

- ✓ Esta prova tem duração de 100 minutos.      ✓ É proibido o uso de calculadoras.  
 ✓ Escreva de forma legível.                      ✓ Resolva cada questão em sua folha própria.  
 ✓ Justifique as fórmulas utilizadas que não constam do formulário.      ✓ Após 60 min, a compreensão do enunciado passa a fazer parte da questão.

- 1- Uma onda eletromagnética plana com frequência  $f$  propaga-se no vácuo na direção crescente do eixo  $x$ . Num certo ponto e num certo instante, a onda tem campo elétrico orientado ao longo do eixo  $y$  com valor máximo do campo elétrico  $E_0$ .
- (0,5) Esboce as coordenadas  $(x, y, z)$  no espaço e trace os campos elétrico e magnético da onda;
  - (1,0) Escreva a equação do campo magnético associado a esta onda, na forma

$$\vec{B}(x, y, z; t) = B_{\max} \cos(kx - \omega t) \vec{e}_z$$

identificando  $B_{\max}$ ,  $k$ ,  $\omega$ , em função das grandezas dadas, e o versor  $\vec{e}_z$  (Considere  $c$  a velocidade da onda no vácuo.)

- (1,0) Qual é o vetor de Poynting associado à onda, em função das grandezas dadas?

2-

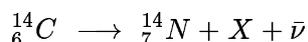
- (0,5) Numa experiência de Young da fenda dupla, duas fendas finas separadas por  $1,5 \text{ mm}$  são iluminadas com luz de comprimento de onda  $600 \text{ nm}$ . As franjas de interferência são observadas num anteparo distante  $3 \text{ m}$  do plano das fendas. Qual o espaçamento entre as franjas?
- (1,0) Uma bolha de sabão tem parede com espessura  $400 \text{ nm}$  e índice de refração  $1,31$ . Para qual (ou quais) comprimentos de onda o olho humano perceberá maior intensidade na luz refletida? (Considere incidência frontal.)
- (1,0) Um feixe de luz com comprimento de onda  $600 \text{ nm}$  incide sobre uma fenda com largura  $2 \times 10^{-4} \text{ m}$ . Qual a largura do máximo central num anteparo a  $6 \text{ m}$  de distância? (Sugestão: Use a aproximação  $\sin \theta \approx \tan \theta$  para  $\theta \ll 1$ .)

3- Uma partícula de massa  $m$  está confinada a uma região unidimensional do espaço limitada por duas barreiras impenetráveis situadas em  $x = 0$  e  $x = L$ .

- (1,0) Encontre, a partir da eq. Schrödinger, a função de onda, independente do tempo, que descreve a partícula em todo o espaço? (Não é necessário normalizar a função.)
- (1,0) Qual o menor valor de energia que ela pode ter?
- (0,5) Qual a probabilidade de encontrar a partícula em  $x = 0$ ?

4-

- (1,0) O deuteron é um isótopo do hidrogênio formado por um próton e um nêutron. Qual a energia mínima necessária para dissociar o deuteron, separando próton e nêutron?
- (0,5) O  ${}^{14}_6\text{C}$  sofre decaimento



onde  ${}^{14}_7\text{N}$  é o nitrogênio e  $\bar{\nu}$  um antineutrino. Identifique  $X$ .

- (1,0) O isótopo  ${}^{226}_{88}\text{Ra}$  tem meia-vida de  $1,6 \times 10^3 \text{ anos}$ . Dada uma amostra com  $5 \times 10^{20}$  átomos deste isótopo, qual é a sua atividade inicial?

## Formulário

---

$$\begin{array}{llll} m_p = 1,007825 u & m_n = 1,008665 u & m_p = 2,014102 u & 1u = 931,5 \text{ Mev}/u \\ h = 6,6 \times 10^{-34} J \cdot s & = 4.15 \times 10^{-15} eV/s & 1 eV = 1.6 \times 10^{-19} J & \\ N_{\text{Avog}} = 6 \times 10^{23} \text{ at/mol} & m_{\text{elet}} = 9.31 \times 10^{-31} kg & c = 3 \times 10^8 m/s & \\ 1u = 931,5 \text{ Mev}/u & 1ano \approx 3 \times 10^7 s & 1Ci = 3,7 \times 10^{10} \text{ des/s} & \end{array}$$

$$-\left(\frac{\hbar^2}{2m}\right) \frac{d^2\Psi}{dx^2} + U\Psi = E\Psi \quad R = R_0 e^{-\lambda t} \quad \lambda = \frac{0,693}{T_{1/2}} \quad R = \lambda N$$

---