

BLOCO II – ORDEM DE GRANDEZA E MODELOS ATÔMICOS

Para continuar estudando os conceitos da Física de Partículas Elementares é necessário ter uma idéia do tamanho dos objetos estudados. Por isso, pretende-se neste bloco estudar aspectos ligados à ordem de grandeza desses e objetos. Em seguida, começaremos a discutir as evidências que levaram a queda do status de elementar do átomo e o aparecimento dos primeiros modelos atômicos, e a evolução desses modelos.

1. Objetivos gerais:

- ✓ Compreender o tamanho dos objetos através da ordem de grandeza.
- ✓ Entender as evidências que levaram a queda do status de indivisível do átomo e a descoberta da primeira partícula: o elétron.
- ✓ Compreender o processo de espalhamento de partículas utilizado por Rutherford
- ✓ Conhecer e compreender os modelos atômicos de Thomson, Rutherford e Bohr.

2. Conteúdo Físico

- ✓ Ordem de grandeza e potência de dez.
- ✓ Campo elétrico e magnético.
- ✓ Modelos atômicos.

3. Leitura complementar

As leituras indicadas servem para um conhecimento mais profundo e detalhado dos conceitos tratados neste bloco. Assim, caso seja possível, leia algumas dessas referências antes de iniciar as aulas.

- ✓ HEWITT, Paul. **Física Conceitual**. 9ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.
- ✓ SEGRÉ, E. **Dos raios X aos Quarks. Físicos Modernos e suas Descobertas**. Universidade de Brasília, Brasília, 1982.
- ✓ VARELA, João. **O século dos quantas**. Lisboa: Gradiva, nov 96.
- ✓ ALVES, Gilson; CARUSO, Francisco; FILHO, Hélio da Motta; SANTORO, Alberto. **O mundo das partículas de hoje e de ontem**. Rio de Janeiro: CBPF, 2000.
- ✓ CARUSO, Francisco; OGURI, Vitor; SANTORO, Alberto. **Partículas elementares: 100 anos de descoberta**. Manaus: Editora da Universidade Federal de Manaus, 2005.
- ✓ CARUSO, Francisco; SANTORO, Alberto. **Do átomo Grego à Física das interações fundamentais**. 2ª ed. Rio de Janeiro: AIAFEX, 2000.
- ✓ TIPLER, Paul A.; LLEWELLYN, Ralph A. **Física Moderna**. 3ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2001.
- ✓ DE CASTILHO, Caio Mário Castro. **Quando e como o homem “viu” o átomo**. Ciência Hoje, V.33, nº 196, p.30-36. Agosto 2003.

4. Quadro Sintético

ATIVIDADE	MOMENTOS	COMENTÁRIOS	TEMPO
1. Visualizando o “muito pequeno	Atividade 4 (1ª parte): Cortando papel para chegar ao próton.	Atividade experimental introdutória sobre as dimensões das partículas elementares.	2 aulas
	Explicações sobre representações de dimensões em potência de dez.		
	Leitura do texto e resolução dos problemas.		
	Correção das questões	Navegação no site do CERN (Powers of Ten)	
	Atividade 4 (2ª parte): Tamanho dos corpos, através da potência de dez.		
	Sistematização geral sobre ordem de grandeza e notação científica.		
2. Estudo sobre a descoberta do elétron.	Retomada das discussões sobre a descoberta dos raios-X, radioatividade e radiações.	Texto “A queda do status elementar do átomo: a descoberta do elétron”.	1 aula
	Discussão sobre a descoberta do elétron.		
	Sistematização e leitura do texto.		
3. Estudo sobre a evolução do conceito de átomo	Discussão sobre a origem da idéia do átomo.	Texto: A busca pelo constituinte da matéria: a evolução do conceito de átomo. Elaboração de uma estrutura, permitindo uma visão panorâmica na evolução do conceito de átomo.	1 aula
	Leitura do texto, respostas às questões.		
	Discussão sobre o texto e das questões.		
4. O espalhamento Rutherford	Atividade 5: O espalhamento de Rutherford.	Experimento que permite alusão à perspicácia de Rutherford ao elaborar seu modelo atômico.	2 aulas
	Retomada da atividade, apresentação dos resultados obtidos.	Texto: a descoberta de Rutherford: Um novo modelo atômico.	
	Leitura do texto e realização do questionário.		
5. Os modelos atômicos de Thomson, Rutherford e Bohr.	Vídeo: Os primeiros modelos Vídeo: O modelo de Rutherford	Vídeo: Os primeiros modelos atômicos e o modelo de Rutherford.	1 aula
	Sistematização das principais idéias do bloco,		
	Considerações finais sobre o Bloco II.		

5. Descrição aula-a-aula

AULA 10

Tema: Notação científica, ordem de grandeza e dimensões do mundo microscópico.

Objetivo: Trabalhar de forma mais detalhada com os alunos, as dimensões do mundo microscópico, que é o objeto de estudo da proposta. Fazer com que eles tenham uma idéia inicial do “mundo de pequenas dimensões” da física de partículas.

Trabalhar matematicamente com alguns números e grandezas usando a notação científica e a definição de ordem de grandeza.

Conteúdo Físico: Dimensões do mundo microscópico (das partículas elementares), ordem de grandeza e notação científica.

Recursos Instrucionais

- Roteiro da atividade 4 (1ª parte)
- Aula expositiva
- Discussão entre professor e alunos
- Folhas de papel A4, tesouras e réguas.

Motivação

Curiosidade sobre o tamanho limite que conseguimos enxergar.

Momentos

1º Momento	Atividade 4, “Visualizando ‘o muito pequeno’” - cortando papel para chegar a prótons. Essa atividade pode ser realizada em grupo. Alguns grupos podem utilizar tesouras para cortar o papel enquanto outros podem usar réguas conforme o roteiro. Destacar o número de cortes feitos por cada grupo e as medidas do menor pedaço de papel obtido.
	Tempo: ±30 min
2º Momento	Leitura do texto: “Ordem de grandeza e potência de dez”, e após explicação sobre o que é ordem de grandeza e notação científica e a utilização da potência de dez em ambos os casos, os alunos podem, em grupo, começar a discutir e resolver os exercícios propostos.
	Tempo: ±20 min

Sugestões: Se o professor achar necessário e caso tenha tempo disponível, pode trabalhar mais exercícios sobre notação científica e ordem de grandeza.

Dinâmica da aula

O professor deve inicialmente destacar que o universo das partículas que estamos adentrando é de dimensões muito pequenas. Destacando também a importância de trabalharmos numericamente com essas dimensões. Em seguida deve-se iniciar a 1ª parte da atividade “Visualizando ‘o muito pequeno’” pedindo para que formem grupos, cortem o papel e anotem os números de cortes feitos e a medida do menor pedaço obtido. Podem inclusive anotar na lousa os valores obtidos para o número de cortes e a menor medida obtida para comparação e discussão entre os grupos. Após esta atividade o professor deve explicar a noção de ordem de grandeza e notação científica que serão extremamente úteis para a representação numérica já citada.

Os alunos recebem o roteiro e trabalham com os exercícios propostos.

Fotos:



no caderno!

ferramenta	n: cortes grupos					
	A	B	C	D	E	F
mão	17	13	10	12	-	11
régua	-	-	-	-	15	-
tereira						

no caderno!

ferramenta	n: cortes grupos						
	A	B	C	D	E	F	G
mão	17	13	10	12	-	11	15
régua	19	-	-	-	14	-	9
tereira	21						

Aula 11

Tema: Notação científica, ordem de grandeza e dimensões do mundo microscópico.

Objetivo: Trabalhar com os alunos as dimensões do mundo microscópico, comparando com as dimensões com as quais eles estejam mais acostumados.

Conteúdo Físico: Dimensões do mundo microscópico das partículas elementares.

Recursos Instrucionais

- Roteiro da atividade 4 (2ª parte)
- Aula expositiva
- Apresentação de slides

Motivação: Curiosidade sobre o tamanho dos objetos estudados em física de partículas e relação com o tamanho dos objetos que nos cercam.

Momentos

1º Momento	Finalizando a atividade 4 “Ordem de grandeza e potência de dez”. Os alunos concluem a discussão e resolução dos exercícios.
	Tempo: ± 20 min
2º Momento	Realização da atividade 5: “Tamanho dos corpos, através da potência de dez” Os alunos lêem as informações do roteiro e respondem às questões.
	Tempo: ± 25 min

Sugestões: Se esta aula não for no mesmo dia da anterior, o professor deve relembrar rapidamente as atividades sobre notação científica e ordem de grandeza.

Caso o professor achar necessário e caso tenha tempo disponível, pode trabalhar mais exercícios sobre notação científica e potência de dez.

Se o professor não tiver como mostrar os slides através do site do CERN (powers of ten), pode preparar uma apresentação utilizando o power point ou ainda retro-projetor.

Se for utilizar a sala de micros o professor deve já iniciar a aula nela para não perder tempo com a organização dos alunos para utilização da sala no final da aula.

Caso o professor queira valorizar a utilização da sala de informática, pode dividir a turma em dois. Enquanto uma turma realiza a atividade do texto na sala de aula os demais exploram o site do CERN na sala de informática.

Dinâmica da aula

Retomada da atividade “Ordem de grandeza e potência dez”, na correção o professor deve destacar sempre as grandezas trabalhadas em relação às que estamos habituados.

Pedir para que os alunos leiam as instruções da atividade “Tamanho dos corpos através da potência de dez”, e respondam com base nos slides, a questão.

Atividade 4 - Ordem de Grandeza e potência de 10

Neste novo assunto que começamos a tratar, será quase que inevitável, a utilização de valores muito pequenos ou muito grandes, que não fazem parte de valores utilizados no nosso cotidiano. Por exemplo, se alguém lhe dissesse que o tamanho de um átomo é aproximadamente 0,0000000001 m, você dificilmente assimilaria essa idéia, por se trata de um valor totalmente fora daqueles utilizados por você.

Números dessa forma podem ser representados de outra maneira, de tal forma que a idéia que ele queira transmitir seja melhor interpretada e comparada. Além disso, torna-se mais fácil de ser feita operações com eles. Essa nova maneira de representar os números é a notação científica.

Com essa nova forma de representação numérica, podemos escrever qualquer número como uma potência de 10, sem que ele perca o seu valor original. Assim, fica mais fácil de operá-lo e compará-lo, tornando-se mais acessível ao nosso sentido.

Veja alguns exemplos de como representamos valores em notação científica

$$20000 \text{ m} = 2 \times 10000 = 2 \times 10^4 \text{ m}$$

$$2300 \text{ kg} = 2,3 \times 1000 \text{ kg} = 2,3 \times 10^3 \text{ kg}$$

$$0,007 \text{ cm} = \frac{7}{1000} \text{ cm} = \frac{7}{10^3} \text{ cm} = 7 \times 10^{-3} \text{ cm}$$

Tente escrever os números abaixo em notação científica

a) o diâmetro do próton 0,000 000 000 000 001 m =

b) o diâmetro do átomo 0,000 000 000 1 m =

c) a carga elétrica de um elétron – 0,000 000 000 000 000 000 16 C =

d) a massa de um nêutron 0,000 000 000 000 000 000 000 001 67 kg =

Às vezes, o que se pretende é ter apenas uma idéia da dimensão do que está sendo tratado, não existindo a necessidade de se trabalhar com valores exatos. Para esses casos utilizamos a **ordem de grandeza**, fornecendo uma idéia da dimensão do objeto.

A ordem de grandeza é representada pela potência de dez mais próxima do valor da grandeza. Por exemplo, a velocidade da luz no vácuo (c) é da ordem de (grandeza) 10^8 [m/s], já a carga elétrica e da ordem de (grandeza) 10^{-19} [C].

Assim utilizando a ordem de grandeza é possível fazer operações com valores para se ter idéia da dimensão do resultado, sem ter o valor exato da conta.

Agora, dê a ordem de grandeza de todos os valores dados a cima:

a) $2 \times 10^4 \text{ m} =$

b) $2,3 \times 10^3 \text{ kg} =$

c) $7 \times 10^{-3} \text{ cm} =$

d) o diâmetro do próton =

e) o diâmetro do átomo =

f) a massa de um nêutron =

Algumas potências de dez (10) têm nomes específicos e, a partir de agora você será apresentado a algumas delas:

Prefixo	Nomenclatura	Potência de 10	Exemplo
T	Tera	10^{12}	5 TeV = 5×10^{12} eV
G	Giga	10^9	1,8 GHz = $1,8 \times 10^9$ Hz
M	Mega	10^6	4,2 MW = $4,2 \times 10^6$ W
K	Quilo	10^3	7 kg = 7×10^3 g
m	milli	10^{-3}	3 mA = 3×10^{-3} A
μ	micro	10^{-6}	1,2 μ V = $1,2 \times 10^{-6}$ V
n	nano	10^{-9}	4 nm = 4×10^{-9} m
p	pico	10^{-12}	8 pm = 8×10^{-12} m
f	femto	10^{-15}	1,2 fm = $1,2 \times 10^{-15}$ m
a	atto	10^{-18}	3 am = 3×10^{-18} m

* Em Física Nuclear e Atômica duas unidades de medidas para distância são muito utilizadas, o Angstrom (\AA), que equivale a 10^{-8} cm e o fermi (fm), que equivale a 10^{-15} m

1ª Parte: Visualizando “o muito pequeno”¹

a) Cortando papel para chegar a prótons

Objetivo: tentar dar uma idéia do tamanho dos objetos estudados na física de partículas.

Material: folha de papel A4, tesoura e régua.

Procedimento: Pegue a folha de papel e corte-a no meio. Com uma das metades, faça outro corte, também ao meio. Repita esse procedimento quantas vezes forem possíveis até chegar a um pedaço que você não consiga mais cortar. Conte os números de cortes feitos e faça a medida do menor pedaço de papel que você conseguiu.

¹ Extraído de: OSTERMANN, Fernanda. Partículas elementares e interações fundamentais. Instituto de Física – UFRGS. Porto Alegre, 2001 (texto de apoio ao professor de Física, V.12)

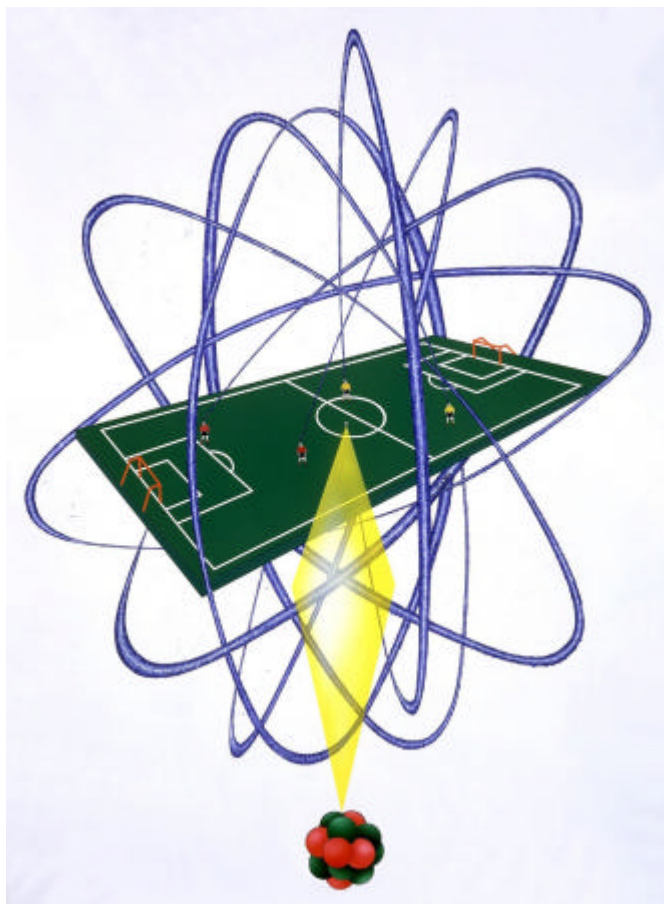
b) Tamanhos dos objetos estudados em Física de Partículas²

Objetivo: ao examinar o tamanho relativo e o espaço entre partículas, os alunos adquirem a idéia dos tamanhos dos objetos estudados em Física de Partículas.

Se o núcleo de um átomo de hidrogênio fosse do tamanho da cabeça de um alfinete (1mm), então o elétron no átomo estaria, aproximadamente, a uns 70m de distância.

Algumas idéias básicas que podem ajudar os alunos na compreensão das dimensões atômicas e subatômicas:

- Um núcleo típico é 10 vezes maior do que um próton;
- Um átomo típico (o tamanho determinado pelos elétrons mais externos) é 10000 vezes maior que um núcleo típico;
- Uma cabeça de alfinete ($1\text{mm} = 10^{-3}\text{m}$) é 10.000.000 de vezes maior que um átomo típico;
- Na espessura de uma folha de papel A4 (75 g/cm^3), há, aproximadamente, 1.000.000 de átomos;
- Se um átomo fosse do tamanho de uma cabeça de alfinete, a espessura da folha de papel seria de 1.000m ou 1km;
- Um próton tem massa, aproximadamente, 2000 vezes maior do que o elétron.



A figura representa aproximadamente a relação entre o núcleo e a sua eletrosfera. No caso, se o núcleo estivesse no centro do campo o elétron mais próximo estaria atrás da trave.

Questões:

1) Se sua casa fosse o núcleo do átomo de hidrogênio, a que distância estaria seu vizinho (o elétron do átomo)?

DIMENSÃO	FRAÇÃO (complete)	DECIMAL	POTÊNCIA DE 10
Menor objeto visto a olho nu		0,00001 m	10^{-5} m
Raio aproximado de um átomo		0,000 000 000 1 m	10^{-10} m
Raio aproximado de um núcleo		0,000 000 000 000 01 m	10^{-14} m
Raio aproximado de um próton		0,000 000 000 000 001 m	10^{-15} m

2ª Parte: Tamanho dos corpos, através da potência de 10.

² O raio do núcleo pode ser determinado pela seguinte relação: $R = R_0 A^{1/3}$, onde $R_0 = 1,3\text{ fm}$ e $A = n^\circ\text{ atômico}$.

Procedimento: entre no site do *cern* : (Power of ten)

<http://microcosm.web.cern.ch/microcosm/P10/esp>

Nele, você verá uma atividade que trabalha com potências de 10 (ordem de grandeza dos objetos), podendo visualizar os objetos para cada potência.

Anote o que você observa, conforme a potência de 10 que selecionou na régua, para os seguintes exemplos:

ordem de 10^{26} : _____

ordem de 10^{12} : _____

ordem de 10^0 : _____

ordem de 10^{-8} : _____

ordem de 10^{-10} : _____

ordem de 10^{-14} : _____

ordem de 10^{-15} : _____

Tema: A descoberta do elétron.

Objetivo: Sistematizar as idéias sobre as dimensões do mundo microscópico; iniciar a discussão sobre a evolução dos modelos atômicos destacando os principais pontos e a necessidade da existência do elétron.

Conteúdo Físico: Dimensões do mundo microscópico; modelo atômico com a inclusão do elétron.

Recursos Instrucionais

- Aula expositiva
- Texto de apoio **“A queda do status elementar do átomo: a descoberta do elétron”**.

Motivação: Com a descoberta de novas radiações, as investigações sobre os raios catódicos continuaram culminando na descoberta da primeira partícula – o elétron.

Momentos

1º Momento	Retomada da discussão sobre a descoberta dos raios-X, radioatividade e as radiações, levando a descoberta do elétron.
	Tempo: ± 15 min

2º Momento	Sistematização e leitura do texto: “A queda do status elementar do átomo: a descoberta do elétron”.
	Tempo: ± 25 min

3º Momento	Discussão sobre a descoberta do elétron e questões propostas pelos alunos.
	Tempo: ± 10 min

Sugestão: Apresente na retomada, a apresentação em PowerPoint da aula 8, para iniciar a discussão sobre a descoberta do elétron.

Dinâmica da aula

Inicie a aula retomando as idéias estudadas no bloco I, para que possa continuar discutindo as investigações que resultaram na descoberta do elétron.

Faça a leitura conjunta do texto “A queda do status elementar do átomo: a descoberta do elétron”, instigando-os a proporem questões.

Tema: A evolução do conceito de átomo e seus modelos através da história.

Objetivo: Discutir a evolução dos modelos atômicos desde a Grécia antiga até início do século XX, mostrando e destacando a necessidade da evolução dos mesmos até o modelo de Bohr, as novas questões que surgem a cada modelo, a nova visão do mundo microscópico e a origem de novas áreas de investigação: a Física Nuclear e a Física de Partículas.

Conteúdo Físico: Principais modelos atômicos até o modelo de Thomson e início do estudo do modelo de Rutherford.

Recursos Instrucionais

- Texto de apoio: **“A busca pelo constituinte da matéria: a evolução do conceito de átomo”**.
- Aula expositiva

Motivação: Como surgem os novos modelos e que modificações e contribuições eles trazem para a visão de mundo.

Momentos

1º Momento	Discussão sobre a origem de idéia de átomo com os gregos.
	Tempo: ± 10 min

2º Momento	Leitura, sistematização e repostas das questões do texto: “A busca pelo constituinte da matéria: a evolução do conceito de átomo”.
	Tempo: ± 25 min

3º Momento	Discussão sobre o texto e as questões propostas.
	Tempo: ± 15 min

Sugestões: O texto “A busca pelo constituinte da matéria: a evolução do conceito de átomo” traz muita informação histórica, portanto por questão de praticidade, o professor deve destacar os pontos principais e indicar uma leitura mais detalhada em casa por parte dos alunos. Se achar necessário pode até pedir um comentário sobre a leitura para ser entregue na aula seguinte.

Dinâmica da aula

Inicie a aula perguntando: *Alguém sabe o que significa a palavra ÁTOMO!* A partir daí comece a discutir a sua origem, destacando a busca dos gregos pelo elemento primordial, levantando e explicando os principais pontos e a idéia geral do texto “A busca pelo constituinte da matéria: a evolução do conceito de átomo” até o modelo de Thomson.

Tema: O modelo atômico de Rutherford e a experiência com espalhamento.

Objetivo: Discutir os métodos desenvolvidos por Rutherford no começo de 1900, e que, ainda são usados em nossos dias pelos físicos de partículas, em experimentos com aceleradores.

Conteúdo Físico: Modelo atômico de Rutherford (experimento com partículas α) e modelo atômico de Bohr.

Recursos Instrucionais

- Roteiro da atividade 5
- Placas de madeira (com desenhos de figuras geométricas em relevo na parte de baixo da placa) para atividade 5
- Bolinhas para atividade 5
- Discussão entre professor e alunos
- Aula expositiva

Motivação: O estudo detalhado de como Rutherford desenvolveu seus métodos para medir características de objetos que não podemos ver e a evolução dos modelos atômicos.

Momentos

1º Momento	Retomar a idéia final da aula anterior do modelo atômico de Thonsom.
	Tempo: ± 10 min
2º Momento	Realização da atividade 5: “O espalhamento Rutherford”. Essa atividade é realizada em grupo conforme roteiro. O professor forma grupos com cinco alunos aproximadamente e distribui os kits com as placas de madeira e bolinhas chamando a atenção para o fato de que os alunos não devem de forma alguma olhar na parte de baixo das placas caso contrário a atividade perderá seu sentido. Em rodízio cada grupo realiza a atividade com o maior número possível de placas e desenha em uma folha a figuram que deduzem existir sob cada placa para posterior discussão.
	Tempo: ± 40 min

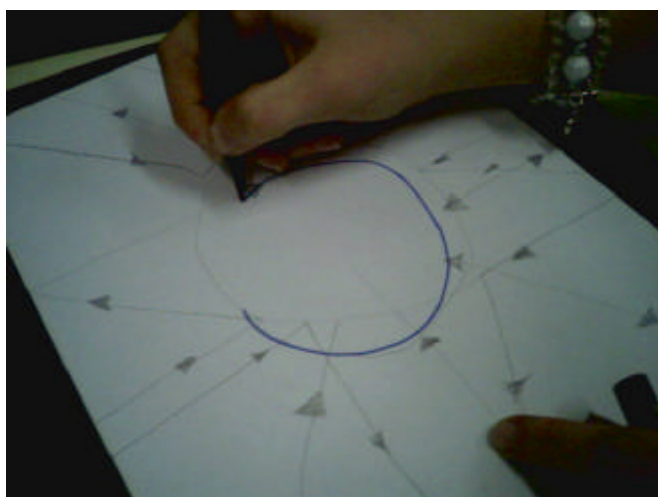
Sugestão: É interessante que cada grupo consiga realizar a atividade com pelo menos, três placas diferentes, caso tenham tempo para realizar com mais placas, terá mais resultados para discussão e se o professor achar necessário que realizem com todas as placas pode utilizar parte da aula seguinte para isso.

Dinâmica da aula

A sala pode ser dividida em grupos com cinco alunos aproximadamente e são entregues os materiais e o roteiro para realização da atividade “O espalhamento Rutherford”, com a finalidade de fazermos uma analogia com o experimento realizado por Rutherford com partículas α , entendendo como é possível estudar características de objetos que não podemos ver.

Os grupos devem fazer o desenho das formas em uma folha de papel A4 para que possam ser comparadas depois. Caso seja possível, os grupos devem vasculhar todas as placas.

Fotos:



Atividade 5 - O Descobrimento de Rutherford (espalhamento Rutherford)³

Nesta atividade, você e os membros de seu grupo usaram os métodos desenvolvidos por Ernest Rutherford no começo de 1900, e que, ainda são usados em nossos dias pelos físicos de partículas, em seus experimentos com aceleradores. Estes métodos permitem aos cientistas identificar as características

³ Adaptado do site: <http://cpepweb.org>

de partículas que realmente não podem ser vistas. Você aprenderá o quanto melhor devem ser suas medidas, quando você não pode ver o objeto estudado.

Procedimento:

Na mesa de experimentos de sua equipe há um tampo grande de madeira, debaixo do qual, foi colocada uma figura plana.

O trabalho de seu grupo é identificar a forma da figura sem vê-la. Você somente pode jogar bolinhas contra o objeto escondido, e observar a deflexão que se produz na trajetória das bolinhas depois de se chocar com a figura. Seu grupo terá cinco minutos para "observar" a figura.

Coloque um pedaço de papel sobre o tampo de madeira para esboçar a trajetória das bolinhas.

Lembre-se de um jogo de bilhar, pois as bolinhas estarão colidindo com um objeto e retornando. Assim, você poderá traçar as trajetórias e logo depois, analisá-las. Determinando a forma efetiva do objeto.

Faça um pequeno desenho das figuras que o grupo analisou e responda as perguntas abaixo:

Questões:

- 1) Você pode determinar o tamanho e a forma do objeto?
- 2) Como poderia saber se as figuras têm detalhes em sua forma, que são pequenos comparados com o tamanho das bolinhas?
- 3) Como você pode confirmar suas conclusões sem olhar o objeto?

Aula 15

Tema: O modelo atômico de Rutherford e o modelo de Bohr.

Objetivo: Continuar a discussão sobre a evolução dos modelos de Rutherford e de Bohr, destacando as soluções propostas por Bohr a problemas presentes no modelo clássico e o surgimento de novos questionamentos.

Conteúdo Físico: Modelos atômicos de Rutherford e Bohr.

Recursos Instrucionais

- Texto de apoio **“A descoberta de Rutherford: um novo modelo atômico”**
- Discussão entre professor e alunos
- Aula expositiva
- Slides

Motivação: As questões e idéias que levaram à evolução do modelo proposto por Bohr e as questões que este modelo ainda não resolve e como Bohr lidou com elas.

Momentos

1º Momento	Apresentação e discussão das formas obtidas pelos diversos grupos.
	Tempo: ± 25 min

2º Momento	Leitura e respostas das questões do texto: “A descoberta de Rutherford: um novo modelo atômico”.
	Tempo: ± 25 min

Sugestão: Caso o professor tenha tempo, pode pedir que os alunos desenhem as formas encontradas na lousa. Mas lembre-se que o mais importante dessa aula é discutir o método utilizado por Rutherford e o uso de modelo na Ciência.
O professor pode também criar um ambiente de discussão de comunidades científicas, fazendo que os alunos argumentem a favor e contra os métodos utilizados por outros grupos para encontrar as formas.

Dinâmica da aula

Discutir os dados obtidos e apresentados pelos grupos, destacando a modelização das formas, ou seja, as formas encontradas são modelos daquelas que estão sob as placas. Por não ter acesso direto a essas formas, tem-se que criar um modelo delas. Assim, um modelo de forma será “bom”, se vários grupos encontrarem formas bem parecidas. Por isso que é importante que os grupos passem por todas as placas. É importante frisar, que os modelos são representações e não definitivos.

Destacar depois dessa discussão, a eficiência dos métodos desenvolvidos por Rutherford e sua contribuição para construção de novos modelos.

Leitura do texto “A descoberta de Rutherford: um novo modelo atômico” destacando a experiência realizada por Rutherford e a contribuição que os resultados obtidos trouxeram para elaboração de um novo modelo atômico.

Aula 16

Tema: Modelo atômico de Rutherford e de Bohr.

Objetivo: Destacar as principais diferenças entre os modelos atômicos.

Conteúdo Físico: Modelos atômicos de Rutherford e Bohr.

Recursos Instrucionais

- Texto de apoio **“A descoberta de Rutherford: um novo modelo atômico”**
- Discussão entre professor e alunos
- Aula expositiva
- Slides

Motivação: As questões e idéias que levaram à evolução do modelo proposto por Bohr e as questões que este modelo ainda não resolve e como Bohr lidou com elas.

Momentos

1º Momento	Correção das questões e sistematização do texto: “A descoberta de Rutherford: um novo modelo atômico”.
	Tempo: ± 25 min

2º Momento	Sistematização e comentários gerais do Bloco II
	Tempo: ± 25 min

Sugestão: O professor poderá solicitar aos alunos, conforme o tempo disponível, a montagem de uma tabela que relacione os seguintes itens: Nome do cientista, sua nacionalidade, suas contribuições e em que época. Esta tabela pode ser apresentada em formato de slide pelo professor ou pelos alunos.

Para sistematização das idéias apresentadas nesse bloco o professor pode preparar uma apresentação em slides para power point ou mesmo para um retroprojeto.

Lembrar que postulado significa segundo o dicionário Michaelis: Proposição admitida sem demonstração e que serve de ponto de partida para dedução de novas proposições. Proposição que, não sendo demonstrável nem evidente, se toma como ponto de partida de um raciocínio dedutivo.

Dinâmica da aula

Sistematizar as idéias do texto, correlacionando com a atividade de espalhamento realizada em sala. Apresentar o modelo atômico de Bohr com suas propostas e seus postulados. Nesse momento o professor deve destacar o significado da palavra postulado ou pedir para os alunos pesquisarem seu significado. O professor durante a correção dos exercícios deve destacar o número de órbitas limitadas e bem definidas para os elétrons, o fato dos elétrons moverem-se sem emitir energia, evitando assim o problema de colapso com o núcleo e a absorção (ou emissão) de uma quantidade exata de energia, quantum, para saltar de uma órbita a outra. Comentários gerais sobre os assuntos desenvolvidos no bloco II.

RESPOSTAS DAS ATIVIDADES

ATIVIDADE 4.

a) o diâmetro do próton $0,000\ 000\ 000\ 000\ 001\ \text{m} = 1 \times 10^{-15}\ \text{m}$

b) o diâmetro do átomo $0,000\ 000\ 000\ 1\ \text{m} = 1 \times 10^{-10}\ \text{m}$ (1Å, lê-se: 1 angstrom = $10^{-8}\ \text{cm}$)

Bloco II

c) a carga elétrica de um elétron – 0,000 000 000 000 000 000 16 C = $1,6 \times 10^{-19}$ C

d) a massa de um nêutron 0,000 000 000 000 000 000 000 001 67 kg = $1,67 \times 10^{-27}$ Kg

1ª Parte

a) Cortando papel para chegar a prótons

tamanho do átomo (raio do átomo) = 10^{-8} cm = 10^{-7} mm

tamanho do próton (raio do próton) = $1,3 \times 10^{-13}$ cm = $1,3 \times 10^{-12}$ mm

tamanho do papel A4 = 297mm x 210mm

$$\frac{A_i}{2^n} = A_f$$

A_i = área inicial (área do papel A4); A_f = área final (área do menor pedaço de papel conseguido)

$$\frac{297 \times 210}{2^n} = p(10^{-7})^2$$

Resolvendo essa equação utilizando logaritmo, obtém-se:

$n = 61$ para o tamanho do átomo

$n = 94$ para o tamanho do próton

b) Tamanhos dos objetos estudados em Física de Partículas

Para chegar na relação entre o a cabeça do alfinete e a distância do elétron, utilizamos a expressão do raio de Bohr $R = R_0 A^{1/3}$, com $R_0 = 1,4$ fm e $A = 1$ (hidrogênio). Encontrando o valor de $R = 1,4$ fm (diâmetro do núcleo)

Em seguida foi feita uma regra de 3 simples:

$$\begin{array}{l} 10^{-10} \text{ m} - X \\ 1,4 \times 10^{-15} \text{ m} - 1 \times 10^{-3} \text{ m} \end{array}$$

$$X = 70 \text{ m}$$

1) Relação entre o núcleo e o elétron é da ordem de 10^4

Considerando uma casa da ordem de 10 m o vizinho estaria à 10.000 m ou à 10 Km

DIMENSÃO	FRAÇÃO (complete)	DECIMAL	POTÊNCIA DE 10
Menor objeto visto a olho nu	1/100.000	0,00001 m	10^{-5} m
Diâmetro aproximado de um átomo	1/10.000.000.000	0,000 000 000 1 m	10^{-10} m
Diâmetro aproximado de um núcleo	1/100.000.000.000.000	0,000 000 000 000 01 m	10^{-14} m
Diâmetro aproximado de um próton	1/100.000.000.000.000	0,000 000 000 000 001 m	10^{-15} m

2ª Parte

ordem de 10^{26} : Cada um dos 9325 pontos é uma galáxia, formando um superaglomerado, que está cerca de 150 bilhões de anos-luz

ordem de 10^{12} : Órbitas dos planetas mais interiores: Mercúrio, Vênus, Terra e Marte. Todos eles têm a superfície rochosa e o núcleo metálico.

ordem de 10^0 : Sua viagem inicia no jardim da exposição do Microcosm. Esta é a menor escala que conhecemos. Reduz e amplia em potências de dez, utilizando a régua.

ordem de 10^8 : No centro da célula se encontra uma molécula enrolada sobre si mesmo, o DNA. Ela contém a informação genética necessária para reprodução da mosca.

ordem de 10^{-10} : O átomo de carbono, componente essencial para vida, é em sua grande parte espaço vazio. Uma nuvem negativa, formada de seis elétrons gira ao redor do núcleo positivo. Entre 10^{-10} m e 10^{-13} m não há praticamente diferença.

ordem de 10^{-14} : No centro do átomo de carbono está o núcleo do átomo, formado de seis prótons e seis nêutrons. 99,95% da massa do átomo está concentrada nesse espaço minúsculo.

ordem de 10^{-15} : Os prótons e nêutrons do núcleo são formados por 3 quarks. No CERN se estuda as interações entre os quarks para descobrir como foram formadas as partículas no momento da origem do Universo

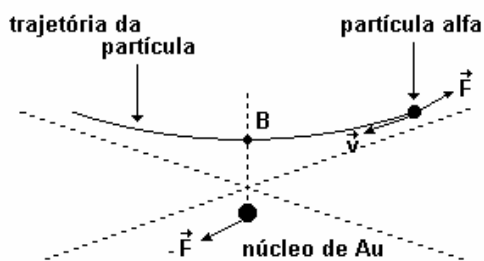
ATIVIDADE 5

- 1) Isso é possível de ser feito, principalmente as formas, é bem provável que eles encontrem as formas. Agora sobre o tamanho, alguns chegarão as dimensões bem próximas.
- 2) Só é possível de encontrar detalhes nas formas, se a investigação for feita com bolinhas bem pequenas. Essa é uma analogia com os aceleradores, pois é preciso aceleradores cada vez mais potentes (que geram energias cada vez mais elevadas) para investigar as dimensões cada vez menores.
- 3) Essa questão é a mais importante, pois a confirmação será feita através da comparação das formas de todos os grupos. Se todos os grupos encontrarem, para uma mesma placa, formas bem parecidas, pode-se assim criar um modelo para a forma daquela placa. Caso contrário pode-se criar um ambiente de discussão entre os grupos para que tentem encontrar uma solução, ou melhor, um modelo para a forma daquela placa (analogia entre as discussões feitas para a validação de um modelo entre as comunidades científicas)

QUESTÕES SOBRE O BLOCO II

Observação: estas questões podem ser trabalhadas em provas, atividades avaliadas, ou de acordo com o objetivo e perspectiva do professor.

1) (Unb 97) A figura adiante ilustra uma das experiências mais fascinantes na evolução da teoria atômica da matéria, realizada por Rutherford, ao bombardear finas lâminas de ouro com partículas alfa. Cada partícula alfa nada mais é do que o núcleo de um átomo de hélio ionizado.



A partir do experimento descrito, julgue os seguintes itens e assinale a alternativa correta:

- (1) Por terem carga positiva, as partículas alfa sofrem desvios de trajetória devido à presença dos núcleos atômicos.
- (2) No ponto B da figura, a força entre a partícula e o núcleo é a menor possível, porque ela é proporcional à distância que os separa.
- (3) Rutherford teria obtido os mesmos resultados se, em vez de partículas alfa, tivesse usado nêutrons.
- (4) O experimento de Rutherford usando o estanho, em vez de ouro, seria inconclusivo, em virtude da enorme variação de cargas entre os diversos isótopos do elemento estanho.
- (5) O momento linear da partícula alfa incidente não varia.

2) Aponte as diferenças entre os modelos atômicos de Rutherford e Bohr.

3) Com base no modelo de Bohr e seus postulados, explique o que ocorre quando um elétron:

- a) ganha energia;
- b) retorna para uma órbita mais próxima do núcleo.

4) Transforme em notação científica:

- a) raio da Terra = 6 380 000 m
- b) raio de Bohr = 0,000 000 000 0529 m
- c) velocidade da luz no vácuo = 300 000 000 m.s⁻¹
- d) distância da Terra ao Sol = 150 000 000 000 m
- e) número de Avogadro = 0,000 000 000 000 000 000 000 0602

5) (UFRGS) Dentre as afirmações apresentadas, qual é correta?

- a) A energia de um elétron ligado ao átomo não pode assumir um valor qualquer.
- b) A carga do elétron depende da órbita em que ele se encontra.
- c) As órbitas ocupadas pelos elétrons são as mesmas em todos os átomos.
- d) O núcleo de um átomo é composto de prótons, nêutrons e elétrons.
- e) Em todos os átomos o número de elétrons é igual à soma dos prótons e dos nêutrons

6) (UFRGS) Considerando as seguintes afirmações sobre a estrutura nuclear do átomo.

- I - O núcleo de um átomo qualquer tem sempre carga elétrica positiva.
- II - A massa do núcleo de um átomo é aproximadamente igual à metade da massa de todo o átomo.
- III - Na desintegração de um núcleo radioativo, ele altera sua estrutura para alcançar uma configuração mais estável.

Quais estão corretas?

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

7) (UFMG 99) No modelo de Bohr para o átomo de hidrogênio, a energia do átomo:

- a) pode ter qualquer valor.
- b) tem um único valor fixo.
- c) independe da órbita do elétron.
- d) tem alguns valores possíveis.

8) (PUC MG 98) Analise as afirmações a seguir e escolha a opção correta. O modelo planetário de Rutherford foi aceito apenas parcialmente porque:

I- os elétrons deveriam perder energia orbitando em torno dos prótons.

II- os elétrons não têm massa suficiente para orbitarem em torno dos prótons.

III- os elétrons colidiriam entre si ao orbitarem em torno dos prótons.

- a) se apenas as afirmativas I e II forem falsas.
- b) se apenas as afirmativas II e III forem falsas.
- c) se apenas as afirmativas I e III forem falsas.
- d) se todas forem verdadeiras.
- e) se todas forem falsas.