

Roteiro - CT02 - Crédito Trabalhos

Física Moderna I - 2º Semestre 2012 - Turma Diurna

Prof. Marcelo Munhoz - munhoz@if.usp.br

Monitora: Graciella Watanabe - graciella.watanabe@usp.br - sala 322 - Ala II (Corredor Ensino)

Apresentação

O Roteiro para o CT02 (Créditos Trabalhos - Atividade 02) irá conduzir a preparação das atividades a serem realizadas no dia 27/08 em aula regulamentar. Nesse roteiro vocês encontrarão alguns passos a serem desenvolvidos antes das aulas e que será finalizado com discussões entre todos os grupos. Junto com o roteiro vocês receberam uma lista de livros didáticos a serem analisados sob o viés das limitações da física clássica. Para que possam analisar e focar seus objetivos ao olharem esses livros, apresentamos nas seções seguintes: alguns trechos de autores para explicitar as limitações da física clássica que estamos abordando, capítulos de livros onde deverão ser analisados tais limitações e algumas questões mais amplas para que vocês se preparem para a atividade em sala. O objetivo dessas atividades é subsidiar vocês na construção da atividade final do bloco. Assim, esperamos que essas discussões os ajudem a construir um texto didático que possibilite aos alunos do ensino médio que compreendam a construção da física moderna para além de um conteúdo destituído de sua história e relevância científica.

I - De qual limitação estamos falando?

Nessa seção apresentaremos alguns trechos que indicam as limitações da física clássica que culminaram na construção de um novo conhecimento científico (física moderna).

a. Radiação do corpo negro e o problema da catástrofe do ultravioleta.

"corpo negro é aquele que absorve toda a radiação que sobre ele incide, visível ou não, sem reflexão ou transmissão; ou seja, a taxa de absorção de radiação é igual a 1 (100%), por isso a analogia com um objeto preto que absorve toda a luz visível (...). A diferença está no fato de que o corpo perfeitamente negro não absorve apenas a radiação na região do visível, mas todo o espectro" (ZANETIC & MOZENA, 2007, pg. 140)

"(...) tanto Rayleigh quanto Jeans utilizaram exclusivamente o princípio da equipartição de energia associado à concisão de equilíbrio da radiação representada por ondas estacionárias dentro de uma cavidade (corpo negro). Ou seja, eles calcularam o número de modos de oscilações eletromagnética livres por unidade de volume da cavidade e por unidade de comprimento de onda (...) nota-se que a curva (encontrada) diverge para o infinito para pequenos comprimentos de onda, isto é, pela radiação teórica desse modelo haveria uma espécie de corrida para as altas frequências, ou seja, em direção ao ultravioleta, daí está previsão, não verificada experimentalmente, passar a ser conhecida como catástrofe do ultravioleta; em segundo lugar, a integral sob a curva, isto é, a radiação total, também é infinita, o que mais uma vez evidencia a limitação do modelo clássico" (ZANETIC & MOZENA, 2007, pg. 159).

b. Evidências da descrição atômica da matéria. O problema da estabilidade atômica

"(...) uma dificuldade séria quando tentamos transportar essa ideia do sistema planetário para o sistema atômico. O problema é que os elétrons carregados estariam constantemente acelerados em seu movimento em torno do núcleo, e, de acordo com a teoria eletromagnética clássica, todos os corpos carregados acelerados irradiam energia na forma de radiação eletromagnética. A energia seria emitida às custas da energia mecânica do elétron, que se moveria em espiral até atingir o núcleo" (EISBERG & RESNICK, 1979, pg. 134)

c. A interação da radiação eletromagnética com a matéria: emissão de elétrons de um material a partir de uma frequência limite e dependência da energia cinética dos elétrons emitidos com a frequência da radiação

"O efeito fotoelétrico não foi particularmente surpreendente para os primeiros que o investigaram. A ejeção de elétrons podia ser explicada pela física clássica, que considera a luz incidente como ondas luminosas fazendo um elétron oscilar com amplitudes cada vez maiores, até que finalmente ele se liberta da superfície do metal, da mesma forma como as moléculas de água se libertam da superfície de água quente. Para uma fonte de luz fraca, deveria levar um tempo considerável para ela ceder energia suficiente aos elétrons para que eles "evaporem" da superfície do metal. Ao invés disso, descobriu-se que os elétrons eram ejetados imediatamente após a luz ser ligada - mas não em um número tão grande como no caso de uma fonte luminosa intensa" (HEWITT, 2002, pg. 531).

d. A interação da radiação eletromagnética com a matéria: mudança do comprimento de onda da radiação emitida em relação à incidente

"De acordo com a teoria clássica de Thomson do espalhamento de raios X, o comprimento de onda da radiação espalhada em um direção qualquer deve ser

igual ao da radiação incidente. (...) Compton descobriu que a radiação espalhada tem duas componentes, verificando que os comprimentos de onda dos raios X espalhados são maiores que o comprimento de onda da radiação incidente" (CARUSO & OGURI, 2006, pg. 340)

e. Emissão da radiação a partir da incidência de elétrons na matéria.

"Os raios X são produzidos no alvo de um tubo de raios X, quando um feixe de elétrons de alta energia, acelerados por uma diferença de potencial de alguns milhares de volt, é freado ao atingir o alvo. Segundo a física clássica, a desaceleração dos elétrons, freados pelo material do alvo, causa a emissão de um espectro contínuo de radiação eletromagnética (...). (No entanto) Além do espectro contínuo de raios X, também são emitidas linhas de raio X características do material do alvo. (...) A teoria eletromagnética clássica não pode explicar esse fato, não havendo nenhuma razão pela qual ondas com comprimento de onda menor que um certo valor crítico não devam ser emitidas pelo alvo" (EISBERG & RESNICK, 1979, pg. 67)

II - Os livros a serem analisados

Os temas apresentados acima são discutidos ou, ao menos, comentados em alguns livros didáticos. Abaixo são sugeridos capítulos desses livros para serem analisados. O olhar para tal análise deve ser pautado nas formas, estratégias, atitudes, linguagem, artifícios matemáticos, aspectos históricos ou qualquer outra forma de tentar se discutir as limitações da física clássica para os alunos do ensino médio.

- Física: História e Cotidiano (vol. único) - Ed. FTD - 2º Edição - **Capítulo 51 - As ideias da física quântica.**

- Quanta Física (vol. 3) - Ed. PD - 1º Edição - **Capítulos 2 - O átomo quântico.**

- Coleção Física Aula por Aula (vol. 3) - Ed. FTD - 1º Edição - **Capítulo 19 - Física Quântica**

- Física em Contextos (vol. 3) - Ed. FTD - 1º Edição - **Capítulo 12 - item 6 - O efeito Fotoelétrico; item 7 - O que é luz afinal? Capítulo 13 - item 2 - Níveis de energia do átomo; item 3 - Núcleo atômico**

III - Perguntas para serem pensadas e respondidas

As questões apresentadas nesta seção devem ser respondidas pelos grupos e serem entregues no dia da atividade. Elas buscam promover uma reflexão crítica sobre o material analisado.

1. Você considera que existem formas diferentes de abordar o tema sobre limitações da física clássica nos livros analisados?
2. É possível afirmar que os livros que dão mais ênfase nas limitações podem ser considerados mais completos no que tange as discussões sobre o conhecimento científico? Baseados na sua resposta anterior, o que você considera conhecimento científico?
3. A presença das discussões sobre as limitações da física clássica nos livros facilita ou dificulta a apresentação da física moderna?

IV - A atividade em sala de aula

Na atividade em sala serão apresentados alguns trechos dos livros analisados, trechos de textos acadêmicos e originais com o intuito de discutirmos as aproximações, limitações e possibilidades de abordar o tema.

As questões deverão ser discutidas entre os grupos, respondidas e entregues no dia da aula.

VI - Observações

Os livros indicados no item II podem ser analisados na sala do PRÓFIS na Ala II no Corredor de Ensino. Eles não podem ser retirados para serem levados para casa.