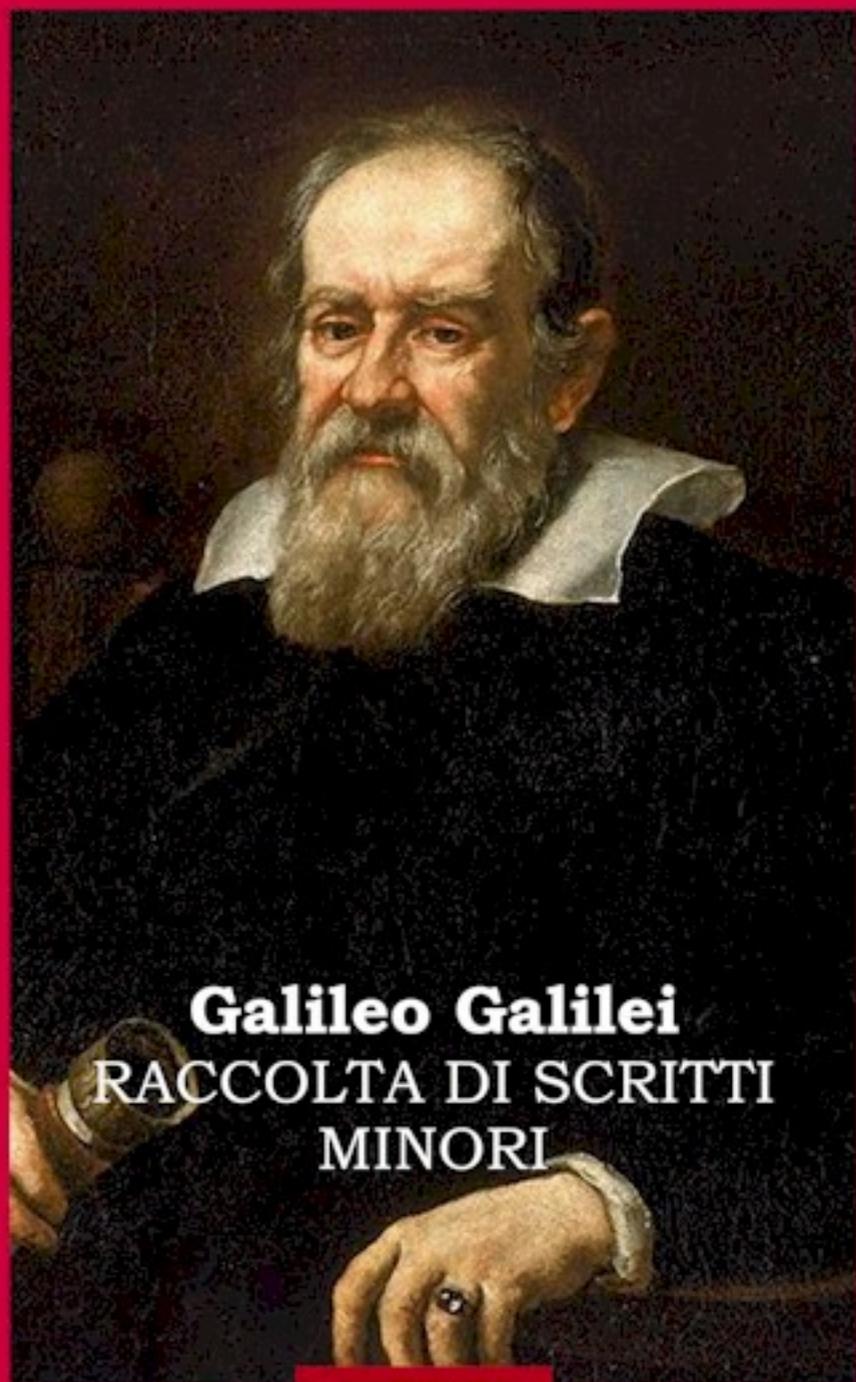


Ipadri della Scienza



Galileo Galilei
RACCOLTA DI SCRITTI
MINORI

EXPERIENCES

Ipatri della Scienza

Experiences

EXPERIENCES

Galileo Galilei
RACCOLTA DI SCRITTI MINORI

Tutti i diritti riservati
Copyright © 2014 Experiences S.r.l. Messina

www.experiences.it
experiences@experiences.it

Copertina ed editing a cura
di Daniele Bertolami
Scansione del testo a cura di Liberliber.it

Ipadri dellaScienza

Ipadri dellaScienza



Galileo Galilei

**RACCOLTA DI SCRITTI
MINORI**

EXPERIENCES

Ipadri della Scienza

EXPERIENCES

Galileo Galilei

I

DISCORSI E DIMOSTRAZIONI MATEMATICHE

(a pagina 7)

II

**DISCORSO INTORNO ALLE COSE CHE STANNO IN
SU L'ACQUA O CHE IN QUELLA SI MUOVONO**

(a pagina 263)

III

IL SAGGIATORE

(a pagina 349)

Ipadri della Scienza

EXPERIENCES

Ipadri dellaScienza

Ipadri dellaScienza



Galileo Galilei

**DISCORSI E DIMOSTRAZIONI
MATEMATICHE**

**intorno a due nuove scienze
attenenti alla meccanica & i movimenti locali**

EXPERIENCES

Ipadri della Scienza

EXPERIENCES

ALLO ILLUSTRISSIMO SIGNORE
IL SIGNORE
CONTE DI NOAILLES

Consiglier di sua Maestà Cristianissima, Cavalier dell'Ordine di Santo Spirito, Mariscalco de' suoi campi ed esserciti, Siniscalco e Governatore di Roerga e Luogotenente per Sua Maestà in Overgna, mio Signore e Padrone colendissimo

Illustrissimo Signore,

Riconosco per uno effetto della magnanimità di V. S. Illustrissima quanto gli è piaciuto disporre di questa opera mia; non ostante che (come ella sa), confuso e sbigottito da i mal fortunati successi di altre mie opere, avendo meco medesimo determinato di non esporre in pubblico mai più alcuna delle mie fatiche, ma solo, acciò del tutto non restassero sepolte, essendomi persuaso di lasciarne copia manuscritta in luogo conspicuo al meno a molti intelligenti delle materie da me trattate, e per ciò avendo fatto elezione, per il primo e più illustre luogo, di depositarle in mano di V. S. Illustrissima, sicuro che, per sua particolare affezione verso di me, averebbe avuto a cuore la conservazione de' miei studii e fatiche; e per ciò nel suo passaggio di qua, ritornando dalla sua ambasciata di Roma, fui a riverirla personalmente, sì come più volte avevo fatto per lettere; e con tale incontro presentai a V. S. Illustrissima la copia di queste due opere che allora mi trovavo avere in pronto, le quali benignamente mostrò di gradire molto e di essere per farne sicura conserva, e, col parteciparle in Francia a qualche amico suo, perito di queste scienze, mostrare che, se bene tacevo, non però passavo la vita del tutto ociosamente. Andavo dipoi apparecchiandomi di mandarne alcune altre copie in Germania, in Fiandra, in Inghilterra, in Spagna, e forse anco in qualche luogo d'Italia, quando improvvisamente vengo da gli Elzevirii avvisato come hanno sotto il torchio queste mie opere, e che però io deva prendere risoluzione circa la dedicatoria e prontamente mandargli il mio concetto sopra di ciò. Mosso da questa inopinata ed inaspettata nuova, sono andato

meco medesimo concludendo che la brama di V. S. Illustrissima di suscitare ed ampliare il nome mio, col partecipare a diversi miei scritti, abbia cagionato che sieno pervenuti nelle mani de' detti stampatori, li quali, essendosi adoperati in pubblicare altre mie opere, abbiano voluto onorarmi di mandarle alla luce sotto le loro bellissime ed ornatissime stampe. Per ciò questi miei scritti debbono risentirsi per aver avuta la sorte d'andar nell'arbitrio d'un sì gran giudice, il quale, nel meraviglioso concorso di tante virtù che rendono V. S. Illustrissima ammirabile a tutti, ella con incomparabile magnanimità, per zelo anco del ben publico, a cui gli è parso che questa mia opera dovesse conferire, ha voluto allargargli i termini ed i confini dell'onore. Sì che, essendo il fatto ridotto in cotale stato, è ben ragionevole che io con ogni segno più cospicuo mi dimostri grato riconoscatore del generoso affetto di V. S. Illustrissima, che ha avuto a cuore di accrescermi la mia fama con farli spiegar le ale liberamente sotto il cielo aperto, dove che a me pareva assai dono che ella restasse in spazii più angusti. Per tanto al nome vostro, Illustrissimo Signore, conviene che io dedichi e consacri questo mio parto; al che fare mi strigne non solo il cumulo de gli oblighi che gli tengo, ma l'interesse ancora, il quale (siami lecito così dire) mette in obbligo V. S. Illustrissima di difendere la mia riputazione contro a chi volesse offenderla, mentre ella mi ha posto in steccato contro a gli avversarii. Onde, facendomi avanti sotto il suo stendardo e protezione, umilmente me le inchino, con augurarle per premio di queste sue grazie il colmo d'ogni felicità e grandezza.

D'Arcetri, li 6 Marzo 1638.

Di V. S. Illustrissima

Devotissimo Servitore
GALILEO GALILEI

LO STAMPATORE A I LETTORI

Trattenendosi la vita civile mediante il mutuo e vicendevole soccorso de gli uomini gli uni verso gli altri, ed a ciò servendo principalmente l'uso delle arti e delle scienze, per questo gl'inventori di esse sono sempre stati tenuti in grande stima, e molto riveriti dalla savia antichità; e quanto più eccellente o utile è stata qualche invenzione, tanto maggior laude ed onore ne è stato attribuito a gl'inventori, fin ad essere stati deificati (avendo gli uomini, per commun consenso, con tal segno di supremo onore voluto perpetuare la memoria de gli autori del loro bene essere). Parimente quelli i quali con l'acutezza de i loro ingegni hanno riformato le cose già trovate, scoprendo le fallacie e gli errori di molte e molte proposizioni portate da uomini insigni e ricevute per vere per molte età, sono degni di gran lode ed ammirazione; atteso medesimamente che tale scoprimento è laudabile, se bene i medesimi scopritori avessero solamente rimossa la falsità, senza introdurne la verità, per sé tanto difficile a conseguirsi, conforme al detto del principe de gli oratori: *Utinam tam facile possem vera reperire, quam falsa convincere*. Ed in fatti il merito di questa lode è dovuto a questi nostri ultimi secoli, ne i quali le arti e le scienze, ritrovate da gli antichi, per opera di perspicacissimi ingegni sono, per molte prove ed esperienze, state ridotte a gran perfezione, la quale ogni dì va augumentandosi: ed in particolare questo apparisce nelle scienze matematiche, nelle quali (lasciando i diversi che ci si sono adoperati con gran lode e gran successo) al nostro Signore Galileo Galilei, Accademico Linceo, senza alcun contrasto, anzi con l'applauso e l'approbazione universale di tutti i periti, meritamente sono dovuti li primi gradi, sì per aver mostrato la non concludenza di molte ragioni intorno a varie conclusioni, con salde dimostrazioni confermate (come ne sono piene le opere sue già pubblicate), sì anco per aver col telescopio (uscito prima di queste nostre parti, ma da esso ridotto poi a perfezione molto maggiore) scoperto e data, primo di tutti, la notizia delle quattro stelle satelliti di Giove, della vera e certa dimostrazione della Via Lattea, delle macchie solari,

delle rugosità e parti nebulose della Luna, di Saturno tricorporeo, Venere falcata, della qualità e disposizione delle comete; tutte cose non conosciute mai da gli astronomi né da i filosofi antichi, di maniera che puote dirsi, esser per esso con nuova luce comparsa al mondo e ristorata l'astronomia: dall'eccellenza della quale (in quanto ne' cieli e ne i corpi celesti con maggiore evidenza ed ammirazione che in tutte le altre creature risplende la potenza sapienza e bontà del supremo Fattore) risulta la grandezza del merito di chi ce ne ha aperta la conoscenza, con aversi resi tali corpi distintamente conspicui, non ostante la loro distanza, quasi infinita, da noi; poi che, secondo il dire volgato, l'aspetto insegna assai più e con maggior certezza in un sol giorno che non potriano fare i precetti, quantunque mille volte reiterati, la notizia intuitiva (come disse un altro) andando del pari con la definizione. Ma molto più si fa manifesta la grazia concedutagli da Dio e dalla natura (per mezzo però di molte fatiche e vigilie) nella presente opera, nella quale si vede, lui essere stato ritrovatore di due intere scienze nuove, e da i loro primi principii e fondamenti concludentemente, cioè geometricamente, dimostrate: e, quello che deve rendere più maravigliosa questa opera, una delle due scienze è intorno a un soggetto eterno, principalissimo in natura, speculato da tutti i gran filosofi, e sopra il quale ci sono moltissimi volumi scritti; parlo del moto locale, materia d'infiniti accidenti ammirandi, nessuno de' quali è sin qui stato trovato, non che dimostrato, da alcuno: l'altra scienza, pure da i suoi principii dimostrata, è intorno alla resistenza che fanno i corpi solidi all'essere per violenza spezzati; notizia di grande utilità, e massime nelle scienze ed arti meccaniche, ed essa ancora piena d'accidenti e proposizioni sin qui non osservate. Di queste due nuove scienze, piene di proposizioni che in infinito saranno accresciute col progresso del tempo dagl'ingegni specolativi, in questo libro si aprono le prime porte, e con non piccolo numero di proposizioni dimostrate si addita il progresso e trapasso ad altre infinite, sì come da gl'intelligenti sarà facilmente inteso e riconosciuto.

**TAVOLA DELLE MATERIE PRINCIPALI
CHE SI TRATTANO NELLA PRESENTE OPERA**

I.

Scienza nuova prima, intorno alla resistenza de i corpi solidi
all'essere spezzati.
Giornata prima

II.

Qual potesse esser la causa di tal coerenza.
Giornata seconda

III.

Scienza nuova altra, de i movimenti locali, cioè dell'equabile, del
naturalmente accelerato.
Giornata terza

IV.

Del violento, o vero de i proietti.
Giornata quarta

V.

Appendice di alcune proposizioni e dimostrazioni attenenti al centro
di gravità de i solidi

GIORNATA PRIMA

INTERLOCUTORI:

Salviati, Sagredo e Simplicio

Salv. Largo campo di filosofare a gl'intelletti specolativi parmi che porga la frequente pratica del famoso arsenale di voi, Signori Veneziani, ed in particolare in quella parte che meccanica si domanda; atteso che quivi ogni sorte di strumento e di machina vien continuamente posta da numero grande d'artefici, tra i quali, e per l'osservazioni fatte dai loro antecessori, e per quelle che di propria avvertenza vanno continuamente per se stessi facendo, è forza che ve ne siano de i peritissimi e di finissimo discorso.

Sagr. V. S. non s'inganna punto: ed io, come per natura curioso, frequente per mio diporto la visita di questo luogo e la pratica di questi che noi, per certa preminenza che tengono sopra 'l resto della maestranza, domandiamo proti; la conferenza de i quali mi ha più volte aiutato nell'investigazione della ragione di effetti non solo maravigliosi, ma reconditi ancora e quasi inopinabili. È vero che tal volta anco mi ha messo in confusione ed in disperazione di poter penetrare come possa seguire quello che, lontano da ogni mio concetto, mi dimostra il senso esser vero. E pur quello che poco fa ci diceva quel buon vecchio è un dettato ed una proposizione ben assai vulgata; ma però io la reputava in tutto vana, come molte altre che sono in bocca de i poco intelligenti, credo da loro introdotte per mostrar di saper dir qualche cosa intorno a quello di che non son capaci.

Salv. V. S. vuol forse dire di quell'ultimo pronunziato ch'ei profferì mentre ricercavamo d'intendere per qual ragione facevano tanto maggior apparecchio di sostegni, armamenti ed altri ripari e fortificazioni, intorno a quella gran galeazza che si doveva varare, che non si fa intorno a vasselli minori; dove egli rispose, ciò farsi per evitare il pericolo di direnarsi, oppressa dal gravissimo peso della sua vasta mole, inconveniente al quale non son soggetti i legni minori?

Sagr. Di cotesto intendo, e sopra tutto dell'ultima conclusione ch'ei soggiunse, la quale io ho sempre stimata concetto vano del vulgo; cioè che in queste ed altre simili machine non bisogna

argumentare dalle piccole alle grandi, perché molte invenzioni di machine riescono in piccolo, che in grande poi non sussistono. Ma essendo che tutte le ragioni della meccanica hanno i fondamenti loro nella geometria, nella quale non veggo che la grandezza e la piccolezza faccia i cerchi, i triangoli, i cilindri, i coni e qualunque altre figure solide, soggette ad altre passioni queste e ad altre quelle; quando la machina grande sia fabricata in tutti i suoi membri conforme alle proporzioni della minore, che sia valida e resistente all'esercizio al quale ella è destinata, non so vedere perché essa ancora non sia esente da gl'incontri che sopraggiugner gli possono, sinistri e destruttivi.

Salv. Il detto del vulgo è assolutamente vano; e talmente vano, che il suo contrario si potrà profferire con altrettanta verità, dicendo che molte machine si potranno far più perfette in grande che in piccolo: come, per esempio, un oriuolo, che mostri e batta le ore, più giusto si farà d'una tal grandezza che di un'altra minore. Con miglior fondamento usurpano quel medesimo detto altri più intelligenti, i quali della riuscita di tali machine grandi, non conforme a quello che si raccoglie dalle pure ed astratte dimostrazioni geometriche, ne rimettono la causa nell'imperfezione della materia, che soggiace a molte alterazioni ed imperfezioni. Ma qui non so s'io potrò, senza inciampare in qualche nota di arroganza, dire che né anco il ricorrere all'imperfezioni della materia, potenti a contaminare le purissime dimostrazioni matematiche, basti a scusare l'inobbedienza delle machine in concreto alle medesime astratte ed ideali: tuttavia io pure il dirò, affermando che, astraendo tutte l'imperfezioni della materia e supponendola perfettissima ed inalterabile e da ogni accidental mutazione esente, con tutto ciò il solo esser materiale fa che la machina maggiore, fabbricata dell'istessa materia e con l'istesse proporzioni che la minore, in tutte l'altre condizioni risponderà con giusta simmetria alla minore, fuor che nella robustezza e resistenza contro alle violente invasioni; ma quanto più sarà grande, tanto a proporzione sarà più debole. E perché io suppongo, la materia essere inalterabile, cioè sempre l'istessa, è manifesto che di lei, come di affezione eterna e necessaria, si possano produr dimostrazioni non meno dell'altre schiette e pure matematiche. Però, Sig. Sagredo, revochi pur l'opinione che teneva, e forse insieme con molti altri che nella meccanica han fatto studio, che le machine e le fabbriche

composte delle medesime materie, con puntuale osservanza delle medesime proporzioni tra le loro parti, debban essere egualmente, o, per dir meglio, proporzionalmente, disposte al resistere ed al cedere alle invasioni ed impeti esterni, perché si può geometricamente dimostrare, sempre le maggiori essere a proporzione men resistenti che le minori; sì che ultimamente non solo di tutte le machine e fabbriche artificiali, ma delle naturali ancora, sia un termine necessariamente ascritto, oltre al quale né l'arte né la natura possa trapassare: trapassar, dico, con osservar sempre l'istesse proporzioni con l'identità della materia.

Sagr. Io già mi sento rivolgere il cervello, e, quasi nugola dal baleno repentinamente aperta, ingombrarmisi la mente da momentanea ed insolita luce, che da lontano mi accenna e subito confonde ed asconde imaginations straniere ed indigeste. E da quanto ella ha detto parmi che dovrebbe seguire che fusse impossibil cosa costruire due fabbriche dell'istessa materia simili e diseguali, e tra di loro con equal proporzione resistenti; e quando ciò sia, sarà anco impossibile trovar due sole aste dell'istesso legno tra di loro simili in robustezza e valore, ma diseguali in grandezza.

Salv. Così è, Sig. Sagredo: e per meglio assicurarci che noi convenghiamo nel medesimo concetto, dico che se noi ridurremo un'asta di legno a tal lunghezza e grossezza, che fitta, v. g., in un muro ad angoli retti, cioè parallela all'orizzonte, sia ridotta all'ultima lunghezza che si possa reggere, sì che, allungata un pelo più, si spezzasse, gravata dal proprio peso, questa sarà unica al mondo; tal che essendo, per esempio, la sua lunghezza centupla della sua grossezza, nissuna altra asta della medesima materia potrà ritrovarsi che, essendo in lunghezza centupla della sua grossezza, sia, come quella, precisamente abile a sostener se medesima, e nulla di più; ma tutte le maggiori si fiaccheranno, e le minori saranno potenti a sostener, oltre al proprio peso, qualch'altro appresso. E questo che io dico dello stato di regger se medesimo, intendasi detto di ogni altra costituzione; e così se un corrente potrà reggere il peso di dieci correnti suoi eguali, una trave simile a lui non potrà altramente regger il peso di dieci sue eguali. Ma notino in grazia V. S. e 'l Sig. Simplicio nostro, quanto le conclusioni vere, benché nel primo aspetto sembrino improbabili, additate solamente qualche poco, depongono le vesti che le occultavano, e nude e semplici fanno de'

lor segreti gioconda mostra. Chi non vede come un cavallo cadendo da un'altezza di tre braccia o quattro si romperà l'ossa, ma un cane da una tale, e un gatto da una di otto o dieci, non si farà mal nissuno, come né un grillo da una torre, né una formica precipitandosi dall'orbe lunare? i piccoli fanciulli restare illesi in cadute, dove i provetti si rompono gli stinchi o la testa? E come gli animali più piccoli sono, a proporzione, più robusti e forti de i maggiori, così le piante minori meglio si sostentano: e già credo che amendue voi apprendiate che una quercia dugento braccia alta non potrebbe sostenere i suoi rami sparsi alla similitudine di una di mediocre grandezza, e che la natura non potrebbe fare un cavallo grande per venti cavalli, né un gigante dieci volte più alto di un uomo, se non o miracolosamente o con l'alterar assai le proporzioni delle membra ed in particolare dell'ossa, ingrossandole molto sopra la simmetria dell'ossa comuni. Il creder parimente che nelle machine artificiali egualmente siano fattibili e conservabili le grandissime e le piccole, è errore manifesto: e così, per esempio, piccole guglie, colonnette ed altre solide figure, sicuramente si potranno maneggiare distendere e rizzare, senza rischio di rompersi, che le grandissime per ogni sinistro accidente andranno in pezzi, e non per altra cagione che per il loro proprio peso. E qui è forza che io vi racconti un caso degno veramente di esser saputo, come sono tutti gli accidenti che accascano fuori dell'aspettazione, e massime quando il partito preso per ovviare a uno inconveniente riesce poi causa potissima del disordine. Era una grossissima colonna di marmo distesa, e posata, presso alle sue estremità, sopra due pezzi di trave; cadde in pensiero dopo certo tempo ad un meccanico che fusse bene, per maggiormente assicurarsi che gravata dal proprio peso non si rompesse nel mezzo, supporgli anco in questa parte un terzo simile sostegno: parve il consiglio generalmente molto opportuno, ma l'esito lo dimostrò essere stato tutto l'opposito, atteso che non passarono molti mesi che la colonna si trovò fessa e rotta, giusto sopra il nuovo appoggio di mezzo.

Simp. Accidente in vero meraviglioso e veramente *praeter spem*, quando però fusse derivato dall'aggiungervi il nuovo sostegno di mezzo.

Salv. Da quello sicuramente derivò egli, e la riconosciuta cagion dell'effetto leva la meraviglia: perché, deposti in piana terra i

due pezzi della colonna, si vedde che l'uno de i travi, su 'l quale appoggiava una delle testate, si era, per la lunghezza del tempo, infracidato ed avvallato, e, restando quel di mezzo durissimo e forte, fu causa che la metà della colonna restasse in aria, abbandonata dall'estremo sostegno; onde il proprio soverchio peso gli fece fare quello che non avrebbe fatto se solo sopra i due primi si fusse appoggiata, perché l'avvallarsi qual si fusse di loro, ella ancora l'arebbe seguito. E qui non si può dubitare che tal accidente non sarebbe avvenuto in una piccola colonna, benché della medesima pietra e di lunghezza rispondente alla sua grossezza con la proporzione medesima della grossezza e lunghezza della colonna grande.

Sagr. Già sin qui resto io assicurato della verità dell'effetto ma non penetro già la ragione come, nel crescersi la materia, non deva con l'istesso ragguaglio moltiplicarsi la resistenza e gagliardia; e tanto più mi confondo, quanto per l'opposito veggo in altri casi crescersi molto più la robustezza e la resistenza al rompersi, che non cresce l'ingrossamento della materia: che se, v. g., saranno due chiodi fitti in un muro, l'uno più grosso il doppio dell'altro, quello reggerà non solamente doppio peso di questo, ma triplo e quadruplo.

Salv. Dite pur ottuplo, né direte lontano dal vero: né questo effetto contraria a quello, ancor che in sembante apparisca così diverso.

Sagr. Adunque, Sig. Salviati, spianateci questi scogli e dichiarateci queste oscurità, se ne avete il modo, ché ben conietture, questa materia delle resistenze essere un campo pieno di belle ed utili contemplazioni; e se vi contentate che questo sia il soggetto de i nostri ragionamenti di oggi, a me, e credo al Sig. Simplicio, sarà gratissimo.

Salv. Non posso mancar di servirle, purché la memoria serva me in sumministrarmi quello che già appresi dal nostro Accademico, che sopra tal materia aveva fatte molte speculazioni, e tutte, conforme al suo solito, geometricamente dimostrate, in modo che, non senza ragione, questa sua potrebbe chiamarsi una nuova scienza; perché se bene alcune delle conclusioni sono state da altri, e prima di tutti da Aristotele, osservate, tuttavia né sono delle più belle, né (quello che più importa) da i loro primari e indubitati fondamenti con necessarie dimostrazioni provate. E perché, come dico, voglio

dimostrativamente accertarvi, e non con solamente probabili discorsi persuadervi, supponendo che abbiate quella cognizione delle conclusioni meccaniche, da altri sin qui fondatamente trattate, che per il nostro bisogno sarà necessaria, conviene che avanti ogni altra cosa consideriamo qual effetto sia quello che si opera nella frazione di un legno o di altro solido, le cui parti saldamente sono attaccate; perché questa è la prima nozione, nella qual consiste il primo e semplice principio che come notissimo conviene supporre.



Per più chiara esplicazione di che, segniamo il cilindro o prisma *AB* di legno o di altra materia solida e coerente, fermato di sopra in *A* e pendente a piombo, al quale nell'altra estremità *B* sia attaccato il peso *C*: è manifesto che, qualunque si sia la tenacità e coerenza tra di loro delle parti di esso solido, pur che non sia infinita, potrà esser superata dalla forza del traente peso *C*, la cui gravità pongo che possa accrescersi quanto ne piace, e esso solido finalmente si strapperà, a guisa d'una corda. E sì come nella corda noi intendiamo, la sua resistenza derivare dalla moltitudine delle fila della canapa che la compongono, così nel legno si scorgono le sue fibre e filamenti distesi per lungo, che lo rendono grandemente più resistente allo strappamento che non sarebbe qualsivoglia canapo della medesima grossezza: ma nel cilindro di pietra o di metallo la coerenza (che ancora par maggiore) delle sue parti dipende da altro glutine che da filamenti o fibre; e pure essi ancora da valido tiramento vengono spezzati.

Ipatri della Scienza

eBook edito da Experiences S.r.l.

www.experiences.it

Messina, novembre 2014

EXPERIENCES