



Universidade do Minho  
Departamento de Física  
Campus de Gualtar  
4710-057 Braga

## Tópicos de Física Moderna Exame de Recurso Licenciatura em Engenharia Informática

4 de julho de 2012 - 14h00

Duração - 2h30

NOME: \_\_\_\_\_ nº: \_\_\_\_\_

O exame é formado por dez questões. As questões de escolha múltipla só são consideradas corretas se forem selecionadas todas as opções corretas que lhes correspondem. **Deve apresentar os cálculos que justifiquem as opções assinaladas.**

**2.0val Q1.**  $\vec{E}(x,t) = 100 \sin \left[ -2\pi (4 \times 10^{14} t - 2 \times 10^6 x) \right] \hat{k}$  representa uma radiação eletromagnética

☐ polarizada na direção do eixo dos Z e a propagar-se no sentido positivo do eixo dos X, e em que  $A = 100 \text{ nm}$ ;  $\lambda = 500 \text{ nm}$ ;  $T = 2.5 \times 10^{-15} \text{ s}$ ;  $v = 2.0 \times 10^8 \text{ m/s}$ .

☐ polarizada na direção do eixo dos Z e a propagar-se no sentido positivo do eixo dos X, e em que  $A = 100 \text{ V/m}$ ;  $\lambda = 500 \text{ nm}$ ;  $T = 2.5 \times 10^{-15} \text{ s}$ ;  $v = 2.0 \times 10^8 \text{ m/s}$ .

☐ polarizada na direção do eixo dos X e a propagar-se no sentido positivo do eixo dos X, e em que  $A = 100 \text{ nm}$ ;  $\lambda = 400 \text{ nm}$ ;  $f = 4 \times 10^{14} \text{ Hz}$ ;  $v = c$ .

☐ polarizada na direção do eixo dos X e a propagar-se no sentido positivo do eixo dos Z, e em que  $A = 100 \text{ V/m}$ ;  $\lambda = 500 \text{ nm}$ ;  $f = 4 \times 10^{14} \text{ s}^{-1}$ ;  $v = c/1.5$ .

☐ polarizada na direção do eixo dos Z e a propagar-se no sentido positivo do eixo dos X, e em que  $A = 100 \text{ V/m}$ ;  $\lambda = 500 \text{ nm}$ ;  $f = 4 \times 10^{14} \text{ s}^{-1}$ ;  $n = 1.5$ .

*(A – amplitude;  $\lambda$  – comprimento de onda; f – frequência; T – período;  
v – velocidade de propagação; n – índice de refração)*

**2.0val Q2.** As seguintes seis afirmações são falsas. Escreva-as de novo de forma correta.

1) Os vários tipos de radiação eletromagnética propagam-se no vácuo todos com a mesma velocidade e todos com a mesma frequência.

2) Quando uma dada radiação incide, segundo a normal, numa interface vidro-água, não há feixe refletido porque toda a radiação é transmitida sem mudar de direção.

3) Quando uma dada radiação atravessa uma interface passando dum meio de índice de refração menor para outro com índice de refração maior, os feixes refletido e refratado aproximam-se da normal.

---

---

4) O ângulo crítico para que ocorra reflexão interna total numa interface benzeno-água é de  $33.33^\circ$  ( $n_{\text{bz}} = 1.82$ ,

$$n_{\text{água}} = 1.33)$$

---

---

5) Se radiação natural (despolarizada) de intensidade  $I_0$ , incidir num polarizador ideal, a radiação depois de passar pelo polarizador fica polarizada mas mantém a intensidade  $I_0$ .

---

---

6) Radiação natural (despolarizada) de intensidade  $I_0$ , passa sucessivamente por dois polarizadores ideais cujos eixos de transmissão fazem entre si um ângulo de  $45^\circ$ . A radiação à saída do segundo polarizador continua despolarizada mas a sua intensidade é  $I_0/4$ .

---

---

**2.0val** Q3. Radiação monocromática vermelha ( $\lambda = 640 \text{ nm}$ ) incide numa dupla fenda em que a separação entre as duas fendas é de  $0.1 \text{ mm}$ . O padrão de interferência observa-se num alvo colocado a  $2 \text{ m}$  de distância. Os primeiros zeros da irradiância localizam-se, acima e abaixo do eixo central, em milímetros e em radianos, em

☐  $\pm 1.28 \text{ mm}$

☐  $\pm 0.64 \text{ mm}$

☐  $\pm 6.4 \text{ mm}$

☐  $\pm 12.8 \text{ mm}$

☐  $\pm 0.64 \text{ cm}$

☐  $\pm 3.2 \times 10^{-3} \text{ rad}$

☐  $\pm 6.4 \times 10^{-3} \text{ rad}$

☐  $\pm 3.2 \text{ rad}$

☐  $\pm 0.0032 \text{ rad}$

☐  $\pm 0.0064 \text{ rad}$

**2.0val** Q4. Um astronauta de 40 anos vai até uma região do espaço situada a 5 anos-luz da terra e volta. Quando o astronauta parte o seu filho tem 18 anos e quando regressa o filho tem 33 anos.

a) O astronauta deve viajar à velocidade

☐  $v = 0.55c$

☐  $v = 0.75c$

☐  $v = \frac{2}{3}c$

☐  $\frac{2}{3}c < v < c$

☐  $v = c$

b) Quando regressa o astronauta tem

☐ 55 anos

☐ menos de 55 anos

☐  $40 + 5\sqrt{5}$

☐ mais de 55 anos

☐ 51,18 anos

**2.0val Q5.** a) Determine a energia total ( $E$ ) de uma partícula de massa  $\underline{m}$  a deslocar-se à velocidade de  $\frac{1}{\sqrt{2}} c$

☐  $E = mc^2 (\sqrt{2} + 1)$

☐  $E = \sqrt{2} mc^2$

☐  $E = \frac{mc^2}{\sqrt{2}}$

☐  $E = \frac{\sqrt{2} mc^2}{2}$

☐  $E = mc^2 (\sqrt{2} - 1)$

☐  $E = 1.4142 mc^2$

b) Determine o comprimento de onda de de Broglie ( $\lambda$ ) da mesma partícula (massa  $\underline{m}$  e  $v = \frac{1}{\sqrt{2}} c$ )

☐  $\lambda = \frac{h}{\sqrt{2} mc}$

☐  $\lambda = \frac{h}{mc}$

☐  $\lambda = \frac{\sqrt{2} h}{mc}$

☐  $E = \frac{\sqrt{2} h}{2 mc}$

**1.5val Q6.** Das seguintes afirmações assinale as que são verdadeiras (V) e as que são falsa (F)

**No efeito fotoelétrico**

☐ Se o comprimento de onda da radiação incidente no cátodo aumenta, aumenta o potencial de corte.

☐ Se a frequência da radiação incidente no cátodo aumenta, aumenta o potencial de corte.

☐ Se o comprimento de onda da radiação incidente no cátodo aumenta, aumenta a intensidade da fotocorrente medida e aumenta o potencial de corte.

☐ Se o comprimento de onda da radiação incidente no cátodo diminui, aumenta o potencial de corte.

☐ Se a intensidade da radiação monocromática que incide no cátodo aumenta, aumenta o potencial de corte.

☐ Se a intensidade da radiação monocromática que incide no cátodo aumenta, aumenta a intensidade da fotocorrente medida mas o potencial de corte mantém-se constante.

**3.0val Q7.** Considere um sistema atômico formado por um próton e um antipróton ( $m_p = 1.673 \times 10^{-27}$  kg). Usando o modelo atômico de Bohr determine:

a) A massa reduzida do sistema  $\mu =$   kg

b) A constante de Rydberg para este “átomo”  $R =$    $m^{-1}$

c) A energia de ligação do estado fundamental deste “átomo”  $E_1 =$   J

d) O maior e o menor comprimento de onda da série de Lyman deste “átomo”  $\lambda_{\max} =$   m;  
 $\lambda_{\min} =$   m

**2.5val Q8.** Hipoteticamente o nuclídeo radioativo  ${}^{40}_{19}\text{K}$  pode sofrer desintegração  $\alpha$  ou  $\beta^-$ .

Dados:  $m({}^{40}_{19}\text{K}) = 39.964000 \text{ u}$        $m({}^{36}_{17}\text{Cl}) = 35.968307 \text{ u}$        $m({}^{40}_{20}\text{Ca}) = 39.962591 \text{ u}$   
 $m_\alpha = 4.002603 \text{ u}$        $m_e = 5.4858 \times 10^{-4} \text{ u}$        $u = 1.660540 \times 10^{-27} \text{ kg}$

a) Escreva a equação que traduz o decaimento  $\alpha$  deste nuclídeo.

b) Escreva a equação que traduz o decaimento  $\beta^-$  deste nuclídeo.

c) Como sabe as desintegrações radioativas são espontâneas.

**c-1)** Indique, justificando  
convenientemente, qual ou quais dos dois  
hipotéticos mecanismos de desintegração  
pode efetivamente ocorrer.

**c-2)** A energia ( $Q$ ) libertada na  
desintegração radioativa identificada em c-1  
é:

- ☐  $Q = 1.314 \text{ MeV}$
- ☐  $Q = 0.803 \text{ MeV}$
- ☐  $Q = 2.106 \times 10^{-13} \text{ J}$
- ☐  $Q = 1.314 \times 10^6 \text{ eV}$
- ☐  $Q = 1.409 \times 10^{-3} \text{ u c}^2 \text{ (J)}$
- ☐  $Q = 0.8604 \times 10^{-3} \text{ u c}^2 \text{ (J)}$
- ☐  $Q = 1.286 \times 10^{-13} \text{ eV}$

**1.5val Q9.** Uma mesma quantidade de um isótopo radioativo é entregue num hospital no mesmo dia e hora de cada semana. Um médico encontra um frasco do referido isótopo, sem a etiqueta de chegada. Coloca-o em frente a um detetor de Geiger, que regista  $3.5 \times 10^3$  contagens por minuto. Substituindo este frasco por outro acabado de chegar, obtêm-se  $47 \times 10^3$  contagens por minuto. Sabendo que o período de meia vida do isótopo radioativo é de 8 dias, verifica-se que o isótopo encontrado sem rótulo estava no hospital há

- ☐ 20.8 dias
- ☐ 30 dias
- ☐ 54 dias
- ☐  $4.32 \times 10^4$  minutos
- ☐  $3.0 \times 10^4$  minutos
- ☐ 7200 horas

**1.5val Q10.** Das seguintes afirmações assinale as que são verdadeiras (V) e as que são falsa (F)

**No domínio da física de partículas**

- ☐ Os neutrões e os prótons são partículas compostas por três quarks e pertencem ao grupo dos bariões.
- ☐ Todas as partículas elementares pertencentes ao grupo dos fermiões têm spin  $1/2$ .
- ☐ A principal diferença entre os quarks e os léptons está no spin.

- ☐ Uma diferença entre os quarks e os leptões é que nos primeiros a carga elétrica é uma fração da carga elementar e nos segundos a carga elétrica é nula ou múltiplo inteiro de  $e$ .
- ☐ O elétron é uma partícula elementar do grupo dos leptões.
- ☐ O próton, o neutrão e o elétron pertencem ao grupo dos leptões.