

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO – FACULDADE DE EDUCAÇÃO

METODOLOGIA DE ENSINO I – EDM425
Licenciatura em Física

MÓDULO INOVADOR – 2008

O BRILHO VAI ALÉM

José Pedretti Neto
Marcos de Abreu Silva
Marcelo Clayton de Jesus e Souza
Nelson Larios

Prof. Maurício Pietrocola

Índice

Apresentação	3
Objetivos	3
Introdução	3
Aula 1 - Introdução dos fenômenos de fluorescência e fosforescência	5
Aula 2 - Transições eletrônicas no átomo de Bohr	6
Aula 3 – A energia e o efeito de fosforescência e fluorescência	7
Aula 4 – Abordagem experimental e contexto histórico	7
Aula 5 - Transformando a lâmpada negra	10
Anexos	12

Apresentação

Desde os primórdios da humanidade os fenômenos luminosos nos encantam de tal forma que hoje em dia, com a tecnologia atual, estamos imersos num mundo de luzes, artificiais e naturais. Dentre essas é comum se imaginar que para algo emitir luz, a temperatura ambiente, ele precisa estar plugado a alguma fonte de energia, porém, como explicar o porquê do brilho da camiseta branca de uma pessoa que dança alucinadamente numa discoteca?

Fenômenos como esse podem ser explicados pela física por meio de fluorescência e fosforescência.

Desta forma o módulo em questão procura formalizar aos estudantes do ensino médio como ocorrem esses fenômenos, bem como suas aplicações, a fim de que possam, por exemplo, “ver” os elétrons saltitantes tão presentes nas lâmpadas frias.

Objetivos

Preende-se que ao final desse módulo os alunos compreendam os conceitos e processos envolvidos nos fenômenos de emissão por fluorescência e fosforescências sendo capazes, por exemplo, de explicar nos termos da física moderna, fenômenos como os ponteiros do relógio brilhando no escuro ou a emissão de luz pelas lâmpadas frias.

Introdução

Num mundo onde a tecnologia está cada vez mais presente poderíamos dizer que sua compreensão está cada vez mais distante do cidadão comum. O mais incrível de toda essa história é que tudo parece funcionar por pura magia, algo realmente místico. Celulares, televisores, computadores, videogames e toda essa parafernália tecnológica estão mais do que presentes no dia-a-dia das pessoas, mas como elas funcionariam?

Um exemplo que pode ilustrar de forma bastante clara o quão longe de observar o mundo de forma racional está o cidadão comum é uma pergunta que os professores costumam ouvir - Mas afinal, para que serve a física? É incrível que alunos continuem fazendo esta pergunta numa área responsável pelo funcionamento de todos os equipamentos presentes no dia-a-dia do aluno.

Desta forma considerando que a grande maioria dos estudantes não será cientista é papel da escola proporcionar-lhe a oportunidade de enxergar o

mundo de outra forma. Grande parte do papel da educação científica na escola estaria cumprido se um ex-aluno aos seus trinta anos, naqueles dias de contemplação de seu derredor, olhasse para uma lâmpada fria e imaginasse os elétrons decaindo dos níveis energéticos mais altos para os níveis energéticos mais baixos com a consequente emissão de um fóton. É com este ponto de vista da escola como responsável pelo desenvolvimento no aluno de uma visão de mundo científica que elaboramos este módulo.

Assim escolhemos um tema que versa sobre física moderna, assunto que está sendo introduzido no ensino médio. Ao pensar qual tema abordaríamos percebemos que tínhamos dois caminhos a seguir para tratar a tal Física Moderna. O primeiro caminho seria um tema que não pudesse ser vinculado com nada prático, nada do cotidiano do aluno. Para desenvolver esse tipo de tema são necessárias atividades que se bem elaboradas podem levar o aluno a compreender o tema, porém será difícil tirá-lo do abstrato. O segundo caminho seria escolher um tema com teoria robusta, interessante e que pudesse fazer com que o aluno descobrisse um pouco mais sobre o mundo que lida. Optamos pelo segundo caminho escolhendo o tema Fluorescência e Fosforescência que num brilhante golpe de marketing intitulamos O BRILHO VAI ALÉM.

AULA 1

TEMA

Fenômenos de fluorescência e fosforescência no cotidiano.

OBJETIVO

Introduzir os alunos ao fenômeno de fluorescência e fosforescência, além de, experimentalmente, estabelecer as possíveis relações entre esses efeitos e o tipo de lâmpada utilizada e relacionar essas lâmpadas com um espectro de emissão, utilizando o espectroscópio (ver em anexos, apêndice 1 – “construindo um espectroscópio”).

CONCEITOS E CONTEÚDO FÍSICO

Fluorescência, fosforescência, espectro eletromagnético e espectroscopia.

PRÉ-REQUISITOS

Átomo de Bohr, Dualidade onda-partícula, relação entre frequência-cor-energia, interação fóton/matéria.

MATERIAL

Lâmpadas de Luz Negra, LED UV e outras cores, lâmpadas incandescentes (normal e / ou de cores variadas), espectroscópio simples.

Material fluorescente - água Tônica, caneta marca texto lumicolor, carteira de motorista novo modelo, pulseira de danceteria.

Material fosforescente - enfeites que brilham no escuro, presilha de cabelo que muda de cor no sol, Relógio com Ponteiro que brilha no escuro, interruptores.

Módulos da aula 1	Previsão
Apresentar vários objetos e situações de fluorescência e fosforescência aleatoriamente e aparentemente sem qualquer ligação e questionar com os alunos a causa aparente desse efeito.	05 min
Executar o experimento 1, propondo aos alunos anotarem os resultados em uma tabela (modelo anexo), pois servirão para as discussões da próxima aula.	45 min

ABORDAGEM PRINCIPAL DA AULA 1

Essa aula deve sensibilizar o aluno quanto ao questionamento de fenômenos até então sem explicação palpável e promover a classificação e identificação quanto aos dois tipos de fenômenos da emissão de luz por objetos. Dar significado real e contextualizar a física em

seu cotidiano fundamentando que o mundo ao seu redor é bem modelado quando embasado de conceitos científicos.

AULA 2

TEMA

Transições eletrônicas no átomo de Bohr.

OBJETIVO

Relacionar os efeitos vistos na primeira aula com as transições eletrônicas no átomo de Bohr.

CONCEITOS E CONTEÚDO FÍSICO

Átomo de Bohr, Absorção e Emissão Atômica, Conceito de Intensidade e Energia.

MATERIAL

02 Folhas de papel A4 com linhas.

Lápis

Borracha

Régua 20 cm

Módulos da aula 2	Previsão
Modelagem das camadas eletrônicas no átomo de Bohr. E desenho deste modelo.	25 min
Cada aluno desenha o seu modelo.	20 min

ABORDAGEM PRINCIPAL DA AULA 2

Acessar junto ao aluno um modelo “mecânico” das camadas eletrônicas e descrever como se ocorre à dinâmica de transição entre as camadas de um átomo. Mostrar que relação existe entre a transição eletrônica e o respectivo fenômeno físico.

AULA 3

TEMA

Intensidade luminosa e o efeito de fosforescência e fluorescência.

OBJETIVO

Evidenciar experimentalmente a não correlação entre a intensidade luminosa e o efeito de fosforescência e fluorescência, a relação dos mesmos com a energia e conseqüentemente as energias de emissão das diferentes lâmpadas.

CONCEITOS E CONTEÚDO FÍSICO

Átomo de Bohr, Absorção e Emissão Atômica, Conceito de Intensidade e Energia.

MATERIAL

Modelo das camadas atômicas desenhado na aula 2

Lápis

Borracha

Régua 20 cm

Módulos da aula 3	Previsão
1º Momento: Definir rapidamente Intensidade de Luz e Energia da Luz utilizando-se da teoria corpuscular	10 min
2º Momento: Aplica-se a experiência 2 (vide anexos). É indispensável que os alunos observem os resultados e façam hipóteses sobre a relação entre a potência das lâmpadas e o efeito de Fluorescência e Fosforescência.	20 min
3º Momento: Aplica-se a experiência 3 (vide anexos). Quando os alunos chegarem nos resultados é importante que discutam e tentem chegar no motivo de por que a energia interfere	20 min

ABORDAGEM PRINCIPAL DA AULA 3

Conceituar a quantização de energia por meio dos fótons e quantificar a energia entre as camadas eletrônicas. Mostrar que relação entre a transição eletrônica e o respectivo fenômeno físico.

Observação: É de suma importância para essa aula que os alunos saibam diferenciar, por energia, os tipos de Lâmpadas utilizados neste módulo.

AULA 4

TEMA

Classificação experimental dos fenômenos verificados.

OBJETIVO

Diferenciar experimentalmente os dois fenômenos e apresentar uma breve contextualização histórica dos mesmos.

CONCEITOS E CONTEÚDO FÍSICO

Transição eletrônica, radioatividade, tempo de transição.

PRÉ-REQUISITOS

Radioatividade e conteúdo apresentado nas aulas anteriores.

MATERIAL

Material fluorescente - Caneta marca texto lumicolor, carteira de motorista novo modelo, pulseira de danceteria.

Material fosforescente - enfeites que brilham no escuro, relógio com ponteiro que brilha no escuro, interruptores.

Textos em anexo.

Módulos da aula 4	Previsão
1º Momento: Problematização inicial – “O que é preciso para que um corpo brilhe?” (vide abordagem principal da aula 4)	10 min
2º Momento: Experiência 4 e levantamento de hipóteses (vide abordagem principal da aula 4)	20 min
3º Momento: Explicação dos fenômenos e contextualização histórica (vide abordagem principal da aula 4)	20 min

ABORDAGEM PRINCIPAL DA AULA 4

Abaixo seguem as discussões e objetivos presentes em cada momento da aula 4:

1º Momento (Problematização inicial):

O professor entra em aula e lança uma pergunta aos alunos: “O que é preciso para que um equipamento eletrônico funcione?”.

Em seguida pergunta o que é preciso para que um objeto brilhe, ou melhor, emita luz?

O objetivo é que os alunos associem o funcionamento do equipamento eletrônico à presença de uma corrente elétrica, e no caso do objeto a presença de uma luz negra, ou seja, em todos os casos é preciso fornecer energia para que brilhem ou funcionem.

2º Momento (experiência 4 e levantamento de hipóteses):

O professor divide a sala em grupos e distribui aos alunos materiais fluorescentes e fosforescentes. Em seguida submete a sala, conseqüentemente os alunos e objetos, a uma luz negra (os fenômenos já devem ser conhecidos pelos alunos por conta das aulas anteriores, ou de suas experiências cotidianas) e pede para os alunos observarem os fenômenos. Feito isso, o professor acende a luz e pede para os alunos observarem se os materiais fornecidos ainda emitem brilho. E repete a pergunta, baseado nas respostas fornecidas pelos alunos no 1º momento, o que é preciso para que um objeto brilhe? Como se explica alguns materiais continuarem brilhando mesmo depois de cessada a fonte de energia (luz negra)?

Depois de levantadas essas questões o professor sugere que os alunos levantem hipóteses sobre o fenômeno observado.

O objetivo nesse segundo momento é causar nos alunos um conflito por meio de suas próprias respostas, pois esperá-se que esses respondam que para o objeto brilhar é necessária a presença de uma fonte de energia (luz negra nesse caso), e realmente esses brilham quando submetidos à luz negra, mas como explicar que alguns objetos (fosforescentes) continuem brilhando?

3º Momento (explicação dos fenômenos e contextualização histórica):

Na explicação o professor deve apresentar o que diferencia os fenômenos de fluorescência e fosforescência (seus tempos de transição, 10^{-8} segundos e acima de 10^{-8} segundos, respectivamente), que se trata da emissão de luz resultante de um processo de excitação eletrônica, que pode ocorrer na forma de fluorescência (onde a emissão de luz cessa quando a fonte de energia é desligada) ou como fosforescência (que pode durar horas mesmo depois de desligada a fonte de luz).

Observação: Visto se tratar de uma escala de tempo imperceptível ao ser humano é oferecido ao professor o texto 3, um material da revista Scientific American que relaciona eventos com a duração de tempo em que ocorrem.

O professor deve ainda, utilizando o modelo atômico de Bohr, apresentar aos alunos simplificadaamente os níveis metaestáveis, uma vez que não cabe ao ensino médio o aprofundamento conceitual desse fenômeno.

Feito isso, o professor apresenta aos alunos que os fenômenos de fosforescência se mantêm, ou se mantinham, por muito tempo, pois, os materiais com essa propriedade por vezes eram “dopados” com elementos radioativos, que nesse caso serviriam como fonte de energia, a fim de excitar os elétrons para outros níveis eletrônicos, para que o material continuasse a brilhar por muito mais tempo.

Observação: O professor pode fazer uma breve revisão do fenômeno de radioatividade para facilitar a explicação.

Aqui sugerimos que o professor apresente aos alunos as complicações decorrentes da dopagem de materiais para que o fenômeno de fosforescência continuasse por mais tempo. Para isso, apresentamos em anexo um texto que aborda a contaminação ocorrida com mulheres que trabalhavam como pintoras de ponteiros fosforescentes de relógios numa empresa americana e que sofreram os efeitos da radiação, pois a tinta utilizada era dopada com o elemento radioativo rádio. (ver texto 1 em anexo)

Como durante a explicação dos fenômenos de fluorescência e fosforescência o professor precisou recorrer ao fenômeno da radioatividade, é interessante que ele possa fazer um breve resumo histórico das relações entre esses fenômenos a fim de contextualizar historicamente os alunos. Para tanto sugerimos a ele a leitura do texto 2 em anexo.

AULA 5

TEMA

Transformando a Lâmpada Negra

OBJETIVO

Realizar uma atividade em que os conhecimentos trabalhados até o momento sejam retomados na construção e explicação do funcionamento de uma lâmpada fria.

CONCEITOS E CONTEÚDO FÍSICO

Todos os que foram utilizados nas aulas anteriores.

PRÉ-REQUISITOS

Todo conteúdo apresentado nas aulas anteriores.

MATERIAL

Luz Negra, tecido fino de algodão cortado já no formato correto para se encapar a lâmpada, fita crepe.

Módulos da aula 5	Previsão
1º Momento: Problematização (vide abordagem principal da aula 5)	15 min
2º Momento: Realização da Experiência 5 (vide abordagem principal da aula 5)	15 min
3º Momento: Discussão Teórica (vide abordagem principal da aula 5)	20 min

ABORDAGEM PRINCIPAL DA AULA 5

Abaixo seguem as discussões e objetivos presentes em cada momento da aula 5:

Momento 1 - Problematização

Primeiramente o professor deve indagar os alunos do porque vemos uma lâmpada fluorescente brilhar tão fortemente enquanto que, mesmo no escuro, a lâmpada negra impressiona tão pouco os nossos olhos. O objetivo aqui é que o professor encaminhe a discussão para levar a comparação da retina do olho com uma superfície fluorescente, ou seja, apenas certos tipos de luz impressionam esta superfície, o mesmo aconteceria com a retina do olho. É importante discutir o fato de que sendo o ultravioleta bastante energético ele atravessa a nossa retina sem impressioná-la. Pode-se fazer um esquema de um olho bastante simples na lousa mostrando um fóton de luz visível impressionando a retina (aqui se pode invocar novamente a relação com a fluorescência) e um fóton de luz ultravioleta passando sem impressioná-la.

Momento 2

Realização da Experiência 5

Momento 3

Discussão Teórica - Os resultados da experiência 1 devem ser discutidos com base nos dados tomados na aula 4. O professor pode novamente apresentar a animação em flash do decaimento eletrônico. O objetivo aqui é concluir que a energia do fóton ultravioleta da luz negra eleva um elétron para uma camada alta e ao sofrer decaimentos de várias formas conforme já visto, alguns eles serão no visível.

ANEXOS

Experiência 1

Roteiro experimental

Material: Lâmpadas de Luz Negra, Lâmpadas Fluorescentes, Lâmpadas Incandescentes, Espectroscópio, Material Fluorescente (Água Tônica, Caneta Marca Texto, Carteira de Motorista Novo Modelo, pulseira de danceteria), Material Fosforescente (Enfeites que brilham no escuro, presilha de cabelo que muda de cor no sol, Relógio com Ponteiro que brilha no escuro, interruptores).

Iluminar, isoladamente e ao mesmo tempo, objetos Fosforescentes com os vários tipos de lâmpadas obtidos pelo mesmo tempo (+/- 15s) e pedir para o aluno anotar com qual lâmpada o brilho é mais intenso.

Iluminar, isoladamente e ao mesmo tempo, objetos Fluorescentes com os vários tipos de lâmpadas obtidos e pedir para o aluno observar e anotar com qual lâmpada o objeto fluorescente brilha mais, ou na verdade qual brilha. Pode ser repetida deixando-se mais tempo iluminando. (É indispensável utilizar pelo menos a lâmpada Negra, a Fluorescente ou eletrônica e a Incandescente, para o aluno reparar que só ocorre a fluorescência com a LUZ NEGRA).

Utilizando-se o espectroscópio observa-se cada lâmpada que for possível, então anota-se o tipo de espectro observado (contínuo, de linhas, quais cores de linhas), falando muito sucintamente que cada material ionizado emite cores diferentes, e que a lâmpada de filamento emite como o sol, para servir como introdução e aguçador de curiosidade para a próxima aula, sobre absorção emissão atômica.

Experiência 2

Roteiro experimental

Material: Lâmpadas de Luz Negra (se possível com 2 potências diferentes, se não der tudo bem), Lâmpadas Fluorescentes com 2 Potências diferentes, Lâmpadas Incandescentes com 2 Potências diferentes, Material Fluorescente (Água Tônica, Caneta Marca Texto, Carteira de Motorista Novo Modelo, pulseira de danceteria), Material Fosforescente (Enfeites que brilham no escuro, presilha de cabelo que muda de cor no sol, Relógio com Ponteiro que brilha no escuro, interruptores).

A primeira parte desta experiência é semelhante a primeira, ilumina-se os objetos fosforescentes com as diferentes lâmpadas, observando que com a luz negra o objeto brilha muito mais do que com as outras. Então troca-se as lâmpadas pelas de potência maior, procedendo da mesma maneira, observando-se no final o mesmo resultado anterior.

Faz-se a mesma coisa com os objetos fluorescentes, porém o resultado visto nas duas partes da experiência será que apenas a lâmpada negra causa o efeito. Desta forma mostra-se que a potência (intensidade) não é responsável ou interfere nos efeitos.

Experiência 3

Material: Computador com navegador de Internet (ex. mozilla ou Internet Explorer) e programa de planilha de cálculos (por exemplo Excel.) ou no lugar da planilha lápis e papel

Utilizando-se o arquivo “Emissão Hidrogênio.swf” anota-se na planilha “porque energia.xls” todos os decaimentos que o elétron faz quando é colocado no 6º (13,2 eV) e no 4º (12,8 eV) níveis, repetindo várias vezes (fizemos 25 para cada um dos dois mas achamos que 15 é suficiente). O passo seguinte é contar quantas vezes o elétron emitiu, ou por quantos níveis ele passou, no total (contando todas as repetições) até chegar no estado fundamental e anotar esses valores na tabela “soma” referente a energia que se esta considerando, esta tabela já soma automaticamente todos os decaimentos. Se não utilizar a tabela é necessário somar manualmente. Para o nível 6 obtive 60 emissões e para o 4 obtive 49. Assim é possível mostrar que para 25 fótons com energia maior que mandamos para o átomo, ele emite 60 outros fótons e que para 25 de energia menor ele emite 49. Mostrando porque, por exemplo, quando iluminamos o relógio com a luz negra ele brilha bem mais do que com a luz eletrônica ou incandescente. Um exemplo de experiência feita e planilha preenchida pode ser vista no arquivo “porque energia exemplo.xls”.

Experiência 4

Roteiro experimental

1. O professor divide a sala em grupos e distribui aos alunos materiais fluorescentes e fosforescentes.
2. Em seguida submete a sala, conseqüentemente os alunos e objetos, a uma luz negra (os fenômenos já devem ser conhecidos pelos alunos por conta das aulas anteriores, ou de suas experiências cotidianas) e pede para os alunos observarem os fenômenos. Feito isso, o professor acende a luz e pede para os alunos observarem se os materiais fornecidos ainda emitem brilho.
3. Então o professor repete a pergunta, baseado nas respostas fornecidas pelos alunos no 1º momento, o que é preciso para que um objeto brilhe? Como se explica alguns materiais continuarem brilhando mesmo depois de cessada a fonte de energia (luz negra)?
4. Depois de levantadas essas questões o professor sugere que os alunos levantem hipóteses sobre o fenômeno observado.

Experiência 5

Roteiro experimental

O professor segurando apenas uma lâmpada negra pergunta aos alunos – Se vocês estivessem numa caverna escura com esta lâmpada negra e uma bateria, o que seria necessário para produzirem luz visível? Caso os alunos não respondam: Uma superfície fluorescente, querido professor! O professor deverá levá-los a esta conclusão. A discussão deverá continuar até que alguém ou o professor se questione – Será que uma camisa branca é fluorescente?

Será então distribuído o material para os grupos e eles deverão sem instruções transformar a lâmpada negra em lâmpada visível.

Após esse procedimento os alunos serão convidados a observar a lâmpada negra com e sem a capa com o espectroscópio. O professor pode antes da medida questionar os alunos sobre o resultado esperado, tendo em vista que os alunos já fizeram algo semelhante antes.

Apêndice 1 – “Construindo um espectroscópio”

Materiais: Duas laminas de gilet como a da figura ao lado, uma caixa como será visto no exemplo, um canudo do rolo de papel toalha ou papel higiênico, fita crepe ou fita tipo silver tape, papel alumínio, estilete e um cd ou dvd (como o dvd tem mais linhas acreditamos que os espectros fiquem mais nítidos).



Modo de Montar: Para tornar a explicação mais clara vamos nomear dois lados da caixa de “A” e “B” como na figura ao lado.

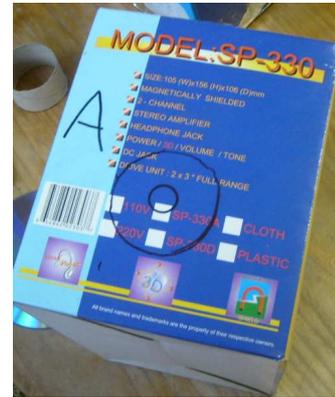
Olhando a figura ao lado, vamos definir aproximadamente um tamanho para a caixa. É importante que a base da caixa tenha largura no mínimo do tamanho da mídia (cd ou dvd), e sua profundidade tem que ter um pouco mais que uma mídia e meia, a altura não é muito importante. Todas as medidas feitas na montagem serão baseadas na mídia escolhida.





Pagamos a caixa e, como na figura a esquerda, posicionamos a mídia no canto inferior esquerdo do lado “A” e marcamos a caneta o circulo central do cd na caixa.

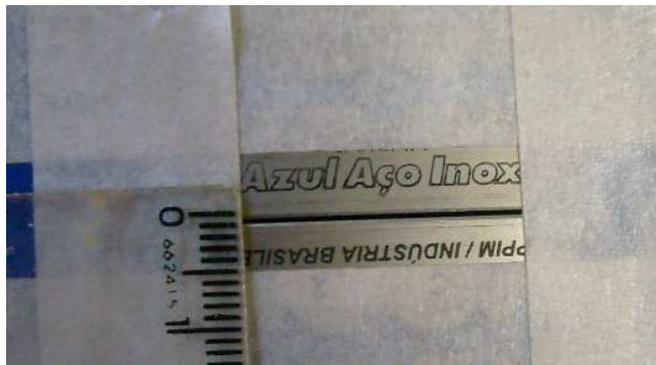
Então pegamos o tubo do papel toalha ou higiênico e marcamos outro circulo com o mesmo centro do circulo marcado com a mídia, como na figura no lado direito. Recorta-se então, com o estilete, este circulo maior, que vai ser nosso ponto de observação.



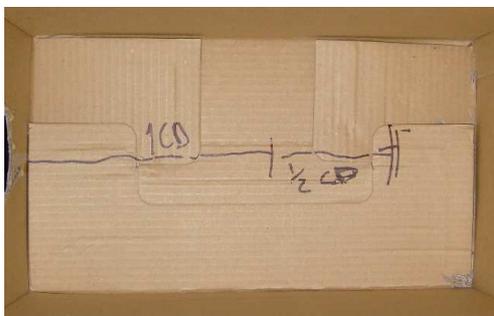
Passamos então para a fenda por onde a luz entrará em nosso espectrômetro, a mesma será feita no lado “B” da caixa. O centro da fenda tem que estar a duas mídias e meia da borda que faz divisa com o lado “A” e em relação a largura tem que ser a mesma posição da primeira marca feita na caixa utilizando-se a mídia, para tanto é importante medir de novo. Posiciona-se a mídia no lado esquerdo do lado “B” e então marca-se o centro do orifício como a posição da fenda como visto na figura do lados esquerdo. Pode-se recortar uma fenda de uns 4 mm de abertura e uns 3 cm de altura pois vamos fechá-la com as laminas. O corte da fenda pode ser visto na figura a baixo.



Para finalizar a fenda, posiciona-se as duas laminas sobre o buraco que foi aberto, fazendo uma fenda estreita, aproximadamente como a da foto a direita, e então fixa-se as laminas com a fita.



Precisamos agora posicionar a mídia que vai servir de rede de difração.



A borda externa da mídia tem que ficar aproximadamente alinhada com a fenda que foi feita, por isso é necessário medir dentro e no fundo da caixa, considerando o lado “B” como a parte superior, a distancia de duas mídias e meia, como na figura a esquerda.

Feito isso posiciona-se o cd novamente encostado no lado esquerdo da caixa aproximadamente como na figura a baixo.

É importante notar que nem sempre a melhor posição para a mídia é da forma descrita a cima podendo variar um pouco, como no caso da foto a direita que a mídia se encontra aproximadamente 1 cm da posição da fenda.

Para calibrar essa posição é necessário colocar a mídia na caixa na posição em que sua borda fique logo a baixo da fenda e olhar uma lâmpada incandescente, se for



possível ver o espectro todo, do vermelho ao violeta a posição está correta, se faltar um pedaço de alguma dessas duas cores é necessário mudar a posição um pouco para esquerda ou para direita (segundo a foto) respectivamente.

Feito isso é só fechar a caixa, vedar todas as entradas de luz com papel alumínio ou fita tipo silver tape e pronto.

Caso este tutorial não esteja claro ou seu espectrômetro não funcione existem muitos sites na Internet que ensinam montar esse mesmo aparelho, basta procurar no google “espectrômetro de CD”.

Texto 1

As Garotas do Rádio: uma história hedionda

Por mais palavras que registrem os dicionários, sempre haverá sensações indefiníveis. Cortar o dedo com papel, por exemplo, é uma delas: acima da dor, paira a obscena traição daquele ferimento, a absurda injustiça metafísica do sangue derramado por um material inocente que, em nenhuma outra circunstância, se ousaria chamar perfuro-cortante. A aflição causada pelo giz que arranha o quadro-negro também ainda não encontrou a palavra certa, assim como aquela dentada involuntária que se dá no papel prateado agarrado numa bala ou num docinho de aniversário.

Digo isso porque, há dias, tento encontrar uma palavra para definir o que senti quando, por acaso, li na Internet sobre as Garotas do Rádio. É uma história antiga, que deu origem a leis trabalhistas importantes, péssima poesia e alguns livros de história, direito e reportagem, mas da qual eu nunca tinha ouvido falar.

Em princípios do século passado, um inventor americano esteve em Paris com Pierre e Marie Curie, de quem ganhou de presente um pouco da extraordinária substância que haviam descoberto, o rádio. As pedrinhas eram muito bonitinhas, tinham luz própria e logo o diligente inventor achou uma forma de dar-lhes uso, triturando-as, misturando-as com cola e com um ingrediente que brilhava no escuro graças ao contato com a radiação. Nascia ali uma tinta “mágica” que, durante a Primeira Guerra, foi produzida em larga escala com o nome de Undark, e usada na pintura de diversos itens, sobretudo mostradores de relógio. O exército americano adotou a novidade, que também fez enorme sucesso entre os civis, aplicada a objetos como interruptores de luz e brinquedos.

Até aí, normal: na época sabia-se pouco sobre a radioatividade, e a curiosidade humana não tem limites. Aliás, sempre me pergunto quantos milhões de pessoas morreram ao longo dos tempos insistindo em comer plantas e bichos venenosos até que se descobrissem formas seguras de prepará-los, como se não houvesse outra experiência gastronômica disponível nas redondezas; mas isso são outros quinhentos.

A fábrica de mostradores de relógio da US Radium Corporation ficava em Nova Jersey, era limpa, moderna e pagava bem. E como mulheres supostamente têm mais paciência e mais jeito com coisinhas delicadas, centenas de garotas (mesmo; algumas mal saídas da puberdade) foram contratadas para pintar números, ponteiros e detalhes variados. A ponta dos pincéis tinha que estar sempre fina para que o trabalho saísse bom; portanto, cada vez que os fios se abriam, o que era freqüente, elas levavam os pincéis à boca para refazer-lhes as pontas com a língua e com os lábios.

Foi este detalhe horrendo da história que me arrepiou dos pés à cabeça, causando a angústia que não sei definir: fileiras e fileiras de moças, como as simpáticas telefonistas d’antanho com que a Telerj enfeitava as capas dos catálogos, lambendo delicadamente a morte.

A história das Garotas do Rádio é particularmente sinistra porque, quando os efeitos da radiação começaram a ser descobertos, a US Radium os escondeu delas. Os cientistas que tinham contato com o rádio já o faziam devidamente protegidos, enquanto elas continuavam a ser instruídas a lamber os pincéis. Os conhecimentos da época sobre o perigo dos materiais radioativos não eram difundidos como hoje; para as garotas, trabalhar com a tinta fosforescente era até divertido (como, tantas décadas depois, foi divertido para as crianças de Goiânia brincar com o Césio 147) e, ocasionalmente, muitas chegaram usá-la para pintar o rosto e as unhas para fazer bonito nas festas.

Passados poucos anos, várias começaram a ter doenças estranhas. Logo a ligação entre causa e efeito foi ficando óbvia e, em 1925, um grupo entrou na justiça contra a fábrica. Novos detalhes hediondos incluíram testemunhos de falsos médicos a favor da US Radium, falsificação de laudos de especialistas e, até, a inexplicável adesão de médicos e dentistas aparentemente sérios e honestos à tese de que a tinta não tinha nada a ver com os problemas de saúde das litigantes. Num caso de má fé raras vezes igualado na abundante história de má fé das relações trabalhistas de princípios do século passado, as necroses de maxilar, os tumores do queixo e vários tipos de câncer apresentados pelas jovens foram atribuídos à sífilis, numa tentativa de desmoralizá-las.

O processo chamou a atenção da imprensa e, logo, também, do grande público. Graças a isso, a US Radium não conseguiu sepultar sossegadamente as vítimas e as evidências e, em 1928, fechou acordo fora dos tribunais, comprometendo-se a pagar indenizações às funcionárias que haviam entrado com a ação. O valor, de dez mil dólares para cada uma, era ridículo mesmo naquele final dos anos 20, mas elas não tinham nem tempo, nem escolha; em meados dos anos 30, já estavam mortas. Como escreveu Eleanor Swanson num poema de resto muito ruim, seus ossos vão brilhar para todo o sempre na escuridão da terra.

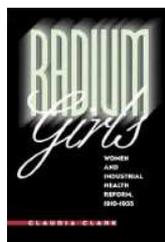
(O Globo, Segundo Caderno, 10.1.2008)

Observação: Infelizmente existe um livro que aborda mais especificamente o tema, mas não se encontra traduzido para o português. De qualquer forma, se o professor se interessar ele pode acessar o site:

http://books.google.com.br/books?id=onC4lpI5_RkC&printsec=frontcover&source=gb_suummary_r&cad=0#PPP1,M1

Onde o livro se encontra disponível, porém na língua inglesa.

Ou se o professor preferir, o nome do livro é:



"Radium Girls: Women and Industrial health reform, 1910-1935" de Claudia Clark publicado pela The University of North Carolina impresso por, Chapel Hill and London in 1997

Texto 2

A DESCOBERTA DA RADIOATIVIDADE

A descoberta dos raios X, em 1895, despertou grande interesse entre os investigadores, que ficaram curiosos quanto à possível existência de outras radiações. Levado por essa curiosidade, no ano seguinte, 1896, o físico francês Henri Becquerel descobriu a radioatividade.

Sabia-se naquela época que certas substâncias, quando expostas à luz do Sol, tornavam-se fosforescentes e emitiam luz. (Recordemos ao leitor o seguinte: há substâncias que normalmente não emitem luz, mas que, se forem iluminadas, então passam a emitir uma luz, diferente daquela que recebem. O fenômeno é chamado luminescência. Há dois casos de luminescência.

1 o) a substância somente emite luz enquanto está recebendo luz de alguma outra fonte. Este caso é chamado fluorescência;

2 o) a substância continua a emitir luz durante algum tempo, depois de deixar de ser iluminada. É chamado fosforescência. Este era o caso das substâncias que Becquerel estava examinando.

Becquerel pensou que, juntamente com a luz emitida pelas substâncias fosforescentes, talvez pudesse existir outro tipo de radiação, invisível, como os raios X. Um teste que talvez revelasse alguma coisa seria o de verificar se uma chapa fotográfica, embrulhada em papel preto, era impressionada pela radiação da substância fosforescente. Nesse caso, deveria existir outra radiação, além de luz, porque esta não atravessa papel preto. Becquerel expôs várias substâncias à luz do Sol, até que se tornassem brilhantes, e depois as colocou sobre chapas fotográficas. De todas as substâncias experimentadas, somente uma, um sal do metal urânio, deu resultado positivo. A primeira hipótese que Becquerel fez, foi a seguinte: que um sal de urânio, exposto à luz do Sol, torna-se fosforescente, e além de luz, emite uma radiação invisível capaz de atravessar papel e impressionar chapa fotográfica.

Conta-se que, um dia em que a luz do Sol estava encoberta por nuvens e, portanto, o sal de urânio não podia ser muito iluminado, Becquerel guardou em uma gaveta uma chapa fotográfica, revestida de papel preto, com o sal de urânio sobre ela. Depois de alguns dias, revelando a chapa, surpreendeu-se ao verificar que apresentava manchas escuras em diversos pontos. Posteriormente verificou que sais de urânio que tinham permanecido meses em completa escuridão, causavam manchas escuras em chapas fotográficas, e tão intensamente quanto os sais que eram expostos à luz solar. Concluiu então, que a sua primeira hipótese estava errada: a radiação emitida pelo sal de urânio não era devida a um fenômeno de fosforescência. Fez, então, uma segunda hipótese: que a radiação invisível emitida pelo sal de urânio era devida ao próprio sal. Isto é, o sal de urânio tinha uma atividade própria para emitir “raios” invisíveis, era “radioativa”.

Dois anos mais tarde, em 1898, Madame Curie, na França, e G.C. Schmidt, na Alemanha, separadamente, descobriram que compostos de tório também emitiam radiações análogas.

Fonte: <http://efisica.if.usp.br/moderna/radioatividade/historico/>



Do INSTANTÂNEO

As unidades do tempo vão do infinitesimalmente curto ao interminavelmente longo. As descrições que damos a seguir procuram tirar um sentido desses intervalos

ATTOSSEGUNDO (a bilionésima parte de um bilionésimo de segundo)

Os acontecimentos mais rápidos que podem ser registrados pela ciência são medidos em attossegundos. Pesquisadores já conseguiram criar pulsos de luz que duram apenas 250 attossegundos, usando lasers muito aperfeiçoados de alta velocidade. Esse período parece ser incrivelmente curto. Mas é muito longo quando comparado ao tempo de Planck, cerca de 10^{-43} ª potência, que parece ser o espaço de tempo mais curto possível.

FEMTOSSEGUNDO (a milionésima parte de um bilionésimo de segundo)

Um átomo completa normalmente uma vibração em entre 10 e 100 femtossegundos. Mesmo reações químicas muito rápidas precisam de algumas centenas de femtossegundos para chegarem ao fim. A interação da luz com pigmentos na retina, o processo que permite a visão, exige cerca de 200 femtossegundos.

PICOSSEGUNDO (a milésima parte de um bilionésimo de segundo)

Os transistores mais rápidos operam em picossegundos. O quark para baixo, uma partícula subatômica rara criada em aceleradores de alta energia, dura um picossegundo antes de decair. O tempo médio de vida da ligação de hidrogênio nas moléculas de água em temperatura ambiente é de três picossegundos.

NANOSSEGUNDO (um bilionésimo de segundo)

Um feixe de luz percorre apenas 30 centímetros no vácuo nesse espaço de tempo. O microprocessador de um computador doméstico leva normalmente de dois a quatro nanossegundos para executar uma instrução simples, como somar dois números. O méson K, outra partícula subatômica rara, tem vida de 12 nanossegundos.

MICROSSEGUNDO (um milionésimo de segundo)

O feixe de luz percorre 300 metros neste espaço de tempo. Uma onda de som ao nível do mar, porém, avança apenas um terço de milímetro. O clarão de um estroboscópio comercial de alta velocidade dura cerca de um microssegundo. Uma banana de dinamite explode 24 microssegundos depois que o pavio chega ao fim.

MILISSEGUNDO (um milésimo de segundo)

O menor tempo de exposição possível numa máquina fotográfica normal. A mosca bate as asas uma vez a cada três milissegundos, a abelha, uma vez a cada cinco milissegundos. A Lua completa sua órbita dois milissegundos mais devagar a cada ano, pois ela está se afastando da Terra.

DÉCIMO DE SEGUNDO

O tempo que dura o piscar do olho. O ouvido humano precisa desse período para separar um eco do som original. Nesse tempo, a Voyager-1, uma nave não tripulada que se afasta do Sistema Solar, percorre cerca de dois quilômetros. Um beija-flor bate as asas sete vezes. Um diapasão vibra quatro vezes.

UM SEGUNDO

Tempo aproximado da batida do coração de uma pessoa saudável. A Terra percorre 30 quilômetros em sua órbita em torno do Sol. O Sol cobre 274 quilômetros em seu deslocamento na Galáxia. Esse tempo não chega para que a luz refletida pela Lua chegue à Terra (ela leva 1,3 segundo). Tradicionalmente, um segundo é a sexagésima parte da sexagésima parte da vigésima-quarta parte de um dia. Mas a ciência chegou a uma definição mais precisa: é a duração de 9.192.631.770 ciclos de um tipo de radiação produzido pelo átomo de célio-133.

TOM DRAPER DESIGN; MICHEL W. DAVIDSON (MICROPROCESSADOR); BSIP (OLHO); G.C. KELLEY (BEIJA-FLOR); ESCOTT CAMMINE (RAIO-X DO TÓRAX); PHOTO RESEARCHERS, INC.

ao ETERNO

UM MINUTO

O cérebro de uma criança recém-nascida aumenta entre um e dois miligramas nesse espaço de tempo. O coração de um camundongo bate mil vezes. Uma pessoa pode pronunciar 150 palavras ou ler 250 palavras. A luz do Sol chega à Terra em cerca de oito minutos. Quando Marte está mais próximo da Terra, a luz solar refletida na sua superfície chega à Terra em cerca de quatro minutos.

UMA HORA

Células em reprodução precisam normalmente desse espaço do tempo para se dividirem em duas. O intervalo médio entre as erupções do gêiser Old Faithful, no Parque Nacional de Yellowstone, nos Estados Unidos, é de uma hora e 16 minutos. A luz vinda de Plutão, o planeta mais distante do Sistema Solar, chega à Terra em cinco horas e 20 minutos.

UM DIA

Duração da rotação da Terra, talvez a unidade de tempo mais natural para um ser humano. A rotação da Terra está diminuindo de forma constante, devido à ação da gravidade da Lua e outras influências. Atualmente dura 23 horas, 56 minutos e 4,1 segundos. O coração humano bate cerca de 100 mil vezes por dia. Nesse período, os pulmões aspiram cerca de 14 mil litros de ar. Num dia, um bebê de baleia azul aumenta seu peso em 90 quilos.

UM ANO

A Terra completa uma órbita em torno do Sol e gira 365,26 vezes em torno do seu eixo. O nível médio dos oceanos aumenta entre um e dois milímetros e meio e a placa tectônica norte-americana se desloca cerca de quatro centímetros para oeste. A luz da Próxima Centauri, a estrela mais próxima, leva 4,3 anos para chegar à Terra. É mais ou menos o mesmo período que as correntes marítimas de superfície precisam para completar uma volta em torno do globo.

UM SÉCULO

A Lua se afasta 3,8 metros da Terra. Período calculado para a degradação dos CDs e CD-ROMs comuns. A chance de uma pessoa chegar aos 100 anos é de uma em 26. Mas a vida de uma tartaruga-gigante é de 177 anos. Os CDs regraváveis mais avançados poderão durar mais de 200 anos.

UM MILHÃO DE ANOS

Uma nave voando à velocidade da luz ainda não teria chegado à metade do caminho para a galáxia de Andrômeda, situada a 2,3 milhões de anos-luz. As estrelas de maior massa, as supergigantes azuis, milhões de vezes mais brilhantes que o Sol, se consomem aproximadamente nesse tempo. Devido ao movimento das placas tectônicas, a cidade de San Francisco, nos EUA, estará cerca de 40 quilômetros a noroeste de sua localização atual daqui a um milhão de anos.

UM BILHÃO DE ANOS

A Terra necessitou de aproximadamente esse tempo para esfriar, desenvolver os mares, assistir ao nascimento do primeiro organismo vivo, composto por apenas uma célula, e trocar sua atmosfera inicial, rica em dióxido de carbono, pela atual, rica em oxigênio. Nesse período, o Sol completa quatro órbitas em torno do centro da galáxia. Como o Universo tem entre 12 e 14 bilhões de anos, unidades de tempo na casa dos bilhões não são usadas com frequência. Os cosmólogos acreditam que o Universo continuará a se expandir para sempre, mesmo depois que a última estrela morrer, daqui a 100 trilhões de anos, e o último buraco negro evaporar-se, em 10100. Nosso futuro parece cobrir um espaço de tempo bem maior que o passado contado até agora.

David Labrador, escritor freelancer e pesquisador, organizou essa lista

