

Suono e luce, Induzione e onde elettromagnetiche

www.online.zanichelli.it/amaldi

Su questo sito ci sono video, animazioni, filmati, mappe interattive e file .pdf.

Alcuni contenuti sono accessibili a tutti , altri sono riservati .

SE VUOI ACCEDERE AI CONTENUTI ONLINE RISERVATI	
Studente	Insegnante
Acquista un <i>codice di attivazione</i> su www.scuola.zanichelli.it/attivazione	Se sei già registrato in www.myZanichelli.it , vai nella sezione Le mie applicazioni della tua area personale.
La prima volta:	Se non sei già registrato:
1. Vai su www.online.zanichelli.it/amaldi e seleziona Registrati ora*	1. Vai su www.myZanichelli.it e seleziona Registrati ora
2. Inserisci il <i>codice di attivazione</i> che hai acquistato	2. Segui i tre passaggi per registrarti come insegnante di fisica
3. Finita la registrazione, entra nel sito del libro con il tuo indirizzo e-mail e la password	3. Una volta confermata la registrazione, seleziona Le mie applicazioni (oppure entra nel sito del libro con il tuo indirizzo e-mail e la password)
Dalla seconda volta in poi, puoi entrare direttamente nel sito del libro con il tuo indirizzo e-mail e la password	

* La registrazione su www.myZanichelli.it è unica per tutte le opere del catalogo. Se ti sei già registrato, per accedere alle risorse di altri volumi non occorre registrarsi di nuovo. Accedi a www.myZanichelli.it con il tuo indirizzo e-mail e la password, e aggiungi quest'opera inserendo solo il *codice di attivazione*.

Per maggiori informazioni: www.myZanichelli.it

I diritti di elaborazione in qualsiasi forma o opera, di memorizzazione anche digitale su supporti di qualsiasi tipo (inclusi magnetici e ottici), di riproduzione e di adattamento totale o parziale con qualsiasi mezzo (compresi i microfilm e le copie fotostatiche), i diritti di noleggio, di prestito e di traduzione sono riservati per tutti i paesi. L'acquisto della presente copia dell'opera non implica il trasferimento dei suddetti diritti né li esaurisce.

Le fotocopie per uso personale (cioè privato e individuale, con esclusione quindi di strumenti di uso collettivo) possono essere effettuate, nei limiti del 15% di ciascun volume, dietro pagamento alla S.I.A.E del compenso previsto dall'art. 68, commi 4 e 5, della legge 22 aprile 1941 n. 633. Tali fotocopie possono essere effettuate negli esercizi commerciali convenzionati S.I.A.E. o con altre modalità indicate da S.I.A.E.

Per le riproduzioni ad uso non personale (ad esempio: professionale, economico, commerciale, strumenti di studio collettivi, come dispense e simili) l'editore potrà concedere a pagamento l'autorizzazione a riprodurre un numero di pagine non superiore al 15% delle pagine del presente volume. Le richieste per tale tipo di riproduzione vanno inoltrate a

Associazione Italiana per i Diritti di Riproduzione
delle Opere dell'ingegno (AIDRO)
Corso di Porta Romana, n. 108
20122 Milano
e-mail segreteria@aidro.org e sito web www.aidro.org

L'editore, per quanto di propria spettanza, considera rare le opere fuori del proprio catalogo editoriale, consultabile al sito www.zanichelli.it/f_catalog.html. La fotocopia dei soli esemplari esistenti nelle biblioteche di tali opere è consentita, oltre il limite del 15%, non essendo concorrenziale all'opera.

Non possono considerarsi rare le opere di cui esiste, nel catalogo dell'editore, una successiva edizione, le opere presenti in cataloghi di altri editori o le opere antologiche. Nei contratti di cessione è esclusa, per biblioteche, istituti di istruzione, musei ed archivi, la facoltà di cui all'art. 71 - ter legge diritto d'autore.

Maggiori informazioni sul nostro sito: www.zanichelli.it/fotocopie/

Edoardo Amaldi ha collaborato alla realizzazione del testo.

Realizzazione editoriale:

- Redazione: Adele La Rana, Silvia Merialdo
- Segreteria di redazione: Deborah Lorenzini
- Progetto grafico: Miguel Sal & C., Studio Emme grafica +
- Impaginazione: Studio Emme grafica +
- Ricerca iconografica: Massimiliano Trevisan, Claudia Patella, Adele La Rana
- Disegni: Piero Valli, Thomas Trojer, Sara Segato
- Fotografie delle aperture di capitolo: Carlo Gardini
- Impaginazione delle aperture di capitolo: Miguel Sal & C.
- Rilettura testi: T2, Bologna

Contributi:

- Collaborazione alla stesura degli esercizi: Maria Salvina Ferrari, Casimira Fischetti, Giuditta Parolini, Fabiola Rosati, Paola Sardella (Centro servizi Archeometria)
- Collaborazione alla stesura degli esercizi, revisione di teoria ed esercizi, selezione dei test dei Giochi di Anacleto e consulenza didattica: Laura Celata
- Metodo scientifico: Maurizio Recchi, Giovanni Pezzi
- I concetti e le leggi: Danilo Cinti
- Controllo soluzioni e rilettura: Carlo Incarbono

Realizzazione dei contenuti online:

- Video di esperimenti a casa: Christian Biasco, Elena Joli, Formicablu S.r.l.
- Animazioni: Federico Tibone, Danilo Cinti, Gianni Melegari
- Mappe interattive: Danilo Cinti, Elena Joli
- Test interattivi: Gianni Melegari, Danilo Cinti, Paolo Cavallo
- Relazioni di laboratorio: Giovanni Pezzi

- Progettazione esecutiva e sviluppo software del DVD-ROM: Infmedia S.r.l. (www.infmedia.it)
- Progettazione e realizzazione multimediale delle *Mappe interattive*: BeSmart - elearning consulting & solutions
- Sviluppo del sito internet: duDAT

Si ringrazia la ESSO Italiana per la gentile concessione dei filmati del PSSC (Physical Science Study Committee)

Si ringrazia la European Space Agency per la gentile concessione del film *Newton in space*.

Copertina:

- Progetto grafico: Miguel Sal & C., Bologna
- Realizzazione: Roberto Marchetti
- Immagini di copertina: Antonin Vodák/Shutterstock, Artwork Miguel Sal & C., Bologna

Le seguenti icone significano:



Risorse online su www.online.zanichelli.it/amaldi



Risorse sul DVD-ROM per lo studente e online con codice di attivazione

Livello di difficoltà degli esercizi:

3 Esercizi sulla teoria: test, vero o falso, caccia all'errore

9 Esercizi facili: richiedono l'applicazione di una formula
★★★ per volta

27 Esercizi medi: richiedono l'applicazione di una
★★★ o più leggi fisiche

33 Esercizi difficili: richiedono il riconoscimento di un modello
★★★ fisico studiato in teoria e la sua applicazione a situazioni concrete nuove

Prima edizione: marzo 2010

Ristampa:

5 4 3 2 1 2010 2011 2012 2013 2014

L'impegno a mantenere invariato il contenuto di questo volume per un quinquennio (art. 5 legge n. 169/2008) è comunicato nel catalogo Zanichelli, disponibile anche online sul sito www.zanichelli.it, ai sensi del DM 41 dell'8 aprile 2009, All. 1/B.

File per diversamente abili

L'editore mette a disposizione degli studenti non vedenti, ipovedenti, disabili motori o con disturbi specifici di apprendimento i file pdf in cui sono memorizzate le pagine di questo libro. Il formato del file permette l'ingrandimento dei caratteri del testo e la lettura mediante software screen reader. Le informazioni su come ottenere i file sono sul sito www.zanichelli.it/diversamenteabili

Suggerimenti e segnalazione degli errori

Realizzare un libro è un'operazione complessa, che richiede numerosi controlli: sul testo, sulle immagini e sulle relazioni che si stabiliscono tra essi. L'esperienza suggerisce che è praticamente impossibile pubblicare un libro privo di errori. Saremo quindi grati ai lettori che vorranno segnalarceli. Per segnalazioni o suggerimenti relativi a questo libro scrivere al seguente indirizzo indicando il nome e il luogo della scuola:

Zanichelli editore S.p.A.
Via Irnerio 34
40126 Bologna
fax: 051 293322
e-mail: lineauno@zanichelli.it
sito web: www.zanichelli.it

Le correzioni di eventuali errori presenti nel testo sono pubblicate nella sezione *errata corrige* del sito dell'opera (www.online.zanichelli.it/amaldi)

Zanichelli editore S.p.A. opera con sistema qualità certificato CertiCarGraf n. 477 secondo la norma UNI EN ISO 9001:2008

Fotocomposizione: Litoincisa Paganelli, Bologna

Stampa: Grafica Editoriale
Via E. Mattei 106, 40138 Bologna
per conto di Zanichelli editore S.p.A.
Via Irnerio 34, 40126 Bologna

Ugo Amaldi

L'Amaldi 2.0

Con esperimenti a casa e a scuola

Suono e luce, Induzione e onde elettromagnetiche

con la collaborazione di
Gianni Melegari ed Elena Joli

a Clelia

SCIENZE ZANICHELLI

16 IL SUONO

1. Le onde	402
2. Le onde periodiche	404
3. Le onde sonore	406
4. Le caratteristiche del suono	409
5. I limiti di udibilità	410
6. L'eco	411
I CONCETTI E LE LEGGI	412
ESERCIZI	414



RISORSE ONLINE

- **ESPERIMENTO A CASA** Sull'onda del suono
 - Attività di laboratorio
- **APPROFONDIMENTI**
 - La risonanza
 - Le onde stazionarie
- **TEST INTERATTIVI**
 - Allenamento
 - Verifica

- **VIDEO DELL'ESPERIMENTO A CASA**
 - Sull'onda del suono
- **ANIMAZIONI**
 - La formazione delle onde
 - Onde trasversali e longitudinali
 - Le onde sonore
 - Le caratteristiche del suono
- **MAPPE INTERATTIVE DEI CONCETTI E LE LEGGI**
 - Le onde
 - Le onde sonore

17 LA LUCE

1. Onde e corpuscoli	422
2. I raggi di luce	423
3. La riflessione e lo specchio piano	425
4. Gli specchi curvi	427
5. La rifrazione	429
6. La riflessione totale	431
7. Le lenti	433
8. Macchina fotografica e cinema	435
9. L'occhio	436
10. Microscopio e cannocchiale	438
11. La dispersione della luce	440
12. La diffrazione	442
13. L'interferenza	444

IL METODO SCIENTIFICO

La riflessione della luce	446
---------------------------	-----

I CONCETTI E LE LEGGI

ESERCIZI	449
-----------------	-----



RISORSE ONLINE

- **ESPERIMENTO A CASA** Un cucchiaio come specchio
 - Attività di laboratorio
- **APPROFONDIMENTO**
 - La formula delle lenti sottili e l'ingrandimento
- **IL METODO SCIENTIFICO**
 - Relazione di laboratorio
- **TEST INTERATTIVI**
 - Allenamento
 - Verifica

- **VIDEO DELL'ESPERIMENTO A CASA**
 - Un cucchiaio come specchio
- **FILM**
 - Rivelare i fotoni
 - Un esperimento che mostra la natura corpuscolare della luce
 - La luce e le ombre
 - La diffusione della luce
 - La riflessione della luce
 - La rifrazione della luce
 - La diffrazione della luce
 - Interferenza dei fotoni
- **MAPPE INTERATTIVE DEI CONCETTI E LE LEGGI**
 - Le proprietà della luce
 - La costruzione delle immagini e gli strumenti ottici



E5 L'INDUZIONE ELETTROMAGNETICA

1. La corrente indotta E122
2. Il flusso del campo magnetico E123
3. La legge di Faraday-Neumann E125
4. Il verso della corrente indotta E126
5. L'alternatore E128
6. Le centrali elettriche E130
7. Il trasporto dell'energia elettrica E133
8. Il trasformatore E134
9. Il consumo di energia elettrica E136

I CONCETTI E LE LEGGI E138

ESERCIZI E140



RISORSE ONLINE

- **ESPERIMENTO A CASA** Dentro la dinamo
 - Attività di laboratorio
- **APPROFONDIMENTI**
 - Il circuito capacitivo in corrente alternata
 - L'autoinduzione e la mutua induzione
- **TEST INTERATTIVI**
 - Allenamento
 - Verifica



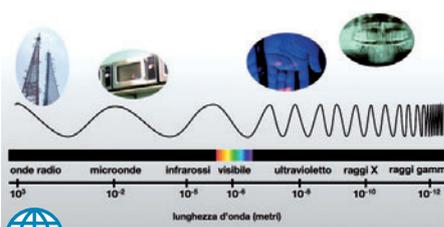
- **VIDEO DELL'ESPERIMENTO A CASA**
 - Dentro la dinamo
- **ANIMAZIONI**
 - La corrente indotta
 - La legge di Lenz
- **MAPPE INTERATTIVE DEI CONCETTI E LE LEGGI**
 - La legge di Faraday-Neumann
 - Corrente alternata e produzione di energia elettrica

E6 LE ONDE ELETTROMAGNETICHE

1. Il campo elettromagnetico E152
2. La propagazione del campo elettromagnetico E153
3. Le proprietà delle onde elettromagnetiche E155
4. Lo spettro elettromagnetico E157
5. Le onde radio e le microonde E158
6. Infrarosso, visibile e ultravioletto E159
7. I raggi X e i raggi gamma E161

I CONCETTI E LE LEGGI E162

ESERCIZI E164



RISORSE ONLINE

- **ESPERIMENTO A CASA** La luce fra le dita
 - Attività di laboratorio
- **APPROFONDIMENTI**
 - Sintesi, modernità e innovazione: l'idea di campo
 - La radio, i cellulari e la televisione
 - La polarizzazione della luce
- **TEST INTERATTIVI**
 - Allenamento
 - Verifica



- **VIDEO DELL'ESPERIMENTO A CASA**
 - La luce fra le dita
- **FILM**
 - Lo spettro elettromagnetico
 - L'interferenza delle microonde
 - L'interferenza delle onde radio
 - L'interferenza della luce visibile
 - L'interferenza dei raggi X
- **MAPPE INTERATTIVE DEI CONCETTI E LE LEGGI**
 - Il campo elettromagnetico
 - Lo spettro elettromagnetico

LA STORIA DELL'AMALDI



Questo libro è stato scritto nel ricordo di **Ugo Amaldi** (1875-1957), illustre matematico, uomo di grande fede e magnifico didatta che nel 1904, presso la Zanichelli, pubblicò con Federigo Enriques (1871-1946) gli *Elementi di geometria*, primo di una lunga serie di testi di geometria e analisi usati per più di ottant'anni nelle scuole secondarie di tutta Italia.

Cinquant'anni dopo, Ginestra Amaldi ed Edoardo Amaldi pubblicarono, per la Zanichelli, il *Corso di fisica – ad uso dei licei scientifici* che portava il sottotitolo *rielaborato da un testo di Enrico Fermi*, testo che era stato pubblicato, sempre dalla Zanichelli, nel 1929.

► **Ginestra Amaldi** (1911-1993), astronoma, ha pubblicato diversi libri di divulgazione scientifica rivolti ai giovani. Uno di essi, *Questo nostro mondo*, è stato tradotto in cinque lingue.



► **Edoardo Amaldi** (1908-1989), scienziato di fama internazionale, è stato collaboratore di Fermi nella scuola di via Panisperna. Nel dopoguerra ha ricostruito la fisica italiana.



Edoardo Amaldi è stato uno dei padri fondatori del CERN (Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire), il prestigioso centro europeo per la ricerca nucleare, e ha contribuito alla creazione dell'ESA (European Space Agency), l'ente spaziale europeo. Ha dedicato gli ultimi decenni della sua vita alla ricerca delle onde gravitazionali.

Dagli anni Cinquanta a oggi il libro di Edoardo e Ginestra ha avuto numerose edizioni e rifacimenti completi; io ne sono il solo autore da una dozzina di anni. Più di due milioni di studenti hanno studiato fisica sulle pagine di questi testi.

La nuova edizione presenta una fisica ricca di immagini, di esempi, di esercizi e di risorse multimediali che parlano dell'esperienza quotidiana. È una fisica che vuole stimolare i giovani cittadini ad acquisire una visione scientifica del mondo, attraverso le spiegazioni semplici ma rigorose che hanno contraddistinto la storia degli «Amaldi».

Ugo Amaldi
Ginevra, febbraio 2010

L'Unione Europea ha individuato la capacità di apprendere come una delle competenze chiave per i cittadini della società della conoscenza.

La **capacità di apprendere**, cioè imparare a imparare, mette in gioco diverse competenze:

- cercare e controllare le informazioni
- individuare collegamenti e relazioni
- comunicare nella propria lingua e nelle lingue straniere
- progettare
- collaborare
- risolvere problemi della vita reale.

Lo **studio della fisica** favorisce l'acquisizione di queste competenze chiave attraverso l'esercizio delle competenze specifiche della disciplina: la formulazione di ipotesi e di modelli, il loro controllo mediante l'esperimento e la risoluzione di problemi.



Impara a imparare

Il quadro delle competenze

Competenza	Come si sviluppa in questo libro	Dov'è
Saper formulare ipotesi e proporre modelli	Schede sul metodo scientifico	Alla fine della teoria Per esempio: <i>La riflessione della luce</i> , pag. 446
	Aperture di capitolo con proposte di esperimenti a casa	All'inizio di ogni capitolo Per esempio: <i>Un cucchiaino come specchio</i> , pag. 421
Stabilire relazioni quantitative fra le grandezze fisiche	Che cosa dice la formula	Accanto alle formule più importanti nella teoria Per esempio: <i>La forza elettromotrice indotta</i> , pag. E125
Risolvere problemi	Problemi svolti	Negli esercizi Per esempio: <i>Ritardo del suono</i> , pag. 415
Esprimersi nelle lingue straniere	Esercizi in inglese	In ogni capitolo Per esempio: es. 8 pag. 449

A

aberrazione cromatica, 440
accomodamento, 437
alternatore, E128
altezza di un suono, 409
ampiezza di un'onda, 405
angolo di incidenza, 425
angolo di riflessione, 425
angolo di rifrazione, 430
angolo limite, 431
antenna ricevente, E156
antenna trasmittente, E155
asse ottico, 427
autoinduzione, e127

C

campo elettrico indotto, E152
campo elettromagnetico, E152
campo magnetico indotto, E152
cannocchiale, 438
centrale elettrica, E130
centrale eolica, E130
centrale fotovoltaica, E131
centrale geotermica, E130
centrale idroelettrica, E130
centrale nucleare, E132
centrale termoelettrica, E131
cinema, 436
circuito indotto, E122
circuito induttore, E122
circuito primario, E134
circuito secondario, E134
colore, 440
cono d'ombra, 424
corpuscolo, 422
corrente indotta, E122

D

decibel (dB), 410
diffrazione, 442
dispersione della luce, 440
distanza focale, 433

E

eco, 411

F

fibre ottiche, 432
fissione nucleare, E132
flusso del campo magnetico, E123
fonti energetiche, E133
fonti energetiche rinnovabili, E133
forza elettromotrice indotta, E125
fotone, 423
frequenza, 405

I

immagine reale, 426
immagine virtuale, 426
indice di rifrazione, 425
infrasuoni, 410
ingrandimento, 435
intensità di un suono, 409
ipermetropia, 437

L

legge di Faraday-Neumann, E125
legge di Lenz, E127
lente, 433
lente convergente, 433
lente divergente, 433
limiti di udibilità, 410
livello di intensità sonora, 410
luce, 422
lunghezza d'onda, 404

M

macchina da presa, 436
macchina fotografica, 435
microonde, E159
microscopio, 438
miopia, 437
mutua induzione, E127

O

obiettivo, 438
oculare, 438
onda, 402
onda atomica, 406
onda luminosa, 422
onda periodica, 404
onda sonora, 406
onde elettromagnetiche, E155
onde radio, E158

P

penombra, 424
periodo, 405
presbiopia, 437
prima legge della riflessione, 426
prima legge della rifrazione, 430

R

radiazione infrarossa, E159
radiazione ultravioletta, E160
radiazione visibile, E159
raggi gamma, E161
raggi X, E161
raggio incidente, 452
raggio luminoso, 423
raggio riflesso, 425
raggio rifratto,
rapporto di trasformazione, E135
riflessione, 425
rifrazione, 429

S

seconda legge della riflessione, 426
seconda legge della rifrazione, 430
sorgente di luce, 424
specchio, 425
specchio piano, 425
specchio sferico, 427
specchio sferico concavo, 428
specchio sferico convesso, 429
spettro elettromagnetico, E157
suono, 407

T

timbro di un suono, 409
trasformatore, E134
trasporto dell'energia elettrica, E133

U

ultrasuoni, 410

V

valore efficace della corrente, E129
valore efficace della tensione, E129