

FISICA 1 per TELECOMUNICAZIONI - A.A. 2001/2
PROVA SCRITTA appello 2 del 30 gennaio 2003

COGNOME _____ NOME _____

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

Volete prenotare l'orale? _____ **Per quando?** _____

Esercizio 1 Un satellite di massa $M=100\text{Kg}$ e' in un'orbita circolare sul piano equatoriale a distanza $R=8000\text{Km}$ dal centro della Terra.

- 1.1 Quanto valgono la velocita' ed il periodo di rivoluzione del satellite?
- 1.2 Quanto vale l'energia totale del satellite? (si ponga nulla l'energia potenziale a distanza infinita)
- 1.3 Ad un certo istante il satellite utilizza i suoi motori, che cambiano istantaneamente il modulo della velocita', ma non la direzione. Che energia dovrebbero fornire i motori affinche' il satellite sfugga al campo gravitazionale terrestre?
- 1.4 Se, invece dell'accensione descritta nel punto precedente, si accendessero i motori in modo da aumentare istantaneamente del 10% la velocita' del satellite, che tipo di traiettoria effettuerebbe il satellite nel moto successivo? Utilizzate le due leggi di conservazione appropriate per calcolare la massima distanza dal centro della Terra che sara' raggiunta dal satellite.

Esercizio 2 Si consideri una superficie cilindrica di altezza infinita e raggio $a=1\text{cm}$, su cui e' depositata uniformemente una densita' di carica superficiale $\sigma=1\text{nC/m}^2$. La densita' di carica e' in moto rettilineo uniforme con velocita' $V_z=100\text{m/s}$, dove l'asse z coincide con l'asse del cilindro. Per le risposte si utilizzi un sistema di coordinate polari cilindriche.

- 2.1 Quanto vale il campo elettrico in un punto P a distanza r dall'asse z ? (distinguere $r < a$ ed $r > a$)
- 2.2 L'integrale di linea del campo elettrico fra un punto posto sull'asse del cilindro ed un punto posto in $r=2a$ dipende dal percorso? In caso negativo se ne calcoli il valore, in caso affermativo si effettui il calcolo su un percorso scelto dallo studente.
- 2.3 Quanto vale il campo di induzione magnetica in P ?
- 2.4 Esiste almeno un percorso su cui l'integrale di linea del campo di induzione magnetica fra il punto $A=(r=0, z=0)$ ed il punto $B=(r=0, z=5a)$ e' diverso da zero? In caso affermativo si effettui il calcolo sul percorso trovato.

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 armonico rettilineo l'accelerazione **non e' mai** concorde con la velocita'.
- 3.2 In un moto rettilineo per ricavare la velocita' di un punto ad ogni istante di tempo $t > 0$ e' **sufficiente** conoscere la sua accelerazione in funzione di t .
- 3.3 In un sistema l'energia meccanica si conserva se il lavoro delle forze **esterne** e' nullo.
- 3.4 In un resistore la densita' di corrente elettrica **ha sempre** la stessa direzione del campo elettrico.
- 3.5 Quando una ruota rotola senza strisciare su un piano inclinato, la forza di attrito statico sul punto di contatto e' **nulla**.
- 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 **non sia applicato nessun momento meccanico esterno**.
- 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 La circuitazione del campo elettrico su una linea γ e' proporzionale alla variazione del flusso del campo di induzione magnetica attraverso una superficie **chiusa** concatenata a γ .

FISICA 1 per TELECOMUNICAZIONI
PROVA SCRITTA appello 2 del 30 gennaio 2003
RISPOSTE

Esercizio 1.

1.1) Il valore della velocità del satellite si ottiene imponendo che la forza gravitazionale terrestre imprima al satellite l'accelerazione centripeta necessaria a mantenersi sull'orbita. Pertanto:

$MV^2/R = GMM_T/R^2$ da cui si ricava: $V = \sqrt{GM_T/R} \approx 7 \text{ Km/s}$ (si ricordi che $GM_T = gR_T^2$). Il periodo vale per definizione: $T = 2\pi R/V \approx 7200 \text{ s}$.

1.2) L'energia totale del satellite è metà dell'energia potenziale, per cui

$$E = U/2 = -GMM_T/(2R) = -2.43 \times 10^9 \text{ J}.$$

1.3) L'energia minima da fornire è quella che consente al satellite di giungere con velocità nulla a distanza infinita dalla terra. L'energia totale del satellite deve quindi diventare eguale a zero, per cui l'energia da fornire è eguale ad opposta a quella del satellite prima dell'accensione,

$$E' = -E = +2.43 \times 10^9 \text{ J}.$$

1.4) Quando è ancora a distanza R il satellite si porta istantaneamente ad una velocità $V_1 = 1.1V$ e compie un'orbita ellittica. La massima distanza raggiunta sarà R_2 , quando la velocità avrà modulo V_2 . Possiamo utilizzare la conservazione dell'energia e del momento angolare:

$$\frac{1}{2}MV_1^2 - \frac{GMM_T}{R} = \frac{1}{2}MV_2^2 - \frac{GMM_T}{R_2} \quad \text{e} \quad MV_1R = MV_2R_2, \quad \text{da cui:}$$

$$R_2 = \frac{V_1^2 R}{\frac{2GM_T}{R} - V_1^2} = \frac{(1.1V)^2 R}{\frac{2GM_T}{R} - (1.1V)^2} = \frac{121}{79} R = 12250 \text{ Km}$$

Esercizio 2.

2.1) Il campo elettrico si ricava tramite il teorema di Gauss utilizzando una superficie cilindrica coassiale a quella su cui è depositata la carica. Il campo elettrico risulta nullo per $r < a$, mentre per $r > a$ è diretto lungo l'asse \hat{r} ed ha modulo: $E_r = \sigma a / (\epsilon_0 r) = 1.13 / (r(m)) V/m$.

2.2) L'integrale non dipende dal percorso (campo conservativo) e vale: $\sigma a \ln 2 / \epsilon_0 = 0.784 V$.

2.3) Le linee di forza del campo di induzione magnetica sono circonferenze coassiali alla superficie, per cui $B_r = B_z = 0$ e $\vec{B} = \hat{\vartheta} B_\vartheta$. Il modulo del campo si ricava tramite la legge di Ampere; poiché la corrente concatenata è nulla per $r < a$ ed è eguale alla corrente totale per $r > a$ si ottiene:

$$2\pi r B_\vartheta = \mu_0 I = \mu_0 2\pi a \sigma V_z \quad \text{da cui:} \quad B_\vartheta = \mu_0 a V_z \sigma / r = 1.26 \times 10^{-15} / (r(m)) T.$$

2.4) Qualunque percorso che includa un arco di circonferenza percorso all'esterno della superficie ha, in generale, integrale non nullo. Scegliendo ad esempio un percorso dal punto A al punto C ($r = 2a, z = 0$), seguito da un arco di semicirconferenza di ampiezza 90° e successivamente da un tratto parallelo all'asse z di lunghezza $5a$ ed infine da un tratto radiale di lunghezza $2a$, in direzione dell'asse, fino al punto B si ottiene un integrale di valore $(\pi/2)\mu_0 a V_z \sigma$.

Esercizio 3.

3.1) Falso: "non è sempre".

3.2) Falso: "non è sufficiente".

3.3) Falso: "non conservativo".

3.4) Vero.

3.5) Falso: "non nulla".

3.6) Falso: "sia applicato un opportuno momento meccanico esterno".

3.7) Vero.

3.8) Falso: "aperta".