

# **Ing. Industriale**

**Note:**

### I Numeri Reali

- \* Definizione costruttiva e definizione assiomatica dell'insieme dei numeri reali
- \* Operazioni definite in  $\mathbb{R}$  ( addizione e moltiplicazione) e loro proprietà'.
- \* Concetto di retta orientata e relazione di  $\leq$  tra coppie di numeri reali.
- \* Assioma di completezza.
- \* Intervalli reali.  
Primo concetto di infinito.
  
- \* Valore assoluto di un numero reale e sua interpretazione come distanza euclidea.  
Richiamo alle disequazioni con il valore assoluto.
- \* Piano cartesiano  
Punto medio di un segmento.  
Distanza tra due punti nel piano.

### Funzioni da $\mathbb{R}$ in $\mathbb{R}$

- \* I Grafici. Grafici di Funzioni.
- \* Traslazioni e Dilatazioni: Traslazione Orizzontale e Verticale, Costanti moltiplicative: allungamento, compressione e riflessione.
- \* I Grafici ed il Software.
- \* Funzioni Pari e Dispari: Simmetria del Grafico.
- \* Funzioni Periodiche.
- \* Funzioni Elementari: Funzioni Algebriche, Polinomi, Funzioni Esponenziali e Logaritmiche, Funzioni Trigonometriche.
- \* Operazioni Algebriche tra Funzioni. Composizione di Funzioni. Funzione Identità'. Funzioni iniettive, suriettive e biettive. Funzioni Inverse. Esempi

### Concetto di Limite per una funzione reale.

- \* Definizione di limite finito. Proprietà' del limite.
- \* Calcolo dei limiti. Algebra dei limiti.
- \* Teorema del confronto (o dei due carabinieri).
- \* Limiti infiniti e limiti all'infinito. Proprietà'.
- \* Corrispondenza tra Limite all'infinito e asintoti orizzontali della funzione e tra Limite infinito e asintoti verticali.

- \* Continuità di una funzione in un punto e in un intervallo reale.
- \* Limiti e Continuità. Limiti che Coinvolgono l'Infinito.
- \* Funzioni discontinue: Discontinuità' di I e di II specie e discontinuità' eliminabile.
- \* Funzioni continue su un intervallo limitato e chiuso del tipo  $[a, b]$ .  
Teorema dei Valori Intermedi.  
Teorema dei Valori estremi (di Weierstrass) e loro interpretazione grafica.  
Teorema degli zeri ( di Bolzano) : l'algoritmo di bisezione.

- \* Limiti notevoli
- \* Asintoti obliqui(destri e sinistri).

### Le Derivate

- \* La Derivata come Variazione.
- \* La Geometria delle Derivate(interpretazione geometrica della derivata)
- \* Definizione di Derivata.

- \* Legame tra derivabilità e continuità.
- \* Le Derivate delle Funzioni Elementari.
- \* La Derivazione del Prodotto e del Quoziente.
- \* La Derivazione delle Funzioni Composte.

Applicazione del calcolo differenziale:

- \* Massimi e minimi relativi.
- \* Teorema di Fermat.
- \* Teorema di Rolle. Interpretazione geometrica di tale Teorema.
- \* Teorema di Lagrange ( del valor medio) e sua interpretazione geometrica.
- \* Funzioni crescenti e decrescenti. Criterio di monotonia.
- \* Conseguenze del Teorema del valor medio
- \* Applicazioni del teorema del valor medio.
- \* Problemi di ottimizzazione.
- \* La Regola dell'Hospital.
- \* Equazioni Differenziali: Modellare la Crescita
- \* Polinomi di Taylor.
- \* Ottimizzazione.

Proprietà della Continuità

- \* Il Teorema del Valor Medio e Conseguenze.

Il Calcolo delle Aree e l'Integrale

- \* L'Integrale come Area.
- \* Il Teorema Fondamentale del Calcolo Integrale.
- \* Somme di Riemann e Definizione dell'Integrale come Limite.
- \* Aree nel Piano.
- \* Ricerca delle Primitive.
- \* Integrazione per Sostituzione.
- \* Integrale per Parti.
- \* Funzioni integrali.

Esercitazioni di Laboratorio

- \* MAPLE e i packages per le funzioni di una variabile;

- Integrali generalizzati.

Integrazione di funzione illimitata su dominio limitato.  
Integrazione di funzione limitata su dominio illimitato.  
Integrazione di funzione non limitata su intervallo non limitato.  
Criteri per lo studio della convergenza degli integrali impropri:  
Criterio del confronto.  
Criterio del confronto asintotico.

Esempi ed esercizi.

- Successioni numeriche.  
Successioni e limiti.  
Successioni limitate, inferiormente, superiormente e limitate.  
Successioni convergenti e successioni divergenti.  
Infinitesimi ed infiniti.  
Successioni monotone.  
Teorema di esistenza del limite per successioni monotone.  
Calcolo dei limiti per successioni.  
Teorema del confronto (del sandwich, dei due carabinieri)(s.d.)  
Il numero  $e$ .  
Confronti e stime asintotiche.  
Esempi ed esercizi.

- Serie numeriche.  
Paradosso di Zenone di Elea (il pie' veloce Achille e la tartaruga).  
Definizione di serie numerica.  
Successione delle somme parziali.  
Serie convergenti, serie divergenti e serie indeterminate.  
Due serie importanti: la serie geometrica e la serie armonica semplice.  
Condizione necessaria di Cauchy per la convergenza.  
Serie armonica generalizzata.  
Criteri di convergenza per le serie.  
Serie a termini non negativi.  
Criterio del confronto.  
Criterio del confronto asintotico.  
Serie a termini di segno variabile.  
Convergenza assoluta.  
Criterio del rapporto.  
Criterio della radice  $n$ -esima.  
Serie di segno alterno. Criterio di Leibniz (con stima dell'errore in valore assoluto attraverso il primo termine trascurato).

Esempi ed esercizi.

- Serie di funzioni.  
Serie di funzioni reali.  
Intervallo di definizione di una serie di funzioni.  
Convergenza puntuale per le serie di funzioni.  
Convergenza assoluta.  
Determinazione dell'intervallo di convergenza per le serie di funzioni.  
Esempi ed esercizi.  
Resto  $n$ -esimo della serie.  
Convergenza uniforme per le serie di funzioni, definizione analitica e significato geometrico.  
Esempi.

Criterio per valutare la convergenza uniforme di una serie di funzioni: Teorema di Weierstass.

Serie totalmente convergente.

Esempi ed esercizi.

Relazione tra i concetti di convergenza puntuale ed uniforme.

Teoremi sulla convergenza uniforme:

Il limite uniforme di funzioni continue e ' una funzione continua.

Teorema di integrazione per serie e Teorema di derivazione per serie.

Esempi ed esercizi.

- Serie di potenze.

Serie di potenze di centro  $x_0$ , serie centrate nell'origine.

Determinazione dell'intervallo di convergenza per le serie di potenze; raggio di convergenza delle serie di potenze.

Teoremi che legano il raggio di convergenza della serie di potenze e l'intervallo di convergenza.

Criteri per la determinazione del raggio di convergenza per le serie di potenze:

Teorema di D'Alembert o del rapporto (segue dal criterio del rapporto per le serie numeriche).

Teorema di Cauchy-Hadamard o della radice n-esima (segue dal criterio della radice n-esima per le serie numeriche).

Esempi ed esercizi sulla determinazione del raggio di convergenza per serie di potenze.

Derivazione ed integrazione delle serie di potenze: serie derivata e serie integrata.

Serie di Taylor e MacLaurin(Taylor con  $x_0 = 0$ )

Funzioni sviluppabili in Serie di Taylor.

Criterio per la sviluppabilita' in Serie di Taylor.

Serie di Taylor di alcune funzioni elementari:  $e^x$ ,  $\sin x$ ,  $\cos x$ ,

$(1+x)^\alpha$ ,  $\log(1+x)$ ,  $\arctg x$ .

Sviluppo in Serie di Taylor di alcune funzioni utilizzando gli sviluppi elementari.

Esempi ed esercizi.

- Calcolo infinitesimale in piu' variabili.

Funzioni reali di piu' variabili reali.

Studio delle funzioni reali in due variabili reali.(Gli argomenti che seguono vanno sempre riferiti a tali funzioni.)

Grafico di f, linee di livello, domini piani , intorni circolari in  $R^2$ , insiemi limitati, aperti e chiusi del piano. Esempi.

Determinazione del dominio di definizione per f funzione reale di due variabili reali.

Limiti e continuita'.

Definizione di limite finito.

Funzioni continue nel punto  $P_0 = (x_0, y_0)$ .

Calcolo dei limiti per le funzioni in due variabili.

Calcolo dei limiti in coordinate polari.

Insiemi connessi. Teorema degli zeri in  $R^2$ .

Esempi ed esercizi.

-Calcolo differenziale per funzioni di piu' variabili reali

(caso di due variabili reali).

Derivate parziali, funzioni derivabili in un punto del piano e su un dominio.

Vettore gradiente.

Significato geometrico delle derivate parziali rispetto alle due variabili.

Definizione di funzione differenziabile.

$f(x, y)$  differenziabile in un punto implica  $f(x, y)$  continua in tale punto.

Teorema del differenziale.

Interpretazione geometrica del differenziale.

Derivate direzionali.

Teorema (formula del gradiente) in cui si esprime derivata direzionale come prodotto scalare del gradiente con il versore nella cui direzione stiamo derivando.

Richiami sul prodotto scalare tra due vettori del piano.

Derivata direzionale come velocita' di cambiamento della funzione nella direzione e nel verso del versore v, massimo accrescimento.

Ortogonalita' del gradiente con le curve di livello.

Formule di calcolo per le derivate e per i differenziali.

Derivazione delle funzioni composte.(Regola della catena).

Derivate successive.

Teorema di Schwarz.

Formula di Taylor per funzioni in piu' variabili.

Formula di Taylor del II ordine per f funzione reale in due variabili.

Caso generale: Formula di Taylor di ordine n.

Esempi ed esercizi.

-Applicazioni delle derivate parziali.  
Valori estremi (massimi, minimi, selle).  
Teorema(Punti stazionari e matrice hessiana).  
Esempi ed esercizi(caso di funzioni di due variabili reali).  
Funzioni definite implicitamente.  
Teorema del Dini (o della funzione implicita) per  $f$  funzione  $C^1(A)$  con  $A$  aperto del piano. Osservazioni.  
Massimi e minimi delle funzioni implicite.  
Massimi e minimi vincolati.  
Teorema del Moltiplicatore di Lagrange(  $f$  e'  $C^1(A)$  con  $A$  aperto del piano).  
Massimi e minimi assoluti

Esempi ed esercizi.

- Calcolo infinitesimale per le curve.  
Definizione di curva in  $R^2$  e in  $R^3$ .  
Sostegno di una curva.  
Equazioni parametriche e cartesiana della curva.  
Curve regolari.  
Vettore e versore tangente alla curva per valore  $t_0$  del parametro.  
Equazioni parametriche retta tangente alla curva in un punto  $P_0$ .  
Curve orientate.  
Esempi di curve regolari e non: ellisse, astroide.  
Curve in coordinate polari.  
Esempio: spirale di Archimede.  
Lunghezza di una curva.  
Lunghezza di una curva scritta in coordinate polari e di una curva data dal grafico di una funzione reale su intervallo  $[a,b]$ .  
Parametro arco.  
Applicazioni: integrali curvilinei (di prima specie).  
Applicazioni fisiche dell'integrale di linea : calcolo del baricentro e del momento di inerzia rispetto a d una retta r.  
Curve equivalenti.

Esempi ed esercizi.

-Calcolo differenziale per funzioni di piu' variabili a valori vettoriali.  
1)Campi vettoriali.  
Esempi di campi vettoriali in  $R^3$  e in  $R^2$ .

2)Superfici in forma parametrica.  
Definizione di superficie in  $R^3$ .

3)Trasformazioni di coordinate.  
Trasformazioni in  $R^2$ : coordinate polari nel piano.  
Trasformazioni in  $R^3$ : coordinate cilindriche e coordinate sferiche(polari nello spazio).

Differenziabilita' per funzioni  $f: R^n \rightarrow R^m$ : Matrici Jacobiane.  
Teorema per la differenziabilita' di  $f: R^n \rightarrow R^m$ .  
Differenziabilita' per la funzione composta.

-Superfici in  $R^3$ .  
Equazioni parametriche superficie.  
Concetto di regolarita' per una superficie.  
Digressione sulla caratteristica di una matrice reale  $A$   $m \times n$ .  
Superfici date dal grafico di  $f: D \rightarrow R$  dove  $D$  e' dominio del piano con  $f \in C^1(D)$ : esempio di superficie regolare.  
Superfici parametricamente equivalenti.  
Piano tangente ad una superficie.  
Digressione sul prodotto vettoriale in  $R^3$ .  
Vettore normale ad una superficie.  
Area di una superficie.

Esempi ed esercizi.

-Calcolo integrale per funzioni di piu' variabili.  
Integrazione multipla in  $R^2$  e in  $R^3$ .

Definizione di integrale doppio di  $f$  sul rettangolo  $[a,b] \times [c,d]$  dove  $f$  è continua e a valori reali su tale rettangolo.  
Significato geometrico dell'integrale doppio quando  $f \geq 0$ .

Domini del piano  $D$  normali rispetto all'asse  $x$  ( $y$ -semplici) e normali rispetto all'asse  $y$  ( $x$ -semplici).

Domini semplici e regolari.

Integrazione doppia su domini normali.

Area di un dominio semplice.

Proprietà degli integrali doppi:

\* linearità;

\* monotonia;

\* additività dell'integrale rispetto al dominio di integrazione;

\* analogo del Teorema della media dimostrato in Analisi 1 per

integrali semplici (su intervalli);

\* se  $f(x,y)$  integrabile su  $D$ , allora anche  $|f(x,y)|$  integrabile su  $D$ .

Applicazioni fisiche degli integrali doppi: baricentri di lamine piane e momenti di inerzia.

Cambiamento di variabile negli integrali doppi.

Determinante jacobiano.

Formula di cambiamento di variabile per integrali doppi.

Trasformazioni regolari di coordinate.

Caso delle coordinate polari del piano.

Calcolo del determinante jacobiano.

Formula del cambiamento di variabili da cartesiane a polari.

Giustificazione dell'importanza di  $|\det J_{\{f\}}|$  nella formula: tale fattore correttivo ci dice quanto la trasformazione cambia l'area della regione su

cui si integra.

Integrali tripli.

Definizione di domini dello spazio normali rispetto al piano  $(x,y)$  e normali rispetto ai piani  $(y,z)$  e  $(z,x)$ .

Formula di cambiamento di variabile per integrali tripli.

Calcolo del determinante jacobiano per le trasformazioni sferiche e cilindriche.

Formula di Gauss-Green nel piano.

Orientazione del bordo del dominio.

Formula di Gauss-Green per domini normali del piano (con dimostrazione).

Applicazione del Teorema di Gauss-Green per domini più generali del piano: domini dati dall'unione di domini normali che si intersecano solamente lungo il bordo.

Applicazione della Formula di Gauss-Green per calcolare l'area di un dominio piano.

Esempi ed esercizi.

-Flusso di un campo vettoriale.

Esempio fisico: portata del liquido.

Flusso di un campo vettoriale attraverso una superficie orientata  $S$ .

Scelta coerente del versore normale  $n$  alla superficie.

Superfici orientabili: normale esterna o interna.

Campi vettoriali in  $\mathbb{R}^3$ :

Teorema della divergenza e Teorema del rotore o di Stokes.

Osservazioni fisiche su tali teoremi.

Orientamento del bordo di una superficie regolare parametrizzata su cui è stabilita un'orientazione (attraverso  $n$ ).

Orientamento del bordo di tale superficie dedotto dall'orientamento su  $S$ .

Esempi di orientamento di bordi di superfici regolari, con bordo e orientate.

**Disciplina:** N513IND AUTOMAZIONE OLEODINAMICA E PNEUMATICA ING-IND/16

**Corso di Studio:** IND **Crediti:** 5 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** BEDINI RAFFAELE P2 ING-IND/16 **Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. Meccanica e Tecn. Indust.

---



**Disciplina:** N003IND **CHIMICA**

CHIM/07

**Corso di Studio:** IND

**Crediti:** 6 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** SPINICCI ROBERTO

P2 CHIM/07

**Copertura:** TITAN

**Ente appartenenza:** Dip. di Energetica "S.Stecco"

---

Dettagli sulla struttura dell'atomo di idrogeno e degli atomi multielettronici.

Legame chimico ed energia di legame. Forze intermolecolari. Grado di ossidazione. Nomenclatura

Analisi degli stati di aggregazione, delle principali tipologie di composti chimici, delle soluzioni e delle dispersioni colloidali.

La fattibilità dei processi su basi termodinamiche. Esempi di reazioni favorite (neutralizzazione, precipitazione etc.) o sfavorite .

Gli equilibri chimici : aspetti generali. Derivazione sperimentale e termodinamica della costante di equilibrio.

Principio di Le Chatelier

Aspetti teorici degli equilibri acido base e ossidoriduttivi.

Velocità di reazione e fattibilità di un processo dal punto di vista dei tempi di reazione

Sfruttamento delle risorse: effetti sull'ambiente

**Disciplina:** N314IND **COSTRUZIONE DI MACCHINE TESSILI**

ING-IND/14

**Corso di Studio:** IND

**Crediti:** 5 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** NERLI GIOVANNI

P1 ING-IND/14

**Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. Meccanica e Tecn. Indust.

---

**Corso di Studio:** IND

**Crediti:** 5 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** CAPITANI RENZO

P1 ING-IND/14 **Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. Meccanica e Tecn. Indust.

---

1. Considerazioni generali sui motoveicoli.
  - 1.1. La cinematica della motocicletta.
    - La geometria del motociclo.
    - La cinematica dello sterzo.
    - I moti di rollio e beccheggio.
2. Forze agenti sul veicolo.
  - 2.1. Forze scambiate tra pneumatico e strada.
    - Distribuzione delle pressioni di contatto ruota-suolo.
    - Resistenza di rotolamento.
    - Forze scambiate tra ruota e strada in direzione longitudinale e trasversale.
  - 2.2. Azioni aerodinamiche.
    - Espressione delle forze e dei momenti aerodinamici.
3. Dinamica del motoveicolo come corpo rigido.
  - 3.1. Calcolo delle prestazioni nel moto rettilineo.
    - Potenza necessaria al moto a velocità costante
  - 3.2 L'equilibrio del motociclo in moto rettilineo.
  - 3.3. Moti curvi del motoveicolo
    - L'inclinazione della motocicletta in curva.
    - Comportamento direzionale del motociclo in curva.
4. Descrizione dei principali organi costituenti il motoveicolo.
  - 4.1. Pneumatico
    - Costituzione del pneumatico.
    - Modello del pneumatico della motocicletta.
  - 4.2. Sospensioni.
    - Modello funzionale ad 1 gdl.
    - Caratteristiche degli ammortizzatori.
    - Cenni sui vari tipi di sospensioni.
    - Sospensioni anteriori e posteriori.
  - 4.3. Telaio motociclistico.
    - Esigenze di resistenza e rigidità
    - Aspetti costruttivi
  - 4.4. Organi di trasmissione del moto alle ruote.
    - Schemi di trasmissione.
    - Frizioni, cambi.
  - 4.6. Freni
    - A disco e a tamburo.
    - Schemi funzionali ed effetti termici.

**Disciplina:** N347IND **DIAGNOSTICA INDUSTRIALE**

ING-IND/14

**Corso di Studio:** IND

**Crediti:** 5 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** VANGI DARIO

P2 ING-IND/14

**Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. Meccanica e Tecn. Indust.

---

- Diagnostica: monitoraggio, supervisione, prediagnostica, diagnostica; Campo e problemi tipici di applicazione; Esempi di applicazione.
- Catena di misura. Sensori: principi di funzionamento, caratteristiche, tipi; sensori per la misura e per la sicurezza, loro utilizzazione nella diagnostica industriale; strumentazione, evoluzione e funzionamento; interfacciamento e gestione degli strumenti con PC; schede di I/O, controllori a logica programmabile.
- Segnali. Segnali tempo continui e tempo discreti, segnali digitali; esempi di segnali in relazione ai fenomeni che li generano; conversione Analogico/Digitale. Esempi ed esercitazioni sull'uso di catene di acquisizione dati.
- Strumenti per la diagnostica. Tecniche per l'analisi del segnale; tecniche di riconoscimento e classificazione dei segnali; Esempi di applicazione.
- La tecnica estensimetrica: la misura delle deformazioni; gli estensimetri elettrici; strumentazione; normative per l'utilizzazione degli estensimetri elettrici; Applicazioni alla realizzazione di celle di carico, principi di progettazione. Esempi ed esercitazioni sull'uso degli estensimetri. Esempi di monitoraggio con estensimetri.
- Controlli non distruttivi: gli ultrasuoni; le sonde; catene di misura per rilievi con ultrasuoni; esecuzione di un controllo con ultrasuoni e interpretazione dei risultati  
Esempi ed esercitazioni sul metodo ultrasonoro.

**Disciplina:** N294IND **DISEGNO ASSISTITO DAL CALCOLATORE** ING-IND/15

**Corso di Studio:** IND **Crediti:** 5 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** RISSONE PAOLO P1 ING-IND/15 **Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. Meccanica e Tecn. Indust.

---

**Disciplina:** N304IND **DISEGNO TECNICO-INDUSTRIALE**

ING-IND/15

**Corso di Studio:** IND

**Crediti:** 6 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** CARFAGNI MONICA

P1 ING-IND/15

**Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. Meccanica e Tecn. Indust.

---

vedi sito:

[www.dmti.unifi.it/disegno](http://www.dmti.unifi.it/disegno)

**Disciplina:** N307IND **ECONOMIA DEI SISTEMI INDUSTRIALI**

ING-IND/35

**Corso di Studio:** IND

**Crediti:** 3 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** RAPACCINI MARIO

RL ING-IND/35

**Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. di Energetica "S.Stecco"

---

MACROECONOMIA: contabilità nazionale; reddito e spesa; moneta interesse e reddito; politica monetaria e politica fiscale; relazioni economiche internazionali; domanda aggregata e offerta aggregata;  
ELEMENTI DI ECONOMIA GESTIONALE: teoria della domanda; teoria della produzione teoria del costo; cenni alle strutture del mercato: concorrenza perfetta, monopolio, concorrenza monopolistica, oligopolio.

**Disciplina:** N014IND **ECONOMIA E GESTIONE DELLE IMPRESE** SECS-P/08

**Corso di Studio:** IND **Crediti:** 3 **Tipo:** A

**Note:** RINNOVO

**Docente:** BERTI DANIO 25U **Copertura:** CRETR

**Ente appartenenza:** SERVIZI GENERALI

---



**Disciplina:** N312IND **ELEMENTI COSTRUTTIVI DELLE MACCHINE** ING-IND/14

**Corso di Studio:** IND **Crediti:** 6 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** PIERINI MARCO P2 ING-IND/14 **Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. Meccanica e Tecn. Indust.

---

#### PARTE 1: PRINCIPI DI PROGETTAZIONE MECCANICA

(\* Il progetto meccanico

(\* Criteri di resistenza dei materiali: criterio della massima tensione tangenziale, criterio della massima energia di distorsione

#### PARTE 2: ELEMENTI COSTRUTTIVI DELLE MACCHINE

(\* Collegamenti non smontabili: saldature, travi composte saldate, chiodature, travi composte chiodate, collegamenti forzati

(\* Collegamenti smontabili: chiavette, linguette, spine, scanalati, collegamenti con viti

(\* Viti di manovra

(\* Progetto e verifica degli assi, degli alberi e dei perni

(\* Molle: barra di torsione, molla ad elica

(\* Ruote dentate: ruote cilindriche e coniche a denti diritti ed elicoidali, coppia vite senza fine - ruota elicoidale

(\* Trasmissioni coassiali: trasmissioni cardaniche, trasmissioni con giunti elastici, a denti, ecc.

(\* Cinghie piane, tonde, trapezoidali e poly-v, cinghie dentate

(\* Catene di trasmissione

(\* Cuscinetti di strisciamento

(\* Cuscinetti di rotolamento

(\* Componentistica

(\* Articolazioni e supporti elastici

**Disciplina:** N002IND **FISICA GENERALE I**

FIS/01

**Corso di Studio:** IND

**Crediti:** 6 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** SCIORTINO SILVIO

RC FIS/01

**Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. di Energetica "S.Stecco"

---

Elementi di calcolo vettoriale. Definizione di vettori, somma e sottrazione di vettori. Il prodotto scalare, il prodotto vettoriale ed il doppio prodotto misto. Rappresentazioni dei vettori mediante un sistema di riferimento ortogonale.

Sistemi di unità di misura, Sistema Internazionale.

Cinematica del singolo punto. Concetto di vettore posizione, velocità ed accelerazione. Descrizione parametrica del moto e descrizione mediante traiettoria ed equazione oraria.

Cinematica dei sistemi di punti. Moti rigidi e formula fondamentale della cinematica dei rigidi.

I vincoli ed il numero di gradi di libertà di un sistema.

Dinamica del punto materiale. Concetto di forza. Principi di Newton e applicazioni.

Momenti di forza, forze elastiche e leggi dell'attrito.

Leggi di Kepler e gravitazione universale.

Cenni ai sistemi di riferimento non inerziali ed alle forze apparenti.

Concetto di lavoro ed energia. Energia cinetica di un punto materiale e di un sistema di punti. Teorema di Koenig. Teorema dell'energia cinetica.

Lavoro della forza peso, della forza elastica di una molla e della forza gravitazionale. Lavoro delle reazioni vincolari.

Forze conservative e relativi teoremi, energia potenziale e conservazione dell'energia meccanica. Esempi di calcolo dell'energia potenziale.

Urti tra punti materiali. Coefficiente di restituzione, urti elastici e anelastici. Urti centrali e urti in due dimensioni.

Dinamica dei sistemi di punti materiali, definizione di centro di massa e sue proprietà, teorema del centro di massa, momento angolare e teorema del momento angolare.

Equazioni cardinali della dinamica.

Dinamica dei sistemi rigidi, momento di inerzia.

Moti di rotolamento puro.

Principio di conservazione della quantità di moto e del momento angolare.

**Disciplina:** N016IND **FISICA GENERALE II**

FIS/01

**Corso di Studio:** IND

**Crediti:** 5 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** SCIORTINO SILVIO

RC FIS/01

**Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. di Energetica "S.Stecco"

---

Materia di studio: FISICA GENERALE II  
Raggruppamento Scientifico Disciplinare: FIS01  
Corso/i di laurea: Ingegneria tessile -Prato

Anno di corso: 2001-2002

Introduzione all'Elettrostatica

Interazione elettrica: legge di Coulomb. Campo elettrico. Flusso e circuitazione di un campo vettoriale. Legge di Gauss. Conservativita' del campo. Potenziale, energia e densita' di energia elettrostatica  
Esercizi di riepilogo.

Introduzione all'integrazione di linea e al flusso tramite analogia (intuitiva) con l'idrodinamica. Flusso e circuitazione sono gli ingredienti matematici fondamentali del corso.

Proprieta' elettrostatiche dei materiali

Proprieta' elettriche dei conduttori. Schermo elettrostatico. Capacita', condensatori. Momento di dipolo elettrico.

Proprieta' elettriche degli isolanti.

Esercizi di riepilogo.

Correnti stazionarie

Equazione di continuita', condizione di stazionarieta'. Resistivita'. Resistivita' nei vari materiali. Leggi di Kirchhoff. Effetto Joule. Circuito RC. Esempi ed esercitazioni di laboratorio. Esempi pratici: pile ed accumulatori

Campo magnetico

Campo magnetico definito tramite la forza di Lorentz. Leggi di Laplace. Circuitazione e flusso del campo magnetico. Dipolo magnetico. Esempi ed esercitazioni di laboratorio.

Proprieta' magnetiche dei materiali

Materiali diamagnetici, paramagnetici e ferromagnetici. Energia del campo magnetico. Elettromagneti. Ciclo di isteresi. Misure di campo magnetico con sonda di Hall.

Esempi pratici: elettromagneti.

Induzione elettromagnetica,

Legge di Faraday. Induttanza. Circuito RL. Mutua induttanza. Legge di Ampere Maxwell. Formulazione completa delle equazioni di Maxwell.

Esercizi ed esempi.

Introduzione

alle onde e Onde Elettromagnetiche

---

Anno di corso: 2002-2003

1)Elettrostatica e magnetostatica: le nozioni fondamentali seguenti.

Interazione elettrica: legge di Coulomb. Campo elettrico. Flusso e circuitazione di un campo vettoriale. Legge di Gauss. Conservativita' del campo. Potenziale, energia e densita' di energia elettrostatica

Campo magnetico

Campo magnetico definito tramite la forza di Lorentz. Leggi di Laplace. Circuitazione e flusso del campo magnetico. Dipolo magnetico.

2) Correnti stazionarie. Legge di Ohm. Leggi di Kirchhoff.

3)Induzione elettromagnetica,

Legge di Faraday. Induttanza. Circuito RL. Mutua induttanza. Legge di Ampere Maxwell. Formulazione completa

delle equazioni di Maxwell.

5) Oscillazioni. Circuiti RLC.

**Disciplina:** N018IND **FISICA TECNICA**

ING-IND/10

**Corso di Studio:** IND

**Crediti:** 6 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** MARCHI GUGLIELMO

AE ING-IND/11

**Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. di Energetica "S.Stecco"

---

**Disciplina:** N308IND **GESTIONE AZIENDALE**

SECS-P/07

**Corso di Studio:** IND

**Crediti:** 3 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** DE PRA' MAURIZIO 25U

**Copertura:** CRETR

**Ente appartenenza:** SERVIZI GENERALI

---

**Disciplina:** N249IND **GESTIONE DELLA PRODUZIONE** ING-IND/17  
**INDUSTRIALE**

**Corso di Studio:** IND **Crediti:** 5 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** RINALDI RINALDO P2 ING-IND/17 **Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. di Energetica "S.Stecco"

---

**Disciplina:** N117IND **GESTIONE DELLA QUALITA'**

ING-IND/17

**Corso di Studio:** IND

**Crediti:** 6 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** ARCIDIACONO GABRIELE 25U

**Copertura:** CRETR

**Ente appartenenza:** Dip. Meccanica e Tecn. Indust.

---



**Disciplina:** N119IND **GESTIONE INDUSTRIALE DELL'ENERGIA** ING-IND/09

**Corso di Studio:** IND **Crediti:** 5 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** DE LUCIA MAURIZIO P1 ING-IND/09 **Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. di Energetica "S.Stecco"

---

Richiami /cenni di Termodinamica di base e Scambio calore  
Richiami di MACCHINE (Motori a Combustione Interna ,Turbine a Gas , Turbine a Vapore, Cicli combinati, Pompe-Compressori e regolazione  
Cenni alla Situazione energetica nazionale ed internazionale)  
Caratteristiche e Principi degli impianti per applicazioni industriali  
Cicli inversi -Frigoriferi per applicazioni industria e POMPE DI CALORE - Cicli base, Sistemi a Compressione e Sistemi ad Assorbimento  
Scambiatori di calore e Recupero Energia - Principi di funzionamenti e dimensionamento  
Contabilizzazione Energetica e Ottimizzazione dei carichi  
Considerazioni impiantistiche ed esempi di impianti di cogenerazione con: Motori a combustione interna,Turbine a Vapor, Turbine a Gas, Gruppi Combinati e mictoturbine  
Tipologie impiantistiche utilizzabili sia per applicazioni industriali. Teoria e considerazioni varie, Esempi applicativi  
Nozioni di base sull'exergia e dettagli sulla teoria, teoria della Termoeconomia ed Esempi di applicazione su sistemi energetici industriali (Fornifosori, Impianti Cogeneratori, Postcombustore ect)

**Disciplina:** N242IND **IMPIANTI INDUSTRIALI**

ING-IND/17

**Corso di Studio:** IND

**Crediti:** 6 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** BANDELLONI MARTINO

P1

ING-IND/17

**Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. di Energetica "S.Stecco"

---

**Disciplina:** N047IND **INFORMATICA GRAFICA**

ING-INF/05

**Corso di Studio:** IND IAR

**Crediti:** 3 **Tipo:** A

**Note:** RINNOVO

**Docente:** GOVERNI LAPO 25U

**Copertura:** CRETR

**Ente appartenenza:** Servizi Generali

---

**Disciplina:** N267IND **MECCANICA APPLICATA ALLE MACCHINE I** ING-IND/13

**Corso di Studio:** IND **Crediti:** 6 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** GIUSTI ROBERTO RC ING-IND/13 **Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. di Energetica "S.Stecco"

---

**Disciplina:** N269IND **MECCANICA APPLICATA ALLE MACCHINE** ING-IND/13  
**II**

**Corso di Studio:** IND **Crediti:** 5 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** MIRAGLINO PASQUALE 25U **Copertura:** CRETR

**Ente appartenenza:** SERVIZI GENERALI

---

1) Principi di cinematica applicata

Coppie cinematiche. Richiami dei moti rigidi piani. Centro di istantanea rotazione. Polari del moto. Profili coniugati. Catene cinematiche e meccanismi. Sistemi articolati: Cinematica dei moti relativi. Teoremi di Chasles e di Rivals. Accelerazione di Coriolis. Esempi applicativi con esercizi e meccanismi derivati dal manovellismo di spinta. Svolgimento della tavola sul meccanismo a guida di Fairbairn.

2) Principi di dinamica applicata

Forze agenti nelle macchine. Forze di inerzia. Teorema di D'Alembert. Lavoro delle forze di inerzia. Riduzione delle masse e delle forze. Equazione del moto di una macchina. Regimi di funzionamento delle macchine. Rendimento meccanico. Approccio energetico ed equazione di Lagrange. Energia cinetica e momenti d'inerzia ridotti. Caso del rotismo e del quadrilatero articolato. Masse di sostituzione nello spazio.

3) Dinamica del manovellismo di spinta rotativa

Masse di sostituzione nel moto piano e nella biella del manovellismo di spinta. Energia cinetica della biella e del manovellismo. Forze agenti sul telaio di una motrice alternativa dovute alla pressione del fluido ed alle forze di inerzia. Compensazione della forza rotante e delle forze di inerzia di primo e secondo ordine. Equilibratura statica e dinamica nelle macchine pluricilindriche. Dinamica delle macchine a regime periodico. Grado di irregolarità e calcolo del volano. Grafici del momento e del lavoro nel caso del motore monocilindrico a quattro tempi.

4) Trasmissioni mediante ruote di frizione e ruote dentate

Trasmissioni meccaniche: formule della potenza; trasmissioni riduttrici e trasmissioni moltiplicatrici. Rapporto di trasmissione e rendimento. Forma delle ruote per assi paralleli e per assi concorrenti. Ruote di frizione: caratteristiche funzionali e costruttive. Ruote cilindriche a denti dritti: superfici primitive e linee primitive; elementi geometrici fondamentali; arco di azione e linea di imbocco. Condizione geometrica fondamentale dei profili coniugati. Profili cicloidal, profili ad evolvente e relative caratteristiche. Forze trasmesse tra i denti in presa. Cenni sul taglio delle dentature. Il problema del numero minimo di denti. Interferenza. Coppia rocchetto-dentiera. Dentature ad evolvente di tipo speciale: dentature a profili spostati e dentature ribassate. Taglio delle dentature corrette. Dimensionamento a flessione delle dentature. Possibili cause di usura degli ingranaggi e cenni sulla verifica ad usura. Rendimento delle ruote dentate. Ruote cilindriche a denti elicoidali per assi paralleli: caratteristiche ed elementi geometrici fondamentali. Spinta assiale. Ruote a denti bielcoidali. Ruote dentate coniche: caratteristiche ed elementi geometrici fondamentali. Spinta assiale. Cenni sulle ruote coniche a denti obliqui. Ruote a denti elicoidali per assi sghembi: caratteristiche ed elementi geometrici fondamentali. Condizioni di ingranamento. Strisciamento tra i denti. Cenni sul meccanismo vite senza fine-ruota a denti elicoidali. Rotismi ordinari: rapporto di trasmissione, comportamento dinamico e rendimento. Rotismi epicicloidali: formula del Willis, rotismi epicicloidali riduttori e compensatori. Differenziale per autoveicoli.

5) Meccanismi con sagome e camme

Meccanismi con sagome, camme e punteria o bilanciere. Analisi cinematica. Manovellismo e quadrilatero equivalenti. Sintesi dei profili: metodo grafico e analitico. Sagome ed eccentrici con vari tipi di punterie. Studio statico: condizioni di impuntamento. Realizzazioni costruttive. Svolgimento della tavola sull'eccentrico a piattello. Calcolo del profilo. Espressioni analitiche dell'alzata, della velocità e dell'accelerazione della punteria. Dimensionamento di massima della molla con determinazione del precarico.

6) Trasmissioni con organi flessibili

Rigidezza degli organi flessibili. Rendimento della puleggia fissa e della puleggia mobile. Trasmissioni con cinghie. Condizioni di aderenza. Tensioni nei rami della cinghia. Influenza dell'angolo di avvolgimento, del coefficiente di attrito e della velocità. Rendimento delle trasmissioni a cinghia. Cinghie piatte, cinghie trapezoidali, cinghie dentate: caratteristiche costruttive e funzionali. Cenni sul dimensionamento delle trasmissioni a cinghie piatte.

7) Funi metalliche e catene

Funi metalliche: Caratteristiche principali delle funi spirodali ed a trefoli. Cenni sul dimensionamento. Catene articolate e ad anelli. Trasmissione mediante catene articolate. Catene Galle, catene a rulli, catene silenziose. Caratteristiche fondamentali delle catene ad anelli.

8) Vibrazioni meccaniche

Moti periodici. Richiami sul moto armonico. Cenni sui fenomeni vibratorii fondamentali. Oscillazioni libere e forzate

di un sistema ad un grado di libertà senza smorzamenti. Cenni sulle oscillazioni con smorzamenti.

9) Fenomeni dinamici del moto rotatorio

Richiami di dinamica dei corpi rigidi rotanti. Condizioni di equilibrio statico e dinamico ed effetti prodotti dai relativi squilibri. Velocità critiche flessionali: albero con massa puntiforme centrata. Albero con massa puntiforme eccentrica. Albero con più masse puntiformi centrate: formula del Dunkerley. Oscillazioni flessionali libere di una barra con massa puntiforme concentrata. Moto di un rotore intorno ad un asse baricentrico non centrale di inerzia. Oscillazioni provocate dalle masse perturbatrici. Condizioni di risonanza. Bilanciamento statico e dinamico dei rotori. Velocità angolare variabile periodicamente: oscillazioni torsionali libere di un albero portante una sola massa e di un albero portante due masse. Oscillazioni torsionali forzate. Risonanza. Coefficiente di amplificazione.

**Disciplina:** N919IND **METODI PER LA MODELLAZIONE E LA PROGETTAZIONE** ING-IND/15

**Corso di Studio:** IND **Crediti:** 5 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** CARFAGNI MONICA P1 ING-IND/15 **Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. Meccanica e Tecn. Indust.

---

**Disciplina:** N957IND **MOTORI PER MOTOVEICOLI**

ING-IND/08

**Corso di Studio:** IND

**Crediti:** 5 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** FERRARA GIOVANNI

RC ING-IND/09

**Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. di Energetica "S.Stecco"

---

Il funzionamento del motore 2T e 4T (le fasi)

Cicli termodinamici di riferimento: Otto, Diesel, Beau de Rochas. Ciclo limite e indicato

Campi d'impiego, grandezze geometriche e cinematiche, grandezze indicate, parametri caratteristici (pmi, pme, rendimento, dosatura, consumo specifico, potenza, coppia ecc), relazioni tra i parametri caratteristici, curve caratteristiche (coppia e potenza), accoppiamento del motore all'utilizzatore, integrazione motore-veicolo.

Cenni ai fattori che influenzano il riempimento. La fasatura delle valvole nei 4T. Il lavaggio del motore 2T.

Effetti dinamici nei condotti di aspirazione e scarico: fenomenologia.

La regolazione della potenza. Panoramica sui principali sistemi di alimentazione per motori ad accensione comandata: carburatore, iniezione indiretta e diretta del combustibile.

Cenni sui combustibili. Fenomenologia della combustione nei motori ad accensione comandata. Combustioni anomale.

Formazione e controllo degli inquinanti, accenni ai sistemi di abbattimento delle emissioni sonore.

Analisi sintetica delle basi di partenza per il progetto di un MCI. Esame di alcuni casi reali.



**Disciplina:** N315IND **ORIENTAMENTO E LAVORO DI GRUPPO**

**Corso di Studio:** IND

**Crediti:** 2 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** FERRARA VALENTINA

25U

**Copertura:** CRETR

**Ente appartenenza:** Servizi Generali

---

**Disciplina:** N309IND **PRINCIPI DELLA PROGETTAZIONE  
MECCANICA**

ING-IND/14

**Corso di Studio:** IND

**Crediti:** 6 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** ZONFRILLO GIOVANNI

RC ING-IND/14

**Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. Meccanica e Tecn. Indust.

---

Sforzi agenti su elementi di macchine:

vincoli, condizioni e schemi di equilibrio, linee di forza, concetto di sollecitazione. Componenti della tensione: sforzo normale e tangenziale. Sforzi di contatto nelle connessioni. Rigidezza. Deformazione normale e di taglio. Legame tra tensioni e deformazioni in campo elastico. Valutazione della ripartizione dei carichi in elementi di macchine con vincoli sovrabbondanti.

Proprietà geometriche delle aree:

momenti statici, baricentro, momenti d'inerzia, momenti centrifughi, momento polare, direzioni principali.

Analisi dello stato di tensione:

carico assiale, torsione, flessione, taglio, sollecitazioni composte. Sforzi in sfere e cilindri di spessore sottile in pressione. Trasformazione di sforzi e deformazioni, cerchi di Mohr, tensioni principali. Determinazione dello stato di deformazione e sollecitazione in alcuni componenti meccanici.

Aspetti generali del comportamento meccanico dei materiali

resistenza statica, deformazione plastica, incrudimento. Fatica, curve di Wöhler, effetto del carico medio, effetto d'intaglio, fattori che influenzano la resistenza a fatica.

Dimensionamento strutturale di organi di macchine:

Schematizzazione del componente, individuazione degli sforzi, tensione ideale e tensione ammissibile, coefficiente di sicurezza, calcolo di verifica e di progetto. Criterio di resistenza del taglio massimo. Progetto di alberi di trasmissione. Dimensionamento di alcuni semplici particolari usualmente impiegati nelle macchine.

Caratteristiche della sollecitazione

Relazioni tra carico distribuito, taglio e momento flettente. Diagrammi delle azioni interne nel piano e nello spazio.

**Disciplina:** N236IND **PRINCIPI DI INGEGNERIA ELETTRICA**

ING-IND/31

**Corso di Studio:** IND

**Crediti:** 6 **Tipo:** A

**Note:** RINNOVO

**Docente:** BARTOLI MASSIMO

25U

**Copertura:** CRETR

**Ente appartenenza:** SERVIZI GENERALI

---

**Disciplina:** N917IND **PROGETTAZIONE STRUTTURALE DEL  
MOTORE**

ING-IND/14

**Corso di Studio:** IND

**Crediti:** 3 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** ROSTI DANIELE

25U

**Copertura:** CRETR

**Ente appartenenza:** SERVIZI GENERALI

---

**Disciplina:** N920IND **PROGETTO DI IMPIANTI SPECIALI**

ING-IND/17

**Corso di Studio:** IND

**Crediti:** 5 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** DE CARLO FILIPPO

25U

**Copertura:** CRETR

**Ente appartenenza:** SERVIZI GENERALI

---

**Disciplina:** N215IND **RICERCA OPERATIVA**

MAT/09

**Corso di Studio:** IND IDI

**Crediti:** 5 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** CAPPANERA PAOLA

RL MAT/09

**Copertura:** CRETR

**Ente appartenenza:** Dip. Sistemi e Informatica

---

**Disciplina:** N079IND **SICUREZZA DEGLI IMPIANTI INDUSTRIALI** ING-IND/17

**Corso di Studio:** IND **Crediti:** 5 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** GIAGNONI LORENZO 25U **Copertura:** CRETR

**Ente appartenenza:** SERVIZI GENERALI

---

**Note:**

---

1) Impianti motori a vapore: Cicli semplici e perfezionati. Rigenerazione e risurriscaldamento. Componenti e bilanci energetici: condensatori, degasatore, scambiatori rigenerativi. Impianti a vapore cogenerativi a contropressione. Generatori di vapore: tipologia di generatori industriali; scambio termico; combustione, bilancio energetico, rendimento e perdite. Macchine operatrici idrauliche (pompe). Conservazione del momento della quantità di moto ed espressioni generali del lavoro di una turbomacchina. Prevalenza e curve. Numero di giri specifico ns, e tipologia delle pompe a diverso ns. Cavitazione nelle macchine idrauliche. Disposizione delle pompe in serie od in parallelo. 1,7 CFU.

2) Impianti motori con turbine a gas: Ciclo semplice e rigenerato. Compressione interrefrigerata, postcombustione. Bilancio della combustione. Iniezione di vapore od acqua. Cogenerazione con turbine a gas. Cicli combinati gas-vapore. Triangoli di velocità. Grado di reazione. Turbine: rendimento in assenza di attriti per  $R=0$  e  $R=0,5$ . Compressori assiali. Definizione dello stadio, vani direttori di ingresso ed uscita. Compressori multistadio. Diffusore anulare. Rappresentazione di espansione e compressione nel piano h-s. Compressori centrifughi. Schema costruttivo. Diffusore piano o palettato. 1,2 CFU.

3) Motori a combustione interna alternativi a quattro tempi: Ciclo ideale e ciclo limite per accensione comandata o spontanea. Ciclo reale. Diagramma dell'indicatore. Coefficiente di riempimento. Espressione della coppia e della potenza. 0,6 CFU.

4) Sperimentazione su macchine ed impianti: misure di pressione, portata, velocità e temperatura. Prove su pompe (prestazioni e cavitazione). Prove su motori a combustione interna alternativi. Misura delle emissioni. 1,5 CFU.

4) Cogenerazione di energia elettrica e termica: Applicazione ai diversi impianti: turbine a vapore a contropressione o a spillamento, turbine a gas, motori a combustione interna alternativi. Cicli combinati gas-vapore. Confronti fra le varie soluzioni cogenerative. 1 CFU.

5) Turbomacchine: Entalpia totale e scambi di energia. Variazione del momento della quantità di moto. Triangoli di velocità. Applicazioni a pompe e ventilatori. Curve caratteristiche premente e resistente. Numero di giri specifico, prevalenza e selezione delle macchine 1 CFU.



**Disciplina:** N050IND STATISTICA

SECS-S/02

**Corso di Studio:** IND

**Crediti:** 5 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** POLVERINI FRANCESCO

P2S SECS-S/01

**Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Servizi Generali

---

Statistica descrittiva e inferenza statistica, rilevazione e raccolta dei dati statistici, variabili qualitative e quantitative, distribuzioni di frequenze, rappresentazioni tabellari e grafiche.

Indici di posizione, media aritmetica, moda, mediana, quantili; indici di variabilità, varianza e scarto quadratico medio, coefficiente di variazione.

Distribuzioni statistiche doppie, distribuzioni marginali e condizionate, indipendenza, coefficiente di correlazione, distribuzioni multiple.

Esperimenti casuali, approcci diversi alla probabilità, eventi e relazioni tra eventi, assiomi del calcolo delle probabilità, probabilità condizionata, eventi indipendenti, variabili casuali discrete e continue, valore atteso, proprietà del valore atteso, valore atteso di una funzione di una v.c., momenti, media e varianza di una trasformazione lineare, variabili casuali standardizzate, alcune variabili casuali: Bernoulli, binomiale, Poisson, geometrica, uniforme, normale.

Variabili casuali doppie, distribuzioni marginali e condizionate, indipendenza, momenti di una v.c. doppia, somma di v.c., valore medio e varianza di una somma di v.c., covarianza, coefficiente di correlazione, distribuzioni multiple.

Popolazione e campione, errori di campionamento e campionamento casuale, schemi di campionamento, campionamento semplice con e senza rimessa, distribuzione del campione, statistiche e loro distribuzione, distribuzione della media del campione.

Teoria della stima, stime puntuali, proprietà degli stimatori, non distorsione, efficienza e consistenza, stima della media e della varianza, stima della proporzione, cenni sui metodi di stima, metodo dei momenti, metodo di massima verosimiglianza.

Stima per intervallo, intervalli di confidenza per la media, teoremi sulla distribuzione normale, variabile casuale chi-quadro e t di Student, teorema del limite centrale, intervallo di confidenza per la media e la proporzione, intervallo di confidenza per la varianza, numerosità del campione.

Formulazione di ipotesi statistiche, errore di prima e seconda specie, regole di decisione, test sulla media di una popolazione, test unilaterali e bilaterali, potenza del test, test sulla differenza delle medie e proporzioni, test sull'uguaglianza delle varianze, variabile casuale F di Fisher.

Modello di regressione lineare semplice, formulazione e ipotesi del modello, metodo dei minimi quadrati, proprietà della retta dei minimi quadrati, stima della varianza dell'errore, proprietà degli stimatori dei coefficienti di regressione, coefficiente di determinazione, inferenza sui parametri del modello.

**Disciplina:** N264IND **STUDI DI FABBRICAZIONE**

ING-IND/16

**Corso di Studio:** IND

**Crediti:** 5 **Tipo:** A

**Note:** RINNOVO

**Docente:** BOGANI PATRIZIA

25U

**Copertura:** CRETR

**Ente appartenenza:** SERVIZI GENERALI

---

**Disciplina:** N341IND **TECNICHE DI COMUNICAZIONE**

**Corso di Studio:** IND

**Crediti:** 1 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** FERRARA VALENTINA

25U

**Copertura:** CRETR

**Ente appartenenza:** Servizi Generali

---

**Disciplina:** N233IND **TECNOLOGIA DEI MATERIALI E CHIMICA** ING-IND/22  
**APPLICATA**

**Corso di Studio:** IND **Crediti:** 6 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** GALVANETTO EMANUELE P2 ING-IND/22 **Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. Ingegneria Civile

---

#### INTRODUZIONE ALLA SCIENZA DEI MATERIALI.

Introduzione. Classificazione dei materiali. Solidi ionici, covalenti e metallici. Materiali cristallini e amorfi. Solidificazione. Cinetiche di nucleazione e accrescimento. Soluzioni solide e composti. Difetti nei materiali.

#### PROPRIETÀ MECCANICHE.

Comportamento meccanico dei materiali. Determinazione delle proprietà meccaniche dei materiali. Prova di trazione. Caratteristiche meccaniche. Rigidezza, resistenza, durezza, tenacità. Rottura duttile e fragile.

#### DIAGRAMMI DI STATO

Diagrammi di stato a due componenti con solubilità reciproca nulla e parziale allo stato solido, formazione di composti. Trasformazioni eutettiche e peritettiche. Diagramma Fe-C.

#### FABBRICAZIONE DELLA GHISA E DELL'ACCIAIO

Riduzione degli ossidi di ferro. Alto forno. Affinazione della ghisa. Convertitori. Affinazione al forno. Acciai al carbonio. Acciai inossidabili. Trattamenti termici degli acciai al carbonio; ricottura, normalizzazione, tempra, rinvenimento.

#### ACQUE

Caratteristiche chimiche e fisiche. Sostanze in sospensione, sostanze in soluzione, gas disciolti. Durezza delle acque.

#### TRATTAMENTI DELLE ACQUE

Sedimentazione e coagulazione; filtraggio; degasaggio; dolcificazione; demineralizzazione; distillazione, sterilizzazione.

#### ACQUE DI SCARICO

Grado di inquinamento dell'acqua. Trattamenti di depurazione di liquami di origine domestica e industriale: trattamenti meccanici, biologici, chimici e chimico-fisici.

#### DEGRADO E PROTEZIONE DEI MATERIALI METALLICI

Meccanismo elettrochimico di corrosione ad umido: aspetti stechiometrici, termodinamici e cinetici. Accoppiamento galvanico o polarizzazione esterna. Fattori di corrosione. Metodi di prevenzione e protezione: prevenzione per modifica della superficie del metallo; protezione elettrica.

Forme di corrosione localizzata. Ambienti di corrosione. Valutazione e controllo dei fenomeni corrosivi.

**Disciplina:** N305IND **TECNOLOGIA MECCANICA**

ING-IND/16

**Corso di Studio:** IND

**Crediti:** 6 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** FANTOZZI CLAUDIO

RCS I10X

**Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Servizi Generali

---

**Disciplina:** N910IND **TECNOLOGIE CHIMICHE**

CHIM/07

**Corso di Studio:** IND

**Crediti:** 5 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** BARTOLINI GIUSEPPE 25U

**Copertura:** CRETR

**Ente appartenenza:** SERVIZI GENERALI

---

**Disciplina:** N911IND **TECNOLOGIE INDUSTRIALI I**

ING-IND/17

**Corso di Studio:** IND

**Crediti:** 5 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** PIERI LUCIA

25U

**Copertura:** CRETR

**Ente appartenenza:** SERVIZI GENERALI

---

**Disciplina:** N912IND **TECNOLOGIE INDUSTRIALI II**

ING-IND/17

**Corso di Studio:** IND

**Crediti:** 5 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** CRESCINI PIERO

25U

**Copertura:** CRETR

**Ente appartenenza:** SERVIZI GENERALI

---



