

FISICA GENERALE II PARTE

Lezione 1 24.02.2026 11.30-13.30

PROGRAMMA: contenuti e scopo

TESTI

MODALITÀ D'ESAME

TUTOR: LEONARDO ONGARO

LEZIONE $4 \cdot 8 = 32$ ORE (4 CFU)

ESERCITAZIONI $4 \cdot 10 = 40$ ORE (4 CFU)

Ripasso di alcune nozioni di base

Applicazione della II legge della dinamica

Forse gravitazionale, forze elastiche



[SCQ1097558] - FISICA GENERALE

Informazioni generali

Corso di studi	<u>CHIMICA INDUSTRIALE</u>
Tipo di corso	Laurea
Anno di offerta	2025/2026
Anno di corso	1
Tipo Attività Formativa	Base
Lingua	Italiano
Crediti	13 CFU
Tipo attività didattica	Esercitazione, Lezione
Valutazione	Voto Finale
Periodo didattico	Ciclo Annuale (dal 29/09/2025 al 12/06/2026)
Tipo insegnamento	Erogabile
Docenti titolari	MATONE MARCO
Altri docenti	PATELLI ALESSANDRO
Durata	112 ore (40 ore Esercitazione, 72 ore Lezione)
Frequenza	Non obbligatoria
Modalità didattica	In presenza
Settore scientifico disciplinare	FIS/01
Sede	PADOVA
Corso a libera scelta	È possibile utilizzare l'insegnamento come corso a libera scelta

Prerequisiti

Buona conoscenza della trigonometria, del calcolo vettoriale, del calcolo differenziale e integrale, matrici e determinanti. Prima dell'inizio della seconda parte del corso è necessario acquisire una buona conoscenza delle funzioni di più variabili, del gradiente e delle sue proprietà. Tutti gli argomenti menzionati, trigonometria esclusa, in quanto si assume come parte del bagaglio delle conoscenze comuni, saranno anticipatamente trattati nel corso di matematica.

Conoscenze e abilità da acquisire

Il corso fornisce una solida preparazione sui principali concetti e risultati relativi alla meccanica, alla fluidodinamica, all'elettrostatica e all'elettromagnetismo. Le studentesse e gli studenti svilupperanno una comprensione approfondita di tali argomenti, sia dal punto di vista teorico che applicativo, imparando a utilizzarli in modo consapevole nella risoluzione di problemi. Verranno potenziate in particolare le capacità di analizzare una situazione fisica, di impostare correttamente un esercizio, di individuare i principi rilevanti e di formulare soluzioni chiare, coerenti e ben motivate.

Tra gli obiettivi del corso vi è anche quello di introdurre, secondo un approccio deduttivo, i concetti matematici fondamentali per la comprensione dei principi fisici alla base dei fenomeni studiati. Tra questi, il gradiente, la divergenza e il rotore, che saranno presentati in parallelo con lo studio delle grandezze fisiche corrispondenti. A supporto dell'apprendimento, sarà messo a disposizione su Moodle un ampio materiale di approfondimento, dove tali concetti sono introdotti in modo accessibile e privo di eccessivi appesantimenti formali, per favorire lo studio autonomo e l'applicazione pratica.

Il corso è inoltre strutturato in modo tale da includere esempi e applicazioni che travalicano i confini della fisica classica, toccando ambiti di ampio interesse scientifico e sociale. Tra questi rientrano, ove possibile, tematiche legate al risparmio energetico, alla qualità della vita e della salute, alla sostenibilità ambientale e alla parità di accesso all'istruzione e alle risorse. Tali esempi consentiranno di evidenziare come i principi fisici studiati trovino applicazione anche in settori quali l'energia pulita, l'equità di genere, la promozione della salute e il miglioramento della qualità dell'istruzione, in linea con diversi obiettivi dell'Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile.

Modalità d'esame

Prova scritta e, a richiesta dello studente, una successiva prova orale sui contenuti del corso elencati nel programma. Il superamento delle prove scritte intermedie, sostenute durante il corso equivale al superamento della prova scritta d'esame.

L'uso di strumenti di intelligenza artificiale generativa non è consentito per prove valutative, elaborati individuali e materiali destinati alla valutazione, in coerenza con le politiche dell'Ateneo.

Durante le prove scritte è possibile utilizzare sia la calcolatrice che il formulario che sarà fornito dai docenti.

Il regolamento completo è disponibile al link <https://stem.elearning.unipd.it/course/view.php?id=9998>

Criteri di valutazione

È richiesta una buona conoscenza dei principali concetti e risultati relativi alla meccanica, alla fluidodinamica, all'elettrostatica e all'elettromagnetismo, così come sviluppati nel corso. Le studentesse e gli studenti dovranno dimostrare di aver compreso in modo approfondito tali argomenti, sia dal punto di vista teorico che applicativo, e di saperli utilizzare con consapevolezza nella risoluzione di problemi. Particolare attenzione sarà rivolta alla capacità di impostare correttamente gli esercizi, di individuare i principi fisici rilevanti e di sviluppare soluzioni chiare, coerenti e ben motivate.

Tra gli obiettivi delle lezioni vi è anche quello di introdurre, con criteri deduttivi, i concetti matematici essenziali per la comprensione dei principi fisici alla base dei fenomeni studiati.

Questo include, ad esempio, il gradiente, la divergenza e il rotore, che verranno introdotti parallelamente allo studio delle proprietà delle grandezze fisiche corrispondenti. A tal fine, sarà reso disponibile su Moodle ampio materiale di supporto, in cui tali concetti vengono presentati in modo accessibile e senza eccessivi appesantimenti formali, per facilitare l'apprendimento e l'applicazione autonoma da parte degli studenti.

Contenuti

- Meccanica

Grandezze fisiche e unità di misura. Elementi di calcolo vettoriale. Cinematica del punto: velocità ed accelerazione; moto rettilineo; moto nel piano e nello spazio; caduta libera dei gravi; moto circolare; cenni ai moti relativi. Dinamica del punto: principio di inerzia e concetto di forza; le leggi di Newton; equilibrio statico e reazioni vincolari; forza peso, forze elastiche e moto armonico, forze di attrito; piano inclinato; pendolo semplice. Lavoro ed energia: lavoro di una forza, potenza, teorema delle forze vive ed energia cinetica; forze conservative, energia potenziale e conservazione dell'energia meccanica. Momenti angolari, forze centrali, la forza gravitazionale. Dinamica dei sistemi di punti materiali: forze esterne ed interne, centro di massa, teorema del centro di massa, quantità di moto; momento delle forze, teorema del momento angolare; sistema di riferimento del centro di massa e sue proprietà; urti. Dinamica del corpo rigido: rotazioni attorno ad un asse fisso, momenti di inerzia.

- Meccanica dei fluidi: pressione, equilibrio statico, legge di Stevino, principio di Archimede; regime stazionario, fluidi ideali, legge della portata; teorema di Bernoulli.

- Eletticità e correnti elettriche:

Legge di Coulomb. Campo elettrico. Potenziale elettrico di una carica e di una distribuzione di cariche. Dipolo elettrico. Induzione elettrostatica. Conduttori. Isolanti. Teorema di Gauss e sue applicazioni. Condensatori. Dielettrici. Correnti elettriche. Legge di Ohm. Legge di Joule. Circuiti RC.

- Magnetismo ed elettromagnetismo:

Campo magnetico. Legge di Biot Savart. Forza di Lorentz. Momento di dipolo magnetico. Dipolo magnetico in campo magnetico. Teorema di Ampère. Legge di Faraday e legge di Lenz. Proprietà magnetiche della materia. Paramagnetismo, diamagnetismo, ferromagnetismo. Campi elettromagnetici indotti. Equazioni di Maxwell sia in forma integrale che differenziale. Onde elettromagnetiche.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento

Lezioni frontali; il corso è tenuto in italiano.

Ogni lezione inizia con una breve introduzione volta a contestualizzare gli argomenti che verranno trattati. Segue un'esposizione dettagliata, condotta attraverso una sequenza di passaggi sviluppati in modo deduttivo. L'approccio adottato mira a garantire chiarezza logica e coerenza formale, con attenzione alla comprensione dei fondamenti teorici e delle tecniche di calcolo.

Gli studenti saranno coinvolti nella risoluzione dei problemi.

Vi saranno frequenti richiami sui possibili utilizzi degli argomenti studiati in ambito culturale, risparmio energetico, sicurezza e sanitario.

A supporto delle lezioni, saranno rese disponibili sulla piattaforma Moodle le note personali del docente, che riproducono in modo fedele i passaggi svolti. Inoltre, gli studenti potranno fare riferimento a un'ampia raccolta di note redatte appositamente, che integrano il materiale trattato e forniscono ulteriori approfondimenti.

Oltre a rivolgersi al docente del corso, studentesse e studenti con disabilità, DSA, BES e altre condizioni di salute, possono contattare l'Ufficio Servizi agli studenti - Settore Inclusione per ricevere maggiori informazioni sulle opportunità di fruizione della didattica con specifici supporti e strumenti.

Eventuali indicazioni sui materiali di studio

Ampio materiale relativo ai problemi d'esame è riportato sul Moodle.

Testi di riferimento

- **Titolo:** [Elementi di Fisica Vol. 1 - Meccanica e Termodinamica, terza edizione 2023](#), **Autori:** P. Mazzoldi, M. Nigro, C. Voci, **Luogo:** --, **Anno:** 2023, **Editore:** EdiSES, **Note:** --.
- **Titolo:** [Elementi di Fisica Vol. 2 - Elettromagnetismo e Onde, quarta edizione 2022](#), **Autori:** P. Mazzoldi, M. Nigro, C. Voci, **Luogo:** --, **Anno:** 2022, **Editore:** EdiSES, **Note:** --.

Didattica innovativa: Strategie di insegnamento e apprendimento previste

- Lavori di gruppo
- Problem solving
- Case study
- Simulazioni
- Project work
- Problem based learning
- Utilizzo delle tecnologie per la didattica (moodle e/o altri strumenti per la didattica, software, video, quiz, wooclap)
- Feedback
- Peer feedback
- Attività di valutazione durante il corso

Obiettivi Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile

Questo insegnamento concorre alla realizzazione degli obiettivi ONU dell'Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile



Ripasso concetti base

II legge della dinamica

$$\vec{F} = m \vec{a}$$

Questa è un'equazione vettoriale, quindi corrisponde a 3 equazioni:

$$(F_x(x, y, z, t), F_y(x, y, z, t), F_z(x, y, z, t))$$

$$= m(a_x(x, y, z, t), a_y(x, y, z, t), a_z(x, y, z, t)) \quad 1)$$

Usori: dato un vettore $\vec{A}$ il vettore associato è

$$\hat{A} = \frac{\vec{A}}{A}$$

dove

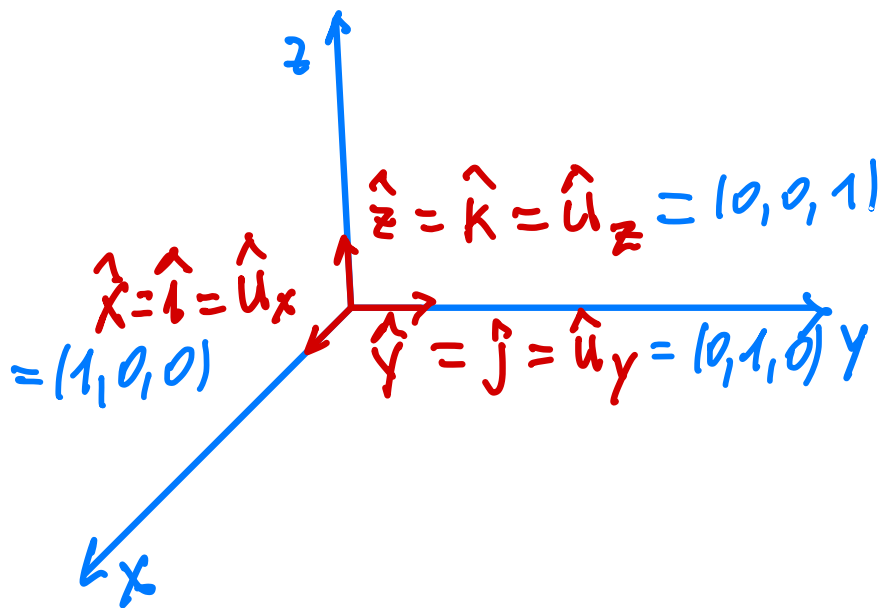
$$A = |\vec{A}| = \sqrt{\vec{A} \cdot \vec{A}} = \sqrt{A_x^2 + A_y^2 + A_z^2}$$

È immediato verificare che

$$|\hat{A}| = 1$$

Vettori del sistema di coordinate cartesiane

$$\hat{x}, \hat{y}, \hat{z}, \text{ o } \hat{i}, \hat{j}, \hat{k}, \text{ oppure } \hat{u}_x, \hat{u}_y, \hat{u}_z$$



Da quanto detto segue che l'eq. 1) si può anche scrivere nella forma

$$F_x(x, y, z, t) \hat{x} + F_y(x, y, z, t) \hat{y} + F_z(x, y, z, t) \hat{z}$$

$$= m(a_x(x, y, z, t) \hat{x} + a_y(x, y, z, t) \hat{y} + a_z(x, y, z, t) \hat{z})$$

$$= (ma_x, ma_y, ma_z)$$

Un altro modo comune di esprimere le dipendenze delle coordinate è utilizzare la definizione

$$\vec{r} = (x, y, z) \quad r_x = x, r_y = y, r_z = z$$

detto posizio vettore. $\vec{r}$ definisce cioè il vettore che origina in $O = (0, 0, 0)$ e termina in (x, y, z) che è il punto di coordinate x, y, z . Quindi è uso frequente utilizzare

$$\vec{F}(\vec{r}) \text{ invece di } \vec{F}(x, y, z)$$

Data una forza, utilizzeremo l'equazione di Newton per risolvere il problema dinamico, cioè determineremo le traiettorie delle masse.

Ricordando che

$$\vec{a} = \frac{d^2 \vec{r}}{dt^2}$$

sin ho

$$\frac{d^2 x}{dt^2} = \frac{F_x}{m}$$

$$\frac{d^2 y}{dt^2} = \frac{F_y}{m}$$

$$\frac{d^2 z}{dt^2} = \frac{F_z}{m}$$

2)

Dato il campo vettoriale $\vec{F}$, risolvere le equazioni 2) vuol dire

$$x(t) = \dots$$

$$y(t) = \dots$$

$$z(t) = \dots$$

Consideriamo, come esempio l'azione della gravità terrestre su di una mone posta ad una distanza h dalla sua superficie. Le forze gravitazionali sono

$$\vec{F} = -G \frac{m_1 m_2}{r^2} \hat{r} \quad \vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$$
A diagram illustrating the mutual gravitational attraction between two masses. Two small circles representing masses are shown. From each circle, an arrow points directly towards the other circle, representing the attractive force. The arrows are labeled with vector notation: $\vec{F}_{12}$ for the force on mass 1 due to mass 2, and $\vec{F}_{21}$ for the force on mass 2 due to mass 1. The equation $\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$ is written above the diagram.

dove il segno meno, talvolta omiss, indica che la forza è attrattiva.

Dato la forma quasi sferica della Terra, possiamo assumere, con ottima approssimazione, che tutte le masse sia concentrate nel suo centro^(*). Questo è una conseguenza della legge di Gauss per la gravità.

Ciò è possibile finché il corpo attratto dalla Terra sia sopra o sulla superficie della Terra.

Si ha quindi

$$\vec{F} = -G \frac{M_T m}{(R_T + h)^2} \hat{n}$$

con h la distanza della superficie terrestre,

M_T la massa della Terra e R_T il suo raggio. Nel caso

$$h \ll R_T$$

si ha

$$\vec{F} = -G \frac{M_T m}{R_T^2 \left(1 + \frac{h}{R_T}\right)^2} \hat{n} \approx -G \frac{M_T m}{R_T^2} \hat{n}$$

$\uparrow$
 $\frac{h}{R_T} \sim 0$

Quindi, fintanto che $h \ll R_T$, la forza può essere considerata uniforme, cioè indipendente da h

$$\vec{F} = -m\vec{g}$$

dove $\vec{g} = g \hat{r}$, $g = GM_T m / R_T^2$

Denotando $\vec{x}$ il vettore che parte dal centro ed è diretto verso il centro della Terra, si ha

$$\frac{d^2 \vec{x}}{dt^2} = \frac{\vec{F}_x}{m} = \begin{matrix} \downarrow \text{gravità sulla Terra} \\ g \\ \uparrow \text{costante} \end{matrix}$$

$x = A + Bt + Ct^2$. Denotiamo $\frac{d}{dt}$ con un punto:

$$\dot{x} = \frac{dx}{dt}, \quad \dot{x} = B + 2Ct, \quad \ddot{x} = 2C, \quad \ddot{x} = 2g \rightarrow C = \frac{g}{2}$$

condizione iniziale

$$x(t=0) = A \quad A = x(0)$$

$$\dot{x}(t=0) = B \quad \dot{x}(t=0) = v(0)$$

$$x(t) = x(0) + v(0)t + \frac{1}{2}gt^2$$

$$x(t) = x(t_0) + v(t_0)(t-t_0) + \frac{1}{2}g(t-t_0)^2$$

Un'equazione differenziale lineare di ordine n ha n -condizioni iniziali. Nel nostro caso abbiamo due condizioni iniziali. $x(0) = A$, $\dot{x}(0) = B$.

FORZA ELASTICA

$$\ddot{X} = F/m$$

$$\vec{F} = -k\vec{X} \quad k > 0$$

$$\ddot{X} = -\frac{k}{m} X$$

$$X(t) = A \cos\left(\sqrt{\frac{k}{m}} t + B\right)$$

$$\dot{X}(t) = -A\sqrt{\frac{k}{m}} \sin\left(\sqrt{\frac{k}{m}} t + B\right)$$

$$\ddot{X} = -A\frac{k}{m} \cos\left(\sqrt{\frac{k}{m}} t + B\right)$$

$$= -\frac{k}{m} X$$

A e B si determinano imponendo due condizioni iniziali. Per esempio $X(t_1) = \overset{\uparrow \text{dato}}{X_1}$ e $X(t_2) = \overset{\uparrow \text{dato}}{X_2}$. Oppure $X(t_1) = X_1$ e $\dot{X}(t_2) = \overset{\uparrow \text{dato}}{v_2}$, o $\dot{X}(t_1) = v_1$, $\dot{X}(t_2) = v_2$.