Galileo Galilei

Le mecaniche

QUESTO E-BOOK:

TITOLO: Le mecaniche
AUTORE: Galilei, Galileo
TRADUZIONE E NOTE:
NOTE:

DIRITTI D'AUTORE: no

TRATTO DA: "Opere" di Galileo Galilei,
UTET, Classici della Scienza, 1980

CODICE ISBN: 88-02-03457-5

1a EDIZIONE ELETTRONICA DEL: 7 giugno 1998
INDICE DI AFFIDABILITA': 1
0: affidabilità bassa
1: affidabilità media
2: affidabilità buona
3: affidabilità ottima

ALLA EDIZIONE ELETTRONICA HANNO CONTRIBUITO:
Catia Righi, adaolio@risorsei.it

REVISIONE:
Giovanni Mazzarello, g.mazzarello@texnet.it

Galileo Galilei

LE MECANICHE

DELLE UTILITÀ CHE SI TRAGGONO DALLA SCIENZA MECANICA E DAI SUOI INSTRUMENTI.

Degno di grandissima considerazione mi è parso, avanti che discendiamo alla speculazione delli strumenti mecanici, il considerare in universale, e di mettere quasi inanzi agli occhi, quali siano i commodi, che dai medesimi strumenti si ritraggono: e ciò ho giudicato tanto più doversi fare, quanto (se non m'inganno) più ho visto ingannarsi l'universale dei mecanici, nel volere a molte operazioni, di sua natura impossibili, applicare machine, dalla riuscita delle quali, ed essi sono restati ingannati, ed altri parimente sono rimasti defraudati della speranza, che sopra le promesse di quelli avevano conceputa. Dei quali inganni parmi di avere compreso essere principalmente cagione la credenza, che i detti artefici hanno avuta ed hanno continuamente, di potere con poca forza muovere ed alzare grandissimi pesi, ingannando, in un certo modo, con le loro machine la natura; instinto della quale, anzi fermissima constituzione, è che niuna resistenza possa essere superata da forza, che di quella non sia più potente. La quale credenza quanto sia falsa, spero con le dimostrazioni vere e necessarie, che averemo nel progresso, di fare manifestissimo.

Tra tanto, poiché si è accennato, la utilità, che dalle machine si trae, non essere di potere con piccola forza muovere, col mezzo della machina, quei pesi, che senza essa non potriano dalla medesima forza esser mossi, non sarà fuori di proposito dichiarare, quali siano le commodità, che da tale facoltà ci sono apportate: perché, quando niuno utile fusse da sperarne, vana saria ogni fatica che nell'acquisto suo s'impiegasse.

Facendo dunque principio a tale considerazione, prima ci si fanno avanti quattro cose da considerarsi: la prima è il peso da trasferirsi di luogo a luogo; la seconda è la forza o potenza, che deve muoverlo; terza è la distanza tra l'uno e l'altro termine del moto; quarta è il tempo, nel quale tal mutazione deve esser fatta; il qual tempo torna nell'istessa cosa con la prestezza e velocità del moto, determinandosi, quel moto essere di un altro più veloce, che in minor tempo passa eguale distanza. Ora, assegnata qual si voglia resistenza determinata, e limitata qualunque forza, e notata qual si voglia distanza, non è dubbio alcuno, che sia per condurre la data forza il dato peso alla determinata distanza; perciò che, quando bene la forza fusse picciolissima, dividendosi il peso in molte particelle, ciascheduna delle quali non resti superiore alla forza, e transferendosene una per volta, arà finalmente condotto tutto il peso allo statuito termine: né però nella fine dell'operazione si potrà con ragione dire, quel gran peso esser stato mosso e traslato da forza minore di sé, ma sì bene da forza la quale più volte averà reiterato quel moto e spazio, che una sol volta sarà stato da tutto il peso misurato. Dal che appare, la velocità della forza essere stata tante volte superiore alla resistenza del peso, quante esso peso è superiore alla forza; poiché in quel tempo nel quale la forza movente ha molte volte misurato l'intervallo tra i termini del moto, esso mobile lo viene ad avere passato una sol volta: né per ciò si deve dire, essersi superata gran resistenza con piccola forza, fuori della constituzione della natura. Allora solamente si potria dire, essersi superato il naturale instituto, quando la minor forza trasferisse la maggiore resistenza con pari velocità di moto, secondo il quale essa camina; il che assolutamente affermiamo essere impossibile a farsi con qual si voglia machina, immaginata o che immaginar si possa. Ma perché potria tal ora avvenire che, avendo poca forza, ci bisognasse muovere un gran peso tutto congiunto insieme, senza dividerlo in pezzi, in questa occasione sarà necessario ricorrere alla machina: col mezzo della quale si trasferirà il peso proposto nell'assegnato spazio dalla data forza; ma non si leverà già, che la medesima forza non abbia a caminare, misurando quel medesimo spazio od altro ad esso eguale, tante e tante volte, per quante viene dal detto peso superata: tal che nel fine dell'azione noi non ci troveremo avere dalla machina ricevuto altro benefizio, che di trasportare il dato peso con la data forza al dato termine tutto insieme; il qual peso diviso in parti, senz'altra machina, dalla medesima forza, dentro al medesimo tempo, per l'istesso intervallo, saria stato trasferito. E questa deve essere per una delle utilità, che dal mecanico si cavano, annoverata: perché invero spesse volte occorre che, avendo scarsità di forza, ma non di tempo, ci occorre muovere gran pesi tutti unitamente. Ma chi sperasse e tentasse, per via di machine far l'istesso effetto senza crescere tardità al mobile, questo certamente rimarrà ingannato, e dimostrerà di non intendere la natura delli strumenti mecanici e le ragioni delli effetti loro.

Un'altra utilità si trae dalli strumenti mecanici, la quale depende dal luogo dove dev'essere fatta l'operazione: perché non in tutti i luoghi, con eguale commodità, si adattano tutti li strumenti. E così veggiamo (per dichiararci con qualche essempio), che per cavar l'acqua da un pozzo ci serviremo di una semplice corda con un vaso accommodato per ricevere e contenere acqua, col quale attingeremo una determinata quantità di acqua in un certo tempo con la nostra limitata forza: e qualunque credesse di potere con machine di qual si voglia sorte cavare, con l'istessa forza, nel medesimo tempo, maggior quantità di acqua, costui è in grandissimo errore; e tanto più spesso e tanto maggiormente si troverà ingannato, quanto più varie e multiplicate invenzioni anderà imaginandosi. Con tutto ciò veggiamo estrar l'acqua con altri strumenti, come con trombe per seccare i fondi delle navi. Dove però è d'avvertire, non essere state introdotte le trombe in simile uffizio, perché tragghino copia maggiore di acqua, nell'istesso tempo, e con la medesima forza, di quello che si faria con una semplice secchia, ma solamente perché in tal luogo l'uso della secchia o d'altro simile vaso non potria fare l'effetto che si desidera, che è di tenere asciutta la sentina da ogni piccola quantità di acqua; il che non può fare la secchia, per non si potere tuffare e demergere dove non sia notabile altezza di acqua. E così veggiamo col medesimo stromento asciugarsi le cantine, di dove non si possa estrar l'acqua se non obliquamente; il che non faria l'uso ordinario della secchia, la quale si alza ed abbassa con la sua corda perpendicolarmente.

Il terzo, e per avventura maggior commodo delli altri che ci apportano li stromenti mecanici, è rispetto al movente, valendoci o di qualche forza inanimata, come del corso di un fiume, o pure di forza animata, ma di minor spesa assai di quella che saria necessaria per mantenere possanza umana: come quando per volgere mulini ci serviremo del corso di un fiume, o della forza di un cavallo per far quell'effetto, al quale non basteria il potere di quattro o sei uomini. E per questa via potremo ancora vantaggiarci nell'alzar acque o fare altre forze gagliarde, le quali da uomini senz'altri ordigni sariano esseguite, perché con un semplice vaso potrian pigliar acqua ed alzarla e votarla dove fa bisogno: ma perché il cavallo, o altro simile motore, manca del discorso e di quelli strumenti che si ricercano per apprendere il vaso ed a tempo votarlo, tornando poi a riempirlo, e solamente abbonda di forza, per ciò è necessario che il mecanico supplisca con suoi ordigni al natural difetto di quel motore, somministrandogli artificii ed invenzioni tali, che, con la sola applicazione della forza sua, possa esseguire l'effetto desiderato. Ed in ciò è grandissimo utile: non perché quelle ruote o altre machine faccino che con minor forza, e con maggior prestezza, o per maggior intervallo, si trasporti il medesimo peso, di quello che, senza tali instrumenti, eguale ma giudiziosa e bene organizzata forza potria fare; ma sì bene perché la caduta di un fiume o niente o poco costa, ed il mantenimento di un cavallo o di altro simile animale, la cui forza supererà quella di otto e forse più uomini, è di lunga mano di minor dispendio, che quello non saria che potesse sostentare e mantenere li detti uomini.

Queste dunque sono le utilità che dai mecanici instrumenti si caveranno, e non quelle che, con inganno di tanti principi e con loro propria vergogna, si vanno sognando i poco intendenti ingegneri, mentre si vogliono applicare a imprese impossibili. Dal che, e per questo poco che si è accennato, e per quel molto che si dimostrerà nel progresso di questo trattato, verremo noi assicurati, se attentamente apprenderemo quanto si ha da dire.

DIFFINIZIONI.

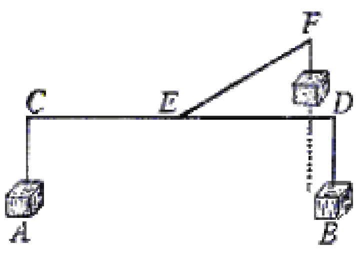
Quello che in tutte le scienze demostrative è necessario di osservarsi, doviamo noi ancora in questo trattato seguitare: che è di proporre le diffinizioni dei termini proprii di questa facultà, e le prime supposizioni, delle quali, come da fecondissimi semi, pullulano e scaturiscono consequentemente le cause e le vere demonstrazioni delle proprietà di tutti gl'instrumenti mecanici. I quali servono per lo più intorno ai moti delle cose gravi; però determineremo primamente quello che sia gravità.

Adimandiamo adunque gravità quella propensione di muoversi naturalmente al basso, la quale, nei corpi solidi, si ritrova cagionata dalla maggiore o minore copia di materia, dalla quale vengono constituiti.

Momento è la propensione di andare al basso, cagionata non tanto dalla gravità del mobile, quanto dalla disposizione che abbino tra di loro diversi corpi gravi; mediante il qual momento si vedrà molte volte un corpo men grave contrapesare un altro di maggior gravità: come nella stadera si vede un picciolo contrapeso alzare un altro peso grandissimo, non per eccesso di gravità, ma sì bene per la lontananza dal punto donde viene sostenuta la stadera; la quale, congiunta con la gravità del minor peso, gli accresce momento ed impeto di andare al basso, col quale può eccedere il momento dell'altro maggior grave. È dunque il momento quell'impeto di andare al basso, composto di gravità, posizione e di altro, dal che possa essere tal propensione cagionata.

Centro della gravità si diffinisce essere in ogni corpo grave quel punto, intorno al quale consistono parti di eguali momenti: sì che, imaginandoci tale grave essere dal detto punto sospeso e sostenuto, le parti destre equilibreranno le sinistre, le anteriori le posteriori, e quelle di sopra quelle di sotto; sì che il detto grave, così sostenuto, non inclinerà da parte alcuna, ma, collocato in qual si voglia sito e disposizione, purché sospeso dal detto centro, rimarrà saldo. E questo è quel punto, il quale anderebbe ad unirsi col centro universale delle cose gravi, ciò è con quello della terra, quando in qualche mezzo libero potesse descendervi.

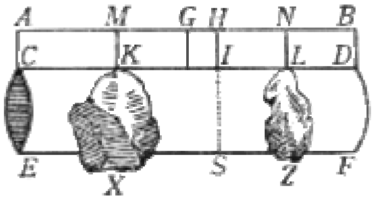
Dal che caveremo noi questa supposizione: Qualunque grave muoversi al basso così, che il centro della sua gravità non esca mai fuori di quella linea retta, che da esso centro, posto nel primo termine del moto, si produce insino al centro universale delle cose gravi. Il che è molto ragionevolmente supposto: perché, dovendo esso solo centro andarsi ad unire col centro comune, è necessario, non essendo impedito, che vadia a trovarlo per la brevissima linea, che è la sola retta. E di più possiamo, secondariamente, supporre: Ciascheduno corpo grave gravitare massimamente sopra il centro della sua gravità, ed in esso, come in proprio seggio, raccòrsi ogni impeto, ogni gravezza, ed in somma ogni momento. Suppongasi finalmente: Il centro della gravità di due corpi egualmente gravi essere nel mezzo di quella linea retta, la quale li detti due centri congiunge; o veramente, due pesi eguali sospesi in distanze eguali avere il punto dell'equilibrio nel commune congiungimento di esse uguali distanze: come, per essempio [v. figura 1],



sendo la distanza *CE* eguale alla distanza *ED*, e da esse sospesi due pesi eguali, *A*, *B*, supponghiamo il punto dell'equilibrio essere nel punto *E*, non essendo maggior ragione di inclinare da una che dall'altra parte. Ma qui è d'avvertire, come tali distanze si devono misurare con linee perpendicolari, le quali dal punto della suspensione caschino sopra le linee rette, che dai centri della gravità delli due pesi si tirano al centro commune delle cose gravi. E però, se la distanza *ED* fusse trasportata in *EF*, il peso *B* non contrapeserebbe il peso *A*; perché tirandosi dai centri della gravità due linee rette al centro della terra, vedremo quella che viene dal centro del peso *I* esser più vicina al punto *E*, dell'altra prodotta dal centro del peso *A*. Devesi dunque intendere, i pesi eguali esser sospesi da distanze eguali, ogni volta che le linee rette, che dai loro centri vanno a trovare il centro commune delle cose gravi, saranno egualmente lontane da quella linea retta, che dal termine di esse distanze, ciò è dal punto della suspensione, si produce al medesimo centro della terra.

Determinate e supposte queste cose, verremo all'esplicazione di un comunissimo e principalissimo principio di buona parte delli strumenti mecanici, dimostrando come pesi diseguali pendenti da distanze diseguali peseranno egualmente, ogni volta che dette distanze abbino contraria proporzione di quella che hanno i pesi. Che pesi diseguali pesino egualmente, sospesi da distanze diseguali, le quali abbino contraria proporzione di quella che essi pesi si ritrovano avere, non solamente dimostreremo esser vero in quel modo che siamo certi della verità del principio posto sopra, dove si suppose pesi eguali pesare egualmente da distanze eguali; ma dimostreremo essere la medesima cosa per l'appunto, e che altro non è sospendere pesi diseguali da distanze di contraria proporzione, che pesi eguali da distanze eguali.

[v. figura 2]



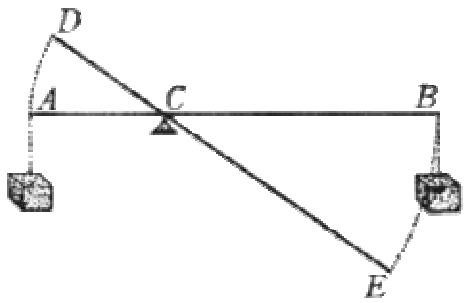
Intendasi dunque il solido grave *CDFE*, di gravità omogenea in tutte le sue parti, ed egualmente grosso per tutto, qual saria una figura colonnare o altra simile, il quale dalli estremi punti *C*, *D* sia sospeso dalla linea *AB*, eguale all'altezza del solido. Or dividendo essa linea *AB* egualmente nel punto *G*, e da esso sospendendola, non è dubbio alcuno che in esso punto *G* si farà l'equilibrio: perché la linea che da esso punto si tirasse rettamente al centro della terra, passerebbe per il centro della gravità del solido *CF*, e di esso intorno a detta linea consisterebbono parti di eguali momenti, e saria il medesimo che se dai punti *A*, *B* pendessero due metà del grave *CF*. Intendasi adesso, esser detto grave secondo la linea *IS* tagliato in due parti diseguali; è manifesto che la parte *CS*, come ancora l'altra *SD*, non staranno più in tale sito, non avendo altri sostegni che li due legami *AC*, *BD*. Però, venendo al punto *I*, intendasi aggiunto un nuovo legame, il quale fermato al punto *H*, perpendicolarmente sopraposto al taglio *IS*, sostenga comunemente nel pristino stato l'una e l'altra parte del solido: dal che ne séguita che non si essendo fatta mutazione alcuna, o di gravità o di sito, nelle parti del solido rispetto alla linea *AB*, l'istesso punto *G* resterà centro dell'equilibrio, come da principio è stato. In oltre, essendo che la parte del solido *CS* è connessa alla libra mediante li due legami *CA*, *IH*, non è dubbio alcuno che se, tagliando detti due legami, ne aggiungeremo un solo *MK*, da essi due egualmente distante, trovandosi sotto di esso il centro della gravità del solido *CS*, non si muterà o moverà di sito, ma salverà l'istessa abitudine alla linea *AH*; e fatto l'istesso dall'altra parte *IF*, ciò è rotti i legami *HI*, *BD* ed aggiunto in mezzo il solo appendicolo *NL*, è parimente manifesto non esser lui per variare sito o disposizione rispetto alla libra *AB*: sì che, stando le parti di tutto il solido *CF* col medesimo rispetto alla libra *AB* che sempre son state, pendendo l'una, *CS*, dal punto *M*, e l'altra, *SD*, dal punto *N*, non è dubbio l'equilibrio farsi ancora dal punto medesimo *G*. E già comincierà ad apparire, come, pendendo dagli estremi termini della linea *MN* li due gravi, *CS*, maggiore, ed *SD*, minore, doventano di eguali momenti, e generano l'equilibrio nel punto *G*, facendo *GN* distanza maggiore della *GM*: e solo rimane, per esseguire compitamente il nostro intento, che dimostriamo, qual proporzione si trova fra il peso *CS* ed il peso *SD*, tale ritrovarsi tra la distanza *NG* e *GM*; il che non sarà difficile dimostrare. Per ciò che, essendo la linea *MH* metà dell'*HA*, e la *NH* metà della *HB*, sarà tutta la *MN* metà della total linea *AB*; della quale è metà ancora *BG*; onde esse due *MN*, *GB* saranno tra sé eguali: dalle quali trattone la comune parte *GN*, sarà la rimanente *MG* eguale alla rimanente *NB*; a cui è parimente eguale la *NH*; onde esse *MG*, *NH*, saranno ancora eguali; e posta communemente la parte *GH*, sarà la *MH* eguale alla *GN*. Ed avendo già dimostrato, *MG* agguagliare *HN*, qual proporzione avrà la linea *MH* alla *HN*, tale averà la *NG* distanza alla distanza *GM*: ma la proporzione *MH* ad *HN* è quella che ha *KI* a *IL*, e la doppia *CI* alla doppia *ID*, ed in somma il solido *CS* al solido *SD* (dei quali solidi le linee *CI*, *ID* sono altezze): adunque si conclude, la proporzione della distanza *NG* alla distanza *GM* esser l'istessa che ha la grandezza del solido *CS* alla grandezza del solido *SD*; la quale, come è manifesto, è quell'istessa che hanno le gravità dei medesimi solidi.

E da quanto si è detto parmi che apertamente si comprenda, come gli due gravi diseguali *CS*, *SD* non pure pesino egualmente pendendo da distanze le quali contrariamente abbino la medesima proporzione, ma di più come, *in rei natura*, sia il medesimo effetto, che se in distanze eguali si sospendessero pesi eguali: essendo che la gravità del peso *CS* in un certo modo virtualmente si diffonde oltre il sostegno *G*, e l'altra del peso *SD* dal medesimo si ritira, come, essaminando bene quanto si è detto circa la presente figura, ogni speculativo giudizio può comprendere. E, stante la medesima gravità dei pesi ed i medesimi termini delle suspensioni, quando bene si variassero le loro figure, riducendole in forme sferiche, conforme alle due *X*, *Z*, o in altre, non si dubiterà che il medesimo equilibrio sia per seguire; essendo la figura accidente di qualità ed impotente ad alterare la gravezza, che più presto dalla quantità deriva. Onde universalmente concluderemo, esser verissimo che pesi diseguali pesino egualmente, sospesi contrariamente da distanze diseguali, che abbino l'istessa proporzione dei pesi.

ALCUNI AVVERTIMENTI CIRCA LE COSE DETTE.

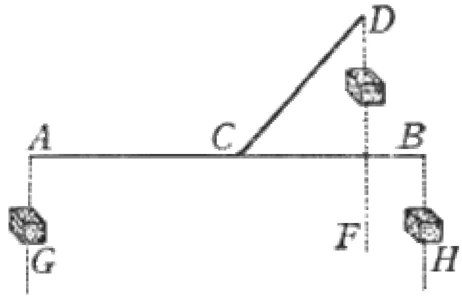
Avendo noi mostrato come i momenti di pesi diseguali vengono pareggiati dall'essere sospesi contrariamente in distanze che abbino la medesima proporzione, non mi pare di doversi passar con silenzio un'altra congruenza e probabilità, dalla quale ci può ragionevolmente essere confermata la medesima verità.

[v. figura 3]



Però che, considerisi la libra *AB* divisa in parti diseguali nel punto *C*, ed i pesi, della medesima proporzione che hanno le distanze *BC*, *CA*, alternatamente sospesi dalli punti *A*, *B*: è già manifesto come l'uno contrapeserà l'altro, e, per consequenza, come, se a uno di essi fusse aggiunto un minimo momento di gravità, si moverebbe al basso inalzando l'altro; sì che, aggiunto insensibile peso al grave *B*, si moveria la libra, discendendo il punto *B* verso *E*, ed ascendendo l'altra estremità *A* in *D*. E perché, per fare descendere il peso *B*, ogni minima gravità accresciutagli è bastante, però, non tenendo noi conto di questo insensibile, non faremo differenza dal potere un peso sostenere un altro al poterlo movere. Ora, considerisi il moto che fa il grave *B*, discendendo in *E*, e quello che fa l'altro *A*, ascendendo in *D*; e troveremo senza alcun dubbio, tanto esser maggiore lo spazio *BE* dello spazio *AD*, quanto la distanza *BC* è maggiore della *CA*; formandosi nel centro *C* due angoli, *DCA* ed *ECB*, eguali per essere alla cima, e, per conseguenza, due circonferenze, *BE*, *AD*, simili, e aventi tra di sé l'istessa proporzione delli semidiametri *BC*, *CA*, dai quali vengono descritte. Viene adunque ad essere la velocità del moto del grave *B*, discendente, tanto superiore alla velocità dell'altro mobile *A*, ascendente, quanto la gravità di questo eccede la gravità di quello; né potendo essere alzato il peso *A* in *D*, benché lentamente, se l'altro grave *B* non si muove in *E* velocemente, non sarà maraviglia, né alieno dalla costituzione naturale, che la velocità del moto del grave *B* compensi la maggior resistenza del peso *A*, mentre egli in *D* pigramente si muove e l'altro in *E* velocemente descende. E così, all'incontro, posto il grave *A* nel punto *D* e l'altro nel punto *E*, non sarà fuor di ragione che quello possa, calando tardamente in *A*, alzare velocemente l'altro in *B*, ristorando, con la sua gravità, quello che per la tardità del moto viene a perdere. E da questo discorso possiamo venire in cognizione, come la velocità del moto sia potente ad accrescere momento nel mobile, secondo quella medesima proporzione con la quale essa velocità di moto viene augumentata.

Un'altra cosa, prima che più oltre si proceda, bisogna che sia considerata; e questa è intorno alle distanze, nelle quali i gravi vengono appesi: per ciò che molto importa il sapere come s'intendano distanze eguali e diseguali, ed in somma in qual maniera devono misurarsi. [v. figura 4]

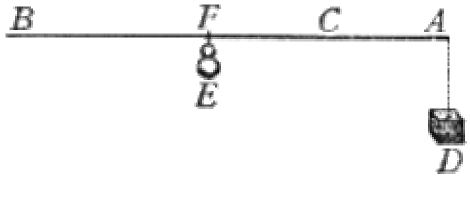


Imperò che, essendo la linea retta *AB*, e dalli estremi punti di essa pendendo due eguali pesi, preso il punto *C* nel mezzo di essa linea, si farà sopra di esso l'equilibrio; e questo, per essere la distanza *AC* eguale alla distanza *CB*. Ma se, elevando la linea *CB* e girandola intorno al punto *C*, sarà trasferita in *CD*, sì che la libra resti secondo le due linee *AC*, *CD*, gli due eguali pesi pendenti dai termini *A*, *D* non più peseranno egualmente sopra il punto *C*; perché la distanza del peso posto in *D* è fatta minor di quello che era mentre si ritrovava in *B*. Imperò che, se considereremo le linee per le quali i detti gravi fanno impeto, e discenderebbono quando liberamente si movessero, non è dubbio alcuno che sariano le linee *AG*, *DF*, *BH*: fa dunque momento ed impeto il peso pendente dal punto *D* secondo la linea *DF*; ma quando pendeva dal punto *B*, faceva impeto nella linea *BH*; e perché essa linea *DF* resta più vicina al sostegno *C* di quello che faccia la linea *BH*, perciò doviamo intendere, gli pesi pendenti dalli punti *A*, *D* non essere in distanze eguali dal punto *C*, ma sì bene quando saranno constituiti secondo la linea retta *ACB*. E finalmente si deve aver avvertenza di misurare le distanze con linee, che ad angoli retti caschino sopra quelle nelle quali i gravi stanno pendenti, e si moveriano quando liberamente scendessero.

DELLA STADERA E DELLA LIEVA.

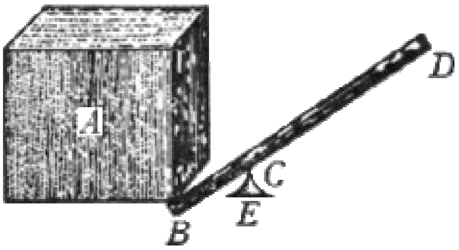
L'aver inteso con certa dimostrazione uno dei primi principii, dal quale, come da fecondissimo fonte, derivano molti delli strumenti mecanici, sarà cagione di potere senza difficoltà alcuna venire in cognizione della natura di essi.

E prima, parlando della stadera, stromento usitatissimo, col quale si pesano diverse mercanzie, sostenendole, benché gravissime, col peso d'un picciolo contrapeso, il quale volgarmente adimandano *romano*, proveremo, in tale operazione nient'altro farsi, che ridurre in atto pratico quel tanto che di sopra abbiamo speculato. Imperò che, se intenderemo la stadera *AB*, [v. figura 5]



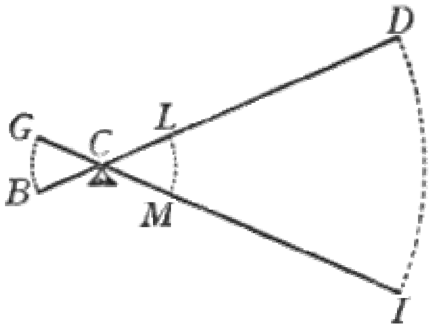
il cui sostegno, altrimenti detto *trutina*, sia nel punto *C*, fuori del quale dalla piccola distanza *CA* penda il grave peso *D*, e nell'altra maggiore *CB*, che *ago* della stadera si adomanda, discorra inanzi ed indietro il romano *E*, ancorché di piccol peso in comparazione del grave *D*, si potrà nulla di meno discostar tanto dalla trutina *C*, che qual proporzione si trova tra li due gravi *D*, *E*, tale sia tra le distanze *FC*, *CA*; ed allora si farà l'equilibrio, trovandosi pesi ineguali alternamente pendenti da distanze ad essi proporzionali.

Né questo instrumento è differente da quell'altro, che *vette* e, volgarmente, *lieva* si adimanda; col quale si muovono grandissime pietre ed altri pesi con poca forza. L'applicazione del quale è secondo la figura posta qui appresso [v. figura 6]:



dove la lieva sarà notata per la stanga, di legno o altra salda materia, *BCD*; il grave peso da alzarsi sia *A*; ed un fermo appoggio o sostegno, sopra il quale calchi e si muova la lieva, sia notato *E*. E sottoponendo al peso *A* una estremità della lieva, come si vede nel punto *B*, gravando la forza nell'altra estremità *D*, potrà, ancorché poca, sollevare il peso *A*, tutta volta che qual proporzione ha la distanza *BC* alla distanza *CD*, tale abbia la forza posta in *D*, alla resistenza che fa il grave *A* sopra il punto *B*. Per lo che si fa chiaro, che quanto più il sostegno *E* si avvicinerà all'estremità *B*, crescendo la proporzione della distanza *DC* alla distanza *CB*, tanto si potrà diminuire la forza in *D* per levare il peso *A*.

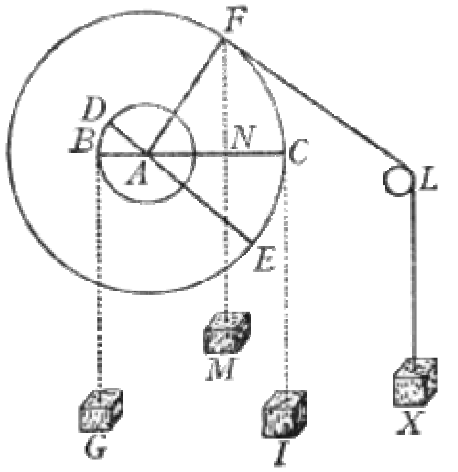
E qui si deve notare (il che anco a suo luogo si anderà avvertendo intorno a tutti gli altri strumenti mecanici), che la utilità, che si trae da tale strumento, non è quella che i volgari mecanici si persuadono, ciò è che si venga a superare, ed in un certo modo ingannare, la natura, vincendo con piccola forza una resistenza grandissima con l'intervento del vette; perché dimostreremo, che senza l'aiuto della lunghezza della lieva si saria, con la medesima forza, dentro al medesimo tempo, fatto il medesimo effetto. Imperò che, ripigliando la medesima lieva *BCD* [v. figura 7],



della quale sia *C* il sostegno, e la distanza *CD* pongasi, per essempio, quintupla alla distanza *CB*, e mossa la lieva sin che pervenga al sito *ICG*, quando la forza avrà passato lo spazio *DI*, il peso sarà stato mosso dal *B* in *G*; e perché la distanza *DC*, si è posta esser quintupla dell'altra *CB*, è manifesto, dalle cose dimostrate, potere essere il peso, posto in *B*, cinque volte maggiore della forza movente, posta in *D*. Ma se, all'incontro, porremo mente al camino che fa la forza da *D* in *I*, mentre che il peso vien mosso da *B* in *G*, cognosceremo parimente il viaggio *DI* esser quintuplo allo spazio *BG*: in oltre, se piglieremo la distanza *CL* eguale alla distanza *CB*, posta la medesima forza, che fu in *D*, nel punto *L*, e nel punto *B* la quinta parte solamente del peso che prima vi fu messo, non è alcun dubbio, che, divenuta la forza in *L* eguale a questo peso in *B*, ed essendo eguali le distanze *LC*, *CB*, potrà la detta forza, mossa per lo spazio *LM*, trasferire il peso a sé eguale per l'altro eguale intervallo *BG*; e che reiterando cinque volte questa medesima azione, trasferirà tutte le parti del detto peso al medesimo termine *G*. Ma il replicare lo spazio *ML* niente per certo è di più o di meno che il misurare una sol volta l'intervallo *DI*, quintuplo di esso *LM*: adunque il trasferire il peso da *B* in *G* non ricerca forza minore, o minor tempo, o più breve viaggio, se quella si ponga in *D*, di quello che faccia di bisogno quando la medesima fosse applicata in *L*. Ed insomma il commodo, che si acquista dal benefizio della lunghezza della lieva *CD* non è altro che il potere muovere tutto insieme quel corpo grave, il quale dalla medesima forza, dentro al medesimo tempo, con moto eguale, non saria, se non in pezzi, senza il benefizio del vette, potuto condursi.

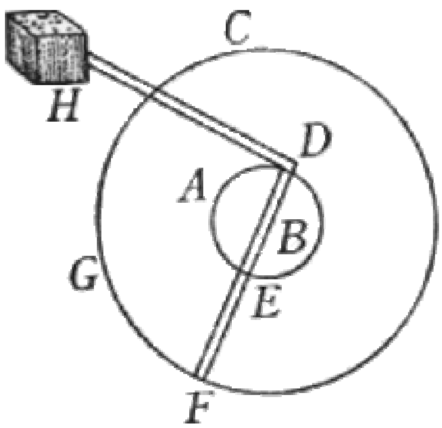
DELL'ASSE NELLA RUOTA E DELL'ARGANO.

Gli due strumenti, la natura dei quali siamo per dichiarare al presente, dependono immediatamente dalla lieva, anzi non sono altro che un vette perpetuo. Imperò che se intenderemo la lieva *BAC* [v. figura 8]



sostenuta nel punto *A*, ed il peso *G* pendente dal punto *B*, essendo la forza posta in *C*, è manifesto che, trasferendo la lieva nel sito *DAE*, il peso *G* si alzerà secondo la distanza *BD*, ma non molto più si potria seguitare di elevarlo: sì che volendo pure alzarlo ancora, saria necessario, fermandolo con qualch'altro sostegno in questo sito, rimettere la lieva nel pristino sito *BAC*, ed, apprendendo di nuovo il peso, rialzarlo un'altra volta in simile altezza *BD*; ed in questa guisa, reiterando l'istesso molte volte, si verria con moto interrotto a fare l'elevazione del peso; il che torneria per diversi rispetti non molto commodo. Onde si è sovvenuto a questa difficoltà col trovar modo di unir insieme quasi che infinite lieve, perpetuando l'operazione senza interrompimento veruno: e ciò si è fatto col formare una ruota intorno al centro *A*, secondo il semidiametro *AC*, ed un asse intorno al medesimo centro, del quale sia semidiametro la linea *BA*, e tutto questo di legno forte o di altra materia ferma e salda; sostenendo poi tutta la machina con un perno piantato nel centro *A*, che passi dall'una all'altra parte, dove sia da due fermi sostegni ritenuto. E circondata intorno all'asse la corda *DBG*, da cui penda il peso *G*, ed applicando un'altra corda intorno alla maggior ruota, alla quale sia appeso l'altro grave *I*, è manifesto che, avendo la lunghezza *CA* all'altra *AB* quella proporzione medesima che il peso *G* al peso *I*, potrà esso *I* sostenere il grave *G*, e con ogni piccolo momento di più lo moverà. E perché, volgendosi l'asse insieme con la ruota, le corde, che sostengono pesi, si troveranno sempre pendenti e contingenti l'estreme circonferenze di essa ruota ed asse, sì che sempre manterranno un simile sito e disposizione alle distanze *BA*, *AC*, si verrà a perpetuare il moto, discendendo il peso *I*, e costringendo a montare l'altro *G*. Dove si deve notare la necessità di circondare la corda intorno alla ruota, acciò che il peso *I* penda secondo la linea contingente la circonferenza di detta ruota: ché se si sospendesse il medesimo peso sì che dipendesse dal punto *F*, segando detta ruota, come si vede, per la linea *FNM*, non più si faria il moto, sendo diminuito il momento del peso *M*, il quale non graverebbe più che se pendesse dal punto *N*; perché la distanza della sua sospensione dal centro *A* viene determinata dalla linea *AN*, che perpendicolarmente casca sopra la corda *FM*, e non più dal semidiametro della ruota *AF*, il quale ad angoli diseguali casca sopra la detta linea *FM*. Facendosi dunque forza nella circonferenza della ruota da corpo grave ed inanimato, il quale non abbia altro impeto che di andare al basso, è necessario che sia sospeso da una linea, la quale sia contingente della ruota, e non che la seghi. Ma se nella medesima circonferenza fusse applicata forza animata, la quale avesse momento di far impeto per tutti i versi, potria far l'effetto constituita in qual si voglia luogo di detta circonferenza: e così, posta in *F* leverebbe il peso *G* col volgere intorno la ruota, tirando non, secondo la linea *FM*, al basso, ma in traverso, secondo la contingente *FL*, la quale farà angolo retto con quella che dal centro *A* si tira al punto del contatto; perché, venendo in questa forma misurata la distanza dal centro *A* alla forza posta in *F* secondo la linea *AF*, perpendicolare alla *FL*, per la quale si fa l'impeto, non si verrà ad avere alterata in parte alcuna la forma dell'uso della lieva. E notisi, che l'istesso si saria potuto fare ancora con una forza inanimata; pur che si fusse trovato modo di far sì, che il suo momento facesse impeto nel punto *F*, attraendo secondo la linea contingente *FL*: il che si faria con l'aggiungere sotto la linea *FL* una girella volubile, facendo passare sopra di essa la corda avvolta intorno alla ruota, come si vede per la linea *FLX*, sospendendogli nell'estremità il peso *X*, eguale all'altro *I*, il quale, essercitando la sua forza secondo la linea *FL*, verrà a conservare dal centro *A* distanza sempre eguale al semidiametro della ruota. E da quanto si è dichiarato, ne raccoglieremo per conclusione, in questo stromento la forza al peso aver sempre l'istessa proporzione, che il semidiametro dell'asse al semidiametro della ruota.

Dallo stromento esplicato non molto è differente, in quanto alla forma, l'altro stromento, il quale adimanderemo *argano*; anzi non in altro differisce che nel modo dell'applicarlo, essendo che l'asse nella ruota va mosso e costituito eretto all'orizonte, e l'argano lavora col suo movente paralello al medesimo orizonte. Imperò che, se intenderemo sopra il cerchio *DAE* [v. figura 9]

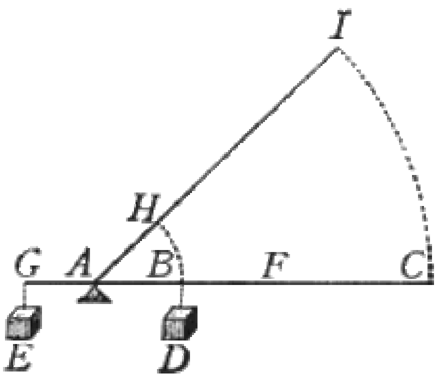


essere posto un asse di figura colonnare, volubile intorno al centro *B*, e circa ad esso avvolta la corda *DH*, legata al peso da trainarsi, se in detto asse si inserirà la stanga *FEBD*, e che nella sua estremità *F* venga applicata la forza di un uomo, o vero di un cavallo, o di altro animale atto nato a tirare, il quale, movendosi in giro, camini sopra la circonferenza del cerchio *FGC*, si viene ad aver formato e fabricato l'argano: sì che nel condurre intorno la stanga *FBD* girerà ancora l'asse o ceppo dell'argano *EAD*, e dalla corda, che intorno ad esso si avvolgerà, sarà costretto a venire avanti il grave *H*. E perché il punto del sostegno, intorno al quale si fa il moto, è il centro *B*, e da esso si allontana il movente secondo la linea *BF*, ed il resistente per l'intervallo *BD*, si viene a formare la lieva *FBD*, in virtù della quale la forza acquista momento eguale alla resistenza, tuttavolta che ad essa abbia la proporzione che si trova avere la linea *DB* alla *BF*, ciò è il semidiametro dell'asse al semidiametro del cerchio, nella cui circonferenza si muove la forza. Ed in questo e nell'altro stromento si noti quello che più volte si è detto: ciò è, l'utilità che da queste machine si trae non esser quella che comunemente, ingannandosi, crede il volgo dei mecanici, ciò è che, defraudando la natura, si possa con machine superare la sua resistenza, ancorché grande, con piccola forza; essendo che noi faremo manifesto come la medesima forza posta in *F*, nel medesimo tempo, facendo il medesimo moto, condurrà il medesimo peso nella medesima distanza senza machina alcuna. Essendo che, posto, per essempio, che la resistenza del grave *H*, sia dieci volte maggiore della forza posta in *F*, farà di bisogno, per muovere detta resistenza, che la linea *FB* sia decupla della *BD*, e, per consequenza, che la circonferenza del cerchio *FGC* sia altresì decupla alla circonferenza *EAD*. E perché, quando la forza si sarà mossa una volta per tutta la circonferenza del cerchio *FGC*, l'asse *EAD* intorno al quale si avvolge la corda attraente il peso, averà parimente data una sol volta, è manifesto che il peso *H* non si sarà mosso più che la decima parte di quello che averà caminato il movente. Se dunque la forza per far muovere una resistenza maggiore di sé per un dato spazio, col mezzo di questa machina, ha bisogno di muoversi dieci volte tanto, non è dubbio alcuno che, dividendo quel peso in dieci parti, ciascuna di esse saria stata eguale alla forza, e, per consequenza, ne averia possuto trasportare una volta per tanto intervallo, per quanto lei stessa si moverà; sì che facendo dieci viaggi, ciascheduno eguale alla circonferenza *AED*, non averia caminato più che movendosi una volta sola per la circonferenza *FGC*, ed averia condotto il medesimo peso *H* nella medesima distanza. Il commodo, dunque, che si trae da queste machine, è di condurre tutto il peso unito, ma non con manco fatica, o con maggior prestezza, o per maggior intervallo, di quello che la medesima forza potesse fare conducendolo a parte a parte.

DELLE TAGLIE.

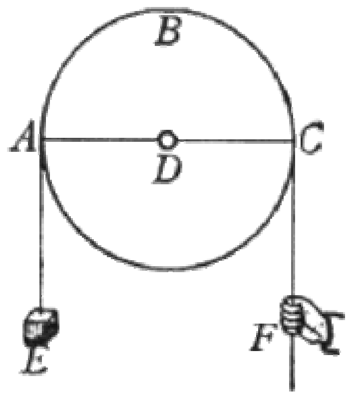
Li strumenti, la natura dei quali si può ridurre, come a suo principio e fondamento, alla libra, sono li già dichiarati, ed altri pochissimo da quelli differenti. Ora, per intendere quello che si ha da dire circa la natura delle taglie, fa di bisogno che speculiamo prima un altro modo di usare il vette, il quale ci conferirà molto all'investigazione della forza delle taglie, ed all'intelligenza d'altri effetti mecanici.

L'uso della lieva di sopra dichiarato poneva in una delle sue estremità il peso, e nell'altra la forza; ed il sostegno veniva collocato in qualche luogo tra le estremità. Ma possiamo servirci della lieva in un altro modo ancora, ponendo, come si vede nella presente figura [v. figura 10],



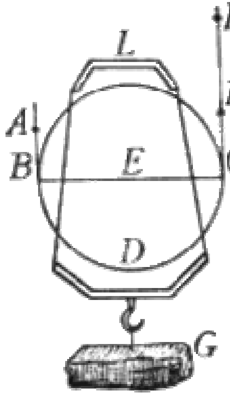
il sostegno nella estremità *A*, la forza nell'altra estremità *C*, ed il peso *D* pendente da qualche punto di mezzo, come si vede nel punto *B*. Nel qual modo è chiara cosa, che se il peso pendesse da un punto egualmente distante dalli due estremi *A*, *C*, come dal punto *F*, la fatica di sostenerlo saria egualmente divisa tra li due punti *A*, *C*, sì che la metà del peso saria sentito dalla forza *C*, sendo l'altra metà sostenuta dal sostegno *A*; ma se il grave sarà appeso in altro luogo, come dal *B*, mostreremo la forza in *C* esser bastante a sostener il peso posto in *B*, tutta volta che ad esso abbia quella proporzione, che ha la distanza *AB* alla distanza *AC*. Per dimostrazione di che, immaginiamo la linea *BA* essere prolungata rettamente in *G*, e sia la distanza *BA* eguale alla *AG*, ed il peso *E*, pendente in *G*, pongasi eguale ad esso *D*: è manifesto come, per la egualità dei pesi *E*, *D* e delle distanze *GA*, *AB*, il momento del peso *E* agguaglierà il momento del peso *D*, ed essere bastante a sostenerlo: adunque qualunque forza averà momento eguale a quello del peso *E*, e che potrà sostenerlo, sarà bastante ancora a sostenere il peso *D*. Ma per sostenere il peso *E*, ponendosi nel punto *C* forza tale, il cui momento al peso *E* abbia quella proporzione che ha la distanza *GA* alla distanza *AC*, è bastante a sostenerlo: sarà dunque la medesima forza potente ancora a sostenere il peso *D*, il cui momento agguaglia quello del peso *E*. Ma la proporzione, che ha la linea *GA* alla linea *AC*, ha ancora *AB* alla medesima, essendosi posta *GA* eguale ad *AB*; e perché li pesi *E*, *D* sono eguali, averà ciascheduno di loro alla forza posta in *C* l'istessa proporzione: adunque si conclude, la forza in *C* agguagliare il momento del peso *D*, ogni volta che ad esso abbia quella proporzione, che ha la distanza *BA* alla distanza *CA*. E nel muovere il peso con la lieva usata in questo modo, comprendesi, come negli altri strumenti, in questo ancora, quanto si guadagna di forza, tanto perdersi di velocità. Imperò che, levando la forza *C* il vette, e trasferendolo in *AI*, il peso vien mosso per l'intervallo *BH*; il quale è tanto minore dello spazio *CI* passato dalla forza, quanto la distanza *AB* è minore della distanza *AC*, ciò è quanto essa forza è minore del peso.

Dichiarati questi principii, passeremo alla speculazione delle taglie; delle quali la struttura e composizione si dichiarerà insieme con li loro usi. E prima intendasi la girella *ABC* [v. figura 11],



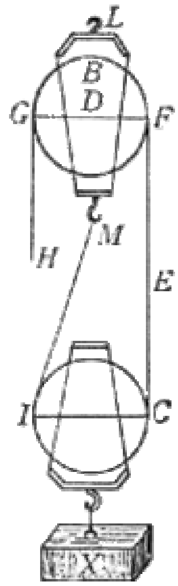
fatta di metallo o legno duro, volubile intorno al suo assetto, che passi per il suo centro *D*, ed intorno a questa girella posta la corda *EABCF*, da un capo della quale penda il peso *E*, e dall'altro intendasi la forza *F*: dico, il peso essere sostenuto da forza eguale a sé medesimo, né la girella superiore *ABC* apportare benefizio alcuno circa il muovere o sostenere il detto peso con la forza posta in *F*. Imperò che se intenderemo dal centro *D*, che è in luogo di sostegno, esser tirate due linee sino alla circonferenza della girella ai punti *A*, *C*, nei quali le corde pendenti toccano la circonferenza, averemo una libra di braccia eguali, essendo li semidiametri *DA*, *DC* eguali, li quali determinano le distanze delle due suspensioni dal centro e sostegno *D*; onde è manifesto, il peso pendente da *A* non poter essere sostenuto da peso minore pendente da *C*, ma sì bene da eguale, perché tale è la natura dei pesi eguali, pendenti da distanze eguali: ed ancorché nel muoversi a basso la forza *F* si venga a girare intorno la girella *ABC*, non però si muta l'abitudine e rispetto, che il peso e la forza hanno alle due distanze *AD*, *DC*; anzi la girella circondotta doventa una libra simile alla *AC*, ma perpetuata. Dal che possiamo comprendere quanto puerilmente s'ingannasse Aristotile, il quale stimò che, col far maggiore la girella *ABC*, si potesse con manco fatica levare il peso, considerando come all'accrescimento di tale girella si accresceva la distanza *DC*; ma non considerò che altrettanto si cresceva l'altra distanza del peso, ciò è l'altro semidiametro *DA*. Il benefizio, dunque, che da tale stromento si possa trarre, è nullo in quanto alla diminuzione della fatica. E se alcuno dimandasse, onde avvenga che in molte occasioni di levar pesi si serva l'arte di questo mezzo, come, per essempio, si vede nell'attinger l'acqua dei pozzi, si deve rispondere, ciò farsi perché in questa maniera il modo dell'essercitar ed applicar la forza ci torna più commodo; perché, dovendo tirare all'in giù, la propria gravità delle nostre braccia e delli altri membri ci aiuta; dove che bisognandoci tirare all'in su con una semplice corda il medesimo peso, col solo vigore dei membri e dei muscoli, e, come si dice, per forza di braccia, oltre al peso esterno doviamo sollevare il peso delle proprie braccia, nel che si ricerca fatica maggiore. Concludasi dunque, questa girella superiore non apportare facilità alcuna alla forza semplicemente considerata, ma solamente al modo di applicarla.

Ma se ci serviremo di una simile machina in altra maniera, come al presente siamo per dichiarare, potremo levare il peso con diminuzione di forza. Imperò che sia la girella *BDC* [v. figura 12]



volubile intorno al centro *E*, collocata nella sua cassa o armatura *BLC*, dalla quale sia sospeso il grave *G*; e passi intorno alla girella la corda *ABDCF*, della quale il capo *A* sia fermato a qualche ritegno stabile, e nell'altro *F* sia posta la forza, la quale, movendosi verso *H*, alzerà la machina *BLC*, e, consequentemente, il peso *G*; ed in questa operazione, dico la forza in *F* esser la metà del peso da lei sostenuto. Imperò che, venendo detto peso retto dalle due corde *AB*, *FC*, è manifesta cosa, la fatica essere egualmente compartita tra la forza *F* ed il sostegno *A*. Ed essaminando più sottilmente la natura di questo stromento, producendo il diametro della girella *BEC*, vedremo farsi una lieva, dal cui mezzo, ciò è sotto il punto *E*, pende il grave, ed il sostegno viene ad essere nell'estremità *B*, e la forza nell'altra estremità *C*: onde, per quello che di sopra si è dimostrato, la forza al peso averà la proporzione medesima, che ha la distanza *EB* alla distanza *BC*; però sarà la metà di esso peso. E benché, nell'alzarsi la forza verso *H*, la girella vada intorno, non però si muta mai quel rispetto e constituzione, che hanno tra di loro il sostegno *B* ed il centro *E*, da cui dipende il peso, ed il termine *C*, nel quale opera la forza: ma nella circunduzione si vengono bene a variare di numero li termini *B*, *C*, ma non di virtù, succedendo continuamente altri ed altri in loro luogo; onde la lieva *BC* viene a perpetuarsi. E qui, come negli altri strumenti si è fatto, e nei seguenti si farà sempre, non passeremo senza considerazione, come il viaggio che fa la forza venga ad essere doppio del movimento del peso. Imperò che, quando il peso sarà mosso sin che la linea *BC* sia pervenuta con li suoi punti *B*, *C* alli punti *A*, *F*, è necessario che le due corde eguali *AB*, *FC* si siano distese in una sola linea *FH*; e che, per consequenza, quando il peso sia salito per l'intervallo *BA*, la forza si sia mossa il doppio, ciò è da *F* in *H*.

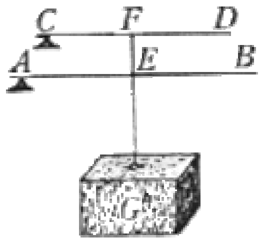
Considerando poi come la forza posta in *F*, per alzare il peso, deve moversi all'in su, il che ai moventi inanimati, per essere per lo più gravi, è del tutto impossibile, ed a li animati, se non impossibile, almeno più laborioso che il far forza all'in giù, però, per sovvenire a questo incommodo, si è trovato rimedio con aggiungere un'altra girella superiore: come nella figura appresso [v. figura 13]



si vede, dove la corda *CEFG* si è fatta passare intorno alla girella superiore *FG* sostenuta dall'appiccagnolo *L*, sì che, passando la corda in *H*, e quivi trasferendo la forza *E*, sarà potente a muovere il peso *X* col tirare a basso. Ma non però che essa deva essere minore di quello che era in *E*; imperò che i momenti delle forze *E*, *H*, pendenti dalle eguali distanze *FD*, *DG* della girella superiore, restano sempre eguali; né essa superiore girella, come già si è dimostrato, arreca diminuzione alcuna nella fatica. Inoltre, essendo di già stato necessario, per l'aggiunta della girella superiore, introdurre l'appendicolo *L*, da chi venga sostenuta, ci tornerà di qualche commodità il levare l'altro *A*, a chi era raccommandato l'un capo della corda, trasferendolo ad un oncino, o anello, annesso alla parte inferiore della cassa o armatura della superiore girella, come si vede fatto in *M*. Ora finalmente tutta questa machina, composta di superiori ed inferiori girelle, è quella che i Greci chiamano *trochlea*, e noi toscanamente adimandiamo *taglia*.

Abbiamo sin qui esplicato come col mezzo delle taglie si possa duplicare la forza. Resta che, con la maggior brevità che fia possibile, dimostriamo il modo di crescerla secondo qualsivoglia multiplicità: e prima parleremo delle multiplicità secondo i numeri pari, e poi secondo li impari. E per mostrare come si possa augumentare la forza in proporzione quadrupla, proporremo la seguente speculazione, come lemma delle cose seguenti.

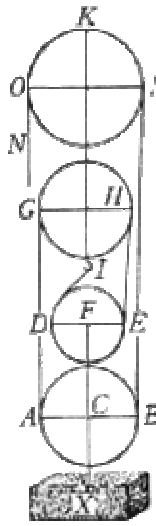
Siano le due lieve *AB*, *CD* [v. figura 14],



con li sostegni nell'estremità *A*, *C*; e dai mezzi di ciascuna di esse, *E*, *F*, penda il grave *G*, sostenuto da due forze di momento eguali, poste in *B*, *D*: dico, il momento di ciascuna di esse agguagliare il momento della quarta parte del peso *G*. Imperò che, sostenendo le due forze *B*, *D* egualmente, è manifesto la forza *D* non aver contrasto se non dalla metà del peso *G*: ma quando la forza *D* sostenga, col benefizio del vette *DC*, la metà del peso *G* pendente da *F*, si è già dimostrato aver essa forza *D* al peso così da lei sostenuto quella proporzione, che ha la distanza *FC* alla distanza *CD*; la quale è proporzione subdupla: adunque il momento *D* è subduplo al momento della metà del peso *G*, sostenuto da lui: onde ne séguita, essere la quarta parte del momento di tutto il peso. E nell'istesso modo si dimostrerà questo medesimo del momento *B*. E ciò è ben ragionevole, che, essendo il peso *G* sostenuto dai quattro punti *A*, *B*, *C*, *D* egualmente, ciascheduno di essi senta la quarta parte della fatica.

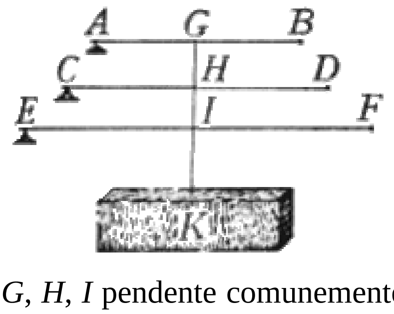
Venghiamo adesso ad applicar questa considerazione alle taglie: ed intendasi il peso *X* [v.

figura 15]

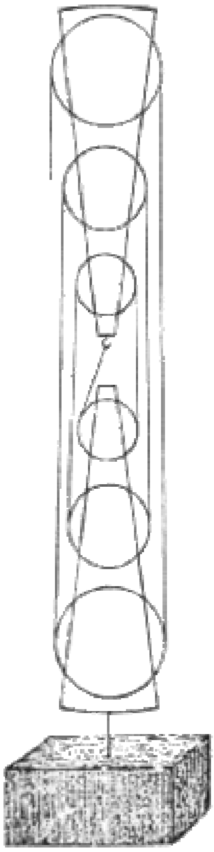


pendente dalle due girelle inferiori *AB*, *DE*, circonducendo intorno ad esse ed alla superiore girella *GH* la corda, come si vede per la linea *IDEHGAB*, sostenendo tutta la machina nel punto *K*. Dico adesso, che, posta la forza in *M*, potrà sostenere il peso *X*, quando sia eguale alla quarta parte di esso. Imperò che, se ci imagineremo li due diametri *DE*, *AB*, ed il peso pendente dalli punti di mezzo *F*, *C*, averemo due vetti simili alli già dichiarati, i sostegni dei quali rispondono alli punti *D*, *A*; onde la forza posta in *B*, o vogliamo dire in *M*, potrà sostenere il peso *X*, essendo la quarta parte di esso. E se di nuovo aggiungeremo un'altra superiore girella, facendo passare la corda in *MON*, trasferendo la forza *M* in *N*, potrà sostenere il medesimo peso gravando al basso, non augumentando o diminuendo forza la girella superiore, come di già si è dichiarato. E noteremo parimente, come, per fare ascendere il peso, devono passare le quattro corde *BM*, *EH*, *DI*, *AG*; onde il movente avrà a caminare quanto esse quattro corde sono lunghe, e, con tutto ciò, il peso non si moverà se non quanto è la lunghezza di una sola di esse: il che sia detto per avvertimento e confermazione di quello che più volte si è di già detto, ciò è che con qual proporzione si diminuisce la fatica nel movente, se gli accresce all'incontro lunghezza nel viaggio.

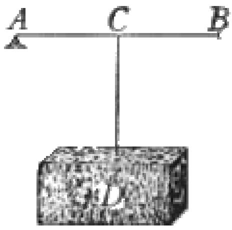
Ma se vorremo crescere la forza in proporzione sescupla, bisognerà che aggiungiamo un'altra girella alla taglia inferiore: il che acciò meglio s'intenda, metteremo avanti la presente speculazione. Intendasi dunque le tre lieve [v. figura 16]



AB, *CD*, *EF*, e dai mezzi di esse *G*, *H*, *I* pendente comunemente il peso *K*, e nell'estremità *B*, *D*, *F* tre potenze eguali che sostenghino il peso *K*; sì che ciascheduna di esse ne verrà a sostenere la terza parte. E perché la potenza in *B*, sostenendo col vette *BA* il peso pendente in *G*, viene ad essere la metà di esso peso, e già si è detto quella sostenere il terzo del peso *K*: adunque il momento della forza *B* è eguale alla metà della terza parte del peso *K*, ciò è alla sesta parte di esso. Ed il medesimo si dimostrerà dell'altre forze *D*, *F*: dal che possiamo facilmente comprendere, come, ponendo nella taglia inferiore tre girelle, e nella superiore due o tre altre, possiamo multiplicare la forza secondo il numero senario. E volendo crescerla secondo qual si voglia altro numero pari, si multiplicheranno le girelle della taglia di sotto secondo la metà di quel numero, conforme al qual si ha da multiplicare la forza, circomponendo alle taglie la corda, sì che l'uno de' capi si fermi alla taglia superiore, e nell'altro sia la forza; come in questa figura [v. figura 17] appresso manifestamente si comprende.

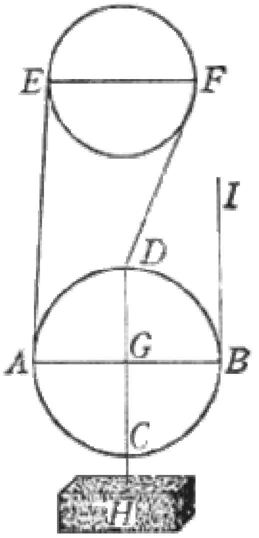


Passando ora alla dichiarazione del modo di multiplicare la forza secondo i numeri dispari, e facendo principio dalla proporzione tripla, prima metteremo avanti la presente speculazione; come che dalla sua intelligenza dependa la cognizione di tutto il presente negozio. Sia per ciò la lieva *AB* [v. figura 18],



il cui sostegno *A*; e dal mezzo di essa, ciò è dal punto *C*, penda il grave *D*, il quale sia sostenuto da due forze eguali, l'una delle quali sia applicata al punto *C*, e l'altra all'estremità *B*: dico, ciascuna di esse potenze aver momento eguale alla terza parte del peso *D*. Imperò che la forza in *C* sostiene peso eguale a sé stessa, essendo collocata nella medesima linea nella quale pende e grava il peso *D*: ma la forza in *B* sostiene del peso *D* parte doppia di sé stessa, essendo la sua distanza dal sostegno *A*, ciò è la linea *BA*, doppia della distanza *AC*, dalla quale è sospeso il grave: ma perché si suppone, le due forze in *C*, *B* essere tra di loro eguali, adunque la parte del peso *D*, che è sostenuta dalla forza *B*, è doppia della parte sostenuta dalla forza *C*. Se dunque del grave *D* siano fatte due parti, l'una doppia della rimanente, la maggiore è sostenuta dalla forza *B*, e la minore dalla forza *C*: ma questa minore è la terza parte del peso *D*: adunque il momento della forza *C* è eguale al momento della terza parte del peso *D*; al quale verrà, per conseguenza, ad essere eguale la forza *B*, avendola noi supposta eguale all'altra forza *C*. Onde è manifesto il nostro intento, che era di dimostrare, come ciascuna delle due potenze *C*, *B* si agguagliava alla terza parte del peso *D*.

Il che avendo dimostrato, faremo passaggio alle taglie, e descrivendo la girella inferiore *ACB* [v. figura 19],



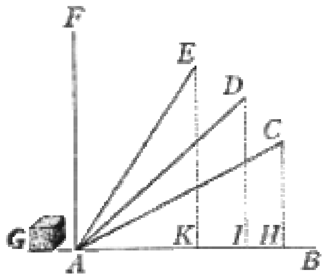
volubile intorno al centro *G*, e da essa pendente il peso *H*, segneremo l'altra superiore *EF*; avvolgendo intorno ad ambedue la corda *DFEACBI*, di cui il capo *D* sia fermato alla taglia inferiore, ed all'altro *I* sia applicata la forza; la quale dico che, sostenendo o movendo il peso *H*, non sentirà altro che la terza parte della gravità di quello. Imperò che, considerando la struttura di tal machina, vederemo il diametro *AB* tener il luogo di una lieva, nel cui termine *B* viene applicata la forza *I*, nell'altro *A* è posto il sostegno, dal mezzo *G* è posto il grave *H*, e nell'istesso luogo applicata un'altra forza *D*; sì che il peso vien fermato dalle tre corde *IB, FD, EA*, le quali con eguale fatica sostengono il peso. Or, per quello che di già si è speculato, sendo le due forze eguali *D*, *B* applicate l'una al mezzo del vette *AB*, e l'altra al termine estremo *B*, è manifesto ciascheduna di esse non sentire altro che la terza parte del peso *H*: adunque la potenza *I*, avendo momento eguale al terzo del peso *H*, potrà sostenerlo e muoverlo. Ma però il viaggio della forza *I* sarà triplo al camino che farà il peso, dovendo la detta forza distendersi secondo la lunghezza delle tre corde *IB, FD, EA*, delle quali una sola misurerà il viaggio del peso.

DELLA VITE.

Tra tutti gli altri strumenti mecanici per diversi commodi dall'ingegno umano ritrovati, parmi, e d'invenzione e di utilità, la vite tenere il primo luogo; come quella che non solo al muovere, ma al fermare e stringere con forza grandissima, acconciamente si adatta, ed è in maniera fabricata, che, occupando pochissimo luogo, fa quelli effetti, che altri strumenti non fariano, se non fossero ridotti in gran machine. Essendo dunque la vite di bellissima ed utilissima invenzione, meritamente dovremo affaticarci in esplicare, quanto più chiaramente si potrà, la sua origine e natura: per il che fare, faremo principio da una speculazione, la quale, benché di prima vista sia per apparire alquanto lontana dalla considerazione di tale strumento, nientedimeno è la sua base e fondamento.

Non è dubbio alcuno, tale essere la costituzione della natura circa i movimenti delle cose gravi, che qualunque corpo, che in sé ritenga gravità, ha propensione di moversi, essendo libero, verso il centro; e non solamente per la linea retta perpendicolare, ma ancora, quando altrimenti far non possa, per ogni altra linea, la quale, avendo qualche inclinazione verso il centro, vadi a poco a poco abbassandosi. E così veggiamo, essempligrazia, l'acqua non solamente cadere a basso a perpendicolo da qualche luogo eminente, ma ancora discorrer intorno alla superficie della terra sopra linee, benché pochissimo, inchinate; come nel corso dei fiumi si accorge, dei quali, purché il letto abbia qualche poco di pendenza, le acque vanno liberamente declinando al basso: il quale medesimo effetto, siccome si scorge in tutti i corpi fluidi, apparirebbe ancora nei corpi duri, purché e la lor figura e li altri impedimenti accidentarii ed esterni non lo divietassero. Sì che, avendo noi una superficie molto ben tersa e polita, quale saria quella di uno specchio, ed una palla perfettamente rotonda e liscia, o di marmo, o di vetro, o di simile materia atta a pulirsi, questa, collocata sopra la detta superficie, anderà movendosi, purché quella abbia un poco d'inclinazione, ancorché minima, e solamente si fermerà sopra quella superficie, la quale sia esattissimamente livellata, ed equidistante al piano dell'orizonte; quale, per essempio, saria la superficie di un lago o stagno agghiacciato, sopra la quale il detto corpo sferico staria fermo, ma con disposizione di essere da ogni picciolissima forza mosso. Perché avendo noi inteso come, se tale piano inclinasse solamente quanto è un capello, la detta palla vi si moverebbe spontaneamente verso la parte declive, e, per l'opposito, averebbe resistenza, né si potria movere senza qualche violenza, verso la parte acclive o ascendente; resta per necessità cosa chiara, che nella superficie esattamente equilibrata detta palla resti come indifferente e dubbia tra il moto e la quiete, sì che ogni minima forza sia bastante a muoverla, siccome, all'incontro, ogni pochissima resistenza, e quale è quella sola dell'aria che la circonda, potente a tenerla ferma.

Dal che possiamo prendere, come per assioma indubitato, questa conclusione: che i corpi gravi, rimossi tutti l'impedimenti esterni ed adventizii, possono esser mossi nel piano dell'orizonte da qualunque minima forza. Ma quando il medesimo grave dovrà essere spinto sopra un piano ascendente, già cominciando egli a contrastare a tale salita (avendo inclinazione al moto contrario), si ricercherà maggiore violenza, e maggiore ancora quanto più il detto piano averà di elevazione. Come, per essempio [v. figura 20],

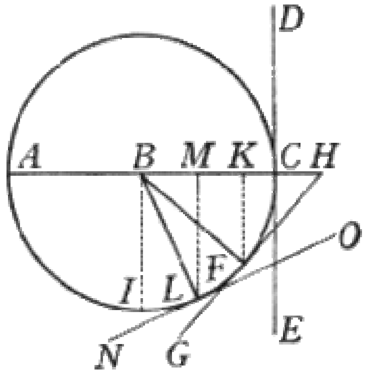


essendo il mobile *G* costituito sopra la linea *AB*, paralella all'orizonte, starà, come si è detto, in essa indifferente al moto e alla quiete, sì che da minima forza possa esser mosso: ma se averemo li piani elevati *AC*, *AD*, *AE*, sopra di essi non sarà spinto se non per violenza, la quale maggiore si ricercherà per muoverlo sopra la linea *AD* che sopra la linea *AC*, e maggiore ancora sopra la *AE* che sopra la *AD*; il che procede per aver lui maggior impeto di andare a basso per la linea *EA* che per la *DA*, e per la *DA* che per la *CA*. Sì che potremo parimente concludere, i corpi gravi aver maggiore resistenza ad esser mossi sopra piani elevati diversamente, secondo che l'uno sarà più o meno dell'altro elevato; e, finalmente, grandissima essere la renitenza del medesimo grave all'essere alzato nella perpendicolare *AF*. Ma quale sia la proporzione che deve avere la forza al peso per tirarlo sopra diversi piani elevati, sarà necessario che si dichiari esattamente, avanti che procediamo più oltre, acciò perfettissimamente possiamo intendere tutto quello che ne resta a dire.

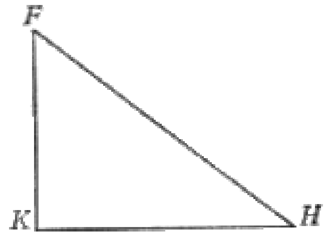
Fatte dunque cascare le perpendicolari dalli punti *C*, *D*, *E* sopra la linea orizontale *AB*, che siano *CH*, *DI*, *EK*, si dimostrerà, il medesimo peso esser sopra il piano elevato *AC* mosso da minor forza che nella perpendicolare *AF* (dove viene alzato da forza a sé stesso eguale), secondo la proporzione che la perpendicolare *CH* è minore della *AC*; e sopra il piano *AD* avere la forza al peso l'istessa proporzione, che la linea perpendicolare *ID* alla *DA*; e finalmente nel piano *AE* osservare la forza al peso la proporzione della *KE* alla *EA*.

È la presente speculazione stata tentata ancora da Pappo Alessandrino nell'8° libro delle sue *Collezioni Matematiche*; ma, per mio avviso, non ha toccato lo scopo, e si è abbagliato nell'assunto che lui fa, dove suppone, il peso dover esser mosso nel piano orizontale da una forza data: il che è falso, non si ricercando forza sensibile (rimossi l'impedimenti accidentarii, che dal teorico non si considerano) per muovere il dato peso nell'orizonte; sì che in vano si va poi cercando, con quale forza sia per esser mosso sopra il piano elevato. Meglio dunque sarà il cercare, data la forza che muove il peso in su a perpendicolo (la quale pareggia la gravità di quello), quale deva essere la forza che lo muova nel piano elevato: il che tenteremo noi di conseguire con aggressione diversa da quella di Pappo.

Intendasi dunque il cerchio *AIC* [v. figura 21],

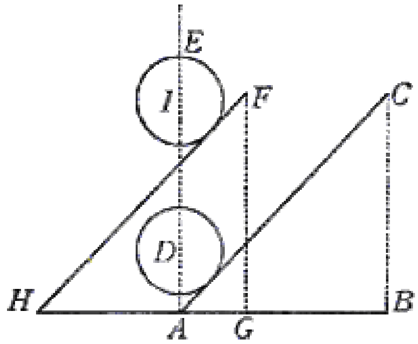


ed in esso il diametro *ABC*, ed il centro *B*, e due pesi di eguali momenti nelle estremità *A*, *C*; sì che, essendo la linea *AC* un vette o libra mobile intorno al centro *B*, il peso *C* verrà sostenuto dal peso *A*. Ma se c'immagineremo il braccio della libra *BC* essere inchinato a basso secondo la linea *BF*, in guisa tale però che le due linee *AB*, *BF* restino salde insieme nel punto *B*, allora il momento del peso *C* non sarà più eguale al momento del peso *A*, per esser diminuita la distanza del punto *F* dalla linea della direzione che dal sostegno *B*, secondo la *BI*, va al centro della terra. Ma se tireremo dal punto *F* una perpendicolare alla *BC*, quale è la *FK*, il momento del peso in *F* sarà come se pendesse dalla linea *KB*; e quanto la distanza *KB* è diminuita dalla distanza *BA*, tanto il momento del peso *F* è scemato dal momento del peso *A*. E così parimente, inchinando più il peso, come saria secondo la linea *BL*, il suo momento verrà scemando, e sarà come se pendesse dalla distanza *BM*, secondo la linea *ML*; nel qual punto *L* potrà esser sostenuto da un peso posto in *A*, tanto minore di sé quanto la distanza *BA* è maggiore della distanza *BM*. Vedesi dunque come, nell'inclinare a basso per la circonferenza *CFLI* il peso posto nell'estremità della linea *BC*, viene a scemarsi il suo momento ed impeto d'andare a basso di mano in mano più, per esser sostenuto più e più dalle linee *BF*, *BL*. Ma il considerare questo grave discendente, e sostenuto dalli semidiametri *BF*, *BL* ora meno e ora più, e constretto a caminare per la circonferenza *CFL*, non è diverso da quello che saria imaginarsi la medesima circonferenza *CFLI* esser una superficie così piegata, e sottoposta al medesimo mobile, sì che, appoggiandovisi egli sopra, fosse constretto a descendere in essa; perché se nell'uno e nell'altro modo disegna il mobile il medesimo viaggio, niente importerà s'egli sia sospeso dal centro *B* e sostenuto dal semidiametro del cerchio, o pure se, levato tale sostegno, s'appoggi e camini su la circonferenza *CFLI*. Onde indubitatamente potremo affermare, che, venendo al basso il grave dal punto *C* per la circonferenza *CFLI*, nel primo punto *C* il suo momento di discendere sia totale ed integro; perché non viene in parte alcuna sostenuto dalla circonferenza, e non è, in esso primo punto *C*, in disposizione a moto diverso di quello, che libero farebbe nella perpendicolare e contingente *DCE*. Ma se il mobile sarà constituito nel punto *F*, allora dalla circolare via, che gli è sottoposta, viene in parte la gravità sua sostenuta, ed il suo momento d'andare al basso diminuito con quella proporzione, con la quale la linea *BK* è superata dalla *BC*: ma quando il mobile è in *F*, nel primo punto di tale suo moto è come se fosse nel piano elevato secondo la contingente linea *GFH*, perciò che l'inclinazione della circonferenza nel punto *F* non differisce dall'inclinazione della contingente *FG*, altro che l'angolo insensibile del contatto. E nel medesimo modo troveremo, nel punto *L* diminuirsi il momento dell'istesso mobile, come la linea *BM* si diminuisce dalla *BC*; sì che nel piano contingente il cerchio nel punto *L*, qual saria secondo la linea *NLO*, il momento di calare al basso scema nel mobile con la medesima proporzione. Se dunque sopra il piano *HG* il momento del mobile si diminuisce dal suo totale impeto, quale ha nella perpendicolare *DCE*, secondo la proporzione della linea *KB* alla linea *BC* o *BF*; essendo, per la similitudine de i triangoli *KBF*, *KFH*, la proporzione medesima tra le linee *KF*, *FH* che tra le dette *KB*, *BF*, concluderemo, il momento integro ed assoluto che ha il mobile nella perpendicolare all'orizonte, a quello che ha sopra il piano inclinato *HF*, avere la medesima proporzione che la linea *HF* alla linea *FK*, cioè che la lunghezza del piano inclinato alla perpendicolare che da esso cascherà sopra l'orizonte. Sì che, passando a più distinta figura [v. figura 22],

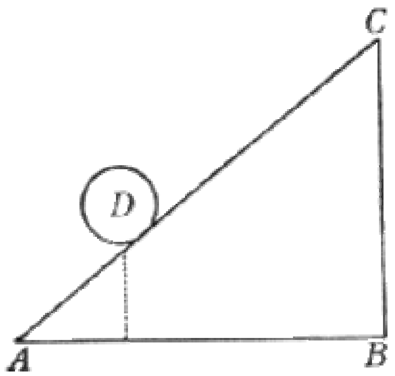


quale è la presente, il momento di venire al basso che ha il mobile sopra il piano inclinato *FH*, al suo totale momento, con lo qual gravita nella perpendicolare all'orizonte *FK*, ha la medesima proporzione che essa linea *KF* alla *FH*. E se così è, resta manifesto che, sì come la forza che sostiene il peso nella perpendicolare *FK* deve essere ad esso eguale, così per sostenerlo nel piano inclinato *FH* basterà che sia tanto minore, quanto essa perpendicolare *FK* manca dalla linea *FH*. E perché, come altre volte s'è avvertito, la forza per muover il peso basta che insensibilmente superi quella che lo sostiene, però concluderemo questa universale proposizione: sopra il piano elevato la forza al peso avere la medesima proporzione, che la perpendicolare dal termine del piano tirata all'orizonte, alla lunghezza d'esso piano.

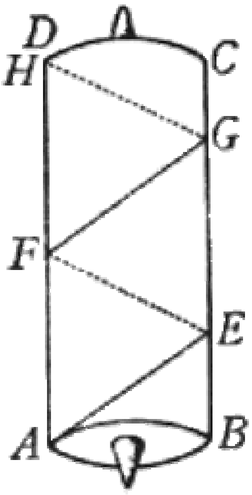
Ritornando ora al nostro primo instituto, che era d'investigare la natura della vite, considereremo il triangolo *ACB* [V. figura 23],



del quale la linea *AB* sia orizontale, la *BC* perpendicolare ad esso orizonte, ed *AC* piano elevato; sopra il quale il mobile *D* verrà tirato da forza tanto di quello minore, quanto essa linea *BC* è della *CA* più brieve. Ma per elevare il medesimo peso sopra l'istesso piano *AC*, tanto è che, stando fermo il triangolo *CAB*, il peso *D* sia mosso verso *C*, quanto saria se, non si rimovendo il medesimo peso della perpendicolare *AE*, il triangolo si spingesse avanti verso *H*; perché, quando fosse nel sito *FHG*, il mobile si troveria aver montato l'altezza *AI*. Ora finalmente la forma ed essenza primaria della vite non è altro che un simil triangolo *ACB*, il quale spinto inanzi, sottentra al grave da alzarsi, e se lo leva (come si dice) in capo. E tale fu la sua prima origine: che considerando, qual si fosse il suo primo inventore, come il triangolo *ABC* [v. figura 24],

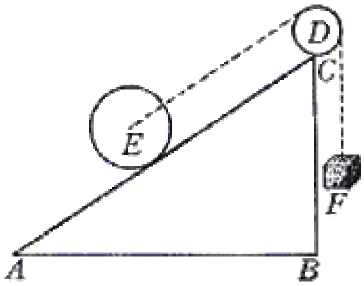


venendo inanzi, solleva il peso *D*, si poteva fabricare uno instrumento simile al detto triangolo, di qualche materia ben salda, il quale, spinto inanzi, elevasse il proposto peso: ma considerando poi meglio come una tal machina si poteva ridurre in forma assai più picciola e comoda, preso il medesimo triangolo, lo circondò ed avvolse intorno al cilindro *ABCD* [v. figura 25];



in maniera che l'altezza del detto triangolo, cioè la linea *CB*, faceva l'altezza del cilindro, ed il piano ascendente generava sopra il detto cilindro la linea elica disegnata per la linea *AEFGH*, che volgarmente addomandiamo il *verme* della vite: ed in questa varietà si genera l'instrumento da' Greci detto *coclea*, e da noi *vite*, il quale volgendosi a torno viene co 'l suo verme subintrando al peso, e con facilità lo solleva. Ed avendo noi già dimostrato, come, sopra il piano elevato, la forza al peso ha la medesima proporzione, che l'altezza perpendicolare del detto piano alla sua lunghezza, così intenderemo la forza nella vite *ABCD* multiplicarsi secondo la proporzione che la lunghezza di tutto il verme *AEFGH* eccede l'altezza *CB*; dal che venghiamo in cognizione, come formandosi la vite con le sue elici più spesse, riesce tanto più gagliarda, come quella che viene generata da un piano manco elevato, e la cui lunghezza risguarda con maggior proporzione la propria altezza perpendicolare. Ma non resteremo di avvertire, come volendo ritrovare la forza di una vite proposta, non farà di mestiero che misuriamo la lunghezza di tutto il suo verme, e l'altezza di tutto il suo cilindro; ma basterà che andiamo essaminando, quante volte la distanza tra due soli e contigui termini entra in una sola rivolta del medesimo verme: come saria, per essempio, quante volte la distanza *AF* vien contenuta nella lunghezza della rivolta *AEF*, perciò che questa è la medesima proporzione che ha tutta l'altezza *CB* a tutto il verme.

Quando si sia compreso tutto quello che fin qui abbiamo dichiarato circa la natura di questo instrumento, non dubito punto che tutte l'altre circonstanze potranno senza fatica esser intese: come saria, per essempio, che in luogo di far montare il peso sopra la vite, se li accomoda la sua madre-vite con la elice incavata; nella quale entrando il maschio, cioè il verme della vite, voltata poi intorno, solleva ed inalza la madre insieme co 'l peso che ad essa fosse appiccato. Finalmente non è da passare sotto silenzio quella considerazione, la quale da principio si disse esser necessaria d'avere in tutti gl'instrumenti mecanici: cioè, che quanto si guadagna di forza per mezo loro, altrettanto si scapita nel tempo e nella velocità. Il che per avventura non potria parere ad alcuno così vero e manifesto nella presente speculazione; anzi pare che qui si multiplichi la forza senza che il motore si muova per più lungo viaggio che il mobile. Essendo che se intenderemo, nel triangolo *ABC* [v. figura 26]

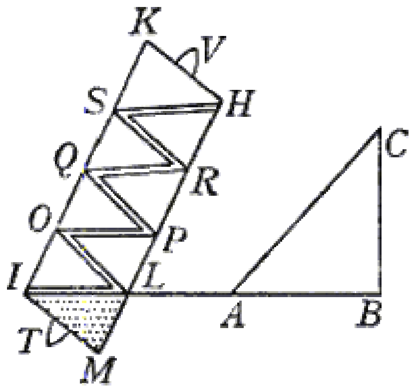


la linea *AB* essere il piano dell'orizonte, *AC* piano elevato, la cui altezza sia misurata dalla perpendicolare *CB*, un mobile posto sopra il piano *AC*, e ad esso legata la corda *EDF*, e posta in *F* una forza o un peso, il quale alla gravità del peso *E* abbia la medesima proporzione che la linea *BC* alla *CA*; per quello che s'è dimostrato, il peso *F* calerà al basso tirando sopra il piano elevato il mobile *E*, né maggior spazio misurerà detto grave *F* nel calare al basso, di quello che si misuri il mobile *E* sopra la linea *AC*. Ma qui però si deve avvertire che, se bene il mobile *E* averà passata tutta la linea *AC* nel tempo medesimo che l'altro grave *F* si sarà per eguale intervallo abbassato, niente di meno il grave *E* non si sarà discostato dal centro comune delle cose gravi più di quello che sia la perpendicolare *CB*; ma però il grave *F*, discendendo a perpendicolo, si sarà abbassato per spazio eguale a tutta la linea *AC*. E perché i corpi gravi non fanno resistenza a i moti transversali, se non in quanto in essi vengono a discostarsi dal centro della terra, però, non s'essendo il mobile *E* in tutto il moto *AC* alzato più che sia la linea *CB*, ma l'altro *F* abbassato a perpendicolo quanto è tutta la lunghezza *AC*, però potremo meritamente dire, il viaggio della forza *F* al viaggio della forza *E* mantenere quella istessa proporzione, che ha la linea *AC* alla *CB*, cioè il peso *E* al peso *F*. Molto adunque importa il considerare per quali linee si facciano i moti, e massime ne i gravi inanimati: dei quali i momenti hanno il loro total vigore e la intiera resistenza nella linea perpendicolare all'orizonte; e nell'altre, transversalmente elevate o inchinate, servono solamente quel più o meno vigore, impeto, o resistenza, secondo che più o meno le dette inchinazioni s'avvicinano alla perpendicolar elevazione.

DELLA COCLEA D'ARCHIMEDE PER LEVAR L'ACQUA.

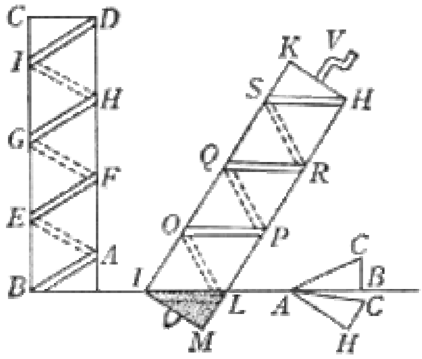
Non mi pare che in questo luogo sia da passar con silenzio l'invenzione di Archimede d'alzar l'acqua con la vite: la quale non solo è maravigliosa, ma è miracolosa; poiché troveremo, che l'acqua ascende nella vite discendendo continuamente. Ma prima che ad altro venghiamo, dichiareremo l'uso della vite nel far salir l'acqua.

E considerisi nella seguente figura [v. figura 27]



intorno alla colonna *MIKH* esser avvolta la linea *ILOPQRSH*, la quale sia un canale, per lo quale possa scorrer l'acqua: se metteremo l'estremità *I* nell'acqua, facendo stare la vite pendente, come dimostra il disegno, e la volgeremo in giro intorno alli due perni *T*, *V*, l'acqua per lo canale anderà scorrendo, fin che finalmente verserà fuori della bocca *H*. Ora dico che l'acqua, nel condursi dal punto *I* al punto *H*, è venuta sempre discendendo, ancorché il punto *H* sia più alto del punto *I*. Il che esser così, dichiareremo in tal modo. Descriveremo il triangolo *ACB*, il quale sia quello onde si generi la vite *IH*, di maniera che il canale della vite venga figurato dalla linea *AC*, la cui salita ed elevazione viene determinata per l'angolo *CAB*; cioè, che se il detto angolo sarà la terza parte o la quarta di un angolo retto, la elevazione del canale *AC* sarà secondo la terza o quarta parte d'un angolo retto. Ed è manifesto, che la salita d'esso canale *AC* verrà tolta via abbassando il punto *C* insino al *B*, perché allora il canale *AC* non averà elevazione alcuna; ed abbassando il punto *C* un poco sotto il *B*, l'acqua naturalmente scorrerà per lo canale *AC* al basso, dal punto *A* verso il *C*. Concludiamo dunque, che, essendo l'angolo *A* un terzo di un retto, la salita del canale *AC* verrà tolta via abbassando dalla parte *C* per la terza parte di un angolo retto.

Intese queste cose, volgiamo il triangolo intorno alla colonna, e facciamo la vite *BAEFGHID* [v. figura 28];



la quale, se si constituirà dritta, ad angoli retti, con l'estremità *B* in acqua, volgendosi attorno, non per questo tirerà in su l'acqua, essendo il canale, attorno alla colonna, elevato, come si vede per la parte *BA*. Ma se bene la colonna sta dritta ad angoli retti, non è per questo che la salita per la vite attorta intorno alla colonna sia di maggiore elevazione che d'un terzo d'angolo retto; essendo generata dalla elevazione del canale *AC*. Adunque, se inclineremo la colonna per un terzo di detto angolo retto, ed un poco più, come si vede *IKHM*, il transito e moto per lo canale non sarà più elevato, ma inclinato, come si vede per lo canale *IL*; adunque l'acqua dal punto *I* al punto *L* si moverà discendendo; e girandosi la vite intorno, l'altre parti d'essa successivamente si disporranno e si rappresenteranno all'acqua nella medesima disposizione che la parte *IL*; onde l'acqua successivamente anderà discendendo; e pur finalmente si troverà esser montata dal punto *I* al punto *H*: il che di quanta meraviglia si sia, lascio giudicare a chi perfettamente l'averà inteso. E da quanto s'è detto, si viene in cognizione come la vite per alzar l'acqua deve esser inclinata un poco più della quantità dell'angolo del triangolo, col quale si descrisse essa vite.

DELLA FORZA DELLA PERCOSSA.

L'investigare qual sia la causa della forza della percossa è per più cagioni grandemente necessario. E prima, perché in essa apparisce assai più del maraviglioso di quello, che in qualunque altro stromento meccanico si scorga, atteso che, percotendosi sopra un chiodo da ficcarsi in un durissimo legno, o vero sopra un palo che debbia penetrare dentro in terreno ben fisso, si vede, per la sola virtù della percossa, spingersi e l'uno e l'altro avanti; onde senza quella, mettendosi sopra il martello, non pure non si muoverà, ma quando anco bene vi fosse appoggiato un peso molte e molte volte nell'istesso martello più grave: effetto veramente maraviglioso, e tanto più degno di speculazione, quanto, per mio avviso, niuno di quelli, che sin qui ci hanno intorno filosofato, ha detto cosa che arrivi allo scopo; il che possiamo pigliare per certissimo segno ed argumento della oscurità e difficoltà di tale speculazione. Perché ad Aristotile o ad altri che volessero la cagione di questo mirabile effetto ridurre alla lunghezza del manubrio o manico del martello, parmi che, senza altro lungo discorso, si possa scoprire l'infermità delli loro pensieri dall'effetto di quei stromenti, che, non avendo manico, percotono o col cadere da alto a basso, o coll'esser spinti con velocità per traverso. Dunque ad altro principio bisogna che ricorriamo, volendo ritrovare la verità di questo fatto. Del quale benché la cagione sia alquanto di sua natura obstrusa e difficile a esplicazione, tuttavia anderemo tentando, con quella maggior lucidezza che potremo, di render chiara e sensibile; mostrando finalmente, il principio ed origine di questo effetto non derivar da altro fonte, che da quello stesso onde scaturiscono le ragioni d'altri effetti meccanici.

E questo sarà co 'l ridurci inanzi gli occhi quello, che in ogni altra operazione meccanica s'è veduto accadere: cioè che la forza, la resistenza ed il spazio, per lo quale si fa il moto, si vanno alternamente con tal proporzione seguendo, e con legge tale rispondendo, che resistenza eguale alla forza sarà da essa forza mossa per egual spazio e con egual velocità di quella che essa si muova. Parimente, forza che sia la metà meno di una resistenza potrà muoverla, purché si muova essa con doppia velocità, o, vogliam dire, per distanza il doppio maggiore di quella che passerà la resistenza mossa. Ed in somma s'è veduto in tutti gli altri stromenti, potersi muovere qualunque gran resistenza da ogni data picciola forza, purché lo spazio, per il quale essa forza si muove, abbia quella proporzione medesima allo spazio, per il quale si moverà la resistenza, che tra essa gran resistenza e la picciola forza si ritrova, e ciò esser secondo la necessaria constituzione della natura. Onde, rivolgendo il discorso ed argumentando per lo converso, qual meraviglia sarà, se quella potenza, che moveria per grande intervallo una picciola resistenza, ne spingerà una cento volte maggiore per la centesima parte di detto intervallo? Niuna per certo: anzi quando altrimente fosse, non pure saria assurdo, ma impossibile.

Consideriamo dunque quale sia la resistenza all'esser mosso nel martello in quel punto dove va a percuotere, e quanto, non percotendo, dalla forza ricevuta saria tirato lontano; ed in oltre, quale sia la resistenza al muoversi di quello che percuote, e quanto per una tal percossa venga mosso: e trovato come questa gran resistenza va avanti per una percossa, tanto meno di quello che anderebbe il martello cacciato dall'empito di chi lo muove, quanto detta gran resistenza è maggiore di quella del martello, cessi in noi la meraviglia dell'effetto, il quale non esce punto da i termini delle naturali constituzioni e di quanto s'è detto. Aggiungasi, per maggior intelligenza, l'essempio in termini particolari. È un martello, il quale, avendo quattro di resistenza, viene mosso da forza tale, che, liberandosi da essa in quel termine dove fa la percossa, anderia lontano, non trovando l'intoppo, dieci passi; e viene in detto termine opposto un gran trave, la cui resistenza al moto è come quattromila, cioè mille volte maggiore di quella del martello (ma non però è immobile, sì che senza proporzione superi la resistenza del martello): però, fatto in esso la percossa, sarà ben spinto avanti, ma per la millesima parte delli dieci passi, ne i quali si saria mosso il martello. E così, riflettendo con metodo converso quello che intorno ad altri effetti meccanici s'è speculato, potremo investigare la ragione della forza della percossa.

So che qui nasceranno ad alcuni delle difficoltà ed instanze, le quali però con poca fatica si torranno di mezzo; e noi le rimetteremo volontariamente tra i problemi meccanici, che in fine di questo discorso si aggiungeranno.

- FINE -