U. Penco : CORSO DI FISICA GENERALE II
per i Corsi di Laurea in Ingegneria Chimica, Gestionale e Meccanica
A.A. 2011/12
(Aggiornamento 24 Febbraio 2012)

Programma di massima

PARTE PRIMA - Elettrostatica

Campo elettrostatico. Campo di distribuzioni discrete o continue di cariche.
Caso particolare con carica totale nulla (definizione di dipolo elettrico).
Campo di un piano uniformemente carico. Campo sull'asse di un anello e di un disco uniformemente carico
Definizione di flusso di un campo vettoriale attraverso una superficie; flusso del campo elettrostatico di una carica puntiforme attraverso una superficie chiusa.
Teorema di Gauss e suo uso per il calcolo del campo elettrico con distribuzioni a simmetria piana, sferica e cilindrica.
Energia di configurazione di un sistema di cariche puntiformi.
Forza e momento meccanico su un dipolo elettrico

Isolanti e conduttori. Proprietà dei conduttori all'equilibrio.
Determinazione delle densità di carica, del campo e del potenziale su conduttori. Teorema di Coulomb.
Unità elettriche del S.I.
Capacità di un conduttore isolato; capacità di un condensatore a facce piane parallele, cilindrico, sferico.
Energia di carica di un condensatore. Scarica di un condensatore su un altro.
Forza elettromotrice: definizione ed esempi. Generatori di fem ideali e reali.
Circuiti con generatori di fem e condensatori.

PARTE SECONDA – Circuiti elettrici in cc - Magnetostatica

Definizione di corrente elettrica e densità di corrente.
Conduzione nei conduttori. Leggi di Ohm (puntuale, integrale, seconda legge).
Conservazione della carica ed equazione di continuità.
Scarica di un condensatore e bilancio energetico.
Carica di un condensatore. Densità di energia del campo elettrostatico.
Generatori di corrente ideali e reali.
Circuiti: Legge delle maglie di Kirchhoff e conservazione dell'energia. Reti, maglie, nodi, rami: Legge dei nodi di Kirchhoff e conservazione della carica.
Circuito RC.
Resistenze e condensatori equivalenti in serie e parallelo.

Campo magnetico: introduzione, magneti permanenti. Effetti delle correnti,

linee di campo
Forza di Lorentz: moto di cariche in campo uniforme. Spettrografo di massa e selettore di velocità.
Forza di Laplace su un filo percorso da corrente, momento magnetico di una spira e momento meccanico in campo magnetico. Analogia magneti-circuiti - Proprietà di simmetria dei campi **E** e **B** (vettori e pseudovettori).
Legge di Laplace per il calcolo del campo magnetico. Campo di un filo indefinito e di una spira sull'asse (campo di dipolo magnetico).
Teorema di Gauss per il campo magnetico.
Correnti concatenate e teorema di Ampère. Campo di un solenoide indefinito.

PARTE TERZA – Campi dipendenti dal tempo, Induzione e.m., Circuiti in c.a.

Campi statici e non statici. Equazione di continuità e corrente di spostamento: legge di Ampère-Maxwell.
Esperienze e legge di Faraday.
Equazioni di Maxwell. Significato di campo elettromagnetico.
Proprietà del campo elettrico indotto.
Sistemi elettromeccanici.
Mutua ed auto induzione. Energia magnetica. Induttanza di un solenoide. Densità di energia del campo magnetico
Circuito RL. Circuito RLC.
Alternatore e generatori di fem alternata.
Cenno allo studio dei circuiti in c.a. Concetto di impedenza
Filtri passivi.

MASTER COPY

Tel. 388/9837745

Formulario di Fisica Generale I

Cinematica

Velocità: $\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt}$

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

Moto uniformemente accelerato

$v - v_0 = a \cdot t$

$x - x_0 = v_0 \cdot t + \frac{1}{2}at^2$

$x - x_0 = \frac{1}{2}(v_0 + v_x)t$

$v_x^2 - v_0^2 = 2a(x - x_0)$

Corpo in caduta da fermo:

$v = \sqrt{2gh}$

$t = \sqrt{2h/g}$

Moto del Proiettile

$y = x \cdot \tan\theta - \frac{g}{2v_0^2 \cos^2\theta}x^2$

$h_{max} = \frac{v_0^2 \sin^2\theta}{2g}$

$x_{max} = \frac{v_0^2 \sin(2\theta)}{g}$

Moto Circolare

Velocità angolare: $\omega = \frac{d\theta}{dt}$

Accel. angolare: $\alpha = \frac{d\omega}{dt} = \frac{d^2\theta}{dt^2}$

Moto Circolare Uniforme

$\omega = 2\pi/T$

$v_{\text{tangenziale}} = \omega r$

$a_{\text{centripeta}} = v^2/r = \omega^2 r$

Moto Circolare Unif. Accel.

$\omega - \omega_0 = \alpha \cdot t$

$\theta - \theta_0 = \omega_0 \cdot t + \frac{1}{2}\alpha t^2$

Moto curvilineo

$\vec{a} = a_T\hat{\theta} + a_R\hat{r} = \frac{d|\vec{v}|}{dt}\hat{\theta} - \frac{v^2}{r}\hat{r}$

Sistemi a più corpi

Massa totale: $m_T = \sum m_i = \int dm$

Centro di massa:

$\vec{r}_{CM} = (\sum m_i\vec{r}_i)/m_T = (\int \vec{r}_i dm)/m_T$

$\vec{v}_{CM} = d\vec{r}_{CM}/dt = \sum m_i\vec{v}_i/m_T$

$\vec{a}_{CM} = d\vec{v}_{CM}/dt = d^2\vec{r}_{CM}/dt^2$

Momento di inerzia:

$I_{\text{asse}} = \sum m_i r_i^2 = \int r^2 dm$

Teorema assi paralleli:

$I_{\text{asse}} = I_{\text{CM}} + mD^2$

Forze, Lavoro ed Energia

Legge di Newton: $\vec{F} = m\vec{a}$

Momento della forza: $\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$

Forze Fondamentali

Forza peso: $F_g = mg$

Forza elastica: $F_{el} = -k(x - l_0)$

Gravità: $\vec{F}_g = -G\frac{Mm}{r^2}\hat{r}$

Elettrostatica: $\vec{F}_E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_1 q_2}{r^2}\hat{r}$

Forze di Attrito

Statico: $|\vec{F}_S| \leq \mu_S|\vec{N}|$

Dinamico: $\vec{F}_D = -\mu_D|\vec{N}|\hat{v}$

Viscoso: $\vec{F}_V = -\beta\vec{v}$

Lavoro

$L = \int_{x_i}^{x_f} \vec{F} \cdot d\vec{l} = \int_{\theta_i}^{\theta_f} \tau d\omega$

Forza costante: $L = \vec{F} \cdot \vec{l}$

Forza elastica:

$L = -\frac{1}{2}k(x_f - l_0)^2 + \frac{1}{2}k(x_i - l_0)^2$

Forza peso: $L = -mgh$

Gravità: $L = Gm_1m_2 \cdot \left(\frac{1}{r_f} - \frac{1}{r_i}\right)$

Elettrostatica: $L = \frac{q_1q_2}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \left(\frac{1}{r_i} - \frac{1}{r_f}\right)$

Potenza: $P = \frac{dL}{dt} = \vec{F} \cdot \vec{v} = \tau\omega$

Energia

Cinetica: $K = \frac{1}{2}mv^2$

Rotazione: $K = \begin{cases} \frac{1}{2}m_T v_{\text{CM}}^2 + \frac{1}{2}I_{\text{CM}}\omega^2 \\ \frac{1}{2}I_{\text{AsseFisso}}\omega^2 \end{cases}$

Forze vive: $K_f - K_i = L_{\text{TOT}}$

Potenziale: $U = -L = -\int_{x_i}^{x_f} \vec{F} \cdot d\vec{l}$

Meccanica: $E = K + U = \frac{1}{2}mv^2 + U$

Conservazione: $E_f - E_i = L_{\text{NON CONS}}$

En. potenziale forze fondamentali:

Forza peso: $U(h) = mgh$

Forza elastica: $U(x) = \frac{1}{2}k(x - l_0)^2$

Gravità: $U(r) = -G\frac{m_1m_2}{r}$

Elettrostatica: $U(r) = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{q_1q_2}{r}$

Impulso e Momento Angolare

Quantità di moto: $\vec{p} = m\vec{v}$

Impulso: $\vec{I} = \vec{p}_f - \vec{p}_i = \int_{t_1}^{t_2} \vec{F}dt$

Momento angolare: $\vec{L} = \vec{r} \times \vec{p}$

Intorno ad un asse fisso: $|\vec{L}| = I_{\text{asse}} \cdot \omega$

Equazioni cardinali

$\vec{p}_T = \sum \vec{p}_i = m_T \cdot \vec{v}_{CM}$

$\vec{L}_T = \sum \vec{L}_i = I_{\text{asse}} \cdot \vec{\omega}$

I card: $\sum \vec{F}_{\text{ext}} = d\vec{p}_T/dt = m_T \cdot a_{\text{CM}}$

II card: $\sum \vec{\tau}_{\text{ext}} = d\vec{L}_T/dt$

Asse fisso: $|\sum \vec{\tau}_{\text{ext}}| = I_{\text{asse}} \cdot \alpha_{\text{asse}}$

Leggi di conservazione

$\vec{p}_T = \text{costante} \Leftrightarrow \sum \vec{F}_{\text{ext}} = 0$

$\vec{L}_T = \text{costante} \Leftrightarrow \sum \vec{\tau}_{\text{ext}} = 0$

$E = \text{costante} \Leftrightarrow L_{\text{NONCONS}} = 0$

Urti

Per due masse isolate $\vec{p}_T = \text{costante}$:

Anelastico: $v_f = \frac{m_1v_1 + m_2v_2}{m_1 + m_2}$

Elastico (conservazione energia):

$$\begin{cases} m_1v_{1i} + m_2v_{2i} = m_1v_{1f} + m_2v_{2f} \\ m_1(v_{1i}^2 - v_{1f}^2) = m_2(v_{2f}^2 - v_{2i}^2) \end{cases}$$

$$\begin{cases} v_{1f} = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2}v_{1i} + \frac{2m_2}{m_1 + m_2}v_{2i} \\ v_{2f} = \frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2}v_{2i} + \frac{2m_1}{m_1 + m_2}v_{1i} \end{cases}$$

Moto Armonico

$x(t) = A\cos(\omega t + \phi_0)$

$v(t) = -\omega A\sin(\omega t + \phi_0)$

$a(t) = -\omega^2 A\cos(\omega t + \phi_0) = -\omega^2 x(t)$

$A = \sqrt{x_0^2 + \left(\frac{v_0}{\omega}\right)^2}$

$\phi_0 = \arctan\left(-\frac{v_0}{\omega x_0}\right)$

$f = \omega/2\pi$, $T = 2\pi/\omega$

Molla: $\omega = \sqrt{k/m}$

Pendolo: $\omega = \sqrt{g/L}$

Momenti di inerzia notevoli

Anello intorno asse: $I = mr^2$

Cilindro pieno intorno asse: $I = \frac{1}{2}mr^2$

Sbarretta sottile, asse CM: $I = \frac{1}{12}mL^2$

Sfera piena, asse CM: $I = \frac{2}{5}mr^2$

Lastra quadrata, asse $\perp$: $I = \frac{1}{6}mL^2$

Gravitazione

3^a legge di Keplero: $T^2 = \left(\frac{4\pi^2}{GM_S}\right)R^3$

Vel. di fuga: $v = \sqrt{\frac{2GM_T}{R_T}}$

Elasticità

Modulo di Young: $F/A = Y \cdot \Delta L/L$

Compressibilità: $\Delta p = -B \cdot \Delta V/V$

Modulo a taglio: $F/A = M_t \cdot \Delta x/h$

Fluidi

Spinta di Archimede $B_A = \rho_L V g$

Continuità: $A \cdot v = \text{costante}$

Bernoulli: $p + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho g y = \text{costante}$

Onde

Velocità v, pulsazione ω, lunghezza d'onda λ, periodo T, frequenza f, numero d'onda k.

$v = \omega/k = \lambda/T = \lambda f$

$\omega = 2\pi/T, \quad k = 2\pi/\lambda$

Onde su una corda

Velocità: $v = \sqrt{T/\mu}$

Spostamento: $y = y_{\max}\sin(kx - \omega t)$

Potenza: $P = \frac{1}{2}\mu v(\omega y_{\max})^2$

Onde sonore

Velocità: $v = \sqrt{B/\rho} = \sqrt{\gamma p/\rho}$

$v(T) = v(T_0)\sqrt{T/T_0}$

Spostamento: $s = s_{\max}\cos(kx - \omega t)$

Pressione: $\Delta P = \Delta P_{\max}\sin(kx - \omega t)$

$\Delta P_{\max} = \rho v\omega s_{\max}$

Intensità: $I = \frac{1}{2}\rho v(\omega s_{\max})^2 = \frac{\Delta P_{\max}^2}{2\rho v}$

Intensità(dB): $\beta = 10\log_{10}\frac{I}{I_0}$

Soglia udibile $I_0 = 1.0 \times 10^{-12}\,\text{W/m}^2$

Effetto Doppler

$f' = \left(\frac{v + v_O\cos\theta_O}{v - v_S\cos\theta_S}\right)f$

MASTER COPY

Tel. 388/9837745

URTI nel RIFERIMENTO del CENTRO di MASSA

$\vec{u} = \vec{v} - \vec{v}_{CM}$ $\quad m_1 u_1 + m_2 u_2 = 0$

URTO ELASTICO $\vec{u}_i = -\vec{u}_f$

$$\begin{cases} \vec{u}_1 = \vec{v}_1 - \vec{v}_{CM} \\ \vec{u}_2 = \vec{v}_2 - \vec{v}_{CM} \end{cases} \quad \begin{cases} u_i = -u_F \\ V_f = u_F + V_{CM} \end{cases}$$

ROTOLAMENTO

$f_s = \dfrac{mg\sin\theta}{1+\beta^{-1}}$ $\qquad a_{CM} = \dfrac{g\sin\theta}{1+\beta}$ $\qquad \beta = 1/2$ cilindro pieno

$= 1$ cilindro a strato sottile

$= 2/5$ sfera piena

$v_{CM}^2 = \dfrac{2gh}{1+\beta} < \dfrac{2gh}{I_p}$ velocità lungo un piano inclinato senza attrito

$F_s \le \mu_s mg\cos\theta$

$\dfrac{mg\sin\theta}{1+\beta^{-1}} \le \mu_s mg\cos\theta$

$\tan\theta \le (1+\beta^{-1})\mu_s$

URTO di DISCHI ROTANTI

$L_i = L_F$

$I\omega_i = (I_1 + I_2)\omega_F$

$K_F = \dfrac{L^2_F}{2(I_1+I_2)}$

Disco con filo in foro centrale.



$L_i = L_F$

$mR_1V_1 = MR_FV_F$

$V_F = \dfrac{mR^2V_i}{MR_F}$

$T = m\dfrac{V^2}{R}$ $\qquad dW = T|dr| = T\,d\ell\cos\theta$

$W = \int T\,d\ell R$

URTO su UNA SBARRA:

Nocons. momento di P e $\vec{\tau}_{CM}$:

inizio: $K = \frac{1}{2}mv^2$ $\quad L = 0$

dopo urto: $K = \dfrac{L^2}{2I}$

GRAVITAZIONE

$F_G = -\dfrac{GM_1M_2}{R^2}$ $\qquad L = \text{cost}$ $\quad M_pR_pV_p = M_pR_AV_A$

$(\vec{g}) = -\dfrac{GM_1}{R_{12}}\hat{R}_{12}$

$U = GM_1M_2\left(\dfrac{1}{R_B} - \dfrac{1}{R_A}\right)$

$\Delta U = -W_2 = -\dfrac{GM_1M_2}{R}$

corpo soggetto a $F_{centrip}$: $m\dfrac{V^2}{R} = \dfrac{GM_1M_2}{R^2}$

$V = \dfrac{2\pi R}{T}$ $\qquad T^2 = \dfrac{4\pi^2R^3}{GM_S}$

Fluidi:

$P(h) = P_0 + \rho gh$

$B = \rho_F V_{og}$ $\qquad B - Mg = (\rho_F - \rho_0)V_{og}$

oggetto comp. immerso: $Mg = \rho_0 V_{og}$

corpo galleggiante: $\rho_F V_f g = \rho_0 V_{og} = B = Mg$

$\dfrac{\rho_0}{\rho_f} = \dfrac{V_f}{V_0}$

affondamento: $a = \dfrac{F}{M_c} = \dfrac{(\rho_F - \rho_0)V_{og}}{\rho_0 V_0} = \dfrac{(\rho_F - \rho_0)g}{\rho_0}$

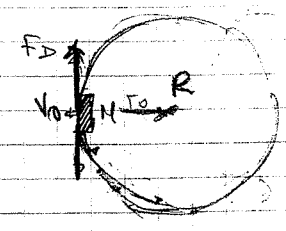
TUBO VENTURI

$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g h_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g h_2$

$A_1v_1 = A_2v_2$

Fluido fermo: $P_1 - P_2 = \rho g(y_2 - y_1) = \rho gh$

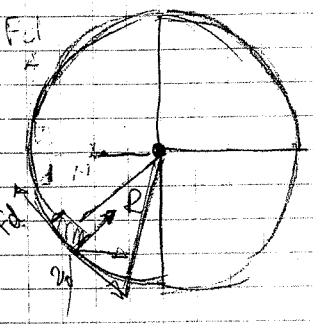
$M = 200\ kg$ $\omega_0 = 0$



$R = 0{,}2\ m$

$V_0 = 4\ \frac{m}{s}$

$\mu_D = 0{,}1$ $\alpha =$



$$\begin{cases} \hat{x} = Ma_c = +N \\ \hat{y} = Ma = -V_0 + Fal \end{cases}$$

$\hat{x}$ $\boxed{\frac{M \cdot v^2}{R} = N}$

$\hat{y}$

$\omega = \omega_0 + \alpha t$

$Fal = \mu \vec{a}$

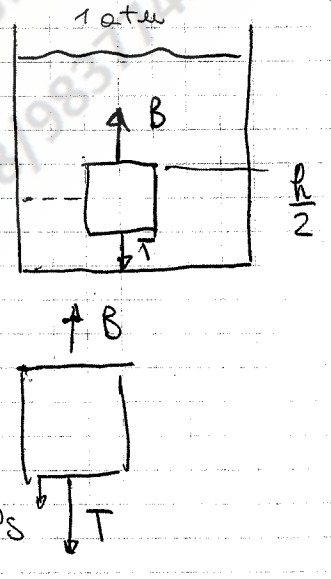
$L = 8\ cm$ $V = 9\ cm^3$ $\rho = \frac{M}{V} = 1{,}2\ g/$

$\rho = 0{,}8\ g/cm^3$

$d = 2L$ $h = 3L$

$\rho_a = 1\ g/cm^3$

$p_0 + \rho g \frac{h}{2}$



$\textcircled{2} = -T + B + Mg$

$T = B - Mg$ $1{,}2 \cdot 9{,}81$

$T = \rho_0 V_0 g - Mg = 0{,}16\ N$

$\rho_L V g = T$

$0 = -T + B - Mg$

MASTER COPY

Tel. 388/9837745