

FISICA 1 per TELECOMUNICAZIONI - A.A. 2002/3
PROVA SCRITTA appello 3 del 16 febbraio 2004

COGNOME _____ NOME _____

NOTA: questo foglio deve essere restituito **NOTA: e' obbligatorio giustificare brevemente ma in modo esauriente e comprensibile le risposte.**

Esercizio 1 Un trampolino e' composto da un piano inclinato di $\theta=30^\circ$ che parte dal suolo e raggiunge un'altezza massima $H=1\text{m}$. Un blocco, di massa $M=1\text{kg}$, e' lanciato dal basso lungo il piano inclinato con una velocita' iniziale di modulo $V_0=5\text{m/s}$. Fra blocco e piano e' presente una forza di attrito dinamico il cui coefficiente e' $\mu_D=0.1$. Arrivato in cima al trampolino, il blocco si stacca e prosegue, con attrito dell'aria trascurabile, fino a toccare di nuovo terra.

- 1.1 Si calcolino i lavori effettuati sul blocco, fra l'istante iniziale e l'istante in cui esso e' in cima al trampolino, dalla: a) forza di attrito b) reazione normale del piano c) forza di gravita'.
- 1.2 Si calcoli il modulo della velocita' del blocco in cima al trampolino.
- 1.3 Si calcoli il modulo della velocita' del blocco quando tocca terra.
- 1.4 Si calcoli la distanza fra il punto in cui il blocco tocca terra e la base del trampolino.

Esercizio 2 Si consideri una sfera, di raggio $a=1\text{cm}$, uniformemente caricata con una densita' di carica di volume $\rho=531\text{nC/m}^3$.

- 2.1 Quanto vale il campo elettrico a distanza R dal centro ($R<a$)?
- 2.2 Si calcoli la differenza di potenziale fra un punto sul bordo della sfera ($R=a$) ed il centro della sfera stessa, specificando chiaramente il segno.
- 2.3 Si calcoli il flusso del campo elettrico attraverso un cerchio massimo e [difficile] attraverso un cerchio ottenuto intersecando la sfera con un piano che disti $a/2$ dal centro.
- 2.4 Si calcoli la regge oraria (R in funzione di t) per un elettrone che al tempo $t=0$ sia fermo sul bordo della sfera e possa muoversi liberamente nella distribuzione di carica data.

Esercizio 3 Si dica, per ciascuna delle proposizioni seguenti, se e' vera o falsa. Se e' falsa, si modifichi solo la parte in **grassetto** in modo da renderla vera.

- 3.1 In un moto rettilineo per ricavare la posizione di un punto ad ogni istante di tempo $t>0$ e' **sufficiente** conoscere la sua accelerazione in funzione di t .
- 3.2 Il modulo della forza di attrito statico su un corpo fermo appoggiato su un piano orizzontale e' uguale **al coefficiente di attrito statico moltiplicato per la forza peso**.
- 3.3 Nel moto di un pendolo semplice agiscono **tre** forze esterne: **la forza di gravita', la tensione del filo e la forza centripeta**.
- 3.4 In un sistema meccanico l'energia si conserva se il lavoro delle forze **esterne** e' nullo.
- 3.5 Il flusso elettrico attraverso una superficie **cubica** posta in un campo elettrico uniforme e' nullo.
- 3.6 La densita' di corrente **ha sempre** la stessa direzione e lo stesso verso della velocita' dei portatori di carica.
- 3.7 E' **possibile** posizionare una spira piana in un campo magnetico uniforme in modo che il flusso del campo di induzione magnetica attraverso la spira sia nullo.
- 3.8 Un campo magnetico variabile nel tempo **produce sempre** un campo elettrico indotto.

FISICA 1 per TELECOMUNICAZIONI - A.A. 2002/3
PROVA SCRITTA appello 3 del 16 febbraio 2004
RISPOSTE

Esercizio 1

1.1 a) forza di attrito: $L_A = -\mu_D \frac{H}{\sin 30^\circ} Mg \cos 30^\circ = -0.1 \times 9.8 \times \sqrt{3} J = -1.7 J$

b) reazione normale del piano: lavoro nullo

c) forza di gravita' $L_{Mg} = -MgH = -9.8 J$

1.2 Si puo' usare il teorema dell'energia cinetica, in cui il lavoro totale e' la somma dei lavori calcolati nella domanda precedente. Indicando con V_S la velocita' del blocco in cima al

trampolino si ha: $\frac{1}{2} M V_S^2 - \frac{1}{2} M V_o^2 = L_{TOT} \Rightarrow V_S = \sqrt{V_o^2 + 2L_{TOT} / M} = \sqrt{25 - 23} m/s = 1.41 m/s$

1.3 Si puo' usare il teorema dell'energia cinetica fra l'istante iniziale e l'istante in cui il blocco tocca terra. Il lavoro della gravita' e quindi nullo ed il lavoro totale riceve un contributo solamente dalla forza di attrito. Indicando con V_T la velocita' finale del blocco al suolo si ha:

$$\frac{1}{2} M V_T^2 - \frac{1}{2} M V_o^2 = L_A \Rightarrow V_T = \sqrt{V_o^2 + 2L_A / M} = \sqrt{25 - 3.4} m/s = 4.65 m/s$$

1.4 Fissiamo un sistema Oxy con origine alla base del trampolino, asse x orizzontale ed asse y verso l'alto. Definiamo anche $t=0$ l'istante in cui il blocco si stacca dal trampolino, quando esso si trovera' nel punto (0, H) con velocita' $\vec{V}_S = (V_S \cos 30^\circ, V_S \sin 30^\circ)$. Nel moto successivo la

sua legge oraria e':
$$\begin{cases} x = V_S t \cos 30^\circ \\ y = H + V_S t \sin 30^\circ - gt^2 / 2 \end{cases}$$
 Il blocco tocca terra al tempo

$t = (V_S + \sqrt{V_S^2 + 2Hg}) / 2g = 0.309 s$, per cui la posizione del punto di caduta e': $x = 0.377 m$.

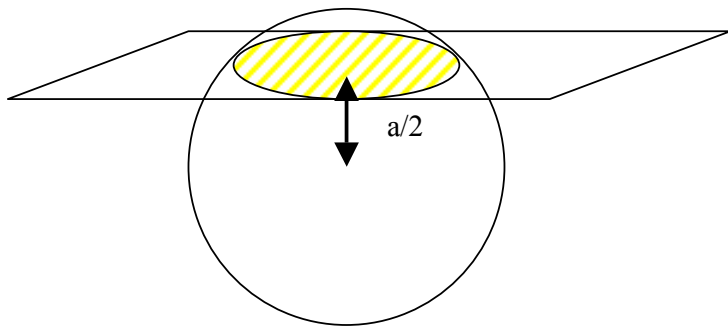
Esercizio 2

2.1 Il campo elettrico a distanza R dal centro (E_R) si calcola applicando la legge di Gauss ad una

superficie sferica di raggio R: $4\pi R^2 E_R = \frac{4\pi R^3}{3\epsilon_0} \rho \Rightarrow E_R = \frac{\rho R}{3\epsilon_0}$.

2.2 $V(a) - V(0) \equiv \int_a^0 E_R dR = \int_a^0 \frac{\rho R}{3\epsilon_0} dR = -\frac{\rho a^2}{6\epsilon_0} = -1V$ (negativa).

2.3 Il flusso del campo elettrico attraverso un cerchio massimo e' nullo, perche' il campo elettrico e' perpendicolare alla superficie in ogni suo punto. Per valutare il flusso attraverso un cerchio ottenuto intersecando la sfera con un piano che disti $a/2$ dal centro (domanda difficile), occorre applicare la legge di Gauss ad una superficie chiusa composta dal cerchio stesso e dalla calotta sferica che ha per contorno la circonferenza che delimita il cerchio considerato (vedi figura).



Il flusso attraverso questa superficie e' pari al flusso attraverso il cerchio (Φ_{Cerchio}) a cui si somma il flusso attraverso la calotta (Φ_{Calotta}), ma, per la legge di Gauss, e' anche uguale alla carica contenuta all'interno, pari al volume moltiplicato per la densita': $Q_{\text{int}} = \frac{5\rho a^3}{24}$. Il flusso attraverso la calotta

e' pari al campo elettrico alla superficie ($\frac{\rho a}{3\epsilon_0}$) moltiplicato la superficie della calotta (πa^2). Si ha

quindi: $\Phi_{\text{Cerchio}} + \Phi_{\text{Calotta}} = \frac{5\rho a^3}{24\epsilon_0}$, da cui $\Phi_{\text{Cerchio}} = -\frac{5\pi\rho a^3}{24\epsilon_0} + \frac{\pi\rho a^3}{3\epsilon_0} = -\frac{\pi\rho a^3}{8\epsilon_0}$. Nota: il flusso

attraverso il cerchio e' negativo se si orienta la normale dal centro del cerchio verso il centro della sfera, positivo in caso contrario.

2.4 Il moto si svolge in linea retta. L'equazione del moto, scritta ad un istante t in cui l'elettrone di carica $-q$ si trova a distanza R dal centro, e' $M\ddot{R} = -\frac{q\rho R}{3\epsilon_0}$. Con le condizioni iniziali $R(0) = a$,

$\dot{R}(0) = 0$, si ottiene un moto armonico $R(t) = a \cos \omega t$, con $\omega = \sqrt{\frac{q\rho}{3M\epsilon_0}} \approx 6 \times 10^7 \text{ rad/s}$.

Esercizio 3

3.1 FALSO "e' necessario"

3.2 FALSO "e' nullo"

3.3 FALSO "due" "la forza di gravita' e la tensione del filo"

3.4 FALSO "non conservative"

3.5 VERO

3.6 FALSO "puo' avere"

3.7 VERO

3.8 VERO