

25

10/11/12

2/02



DONO EREDI DI
NICOLA E NICOLETTA GATTINI

1861/60

TRATTATO ELEMENTARE
O V V E R O
PRINCIPJ DI FISICA

Fondati sulle conoscenze le più certe, tanto
antiche che moderne, e confermati
colla sperienza

DEL SIGNOR
B R I S S O N

*Membro dell' Instituto Nazionale delle Scienze
e delle Arti, e Professore nelle scuole
centrali di Parigi*

NUOVA TRADUZIONE ITALIANA FATTA
SULLA TERZA EDIZIONE FRANCESE

*Corretta riveduta ed accresciuta dall' Autore,
ed arricchita di note dal Professore di Fisica
e Chimica, e Maestro di Matematiche
nella Reale Accademia Militare*

ANTONIO BARBA.

T O M O II.

Per uso di Michel Gattini 1817

N A P O L I 1802.

A spese di Antonio Rossiguzzi, alla strada
di S. Biaggio de' Libraj num. 122.
Con approvazione.



GATTINI

T
36/2

III

T A V O L A

DE' CAPITOLI DI QUESTO SECONDO VOLUME.

CAPITOLO VIII. Dell' Idrodinami-	
<i>ca</i>	277
<i>Dell' Idrostatica , o della gravità e</i>	
<i>dell' equilibrio de' fluidi</i>	278
<i>Gravità ed equilibrio di un fluido</i>	
<i>solo ed omogeneo</i>	283
<i>Gravità ed equilibrio di più fluidi</i>	
<i>di densità differenti</i>	297
<i>Gravità ed equilibrio de' solidi im-</i>	
<i>mersi ne' fluidi</i>	315
<i>Fenomeni de' tubi capillari</i>	343
<i>Dell' Idraulica , o sia del moto de'</i>	
<i>fluidi</i>	358
<i>Scolo de' fluidi o liquori per de' pic-</i>	
<i>coli orifizj</i>	381
<i>De' getti d' acqua</i>	398
<i>Delle trombe</i>	410
<i>Moto delle acque ne' tubi di con-</i>	
<i>dotta</i>	424
<i>Moto oscillatorio dell' acqua in un</i>	
<i>sifone</i>	444
	Moto

<i>Moto oscillatorio dell' acqua nelle onde</i>	447
<i>Moto delle ruote mosse dall' urto dell' acqua</i>	451
<i>Moto delle ruote mosse dal peso dell' acqua</i>	458
CAPITOLO IX. Della meccanica statica	464
<i>Della Leva</i>	475
<i>Della girella</i>	494
<i>Delle Ruote</i>	510
<i>Del verricello</i>	525
<i>Dell' Argano</i>	529
<i>Del Martinetto</i>	536
<i>Del Piano inclinato</i>	539
<i>Del Cuneo</i>	547
<i>Della vite</i>	555
<i>Della vite perpetua</i>	559
<i>Delta vite d' Archimede</i>	567
<i>Delle resistenze che provano le macchine quando sono vicine a muoversi</i>	570
<i>Della rigidità delle funi</i>	572
APPENDICE dell' Annotatore. pag.	222



TRATTATO ELEMENTARE DI FISICA

C A P. VIII.

Dell' Idrodinamica.

277 **L**' Idrodinamica è una scienza che ha per oggetto la gravità e l'equilibrio de' fluidi, ed il moto de' stessi. Si vede da questa definizione, che l' Idrodinamica comprende l' Idrostatica e l' Idraulica.

L' Idrostatica considera l' equilibrio de' fluidi in quiete, distruggendo quest' equilibrio.
Tom. II. A brio

brio ne risulta un moto; ed ecco donde incomincia l'Idraulica.

*Dell' Idrostatica, o della gravità,
e dell' equilibrio de' fluidi.*

278 Si chiama *Idrostatica*, la scienza che ha per oggetto la gravità e l'equilibrio de' fluidi, com' anche la maniera colla quale si equilibrano in questi fluidi i corpi che vi sono immersi. *Archimede* è tra gli antichi colui che ha fatti i più gran progressi in questa scienza. Presentemente l'onoriamo ancora per la maniera ingegnosa colla quale riconobbe che una corona di oro non era a quel grado di finezza che doveva, pesandola idrostaticamente. Tra i Moderni, al *Galilei*, *Torricelli*, *Descartes*, *Pascal*, *Guglielmini*, e *Mariotte* dobbiamo esser debitori delle più belle conoscenze in questa materia, e le loro sperienze, tanto convincenti, quanto curiose, ci hanno posto nello stato di sapere quello che dobbiamo aspettarci o temere dalla forza delle acque che agiscono pel loro peso; e come possiamo impiegarle a nostro vantaggio, per mezzo delle macchine idrauliche.

279 Noi abbiamo quassù detto (226), che la forza che fa cadere i corpi verso
la

la terra, è la sola causa del loro peso; e che pe' sforzi che questi corpi continuamente, fanno per obbedire a questa forza gravitano sugli ostacoli che gli si oppongono. I fluidi i quali, del pari che i corpi solidi, sono comandati dalla gravità, debbono operare precisamente lo stesso: essi gravitano su di tutti gli ostacoli che si oppongono alla loro caduta. Ma a cagione della loro fluidità, gravitano differentemente da' corpi solidi, e ne risultano de' fenomeni del tutto particolari, e che c' importa di conoscerle.

280 I fluidi sono sostanze le di cui parti sono mobili tra loro, non hanno affatto, (a) o quasi niente di coesione le une colle altre, e muovonsi le une indipendentemente dalle altre. In questa definizione sono compresi i fluidi grossolani, come per esempio, un cumulo di frumento, un mucchio

A 2

di

(a) I fluidi non sono un semplice aggregato di piccole particelle mobilissime che agiscono indipendentemente le une dalle altre, ma una vera composizione di queste particelle colla materia del calore, mercè la quale la forza vicendevole delle parti vien ad essere diminuita in maniera, che ogni parte al menomo cenno si stacca dalle altre; e ciascuna può facilmente abbandonando le altre secondare i movimenti della gravità.

di sabbia, ec., ed i fluidi delicati, come l'aria e gli altri fluidi aeriformi. Possonsi anche comprendere i liquori; poichè tutti i liquori sono fluidi; ma tutti i fluidi non sono necessariamente liquori. Affinchè un fluido sia liquore, bisogna che le sue molecole siano estremamente piccole, e che possansi muovere le une indipendentemente dalle altre con molta libertà, affinchè quelle della superficie superiore si collochino tutte in un piano parallelo all'orizzonte; come il vino, l'acqua, ec. Non succede lo stesso de' fluidi grossolani: l'insieme forma un cono più o meno troncato, secondo che esso più o meno si allontana dalla fluidità perfetta. Ma i fluidi delicati, la di cui fluidità uguaglia quella de' liquori si comportano come questi nella loro gravità e nel loro equilibrio: essi seguono le stesse leggi. Non parleremo quindi dunque che de' fluidi delicati e de' liquori.

281 Tutto ciò che è liquido non lo è egualmente; ecco perchè quello che esigono le leggi dell'idrostatica che noi passiamo a stabilire s'è egue con tanto meno di esattezza, quanto più queste sostanze si allontanano dalla liquidità perfetta. L'acqua e l'olio si spandono, se i vasi che gli contengono si rovesciano o si rompono;

no; ma l'effusione dell'olio è più lenta di quella dell'acqua, poichè le particelle dell'olio tra loro hanno maggior coesione che non ne hanno quelle dell'acqua. E principalmente dall'estrema piccolezza delle molecole de' liquori e de' fluidi delicati, e dalla loro grandissima mobilità dipendono i più singolari effetti dell'idrostatica.

282 Per facilitare l'intelligenza di questa materia, noi la divideremo in tre parti. Nella prima esamineremo in qual maniera agisce la gravità di un solo fluido, e del quale tutte le parti sieno omogenee, o possano essere considerate come tali, nella seconda vedremo come gravitano, e compongonsi all'equilibrio insieme più fluidi di densità differenti. Nella terza esamineremo come i corpi solidi mettonsi in equilibrio co' fluidi dentro de' quali s'immergono.

Gravità ed equilibrio di un fluido solo ed omogeneo.

283 Noi dobbiamo esaminare in questo luogo la maniera colla quale un liquore, o un fluido in generale preso separatamente e senza paragonarlo ad altri esercita la sua gravità sugli ostacoli che lo ritengono, e come si mette in equilibrio con lui stesso.

6 *Trattato elementare*

284 *Le parti di un medesimo liquore esercitano la loro gravità le une indipendentemente dalle altre.* Questa proprietà deriva da che esse non hanno niente coesione tra loro. Lo che è differentissimo dalla maniera di gravitare de' corpi solidi; le loro parti essendo tra se aderenti, pesano tutte in comune. Perciò l'urto di un corpo solido è differentissimo da quello di un liquore. Si teme la caduta di un pezzo di diaccio di una libbra che cadesse sulla testa; e non si ha paura di essere offeso da una libbra di acqua. Quest'ultima sostanza, cammin facendo si divide per la resistenza dell'aria, che ritarda più alcune parti, che altre; e la velocità della massa totale è anche più ritardata per cagione di questa divisione, di quello che senza di questa non lo sarebbe stato. Così divisa si applica ad una superficie maggiore, che divide il suo sforzo: mentre che un solido non urta che un piccolo spazio, che riceve l'intero sforzo. Ecco perchè un corpo angolato che cade sulla testa fa più male, che un corpo piatto dello stesso peso, e che cade dalla stessa altezza.

285 Da un tal principio ne segue, che se ad un vase pieno di un liquore si fa un foro nel fondo, per impedire lo scolo di questo liquore, non si deve vincere che il

Di Fisica. 7

il peso della colonna del liquore che corrisponde al foro; e che questo peso da superarsi è lo stesso, tanto se non siavi realmente, che questa colonna di liquore, quanto se il vase ne sia pieno.

Esperienza. Sia il vaso cilindrico AB (fig. 33) forato nel suo fondo con un foro C, guernito di una viera cilindrica D di rame B di un pollice di diametro che si turi con uno stantuffo G ben aggiustato alla viera, e ben ingraffato affinchè possa cedere ad una mediocre pressione. Questo stantuffo viene sostenuto da un piccolo tronco GH, attaccato in H ad un fil di seta che attraversa la carrucola M, della quale è guarnita l'estremità della leva MN, che ha il suo centro di moto in L. L'altra porzione di girella N che termina l'altra estremità della leva è similmente involuppata da un filo di seta dal quale pende un piccolo bacino I. Sulla viera D si aggiusta un tubo cilindrico di vetro FE, il di cui diametro interiore è uguale a quello della viera, e la di cui altezza quando è in sito ne pareggia quella del vaso AB. Disposto così il tutto si riempie di acqua il tubo EF; e si mettono nel bacino I de' pesi tali che possono essere sollevati dal peso della colonna d'acqua quando il tubo è pieno, e tali anche, che im-

A 4 pedi-

pediscano l' embolo e la colonna d' acqua di abbassarsi bisogna solamente che il tubo EF sia vuoto un mezzo pollice . In seguito si toglie il tubo EF , si mette l' embolo G nella viera D; e si versa dell' acqua nel vaso . Si osserva che il pelo ed il bacino I non sono innalzati , se non quando il vase AB è intieramente pieno . Dunque non si ha che lo stesso peso a superare tanto se siavi sull' embolo G una colonna di acqua quanto la sua grandezza , quanto se il vaso AB ne sia pieno . Dunque in quest' ultimo caso questa colonna esercitò la sua gravità indipendentemente dal resto .

286 Per rendere di ciò ragione , figuriamoci tutta la massa dell' acqua contenuta in un vaso divisa in più colonne 1 , 2 , 3 , 4 , 5 , (*fig. 34*) ciascuna delle quali è composta di un egual numero di parte . Se il fondo del vaso che serve di base e di appoggio a tutte queste colonne , si aprisse in *a* , la colonna 3 , non essendo più sostenuta scorrerà per l' apertura , strisciando tra le due colonne 2 e 4 , che sono sostenute dalle parti *b* e *c* del fondo del vaso , e delle quali tutte le parti mobili divengono tanti piccoli curri , che non arrecano che uno stropiccio della seconda specie (97) non ritardando molto la sua discesa . Quest' effetto risulta dalla po-

ca coesione tra loro (280) . Se le colonne 1 , e 2 da una parte , e 4 e 5 dall' altra fossero composte di parti tra loro aderenti , dimorerebbero per tutta la loro lunghezza tali quali lo farebbero , per esempio , le candela di cera ; e per la caduta della colonna 3 si farebbe tra loro un vuoto . Ma siccome tutte queste parti sono estremamente piccole , e le une mobilissime sulle altre , subito che la parte superiore della colonna 3 viene ad abbassarsi , esse scoscendono non essendo più sostenute da quel lato : e di questa maniera , la superficie della massa totale si abbassa tutt' insieme , sebbene non siavi che una sola colonna che somministri lo scolo per la sua discesa . Quando le parti sono viscosi , come quelle de' liquori grassi , o che la massa del fluido che scola è molto larga per rapporto alla sua altezza , si vede molto bene il vuoto che lascia al di sopra di essa la colonna che discende ; poichè allora la superficie a luogo di esser piana , e incavata nel mezzo , e prende la figura di un imbuto (360) poichè le parti vicine non giungono con molta velocità a rimpiazzar quelle che una gravità diretta fa discendere : di più la pressione dell' aria al di

di sopra del foro è maggiore della sua resistenza al di sotto.

287 E facile il conoscere, da quello che abbiamo detto (285), come la liquidità arreca de' cambiamenti agli effetti della gravità. Se, il vase, AB (*fig. 33*) essendo pieno di acqua, ed avendone tolto il tubo EF, si vuol sollevare l'embola G, non si ha a sostenere che il peso della colonna di acqua che vi sopra sta, perchè questa colonna può muoversi indipendentemente dal resto: ma se tutta la massa di acqua si convertisse in diaccio, per la sola ragione che essa non sarebbe più liquida, e che tutte le sue parti sarebbero tra loro aderenti, per sollevare l'embolo si dovrebbe sostenere il peso della massa totale.

283 I liquori esercitano la loro pressione per tutti i versi. Cioè a dire che non solamente gravitano, come lo fanno gli altri corpi dall'alto in basso; ma premono anche con tutto il loro peso gli ostacoli che incontrano lateralmente, e da basso in alto. Ecco perchè una botta piena di olio liquido si vuota, quando si fora in un lato. Se l'olio fosse congelato, essa non si vuoterebbe: in quest'ultimo caso, l'olio farebbe un corpo solido: ora i corpi solidi

di non gravitano che da alto in basso e non già lateralmente.

289 Per concepire questa pressione laterale, come pure quelle che i liquori esercitano dal basso verso l'alto, bisogna porre attenzione che le loro molecole sono come un'ammasso di piccoli globettini che fossero contenuti in un vase: facilmente si concepisce che questi piccoli globettini non vi sono tutti regolarmente disposti e gli uni in fila cogli altri, come qualsù l'abbiamo supposto (*fig. 34*). Ma che il più delle volte una colonna esercita la sua pressione tra due altre, e tende ad allontanarle, come si può vedere nella (*fig. 35*), in dove la pressione perpendicolare che si fa d'accanto al punto *d* è trasportata dalle colonne laterali verso i lati *e, f* del vase; in maniera che se il vase fosse in questi luoghi aperto, il liquore se ne uscirebbe per la mobilità grande delle sue parti. Farei lo stesso ragionamento per render ragione della pressione dal basso all'alto: quando la colonna *df* tende ad allontanare le due molecole *g, h*, la molecola *g* non può andare più lontano, perchè essa è appoggiata contro le pareti del vaso, ma la molecola può essere sollevata dal basso verso l'alto, a meno che una colonna uguale alla colonna *ik*, o qualche

cosa di equivalente non graviti sopra di essa per contenerla.

290 Per questo principio l'acqua, innalzata dalla pompa della Samaritana, o dalla pompa della Vergine, dopo di essere di celsa dal bacino in un tubo verticale, ed in seguito dopo di essere orizzontalmente scorsa in un altro tubo sotto del pavimento, risale per un terzo tubo fino alla fontana. Per questo stesso principio si può indifferentemente riempire un vase o per l'imboccatura, o pel fondo praticando il quest'ultimo de' forami guarniti di aninelle, come si fa nelle grandi secchie, delle quali se ne servono per attignere l'acqua da' pozzi di *Bicetre* senza di questo si sarebbe nell'obbligo d'inclinare queste secchie per empirle; lo che riuscirebbe incomodo a motivo della loro lunghezza.

291 Da ciò anche ne segue che quando si costruiscono gli argini, i serbatoi, o altre opere idrauliche per contenere l'acqua, bisogna proporzionarle alla pressione laterale che esse debbono provare, la qual pressione è tanto maggiore, quanto più considerevole è l'altezza dell'acqua. Ecco perchè bisogna che tali manufatture sieno più spesse, e più forti nel basso che nell'alto. Bisogna prendere presso a poco le stesse precauzioni pe' fluidi grossi (230),
i qua-

i quali potrebbero affondare, sia per la piccolezza delle loro parti, sia per la poca forza colla quale si tengono unite. Le mura destinate a ritenere i terrazzi; debbono dunque esser molto forti per resistere alla spinta laterale delle terre; la quale spinta tanto sarà maggiore, quanto meno aderenti saranno le terre, e più alti i terrazzi.

292 Tutte le parti di uno stesso liquore sono tra loro in equilibrio, sia in un vaso solo, sia in più che comunicano insieme quando le loro superficie superiori sono in uno stesso piano parallelo all'orizzonte. Quest'è una conseguenza di quello che noi abbiamo quassù detto (289): perchè, dovendo la molecola *h* (fig. 35) esser sollevata dal basso in alto, a meno che una colonna uguale alla colonna *ik* non graviti su di essa per contenerla; dunque, finchè vi sia equilibrio, bisogna che le estremità superiori di queste due colonne sieno in uno stesso piano orizzontale, o in due punti ugualmente distanti dal centro della terra, i quali punti non possono trovarsi in una linea retta: a 1000 tese di distanza avvi circa un piede di differenza. Questa proprietà de' liquori fa che l'acqua che conduciamo a noi per mezzo de' canali sotterranei, risale tant'alto, quanto il luogo del

dal quale essa viene, qualunque siasi la profondità per ove si faccia passare. Ordinariamente si dà una mezza linea d'inclinazione per tesa, per vincere la resistenza degli attriti (105); nulladimeno, da quello che abbiamo detto se ne ricava che ciò non è assolutamente necessario: per quanto lungo fosse il cammino, l'acqua arriverebbe tant' alto quanto il luogo dal quale essa viene; gli bisognerebbe solamente un poco più di tempo. Ciò può renderci anche ragione delle sorgenti che delle volte si trovano nelle cime delle montagne. Queste acque debbono venire dalle montagne più alte (siano vicine, o lontane) per canali sotterranei, che presso a poco hanno la forma de' sifoni ricurvi. Da questo equilibrio ne segue, che, se si hanno più serbatoi che comunicano insieme, basta vederne un solo, per giudicare dell'altezza dell'acqua negli altri: essa sarà sicuramente alla stessa altezza in tutti.

293. Noi abbiamo detto (292) che affinché le parti di uno stesso liquore siano in equilibrio, bisogna che le loro superficie superiori sieno in uno stesso piano parallelo all'orizzonte. Donde ne segue che quando la superficie dell'acqua è molto estesa, essa è sicuramente e sensibi-

bilmente convessa (a). Ciò facilmente si osservava nel mare: si vedono gli alberi in un vascello lontano prima che si possa percepire il corpo della nave, nella guisa stessa che sulla terra e nel piano si percepisce l'alto del campanile di una città, prima di vederne le case. La ragione di questo è che noi non possiamo vedere che in linea retta; e che la convessità della terra o del mare interrompe i raggi visuali che vengono dalle parti basse, ad una distanza ove quello che viene dalle parti alte è libero di arrivare all'occhio dello spettatore.

294. I liquori esercitano la loro pressione, tanto perpendicolare che laterale, non in ragione

(a) Se i liquidi si raccolgono in vasi dimezzati o ripieni si osservano molte varietà nella superficie, di essi sempre lontanissime dall'idea del piano. Poichè siccome in realtà le loro particelle reciprocamente agiscono tra loro e con le interne pareti de' vasi: ne segue che ne vasi perfettamente ripieni non sono esse spianate a livello, ma sostengono in una superficie alquanto convessa; e ne vasi notta affatto ripieni, o dimezzati scortesi sollevati intorno al di sopra del loro livello, conformandosi perciò in una superficie concava. Imperciocchè in questo caso l'azione reciproca delle interne pareti del vaso col fluido ivi compreso prevale all'azione interna delle parti del fluido, come di tutti i fluidi interviene eccettocchè del mercurio.

gione della loro quantità, ma in ragione della loro altezza al di sopra del piano orizzontale, e della larghezza della base che si oppone alla loro discesa. Cioè a dire che se voi riempite di acqua più vasi i quali sieno tutti della stessa altezza e di fondi uguali, tutti questi fondi saranno ugualmente caricati, qualunque sieno la forma, e la capacità di questi vasi. Supponghiamo che si riempino di acqua i tre vasi ABCD

Fig. 36. 37. (fig. 36), EFGH (fig. 37), LMNO-

Fig. 38. PQ (fig. 38), le altezze de' quali AB, IF, LT sieno le stesse, e che abbiano tutti uguali fondi BC, EG, NO. E' provato dalla sperienza, che tutti questi fondi sono ugualmente caricati, sebbene le quantità di acqua che riempiono i vasi sieno differentissime. Nel vaso (fig. 36), il

Fig. 36. fondo BC è caricato di tutta la massa di acqua ABCD: in questo il liquore pesa come un solido: supponiamo che il suo

Fig. 37. peso sia di sei libbre. Nel vase (fig. 37), è facile il concepire da quello che abbiamo detto quassù (285), che il fondo FG non è caricato che di sei libbre, sebbene la capacità di questo vaso sia molto maggiore di quella del primo: poichè questo

Fig. 36. fondo FG non sostiene che la colonna TF-GK uguale a quella del vaso (fig. 36), la qual colonna esercita la sua gravità indipen-

dipendentemente dal retto (284), che è sostenuto da' pareti EF, HG del vase (fig. 37). La difficoltà dunque consiste ad intendere, come nel vase (fig. 38). Fig. 37. 38 il fondo NO è anche caricato di sei libbre, sebbene una libbra di acqua basti forse per riempire un tal vase. Ecco come ciò si può far comprendere. E' certo che sulla porzione FV del fondo NO, avvi una pressione uguale a quella di una colonna di acqua, la di cui base è l'estensione TV, e l'altezza LT. Se su di tutte le altre simili porzioni dello stesso fondo, siavi una pressione uguale a quella di questa colonna LTVQ, questo fondo e da per ogni dove ugualmente caricato. Or, per esempio, sulla porzione VX avvi una pressione uguale a quella di una colonna di acqua QV-XB, la quale anch' essa è uguale alla colonna LTVQ: poichè la piccola colonna di acqua PVXS, che vi poggia sopra tende ad elevarsi per la pressione della colonna vicina LTVQ (289), e con una forza uguale all'eccesso LMPQ di questa gran colonna sulla piccola: essa preme dunque la parte PS del fondo superiore con questa forza. Ma la reazione è uguale alla compressione (112). La parte PS reagisce dunque con una forza uguale all'eccesso LM'Q della gran colonna sulla piccola. Dunque avvi sulla porzione VX del fondo

NO una pressione composta da quella della piccola colonna di acqua PVXS, e dalla reazione della parte PS uguale alla pressione di una colonna di acqua QPSR, le quali due, insieme prese pareggiano la pressione della colonna LTVQ. Quello che dico della porzione VX si può anche dire di tutto il resto. Dunque il fondo del va-

Fig. 38. so (fig. 38), è in ogni parte ugualmente caricato; dunque, ec..

295 Da ciò ne segue una proposizione che da principio sembra un paradosso, ma che è ugualmente certa, e che influisce considerabilmente su quasi tutte le macchine idrauliche; cioè che la stessa quantità di acqua può fare uno sforzo due o trecento volte maggiore o minore, secondo la maniera colla quale essa è adoprata. Per esempio, se s'impieghi la quantità di

Fig. 37. acqua che può contenere il vaso (fig. 37) in un vaso simile a quello della (fig. 38)

Fig. 38. ma molto alto per contenerla tutta, la pressione del fondo NO sarebbe considerabilmente maggiore che sul fondo FG.

296 Da quello che abbiamo detto (294) ne segue anche, che si può fare crepare

Fig. 39. una botte TO, (fig. 39), di già piena caricandola di qualche libbra di acqua, posta in un tubo AB, lungo di 25 e 30 piedi. Da quello che abbiamo detto del

del vaso (fig. 38) è chiaro che questa Fig. 38. piccola quantità di acqua che riempie il tubo AB, carica il fondo della botte tanto, quanto se gli si fosse aggiunta una colonna di acqua grande quanto la botte stessa, e lunga quanto il tubo: il qual peso sarebbe enorme.

Gravità ed equilibrio di più fluidi le densità de' quali sono diverse

297 Noi abbiamo quassù detto (280), che i fluidi sono ammassi di piccoli corpi mobilissimi tra loro, gli uni indipendenti dagli altri, che gravitano separatamente ed in proporzione delle loro piccole masse. Bilogna aggiungerci che ciascuno di questi piccoli corpi è anch' esso un' unione di piccole particelle molto più delicate, e fortemente aderenti fra loro. Le figure e le grandezze di queste piccole particelle, come anche le figure de' piccoli corpi che esse compongono, cagionando più o meno vuoto nel miscuglio, ed in conseguenza una maggiore, o minore porosità (15); ne risultano de' fluidi, o de' liquori di differenti densità.

298 La differenza del peso o della densità basta per separare le parti di più fluidi o liquori che si sono insieme mescolati; scilicet

tre più forti ragioni non impediscono un tal effetto. Noi abbiamo qui sopra detto che le parti de' fluidi esercitano la loro gravità le une indipendentemente dalle altre. Quelle che hanno più densità, avendo più forza per occupare il luogo più basso, obbligano dunque le altre a cedergli il loro posto, e così si fa la separazione: come quando si sono ben mescolati insieme l'acqua, e l'olio; se il misto si lascia riposare, l'acqua, avendo più densità dell'olio, l'acqua s'impadronisce della parte inferiore, e l'olio passa alla parte superiore. Se quest'effetto non ha luogo; deve attribuirsi alle cagioni che vi si oppongono. Queste cagioni sono, 1. gli attriti, i quali crescono a misura che la divisione è portata più innanzi perchè allora crescono le superficie, come quando si mescola l'acqua col vino: l'acqua, sebbene più densa del vino, non se ne separa affatto (a). 2. La viscosità delle materie, come quando si sbattono de' bianchi di uovo, e che perciò

vi

(a) Salgono i fluidi più leggieri per l'altezza di un fluido più grave, se l'affinità vicendevole non gli mescola e confonde insieme, il vino a motivo di questa forza s'incorpora talmente e si mescola coll'acqua che non se ne può più separare.

vi si mescola molt'aria: l'aria, sebbene molto più leggiera, non ha per niente la forza di rompere i suoi invogli per scapparsene. 3. L'analogia tra due liquori, che fa che essi si dividano maggiormente e provino perciò un'attrito, che compensi con usura la differenza delle densità; perchè lo spirito di vino ben mescolato coll'acqua non se ne separa; e l'olio se ne separa, ecco perchè il solo riposo basta per separare la crema, ch'è una materia grassa, dal latte ch'è una sostanza acquosa.

299 Due fluidi di densità differenti sono tra loro in equilibrio, quando avendo la stessa base, le loro altezze perpendicolari all'orizzonte sono in ragione reciproca delle loro densità o gravità specifiche. Allora le pressioni sono uguali, donde ne nasce l'equilibrio. Se si mette, per esempio, del mercurio in un sifone ricurvo, e che si versi dell'acqua in uno de' rami; per far sì che il mercurio s'innalzi nell'altro ramo di un pollice al di sopra del suo livello, bisogna che l'acqua sia all'altezza di circa 13 pollici, ed $\frac{1}{2}$. L'altezza dell'acqua sarà dunque 13 volte ed $\frac{1}{2}$ tanto grande, quanto quella del mercurio, nella guisa stessa che la densità del mercurio è 13 volte ed $\frac{1}{2}$ tanto grande, quanto quella dell'acqua.

300 I fluidi elastici o aeriformi hanno, come fluidi tutte le proprietà di queste sorte di sostanze; e si può loro applicare tutto quello che finora abbiamo detto sull'equilibrio de' fluidi. Ma essi hanno di più delle altre proprietà, dipendenti dalla loro virtù elastica, o da quella facoltà per la quale essi diminuiscono o crescono di volume, secondo che sono più o meno compressi. L'aria, della quale ne daremo qui appresso (643) l'analisi, è, tra tutti i fluidi elastici, lo più conosciuto, lo più diffuso, e l'agente lo più universale della Natura. Noi ci occuperemo della sua pressione e del suo equilibrio, e riuscirà facile l'applicare la medesima teoria alle altre specie di fluidi elastici.

301 L'aria è un fluido grave, e che esercita la sua pressione in tutti i versi, nella guisa stessa che gli altri fluidi, o liquori. Sebbene la gravità non sia un'attributo essenziale alla materia, e che noi possiamo concepirla senza questa tendenza al centro della terra, nientedimeno noi non conosciamo alcuna sostanza sullunare, che non sia grave; e non abbiamo affatto ragione di eccettuare l'aria dalla legge comune a tutti i corpi sullunari. Frattanto tutti i Filosofi antichi non conoscevano la gravità dell'aria. Essi ammettevano nella Natura due

due sorte di corpi; i corpi gravi, come una pietra, un metallo, ec. in generale tutti i corpi che abbandonati a loro stessi, si portano verso del luogo lo più basso, ed i corpi leggieri; come l'aria, la fiamma, i vapori, ec. poichè questi corpi sembrano innalzarsi nelle regioni superiori. Essi pensavano che l'aria fosse dotata di una leggerezza assoluta; e tutti gli effetti che dipendono dal suo peso, erano attribuiti all'errore che la Natura aveva, secondo essi, pel vuoto. Questa leggerezza dell'aria ha avuto un regno lunghissimo; e non sono ancora 150 anni che si sono convinti del suo peso. I fontanieri di Cosimo de' Medici Gran Duca di Firenze desiderando di far salire l'acqua a 50 o 60 piedi per mezzo di una pompa aspirante, si accorsero che l'acqua non saliva che ad una certa altezza, passata la quale, la Natura pel vuoto si conciliava col vuoto che vi si trovava, o almeno, soffriva senza dolersene questa mancanza. Questo capriccio dalla parte della Natura fu comunicato da' Fontanieri al Galilei, che vi pose attenzione, sebbene fino a quel tempo si fosse contentato, come gli altri, dell'errore del vuoto, non avendone concepiti i limiti. Assicurossi dunque, per prove replicate, che l'acqua non saliva che a circa 32 piedi nelle pompe aspiranti,

ti. e che il resto del tubo, s'era più lungo, restava vuoto. Non vi bisognò altro di più per iscagliarsi contro l'orrore del vuoto, e ben lontano dal pensare ch'esso avesse i suoi limiti, al di là de' quali si cambiava in indifferenza, cominciò a credere che questi fenomeni avevano una causa fisica molto differente da quella che si era fin allora immaginata per spiegarli. Quello che esso aveva supposto, *Torricelli*, suo discepolo, lo mise in evidenza. Esso il primo fece vedere nel 1645, che una colonna di aria presa nell'atmosfera, si mette in equilibrio con una colonna di un altro fluido, che ha la stessa base, e per non aver bisogno di un lungo tubo, in luogo di acqua, si servì del mercurio. Prese un tubo di vetro di circa tre piedi di lunghezza, di 2 in 3 linee di diametro, ermeticamente chiuso in un'estremo, ed aperto nell'altro: lo empì di mercurio puro; ed avendo otturato l'orificio col dito, rovesciò il tubo, e situò quest'estremo aperto in un vaso pieno dello stesso mercurio. Non così tosto ne ebbe ritirato il suo dito, che la colonna di mercurio che aveva da circa 36 pollici di lunghezza si ridusse alla lunghezza di circa 28 pollici. Se si paragoni adesso l'esperienza del *Galilei* a quella di *Torricelli*,

vedrassi che le colonne de' fluidi così innalzate al di sopra del loro livello, diminuiscono di lunghezza a proporzione che crescono le loro densità: si vedrà che la causa che innalza l'acqua a 32 piedi non può sostenere il mercurio che a 28 pollici. Sapendosi anche che queste colonne si tra loro differenti in lunghezza, hanno pesi perfettamente uguali, non siamo forzati a riconoscere che quest'effetto è quello di un equilibrio? e qual'è la potenza che può fare equilibrio a queste colonne sospese, se non è questa l'aria che preme pel suo peso su della cisternetta? Questo giudizio ne ricavò *Torricelli*, e ne ricavarono dopo lui, quasi tutti i Fisici.

302 *Pascal* aggiunse anche alle prove di *Torricelli*. Ecco il ragionamento ch'esso fece „. Se l'aria e la cagione di questo „ fenomeno, lo è perchè essa è grave e „ fluida: la sua pressione dee dunque farsi „ come quella de' liquori; essa deve diminuire o aumentare, secondo la sua altezza; e le colonne de' liquori colle quali si porranno in equilibrio, faranno sempre più o meno lunghe, secondo che „ saranno più o meno dense“. Ne segue da ciò che le colonne di aria debbono fare una pressione tanto più grande, e sostenere i liquori ad un altezza tanto maggiore,

* *za* esso allora sia , annunzia della pioggia o del vento , o in generale ciò che chiamasi cattivo tempo ; 5. che al contrario , quando si alza , non essendo che a 26 pollici allora della sua ascensione , annunzia il buon tempo ; 6. che queste predizioni mancano qualche volta , soprattutto se le variazioni dell' altezza del mercurio si fanno lentamente e di una piccola quantità ; 7. che al contrario sono esse quasi infallibili , quando il mercurio sale , o discende di una quantità considerabile in poco tempo , come , per esempio , di 3 o 4 linee in alcune ore .

308 E' chiaro che una maggiore elevazione del mercurio nel barometro dinota una maggior pressione per parte dell' aria ; ma resta a sapere quale affinità v' ha tra questa maggiore o minor pressione ed il cambiamento del tempo , che qualche volta non succede che 10 o 12 ore dopo . Ecco quello che passiamo ad ingegnarci di spiegare . La pressione che l' aria esercita sui reservatojo del barometro dipende dal suo peso e dal suo elaterio or queste due cose possono variare come l' abbiain provato (306) , ed in conseguenza la pressione che essi producono . Ogni volta che l' aria discioglierà una gran quantità di acqua , la sua gravità specifica ne sarà accresciuta

* restituirono autenticamente a questo fluido un gran numero di effetti naturali , che fino a quel tempo si erano attribuiti ad una causa puramente chimerica .

304 *Paschal* ripeté in seguito la stessa esperienza coll' acqua , col vino , coll' olio ec. e le altezze delle colonne di questi liquori si trovarono sempre proporzionali alle loro densità , prova evidente che esse si mettevano in equilibrio con un peso , che non poteva essere che quello dell' aria .

305 Molti Fisici avendosi procurato un tubo di *Torricelli* , situato , alla maniera del Signor *Perrier* (303) , su di una scala graduata in pollici , ed in linee , non mancarono di visitarla spesso ; ed osservarono le variazioni che succedono all' altezza del mercurio nel tubo . Da ciò si conchiuse che la pressione dell' aria , ch' è la causa della sospensione della colonna di mercurio , è delle volte più , delle volte meno grande , e che perciò agisce con più o meno forza su i nostri corpi : in conseguenza si pensò fin d' allora a fare del Tubo di *Torricelli* un nuovo strumento meteorologico , ch' è quello che al presente chiamiamo *Barometro* (*fig 40*) .

Fig. 40.

306 L' aria agisce in due maniere su di questo strumento , pel suo peso , e per la sua molla . La variazione della sua pressione della

della sua pressione sul serbatoio del barometro è dunque prodotta da due cause ; cioè dalla variazione del suo peso , e da quella della sua molla . Il suo peso varia per la variazione della sua densità e per la maggiore o minore quantità di sostanze straniere che si trovano mescolate a questo fluido , o ch' essa tiene in dissoluzione ; e la sua molla varia per la variazione della sua densità , e pel calore maggiore o minore del quale essa è penetrata . La maggior parte delle sostanze straniere che non fanno che mescolarsi all' aria sotto forma di liquidi elastici , diminuiscono i pesi della colonna di aria , poichè esse sono di quella più leggiera : ma quelle tra queste sostanze che sono disciolte nell'aria , accrescono la sua densità , e per conseguenza il suo peso , nella stessa guisa che il sale disciolto nell'acqua aumenta il suo peso , e la sua densità . (a)

Riguardo all' elaterio dell' aria , il calore che l' aumenta , diminuisce nel tempo stesso

(a) Se le particelle di qualunque corpo sieno divise , e attenuate in modo , che si possano innalzare a presentarsi alle particelle dell' aria , e queste abbiano forza di affinità verso le prime ; ciascuna particella del corpo diviso sarà unita , ed invischiata con la corrispondente particella dell' aria , e verrà perciò sostenuta a qualunque altezza , e gravitante con ciascuna particella dell' aria medesima

so la sua densità nel rarefarla , e qualche volta succede che l' uno compensa l' altra . Ma siccome l' aumento dell' elaterio dell' aria prodotto dal calore è proporzionale alla forza che la comprime nel momento in cui è riscaldata (932) , può anchè avvenire che questa compensazione non abbia luogo . Allora di questi due effetti non se ne percepisce che l' eccesso del più forte sul più debole .

307 Il barometro ha ancora un' altra proprietà che non lo rende meno commendabile . Ezzo annunzia i cambiamenti di tempo , soprattutto quando debbono essere considerabili . Vi sono molte circostanze nelle quali tali predizioni divengono utili , come , per esempio , pe' travagli della campagna , pe' viaggiatori , ec. . Dopo tutte le osservazioni che si sono fatte sul barometro , sembra esser assai costante , 1. che l' altezza media pel mercurio è in Francia di 27 pollici , e mezzo , 2. che le variazioni di quest' altezza non si estendono al di là di tre pollici , cioè a dire che il suo massimo abbassamento è a 26 pollici , e la sua massima elevazione a 29 , 3. che queste variazioni sono meno grandi verso l' equatore , e che sono più grandi verso i climi settentrionali , 4. che quando il mercurio si abbassa nel barometro , a qualunque altezza *

+ re, quanto esse sono più lunghe: or esse lo sono più al basso di una montagna, e meno nella sua sommità. *Pascal* impegnò il Signor *Perrier*, suo cognato, ch'era allora a Clermont in Auvergne a profittare dell'elevatezza della montagna conosciuta col nome del *Puy de Dome*, per fare la seguente esperienza.

303 *Esperienza*. Il Signor *Perrier* situò il tubo di *Torricelli* su di una tavola graduata in pollici, ed in linee; ed avendo osservata l'altezza alla quale era sostenuto il mercurio in questo tubo al basso del *Puy de Dome*, osservò che si abbassava da più in più a misura che esso si avanzava verso l'alto della montagna; e che al contrario risaliva, e secondo le stesse proporzioni, a misura che esso discendeva verso la Città. La differenza si trovò essere di 3 pollici ed una linea. Questa esperienza immaginata da *Paschal*, e ripetuta più volte, ha sempre dati gli stessi risultati; donde se n'è conchiuso che il mercurio si sosteneva al di sopra del suo livello nel tubo di *Torricelli*, per la pressione dell'aria sul serbatoio; poichè vedevasi abbassare il mercurio nel tubo, quando la colonna di aria che corrispondeva a questo serbatoio, diveniva meno lunga. Queste esperienze provando invincibilmente la gravità dell'aria,

(306); la colonna di aria che poggia sulla cisternetta del barometro, diverrà più pesante, ed il mercurio risalirà. Se la dissoluzione non è perfetta, la trasparenza dell'aria sarà turbata, ciò produrrà delle nebbie, che non tralasciano di far salire il barometro. Ma se la dissoluzione divien perfetta, la trasparenza dell'aria sarà compiuta, il bel tempo rinalcerà; lo che il mercurio del barometro lo annunzia per la sua ascensione. Quando alcune cagioni determineranno quest'acqua disciolta a precipitarsi, ed a discendere nella regione bassa dell'atmosfera, prima che essa sia ben condensata per rammarfarsi in gocce e formar la pioggia, saravvene già una parte che sarà giunta sino alla superficie della terra. La prova di questo, si è che, quando il tempo si apparecchia alla pioggia tutti i corpi che non sono suscettibili di esser penetrati dall'acqua, come le verghe di ferro, le pietre dure, ec. si trovano umide. La colonna d'aria che preme sulla cisternetta del barometro, diverrà dunque meno pesante per la perdita di questa porzione di acqua, che già è giunta sino alla terra; ed il barometro si abbasserà, ed annunzierà la pioggia che sopravverrà poco tempo dopo, che sarà formata dal resto di acqua che avrà

vrà avuto il tempo di rammassarsi in gocce. (a)

309

(a) L'aria Atmosferica quanto più è considerabile la sua densità tanto più d'acqua contiene nello stato di combinazione, e che in conseguenza ne contiene la menoma quantità possibile allora che è rarefatta al maggior grado ch'esser possa: talmente che le variazioni momentanee, e successive della sua densità fanno pure variare la quantità d'acqua, che mantiene in dissoluzione: Ora siccome queste variazioni fanno alternativamente abbandonare e ripigliare quantità d'acqua più, o meno considerabili, ne risulta che debba l'aria esser or più, ed or meno pesante sul barometro. In fatti, perchè allo spirare del freddo borea suole tanto limpida e serena comparir l'atmosfera, non ostante si carica disseccando prontamente la faccia delle Terra? Perchè in tale stato è più densa, e così più capace a diffondere que' vapori nella sua sostanza con perfetta, ed uniforme soluzione. Perchè al contrario l'Austro più mite e temperato offusca il cielo con nuvolosi apparati, e rende lorde le vie, umidi i campi? Non per altro se non per essere in tale stato l'aria più rara. E perciò que' vapori, che pel caldo alquanto maggiore può sciogliersi più facilmente non può per difetto di densità non tenerli diffusi in perfetta soluzione uniforme. Onde abbandonati a se stessi cominciano a secondare i movimenti della propria gravità, in proporzione di quest' loro moti dell'aria altrettanto della prima pressione, che insieme con essa facevano que' vapori nella stessa previamente sciolti e sospesi. Perciò l'aria è meno pesante siccome il barometro lo indica colle sue notabili depressioni.

309 Vi sono, lo confesso, delle osservazioni che sembrano contraddire la spiegata che noi abbiám data. Avviene qualche volta che il barometro si alza anche durante la pioggia, mentre che l'aria si scarica dell'acqua che teneva in dissoluzione: lo stesso succede spesso, ed io l'ho più volte osservato, soprattutto nell'inverno, che per mesi intieri, tutte le volte che il mercurio sale nel barometro, la pioggia sopravviene, e tutte le volte che esso si abbassa il bel tempo ritorna. Io credo non pertanto che ciò può benissimo conciliarsi colla spiegata di qui sopra (308) Poichè, come noi l'abbiam detto, la gran quantità dell'acqua disciolta nell'aria è quella che ne aumenta il peso. Se dunque durante la pioggia, si fa nell'aria una nuova dissoluzione di acqua più abbondante della quantità che ne cade (e ciò succede spesso) il barometro risalirà. Se quest'acqua così disciolta rimansi nella regione bassa, quest'ascensione del barometro annuncierà una nuova pioggia: ecco quello che spesso succede in simili circostanze. Finalmente, se l'aria discioglie una gran quantità d'acqua, e che nel tempo stesso il freddo o qualche altra causa impedisce che quest'acqua perfettamente si disciolga e si elevi ad una grande altezza, essa anche ac-

crecendo il peso dell'aria, farà salire il barometro, e frattanto sarà prontissima a rammassarsi in gocce ed a formar la pioggia che caderà poco tempo dopo. Mentre caderà questa pioggia, se non avvi nuova dissoluzione, l'aria ne diverrà più leggiera; il barometro dunque discenderà, e malgrado questo annunzierà il buon tempo che deve leguire. Ecco, come credo che può rendersi ragione della specie di affinità che pare sussistere tra il peso dell'aria ed il cambiamento del tempo, secondo le circostanze. Il bel tempo potrà anche aver luogo, malgrado la diminuzione del peso dell'aria, quando mescolerassi a questo fluido qualche altro fluido elastico più leggiero di esso, e che non ne turberà la trasparenza. Finalmente l'elaterio dell'aria, la di cui forza può variare per differenti cause contribuirà anche a far variare la sua pressione: quest'elaterio agisce qualche volta unitamente al peso, per aumentarne l'effetto, altre volte agisce in senso contrario, e può in tal maniera diminuire o anche compensare l'effetto dell'aumento di peso, di maniera che il buono o mal tempo può sussistere qualunque sia l'altezza del mercurio nel barometro, e ciò senza annullare la spiega che noi ne abbiamo data di un tal fenomeno.

310 Il tubo di Torricelli, dal quale i Fisici hanno fatto il barometro è quello che si chiama *semplice*. Questo senza dubbio è tra tutti quelli che si sono finora immaginati, quello che deve esser preferito per le osservazioni che ricercano esattezza a causa degli inconvenienti inevitabili che si trovano negli altri. Se si è in curiosità di conoscere questi altri barometri, si troveranno ampiamente ed esattamente descritti nel mio *Dizionario ragionato di Fisica*, Tom. I. pag. 222. e segg.

311 Noi abbiamo detto (301) che l'aria esercita la sua pressione per tutti i sensi dall'alto in basso lateralmente dal basso in alto. La sua pressione dall'alto in basso è ben provata da quello che precede. E' facile il far conoscere la sua pressione laterale, com'anche quella dal basso in alto. Se si fori in un lato o nel fondo una botte piena o quasi piena con un piccol foro, come sarebbe, per esempio quello di un fucchiello, il liquore non ne scorre, perchè l'aria che si presenta al foro sostiene questo liquore, che non ha molta altezza per vincere la sua pressione. Finalmente tutti gli effetti che dipendono dalla pressione dell'aria han luogo in una camera ove la colonna di aria si termina alla soffitta nella stessa guisa che fuori, ove questa

colonna ha tutta l'altezza dell' atmosfera, e ciò perchè l' aria della camera comunica coll' esterna se non per altro luogo pel forame della serratura, Così in un barometro situato in un' appartamento il mercurio si tiene tant' alto quanto se il barometro fosse in campo aperto.

Fig. 41. 312 *Dalla pressione dell' aria dipende il giuoco de' sifoni.* Un sifone è un tubo curvato ABC (fig. 41) di vetro, o di metallo, o di legno, del quale un ramo AB è più corto dell' altro BC. Per servirsi di questo strumento si pone l'estremità A (fig. 42) del corto ramo AB nel vase E che contiene il liquore: si toglie l'aria dal sifone succhiando per l'estremità C del lungo ramo BC. Allora incomincia l' effusione, e non finisce che quando il ramo corto AB non è per niente più immerso nel liquore. E' facile il vedere che la pressione dell' aria sulla superficie del liquore nel vaso è quella che cagiona questa effusione. Poichè supponghiamo che GF sieno i confini dell' atmosfera: tutti i punti della superficie A del liquore sono egualmente premuti dalla colonna di aria AF: se in qualche luogo di questa superficie, si sopprime questa pressione il liquore deve per un tal luogo esser fonderfi, poichè ivi trova minor resistenza che in ogni altro luogo: ecco perchè il sifo-

sifone si riempie intieramente; quando si succhia l'aria per l'estremo C.

313 Se i due rami del sifone fossero di ugual lunghezza, come BA, BD, lo scolo non avrebbe luogo, poichè la colonna di aria DG che resisterebbe in D, essendo tanto alta, quanto quella che preme in A, gli farebbe equilibrio, nella guisa stessa che sel fanno le due colonne di liquore BA, BD. Ma quando l' una delle due gambe BC è più lunga dell' altra, sebene la colonna di aria GC che gli corrisponde sia più lunga di quella che preme in A, non è capace di impedire lo scolo. Eccone la ragione. Consideriamo la colonna di aria GC come divisa in due parti, delle quali una GD faccia equilibrio alla colonna di aria FA, e sarebbe capace di arrestare lo scolo, se il ramo BC finisse in D. La porzione del liquore che riempie la parte DC del sifone, non trova dunque altra resistenza in C se non che quella di una colonna d'aria DC della stessa lunghezza di essa, ma che gli è inferiore di peso. Questa porzione di liquore se ne scorre dunque per l' eccesso del suo peso. Ma mentre ch' essa scorre, niente sostiene quella ch' è al di sopra, che la siegue necessariamente, mentre che la pressione dell'aria in A fornisce del nuovo

liquore per rimpiazzare quello che se n'è effuso. Ecco perchè lo scolo diviene continuo. Ecco perchè la resistenza dell'aria in C è tanto più vinta, per quanto più la lunghezza del ramo BC del sifone eccede quella del ramo AB. Se ne avrà la prova se si aggiunga in C un pezzo di tubo che allunghi questo ramo; poichè allora, in un dato tempo scolerassi più di liquore che non se ne scoglierebbe senza questo allungamento.

314 Poichè alla pressione dell'aria è dovuta l'elevazione del liquore nel ramo corto BA, ne segue che l'altezza di questo ramo è limitata a 32 piedi quando il liquore è acqua per la ragione che l'aria non può far salire l'acqua più in alto (301); e che quando il liquore è del mercurio, l'altezza del ramo corto non deve eccedere 28 pollici poichè l'aria non può sostenere il mercurio che a quest'altezza.

Gravità ed equilibrio de' solidi immersi ne' fluidi.

315 E' egli sicuro che un solido che s'immerge in un liquore, e ch'è nel medesimo tempo allo stesso impenetrabile, occupa il luogo di un volume di questo liquore perfettamente uguale al suo. Questo volume di liquore smosso, o ugualia
in

in densità, o in peso il solido che prende il suo luogo, o pure l'uno de' due pesa più dell'altro. In quest'ultimo caso ch'è lo più comune, si chiama *Gravità rispettiva*, la quantità della quale il più grave sopravanza il più leggiero.

316 Un corpo solido intieramente immerso in un fluido, è compresso da tutte le parti dal fluido che lo circonda; e la pressione ch'esso prova è tanto maggiore, quanto più esso è profondamente immerso, e quanto maggiore è la densità del fluido. Noi abbiamo quassù provato (288) che i liquori o fluidi esercitano la loro pressione per tutti i versi: per conseguenza un corpo solido, immerso in un fluido, vien compresso da tutte le parti. Noi abbiamo provato (294) che questa pressione cresce in ragione dell'altezza del fluido: dunque la pressione che prova il corpo immerso, è tanto maggiore, per quanto esso è più profondamente immerso. Finalmente abbiamo provato (299) che v'ha equilibrio tra due fluidi le altezze de' quali sono nella ragione reciproca delle loro densità: dunque, a profondità uguali, il corpo immerso è tanto più compresso, quanto il fluido è più denso.

317 Noi che siamo immersi nell'aria, ch'è un fluido il quale agisce secondo tut-

te le leggi dell'idrostatica (301), siamo dunque compressi da tutte le parti dall'aria che ci circonda; lo siamo più in un luogo basso che in un luogo elevato: e lo siamo tanto più quando più densa è l'aria. E' vero che noi ci accorgiamo poco di questa pressione, sebbene essa sia grandissima, poichè, per una persona di una mezza taglia essa eccede il peso di 3000 libbre: ciò dipende, 1. dall'essere una tal pressione su di noi continua: or le sensazioni abituali non sono in qualche maniera, sensazioni per noi, noi non ci accorgiamo bene che delle cose straordinarie: 2. dal respirar noi lo stesso fluido interiormente; donde si stabilisce un'equilibrio tra la pressione esteriore e la reazione interiore. Ci accorgiamo anche meno delle differenze di questa pressione per essere esse molto poco sensibili. Non farebbe lo stesso, se nella guisa stessa de' pesci, vivessimo in un fluido molto più densa come l'acqua. Un pesce ch'è alla superficie dell'acqua non è caricato che dal peso dell'atmosfera, ma se esso s'immergesse solamente a 32 piedi di profondità, la pressione che prova in questo secondo caso è doppia di quella che prova nel primo. Questa è una delle principali ragioni che han fatto abbandonare l'uso delle campane

pane del palombaro: a circa 60 piedi di profondità, si provava una pressione, tanto esteriore, che interiore, molto forte per poterla sostenere per qualche tempo senza correre rischio di rottura di vasi, e di spumar sangue.

318 Un corpo in un fluido, aggiunge a questo fluido un peso uguale a quello del volume del fluido ch'esso smuove, qualunque sia la densità di questo corpo. Se in un vaso quasi pieno di acqua sospeso al braccio di una bilancia, ed in equilibrio con un peso attaccato all'altro braccio s'immerga, o una palla di legno, o una di piombo dello stesso diametro, legato ad un filo senza fargli toccare il fondo del vaso; nell'un caso e nell'altro l'aggiunzione del peso farà la stessa; poichè lo stesso peso situato all'altro braccio farà ne' due casi necessario e sufficiente per ristabilir l'equilibrio. Dunque, ec. La ragione si è che il corpo immerso fa elevare il liquore nel vaso nel quale si tuffa, altrettanto, quanto se vi si aggiungesse un volume di liquore uguale al suo: or i liquori pesano in ragione della loro altezza perpendicolare (294): dunque, qualunque sia la densità del corpo tuffato, purchè il volume sia sempre lo stesso, esso aggiungerà sempre lo stesso peso; e vedremo fra
bre-

breve che un tal peso è uguale a quello del volume del liquore rimosso.

319 *Se il corpo immerso è più pesante del volume del liquore ch'esso rimuove, la sua gravità rispettiva (e non la sua gravità assoluta) lo fa cadere al fondo del vaso, se è in libertà di obbedirgli .* La prova di questo, si è che, per impedire che cada, non vi bisogna un peso uguale al suo, ma solamente un peso uguale all' eccello del peso suo su quello del volume del liquore smosso . In fatti il corpo immerso tiene il luogo di un volume di liquore che sarebbe in equilibrio col rimanente : il volume di liquore ch'è al di sotto, non deve cederli il suo luogo che secondo l' eccello del suo peso su quello di questo volume di liquore che sarebbe in equilibrio col resto : or questo eccello appunto è quello che chiamasi *gravità rispettiva* . Da ciò ne segue .

320 *Che un corpo immerso in un fluido perde una parte del suo peso; e questa parte perduta è perfettamente uguale al peso del volume del fluido smosso .*

Fig. 43. *Esperienza .* L' (fig. 43) è un piccolo cilindro solido di rame capace di riempire esattamente il vasetto M sul quale è sospeso . Si adatti in equilibrio al raggio penatore di una bilancia il cilindro ed il

va-

vasetto, col pelo N situato su dell' altro bacino, e s' immerga il piccolo cilindro nell' acqua . Allora il pelo N lo sbilancia; dunque questo corpo immerso perde una parte del suo peso . Per ristabilire l' equilibrio basta caricare il braccio della bilancia di un volume di acqua uguale a quello del cilindro L immerso ; lo che si esegue con esattezza riempiendo di acqua il vasetto M . Dunque questo corpo immerso perde una parte del suo peso perfettamente uguale al peso del volume dell' acqua ch'esso rimuove ; e la porzione del suo peso che gli resta non è che la sua gravità rispettiva, la sola che si dovrebbe sostenere se si volesse impedire che cadesse nel fondo . Ecco perchè è tanto facile l' impedire che un uomo si anneghi sostenendolo per qualche luogo e poichè la sua gravità rispettiva nell' acqua è pochissima cosa .

321 Da ciò ne segue che un corpo non tende mai a cadere con tutta la sua gravità assoluta (204), poichè esso è sempre immerso in un fluido, il quale gli fa perdere una parte del suo peso . Non gli resta dunque, per cadere, che la sua gravità rispettiva .

322 Da quello che si è detto ne segue pure, 1. . *Che a quantità uguali di materia,*

o a

o a pesi uguali, quanto maggiore è il volume di un corpo, tanto maggiore è la perdita del suo peso per l'immersione. Poichè esso allora smuove un maggior volume di liquore.

323 2. Che, quanto maggiore è la densità del liquore nel quale il corpo è immerso tanto più peso perde questo corpo per l'immersione. Poichè esso allora rimuove un volume di liquore che ha più peso. Or il peso di questo volume di liquore rimosso è quello che determina la porzione del suo peso che perde il corpo immerso (320). Un corpo dunque perderebbe una maggior porzione del suo peso nell'acqua che nello spirito di vino: esso ne perderebbe una porzione anche molto maggiore nel mercurio.

324 Se un corpo è meno pesante di un ugual volume di liquore nel quale esso è immerso, in parte galleggia; e quello che resta immerso rimuove una quantità di liquore che pesa altrettanto quanto l'intero corpo.

Esperienza. Si metta dell'acqua in un vaso di terra guarnito nel fondo di un rubinetto fig. 44) si segni con una striscia di carta l'altezza alla quale è l'acqua nel vaso: e pongavisi in seguito una

grossa palla di legno. Essa galleggerà in parte, e la parte immersa farà elevare il vaso altrettanto, quanto se vi si fosse aggiunto un volume di acqua uguale al volume della parte immersa. Indi si tolga dell'acqua, per mezzo del robinetto, fino a tanto che la superficie si sia abbassata fino al segno ove era nel primo luogo. E chiaro che se ne sarà tolto un volume di acqua uguale al volume della parte immersa. Si pesi in seguito questo volume di acqua colla palla di legno: essi si equilibreranno scambievolmente. Dunque l'uno pesa quanto l'altro; dunque, ec..

325 Un battello posto sulla riva, rimuove dunque una quantità di acqua che pesa precisamente altrettanto quanto il battello e tutto il suo carico; e se si carichi di più, esso si profonda altrettanto; e la sua parte immersa è tanto maggiore, quant'esso è più caricato, o quanto minore è la densità dell'acqua. Esso dunque si profonda meno nel mare che nell'acqua dolce. Per tal ragione, se un battello deve andare alternativamente sul mare e sull'acqua dolce, non bisogna caricarlo altrettanto quanto lo potrebbe essere sul mare; poichè potrebbe restar sommerso nell'acqua dolce.

Su di questo principio qualsù stabilito (324) è fondato l'uso dell'areometro.

326 L' areometro è uno strumento per mezzo del quale si conosce la differenza della gravità specifica de' liquori. Lo più semplice, e lo più in uso consiste in una piccola palla B di vetro lot-
 Fig. 45. tile (fig. 45) il di cui collo C ch'è lungo e di un piccol diametro è diviso in tutta la sua lunghezza in parti uguali. Affinchè questo strumento possa tenerfi in mezzo de' liquori in un sito verticale si fa in maniera che il centro di gravità si trovi nella parte inferiore: ecco perchè si adatta al di sotto della palla un' altra piccola palla vuota S nella quale si pone del mercurio. Non bisogna porvene che una quantità tale che l' areometro per intiero non pesi in tutto altrettanto quanto un egual volume del liquore che si vuol saggiare per mezzo di esso.

327 L' areometro così costruito, s'immerge ne' liquori che si vogliono paragonare: ne s'immerge intieramente, poichè noi lo supponghiamo più leggiero di un volume di liquore uguale al suo perchè i corpi solidi: immersi ne' liquori cessano di affondarvicisi quando hanno rimossa una quantità di liquore il di cui pelo uguaglia il

il loro (374). Essi dunque vi si affondano tanto più profondamente, quanto il liquore è più leggiero, o che ha minor densità: al contrario si affondano tanto meno profondamente, quanto più pesante è il liquore, o quanto maggiore è la densità ch'esso ha. Di maniera che se il peso dell' areometro è tale che esso si affonda nell'acqua sino ad E, esso si affonderà ad una profondità maggiore ne' liquori più leggieri: si affonderà, per esempio, nel vino sino ad F; nello spirito di vino sino a G, ec.. Ma, se s'immerge in un liquore più pesante dell'acqua, esso non vi si affonderà tanto profondamente quanto E, per esempio, nella birra non si affonderà che sino a D, e sempre tanto meno, quanto più denso, e per conseguenza più grave sarà il liquore nel quale s'immergerà.

328 Per mezzo di questo processo si conoscerà se un liquore è più o meno pesante di un altro al quale si paragona: ma non si conoscerà di quanto; poichè, per questo, bisognerebbe conoscere il rapporto che v'ha della verga AC alle palle B, ed S lo che è impossibile secondo la costruzione qualsù recata (326): bisognerebbe di più che la verga AC fosse perfettamente cilindrica; lo che mai succede.

Il mezzo lo più sicuro di acquistare questa conoscenza esatta, è di operare sempre su di uguali volumi. Perciò bisogna far uso dell'areometro di *Fahrenheit* ch'è senza dubbio, il migliore di quanti se ne sono fin adesso immaginati.

Fig. 46. 329 L'areometro di *Fahrenheit* (*fig. 46*) è composto di una piccola bottiglia di vetro sottile B soffiata alla lucerna il di cui collo AC ch'è sottilissimo è montato da una piccola coppa DE destinato a ricevere de' piccoli pesi. Lo strumento è zavorrato da una piccola palla S, adattata alla sua parte inferiore, e nella quale si è posto del mercurio. Si fissa sul collo un piccolo grano di smalto a; e lo strumento è costruito.

330 Per far uso di questo areometro bisogna incominciare dal riconoscere esattamente il suo peso che sarà bene di legnarlo al di sopra a fine di non obbiarlo. In seguito s'immerge lo strumento nell'acqua distillata, e caricandolo di pesi, si fa affondare sino al grano di smalto. La somma de' pesi che si sono posti nel bacinello DE, per produrre questo affondamento, unita al peso dell'areometro dà con esattezza il peso del volume di acqua misurato dall'areometro (324). Non si de-

ve far altro che oprar lo stesso; su di un qualunque altro liquore si voglia, ed otterrassi colla stessa esattezza il peso del volume di questo liquore misurato dall'areometro. Or è egli chiaro che questi due volumi sono tra loro uguali perfettamente, poichè sono misurati dallo stesso strumento: la differenza del loro peso darà dunque la differenza delle loro gravità specifiche, o il rapporto delle loro densità. Per conoscere un tal rapporto si farà questa proporzione: la gravità specifica di questo liquore sta a quella dell'acqua distillata, come il peso del volume di questo liquore misurato dall'areometro sta al peso del volume dell'acqua, anche misurato dall'areometro. Se si conosce con esattezza la gravità specifica dell'uno si conoscerà per tal mezzo la gravità specifica dell'altro, com'anche quella di tutti i liquori che si saggeranno allo stesso modo.

Se si vogliono conoscere le differenti specie di aerometri finora immaginati; si troveranno esattamente descritti nel mio *Dizionario ragionato di Fisica*. Tom. 1. pag. 137 e segg.

331 Da questi principj finora quasi stabiliti (315, 320) si può conoscere la gravità specifica de' corpi tanto solidi, che fluidi. Questa gravità è il peso col quale

un corpo sotto un volume conosciuto e determinato, come, per esempio, un pollice cubico o un piede cubico. Per acquistare questa conoscenza, si pesa il corpo idrostaticamente, cioè a dire 1. nell'aria; 2. nell'acqua. Bisogna servirsi in simil caso di acqua distillata, per esser sicuri di aver sempre la stessa; e fare in maniera che quest'acqua sia in tutti i saggi alla stessa temperatura. Si sa che un corpo immerso nell'acqua rimuove un volume di acqua perfettamente uguale al suo (315) e che allora esso perde una porzione del suo peso perfettamente uguale al peso del volume di acqua ch'esso rimuove (320). Si ha dunque per tal modo 1. il peso di questo corpo; 2. il peso di un volume di acqua perfettamente uguale al volume di questo corpo. Questi due pesi insieme paragonati, danno il rapporto che vi è tra la gravità specifica di un tal corpo e quella dell'acqua (della quale suppongo che ne sia nota la gravità specifica) facendo questo proporzione nella quale 10000 rappresenta la gravità specifica dell'acqua, e si dice. Il peso del volume di acqua rimasto da questo corpo, sta al peso di questo corpo, come 10,000 e ad un quarto termine che rappresenta la gravità specifica di un tal corpo. Non cessano di

di incontrarsi delle difficoltà per ottenersi con esattezza le sperienze. Se si vogliono conoscere queste difficoltà, egualmente che i mezzi di prevenirle, si troveranno le une, e gli altri esattamente dettati nel discorso preliminare della mia Opera sulla Gravità specifica de' corpi.

352 Da quanto abbiamo detto, ne segue, 1. che quando due corpi sono uguali in volume, le loro gravità specifiche sono l'una all'altra come le loro masse; qualunque sia la figura ch'essi abbiano; poichè essi perdono sempre de' pesi uguali a quelli de' volumi d'acqua ch'essi rimuovono (320).

334 3. Le gravità specifiche de' corpi che sono dello stesso peso sono nella ragion reciproca de' loro volumi. Così un corpo è di una gravità specifica doppia di quella di un altro corpo, quando co' stessi pesi non ha che la metà del volume dell'altro corpo.

335 4. Le gravità specifiche di due corpi sono in ragion composta dalla diretta ragione delle loro masse, e dalla ragion reciproca de' loro volumi. Questa proposizione è una necessaria conseguenza delle due precedenti (332, 334.)

336 5. Uno stesso corpo perderà una porzione maggiore del suo peso in un fluido specifico-

ficamente più grave che in uno più leggiero; poichè esso perderà sempre una porzione del suo peso uguale alla porzione del volume del fluido ch'esso rimuove (320). Vi bisogna dunque maggior forza per sostenerlo in un fluido più leggiero, che per sostenerlo in un fluido più pesante: vi bisogna dunque più forza per sostenerlo nell'aria, che per sostenerlo nell'acqua.

337 6. *La gravità specifiche de' corpi ugualmente gravi sono reciprocamente come le quantità del loro peso ch'essi perdono nel medesimo fluido. Così se di due corpi di uguali pesi, l'uno perde $\frac{1}{5}$, e l'altro $\frac{2}{5}$ del suo peso nello stesso fluido, la gravità specifica del primo è a quella del secondo come 2 a 1, in ragion reciproca delle perdite de' pesi.*

338. 7. *Se un corpo è della stessa gravità specifica di un fluido, e che dentro vi s'immerga, esso si arresterà a qualunque profondità s'immerga dentro del fluido; vi sarà dunque in equilibrio.*

339 8. *Se un corpo specificamente meno grave di un fluido, vi è intieramente immerso, e si abbandoni, esso risalirà con una forza uguale all'acceso del peso del volume di questo fluido uguale al suo, sul peso di*
que

questo corpo. Per questa ragione i palloni s'innalzano nell'aria.

340 9. *La gravità specifica di un solido è a quella di un fluido più pesante, e sul quale galleggia, come il volume della parte immersa è al volume del corpo intiero. Così se il volume della parte immersa è al volume del corpo intiero come 2 a 3; la gravità specifica di questo solido è quella del fluido come 2 a 3.*

341 10. *Il peso ed il volume di un corpo come pure la gravità di un fluido specificamente più grave di questo corpo essendo dati, determinare la forza che si richiede per tener questo corpo intieramente immerso nel fluido.*

Come che questa forza è uguale alla gravità rispettiva del fluido (319), per mezzo del volume dato del solido, e del peso conosciuto di un piede cubico di fluido, trovate per la regola del tre il peso di un volume di fluido uguale al volume del solido. Togliete da questo peso il peso del solido: il resto è la forza addimandata. Per esempio, supponghiamo che si domandi la forza necessaria per sostenere immerso nell'acqua un solido di 8 piedi cubici di volume, e di 800 libbre di peso. Poichè un piede cubico di acqua pesa 70 libbre, il peso di 8 piedi

di cubici di acqua e di 560 libbre : togliete 400 libbre , le 160 libbre che ne restano sono la forza necessaria per tenere il solido immerso nell' acqua , ed impedirlo di risalire .

342 11. *Il peso di un corpo , che deve esser costruito di una materia specificamente più grave di un fluido , e la gravità di questo fluido specificamente più leggiero essendo dato , determinare la gravità che il corpo deve avere per galleggiare sul fluido .*

Essendo dato il peso di un piede cubico di fluido , si trova per mezzo della regola del tre il volume di fluido uguale in peso a quello del corpo . Se dunque si fa la cavità del corpo tale che il volume sia un poco maggiore del volume trovato , il corpo avrà sotto lo stesso volume del fluido meno peso ; e per conseguenza sarà di gravità specifica minore ; dunque galleggerà sul fluido . Per esempio , supponghiamo che si proponga di fare una palla di ferro di 30 libbre , e che abbia un volume tale che possa galleggiare sull' acqua . Poichè il peso di un piede cubico di acqua è 70 libbre , un volume di acqua uguale in peso a 30 libbre sarà $\frac{3}{7}$ parti di un piede cubico ; si troverà facilmente qual deve essere il diametro di una sfera , affinchè essa abbia $\frac{3}{7}$ parti di un piede

de cubico di solidità . Si farà in seguito la palla di ferro in maniera che sia vuota al di dentro , e che il suo diametro sia maggiore del diametro trovato : se si danno a questa palla 11 pollici e 3 linee di diametro , essa galleggerà . Non è dunque necessario , perchè un corpo soprannuoti , che sia di una materia in se stessa più leggiera dell' acqua : basta dargli un gran volume , e poco massa . Così , sebbene il rame sia circa otto volte più pesante dell' acqua , si tengono nelle armate delle gondole di rame per stabilire de' ponti pel passaggio delle truppe .

Fenomeni de' tubi capillari .

343 Si chiamano *tubi capillari* , i tubi sottili , o che non hanno che un piccolo diametro . Questo nome senza dubbio lo hanno ricevuto dalla rassomiglianza per loro piccolezza ai capelli : (in latino *capilla*) . Frattanto non è necessario che siano tanto minuti , quanto i capelli : quelli de' quali in Fisica si servono , lo sono molto meno ; ed i loro effetti pure si manifestano , sebbene il loro diametro interiore sia di 2 linee e $\frac{1}{2}$. Essi possono esser costruiti di ogni sorta di materia , di vetro , di metallo , ec. , e possono avere tutte le forme .

me. Tutti i corpi molto porosi, e capaci d'ammettere i liquori nel loro interno possono anche esser considerati come unioni di tubi capillari.

344 Noi ponghiamo qui i fenomeni dei tubi capillari, perchè sembrano di essere delle eccezioni alle leggi dell'idrostatica. Una di queste leggi (292) è che tutte le parti di uno stesso liquore sono tra loro in equilibrio, sia in un solo vase sia in più comunicanti insieme, quando le loro superficie superiori sono in uno stesso piano parallelo all'orizzonte. Or ecco quello che succede nei tubi capillari.

345 1. Se s'immerge l'estremità di un tubo capillare in un vaso pieno di liquore, all'istante il liquore s'innalza nel tubo al di sopra del suo livello. (a)

346

(a) Il liquore che atornia la superficie esterna dei tubi capillari s'innalza ancora al di sopra del suo livello ma ad un'altezza molto inferiore di quella che si osserva nell'interna capacità dei tubi medesimi.

Se prima d'immergere un tubo capillare di vetro dentro del liquore si chiude l'apertura superiore fortemente con un dito, il liquore non s'innalzerà che ad una piccolissima altezza. Imperciocchè essendoci dentro il tubo dell'aria, e non potendo questa uscire dall'estremità superiore per dar luogo al liquore ch'entra, e non avendo questa molta forza per condensar l'aria, il liquore viene respinto da questa per cui non può salire più oltre. In fatti togliendo via il dito il liquore sarà tirato violentamente dentro il tubo.

346 Se s'immerge lo stesso tubo capillare in differenti liquori, tutti s'innalzano nel tubo al di sopra del loro livello, ma a differenti altezze: e non è già che i meno gravi s'innalzino più; perchè lo spirito di vino si eleva molto meno dell'acqua, dell'acido nitrico, dell'acqua salata dell'acido solforico concentrato, dell'urina ec., e queste sostanze che io ho nominate le ultime sono quelle che s'innalzano ad un'altezza maggiore. Donde ne segue, ch'esse non s'innalzano in ragione inversa delle loro densità, come dovrebbe essere se la loro elevazione fosse un'effetto dell'equilibrio. Ne sono sempre i più leggieri quelli che meno si elevano, poichè l'urina s'innalza ad un'altezza maggiore dell'acido solforico concentrato. Donde si vede che questa elevazione non segue alcuna regola conosciuta.

347 Se s'immergano nello stesso liquore due tubi capillari di differenti diametri, il liquore s'innalza al di sopra del suo livello ad altezze che sono in ragione inversa dei diametri dei tubi. (a)

348

(a) Se in vece di tubi capillari s'immergano nel liquore due lamine di vetro che toccansi in un lato, ed un poco aperte nella parte opposta in modo che facciano un angolo molto acuto nel luogo dove si uniscono, si vedrà il liquore spontaneamente

348 4. Il contrario di tutto ciò succede col mercurio: perchè se s'immerga un tubo capillare nel mercurio, 1. questo si sostiene ad un' altezza minore del suo livello; 2. tanto minore, quanto il tubo è più stretto, e questo tanto di meno è nell'inversa ragione de' diametri de' tubi.

349 E' molto tempo che si cerca la ragione di questi fenomeni si contrarj alle leggi dell'istostatica, e si opposti a quello che fino allora si sapeva; ma niuno può ancora lusingarsi di averla trovata. Si possono disporre in tre classi le differenti opinioni che su di questa materia si sono proposte.

350 La prima comprende quelle che attribuiscono questi fenomeni alla pressione ineguale del fluido circondante; supponendo ch'esso preme con più libertà, e di una maniera più compita sulla superficie del vaso AB (fig. 47) che contiene il liquore, che per l'orificio superiore del tubo immerso D. Non si possono attribuire questi effetti alla pressione dell'aria che respiriamo, poichè gli stessi fenomeni han

neamente salire tra le lamine, e formare una linea curva; di modo che sarà altissima dove le lamine si toccano, e bassissima dove queste sono più aperte. In sommo le rispettive altezze del liquido si veggono disposte in guisa, che fanno una curva tanto più depressa sotto il livello quanto più si allontana dal vertice dell'angolo.

hanno luogo nel vuoto Baileano. Bilogna dunque che ciò dipenda da un fluido assai più sottile, del quale noi ne neghiamo l'esistenza. Ma se ciò derivasse dall'ineguaglianza della pressione di questo fluido, i liquori dovrebbero innalzarsi, 1. proporzionalmente alla lunghezza del tubo; poichè se questo fluido v' incontrasse della difficoltà, è certo che ne incontrerebbe più in uno più lungo, che in uno più corto. Frattanto ciò non succede. L'elevazione del liquore dipende unicamente dal diametro interiore del tubo, e niente affatto dalla sua lunghezza. 2. I liquori dovrebbero innalzarsi in ragione inversa delle loro densità: or come noi lo abbiamo quassù detto (346) la sperienza prova che ciò non succede. 3. Il mercurio dovrebbe innalzarsi in tutti i tubi capillari al di sopra del suo livello, come lo fanno gli altri liquori, o pure bisognerebbe dire, che quando si presenta il tubo capillare al mercurio, questo fluido è premuto con più libertà per l'orificio superiore del tubo, che sulla superficie del vaso, lo che sarebbe assurdo. 4. Una prova compita, che questi effetti non dipendono da una più o meno libera pressione, si è che, se in luogo d'immergere il tubo in un liquore, se ne fa colare una goccia o due
al

al di fuori, e secondo la lunghezza del tubo, subito che essa è pervenuta all'orificio inferiore, ritale come negli altri casi. Questa prima opinione non è dunque niente soddisfacente.

351 La seconda classe comprende le opinioni di quelli che pretendono che la piccola colonna di liquore perde il suo peso per la sua aderenza al tubo, o per l'attrito. Queste opinioni sono sì mal concepite, che appena meritano che vi si dia risposta. E' certo, e la sperienza prova, che perchè il liquore salga nel tubo capillare, non è necessario d'immergervelo; basta che tocchi alla superficie del liquore il più leggiamente che sia possibile, allora il liquore sale. Vi bisogna dunque una causa che lo faccia salire. Confesso che concepisco facilmente come una piccola colonna di liquore una volta salita in un tubo capillare si potrebbe esser ritenuta per l'attrito, o per la sua aderenza a' pareti del tubo, ma concepisco anche che questo attrito, o quest'aderenza in luogo di farlo salire, dovrebbe impedirlo.

352 La terza classe comprende le opinioni di quelli che suppongono che il tubo avendo più massa o densità del liquore, l'attira con più forza di quello che esso

esso stesso si attira: ecco perchè, dicono essi, il mercurio si sostiene ne' tubi capillari al di sotto del proprio livello (348), perchè si attrae con più forza esso stesso, che non è attratto da' tubi. Ma qual'è il fondamento sul quale è poggiata questa supposizione? Secondo quali leggi agisce quest'attrazione? Se queste leggi fossero le stesse che quello dell'attrazione generale sviluppate dal Newton, 1. i liquori dovrebbero sempre essere attratti nell'inversa ragione delle loro masse, cioè a dire che i meno densi dovrebbero essere attratti con più forza de' più densi ed in conseguenza innalzarsi ad un'altezza maggiore. or spesso avviene il contrario; poichè sonovi de' liquori più densi che s'innalzano ad un'altezza maggiore degli altri liquori meno densi (346) 2. L'attrazione de' tubi dovrebbe essere proporzionale alla loro massa: or questo non si verifica affatto; poichè qualunque sia la materia della quale sono costruiti molti tubi, dato che il diametro interiore sia lo stesso in tutti, lo stesso liquore vi si innalzerà alla stessa altezza 3. I liquori dovrebbero mantenersi al di sotto del loro livello ne' tubi fatti di una materia meno densa di essi; poichè allora secondo le leggi dell'attrazione essi si attrarrebbero con più forza essi stessi di

fi di quello che non lo farebbero attratti da' tubi. Or ogni giorno succede il contrario. I corpi porosi e che si debbono riguardare come un unione di tutti capillari ammettono ne' loro pori ed innalzano al di sopra del loro livello de' liquori più densi di essi. Di più il mercurio, che si mantiene al di sotto del suo livello in un tubo di vetro (348), perchè il vetro ha, si dice, una densità minore della sua, dovrebbe, per la stessa ragione mantenersi al di sotto del suo livello in un tubo di stagno che non ha neppure la metà della densità del mercurio. Or succede il contrario, come io medesimo l'ho sperimentato. Avendo immerso nel mercurio un piccol tubo di stagno di circa un quarto di linea di diametro, ho veduto innalzarsi il mercurio per lo meno fino al suo livello. Sono persuaso che si innalzerebbe similmente in un tubo d'oro, d'argento o di piombo. Sembra dunque che in generali i liquori s'innalzino al di sopra del loro livello ne' tubi che essi possono intignere, o a' quali possono aderire: ecco una delle ragioni per le quali il mercurio si mantiene al di sotto del suo livello ne' tubi di vetro, a' quali non è per niente aderente.

353 Che forse l'attrazione che si vuole
che

che sia la causa de' fenomeni de' tubi capillari non seguirebbe se non la ragione delle masse, almeno quella delle superficie. La sperienza prova che no. Poichè c' insegna che i liquori s'innalzano ne' tubi capillari in ragione inversa de' loro diametri (347); cioè a dire che se la colonna di liquore innalzata al di sopra del suo livello è di un pollice di altezza in un tubo di una linea di diametro, sarà di due pollici di altezza in un tubo di una mezza linea, e così degli altri. Per conseguenza la superficie interiore del tubo toccata dal liquore è in tutti della stessa estensione, poichè le circonferenze sono nella ragione diretta de' diametri. Frattanto la quantità di liquore innalzata al di sopra del suo livello è come chiaramente si vede più considerevole ne' tubi grossi, che ne' piccoli, poichè le solidità sono come i quadrati de' diametri. La forza attrattiva non è dunque proporzionale alla estensione della superficie attraenti, come dovrebbe ver ficarsi: o pure bisognerebbe dire che la stessa causa non produce costantemente lo stesso effetto, lo che non può ammettersi.

354 M. Jurin (*Trans. Phil. n. 363, art. 2*) dietro delle sperienze veramente ingegnosissime, ma che per confessione sua medesima non sono intieramente conclu-

den-

denti, ha non ostante creduto poter conchiudere che l'attrazione del tubo non agisce che pel cerchio annulare della superficie interiore ove si termina la colonna del liquore. Ecco le sue sperienze.

Esperienza. Eſſo ha fatto ſaldare l' uno *Fig. 48.* altro due tubi capillari AD e CB (*fig. 48*) de' quali uno aveva il ſuo diametro CB molto più grande di quello dell' altro AD. Supponghiamo che nel grande l'acqua non poſſa innalzarsi che a 6 linee al di ſopra del ſuo livello, e di due pollici nel piccolo. Ha eſſo immerſo nell'acqua il tubo AB per l' eſtremo grande B, ma ad una gran profondità per far giungere l' acqua fino a D, cioè a dire, di 2 o 3 linee nel piccolo diametro: allora ha potuto innalzare il tubo per due pollici fuori dell' acqua ſenza che l' acqua ricadeſſe, ſebbene la maggior parte di queſta colonna di due pollici foſſe nel groſſo tubo. Indi ha immerſo lo ſteſſo tubo per l' eſtremo piccolo G, in maniera da far giungere l' acqua fino ad F, cioè a dire circa 2 linee nel diametro grande: allora non ha potuto rialzare il tubo per più di 6 linee al di fuori dell' acqua, ſenza che l' acqua ricadeſſe, ſebbene la maggior parte di queſta colonna di 6 linee foſſe nel diametro piccolo.

Don-

Donde il Signor *Jurin* ne conchiuſe che l' elevazione del liquore non dipende che dall' attrazione del cerchio annulare della ſuperficie interiore del tubo, ove ſi termina la colonna del liquore, poichè queſta elevazione cambiaſi al cambiarsi il diametro di queſt' anello.

355 Il Signor *Jurin*, non avendo altra mira che di conoſcere la verità, non diſſimula niente di quello che può indebolire la ſua opinione. La ſperienza precedente (554) può eſſer fatta in maniera che provi troppo, e che divenga eſſa ſteſſa un nuovo fenomeno, che eſige una nuova ſpiega.

Esperienza. In luogo del tubo AB, (*fig. 48*), egli adopra un imbuto IKLF *Fig. 48. 49* (*fig. 49*) che può avere molti centimetri di larghezza, e ch'è terminato da un tubo capillare H, ſupponghiamo ancora che queſto tubo capillare ſia di un diametro tale che l' acqua poſſa innalzarsi di 48 millimetri al di ſopra del ſuo livello. Se ſ'immerga queſt' imbuto roveſciato profondamente nell' acqua, affinché queſta arrivi nel tubo capillare H, ſi potrà allora ſollevar l' imbuto circa due pollici fuori dell' acqua ſenza che l' acqua ricada. Se l' attrazione del cerchio annulare ſoſtiene la colonna HI, qual' è la cauſa che ſoſtiene la gran quan-

Tom. II.

E

tità