CFC).

1. O valor estabelecido pela União Europeia como teor máximo de ozono na troposfera, à pressão de 1 atm e à temperatura de 20 °C, é $1,20 \times 10^{-4} \text{ g m}^{-3}$.

Qual das expressões seguintes permite calcular a quantidade máxima de ozono que poderá existir em 50 dm^3 de ar, de acordo com o valor estabelecido pela União Europeia?

(A) $\frac{1,20 \times 10^{-4} \times 1000}{48,00 \times 50} \text{ mol}$

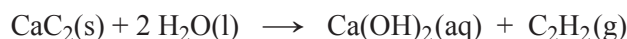
(B) $\frac{1,20 \times 10^{-4} \times 48,00 \times 1000}{50} \text{ mol}$

(C) $\frac{1,20 \times 10^{-4} \times 48,00 \times 50}{1000} \text{ mol}$

(D) $\frac{1,20 \times 10^{-4} \times 50}{48,00 \times 1000} \text{ mol}$

GRUPO III

1. O etino, C_2H_2 , pode ser obtido fazendo-se reagir carboneto de cálcio, $CaC_2(s)$, com água, de acordo com a equação química



- 1.1. Considere que se fez reagir, com excesso de água, uma amostra impura de 150 g de carboneto de cálcio contendo 12% de impurezas, tendo-se obtido $30,0 \text{ dm}^3$ de etino, em condições normais de pressão e de temperatura (PTN).

Determine o rendimento da reação de síntese do etino realizada.

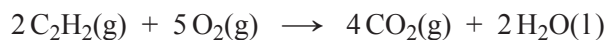
Apresente todas as etapas de resolução.

- 1.2. O produto de solubilidade do hidróxido de cálcio, $Ca(OH)_2$, a 25°C , é $8,0 \times 10^{-6}$.

Qual é a concentração de íons $Ca^{2+}(aq)$ numa solução saturada de hidróxido de cálcio, a 25°C ?

- (A) $1,3 \times 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}$
- (B) $2,0 \times 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}$
- (C) $1,4 \times 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$
- (D) $2,0 \times 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$

2. A combustão do etino pode ser traduzida por



- 2.1. A variação de entalpia associada a esta reação é $-2,60 \times 10^3 \text{ kJ}$ por mole de reação.

A combustão de 1 mol de etino envolverá a

- (A) libertação de $2,60 \times 10^3 \text{ kJ}$.
- (B) absorção de $2,60 \times 10^3 \text{ kJ}$.
- (C) libertação de $1,30 \times 10^3 \text{ kJ}$.
- (D) absorção de $1,30 \times 10^3 \text{ kJ}$.

- 2.2. Qual é o número de oxidação do carbono na molécula de CO_2 ?

- (A) +4
- (B) +2
- (C) -4
- (D) -2

3. Na molécula de etino, C_2H_2 , a ligação entre os átomos de carbono é covalente tripla. Na molécula de eteno, C_2H_4 , a ligação entre os átomos de carbono é covalente dupla.

Comparando aquelas ligações entre os átomos de carbono, verifica-se que a ligação na molécula de eteno tem _____ energia e _____ comprimento.

- (A) menor ... menor
- (B) menor ... maior
- (C) maior ... maior
- (D) maior ... menor

GRUPO IV

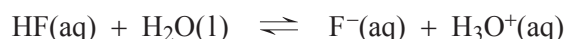
1. As constantes de acidez, a $25\text{ }^\circ\text{C}$, do ácido cianídrico, $\text{HCN}(\text{aq})$, e do ácido nitroso, $\text{HNO}_2(\text{aq})$, são $4,9 \times 10^{-10}$ e $5,1 \times 10^{-4}$, respetivamente.

Considere, àquela temperatura, uma solução de ácido cianídrico e uma solução de ácido nitroso de igual concentração.

O pH da solução de ácido _____ é maior, uma vez que a ionização deste ácido é _____ extensa.

- (A) cianídrico ... menos
- (B) cianídrico ... mais
- (C) nitroso ... menos
- (D) nitroso ... mais

2. A reação de ionização do ácido fluorídrico em água pode ser traduzida por



- 2.1. Considere que se dilui 100 vezes uma solução de ácido fluorídrico, $\text{HF}(\text{aq})$, de concentração $27,8\text{ mol dm}^{-3}$. O pH da solução diluída é 1,87, a $25\text{ }^\circ\text{C}$.

Calcule a percentagem de ácido não ionizado na solução diluída de ácido fluorídrico.

Apresente todas as etapas de resolução.

- 2.2. Conclua, justificando, como varia a quantidade de ácido fluorídrico não ionizado se a uma solução deste ácido forem adicionadas, a temperatura constante, algumas gotas de uma solução concentrada de um ácido forte.

GRUPO V

Um grupo de alunos fixou um lançador de projéteis na extremidade de uma mesa, como se representa na Figura 1, e ajustou o ângulo de disparo do lançador, de modo a lançar uma esfera horizontalmente.

Na Figura 1, estão ainda representados um referencial bidimensional, Oxy , com origem no solo, e a distância, d , desde a origem do referencial considerado até ao ponto em que a esfera embateu no solo (alcance).

O ponto de lançamento situa-se a uma altura de 66,0 cm em relação ao solo.

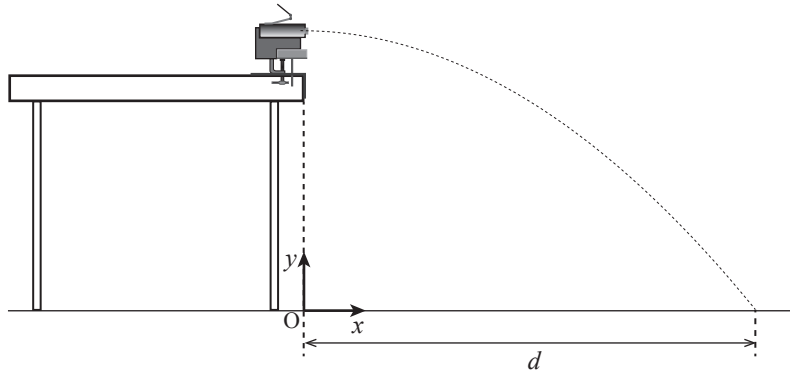


Figura 1

1. Se a altura do ponto de lançamento em relação ao solo for maior e a esfera for lançada com a mesma velocidade,
 - (A) o tempo de voo da esfera será igual e o alcance será menor.
 - (B) o tempo de voo da esfera será maior e o alcance será maior.
 - (C) o tempo de voo da esfera será igual e o alcance será maior.
 - (D) o tempo de voo da esfera será maior e o alcance será menor.
2. Na tabela seguinte, encontram-se registadas as distâncias, d , obtidas em três ensaios.

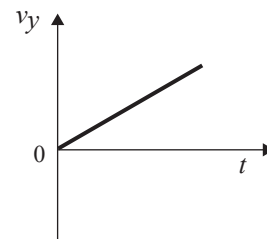
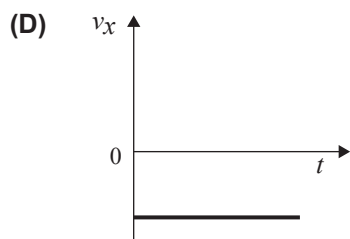
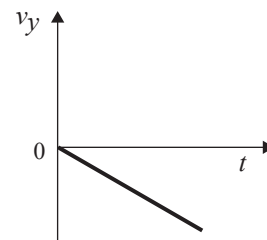
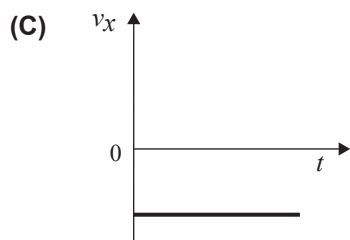
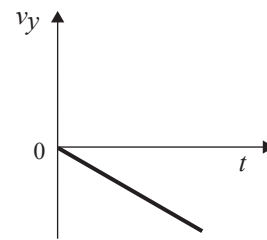
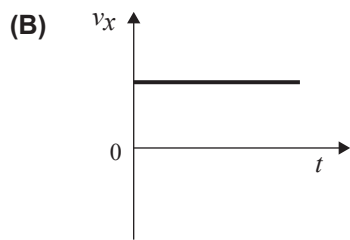
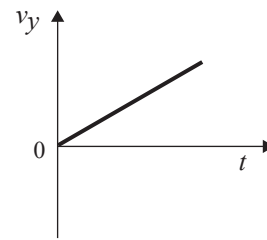
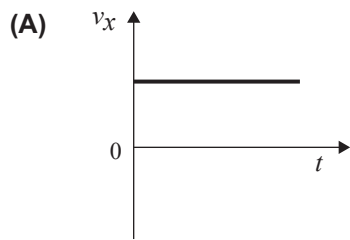
Ensaio	d / m
1	1,79
2	1,81
3	1,82

Determine o módulo da velocidade de lançamento da esfera, considerando que a resistência do ar é desprezável.

Recorra exclusivamente às equações do movimento, $x(t)$ e $y(t)$.

Apresente todas as etapas de resolução.

3. Qual das opções apresenta os esboços dos gráficos das componentes escalares, v_x e v_y , da velocidade da esfera, em relação ao referencial considerado, em função do tempo, t , durante a queda da esfera, se a resistência do ar for desprezável?



GRUPO VI

Abandonou-se um carrinho no topo de um plano inclinado.

Admita que o carrinho pode ser representado pelo seu centro de massa (modelo da partícula material).

- O trabalho realizado pela força gravítica que atua no carrinho, desde o topo do plano inclinado até à base do plano, é
 - negativo e igual à variação da energia cinética do carrinho.
 - positivo e simétrico da variação da energia cinética do carrinho.
 - negativo e igual à variação da energia potencial gravítica do sistema *carrinho + Terra*.
 - positivo e simétrico da variação da energia potencial gravítica do sistema *carrinho + Terra*.
- Na tabela seguinte, estão registadas distâncias, d , percorridas pelo carrinho, desde o topo do plano até várias posições, A, B, C e D, sobre este, e a energia cinética, E_c , do carrinho em cada uma dessas posições.

Posição	d / m	E_c / J
A	0,30	$2,73 \times 10^{-2}$
B	0,70	$5,83 \times 10^{-2}$
C	1,10	$9,03 \times 10^{-2}$
D	1,50	$1,22 \times 10^{-1}$

- Quando o carrinho se encontra na posição A, a energia potencial gravítica do sistema *carrinho + Terra* é $2,72 \times 10^{-1} \text{ J}$ e, quando se encontra na posição C, aquela energia é $1,27 \times 10^{-1} \text{ J}$.

Calcule a intensidade da resultante das forças não conservativas que atuam no carrinho na direção do deslocamento, no percurso entre as posições A e C, admitindo que essa resultante se mantém constante.

Apresente todas as etapas de resolução.

- Calcule a intensidade da resultante das forças que atuam no carrinho, na situação considerada, admitindo que essa resultante se mantém constante e que tem a direção do deslocamento.

Utilize as potencialidades gráficas da calculadora. Apresente a equação da reta de ajuste obtida, identificando as grandezas físicas representadas.

Apresente todas as etapas de resolução.

GRUPO VII

1. A Figura 2 representa as linhas do campo magnético criado por um ímã em barra.

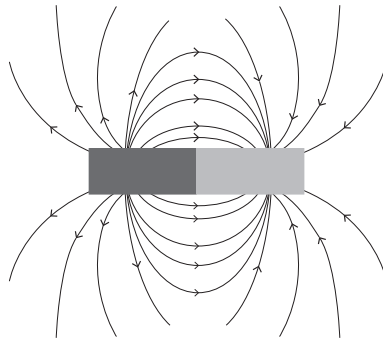


Figura 2

As linhas de campo magnético são, em cada ponto, _____ ao vetor campo magnético e apontam do polo _____ para o polo _____ do ímã.

- (A) tangentes ... norte ... sul
- (B) perpendiculares ... norte ... sul
- (C) tangentes ... sul ... norte
- (D) perpendiculares ... sul ... norte

2. Na Figura 3, está representado um ímã em barra M, colocado na vizinhança de uma bobina B ligada a um galvanômetro G.

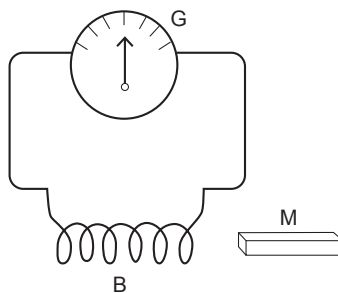


Figura 3

Em qual das seguintes situações o ponteiro do galvanômetro sofre maior desvio?

- (A) Quando o ímã se move lentamente em relação à bobina.
- (B) Quando o ímã se move rapidamente em relação à bobina.
- (C) Quando o ímã e a bobina estão parados um em relação ao outro.
- (D) Quando o ímã e a bobina se movem com a mesma velocidade.

GRUPO VIII

1. A capacidade térmica mássica do cobre é $390 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$.

Que energia, em joule, é necessário fornecer a uma barra de cobre, de massa 400 g, para que a sua temperatura aumente $5,0 \text{ }^\circ\text{C}$?

2. Considere duas barras de cobre, A e B, com a mesma área de secção reta, sendo o comprimento da barra A duplo do comprimento da barra B.

Se a diferença de temperatura entre as extremidades da barra B for o dobro da verificada entre as extremidades da barra A, é de prever que a taxa temporal de transferência de energia, por condução, seja cerca de

- (A) duas vezes superior na barra B.
- (B) duas vezes superior na barra A.
- (C) quatro vezes superior na barra B.
- (D) quatro vezes superior na barra A.

FIM

COTAÇÕES

GRUPO I

1.	.....	5 pontos
2.	.....	5 pontos
3.	.....	5 pontos
4.	.....	5 pontos
5.		
5.1.	.....	5 pontos
5.2.	.....	5 pontos
		<u>30 pontos</u>

GRUPO II

1.	.....	5 pontos
2.		
2.1.	.....	5 pontos
2.2.	.....	5 pontos
2.3.	.....	10 pontos
3.		
3.1.	.....	10 pontos
3.2.	.....	5 pontos
		<u>40 pontos</u>

GRUPO III

1.		
1.1.	.....	10 pontos
1.2.	.....	5 pontos
2.		
2.1.	.....	5 pontos
2.2.	.....	5 pontos
3.	.....	5 pontos
		<u>30 pontos</u>

GRUPO IV

1.	.....	5 pontos
2.		
2.1.	.....	15 pontos
2.2.	.....	10 pontos
		<u>30 pontos</u>

GRUPO V

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

GRUPO VI

1.	.....	5 pontos
2.		
2.1.	.....	15 pontos
2.2.	.....	10 pontos
		<u>30 pontos</u>

GRUPO VII

1.	.....	5 pontos
2.	.....	5 pontos
		<u>10 pontos</u>

GRUPO VIII

1.	.....	5 pontos
2.	.....	5 pontos
		<u>10 pontos</u>

TOTAL	<u>200 pontos</u>
--------------	-------	--------------------------