



Sala A

Est. A

Tab. 6

N.º 13





COMPENDIO POPULAR

de

PHYSICA E CHIMICA.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO NACIONAL
MUSEU NACIONAL DA CIÊNCIA
E DA TÉCNICA

N^o 940



COMPROVADO POPULAR

56

PHYSICA E CHIMICA.

MUSEU NACIONAL DA HISTORIA
E DA TECNICIA

CPA - V



COMPENDIO POPULAR

DE

PHYSICA E CHIMICA

APPLICADAS Á INDUSTRIA

obra approvada em concurso

PELO

CONSELHO SUPERIOR D'INSTRUCCÃO PUBLICA,

E PREMIADA PELO GOVERNO,

para uso das Escolas Primarias do 2.º gráo.

POR

João Ignacio Ferreira Lapa,

Lente Proprietario, graduado em Capitão, da Eschola Militar Veterinaria; Socio correspondente da Sociedade Imperial Veterinaria de Paris.



VOLUME I.

PHYSICA.



RC
FNCT
54
LAP

La science ne devient tout-à-fait utile, qu'en devenant vulgaire.

LISBOA,

TYPOGRAPHIA DO CENTRO COMMERCIAL,
Calçada do Ferregial n.º 13.

1854.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO NACIONAL
MUSEU NACIONAL DA CIÊNCIA
E DA TÉCNICA

Nº - 940

828 No. - 11

COMPENDIO POPULAR

DE

PHYSICA E QUIMICA

APLICADAS A INDUSTRIA

obra approvada em concurso

PELO

CONSELHO SUPERIOR D'ENSINO SUPERIOR

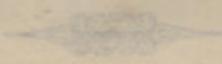
E PREENHIDA PELO GOVERNO

para uso das Escolas Primarias de 2.ª classe.

por

José Ignácio Ferreira Gomes

Este Expositivo, redigido em Capitulo da Escola Militar
Votou-se: Sob o correspondente da faculdade superior
Votou-se em favor



PORTUGAL

REPUBLICA

Em Lisboa, no dia 1.º de Junho de 1911

LISBOA

TRIPLOTTADO DO CENTRO DO BREVETADO

1.º de Junho de 1911

1911

MINISTERIO DA EDUCACAO NACIONAL

MUSEU NACIONAL DA CENCIA

E LA RECTORIA

1911



ELEMENTOS DE PHYSICA.

PARTE PRIMEIRA.

Ar.

ARTIGO PRIMEIRO.

Peso do ar, e pressão que elle exerce sobre os corpos em todos os sentidos.

MESTRE. — A que chamais atmospherá?

Discipulo. — Dá-se este nome ao ar que respirámos, o qual rodêa a terra em que vivemos, e lhe fórma uma especie de capa da espessura de 15 leguas.

M. — Como provareis que o ar é pesado?

D. — Ha muitas experiencias que demonstram o peso do ar; a mais simples consiste na *pesagem* de um certo volume de ar. Por meio de uma machina chamada *pneumatica* extrahe-se o ar a um balão de vidro (fig. 1.^a) e pesa-se; depois enche-se de ar, abrindo-lhe a torneira, e torna-se a pesar; este se-



gundo pêsos menos o primeiro dá o pêsos do volume de ar contido no balão.

M. — Se o ar é pesado deverá carregar sobre todos os corpos, e por muito leve que elle seja, visto ter tão grande altura, esta carga deverá ser consideravel?



D. — Pode-se julgar da grandeza da carga ou pressão que o ar exerce, fazendo a experiencia da *pelle-rotta*.

M. — Em que consiste esta experiencia?

D. — Consiste em extrahir o ar, por meio da machina pneumatica, a um tubo de vidro (fig. 2.^a) tapado n'uma das aberturas com uma pelle de bexiga. Á medida que o ar é tirado, a pressão do ar de fóra, não sendo equilibrada pela do interior do canudo, obriga a pelle a ceder e a vai empurrando para dentro do vidro, até por fim a fazer estourar com o estampido igual ao de um tiro de espingarda.

M. — Sendo tão grande a pressão do ar, nós, comtudo, nem os animaes, não nos apercebemos d'ella, nem nos causa o mais leve incommodo?

D. — Assim é; porque o nosso corpo é uniformemente carregado por ella, e então a pressão exercida em qualquer lado ou sitio do corpo é equilibrada por igual pressão causada no lado ou sitio opposto. — Se nas costas da mão, por exem-

fig. 3.^a plo, a pressão é de um arratel, na palma da mão será tambem de um arratel. — Mas se alguma d'ellas fosse diminuida, como aconteceria, se a pelle na experiencia precedente se substituisse a mão, (fig. 3.^a) sentir-se-hia logo o excess-



so da outra pressão, a qual faria dobrar a mão, e até a poderia esmigalhar.

M. — Se o nosso corpo e o dos animaes é uniformemente carregado pelo ar, tanto um como outros deveriam ficar esborrachados, e apertados de tal sorte n'um pequeno volume, que seria impossivel viverem?

D. — Isto assim succederia, se dentro dos corpos vivos não houvessem liquidos e gazes, que reagindo, os primeiros pela sua incompressibilidade, os segundos pela sua força elastica contra a pressão athmosphérica a não equilibrassem.

fig. 4.^a

fig.^a 5.^a



M. — Citai-me alguma experiência para provar, que no interior dos corpos vivos ha com effeito forças expansivas destinadas a equilibrar a pressão do ar.

D. — Mette-se um rato, uma rã ou qualquer outro animal de pequeno tamanho dentro do recipiente da machina pneumática, (fig. 4.^a) observa-se que á medida que o ar sae o animal se agita, morre por falta de ar para a sua respiração, e o seu corpo *incha de tal sorte*, (fig. 5.^a) que a pelle chega a *arrebentar*. — Fenomeno semelhante acontece no que se chama *ventosas*.

M. — O que são ventosas?

D. — Ventosa é uma especie de copo (fig. 6.^a) dentro do qual se deita agua-ardente ou qualquer outro combustivel a que se pega fogo, e se colloca n'este acto sobre uma parte do corpo; como a queima do combustivel faz mais leve o ar



do interior do copo, a pressão externa faz agarrar o copo á carne, e esta, menos carregada dentro, do que o é fóra, empola e se enche de sangue.

ARTIGO SEGUNDO.

Ascensão dos liquidos nos tubos, quando se aspira o ar d'estes tubos; suspensão da agua nos vasos invertidos sobre a agua.

M. — Citai-me mais alguns exemplos da pressão do ar?

D. — Quando se enche um copo de agua, e depois se vira com a bocca para baixo sobre a agua de um vaso (fig. 7.^a), elle conserva-se cheio da mesma maneira, porque dentro do copo não ha então ar que carregue no liquido. Se á bocca d'este



mesmo copo perfeitamente cheio a trashedor se ajustar uma folha de papel, (fig. 8.^a) de sorte que véde a entrada do ar, e depois o voltarmos com a bocca para bai-

xo, o liquido não cahirá, sustido pela pressão do ar que obra debaixo para cima contra o papel. — Quando se sorve a agua com uma seringa, a causa que faz subir a agua não é outra, senão a pressão do ar. — Chupando por um canudo de vidro — de ferro — de cana etc., mettido em qualquer liquido, é ainda o pêso do ar que faz entrar o liquido no canudo.

M. — Mas como pôde o pêso do ar obrigar a

entrar um liquido n'uma seringa ou n'um tubo?

D. — Quando se puxa o embolo de uma seringa, ou se aspira por um tubo vae o ar sendo tirado para fora e fica vazio o lugar onde elle se achava; então o liquido de cima, do qual se alliviou a carga, continuando fóra da seringa ou do tubo a ser carregado, mover-se-ha para onde não acha obstaculo e subirá até encher o vacuo da seringa, ou do tubo.

M. — De maneira que, se a seringa ou o tubo tivesse muita altura, a de 100 varas por exemplo, a agua subiria até acima e ainda mais, se mais varas tivesse?

D. — Não, a subida da agua teria um limite; não passaria além de 31 pés de alto.

M. — Porque?

D. — Porque á medida que a agua, ou qualquer liquido se aspira para dentro de um tubo o pêso da columna liquida entrada carrega sobre a nova porção de liquido, que se offerece á embocadura do tubo; de maneira que, quando a columna que subio fôr tão alta, que o seu pêso iguale ao do ar exterior, mais nenhuma porção de liquido entrará.

M. — D'esse modo uma columna de agua de 31 pés de altura exerce a mesma carga ou pressão da da athmosphera?

D. — A mesma não ha duvida, e por ella se póde medir. Assim o nosso corpo, o dos animaes, o dos vegetaes e todos os mais corpos que existem á superficie da terra são comprimidos em todos os sentidos pelo ar, como se existissem no meio de uma massa de agua de 31 pés de altura.

ARTIGO TERCEIRO.

Construções e usos dos Barometros.

M. — É unicamente a agua que podêmos empregar para avaliar a pressão do ar?

D. — Qualquer liquido pôde servir; da-se porém a preferencia ao *azougue*, ou *mercurio*, metal liquido, de côr prateada, porque sendo o mais pesado de todos os liquidos, uma pequena columna d'elle basta para equilibrar a pressão do ar; o que é summamente commodo para as experiencias.

M. — Como se trabalhará com o mercurio para reconhecer o pêso do ar?

D. — A maneira mais simples consiste em tomar um tubo de vidro do comprimento de um metro, por exemplo (o metro é pouco mais de tres pés), fechado em uma extremidade a modo de mangueira, enchê-lo de mercurio até cima, (fig. 9.^a) e depois deborcá-lo dentro de uma tina d'este mesmo liquido. Na occasião em que se volta o tubo e se lhe tira o dedo da extremidade inferior o mercurio descae até á altura de 28 pollegadas, ou 75 centímetros; e fica em cima um verdadeiro vacuo (fig. 11.^a). — Este instrumento, isto é, um tubo de vidro cheio até certa altura de mercurio, volvido dentro de uma tina do mesmo liquido e sustido em posição vertical é o que

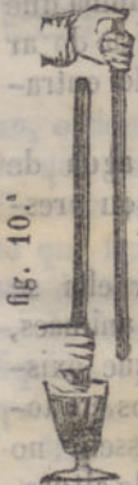
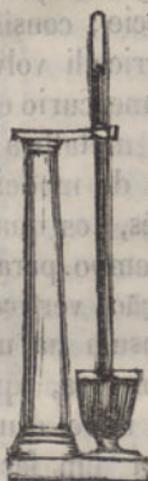


fig. 9.

se chama *tubo de Torricelli*. É o *Barometro* na sua maior simplicidade.

M. — Que mais cousas tem o barometro perfeito?



D. — Conhecem-se actualmente muitas especies de barometros e a sua construcção varia. Ha, porém, em todos elles duas partes chamadas essenciaes, que são : um *tubo* de vidro com mercurio ; e uma *escala* ou regoa ao lado dividida em centímetros e millímetros, (*) além d'isto ha certas condições a que todos os barometros devem satisfazer para ser exactos.

M. — Que condições são ?

D. — São : 1.^a que a *camara barometrica*, isto é, o espaço vazio, que fica no tubo por cima do mercurio, esteja perfeitamente purgado de ar, ou humidade ; 2.^a que o mercurio seja bem puro ; 3.^a que a escala, por cujas divisões se conta a altura da columna mercurial, seja parallelá ao eixo do tubo.

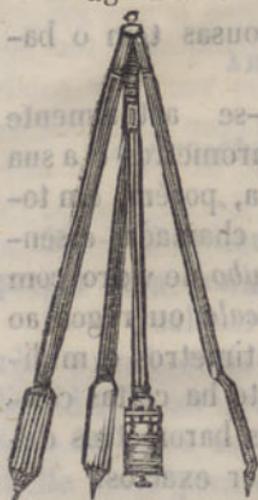
M. — Quaes são as principaes especies de barometros ?

D. — São duas *barometros de capsula*, ou de *tubo recto* e *barometros de syfão* ou de *tubo curvo*.

M. — Dai-me uma idéa dos barometros da 1.^a especie ?

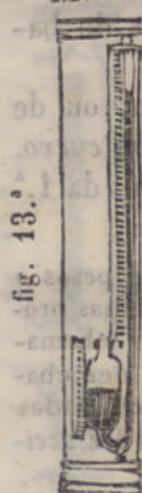
(*) A base fundamental do novo systema de pesos e medidas é o *metro*, que é igual a 3 pés e 3 linhas proximamente — o metro divide-se em dez partes chamadas *decimetros* ; cada uma d'estas em outras dez chamadas *centimetros* ; cada centimetro em dez chamadas *millimetros*, e o millimetro ainda se divide em dez *decimillimetros*.

D. — O barometro de *Fortin* (fig. 12.^a) é o modelo d'esta especie; consiste em um tubo de Torricelli volvido em uma tina de mercurio envolvido n'uma capa metallica e esta em um estojo de madeira que abre em 3 pés, os quaes servem ao mesmo tempo para o suspender em posição vertical.



— No fundo da capsula ha um outro fundo de camurça, que sobe ou desce por meio d'um parafuso, e tem por fim fazer corresponder o nivel do mercurio da tina com o zero ou primeira divisão da escala do barometro, e de igualmente encher todo o tubo, afim de o mercurio não chocalhar com os balanços do transporte e quebrar-se o instrumento. O envoltorio metallico do tubo tem duas fendas ao comprido para a través d'ellas se poder vêr em que altura se acha o mercurio.

M. — Como são os barometros de *syfão*?



D. — N'estes o tubo não mergulha em tina, é recurvado em dois ramos, um maior, outro menor, e é este ultimo que faz as vezes de tina. No barometro ordinario (fig. 13.^a) o ramo menor é mais largo e aberto; é n'elle que se exerce a pressão do ar. — No barometro de *Gay-Lussac* (fig. 14.) ambos os ramos são fechados e o ar exerce pressão por meio de um orificio, o qual não deixa sair o mercurio. O barometro de *mostrador* (fig. 15.^a) é como o barometro ordina-

rio, com a differença de que no mercurio do ramo menor pousa um pêsso suspenso por um fio, que passa em uma roldana e tem na outra extremidade outro pêsso. O eixo da roldana tem uma agulha que anda para a direita ou para a esquerda em cima do mostrador, conforme o mercurio sobe ou desce no ramo menor. Os barometros *maritimos* (fig. 16.^a) são tambem ás vezes de mostrador e têm um *balanceiro* que os conserva sempre em posição vertical, apesar dos balanços da embarcação.

fig. 14.^a



M. — Para que serve o barometro?

D. — Para medir a pressão do ar a todo o instante.

M. — Que necessidade ha de avaliar a pressão do ar a todo o instante, uma vez que a atmosphera conserva sempre a mesma altura e a mesma natureza?

D. — A pressão do ar varia segundo os logares são mais ou menos altos; no mesmo logar é variavel segundo as horas do dia, e segundo faz bom ou mau tempo. — Todas estas indicações são preciosas para quasi todos os misteres da vida humana.

M. — Explicai-me como e porque a pressão do ar varia conforme as alturas da superficie da terra?

D. — Podêmos por imaginação suppor que ha no ar differentes camadas ou tiras umas mais chegadas á terra, outras d'ella mais affastadas. As primeiras, que são as mais baixas, soffrem a carga de todas as que lhes ficam por cima, e por consequencia devem ser mais calcadas, ou mais

fig.ª 15.ª



fig. 16.ª



densas; as do alto serão mais raras e mais leves. O barometro subirá portanto mais nas regiões inferiores, do que nas superiores.

M. — Mas em todos os pontos do mesmo plano horizontal a pressão da atmosphera deve ser a mesma?

D. — A mesma sem duvida; e porque o nivel dos mares existe no mesmo plano horizontal, tomou-se a pressão n'elle exercida, como termo de comparação para as pressões de outras alturas, e se lhe chamou *pressão normal* a qual corresponde a 76 centímetros na columna mercurial do barometro.

M. — Também me dissesteis que no mesmo logar da terra a pressão do ar variava, segundo as horas do dia e segundo a aproximação da bonança ou tempestade, dizei-me em que consistem estas variações, e como são accusadas pelo barometro?

D. — Ha certas horas no dia chamadas *horas criticas*, em que o barometro sobe, outras em que desce. Estas variações são constantes para cada estação do anno e chamam-se *regulares, periodicas, ou horarias*. No verão o barometro sobe ás 8 da manhã, depois desce até ás 4 da tarde; torna a subir até ás 11 da noite, para depois tornar a descer até ás 4 da madrugada. — No inverno as alturas maximas têm logar ás 9 da manhã e 9

da noite, e as alturas mínimas são ás 3 da tarde e 3 da madrugada. Na primavera e outono as horas criticas são intermedias a estas. — Estas variações parecem causadas pela attracção dos astros sobre a athmosphera, na qual ha fluxos e refluos analogos aos das *marés* no oceano.

As variações irregulares são as que succedem imprevisamente e sem epocha ou hora fixa, e por isso se chamam *accidentaes*, quasi sempre são acompanhadas de mudança no tempo. A descida rapida e grande do mercurio prognostica tempestade, a sua subida promette bonança.

M. — Que preceitos convem observar, quando se faz uso do barometro?

D. — Podem reduzir-se aos seguintes:

1.º — Dispor o instrumento em posição vertical; o que se obtem ou pendurando-o, ou suspendendo-o entre os tres pés, em que de ordinario é dividido o estojo que o contém.

2.º — Saber fazer a leitura da escala. Nos barometros rectos faz-se a contagem desde o nivel do mercurio na tina até ao nivel superior. Nos barometros de sylão a altura do mercurio é dada pela differença dos dois niveis em ambos os ramos, tirando da columna do ramo maior, a altura do mercurio do ramo menor.

D. — Quaes são os principaes usos e applicações do barometro?

D. — 1.ª — O barometro annuncia a aproximação do bom e do mau tempo, o que se torna de immensa utilidade para o navegante, para o lavrador, e em geral mais ou menos para todos.

Alguns barometros inglezes costumam trazer os prognosticos ao lado das respectivas alturas; as-

sim na altura de 28 pollegadas dizem *tempestade*: na de 28 $\frac{1}{2}$ *muita chuva*; na de 29 *chuva* ou *vento*; na de 29 $\frac{1}{2}$ ou 76 centímetros *tempo incerto*; na de 30 *bom tempo*; na de 30 $\frac{1}{2}$ *tempo firme*; e na de 31 *tempo mui sêcco e sereno*.

2.^a — Por meio do barometro pode-se calcular a differença de altura entre dois pontos quaesquer. O barometro desce $\frac{1}{10}$ de millimetro por cada metro de altura; se levando o instrumento ao cume de uma serra, elle baixar, por exemplo, um centimetro, como um centimetro tem 10 millimetros ou 100 decimillimetros, concluir-se ha que a serra é da altura de 100 metros acima do nivel do mar, se foi d'ahi que se partio. — É assim que se tem avaliado a altura das mais elevadas montanhas do globo.

3.^a — Emfim, o barometro presta um meio facil de achar a pressão athmospherica sobre qualquer superficie. — Acha-se por meio d'elle que esta pressão na área de um centimetro quadrado é de 1 kilogramma e 33 gramas (2 libras e meia). Logo a pressão do ar sobre qualquer superficie será igual a este pêsso multiplicado pelo numero de centimetros quadrados que esta superficie contiver. — Assim a superficie do corpo de um homem de estatura ordinaria, avaliando-se em 1 metro quadrado ou em 10000 centimetros quadrados, vem a supportar a enorme pressão de 10330 kilogrammas ou 20000 arrateis proximamente.

M. — Mas esta carga, visto que a pressão athmospherica varia com os lugares — com as horas do dia e o estado da athmosphera, ora deve ser maior, ora menor?

D. — Assim é com effeito. Um viajante que vai

das praias do mar onde a altura barometrica é de 76 centimetros e a pressão correspondente de 10330 kilogrammas e sobe ao pico da serra de Montesinho na Beira por exemplo, é aliviado do pêsso de 2000 kilogrammas.

No mesmo lugar da terra, quando o barometro desce, sentimos-nos brandos e propensos ao descanso, isto é precisamente, quando o ar menos nos carrega; ao contrario, sentimos-nos mais agéis, e vigorosos, quando o mercurio sobe, isto é, quando a pressão do ar é maior.

ARTIGO QUARTO.

Bombas.

M. — O que entendeis por bombas?

D. — *Bombas*, são machinas hydraulicas, que se empregam para levantar os liquidos acima dos seus niveis ordinarios.

M. — Quaes são as partes que formam em geral o mecanismo das bombas?

D. — Uma bomba compõe-se 1.º de uma capacidade fixa e fechada, ordinariamente de fórma cylindrica, cujas dimensões interiores augmentam, ou diminuem, chama-se *corpo da bomba* 2.º — de *tubos*, nos quaes os liquidos, puxados pela bomba, se movem, e cuja communicação com o corpo da bomba ora se interrompe, ora se restabelece; 3.º de uma peça movel que gira ao longo do corpo da bomba, adaptando-se perfeitamente ás suas paredes e se chama *embolo*; 4.º de peças moveis soltas ou articuladas, cujo numero varia segundo

a especie e usos da bomba, e que têm por fim estabelecer ou interromper a comunicação do corpo da bomba com os tubos, e se chamam *valvulas*.

M. — Em que especies se distinguem as bombas?

D. — Em simples e compostas.

M. — Como são as bombas simples?

D. — As bombas simples obram sobre o liquido ou aspirando-o, ou comprimindo-o, e d'aqui a sua divisão em *bomba aspirante* e *bomba compressoria*.

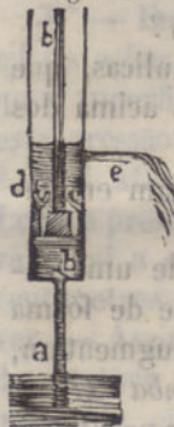
§. 1.º *Bomba aspirante.*

M. — Dai-me uma idéa do mechanismo e jogo da bomba aspirante?

fig. 17.ª

D. — A bomba aspirante simples, (fig. 17.ª) compõe-se de um tubo de *aspiração a*, que mergulha no liquido que se quer levantar; de um *embolo b* furado com dois buracos tapados por duas *valvulas vv'*, do *corpo da bomba d*; do tubo de *descarga e*, que despeja o corpo da bomba; e da *valvula h*. — Quando o embolo sobe fecham-se as valvulas *vv'*, e a agua de cima de embolo é levantada por elle até ao tubo de *descarga*, por onde sae. —

Mas ao mesmo tempo o embolo na sua subida deixa debaixo de si um vazio, que é immediatamente preenchido pela agua do poço, sobre a qual carrega a pressão atmospherica; esta agua entra no tubo de *aspiração*, ergue a *valvula h*, enche o

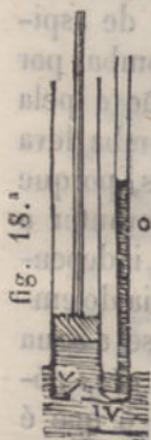


espaço inferior da bomba e acompanha o embolo na sua subida. Quando o embolo desce carrega na columna de agua inferior, esta transmite a força do embolo á valvula *h* que se fecha, e ás valvulas *vv'* que se abrem, deixando passar a agua para cima do embolo; de maneira que quando este chega a tocar a valvula *h*, toda a agua da capacidade inferior da bomba tem passado pelos furos do embolo para a capacidade superior.

§. 2.º *Bomba compressoria.*

M. — Explicai-me como é construida e como funciona a bomba compressoria?

D. — N'esta bomba (fig. 18.ª) não ha tubo de aspiração; o corpo da bomba mergulha directamente no liquido e tem na parte inferior uma valvula *v* que abre de baixo para cima; a agua é levantada no tubo de conducção *o* munido de uma valvula *v'* que abre para fóra; o embolo não é furado. Quando o embolo sobe, o vacuo formado por baixo d'elle attrahe a agua que levanta a valvula *v* e entra na bomba. Descendo o embolo fecha-se a valvula *v* e abre-se a *v'*, passando a agua para o tubo de da conducção.



M. — Que vantagem leva esta bomba á bomba aspirante?

D. — N'esta bomba a elevação do liquido, sendo operada pela pressão do embolo, póde chegar aonde se quizer, com tanto que se empregue a força necessaria, a qual cresce com a altura a que

agua vai no tubo de conducção. — Na bomba aspirante gasta-se pouca força, mas a agua não vai a mais da altura de 25 pés; chegaria a 31 pés, se o vacuo interior fosse perfeito, o que nunca é possível na pratica.

M. — O que são bombas compostas?

D. — As bombas compostas resultam da combinação ou da aspirante com a compressoria; ou de duas aspirantes, ou de duas compressorias; n'estes dois ultimos casos a bomba composta diz-se de *effeito duplo*.

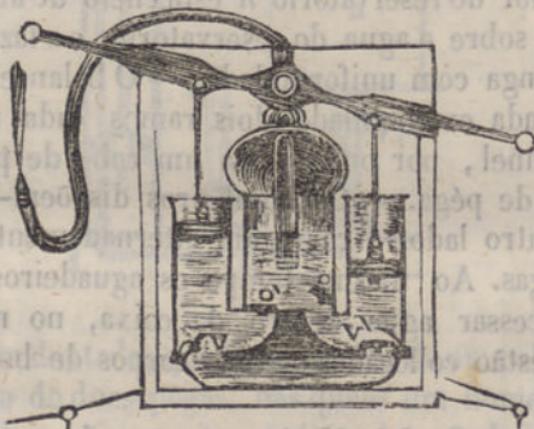
M. — Dizei-me em que consiste e como funciona a bomba aspirante, e compressoria?

D. — Esta bomba (fig. 19.^a) não differe da compressoria simples, senão em ser como a aspirante munida d'um tubo de aspiração *t*. O liquido entra na bomba por aspiração, e no tubo de ascensão *e* pela compressão do embolo. Esta bomba leva vantagem á compressoria simples, porque com o tubo de aspiração póde levantar a agua até á altura de 25 pés, independentemente da acção compressoria do embolo. — E além d'isso, porque se a agua não fôr mais funda do que 25 pés, póde a bomba ficar fóra d'agua; o que é conveniente para a sua facil limpeza e concerto.



§. 3.º *Bomba dos incendios.*

fig. 20.ª



M. — Qual é a construcção e modo de jogar da *bomba dos incendios*?

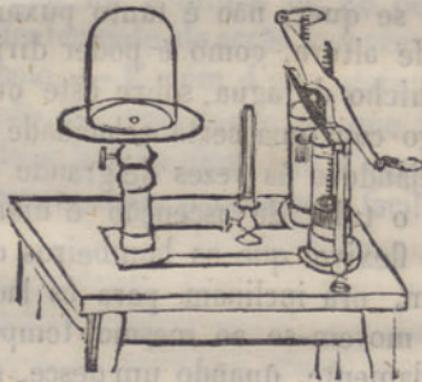
D. — Esta bomba (fig. 20.ª) consiste na combinação de duas bombas compressorias. N'esta bomba o que se quer, não é tanto puxar a agua a uma grande altura, como é poder dirigir á vontade o esguicho da agua sobre este ou aquelle sitio do fogo com uma certa velocidade e seguimento, dardejando-o ás vezes de grande distancia. — Por isso o tubo de ascensão é uma *mangueira* de couro flexivel que os bombeiros ora levantam e abaixam, ora inclinam para os lados. Os dois embolos movem-se ao mesmo tempo, mas des-encontradamente, quando um desce, sobe o outro. As valvulas *v v'* e *o o'* abrem debaixo para cima; cada uma das primeiras, quando o seu respectivo embolo sobe; cada uma das segundas, quando o

seu respectivo embolo desce. Entre os dois corpos de bomba existe um reservatorio atravessado de alto abaixo no seu meio por um canudo metalico que atarraxa á mangueira. O espaço superior do reservatorio *h* está cheio de ar, o qual reage sobre a agua do reservatorio, e a faz sair pela manga com uniformidade. — O balanceiro tem em cada extremidade dois ramos cada um com um anel, por onde passa um cabo de pau, que serve de péga. — Os bombeiros dispõem-se d'um e d'outro lado, e carregam alternadamente sobre as pégas. Ao mesmo tempo os aguadeiros vasam sem cessar agua dentro da caixa, no meio da qual estão collocados os dois corpos de bomba.

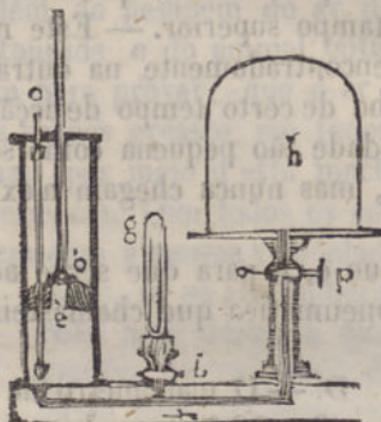
§. 4.º *Machina pneumatica.*

M. — Dai-me uma idéa da construcção e jôgo da machina pneumatica?

fig. 21.ª



D. — A machina pneumatica (fig. 21.ª) compõe-se de duas bombas aspirantes, tendo as hastes dos embolos dentadas e articuladas com uma roda

fig. 22.^a

tambem dentada, que fórma o eixo de uma alavanca, munida de duas pégas, nas quaes um homem carga alternativamente. — Quando o embolo *o'* sobe, leva consigo a valvula *o* que o atravessa, e fecha-se ao contrario a valvula *e* do embolo. A capacidade inferior da bomba fica então em livre communicação por meio do canal *f* com o manometro *g* e com o recipiente *h*, isto suppondo que as duas torneiras *P* e *b* estejam abertas. O ar d'estes espaços, recipiente, manometro e canal, entrará em parte para o vasio da bomba, e ficará em consequencia d'isto mais rarefeito. — Quando o embolo desce leva para baixo a valvula *o*, a qual tapa então a communicação da bomba com o canal, e é comprimido o ar da parte inferior da bomba, o qual abre a valvula *e* e passa para cima do embolo. Tornando o embolo a subir, destapa-se a valvula *o*, ha nova entrada d'ar do canal para a bomba, em consequencia do que mais rarefeito fica no interior do recipiente e do manometro. — O ar de cima do embolo é por este arrastado

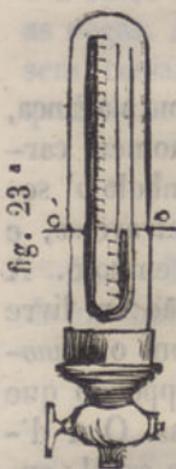
e forçado a sair por uns buraquinhos que a bomba tem no tampo superior. — Este mesmo jogo passa-se desencontradamente, na outra bomba, e ambas, ao cabo de certo tempo de acção, reduzem a uma quantidade tão pequena como se quer o ar do recipiente, mas nunca chegam a extrahi-lo de todo.

M. — O quo é, e para que serve aquella peça da machina pneumatica que chamasteis *manometro*?

D. — O manometro da pneumatica (fig. 23.^a) é um barometro recurvado muito curto unido a uma escala dividida em millimetros e coberto com uma manga de vidro. — Por meio da torneira communica com o canal *f*, e por meio d'este com o recipiente. O fim d'esta peça da machina é de nos dizer a todo o momento o estado da rarefação do ar do recipiente, rarefação que se aprecia pela pressão que o dito ar exerce no mercurio do ramo aberto do manometro, pressão, que se avalia pelos millimetros de altura do mercurio no ramo fechado contados do plano *oo'* que se imagina passar pelo nivel do mercurio no ramo aberto. Assim na figura em frente diremos que a pressão é de 19 millimetros.

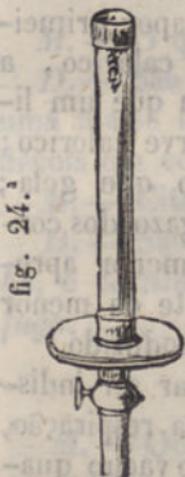
§. 5.^o *Diversas experiencias feitas com a machina pneumatica.*

M. — Que experiencias se podem fazer com a machina pneumatica.



D. — Além da pesagem do ar do balão; da da pelle estourada e do animal entumescido que nos serviram para provar, que o ar era pesado e exercia nos corpos pressão em todos os sentidos, prova-se mais por meio d'esta machina:

1.^a Experiencia. Que todos os corpos leves ou pesados caem com a mesma velocidade; que, portanto, se na atmospherá uns vem ao chão mais depressa que outros, isso provém da resistencia do ar. Emprega-se para esta experiencia um grande tubo de vidro (fig. 24.^a) atarraxado á platina da machina tapado superiormente e tendo ahí suspensas aparas de papel, chumbo, etc. Feito o vacuo, fazem-se cahir estes corpos, e vê-se que todos elles chegam ao mesmo tempo abaixo.



2.^a Experiencia. — Prova-se igualmente que o fumo, que vemos subir e dissipar na atmospherá, cae no vacuo, como qualquer outro corpo. Póde para isto servir o tubo precedente fazendo-lhe entrar o fumo pela extremidade superior.

3.^a Experiencia. — Mostra-se que qualquer corpo, em braza, ou chamma, se apaga no vacuo: basta para isso metter uma luz ou uma braza dentro do recipiente.

4.^a Experiencia. — Faz-se ferver a agua, o alcohol ou o ether, e transformar em vapor sem precisão do calor artificial. Basta collocar n'uma tigelinha algum d'estes liquidos dentro do recipiente; o liquido desaparece e enche-se o recipiente do vapor d'elle. O que prova, que se não houvesse at-

mosfera, não haveria mares nem rios; e que um liquido deve levantar fervura mais depressa no alto de uma montanha, onde a pressão do ar é menor, do que na profundura de um valle ou de uma mina.

5.^a Experiencia. — Pondo par a par dentro do recipiente dois pires, um com ether, outro com agua, o primeiro mudar-se-ha em vapor primeiro que a agua, e lhe roubará o seu calorico, a ponto de a fazer gelar. O que prova que um liquido, quando passa a vapor, absorve calorico; que o larga ao contrario um liquido que gela; que enfim o estado solido, liquido e gazo dos corpos são apenas fórmulas da maior ou menor aproximação de suas moléculas, dependente da menor ou maior doze de calorico n'ellas introduzido.

6.^a — Verifica-se que, apesar do ar ser indispensavel e o unico gaz proprio para a respiração, insectos ha que muitos dias vivem no vacuo quasi absoluto.

7.^a — Comprova-se que o ar é o agente da fermentação e putrefacção, porque no vacuo da pneumática se podem conservar por espaço de annos legumes cosidos, fructas, carnes, guizados etc. na posse de todas as suas qualidades de côr, gòsto e cheiro, como se fossem feitos d'aquella occasião.

8.^a — Manifesta-se, que as vibrações do som não se propagam no vacuo. — Faz-se para isso tanger uma campainha dentro do recipiente, depois do vacuo feito, e não se ouve nada.

9.^a — Patentea-se, que o ar é elastico, assim como todos os gazes e vapores, e que em virtude d'esta propriedade tende a occupar cada vez maior espaço. — Basta para isto metter no recipiente u-

ma bexiga atada e mal cheia de ar ; á medida que o ar se rarefaz, a bexiga vai inchando, até por fim estourar.

ARTIGO QUINTO.

Machinas de sopro.

M. — O que são machinas de sopro ?

D. — São machinas, cujo fim é attrahir a si uma massa maior, ou menor de ar, e arrojá-lo depois em corrente rapida para fóra.

M. — Citai-me alguma d'estas machinas.

D. — São machinas de sopro : os *folles*, a *tromba*, o *ventilador*, e o *ventilador de força centrífuga*.

§. 1.º Folles.

M. — Qual é a construcção dos folles e maneira como se jogam ?

D. — Os folles são das mais simples machinas de sopro usadas para a-

fig. 25.ª

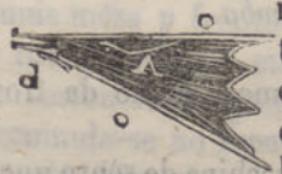
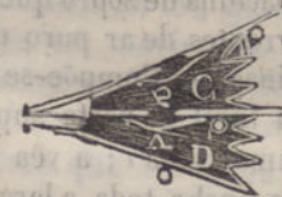


fig. 26.ª



tear a combustão nos fogões e fornalhas. — Quando as duas abas *oo'* (fig. 25.ª) se levantam, ou afastam uma da outra, forma-se um vacuo no interior do folle e n'elle se precipita o ar externo, entrando assim pelo pipo *d* como pela abertura *a*, cuja valvula *A* levanta. Quando as duas tampas do folle se unem, fecha-se a valvula *A*, o ar interior é comprimido e projectado com violencia pelo pipo

fóra. — Um folle abre, pois, como bomba aspirante, quando enche, e quando vasa como bomba compressoria. O embolo é aqui representado pelas duas tampas.

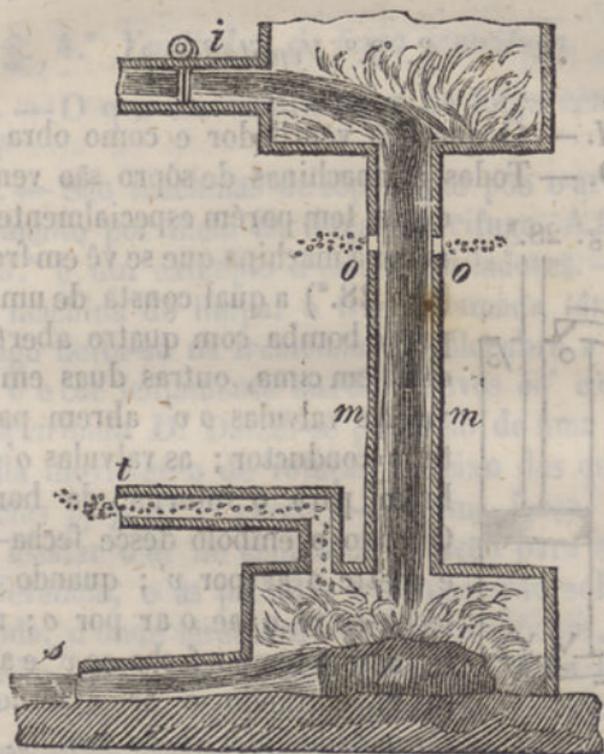
M. — O folle, cuja descripção me acabais de fazer, é de acção *intermittente*, pois não despede corrente senão quando vasa; não haverá folles de acção *continua* que deitem ar tanto quando abrem, como quando fecham?

D. — A figura 26.^a representa um d'estes folles. — Compõe-se de tres tampas *oo'o''* e de duas capacidades, que communicam entre si, por meio da abertura *a* praticada no tampo medio e munida de uma valvula *A*, que abre debaixo para cima. — Quando o folle abre, enche-se de ar a capacidade *c*, e vasa-se a capacidade *D*. — Quando o folle fecha, passa o ar de *c* para *D*; e como o tampo superior abate, parte d'este ar sae pelo pipo, de maneira que nos dois movimentos do folle, ha sempre uma corrente de ar a sair.

§. 2.^o Tromba.

M. — Qual é o mechanismo e acção da tromba?

D. — A tromba é outra machina de sopro que se emprega para estabelecer correntes de ar puro nas galerias subterraneas das minas. — Compõe-se de um tubo vertical *m* com um funil na parte superior, onde entra a agua de uma calha *i*; a vèa liquida, que sae do funil, não enche toda a largura do tubo, de maneira que, entre este e a vèa fica uma camada de ar. Este ar é arrastado pela quèda do liquido, e logo renovado pelo de fóra,



que entra pelos buracos *oo'*. A agua, batendo contra uma m^êsa *p* fronteira á extremidade inferior do tubo, desfaz-se em chuva e deixa solto o ar que arrastou na sua qu^êda pelo tubo abaixo. Este ar accumula-se no espaço superior, e quando a sua quantidade fôr tal, que vença a press^ão externa, p^ôr-se-ha em movimento a través o tubo *t*, que o conduzirá ao interior da mina, que se quer arejar. A agua, que cae do tubo, vai saindo por um buraco que o tanque tem em *S*.

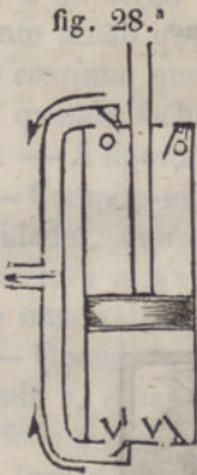
nas e nas formilhas das calcinas de fundição.

M. — Não poderiam também servir para tirar para fora os gases nocivos que se geram nas minas?

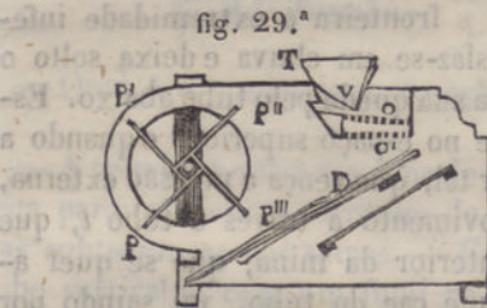
§. 3.º Ventilador.

M. — O que é o ventilador e como obra ?

D. — Todas as machinas de sôpro são ventiladores; tem porém especialmente este nome a machina que se vê em frente, (fig. 28.^a) a qual consta de um corpo de bomba com quatro aberturas duas em cima, outras duas em baixo. As valvulas *o v'* abrem para o tubo conductor; as valvulas *o' v* abrem para o interior da bomba. Quando o embolo desce fecha-se *v* e mette o ar por *v'*; quando sobe fecha-se *o'* e sae o ar por *o*; n'este mesmo tempo fecha-se *v'* e abre-se *v*, entrando o ar externo na capacidade inferior da bomba. Esta machina obra ao mesmo tempo como bomba aspirante e compressoria; e sendo de 8 pés quadrados de base e



10 de altura, dando o embolo 10 compulsões por minuto, pôde n'este tempo arrojjar uma corrente de ar de 38:000 pés cubicos.



38:000 pés cubicos.

drados de base e 10 de altura, dando o embolo 10 compulsões por minuto, pôde n'este tempo arrojjar uma corrente de ar de

§. 4.º Ventilador de força centrífuga.

M. — O que são ventiladores de força centrífuga?

D. — São machinas de sôpro que põe o ar em movimento por meio da força centrífuga. A figura 29.ª é um exemplo d'estes ventiladores. — É uma machina de limpar o trigo chamada *tarara*. O trigo deita-se na *tremonha T*, elle abre a valvula *v* e cae lentamente nos dois crivos *oo'* e d'estes na *ciranda D*. Dando-se por meio de uma manivella movimento de rotação ao eixo das quatro palhetas *pp'p''p'''*, gerar-se-ha uma força, que fará afastar o ar do centro da rotação para a circumferencia, e as palhetas o projectarão sobre a ciranda, d'onde levantará o pó, grãos chôchos, cascabelho etc., que o trigo contiver. Esta força, que se gera em todo o movimento de rotação, chama-se *centrifuga*. — Mas á medida que o ar do centro é arrojado para a circumferencia, outro ar

fig. 30.ª



vem occupar o seu lugar, de maneira que um ventilador d'estes estabelece duas correntes de ar; uma do centro de rotação para fóra, que é aproveitada na tarara; outra de fóra para o centro de rotação. — Os ventiladores de força centrífuga servem para injectar ar puro dentro das

minas e nas fornalhas das officinas de fundição.

M. — E não poderiam tambem servir para tirar para fóra os gazes nocivos que se geram nas minas?

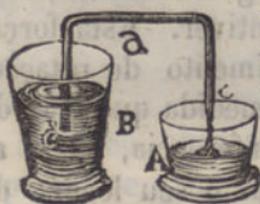
D. — Não ha duvida que podem, e se têm para esse effeito empregado. applica-se para isso o centro do ventilador á bocca da mina (fig. 30.^a) e a circumferencia gira de roda na atmospha exterior; o vacuo feito no centro aspira os gazes interiores, e a força centrifuga os arroja para fóra dispersando-os na atmospha.

ARTIGO SEXTO.

Syfão.

M. — O que é o syfão e para que serve?

D. — O syfão (fig. 31.^a) é um tubo recurvado *a*, que serve para passar os



liquidos de um vaso para outro. — Aspirando o ar com a bocca pela extremidade *o*, faz-se o vacuo no interior do syfão; a pressão do ar carregando na superficie do liquido do vaso *B*, fa-lo-ha subir no syfão e correr para o vaso *A*, e continuará a correr em quanto a extremidade *n'* do syfão não descobrir fóra do liquido.



PARTE SEGUNDA.

LIQUIDOS.

ARTIGO PRIMEIRO.

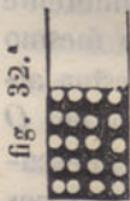
Pressão dos liquidos sobre os fundos dos vasos sobre as paredes lateraes; e debaixo para cima.

MESTRE. — O que são os liquidos?

D. — *Liquidos*, — são corpos sem figura propria, cujas moleculas têm entre si tão fraca adherencia, que se movem livremente e resvalam umas sobre as outras.

M. — Qual é a propriedade fundamental dos liquidos derivada da liberdade e independencia de suas moleculas?

D. — É a de uma pressão, que foi exercida em uma de suas moleculas, se transmitir a todas as outras em todos os sentidos e sem attenuação da sua intensidade. Por exemplo, se o vaso (fig. 32.^a) contém vinte moleculas de liquido, e uma foi carregada com um certo pêsso, todas as outras soffrerão a mesma carga. — Esta distribuição uniforme das pressões nos liquidos, co-



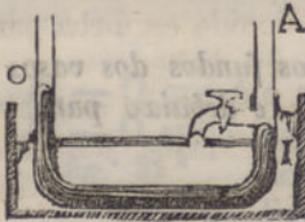
nhece-se pelo nome de — *Principio de igualdade de pressão.*

M. — Que pressão é a que um liquido produz no fundo de um vaso em que está contido?

D. — Esta pressão é igual ao pêsso de uma columna do dito liquido, que tenha por base a largura do fundo do vaso, e por altura a distancia do fundo do vaso ao nivel do liquido. — E é independente da figura e direcção do vaso.

M. — Mas se assim é n'um vaso *alargado B*, em um *estreitado C*, e em outro *anguloso D*, devem as

fig. 33.^a



pressões ser diferentes do pêsso absoluto do liquido?

D. — Assim é com effeito; apesar de o vaso *B* levar mais liquido que o do vaso *C* ou *D*, as pressões no fundo serão iguaes, se os fundos d'estes vasos forem iguaes, e tambem igual a altura do nivel em ambos.

fig. 34.^a



M. — Demonstrei-me experimentalmente que isto é verdade.

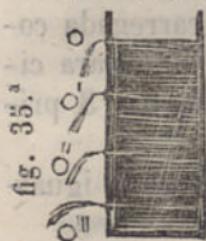
D. — Atarraxando successivamente no aparelho de *Haldat* (fig. 33.^a) os vasos de differente figura *A*, *B*, *C*, e *D*, que têm todos o mesmo fundo, e enchendo-os de agua que vá á mesma altura em todos, o mercúrio subirá sempre em *O* á mesma altura; e como esta subida do mercúrio é causada pela pressão da agua d'estes vasos sobre o mercúrio no ramo *I*, segue-se que esta pressão é igual em todos elles.

M. — Quães são os pontos das paredes lateraes de um vaso em que um liquido carrega com maior força?

D. — São os que estão mais proximos do fundo, porque sobre elles é a columna liquida mais alta e por consequencia de maior pêsô.

M. — Fazei-me por experiencia conhecer que isto é verdade.

D. — Basta praticar furos ou aberturas *o o' o''* na parede lateral de um vaso (fig. 35.^a), uns mais altos, outros mais baixos, e observar a força com que o liquido esguicha para fóra por cada um d'elles.



M. — Tractando-se de estabelecer um açude, um tanque, um dique etc. onde é que as paredes deverão ter mais solidez e resistencia?

D. — Pelo que se acaba de vêr, na experiencia antecedente, deve ser nas proximidades do fundo, porque a força do jacto obra como pressão de dentro para fóra contra o tampão que fecha algum dos buracos *o o' o''* etc. (fig. 35.^a); por onde se vê que o liquido carrega tanto mais em um ponto da parede lateral, quanto maior é a distancia d'este ponto ao nivel do liquido.

M. — Como se produz e a que é igual a pressão debaixo para cima n'um liquido contido n'um vaso?

D. — A pressão causada pelo pêsô do liquido no fundo de um vaso (fig. 36.^a) é destruida pela resistencia d'este fundo. Mas esta pressão ou este pêsô é uma força que se exerce de cima para baixo, e a sua destruição só uma outra força i-



igual e contraria a póde operar. — Podêmos portanto imaginar que o fundo do vaso oppõe á columna liquida uma força de reacção, obrando debaixo para cima e igual á do pêso da mesma columna. — Esta força ou pressão debaixo para cima reagirá nas differentes tiras da columna liquida com uma intensidade igual á carga que tiver cada uma d'estas tiras. Assim na tira *A* carregada como *tres* a pressão debaixo para cima será igual ao pêso das 3 primeiras camadas de liquido.

fig. 36.^a

M. — Mostrai-me experimentalmente a igualdade d'estas pressões nos liquidos.

D. — Mettendo n'um liquido um tubo *T* de vidro com uma tampa simplesmente applicada na sua extremidade inferior, a

fig. 37.^a

tampa *o* não cairá sustida como fica pela pressão do liquido debaixo para cima; mas se dentro do tubo em cima da tampa se deitar agua, em esta subindo a altura *b* do nivel exterior, a tampa ficará entre duas pressões iguaes, e precipitar-se-ha no fundo do vaso obedecendo ao seu proprio pêso.

M. — Que pressão supportará o casco de uma embarcação que está banhada pelas aguas?

D. — Supportará debaixo para cima o pêso de uma massa liquida que tenha por base a exten-

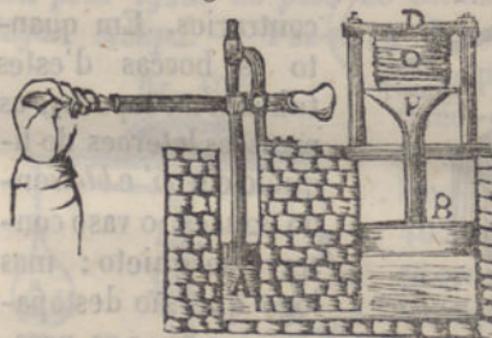
são do casco banhada pela agua, e por altura a distancia que vai do meio da superficie banhada ao nivel do liquido. — Quando pois, se faz um rombo, a agua entra para dentro com a mesma força com que sairia, se o casco estivesse cheio, mas fóra d'agua; e para o calafetar é preciso oppor uma força que seja pelo menos igual a esta.

ARTIGO SEGUNDO.

Principio de prensa hydraulica.

M. — Citai-me algumas applicações do principio de igualdade de pressão nos liquidos.

D. — A prensa hydraulica (fig. 38.^a) é uma d'estas applicações.



— Consiste em, por meio do embolo *A*, dar movimento ao embolo *B*, e como os liquidos transmittem as pressões em todos os sentidos

sem nada lhes fazer perder da sua intensidade, se o embolo *B* fôr 100 vezes maior que o embolo *A*, e a pressão feita por este fôr de 5 libras, será a pressão transmittida ao embolo *B* de 500 libras; de sorte que com uma força como 5 produzir-se-ha um effeito equivalente ao de outra como 500. — O embolo *B* termina por um prato *P* que gira contra outro fixo *D*, e contra o

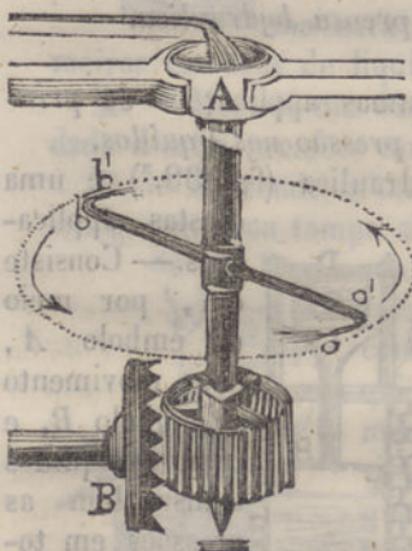
qual aperta e achata o fardo de pannos, de papel, etc.

ARTIGO TERCEIRO.

Turniquete hydraulico.

M. — O que é turniquete hydraulico?

D. — É uma outra applicação do principio de
fig. 39.^a



igualdade de pressão. É um vaso *A* (fig. 39.^a) de qualquer fei-
tizo ou tamanho, mu-
nido inferiormente de
dois tubos *bb'* e *oo'* re-
curvados em sentidos
contrarios. Em quan-
to as boccas d'estes
tubos estão tapadas, as
pressões lateraes do li-
quido em *oo'* e *bb'* sen-
do iguaes, o vaso con-
serva-se quieto; mas
logo que são destapa-

das, alliviam-se as pressões em *o* e *b'*, e as pres-
sões em *o'* e *b* farão rodar os tubos em sentido
opposto aos esguichos. — Este movimento de ro-
tação póde ser aproveitado, uma vez que se enca-
ne liquido para o interior do vaso *A*, de sorte que
o nivel se conserve sempre na mesma altura, e
se lhe addicionem os machanismos convenientes.
O machinismo acrescentado na fig. 39.^a tem por
fim mostrar, como o movimento de rotação hori-

zontal se transforma na roda *B* em movimento de rotação vertical. — É sobre o principio do turniquete hydraulico que se fundam as rodas *hydraulicas de reacção* empregadas na industria.

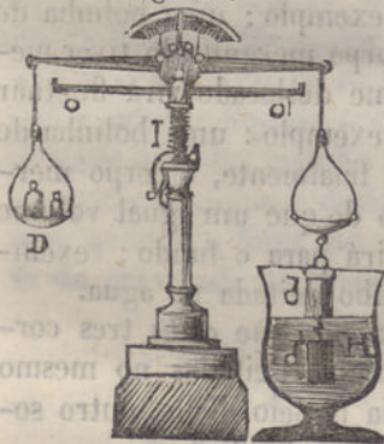
ARTIGO QUARTO.

Principio de Archimedes.

M. — Enunciai-me e demonstrei-me experimentalmente o que em Physica se chama — *principio de Archimedes*?

D. — Chama-se principio de Archimedes á seguinte lei de hydrostatica : = *um corpo mergulhado em um liquido, perde n'este liquido uma parte do seu péso igual ao péso do volume liquido, cujo lugar occupa.* — Faz-se a demonstração d'este

fig. 40.^a



principio com o apparelho chamado *balança hydrostatica*. A balança hydrostatica (fig. 40.^a) é como a balança ordinaria, com a differença de a haste *I*, que é dentada, poder subir ou descer, e ter o descanço *oo'* em que repousam os braços do travessão. Ao gancho do prato *C* pendura-se um balde cylindrico de metal *d*, e ao fundo d'este um cylindro *d'* tambem de metal que ajusta e enche exactamente a

capacidade do balde. — Põem-se no prato *D* os pesos necessarios até a balança ficar em equilibrio. Isto feito, colloca-se debaixo do prato *C* o vaso *H* com agua de maneira a mergulhar completamente o cylindro *d'*. Logo que isto acontece descae o prato *D*, e para restabelecer o equilibrio é preciso collocar um pêso no prato *C*; este pêso é o que o cylindro perdeu por estar mergulhado na agua. E para provar que este pêso perdido é igual ao pêso do volume liquido, em lugar de collocar pêso no prato *C*, bastará encher de agua o balde *d*, o qual leva exactamente o volume que o cylindro desloca.

M. — O que deverá acontecer a um corpo solido mergulhado n'um liquido, quando o pêso do volume liquido por elle deslocado fôr igual, maior, ou menor do que o seu?

D. — Se os pesos do corpo mergulhado e do volume liquido deslocado forem iguaes, aquelle boiará no seio do liquido; exemplo: uma bolinha de cera em agua. — Se o corpo mergulhado tiver menor pêso que o do volume deslocado virá fluctuar ao de cima do liquido; exemplo: uma bolinha de cortiça em agua. — Se, finalmente, o corpo mergulhado tiver mais pêso do que um igual volume ao seu do liquido, cahirá para o fundo; exemplo: uma bala de chumbo deitada na agua.

M. — Qual é a razão por que estes tres corpos, cera, cortiça e chumbo, deitados no mesmo liquido, a agua, um boia no seio d'elle, outro sobre-nada e o terceiro vai ao fundo?

D. — Quando um corpo solido está suspenso e quieto no meio de um liquido (a bolinha de cera na agua por exemplo) (fig. 41.^a) é uniforme-

mente carregado pelo liquido, por cima, por baixo e dos lados, d'outra sorte não estaria quieto; — e são tambem estas pressões que lhe faz o liquido quem o sustentam, porque d'outra sorte cahiria para o fundo. — Ora, assim como podêmos figurar o pêsso do corpo como uma força, que obra n'elle de cima para baixo, tambem podêmos

fig. 41.^a

figurar as pressões do liquido como uma força obrando debaixo para cima. A primeira força chama-se a *gravidade* ou *pêsso* do corpo; a segunda força de *impulsão* do liquido, ou de *gravidade* do liquido. — O corpo boiará na massa do liquido, quando estas duas forças forem iguaes e se destruirem uma á outra; isto é, quando o mesmo volume do solido e do liquido tiverem o mesmo pêsso. Virá fluctuar ao de cima do liquido, quando a força de impulsão do liquido fôr maior que a da gravidade do corpo, o que acontecerá sendo o corpo mais leve que o volume liquido por elle deslocado. E cahirá para o fundo, quando fôr maior o pêsso do corpo que o do volume deslocado; ou, que é o mesmo, quando a força de impulsão for vencida pela da gravidade do solido mergulhado.

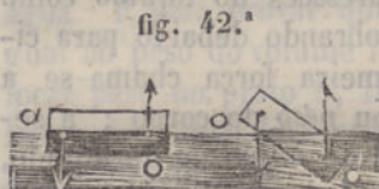
ARTIGO QUINTO.

Equilibrio dos corpos fluctuantes.

M. — Que condições são precisas para que um corpo fluctuante esteja em equilibrio?

D. — A primeira condição, que já sabemos, é

que o pêsso do corpo seja menor que o de igual volume de liquido; — a segunda é que as duas forças de impulsão do liquido e da gravidade do solido estejam applicadas ao mesmo ponto do corpo; porque d'outra sorte aquella fará subir e esta descer uma parte do corpo até os seus pontos de applicação virem a occupar o mesmo

fig. 42.^a

plano horizontal *oo'* (fig. 42.^a). A terceira condição, que não é indispensavel, mas que favorece a estabilidade do equilibrio, é que o ponto de

fig. 43.^a

applicação da força da gravidade do corpo fique abaixo do ponto de applicação da força de impulsão.

M. — Demonstrei-me esta 3.^a condição?

D. — Se quizermos equilibrar na agua uma casca de ovo (fig. 43.^a) em posição vertical, não o poderemos fazer, porque o centro de gravidade existe mais acima do que o centro de impulsão.

— Mas como o centro de gravidade existe sempre para o lado onde os corpos são mais pesados, se deitarmos dentro da casca d'ovo alguns bagos

de chumbo, (fig. 44.^a) tornar-se-ha o fundo d'este mais pesado do que as outras partes da casca e o centro de gravidade mudará de posição, vindo estabelecer-se no meio do chumbo, e por consequencia abaixo do centro de impulsão.

M. — Dai-me algumas applicações do principio de Archimedes e da theoria dos corpos fluctuantes.

D. — 1.^a Reboca-se um barco, uma viga de madeira com mais facilidade na agua do que pelo chão.

2.^a — Quando se tira agua de um poço com um balde, sente-se menor pêsso na corda em quanto o balde está mergulhado na agua, do que depois de sahido d'ella.

3.^a — O *lastro* dos navios tem por fim, assim como vimos na fluctuação da casca d'ovo, de puxar o centro de gravidade abaixo ou mui perto do centro de impulsão, e dar assim mais estabilidade ao navio.

4.^a — Um mesmo corpo pôde fluctuar em um liquido, ficar suspenso no seio de outro e ir ao fundo n'um terceiro liquido. Uma sphaera de cera, por exemplo, fluctua no mercurio, imerge na agua e vai ao fundo no alcool. Isto provém de que os volumes liquidos deslocados, tendo diferentes pesos, fazem perder ao corpo diversa quantidade do seu pêsso. — Assim, um navio que na agua salgada navega com bastante altura fóra do liquido, pôde, como já tem acontecido, ao entrar em um rio de agua doce, afundar-se.



5.^a — Tira-se partido da força de impulsão dos liquidos para desencalhar um navio, ou para transportar em cima de barcos objectos de immenso pêsso. — Para o primeiro

caso carregam-se barcas *bb'* de pedras, tijolos etc., junto ao navio *N* encalhado; passam-se depois cordas *oo'* por baixo da quilha do navio, e descarregam-se as barcas dos seus lastros, as quaes, tornando-se mais leves, são pela força da impulsão levadas mais ao de cima da agua, e n'esta subida erguem o navio. Isto mesmo se pratica com os navios de muitas toneladas, quando entram em rios que não têm sufficiente altura de agua para a sua navegação.

6.^a — Finalmente, o principio de Archimedes presta-nos um meio simplicissimo de avaliar as densidades dos corpos.

ARTIGO SEXTO.

Densidade dos corpos, e os diversos usos das taboas de densidade.

M. — Como se avalia a densidade d'um corpo?

D. — Pela quantidade de materia que os corpos contém n'um determinado volume. Por exemplo: tendo aqui duas bolas iguaes de chumbo e de cera, a sua densidade é a porção de chumbo ou de cera contida no volume da bola.

M. — Então todo o volume da bola de chumbo não é chumbo, e todo o volume da bola de cera não é cera?

D. — É verdade. E a razão é porque as moléculas da cera e do chumbo, e em geral as moléculas de todos os corpos, deixam ficar de umas para outras espaços ou intervallos vãos, de tal sorte que se fosse possível uni-las, tão intimamen-

te, que estes espaços desaparecessem, a bola de cera e a de chumbo reduzir-se-hiam a um volume muito menor d'aquelle que apparentam. — E por isso se chama *volume apparente* o volume com que os corpos naturalmente se nos apresentam; e *volume real* o que rigorosamente é occupado pela sua materia.

M. — Quaes são os corpos de maior densidade?

D. — São aquelles que no mesmo volume contiverem mais materia, ou tiverem as suas moleculas mais unidas umas ás outras; fazendo tres cubos da mesma grandeza (fig. 46.^a) de cortiça,

fig. 46.^a



madeira e ferro, ver-se-ha que o ferro é mais denso que a madeira, e esta mais que a cortiça.

M. — N'esse caso os corpos mais densos deverão ser os mais pesados?

D. — Não ha duvida que assim é; porque tanto maior fôr o numero das moleculas contidas n'um volume, tanto maior será tambem o numero das forças gravitantes que o attrahirão para o centro da terra. Chama-se *pêso especifico* o pêso dos corpos tomados em igual volume.

M. — Como pôde o principio de Archimedes servir para avaliar as densidades dos corpos?

D. — Querendo, por exemplo, saber qual é a densidade do ferro comparada com a da agua, pesaria um pedaço de ferro, primeiramente á maneira ordinaria e depois na balança hydrostatica mergulhado na agua; este segundo pêso abatido do primeiro dava-me a perda de pêso que o fer-

ro teve na agua, ou a densidade d'este liquido. Portanto, se eu achar quantas vezes no primeiro pêsó se contém esta perda, terei achado a densidade do ferro avaliada pela da agua. O problema reduz-se a uma simples conta de repartir. O pedaço de ferro pesou fóra da agua 25 onças, por exemplo, e na agua pesou 20 onças; 5 onças é a densidade ou o pêsó especifico de um igual volume de agua; portanto, $25 : 5 = 5$: quer dizer que a densidade do ferro seria 5 vezes maior que a da agua.

M. — E como vos haverieis para achar, segundo este mesmo principio, a densidade de um ou mais liquidos?

D. — Tomaria um corpo solido e pesa-lo-hia mergulhado nos diversos liquidos, cujas densidades queria conhecer; as perdas de pêsó que o corpo tivesse comparadas com a que teria na agua, dar-me-hiam as densidades d'estes liquidos referidas á da agua. Assim, suppondo que n'esta, a perda foi de 2 onças, no liquido *A* de 4 onças, no liquido *B* de 6 onças, e no liquido *C* de 8, eu diria que a densidade do corpo *A* é o dobro da da agua, e a densidade de *B* o triplo, e a densidade de *C* o quadruplo da densidade da agua.

M. — Além da balança hydrostatica, não ha outros meios de avaliar as densidades dos corpos?

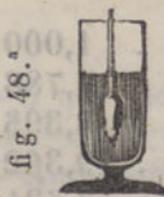
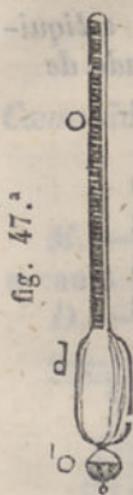
D. — Ha mais dois chamados o das *pesagens directas*, e o dos *areometros*; este ultimo é muitissimo usado para avaliação das densidades dos liquidos.

M. — O que são *areometros*, e de que maneira fazem reconhecer a densidade de um liquido?

D. — *Areometros* são fluctuadores que denun-

ciam immediatamente a densidade do liquido em que se mergulham. —

Ha differentes especies de areometros. O que está representado na fig. 47.^a é chamado o *areometro de Beaumé*. Consta de uma *haste o* òca de vidro com um *bójo d* e uma *bola o'* que contém azougue. — Mettendo este instrumento em agua salgada (fig. 48.^a) elle mergulha menos do que na agua distillada ; em geral elle mergulha-



rá tanto mais quanto mais leve, ou menos denso fôr o liquido. — Gradua-se este instrumento dividindo o espaço que fica entre os dois niveis de immersão na agua pura e na agua salgada, em 15 partes ou grãos. O zero corresponde ao nivel da agua distillada, e o n.º 15 ao da agua salgada. A graduação pôde continuar para além d'estes dois pontos fixos.

M. — O que são taboas de densidade e para que servem?

D. — São listas, ou catalogos em que se acham relacionadas as densidades dos principaes corpos solidos, liquidos e gazosos mais empregados nas artes, na industria etc. — Estas densidades são expressas por numeros e avaliadas, as dos solidos e liquidos pela da agua distillada, e a dos gazes pela do ar atmospherico, como se pôde ver dos exemplos seguintes :

Taboa das densidades de alguns solidos e liquidos á temperatura 0°, sendo a unidade de comparação a densidade da agua.

Agua distillada	1,000
Ferro em barra	7,788
Latão	8,395
Ouro	19,362
Diamante	3,531
Agua do mar	1,026
Azeite	0,815
Agua-ardente de prova	0,715
Mercurio	13,598
etc.	

Taboa das densidades de alguns gazes e vapores, sendo a unidade o ar atmosferico.

Ar	1,000
Chloro	2,4216
Oxigenio	1,1026
Hydrogenio	0,0688
Azote	0,9757
Vapor da agua	0,6200
„ da agua-ardente	1,6133
„ do ether	2,5860
etc.	

A grande utilidade d'estas taboas é dispensar o trabalho de achar as densidades de certos corpos na occasião em que precisam ser conhecidas, seja para fazer alguma experiencia, seja para tirar alguma applicação.

ARTIGO SEPTIMO.

Causa da elevação dos balões aerostaticos, e dos vapores.

M. — O que são balões aerostaticos, e qual é a causa da sua elevação na atmosphera?

D. — Aerostatos, ou balões aerostaticos são globos cheios de ar quente ou de gaz, mais leves que o ar, que sobem a certa altura da atmosphera. — A causa da sua elevação é o seu peso ser menor que um igual volume de ar. — A

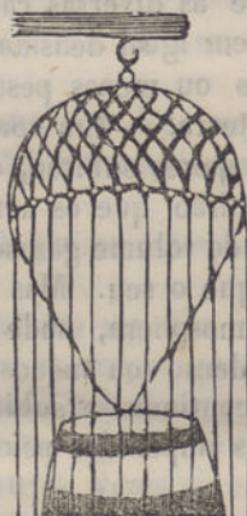
fig. 49.^afig. 50.^a

figura 49.^a representa um ba-

lão vazio; a fig. 50.^a um balão quando se está a encher de gaz, de hydrogenio, por exemplo, cuja densidade é menor que a do ar (vid. Taboas de densidade). — — Como se vê, o principio de Archimedes é tão exacto para os liquidos como para os gazes: um corpo qualquer elevar-se-ha ao ar quando fôr menos denso que elle, e por uma força de impulsão igual á differença do peso do corpo e do de um igual volume de ar; exactamente como uma rolha de cortiça vem do fun-

do de um vaso ao de cima da agua que elle contém. (Fig. 49.^a e 50.^a).

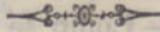
M. — Mas a rôlha de cortiça solta do fundo do

fig. 51.^afig. 52.^a

vaso atravessa toda a massa do liquido, e por maior que esta seja vem sempre ao de cima, em quanto que os balões e os vapores que se elevam ao ar

chegam a certa altura, e ahi estacionam?

D. — É porque as diversas camadas horizontaes do ar não têm igual densidade; as mais altas são mais raras ou menos pesadas do que as mais proximas á terra. — Em consequencia d'isto os balões e os vapores subirão, em quanto houver força de impulsão que os arrebate; isto é, em quanto o pêso do volume gazoso por elles deslocado fôr maior que o seu. Mas se chegarem a uma região da atmospherá, onde o volume deslocado fôr menos denso ou menos pesado que o seu, não poderão continuar a subir, e só se moverão para os lados impellidos pelo rumo do vento.



PARTE TERCEIRA.

CALOR.

ARTIGO PRIMEIRO.

Dilatação e contracção dos corpos pelas variações da temperatura.

MESTRE. — O que se entende pela palavra *calor*?

D. — Esta palavra significa umas vezes os efeitos que sobre os corpos produz um principio ou agente chamado *calorico*; outras vezes a sensação que o mesmo agente causa nos nossos órgãos, e não poucas vezes se emprega como synonymo d'este mesmo vocabulo *calorico*.

M. — Quaes são os effeitos do *calorico* sobre os corpos?

D. — São as suas mudanças de volume, e as suas mudanças de estado, umas e outras devidas á propriedade fundamental que o *calorico* tem de afastar as moleculas dos corpos umas das outras, propriedade chamada *repulsiva*.

M. — Fazei-me experimentalmente conhecer as mudanças de volume que o *calorico* occasiona nos corpos solidos, liquidos e gazosos?

D. — Relativamente aos corpos solidos pode-se fazer a experiencia de aquecer uma barra de ferro oo' (fig. 53.^a) que ajusta no espaço ou craveira bb' . Vê-se que pelo aquecimento cresceu uma certa porção (fig. 54.^a), e que só tornará a caber na craveira, quando arrefecer. — A dilatação dos liquidos é experiencia que todos os dias estamos presenciando: uma cafeteira, uma panella exposta ao fogo quasi cheia de agua entorna, quando está proxima a soltar fervura. Se fecharmos na mão o tubo de vidro (fig. 55.^a e 56.^a) que contém azougue, este se dilatará pelo calor da mão e subirá no tubo. — Para mostrar a dilatação dos gazes basta ver a do ar contido dentro de uma bexiga que se aproxima ao calor do lume; a bexiga começa a inchar até que arrebenta. — Como experiencia mais rigorosa, podemos servir-nos de um tubo de vidro (fig. 57.^a) onde com certas precauções se introduziu uma bolinha de liquido o ; aquecendo a bola do tubo á chamma de uma luz, dilata-se o ar interior, o qual leva adiante de si a bolinha até $o'o'$ etc.; retirando depois o tubo da chamma e deixando-o esfriar, o ar se contrae e a bolinha torna a voltar a o .

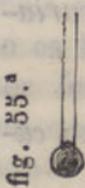
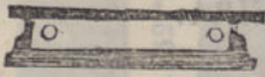
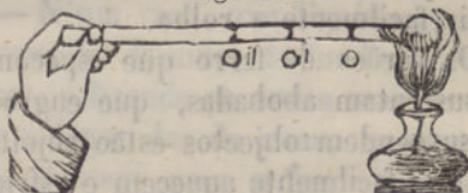
fig. 54.^afig. 56.^a

fig. 57.^a

ARTIGO SEGUNDO.

*Diversas applicaões da dilataão e contractão
dos corpos pela temperatura.*

M. — Quaes são as applicaões da dilatabilidade e contractilidade dos corpos?

D. — Fallarei das principaes.

1.^a — Quando se fizerem medições com medidas de metal, convem sempre tomar nota da temperatura em que são feitas, porque os metaes facilmente se dilatam com o calor e se contraem com o frio.

2.^a — Os vidros e as louças não devem rapidamente passar de uma temperatura muito baixa para outra muito elevada, ou vice-versa, afim de não estalarem.

3.^a — As louças e objectos de barro que têm de ir ao forno a cozer, precisam de muitas cautelas para não raxarem ou desfigurar-se.

4.^a — Nas fundiões de objectos metallicos, convem que o resfriamento do metal vasado nos moldes se faça pouco a pouco, para não se contrahir rapidamente e quebrar.

5.^a — As rolhas de vidro emperram nos bocaes dos vasos, de tal sorte ás vezes, que o maior esforço mais depressa os quebra do que os tira. Mergulhando-as porém em agua quente ou che-

gando-as ao calor do lume, o boccal se dilata e deixará sair facilmente a rolha.

6.^a — Os varões de ferro que especam paredes, que sustentam abobadas, que engradam janelas ou suspendem objectos estão sujeitos, como corpos que facilmente aquecem e esfriam, a alongar e a encurtar com as mudanças de temperatura, causando assim abalos ou puxões nos objectos que seguram, vergando elles mesmos e partindo se estão presos pelos dois extremos.

7.^a — Os relógios, tanto de parede e de sala, como os de algibeira atrasam-se de inverno e adiantam-se de verão. — Tira-se partido da grande dilatação e contracção dos metaes para corrigir estes adiantamentos e atrasos. Todo o artificio consiste em soldar ao *pendulo* dos primeiros e ao *volante* dos segundos hasteas ou laminas metallicas, cujas dilatações e contracções oppondo-se umas ás outras conservam sempre o mesmo comprimento ao pendulo e ao raio do volante, e por isso se chamam *hasteas*, ou *laminas compensadoras*.

8.^a — Os liquidos assim como os solidos e os gazes, dilatando-se com o calor e apertando com o frio, adquirem mais densidade no ultimo caso do que no primeiro. — A força ou a riqueza em espirito dos licores alcoolicos mede-se pela sua densidade; quanto menos densos forem, mais fortes são e mais espirito contêm; d'esta sorte a agua-ardente, por exemplo, de 22.^o parecerá d'inverno mais fraca e de verão mais forte. D'aqui a necessidade de, quando se fizerem taes avaliações, notar sempre o gráo de temperatura, e de descontar n'um e n'outro caso a alteração de densidade devida á temperatura.

9.^a — N'um vaso com liquido exposto ao lume as camadas liquidas do fundo são as primeiras a aquecer, e fazendo-se assim mais leves sobem a occupar o logar das de cima, que, mais leves a pesadas, descem para o fundo. — Estabelece-se assim duas correntes oppostas no liquido, até todo se achar quente por igual.

10.^a — Nos gazes, como por exemplo, na atmosphera dá-se o mesmo phenomeno, e d'ahi vem formarem-se correntes de vento de um sitio quente para outro frio, e d'este para o quente. — N'uma fornalha ou fogão acceso a corrente de ar quente e dilatado transporta pela chaminé acima o fumo; outra de ar frio vem do exterior, entra pelas portas e janellas da casa e se precipita para o fogão.

ARTIGO TERCEIRO.

Transporte da fumaça das chaminés e sua construcção.

M. — Que condições convem observar na construcção das chaminés para que a fumaça seja toda transportada para fóra e não mettam fumo dentro?

D. — As principaes são as seguintes.

1.^a — A chaminé não deve ser muito larga, porque então sendo muito grande a massa de ar em comparação do calor produzido no fóco pouco aquecerá e se dilatará; a corrente ascencional será, fraca e não terá a força sufficiente para romper as correntes de vento que se cruzam na bocca da chaminé. — Então o fumo estaciona, retrocede e se espalha no interior da habitação.

2.^a — As chaminés de bocca estreita redobram a força de projecção da corrente do fumo, ao mesmo tempo que evitam a penetração das correntes de vento.

3.^a — Uma altura desmedida da chaminé prolonga a corrente do fumo e a arremeça a uma grande distancia das habitações, mas tem o inconveniente de afrouxar por um grande atrito a velocidade da impulsão. — É preferivel uma altura mediana.

4.^a — A fórma mais vantajosa da chaminé, tanto pela solidez da construcção, quanto por favorecer a velocidade da torrente, é a fórma conica.

5.^a — A superficie interna da chaminé deve ser liza e polida, tanto porque assim offerece menos resistencia á sahida do fumo, como por lhe conservar melhor o calor.

6.^a — Finalmente, é indispensavel que o interior do recinto em que existe a chaminé, tenha livre communicação com o ar exterior por meio das janellas, portas ou outras quaesquer aberturas; porque se não acudir o ar exterior por este lado ao vacuo formado por cima da fornalha, acode infallivelmente pela bocca da chaminé, e formam-se no interior d'esta duas correntes oppositas, que se chocam, e de cujo encontro resultará o refluxo da fumaça. A chaminé, que reunir as condições mencionadas, diz-se chaminé de boa *tiragem*.

Construcção e uso do *thermometro*.

M. — O que entendeis por *temperatura*?

D. — O estado de um corpo considerado como quente ou como frio, ou o seu estado de dilatação devida ao calorico que elle encerra e que é accusado pelo *thermometro*?

M. — A que chamais *thermometro*?

D. — A um instrumento que mede ou avalia as temperaturas dos corpos.

M. — Em que consiste o *thermometro*?

D. — O *thermometro* consiste em um tubo de vidro muito delgado (fig. 58.^a) com um bôjo ou bola na extremidade inferior, e contendo no seu interior uma pequena porção de liquido que é ordinariamente o mercurio. — Pela dilatação e retracção d'este liquido se reconhece a temperatura mais ou menos elevada dos corpos e dos lugares junto aos quaes se collocca.

M. — Mas com um instrumento assim apenas poderemos saber que tal corpo tem maior ou menor temperatura do que tal outro, mas não a podemos avaliar por numeros?

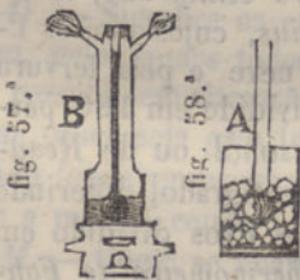
D. — Faz-se esta avaliação por numeros *graduando o thermometro*.

M. — Como se faz a gradação do *thermometro*?

D. — Introduce-se o *thermometro* no gèlo fundante, isto é, no gèlo que está a derreter-se *A* (fig. 58.^a)

e marca-se no vidro ou em uma regua ao lado um *zero* no sitio correspondente ao nivel do mercurio. — Depois mette-se o mesmo *thermometro* em um vaso *B* (fig. 57.^a) com

agua a ferver e marca-se o n.º 100 no lugar a



que o mercurio chega. Tem-se assim dois *pontos fixos*, cujo intervallo de 0 a 100 se divide em 100 partes iguaes que se chamam *grãos*, e ficamos d'este modo com uma *escala* de numeros, que nos facultam o meio de avaliar *quanto* um corpo é mais quente que outro, dentro dos limites das temperaturas do gêlo fundente e da agua fervente.

M. — Mas as temperaturas superiores á da agua a ferver ou inferiores á do gêlo fundente ficam então por avaliar?

D. — De nenhum modo, porque a gradação póde continuar de 100 grãos para cima, e de 0 para baixo; n'este caso os grãos ou divisões *a a'*

(fig. 59.^a) acima de *O* chamam-se *grãos positivos*; e os grãos *a' b* abaixo de *O* se chamam *grãos negativos*. Os primeiros distinguem-se pelo signal + *mais*, os segundos pelo signal — *menos*. Querendo, por exemplo, escrever 20 grãos positivos ou acima de zero pôr-se-ha: + 20°, e 20 grãos negativos: — 20°.

M. — Que variedades ha de thermometros?

D. — As principaes são tres, a saber: o *thermometro centigrado*, *centesimal*, ou de *Celsius*, cujos pontos fixos são dados pela fusão da neve e pela fervura da agua, e cujo intervallo é dividido em 100 partes; — o *thermometro octogessimal* ou de *Réaumur* que é o mesmo que o centigrado, differindo em ter o intervallo dos pontos fixos dividido em 80 partes, ou grãos; — e o *thermometro de Fahrenheit*, cujos pontos fixos são o de uma mistura

fig. 59.^a

frigorifica

fig. 60.^a



de gèlo e sal de cosinha, a qual produz, derretendo-se, um frio maior que o do simples gèlo, e o da fervura da agua. O intervallo d'estes pontos é dividido em 212 partes, correspondendo o grão 32 d'este thermometro ao zero dos dois primeiros; vindo portanto o espaço que n'estes se divide em 100 ou em 80 grãos a ser dividido no thermometro de Fahrenheit em 180 (fig. 60.^a). Quando pois se quizer conhecer a quantos grãos corresponde de um thermometro a temperatura accusada por um outro, bastará saber que $1.^{\circ}$ C corresponde a $\frac{4}{5}$ R; $1.^{\circ}$ C a $\frac{9}{5}$ F; $1.^{\circ}$ R a $\frac{9}{4}$ F; $1.^{\circ}$ F a $\frac{5}{9}$ C; $1.^{\circ}$ F a $\frac{4}{9}$ R; $1.^{\circ}$ R a $\frac{5}{4}$ C.

ARTIGO QUINTO.

Passagem dos corpos pelos tres estados.

M. — O que significa esta phrase os *tres estados dos corpos*?

D. — Significa os estados *solido*, *liquido* e *gaseoso*, pelos quaes todos os corpos são susceptiveis de passar, sem alteração da sua natureza. Assim a agua, quer seja *gèlo* (estado *solido*) quer seja *liquido* (agua propriamente dita) ou *vapor*, é sempre a mesma cousa.

M. — Como se chamam as passagens d'um d'estes estados para os outros dois?

D. — *Solidificação*, ou *congelação* é a passa-

gem de liquido para solido ; a inversa, de solido para liquido, *fusão*, ou *derretimento* ; a passagem de gaz para liquido chama-se *liquefação* ; a de liquido para gaz *vaporização*, *gazificação*, ou *volatilização*.

M. — Que phenomenos se apresentam na passagem de solido a liquido, e de liquido a gaz ?

D. — Estes phenomenos são : 1.º a fusão e liquefação do corpo verificam-se em temperaturas *constantemente as mesmas* ; — 2.º em quanto se está operando a transformação de solido em liquido, ou de liquido em gaz as temperaturas não mudam ; — 3.º o solido que se derrete e o liquido que se gazeifica *absorve e dissimula* em si todo o calorico, que exceder a temperatura da fusão e da gazeificação.

M. — Citai-me alguma experiencia que comprove todos estes phenomenos.

D. — Se collocarmos um thermometro no meio de uma pouca de neve, veremos que quando esta começa a derreter-se marca o thermometro 0.º ; que esta mesma temperatura de 0.º continúa a marcar, durante todo o tempo que a neve leva a derreter-se, ainda mesmo que ella estivesse exposta ao lume. — Se collocarmos um thermometro dentro de um vaso com agua posto ao fogo, veremos que quando o liquido solta fervura, o thermometro marca 100.º, e em quanto houver liquido que ferva e vaporize o thermometro não passa de 100.º por maior e mais vivo que se faça o fogo.

M. — O que é feito então do calorico que se communica ao corpo, em quanto elle se funde ou vaporiza ?

D. — Emprega-se em constituir o corpo no seu novo estado, *escondendo-se* entre suas moléculas, e por isso se lhe chama *calorico de constituição*, ou *latente*, para o distinguir d'aquelle que o corpo denuncia pelo thermometro, o qual se chama *sensível*, *livre*, ou *thermometrico*, e que é o que constitue a sua temperatura.

M. — Que phenomenos se passam na *solidificação* dos liquidos, e na *liquefação* dos gazes?

D. — São: 1.º a solidificação de um liquido opera-se á mesma temperatura da fusão do solido; por exemplo: a agua gela a 0.º, e é tambem a 0.º que ella se derrete. 2.º A liquefação de um gaz tem logar á mesma temperatura em que o liquido se gazeifica. 3.º As temperaturas d'estas passagens de estado são constantes em quanto a transformação dura. 4.º Em vez de absorção, ha, pelo contrario, soltura ou desprendimento de calorico escondido durante a fusão e a gazeificação. 5.º O liquido que congela e o gaz que se condensa em liquido diminuem de volume.

ARTIGO SEXTO.

Expansão da agua quando gela.

M. — Este ultimo phenomeno é geral para todos os liquidos na sua passagem a solidos?

D. — Ha alguns corpos que fazem excepção a esta regra, dilatando-se ou expandindo-se em logar de se contrahirem; taes são: a agua e certas ligas metallicas. — A agua contrae-se desde +100.º até +4.º, ao chegar a este gráo para

de contrair-se, e é quando ella tem a sua *maxima* densidade. De $+4.^{\circ}$ até $0.^{\circ}$ dilata-se progressivamente, e quando toca $0.^{\circ}$, ponto da sua congelação, toma repentinamente uma grande expansão. — A força com que a agua se expande ao gelar é tal, que faz arrebentar os vasos em que se acha guardada; raxa os troncos das arvores, cuja seiva é em grande parte formada de agua, e até faz estalar as rochas, em cujas fendas se tem insinuado.

ARTIGO SEPTIMO.

Effeito da geada sobre as arvores.

M. — Como explicais o phenomeno vulgarmente conhecido pelo nome de *queimado* ou *crestado das geadas*?

D. — Não é senão um dos effeitos da expansão da agua quando gela. — Como já dissemos, a *seiva* das plantas contém muita agua; a seiva circula nas plantas, como o sangue no corpo dos animaes dentro de *canaes* e pequeninas bexigas chamadas *cellulas*. As partes mais mimosas e tenras, taes como os fructos, os gômos e as folhas são as mais sumarentas ou cheias de seiva. Esta seiva, gelando, rasga e arrebenta os tecidos da planta, os quaes assim destruidos gangrenam e se põem negros, parecendo que foram crestados pelo fogo. O que faz dizer que as geadas *queimam* as plantas.



ARTIGO OITAVO.

Elasticidade dos vapores.

M. — O que vem a ser elasticidade dos vapores?

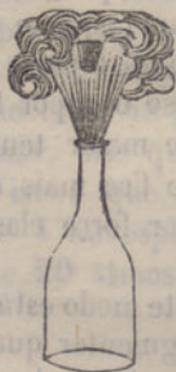
D. — *Elasticidade, força elastica* ou *tensão elastica* dos vapores é a tendencia que têm os vapores a espalhar-se, em virtude da qual fazem contra as paredes do vaso ou espaço em que se acham um esforço maior ou menor para sairem, e ás vezes este esforço é tão grande que arrebentam as paredes que os fecham.

M. — Citai-me algumas experiencias que mostrem a elasticidade dos vapores?

D. — Se deitarmos dentro de uma garrafa (fig. 61.^a) ether, ou agua-ardente e a rolharmos bem, expondo-a depois ao fogo, o liquido vaporizar-se-ha e o esforço do vapor no interior da garrafa será tal, que fará saltar a rolha com estampido.

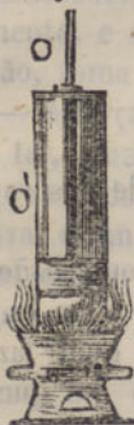
Expondo ao lume um tubo de vidro *O'* (fig. 62.^a) com agua e um embolo *O* por cima, o esforço do vapor fará subir o embolo. Tirando do-o depois do lume e deixando-o esfriar, o embolo descera.

Expondo ao lume um balão *C* munido de um tubo *o* que mergulha no liquido, o vapor se accumulará no espaço *o'* e exercerá pressão sobre o liquido a ponto de o fazer esguichar pelo tubo *o*.

fig. 61.^a

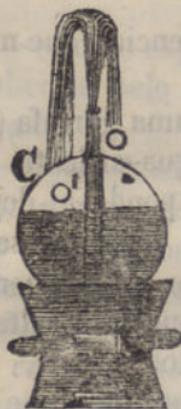
M. — Que influencia tem sobre a intensidade da força elastica dos vapores a dose do calorico?

D. — A força elastica dos vapores, assim como a dos gazes augmenta com a dose do calorico que se lhes communica; a experiencia da bexiga estourada ao calor prova esta verdade relativamente aos gazes; e as experiencias precedentes tambem a comprovam em referencia aos vapores, pois que é, quando estes estão bem quentes, que a rolha salta, o embolo sobe, ou esguicha a agua.

fig. 62.^a

M. — Que influencia tem sobre a elasticidade dos vapores a grandeza do espaço em que elles se formam?

D. — Uma mesma porção de vapor tanto enche um pequeno espaço *d*, como um grande espaço *D*; mas no primeiro caso o vapor fica mais *denso* e possui maior tensão elastica; no segundo fica mais *rarefado* e com menor força elastica.

fig. 63.^afig. 64.^a

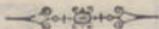
M. — D'este modo está na nossa mão augmentar quanto quizermos a força elastica do vapor, uma vez que se lhe faça mais pequeno o espaço, ou que no mesmo espaço que elle enche se introduza mais vapor?

D. — Isso assim é, mas até certos limites; porque a densidade dos vapores tem um termo, e to-

cado elle ou por diminuição dos espaços que os contém, ou por entrada nos mesmos espaços de novas porções de vapor, o vapor *liquefaz-se* em parte. — Diz-se que um espaço está *farto* ou *saturado* de vapor, quando elle não póde receber mais vapor, ou diminuir de grandeza, sem que se *liquefaça* uma parte do vapor que já tem. — E chama-se *tensão maxima* do vapor a maior resistencia que elle póde supportar, sem passar a liquido.

M. — Uma vez que a força elastica dos vapores augmenta com a dose do calorico, um mesmo vapor deve ter diferentes *tensões maximas* conforme as temperaturas?

D. — Assim é com effeito: o vapor da agua, por exemplo, tem uma *tensão maxima* de 1 atmosphaera á temperatura de 100.º; de 4 atmosphaeras á temperatura de 144.º; e de 20 atmosphaeras á temperatura de 213.º. Quer dizer que a 100.º o vapor da agua póde supportar uma pressão igual ao pêso de 1 atmosphaera, sem se liquefazer, mas que tambem não póde supportar mais d'isto; que a 144.º supporta um pêso igual ao de 4 atmosphaeras; e a 213.º um pêso igual ao de 20 atmosphaeras.



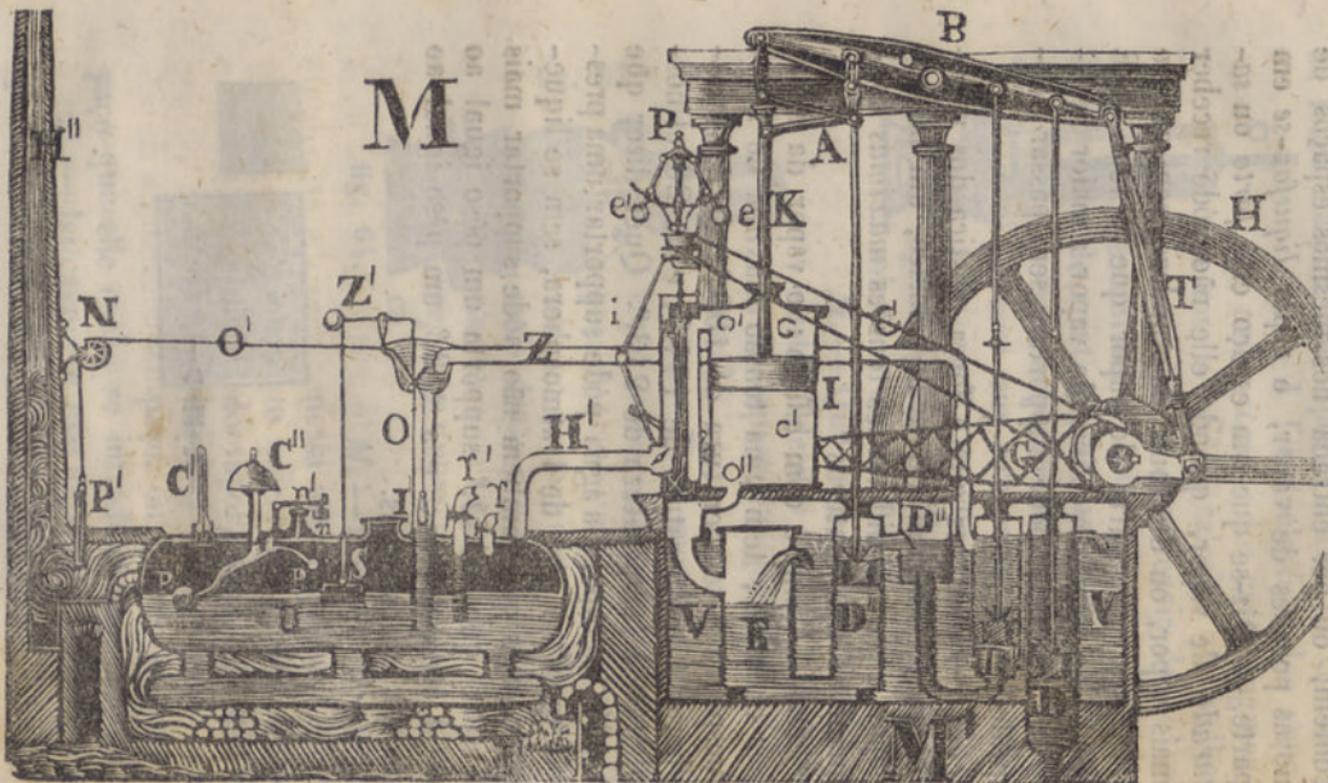


fig. 63.

ARTIGO NONO.

Theoria das machinas a vapor.

M. — O que são machinas a vapor?

D. — Chamam-se assim as machinas que são movidas pela força elastica do vapor da agua.

M. — De quantas ordens de partes consta uma machina de vapor?

D. — De duas: n'uma inclue-se a caldeira, e partes annexas onde se gera o vapor e se chamam *orgãos geradores* (fig. 65.^a — *M*); n'outra comprehendem-se osapparelhos que transmittem o movimento ás diversas machinas de fiação, de locomoção etc., e se chamam *orgãos transmissores* (*M'*).

§. 1.^o *Orgãos geradores da machina a vapor.*

M. — Quaes são os orgãos geradores da machina a vapor e seu modo de funcionar?

D. — São: 1.^o a *caldeira U* onde serve a agua e d'onde o vapor sae pelo *tubo de condução H*; — 2.^o a *fornalha F* onde a chamma dá 2 ou 3 voltas em tórno da caldeira, indo deitar o fumo pela *chaminé H'*; — 3.^o o *registro P'*, especie de porta corrediça que abre ou fecha a communicação da fornalha com a chaminé, ateando no primeiro caso, no segundo afrouxando o fogo da fornalha; — 4.^o o *tubo alimentar O*, a cuja *bacia* está prêsa uma *alavanca Z*, da qual prende uma *corrente* que entra na caldeira e sustem uma *boia S*;

esta boia, subindo quando a caldeira tem bastante agua, fecha a *valvula* do reservatorio alimentar, e descendo quando ha pouca agua, abre a dita *valvula* para que entre agua na caldeira; — 5. a *boia-balde I* contida no tubo alimentar e presa por uma *corrente O'* que passa na *roldana N*, ao registó *P'*; quando o fogo é muito vivo o vapor adquire grande força elastica, carrega na agua da caldeira e a faz subir pelo tubo alimentar, a *boia-balde* empurrada pela agua faz descahir o registó *P'*, que oppondo-se á entrada do ar na fornalha afrouxa a combustão; — 6.º a *boia de aviso C''*, cuja alavanca *pp'*, descahindo quando ha pouca agua na caldeira, destapa uma rolha e sae o vapor com tal impeto que faz tanger a *campainha C''*, e cujo signal adverte o fogueiro de que é preciso deitar mais agua na caldeira; — 7.º as *duas torneiras de prova rr'*, pela mais pequena deve sair vapor, pela maior deve sair agua; — 8.º a *valvula de segurança*, cuja alavanca *n'* está carregada com o pêso *n* correspondente á força elastica que o vapor deve ter; se esta força cresce mais do que é preciso, levanta-se a alavanca e deixa escapar o vapor, evitando assim o risco de arrebentar a caldeira; — 9.º o *manometro C'* onde pela elevação do mercurio o fogueiro conhece a cada momento a força elastica do vapor da caldeira, avaliada em atmospheras.

§. 2.º *Orgãos transmissores da machina a vapor.*

M. — Quaes são os orgãos transmissores da machina a vapor e como funcionam?

D. — São: 1.º o *tubo de conducção H'* que

traz o vapor da caldeira para o *cylindro I* onde entra ora pela abertura *o'*, ora pela abertura *o''*; — 2.º a *valvula de gaveta*, ou de *corrediça X* que gira verticalmente tapando, quando sobe a abertura *o'*, e quando desce a abertura *o''*; — 3.º o *parallelogramo de Watt A* articulado e movel em seus quatro angulos, e que faz com que a haste *K* do *embolo* tenha movimento vertical, e o *balanceiro B* movimento de meia rotaçãõ em tórno do seu eixo *o*; — 4.º o *tirante T*, longa vara prêsa á extremidade do *balanceiro* e que faz andar a *manivella R* da grande *roda* ou *volante H*, transformando assim o movimento vertical do *embolo* em movimento de rotaçãõ; — 5.º o *excentrico Z*, chapa metallica circular prêsa ao eixo do *volante* que oscilla para um lado e para outro, e dá á *cadêa C* um movimento de vai-vem, e esta, por meio de uma *alavanca*, faz descer e subir a *valvula de gaveta*; — 6.º o *condensador E*, caixa banhada exteriormente por agua fria, onde é recolhido e condensado em liquido o vapor que servio no *cylindro*; a *torneira de injeçãõ V* serve a injectar agua fria, de quando em quando, no *condensador* para abreviar a *condensaçãõ* do vapor; — 7.º a *bomba de ar D'''* que extrahê a agua quente do *condensador* resultante da *condensaçãõ* do vapor, e a conduz ao *reservatorio D''*; — 8.º a *bomba alimentar D'* que leva pelo tubo *Z* a agua quente do *reservatorio D''* á *bacia* do tubo *alimentar*, por onde a deita na *caldeira*; — 9.º a *bomba de agua fria D* que tira a agua de um poço e a vasa no *tanque V*, no meio do qual está mettido o *condensador*. As hastes d'estas tres *bombas* prendem ao *balanceiro* e por elle sãõ movidas; — 10.º o *Pen-*

dulo conico, ou *moderador P* que o volante faz andar de roda por meio da *correia sem fim C*. — Quando o movimento do volante é excessivo, o *pendulo*, andando então muito depressa, afasta os braços das esferas *ee'*, estas puxam uma alavan-

fig. 66.^a

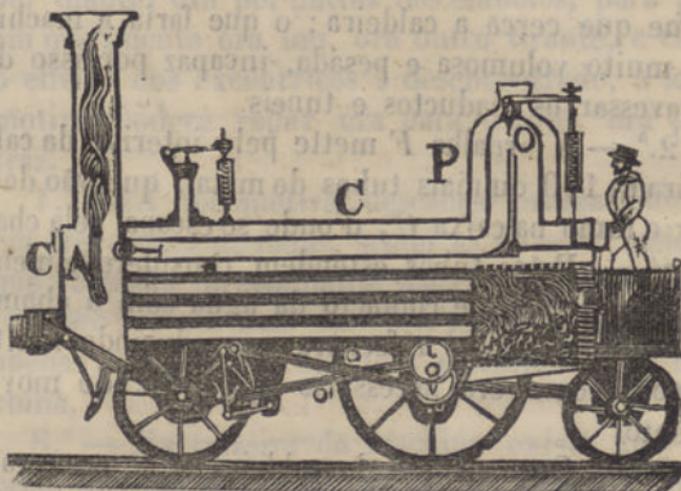
ca articulada *i* que faz fechar a *valvula reguladora X'*, e fica vedada a entrada de mais vapor no *cylindro*. — Se, pelo contrario, o movimento do volante é demorado, os braços do pendulo des-

caem e a valvula X se abre mais, para entrar no cylindro mais vapor.

§. 3.º *Principaes modificações da machina a vapor, segundo as suas applicações.*

M. — As diversas machinas a vapor, que vemos nas officinas, as que dão a força de impulsão aos barcos de vapor, aquellas emfim que le-

fig. 67.ª



vam atrelados os comboios nos caminhos de ferro são em tudo semelhantes á que acabais de apresentar como modelo?

D. — Não: as machinas *fixas*, que prestam o motor ás variadas fabricas, podem ser, e muitas d'ellas são construidas segundo o plano da figura 65.ª; mas as machinas *moveis*, que têm de se transportar a si mesmas e ao trem que levam atrelado, seja nos caminhos de ferro (*locomotivas*),

ou nas aguas do mar, diversificam alguma coisa nos detalhes do machinismo.

M. — Fazei-me conhecer as principaes differenças de construcção da locomotiva dos caminhos de ferro?

D. — A figura 66.^a representa uma locomotiva atrelando um comboio de 4 carruagens ou *wagões* n'um caminho de ferro. — A figura 67.^a mostra uma secção longitudinal da locomotiva. — Eis aqui as principaes differenças que se lhe notam, comparada com a machina fixa da figura 65.^a.

1.^a — Não tem a mesma chaminé, nem o machame que cerca a caldeira; o que faria a machina muito volumosa e pesada, incapaz por isso de atravessar os viaductos e tuneis.

2.^a — A fornalha *F* mette pelo interior da caldeira *C* 100 ou mais tubos de metal, que vão deitar o fumo na caixa *C'*, d'onde se escapa pela chaminé. — Estes tubos estendem consideravelmente a superficie de contacto da agua com a chamma — accelerando a fervura e produzindo muito vapor, como era necessario á rapidez do movimento.

3.^a — O vapor sae da caldeira e se accumula no reservatorio *P*. — Quando se quer pôr a machina em andamento, o *conductor* dá á manivella, abre-se o registo *O*, e o vapor, seguindo o tubo *I*, entra nos cylindros.

4.^a — Os cylindros são aqui em numero de dois e estão collocados á frente da machina, aos lados da caixa de fumo.

5.^a — Não ha condensador, afim de evitar maior peijamento á machina; e mesmo porque o vapor que servio nos cylindros, sendo encanado por dois

tubos *A* para a chaminé, e saindo com forte impeto, arrasta consigo o fumo e aspira o ar do lado da fornalha, ateando assim o incendio. Eis o artificio simples, que torna a chaminé da locomotiva, apesar da sua pequenez, de uma excellente tiragem.

6.^a — A haste de cada embolo articula, por meio de um machinismo particular, a dois tirantes, ou biellas *oo'*, e estes, por meio de dois excentricos *E v*, vão prender ao eixo das duas grandes rodas do meio. O *conductor*, dando differentemente á manivella do registo, fará entrar o vapor ora por diante, ora por detraz dos embolos, porá pois em movimento ora um, ora outro tirante, e como o effeito dos excentricos é desencontrado, a locomotiva poderá rodar ora para diante, ora para traz.

7.^a — A locomotiva descança ordinariamente em tres pares de rodas, sendo as duas do meio as que recebem directamente a acção dos embolos, e por isso se chamam *motrizes*; as outras quatro apenas servem para a melhor estabilidade da machina.

8.^a — Na trazeira da machina existe uma especie de varanda, onde prende um *wagão* chamado *tender* que transporta o combustivel, e a agua que as bombas alimentares tiram a todo o instante para o interior da caldeira; e assim tambem os homens necessarios ao serviço da locomotiva.

M. — Fazei-me igualmente conhecer as principaes differenças da machina nos barcos a vapor, ou *vapores*.

D. — A machina, que serve nos vapores, quasi não differe das machinas fixas, a não ser o ba-

lanceiro, que por commodidade se aloja na parte inferior de todo o machinismo. — Ordinariamente são duas as machinas de vapor, e cada um dos dois tirantes dá movimento a uma manivella presa na extremidade do mesmo eixo. — Duas grandes rodas exteriores, situadas aos lados do barco, estão encavadas n'este eixo, e são providas de pás, com as quaes batem e arregaçam a agua para traz, exactamente como fazem os peixes com as barbatanas para nadar.

§. 4.º *Primeira noção sobre os caminhos de ferro.*

M. — Já que me fallasteis das locomotivas, quizera que completasseis este objecto, indicando-me ligeiramente como são, e como se viaja n'essas novas estradas de ferro, invenção primorosa do nosso seculo, que vão em breve nacionalizar-se entre nós e ser o assumpto da conversação familiar.

D. — Os caminhos de ferro não foram no seu comêço, o que são hoje. Em 1649 tinha-se adoptado na Inglaterra assentar ao longo dos corredores subterraneos das minas *longrinas*, ou callias de páo para por cima d'ellas rodarem com mais ligeireza os carros, que transportavam o carvão de pedra. A mesma construcção passou pouco depois a usar-se tambem nas estradas, que das minas conduziam aos portos, onde o carvão era embarcado. — Os carros erão puxados por cavallo, que caminhavam entre as rilheiras de páo. — O rapido gastamento d'estas suggerio a idéa de as vestir com folha de ferro, e bem depressa de as substituir por *trilhos*, *rilheiras*, ou *carris de ferro* da

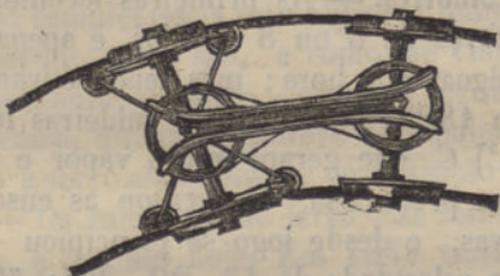
mesma figura. — Mas o lodo e a poeira, entupindo facilmente estes carris, eram causa de desencaharem as rodas dos carros e de perigosas occorrencias. Afim de as prevenir, imaginou-se, em 1789, trocar as fórmas dos carris e das rodas, fazendo as cambas d'estas côvas, e boleada a superficie dos carris. — Em 1820 abandonaram-se os carris de ferro fundido, empregando-se, em lugar d'elles, os carris de ferro forjado, que dá peças mais polidas e de muito maior comprimento. — Foi n'esta epocha que os carros, que andavam n'estas estradas, até então applicados apenas á conducção de mercadorias, principiaram a ser frequentados por passageiros; e que tambem se asentou definitivamente de atrelar os comboios a uma locomotiva. — As primeiras locomotivas eram da força de 6 ou 8 cavallos, e apenas andavam 2 legoas por hora; mas tendo o francez *Sequin*, em 1827, inventado as caldeiras *tubulares* (fig. 67.^a) *C*, que geram muito vapor e prestam uma força prodigiosa, *Stephenson* as ensaiou nas locomotivas, e desde logo se principiou a viajar com uma velocidade de 15, 20, 30 e 40 legoas por hora! — Comtudo, como os defeitos do systema das machinas, só lentamente se têm ido remediando, tamanha velocidade, aggravando-lhes o effeito, foi origem de numerosos desastres. Asentou-se pois de não aproveitar toda a velocidade das locomotivas, senão quando a perfeição e segurança completas inspirassem toda a confiança. — É por isso que quasi geralmente se tem adoptado a velocidade de 32 kilometros por hora, ou proximamente 7 leguas.

M. — Que defeitos eram, ou são ainda esses

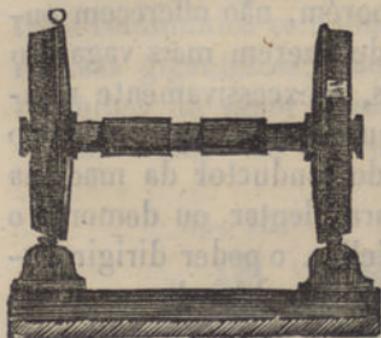
dos machinismos, que não deixam aproveitar toda a velocidade das locomotivas?

D. — Como principaes eram: 1.º os eixos das rodas serem fixos e parallellos entre si, o que fazia que o comboio, se não podesse amoldar bem ás curvas do caminho, sobre tudo nas de pequeno raio, d'onde resultava embarrancar ou roçar contra o carril do lado de fóra, e mesmo saltar fóra dos carris. — Este defeito remediou-se com a invenção dos *trens articulados* de *Arnoux* (fig. 68.^a), por meio dos quaes os eixos das rodas, livres e podendo sempre dispor-se, segundo a direc-

fig. 68.^a



ção do raio da curva do caminho, fazem convenientemente dobrar o comboio á medida exacta da curva. — Outro defeito era, os carris pela sua fórmula boleada não offerecerem ás rodas contraforte, de sorte que na passagem das curvas facilmente desencalhavam para o lado de fóra. Obviou-se a isto, puxando um beijo o no lado de dentro da cinta da roda (fig. 69.^a), e para que elle não roce contra o carril e gere uma resistencia inutil, escocou-se um pouco a cinta da roda para o lado

fig. 69.^a

de fóra, de maneira a descair para dentro e a ficarem os beijos afastados do carril.

M. — Não teria sido melhor, para evitar os perigos do desencahlamento, construir os caminhos de ferro todos em linha recta, e quando fosse inevitavel alguma curva, fazê-la sempre do maior raio possivel ?

D. — Era por certo preferivel isso, e n'algumas partes assim se ha praticado ; mas isto é muito raro e quasi impossivel, porque para levar o caminho sempre direito occorrem de ordinario despesas enormes, que é necessario fazer com as cortaduras de rochas, perfurações de montanhas, construcção de pontes, aquisição de terrenos expropriados, etc. ; e para o levar por grandes curvas, de 1000 metros de raio, por exemplo, não são somenos os embaraços, accrescendo mais, o de ficarem ás vezes fóra da via cidades populosas, o de transtornar o terreno, emfim, o de attrahir para junto da via, muitas vezes para sitios menos proprios, a população e a propriedade de cidades florecentes, que assim ficam arruinadas.

M. — Se os accidentes do terreno obstem a que o caminho de ferro siga recto n'uma grande extensão, não menos devem oppor-se á sua horizontalidade ?

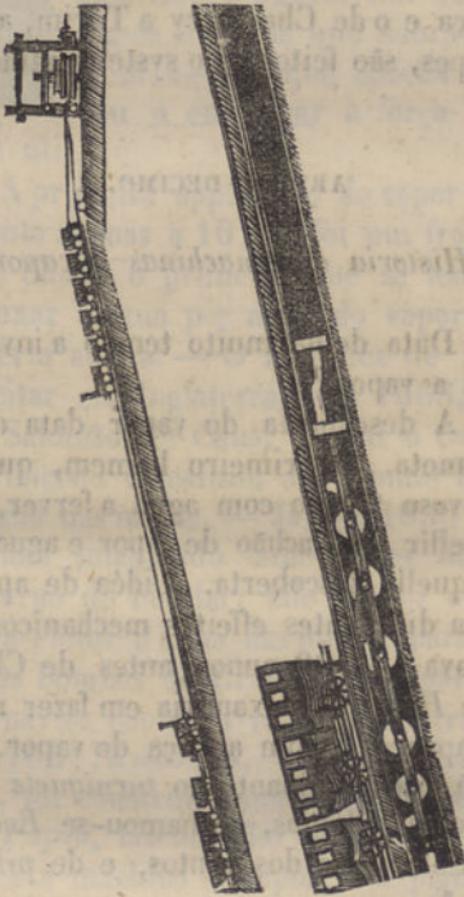
D. — Assim é com effeito, e por isso os caminhos de ferro horizontaes são rarissimos ; quasi sempre se compõem de partes horizontaes separa-

das por outras inclinadas n'um, ou n'outro sentido. — Estas inclinações porém, não offerecem outro inconveniente, além de fazerem mais vagaroso o movimento nas subidas, e excessivamente rapido nas descidas. Mas, quer n'um, quer n'outro caso, estão á disposição do conductor da machina os meios conducentes para alentar ou demorar o movimento, sendo um d'elles, o poder dirigir para os cylindros maior ou menor dose de vapor. — Apesar d'isso, para subir uma encosta de 33 milímetros de declive por metro, estes meios não bastam, e se usa em tal caso estabelecer no tópo do declive machinas de vapor fixas, destinadas a içar, por meio de cabos de corda, os comboios desde o fundo até ao alto da encosta. — Se acontece, que por duas encostas successivas e contrarias, ou pela mesma encosta (fig. 70.^a) tenha que subir um comboio descarregado, e que descer outro com carga, o pêso, que faz deslizar este pelo declive abaixo, pôde fazer subir aquelle. — Basta para isso prender uma corda á testeira do que sobe, passá-la n'uma roldana que ha no alto do monte, e arrematá-la á trazeira do que desce. A estes caminhos se chamam *automotores*. Emfim, uma nova descoberta acabou de vencer as difficuldades das subidas nos grandes declives: é a do *caminho de ferro atmospherico*.

M. — Tenho curiosidade de saber o que é esta qualidade de caminho de ferro.

D. — O caminho de ferro atmospherico (fig. 71.^a) consiste em um longo tubo de ferro, alojado entre os carris, por todo o comprimento do declive. — Dentro d'este tubo corre um embolo, cuja haste prende ao wagão, ou carruagem da

frente do comboio. A extremidade superior do tubo communica com uma ou mais machinas pneumaticas gigantescas, movidas por uma ou mais machinas de vapor fixas, umas e outras estabelecidas no tôpo do declive. — As machinas pneu-

fig. 70.^afig. 71.^a

maticas, aspirando o ar do tubo, fazem com que a pressão atmospherica empurre o embolo pela banda de traz, e o leve até ao alto do declive. A haste do embolo corre n'uma fenda do tubo, que

se acha tapada por uma valvula, que se abaixa quando o embolo passa. — Tal é o novo caminho de ferro, no qual, apesar de ser ainda o vapor o primeiro motor, se chamou *atmosphérico*, por ser a atmosphera a que, pelo seu pêsso, dá o impulso ao comboio. Os caminhos de ferro de Kingstown a Dalkey na Irlanda, o de Nanterre a S. Germain em França e o de Chambery a Turim, ao atravessar os Alpes, são feitos pelo systema atmosphérico.

ARTIGO DECIMO.

Historia das machinas a vapor.

M. — Data de ha muito tempo a invenção das machinas a vapor ?

D. — A descoberta do vapor data de origem muito remota. O primeiro homem, que presenciou um vaso tapado com agua a ferver, arreben-tar e expellir um cachão de vapor e agua, fez sem duvida aquella descoberta. A idéa de applicar esta força a differentes effeitos mechanicos tambem não é nova. — 120 annos antes de Christo recreava-se *Hero* de Alexandria em fazer mover um pequeno aparelho com a força do vapor. Este aparelho é mui semelhante ao *turniquete hydraulico* de que já fallámos, e chamou-se *Eolypila* (de *Aiolos*, Eolo deus dos ventos, e de *pilé*, porta). (Fig. 72.^o).

O vapor gera-se dentro de uma panella de metal *A* exposta ao fogo, e é conduzido pelo tubo recurvado *B* á esphera *C*, a qual apoia contra o eixo *O*, e é provida de dois tubos acotovelados

fig. 72.*



cc' para lados oppostos. O vapor, saindo por estes dois tubos, imprime á esphera um movimento de rotação. — Os sacerdotes egypcios sabiam empregar a força elastica do vapor para abrir as portas dos sanctuarios, e figurar mil outros prodigios do deus que adoravam.

M. — Em que epocha se começou a empregar a força do vapor a um fim util.

D. — A primeira applicação do vapor a um fim util remonta apenas a 1615; foi um francez, *Salomão de Caus*, o primeiro que se lembrou de fazer repuxar a agua por meio do vapor e conduzi-la a certa altura. — O marquez de *Worcester* fez resuscitar em Inglaterra, em 1663, a descoberta de *Salomão de Caus*, a qual o capitão *Savary* aperfeioou e realizou em grande na extracção da agua das minas. — Já em 1630 o francez *Papin* tinha imaginado fazer mover um embolo em um corpo de bomba; elle propoz a sua machina para elevar a agua das minas, para dar movimento ás bombas de tirar agua, e para o reboque dos navios contra o vento e contra a maré. — Em 1705 *Newcomen*, associado com *Cawley* e *Savary*, fez construir uma machina pelo modelo da de *Papin*, fazendo-lhe comtudo varias alterações. Esta machina a vapor é a primeira que prestou á industria importantes serviços, e denominou-se *atmosphérica*, por ser n'ella a descida do embolo effectuada pela pressão atmosphérica unicamente. Com o anno de 1793 começou para as machinas o verdadeiro periodo do seu florecimen-

to. Foi o escocoz *James Watt*, quem completou a imperfeita machina de *Newcomen* e a tornou applicavel aos variados misteres da industria e do commercio. A este se deve a applicação da machina a vapor ao movimento dos mechanismos de fição, de fundição e serralheria; ao dos barcos de vapor e dos comboios nos caminhos de ferro. — A machina, cuja theoria apresentámos (fig. 65.^a), é a machina de *Watt*, á qual modernamente se tem feito algumas alterações, relativamente á fórma e acondicionamento das suas diversas entranhas, sem comtudo se alterar o seu systema.

ARTIGO UNDECIMO.

Influencia das machinas a vapor sobre as commodidades dos povos.

M. — Dai-me uma idéa geral da influencia das machinas a vapor sobre as commodidades dos povos?

D. — São já tão consideraveis as commodidades materiaes e moraes, que os povos desfructam pelo emprego das machinas a vapor, e tantas as que o futuro lhes reserva, que se póde afoutamente dizer, que é este o invento mais sublime da humanidade.

Dispensando braços, economisando tempo, multiplicando e aperfeiçoando o trabalho util, o vapor prepara-nos uma infinidade de productos abundantes, perfectos e baratos. Ao mesmo tempo estes productos atravessam incalculaveis distancias com uma rapidez admiravel, e levam aos povos

mais remotos o gôzo de muitas cousas uteis que d'antes não conheciam.

As nações, que outr'ora viviam isoladas, e quasi exclusivamente dos seus proprios recursos, prende-as agora o vapor com os laços da conveniencia reciproca n'uma mesma familia.

A mutua troca dos bens materiaes desterra os odios e rivalidades de povo para povo ; fa-los doceis, tractaveis e amigos ; ameniza-lhes os costumes, modifica-lhes as leis e as opiniões.

Com a troca dos haveres, este contacto intimo dos povos opera tambem a partilha das luzes e das idéas ; derrama-se assim facilmente a instrucção e o conhecimento dos verdadeiros direitos em todas as classes ; elevam-se e nobilitam-se os espiritos, aprende-se a acatar o poder, a respeitar as leis, a amar a paz e a ordem, e a defender as liberdades.

Bem-estar, civilização, paz e liberdade são os fructos preciosissimos que o vapor trouxe ás sociedades modernas, que, protegidas por elle, caminham d'ora ávante desaffrontadas da miseria, da ignorancia, da escravidão e barbarie das antigas epochas, para o seu destino providencial.

ARTIGO DUODECIMO.

Influencia das machinas a vapor sobre o desenvolvimento das industrias.

M. — Qual era o estado da industria antes do emprego das machinas a vapor ?

D. — As industrias, que existiam antes do em-

prego d'estas machinas erão feitas, pela maior parte, a poder de braços e da força dos animaes.

Ora estas forças, não podendo ser grandes senão pelo numero, e necessitando de intervallos de descanso, nunca faziam o trabalho util que era necessario. D'aqui resultava a escacez dos productos industriaes e privação d'elles para as classes pobres.

As fabricas, não dispondo senão das forças musculares do homem e dos animaes, usavam de engenhos grosseiros e simples; e d'aqui resultava a imperfeição dos productos industriaes.

A industria, empregando muita gente e animaes, faltavam uns e outros á agricultura, — Ora, a agricultura é quem fornece as *materias primas*, que as industrias afeiçoam e arranjam em artefactos, e o *sustento* para os operarios. Faltando as forças á agricultura, laborava-se menor quantidade de materias primas e de sustento, e a falta d'estas duas cousas duplicava a carestia dos objectos fabris.

A producção industrial, antes da introducção das machinas a vapor, era por tanto *pouca, má, e cara*.

M. — Que desenvolvimento receberam as industrias com o emprego das machinas a vapor?

D. — O primeiro effeito do uso d'estas machinas foi a economia de muitos braços, que, desoccupados de um ramo de industria, foram passando para outras industrias e para a agricultura.

Como em todas as mudanças, este primeiro effeito causou a principio tumulto, e levantou clamor contra estas machinas, porque, fazendo o trabalho de milhares de pessoas, deixavam muitas familias em desoccupação e na miseria.

Mas bem depressa o vapor, barateando a mão d'obra industrial, tornou os objectos fabrís accessiveis ás classes pobres, abrindo-lhes tão vasto consummo, que para responder ás exigencias d'este foi preciso empregar nos trabalhos de detalhe, não só a mesma gente que se empregava, mas ainda muita mais. Ainda outro effeito d'estas machinas foi a economia de tempo nos fabricos, e no transporte dos productos fabrís aos logares do consummo.

Engenhos mais perfectos e complexos, que o vapor faz jogar, fazem hoje 100 vezes mais trabalho industrial do que antigamente.

Com elles um fiandeiro de algodão, por exemplo, faz em *Moulhouse* ou *Manchester*, por dia 360 vezes mais fio do que antigamente com a roca e o fuzo.

Com a introduccão das machinas de vapor nasceram novas industrias, e estas absorveram os braços que sobravam das antigas. A fiacão e tecedura do algodão data na Inglaterra de ha 50 annos, e foi o vapor que a criou. Só na Inglaterra se empregam n'ella 900,000 pessoas, e lhe produz annualmente uma renda de 600 milhões.

ARTIGO DECIMO-TERCEIRO.

Frio produzido pela evaporação, e suas diversas applicações.

M. — Dissesteis ha pouco, que quando um liquido se vaporiza absorve calorico aos corpos mais

proximos a elle; citai-me algumas experiencias que comprovem esta asserção.

D. — A experiencia 5.^a, que fizemos com a maquina pneumatica, fazendo congelar a agua por meio da vaporização do ether, demonstra esta verdade. Molhando as mãos em agua, em agua-ardente, ou em ether, e agitando-as no ar, o frio, que se sente á medida que ellas enxugam, provém do roubo do calorico que estes liquidos nos fazem, passando ao estado de vapor. — Quanto mais rapida é a transformação em vapor, tanto mais intenso é o frio que a evaporação causa. Assim se molharmos em ether uma pequena esphera de vidro cheia de agua e envolvida em algodão e a agitarmos no ar, a evaporação do ether será tão rapida e o frio que causa tão intenso, que a agua gelará dentro da esphera. Se a esphera contivesse mercurio e o algodão se molhasse em acido sulfuroso liquido, cuja evaporação é instantanea, o frio produzido seria de mais de 40 grãos negativos e faria gelar o mercurio.

M. — Que applicações se tiram para os usos da vida do frio causado pela evaporação dos liquidos?

D. — São muitas estas applicações; pela noticia de algumas se deprehenderão muitas outras.

1.^a — Para os liquidos ferverem depressa, convém que as boccas dos vasos não estejam destapadas, ou que não sejam muito largas, porque n'um e n'outro caso far-se-ha grande evaporação, e se desperdiçará muito calor.

2.^a — Regem-se as ruas, as casas, os jardins etc. com o fim principalmente de se refrescar a atmosphera com a evaporação da agua.

3.^a — A' superficie dos mares, dos lagos, rios e tanques produz-se uma grande evaporação, maior de verão do que de inverno, e d'ahi vem a frescura, que junto d'elles se sente.

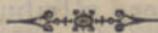
4.^a — Os vasos de louça porosa refrescam melhor a agua, do que os de barro fino ou vidrado, porque a agua trespaça e vem borbulhar á superficie exterior d'elles. — Em Hespanha usam-se muito as *alcarazas*, louças summamente porosas, para ter sempre de verão agua fresca, e refrigerar o ar das habitações.

5.^a — Os arvoredos, refrescam o ar e o carregam de humidade, porque de toda a sua superficie, sobre tudo da folhagem, se exhala muito vapor.

6.^a — O homem e os animaes mais perfeitos têm a faculdade de resitir, dentro de certos limites a temperatura mais elevada, que as dos seus corpos em virtude do suor, que lhes goteja da pelle; o qual, evaporando-se como as gotinhas d'agua que borbulham das *alcarazas*, consomem parte do calorico que pertendia offendê-los.

7.^a — Os edificios contiguos, e fronteiros a outro incendiado são a todo o momento borrifados, para evitar que estalem ou se estraguem os moveis com a penetração do calor.

8.^a — Tendo que atravessar um lugar incendiado, é util ensopar os fatos em agua e rodear o rosto com panos humedecidos, para resistir melhor ao calor e evitar a suffocação pelo fumo.



ARTIGO DECIMO-QUARTO.

Diversos grãos da humidade do ar, e meios de os apreciar.

M. — Quando é que ha na atmospherá maior quantidade de vapor aquoso?

D. — Quando a evaporação da superficie dos mares e da terra fôr mais activa, o que acontece nos dias calmosos do estio e á hora do meio-dia.

M. — E comtudo é no verão e nos dias bonitos, que o ar se nos apresenta mais limpido e transparente?

D. — E' porque nos dias calmosos tambem o vapor está mais rarificado, e anda nas mais elevadas regiões da atmospherá. — No inverno o vapor está mais condensado e paira proximo da terra, o que faz que elle pareça mais abundante, apesar de existir então em menor quantidade.

M. — D'esta sorte a *seccura*, e a *humidade* do ar não dependem da quantidade absoluta do vapor que contém, mas da sua grande temperatura?

D. — Exactamente; o ar será sêcco se o vapor que contiver não fôr o vapor de tensão maxima pertencente á temperatura do ar; e será humido se o vapor fôr de tensão maxima. D'aqui resulta, que o ar com a mesma dose de vapor será sêcco, se estiver quente, e humido se arrefecer.

M. — A que se deve attribuir a humidade dos corpos, quando o tempo está humido?

D. — A' condensação em liquido sobre a su-

perficie d'elles de uma parte do vapor atmosphérico. — Nos corpos frios taes como o marmore, as lages, os metaes etc., esta condensação chega a orvalhá-los. — Ha mesmo corpos que têm grande sympathy, ou aidez para a humidade do ar, e que se chamam *hygroscopicos*; e entré elles ha alguns, como são, por exemplo, os cabellos, que estendem com a humidade, e encolhem com a seccura, e de que se tira partido para a confecção dos *hygrometros*.

§. 1.º *Hygrometro.*

M. — A que chamais hygrometro?

D. — A um instrumento que serve para medir o gráo de seccura, ou de humidade do ar. — O mais usado é o *hygrometro de cabelo*, ou de *Saussure*.

M. — Dai-me uma idéa da construcção e serventia do hygrometro de cabelo?

D. — Este hygrometro compõe-se (fig. 73.º) de um cabelo *S* desengordurado na barrella, prèso em *S* e enleado a uma roldana *B*, cujo eixo segura uma agulha ou ponteiro, e lhe faz percorrer para cima, ou para baixo o mostrador *EF*. Um contrapeso *P* mantem o cabelo convenientemente tezo. — Gradua-se o instrumento, collocando-o primeiro em um lugar bem sècco, depois n'outro saturado de humidade; marca-se zero no sitio para que aponta a agulha no primeiro caso, e

fig. 73.º



100 n'aquelle para onde inclina no segundo, e divide-se o intervallo em 100 partes iguaes.— Expondo este instrumento em qualquer lugar, conhecer-se-ha o maior ou menor gráo da humidade que ahí ha, vendo se a agulha anda para o lado de 100, ou de zero.

§. 2.º *Chuva e Neve. — Geada e Sereno.*

M. — O que é a chuva?

D. — É o resultado da condensação em liquido do vapor das nuvens. — Nos paizes quentes e na estação do verão ha menor numero de dias chuvosos, mas cae mais chuva do que nos paizes frios e no inverno, — O instrumento por onde se mede a quantidade de agua da chuva que cae, chama-se *udometro*, ou *pluvimetro*.

M. — O que é a neve?

D. — É o resultado da congelação do vapor aquoso das nuvens, produzida por um subito resfriamento, que não dá tempo a que chegue á terra no estado liquido. — A congelação faz-se ás vezes na nuvem; outras vezes a nuvem desfaz-se em chuva e é esta que, ao atravessar camadas de ar subitamente resfriadas, se solidifica.

M. — O que é o sereno?

D. — O sereno é uma chuva finissima que cae da atmospherica, sem mesmo haver nuvens, e que depende da condensação de uma parte do vapor atmospherico. — O sereno cae sobre tudo nas noites, que succedem a dias muito calmosos, e de preferencia nos valles e junto aos lagos, rios e bosques, d'onde durante o dia se levantou grande quantidade de vapor.

M. — O que é a geada?

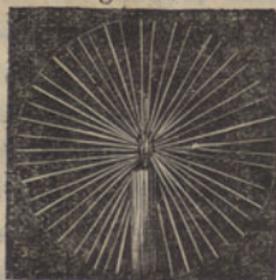
D. — É o orvalho congelado, um e outro d'estes meteóros explicam-se pela *emissão* ou *irradiação do calorico*.

ARTIGO DECIMO-QUINTO.

Poderes emissivos, absorventes, reflectores e conductores dos corpos para o calorico.

M. — O que é *emissão*, ou *irradiação* do calorico?

D. — É a sahida do calorico dos corpos para o espaço, a qual se pôde figurar (fig. 74.^a) feita á maneira de raios, que o corpo quente despede de todos os pontos da sua superficie, e que se abrem ou afastam uns dos outros, tanto mais, quanto mais se distanciam do corpo que os deita.



M. — Fazei-me conhecer por experiencia a emissão do calorico.

D. — Todos os dias somos testemunhas d'este phenomeno. Um brazeiro, uma luz por exemplo, fazem sentir calor em todos os pontos de roda de si, e com tanta maior intensidade, quanto mais proximo se está delles. — O sol emitta-nos os seus raios calorificos, que atravessam a atmosphera e vem até nós. Todos os corpos em summa, quentes ou frios, emittem uns para os outros o seu calorico, até se igualarem em temperatura. A esta pro-

priedade em geral chama-se *poder emissivo*, ou *radiante*.

M. — O que acontece ao calorico que um corpo emite para fóra de si?

D. — O calorico *radiante* encontra no seu caminho outros corpos que, ou o *absorvem*, ou o *reflectem* ou o *conduzem* pela sua massa dentro. E d'aqui provém os poderes *absorvente*, *reflector* e *conductor* dos corpos.

M. — Mostrai-me por experiencia o poder *absorvente*?

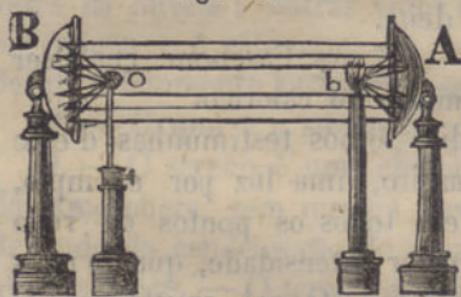
D. — Os nossos fatos, os chapéus de sol, qualquer anteparo, emfim, que nos resguarda do sol, são corpos, que patenteam bem o poder absorvente, pois que elles fixam em si os raios calorificos, evitando que caiam sobre o nosso corpo.

M. — O que acontece aos corpos que absorvem o calorico?

D. — Aquecem, dilatam-se, mudam de estado e se são combustiveis, podem até incendiar-se.

M. — Demonstrei-me o poder *reflector*.

fig. 75.^a



D. — Se diante de um espelho de metal côncavo *A*, (fig. 75.^a) collocarmos uma luz *b*, parte dos seus raios calorificos serão *emittidos* para o espelho *A*, e por elle reflectidos parallelamente para o espelho *B* fronteiro, que igualmente os reflectirá e fará convergir no ponto *O*, o qual se chama o *fóco* do espelho *B*; e se n'este fóco houver um pedaço de

isca, esta os absorverá incendiando-se; se em lugar de isca fôr um thermometro, este subirá; e se fôr um pouco de algodão ensopado em agua, esta se transformará em vapor. — Esta experiencia comprova tudo, quanto deixámos dito acerca dos poderes emissivo, absorvente e reflector.

M. — Explicai-me o poder *conductor*?

D. — Poder *conductor* ou *conducibilidade* para o calor, é a faculdade que os corpos têm de se deixar penetrar pelo calorico, mais ou menos facilmente. — Ha corpos, como por exemplo, os metaes, em que esta penetração é facil e rapida, chamam-se por isso *bons conductores*; n'outros é mais difficil e demorada e se chamam *mãos conductores*. Pondo ao lume duas varas, uma de metal outra de páo, estando ambas em braza, não será possivel tocar na primeira, em quanto na segunda se poderá pegar impunemente; uma é *boa*, outra *má conductora* do calorico.

M. — Também será variavel a faculdade da emissão, de absorpção e de reflexão do calorico nos diversos corpos?

D. — Variam com effeito, segundo a natureza dos corpos e o polido de suas superficies.

M. — Dai-me alguns exemplos.

D. — Os corpos, cujas superficies forem polidas, emittem menos facilmente o calorico. Póde-se fazer esta experiencia com duas panellas de folha cheias de agua a ferver, uma defumada e negra, outra limpa e polida; retiradas do lume, ver-se-ha que a polida esfria mais devagar que a outra.

Os corpos dotados de maior poder emissivo são também os que têm maior poder absorvente. Se na experiencia dos espelhos concavos, pozermos

no fóco *O* um thermometro ennegrecido com pó de çapato, e logo depois outro sem esta addição, veremos que o mercurio aquece e se eleva mais no primeiro, indício da sua maior absorpção de calorico.

Os corpos, que melhor reflectem o calorico, são os que menos o absorvem; quando um corpo reflectir todo o calorico, que cae sobre elle, nenhum absorverá; quando todo absorver, não reflectirá nenhum; portanto, os poderes reflector e absorvente andam na razão inversa um do outro.

ARTIGO DECIMO-SEXTO.

Uso das pelissas e das côres nos vestidos.

M. — Que applicações se fazem dos poderes conductor, absorvente e emissivo ao abrigo do nosso corpo contra as intemperies do calor e frio?

D. — O algodão e a lã, sendo substancias más conductoras do calorico, agasalham o corpo na estação e paizes frios, porque difficultam a saída e perda do calor animal. — As pelles felpudas dos animaes, que servem á composição das *pellissas*, ainda peores conductoras são, e por isso mesmo mais adequadas ao agasalho e quentura do corpo. — Convem advertir, que os corpos, que citâmos, e muitos outros, tanto difficultam a passagem ao calorico de dentro para fóra, como de fóra para dentro, e por consequencia se agasalham do frio na estação fria, tambem resguardam do excessivo calor na estação quente; e d'ahi vem o dizer-se, fallando da commodidade das jaque-

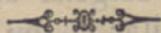
tas, capotes e outros trastes de pelle, que tanto *guardam do frio como do calor*, o que, até certo ponto, não deixa de ser verdadeiro. As côres dos vestidos têm sua influencia para o agasalho ou refrigerio do corpo. A côr branca reflecte o calorico, e por consequencia convem aos fatos, que se usam de verão. A côr negra absorve-o, e convem aos fatos de inverno.

ARTIGO DECIMO-SEPTIMO.

Vasos proprios para conservar os liquores quentes.

M. — Quaes são os vasos mais proprios para conservar os liquores quentes?

D. — Os vasos de metal deixam facilmente escapar o calorico para fóra, em virtude da sua boa conducibilidade. — Os de louça porosa, por causa da evaporação, que se produz na sua superficie, esfriam os liquidos ainda mais facilmente. — Os que têm a superficie aspera e despolipa irradiam muito calorico. — Os melhores para o effeito devem ser aquelles, em que forem fracos os poderes emissivo e conductor; os vasos de vidro, de grez, de porcellana e de madeira, estes tres ultimos, convenientemente vidrados, são os preferiveis.

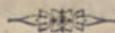


ARTIGO DECIMO-OITAVO.

Processo para apressar a fusão da neve.

M. — Conheceis algum meio capaz de abreviar o derretimento da neve?

D. — Pode-se apressar a fusão da neve, ou tirando partido da afinidade, que certos corpos têm para agua, ou do poder absorvente, que certos outros têm para o calorico. — Exemplo do primeiro caso: se pozermos neve em um vaso, e n'outro neve misturada com acido sulfurico (oleo de vitriolo), o derretimento será mais breve n'este ultimo vaso do que no primeiro, porque o acido, tendo grande avidéz para a agua, ajuda a soltar as moléculas da neve, e a passa-las ao estado liquido para se combinarem com elle. — Exemplo do segundo caso: expondo aos raios do sol dois vasos com neve, n'um dos quaes esteja coberta com uma camada de pó de çapatos, de terra negra, ou de carvão em pó, o derretimento será mais prompto n'este ultimo vaso, porque, em consequencia da côr negra da capa, todo o calorico, que cae n'este vaso, é absorvido e communicado á neve. — Este ultimo processo é geralmente conhecido da gente do campo, e a elle recorrem para fazer desgelar as terras nos invernos rigorosos e facilitar o seu amanho.



ARTIGO DECIMO-NONO.

Orvalho e gélo.

M. — Como explicais a formação do orvalho?

D. — O orvalho não é como vulgarmente se diz, agua que cae do céu. As gotinhas de agua, que se vêem pela manhã entre as folhas e os gomos das plantas, são o resultado da condensação do vapor aquoso suspenso no ar, que rodeia as plantas. — Os orvalhos formam-se, quando o ar está muito carregado de vapor, isto é, nas noites serenas e limpas, que succedem a dias calmosos, durante os quaes, como já dissemos, se produz maior evaporação. — De noite as plantas irradiam ou emittem para o espaço celeste o calorico, que o sol lhes forneceu de dia, e como este calorico, que assim perdem, não é substituído pelo que a terra tem, em razão de os seus troncos serem muito máos conductores do calorico, baixa a sua temperatura consideravelmente, e roubam ás camadas do ar mais proximo o excesso de calorico que contém. O vapor aquoso d'estas camadas resfria então, e se condensa em cima do corpo resfriante, que são n'este caso as folhas das plantas.

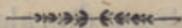
M. — Sabeis de alguma experiencia que confirme esta explicação?

D. — Sei da *experiencia do orvalho artificial*. — Deitando neve dentro de um copo, passado pouco tempo o copo embacia e entra a lagrimejar agua. — É um verdadeiro orvalho; o frio do copo faz depositar sobre si em forma liquida o vapor

do ar que o rodeia. — Os vidros das janellas, que pela manhã apparecem *suados*, são outra confirmação: é o resfriamento da noite, que sobre elles faz condensar o vapor do ar do interior da casa.

M. — O que é o gêlo e como se fórma?

D. — O gêlo é a agua solidificada sobre a terra, dentro dos vasos, das plantas e d'outros objectos que a contém. — Um frio excessivo faz gelar os rios, os tanques, os ribeiros, a agua guardada dentro das vasilhas etc. — A geada não é senão o orvalho congelado de madrugada, por effeito de um arrefecimento subito. — Os tanques, os rios e outras grandes massas de agua gelam á superficie, mas o seu interior conserva-se liquido, porque o mesmo gêlo lhe serve de abrigo em razão de ser máo conductor do calorico.



PARTE QUARTA.

ELECTRICIDADE E MAGNETISMO.

ARTIGO PRIMEIRO.

Principaes propriedades dos corpos electrizados.

MESTRE. — Qual é a origem da palavra *electricidade*?

D. — Esta palavra deriva de — *electron*, nome que os gregos davam ao *alambre*, primeiro corpo no qual se descobrio a propriedade de, quando é esfregado, attrahir ou puxar a si os corpos leves; taes como, bocadinhos de papel, serradura fina, bolinhas de sabugo suspensas por fios de seda etc.

M. — O que significa então a palavra *electricidade*?

D. — Significa a propriedade que, como o alambre, possuem todos os corpos de attrahir os corpos leves, quando se acham em certas circumstancias, nas quaes então se dizem *electrizados*. Mas usa-se quasi sempre d'este vocabulo para exprimir a causa ou agente occulto d'esta propriedade.

M. — Os corpos *electrizados* não possuem mais propriedades, além da de attrahir os corpos leves?

D. — Tambem possuem a de os *repellirem*, depois de os haverem attrahido, e a de deitarem de si *clarões* ou *faiscas luminosas*, acompanhados de *estalidos*, quando se lhes chegam outros corpos ao pé d'elles.

M. — Demonstrei-me experimentalmente a *attracção*, a *repulsão*, as *faiscas*, e os *estalidos* nos corpos *electrizados*?

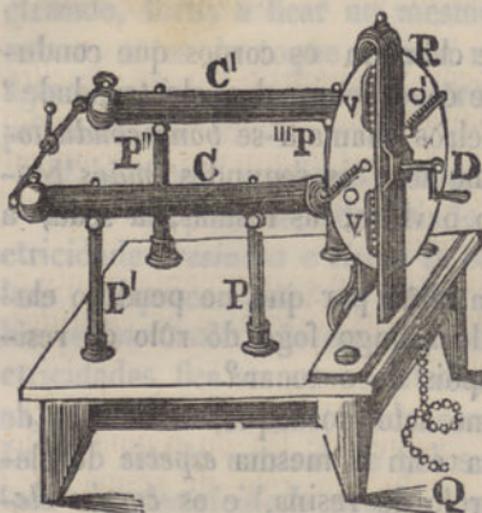
fig. 76.^a



D. — Se, esfregando em um panno de lã ou n'uma pelle de gato um rôlo de resina *R* (fig. 76.^a), o aproximarmos a uma bolinha de sabugo *B*, pendurada por um fio de seda, que é o que se chama *pendulo electrico*, a bolinha *B* mover-se-ha para o rôlo até o tocar, e depois fugirá e se afastará d'elle. O primeiro movimento é a *attracção electrica*, o segundo a *repulsão electrica*. As *faiscas* e os *estalidos* percebem-se optimamente na machina electrica.

M. O que é a *machina electrica*?

D. — É um *apparelho* (fig. 77.^a) em que se faz esfregar uma roda de vidro *R*, entre quatro almofadas *vv'* para se desenvolver a *electricidade*, a qual passa por meio dos pentes *oo* para os cylindros de metal *CC'* onde se accumula. Estes chamam-se os *conductores* da machina, e estão sustentados por quatro pés de vidro *PP' P'' P'''*. Se depois de ter dado á manivella *D*, chegarmos aos *conductores* os nós dos dedos, ou qualquer cou-

fig. 77.^a

sa, ouvem-se estalinhos, e vê-se sahir a electricidade em fôrma de chispas — luminosas.

M. — Como é que os conductores da machina electrica se electrizam, não tendo elles sido esfregados?

D. — A electricidade não se desenvolve só por *fricção*, mas tambem por *influencia*: quero dizer, que o corpo electrizado goza da virtude de electrizar os corpos mais proximos a si. Assim a roda de vidro *R* electrizará por influencia os pentes *oo'*, que quasi a tocam, e estes communicarão a electricidade aos conductores, a cujas esferas se acham presos.

M. — Se a electricidade se propaga por influencia aos corpos distantes, melhor se ha de transmitir por *toque directo*?

D. — É exactamente assim; e o *toque* com um corpo electrizado vem a ser o terceiro modo de desenvolver a electricidade.

M. — Qual é razão por que os pés *P P' P'' P'''* dos conductores hão ser de vidro, e não hão de ser de metal, de páo etc.?

D. — Porque o vidro, assim como a seda, não se deixando passar pela electricidade facilmente, como succede aos metaes, *contém e isola* nos con-

ductores a sua electricidade, e não a deixa passar para a terra.

M. — Como se chamam os corpos que conduzem bem, e os que conduzem mal a electricidade?

D. — Os primeiros chamam-se *bons conductores*; taes são os metaes; os segundos *mãos conductores*, taes são o vidro, as resinas, a seda, a lã etc.

M. — Qual é a razão por que no pendulo electrico a bolinha de sabugo foge do rôlo de resina electrizado, depois de o tocar?

D. — Porque no acto do toque, a bolinha de sabugo se electriza com a mesma *especie* de electricidade da do rôlo de resina, e os *corpos eletrizados com a mesma especie de electricidade repellem-se*.

M. — Ha então mais de uma especie de electricidade?

D. — Ha duas especies de electricidade.

M. — Fazei-me ver a sua existencia?

D. — Se á bolinha do pendulo electrico, depois de tocada com o rôlo de resina electrizado, approximarmos um rôlo de vidro tambem electrizado por fricção em um panno de lã, a bolinha será attrahida. Logo a electricidade do vidro é de uma *especie*, e a da resina é de outra. A esta chamou-se *resinosa* ou *negativa*; áquella *vitrea* ou *positiva*. — E fica evidente, que *os corpos eletrizados com as duas especies de electricidades, uma vitrea e outra resinosa se attrahem*.

M. — O que acontece á bolinha do pendulo electrico, se depois de electrizada com uma especie de electricidade, o é tambem com a outra?

D. — Tocando a bolinha com a resina electri-



zada e depois com o rôlo de vidro tambem electrizado, torna a ficar no mesmo estado em que estava, antes do toque com a resina; e se esta agora se lhe approximar, attrahi-la-ha como da primeira vez.

M. — Como explicais este facto?

D. — Explica-se, admittindo que as duas electricidades *resinosa* e *vitrea* se combinam e annullam reciprocamente. — Todo o corpo, em que houver *neutralização* ou *combinação* das duas electricidades, fica no mesmo estado, em que se achava, antes de ser electrizado com uma d'ellas. — Logo o estado natural de todos os corpos é o estado da *electricidade neutra, ou combinada*, e a sua electrização não é outra cousa, do que a separação d'esta *electricidade neutra* nas duas de que é composta, *positiva e negativa*.

M. — D'essa maneira, a machina electrica não vem então a ser, senão um apparelho de separação em grande das duas electricidades?

D. — Justamente, não é outra cousa. A fricção separa a *electricidade neutra* da roda do vidro nas duas especies *vitrea* e *resinosa*. Esta ultima escôa-se pela *cadeia Q*, e dispersa-se na terra. A *vitrea* separa por influencia a *electricidade neutra* dos pentes e dos conductores, attrahe a *resinosa*, com a qual se combina, e lhes deixa ficar sómente a *electricidade vitrea*. Este é que é o verdadeiro jogo das electricidades da machina electrica, e por abreviar foi, que ainda agora dissemos, que a *electricidade* da roda passava para os conductores. — Foi tambem por abreviatura, que dissemos, que a *electricidade* saia dos conductores em fórma de *centelhas luminosas* ao chegar-

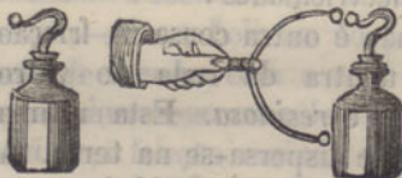
lhes os nós dos dedos, quando estas centelhas são o resultado da combinação da electricidade vitrea da machina com a resinosa da mão. — Em todos os casos de combinação das duas electricidades produz-se sempre luz, calor, e estalo mais ou menos perceptíveis, conforme as quantidades de electricidades que vem á neutralização.

ARTIGO SEGUNDO.

— Garrafa de Leyde, e Baterias electricas.

M. — Sempre que as duas electricidades contrarias positiva e negativa se acharem a pequena distancia uma da outra, haverá combinação entre ellas?

D. — Nem sempre. Na garrafa de Leyde, por exemplo, acham-se



as duas electricidades bem proximas uma da outra, sem comtudo se combinarem.

M. — O que é a garrafa de Leyde?

D. — É um frasco de vidro (fig. 78.^a) coberto pela parte de fóra de uma folha de estanho, e cheia de aparas ou folhinhas metallicas, tapado por uma rolha de resina atravessada por um arame grosso recurvado, terminado por um botão. A folha metallica exterior e as



aparas metallicas chamam-se as *armaduras da garrafa de Leyde*.

Carrega-se a garrafa de Leyde, pegando-lhe (fig. 79.^a) pela *armadura exterior*, e chegando o botão da garrafa ao conductor de uma machina electrica; produzem-se então entre ambos successivas chispas electricas, resultantes da combinação da electricidade negativa (—) das aparas metallicas com a positiva (+) da machina, e fica a *armadura interior* com a electricidade positiva. Esta electricidade separa por influencia, a través o vidro, a electricidade neutra da *armadura exterior*, chama para junto do vidro a negativa, e repelle a positiva, que se escôa pela mão e corpo do operador para a terra.

M. — Como se faz a descarga da garrafa de Leyde?

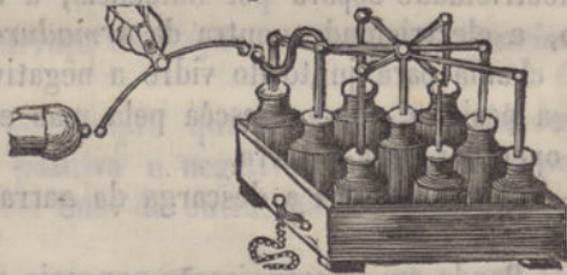
D. — Pondo em communicação por meio de um corpo conductor (fig. 80.^a) as duas electricidades da garrafa. Se segurando a garrafa com uma das mãos, se lhe chegasse a outra, a descarga far-se-hia a través o corpo do operador, e este soffreria um violento choque. — O estrondo será mais forte e a luz mais viva na descarga de uma bateria electrica.

M. — A que chamais *bateria electrica*?

D. — Dá-se este nome á collecção (fig. 81.^a) de um numero maior ou menor de garrafas de Leyde, cujas *armaduras interiores* communicam entre si por meio de raios ou varões metallicos, que vão concorrer a um botão central; o fundo e paredes da caixa, em que estas garrafas estão arrumadas, acham-se forradas por uma folha de estanho, que faz igualmente communicar entre si

as armaduras exteriores das garrafas. — Carrega-se a bateria electrica da mesma maneira que uma só garrafa, fazendo, por meio de um conductor, communicar o botão central com um dos conductores da machina electrica: a corrente, que prende a um dos lados da caixa, dá saída á electricidade positiva das armaduras exteriores da caixa. — A descarga effectua-se, pondo em relação a dita corrente com o botão.

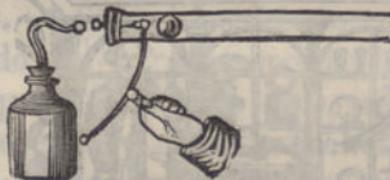
fig.ª 81.ª



M. — Citai-me alguns efeitos da descarga da garrafa de Leyde e da bateria electrica?

D. — Os efeitos da descarga electrica dividem-se em *physicos*, *physiologicos*, e *chymicos*. — São efeitos *physicos*: 1.º a penetração de uma lamina de vidro, ou de cartão interposta na communicação das duas electricidades; — 2.º uma bateria fura do mesmo modo uma lage de algumas linhas de grossura, e raxa um páo de algumas pollegadas de espessura; — 3.º se o metal, que fórma o arco do conductor, é muito delgado pode derreter-se com a descarga, e mesmo até volatilizar-se; — 4.º operando a través de um vaso que contenha ether, ou alcool, ou algodão em rama polvilhado de resina, estes corpos se incen-

diarão; — 5.º se o arco conductor fôr um fio de seda torcido com um fio de ouro, ou de qualquer outro metal, fundir-se-ha e mesmo se volatilizará o fio metalico, ficando intacto o fio de seda, em virtude da sua má condueibilidade electrica; — 6.º a descarga produz a dilatação momentanea dos corpos, a través dos quaes se pratica. É nos liquidos, e sobre tudo nos gazes, que ella é mais sensivel.

fig. 82.^afig. 83.^a

Póde-se com a descarga electrica produzir a dilatação do ar de um cano de espingarda (fig. 82.^a) e disparar uma bala

a grande distancia, ou produzir um grande repuxo de agua (fig. 83.^a).

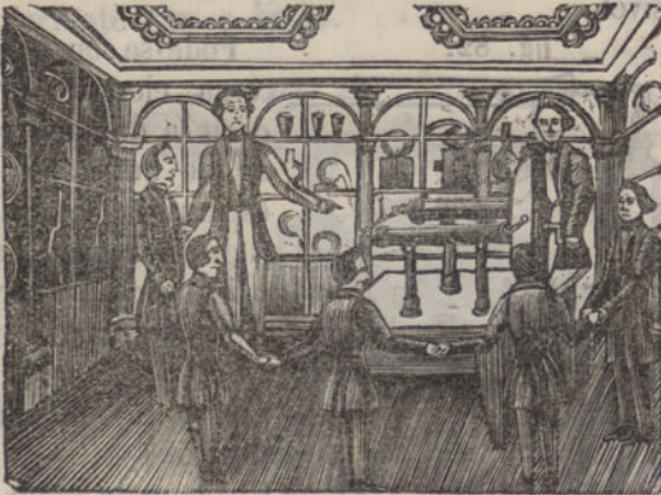
M. — Quaes são os effeitos physiologicos?

D. — Chamam-se assim os effeitos causados pela descarga electrica no corpo do homem e dos animaes; e consistem em *commoções*, ou *tremuras*. Se a carga da garrafa é fraca, a commoção não pas-

sa da mão; se mais forte, chega ao cotovelo; mais forte ainda, produz uma dôr viva no peito.

— Muitas pessoas (fig. 84.^a) dando-se as mãos para formar uma cadeia, tocando a de uma extremidade na armadura exterior de uma garrafa de Leyde, ou na cadeia da machina, e a pessoa da outra extremidade no botão da mesma garrafa,

ou no conductor da machina electrica, sentem ao mesmo tempo uma commoção, e soltam as mãos involuntariamente. — A descarga de uma bateria mata um boi. — Um regimento de soldados fez uma vez uma cadeia, e foi derrubado pela forte commoção de uma bateria electrica.

fig. 84.^a

M. — Quaes são os effeitos chymicos?

D. — Estes consistem principalmente na decomposição ou separação dos corpos compostos, que recebem a descarga, nos elementos de que são formados.

ARTIGO TERCEIRO.

Electricidade atmospherica.

M. — Poder-se-ha, pelos effeitos da garrafa

de Leyde, explicar alguns outros effeitos electricos?

D. — Estes effeitos explicam perfeitamente o raio, effeito electrico da *electricidade atmospherica*.

M. — O que é a *electricidade atmospherica*?

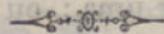
D. — É a *electricidade* das diversas camadas do ar e das massas de vapores, que n'estas andam suspensas.

M. — Quaes são as principiaes origens da *electricidade atmospherica*?

D. — São : 1.^a a fricção continua das camadas do ar ; 2.^a a evaporação incessante praticada á superficie da terra e das aguas ; 3.^a os tactos da vegetação, os da animalidade, e as combustões. Estas tres causas levantam á atmospherica grande copia de vapores e gazes com a *electricidade positiva*.

M. — Como se comporta a *electricidade atmospherica* com a *electricidade neutra* da terra?

D. — Quando os vapores estão condensados nas regiões inferiores da atmospherica, ella se combina lentamente com a negativa da terra. Quando porém o ar está sêcco, e os vapores muito rarificados se acham nas altas regiões, como acontece de verão, então não ha combinação, e a *electricidade atmospherica* vai-se accumulando, até ao momento, em que, tendo adquirido a sufficiente força para romper as nuvens e o ar, se opera a descarga violenta e estrepitosa conhecida pelo nome de *raio*.



ARTIGO QUARTO.

Raio.

M. — O que entendeis por *raio*.

D. — O *raio* é o phenomeno composto do *relampago* e do *trovão*. O *raio* é em ponto grande, o que é a chispa electrica na machina electrica, na garrafa de Leyde e nas baterias.

M. — Qual é o jogo da electricidade das nuvens para produzir o *raio*?

D. — Uma nuvem carregada de electricidade

fig. 85.^a

vitrea, decompõe por influencia a electricidade neutra dos objectos da terra, que lhe ficam por debaixo, chamando para o tampo dos mais elevados a electricidade contraria ou resinosa, e repellindo a vitrea para o centro da terra. De tres cousas póde então acontecer uma: ou a nuvem se affastar impellida pelo vento, e as electricidades dos objectos tornam a combinar-se lentamente e sem

abalo; ou a nuvem descarrega a sua electricidade contra outra nuvem, e então, cessando repentinamente a sua acção, ha recominação violenta das electricidades dos objectos terrestres, os quaes são despedaçados, e é o que se chama *fulminação indirecta*, ou *contra-descarga*; ou finalmente acontece a *fulminação directa*, com *explosão*, que é quando as electricidades da nuvem e dos objectos rompem a massa da atmosphera que as separava, e vem ao encontro uma da outra, traçando ordinariamente uma faxa tortuosa de luz, que vulgarmente se chama *raio* (fig. 85.^a).

ARTIGO QUINTO.

Poder dos corpos ponteagudos.

M. — Como se arranja a electricidade nos corpos electrizados?

D. — A electricidade n'um corpo electrizado corre toda para o seu exterior, de roda do qual fórma uma capa contida pelo ar, e que faz esforço contra este para sair, e ir ao encontro da electricidade opposta. Este esforço é proporcional á grossura da dita capa, e se denomina *tensão electrica*.

M. — A capa electrica é igualmente grossa em todos os corpos electrizados?

D. — Nos corpos arredondados (fig. 86.^a) a capa electrica tem igual grossura em todos os pontos; mas nos que são angulosos (fig. 87.^a) ou ponteagudos (fig. 88.^a)



ella tem mais grossura junto das pontas; taes corpos não podem conservar a sua electricidade, porque esta, adquirindo grande tensão nas pontas e esquinas, por ellas se escôa para fóra. — D'aqui vem a razão por que os conductores da maquina electrica são arredondados e terminados por espheras. — O poder dos corpos ponteagudos consiste pois, em evitar a accumulação da electricidade, e dar-lhe saída prompta, á medida que se fórma.

M. — O que aconteceria n'este caso a um edificio, que fosse montado na sua parte mais alta de uma vara ou varão ponteagudo, ao passar-lhe por cima uma trovoadá, uma nuvem electrica?

D. — Aconteceria, que a nuvem chamaria para o tópo do edificio a electricidade de especie contraria, como nos casos ordinarios; mas como esta achava logo a ponta por onde sair, toda ella se escoaria lentamente, e se combinaria com a da nuvem, á medida que viesse vindo para o alto, sem explosão, e por consequencia sem raio, e sem perigo para o edificio. — A vara ponteaguda seria um *para-raio*, ou *guarda-raio* do dito edificio.

ARTIGO SEXTO.

Para-raies, ou Conductores.

M. — Qual é a construcção dos *Para-raios*?

D. — O para-raio (fig. 89.^a), cuja invenção é devida a *Franklin*, compõe-se de uma haste e do *conductor*. A haste *A* eleva-se sobre o edificio,

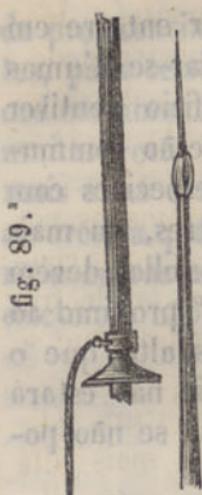
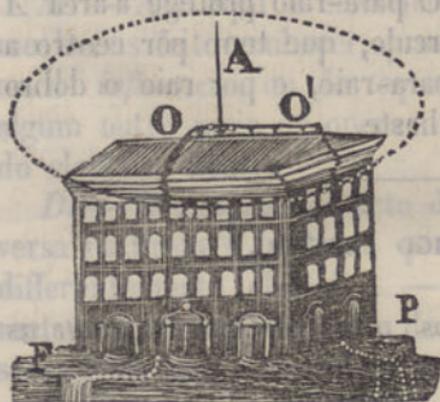


fig. 90.

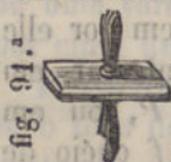


(fig. 90.^a) tem a figura aguçada, e costuma ser de ferro. Para evitar que se enferruge, é a parte mais delgada feita de cobre, e a ponta de platina, metal, que por se derreter a mui alta temperatura, resiste ao calor do raio. O conductor *OO'* é, umas vezes uma barra de ferro, outras uma corda de fio do mesmo metal, que articula ou prende á extremidade inferior da haste, desce sobre o telhado, ou abobada do edificio, e vem por elle abaixo enterrar em um poço *P*, ou em um fosso *f* cheio de carvão humido.

M. — Que preceitos convem ter em vista na collocação dos para-raios, para que possam livrar do raio?

D. — Estes preceitos são: 1.^o que tanto a haste, como o conductor sejam de metal, por ser substancia boa conductora; 2.^o que a haste e o conductor não sejam muito delgados, porque correm o risco de serem fundidos pelo raio; 4.^o que o aparelho não tenha nenhuma falha ou interrupção, desde a ponta da haste, até ao fim do conductor; 5.^o que a haste seja plantada na parte mais alta do edificio; 6.^o que o conductor entre no chão pelo caminho mais curto, e sem to-

car nas paredes do edificio; 7.º quer enterre em poço ou fosso, o conductor deve desfiar-se n'umas poucas de pernadas; 8.º se o edificio contiver grandes porções de metaes, estas deverão commu-
nicar por outros tantos conductores especiaes com o guarda-raio; 9.º havendo dois, tres, ou mais guarda-raios no mesmo edificio, todos elles devem commu-
nicar uns com os outros; 10.º proximo ao edificio não ha de haver cousa mais alta que o guarda-raio, e se a houver, o edificio não estará resguardado, em quanto n'essa cousa se não po-
zer tambem um para-raio.



M. — Que extensão é que o para-raio protege do raio?

D. — O para-raio protege a area *A* de um circulo, que tem por centro a base do para-raio, e por raio o dobro do comprimento da haste.

ARTIGO SEPTIMO.

Perigos apresentados pelas arvores durante as trovoadas.

M. — Quaes são os objectos que, durante uma trovoadá, estão mais arriscados a serem fulminados?

D. — Em geral estão muito atreitos ao raio os objectos muito elevados, e os que forem compostos de materias boas conductoras. Assim as torres, os campanarios das igrejas, os zimbórios dos edificios, os pharoes, os mastros dos navios, as arvores etc., são objectos que o raio escolhe

de preferencia. — A gente do campo e os viajantes, para se acoutarem das chuvas torrencias, que ordinariamente acompanham as trovoadas, vão muitas vezes buscar a morte debaixo das arvores mais altas e frondosas. O carvalho é, d'entre as arvores, a que attrahe melhor o raio. — O pinheiro e outras arvores resinosas, como são más conductoras, não chamam tanto o raio.

ARTIGO OITAVO.

Pilha electrica, electricidade por contacto.

M. — Até aqui a electricidade, cujos efeitos me haveis feito conhecer, provém ou da *fricção*, ou da *influencia*, ou do *toque*, não haverá porém algum outro meio de operar a separação do fluido electrico neutro.

D. — O simples contacto de dois corpos de diversa natureza é bastante para elles se tornarem differentemente electricos. — É sobre tudo nos metaes, onde este genero de electrizaçã se observa com maior clareza e facilidade. Com effeito, se applicarmos uma á outra duas chapas de zinco e cobre, sustentadas por cabos de vidro (fig. 91.^a), corpo este máo conductor da electricidade, e as approximarmos, uma depois da outra, ao pendulo electrico, a bolinha de sabugo electrizada pela primeira, será repellida pela segunda chapa: prova evidente, que ambas se electrizaram pelo contacto, tomando o zinco uma das electricidades que se conhece ser a positiva, e o cobre a negativa. — Se entre as chapas houvesse liquido, agua aci-

dulada, ou salgada, por exemplo, as chapas se carregariam de maior dose de electricidades, e o phenomeno seria realizado em ponto maior, como succede na pilha electrica.

M. — O que é a pilha electrica.

D. — Chama-se assim a todo o apparelho, no qual se desenvolve a electricidade pelo simples contacto de substancias, metaes ordinariamente, de differente natureza. — Ha varias especies de pilha electricas; em todas porém são constantes tres cousas, dois metaes differentes, cobre e zinco quasi sempre, e um liquido acidulado ou salgado, que excita e conduz a electricidade. A fig. 92.^a dá idéa d'uma pilha chamada de *caixa*. —

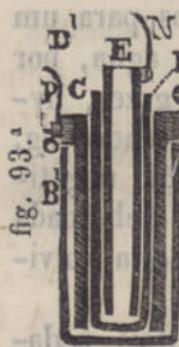
fig. 92.^a



É com effeito uma caixa, dividida por tabiques, compostos, cada um, de uma chapa de zinco, e outra de cobre soldadas. — Cada tabique, ou par de chapas se chama um *elemento* da pilha. Dos repar-timentos extremos saem dois arames, que se chamam os *pólos*, ou *reóforos* da pilha, sendo o que fica do lado da chapa de cobre denominado *cathóde*, ou *negativo N*, e o que nasce do lado da chapa de zinco *anóde* ou *positivo P*. Para pôr a pilha em actividade, bastará deitar entre os tabiques agua acidulada com acido sulfurico. — O acido ataca os metaes, e d'esta acção chymica se geram as electricidades, que correm, a positiva para o fio ou pólo positivo *P*, e a negativa para o pólo negativo *N*. E para provar, que effectivamente se estabelecem estas duas *correntes electricas*, não ha se-

não fechar o circuito electrico, isto é, approximar os fios conductores um ao outro, porque então as electricidades, encontrando-se, se recombinarão, produzindo luz, calor e estalos, como succede na descarga da garrafa de Leyde. — A fig. 93.^a mos-

tra a secção vertical de um elemento da pilha de *Bunzen*, que tem a vantagem de fornecer uma corrente electrica de intensidade constante e igual. — *B B'* é um frasco de vidro cheio de acido azotico (agua-forte); *C C'* é um canudo de carvão, que mergulha no acido azotico; *O O'* é um cairel de zinco que guarnece o canudo de carvão; *D D'* é uma panella de barro cheia de acido sulfurico (oleo de vitriolo) e agua; *E E'* é um canudo de zinco ligado com o azougue que mergulha na agua sulfurica; *P* é o fio do pólo positivo soldado ao cairel de zinco; *N* é o fio do pólo negativo soldado ao cylindro mais central.



M. — Quaes são os effeitos da pilha electrica?

D. — São analogos aos da garrafa e baterias de Leyde. Tocando com as mãos nos dois pólos sentem-se commoções; e estas serão muito fortes, se os fios em vez de direitos forem enrolados em helice, como os saca-rolhas, ou se o toque fôr feito por intermedio de cylindros ou pegas (fig. 94.^a), gnarnecidos de espiras ou roscas de fio metallico.

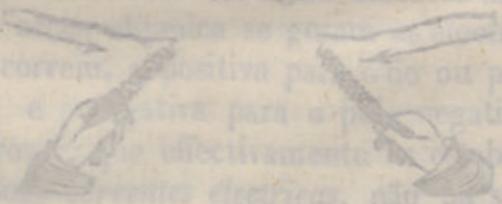


fig. 94.^a

—Applicando os pólos da pilha ao cadaver de um animal, das rãs especialmente, vê-se este estre-

buxar, agitar-se desordenadamente, como querendo reanimar-se. A pilha faz dilatar, aquecer, abraçar, derreter, e mesmo desfazer em fumo todos os corpos, que se collocarem no circuito electrico. — Desliga os elementos dos corpos compostos, chamando uns d'estes elementos para um pólo, e outros para o pólo opposto. A agua, por exemplo, que é um composto de dois gases, hydrogenio e oxygenio, é decomposta, sendo (fig. 92.^a) o hydrogenio transportado pelo pólo negativo ao interior da mangueira, que está deborcada sobre elle; e o oxygenio para a mangueira volvida sobre o pólo positivo.

Encavando nas pontas dos reoforos dois pedacinhos de carvão bem queimado, a luz electrica ao fechar o circuito é tão resplandecente e viva, que se lhe não póde fitar a vista. — Tentou-se já substituir, com a luz electrica assim obtida, a do gaz das illuminações.



PARTE QUINTA.

Magnetismo.

ARTIGO PRIMEIRO.

Principaes propriedades dos imans.

MESTRE. — D'onde deriva a palavra *magnetismo*?

D. — Deriva, segundo uns de *Magnesia*, cidade da Lydia, onde se diz que havia antigamente abundancia de um mineral chamado *iman*, ou *pedra de cevar*, cuja virtude é attrahir e prender a si o ferro; segundo outros authores vem de *Magnés*, nome de um pastor do monte Ida, que parece foi o primeiro que deu por esta singular propriedade, andando uma vez por cima de uma rocha d'aquelle mineral, á qual sentiu agarrar-se a ponteira de ferro do seu cajado.

M. — O que significa a palavra *magnetismo*?

D. — Significa o complexo de propriedades e effeitos que manifestam os *imans*, ou *magnetes*.

M. — O que são *imans*, ou *magnetes*?

D. — São certas substancias, que têm por caracter fundamental attrahir o ferro; taes são:

a *pedra de cevar*, que a natureza apresenta já formada, e por isso se chama *magnete natural*; e os *magnetes artificiaes* gerados pelo toque ou influencia do magnete natural, ou pela acção da electricidade.

M. — A que é devida a virtude dos magnetes?

D. — Não se sabe: suppõe-se que n'elles reside o quer que é occulto do genero do calorico, da electricidade e da luz, que só se revela por seus effeitos, e a que indistinctamente se dá os nomes, de *agente*, *força* ou *fluido magnetico*.

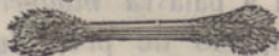
M. — Como se conhecerá se um corpo é magnete?

fig. 95.^afig. 96.^a

D. — Chegando-o a uma pouca de limalha de ferro (fig. 95.^a), ou a uma agulha (fig. 96.^a) sustida sobre um fulcro, qualquer d'estes dois objectos mover-se-ha para o corpo ensaiado, se for magnete.

M. — E será igual a força de attracção, qualquer que seja o lado por onde o magnete se apresente ao ferro?

D. — A attracção será maior apresentando o magnete pelas duas extremidades, do que pelo centro. — Observa-se isto

fig. 97.^a

bem, embrulhando uma barrinha magnetica (fig. 97.^a) em limalha de ferro, porque esta toda se lhe apinha nas extremidades, e pouca ou nenhuma no centro. — D'onde se segue, que todo o magnete tem tres re-

giões, uma *media*, onde a força magnetica é fraca ou nulla, chamada *neutra*, e duas nas extremidades, chamadas *pólos*, ou *regiões polares do magnete*, onde esta força tem maior intensidade.

M. — Porque razão se chamam *pólos* ou *regiões polares* ás extremidades dos magnetes.

D. — Porque todo o magnete, sustido pelo seu

fig. 98.^a

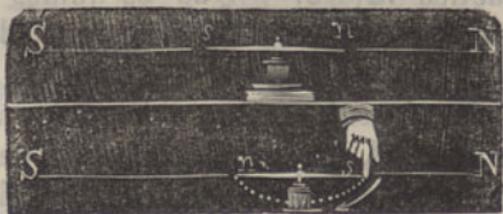


fig. 99.^a

centro (fig. 98.^a), e abandonado a si mesmo, volta constantemente as suas extremidades para os pólos S e N do mundo; isto é, para as extremidades do eixo imaginario, sobre o qual a terra faz uma volta completa no espaço de 24 horas. E d'aqui vem o chamar-se *pólo norte*, ou *boreal da agulha magnetica* a extremidade *n*, que aponta para o pólo norte *N* do mundo; e *pólo sul*, ou *austral*, a extremidade *s* da mesma agulha, que vira para o pólo sul *S*, ou austral da terra.

M. — O que succederia se voltassemos o pólo boreal de uma agulha magnetica para o pólo sul do mundo, e o pólo sul para o pólo norte?

D. — Succederia que a agulha daria uma volta (fig. 99.^a) e tornaria á posição primitiva.

M. — E se chegassemos ao pólo de uma agulha magnetica, o pólo contrario de outra agulha?

D. — Haveria attracção de um para o outro;

e repulsão, se os pólos approximados fossem ambos do mesmo nome; ou ambos boreaes, ou ambos austraes.

M. — Como se explicam todos estes factos de attracção e repulsão magnetica?

D. — Explicam-se, admittindo que ha, á imitação da electricidade, dois fluidos magneticos *austral* e *boreal*, cuja combinação constitue o fluido magnetico *neutro*. — Que os fluidos da mesma natureza *austraes* ou *boreaes* se repellem; que se attrahem ao contrario os de natureza opposta *austral* com *boreal*. — Que a terra é um grande magnete natural, cujos pólos existem nas proximidades dos pólos do mundo, cada um dos quaes chama para o seu lado o pólo contrario dos outros magnetes. E d'esta maneira, o verdadeiro pólo boreal de uma agulha magnetica é aquelle que vira para o sul, e o pólo austral o que volta para o norte do mundo.

M. — O que vem a ser *magnetização*, e *desmagnetização*?

D. — Magnetização é a separação, desmagnetização é a recominação dos dous fluidos magneticos *austral* e *boreal*. — Estas são mais facéis de realizar no ferro macio, do que no aço, e por isso se diz que este tem uma *força coercitiva magnetica* maior.

M. — Que meios ha para magnetizar um pedaço de ferro, ou de aço?

D. — O mais simples é expô-lo á acção de um magnete, que póde ser, e é ordinariamente outro pedaço de ferro já magnetizado. Esta acção póde verificar-se a certa distancia e tem o nome de magnetização *por influencia*. Tambem se póde

realizar por meio da applicação immediata, e toma então o nome de *magnetização por contacto*; ou em fim correndo e esfregando o magnete pelo ferro que se quer magnetizar, o que se chama *magnetização por toque*, a qual póde ser practica-

fig. 100.^afig. 101.^a

da por tres processos: por *toque singello*, correndo com uma unica barrinha magnetica (fig. 100.^a) a porção de aço ou ferro que se quer magnetizar; por *toque dobrado*, correndo (fig. 101.^a) com duas barrinhas o ferro, do meio d'elle para os extremos; e por *toque conjuncto*, quando, em vez de uma ou duas barrinhas, se empregam um ou dois feixes d'ellas.

M. — Ha pouco me dissesteis que a electricidade operava tambem a magnetização, em que consiste este processo?

D. — Consiste em introduzir no circuito electrico da pilha, entre os dois reóforos, o objecto a magnetizar. — Magnetizam-se assim agulhas, barras, ferraduras etc., com muita perfeição e instantaneamente. — A electricidade é o meio mais prompto e efficaz de desenvolver o magnetismo; as mesmas trovoadas magnetizam os para-raios e perturbam as agulhas de marear que tambem são magneticas, a ponto de lhes trocarem os pólos. — Para conseguir mais expedição e perfeição n'este processo de magnetizar, costuma-se enlear um fio de ferro em tórno do objecto, e são então as pontas d'este fio que se põem em relação

com os pólos da pilha; outras vezes são estes mesmos que se enrolam ao objecto. — Os magnetes, gerados pela acção das correntes electricas, têm o nome especial de *electro-imens*.

M. — Ha pouco dissesteis que o ferro macio tinha uma força *coercitiva magnetica* muito fraca; d'esta sorte se o quizermos magnetizar por este processo, elle só será *electro-iman*, em quanto lhe durar a acção da corrente?

D. — Não ha duvida que assim acontece. Mas esta propriedade, longe de ser um inconveniente, foi a origem de um dos mais valiosos inventos do presente seculo: o invento do *telegrapho electrico*.

ARTIGO SEGUNDO.

Simples noticia do telegrapho electrico.

M. — Dai-me uma idéa geral do telegrapho electrico?

D. — Como a electricidade caminha com incrível velocidade (115000 leguas em um segundo de tempo), pode-se fazer um circuito electrico de qualquer comprimento, e magnetizar o ferro da distancia que se quizer. — Supponhâmos que no Porto existe uma pilha electrica *B* (fig. 102.^a), de cujo pólo positivo *P* vem um fio metallico *C* até Lisboa; aqui este fio enleia-se em roda de um cylindro de ferro *A* (fig. 104.^a), e depois volta até ao Porto *P* (fig. 102.^a) a prender ao pólo negativo *N* da pilha. — Fronteiro e chegado ao electro-iman de Lisboa *A* (fig. 104.^a) acha-se outro pedaço de ferro prêso por uma mola *O*, como são

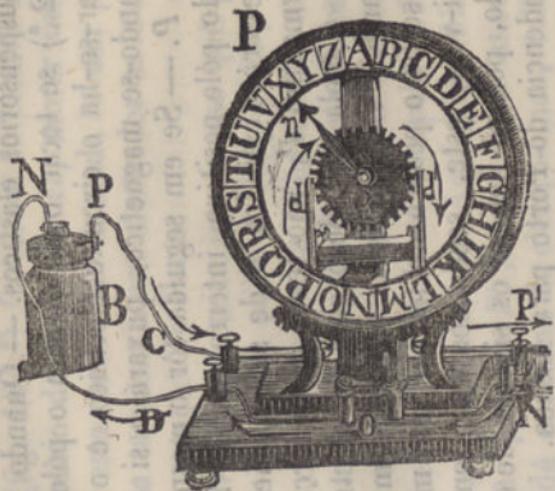


fig. 102.ª



fig. 103.ª

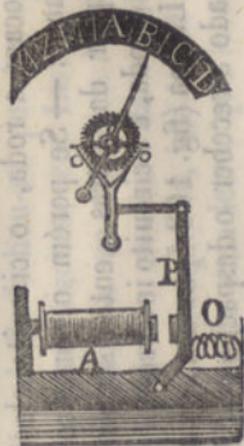


fig. 104.ª

as dos suspensorios elasticos. — Quando no Porto (fig. 102.^a) se tocar o fio *C* com o pólo positivo *P*, fechar-se-ha o circuito electrico, e o cylindro *A*, tornando-se magnetico, puxará a si o pedaço de ferro *P*. — Se em seguida fôr o mesmo fio afastado do pólo positivo, interromper-se-ha a corrente, cessará o cylindro *A* de ser magnete, e então a armadura *P*, não tendo mais força que a attráhia, a mola *O* a despegará do electro-íman. — Fechando e abrindo assim o circuito muitas vezes, pôr-se-ha o pedaço de ferro *P* em movimento de vai-vem, este, sendo convenientemente aproveitado, poderá indicar os signaes de qualquer correspondencia do Porto para Lisboa.

M. — E por meio de que artificio se poderia estabelecer a correspondencia?

D. — Na estação do Porto (fig. 102.^a) ha, proximo á pilha electrica, um apparelho *P*, chamado *interruptor*, cujo fim é mandar os despachos para a estação de Lisboa. Compõe-se este apparelho de um mostrador onde se acham gravadas as 25 letras do alphabeto. — Um ponteiro *n*, prêso ao eixo de uma roda dentada *R*, indica successivamente cada uma das letras, — Duas palhetas *dd'*, engrenam com a roda *R* por tal arte, que uma vez tocam ambas, outra vez toca uma só nos dentes d'ella. — Se o ponteiro *n* está em cima de algum dos traços que separam as letras, ambas as palhetas tocam a roda, o circuito electrico está então fechado. — Se porém o ponteiro *n* aponta para qualquer das letras, então só uma das palhetas toca a roda, e o circuito interrompe-se. — Na estação de Lisboa (fig. 103.^a) ha um apparelho analogo destinado a receber o despacho. — A haste de

ferro P (fig. 104.^a) fronteira ao electro-iman A , faz, por meio de uma alavanca, mover uma anco-
ra oo' , e esta uma roda dentada e um ponteiro,
que indica tambem n'um mostrador as letras man-
dadas da estação do Porto.

A corrente electrica imagina-se que parte do
pólo positivo P da pilha B (fig. 102.^a, que re-
presenta um elemento da pilha de *Bunzen*) entra
no interruptor P pelo fio C , sobe pela palheta d ,
contorna a roda R no sentido das flechas, desce
pela palheta d' , e sae da estação pelo fio P , o qual
se prolonga até Lisboa. — Aqui (fig. 103.^a) entra
na estação pelo fio P'' , segue todas as voltas que
este fio dá em tórno do electro-iman, volta depois
em sentido contrario, segundo a direcção da fle-
cha o , e sae da estação L pelo fio N' que se pro-
longa até ao Porto, em cuja estação P (fig. 102.^a)
entra pelo fio N , segue a direcção da flecha O , e
sae pelo fio D , dirigindo-se ao pólo negativo N
da pilha. — Ao começar a correspondencia os pon-
teiros de ambas as estações marcam a mesma le-
tra. — Supponhâmos que ambos estão sobre a le-
tra X ; o circuito, segundo o que fica exposto,
está interrompido, e o electro-iman de Lisboa
não está magnetizado; quer-se mandar a letra Y ,
anda-se com o ponteiro n (fig. 102.^a) uma casa
para a direita até parar em Y ; n'este acto po-
rém a roda R foi tocada ao mesmo tempo pelas
duas palhetas $d d'$, fechou-se por tanto o circui-
to electrico, magnetizou-se em Lisboa o electro-
iman, este attrahio a sua armadura P (fig. 104.^a),
a qual fez andar o ponteiro da estação L uma
casa tambem para a esquerda, isto é, até Y . — Eis-
aqui o despacho de uma letra, que leva incompa-

ravelmente mais tempo a explicar, do que a realizar. — Logo que o ponteiro do interruptor *P* cahio na letra *Y*, o circuito de novo se interrompe, e as cousas tornam ao mesmo estado do principio da correspondencia.

M. — Figurai que estais na estação do Porto e quereis mandar para Lisboa a palavra — *Governo* — como praticareis?

D. — Não tinha mais do que fazer successivamente passar o ponteiro da estação *P* sobre as letras *G, o, v* etc., andando com elle sempre para o mesmo lado.

M. — Quem adverte os empregados da estação *L* quando vai começar o despacho?

D. — O toque de uma campainha que faz parte do mostrador *L*, e na qual bate a armadura *P* do electro-iman, quando é attrahida.

M. — Como se estabelecem os fios conductores do telegrapho electrico entre duas estações?

D. — Cravam-se de distancia em distancia e ao longo da estrada real que vai de uma á outra estação, estacas ou espeques terminados por um castão de vidro, ou de porcelana que por serem máos conductores electricos não deixam escapar a corrente electrica. — Estes castões tem um, dois ou mais furos, por cada um dos quaes se enfiam dois ou mais fios conductores. — Quando ha estrada ferrea entre as duas estações, é ao longo d'ella que se levantam estas estacas; e os cantoneiros que vigiam e tratam do caminho de ferro, guardam e respondem ao mesmo tempo pela integridade e conservação dos fios conductores. — A correspondencia é sempre reciproca entre duas estações, por isso ha em cada uma os dois appa-

relhos das fig. 102 e 103, um *L* para receber, outro *P* para transmitir os despachos.

ARTIGO TERCEIRO.

Bussola e seus usos.

M. — Dissesteis que uma agulha magnetica montada em um fulcro, e podendo livremente girar em volta d'elle, aponta sempre para os pólos do mundo, que utilidade se tira d'esta propriedade?

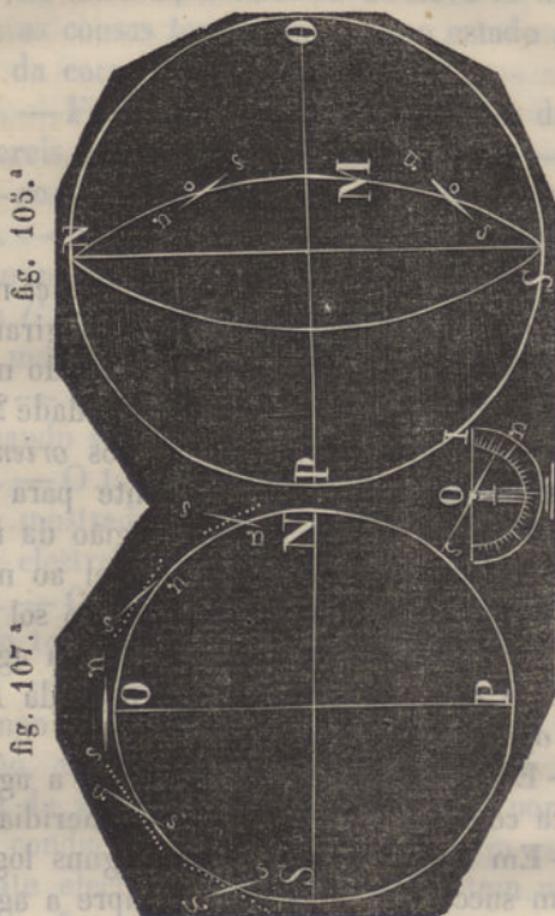
D. — A immensa utilidade de nos *orientar*; isto é, de nos dizer a todo o instante para que lado vamos da terra, ou em que região da mesma nos achâmos, o que é indispensavel ao navegante no alto mar, quando não tem o sol nem os astros por guia. N'esta propriedade da agulha magnetica é que tem origem a invenção da *Bussola* ou *agulha de marear*.

M. — Em todos os logares da terra a agulha magnetica coincide com o respectivo meridiano?

D. — Em alguns tempos e em alguns logares assim tem succedido. Mas quasi sempre a agulha cruza com o meridiano *M* (fig. 105.^a). O angulo *Non*, ou *Sos*, formado por ambos, chama-se *declinação da agulha*, que póde ser *oriental*, ou *occidental*, conforme o pólo sul da agulha inclina para o nascente ou para o poente do mundo.

M. — Por em quanto vejo que a agulha magnetica nos póde dizer, pela *sua declinação*, para que lado do mundo marêa o navegante; mas não seria menos importante que ella nos dissesse,

quando estavamos proximos do equador, ou dos pólos e de qual dos dois pólos.



D. — Tambem isto mesmo a agulha nos diz, porque cada um dos seus pólos abaixa-se, tanto mais do seu plano horizontal, quanto mais se avizinha do pólo da terra do mesmo nome. Chama-se *inclinação da agulha* o angulo $I o n$ (fig. 106.^a) formado pela parte da agulha que mergulha no horizonte com o mesmo horizonte $I o s$. A inclinação é *boreal*, ou *austral* se é o pólo norte, ou sul

da agulha que mergulha no horizonte. — Na figura 107.^a vê-se que a *inclinação* da agulha é nulla no equador *O*, que, caminhando para o pólo norte do mundo, mergulha abaixo do horizonte o pólo *n* da agulha, e caminhando para o pólo sul, mergulha o pólo *s* da agulha. Por estas indicações o nauta, perdido no meio do Oceano, poderá reconhecer proximamente, a que distancia se acha ou do equador, ou dos pólos.

PARTE SEXTA.

LUZ.

MESTRE. — O que é a luz?

D. — A luz é a causa da visibilidade dos corpos, e da illuminação geral da natureza. Ignora-se qual é a sua essencia, mas suppõe-se ser um fluido subtilissimo, que os corpos luminosos (sol, estrellas, luzes artificiaes etc.) deitam para o espaço, onde, soffrendo mil desvios na sua marcha, origina as côres e as imagens dos corpos.

M. — Como parte a luz, e como se diffunde no espaço?

D. — A luz sae de todos os pontos dos corpos luminosos em fórma de raios, que divergem uns dos outros tanto mais, quanto mais se distanciam da sua origem. — Quanto mais approximados forem os raios da luz, tanto mais viva esta será; assim qualquer objecto ao pé de uma luz será vivamente, e distante d'ella frouxamente allumiado.

M. — Que direcção segue a luz no seu caminho?

D. — A direcção de uma linha recta; porque se entre uma luz e o nosso olho interpozermos um corpo opaco, deixaremos de a ver.

M. — Com que velocidade caminha a luz?

D. — A luz percorre em 1 minuto 4:200,000 leguas. — O sol, que dista da terra 33:000,000 de leguas, manda-nos a sua luz em 8' e 13".

M. — Todos os corpos deixar-se-hão passar pela luz?

D. — Ha uns que, como o vidro, a agua, o ar etc., a deixam passar, estes se chamam *transparentes*; ha porém outros, que lhe embargam o transito, fazendo-a *reflectir*, ou voltar para traz; estes se chamam opacos, e deixam atraz de si um espaço menos allumiado, que se chama *sombra*.

ARTIGO PRIMEIRO.

Reflexão da luz.

M. — Mostrai-me o phenomeno da reflexão da luz.

D. — A figura 108.^a mostra um semi-circulo graduado munido de duas alidades, e de um espelho *C*. Por uma das alidades faz-se enfiar um raio de luz *IC*, o qual, batendo no espelho, reflectir-se-ha enfiando a alidade do outro lado. O observador, que receber o raio *RC*, julgará que elle vem do espelho, quando não fez mais que dobrar-se á superficie d'elle.

M. — Qual é a lei da reflexão da luz?

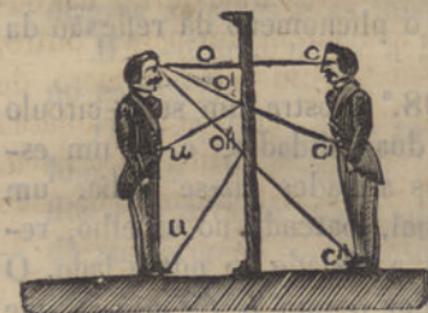
D. — A luz, ou raio *incidente*, sobre um espelho ou superficie polida, que seja plana ou curva (fig. 108.^a), faz sempre, com a linha perpendicular *OC* ao ponto da incidencia *C*, um *angulo de incidencia ICO* igual ao *angulo de reflexão*

RCO , formado do outro lado pela mesma normal
fig. 108.^a

fig. 109.^a

nos mirâmos a um espelho, vemos a
nossa figura por traz d'elle?

D. — Este phenomeno (fig. 110.^a)
é uma illusão do nosso espirito, e provém do habito, que elle contrahe desde a infancia, de julgar sempre em linha recta; isto é, na



direcção dos raios luminosos, que entram nos olhos. Assim no caso presente, o olho, recebendo os raios reflexos $o o' o''$, julgará os pontos de que elles provém no prolongamento dos mesmos raios, a tanta distancia $c c' c''$ atraz do espelho, quanta é a do objecto adiante d'elle.

As imagens das casas, de arvores etc. (fig. 111.^a), situadas á beira do mar, dos rios, ou lagos, que se vêem projectadas invertidamente no interior das aguas, são uma illusão semelhante. O espelho aqui é a superficie da agua.

M. — Que effeito produzirá a reflexão da luz

fig. 111.



de um objecto collocado entre dous espelhos planos fronteiros?

D. — Se os espelhos forem parallelos, ver-se-ha atraz de cada um d'elles uma serie sem fim de imagens do objecto, collocadas umas atraz das outras. Se os espelhos inclinarem um para o outro, a imagem reproduz-se só um certo numero de vezes proporcional ao menor gráo da inclinação dos espelhos. A esta reflexão se chama *successiva*, e é uma applicação d'ella o instrumento chamado *kaleidoscopo*.

M. — O que é o kaleidoscopo?

D. — É um tubo opaco, contendo no interior dois espelhos inclinados um para outro, e no meio d'elles fragmentos de porcelana, de vidro, de metaes, de figura e còr variadissimas. — O conjuncto d'estes fragmentos, sendo reproduzido pela reflexão, produz figuras regulares e vistas do mais bello effeito. — Os estampadores de estofos e papeis pintados usam d'este instrumento para variarem ao infinito o gòsto dos padrões.

M. — O que são espelhos *esphéricos*?

D. — São segmentos, ou rodellas de esphera, ordinariamente de metal polidos n'uma das duas faces. — Se a face polida é a concava, o espelho se diz *concavo*; se é a convexa, o espelho é chamado *convexo*. — *Eixo* de um espelho esphérico, é a linha perpendicular ao meio do espelho. *Centro de curvatura*, é o centro da esphera, de que o espelho faz parte.

M. — De que maneira reflectem a luz os espelhos esphéricos concavos?

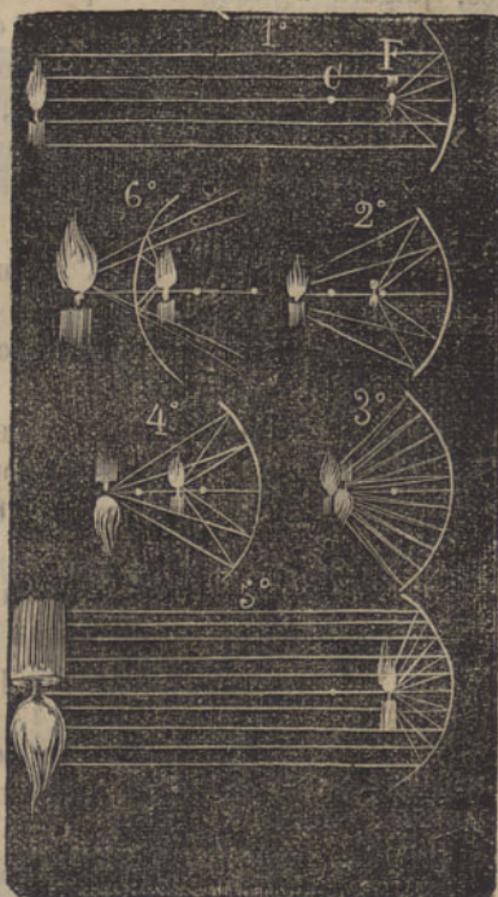
D. — A reflexão da luz segue n'estes espelhos a mesma lei dos espelhos planos; porém a distancia, em que se achar o objecto do espelho, faz variar a grandeza, a situação e a direcção da imagem. — Seis casos principaes (fig. 112.^a) se podem apreciar, passeando uma luz diante de um espelho concavo n'uma casa ás escuras.

1.^o caso. — Se a luz se pozer a uma grande distancia do espelho, os raios incidentes serão parallelos, e os reflexos irão convergir adiante do espelho n'um ponto *F*, que se chama o *fóco* do espelho, onde produzirão uma imagem do objecto *mais pequena* que elle e *invertida*.

2.^o caso. — Caminhando com a luz para o centro de curvatura *C* do espelho, a imagem conserva-se *invertida*, augmenta e caminha para o mesmo centro *C*. De maneira que no:

3.^o caso. — Chegando a luz ao centro de curvatura *C*, chegou tambem ao mesmo ponto a imagem, que é então da mesma grandeza do objecto; mas ainda se conserva *invertida*.

4.^o caso. — Passando a luz para diante do centro de curvatura *C*, passa a imagem para traz d'

fig. 112.^a

elle, conserva-se *invertida*, mas faz-se maior que o objecto.

5.º caso. — Chegando a luz ao fóco *F* do espelho, a imagem traça-se a uma grande distancia do espelho: é então muito grande, mas ainda *invertida*. Este caso é o inverso do 1.º.

6.º caso. — Levando a luz para entre o fóco *F* e o espelho, os raios reflexos, em vez de convergir, divergem. Por uma illusão igual á da re-

flexão nos espelhos planos, o olho, que receber estes raios, julgará a imagem no ponto em que os seus prolongamentos concorrem atraz do espelho, e esta se figurará *direita* e maior que o objecto; mas será uma *imagem virtual, chymérica*.

M. — Como se opera a reflexão nos espelhos *convexos*?

D. — Estes espelhos (fig. 113.^a) em vez de concentrar os raios reflexos, dispersam-nos, e não dão por isso senão *imagens virtuales*, situadas no ponto de concurso *B* de seus prolongamentos imaginarios atraz dos



mesmos espelhos.

M. — Que effeito faz a reflexão da luz nos espelhos *conicos, cylindricos e parabolicos*?

fig. 114.^a



fig. 115.^a



morphoses, pintadas sobre o disco *D* de cartão, sobre o qual assenta o espelho. Os espelhos com a figura de parabola *E* (fig. 116.^a) approximam-

D. — Os dois primeiros espelhos (fig. 114.^a e 115.^a) transtornam completamente a fórma dos objectos regulares, ao mesmo tempo que dão *imagens regulares* de garatujas e caricaturas, quando estas são feitas debaixo de uma certa regra. Vê-se ás vezes a imagem de uma mulher, de uma arvore, etc., pela reflexão de figuras extravagantes, chamadas *anamorphoses*.

se em effeito dos espelhos esphericos curvos; elles reflectem a luz parallelamente ao seu eixo, quando esta existe no foco F , e a concentram no foco, quando a luz existe a grande distancia do espelho sobre o seu eixo.

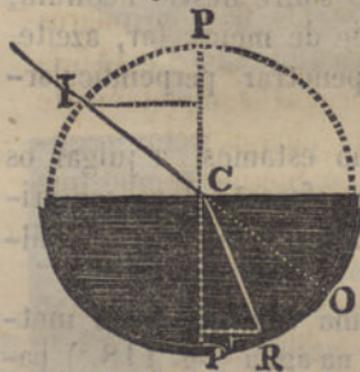
fig. 116.^a

ARTIGO SEGUNDO.

Refracção da luz.

M. — Fazei-me ver o phenomeno da refracção da luz.

D. — A figura 117.^a representa uma cuba

fig. 117.^a

cheia de agua, na qual se faz incidir um raio de luz IC ; este, ao entrar no liquido, em lugar de seguir a sua direcção CO , desvia-se d'ella, parecendo que entorta ou quebra no ponto C . Este desvio da luz é o que se chama refracção, e tem lugar sempre que a luz atravessa obliquamente substancias ou meios de differente densidade. No caso da figura, a luz passa do ar para a agua com certa inclinação; porém se ella entrasse no liquido na direcção da perpendicular PC , então não mudaria de direcção, não haveria refracção. — Chama-se *angulo de incidencia* o angulo PCI ,

formado pela normal PC , baixada no ponto de *immergencia* C , e pelo raio *incidente* IC . — *Angulo de refração* é o angulo $RC P'$, formado pelo raio *refracto*, e pela continuação da normal.

M. — Quaes são as leis da refração da luz?

D. — São: 1.^a, que as tres cousas, raio *incidente*, *refracto* e *normal* occupam (na refração ordinaria) o mesmo plano. — 2.^a Que a relação da grandeza entre os dois angulos, que se chama *indice de refração*, nunca varia no mesmo meio, ar, agua, azeite etc. em que a luz entra. — 3.^a Que passando a luz de um meio mais raro, do ar, por exemplo, para outro mais denso, a agua, por exemplo, o raio *refracto* faz o seu desvio aproximando-se da normal. — 4.^a Que, ao contrario, passando a luz de um meio mais denso para outro mais raro, o raio *refracto* afasta-se da normal. — 5.^a Que a luz não soffre desvio nenhum, quando atravessa uma serie de meios, (ar, azeite, alcool, agua etc.) se os penetrar perpendicularmente ás suas superficies.

M. — Habitados, como estamos, a julgar os objectos em linha recta, a refração deve ser origem de muitas illusões. Dai-me noticia de algumas?

D. — Um remo, ou uma viga em parte metido na agua (fig. 118.^a) parecerá quebrado junto á superficie do liquido, porque os raios luminosos, despedidos pela parte mergulhada, afastar-se-hão da normal ao sair da agua para o ar, e o olho verá a dita parte em O , extremidade ordinaria d'aquelles raios.



Uma pequena moeda de prata collocada em *I*, (fig. 119.^a) no fundo de um copo, será vista em *I'* enchendo o copo de agua. Tem igual explica-

fig. 120.^afig. 121.^a

ção. É por um igual motivo, que não podemos, pela simples vista, julgar da profundidade de um rio, de um tanque etc., porque os seus fundos parecerão, á similitude da moeda de prata da figura 119.^a, mais elevados do que realmente são.

As camadas do ar têm diferente densidade, as superiores são mais raras que as inferiores; a luz, que as atravessa obliquamente, deve pois soffrer desvios, approximando-se da normal, se vem de cima para baixo, e afastando-se d'ella, se vem de baixo para cima. — Um observador collocado em um lugar da terra (fig. 120.^a), espreitando o nascimento do sol, verá, pela refração, este astro acima do seu horizonte muito antes de elle ter nascido. — Pela mesma razão o sol lhe parecerá ainda acima do horizonte, quando é já pos-

to. — No mar largo avistam-se os mastros dos navios muito antes de surgirem no horizonte (fig. 121.^a) — As cupulas dos edificios, as cumiadas dos montes, os zimbórios das torres etc. (fig 122.^a) parecem, pela refracção, mais elevados, vistos da parte de baixo, e mais baixos quando se olha do alto d'elles.

ARTIGO TERCEIRO.

Refracção nas lentes e nos prismas — ; analyse e synthese da luz.

M. — O que são lentes?

D. — São corpos transparentes, terminados por duas superficies curvas, ou por uma plana e outra curva.

M. — Que especies ha de lentes, e quaes as suas fórmas particulares?

D. — Ha duas: as lentes *convergentes*, e as lentes *divergentes*. As primeiras ajuntam, ou *convergem* os raios da luz em um *fóco*, situado no lado opposto áquelle, por onde a lente os recebe. As segundas afastam ou *divergem* a luz atraz de si, e não têm por isso *fóco*. As primeiras (fig.

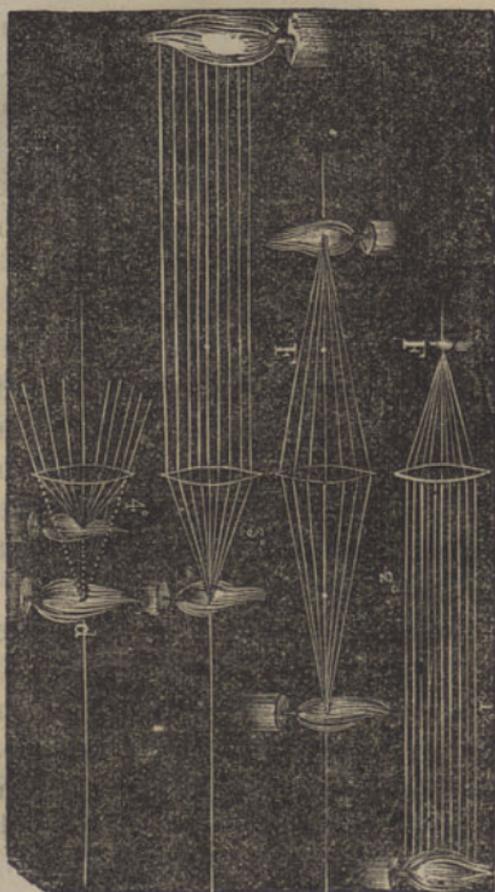
fig. 123.^a



123.^a) podem affectar a fórmula *biconvexa* A, *convexo-concava* B, e *plano-convexa* C. As segundas podem ser *biconcavas* D *conca-vo-convexas* E, e *plano-concavas* F.

M. — Que phenomenos origina a refracção da luz nas lentes convergentes?

ab *D.* — São variáveis conforme a distancia, em que se achar o objecto luminoso, ou illuminado adiante da lente. — Se dentro de uma casa escura, de noite será melhor, collocarmos adiante de uma lente biconvexa a luz de uma vélla (fig. 124.^o),

fig. 124.^o

e a aproximarmos successivamente da lente, notaremos quatro casos distinctos, a saber:

1.^o caso. — Estando a luz a uma grande distancia, de maneira que os seus raios se possam con-

siderar parallellos, estes irão concorrer atraz da lente no ponto chamado *fóco*, e ahi desenharão a imagem da chamma em ponto muito pequeno e invertida.

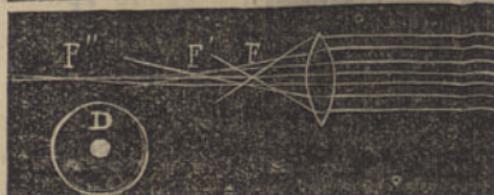
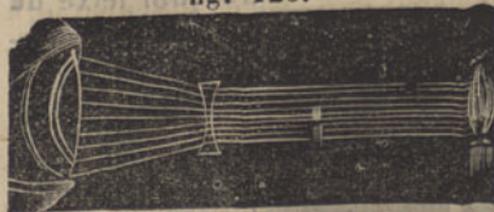
2.º caso. Quando a luz se achar a uma distancia da lente igual ao dobro da sua distancia focal, os raios vão concorrer do outro lado a uma igual distancia tambem. A imagem será ainda *invertida*, mas igual em grandeza ao objecto.

3.º caso. — Quando a vella chegar a uma distancia igual á distancia focal da lente, os raios sairão da lente parallellos, e traçarão a uma distancia infinita a imagem ainda invertida, mas consideravelmente ampliada.

4.º caso. — Quando finalmente a luz da vella se achar a uma distancia igual á metade da distancia focal da lente, os raios saem do outro lado divergentes, e o olho, que os receber, verá uma imagem ampliada para o lado do objecto no concurso dos prolongamentos virtuaes d'estes raios; isto é, em d ; igual a uma distancia focal. Esta imagem é *chimerica*, ou *virtual*.

M. — Como se passa a refração nas lentes divergentes?

D. — N'estas lentes (fig. 125.^a) os raios, depois de as atravessar, divergem; não podem por isso nunca produzir imagens *reaes*; porém o olho, em virtude do habito de julgar em linha recta, reportará a imagem do objecto ao ponto de concurso dos prolongamentos d'aquelles raios, para o mesmo lado do objecto, e se lhe representará sempre direita, mais pequena do que é o objecto; e tanto mais chegada á lente, quanto mais proximo está o objecto d'ella.

fig. 125.^afig. 127.^afig. 126.^a

M. — Todos os raios, que entram n'uma lente biconvexa, por exemplo, concorrem no mesmo sóco?

D. — Nem todos. — Os que penetram (fig. 126.^a) pelo centro da lente sofrem

menor desvio, e vão concorrer mais longe; os que entram pelas margens desviam-se mais, e concorrem mais ao pé da lente. D'aqui resulta formarem-se varios sócos $F F' F''$, que tornam as imagens frouxas e pouco nitidas. — Este defeito faz-se mais sensível nas lentes muito convexas, e por isso se chama *aberração de esphericidade*. — Emenda-se porém, cobrindo as lentes com diafragmas D (fig. 127.^a), especies de anneis opacos, que interceptam os raios marginaes, e deixam entrar na lente apenas os raios centraes.

M. — O que são *prismas*?

D. — Dá-se este nome aos corpos transparentes terminados por faces inclinadas. — A fig.

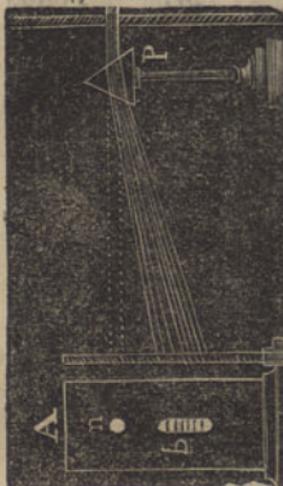
fig. 128.^a

128.^a) representa um prisma triangular equilatéro.



M. — Que effeito produz a refração da luz nos prismas?

D. — São, além do desvio da luz, a decomposição, ou *analyse* d'ella, em sete côres elementares. — Se por um pequeno orificio o , praticado na janella de uma casa ás escuras, fizermos en-

fig. 129.^afig. 130.^a

traz um feixe de luz do sol, por exemplo, na direcção do qual se interponha um prisma triangular equilátero na posição que a fig. 129.^a indica, o feixe, ao sair do prisma, não só mudará de direcção, mas dilatar-se-ha, e aparando-o n'um alvo *A*, ahí desenhará, em lugar da imagem redonda e branca *n* do sol, uma imagem oblonga *b* da mesma largura, porém mais comprida, na qual se perceberão as sete côres do *arco-iris*; a saber: começando de cima para baixo: *vermelho*, *alaranjado*, *amarello*, *verde*, *azul*, *anilado*, e *rôxo*. — Esta imagem, que prova ser a luz composta de sete côres, tem o nome de *espectro solar*. — Se a luz, em vez de emanar do sol, vier reflectida por qualquer objecto *P* (fig. 130.^a), a sua imagem apparecerá augmentada no sentido vertical, e orlada tão sómente nos lados horizontaes superior *o*, e inferior *o'* das sete côres do espectro.

M. — Qual é a causa da decomposição da luz nos prismas?

D. — É a desigual refrangibilidade dos sete raios elementares; isto é, não se desviarem todos por igual, quando soffrem refacção. — Qualquer outro meio transparente pôde pois decompor a luz, uma vez que desiguale o desvio dos raios elemen-

tares. — As lentes, as bolhas de agua, a atmosphera humida decompõem por isso tambem a luz.

M. — Se a luz branca se compõe de sete côres, as quaes se não manifestam porque estão juntas, segue-se que ajuntando os sete raios do espectro, reproduziremos outra vez a côr branca.

D. — É justamente o que acontece, e este phenomeno inverso do primeiro constitue a recomposição ou *synthese* da luz.

M. Porque meios se poderá operar a *synthese* da luz?

fig. 131.^a

D. — Por quatro meios ; a saber :

1.^o — Fazendo passar (fig. 131.^a) o feixe decomposto n'um segundo prisma igual ao primeiro, posto ás avessas d'elle.

Este segundo prisma destroe o effeito do primeiro, e deixa sair a luz perfeitamente branca.

fig. 132.^a

2.^o — Fazendo convergir (fig. 132.^a) o feixe decomposto no fóco de um espelho

espherico.

fig. 133.^a

3.^o — Fazendo convergir (fig. 133.^a) o mesmo feixe no fóco de uma lente biconvexa.

4.^o — Fazendo girar rapidamente um cartão preto, sobre o qual se achem collocadas sete tiras de papel pintado com as sete côres do espectro e na mesma ordem d'elle. — O olho então, recebendo ao mesmo tempo as im-

pressões d'estas sete côres, é como se recebesse a impressão composta d'ellas, e verá o cartão com a côr branca.

ARTIGO QUARTO.

Noticia de alguns instrumentos d'optica.

M. — Quaes são os principaes instrumentos, fundados nas propriedades e phenomenos da luz?

D. — São : a *camara escura*, o *megascopio*, e o *microscopio*.

M. — Dai-me uma idéa da *camara escura*?

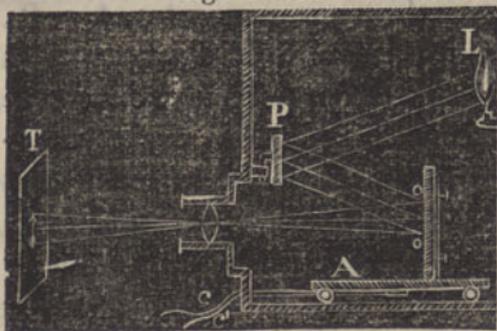
fig. 134.^a

D. — A *camara escura* (fig. 134.^a) é qualquer espaço fechado, e escuro, onde a luz penetra apenas por um pequeno orifício, e traça n'um alvo a imagem invertida do objecto. — A inversão da imagem provém do encruzamento dos raios quando atravessam o orifício. — A figura representa uma *camara escura* portatil, com a qual se tiram vistas de edificios e de paizagens, retratos etc. — O orifício é munido de uma lente convergente para a imagem sair mais clara e nitida; esta é aparada no papel, e o desenhador não faz senão contorná-la com o lapis.

M. — O que é o *megascopio*?

D. — É um instrumento (fig. 135.^a), que dá as imagens dos objectos reduzidas ou augmentadas. Colloca-se dentro de uma *camara escura* se-

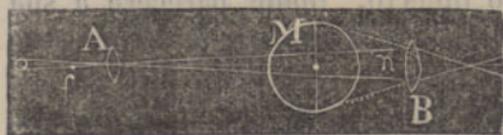
bre um estrado de rodizios *A*, o objecto *o o* (baixo-relevo, quadro, gravura etc.) que se quer copiar, o qual deve ser bem iluminado pela reflexão de um espelho *P* voltado para o sol, ou outra qualquer luz *L*. — O desenhador olha a imagem a través a lente *B* da camara, por detraz de um transparente *T*, vidro despolido, por exemplo, do qual a póde estergir para o papel. — Quanto mais proximo da lente estiver o objecto, maior parecerá a sua imagem; quanto mais distante, mais pequena se torna. — Duas cordas *c c'*, que saem fóra da camara, servem para approximar ou afastar o objecto, e graduar assim o tamanho da copia. — A lanterna magica, a phantasmagoria, o polyorama, e os quadros dissolventes são modificações do megascopio.



M. — O que é o *microscopio* ?

D. — É um instrumento que dá imagens augmentadas, e que por isso faz vêr distinctamente os objectos muito pequenos. — Ha duas espécies de microscopios: o *simples*, e o *composto*. — Toda a lente convergente é um microscopio *simples*, quando o objecto é collocado entre ella e o seu fóco. O observador vê então uma imagem virtual mais augmentada um pouco atraz do objecto. — O 4.º caso da refração nas lentes convergentes (fig. 124.^a) mostra o que dizemos aqui.

O microscopio composto (fig. 136.^a 137.^a) consta ordinariamente de duas lentes convergentes *A* e *B*, com os eixos situados na mesma recta; uma *A* mais pequena é fronteira ao objecto, e tem por isso o nome de *objectiva*: outra maior, por onde se olha, chama-se a *ocular*. — O objecto situa-se um pouco além do fóco *f* da objectiva; o olho, que estivesse em *n*, veria uma imagem real augmentada, e invertida. Olhando porém por detraz da ocular, verá

fig. 137.^a

uma imagem virtual *M*, situada entre as duas lentes, com um augmento igual ao producto dos augmentos de ambos os vidros; quer dizer, que se a objectiva augmenta o objecto oito vezes, e a ocular dez vezes, a imagem virtual será oitenta vezes o objecto.

A fig. 136.^a representa um microscopio. — *A*, é um tubo de metal, tendo em cima a *ocular*; *B*, outro tubo, que serve de estojo ao primeiro, contendo em baixo a *objectiva*; *C*, é um terceiro tubo, que serve de pé ao instrumento. O objecto colloca-se sobre a palheta *P* chamada o *porta-objecto*; *L*, é um espelho concavo, destinado a reflectir a luz sobre o objecto, quando este é transparente; *I*, é uma lente biconvexa, que converge a luz sobre o objecto, quando este é opaco.

PARTE SEPTIMA.

SOM.

ARTIGO PRIMEIRO.

*Produção, comunicação, velocidade
e qualidades do som.*

MESTRE. — A que chamais *som* ?

D. — Dá-se este nome á sensação que experimenta o ouvido, quando é impressionado pelo movimento vibratorio dos corpos.

M. — O que é o movimento vibratorio dos corpos ?

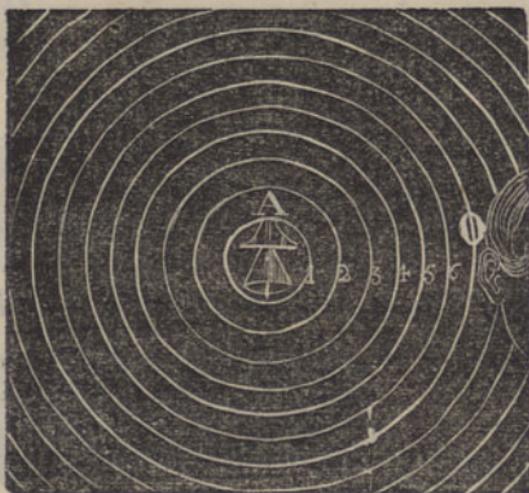
D. — É aquelle estremeamento, oscillação, ou vaivem, em que entram as moleculas dos corpos, quando uma causa qualquer as ferio, ou tirou do seu estado de quietação. — Todo o corpo que sôa, tem pois as suas moleculas em tremor, ou vibração. — Tangendo um sino, uma corda de rebeca, um copo etc., vêem-se distinctamente vibrar em quanto sôam.

M. — Mas quasi sempre, quando se produz um movimento vibratorio, acha-se o ouvido a uma

certa distancia d'elle; quem é que lh'o faz passar, ou transmite então?

D. — Todos os corpos elasticos, que do centro de vibração se continuarem até ao ouvido. — Assim um sino *A* (fig. 138.^a), que toca, um canhão

fig. 138.^a



que se dispara, ao passo que vibram, põem também em vibração a camada de ar mais proxima, esta passa as vibrações á immediata, esta á terceira camada, a terceira á quarta, e assim successivamente até á camada que contacta com o ouvido *O*. — As vibrações sonoras succedem-se n'estes casos umas ás outras, exactamente como ás ondas em circulos concentricos, que uma pedra faz levantar caindo na superficie de um lago tranquillo; e assim como estas vão morrendo, á medida que se alargam até se confundirem com o nivel do liquido, tambem as ondas sonoras enfraquecem com o raio do circulo em que se fazem, o que quer dizer, que a intensidade do som diminue

com a distancia do lugar em que foi produzido.

M. — Que tempo gasta o som em se commu-
nicar de um lugar para outro?

D. — É variavel conforme o gráo de densida-
dê que tem o meio, em que elle se propaga. Se
o meio é solido, as vibrações sonoras succedem-se
mais velozmente, do que sendo liquido ou gazo-
so. — Escutando um mesmo som, produzido na
extremidade de tres compridos cylindros (fig. 139.^a)
um *A* ôco cheio de ar, outro *B* ôco cheio de a-
gua, e o terceiro *C* solido, maciço, o ouvido per-

fig. 139.^a



ceberá tres sons
distinctos e suc-
cessivos ; o 1.^o
é dado pelo cy-
lindro maciço ; o
2.^o, pela agua ; o 3.^o, o mais atrazado, é dado pe-
lo ar. — A velocidade do som no ar á tempera-
tura de 16.^o centigrados, é de 340 metros por cada
1'' de tempo. — De maneira que, se entre o ins-
tante em que vemos um relampago, ou o clarão
de um tiro de peça, e aquelle em que ouvimos o
trovão, ou o tiro, mediar, por exemplo, 20 se-
gundos, podêmos concluir que a trovoada ou a pe-
ça distam de nós $340^m \times 20 =$ ou 6800 me-
tros.

M. — Que qualidades ha a considerar no som ?

D. — As qualidades, que fazem distinguir os
sons, são o *tom*, a *intensidade* e o *timbre*.

M. — O que é o tom, e de que depende ?

D. — *Tom* é o gráo maior ou menor de *agu-
dez*, ou *gravidade* do som. Depende do numero
das vibrações que o corpo soante faz na unidade
de tempo, em 1'', por exemplo. — O som é *alto*

ou *agudo*, quando é produzido por um grande numero de vibrações. É *grave* ou *baixo*, quando o numero de vibrações, que o formam, é pequeno. O som mais *grave*, que o ouvido póde apreciar, conta quinze vibrações por 1''; o mais *alto* chega até 48,000. — Abaixo do 1.º numero, e acima do 2.º o som cessa de ser *claro*, e se denomina *ruido* ou *susurro*.

M. — De que depende a intensidade do som?

D. — A intensidade do som depende da grandeza ou amplitude das vibrações do corpo soante. — A corda de um rabelião, afinada por uma certa nota e tocada com força, fará vibrações extensas, e dará um som *forte*; ferida levemente, as vibrações mal se distinguirão, e o som será *fraco*; porém em um e outro caso a *nota* dada será a mesma; o que prova, que o tom nada tem com a intensidade do som.

M. — Quaes são os corpos que dão e propagam os sons com maior intensidade?

D. — São os corpos de maior densidade; por isso que as ondas sonoras são tanto mais cheias, quanto maior é o numero das moleculas a vibrar. — Os solidos são pois os que dão ou passam o som com mais fortaleza; vem depois os liquidos; e em ultimo logar os gazes. — É esta a razão, porque no alto das montanhas, em que o ar é raro, a artilheria causa menos estrondo do que nos valles; porque de noite, em que o ar se faz mais denso pelo resfriamento, os sons se ouvem melhor; porque applicando o ouvido no chão se percebe a marcha do inimigo a grande distancia; porque, finalmente, as pancadas de um relojo se sen-

tem mais claras, pousado em cima de uma mèsã, e mais fracas em cima de uma almofada,

M. — Que influencia tem na intensidade do som, a figura do espaço, em que elle se produz?

D. — N'um espaço aberto e illimitado, como é, por exemplo, a atmospherã, a intensidade do som diminue com o quadrado da distancia. Quer dizer que á distancia de 2, 3, 4, 5, etc., metros do lugar em que o som se produzio, a sua intensidade serã $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{9}$, $\frac{1}{16}$, $\frac{1}{25}$ etc., do que era no principio.

N'um espaço fechado a intensidade do som é sensivelmente a mesma, qualquer que seja o seu comprimento, uma vez que o seu diametro não varie. — Assim, se nã extremidade de um cano ou cylindro de 900 metros de comprido se fallar em voz baixa, outra pessoa, escutando na extremidade opposta, ouvirã, como se as palavras lhe fossem pronunciadas ao ouvido. — É n'este principio que são fundados os *teléfonos*, ou *telegraphos acusticos*.

M. — O que é o *timbre*?

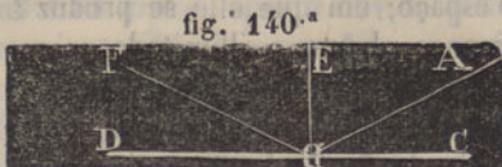
D. — Timbre é aquelle caracter, ou sabor particular dos sons que os faz distinguir, quando são dados por differentes instrumentos, apesar de terem o mesmo tom e a mesma intensidade. — O timbre parece depender da natureza particular do corpo vibrante.

ARTIGO SEGUNDO.

Reflexão do som.

M. — Como se opéra a reflexão do som?

D. — O som reflecte-se como a luz e o calorico. Uma onda sonora *AB* (fig. 140.^a), encontrando uma superficie resistente *CD*, retrocede, formando,



com a normal *EB*, um ângulo *ABE* de incidencia, igual ao ângulo de reflexão *EBF*.

— Se o reflectidor não é substancia molle e fofa, envia a onda reflexa com a mesma força com que recebem a onda incidente; e por uma illusão analogá á de reflexão da luz nos espelhos planos, o ouvido, que recebe a onda reflexa, julgará que o som vem do reflectidor, ou teve ali a sua origem. — Esta especie de reflexão do som, que o reproduz de um modo distincto e igual ao primitivo, chama-se *echo*. — Quando o reflectidor absorve uma parte da força das vibrações, a onda reflexa não reproduz claramente o som primitivo, apenas o murmura confusamente; a reflexão toma então o nome de *resonancia por reflexão*.

M. — Que influencia tem na qualidade do echo a distancia do reflectidor?

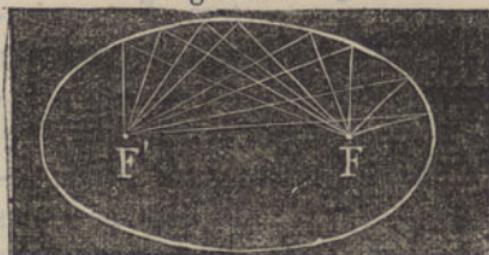
D. — O echo de uma syllaba nunca pôde ser perfeito, senão quando entre a pronuncia do som directo e a audição do som reflectido mediar $\frac{1}{10}$ de segundo, afim de se não sobreporem ou confundirem as duas impressões. Para isso é necessario que a pessoa diste do reflectidor 17 metros, afim de que a onda, sonora na ida e na volta, percorrendo $\frac{1}{10}$ de 340.^m, ou 34.^m, gaste effectivamente aquelle tempo.

Se a palavra consta de 2, de 3, 4, ou mais syllabas, por igual razão será necessario que o in-

dividuo se afaste do reflectidor 2, 3, 4, ou mais vezes 17 metros.

M. — Que influencia tem no echo a figura do reflectidor?

D. — Se o som é produzido entre dois planos paralelos, como, por exemplo, entre duas paredes elevadas (fig. 141.^a), reflecte-se um grande numero de vezes, e o echo torna-se *multiplo*.

fig. 141.^afig. 142.^a

Se o reflectidor tem a figura de uma ellipse (fig. 142.^a) e o som é produzido em um dos focos *F*, as ondas reflexas irão todas concorrer no outro fóco *F'*. — As casas de paredes ou tectos

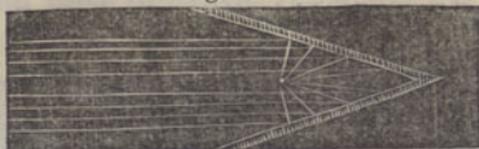
elypticos apresentam esta especie de echo, e se chamam *casas* ou *gabinetes fallantes*. N'uma casa d'estas, dois individuos collocados nos focos podem corresponder-se a meia voz um com outro, sem que as pessoas, que occupam o resto da sala, percebam uma palavra da sua conversação.

fig. 143.^a

Se o reflectidor tem a figura parabolica (fig. 143.^a), e o som é produzido no fóco *F*, todas as

ondas reflexas se dirigem parallelamente ao eixo da parabola. — Esta figura é a mais propria para

as salas de musica, porque achando-se a orchestra no fóco, todos os espectadores gozam igualmente d'ella. — A figura conica (fig. 144.^a) opéra a reflexão do



som da mesma maneira. — As ondas reflexas saem paralelas ao

eixo do cone. — A busina, ou porta-voz (fig. 145.^a), de que se



usa a bordo para fallar de um navio para outro, tem a figura combinada das duas precedentes, afim de levar o som

encanado a bastante distancia. — A corneta acustica (fig. 146.^a), e as orelhas dos animaes (fig. 147.^a) reforçam a audição, porque, recebendo pe-

fig. 146.^afig. 147.^a

lo bôjo as ondas sonoras paralelas ao seu eixo, reflectem-nas para o interior do ca-

nal do ouvido.

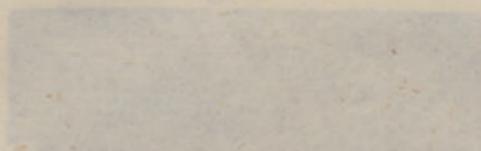
FIM DA PHYSICA.

COMPENDIO POPOLARE

PHYSICA E CHIMICA.

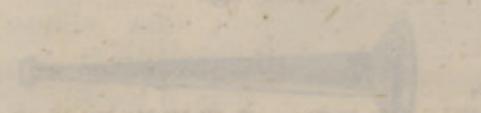
as salas de música, porque chegando-se a orquestra no fôco, todos os espectadores ficam igualmente à escuridão. — A figura mostra (fig. 144) o

fig. 144



espaço do cone. — A letra, em ponto fino (fig.

fig. 145



de que se trata a figura para indicar de um modo mais claro a natureza da reflexão. — A letra, em ponto fino (fig. 146) mostra o espelho que reflete a luz para o espelho principal. — A letra, em ponto fino (fig. 147) mostra o espelho que reflete a luz para o espelho principal.

PHYSICA E CHIMICA



de que se trata





RÓ
MU
LO



1329658905

CENTRO CIÊNCIA VIVA
UNIVERSIDADE COIMBRA

