

PIANO INCLINATO

- Il moto prima di Galileo

1. *Moti naturali e moti violenti*

Secondo Aristotele (III-IV secolo a.C.) il movimento era in generale ogni trasformazione della natura così come lo spostamento di un corpo da un punto all'altro. Egli sosteneva che i corpi inanimati si muovevano spontaneamente verso il loro luogo naturale (come il fuoco, che arde con la fiamma rivolta verso l'alto).

2. *Caduta dei gravi*

Per i corpi gravi ogni altro tipo di moto era dovuto alla presenza continua (quindi per contatto) di un motore che dirigeva il corpo verso un'altra direzione (moto violento). La freccia scoccata dall'arco o la pietra lanciata dalla mano non sembrano essere in alcun modo accompagnate da motori esterni: perciò, illustrava Aristotele, l'unica spiegazione era che il movimento impresso dal motore fosse in qualche modo stato trasmesso al mezzo in cui il movente si trovava a spostarsi, come l'aria, o l'acqua. Si riteneva che l'accelerazione fosse solamente una fase iniziale e trasitoria, durante la quale velocità passava da 0 a un valore fisso, e che la velocità di caduta, costante, dipendesse unicamente dal peso dell'oggetto e dalla resistenza del mezzo in cui si realizzava la caduta.

3. *La teoria dell'impetus*

Già Filopono nel VI secolo aveva mosso logiche obiezioni a questa dottrina, prima tra tutte quale fosse il motivo per cui, al momento della produzione del movimento, l'arco (o la mano) dovevano entrare in rapporto diretto con il proiettile nel momento del lancio, anziché limitarsi a muovere l'aria o l'acqua. Sulla base di questa considerazione egli aveva proposto di riconoscere la cessione di una parte della forza motrice direttamente al mobile, supponendo che il mezzo offrisse invece una certa resistenza a tale movimento.

Fu Giovanni Buridano, nel XIV secolo, ad articolare e codificare questa tesi, condivisa anche da Leonardo da Vinci. Denominò tale forza motrice 'impetus' e ponendola in relazione a due grandezze, la quantità di materia e la velocità del proiettile. In questo modo si spiegava perché i corpi pesanti scagliati raggiungessero distanze maggiori di quelli leggeri. L'impetus era concepito come una qualità permanente, che veniva meno solo in virtù della resistenza dell'aria o dell'acqua. Questo lasciava supporre che, in assenza di elementi naturali, il corpo cui venisse impresso l'impetus avrebbe continuato a muoversi senza mai arrestarsi. Proprio sulla base di questa ipotesi, Buridano elaborò una nuova dottrina concernente il moto dei cieli, secondo la quale sarebbe superflua la presenza delle intelligenze celesti, dal momento che, una volta impresso il moto da Dio al momento della creazione, i cieli, in assenza di resistenza del mezzo in cui si muovono, proseguirebbero nel loro moto costante.

- Gli studi di Galileo Galilei sulla caduta libera dei corpi

Galileo studiò il moto di caduta dei gravi sia matematicamente che sperimentalmente,

analizzando il moto dei pendoli e lavorando con i piani inclinati.

Sebbene fosse arrivato alla formulazione della legge oraria di caduta dei corpi fino dal 1604, Galileo ne diede notizia solo nel 1638. Egli mostrò che gli spazi percorsi in intervalli di tempo uguali da un corpo in caduta libera aumentano secondo la sequenza 1.3.5.7... ossia che lo spazio percorso è proporzionale al quadrato del tempo necessario per percorrerlo.

Galileo per misurare il tempo in esperimenti di questo tipo progetta e realizza un cronometro ad acqua.



- "Galileo dimostra la legge della caduta dei gravi a Don Giovanni De' Medici" , affresco di Giuseppe Bezzuoli, Tribuna di Galileo, Firenze.

● Citazioni di Galileo dall'opera *I discorsi e dimostrazioni matematiche intorno a due nuove scienze*

– Gli esperimenti galileiani del piano inclinato:

” In un regolo, o vogliàn dir corrente, di legno, lungo circa 12 braccia, e largo per un verso mezzo braccio e per l'altro tre dita, si era in questa minor larghezza incavato un canaletto, poco più largo d'un dito; tiratolo drittetissimo, e, per averlo ben pulito e liscio, incollatovi dentro una carta pecora zannata e lustrata al possibile, si faceva in esso scendere una palla di bronzo durissimo, ben rotondata e pulita”. “Elevando sopra il piano orizzontale una delle estremità (del regolo) un braccio o due ad arbitrio, si lasciava (...) scendere per il detto canale la palla, notando (...) il tempo che consumava nello scorrerlo tutto, replicando il medesimo atto molte volte per assicurarsi bene della quantità del tempo (...). Fatta e stabilita precisamente tale operazione, facemmo scender la medesima palla solamente per la quarta parte della lunghezza di esso canale; e misurato il tempo della sua scesa, si trovava sempre puntualissimamente esser la metà dell'altro: e facendo poi l'esperienze di altre parti, esaminando hora il tempo di tutta la lunghezza con il tempo della metà, o con quello delli duo terzi, o de $i^{3/4}$, o in conclusione con qualunque altra divisione, per esperienze ben cento volte replicate sempre s'incontrava, gli spazi passati esser tra di loro come i quadrati de i tempi, e questo in tutte le inclinazioni del piano (...).Io resto assai ben capace che il negozio deva succeder così, posta e ricevuta la definizione del moto uniformemente accelerato. “.

– A proposito del cronometro ad acqua:

“ Quanto poi alla misura del tempo, si teneva una gran secchia piena d'acqua, attaccata in alto, la quale per un sottil cannellino, saldatogli nel fondo, versava un

sottile filo d'acqua, che s'andava ricevendo con un piccolo bicchiere per tutto il tempo che la palla scendeva nel canale e nelle sue parti: le particelle poi dell'acqua, in tal guisa raccolte, s'andavano di volta in volta con esattissima bilancia pesando, dandoci le differenze e proporzioni de i pesi loro le differenze e proporzioni de i tempi ”.

Museo di Storia della Fisica Università di Padova

Fra gli strumenti voluti a metà del '700 da Giovanni Poleni, troviamo il cosiddetto “Paraboloide di Truchet”, ossia apparecchio per lo studio dell'isocronismo dei giri di caduta lungo un paraboloide (1744).



Questo strumento fu inventato dal carmelitano Jean Truchet (1657-1729), detto Padre Sébastien; si tratta di un modello molto particolare di piano inclinato che permetteva di verificare la legge di Galileo sulla caduta dei gravi, secondo cui le distanze percorse in tempi uguali da un corpo in caduta libera aumentano di un fattore 3, 5, 7, ... La disposizione della rotaia è tale che la lunghezza di ogni giro del paraboloide aumenta proprio secondo la sequenza dei numeri dispari e perciò, in accordo con la legge galileiana, una pallina lasciata cadere dalla cima del paraboloide percorre in tempi uguali ogni giro del piano spirale inclinato. E' importante sottolineare che si tratta di un apparecchio decisamente raro: l'unico altro esemplare conosciuto è esposto al Museo di Storia della Scienza di Firenze.

BIBLIOGRAFIA / LINK :

- S.Talas, La nascita della scienza moderna europea e lo sviluppo del metodo scientifico
- Dispense del laboratorio didattico: La natura, l'uomo e le arti, Università degli studi di Padova.
- M.E.Bergamaschini, L'indagine del mondo fisico, Vol.B, Carlo Signorelli Editore 2001.
- <http://digilander.libero.it/bardi.scienza/A-galileo%20e%20l'esperimento%20del%20piano%20inclinato.htm> (orologio ad acqua di Galileo)
- http://www.treccani.it/site/Scuola/nellascuola/area_fisica/senso/parodi.htm
- <http://www.unisi.it/ricerca/prog/fil-med-online/temi/htm/impetus.htm>
- <http://www.internetculturale.it/genera.jsp?id=843> (affresco)
- http://www.unipd.it/1000annidiscienza/visita/bo/vetrina_poleni1.html