CENNI DI FISICA ARISTOTELICA

Praticamente tutta la Fisica medioevale e oltre, fino al 1600, si basava sugli scritti di un grande filosofo greco: **Aristotele** ([Stagira](http://it.wikipedia.org/wiki/Stagira) - Macedonia, [384 a.C.](http://it.wikipedia.org/wiki/384_a.C.) ; [Calcide](http://it.wikipedia.org/wiki/Calcide) - Eubea, [7 marzo](http://it.wikipedia.org/wiki/7_marzo) [322 a.C.](http://it.wikipedia.org/wiki/322_a.C.)). Incontrerete ed approfondirete il pensiero di questo personaggio a Filosofia fra il III e il IV anno di Liceo: io mi limiterò a descrivere alcuni aspetti generali del suo pensiero nel campo della fisica.

La fisica aristotelica era basata su osservazioni e ragionamenti ma **mancava di precise verifiche sperimentali**. Inoltre si poggiava su una visione dell’Universo che niente aveva a che fare con la realtà. Ciò fece sì che il pensiero scientifico di Aristotele, sebbene geniale, avesse molti concetti del tutto sbagliati. In particolar modo, era completamente errata l’interpretazione del moto dei corpi. Ma perché noi ci dobbiamo preoccupare di studiare il pensiero di un fisico-filosofo morto da più di 2.000 anni? Per due motivi almeno: il primo è che non è possibile comprendere appieno il Principio di inerzia senza conoscere almeno gli elementi principali del pensiero aristotelico, visto che tale principio fu introdotto da Galileo proprio in opposizione alla fisica aristotelica. Il secondo motivo… è che è interessante sapere come si è evoluta la scienza dal passato fino ad oggi! Il pensiero scientifico non è rimasto immobile: ciò che era dato per certo fino al 1.600 si è rivelato in seguito errato. Perciò, imparare gli errori e le correzioni apportate alla Fisica nel corso del tempo ci permette di imparare a stare attenti ed a correggerci tutte le volte che dovremo essere noi a proporre idee e pensieri nuovi.

Adesso diamo un’occhiata più da vicino all’idea che Aristotele aveva del movimento. Per Aristotele il moto di un oggetto era intimamente legato alla **struttura del Cosmo**: perciò la prima cosa da fare è quella di descrivere brevemente il modo in cui gli antichi greci pensavano che fosse fatto l’Universo.

Essi immaginavano il Cosmo come costruito da **sfere concentriche**: al centro la **sfera della Terra** (Earth), la più densa di tutte; subito sopra quella dell’**acqua** (water). A seguire, la **sfera dell’aria** (air) e sopra le altre tre quella del **fuoco** (fire). Oltre il fuoco si estendevano le sfere del Cosmo a partire da quella lunare (Moon) che seguivano leggi tutte loro e di cui non ci preoccuperemo.

Secondo Aristotele, lo schema del Cosmo permetteva di distinguere due tipi di movimento: **naturale** (spontaneo) e **violento** (forzato).

# Moto naturale

Per Aristotele ogni corpo è una composizione di **quattro elementi** (Fuoco, Aria, Acqua e Terra). I corpi sono animati da un **moto naturale** (spontaneo) che li riportano alla loro sfera nel caso ne fossero stati spostati: per questo motivo gli oggetti acquosi e terrosi eventualmente sollevati in aria tendono a cadere verso il basso (per tornare alla sfera dell’acqua e della terra) mentre quelli aeriformi e ignei (cioè fatti di fuoco) si sollevano dal suolo verso l’alto per raggiungere le sfere dell’aria e del fuoco. In questo modo si spiega perché c’è la pioggia: il liquido presente nell’aria torna alla sfera dell’acqua sottostante. Si spiega anche perché la fiamma di un camino sale: essa è fatta di fuoco e perciò si solleva spontaneamente verso la sfera del fuoco. La grandine cade perché, essendo solida, precipita dalla sfera dell’aria sulla sfera della terra… e così via.

# Moto violento

# Seguendo il pensiero di Aristotele, oltre a quello naturale esiste anche un secondo moto detto violento (forzato) che è quello prodotto da una forza che spinge. Un sasso lanciato da una mano, il pallone calciato dal giocatore, il correre lungo una strada, il sollevare un oggetto dal tavolo… insomma, ogni movimento dove appare una qualche spinta è un moto violento.

****Vediamo adesso cosa pensa Aristotele del moto violento: le sue idee furono raccolte nella “**Fisica**”, un [trattato](https://it.wikipedia.org/wiki/Trattato_%28opera%29) in otto libri di [Aristotele](https://it.wikipedia.org/wiki/Aristotele), databile intorno al IV secolo a.C. : come tutte le altre opere aristoteliche, anche la Fisica è il risultato del lavoro di ricostruzione, operato probabilmente da [Andronico di Rodi](https://it.wikipedia.org/wiki/Andronico_di_Rodi) - erudito della scuola [peripatetica](https://it.wikipedia.org/wiki/Peripatetici) - intorno al [I secolo a.C.](https://it.wikipedia.org/wiki/I_secolo_a.C.), su frammenti sparsi scritti dallo Stagirita in epoche diverse, su argomenti diversi, tutti tuttavia attinenti alla [fisica](https://it.wikipedia.org/wiki/Fisica).

Ecco il brano che spiega l’idea aristotelica che per avere movimento è indispensabile una spinta: **Inoltre, i proiettili si muovono ancora, benché non li tocchi più colui che li ha lanciati, e si muovono o per reazione, come dicono alcuni, oppure perché l'aria, spinta, spinge a sua volta con un moto più veloce di quello spostamento del corpo spinto in virtù del quale il corpo stesso viene spostato verso il suo proprio luogo.**

Ma in che modo la forza produce il movimento? Aristotele presenta una legge fisica introducendo delle proporzionalità (i simboli sono stati introdotti da me per semplificare la lettura: sotto ogni paragrafo c’è la spiegazione in nero del testo in linguaggio più matematico):

A parità di forza, dimezzando la massa la velocità raddoppia

**Sia F0 il motore, M il mosso, ΔS la lunghezza percorsa, Δt il tempo in cui si attua il movimento. In un tempo uguale la forza uguale F0 muoverà la metà di M per il doppio di ΔS, e [muoverà sempre la metà di M] per ΔS nella metà di Δt: tale infatti, sarà la proporzione.**

Fissiamo il tempo Δt e la Forza F0 e vediamo qual è la relazione fra la massa M su cui agisce F0 ed il suo spostamento. Vediamo che se M dimezza allora ΔS raddoppia →

**M è inversamente proporzionale a ΔS: M α 1/ΔS (F0 e Δt costanti) (1a)**

Se invece fissiamo lo spostamento ΔS e la Forza F0, vediamo che se dimezziamo la massa M allora anche il tempo impiegato per percorrere ΔS dimezza →

**M e Δt sono direttamente proporzionali: M α Δt (F0 e ΔS costanti) (1b)**

Le due proprietà sopra enunciate valgono se F0 è costante e perciò posso affermare che, se F0 è costante, vale sia l’eq. (1a) che la eq. (1b) e perciò posso scrivere:

**M α Δt/ΔS** → **(V=ΔS/Δt** → **1/V=Δt/ΔS) → M α 1/V [F0 costante] (2)**

**A parità di forza, Massa e Velocità sono inversamente proporzionali (al raddoppiare dell’una l’altra dimezza): prima osservazione di Aristotele**

A parità di velocità, forza e massa sono direttamente proporzionali

**E, inoltre, se la stessa forza F0 muoverà lo stesso oggetto M in questo tempo Δt qui secondo tanta lunghezza ΔS, e lo muoverà secondo la metà della lunghezza ΔS nella metà del tempo Δt, anche la metà della forza F0 muoverà parimenti la metà dell'oggetto M in uguale tempo secondo una lunghezza ΔS uguale.**

E inoltre, se una forza F0 sposta una massa M per una velocità costante V, una forza F0/2 sposterà un oggetto di massa M/2 sempre alla stessa velocità V. In altre parole:

**Massa e Forza sono direttamente proporzionali: M α F0 [Velocità costante] (3)**

**A parità di Velocità, Massa e Forza sono direttamente proporzionali: seconda osservazione di Aristotele**

**LEGGE DEL MOTO DI ARISTOTELE**

Se unisco le due osservazioni di Aristotele, cioè l’eq. (2) con l’eq. (3), ottengo la **Legge del Moto di Aristotele**:

**M α F0/V** → **F0 α M⋅V (4) : Legge del moto di Aristotele**

Ma adesso vediamo che la Legge (4) non è universale! E’ proprio Aristotele a dimostrarlo con un facile esempio che illustro qua sotto.

A parità di forza, raddoppiando la massa la velocità non dimezza!!!

**E se F0 muove M nel tempo Δt secondo la lunghezza ΔS , non necessariamente in ugual tempo la forza F0 muoverà il doppio di M lungo la metà di ΔS. […] difatti, se l'intera forza F0 ha attuato il movimento secondo ΔS, la metà di essa non attuerà il movimento secondo ΔS in un tempo qualsivoglia: se fosse altrimenti, un uomo solo muoverebbe la nave, qualora venissero numericamente divise la forza di quelli che la tirano a secco e la lunghezza secondo cui tutti la muovono.**

Ma c’è un’eccezione alla Legge (4)! Se una forza F0 spinge una massa M ad una velocità V non è detto che la stessa forza F0 spingerà il doppio di M ad una velocità V/2!! Né è detto che una forza F0/2 spingerà la solita massa M ad un velocità V/2. In altre parole… non è detto che l’eq. (4) valga sempre!

Infatti, se così fosse, un uomo solo sarebbe in grado di spingere una nave, magari molto lentamente ma invece vediamo che è necessaria la spinta di tanti uomini per spingere a secco una nave mentre un solo uomo è incapace di spostarla. In altre parole: se ho bisogno di 10 uomini per spingere una nave con velocità V, quando la nave è spinta da un solo uomo essa non si sposta ad una velocità V/10 ma piuttosto… rimane immobile!

In conclusione: se una forza F0 spinge una massa M ad una velocità V sono sicuro di poter applicare la Legge (4) se aumento F0 o diminuisco M (cioè, se faccio in modo che la velocità aumenti): ma se invece diminuisco F0 o aumento M (cioè, se faccio decrescere la velocità) non sono più sicuro di poter applicare la Legge (4) !!!

**ESPERIMENTO ED OSSERVAZIONI RIGUARDO ALLA LEGGE DI ARISTOTELE**

* In classe abbiamo fatto un esperimento dove misuravamo la forza necessaria a trascinare la solita tavoletta di legno cambiando di volta in volta la velocità. Cosa abbiamo fatto? Cosa abbiamo misurato? Che risultati abbiamo ottenuto? I risultati del nostro esperimento concordano o sono in disaccordo con la Legge del Moto di Aristotele?
* La semplice osservazione che per muoversi più velocemente in auto o in motorino bisogna aumentare la forza del motore è in accordo o in disaccordo con la Legge del Moto di Aristotele?
* A quale conclusione (per ora provvisoria) siamo giunti?

**ARISTOTELE: CHI ERA COSTUI?**

**Aristotele** (Stagira, 384 a.C./383 a.C. – Calcide, 322 a.C.) **è considerato, assieme a Platone, il filosofo più importante per l’evoluzione del pensiero occidentale**. Figlio di un importante medico, nel 367 a.C. circa si reca ad **Atene** per frequentare l’Accademia di[Platone](http://www.oilproject.org/lezione/filosofia-platone-biografia-testi-riassunto-2284.html) (dove resterà fino alla morte del maestro), poi è ad Atarneo, in Asia Minore, e poi a Mitilene, sull’isola di Lesbo. In questo periodo si dedica alle ricerche in campo biologico. Nel 342 a.C. è chiamato in **Macedonia** da Filippo II, perché faccia da precettore al figlio Alessandro, colui che diventerà **Alessandro Magno**. Nel 335 a.C., Aristotele torna ad Atene, dove fonda la sua scuola, che viene detta **Liceo**, perché situata in un edificio adiacente a un tempietto sacro ad Apollo Licio. Alla morte di Alessandro Magno, nel 323 a.C., ad Atene c’è un forte sentimento antimacedone: Aristotele si trasferisce a Calcide, dove muore l’anno dopo, nel 322 a.C.

*Bibliografia tratta dal sito* [*http://www.oilproject.org/lezione/filosofia-sintesi-aristotele-e-filosofia-aristotelica-2270.html*](http://www.oilproject.org/lezione/filosofia-sintesi-aristotele-e-filosofia-aristotelica-2270.html)