

# SYLLABUS CONCORSO 42 CICLO

## SYLLABUS MECCANICA

### **CINEMATICA DEL PUNTO MATERIALE**

- Cinematica: Moti uniformi, uniformemente accelerati, circolari, moti vari
- I moti relativi

### **DINAMICA DEL PUNTO MATERIALE**

- IL principio di relatività e principi di Newton
- Quantità di moto. Impulso.
- Reazione vincolari.
- Forze di attrito statico dinamico e viscoso
- Forze elastiche e moto armonico.
- Interazione gravitazionale e forza peso
- Forze apparenti.
- Lavoro e teorema dell'energia cinetica
- Forze conservative e conservazione dell'energia meccanica.

### **DINAMICA DEI SISTEMI DI PUNTI MATERIALI**

- Centro di massa
- Equazioni Cardinali e conservazione della quantità di moto e del momento angolare.
- Teoremi di Konig, per l'energia cinetica e momento angolare
- Conservazione dell'energia per sistemi di punti materiali.
- Urti elastici ed anelastici

### **CORPI RIGIDI**

- Momento di inerzia e teorema di Huygens Steiner
- Equazioni della dinamica per rotazioni intorno ad assi fissi
- Moti di puro rotolamento
- Urti con corpi rigidi

## SYLLABUS MECHANICS

### **KINEMATICS OF A PARTICLE**

- Constant-velocity, constant-acceleration, and circular motion
- Relative motion

### **PARTICLE DYNAMICS**

- Galilean relativity and Newton's principles
- Momentum, Impulse.
- Normal contact forces
- Static, kinetic and viscous friction
- Elastic force, harmonic oscillator motion.
- Gravity
- Apparent forces
- Work and Kinetic energy theorem
- Conservative forces, Energy conservation theorem.

### **SYSTEM DYNAMICS**

- Center of mass
- Cardinal equations, momentum conservation, angular momentum conservation.
- Konig Theorems
- Energy conservation for systems.

- Elastic and anelastic collisions

### **RIGID BODY DYNAMICS**

- Moment of Inertia, Huygens-Steiner theorem
- Rotations around fixed points
- Rolling motions
- Rigid body collisions

## **SYLLABUS ELETTROMAGNETISMO**

### **ELETTROSTATICA**

- Legge di Coulomb.
- Teorema di Gauss, prima equazione di Maxwell.
- Potenziale elettrico, terza equazione di Maxwell, equazione di Poisson e di Laplace per il potenziale.
- Energia potenziale e densità di energia elettrostatica di una distribuzione di carica.

### **CONDUTTORI E CAMPO ELETTROSTATICO**

- Proprietà dei conduttori: carica indotta, gabbia di Faraday, teorema di Coulomb per la densità di carica.
- Condensatori.
- Energia elettrostatica di conduttori e condensatori.

### **ELETTROSTATICA IN PRESENZA DI DIELETTRICI**

- Densità di polarizzazione. Densità volumetrica e superficiale di cariche di polarizzazione.
- Spostamento elettrico. Prima equazione di Maxwell nei dielettrici.
- Energia elettrostatica in presenza di dielettrici.

### **CORRENTE ELETTRICA STAZIONARIA**

- Intensità e densità di corrente.
- Equazione di continuità. Leggi di Ohm. Resistenza.
- Legge di Joule.
- Corrente quasi-stazionaria. Carica e scarica di un condensatore.

### **MAGNETOSTATICA**

- Forza di Lorentz.
- Forza agente su un circuito percorso da corrente (seconda formula di Laplace).
- Legge di Biot-Savart (prima formula di Laplace).
- Proprietà del campo magnetico, definizione di potenziale vettore, seconda equazione di Maxwell.
- Magnetismo nella materia: para- dia- e ferro-magnetismo.
- Quarta equazione di Maxwell e teorema della circuitazione di Ampere.

### **INDUZIONE MAGNETICA E CAMPI LENTAMENTE VARIABILI**

- Forza elettromotrice indotta, flusso tagliato e forza di Lorentz.
- Legge di Faraday-Neumann e legge di Lenz.
- Terza equazione di Maxwell.
- Energia del campo magnetico.

# **SYLLABUS ELECTROMAGNETISM**

## **ELECTROSTATICS**

- Coulomb's law.
- Electric field.
- Gauss theorem and first Maxwell's equation.
- Scalar potential, third Maxwell's equation.
- Electrostatic potential energy and energy density of a charge distribution.

## **CONDUCTORS AND ELECTROSTATIC FIELD**

- Conductors: induced charge, Faraday's cage, Coulomb theorem for the surface charge.
- Capacitors.
- Electrostatic energy of conductors and capacitors.

## **ELECTRIC FIELDS IN MATTER**

- Polarization, volume and surface density of bound charges.
- The electric displacement, first Maxwell's equation in linear dielectrics.
- Electrostatic energy in linear dielectrics.
- Interface between linear dielectrics.

## **STEADY CURRENTS**

- Intensity and density of current.
- Continuity equation. Ohm's laws. Resistance.
- Joule heating.
- Slowly varying currents: charging and discharging a capacitor.

## **MAGNETOSTATICS**

- Lorentz forces.
- Magnetic force on a current-carrying wire (second Laplace formula).
- Magnetic field from steady currents (Biot-Savart's law).
- Second Maxwell's equation.
- Magnetism in matter: para-, dia- and ferro-magnetism
- Fourth Maxwell's equation and Ampere's law.

## **MAGNETIC INDUCTION AND SLOWLY-VARYING FIELDS**

- Motional electromotive force and Lorentz force.
- Lenz's law and Faraday-Neumann's law.
- Third Maxwell's equation.
- Energy in magnetic fields.

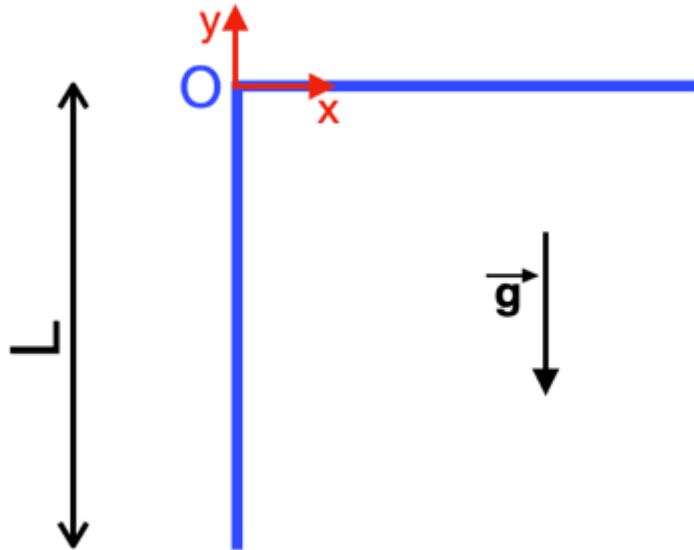
## *ESEMPI DI ESERCIZI*

### MECCANICA

#### *ESERCIZIO 1*

Una sbarra omogenea di lunghezza  $2L$  e massa  $M$  è piegata a 90 gradi nel suo centro  $O$ . La sbarra è vincolata a ruotare, senza attrito, intorno all'asse orizzontale passante per  $O$  e ortogonale al piano della figura. L'asta viene lasciata libera di ruotare, partendo da ferma, dalla posizione indicata in figura. Calcolare

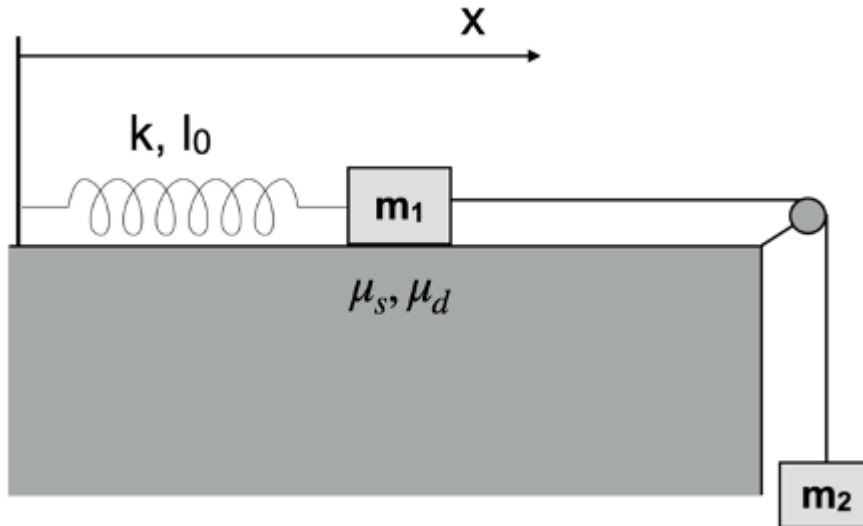
1. il momento di inerzia  $I$  rispetto ad un asse perpendicolare al piano della sbarra e passante per  $O$ ;
2. l'accelerazione angolare  $\alpha$  quando la sbarra comincia a ruotare;
3. la componente radiale  $R_r$  e tangenziale  $R_t$  della reazione vincolare quando la sbarra comincia a ruotare.



#### ESERCIZIO 2

Una massa  $m_1$  è appoggiata su un piano scabro di coefficienti di attrito statico e dinamico pari a  $\mu_s$  e  $\mu_d$ , rispettivamente. Essa è collegata da un lato ad una molla di costante elastica  $k$  e lunghezza a riposo  $l_0$  e dall'altro ad un filo inestensibile e di massa trascurabile. All'altro capo del filo è appesa una massa  $m_2$  tramite una carrucola di massa trascurabile come in figura. Calcolare:

1. la tensione del filo se il sistema è in quiete;
2. i valori della coordinata  $x$  della massa  $m_1$  per i quali il sistema può restare in quiete e la coordinata massima ( $x_{\max}$ ) possibile);
3. l'accelerazione iniziale quando la massa  $m_1$  viene portata nella posizione  $x' = 2x_{\max}$  e il sistema viene lasciato libero di muoversi partendo da fermo ;



## ELETTROMAGNETISMO

### ESERCIZIO 1 - EXERCISE 1

Una carica  $Q=2.0$  nC è posta su una sfera conduttrice di raggio  $R=20$  cm. Esternamente alla sfera e concentrico ad essa è posto un guscio sferico (raggi  $R_1 = 25$  cm e  $R_2 = 35$  cm) di materiale isolante omogeneo ed isotropo con costante dielettrica relativa  $\epsilon_r = 3$ . Si determini:

1. Il potenziale della sfera (assumendo nullo il valore del potenziale all'infinito)
2. Le cariche di polarizzazione (volumetriche e superficiali) presenti nel dielettrico
3. Il lavoro necessario per portare una carica  $q = -0.4$  nC dalla distanza  $d=1.2$  m dal centro della sfera a distanza infinita da essa.

*A conducting sphere of radius  $R=20$  cm carries an electric charge  $Q=2.0$  nC. The sphere is embedded in a spherical shell (inner  $R_1 = 25$  cm and outer radius  $R_2 = 35$  cm, respectively) made of a linear homogeneous isotropic dielectric, of dielectric constant  $\epsilon_r = 3$ .*

1. *Compute the potential of the sphere (assuming zero potential at infinity)*
2. *Compute the (volume and surface) polarization charges in the dielectric*
3. *Compute the work done to bring a charge  $q = -0.4$  nC from the distance  $d=1.2$  m from the center of the sphere to infinity.*

## ESERCIZIO 2 - EXERCISE 2

Una sbarretta metallica di lunghezza  $b = 4 \text{ cm}$ , massa  $m=3.0 \text{ g}$  e resistenza  $R=2.0 \ \Omega$  può scorrere senza attrito su una guida metallica di resistenza trascurabile. Il circuito formato dalla sbarretta e dalla guida è immerso in un campo di induzione magnetica uniforme, perpendicolare al piano del circuito, di modulo  $B=0.02 \text{ T}$ . Al tempo  $t=0$  la sbarretta viene messa in moto con velocità  $v_0 = 4 \text{ cm/s}$ . Si determini:

1. L'espressione della corrente che scorre nella sbarretta per  $t>0$  e il suo valore numerico al tempo  $t=10 \text{ s}$ .
2. L'energia dissipata nella sbarretta per effetto Joule fino a  $t=10 \text{ s}$ .
3. La velocità asintotica della sbarretta per  $t \rightarrow \infty$

*A metal bar of mass  $m=3.0 \text{ g}$  and resistance  $R=2.0 \ \Omega$  slides frictionlessly on two parallel conducting rails at distance  $b = 4 \text{ cm}$  apart. A uniform magnetic field  $B=0.02 \text{ T}$ , pointing out of the page, fills the entire region. The bar starts out at  $t=0$  with speed  $v_0 = 4 \text{ cm/s}$ , and is left to slide.*

4. *Evaluate the current induced in the circuit at  $t>0$ , and compute its value at  $t=10 \text{ s}$ .*
5. *Compute the energy delivered in the resistor up to  $t=10 \text{ s}$ .*
6. *Compute the asymptotic value of the bar at  $t \rightarrow \infty$*

