



**FÍSICA  
DA  
LUZ**

**UNESCO-IBEC**  
**PROJETO PILOTO**  
**São Paulo, 1964**



FÍSICA DA LUZ

4

**GRUF**  
GRUPO DE REELABORAÇÃO  
NO ENSINO DE FÍSICA

---

ONDAS ELETROMAGNÉTICAS  
E FOTONS

Um Programa de  
Auto - Instrução

Primeira Versão

UNESCO - IBECC  
Projeto Piloto para  
o ensino da Física

São Paulo , 1964.

FÍSICA DA LUZ

4

programadores

Pår Bergvall

Alma Aída García

Maria Teresa A. Silva

consultores em

instrução programada

Francis Mechner

Le Xuan

supervisão gráfica

e ilustrações

Francisco José Donato Neto



"PROJETO PILOTO DA UNESCO SÔBRE NOVOS MÉTODOS E TÉCNICAS DE ENSINO DA FÍSICA".

RELAÇÃO DO MATERIAL DIDÁTICO PREPARADO PARA O CURSO

"FÍSICA DA LUZ".

G R E F  
GRUPO DE REELABORAÇÃO  
NO ENSINO DE FÍSICA

Sob os auspícios da UNESCO, desenvolveu-se em São Paulo, (Brasil) um plano de trabalho que foi denominado "Projeto Piloto sôbre Novos Métodos e Técnicas de Ensino da Física". Os trabalhos que se realizaram de julho de 1963 a julho de 1964, visam o aperfeiçoamento do Ensino da Física por meio de métodos modernos, e novas técnicas de ensino.

A direção do Projeto esteve entregue à três técnicos da UNESCO e contou com a colaboração de dois consultadores em Instrução Programada e Filmes Educativos. Participaram do Projeto 26 professores de Física dos seguintes países latino-americanos: Argentina, Brasil, Chile, Cuba, Equador, Honduras, Peru e Venezuela.

O Projeto contou com a colaboração do Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura (IBECC), do Departamento de Física da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo e do Serviço de Recursos Audio-visuais do Centro Regional de Pesquisas Educacionais de São Paulo.

O material didático preparado, relacionado a seguir, foi utilizado em um curso experimental que se deu em São Paulo em julho de 1964 por ocasião do "Seminário Regional Latino-Americano sôbre utilização de novos métodos e técnicas de ensino da Física".

- A. Livro de texto - Preparado segundo as técnicas do ensino programado, corresponde a 40 ou 50 horas de trabalho por parte do aluno. Divide-se em cinco partes, a saber:
0. Experiências e gráficos - Ensina como representar graficamente os resultados obtidos em experiências, e como deduzir, a partir dos gráficos, fórmulas matemáticas.
  1. Algumas propriedades fundamentais da luz - Inclui experiências sôbre: propagação retilínea em diferentes meios; reflexão; reflexão difusa; refração de imagens; espectros de absorção; análise espectral; etc. O aluno deduz, a partir das experiências que realiza, as leis da reflexão e da refração.
  2. Modêlo de Partículas para a Luz - O modêlo pretende resumir as propriedades da luz que foram estudadas na Unidade anterior, em base às analogias observadas entre o comportamento da luz e das partículas. O modêlo permite explicar certas propriedades da luz, prevendo o transporte de energia na propagação da luz e a lei do inverso do quadrado das distâncias para a luz, as quais são confirmadas experimentalmente. As previsões feitas

para para o comportamento da luz na refração e difração não sendo confirmadas experimentalmente, levam ao abandono do modelo.

3. Modêlo Ondulatório - Estuda-se o comportamento das ondas e se analisa, em função do modelo ondulatório, as experiências de difração e interferência. Entre as experiências figuram : interferência com duas fendas, interferência com o espelho de Lloyd e medida do comprimento de onda da luz vermelha e da azul.

4. Ondas eletromagnéticas. Fótons - Discutem-se propriedades da luz e das ondas de rádio e a semelhança permite supor uma natureza eletromagnética comum para ambas. Estende-se ao espectro eletromagnético ao infra-vermelho e ao ultra-violeta, aos raios "x" e aos raios "γ". Experiências com papéis fotográficos e filtros de cor sugerem uma natureza quântica para a luz. É feita uma discussão elementar do efeito fotoelétrico. Faz-se um resumo das conclusões obtidas.

B. Material das experiências - O material foi planejado para ser utilizado em íntima conexão com o livro, texto e permitirá, aos alunos realizar suas próprias experiências. É apresentado em sete caixas distintas. Dar-se-á, em seguida, uma breve descrição do conteúdo das caixas.

- i. Experiências e gráficos - Material para experiências sobre a lei de Hooke e pêndulos.
- ii. Algumas propriedades da luz - Um projetor que produz um feixe de luz, um prisma, um bloco retangular de vidro, etc. Com este material o aluno pode realizar, aproximadamente, umas 40 experiências.
- iii. Luz e partículas - Equipamento para estudar, semi-quantitativamente, a reflexão, a reflexão difusa e a refração de partículas em movimento.
- iv. Fotometria - Material para comprovar experimentalmente a lei do inverso dos quadrados das distâncias para a luz, mediante um fotometro de parafina.
- v. Câmara fotográfica de orifício - É constituída por um cilindro com duas tampas. É utilizada para estudar a formação de imagens, tanto visualmente, quanto fotograficamente. Os alunos poderão tirar fotografias com orifícios de diâmetros decrescentes e verão como as imagens vão se tornando mais nítidas ... até um certo ponto, pois para diâmetros menores do que um certo valor, as imagens perdem nitidez devido à difração. Poder-se-á realizar experiências adicionais cobrindo-se com uma lente convergente ou com uma placa de zonas de Fresnel o orifício de maior diâmetro.
- vi. Difração e interferência - Material que permite realizar experiências com ondas e com luz: duas fendas, espelho de Lloyd, material para difração, etc.
- vii. Fótons - Material para estudar a ação da luz sobre emulsões fotográficas. Experiências com filtros de cor sugerem um comportamento quântico da luz e a relação entre frequência e energia.

- C. Filmes mudos de curta duração - Foram produzidos 11 filmes mudos de 8 milímetros, de duração média de 4 a 5 minutos, que mostram experiências difíceis de serem realizadas, devido à dificuldade de sua preparação, seu custo, etc, na maioria dos centros de ensino. (Estes filmes se apresentam, em forma de cinta sem fim, no interior de carregadores para serem usados no projetor Technicolor 800.)
1. Duas experiências com imagens - Este filme ilustra a formação de imagens múltiplas em um telo-calceidoscópio e o comportamento de uma lente cilíndrica constituída por uma garrafa de vidro com água.
  2. Luz refletida - vidros mergulhados no interior de líquidos - Experiências que mostram como pedaços de vidros, que são visíveis no ar, se tornam menos visíveis quando mergulhados na água, e chegam a ser invisíveis se submerdos em um líquido do índice de refração igual ao do vidro.
  3. Propagação retilínea - Experiências que mostram a propagação retilínea da luz, de gotas no ar (pintura), de átomos no vácuo (evaporação e depósito de alumínio) e de elétrons (tubo de Crookes).
  4. Luz e partículas I - Mostra a analogia entre a reflexão de um feixe luminoso e a reflexão de esferas que se chocam contra uma superfície plana e uma superfície parabólica.
  5. Luz e partículas II - Mostra a analogia entre a reflexão de um feixe luminoso e a reflexão de esferas que se chocam contra uma superfície elítica.
  6. Câmara fotográfica de orifício - Mostra-se o emprôgo de uma câmara fotográfica de orifícios (sem lente) para a obtenção de imagens. Seis fotografias, tomadas com orifícios de diâmetro que vão desde 2 mm até 0,07 mm, ilustram o aumento da nitidez da imagem com a diminuição do diâmetro e mostram os efeitos da difração que se tornam notórios com os diâmetros menores.
  7. Pulsos - Mostra-se a diferença entre uma partícula e um pulso, e dá-se exemplos de ondas longitudinais, transversais e de torção.
  8. Radiação infra-vermelha - As experiências mostram a propagação retilínea, a absorção, a refração e a reflexão de um feixe de radiação infra-vermelha emitida por uma fonte calorífica (um soldador).
  9. Luz, raios "x" e raios " " - Mostra-se que estas três radiações têm as seguintes propriedades: propagação retilínea, absorção pela matéria e enegrecimento de emulsões fotográficas.
  10. Efeito fotoelétrico - Mediante um eletroscópio carregado negativamente mostra-se o efeito foto-elétrico em uma lamina de zinco: o eletroscópio se descarrega em presença da luz ultra-violeta. Observa-se, também, que um eletroscópio carregado positivamente não se descarrega. Realiza-se também experiências com dois eletroscó

Epio de cargas diferentes.

11. Luz e elétrons - Realizam-se 4 experiências que permitem observar a estreita relação que existe entre os fenômenos luminosos e os elétricos: efeito foto-elétrico, fotocondutividade, efeito foto-volúmico, e funcionamento de um interruptor ótico.
- D. Filme Sonoro : "A luz ... e onda?" - Filme sonoro, em 16 mm, de 30 minutos de duração. Nelo, um professor de física e dois alunos investigam por que o som pode dobrar uma esquina enquanto parece que a luz não pode fazê-lo. Realizam várias experiências de difração em uma fenda, inicialmente com ondas na superfície da água (tanque de ondas), e em seguida, com ondas sonoras e de rádio e, finalmente, com a luz. Descobrem que a luz se comporta como uma onda, pois, se difrata. Investigam, também, a influência do comprimento de onda, com relação à largura da fenda, nos fenômenos de difração.
- E. Programas de televisão - Foram preparados 8 programas de televisão, como parte integrante do curso experimental.

## Introdução - Unidade 4.

### Capítulo I - Ondas Eletromagnéticas.

Esta secção trata de algumas evidências que as ondas de luz e as de rádio podem ser classificadas como ondas eletromagnéticas; ambas se propagam no vácuo e com a mesma velocidade.

Além disso, o Efeito Fotoelétrico mostra que a luz possui uma natureza elétrica.

### Capítulo II - Espectro Eletromagnético.

Além do espectro da luz visível que você já conhece e que se estende desde o vermelho até o roxo, encontraremos outros tipos de radiações depois do vermelho e do roxo visíveis, as quais se manifestam por diversos efeitos e são classificadas como ondas eletromagnéticas: infravermelho, ultravioleta, raios X e raios .

### Capítulo III - Ftons.

No que estudamos anteriormente chegamos quase a conclusão que a luz se comporta como onda, mas não como as estudadas na Unidade 3, na cuba de ondas, mas sim como um tipo de onda diferente que se aproxima do comportamento da luz; e este tipo de onda é a onda eletromagnética. Também sabemos (pela Unidade 3) que as ondas transportam energia. Por isso perguntamos: de que maneira as ondas luminosas transportam energia?

Neste capítulo, os efeitos Fotoquímico e Fotoelétrico mostram evidências que sugerem que a energia da luz está dividida em pacotes ou ftons cada um com energia  $E = h \cdot \nu$  onde  $h$  é a constante de proporcionalidade e  $\nu$  a frequência da luz.

### Capítulo IV - Resumo.

Vimos que em algumas experiências a luz se comporta como onda e em outros como se estivesse dividida em pacotes de energia ou ftons. O Resumo explica porque estes dois aspectos da luz não se contradizem. Realmente, os dois aspectos da luz, ondas e partículas, são descrições complementares de um fenômeno, o qual não pode ser resumido em um simples modelo, somente como ondas ou somente como partículas.



CAPÍTULO I

ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS

---

G R E F  
GRUPO DE REELABORAÇÃO  
NO ENSINO DE FÍSICA

---

Quatro quadros introdutórios.

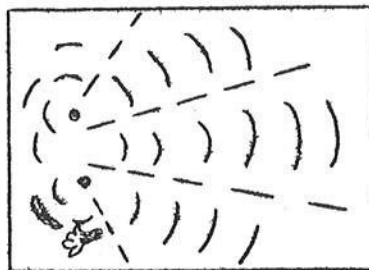
1. Na secção anterior, você fêz várias experiências mostrando que a luz comporta-se como uma onda e não como partícula. Cite duas delas.
- 
- 

23. a. Como você pode produzir uma onda eletromagnética?
- b. Como você pode produzir uma onda periódica eletromagnética?

a. \_\_\_\_\_

b. \_\_\_\_\_

48. Lembre-se de uma outra experiência com o tanque de ondas, usando dois vibradores idênticos, geradores de ondas circulares.



Esta experiência mostrou \_\_\_\_\_  
das ondas de água.

1.

difração  
por uma  
única fen-  
da

Interfe-  
rência por  
duas fen-  
das.

II. Você verificou que a luz comporta-se, em muitos aspectos, como as ondas na água, ondas em molas e cordas, e ondas sonoras no ar.

Mas havia uma diferença importante. A luz do sol chega até nós, atravessando o espaço vazio; então parece que as ondas de luz não necessitam de \_\_\_\_\_ material para propagarem-se.

Então se luz é uma onda, de que tipo de onda é?

Tentaremos encontrar uma resposta para esta questão nesta secção.

23.

a. ligando e desligan-  
do o fio à  
pilha.

b. Ligando  
e desligan-  
do o fio à  
pilha, pe-  
riódica -  
mente.

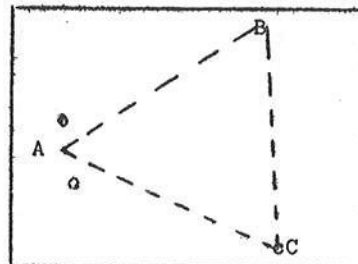
24. Faça uma avaliação da frequência da onda eletromagnética que faz a agulha vibrar periodicamente.

Ela é de aproximadamente \_\_\_\_\_ vibração (ões) por segundo.

48.

Interferên-  
cia

49. A experiência de interferência é caracterizada pelo fato de que:



Ao longo da linha como A-B, a intensidade das ondas:

- a) é constante
- b) varia periodicamente.

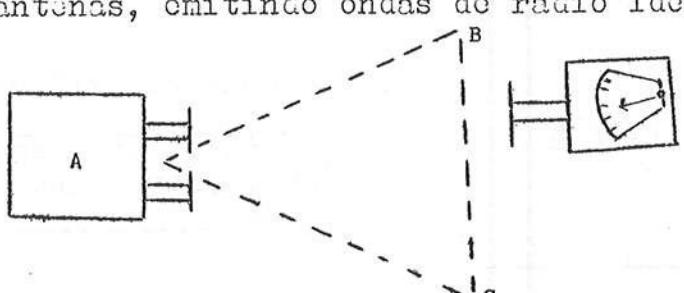
E que ao longo da linha como B-C, a inten-  
sidade das ondas:

- a) é constante


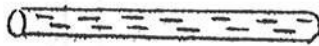


<p>II.</p> <p>meio</p>	<p>III. Para começar, tentemos pensar em outras ondas que podem propagar-se no vácuo, no espaço vazio.</p> <p>O que pensar sobre as ondas de rádio?</p> <p>Sabemos que elas conduzem sinais de rádio de satélites e naves espaciais de muito além da atmosfera, para a Terra.</p> <p>Então as ondas de rádio e a luz têm uma propriedade em comum, ambas _____.</p>
------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p>24.</p> <p>uma</p>	<p>25. Observe o movimento da agulha conforme você mantém a pilha e o fio (produzindo ondas periódicas), primeiro próximo da agulha e depois cada vez mais longe dela.</p> <p>A experiência mostra que conforme a distância do fio à agulha da bússola aumenta, a intensidade das ondas eletromagnéticas</p> <p><input type="checkbox"/> aumenta</p> <p><input type="checkbox"/> diminui</p>
-----------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p>49.</p> <p>a) é constante</p> <p>b) varia periodicamente</p>	<p>50. A figura abaixo, mostra uma experiência com um gerador de ondas de rádio (A) com duas antenas, emitindo ondas de rádio idênticas.</p>  <p>Quando o receptor é movido ao longo da linha B-C, a intensidade das ondas de rádio varia periodicamente. Assim, a experiência mostra _____ das ondas de rádio. Só isto prova sua natureza ondulatória? _____.</p>
-----------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p>III.</p> <p>propagam-se no vácuo</p>	<p>IV. Frequentemente falamos de sinais de rádio como ondas de rádio, falamos de ondas curtas de rádio, e assim por diante.</p> <p>Mas que são as ondas de rádio? São realmente ondas?</p> <p>Para responder a estas questões, devemos estudar a natureza das ondas de rádio, e começamos por algumas experiências simples.</p>
<p>25.</p> <p>diminui</p>	<p>26. Para gerar ondas eletromagnéticas você usou uma pilha e um fio.</p> <p>Usualmente é usado um dispositivo eletrônico para fazer a corrente variar e assim produzir ondas eletromagnéticas.</p> <p>O fio, que pode ter forma diferente da que você usou, é chamado antena. A corrente variando na antena produz _____.</p>
<p>50.</p> <p>Interferência</p> <p>Sim</p>	<p>51. As duas experiências prévias, mostrando _____ c _____ de ondas de rádio, da mesma maneira que as ondas na água, provam que as ondas de rádio são realmente _____.</p>

	<p>1. Na sua caixa de material, você encontrará uma pequena bússola, que consiste de uma agulha magnética suspensa numa caixa redonda coberta com vidro; há também um ímã cilíndrico.</p> <p style="text-align: center;">bússola  ímã </p> <p>Coloque-os sobre sua mesa, mas mantenha o ímã sempre distante da bússola, pelo menos 5 cm (metade de seu comprimento).</p> <p>Nota: se o ímã chegar muito perto da bússola, a agulha pode mudar seu magnetismo.</p>
<p>26.</p> <p>ondas eletromagnéticas.</p>	<p>27. As ondas eletromagnéticas produzidas por equipamento eletrônico podem ser detetadas por receptores a distância muito grande. Foram usadas pela primeira vez por Marconi (1) para transmitir mensagens de através do Atlântico.</p> <p>Você provavelmente já percebeu que estas ondas eletromagnéticas são usualmente chamadas _____.</p> <p>(1) Guglielmo Marconi, inventor italiano (1874-1937). Nasceu perto de Bolonha. Em 1896 construiu a aparelhagem para a telegrafia sem fios, que compôs de partes já conhecidas (oscilador de H. Hertz; detector de Branley; antena) em 1901, realizou a primeira radiotelegrafia através do atlântico. Recebeu o Prêmio Nobel da Física, junto com Braun em 1909.</p>
<p>51.</p> <p>difração</p> <p>interferência</p> <p>ondas</p>	<p>52. Agora você pode dizer que as ondas de rádio (eletromagnéticas) são ondas tal como a luz. Mas há uma semelhança mais.</p> <p>A luz chega até nós do Sol e das estrelas. As ondas de rádio chegam à Terra de satélites e naves espaciais no espaço.</p> <p>Então a luz e as ondas de rádio têm em comum a propriedade de _____</p>

2. Aproxime o ímã da bússola (não mais que 5 cm), e observe como o ímã afeta a agulha.



Uma extremidade do ímã atrai:

- (a) ambas as extremidades da agulha.
- (b) somente uma.
- (c) nenhuma

27.

ondas de  
rádio

28. As ondas de rádio (eletromagnéticas) têm usualmente frequências muito altas, cerca de um milhão de vibrações por segundo. Você se lembra da frequência da onda eletromagnética que você produziu para fazer a agulha balançar: ele era \_\_\_\_\_ de vezes menor.

52.

propagarem  
se no vácuo

53. Quais dos seguintes tipos de ondas propagam-se no vácuo?
- a. ondas elásticas
  - b. ondas sonoras
  - c. ondas de rádio
  - d. ondas na água
  - e. ondas luminosas

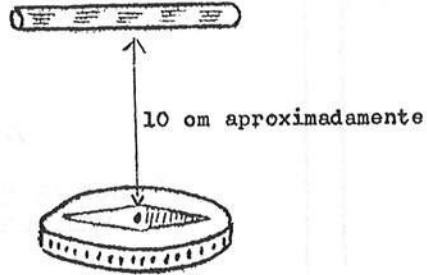
Escolha as alternativas corretas.

2.

(b) sòmen  
te uma

3. Segure o ímã horizontalmente, a uns 10 cm acima da bússola, e espere até que a agulha fique parada. Então gire o ímã de um quarto de volta e retorne.

O que acontece à agulha da bússola?



28.

um milhão

29. Por meio de vários circuitos elétricos complicados, as ondas de rádio podem levar mensagens, vozes, música e imagens de televisão.

Nos receptores de rádio e televisão as ondas de rádio são outra vez transformadas em som (num auto-falante) ou imagens (numa tela de televisão)

Você pode ver ou ouvir as próprias ondas de rádio?

\_\_\_\_\_.

53.

c.

c.

54. Então, há sòmente dois tipos de ondas que propagam-se no vácuo.

\_\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_.

Isto parece indicar uma estreita relação entre esses dois tipos de ondas, embora sòmente as ondas luminosas sejam visíveis.

3.

Ela também  
gira.

(ou respos  
ta similar)

4. Quando você gira o ímã, acima da agulha, a agulha gira. É como se eles estivessem ligados com cordas.

Lembre-se da experiência com cordas: primeiro você move uma extremidade rapidamente e, depois você observa a outra extremidade movendo-se.



Dizemos que um (a) \_\_\_\_\_ propaga-se de uma extremidade da corda a outra.

29.

não

30. Acho que interessará a você verificar se as ondas elétricas que você produziu com a pilha e a antena de fio podem ser recebidas num rádio.

Se você não tem um rádio à mão, agora, pule os próximos dois quadros e volte a eles mais tarde (em casa, por exemplo).

Quando você tiver um rádio (por exemplo um transistor) a pilha e o fio à mão, passe ao próximo quadro.

54.

ondas lumi  
nosas.

ondas de  
rádio

55. Vamos calcular a velocidade de propagação das ondas de rádio.

Ondas de radar são mandadas à luz e o tempo que leva até que o Eco volte é medido e é aproximadamente 2,5 seg. A distância da Terra à Lua é 380 000 Kms. Que velocidade de propagação você calcula?

NOTA: Lembre-se de que a onda percorre a distância duas vezes.



4.  
onda

5. Quando você gira um ímã acima da agulha, uma onda propaga-se do (da) \_\_\_\_\_ para o (a) \_\_\_\_\_, como propaga-se uma corda.

31.

Ligue o rádio.  
Localize uma região em que nenhuma estação é ouvida.  
Aumente o volume.  
Produza ondas eletromagnéticas, com a pilha e o fio, bem próximo do rádio.  
Você é capaz de enviar e receber algum sinal de rádio?  
Se assim acontecer, qual é o alcance máximo dos seus sinais? \_\_\_\_\_

(NOTA: Se você não tem a pilha você pode tentar acender e apagar uma lâmpada na sala.)

55.  
304.000  
km/seg  
(Aproximadamente)  
300.000  
km/seg)

56. Talvez você reconheça o valor 300 000 km/seg para a velocidade das ondas de rádio. Há somente uma velocidade encontrada por você que é assim tão grande. Qual é?  
\_\_\_\_\_

<p>5.</p> <p>ímã</p> <p>agulha</p>	<p>6. Sabemos da Unidade III que uma onda tem a propriedade de:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>(a) transportar matéria de um lugar a outro</li><li>(b) transportar energia e matéria de um lugar a outro.</li><li>(c) transportar energia de um lugar a outro sem transportar matéria.</li></ul> <p>Escolha uma alternativa.</p>
<p>31.</p> <p>sim</p> <p>obtivemos 20 cm aproximadamente.</p>	<p>32. Você devia aproveitar a oportunidade, quando faz a experiência com o rádio, para avaliar a velocidade de propagação de ondas eletromagnéticas. Coloque o transistor a maior distância que você puder da pilha e tente avaliar o tempo que leva a onda para ir de um a outro.</p> <p>A velocidade parece ser:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>(a). menor do que 20 cm/segundo (como ondas no tanque de ondas)</li><li>(b). tão grande que é impossível medir o tempo gasto.</li></ul>
<p>56.</p> <p>a velocidade da luz.</p>	<p>57. Têm-se feito muitas medidas precisas da velocidade das ondas de rádio, e todas dão 300.000 km/seg. Então _____ e _____ propagam-se com a mesma velocidade</p>



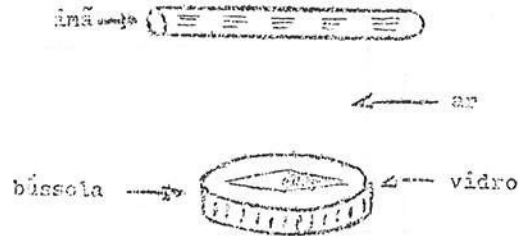
<p>6.  (c)</p>	<p>7. Concordando com o que dissemos sôbre ondas nos quadros anteriores, porque é correto dizer que uma onda é produzida pelo ímã e propaga-se à agulha da bússola, quando o ímã é girado? Explique.</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>
<p>32.  (b)</p>	<p>33. Falamos de ondas de rádio como <u>ondas</u> sem realmente provar que êlas são ondas como as que estudamos na Unidade 3. Você talvez já tenha notado que no mostrador de rádio está escrito "comprimento de onda" ou cada estação está assinalada em tantos metros. Você provavelmente também já ouviu falar em "ondas curtas" de comprimento de onda de 15 a 50 metros. Estes comprimentos de onda são _____ maiores / menores do que os comprimentos de onda do tan- nores que de ondas _____ maiores / menores do que os comprimentos da onda da luz.</p>
<p>57.  ondas de rádio  luz</p>	<p>58. A propriedade comum de propagar-se no vácuo e com velocidade constante, sugere uma relação estreita das ondas de rádio com as de luz mais do que com outros tipos de ondas. De fato há muita evidência de que a luz e as ondas de rádio sejam a mesma espécie de ondas, somente que com comprimento de onda diferente. Então esta espécie de ondas é caracterizada por duas propriedades.</p> <p>1. _____</p> <p>2. _____</p>

7.

Porque vai energia do ímã para a agulha mas não matéria

8. A onda que você pode produzir com o ímã, não parece muito semelhante à onda numa corda. Você não pode ver a onda do ímã, mas você sabe que ela deve propagar-se através de dois meios: \_\_\_\_\_ e \_\_\_\_\_.

Veja figura



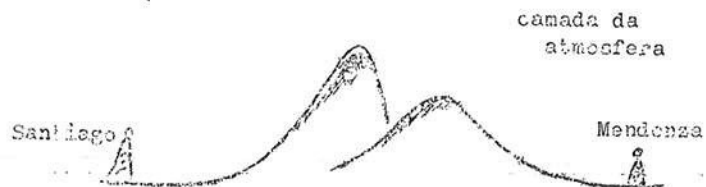
33.

maiores

maiores

34. As ondas de rádio caminham em linha reta? Parece que não, por que é possível ouvir estações de rádio de Santiago do Chile em Mendoza (Argentina), através dos Andes. Então parece que as ondas de rádio curvam-se sobre a montanha.

Entretanto não é bem isto. As ondas de rádio são refletidas por camadas mais altas da atmosfera (que têm propriedades elétricas especiais e fazem-nas refletir). Desenhe na figura, o caminho das ondas de rádio de Santiago a Mendoza.



58.

1. Propagam-se no vácuo

2. Possuem velocidade da luz.

59. A família das ondas a que pertencem as ondas de rádio e de luz são chamadas ondas eletromagnéticas (como previamente chamamos as ondas de rádio)

Quais das seguintes são ondas eletromagnéticas?

- a. Ondas sonoras
- b. Luz vermelha
- c. Luz azul
- d. Ondas de radar
- e. Ondas de água
- f. Ondas elásticas numa mola
- g. Ondas que você produziu com o fio e a pi-

8.

ar e vidro

9. Você pode fazer a agulha balançar girando sou  
lápiz acima dela?

\_\_\_\_\_.

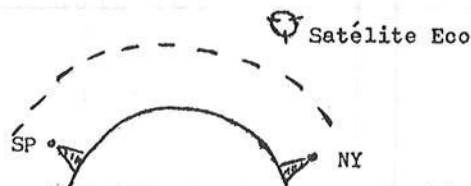
Você pode fazer um pedaço de papel mover-se  
girando o íma acima dêle?



34.

35. Entretanto as ondas de rádio muito curtas usa  
das para a televisão não são refletidas na a-  
tmosfera. É por isso que os programas de te-  
levisão dos Estados Unidos não podem ser re-  
cebidos no Brasil. É possível contudo fazer  
uso de satélites Eco, no espaço, para refle-  
tir as ondas de rádio entre os continentes.

- a. Desenhe abaixo o caminho de um sinal de  
televisão de Nova York a São Paulo.
- b. Desenhe também o caminho de um sinal de  
N. York que não é refletido pelo satélite



59.

b

c

d

g

60. Quais são as duas principais propriedades  
que caracterizam as ondas eletromagnéticas?

- 1. \_\_\_\_\_
- 2. \_\_\_\_\_

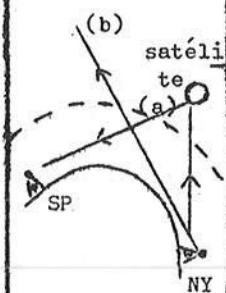
9.

não

não

10. Como a onda é produzida somente por um ímã e tem a propriedade de colocar uma agulha magnética em movimento, vamos chamá-lo onda \_\_\_\_\_.

35.



36. Como as ondas de rádio refletidas são usadas por Radar: Um navio navegando na neblina, manda ondas de rádio por uma antena especial. Se uma onda de rádio é refletida, por exemplo, por um iceberg, o eco refletido é registrado por um receptor no navio. Mandando ondas em todas as direções e observando de qual direção vem o eco, o navegante determina a direção em que está o iceberg. Então o radar utiliza:

- (a) propagação retilínea das ondas de rádio.
- (b) reflexão das ondas de rádio.
- (c) propagação retilínea e reflexão das ondas de rádio.

(Escolha a melhor alternativa)

60.

1. Propagação no vácuo.

2. Velocidade de luz.

61. As ondas de rádio têm comprimento de onda de alguns centímetros até milhares de metros.

Os comprimentos de onda de luz são de  $4 \cdot 10^{-5}$  cm. até  $7 \cdot 10^{-5}$  cm.

Então há uma propriedade que é diferente para as diferentes ondas eletromagnéticas, que é \_\_\_\_\_.

<p>10.  magnética</p>	<p>11. Gire o ímã, acima da bússola para trás e para frente, com uma frequência conveniente. Você será capaz de fazer a agulha magnética vibrar periodicamente. (Se a agulha fica rodando, é porque o ímã está muito próximo da bússola). Neste caso, você está produzindo um (a) _____ magnética periódica que propaga-se do ímã a (o) _____.</p>
<p>36.  (c)</p>	<p>37. O equipamento de radar também mede o tempo entre a ida e a volta do eco refletido. <u>Como as ondas de rádio caminham com velocidade constante</u>, a distância ao iceberg pode ser calculada.  Então o radar utiliza três propriedades das ondas de rádio. Quais são elas?  a. _____ b. _____ c. _____</p>
<p>61.  Comprimento de onda</p>	<p>62. Classificamos a luz como onda _____ por causa das suas propriedades em comum, que são:  1. _____ 2. _____  A propriedade que diferencia a luz das ondas de rádio é seu _____.</p>



<p>11.</p> <p>onda</p> <p>agulha</p>	<p>12. Alguém, próximo à borda de um tanque, bate com uma varinha na água. Um pedaço de cortiça no meio do tanque oscila para cima e para baixo, conforme as ondas batem nêle.</p> <p>Compare as ondas magnéticas que você produziu, com as ondas na água.</p> <p>As ondas na água correspondem à (s) _____</p> <p>A varinha à (o) _____</p> <p>A cortiça à (o) _____</p>
<p>37.</p> <p>a. propagação retilínea</p> <p>b. reflexão</p> <p>c. velocidade de propagação constante</p>	<p>38. Então sabemos que as ondas de rádio refletem-se e caminham com velocidade constante em linha reta.</p> <p>Isto mostra que elas:</p> <p>(a) comportam-se como ondas</p> <p>(b) comportam-se como partículas</p> <p>(c) comportam-se como ondas e partículas</p> <p>(Escolha a melhor alternativa)</p>
<p>62.</p> <p>eletromagnética</p> <p>1. Propagam-se no vácuo</p> <p>2. Propagam-se com a mesma velocidade</p> <p>comprimento de onda</p>	<p>63. Depois de tudo, você está sabendo que a luz é uma onda eletromagnética. Existe alguma propriedade da luz que indica que ela tem propriedades elétricas?</p> <p>Descreverei uma experiência para você:</p> <p>Vou assumir que você sabe como produzir cargas elétricas, friccionando um bastãozinho de plástico com tecido de lã, e como mostrar a existência de cargas elétricas com o eletroscópio. Assumo também que você sabe que a carga elétrica produzida deste modo é constituída de pequenas partículas elétricas, os elétrons, e que a corrente de uma bateria é constituída da mesma espécie de elétrons.</p>

<p>12.</p> <p>ondas magnéticas</p> <p>ímã</p> <p>agulha</p>	<p>13. A cortiça no tanque oscilará menos para cima e para baixo, quanto mais longo estiver da varinha que produz as ondas.</p> <p>Isto acontece porque a intensidade torna-se menor conforme as ondas espalham-se no tanque.</p> <p>Faça uma experiência com ondas magnéticas para verificar se sua intensidade torna-se tanto menor quanto mais longe estiver sua fonte. Exponha o resultado da sua experiência e sua conclusão.</p> <hr/> <hr/> <hr/>
<p>38.</p> <p>(c)</p>	<p>39. Para mostrar que as ondas de rádio são ondas, devemos fazer uma experiência que seja característica de comportamento de onda e não de comportamento de partículas, que mostre:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>(a) Reflexão das ondas de rádio.</li><li>(b) Difração das ondas de rádio.</li><li>(c) Lei do inverso do quadrado para as ondas de rádio.</li><li>(d) Absorção de ondas de rádio.</li><li>(e) Interferência com ondas de rádio.</li></ul> <p>(Escolha as alternativas corretas).</p>
	<p>64. Quando um bastãozinho de plástico é esfregado com lã, ele se torna eletricamente carregado. Podemos perceber isto pela capacidade de bastãozinho de:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>a. atrair pequenos pedaços de papel.</li><li>b. atrair a agulha da bússola.</li><li>c. iluminar uma lâmpada elétrica.</li></ul>

13.

A agulha vibra tanto menos quanto mais longe estiver do ímã. Então a intensidade torna-se menor.

14. Agora você usará a bússola para registrar ondas produzidas de uma maneira diferente. Em vez de ímã você usará correntes elétricas num fio. Para que passe corrente elétrica pelo fio é necessário que as duas extremidades do fio estejam ligadas às da pilha. Com uma das mãos segure a pilha e o fio com uma extremidade do fio pressionada contra um extremo da pilha. (Não há perigo de você levar um choque elétrico porque a pilha é muito fraca)



Está passando corrente elétrica pelo fio?

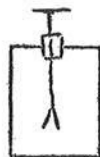
2ª PARTE

64.

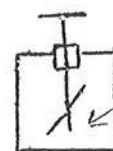
a

65. A carga elétrica do bastão de plástico pode ser mostrada pondo o bastão em contacto com um eletroscópio. O eletroscópio torna-se carregado e sua fôlha de metal mostra uma deflexão. (Veja a figura abaixo). Então o eletroscópio pode ser usado para:

- a. Produzir carga elétrica
- b. Indicar presença de carga elétrica



eletroscópios descarregados



fôlha de metal

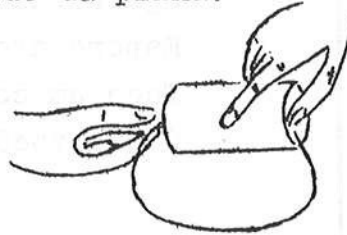
eletroscópios carregados



14.

não

15. Segure a pilha e o fio, como antes, com uma das mãos e com a outra, aperte rapidamente a extremidade livre do fio contra a outra extremidade da pilha.



Você não vê nem sente acontecer nada quando é feito um contacto rápido do fio com os dois extremos da pilha. Você sabe, contudo, que passa uma \_\_\_\_\_ pelo fio.

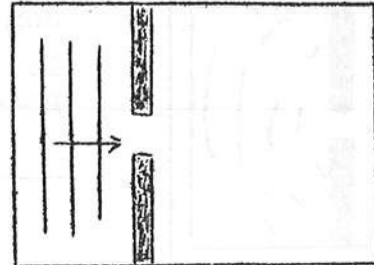
39.

(b)

(c)

40. Vamos pensar, agora, como poderíamos montar uma experiência para mostrar a difração das ondas de rádio. Poderíamos fazê-lo em completa analogia com a difração de ondas do tanque de ondas numa fenda única.

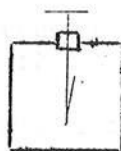
Lembremos a experiência com o tanque de ondas. Complete no desenho abaixo a figura das frentes de onda depois de passar pela fenda.



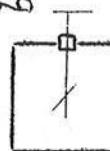
65.

b.

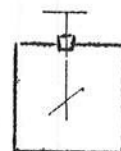
66. Os quadros abaixo mostram dois tipos de eletroscópios sendo carregados (com excesso de eletrons). Os eletroscópios número 3 estão / não estão carregados.



1



2



3



1



2



3

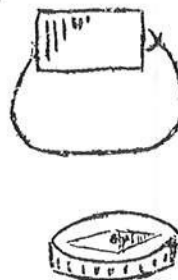
15.

corrente  
elétrica

16. Segure o fio e a pilha do mesmo modo anterior sem fazer contacto com uma das extremidades do fio, alguns centímetros acima da agulha da bússola e paralelo a ela.

Espere até que a agulha esteja parada.

Faça um contacto rápido com o fio e a pilha. O que você observa?



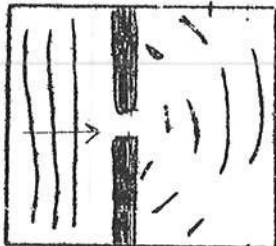
40.

41. Na experiência do tanque de ondas usamos comprimentos de ondas de cerca de 3 cm e uma fenda de cerca de 5 cm de largura.

Os geradores e receptores de ondas de rádio funcionam para comprimentos de ondas da ordem de 3 cm.

De que largura você escolheria sua fenda para mostrar difração destas ondas de rádio?

\_\_\_\_\_.



66.

estão

67. O eletroscópio abaixo possui uma placa de zinco. Ele é visto, à esquerda

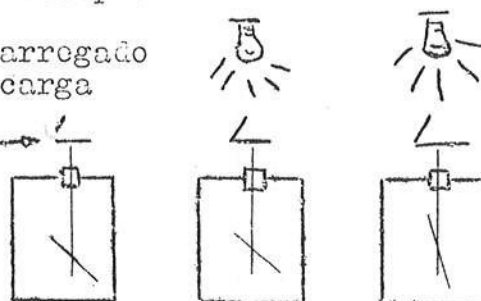
carregado /

descarregado

O zinco é iluminado com luz de uma lâmpada e vemos o eletroscópio

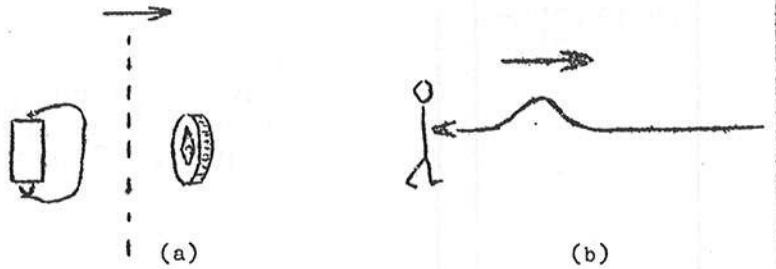
- a) continuar carregado
- b) perder sua carga

placa de zinco →



16.  
a agulha  
balança

17. Se você ligar e desligar o fio, a agulha balança (fig. a) Compare com a situação em que você move a extremidade de uma corda rapidamente para cima e para baixo, e a outra extremidade move-se também. (fig. b)



Nos dois casos produziu-se um (a) \_\_\_\_\_

41.  
5 cm.

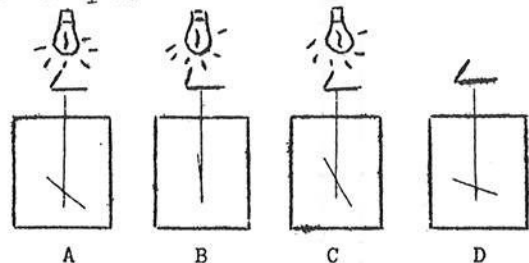
42. A difração das ondas do tanque de ondas em uma única fenda significa principalmente que as ondas do tanque:

- (a) tornam-se muito mais fracas atrás da fenda.
- (b) espalham-se além das bordas da fenda.
- (c) propagam-se em linha reta através da fenda.
- (d) perdem velocidade quando passam pela fenda.

(Escolha a alternativa correta).

67.  
carregado  
b.

68. Deixamos a luz iluminar a placa de metal do eletroscópio carregado e vemos que ele perde sua carga. As figuras abaixo mostram vários passos da experiência. Ordene-as na ordem correta de tempo.



Ordem correta das figuras \_\_\_\_\_

17.

onda  
(perturbação)

18. O fato de que a onda produzida pela corrente faz a agulha magnética balançar indica que a onda é de natureza \_\_\_\_\_, como a que você produziu com o ímã.

42.

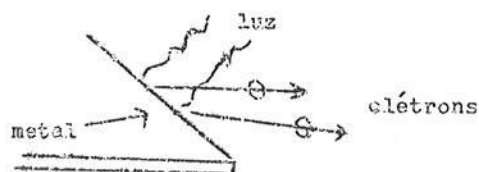
(b)

43. Para mostrar que as ondas de rádio difratam-se através de uma única fenda, como as ondas no tanque de ondas, o que é necessário mostrar que ocorre com as ondas de rádio, quando estas passam através de uma fenda?

68.

DACB

69. A experiência com a lâmpada e o eletroscópio mostra que a luz da lâmpada é capaz de expulsar os elétrons de metal (zinco). A figura abaixo mostra o que acontece quando \_\_\_\_\_ incide na placa de \_\_\_\_\_ e expulsa \_\_\_\_\_



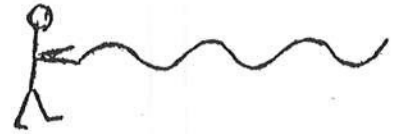
18.

magnética

19. Ligue e desligue o fio várias vèzes, fazendo a agulha balançar para a frente e para trás periódicamente (Se a agulha ficar girando é porque o fio está muito perto da bússola) (fig. a).  
Compare com a corda na fig. b.



(a)



(b)

Nos dois casos produziram-se ondas \_\_\_\_\_

43.

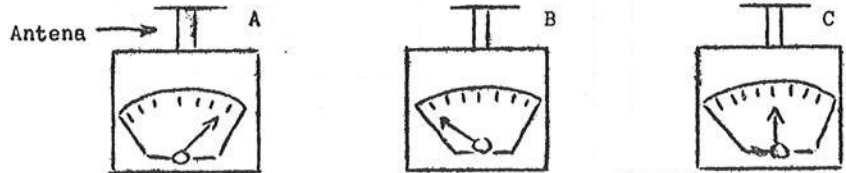
As ondas se espalham com tornando as bordas (ou respos ta similar)

44. Como você não pode ver as ondas de rádio como as ondas do tanque, você precisa de um rádio receptor que indique a presença de ondas de rádio. O desenho abaixo tem um medidor, que indica a intensidade das ondas de rádio, que a pequena antena recebe.

A indica intensidade muito alta.

B indica intensidade muito baixa e

C indica intensidade \_\_\_\_\_ recebida pelo (a) \_\_\_\_\_ do rádio receptor.



69.

luz

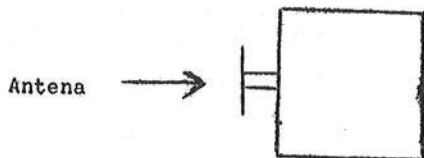
metal (zinco)

eletrons

70. A experiência com a lâmpada e o eletroscópio mostrou um exemplo do que é chamado Efeito Foto elétrico. O metal usado (zinco) pode ser outro e o modo de mostrar que os elétrons são expulsos pode ser diferente.

Tôdas as experiências que mostram elétrons sendo expulsos de um metal pela luz são casos de \_\_\_\_\_.

<p>19.</p> <p>periódicas</p>	<p>20. Para produzir uma onda periódica, com a pilha e o fio, você deve:</p> <p>(a) manter a corrente elétrica constantemente</p> <p>(b) ligar e desligar o fio constantemente.</p>
------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

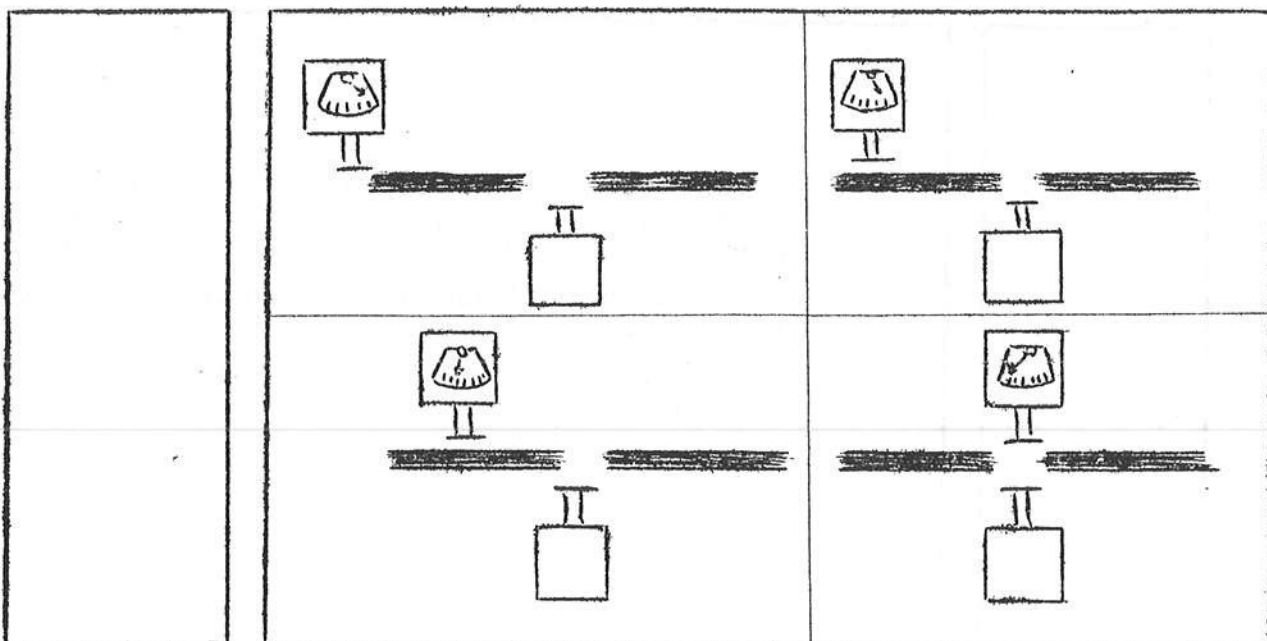
<p>44.</p> <p>média</p> <p>antena</p>	<p>45. Um gerador de ondas de rádio está desenhado abaixo. Você pode ver a antena que irradia as ondas eletromagnéticas.</p> <div data-bbox="580 1099 1005 1256" data-label="Diagram"></div> <p>Na primeira experiência, que você realizou com a pilha e o fio, esta antena seria o (a) _____.</p>
---------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p>70.</p> <p>Efeito Foto elétrico.</p>	<p>71. A carga de um eletroscópio com um bastão plástico, que foi friccionado com lã, é um exemplo de efeito fotoelétrico?</p> <p>_____.</p> <p>A experiência que você executou com a pilha o fio, e a agulha da bússola é um exemplo de efeito fotoelétrico?</p> <p>_____.</p>
-----------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



<p>20.</p> <p>(b)</p>	<p>21. Como as ondas que você produziu podem fazer a agulha magnética balançar, você pode dizer que sua natureza é _____.</p> <p>Mas como as ondas são produzidas por <u>correntes elétricas</u> você pode também dizer que sua natureza é _____.</p>
<p>45.</p> <p>fio</p>	<p>46. No quadro seguinte há quatro desenhos que representam o que poderia ser visto numa experiência com ondas de rádio e uma fenda. As paredes da fenda não transmitem nenhuma radiação.</p> <p>A experiência mostra que ondas de rádio difratam-se numa fenda?</p> <p>_____.</p>
<p>71.</p> <p>não</p> <p>não</p>	<p>72. A experiência com o eletroscópio mostrou um exemplo de _____.</p> <p>Ele mostra que a luz tem propriedade elétricas porque ela é capaz de _____.</p>

<p>21.</p> <p>magnética</p> <p>elétrica</p>	<p>22. As ondas produzidas por correntes elétricas em um fio são chamadas "elétricas magnéticas" devido à sua natureza elétrica e magnética. (Você provavelmente sabe que eletricidade e magnetismo estão estreitamente relacionados) As ondas que você produziu com a pilha e o fio são então chamadas ondas _____.</p>
---------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



<p>72.</p> <p>Efeito Foto elétrico</p> <p>expulsar elétrons de um metal</p>	<p>73. Relembre as duas propriedades comuns que têm a luz e as ondas de rádio, que sugerem que ambas são ondas eletromagnéticas.</p> <p>1. _____</p> <p>2. _____</p> <p>Agora você conhece um exemplo da evidência que indica que a luz tem uma natureza elétrica. Qual é?</p> <p>_____.</p>
-----------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



1ª PARTE

46.

sim

47. De acôrdo com a experiênça de difração descrita, as ondas de rádio parecem comportar-se como \_\_\_\_\_ no tanque de ondas.

73.

propagam-se no vácuo

mesma velocidade

Efeito Fotoelétrico

47. Pelas semelhanças vistas entre a luz e as ondas de rádio você concluiu que a luz possui natureza eletromagnética. Além disso, você viu o efeito fotoelétrico que evidencia ainda mais a natureza elétrica da luz. Existem muito mais evidências da natureza eletromagnética em teorias de Física Moderna (teoria eletromagnética de Maxwell), que não podem ser tratadas aqui. Portanto, você pode concluir que a luz como também as ondas de rádio, é \_\_\_\_\_.

22.

eletromag-  
néticas

VOLTE À PÁG. 1, QUADRO Nº 23

47.

ondas

VOLTE À PÁG. 1, QUADRO Nº 48

74.

de nature-  
za eletro-  
magnética

FIM DO CAPÍTULO 1

CAPÍTULO II

ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO



1. Na secção anterior chegamos à conclusão de que a luz e as ondas de rádio, pertencem ao tipo de ondas eletromagnéticas. Mas a luz visível tem comprimento de onda entre  $4.10^{-5}$  cm e  $7.10^{-5}$  cm, e as ondas de rádio têm comprimentos de onda entre 1 cm e 1000m. Supondo que houvessem outros tipos de ondas eletromagnéticas, quais seriam os seus comprimentos de onda?

- (a) entre  $7.10^{-5}$  cm e 1cm
- (b) maiores que 1000m
- (c) menores do que  $4.10^{-5}$  cm

Escolha uma ou mais

15. Quando você sente o calor do Sol, é porque você recebe a parte \_\_\_\_\_ da radiação solar.

29. Agora você conhece quatro tipos de radiações eletromagnéticas (três das quais, invisíveis).

Escreva-as abaixo começando com a de menor comprimento de onda.

---

---

---

---

1.

- (a)
- (b)
- (c)

2. Não podemos ver ondas eletromagnéticas com comprimento de onda menores do que o violeta visível, e maiores que o vermelho visível. O fato de não podermos ver a luz fora dos extremos visíveis do espectro, prova que não existe radiação com este comprimento de onda?

\_\_\_\_\_

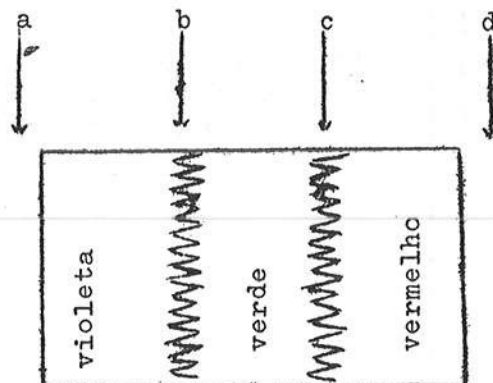
Cito outra radiação eletromagnética que é invisível.

\_\_\_\_\_

15.

infravermelha

16. Abaixo está desenhado um espectro de luz visível, com algumas cores indicadas. Onde estaria a parte infravermelha do espectro? (em que letra?)



29.

ultra violeta -  
visível  
infravermelho  
ondas de rádio

30. A radiação infravermelho estende-se por todos os comprimentos de ondas a partir das ondas de rádio; ela cobre todo o intervalo entre as ondas de rádio e o espectro visível. Se quisermos encontrar mais tipos de ondas eletromagnéticas devemos procurar radiações com comprimento de onda:

- A. maiores do que os das ondas de rádio?
- B. menores do que os da luz visível?
- C. maiores do que o da ultravioleta?
- D. menores do que o da ultravioleta?

Escolha as duas melhores alternativas.



<p>2.</p> <p>não</p> <p>ondas de rádio</p>	<p>3. Lembre-se de como você produziu um espectro quando você estudou cores. Descreva resumidamente como isso foi feito.</p> <hr/> <hr/> <hr/>
--------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p>16.</p> <p>d.</p>	<p>17. Vamos voltar à radiação solar, e verificar se ela contém, também, outras partes invisíveis. Por exemplo, a radiação solar faz a pele clara tornar-se bronzada. Também, se você recebe muita luz do Sol, ela queima sua pele, a pele fica vermelha e dolorida e acaba saindo.</p> <p>Estes efeitos são produzidos também por uma lâmpada forte comum?</p> <p>_____.</p>
----------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p>30.</p> <p>A.</p> <p>D.</p>	<p>31. Há dois tipos de radiação eletromagnética com comprimento de ondas menores do que o da radiação ultravioleta. A mais conhecida é o raio X. Como o raio X tem comprimento de onda muito pequeno é <u>fácil / difícil</u> provar que ele é onda, por meio de difração numa fenda.</p>
--------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

3.

Um feixe de luz branca atravessou um prisma e foi decomposto num espectro (refletido por um pedaço de disco)

4. Você sabe que as cores de um espectro têm diferentes comprimentos de onda, de  $4 \cdot 10^{-5}$  cm a  $7 \cdot 10^{-5}$  cm. O comprimento de onda maior pertence à extremidade \_\_\_\_\_ do espectro e o comprimento de onda menor pertence à extremidade \_\_\_\_\_ do espectro.

17.

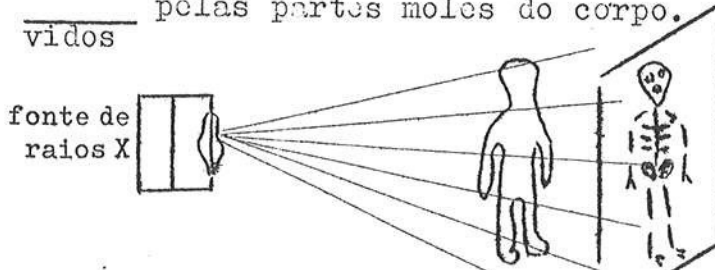
não

18. Para proteger sua pele da parte prejudicial da radiação solar, você pode usar óleo de sol. A camada de óleo de sol na sua pele \_\_\_\_\_ a radiação que poderia queimá-la.  
absorve / transmite

31.

difícil

32. Os raios X são usados para exames médicos internos. Vemos abaixo uma fonte de raios X e uma tela que fica iluminada quando exposta a raios X. A "sombra" do homem que vemos indica que os raios X são \_\_\_\_\_ transmitidos / ab-  
sorvidos \_\_\_\_\_ pelos ossos e \_\_\_\_\_ transmitidos / absor-  
vidos \_\_\_\_\_ pelas partes moles do corpo.

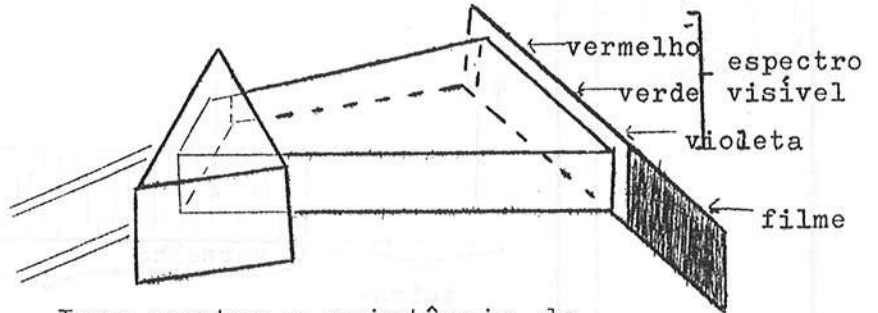


4.

vermelha

violota

5. Pode-se mostrar a existência de radiação, fora das extremidades vermelha e violota visíveis do espectro. Um filme fotográfico torna-se preto quando exposto à luz visível, mas também tornar-se-á preto se fôr colocado fora da extremidade violota visível do espectro.



Isso mostra a existência de \_\_\_\_\_

18.

absorve

19. Muitos óleos de sol são líquidos transparentes incolores (às vêzes são marron claro, umas ainda transparentes). Então uma camada de óleo de sol:

- absorve                       transmite
- absorve                       transmite

a maior parte visível da luz do sol e a maior parte da parte prejudicial da radiação solar.

32.

absorvidos

transmitidos

33. Frequentemente a tela (no quadro anterior) é substituída por um filme fotográfico, que quando revelado, dá um quadro dos órgãos internos do corpo.

Esse uso do raio X mostra que eles \_\_\_\_\_ em linha reta  
 propagam-se/nao se propagam \_\_\_\_\_ e  
 como a luz/de forma diferente da luz \_\_\_\_\_ filmes fotográficos  
 escurecem/nao escurecem \_\_\_\_\_ e  
 como a luz/de forma diferente da luz \_\_\_\_\_ são  
 transmitidos/absorvidos \_\_\_\_\_ pelas partes moles do  
 corpo \_\_\_\_\_  
 como a luz/de forma diferente da luz.

5.  
radiação fora da extremidade violeta visível do espectro.

6. Um filme fotográfico não é escurecido se colocado além da extremidade vermelha do espectro. Contudo, se um pequeno termômetro for colocado um pouco depois do vermelho, ele indicará alguns graus acima da temperatura ambiente. O termômetro fica quente porque ele absorve \_\_\_\_\_.

19.  
 transmite  
 absorve

20. Mesmo quando você usa óleo de sol, você sente o calor do Sol. Isto porque o óleo de Sol não absorve a parte \_\_\_\_\_ da radiação solar, enquanto que a parte \_\_\_\_\_ da radiação solar é absorvida.

33.  
propagam-se como a luz  
escurecem como a luz  
são transmitidos  
de forma diferente da luz.

34. Uma radiação, ainda mais penetrante do que o raio X, é emitida por materiais radioativos. A parte mais penetrante da radiação radioativa é chamada radiação \_\_\_\_\_ (gama, letra do alfabeto grego) que às vezes é transmitido até por uma parede de concreto de metros de espessura. Em outras palavras \_\_\_\_\_ são absorvidos mais facilmente do que \_\_\_\_\_.

<p>6.</p> <p>Radiação invisível além do vermelho.</p>	<p>7. Luz visível de todos os comprimentos de onda <u>está/nao está</u> contida na radiação branca do sol.</p> <p>Se existe radiação invisível com comprimentos de onda menores e maiores do que aqueles do espectro visível, seria uma boa idéia procurar esta espécie de radiação na _____</p>
<p>20.</p> <p>infravermelha prejudicial.</p>	<p>21. A parte da radiação solar que queima e bronzeia a pele é a radiação invisível que fica próxima da extremidade <u>violeta visível</u> do espectro. É chamada radiação <u>ultra violeta</u>.</p> <p>Conseqüentemente, a radiação ultravioleta tem o comprimento de onda <u>menor/maior</u> do que o da luz visível.</p>
<p>34.</p> <p>raio X</p> <p>raio <math>\gamma</math></p>	<p>35. Não foi possível mostrar difração de raios <math>\gamma</math> por uma fenda. Isso significa que a radiação <math>\gamma</math> não é uma onda ou tem _____ muito pequeno.</p>



<p>7.</p> <p>está</p> <p>radiação solar</p>	<p>8. Sabemos, por exemplo, que parte da radiação solar é sentida por nós como calor.</p> <p>Esta radiação também está presente na luz de uma lâmpada?</p> <p>_____.</p>
<p>21.</p> <p>menor</p>	<p>22. Existem lâmpadas especiais (lâmpadas de mercúrio) que emitem luz ultravioleta. Tal lâmpada é que foi usada para produzir Efeito Fotoelétrico no zinco na experiência descrita para mostrar Efeito Fotoelétrico.</p> <p>Descreva a experiência (em menos de trinta palavras).</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>
<p>35.</p> <p>comprimento de onda</p>	<p>36. Os raios <math>\gamma</math> têm os menores comprimentos de ondas de todas as radiações eletromagnéticas conhecidas, menores do que <math>10^{-10}</math> m.</p> <p>Por quantos fatores de 10 isto é menor do que as maiores ondas de rádio?</p> <p>_____.</p> <p>NOTA: Lembre-se que as ondas de rádio têm comprimento de onda entre 1 cm e 1000m.</p>



8.  
  
sim

9. Você conhece algum objeto que emite radiação térmica sem emitir luz?  
Cite dois.  
  
\_\_\_\_\_  
  
\_\_\_\_\_  
  
A radiação térmica é, então, visível, ou invisível?  
  
\_\_\_\_\_

22.  
  
Um eletroscópio com placa de zinco é carregado. A luz de uma lâmpada de mercúrio, expõe elétrons da placa e descarrega o eletroscópio.

23. Abaixo estão representadas duas experiências de efeito fotoelétrico. Em uma das experiências é usada uma lâmpada de filamento comum. Em qual?

				A
				B

36.  
  
13

37. As figuras números 1, 2, 3, colocadas no painel, foram tomadas de um filme que nos mostra propriedades comuns da luz, raios X e raios  $\gamma$ . Uma fonte de radiação, um obstáculo e uma placa fotográfica foram montados como se indica abaixo:

fonte de radiação	obstáculo	placa fotográfica

Tôda a radiação da fonte chega a placa fotográfica? \_\_\_\_\_

9.

ferro de  
passar  
roupa  
parede de  
um forno  
(ou ou-  
tras)  
invisível

10. Então quando você sente o calor do Sol, é porque você recebe uma parte visível / invi-  
sível da radiação solar. Comparada com o Sol, um tubo fluorecente emite a maior parte de sua radiação como:

Luz visível  
Radiação térmica invisível

23.

B.

24. A seguinte sequência de quadros mostra outra experiência de efeito fotoelétrico. O eletroscópio carregado recebe luz de uma lâmpada de mercúrio através de uma placa de vidro transparente. Você pode concluir que o vidro \_\_\_\_\_ a luz \_\_\_\_\_

37.

Não

38. Foi tirada uma fotografia para cada fonte de radiação, colocando um obstáculo com a forma de L, para a luz, de X, para os raios X, e um bloco de chumbo para os raios  $\gamma$ . Depois de algum tempo (diferente para cada radiação), as placas fotográficas foram reveladas num laboratório e os resultados são vistos nas figuras números 4, 5, 6, do painel.

A experiência mostra várias semelhanças entre os três tipos de radiações.

Cite três:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

<p>10.</p> <p>invisível</p> <p>luz visível <input type="checkbox"/></p>	<p>11. A radiação térmica tem propriedades interessantes. Propaga-se em linha reta, reflete-se regularmente e refrata-se. Em outras palavras, seu comportamento é muito semelhante ao da _____.</p>
<p>24.</p> <p>absorve</p> <p>ultravioleta</p>	<p>25. A radiação ultravioleta é invisível, todavia é prejudicial à vista. Então você não deve nunca olhar diretamente uma lâmpada de mercúrio.</p> <p>Seus olhos estariam protegidos com óculos comuns?</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• ou seriam precisos óculos escuros para proteger seus olhos? _____</li></ul>
<p>38.</p> <p>propagam-se em linha reta.</p> <p>escurecem a chapa fotográfica.</p> <p>são absorvidos por obstáculos.</p>	<p>39. De acordo com o que você aprendeu, ponha à frente de cada uma das propriedades abaixo, um R se você achar que é uma propriedade das ondas de rádio, V se for da luz visível, IV se for da infravermelho, UV se for da ultra violeta, X dos raios X e <math>\gamma</math> dos raios <math>\gamma</math>.</p> <p>São ondas _____</p> <p>Propagam-se no vácuo _____</p> <p>Propagam-se com a velocidade da luz _____</p>

<p>11.</p> <p>luz visível</p>	<p>12. Vamos tentar descobrir se a radiação térmica é uma radiação invisível, próxima da extremidade vermelha ou da violeta do espectro. Um ferro de passar emite somente radiação térmica, mas se ele ficar quente demais, ele começa a emitir também luz visível de cor _____.</p> <p>Então a radiação térmica parece estar estreitamente relacionada com a extremidade _____ do espectro.</p>
-------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p>25.</p> <p>sim</p> <p>não</p>	<p>26. Cite duas fontes de radiação infravermelha: uma que produza também luz visível, outra que não produza luz visível.</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>Cite duas fontes de radiações ultravioleta.</p> <p>_____</p> <p>_____</p>
----------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p>39.</p> <p>R, IV, V, UV, X, <math>\gamma</math></p> <p>R, IV, V, UV,</p> <p>R, V.</p>	<p>40. De fato, os seis tipos de radiação que discutimos têm as propriedades relacionadas no quadro anterior apesar de não termos mostrado que as propriedades são de todas elas.</p> <p>Esta é uma das razões porque podemos classificá-las como _____ juntamente com a luz e as ondas de rádio.</p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

12.  
vermelha  
vermelha

13. Se a nossa descoberta do quadro anterior é verdadeira, então a radiação térmica tem comprimento de onda \_\_\_\_\_ do que a luz visível,  
(maior/menor)

26.  
SOL (lâmpada)  
ferro de passar  
Sol  
lâmpada de mercúrio

27. A é uma fonte somente de infravermelha  
B é uma fonte somente de luz visível  
C é uma fonte somente do ultravioleta  
Somente \_\_\_\_\_ é capaz de produzir efeito fotoelétrico no zinco.  
Você só pode ver a radiação de \_\_\_\_\_  
Qual a diferença entre A e C quanto à seus efeitos sobre a sua pele?

40.  
ondas eletromagnéticas.

41. Enumere os seis tipos de ondas eletromagnéticas que você conhece, começando dos menores comprimentos de ondas e indo para os maiores.  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

<p>13.</p> <p>maior</p>	<p>14. A radiação térmica é chamada radiação <u>infravermelha</u>. A luz vinda dos tubos fluorescentes contém <u>mais/menos</u> radiação infravermelha do que a luz de uma lâmpada de filamento</p>
-------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p>27.</p> <p>C</p> <p>B</p> <p>A- aquece a pele</p> <p>C- queima a pele</p>	<p>28. Ambas as radiações infravermelho e ultravioleta chegam, até nós, do Sol. Podemos concluir que elas têm uma propriedade em comum com a luz e as ondas de rádio: a propriedade de propagar-se no _____</p>
------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p>41.</p> <p>raio <math>\gamma</math></p> <p>raio X</p> <p>ultravioleta</p> <p>visível</p> <p>infravermelho</p> <p>ondas de rádio</p>	<p>42. A <u>seqüência de cores do vermelho ao violeta, com comprimento de ondas decrescente, é chamado espectro visível</u>. A seqüência <u>toda das ondas eletromagnéticas (incluindo a luz visível)</u> é igualmente chamada _____ <u>eletromagnética</u>.</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



14.  
  
menos

VOLTE A PÁG. 29 QUADRO Nº 15

28.  
  
vácuo

VOLTE A PÁG. 29 QUADRO Nº 29

42.  
As sequên -  
cias das on  
das  
eletromagné  
ticas: On -  
das de rá  
dio  
infraverme-  
lho  
visível  
ultraviolo-  
ta  
Raios X  
Raios

FIM DO CAPÍTULO 2

## PAINEL

Nota: No estudo deste capítulo, você irá realizar algumas experiências com papel fotográfico. Recomendamo -lho por isso, preparar um frasco de revelador e outro de fixador, antes de começar a estudá-lo.

Para tal, você encontrará na sua caixa de material:

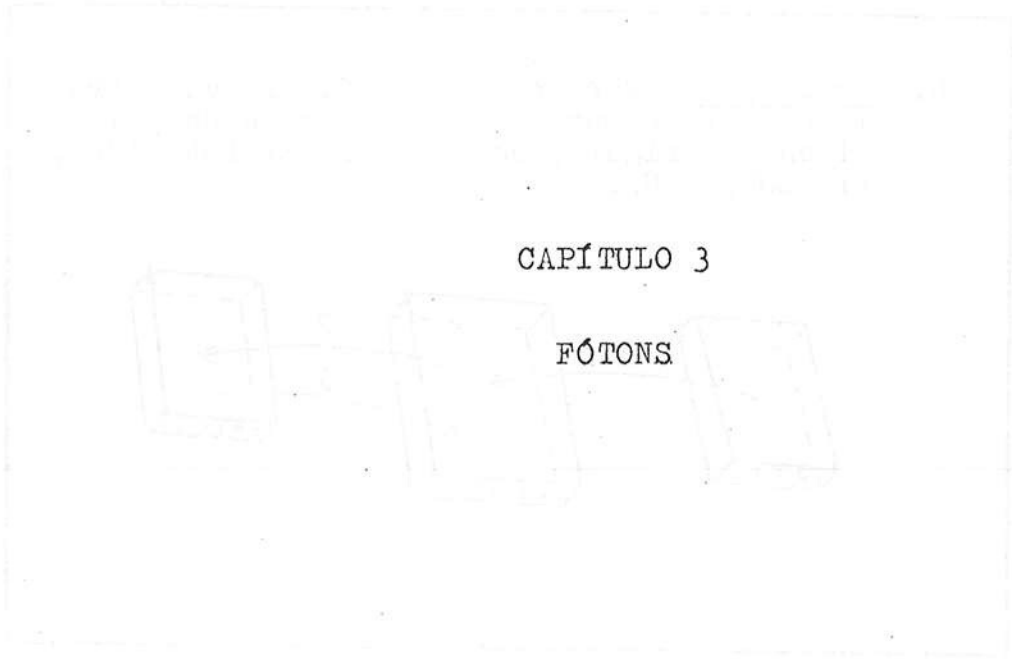
- 1 pacote de revelador para papel E - 72.
- 1 caixa de fixador universal (preparado nº 110-A)
- 2 frascos de plástico de 250 cm<sup>3</sup> de capacidade.
- 1 medidor de plástico.

### Preparação do Revelador.

1. Coloque água morna (entre 40<sup>o</sup> e 50<sup>o</sup>C) até a metade do frasco,
2. Dentro do pacote de revelador há dois saquinhos de plásticos que contém pó branco.
3. Retire, do saquinho menor, metade do conteúdo do medidor e despeje-o no frasco, agitando-o até haver completa dissolução do pó.
4. Do saquinho maior, retire duas vêzes o conteúdo do medidor, coloque-o no frasco, agitando-o até que haja completa dissolução do pó.
5. Complete o volume do frasco com água fria.
6. Coloque, no frasco, uma etiquêta com o nome REVELADOR.

### Preparação do Fixador.

1. Coloque água morna (entre 40<sup>o</sup> e 50<sup>o</sup>C) no frasco, até a metade.
2. Dentro da caixa de fixador há dois saquinhos de plástico.
3. Retire, do saquinho maior, 10 vêzes o conteúdo do medidor e coloque-o dentro do frasco, agitando-o até obter completa dissolução do pó.
4. Retire, do saquinho menor, 1,5 vêzes o conteúdo do medidor. Coloque-o dentro do frasco e dissolva-o.
5. Complete o volume do frasco com água fria.
6. Coloque no frasco, uma etiquêta com o nome FIXADOR.



CAPÍTULO 3

FÓTONS

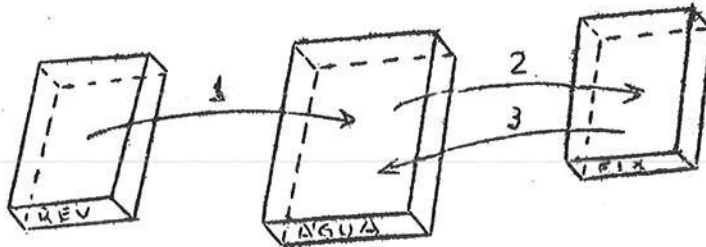
1. Uma vela acesa implica combustão de uma substância.



Este é um fenômeno:

- Físico  
 Químico

46. Precaução: Para revelar e fixar, você irá trabalhar, sempre, na ordem indicada pela flecha da figura, ou seja, REVELADOR, ÁGUA, FIXADOR, ÁGUA.



91. Olhe através dos filtros: vermelho, laranja, combinação de 3 filtros e combinação de 6 filtros.

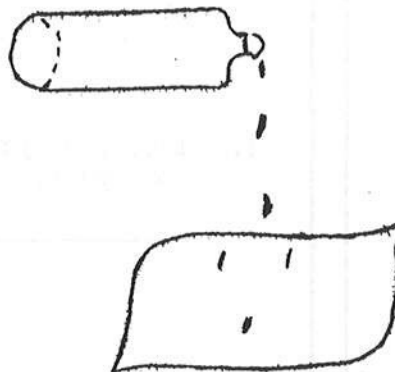
Quais dêles parecem transmitir mais luz ?

\_\_\_\_\_.

1.

Quíni  
co

2. Quando utilizamos cloro para tirar manchas de roupa,



produz-se uma reação \_\_\_\_\_

47. Tome uma fôlha de cartolina branca e coloque o número da experiência no seu verso (número d'êste quadro), tendo o cuidado de guardar o resto.

91.

vermelho  
e  
laranja

92. Olhando novamente através dos filtros, qual ou quais dêles parece transmitir mais energia?

- a) 6 filtros
- b) 3 filtros
- c) filtro vermelho
- d) filtro laranja

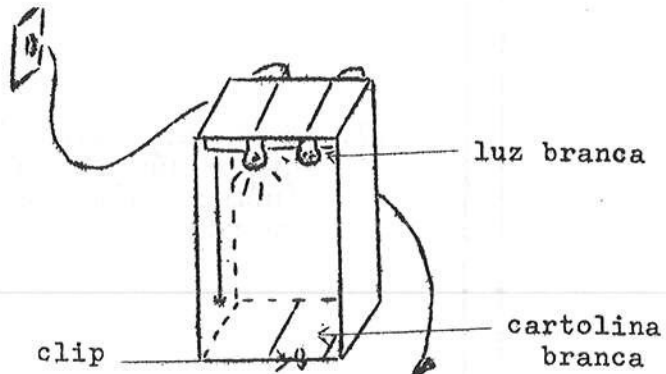
2.  
  
química

GRUF  
GRUPO DE REELABORAÇÃO  
NO ENSINO DE FÍSICA

3. Logo, o primeiro e o segundo fenômenos são exemplos de reação:  
  
\_\_\_\_\_ .

48.

Coloque-a dentro da caixa sob a luz branca, sem acendê-la



92.  
  
c  
  
d

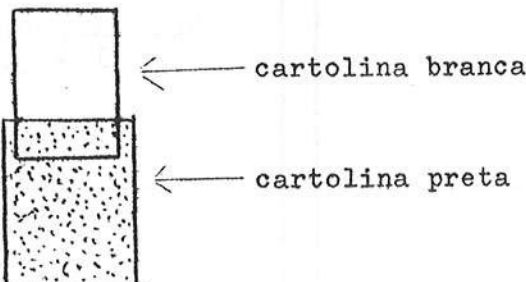
93. Observando novamente as experiências 74 e 76, você pode concluir que os filtros vermelho e laranja transmitem energia que produz reação.

mais/menos

E olhando através dos filtros, o vermelho e laranja parecem transmitir mais/menos energia.



<p>3.</p> <p>química</p>	<p>4. Para manter a vela acesa necessitamos estar num lugar:</p> <ul style="list-style-type: none"><li><input type="checkbox"/> iluminado</li><li><input type="checkbox"/> escuro</li><li><input type="checkbox"/> qualquer dos dois</li></ul>
--------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	<p>49. Sôbre a cartolina branca, coloque a cartolina preta, cobrindo uma quarta parte, como indica a figura:</p>  <p>The diagram shows two rectangular cards. The top card is white and is labeled 'cartolina branca' with an arrow pointing to it. The bottom card is black with a stippled texture and is labeled 'cartolina preta' with an arrow pointing to it. The black card is positioned such that its top-left corner overlaps the bottom-left corner of the white card, covering approximately one-quarter of the white card's area.</p>
--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p>93.</p> <p>menos</p> <p>mais</p>	<p>94. Os resultados desta experiência deixam patente a seguinte pergunta: Por que a luz transmitida pelos filtros _____ que parece ter mais energia é incapaz de produzir reação fotoquímica, enquanto que a luz transmitida pelos filtros _____ que parece ter menos energia produz a reação?</p>
-------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

4.

qual -  
quer dos  
dois

5. Para tirar as manchas da roupa com o cloro, será preciso estar num lugar:

- iluminado  
 escuro  
 qualquer dos dois

50. Exponha à luz a parte descoberta, durante 1 seg.

94.

vermelho e  
laranja

verde, ro-  
sado e azul  
(ou outras  
cores)

95. Na emulsão fotográfica, cada molécula de Brometo de Prata, AgBr, necessita de uma certa quantidade de energia para que se produza reação fotoquímica, que consiste na separação de Ag de Br. Representando por Q a energia absorvida, complete a seguinte equação.



5.

X qual -  
quer  
dos dois

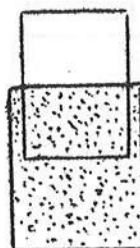
6. Portanto, as reações químicas de que falamos, podem produzir-se, indistintamente, num lugar:

ou num lugar:

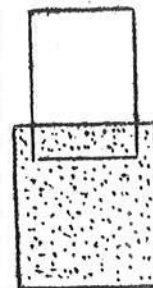
---

---

51. Cubra duas quartas partes, exponha à luz durante 2 segundos, sem apagar a luz, descubra a outra quarta parte e exponha-a durante 1 segundo.



2 seg



1 seg

95.

Q + Ag Br  
Ag + Br

96. Olhe de novo a 3ª fotografia contida no seu material e lembre-se que nos pontos negros houve reação completa e nos brancos \_\_\_\_\_ reação.

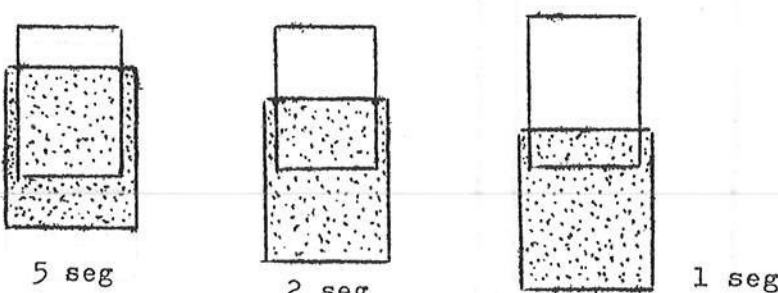
Ou seja, nos pontos negros houve absorção de uma certa quantidade de \_\_\_\_\_ e nos brancos \_\_\_\_\_.

6,  
iluminado  
escuro

7. Quando mantemos um tecido de cor, exposto à luz solar durante certo tempo, o tecido:

se descora  
 não se descora

52. Cubra três quartas partes, exponha à luz durante 5 seg descubra uma quarta parte e exponha-a 2 seg e a seguir, a outra quarta parte durante 1 seg.




A isto chamamos "Diferentes tempos de exposição"

96.  
nenhuma  
energia  
nenhuma

97. Como você vê, em algumas partes houve absorção de energia e em outras, não. Portanto, a luz cede sua energia não de uma maneira contínua, mas de uma maneira \_\_\_\_\_.

Então a luz parece estar dividida em pacotes de \_\_\_\_\_.

<p>7.</p> <p>X se descora</p>	<p>8. Quando deixamos este tecido num lugar onde não chega luz solar, ele</p> <p><input type="checkbox"/> se descora</p> <p><input type="checkbox"/> não se descora</p>
	<p>53. Revele e Fixe o papel.</p>
<p>97.</p> <p>descontinua energia</p>	<p>98. A luz transmitida pelos filtros vermelho e laranja que aparentemente possui mais energia, parece estar dividida em pacotinhos, os quais são de energia tão pequena que são incapazes de produzir reação em cada molécula de AgBr.</p> <p>Energia que a molécula AgBr precisa para reação → ○</p>  <p>energia transmitida pelos filtros vermelho e laranja.</p>

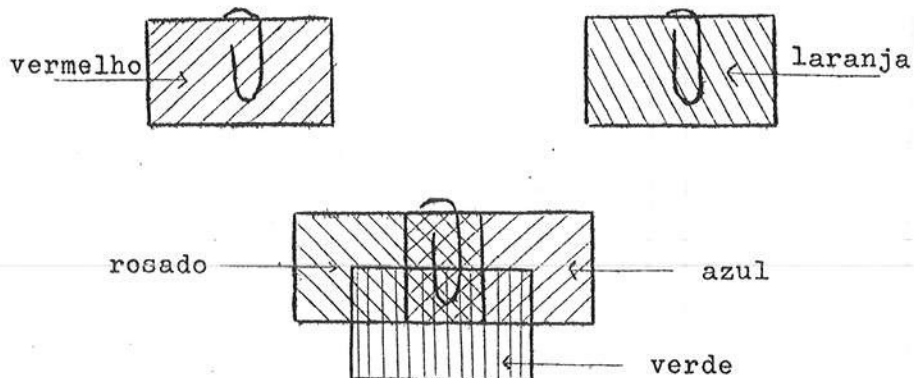
8.

não se descora

10. O descoloramento do tecido é também um fenômeno químico. Se o tecido não descora, não há reação química.

Portanto, para este tipo de reação química, necessitamos da: \_\_\_\_\_.

54. Acenda a luz branca de sua caixa e prepare, sobre a mesa, os filtros com clips, como indica a figura:



99. Por outro lado, a luz transmitida pelos outros filtros juntos e que aparenta ter menos energia, parece estar dividida em pacotinhos de maior energia que os da luz vermelha e laranja e, portanto, produz-se reação,

Energia que a molécula de AgBr precisa para reação.



Energia através dos outros filtros



9.  
luz

10. Nas plantas verdes o bi-óxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) e a água ( $\text{H}_2\text{O}$ ) são transformados, sob a ação da luz, em carboidratos e oxigênio.

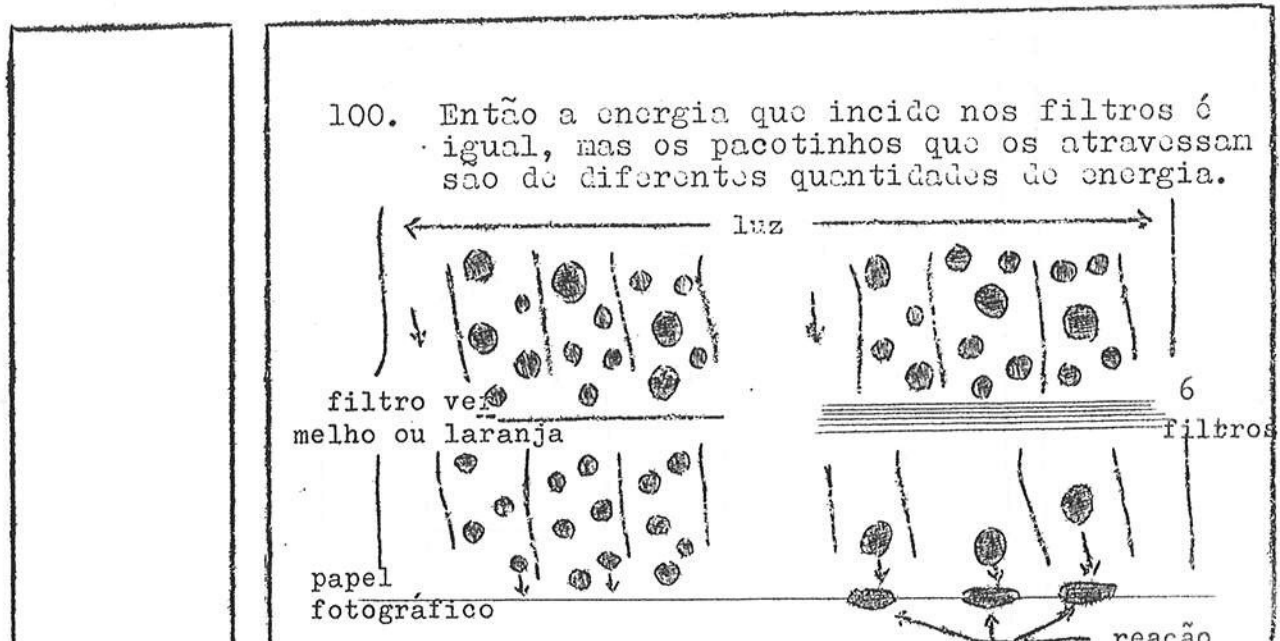
$$\text{CO}_2 \text{ (g)} + \text{H}_2\text{O} \text{ (g)} \xrightarrow{\text{luz}} \text{carboidratos} + \text{O}_2 \text{ (g)}$$

Este é um fenômeno \_\_\_\_\_ que é essencial para a nutrição dos vegetais e que se chama fotosíntese.

55. Apague a luz branca de sua caixa, tome uma folha de cartolina branca, colocando-lhe o número da experiência no verso (número deste quadro), e coloque-a, em seguida, sobre a cartolina preta.

A isto vamos chamar "Preparar a cartolina branca (papel fotográfico)"

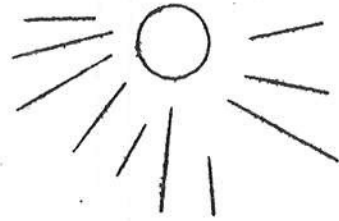
Preparar o papel fotográfico é tirá-lo do seu envelope e colocar-lhe o \_\_\_\_\_ da experiência no \_\_\_\_\_ e colocá-lo sobre a cartolina \_\_\_\_\_.



10.

químico

11. Você sabe que este fenômeno só se produz em plantas expostas à luz.

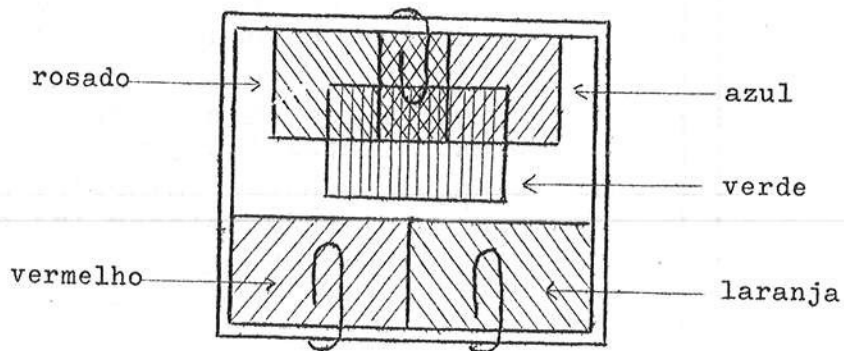


O que ocorreria se você mantivesse uma planta no escuro?

55.

número  
verso  
prôta

56. Coloque sôbre a cartolina branca os filtros, como indica a figura:

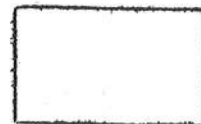
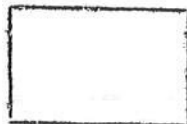
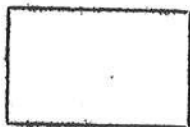


101. Representando por a maior quantidade de energia e por a menor quantidade de energia, indique na figura abaixo, a energia transmitida pelos filtros: vermelho, laranja e os 6 filtros juntos.

filtro vermelho

laranja

6 filtros




11.  
A planta  
morreria.  
(ou respos  
ta simi-  
lar)  
  
(Não tem  
fotosínte  
se)

12. Então esta é uma reação química que precisa de \_\_\_\_\_ para ser produzida.


57. Exponha-a à luz branca durante 5 seg.  
Tire os filtros e a cartolina preta.  
Revelo-a e fixe-a,  
Acenda a luz

101.


vermelho





laranja



6 filtros



102. As figuras A e B representam a luz transmitida por diferentes filtros.

A  B 

A indica \_\_\_\_\_ energia total \_\_\_\_\_  
mais/menos \_\_\_\_\_ capaz/in-  
de produzir reação. capaz

B indica \_\_\_\_\_ energia total \_\_\_\_\_  
mais/menos \_\_\_\_\_ capaz/in-  
de produzir reação. capaz

<p>12.</p> <p>luz</p>	<p>13. Para manter uma vela acesa e para tirar manchas da roupa com cloro, a luz não é indispensável.</p> <p>Entretanto, para descorar um tecido ou para a nutrição dos vegetais, é indispensável que haja: _____.</p>
	<p>58. O papel fotográfico será retirado do respectivo envelope sómente no quarto _____ e em presença de luz _____.</p>
<p>102.</p> <p>mais incapaz menos capaz</p>	<p>103. A explanação que fizemos parece sugerir que na nossa experiência a luz comporta-se como:</p> <p>(a) partículas</p> <p>(b) ondas</p> <p>Isto é muito surpreendente, pois as experiências de difração e interferência na unidade 3 mostraram que a luz comporta-se como:</p> <p>(c) partículas</p> <p>(d) ondas</p>

<p>13.</p> <p>luz</p>	<p>14. Logo, temos reações químicas que não precisam de luz para serem produzidas, e reações químicas que só se produzem sob a ação da luz, para a qual é preciso que haja absorção de algo que a luz possui, e este algo é energia radiante.</p> <p>Energia radiante é algo que se _____ da luz, para se produzir reação _____</p>
<p>58.</p> <p>escuro</p> <p>vermelho</p>	<p>59. Preparar o papel fotográfico é _____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>
<p>103.</p> <p>(a)</p> <p>(d)</p>	<p>104. Mas os pacotinhos de luz também estão relacionados com comportamento de ondas. Os filtros vermelho e laranja transmitem luz de comprimento de onda _____ que a luz que transmitem filtros de outras cores. Maior comprimento de onda implica _____ frequência _____</p>

<p>14.</p> <p>absorve</p> <p>química</p>	<p>15. Uma das mais importantes reações químicas sob a ação da luz é a fotografia.</p> <p>Emulsão fotográfica é uma película de gelatina que contém grãos muito finos de Brometo de Prata, AgBr, que cobre o papel fotográfico.</p> <p>O papel fotográfico está coberto de uma película de _____ que se chama _____ que contém grãos de _____.</p>
<p>59.</p> <p>Tirá-lo de seu envelope e guardar o resto, colocar o número da experiência no verso, e colocá-lo sobre a cartolina preta.</p>	<p>60. Expor à luz é _____</p>
<p>104.</p> <p>maior</p> <p>menor</p>	<p>105. De acordo com a experiência de fotografia, os pacotinhos de luz vermelha e laranja possuem _____ energia e a luz vermelha e laranja têm _____ frequência que a luz de outras cores.</p>

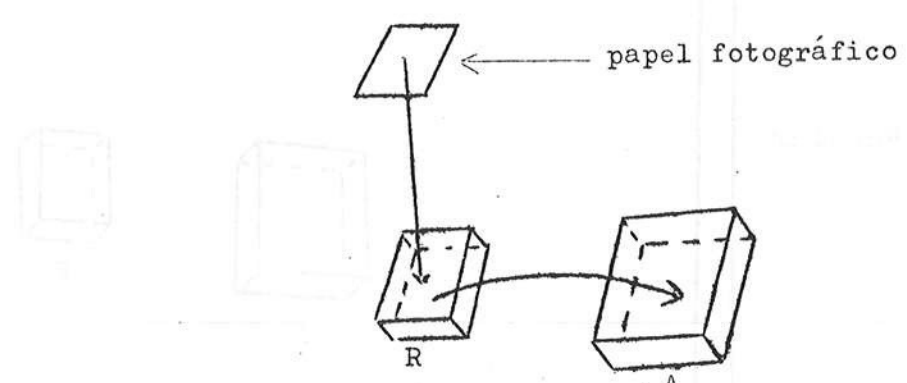


15.  
gelatina  
emulsão fo-  
tográfica  
Brometo de  
Prata  
(AgBr)

16. Revelador é uma solução preparada geralmente com:  
água  
sulfito de sódio  
hidroquinona  
carbonato de sódio

60.  
Fazer inci-  
dir luz no  
papel foto-  
gráfico.

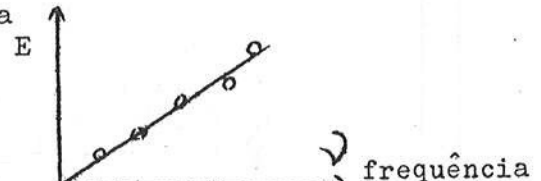
61. A esta operação:



Chamamos \_\_\_\_\_.

105 .  
menos  
menor

106. Então, a energia  $E$  dos pacotinhos depende da frequência  $\nu$  da luz. Com outras experiências (que não vamos descrever aqui) se pode medir a energia em função da frequência. Obtem-se o seguinte gráfico.



Você pode concluir que existe uma relação:

- (a)  $E = \nu$
- (b)  $E = \text{constante}$
- (c)  $E = \text{constante} \cdot \frac{1}{\nu}$
- (d)  $E = \text{constante} \cdot \frac{1}{\nu^2}$

17. Fixador é uma solução preparada com:

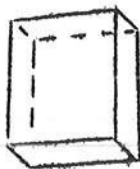
água

hipo-sulfito de sódio

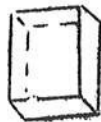
61.

Revelar

62. Indique na figura, de maneira semelhante à anterior, o que seria Fixar



A



F

106.

(b)

107. A constante de proporcionalidade entre a energia e a frequência "constante de Planck", se representa com a letra  $h$ . Então na relação

$$E = h \nu$$

E representa \_\_\_\_\_  
h representa \_\_\_\_\_  
 $\nu$  representa \_\_\_\_\_

1. Max Planck, físico alemão, primeiro a obter a relação acima em 1899.

18. Denominam-se halóides de prata, os diferentes compostos de prata (de côr branca) com os halogenos.

Sabendo que o Fluor F, Cloro Cl, Bromo Br, Iôdo I, são halogenos, então o Brometo de Prata AgBr é um:

\_\_\_\_\_ de côr \_\_\_\_\_.

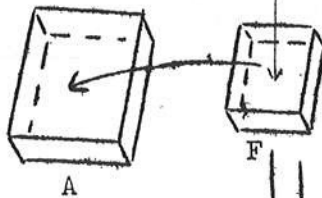
62.

Agora que você está treinado nas experiências, irá trabalhar com papel fotográfico, Revelador e Fixador

papel fotográfico

63.

Tire as cartolinas do recipiente de Agua e coloque-as sôbre o cartão. Troque a água dos recipientes do Revelador e Fixador pelas respectivas soluções e coloque-os na ordem em que as soluções serão utilizadas (Cuidado, tanto o revelador como o fixador produzem manchas permanentes nos tecidos. Faça a figura e indique com uma flecha a ordem em que você vai usar essas soluções.



107.

energia  
constante  
de Planck  
frequência

108. Escreva abaixo a relação entre a energia dos pacotinhos de luz e a frequência da luz.

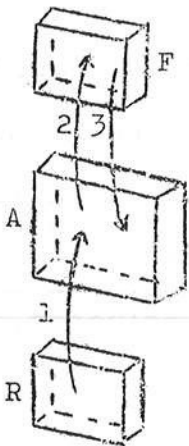
\_\_\_\_\_.

18.

halóide de  
Prata  
branca

19. Os halóides de Prata são sensíveis à luz, sob influência da qual subsiste uma decomposição química.  
Produz-se decomposição química nos Brometos de Prata sob a ação da:
- 

63.



64. Apague a luz branca de sua caixa.  
Tome uma fôlha de papel fotográfico, tendo o cuidado de deixar o resto bem coberto.  
Observe a fôlha de papel: uma parte é brilhante e a outra, opaca. Você irá expor à luz, a parte brilhante.  
Prepare o papel fotográfico.

108.

$$E = h\nu$$

109. A frequência é uma propriedade de ondas /  
partículas

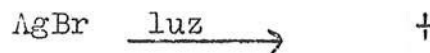
<p>19.</p> <p>luz</p>	<p>20. Se o papel fotográfico contém Brometo de Prata AgBr (halóide), o que ocorre se o expusermos à luz?</p> <hr/>
	<p>65. Exponha-o à <u>luz vermelha</u> durante 15 seg Revele-o Fixe-o</p> <p>Nota: tanto ao revelar como ao fixar, deve-se ter cuidado de fazer oscilar o papel fotográfico dentro dos recipientes, para que haja eliminação por igual do sal de prata decomposto pela luz.</p>
<p>109.</p> <p>ondas</p>	<p>110. Observando a fórmula <math>E = h \nu</math> você pode ver que os pacotinhos de luz têm uma energia que depende da frequência, da luz. Portanto os pacotinhos de energia da luz têm também propriedades de <u>ondas/partículas</u></p>

20.

Introduz-se  
reação química

(ou resposta  
similar)

21. Esta reação química consiste na separação da Prata Ag, do Bromo Br, e, podemos representá-la com a seguinte equação:



66. Observe que o papel fotográfico permanece branco. Portanto, o papel fotográfico é insensível à luz \_\_\_\_\_.

É por esta razão que podemos trabalhar no quarto escuro com luz vermelha sem afetar o papel fotográfico.

110.

ondas

111. Isto agora é muito surpreendente. Vimos primeiro na nossa experiência que a luz comporta-se como partículas. Agora vimos que essas partículas têm propriedades de ondas. Chamaremos estas partículas de Fotons. Então os Fotons têm propriedades de

- (a) partículas
- (b) ondas
- (c) partículas e ondas
- (d) nem partículas nem ondas.



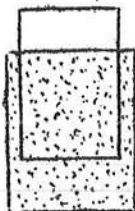
<p>21.</p> <p>Ag + Br</p>	<p>22. Esta reação começou numa parte de alguns grãos de AgBr, contidos na emulsão fotográfica.</p> <p>Então, a cor da emulsão fotográfica, ainda é:</p> <p>_____.</p>
<p>66.</p> <p>vermelha</p>	<p>67. Faça a experiência com diferentes tempos de exposição, isto é, 5 seg, 2 seg, e 1 seg, usando a luz branca.</p> <p>Faça a figura de como colocou inicialmente o papel fotográfico com a cartolina preta.</p>
<p>111.</p> <p>(c)</p>	<p>112. As experiências feitas até agora <u>COMPROVAM</u> o que se chama efeito fotoquímico.</p> <p>Então o efeito _____ é um fato que sugere que a _____ é constituída de _____.</p>

22.

branca

23. Se tratamos esta emulsão com uma solução de um redutor, chamado revelador, continue a reação nos grãos de AgBr em que começou, causando a redução em Prata metálica (de cor negra); enquanto que nos outros grãos nos quais não começou reação, não subsiste nenhuma decomposição

67.



68. Revele e fixe o papel fotográfico acenda a luz branca de sua caixa.

112.

Fotoquímico

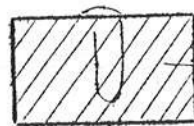
Luz

Fotons

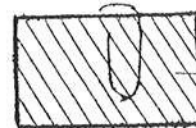
113. Será que podemos obter outra evidência que sugere a existência de Fotons na Luz?  
Analisemos o Efeito Fotoelétrico.

24. Algumas partes ficam escuras e outras, claras; isto se deve à proporção maior ou menor de prata reduzida

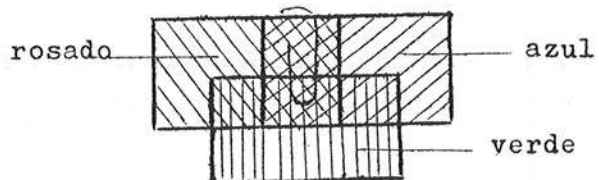
69. Prepare os filtros, como indica a figura



vermelho



laranja



114. Em que consiste o Efeito Fotoelétrico?

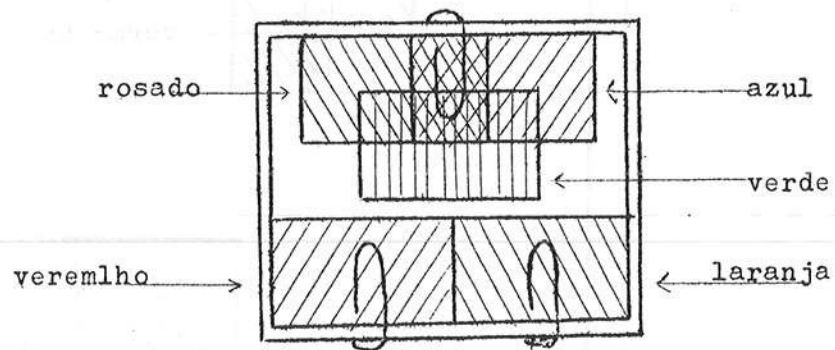
---

---

---

25. Os grãos, nos quais não houve reação, são eliminados por um tratamento com um banho fixador

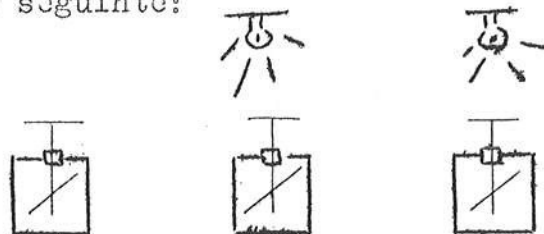
70. Apague a luz, prepare uma fôlha de papel fotográfico e, coloque-a sôbre uma cartolina prêta, e sôbre êle os filtron, como indica a figura:



114.

na expulsão dos elétrons da superfície de um metal, que recebe energia radiante.

115. Lembre-se da experiência do Efeito Fotoelétrico; quando iluminamos a superfície do metal (Zinco) com luz de lâmpada ordinária, ocorre o seguinte:



ou seja: \_\_\_\_\_ expulsão de elétrons  
há/não há

26. Não se produz reação química num papel foto gráfico colocado num lugar escuro.

Para produzir reação química precisamos de:

\_\_\_\_\_.

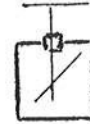
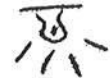
71. Exponha-o à luz branca durante 15 seg.

Revele-o e fixe-o

115.

não há

116. Quando iluminamos a superfície do metal (Zinco) com luz de lâmpada de mercúrio ocorre o seguinte:



ou seja;

~~há/não há~~

expulsão de elétrons.

<p>26.</p> <p>luz</p>	<p>27. As reações químicas que se produzem sob ação da luz se chamam reações fotoquímicas. Marque as reações fotoquímicas com a letra F e as químicas com Q.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>a) Cloro eliminando manchas</li><li>b) O fenômeno da foto-síntese</li><li>c) Combustão de uma substância</li><li>d) A descoloração de um tecido</li><li>e) A impressão de papel fotográfico</li></ul>
	<p>72. Repita a experiência anterior (com outra folha de papel fotográfico) com um tempo de <u>ex</u>posição igual a 5 seg.</p>
<p>116.</p> <p>há</p>	<p>117. Então o efeito fotoelétrico se produz:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>A- Quando iluminamos a superfície do metal com lâmpada de mercúrio.</li><li>B- Quando iluminamos com luz ordinária</li><li>C- Em ambos os casos.</li></ul>



- 27.
- a) Q
  - b) F
  - c) Q
  - d) F
  - e) F

G R E F  
GRUPO DE REELABORAÇÃO  
NO ENSINO DE FÍSICA

---

28. Então a reação:

$$\text{AgBr} \xrightarrow{\text{luz}} \text{Ag} + \text{Br}$$

por necessitar de luz para ser produzida é uma reação \_\_\_\_\_.

- 73.

Acenda a luz e prepare os filtros como indica a figura:

vermelho                      laranja

verde  
azul  
rosado

- 117.
- A

118. A lâmpada ordinária (luz branca) possui tô das as cores do espectro visível.

Logo, iluminando a superfície de metal (zinco) com luz visível não há \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

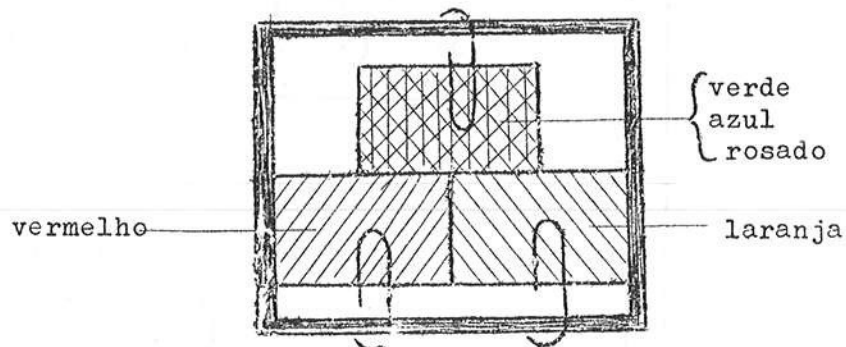
28.

Fotoquímica

29. Nas fotografias contidas no seu material, observe que a segunda é uma ampliação de uma parte da primeira e a terceira, uma ampliação de uma parte da segunda.

Observe a parte encerrada no círculo da segunda fotografia e verá uma parte branca, outra negra e partes cinza.

74. Apague a luz, prepare a fôlha de papel fotográfico e sobre êle coloque os filtros, como indica a figura:



118.

expulsão de eletrons

119. Lembre-se que a lâmpada de mercúrio é rica em raios ultra-violetas.

Portanto, iluminando a superfície do metal (zinco) com raio ultra-violeta há \_\_\_\_\_.

30. As partes que são cinzas na segunda fotografia, quando observadas na terceira fotografia, apresentam:

grãos                      e grãos                       
de que cor? de que cor?

75. Exponha-o à luz durante 1/2 min, revele-o e fixe-o

119.

expulsão de  
eletrons

120. Para expulsão de cada eletron do metal é necessário uma certa quantidade de energia. Esta                      é absorvida da

<p>30.</p> <p>negros</p> <p>brancos</p>	<p>31. Então, a parte cinza que você observa, não é formada de grãos _____, mas é a combinação de grãos _____ de que cor? e _____ de que cor?</p>
	<p>76. Faça a mesma experiência colocando 6 filtros em lugar de 3, ou sejam: 2 rosados, 2 azuis, e 2 verdes e os filtros vermelho e laranja na mesma posição. Use o mesmo tempo de exposição</p>
<p>120.</p> <p>energia</p> <p>luz</p>	<p>121. Por que, quando se ilumina a superfície do metal com luz ordinária, os elétrons não são expulsos?</p> <p>_____</p> <p>_____</p>

31.

cinza  
negros  
brancos

32. Os pontos negros indicam que houve reação completa, e os brancos \_\_\_\_\_ reação.

77. Tire as fotografias do recipiente de água e coloque-as, na ordem em que você fez as experiências, sobre o cartão, para que se sequem.  
Guarde o revelador e fixador nos seus respectivos frascos, despeje a água do recipiente. Retire-se do quarto escuro e continue seu trabalho fora d'ele.

121.

Porque não recebem a energia necessária para isso (ou resposta similar)

122. Por outro lado, da radiação ultra-violeta recebem a \_\_\_\_\_ necessária para serem expulsos.

32.  
não houve

33. Isto mostra que não existe reação parcial, como seria no caso da existência de grãos cinza; só há reação completa, como no caso dos grãos \_\_\_\_\_ e nenhuma reação, como no caso dos grãos \_\_\_\_\_

78. Observe a fotografia da experiência 65. O papel fotográfico ficou de cor \_\_\_\_\_. Portanto não houve reação \_\_\_\_\_.

122.  
energia

123. Se a luz cedesse sua energia de uma maneira contínua, o Efeito Fotoelétrico se produziria tanto com luz visível como com luz ultravioleta.  
Quer dizer: iluminada a superfície do metal com luz visível, ao fim de certo tempo, os elétrons teriam recebido a energia necessária e seriam expulsos.  
Então, a luz cede sua energia de uma maneira \_\_\_\_\_  
contínua/descontínua



33.  
  
negros  
  
brancos

Agora, vá a um quarto bem escuro para fazer as experiências.  
34. O papel fotográfico que há no seu material é insensível à luz vermelha.  
  
Precaução: Não descobrir o papel fotográfico na luz branca; só no quarto escuro, em presença de luz \_\_\_\_\_ de que cor .

78.  
  
branca  
  
fotoquímica

79. Logo, o papel fotográfico não é sensível à luz vermelha.  
Por esse motivo trabalha-se no quarto escuro com luz \_\_\_\_\_ sem que se produza reação \_\_\_\_\_:

123.  
  
descontínua

124. Então, a luz parece estar dividida em pacotes de energia, que no caso de luz visível são de pequena quantidade de energia capaz de expulsarem os eletrons, e no caso de luz ultravioleta são de maior quantidade de energia e expulsam os eletrons do metal.

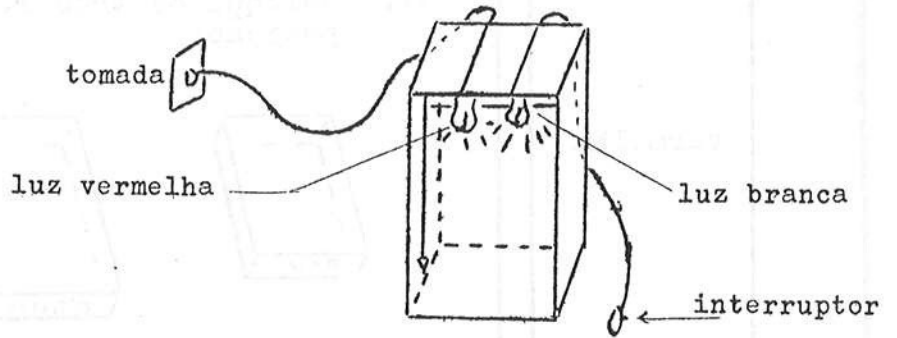
elétrons                      energia de luz visível ultra-  
violeta

elétrons                      energia de luz visível ultra-  
violeta

<p>34.</p> <p>vermelha</p>	<p>35. Temos a caixa de material e retire:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>1 fôlha de cartolina prêta</li><li>1 envelope contendo papel fotográfico</li><li>1 envelope contendo cartolina branca</li><li>8 filtros de côr</li><li>1 caixa contendo clips</li><li>3 recipientes com os nomes: Revelador, Água e Fixador</li><li>1 cartão para colocar fotografias</li><li>2 frascos, um contendo Revelador e o outro Fixador.</li></ul>
<p>79.</p> <p>vermelha</p> <p>fotoquímica</p>	<p>80. Quando há mais tempo de exposição, absorve-se _____ quantidade de energia.</p>
<p>124.</p> <p>visível</p> <p>ultravioleta</p>	<p>125. O quadro anterior sugere que a luz é constituída de pacotinhos de energia que são os _____ de que falamos.</p>



36. Coloque a caixa na seguinte posição:



Ligue o fio à tomada; e manipule o interruptor.

A luz \_\_\_\_\_ permanece acesa

80.

maior

81. Observe a fotografia da experiência 67. Você verá que uma parte é preta; outra cinza clara outra cinza escuro; e a última é branca. Nas partes cinza e preta houve reação \_\_\_\_\_ e para ela houve absorção de \_\_\_\_\_.

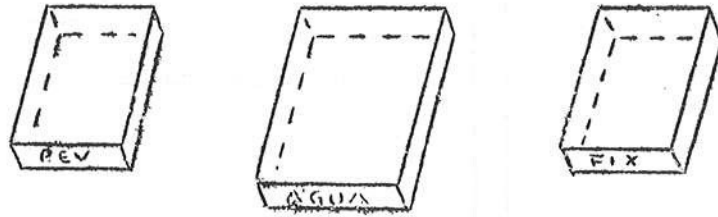
125.

fótons

126. A luz visível de lâmpada ordinária é constituída de cores de comprimento de onda \_\_\_\_\_ que a luz ultravioleta.  
maior/menor  
Lembre-se que maior comprimento de onda implica \_\_\_\_\_ frequência.  
maior/menor

36.  
vermelha

37. Coloque os três recipientes na seguinte posição:



e coloque em cada um, um pouco de água.

81.  
fotoquímica  
energia

82. Complete o quadro abaixo colocando os termos: preto, branco, cinza cinza escuro cinza claro:

energia absorvida	côr
maior	
entre maior e menor	
menor	
nula	

126.  
maior  
menor

127. Os fotons de luz visível possuem mais/menos energia, e a luz visível tem maior/menor frequência que a luz ultravioleta



38.

tempo

- a) quinze oscilações
- b) trinta oscilações
- c) duas oscilações
- d) cinco oscilações

Nota: nas seguintes experiências você vai trabalhar com cartolina branca em vez de papel fotográfico e com água em lugar de Revelador e Fixador.

39. Feche a porta do quarto escuro e apague a luz, deixando acesa, somente, a luz vermelha da sua caixa. Espere um momento até conseguir ver ao seu redor.

83.

maior  
entre maior e menor  
menor  
nulo

84. Resuma, agora, os quadros anteriores completando o seguinte quadro:

Energia absorvida	Reação Fotoquímica
maior	maior

128.

maior

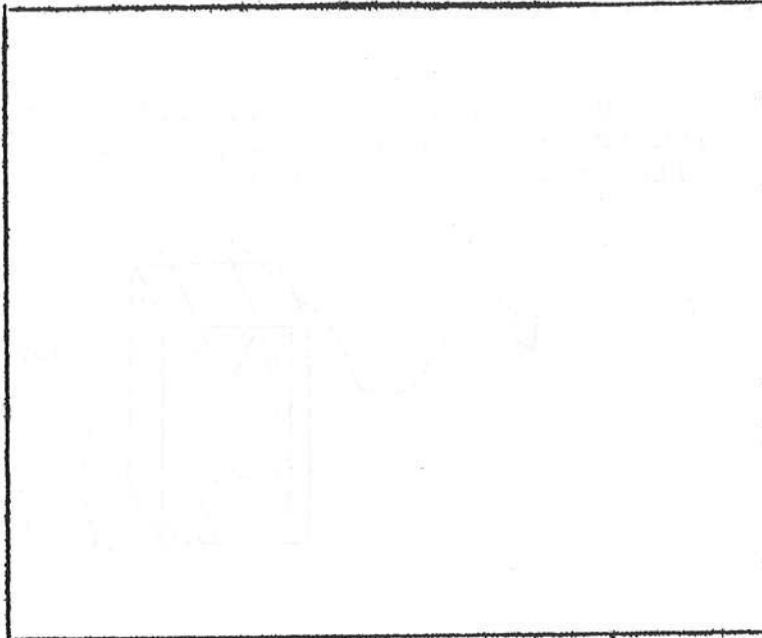
129. Muitas experiências mostram a existência de fótons de raios X e raios  $\gamma$  que seguem a relação

$$E = h \nu$$

Então, um fóton de raio  $\gamma$  tem energia            do que um fóton de luz visível.  
maior/menor

Um fóton de raio X tem energia            do que um fóton de luz ultravioleta.  
maior/menor





40. Tome uma fôlha de cartolina branca, tendo o cuidado de deixar o resto bem coberto, e coloque o número da experiência no verso da fôlha (número deste quadro)

40

84.

energia absorvida	Reação Fotoquímica
maior	maior
entre maior e menor	entre maior e menor
menor	menor
nula	nula

85. Do quadro anterior você pode deduzir que, quando se absorve mais \_\_\_\_\_ se produz \_\_\_\_\_ mais \_\_\_\_\_

129.

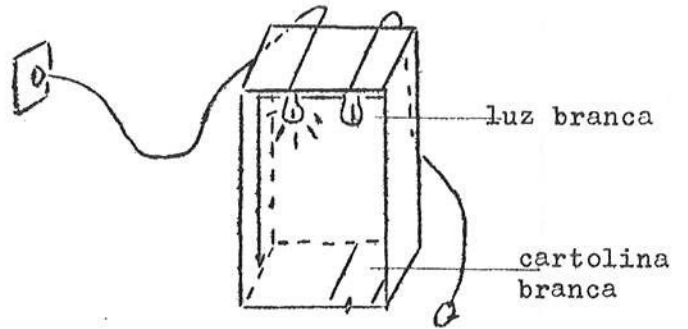
maior

maior .

130. Também a radiação infravermelho comporta-se como fótons em várias experiências. Como os fótons de infra-vermelho têm \_\_\_\_\_ e-nergia do que os fótons de raio X e raios  $\gamma$ , eles são \_\_\_\_\_ mais / menos facilmente absorvidos.

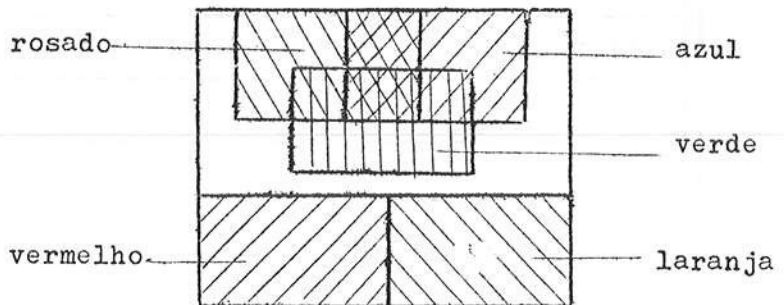
41.

Coloque-a dentro da caixa, sob a lâmpada da luz branca, sem acendê-la, e fixe-a com um clip, como indica a figura:



85.  
energia  
reação Fotoquímica

86. Observe as experiências 70 e 72 lembre-se que você colocou filtros de diferentes cores, como indica a figura abaixo. As cores que transmitem mais energia capaz de produzir reação são: \_\_\_\_\_ e as que transmitem menos são: \_\_\_\_\_.



130.  
menos  
mais

131. Resumindo:  
Duas experiências  
1. \_\_\_\_\_  
2. \_\_\_\_\_  
sugerem que as vezes a luz comporta-se como \_\_\_\_\_ com energia  $E$  determinada pela relação  
 $E =$  \_\_\_\_\_  
onde \_\_\_\_\_ representa \_\_\_\_\_  
e \_\_\_\_\_ representa \_\_\_\_\_

42. Faça oscilar o pêndulo e tome o interruptor com a mão direita.  
Acenda a luz ao mesmo tempo em que começa a fazer a contagem de tempo.  
No instante em que completa 15 seg, apague a luz.

86.  
  
verde  
azul  
e  
rosado  
  
laranja e  
vermelho

87. Então, a luz transmitida pelos filtros de diferentes cores têm diferente/igual quantidade de energia.

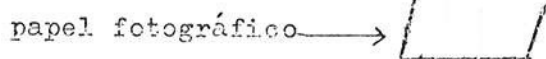
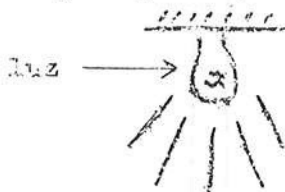
131.  
  
fotons  
h  $\checkmark$   
  
h- constan  
te de  
Planck  
  
 $\checkmark$  - frequên  
cia

132. Que experiências sugerem que a luz é constituída de Fótons?

---

---

43. Fazer incidir luz no papel fotográfico é o que chamamos "Exposição" (à luz de papel fotográfico)



87.

diferente

88. Observe a fotografia das experiências 74. Quanto à cor (escura ou clara), como é a parte em que colocou 3 filtros, com respeito à outra em que colocou vermelho e laranja?

\_\_\_\_\_  
Faça a mesma observação com a fotografia da experiência 76

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

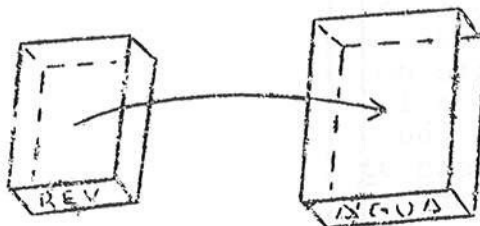
132.

Efeito Fotoquímico.

Efeito Fotoelétrico.

NOTAS →

44. Tome a fôlha de cartolina e introduza-a no recipiente de nome REVELADOR, durante uns minutos (1 e 2); e logo a seguir, lave-a na água.



A isto, vamos chamar "Revelar"  
Revelar é \_\_\_\_\_

88.

é mais es-  
cura

Resposta  
similar à  
anterior.

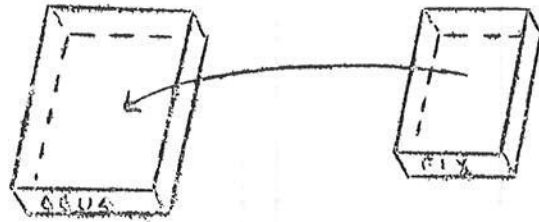
89. Na parte mais escura houve mais \_\_\_\_\_  
e por tanto absorveu-se mais \_\_\_\_\_.

Nota A: Existem papeis e filmes fotográficos que são sensíveis à luz vermelho e laranja (filme pancromático). Isto porque eles são tratados com substâncias químicas especiais que reduzem a energia necessária para produzir reação. Contudo tal filme não é sensível à luz de frequência mais baixa do que o vermelho (infravermelho) porque os fotons da luz infravermelha não levam energia suficiente.

44.

Introduzir o papel no Revelador durante um tempo e lavá-lo (ou resposta similar)

45. Introduza-a agora no Fixador durante uns minutos e, logo a seguir, no recipiente de nome ÁGUA para lavá-la, deixando-a aí até terminar as experiências.



A isto vamos chamar "Fixar"  
Fixar é \_\_\_\_\_

89.

reação (ou  
reação foto  
química)

energia

90. O que parece transmitir menos energia?

- a) 6 filtros
- b) 3 filtros
- c) filtro vermelho
- d) filtro laranja

NOTA B: O filme fotográfico comum não é sensível à radiação ultravioleta.

Isto parece contradizer a conclusão de nossas experiências anteriores, porque os fótons da luz ultravioleta devem ter mais energia do que os fótons da luz visível. Contudo a radiação ultravioleta é absorvida na gelatina da emulsão fotográfica antes de atingir o brometo de prata. (Lembre-se que a luz ultravioleta é facilmente absorvida por óculos e óleos de sol).

Um filme fotográfico especial com muito pouca gelatina, dá reação fotoquímica com a luz ultravioleta.



<p>45.</p> <p>Introduzir o papel no fixador por uns mi- nutos e lá- vá-la (ou resposta similar)</p>	<p>VOLTE A PÁG. 44      QUADRO Nº 46</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------

<p>90.</p> <p>c</p> <p>d</p>	<p>VOLTE A PÁG. 44      QUADRO Nº 91</p>
------------------------------	------------------------------------------

	<p>FIM DO CAPÍTULO      3</p>
--	-------------------------------



CAPÍTULO 4

RESUMO

1. Nesta secção vamos olhar para trás e resumir o que aprendemos em nosso primeiro estudo da luz.

A primeira vez que discutimos o comportamento da luz comparado com o comportamento das partículas, encontramos várias propriedades da luz que podiam ser explicadas com um simples "Modêlo de Partículas".

Cite algumas

---

---

---

8. O fato de que tanto a luz como as ondas eletromagnéticas propagam-se no vácuo e com a mesma velocidade permitiu-nos classificar a luz como onda \_\_\_\_\_ juntamente com outros tipos de radiação, tais como \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_.

15. Você está certo que as partículas que são milhões e milhões de vezes menores que as bolas de plástico se comportam da mesma forma que estas?

\_\_\_\_\_.

Você está seguro que as ondas eletromagnéticas que caminham com enorme velocidade de trezentos mil kilometros por segundo possuem, sob todos os pontos de vista, o mesmo comportamento que as ondas no tanque de ondas?

\_\_\_\_\_.

<p>1.</p> <p>1. propagação retilínea.</p> <p>2. reflexão</p> <p>3. lei inversa do quadrado da distância</p> <p>4. reversibilidade do caminho da luz.</p> <p>(ou outros)</p>	<p>2. Tentamos também explicar a refração com o "Modêlo de partículas", supondo que havia uma mudança na velocidade da luz quando ela passasse de um meio a outro.</p> <p>De que modo o "Modêlo de partículas" falha?</p> <hr/> <hr/>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p>8.</p> <p>eletromagnéticas</p> <p>ondas de rádio</p> <p>infravermelho</p> <p>ultra violeta</p> <p>Raios X</p> <p>Raios <math>\gamma</math></p>	<p>9. Mas, embora a evidência de que a luz se comporta como uma onda tenha sido surpreendente, nós nos defrontamos com dois efeitos que não podiam ser explicados sem supor que a luz se comporta também como partículas. Quais são esses dois efeitos?</p> <hr/> <hr/>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p>15.</p> <p>não</p> <p>não</p>	<p>16. Os elétrons são partículas que conduzem a corrente elétrica e também formam os átomos. Sua massa foi medida e é de <math>9 \cdot 10^{-31}</math> kg. Foi observado que quando um feixe de elétrons passa por uma borda produz figuras de difração, exatamente como as produzidas pela luz. (como por exemplo as que vimos no material de difração).</p> <p>Isto mostra que para descrever o comportamento dos elétrons precisamos usar as duas descrições complementares de _____</p> <p>c _____.</p>
----------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p>2.</p> <p>De acôrdo como "Modêlo de partículas" a velocidade da luz seria maior em meios com maior índice de refração, o que não é verdade.</p>	<p>3. Mais tarde encontramos propriedades da luz e era absolutamente impossível explicá-las com o "Modêlo de partículas". Cite duas.</p> <p>_____</p> <p>_____</p>
<p>9.</p> <p>Fotoquímico</p> <p>Fotoelétrico</p>	<p>10. Os pacotes de energia da luz ou _____ tinham uma energia <math>E</math> relacionada com a frequência _____; e a frequência é uma propriedade que somente pode pertencer a uma onda. A relação era a seguinte:</p> <p>_____</p> <p>(<math>h</math> é a constante de Planck)</p>
<p>16.</p> <p>partículas</p> <p>ondas</p>	<p>17. A descrição complementar da onda-partículas é aparentemente necessária, tanto para a luz como para _____.</p>



3.  
difração  
interferên-  
cia

4. Difração e interferência são duas proprieda-  
des típicas das ondas, e o fato de que a luz  
também tem essas propriedades indica que a  
luz se comporta como ondas.  
Outras propriedades da luz também poderiam  
ser explicadas igualmente tanto com o compor-  
tamento de ondas como o comportamento de par-  
tículas.  
Cite algumas.  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

10.  
fótons  
 $E = h\nu$

11. Então, a luz se comporta como ondas e como  
partículas; às vezes como ondas e às vezes  
como partículas. A luz se comporta como on-  
da e não como partícula, exemplo, na expe-  
riência que mostra \_\_\_\_\_  
enquanto vê-se evidência de algo semelhante  
a partículas nas experiência que mostra \_\_\_\_\_.

17.  
os eletrons

18. Muitos dos fenômenos associados com fótons,  
elétrons e átomos são muito complexos para  
serem inteiramente descritos por comparação  
somente com partículas ou com ondas.  
Os físicos, portanto, não tentam mais cons-  
truir modelos para esses fenômenos, referin-  
do-se a figuras tão simples e rudimentares  
como partículas e ondas. Em lugar disso cons-  
truíram um modelo matemático, livre de qual-  
quer referência ao conhecido fenômeno. O mo-  
delo foi construído pela primeira vez em 1926  
por E. Schrodinger e W. Heisenberg. Mais  
tarde foi aprimorado por muitos físicos e é  
chamado "Teoria Quântica". Ela resume o com-  
portamento da luz, elétrons e átomos. Ela  
explica então-:  
a. a difração da luz.  
b. o efeito fotoelétrico da luz  
c. a difração de elétrons

... de elétrons como partículas

4.

1. propagação retilínea.
2. reflexão
3. reversibilidade do caminho da luz
4. lei do inverso do quadrado da distância.

(ou outros)

5. Que material foi utilizado para mostrar, com a luz, as experiências que são análogas às do tanque de ondas na Interferência?

---

---

---

11.

difração (ou interferência)  
efeito Fotoelétrico (ou efeito Fotoquímico)

12. Esta era a situação da Física no começo do século. O comportamento da luz como onda apresentado por Huyghens, tinha sido estabelecido há muito tempo e a teoria eletromagnética de James Clark Maxwell provou que a luz era, de fato, onda eletromagnética. Em 1900 Max Planck apresentou a primeira evidência de fótons e em 1905 Albert Einstein explicou o efeito Fotoelétrico.

Parecia que as descobertas de \_\_\_\_\_ e \_\_\_\_\_ contradiziam as teorias de \_\_\_\_\_.

18.

a

b

c

d

19. Esclarecemos que jamais perguntamos: "O que é luz? É ela constituída de partículas ou de ondas? Luz é luz nada mais. Tudo que tentamos fazer foi descrever o comportamento da luz, resumir resultados de experiências em termos de ideias simples e bem conhecidas, como as partículas e as ondas, Vemos agora que essa tentativa

- a. falhou
- b. foi bem sucedida.

quando queríamos explicar o comportamento da luz em termos de uma ideia, tal como somente ondas ou somente partículas.

5.  
lâmpada de  
filamento  
único  
  
fenda dupla  
  
filtros ver-  
melho e  
azul

6. Para explicar refração, o "Modelo de Ondas" previu que a velocidade da luz:  
a. aumenta  
b. diminui  
  
quando ela passa do ar para um meio de maior índice de refração.  
Isto está de acordo com o comportamento da luz?  
  
\_\_\_\_\_.

12.  
  
Planck e  
Einstein  
  
Huyghens e  
Maxwell

13. Para descrever os fenômenos sofridos pela luz foram necessárias as analogias com ondas e partículas, da mesma forma que, para descrever o comportamento de  $H_2O$  é preciso as descrições complementares de água como sólido e como líquido.  
  
O comportamento dos fotons e o das ondas são dois aspectos \_\_\_\_\_ da luz.

19.  
  
a

20. Os modelos que usamos anteriormente são ainda muito úteis, se tivermos em mente suas limitações. Você ainda pode prever o resultado de qualquer experiência de difração ou interferência para a luz com o modelos de ondas. Considerando os efeitos da luz sobre elétrons ou átomos, o modelo que descreve a luz como pacotes de energia ou \_\_\_\_\_, cada um com energia  $E$  igual a \_\_\_\_\_, tem muito sucesso.

<p>6.</p> <p>b</p> <p>sim</p>	<p>7. Uma das propriedades da luz, a de propagar - se no vácuo, causou discussão extra.</p> <p>O vácuo é um meio para a propagação da luz. O vácuo é um meio para a propagação de :</p> <p>Ondas na água? sim / não Ondas sonoras? " " Ondas elásticas? " " Ondas de rádio? " "</p>
<p>13.</p> <p>complementa res.</p>	<p>14. Por que achamos contraditório que a luz se comporte como onda e como partícula ?</p> <p>Porque as partículas que conhecemos, se com portam como esferas, nunca como _____ e as ondas nunca se comportam como _____</p> <p>O comportamento das esferas e das ondas no tanque de ondas _____ de (precisam/nao precisam) descrições complementares de ondas partículas</p>
<p>20.</p> <p>fotons</p> <p><math>h\nu</math></p>	<p>21. Em muitos ramos da Física Moderna que ainda não foram estudados por tão longo tempo como a Física da Luz, os Físicos acham extremamen te útil construir modelos para o fenômeno que estudam. Isso é verdade para a Física Nuclear, para a Física do Estado Sólido etc.</p> <p>Esses modelos são úteis porque podem:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>Resumir resultados de experiências</li><li>Prever resultados de novas experiências</li><li>Explicar a verdadeira natureza de fenômeno.</li></ol>

<p>7.</p> <p>não nãõ nãõ sim</p>	<p>VOLTE A PÁG. 90 QUADRO Nº 8</p>
----------------------------------------------	------------------------------------

<p>14.</p> <p>ondas partículas nãõ preci - sam</p>	<p>VOLTE A PÁG. 90 QUADRO Nº 15</p>
----------------------------------------------------------------	-------------------------------------

<p>21.</p> <p>a b</p>	<p>FIM DO CAPÍTULO 4</p>
---------------------------	--------------------------





