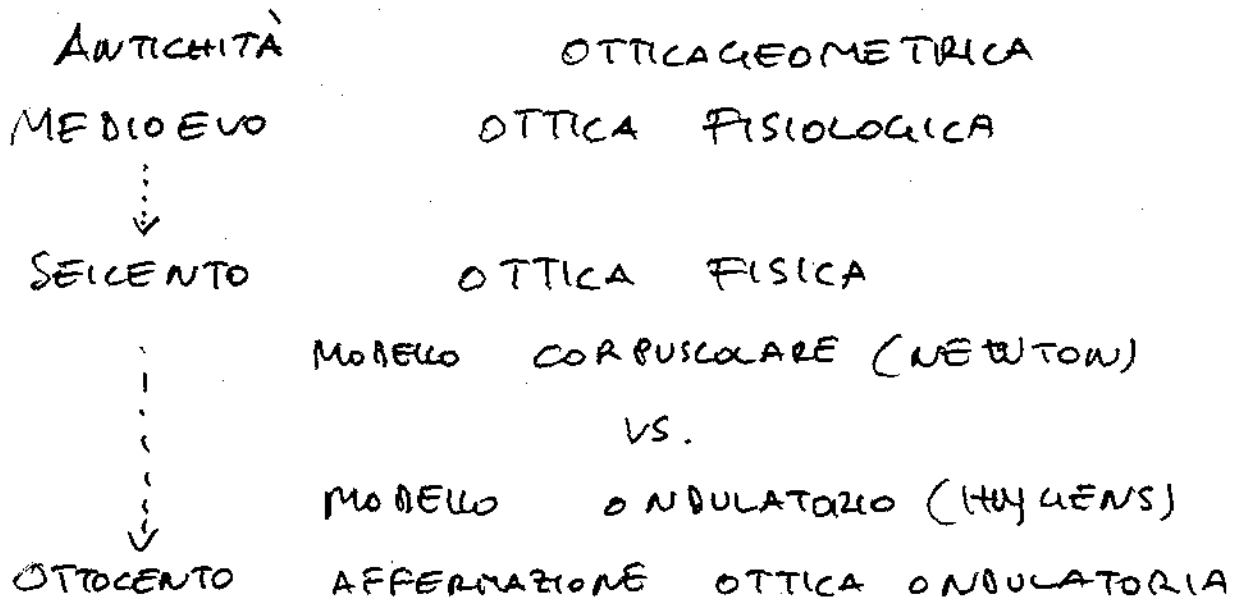
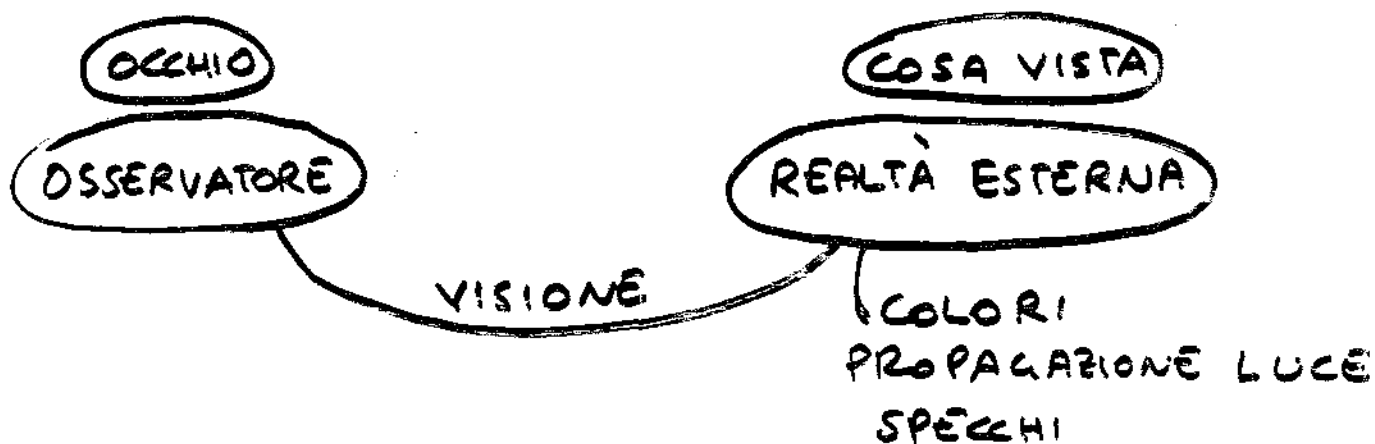


LA NATURA DELLA LUCE,
TRA
MODELLIZZAZIONE, SPERIMENTAZIONE
E
STRUMENTAZIONE



DAL CAOS ALLA GEOMETRIA



NATURA DELLA LUCE: NON È UN ENTE FISICO INDIPENDENTE.

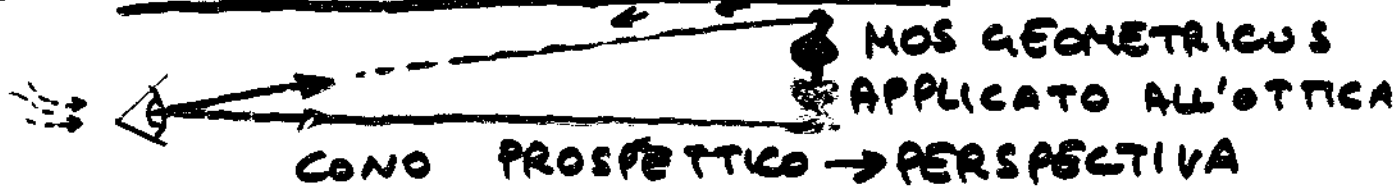
CONCEZIONE: SINCRETICA DELLA NATURA: :
ASPETTI: SOGGETTIVI: : / OGGETTIVI.
PSICOLOGICI / FISIOLOGICI / FISICI.

EXPLICANDUM: EMISSIONE E PERCEZIONE DELLA LUCE

4 GRUPPI DI TEORIE

1. TEORIA EMISSIONISTA o DEI RAGGI VISUALI
2. TEORIA ATOMISTICA DEI SIMULACRI
3. TEORIA DELLA DOPPIA EMISSIONE
4. TEORIA ARISTOTELICA

1 - TEORIA DEI RAGGI VISUALI



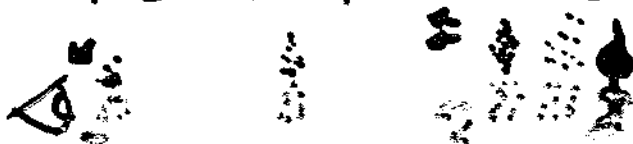
PITAGORA (570-497)

EUCLIDE
(330-260 a.c.)

CLAUDIO TOLEMEO
(II° a.c.)

ERONE ALESSANDRINO
(I a.c.)

2 - TEORIA ATOMISTICA DEI SIMULACRI o PELLICOLE / SCORTE / EIDOLA / SPECIES COERENTI ecc...



LEUCIPPO (480-420) EPICURO (340-270) DEMOCRITO (460-370)

LUCREZIO (97-55)

3 - TEORIA DELLA DOPPIA EMISSIONE: 1+2

EMPEDOCLE
(384-321)

PLATONE (FUOCO VISUALE + FUOCO
(427-347) ESTERNO)

4 - ARISTOTELE: LUCE COME MODIFICAZIONE DI UNA QUALITÀ PRODOTTA DALL'OGGETTO NEL DIAFANO

→ DESCRIZIONE GEOMETRICA DEI FENOMENI LUMINOSI

EUCLIDE

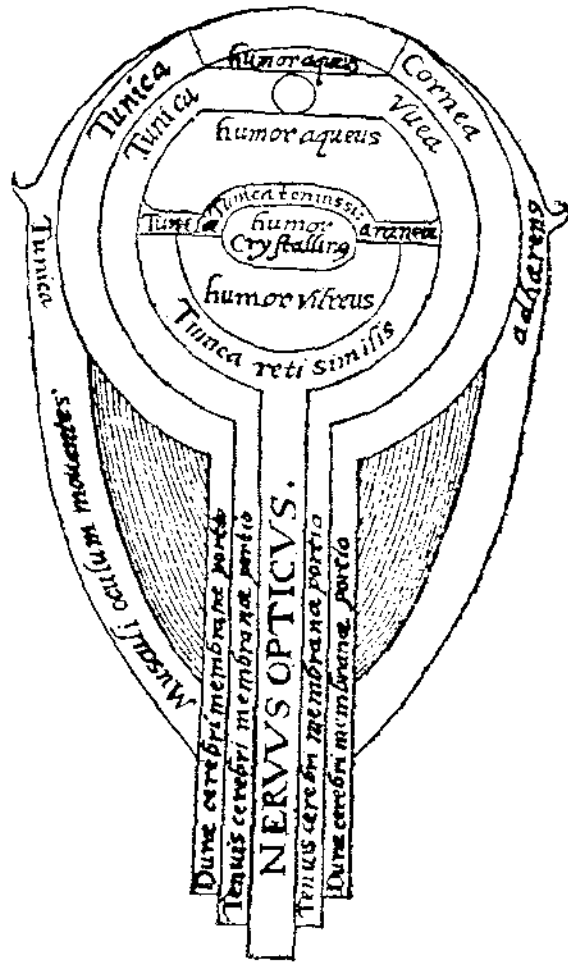
OTTICA
CATOTTRICA

TOLEMEO

STUDIO SPERIMENTALE DELLA
RIFLESSIONE E RIFRAZIONE

STUDI SULLA STRUTTURA DELL'OCCHIO.

(GALENO DI PERGAMO (II° sec. d.c.)
CONTRIBUTO ARABO : dal XII al XIII sec.,
in particolare da parte di ALHAZEN (V. sotto)



4 TUNICHE:
SCLERA
CORNEA
UVEA
RETINA

3 UMOI;
ALQUEO
CRISTALLINO
VITREO

ALHAZEN (965-1039)

↳ TARDO MEDIOEVO E RINASCIMENTO
R. BACON, J. PECHAM, WITELLO,

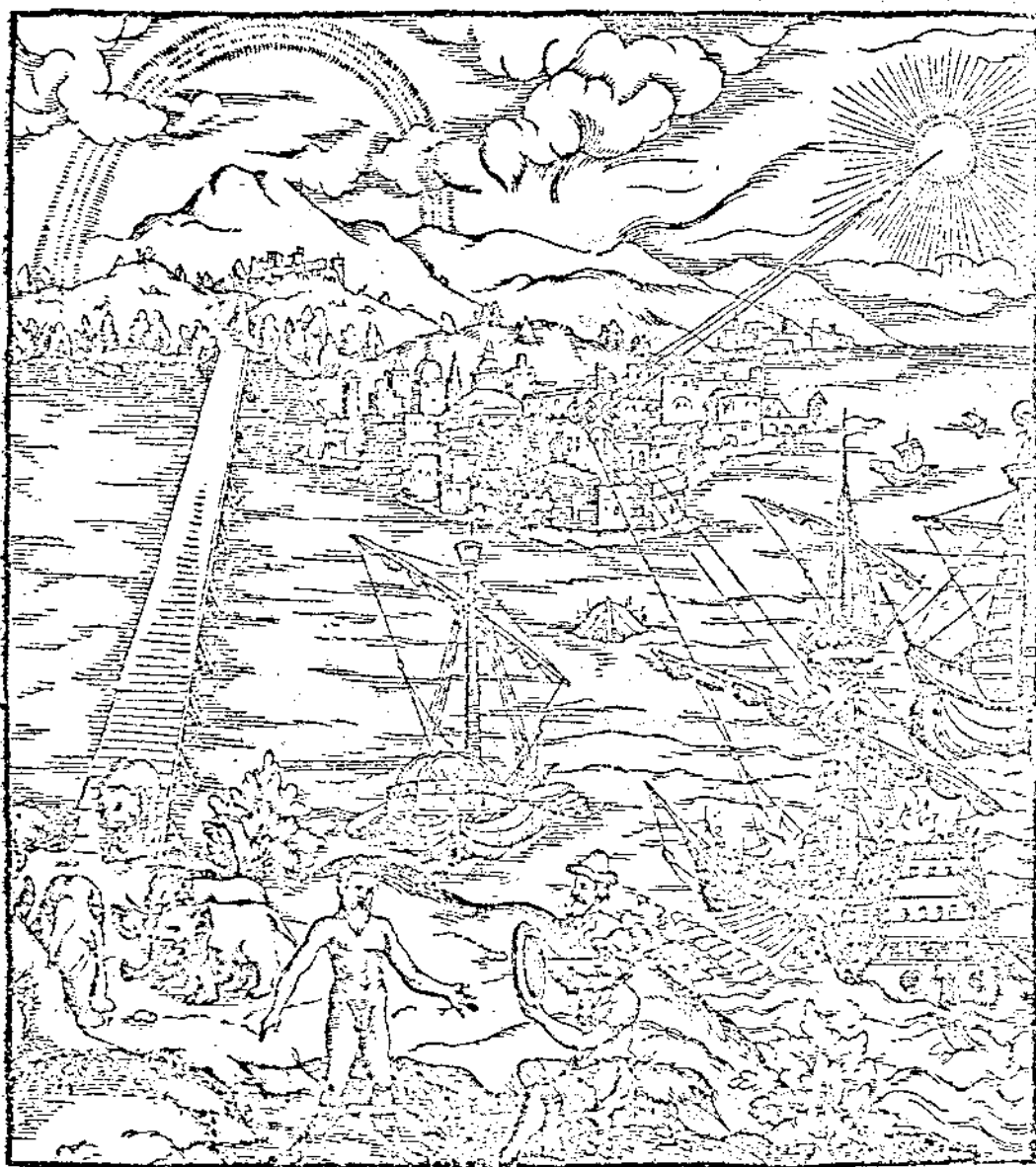
LA LUCE È UN AGENTE ESTERNO CHE ENTRA
NELLOCCIO E NE MODIFICA TEMPORAN. LA STRUTTURA



IL "CONO PROSPETTICO" HA PER
BASE LA PUPILLA E VERTICE IN
V PUNTO DELL'OGGETTO

IMMAGINE UNICA (NERVI OTTICI INCROCIATI)
SI FORMA NEL CRISTALLINO

Triplicis uisus, directi, reflexi & refracti, de
quo optica disputat, ar-
gumenta.



OPTICAE THESAURUS ALHAZENI ARABIS
LIBRI SEPTEM....

ITEM VITELLONIS... LIBRI X
BASILEA, 1572

(Strumentazione in ottica: del XIII sec. si diffondono le lenti, intorno al XVI sec. primi microscopi e telescopi; pratica artigianale; gli strumenti ottici sono considerati "ORDIGNI FALLACI", da INNANNO la vista)
1600 →

LA CATASTROFE DELL'OTTICA ANTICA

VERSANTE DELLA STRUMENTAZIONE → GALILEO E IL CANNOCCHIALE

VERSANTE DELLA TEORIA → SCOPERTA DI NUOVI FENOMENI

KEPLERO (1571-1630)

1604 PARALIPOMENA AD VITELLIONEM
TEORIA DELLE LENTI ASSENTE

GALILEO (1564-1642)

PRENDE SUL SERIO GLI "ORDIGNI FALLACI"
1610 SIDEREUS NUNCIUS

REAZIONE VIOLENTA CONTRO GALILEO

SETT. 1610, KEPLERO, A FAVORE DI GALILEO
NARRATIO DE OBSERVATIS A SE QUATUOR
JOVIS SATELLITIBUS ERRONIBUS, QUOS GALILEAEUS G.
MATHEMATICUS FLORENTINUS IURE INVENTIONIS
MEDICEA SIDEREA NUNCUPAVIT

KEPLERO, DIOPTAICE
PRIMA TEORIA DELLE LENTI

1600 → LA LUCE È MOTO O MATERIA?

METODOLOGIA ↔ SCIENZA

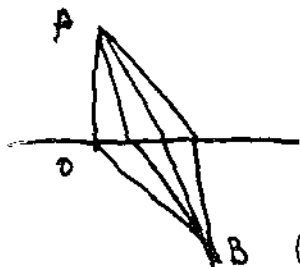
FORTEMENTE INTRECCIALE

CARTESIO : DISCOURS DE LA MÉTHODE (~1637)

↓
DIOPTRIQUE

"Regole per ben
condurre la propria
ragione e cercare la
verità nelle scienze"

FERMAT : COME DEVE ESSERE UNA "VERA" LEGGE
DI NATURA?



CONTROVERSA CON CARTESIO

PR. VARIAZIONALI VS. PR. CAUSALI
(legge RIFRAZIONE: $\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{v_1}{v_2}$, $v_2 < v_1$)

HUYGENS : TRAITÉ DE LA LUMIÈRE (1690)

TEORIA METODOLOGICA + TEORIA OTTICA

NEWTON : TEORIA METODOLOGICA + (1692 →)

TEORIA DEI COLORI

NO ↓

CARTESIO : LA FISICA CARTESIANA ^{IGNORARE}

SU DUE LIVELLI DI SPIEGAZIONE

1° LIVELLO

SISTEMA DI ASSIOMI O VERITÀ

A PRIORI (/ VUOTO MA PLENUM

DI MATERIA, IL MOTO È L'UNICO POTERE

ESISTENTE IN NATURA, ECC...)

2° LIVELLO

SISTEMA IPOTETICO DEDUTTIVO

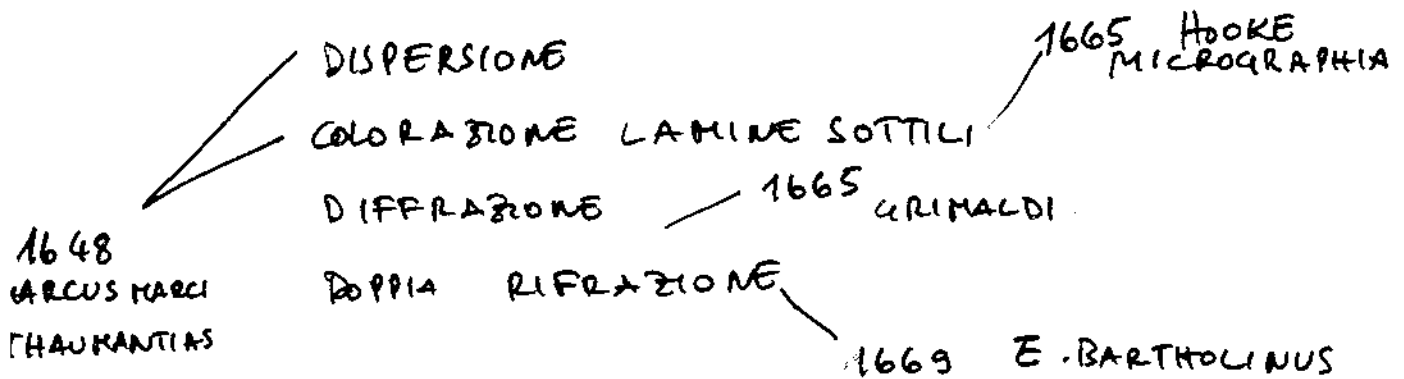
ESPERIMENTI : SOLO DI CONFERMA ALLE

VERITÀ A PRIORI

SULLO SFONDO

LA LUCE È MOTO O MATERIA?

FENOMENI NUOVI (E SCONOSCIUTI)



LUCE COME MATERIA

SPIEGA

PROPAGAZIONE RETTILINEA
OMBRE
RIFLESSIONE
DIFFUSIONE
RIFRAZIONE

NON

RIFLESSIONE PARZIALE SU UNA SUPERFICIE
TRASPARENTE

SPIEGA

DOPPIA RIFRAZIONE
DISPERSIONE
DIFFRAZIONE
COLORAZIONE LAMINE SOTTILI
NON INTERAZIONE RAGGIO-RAGGIO

GRIMALDI

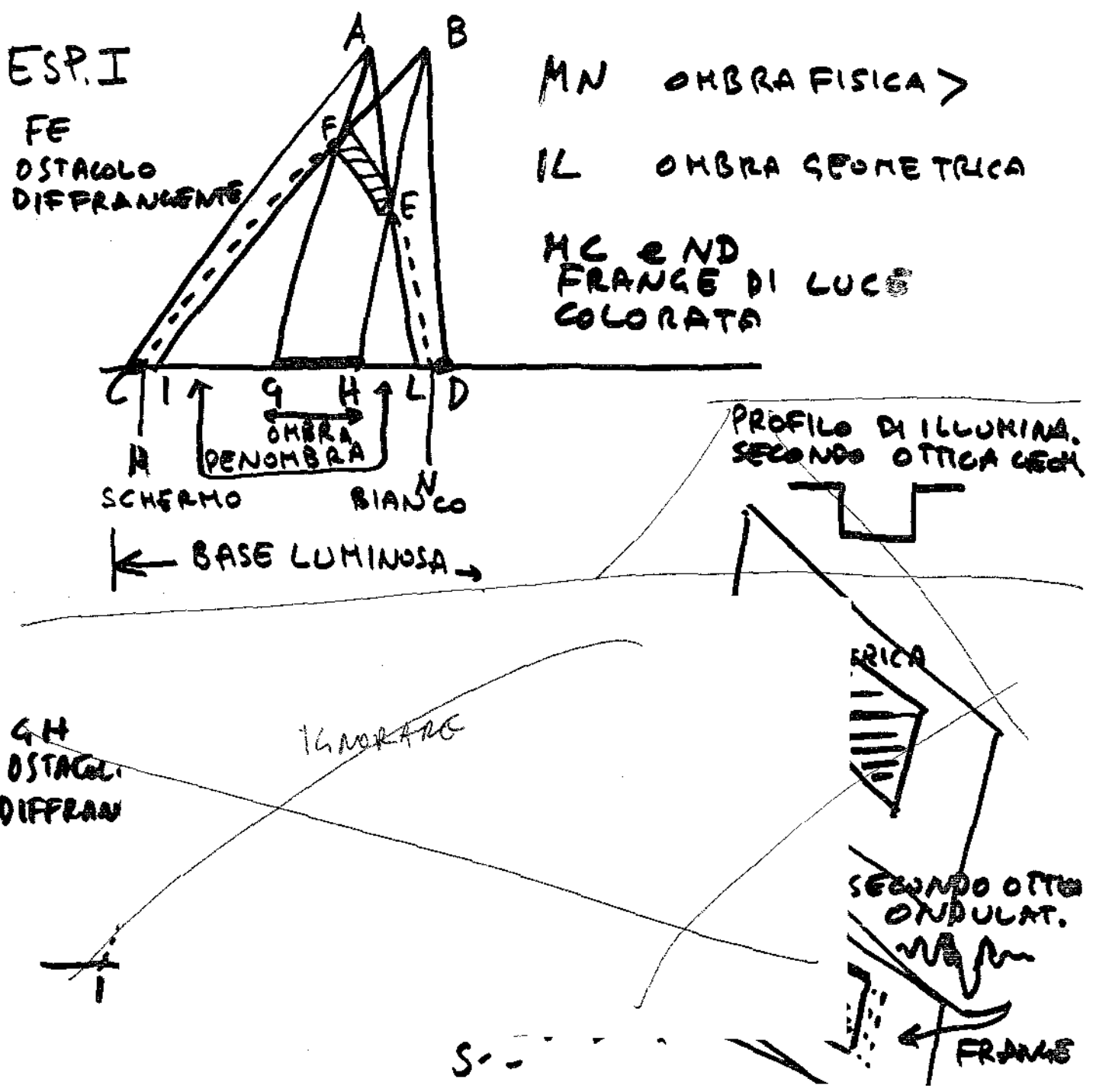
SCOPERTA DELLA DIFFRAZIONE

GRIMALDI (1618 - 1663)

Physico-Mathesis de lumine, coloribus et iride (post. 1665)

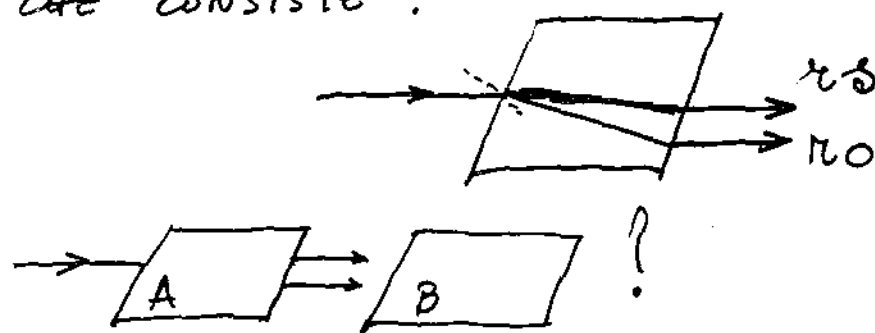
DIFFRAZIONE

4° modo di propagazione della luce
 "almeno qualche volta" la luce deve propagarsi "anche ondulatamente"



DOPPIA RIFRAZIONE

SCOPERTA NEL 1669, ERASMUS BARTHOLINUS
IN CHE CONSISTE?



IN B IN GENERE I DUE FASCI
SI SDOPPIANO MA PER CERTI
ORIENTAMENTI DI B RISPETTO AD A

NON SI SDOPPIANO PIÙ $\Rightarrow$ LA DIFFERENZA È DOVUTA
ALLA NATURA DEI FASCI ALL'USCITA DA A E NON
AL CRISTALLO

CI SI IMBATTONO:

HUYGENS: Spiegazione mirabile, il ro si
propaga per ONDE SFERICHE, il rs
per ONDE ELLITTICHE, $v_1 \neq v_2$

Quanto al resto "LASCIO MEDITARE QUESTE COS'E
AD ALTRI"

NEWTON, QUÆSTIO XXV: "la rifrazione ordinaria
dipende da qualche proprietà congenita dei
raggi", forse le particelle di luce hanno
LATI, o POLI? hanno due piani di
simmetria ortogonali e peranti per la loro
traiettoria?

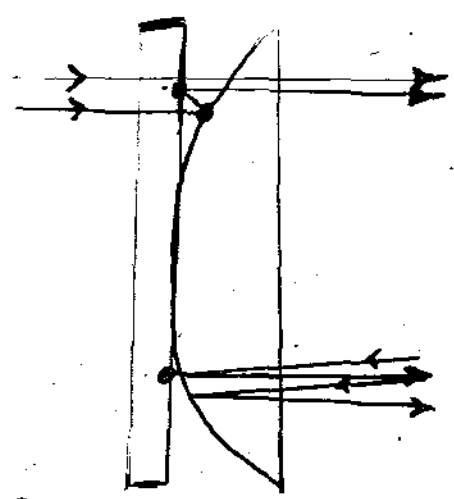
AI POSTERI LA SOLUZIONE

ANALI DI NEWTON

DISPOSIZIONE SPERIMENTALE



TRASMISSIONE



RIFLESSIONE

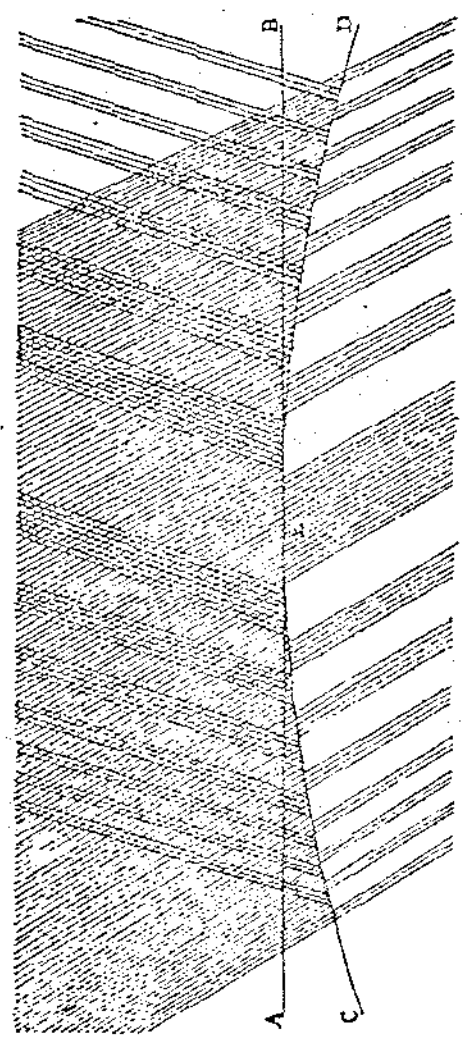
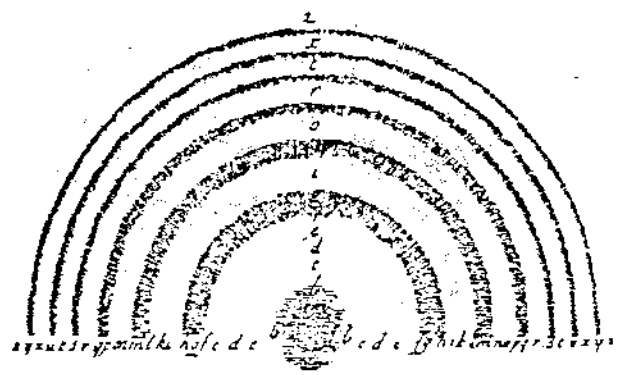


FIG. 4.

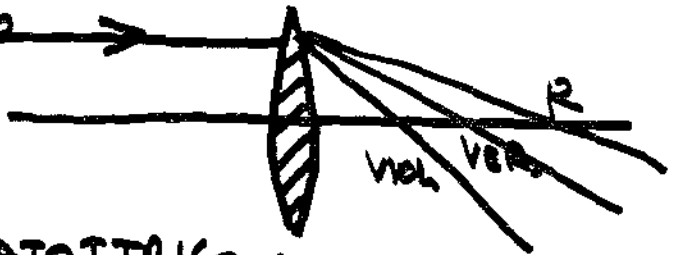
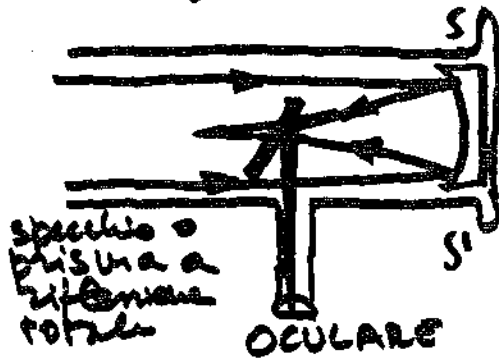


NEWTON

primi lavori di ottica 1666-1668

ABERRAZIONE CROMATICA

$$u = u(\lambda)$$

CAUSE CHE PRODUCONO
IL CROMATISMOTELESCOPIO CATOTTRICO
(1668-1671)SS' specchio sferico di grande
curvaturaA new Theory about light and
Colours / 1672

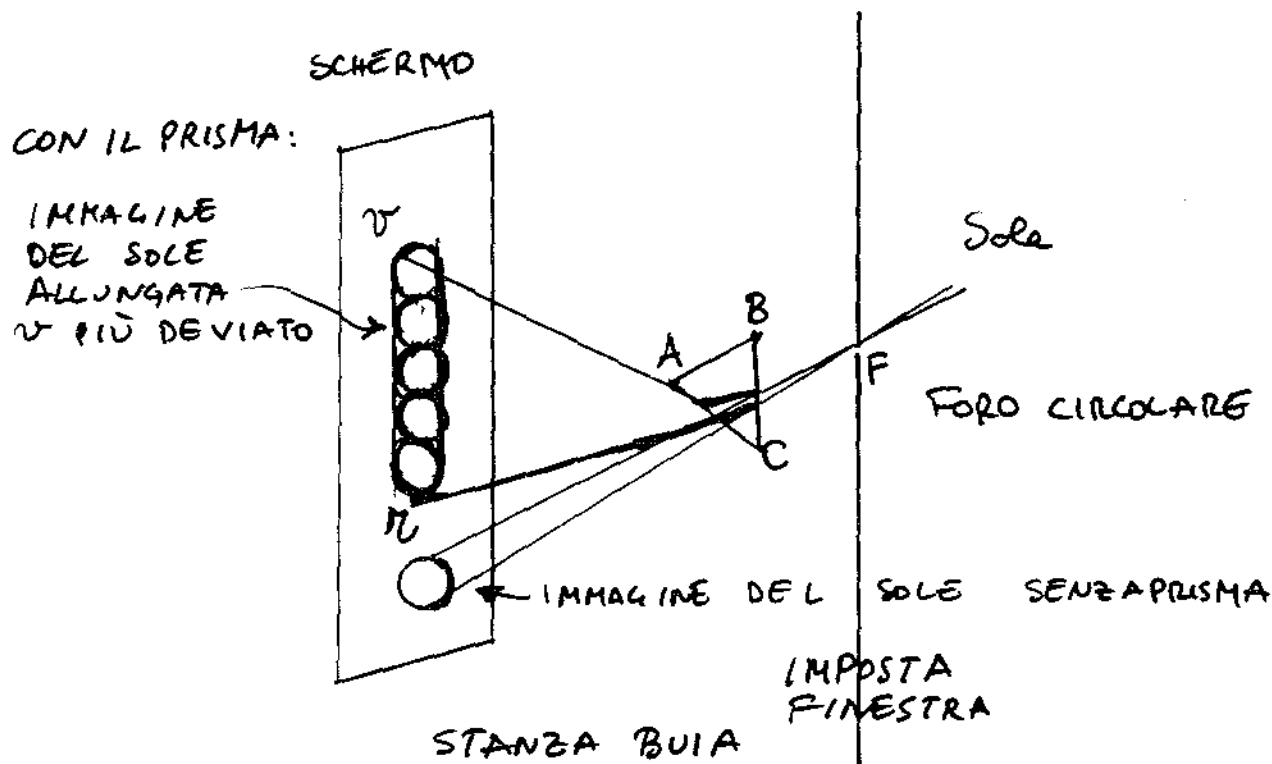
"La modificazione della luce, dalle quale
derivano i colori, è una proprietà innata della luce
... e non può essere distrutta né mutata in alcun modo"

— la luce bianca non è omogenea ma un
aggregato di raggi aventi diverso grado di rifrangibilità
— rifrangibilità e colori fondamentali sono
in corrisp. biunivoca

— al grado massimo di rifrangibilità corrisponde
il V, al minimo il R

la luce si può scomporre nei colori
fondamentali e successivamente ~~riscompone~~ riscompone

DISPOSIZIONE SPERIMENTALE DI NEWTON



A NEW THEORY ABOUT

LIGHT AND COLOURS

1672

EXPERIMENTUM CRUCIS

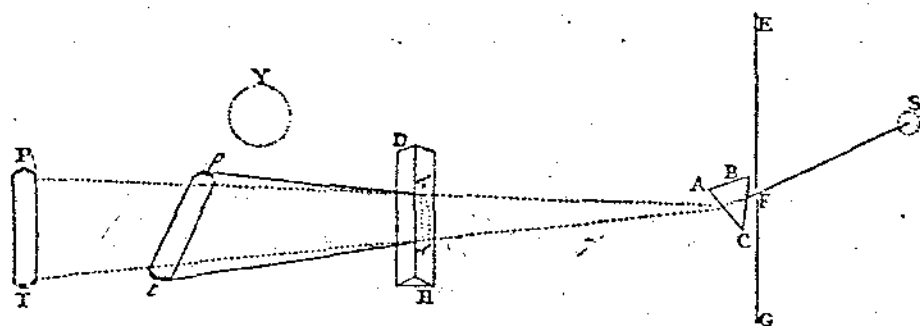
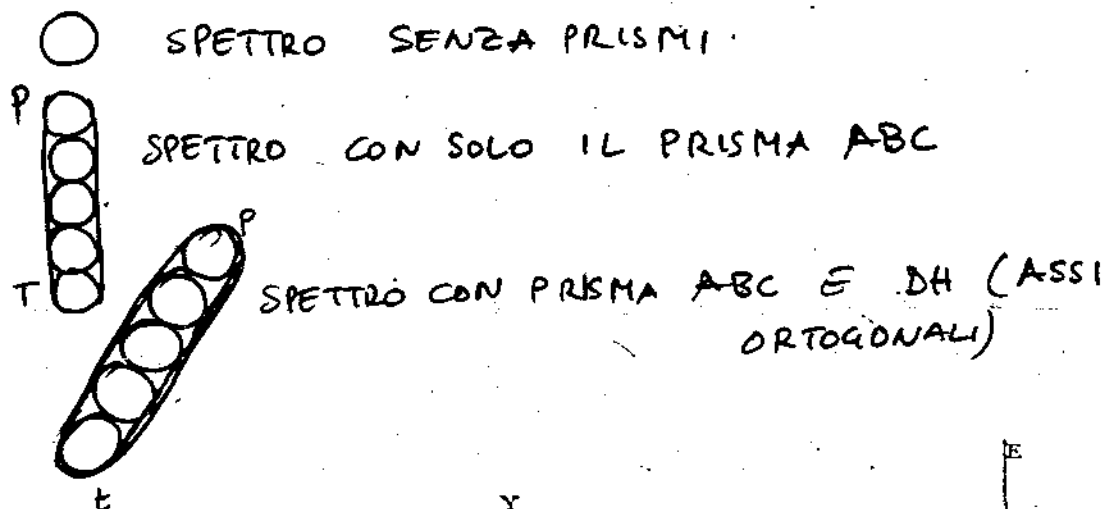


FIG. 16.

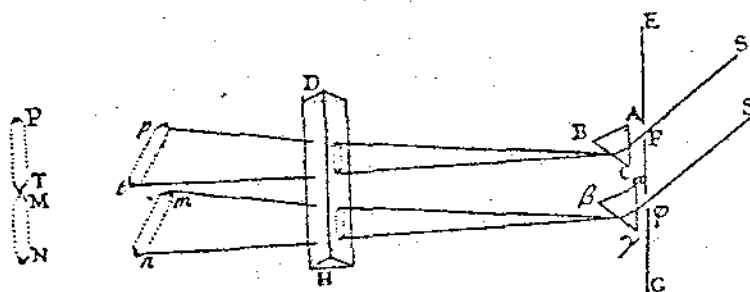


FIG. 17.

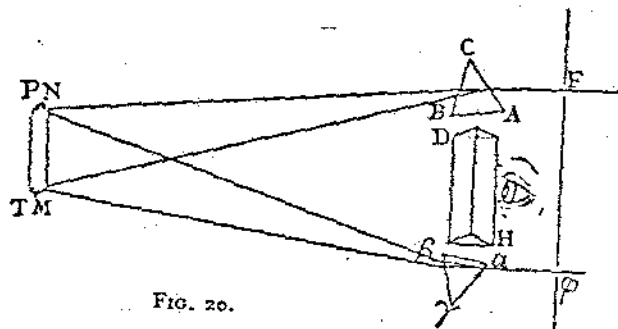
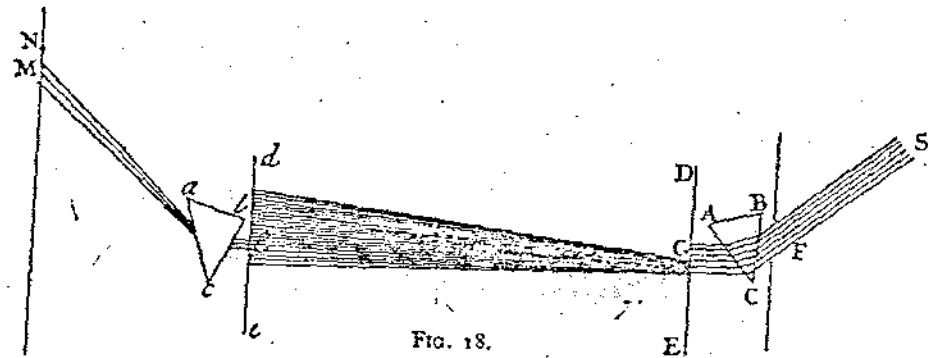
IL PRISMA DH : ULTERIORE DISPERSIONE ? NO
 ULTERIORE DEVIAZIONE : SI

EXPERIMENTUM CRUCIS:

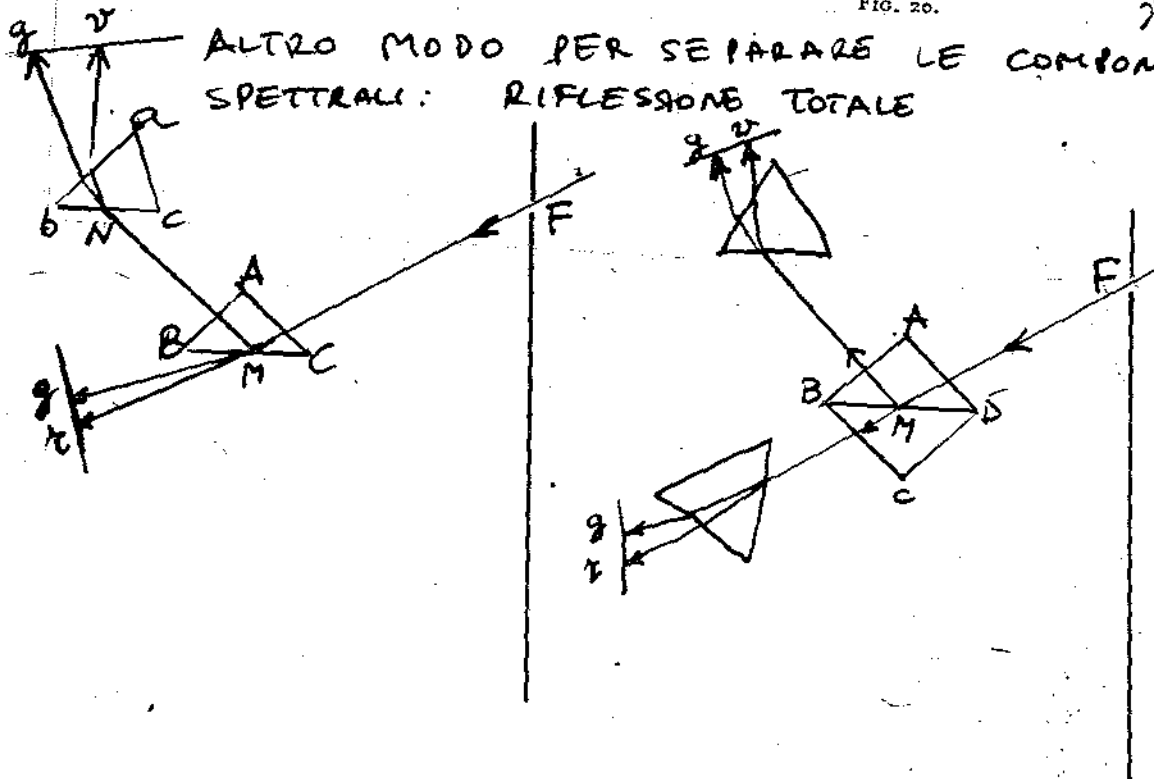
DE, de: ASSIEME DI LEGNO FORATE

N. SELEZIONA UN FASCIO MONOCROMATICO CHE DA g INCIDE SUL SECONDO PRISMA abc; LO SPETTRO MN È CIRCOLARE (IMMAGINE DEL SOLE)

RUOTA IL PRISMA ABC PER FAR SEPARARE LE DIVERSE COMPONENTI MONOCROMATICHE
IL FASCETTO CHE VIENE DEVIATO AL MASSIMO È IL VIOLETTO



ALTRO MODO PER SEPARARE LE COMPONENTI SPETTRALI: RIFLESSIONE TOTALE



RICOMPOSIZIONE DELLA LUCE BIANCA
MEDIANTE LENTE CONVERGENTE

MA ANCHE CON DUE PRISMI "INCROCIATI"

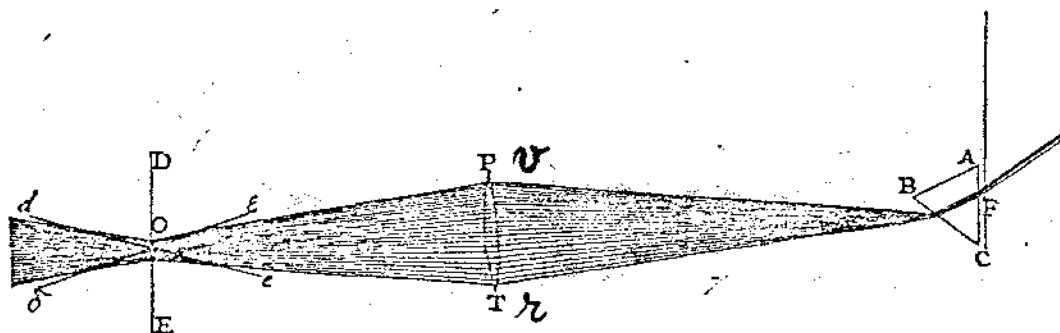
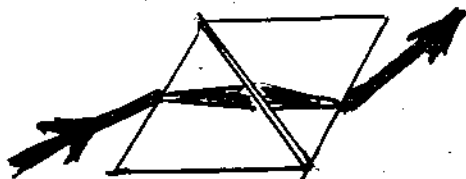


FIG. 2.

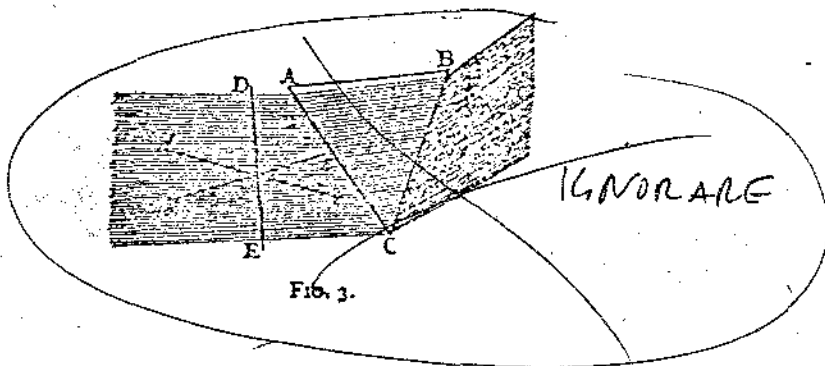


FIG. 3.

MODELLO CORPUSCOLARE DI NEWTON

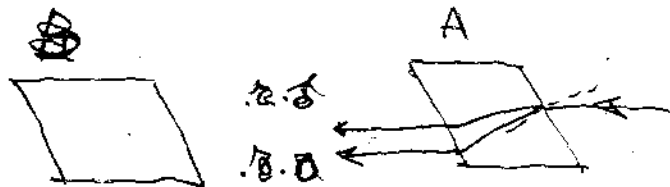
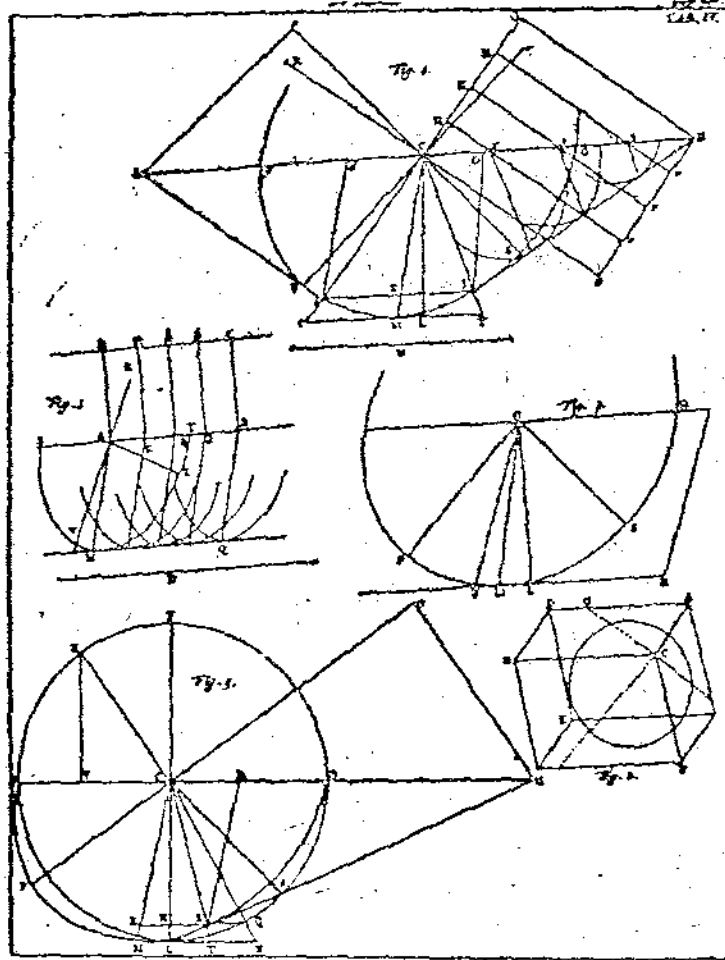
- la luce è composta da uno sciame di CORASCI molto piccoli e veloci, detti RAGGI
- in un mezzo trasparente omogeneo i raggi si propagano per linee rette a v costante
- - nei mezzi trasparenti v aumenta con la ρ del mezzo ←
- la luce bianca è un aggregato di raggi colorati; a ogni colore corrisponde un diverso grado di rifrangibilità
- - rifrangibilità e dispersione sono proporzionali ←
- i raggi vengono assorbiti, riflessi, trasmessi a seconda della natura della superficie d'incidenza (forza attrattiva), di $\hat{i}$, dello 'stato' del raggio
- I
P
O
T
F
S
I
A
D
H
O
C → - i raggi hanno forme speciali con polarità paragonabili a quelle di piccoli magneti; durante il moto possono essere dotati di una proprietà oscillante dovuta a un'onda d'etere che li precede
- nelle lamine sottili si hanno zone di piena riflessione o di piena trasmissione a seconda dello 'stato' del raggio (FITS)
- - quando i raggi passano vicino a un ostacolo di piccole dimensioni subiscono una 'INFLESSIONE'

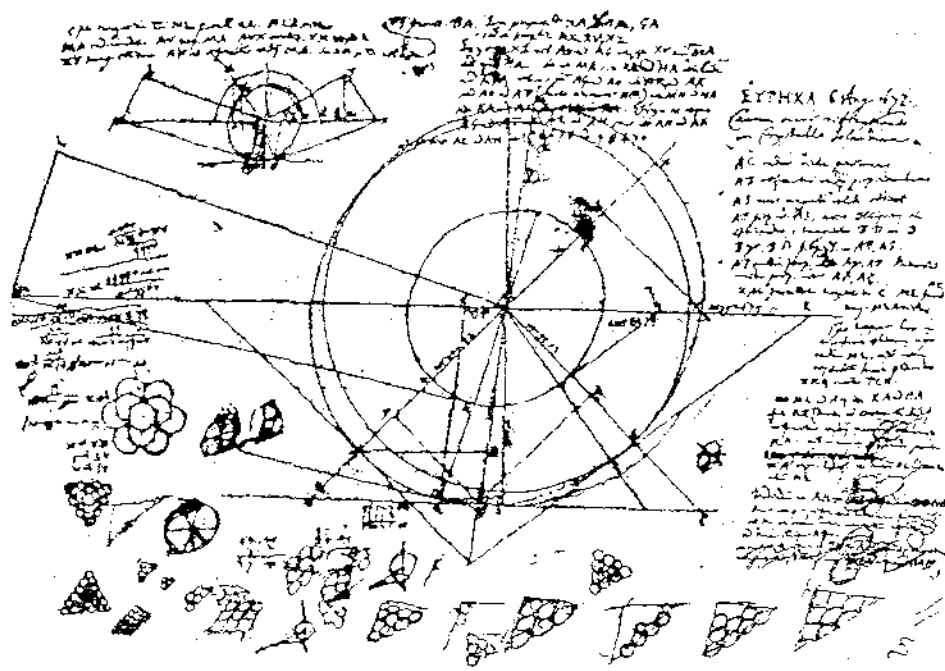
MODELLO ONDULATORIO DI HUYGENS / COSA SPIEGA

propagazione rettilinea / riflessione / rifrazione / interferenza
 raggio-raggio /

- ~~la~~ doppia rifrazione: il ro si propaga

nell'etere presente nel cristallo per onde sferiche;
 il rs si propaga sia nell'etere sia nel cristallo
 per SFEROIDI, con $v_s \neq v_o$





DITTATURA NEWTONIANA IN OTTICA

PER TUTTO IL SETTECENTO

Perché ha tanto successo?

- byproduct dell'affermazione della MECCANICA newtoniana
la luce è costituita da particelle che obbediscono alle leggi della dinamica
- concezione UNITARIA del mondo fisico
- apparente semplicità del modello interpretativo
- possibilità di spiegare nuovi fenomeni (colori)
- linguaggio chiaro e semplice dell'Opticks
(edizione in lingua inglese)

diffusione delle idee newtoniane

non solo in Inghilterra

ma in tutto il continente

VOLTAIRE (1738)

EULER (1752)

ALGAROTTI (1772)

A fine SETTECENTO la TEORIA CORPUSCOLARE

DI NEWTON viene ripresa da

LAPLACE

FISICA DEI FLUIDI IMPONDERABILI

TENTATIVO DI SPIEGARE

CALORE

LUCE

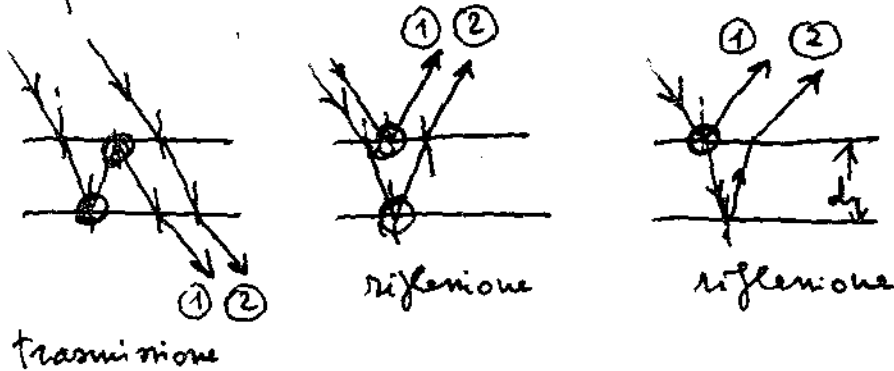
ELETTRICITÀ

MAGNETISMO

IN UNA CORNICE UNITARIA

ROTTURA DELLA 'DITTATURA NEWTONIANA' IN OTTICA / YOUNG / FRESNEL → AFFERMAZIONE DELLA TEORIA ONDULATORIA INTERPRETAZIONE DI YOUNG DEGLI ANELLI DI NEWTON MEDIANTE IL PRINCIPIO DI INTERFERENZA

- Y. spiega le frange chiare e scure che si formano nelle lamine sottili:

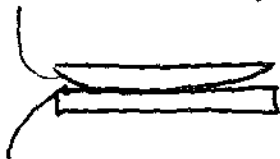


- estende agli ANELLI: secondo le previsioni dovrebbe risultare una macchia centrale chiara che invece all'osservazione è SCURA

— H.P. ADDIZIONALE: la luce si sfasa di π quando si riflette su una superficie al di là della quale c'è un mezzo più denso

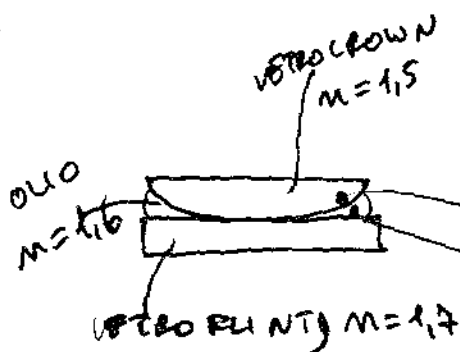


riflessione VETRO-ARIA, NO SFASAMENTO



riflessione ARIA-VETRO, SFASAMENTO

anelli osservati in luce riflessa (incidenza ~ normale)
- DISPOSIZIONE NORMALE: macchia SCURA al centro (le due riflessioni sono in opposizione di fase)



VARIANTE Sperimentale di YOUNG

luce sfasata di π
" "

la zona al centro è CHIARA

(le due riflessioni sono in concordanza di fase)

MODELLO ONDULATORIO DELLA LUCE (~ 1820)

- LA LUCE SI PROPAGA NELL'ETERE CON VIBRAZIONI TRASVERSALI DI NATURA ELASTICA
- LA LUCE NATURALE È COMPOSTA DI ONDE POLARIZZATE IN TUTTE LE DIREZIONI
- SE LE VIBRAZIONI SI PRODUCONO TUTTE IN UN PIANO SI DICONO POLARIZZATE RISPETTO A QUEL PIANO
- QUANDO UN FRONTE D'ONDA INCIDE SU UNA SUPERFICIE RIFRANGENTE VIENE RIFLESSO E/O TRASMESSO A SECONDA DELLA NATURA DELLA SUPERFICIE, DELL'ANGOLO DI INCIDENZA, DELLA λ DELLA LUCE E DEL SUO STATO DI POLARIZZAZIONE
- LA VELOCITÀ DI PROPAGAZIONE DELLA LUCE È FUNZIONE DI λ
- LA PROPAGAZIONE LIBERA DELLA LUCE IN UN MEZZO OMogeneo È RETTA DAL PRINCIPIO DI HUYGENS-FRESNEL
- SE IL MEZZO È ISOTROPO, SI HANNO ONDE SFERICHE
SE È ANISOTROPO, SI HA UNA SUPERFICIE DI 4° GRADO
- SE IL FRONTE D'ONDA INCONTRA UNA DISCONTINUITÀ (OSTACOLO, FENDITURE, ECC.) SI HA DIFFRAZIONE
- DUE FASCI DI LUCE NON POLARIZZATA AD ANGOLO RETTO, IN CONDIZIONI OPPORTUNE, INTERFERISCONO