

**FOLHA 01****Apostila 1.****ÍNDICE**

- Ótica p. 1
  - Lista: Os espelhos planos

**INTRODUÇÃO À FRENTE 3**

## Parte 1: ótica

Lentes, espelhos, microscópio, lunetas, olhos humanos, problemas da visão etc.

## Parte 2: termologia, calorimetria e gases ideais

Escala de temperaturas, como o calor altera a temperatura, fusão, ebulição, gases ideais, máquinas térmicas etc.

## Parte 3: ondulatória

Definição de ondas, fenômenos ondulatórios (como interferência, ondas estacionárias, efeito Doppler entre outros), nível sonoro etc.

Notas de aulas: nós vamos utilizar estas folhinhas para nossas notas de aula. Nelas, teremos espaços para que o aluno possa preencher e exercícios extras, geralmente não encontrados no SisQ, que o professor fará, pelo menos uma parte, na sala de aula. Outra versão para estas notas de aulas pode ser encontrada no site do professor:

<http://fisica.professordanilo.com/>

Que também pode ser acessado pelo QR-code abaixo. A recomendação do professor é que você NÃO IMPRIMA tais notas de aula, pois elas foram pensadas para que você à acesse pelo celular, como um conjunto de notas equivalente à estas impressas. A grande diferença é que aqui temos exercícios além de espaços que deverão ser preenchidos por você, favorecendo o aprendizado.

**MATERIAL DE USO EM SALA DE AULA**

Ao longo do ano, você receberá diversas folhas como esta. Esta folha terá laculas, chamadas de *QUADROS*, mas abreviadas pela letra "Q" seguida de um ponto final, tal como apresentado abaixo:

**Q. 1 – TÍTULO DO QUADRO AQUI**

Este espaço será reservado para você copiar o conteúdo passado pelo professor em aula.

Na lousa, o professor escreverá de forma abreviada, por exemplo, simplesmente Q. 01.

Você terá acesso a todos os slides e folhas no site do EliteCol, porém você pode acessar todo o conteúdo utilizado em sala de aula, organizado por apostila, incluindo as notas de aulas em formato para celular no site do professor (QR-Code acima).

Entrando no site, busque pela imagem correspondente ao nome da sua turma (exemplo: Amaral Gurgel, Platão, Corar Coralina, Socrates).

É importante ter em mente que a postura em sala de aula é algo extremamente importante: participar das aulas tirando dúvidas, fazendo exercícios e prestando atenção é de fundamental importância, e seu comportamento com certeza influenciará no seu desempenho.

Se por algum motivo quiser tirar dúvidas, mas não quiser fazer uma pergunta nem no plantão, nem na sala, nem para o professor e nem no SisQ, lá no site do professor há um link na página inicial onde você pode responder um questionário fei no *Google Forms* de forma totalmente anônima. Você só precisará dizer qual sua série e que estuda no EliteCol para que o professor possa responder em sala para que você também ouça a resposta.

Mas, se você quiser, pode também escrever para:

danilo@professordanilo.com

Entretanto, o plantão está aí para te ajudar sempre. Falaremos dele mais adiante.

Por fim, não deixe de fazer muitos exercícios todos os dias, afinal o cérebro é como um músculo, e você deve exercitá-lo sempre.

Espero muito que você compre esta ideia e corra atrás do seu conhecimento, pois ele poderá abrir muitas portas para que você conheça um pouco de nosso universo.

**PLANTÕES DE DÚVIDA**

À tarde você pode vir ao EliteCol para tirar dúvidas de diversas matérias, porém se você deixar para ir ao plantão na véspera da prova há chances imensas de que você não seja atendido(a), por esta razão, é de extrema importância que você vá toda semana nos plantões, principalmente nas matérias que você possui maior dificuldade.

**INTRODUÇÃO À FÍSICA**

## ↳ Física

- Do grego *physis*: natureza
- A Física trata do mundo real
- O descrevemos usando a Matemática
- Modo de estudo
  - Princípios
    - ⇒ Assume-se como verdade sem poder ser demonstrado
  - Teoremas
    - ⇒ Podem ser demonstrados
  - Leis
    - ⇒ Podem ser Princípios ou Teoremas

## ↳ Ótica

- Do grego *optiké*: visão
  - O termo ótica (sem "p") está relacionado ao ouvido (exemplo: otite) mas a grafia ótica muitas vezes é empregada como sinônimo de óptica
- Divisões
  - Óptica geométrica
    - ⇒ O que estudaremos neste semestre
    - ⇒ Trata a luz como raio
    - ⇒ Ferramenta principal: Geometria
  - Óptica ondulatória
    - ⇒ Veremos no ano que vem
    - ⇒ Trata a luz como uma onda
    - ⇒ Explica a difração da luz (se você apontar um laser verde para um fio de cabelo irá obter as figuras a seguir)

a) Fio de cabelo	b) Grafite 0,3 mm	c) Grafite 0,5 mm
d) Grafite 0,7 mm	e) Grafite 0,9 mm	f) Grafite 2 mm

Fonte: <http://www.scielo.br/img/revistas/rbef/v37n4/0102-4744-rbef-37-4-4311-gf04.jpg>

## ● Óptica física

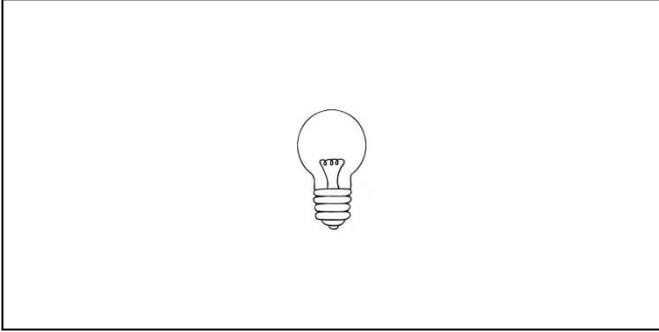
- ⇒ Vocês verão no ano que vem, mas com outro professor
- ⇒ Trata a luz como partícula
- ⇒ Explica por que quando a luz com determinada cor consegue retirar elétrons de alguns metais (efeito fotoelétrico)

**INTRODUÇÃO À ÓTICA**

## ↳ Conceitos fundamentais

- Raios de luz:
  - Linhas orientadas que representam o caminho percorrido pela luz, indicando também o sentido

Q. 2 – RAIOS DE LUZ



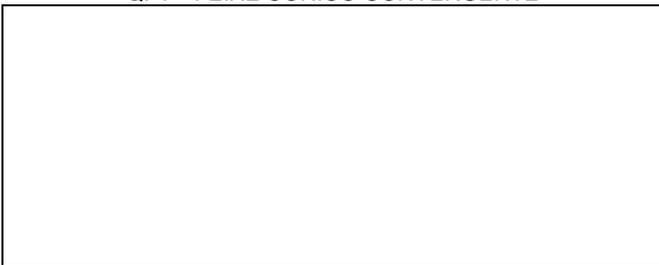
Um conjunto de raios de luz são chamados de feixe de luz. Esses feixes podem ser classificados como:

- Feixe cilíndrico;
- Feixe cônico convergente e
- Feixe cônico divergente.

Q. 3 – FEIXE CILÍNDRICO



Q. 4 – FEIXE CÔNICO CONVERGENTE



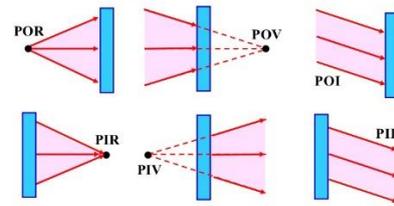
Q. 5 – FEIXE CÔNICO DIVERGENTE



↳Veja na figura a seguir diversos tipos de pontos que serão muito importantes para entendermos o que é imagem e objeto reais, virtuais ou impróprios. Siga a legenda abaixo para melhor entender o que está na figura:

- POR ●Ponto objeto real
- POV ●Ponto objeto virtual
- PIR ●Ponto imagem real
- PIV ●Ponto imagem virtual
- POI ●Ponto objeto impróprio
- PII ●Ponto imagem imprópria

Ponto Objeto e Ponto Imagem



- Fontes de luz
  - Primárias (emitem luz como o Sol, lâmpadas, estrelas etc.)
  - Secundárias (que refletem luz como a Lua, o caderno, os planetas, etc)
- A luz pode ser
  - Simples ou Monocromática (uma só cor)
  - Composta ou Policromática (duas ou mais cores superpostas – a luz do Sol é a mistura de todas as cores visíveis)
- Velocidade da luz
  - No vácuo é  $3 \cdot 10^8$  m/s e representado pela letra c.
  - Uma **ano-luz** é a distância percorrida pela luz em um ano. Isto é:

EXERCÍCIOS

01. Determine quanto é, em quilômetros, um ano luz. Adote um ano como sendo equivalente à  $32 \cdot 10^6$  s.

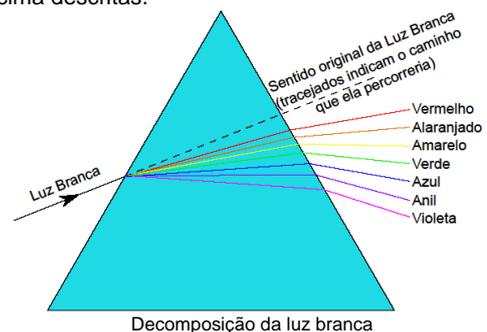
ARCO-ÍRIS, MEIOS, FENÔMENOS E CORES

a) AS CORES DO ARCO-ÍRIS

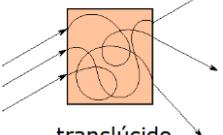
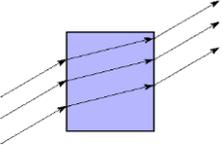
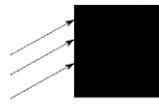
Q. 6 – DIVIDIMOS AS CORES EM SETE



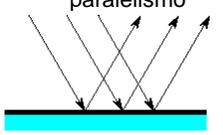
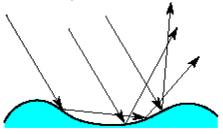
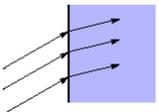
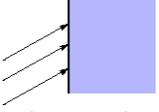
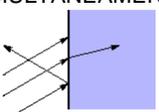
Quando a luz branca atinge um prisma ela é decomposta nas cores acima descritas.



**b) TIPOS DE MEIOS**

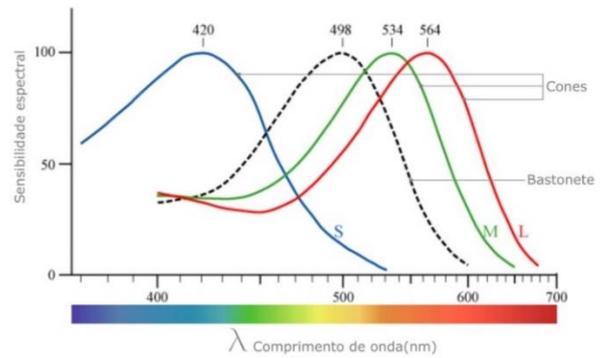
- Exemplos de meios
    - Translúcidos
      - Vidro enfiado, papel de seda etc.
- 
- translúcido
- Transparentes
    - Lâmina de água limpa, vidro liso, ar etc.
- 
- transparente
- Opacos
    - Cimento, lousa, madeira etc.
- 
- opaco

**c) FENÔMENOS ÓPTICOS**

- REFLEXÃO: quando a luz incide em um objeto e volta para o meio de propagação original, como quando incidimos uma luz laser no espelho.
    - Reflexão regular
      - Feixe paralelo incidente em uma superfície plana e polida mantém o paralelismo
- 
- Reflexão difusa
    - Feixe de raios paralelos incidentes em uma superfície não mantém o paralelismo
- 
- REFRAÇÃO: quando a luz incide em um meio e o atravessa.
- 
- ABSORÇÃO: quando a luz, ao incidir em um meio, não é refletida e não é refratada dizemos que o meio absorveu a luz.
- 
- TODOS OS TRÊS FENÔMENOS ACIMA PODEM OCORRER SIMULTANEAMENTE
- 

**d) COR DE UM CORPO POR REFLEXÃO**

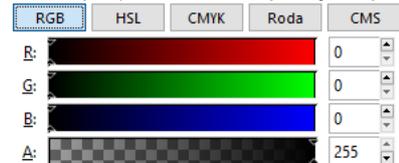
- ↳ Células da visão
  - Bastonetes
    - Células mais finas e responsáveis por detectar presença e ausência de luz, independentemente da cor
    - Em ambientes mais escuros somente usamos estas células
    - Por isso enxergamos branco e preto no escuro
  - Cones
    - Três tipos
    - Responsáveis por vermos cores
    - Menos sensíveis: por isso só enxergamos cores quando há maior intensidade luminosa (mais luz)
    - Maior sensibilidade nas cores *Red* (Vermelho), *Green* (Verde) e *Blue* (Azul)
    - Por isso televisores, celulares e projetores utilizam apenas estas três cores, cujo padrão é chamado de RGB (*Red, Green, Blue*)



Fonte: <https://muralcientifico.files.wordpress.com/2017/10/000.jpg>

**↳ Cores primárias aditivas**

- São chamadas de aditivas por se tratar da soma das cores adicionando luz
- Chamamos de cores primárias aditivas estas três cores (RGB) que sensibilizam os cones
- Se misturarmos todas elas obtêm o branco
- Disco de Newton ([video YouTube](#))
- *Inkscape* (download e explicações pelo programa)



RGBA: 000000ff

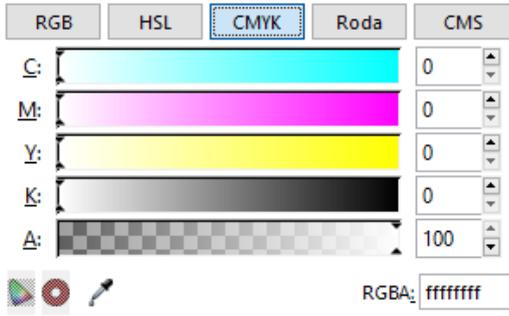
Acima vemos o print das opções de cores de um programa de desenho: *Inkscape*. Note a opção de escolha baseada nas cores RGB. A é o fator Alfa que representa a transparência do desenho.

**↳ Cores primárias subtrativas**

- É chamada subtrativa porque a tinta absorve (subtrai) cores
- Consideraremos as cores da impressora
  - *Cyan* (Ciano)
    - ⇒ Não absorve (reflete) somente as cores Azul e Verde
  - *Magenta* (Magenta)
    - ⇒ Não absorve (reflete) somente as cores Azul e Vermelho
  - *Yellow* (Amarelo)
    - ⇒ Não absorve (reflete) somente as cores Vermelho e Verde
  - *black* (Preto – *Key*)
    - ⇒ Absorve Todas as cores
  - Abreviando: *CMYK*

→ Note que se misturarmos:

- CIANO e MAGENTA as cores Vermelho e Verde serão absorvidas, restando apenas o AZUL
- MAGENTA e AMARELO as cores Verde e Azul serão absorvidas, restando apenas o VERMELHO
- CIANO e AMARELO as cores Vermelho e Azul serão absorvidas, restando apenas o VERDE
- Se misturarmos todas as cores, então o Vermelho, o Verde e o Azul serão absorvidos, resultando em preto.

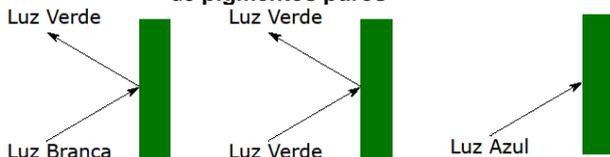


Acima vemos o print das opções de cores de um programa de desenho: Inkscape. Note a opção de escolha baseada nas cores CMYK. A é o fator Alfa que representa a transparência do desenho. Note também que é apresentado um número hexadecimal que se refere às cores escolhidas usando o padrão RGBA, sendo A o fator Alfa. Cada dois dígitos representa a intensidade da cor indo de 00 até ff. Os primeiros números hexadecimais são: 00, 01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, 08, 09, 0a, 0b, 0c, 0d, 0e, 0f, 10, 11 etc.

↳ **Pigmentos Puros**

→ Pigmentos puros são pigmentos ideais que absorvem todas as cores, menos uma: a que ele reflete ou permite que atravesse o material

- Uma superfície é verde porque ela reflete somente a cor verde se a substância for feita de **pigmentos puros**



- Isso vale para as demais cores

**EXERCÍCIO**

02. Suponha que a bandeira do Brasil, tingida com pigmentos puros, esteja em uma sala completamente escura. Luzes vermelha, verde e azul, todas monocromáticas, podem ser acesas uma de cada vez para iluminar a bandeira. Responda:

- a) Se nenhuma luz estiver acesa, com qual(quais) cor(es) a bandeira do Brasil seria vista?
- b) Se apenas a luz vermelha estiver acesa, com qual(quais) cor(es) a bandeira do Brasil seria vista?
- c) Se apenas a luz verde estiver acesa, com qual(quais) cor(es) a bandeira do Brasil seria vista?
- d) Se apenas a luz azul estiver acesa, com qual(quais) cor(es) a bandeira do Brasil seria vista?
- e) Se todas as três luzes forem acesas, a bandeira fica nas cores com as quais conhecemos?



**PRINCÍPIOS DA ÓTICA GEOMÉTRICA**

**5. PRINCÍPIOS DA ÓTICA GEOMÉTRICA**

Na verdade, não são princípios, pois podem ser demonstrados. São três os "princípios":

↳ Princípio da propagação retilínea da luz

Em meios homogêneos e transparentes, a luz se propaga em linha reta.

↳ Princípio da reversibilidade dos raios de luz

Se a luz percorre um caminho ao ir de um ponto A para um ponto B, então ao ir do ponto B para o A ela fará o mesmo caminho.

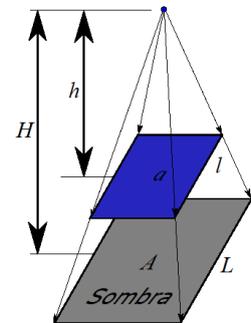
↳ Princípio da independência dos raios luminosos

Quando raios de luz se cruzam, eles se interferem mutuamente apenas na região onde se cruzam, mas cada um segue seu caminho como se os demais não existissem.

**APLICAÇÕES DO PRINCÍPIO DA PROPAGAÇÃO RETILÍNEA DA LUZ**

**a) SOMBRA E PENÚMBRA**

↳ Fonte pontual



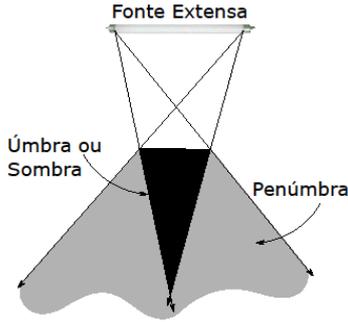
Semelhança de triângulos

$$\frac{L}{l} = \frac{H}{h} = k$$

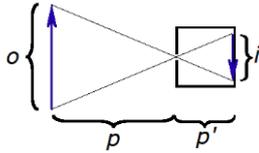
Há uma relação também para as áreas:

$$\frac{A}{a} = k^2$$

↳ Fonte extensa



**b) CÂMARA ESCURA**

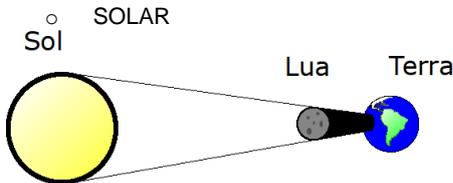
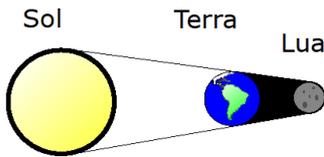


Novamente semelhança de triângulo

$$\frac{i}{o} = \frac{p'}{p}$$

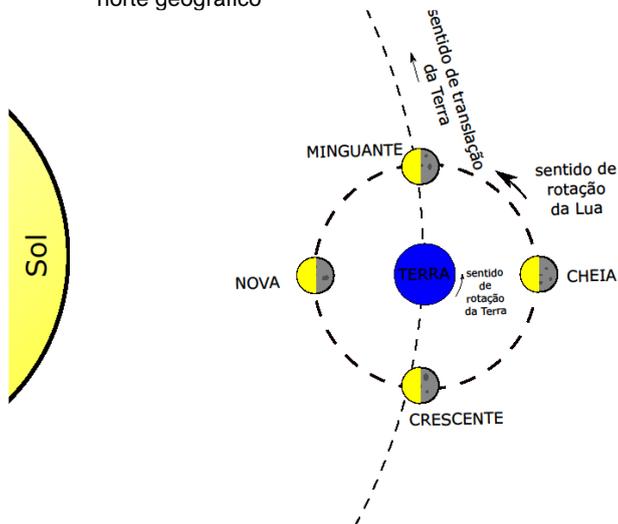
**c) A LUA**

- ECLIPSES
  - o LUNAR



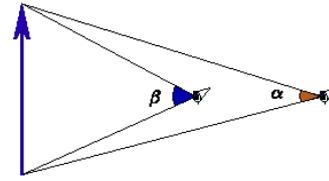
• FASES DA LUA

- o O sentido de rotação da Terra em torno do próprio eixo, da Lua em torno do próprio eixo, de translação da Terra em torno do Sol e o de translação da Lua em torno da Terra são os mesmos
- o Usando a “regra da mão direita” você pode determinar este sentido de rotação apontando seu dedo para o norte geográfico



**d) ÂNGULO VISUAL**

Ângulo formado entre os raios que saem das extremidades do objeto e atingem o observador



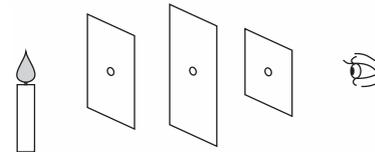
**EXERCÍCIOS**

**03.** (G1 - cftrj 2019) Durante o ano de 2018, ocorreram 5 eclipses: 3 eclipses solares e 2 eclipses lunares. No Brasil, só nos foi possível observar o eclipse lunar total que ocorreu em 27 de julho. O eclipse lunar ocorre porque a Terra se alinha com o Sol e com Lua. O Sol emite seus raios para a Terra que, devido a suas dimensões, cria uma sombra na Lua. Este efeito será mais visível quanto melhor for a visibilidade da Lua e, por isso, em alguns casos, o eclipse lunar deixa a Lua com uma coloração próxima ao vermelho.

Podemos afirmar que a fase em que se encontrava a Lua para o fenômeno do eclipse lunar total, observado no Brasil, era a:

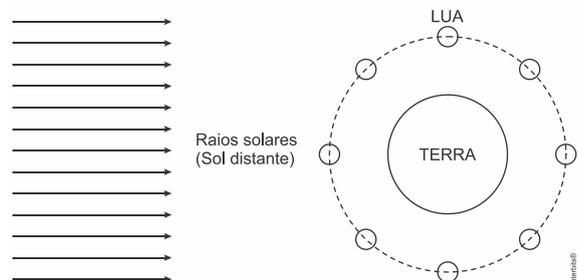
- a) Nova.
- b) Crescente.
- c) Cheia.
- d) Minguante.

**04.** (Eear 2019) Considere um observador frente a três anteparos, em um meio homogêneo e transparente, cada um com um orifício em seu respectivo centro, conforme mostra a figura que se segue. Através desses orifícios, o observador consegue enxergar a chama de uma vela devido a um princípio da Óptica Geométrica denominado \_\_\_\_\_.



- a) Princípio da independência dos raios de luz.
- b) Princípio da reversibilidade dos raios de luz.
- c) Princípio da propagação retilínea da luz.
- d) Princípio da reflexão dos raios de luz.

**05.** (Enem PPL 2019) A figura mostra, de forma esquemática, uma representação comum em diversos livros e textos sobre eclipses. Apenas analisando essa figura, um estudante pode concluir que os eclipses podem ocorrer duas vezes a cada volta completa da Lua em torno da Terra. Apesar de a figura levar a essa percepção, algumas informações adicionais são necessárias para se concluir que nem o eclipse solar, nem o lunar ocorrem com tal periodicidade.



A periodicidade dos eclipses ser diferente da possível percepção do estudante ocorre em razão de

- a) eclipses noturnos serem imperceptíveis da Terra.
- b) planos das órbitas da Terra e da Lua serem diferentes.
- c) distância entre a Terra e a Lua variar ao longo da órbita.
- d) eclipses serem visíveis apenas em parte da superfície da Terra.
- e) o Sol ser uma fonte de luz extensa comparado ao tamanho da lua.

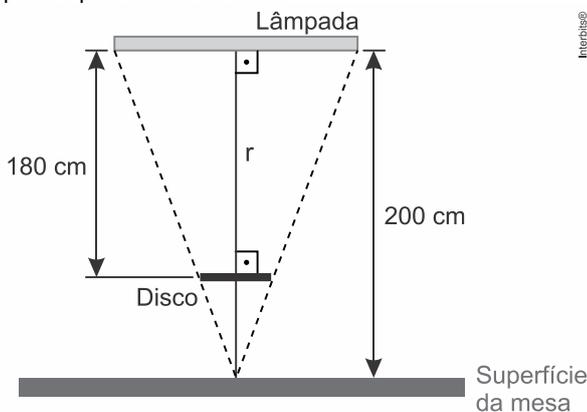
PROFESSOR DANILO

INTRODUÇÃO À ÓTICA GEOMÉTRICA – EXTENSIVO PLUS – 28/02/2024

06. (Uece 2019) A energia solar fotovoltaica é uma das fontes de energia em franca ascensão no Brasil. Dentre os diversos componentes de um sistema solar fotovoltaico, destaca-se o painel solar. De modo simplificado, esse componente é constituído por uma camada de vidro para proteção mecânica, seguida de uma camada formada por células solares e uma última camada, na parte inferior, também para proteção e isolamento. Sendo o vidro um material semitransparente, um raio solar que chega ao painel é

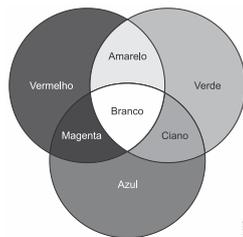
- parcialmente refletido e totalmente refratado pelo vidro.
- parcialmente refletido e parcialmente refratado pelo vidro.
- totalmente refratado pelo vidro.
- totalmente refletido pelo vidro.

07. (Famerp 2019 – MODIFICADA) A figura mostra uma lâmpada retilínea, de comprimento 90 cm, fixa horizontalmente no teto de uma sala, 200 cm acima da superfície plana e horizontal de uma mesa. Um disco circular opaco foi colocado horizontalmente entre a lâmpada e a mesa, a 180 cm da lâmpada, sendo esta a maior distância para que ele não projete sombra sobre a mesa. A reta  $r$ , mostrada na figura, é vertical e passa pelo ponto médio da lâmpada e pelo centro do disco.



Calcule o diâmetro do disco, em centímetros.

06. (Enem 2019) Os olhos humanos normalmente têm três tipos de cones responsáveis pela percepção das cores: um tipo para tons vermelhos, um para tons azuis e outro para tons verdes. As diversas cores que enxergamos são o resultado da percepção das cores básicas, como indica a figura.



A protanopia é um tipo de daltonismo em que há diminuição ou ausência de receptores da cor vermelha. Considere um teste com dois voluntários: uma pessoa com visão normal e outra com caso severo de protanopia. Nesse teste, eles devem escrever a cor dos cartões que lhes são mostrados. São utilizadas as cores indicadas na figura.

- Para qual cartão os dois voluntários identificarão a mesma cor?
- Vermelho.
  - Magenta.
  - Amarelo.
  - Branco.
  - Azul.

09. (Enem 2019) Quando se considera a extrema velocidade com que a luz se espalha por todos os lados e que, quando vêm de diferentes lugares, mesmo totalmente opostos, os raios luminosos se atravessam uns aos outros sem se atrapalharem, compreende-se que, quando vemos um objeto luminoso, isso não poderia ocorrer pelo transporte de uma matéria que venha do objeto até nós, como uma flecha ou bala atravessa o ar; pois certamente isso repugna bastante a essas duas propriedades da luz, principalmente a última.

HUYGENS, C. in: MARTINS, R. A. Tratado sobre a luz, de Cristian Huygens. *Caderno de História e Filosofia da Ciência*, supl. 4, 1986.

O texto contesta que concepção acerca do comportamento da luz?

- O entendimento de que a luz precisa de um meio de propagação, difundido pelos defensores da existência do éter.
- O modelo ondulatório para a luz, o qual considera a possibilidade de interferência entre feixes luminosos.
- O modelo corpuscular defendido por Newton, que descreve a luz como um feixe de partículas.
- A crença na velocidade infinita da luz, defendida pela maioria dos filósofos gregos.
- A ideia defendida pelos gregos de que a luz era produzida pelos olhos.

**Física para poetas**

O ensino da física sempre foi um grande desafio. Nos últimos anos, muitos esforços foram feitos com o objetivo de ensiná-la desde as séries iniciais do ensino fundamental, no contexto do ensino de ciências. Porém, como disciplina regular, a física aparece no ensino médio, quando se torna “um terror” para muitos estudantes.

1)Várias pesquisas vêm tentando identificar quais são as principais dificuldades do ensino de física e das ciências em geral. Em particular, a queixa que sempre se detecta é que 2os estudantes não conseguem compreender a linguagem matemática na qual, muitas vezes, os conceitos físicos são expressos. Outro ponto importante é que as questões que envolvem a física são apresentadas fora de uma contextualização do cotidiano das pessoas, o que dificulta seu aprendizado. Por fim, existe uma enorme carência de professores formados em física para ministrar as aulas da disciplina.

As pessoas que vão para o ensino superior e que não são da área de ciências exatas praticamente nunca mais têm contato com a física, da mesma maneira que os estudantes de física, engenharia e química poucas vezes voltam a ter contato com a literatura, a história e a sociologia. É triste notar que 3a especialização na formação dos indivíduos costuma deixá-los distantes de partes importantes da nossa cultura, da qual as ciências físicas e as humanidades fazem parte.

Mas vamos pensar em soluções. Há alguns anos, 4ofereço um curso chamado “Física para poetas”. A ideia não é original – ao contrário, é muito utilizada em diversos países e aqui mesmo no Brasil. Seu objetivo é apresentar a física sem o uso da linguagem matemática e tentar mostrá-la próxima ao cotidiano das pessoas. Procuro destacar a beleza dessa ciência, associando-a, por exemplo, à poesia e à música.

Alguns dos temas que trabalho em “Física para poetas” são inspirados nos artigos que publico. Por exemplo, 5“A busca pela compreensão cósmica” é uma das aulas, na qual apresento a evolução dos modelos que temos do universo. Começando pelas visões místicas e mitológicas e chegando até as modernas teorias cosmológicas, falo sobre a busca por responder a questões sobre a origem do universo e, consequentemente, a nossa origem, para compreendermos o nosso lugar no mundo e na história.

Na aula “Memórias de um carbono”, faço uma narrativa de um átomo de carbono contando sua história, em primeira pessoa, desde seu nascimento, em uma distante estrela que morreu há bilhões de anos, até o momento em que sai pelo nariz de uma pessoa respirando. Temas como astronomia, biologia, evolução e química surgem ao longo dessa aula, bem como as músicas “Átimo de pó” e “Estrela”, de Gilberto Gil, além da poesia “Psicologia de um vencido”, de Augusto dos Anjos.

Em “O tempo em nossas vidas”, apresento esse fascinante conceito que, na verdade, vai muito além da física: está presente em áreas como a filosofia, a biologia e a psicologia. Algumas músicas de Chico Buarque e Caetano Veloso, além de poesias de Vinicius de Moraes e Carlos Drummond de Andrade, ajudaram nessa abordagem. Não faltou também “Tempo Rei”, de Gil.

A arte é uma forma importante do conhecimento humano. Se músicas e poesias inspiram as mentes e os corações, podemos mostrar que a ciência, em particular a física, também é algo inspirador e belo, capaz de criar certa poesia e encantar não somente aos físicos, mas a todos os poetas da natureza.

ADILSON DE OLIVEIRA  
Adaptado de cienciahoje.org.br, 08/08/2016.

PROFESSOR DANILO

INTRODUÇÃO À ÓTICA GEOMÉTRICA – EXTENSIVO PLUS – 28/02/2024

10. (Uerj 2019) Considera-se a morte de uma estrela o momento em que ela deixa de emitir luz, o que não é percebido de imediato na Terra. A distância das estrelas em relação ao planeta Terra é medida em anos-luz, que corresponde ao deslocamento que a luz percorre no vácuo durante o período de um ano.

Admita que a luz de uma estrela que se encontra a 7.500 anos-luz da Terra se apague. O tempo para que a morte dessa estrela seja visível na Terra equivale à seguinte ordem de grandeza, em meses:

- a)  $10^3$       b)  $10^4$       c)  $10^5$       d)  $10^6$

11. (G1 - ifba 2018) Um objeto luminoso e linear é colocado a 20 cm do orifício de uma câmara escura, obtendo-se em sua parede do fundo, uma figura projetada de 8 cm de comprimento.

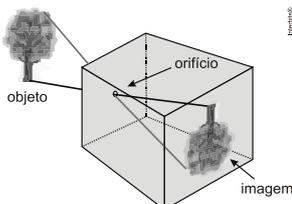
O objeto é, então, afastado, sendo colocado a 80 cm do orifício da câmara. O comprimento da nova figura projetada na parede do fundo da câmara é:

- a) 32 cm    b) 16 cm    c) 2 cm    d) 4 cm    e) 10 cm

12. (Uerj 2016) A altura da imagem de um objeto, posicionado a uma distância  $P_1$  do orifício de uma câmara escura, corresponde a 5% da altura desse objeto. A altura da imagem desse mesmo objeto, posicionado a uma distância  $P_2$  do orifício da câmara escura, corresponde a 50% de sua altura.

Calcule  $P_2$  em função de  $P_1$ .

13. (Uftm 2012) Uma câmara escura de orifício reproduz uma imagem de 10 cm de altura de uma árvore observada. Se reduzirmos em 15 m a distância horizontal da câmara à árvore, essa imagem passa a ter altura de 15 cm.



- a) Qual é a distância horizontal inicial da árvore à câmara?  
b) Ao se diminuir o comprimento da câmara, porém mantendo seu orifício à mesma distância da árvore, o que ocorre com a imagem formada? Justifique.

**RESPOSTAS**

03. C      04. C      05. B      06. B  
07.  $D = 9 \text{ cm}$ .      08. E      09. C      10. C  
11. C      12.  $p_2 = 0,1 \cdot p_1$ .  
13. a)  $D = 45 \text{ m}$ .

b) A imagem irá diminuir. Observe a justificativa:  $h = \frac{H \cdot d}{D}$ .

**APÊNDICE**

Algumas informações importantes sobre unidades de medidas foram adicionadas aqui. É importante você se lembrar de inúmeras informações tais como unidades de medidas, unidades base no sistema internacional entre outros.

**FATORES DE CONVERSÃO**

Lembremos dos fatores de conversão, que ficam à esquerda da unidade de medida.

Tabela 1: fatores de conversão

Fator	Nome	Símbolo
$10^{-24}$	yocto	y
$10^{-21}$	zepto	z
$10^{-18}$	atto	a
$10^{-15}$	fento	f
$10^{-12}$	pico	p
$10^{-9}$	nano	n
$10^{-6}$	micro	$\mu$
$10^{-3}$	mili	m
$10^{-2}$	centi	c
$10^{-1}$	deci	d
$10^1$	deca	da
$10^2$	hecto	h
$10^3$	kilo	k
$10^6$	mega	M
$10^9$	giga	G
$10^{12}$	tera	T
$10^{15}$	peta	P
$10^{18}$	exa	E
$10^{21}$	zeta	Z
$10^{24}$	yota	Y

Na Tabela 1 vemos os fatores de conversão. Como sugestão, procure decorar os valores da tabela acima na faixa do *pico* até o *tera*.

**AS UNIDADES BASE DO SISTEMA INTERNACIONAL**

Em geral, temos 7 unidades de medidas no Sistema Internacional de Unidades que formam a base de nosso sistema. Isso quer dizer que qualquer outra unidade de medida pode ser escrita em termos destas.

Por exemplo, vimos que o newton é uma unidade de medida de força, mas podemos escrevê-la em termos de  $\text{kg} \cdot \text{m} / \text{s}^2$ .

Vejamos na Tabela 2,

Tabela 2: Unidades de medidas derivadas em termos das unidades base

GRANDEZA A SER MEDIDA	UNIDADE DE MEDIDA DERIVADA	UNIDADES BASE
Força	newton ou N	$\frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2}$
Pressão	pascal ou Pa	$\frac{\text{kg}}{\text{m} \cdot \text{s}^2}$
Energia	joule ou J	$\frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^2}$

Na Tabela 3 você encontra estas unidades de medidas. Note que algumas você certamente já trabalhou, outras, como em elétrica, você verá este ano. Uma delas, em particular, não veremos no ensino médio (a candela – unidade de intensidade luminosa). Perceba que a temperatura é em kelvin, que a abreviação e o nome da grandeza que descreve quantidade de matéria possuem um símbolo só (mol) e que, na eletricidade, não é a carga elétrica a unidade base, e sim a corrente elétrica (objeto de estudo da frente 1).

Tabela 3: Tabela de unidades de base para medidas no Sistema Internacional

Grandeza base		Unidade de Base	
Nome	Nome	Símbolo	
Comprimento	metro	m	
Massa	quilograma	kg	
Tempo	segundo	s	
Corrente elétrica	ampère	A	
Temperatura termodinâmica	kelvin	K	
Quantidade de matéria	mol	mol	
Intensidade luminosa	candela	cd	

**LETRAS GREGAS**

Conforme o professor havia comentado, é importante sabermos algumas letras gregas, afinal os físicos adoram usá-las para nomear grandezas.

Como exemplo, é usual utilizarmos  $\mu$  ("mi") para representar o coeficiente de atrito ou a massa específica de um corpo;  $\rho$  ("rô") para representar a densidade, além da letra  $d$ , como faremos nesta disciplina;  $\tau$  ("tau") para trabalho;  $\alpha, \beta, \gamma$  e  $\theta$  para ângulos; usamos  $\gamma$  ("gama") também para representar um fóton;  $\lambda$  ("lamba") para comprimento de onda;  $\Sigma$  ("sigma" maiúscula) para representar somatória e muitos outros (delta maiúsculo para desvio da luz, teta para temperatura, pi é um número (3,14159265358979323846), ômega para velocidade angular e muito provavelmente mais algum que o professor esqueceu).

Tabela 4: Letras gregas.

Nome	Minúsculo	Maiúsculo
Alfa	$\alpha$	A
Beta	$\beta$	B
Gama	$\gamma$	$\Gamma$
Delta	$\delta$	$\Delta$
Épsilon	$\epsilon$	E
Zeta	$\zeta$	Z
Eta	$\eta$	H
Teta	$\theta$	$\Theta$
Iota	$\iota$	I
Capa	$\kappa$	K
Lambda	$\lambda$	$\Lambda$
Mi	$\mu$	M
Ni	$\nu$	N
Csi	$\xi$	$\Xi$
Ômicron	$\omicron$	O
Pi	$\pi$	$\Pi$
Rô	$\rho$	P
Sigma	$\sigma$	$\Sigma$
Tau	$\tau$	T
Úpsilon	$\upsilon$	Y
Fi	$\phi$ ou $\varphi$	$\Phi$
Qui	$\chi$	X
Psi	$\psi$	$\Psi$
Ômega	$\omega$	$\Omega$

**CONSTANTES FÍSICAS**

Outra informação importante é sobre constantes físicas: quando o enunciado não fornecer, confira aqui algumas delas.

Tabela 5: Algumas constantes físicas

Nome	Símbolo	Valor
Carga elétrica elementar	$e$	$1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
Constante de Coulomb	$k$	$9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-1}$
Constante de Planck	$h$	$6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$
Constante dos Gases	$R$	$8,3 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}$
Constante Gravitacional	$G$	$6,7 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$
Elétron-volt (unidade de medida)	eV	$1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$
Massa do elétron	$m_e$	$9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$
Massa do nêutron	$m_n$	$1,675 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
Massa do próton	$m_p$	$1,673 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
Número de Avogadro	$N_A$	$6,02 \cdot 10^{23} \frac{\text{partículas}}{\text{mole}}$
Permeabilidade elétrica no vácuo	$\epsilon_0$	$8,85 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2 \cdot \text{N}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$
Permeabilidade magnética no vácuo	$\mu_0$	$4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m} \cdot \text{A}^{-1}$
Raio de Bohr	$a_0$	$0,529 \cdot 10^{-10} \text{ m}$
Unidade de massa atômica	$u$	$1,661 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
Velocidade da luz no vácuo	$c$	$3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$