

Fisica

COS'È?
COSA FA?

Storia della Fisica

COS'ERA?
COSA FACEVA?

Quando

- PRIMA DEL XV SEC.
- XVI-XVII SEC.
- XVIII-XIX SEC.
- XX SEC. ...E UN PO' DI XXI

Quando

- PRIMA DEL XV SEC.
- XVI-XVII SEC.
- XVIII-XIX SEC.
- XX SEC. ...E UN PO' DI XXI

Quando

- GLI ANNI DELLA
RIVOLUZIONE
SCIENTIFICA
(XVI E XVII SEC.)

Dove

- EUROPA

Cosa

- ASTRONOMIA
- MOVIMENTO
(MECCANICA)
- OTTICA

Cosa si tiene

TALETE (ca 630-545 a.C.)

_ **ogni fenomeno naturale ha una causa naturale**,
non soprannaturale, religiosa o mitologica

PITAGORA (575-495 a.C.)

_ **il numero è tutto**

ERACLITO (535-475 a.C.)

_ *l'arché* è il cambiamento (il divenire)

→ ipotizza un **ruolo da protagonista per il tempo**

EMPEDOCLE (483-423 a.C.)

_ **il mondo è fatto di fuoco, terra, aria e acqua**,
unite da Amicizia o divisi da Contesa

ARISTOTELE (383-322 a.C.)

_ **l'attenta osservazione** dei fenomeni naturali
permette di risalire alla leggi che li governano

ARCHIMEDE (287-212 a.C.)

_ **è impossibile separare matematica e natura**

TOLOMEO (100-168 d.C.)

_ la Terra è ferma in un **sistema geocentrico**

Cosa si tiene (in breve)

TOMMASO D'ACQUINO (1225-1275)

_filosofia scolastica (filosofia e teologia cristiana medievale)

→ l'aggettivo "scolastica" nasce con una connotazione negativa, associato a una "filosofia pedante e astrusa, che si perdeva in sottigliezze dialettiche, estranea al mondo e servilmente dipendente dalla teologia "

Francesco Pelster in **Enciclopedia Italiana (1936)**

Cosa

- ASTRONOMIA
- MOVIMENTO
(MECCANICA)
- OTTICA

Cosa

- MA ANCHE...

Chi e Cosa

GILBERT → magnetismo

BOYLE → teoria dei gas e nascita della chimica

Royal Society

Académie des sciences

Chi e Cosa

VON GUERNIKE, HOOK, BOYLE, GUY LUSSAC

→ Teoria e leggi della termodinamica

PAPIN, SAVERY, NEWCOMEN, WATT

→ Termodinamica pratica: la macchina a vapore

Cosa

- ASTRONOMIA
- MOVIMENTO
(MECCANICA)
- OTTICA

Chi e Cosa

NICHOLAUS COPERNICUS “COPERNICO” (Polonia, 1473–1543)

_dà forti argomentazioni al modello eliocentrico

_le propone nel suo libro, *De revolutionibus orbium coelestium* (Sulla rivoluzione della sfere celesti) pubblicato appena prima della sua morte

JOHANNES KEPLER “KEPLERO” (Germania, 1571–1630)

_basandosi sulla Teoria di Copernico e sulle estremamente accurate osservazioni di Tycho Brahe*, formula le leggi del moto planetario che usiamo ancora oggi

* che paradossalmente portano lui a un’interpretazione sbagliata

Cosa

- ASTRONOMIA
- MOVIMENTO
(MECCANICA)
- OTTICA

Chi e Cosa

GALILEO GALILEI (Firenze, 1564–1642)

_viene definito *Il padre dell'astronomia osservazionale, il padre della fisica moderna, il padre della Scienza, il padre della Scienza moderna*

_TECH: inventa il cannocchiale, la bussola, la bilancia idrostatica

Chi e Cosa

GALILEO GALILEI (Firenze, 1564–1642)

_ASTR: osserva e conferma le fasi di Venere, scopre le quattro lune di Giove più grandi (oggi lune galileiane), osserva e analizza le macchie solari

→ **sostiene che l'analisi matematica delle osservazioni astronomiche indica come possibilmente errate le affermazioni dei filosofi sulla natura dell'universo**

_MOV: scopre e dimostra la natura isocronica del pendolo, scrive un trattato sul centro di gravità dei corpi solidi, afferma che la velocità di un corpo non dipende dalla sua massa (Esperimento della torre)** , introduce il concetto di inerzia* , descrive il moto del proiettile come una parabola, pone di fatto le basi di quella che verrà chiamata Relatività Galileiana

→ **i suoi esperimenti portano risultati così contraddittori rispetto agli insegnamenti accettati di Aristotele da suscitare un forte antagonismo, non solo tra i filosofi naturali**

Chi e Cosa

GALILEO GALILEI (Firenze, 1564–1642)

_ pubblica il *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo*

→ **che lo porta all'arresto e poi al processo da parte dell'Inquisizione ***
(E pur si muove)

_ pubblica *Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno a due nuove scienze attenenti alla meccanica e i movimenti locali* e *Il Saggiatore*
(pubblicati all'estero durante l'esilio)

→ **che** (insieme all'enfasi non matematica sulla raccolta di "storie sperimentali" promossa da riformisti filosofici come William Gilbert e Francis Bacon) **pongono l'esperimento e la descrizione matematica alla base del Metodo scientifico**

*Riforma Protestante 31 ottobre 1517

Un ricordo di Galileo



Chi e Cosa

- EVARISTO TORRICELLI e i discepoli dell'ACCADEMIA DEL CIMENTO
- MARIN MERSENNE E BLAISE PASCAL
- ROBERT HOOKE e ROBERT BOYLE
- CHRISTIAN HUYGENS

Chi e Cosa

RENÈ DESCARTES “CARTESIO” (Francia 1596–1650)

_viene definito *Il padre della filosofia moderna*

_filosofo sperimentale, il suo scopo è sostituire del tutto la tradizione filosofica scolastica

_riduce tutti i fenomeni percepiti al movimento di un invisibile mare di “corpuscoli”, che agiscono secondo percorsi “naturalisti” (quindi, p.e., il moto dei pianeti non è diverso da quello degli oggetti terrestri, ma manifestazioni diverse di una catena infinita di moti corpuscolari che obbediscono a principi universali)

_ MA esclude il pensiero umano e Dio dal suo schema, ritenendoli separati dall'universo fisico

→ e infatti il suo libro si chiama *Meditationes de Prima Philosophia, in qua Dei existentia et animæ immortalitas demonstratur*

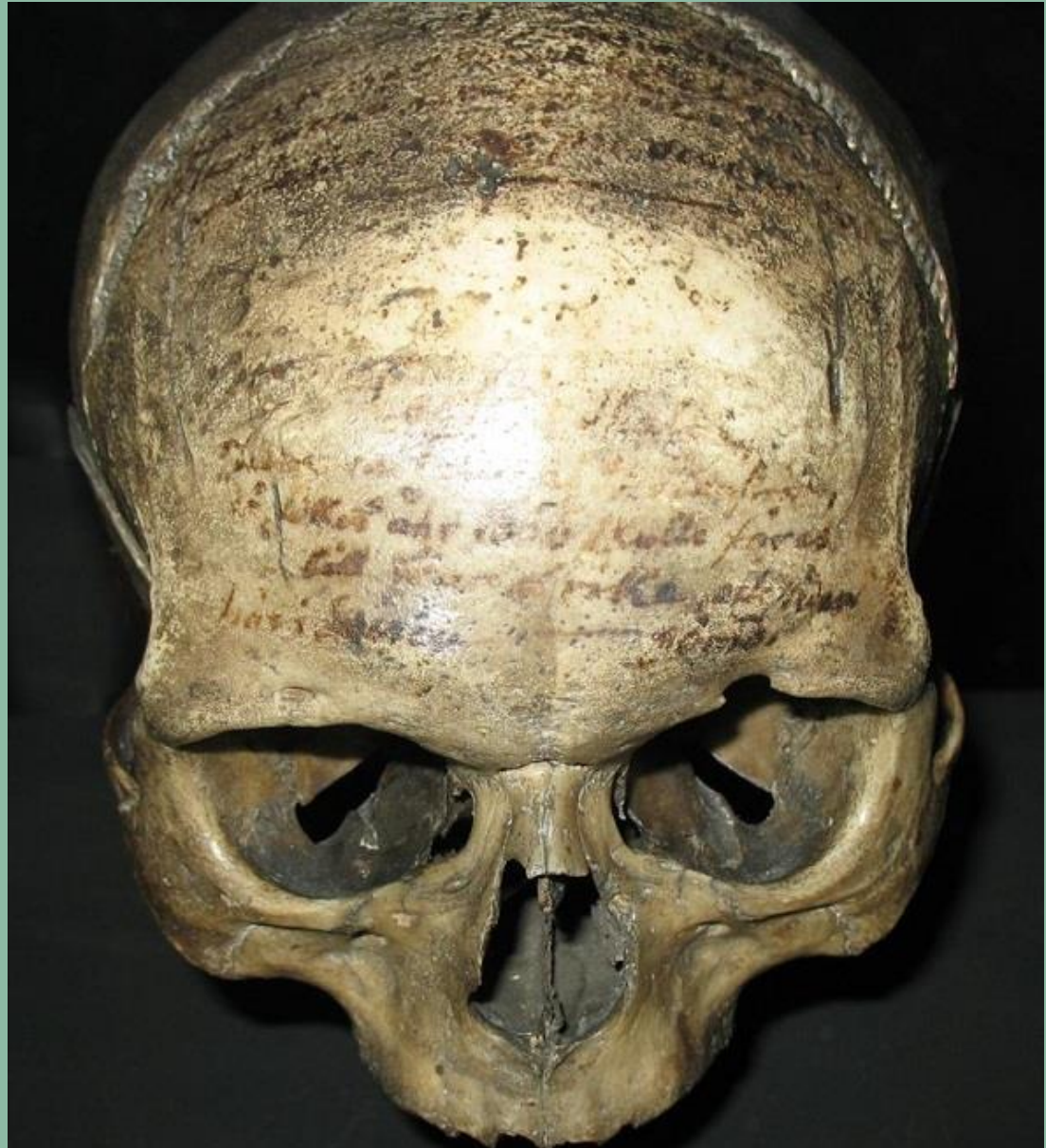
Chi e Cosa

RENÈ DESCARTES “CARTESIO” (Francia 1596–1650)

_ è convinto dell'importanza della spiegazione matematica

_ con i suoi seguaci è una figura chiave nello sviluppo della matematica e della geometria (in particolare della geometria analitica, il ponte tra algebra e geometria) nel XVII secolo
→ coordinate cartesiane

Un ricordo di Cartesio



Chi e Cosa

- EVARISTO TORRICELLI e i discepoli dell'ACCADEMIA DEL CIMENTO
- MARIN MERSENNE E BLAISE PASCAL
- ROBERT HOOKE e ROBERT BOYLE
- **THOMAS HUYGENS**

Cosa

- ASTRONOMIA
- MOVIMENTO
(MECCANICA)
- OTTICA

Chi e Cosa

CHRISTIAAN HUYGENS (*Olanda, 1629–1695*)

_è il principale scienziato in Europa tra Galileo e Newton

_viene definito *L'attore principale nella creazione della Scienza in Europa e Il primo fisico teorico, nonché uno dei fondatori della moderna fisica matematica*

_TECH: inventa l'orologio a pendolo (il sistema più preciso da quasi 300 anni); costruisce diversi tipi di telescopio

_ASTR: identifica gli anelli di Saturno come "un anello sottile e piatto, che non si tocca in nessun punto e inclinato rispetto all'eclittica" ; scopre la prima delle lune di Saturno, Titano, utilizzando un telescopio rifrattore.

Chi e Cosa

CHRISTIAAN HUYGENS (Olanda, 1629–1695)

_ scrive *De Ratiociniis in Ludo Aleae*, la prima trattazione scientifica conosciuta dell'argomento, e all'epoca il più presentazione coerente di un approccio matematico ai giochi d'azzardo

_ nel *De vi Centrifuga* deriva geometricamente le formule standard della meccanica classica per la forza centripeta e centrifuga

_ scrive l'*Horologium Oscillatorium*, il primo trattato moderno in cui **un problema fisico** (il movimento accelerato di un corpo che cade) **viene idealizzato da un insieme di parametri poi analizzati matematicamente** (ovvero è un seme di matematica applicata)

→ le leggi qui descritte sono strutturalmente le stesse delle prime due leggi del movimento di Newton

_ scrive il *Traité de la Lumière*, in cui espone la sua **teoria ondulatoria della luce**

→ la teoria viene respinta a favore della teoria corpuscolare della luce di Newton. Pochi secoli dopo, nel 1801... **CURIOSI???**

Chi e Cosa

SIR ISAAC NEWTON (Inghilterra, 1642–1727)

_combina le sue scoperte nel campo della **meccanica** e dell'**astronomia** con quelle precedenti, dando vita a **un unico sistema** che descrive il funzionamento dell'universo

→ **formula (le) tre leggi del moto**

→ **formula una (la) legge di gravitazione universale**, che spiega sia il moto dei corpi che cadono sulla terra che quello dei corpi celesti.

_per arrivare ai suoi risultati, **inventa una nuova branca della matematica: il calcolo infinitesimale** (inventato indipendentemente anche da Gottfried Leibniz)

→ Il calcolo infinitesimale è a tutt'oggi lo strumento essenziale per lo sviluppo della maggior parte dei rami della fisica

_le sue teorie sono descritte nel *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica*

Approfondiamo questo Cosa

SIR ISAAC NEWTON (Inghilterra, 1642–1727)

Le tre leggi del moto

_la tradizione meccanica era quella cartesiana, secondo la quale tutti i movimenti dovrebbero essere spiegati rispetto alla forza immediata esercitata dai corpuscoli che spinge ogni cosa a muoversi secondo «percorsi naturali»

→ Newton dimostra che **non solo tutti i percorsi osservati, ma anche tutti quelli osservabili in futuro possono essere dedotti matematicamente** sulla base

- del loro movimento esistente (I legge, **Principio di inerzia**)
- dalla loro massa e dalle forze che agiscono su di essi (II legge, **$F=ma$** ; e III legge, **Principio di azione e reazione**).

Approfondiamo questo Cosa

SIR ISAAC NEWTON (Inghilterra, 1642–1727)

La legge di gravitazione universale

_ i moti celesti osservati non si adattano completamente alla trattazione newtoniana

→ Newton (profondamente interessato alla teologia) immagina che Dio intervenga per garantire la continua stabilità del sistema solare

_ la trattazione Newtoniana è **totalmente coerente con le leggi di Keplero** sul moto planetario

→ vengono **rimossi anche gli ultimi dubbi sull'eliocentrismo**

Chi e Cosa

SIR ISAAC NEWTON (Inghilterra, 1642–1727)

_i principi di Newton sono inizialmente contrastati dai filosofi naturali continentali per la **mancaanza di una spiegazione metafisica per il movimento e la gravitazione** (lo stesso Newton ne è turbato, pur insistendo nei suoi scritti sul fatto che non è necessaria per dedurne la realtà)

_ a questo si aggiungono **controversie** personali tra i seguaci di Newton e quelli di Leibniz riguardo alla **priorità sulle tecniche analitiche del calcolo**
→ in principio **prevalgono le tradizioni cartesiana e leibniziana**, ma con il progredire del XVIII secolo i filosofi naturali **accettano di rinunciare a spiegazioni metafisiche ontologiche** per i movimenti descritti matematicamente.

Chi e Cosa

SIR ISAAC NEWTON (Inghilterra, 1642–1727)

_sviluppa una teoria del colore basata sull'osservazione che un prisma scompone la luce bianca nei numerosi colori che formano lo spettro visibile.

- spiega la **luce** come **composta da minuscole particelle**
- Huygens spiega il comportamento della luce in termini di onde, ma la reputazione di Newton fanno propendere per la teoria corpuscolare. Nel 1801, poi... **CURIOSI???**

Chi e Cosa

SIR ISAAC NEWTON (Inghilterra, 1642–1727)

_e poi: formula una legge empirica di raffreddamento, studia la velocità del suono, lavora alle serie di potenze, dimostra il teorema binomiale generalizzato, sviluppa un metodo per approssimare le radici di una funzione...

**Un ricordo
di Newton**



In the “meanwhile” ...

IBN AL-HAYTHAM “ALHAZEN” (965-1040)

_è considerato il fondatore dell’**ottica moderna**

IBN SINA “AVICENNA” (980-1037)

_propone una **teoria del moto** comprensiva dei concetti di impulso, **inerzia** e «potenziale»

SHEN KUO (1031–1095)

_sistematizza lo studio del **magnetismo**, presente in Cina dal IV sec. a,C, inventando inoltre la **bussola**

HIBAT ALLAH ABU’L-BARAKAT AL-BAGHDAADI (1080-1165)

_una dà una descrizione accurata del **moto del proiettile** e dell’**accelerazione**

IBN BAJJAH “AVAMPACE” (1085-1138)

_ipotizza che ad **ogni azione corrisponda una reazione**

NASIR AL-DIN AL-TUSI (1201-1274)

_propone una teoria della rotazione terrestre in un **sistema eliocentrico** paragonabile a quella di Copernico

Sapere, fare,
saper fare

- TEORIA DELLA LUCE:
CORPUSCOLO
O ONDA?

Teoria corpuscolare

La luce è composta da particelle dette corpuscoli.

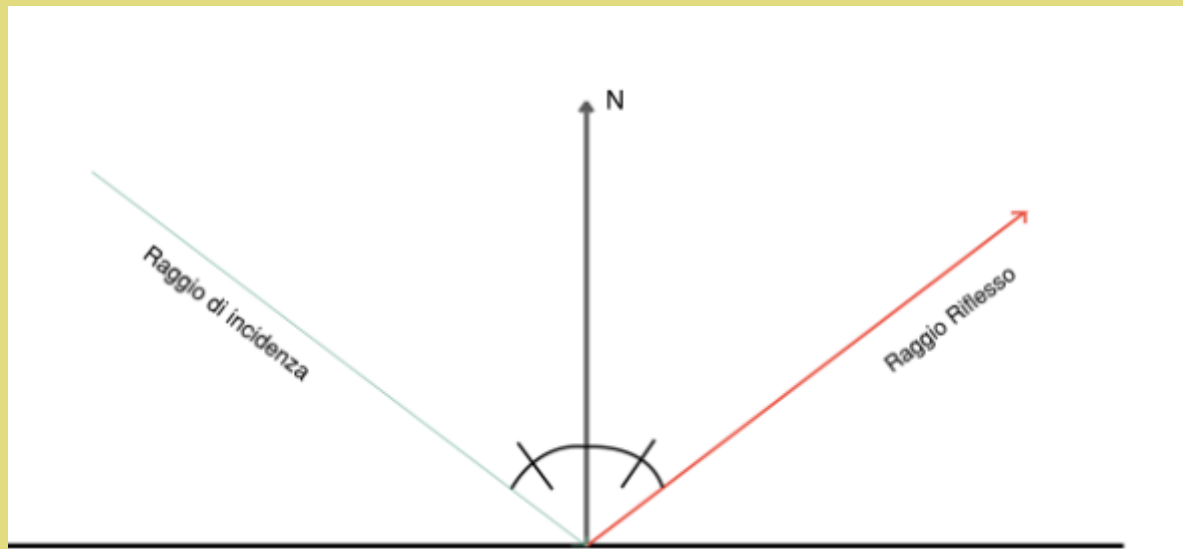


Teoria ondulatoria

La luce è un'onda longitudinale (come lo sono le onde nell'acqua o le onde acustiche) che si propaga nell'etere.



Riflessione





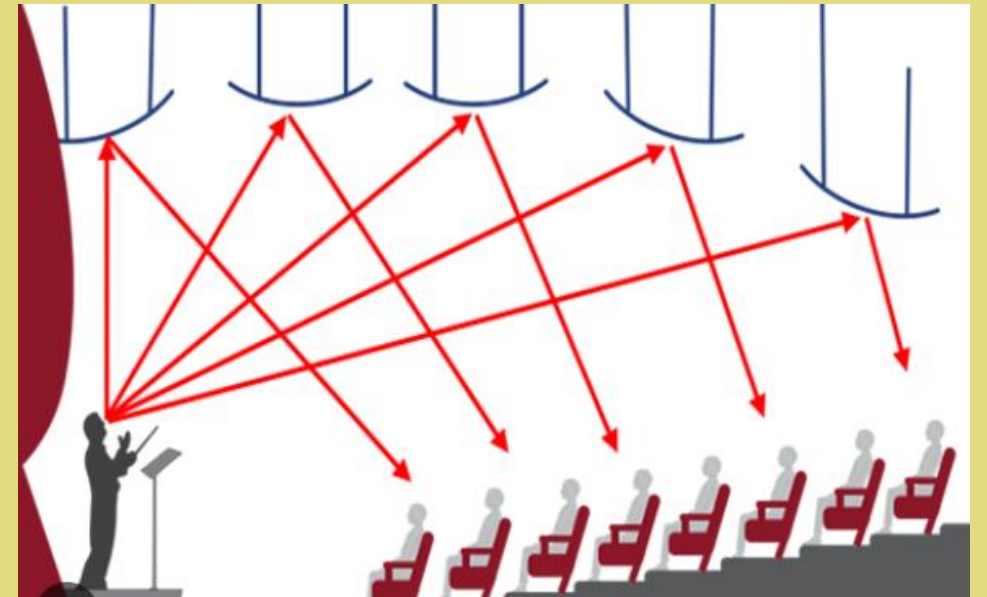
Teoria corpuscolare

La riflessione è come un urto elastico della particella di luce sulla superficie riflettente

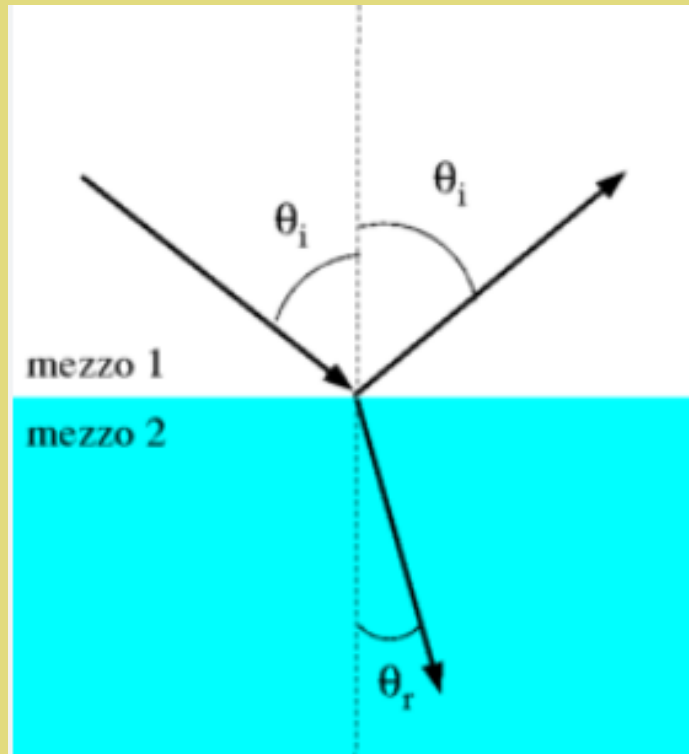


Teoria ondulatoria

Ogni punto del fronte d'onda si comporta come un punto materiale sottoposto a urto elastico → teoria corpuscolare



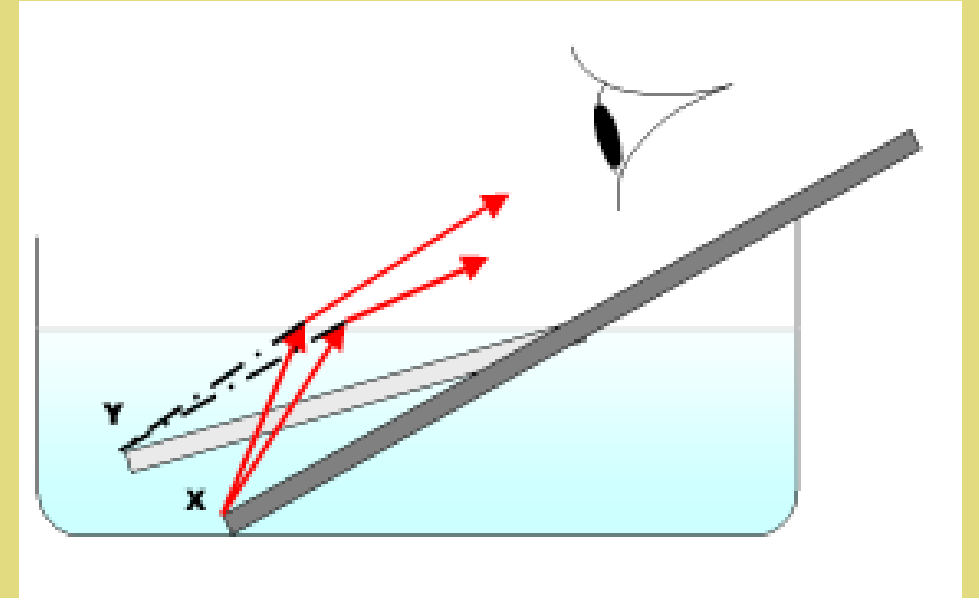
Rifrazione





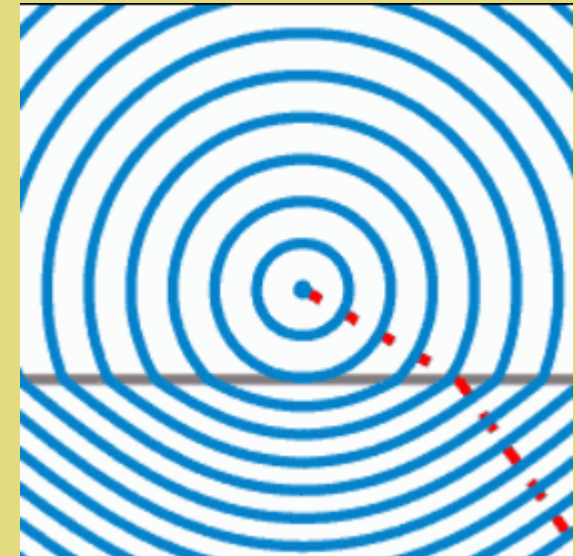
Teoria corpuscolare

Le particelle incidenti sul materiale rifrangente subiscono l'azione di forze perpendicolari alla superficie, che ne aumentano la velocità cambiandone la traiettoria e avvicinandola alla direzione perpendicolare alla superficie.

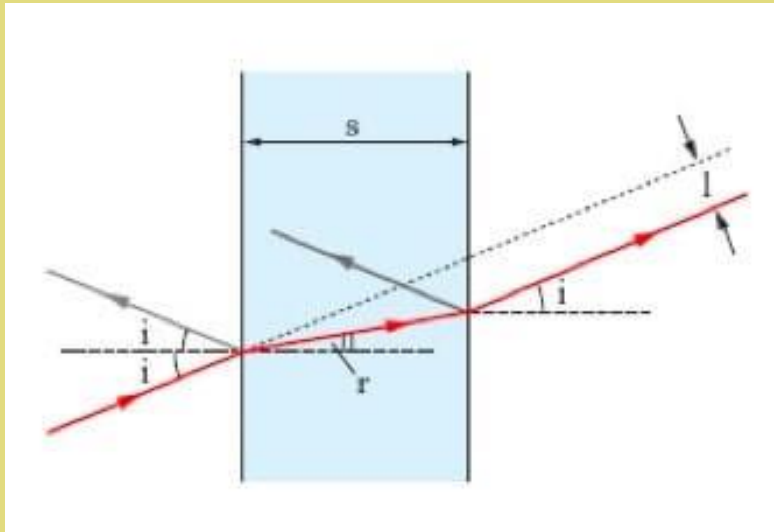


Teoria ondulatoria

Ogni punto del fronte d'onda si comporta come un punto materiale → teoria corpuscolare



Colori e luce bianca





Teoria corpuscolare

L'arcobaleno si spiega supponendo che per ogni colore esista un tipo di corpuscolo che si comporta in modo proprio rispetto a riflessione e rifrazione. Tanti corpuscoli di tipo diverso compongono il bianco.

La separazione dei colori attraverso un prisma **poneva un problema** teorico perché le particelle di luce dovrebbero avere proprietà identiche nel vuoto, ma diverse all'interno della materia...

Teoria ondulatoria

Spiegazione della birifrangenza di Huygens

Non paiono esserci particolari problemi, eppure per anni è stata presa per vera la teoria corpuscolare. Nel 1801... **CURIOSI???**

CHI VERRÀ, VEDRÀ!

Riferimenti bibliografici e letture consigliate

- **La rivoluzione scientifica. Una brevissima introduzione**, Lawrence Principe, Mimesis, 2023
- **La rivoluzione scientifica. Da Copernico a Newton**, Paolo Rossi, Edizioni ETS, 2020
- **Isaac Newton scienziato e alchimista. Il doppio volto del genio**, Betty J. T. Dobbs, Edizioni Mediterranee, 2002
- **Galileo reloaded. Il metodo scientifico nell'era della post-verità**, Luciano Canova, Egea, 2018
- Libri del tempo: **Discorsi E Dimostrazioni Matematiche Intorno A Due Nuove Scienze**, Galileo Galilei, OpenCulture, 2023
- Libri del tempo: ***Horologium oscillatorium; sive de motu pendulorum ad horologia aptato demonstrationes geometricae***, Christiaan Huygens, Culture et Civilisation, 1966 (a Milano, reperibile presso la Biblioteca Nazionale Braidense)
- Libri del tempo: **Principi matematici della filosofia naturale**, Isaac Newton, Einaudi, 2018
- Fumetti: **Eretici! I meravigliosi (e pericolosi) inizi della filosofia moderna**, Steven Nadler e Ben Nadler, Carocci, 2017
- Spettacoli/ testi teatrali: **Vita di Galileo**, Berthold Brecht, 1938
- Spettacoli/ testi teatrali: **ITIS Galileo**, Francesco Niccolini e Marco Paolini, Michela Signori e Jolefilm, 2010 (disponibile qui <https://www.youtube.com/watch?v=0kxarmulkiA><https://www.youtube.com/watch?v=0kxarmulkiA>)