INSTITUTO DE FÍSICA DA USP

1º. SEMESTRE DE 2012

Física Moderna I – 4300375 - noturno

Prof. Mazé Bechara

3º Trabalho Extra-Classe (TEC3) - *Peso 2*

Modelos de estrutura e transições atômicas. A onda da partícula material segundo de Broglie

---

Data limite para entrega: 19h de 18/05/2012

Atenção: Os estudantes que entregarem o TEC3 até às 19h de 11/5 (sexta-feira) terão os seus trabalhos corrigidos até 21/5, a segunda-feira que antecede à 2ª prova (23 de maio). O conteúdo das questões será avaliado na 2ª prova.

Obs. Importantes:

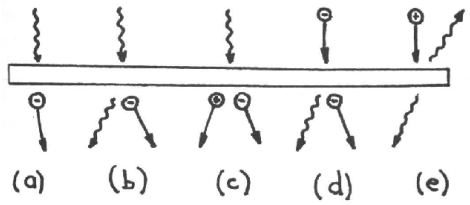
(1) **Faça as questões de forma refletida, com clareza e concisão.** Se tiver dúvidas, busque esclarecê-las completamente.

(2) **Tenha respeito por sua inteligência e ética**. Alguns trabalhos do TEC 2 demonstraram completa ausência deste respeito pela "incoerência" nas soluções de questões.

(3) Os monitores estão orientados a exigir respeito à inteligência deles, **anulando integralmente as questões com *incoerências internas,* que *serão consideradas questões repetidas de terceiros.***

(10) **questão 1** ***Ainda o caráter corpuscular da radiação eletromagnética***

A figura abaixo **esquematiza** diferentes processos de interação de partículas e fótons com a matéria. O sinal no interior da bolinha indica a carga elétrica da partícula, as flechinhas as direções e sentidos das velocidades. As setas nas pontas das "cobrinhas" indicam a direção e sentido dos fótons.



(a) (5,0) **Descreva os processos** identificados com as letras **(c), (d) e (e) na figura.**

Importante: sua **descrição deve conter: o nome** do processo; **o nome do "ente"** que interage **com** a matéria; com **qual(ais) constituinte(s)da matéria** esse "ente" interage; **o processo de interação** e **as razões físicas** que permitem ocorrer tal interação; **o que é emitido depois da interação** e se o que foi emitido **era um constituinte** da matéria, e/ou se **é o próprio "ente" incidente,** e/ou **se foi criado** nessa interação.

(b) (5,0) Escreva para cada um dos processos as equações de conservação de energia e do momento linear na interação. Quando houver termos destas equações que podem ser desprezados, explicite o que foi desprezado e as razões físicas que os tornam desprezíveis.

(10) **questão 2** ***Uma medida experimental do espalhamento de Rutherford. Um pouco de conta não faz mal a ninguém!***

Um feixe de partículas alfa, com energia cinética de 5,4 MeV e 10^4 partículas por segundo, incide perpendicularmente sobre uma folha de ouro (densidade = 19,3g/cm^3, peso atômico = 197 e Z=79) de 1μm de espessura. Dois contadores idênticos de partículas alfa de 1,0 cm^2 de área são colocados a 10 cm de distância do centro da folha de ouro (que coincide com o centro do feixe); um deles fazendo um ângulo de 30° e outro de 150° com a direção do feixe incidente. Considere que o

espalhamento das partículas alfa, nessas condições experimentais, é bem descrito pelo chamado espalhamento de Rutherford.

(a) (1,5) **Explique o seu entendimento do processo físico** que ocorre quando se usa a afirmação: *"o espalhamento das alfas, nessas condições experimentais, é bem descrito pelo chamado espalhamento de Rutherford".*

(b) (2,5) **Determine,** em m^2, **a seção de choque diferencial de Rutherford** para o **espalhamento a 150°** no experimento em questão.

(c) (3,5) **Determine o número de partículas alfa** observadas em **cada um dos detectores** do arranjo experimental descrito, ou seja, a 30° e a 150° com a direção incidente.

(d) (2,5) **Determine,** em fermis, **a distância de maior aproximação** entre uma alfa do feixe e um núcleo do alvo no caso das alfas que entraram em cada um dos detectores. **O que tais resultados atestam sobre a validade de espalhamento de Rutherford**? **Justifique.**

(10) **questão 3.** ***O modelo de Bohr***

Questão 16 do Guia ao Tópico III

Os estados excitados de um **átomo hipotético de um elétron** (**não é o átomo de hidrogênio**) têm as seguintes energias de excitação (energias acima do estado fundamental): 5,0; 7,0; 8,0 e 8,5eV. Um feixe de radiação contendo fótons de 8,0; 6,0; 5,0; 3,0; e 0,5eV atravessa uma amostra desses átomos hipotéticos. Adote o modelo de Bohr para as transições atômicas.

a) (1,5) Faça um diagrama dos níveis de energia deste átomo.
b) (1,5) Determine os comprimentos de onda que existem no feixe. Faça um gráfico da intensidade versus a freqüência do feixe, supondo que há igual número de fótons com as energias dadas acima.
c) (1,5) Quais fótons do feixe são absorvidos se a amostra dos átomos está no estado fundamental? Desenho o espectro de absorção, ou seja, o feixe depois de atravessar rapidamente a amostra.
d) (1,5) Quais fótons dos feixes são absorvidos depois que os átomos da amostra fizeram transições do estado fundamental e continuaram recebendo o feixe? Justifique.
e) (2,0) Desenho no diagrama de níveis de energia do átomo, as transições da amostra após todas as absorções possíveis acontecerem. Justifique. Desenhe o espectro de emissão da radiação eletromagnética. Justifique
f) (2,0) Qual é a quantidade de movimento de recuo do átomo no decaimento do terceiro estado excitado para o primeiro estado excitado? Por que há este recuo? Justifique.

(10) **questão 4**. **Regras de quantização e energia de ponto zero! E que seja obedecido o princípio de correspondência...**

(a) (2,5) Usando a proposta de onda de partícula material, feita por de Broglie, **determine, justificando, a regra de quantização** para uma partícula de massa m "presa" em uma caixa unidimensional de lado L. Faça um esboço da onda do **terceiro estado excitado** da partícula segundo de Broglie. Justifique.

Obs. Partícula "presa" em uma caixa significa: em movimento no interior de uma caixa com choques elásticos com as "paredes" (nos extremos).

(b) (2,5) **A partir da quantização do item anterior determine** as energias possíveis para uma partícula de massa m em movimento unidimensional presa na caixa. **Discuta se é válido o princípio de correspondência na expressão da energia da partícula**, deixando claro o seu entendimento de princípio de correspondência **neste caso**.

(c) (1,5) **Usando a onda de de Broglie determine o valor da energia no estado fundamental e no primeiro estado excitado** de **um elétron** em movimento unidimensional no interior de uma caixa de dimensão atômica (10^{-10}m). **Justifique.**

(d) (2,0) **Determine a energia** (em eV) de uma bolinha de pingue-pongue de 1g quando está se movendo em linha reta, uma velocidade de 2m/s no interior de uma caixa de 20 cm de comprimento, sofrendo choques elásticos nas "paredes" da caixa. Usando o resultado para a energia da bolinha, segundo de de Broglie, **determine o número quântico** da energia desta bolinha. **No entendimento atual da Física** as energias da bolinha de ping-pong são quantizadas? **Justifique.**

(e) (1,5) **Determine o comprimento de onda** do elétron no item (c) e da bolinha do item (d).