



Sociedade Portuguesa de Física

Olimpíadas de Física

Etapa Regional

5 DE MAIO DE 2018

DURAÇÃO DA PROVA: 1 h 15 min

PROVA TEÓRICA Escalão B

Problema 1 – MEDINDO A POSIÇÃO DO CENTRO DE MASSA

Dois amigos querem determinar a coordenada longitudinal do centro de massa (CM) dos seus corpos. Para isso idealizaram a seguinte montagem. Colocaram uma tábua plana e homogénea, apoiada em duas cunhas, que por sua vez, estão sobre balanças, respetivamente, como está indicado na figura seguinte.

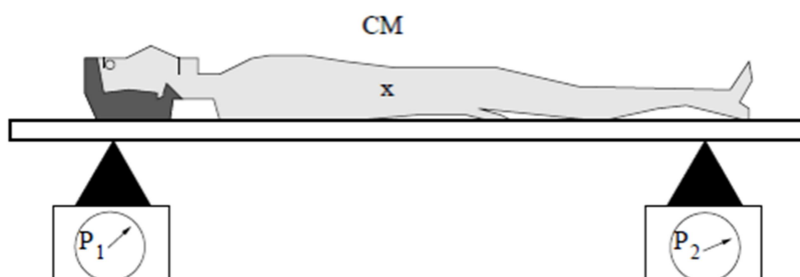


Figura 1.

As cunhas, a uma distância L uma da outra, são suficientemente estreitas no ponto de contacto com a tábua para se poder definir a posição com precisão. As balanças são calibradas de modo a indicarem zero quando a tábua assenta sem qualquer peso extra.

Um deles deitou-se sobre a tábua e o colega registou os valores indicados por cada balança: P_1 e P_2 . A posição do centro de massa de um sistema de partículas é a média das posições das partículas desse sistema, ponderada com a respetiva massa.

a) Determina a coordenada do centro de massa da pessoa ao longo de um eixo Ox horizontal, com sentido positivo da esquerda para a direita.

b) Admite que se fizeram duas medições adicionais, uma com a pessoa sentada (com as pernas esticadas sobre a tábua – situação A), e a outra, com as pernas levantadas fazendo um ângulo reto com a horizontal (o tronco esticado sobre a tábua – situação B). Discute se estas medidas são suficientes para determinar o peso das pernas.



Problema 2 – COMO FUNCIONA UMA AMPOLA DE RAIOS X?

As ampolas de raios X são utilizadas como fonte de radiação em aplicações diversas, como em difratômetros (para caracterização estrutural de materiais) e em radiologia convencional.

O seu funcionamento baseia-se na interação de um feixe de elétrons (emitidos por um cátodo aquecido) que colidem com um alvo (ânodo). Parte da energia cinética dos elétrons é perdida no processo de deflexão pelos núcleos atômicos do alvo, com redução da sua velocidade, e consequente emissão de radiação X de espectro contínuo (*bremstrahlung*, ou radiação de travagem). Outra parte da energia cinética dos elétrons incidentes é utilizada para ejetar elétrons dos átomos do alvo, de níveis energéticos de baixa energia. Neste caso, quando os elétrons de orbitais mais energéticas transitam para o estado desocupado, é emitida radiação de frequência bem definida, dando origem a riscas características do material do alvo na região de raios X.

A intensidade da radiação e a energia dos fótons X dependem diferença de potencial elétrico aplicada entre o cátodo e o ânodo, dando origem a um campo elétrico que se admite uniforme por simplicidade. A Figura 2 apresenta um esquema de uma ampola de raios X, e espectros da radiação de *bremstrahlung* com um alvo de tungstênio, obtidos para diferentes valores de campo elétrico (força elétrica por unidade de carga elétrica).

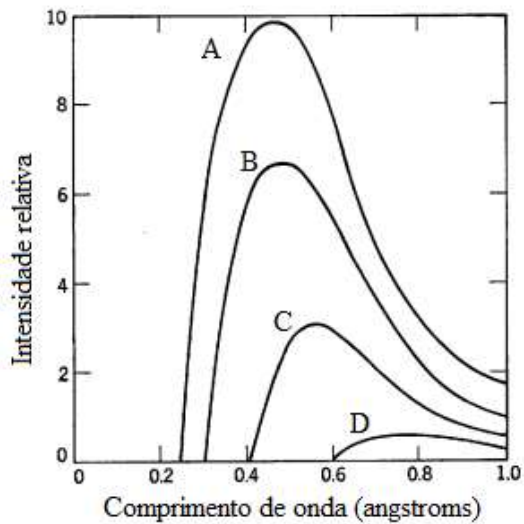
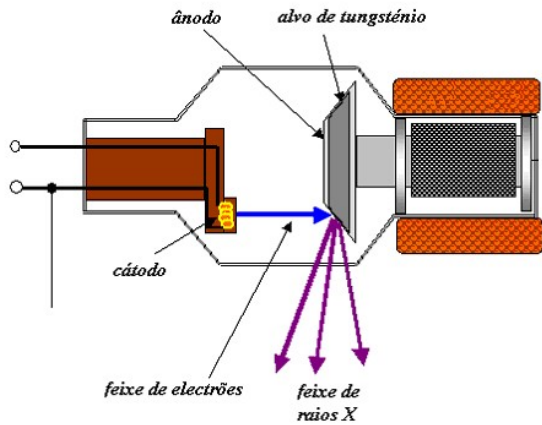


Figura 2. Painel da esquerda: Esquema de uma ampola de raios X; Painel da direita: Espectro de emissão *bremstrahlung* de uma ampola de raios X.

Adaptado de <https://physics.stackexchange.com/questions/245548/continuous-x-ray-spectrum>.

A constante de proporcionalidade entre a energia de um fóton de uma certa radiação e a frequência dessa radiação é a constante de Planck, $6,626 \times 10^{-34} \text{ J s}$.

- Indica, justificando, em qual das situações A a D o feixe de eletrões que incide no alvo é mais energético.
- Calcula o valor da energia cinética máxima dos eletrões que dão origem ao espetro indicado pela letra C.



c) A energia cinética dos elétrons emitidos do cátodo pode ser considerada desprezável. Considerando que a distância entre o cátodo e o ânodo é 5,0 cm, determina a intensidade do campo elétrico uniforme que acelera os elétrons considerados na alínea anterior.

Dados:

massa do elétron = $9,11 \times 10^{-31}$ kg; carga do elétron = $-1,60 \times 10^{-19}$ C; 1 angstrom = 0,1 nm
módulo da velocidade de propagação da luz no vácuo = $3,0 \times 10^8$ ms⁻¹

Problema 3 – Ajudando os avós na quinta

A Marisa e o Manuel são irmãos e passaram as recentes férias de Páscoa na aldeia, em casa dos avós. Num dia, o avô pediu-lhes ajuda para levarem fardos de palha para a parte superior do palheiro. O avô costumava fazer esse serviço carregando ao ombro cada um dos fardos de palha, com massa 30 kg, e subindo uma escada.

A Marisa considera este procedimento muito perigoso. Ao olhar para o palheiro, repara que há duas roldanas sem uso e propõe ao Manuel construir uma máquina simples com elas, como está ilustrado na figura seguinte. Com esta solução, a Marisa conseguiu elevar os fardos.

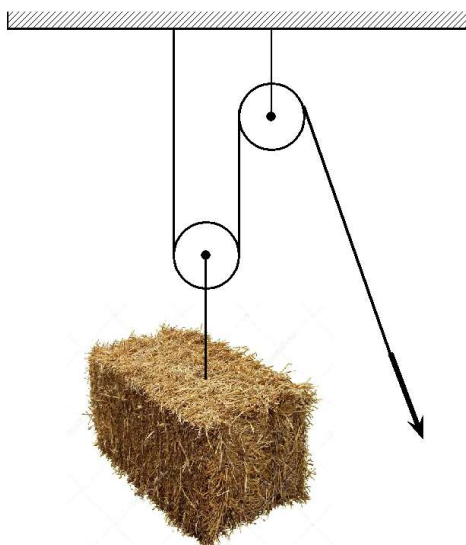


Figura 3

No que se segue, despreza a massa das cordas e das roldanas em comparação com a massa dos fardos.

a) Elabora um diagrama de forças aplicadas às roldanas e ao fardo e calcula a força que a Marisa deve exercer sobre a corda de modo a manter o fardo em equilíbrio.



- b) Admite que o fardo foi elevado de uma altura de 3,0 m. Qual é o comprimento de corda que foi puxado pela Marisa? Justifica com cálculos.
- c) A Marisa comentou: “Assim é muito mais fácil elevar os fardos”. Mas o Manuel retorquiu: “Mas na verdade dispensas a mesma energia para o elevar”. O Manuel tem razão? Explica.