

Produto Educacional

Apresentação

Prezado professor,

Apresento uma proposta de sequência didática para o ensino do Atomismo na Física do Ensino Médio. A proposta parte das concepções filosóficas sobre a constituição da matéria dos gregos antigos, como Empédocles, Aristóteles e os Atomistas e percorre o trajeto histórico que culminou no modelo de Bohr do século XX. O referencial teórico adotado reúne as ideias de Ausubel, da Aprendizagem Significativa, de Moreira, da Aprendizagem Significativa Crítica, com aquelas da abordagem de Mathew Lipman, da Pedagogia Investigativa, que convergem em inúmeros pontos.

A implementação dessa sequência busca alinhar-se ao processo de construção e expansão do conhecimento inserido no contexto Científico e Tecnológico, uma vez que os desdobramentos e as descobertas que surgem a partir do estudo do atomismo têm boa divulgação nos meios de comunicação atual e desperta nos alunos o interesse em conhecer e entender os princípios científicos atrelados a eles. Aliado a isso, a sequência didática utiliza-se de elementos da História da Ciência para realizar um diálogo filosófico amplo a fim de tornar significativos os conceitos físicos que se pretende ensinar.

Dessa maneira, esse Produto fornece elementos mediadores que irão auxiliar o professor na abordagem do Atomismo na Física do Ensino Médio.

Introdução

O Produto Educacional implementa uma sequência didática constituída de oito aulas, com elementos mediadores e atividades que conduzem a uma aprendizagem significativa do tema. Essa sequência foi estruturada de tal modo que cada aula desenvolve os elementos de ancoragem para a aula subsequente. Dessa maneira, as concepções iniciais a respeito do átomo poderão ser apreciadas e comparadas com as concepções que as sucederão até as concepções atuais. É importante ressaltar que o Produto Educacional dispõe de

dois textos^{1 2} preparatórios, um roteiro de elaboração de mapas conceituais, dois roteiros experimentais, um roteiro de atividade com simulador, uma sugestão de trabalho em estações investigativas, um pré-teste e um teste final.

O professor/pesquisador sugere que se faça uma oficina de elaboração de mapas conceituais com os estudantes com ênfase na estrutura e conectivos utilizados. Aliado a isso, apresente um software livre de elaboração de mapas conceituais como opção prática. Nesse produto elaboramos um roteiro de elaboração de mapa conceitual e indicamos o CmapsTools³ como sugestão de software para a construção dos mesmos.

¹ O conceito de elemento da Antiguidade à Modernidade, de Maria da Conceição Marinhoh Oki, publicado na revista Química na Escola, disponível na íntegra, em http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc16/v16_A06.pdf, acesso em 02/06/2018.

² 200 anos da teoria atômica de Dalton, disponível em www.qnesc.sbq.org.br/qnesc20/v20a07.pdf, acesso em 01/06/2018.

³ Sugestão de software para a construção de mapas conceituais. Disponível em: <https://cmaptools.br.uptodown.com/windows>, acesso em 08/10/2018.

O quadro a seguir resume a sequência didática proposta. Nela cada aula tem duração de 50 minutos.

Aula	Atividade Proposta	Recursos Instrucionais
Aula 1: <i>Do que as “coisas” são feitas?</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicação do pré-teste para o levantamento dos conhecimentos prévios. • Abordagem sobre as concepções dos gregos antigos a respeito da matéria. • Construção compartilhada de um mapa conceitual. 	Quadro, giz, texto, vídeo 1 ⁴ , roteiro de elaboração de mapa conceitual.
Aula 02: <i>Revelando a natureza íntima da matéria</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Socialização/debate a partir dos mapas conceituais elaborados. • Abordagem sobre a caracterização do contexto teórico experimental que levaram a formulação dos modelos atômicos de Dalton e J.J Thomson. 	Quadro, giz, vídeo 2 ⁵ , tarefa sugerida.
Aula 03: <i>Modelando a Matéria</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Atividade com o simulador Phet Colorado⁶ sobre o experimento de Geiger-Marsden. 	Quadro, giz, celular/computador Simulador Phet
Aula 04: <i>Discutindo Modelo</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Estudo investigativo sobre os métodos utilizados por Rutherford e sua relação com os métodos utilizados no século XXI a partir de um aparato experimental. 	Quadro, giz e atividade experimental ⁷ .
Aula 05: <i>Séries Espectrais</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Montagem de um espectroscópio de mão. • Abordagem sobre panorama histórico do desenvolvimento da espectroscopia. 	Quadro, giz, construção de um espectroscópio ⁸ .
Aula 06: <i>Niels Bohr e os pacotes de energia</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Abordagem sobre a quantização das órbitas dos elétrons acompanhada das indicações de postulados e da instabilidade atômica encontrada na concepção de Rutherford. 	Quadro, giz.
Aula 07: <i>Transições no</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Abordagem sobre o átomo de hidrogênio com ênfase nos espectros de absorção e emissão. 	Quadro, giz e tarefa sugerida.

⁴ Tudo se transforma, Reações Químicas, Os primórdios – disponível em: <<https://www.youtube.com/embed/HLAxYoLDO7E>>, acesso em 02/06/2018).

⁵ Trecho (de 28'00" a 30'40") do vídeo: Experiências com descargas elétricas em gases – disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=BkkoaXCLYGI>>, acesso em 30/05/2018).

⁶ Atividade: Atomic models homework (Inquiry based produzida por Sam McKagan, Kathy Perkins and Carl Wieman, disponível em <<https://phet.colorado.edu/en/contributions/view/2979>>, acesso em 01/07/2018).

⁷ Adaptado - Disponível em <<http://cpepweb.org>>. Acesso em 20/05/2018.

⁸ Disponível em: <http://stoa.usp.br/clovisdsn/files/-1/10258/Montando+um+espectroscópio.pdf>

<i>átomo de hidrogênio</i>		
Aula 08: <i>Avaliando a Sequência</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Avaliação da sequência 	<i>Avaliação</i>

Detalhando a Sequência

Aula 01

Objetivos Específicos da Aula:

- Apresentar as etapas de aplicação da sequência didática aos alunos;
- Realizar o levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes e identificar, em uma perspectiva histórica, as principais etapas do desenvolvimento e da consolidação do atomismo a partir de uma problematização.
- Construir com os estudantes um mapa conceitual sobre a percepção deles acerca daquilo que compõe a matéria.

Conteúdos abordados:

- As primeiras especulações sobre a constituição da matéria;
- Transformação da matéria de Aristóteles;

Nesse primeiro encontro será aplicado um pré-teste para elencar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre a constituição da matéria e identificar a perspectiva histórica das principais etapas de desenvolvimento e consolidação do atomismo. Aliado a isso, busca-se identificar os subsunçores nas seguintes categorias: composição da matéria, concepções gregas sobre a matéria, o conceito de elemento, a representação do átomo, a interação da matéria com a radiação, a reflexão da luz na perspectiva atômico molecular e a geração de luz em lâmpadas incandescentes e fluorescentes. Para aplicação do pré-teste, estima-se um total de 20 minutos.

Em seguida, o professor poderá comentar com os estudantes a pergunta “do que as coisas são feitas” pelo homem há bastante tempo, e que, ao longo da história, várias teorias explicativas foram formuladas para tentar responde-la. Com o intuito de fomentar um debate acerca da composição das “coisas” e

fornecer elementos para a elaboração compartilhada de um mapa conceitual exiba o vídeo Tudo se transforma, Reações Químicas⁹.

Após o debate, o professor irá construir um mapa conceitual de forma na lousa de forma compartilhada com os estudantes sobre o tema abordado no vídeo com ênfase na estrutura de elaboração que o mapa conceitual exige.

Finalize a aula destacando a evolução nas maneiras de pensar sobre a natureza da matéria, da especulação filosófica às práticas experimentais quantitativas e, como preparação para a próxima aula, solicite aos estudantes para lerem os textos^{10,11}, responderem o questionário proposto e elaborar um mapa conceitual dos temas abordados nos textos.

Diante das respostas dadas no pré-teste, o professor poderá direcionar as próximas etapas da sequência didática, caso julgue necessário.

Aula 02

Objetivos Específicos da Aula:

- Apresentar as etapas de aplicação da sequência didática aos alunos;
- Apresentar o contexto teórico-experimental que influenciou na elaboração do modelo atômico de Dalton e J.J. Thomson.
- Descrever as hipóteses de Dalton e os experimentos de J.J. Thomson com raios catódicos que o levaram à descoberta do elétron.

Conteúdos abordados:

- Átomo de Dalton;
- Átomo de J.J Thomson.

Nessa aula, os estudantes são distribuídos nas estações investigativas de forma equilibrada. Em seguida, o professor irá promover a socialização dos

⁹ Vídeo com duração de onze minutos, disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=HLAxYoLDO7E>

¹⁰ Artigo da aula 01: O conceito de elemento da Antiguidade à Modernidade, de Maria da Conceição Marinho Oki, publicado na revista Química na Escola, disponível, na íntegra, em http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc16/v16_A06.pdf, acesso em 02/06/2018).

¹¹ Texto: artigo 200 anos da teoria atômica de Dalton, disponível em www.qnesc.sbq.org.br/online/qnesc20/v20a07.pdf, acesso em 01/06/2018).

mapas conceituais elaborados pelos estudantes sobre os assuntos abordados no texto disponibilizado na aula anterior.

Após a socialização, o professor irá abordar a caracterização do contexto teórico experimental que levaram a formulação dos modelos atômicos de Dalton e J.J Thomson. Nesse instante, retome os principais trabalhos de Dalton (1808): a formulação da hipótese atômica e o modelo das esferas maciças para o átomo. Explique que o trabalho de Avogrado (1811) corrigiu as falhas na teoria de Dalton e propiciou uma base explicativa consistente para os fenômenos conhecidos até então, isto é, explicava corretamente as massas e volumes obtidos nas reações químicas.

Apresente as experiências com descargas elétricas em gases que levaram a indícios de que os átomos continham partículas negativas. Para ilustrar estes experimentos sugerimos que exiba o vídeo: *Experiências com descargas elétricas em gases*¹². Aliado a isso, explique que os experimentos com descargas em gases, juntamente com experimentos de Faraday com a eletrólise, indicaram que o modelo de Dalton necessitava de uma reformulação que acomodasse a existência de cargas elétricas. Nesse momento, apresente o modelo de Thomson (1904) como a primeira proposta de um átomo com constituintes internos, isto é, um átomo que não era indivisível.

É muito importante destacar os motivos que levaram à substituição de um modelo por outro, de forma que os estudantes percebam a maneira como o conhecimento científico é desenvolvido e aprofundem os pontos que normalmente são discutidos na Química, principalmente a História e Filosofia da Ciência.

Como tarefa de casa sugere a elaboração de um mapa conceitual dos conteúdos estudados na aula.

Aula 03

Objetivos Específicos da Aula:

- Descrever a interpretação de E. Rutherford para o experimento de espalhamento de Geiger-Marsden e a formulação de um novo modelo.

¹² Trecho (de 28'00" a 30'40") do vídeo: *Experiências com descargas elétricas em gases* – disponível em < <https://www.youtube.com/watch?v=BkkoaXCLYGI>>, acesso em 30/05/2018).

Conteúdo abordado:

- Átomo de Rutherford.

Essa aula é destinada para interpretar os resultados observados no experimento de Geiger-Marsden. Para isso, cada estação investigativa deverá destacar os elementos evidenciados na simulação proposta do modelo de Thomson e compará-los com os elementos evidenciados na simulação do modelo de Rutherford. Essa atividade é conduzida por um roteiro constituído de questões que norteiam e fomentam um debate entre os componentes de cada estação investigativa. É importante que o professor, acompanhe as discussões em cada estação investigativa durante o desenvolvimento da atividade proposta, com o intuito de identificar interpretações equivocada a respeito da simulação, uma vez que se trata de um modelo. Os dez minutos finais dessa aula é reservado para a exibição de um vídeo¹³ sobre o experimento de Geiger-Marsden com duração de 3 minutos e orientações sobre a montagem do espectroscópio da próxima aula.

Aula 04**Objetivos Específicos da Aula:**

- Compreender a diferença entre modelo e realidade.
- Discutir os métodos desenvolvidos por Rutherford.

Conteúdo abordado:

- Átomo de Rutherford.

Nessa aula será desenvolvido um estudo investigativo sobre os métodos utilizados na modelagem do átomo proposto por Rutherford e sua relação com os métodos utilizados no século XXI. Para isso, cada estação investigativa utilizará um aparato experimental para identificar a forma de uma figura geométrica plana feita madeira colocada debaixo de um tampo de madeira. Essa atividade é acompanhada de um roteiro com questões norteadoras e permite esclarecer o conceito de núcleo que é fundamental para os estudantes

¹³ Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=HRmdkAAoZ5M>>. Acesso em: 02/06/2018

compreenderem o processo de construção da ciência e que muitas vezes só é mencionado em livros didáticos.

É importante ressaltar que os usos de modelos no Ensino de Ciências têm um caráter facilitador na compressão do que se pretende ensinar, mas pode levar a erros conceituais significativos e até mesmo o surgimento de visões simplistas ou superficiais daquilo que se pretende explorar. Nesse sentido, é importante que o professor conheça os elementos que podem levar a interpretação equivocada e os possíveis erros conceituais e trabalhe isso.

O professor deve comentar durante a aula que o experimento feito em 1909 foi executado pelos assistentes de Rutherford, Geiger e Marsden, mostrou que o modelo de Thomson não podia ser correto e descreva o contexto em que ele foi realizado, reforçando o que se sabia na época a respeito das partículas alfa e dos átomos em geral. Para isso sugerimos a palestra de Rutherford no recebimento do Nobel de 1908, *A natureza química das partículas alfa das substâncias radioativas*¹⁴ e o artigo *100 anos com o núcleo atômico*¹⁵.

Para o fechamento da aula, o professor deve destacar a importância do papel da lei de Coulomb no cálculo de Rutherford do tamanho do núcleo atômico, comparar o modelo proposto ao sistema planetário, comentar que na época não se sabia da existência de prótons e nêutrons, apenas de um núcleo de carga positiva e reforçar que o processo de construção do conhecimento é complexo e envolve a contribuição de diversos cientistas.

Ao final da aula é importante que o professor retome as recomendações sobre os materiais e as etapas de montagem do espectroscópio que serão utilizados na aula 05.

Aula 05

Objetivos Específicos da Aula:

- Interpretar espectros de emissão e absorção, em particular a presença de linhas brilhantes ou escuras.

¹⁴ Disponível em : http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/chemistry/laureates/1908/rutherford-lecture.html. Acesso em: 07/05/2018.

¹⁵ Disponível em: http://cienciahoje.uol.com.br/revista-ch/2011/278/pdf_aberto/nucleoatomico278.pdf. Acesso em: 07/05/2018.

- Explicar a absorção e a emissão de luz pela matéria em termos de transições eletrônicas nos átomos e moléculas.

Conteúdos abordados:

- Séries Espectrais;
- Modelo atômico de Bohr.

A quinta aula dessa sequência será destinada inicialmente para a montagem do espectroscópio e observação da luz de fontes luminosas e uma breve abordagem sobre o panorama histórico do desenvolvimento da espectroscopia. Nesse sentido, no início do século XIX, já se sabia da existência de “luz” fora da faixa visível do espectro (ultravioleta e infravermelho) e que os corpos incandescentes emitem luz com uma coloração que depende de sua temperatura. Assim, os espectros de emissão dos corpos incandescentes eram bem determinados experimentalmente, porém não eram bem explicados à luz das teorias clássicas.

A aula em questão vai permitir destacar elementos importantes que serão abordados na próxima aula. Nesse sentido, o estudo do modelo teórico do corpo negro poderá ser feito em outro momento.

É importante que os estudantes iniciem a montagem do espectroscópio em casa, deixando para fazer a finalização da montagem na presença do professor.

Aula 06

Objetivos Específicos da Aula:

- *Apresentar as características do modelo atômico de Bohr para o átomo de hidrogênio.*

Conteúdos abordados:

- Modelo atômico de Bohr.

A sexta e a sétima aula dessa sequência é destinada à abordagem das características do modelo atômico de Bohr para o átomo de hidrogênio. Para isso, o professor inicia a abordagem discutindo sobre a instabilidade do modelo de

Rutherford para posteriormente introduzir a forma pela qual Bohr apresentou a solução para este problema. Em seguida, partindo da indicação de alguns postulados em seu caráter semiclássico e da ideia de Planck, segundo a qual a energia não seria emitida continuamente, mas em pequenos “pacotes” de energia denominados quanta, discuta as hipóteses de quantização das órbitas. Caso julgue necessário, faça uma breve abordagem sobre os estudos de um corpo negro que trouxeram a ideia de quantização.

A partir deste ponto e considerando o momento angular orbital do elétron empregue os conceitos de energia cinética e das órbitas circulares para evidenciar os aspectos da Física Clássica inseridos nos conceitos inovadores do modelo atômico de Bohr e demonstre a função para determinação dos raios e a fórmula de Bohr que prevê com grande precisão os níveis energéticos para o átomo de hidrogênio.

Ao final da aula, o professor deverá solicitar aos estudantes dispostos nas estações investigativas uma síntese das concepções dos modelos estudados até o momento. A síntese poderá ser feita no formato de mapa conceitual.

O professor poderá utilizar outra estratégia para caracterizar o modelo atômico de Bohr para o átomo de hidrogênio.

Aula 07

Objetivos Específicos da Aula:

- *Apresentar as características do modelo atômico de Bohr para o átomo de hidrogênio.*

Conteúdos abordados:

- Transições no átomo de Bohr

Esta aula é dedicada à caracterização das transições possíveis no átomo de hidrogênio a partir da emissão e absorção de fótons segundo as concepções de Bohr. A abordagem proposta é de o professor faça de maneira expositiva explorando o diagrama de energia para o átomo de hidrogênio e da equação de energia dos estados estacionários demonstrada na aula anterior.

Os primeiros dez minutos da aula são destinados à socialização das sínteses elaboradas pelos estudantes sobre os modelos atômicos estudados até

o momento. Nesse momento, o professor deverá conduzir a explanação de cada estação investigativa de modo que eles possam destacar as características de cada modelo e os principais pontos que levaram à elaboração de um novo modelo a fim de adquirirem elementos para a construção de um mapa conceitual de toda abordagem da sequência aplicada.

Na construção dos mapas conceituais é importante que os estudantes organizem uma boa relação entre os conceitos estruturais e de eventos de forma hierarquizada, partindo das concepções gregas até os elementos mais estruturais do modelo atômico de Bohr.

Aula 07

Objetivos Específicos da Aula:

- *Apresentar as características do modelo atômico de Bohr para o átomo de hidrogênio.*

Aula 08

Objetivos Específicos da Aula:

- *Avaliar a sequência didática e elaborar um mapa conceitual sobre os conteúdos abordados na sequência.*

A última aula dessa sequência tem o objetivo de avaliar a aplicação da sequência didática aplicada de duas formas distintas. A primeira consiste na análise dos mapas conceituais dos conteúdos estudados e a segunda em uma avaliação formativa dos conteúdos estudados na aplicação da sequência. Desse modo, busca-se observar se os subsunçores identificados, ou não, tanto na aplicação do pré-teste, quanto àqueles que surgiram durante a abordagem foram reformulados ou construídos para a acoplagem dos novos elementos abordados e resultaram num aprendizado de ordem superior implicando numa aprendizagem significativa.

Materiais de Intervenções Didáticas

O produto educacional em questão dispõe dos seguintes materiais de intervenções didáticas: dois textos¹⁶ ¹⁷ preparatórios, um roteiro de elaboração de mapas conceituais, três roteiros experimentais, um pré-teste e um teste final.

A1. Pré-teste

O pré-teste busca elencar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre a constituição da matéria e identificar as percepções sobre a histórica das principais etapas de desenvolvimento e consolidação do atomismo. Desse modo, identificaríamos o cenário no qual poderíamos desenvolver um trabalho mais adequado, voltado para a integração dos novos conhecimentos à estrutura cognitiva dos estudantes de forma hierárquica, se partíssemos dos subsunçores presentes na estrutura cognitiva dos estudantes.

Pré-teste – Aula 01

¹⁶ O conceito de elemento da Antiguidade à Modernidade, de Maria da Conceição Marinhoh Oki, publicado na revista Química na Escola, disponível na íntegra, em http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc16/v16_A06.pdf, acesso em 02/06/2018.

¹⁷ 200 anos da teoria atômica de Dalton, disponível em www.qnesc.s bq.org.br/qnesc20/v20a07.pdf, acesso em 01/06/2018.

Identificação do estudante

Nome: _____

Segundo Anaxímenes

“...o ar infinito era o princípio, do qual provêm todas as coisas que estão a gerar-se, e que existem, e que não-de existir, e os deuses e as coisas divinas, e o resto proveniente dos seres por eles produzidos. A forma do ar é a seguinte: quando ele é muito igual, é invisível à vista, mas é revelado pelo frio e pelo calor e pela humanidade e pelo movimento. O ar está sempre em movimento: é que as coisas que mudam, não mudam a menos que haja movimento. Com o aumento da densidade ou da rarefação, o ar toma diferentes aspectos; pois, quando se dissolve no que é mais subtil, torna-se fogo, ao passo que os ventos são, por sua vez, ar condensado, e a nuvem é produzida a partir do ar por compressão. Quando se condensa ainda mais, produz-se a água; com um maior grau de condensação produz-se a terra, e quando condensado ao mais alto grau, as pedras. Donde resulta que os componentes com maior influência na geração são contrários, a saber, o calor e o frio.”

Hipólito, Refutatio I, 7, 1.

1. Do que as “coisas” são feitas?

2. Quais eram as concepções dos filósofos gregos sobre a matéria?

3. Dentro do contexto abordado na questão anterior, o que você entende por elemento?

4. Faça um desenho do modelo de átomo que você conhece.

5. Considere os fenômenos envolvidos a seguir e apresente uma descrição em nível atômico-molecular para cada um deles.

a. A solidificação da água.

b. O aquecimento de uma barra de ferro quando colocada com uma das extremidades em contato direto com o fogo.

c. A evaporação da água nas roupas quando expostas ao sol.

d. A mudança de pressão sobre uma substância.

6. Tendo em vista que a matéria é constituída de átomos, o que ocorre quando um material fica exposto a algum tipo de onda eletromagnética?

7. De que modo poderíamos explicar a reflexão da luz numa perspectiva atômico-molecular?

8. Explique o processo pelo qual uma lâmpada incandescente e uma lâmpada fluorescente produz luz.

Tarefa sugerida – Aula 01

Leia o Texto, faça uma síntese e responda as questões a seguir:

Trecho do artigo *O conceito de elemento da Antiguidade à Modernidade*, de Maria da Conceição Marinho Oki, publicado na revista *Química na Escola*, disponível, na íntegra, em http://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc16/v16_A06.pdf, acesso em 02/05/2018.

Elementos: os princípios constituintes da matéria

A origem do nome elemento encontra-se relacionada ao vocábulo grego "stocheion", correspondente ao termo latino "elementum", que reúne três letras consecutivas do centro do alfabeto latino: L, M e N (Lockemann, 1960). Aristóteles usou a palavra "stocheion", que significava para ele tanto elemento quanto princípio. Essa palavra foi posteriormente adotada nas várias línguas européias.

Elementos, princípios e átomos acompanhar-nos-ão em toda a história da Química, mas não assinalam uma unidade, uma continuidade conceitual à qual a história da Química esteja submetida (Bensaude-Vincent e Stengers, 1992).

O uso desses termos nos diferentes contextos denota as divergências existentes nas explicações das qualidades da matéria manifestadas na sua aparência e nas suas transformações sustentadas em diferentes bases interpretativas.

O conceito de elemento começou a se estruturar a partir da necessidade de explicação das mudanças observadas na natureza; os filósofos pré-socráticos foram os primeiros a tentar justificar o que aparentemente mudava e o que permanecia sem alteração, estando esse conceito vinculado às especulações desses filósofos sobre os princípios constituintes da matéria, ou seja, a sua causa primária, a sua essência.

Tales de Mileto (624-544 a.C.) considerou a água o único e primordial princípio responsável pela multiplicidade dos seres. Anaximandro (610-546 a.C.), discípulo de Tales, foi o primeiro a usar o termo "arché", que significa princípio; no entanto, discordava de Tales em relação à explicação da existência de um único princípio, o que considerava uma limitação. Segundo ele, o princípio de tudo seria o "apeiron", uma substância primária, indeterminada e imaterial.

Empédocles (490-430 a.C.) usou em suas explicações a idéia de quatro princípios ou elementos primordiais:

terra, água, ar e fogo. O amor e o ódio eram as forças antagônicas que promoviam a união ou dissociação dos quatro elementos e explicavam as mudanças observadas no mundo. Esse filósofo não utilizou em seus textos a palavra elemento, substituindo-a por raízes, mas mantendo o mesmo significado. "O termo elemento parece ter sido utilizado pela primeira vez por Platão" (Maar, 1999).

Os quatro "elementos-princípios" de Empédocles foram adotados pelo importante filósofo grego Aristóteles (384-322 a.C.), que lhes atribuiu qualidades. Um estudo das obras de Aristóteles revela que a sua visão sofreu algumas modificações ao longo do tempo (Mierzecki, 1991). No seu trabalho "Física", no qual examina conceitos gerais relativos ao mundo físico, Aristóteles declarou a existência de somente três elementos; na sua obra "Sobre a geração e a corrupção", considerou a existência de quatro elementos e, em "Sobre o céu", onde apresenta estudos sobre o mundo sideral e sublunar, acrescentou o quinto elemento: o éter, a matéria constituinte dos corpos celestes. Posteriormente, esse último elemento foi chamado de quinta essência, caracterizando-se como o princípio formador de todos os corpos existentes no mundo supralunar, ou seja, a parte do Universo que se inicia com a Lua (Chassot, 1995).

Aristóteles considerava que tudo era formado por uma matéria de base ou substrato "hylé"; a este se juntavam as qualidades responsáveis pela sua aparência e forma. Essas qualidades elementares eram: quente, seco, frio e úmido. Todas as substâncias existentes seriam formadas pelos quatro elementos e cada elemento era caracterizado por um par de qualidades.

O conceito de "elemento-princípio" oriundo da filosofia grega revela uma ciência baseada nas qualidades aparentes dos corpos e que são percebidas pelos sentidos e o importante papel conferido à observação e à contemplação. Essa é uma ciência que concebe a realidade natural como um

mundo hierarquizado com lugares pré-determinados para todas as coisas.

A concepção de que a mudança na proporção quantitativa dos elementos constituintes podia levar à mudança nas propriedades e aparência dos corpos foi a base teórica para a crença na transmutação de metais menos nobres naquele cuja combinação de qualidades seria a mais perfeita possível: o ouro. Essas tentativas foram empreendidas por alquimistas árabes e europeus durante o período medieval usando-se vários procedimentos e operações.

Nesse período, os quatro elementos de Empédocles e, posteriormente, de Aristóteles, eram considerados como existentes em todas as substâncias; os metais, por exemplo, não eram considerados como corpos simples.

Atribui-se a Jabir ibn Hayyan, um alquimista árabe sobre o qual não se tem certeza sobre as suas origens, mas que teria vivido entre os séculos VIII e IX, a introdução da teoria do "enxofre-mercúrio", baseada numa concepção dualista. Segundo essa teoria, todos os corpos seriam formados em diferentes proporções por dois princípios: o enxofre, portador da propriedade combustibilidade, e o princípio mercúrio, carregador da metalicidade.

A transmutação seria possível pela modificação da composição natural dos corpos. O ouro era o metal que encerrava uma composição ideal dos constituintes enxofre e mercúrio e uma maior pureza.

Esses "elementos-princípios" introduzidos no período da Alquimia ficaram conhecidos como espagíricos e a eles foi adicionado por Paracelso (1493-1541), no século XVI, o elemento sal, causador da solubilidade dos corpos e cuja presença estava relacionada à estabilidade.

Devemos considerar que, no contexto em que foram propostos, os elementos enxofre e mercúrio eram princípios abstratos, numa concepção metafísica de elemento, não devendo ser confundidos com as substâncias reais que desde aquela época e até hoje têm o mesmo nome.

O conceito de elemento começou a se estruturar a partir da necessidade de explicação das mudanças observadas na natureza

1) Apresente as concepções sobre a matéria dos filósofos de acordo com o texto lido.

a. Tales de Mileto:

b. Empédocles:

c. Anaximandro:

d. Aristóteles:

2) Qual é a diferença entre elemento e corpo simples?

3) Quais são os critérios modernos para uma conceituação de elemento químico?

4) Apresente a nova maneira de interpretar os dados experimentais que colocou em cheque o segundo postuldo de Dalton?

A2. Roteiros de atividades

Roteiro para a elaboração de Mapas Conceituais – Aula 01

Os mapas conceituais são importantes ferramentas gráficas que representam as conexões de natureza diversa entre os vários elementos constituintes de qualquer área do conhecimento e auxiliando o aprendizado. Desse modo, ele deve indicar as relações entre os conceitos conectados por setas.

Um aspecto importante é que ele revela o nível de compreensão individual que cada indivíduo possui sobre um determinado tema. Nesse sentido, as etapas de elaboração proporcionam o exercício do pensar bem e desenvolvem as habilidades de raciocínio à medida que as relações entre os conceitos são estabelecidas, além de promover um aprendizado significativo. Dessa maneira, tornam-se ferramentas indicativas de aprendizado colocando o envolvido numa situação de confronto ao se deparar as falhas apontadas pelo mapa.

Etapas de Elaboração

- I. Selecione os conceitos julgados importantes;
- II. Destaque o conceito selecionado com uma figura geométrica;
- III. Em ordem hierárquica, ligue por seta os conceitos e utilize uma ou mais proposição para estabelecer uma relação entre eles;
- IV. Estabeleça mais de uma ligação entre os conceitos por setas de setores distintos, caso julgar necessário.

Modelos de Mapas



Figura 01: Mapa conceitual sobre as leis de Newton¹⁸

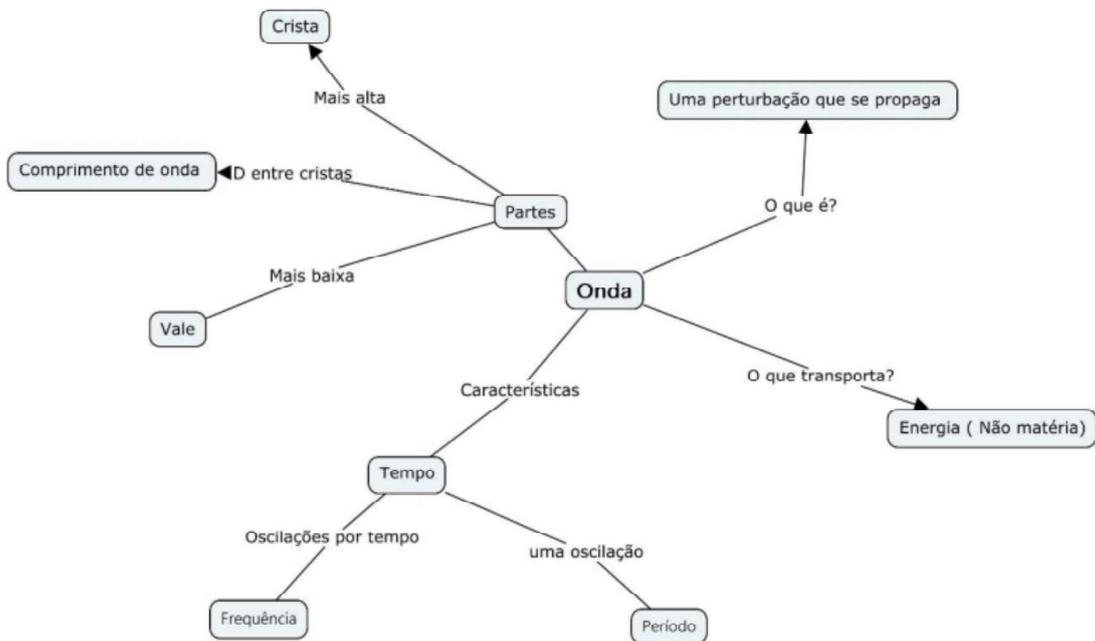


Figura 02: Mapa conceitual sobre onda¹⁹

¹⁸ Disponível em (<http://1.bp.blogspot.com/-5f7TfCw3iQs/UMatCHeADdI/AAAAAAAAAXY/RnVxEHkR&uI/s1600/Leis+de+Newton.jpg>) acessado em 27 de agosto de 2013 às 9h19

¹⁹ http://mnpef.fis.unb.br/download/Laelton_Dissertacao

Simulador PhET Colorado²⁰: Experiência da folha de ouro de Rutherford - Aula 03

Identificação do Estudante

Nome: _____

Vá para *PhET.Colorado.edu*. Uma vez lá, vá para a guia reproduzir com simulações e clique na guia HTML5. Role para baixo e encontre a dispersão de Rutherford. Quando a nova janela aparece, clique no botão “reproduzir” para abrir a simulação.

Uma vez que a simulação se abra, clique sobre o átomo de Rutherford.

Átomo de Rutherford

Uma vez aberto, defina o número de prótons para 20 e clique no botão azul, acima das partículas alfa, para começar a disparar partículas alfa para a folha de ouro.

1. Clique no botão EXIBIR TRAJETÓRIA. O que você percebe sobre os caminhos da maioria das partículas alfa?

2. Aumente o número de prótons para 60. A maneira como as partículas alfa se movem se altera? Se sim, explique como.

²⁰ Atividade: Atomic models homework (Inquiry based produzida por Sam McKagan, Kathy Perkins and Carl Wieman, disponível em <<https://phet.colorado.edu/en/contributions/view/2979>>, acesso em 01/07/2018.

3. Agora, aumente o número de prótons para 100. Como esse aumento muda a maneira como as partículas alfa se movem através da folha de ouro em comparação com quando você começou? Por que você acha que essa mudança ocorreu?

4. Repita os passos acima, variando quantos nêutrons estão presentes junto com os prótons. Isso muda como as partículas alfa viajam? Por que não?

5. Clique na esfera vermelha/cinzenta e redefina o número de prótons para 20. Observe e descreva como as partículas alfa se movem em relação ao núcleo. Faça um esboço do movimento.

6. Clique na esfera vermelha/cinzenta e redefina o número de prótons para 20. Observe e descreva como as partículas alfa se movem em relação ao núcleo. Faça um esboço do movimento.

7. Agora aumente o número de prótons para 100. Observe e descreva como as partículas alfa se movem em relação ao núcleo. Faça um esboço do movimento.

8. Como as situações citadas na questão 6 e 7 diferem entre si? Por que chegou a essa conclusão?

Átomo do pudim de ameixa

1. Mude a simulação para o átomo de pudim de ameixa. Uma vez que a simulação se abra, clique no botão *Trace*. Clique no botão azul da arma de partículas alfa para ativar as partículas alfa. Que tipo de caminho as partículas alfa tomam?

2. Como esse comportamento difere daquele obtido da simulação de Rutherford?

Conclusão

1. Por que você acha que nosso modelo do átomo mudou após a experiência de Rutherford?

2. Por que as partículas alfa foram desviadas pelo núcleo e não atraídas por ele?

Espalhamento de Rutherford²¹ - Aula 04

Identificação do Estudante

Nome: _____

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

²¹ *Adaptação do artigo: O espalhamento de Rutherford em sala de aula, Siqueira, Maxwell e Pietrocola, Maurício, disponível em Física na Escola, v. 11, n. 2, 2010*

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?

Roteiro – Construindo um espectroscópio²² - Aula 05

1- Materiais para realização da atividade

Fita isolante e fita adesiva comum; papel *color set* preto; um CD; cola e régua; estilete e tesoura; tubo de papelão (fig.1).



Figura 01: materiais de montagem

2- Montagem do espectroscópio

2.1- Com o papel *color set*, construir um cilindro de 4 cm de diâmetro e de 10 cm de comprimento. Use um tubo de papel toalha como dispositivo para enrolar o papel.

2.2- Faça duas tampas com abas para o cilindro utilizando o papel preto. Em uma das tampas, usando o estilete, faça uma fenda fina de aproximadamente 2 cm por 1 mm. Na outra tampa, faça uma abertura no centro de mais ou menos 1 cm por 1 cm (fig.2).

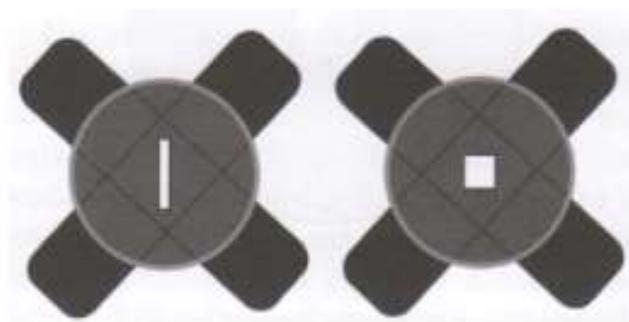


Figura 02: Tampas com abas

²² Construindo um espectroscópio de mão, Disponível em: https://disciplinas.usp.br/pluginfile.php/53140/mod_resource/content/1/Montando%20um%20espectroscópio%5B1%5D.pdf.

2.3- Retire a película refletora do CD usando fita adesiva (fig.3).



Figura 03: CD com parte refletora parcialmente retirada

2.4- Depois de retirar a película, recorte um pedaço do CD (mais ou menos 2 cm por 2 cm). Utilize preferencialmente as bordas, pois as linhas de gravação são mais paralelas; conseqüentemente, a imagem será melhor. É importante fazer uma marcação no pedaço recortado do CD para não esquecer em qual posição as linhas são paralelas (fig.4).

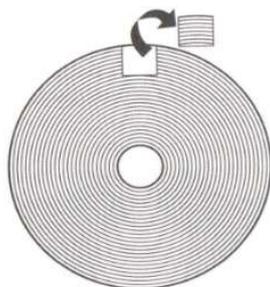


Figura 04: Recorte do disco

2.5- Cole as tampas no cilindro, deixando a fenda alinhada com a abertura. Fixe o pedaço recortado do CD na tampa com a abertura, usando fita isolante apenas nas bordas. O ideal é alinhar as linhas de gravação paralelamente à fenda do espectroscópio, pois assim as imagens que observaremos também estarão alinhadas com a fenda (fig.5).

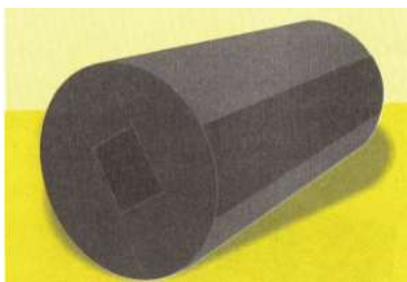


Figura 05: espectrômetro montado

2.6- Para evitar que a luz penetre no interior do tubo por eventuais frestas, utilize fita isolante para vedar os pontos de união entre o cilindro e as tampas.

A3. Teste Final

Identificação do Estudante – Aula 08

Nome: _____

Instruções

1. Preencha convenientemente o cabeçalho.
2. Responda às questões com caneta de tinta AZUL ou PRETA. Respostas a lápis não terão direito à revisão.
3. Evite rasuras. Não use corretivo.
4. Rasuras nas respostas objetivas implicarão na anulação das mesmas.
5. A avaliação é individual, sem qualquer consulta.
6. Não rabisque o teste, trata-se de um documento.
7. Escreva o que foi pedido sendo objetivo (a) em suas respostas.
8. Dúvidas em relação ao conteúdo não serão esclarecidas durante a prova.
9. Não empreste e nem solicite material (lápis, borracha, caneta, calculadora, etc.).
10. Revise toda a prova antes de entregá-la.
11. Leia as questões com atenção. A interpretação faz parte do Teste!

Reflexão:

Do que é formada a matéria e como estão organizadas as partículas que a formam?

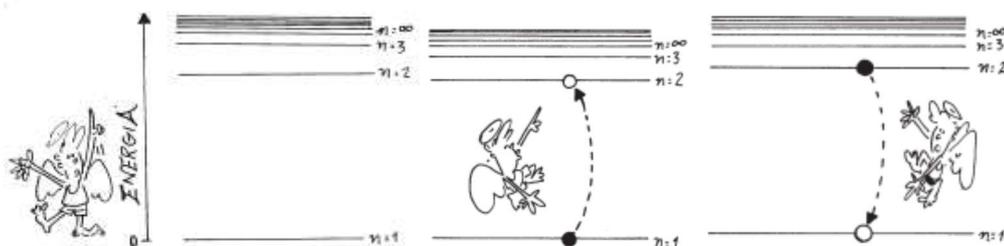


Figura 01: transições no átomo de Bohr.

BOM TESTE!

Prof. Demuthey Rodrigues

Questão 01

Leia o texto

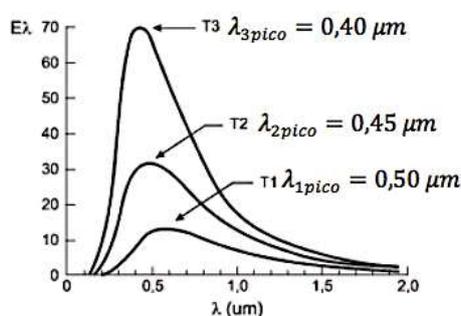
...Aristóteles transmitiu aos seus sucessores uma imagem do mundo que incluía muitos traços herdados dos seus predecessores pré-socráticos. Adotou os quatro elementos de Empédocles: terra, água, ar e fogo, caracterizado cada um deles por um único par de qualidades primárias, calor, frio, umidade e secura. Cada elemento tinha o seu lugar natural no cosmos ordenado, em direção ao qual tinha tendência para ir por meio de um movimento característico; assim, os sólidos terrestres caíam, enquanto o fogo se erguia cada vez mais alto...

Fonte: Aristóteles: Ciência e Explicação, disponível em https://www.pucsp.br/pos/cesima/schenberg/alunos/paulosergio/ciencia_explicacao.html. (Acesso: 10/08/2018)

O conceito de matéria passou por várias reformulações até as primeiras concepções do Século XIX. Nesse sentido, explique as concepções de átomo propostas por John Dalton.

Questão 02

A figura 1 mostra o gráfico da intensidade de radiação por comprimento de onda emitida por um corpo negro para diferentes temperaturas. Dados: Constante de Wien: $b = 2,9 \cdot 10^{-3} m \cdot k$;



Com base nas informações do gráfico responda.

- Qual das três curvas apresenta maior temperatura?
- Determine o valor da maior temperatura em k.

Questão 03

Em 1912-1913, Niels Bohr (1885-1962), um físico dinamarquês, propôs modificações na teoria de Rutherford, de maneira a compatibilizá-la com as ideias de Maxwell, segundo as quais uma partícula acelerada emite continuamente radiação.

MENDES, Carlos; MARIANO, Wilson; PAZ, Maria. Física Ensino Médio. 3.ª série. Livro 1. 1. ed. Belo Horizonte: Editora Educacional, 2012. (Fragmento)

- a. Contrariamente às expectativas baseadas na Física Clássica, um sistema atômico pode existir em vários estados. Como são chamados esses estados?

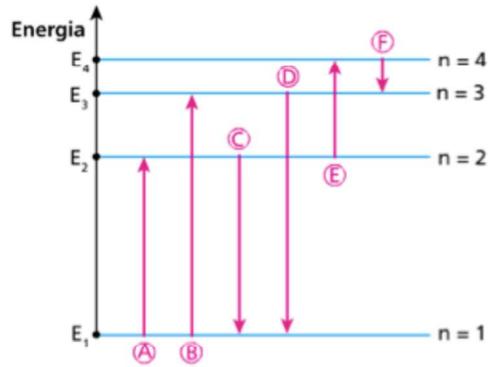
- b. O que ocorre quando há uma rápida transição entre dois estados estacionários de energia?

- c. Como determinar a diferença de energia do átomo entre dois estados estacionários?

Questão 06

O diagrama abaixo apresenta algumas transições no átomo de hidrogênio. Nesse esquema, $n = \infty$ significa que o elétron foi removido do átomo, ou seja, o átomo está ionizado.

Dado: constante de Planck: $h = 4,14 \cdot 10^{-15} \text{ eVs}$ e $1\text{eV} = 1,6 \cdot 10^{-19}\text{J}$



- Quais transições correspondem à absorção?
- Determine a energia dos quatro primeiros estados estacionários.
- Calcule a frequência da luz liberada na transição C.

Questão 05

Em 1909, Ernest Rutherford e colaboradores realizaram um experimento que levou a reformulação do modelo de átomo, o modelo planetário. Esse modelo sofreu várias críticas na época em que foi elaborado, pois apresentava alguns problemas que não podiam ser solucionados pelas leis da mecânica e do eletromagnetismo.

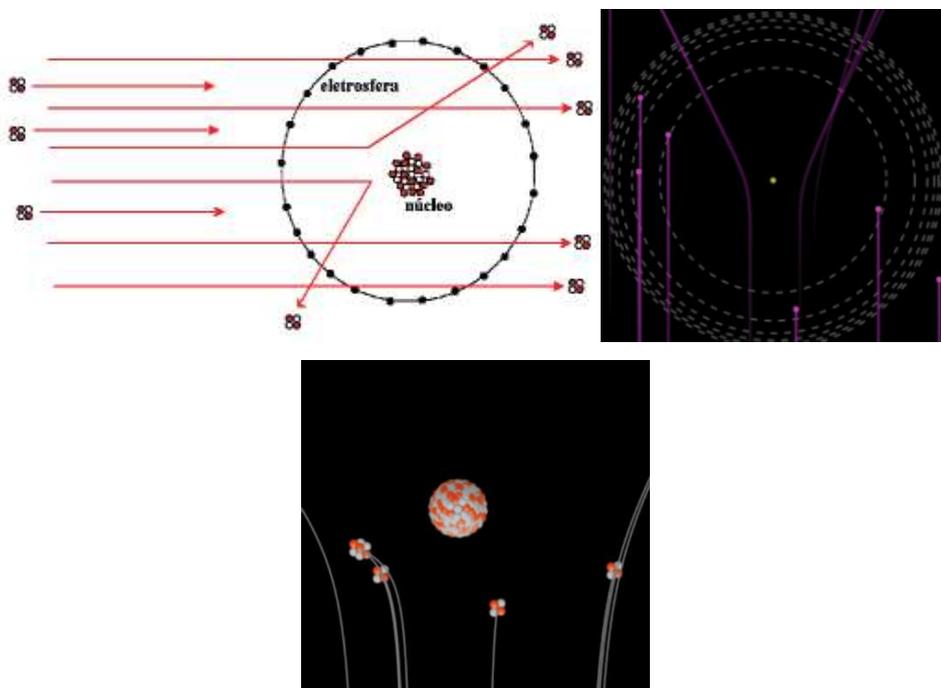
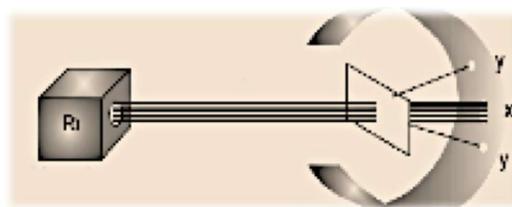


Figura1: Modelo atômico planetário de Rutherford

Considerando esse contexto responda:

a. Qual o tipo de partícula utilizada neste experimento?

b. Por que a maioria das partículas passaram direto pela folha metálica?

c. O que representam os pontos y na figura?

d. Explique o raciocínio que levou Rutherford a propor seu modelo atômico.

Referências Bibliográficas

BROCKINGTON, G. **A realidade escondida: a dualidade onda-partícula para estudantes do Ensino Médio**. 268 f. Mestrado em Ensino de Ciências, modalidade Física e Química – Programa Interunidades, Universidade de São Paulo, SP, Brasil, 2005.

DA SILVA, André Coelho; DE ALMEIDA, Maria José Pereira Monteiro. Física quântica no ensino médio: o que dizem as pesquisas. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 28, n. 3, p. 624-652, jan. 2011. ISSN 2175-7941. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/22296>>. Acesso em: 18 jan. 2018. doi:<https://doi.org/10.5007/2175-7941.2011v28n3p624>.

DODGE, M e KITCHEN, R. Mapping cyberspace. London: Routledge, 2001.

FAZENDA, I. **Interdisciplinaridade: história, teoria e pesquisa**. 4 ed. Campinas: Papyrus, 1999.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 18ª ed. São Paulo: Paz e Terra, 1988.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa, organizadores prévios, mapas conceituais, diagramas V e unidades de ensino potencialmente significativas. I **Encontro Regional de Aprendizagem Significativa I ERAS NORTE**. UEPA, Belém, 2013. Acesso em: 23 abr. 2014.

MOREIRA, M. A. **Teorias de aprendizagem**. 2 ed. São Paulo: EPU, 2011.

MOREIRA, M. A. **Mapas conceituais e aprendizagem significativa**. São Paulo: Centauro, 2010.

MOREIRA, M.A. y BUCHWEITZ, B.. **Mapas conceptuais**. São Paulo: Moraes, 1987.

MORIN, E. **A cabeça bem feita**: Repensar a reforma repensar o pensamento. 6 ed. Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil, 2008.

NOVAK, J.D. e GOWIN, D.B. (1996). Aprender a aprender. Lisboa. Plátano Edições Técnicas. Tradução ao português, de Carla Valadares, do original Learning how to learn. 212p.

OKADA, A. e ZEILIGER, R. (2003). "The Building of Knowledge through Virtual Maps in Collaborative Learning Environments". Proceedings of EDMEDIA . Hawai USA (p. 1625-1628).

OLIVEIRA, F. F.; VIANNA, D. M.; GERBASSI, R. S. Física moderna no ensino médio: o que dizem os professores. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 29, n. 3, p. 447-454, Seção Pesquisa em Ensino de Física, 2007. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/061108.pdf>>. Acesso em: 03 jan. 2018

PEREIRA, ALEXSANDRO PEREIRA DE.; OSTERMANN, FERNANDA. Sobre o ensino de física moderna e contemporânea: uma revisão da produção acadêmica recente. **Investigações em ensino de ciências. Porto Alegre**, v. 14, n. 3, p. 393-420, dez. 2009.

REZENDE JUNIOR, Mikael Frank; CRUZ, Frederico Firmo de Souza. Física Moderna e Contemporânea na formação de licenciandos em Física: necessidades, conflitos e perspectivas. **Ciência & Educação**, Bauru v. 15, n. 2, p. 305-21, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132009000200005>. Acesso em: 10 jan. 2018.

SANCHEZ, L. B. Lipman e o Ensino de Uma filosofia ideal. **APRENDER - Cad. de Filosofia e Psic. da Educação Vitória da Conquista**, v. 4, n. 13, p. 29-48, jan/jun. 2005.

SILVA FILHO, O.; FERREIRA, M. TEORIAS DA APRENDIZAGEM E DA EDUCAÇÃO COMO REFERENCIAIS EM PRÁTICAS DE ENSINO: AUSUBEL E LIPMAN. **Revista do Professor de Física**, v. 2, n. 2, 28 ago. 2022.

SILVEIRA, R. J. T. **Matthew Lipman e a filosofia para crianças três polêmicas:** polêmicas do nosso tempo. São Paulo: Editora Autores Associados, 2003.

SIQUEIRA, M.; PIETROCOLA, M. O espalhamento de Rutherford na sala de aula. *Física na Escola*, v. 11, n. 2, p. 9-11, out. 2010.

SOUSA, N. A.; BORUCHOVITCH, E. Mapas Conceituais: Estratégia de ensino/aprendizagem e ferramenta avaliativa. **Educação em Revista**. Belo Horizonte, v. 26, n. 3, p. 195-218, dez. 2010.

TERRAZZAN, E. A. A inserção da física moderna e contemporânea no ensino de física na escola de 2º grau. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 9, n. 3, p. 209-214, dez. 1992.