Instituto de Física USP

Física V - Aula 18

Professora: Mazé Bechara

Aula 18 –Aplicações do caráter dual da matéria. Tópico III – de volta aos constituintes da matéria.

1. **Outras Aplicações sobre o caráter dual da radiação.**

2. **Dúvidas dos estudantes sobre o Tópico II**

3. **Apresentação do tópico III**

4. **Espectros de emissão e absorção atômica.**

Outras Aplicações.

1. **Efeito Dopler longitudinal.**

2. **Q45 do Guia ao Tópico II.**

3. **Identificação dos processos da Q44 do Guia ao toico II.**

Tópico III – De volta aos constituintes da matéria

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

- tempo previsto: **~10 aulas**

- **III.1 modelos atômicos e as primeiras regras de quantização**

- **III.2 O caráter dual das partículas matériais**

III.1 modelos atômicos e as primeiras regras de quantização

- III.1.1 **Os espectros discretos de radiação emitida e absorvida por substâncias gasosas** indicando quantizações nos átomos – o que são, como são e como se observa. **O modelo de J.J. Thomson para o átomo**: descrição do estado fundamental e a possibilidade de emissão quantizada no átomo de hidrogênio. Os acertos e dificuldades do modelo.
- III.1.2. **Os resultados do experimento de Rutherford que levam à proposta de átomo nucleado.** A estimativa do tamanho do núcleo a partir da comparação dos resultados experimentais da seção de choque diferencial versus energia incidente com os previstos no modelo do átomo nucleado de Rutherford.
- III.1.3. **O modelo de Bohr para a estrutura e as transições no átomo de hidrogênio** e seu acordo com os espectros de emissão e absorção de experimentais de radiação eletromagnética. **Os picos característicos dos espectros de produção de Raios-X** e o modelo de camadas para os elétrons dos átomos (discussão qualitativa). **O experimento de Frank-Hertz.**
- III.1.4 **A regra de quantização de Bohr-Sommerfeld**. Aplicações. Comparação com os resultados do modelo de Bohr para o átomo de H e da quantização de Planck para as oscilações harmônicas.
- III.1.5. **A estrutura fina do espectro do átomo de hidrogênio e o efeito relativístico** na dinâmica dos constituintes do átomo de H.

III.2 O caráter dual das partículas matériais

- III.2.1 **A proposta (teórica) de *de Broglie* do caráter dual das partículas materiais**: razões físicas e as relações que vinculam o caráter ondulatório ao corpuscular na radiação eletromagnética e nas ondas de partículas materiais.
- III.2.2 **Possíveis ondas de partícula**s materiais com módulo de velocidade constante (partícula presa em uma caixa e o átomo de H) na proposta de de Broglie. Quantizações decorrentes.
- III.2.3 **A realidade do caráter ondulatório das partículas** revelado pioneiramente no **experimento de Davisson e Germer**. **Outros experimentos que revelam o caráter ondulatório** das partículas materiais.
- III.2.4 **Os pacotes de onda na física ondulatória clássica** – velocidade de fase e da onda, e as relações de dispersão que vinculam posição e número de onda, tempo e freqüência da onda. **Uma interpretação das relações do pacote de onda de partículas - o princípio de incerteza de Heisenberg** para a posição-momento linear e para a energia e tempo. A energia mínima das partículas segundo o princípio de incerteza. Relação entre o tempo característico de um estado não estável e a indeterminação na energia do estado.
-

Como o átomo revela que não é átomo (indivisível) como seu nome sugere

1. Átomos podem "emitir" partículas com carga –e e massa 2000 vezes menor que a massa do H – os elétrons - quando interagem com radiação eletromagnética. É assim possível ionizar positivamente os elementos químicos.

2. O espectro de emissão de raios X por matéria (sólida) quando bombardeada por elétrons livres com energias cinéticas da ordem ou maiores do que keV tem uma estrutura fina, praticamente monocromática, que mostra regularidade com o número atômico Z. E mais...os espectros dos raios-X indicam que "algo" nos átomos deve ser quantizado. Como se comprovará, frequencias bem definidas correspondem a transições entre estados eletrônicos da estrutura atômica.

Moral da história: se há cargas diferentes que fazem dos átomos neutros, os átomos são compostos de outras partículas. Não é indivisível. É "constituinte fundamental" da matéria, mas não é uma "partícula elementar", ou seja, ele tem estrutura interna.

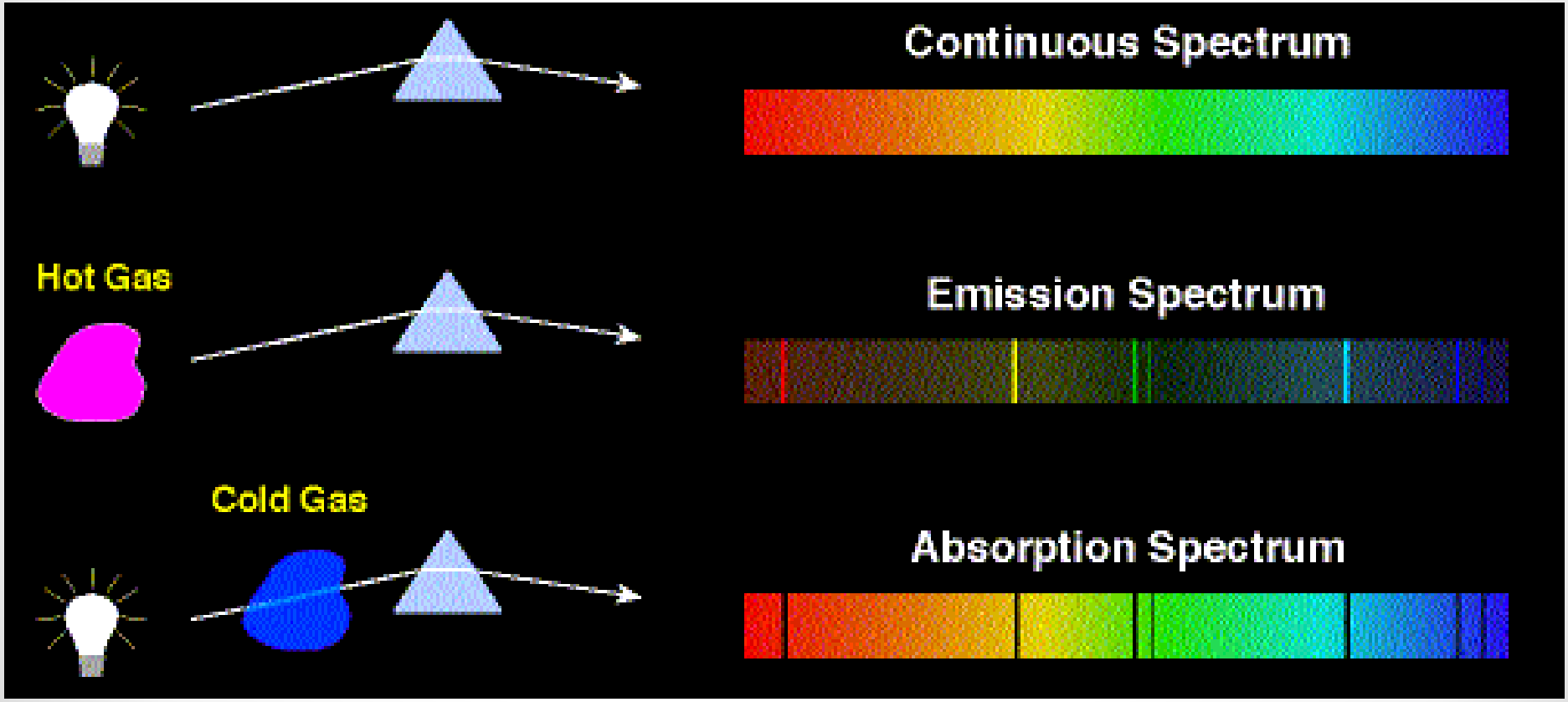
Como os átomos revelam sua estrutura - Espectros de emissão e de absorção de átomos

As interações entre átomos são desprezíveis nos gases, diferentemente da matéria líquido e a sólida. Assim, o vapor dos elementos químicos é o melhor sistema para se "extrair" informações sobre os átomos dos elementos.

Gases que não interagem com outras partículas nem com radiação eletromagnética, só emitem radiação por efeito de temperatura. A interpretação dos físicos (do Planeta Terra) é que, no estado natural, os átomos estáveis, estão em seu estado de menor energia, chamado de estado fundamental.

Assim, para melhor conhecer os átomos, seria interessante tirar os átomos de seu estado natural, conhecendo as características da radiação absorvida por eles. E se pode observar que, depois de sair do seu estado fundamental, os átomos emitem radiação eletromagnética.

As "linhas" dos espectros de emissão e de absorção de átomos no visível



Espectros de absorção atômica

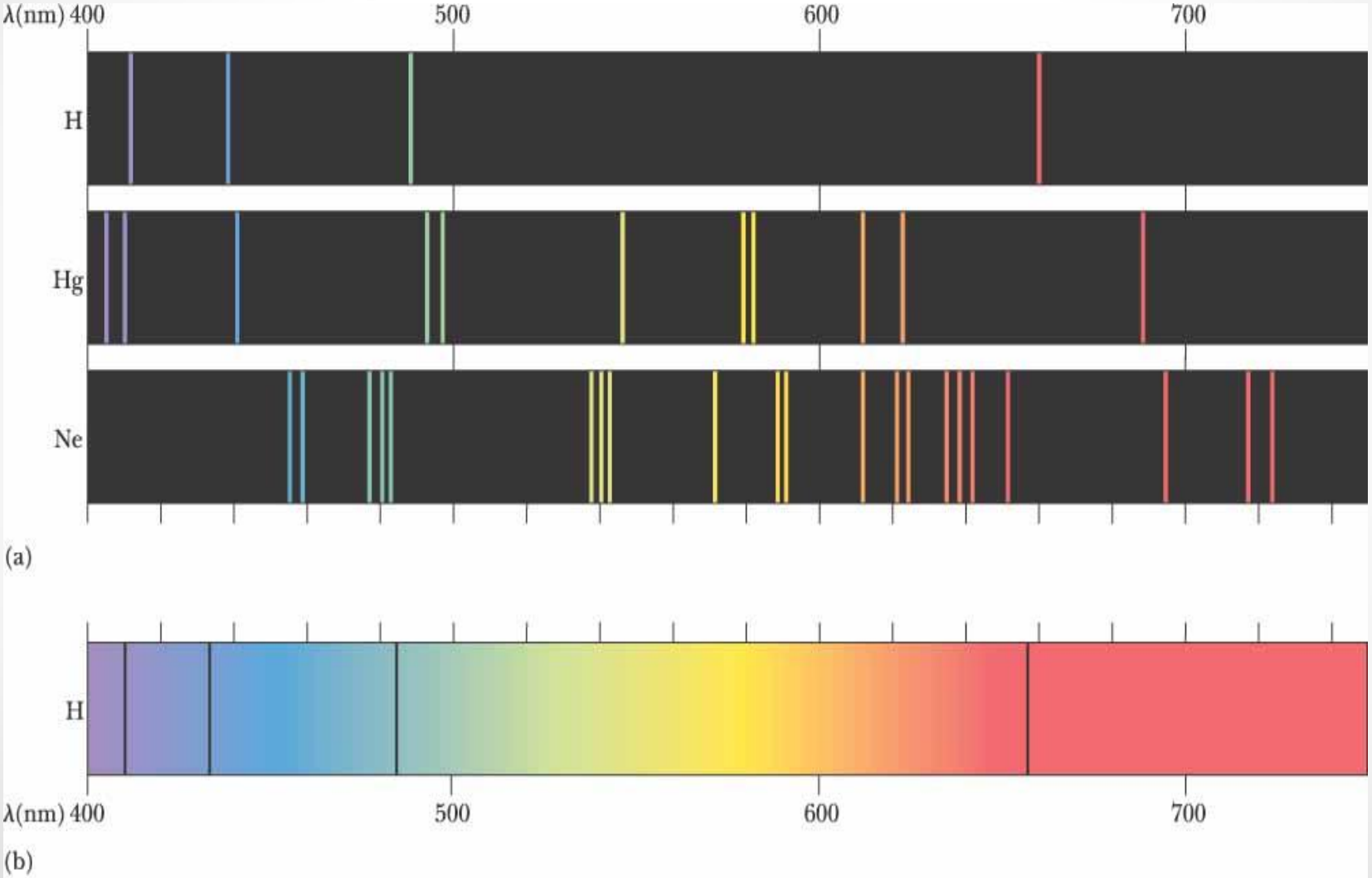
Fazendo um **feixe de radiação eletromagnética de espectro contínuo atravessar uma amostra de gás de elemento puro (monoatômico, portanto)**, e observando o feixe após atravessar a matéria, se observa que algumas **frequências (comprimentos de onda) muito específicos, são "roubados" do feixe incidente, ou seja, são absorvidos pela amostra**, enquanto grande parte do espectro contínuo é transparente para a amostra, ou seja, passa sem interagir com a amostra.

Este **espectro tem "falta de linhas"** (monocromáticas), por isto é dito que o espectro de absorção atômica é um **"espectro de linhas"**.

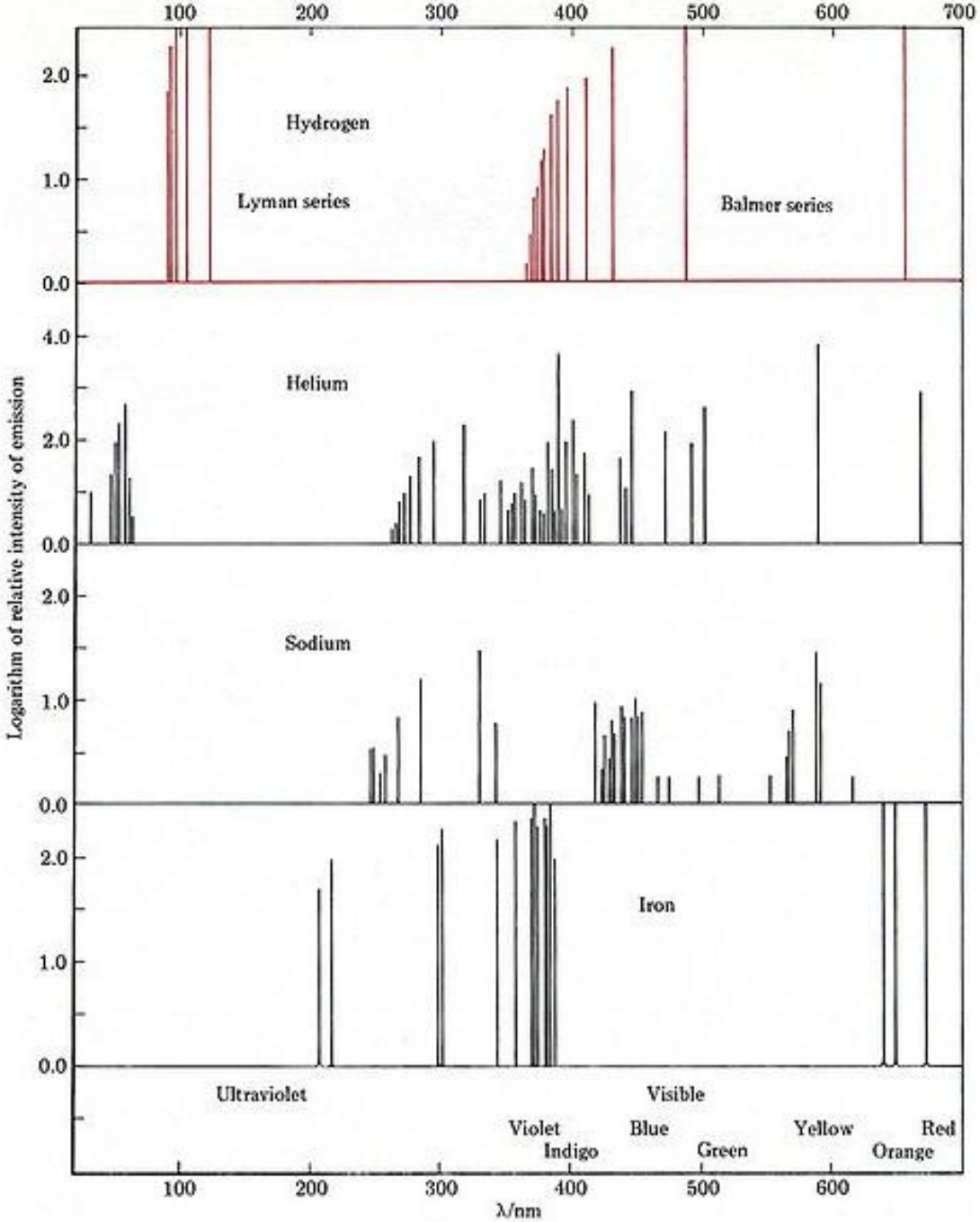
Espectros de emissão atômica

Matéria gasosa monoatômica depois de bombardeada por REM de espectro contínuo ou de receber um feixe de partículas com energias cinéticas "importantes" emitem "espectros de linhas", ou seja, intensidade de estrutura fina, com vários comprimentos de onda bem definidos (praticamente várias emissões monocromáticas), são os espectros de emissão atômica.

Parte visível (com olhos humanos) dos espectros de emissão de REM dos átomos de H, Hg e Ne. Espectro de absorção do H



©2004 Thomson - Brooks/Cole



Gráficos das intensidades versus comprimento de onda da radiação emitida.

As "linha" têm intensidades diferentes, que não se quantificam, ou mesmo **não são percebidas nas imagens "fotográficas" das linhas.**