



Sala 12

Esc. 4

Tab. 6

N.º 18





---

# A NATUREZA E SEUS PHENOMENOS

---

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO NACIONAL  
MUSEU NACIONAL DA CIÊNCIA  
E DA TÉCNICA

Nº 856

---



COMPRA



INV. - Nº 834

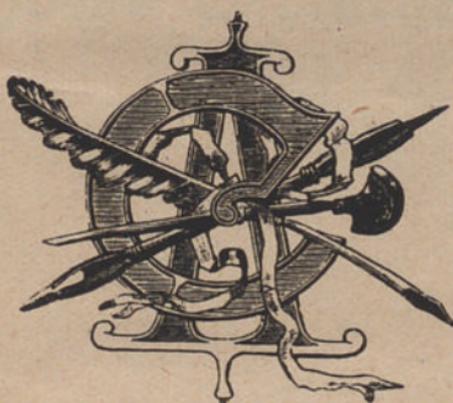
BIBLIOTHECA POPULAR INSTRUCTIVA

ANTONIO A. O. MACHADO.

# A NATUREZA E SEUS PHENOMENOS

I

PHYSICA



LEITRO CIÊNCIAS VIVA  
MONULO DE CANTALISTO

RC  
MACT  
53  
MAC

EMPRESA DO «OCCIDENTE»

LISBOA

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO NACIONAL  
MUSEU NACIONAL DA CIÊNCIA  
E DA TÉCNICA

Nº 856

232

BIBLIOTECA POPULAR INSTITUTIVA

ANTONIO D. M. J. M.

A NATUREZA E SEUS PHENOMENOS



PHYSICA



Typ. e Lith. de Ricardo de Souza & Salles  
Rua Nova do Loureiro, 25 a 39 Lisboa

A meu estimado irmão

*Jorge Machado*

O AUCTOR

*Antonio A. O. Machado.*



## INTRODUÇÃO

---

Tendo em vista despertar no espirito do povo, o interesse pelos conhecimentos scientificos, occorreu-nos a ideia de organizar uma pequena «Bibliotheca Popular Instructiva», com o trabalho que apresentamos a publico e que subordinado ao titulo «Natureza e seus phenomenos», abrangerá em 6 pequenos volumes as seguintes sciencias as quaes se relacionam com o titulo geral:

- I— *Physica*
- II— *Chimica*
- III— *Zoologia*
- IV— *Botanica*
- V— *Geologia e Mineralogia*
- VI— *Astronomia*

Em todos estes volumes, faremos o possivel para que, na descripção ou explicação das maravilhas da natureza, possamos ser comprehendidos por todos, mesmo por aquelles que nenhum conhecimento tenham do assumpto.

Querendo tornar practico quanto possivel, o objecto do nosso estudo, é assim que no presente volume adoptamos uma orientação diversa d'aquella que em livros semelhantes se tem seguido. Começando pela citação de exemplos, d'elles partiremos, sempre que nos seja possivel, para d'ahi chegarmos ás leis. Obedecendo ao nosso plano, iniciamos o texto com um exemplo. Parece-nos ser esta a forma mais suggestiva para amenisar a leitura de um livro d'esta especie, pois que começando por citar um exemplo de um facto por todos, mais ou menos conhecido, muito mais facilmente o espirito do leitor poderá reter a lei que o rege, e comprehender o motivo por que elle se manifesta d'essa forma, e não de outra.

Tornar agradavel a leitura de um livro d'esta indole, foi, portanto, o nosso unico intuito. Se errámos, pedimos a absolvição do publico, na esperança de que seja benevolo juiz.

O AUCTOR.

## PHYSICA

---

### Preliminares

Submettendo a agua á acção do calor, esta entra em ebullicão logo que a sua massa tenha attingido, á pressão normal, a temperatura de 100°.

Se collocarmos dois corpos desegualmente aquecidos, um ao lado do outro, aquelle que possui mais calor, cede parte d'este, com o fim de elevar a temperatura do corpo mais frio, até que ambos conservem a mesma quantidade de calor.

Deitando limalha de cobre n'um balão de vidro contendo acido azotico e aquecendo-o ligeiramente, veremos formarem-se no interior do balão, vapores rutilantes de gaz hyppo-asotico, depositando-se no fundo do mesmo balão, um sal azul (azotato de cobre).

Todos estes factos denominam-se *phenomenos*.

Vulgarmente dá-se este nome a todo o acontecimento fóra do commum, mas scientificamente, a palavra *phenomeno* applica-se a qualquer facto.

Tudo o que succede ou é susceptivel de succeder é, pois, scientificamente fallando, um *phenomeno*.

Para se saber a proveniencia de um *phenomeno* é necessario averiguar a causa que lhe deu origem.

Em todos os *phenomenos* acima citados, houve

uma causa que concorreu para a sua producção. Esta causa, sempre invariavel para o mesmo phenomeno, quando se repetem as mesmas circumstancias é, no emtanto, diversa para cada um d'elles.

O phenomeno da agua em ebullicão é causado pelo facto da temperatura do liquido ter attingido um ponto superior a 100°. O facto de dois corpos desegualmente aquecidos em presença um do outro, é a causa do phenomeno que, em seguida, se realisa, d'onde resulta que ambos os corpos fiquem com o mesmo gráu de calor, etc.

De tudo quanto temos dito conclue-se:

- 1.º Todo o phenomeno tem uma causa
- 2.º O mesmo phenomeno reproduzir-se-ha, sempre que se reproduza a mesma causa, em identicas circumstancias.

As sciencias que teem por objecto, o estudo dos phenomenos e das suas causas, denominam-se sciencias *physico-naturaes*.

Estas estudam, não só os phenomenos da natureza, como igualmente nos dão o conhecimento da origem, formação, constituição, e desenvolvimento de toda a materia existente no Universo.

Devemos entender por *universo*, o conjuncto de todos os seres existentes, não só aquelles de que o homem tem conhecimento, como tambem, todos aquelles de que o homem não concebe, nem nunca conceberá a existencia.

Tudo, quanto contemplamos, desde o mais pequeno arbusto até á arvore mais forte, desde o protozoario até ao homem, tudo é *natureza* nos seus diversos detalhes. Por todos os lados que a contemplamos, encontraremos sempre novas phases da sua belleza, novos esplendores da sua magnificencia. N'uma planicie nua e deserta, de horizonte vasto observaremos, por todos os lados, uma enorme extensão de terreno onde tudo quanto de mais bello o homem pode imaginar, se nos depára. Ao nivel da nossa vista, é o verde dos campos que admiramos, lançando o nosso olhar

para o infinito, é a aboboda celeste que nos delicia. O que poderá realmente maravilhar mais o homem do que contemplar o illimitado numero de encantos creados por Deus, e espalhados tão uniformemente pela natureza? Aqui, predomina a vegetação; ali, o campo é mais arido. Deixará, por isso, a natureza, de ser menos bella, ali do que aqui? É que a obra de Deus é tão grandiosa, tão sublime que ha de sempre impôr-se a todas as demais bellezas creadas pelo homem. As maravilhas da natureza são, pois, infinitas, inexgotaveis. Seav ançarmos d'essa planicie para outro ponto, e contemplarmos, novamente, o espaço, outro panorama se nos apresenta, tão bello como o primeiro, tão grandioso como este. É no seio d'estes encantos que se passam todos os phenomenos de que nos vamos occupar.

A sciencia que tem por fim estudar todos os phenomenos que na natureza teem logar, sem que estes alterem a constituição intima dos corpos, é a *physica*.

Uma pedra cahindo livremente no espaço não deixará, pelo facto da sua queda, de ser exacta e perfeitamente o que era antes de abandonada a si mesma. Um corpo elastico tende a voltar á sua posição primitiva, desde que cesse a causa que o obrigou ao contrario, não perdendo, comtudo, por esse facto, nenhuma das propriedades que, anteriormente a essa causa, possuía.

Se, porém do phenomeno ou phenomenos, resultar uma alteração na constituição intima dos corpos, o objecto d'esse estudo não fará parte da *physica*, mas sim de uma nova sciencia a *chímica*.

A *chímica* é, pois, a sciencia que tem por fim estudar todos os phenomenos que na natureza teem logar, quando estes são susceptiveis de alterar a constituição intima dos corpos.

Se queimarmos um pedaço de madeira, esta converter-se-ha em carvão. Foi, portanto, alterada a constituição da madeira, depois de reali-

zado o phenomeno. Expondo um pedaço de ferro, ao ar humido, este cobre-se de uma pequena pellicula (ferrugem). — A ferrugem é um composto de ferro, agua e oxygenio do ar. — O ferro perdeu, portanto, as suas propriedades primitivas antes do phenomeno, dando origem á formação de um novo corpo.

Os phenomenos de que a physica se occupa, denominam-se, por esse factó, *phenomenos physicos*, aquelles que fazem parte da chimica, denominam-se *phenomenos chimicos*.

Nos primeiros como vimos, os corpos continuam a ser o que eram antes da producção do phenomeno, nos ultimos, porém, os corpos são alterados na sua composição intima.

Estas duas sciencias de que nos temos occupado, a *physica* e a *chimica* constituem o primeiro grupo das sciencias *physico-naturaes*, e são denominadas *sciencias physicas*.

O estudo das sciencias *naturaes* abrange a origem, formação, constituição e desenvolvimento da *materia*.

*Materia* é tudo quanto possa impressionar os nossos sentidos. — Tudo quanto existe, constitue, por consequente, *materia*.

Se limitamos a *materia*, obtemos um corpo. Uma arvore, um livro, um insecto, etc., são *corpos*.

Os corpos que constituem o objecto d'estas sciencias classificam-se em dois grupos: *corpos com vida* e *corpos sem vida*.

O que é a *vida*?

Se procurarmos o silencio n'um logar isolado, e nos entregarmos a contemplar a *natureza*, observaremos que esta nunca está silenciosa. Aqui, ouvimos o *chiar* de uma nora perturbadora, ali, o canto dos passarinhos que alegremente voam de uns para outros ramos das arvores, acolá, o murmurio alegre das aguas e das pequenas pedras arrastadas pelas correntes.

Por toda a parte que contemplemos a *natureza*,

veremos sempre animação, alegria. O silencio nunca é profundo. Desde o mais pequeno ser até ao mais perfeito d'elles todos, notamos o mesmo facto. E' o *movimento* que predomina na materia, é o movimento que a desenvolve, que a transforma, é finalmente, a *vida* que reina em toda a natureza.

Todos devem ter presenceado, mais ou menos, o desenvolvimento progressivo da planta. Se semeamos um feijão, veremos que em breves dias, nos apparece á superficie da terra onde o semeámos os dois *cotyledones* (partes componentes do fructo), ligados a uma pequena haste que successivamente cresce em altura e profundidade. A pouco e pouco apparecem as folhas que, com o decorrer do tempo se multiplicam. Mais tarde veremos a flôr; e em seguida, o fructo. Eis a planta no seu maximo desenvolvimento.

Egualmente, observaremos na serie animal, um facto analogo. A creança nasce debil, porém, a pouco e pouco, á maneira que o seu organismo se desenvolve, vae robustecendo.

Os agentes conservadores da vida são: o ar atmospherico e a luz solar. Se privarmos qualquer animal ou planta, do contagio d'estes dois agentes, veremos estes definharem-se successivamente a ponto de perecerem.

Em todos estes seres, predomina a *lucta pela vida*.

Uma planta ao lado de outra, dominada pelo egoismo instructivo, procura o seu bem estar, embora com prejuizo das demais. Uma lucta renhida se estabelece entre ellas, sahindo victoriosa a que possuir melhores condições de vida.

Nos animaes, notamos egualmente o mesmo. Estes procuram destruir tudo quanto lhes possa ser funesto. Com o fim de se alimentar, o homem não só destroe os vegetaes proprios á sua nutrição, como egualmente, todos os animaes inferiores de que possa utilizar-se para o mesmo fim.

Emquanto a natureza fôr natureza, essa lucta

subsistirá sempre, porque todos pretendem viver, todos procuram o seu bem estar.

A existencia dos seres não é, porém, eterna. Exhaustos de forças, uma epoca virá, em que, cançados de viver, definham. As suas condições de vida diminuem gradualmente, até se extinguirem por completo. De seres sensiveis que eram, passam a seres insensiveis, como o pode ser uma pedra que encontramos á beira de uma estrada. Se magoamos qualquer planta ou animal, estes resentem-se immediatamente do mal que soffreram, porém, se o mesmo fizermos á pedra que encontramos á beira da estrada, outro tanto não succede.

É um corpo *sem vida*, uma substancia *morta*.

As substancias vivas comprehendem os animaes e plantas, as substancias mortas, os mineraes.

A sciencia natural que estuda os animaes é a *zoologia*, a sciencia natural que estuda as plantas, é a *botanica*.

A *geologia* e a *mineralogia* occupam-se do estudo dos seres mineraes. A primeira trata do estudo da massa e composição da terra, não só no estado actual, como igualmente em todos os outros estados, porque o nosso planeta passou antes de ser o que é.

A segunda, occupa-se do estudo das substancias diversas que entram na composição dos terrenos de que trata a sciencia anterior.

A sciencia que se occupa da descripção do universo é a *cosmographia*. A *astronomia* tem, por objecto, o estudo dos astros e suas leis.

Para que possamos ter um integro conhecimento da natureza e de seus phenomenos, necessitamos, por conseguinte, estudar cada uma d'estas sciencias de per si.

Pela *physica* e *chimica* conheceremos todas as propriedades geraes e especiaes dos corpos. A *zoologia*, *botanica*, *mineralogia* e *geologia* conduzir-nos-ha a distinguir os seres, indicando-nos a

sua origem, formação, constituição e desenvolvimento.

Finalmente, a *cosmographia* e *astronomia* descrever-nos-hão os phenomenos que se passam fóra do nosso planeta.

Será esta a ordem que adoptaremos no nosso estudo.



## PARTE I

# A GRAVIDADE

### CAPITULO I

## Das propriedades geraes da materia

### I — EXTENSÃO

Todo o corpo occupa espaço — Uma meza, uma arvore, um livro, occupam espaço na natureza — Ao espaço occupado por um corpo, chama-se *extensão*.

A extensão dos corpos é variavel consoante o espaço occupado por estes — O corpo que occupar maior espaço será mais *extenso*, do que aquelle que occupar menos. — Se o livro occupar menos espaço que a meza, diremos que a meza é mais extensa que o livro, e vice-versa, o livro menos extenso que a meza.

Do resultado da comparação entre a extensão dos corpos, resulta a sua *medição*. *Medir* é pois comparar uma extensão com outra.

A extensão que tomamos para ponto de comparação é a *unidade*.

Para a medição de um corpo, necessitamos conhecer as suas dimensões.

A extensão de um corpo com uma só dimensão, *comprimento*, diz-se extensão linear.

Uma linha é uma *extensão linear*.

A medição das linhas é feita por meio de uma regua graduada ou *metro*, unidade adoptada no *systema actual* de medidas. Esta unidade divide-se, ainda, em *decímetros*, *centímetros* e *milímetros*, que correspondem respectivamente á decima, centesima e millesima parte de metro.

Se a linha que pretendemos medir fôr contida duas vezes na unidade *metro*, diremos que o seu comprimento, é de dois *metros*. Se a linha fôr contida, uma vez na unidade *metro*, duas vezes na unidade *decímetro*, tres, na de *centímetro*, e uma, na de *milímetro*, diremos que a sua extensão é de um metro, dois decímetros, tres centímetros e um milímetro ( $1^m,231$ )

Para medições de grandezas infinitamente pequenas, utilizamo-nos do *nonio*. Consta este instrumento de uma pequena escala que se applica á escala de qualquer outro instrumento podendo girar ao longo d'esta. A escala geral divide-se, a maior parte das vezes, em milímetros.

A differença entre uma das divisões do *nonio* e uma divisão da *escala* a que o instrumento se applica, chama-se *natureza do nonio*. Se a escala principal fôr dividida em milímetros e o *nonio* tiver 10 partes, a natureza do *nonio* será de um *décimilímetro* (decima parte de um millitro)

Para fazer uso do aparelho, una-se o extremo da escala principal com um dos extremos do cor-

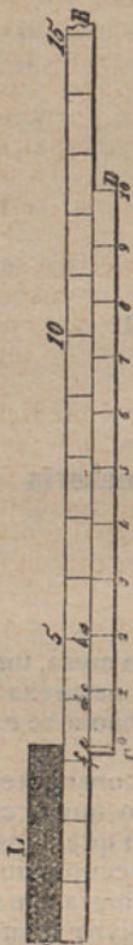


FIG. 1 — Nonio

po a medir. Em seguida, faça se girar o *nonio*, até que o zero da sua escala coincida com o outro extremo do mesmo corpo, observando se qual a divisão do *nonio* que coincide perfeitamente com a divisão da escala. Na fig. 1, é a divisão 3 que coincide. A dimensão da extensão será, portanto, além da extensão indicada na escala principal, de mais 3 decimilímetros.

Se nenhuma das divisões coincidir, tomar-se-ha aquella que mais se approximar.

O *catetometro* e o parafuso *micrometrico* servem igualmente, para medir pequenas extensões, mas d'elles não nos occuparemos, visto que apenas pretendemos um estudo da physica de uma forma geral e muito elementar.

O *nonio* pode tambem applicar-se á medição de linhas curvas, isto é, áquellas que não teem porção nenhuma plana. A sua forma é, n'este caso, curvilinea, mas a sua disposição é semelhante á do *nonio* rectilíneo. A escala principal é dividida em graus, e a do *nonio*, em partes eguaes do grau.

Cada grau é dividido em 60 minutos, e estes, em 60 segundos. Se n'uma *circumferencia* (curva que goza da propriedade de todos os seus pontos serem igualmente distantes de um ponto fixo, chamado centro), fizermos a divisão do seu todo, em 360 eguaes, a cada uma d'essas partes, denominaremos um grau.

O grau é pois a 360.<sup>a</sup> parte da circumferencia.

Indicámos, de uma forma geral, a forma da medição das extensões lineares.

A extensão composta de duas dimensões: *comprimento* e *largura*, denomina-se *superficie*.

A mais simples de todas as superficies planas, é o *plano*, e das superficies curvas, a *circumferencia*.

Medir uma superficie, é achar a sua area.

O processo mais geral consiste, em fazer o producto das duas dimensões da superficie, sendo o resultado, a sua area.

Este processo não pode, no entanto, utilizar-se, para todas as superfícies.

Se quizermos, por exemplo, obter a área de um *triângulo* (figura composta de tres lados, fechando espaço) teremos de multiplicar a sua altura, por metade do comprimento da base.

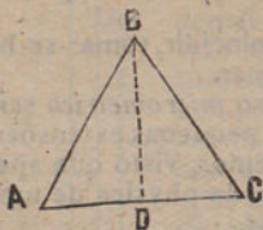


FIG. 2 (a) — Triângulo

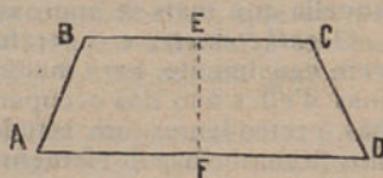


FIG. 2 (b) — Trapézio

No triângulo A B C, de altura, B, D, e base A C, a sua área será igual a  $\frac{A C}{2} \times B D$ .

A área de um trapézio (fig. 2-b) obtem-se multiplicando a sua altura E F pela semi-somma das bases paralelas  $\frac{A D + B C}{2}$

Logo, a área do trapézio será:  $\frac{A D + B C}{2} \times E F$

Todas as outras superfícies rectilíneas planas podem ser decompostas em triângulos, e então, obter-se-ha a área d'essas superfícies, sommando a área de cada um dos triângulos em que esta foi dividida.

*Superfícies curvas.* Como dissemos, a mais simples de todas as superfícies curvas é a *circunferencia*. Ao espaço comprehendido entre o centro e a periphéria da circunferencia, denomina-se *circulo*.

A área de um circulo é igual ao quadrado do

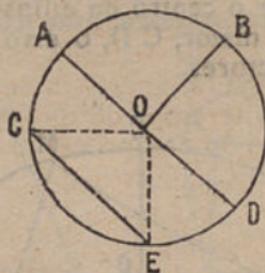


FIG. 3 — Circunferencia —  $\widehat{OAB}$  sector  
 OA-OB-OD raios — AD diametro —  $\widehat{OAB}$  sector  
 $\widehat{CE}$  segmento

raio (linha que une o centro da circumferencia a qualquer dos pontos da sua periphéria), multiplicado por 3,1416, numero que designa a relação entre a circumferencia e o seu *diametro* (linha que divide a circumferencia, em duas partes eguaes).

A area do *sector*  $\widehat{OAB}$  (espaço comprehendido entre dois raios de circulo) é igual ao producto do raio pela metade do arco comprehendido.

A area do *sector*  $\widehat{AOB}$  é, portanto, igual a  $\frac{A B}{2} \times r$ , sendo  $r$ , o raio de circulo.

Temos pois, de achar o valor do arco  $A B$  rectificado, isto é, medil-o como se fosse uma linha recta, e, em seguida, de multiplicar metade d'esse valor, pelo raio.

A area do *segmento*  $\widehat{CE}$  (distancia entre o arco  $\widehat{CE}$  e a corda  $C E$ , de um circulo) é igual á area do *sector*  $\widehat{COE}$ , menos a area do triangulo  $C O E$ .

A area de uma *ellipse* (curva que goza da propriedade de ser constante a somma das distancias de cada um dos seus pontos a dois pontos fixos) é igual á area do circulo cujo raio é meia proporcional entre os dois semi-eixos da *ellipse*.

O ponto O é o centro da ellipse, F, F' os focos A B, o eixo maior, C D, o eixo menor, MF e MF' os raios vectores.

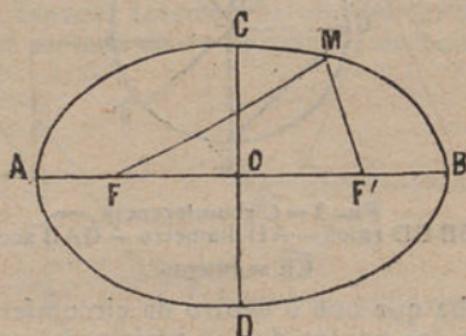


FIG. 4 — Ellipse

Como a area do circulo é igual a  $3,1416 \times r^2$ , e sendo  $r^2$ , na ellipse, igual a  $OA \times OC$ , será a area da ellipse igual a  $3,1416 \times OA \times OC$ .

A extensão com tres dimensões (comprimento, largura e altura, espessura ou profundidade) chama-se *volume*.

Achar um volume é calcular o producto das suas tres dimensões.

Em muitos casos, porém, este processo é impossivel.

Nos *polyedros regulares* (solidos limitados por superficies planas, fechando espaço nos quaes os angulos solidos eguaes entre si, são constituídos por faces planas e regulares) facilmente poderemos adoptar o processo acima citado. N'um *cubo*, por exemplo (polyedro composto de 6 quadrados fechando espaço), o seu volume é calculado, achando a area de cada um dos quadrados componentes da figura e multiplicando a pelo numero d'elles; n'um *octaedro* (polyedro composto de 8 triangulos eguaes), teremos de calcular a area de cada um dos triangulos e multiplicar a pelo numero d'elles, etc., etc.

Nos polyedros irregulares, taes como a *pyramide* e o *prisma*, este processo não satisfaz.



FIG. 5 (a) —Pyramide

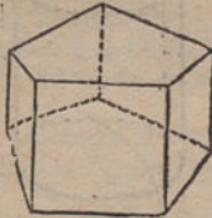


FIG. 5 (b) —Prisma

A *pyramide* é um polyedro irregular cuja base é um polygono qualquer, e cujas faces tendem todas para um ponto chamado *vertice*.

O *prisma* é um polyedro irregular cujas bases são dois polygonos regulares, e as faces parallelogrammos (polygonos regulares de 4 lados).

Tanto o *prisma* como a *pyramide* podem ser truncados.

Um *tronco* de *pyramide* ou de *prisma* é a porção de *pyramide* ou *prisma*, comprehendida entre a base e um plano que a divide.

Na *pyramide*, esse plano pode ser paralelo á base, no *prisma*, esse plano deve ser sempre obliquo á base.

O *volume* de uma *pyramide* é igual ao terço do producto da area da sua base pela altura.

O *volume* de um *prisma* é igual ao producto da area da sua base, pela altura.

O *volume* de um *tronco de pyramide* é igual a um terço do producto da altura, pela somma das suas tres superficies (as duas bases e a meia proporcional <sup>1</sup> entre ellas).

---

<sup>1</sup> Chamam-se *linhas proporcionaes*, as linhas cuja razão de duas de ellas, fór igual á razão das outras duas, referidas ambas á mesma unidade

Se tivermos 4 linhas, nas quaes a unidade é contida 4 vezes na primeira, 2 na segunda, seis na terceira, e 3 na ultima, formaremos a proporção :

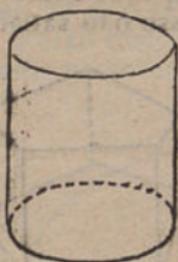


FIG. 6 (a) — Cy.lindro

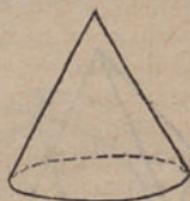


FIG. 6 (b) — Cône

*Sólidos gerados por superfícies curvas.* Um *cy.lindro* é um sólido produzido pela revolução de um rectângulo em torno de um dos seus lados.

Um *cône* é um sólido produzido pela revolução de um triângulo em torno de um dos seus lados.

Se se cortar, por meio de um plano, parte de um *cône* ou de um *cy.lindro*, teremos formado um *cône* ou *cy.lindro truncado*.

No primeiro caso, o plano pode ser paralelo ou oblíquo á base, no segundo caso, este deverá ser sempre oblíquo á base.

O *volume* de um *cy.lindro* é igual ao producto da area da base pela altura.

O *volume* de um *cône* é igual a um terço do producto da area da base pela altura.

O *volume* de um *tronco de cône* é igual a um terço do producto da altura pela somma das suas tres superficies (as duas bases e a meia proporcional entre estas).

$$\frac{4}{2} = \frac{6}{3}$$

A proporção existe, visto que o producto dos meios ( $6 \times 2$ ) é igual ao producto dos extremos ( $4 \times 3$ ). Logo as linhas são *proporcionaes*.

Se os meios forem eguaes, qualquer d'elles é *meio proporcional* entre os extremos, e qualquer extremo por seu turno, *terceira proporcional* entre o outro extremo e qualquer dos meios.

O *volume* de um *tronco de cylindro* é igual ao producto da area da base pelo eixo.

A *esphera* é um solido gerado pela revolução de um semi-circulo em torno do diametro.

O *volume* da *esphera* é igual a 4 vezes a area do circulo que a gerou, multiplicada pela terça parte do raio.

Eis, muito rapidamente, indicada a forma de achar a extensão das principaes figuras geometricas.

Quando os corpos são *ócos*, o seu volume interior denomina se *capacidade*.

No decorrer do nosso trabalho, indicaremos o processo de a calcularmos.

O espaço não occupado por corpo algum, tem o nome de *vacuo* ou *vasio*.

## II — IMPENETRABILIDADE

Um lugar occupado por um corpo não pode ser occupado por nenhum outro. Um prego enterrado na parede, apenas entra n'esta, depois de ter destruido parte d'ella. Um frasco mergulhado na agua, de bocca para baixo, não pode ser cheio, sem que o ar n'elle contido, tenha sahido. Duas pessoas não podem occupar simultaneamente o mesmo lugar.

E ta propriedade da materia denomina-se *impenetrabilidade*.

Fundam-se, n'esta propriedade da materia os *sinos de mergulhador*.

O aparelho consta de uma campanula, a qual se introduz de bocca para baixo nas aguas de um rio, mar ou oceano, no lugar onde os mergulhadores desejarem ir ao fundo d'essas aguas. Estes, porém, não correm o risco de se afogarem visto que a campanula completamente cheia de ar impede, por completo, a agua de penetrar n'ella, emquanto o ar, n'ella existente, não se consumir. Mas a respiração sendo um facto inherente á vida do homem, esse ar vae-se tornando a pouco e

pouco vicioso, sendo necessario renova-lo. Para esse fim, a campanula communica por meio de dois tubos, com a superficie livre das aguas.

Esses dois tubos são empregados: o primeiro, para dar sahida ao ar viciado, o segundo, para introduzir nova porção de ar, afim dos mergulhadores poderem continuar a permanecer no fundo das aguas. A introduccão do ar é feita com o auxilio de uma *bomba aspirante*.

Tanto a *extensão* como a *impenetrabilidade*, além de serem *propriedades geraes* da materia, denominam-se igualmente *essencias*, pelo facto de não se poder conceber a existencia da materia, sem estas duas propriedades.

### III — DIVISIBILIDADE

Muitos corpos podem ser reduzidos a fragmentos sem ser alterada a sua composição. Se destacarmos um frasco de acido phenico, em breve, o seu cheiro caracteristico notar-se-ha por toda a casa. São pequenas particulas d'essa substancia que se espalham por toda a superficie da casa. Uma porção de carmim n'uma gotta de agua, divide-se, igualmente, com grande rapidez por toda a agua, tingindo-a de um vermelho muito claro. Uma experiencia que todos teem, naturalmente, observado por menos desastrados que sejam. Quando se entorna um copo de agua ou vinho n'uma toalha, os liquidos espalham-se rapidamente, em grande parte da superficie da toalha.

A esta propriedade da materia, denomina-se *divisibilidade*.

Os metaes na sua maior parte, podem ser reduzidos a pequenas laminas ou fios extremamente pequenos. A platina pode ser reduzida a fios de diametro igual a  $\frac{1}{1200}$  de millimetro; as folhas de ouro batido podem ser reduzidas a uma espessura de  $\frac{1}{10:000}$  de millimetro.

No entanto, a divisibilidade de um corpo tem limite. A menor porção de materia que pôde existir livre no espaço, é a *molecula*.

Chimicamente, ainda se suppõe uma porção menor de um corpo, livre no espaço, o que se denomina *atomos*. Dois *atomos* de uma substancia constituem uma *molecula*. O conjuncto de moleculas constitue um *corpo*.

Para se fazer ideia da extrema pequenez da molecula, basta que indiquemos que Dupret avaliou em cerca de 125.000 milhões de moleculas, o numero de moleculas existentes n'um *cu*bo de agua, tendo por aresta, um millessimo de diametro.

#### IV—POROSIDADE

Mergulhando uma esponja dentro de agua, esta absorve, immediatamente, grande porção de agua. Quando transpiramos, as gottas de suor apparecem á superficie do nosso corpo. Deitando agua, n'uma bilha de barro poroso, veremos, em breve a superficie extrema da bilha, humedecida. Deitando uma porção de liquido n'um tecido qualquer, pouco tempo depois, a superficie opposta d'esse tecido acha-se impregnada d'esse liquido.

Esses factos são devidos a uma propriedade da materia denominada *porosidade*.

*Porosidade* é, portanto, a propriedade que tem alguns corpos de apresentarem entre a ligação das suas moleculas, pequenos intervallos denominados *poros*.

Os poros são, em geral, viziveis, mas ha-os, igualmente inviziveis. Deitando uma porção de agua dentro de um vaso contendo vinho, a mistura resultante é uma quantidade menor que a somma das duas porções misturadas de liquido. Se tivermos lançado 2 litros de agua, em 4 litros de vinho, a mistura será inferior a 6 litros, facto devido a absorpção de parte do liquido pelos poros do outro liquido.

Denominam-se *corpos porosos*, aquelles que se

deixam atravessar por moleculas de outros corpos. O papel, a esponja, os tecidos, etc, estão n'este caso.

Denominam-se corpos *impermeaveis*, os que não gozam d'esta propriedade. A borracha, a argilla, etc, são impermeaveis.

O facto de se utilizarem as capas de borracha na estação invernos, é unicamente motivado pela propriedade que este corpo tem de não permitir ser atravessado pela agua.

Os filtros para a agua não são mais do que uma applicação da porosidade da materia.

Para filtrar pequena porção de liquido basta um panno de linho ou algodão, ou mesmo um pedaço de papel em forma de funil.

Se, no entretanto, quizermos filtrar maior porção de liquido, utilisar-nos-hemos dos filtros de areia ou carvão.

Estas substancias tem a propriedade de só se deixarem atravessar pelo liquido retendo as demais substancias extranhas a elle. E', por isso, que quando se deseja obter a agua pura, se recommenda o filtral-a.

## V—EXPANSIBILIDADE

N'uma sala, onde haja muitos fumadores, o fumo espalha se rapidamente por toda a sala, e tanto mais quanto maior fôr o espaço. Quando deixamos a torneira do gaz, aberta, immediatamente por toda a casa, se nota um cheiro caracteristico denominado vulgarmente, cheiro a gaz, sendo n'essas occasiões, perigoso accender-se um phosphoro ou tornar inflamavel qualquer corpo, sob risco de explosão, em virtude da quantidade de gaz espalhado. Destapando a chaleira onde fazemos ferver agua, immediatamente o vapor de agua se espalha por toda a casa. Se fizermos bolhas de sabão com um gaz qualquer, notaremos que estas vão successivamente expandindo-se a ponto de rebentarem.

Estes phenomenos são devidos a uma propriedade da materia denominada *expansabilidade*.

*Expansabilidade* é, pois, a propriedade que alguns corpos teem, de augmentar de volume, quando abandonados a si mesmo.

## VI — ELASTICIDADE

Se pegarmos n'um elastico e o pucharmos por ambos os extremos, este augmenta, na apparencia, retomando o seu volume primitivo quando abandonado a si mesmo. Com um pedaço de marfim, observaremos um facto analogo. Se humedecermos uma superficie de marfim com oleo de amendoas doces, e sobre ella deixarmos cahir uma bola de bilhar, esta resalta, deixando gravadas junto á superficie, impressões circulares que vão successivamente diminuindo á maneira que a altura d'onde a bola cahe, se torna menor.

Estes factos são devidos a uma propriedade da materia, denominada *elasticidade*.

*Elasticidade* é, pois, a propriedade que alguns corpos teem, em retomar a sua fórma e volume primitivos desde que cesse a causa que os obrigou a modificar essa forma ou esse volume.

Dizem se *elasticos*, os corpos que gozam d'essa propriedade.

Força *elastica* é o esforço que os corpos fazem para, quando desviados da sua posição, tendem, de novo, a occupal-a.

## VII — MOBILIDADE

Um corpo pode facilmente mudar de posição. Se pegarmos n'um objecto qualquer e o transportarmos de um logar para outro, esse corpo conserva-se inalteravel na sua constituição. Todas as manhãs tiramos o relógio da caixa onde habitualmente o collocamos durante a noute, o que não impede que este continue a andar. Um livro que

mudamos de um logar para outro, não deixa, por esse facto, de ser um livro.

A essa propriedade da materia, denomina-se *mobilidade*.

*Mobilidade* é, pois, a propriedade da materia que permite que os corpos possam mudar de logar, ou ainda, serem postos em *movimento*. Sem alterar a sua constituição.

*Movimento* é o estado de um corpo que muda constantemente de posição no espaço.

Um corpo pode estar em *movimento* ou em *repouso*. Quando, no primeiro caso, diz-se *movel*, no segundo *imovel*.

Se a posição de um corpo em movimento fôr comparada com a posição de outro corpo em *repouso*, diremos que está em *movimento absoluto*. Se a posição d'esse mesmo corpo fôr comparada com a posição de outro corpo igualmente em movimento, diremos que o movimento d'esse corpo é relativo.

O movimento de um individuo dentro de um barco que está navegando, é um *movimento relativo*.

A causa capaz de produzir movimento ou repouso n'um corpo, denomina-se *força*. Quando transportamos um objecto de um logar para outro, teremos de empregar, para isso, uma certa força, sem a qual o objecto continuaria em *repouso*.

As forças que actuam nos corpos independentemente da intervenção do homem, denominam-se *naturaes*.

Essas forças são :

1.º As *forças moleculares*, ou força entre as moléculas.

2.º A *gravitação* ou força de attracção entre os astros

3.º A *gravidade* ou força que attrae os corpos para o centro da terra.

A força *molecular* denomina-se igualmente *cohesão*.

A *cohesão* que se manifesta entre as superfícies dos corpos em contacto, denomina-se *adhesão*.

Mergulhando um objecto de vidro na agua, veremos que, ao tirar o da superficie da agua, pequenas gottas de liquido ficam adherentes á superficie do vidro. É uma prova de *adhesão* entre os corpos.

A segunda força natural é, como dissemos, a gravitação.

Esta força acha-se subordinada a duas leis geraes que, na astronomia, estudaremos mais desenvolvidamente:

1.º A materia attrahe a materia na rasão directa das massas.

2.º A materia attrahe a materia na rasão inversa do quadrado das distancias. D'aqui concluímos que quanto maior fôr a massa de um corpo, isto é a quantidade de materia que esse corpo contém, maior será a attracção, e, egualmente, quanto mais affastada a materia estiver do centro de attracção menor será essa attracção, variando proporcionalmente ao quadrado d'essa distancia. Se á distancia 1, a attracção fôr de 1, á distancia 2, essa attracção será apenas de  $\frac{1}{4}$ , etc.

*Gravidade* — Todos os corpos abandonados a si mesmos cahem n'uma direcção perpendicular (direcção da gravidade). Essa direcção é a do centro da terra.

A *linha vertical* é a linha da direcção da gravidade, ou a linha recta que os corpos descrevem quando abandonados a si mesmo.

O plano que passa por essa linha, chama-se plano *vertical*.

A gravidade actuando sobre um corpo, actua em todas as suas moléculas. A resultante, ou a somma de todas as acções que a gravidade exerce nas moléculas d'esse corpo, é o seu peso *absoluto*.

Todos os corpos teem, pois, *peso absoluto*.

O *peso absoluto* de um corpo é tant maior, quanto maior fôr a resistencia que elle opposer á



gravidade. Um corpo mais pesado opporá por consequente, maior resistencia do que um corpo mais leve.

Além do peso *absoluto*, os corpos teem tambem um peso *relativo*, isto é o peso d'esse corpo comparado com outro que se toma por unidade.

A unidade geralmente adoptada é o *gramma* e seus *multiplos* (*deca, hecto, kilo, myria*) e *submultiplos* (*deci, centi e milli*).

Por meio de balanças se verifica o peso *relativo* dos corpos.

A *balança ordinaria* consta de um travessão que se appoia sobre uma columna, por meio de um cutello situado na parte central d'esta. Na extremidade do travessão existem uns ganchos, onde se suspendem, por meio de fios delgados, os dois pratos da balança, os quaes deverão ter o mesmo pezo. Um ponteiro denominado *fiel*, collocado ao centro do travessão, gira sobre um quadrante graduado tornando-se sensível á minima oscillação do instrumento.

Colloca-se o corpo a pesar n'um dos pratos da balança, e, no prato opposto, os pesos que lhe servem de comparação. Quando o travessão estiver horizontal, o peso nos dois pratos da balança, são eguaes. Se fôr necessario, por exemplo, collocar dez kilogrammas n'um dos pratos para equilibrar o peso do corpo, dizemos que o peso d'este é de dez kilogrammas.

D'aquí, o podermos saber se um corpo é mais ou menos pesado do que outro. Um corpo que tiver 5 kilogrammas é necessariamente mais leve do que outro que pesar 10 ou 15 kilogrammas.

A *balança de precisão*, empregada em pesagens rigorosas, differe d'esta, no travessão poder abai-xar-se ou elevar-se por meio de uma haste que entra na columna, sendo esta movida por meio de um botão existente fóra da balança, e descan-çando esta, emquanto não funciona, sobre dois pratos horizontaes que se podem igualmente, abai-xar á vontade quando pretendemos fazel a func-

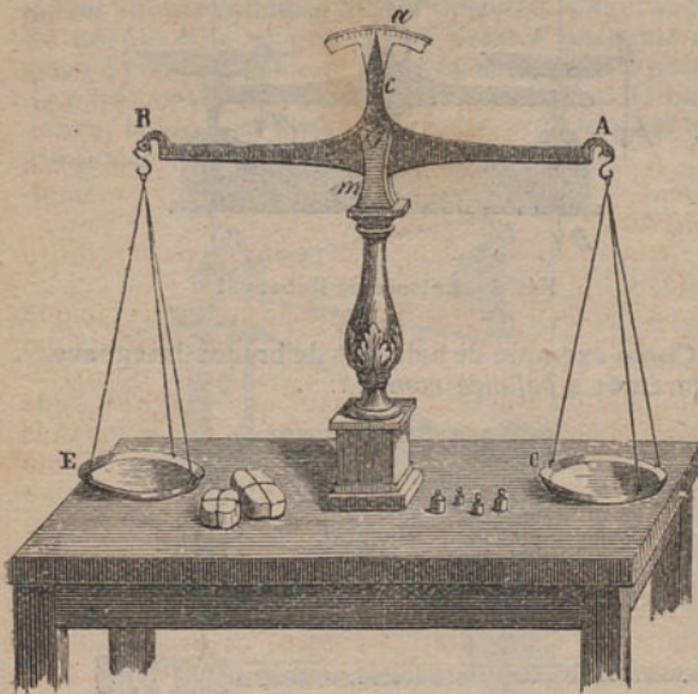


FIG. 7 — Balança ordinária

cionar. A balança é abrigada n'um estojo de vidro que a protege da humidade.

Na *balança de Roberval* os pratos da balança estão collocados na parte superior do travessão.

Todas estas balanças de que temos tratado, denominam-se de *braços eguaes*, porque a distancia do centro da balança (ponto onde se encontra o *fiel*) até aos seus extremos, pontos onde se encontram os *pratos*) são eguaes.

*Braço de uma balança* é, pois, a distancia entre o ponto onde a balança se fixa e cada um dos seus extremos.



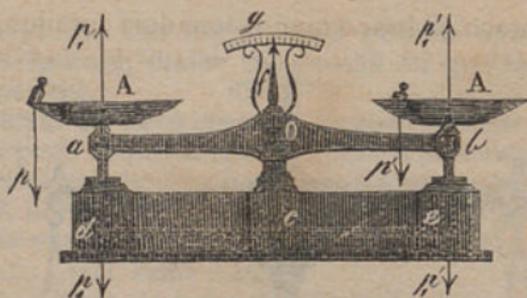


FIG. 8—Balança de Roberval

Como exemplo de balanças de braços desiguaes, citaremos a *balança romana*.

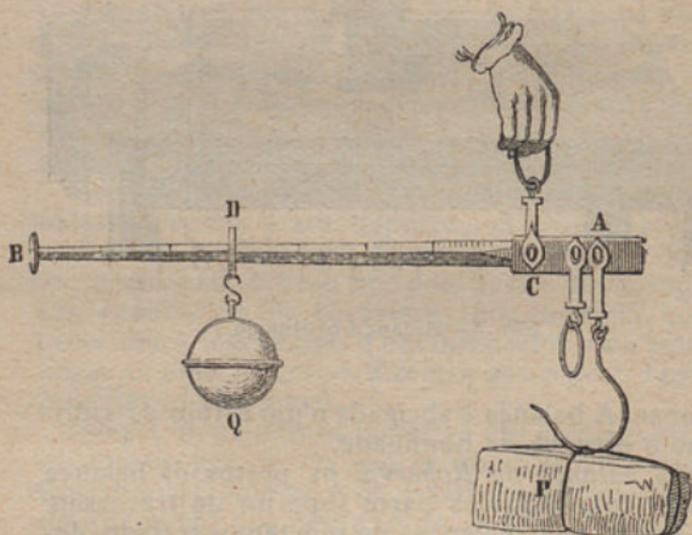


FIG. 9—Balança romana

Consta de um travessão de braços desiguaes suspenso em C por um cutello. O braço maior é graduado e percorrido por um anel no qual existe um peso Q, que, á vontade se desloca ao longo

d'esse braço. O braço menor tem dois cutellos nos quaes se suspendem *ganchos* destinados a receber os corpos que se pretendem pesar. Consoante o peso é maior ou menor, assim, faremos girar o peso *Q* para um ou outro lado da braço maior da balança, lendo, em seguida, o peso indicado, junto do ponto onde o fazemos estacionar.

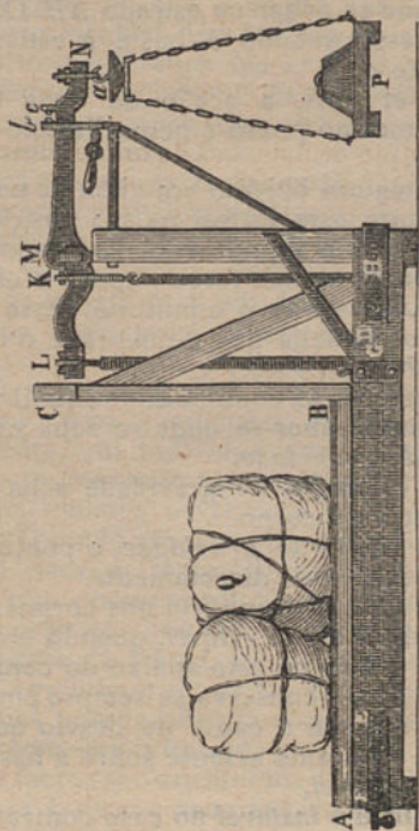


FIG. 10 — Balança decimal

Nas alfandegas, estações de caminhos de ferro etc., é muito empregada a *balança decimal*.

Consta de um estrado onde se appoiam duas reguas de madeira assentes, por um dos lados,

sobre cutellos, e pelo outro, ao ponto  $K$  do travessão por meio da haste  $HK$ . É no extremo  $N$  do travessão  $LN$  que se colloca o prato da balança destinada a receber os pesos que hão de servir de comparação ao peso do corpo que desejamos obter. Por construcção  $10\text{ KM} = \text{MN}$ . Para que se estabeleça o equilibrio devemos, pois, collocar no prato  $P$ , um peso dez vezes menor do que aquelle que se achar na estrada  $AB$ . O equilibrio effectua-se quando a haste  $b$  estiver em frente da haste  $c$ .

*Equilibrio* e, pois, a acção de duas forças actuando no mesmo ponto e neutralizando-se reciprocamente.

Supponhamos um objecto em cima de uma cadeira. Emquanto esta estiver na sua posição natural, o corpo está equilibrado. Levantando os dois pés da cadeira, uma força impelle o objecto para o chão, cessando o equilibrio. Essa força sendo superior áquella que equilibrava o corpo, obriga-o a cahir.

Para se conhecer as condições de equilibrio nos corpos, necessita saber-se onde se acha situado, o seu *centro de gravidade*.

Em geral, o centro de gravidade acha-se situado no centro do corpo.

Chamamos *centro de gravidade*, o ponto onde a gravidade actua mais directamente.

Ha tres estados de equilibrio nos corpos.

1.º O equilibrio diz-se *estavel*, quando o centro de gravidade do corpo está abaixo do centro de suspensão. O corpo conserva-se sempre em equilibrio, embora cesse a causa do desvio que elle soffreu. Uma pyramide assente sobre a base está em equilibrio *estavel*.

2.º O equilibrio é *instavel* no caso contrario. O equilibrio cessa, quando termina a causa do desvio que o corpo soffreu. É o que succede com uma pyramide collocada sobre o seu vertice.

3.º O equilibrio é *indifferente* quando o centro de gravidade do corpo coincide com o seu centro

de suspensão; então o corpo conserva-se em equilíbrio em qualquer posição. Um livro sobre uma mesa está em equilíbrio indifferente.

Com o corpo humano pode-se igualmente dar um exemplo das tres especies de equilibrio.

Um individuo em pé, appoiado sobre os dois pés, está em equilibrio *estavel*. Um individuo de cabeça para o chão e os pés para o ar, está em equilibrio *instavel*. Um individuo deitado está em equilibrio *indifferente*. No 1.º e 3.º caso, o equilibrio mantem-se; no 2.º caso, cessa o equilibrio terminando a causa que obrigou o individuo a tomar essa posição.

É uma consequencia de equilibrio, o facto de um homem estar mais firme sobre os dois pés do que n'um, e ainda, quando este carrega com um fardo pesado, inclinar parte do corpo para o lado opposto da carga. Por um facto identico, quando andamos, deslocamos apenas um pé de cada vez

#### VIII — INERCIA

Quando uma carruagem ou um cavallo pára de repente, um individuo que vá dentro da carruagem ou montado no cavallo, é impellido para a frente, embora o vehiculo ou o cavallo esteja parado. Quando tropeçamos, o nosso corpo tende a cahir para a frente, animado ainda do movimento que possuíamos. N'um caminho de ferro, em occasião de choques, os individuos que estão nos logares da frente, saltam dos seus logares, e os que caminham de costas, tendem a ser enterados nas paredes das carruagens, o que explica a vantagem dos primeiros.

Estes factos são attribuidos á *inercia* da materia.

*Inercia* é, pois, a propriedade que possui a materia de não alterar o seu estado de movimento ou repouso, sem o auxilio de uma força externa.

O corpo em repouso tende a conservar-se em repouso, assim como o corpo em movimento, tende a conservar-se em movimento.

Se, porém, um corpo em repouso se conserva

em repouso até que uma força externa o obrigue a mover-se, no entanto, um corpo em movimento pode não permanecer sempre n'esse estado, devido a varias causas que enfraqueçam esse movimento. Essas causas são o *atrito* e a *resistencia dos meios*.

Uma bola girando n'uma superficie polida conserva-se em movimento durante um espaço de tempo maior, do que se essa mesma bola girasse em terreno escabroso. Uma carruagem, em occasião de descida, necessita de travar as rodas, afim de offerecer uma certa resistencia ao movimento, tornando-o menos acelerado e evitando-se d'essa fórma desgraças que poderiam succeder, se a abandonassemos a si mesma.

O primeiro *atrito* chama-se de *escorregamento* porque os corpos escorregam uns sobre os outros; o segundo de *rolamento* porque os corpos rolam uns sobre os outros.

*Atrito* é, pois, a resistencia que os corpos offercem a mover-se uns sobre os outros, devido a causas que impedem esse movimento.

No primeiro d'estes atritos, a resistencia é maior.

E' conhecido o esforço que os remadores de um barco costumam fazer para dar andamento ao transporte. Esse esforço é muitissimo maior do que aquelle que seria necessario se a agua não fosse um vehiculo contra o movimento.

Não é só a agua que se oppõe ao movimento como tambem qualquer fluido, sendo essa resistencia tanto maior quanto maior fôr a quantidade de materia contida em egual volume d'esse fluido.

Se dermos egual impulso a tres espheras suspensas por fios eguaes, nas quaes uma se acha mergulhada em mercurio, outra na agua, e a terceira no ar, será a que se encontrar no mercurio a que parará primeiro, seguindo-se a que se encontrar na agua, e, finalmente a que estiver ao ar.

A resistencia que os fluidos oppõem ao movimento, denomina-se *resistencia dos meios*.

## CAPITULO II

### Principios de mechanica

A sciencia que estuda as forças e o movimento, denomina-se *mechanica*.

#### I — FORÇAS

N'uma força temos que estudar :

- 1.º O seu *ponto d'applicação*, isto é, o ponto onde ella actua directamente.
- 2.º A sua *direcção*.
- 3.º A sua *intensidade*.

Chama-se *resultante* de uma ou mais forças, uma força capaz de as substituir. As forças substituidas chama-se *componentes*.

*Compôr* varias forças é achar-lhe a *resultante*,

*Decompôr* uma força é achar outras que produzam effeito analogo áquella,

Querendo arredar uma mesa de um certo logar para outro, e para esse fim, utilisar mo-nos de dois individuos dos quaes, um, emprega uma força de 5 kilogrammas, e o outro, uma força igual a 4 kilogrammas, o corpo mover-se-ha na direcção em que esses individuos o fizeram mover, com uma força igual a nove kilogrammas, ou seja á somma das duas forças empregadas.

Se porem, um d'esses individuos, com uma

força de 5 kilogrammas, fizer mover a mesa para um dos lados, e o outro, com uma força igual a 4 kilogrammas a fizer mover em sentido opposto, a mesa girará do lado da força maior para o lado da força menor com uma intensidade igual á differença entre as duas forças ( $5 - 1 = 4$ ).

D'aqui concluimos que a resultante de duas forças actuando em igual sentido é igual á somma d'essas forças, e a resultante de duas forças actuando em sentido opposto é igual á differença d'essas forças, tendendo, n'este caso, o corpo a mover-se para o lado da força menor.

Se as forças actuando em cada um dos sentidos fôr equal, o corpo conserva-se em *equilibrio*, porque as forças neutralizam-se reciprocamente.

Se empregamos um esforço de 5 kilogrammas para mover uma mesa da direita para a esquerda, e outro individuo empregar um esforço equal para a mover em sentido contrario, a mesa conservar-se-ha immovel.

Se, porém, de um lado, estiverem tres individuos para fazer mover uma meza, com forças respectivamente eguaes a 5, 7 e 8, e do lado opposto, outros tres, com forças respectivamente eguaes a 4, 6 e 9, a mesa mover-se-ha do lado maior, com uma intensidade equal a  $(5 + 7 + 8) - (4 + 6 + 9)$  ou seja com uma intensidade equal a  $20 - 19 = 1$

D'onde concluimos que a resultante de muitas forças actuando n'um corpo, ora n'um sentido ora n'outro, é equal á somma das forças actuando n'um sentido, menos a somma das forças actuando em sentido inverso. Se as forças actuando no extremo de uma recta, ou uma superficie, forem de intensidade equal, o objecto tenderá a ser animado de movimento de rotação.

É o que geralmente succede quando fazemos girar um wagon sobre uma plataforma de uma via ferrea.

Um grupo de individuos colloca-se em um dos extremos do wagon, e outro, no extremo opposto, operando cada um d'elles em sentido inverso

A plataforma cede, e o wagon move-se em torno de si mesmo.

A este systema de forças, denomina-se *cuple* ou *binario*.

Os instrumentos destinados a medir as forças são : os *dynamometros*.

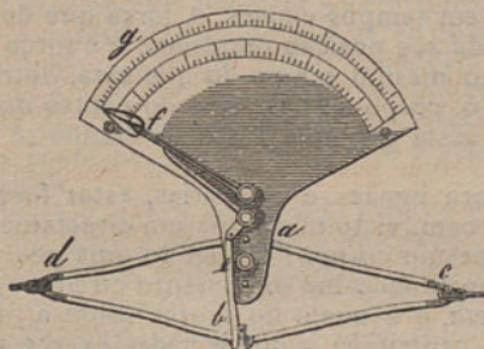


FIG. 11 — Dynamometro de Régnier

Consta de uma mola de dois braços *dac* e *dbc*, cujos pontos medios se approximam, exercendo-se uma pressão em *a*, ou uma tracção em *b*. A parte *b* do aparelho liga por meio do braço *be* á agulha *f*. Este aparelho assim como todos os dynamometros são fundados na elasticidade das molas.

O arco graduado *g* tem duas escalas : a 1.<sup>o</sup> serve-nos para indicar os esforços de pressão com que se approximam as partes medias do aparelho ; a segunda para indicar os esforços de tracção, sendo para isso necessario segurar o aparelho por uma das extremidades (*d* ou *c*) enquanto que á extremidade opposta, ligamos uma corda (*c* ou *d*). Consoante o maior ou menor esforço de pressão ou tracção, a agulha gira mais para a direita ou para a esquerda do arco graduado.

Com este aparelho poderemos medir a força

muscular do homem (esforço de pressão), ou a força de tracção dos cavallos, bois, etc.

O *pesa cartas* é, igualmente um dynamometro accusando pequenas differenças de pressão que, sobre as molas do aparelho se exerça.

*Força centripeta e centrifuga.* Qualquer corpo em virtude da inercia da materia tende sempre a percorrer em linha recta, caminhando espaços eguaes em tempos eguaes. A força que desvia os corpos da sua posição rectilinea, é a força *centripeta*. Ao mesmo tempo do que esta, outra força obriga o corpo a affastar-se do centro do movimento. Esta segunda força denomina-se *centrifuga*.

Embora eguaes e contrarias, estas forças não se destroem, visto não actuarem directamente sobre o mesmo corpo. Prendendo uma pedra a um fio e imprimindo-lhe movimento circular, a força *centripeta* é a que o fio exerce sobre a pedra; e a força *centrifuga*, a que a pedra exerce sobre o fio. Dando movimento de rotação a um copo cheio d'agua, preso a uma corda, na qual um dos extremos se segura na mão, observaremos, que, mesmo na posição vertical do copo, a agua não cahe, visto que a força *centrifuga* equilibra o peso do liquido.

É para evitar a acção da força *centrifuga* que os cavallos e os equilibristas nas arenas dos circos, se inclinam para o centro, afim de attenuar um pouco com o seu peso a acção da força *centrifuga* que tende a collocar-os fóra da circumferencia da arena. Por egual motivo, é que o caminho de ferro, na passagem de uma curva, se inclina, para o centro do movimento.

Os instrumentos que transmittem a acção das forças são as *machinas*.

Nas machinas, temos que distinguir duas especies de forças: a força *motora* ou *potencia* e a *resistencia*.

A *potencia* é a força applicada á machina para produzir um dado effeito.

A *resistencia* é a força que se oppõe ao movimento e que deve ser vencida pela primeira.

A machina mais simples é a *alavanca*

*Alavanca* é uma barra, susceptivel de se mover em torno de um ponto fixo (ponto d'apporto) que a divide em dois braços

A balança é uma alavanca na qual o *ponto de appoio* está entre a *potencia* e a *resistencia*. A *potencia* é o peso conhecido que serve de comparação ao peso que pretendemos conhecer. A *resistencia* é o peso que pretendemos conhecer. Esta especie de alavanca denomina-se *inter-fixa* porque o *ponto de appoio* está entre a *potencia* e a *resistencia*.

No quebra noz, a *resistencia* está no ponto onde se encontra a noz, o *ponto de appoio*, na parte do instrumento onde appoiamos a força, e a *potencia*, no outro ramo do quebra-noz. Esta especie de alavanca, denomina-se *inter-resistente*, visto que a *resistencia* está entre o ponto de appoio e a *potencia*.

No *pedal dos amoladores*, a *potencia* está entre a *resistencia* e o ponto de appoio. Esta especie de alavanca, denomina-se *inter-potente*.

Além da alavanca, citaremos ainda como exemplo de machinas simples isto é, aquellas em qua a *potencia* e a *resistencia* actuam directamente sobre o mesmo corpo, ou em dois corpos diferentes actuando um sobre o outro, a *corda*, a *roldana*, o *sarilho*, a *roda dentada*, *molinete*, o *guindaste*, o *cabrestante*, o *parafuso*, e a *cunha*.

Um feixe de fio de spartho, cairo, canhamo etc., constitue uma *corda*. Podemos facilmente puchar um peso, por meio de uma *corda*, caso esta seja bem tensa, porque só d'essa forma, esta poderá transmittir a esse peso, o esforço por nós empregado.

As cordas grossas empregadas nos navios denominam-se *cabos* ou *calabres*.

*Roldana*. Dá-se este nome a uma roda circular movel em torno de um eixo. Parte da circunfe-

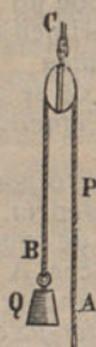


FIG. 12 — Roldana

rencia da roldana é envolvida por uma corda  $C P$ , cujas extremidades são tiradas por duas forças  $C$  e  $P$ .

Um cylindro girando em torno de um eixo, ao qual se imprime movimento de rotação por meio de uma manivella, chama-se *sarilho* (fig. 13). Em torno do eixo, enrola-se uma corda a que se prende a *resistencia*, sendo a *potencia*, applicada á manivella.

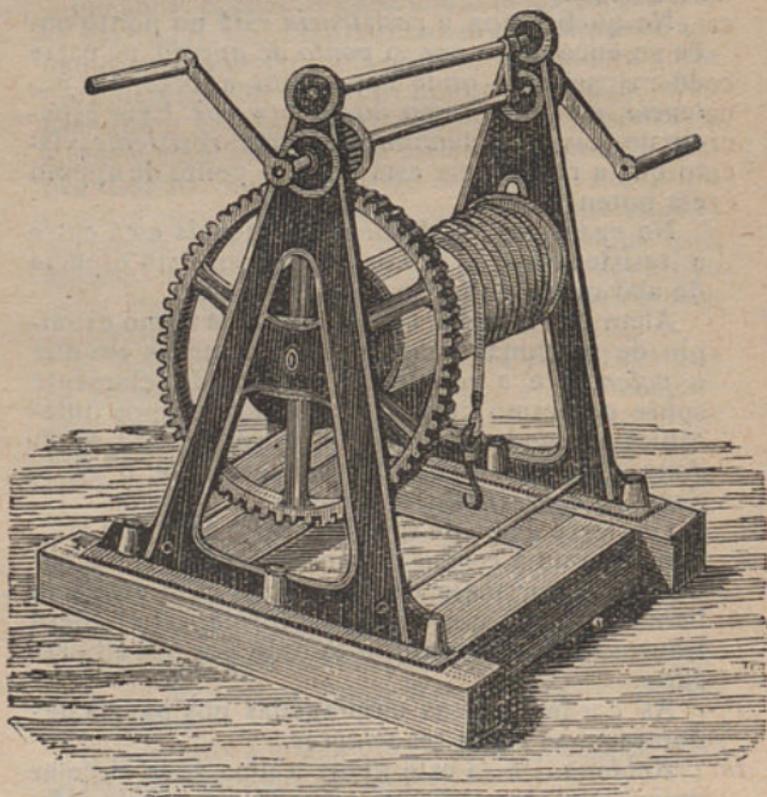


FIG. 13 — Sarilho

O sarilho de eixo vertical, diz-se *cabrestante*.

*Rodas dentadas.* Compõem-se de uma serie de dentes igualmente espaçados, dispostos na *periphèria* de um circulo. São, em geral, empregadas nas machinas, combinando-se, e nunca uma só. As rodas não endentam umas nas outras mas sim em pequenos carretos que lhe são concentricos. Supponhamos que uma roda de 100 dentes, endenta no carreto de outra, composta de 10 dentes. Enquanto a primeira faz uma revolução completa, a segunda dá 10 voltas. Se esta segunda tem igualmente 100 dentes, e endenta no carreto de uma terceira com dez dentes, esta ultima dará 100 voltas enquanto a primeira dá uma unica e assim successivamente.

Um cylindro em torno do qual se enrola uma corda, a qual tem uma roda dentada que engrena com um carreto, a cujo eixo se liga uma manivella, tem o nome de *molinete* ou *guincho*. É, como se vê, uma combinação do *sarilho* com as *rodas dentadas*.

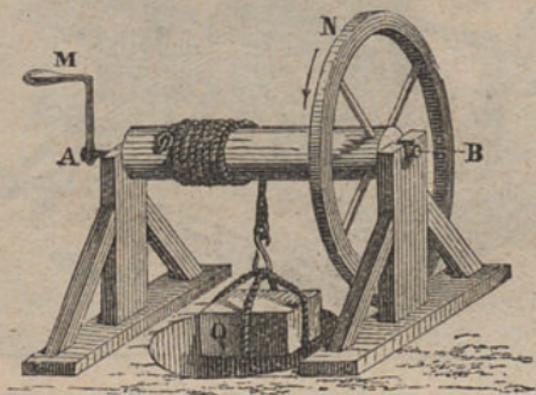


FIG. 14 — Molinete

O *guindaste* é uma machina composta de *sarilho*, *rodas dentadas* e *roldanas*.

*Parafuso.* Consta de um cylindro onde se en-

rola uma espiral (rosca) movendo-se este, dentro de uma peça escavada também em espiral e igual á rosca (porca).

A *cunha* é uma peça delgada n'um dos extremos (gume) e mais larga do lado opposto (cabeça) servindo para dividir um corpo em duas porções.

Combinando varias machinas simples, poderemos obter o mais complexo dos apparatus mechanicos. Occupar-nos-hemos de alguns d'estes apparatus.

1) *Machina de escrever. Estão hoje muito em uzo as machinas de escrever.*

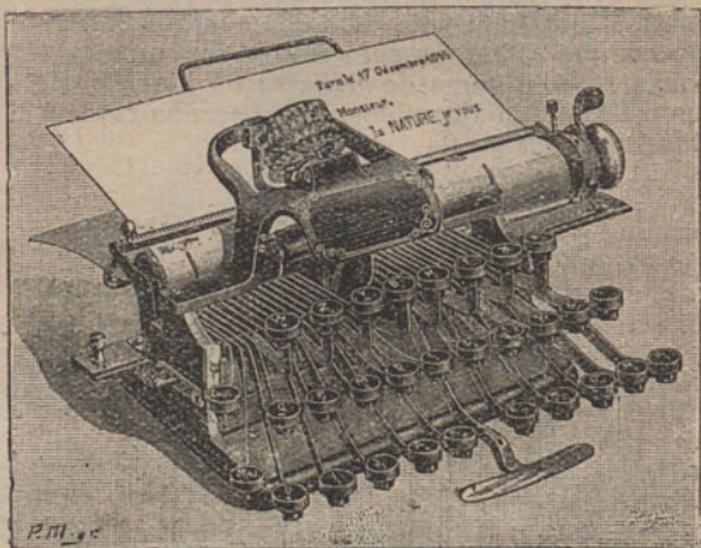


Fig. 15 Machina Dactyle

Descreveremos a machina «Dactyle» como a mais aperfeiçoada d'este typo. O seu machinismo é engenhoso. Um pequeno tambor contendo 84 caracteres dispostos em tres series eguaes de co-

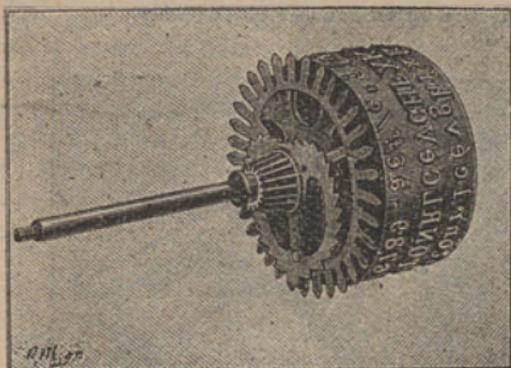


Fig. 16 — Detalhe da machina

rôas circulares recebe (fig. 16) movimento de uma roda dentada, á qual se fixam tres peças: a primeira apresenta a forma de um coração dentado, a segunda, igualmente dentada, tem a forma asteroide, e a ultima é uma manivella, sendo o conjunto d'essas peças atravessadas pelo eixo do tambor, cuja extremidade tem uma ranhura e um parafuso que permite fixar o tambor, não impedindo o seu movimento em torno do eixo.

A roda dentada e o tambor teem movimentos solidarios devido á manivella desenvolvendo-se o attrito junto a uma peça de aço, existente na parte inferior do tambor. A roda dentada, collocada entre dois sectores dentados que engrenam com ella, tem, como eixo de rotação, um cylindro horizontal, perpendicular ao eixo do tambor movel

Duas pequenas peças de aço nivelam os extremos do coração dentado. A superior é dentada inferiormente; a inferior trabalha por percussão. Os dois sectores dentados, além da roda dentada, teem, tambem, dentes d'engrenagem.

(A fig. 17) Mostra-nos dois *châssis* munidos de braços dentados e um colchete girando sobre um eixo commum. Cada um dos *châssis* communica movimento a um dos sectores; quando em repou-

so, estes engrenam um dente do sector por meio do colchete, mantendo-os immoveis.

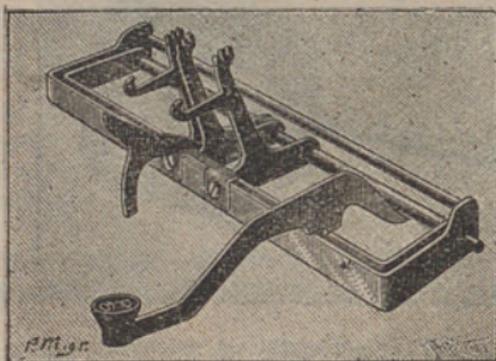


Fig. 17 Detalhes da machina

As alavancas contendo as teclas onde se acham inscriptos os caracteres, teem dois encaixes, correspondendo cada um d'elles a cada um dos *châssis*. Exerçamos pressão sobre uma alavanca (a letra P) por exemplo, collocada á esquerda. Um dos encaixes da alavanca, por meio do *châssis* do lado esquerdo, faz com que o colchete do seu respectivo braço dentado, abandone o dente do sector esquerdo fazendo-o girar. N'este momento o sector direito é mantido pelo colchete do *châssis* do lado direito.

A roda dentada, arrastada pelo sector esquerdo, gira sobre o sector direito immovel; o eixo do tambor inclina-se, e este move-se. Continuando a exercer pressão na mesma alavanca, o tambor passa junto a um reservatorio contendo tinta de impressão, gravando sobre um papel, a letra P, e assim se procede para todos os outros caracteres.

Um timbre annuncia que o fim da linha do papel está proximo, afim de fazer com que aquelle que se utiliza da machina para escrever, eleve

um pouco, a folha e a coloque, de novo, na posição primitiva.

Logo que se deixe de exercer pressão sobre a alavanca, o machinismo deixa de funcionar.

II) *Velocipedia*. No fim do seculo XVII, um membro da Academia Real das Sciencias em França refere se a um vehiculo mechanico que um amigo seu possuia. Um laçao dava-lhe andamento, apoiando os seus pés em duas peças de ma-

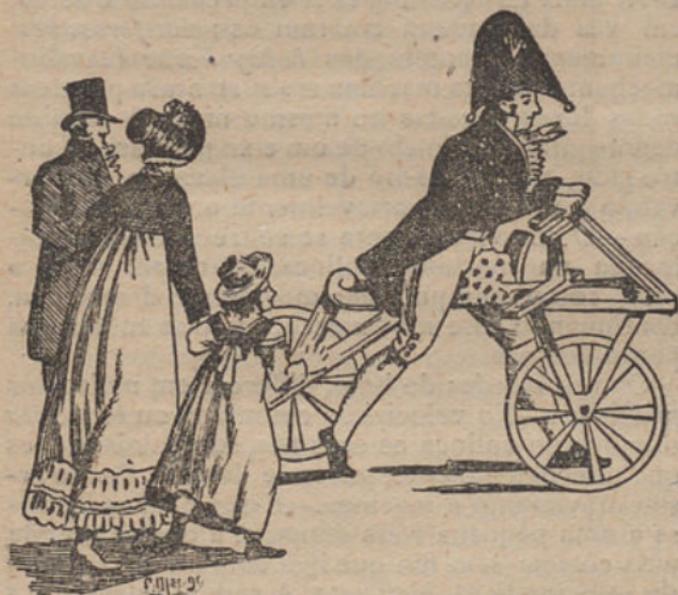


FIG. 18 — Draisiana

deira que transmittiam movimento a duas rodas. Em 1790, Sivrac, tomando como unico motor para a propulsão da machina, os tecidos musculares da perna do homem, imaginou os *celeriferos* que se compunham de tres elementos de madeira: um barrote e duas rodas: O barrote era munido, de ambos os lados, de duas especies de ganchos entre os quaes girava uma roda. O vehi-

culo completava-se por meio de uma sella e, uma almofada no dorso de um encosto.—Em 1818, porém, o Barão Drais modificou um pouco os *celeriferos*.—Uma especie de leme conduzia a roda de deante (roda directriz), podendo cada um, dar-lhe a direcção conveniente. A esta nova especie de vehiculo, denominou Draisiana cujo resultado não foi muito satisfactorio, occasionando este facto, a expatriação do seu auctor, que terminou os seus dias, n'um convento em Carlsruhe, em 1851. Mais tarde os inglezes empregando o ferro, em vez da madejra crearam os *velociferos*, primeiramente denominados *hobby-horse* (cavallo-mechanico). Esta machina era sustentada por duas rodas leves situadas no mesmo nivel. A roda de deante girava por meio de um eixo, para um ou outro lado, com o auxilio de uma alavanca, conservando a ultima, invariavelmente a mesma direcção.—O individuo senta-se sobre uma sella collocada na machina, collocando os pés sobre o sólo, como que para dar movimento á machina, continuando esse movimento, como se andasse na ponta dos pés.

Os velocipedes de hoje, differem em muito dos primitivos—No velocipede commum, ou *bicycleta* o individuo colloca os seus pés, sobre dois pedaes que alternativamente, sobem e descem, dando assim movimento á machina.—Esses pedaes ligam-se a uma pequena roda dentada, a que se prende uma correia sem fim que liga com a roda traseira do velocipede ou *bicycleta*. A roda de deante é a roda directriz, a qual se move á vontade do cyclista, por meio de uma alavanca.—As rodas são de aço. Envolvem-se geralmente de caoutchouc (pneumaticos) com o fim de diminuir o atrito, devendo, no entanto, o cyclista ter o prévio cuidado de os encher de ar, embora não totalmente, para que d'essa forma, evite, em parte, os choques.—A espessura dos pneumaticos deverá oscillar entre 40 a 45 millimetros.

A velocipedia tem hoje tomado um grande de-

envolvimento. Modificações se apresentam todos os annos, aos modelos dos annos anteriores. Não descreveremos, aqui, a variedade d'esses modelos, porque não é nosso intuito, ser demasiado extensivo em qualquer dos assumptos de que nos occupamos visto que apenas nos referimos a elles, de uma forma muito elementar.

Além da bicycletta, adoptam-se ainda, o tricycle (ou velocipede de 3 rodas), e os tandems (bicyclettas compostas de dois ou mais selins, de modo a permittir que, no mesmo vehiculo, sejam transportadas duas ou mais pessoas).

A ideia do cyclismo suggeriu, mais tarde o apparecimento dos *automoveis*. O primeiro automovel que appareceu em Paris, tinha a forma de um *coupé* ou *landau*, do comprimento de cerca de 3 metros. As rodas de madeira eram como os cyclos, munidos de pneumaticos cheios. O interior do vehiculo era muito confortavel; o seu comprimento era sufficiente para que os viajantes, em numero de trez, podessem estar perfeitamente á vontade.

O motor do vehiculo era o petroleo, que recebia o ar, por meio de carbonizador. N'um cylindro collocado n'uma caixa rectangular formando a parte de traz do automovel, se introduzia o petroleo. Os gazes do cylindro, depois do seu trabalho, escapavam se para a atmosphaera, pela parte inferior do fiacre. A quantidade da essencia de petroleo empregado era de 15 litros e o resfriamento do cylindro motor mantido por 50 litros d'agua contida em dois reservatorios dispostos lateralmente na caixa rectangular. O vapor proveniente de aquecimento do cylindro circulava n'um quarto tubular collocado horisontalmente ao motor; o movimento do vehiculo produzia automaticamente uma circulação de ar rapido no interior do quarto tubular, facilitando o resfriamento e condensação do vapor produsido pelo aquecimento do cylindro. A potencia do motor é transmittida ás rodas motrises por um systema de rolda-

nas e correias actuando sobre um eixo intermedio que, por seu turno, fazia mover o eixo das rodas por meio de uma caldeira sem fim. O movimento era transmittido ás rodas traseiras por um movimento differencial, e as rodas de deante que davam a direcção conveniente ao vehiculo eram dirigidas por meio de um volante de eixo horizontal collocado ao centro da carruagem. O machinista sentava-se de forma tal que facilmente podesse manobrar o vehiculo com a mão direita. Perto do lugar onde este se encontrava, existia o regulador de ar e de petroleo. Por meio de um freio de pedal operando no eixo das rodas motrizes, e um freio de mão, operando sobre umas peças a que se ligavam as rodas de traz, obtinha-se a paragem quasi instantanea do vehiculo.

Hoje, os automoveis teem, em geral, a forma de um caleche, assente sobre tres ou quatro rodas, sendo o seu mechanismo quasi semelhante ao que citámos.

Assim como os velocipedes; serão os automoveis, os vehiculos do futuro, substituindo com vantagem, os da tracção-animal, não só pela sua maior velocidade, como egualmente, pela commo-didade.

III) *Machinas de impressão.* A machina que vamos descrever tem sobre todas as suas semelhantes, vantagens que passaremos a expôr

O facto de dar a uma linha de impressão, o comprimento exacto que deve ter em relação ao formato do livro ou jornal que se pretendê compôr, não é tão facil como se julga.

Em geral, o compositor, á maneira que compõe, colloca as palavras umas após outras, separando-as por espaços uniformes, mas, muitas vezes, é obrigado a suspender uma linha porque o espaço não é sufficiente. Deve para evitar isso, substituir o branco do papel, augmentando proporcionalmente os espaços primitivamente marcados, ou então, no caso inverso, diminuil-os. Recorre a este meio perfeitamente ao acaso, poden-

do no emtanto fazer esse calculo mathematicamente, isto é dividindo o comprimento total a preencher, ou tornar disponivel, pelo numero de espaços nos quaes é necessario operar a repartição.

A machina Des Jardins que vamos descrever, evita esse calculo, porque ella mesmo se encarrega de operar essa repartição, de uma forma mathematica.

Esta machina levanta as linhas do taboleiro (galé) onde o typographo as collocou, ordenando-as por forma tal que a leitura, em sentido contrario, da composição impressa, comece pela esquerda do taboleiro — O aparelho, depois de ter tomado uma linha, colloca-lhe os espaços desejados, deposita-a n'um segundo taboleiro representado á esquerda da (fig. n.º 19) continuando com movimento egual para todas as outras linhas, sem intervenção alguma do homem. Basta apenas um individuo tirar ou collocar os taboleiros, desguarnecidos ou guarnecidos.

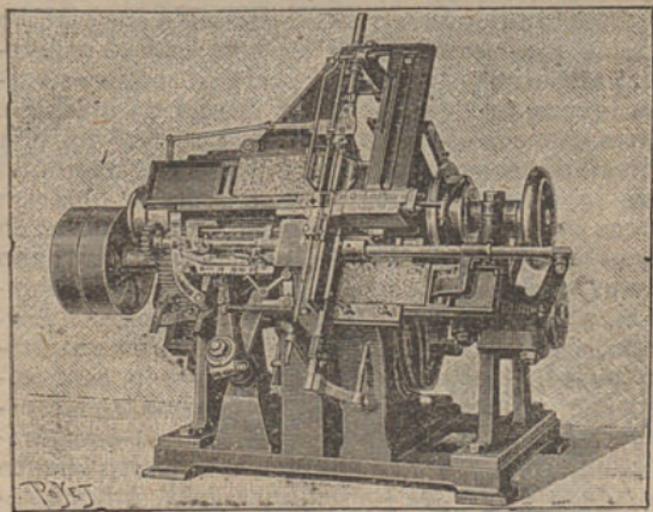


FIG 19 — Machina Desjardins

Quando as linhas da composição teem sido todas fornecidas ao aparelho as palavras acham-se unicamente separadas por pequenas bandas de cobre depassando o nivel da composição e marcando uns signaes para a localisação dos espaços, pelo machinismo; além d'isso, como certas linhas não estão cheias, como se reconhece na figura, estas separam-se, entre ellas, por meio de reguas delgadas que as mantêm. As linhas são entregues automaticamente uma a uma, ao machinismo, por meio de um braço que, de um modo intermitente obriga a materia, a entrar toda, n'uma linha. Quando a linha da composição está em face do aparelho, a regoa que a mantinha, levanta-se. Dois órgãos operam por uma combinação engenhosa: o primeiro, encontrando pequenos espaços provisórios da composição, dão o numero total dos espaços; o segundo, tenta medir o espaço vasio no fim da linha e juntal-o ao numero de espaços constituídos pelo primeiro órgão, effectuando-se uma verdadeira divisão que indica exactamente o comprimento de cada um dos espaços definitivos entre as palavras. O aparelho possui tres formatos de espaços que se conservam armazenados n'uma especie de ranhuras verticaes que, na figura, estão á direita da machina. Esses espaços são respectivamente de 18,24, e 31 millesimo de pollegada; podendo estes combinarem-se, simultaneamente, para assim se obterem novos comprimentos. Se o machinismo divisor dá como quociente da divisão, um comprimento não correspondendo a nenhuma d'essas combinações, a machina indicar-nos-ha o typo mais proximo, assim como a differença que d'esse resultado provém, no fim da linha, e pondo essa acção, no momento desejado, o distribuidor de espaços, de modo que, por meio de uma combinação, encha o espaço disponivel. O funcionamento calculado é rapido. Immediatamente, a linha recebe um movimento vertical que a arrasta ao taboleiro receptor superior, sendo, apenas leva-

do por um movimento intermitente, visto que as pequenas bandas de cobre impedem esse movimento, desde que a linha se encontra em face do distribuidor d'espacos. Este colhe, nas ranhuras verticaes, os espacos necessarios indicados pelo mecanismo calculador e colloca-os no logar das bandas de cobre. A linha assim rectificada é de-  
posta no taboleiro da esquerda, e quando todas as linhas o estejam, a composição está completa.

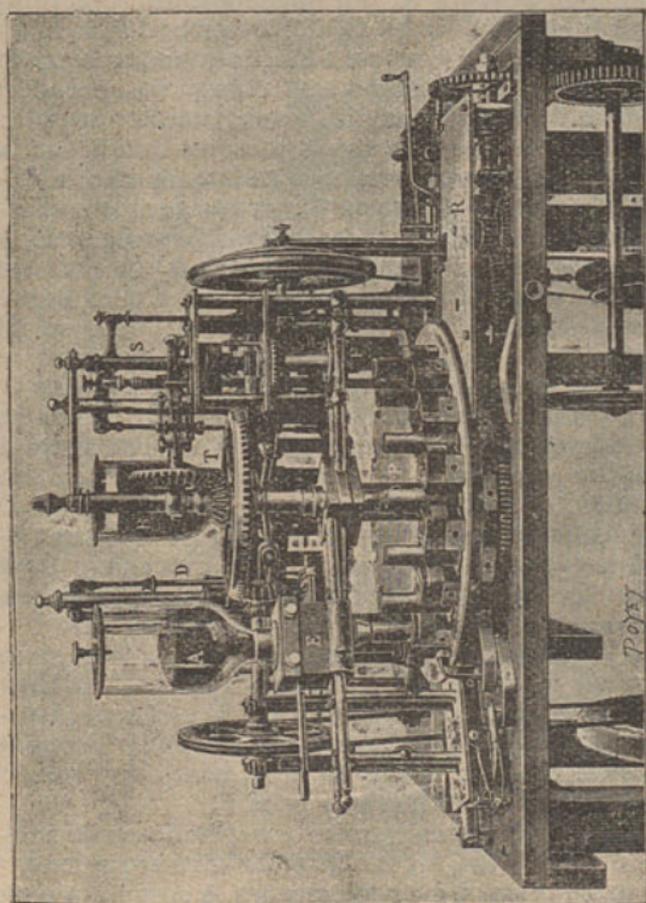


Fig. 20—Machina para fabricar cartuchos de polvora para caça

IV) *Machina para fabricar cartuchos de polvora para caça*. — O aparelho que está assente sobre a meza munida de um volante e uma correia de transmissão, consta de um prato circular P, girando em torno de um eixo central, cuja periphéria é munida de peças metallicas intervalladas por pequenos espaços, destinados a receber os cartuchos vasis, variaveis consoante os calibres.

Por meio de uma alavanca R, cada cartucho vem collocar-se, successivamente, sob um reservatorio contendo polvora A, um buchador, um reservatorio contendo chumbo B, outro buchador, e, finalmente, sob um engaste SE, continuando o prato circular, a sua rotação, até chegar ao operador, onde o cartucho já cheio, é substituido por outro vasio que se vae sujeitar ás mesmas operações. A quantidade de polvora, para cada cartucho, é doseada por meio de um parafuso que permite affastar ou approximar as paredes da cavidade E, a qual termina por duas laminas (H, L) furadas em um dos lados, e actuando cada uma d'ellas, sobre uma alavanca (H', L'), de modo tal que, se H permite o accesso da polvora, L encontra-se vedada. Quando o cartucho attinge a posição C, as duas laminas tem movimento inverso; fecha-se o reservatorio A, emquanto L abre a passagem á polvora que cabe no cartucho. Este passa em seguida, ao buchador S (fig. 21 - n.º 2); a peça D collocada na extremidade inferior de uma cremalheira exerce pressão na polvora e acama-a. Para a distribuição do chumbo adopta-se um processo analogo. Passando o cartucho pelo segundo buchador, segue-se o engaste que se faz por meio da peça F, applicada á boca do cartucho. Uma mola faz com que F adquira a pressão necessaria para esmagar o cartão. A alavanca V opera sobre a roldana T que dá movimento de rotação á haste onde está ligada a peça F.

V) *Calendario mechanico* - Servindo-se de 5 rodas e 9 alavancas, Jagot construiu um novo calendario mechanico. Uma roda motora A completa uma

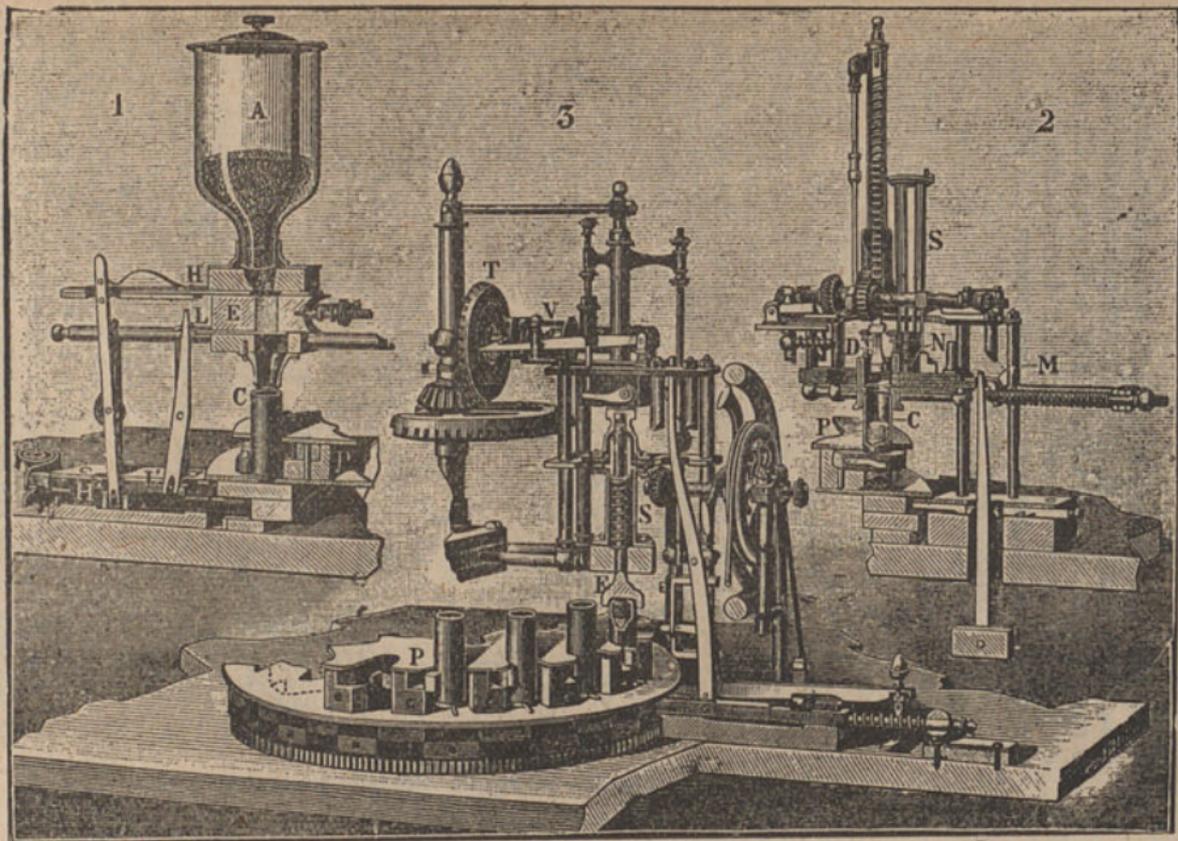


Fig. 21—Detalhes da machina de fazer cartuxcs de polvora para caça

volta em 24 horas ; esta tem, na sua circumferencia, duas saliencias, B e B', levantando esta ultima, á meia noute de cada novo dia, a lingueta C', a qual permite que a roda D de 7 dentes, avance um dente, ao mesmo tempo que retem C. Pelas

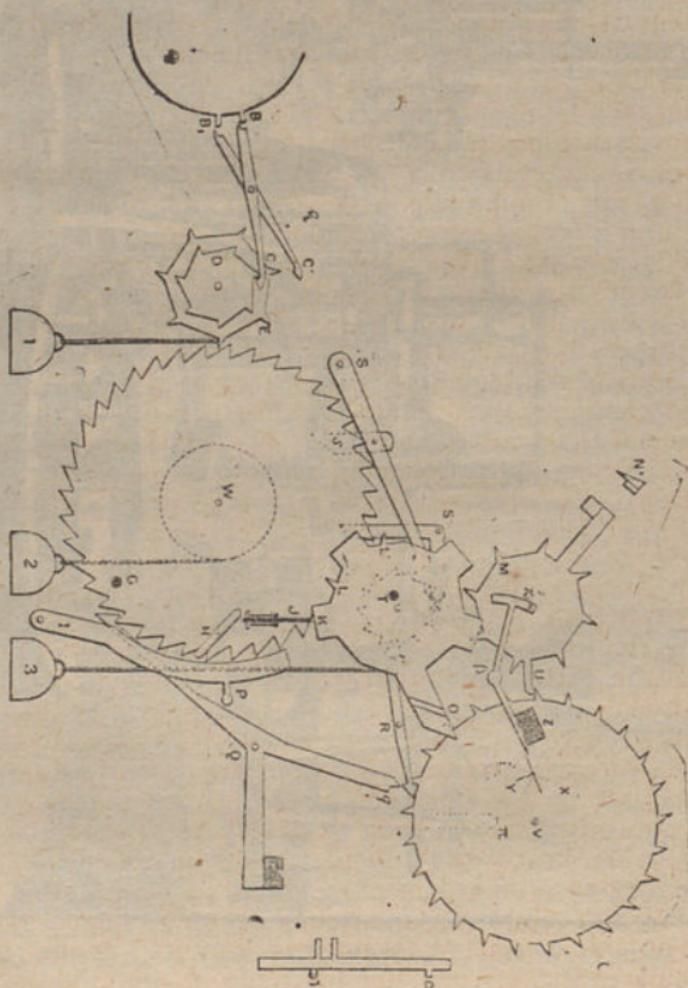


Fig. 22—Schema do calendario mechanico

duas horas da madrugada de cada dia, a lingueta C é levantada pela saliência B, suspendendo-se o movimento de C'. W é a roda dentada das datas, a qual avança um dente por cada  $\frac{1}{7}$  de avanço da roda D. A alavanca H gira em torno de um eixo, sustentando uma haste J que, no fim de cada mez, vae de encontro a uma das faces, (K) da roda que indica os mezes (T); esta roda tem doze faces desegualmente distantes do centro, consoante os dias que cada mez possui. Quando a haste J vae de encontro a uma das faces da roda T, a alavanca H actua no sector I, transmittindo-se o movimento, por meio de P, á lingueta Q, que mantém os dentes da roda W. Em R, existe outra lingueta que prende em q, a peça Q. Na roda W, existe uma cavilha G, que faz com que a roda, liberta de Q, levante a peça S', de modo que a roda indicadora dos mezes, avança  $\frac{1}{12}$ . Marcando a roda W o primeiro dia de cada mez, um dente prende R, em r, e a lingueta Q, prende, de novo a roda W. A roda M tem 8 dentes, cumprindo uma revolução completa em 4 annos, actuada pelas duas saliências L, L' da roda T. Em N, N', existe um braço com um plano inclinado que, no dia 1 de Fevereiro, de 4 em 4 annos, gira vertical á parte inferior da roda M. Em O, vemos uma face da roda T que prende a haste J, no dia 29 de Fevereiro. Em V, ha uma saliência da roda M, actuando todos os 4 annos, na roda V, de 25 dentes, que completa uma revolução em 100 annos. A alavanca zBZ tem um sector (z) de face helicoidal, mais delgada na parte superior, appoando-se sobre o eixo de M, movel de deante para traz. Na roda X, existem 4 braços collocados na parte de traz da roda V, e na roda Y, apenas tres braços. O ponto N, é fixo. A cada revolução de V, encontra-se um braço de Y, d'onde resulta um deslocamento de  $\frac{1}{4}$  de revolução para as rodas X e Y. Em Z, um contrapezo mantém o sector z, appoado no eixo da roda M, levantando, durante 3 annos seculares successivos, um braço de Y, de modo

que M, avança um dente. O braço N' não exercendo acção em T', o dia 28 de Fevereiro é-nos indicado durante tres annos seculares successivos não bissextos. No anno seguinte, a roda não apresentando braço algum, o dia 29 de Fevereiro é-nos indicado, no calendario, immediatamente depois do dia 28, e não o dia 1 de Março, como nos outros annos succede.

O pezo 1 deve ser regulado todos os 15 dias, e o pezo 2 faz com que a roda W indique o primeiro dia do novo mez. Dois volantes com pequenos tambores mantem as cordas dos pezos 1 e 3, a fim de diminuir a velocidade da sua queda.

Os ascensores mechanicos machinas de coser, apparatus industriaes, etc., são outras tantas applicações dos principios de mechanica. Abster-nos-hemos de descrever toda a serie d'esses apparatus, que nos daria margem para um grande desenvolvimento d'este assumpto, o que é contrario á indole do nosso trabalho.

## II — MOVIMENTO

Um corpo movendo-se, descreve uma linha que se denomina *trajectoria*. Se a *trajectoria* de um corpo fôr uma linha recta, o movimento diz-se *rectilíneo*; se fôr uma linha curva, *curvilíneo*; Um individuo caminhando por uma estrada direita, está animado de movimento rectilíneo. Os ponteiros de um relógio movendo se em torno do mostrador tem movimento curvilíneo.

Suppunhamos que um individuo n'uma estrada caminha n'uma hora, 5 kilometros; em duas horas, 10 kilometros; em tres horas, 15 kilometros, etc. Este movimento diz se *uniforme*, porque, no fim do mesmo tempo o individuo caminhou espaços perfeitamente eguaes. Ao espaço constante que esse individuo caminha, no mesmo tempo, denomina-se *velocidade*.

Mas se esse individuo caminhar n'uma hora, 5 kilometros, na segundas apenas 4 kilometros, na

terceira, 3,5 kilometros, etc., o seu movimento diz-se *variado*, visto que no mesmo tempo caminhou o individuo, espaços diversos.

Como a sua velocidade foi successivamente diminuindo o seu movimento diz-se *retardado*.

Se, porém, caminhasse na primeira hora, 3,5 kilometros, na segunda 4 kilometros, na terceira 5 kilometros, etc., o seu movimento denominar-se-hia *acelerado*, visto que a sua velocidade augmentava successivamente.

Como vemos, n'este movimento, a velocidade não é constante. Se, porém, a julgarmos invariavel n'um dado momento, esse movimento passaria a ser uniforme. A velocidade, no momento considerado, como que se o corpo estivesse animado de movimento uniforme, seria a velocidade do movimento *variado*.

Dizendo que a velocidade de um individuo é de 5 kilometros, quando animado de movimento variado, não quer dizer que esta seja sempre de 5 kilometros, mas sim que, no momento considerado, a sua velocidade era igual a essa quantidade,

*Velocidade*, no movimento variado, é, pois, o espaço percorrido por um corpo animado d'esse movimento, durante uma unidade de tempo. suppondo que a partir d'esse momento, o corpo modificaria o seu movimento, passando a ter movimento uniforme.

Quanto a velocidade de um movel augmenta ou diminue de espaços eguaes em tempos eguaes, o movimento diz-se *uniformemente variado*. E *uniformemente acelerado* no primeiro caso, e *uniformemente retardado*, no segundo.

N'este movimento, a velocidade toma o nome de *accleração*.

*Acceleração* é, pois, o accrescimo ou diminuição constante da velocidade no mesmo espaço de tempo.

Temos supposto até aqui, o corpo rodizado a um ponto material, isto é, a um ponto onde se encontra toda a sua materia. Se considerarmos, o

movimento de todo o corpo, podemos ainda admittir mais especies de movimento.

Assim, o movimento diz-se de *translação*, quando todos os pontos do corpo descrevem ao mesmo tempo, espaços eguaes e parallelos. Temos, como exemplo, o movimento da Terra em torno do Sol.

Este movimento pode tambem ser *rectilíneo* ou *curvilíneo* consoante a trajetoria, e *variado* ou *uniforme*, consoante a sua velocidade é egual ou diversa, para todos os pontos do corpo, durante a mesma unidade de tempo.

O movimento diz-se de *rotação*, se todos os pontos de um corpo descrevem circulos em torno de um ponto fixo (eixo).

O movimento da terra em torno de si mesmo, é um movimento de *rotação*.

Os pontos mais affastados do eixo descreverão, ao mesmo tempo arcos maiores; por conseguinte, a velocidade, n'este movimento, não é identica para todos os pontos do corpo.

Se, n'um corpo animado de rotação e translação, o seu eixo fôr parallelo á direcção da translação, o movimento diz-se *helicoidal*. O movimento de um parafuso dentro da sua porca, é um movimento *helicoidal*.

O movimento de oscillação de que as moleculas de um corpo são animadas quando desviadas da sua posição primitiva, em virtude de sua elasticidade, diz-se *movimento vibratorio*. É o movimento das cordas de uma guitarra ou violino, um *movimento vibratorio*. As oscillações, denominam-se *vibrações*.

*Amplitude* de uma vibração é o desvio que o corpo experimenta, para um e outro lado de sua posição de equilibrio, quando qualquer causa o perturbe. A maneira que a amplitude diminue, o corpo tende a voltar, de novo, ao equilibrio natural.

O movimento do pendulo de um relógio é, tambem um movimento de *oscillação*.

O pendulo simples é um fio suspenso superi-

ormente, tendo na parte inferior um ponto pesado. Se o fizermos oscillar, o pendulo desviar-se-ha de sua posição normal, até attingir o ponto

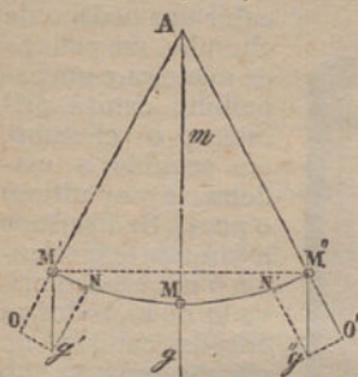


Fig. 23 — Pendulo simples

um facto identico que o obriga a voltar, de novo, até M e em seguida a M'.

Os movimentos de M' a M'' e de M'' a M' são as *oscillações* do pendulo, e o arco M' M M'', a *amplitude* d'essa oscillação.

Nos relógios utilizamo-nos do pendulo composto, que se suppõe ser um agregado de pendulos simples, de diversos comprimentos, que oscillariam em tempo diverso, se não estivessem ligados — O pendulo de um relógio suspende-se por uma pequena lamina flexivel H ligada por uma alavanca H oo' á peça NN' em forma de ancora. As extremidades d'esta peça entram alternadamente nos dentes da roda R (roda de escape) movida por uma mola — Se o pendulo estiver em equilibrio, um dos dentes da roda, encosta a uma das extremidades, d'essa peça, e não ha movimento; se, porém, o pendulo oscillar, a roda gira, mas deixando-se uma extremidade da peça, a roda prende, para girar, de novo, na oscillação seguinte, etc. Por cada oscillação, a roda, pois, avança um dente a qual transmite movimento aos ponteiros do relógio.

M' — Ahí, é submettido á acção de duas forças uma na direcção M' O (prolongamento do fio), e outra na direcção M'g, da gravidade—O resultante d'estas forças obriga o pendulo a tomar a direcção M'M; e em virtude da inercia, o corpo continua em movimento além de M, até M'', onde succede

*Queda dos corpos*, os corpos abandonados a si mesmo, cahem no espaço, os mais leves, em ultimo lugar. Se de uma certa altura, deixamos

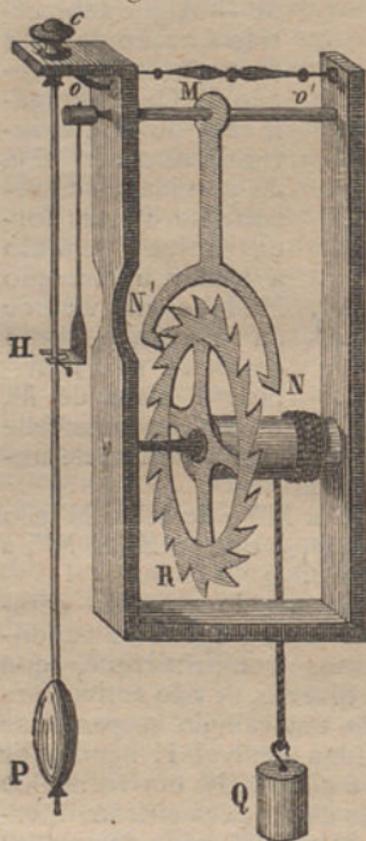


Fig. 24 -- Pendulo composto

cahir um pedaço de chumbo, um pedaço de madeira, e um papelinho cahirá primeiro, o chumbo, em seguida a madeira, e por ultimo o papel. Se fizermos a mesma experiencia n'um espaço privado de ar, todos os corpos cahirão ao mesmo tempo.

D'aqui derivamos uma lei, conhecida, vulgarmente pela lei da queda dos corpos:

*Todos os corpos cahem no vacuo, com egual velocidade.*

Newton demonstrou o facto, collocando, a um tubo de 2 metros de comprimento uma barba de baleia, pedaços de chumbo, madeira e papel. Extrahindo o ar do tubo, virou-o rapidamente e notou

que todos esses corpos chegavam no mesmo instante ao outro extremo do tubo.

### CAPITULO III

## Dos diversos estados da materia

Os corpos na natureza, apresentam tres estados de aggregação diversos:

1.º *Estado solido*.—E' o estado ordinario das madeiras, mineraes, metaes, etc. E' caracterisado pela forma propria que os corpos apresentam, sendo necessario empregar um certo esforço para separar as suas partes.

2.º *Estado liquido*.—E' o estado normal da agua, do azeite, do alcool, etc. E' caracterisado pela extrema mobilidade das moleculas do corpo, podendo este tomar a forma dos vasos onde fôr contido.

3.º *Estado gazoço*.—E' o estado ordinario do ar, do chloro, do azote, etc. E' caracterisado pela extrema mobilidade entre as moleculas do corpo, superior á dos liquidos, e pela sua granda expansibilidade.

Aos liquidos e gazes, denomina-se, egualmente, *fluidos*.

Nos solidos, a força de cohesão é superior á força repulsiva do calor; nos liquidos essas forças equilibram-se; nos gazes, esta é superior áquella.

### I—SOLIDOS

Estudadas as propriedades geraes dos corpos, indiquemos, agora, as propriedades particulares

de cada um dos tres estados de aggregação dos corpos.

As propriedades particulares dos solidos, são: a *elasticidade*, *dureza*, *fragilidade*, *ductilidade*, *maleabilidade* e *tenacidade*.

Prendendo uma barra por um dos extremos, e carregando-a com pesos, pelo outro, a barra alonga-se; attingido certo limite, e cessando o esforço, a barra readquire o volume primitivo. A esse esforço, denomina-se *tracção*, e á propriedade da barra adquirir o volume primitivo, *elasticidade de tracção*.

Prendendo uma barra por um dos extremos e obrigando-a a curvar, produz-se uma *flexão*, manifestando o corpo, a *elasticidade de flexão*, apenas cesse esse esforço. Torcendo uma barra, passando algum tempo, destorce-se voltando á posição primitiva. A esta especie de elasticidade, denomina-se *elasticidade de torsão*.

Existe ainda, a *elasticidade de compressão*, propriedade geral dos corpos, a que já nos referimos.

Ha, portanto, nos solidos, a elasticidade de *tracção*, de *flexão*, de *torsão* e de *compressão*.

Esta propriedade particular dos solidos é utilizada em varios objectos de uso trivial.

A *elasticidade de compressão* da crina, lã, penas, etc., é utilizada para encher colchões, travesseiros, estofos, etc.

A *elasticidade de flexão* do aço serve de regulador nos relógios e outras machinas.

Nos relógios, uma lamina de aço muito enrolada (mola) tende, pela sua elasticidade a desenrolar-se, communicando movimento graduado por meio de rodas dentadas e regulado pelo pendulo nos relógios de parede ou pelo *cabello* (mola d'aço muito delgada nos relógios de algibeira) ás outras peças do mechanismo.

As molas elasticas das carruagens, servindo para amortecer os choques são outra applicação da elasticidade dos solidos.

Nos *dynamometros*, utilizamo-nos, igualmente,

como vimos, da elasticidade das molas, para medir os esforços de tracção.

*Dureza.*—Se tomarmos diferentes corpos, e os riscarmos com a unha, em seguida, com um pedaço de calcareo, um fragmento de quartzo, e finalmente com a lamina de uma faca, veremos que uns oppõem mais resistencia do que outros a serem riscados.

A essa propriedade dos corpos solidos denomina-se *dureza*.

A dureza dos corpos é relativa. Um corpo, em relação a outro, pode ser mais molle ou mais duro. O corpo mais duro que se conhece é o *diamante*, que risca todos os outros e não é riscado por nenhum.

O ouro, e a prata são, em geral, molles, devendo, para os tornar *duros*, combinal-os com outros corpos mais duros. E' o que se pratica na fabricação das moedas e *bijouterias*.

Os corpos duros apresentam muitas vezes a propriedade de serem *frageis*.

*Fragilidade.*—Se deixarmos cair um copo de vidro no chão, este reduz-se immediatamente a fragmentos. O mesmo succederá com um pedaço de barro, mas outro tanto não succederá com uma pedra ou um pedaço de papel. A' propriedade que tem os corpos solidos de se reduzirem a pequenos fragmentos, mediante um esforço infinitamente pequeno, denomina-se *fragilidade*.

Um dos corpos mais frageis é o *vidro* ou a *louça*.

Em geral, todo o corpo duro é fragil e vice-versa.

O vidro é, igualmente duro e fragil. A cré e o barro, embora molles, são, no emtanto, frageis. A pederneira, embora dura, não é, no emtanto, fragil. As excepções á regra são, porém, raras.

Para augmentar a dureza e fragilidade dos solidos, os industriaes recorrem ao *recozimento* e á *tempera*.

*Recozer* um corpo, é aquecel-o e resfrial-o lentamente.

O vidro, o aço, o ferro fundido, etc., augmentam a sua dureza e fragilidade, por meio d'esta operação.

*Temperar* um corpo consiste em aquecel-o e resfriá-o bruscamente.

Fundindo um pedaço de vidro, e deitando-o, em seguida, bruscamente na agua fria, a parte exterior solidifica, occupando a massa interna, um volume maior do que aquelle que occuparia se o resfriamento fosse mais lento, d'onde resulta um equilibrio forçado entre as moleculas, o qual cessará, desde que se parta o envolvero externo. A essas gottas de vidro temperado, dá-se o nome de *lagrimas boctaricas*. Se dermos uma forte pancada na parte mais grossa da lagrima, esta não parte; se, porém da pancada resultar que um ponto qualquer da massa interna fique a descoberto, a lagrima redusir-se-ha a pó, sendo o phenomeno acompanhado de uma pequena explosão.

*Ductilidade e Malleabilidade.* Alguns corpos, como a cêra, o barro, etc., deformam-se facilmente com qualquer pequeno esforço, sendo, por conseguinte, facil, fazerem-se moldes d'estas substancias para que, por meio d'estes, possamos obter qualquer desenho ou figura que pretendamos.

Outros corpos, porém, necessitam de maior esforço para o mesmo fim, o que succede, por exemplo, com os metaes, quando pretendemos reduzir-os a fios, por meio da *fieira*, ou a laminas por meio do *laminador*. Finalmente, outros ha que exigem elevação de temperatura para se deformarem como succede, por exemplo, com o vidro e a *rezina*.

A' propriedade que os solidos teem de tomar formas diversas quando sujeitos a esforços de pressão ou tracção, denomina-se *ductilidade*.

Esta denominação generica abrange duas outras propriedades que são, igualmente inherentes aos solidos; a *ductilidade* propriamente dita e a *malleabilidade*.

Devemos entender pela primeira, a propriedade de alguns solidos se poderem reduzir a fios, pela acção da *feira*. Devemos entender pela segunda, a propriedade de alguns solidos se poderem reduzir a laminas, pela acção do laminador.

A *feira* consiste n'uma lamina grossa de ferro crivada de orificios de diversa grandeza. Para se poder reduzir a fio, qualquer solido que gose d'essa propriedade, o ferro, ou o cobre, por exemplo, começa-se por introduzir o corpo no orificio mais largo, e depois, successivamente, até ao menor, adquirindo, d'esta forma, o fio, o diametro que se lhe pretende dar.

O *laminador* consta de dois cylindros girando em sentido contrario, e cuja distancia é variavel, consoante a espessura que se pretende dar á lamina.

*Tenacidade.* Se reduzirmos varios corpos a fios, os prendermos por uma das extremidades, e os carregarmos com peso, pela outra, veremos que uns quebram com os pesos que supportam, enquanto outros resistem á tracção.

A essa propriedade dos solidos, denomina-se *tenacidade*. O corpo mais tenaz é o que supportar maior peso. Os metaes mais tenazes são, por ordem decrescente: o ferro, cobre, platina, prata, ouro, estanho, zinco e chumbo.

A elevação de temperatura diminue a tenacidade.

*Choque dos corpos.* Dois corpos solidos encontrando-se, dão origem a um choque, e tanto maior, quanto maior fôr a fôrça que os impellir um para o outro. Suspendendo por um fio, uma esphera metalica pesada, tendo outro fio, na parte inferior e puchando rapidamente por este ultimo, veremos que este quebrar-se-ha, ficando no entanto, a esphera suspensa pelo fio superior. Se, porém, pucharmos lentamente o fio inferior, o movimento transmite-se ao fio superior, sendo este então que se quebra, fazendo cahir a esphera, visto que tem de supportar além do esforço que empregámos, o peso total da esphera.

Outra experiencia demonstra-nos o mesmo facto. Se collocarmos n'uma mesa uma serie de moedas de vintem unidas entre si, e arremessarmos outra moeda igual, contra as outras, o choque transmittir-se-ha a todas ellas, movendo-se unicamente a ultima. Se, porém, o choque fôr brando, mover-se-hão todas as moedas igualmente.

Por motivo identico é que podemos com um tiro de revolver, abrir um furo circular n'um vidro, o qual dá passagem á bala. Se, porém, o choque fôr menos rapido, a bala despedaçará por completo o vidro.

Se os corpos solidos forem elasticos, estes comprimir-se-hão no momento em que o choque se der, adquirindo immediatamente o seu volume, cessando a força, mas obrigando-os no emtanto, a desviarem-se do sentido em que se moviam. Uma bola de bilhar encontrando outra em repouso, transmite-lhe o movimento, modificando-lhe o seu estado de repouso.

No choque dos corpos elasticos observamos.

1.º Se um dos corpos está parado, e este receber movimento de outro, o corpo que transmittiu movimento, ficará em repouso e vice-versa.

2.º Se ambos os corpos se movem, chocando-se trocam entre si os movimentos.

## II — LIQUIDOS

Como dissemos os liquidos tomam a forma dos vasos em que estão contidos. Enchendo de agua um vaso de vidro estreito, esta tomará a forma do frasco. Se o transvasarmos para outro frasco, mais largo, o liquido tomará a forma d'este segundo frasco, occupando, no emtanto, maior volume do que no primeiro, devido á largura do frasco ser maior.

A quantidade de agua contida no segundo frasco, não é rigorosamente igual á que continha o primeiro, devido a que algumas gottas de liquido ficaram adherentes ás paredes. A esta proprieda-

de dos liquidos, denomina-se *viscosidade*. O alcohol e o ether são pouco viscosos. O acido sulphurico e os oleos gordos são muito viscosos.

Da mesma forma que os solidos, os liquidos teem *compressibilidade* e *elasticidade*. Considerando os liquidos como perfeitamente elasticos, dotados de grande mobilidade entre as suas moleculas e subtrahidos á acção da gravidade, Pascal demonstrou que, se exercermos uma pressão, n'um ponto qualquer da sua massa, esta transmittir-se-ha, em todos os sentidos com igual intensidade. Se, n'uma esphera ôca, crivada de orificios de igual grandeza, exercermos uma pressão n'um d'esses orificios, o liquido sahirá com igual força por todos elles.

Este principio denomina-se *principio de egualdade de pressão*.

Como consequencia d'este principio, reconhece-se que, para que um liquido esteja em equilibrio, é necessario que cada molecula do liquido seja igualmente premida em todos os sentidos. Como a superficie livre de um liquido em equilibrio deverá ser, sempre, em cada ponto, perpendicular á direcção da gravidade, a superficie dos liquidos, é sempre plana e horisontal. Nas grandes extensões, como nos mares e oceanos, essa superficie toma, porém, a forma curva, devido á fórma da Terra.

A' superficie dos mares denomina-se *nivel*. Este nivel é variavel, devido, não só á acção da gravidade, como tambem, á força centrifuga e á attracção das montanhas do sole da lua. Como superficie real do nivel dos mares, deverá tomar-se a superficie media entre a do *preamar* e a do *baixamar*. Em virtude do principio de egualdade de pressão, reconheceu-se a existencia de tres especies de pressões: *pressão vertical de cima para baixo*, *pressão vertical de baixo para cima* e *pressão lateral sobre as paredes dos vasos*.

*Pressão vertical de cima para baixo*. Se n'um tubo recurvado em angulo recto contendo mercurio, adaptarmos a um dos seus ramos, succes-

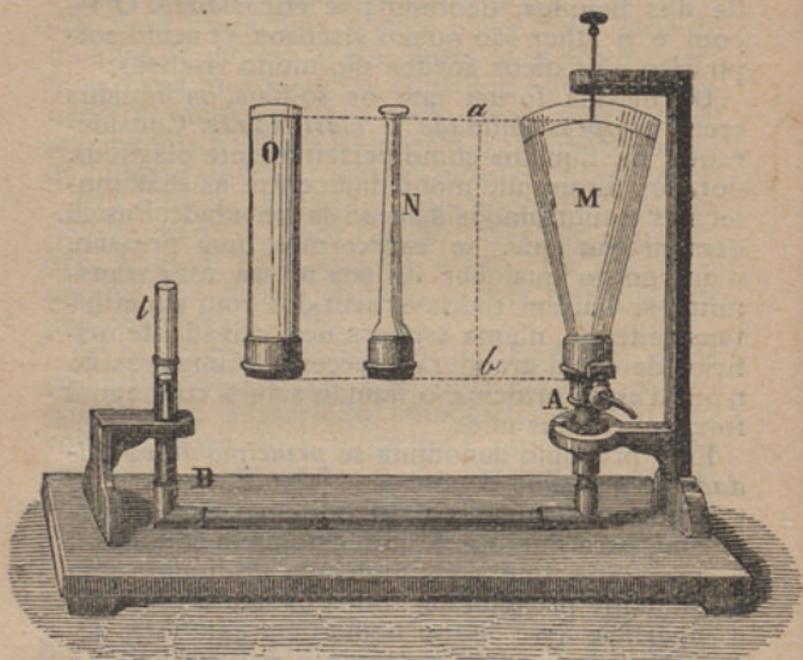


Fig. 26 — Demonstração da existencia da pressão vertical de cima para baixo

sivamente, varios vasos de vidro de diversa forma, mas cujo fundo ôco, seja sempre igual em todos elles, e deitarmos agua á mesma altura *ab*, ver-se-ha que o mercurio subirá no tubo *t*, do outro ramo do tubo, sempre á mesma altura, o que denota que a pressão que a agua exerce sobre o mercurio existente no fundo dos vasos, é sempre a mesma, independentemente da forma dos vasos, comtanto que estes tenham a mesma base, e o nivel do liquido seja igual em todos elles.

D'aqui concluímos que nos vasos de bocca larga, a pressão sobre a base d'esse vaso, é menor que o peso do liquido n'elle contido; nos vasos de bocca estreita, essa pressão é menor do que o peso do liquido, e finalmente, nos vasos rectos,

a pressão é igual ao peso de todo o liquido. Por esse motivo é que deitando agua n'um tubo estreito de dez metros, introduzido n'uma pipa cheia de agua, o tubo rebenta, por ter de supportar uma pressão superior á do peso do liquido.

A pressão vertical de cima para baixo é, pois, igual ao peso de uma columna liquida cuja base é a superficie premida, e cuja altura é igual á distancia d'esse ponto até á superficie livre do liquido.

*Pressão vertical de baixo para cima.* Se tomarmos um vidro de candeeiro cylindrico munido de um obturador, n'um dos extremos, sustentado por um fio delgado e introduzirmos o vidro assim preparado, n'um vaso cheio de agua, segurando-se o fio com uma das mãos, para que o obturador não caia, observar-se-ha que o disco não cae, se o largarmos, devido á pressão do liquido de baixo para cima. Deitando agua dentro do vidro até o nivel de passar um pouco, o nivel do liquido, no vaso externo, o obturador desprender-se-ha do fundo do vidro, visto que a pressão de cima para baixo equilibra a pressão de baixo para cima; d'onde concluímos, que as duas pressões verticaes que os liquidos exercem sobre os vasos são perfeitamente eguaes.

*Pressão vertical.* Um tubo *C* é movel em torno de um eixo vertical e atravessado por um ou mais tubos horisontaes *AB*, recurvados em sentido opposto, nas extremidades. O liquido é lançado pela torneira do reservatorio *E*, e vae exercer pressões eguaes, em todos os sentidos, no tubo *C*, as quaes se equilibram, emquanto os orificios *a*, *b*, se acharem vedados, porém, abrindo estes, o liquido sahe, exercendo-se pressão, em sentido opposto, em *a* e *b*, dando origem a um binario que provoca o movimento de rotação do tubo, em torno do eixo e em sentido inverso ao do esgoto.

Este aparelho, conhecido pelo *torniquete hydraulico*, demonstra-nos a existencia da pressão lateral nos liquidos. Essa pressão é igual a um

cylindro liquido cuja base é igual á superficie  
 premida, e cuja altura é igual a distancia do cen-

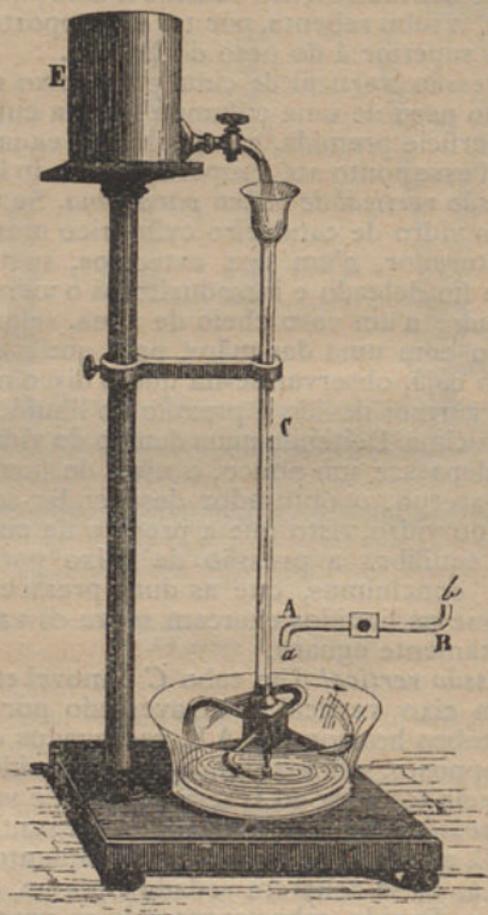


Fig. 27 — Torniquete hydraulico

tro de gravidade d'essa superficie, ao nivel livre  
 do liquido.

Temos considerado, até aqui, um unico liquido  
 contido n'um só vaso. Consideremos agora, va-  
 rios liquidos n'um vaso, varios liquidos em vasos

communicantes, e um só liquido, em vasos communicantes.

1. Introduzindo n'um frasco qualquer, oleo de naphtha, alcool corado, uma solução aquosa saturada de carbonato do potassio e mercurio, agitando, em seguida, o frasco, e deixando repousar o conteúdo, veremos que cada um dos liquidos separar-se-ha, collocando-se segundo a ordem da sua densidade, o mais denso na parte inferior, e, por consequente, o menos denso na parte superior.

*Densidade* de um corpo, é a relação entre o seu peso e igual volume d'agua a 4º, (temperatura em que a agua adquire o maximo da sua densidade)

2. N'um tubo em U, lancemos mercurio. Notar-se-ha que este se eleva á mesma altura, nos dois ramos. Se deitarmos agua, n'um d'elles, o mercurio elevar-se-ha no ramo opposto. Medindo a altura dos dois liquidos além da superficie de separação, veremos que estas estão na razão inversa das suas densidades.

3. Adaptemos um tubo de cautchouc a um funil, e no outro extremo do tubo, um tubo recto de vidro. Seguremos o funil com uma das mãos, e o tubo com a outra e lancemos agua no funil. Notaremos que a agua se eleva, tanto no tubo, como no funil, á mesma altura. Se collocarmos o nivel do funil, superior ao do tubo, a agua sahe, pelo extremo d'este, repuxando, até attingir uma altura igual á do nivel do funil.

E' este, o principio applicado, nos repuxos dos jardins. A agua sahindo de um reservatorio elevado, e sahindo pela abertura do repuxo, tende a elevar-se ao mesmo nivel d'aquelle.

Os poços *artezianos*, são fundados nos mesmos principios. A agua das chuvas *neves*, etc. infiltram-se através dos terrenos permeaveis até encontrarem um terreno impermeavel, correndo, então, ao largo d'essa camada. Abrindo poços até estabelecer communicação entre essa camada e a superficie da terra, a agua tendendo a ter o mesmo nivel, eleva-se até esse ponto, em fórma de

repuxo. Estas aguas são, em geral, quentes, e tanto mais quanto maior fôr a sua profundidade. Em Grenelle, ha um poço artesiano com 548 metros de profundidade fornecendo 2:400 litros de agua por minuto tendo essa agua, a temperatura de 27°.

Os poços artesianos são *fontes artificiaes*, por serem feitas pela mão do homem, em opposição ás *fontes naturaes*.

As *fontes naturaes* podem ser *permanentes*, *variaveis*, *temporarias* e *intermittentes*.

As fontes são *permanentes*, se dão sempre a mesma quantidade de agua, *variaveis* em caso contrario. São *temporarias*, se apenas fornecem agua, n'uma dada epoca do anno, *intermittentes*, se fornecem mais agua n'um dado periodo do que n'outro, sem epoca determinada.

Nos gabinetes de physica, a theoria das fontes intermittentes explica-se, pelo vaso de *Tantalo*.

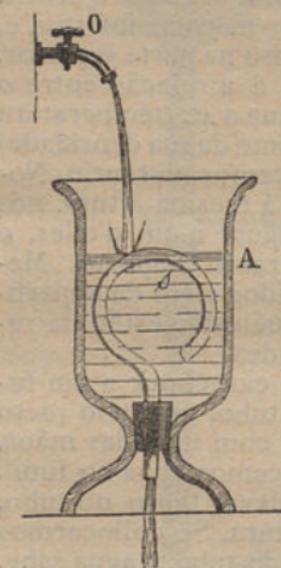


Fig. 28 — Vaso de Tantaló

Um vaso *A* contém um syphão *S*, no qual um dos ramos é aberto no fundo do vaso, e o outro atravessa o fundo. Collocando o apparelho de baixo de um esgoto continuo, a agua começa a sahir do vaso, apenas attingir a parte superior do syphão, continuando o esgoto até despejar o vaso. Se este receber uma porção de agua, da que o syphão esgota, obtemos uma fonte intermittente, visto ser necessario e ncher denovo o vaso, até á parte superior do syphão, para que o esgoto recomece.

Um syphão é, como vimos, um tubo recurvado,

servindo para esgotar o liquido de um vaso. Em geral, os dois vacuos são deseguaes, mergulhando um d'elles no liquido, e servindo o outro para aspirar, com a bocca, esse liquido.

Para que se produza o esgoto, é necessario que o extremo do vacuo fóra do liquido esteja mais

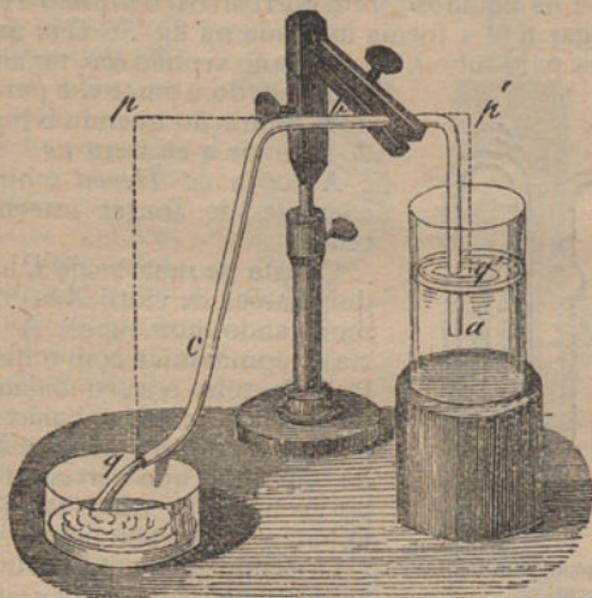


Fig. 29. — Syphão ordinario

baixo que o nivel do liquido. Em  $q$  ha uma força que se oppõe ao esgoto. E' a pressão do ar, menos a columna liquida  $q' p'$ . Em  $q'$ , outra pressão, opposta á primeira, obriga o liquido a sahir. E' a pressão do ar, menos a columna liquida  $q' p'$ . A differença entre a pressão do ar e a das duas columnas liquidas, sendo maior em  $a$ , obriga o liquido a sahir pelo syphão, produzindo o esgoto.

O syphão pode ser cheio de dois modos :

1.º *Directamente*, isto é, invertendo-o, deitan

do-lhe liquido, tapando os dois extremos com o dedo, e, finalmente, voltando-o, com o cuidado de destapar um dos extremos, quando este já se achar dentro do liquido.

2.º *Indirectamente*, por aspiração, isto é, mergulhar um dos extremos no liquido, e aspiral-o, pelo outro.

Se os liquidos forem corrosivos, o syphão a empregar tem a forma indicada na fig. 30. O ar aspira-se pelo tubo *t*, adaptado ao syphão *cbo*, tapando com o dedo a parte *c*, e parando a aspiração quando o liquido attingir a esphera *t*.

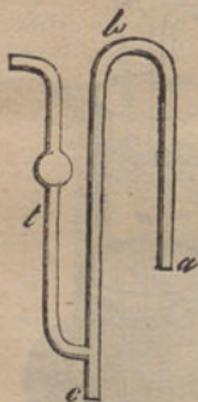


Fig. 30 — Modelo de syphão para liquidos corrosivos.

A fonte de *Héron* é outro exemplo de fontes intermitentes.

Consta de uma bacia *C* e de dois balões de vidro *AB*, comunicando por tubos. A bacia *C* communica com o balão *B*, pelo tubo *o t'*, o balão *B* communica com o balão *A*, por meio do tubo *t*. Existe ainda um tubo que partedo fundo do balão *B*, até á bacia *C*. O balão *A*. contém agua.

Deitando agua em *C*, esta no balão *B*, pelo tubo *o t'*, comprime o ar, n'elle existente, o qual actua no tubo *t*, e faz repuxar a agua existente em *A*. Esta, por sua vez, cáe na bacia *C*, desce para o balão *B*, e assim successivamente obtendo-se d'esta forma um repucho intermitente, emquanto existir agua em *A*.

Por meio do vaso de *Mariotte*, podemos obter um esgoto constante.

Consta de um frasco, cujo gargalo tem uma rolha atravessada pelo tubo *t*. O frasco tem tres orificios, *a*, *b*, *c*, a diversas alturas, os quaes se podem vedar.

Enchendo frasco e destapando o orificio *c*, o

liquido esgota-se com uma pressão igual ao peso da columna liquida de altura igual á differença de nivel entre *t* e *c*. A velocidade do esgoto diminue á maneira que o liquido baixa até *o*, tornando-se nulla quando este attingir *u*, nivel do orificio *c*.

Os aparelhos destinados a elevar a agua, ou qualquer outro liquido, a certa altura, são as *bombas*.

Estas podem ser *aspirantes*, *prementes*, ou *aspirantes prementes*.

As bombas de primeira especie constam de um cylindro, denominado *corpo de bomba*, na qual se move um embolo, contendo uma valvula que se abre de baixo para cima. Na extremidade do cylindro ha um canal de aspiração, contendo egualmente outra valvula, abrindo-se no mesmo sentido, communicando o corpo de bomba com o reservatorio contendo agua.

Levantando-se o embolo, abre-se a valvula do cylindro, e o liquido penetra no corpo de bomba;

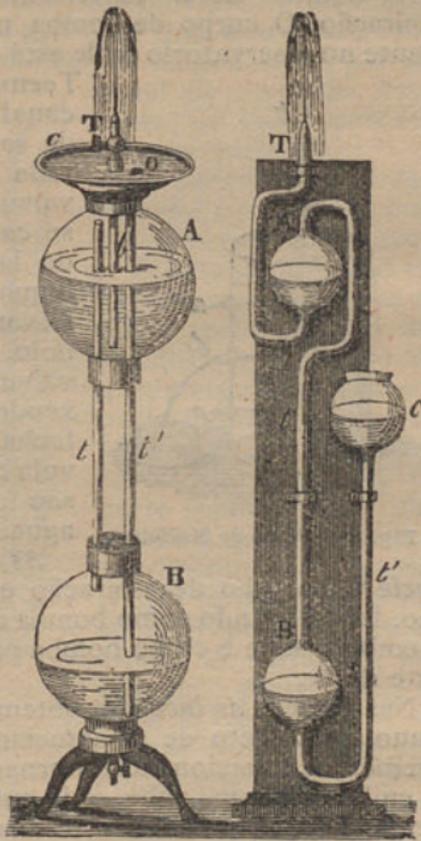


Fig. 31 — Fonte de Heron

descendo o embolo, fecha-se esta valvula, abre-se a do embolo, e o liquido passa para a parte superior do embolo, descarregando-se para um tubo lateral.

As bombas de 2.<sup>a</sup> especie não teem canal de aspiração. O corpo de bomba mergulha directamente no reservatorio onde está contido o liquido.

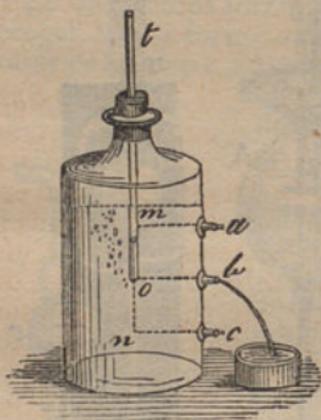


Fig. 32 — Vaso de Mariotte

Teem, no emtanto, um canal de *ascensão*, que dá sahida á agua aspirada por meio de uma valvula, existindo n'esse canal, que se abre, do lado do corpo de bomba para o do tubo. Levantando-se o embolo, entra a agua pela valvula inferior; baixando o embolo, esta fecha, abrindo-se a valvula do canal de *ascensão* que dá sahida á agua.

As bombas de 3.<sup>a</sup> especie teem tubo de aspiração e canal de *ascensão*, funccionando como bomba aspirante, quando o embolo sóbe e como bomba premente, quando este desce.

Nas *bombas de incendio* obtemos um jacto continuo, pelo facto de se associarem duas bombas prementes, funccionando alternadamente. Quando o embolo de uma sóbe, o da outra desce, e vice-versa. Os dois embolos dos dois corpos de bomba ligam-se a uma grande alavanca de ferro que a mão do homem faz girar de um para outro lado, dando, assim, movimento dos dois embolos. A agua sáe por meio de uma mangueira.

Nas *bombas centrifugas* não existem embolos nem valvulas. Constam, geralmente, de uma caixa, dentro da qual gira, com rapido movimento de rotação, uma ventoinha composta de uma série

de pás curvas, umas chegando ao centro do eixo, outras não. A agua vem, por meio de um tubo, de um reservatorio, entra para a caixa por meio de aberturas centraes, e, em resultado da força centrifuga desenvolvida pelo movimento da ventoinha, é obrigada a girar por toda a circumferencia da caixa, e injectada, por meio das pás, por um canal de ascensão, existente do lado contrario do reservatorio.

O *parafuso de Archimedes* é, igualmente, uma machina para elevar agua.

Consta de um tubo em espiral, enrolado n'um eixo, á semelhança de um parafuso e inclinado de 45.º, mergulhando, na sua parte inferior, dentro de agua existente n'um reservatorio, e tendo, na parte superior, uma manivella á qual se imprime movimento de rotação. D'esta forma, a agua vae subindo pelas voltas da espiral do parafuso, até attingir a parte superior, onde se exgota.

Para tirar a agua dos poços, é trivial utilizar-se de baldes. Afim de obstar á força muscular do homem, de baixo para cima, e desviar o balde, das paredes do poço, de modo a impedir o attricto, é conveniente fazer passar a corda, presa ao balde, por

uma roldana, fixa á parte superior do poço. Empregam-se, em geral, dois baldes, um a cada

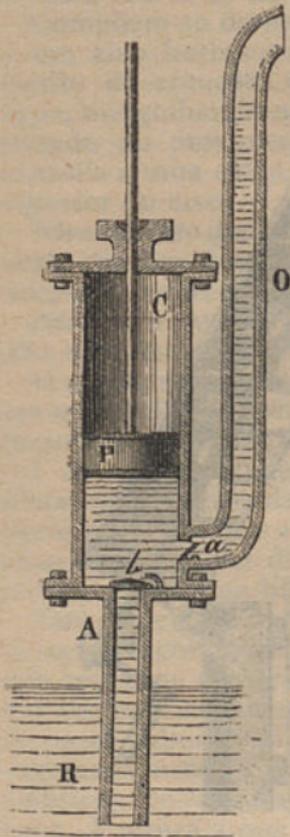
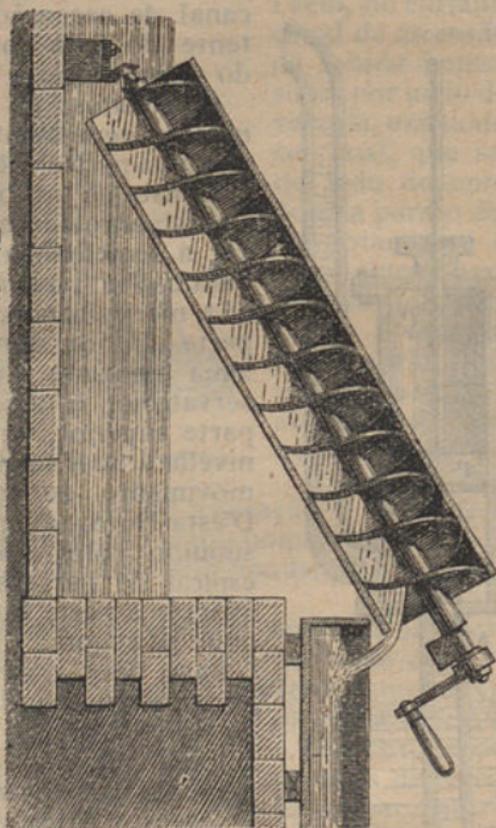


Fig. 33 — Bomba aspirante-premente

extremo da corda, compensando-se, assim, os seus pesos, e havendo, unicamente, a vencer, o peso da agua e o attricto da corda, podendo-se, tambem, por este meio, tirar, do poço, maior porção de agua, em egual tempo.

Fig. 34.—Parafuso de Archimedes



As *cegonhas*, utilizadas para o mesmo fim, compõem-se de uma grande vara, atravessada por um eixo em torno do qual gira, tendo em uma das suas extremidades, uma pedra e prendendo-se a

corda do balde ao outro extremo. Um homem puchando pela corda, faz girar a alavanca, descendo o balde, que se enche de agua, e elevando-se a pedra. O balde cheio, o homem larga a corda, e o peso da pedra é sufficiente para fazer girar a alavanca e elevar o balde, então cheio.

Outro meio utilisado nos campos, para elevar a agua, são as *noras*.

Compõem-se de uma serie de *alcatruzes* ligados a um eixo horizontal, ao qual se imprime movimento de rotação. Os alcatruzes enchem-se de agua, mergulhando no fundo dos poços, e, em resultado do movimento de rotação do eixo, lançam-n'a n'uma calha, collocada ao nivel da parte superior do eixo.

*Nivelamento dos terrenos*.—O principio do equilibrio dos liquidos em vasos communicantes, fornece-nos meios de podermos nivelar terreno.

*Nivelar* é averiguar se um terreno está mais alto ou mais baixo do que outro.

O *nivel de agua* consta de um tubo de latão de um metro de comprimento, recurvado em angulo recto nos extremos, onde existem dois tubos curtos de vidro de igual calibre. Appoia-se o nivel n'um tripé. Deitando agua, nos tubos, o liquido occupará o mesmo nivel em ambos elles. O raio visual lançado na direcção dos dois niveis deve, portanto, ser uma linha horizontal.

Para nivelar o terreno com este nivel, procede-se do seguinte modo: O observador dirige um raio visual na direcção do nivel da agua existente nos tubos, para o centro de uma mira (rectangulo de papel collocado á distancia e a uma altura determinada, assente sobre uma regua graduada, de madeira). Do lado do observador, colloca-se outra mira. A altura a que se acha uma das miras, medida por meio da regoa graduada, comparada com a altura a que se acha a mira, existente do lado opposto e medida da mesma forma, indicar-nos-ha a differença de nivel dos terrenos.

O *nivel de bolha d'ar* consta de um tubo de vi-

dro levemente curvo e fechado nos extremos, contendo liquido e uma bolha de ar, a qual, quando o terreno é horizontal, se conserva a meio do tubo, que, na parte superior, é graduado em partes eguaes, achando-se o zero da escala perfeitamente ao centro. Por conseguinte, se o terreno for horizontal, a bolha de ar marca igual numero de divisões da escala, tanto para a direita como para a esquerda do zero. Desde que haja alguma inclinação no terreno, a bolha de ar tende a dirigir-se para o lado d'onde o terreno for mais elevado.

O instrumento é preservado por um tubo de latão que o cobre totalmente, á excepção da parte media superior, e é ligado a uma regoa metallica, a qual tem, n'um dos seus extremos, um parafuso.

O chefe de serviço dos navios e machinas da officina de construcção da artilharia, em Puteaux, o capitão Leneveu, imaginou ha pouco, um novo nivel que parece remediar os inconvenientes que todos os outros apresentam. O nivel de bolha de ar desregra-se muitas vezes, e além d'isso apresenta uma linha de base extremamente curta; o nivel de agua necessita de um grande campo de vista, sendo seu manejo muito delicado.

No novo nivel do sr. Leneveu, esses inconvenientes, parece, não existirem.

O aparelho compõe-se de duas pequenas garrafas de vidro cheias de agua e communicando por meio de um tubo flexivel. Na parte superior de cada garrafa, existe uma parte terminada em ponta, indicando a distancia exacta para cada uma d'ellas entre o plano superior do liquido e o plano inferior da base do mesmo frasco. Por meio da differença d'estes dois numeros, podemos achar com exactidão, a distancia entre os dois planos, sobre os quaes repousam as bases das garrafas. Para esse fim, essas hastes devem ser graduadas. O envolucro dos frascos é em forma de funil e munido de um nonio que serve de guia ás hastes moveis graduadas. Em occasiões de transporte do aparelho, uma torneira interrompe a communi-

cação entre os dois recipientes, e nos fornece uma aproximação, d'essa graduação, até  $\frac{1}{50}$  de millimetro. Um nivel espherico garante a verticalidade dos recipientes.

**Capillaridade.** Mergulhando uma vareta de vidro na agua, notar-se-ha que a superficie do liquido, eleva-se um pouco, junto á vareta.

Se fizermos o mesmo com o mercurio, succederá o phenomeno opposto, isto é, junto á vareta, notar-se-ha uma pequena depressão de liquido. Se, porém, mergulharmos a mesma vareta de vidro na agua, depois de a untarmos com gordura, a agua comportar-se-ha, como o mercurio. Mer-

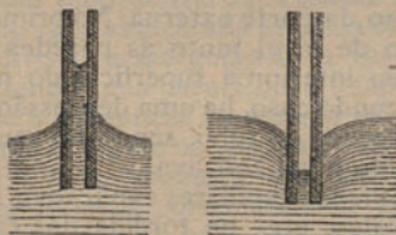


Fig. 35 — Phenomenos capillares

gulhando um tubo estreito na agua, o liquido elevar-se-ha em torno do tubo, notando-se, no interior d'este, uma elevação do liquido até uma certa altura terminando o nivel por uma superficie concava.

Se fizermos o mesmo com o mercurio, formase uma depressão do liquido junto ao tubo, e no interior d'este, o mercurio conservará um nivel mais baixo do que aquelle que existe, na sua parte externa, terminando por uma superficie convexa.

Na experiencia da agua com tubo previamente untado com gordura, reproduzir-se-ha o phenomeno de uma forma semelhante á que citámos para o mercurio.

Se, em vez do tubo estreito, empregarmos duas



laminas de vidro muito proximas uma da outra, o phenomeno subsiste.

Mergulhando nos liquidos, tubos de diverso calibre, o phenomeno persistirá elevando-se ou baixando-se o nivel no interior d'estes, proporcionalmente ao diametro d'esses tubos.

A estes phenomenos denominam-se *phenomenos capillares*, os quaes só teem logar em tubos muito estreitos.

Com os exemplos que acima citámos, concluímos:

1.º Se o liquido molhar o tubo, a altura do nivel no interior d'este, é maior do que o nivel da parte externa.

2.º Se o liquido não molhar o tubo, esse nivel é superior ao da parte externa. No primeiro caso, ha elevação de nivel junto ás paredes do tubo, sendo no seu interior a superficie do nivel concava. No segundo caso, ha uma depressão de nivel, junto ás paredes do tubo, sendo no seu interior, a superficie do nivel concava.

Os phenomenos capillares explicam a subida do azeite, petroleo, etc., na torcida dos candleiros. Por um effeito analogo, as madeiras embebem-se de liquido.

*Diffusão.* Lançando vinho n'uma garrafa vedada, por meio de uma rolha, crivada apenas de um pequenissimo orificio obturado por uma pequena porção de assucar, e introduzindo a garrafa no fundo de um vaso com agua pura, constatar-se-ha uma columna ascendente de vinho, em especial no vaso contendo agua.

Depositando á superficie de um copo de agua pura, algumas gottas de agua córada pela fuchsaia, observa-se uma columna descendente em espiral, do liquido córado, no vaso contendo agua pura.

Este phenomeno da mistura de dois liquidos, quando juxtapostos, denomina-se *diffusão*.

A causa d'este phenomeno é a acção attractiva das moleculas liquidas quando em contacto.

A diffusão entre dois liquidos de diversa densi-

dade, separados por uma membrana, denomina-se *osmose*.

Preparemos a quente uma solução de gelatina concentrada, e deitemol-a n'uma proveta. Por meio de um funil, attingindo o fundo da solução de gelatina, deitemos umas gottas de uma solução de bichromato de potassio. Se lançarmos lentamente agua pura sobre a gelatina, constatar-se-ha que em breve a agua tornar-se-ha vermelha, mas não a gelatina.

Nos gabinetes de physica estuda-se o phenomene com um apparelho denominado *endosmetro*. Consta de um vaso de vidro, fechado inferiormente, por meio de uma bexiga de porco bem tensa. Esse vaso de vidro é prolongado, superiormente, por um tubo de vidro graduado. Lança-se dentro d'esta, agua assucarada até uma certa e determinada divisão e mergulha-se o vaso, n'uma proveta contendo agua pura. Pouco tempo depois, reconhece-se a existencia do assucar no vaso exterior, subindo o liquido na vaso interior, demonstrando-se assim, a passagem dos liquidos através das membranas, originando-se duas correntes: uma de dentro para fóra da membrana (*exomose*) e outra em sentido contrario (*endomose*).

Por meio da *osmose*, explica-se a absorção dos liquidos pelas raizes da planta.

*Dialyse*. Deitando n'um tambor, cujo fundo é formado por uma membrana organica, uma mistura de soluções de silica e chlorato de potassio, e introduzindo esse tambor dentro de um vaso com agua, veremos que a mistura atravessa a membrana, enquanto que a agua não penetra no interior do tambor.

A esta propriedade das membranas serem permeaveis aos corpos *crystallisaveis* e de o não serem, aos corpos *amorphos*, denomina-se *dialyse*.

Corpos *crystallisaveis* são todos aquelles que podem affectar a forma de *crystaes*.

Um *crystal* é um corpo solido de formas regu-

lares e geometricas definidas por faces planas e linhas rectas.

Um corpo *amorpho* é todo aquelle que não é susceptível de tomar a forma de *crystaes*.

Estão no primeiro caso os saes, e no segundo a gomma, o amydo, a gelatina, etc.

### III—GAZES

Os gases teem propriedades analogas ás dos liquidos. Differem, porém, d'estes pela sua extrema *expansibilidade e compressibilidade*, e ainda pela falta absoluta de *cohesão*.

O principio de Pascal tem igualmente applicação nos gases, devido a que estes corpos são, da mesma fórma que os liquidos, compressiveis e elasticos, e as suas moleculas extremamente moveis. As consequencias d'esse principio são tambem identicas ás dos liquidos, exceptuando apenas a differença que resulta da sua grande expansibilidade e pequena densidade. Se tivermos dois gases contidos no mesmo espaço, ou em espaços communicantes, o equilibrio d'estes não se manifesta como nos liquidos. Este apenas tem logar, no momento em que os dois gases se misturem completamente, resultando d'ahi a pressão ser identica em todos os pontos da sua massa.

Em virtude do principio de egualdade de pressão, o peso dos gases dá assim como nos liquidos, origem a pressões em todos os sentidos. Essas pressões são, principalmente, devidas á sua força elastica.

Vejam os effeitos da pressão, sobre o ar atmospherico :

Denomina-se *pressão atmospherica*, o peso de um cylindro de ar, de base egual á da superficie considerada, e de altura, egual á da *atmosfera* (camada gazosa que nos cerca e envolve, composta, principalmente por dois gases: o *oxyge-*

nió e o azote, misturados na proporção em volume, de 20,8 para 79,2).

No ar atmospherico existem, além d'estes dois gazes, e n'uma pequena proporção, *acido carbonico* (1 gramma por cada metro cubico, approximadamente), vapor *d'agua*, em quantidade variavel consoante as estações, e pequenas porções de gazes diversos que, produzindo-se á superficie da terra, se elevam na atmosphera.

Como dissemos, a pressão atmospherica, assim como a de todos os corpos gazosos, transmite-se em todos os sentidos. Citaremos algumas experiencias para demonstrar esse facto.

*Pressão de cima para baixo.*— Se tomarmos um frasco ôco, rolharmos a sua parte superior, por meio de uma bexiga de porco bem tensa, e dentro d'esse frasco, lhe extrahirmos todo o ar, veremos a bexiga deprimir-se no sentido do interior do frasco, a ponto tal que termina por estalar, demonstrando assim a existencia da pressão de cima para baixo.

*Pressão de baixo para cima.*— Fazendo deslizar uma folha de papel, sobre a superficie de um copo completamente cheio de agua, e virando-se, a agua não cáe, devido á pressão do ar de baixo para cima.

*Pressão lateral.*— Demonstra-se a existencia d'esta pressão com um frasco de vidro contendo varios orificios lateraes, e rolhado na sua parte superior. Se abirmos um d'esses orificios, a agua não sáe, devido á pressão exercida lateralmente, pelo ar, sobre a agua. Se destaparmos a bocca do frasco, o liquido obedecendo ao seu peso, exgota-se, visto que a pressão atmospherica exercida na parte superior do frasco equilibra a pressão lateral.

*Pressão em todos os sentidos.*— Os hemispherios de Magdeburgo permitem a sua demonstração. São dois hemispherios ôcos, de metal, que se ajustam perfeitamente. Emquanto existir ar entre elles, estes separam-se facilmente, mas feito

o vacuo no seu interior, é necessario um grande esforço para os separar.

Para medir a pressão atmospherica, empregam-se os *barometros*.



Fig. 36 — Hemispherios  
Magdeburg

O *barometro de tina* consta de um tubo estreito de vidro, fechado na parte superior, e cuja parte inferior mergulha n'uma tina. O tubo contém mercurio até certa altura, variavel consoante a pressão atmospherica, e acha-se ligado a uma prancha de madeira graduada em centímetros e millímetros, correspondendo o zero da escala, ao nivel da tina. O espaço vazio, superior ao nivel do mercurio, é a *camara barometrica*. A *altura barometrica* é a differença do nivel entre as superficies do mercurio, no tubo e na tina.

O *barometro de Fortin* differe d'este em que o tubo está introduzido n'uma capsula de fundo movel, com o fim de obrigar, por meio de um parafuso, o mercurio, a estar sempre á mesma altura, indicada esta, por meio de um index, e correspondendo ao zero da escala. Tanto o tubo como a capsula são protegidos por um envolvero metallico, onde se acha traçada a escala, e um nonio, sendo o envolvero fendado, com o fim de permittir a facil observação do nivel do mercurio dentro da tina e da capsula.

Nos *barometros de syphão*, existe um tubo recurvado, sendo os dois ramos deseguaes. O maior é fechado e ligado, por meio de um tubo capil-

lar, ao menor, afim de evitar a entrada do ar na camara barometrica. O ramo maior é igualmente fechado na parte superior, tendo, apenas, um orificio lateral, pelo qual entra o ar exterior, afim de ir exercer pressão sobre o mercurio.

O ramo maior representa o tubo, dos barometros de tina, e o menor, substitue a tina.

Em cada um dos ramos existe uma escala com o zero commum. A somma das duas leituras, dá a *altura barometrica*.

*Barometros metallicos.* — O barometro aneroides, o mais empregado dos d'esta especie, fundase na elasticidade dos metaes. Consta de uma caixa cylindrica de cobre, de base canelada onde previamente se fez o vacuo. Esta caixa transmite movimento a um ponteiro, por meio de uma mola de aço flexivel e duas alavancas.

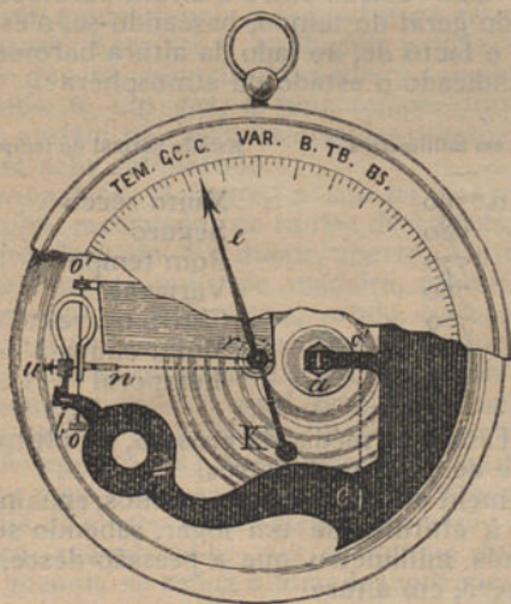


Fig. 37. — Barometro aneroides

Se a pressão augmenta, as bases da caixa, approximando-se, fazem girar o ponteiro para a direita; se a pressão diminue, succede o inverso. O ponteiro gira sobre um quadrante graduado, onde se indica o valor da pressão.

A pressão não é sempre a mesma, n'um dado lugar, variando todas as horas. Estas variações podem ser *irregulares* ou *accidentaes*, se não seguem lei nenhuma, por ora, conhecida, ou *regulares* ou *constantes*, no caso contrario. A estas ultimas, denominam-se tambem *variações diurnas*. No mesmo dia, notam-se sempre dois maximos e dois minimos, a horas certas e invariaveis em occasiões normaes. Costuma-se tomar, para altura normal do barometro, a pressão de 760 millimetros. Em geral, o barometro sobe, quando ha tendencias para o bom tempo, e desce, nas approximações de tempestade. D'aqui se deprehende uma relação entre a altura barometrica e o estado geral do tempo, baseando-se, n'esta relação, o facto de, ao lado da altura barometrica, estar indicado o estado da atmosphaera :

Altura em millimetros	Estado normal do tempo
0, <sup>m</sup> 790	Muito secco
780	Seguro
770	Bom tempo
760	Variavel
750	Chuva ou vento
740	Muita chuva
730	Temporal

Em Lisboa, a média da pressão, na altitude de 95,<sup>m</sup>2, é de 755,4 millimetros.

Por meio do barometro, podemos, igualmente, medir a altitude de um lugar, sabendo se que, por cada millimetro que a pressão desce, subimos 10,<sup>m</sup>5, em altura.

Os effeitos da pressão atmospherica applicam-se a muitos objectos de uso trivial.

A *pipeta* é um tubo de vidro, contendo um reservatorio na parte média. Introduzindo por aspiração, o liquido, na pipeta, e vedando-se, em seguida, o orificio superior d'esta, o liquido não sae, devido á pressão atmospherica que o equilibra.

Nos tinteiros de syphão, succede um facto identico. N'alguns d'esses tinteiros, existe um funil que se ajusta perfeitamente ao boccal do tinteiro, e descendo até ao fundo do reservatorio, onde existe um orificio. Consumida a tinta existente no syphão, é necessario levantá-lo um pouco para restituir ao ar interior, a pressão primitiva e a tinta subir pelo orificio do funil.

*Compressibilidade.* — A' maneira que augmentamos a pressão de um gaz, o seu volume vae diminuindo proporcionalmente. Quando esta attingir o dobro da pressão primitiva, o volume do gaz acha-se reduzido a metade, suppondo que durante a experiência a temperatura se mantém constante. Esta lei é conhecida pela lei de Mariotte que se enuncia da maneira seguinte: Os volumes de um gaz, a uma temperatura constante, variam na razão inversa das pressões a que este se acha submettido.

Demonstrou Mariotte, a sua lei, por meio de um tubo recurvado, de ramos deseguaes, sendo o menor fechado, e o maior, aberto. A este tubo liga-se uma prancha de madeira, graduada em centímetros e millímetros, sendo o zero comum, em ambos os vacuos. Deitou Mariotte mercurio, pelo ramo aberto, até attingir, em ambos os vacuos, o mesmo nivel, ficando, portanto, no vacuo menor, uma porção de ar, que soffre uma pressão igual á da pressão atmospherica. Se deitarmos mais mercurio até que a differença de nivel seja de 0,<sup>m</sup>760, altura média da pressão atmospherica, reconhece-se que o volume do ar, no tubo menor, se reduz a metade, soffrendo, este, uma pressão igual a duas atmosferas; uma, a da atmospherica, e outra, a da columna de mercurio.

rio. Se, pelo mesmo processo, reduzirmos o volume do ar a um terço, reconhecer-se-ha, também, que a pressão do ar, no tubo menor, será de tres atmospheras, visto que a differença de nivel, para se obter esse resultado, deve ser igual a duas vezes  $0,760$ .

Denomina-se *atmosphera* uma pressão igual a  $0,760$  que é, como já dissemos, a altura média da pressão atmospherica.

Fica, assim, demonstrada a lei de Mariotte para o caso em que o ar se vae *comprimindo*.

Se o ar se dilatar, a mesma lei persiste. N'uma tina prolongada no fundo, em fórma de tubo, deitamos mercurio, e n'esta, mergulhemos um tubo recto graduado, o qual recebe mercurio e uma pequena porção de ar, volvendo-se em seguida, o tubo sobre a tina. Façamos com que o nivel do mercurio no tubo coincida com o nivel do mercurio na tina, resultando, d'esta fórma, o ar existente no tubo estar sujeito a uma pressão igual a uma *atmosphera* ( $0,760$ ). Feito isto, mede-se o volume do ar. Elevemos o tubo, afim de que o ar augmente de volume; notar-se-ha que o mercurio se eleva dentro do tubo. Quando a porção do tubo que levantámos, é igual á metade de  $0,760$ , o volume do ar, no tubo, é duplo do volume primitivo e a pressão, de meia *atmosphera*, visto que a columna de mercurio equilibra a outra meia *atmosphera*. Elevando mais o tubo até a columna de mercurio attingir a altura igual a dois terços de  $0,760$ , a pressão do ar é, unicamente, de um terço de *atmosphera*, e o volume do ar, triplo do volume primitivo, e assim successivamente.

Esta lei affasta-se um pouco da verdade, porém, ainda hoje é acceite, por ser muito approximada dos factos reaes.

Os instrumentos que servem para medir as pressões a que os gases se acham submettidos, denominam-se *manometros*.

Os manometros acham-se graduados em *atmos-*

*phas*, sendo esta, como dissemos, a unidade adoptada para esse fim.

O *manometro do ar livre* consta de um tubo comprido de vidro, aberto superiormente, e terminado por uma capsula contendo mercurio, sobre a qual, actua a pressão do gaz, vindo de um tubo que communica com a capsula. O tubo liga-se a uma prancha de madeira, contendo uma escala graduada em *atmospheras*.

Gradua-se este instrumento marcando uma *atmosfera* no nivel do mercurio na tina, e, em seguida, 2, 3, 4, 5, 6, etc., de 0,<sup>m</sup>760 em 0,700. Visto ser necessario um tubo muito comprido, o que torna o apparelho incommodo e fragil, este manometro é apenas utilizado para pressões não excedentes a 6 *atmospheras*.

Estes manometros pódem igualmente affectar a fórma de *siphão*, communicando um dos ramos com o apparelho d'onde provém o gaz, e o outro, com o ar livre.

Nos *manometros de ar comprimido*, o tubo onde está o mercurio, é fechado e contém uma porção de ar que se vae comprimindo, á maneira que a pressão do gaz augmenta.

*Manometros metallicos*. — Estes manometros fundam-se no seguinte principio: *A pressão exercida nas paredes de um tubo em espiral, tende a desenrolal-a, quando a pressão é interior, e a enrolal-a em caso contrario.*

Fundado na elasticidade e expansibilidade do ar *atmosphérico*, Otto de Quéricke imaginou a *machina pneumática*, destinada a produzir o *vacuo*, n'um espaço fechado.

*Machina pneumática ordinaria*. Consta de dois cylindros ou corpos de bomba *C* assentes n'uma base metallica communicando por canaes que partem da base, reunindo-se n'um canal unico, (canal de aspiração), e terminando em rosca abrindo-se a meio do prato *A* (platina), onde assenta a campanula *M* (recipiente). — Em cada cylindro, existe um embolo, formado de rodela de

couro, apertadas junto ao cylindro, sendo o centro dessas' rodela, munido d'uma valvula que se abre de baixo para cima — Os dois embolos tem movimentos eguaes e contrarios por meio da alavanca *M*, movendo-se estes, de uma forma analoga á que já citamos, quando nos occupámos das bombas de incendios — Os orificios da base dos cylindros tem forma conica, onde se ajun-

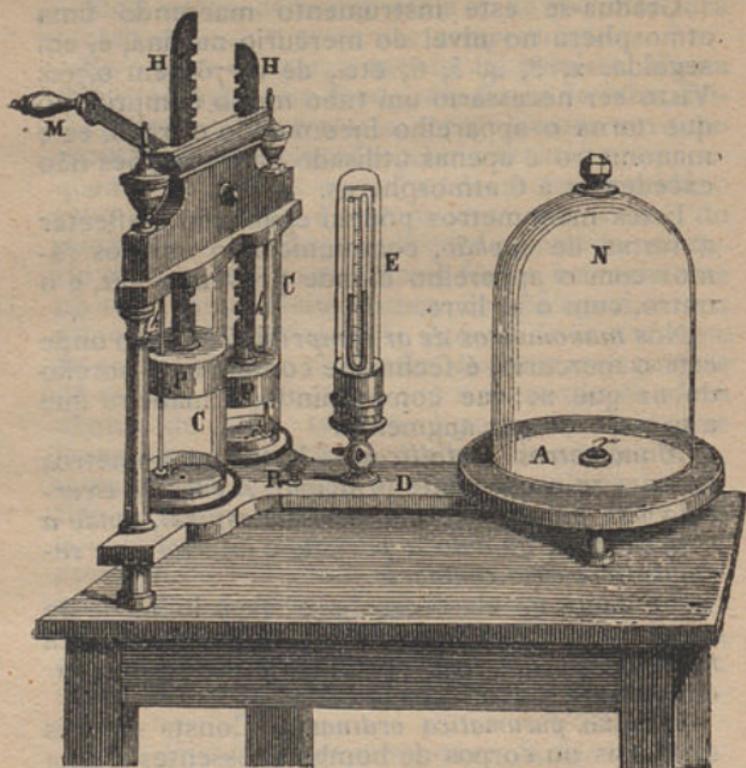


Fig. 38 — Machina pneumatica ordinaria

tam uns cônes, fixos aos extremos das hastes que atravessam os embolos (h) — Entre os embolos e os recipientes, ha uma torneira especial que es-

tabelece ou intercepta a communição entre aquelles e este, ou entre os mesmos e a atmosphera, ou ainda, entre o recipiente e esta ultima — Collocado sobre a platina, o recipiente, ou o vaso onde se pretende faser o vacuo, estabelece-se communição entre os embolos e o recipiente por meio da torneira — Sôbe um dos embolos — O ar existente no canal e recipiente, dilata-se e vae occupar, além do espaço primitivo, o corpo da bomba, por se ter aberto a valvula conica da haste de ferro; descendo o embolo, a valvula fecha, e o ar, existente no corpo da bomba, comprimindo-se, faz levantar a valvula central do embolo, sahindo o ar para a atmosphera, e assim successivamente, até se extrahir todo o ar, do recipiente.

Reconhece-se o gráu de rarefacção do ar, no recipiente, por meio de um *manometro de rarefacção*.

Para accumular o ar ou um gaz qualquer, n'um certo espaço, servimo-nos das *machinas de compressão*, as quaes differem das machinas pneumaticas, pelo facto das valvulas se abrirem em sentido contrario, sendo o recipiente, muito resistente, ligado á platina, e protegido por uma rêde metallica — O manometro de rarefacção é substituido por um manometro de ar livre — Descendo o embolo, abre-se a valvula inferior, e o ar comprimido faz com que o ar entre no recipiente — Subindo o embolo, fecha-se esta valvula, abrindo-se a valvula superior, e o ar penetra no corpo da bomba — As bombas de compressão utilisam-se para um fim identico.

*Pressões supportadas pelos corpos mergulhados no ar.* — Um corpo mergulhado n'uma massa gazosa perde uma parte do seu peso, igual ao peso do volume de gaz por elle deslocado — Este principio é conhecido pelo principio de *Archimedes* — D'aqui concluimos que quando o pezo do corpo for menor que o peso do volume do gaz deslocado, o corpo sôbe, no seio d'essa massa ga-

zosa — Por este facto, o ar quente sobe na atmosphera, as *nuvens*, os balões, etc.

Os *balões* ou *aerostatos* são grandes globos feitos de papel, tafetá, ou tecido impremiavel, mas leve, e cheio de um gaz mais leve que o ar — Os balões teem uma valvula superior que se abre de baixo para cima, para deixar escapar o gaz, e diminuir o volume, afim de obrigar o balão, a descer.

Para que este suba, diminue-se-lhe o lastro (saccos de areia de que o aeronauta vae sempre munido, afim de repartir uniformemente, o peso em todo o balão).

A *barquinha* é uma especie de caixa ligada ao balão, por meio de cordas resistentes, onde os aeronautas sobem.

Para evitar grandes quedas, utilisam-se os *paraquedas* (especie de guarda-chuvas que se abrem em occasiões de descida, possuindo um orificio central, afim de se poder escapar o ar.

Tentar um balão dirigivel tem sido, de ha muito, preocupação dos scientificos. Muitos modelos têm sido construidos para esse fim, sem nenhum ter dado resultado satisfactorio. Ultimamente, Santos Dumont caminhou mais um passo para obter a direcção dos aerostatos; no entanto, apenas pôde vencer a resistencia do ar, em occasiões de calmaria ou vento fraco.

O balão Santos Dumont tem a fórmula ellipsoide, sendo o seu comprimento total de 36 metros e a sua capacidade de 550 metros cubicos. Foi empregado, para o encher, o hydrogenio, cuja força ascensional é proximamente dupla da do gaz de illuminação. Afim de garantir a invariabilidade da fórmula, e sua consistencia, Santos Dumont utilisou-se de um pequeno balão compensador de ar, o qual isola um diaphragma flexivel de panno. Apenas haja qualquer contracção do gaz, impedindo o balão de se encher, o *balão compensador* destroe esse prejuizo. Este ultimo tem apenas uma capacidade egual a 60 metros

cubicos, estando ligado, por meio de uma manga de panno, a um ventilador de alumnio, proximo do motor, e que comprime automaticamente o ar. Os compartimentos onde existem o gaz e o ar estão munidos de valvulas de segurança, na parte inferior do aerostato, e mantidos a uma dada pressão, afim de não romper o envolucro, e equilibrados de fôrma tal, que o ar se escape sempre, primeiramente, do que o gaz.

Ao meridiano horizontal do envolucro, ligam-se uns cordões interrompidos, tendo nas suas extremidades, pequenas cavilhas de madeira destinadas a suspender a quilha que supporta a *barquinha* e os instrumentos mechanicos.

A quilha é uma trave delgada de 18 metros de comprimento e um metro de altura, apresentando um perfil triangular cujas tres arestas são representadas por tres traves grossas, em fôrma de abobodas e reunidas n'um unico ponto, nas extremidades. Extendedores obliquos compostos de fio d'aço completam a segurança da invariabilidade da fôrma do balão.

A quilha sustenta a *barquinha*, o motor e seus accessorios. A *barquinha* é um cesto de verga, onde o aeronauta sóbe. O motor empregado é o petroleo. Um reservatorio cylindrico permite poder o aeronauta munir-se de 20 litros de essencia de pettoleo, afim de lhe garantir 5 ou 6 horas de marcha.

O *helice* consta de dois ramos formados por um quadro lêve de aço, coberto de seda *gomada*.

O apparelho que dá a direcção ao balão, é um leme triangular collocado entre o balão e a agulha. Um cabrestante permite manobrar um *guiador* (cabo correndo sobre a quilha, e deixando pender as suas duas hastes livres, nas suas extremidades). Manobrando o cabrestante, desloca-se o guiador, allongando-se uma das hastes e encostando-se a outra, o que modifica a repartição dos pesos, facilitando o regular a inclinação do

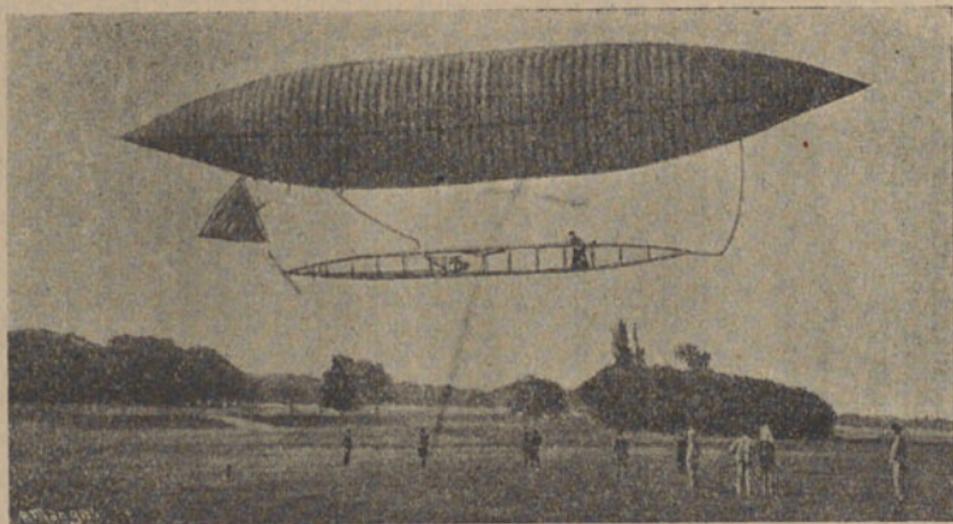


Fig. 39 — Balão Santos Dumont

balão. O mesmo succede a um sacco de lastro, de cerca de 20 kilogrammas, susceptivel de se deslocar ao longo da *quilha*.

As ascensões realisadas em Paris constataram que o balão obedece ao leme em occasiões de vento fraco, ou calmaria. O motor de petroleo apresentou o inconveniente de imprimir fortes trepidações, ao aparelho, sendo a velocidade do balão, relativamente pequena. Devido ás dimensões do balão, Santos Dumont apenas pôde levar consigo, 26 kilogrammas de lastro, quantidade infima para as manobras mais indispensaveis, sobretudo para o condusir á terra. Para um balão dirigivel ser praticamente util deve, pelo menos, poder condusir na *barquinha*, dois aeronautas (outro inconveniente do balão, cuja *barquinha* apenas pode conter um individuo).

Embora o balão de Santos Dumont não attinxisse o seu ideal, no emtanto a sua ideia ha de, certamente, suggerir, no espirito dos scientificos, novas ideias, afim de poder ser resolvido o problema da direcção dos balões de que, ha tantos annos, se procura a solução.

*Diffusão* — Assim comos os liquidos, os gazes, apresentam, tambem, o phenomeno da diffusão. Collocando, por cima um do outro, dois balões, munidos de torneira, e communicando por meio de um tubo capillar, contendo o superior, hydrogenio, e o inferior, acido carbenico, veremos que, no fim de algumas horas, abrindo as torneiras, os gazes misturam-se completamente. Quando os gazes forem separados por membranas, dá-se o phenomeno da *osmose*, que já explicámos quando dos referimos aos liquidos.

O principio de Archimedes pode applicar-se não só aos gazes, como tambem aos liquidos, e assim podemos enuncial-o, de uma forma generica :

*Todo o corpo mergulhado n'um fluido perde uma parte do seu peso, egual ao peso do volume do fluido deslocado.*

Experimentalmente, demonstramos este principio, com a *balança hydrostatica* — E' uma balança ordinaria' cujos pratos são munidos de ganchos na parte inferior — A um dos ganchos dos pratos, suspende-se um cylindro oco, e a este, outro de igual volume, mas massiço — No prato opposto, collocam-se os pesos correspondentes ao volume d'estes cylindros — Se introduzirmos este ultimo cylindro na agua, o travessão da balança indicar-nos-ha uma perda de peso — Se no cylindro oco, deitarmos agua até enche-lo, a balança volta de novo, á sua posição de equilibrio, visto que lhe addicionamos um peso de agua, equal ao peso de volume de agua deslocado.

O mesmo principio, nos gazes, demonstra-se com o *baroscope*.

Consta de um travessão onde se suspendem duas espheras de equal peso, mas de volumes diferentes, as quaes se equilibram — Collocando o apparelho sob o recipiente de uma machina pneumatica, e fazendo-lhe o vacuo, o equilibrio cessa, em virtude das espheras terem perdido sem a presença do ar, uma parte do seu peso, equal ao peso do volume d'ar deslocado.

Se juntarmos, do lado da esphera de menor volume, um peso correspondente ao peso do volume d'ar deslocado, o equilibrio restabelecer-se-ha no vacuo.

Este principio é applicado á determinação da densidade dos corpos.

Como consequencia d'esse principio, podemos, quando um corpo se acha mergulhado n'um liquido, considerar tres casos :

1.º Ser o corpo mergulhado, mais denso que o liquido.

2.º Ser esse corpo de equal densidade que o liquido.

3.º Ser esse corpo menos denso.

No primeiro caso, o corpo cahirá para o fundo do vaso, com uma força equal á differença entre

o seu peso, e o peso do volume de liquido deslocado.

No segundo caso, o corpo fica em equilibrio, a meio do liquido.

Finalmente, no terceiro caso, o corpo tende a vir á superficie, com uma força igual á differença entre o seu peso, e o peso do volume do liquido deslocado, até que só fique mergulhada uma parte, afim de equilibrar esses pesos.

Por meio de uma applicação do principio de Ardumedes, podemos como já dissemos, achar a densidade dos corpos.

Ha tres methodos utilizados para esse fim: o da *balança hydrostatica*, o dos frascos, e o dos *areometros*.

1.<sup>o</sup> *Methodo a) Corpos solidos* Suspende-se o corpo a um dos ganchos da balança, achamos-lhe o peso  $P$ —Em seguida, mergulha se o corpo na agua, observando a differença de peso  $P'$ —Será a relação entre o peso  $P$ , e o peso de igual volume de agua,  $P'$ , a sua densidade

b) *Corpos liquidos*. Suspende-se a um dos ganchos da balança, um corpo não atacado pelos liquidos, uma êsfera de vidro, por exemplo, e tara-se a balança, por meio de pesos—Mergulha-se em seguida o corpo, no liquido de que se pretende determinar a densidade, compensando a perda de peso, com pesos  $P$ —Tiremos o corpo do liquido, e mergulhemol-o na agua, achando-se o peso  $P'$ —Será  $\frac{P}{P'}$ , a densidade do liquido que se pretendeu conhecer.

2.<sup>o</sup> *Methodo b) Corpos liquidos*. Para os solidos, deve-se empregar um frasco de bocca larga e rolha esmerilada, ôca, prolongada por um tubo delgado—Acha-se o peso  $P$  do corpo de que se pretende calcular a densidade; em seguida, o peso do corpo, juntamente com frasco cheio de agua até certo nível, tareando-se a balança, com areia ou grãos de chumbo—introduz-se o corpo no frasco, e vê-se o peso  $P'$ , necessario para se res-

tabelecer o equilibrio—Será  $\frac{P}{P'}$ , a densidade do liquido.

b) *Corpos liquidos.* O frasco que se emprega para este fim é de paredes delgadas e bocca estreita—Equilibra-se o frasco na balança, enche-se depois de liquido, e vê-se o seu peso  $P$ —Opera-se da mesma forma para com a agua, obtendo-se o peso  $P'$ —Será  $\frac{P}{P'}$ , a densidade do liquido—Este methodo é o unico que se pode applicar nos gazes, cuja densidade, por ser muito pequena, se refere sempre ao ar.

3.º *Methodo a) Corpos solidos.* O areometro empregado para os solidos, é o de Nicholson.

*Areometro* é um fluctuador de vidro ou de metal, lastrado com chumbo ou mercurio para que se estabeleça o equilibrio estavel, quando mergulhado n'um liquido

Compõe-se o *areometro de Nicholson*, de um cilindro ôco de metal, terminado por dois cones, estando o inferior, ligado a um cesto, por meio de um gancho, destinado a receber o corpo de que se pretende saber a densidade.

Ao cone superior, liga-se uma haste que sustenta um prato destinado a receber os pesos, onde existe um *ponto (ponto de affloramento)* que indica até onde o areometro deve mergulhar.

Faz-se fluctuar o areometro na agua, collocando no prato, uma porção de corpo solido de que se pretende determinar a densidade, juntamente com gralha de chumbo, de modo que o areometro mergulhe ate ao ponto de affloramento—Em seguida, substitue-se o corpo por pesos  $P$ , capazes de fazer voltar

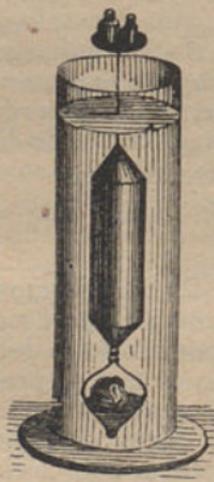


Fig. 40—Areometro de Nicholson

o areometro, ao mesmo ponto — Collocando o corpo no cesto, os pesos  $P'$  necessarios para que o areometro volte novamente ao traço, o peso do volume de liquido  $P'$  é igual ao volume do corpo — A relação  $\frac{P}{P'}$ , será a densidade do corpo.

b) *Corpos liquidos*. O areometro empregado para esse fim, é o de *Fahrenheit*, differindo do de *Nicholson*, por ser de vidro — Pesa-se o areometro n'uma balança, e achamos o peso  $A$  — Mergulha-se, em seguida, no liquido cuja densidade pretendemos conhecer e achamos o peso  $P$ , necessario para fazer afflorar o areometro — Será  $A + P$ , o peso de todo o systema fluctuante — Fazendo igual operação na agua, achamos o peso  $P'$ , será  $A + P'$ , o peso de um equal volume d'este liquido — A densidade do liquido será:  $\frac{A+P}{A+P'}$

Os areometros de que nos temos occupado até agora, denominam-se de *volume constante e peso variavel*, porque mergulham sempre até ao mesmo ponto, variando unicamente os pesos.

Ha no entanto, areometros de *volume variavel e peso constante*

*Areometros de volume variavel*. Estes são todos de vidro, e compõem-se de um tubo estreito ligado a um corpo, cylindrico ou espherico, equalmente de vidro, tendo na parte inferior, um lastro de chumbo ou mercurio.

No tubo estreito, ha uma graduação que nos indica a densidade do liquido em que o areometro se acha mergulhado — A porção do aparelho que mergulha no liquido é variavel consoante a sua densidade.

Podemos dividir em duas especies, os areometros de volume variavel!

1.º *Pesa-acidos*, para liquidos mais densos que a agua.

2.º *Pesa licôres* para liquidos menos densos que a agua.

Differem uns dos outros, unicamente, na gra-

duação. N'um d'elles, esta começa de cima para baixo; nos outros, de baixo para cima.

Os primeiros lastram-se por forma tal que mergulhados, na agua destillada, desçam até á parte inferior da haste, marcando, n'esse ponto, O; em seguida, mergulhado n'uma solução de 85 partes de agua, e 15 de sal commun, desce até um certo ponto, marcando-se 15, no ponto de affloramento—Dividindo o intervallo entre O e 15, em partes eguaes, e continuando as divisões para a parte inferior da haste, temos o areometro graduado.

Os *pesa licôres*, lastram-se por forma tal, que mergulhem até á parte inferior da haste quando mettidos n'uma solução composta de 10 partes e 90 de sal marinho, marcando-se zero no ponto de affloramento—Mergulhado, em seguida, o aparelho, na agua pura, marcar-se-ha, no ponto de affloramento, dez, dividindo se, em seguida, o intervallo entre as duas divisões, em dez partes eguaes, e continuando as divisões para a parte superior da haste.

Segundo as suas applicações, estes areometros denominam-se, *pesa-mostos*, *pesa-espirtos*, *pesa-leite* ou *lactometros*, etc.

O unico areometro que differe um pouco d'aquelles que já descrevemos, e que por isso, necessita uma descripção especial é o *alcoometro*

*Alcoometros*. São, egualmente, areometros de volume variavel, com a differença de ter a haste mais comprida, e um diâmetro menor, do que os areometros que acabamos de descrever.

São destinados a avaliar a quantidade do alcool puro, contido n'um liquido espirituoso.

O *alcoometro* é lastrado por forma tal, que mergulhado no alcool puro, o instrumento desce até ao extremo da haste, marcando-se, n'esse ponto, 100—Em seguida preparando varias soluções de alcool e agua, contendo, 95, 90, 85 etc. partes de alcool por cento, e mergulhando n'es-

tas soluções, o aparelho, marcamos no ponto de afforamento, respectivamente, 95, 90, 85 etc.—Dividindo os espaços em 5 partes eguaes, e continuando as divisões para a parte inferior da haste, temos o alcoolmetro graduado.

O instrumento está graduado para a temperatura de 15°—Como a temperatura influe na densidade das misturas, Gay Lussac, para abreviar calculos, fez umas tabellas especiaes de duas entradas, por meio das quaes, conhecida a temperatura e força alcoolica do liquido indicado no aparelho, podemos immediatamente, concluir qual a densidade do liquido.





## PARTE II

### ACUSTICA

#### 1—PRODUÇÃO E PROPAGAÇÃO DO SOM

*Som* é uma impressão particular produzida no nosso órgão auricular, devida ao movimento vibratorio de alguns corpos.

Os corpos que produzem *som*, denominam-se *sonoros*.

A' parte da *physica* que se occupa do som, dá-se o nome de *acustica*.

Qualquer ruido é um som. O rodar de uma carruagem n'uma rua, o ribombar de um trovão, a queda da agua, etc., são *sons* que se transmitem ao nosso ouvido pela acção do ar.

A producção do som necessita, portanto, um phenomeno exterior e uma materia sensivel destinada a transmittir essa impressão — o phenomeno exterior é o corpo sonoro em vibração. Apenas deixe de existir uma das causas da sua producção, o som *cessa*. Deixa por consequente, de haver som, desde que o corpo não vibre, ou desde que não haja entre esse corpo, e o nosso ouvido, um meio material que o propague.

São, pois, condições essenciaes para a existencia do som :

- 1.º) Um corpo vibrante.
- 2.º) Um meio elastico entre este, e o nosso ouvido.

Um dos meios mais vulgares para a producção do som, é o *choque* de dois corpos. O badalo que faz tocar os sinos, as baquetas do tambor, etc., são exemplos d'este caso.

O *atrito* é, igualmente, uma forma de producção de som. E assim que com o auxilio de um arco, cujas crinas sejam untadas de resina, fazemos resoar as cordas de uma rabeca, ou de varas metallicas. E' tambem devido ao atrito, que o rodar de uma carruagem sobre a calçada, produz som.

Os solidos e os liquidos, em contacto, tambem dão origem a sons. A chuva cahindo com força sobre o solo, produz um ruido, por todos bem conhecido, assim como a agua cahindo n'um tanque, etc.

Nos gazes, tambem ha producção de sons. Temos, por exemplo, o sopro do vento, ás vezes violento, que produz um som fortissimo e que se denomina o *sibilar* do vento, o ruido do vento nas chaminés, a sahida do vapor das locomotivas, ou da chaleira da agua, etc.

A voz humana, gritos dos animaes, detonação dos gazes, chiar de uma nora, são igualmente, sons, todos differentes e variados que a natureza nos apresenta.

Os corpos susceptiveis de emittir sons, são os corpos *elasticos*. Os metaes, o vidro, as madeiras fibrosas são, d'entre os solidos, os melhores conductores do som, dependendo a sua sonoridade, até certo ponto, das dimensões e forma do objecto sonoro. Um pedaço de aço de forma cubica, sendo vibrado, por uma pancada de martello, produz um som baço; se o suspendermos por um fio, e lhe applicarmos a pancada, um pouco distante do ponto de suspensão, o som que se obtem, será mais forte. O mesmo pedaço de aço transformado em haste cylindrica um pouco comprida, dará sons mais intensos. D'aqui o concluir-se que a *sonoridade* está na razão directa da elasticidade do corpo.

Os liquidos e gazes são, como já dissemos, igualmente susceptíveis de transmitir sons, mas estes ultimos são, sobretudo, transmissores dos sons emanados pelos solidos.

Os corpos não elasticos ou pouco elasticos são incapazes de produzir som, e, quando o produzem, resoam mal. E' o que succede com a cera, ou a cré humida. São, portanto, maus conductores do som.

As materias pulverisadas, a lã, as pennas, o algodão, etc., são pouco sonoros. Para amortecer o som, costuma-se encher com serradura de madeira, de aparas de caliça, etc., os intervallos e forros dos tectos e dos soalhos, porque estes corpos são, igualmente, pouco sonoros. As armações de estofo, tapetes, cortinados, etc., tornam um quarto pouco sonoro.

D'aqui, concluímos que os corpos *sonoros* são corpos *elásticos*.

— O som espalha-se rapidamente pelo ar, bom conductor do som.

No emtanto, a velocidade d'este, não é tão rapida que ouçamos immediatamente o som de uma pancada de martello sobre a bigorna, dada a uma certa distancia. Primeiramente, produz-se o choque dos dois corpos; em seguida, ouve-se o som. Pelo mesmo motivo, a detonação de uma espingarda, de uma peça de artilharia, etc., só chega aos nossos ouvidos, pouco depois de termos visto a chamma produzida pela explosão da detonação. D'aqui vêmos que a velocidade da luz é superior á do som.

Quanto maior fôr a distancia, maior será o intervallo entre o momento que ouvimos o som, e aquelle em que este se produz.

A transmissão do som, no espaço, é devida, como dissémos, ao ar, corpo muito elastico.

Collocando sob o recipiente de uma machina pneumática, uma campainha á qual se tem, previamente, dado corda, o som distingue-se perfeitamente, enquanto existir ar no recipiente. A'

maneira, porém, que se faz o vacuo, o som vae-se atabafando cada vez mais, a ponto de se extinguir, embora se reconheça que a campainha continúa funcionando, visto que o martello continúa batendo sobre a campainha. D'aqui, concluímos que o som não se propaga no vacuo. Se em vez do ar, introduzirmos, no recipiente, qualquer corpo grosso, o som ouve-se de novo.

Os solidos propagam igualmente o som. Aplicando o ouvido contra o solo, distingue-se o movimento de tropas a grande distancia.

Os liquidos são, igualmente, vehiculos do som. Um mergulhador, debaixo d'agua, ouve qualquer ruido, á superficie das aguas.

O meio intermedio mais habitual para a propagação do som, é, no entanto, a atmospheria. Segundo Saussure, um tiro de pistola, no cume do Monte Branco produz tanto ruido como um pequeno estalo da India.

Gay Lussac notou, igualmente, que a 7:000 metros de altitude, os sons enfraquecem muitissimo.

A intensidade dos sons é, pois, susceptivel de variações.

Chamamos *intensidade*, á qualidade que faz com que elle seja ouvido a maior ou menor distancia.

Chamamos *velocidade*, no som, o caminho que elle percorre em um segundo. Esta é variavel consoante a pressão e a humidade do ar, estabelecendo-se como média, a velocidade de 340 metros por segundo. Em virtude d'este facto, facil é medir a distancia entre dois pontos.

Suppunhamos que uma bateria descarrega uma peça de artilharia, e o som ouve-se, passado quinze segundos. A distancia a que a bateria se acha, do nosso ouvido, será, pois, de :

$$340 \times 15 = 5:100 \text{ metros}$$

despresando a temperatura do local, visto que a velocidade do som decresce com a temperatura.

O som propaga-se sempre em linha recta. Encontrando, porém, um obstaculo, soffre um desvio. E' o que se chama reflexão do som.

A reflexão do som explica-nos egualmente o *echo*.

*Echo* é a repetição de um som, ouvido directamente. Um individuo collocado em frente de um obstaculo reflectido ouve, sem demora, uma palavra que pronuncie. Para se produzir o *echo*, é necessario que esse obstaculo esteja a 34 metros do productor do som.

Se, apenas se pronunciar um som breve, e não uma syllaba, o *echo* produzir-se-ha á distancia de 17 metros.

Em distancias menores do que 17 metros, o som reflectido sobrepõe-se, mais ou menos, ao som directo, augmentando-lhe a intensidade e duração, produzindo-se o que se chama *resonancia*.

O som passando de um meio para outro, soffre a *refracção*, em vez da *reflexão*.

*Refracção* do som é o desvio que um raio sonoro experimenta quando passa de um meio para outro.

— Baseados no reforçamento e conductibilidade do som, nos tubos, foram imaginados o *porta-voz*, e a *corneta acustica*.

O *porta-voz*, como a palavra o indica, é destinado a transmittir o som a grandes distancias.

E' um tubo de folha de Flandres, levemente conico, muito aberto n'uma das extremidades (pavilhão), terminando, no outro extremo, por um bocal onde se póde ajustar a bocca, sem impedir o movimento dos labios.

Quanto maior fôr o *porta-voz*, quanto maior será a distancia a que propaga a voz. Os effeitos do *porta-voz* explicam-se em geral por uma serie de reflexões successivas dos sons sobre as paredes do tubo, as quaes tendem a propagal-o cada vez mais, seguindo em direcção parallelá ao eixo do instrumento. Objectou-se, porém, que os sons

emittidos pelo porta-voz não são reforçados unicamente na direcção do seu eixo, mas em todas as outras.

Os effeitos do porta-voz explicam se por um reforçamento produzido pela columna d'ar, dentro do tubo, a qual se vae vibrando á maneira que se falla pelo bucal.

A *corneta acustica* serve para as pessoas de ouvido duro.

E' um tubo conico de metal, terminando n'um dos extremos em pavilhão, o qual recebe o som enquanto o outro se mantêm introduzido no ouvido. A explicação theorica d'este aparelho é identica á do porta-voz.

## CAPITULO II

### THEORIA PHYSICA DA MUSICA

O som cujo nosso ouvido pode apreciar, denomina-se *som musical* — Os que são produzidos por maior numero de vibrações, denominam-se *agudos*; os que são produzidos por menor numero de vibrações *graves*.

Considerados em relação ao grau de agudeza ou gravidade, denominam-se *tons*.

Fixando uma corda pelos seus extremos, dando-lhe grande tensão e friccionando-a com um arco de rebeca, esta vibra.

Submettendo duas cordas de igual diametro á mesma tensão, sendo estas de metaes diversos, observaremos que o numero de vibrações d'estas, estão na razão inversa da raiz quadrada da sua densidade.

Se fizermos variar a tensão de duas ou mais cordas, constataremos que o numero das suas vibrações é proporcional á raiz quadrada da sua tensão.

O som produzido por uma corda em toda a sua extensão, é um som natural. Dividindo essa corda e fazendo-a vibrar, obtemos os sons harmonicos.

Como a corda pode ser dividida infinitamente, assim a serie das harmonias é illimitada.

O accorde mais simples é o *unisono*, cujo intervallo é igual a 1, e a seguir, a *oitava*, cujo intervallo é igual a 2.

\*

\* \*

A *escala musical* ou *gamma* compõe-se de uma serie de sons, cada vez mais agudos, partindo do som natural. São estes: dó, ré, mi, fá, sol, lá, si.

A escala de musica é a serie de sons obtida pela reproducção de varias gammas. Passa-se de uns sons de uma gamma para os correspondentes da gamma superior, multiplicando por 2, o numero de vibrações, e para a gamma inferior, dividindo esse numero, por 2.

D'aqui, o dizer-se que de mi a fá, e de si a dó ha só meio tom, emquanto que, nos outros intervallos se diz, que, entre elles, existe um tom.

Temos que distinguir nos sons, a *altura*, a *intensidade* e o *timbre*. A *altura* de um som depende do seu numero de vibrações, no fim de um certo tempo. Dois sons da mesma altura, denominam-se *unisonos*.

*Intensidade* do som é, como dissemos, a qualidade que faz com que elle seja ouvido a maior ou menor distancia, dependendo este facto, da amplitude das vibrações. Já d'ella nos occupámos.

Resta-nos, pois, dizer, algumas palavras sobre o *timbre*.

O *timbre* é a qualidade que distingue sons da mesma altura. Assim, o som do oboé, é distincto do da flauta. Na voz humana distinguem-se igualmente varios typos de voz.

Para reproduzir os sons da voz humana, Edisson imaginou o phonographo em 1877, hoje, muito em voga, em quasi todos os salões

Consta este apparelho de um cylindro C, re-

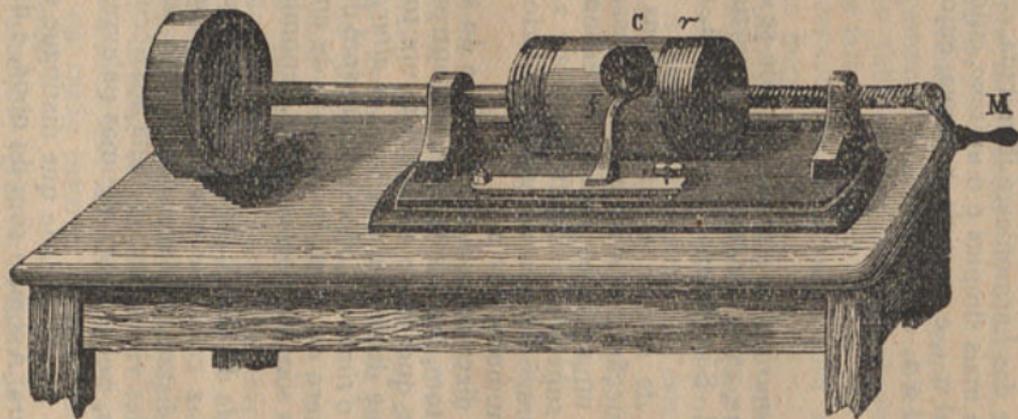


Fig. n.º 41 — PHONOGRAPHO

cebendo movimento, de uma manivella M. O cylindro tem em  $r$ , uma ranhura em espiral e é envolvido em uma folha de estanho. Junto ao cylindro, ha um porta-voz com um diaphragma metalico assentando sobre uma almofada de caoutchouc, e tendo uma pasta metalica, ao centro, onde se apoia, junto á folha de estanho, no logar da ranhura.

Fallando perto do porta-voz e fazendo girar o cylindro, o diaphragma vibra e a ponta metalica vibrando, produz na folha de estanho, uma linha com altos e baixos, representando o movimento vibratorio dos sons produzidos.

O mesmo porta-voz pode ser utilizado como mecanismo fallante. Para isso, leva-se o cylindro á sua posição primitiva, colloca-se o porta-voz no seu respectivo logar, e faz-se girar o cylindro. As linhas gravadas no cylindro fazem vibrar a ponta metalica, e portanto o diaphragma, que reproduzirá perfeitamente os sons gravados n'esse cylindro, sobre a folha de estanho.





### PARTE III

## CALORICO

—

### CAPITULO I

#### O calor e seus effeitos

Os phenomenos calorificos explicam-se, hoje, pelo movimento mais ou menos rapido das moleculas de um corpo, movimento variavel consoante a temperatura d'esse corpo. A transmissão d'esse movimento vibratorio é que produz a sensação do calor.

O nosso corpo, cuja temperatura é constante, sentindo frio ou calor, quando em contacto com uma superficie fria ou quente, sente apenas um phenomeno relativo. Em absoluto, o frio não existe — se, muitas vezes, durante o inverno, sentimos frio, não é porque realmente o esteja, mas sim porque comparamos a temperatura actual com a temperatura que experimentámos no verão que, como se sabe, é mais elevada. No nosso clima, sentimos frio a uma temperatura proxima de 0°; no emtanto, essa temperatura para os habitantes das regiões polares é extremamente benigna. Tudo é, pois, relativo. O que para uns é calor, para outros, por conseguinte, é frio; no emtanto, em temperaturas abaixo de zero, ainda existe calor, visto que, as moleculas dos corpos não cessam de ter movimento vibratorio.

A temperatura a partir da qual não existe calor será, pois, aquella em que as moleculas dos corpos cessem, por completo, o seu movimento

vibratorio. Attingido esse ponto, não podemos conceber a existencia de nenhum corpo. E' essa temperatura que se denomina, physicamente, o *zero absoluto*, o qual corresponde a 273° centigrados abaixo de zero.

A transmissão d'esse movimento vibratorio faz-se por intermedio do ether fluido elastico e imponderavel que se suppõe existindo no espaço.

Dois corpos desegualmente aquecidos em presença um do outro, tendem a equilibrar as suas temperaturas, cedendo, o mais quente, calor, afim de produzir elevação de temperatura no corpo mais frio.

Se esses corpos tiverem a distancia, dar-se-ha o phenomeno da irradiação do calor. Estando os corpos em contacto, a propagação do calor *fa-se de molecula em molecula*.

A propriedade que os corpos teem, em adquirir mais ou menos calor, chama-se *conductibilidade calorifica*, a qual se faz sempre em linha recta, por meio de ondas calorificas, assim como vimos, no som.

A quantidade de calor que empregamos para produzir egual augmento de temperatura, em diversos corpos, não é egual em todos estes.

A essa quantidade de calor necessaria, denomina-se *calor especifico*. Essa quantidade variavel depende da maior ou menor resistencia que as moleculas dos corpos oppõem para receber esse calor.

A unidade de calor especifico, é a *caloria*, quantidade de calor necessaria para elevar um kilogramma de agua, de 0° a 1°.

Todos os corpos pelo calor dilatam-se.

*Dilatação* é o augmento que o corpo experimenta nas suas dimensões, pela acção do calor.

Nos solidos ha a considerar a dilatação *linear* e a dilatação *cubica*.

*Dilatação linear* é a dilatação produzida no comprimento de um corpo, pela acção do calor.

Collocando uma barra de ferro n'um suporte, affixando-se n'um ponto fixo e podendo dilatar-se livremente do lado opposto, onde existe uma agulha pendente sobre um quadrante graduado, e aquecendo a barra por meio d'uma lampada de alcool, a agulha mover-se-ha, o que denota ter havido uma dilatação no comprimento da barra. Se resfriarmos a barra, a agulha volta á sua posição primitiva, visto que o corpo se contrahe de novo.

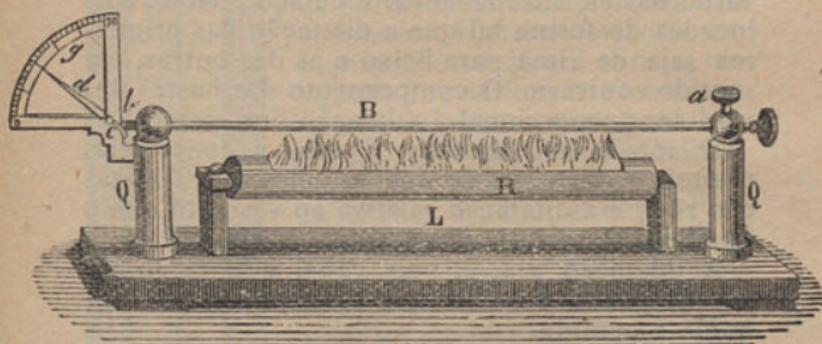


Fig. 42 — Dilatação linear dos solidos

*Dilatação cubica.* A dilatação cubica dos solidos reconhece-se aquecendo uma esfera metallica que, a frio passa por um circulo de ferro e que, depois de quente, o não pôde atravessar.

Este phenomeno dos corpos solidos teem innumeradas applicações. Assim, para guarnecer as rodas das carruagens, colloca-se e ajusta-se, em cada uma das caimbas, um circulo de ferro em brasa, o qual resfriando, contrahe-se apertando as rodas. Sendo necessario tiral-o, temos de o aquecer de novo.

E', pela dilatação que os objectos de vidro aquecidos, partem, ou ainda, se fracturam quando se resfriam subitamente.

Um dos corpos que faz excepção á regra geral é a *argila* que se contrahe pelo calor, o que se

attribue á perda da humidade que ella experimenta, quando aquecida. O mesmo succede ás madeiras verdes. Esses corpos, pelo resfriamento, não adquirem o seu volume primitivo.

A desigual dilatação dos metaes applica-se ás pendulas dos relógios, afim de as conservar sempre no mesmo comprimento para que o tempo das oscilações seja constante, embora a temperatura externa varie. No pendulo metalico compensador, a lentilha do pendulo suspende-se por varias hastes, alternadamente de aço e latão, collocadas de forma tal que a dilatação das primeiras seja de cima para baixo e as das outras, em sentido contrario. O comprimento das hastês de verá ser proporcional á dilatação dos metaes.

*Dilatação dos liquidos.* Temos a considerar, n'estes, a dilatação do liquido pelo calor (dilatação real) e a dilatação relativa ao vaso em que o liquido é aquecido (dilatação apparente).

A dilatação real é, pois, egual á dilatação apparente, menos a dilatação do vaso em que o liquido é contido.

Um balão de vidro com um tubo contém agua até certa altura. Se o aquecermos, o liquido subirá pelo tubo, o que denota a sua dilatação.

A dilatação da agua offerece um caso particular. Quando a temperatura baixa, o seu volume diminue até  $4,1^{\circ}$ , augmentando desde essa temperatura até  $0^{\circ}$ . O seu maximo de densidade é, pois, á temperatura de  $4^{\circ},1$ . Por esse motivo é que o gelo fluctua na agua.

A maior parte dos liquidos dilatam-se irregularmente, sendo o mercurio o que se dilata com mais regularidade.

*Dilatação dos gazes.* Enchendo um balão com um gaz córado e aquecendo-o, veremos que o nivel do gaz sóbe, o que denota a sua dilatação. São estes, os corpos mais regularmente dilatáveis.

A experiencia indicada para demonstrar a dilatação dos liquidos, dar-nos ha uma ideia sobre a

construcção dos *thermometros*, instrumentos destinados a avaliar as temperaturas.

*Temperatura*, é o grau de calor de um corpo.

Tomando um tubo capillar de igual diametro em toda a sua extensão e terminando um dos seus extremos, por um reservatorio espherico ou cylindrico, deitamos-lhe mercurio ou alcool córado, pela parte superior, com o auxilio de um funil. Aquecendo o tubo, o ar interior, dilatando-se, sobe, e o mercurio ou o alcool córado, em virtude do resfriamento immediato do instrumento, entra para dentro do tubo. Repetindo esta operação, por varias vezes, consegue-se encher o tubo, o qual é, em seguida, fechado á lampada. Resfriando o tubo, o mercurio contrahe-se, ficando o vacuo na parte superior do nivel do liquido. Temos assim, construido o *thermometro*.

O *thermometro* gradua-se, introduzindo o instrumento, no gelo fundente, e marcando 0°, no ponto de estacionamento do mercurio ou alcool córado, e 100°, no ponto onde o mercurio ou o alcool córado, estacionar, quando mergulhado n'uma atmosphera de vapor d'agua fervente. Dividindo o espaço em 100 partes eguaes e continuando as divisões para baixo de zero cada, uma d'estas divisões corresponderá a

um grau cent'grado. E' esta, a escala de *Celsius*.

Na escala Reaumur, os pontos fixos são os mesmos, porém no ponto onde *Celsius* marcou



Fig 43  
Thermometro

100, Reaumur marcou 80°, temperatura a que sóbe o seu thermometro, quando mergulhado n'uma atmosphera de vapor d'agua fervente.

Fahrenheit obteve o zero do seu thermometro, mergulhando-o n'uma mistura de gelo e sal amoniac, e marcando 212°, na temperatura da agua fervente, e dividindo esse espaço em 212 partes eguaes.

A relação das tres escalas, Celsius, Reaumur e Fahrenheit é pois, a seguinte:

$$\begin{array}{r} C - R - F \\ 100 = 80 = 180 \\ 0 = 0 = 32 \end{array}$$

As divisões abaixo de zero, chamam-se *negativas*, as divisões acima de zero, *positivas*.

A temperatura mais baixa que o mercurio pôde indicar, é a de 39° negativos visto que este gela a 40° (abaixo de zero). Para temperaturas mais baixas, emprega-se o alcool corado.

Para conhecer a temperatura maxima e minima de um logar, n'um certo dia, servimo-nos dos thermometros de Negretti e Zambra. O que nos indica a temperatura maxima, é um thermometro de mercurio com index de aço; o que nos indica a minima, é de alcool com index de esmalte. Ambos os instrumentos collocam-se no mesmo quadro.

A temperatura augmentando, o mercurio dilata-se, arrasta o index, que o não acompanha, quando o mercurio se contrahe, marcando portanto, a maxima dilatação do mercurio, n'esse dia. No thermometro de alcool, o index é arrastado pelo alcool quando este se contrahe, mas quando este se dilata, abandona-o, indicando assim a maxima contracção do alcool n'esse dia.

Para medir altas temperaturas, empregamos os *pyrometros*.

O *pyrometro de Wedgwood* funda-se na propriedade da argilla se contrahir pelo calor. Consta de uma placa de cobre onde se fixam tres bar-

ras não paralelas umas ás outras, mas de modo que a primeira esteja separada da segunda, de 6 linhas, n'um dos extremos, e de 5 linhas, no outro extremo, emquanto que a segunda esteja afastada apenas de 5 linhas, n'um dos extremos, e de 4 linhas, no outro extremo. As duas barras lateraes, de comprimento igual a um pé inglez, dividem-se em 240 partes eguaes, cada uma d'ellas correspondendo a um grau do pyrometro. Tomando-se um cylindro de argilla, secco n'uma estufa, e com um diametro tal que possa penetrar, por entre as barras, até ao zero da escala,

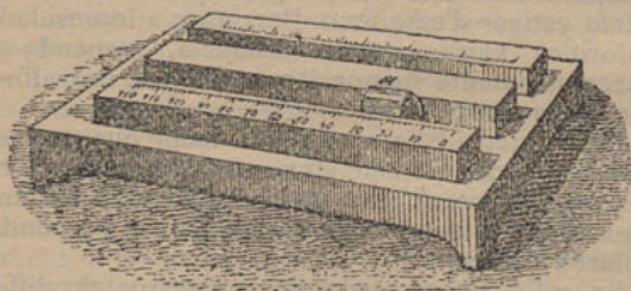


Fig. 44—Pyrometro de Wedgwood

e collocando, em seguida, esse cylindro n'um forno, cuja temperatura nós desejamos avaliar, veremos que, a argilla tendo-se contrahido, mais ou menos, conforme a intensidade de calor do forno, o cylindro passará, entre as barras, além do zero da escala. Se este attingir o grau 15, como cada grau do pyrometro corresponde a 72° centigrados e o zero da escala a 580°, a temperatura do forno que desejavamos avaliar, deverá ser de :

$$580 + 15 \times 72 = 1:660 \text{ graus centigrados.}$$

—O modo como o calor se propaga no espaço, a distancia, chama-se *calor irradiante*.

*Intensidade calorifica* é a qualidade de calor que um corpo emana.

N'um meio *homogeneo*, isto é, um meio que apresenta em todos os seus pontos, egual densidade e composição, o calor propaga-se sempre em linha recta.

Qualquer direcção em que se propagam as ondas calorificas, é um *raio de calor*.

A reunião de *raios calorificos*, denomina-se *feixe calorifico*.

Se collocarmos varios thermometros a diversas distancias do foco calorifico veremos que a temperatura será maxima, n'aquelle que mais perto estiver d'esse foco. Portanto, a intensidade calorifica varia com a distancia, tornando-se successivamente menor á maneira que nos affastamos da fonte do calor.

Essa intensidade será tanto maior quanto menor fôr a obliquidade dos raios incidindo sobre uma superficie. E' essa a razão porque o sol nos aquece mais quando os seus raios são perpendiculares á terra.

Se collocarmos varios thermometros em diferentes pontos igualmente distantes do foco calorifico, veremos que o calor se propaga em todos os sentidos, com egual intensidade.

Se fizermos a experiencia no vacuo, notaremos o mesmo facto

— Quando um raio calorifico encontra um obstaculo, reflecte-se, de fôrma a não poder vencer e soffre a *refracção*.

Da mesma fôrma como no som, o angulo de reflexão de um raio calorifico é egual ao angulo que o raio incidente faz com a normal, estando estes dois angulos, sempre no mesmo plano.

Com relação á *refracção*, observa-se um phenomeno perfeitamente idéntico áquelle que se produz, nos raios luminosos, reservando nós este assumpto para quando nos occuparmos d'estes.

— Os corpos que se deixam atravessar pelos raios calorificos sem os absorver, chamam-se

*diathermicos*, em opposição a todos os outros que se denominam *athermicos*.

O corpo é tanto mais *diatermico* quanto menos espesso fôr. Faz excepção a esta regra, o sal gemma que deixa sempre passar o mesmo calor incidente seja qual fôr a espessura da camada.

Quasi todos os corpos transparentes são *diathermicos* para o calor luminoso. O vidro é muito *diathermico* para o calor luminoso, e pouco *diathermico* para o calor obscuro, visto que, durante o dia, deixa penetrar atravez d'elle, os raios do sol, e não permite que estes se escapem durante a noite. A agua é pouco *diathermica*, sendo esse o motivo porque a proximidade das aguas tendem a diminuir a temperatura de um logar.

Influe tambem no poder *diathermico* dos corpos a sua superficie polida, a qual tende a enfraquecer esse poder.

Enchendo um vaso d'agua quente, e cobrindo-o successivamente, de negro de fumo, cré, etc., veremos que, sendo a temperatura da agua constante e approximando um thermometro da sua superficie externa, o mercurio não sóbe sempre á mesma altura, dependendo este facto da substancia de que o vaso esteja revestido. D'aqui concluimos que nem todos os corpos emittem igualmente calor. O poder maior ou menor que os corpos teem em emittir calor denomina-se poder *emissivo*.

Cobrindo o reservatorio de um thermometro successivamente de diversas substancias, taes como negro de fumo, cré, etc., e collocando o sempre á mesma distancia de um foco calorifero, vemos que o mercurio não sóbe sempre á mesma altura, dependendo este facto da substancia de que o thermometro está revestido. D'aqui concluimos que nem todos os corpos absorvem igualmente calor. O poder maior ou menor que os corpos teem em absorver calor, chama-se *poder absorvente*.

Os corpos de grande poder *emissivo* são equal-

mente, os corpos de grande poder *absorvente*, o que é de facil comprehensão. Um corpo absorvendo mais calor tem naturalmente mais tendendencia em emittil-o, do que outro que absorva menos.

O poder *emissivo e absorvente* é minimo nos metaes, e maximo no negro de fumo, papel e vidro. Fazendo incidir sob um espelho os raios caloriferos que emanam de um vaso cheio de agua quente, e collocando entre o espelho e o seu foco, successivamente, laminas de diversas substancias, os raios incidentes depois de se reflectirem no espelho, incidem sobre as laminas, accusando o thermometro, maior ou menor temperatura consoante o maior ou menor poder reflectidor dos corpos.

O poder *reflectidor* dos corpos, isto é, o poder que esses corpos teem em reflectir calor, é inverso de todos os que até aqui temos estudado. O negro de fumo, o papel e o vidro tendo um poder emissivo e absorvente maximo, teem um poder reflectidor maximo. Os metaes teem, pelo contrario, grande poder reflectidor.

Comprehende-se que um corpo absorvendo calor, póde emittil-o, e tanto mais, quanto maior fôr a quantidade absorvida; da mesma fórma aquelles que o reflectem, visto não o terem absorvido, não pódem naturalmente emittil-o.

Estes tres poderes explicam muitos factos. Assim, os pretos devido á sua côr supportam mais facilmente que os brancos o calor dos climas quentes em virtude do grande poder absorvente e emissivo da sua côr.

Por facto identico, os fogões são negros na parte externa para dar sahida ao calor, brancos e reflectidores na parte interna, para augmentarem a quantidade de calor reflectido, do foco para o recinto.

Consoante o trabalho de propagação do calor n'um corpo, assim estes se denominam *bons* ou *maus conductores*. Em geral, os melhores condu-

ctores são os corpos mais densos, como por exemplo, os metaes, e os peores conductores, os corpos mais leves (palha, algodão, etc.).

Se n'uma mesma chamma collocarmos dois utensilios identicos, sendo um, munido de um cabo de madeira e outro de metal, constatar-se-ha a desigualdade de aquecimento entre ambos

Se n'uma caixa de folha, tendo n'uma das faces crivada de orificios, hastes de varios corpos de que pretendemos conhecer a conductibilidade, cobrirmos essas hastes de cêra, e enchermos em seguida a caixa, de agua a ferver, constatar-se-ha que, n'algumas hastes, a cêra derreter-se-ha mais facilmente do que n'outras, d'onde se prova que todos os corpos não são egualmente conductores do calor.

A desigual conductibilidade dos liquidos para o calor, demonstra-se da seguinte fórma: Introduzindo n'um vaso com agua fria um thermometro, e fechando esse vaso, superiormente, com outro contendo agua a ferver, de modo que as duas superficies fiquem em contacto, o thermometro accusa pequeno augmento de temperatura, denotando a má conductibilidade da agua para o calor.

No emtanto os liquidos aquecem facilmente, se o calor lhes fôr transmittido pela parte inferior, porque as camadas inferiores aquecidas, dilatando-se, tornam-se mais densas e sobem, sendo substituidas por outras mais frias, que por sua vez aquecem, estabelecendo-se duas correntes: uma *ascendente*, a mais quente, e outra *descendente*, a mais fria. A este phenomeno chama-se *convecção*.

## CAPITULO II

### MUDANÇA DE ESTADO DOS CORPOS

#### I—Fusão

A passagem d'um corpo do estado solido ao estado liquido, pela acção do calor, chama-se  *fusão*.

Nem todos os corpos se fundem; alguns ha que, a altas temperaturas se decompõem, sem se fundirem (carbonato de calcio, cellulose), outros que antes de se produzir o phenomeno da fusão, tornam-se viscosos, como succede no vidro, na resina, no silex, etc. Este phenomeno denomina-se *fusão vitrea*, por ser, sobretudo no vidro, que esta mais se manifesta. Se a pressão fôr constante, um corpo fundirá sempre á mesma temperatura a qual conservar-se-ha durante o tempo que durar o phenomeno, sendo o calor que é ministrado a esse corpo, empregado no trabalho mechanico da sua mudança de estado. O numero de calorías necessarias para que um kilogramma de um solido passe ao estado liquido, á temperatura de fusão, é o que se chama *calor latente de fusão*.

Cada substancia funde a temperotura diversa. Assim o mercurio funde a 40°, o gelo a 0°, a manteiga a 30°, o chumdo a 332°, o zinco a 1000°, e a platina a 2000°. As substancias que se fundem a altas temperaturas denominam-se *refractarias*.

Se um corpo passa do estado solido ao estado liquido, sem o auxilio do calor, o phenomeno toma o nome de *dissociação*.

Na dissociação, não ha temperatura fixa para a producção do phenomeno; porêm, existe, como na fusão, absorpção de calor.

A causa da dissociação é a afinidade entre as moleculas dos dois corpos. Por este factó, o asucar e a gomma arabica dissolvem-se na agua a frio. Pelo mesmo motivo, alguns metaes dissolvem-se no mercurio.

Os corpos mais dissolventes são: a agua, alcool, ether, e sulfureto de carboneo.

O liquido diz-se *saturado*, quando não pode dissolver maior porção de solido á temperatura a que se encontra. Augmentando a temperatura, augmenta egualmente o poder de dissociação. Exceptua-se d'esta regra, além de outras substancias, o salgemma dissolvendo-se na agua.

Se da mistura de solidos e liquidos resultar

resfriamento, obtem-se as *misturas frigorificas*. A mistura mais geralmente usada para fazer sorvetes é a combinação do gelo com o sal commum, combinação pela qual obtemos um abaixamento de temperatura correspondente a 20°, ou ainda a mistura de partes eguaes de agua e nitrato de amoniaco.

## II — Solidificação

*Solidificação* é a passagem de um corpo do estado liquido para o estado solido.

Como na fusão, reconhece-se que n'este phenomeno:

1.º Um corpo solidifica sempre á mesma temperatura.

2.º A temperatura conserva-se constante, enquanto dura o phenomeno, Um corpo solidificando diminue em geral de volume. Faz excepção a esta regra a agua, a qual, baixando-se a temperatura a 0°, solidifica, augmentando de volume.

Enchendo de agua uma esphera metalica, e fazendo-a gelar, a esphera rebenta pelo augmento de volume que a agua soffreu. O ferro, o bismutho, o antimonio, etc., augmentam egualmente de volume pela solidificação.

Retarda a solidificação dos liquidos, as substancias que esses liquidos tenham em dissolução. A agua salgada, por exemplo, gela apenas a 2°, e não a 0°.

As figuras geometricas provenientes dos corpos solidificando-se, são os *crystaes*. A neve, por exemplo, crystalisa em hexaedros regulares.

A producção dos *crystaes* é a *crystalisação*.

Os *crystaes* de fórmulas homologas dizem-se de forma *simples*, e os de fórmulas especiaes diferentes, dizem-se de fórmulas *derivadas*.

O phenomeno que se observa comprimindo dois fragmentos de gelo um contra o outro, chama-se *regelacão*. Formar-se-ha uma massa unica, resul-

tante da combinação mutua entre os dois fragmentos. Os phenomenos que se observam quando os liquidos, em certas circumstancias, se encontram abaixo do seu ponto de solidificação, é a *sobre-fusão*. Assim, se lentamente baixamos a temperatura da agua destillada, conservando o liquido em repouso. podemos obter a temperatura de 12°. O phenomeno tambem se realisa, quando os liquidos se encontram em vasos capillares, se estes forem molhados pelos liquidos. D'aqui o facto das plantas resistirem a grandes frios, visto os tecidos serem composto de canaes muito estreitos e os liquidos, n'esses canaes não congelarem, embora a temperatura do ambiente esteja abaixo do ponto de solidificação.

### III—Vaporisação

A passagem de um corpo, do estado liquido a vapor é a *vaporisação*. Os corpos que se vaporizam facilmente, chamam-se *volateis*, em opposição aos outros que se denominam *fixos*. No primeiro caso estão a agua, o alcool, etc.; e no segundo os oleos.

Muitos corpos fixos decompõem-se, quando muito aquecidos, antes de passarem ao estado de vapor.

Alguns corpos emittem vapores, á temperatura ordinaria. como a camphora, oleos aromaticos, etc.; outros passam ao estado de vapor, quando aquecidos. Quasi todos os vapores são incolores e transparentes. Ha poucos liquidos córados que produzem vapores corados.

Os vapores, teem, como os gazes, grande tendencia a expandirem-se. E' o que se chama a sua força *elastica*.

Ha, porém, um limite a partir do qual, n'um dado espaço, cessa a producção do calor. Diz-se então, que o espaço está saturado de vapor, ou o vapor chegou ao estado de saturação. A tensão

do vapor, n'esse momento, é maxima. Elevando a temperatura, augmenta a tensão.

Os vapores não saturados obedecem á lei de Mariotte, já mencionada quando nos occupamos dos liquidos: *Os volumes dos gazes estão na razão inversa das pressões que soffreu.*

Vamos, agora, estudar nos vapores, as tres circumstantancias em que estes se produzem :

1.º Os vapores formam-se instantaneamente na vacuo.

2.º Os vapores formam-se lentamente, em qualquer temperatura, nos gazrs (evaporação).

3.º Os vapores formam-se rapidamente, nos mesmos gazes, a uma temperatura fixa, sob fórma de bolhas que rebentam á superficie dos liquidos (ebullição).

A passagem de um liquido a vapor póde ser feita, ou por aquecimento, ou por diminuição de pressão. Introduzindo um vaso com agua, n'um recipiente de uma machina pneumatica e rarefazendo o ar, o liquido ferve com producção de vapores. Com qualquer outro liquido, observamos egual phenomeno, o que demonstra a primeira circumstancia citada.

*Evaporação.* Um liquido em presença do ar, evapora-se seja qual fór a sua temperatura. Para cada corpo, ha, no emtanto, uma temperatura a partir da qual, o phenomeno cessa—o acido sulphurico a 30º, por exemplo, deixa de produzir vapores.

O tempo que um liquido gasta em evaporar-se depende, entre outras causas, de ser mais ou menos volatil.

Facilitam a evaporação :

1.º O *augmento de temperatura*, porque augmentando a tensão do vapor, esta vence mais facilmente a pressão do ambiente. E' essa a razão porque as plantas á sombra, se conservam mais viçosas do que ao sol.

2.º A *quantidade de vapor existente na atmosphera*. Se o espaço estivesse saturado de vapor, a evaporação seria nulla.

3.º A *renovação d'essa atmosphera*, porque substitue o ambiente saturado, por outro. Por esse facto, quando achamos quente, uma chavena de chá ou de café, mechemol-a com uma colher, afim de renovar a atmosphera gazosa que a envolve.

4.º A *extensão da superficie de evaporação*. Quanto maior fôr a superficie de evaporação, mais rapida será esta. Pretendendo arrefecer rapidamente uma chavena de chá ou café, deitamos o seu contheudo n'um pires ou um prato, augmentando, d'esta fórma, a extensão da superficie de evaporação do liquido.

Pela evaporação, obtem-se resfriamento devido á absorpção de calor que acompanha o phenomeno. E' esse facto que explica o resfriamento que experimentamos, quando deitamos um pouco de ether na mão, ou quando sahimos do banho. Em virtude do mesmo phenomeno, são utilizadas para refrescar a agua, de verão, as bilhas de barro poroso, devendo, para esse fim, conservar-se a sua superficie externa constantemente humida, para que se facilite a evaporação, a qual manterá a agua a uma temperatura muito agradável.

Aproveitando o resfriamento resultante da expansão dos gazes, ou absorpção do calor pela evaporação dos liquidos, imaginaram-se varios apparelhos para a formação do *gelo artificial*.

A *machina de Carré* consta de um cylindro horisontal, contendo dentro, acido sulphurico e communicando por meio de um tubo com torneira, com um recipiente cheio de agua. Uma bomba rarefaz o ar, e a alavanca da mesma bomba faz funcionar um registador, dentro do cylindro. Fazendo o vacuo n'este e no recipiente, a agua ferve absorvendo o acido sulphurico os seus vapores, e originando-se d'esse facto um abaixamento de temperatura sufficiente para gelar a agua.

*Ebullição* é a passagem rapida de um liquido a vapor.

Aquecendo a agua pela parte inferior de um vaso

formar-se-hão, no fundo do vaso, pequenas bolhas de vapor, as quaes vão subindo mas encontrando camadas liquidas mas frias, soffrem uma condensação. A maneira que a temperatura vae augmentando, essas bolhas vão rebentando, cada vez mais perto do nivel do liquido, o que succederá quando o liquido ferver, isto é, quando entrar em ebullicão, cessando, n'esse momento, a condensação das bolhas de vapor, visto que toda a massa attingiu a temperatura de ebullicão.

A formação e condensação successiva das bolhas de vapor produzem o ruido e a agitação da massa liquida que se nota, antes da producção do phenomeno e durante o tempo que este dura.

Duas correntes estabelecem-se no liquido: a primeira *ascendente*, composta de meleculas frias. E' claro que apenas a massa liquida atinja toda ella egual temperatura, as duas correntes deixarão de existir. No phnomeno da ebullicão reconhece-se que:

1.º A temperatura da ebullicão é constante para cada liquido, á mesma pressão.

2.º E' invariavel durante o tempo que dura o phenomeno.

3.º A tensão dos vapores emittida pelos liquidos, é egual á pressão exterior.

A presença de substancias extranhas retarda a ebullicão do liquido. A agua ferve a 100º, misturada com sal commum ferve apenas a 109º; saturada de salitre, a 116º, etc.

E' sobretudo a pressão que influe na temperatura de ebullicão de um liquido. A' pressão de 760,<sup>mm</sup> a agua ferve a 100º; nas altas montanhas, onde a pressão é maior, ferve a uma temperatura menor. Assim, no Monte Branco a agua ferve a 84º. Em geral, a temperatura de ebullicão da agua baixa de 1º, por cada 324 metros que nos elevamos na atmosphaera. Esta é maior nos vasos de vidro, do que nos de metal, devido a que a adherencia do liquido ás paredes do vaso não é idetica em ambos os casos. A adherencia no

acido sulphurico sendo muito grande, é conveniente não fazel-o ferver, por se tornar perigoso, da mesma forma como ordinariamente se procede com os vasos de vidro, para os liquidos, mas sim, proceder ao seu aquecimento, lateralmente.

Tomando um balão de vidro cheio de agua, fazendo-a ferver, e fechando em seguida, o balão por meio de uma rolha, veremos que, se o invertermos, a ebulição cessa, visto que o vapor não podendo sahir, exercendo pressão no liquido, impede o phenomeno. Se, porém, borrifarmos o balão com agua fria, o liquido ferve de novo, visto ter-se alliviado a pressão até que a pressão do novo vapor impeça a continuação do phenomeno.

Isto demonstra que a ebulição tambem se realisa, sem *fogo* e em fracas pressões.

A passagem de solidos a vapor, sem passar pelo estado liquido, chama-se *sublimação*.

E' o que succede com a camphora e o iodo. A camphora denuncia a mudança de estado pela diminuição de volume, e cheiro especial; e o iodo denuncia essa mudança pela presença de vapores violetas.

#### IV— Liquifacção

A *liquifacção* é o phenomeno inverso da vaporisação.

O calor que se desenvolve n'este phenomeno, é igual ao calor que o liquido, anteriormente, absorvera pela vaporisação (calor latente de condensação).

A liquifacção pode ser feita por simples resfriamento. Assim se obteve a liquifacção do acido sulphuroso, cyanogenio, etc. — Lory e Drion conseguiram liquifazer o anhydrido carbonico, á temperatura de  $-90^{\circ}$ , e á pressão normal. Pelo resfriamento, e pressão, Cailletet e Pictet liquifizeram e solidificaram o hydrogenio, o oxigenio, o azote, etc.

No processo de Cailletet, os gazes submettem-

se o grandes resfriamentos e pressões dilatando-se em seguida; a liquifacção produz-se em virtude da absorpção do calor para essa dilataçào.

No processo de Pictet, a pressào é produzida pelo proprio gaz desenvolvido n'um espaço fechado, e o resfriamento, pela vaporisaçào do anhydrido sulphuroso liquido, em seguida, pela do anhydrido carbonico liquifeito pelo anhydrido sulfurico, e finalmente, pela expansào que o gaz soffre.

D'onde concluímos que a pressào do proprio gaz tambem póde liquifazel-o.

Exercendo-se uma pressao mechanica em toda a massa do gaz, tambem se pode obter a sua liquifacção.

São por conseguinte, quatro, os processos que podemos empregar para liquifazer gazes.

1.º) pelo resfriamento.

2.º) Pela propria pressào do gaz.

3.º) Pela pressào mechanica exercida sobre a sua massa.

4.º) Pela pressào e resfriamento.

Chamamos *ponto critico* o limite da temperatura, a partir da qual, a liquifacção não se póde realisar, por maior que seja a pressào.

#### V— Distillação

A operaçào que tem por fim separar por meio da ebullicào, um liquido, das materias fixas ou de outros liquidos menos volateis, contidas na sua dissoluçào, chama-se *distillação*.

O apparelho onde se faz essa operaçào, chama-se *alambique*.

Consta de uma fornalha em que assenta um vaso **A** (cucurbita) onde se introduz o corpoa distillar. Esse vaso, é fechado superiormente por uma peça **B** (capitel) que, por meio de um tubo **C**, communica com outro tubo em espiral **S** (serpentina) mergulhado n'um recipiente de agua fria, **V**. Os vapores da cucurbita são condensados na serpen-

tina, sendo recebida n'um vaso, D. O liquido mais volatildistilla primeiro, em seguida os outros. Na cucurbita ficam apenas as materias fixas, o condensador é alimentado interruptamente pela agua que vem de um deposito R por um tubo, T' e esgotado por um outro tubo, T quando os vapores conden-

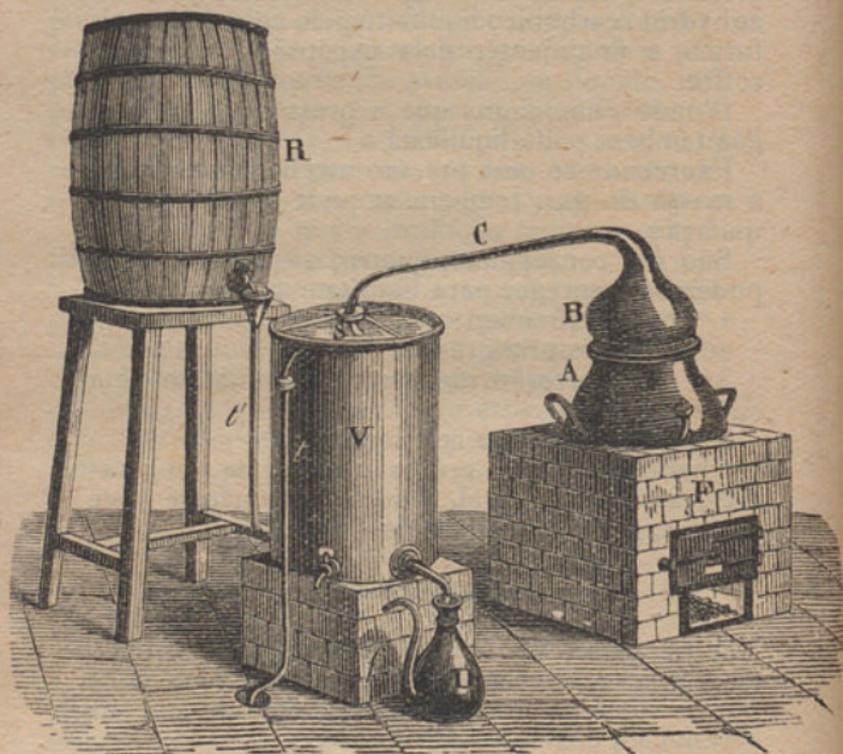


Fig. 45 — Alambique

sados na serpentina o tenham aquecido sufficientemente, devido ao calor latente desenvolvido.

Por este processo, obtemos a aguardente de vinho, dos cereaes, etc. O gaz de illuminação, coque, carvão animal, etc., são egualmente productos de distillação.

## VI - Estado espheroidal

O phenomeno observado, quando, um liquido se encontra a uma temperatura superior á do seu ponto d'ebullicão, é o estado *espheroidal*.

O liquido, toma então, a forma de pequenas esferas, achatadas, as quaes são animadas de movimento giratorio.

N'esse estado, os liquidos não molham as superficies sobre que gosam.

Aquecendo ao rubro, uma capsula de platina, e deitando-lhe pequenas gottas ds agua, esta não ferve, mas sim. toma a forma espherica, não molhando a capsula. A evaporação é feita mais lentamente do que se houvesse ebullição. Tirando a capsula do fogo, e resfriando-a, a temperatura baixando até ao ponto de ebullição da agua, esta molhará a capsula, reduzindo-se a vapor. Todos os liquidos são susceptiveis de tomar a forma espheroidal. N'esse estado, os corpos conservam uma temperatura inferior ao da sua ebullição — Assim a agua conserva a temperatura de 95<sup>o</sup>, o alcool, 75<sup>o</sup>, o ether, 34<sup>o</sup>, etc.

E' a grande energia do movimento vibratorio calorifico que o corpo possui n'esse estado que impede o contacto do liquido com a superficie quente. O liquido recebe, então, unicamente o calor que irradia da superficie do corpo quente, o que promove alguma evaporação; mas se o liquido fôr diathermico, parte d'esse calor reflectir-se-ha sem aquecer o corpo. O movimento giratorio das moleculas é devido á accção do vapor.

Devido ao estado espheroidal dos corpos, podemos amolecendo as mãos em agua, mettel-as dentro de uma porção de chumbo ou ferro, em fusão, sem risco de as queimarmos, visto não haver contacto entre a mão e as substancias em fusão, devendo no entanto fazer-se a experiencia com cautella, afim de que a força repulsiva do calor não seja vencida porque n'esse caso, estabelecer-se-hia immediatamente o contacto.

## VII — Hygrometria

A parte da physica que estuda a humidade do ar, é a *hygrometria*.

*Estado hygrometrico do ar* é a relação entre o peso de vapor d'agua contido n'um dado volume de ar, e o peso d'esse mesmo volume d'ar, á mesma temperatura, se saturado.

Osapparelhos que medem a humidade do ar são os hygrometros.

Alguns hygrometros fundam-se na propriedade de certas substancias organicas absorverem o vapor d'agua mūdando de forma ou volume (hygrometro de absorpção) outros, na facilidade com que o vapor d'agua se deposita nos corpos frios quaddo o ar que o contem foi re-friado até se saturar (hygrometros de condensação), outros ainda baseiam-se na influencia do estado hygrometrico, e na rapidez da evaporação (hygrometros de evaporação) e finalmente, outros, na propriedade de certas substancias absorverem o vapor d'agua (hygrometros chimicos).

*Hygrometros de absorpção.* Os cabellos, as cordas e outras substancias quando humidas teem a propriedade de se encurtarem, alargando-se, quando o ar se torna mais secco.

Fundados n'esse principio, construíram-se os *Hygrosopes*.

E' conhecido o boneco representando um frade de capuz, o qual se cobre quando o tempo está humido e se destapa em caso contrario, devido a um pedaço de corda de tripa torcida e presa, por um dos extremos, a qual dá movimento á outra.

O *hygrometro de Saussure*, consta de um quadro metallico com um cabelo preso superiormente e enrolado na sua parte inferior, a uma roldana, a cujo eixo se liga um ponteiro girando sobre um quadrante graduado. No extremo livre cabelo, ha um pequeno pezo de modo a conser-

val-o sempre tenso--quando o tempo está secco, o cabelo encurtando-se, faz descer o ponteiro. Introduzindo o aparelho n'um espaço saturado de humidade, no ponto onde o ponteiro estacionar, marca-se 100; se o introduzirmos n'um ambiente secco, marcamos O, no ponto de estacionamento do ponteiro. Dividindo este espaço em 100 partes eguaes, teremos graduado o hygrometro.

Para preparar o cabelo, teremos de o desembaraçar das substancias oleozas, por meio de uma dissolução de carbonato de potassio. em seguida mergulhal-o-hemos na agua a ferver e finalmente na agua fria.

Pode conseguir-se o mesmo resultado, immergindo o cabelo no ether, durante 24 horas.

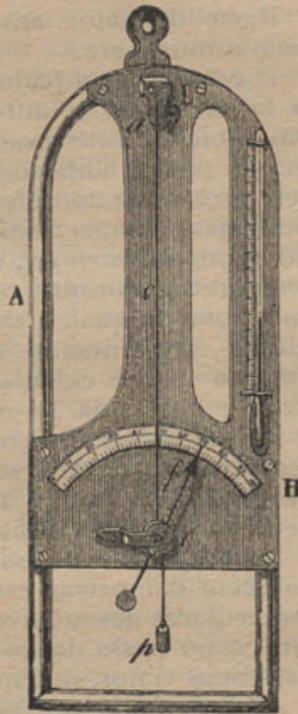


Fig. 46—Hygrometro de Saussurre

### CAPITULO III

#### APPLICAÇÕES DO CALOR

Já dissemos que as origens do calor podiam ser *mechanicas, physicas ou chemicas*.

As acções *mechanicas* desenvolvem calor, pela *fricção, pressão ou precursão*. Dos agentes *physicos*, o principal é, como vimos, o sol. A acção d'esse foco sobre a terra é variavel consoante a altura d'esse astro acima do horisonte com as estações e *latitude*.

Parte do calor enviado pelo sol, é absorvido pela atmosphera.

O *calor central* (calor proprio da Terrã) explica o facto da terra, antes de ser solida, ter estado em ignição, conservando-se ainda, parte da sua massa não solidificada. A temperatura da massa terrestre pôde considerar-se dividida em 3 partes ou zonas; a *superficial*, variando com as estações do anno, a *invariavel*, conservando sempre, egual temperatura durante todo o anno, e a *progressiva* zona na qual, a temperatura vae successivamente augmentando com a profundidade, augmento que é calculado, pouco mais ou menos, de 1.º, por cada 30 metros que descemos — Se esse augmento fôr constante, a 2:700 metros, a temperatura deverá ser de 100º e a 100:000 de profundidade, todas as substancias conhecidas deverão estar em fusão.

As erupções vulcanicas, fontes thermaes, etc., parecem demostrar esse facto. Os phenomenos moleculares desenvolvem tambem calor. Quando um corpo passa do de vapor, de liquido a soiido ha, como vimos, desenvolvimento de calor.

*Ações chemicas.* Dois corpos combinando-se produzem calor, algumas vezes á temperatura ordinaria, outras por elevação de temperatura. Esse calor e devido ao choque das moleculas dos corpos entre os quaes se exerce a afinidade.

*Combustão* E' a combinação chimica acompanhada de calor e luz. A reunião do calor e luz, dá origem ao fogo.

Para determinar a combustão de um corpo, é necessario accendel-o o que equivale a elevar a sua temperatura. Ha porem, corpos que ardem apenas em contacto com o ar ou oxygenio — em geral, a agua apaga a combustão; no emtanto, esta pôde realisar-se no seio d'esse liquido desde que n'ella existam substancias que tenham entre si grande afinidade.

Os corpos solidos que ardem sem se decompor, ou vaporisarem, não dão chamma.

A *chamma* é produzida por um gaz em combustão. — O carvão arde com *chamma*, devido aos gazes que contem. — Na combustão da cera, *stearina*, etc, pelo calor da combustão do pavio, essas substancias fundem-se, sahem pela torcida, em virtude da capillaridade, decompondo-se com desenvolvimento de gazes, o que produz a *chamma*. E' o que succede com as *vellas* formadas d'estas substancias. O brilhantismo de uma *chamma*, depende da presença de um corpo solido que incandescente se deposita n'ella. E' o que se observa na luz Drummond. A *chamma* é devida ao hydrogenio que ardendo no oxygenio, produz uma temperatura elevada, com *chamma* pouco brilhante; porem, introduzindo-se-lhe um fragmento de cal, a luz torna-se intensa.

O brilhantismo da *chamma* da *vella* é devido ao carvão que n'ella se deposita, resultante de uma combustão incompleta. Quando ha produção de fumo esta não se realisa completamente.

A luz de magnésio produz igualmente uma *chamma* brilhante devido á combinação d'esse corpo com o oxygenio, formando a *magnesia*, pó branco que se deposita no seio da *chamma*.

Com a lampada de Bunsen, podemos tambem obter elevada temperatura. Consta esta lampada de dois tubos concentricos nos quaes o interior recebe por meio de uma torneira, o gaz de iluminação, e o exterior tem na base, uns poucos de orificios por onde entra o ar que activa a combustão. Com os orificios abertos, a *chamma* é pouco viva, mas possui uma temperatura elevada, com os orificios fechados. A *chamma* é mais brilhante, tendo, no entanto, *uma temperatura mais baixa*.

Se n'uma *chamma*, collocarmos uma rêde metálica de malha muito fina, a *chamma* fica interrompida, e não passa além da rêde, sendo esse facto devido a um enfraquecimento que a substancia causa experimenta, communicando com o metal, e produzindo-se abaixamento de temperatura,

d'onde resulta a chamma apagar-se; comtudo o gaz passa por cima da rêde inflamando-se de novo, se lhe approximarmos um pavio accesso. As applicações d'esta propriedade são innumeras, sendo a mais importante, a lampada de Davy, empregada nos trabalhos mineiros, afim de evitar explosões que se dariam, se o ar se misturasse com as substancias explosivas.

Esta lampada consta de um reservatorio de azeite que se enche por meio de uma abertura lateral, sendo a chamma envolvida por uma chaminé de vidro e a lampada revestida de uma rêde metallica. O ar servindo para alimentar a combustão, entra, por baixo, através de rêdes, e os productos da combustão sahem pela parte superior, egualmente através de rêdes

— Para o aquecimento das habitações, utilisam-se os *braseiros*, *chaminés* ou *fogões* nos quaes, o apparelho de combustão (*fornalha*) se colloca na sala onde se pretende fazer o aquecimento e os calorificos onde esse foco não é visivel.

Os *braseiros*, hoje abandonados, teem o defeito de espalhar pela casa, os gases resultantes da combustão, sendo, por isso, insalubres.

São, como é sabido, bacias de metal, transportaveis, onde se queima o carvão.

As *chaminés* são canaes, em geral verticaes, que se abrem sobre o local da combustão. Feito o fogo na chaminé, a columna d'ar interior, pelo aquecimento dilata-se, e eleva-se, juntamente com os gases da combustão, pelo canal da chaminé, com uma força egual á differença entre o seu peso, e o de egual volume de ar frio exterior. A este movimento ascensional da columna d'ar quente, chama-se tiragem. A tiragem augmenta com a altura e dá origem a correntes ascendentes de ar quente, e descendentes de ar frio.

Quanto maior fôr a differença entre a temperatura interna e externa, maior será a tiragem.

Os *fogões* utilisam melhor o calor do que as chaminés, sobretudo aquellas que não possuem

apparelhos de circulação do ar. Nos fogões, o ar é aquecido por contacto e irradiação, podendo-se faser circular em torno do foco por meio de tubos que multiplicam as superficies de aquecimento, o ar da caza, ou ainda o ar exterior que vae substituir aquelle que foi arrastado pelos productos da combustão.

N'um fogão bem construido, todo o ar aspirado communica com o combustivel, sendo portanto, o consumo do ar inferior ao das chaminés, teem, no entanto, o inconveniente de não deixarem vêr o fogo, e de desenvolverem um cheiro desagradavel, nocivo á saúde, quando feitos de folha de ferro, ou ferro coado.

O fogão de gaz é um cylindro de ferro envolvendo a chamma. O ar aquecido, espalha-se no quarto, permanecendo ahi.

O melhor meio de aquecimento são, os *caloriferos*, que permittem com um só foco, uma distribuição egual de calor, por toda a caza.

Differem das chaminés e fogões em que, estes apparelhos podem ser collocados na caza que se pretende aquecer, emquanto que os caloriferos são, em geral, collocados, em subterraneos, afim de facilitar o movimento do vehiculo do calor, o qual pode ser, o ar *quente*, o *vapor*, ou a agua *quente*. D'aqui, nasceram as tres especies de caloriferos os de *ar quente*, os de *vapor* e os de *agua quente*.

São apparelhos onde n'uma fornalha se aquece o ar ou a agua, até ficar quente ou vaporizar-se. O ar, a agua quente ou o vapor passam por uma serie de tubos dispostos convenientemente pelas differentes cazas que se pretendem aquecer.

O systema de aquecimento pelo vapor, é o mais condemnavel, visto que alem do aquecimento ser menos brando, é muito menos economico e sujeito a accidentes.

*Machinas a vapor.* N'estas machinas, utiliza-se egualmente o calor para produsir o trabalho.

*Equivalente mechanico de calor* é a quantidade de trabalho produzido por uma caloria.

A transformação do trabalho em calor, e vice-versa, é a base da theoria dynamica do calor.

A transformação do trabalho em calor reconhece-se, percutindo uma campainha com um martello. O trabalho empregado para esse fim transformou-se em calor, o que se reconhece collocando a mão, antes e depois da experiencia, sobre a campainha.

A transformação do trabalho em calor demonstra-se pela seguinte experiencia:

Dentro de um tubo de latão, deitamos agua, fechando esse tubo por meio de uma rolha de cortiça, dando-lhe movimento de rotação, por meio de uma manivella e duas rodas abraçadas por um cordão. Aperta-se o tubo com uma pinça. A fricção que esta exerce no tubo, desenvolve tanta quantidade de calor que o liquido vaporisa-se, projectando a rolha a uma grande distancia.

O trabalho da manivella transformou-se em calor por meio da fricção e parte d'esse calor foi empregado no trabalho da dilatação e vaporisação do liquido e na projecção da rolha.

E' n'este phenomeno, que se fundam as *machinas de vapor*.

Estas dividem-se nas seguintes especies: *machinas fixas*, de *navegação*, *locomotivas* e *locomoveis*.

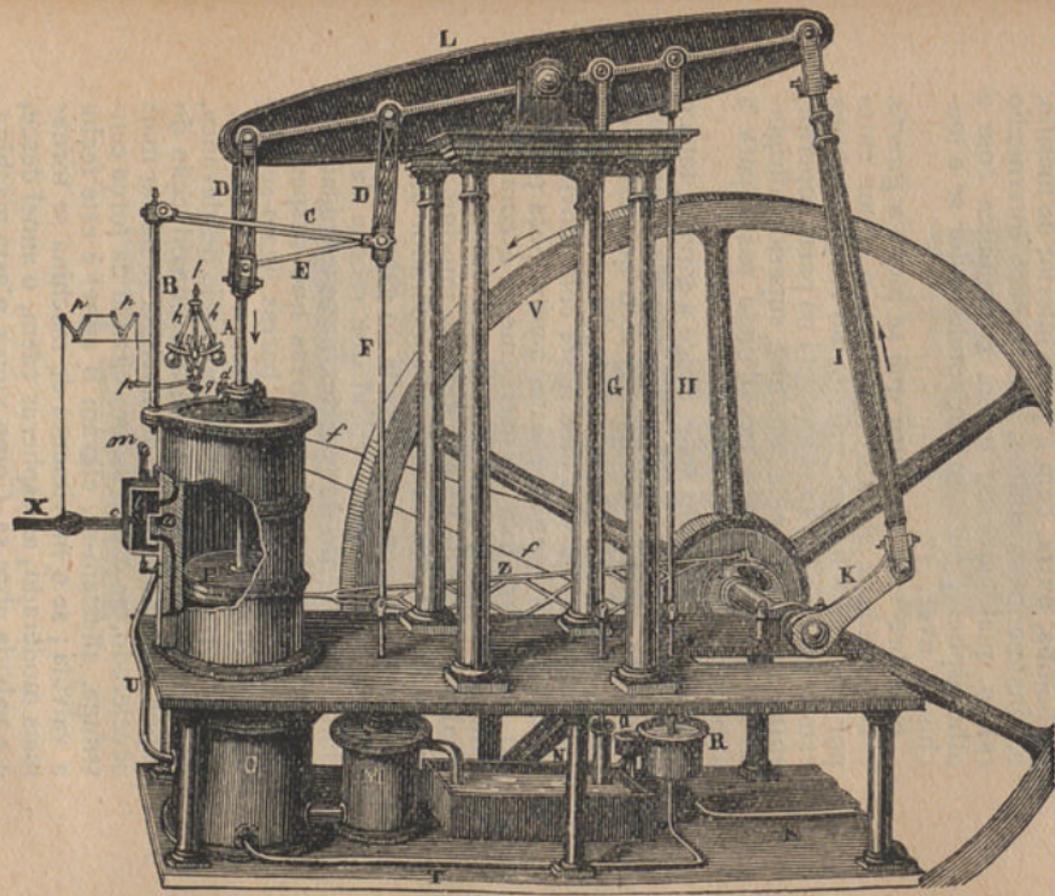
*Machinas fixas*. São todas as que se estabelecem n'um dado logar, para produzirem o effeito desejado.

O typo mais completo d'essas machinas é o de *Walt*, que passamos a descrever.

O vapor vem da caldeira pelo tubo (x), e penetra no corpo da bomba, alternadamente para a parte superior ou inferior do embolo (L), sahindo o vapor, existente do lado opposto, para a atmospherá, ou para um condensador.

A distribuição do vapor faz-se por intermedio de uma peça chamada *gaveta*, cuja disposição mais simples é a seguinte: o vapor não entra logo no corpo da bomba, mas sim, n'uma *caixa* (caxa.

Fig. 47. — Machina de vapor Wat



de distribuição), na qual ha tres aberturas, uma que communica com a parte superior do corpo de bomba, outra, com a parte inferior do mesmo, e, finalmente, a ultima, com espaço intermedio (B), o qual, por seu turno, communica com a atmosphera, ou com um condensador se a machina o tiver.

E' sobre essa abertura que se move a *gaveta*.

Destapada a abertura inferior, o vapor entra por ella, para a parte inferior do embolo, obriga este a subir, e o vapor que está na parte superior, entra na *gaveta* pela abertura superior, dirigindo-se para o espaço (B), d'onde passa para a atmosphera ou condensador.

Quando o embolo sobe, desce a *gaveta*, tapa o canal inferior e o vapor dirige-se para a parte superior do embolo, escapando-se o que está por baixo, e assim successivamente.

O embolo liga-se a uma haste com movimento rectilineo alternativo e esta, a uma peça pesada (L) *balanceiro*, fixa na parte média e communicando, no outro extremo, com o volante (V) o qual, por meio de uma manivella, imprime movimento de rotação ao eixo. O moderador de força centrifuga (H) regula a entrada do vapor na caixa. Consta de um eixo vertical que recebe da machina, movimento de rotação, na extremidade do qual se articulam duas barras que suspendem duas esferas pesadas. As barras ligam-se, por meio de outras pequenas barras, a um anel movel em torno do eixo e que, por meio de alavanca, põe em movimento a valvula de introdução do vapor. Se o movimento da machina se tornar mais accelerado, as esferas, em virtude da força centrifuga, afastam-se, elevam o anel e este fecha a valvula; se o movimento da machina se tornar mais moderado, as esferas caem, o anel desce, e a valvula abre-se. Como vimos, n'esta machina, a transmissão do movimento do embolo ao eixo principal é feita por meio de um *balanceiro*, um *tirante* e uma *manivella*.

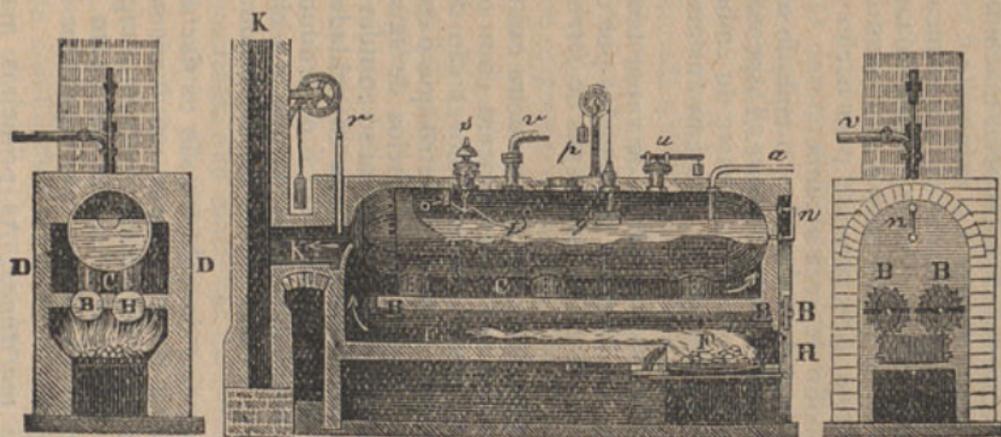


Fig. 48. — Caldeira das machinas a vapor

Hoje, as machinas de *balanceiro* estão um pouco desusadas, sendo substituidas pelas machinas contendo apenas um *tirante* e a *manivella*.

Póde ainda a transmissão ser feita unicamente por meio de uma *manivella*, existindo tambem, algumas machinas, nas quaes o movimento de rotação se obtem directamente pela acção do vapor, sem auxilio de peça alguma.

Nas machinas de *balanceiro*, o embolo articula immediatamente com o *tirante*. Dispensando o *tirante*, isto é, articulando a haste do embolo directamente com a *manivella*, obtemos as machinas do *terceiro systema*.

As caldeiras das machinas de vapor teom, em geral, a fôrma cylindrica, terminadas por calotes esphericas, sendo feitas de chapas de *ferro* ou *latao*.

Inferiormente ao corpo da caldeira existem os ebullidores (B), que communicam com aquelle, por tubos verticaes. Os *ebullidores* são dois ou tres cylindros de menor diametro que o corpo da caldeira, e completamente cheios de agua, enquanto que o corpo da caldeira só contém um ou dois terços do liquido, da sua capacidade total.

A chamma da fornalha (F) e os productos da combustão envolvem os ebullidores, e a chaminé (κ) dá sahida a esses productos activando a tiragem.

Os accessorios da caldeira são os *fluctuadores* que indicam o nivel da agua, um *manometro*, e *valvulas de segurança* que impedem o augmento da tensão do vapor além de um certo limite. Existe ainda, na caldeira, um regulador de entrada da agua.

*Machinas maritimas*. As primeiras machinas applicadas á navegação foram as de *Watt*, com pequenas modificações, taes como o terem dois *balanceiros*, collocados inferiormente afim de não alterar a estabilidade do navio, um de cada lado o cylindro. Os *balanceiros* recebem por um dos extremos, o movimento da haste do embolo, com-

municando-se esse movimento, pelo outro extremo, á manivela do eixo das rodas. N'estas machinas, não ha volante.

Nos navios de rodas, ha um eixo transversal que recebe movimento de rotação da machina, o qual sahe um pouco fóra do navio, tendo fixas, nos extremos, rodas de ferro com pás de madeira. O movimento faz-se, por debaixo de agua, da prôa á pôpa, produzindo a agua uma pressão sobre as pás, da pôpa á prôa (sentido da marcha do navio).

Nos navios de helice, ha uma superficie helicoidal collocada n'uma excavação á popa, debaixo do nivel da agua que, recebendo movimento de rotação da machina, por meio de um eixo, encontra resistencia no liquido, produzindo uma pressão, que origina o andamento do navio.

Nos navios, a vapor, ha geralmente duas machinas, com diversas caldeiras ligadas entre si, de modo que a sua communicação possa ser interrompida, caso haja qualquer desarranjo n'alguna d'ellas.

As caldeiras d'estas machinas são, em geral, tubulares. As chammas sahindo da fornalha, atravessam uma serie de tubos que mergulham na agua, adquirindo-se assim uma grande superficie de aquecimento.

*Locomotivas.* São machinas de vapor empregadas na viação accelerada sobre uma via ferrea. E' uma machina montada sobre uma caldeira, a qual apresenta, externamente, a forma cylindrica, tendo, interiormente, dentro de agua, uma serie de tubos, nos quaes passam as chammas e productos da combustão, antes de desembocarem no canal da chaminé. O vapor gerado vem por um tubo, para 2 cylindros collocados na parte anterior e lateralmente ou por baixo da caldeira. As hastes dos embolos ligam-se a manivellas, por uma forma indirecta, fazendo mover as rodas. A entrada do vapor nos cylindros é regulada por meio de valvulas de gaveta. O vapor, depois de

actuar nos corpos de bomba, escapa-se pela chaminé.

Atras da locomotiva, segue um carro destinado ao deposito da agua e carvão (*tender*), e a seguir os *wagons*. A este conjuncto, chama-se *comboio*.

Os caminhos de ferro constam de dois carris paralelos, collocados no solo, sobre os quaes giram as rodas das carruagens que constituem o comboio. Para que estas não saiam da linha, teem um rebordo para a parte de dentro da via.

A velocidade dos comboios diminue-se por meio de *freios* (peças de madeira premidas contra a pina das rodas).

*Locomoveis*. São machinas fixas, de vapor, asentes sobre carros para facilmente serem transportaveis. Teem um só corpo de bomba, alem de todas as outras partes accessorias componentes de uma machina fixa, ordinaria.

O trabalho das machinas é avaliado em *cavallos*.

*Cavallo-vapor* é a força capaz de elevar a um metro de altura, n'um segundo, o peso de 75 kilogrammas.

PARTE IV  
**OPTICA**

—  
CAPITULO I

A LUZ E SEUS EFFEITOS

A causa que em nós determina o phenomeno da visão, é a luz.

Um corpo torna-se-nos vizivel quando emittir a quantidade de luz necessaria para actuar sobre nossos olhos. e produzir o phenomeno da visão.

As oriçens da luz podem ser *naturaes*; como o sol, relampago, auroras boreaes, etc, ou *artificiaes*, como as combustões, luz electrica, etc.

A parte da physica que trata de luz, denomina-se *optica*

As theorias que explicam os phenomenos luminosos são: a da *emissão* e a das *ondulações*.

Na primeira, admite-se que os corpos luminosos irradiam continuamente uma substancia imponderavel que, atravessando os corpos transparentes, produz nos nossos olhos a impressão que nos dá conhecimento dos objectos.

Na segunda, admite-se que a luz é o resultado do movimento vibratorio dos corpos luminosos, transmittidos aos nossos olhos por meio de um fluido extremamente elastico e subtil (ether) e qua preenche todo o espaço.

Os corpos de luz propria chamam-se *luminosos*, taes como o sol, as estrellas, etc.

Os que não teem luz propria e a recebem dos outros, dizem-se *illuminados*, como a lua, planetas, etc.

*Corpos transparentes* são os que deixam passar a luz, através d'elles, deixando perceber os objectos e sua côr.

Se os corpos deixam atravessar a luz, mas não distinguir os objectos nem sua côr, dizem-se *translucidos*.

Os que não deixam atravessar a luz, chamam-se *opacos*.

A agua, o vidro polido, etc., são *transparentes*. O papel, o marfim, a porcelana, etc., são *translucidos*. A ardósia, a madeira, etc., são *opacos*.

A luz propaga-se sempre em linha recta, por meio de raios luminosos.

O conjunto de raios constitue um *feixe luminoso*.

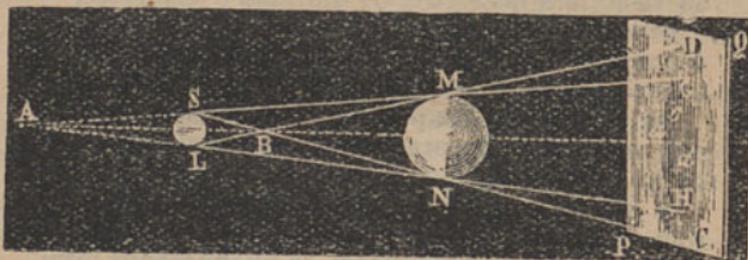


Fig. 49 - Sombra e Penumbra

*Sombra* é a porção de espaço não atingido pela luz.

Na sombra, temos que distinguir duas partes: a sombra propriamente dita e a *penumbra*.

Seja SL o foco luminoso e MN, o corpo opaco. Tirando as tangentes <sup>(1)</sup> a estas superficies SNP, LNH, SMD, e LMD, terenos, assim, indicados no alvo PQ o limite da sombra e penumbra. Na parte existente atraz do corpo MN, no espaço compre-

(1) *Tangente* a uma circumferencia é a linha que toca a circumferencia n'um ponto unico, chamado *ponto de contacto*.

Se a linha tocar em mais de um ponto da circumferencia, denomina-se *secante*.

hendido entre as linhas SM e LN, não ha luz nenhuma (sombra) no espaço comprehendido entre as linhas SM, LM, SN, LM, ha alguma luz, de modo que, na projecção sobre o alvo, veremos o espaço escuro  $c H d H$  e em redor d'este, um espaço annular  $a b$ , menos escuro, com alguma luz (*penumbra*). O resto do alvo está mais illuminado.

Se o corpo luminoso diminuir de grandeza, a sombra augmenta e a penumbra diminue até que, no caso da origem da luz, se reduzir a um ponto, a penumbra desaparece e a sombra é maxima. A figura representa o caso do foco luminoso ser menor que o corpo opaco, sendo, ahi, a sombra e a penumbra indefinidas. Se o foco luminoso fôr maior que o corpo opaco, a sua sombra é definida, sendo ainda a penumbra indefinida.

A luz propaga-se quasi que instantaneamente no espaço, sendo o caminho percorrido por ella, n'um segundo, superior a 77:000 leguas. Não obstante a grande velocidade da luz, os phenomenos celestes são observados passado tempo depois de produzidos. A luz das estrellas mais proximas levam tres annos para chegar á terra.

Para medir a intensidade da luz, servimo-nos dos *photometros*.

*Intensidade da luz* é a quantidade de luz recebida por um corpo illuminado, salvo a unidade de superficie.

Descreveremos o photometro de Bunsen, como o mais empregado.

Est: aparelho funda-se no seguinte principio: Supponhamos uma folha de papel com uma nodoa de gordura ao centro; o papel fica translucido no logar onde se acha impregnado de materia gorda. Se a folha de papel fôr egualmente illuminada dos dois lados, a nodoa não se vê.

O instrumento consta de um alvo de papel E, com uma nodoa de gordura ao centro, e cuja base M pode fazer-se correr ao longo de uma regua RR', quadrada, que une as luzes L, L', cujas intensidades desejamos comparar.

Colloca-se o alvo de modo tal que as duas faces do alvo sejam igualmente illuminadas, para que se não veja a nodoa. Medindo as distancias, do alvo á luz, por meio da regua graduada, achamos a relação das suas intensidades.

Na intensidade da luz, reconheceremos que esta é inversamente proporcional ao quadrado das distancias do corpo illuminado ao foco luminoso.

A luz na sua propagação, encontrando um obstaculo, reflecte-se; não podendo vencer, refrata-se.

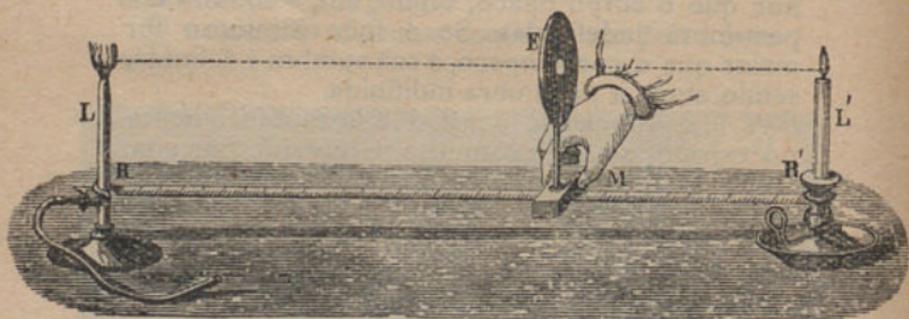


Fig. 50.—Photometro de Bunsen

Na reflexão da luz, reconhece-se:

1.º—Que o angulo de incidência é igual ao angulo de reflexão;

2.º—Que os dois angulos estão no mesmo plano.

Sendo estes phenomenos identicos ao do som, e calor, não insistiremos mais n'este assumpto.

A luz, incidindo sobre as superficies despolidas, reflecte-se, igualmente, mais em todos os sentidos, o que torna os objectos viziveis. E' este o phenomeno da *diffusão*. A luz, reflectida desigualmente, chama-se luz *diffusa*.

Para demonstrar a reflexão regular da luz, nas superficies polidas, utilizamo-nos dos *espelhos*.

Estes podem ser *planos* ou *curvos* (o objecto que observamos pela reflexão é a *imagem*).

As imagens nos espelhos planos formam-se por detraz d'elles, a uma distancia igual á que separa o objecto, do espelho, e de dimensões eguaes á do objecto, sendo es-a imagem *virtual*.

As imagens dizem-se *virtuaes* quando os raios reflectidos divergem, e são os seus prolongamentos para a parte posterior do espelho, que se reúnem; dizem-se *reaes*, se resaltam da sobreposição dos raios reflectidos.

Com dois espelhos parallellos em frente um do outro, obter-se-ha um numero infinito de imagens, devido a reflexões successivas da luz. Só se distingue, porém, algumas imagens porque a sua intensidade vae enfraquecendo sensivelmente.

Os espelhos planos são formados por uma lamina de vidro, tendo, posteriormente, applicada á sua superficie, uma camada de amalgama de estanho (combinação do mercurio com o estanho), que, vulgarmente se denomina o *aco dos espelhos*, substancia que produz a reflexão da luz.

Estes espelhos denominam-se igualmente *artificiaes*, em opposição aos espelhos *naturaes* ou aquelles que são fornecidos pela natureza, sem que seja necessario empregar trabalho algum para a sua fabricação. A agua, por exemplo, é um espelho natural.

*Espelhos curvos.* Estes podem ser esphericos, cylindricos, parabolicos, etc., consoante a superficie reflectidora pertencer a qualquer d'essas especies de superficie. Estes espelhos reflectem a luz, segundo as mesmas leis que os espelhos planos.

Occupar-nos-hemos unicamente dos primeiros, como os mais frequentemente empregados. Estes podem ser *concavos* ou *convexos*, consoante a superficie polida é a interior ou a exterior da calotte espherica.

N'um espelho, temos a considerar:

1.º—O *centro da figura*, isto é, o ponto central da superficie;

2.º—O *centro de curvatura*, isto é, ponto que

se tomou como centro, quando se descreveu a curva;

3.º—O *eixo principal*, isto é, a linha que une os dois centros;

4.º—A *abertura do espelho*.

Nos espelhos concavos, ha tres especies de focos:

*Foco principal*, isto é, o ponto de cruzamento dos raios reflectidos que incidem parallelamente ao eixo principal.

*Foco conjugado*, isto é, o ponto de cruzamento dos raios reflectidos que não incidem parallelamente ao eixo principal e provieram de uma origem collocada além do foco principal.

*Foco virtual*, isto é, o ponto de cruzamento dos prolongamentos dos raios reflectidos provenientes da luz que estiver collocado entre o espelho e o foco principal. Este ponto está collocado atraz do espelho.



Fig. 51 — Espelho espherico

O que acabámos de dizer, com relação a um ponto, applicam-se para todos os pontos de um objecto.

Os effeitos nos espelhos concavos em relação ás imagens, são os seguintes:

I) Colocando um objecto além do centro de curvatura. produzir-se-ha uma imagem real, invertida e menor que o objecto.

II) Collocando um objecto entre o foco principal e o centro de curvatura. formar-se-ha, além do centro de curvatura, uma imagem real, invertida e augmentada.

III) Se o objecto estiver entre o foco principal e o espelho, a imagem é virtual, direita e augmentada.

Se um observador se collocar além do centro de um espelho concavo, verá a sua imagem, real, menor e invertida. Approximando-se do espelho, a sua imagem augmenta, continuando a ser invertida, imagem que desaparece quando o observador attingir ou ultrapassar o centro de curvatura, até chegar ao foco principal. Emfim, collocado entre este ponto e o espelho, a sua imagem será maior e direita, mas virtual.

N.ºs espelhos convexos, os focos são sempre virtuaes, visto que os raios reflectidos são sempre divergentes. Se os raios incidem parallellos ao eixo, os raios reflectidos cortarão este eixo n'um ponto (foco principal virtual), o qual divide ao meio, como nos espelhos concavos, o raio de curvatura. Se os raios não forem parallellos ao eixo, formar-se-ha um foco conjugado virtual, entre o foco principal e o espelho. As imagens n'esses espelhos, são sempre direitas, menores que o objecto e virtuaes.

*Refracção da luz.* O desvio que os raios luminosos soffrem, passando d'um meio para outro (do ar, para a agua, por exemplo) chama-se *refracção*. A' nova direcção do raio chama-se raio *refracto*, o qual faz com o raio incidente, um angulo, cujo vertice está na superficie de separação, e cuja abertura é variavel consoante os meios onde se realisa o phenomeno. Assim, os raios refractos approximam-se da normal, passando de um meio menos denso para outro mais denso, e afastam-se, no caso contrario.

O phenomeno da refração origina factos muito curiosos.

Um objecto visto dentro de agua, parece mais alto, porque os raios de luz, refrangendo-se, passando da agua para o ar, afastam-se da normal, e o observador verá o objecto, não no local onde este se achar situado, mas sim n'um plano mais alto.

Por um facto identico, um vaso com agua, parece menos fundo do que se esse mesmo vaso estiver vazio, e um pau, mergulhado n'agua, parecerá quebrado, na linha de separação dos dois meios, parecendo mais elevada a parte mergulhada.

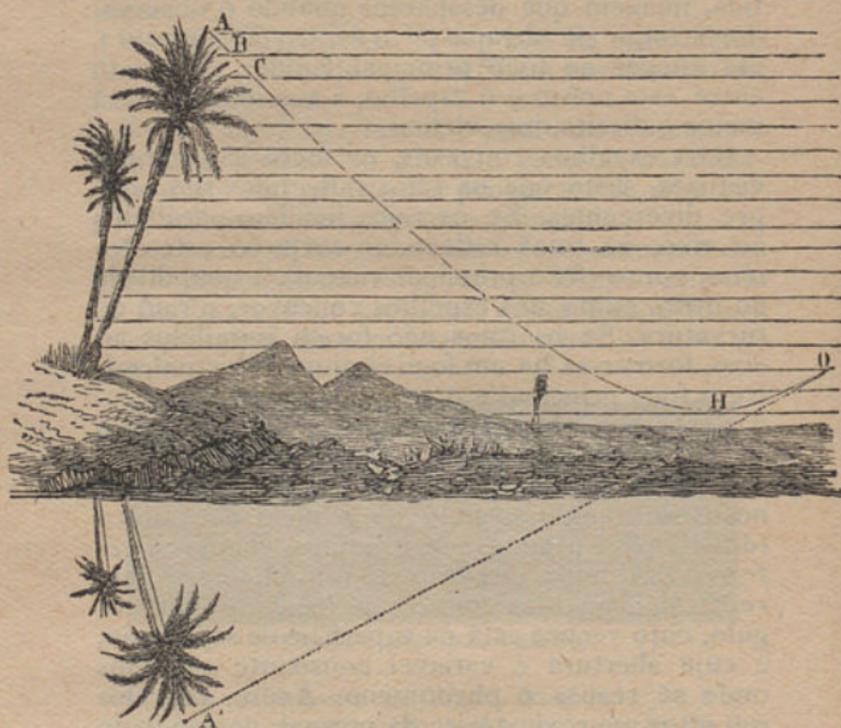


Fig. 52—Explicação da Miragem

A atmosphera compondo-se de camadas concentricas successivamente menos densas desde a superficie do solo até ao seu limite, a sua refrangibilidade tende a diminuir. A luz que vem dos astros soffre, a cada momento, desvios, consequencia da diversa densidade das camadas atmosphericas, de modo que os astros parecem-nos mais altos do que a altura a que, realmente, estes

se encontram, acima do horizonte. Em virtude da refracção, á maneira que os meios se tornam mais densos, os raios refractos approximam-se da normal, e, por isso, o ultimo raio, em cuja direcção vemos os astros, faz com que ainda os vejamos, embora estes estejam abaixo do horizonte. A este facto se attribuem os *crepusculos*.

O phenomeno da reflexão total, explica a *miragem*.

E' uma illusão de optica que nos faz vêr a imagem invertida dos objectos, como que reflectidos n'uma grande superficie liquida, o que succede nos desertos ardentes e arenosos da Africa.

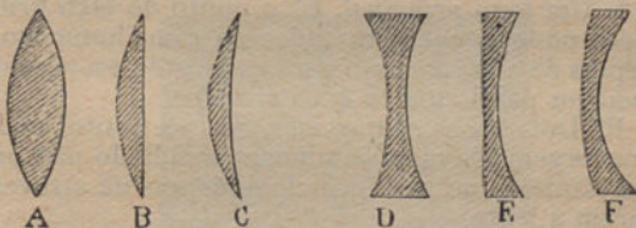


Fig. 5s=Lentes

Devido á densidade do ar que vae decrescendo desde o solo até ao limite da atmosphera, os raios luminosos affastam-se successivamente da normal até attingir o *angulo limite*. Então, produz-se a reflexão total, e o observador, em O, verá a imagem do objecto em A, isto é no prolongamento dos ultimos elementos dos raios.

Um phenomeno de refracção da luz, observa-se nas *lentes* e nos *prismas*.

Uma *lente* é um meio transparente terminado por superficies curvas, ou superficies curvas e planas. Estas podem ser *divergentes* (se teem maior grossura na parte media do que nos bordos) ou *convergentes* (no caso contrario).

As primeiras fazem divergir os raios que as atravessam; as segundas, fazem-n'os convergir.

As lentes *divergentes* podem ser *bi-concavas* (D), *plano-concavas* (E) ou *convexo-concavas* (F). As lentes *convergentes* podem ser: *bi-convexas*, (A) *plano-convexas* (B) ou *concavo-convexas* (C).

Os centros das esferas a que pertencem os segmentos da lente, são os *centros de curvatura*, e os raios d'esses segmentos *raios de curvatura*. A linha que passa por esses pontos e os centros de curvatura é o eixo *principal*. O centro da lente é o centro *optico*, que goza da propriedade de qual'quer raio luminoso que, por elle passa, saia parallelamente á direcção que tinha, antes de entrar na lente. Assim como nos espelhos *concavos*, observamos nas lentes *convergentes*:

I) Um foco *principal*. E' o ponto do eixo principal onde convergem todos os raios luminosos, depois de atravessarem a lente, quando esses raios incidem parallelamente ao eixo principal.

II) Dois focos *conjugados*. São os pontos onde convergem os raios luminosos incidindo não parallelamente ao eixo principal, depois de atravessarem a lente.

III) Um foco *virtual*, quando a origem da luz estiver entre o foco principal e a lente (foco imaginario).

Os effeitos d'estas lentes, emquanto ás imagens, são eguaes ás dos espelhos concavos.

I) O objecto estando situado a uma distancia da lente, dupla da distancia focal principal, produzirá uma imagem real, invertida, e da grandeza do objecto.

II) Se essa distancia fôr menor que o duplo da distancia focal principal, a imagem será real, invertida, e maior que o objecto.

III) Se essa distancia fôr maior do que a que citámos, a imagem será real, invertida, mas menor que o objecto.

IV) A imagem será virtual, direita e maior que o objecto, se este estiver collocado entre a lente e o foco principal.

Nas lentes *divergentes* existem apenas como nos espelhos convexos, focos virtuaes.

N'estas lentes, as imagens são sempre virtuaes, direitas e menores que o objecto.

*Prismas.* Um prisma, em optica, é um meio transparente comprehendido entre duas faces planas e inclinadas. O angulo formado pelas duas faces atravessadas pela luz, é o angulo de *refrangencia*, e o angulo pelo qual ellas se encontram, a *aresta*.

Seja A, B, C, a secção de um prisma, e I, o ponto luminoso — O raio de luz O, I, entra no prisma, refrange-se em O, approximando-se da normal, seguindo a direcção O, O' refrangendo-se em O' onde se affasta da normal, seguindo a direcção O' H, — O observador em H, verá a

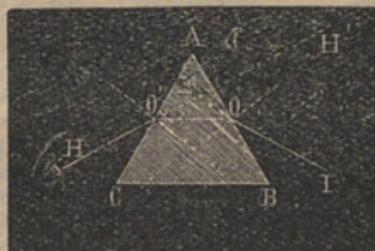


FIG. 54 PRISMA

imagem no prolongamento do raio O' H, isto é, em H, attendendo á refração da luz.

Os prismas Luxfer constituem igualmente uma applicação curiosa do principio da refração.

Toda a janella de uma casa recebe uma porção de luz, variavel consoante o angulo formado pelo tecto da casa que faz face a esta janella, e a altura a que esta se encontra, acima do solo — Esta luz, atravessando os vidros, illumina uma superficie maior ou menor, consoante o angulo de entrada fôr menos ou mais agudo — A restante porção da casa é apenas illuminaada pelo reflexo do sol, o qual, pela sua natureza absorvente devido á sua côr, recebe apenas 20 a 30 % da luz total.

A collocação dos prismas Luxfer nas janellas, projecta a luz total no recinto—São formados de uma chapa de crystal, plana n'um dos seus lados, sendo a segunda face, munida de saliencias angulares em toda a sua extensão, como se vê na fig. 55 — A dimensão uniforme das chapas é de um decimetro quadrado, mas os angulos dos prismas que as constituem, é variavel — A reunião de va-

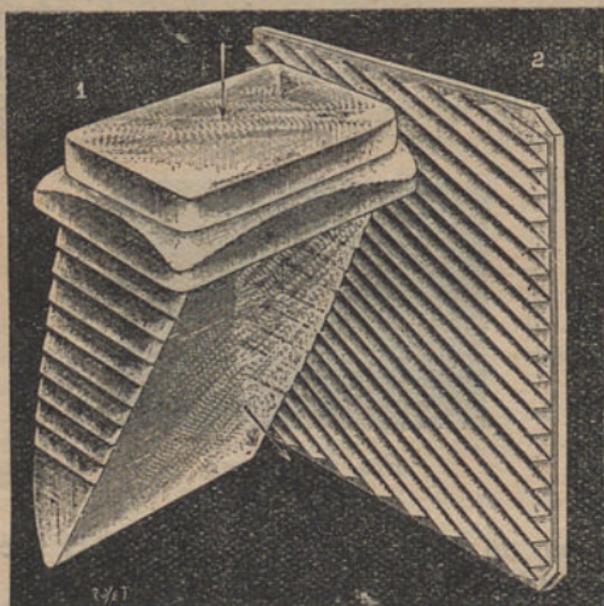


FIG. 55 PRISMA LUXFER

rias chapas faz-se por meio de caixilhos, collocando-se entre cada uma d'estas, uma pequena barra de cobre, soldada nos pontos d'intersecção.

Feito isto mergulham-se as chapas, n'uma cuva galvanoplastica, obtendo-se, por meio da corrente electrica, junto á parte saliente da barra de cobre, um deposito que as reveste d'este metal.

Devido a este processo de fabricaçãõ, os prismas offerecem grande resistencia ao fogo.

A iluminação das casas subterraneas é feita por meio de um systema de multi-prismas, collocados na parte superior d'essas casas os quaes projectam a luz, sob um angulo de  $45^{\circ}$  — Se a extensão da casa necessitar que a refração da luz attinja uma distancia superior áquella que os multi-prismas attingem, basta collocar em frente d'estes, um caixilho vertical com outro systema de prismas os quaes produzem uma segunda refração, que transmittê a luz, á parte menos illuminada da casa.

Como se vê os prismas Luxfer garantem a diffusão da luz do dia nos recintos, onde ella mais difficilmente pode penetrar.

## CAPITULO II

### DISPERSÃO E RECOMPOSIÇÃO DA LUZ

A parte da optica que estuda as côres, é a chromatica.

Se, por um orificio de uma casa completamente fechada, fizermos entrar um feixe de luz solar, e dirigirmos esse feixe sobre um prisma de arestas horizontaes com o vertice voltado para baixo, veremos na parede opposta, formar-se uma imagem do Sol, alongada, na direcção perpendicular ás arestas do prisma, e conservando as dimensões da abertura, na direcção parallela, sendo essa imagem, córada com as côres do arco-iris, as quaes sempre dispostas na seguinte ordem: *vermelho-alaranjado-amarello-verde-azul-azulado e rôxo*. E' a esta imagem que se denomina *espectro solar*. Estas côres acham-se collocadas em ordem ascendente com relação á sua refrangibilidade, occupando maior espaço, a rôxa, e menor espaço, a alaranjada.

E este o phenomeno da *dispersão da luz*.

Funda-se este nos seguintes principios :

1.º A luz branca do Sol é composta de uma infinidade de raios corados entre os quaes se distinguem as sete côres espectraes.

2.º Essas côres são simples e inalteráveis.

3.º Os raios diversamente corados, são des-  
egualmente refrangíveis.

Dirigindo os raios do espectro para um espelho  
concavo e collocando no seu foco, um alvo de vi-  
dro despolido, formar-se-ha a imagem do Sol, o  
que demonstra o primeiro principio.

Recebendo isoladamente cada côr do espectro,  
n'um prisma fuscado e fazendo atravessar cada  
uma d'essas côres por um segundo prisma, estas  
conservar-se-hão inalteráveis, o que demonstra  
o segundo principio.

O facto dos raios se separarem atravessando o  
prisma e dando uma imagem do Sol mais alongada,  
demonstra o ultimo principio.

O *rôxo* como mais refrangível desvia-se para a  
base do prisma, o *vermelho* como menos refran-  
gível, aproxima-se ao vertice d'esse prisma.

Se a luz depois de dispersa por um prisma, fôr  
recebida por uma lente convergente, esta appa-  
rece, de novo, *branca*. E' o phenomeno da *re-  
composição da luz*.

Uma experiencia curiosa demonstra, equal-  
mente, que a reunião das setes côres espectraes,  
dão o *branco*.

E' um circulo onde estão pintadas as sete cô-  
res simples, dispostas segundo a ordem em que  
apparecem na imagem do espectro e occupando  
espaços proporcionaes á extenção occupada real-  
mente por cada uma d'essas côres. Fazendo girar  
o cartão em torno do seu eixo horizontal, e  
olhando attentamente para o cartão, parecer-nos-  
ha este, branco, em vez de corado. Isto provém  
do facto dos nossos olhos receberem a impressão  
das sete côres, ao mesmo tempo, as quaes re-  
unindo-se, dão-nos a sensação do branco.

D'onde concluímos que o *branco*, é a reunião  
de todas as côres.

As côres que misturadas dão o *branco*, cha-  
mam-se *complementares*, como por exemplo, o  
vermelho e o verde, ou o azul e laranja, etc.

*Côres dos corpos*. O poder reflectidor dos cor-

pos não é identico para a luz de diversas côres. Nos corpos opacos, consoante as ondas luminosas reflectem com maior ou menor facilidade qualquer das côres, assim o corpo poderá ser vermelho, verde, amarello, etc. Se um corpo opaco reflectir indifferentemente as ondas luminosas de todas as côres, este apresenta a côr branca. Se o corpo absorver todas as côres, sem reflectir nenhuma, esse corpo é *preto*, o que significa completa ausencia da côr. Por exemplo: Um corpo opaco que reflecte só o azul, terá a côr azul; o que apenas reflectir o vermelho, será vermelho, etc. Não sendo os corpos illuminados com a luz solar, podem estes muitas vezes, apresentar á noite, côr diversa d'aquella que possuem, durante o dia, consoante a luz empregada. Um corpo branco n'uma casa onde haja luz vermelha parece-nos vermelho.

Os corpos *transparentes* deixam igualmente passar muitos raios de luz e reflectir outros. Se apenas passam as ondas luminosas, do azul, o corpo terá a côr azul; se apenas passam as ondas do vermelho, o corpo será vermelho, etc. Se passam com equal facilidade todas as côres, o corpo será *incolor*, isto é, tem a côr da luz que o atravessa. No entanto, os corpos *incolors*, quando em grande espessura, tingem-se de uma coloração fraca. Assim a agua, por diffusão, em grande porção, pode ser verde ou azul, como succede nos mares e oceanos.

### CAPITULO III

#### APPLICAÇÕES DOS PRINCIPIOS DA OPTICA

As origens luminosas podem considerar-se como pertencentes a qualquer dos seguintes corpos: *Sol, estrellas, calor, combinações chemicas, phosphorescencia, electricidade e phenomenos meteoricos.*

Das duas primeiras origens de luz, nos occuparemos em occasião opportuna.

A luz das *combinações químicas*, é resultante da elevada temperatura que acompanha essas combinações, como por exemplo, nas luzes artificiaes empregadas para iluminação.

As substancias solidas são empregadas na iluminação, em forma de *vellas*. Para se obter a combustão, é necessario haver chamma, e sendo esta, esta devida á combustão dos gases, é necessario que, se as substancias não são gazozas, se vaporisem ou se decomponham com gases.

As principaes substancias solidas empregadas para a iluminação, são: a cera, o cebo, a stearina e a parafina.

A combustão do magnésio produz tambem, como dissemos, uma luz brilhante.

Os liquidos empregados na iluminação são: o azeite, alguns oleos e o petroleo. A combustão d'estes faz-se em candieiros. As torcidas são, em geral, chatas e cylindricas, sendo os candieiros munidos de chaminés. O liquido eleva-se ou por capillaridade nas torcidas, ou por pressão devida ao liquido contido em um reservatorio, á altura da torcida, ou ainda por acções mechanicas.

*Combustão dos gases.* E' principalmente o gaz de iluminação proveniente da distillação da hulha ou carvão de pedra, o que é mais utilizado para illuminar as cidades e estabelecimentos publicos. Os bicos mais usados para a combustão, são os *bicos de leque*, que tem a forma de uma calote espherica. Modernamente, empregam-se os bicos *Auers*, e semelhantes, cujo uso está espalhado por todo o mundo. Constan em geral, de uma virola metalica que se apresta ao candieiro do gaz, crivada de orificios, pelos lados, terminando superiormente por uma parte mais larga, onde se ajusta a manga de incandescencia fixa a uma haste metalica transversal. O gaz inflammando-se, torna a manga incandescente. O bico é preservado por uma chaminé de mica.

A iluminação pelo acetylene é produzida pelo carboreto de calcio (combinação do carbone e o calcio), producto com o aspecto de uma massa

pedregosa, grisalha que mergulhada n'agua, se decompõe, produzindo um gaz que inflammado nos dá uma luz brilhante.

A luz solar pela sua refração e reflexão dá origem a muitosapparelhos ópticos. Citaremos alguns d'elles.

I) *Camara escura*. Na sua simplicidade, é uma casa escura onde a luz penetra por um orificio. Como vimos, os raios luminosos, penetrando por um orificio, tornam a imagem dos objectos invertidos. Para tornal-a mais nitida, em vez do orificio adapta-se a este, uma lente convergente, que concentra os raios de luz, antes de penetrem no interior da camara, recebendo-se a luz, n'um espelho inclinado de  $45^{\circ}$  que, reflectindo os raios luminosos, os obriga a seguir uma direcção tal, que reproduzam sobre uma meza, a imagem perfeita do objecto.

II) *Camara photographica*. Funda-se n'um caso identico.

E' uma caixa rectangular, dentro da qual gira outra, que serve ao longo da primeira, que faz variar a distancia da lente a um alvo de vidro, onde se produzem as imagens, e se concentram os raios que depois de reunidos pela lente, incidem n'um espelho inclinado de  $45^{\circ}$ .

Do lado contrario ao alvo de vidro, existe um tubo metallico com duas lentes: a *ocular* (onde o observador applica o olho, para vêr a imagem), e a *objectiva* (lente collocada perto do objecto). Esse tubo é coberto por uma tampa que se tira, quando o apparelho funcionar. Por meio d'esta camara, é que se tiram as *photographias*.

*Photographia* é a arte de fixar as imagens produzidas pelo sol.

Os saes de prata expostos á luz, teem a propriedade de ennegrecerem mais ou menos, consoante a intensidade da luz que sobre elles incida. E' esta a experiencia fundamental da *photographia*.

A chapa de vidro onde se pretende fixar a ima-

gem, prepara-se, limpando esta, muito bem, com uma pelle de camurça de modo que o vidro fique bem polido, estendendo sobre esta uniformemente uma camada de collodio e iodeto de potassio, e escorrendo o excessõ de liquido; a chapa embacia-se, devido á vaporisação do ether do collodio, sendo, depois, mergulhada, n'uma solução de nitrato de prata a 1:10. O iodeto de potassio, em presença do nitrato de prata, passa a iodeto de prata.

Assim preparada, a chapa entra na camara photographica, para ser influenciada pela luz, sendo a sua collocação, nos caixilhos de madeira, feita, n'um quarto escuro, apenas illuminado por uma luz vermelha ou alaranjada. O amator photographico vê, primeiramente, a imagem do objecto, no vidro despolido, substituindo este, em seguida, pela chapa de vidro já preparada, devendo ser feita, essa substituição, com a maxima cautella. Destapa-se, em seguida, o tubo metallico, deixando actuar na chapa, o tempo necessario, tapando-o, em seguida, e retirando a chapa, igualmente, com cautella. E' no quarto vermelho ou alaranjado que se revela a chapa. Os banhos reveladores, até hoje conhecidos, são muitos. Recomendamos, porém, de preferencia, o banho composto de uma solução de 100 partes de agua 4, de acido pyrogallico, e 6 de acido acetico. Aparece, então, a imagem. A chapa é, em seguida, *fixada* n'um banho de hyposulphito de soda, e lavada na agua destilada, obtendo então um *cliché* negativo da imagem. Collocando o *cliché* n'um papel devidamente preparado com nitrato de prata, apertando um contra o outro, fortemente, em prensas para isso destinadas, e expondo-as á luz solar até que o nitrato de prata seja atacado, obtemos os *clichés positivos*, onde os claros da prova negativa formam as sombras da *prova positiva* e vice-versa.

Para fixar a imagem positiva, recommendamos o seguinte processo :

Mergulhe-se o papel n'uma solução composta

de 1 parte de hyposulphito de soda e 8 de agua, durante 20 minutos, e, em seguida, n'um banho composto de 1 gramma de chloreto de ouro para 1 litro de agua, durante algumas horas.

*Photogravura* — Reduzem-se a 5, as manipulações necessarias para se obter uma photogravura.

1.<sup>o</sup>—Obter o *cliché negativo*.

2.<sup>o</sup>—*Preparar uma chapa gelatinada*, lissa, quando se quizer reproduzir uma gravura, ou *quadriculada*, quando se quizer reproduzir uma photographia.

3.<sup>o</sup>—*Impressão das chapas gelatinadas* para se obter a prova positiva dos *clichés*.

4.<sup>o</sup>—*Tiragem da chapa* até tornar bem nitido o relevo.

5.<sup>o</sup>—*Preparação da prancha typographica*. Servimo-nos para isso do *pyritol* (substancia dura, que funde a 115° e solidifica rapidamente). Para dar maior consistencia, a essa substancia, reforça-se esta, por meio de uma armadura de metal.

O *cliché gelatinado* retirado de agua, e enxuto, é collocado n'uma mesa, sobre uma lamina de cartão, e sobre este, uma outra de latão de paredes verticaes, formando-se, assim, uma especie de caixa aberta, cujo fundo é occupado pela gelatina, devendo o plano superior da caixa ser distante da gelatina, cerca de 23 millimetros, para que o *cliché* possa ser collocado no meio dos caracteres d'imprensa.

Na face interna do quadro e gelatina, coberta de oleo, deita-se uma camada de *pyritol*, afim de moldar o *cliché*. N'esse momento, colloca-se a armadura junto ao quadro, a qual é sustida por duas varetas onde se liga um fio de chumbo repousando nos bordos do quadro. Nova porção de *pyritol* une a primeira camada á armadura. Deixando resfriar a massa, e levantando as diversas partes do molde, obtemos um *cliché typographico*, que dispensa ser pregado n'um parallelepipedo de madeira, podendo, immediatamente seguir para a imprensa.

*Cinematographo*—Para obter a serie de ima-

gens do cinematographo, Jenkins emprega uma bateria de objectiva de equal abertura e foco, recortadas sobre um disco C, cujo eixo termina por uma engrenagem, a qual torna o seu movimento, solidario do do rolo D, que leva consigo a fita onde existem as photographias. Esse movimento é combinado de tal forma, que a periphèria do disco, onde estão collocadas as objectivas, tem uma velocidade perfeitamente equal ao da fita. Esta, guiada pelo rolo A, desenrola-se parallelamente ao plano do disco das objectivas, e a uma distancia tal do seu eixo de rotação, que n'um dado momento, e durante um certo espaço de tempo, uma das objectivas se acha situada em face da fita, animada de equal velocidade. Na frente d'esse ponto, existem as paredes da caixa que contem o aparelho, a qual tem uma abertura por onde os raios luminares penetram na objectiva; essa abertura pode ser variavel por meio d'um disco E, contendo uma serie de diaphragmas; obtem-se então uma imagem, dando a objectiva seguinte, uma nova imagem e assim successivamente.

Um volante M dá movimento a todo o systema e liga-se por meio de uma correia, a uma bobine R, onde está armazenada a fita das photographias. O mesmo inventor indica-nos o meio de tirar um positivo com as fitas. A fita sensivel é enrolada na bobine P (fig. 56) e o *cliché*, na bobine A. Ambas são perfuradas nos bordos, afim de permittir uma coincidencia perfeita. As extremidades da fita e do *cliché* enrolam-se, em seguida, em bobines receptoras (B e N) passando por um suporte contendo uma lampada de incandescencia (L). As fitas são, em seguida, arrastadas, simultaneamente, por uma roda dentada, movida por um systema de reajoaria, de modo que a impressão se faça, no momento em que a fita passe, junto á lampada L, e da mesma forma para todas as imagens. A revelação das fitas impressionadas faz-se enrolando-as em helice, n'um tambor, cuja parte inferior mergulha n'um banho revelador.

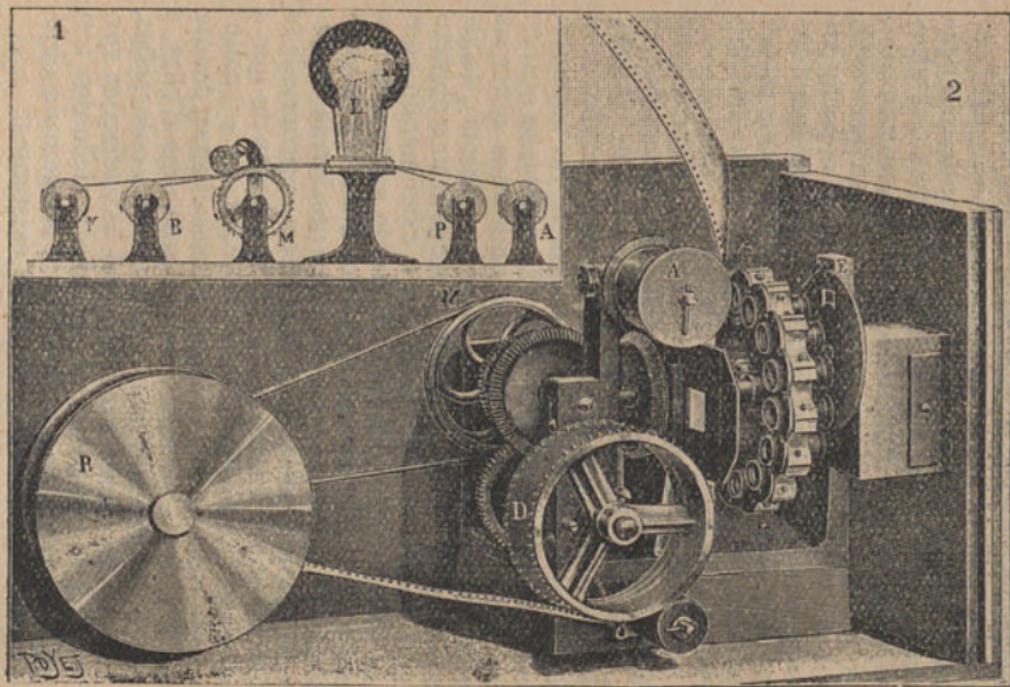


Fig. 56 — CINEMATOGRAPHO

*Photographia das cores* — Parece que, finalmente, o processo da reproducção directa das côres pela objectiva, e a chapa sensível, está resolvido de uma forma muito engenhosa, pelo senhor Lippmann; no emtanto, a applicação pratica do processo ainda não está achada. A *photographia indirecta* das côres parece, no emtanto, estar resolvida mesmo na pratica. N'este processo, a mão do homem intervem, ou por meio de vidros córados collocados deante das imagens incolores, ou por meio de pigmentos córados incorporados n'uma emulsão ou banhos de tinturaria.

Considerando uma superficie branca fracamente illuminada ao espectroscopio, distinguir-se-ha tres côres (vermelho-alaranjado, verde, e azul violeta). As restantes côres não apparecem senão com uma luz mais intensa, notando-se, no emtanto, que as tres côres citadas, contêm todas as outras. Se de um quadro colorido, podermos obter as tres imagens (vermelha, verde e violeta), facilmente poderemos, portanto, reconstituir o objecto com todas as suas côres, em o examinando com as tres imagens sobrepostas, desde que tenhamos colorido cada uma d'ellas, com a côr correspondente á radiação que a tenha produzida. Algumas chapas *photographicas* têm a propriedade de ser mais sensíveis a umas radiações do que a outras. Utilizando d'esta propriedade e collocando uma de cada especie d'essas chapas, deante da objectiva, obter-se-ha em cada uma d'ellas, a parte da imagem que contiver essas colorações, isto é, na chapa mais sensível ás radiações verdes, os tons verdes, etc. A sobreposição dos tres negativos obtidos, dar-nos-ha a imagem do objecto, com todas as côres n'elle existentes.

A realisação d'este principio exposto por Cros e Ducor de Hauron parece, realmente simples, mas a impressão d'estes *clichés*, e é esse o seu effeito pratico, não é de tão facil realisação. Para esse fim, é que temos de nos servir dos pigmentos córados.

*Microscopios*—Servem para augmentar as dimensões dos objectos.

O *microscopio simples* é uma lente convergente, de foco curto, mettida n'um aro, que tem um cabo, para melhor ser applicavel ao fim a que se destina. O objecto a examinar será collocado entre essa lente e o foco principal.

O *microscopio composto* consta de duas lentes convergentes, sendo uma de foco curto. A objectiva produz uma imagem real, invertida e maior que o objecto, reproduzida entre o foco principal da ocular e esta, a qual funciona de *microscopio simples* para esta imagem, augmentando-lhe as dimensões.

*Oculos* — São apparatus destinados a vêr ao longe.

No *oculo astronomico* ha duas lentes convergentes. A objectiva tem uma grande distancia focal, dando origem a uma imagem pequena e invertida do astro que se observa, a qual se forma entre o foco da ocular e esta lente, que dá nova imagem, igualmente invertida, mas maior do que o objecto.

O *oculo terrestre* differe d'estes em que um systema de lentes permite fazer com que a imagem do objecto appareça direita, em relação ao objeto. Consta de tres tubos, movendo-se uns, dentro dos outros, estando os dois tubos dos extremos, munidos de lentes. Entre as duas lentes, ha outras lentes, destinadas a inverter a imagem dada pela objectiva, podendo as lentes moverem-se e graduarem-se, consoante a vista dos observadores, e as distancias a que se vêem os objectos.

*Binoculos*. Constam de uma objectiva convergente e uma ocular divergente que inverte a imagem da objectiva e diminue o comprimento do oculo, por causa da posição dos focos, visto que a ocular está collocada entre a objectiva e o foco principal. Dois oculos eguaes a este, e que possam mover-se, por meio de um parafuso collocado entre ambos, formam o *binoculo* ou *oculo de theatro*.

*Telescopios* — São destinados á observação dos astros, differindo dos oculos, porque na sua composição entram espelhos.

O telescópio de Newton consta de um comprido tubo, no fundo do qual ha um espelho curvo metalico, que dá uma imagem real do objecto sendo esta, depois, observada por lentes devidamente dispostas.

Como o espelho de metal, se embaciasse com a humidade, substituiu-se este por um vidro prateado.

Estes instrumentos são sempre de grandes dimensões, e com o auxilio de pequenos oculos annexos se podem procurar mais facilmente os astros que se pretendem observar, marcando-se pontos de referencia com outros astros.

PARTE V  
**ELECTRICIDADE**

—  
CAPITULO I

Electricidade estatica e dynamica

ELECTRICIDADE ESTATICA

Esfregando com um pedaço de lã, um pau de lacre, ou um pedaço de resina ou vidro, etc., e approximando-o de objectos leves, como pequenas porções de papel, estes são attrahidos, e em seguida, repellidos.

Foi no ambar amarello que se observou, primeiro, esse phenomeno, *electricidade*. Os corpos que teem a propriedade de attrahir outros, são chamados electrizados: todos os outros, denominam-se *neutros*.

Se a electricidade se espalhar igualmente pelo corpo, em toda a sua extensão, diz-se que o corpo é bom *conductor* da electricidade: no caso contrario, diz-se que o corpo é máu *conductor*. São bons conductores, os metaes, o carvão, a agua, etc. São máus conductores, o vidro, a resina, o enxofre, etc.

O corpo humano é bom conductor da electricidade.

Denominam-se *isoladores*, os corpos máus con-

ductores. Um corpo conductor supportado por um corpo máu conductor, diz-se *isolado*.

Os isoladores, em geral, empregados, são: o vidro, a seda e a resina. O ar secco tambem é isolador, mas o ar humido não o é.

*Electroscopes* são os instrumentos empregados para saber se um corpo tem ou não electricidade. O mais simples electroscope é o *pendulo electrico* que, consta de uma bola de sabugueiro suspensa por um fio de seda a uma haste de seda.

Se esfregarmos um cylindro de vidro, com um pedaço de lã, e o approximarmos do *pendulo electrico*, veremos que a bola de sabugueiro é attrahida, primeiro, e, em seguida, repellida, depois de tocar no vidro. Se fizermos egual experiencia com a resina, veremos o phenomeno contrario. A bola de sabugueiro é, primeiro, repellida, e em seguida, attrahida. A resina e o vidro exercem, pois, acções oppostas.

A primeira electricidade denomina-se *vitrea* ou *positiva*; a segunda, *resinosa* ou *negativa*.

D'aqui concluímos que as electricidades de nome contrario, repellem-se, e electricidades do mesmo nome attrahem-se; o que egualmente se reconhece, se friccionarmos um cylindro, com duas substancias, possuindo electricidade do mesmo nome, ou de nome contrario.

A existencia das duas electricidades é a base da theoria de Symmer que admite que todos os corpos contém os dois fluidos combinados ou no estado neutro, os quaes, apenas se separam, quando causas exteriores n'elles influam.

A theoria de Franklin só admite um fluido que, repellindo as suas moleculas, attrae as da materia. A electricidade positiva ou negativa depende da maior ou menor quantidade de fluido que existe no corpo electrizado. Modernamente explicam-se os phenomenos electricos, considerando-os, como uma manifestação do ether.

A electricidade divide-se em *estatica* e *dyna-*

*mica* a primeira é produzida pelo atrito, a segunda, pelas acções químicas.

As origens da electricidade estatica são : *mechanicas, physicas e chemicas*.

Ao primeiro grupo, pertencem o *atrito*, a *pressão*, etc., ao segundo, o *calor*, a *luz*, etc., finalmente, ao terceiro, todos os phenomenos chemicos, embora estes sejam tambem, fontes de electricidade dinamica.

A electricidade communicada a um corpo, accumula-se em toda a sua superficie, o que se pode provar por meio de uma esphera ôca de cobre, furada na parte superior e collocada sobre um isolador de vidro. Electrizando a esphera por meio do contacto com uma fonte de electricidade, se lhe tocarmos com uma haste de gomma laca terminada por um pequeno disco metallico (plano de prova), este electrizar-se-ha, o que se reconhece, approximando, em seguida, esse disco, de um electroscope. Se, porém, introduzirmos o plano de prova, no interior da esphera ôca, e o approximarmos do electroscope, este não indica electricidade nenhuma, o que demonstra que esta apenas se accumula em toda a superficie do corpo.

Chama-se *densidade* ou espessura electrica, a quantidade de electricidade accumulada na superficie dos corpos. O esforço que o fluido faz para se escapar, é a *tensão electrica*, a qual é proporcional ao quadrado da densidade electrica.

N'um sacco de cassa, em forma de cone, a cujo vertice se prende um fio de seda, e electrizando o sacco, reconhece-se pelo plano de prova, que a electricidade, se accumulou á sua superficie, puchando pelo fio, isto é voltando o sacco, a electricidade transporta-se, para a outra face, afim de occupar o exterior, esgotando-se, por completo, do interior.

A densidade electrica não é uniforme em toda a superficie do corpo electrizado, excepto se o corpo tiver a forma espherica. Se applicarmos a

mesma experiencia a um ellipsoide alongado, veremos que a electricidade é maxima nos extremos, e minima, na parte media. E' o que se chama o

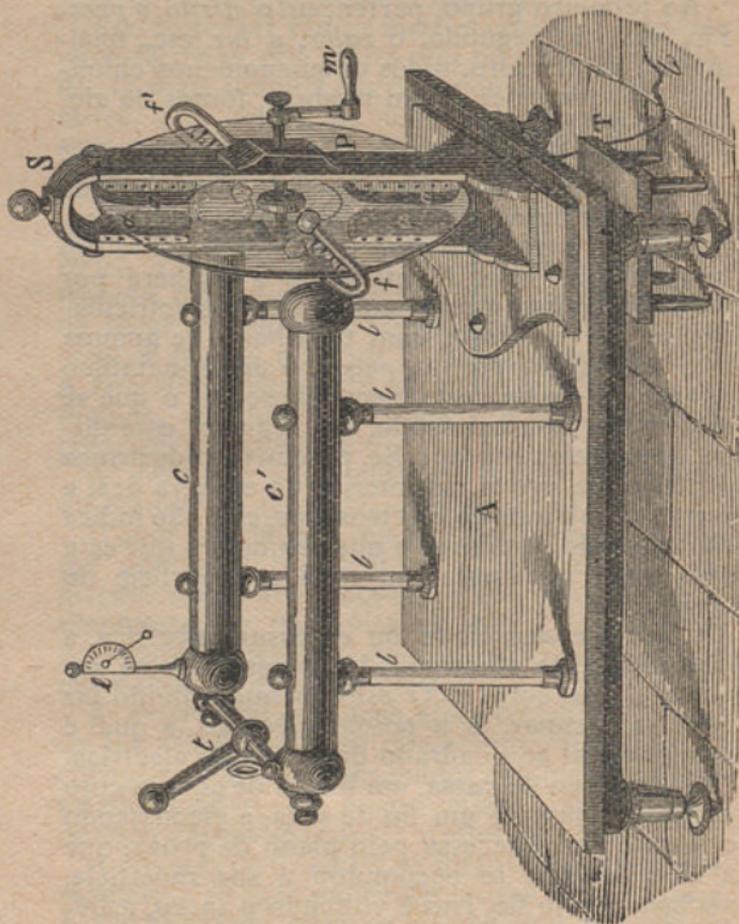


FIG. 57 — MACHINA ELECTRICA DE RAMSDEN

*poder das pontas* ou propriedade da electricidade se accumular nos extremos dos corpos, deixando escapar o fluido electrico para a atmospheria.

Approximando a mão de uma das pontas do

ellipsoide, que dá esgoto á electricidade sente-se um sopro capaz de apagar uma vela (vento electrico). Um conductor electrizado, sobre um isolador perde a pouco e pouco a sua electricidade, voltando ao estado neutro, devido, primeiro, ao supporte que nunca é um isolador perfeito, em seguida, á humidade do ar que se accumula nos isoladores, e que sendo boa conductora, exgota a electricidade, e finalmente ao proprio ar.

Isto explica o facto das experiencias de electricidade estatica não darem bom resultado numa casa cheia de gente, em virtude da humidade que se espalha no ar. Por igual motivo, estas fazem-se melhor no inverno em dias frios e seccos, e no verão. No vacuo a electricidade escapa-se promptamente.

Quando um corpo electrizado actua sobre outro, no estado neutro, decompõe o fluido neutro deste, attrahindo a electricidade contraria, e repellido a do mesmo nome. Diz-se, então, que o corpo foi electrizado por *influencia*.

O estado electrizado d'esse corpo apenas cessa, quando termina a influencia do corpo electrizado.

Corpo *inductor* é o corpo electrizado que actua por *influencia* ou *inducção*.

Corpo *induzido* é aquelle sobre que actua o primeiro.

Como applicação deste principio, construíram-se as machinas electricas. A mais geralmente empregada é a de *Romden*.

Consta de um disco circular de vidro *P*, fixo a um eixo, ao qual se dá movimento de rotação por meio de uma manivella *m*. O disco é comprimido entre dois pares de almofadas de couro estofadas de crina, e externamente cobertas de bisulphureto de estanho, ou amalgama de zinco e estanho, para augmentar o desenvolvimento da electricidade. Em frente do disco, ha dois cylindros de latão ôcos, (*c*, *c'*) chamados *conductores*, appoiados sobre isoladores. Estes communicam

com uma haste transversal terminando do lado do disco, por dois arcos em fôrma de ferradura ( $f, f'$ ) armados de pontas-metallicas que olham para o disco de vidro. Este pelo attrito das almofadas, electr sa-se positivamente, e as almofadas adquirem electricidade de nome contrario, a qual se exgota para a terra, pelo supporte da machina e pela mesa onde esta se acha collocada. A electricidade do vidro decompõe por influencia, o fluido n. utro dos conductores, attrahe a electricidade negativa que se exgota pelas pontas, neutralizando-se sobre o disco de vidro, á maneira que se produz, e deixando nos conductores, electricidade positiva.



FIG. 58 GARRAFA DE LEYDE

Approximando o dedo, de um dos conductores formar-se-ha uma faísca, com leve estalido, sentindo-se, ao mesmo tempo uma forte commoção em todo o corpo, devido á recomposição das electricidades contrarias do conductor e do dedo. Isolando uma pessoa n'um banco de pés de vidro, a corpo adquire electricidade positiva e d'elle se podem tirar faíscas.

Osapparelhos que servem para accumular gran-

des quantidades de electricidade, são os condensadores.

Um condensador consta essencialmente de duas superficies boas conductoras (armaduras), separadas por um corpo isolador.

O mais usado é a garrafa de Leyde. Consta de uma garrafa de vidro forrada exteriormente por uma folha de estanho, e tendo interiormente folhas de cobre ou oiro batido, comunicando-se, por meio de uma haste de latão, que atravessa a rolha que fecha a garrafa e terminando a haste em esphera.

Approximando-se a esphera da armadura interior, junto dos conductores da machina electrica, e pondo a armadura externa em communição com a terra, a electricidade positiva da machina espalha-se na armadura interna, actua por influencia, atravez do vidro sobre a armadura externa, attrahe a electricidade negativa e repelle a positiva, que se perde no solo.

A descarga do condensador pode ser feita instantanea ou lentamente, estando as duas armaduras em contacto com a lamina isoladora.

*Efeitos da electricidade estatica.*— Os efeitos da electricidade estatica podem ser *physiologicos, physicos, chimicos e mechanicos.*

*Efeitos physiologicos.*— São os que se produzem sobre os seres organizados, os quaes consistem principalmente, em contracções musculares tanto mais violentas, quanto maior for a tensão do fluido da machina e a sua quantidade— muitas pessoas podem sentir os seus efeitos, unindo as mãos e constituindo o que se chama cadeia— O individuo de uma das extremidades segura na armadura externa do condensador, e o do outro extremo, aproxima a mão livre, do botão da armadura externa— A descarga de uma bateria pode produzir morte instantanea.

*Efeitos physicos.*— Pedem ser luminosos ou calorificos.

A intensidade da luz produzida na faisca ele-



ctrica é tanto maior, quanto maior fôr a conductibilidade dos corpos entre os quaes se effectua a descarga; a sua côr é variavel consoante a natureza dos corpos, a atmosphaera do ambiente e a pressão.

A faisca produzida entre duas varetas de carvão é amarella; entre duas bolas de marfim ou madeira, carmezim; entre duas bolas de cobre pratadas, verde, etc. No ar, á presão normal, a luz electrica é branca e brilhante; no vacuo, violeta; no oxigenio, branca, no hydrogenio, vermelha; no acido carbonico e vapores mercuriaes, verde; no azote, azul.

Os effeitos da pressão atmospherica sobre o brilho da luz, estudam-se com o apparelho, denominado *ovo electrico* é um globo de vidro apoiado sobre um pé de latão, e disposto de forma tal que se possa aparafuzar na machina pneumática, afim de se lhe poder fazer o vacuo.

O globo é atravessado em baixo e em cima, por duas hastes de latão terminadas em esferas—A superior pode approximar-se ou affastar-se da inferior que é fixa.—Faz-se o vacuo no balão, pondo a haste inferior em communicação com o solo, e a superior, com uma machina electrica, observando-se entre os dois balões, uma luz violacea fraca e continua. Deixando entrar o ar, a pouco e pouco, abrindo a torneira, a luz torna se branca e brilhante.

A faisca electrica origina egualmente calor, o qual é tão intenso que é capaz de fundir todos os corpos. A descarga de uma garrafa de Leyde pode determinar a inflamação do alcool e do ether. A descarga de uma bateria sobre um fio de platina ou ouro eleva-se a tal temperatura, que o faz fundir e volatilisar.

*Effeitos chimicos.*—São as combinações e decomposições determinadas pela passagem da faisca electrica atravez dos corpos. A electricidade estatica decompõe o ammoniaco, o sulphydrico, etc, comtudo, os effeitos da electricidade dinamica são, como veremos, mais energicos.

*Effeitos mechanicos.*—A faisca electrica é susceptivel de furar laminas de vidro, despedaçar a madeira e a pedra, e produzir a expansão dos liquidos e gases.

#### ELECTRICIDADE DYNAMICA

Em 1786, Galvani, celebre professor de anatomia em Bolonha, tendo preparado algumas rãs para estudos anatomicos, pendurou as a uma grade de ferro, por meio de colchetes de cobre collocados entre a columna vertebral e os nervos lombares, notando que, n'essa occasião, aquelles animaes mortos, agitavam-se em rapidas e energeticas convulsões como se estivessem com vida. Tendo Galvani suspeitado de estar na presença de um novo principio e observado que o phenomeno sempre se produzia cada vez que se repetiam as mesmas circumstancias explorou o facto, dizendo que essas convulsões eram devidas a um fluido electrico particular, dos nervos aos musculos, por intermedio do cobre e do ferro que apenas serviam para estabelecer communicação entre os referidos orgãos. Estes animaes foram, então, considerados como garrafas de Leyde, constituindo os musculos e os nervos, as duas armaduras. Mais tarde, Volta, occupando-se da descoberta de Galvani, reconheceu ser infundada a theoria d'este dizendo que o facto das contracções era sómente devida ao contacto entre dois metaes e que o corpo da rã apenas servia para fechar o circuito.

Para demonstrar que o contacto dos dois metaes desenvolve electricidade imaginou Volta uma serie de elementos, cada um d'elles composto de um disco de cobre, e outro de zinco, soldados, sendo esses elementos separados por uma rodela de panno embebida em agua acidulada em acido sulphurico, e collocados uns sobre outros, em forma de columna e sempre na mesma ordem. Na parte superior d'esta, collocou um disco de

cobre, e na parte inferior, um disco de zinco— a esta serie de elementos denominou *pilha*.— Esta columna de discos é mantida em equilibrio por trez outras columnas de vidro fixas a bases circulares de madeira.

Volta denominou *elemento da pilha*, a cada disco formado de dois metaes diversos. Hoje chama-se um *elemento*, ao conjuncto da lamina de zinco com a lamina de cobre do disco seguinte, e a rodela de panno intermedia. O zinco torna a electricidade positiva, emquanto que o cobre torna a electricidade negativa.

A pilha poderá ter um dos extremos isolado, e o outro em contacto com o solo, ou tel-os ambos isolados. No primeiro caso, o externo em contacto com o solo, está no estado natural, havendo no resto da pilha, electricidade positiva ou negativa consoante o apparelho descança no solo, pelo cobre ou pelo zinco. No segundo caso, a parte media está no estado natural, e os extremos carregados de electricidade contrarias que augmentam do centro para os externos. A metade que termina pelo disco tem o fluido positivo, e a que termina pelo cobre, fluido negativo.

*Tensão de uma pilha* é a tendencia que a electricidade, accumulada nos seus externos, tem para se escapar, vencendo a resistencia que se oppõe ao movimento.

O *polo positivo da pilha* é a extremidade onde se accumula o fluido positivo, e o *polo negativo* aquelle onde tende a accumular-se o fluido negativo.

*Recphoros* são os fios metallicos ligados aos polos da pilha e que servem para a fazer communicar entre si.

Communicando os polos da pilha, obtemos o movimento electrico (corrente). E' esta a primitiva pilha de Volta.

Tomando um copo com agua acidulada pelo acido sulphurico e mergulhando no liquido, uma lamina de zinco, e outra de cobre, o acido sulphu-

rico ataca o zinco, formando o sulphato de zinco que se dissolve na agua, e formando-se hydrogenio. D'esta acção chimica, resulta desenvolvimento de electricidade, tomando o zinco, a electricidade negativa, e o acido, a positiva que é communicada ao cobre. Temos assim constituida uma pilha.

Para augmentar a quantidade de electricidade que circula no fio, convém, pois, augmentar a resistencia intererior, o que se consegue, reunindo varias pilhas, umas ás outras, constituindo os elementos.

*Pilha de Daniell* consta de um vaso de vidro ou louça contendo uma dissolução de sulphato de cobre, onde mergulha um cylindro de cobre crivado de orificios, e ligado superiormente a uma galeria igualmente furada e cheia de christaes d'aquelle sal. No interior do cylindro de cobre, ha um vaso de barro poroso cheio de agua acidulada com acido sulphurico, onde mergulha um cylindro de zinco. Aos dois metaes, zinco e cobre, ligam-se os dois *reophoros da pilha*.

Na pilha de Minoto, o vaso poroso substitue-se por uma camada de areia; a pilha dispõe-se do seguinte modo: No fundo de um copo, collocase uma lamina de cobre sobre uma camada de sulphato de cobre pulverisado, e por cima, uma de areia, onde assenta o zinco em forma de uma lamina enrolada em espiral, ou de uma chapa crivado de orificios. Ao disco de cobre, liga-se um arame do mesmo metal, isolado n'um tubo de vidro, ou gutta-percha. Deitando agua na areia até cobrir o zinco, a pilha funcionará.

*Pilha de Bunsen*. Cada elemento da pilha consta de um vaso de vidro contendo um cylindro de zinco ôco dentro do qual se acha um vaso poroso, o qual contém um paralelepipedo de carvão. Em contacto com o zinco, no vaso exterior, deitase agua acidulada com acido sulphurica, e no vaso poroso acido azotico. O acido sulphurico ataca o zinco formando o sulphato de zinco; a agua é

decomposta. O zinco toma a electricidade negativa, e a agua, a electricidade positiva a qual passa, atravez do vaso poroso, para o acido azotico e deste, para o carvão que fica sendo o polo *positivo*. O hydrogenio da agua, em presença do acido azotico, forma agua e acido hyppo-azotico.

Substituindo o carvão por uma lamina de platina, temos constituído a pilha de *Grove*.

*Pilha de Leclanché*. Consta de um vaso de vidro contendo uma dissolução saturada de chlorhydrato de ammoniaco; n'esta dissolução, mer-

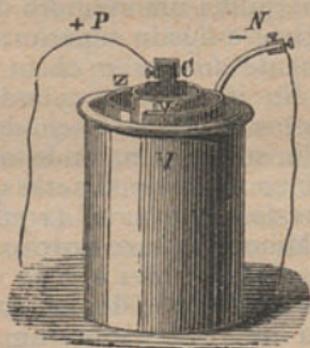


FIG. 59—PILHA DE DANIELL

gulha uma haste cylindrica de zinco amalgado (polo negativo) e um vaso poroso contendo uma mistura de peroxydo de manganez e carvão em pó. Dentro do vaso poroso, e em contacto com a mistura, n'elle contida, dispõe-se um prisma de carvão (polo positivo) terminado na parte superior por um botão de cobre. O vaso poroso é fechado por um inducto especial, onde existe um orificio que dá sahida aos gazes desenvolvidos no interior do vaso.

Reunindo varios elementos n'um grupo, obtemos uma bateria electrica.

*Unir em tensão*, uma pilha de Bunsen de dez elementos, consiste em ligar o carvão de cada elemento, ao zinco do elemento immediato, por meio de uma lamina de cobre pregada no zinco e apertada contra o carvão por meio de um grampo com parafuzos.

Tambem podemos reunir os elementos de uma pilha pelos polos do mesmo nome, isto é, dispôr a pilha em quantidade. Sendo 10 elementos de Bunsen. e dispondo-os desta forma, equivale a ter uma pilha de um só elemento dez vezes maior. Ligando por exemplo, duas pilhas pelos polos do mesmo nome as correntes neutralisam-se, mas fazendo communicar as laminas de união com os fios do circuito, immediatamente a corrente circula por este circuito.

*Efeitos da electricidade dymamica.* Os efeitos da electricidade dymamica são: *physiologicos, physicos, chimicos e mechanicos.*

Os primeiros consistem em commoções e contracções musculares, tanto mais fortes quanto mais energicas forem as pilhas.

Os efeitos physicos são analogos da descarga electrica. Estes podem ser *calorificos, luminosos, magneticos* e de *inducção*.

*Efeitos calorificos.* A temperatura eleva-se, no circuito onde passa a corrente e tanto mais, quanto menor fôr a sua conductibilidade e menor secção do conductor. Reunindo os reophoros de uma pilha de 40 elementos de Bunsen, por fios delgados de ferro, estes tornam se incandescentes, fundem-se, volatilizam-se, e ardem com chamma.

*Efeitos luminosos.* Como a electricidade das pilhas tem fraca tensão, não se obtem faísca quando se tocam os reophoros, porém, levando-os em contacto e affastando-os em seguida, produz-se uma faísca que se transforma em luz continua, se a pilha é muito energica e os reophoros se conservam a pequena distancia. Esta luz denomina-se *luz electrica*.

Fazendo a experiencia no vacuo, com o *óvo*

*electrico*, a luz parece partir do botão positivo, apresentando a cor vermelha muito intensa até proximo do botão negativo, interrompendo-se então, envolvendo-se este e a sua haste com côr violeta.

A luz electrica é branca e intensa no ar, quando se produz entre duas hastes conicas de carvão

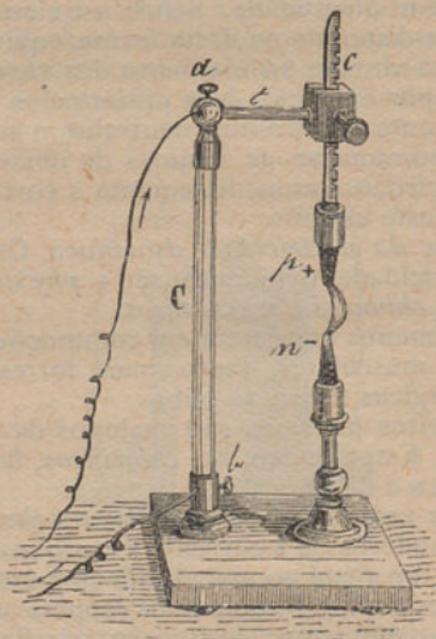


FIG. 60 — LUZ ELECTRICA

*p*, *n*, em comunicação com dois botões metálicos *a*, *b*, onde se ligam os reopheros da pilha. Approximando os carvões e passando a corrente, estes tornam-se incandescentes, apparecendo entre elles quando se affastem, uma luz brilhante (arco voltaico).

O arco é mais comprido quando a corrente se dirige do carvão superior para o inferior.

Dos effeitos magneticos e de inducção, fallaremos, quando tratarmos de magnetismo.

*Effeitos chimicos.* Os principaes effeitos das correntes são a decomposição dos corpos compostos.

A substancia decomposta pela pilha, chama-se *electrolyte*, o acto da decomposição, *electrolyse*, e os conductores que estabelecem a communição do *electrolyte* com a pilha, *electrode*.

Na *electrolyse*, nota-se sempre que umas substancias se dirigem para o positivo da pilha, outras para a polo negativo. As primeiras chamam-se *electro-negativas*, e as segundas, *electro-positivas*.

*Effeitos mechanicos.* São o transporte de diversas substancias de um para outro ponto, o que se reconhece entre os carvões do arco voltaico, e nas *electrolyses*. A acção mutua entre as correntes, é egualmente um effeito mechanico da electricidade dynamica.

## CAPITULO II

### Magnetismo e electro-magnetismo

*Imans* ou *magnetes* são corpos que teem a propriedade de attrahir outros corpos.

A propriedade que os imans teem de attrahir outros corpos, diz-se *magnetismo*. Approximando uma barra magnetica, de uma porção de ferro em limalha, esta é attrahida ficando adherente á barra, sendo essa attracção maior cerca das extremidades. Os pontos onde a attracção é maior, dizem-se *polos magneticos*. A linha media onde a attracção é nulla, diz-se *linha neutra*. Um dos polos denomina-se *norte* ou *boreal*, e o outro, *sul* ou *austral*.

Tomando uma agulha magnetica e muito movel suspensa por um fio e approximando do seu polo austral, o polo austral de um magnete, a agulha é repellida. Se approximamos os polos contrarios, estes attrahem-se. D'aqui concluímos que os polos magneticos do mesmo nome, repellem-se, e os de nome contrario attrahem-se.

As substancias attrahidas pelos imans chamam-se *magneticas*.

Explica-se a acção de um iman sobre uma substancia magnetica dizendo que o fluido accumulado no polo do iman mais proximo d'esta, decompõe o fluido neutro d'essa substancia, attrahe o do nome contrario, e repelle o do mesmo nome. Diz-se então que a substancia magnetica foi magnetisada por *influencia*. Estas substancias ficam gosando das mesmas propriedades que os imans, emquanto em contacto com elles. Prendendo a um dos polos de um iman, um pequeno cylindro de ferro macio, poderemos, com a extremidade livre d'este, levantar um segundo cylindro e com este, um terceiro, etc. Desligando o iman do primeiro cylindro, todos os demais separar-se-hão, sem deixar vestigio do magnetismo.

A resistencia de um corpo á sua magnetisação ou desmagnetisação é a sua força *coerciva*. O ferro macio tem pequena força coerciva, porque, assim como se magnetisa rapidamente, desmagnetisa-se instantaneamente. No aço temperado, a força coerciva é maior.

A acção que a Terra exerce sobre os imans, é o *magnetismo terrestre*.

Dispondo horisontalmente uma agulha de aço magnetisada, de modo a poder girar livremente sobre o seu centro, esta toma sempre a mesma posição invariavel, logo que cesse a força que a obrigou a desviar-se d'ella. Essa direcção é a da linha *norte sul*.

Isto mostra que a terra attrahe o iman.

Invertendo o iman e fazendo olhar para o norte, o polo que se dirigia para o sul, o iman gira de 180°, voltando sempre o mesmo polo para o norte.

Como a agulha não toma perfeitamente a direcção norte sul, a agulha faz com esta direcção, um certo angulo que se denomina, a *inclinação da agulha*.

O plano que passa pelos polos da agulha e pelo centro da terra, é o *meridiano magnetico*.

Consoante o polo norte da agulha está virado para leste ou oeste d'esse meridiano, assim a inclinação diz-se *oriental* ou *occidental*.

Magnetisando uma agulha, depois de se ter determinado o seu centro de gravidade, veremos que, depois de magnetisada, não segue a direcção horizontal, quando suspensa ou apoiada por aquelle ponto. Um dos seus polos conservar-se-ha abaixo do horizonte, o polo norte no nosso hemispherio e o polo sul, no hemispherio austral.

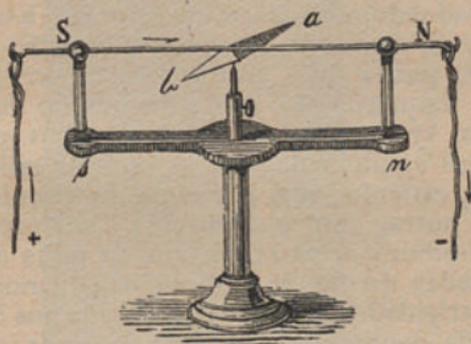


Fig. 62 — Apparelho de Oersted

Agora que nos occupámos do magnetismo, fallemos dos effeitos magneticos das correntes.

E' esta a parte da electricidade que se denomina *electro-magnetismo*. Fazendo passar uma corrente por um fio de cobre collocado na direcção da agulha magnetica movel sobre um fulchro, esta desvia-se cruzando com a agulha. O sentido do desvio depende do sentido da corrente, e do lado para onde ella actua.

Verifica-se este phenomeno com o apparelho de Oersted. Segundo o sentido da corrente, e esta passar no conductor S N por cima da agu-

lha, e em *sn*, por baixo d'esta, a agulha desvia-se para um ou outro lado, seguindo a regra de Ampère: *imaginando um observador deitado ao longo do circuito por onde passa a corrente com os pés para o lado d'onde ella vem e olhando para a agulha, o polo sul desvia-se sempre para o seu lado esquerdo.*

Para medir a intensidade das correntes, por effeito dos desvios da agulha magnetica empregamos os *galvanometros*.

Constam de uma bobine de metal ou madeira onde se enrola um fio de cobre coberto de seda, o qual dá um grande numero de voltas em redor d'ella; por cima da bobine, ha um circulo horizontal graduado, cujo zero corresponde a um dos extremos do diametro, paralelo á direcção do fio de cobre, tendo duas gradações de 90°, para a direita e esquerda do zero; de um fio de seda, pende um *systema astatico* de agulhas magneticas (duas agulhas magneticas com os polos invertidos), estando uma, por cima do circulo graduado, e outra, dentro da bobine. Dois pressores fazem communicar os reophoros da pilha com as extremidades do fio de cobre do galvanometro.

A electricidade dinamica produzida nos corpos a distancia, denomina se electricidade por influencia ou inducção, como, egualmente, já vimos na electricidade estatica.

Chamam-se *correntes de inducção* ás correntes instantaneas que se desenvolvem nos circuitos conductores, por influencia de correntes voltaicas ou imans. Se ligarmos a um galvanometro, as duas extremidades de um dos fios de uma bobine, e fizermos passar no outro, uma corrente voltaica, observa-se a passagem de uma corrente em sentido inverso, no primeiro fio. Esta corrente induzida é instantanea, e não se torna a manifestar durante o tempo que o circuito da pilha permanecer fechado, mas se este se interromper, observar-se-ha outra corrente induzida, instantanea como a primeira mas no sentido igual ao da

ilha. O fio em que passa a corrente voltaica, chama-se *inductor*, e o outro fio, *induzido*.

Um magnete tambem pode produzir correntes de inducção, n'um circuito metallico.

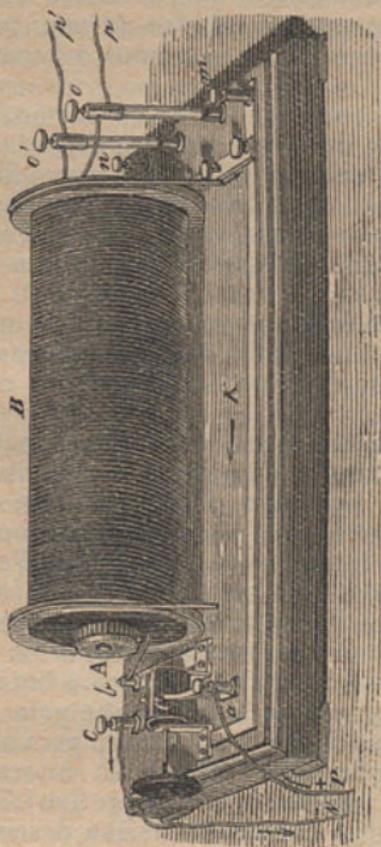


Fig. 63 — Bobine de Ruhmkorff

Introduzindo bruscamente um magnete, n'uma bobine, o galvanometro accusará uma passagem de uma corrente induzida no fio d'esta, em sentido inverso áquella que existe na superficie do magnete. Se o retirarmos, outra corrente é accu-

sada pelo galvanometro, egualmente instantanea, mas em sentido inverso da primeira.

Osapparelhos que utilizam as correntes de inducção, chamam-se *machinas de inducção*. Se a inducção provier das pilhas, dizem-se *electro-voltaicas*, se dos imans, *magneto-eletricas*, se resultam do movimento, *electro-dynamicas*. Como exemplo das primeiras, citaremos o apparelho de *Ruhmkorff*.

Consta de uma bobine B, de cartão, onde se enrola um fio de cobre coberto de seda, curto e de grande diametro, e sobre este, outro fio, egualmente de cobre, de grande comprimento e menor diametro que o primeiro. Os dois fios acham-se isolados um do outro, por meio de um cylindro de vidro, ou caoutchouc endurecido. Os dois extremos dos fios fixam-se em botões metallicos isolados em pés de vidro. No fio mais grosso passa a corrente da pilha, no fio delgado, as correntes de inducção.

Um interruptor permite a interrupção constante da corrente afim de se desenvolverem as correntes de inducção. Consta de um feixe de fios de ferro macio (A) introduzido no eixo da bobine, mas sahindo um pouco fóra d'ella, e de uma peça egualmente de ferro macio (martello) cuja mola vae d'encontro a uma columna metallica (bigorna). A corrente entra pelo fio P, passa em *a*, pelo interruptor C vae para o botão *b*, percorre o fio grosso da bobine, sahe pelo lado opposto, passa para o martello, d'ahi para a bigorna, lamina de cobre K, botão *c* do interruptor, e volta á pilha pelo fio N (polo negativo). Passando a corrente, uma corrente induzida desenvolve-se no fio delgado, em sentido contrario á primeira, magnetisa-se o feixe do fio de ferro macio que attrahe o martello, o qual toca na bigorna; então interrompe-se a corrente, e o martello abandona a bigorna. N'este momento passa de novo a corrente, e os factos reproduzem-se.

Vê-se, pois, que o movimento vibratorio do

martello faz com que a corrente se interrompa continuamente, o que dá origem ás correntes de inducção, alternadamente directas e inversas.

Os efeitos da bobine de Ruhmkorff são, como os dos condensadores, *physiologicos*, *physicos*, e *mechanicos*.

Para se avaliar a intensidade dos seus efeitos physiologicos, basta dizer-se que as commoções produzidas por uma pequena bobine (0<sup>m</sup>,30 de comprimento), com quatro elementos de Bunsen, são sufficientes para matar um cão e com dez elementos de Bunsen, fulmina-se um homem.

Os efeitos physicos podem ser *calorificos* ou *luminosos*.

Os primeiros são especialmente applicados á fusão dos metaes, ou explosão de minas e torpedos.

Os segundos tem applicações diversas, entre ellas, a da *luz electrica*. — No ar, estes efeitos produzem ruidosas faiscas que podem attingir dimensões notaveis, em grandes bobines.

N'uma atmospherá muito rarefeita, realisa-se a experiencia no ovo electrico e depois de feito o vacuo e introduzido no ambiente, vapores de alcool ou ether obtem-se uma luz dividida e interrompida por traços escuros perpendiculares ao eixo do arco (estratificação da luz electrica).

Com os tubos de Geissler fazem-se experiencias curiosas de stratificação da luz. — São tubos de formas variadas contendo gazes e vapores rarefeitos. Nas extremidades d'esses tubos, soldam-se fios de platina que se ligam com os extremos dos apparatus de inducção. Passando a corrente, obtem-se nos tubos, jactos luminosos stratificados, de côr variavel consoante o gaz ou vapor rarefeito, os quaes se acham animados de movimentos vibratorios.

A rarefacção dos tubos de Geissler tem um limite a partir do qual cessa a passagem da corrente luminosa, passando-se então, depois, outros phenomenos e que Crookes denominou *materia*

*radeante*, em que as particulas mais livres, por serem em menor numero, irradiam livremente.

O espaço escuro nos tubos de Geissler junto ao polo negativo é devido, segundo Crookes, ás particulas da materia radiante repellidas pela electricidade negativa que de encontro ás particulas do gaz, formam a luz. O curso d'essãs particulas augmenta, rarefazendo mais o gaz até invadir por completo o tubo; a luz desaparece, mas o vidro fica phosphorescente.

Collocando no tubo de Geissler, a grande rarefacção, pedras preciosas, observa-se tambem o phenomeno da phosphorescencia.

A materia radeante ou 4.º estado geral dos corpos caminha sempre em linha recta. O radiometro de Crookes exposto á acção das ondulações luminosas e calorificas do tubo de Geissler faz com que aquelle se anime de movimento de rotação, girando o

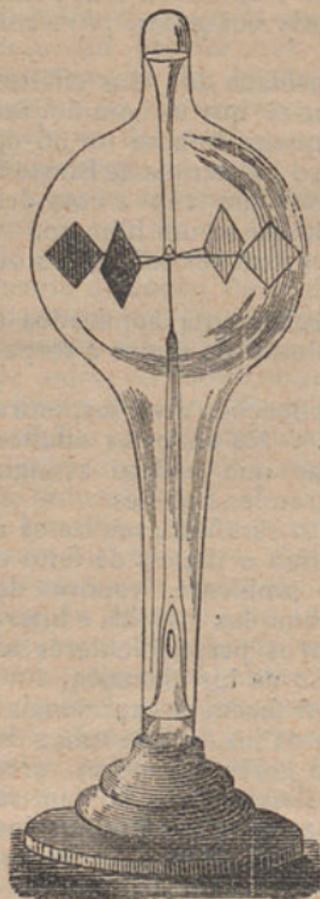


Fig. 64  
Radiometro de Crookes

molinete do apparelho em torno do eixo.

Este apparelho consta de um molinete formado de 2 hastes de aluminio horisontaes e perpendi-

culares entre si, tendo nas extremidades, 4 pás verticaes de mica revestidas de um lado com negro de fumo.

Os effeitos mechanicos da bobine Rumklorff são semelhantes aos da electricidade dynamica e por isso não os repetiremos aqui.

Como exemplo de machinas magneto-electricas citaremos a de Gramme. Consta de um grande iman vertical composto de 24 laminas de aço de 1<sup>mm</sup> de espessura tendo nos seus polos duas armaduras de ferro macio magnetisadas por influencia, girando entre ellas um anel de 30 bobines, dando-se movimento de rotação á machina, por meio de manivella. Os fios das bobines formam um unico circuito cujos 2 extremos estão reunidos por uns esquadros de latão, cada um dos quaes recebe os fios de 2 bobines consecutivas. Esses esquadros assentam n'um tambor de madeira fixo ao eixo de rotação, descansando sobre elles, por baixo e por cima, duas series de escovas de cobre flexiveis e delgadas ligadas a dois botões a que se prendem as extremidades do circuito receptor da corrente.

A machina que obtem uma corrente mais forte e duradoura é a machina dynamo electrica do mesmo auctor que se move por meio de um dynamo.

São estas as especies de machinas de indução, que existem.

### CAPITULO III

#### APPLICAÇÕES DA ELECTRICIDADE

São muito variados os apparelhos que utilizam a electricidade para produzir o fim desejado. Fallaremos dos mais importantes :

1) *Interruptores*. Teem por fim estabelecer ou interromper um circuito. São, em geral, peças de metal polido (platina, ouro, aluminio, etc.).

II) *Commutadores*. Tem por fim mudar o sentido da corrente.

Uma columna fixa n'uma tabua communica com o ramo D, do circuito. Na tabua ha varias placas de metal, communicando com outros ramos de diversos circuitos. A mola *l* com uma pega *P*, gira em torno da columna podendo apoiar-se em qualquer das placas, fechando, portanto, qualquer circuito.

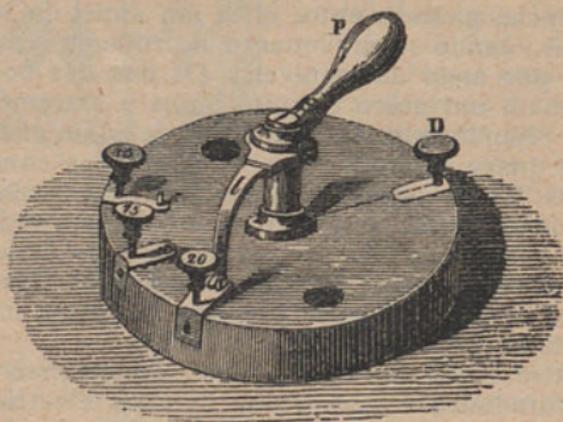


Fig. 65 — Commutador

O commutador suizo consta de uma placa de madeira onde se fixam reguas metallicas parallelas communicando com varios circuitos por meio de botões metallicos pressores. Sobre esta placa, existe outra, com reguas perpendiculares ás primeiras, havendo no ponto de cruzamento, orificios, por onde se podem introduzir cavilhas metallicas, fazendo-se d'essa fórma, comunicar electricamente, as duas laminas que n'esse ponto se cruzam.

III) *Relais*. Teem por fim substituir uma corrente por outra mais energica.

A B é um electro-iman por onde passa a corrente primitiva, C D, a armadura; a corrente de uma pilha mais energica passa no circuito onde é necessaria, fazendo parte d'este, a armadura C D e a mola E F.

Passando a corrente primitiva, o electro-iman magnetisa-se, attrahe a armadura, toca na mola E F, fecha o circuito da outra pilha e estabelece-se outra corrente mais forte.

IV) *Galvanoplastia*. É uma applicação dos effeitos chimicos das pilhas. Teem por fim dourar ou pratear objectos, ou ainda reproduzir medallas e altos relevos.

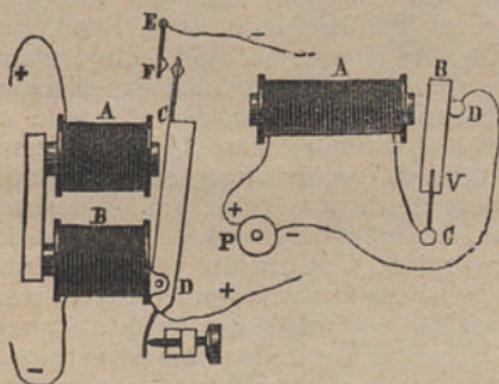


Fig. 66 — Relais

Os objectos que se pretendem dourar, depois de limpos das substancias gordurosas introduzem-se n'um banho de ouro, composto de 100 partes d'agua, 10 de cyaneto de potassio e 1 de chloreto de ouro, contido n'uma tina. Suspendem-se os objectos a uma haste que comunica com o *cathodo* da pilha, tendo o *anodo* (polo positivo), communicação com uma lamina metallica. Para pratear substitue-se o chloreto de ouro, pelo cyaneto de prata e o electrode positivo por uma peça d'esse metal.

Para reproduzir em cobre, uma medalha, relevo, etc., prepara-se, primeiro, um molde de cera, ou gesso, e liga-se este ao cathodo da pilha, introduzindo-o n'um vaso contendo uma dissolução de sulphato de cobre. O electrode positivo é uma lamina d'esse metal.

Esta arte funda-se na electrolyse dos compostos metallicos d'onde resulta a precipitação do metal no electrode negativo, e os outros corpos combinados com o metal, dirigem-se para o electrode positivo, combinando-se com o metal, o qual se dissolve, conservando-se assim, a solução concentrada.

V) Raios X. *Photographia através dos corpos opacos. Luz negra.* Foi por um acaso que Roëntgen descobriu os raios X. Tendo preparado um tubo de Crookes o qual fechou n'um cartão negro, afim de effectuar uma experiencia, observou Roëntgen, n'um *étagère* afastado que uma porção de *platino-cyaneto de baryo* illuminava-se expontaneamente, desaparecendo essa phosphorescencia desde que cessavam as descargas electricas, no tubo de Crookes. Estavam descobertos os raios X. Concluiu, pois, Roëntgen que raios invisiveis atravessavam o cartão negro para ir despertar a phosphorescencia do platino-cyaneto de baryo. Tendo exposto esses raios, á acção de uma chapa photographica, obteve um negativo, com o esqueleto dos seus dedos.

Um guarda-fogo de platino-cyaneto tornou-se phosphorescente, collocado atraz de um livro de mil paginas, uma prancha de madeira, uma placa de aluminio de 15 millimetros de espessura, etc. A transparencia dos corpos opacos a certas radiações, estava, pois, demonstrada.

Além do platino-cyaneto de baryo, tornam-se phosphorescentes pela acção dos raios X, o sulphureto de calcio, *spatho de Islanda*, *sal gemma*, etc.

Os raios X differem de todos aquelles que até aqui temos estudado, por não se reflectirem, nem refractarem.

Estes raios não só tomam origem no vidro,  
como igualmente, n'outros corpos.



Fig. 67 — Photographia através dos corpos opacos

Charles Henry reconheceu que o sulphureto de zinco, corpo phosphorescente, submettido á acção dos raios solares ou luz de magnésio, póde impressionar uma chapa photographica através

de uma lamina de aluminio, ou uma folha dupla de papel. Beequerel demonstrou, igualmente, que os saes de uranio emittiam radiações que atravessando os corpos opacos, se reflectiam e refractavam. Tendo envolvido n'uma dupla caixa de chumbo, durante 8 mezes, uma chapa photographica, e saes de uranio contidos em pequenas provetas selladas com parafina, afim de evitar a acção dos vapores, conseguiu Beequerel revelar a chapa que denotou os effeitos das radiações. Esse crystal de uranio produziu phosphorescencia visivel exposto á luz, mas perdeu-a, na escuridão.

Os raios de Beequerel approximam-se muito dos raios de Roëntgen, differindo d'estes, pelo facto de, como dissemos, se reflectirem e refractarem. São, portanto, raios luminosos.

A uma cathegoria de radiações influenciando uma chapa photographica e susceptiveis de atravessar os metaes, denominou o doutor Gustavo le Bon, *luz negra*. N'um *châssis* photographico, introduziu uma chapa sensivel, e em intimo contacto com ella, uma chapa de ferro cobrindo a parte anterior do *châssis*. Expondo a chapa assim preparada, á acção de uma lampada de petroleo, durante tres horas, obteve uma imagem do cliché, nitida por transparencia mas um pouco pallida. Se envolvermos a chapa photographica e a chapa de ferro n'uma caixa metallica cuja parte anterior seja formada por uma lamina de ferro, e as partes lateraes e posteriores, por uma lamina de chumbo, podemos obter uma imagem nitida, expondo o lado, durante tres horas, á acção de uma lampada de petroleo. Para explicar as suas experiencias, Le Bon suppunha que as ondulações luminosas, no metal, se transformavam em novas radiações. Niewenglowsky repetindo a experiencia, ás escuras, obteve o mesmo resultado. Lumière foi mais longe, dizendo que a luz negra não existia, e bastava fechar hermeticamente o *châssis* para não se obter resultado algum. O facto da experiencia de Lumière não ter dado

resultado foi devido a não ter interposto entre a chapa e a lamina metallica, uma chapa de vidro. Os raios luminosos iriam excitar uma phosphorescencia especial do vidro, e então, obteriamos os raios de Beequerel.

Para reconhecer que a luz da experiencia precedente não é uma luz de phosphorescencia, Le Bon tendo coberto uma chapa sensivel de uma folha de papel com uma abertura circular, dispoz por cima d'essa abertura uma medalha de aluminio de 4<sup>mm</sup> de espessura, com uma inscripção, do lado que ficou em relação com a chapa sensivel, e uma effigie do lado opposto. Havendo phosphorescencia, a chapa gravaria a inscripção, mas o que succede, é realmente o inverso.

A *radiographia* é a producção de imagens photographicas através dos corpos opacos. Differe da *radioscopia*, porque esta consiste na projecção d'essas sombras, sobre corpos tornados phosphorescentes pelos raios Roëntgen.

As pilhas empregadas, para a producção d'esses raios, são, em geral, as de Bunsen.

Para fazer o vacuo, nos tubos de Crookes, servimo-nos de uma machina pneumatica ordinaria. A pressão interior de um tubo de Crookes deve ser comprehendida entre 1 millesimo e 5 centesimos de millimetros, para bom resultado das experiencias. A fórma dos tubos póde ser variavel. Os primeiros, que foram empregados, tinham a fórma de uma pera alongada.

Obtida a impressão da chapa photographica pelos raios X, resta-nos sómente revelal-a e fixar a imagem, o que se póde fazer, por meio dos processos já indicados na photographia.

Na producção d'esta imagem é que consiste a *radiographia*.

VI) *Iluminação electrica*. N'um systema completo de illuminação electrica, temos a considerar: a producção das correntes (gerador), os focos e a distribuição e canalisação da electricidade.

Os *geradores* podem ser pilhas ou machinas de inducção, sendo preferiveis estas.

A luz electrica é produzida pelo aquecimento devido á passagem da corrente n'um conductor. A natureza d'esse conductor estabelece a primeira distincção entre os focos electricos. Se é gassoso, o foco diz-se arco *voltaico*, se solido, de *incandescencia*.

VII) *Telegraphia electrica*. São, os telegraphos, os appparelhos destinados a transmittir a distancia, ordens, avisos, etc., por meio de signaes.

A transmissão telegraphica em quatro pontos, exige: 1.º, um fio conductor (*linha*); 2.º, uma *pilha*; 3.º, um *manipulador*; 4.º, um *receptor*.

São accessorios indispensaveis: uma bussola, um despertador e um pára-raios.

As linhas telegraphicas são formadas de fio de ferro recosido de 2 a 5 millimetros de diametro, coberto de uma pequena camada de zinco para o preservar da acção do ar. Os fios são sustentados por meio de postes, e sobre estes, fixam-se supportes de porcelana, em fórma de campinha, destinados a proteger da chuva, uma pequena haste que desce do seu vertice e se prolonga até á parte inferior, e que sustenta o fio. De 500<sup>m</sup> a 500<sup>m</sup>, collocam-se postes mais fortes (postes de tracção). Estas linhas dizem-se *aereas*, em opposição, ás que se collocam subterraneamente.

Os telegraphos electricos classificam-se em:

1.º *Telegraphos de agulha*, em que se obteem signaes por desvio das agulhas magneticas submettidas á acção directa das correntes que circulam nas linhas.

2.º *Telegraphos de mostrador*, nos quaes a corrente da linha actua sobre um electro-iman que regula o movimento de um ponteiro.

3.º *Telegraphos escreventes*.

4.º *Telegraphos autographicos*.

5.º *Telegraphos submarinos*.

6.º *Telegraphos fallantes*.

*Telegraphos de agulha*. Nos receptores d'este

telegrapho, quando a corrente passa, a agulha desvia-se para um ou outro lado, segundo o sentido da corrente. É da junção d'esses desvios que resultam os signaes, correspondentes ás letras do alphabeto. É ainda o systema adoptado na Inglaterra.

*Telegraphos de mostrador.* A corrente actua sobre um electro-iman que se magnetisa ou desmagnetisa quando passa ou cessa a corrente, effeitos que se reflectem sobre um ponteiro que gira n'um mostrador onde estão marcados os signaes correspondentes ás letras do alphabeto

A corrente faz com que o ponteiro gire para um ou outro lado do mostrador, consoante a letra do alphabeto que se pretende transmitir.

A este systema pertencem os telegraphos de Bréguet e de Wheastone.

*Telegraphos escreventes.* Os signaes, n'este telegrapho, são transmittidos por uma alavanca, cujo movimento é regulado por um electro-iman, communicando com a corrente electrica, que se sujeita a magnetisações interrompidas, consoante essa corrente passa ou cessa. N'outros, ainda a propria

corrente determina a impressão dos signaes, sem auxilio de alavancas. Pertencem a este grupo, os telegraphos de Morse e de Hermann.

*Telegraphos autographicos.* Teem por fim reproduzir fac-similes de manuscritos, desenhos, etc. O *fac-simile* é escripto com tinta isoladora, n'uma folha de estanho. Em cada estação, ha um cylindro metallico ao qual se encosta um estilete de aço que se move por um systema de relojoaria. Enrola-se o *fac-simile*, no cylindro, e juntamente, uma folha de papel impregnada n'uma solução de ferro-cyaneto de potassio. Quando passa



Fig. 68  
Cabo  
submarino

a corrente, o estilete grava sobre o papel, traços azues que são transmittidos, á estação receptora.

*Telegraphos submarinos.* Conduzem as correntes electricas através dos mares. Constam de conductores formados de fios de cobre entrançados, envolvidos em guttapercha que os isola, e forrados de alcatrão, com uma armadura exterior de arame de ferro que lhe dá resistencia. É nos fios de cobre que passa a corrente.

*Telegraphia sem fios.* Conhecida a existencia das ondas electricas, phenomeno identico ás ondas luminosas e calorificas, em 1894, facilmente se reconheceu a possibilidade de se transmittir signaes, sem o auxilio de fios. O apparelho com que Hertz procedeu á experiencia compunha-se de um oscillador productor de ondas electricas e um resonador. O oscillador era formado por duas esferas metallicas entre as quaes se formava a faisca e communicando com dois pratos metallicos, ligados por conductores, a uma bobine de Rumskorff. O resonador compunha-se de um circuito circular tendo uma pequena interrupção por onde saltam as faiscas, quando o apparelho está collocado na zona d'influencia do oscillador. Foi então que Brauly descobriu o seguinte principio:

«Uma limalha metallica isolada n'um tubo de vidro, só ou com um pó isolador possui uma fraca conductibilidade electrica. Fazendo saltar uma faisca através do tubo, ou fóra, o pó torna-se conductor, mas perde a conductibilidade, se receber um pequeno choque.»

Estes tubos applicados ao oscillador de Hertz foram applicados por Marconi, na telegraphia sem fios.

No apparelho expedidor, um manipulador envia as ondas de Hertz, guiadas por um fio conductor até certa altura do solo; d'ahi e através do espaço, um fio analogo as conduz ao posto receptor, concentra-as e transmittit-as a um tubo com limalha.

Uma onda passa, torna a limalha conductora, a pilha funciona e o signal é transmittido. Imme-

diatamente um electro-íman faz mover um martello que dá um leve choque no tubo, fazendo-o perder a conductibilidade. Nova onda, e os factos repetem-se.

Afim de assegurar o segredo das communicações, Thommasi juntou ao manipulador, outro identico, e emquanto um envia o despacho, o outro transmite signaes diversos formando-se no espaço, um segundo systema de ondas. Collocando entre o manipulador e o receptor, outro receptor, este ultimo receberá dois systemas de ondas, ou uma série de signaes confusos, emquanto o receptor final só receberá a primeira camada, porque a segunda extinguir-se-ha no espaço.

VIII) *Telegraphone*. Consiste n'uma combinação do telegrapho com um phonographo. As palavras são pronunciadas junto a um microphone, em circuito com uma pilha, uma linha de transmissão e um electro-íman de pequenas dimensões, com ou sem bobine d'inducção, consoante o comprimento da linha. Este electro-íman desloca-se longitudinalmente, perto de um fio de aço de 0<sup>mm</sup>,5 de diametro envolvido em espiral sobre um cylindro animado de movimento de rotação, abraçando o fio, os dois polos do electro-íman. Sob a influencia da corrente atravessando o fio, forma-se um campo magnetico, dando origem, no fio de aço a magnetisações transversaes contínuas. A palavra grava-se, por meio do magnetismo.

Querendo reproduzir a palavra gravada, basta ligar o electro íman com um telephone magnetico de Bell. A magnetisação variavel do fio, deslocando-se entre as pontas polares do electro-íman, desenvolve correntes de inducção ondulatorias, que fazem com que o telephone repita as palavras gravadas.

IX) *Campainhas electricas*. Constam de um electro íman em forma de ferradura, cujo fio se liga a um botão por um dos extremos, e a um parafuso, do outro, que se prende á parte superior da

haste de um martello. O corpo principal d'essa haste é uma barra de ferro macio que serve de

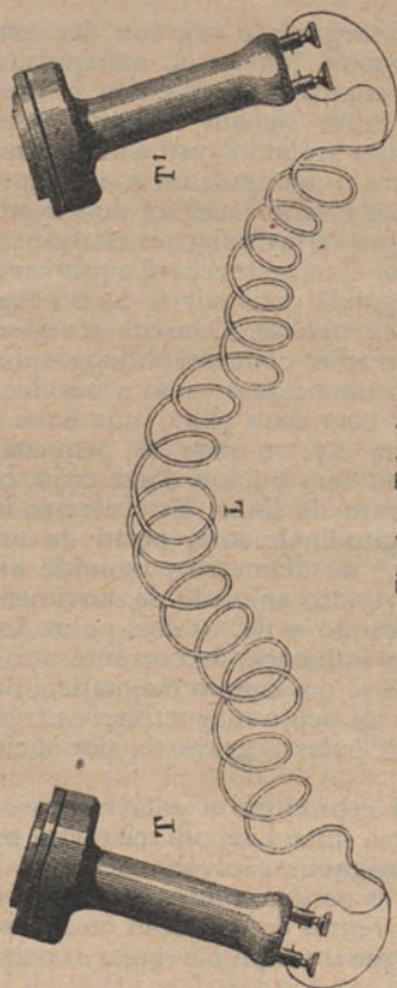


Fig. 69 — Telephone

armadura do electro-iman. A dois botões juntos d'este, se ligam os reophoros de uma pilha. Passa a corrente, o electro-iman attrahe a armadura

e o martello toca n'um timbre, collocado perto d'aquelle; n'esse momento, a corrente interrompe-se, a armadura é abandonada, e o martello desliga-se do timbre; nova attracção e repetição dos mesmos phenomenos, o que nos dá o som interrompido que se observa em todas as campainhas electricas.

X) *Telephones*. O telephone de Bell consta de uma pequena caixa circular de madeira contendo uma bobine de fio muito fino; a pequena distancia d'ella, está uma lamina delgada de ferro que se fixa á bobine por meio de parafusos que ligam as duas partes da caixa, sendo a exterior terminada em pavilhão, com um orificio ao centro. Por outro lado a caixa liga com um cabo de madeira onde se acha um iman que atravessa em parte, a bobine, cujos extremos do fio communicam com dois botões exteriores por arames de cobre.

Fechando o circuito, fallando junto ao pavilhão e applicando o ouvido ao outro, ouve-se distinctamente a voz, a distancia.

Este telephone é magnetico.

Dos telephones de pilha, citaremos o de *Hughes*.

Consta de um lapis de carvão em ponta terminado por 2 paralelepipedos de carvão ligados a uma prancheta de madeira collocada verticalmente sobre outra. Dos carvões partem fios para o receptor. Ao circuito, junta-se uma pilha de Leclanché ou de Daniell.

XI) *Tramways electricos*. Data de 1880, o 1.º carro movido por electricidade nos Estados Unidos, imaginado por Hervey. Na dianteira, em vez dos varaes, tem uma roda que liga com um freio governado pelo conductor, por meio de tirantes e com outra roda na parte superior interna do carro, a qual está em contacto por uma barra de aço, com conductores electricos que giram sobre arames parallelos ao caminho, á altura de 3 metros, suspensos em polés dentadas seguras em

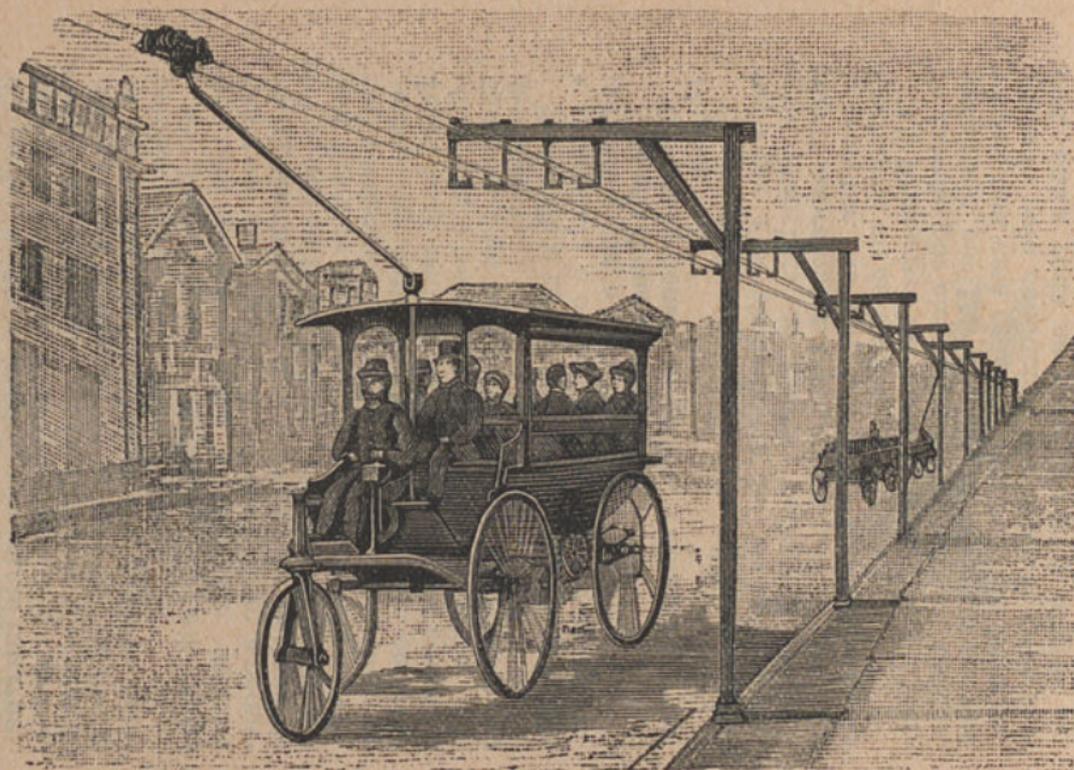


Fig 70 — Carro electrico Hervey

postes de madeira enterrados no solo, como os dos telegraphos. Pela gravura, far-se-ha ideia completa do carro que aqui descrevemos. Meia volta da manivella faz desviar a corrente permitindo a paragem do carro.

Hoje, os systemas de tracção electrica são principalmente representados por dois grupos:

1.º — *Fio aereo com trolley*. — A energia electrica é-nos dada pelo fio aereo suspenso com isoladores em postes mettallicos e que liga com o polo positivo do dynamo da estação central. O *trolley* (haste metallica obliqua, oscillante, por meio de uma mola, tendo na extremida uma roldana cujo gorne fricciona o fio metallico) faz convergir a si a corrente vinda do fio e que depois segue para o controller, e para os dynamos, sendo essa corrente que dá movimento ás rodas do carro que gira nos carris. A corrente, sahindo, volta pelos carris ao polo negativo do dynamo da estação central.

O *controller* é um commutador collocado na plataforma do carro, manobrado pelo guarda-freio por meio de manivella, e por meio d'elle, abre-se ou fecha-se o circuito da linha para o motor do carro.

Para parar o carro, o guarda-freio gira com a manivella para a esquerda até ao descanzo e applica o travão.

2.º — *Fio subterraneo*. — N'este systema ha um tunnel por baixo da via onde se acha o fio de trabalho, no qual se encontra um *trolley* cuja haste fixa na parte inferior do carro, entra por uma fenda junta ao carris, no tecto do tunnel. Por outro fio, volta a corrente á estação.

FIM DA PHYSICA





## ERRATAS

Página	Linha	Onde se lê	Leia-se
26	22	porção	gotta
77	2	vacuos	ramos
86	28	obturado	obstruido
86	31	especial	espiral
93	31	vacuos	ramos
186	10	torna	toma

Outros erros de menor importancia, serão corrigidos pelo proprio leitor.









RÓ  
MU  
LO



CENTRO CIÊNCIA VIVA  
UNIVERSIDADE COIMBRA

\*1329657937\*



M  
N