

Viviana Belletti  
Tfa Piemonte 2014-2015  
Classe di abilitazione A049

# LA LUCE E L'OTTICA FISICA

## Percorso di tirocinio in IV scientifico

Relatore: Prof. A. Ferretti  
Correlatore: Prof. P.L. Pezzini  
Docente tutor: Prof. sa L. Montaldi



# RIFERIMENTI TEORICI

## FISICA:

Disciplina

- parziale
- locale
- mnemonica

Strumento per

- esplorare
  - formalizzare
  - interpretare
  - predire
- in modo personale e creativo

- **laboratorio**
- **coinvolgimento** personale dello studente nella formulazione di ipotesi e spiegazioni dei fenomeni
- costruzione di **modelli** (sia fisica sia matematici)
- lavoro **cooperativo**
- utilizzo delle nuove **tecnologie**
- **interdisciplinarietà**

# QUADRO ISTITUZIONALE

## INDICAZIONI NAZIONALI PER I LICEI SCIENTIFICI FISICA

- *Osservare ed identificare fenomeni*
- *Formalizzare un problema di fisica e applicare gli **strumenti matematici** e **disciplinari** rilevanti per la sua risoluzione*
- *Fare **esperienza** e rendere **ragione del significato** dei vari aspetti del metodo sperimentale, dove l'esperimento è inteso come interrogazione ragionata dei fenomeni naturali, scelta delle variabili significative, raccolta e **analisi critica** dei dati e dell'affidabilità di un processo di misura, costruzione e/o validazione di modelli*

*[lo studente] completerà lo studio della luce con quei fenomeni che ne evidenziano la natura ondulatoria.*

## POF DEL LICEO SCIENTIFICO N. COPERNICO DI TORINO FISICA

*[In fisica] particolare rilievo viene dato agli **aspetti sperimentali** e quindi alle attività di **laboratorio** condotte dagli allievi in prima persona. [...] Il metodo didattico utilizzato è volto a collegare il più possibile la **teoria all'esperimento**, a utilizzare concetti unificanti e **modelli** trasversali, a integrare la disciplina con la **matematica** e **l'informatica**. [...] Si privilegiano gli **aspetti concettuali**, le idee unitarie, anche nella loro **evoluzione storica**, che permettono una visione generale dei fenomeni, dando così uno **strumento interpretativo** piuttosto che un insieme di nozioni.*

# LA CLASSE: 4 E

## ATTEGGIAMENTO

- svegli e piacevoli
- attivi
- ragionamento trasversale
- responsabili
- immaturi
- carenti nella concentrazione a lungo termine

## PREREQUISITI

- ottica geometrica
- onde
- il suono
- esercizi e laboratorio solo dal IV anno con il cambio di docente

## ANDAMENTO

- 15% insufficienti al primo quadrimestre
- due studentesse medio/alto
- buona memoria a lungo termine

# PROGETTAZIONE DIDATTICA

- attività sempre **nuove e coinvolgenti**
- varie **metodologie** e **strumenti** differenti
- apprendimento **multitasking** per la costruzione di **competenze** disciplinari e interdisciplinari



# OBIETTIVI DIDATTICI

## CONOSCENZE

Definizione di natura ondulatoria e corpuscolare della luce

Definizione di interferenza e diffrazione

Descrizione dell'esperimento di Young e sue conseguenze

## ABILITÀ

Risolvere semplici problemi che legano tra loro velocità, lunghezza d'onda e frequenza (elementare)

Applicare la formula derivante dall'esperimento di Young per il calcolo della lunghezza d'onda (elementare)

Invertire opportunamente la formula di Young per ricavare informazioni aggiuntive, quali la distanza dello schermo o la distanza tra le frange di interferenza (intermedio)

Ricavare, rifacendosi all'esperimento, la formula di Young (eccellenza)

## COMPETENZE

Riconoscere le varie caratteristiche della luce che, nella storia, hanno sostenuto ora la natura ondulatoria ora la natura corpuscolare della luce (elementare)

Spiegare le **motivazioni matematico-fisiche** che sostengono le due nature (intermedio)

Utilizzare la formula di Young e ulteriori **strumenti** in proprio possesso per risolvere problemi non banali (intermedio)

Sviluppare in maniera **autonoma** concetti presentati ma non formalizzati dal docente (eccellenza)



# METODOLOGIE E STRUMENTI

1. LEZIONE FRONTALE: natura duale della luce + brani storici
2. DISCUSSIONE DI CLASSE: la velocità della luce
3. DIDATTICA MULTIMEDIALE: “I fotoni” – “L’interferenza di fotoni” del PSSC
4. LABORATORIO DI FISICA: esperimento di Young + misurazione della lunghezza d’onda del raggio laser
5. ESERCITAZIONI: comprensione e non meccanicismo
6. LAVORO A GRUPPI: approfondimento sul colore





# METODOLOGIE E STRUMENTI

1. LEZIONE FRONTALE: natura duale della luce + brani storici
2. DISCUSSIONE DI CLASSE: la velocità della luce

**Sagredo:** *Ma quale e quanta doviamo noi stimare che sia questa velocità del lume? Forse istantanea, momentanea, o pur, come gli altri movimenti, temporanea? Né potremo con esperienza assicurarci qual ella sia?*

**Simplicio:** *Mostra l'esperienza quotidiana, l'espansion del lume esser istantanea; mentre che vedendo in gran lontananza sparar un'artiglieria, lo splendor della fiamma senza interposizion di tempo si conduce a gli occhi nostri, ma non già il suono all'orecchie, se non dopo notabile intervallo di tempo.*

**Sagredo:** *Eh, Sig. Simplicio, da cotesta notissima esperienza non si raccoglie altro se non che il suono si conduce al nostro udito in tempo men breve di quello che si conduca il lume; ma non mi assicura, se la venuta del lume sia per ciò istantanea, più che temporanea ma velocissima.*

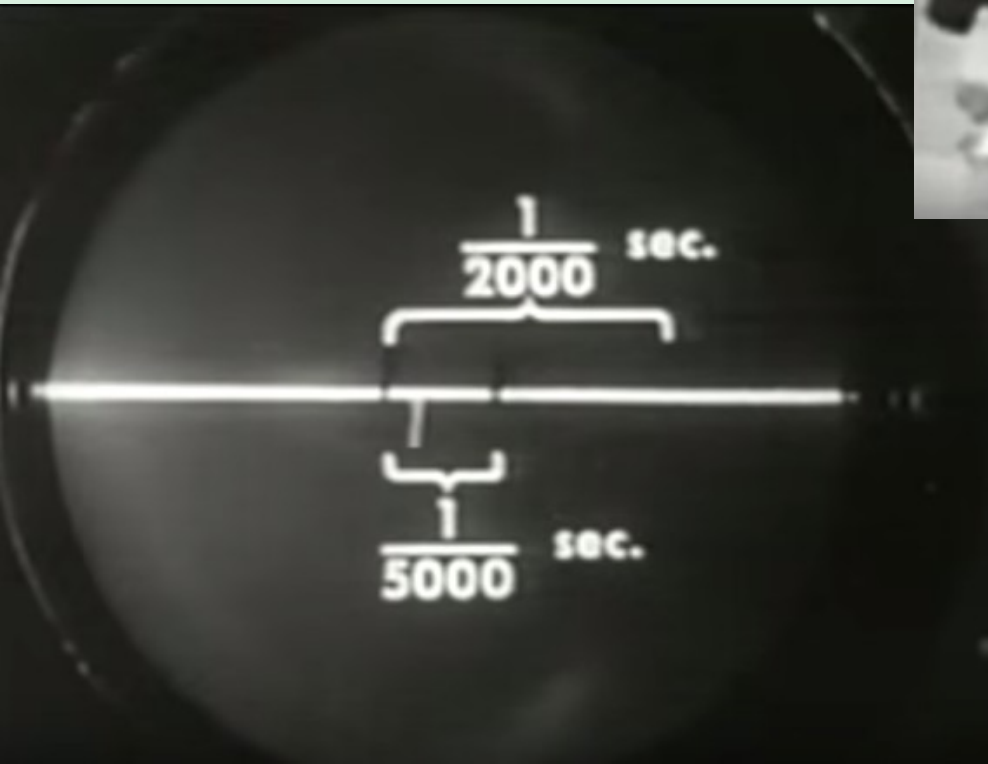
**Salviati:** *La poca concludenza di queste e di altre simili osservazioni mi fece una volta pensare a qualche modo di poterci senza errore accertar, se l'illuminazione, cioè se l'espansion del lume, fusse veramente istantanea; poiché il moto assai veloce del suono ci assicura, quella della luce non poter esser se non velocissima: e l'esperienza che mi sovvenne, fu tale. [...] non l'ho sperimentata, salvo che in lontananza piccola, cioè manco d'un miglio, dal che non ho potuto assicurarmi se veramente la comparsa del lume opposto sia istantanea; ma ben, se non istantanea, velocissima, e direi momentanea, è ella, e per ora l'assimiglierei a quel moto che veggiamo farsi dallo splendore del baleno veduto tra le nugole lontane otto o dieci miglia; del qual lume distinguiamo il principio, e dirò il capo e fonte, in un luogo particolare tra esse nugole, ma bene immediatamente segue la sua espansione amplissima per le altre circostanti; che mi pare argomento, quella farsi con qualche poco di tempo; perché quando l'illuminazione fusse fatta tutta insieme, e non per parti, non par che si potesse distinguer la sua origine, e dirò il suo centro, dalle sue falde e dilatazioni estreme.*



# METODOLOGIE E STRUMENTI

## 3. DIDATTICA MULTIMEDIALE

**I FOTONI**



# METODOLOGIE E STRUMENTI

## 3. DIDATTICA MULTIMEDIALE



# METODOLOGIE E STRUMENTI

## 4. LABORATORIO

- esperimento di Young: natura ondulatoria della luce + calcolo della lunghezza d'onda del raggio incidente
- lavoro come gruppo classe: minor dispersione del lavoro
- attenzione a problematiche e condizioni al contorno

Strumentazione:

- raggio laser rosso 632 nm
- diaframma con distanza tra le fenditure ( $1 \pm 0,1$ ) mm
- metro a rotella e righello, sensibilità 1 mm

$$\lambda = \frac{d \cdot x}{k \cdot L}$$

Nel compiere l'esperimento ci siamo inoltre resi conto delle difficoltà e dei rischi di errore a cui si va incontro con misurazioni di questo tipo capendo quindi che bisogna sempre valutare tutti i possibili fattori in azione.

Noemi

# METODOLOGIE E STRUMENTI

## 4. LABORATORIO

• problema del risultato



Il tecnico?



*Sapevamo che nel nostro caso effettuando delle misure non molto precise ed accurate ci sarebbe stato un margine di errore che ci avrebbe portato ad ottenere un risultato diverso da quello che in realtà ci aspettavamo, ma è sorprendente notare come in realtà i risultati trovati discordino di gran lunga con le nostre aspettative e ciò può essere causato da una scarsa precisione o dalla mancanza di attrezzi completamente idonei per effettuare al meglio misure di questo genere.*

Francesco: analisi critica




Dato che la luce era rossa <sup>lunghezza d'onda</sup> ~~la~~ dovrebbe essere compresa  
tra  $6,4 \cdot 10^{-7} \text{ m}$  e  $7,0 \cdot 10^{-7} \text{ m}$ .  
~~Il~~  $\lambda$  sperimentale però, contando anche l'errore, non corrisponde:  
 $\lambda_s = 3,0 \cdot 10^{-6} \text{ m} \pm 0,37 \cdot 10^{-6} \text{ m} \rightarrow 2,63 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 26,3 \cdot 10^{-7} \text{ m}$

Francesca G.: conoscenze e abilità, ma scarse competenze

# METODOLOGIE E STRUMENTI

## 6. LAVORO A GRUPPI

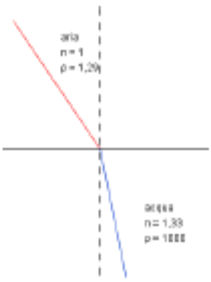
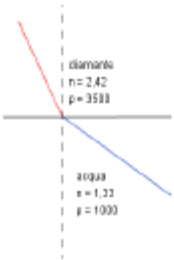
- gruppi omogenei e differenziazione attività
- prima attività comune: ripasso sulla rifrazione



Come mai succede?

**ATTIVITA' 1 (tutti i gruppi)**

Quando la luce passa da un mezzo ad un altro va incontro al fenomeno della .....; in ricordo ad esso, la velocità della luce ..... passando dal vuoto (o da una sua efficace approssimazione, l'aria) di un fattore  $n = \frac{c}{v}$  detto indice di rifrazione. Osserva le seguenti rappresentazioni di rifrazione, quindi rispondi.



- seconda attività di livello crescente



# METODOLOGIE E STRUMENTI

## 6. LAVORO A GRUPPI

- gruppi omogenei e differenziazione attività
- prima attività comune: ripasso sulla rifrazione

COLORE	$\lambda$ (nm)	$\lambda_0$ (nm)	n	f (THz)
Rosso		610 - 750	1,507	
Giallo			1,510	508 - 526
Blu		450 - 475	1,516	
Viola			1,522	668 - 789

Da questa tabella si ricava che il rosso ha la maggiore lunghezza d'onda e la minore frequenza, mentre il viola viceversa. Dunque, il colore che trasporta maggiore energia è ....., in quanto l'energia è ..... alla frequenza e ..... alla lunghezza d'onda. Un corpo viene visto di un certo colore in quanto assorbe tutto lo spettro e riflette il raggio di quel determinato colore (ad esempio, un oggetto rosso assorbe tutti i colori e riflette proprio il rosso). In relazione a quanto detto prova a spiegare:

- perché gli oggetti rossi (puoi pensare ad una macchina) scoloriscono più rapidamente degli altri se lasciati al sole.
- perché in estate è sconsigliato vestirsi di nero

- seconda attività di livello crescente

# METODOLOGIE E STRUMENTI

## 6. LAVORO A GRUPPI

- gruppi omogenei e differenziazione attività
- prima attività comune: ripasso sulla rifrazione

Il colore è, a tuo parere, una caratteristica oggettiva dei vari oggetti? Giustifica la tua risposta

Il colore non è una caratteristica oggettiva, ma dipende dalla luce con cui è illuminato. I colori che noi vediamo sono tali se illuminati da una luce bianca, altrimenti cambiano. Vediamo alcuni esempi.

1. un fotografo entra nella sua camera oscura (illuminata da luce rossa) reggendo un piatto nero, su cui è appoggiato il suo pranzo, due uova al tegamino. Riesce a vedere quello che mangia?.....

- l'albume delle uova, normalmente, assorbe ..... e riflette .....  
Se è illuminato da sola luce rossa assorbe ..... e riflette ..... Dunque appare.....

- il tuorlo delle uova assorbe ..... e riflette ..... Nella camera oscura accade che ..... e dunque i tuorli appaiono di colore .....

- il piatto nero ..... e riflette .....

- seconda attività di livello crescente



# METODOLOGIE E STRUMENTI

## 6. LAVORO A GRUPPI

- gruppi omogenei e differenziazione attività
- prima attività comune: ripasso sulla rifrazione

<u>Colore</u>	<u>Frequenza</u>
<u>Violetto</u>	668-789 THz
<u>Blu</u>	631-668 THz
<u>Ciano</u>	606-631 THz
<u>Verde</u>	526-606 THz
<u>Giallo</u>	508-526 THz
<u>Arancione</u>	484-508 THz
<u>Rosso</u>	400-484 THz

Se sorgente e osservatore si avvicinano, la frequenza..... rispetto a quella originaria, dunque la luce tende al colore ..... Se osservatore e sorgente si allontanano, la frequenza invece ..... e dunque la luce tende al colore .....

I due effetti si chiamano red e blue shift. Le galassie dell'universo mostrano un effetto di red shift. Usa queste informazioni per spiegare la giustificazione della teoria dell'espansione dell'universo.

- seconda attività di livello crescente

# PROVE DI VERIFICA

**Domanda 1:** su quale fenomeno fisico si basava l'esperimento effettuato per studiare il comportamento corpuscolare della luce?

**Domanda 2:** nel filmato "I fotoni" si è voluto dimostrare che la luce viaggia in pacchetti: qual era l'idea di base? Se necessario, ricorda l'analogia con la fornitura di latte

**Domanda 3:** perché nell'esperimento si usa luce molto debole? E perché si deve usare un fotomoltiplicatore?

**Domanda 4:** nel filmato "Interferenza di fotoni", su quale fenomeno fisico si basava l'esperimento effettuato per studiare il comportamento ondulatorio della luce?

**Domanda 5:** perché l'esperimento viene condotto sia con luce intensa sia con luce debole?

**Domanda 6:** quale informazione riguardo il flusso di fotoni rivela la sequenza di calcoli effettuata nel film?

a) Una luce monocromatica proveniente da una sorgente S incontra dopo 20 cm due fenditure parallele molto sottili, distanti tra loro  $2 \cdot 10^{-4}$  m. sullo schermo, posto a due metri di distanza, si forma una figura di interferenza; la distanza tra la frangia centrale e la prima luminosa laterale è di 3 mm. Rappresenta la situazione e determina il colore della luce.

b) Un fascio di luce verde viene utilizzato per creare una figura di interferenza attraversando una fenditura sottile larga 0,16 mm. Se lo schermo è posto a 80 cm di distanza, qual è la distanza tra il massimo centrale e la prima frangia luminosa?

c) Un fascio di luce color porpora è formato da luce blu (di frequenza  $6,66 \cdot 10^{14}$  Hz) e di da luce rossa (di frequenza  $4,61 \cdot 10^{14}$  Hz). Il fascio passa attraverso due fenditure producendo su uno schermo una figura di interferenza in cui le frange rosse e blu sono separate. Calcola:

- il rapporto tra la distanza di due frange rosse e due frange blu

- la prima frangia blu è a 7,2 mm dal massimo centrale. A quale distanza da questa si trova la prima frangia rossa?

2. Descrivi l'esperimento di Young, sottolineando la caratteristica della luce che dimostra (max 10 righe)

3. Descrivi la composizione della luce bianca e spiega il suo comportamento nel passaggio attraverso un prisma di vetro.



# OSSERVAZIONI

- INTERESSE, IMPEGNO E PARTECIPAZIONE

Il colore è, a tuo parere, una caratteristica oggettiva dei vari oggetti? Giustifica la tua risposta.  
È una caratteristica oggettiva perché la retina del nostro occhio reagisce diversamente in base alle nostre "percezioni" (es. vestito)... Ma è dovuto anche alla luce con cui un oggetto è illuminato o a seconda della posizione in cui lo osserviamo.....

- DATO INUTILE: SOLO 5 ERRORI; MERITO DEL LABORATORIO?

**Es. 1:** Una luce monocromatica proveniente da una sorgente  $S$  incontra dopo 20 cm due fenditure parallele molto sottili, distanti tra loro  $2 \cdot 10^{-4} m$ . sullo schermo, posto a due metri di distanza, si forma una figura di interferenza; la distanza tra la frangia centrale e la prima luminosa laterale è di 5 mm. Rappresenta la situazione e determina il colore della luce.

- DIFFICOLTÀ ESPRESSIVE IN MANCANZA DI FORMALIZZAZIONE COMPLETA

- perché gli oggetti rossi (puoi pensare ad una macchina) scoloriscono più rapidamente degli altri se lasciati al sole.

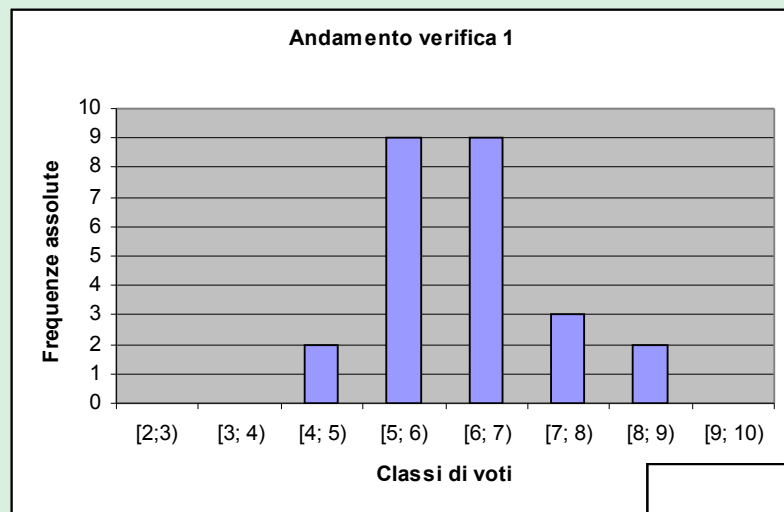
assorbe colori + energetici / riflette quelli - ; questo accumulo di energia rovina il materiale in quanto spezza i legami che si creano tra le molecole di colore.

il bianco riflette tutti i colori che assorbe



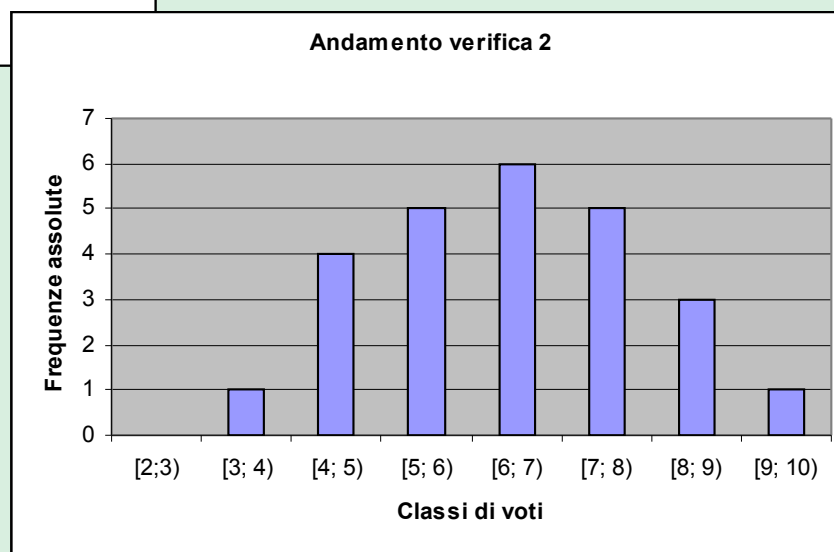
# ANDAMENTO DELLE PROVE

## GRAFICI DELLE VALUTAZIONI



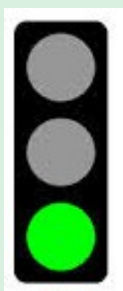
- solo 2 insufficienze gravi nella prima prova
- Simone e Francesca T.: didattica innovativa negli studenti sufficienti e medio/alti

- Valentina: importanza della pratica *fin da subito*



# OSSERVAZIONI FINALI

- valutazioni positive
- sviluppo di conoscenze e abilità
- sviluppo di competenze
- interesse e partecipazione



- variabilità del percorso didattico
- laboratorio di fisica



- presentazione storica
- lavoro a gruppi e relativa formalizzazione



# BIBLIO-SITO GRAFIA

- AA. VV. (2011). L'insegnamento della fisica nel biennio dei licei della nuova riforma. In "Atti del V convegno nazionale di Didattica della Fisica e della Matematica DI. FI. MA 2011. Torino: Kim Williams Books, pp. 117 – 134
- Amaldi, U. La fisica per i licei scientifici, volume 2 (quarta edizione). Bologna: Zanichelli
- Liceo Niccolò Copernico di Torino. POF 2014/2015
- Michelini, M. (2011). Le indicazioni della ricerca didattica in fisica per l'innovazione del curriculum. In "Atti del V convegno nazionale di Didattica della Fisica e della Matematica DI. FI. MA 2011. Torino: Kim Williams Books, pp. 23 – 39
- Ministero dell'educazione, università e ricerca, (2010). Indicazioni nazionali riguardanti gli obiettivi specifici di apprendimento concernenti le attività e gli insegnamenti compresi nei piani degli studi previsti per i percorsi liceali. Maggio 2010.
- Romeni, C. Fisica e realtà, volume 2 (prima edizione). Bologna: Zanichelli
- Tibone, F & Pezzi, G. La fisica secondo il PSSC. Guida alla visione con esercizi di verifica. Bologna: Zanichelli

<https://www.youtube.com/watch?v=8iGOQCeBbEA>

<https://www.youtube.com/watch?v=mSKiXchaiYo>

<http://www.caffeinamagazine.it/costume/11984-il-vestito-che-cambia-colore-il-mistero-e-risolto-ecco-perche>

