



Física Geral e Experimental XXI / Física Teórica 4

3ª. Prova – 2º. semestre de 2011 (turma A3-Q1-Q4)

ALUNO _____

INSTITUTO DE FÍSICA
Universidade Federal Fluminense

TURMA ____ PROF. _____

NOTA DA
PROVA

--

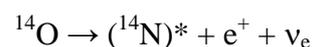
1º.) Suponha que um fóton de comprimento de onda no visível, digamos $\lambda = 500$ nm, atinja um material semiconductor de silício e seja absorvido promovendo um elétron para a banda de condução e deixando uma lacuna (buraco) na banda de valência. Após um intervalo de tempo muito curto, observa-se a emissão de um fóton de comprimento de onda $\lambda = 1500$ nm, o que indica que após perder energia (termicamente) na banda de condução, o elétron retornou à banda de valência recombinando-se com o buraco. Calcule:

(a) **(1,0 pt)** A energia do *bandgap* (lacuna) do semiconductor de silício;

(b) **(1,0 pt)** Assuma que a energia térmica perdida pelo elétron entre o processo de absorção e emissão de um fóton seja entregue à rede ativando um certo número n de fônons (ondas estacionárias que representam os modos vibracionais da rede). Encontre qual seria o número de fônons ativados no processo de relaxamento térmico do elétron caso pudessemos escrever a energia térmica como igual a $nk_B T$, sendo $T = 300$ K.

(c) **(1,0 pt)** Uma diodo retificador pode ser construído, por exemplo, unindo semicondutores de silício dopados: um tipo- n com outro tipo- p . Em poucas linhas, como você explica o surgimento da zona de depleção na junção?

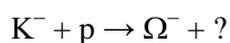
2º.) **(2,0 pts)** O isótopo ^{14}O ($Z=8$) é um emissor de pósitrons (energia máxima de 1,835 MeV) que decai para o ^{14}N ($Z=7$) num estado excitado nuclear (ver esquema abaixo). Nesse processo, o nitrogênio relaxa rapidamente para o estado fundamental nuclear após a emissão de radiação gama (2,313 MeV). A massa atômica do ^{14}N é 14,003074 u e a massa do elétron é 0,000549 u. Encontre a massa atômica do ^{14}O .



3º.) **(1,0 pt)** O isótopo do iodo ^{131}I , com uma meia-vida de oito dias, é usado na medicina nuclear. Suponha que uma amostra de isótopos ^{131}I contendo 2×10^{12} átomos é criada em um reator nuclear. Quantos átomos de ^{131}I restam após a amostra ser entregue a um hospital 24 horas depois? **(1,0 pt)** Em uma outra amostra contendo o isótopo de césio ^{137}Cs , que é um emissor de radiação gama padrão com meia-vida de 30 anos, foi feita a medida da atividade e o valor encontrado foi 5 μCi . Quantos átomos de ^{137}Cs tem na amostra? **OBS:** 1 curie = $3,7 \times 10^{10}$ desintegrações por segundo.

4º.) **(1,0 pt)** No reator de fusão Tokamak de Princeton obtêm-se um tempo de confinamento do plasma de 400 ms para uma temperatura de 20 keV/ k_B . Calcule, baseado no critério de Lawson, qual deve ser a densidade do plasma nestas circunstâncias.

5º.) **(1,5 pts)** Um feixe de mésons K^- incide sobre um alvo de prótons produzindo bárions Ω^- e outras partículas (ver esquema abaixo). Levando em consideração as leis de conservação, identifique as outras partículas. **(0,5 pt)** A partícula Ω^- tem um tempo de vida curto, e decai em outras partículas. Esse decaimento é por interação forte ou fraca (justifique)?



Formulário e tabelas de partículas no verso

Formulário

$$p(E) = \frac{1}{e^{(E-E_F)/k_B T} + 1}; E_F = \frac{h^2}{8m_e} \left(\frac{3n}{\pi} \right)^{2/3}; E_s = hf = \frac{ch}{\lambda}$$

$$c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}; h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}; k_B = 1,38 \times 10^{-23} \text{ J/K}; 1\text{eV} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ J}; m_e = 9,11 \times 10^{-31} \text{ kg}$$

$$Q = \Delta m \cdot c^2; c^2 = 931,5 \text{ MeV/u}; N(t) = N_0 \cdot e^{-\lambda t}; \lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}}; R = \lambda \cdot N; n \tau k_B T \geq 50 \times 10^{20} \text{ keV} \cdot \text{s/m}^3$$

Tabela dos Léptons

Partícula/Antipartícula	Carga da part/antipart (e)	Spin (h)	Energia de repouso (Mev)	Vida média (s)
e^- / e^+	-1/+1	1/2	0,511	∞
$\nu_e / \bar{\nu}_e$	0	1/2	< 0,000015	∞
μ^- / μ^+	-1/+1	1/2	105,7	$2,2 \times 10^{-6}$
$\nu_\mu / \bar{\nu}_\mu$	0	1/2	< 0,19	∞
τ^- / τ^+	-1/+1	1/2	1777	$2,9 \times 10^{-13}$
$\nu_\tau / \bar{\nu}_\tau$	0	1/2	< 18	∞

Tabela de alguns Bárions

Partícula/Antipartícula	Carga da part/antipart (e)	Estranheza	Spin (h)	Energia de repouso (Mev)	Vida média (s)
p / \bar{p}	+1/-1	0	1/2	938	∞
n / \bar{n}	0	0	1/2	940	887
$\Lambda^0 / \bar{\Lambda}^0$	0	-1/+1	1/2	1116	$2,6 \times 10^{-10}$
$\Sigma^+ / \bar{\Sigma}^+$	+1/-1	-1/+1	1/2	1189	$0,8 \times 10^{-10}$
$\Sigma^0 / \bar{\Sigma}^0$	0	-1/+1	1/2	1193	$7,4 \times 10^{-10}$
$\Sigma^- / \bar{\Sigma}^-$	-1/+1	-1/+1	1/2	1197	$1,5 \times 10^{-10}$
$\Xi^* / \bar{\Xi}^*$	-1/+1 ou 0	-2/+2	3/2	1530	$7,3 \times 10^{-23}$
$\Omega^- / \bar{\Omega}^-$	-1/+1	-3/+3	3/2	1672	$8,2 \times 10^{-11}$

Tabela de alguns Mésons

Partícula/Antipartícula	Carga da part/antipart (e)	Estranheza	Spin (h)	Energia de repouso (Mev)	Vida média (s)
π^+ / π^-	+1/-1	0	0	140	$2,6 \times 10^{-8}$
π^0 / π^0	0	0	0	135	$8,4 \times 10^{-17}$
K^0 / \bar{K}^0	0	+1/-1	0	498	$0,9 \times 10^{-10}$
K^+ / K^-	+1/-1	+1/-1	0	494	$1,2 \times 10^{-8}$
ψ / ψ	0	0	1	3097	$7,6 \times 10^{-21}$
Y / Y	0	0	1	9460	$1,3 \times 10^{-20}$