



claus ivo doering

1964

4ª série

Ciências : Física

Marca Registrada

B. R. L.

Indústria Brasileira

Caderno Escolar para fim Didático

R

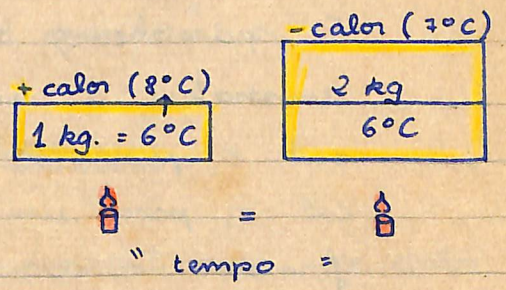
Jjuí, 12 de junho de 1964

2. OS PRINCÍPIOS DA CALORIMETRIA

a- Primeiro: Se colocarmos sob uma fonte calorífera contínua e constante 2 corpos de uma mesma substância à mesma temperatura, mas de massas diferentes (de 1 e de 2... kg.) e os deixarmos durante o mesmo tempo em contato com a fonte de calor, verificaremos que o corpo de menor massa assumirá temperatura mais elevada que o de massa maior.

Conclusão:

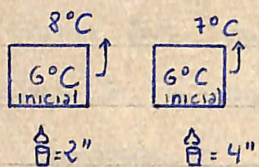
A quantidade de calor de um corpo, é diretamente proporcional à massa do mesmo.



b- Segundo: Se colocarmos 2 corpos de mesma massa e substância em contato com uma mesma fonte calorífera, o primeiro du

primeiro durante 2 min. e o segundo durante 4 min., verificaremos que o segundo experimenta uma variação de temperatura dupla da do primeiro.

Conclusão:



Corpos de mesma massa e substância experimentam variações de temperatura proporcionais às quantidades de calor fornecido ou retirado.

c- Terceiro: Para se elevar de 10°C a temperatura de 1 kg de ferro são necessários 1.100 cal . Se quisermos ocasionar a mesma variação de temperatura a um kg de cobre, bastariam 380 cal e, para um kg . de água, bastariam 10.000 cal e, para um kg . de água, dever-se-iam fornecer 10.000 cal . Da-se então que corpos de mesma massa, mas de substâncias diferentes necessitam de quantidades de calor diferentes para que se produza uma mesma variação de temperatura.

| | $10^{\circ}\text{C} \rightarrow 20^{\circ}\text{C}$ | $10^{\circ}\text{C} \rightarrow 20^{\circ}\text{C}$ | $10^{\circ}\text{C} \rightarrow 20^{\circ}\text{C}$ |
|-------|---|---|---|
| ferro | 1100 cal | 380 cal | 10.000 cal |
| cobre | | | |
| água | | | |

Conclusão:

A quantidade de calor de um corpo é diretamente ligada a uma constante característica daquela mesma substância e se chama: calor específico.

d- Quarto: Num sistema termicamente isolado de um corpo o calor cedido de um é igual ao calor recebido pelo outro.

Fórmula:

$$Q_p = Q_g$$

ou

15.6.

"Calor perdido = calor ganho."

3. O CALOR ESPECÍFICO

Calor específico é a quantidade de calor necessária para elevar a temperatura de 1 gr . de qualquer substância por 1°C . Se forem necessários, na água, de elevar 1 gr . dessa substância por 1° , precisamos 1 cal , e, respectivamente no alumínio e no ferro, $0,22\text{ cal}$ e $0,114\text{ cal}$. Estes valores são

números absolutos e comparativos em relação à água e, por essa razão, não tomam designação especial, dizendo-se:

O calor específico

| | | |
|--------------|---|-------|
| da água | = | 1,00 |
| do alumínio | = | 0,22 |
| do ferro | = | 0,114 |
| do zinco | = | 0,092 |
| do níquel | = | 0,109 |
| do querosene | = | 0,51 |

4. FÓRMULA GERAL PARA CALCULAR A QUANTIDADE DE CALOR RECEBIDO OU PERDIDO

a- $Q = m \times c \times (t' - t^{\circ})$

ou $Q = m \times c \times \Delta t^{\circ}$

Q = calor recebido ou perdido

m = massa da substância

c = calor específico

Δt (delta da temp.) = diferença de temperatura

b - Aplicações numéricas:

16.6.

1. Na chapa quente dum fogão foi colocado um pedaço de cobre de 420 gr., que tinha 10°C de temperatura. Depois, retirado, registou-se uma temperatura de 120°C. Quantos calorias de calor recebeu?

Fórmula: $Q = m \cdot c \cdot \Delta t^{\circ}$

$Q = 420 \times 0,091 \times 110$ $Q = 4389$

Resposta: recebeu 4389 cal

19.6. 2. Num recipiente com 100 gr. de água à 5°C foi colocado um pedaço de ferro de 20 gr. à 150°C. Qual a temperatura final?

Fórmula: $Q_g = Q_p$

Cálculo: $\frac{m \cdot c \cdot \Delta t^{\circ}}{\text{água}} = \frac{m' \cdot c' \cdot \Delta t^{\circ}}{\text{ferro}}$

$100 \text{ g} \times 1 \times (t_f - 5) = 20 \times 0,114 (150 - t_f)$

$102,28 t_f = 842$ $t_f = 8,23$

Resposta: a temp. final é de 8,23°C

22.6. 3. Num vaso de vidro, com 240 gr. de água, à 10°C, põe-se um pedaço de alumínio de

50 gr. a 120°C . Pede-se a temp. final.

Fórmula: $Q_g = Q_p$

Cálculo: $m \cdot c \cdot \Delta t^{\circ} = m' \cdot c' \cdot \Delta t^{\circ}$

$$240 \times 1 \times (t_f - 10) = 50 \times 0,22 \times (120 - t_f)$$

$$240 (t_f - 10) = 11 (120 - t_f)$$

$$240 t_f - 2400 = 1320 - 11 t_f$$

$$240 t_f + 11 t_f = 1320 + 2400$$

$$251 t_f = 3720$$

$$t_f = 14,82$$

Resposta: a temp. final é de $14,82^{\circ}\text{C}$

4. Num vaso de vidro, com 240 gr. de óleo, à 10°C , põe-se um pedaço de alumínio, de 50 gr. à 120°C . Pede-se a temperatura final. (calor específico do óleo = 0,31)

Fórmula: $Q_g = Q_p$

Cálculo: $\underbrace{m \cdot c \cdot \Delta t^{\circ}}_{\text{óleo}} = \underbrace{m' \cdot c' \cdot \Delta t^{\circ}}_{\text{alumínio}}$

$$240 \times 0,31 (t_f - 10) = 50 \times 0,22 (120 - t_f)$$

$$74,4 (t_f - 10) = 11 (120 - t_f)$$

$$74,4 t_f - 744 = 1320 - 11 t_f$$

$$t_f = 24,1^{\circ}$$

Resposta: a temp. final é de $24,1^{\circ}\text{C}$

19.6.

O gelo necessita de 80 cal para a fusão de 1 gr. de massa.

5. PROPAGAÇÃO DO CALOR

O calor se propaga de 3 maneiras diferentes: a) por condutibilidade; b) por convecção e, c) por irradiação.

a) condutibilidade.

O calor se propaga de 3 maneiras e a propagação por condução é devida à mobilidade das moléculas que estão em contato com a fonte calorífica e, por choques contínuos, transmitem-no.

Experiência de Ingenhousz. - Essa experiência mostra o seguinte: tomando bastões de diversas substâncias de forma cilíndrica (latão, ferro, madeira, zinco, cobre, alumínio) e levando as extremidades dessas em contato com uma fonte calorífica (água em ebulição) verifica-se que essas substâncias conduzem o ca-

lor de maneira mais ou menos rápida. Vê-se isto pela cera, na qual ficaram involtas as outras esfericidades, pela sua fusão. Ela funde no cobre em primeiro lugar, depois o alumínio, o latão, o zinco, o ferro e, no fim a madeira, que mal chega a esquentar.

Condutância térmica: Atribuindo à prata o va-

22.6. lor unitário, 1, temos para alguns outros sólidos os seguintes valores:

Prata - 1

Cobre - 0,92

Ouro - 0,74

Alumínio - 0,54

Ferro - 0,22

Zinco - 0,27

Alumina - 0,001

Madeira - 0,00031

Corpos bons e maus condutores de calor:

Os corpos através dos quais o calor se propaga facilmente, como a prata, e os metais em geral são considerados bons condutores de calor. Os líquidos e os ga-

res, possuindo uma faquíssima condutibilidade são maus condutores de calor. Um exemplo: Nos dias de inverno quando tocamos a maçaneta da porta, temos a sensação que a mesma é muito mais fria do que a madeira da porta.

A explicação está no fato de a maçaneta, sendo de metal, conduz melhor o calor, subtraindo-o, portanto, da nossa mão. Concluímos que:

Corpos distintos, à mesma temperatura, produzem sensações diversas devido à sua diferente condutibilidade calorífica.-

Aplicações práticas de Condutibilidade: São

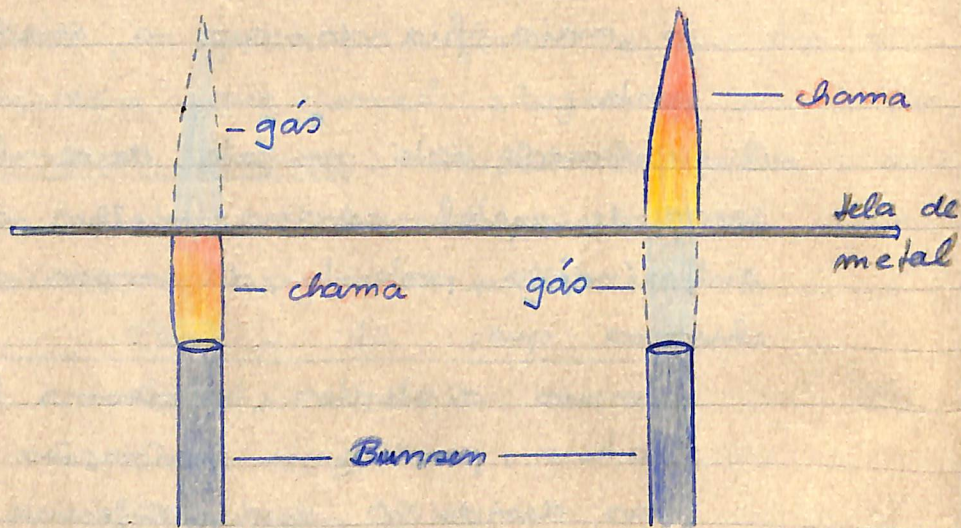
23.6. inúmeras as aplicações, tanto da boa como da má condutibilidade de calor.

As telas metálicas, colocadas sobre a chama de um bico de Bunsen, conduzem tão bem o calor, que o gás, que atravessa a tela, tem a temperatura de tal modo

reduzida que não consegue mais se inflamar. Em face disto, a chama só se mantém por baixo da tela. O mesmo acontece se acendermos o gás acima da tela.

1º Caso:

2º Caso:



Antigamente, nas minas de carvão, o gás grisú, que se desprendia durante o trabalho, acumulando-se e entrando em contato com a chama da lanterna, produzia violentas explosões e incêndios de grandes consequências. A lanterna de Davy envolve a chama com uma tela metálica. Quando o grisú entra em contato com a chama, a explosão só se dá na parte interior da lanterna,

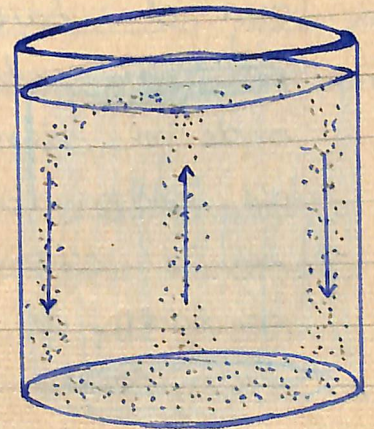
pois a tela resfria o gás em combustão, impedindo que as chamas propaguem-se no interior.

(*) convecção . -

26.6. Colocamos um vaso de Pirax, contendo um líquido, sobre a chapa uniforme de um fogão. A parte do líquido que está em contato com o fundo do vaso, colocado sobre a chama, se aquece primeiro. As moléculas aquecidas, diminuindo de densidade, sobem, enquanto que as outras, da parte superior, mais frias e densas, descem.

Formam-se, desse modo, correntes de líquido ascendente na parte central e descendentes nas partes laterais.

Essa experiência pode ser visualizada (desenho ao lado) introduzindo



do serragem no líquido.

O calor se transforma, ou melhor, se transmite, dessa maneira, por todo o corpo, mediante o deslocamento do próprio líquido. Esse tipo de propagação recebe o nome de Convecção e é característica da matéria em estado fluido; logo, também os gases.

c) irradiação. -

A propagação do calor por irradiação se efetua por meio de ondas eletromagnéticas. O caso mais importante dessa propagação é fornecido pelo calor do Sol, que chega até a Terra, percorrendo a maior parte do trajeto no vácuo, para penetrar, depois na atmosfera terrestre. No vácuo é onde o calor alcança maior velocidade de propagação por irradiação = 300.000 ... km/s. Quando a radiação térmica é acompanhada de luz, como no caso da luz solar ou das lâmpadas de filamento incandescente, damos-lhe o no-

me de CALOR LUMINOSO; em caso contrário, quando só existe radiação térmica, como no líquido aquecido, o calor é dito obscuro: CALOR OBSCURO.

Os corpos, em relação às inclinações do calor, classificam-se em

1. diatérmicos (transmite)
2. atérmicos (não transmite)

Os gases são diatérmicos; os metais, atérmicos.

6. EFEITOS DO CALOR

4.8. O Calor, como vimos, pode produzir trabalho (motor de explosão e máquina a vapor), do mesmo modo como o trabalho pode produzir calor (Atrito dos feios e esfregar uma mão contra a outra).

Atuando sobre as substâncias, o calor se transforma em trabalho mecânico de desagregação molecular, o que provoca um aumento de volume e mudança de estado de agregação: 1. Mudanças de es-

tado

2. Dilatação térmica

Os sólidos, os líquidos e os gases aumentam de volume quando se aquecem e contraem-se quando se resfriam (com exceção de poucas substâncias que fazem o contrário).

Os sólidos são os corpos que menos se contraem, ou melhor, dilatam, pelo calor enquanto que os gases têm uma dilatação considerável. Os sólidos não se dilatam todos uniformemente, porém cada substância tem a sua dilatação específica. Ex.: 1 m de comprimento dos corpos seguintes dilata-se, aumentando sua temperatura de 1°C , pelo seguinte: chumbo:

| | | |
|-------------------|---|----------|
| Pb | - | 0,037 mm |
| Alumínio Al | - | 0,029 mm |
| Cobre Cu | - | 0,017 mm |
| Ferro Fe | - | 0,012 mm |
| Massa de Concreto | - | 0,012 mm |

Demonstra-se a dilatação das substâncias sólidas pelo PIRÔMETRO DE CUADRAN

TE e pelo ANEL DE GRAVESANE.

Exemplo prático da dilatação nos moinhos a colocação do anel de ferro numa roda de madeira, numa ferraria. O ferro é esquentado posteriormente, cabendo, pela sua circunferência dilatada na roda. Esfria-se bruscamente o ferro, que é maleável, e o ferro se contrai, apertando-se sobre a roda de madeira.

Os líquidos igualmente se dilatam sob a ação do calor e se contraem quando esfriados. Baseia-se neste fato a dilatação do mercúrio e do álcool dentro do termômetro. Vejamos a dilatação de algumas substâncias líquidas em relação ao volume de 1dm^3 , quando este eleva a sua temperatura de 1°C . ($1\text{dm}^3 = 1000\text{cm}^3$)

7.8.

| | | | |
|------------------------------------|------------|---|--------------------|
| $(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{O}$ | - Éter | - | 1,62 cm^3 |
| CH_4 | Alcool | - | 1,1 cm^3 |
| H_2O | - Água | - | 0,21 cm^3 |
| Hg | - Mercúrio | - | 0,18 cm^3 |

Água faz uma exceção pois tem o seu ponto de maior contração a 0°C . Daqui em diante, para os dois sentidos da escala ter-

momentica, ela se dilata, sendo a dilatação quando solidificado (gelo).

Dos três estados dos corpos sofrem a maior dilatação os gases. A sua dilatação é uniforme para qualquer temperatura, de forma que o aumento do volume é sempre $1/273$ do seu volume, para a variação de temperatura de 1°C . sob pressão constante.

Se, por exemplo, esquentarmos 273 cm^3 de qualquer gás, aumentando a temperatura por 10°C o seu volume será $273\text{ cm}^3 \times 1/273 \times 10^{\circ}\text{C} = 10\text{ cm}^3$ (Aumento de volume).

Em consequência daquilo que foi exposto s/o efeito do calor dos corpos, podemos dizer que os três estados: sólido, líquido e gasoso resultam da maior ou menor atração das moléculas entre si.

Desse modo chamariamos de sólidos os corpos cuja estrutura molecular está rigorosamente organizada, onde as moléculas se atraem por uma força

constante.

Nos líquidos as moléculas estão entre si numa posição de indiferença, portanto a sua atração é nula e eles, por essa razão, aceitam a forma dos recipientes que os contém. Não têm forma própria os líquidos.

Nos gases a repulsão das moléculas aumenta com a elevação da temperatura, e eles tendem a fugir uma das outras, preenchendo, dessa maneira, o espaço à disposição.

Toda a vaporização consome calor. É-se calor está sendo retirado do ambiente. Por essa razão, derramando éter, acetona ou álcool (líquidos altamente voláteis) sobre o dorso da mão, nós temos a sensação de frio, porque a evaporação muito rápida retira o calor da mão.

A temperatura normal do corpo humano oscila entre $36,5^{\circ}\text{C}$ e $37^{\circ},5$, variando ligeiramente durante as horas do dia

FÍSICA ÓTICA

A - A LUZ

1. FONTES DE LUZ

As fontes de luz dividem-se em luminosas e iluminadas. Luminosas são os corpos que possuem luz própria e iluminados são os que refletem a luz recebida dos corpos luminosos.

Os corpos luminosos são fontes de luz e classificam-se em:

a) fontes incandescentes, que possuem temperatura elevada e cuja luz pode considerar-se como proveniente de energia calorífica.

b) fontes luminescentes, cuja temperatura não é suficientemente elevada para que a luz emitida possa ser explicada como resultado da energia calorífica da fonte. A esse grupo dos corpos luminosos pertencem os fosforescentes e fluorescentes.

2. PASSAGEM DA LUZ ATRAVÉS DOS CORPOS

Os corpos classificam-se em transparentes, translúcidos e opacos. São transparentes quando deixam passar a luz sem lhe produzir modificações apreciáveis (vidro). Translúcidos quando a luz os atravessa parcialmente (vidro fosco). Opacos quando a luz não os atravessa e portanto fica absorvida (terra) ou refletida (espelho).

3. A ABSORÇÃO DA LUZ

Depende das diversas substâncias, da espessura da camada e da cõn da luz. A água, p/ ex., em pequenas espessuras, é transparente, enquanto que no fundo dos mares reina a mais completa escuridão.

Ao contrário, o ouro, normalmente opaco, mas, sendo reduzido à lâminas delgadas, torna-se translúcido.

4. TEORIAS SOBRE A NATUREZA DA LUZ

Existem várias teorias, porém, a que

realmente se aceita é a das vibrações. Admitte-se aqui que este agente natural é resultado do movimento vibratório muito rápido, cuja

$$\text{frequência} = 700.000.000.000.000 \text{ vibrações p/s.}$$

Estas vibrações se propagam com a

$$\text{velocidade de } 300.000 \text{ km/s.}$$

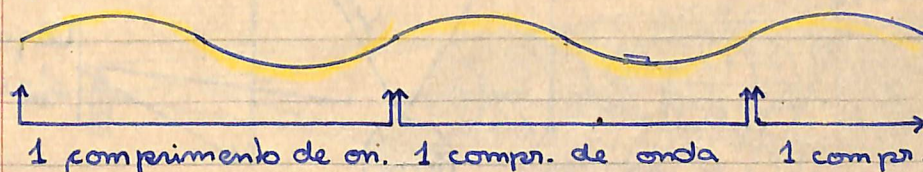
Para explicar a produção e a propagação de tal movimento vibratório, admite-se a existência de um meio (i) material?, tênue e bastante elástico, que enche todo o espaço do universo e permeia nos poros dos corpos, rodeando os átomos. A esse meio deu-se o nome de Éter. Esse éter é um meio que transmite e constitui a energia radiante.

5. A LUZ BRANCA (c.f. item 11)

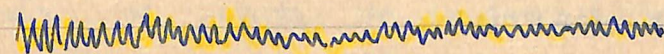
A luz Branca do sol, ao atravessar um prisma transparente, decompõe-se em mui-

tas cores. Esse conjunto chamamos de espectro.* Cada cor tem um comprimento de onda e uma frequência diferente: A cor vermelha tem o maior comprimento de onda e a menor frequência; o roxo, por sua vez, tem a menor comprimento de onda e a maior frequência, das cores

Onda é uma perturbação que se propaga num meio, material ou hipotético:



Vibração é uma oscilação que pode ser representada por termos de funções sinusoidais. Frequência é o número de vibrações



efetuadas por segundo (").

14.8.

SABATINA - VIII

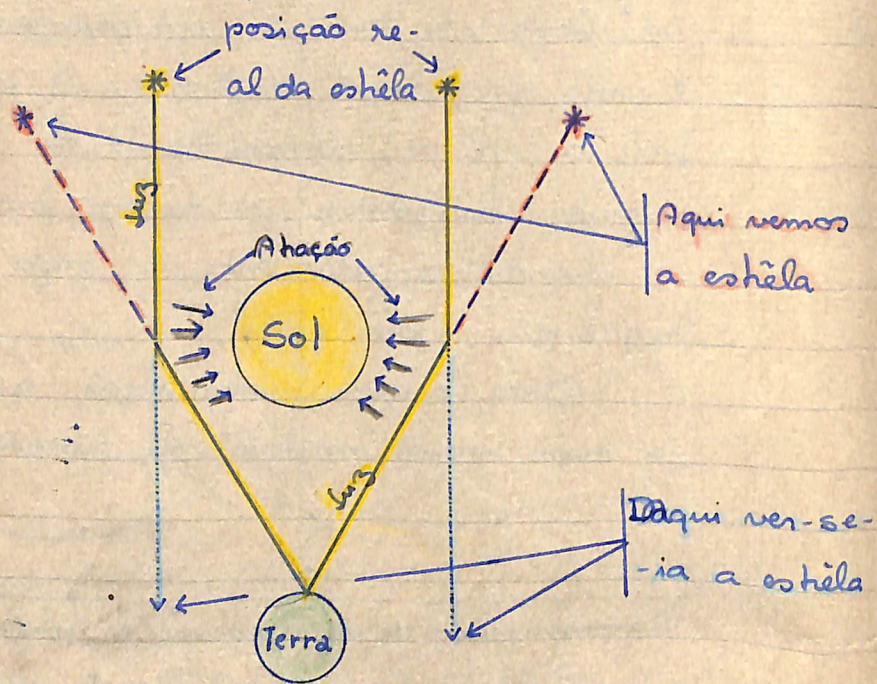
17.8.

6. A PROPAGAÇÃO DA LUZ

A luz se propaga em linha reta,

* vide item 12.

está, porém, sujeita ao desvio de sua no-

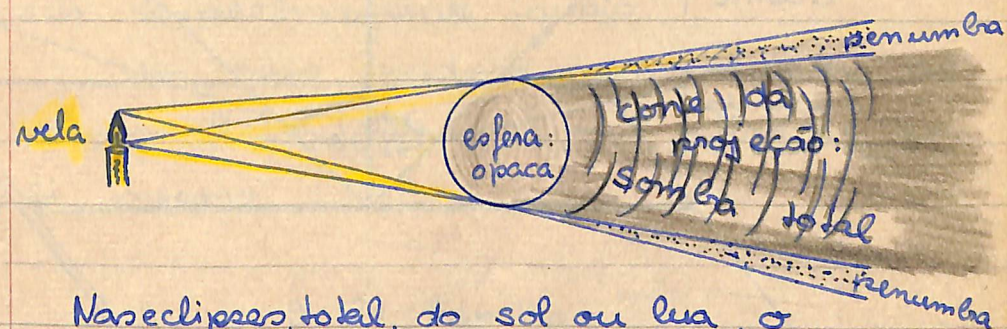
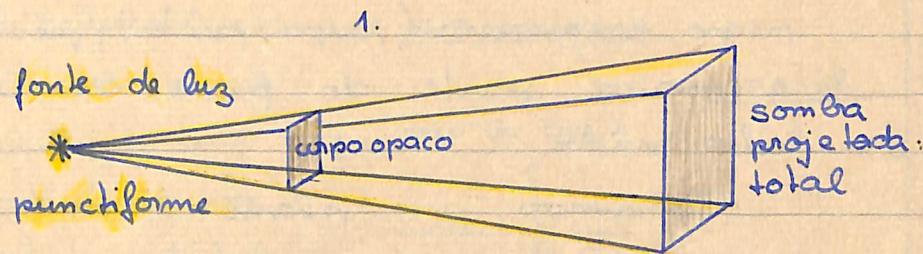


ta, devido a sua abração dos corpos celestes. Vêmo-la geralmente no lugar em que não se encontra

7. SOMBRA E PENUMBRA

Um foco de luz punctiforme projeta sobre um anteparo uma sombra total¹, enquanto que uma fonte de luz de certa intensidade, ou melhor, extensão (vela), produz,

além da sombra total, a penumbra.²



Nos eclipses, total, do sol ou lua, o espectador, estando no cone da sombra total, não vê nada do corpo celeste, a não ser uma coroa vermelha de luz. Quem vê os eclipses parciais, está no cone da penumbra.

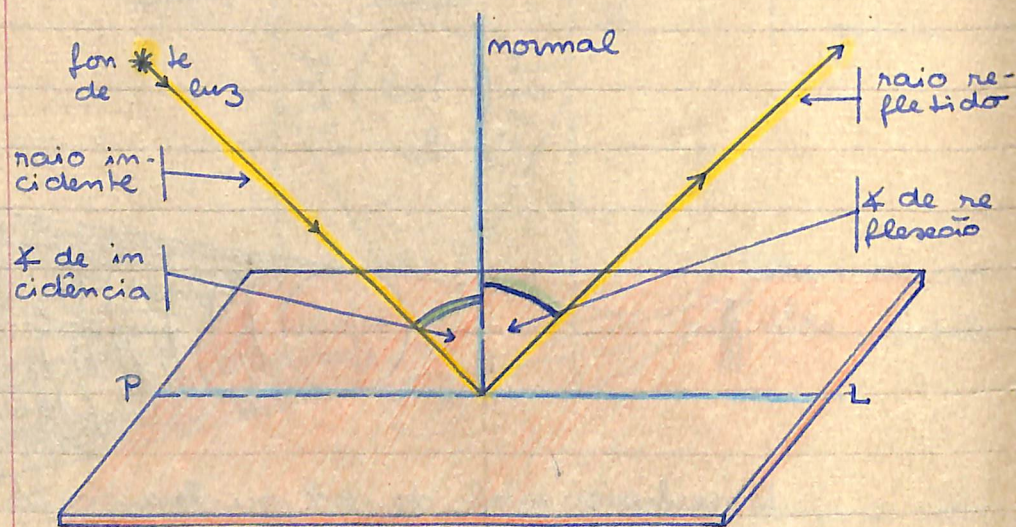
8. REFLEXÃO DA LUZ

18.8.

A luz reflete-se sempre que encontra-

um obstáculo, salvo que o corpo seja negro e áspero (roupa preta); neste caso a maior parte do feixe de luz é absorvido.

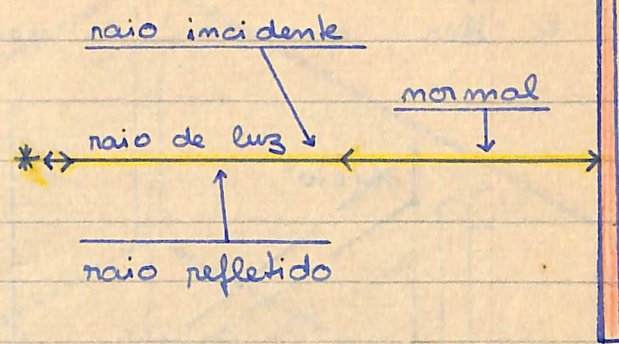
Tomamos um plano liso.



O raio de luz incidente fica sempre refletido de tal forma, que o \angle de incidência é igual ao \angle de reflexão.

Chama-se \angle de incidência o \angle formado pela raio incidente e pela normal. A normal é a perpendicular sobre o plano PL e levantada no ponto de incidência do raio sobre o plano.

Sempre o raio incidente é igual ao de reflexão, isto é, sendo, o raio incidente um raio luminoso, o raio refletido não é bi-partido; é único, também. Seus \angle também, são respectivamente iguais.



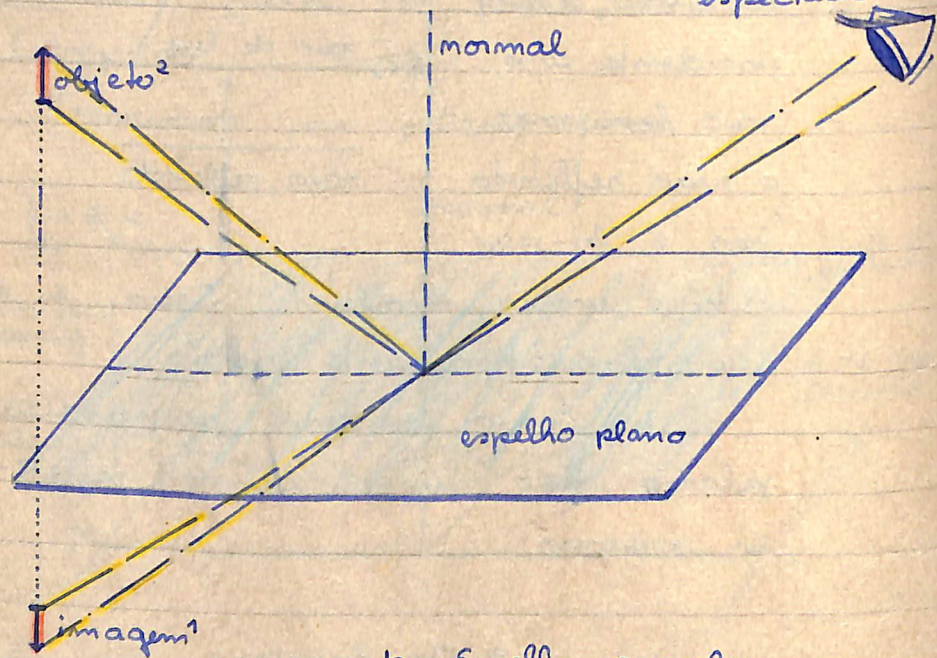
Um raio incidente perpendicular ao plano liso (figura acima) reflete-se em si mesmo.

9. Os Espelhos

21.8.

Normalmente distinguem-se 3 tipos de espelhos: o plano, o côncavo e o convexo. O espelho plano e o convexo fornecem uma imagem virtual. O espelho côncavo, ao contrário, uma imagem real. Imagem real é aquela que podemos captar por meio de anteparo, mas em posição invertida. Imagem virtual do ob-

objeto² é aquela que nos dá a impressão de ser, quando, na realidade, não existe: espectador



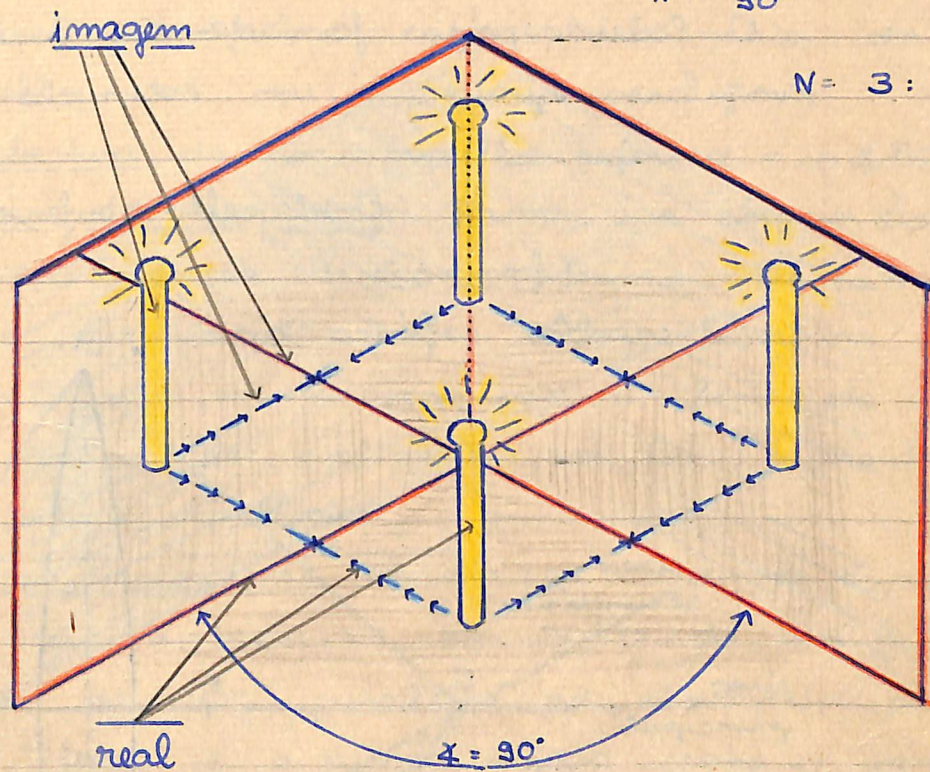
b- Espelho angular

Se dois espelhos planos formarem um ângulo, a luz proveniente de um objeto colocado neste ângulo pode sofrer reflexões sucessivas, em cada um dos espelhos e produzir um múltiplo número de imagens. Se os dois faces do espelho angular estiverem em linha reta, forma-se uma só imagem. Quanto mais diminuir o α , tanto mais

$$N = \frac{360^\circ}{\alpha \cdot n} - 1$$

$$N = \frac{360^\circ}{90^\circ} - 1$$

$$N = 3:$$



aumenta o número de imagens. De modo qual temos a seguinte fórmula:

$$N = \frac{360^\circ}{\alpha \cdot n} - 1$$

N = número de imagens

$\alpha \cdot n$ = ângulo formado.

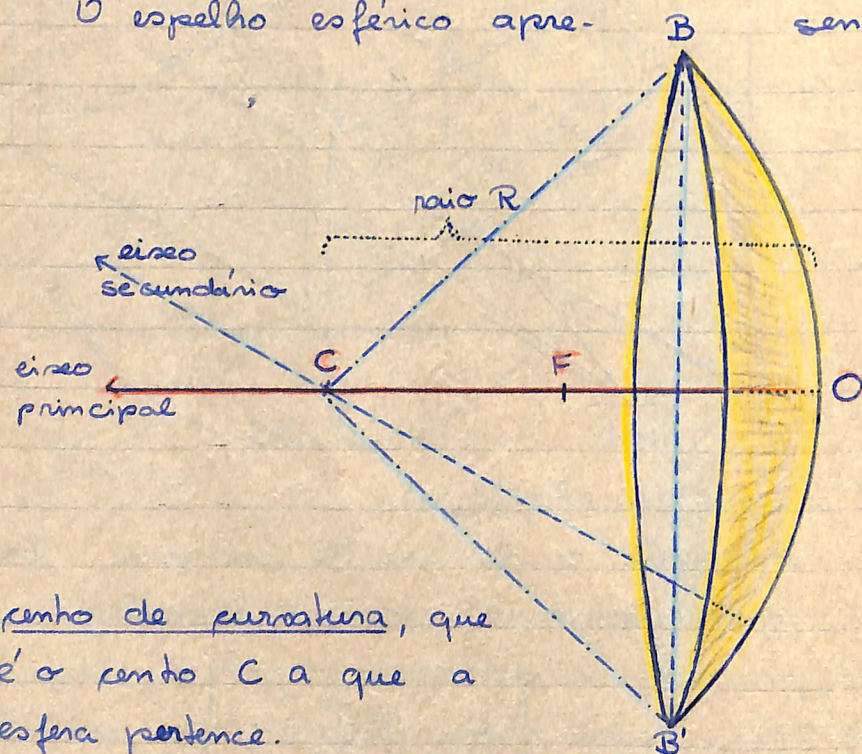
Exemplo temos no esquema acima.

O Kaleidoscópio formado de 3 vidros re-
tangulares iguais, é um exemplo prático.

c- Espelho esférico

I formação:

O espelho esférico apre-
senta:



centro de curvatura, que
é o ponto C a que a
esfera pertence.

vértice é o polo O da
calota.

base é o círculo que limita a calota: $\widehat{BB'}$.

eixo principal é a reta OC que une o cen-
tro da curvatura ao ponto da figura: o

eixo principal é o eixo de simetria do es-
pelho.

abertura de um espelho esférico é o $\angle BCB'$,
formado por dois raios que chegam às
extremidades de um mesmo diâmetro
do círculo da base. Essa abertura de-
ve ser muito pequena a fim de que
possam ser aplicadas as leis referentes
a esse espelho.

foco principal chama-se o ponto F no
qual reúnem-se os raios de um fei-
zede de luz paralelos ao eixo principal.
O foco é o ponto médio entre o vérti-
ce do espelho e o centro da curvatura:
 $F = R/2$

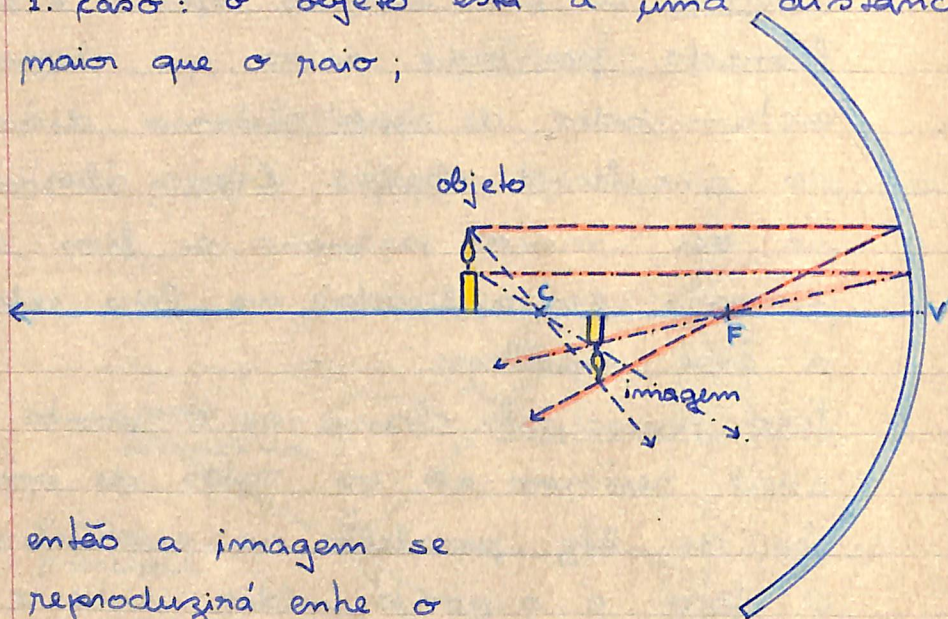
diâmetro do círculo da base é a linha $\overline{BB'}$

II Imagens dos objetos nos espelhos esfé- ricos:

Um objeto situado diante de um espe-
lho côncavo a uma distância maior do
que a distância focal, produzirá uma ima-
gem real. Forma-se uma imagem vir-

tual quando estiver a uma distância menor que a distância focal.

25.8. 1. caso: o objeto está a uma distância maior que o raio;

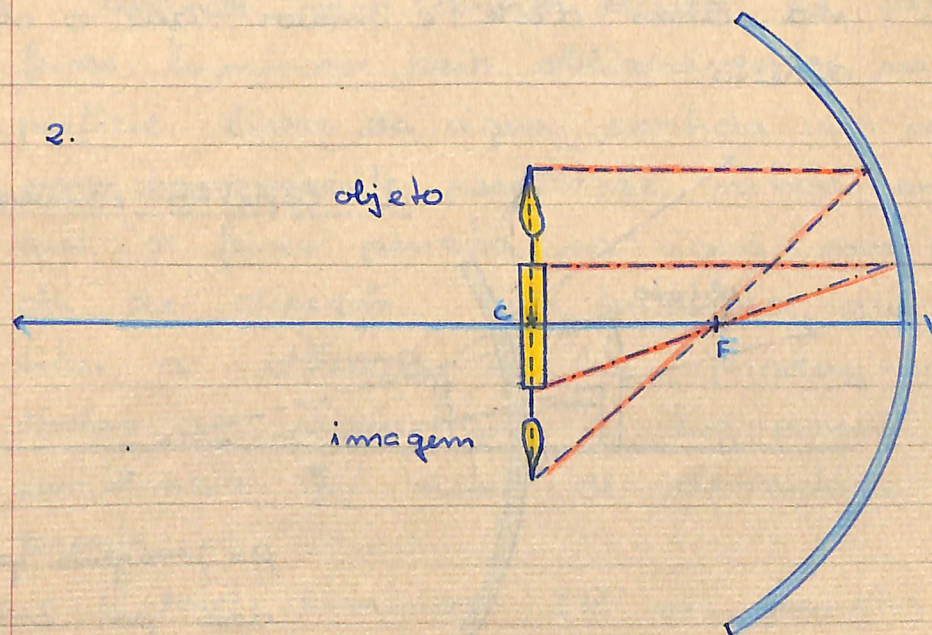
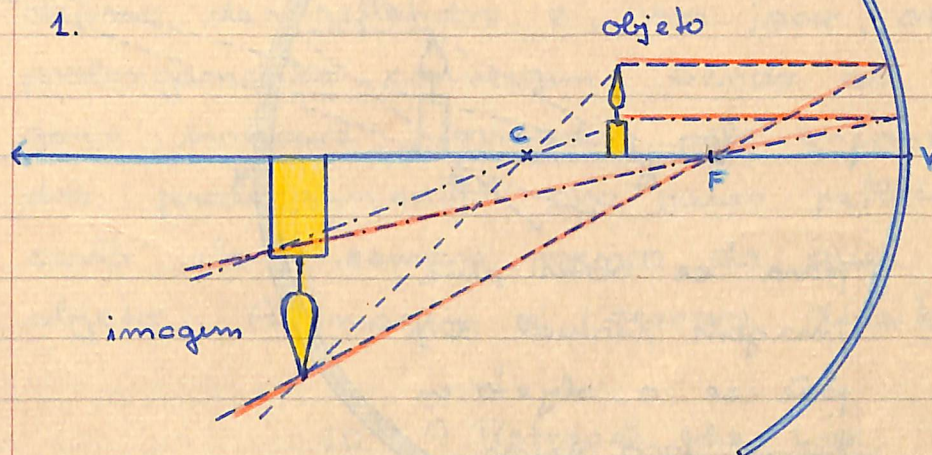


então a imagem se reproduzirá entre o centro de curvatura e o foco, em posição invertida e de menor tamanho.

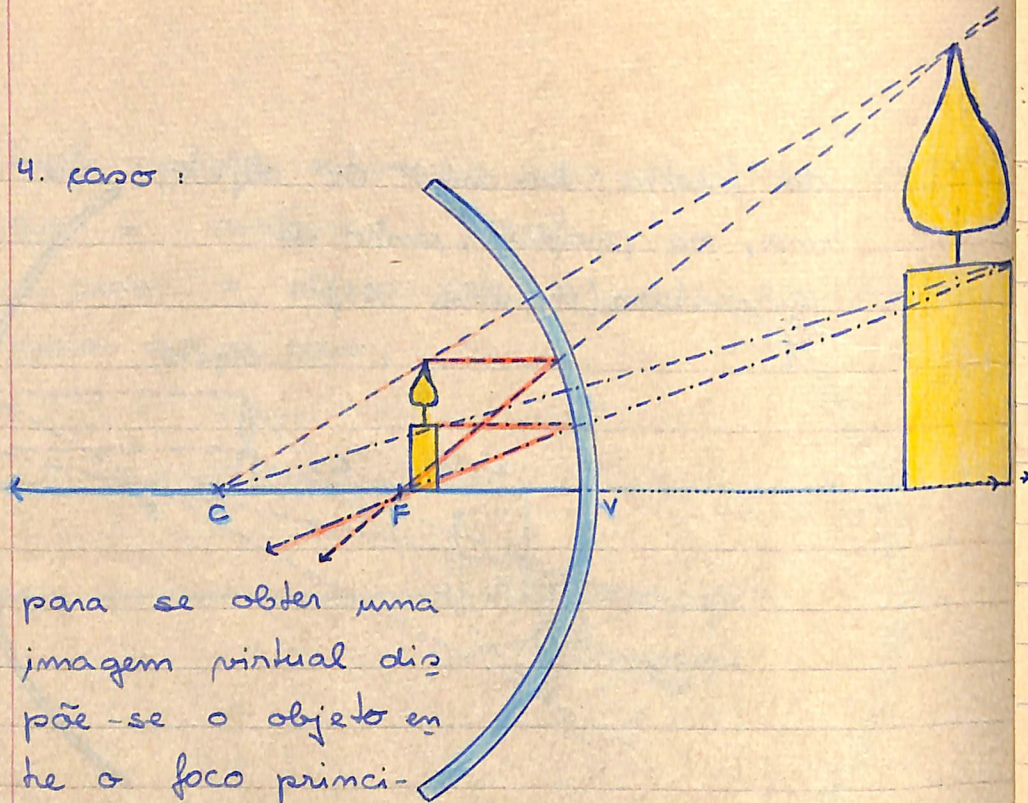
2. caso: coloca-se o objeto entre o foco e o centro de curvatura; sua imagem, também invertida, é maior que o objeto luminoso e forma-se a uma distância maior que o raio de curvatura do espelho. (vide página seguinte, esquema 1.)

3. caso: dispondo o objeto no centro de curvatura, há imagem, ainda invertida,

do mesmo tamanho do objeto, que se forma, no próprio centro de curvatura (esquema 2.)

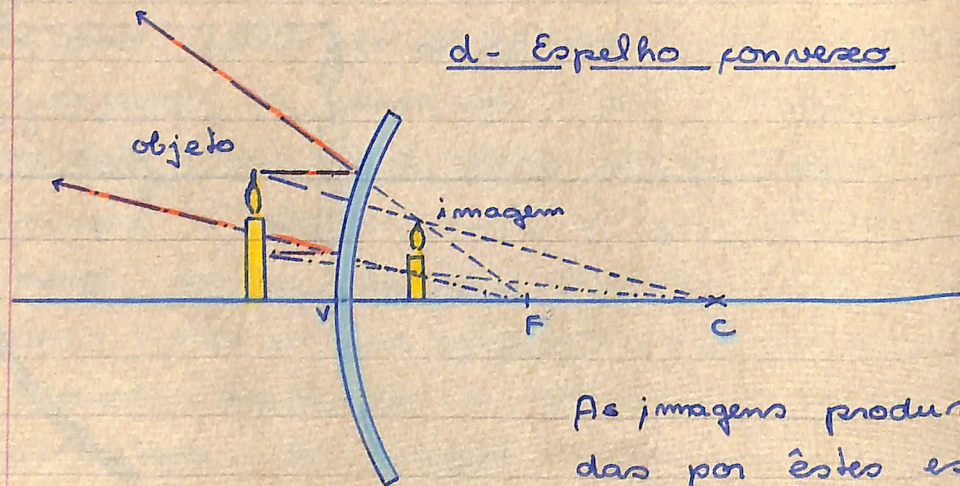


4. caso :



para se obter uma imagem virtual dispõe-se o objeto entre o foco principal e o espelho. A imagem que se forma atrás deste é maior que o objeto e direita.

31.8.



As imagens produzidas por estes espe

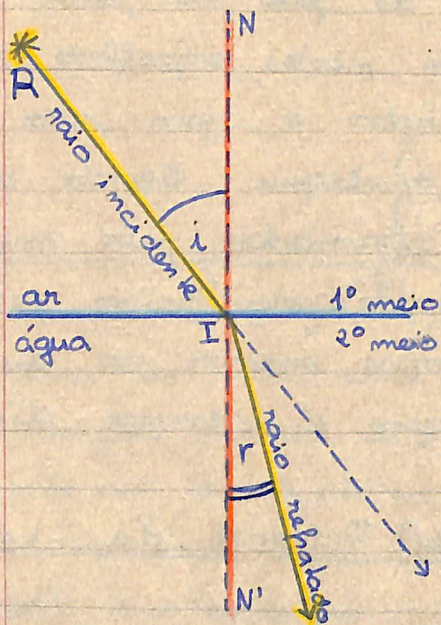
lhos são sempre virtuais e menores do que o objeto; de fato, os raios luminosos que incidem nestes espelhos divergem depois de refletidos e, por isso, seus prolongamentos convergem. Sendo as imagens virtuais, formadas pelo encontro dos prolongamentos dos raios refletidos, serão elas sempre menores do que o objeto. A imagem é sempre direita.

10. A Refração da Luz

Quando, num quarto escuro, se faz um feixe luminoso cair obliquamente na superfície livre da água contida em um vaso transparente percebe-se, nitidamente, que o feixe penetra na água mas muda de direção. Este fenômeno, que constitui a refração da luz, produz-se todas as vezes que a luz passa de um meio p/ outro de densidade diferente.

O raio luminoso IR que penetra no

4.9.



segundo meio (água) é o raio refratado:

O $\angle i$, formado pela normal NN' com o raio incidente, é o \angle de incidência e o $\angle r$, formado pelo raio refratado com a normal é o \angle de refração. Quando o \angle de refração é menor do que o \angle de incidência, isto é,

quando o raio refratado aproxima-se da normal, diz-se que o segundo meio é mais refrangente que o primeiro. Se o raio refratado se afastar da normal, o segundo meio é menos refrangente que o primeiro.

Duas regras de refração:

1ª: o raio incidente, a normal e o raio refratado estão no mesmo plano.

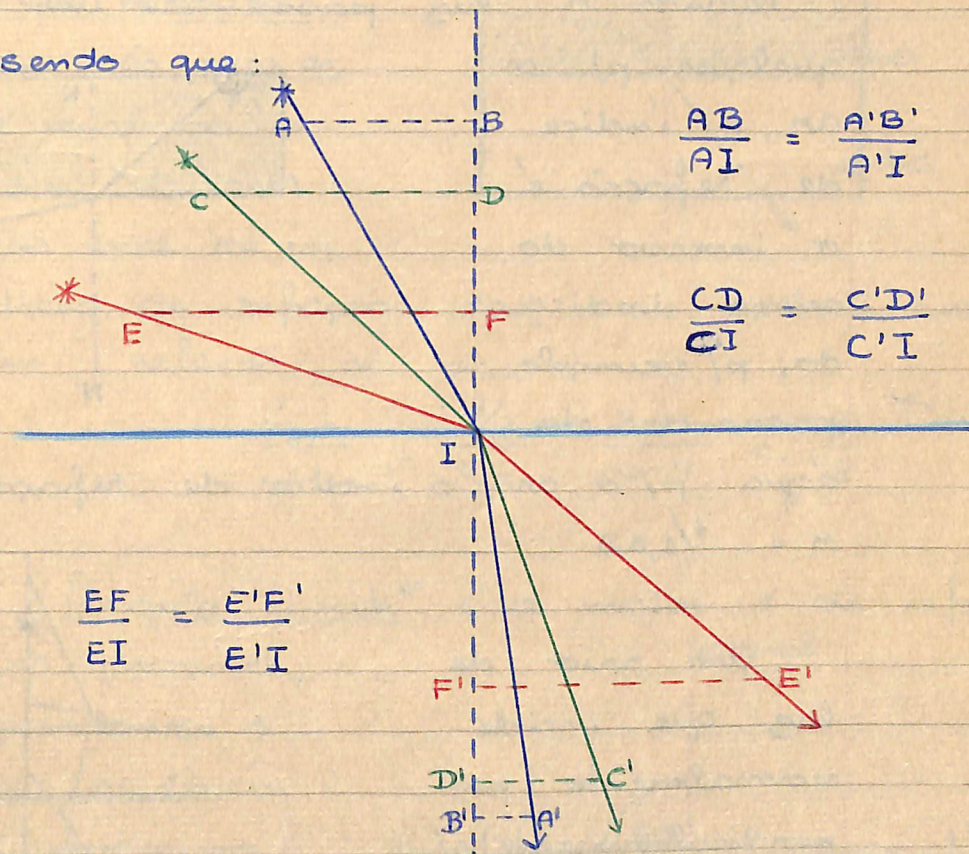
2ª: há uma relação constante entre o seno do \angle de incidência e o seno do

\angle de refração:

(n = índice de refração)

$$\frac{\text{sen } i}{\text{sen } r} = n$$

sendo que:



$$\frac{AB}{AI} = \frac{A'B'}{A'I}$$

$$\frac{CD}{CI} = \frac{C'D'}{C'I}$$

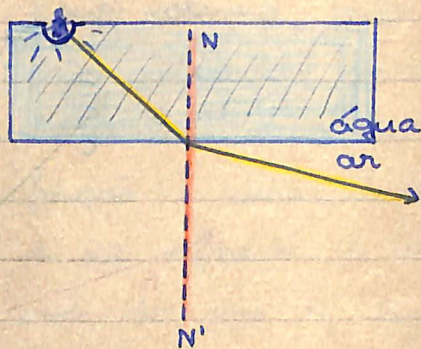
$$\frac{EF}{EI} = \frac{E'F'}{E'I}$$

Costumamos considerar os índices de refração em relação ao ar

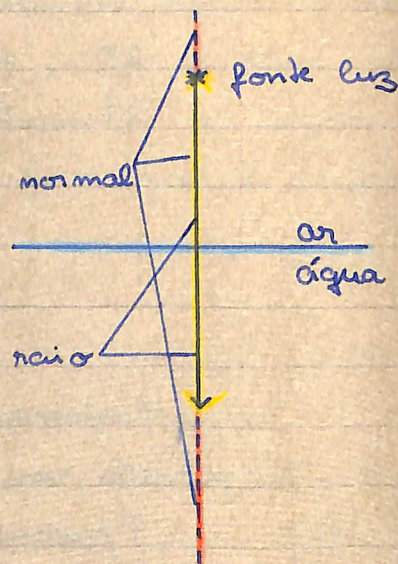
Exemplo:

- ar - água : $n = 1,33 = \frac{4}{3}$
- ar - vidro : $n = 1,50 = \frac{3}{2}$
- ar - diamante : $n = 2,40 = \frac{12}{5}$

Quando a luz passa de um meio qualquer p/ o ar, o índice de refração é o inverso do acima indicado; p/ exemplo, passando da água p/ o ar, o índice de refração será $n = \frac{1}{1,33}$



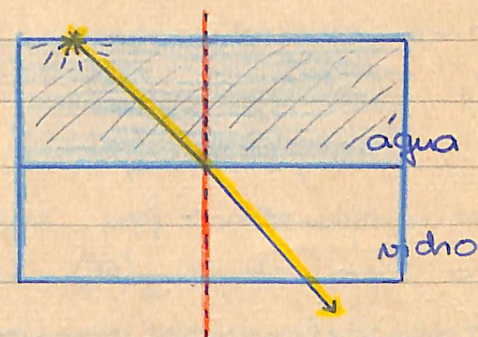
Um raio de luz que incide normalmente (perpendicularmente) s/ a superfície de um corpo transparente não sofre desvio, por-



tanto, não há refração.

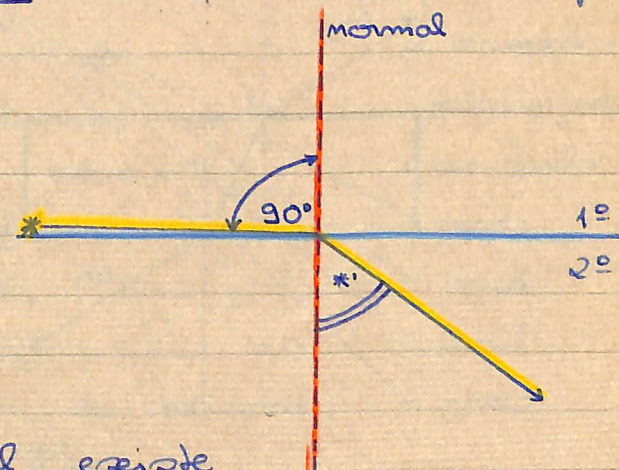
O índice de refração de uma substância em relação a outra, que não seja ar, é igual ao inverso da relação entre os índices de refração das duas substâncias em relação ao ar:

11.9. Índice em relação a outra, que não seja ar, é igual ao inverso da relação entre os índices de refração das duas substâncias em relação ao ar:



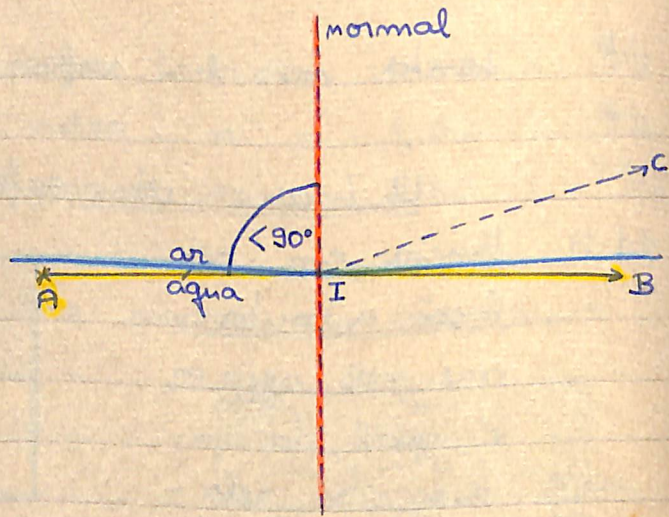
$$\frac{\text{água}}{\text{vidro}} = \frac{3/2}{4/3} = \frac{3 \cdot 3}{2 \cdot 4} = \frac{9}{8}$$

Ângulo limite* é o maior \angle de refração possível; quando o \angle de incidência é aproximadamente igual ao \angle de 90° .



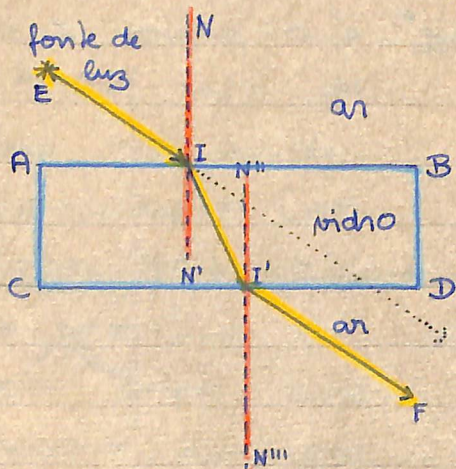
Reflexão total existe

quando o \angle de incidência tornou-se maior do que 90° , isto é, quando o foco de luz (A)



submergiu no outro meio (água). Neste caso o raio de luz (AI) não fica refratado (IC) para o 1º meio (ar), mas refletido (IB) no 2º meio (água).

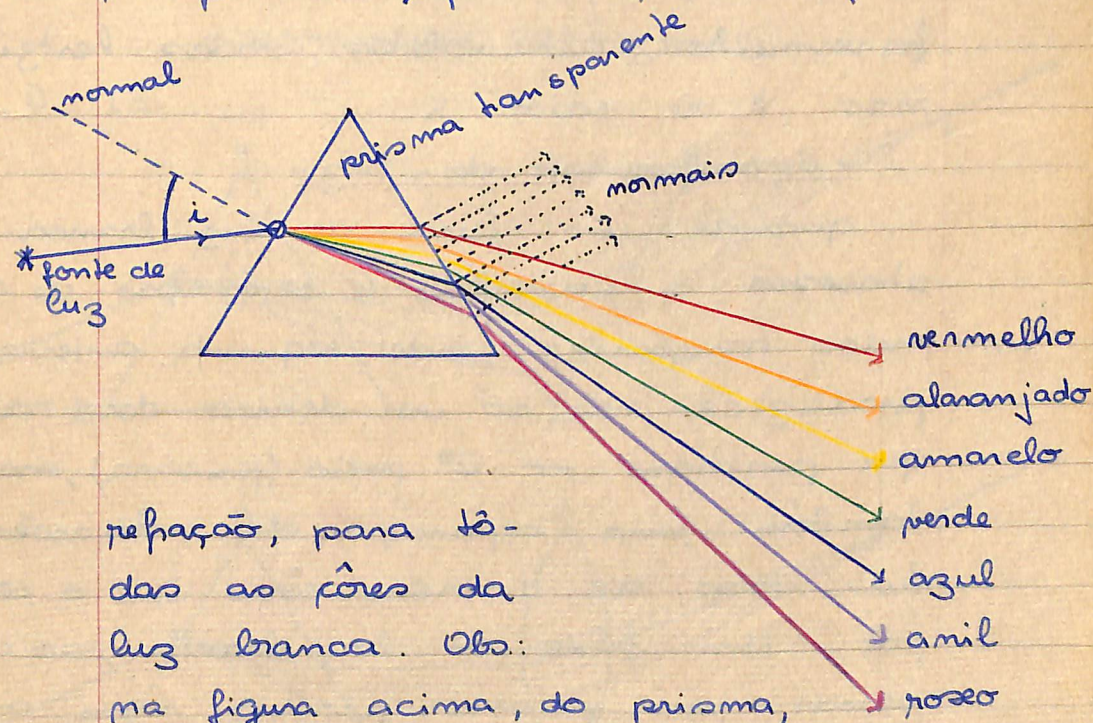
Quando há uma lâmina de faces paralelas (AB || CD), o raio de luz (EI) fica apenas deslocado (II'), continuando, depois, paralelamente (IF) ao raio de incidência.



11. O Prisma Ótico

14.9. Chamam-se prismas, em ótica, os meios transparentes compreendidos entre duas faces planas não paralelas. O \angle diedro chama-se \angle de refração.

Suponhamos que um raio luminoso incida s/o prisma, formando com a normal o \angle de incidência i ; ele penetra no prisma e forma um \angle diferente de



refração, para todas as cores da luz branca. Obs: na figura acima, do prisma, vê-se apenas a ^{luz} base.

Natureza complexa da luz branca - sua decomposição e recomposição -:

Os agentes naturais, que se propagam através do espaço e produzem seus efeitos a certa distância da fonte de luz, que os produz, consistem as diversas modalidades da energia radiante.

A principal forma de energia radiante é a luz, mas existem outras espécies de radiações, conhecidas como raios infravermelhos, ultravioletas, ondas hertzianas e os raios X.

- decomposição da luz -

quando um feixe de luz branca atravessa a superfície de separação de dois meios transparente (vide esquema anterior), produz-se não só um desvio dos raios que penetram no 2º meio (prisma), mas também uma separação das radiações luminosas de diversas cores que o compõe. Um feixe de luz branca, ao atravessar um prisma, produz num anteparo uma imagem colorida, em que as

cores se dispõem na ordem como mostra o esquema: vermelho, alaranjado, amarelo, verde, azul, anil e violeta.

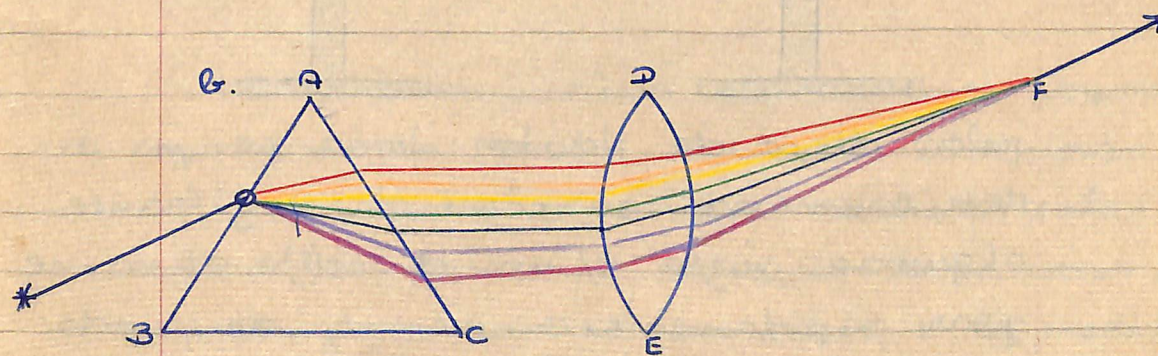
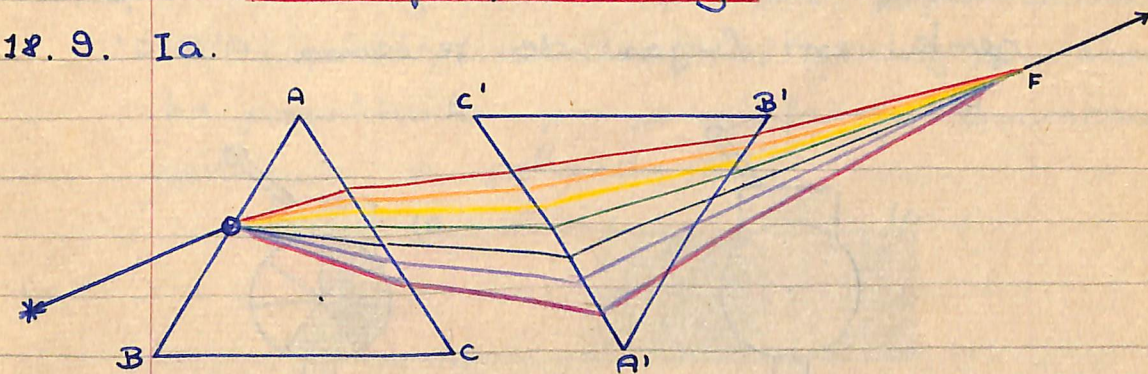
A figura assim obtida denomina-se espectro luminoso. Qualquer dessas cores, porém, não mais pode ser decomposta em outras.

15.9.

SABATINA - IX

- recomposição da luz -

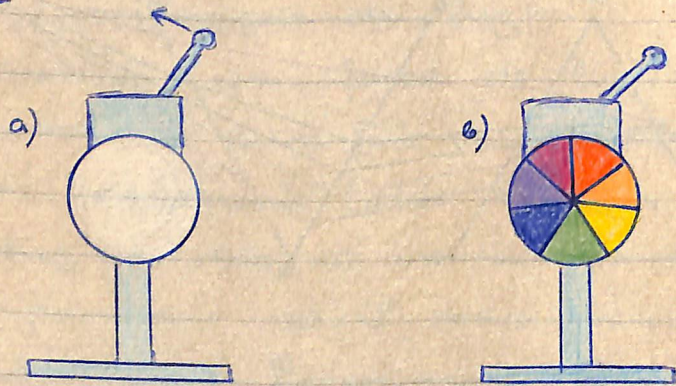
18.9. Ia.



Da forma como é possível decompor a luz branca nas diversas cores também a podemos recompor, por diversos métodos. Citamos dois:

Ia. e b - decompõe-se um feixe de luz por um prisma ABC, nas diversas cores e, em seguida, por outro prisma, A'B'C', em posição invertida à do primeiro, reúnem-se as cores no ponto F, continuando, depois a luz branca. O mesmo se dá quando tomamos uma lente convergente em lugar do prisma A'B'C'.

II -



pelo disco de Newton: toma-se na ordem enumerada as cores da luz branca algumas vezes s/ um disco (b) e deixa-se girar rapidamente o mesmo de modo

tal que as cores seguem em intervalos de tempo menor do que o nosso aparelho visual é capaz de captar, dando a impressão da superposição das diversas cores que resultam em luz branca (a). Obs.: o disco "b" não é o original de Newton, que é muito mais complicado.

12. O ESPECTRO

A luz emitida por um corpo sólido ou líquido, incandescente, produz um espectro substituído por uma faixa luminosa contínua e colorida:



Só à temperatura de 400°C os corpos começam a emitir radiações luminosas. Abaixo desta, só emitem radiações caloríficas. As primeiras radiações luminosas produzidas são as vermelhas e, à medida

que a temperatura do corpo se vai elevando, não aparecendo as outras cores, sucessivamente. Só acima de 1200°C , os corpos produzem espectros completos.

Os gases, quando tomados incandescentes e sujeitos à grandes pressões, produzem espectros descontínuos, formados de raios brilhantes:



O número e a natureza das raias ou faixas, caracterizam a substância que produziu o espectro. P/ese., o espectro do gás sódio seria:



Quando as pressões sobre os gases se tornam excessivamente altas, as raias alargam-se até tornarem-se contínuas.

21.9.

Há gases que, também sob baixa pressão emitem espectros contínuos, devido a partículas meios contidos.

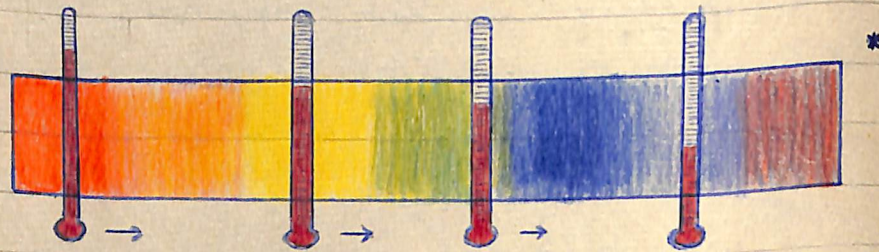
Um corpo simples apresenta sempre as mesmas raias, quer esteja isolado, quer faça parte de um composto. A luz emitida por um corpo remete fonte por a sua composição, mesmo sendo composto, pois o espectro produzido apresentará não só as raias próprias deste corpo como também as dos corpos simples que o constituem. O estudo do espectro permite estabelecer um processo de análise muito delicado, chamado Análise Espectral.

- Propriedades das radiações espectrais. -

As radiações que constituem o espectro luminoso não possuem só a propriedade de impressionar a retina do nosso olho. Há outras propriedades ainda, p/ese.:

1. Se se deslocar um termômetro sen-

nivel ao longo do espectro, verifica-se -á



que a temperatura sobe do rosso ao vermelho

2. As radiações dos espectros possuem também a propriedade de provocar fenômenos químicos. Todas as cores fazem isso: o rosso decompõe o sal de prata, enquanto que o vermelho oxida o sal ferroso.

Os raios infravermelhos produzem elevação de temperatura, porém não impressionam a retina, película interna do globo ocular, que percebe as excitações do sistema nervoso. Eles são aproveitados devido às suas reações químicas nas fotografias.

Raios ultravioletas são raios que decompõe o sal de prata, o que se manifesta pelo enegrecimento do papel de fotografia.

* no esquema, a variação de temperatura é exagerada

Seu comprimento de onda é muito pequeno e são absorvidos por diversas substâncias

FÍSICA ELETROLÓGICA

22.9.

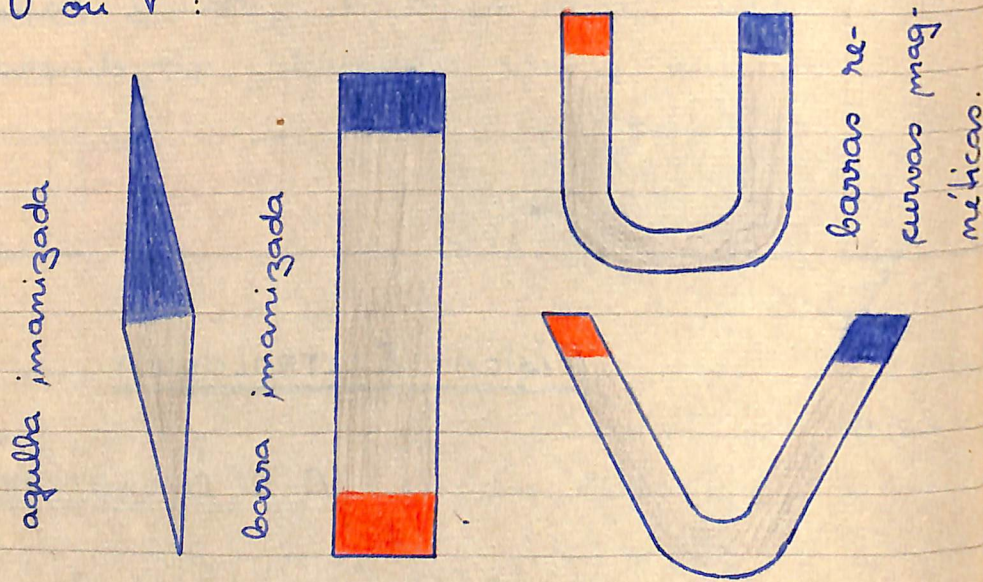
A - O MAGNETISMO

Há corpos que possuem a propriedade de atrair o ferro: são os ímãs ou magnetos

1. IMÃS NATURAIS e ARTIFICIAIS

Alguns corpos, encontram-se já preparados pela natureza e constituem os ímãs naturais. Outros podem ser obtidos artificialmente pelo simples atrito de um ímã com o aço. Geralmente estes magnetos tem a forma de barra, agulha ou barra recurvada, em forma de

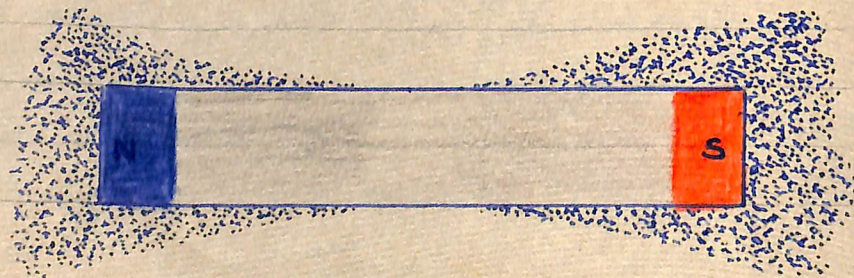
U ou V :



Além do ferro, o níquel e o cobalto também são atraídos pelos ímãs.

2. POLOS DOS IMÃS.

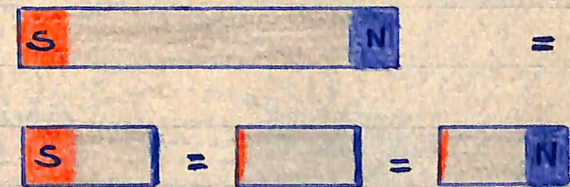
A força magnética não se encontra (não se encontra) igualmente distribuída numa barra imanizada. A extremidade da barra compor-



ta-se como que se reunissem-se as suas forças nela. A extremidade da barra que aponta p/ o Sul magnético, chama-se Polo Norte e a que aponta p/ o Norte, Polo Sul. Mergulhando-se um ímã em limalhas de ferro, esta se agupa principalmente nas extremidades, diminuindo gradativamente para o penho, onde não há nenhuma limalha presa ao ímã.

O nosso globo Terra se comporta-se como um grande ímã que dispõe em direção e sentido todos os ímãs sobre o eixo terrestre.

Os polos do ímã são inseparáveis :

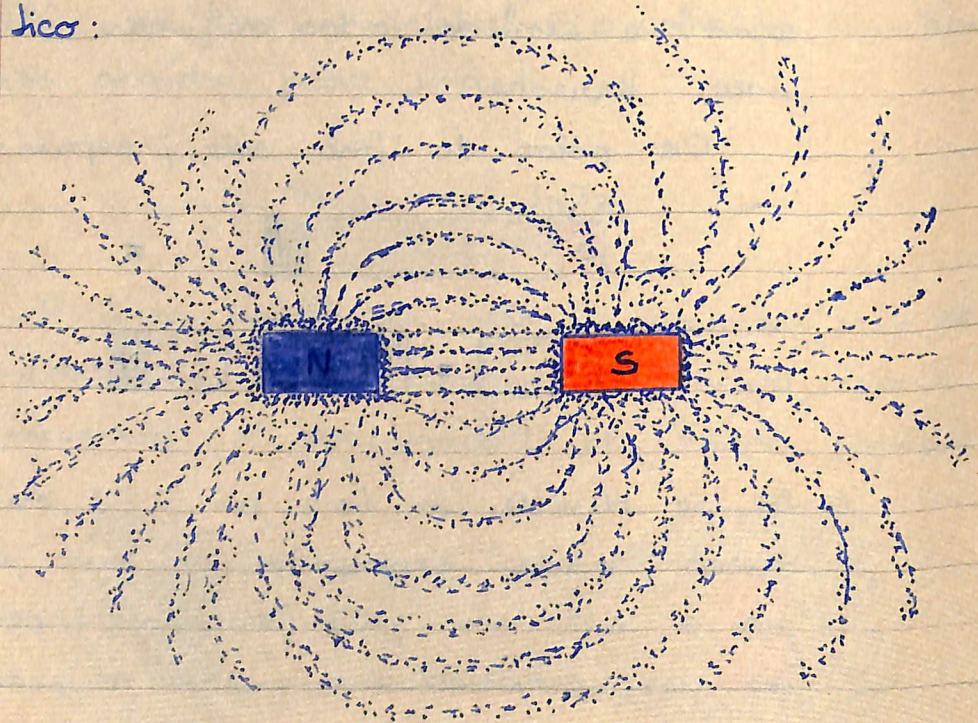


Se se divide um ímã em 2, 3, ou mais outros, cada segmento, por sua vez torna a ser um ímã (dois polos) com todas as suas propriedades e com a mesma

fôrça de atração que possuía o imã.

3. CAMPO MAGNÉTICO

Salpicando s/ um papel branco limas de ferro, de maneira uniforme e segurando debaixo d'ê um ímã (em forma de ferradura é o mais eficiente), as limas orientam-se em linhas magnéticas ou linhas de fôrça, representando a direção de atração magnética; espectro magnético:

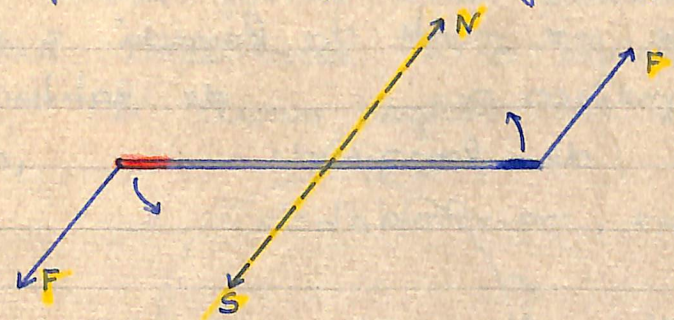


25.9.

4. MOMENTO* DOS IMÃS

Como a terra exerce ação s/ os ímãs, conclui-se que ela desenvolve ao seu redor um campo magnético. Êste campo é uniforme e sua ação é meramente orientadora. De fato, pesando-se uma agulha de aço antes e depois de magnetizá-la, verifica-se que seu peso não varia, o que não aconteceria se o campo magnético fôrse uma fôrça que atuasse p/ o centro da terra, pois neste caso, o peso da barra aumentaria.

A agulha magnética é, pois, solicitada por duas fôrças iguais, paralelas,



* c. f. no cap. Física Mecânica, B (estática), item 1 - a fôrça, na sub-divisão: o momento

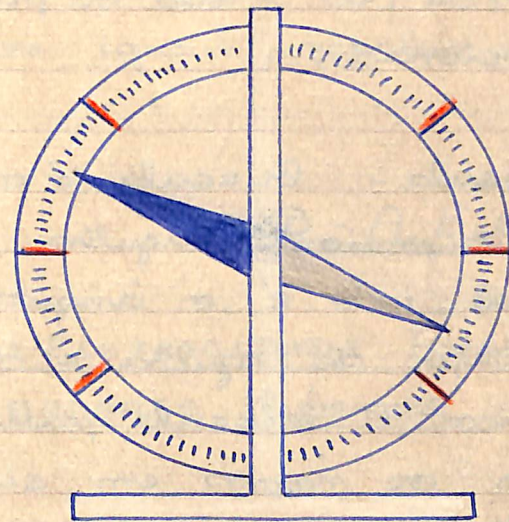
e de sentidos contrários. Ela desempenha, portanto, o papel de bimatéria.

5. CAMPO MAGNÉTICO TERRESTRE.

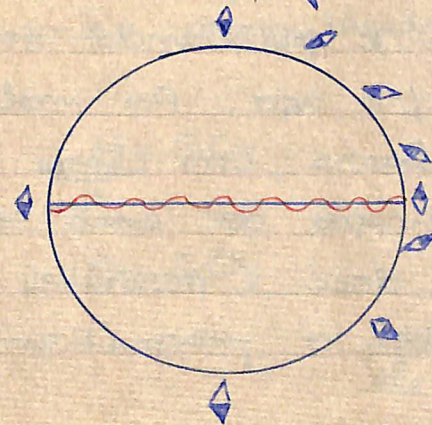
O nosso globo, como já foi mencionado comporta-se como um enorme ímã e, por essa razão, éle mesmo com a sua superfície e, até certa altura, a atmosfera, encontram-se dentro desse campo de fluxo magnético. Todos os magnetos (ímãs) em suspensão, orientam-se segundo o eixo magnético, cujo polo norte está a _____ de latitude e _____ de longitude _____, na costa da península Boothia Felix, no norte do Canadá e o polo sul magnético a _____ de latitude e _____ de longitude _____, na Terra de Vitória, na Antártida.

Além de orientar-se horizontalmente, a 28.9. agulha magnética ainda inclina-se sobre o eixo terrestre, formando um α de in-

clinação, conforme, p/ com éle, o lugar:



A linha que une os pontos de inclinação nula, constitui o equador magnético. Esta linha forma uma circunferência irregular inclinada s/ o equador geográfico. Há duas regiões da terra dia-



metalmamente opostas, em que a agulha magnética fica igual, isto é, em que a inclinação é de 90° = são os polos magnéticos, já mencionados.

Bússula - bússula é o aparelho que mede, por meio da agulha magnética, a declinação, isto é, o ângulo que é formado pela direção da agulha e do meridiano magnético. A bússula marítima serve p/ orientar os navios em suas rotas.

Observações: aço imantado conserva, conforme a sua qualidade, por longo tempo o magnetismo

Se a barra de aço não é magnética, é possível magnetizá-la levando um ímã forte e passando sempre na mesma direção s/ o aço. As moléculas desordenadas da barra, com esse processo, dispõem-se na direção do eixo magnético.

Ferro doce é possível imanizar, mas não guarda o magnetismo. Só é mag-

mético no instante em que passar um ímã s/ ele.

Os polos opostos magnéticos atraem-se e os iguais, repelem-se.

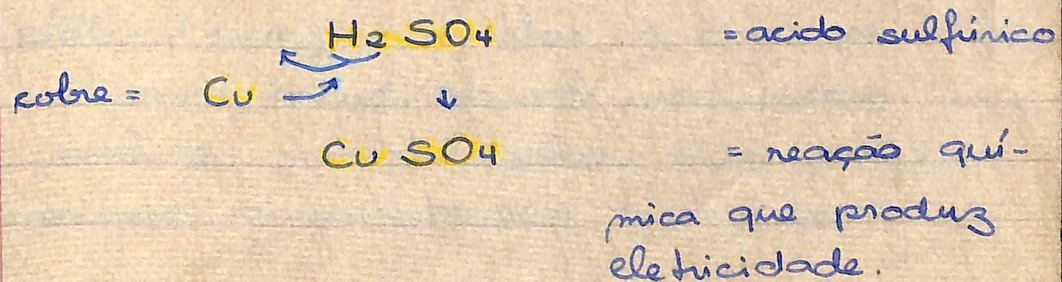
B - A ELETRICIDADE

1. ELETRICIDADE FORNECIDA POR GERADORES QUÍMICOS.

29.9

Os geradores químicos da Energia Elétrica são as pilhas hidrelétricas, aparelhos que transformam a energia química em elétrica.

Toda a pilha hidrelétrica é constituída por dois condutores, de naturezas diferentes mergulhados numa solu-



ção eletrolítica (ácidos ou sais).

A primeira construída foi a de Volta, que era constituída por uma série de discos de cobre e zinco e tendo entre cada par dos metais uma rodela de pano embebido em ácido sulfúrico.

Hoje levamos somente uma lâmina de cobre e de zinco, mergulhados em solução de ácido sulfúrico. Os metais empregados são os eletrodos da pilha.

2. POLARIZAÇÃO DOS ELÉTODOS

2.10.

A pilha de Volta apresenta alguns instantes depois de seu funcionamento um enfraquecimento de sua força eletromotriz (essa força eletromotriz é o resultado de diferença de potenciais de dois metais diferentes, como o cobre e o zinco). Isto se dá porque os íons de hidrogênio que se dirigem p/ o cobre, aderem a esse metal penetrando-o e modificando assim sua

superfície. Por outro lado os íons SO_4 , dirigem-se p/ o zinco e o dissolvem.

Produz-se dessa maneira uma corrente inversa à corrente principal e, por essa maneira, essa se enfraquece.

Para evitá-lo constroem-se pilhas em que entram substâncias capazes de impedir o desprendimento do hidrogênio s/ o cobre: são as pilhas despolinizadas. Os eletrodos tornam-se impolarizáveis q/ em contato com uma solução de um dos seus sais.

3. CORRENTE ELÉTRICA DINÂMICA

Chamamos assim a corrente que tem sua origem nos geradores de eletricidade, em diferença da Estática e da corrente proveniente das reações químicas das pilhas.

Da vida cotidiana conhecemos uma quantidade de utensílios ou aparelhos que, com o auxílio da corrente elé-

4. QUADRO DAS PILHAS GERALMENTE EM USO

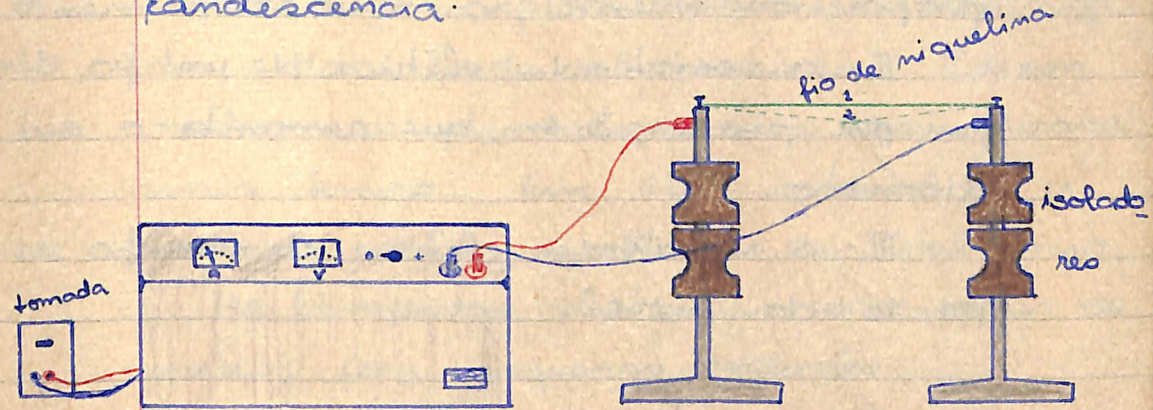
| NOME | POLO POSITIVO | ELETROLITO | DESPOLARIZANTE | POLO NEGATIVO | F. ELET. MOTRIZ |
|-----------|---------------|-------------------|---------------------|---------------|-----------------|
| DANIELL | Cobre (Cu) | Acido Sulfúrico | Sulfato de Cu | Zinco (Zn) | 1 volt |
| BUNSEN | Carvão de... | Acido Sulfúrico | Acido Nítrico | Zn | 1,9 volt |
| LECLANCHE | ...retorta | Cloreto de Amônio | Bioxido de manganês | Zn | 1,5 volt |

tica produzem calor, (p/ese.: ferro de engomar, aquecedor de água, refletores elétricos, etc..) pois conduzindo eletricidade por um condutor, resulta calor.

5.9. Observa-se que o fio de constantana se torna mais quente que o de ferro; coisa semelhante observar-se-ia se, em lugar de constantana, leváramos níquelina ou níquel-cromo.

Todos esses fios são, ou melhor, não são metal puro, mas ligas de vários metais que, ao passar a corrente, oferecem mais resistência do que o metal sim-

ples e, pela razão de se aquecerem bastante, chamam-se "fios de resistência" que, às vezes, chegam ao ponto de incandescência.



No esquema, demonstrase que os fios de resistência, ao serem "eletizados", dilatam-se. Na posição 1., o fio está fio, normal. Deixando-se passar a eletricidade, esquento e se dilata (2).

Normalmente essas resistências são formadas de espiras, que aumentam o calor devido à aproximação das mesmas entre si e por outro lado o seu comprimento não ocupa tanto espaço.

6.10. As leis da resistência s/ a passagem da luz são:

I- a resistência de um fio aumenta proporcionalmente ao seu comprimento.

II- a resistência elétrica de um fio diminui na proporção em que aumenta o seu diâmetro.

III- a resistência elétrica de um fio dependendo do metal.

As resistências mais usadas são as sequenças, ou fusíveis. Esses fusíveis têm a função quando, no sistema elétrico de uma casa, a carga se torna excessiva. Então a corrente que forçosamente deve atravessar a resistência, ou sequência, aquece o fio de maneira tal que este funde, interrompendo a corrente. Em caso contrário, se o fio fosse (grosso) de metal que fornece pouca resistência e, ainda sendo grosso, não interromperia a corrente.

5. A LÂMPADA ELÉTRICA

A 1ª lâmpada elétrica tinha por resistência uma fibra de bambu carbonizada. Mais tarde o americano Edison melhorou-a de tal maneira que durava mais tempo. Em 1900 inventou-se a lâmpada com resistência de metal ósmio.

As lâmpadas modernas são todas de metal, com pequenas exceções.

A resistência é segurada com vidho em forma de êmulo (pistão); seu diâmetro varia de $\frac{1}{30}$ a $\frac{1}{50}$ do mm.

Para que haja um bom efeito de luz, esse fio deve ser aquecido ao ponto de produzir uma luz branca. Mas a maioria dos metais fundem antes de apertar-se desse ponto. Por essa razão era necessário levar metais que ultra passassem de forma sólida esse ponto, sem fundir.

Esses metais são:

Ósmio - funde aos 2700°C

Tântalo - funde aos 2977°C

Wolfrâmio - funde aos 3380°C

As temperaturas de aquecimento, estão no ósmio aos 2000°C e no wolfrâmio, 2500°C .

Esses metais mencionados são mais ou menos inertes, isto é, pouco se combinam com os gases, mas à altas temperaturas também entram em combinação ou reação química. Para evitar isso, leva-se, por sua vez, gases inertes. Então retira-se da lâmpada o ar e enche-se a mesma com esses gases, que são: nitrogênio, argônio, criptônio e mais outros.

6. O ELETRO-ÍMÃ

9.10.

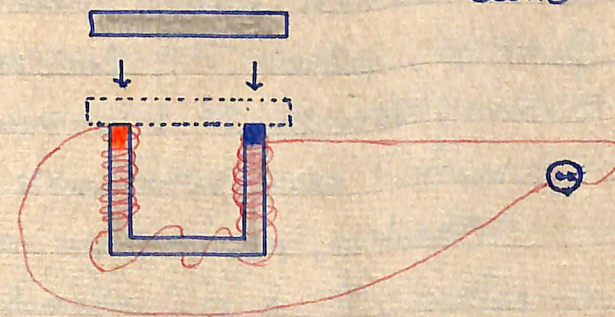
Levando uma espiral de cobre ou outro metal que é bom condutor de eletricidade, que tenha um diâmetro considerável e, colocando de comprido através a espiral uma lâmina de matéria isolante, salpicamos s/ a mesma limalhas de ferro doce. Em seguida ligamos às extremida-

des da espiral com uma fonte de corrente elétrica. Constatamos que dentro da espiral formou-se um campo magnético, representado pelo aspecto magnético das limalhas de ferro.

Enrolando, agora, o fio de cobre s/ um cilindro de ferro doce em forma de U, o efeito é o mesmo: o ferro torna-se magnético, quando as extremidades da espiral estão em contato com uma fonte elétrica. Devido a essa razão de poder magnetizar uma barra ou cilindro de ferro doce, ou desmagnetizá-la, estamos em condições de levantar ferro mais ou menos pesado, conforme forte seja a corrente, ou fraca, e carregá-lo p/ outros lugares.

eléto-ímã:

12.10.



7. A CAMPAINHA ELÉTRICA

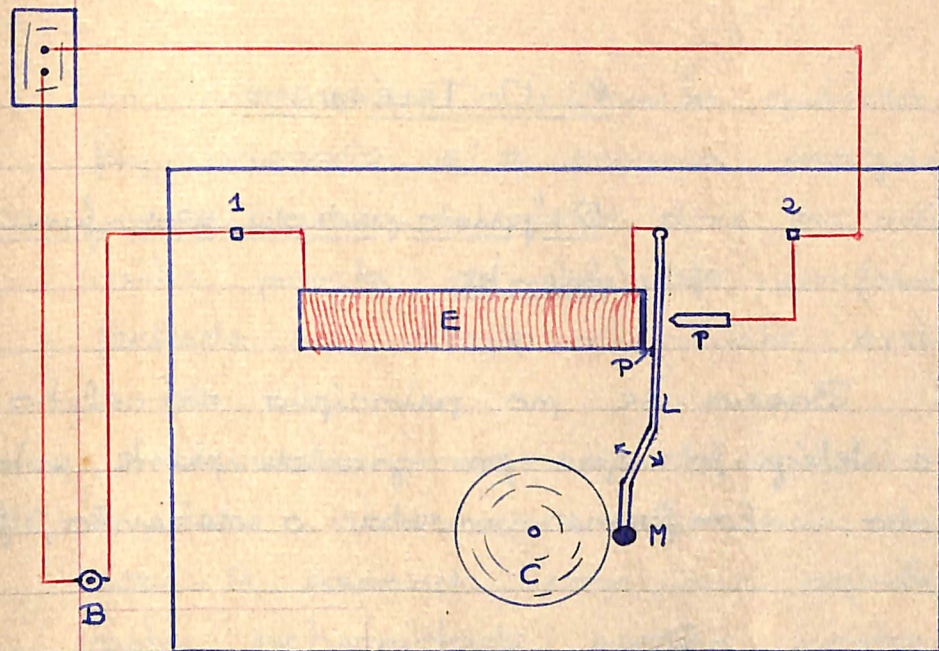
Uma campainha elétrica é formada por um eletro-ímã E cujo fio enrolado se prende por uma extremidade ao terminal 1, e, pela outra, numa haste L que apresenta uma placa de ferro doce P e um "martelo" ou vibrador M.

Na campainha há outro terminal 2 que se prende a um parafuso p.

Os dois terminais prendem-se, por um circuito, a duas peças de botão B da campainha. Neste circuito há uma fonte elétrica que fornece a energia necessária. Quando se liga esta corrente, funciona a campainha do seguinte modo:

"Quando se aperta o botão B, a corrente elétrica passa pelo terminal 2, parafuso p, placa P, fio enrolado do eletro-ímã, terminal 1 e novamente o botão B, e assim sucessivamente.

"Acontece, porém, que o eletro-ímã atrai a placa P, e o vibrador M bate no tím-



pano C. Quando a placa P é atraída pelo eletro-ímã, afasta-se do parafuso p e a corrente é interrompida. Não passando a corrente, cessa a força eletromagnética e a placa P volta à sua posição primitiva, entrando então em contato com o parafuso p, que restabelece a corrente.

"O processo acima descrito repete-se e assim se sucedem repetidas batidas no tímpano C."

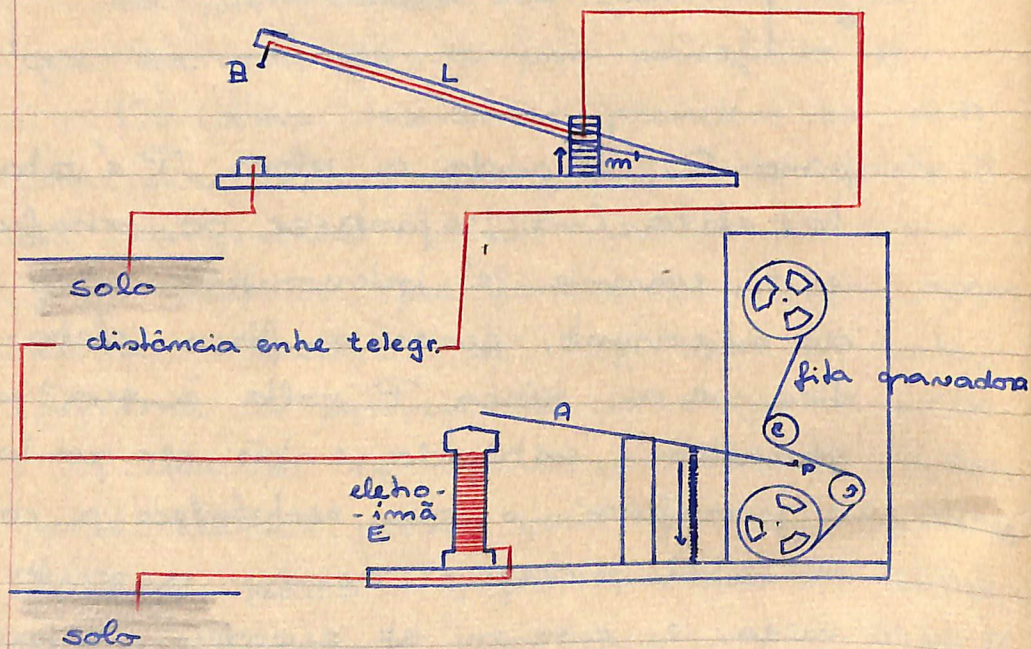
8. O TELÉGRAFO

16. 10.

O princípio do seu funcionamento

Baseia-se no princípio do eletro-ímã o telégrafo que em grande parte, está em uso, conforme mostra o desenho, fechado

20. 10.



do o circuito com um botão B ligado a uma lâmina L que, por meio da mola

m' interrompe o circuito quando não se faz pressão s/ a mesma, magnetiza um cilindro de ferro doce, ou não, na outra ponta do telégrafo, conforme é fechado ou aberto o circuito operado p/ botão.

Quando magnetizado o eletro-ímã E, esse atrai uma alavanca de ferro doce A, armada com uma agulha P na outra extremidade, escreve pontos ou traços sobre a fita gravadora (papel) que lentamente se desenrola à frente da agulha.

Esses pontos ou traços resultam do aperto do botão B, instantâneo ou prolongado.

O telégrafo necessita um só fio; o outro polo está ligado com a terra, que desempenha o papel do outro fio.

Os pontos e traços da telegrafia são organizados segundo o alfabeto de Morse, pintor e físico norte-americano que viveu de 1791 a 1872.

| ALFABETO MORSE | | | | | |
|----------------|-----------|---|---------|---|-------------|
| A | · - | M | - - | Y | - - - - |
| B | - - - - | N | - · | Z | - - - · |
| C | - - · - | O | - - - - | 1 | · - - - - - |
| D | - - · | P | · - - - | 2 | · - - - - |
| E | · - - - - | Q | - - - - | 3 | · - - - - |
| F | · - - · | R | · - · | 4 | · - - - - |
| G | - - · | S | · - - | 5 | · - - - - |
| H | - - - - | T | - | 6 | - - - - - |
| I | · · | U | · - - | 7 | - - - - - |
| J | - - - - | V | · - - - | 8 | - - - - - |
| K | - · - - | W | · - - - | 9 | - - - - - |
| L | · - - - | X | - - - - | 0 | - - - - - |

8. EFEITOS DAS CORRENTES ELÉTRICAS

Os efeitos das correntes elétricas dividem-se em 3 grupos: físicos, químicos e fisiológicos.

a) físicos

Os efeitos físicos manifestam-se em forma de calor (resistência) e luminosos.

b) químicos

A corrente elétrica, passando através certas soluções, produz o deslocamento, para os polos, dos elementos constituintes dessas soluções. As hastes metálicas condutoras da corrente que emergem, têm o nome de eletrodos e o fenômeno chama-se eletrólise.

Eletrólise do ácido sulfúrico em solução aquosa. Praticase a eletrólise utilizando-se o voltâmetro, aparelho constituído por dois cilindros esboçados de vidro fechado por rolhas que contêm duas hastes de platina ligados a uma fonte de eletricidade. Esses cilindros estão cheios de água acidulada.

Passando a eletricidade por esse líquido, formam, no polo negativo, o hidrogênio, e o oxigênio no positivo, na proporção de 2:1. Esses dois gases se acumulam na parte superior dos cilindros, realçando os níveis líquidos em ambos os tubos.

23.10. — Galvanoplastia. os efeitos de certas soluções têm oferecido margem à múltiplas aplicações práticas. Uma delas é a galvanoplastia.

Consiste essa de cobrir-se o objeto com uma tênue camada de metal. A galvanoplastia designa-se, particularmente, por níquelação, pratação, douração, etc., segundo o objeto é coberto por níquel, prata, ou ouro.

Pratica-se a galvanoplastia do modo seguinte: em uma pequena cuba lança-se uma solução de sulfato de cobre (fórmula: $CuSO_4$); s/a cuba colocam-se, paralelamente, 2 fios de cobre mais ou menos resistentes, chamados eletódios, ligando-os aos polos de pilhas associadas, isto é, a uma fonte de corrente elétrica contínua. A seguir suspende-se ao eletódio positivo uma lâmina de cobre de modo que ela mergulhe completamente na solução e, ao eletódio negativo o objeto que se quer cobrir, uma pena, p/ ex.. No fim

de algum tempo nota-se que a pena vai ficando vermelha, isto é, coberta com uma camada de cobre.

— Acumuladores. fazendo-se passar uma corrente elétrica numa cuba contendo uma solução aquosa de ácido sulfúrico e, imersas, duas placas de chumbo funcionando como eletódios, verifica-se que, após ter cessado a passagem da corrente, há, ligando-se de novo os eletódios, digamos a um passagem de nova corrente, de direção oposta à da primeira.

Esse é o princípio em que se baseiam os acumuladores, ou, popularmente, baterias, aparelhos que, convenientemente carregados, fornecem corrente elétrica como se fossem pilhas elétricas.

c) fisiológicos

Os efeitos fisiológicos da corrente elétrica são os que se observam nos seres vivos. O homem se beneficia

desses efeitos como meio terapêutico. A eletricidade é também utilizada na eletrocução de primimozos, e na destruição de organismos.

27.10.

Os Líquidos, Sólidos e Gases

Este capítulo não se enquadra verdadeiramente em nenhum dos cinco capítulos da física (mecânica, termológica, ótica, eletrológica ou acústica); por isso resolvemos fazer um capítulo em separado.

A - Os Líquidos

A pressão exercida s/ um corpo sólido transmite-se desigualmente nas diversas direções, por causa da forte coesão que dá aos sólidos sua rigidez. Num líquido a pressão transmite-se igualmente em todas as direções devido à fluidez.

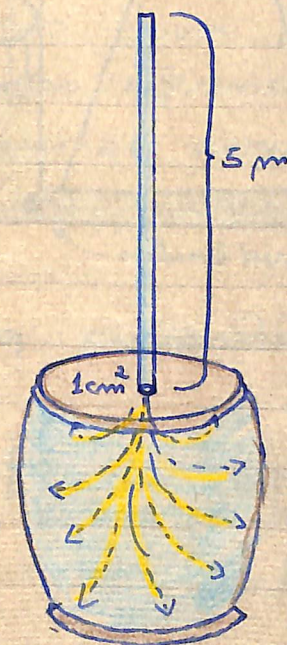
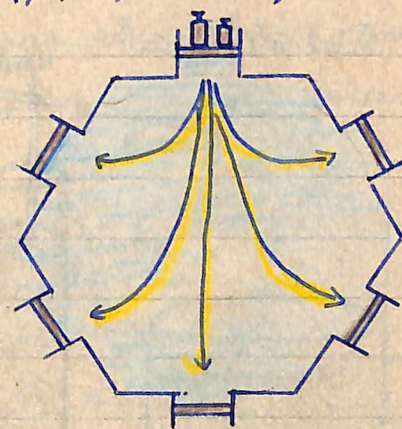
No líquido as moléculas desaquecem

-se, de modo que tomam a forma do recipiente.

1. O PRINCÍPIO DE PASCALL

Diz o princípio de Pascal: Os líquidos transmitem igualmente e em todos os sentidos as pressões que suportam, inclusive em sentido interior (p/ interior).

Este princípio de Pascal aplicado a um barril fechado, cheio de

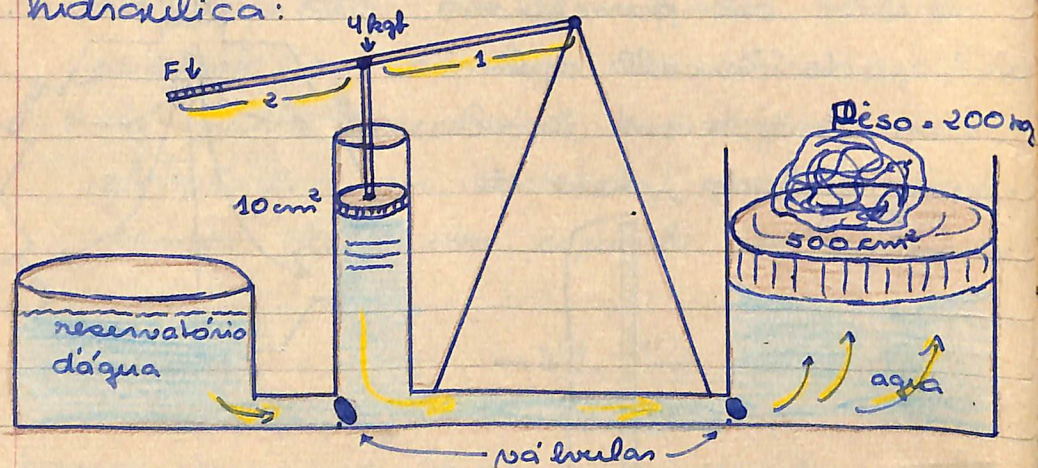


água que tem na tampa um orifício de 1 cm^2 de área que tem s/ si um furo de, p/ ex., 5 m. de altura, também cheio de água, pode fazer romper a estrutura

do mesmo, pois existe uma pressão uniformemente distribuída p/ todos os sentidos de $\frac{1}{2} \text{ kg/cm}^2$. Esta potência as paredes do corpo não suportam.

2. A PRENSA HIDRÁULICA

Outra aplicação prática deste princípio, e muito usada, nós temos na prensa hidráulica:



Cálculo da força necessária p/ levantar o peso de 200:

$$\frac{500 \text{ cm}^2}{10 \text{ cm}^2} = 50 \text{ vezes menos força na ponta do êmbolo, portanto:}$$

$$200 : 50 = 4 \text{ kgf.}$$

$$p \times F = q \times C$$

$$3 \times F = 1 \times 4 \text{ kgf}$$

$$3F = 4 \text{ kgf}$$

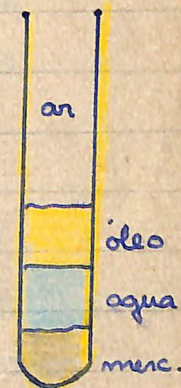
$$F = \frac{4}{3} = 1,330 \text{ kgf.}$$

Necessitam-se, então, 1,330 kgf para, por meio da prensa, levantar os 200 kg.

3. EQUILÍBRIO DOS LÍQUIDOS

a) para que haja equilíbrio dum líquido, sua superfície deve ser plana e horizontal.

b) superpondo vários líquidos num frasco de densidades diferentes esses equilibram-se segundo a sua densidade. (merc. = mercúrio).



4. O PRINCÍPIO DE ARQUIMEDES

Todo corpo submerso num líquido recebe um impulso de baixo p/ cima igual ao peso do volume do lí-

quido deslocado.

P/ provar este princípio, toma-se um corpo sólido de volume (de preferência) e equilibra-se esse, suspenso na parte inferior do prato da balança.

Depois introduz-se esse corpo na água, o que provoca um desequilíbrio. Equilibra-se, novamente, com pesos conhecidos, cujo número indicaria em gr., p/ ex., o seu impulso sofrido dentro da água. Este impulso, em valor numérico, é igual ao peso do volume da água deslocado pelo corpo.

B- OS CORPOS, SUA

DENSIDADE

1. MASSA ESPECÍFICA OU DENSIDADE ABSOLUTA

6.11. A Densidade absoluta é a massa da unidade de volume. Fórmula da

densidade:

$$d = \frac{M}{V}$$

ou, então, da

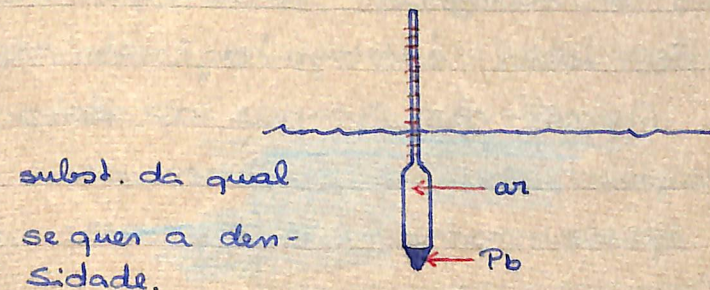
massa:

$$M = d \times V$$

Densidades de algumas substâncias:

| | |
|------------|-------|
| Água - (1) | |
| lortiga - | 0,25 |
| Uuro - | 19,30 |
| leite - | 1,03 |
| Vinho - | 0,99 |
| Ferro - | 7,80 |
| Mercurio - | 13,60 |
| Óleo | 0,92 |

Os instrumentos que medem a densidade chamam-se densímetros:



Cálculo de massa:

Uma barra de ferro tem as seguintes dimensões: $3\text{ cm} \times 6\text{ cm} \times 2,8\text{ m}$. Qual a sua massa (peso).

$$V = 6 \times 3 \times 280$$

$$V = 5040 \text{ cm}^3$$

$$M = d \times V$$

$$M = 7,8 \times 5040 = 78 \times 504$$

$$M = 39312 \text{ g.}$$

$$M = 39,312 \text{ kg.}$$

C - OS GASES

9.11.

1. O Ar.

O ar é um composto de gases dos quais o oxigênio toma mais ou menos $\frac{1}{5}$ do total e o nitrogênio $\frac{4}{5}$ do total. Aquela fração que os dois gases principais do ar não ocupam pertence aos gases nobres. Esses são: argônio,

xenônio, criptônio, neônio, gás carbônico e hélio. Esses gases são + ou - inertes, quer dizer, não se combinam com os metais. O nitrogênio tem, na respiração do homem, uma função fontoladora em relação ao oxigênio.

2. Propriedades dos gases.

Expansibilidade: expansibilidade é a propriedade pela qual os gases ocupam todo o espaço à disposição. Tendem a ocupar volumes sempre maiores; tem, como se diz, força expansiva.

10.11. Compressibilidade e Elasticidade: é possível comprimir os gases, mas, em compensação aumenta proporcionalmente a pressão. Segundo a lei de Boyle-Mariotte, o produto do volume pela pressão, é uma constante:

$$V \times P = \text{constante}$$

Ex.:

$$2 \text{ dm}^3 \text{ de ar tem pressão de } 1 \text{ atm. } V \times P = 2$$

$$1 \text{ dm}^3 \text{ de ar tem pressão de } 2 \text{ atm. } V \times P = 2$$

$$\frac{1}{2} \text{ dm}^3 \text{ de ar tem pressão de } 4 \text{ atm. } V \times P = 2$$

Difusibilidade: o ar, como os gases pesados ou leves, ocupam sempre o espaço que lhes é dado, contrariando as leis de gravidade. P/ex.: o gás carbônico é um gás pesado que normalmente se deita sobre o chão, mas depois de algum tempo mistura-se com os gases leves.

Problema:

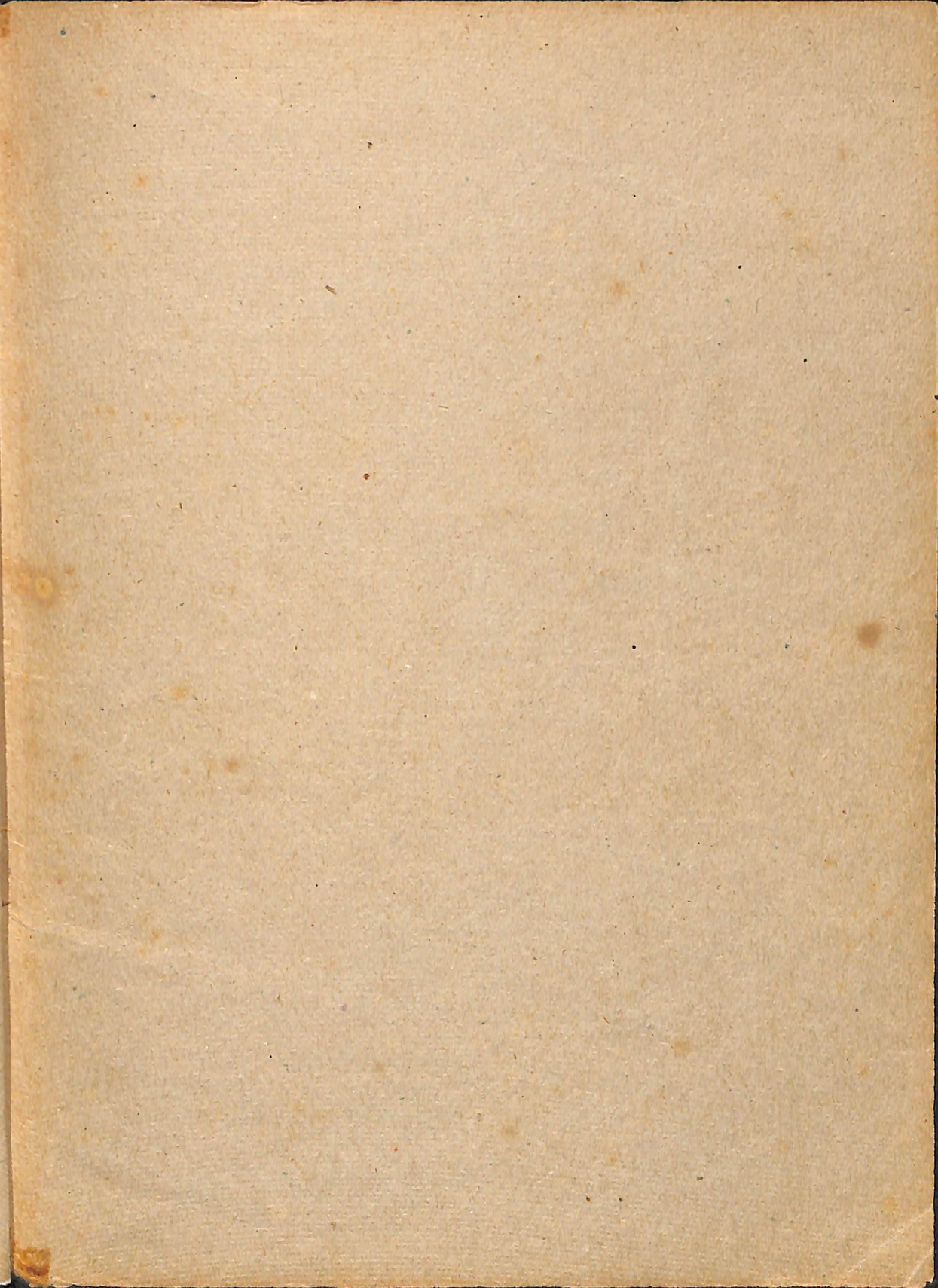
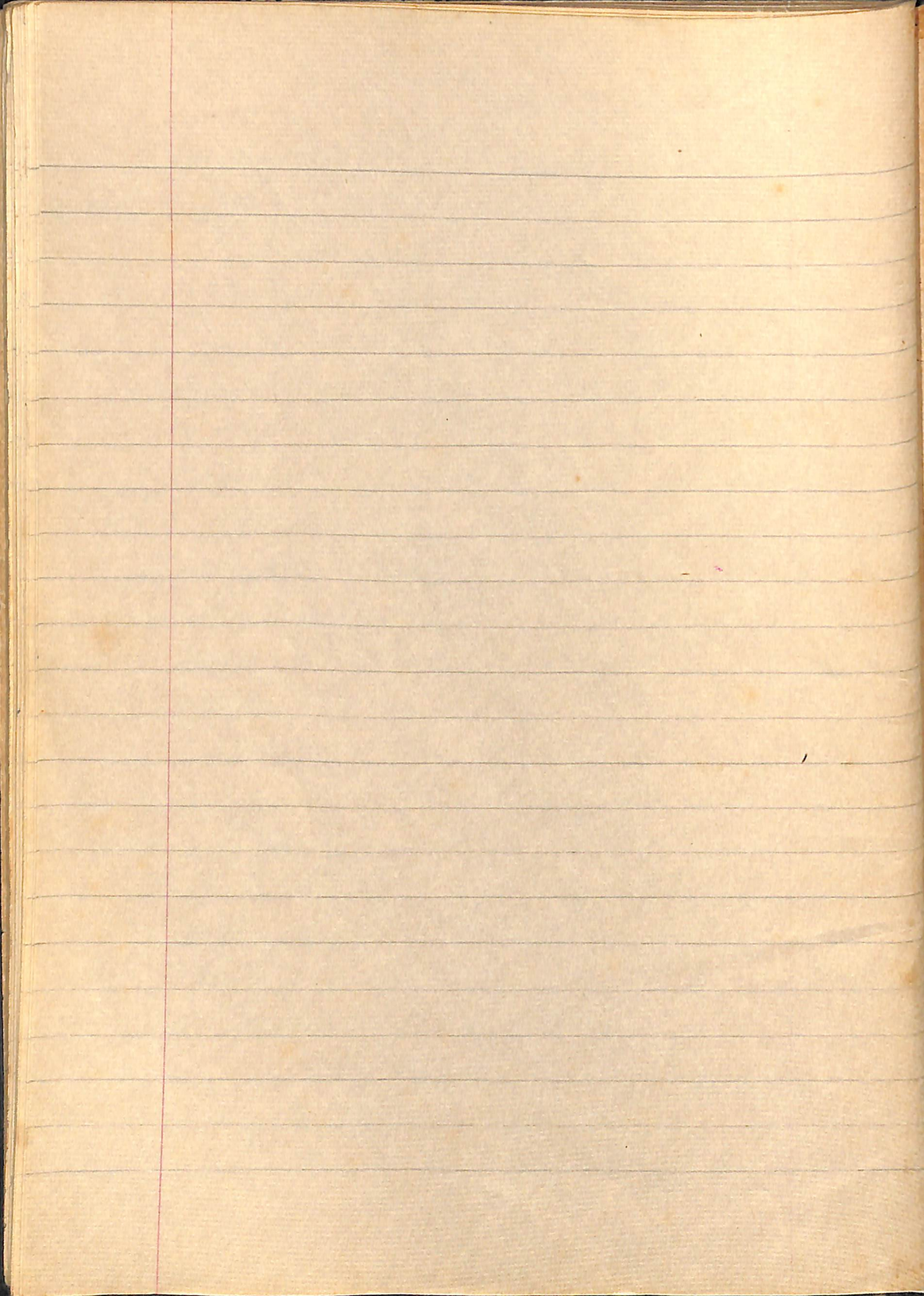
- 13.11. Suposto que um balão seja de forma esférica e tenha 20 m. de diâmetro. Sua carga própria é de 2200 kg; enchido com hidrogênio, qual seria a força do impulso de baixo para cima?

$$V = \frac{4\pi R^3}{3} \quad \text{Volume: } 4186 \text{ m}^3$$

$$4186 \text{ m}^3 \times 1293 \text{ g} = 5412498 \text{ g} \text{ para o ar}$$
$$4186 \text{ m}^3 \times 90 \text{ g} = 376740 \text{ g} \text{ para o hidrog.}$$

| | |
|-------------------|------------------------|
| 5412498 g | 5035,758 kg |
| <u>- 376740 g</u> | <u>- 2200</u> |
| 5035758 g | <u><u>2835</u></u> kgf |

| |
|--|
| 1 dm ³ de água pesa 1 kg |
| 1 dm ³ de ar pesa 0,001293 kg |
| 1 dm ³ de hidrogênio pesa 0,000089 kg |



HINO NACIONAL

(EDIÇÃO DEFINITIVA)

Letra de Osório Duque Estrada
(Música de Francisco Manoel)

I

Ouviram do Ipiranga às margens plácidas
De um povo heróico o brado retumbante
E o sol da liberdade, em raios fúlgidos
Brilhou no céu da Pátria nesse instante

Se o penhor dessa igualdade
Conseguimos conquistar com braço forte
Em teu seio, ó liberdade
Desafia o nosso peito a própria morte

Ó Pátria amada,
Idolatrada,
Salve! Salve!

Brasil, um sonho intenso, um raio vívido,
De amor e de esperança à terra desce,
Se em teu formoso céu, risonho e límpido,
A imagem do Cruzeiro resplandece.

Gigante pela própria natureza,
És belo, és forte, impávido colosso,
E o teu futuro espelha essa grandeza.

Terra adorada,
Entre outras mil,
És tu Brasil,
Ó Pátria amada!

Dos filhos desse solo és mãe gentil!
Pátria amada
Brasil!

II

Deitado eternamente em berço esplêndido,
Ao som do mar e à luz do céu profundo,
Fulguras, ó Brasil, florão da América
Iluminando ao sol do novo mundo!

Do que a terra mais garrida
Teus risonhos, lindos campos têm mais flores
"Nossos bosques têm mais vida"
"Nossa vida" em teu seio "mais amores"

Ó Pátria amada,
Idolatrada,
Salve! Salve!

Brasil, de amor eterno seja símbolo
O lábaro que ostenta estrelado
E diga o verde-loiro desta flâmula
Paz no futuro e glória no passado.

Mas, se ergues da justiça a clava forte,
Verás que um filho teu não foge à luta,
Nem teme, quem te adora, a própria morte

Terra adorada,
Entre outras mil,
És tu, Brasil,
Ó Pátria amada!

Dos filhos desse solo és mãe gentil
Pátria amada
Brasil!