

FISICA 1 per TELECOMUNICAZIONI - A.A. 2002/3
PROVA SCRITTA appello 1 del 12 gennaio 2004

COGNOME _____ NOME _____

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

Esercizio 1 Si consideri il sistema Sole (S), Terra (T) e Luna (L). Si approssimi la traiettoria terrestre (attorno al Sole) con una circonferenza di raggio $R_T=149.5 \times 10^6 \text{Km}$ e la traiettoria della Luna (attorno alla Terra) con una circonferenza di raggio $R_L=0.387 \times 10^6 \text{Km}$. E' noto che la massa lunare e' $1/81$ della massa terrestre. Per questo problema sono importanti le valutazioni numeriche.

- 1.1 Si calcoli la massa del Sole.
- 1.2 Si calcoli la massa della Terra, ipotizzando che: i) la sola forza agente sulla Luna sia dovuta alla Terra ii) la Terra sia un buon sistema inerziale.
- 1.3 Si calcoli l'energia potenziale totale del sistema, nella situazione in cui la retta Terra-Sole e' perpendicolare alla retta Terra-Luna. [Nota: si ponga nulla l'energia potenziale a distanza infinita]
- 1.4 Si calcoli l'angolo che la risultante delle forze (dovuta alla Terra ed al Sole) agenti sulla Luna forma con la direzione Terra-Luna, quando il sistema e' nello stato descritto nella domanda precedente.

Esercizio 2 Nella regione vuota dello spazio $|y| < a$ e' presente un campo di induzione magnetica $\vec{B} = (B_0 \cos \alpha x, 0, 0)$, mentre nella restante parte dello spazio il campo magnetico e' nullo. Definiamo inoltre i punti: $A=(0, -3a, 3a)$, $B=(0, -3a, 0)$, $C=(0, 3a, 0)$, $D=(0, 3a, 3a)$.

- 2.1 Quanto vale il flusso del campo magnetico attraverso la superficie rettangolare ABCD, il cui verso di percorrenza sul bordo e' definito positivo da A verso B?
- 2.2 Quale sarebbe l'unica componente non nulla del campo elettrico indotto nel punto A? Che relazione c'e' fra il campo elettrico indotto nei punti A e D?
- 2.3 Si calcoli il campo elettrico indotto nel punto A in funzione di t.
- 2.4 Quanto vale il campo elettrico indotto nel punto O? E nel punto $P=(0, -a/2, 0)$?

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 uniformemente accelerato nello spazio, l'accelerazione **ha sempre** la stessa direzione della velocita'.
- 3.2 Un guscio sferico e' uniformemente caricato con densita' di carica superficiale negativa: il potenziale elettrico nel centro del guscio e' **minore** di quello di un punto posto all'infinito.
- 3.3 L'energia potenziale elettrostatica fra due cariche di segno opposto e' **sempre** negativa, purché si ponga nulla a distanza infinita.
- 3.4 Quando un sasso cade verticalmente in aria la sua **energia cinetica** e' diretta verso il basso.
- 3.5 La potenza per unita' di volume dissipata all'interno di un resistore e' proporzionale al prodotto del campo elettrico e della densita' **di carica elettrica**
- 3.6 Per far ruotare una spira piana conduttrice con velocita' angolare costante in un campo magnetico uniforme e costante (che sia perpendicolare all'asse di rotazione della spira), e' sufficiente che **la risultante dei momenti meccanici esterni sia nulla**.
- 3.7 La forza di Lorentz compie un lavoro **sempre positivo**.
- 3.8 Quando una ruota rotola senza strisciare su un piano inclinato, la forza di attrito statico sul punto di contatto e' **nulla**.

FISICA 1 per TELECOMUNICAZIONI
PROVA SCRITTA appello 1 del 12 gennaio 2004
RISPOSTE

Esercizio 1

1.1 La forza gravitazionale e' pari alla forza centripeta: $\frac{GM_S M_T}{R_T^2} = M_T \omega_T^2 R_T = M_T \left(\frac{2\pi}{T_T}\right)^2 R_T \Rightarrow$

$$M_S = \frac{4\pi^2 R_T^3}{GT_T^2} = 2.0 \times 10^{30} \text{ kg} \quad (\text{Il periodo di rivoluzione terrestre e' } 1 \text{ anno} = 3.15 \times 10^7 \text{ s}).$$

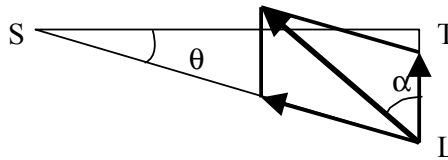
1.2 Si procede come nella domanda precedente: $M_T = \frac{4\pi^2 R_L^3}{GT_L^2} = 5.5 \times 10^{24} \text{ kg}$. (Il periodo di rivoluzione lunare e' 27.8 giorni = 2.4×10^6 s). La massa della Luna risulta $M_L = 6.8 \times 10^{22} \text{ kg}$.

1.3 $U = -\frac{GM_S M_T}{R_T} - \frac{GM_L M_T}{R_L} - \frac{GM_S M_L}{\sqrt{R_T^2 + R_L^2}} \approx -\frac{GM_S M_T}{R_T} = -4.9 \times 10^{33} \text{ J}$

1.4 Per prima cosa calcoliamo il rapporto fra le forze esercitate sulla Luna dalla Terra e dal Sole:

$$\frac{|\vec{F}_T|}{|\vec{F}_S|} = \frac{\frac{GM_L M_T}{R_L^2}}{\frac{GM_L M_S}{R_L^2 + R_T^2}} \approx \frac{M_T R_T^2}{M_S R_L^2} \approx 0.4. \quad [\text{Nota: questo risultato ci dice che le}$$

approssimazioni fatte in precedenza non sono precise e non sarebbero utilizzabili per calcoli esatti]



$$\tan \alpha = \frac{|\vec{F}_S| \cos \theta}{|\vec{F}_T| + |\vec{F}_S| \sin \theta} = \frac{\cos \theta}{|\vec{F}_T| / |\vec{F}_S| + \sin \theta} = \frac{\cos \theta}{|\vec{F}_T| / |\vec{F}_S| + \sin \theta} \approx \frac{1}{|\vec{F}_T| / |\vec{F}_S| + R_L / R_T} = 2.5 \text{ da cui}$$

$$\alpha \approx 68^\circ.$$

Esercizio 2

2.1 La normale alla superficie e' $\hat{n} = (1,0,0)$, per cui il flusso del campo magnetico attraverso la superficie rettangolare ABCD vale $\Phi = 6a^2 B_o \cos \omega t$.

2.2 L'unica componente non nulla del campo elettrico indotto nel punto A e' la componente z.
 $\vec{E}_A = -\vec{E}_D = (0,0, E_z^A)$.

2.3 La circuitazione del campo elettrico sul perimetro del rettangolo ABCD vale

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{l} = \int_{AB} \vec{E} \cdot d\vec{l} + \int_{BC} \vec{E} \cdot d\vec{l} + \int_{CD} \vec{E} \cdot d\vec{l} + \int_{DA} \vec{E} \cdot d\vec{l} = 3aE_z^A + 0 - 3aE_z^D + 0 = 6aE_z^A. \text{ Applicando la}$$

$$\text{legge dell'induzione e.m.: } \oint \vec{E} \cdot d\vec{l} = 6aE_z^A = -\frac{d\Phi}{dt} = 6a^2 B_o \omega \sin \omega t \Rightarrow E_z^A = aB_o \omega \sin \omega t$$

2.4 Il campo elettrico indotto nel punto O e' nullo. Per calcolare il campo elettrico nel punto P, occorre ripetere i passi effettuati nelle risposte precedenti, utilizzando un rettangolo PQRS con $Q=(0,a/2,0)$, $R=(0,a/2,h)$, $S=(0,-a/2,h)$ ed h una distanza qualunque.

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{l} = \int_{PQ} \vec{E} \cdot d\vec{l} + \int_{QR} \vec{E} \cdot d\vec{l} + \int_{RS} \vec{E} \cdot d\vec{l} + \int_{SP} \vec{E} \cdot d\vec{l} = hE_z^P + 0 - hE_z^Q + 0 = 2hE_z^P,$$

$$\Phi_{PQRS} = ahB_o \cos \omega t, \quad \text{per cui} \quad E_z^P = -\frac{1}{2h} \frac{d(ahB_o \cos \omega t)}{dt} = \frac{aB_o \omega \sin \omega t}{2}.$$

Esercizio 3

3.1 FALSO “puo’ avere”

3.2 VERO

3.3 VERO

3.4 FALSO “velocita’ ”

3.5 FALSO “di corrente”

3.6 VERO

3.7 FALSO “nullo”

3.8 FALSO “diversa da zero”