

# OTTICA (OPTICS)

## 1. DESCRITTORI

- 1.1 *Settore scientifico-disciplinare:* <FIS\_01>
- 1.2 *Crediti formativi universitari:* <6-CFU>
- 1.3 *Docente:* <Eugenio Fazio>
- 1.4 *Contatti docente:* <06.4991.6543 – eugenio.fazio@uniroma1.it>
- 1.5 *Offerto ai corsi di studio:* <elettronica\_2\_anno>, ....
- 1.6 *Calendarizzazione:* <secondo\_semestre>
- 1.7 *Tipologia di valutazione:* <esame con votazione in trentesimi>
- 1.8 *Anni accademici di riferimento:* <a.a. 2013/14, a.a. 2014/15>

## 2. OBIETTIVI DEL MODULO E CAPACITÀ ACQUISITE DALLO STUDENTE

### ITALIANO

< Il corso ha come obiettivo di far acquisire conoscenze approfondite sulla luce, sul suo comportamento e sui principali componenti e dispositivi ottici atti alla sua elaborazione. Le lezioni sono quindi rivolte ad approfondire la conoscenza della propagazione della luce come onde, analizzando i fenomeni dell'interferenza e della diffrazione. Saranno analizzati, in regime di ottica geometrica, i principali componenti ottici ed attivi nonché le proprietà dell'ottica guidata. Saranno dati elementi per effettuare una progettazione ottica avanzata.>

### INGLESE

< the optics course will give specific and deep knowledge's on the light, on its behaviours and on the most important passive and active devices to elaborate it. The classes are devoted to a deep insight on the light propagation through waves, analyzing the interference and diffraction phenomena. In geometric optics regime, the most important optical components and systems will be introduced and deeply investigated, both passive ones or emitting ones like lasers. Guided optics will be also investigated. Advanced elements of optical design will be also introduced.>

## 3. RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI

### ITALIANO

L'allievo dovrà imparare i principi base dell'ottica e della progettazione ottica. Dovrà imparare i diversi materiali che possono essere impiegati in ottica e come organizzare degli esperimenti di ottica. Sarà in grado di disegnare dispositivi avanzati per applicazioni specifiche.

### INGLESE

The student will learn the fundamental principles of optics and optical design. He will learn those materials applied in optics and how to organise and optical set-up. He/she will be able to design advanced devices of specific applications.

## 4. PROGRAMMA

### ITALIANO

**Onde Elettromagnetiche e luce: generalità** Equazioni di Maxwell ed onde elettromagnetiche. Tipi di onde. Spettro delle onde. Vettore di Poynting ed energia luminosa. Grandezze illuminotecniche. di Fermat e legge di Snell; coefficienti di Fresnel; Sistemi assorbenti, sistemi dispersivi, sistemi emettitori. Equazione di Sellmeier e tavola di Abbe dei vetri. **Ottica geometrica** Approssimazione di lunghezza d'onda corta. Riflessione e specchi. Rifrazione e le superfici diottriche. Lenti sottili. Sistemi ottici centrati. Lenti spesse. Aberrazione cromatica di una lente sottile. Doppio acromatico. Matrici ABCD. Principali matrici di sistemi rifrattivi. La lente spessa con le matrici. Piani principali della lente spessa. Lente sferica (pallina): caratteristiche. Interferenza, propagazione e diffrazione di onde  
Interferenza tra 2 onde co- e contro-propaganti. Battimento. Concetto di coerenza (cenni). Luce continua o impulsata. Velocità di fase e velocità di gruppo. Interferenza in tempo o in spazio. Fabry-Perot. Sviluppo dell'equazione delle onde in soluzioni piane. Onde evanescenti. Principio di Huygens-Fresnel. Diffrazione in

campo vicino ed in campo lontano. Risoluzione nelle immagini. Reticolo di diffrazione. Risoluzione spettrale. Risonatori Laser e fasci gaussiani. **Ottica guidata** Onde guidate attraverso la riflessione totale; guide planari; modi di propagazione e condizioni di fase; modi TE (pol-s) e modi TM (pol-p); fibre ottiche; apertura numerica; dispersione cromatica e dispersione modale. Tipi di fibre e loro applicazioni pratiche. **Mezzi anisotropi**. Ellissoide degli indici. Cristalli uniassici. Cristalli biassici. Dicroismo. Lamina di ritardo. Polarizzazione della luce. **Ottica nonlineare** Risposta nonlineare. L'oscillatore anarmonico. Effetti del secondo ordine. Il tensore ottico nonlineare. La generazione di armonica ottica. Effetti parametrici. Effetto acusto-ottico e modulatori. Effetto elettro-ottico Pockels. Modulatori elettro-ottici. Fotorifrattività e sistemi auto-assemblanti. Solitoni spaziali fotorifrattivi. Nonlinearità del terzo ordine tipo Kerr. Solitoni spaziali tipo Kerr.

#### INGLESE

**Electromagnetic waves and light: generalities** Maxwell equations and EM waves. Poynting vector and light energy. Lightning quantities. Fermat principle and Snell Law. Fresnel coefficients. Absorbing, dispersive and emitting systems and media. Sellmeier equation and Abbe table for glasses. **Geometric Optics** Short wavelength approximation. Reflection and mirrors. Refraction and dioptric surfaces. Thin lenses. Centred optical systems. Thick lenses. **Aberrations** Thin lens aberration. Achromatic doublet. Spherical aberration from a single surface. Aplanatic lenses. Astigmatism.

**Guided optics** Guided waves through total reflection. Planar waveguide. Propagation modes and phase conditions. TE (pol-s) and TM (pol-p) modes. Optical fibres. Numerical aperture. Chromatic and modal dispersions. Propagation, diffraction and interference Plane wave development, Evanescent waves. Continuous and pulses light beams. Phase and group velocities. Huygens-Fresnel principle and Helmholtz-Kirchhoff formula. Near field and far field diffraction. Diffraction grating. Spectral resolution. Interferometry. Fabry-Perot resonator. Paraxial approximation. **Anisotropic Media** Index Ellipsoid. Uniaxial and biaxial crystals. Dichroism. Quarter and half wavelength plates. Light polarisation. **Nonlinear Optics** Nonlinear response. Anharmonic oscillator. Second order effects. The nonlinear optical tensor. Optical harmonic generation. Parametric effects. Acousto-optic effect and optical modulators. The Pockels electro-optic effect. Electro-optic modulators. Photorefractivity and self-assembling optical structures. Spatial solitons and Kerr third order nonlinearity. Photorefractive spatial solitons.

#### **5. MATERIALE DIDATTICO**

- <E. Fazio, Oscillatori e Onde, Ed. Esculapio>
- <K.D. Moller, Optics 2nd edition, Ed. Springer>
- <F. Gori, Elementi di Ottica, Ed. Accademica>

#### **6. SITO WEB DI RIFERIMENTO**

<[www.sbai.uniroma1.it](http://www.sbai.uniroma1.it)>