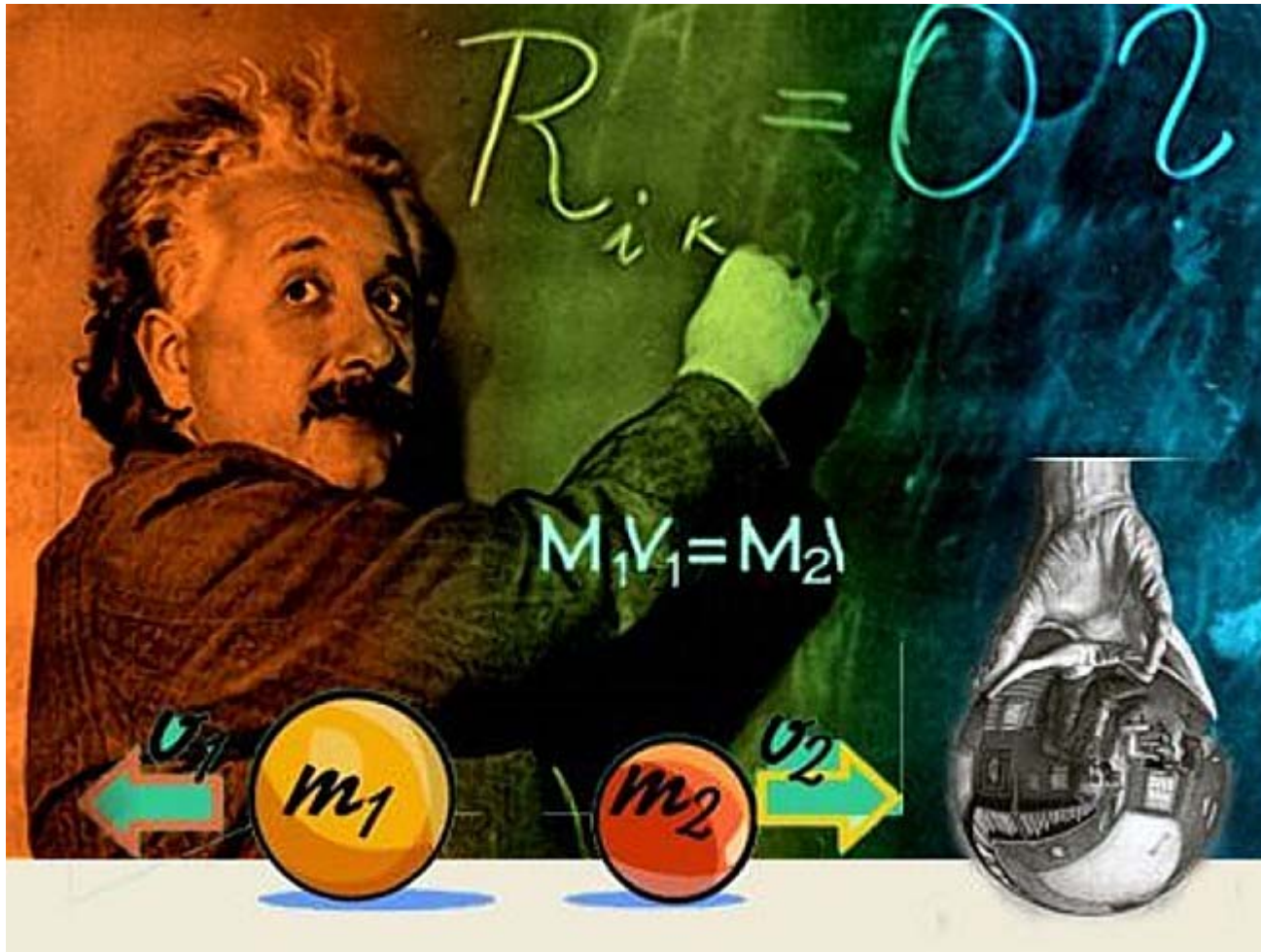


Revisão de Física Moderna



Prof.: POMPEU

Revisão de Física Moderna

A Teoria Quântica



Segundo o físico alemão Max PLANCK (1900): "A energia radiante de frequência f , só pode ser emitida ou absorvida em quantidades discretas (quantum), múltiplos inteiros de hf , sendo h a constante universal de Planck ($6,6 \times 10^{-34} \text{ J.s}$)."

$$E = h \cdot f = \frac{hc}{\lambda} = \frac{12.400}{\lambda(\text{Å})}$$

A Teoria Quântica



Observações:

- «•» Um fóton é um quantum (partícula) de energia eletromagnética.
- «•» Os fótons não têm todos a mesma a energia. Os "quanta" de luz azul são de maior energia que os de luz vermelha, pois têm menor comprimento de onda e portanto, maior frequência.
- «•» Duas fontes luminosas de mesma frequência (isto é, de mesma cor) emitem fótons de igual energia hf .
- «•» Uma fonte "brilhante" (grande intensidade luminosa) emite MAIS fótons por segundo do que uma fonte "tênue" (pequena intensidade luminosa) da mesma cor, porém os fótons de ambas as fontes têm a mesma ENERGIA.

Revisão de Física Moderna

A Dualidade onda-partícula



"A Luz apresenta propriedades ondulatórias (reflexão, refração, difração, interferência e efeito Doppler) e corpúsculares (efeito fotoelétrico e efeito Compton)".

Segundo o físico francês Louis DE BROGLIE as partículas subatômicas (elétrons, prótons, etc.) também possuem características ondulatórias.

$$p = \frac{h}{\lambda}$$

Esse fato foi comprovado por Clinton DAVISSON, Lester GERMER e G. P. THOMSON (filho de J. J. Thomson).

Revisão de Física Moderna

O Modelo de Bohr



Para interpretar o espectro do átomo de hidrogênio, o físico dinamarquês Niels BOHR desenvolveu uma teoria baseada nos seguintes postulados:

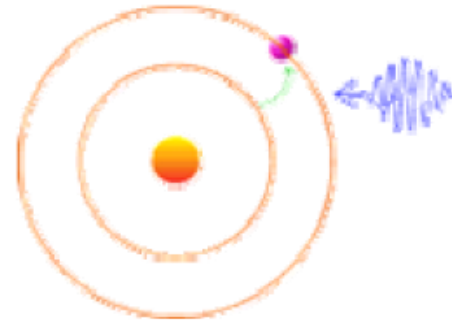
1. O elétron pode permanecer em CERTAS órbitas sem irradiar, apesar da aceleração centrípeta. Quando o elétron se encontra numa dessas órbitas, o átomo apresenta uma energia bem definida.

$$E = -\frac{13,6}{n^2} \text{ e } R = 0,53 \cdot n^2$$

O Modelo de Bohr



2. Em cada órbita, podem se mover no máximo dois elétrons (princípio da exclusão). Ao absorver energia, um elétron pode passar de uma órbita mais interna para uma mais externa.

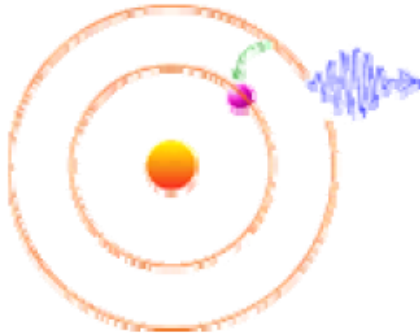


Revisão de Física Moderna

O Modelo de Bohr



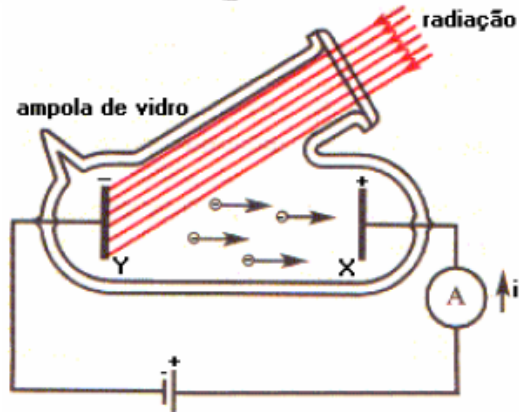
3. Ao perder energia, o elétron libera, sob a forma de radiações eletromagnéticas, a energia correspondente à diferença entre as energias dos níveis das duas órbitas.



$$E_{\text{fóton}} = h \cdot f = \frac{h \cdot c}{\lambda} = \frac{12.400}{\lambda} = E_{\text{inicial}} - E_{\text{final}} = 13,3 \cdot \left(\frac{1}{n_{\text{final}}^2} - \frac{1}{n_{\text{inicial}}^2} \right)$$

Revisão de Física Moderna

O Efeito Fotoelétrico



Experimentalmente se verifica que:

- «(•)» Quando a luz incide sobre a superfície de um metal, elétrons podem ser emitidos por ela.
- «(•)» Quando a luz de certa frequência (f) arranca elétrons do metal, eles não saem todos com a mesma energia. Suas energias distribuem-se entre um valor mínimo e um máximo.
- «(•)» É necessária uma energia mínima, para arrancar um elétron de determinado metal, é chamada função trabalho (ϕ).

O Efeito Fotoelétrico



Para explicar o efeito fotoelétrico Albert EINSTEIN (1905) afirmou que:

- «(•)» A taxa de emissão de fotoelétrons é diretamente proporcional à intensidade da luz incidente.
- «(•)» A radiação é formada por *quanta* (fótons). Cada elétron absorve **apenas um fóton**.
- «(•)» Para que um elétron escape da superfície de um metal, deve-se fazer um trabalho contra as forças que o fixam aí, ou seja, os fotoelétrons devem adquirir energia suficiente para serem ejetados.
- «(•)» A energia absorvida em excesso aparece na forma de energia cinética.

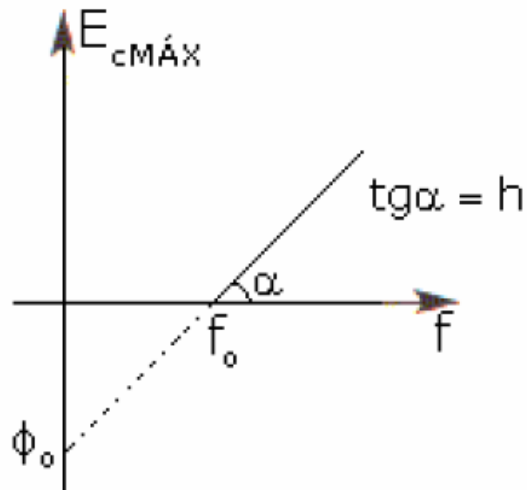
$$h \cdot f \text{ (ou } \frac{h \cdot c}{\lambda}) = \frac{m \cdot v^2}{2} + \phi \text{ e } E_{cMÁX} = e \cdot V_0$$

Revisão de Física Moderna

O Efeito Fotoelétrico



«(•)» Diagrama da energia cinética máxima em função da frequência.



A energia cinética dos fotoelétrons é independente da intensidade da luz incidente.

Revisão de Física Moderna

Relatividade Restrita



Os Postulados da Relatividade Restrita

1º Postulado: As leis da física assumem a mesma forma, em *TODOS* os referenciais inerciais.

2º Postulado: A velocidade da luz no vácuo é constante e independe do referencial através do qual ela é medida.

Relatividade Restrita



Os Efeitos Relativísticos:

(((Dilatação do tempo - O intervalo de tempo medido no referencial S_2 , em movimento com velocidade v em relação ao referencial S_1 , é menor do que o intervalo de tempo medido no referencial S_1 , ou seja, o tempo passa mais devagar no referencial S_2 . É a **dilatação do tempo**. O intervalo de tempo Δt_2 , é denominado **intervalo de tempo próprio**.

$$\Delta t_1 = \frac{\Delta t_2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

Revisão de Física Moderna

Relatividade Restrita



«(•)» Contração do espaço - O comprimento da barra é menor quando medido pelo observador fixo no referencial em relação ao qual a barra está em movimento (no caso em questão é o referencial S_2). Tem-se a *contração do espaço*. L_1 é o comprimento da barra medido pelo observador em relação ao qual a barra está em repouso. Ele é denominado **comprimento próprio**. Observe que a contração da barra ocorre na direção do movimento.

$$L_1 = \frac{L_2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

Relatividade Restrita



«(•)» Equivalência entre massa e energia - Segundo a teoria da relatividade, quando a velocidade de um corpo aumenta em relação a um determinado referencial, sua massa medida nesse referencial também aumenta.

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

Revisão de Física Moderna

Exercícios



1. Em 1913, apenas dois anos após o Físico inglês Ernest Rutherford ter mostrado que o átomo possuía um núcleo, o grande físico dinamarquês Niels Bohr propôs um modelo para o átomo de hidrogênio que não apenas levava em conta a existência das linhas espectrais, mas predizia seus comprimentos de onda com uma precisão em torno de 0,02%.

Um átomo absorve um fóton de frequência $6,2 \times 10^{14}$ Hz. Com base no modelo de Bohr, a energia do átomo aumenta de, aproximadamente,

- a) 6,0 eV.
- b) 5,2 eV.
- c) 4,1 eV.
- d) 2,6 eV.

Exercícios



2. Para se produzirem fogos de artifício de diferentes cores, misturam-se diferentes compostos químicos à pólvora. Os compostos à base de sódio produzem luz amarela e os à base de bário, luz verde. Sabe-se que a frequência da luz amarela é menor que a da verde. Sejam E_{Na} e E_{Ba} as diferenças de energia entre os níveis de energia envolvidos na emissão de luz pelos átomos de sódio e de bário, respectivamente, e v_{Na} e v_{Ba} as velocidades dos fótons emitidos, também respectivamente. Assim sendo, é **CORRETO** afirmar que:

- a) $E_{Na} < E_{Ba}$ e $v_{Na} = v_{Ba}$.
- b) $E_{Na} < E_{Ba}$ e $v_{Na} \neq v_{Ba}$.
- c) $E_{Na} > E_{Ba}$ e $v_{Na} = v_{Ba}$.
- d) $E_{Na} > E_{Ba}$ e $v_{Na} \neq v_{Ba}$.

Revisão de Física Moderna

Exercícios



4. Nos diodos emissores de luz, conhecidos como LEDs, a emissão de luz ocorre quando elétrons passam de um nível de maior energia para um outro de menor energia. Dois tipos comuns de LEDs são o que emite luz vermelha e o que emite luz verde. Sabe-se que a frequência da luz vermelha é menor que a da luz verde.

Sejam λ_{verde} o comprimento de onda da luz emitida pelo LED verde e E_{verde} a diferença de energia entre os níveis desse mesmo LED.

Para o LED vermelho, essas grandezas são, respectivamente, $\lambda_{\text{vermelho}}$ e E_{vermelho} .

Considerando-se essas informações, é **CORRETO** afirmar que:

- a) $E_{\text{verde}} > E_{\text{vermelho}}$ e $\lambda_{\text{verde}} > \lambda_{\text{vermelho}}$.
- b) $E_{\text{verde}} > E_{\text{vermelho}}$ e $\lambda_{\text{verde}} < \lambda_{\text{vermelho}}$.
- c) $E_{\text{verde}} < E_{\text{vermelho}}$ e $\lambda_{\text{verde}} > \lambda_{\text{vermelho}}$.
- d) $E_{\text{verde}} < E_{\text{vermelho}}$ e $\lambda_{\text{verde}} < \lambda_{\text{vermelho}}$.

Exercícios



5.(UFPA) Considere o modelo atômico de Bohr para um átomo de hidrogênio e a transição que um elétron, no estado excitado, faz da órbita, cujo número quântico principal é $n = 4$, para o estado fundamental. Sendo a energia no estado fundamental $E_0 = -13,60 \text{ eV}$ e o raio de Bohr, do estado fundamental igual a $r_0 = 0,53 \text{ angstrom}$, calcule a energia, em **eletronvolt**, do fóton emitido nessa transição e o **raio da órbita** do elétron, em **angstrom**, no estado excitado.

$$E_{\text{fóton}} = 13,6 \left(\frac{1}{n_{\text{final}}^2} - \frac{1}{n_{\text{inicial}}^2} \right)$$

$$E_{\text{fóton}} = 13,6 \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{4^2} \right)$$

$$E_{\text{fóton}} = 13,6 \left(\frac{1}{1} - \frac{1}{16} \right)$$

$$E_{\text{fóton}} = 12,75 \text{ eV}$$

$$R = 0,53.n^2$$

$$R = 0,53.4^2$$

$$R = 0,53.16$$

$$R = 8,48 \text{ angstrom}$$

Revisão de Física Moderna

Exercícios



6. Utilizando um controlador, Ubaldo aumenta a intensidade da luz emitida por uma lâmpada de cor vermelha, sem que esta cor se altere. Com base nessas informações, é **CORRETO** afirmar que a intensidade da luz aumenta porque
- a) a frequência da luz emitida pela lâmpada aumenta.
 - b) o comprimento de onda da luz emitida pela lâmpada aumenta.
 - c) a energia de cada fóton emitido pela lâmpada aumenta.
 - d) o número de fótons emitidos pela lâmpada, a cada segundo, aumenta.

Exercícios



7. Uma alternativa para reduzir o consumo de energia elétrica, sem prejudicar o conforto do consumidor, é a troca de lâmpadas incandescentes por lâmpadas fluorescentes. Isto se deve ao fato de que as lâmpadas fluorescentes são chamadas também de lâmpadas frias, emitindo luz com comprimentos de onda específicos na região espectral da luz visível, enquanto que as lâmpadas incandescentes emitem um espectro largo e contínuo, que atinge comprimentos de onda bem acima dos da luz visível. Considerando o exposto, é correto afirmar que as lâmpadas incandescentes consomem mais energia produzindo a mesma quantidade de luz visível que uma fluorescente porque emitem:
- a) Muita radiação infravermelha.
 - b) Muita radiação beta.
 - c) Muita radiação azul.
 - d) Muita radiação ultravioleta.
 - e) Muita radiação gama.

Revisão de Física Moderna

Exercícios



10. A Física moderna é o estudo da Física desenvolvido no final do século XIX e início do século XX. Em particular, é o estudo da Mecânica Quântica e da Teoria da Relatividade Restrita. Assinale a(s) proposição(ões) CORRETA(S) em relação às contribuições da Física moderna.

(01) Demonstra limitações da Física Newtoniana na escala microscópica. ✓

(~~02~~) Nega totalmente as aplicações das leis de Newton.

(04) Explica o efeito fotoelétrico e o laser. ✓

(08) Afirma que as leis da Física são as mesmas em todos os referenciais inerciais. ✓

(~~16~~) Comprova que a velocidade da luz é diferente para quaisquer observadores em referenciais inerciais.

(~~32~~) Demonstra que a massa de um corpo independe de sua velocidade.

Exercícios



11. Uma fábrica de produtos metalúrgicos do Distrito Industrial de Belém consome, por mês, cerca de $2,0 \times 10^6$ kWh de energia elétrica ($1 \text{ kWh} = 3,6 \times 10^6 \text{ J}$). Suponha que essa fábrica possui uma usina capaz de converter diretamente massa em energia elétrica, de acordo com a relação de Einstein, $E = m_0 c^2$. Nesse caso, a massa necessária para suprir a energia requerida pela fábrica, durante um mês, é, em gramas:

a) 0,08

b) 0,8

c) 8

d) 80

e) 800

$$E_o = m_o \cdot c^2$$

$$2 \cdot 10^6 \times 3,6 \cdot 10^6 = m_o \cdot (3 \cdot 10^8)^2$$

$$7,2 \cdot 10^{12} = m_o \cdot 9 \cdot 10^{16}$$

$$m_o = 0,8 \cdot 10^{-4} \text{ kg}$$

$$m_o = 0,08 \text{ g}$$

Revisão de Física Moderna

Exercícios



12. Os modelos atômicos anteriores ao modelo de Bohr, baseados em conceitos da física clássica, não explicavam o espectro de raias observado na análise espectroscópica dos elementos químicos. Por exemplo, o espectro visível do átomo de hidrogênio - que possui apenas um elétron - consiste de quatro raias distintas, de frequências bem definidas.

No modelo que Bohr propôs para o átomo de hidrogênio, o espectro de raias de diferentes frequências é explicado:

- a) pelo caráter contínuo dos níveis de energia do átomo de hidrogênio.
- b) pelo caráter discreto dos níveis de energia do átomo de hidrogênio.
- c) pela captura de três outros elétrons pelo átomo de hidrogênio.
- d) pela presença de quatro isótopos diferentes numa amostra comum de hidrogênio.
- e) pelo movimento em espiral do elétron em direção ao núcleo do átomo de hidrogênio.

Exercícios



13. O decaimento de um átomo, de um nível de energia excitado para um nível de energia mais baixo, ocorre com a emissão simultânea de radiação eletromagnética.

A esse respeito, considere as seguintes afirmações.

- A intensidade da radiação emitida é diretamente proporcional à diferença de energia entre os níveis inicial e final envolvidos.

II - A frequência da radiação emitida é diretamente proporcional à diferença de energia entre os níveis inicial e final envolvidos. ✓

III - O comprimento de onda da radiação emitida é inversamente proporcional à diferença de energia entre os níveis inicial e final envolvidos. ✓

Quais estão corretas?

- a) Apenas I.
- b) Apenas II.
- c) Apenas I e III.
- d) Apenas II e III.
- e) I, II e III.

Revisão de Física Moderna

Exercícios



14. De acordo com a teoria da relatividade, de Einstein, a energia total de uma partícula satisfaz a equação $E^2 = p^2 c^2 + m_0^2 c^4$, onde p é a quantidade de movimento linear da partícula, m_0 é sua massa de repouso e c é a velocidade da luz no vácuo. Ainda de acordo com Einstein, uma luz de frequência f pode ser tratada como sendo constituída de fótons, partículas com massa de repouso nula e com energia $E = hf$, onde h é a constante de Planck. Com base nessas informações, você pode concluir que a quantidade de movimento linear p de um fóton é:

- a) $p = hc$ b) $p = hc/f$ c) $p = 1/hc$
d) $p = hf/c$ e) $p = cf/h$

Revisão de Física Moderna

The End