

EXERCÍCIOS SOBRE ATOMÍSTICA - MODELOS ATÔMICOS

1. (UFG) Leia o poema apresentado a seguir.

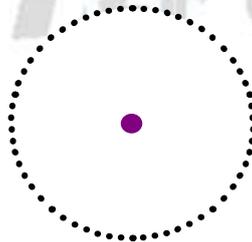
Pudim de passas
Campo de futebol
Bolinhas se chocando
Os planetas do sistema solar
Átomos
Às vezes
São essas coisas
Em química escolar

LEAL, Murilo Cruz. *Soneto de hidrogênio*. São João del Rei: Editora UFSJ, 2011.

O poema faz parte de um livro publicado em homenagem ao Ano Internacional da Química. A composição metafórica presente nesse poema remete

- a) aos modelos atômicos propostos por Thomson, Dalton e Rutherford.
- b) às teorias explicativas para as leis ponderais de Dalton, Proust e Lavoisier.
- c) aos aspectos dos conteúdos de cinética química no contexto escolar.
- d) às relações de comparação entre núcleo/eletrosfera e bolinha/campo de futebol.
- e) às diferentes dimensões representacionais do sistema solar.

2. (CFTMG) O filme “Homem de Ferro 2” retrata a jornada de Tony Stark para substituir o metal paládio, que faz parte do reator de seu peito, por um metal atóxico. Após interpretar informações deixadas por seu pai, Tony projeta um holograma do potencial substituto, cuja imagem se assemelha à figura abaixo.



Essa imagem é uma representação do modelo de

- a) Rutherford.
- b) Thomson.
- c) Dalton.
- d) Böhr.

3. (UNESP) A Lei da Conservação da Massa, enunciada por Lavoisier em 1774, é uma das leis mais importantes das transformações químicas. Ela estabelece que, durante uma transformação química, a soma das massas dos reagentes é igual à soma das massas dos produtos. Esta teoria pôde ser explicada, alguns anos mais tarde, pelo modelo atômico de Dalton. Entre as ideias de Dalton, a que oferece a explicação mais apropriada para a Lei da Conservação da Massa de Lavoisier é a de que:

- a) Os átomos não são criados, destruídos ou convertidos em outros átomos durante uma transformação química.
- b) Os átomos são constituídos por 3 partículas fundamentais: prótons, nêutrons e elétrons.
- c) Todos os átomos de um mesmo elemento são idênticos em todos os aspectos de caracterização.
- d) Um elétron em um átomo pode ter somente certas quantidades específicas de energia.
- e) Toda a matéria é composta por átomos.

4. (PUCMG) Os estudos realizados por Rutherford mostraram que o átomo deveria ser constituído por um núcleo positivo com elétrons girando ao seu redor. Os elétrons foram inicialmente levados em consideração no modelo atômico proposto pelo seguinte pesquisador:

- a) Niels Børh
- b) J.J. Thomson
- c) John Dalton
- d) Werner Heisenberg

5. (UPF) No fim do século XIX, o físico neozelandês Ernest Rutherford (1871-1937) foi convencido por J. J. Thomson a trabalhar com o fenômeno então recentemente descoberto: a radioatividade. Seu trabalho permitiu a elaboração de um modelo atômico que possibilitou o entendimento da radiação emitida pelos átomos de urânio, polônio e rádio. Aos 26 anos de idade, Rutherford fez sua maior descoberta. Estudando a emissão de radiação de urânio e do tório, observou que existem dois tipos distintos de radiação: uma que é rapidamente absorvida, que denominamos radiação alfa (α), e uma com maior poder de penetração, que denominamos radiação beta (β).

Sobre a descoberta de Rutherford podemos afirmar ainda:

- I. A radiação alfa é atraída pelo polo negativo de um campo elétrico.
- II. O baixo poder de penetração das radiações alfa decorre de sua elevada massa.
- III. A radiação beta é constituída por partículas positivas, pois se desviam para o polo negativo do campo elétrico.
- IV. As partículas alfa são iguais a átomos de hélio que perderam os elétrons.

Está(ão) **correta(s)** a(s) afirmação(ões):

- a) I, apenas
- b) I e II
- c) III, apenas
- d) I, II e IV
- e) II e IV

6. (UDESC) A eletricidade (do grego *elétron*, que significa “âmbar”) é um fenômeno físico originado por cargas elétricas.

Há dois tipos de cargas elétricas: positivas e negativas. As cargas de nomes iguais (mesmo sinal) se repelem e as de nomes distintos (sinais diferentes) se atraem. De acordo com a informação, assinale a alternativa **correta**.

- a) O fenômeno descrito acima não pode ser explicado utilizando-se o modelo atômico de Dalton.
- b) O fenômeno descrito acima não pode ser explicado utilizando-se o modelo atômico de Thomson.
- c) Os prótons possuem carga elétrica negativa.
- d) O fenômeno descrito acima não pode ser explicado utilizando-se o modelo atômico de Rutherford.
- e) Os elétrons possuem carga elétrica positiva.

7. (ESPEX (AMAN)) Considere as seguintes afirmações, referentes à evolução dos modelos atômicos:

I. No modelo de Dalton, o átomo é dividido em prótons e elétrons.

II. No modelo de Rutherford, os átomos são constituídos por um núcleo muito pequeno e denso e carregado positivamente. Ao redor do núcleo estão distribuídos os elétrons, como planetas em torno do Sol.

III. O físico inglês Thomson afirma, em seu modelo atômico, que um elétron, ao passar de uma órbita para outra, absorve ou emite um quantum (fóton) de energia.

Das afirmações feitas, está(ão) correta(s)

- a) apenas III.
- b) apenas I e II.
- c) apenas II e III.
- d) apenas II.
- e) todas.

8. (CFTMG) Os recentes “apagões” verificados no Brasil, sobretudo no Rio de Janeiro, mostram a grande dependência da sociedade atual em relação à energia elétrica. O fenômeno da eletricidade só pode ser explicado, no final do século XIX, por meio de experiências em tubos, contendo um polo positivo e outro negativo, sob vácuo. Tais experimentos resultaram no modelo atômico de

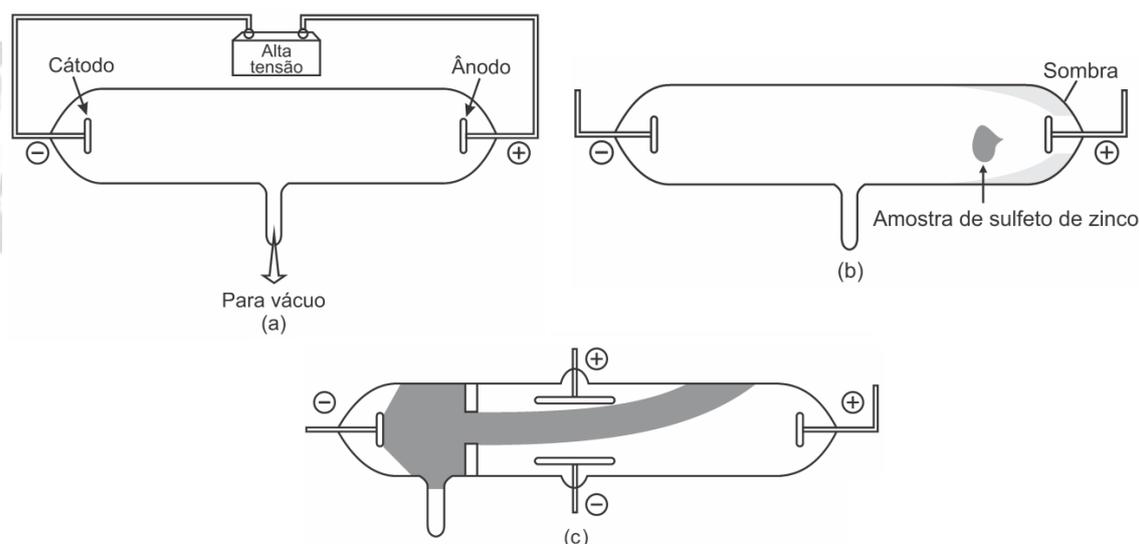
- Böhr.
- Dalton.
- Rutherford.
- Thomson.

9. (Mackenzie) Comemora-se, neste ano de 2011, o centenário do modelo atômico proposto pelo físico neozelandês Ernest Rutherford (1871-1937), prêmio Nobel da Química em 1908. Em 1911, Rutherford, bombardeou uma finíssima lâmina de ouro com partículas alfa, oriundas de uma amostra contendo o elemento químico polônio.

De acordo com o seu experimento, Rutherford concluiu que

- o átomo é uma partícula maciça e indestrutível.
- existe, no centro do átomo, um núcleo pequeno, denso e negativamente carregado.
- os elétrons estão mergulhados em uma massa homogênea de carga positiva.
- a maioria das partículas alfa sofria um desvio ao atravessar a lâmina de ouro.
- existem, no átomo, mais espaços vazios do que preenchidos.

10. (FGV) As figuras representam alguns experimentos de raios catódicos realizados no início do século passado, no estudo da estrutura atômica.



O tubo nas figuras (a) e (b) contém um gás submetido à alta tensão. Figura (a): antes de ser evacuado. Figura (b): a baixas pressões. Quando se reduz a pressão, há surgimento de uma incandescência, cuja cor depende do gás no tubo. A figura (c) apresenta a deflexão dos raios catódicos em um campo elétrico.

Em relação aos experimentos e às teorias atômicas, analise as seguintes afirmações:

- I. Na figura (b), fica evidenciado que os raios catódicos se movimentam numa trajetória linear.
- II. Na figura (c), verifica-se que os raios catódicos apresentam carga elétrica negativa.
- III. Os raios catódicos são constituídos por partículas alfa.
- IV. Esses experimentos são aqueles desenvolvidos por Rutherford para propor a sua teoria atômica, conhecida como modelo de Rutherford.

As afirmativas corretas são aquelas contidas apenas em

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

11. (UEG) Para termos ideia sobre as dimensões atômicas em escala macroscópica podemos considerar que se o prédio central da Universidade Estadual de Goiás, em Anápolis, fosse o núcleo do átomo de hidrogênio, a sua eletrosfera pode estar a aproximadamente 1000 km. Dessa forma, o modelo atômico para matéria é uma imensidão de vácuo com altas forças de interação.

Considerando-se a comparação apresentada no enunciado, a presença de eletrosfera é coerente com os modelos atômicos de

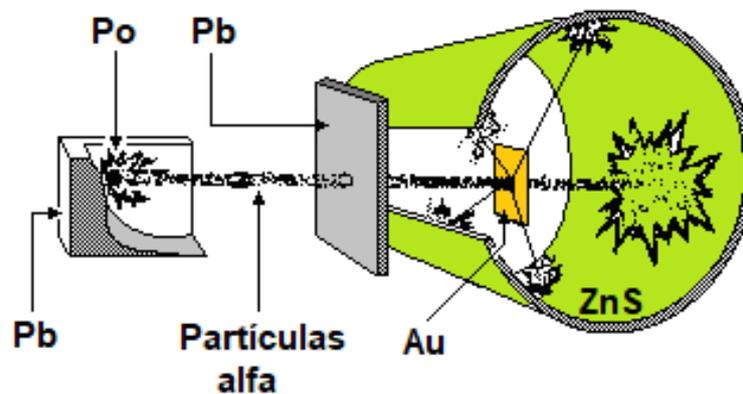
- a) Dalton e Böhr.
- b) Böhr e Sommerfeld.
- c) Thompson e Dalton.
- d) Rutherford e Thompson.

12. (UFMG) Na experiência de espalhamento de partículas alfa, conhecida como "experiência de Rutherford", um feixe de partículas alfa foi dirigido contra uma lâmina finíssima de ouro, e os experimentadores (Geiger e Marsden) observaram que um grande número dessas partículas atravessava a lâmina sem sofrer desvios, mas que um pequeno número sofria desvios muito acentuados.

Esse resultado levou Rutherford a modificar o modelo atômico de Thomson, propondo a existência de um núcleo de carga positiva, de tamanho reduzido e com, praticamente, toda a massa do átomo. Assinale a alternativa que apresenta o resultado que era previsto para o experimento de acordo com o modelo de Thomson.

- a) A maioria das partículas atravessaria a lâmina de ouro sem sofrer desvios e um pequeno número sofreria desvios muito pequenos.
- b) A maioria das partículas sofreria grandes desvios ao atravessar a lâmina.
- c) A totalidade das partículas atravessaria a lâmina de ouro sem sofrer nenhum desvio.
- d) A totalidade das partículas ricochetearia ao se chocar contra a lâmina de ouro, sem conseguir atravessá-la.

13. (UFMG) Em 1909, Geiger e Marsden realizaram, no laboratório do professor Ernest Rutherford, uma série de experiências que envolveram a interação de partículas alfa com a matéria. Esse trabalho, às vezes é referido como "Experiência de Rutherford". O desenho a seguir esquematiza as experiências realizadas por Geiger e Marsden.



Uma amostra de polônio radioativo emite partículas alfa que incidem sobre uma lâmina muito fina de ouro. Um anteparo de sulfeto de zinco indica a trajetória das partículas alfa após terem atingido a lâmina de ouro, uma vez que, quando elas incidem na superfície de ZnS, ocorre uma cintilação.

- 1- Explique o que são partículas alfa.
- 2- Descreva os resultados que deveriam ser observados nessa experiência se houvesse uma distribuição homogênea das cargas positivas e negativas no átomo.
- 3- Descreva os resultados efetivamente observados por Geiger e Marsden.
- 4- Descreva a interpretação dada por Rutherford para os resultados dessa experiência.

14. (UFPR) Considere as seguintes afirmativas sobre o modelo atômico de Rutherford:

1. O modelo atômico de Rutherford é também conhecido como modelo planetário do átomo.
2. No modelo atômico, considera-se que elétrons de cargas negativas circundam em órbitas ao redor de um núcleo de carga positiva.
3. Segundo Rutherford, a eletrosfera, local onde se encontram os elétrons, possui um diâmetro menor que o núcleo atômico.
4. Na proposição do seu modelo atômico, Rutherford se baseou num experimento em que uma lamínula de ouro foi bombardeada por partículas alfa.

Assinale a alternativa correta.

- a) Somente a afirmativa 1 é verdadeira.
- b) Somente as afirmativas 3 e 4 são verdadeiras.
- c) Somente as afirmativas 1, 2 e 3 são verdadeiras.
- d) Somente as afirmativas 1, 2 e 4 são verdadeiras.
- e) As afirmativas 1, 2, 3 e 4 são verdadeiras.

15. (UDESC) Os fundamentos da estrutura da matéria e da atomística baseados em resultados experimentais tiveram sua origem com John Dalton, no início do século XIX. Desde então, no transcorrer de aproximadamente 100 anos, outros cientistas, tais como J. J. Thomson, E. Rutherford e N. Böhler, deram contribuições marcantes de como possivelmente o átomo estaria estruturado. Com base nas ideias propostas por esses cientistas, marque (V) para verdadeira e (F) para falsa.

- () Rutherford foi o primeiro cientista a propor a ideia de que os átomos eram, na verdade, grandes espaços vazios constituídos por um centro pequeno, positivo e denso com elétrons girando ao seu redor.
- () Thomson utilizou uma analogia inusitada ao comparar um átomo com um “pudim de passas”, em que estas seriam prótons incrustados em uma massa uniforme de elétrons dando origem à atual eletrosfera.
- () Dalton comparou os átomos a esferas maciças, perfeitas e indivisíveis, tais como “bolas de bilhar”. A partir deste estudo surgiu o termo “átomo” que significa “sem partes” ou “indivisível”.
- () O modelo atômico de Böhler foi o primeiro a envolver conceitos de mecânica quântica, em que a eletrosfera possuía apenas algumas regiões acessíveis denominadas níveis de energia, sendo ao elétron proibido a movimentação entre estas regiões.
- () Rutherford utilizou em seu famoso experimento uma fonte radioativa que emitia descargas elétricas em uma fina folha de ouro, além de um anteparo para detectar a direção tomada pelos elétrons.

Assinale a alternativa **correta**, de cima para baixo.

- a) F - V - V - V - F
- b) V - V - F - V - F
- c) F - V - V - F - V
- d) V - F - F - F - F
- e) V - F - F - F - V

16. (UDESC) A eletricidade (do grego *elêtron*, que significa “âmbar”) é um fenômeno físico originado por cargas elétricas.

Há dois tipos de cargas elétricas: positivas e negativas. As cargas de nomes iguais (mesmo sinal) se repelem e as de nomes distintos (sinais diferentes) se atraem. De acordo com a informação, assinale a alternativa **correta**.

- a) O fenômeno descrito acima não pode ser explicado utilizando-se o modelo atômico de Dalton.
- b) O fenômeno descrito acima não pode ser explicado utilizando-se o modelo atômico de Thomson.
- c) Os prótons possuem carga elétrica negativa.
- d) O fenômeno descrito acima não pode ser explicado utilizando-se o modelo atômico de Rutherford.
- e) Os elétrons possuem carga elétrica positiva.

17. (UFPB) Rutherford idealizou um modelo atômico com duas regiões distintas. Esse modelo pode ser comparado a um estádio de futebol com a bola no centro: a proporção entre o tamanho do estádio em relação à bola é comparável ao tamanho do átomo em relação ao núcleo (figura).

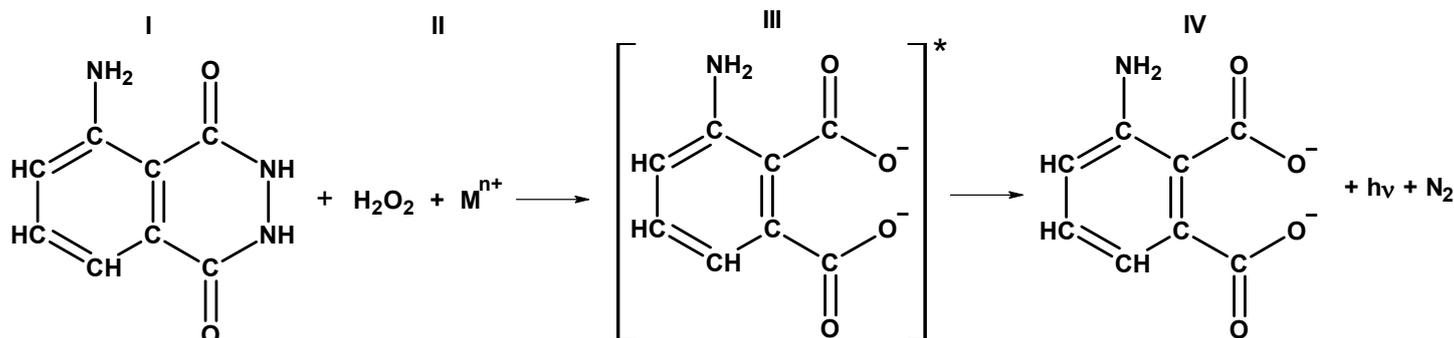


Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Maracana>>. Acesso em: 10 jul. 2010. (Adaptado)

Acerca do modelo idealizado por Rutherford e considerando os conhecimentos sobre o átomo, é correto afirmar:

- a) Os prótons e os nêutrons são encontrados na eletrosfera.
- b) Os elétrons possuem massa muito grande em relação à massa dos prótons.
- c) O núcleo atômico é muito denso e possui partículas de carga positiva.
- d) A eletrosfera é uma região onde são encontradas partículas de carga positiva.
- e) O núcleo atômico é pouco denso e possui partículas de carga negativa.

18. (ENEM) Na investigação forense, utiliza-se luminol, uma substância que reage com o ferro presente na hemoglobina do sangue, produzindo luz que permite visualizar locais contaminados com pequenas quantidades de sangue, mesmo superfícies lavadas.



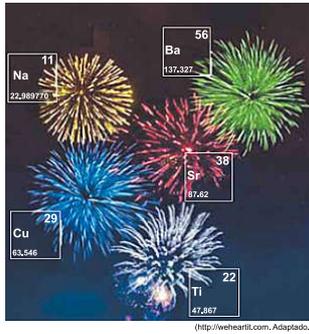
É proposto que, na reação do luminol (I) em meio alcalino, na presença de peróxido de hidrogênio (II) e de um metal de transição (Mⁿ⁺), forma-se o composto 3-aminofalato (III) que sofre uma relaxação dando origem ao produto final da reação (IV), com liberação de energia (hν) e de gás nitrogênio (N₂).

(Adaptado. "Química Nova", 25, nº. 6, 2002. pp. 1003-10)

Na reação do luminol, está ocorrendo o fenômeno de

- fluorescência, quando espécies excitadas por absorção de uma radiação eletromagnética relaxam liberando luz.
- incandescência, um processo físico de emissão de luz que transforma energia elétrica em energia luminosa.
- quimiluminescência, uma reação química que ocorre com liberação de energia eletromagnética na forma de luz.
- fosforescência, em que átomos excitados pela radiação visível sofrem decaimento, emitindo fótons.
- fusão nuclear a frio, através de reação química de hidrólise com liberação de energia.

19. (UEA) Um aluno recebeu, na sua página de rede social, uma foto mostrando fogos de artifícios. No dia seguinte, na sequência das aulas de modelos atômicos e estrutura atômica, o aluno comentou com o professor a respeito da imagem recebida, relacionando-a com o assunto que estava sendo trabalhado, conforme mostra a foto.



Legenda das cores emitidas

Na	Ba	Cu	Sr	Ti
amarelo	verde	azul	vermelho	branco metálico

O aluno comentou corretamente que o modelo atômico mais adequado para explicar a emissão de cores de alguns elementos indicados na figura é o de

- a) Rutherford-Böhr.
- b) Dalton.
- c) Proust.
- d) Rutherford.
- e) Thomson.

20. (UEL) Gaarder discute a questão da existência de uma “substância básica”, a partir da qual tudo é feito. Considerando o átomo como “substância básica”, atribua V (verdadeiro) ou F (falso) às afirmativas a seguir.

- () De acordo com o modelo atômico de Rutherford, o átomo é constituído por duas regiões distintas: o núcleo e a eletrosfera.
- () Thomson propôs um modelo que descrevia o átomo como uma esfera carregada positivamente, na qual estariam incrustados os elétrons, com carga negativa.
- () No experimento orientado por Rutherford, o desvio das partículas alfa era resultado da sua aproximação com cargas negativas presentes no núcleo do átomo.
- () Ao considerar a carga das partículas básicas (prótons, elétrons e nêutrons), em um átomo neutro, o número de prótons deve ser superior ao de elétrons.
- () Os átomos de um mesmo elemento químico devem apresentar o mesmo número atômico.

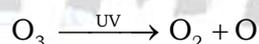
Assinale a alternativa que contém, de cima para baixo, a sequência correta.

- a) V – V – F – F – V.
- b) V – F – V – F – V.
- c) V – F – F – V – F.
- d) F – V – V – V – F.
- e) F – F – F – V – V.

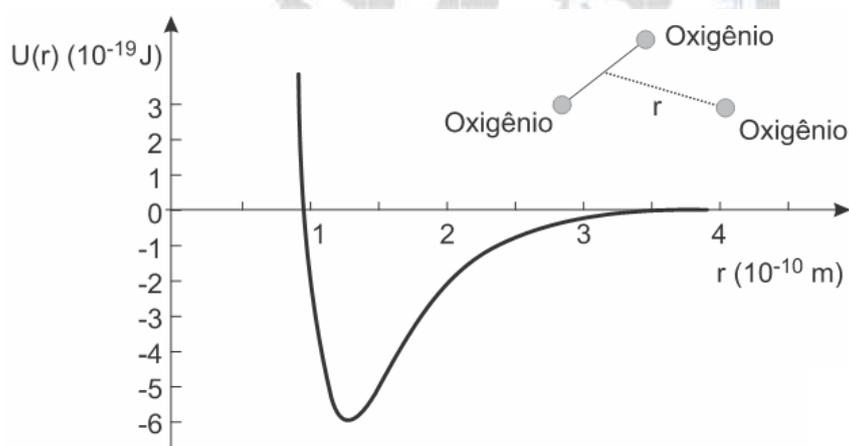
21. (UECE) No diagnóstico da septicemia, utilizamos um exame chamado de hemocultura, cujo resultado é dado em 48h. Hoje, com a utilização de computadores e a introdução de um ativador químico, o resultado pode ser dado em aproximadamente 8h, ajudando, dessa maneira, a salvar muitas vidas. O ativador químico usado nos meios de hemoculturas são ativados através do CO₂, produzidos pelas bactérias que faz com que um elétron de uma camada interna salte para camadas mais externa, ficando o elétron numa posição instável. A energia emitida pelos elétrons ao retornar à sua camada primitiva, é na forma de ondas:

- eletromagnéticas, que pode ser luz visível ou não, dependendo do salto eletrônico.
- eletromagnéticas, de luz verde, de comprimento de onda maior que a luz vermelha.
- eletromagnéticas, de luz vermelha, de comprimento de onda menor que a luz violeta.
- não eletromagnéticas.

22. (FUVEST) estratosfera, há um ciclo constante de criação e destruição do ozônio. A equação que representa a destruição do ozônio pela ação da luz ultravioleta solar (UV) é



O gráfico representa a energia potencial de ligação entre um dos átomos de oxigênio que constitui a molécula de O₃ e os outros dois, como função da distância de separação r .



Note e adote:

$$E = hf$$

E é a energia do fóton.

f é a frequência da luz.

Constante de Planck,

$$h = 6 \times 10^{-34} \text{ J.s}$$

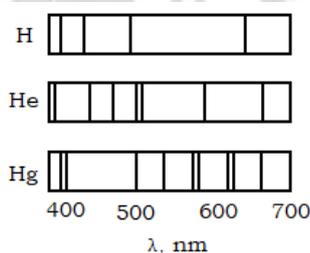
A frequência dos fótons da luz ultravioleta que corresponde à energia de quebra de uma ligação da molécula de ozônio para formar uma molécula de O₂ e um átomo de oxigênio é, aproximadamente,

- 1×10^{15} Hz
- 2×10^{15} Hz
- 3×10^{15} Hz
- 4×10^{15} Hz
- 5×10^{15} Hz

23. (UFPI) O sulfeto de zinco-ZnS tem a propriedade denominada de fosforescência, capaz de emitir um brilho amarelo-esverdeado depois de exposto à luz. Analise as afirmativas a seguir, todas relativas ao ZnS, e marque a opção correta:

- salto de núcleos provoca fosforescência.
- salto de nêutrons provoca fosforescência.
- salto de elétrons provoca fosforescência.
- elétrons que absorvem fótons aproximam-se do núcleo.
- ao apagar a luz, os elétrons adquirem maior conteúdo energético.

24. (UECE) Cada elemento químico apresenta um espectro característico, e não há dois espectros iguais. O espectro é o retrato interno do átomo e assim é usado para identificá-lo, conforme ilustração dos espectros dos átomos dos elementos hidrogênio, hélio e mercúrio.



λ = comprimento de onda

1 nm = 10^{-9} m

Böhr utilizou o espectro de linhas para representar seu modelo atômico, assentado em postulados, cujo verdadeiro é:

- ao mudar de órbita ou nível, o elétron emite ou absorve energia superior à diferença de energia entre as órbitas ou níveis onde ocorreu esta mudança.
- todo átomo possui um certo número de órbitas, com energia constante, chamadas estados estacionários, nos quais o elétron pode movimentar-se sem perder nem ganhar energia.
- os elétrons descrevem, ao redor do núcleo, órbitas elípticas com energia variada.
- o átomo é uma esfera positiva que, para tornar-se neutra, apresenta elétrons (partículas negativas) incrustados em sua superfície.

25. (UFRJ) As telas de televisão plana e de telefones celulares usam como visores os chamados OLED, que são equivalentes a "microlâmpadas" coloridas, formadas por camadas de compostos metalorgânicos depositadas entre dois eletrodos.

Um dos metais mais utilizados como emissor de fótons é o alumínio, ligado a um composto orgânico, a quinolina $[Al(\text{quinolina})_3]$.

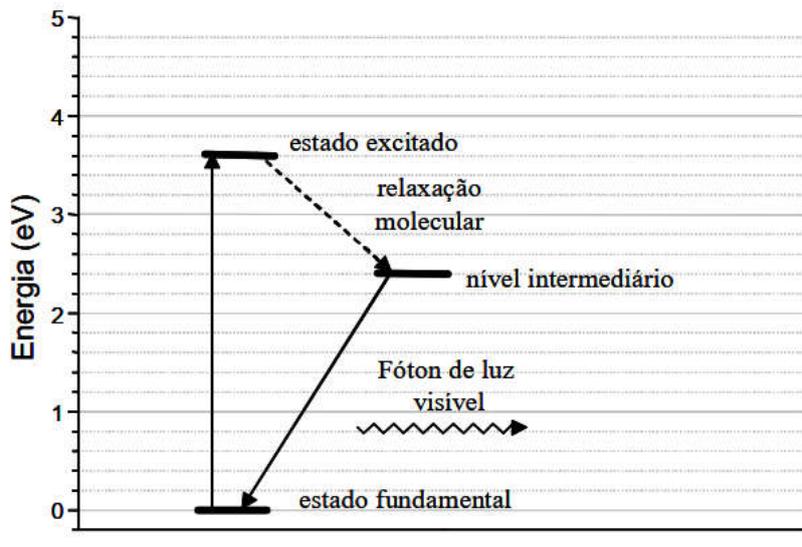
a) Em sistemas semelhantes, pode-se variar a cor da luz emitida substituindo-se o alumínio por outro metal de mesma valência.

Escreva a configuração eletrônica do íon Al^{3+} ($Z = 13$) e indique, entre os íons da lista a seguir, qual poderia substituir o alumínio nesses sistemas.

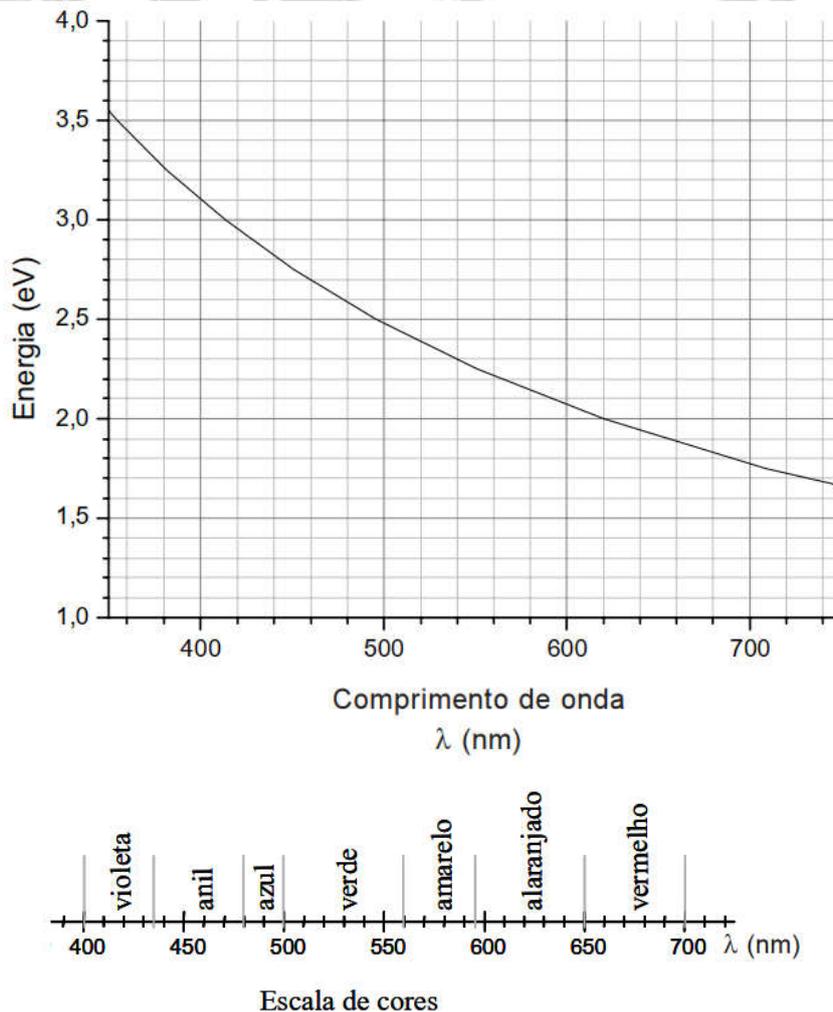
K^+ , Ca^{2+} , Sc^{2+} , Ti^{4+} , V^{5+} , Mn^{4+} , Fe^{3+} , Co^{2+} , Ni^{2+} , Cu^{2+} .

b) A emissão de luz nesses dispositivos pode ser explicada pelo modelo de Bôhr.

O diagrama de energia a seguir refere-se ao OLED de $[Al(\text{quinolina})_3]$.



Com base no diagrama de energia referente ao OLED de $[Al(\text{quinolina})_3]$ e utilizando o gráfico de conversão e a escala de cores apresentados a seguir, determine o comprimento de onda λ e a cor da luz emitida pelo OLED de $[Al(\text{quinolina})_3]$.



26. (PUCPR) Com o passar do tempo, os modelos atômicos sofreram várias mudanças, pois novas ideias surgiam sobre o átomo. Considerando os modelos atômicos existentes, assinale a alternativa **CORRETA**.

- a) Para Dalton, átomos iguais possuem massas iguais e átomos diferentes possuem massas diferentes, teoria aceita nos dias atuais.
- b) No modelo de Rutherford, temos no átomo duas regiões bem definidas: núcleo e eletrosfera, a qual é dividida em níveis e subníveis.
- c) O modelo atômico de Thomson chamava-se “modelo do pudim de passas”, no qual os prótons seriam as passas e os elétrons, o pudim.
- d) Para Sommerfeld, se um elétron está na camada L, este possui uma órbita circular e três órbitas elípticas.
- e) Para Böhr, quando um elétron recebe energia, este passa para uma camada mais afastada do núcleo; cessada a energia recebida, o elétron retorna a sua camada inicial, emitindo essa energia na forma de onda eletromagnética.

27. (UNESP) Em 2013 comemora-se o centenário do modelo atômico proposto pelo físico dinamarquês Niels Böhr para o átomo de hidrogênio, o qual incorporou o conceito de quantização da energia, possibilitando a explicação de algumas propriedades observadas experimentalmente. Embora o modelo atômico atual seja diferente, em muitos aspectos, daquele proposto por Böhr, a incorporação do conceito de quantização foi fundamental para o seu desenvolvimento. Com respeito ao modelo atômico para o átomo de hidrogênio proposto por Böhr em 1913, é correto afirmar que

- a) o espectro de emissão do átomo de H é explicado por meio da emissão de energia pelo elétron em seu movimento dentro de cada órbita estável ao redor do núcleo do átomo.
- b) o movimento do elétron ao redor do núcleo do átomo é descrito por meio de níveis e subníveis eletrônicos.
- c) o elétron se move com velocidade constante em cada uma das órbitas circulares permitidas ao redor do núcleo do átomo.
- d) a regra do octeto é um dos conceitos fundamentais para ocupação, pelo elétron, das órbitas ao redor do núcleo do átomo.
- e) a velocidade do elétron é variável em seu movimento em uma órbita elíptica ao redor do núcleo do átomo.

28. (UERN) “O processo de emissão de luz dos vagalumes é denominado bioluminescência, que nada mais é do que uma emissão de luz visível por organismos vivos. Assim como na luminescência, a bioluminescência é resultado de um processo de excitação eletrônica, cuja fonte de excitação provém de uma reação química que ocorre no organismo vivo”. A partir da informação do texto, pode-se concluir que o modelo atômico que representa a luz visível dos vagalumes é o

- a) Rutherford.
- b) Böhr.
- c) Thomson.
- d) Heisenberg.

29. (UFSC) Quando uma pequena quantidade de cloreto de sódio é colocada na ponta de um fio de platina e levada à chama de um bico de Bunsen, a observação macroscópica que se faz é que a chama inicialmente azul adquire uma coloração laranja. Outros elementos metálicos ou seus sais produzem uma coloração característica ao serem submetidos à chama, como exemplo: potássio (violeta), cálcio (vermelho-tijolo), estrôncio (vermelho-carmim) e bário (verde). O procedimento descrito é conhecido como teste de chama, que é uma técnica utilizada para a identificação de certos átomos ou cátions presentes em substâncias ou misturas.

Sobre o assunto acima e com base na Teoria Atômica, é correto afirmar que:

01) as cores observadas para diferentes átomos no teste de chama podem ser explicadas pelos modelos atômicos de Thomson e de Rutherford.

02) as cores observadas na queima de fogos de artifícios e da luz emitida pelas lâmpadas de vapor de sódio ou de mercúrio não são decorrentes de processos eletrônicos idênticos aos observados no teste de chama.

04) a cor da luz emitida depende da diferença de energia entre os níveis envolvidos na transição das partículas nucleares e, como essa diferença varia de elemento para elemento, a luz apresentará uma cor característica para cada elemento.

08) no teste de chama as cores observadas são decorrentes da excitação de elétrons para níveis de energia mais externos provocada pela chama e, quando estes elétrons retornam aos seus níveis de origem, liberam energia luminosa, no caso, na região da luz visível.

16) as cores observadas podem ser explicadas considerando-se o modelo atômico proposto por Bôhr.

30. (UDESC) O enunciado “Em um mesmo átomo, não podem existir dois elétrons com o mesmo conjunto de números quânticos” refere-se a(ao):

- a) Princípio da Exclusão de Pauli.
- b) Princípio da Conservação de Energia.
- c) modelo atômico de Thomson.
- d) modelo atômico de Rutherford.
- e) um dos Princípios da Teoria da Relatividade Restrita.

31. (UDESC) Assinale a alternativa **correta** sobre o modelo atômico atual.

- a) O número de prótons é sempre igual ao número de nêutrons, em todos os átomos.
- b) Os elétrons se comportam como partículas carregadas, girando ao redor do núcleo em órbitas definidas.
- c) A descrição probabilística de um elétron em um orbital p gera uma forma esférica em torno do núcleo.
- d) Orbital é a região mais provável de se encontrar o elétron a uma certa distância do núcleo.
- e) Os átomos são formados pelas partículas elétrons, prótons e nêutrons, cujas massas são semelhantes.

- 32.** Descreva a idéia introduzida por Sommerfeld em 1916.
- 33.** Em que se baseia o princípio da dualidade? O que propôs De Broglie?
- 34.** O princípio de De Broglie pode nos levar erroneamente a achar que podemos tratar qualquer partícula, até mesmo uma pulga ou um automóvel, como se eles gerassem ondas eletromagnéticas. Explique esta afirmação.
- 35.** Calcule o comprimento de onda do movimento dessa pulga de massa 2 mg saltando a uma velocidade de 18 km/h (você pode “trombar” com uma por aí!) e prove que ela é uma partícula.
- 36.** Descreva esquematicamente o desdobramento dos níveis energéticos.
- 37.** O que diz o princípio da Incerteza de Heisenberg?
- 38.** (UERN) Durante anos, os cientistas desvendaram os mistérios que envolviam o átomo. Sem desprezar os conceitos anteriores, cada um foi criando o seu próprio modelo atômico a partir da falha do modelo anterior, ou simplesmente não explicava. Com o cientista dinamarquês Niels Böhrr não foi diferente, pois ele aprimorou o modelo atômico de Rutherford, utilizando a teoria de Max Planck, e elaborou sua própria teoria nos seguintes fundamentos, **EXCETO**:
- a) Não é possível calcular a posição e a velocidade de um elétron num mesmo instante.
 - b) Os elétrons giram ao redor do núcleo em órbitas circulares, com energia fixa e determinada.
 - c) Os elétrons movimentam-se nas órbitas estacionárias e, nesse movimento, não emitem energia espontaneamente.
 - d) Quando o elétron recebe energia suficiente do exterior, ele salta para outra órbita. Após receber essa energia, o elétron tende a voltar à órbita de origem, devolvendo a energia recebida (na forma de luz ou calor).
- 39.** Qual foi a contribuição de Schrödinger para o modelo atômico atual?
- 40.** O que é um orbital?
- 41.** Desenhe, esquematicamente, os três orbitais p.

42. (UEG - adaptada) CIENTISTAS MEDEM ENERGIA LIBERADA PELOS ELÉTRONS NOS ÁTOMOS

Com a ajuda de feixes laser, os pesquisadores poderão controlar o zigue-zague das partículas entre as diferentes órbitas atômicas.

Medir os níveis de energia dos átomos com exatidão e baixo custo já é possível graças aos pesquisadores do Jila, uma "joint venture" entre o Instituto Nacional de Padrões e Tecnologia do Departamento do Comércio e a Universidade de Colorado, em Boulder.

Assim como um satélite necessita de impulso para alcançar órbitas terrestres mais elevadas, os elétrons também requerem energia (em dimensões quânticas) para saltarem de uma órbita para outra ao redor do núcleo do átomo. Pesquisadores da Jila utilizaram luz laser para impulsionar os elétrons do átomo de rubídio para os níveis mais altos de energia. Então, detectaram a energia liberada pelos átomos na forma de luz fluorescente assim que eles voltavam ao seu estado natural.

Segundo os pesquisadores, a nova técnica permitirá que os cientistas mensurem e controlem as transições entre os níveis atômicos de energia de forma muito mais eficiente. Poderá ter também aplicações práticas em muitos campos, incluindo astrofísica, computação quântica, análise química e síntese química.

Disponível em: <http://www2.uol.com.br/sciam/conteudo/noticia/noticia_91.html> Acesso em: 11 maio 2005.

Sobre a eletrosfera, considere as afirmações a seguir:

I. A absorção e a emissão de energia pelos átomos, quando os elétrons mudam de níveis de energia, podem ser ampliadas no laser ("Light Amplification by Stimulated emission of Radiation").

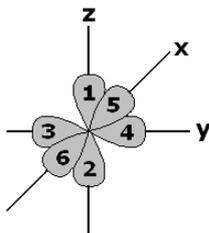
II. O modelo atômico atual criado entre 1924 e 1927 por De Broglie, Heisenberg e Schrödinger - denominado modelo da mecânica quântica - não admite mais a existência de órbitas, nem circulares nem elípticas, para os elétrons.

III. Os orbitais **2s** e **3s** são esfericamente simétricos. A probabilidade de se encontrar um elétron num raio que se aproxima do infinito é igual a zero.

Marque a alternativa CORRETA:

- a) Apenas as afirmações I e II são verdadeiras.
- b) Apenas as afirmações II e III são verdadeiras.
- c) Apenas a afirmação II é verdadeira.
- d) Apenas a afirmação III é verdadeira.
- e) Todas as afirmações são verdadeiras.

Instrução para a questão 43:



Considere o modelo ao lado que representa orbitais p_x , p_y e p_z .

43. (SANTA CASA) Se todos os orbitais p representados estivessem totalmente preenchidos, haveria nesses orbitais, elétrons em número de

- a) 3.
- b) 4.
- c) 6.
- d) 8.
- e) 12.

44. Faça um esboço, genérico, do orbital 1s.

45. Qual é a quantidade máxima de elétrons que cada subnível energético comporta?

46. (ITA) Com base no modelo atômico de Bôhr:

a) Deduza a expressão para o módulo do momento angular orbital de um elétron na n-ésima órbita de Bôhr, em termos da constante da Planck, h .

b) O modelo de Bôhr prevê corretamente o valor do módulo do momento angular orbital do elétron no átomo de hidrogênio em seu estado fundamental? Justifique.

47. (ITA) Assinale a opção que contém o momento angular do elétron na 5^a órbita do átomo de hidrogênio, segundo o modelo atômico de Bôhr.

- a) $h/2\pi$
- b) h/π
- c) $2,5 h/2\pi$
- d) $2,5 h/\pi$
- e) $5 h/\pi$

1. Alternativa A

O poema faz parte de um livro publicado em homenagem ao Ano Internacional da Química. A composição metafórica presente nesse poema remete aos modelos atômicos propostos por Thomson (átomo divisível), Dalton (esfera indivisível) e Rutherford (átomo nucleado).

2. Alternativa A

Rutherford imaginou que o átomo seria composto por um núcleo positivo e muito pequeno, hoje se sabe que o tamanho do átomo varia de 10.000 a 100.000 vezes maior do que o tamanho do seu núcleo. Ele também acreditava que os elétrons giravam ao redor do núcleo e neutralizavam a carga positiva do núcleo.

Este modelo foi difundido no meio científico em 1911. Rutherford sugeriu que o átomo pareceria com o nosso sistema solar no qual o Sol seria o núcleo e os planetas seriam os elétrons.

3. Alternativa A

Uma das proposições de Dalton é esta: átomos não são criados, destruídos ou convertidos em outros átomos durante uma transformação química, ocorre um rearranjo.

4. Alternativa B

Para Thomson, cada átomo seria formado por uma grande região positiva que concentraria a massa do átomo e por elétrons que neutralizariam essa carga positiva. Ou seja, teríamos uma esfera de carga elétrica positiva dentro da qual estariam dispersos os elétrons.

5. Alternativa D

I. Afirmação correta. A radiação alfa é positiva (núcleo do átomo de hélio), por isso é atraída pelo polo negativo de um campo elétrico.

II. Afirmação correta. O baixo poder de penetração das radiações alfa decorre de sua elevada massa.

III. Afirmação incorreta. A radiação beta é constituída por partículas negativas.

IV. Afirmação correta. As partículas alfa são iguais a átomos de hélio que perderam os elétrons.

6. Alternativa A

O modelo atômico elaborado por John Dalton propôs que a matéria seria formada por átomos cuja característica era de uma partícula maciça e indivisível. Isto significava que não seria possível atribuir qualquer tipo de comportamento elétrico associado à matéria. Essa associação entre matéria e cargas elétricas foi sugerida pela primeira vez no modelo de Thomson e, posteriormente, detalhada por Rutherford.

7. Alternativa D

I. Incorreta: no modelo de Dalton, o átomo é indivisível;

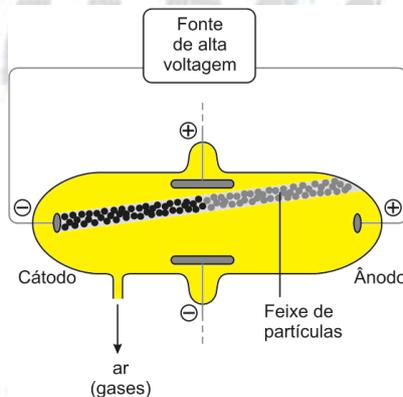
II. Correta: no modelo de Rutherford, os átomos são constituídos por um núcleo muito pequeno, denso e carregado positivamente. Ao redor do núcleo estão distribuídos os elétrons, como planetas em torno do Sol;

III. Incorreta: o físico dinamarquês Niels Bôhr afirma, em seu modelo atômico, que um elétron, ao passar de um nível energético para outro, absorve ou emite energia.

8. Alternativa D

Em 1897, Joseph John Thomson, que recebeu o prêmio Nobel em 1906 pelos seus trabalhos sobre o estudo dos elétrons, fez um experimento utilizando o tubo de descargas.

Thomson acrescentou um par de placas metálicas ao arranjo original e verificou que os raios catódicos podem ser desviados na presença de um campo elétrico.



Observe que na figura anterior o feixe de partículas que sai do polo negativo (cátodo) sofre um desvio acentuado em direção à placa positiva.

Thomson concluiu com um experimento semelhante ao descrito na figura anterior que as partículas do raio catódico têm carga negativa. Estas partículas são chamadas de elétrons.

9. Alternativa E

Rutherford imaginou que o átomo seria composto por um núcleo positivo e muito pequeno. Hoje se sabe que o tamanho do átomo varia de 10.000 a 100.000 vezes maior que o tamanho do seu núcleo. Ele também acreditava que os elétrons giravam ao redor do núcleo e neutralizavam a carga positiva do núcleo.

10. Alternativa C

I. Correta. Na figura (b), fica evidenciado que os raios catódicos se movimentam numa trajetória linear, pois a amostra de sulfeto de zinco “brilha”.

II. Correta. Na figura (c), verifica-se que os raios catódicos apresentam carga elétrica negativa, pois são atraídos pela placa positiva.

III. Incorreta. Os raios catódicos são constituídos por elétrons.

IV. Incorreta. Esses experimentos são aqueles desenvolvidos por Thomson.

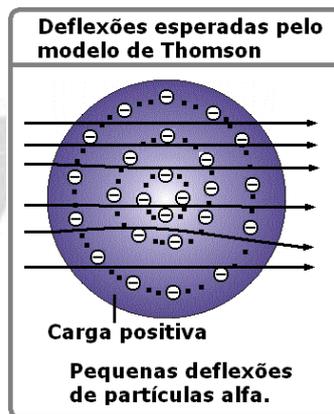
11. Alternativa B

Para Thompson e Dalton o átomo não tinha eletrosfera. Somente a partir do modelo de Rutherford foi constatado que o átomo possuía um núcleo denso e pequeno e os elétrons ficariam girando ao redor desse núcleo na eletrosfera.

Este modelo foi aperfeiçoado por Niels Böhler que afirmou que os elétrons giravam em níveis definidos de energia.

Para Sommerfield a energia do elétron poderia ser determinada pela distância em que se encontrava do núcleo e pelo tipo de órbita que descreve.

12. Alternativa A



13. Teremos:

- 1) São núcleos do átomo de He (partículas positivas formadas por dois prótons e dois nêutrons).
- 2) As partículas alfa sofreriam poucas deflexões e estas deflexões seriam pequenas.
- 3) Foram encontradas pequenas e grandes deflexões em quantidade muito maior do que o esperado.
- 4) A massa do átomo está praticamente toda concentrada num núcleo formado por cargas positivas.

14. Alternativa D

1. Verdadeira. O modelo atômico de Rutherford é também conhecido como modelo planetário do átomo (sistema solar).
2. Verdadeira. No modelo atômico, considera-se que elétrons de cargas negativas circundam em órbitas ao redor de um núcleo de carga positiva (a massa do átomo está concentrada no núcleo do átomo).
3. Falsa. Segundo Rutherford, a eletrosfera, local onde se encontram os elétrons, possui um diâmetro **maior** que o núcleo atômico (este diâmetro chega a ser de 10.000 a 100.000 vezes maior do que o do núcleo).
4. Verdadeira. Na proposição do seu modelo atômico, Rutherford se baseou num experimento em que uma lamínula de ouro foi bombardeada por partículas alfa.

15. Alternativa D

Verdadeira. Em seu experimento, Rutherford e seus alunos bombardearam uma fina lâmina de ouro, conseguindo demonstrar que o átomo era constituído por um centro pequeno e denso que chamou de núcleo, e os elétrons giravam ao seu redor.

Falsa. O modelo de Thomson comparava o átomo a um “pudim de passas”, nesse modelo, a massa seria positiva e as passas seriam as cargas negativas incrustadas;

Falsa. A palavra átomo surgiu na Grécia antiga, com os filósofos Leucipo e Demócrito, que acreditavam, que a matéria ao ser dividida, chegaria a sua menor parte, chamada então de átomo (a = não; tomos = parte).

Falsa. Segundo Bôhr, os elétrons estariam em níveis estacionários de energia, e para que o elétron saltasse de nível de energia para outro, seria necessário, ganhar energia.

Falsa. A fonte radioativa emitia partículas alfa (positiva) em direção a uma fina lâmina de ouro.

16. Alternativa A

O modelo atômico elaborado por John Dalton propôs que a matéria seria formada por átomos cuja característica era de uma partícula maciça e indivisível. Isto significava que não seria possível atribuir qualquer tipo de comportamento elétrico associado à matéria. Essa associação entre matéria e cargas elétricas foi sugerida pela primeira vez no modelo de Thomson e, posteriormente, detalhada por Rutherford.

17. Alternativa C

A pedido do Professor Ernest Rutherford, seus alunos avançados, Geiger e Marsden, realizaram experimentos mais detalhados sobre o espalhamento de partículas alfa (α) por uma fina lâmina de ouro de 0,01 mm. Nesta altura acredita-se que o átomo seja composto por duas regiões: um pequeno núcleo no qual se concentra toda a carga positiva e praticamente toda a massa do átomo e uma região extranuclear (todo o resto), conhecida como eletrosfera, na qual se situam os elétrons.

18. Alternativa C

Na reação do luminol, está ocorrendo o fenômeno de quimiluminescência, uma reação química que ocorre com liberação de energia eletromagnética na forma de luz de acordo com o modelo proposto por Bôhr.

19. Alternativa A

Bôhr intuiu que deveriam existir muitos comprimentos de onda diferentes, desde a luz visível até a invisível. Ele deduziu que estes comprimentos de onda poderiam ser quantizados, ou seja, um elétron dentro de um átomo não poderia ter qualquer quantidade de energia, mas sim quantidades específicas e que se um elétron caísse de um nível de energia quantizado (nível de energia constante) para outro ocorreria a liberação de energia na forma de luz num único comprimento de onda.

20. Alternativa A

Verdadeiro. Rutherford através de seus experimentos, onde bombardeou partículas alfa em uma lâmina de ouro, pode constatar que o átomo possuía um núcleo denso e positivo e os elétrons giravam ao redor do núcleo, em uma região chamada de eletrosfera.

Verdadeiro. Esse modelo ficou conhecido como “pudim de passas”, onde o átomo seria positivo com cargas negativas incrustadas.

Falso. O desvio das partículas alfa (positivas) ocorreu derivado do fato da sua aproximação com o núcleo, carregado positivamente.

Falso. Em um átomo neutro o número de prótons é igual ao de elétrons.

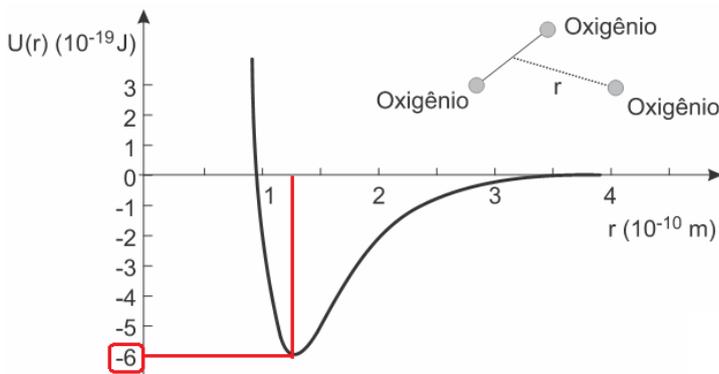
Verdadeiro. O número atômico seria a “identidade do átomo”, ou seja, átomos de um mesmo elemento possuem o mesmo número atômico.

21. Alternativa A

A energia emitida pelos elétrons ao retornar à sua camada primitiva, é na forma de ondas eletromagnéticas, que pode ser luz visível ou não, dependendo do salto eletrônico, ou seja, da variação de energia relativa à mudança de nível eletrônico.

22. Alternativa A

A energia de ligação ou dissociação da molécula é igual ao módulo da energia potencial na separação de equilíbrio r_0 :



$$E = |U|$$

$$h \times f = |U|$$

$$6 \times 10^{-34} \times f = 6 \times 10^{-19}$$

$$f = \frac{6 \times 10^{-19}}{6 \times 10^{-34}} = 1 \times 10^{15} \text{ Hz}$$

23. Alternativa C

O sulfeto de zinco (ZnS) tem a propriedade denominada de “fosforescência” ou luminescência, ou seja, é capaz de emitir um brilho amarelo-esverdeado depois de exposto à luz.

A mudança do nível de energia dos elétrons (“salto”) é que provoca este fenômeno.

24. Alternativa B

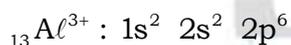
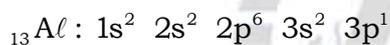
“Todo átomo possui um certo número de órbitas, com energia constante, chamadas estados estacionários, nos quais o elétron pode movimentar-se sem perder nem ganhar energia.”

A partir das suas descobertas científicas, Niels Böhler propôs cinco postulados:

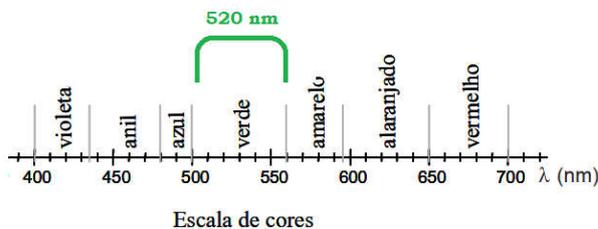
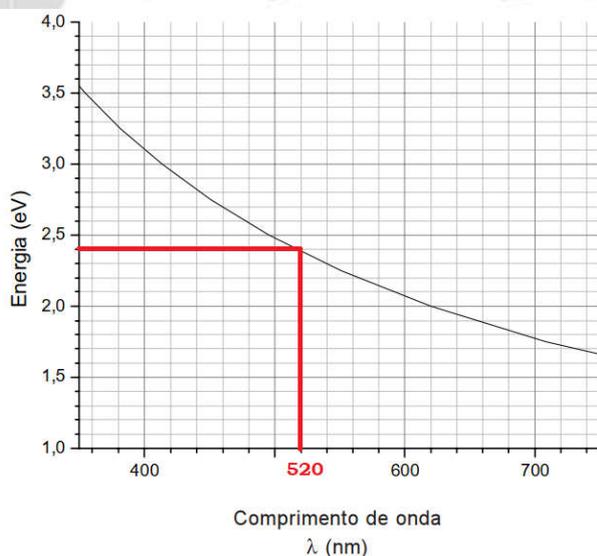
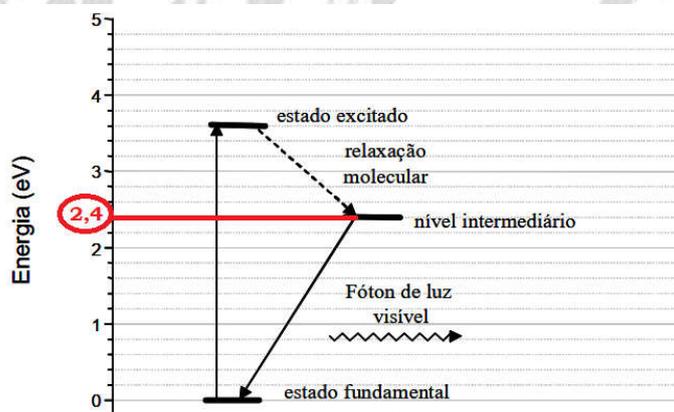
- 1º) Um átomo é formado por um núcleo e por elétrons extranucleares, cujas interações elétricas seguem a lei de Coulomb.
- 2º) Os elétrons se movem ao redor do núcleo em órbitas circulares.
- 3º) Quando um elétron está em uma órbita ele não ganha e nem perde energia, dizemos que ele está em uma órbita discreta ou estacionária ou num estado estacionário.
- 4º) Os elétrons só podem apresentar variações de energia quando saltam de uma órbita para outra.
- 5º) Um átomo só pode ganhar ou perder energia em quantidades equivalentes a um múltiplo inteiro (quanta).

25. a) A valência do alumínio é +3 (Al^{3+}). O único íon fornecido no texto e que possui a mesma valência do cátion alumínio é o cátion ferro (Fe^{3+}), logo este poderia substituir o alumínio nestes sistemas.

Distribuição eletrônica do alumínio:



b) Achando-se a energia em eV equivalente a 2,4 eV no primeiro diagrama de energia, busca-se este valor no gráfico e determina-se o comprimento de onda de 520 nm o que corresponde ao verde.



26. Alternativa E

- a) Incorreta. Os átomos de um mesmo elemento têm massas iguais e os átomos de elementos diferentes têm massas diferentes, que não são aceitas nos dias atuais, devido à existência de isótopos, onde todos os átomos de um mesmo elemento não apresenta a mesma massa.
- b) Incorreta. A subdivisão da eletrosfera em subníveis foi sugerida por Sommerfeld.
- c) Incorreta. No modelo “pudim de passas” proposto por J.J. Thomson o pudim seriam os prótons e os elétrons estariam incrustados no pudim, representando as passas.
- d) Incorreta. Para Sommerfeld, para cada camada eletrônica (n) haveria uma órbita circular e (n - 1) órbitas elípticas com diferentes excentricidades. Assim para a camada L (n = 2), tem-se 1 órbita circular e 1 órbita elíptica.
- e) Correta. Em um de seus postulados Böhr afirma que quando um elétron absorve energia, ele salta para uma camada mais afastada no núcleo, ao cessar a energia, ele retorna a sua camada fundamental e emite essa energia em forma de luz.

27. Alternativa C

A partir das suas descobertas científicas, Niels Böhr propôs cinco postulados:

- 1º) Um átomo é formado por um núcleo e por elétrons extranucleares, cujas interações elétricas seguem a lei de Coulomb.
- 2º) Os elétrons se movem ao redor do núcleo em órbitas circulares.
- 3º) Quando um elétron está em uma órbita ele não ganha e nem perde energia, dizemos que ele está em uma órbita discreta ou estacionária ou num estado estacionário.
- 4º) Os elétrons só podem apresentar variações de energia quando saltam de uma órbita para outra.
- 5º) Um átomo só pode ganhar ou perder energia em quantidades equivalentes a um múltiplo inteiro (quanta).

O modelo de Böhr serviu de base sólida para o desenvolvimento dos modelos e conceitos atuais sobre a estrutura do átomo.

28. Alternativa B

A partir da informação do texto, pode-se concluir que o modelo atômico de Böhr melhor representa o processo descrito, pois os elétrons só podem apresentar variações de energia quando saltam de uma órbita para outra.

29. Soma = $08 + 16 = 24$.

- 01) Incorreta: as cores observadas para diferentes átomos no teste de chama podem ser explicadas pelo modelo atômico de Böhr.
- 02) Incorreta: as cores observadas na queima de fogos de artificios e da luz emitida pelas lâmpadas de vapor de sódio ou de mercúrio são decorrentes de processos eletrônicos idênticos aos observados no teste de chama.
- 04) Incorreta: a cor da luz emitida depende das transições dos elétrons.

08) Correta: no teste de chama, as cores observadas são decorrentes da excitação de elétrons para níveis de energia mais externos, provocada pela chama e, quando estes elétrons retornam aos seus níveis de origem, liberam energia luminosa, no caso, na região da luz visível.

16) Correta: as cores observadas podem ser explicadas considerando-se o modelo atômico proposto por Bôhr.

30. Alternativa A

O Princípio da Exclusão de Pauli: como não podem existir dois elétrons num mesmo átomo que apresentem os mesmos estados energéticos, concluímos que todos os elétrons de um átomo são diferentes de algum modo. Esta afirmação é conhecida como **princípio da exclusão de Pauli**.

31. Alternativa D

Um orbital é uma região do espaço onde a probabilidade de encontrarmos um elétron é máxima, o que condiz com a alternativa [D].

32. Sommerfeld introduziu a idéia de que talvez um nível de energia pudesse ser formado por elipses excêntricas ou por círculos concêntricos. Isto quer dizer que quando um elétron se movimenta o núcleo do átomo não precisa ser o centro geométrico desse movimento.

33. O princípio da dualidade ou de De Broglie se baseia nos efeitos estudados por Einstein e nos resultados obtidos por Millikan em experimentos sobre as propriedades das partículas radioativas. De Broglie propôs a idéia de que os **elétrons** poderiam se comportar como uma **partícula** e como uma **onda eletromagnética** ao mesmo tempo, ele presumiu que a energia de um fóton seria proporcional à frequência de sua onda, enquanto que no caso de qualquer partícula a energia seria proporcional a sua massa.

34. As **ondas geradas** por partículas materiais não podem ser detectadas, pois os comprimentos de onda gerados nestes casos **são muito pequenos** para serem **medidos** por qualquer meio conhecido.

35. $m = 2 \text{ mg} = 2 \times 10^{-6} \text{ kg}$

$$v = 18 \text{ km/h} = 5 \text{ m/s} = 5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$h \text{ (constante de Planck)} = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} = 6,63 \times 10^{-34} \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$$

$$\text{Vimos que } m \times v = \frac{h}{\lambda}, \text{ então } \lambda = \frac{h}{m \times v}.$$

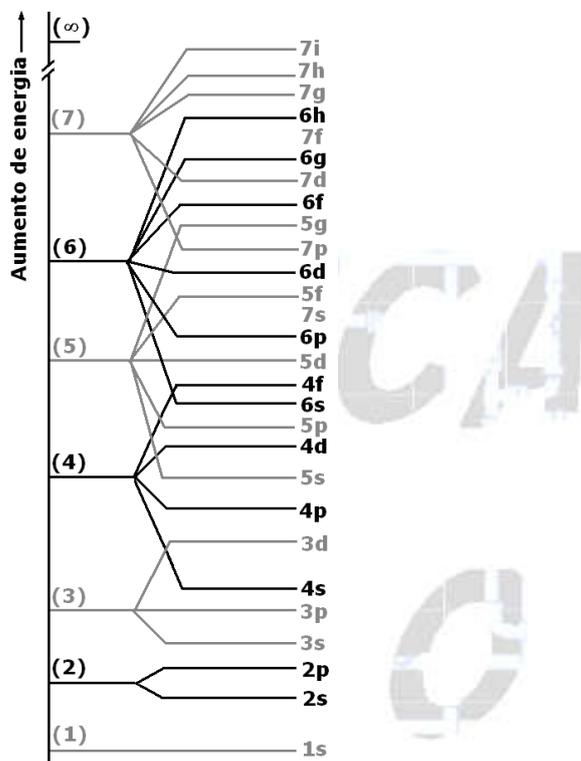
Substituindo os dados, teremos:

$$\lambda = \frac{6,63 \times 10^{-34} \text{ kg.m}^2.\text{s}^{-1}}{2 \times 10^{-6} \text{ kg} \times 5 \text{ m.s}^{-1}} = 0,663 \times 10^{-28} \text{ m}$$

$$\lambda = 6,63 \times 10^{-29} \text{ m} \Rightarrow \lambda = 6,63 \times 10^{-20} \text{ nm} \text{ (este valor é muito pequeno!)}$$

O comprimento de onda de uma pulga é desprezível, ou seja, é muito pequeno, logo, ela é mesmo uma partícula de matéria.

36. Esquemáticamente, teremos:



37. É impossível calcular a posição e a velocidade de um elétron num mesmo instante.

38. Alternativa A

A afirmação “Não é possível calcular a posição e a velocidade de um elétron num mesmo instante” foi feita por Heisenberg.

Observação teórica:

A partir das suas descobertas científicas, Niels Böhrr propôs cinco postulados, os quais apóiam a elaboração das outras alternativas:

1º) Um átomo é formado por um núcleo e por elétrons extranucleares, cujas interações elétricas seguem a lei de Coulomb.

2º) Os elétrons se movem ao redor do núcleo em órbitas circulares.

3º) Quando um elétron está em uma órbita ele não ganha e nem perde energia, dizemos que ele está em uma órbita discreta ou estacionária ou num estado estacionário.

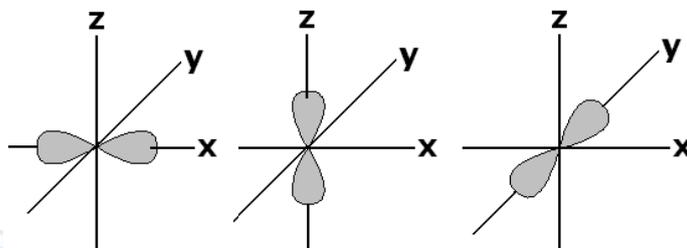
4º) Os elétrons só podem apresentar variações de energia quando saltam de uma órbita para outra.

5º) Um átomo só pode ganhar ou perder energia em quantidades equivalentes a um múltiplo inteiro (quanta).

39. Ele relacionou a energia potencial, a energia total e a posição dos sistemas constituídos por ondas corpusculares em uma única equação.

40. Um orbital é uma região do espaço onde a probabilidade de encontrarmos um elétron é máxima.

41. Esquemáticamente, teremos:

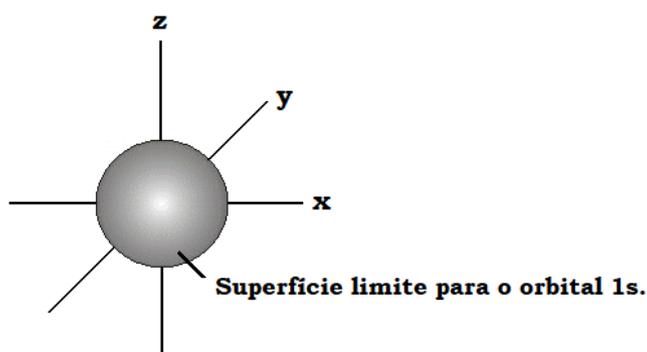


42. Alternativa E

I. Correta. A absorção e a emissão de energia pelos átomos, quando os elétrons mudam de níveis de energia, podem ser ampliadas no laser ("Light Amplification by Stimulated emission of Radiation").

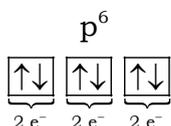
II. Correta. O modelo atômico atual criado entre 1924 e 1927 por De Broglie, Heisenberg e Schrödinger - denominado modelo da mecânica quântica - não admite mais a existência de órbitas, nem circulares nem elípticas, para os elétrons.

III. Correta. Os orbitais **2s** e **3s** são esfericamente simétricos. A probabilidade de se encontrar um elétron num raio que se aproxima do infinito é igual a zero.

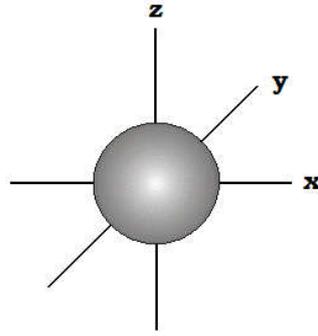


43. Alternativa C

Se todos os orbitais **p** representados estivessem totalmente preenchidos, haveria nesses orbitais, um total de seis elétrons.



44. Observe a figura a seguir.



45. Subnível **s** \Rightarrow 2 elétrons; subnível **p** \Rightarrow 6 elétrons; subnível **d** \Rightarrow 10 elétrons; subnível **f** \Rightarrow 14 elétrons; subnível **g** \Rightarrow 18 elétrons; subnível **h** \Rightarrow 22 elétrons; subnível **i** \Rightarrow 26 elétrons.

46. a) A partir da equação de Planck que relaciona a energia de uma onda eletromagnética com a sua frequência dada por: $E = h \times \nu$.

Onde **E** é a energia de uma onda de frequência ν .

De Broglie presumiu que a massa de um fóton de energia eletromagnética, como a luz, poderia ser determinada a partir do seu comprimento de onda (λ) se ele relacionasse a equação de Einstein com a equação de Planck, ou seja:

$$\left. \begin{array}{l} E = h \times \nu \\ E = m \times c^2 \end{array} \right\} E = E$$

$$h \times \nu = m \times c^2$$

$$c = \lambda \times \nu \Rightarrow \nu = \frac{c}{\lambda}$$

$$m \times c^2 = h \times \frac{c}{\lambda}$$

$$m \times c = \frac{h}{\lambda}$$

$$m \times \nu = \frac{h}{\lambda}$$

$$\lambda = \frac{h}{m \times \nu}$$

Para uma órbita circular do elétron (hidrogênio), vem:

$$n\lambda = 2\pi r \quad (n = \text{número quântico principal})$$

$$\lambda = \frac{2\pi r}{n}$$

$$\lambda = \frac{h}{m \times \nu}$$

$$\frac{2\pi r}{n} = \frac{h}{m \times \nu}$$

$$m \times \nu = \frac{nh}{2\pi r}$$

Momento angular = $m \times v \times r$ (r = raio)

$$\text{Momento angular} = \frac{nh}{2\pi r} \times r$$

$$|\text{Momento angular}| = \frac{nh}{2\pi}$$

b) Como o modelo de Bôhr é aplicado ao átomo do hidrogênio (e hidrogenoides) no seu estado fundamental, conclui-se que este modelo prevê corretamente o valor do módulo do momento angular orbital do elétron.

47. Alternativa D

O momento angular do elétron (momento angular = mvr) deve ser quantizado em unidades $\frac{h}{2\pi}$.

Isto pode ser escrito assim:

$$m \times v \times r = \frac{n \times h}{2\pi}$$

$$\text{Momento angular} = \frac{n \times h}{2\pi}$$

onde n é um número inteiro chamado número quântico principal.

Então para a quinta órbita, ou seja, $n = 5$, teremos:

$$\text{Momento angular} = \frac{5 \times h}{2\pi} = \frac{2,5h}{\pi}$$

Observações teóricas (aprofundamento):

A força de atração entre o núcleo de carga Z e o elétron situado a uma distância r do núcleo ($\epsilon =$ constante dielétrica), de acordo com a lei de Coulomb, será:

$$f_{\text{Coulomb}} = \frac{Ze^2}{r^2} \quad (2)$$

e deve ser igual à força centrípeta necessária para acelerar o elétron que está percorrendo uma órbita circular. Na mecânica clássica, a força centrípeta é dada pela expressão:

$$f_{\text{centrípeta}} = \frac{mv^2}{r} \quad (3)$$

onde m é a massa do elétron e v a sua velocidade periférica. Igualando as equações (2) e (3), obtém-se:

$$mv^2 = \frac{Ze^2}{r} \quad (4)$$

A energia total E do sistema é a soma da energia potencial V e da energia cinética T ($\frac{1}{2} mv^2$):

$$E = V + T \quad (5)$$

Convencionando igual a **zero** o valor energético do sistema constituído por núcleo e elétron, **infinitamente distanciados**, o fato do sistema apresentar um menor valor energético, para $r < \infty$, implicará, forçosamente, em uma **energia potencial negativa**. Dessa forma, a energia potencial do sistema é:

$$V = -\frac{Ze^2}{r} \quad (6)$$

e, portanto:

$$E = -\frac{Ze^2}{r} + \frac{1}{2}mv^2 \quad (7)$$

Combinando as equações (4) e (7) teremos:

$$E = -\frac{Ze^2}{2r} = -\frac{1}{2}mv^2 \quad (8)$$

Ainda não aplicamos nenhuma restrição quântica ao nosso sistema. Em lugar de considerar a quantização da energia, que leva a complicadas expressões matemáticas, façamos uso do fato de que o **momento angular do elétron** (momento angular $\equiv mvr$) deve ser quantizado em unidades $h/2\pi$. Isto pode ser escrito assim:

$$m \cdot v \cdot r = \frac{n \cdot h}{2\pi} \quad (9)$$

onde n é um número inteiro chamado **número quântico principal**.

Combinando agora as equações (9) e (4), obtemos:

$$v = \frac{2\pi Ze^2}{n \cdot h} \quad (10)$$

Combinando (10) com (8), temos ainda

$$E = -\frac{2\pi^2 mZ^2 e^4}{n^2 h^2} \quad (11)$$

que, combinada com (8), nos dá:

$$r = \frac{n^2 h^2}{4\pi^2 m e^2 Z} \quad (12)$$