

L-35 Matematica

- Fisica generale I
- Fisica generale II

Fisica Generale I	
CdS	Matematica
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				

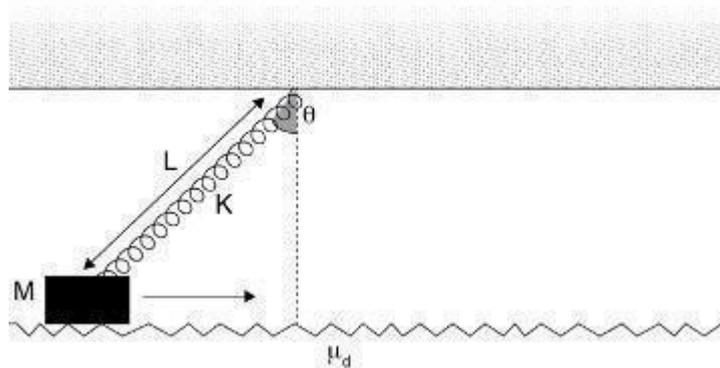
5. Termodinamica

	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° ;
- 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 μ_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 Δy .
- 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.