

FISICA 1 per TELECOMUNICAZIONI - A.A. 2002/3
PROVA SCRITTA del 17 SETTEMBRE 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 bacino artificiale ha una superficie $S=5000\text{m}^2$ ed una profondita' $h=40\text{m}$. Da un punto sul fondo del bacino parte una conduttura che arriva ad una centrale elettrica posta 180m ($=H$) piu' in basso. Nota: per questo esercizio sono importanti le valutazioni numeriche, per semplicita' si puo' porre $g = 10 \text{ m/s}^2$.

- 1.1 Calcolare l'energia potenziale dell'acqua contenuta nel bacino, quando esso e' pieno (si ponga lo zero dell'energia potenziale al livello della centrale elettrica).
- 1.2 Il bacino viene completamente svuotato e la centrale riesce a trasformare il 90% dell'energia potenziale in energia elettrica: si calcoli quest'ultima, esprimendo il risultato in kW-ora (kWh).
- 1.3 Per quanto tempo la centrale potrebbe erogare una potenza costante di 1MW, se il bacino, inizialmente pieno, fosse svuotato senza che in esso venisse immessa altra acqua?
- 1.4 Se, invece, nel bacino confluissero in modo continuo tutte le piogge raccolte in un'area $A=30\text{km}^2$, in cui la piovosita' media fosse $\delta=2\text{mm/giorno}$ di acqua, quale sarebbe la potenza media che la centrale elettrica potrebbe erogare? E' ragionevole che si riesca ad ottenere questo risultato? (suggerimento: date un'occhiata alla risposta alla domanda 1.3)

Esercizio 2 Una spira quadrata, di lato $a=10\text{cm}$ e formata da un filo di rame (densita' $\delta=9.0\text{gr/cm}^3$ e resistivita' $\rho=1.7 \times 10^{-8}\Omega\text{m}$) di sezione $S=2\text{mm}^2$, e' mantenuta da un operatore esterno in rotazione con una frequenza $f=50\text{Hz}$ attorno ad un asse passante per il punto medio di due lati opposti. La spira e' posta in una regione in cui e' presente un campo di induzione magnetica uniforme e costante perpendicolare all'asse di rotazione della spira e di modulo $B=100\text{G}$. Al tempo $t=0$ il campo magnetico e' parallelo alla normale alla spira. Nota: per questo esercizio effettuate le valutazioni numeriche solo per le domande 2.3 e 2.4.

- 2.1 Si calcoli al tempo t la corrente indotta nella spira.
- 2.2 Si calcoli al tempo t il momento delle forze che l'operatore esterno esercita sulla spira.
- 2.3 Si calcoli la potenza media sviluppata dall'operatore esterno.
- 2.4 Si calcoli il rapporto fra l'energia cinetica della spira e la potenza media sviluppata dall'operatore esterno.

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 La soluzione piu' generale dell'equazione $\ddot{x} + \omega^2 x = g$ e' $x = A \cos(\omega t) + B \sin(\omega t)$
- 3.2 In un moto armonico lo spostamento dall'equilibrio e' **sempre** concorde all'accelerazione.
- 3.3 La risultante dei momenti delle forze **interne** ad un sistema e' uguale alla variazione del momento angolare del sistema rispetto al tempo
- 3.4 La variazione di energia cinetica di un sistema meccanico e' pari al lavoro **delle forze interne**.
- 3.5 Un filo rettilineo, percorso da una corrente costante, genera a distanza R dal filo un campo magnetico **parallelo al filo**.
- 3.6 Il campo magnetico al centro di una spira circolare di raggio R , percorsa da una corrente I , ha modulo **zero**.
- 3.7 Un piano e' caricato con una densita' superficiale di carica σ : il flusso del campo elettrico attraverso una sfera di raggio R il cui centro si trova sul piano vale $2\pi R\sigma/\epsilon_0$.
- 3.8 Il flusso del campo di induzione magnetica attraverso una superficie **aperta** e' sempre nullo.

FISICA 1 per TELECOMUNICAZIONI - A.A. 2002/3
PROVA SCRITTA del 17 SETTEMBRE 2003
RISPOSTE

Esercizio 1

1.1 $U = Mgz_{CM} = \rho h S g (H + h/2) = (1000 \text{ kg/m}^3)(40 \text{ m})(5000 \text{ m}^2)(10 \text{ m/s}^2)(200 \text{ m}) = 400 \text{ GJ}$

1.2 $E = 90\%U = 360 \text{ GJ} = 360 \text{ GJ} / (3600 \times 1000 \text{ J/kWh}) = 10^5 \text{ kWh} = 100 \text{ MWh}$

1.3 $t = E / 1 \text{ MW} = 100 \text{ MWh} / 1 \text{ MW} = 100 \text{ h} \approx 4 \text{ giorni}$

1.4 Assumiamo che l'energia potenziale utilizzabile sia $U = Mg(H+h/2)$. La potenza media prodotta sarà: $\langle P \rangle = 90\% (dU/dt) = 90\% (dM/dt) g (H + h/2) = 90\% (\rho A \delta) g (H + h/2) = 1.25 \text{ MW}$.

Questo risultato si potrebbe ottenere se le precipitazioni fossero circa costanti mediando su un arco di tempo di 4 giorni: dalla risposta precedente si nota che se non vi sono immissioni di acqua per 4 giorni, per ottenere una potenza costante di 1 MW si dovrebbe svuotare il bacino purché esso sia inizialmente pieno. Dopo 4 giorni di "siccità", il sistema si ferma. Per quanto riguarda la risposta per il compito, la valutazione precedente è da considerarsi sicuramente sufficiente. Per valutazioni professionali (geologi, ingegneri idraulici) occorre considerare che le acque piovane non arrivano istantaneamente ai bacini di raccolta, ma dopo un tempo che dipende dall'assetto idrogeologico dell'ambiente: vi sono situazioni (terreni impermeabili, in forte pendenza, in aree urbanizzate,...) in cui dopo poche ore di pioggia l'acqua si raccoglie nei punti più bassi, mentre in altre situazioni (terreni permeabili con falde di ampia capacità, fiumi o torrenti con pozze o laghi abbastanza ampi,) la raccolta a valle delle acque è mediata su periodi più lunghi (settimane o addirittura mesi).

Esercizio 2

2.1 La f.e.m. nella spira vale $\mathcal{E}(t) = -a^2 2\pi f B \sin(2\pi f t)$. Poiché la resistenza della spira è

$$R = \rho 4a / S, \text{ la corrente nella spira vale: } I(t) = -a^2 2\pi f B \sin(2\pi f t) / R,$$

2.2 Il momento delle forze è pari al momento magnetico (corrente x area) moltiplicato vettorialmente per il campo magnetico, per cui:

$$\tau(t) = -I(t) a^2 B \sin(2\pi f t) = a^4 2\pi f B^2 \sin^2(2\pi f t) / R$$

2.3 La potenza istantanea è pari al momento delle forze moltiplicato la velocità angolare. È anche uguale (si può anche usare come verifica) alla potenza dissipata nella resistenza (corrente per f.e.m.). In ogni caso abbiamo: $P(t) = a^4 (2\pi f)^2 B^2 \sin^2(2\pi f t) / R$, da cui

$$\langle P \rangle = a^4 (2\pi f)^2 B^2 / 2R = a^3 \pi^2 f^2 B^2 S / 2\rho \approx 150 \text{ mW}$$

2.4 La spira è composta da 4 lati, ciascuno di massa $m = \delta a S$. Il momento di inerzia della spira è la somma dei momenti di inerzia delle due sbarrette parallele all'asse di rotazione e delle due sbarrette ad esso perpendicolari: $I = 2m(a/2)^2 + 2ma^2/12 = 2\delta a^3 S/3$. L'energia cinetica

della spira è: $K = I(2\pi f)^2 / 2 = 4\pi^2 f^2 \delta a^3 S/3$, da cui: $\frac{K}{\langle P \rangle} = \frac{8\delta\rho}{3B^2} \approx 4 \text{ s}$

Esercizio 3

3.1 FALSO → $x = A \cos(\omega t) + B \sin(\omega t) + g / \omega^2$

3.2 FALSO → non c'è mai

3.3 FALSO → esterne

3.4 FALSO → di tutte le forze

3.5 FALSO → tangenziale

3.6 FALSO → $\mu_0 I / 2R$

3.7 FALSO → $\pi R^2 \sigma / \epsilon_0$

3.8 FALSO → chiusa