

Teste Intermédio

Física e Química A

Versão 2

Duração do Teste: 90 minutos | 22.04.2008

11.º ou 12.º Anos de Escolaridade

Decreto-Lei n.º 74/2004, de 26 de Março

Na sua folha de respostas, indique claramente a versão do teste. A ausência dessa indicação implica a classificação das respostas aos itens de escolha múltipla e de verdadeiro/falso com zero pontos.

Identifique claramente os itens a que responde.

Utilize apenas caneta ou esferográfica de tinta azul ou preta.

É interdito o uso de «esferográfica-lápis» e de corrector.

As cotações do teste encontram-se na página 13.

O teste inclui, nas páginas 3 a 5, uma Tabela de Constantes e um Formulário e, na página 6, uma Tabela Periódica.

Deve utilizar máquina de calcular gráfica.

Nos itens de escolha múltipla:

- deve indicar claramente, na sua folha de respostas, o NÚMERO do item e a LETRA da alternativa pela qual optou;
- é atribuída a classificação de zero pontos às respostas em que apresente:
 - mais do que uma opção (ainda que nelas esteja incluída a opção correcta);
 - o número e/ou a letra ilegíveis.

Nos itens de verdadeiro/falso:

- são classificadas com zero pontos as respostas em que todas as afirmações sejam identificadas como verdadeiras ou como falsas.

Nos itens em que seja solicitada a escrita de um texto, deve ter em atenção não apenas os aspectos relativos aos conteúdos, mas também os relativos à comunicação escrita em língua portuguesa.

Nos itens em que seja solicitado o cálculo de uma grandeza, deve apresentar todas as etapas de resolução.

Em caso de engano, a resposta deve ser riscada e corrigida, à frente, de modo bem legível.

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	$g = 10 \text{ m s}^{-2}$
Massa da Terra	$M_T = 5,98 \times 10^{24} \text{ kg}$
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 fotoeléctrico** $E_{\text{rad}} = E_{\text{rem}} + E_c$

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

- **Concentração mássica de solução** $c_m = \frac{m}{V}$

m – massa 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** $P = e \sigma A T^4$
 P – potência total irradiada por um corpo
 e – emissividade
 σ – constante de Stefan-Boltzmann
 A – área da superfície do corpo
 T – temperatura absoluta 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 transmissão de energia como calor**..... $\frac{Q}{\Delta t} = k \frac{A}{\ell} \Delta T$
 Q – energia transferida através de uma barra como calor, no intervalo de tempo Δt
 k – condutividade térmica do material de que é constituída a barra
 A – área da secção recta da barra
 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**..... $W = F d \cos \alpha$
 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 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 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 actuam num corpo de massa m

\vec{a} – aceleração do centro de massa do corpo
- Equações do movimento unidimensional com aceleração constante** $x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$

x – valor (componente escalar) da posição $v = v_0 + a t$

v – valor (componente escalar) da velocidade

a – valor (componente escalar) da aceleração

t – tempo
- Equações do movimento circular com aceleração 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 trajectória

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 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 as direcções de propagação da onda e da normal à superfície separadora no ponto de incidência, nos meios 1 e 2, respectivamente

TABELA PERIÓDICA DOS ELEMENTOS QUÍMICOS

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1 H 1,01	2 He 4,00	3 Li 6,94	4 Be 9,01	5 B 10,81	6 C 12,01	7 N 14,01	8 O 16,00	9 F 19,00	10 Ne 20,18	11 Na 22,99	12 Mg 24,31	13 Al 26,98	14 Si 28,09	15 P 30,97	16 S 32,07	17 Cl 35,45	18 Ar 39,95
19 K 39,10	20 Ca 40,08	21 Sc 44,96	22 Ti 47,87	23 V 50,94	24 Cr 52,00	25 Mn 54,94	26 Fe 55,85	27 Co 58,93	28 Ni 58,69	29 Cu 63,55	30 Zn 65,41	31 Ga 69,72	32 Ge 72,64	33 As 74,92	34 Se 78,96	35 Br 79,90	36 Kr 83,80
37 Rb 85,47	38 Sr 87,62	39 Y 88,91	40 Zr 91,22	41 Nb 92,91	42 Mo 95,94	43 Tc 97,91	44 Ru 101,07	45 Rh 102,91	46 Pd 106,42	47 Ag 107,87	48 Cd 112,41	49 In 114,82	50 Sn 118,71	51 Sb 121,76	52 Te 127,60	53 I 126,90	54 Xe 131,29
55 Cs 132,91	56 Ba 137,33	57-71 Lantanídeos	72 Hf 178,49	73 Ta 180,95	74 W 183,84	75 Re 186,21	76 Os 190,23	77 Ir 192,22	78 Pt 195,08	79 Au 196,97	80 Hg 200,59	81 Tl 204,38	82 Pb 207,21	83 Bi 208,98	84 Po [208,98]	85 At [209,99]	86 Rn [222,02]
87 Fr [223]	88 Ra [226]	89-103 Actínideos	104 Rf [261]	105 Db [262]	106 Sg [266]	107 Bh [264]	108 Hs [277]	109 Mt [268]	110 Ds [271]	111 Rg [272]							
57 La 138,91	58 Ce 140,12	59 Pr 140,91	60 Nd 144,24	61 Pm [145]	62 Sm 150,36	63 Eu 151,96	64 Gd 157,25	65 Tb 158,92	66 Dy 162,50	67 Ho 164,93	68 Er 167,26	69 Tm 168,93	70 Yb 173,04	71 Lu 174,98			
89 Ac [227]	90 Th 232,04	91 Pa 231,04	92 U 238,03	93 Np [237]	94 Pu [244]	95 Am [243]	96 Cm [247]	97 Bk [247]	98 Cf [251]	99 Es [252]	100 Fm [257]	101 Md [258]	102 No [259]	103 Lr [262]			

1. Leia atentamente o seguinte texto.

Conta a lenda que no século XVII o italiano Galileu Galilei tendo deixado cair uma pedra grande e uma pedra pequena do cimo da torre de Pisa, verificou que ambas chegavam ao chão, aproximadamente, ao mesmo tempo.

Qual é a pedra que deve, de facto, cair primeiro, se se ignorar a resistência do ar? A pedra grande, ou a pedra pequena? Ignorar a resistência do ar significa que se imagina que não há atmosfera.

Se fizermos a experiência na Terra, deixando cair dois objectos do mesmo material, um muito grande e outro muito pequeno, constatamos que cai primeiro o objecto maior. Somos, então, levados pela intuição a concluir que devia cair primeiro a pedra grande, mesmo que se «desligasse» a resistência do ar.

A Natureza nem sempre está, porém, de acordo com as nossas intuições mais imediatas. Se se «desligasse» a resistência do ar, a pedra grande e a pedra pequena cairiam ao mesmo tempo.

No chamado “tubo de Newton” (um tubo de vidro onde se faz o vácuo) pode-se deixar cair, da mesma altura, objectos diferentes, por exemplo, uma chave e uma pena, e observar que chegam ao fundo do tubo exactamente ao mesmo tempo. Esse instrumento permite efectuar, em condições ideais, a hipotética experiência de Galileu na torre de Pisa.

Adaptado de *Física Divertida*, Carlos Fiolhais, Gradiva, 1991

1.1. Com base na informação apresentada no texto, seleccione a alternativa que completa correctamente a frase seguinte.

Na ausência de resistência do ar, o tempo de queda de um objecto depende...

- (A) ... da altura de queda.
- (B) ... da sua forma.
- (C) ... da sua massa.
- (D) ... da sua densidade.

1.2. Considere um objecto que, após ter sido abandonado do cimo da torre de Pisa, cai verticalmente até ao solo. Sendo apreciável o efeito da resistência do ar sobre esse objecto, ele acaba por atingir a velocidade terminal.

Escreva um texto, no qual caracterize o movimento de queda desse objecto, abordando os seguintes tópicos:

- Identificação das forças que sobre ele actuam, descrevendo o modo como variam as intensidades dessas forças, durante a queda;
- Descrição, fundamentada, da variação do módulo da sua aceleração durante a queda;
- Identificação dos dois tipos de movimento que ele adquire durante a queda.

- 1.3. Nos seus estudos sobre o movimento dos corpos, para além da experiência descrita no texto, Galileu terá idealizado outras, utilizando planos inclinados.

Analogamente, é habitual usar, nos laboratórios das escolas, calhas para o estudo dos movimentos.

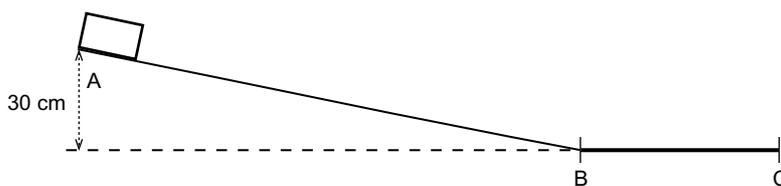


Fig. 1

A figura 1 representa uma calha, inclinada entre os pontos A e B, que termina num troço horizontal BC. O desnível entre o ponto A e o troço horizontal é de 30 cm.

Um bloco, de massa 100 g, colocado no ponto A, desliza ao longo da calha, atingindo o ponto C com velocidade nula. Entre os pontos A e B considera-se desprezável o atrito. Entre os pontos B e C a superfície da calha é rugosa e, por isso, passa a actuar sobre o bloco uma força de atrito de intensidade 0,50 N.

Calcule o tempo que o bloco demora a percorrer o troço BC.

Apresente todas as etapas de resolução.

2. No século XIX, J. P. Joule mostrou que a queda de objectos podia ser aproveitada para aquecer a água contida num recipiente. Contudo, foram os seus estudos quantitativos sobre a energia libertada por um condutor quando atravessado por corrente eléctrica, que permitiram o desenvolvimento de alguns sistemas de aquecimento de água, usados actualmente em nossas casas, como as cafeteiras eléctricas.

- 2.1. Nessas cafeteiras a resistência eléctrica encontra-se geralmente colocada no fundo.

Indique qual é o mecanismo de transferência de energia como calor que se pretende aproveitar com esta posição da resistência e descreva o modo como esta transferência ocorre.

- 2.2. A figura 2 representa um gráfico da variação da temperatura, ΔT , de uma amostra de água contida numa cafeteira eléctrica, em função da energia, E , que lhe é fornecida.

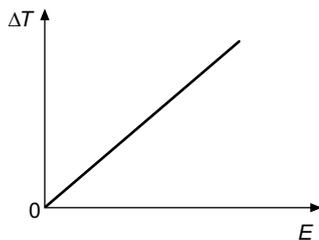


Fig. 2

Sabendo que essa amostra tem uma massa m e uma capacidade térmica mássica c , seleccione a alternativa que contém a expressão que traduz o declive da recta representada na figura 2.

- (A) $\frac{m}{c}$
- (B) $\frac{1}{mc}$
- (C) $\frac{c}{m}$
- (D) mc

3. Muitos dos sistemas de aquecimento utilizados, tanto a nível industrial, como doméstico, recorrem às reacções de combustão dos alcanos, uma vez que estas reacções são fortemente exotérmicas.

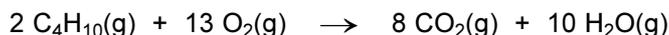
- 3.1. O metano, CH_4 , o etano, C_2H_6 , o propano, C_3H_8 , e o butano, C_4H_{10} , são gases nas condições normais de pressão e temperatura (PTN).

Nessas condições, a densidade de um desses gases é aproximadamente $1,343 \text{ g dm}^{-3}$.

Selecione a alternativa que refere o gás que apresenta esse valor de densidade.

- (A) Butano, C_4H_{10}
- (B) Metano, CH_4
- (C) Etano, C_2H_6
- (D) Propano, C_3H_8

- 3.2. A reacção de combustão do butano ($M = 58,14 \text{ g mol}^{-1}$) no ar pode ser traduzida pela seguinte equação química:



Considerando que uma botija de butano contém $13,0 \text{ kg}$ desse gás, calcule o volume de oxigénio, nas condições PTN, necessário para a combustão completa dessa massa de butano.

Apresente todas as etapas de resolução.

4. As moléculas de amoníaco, $\text{NH}_3(\text{g})$, e de metano, $\text{CH}_4(\text{g})$, são constituídas por átomos de hidrogénio ligados a um átomo de um elemento do 2.º Período da Tabela Periódica, respectivamente azoto e carbono.

4.1. As transições electrónicas que ocorrem entre níveis de energia, n , no átomo de hidrogénio, estão associadas às riscas que se observam nos espectros de emissão e de absorção desse átomo.

Relativamente a essas transições classifique como verdadeira (V) ou falsa (F), cada uma das afirmações seguintes.

- (A) A uma risca colorida no espectro de absorção do átomo corresponde uma risca negra no respectivo espectro de emissão.
- (B) A série de Lyman corresponde às transições electrónicas de qualquer nível para $n = 1$.
- (C) Os valores absolutos das energias envolvidas nas transições electrónicas de $n = 4$ para $n = 1$, e de $n = 1$ para $n = 4$, são iguais.
- (D) Qualquer transição electrónica para $n = 2$ está associada a uma risca da série de Balmer.
- (E) A transição electrónica de $n = 4$ para $n = 2$ está associada a uma risca colorida no espectro de emissão do átomo.
- (F) A transição electrónica de $n = 5$ para $n = 3$ ocorre com emissão de radiação infravermelha.
- (G) A transição electrónica de $n = 3$ para $n = 4$ está associada a uma risca vermelha no espectro de absorção do átomo.
- (H) A transição electrónica de $n = 3$ para $n = 1$ ocorre com emissão de radiação ultravioleta.

4.2. No estado fundamental, a configuração electrónica do átomo de azoto é $1s^2 2s^2 2p^3$, sendo cada orbital atómica caracterizada por um conjunto de números quânticos (n, ℓ, m_ℓ).

Selecione a alternativa que corresponde ao conjunto de números quânticos que caracteriza uma das orbitais do átomo de azoto que, no estado fundamental, contém apenas um electrão.

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

4.3. No estado fundamental, a configuração electrónica do átomo de carbono, C, é $1s^2 2s^2 2p^2$, enquanto a do átomo de silício, Si, é $[\text{Ne}] 3s^2 3p^2$.

Relativamente a estes dois elementos, selecione a alternativa que contém os termos que devem substituir as letras (a) e (b), respectivamente, de modo a tornar verdadeira a afirmação seguinte.

O átomo de carbono tem (a) energia de ionização e (b) raio atómico do que o átomo de silício.

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

4.4. Os átomos de carbono e de azoto podem ligar-se entre si de modos diferentes. Em alguns compostos a ligação carbono-azoto é tripla ($C \equiv N$), enquanto noutros compostos a ligação carbono-azoto é simples ($C - N$).

O valor da energia média de uma dessas ligações é 276 kJ mol^{-1} , enquanto o valor relativo à outra ligação é 891 kJ mol^{-1} . Em relação ao comprimento médio dessas ligações, para uma o valor é 116 pm , enquanto para a outra é 143 pm .

Seleccione a alternativa que contém os valores que devem substituir as letras (a) e (b), respectivamente, de modo a tornar verdadeira a afirmação seguinte.

O valor da energia média da ligação tripla carbono-azoto ($C \equiv N$) é (a), e o valor do comprimento médio dessa ligação é (b).

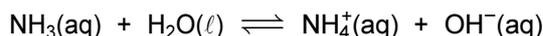
(A) ... 891 kJ mol^{-1} ... 143 pm .

(B) ... 891 kJ mol^{-1} ... 116 pm .

(C) ... 276 kJ mol^{-1} ... 143 pm .

(D) ... 276 kJ mol^{-1} ... 116 pm .

5. O amoníaco é uma base, segundo a teoria de Brønsted-Lowry, sendo a sua reacção de ionização em água traduzida pela seguinte equação:



5.1. Considerando que a espécie $\text{NH}_3(\text{aq})$ é uma base mais fraca do que a espécie $\text{OH}^-(\text{aq})$, seleccione a alternativa que corresponde a uma afirmação correcta.

(A) A espécie $\text{H}_2\text{O}(\ell)$ aceita iões H^+ com maior facilidade do que a espécie $\text{NH}_3(\text{aq})$.

(B) A espécie $\text{OH}^-(\text{aq})$ cede iões H^+ com maior facilidade do que a espécie $\text{NH}_4^+(\text{aq})$.

(C) A espécie $\text{NH}_3(\text{aq})$ aceita iões H^+ com maior facilidade do que a espécie $\text{OH}^-(\text{aq})$.

(D) A espécie $\text{NH}_4^+(\text{aq})$ cede iões H^+ com maior facilidade do que a espécie $\text{H}_2\text{O}(\ell)$.

5.2. Uma solução aquosa de amoníaco tem pH igual a 10,95, a $25 \text{ }^\circ\text{C}$.

Calcule a concentração da espécie $\text{NH}_3(\text{aq})$ nessa solução.

Apresente todas as etapas de resolução.

$$K_b(\text{NH}_3) = 1,8 \times 10^{-5} \text{ (a } 25 \text{ }^\circ\text{C)}$$

5.3. Considerando que a molécula de amoníaco, NH_3 , possui três pares de electrões de valência ligantes e um par de electrões de valência não ligante, seleccione a alternativa que completa correctamente a frase seguinte.

A geometria da molécula de amoníaco é piramidal trigonal, sendo os ângulos de ligação menores do que os ângulos de um tetraedro regular, porque...

(A) ... apenas os pares de electrões ligantes exercem repulsão sobre o par de electrões não ligante.

(B) ... apenas o par de electrões não ligante exerce repulsão sobre os pares de electrões ligantes.

(C) ... as repulsões entre o par de electrões não ligante e os pares de electrões ligantes têm a mesma intensidade que as repulsões entre os pares ligantes.

(D) ... as repulsões entre o par de electrões não ligante e os pares de electrões ligantes são mais fortes do que as repulsões entre os pares ligantes.

6. A reacção de síntese do sal complexo, sulfato de tetraminocobre (II) mono-hidratado, $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, pode ser feita por cristalização lenta deste sal, a partir de uma reacção de precipitação entre soluções aquosas de amoníaco e de sulfato de cobre (II).

Dissolvendo em água 5,00 g de cristais de sulfato de cobre penta-hidratado, $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$, e adicionando amoníaco em excesso, obtém-se uma determinada massa de sal complexo.

- 6.1. Considere que no armazém de reagentes da sua escola só existia sulfato de cobre (II) penta-hidratado impuro, contendo 15% (*m/m*) de impurezas, ao qual tinha de recorrer para realizar esta síntese.

Selecione a alternativa que apresenta o valor da massa de reagente impuro que teria de medir para obter a mesma massa de sal complexo, admitindo o mesmo rendimento para o processo de síntese.

- (A) 5,75 g
- (B) 5,88 g
- (C) 5,64 g
- (D) 5,15 g

- 6.2. Os cristais de sulfato de cobre (II) penta-hidratado devem ser inicialmente reduzidos a pó num almofariz, antes de se efectuar a pesagem deste reagente.

Apresente uma razão justificativa deste procedimento experimental.

- 6.3. Após a cristalização do sal complexo há que separar, por decantação e filtração, o líquido sobrenadante dos cristais depositados no fundo do recipiente.

Sabendo que os cristais que se obtêm nesta síntese são muito finos, indique o tipo de filtração mais adequado.

FIM

COTAÇÕES

1.	.....	56 pontos
1.1.	.....	8 pontos
1.2.	.....	24 pontos
1.3.	.....	24 pontos
2.	.....	24 pontos
2.1.	.....	16 pontos
2.2.	.....	8 pontos
3.	.....	24 pontos
3.1.	.....	8 pontos
3.2.	.....	16 pontos
4.	.....	40 pontos
4.1.	.....	16 pontos
4.2.	.....	8 pontos
4.3.	.....	8 pontos
4.4.	.....	8 pontos
5.	.....	32 pontos
5.1.	.....	8 pontos
5.2.	.....	16 pontos
5.3.	.....	8 pontos
6.	.....	24 pontos
6.1.	.....	8 pontos
6.2.	.....	8 pontos
6.3.	.....	8 pontos
TOTAL		200 pontos