



Università degli Studi di Enna “Kore”  
Facoltà di Ingegneria ed Architettura  
Anno Accademico 2020 – 2021

| A.A.      | Settore Scientifico Disciplinare |                   | CFU                       | Insegnamento   | Ore di aula             |       | Mutuazione                           |               |
|-----------|----------------------------------|-------------------|---------------------------|--|-------------------------|-------|--------------------------------------|---------------|
| 2020/21   | FIS/01                           |                   | 12                        | FISICA SPERIMENTALE  | 96                      |       | No                                   |               |
| Classe    | Corso di studi                   |                   | Tipologia di insegnamento |  | Anno di corso e Periodo |       | Sede delle lezioni                   |               |
| L-7       | Ingegneria Civile e Ambientale   |                   | Base                      |  | I Anno - Annuale        |       | Facoltà di Ingegneria e Architettura |               |
| N° Modulo | Nome Modulo                      | Tipologia lezioni | Ore                       | Docente  | SSD                     | Ruolo | Interno                              | Affidamento   |
|           |                                  | Lezioni frontali  | 72                        | Prof. Gaetano Lanzalone<br><a href="mailto:gaetano.lanzalone@unikore.it">gaetano.lanzalone@unikore.it</a><br>Plesso Ingegneria e Architettura - Studio 1 | FIS/01                  | PA    | SI                                   | Istituzionale |
|           |                                  | Esercitazioni     | 24                        |  |                         |       |                                      |               |

## Prerequisiti

L'allievo dovrà avere conoscenze di matematica di base. In particolare costituiscono prerequisito per lo studio della fisica le operazioni con numeri reali e immaginari, con logaritmi e con esponenziali, la risoluzione di equazioni e disequazioni di primo e secondo grado. È inoltre necessario possedere nozioni di base di trigonometria e di geometria del piano e dello spazio. È infine auspicabile la conoscenza dei concetti di funzione a una o più variabili, derivate, integrali definiti ed equazioni differenziali omogenee. Tali concetti verranno trattati in forma semplice dal docente durante il corso.

## Propedeuticità

Nessuna.



## Obiettivi formativi

Lo studio della Fisica ha l’obiettivo di formare ingegneri capaci di analizzare un problema, coglierne gli aspetti fondamentali e trovare tempestivamente la soluzione più efficace per la sua risoluzione. In particolare, il corso di Fisica Sperimentale ha lo scopo di insegnare allo studente l’approccio ad un qualunque problema scientifico, per quanto elementare, e l’uso del metodo scientifico.

## Risultati di apprendimento (Descrittori di Dublino):

**Conoscenza e capacità di comprensione:** lo studente dovrà dimostrare di aver assimilato i fondamenti della meccanica classica, e di essere altresì in grado di rielaborare i concetti acquisiti.

**Conoscenza e capacità di comprensione applicate:** l’allievo dovrà essere in grado di applicare i modelli e i concetti matematici astratti a problemi scientifici, reali e concreti nel campo della meccanica e della termodinamica

**Autonomia di giudizio:** lo studente dovrà essere in grado di progettare e realizzare la misura di una grandezza fisica, analizzarne i risultati, individuare i punti critici della misura, trovare soluzioni innovative per migliorarla.

**Abilità comunicative:** l’allievo dovrà essere in grado di esporre i concetti appresi nel corso in modo chiaro e compiuto, utilizzando un linguaggio appropriato. La comunicazione dovrà essere pienamente comprensibile anche a chi non possiede alcuna preparazione specifica sull’argomento.

**Capacità di apprendere:** lo studente dovrà acquisire la capacità di affinare e approfondire le proprie conoscenze anche autonomamente, individuando gli strumenti opportuni da utilizzare a tale scopo



## Contenuti e struttura del corso

### Lezioni:

| N. | ARGOMENTO  | TIPOLOGIA                         | DURATA |
|----|--|-----------------------------------|--------|
| 1  | <b>Metodo scientifico</b><br><i>Introduzione. Definizione operativa delle grandezze fisiche. Sistemi di unità di misura ed equazioni dimensionali. Grandezza fisica "tempo". Relazioni funzionali. Rappresentazione tabulare, grafica, analitica.</i>  | Lezione frontale ed esercitazione | 3h     |
| 2  | <b>Teoria degli Errori</b><br>Variabili Casuali. Valore Vero. Incertezze ed Errori di Misura. Errori Sistemati. Errori Casuali. Misure. Strumenti di misura e loro caratteristiche: Intervallo di funzionamento, Prontezza, Sensibilità, Risoluzione, Precisione, Accuratezza. Errore Massimo. Indici di posizione: semisomma, media aritmetica, media pesata o ponderata, mediana, moda. Indici di dispersione: semidispersione, scarto, scarto quadratico medio. Propagazione degli errori massimi: somma, differenza, prodotto, quoziente, potenza. Propagazione degli errori massimi indipendenti e formula generale. Metodo grafico. Probabilità e distribuzione limite. Equazione Gaussiana. Metodo dei minimi quadrati: best fit lineare. | Lezione frontale ed esercitazione | 6h     |
| 3  | <b>Cinematica del punto materiale</b><br><i>Posizione. Vettori: definizioni. Alcune definizioni relative alle matrici. Operazioni sui vettori. Prodotto scalare e vettoriale fra due vettori. Legge oraria di un punto materiale. Velocità media. Limite di una funzione Derivata. Derivata dei vettori. Velocità e accelerazione istantanee. Moti piani su traiettoria qualsiasi. Dall'accelerazione alla legge oraria</i>  | Lezione frontale ed esercitazione | 6h     |
|    |  |                                   |        |



|   |  |                                   |     |
|---|--|-----------------------------------|-----|
| 4 | <p><b>Conseguenze del secondo principio della dinamica del punto materiale</b><br/><i>Concetti di Infinitesimo, Differenziale e Integrale. Impulso e quantità di moto. Momento angolare e momento della forza. Lavoro di una forza. Teorema dell'energia cinetica. Calcolo del lavoro e integrale di linea. Campi di forze conservativi. Funzione potenziale. Funzioni di più variabili. Derivate parziali e differenziale. Forme differenziali lineari e differenziali esatti. Calcolo della funzione potenziale. Operatore gradiente in coordinate cartesiane e polari. Teorema di conservazione dell'energia meccanica. Sistemi a un solo grado di libertà. Condizioni di equilibrio per un punto materiale ed energia potenziale. Potenza. Principi della dinamica del punto materiale. Principio di relatività. Definizione (statica) di forza. Sistemi di riferimento inerziali. Principio di inerzia. Forza e accelerazione. Massa inerziale e massa gravitazionale. Misura dinamica di forze e secondo principio della dinamica. Leggi delle forze. Trasformazioni galileiane e covarianza relativistica del secondo principio della dinamica. Sistemi non inerziali e forze dette apparenti o fittizie.</i></p> | Lezione frontale ed esercitazione | 10h |
| 5 | <p><b>Leggi delle forze.</b><br/><i>Leggi della gravitazione universale. Teorema di Gauss e campo gravitazionale generato da una massa avente simmetria sferica. Leggi di Keplero e loro giustificazione dinamica. Forza peso. Potenziale efficace e forza di richiamo verso l'orbita di equilibrio. Forze elastiche. Forze viscosse di resistenza del mezzo. Moto di un grave sottoposto a forza di resistenza viscosa. Moto oscillatorio smorzato. Reazioni vincolari. Forze di attrito. Attrito statico. Attrito cinematico radente. Attrito volvente. Oscillazioni forzate e oscillatori accoppiati. Oscillatore in due dimensioni. Oscillatore forzato. Oscillatori accoppiati.</i></p>   | Lezione frontale ed esercitazione | 9h  |
| 6 | <p><b>Leggi della dinamica dei sistemi</b><br/><i>Leggi fondamentali. Terzo principio della dinamica. Centro di massa. Equazioni cardinali della dinamica dei sistemi e moto del centro di massa. Semplici considerazioni relative al significato del momento angolare. Problema dei due corpi. Sistemi a massa variabile. Energia cinetica e teorema di Koenig. Sistemi di forze applicate.</i></p>   | Lezione frontale ed esercitazione | 5h  |
|   |  |                                   |     |



|    |   |                                   |     |
|----|---|-----------------------------------|-----|
| 7  | <b>Sistemi rigidi</b><br><i>Equilibrio dei corpi rigidi. Momento angolare assiale e momento di inerzia. Calcolo del momento di inerzia. Energia cinetica di un sistema rigido. Momento angolare polare. Moto di un sistema rigido non vincolato. Il caso notevole di un proiettile non puntiforme. Giroscopio appoggiato a un piano (moto di una trottola). Corpo rigido girevole intorno a un asse fisso. Equilibrio di un corpo rigido con un asse fisso di rotazione. Equilibrio delle forze nelle macchine: leve di I, II e III genere. Moto di rotolamento. Moto di sistemi rigidi a contatto con vincoli. Sistemi composti da più sistemi rigidi fra loro collegati. Moto di un corpo rigido.</i> | Lezione frontale ed esercitazione | 10h |
| 8  | <b>Problemi d'urto</b><br><i>Considerazioni metodologiche generali relative all'urto fra particelle. Urto elastico fra particelle sferiche. Urto elastico di una sfera contro una parete rigida di massa infinita.</i>  | Lezione frontale ed esercitazione | 1h  |
| 9  | <b>Meccanica dei fluidi</b><br><i>Fluidi. Azioni meccaniche sui fluidi. Statica dei fluidi. Idrostatica nel campo della gravità. Statica dei fluidi in campi di forze di volume conservative. Statica dei fluidi in sistemi di riferimento non inerziali. Fluidi in movimento. Aspetti cinematici. Idrodinamica dei liquidi perfetti. Liquidi reali in movimento. Tensione superficiale</i>   | Lezione frontale ed esercitazione | 5h  |
| 10 | <b>Onde in mezzi elastici</b><br><i>Forma matematica delle onde elastiche. Onde sinusoidali. Onde elastiche longitudinali. Onde trasversali elastiche. Aspetti energetici della propagazione ondosa. Fenomeni di interferenza. Onde stazionarie. Principio di Huygens-Fresnel. Effetto Doppler. Cenni sul Suono. Velocità del suono - Ultrasuoni e infrasuoni - Intensità del suono - Libello di intensità del suono (dB) - Esempio dell'effetto doppler applicato al suono.</i>  | Lezione frontale ed esercitazione | 6h  |
|    |   |                                   |     |



|    |  |                                   |    |
|----|--|-----------------------------------|----|
| 11 | <b>Calore e temperatura</b><br><i>Termodinamica. Temperatura. Sistemi termodinamici. Sistemi termodinamici chiusi e sistemi isolati. Stati di equilibrio termodinamico. Calore. Trasformazioni termodinamiche. Variabili di stato intensive ed estensive. Lavoro in una trasformazione termodinamica. Rappresentazione grafica delle trasformazioni e del lavoro. Dilatazione termica.</i>   | Lezione frontale ed esercitazione | 3h |
| 12 | <b>Primo principio della termodinamica.</b><br><i>Equivalente meccanico della caloria. Primo principio della termodinamica. Applicazioni del primo principio a un corpo rigido. Applicazioni del primo principio a un gas perfetto. Definizione di gas perfetto. Piano di Clapeyron. Trasformazioni quasi-statiche, lavoro e reversibilità. Energia interna di un gas perfetto. Calori specifici di un gas perfetto. Adiabatica reversibile di un gas perfetto. Gas reali. Sistema generico descritto dai parametri <math>P, V, T</math>. Agitazione termica e transizioni di fase</i>   | Lezione frontale ed esercitazione | 4h |
| 13 | <b>Trasmissione del calore.</b><br><i>Conduzione in regime stazionario. Conduzione in regime non stazionario. Convezione in regime stazionario. Scambi termici per irraggiamento. Corpo nero. Potere emissivo di un corpo nero. Emissanza spettrale e scambi termici radiativi. Materiali selettivi. Bilancio termico della Terra. Bilancio termico del corpo umano</i>  | Lezione frontale ed esercitazione | 2h |
| 14 | <b>Secondo principio della termodinamica</b><br><i>Enunciati del secondo principio. Equivalenza fra i due enunciati del secondo principio. Il più semplice fra i motori termici: il ciclo di Carnot. Teorema di Carnot e temperatura termodinamica assoluta. Rendimento dei motori reali. Integrale di Clausius ed entropia. Entropia e secondo principio della termodinamica. Entropia di alcuni sistemi termodinamici notevoli. Entropia di un corpo solido. Entropia di un gas perfetto. Entropia di un gas di Van der Waals. Entropia di una sbarretta omogenea solida in uno stato stazionario lontano dall'equilibrio termico. Entropia come parametro di stato.</i> | Lezione frontale ed esercitazione | 4h |
|    |  |                                   |    |



|    |  |                                   |    |
|----|--|-----------------------------------|----|
| 15 | <b>Cenni sulle Funzioni termodinamiche</b><br><i>Energia interna. Funzione di stato entalpia H. Energia libera di Helmholtz F. Energia libera di Gibbs G. Transizioni di fase. Reazioni chimiche</i>   | Lezione frontale ed esercitazione | 1h |
| 16 | <b>Interpretazione microscopica delle grandezze termodinamiche</b><br><i>Interpretazione microscopica della pressione. Interpretazione microscopica della temperatura. Funzione di distribuzione della velocità. Probabilità e disordine. Disordine ed entropia. Entropia allo zero assoluto. Termodinamica dei sistemi lontani dall'equilibrio</i>  | Lezione frontale ed esercitazione | 2h |
| 17 | <b>Cenni di Elettrostatica e Magnetostatica.</b><br><i>Carica elettrica. Forze tra corpi carichi. Conduttori e isolanti. Struttura dell'atomo. Esperimento di Rutherford. Forza di Coulomb. Campo elettrico. Linee di forza del campo elettrico. Principio di sovrapposizione. Legge di Gauss. Conduttore carico isolato. Campo E prossimo ad una superficie carica. Potenziale elettrostatico e differenza di potenziale. Energia Potenziale di un sistema di cariche elettriche. Capacità elettrica. Condensatori in serie e parallelo. Corrente elettrica. Leggi di Ohm. Resistenze in serie e parallelo. Fenomeni magnetici. Forze magnetiche. Vettore induzione magnetica. Seconda legge di Laplace. Forza di Lorentz. Cenni sulle correnti alternate</i> | Lezione frontale ed esercitazione | 7h |
| 18 | <b>Cenni sulle onde trasversali.</b><br><i>Forma matematica delle onde. Periodo spaziale, temporale, pulsazione, fase. Principio di sovrapposizione. Energia di un'onda. Onde elettromagnetiche. La luce e lo spettro elettromagnetico. Normativa sui limiti ambientali delle onde elettromagnetiche.</i>  | Lezione frontale ed esercitazione | 2h |
| 19 | <b>Ottica geometrica</b><br><i>Approssimazioni dell'ottica geometrica. Raggi luminosi. Definizioni generali. Riflessione: specchi. Rifrazione: diottero. Sistemi diottrici centrati. Lenti. Lente spessa. Lente sottile. Proprietà di alcuni dispositivi ottici. Proprietà energetiche delle immagini. Diaframmi. Cenni ad alcuni dispositivi ottici di uso comune. L'occhio umano. Ottica geometrica mediante l'uso del formalismo matriciale.</i>  | Lezione frontale ed esercitazione | 6h |
|    |  |                                   |    |



## Matrice Tuning

### Risultati di apprendimento del corso di laurea (SUA-CdS Quadri A4.b.2 e A4.c) – Contenuti dell'insegnamento (Argomenti)

| Conoscenze, competenze ed abilità |   | Unità didattiche |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |
|-----------------------------------|---|------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|
|                                   |   | 1                | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |   |
| <b>G</b>                          | Conoscenza e capacità di applicazione delle leggi fondamentali della meccanica classica e della termodinamica | x                | x | x | x | x | x | X | X | X | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  |    |    |    |   |
| <b>H</b>                          | Conoscenza dei fenomeni elettromagnetici e di ottica  |                  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    | X  | X  | X |
| <b>I</b>                          | Capacità di descrizione analitica e comprensione dei fenomeni fisici  | x                | x | x | x | x | x | x | x | x | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X |
| <b>K</b>                          | Conoscenza delle grandezze fisiche e capacità di utilizzare i sistemi di unità di misura                      | X                |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |

## Testi adottati

### Testi principali:

(argomenti 1-16) :: *Fisica. Meccanica e termodinamica. Con esempi ed esercizi.* C. Mencuccini e V. Silvestrini. - Editore: CEA 2016- EAN: 9788808186492

(argomenti 17-19) :: *Dispense del docente*

(esercizi) :: *Dispense docente*

:: *Esercizi di fisica. Meccanica e termodinamica.* C. Mencuccini e V. Silvestrini. - Editore: CEA- 2017- EAN: 9788808287021

:: *Problemi di fisica generale - Edises - G.Lanzalone, F.Porto e I.Lombardo - Codice EAN: 9788879598378 - 2014*



## Modalità di accertamento delle competenze

L'obiettivo della prova d'esame consiste nel verificare il livello di raggiungimento delle conoscenze, competenze e abilità indicati nei descrittori di Dublino. La verifica delle conoscenze apprese dagli allievi si svolgerà attraverso una modalità di esame combinato che consiste in una prova scritta seguita da un colloquio orale.

La prova scritta consiste nella risoluzione letterale e numerica di problemi. Il voto della prova scritta sarà espresso in trentesimi e varia da 0/30 a 30/30. A ciascun problema è assegnato lo stesso punteggio. Il punteggio della prova scritta sarà dato dalla somma dei punteggi assegnati a ciascun esercizio.

Per la prova scritta sarà possibile consultare un formulario prodotto dallo studente. Il formulario deve essere contenuto in non più di due fogli A4, fronte e retro. La consultazione del formulario deve avvenire alla presenza del docente che sorveglierà l'aula durante lo svolgimento delle prove scritte. Lo studente potrà inoltre utilizzare una calcolatrice NON programmabile. È SEVERAMENTE VIETATO l'uso di telefoni cellulari, tablet e computer o qualunque altro dispositivo elettronico collegato o non collegato a internet. La prova scritta dovrà essere redatta utilizzando una penna non cancellabile di colore nero o blu. Non è possibile utilizzare penne con inchiostro di colore differente. Non è consentito l'uso del cancellino, pena la nullità della prova scritta. I fogli necessari per la realizzazione della prova scritta saranno forniti e vidimati dal docente e non potranno essere utilizzati fogli diversi.

Per partecipare alla prova scritta lo studente si dovrà prenotare seguendo la procedura stabilita dalla Facoltà.

L'esito delle prove scritte non impedisce la partecipazione al colloquio orale. Inoltre, l'eventuale valutazione pari o superiore a 18/30 consente allo studente di conservare l'esito della prova scritta per le due sessioni immediatamente successive, anche se ricadenti in distinti anni accademici, secondo quanto riportato nel regolamento didattico di ateneo.

Il colloquio orale consiste nell'esposizione dei concetti fondamentali argomento del corso e nella dimostrazione dei teoremi svolti in aula.

Il voto del colloquio orale sarà espresso in trentesimi e varierà da 18/30 a 30/30 con lode. Il voto sarà espresso, secondo il seguente schema di valutazione:

- Ottimo (30-30 e lode): Ottima conoscenza e comprensione degli argomenti trattati. Ottima capacità di applicare le conoscenze acquisite. Eccellenti capacità espositive.
- Molto buono (26-29): Buona conoscenza e comprensione degli argomenti trattati. Buona capacità di applicare le conoscenze acquisite. Ottime capacità espositive.
- Buono (24-25): Buona conoscenza e comprensione degli argomenti trattati. Discreta capacità di applicare le conoscenze. Buone capacità espositive.
- Discreto (21-23): Discreta conoscenza e comprensione degli argomenti trattati. Limitata capacità di applicare le conoscenze. Discreta capacità espositiva.
- Sufficiente (18-20): Conoscenza minima degli argomenti trattati e limitata capacità di applicare le conoscenze acquisite per risolvere gli esercizi proposti. Sufficiente capacità espositiva.
- Insufficiente: Manca di una conoscenza accettabile degli argomenti trattati e non dimostra una sufficiente capacità di applicare le conoscenze acquisite.



**Università degli Studi di Enna “Kore”  
Facoltà di Ingegneria e Architettura**

Il mancato raggiungimento della sufficienza nella prova orale annulla il risultato della prova scritta. Gli esaminandi dovranno presentarsi il giorno dell'appello orale e potranno in caso di necessità essere ripartiti in più giornate, secondo un calendario determinato nel giorno dell'appello. Il voto finale dell'esame sarà dato dalla media dei voti assegnati alla prova scritta e a quella orale.

### **Orari di lezione e date di esame**

Gli orari di lezione saranno pubblicati sulla pagina web del corso di laurea almeno due mesi prima dell'inizio delle lezioni nella sezione “Calendario lezioni”

<https://www.unikore.it/index.php/it/attivita-didattiche-ingegneria-civile-e-ambientale/calendario-lezioni>

Le date di esami saranno pubblicati sulla pagina web del corso di laurea almeno due mesi prima dell'inizio della sessione d'esami nella sezione “Esami”

<https://www.unikore.it/index.php/it/ingegneria-civile-ambientale-esami/calendario-esami>

### **Modalità e orari di ricevimento**

Gli orari di ricevimento sono pubblicati nella cartella “ Curriculum e ricevimento” della pagina personale del docente. Al fine di ridurre i tempi di attesa, si chiede di voler formalizzare la richiesta di ricevimento tramite E-mail: [gaetano.lanzalone@unikore.it](mailto:gaetano.lanzalone@unikore.it)

### **Note**

Nessuna.