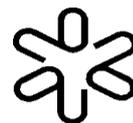




INSTITUTO DE FÍSICA DA USP

2º. SEMESTRE DE 2013



Física V – 4300311 - diurno

Prof. Mazé Bechara

3º Trabalho Extra-Classe

Modelos atômicos, as primeiras regras de quantização e o caráter dual da matéria: partícula-onda

Prazo limite para entrega: 9/5/2013 (quinta-feira) às 14h10

Obs. Importantes:

1. Faça estas questões em detalhes e com reflexão **conforme a disciplina vai se desenvolvendo e se tiver dúvidas, busque esclarecê-las completamente. Os itens (g) e (h) da questão 3 são os únicos que precisarão ser deixados para perto do prazo final, dado o cronograma da disciplina.**
2. **Os estudantes que optarem por entregar no dia do prazo final devem fazê-lo pessoalmente à professora no início da aula.**
3. **A redação do trabalho deve ser indiscutivelmente individual.**
4. **A nota do tec é a média da nota nas três questões.**

(10) questão 1. Experimento de Rutherford – o átomo revelando o seu núcleo.

Um feixe bem colimado de partículas alfa com energia cinética de 5,30 MeV e com 10^4 partículas por segundo, incide perpendicularmente a uma folha fina de ouro ($\rho = 19,3\text{g/cm}^3$, $A = 197$ e $Z=79$) de $10\mu\text{m}$ de espessura. Um contador de partículas alfa de $1,0\text{ cm}^2$ de área é colocado a 5 cm de distância do centro da folha de ouro, que coincide com o centro do feixe.

- (a) (1,5) Diga, em palavras, o seu entendimento de “espalhamento de Rutherford” que ocorre neste experimento. Explique porque este experimento pode revelar a existência de um núcleo no átomo.
- (b) (2,0) Determine a seção de choque diferencial de Rutherford para o ângulo de espalhamento de 30° . A partir do resultado para 30° determine a seção de choque para 150° de ângulo de espalhamento. Este resultado pode ser diretamente comparado com resultados experimentais? Justifique.
- (c) (2,5) Adotando o espalhamento de Rutherford para a situação experimental descrita, determine o número de contagens por segundo que devem chegar aos detectores colocados à 30° e à 150° em relação à direção do feixe incidente. Justifique o seu procedimento. Este resultado pode ser diretamente comparado com o resultado experimental? Explique.
- (d) (1,0) Usando os resultados da mecânica clássica para o “espalhamento de Rutherford” determine a distância de maior aproximação de uma partícula alfa de um núcleo de ouro nos espalhamentos das alfas a 30° e a 150° . Justifique.
- (e) (1,5) Com base no que se conhece hoje das dimensões nucleares, $r_N=1,20A^{1/3}\text{fm}$, o resultado do item anterior endossa a hipótese de validade do espalhamento de Rutherford para a situação descrita no espalhamento à 30° ? E para o espalhamento à 150° ? Sem outros cálculos se pode afirmar que vale o espalhamento de Rutherford neste particular experimento para ângulos de espalhamento menores do que 30° ? E para ângulos maiores do que 150° ? Justifique.
- (f) (1,5) Faça em um mesmo desenho o esboço de toda a trajetória de duas partículas alfa espalhadas por um núcleo: uma espalhada a 30° , outra a 150° . Este esboço deve ser correto, de forma qualitativa e comparativa: na trajetória em relação ao núcleo, no parâmetro de impacto, no ângulo

de espalhamento, na distância de máxima aproximação ao núcleo, o na posição do núcleo espalhador. Justifique.

(10) questão 2. O modelo (semiclássico) de Bohr para estrutura e transições atômicas.

Um feixe de radiação eletromagnética tem apenas algumas frequências, e a mesma intensidade I_0 em todas as frequências. As frequências do feixe são conhecidas: 0,66, 2,0, 8,00, 12,09 e 13,90 em eV/h.

- (1,5) Faça um esboço do feixe incidente, colocando uma escala em frequência (em eV/h) e outra em comprimento de ondas (em angstroms). Justifique.
- (1,5) Suponha que o feixe acima descrito atravessasse uma amostra com átomos de H no seu estado natural. Usando o modelo de Bohr determine as frequências do feixe que serão absorvidas por esta amostra. Justifique.
- (0,5) Faça um esboço (possível com os conhecimentos discutidos na disciplina) do espectro de absorção desse feixe pela amostra, colocando uma escala com os valores das frequências em eV/h. Justifique.
- (2,5) Ainda adotando o modelo de Bohr determine as frequências que poderão ser emitidas (em unidades eV/h) pela amostra depois de ter recebido o feixe incidente. Justifique com clareza o seu procedimento.
- (1,0) Faça um esboço do espectro de emissão colocando a escala da frequência em eV/h. Compare com o espectro de absorção e comente.
- (3,0) Escolha uma das linhas de emissão do espectro do item (e). Explique que tipo de processo ocorreu no interior de um átomo para a emissão desta linha. Escreva as equações do momento linear e da energia no processo descrito. Justifique a validade (ou não) da conservação do momento linear e da energia no processo. Explícite se houve aproximações nas equações de momento linear e de energia escritas neste item. Houve aproximação nas equações de energias adotadas no item (d)? Justifique

(10) questão 3. Regras de quantização, energias quantizadas e energias mínimas, e o princípio de correspondência.

Uma partícula de massa m está em movimento unidimensional livre de forças, porém presa a uma caixa (ou canaleta) de dimensão L , ou seja, com choques elásticos nas extremidades da caixa (ou canaleta).

- (1,0) Qual é a grandeza que fica quantizada no uso da regra de quantização de Wilson-Sommerfeld para a dinâmica desta partícula? Determine esta grandeza e as energias da partícula supondo válida tal quantização.
- (1,5) Mostre que o princípio de correspondência de Bohr é obedecido para as energias das partículas obtidas com a regra de quantização de Wilson-Sommerfeld. Explícite o seu entendimento do princípio de correspondência na demonstração solicitada. Justifique.
- (1,0) Usando a onda proposta por de Broglie determine a regra de quantização para o movimento desta partícula. Faça um esboço desta onda no terceiro estado excitado da partícula. Justifique.
- (1,5) Faça três diagramas de níveis de energia da partícula, lado a lado: um segundo a física clássica, outro usando a quantização de Wilson-Sommerfeld, e um terceiro usando a ondas de de Broglie. Justifique.
- (1,5) Usando a onda de de Broglie determine em eV a menor energia de um elétron dentro de um sistema de uma caixa de dimensão atômica (10^{-10} m). A quantização pode ser observada nos movimentos desta partícula? Justifique. Idem de uma bolinha de pingue-pongue de 1g quando está a uma velocidade de 2m/s em uma caixa de 20 cm de comprimento.
- (1,0) No entendimento da Física o elétron e a bolinha de ping-pong têm a energia quantizada? É observada energia quantizada? Justifique.
- (1,5) Use o princípio de incerteza para determinar a energia mínima ou energia de ponto zero de uma partícula de massa m no movimento descrito acima. Compare este resultado com os do item (e) e comente.
- (1,0) Para os estados de energias constantes e bem definidas da onda de de Broglie, qual é o entendimento do princípio de incerteza ou indeterminação na energia-tempo? Justifique.