

# L-35 Matematica

- Fisica generale I
- Fisica generale II

<b>Fisica Generale I</b>	
<b>CdS</b>	<b>Matematica</b>
CFU	9
Ore	84/90
Semestre	I
Anno	II
Numero medio di studenti	80
Canalizzazione	2 canali
Referente del Gruppo di Lavoro	Marco Felici

## 1. RESOCONTO

### Calendario degli incontri

6/9/2021: incontro con i/le rappresentanti degli studenti e delle studentesse  
7/9/2021: incontro con i/le docenti  
16/9/2022: discussione e delibere CAD

### Criticità emerse

Difficoltà in ingresso: adeguarsi al linguaggio della matematica applicata alla fisica.  
Difficoltà di apprendimento: La maggioranza degli studenti è in grado di raggiungere un livello di preparazione formale ampiamente sufficiente al superamento dell'esame. Quello che spesso manca, in un numero non trascurabile di studenti, è la comprensione intuitiva della relazione esistente tra gli strumenti matematici, i concetti fisici fondamentali, e la realtà che ci circonda.

### Azioni correttive proposte

Per le difficoltà in ingresso: vista la ridotta entità del problema riscontrato, è probabilmente sufficiente dedicare una parte delle prime lezioni a chiarimenti sulle nozioni matematiche utilizzate.

Per le difficoltà di apprendimento: presentazione di un maggior numero di esempi, magari corredati da dimostrazioni pratiche e da filmati esplicativi.

### Buone pratiche

### Note e commenti

### Programma concordato

Prima parte: Meccanica del punto

- 1) Metodo scientifico, unità di misura, cifre significative;
  - 2) Sistemi di riferimento, vettori, posizione, spostamento e velocità media;
  - 3) Velocità istantanea, accelerazione media e istantanea, sistemi ad accelerazione costante; moto del proiettile/corpi in caduta libera, moto circolare uniforme, moto circolare, accelerazione tangenziale e radiale.
  - 4) Introduzione alla dinamica, relatività galileiana, definizione operativa (statica) di forza; Sistemi di riferimento inerziali, principio d'inerzia, massa inerziale e gravitazionale.
  - 5) Secondo principio della dinamica; Leggi delle forze, trasformazioni galileiane e covarianza relativistica secondo pr. della dinamica, sistemi inerziali e forze apparenti
  - 6) Quantità di moto, teorema dell'impulso e generalizzazione secondo principio della dinamica.
  - 7) Terzo principio della dinamica e conservazione quantità di moto di un sistema isolato.
  - 8) Reazioni vincolari. Piano inclinato, attrito radente statico e dinamico. Tensione in una corda. Macchina di Atwood, esperienza di Varignon. Attrito viscoso.
  - 9) Forza elastica, oscillatore armonico. Pendolo semplice
  - 10) Momento angolare e momento delle forze, equazioni cardinali.
  - 11) Forza di gravità. Forze centrali e seconda legge di Keplero
  - 12) Concetto di energia; lavoro, teorema dell'energia cinetica. Forze conservative e non conservative, funzione potenziale. Teorema conservazione energia meccanica, energia potenziale.
  - 13) Energia meccanica, forze esterne (conservative e non conservative) e conversione energia meccanica in energia interna ad opera di forze dissipative.
  - 14) Conservazione energia meccanica in sistemi a un solo grado di libertà. Energia potenziale e condizioni di equilibrio. Potenza.
  - 15) Forza di gravità ed energia potenziale gravitazionale. Forza di gravità in coordinate polari. Forze centrali.
  - 16) Forza di gravità e velocità di fuga. Leggi di Keplero. Forza peso. Potenziale gravitazionale efficace e orbita di equilibrio.
  - 17) Energia potenziale elastica, cenni a approssimazione oscillatore armonico. Forze elastiche e legge di Hooke. Oscillatore smorzato.
- Seconda parte: Meccanica dei sistemi/dei fluidi
- 18) Dinamica sistemi di punti materiali. Forze interne ed esterne. Coppia di forze e momento risultante. Terzo principio della dinamica.
  - 19) Centro di massa. Centro di massa sistemi estesi. Equazioni cardinali meccanica dei sistemi e moto centro di massa.
  - 20) Urti e conservazione quantità di moto. Urti elastici e anelastici
  - 21) Considerazioni sul significato del momento angolare di un sistema esteso. Teorema di König. Sistemi rigidi, equazioni cardinali e condizioni di equilibrio.
  - 22) Momento d'inerzia sistema simmetrico. Momento d'inerzia, simmetria e assi liberi di rotazione. Teorema di Huygens-Steiner. Teorema di Koenig. Momento angolare polare: scomposizione moto di un sistema esteso in moto del centro di massa e moto dei singoli elementi rispetto al centro di massa.
  - 23) Caso del corpo rigido: tensore d'inerzia. Assi principali d'inerzia. Moto corpi rigidi ed equazioni cardinali. Cenni al caso generale.
  - 24) Corpo rigido girevole intorno a un asse fisso; Pendolo fisico.
  - 25) Moto di rotolamento. Attrito volvente.
  - 26) Moto di sistemi rigidi a contatto con vincoli (bilaterali e unilaterali);

- 27) Urti nel sistema del centro di massa. Urti tra proiettile e bersaglio fisso; urti piani. Urti elastici e urti anelastici. Urti tra sistemi materiali soggetti a vincoli.
- 28) Definizione di fluido, gas e liquido; forze di volume e di superficie, pressione e sforzo di taglio. Viscosità.
- 29) Fluidi in quiete. Equazione fondamentale della statica dei fluidi. Indipendenza pressione dall'orientazione. Statica dei fluidi nel campo della gravità. Legge di Stevino. Pressione atmosferica. Barometro. Principio di Archimede. Caso con densità non uniforme: equazione barometrica.
- 30) Cinematica dei fluidi: approccio euleriano e lagrangiano, moto stazionario, linee di flusso, tubo di flusso.
- 31) Cinematica fluidi ideali: equazione di continuità. Teorema di Bernoulli, teorema di Torricelli, effetto Venturi.
- Terza parte: Termodinamica
- 32) Termodinamica: introduzione e concetti fondamentali. Definizione operativa di temperatura, termometro a mercurio, scala Celsius, Kelvin e Fahrenheit. Principio zero della termodinamica. Sistemi termodinamici e parametri di stato. Sistemi chiusi e isolati, equilibrio termodinamico.
- 33) Definizione operativa di calore (calorimetro a ghiaccio). Parametri di stato intensivi ed estensivi. Valore specifico parametri estensivi.
- 34) Trasformazioni termodinamiche: trasformazioni tra stati di equilibrio, trasformazioni cicliche, trasformazioni quasi statiche. Trasformazioni adiabatiche, isocore, isobare, isoterme; trasf. reversibili e trasf. spontanee.
- 35) Lavoro in termodinamica (lavoro di espansione/compressione, conversione energia meccanica in en. interna ad opera di forze dissipative). Piano di Clapeyron e rappresentazione grafica del lavoro.
- 36) Dilatazione termica.
- 37) Equivalenza calore-lavoro (equivalente meccanico caloria), primo esperimento di Joule.
- 38) Energia interna come funzione di stato, primo principio termodinamica. Primo principio per corpi rigidi a volume costante, calore specifico e capacità termica. Legge empirica Dulong e Petit.
- 39) Gas perfetti. Equazione di stato ed energia interna. Trasformazioni termodinamiche dei gas perfetti nel piano P-V: isocore, isobare e isoterme. Calore specifico molare a volume e pressione costante. Trasformazioni adiabatiche. Calore specifico trasf. politropiche.
- 40) Cenni alle trasformazioni di fase: calore latente di fusione e di evaporazione.
- 41) Secondo principio della termodinamica: enunciati di Clausius e di Kelvin-Planck. Equivalenza tra i due enunciati. Macchine termiche, rendimento. Ciclo di Carnot, teorema di Carnot. Integrale di Clausius e entropia.

## 2. TABELLA SYLLABUS

### 1. Meccanica del punto materiale

	Prerequisito	Richiesto	Argomenti correlati nel CdS	Non necessario
Sistemi di riferimento, campi scalari e vettoriali	X	X	Geometria 1	
Prodotto scalare e vettoriale	X	X	Geometria 1	
Derivata di un vettore	X	X	Geometria 1	
Grandezze fisiche e unità di misura		X	Fisica Generale 2	
Posizione, velocità e accelerazione		X	Fisica Generale 2	
Sistemi inerziali e principio di inerzia		X		
Forza, massa inerziale e massa gravitazionale		X		
Secondo principio della dinamica		X	Fisica Generale 2	
Terzo principio della dinamica		X	Fisica Generale 2	
Trasformazioni galileiane		X	Meccanica Razionale	
Sistemi non inerziali e forze apparenti		X		
Impulso e quantità di moto		X		
Momento angolare e momento di una forza		X		
Lavoro di una forza		X	Fisica Generale 2	
Teorema dell'energia cinetica		X		
Forze conservative e energia potenziale		X	Fisica Generale 2	

### 2. Leggi delle forze

	Prerequisito	Richiesto	Argomenti correlati nel CdS	Non necessario
Gravitazione (leggi di Keplero)		X	Meccanica Razionale	
Forza peso		X		

Forze elastiche		X		
Attrito (statico e dinamico)		X		
Moto circolare uniforme		X	Fisica Generale 2	
Moto circolare non uniforme		X	Fisica Generale 2	
Oscillatore armonico		X	Meccanica Razionale	

### 3. Sistemi rigidi

	Prerequisito	Richiesto	Argomenti correlati nel CdS	Non necessario
Quantità di moto e momento angolare totali per un sistema di punti materiali		X		
Centro di massa		X		
Momenti di inerzia e teorema di Huygens Steiner		X		
Teorema di Konig		X		
Energia cinetica di un sistema rigido		X	Meccanica Razionale	
Momento angolare rispetto ad un polo fisso		X	Meccanica Razionale	
Moto di un sistema rigido non vincolato		X		
Rotazione di un corpo rigido		X		
Moto di puro rotolamento		X		
Urti tra corpi estesi		X		

### 4. Fluidodinamica e termodinamica

	Prerequisito	Richiesto	Argomenti correlati nel CdS	Non necessario
Fluidi				
Densità, pressione,				
Idrostatica nel campo gravitazionale e principio di Archimede				
Teorema di Pascal				

Moto traslatorio e rotatorio				
Fluidi perfetti e teorema di Bernoulli				

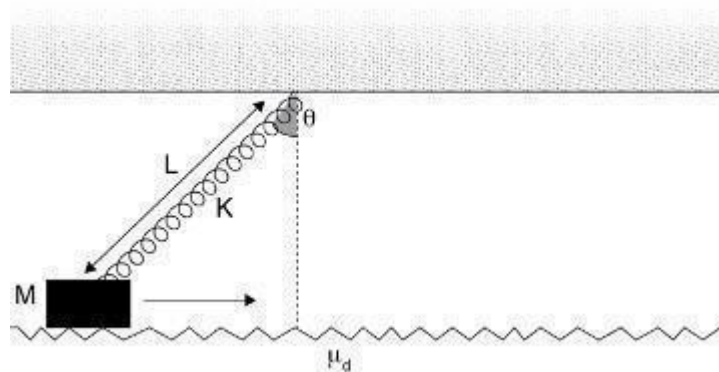
### 5. Termodinamica

	Prerequisito	Richiesto	Argomenti correlati nel CdS	Non necessario
Temperatura e legge zero della termodinamica		X		
Sistemi termodinamici e parametri di stato		X		
Definizione operativa di calore. Parametri di stato intensivi ed estensivi.		X		
Trasformazioni termodinamiche		X		
Variabili di stato intensive ed estensive		X		
Lavoro in termodinamica e rappresentazione grafica		X		
Dilatazione termica.				
Equivalenza calore-lavoro		X		
Prima legge della termodinamica		X		
Gas perfetti e teoria cinetica		X		X
Equazione di stato e trasformazioni adiabatiche e a P,V o T costante		X		
Secondo principio della termodinamica		X		
Ciclo di Carnot e teorema di Carnot.		X		
Disuguaglianza di Clausius. Cenni all'entropia		X		

### 3. Esempi di esercizi d'esame/fogli di esercizi

Un corpo di massa  $M=52$  Kg viene lasciato libero di muoversi da fermo su un piano scabro con coefficiente di attrito dinamico  $\mu_d=0.15$ . Il corpo è attaccato a una molla di costante elastica  $K$  e lunghezza a riposo nulla, che inizialmente forma con la verticale un angolo  $\varphi=42^\circ$ . Se inizialmente la lunghezza della molla è  $L=3.1$  m, determinare:

- Il valore massimo di  $K$  per cui il corpo non si solleva dal piano;
- Se  $K=110$  N/m, determinare la velocità  $v$  del corpo nel momento in cui l'angolo formato dalla molla è  $0^\circ$ ;
- Sempre per  $K=110$  N/m, determinare l'angolo che la molla forma con la verticale nel momento in cui la velocità torna ad essere nulla.
- (bonus) Determinare il minimo coefficiente di attrito statico  $\mu_s$  per cui la massa rimane in quiete dopo essersi arrestata.



Un' asta di lunghezza  $L = 2.0$  m e di massa  $M= 10$  kg, omogenea, è fissata ai suoi estremi a due molle di costante elastica  $k_1 = 600$  N/m e  $k_2 = 400$  N/m, entrambe fissate al soffitto e di lunghezza a riposo nulla.

- Calcolare la massa  $m$  di un corpo da fissare sull'asta alla distanza  $x = 0.40$  m dalla molla di costante  $k_1$  affinché la trave sia in posizione di equilibrio perfettamente orizzontale, in cui cioè le molle siano allungate della stessa quantità  $\Delta y$ .
- Improvvisamente il vincolo costituito dalla molla di costante  $k_2$  si rompe. Assumendo l'estremo fissato alla molla di costante  $k_1$  come un punto fisso attorno al quale può ruotare l'asta (con la massa  $m$  a sé fissata), calcolare l'energia cinetica del sistema asta più massa quando l'estremo libero dell'asta si trova sulla verticale, cioè sotto l'estremo ancora fissato al soffitto.

Una macchina termica che utilizza una mole di gas perfetto monoatomico compie prima un'espansione isoterma che raddoppia il suo volume, poi una trasformazione isocora che porta la sua pressione a  $\frac{1}{4}$  di quella iniziale, e infine torna nello stato iniziale compiendo prima una compressione isobara e poi una compressione adiabatica. Calcolare il rendimento del ciclo.

<b>Fisica Generale II</b>	
<b>Cds</b>	<b>Matematica</b>
CFU	9
Ore	84/90
Semestre	I
Anno	III
Numero medio di studenti	70
Canalizzazione	2 canali
Referente del Gruppo di Lavoro	Lara Benfatto

## 1. RESOCONTO

### Calendario degli incontri

6/9/2021: incontro con i/le rappresentanti degli studenti e delle studentesse  
7/9/2021: incontro con i/le docenti  
16/9/2022: discussione e delibere CAD

### Criticità emerse

Difficoltà di apprendimento: adeguarsi alle notazioni dei testi classici di fisica.  
Difficoltà nelle prove di esame: superamento degli scritti. Le studentesse e gli studenti hanno difficoltà ad individuare la strategia di risoluzione dei problemi. Tale criticità si accentua in compiti di esame con struttura “concatenata”, in cui eventuali errori al primo punto (es. calcolo del campo elettrico) si riflettono nei punti successivi. Una seconda difficoltà è la differenza di struttura tra le esercitazioni – basate su singoli esercizi brevi - e i compiti di esami – un singolo problema a domande concatenate.

### Azioni correttive proposte

Implementazione di prove di esame con punti possibilmente svincolati tra loro.  
Utilizzo delle ore di tutorato per discutere prove di esame degli anni precedenti, discutendo quindi nella sua interezza l'approccio problema- strategia- soluzione.

### Buone pratiche

È opportuno nella fase iniziale aiutare le studentesse e gli studenti a capire come il calcolo differenziale verrà applicato nel corso. Conviene far vedere in modo esplicito i casi-tipo (flusso attraverso superficie sferica di un vettore radiale, circuitazione su una circonferenza di un vettore tangenziale, ecc.). Bisogna chiarire le notazioni ed essere coerenti con esse per tutta la durata del corso. Se si adotta un testo di riferimento è opportuno usare le stesse notazioni. Conviene riderivare i teoremi fondamentali del calcolo (Gauss, Stokes) chiarendo l'equivalenza con quanto hanno visto ad Analisi 2.



Le esercitazioni sono di fondamentale importanza. Può essere utile assegnare dei fogli di esercizi periodicamente in modo che provino a risolverli da soli. In genere non lo fanno, quindi durante l'esercitazione si può lasciare una prima mezz'ora o più a loro per tentare di risolverli, anche lavorando in gruppi. Questo consente anche di dare suggerimenti ai singoli e rendersi conto delle difficoltà. Un primo foglio di esercizi viene assegnato ad inizio corso (e non necessariamente corretto in classe) con i prerequisiti di analisi necessari, di modo che le studentesse e gli studenti abbiano un'idea di cosa devono essere in grado di fare.

### Note e commenti

### Programma concordato

#### RICHIAMI DI CALCOLO DIFFERENZIALE

- Definizione di prodotto scalare e vettoriale.
- Gradiente di uno scalare, divergenza e rotore di un vettore
- Integrale di linea e definizione di flusso.
- Teorema di Stokes
- Teorema della divergenza
- Campi conservativi e campi solenodiali

#### ELETTROSTATICA NEL VUOTO

- Elettrizzazione, isolanti e conduttori.
- Legge di Coulomb. Esempi di calcolo di campo elettrico: campo di un dipolo perpendicolarmente all'asse, campo di un filo di lunghezza finita
- Teorema di Gauss, prima equazione di Maxwell. Applicazioni: sfera e superficie sferica.
- Potenziale elettrico, terza equazione di Maxwell, equazione di Poisson per il potenziale. Applicazioni: filo indefinito, piano indefinito
- Lavoro ed energia potenziale.
- Espansione del potenziale in serie di multipoli.
- Campo elettrico e potenziale di un dipolo. Forza, momento angolare ed energia potenziale di un dipolo posto in campo esterno.
- Energia elettrostatica di un sistema di cariche.

#### CONDUTTORI E CAMPO ELETTROSTATICO

- Proprietà dei conduttori: induzione, schermo elettrostatico, gabbia di Faraday e potere delle punte.
- Teorema di Coulomb.
- Capacità di un conduttore isolato.
- Sistemi di conduttori. Coefficienti di potenziale, capacità e induzione. Problema generale dell'elettrostatica. Applicazioni: guscio sferico.
- Condensatori (piano, sferico, cilindrico). Condensatori in serie e parallelo.
- Energia elettrostatica di conduttori e condensatori. Applicazioni: guscio sferico.
- Pressione elettrostatica.
- **Metodo delle cariche immagini; caso della carica puntiforme con piano indefinito.**

#### ELETTROSTATICA IN PRESENZA DI DIELETTRICI

- Polarizzazione per induzione (modello sferico di atomo) e per orientamento (cenni).
- Densità di polarizzazione. Densità volumetrica e superficiale di cariche di polarizzazione

- Definizione del vettore spostamento elettrico. Derivazione della prima equazione di Maxwell nei dielettrici.
- Dielettrici omogenei ed isotropi. Caso del condensatore piano riempito di dielettrico e della sfera conduttrice immersa nel dielettrico.
- Energia elettrostatica in presenza di dielettrici.
- Legge di rifrazione delle linee di forza del campo elettrico alla superficie di separazione tra due dielettrici. Applicazioni: condensatore piano riempito con due dielettrici e interfaccia parallela/perpendicolare alle armature.

#### CORRENTE ELETTRICA STAZIONARIA

- Definizione di intensità e densità di corrente.
- Equazione di continuità e corrente stazionaria. Prima legge di Kirchoff.
- **Modello di Drude del trasporto.**
- Legge di Ohm per conduttori ohmici macroscopici a sezione costante. Resistenza.
- Resistori in serie e in parallelo
- Legge di Joule.
- Forza elettromotrice, generatore di Van der Graff.
- Corrente quasi stazionaria: carica e scarica di un condensatore con circuiti RC.

#### MAGNETOSTATICA NEL VUOTO

- Forza di Lorentz. Moto di una particella carica in campo magnetico costante.
- Forza agente su un circuito percorso da corrente (seconda formula di Laplace).
- Legge di Biot-Savart (prima formula di Laplace). Applicazioni: calcolo di B per filo rettilineo indefinito, spira circolare e per solenoide finito.
- Forza tra fili rettilinei.
- Proprietà del campo magnetico, definizione di potenziale vettore, seconda equazione di Maxwell.
- Quarta equazione di Maxwell e teorema della circuitazione di Ampere. Applicazioni: corrente in un cilindro, su un piano indefinito, in un solenoide indefinito, in un solenoide toroidale.

#### INDUZIONE MAGNETICA E CAMPI LENTAMENTE VARIABILI

- Forza elettromotrice indotta. Legge di Faraday-Neumann e legge di Lenz.
- Prima esperienza di Faraday: flusso tagliato e forza di Lorentz.
- Seconda e terza esperienza di Faraday.
- Terza equazione di Maxwell. Applicazioni: campo E generato da solenoide percorso da corrente variabile
- Mutua induttanza: Dimostrazione che  $M_{12}=M_{21}$
- Autoinduttanza. Applicazioni: calcolo per solenoide infinito.
- Circuito LR con generatore, energia del campo. Generalizzazione al caso di più circuiti. Applicazioni: calcolo di L per cavo coassiale tramite l'energia magnetica.
- **Circuito LC libero.**
- Corrente di spostamento e quarta equazione di Maxwell. Applicazioni: scarica di un condensatore, calcolo della corrente di spostamento per un cavo coassiale.

#### ONDE ELETTROMAGNETICHE E RELATIVITA' RISTRETTA

- Equazioni di Maxwell.
- Onde piane monocromatiche nel vuoto.
- Trasformazioni di Galileo e di Lorentz.
- Postulati della relatività ristretta.
- Legge di composizione delle velocità

## 2. TABELLA SYLLABUS

### 1. Elettrostatica nel vuoto

	Prerequisito	Richiesto	Argomenti correlati nel CdS	Non necessario
Gradiente di uno scalare, divergenza e rotore di un vettore	X			
Integrale di linea e definizione di flusso	X			
Teorema di Stokes e della divergenza	X			
Campi conservativi e campi solenoidali		X	Forze conservative (Fisica Generale 1)	
Cariche elettriche, legge di Coulomb, principio di sovrapposizione		X		
Teorema di Gauss, prima equazione di Maxwell		X		
Determinazione del campo elettrico per distribuzioni di carica planari, cilindriche e sferiche		X		
Potenziale elettrico, terza equazione di Maxwell, equazione di Poisson		X		
Lavoro ed energia potenziale		X		
Dipolo		X		
Energia elettrostatica di un sistema di cariche (discreto o continuo)		X		

### 2. Conduttori

	Prerequisito	Richiesto	Argomenti correlati nel CdS	Non necessario
Proprietà dei conduttori: induzione, schermo elettrostatico, teorema di Coulomb		X	Teoremi di unicità per l'equazione di Poisson (Fisica Matematica)	
Capacità di un conduttore		X		
Condensatori (serie e parallelo), energia elettrostatica		X		

Metodo delle cariche immagine		X	Soluzione dell'equazione di Poisson (Fisica Matematica)	
-------------------------------	--	---	---	--

### 3. Elettrostatica in presenza di dielettrici

	Prerequisito	Richiesto	Argomenti correlati nel CdS	Non necessario
Cenni ai meccanismi di polarizzazione		X		
Polarizzazione dei dielettrici		X		
Equazioni generali dell'elettrostatica in presenza di dielettrici		X		
Dielettrici omogenei ed isotropi		X		
Separazione tra due dielettrici		X		

### 4. Corrente elettrica stazionaria

	Prerequisito	Richiesto	Argomenti correlati nel CdS	Non necessario
Densità ed intensità di corrente		X		
Equazione di continuità e corrente stazionaria		X		
Modello classico della conduzione elettrica		X		
Legge di Ohm, resistenza (serie e parallel)		X		
Leggi di Kirchoff				X
Legge di Joule		X		
Forza elettromotrice		X		
Carica e scarica di un condensatore		X		

### 5. Magnetostatica nel vuoto

	Prerequisito	Richiesto	Argomenti correlati nel CdS	Non necessario
Forza di Lorentz		X		
Moto di una particella carica in campo magnetico costante		X		
Forza agente su un circuito percorso da corrente (seconda formula di Laplace).		X		
Legge di Biot-Savart (prima formula di Laplace).		X		
Forza tra fili rettilinei		X		
Definizione di potenziale vettore, seconda equazione di Maxwell.		X		

Teorema della circuitazione di Ampere (forma integrale e differenziale)		X		
---	--	---	--	--

#### 6. Magnetismo nella materia

	Prerequisito	Richiesto	Argomenti correlati nel CdS	Non necessario
Permeabilità e suscettività magnetica				X
Meccanismi di magnetizzazione				X
Equazioni generali della magnetostatica				X
Le sostanze diamagnetiche, paramagnetiche, ferromagnetiche				X

#### 7. Campi elettrici e magnetici variabili nel tempo

	Prerequisito	Richiesto	Argomenti correlati nel CdS	Non necessario
Esperienze di Faraday. Legge di Lenz		X		
Terza equazione di Maxwell		X		
Mutua induttanza e autoinduttanza		X		
Circuito RL in chiusura ed apertura		X		
Energia di una induttanza		X		
Densità di energia del campo magnetico		X		
Quarta equazione di Maxwell e corrente di spostamento		X		
Circuito LC libero		X		

#### 8. Onde elettromagnetiche e ottica fisica

	Prerequisito	Richiesto	Argomenti correlati nel CdS	Non necessario
Onde sonore				X
L'effetto Doppler				X
Sovrapposizione e interferenza				X
Onde stazionarie				X
Onde elettromagnetiche e polarizzazione		X		
Spettro delle onde elettromagnetiche		X		
Luce e indice di rifrazione				X
Principio di Huygens-Fresnel				X
Riflessione, rifrazione, dispersione				X
Lenti e equazioni delle lenti sottili				X
Diffrazione di Fraunhofer e Fresnel				X

Il reticolo di diffrazione.				X
-----------------------------	--	--	--	---

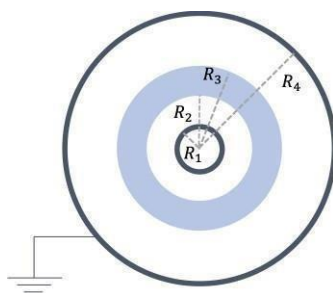
### 9. Relativita' ristretta

	Prerequisito	Richiesto	Argomenti correlati nel CdS	Non necessario
Trasformazioni di Galileo e di Lorentz		X		
Postulati della relatività ristretta		X		
Legge di composizione delle velocità		X		

### 3. Esempi di esercizi d'esame/fogli di esercizi

## Provascritta 21/02/2022

### 1 Esercizio di elettrostatica



Un condensatore sferico è composto da un'armatura metallica interna sottile di raggio  $R_1 = 0.5\text{mm}$ , uno strato di dielettrico sferico con raggio interno  $R_2 = 3.5\text{mm}$ , raggio esterno  $R_3 = 4.0\text{mm}$  e costante dielettrica relativa  $\epsilon_r = R_3/r$  e da un'armatura metallica esterna sottile di raggio  $R_4 = 5.0\text{mm}$  collegata a terra. Sull'armatura interna è presente una carica  $Q$  e le armature sono in condizione di induzione completa. Sapendo che la superficie esterna del dielettrico è una superficie equipotenziale con  $V = 100\text{V}$ , calcolare numericamente:

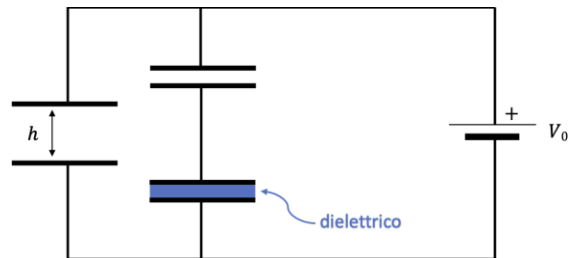
1. la carica presente sull'armatura esterna;
2. la differenza di potenziale fra le pareti del dielettrico;
3. la capacità del condensatore;
4. la carica di polarizzazione sulle superfici del dielettrico;
5. la carica totale di polarizzazione di volume del dielettrico.

Formulario

- Capacità di un condensatore:  $C = Q/\Delta V$
- Spostamento elettrico:  $D = \epsilon_0 E + P$
- Polarizzazione elettrica:  $P = \epsilon_0(\epsilon_r - 1)E$
- Divergenza in coordinate sferiche:  $\nabla \cdot v = r^{-2} \partial(r^2 v_r) + r^{-1} \sin^{-1} \partial(\sin \theta v_\theta) + \partial v_\phi$

# Prova scritta 31/01/2022

## 1 Esercizio di elettrostatica



Un circuito contiene tre condensatori piani disposti come in due armature quadrate di lato  $L = 20 \text{ cm}$  parallele fra loro.  $L$  di  $h = 5.0 \text{ mm}$  per uno dei condensatori (si veda la figura) ed lastra di materiale dielettrico omogeneo ed isotropo di  $c$  riempie tutto lo spazio fra le armature di uno dei tre generatore che eroga la differenza di potenziale  $V_0 =$  calcolare:

1. il valore della capacità totale del sistema
2. i valori della differenza di potenziale a
3. il valore e il segno della densità  $d$  della lastra di dielettrico e della dielettrico;
4. il valore e il segno della densità di carica;
5. il valore del lavoro  $w$  sulla lastra di dielettrico  $f$

### Formulario

- Capacità
- Lavoro
- $Sp$