

Corso di Laurea Ing. EA – ESAME DI FISICA GENERALE – 21/7/2005

Nome e cognome:

Matricola:

Istruzioni: riportate i risultati, sia letterali che numerici, se richiesti, in questo foglio; allegare "brutte copie" o altri documenti che ritenete utili. **Le risposte non adeguatamente giustificate non saranno prese in considerazione**

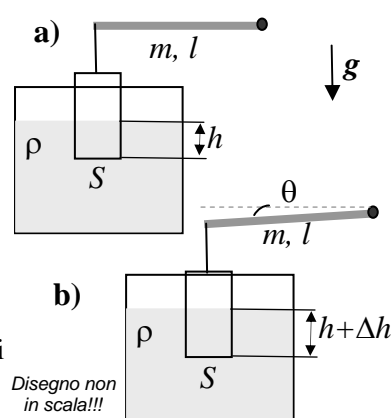
PARTE 1

1. Un razzo di segnalazione di massa $m = 600$ g viene sparato dall'origine di un sistema di riferimento XY con una velocità iniziale che forma un angolo $\theta = 30$ gradi rispetto all'asse X (orizzontale), ed ha modulo $v = 196$ m/s. Se non indicato diversamente, considerate gli oggetti in moto come puntiformi, **trascurate ogni attrito** e considerate perfettamente pianeggiante la regione in cui viene sparato il razzo (trascurate la curvatura terrestre). [Nei calcoli usate il valore $g = 9.80$ m/s² per l'accelerazione di gravità]
 - a) Quanto vale l'altezza massima h a cui arriva il razzo?
 $h = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$ m
 - b) Arrivato al punto di massima altezza, il razzo si frammenta con un'esplosione in due pezzi di massa, rispettivamente, $m_1 = 360$ g e $m_2 = 240$ g. Sapendo che il frammento m_1 cade nel punto $x_1 = 3.00 \times 10^3$ m, dove vi aspettate che cada il frammento m_2 ? [Per il calcolo può farvi comodo considerare il valore numerico $3^{1/2} = 1.73$]
 $x_2 = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$ m
 - c) Sapendo che al momento della frammentazione i due pezzi acquisiscono velocità rispettivamente v_1 e v_2 dirette entrambi **orizzontalmente**, e che $v_1 = 228$ m/s, quanto vale l'energia E liberata nell'esplosione? [Suggerimento: ricordate che l'esplosione avviene quando il razzo si trova nel punto di massima altezza!]
 $E = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$ J

2. Un "sistema legato" (una specie di atomo di idrogeno pre-quantistico) è costituito da una coppia di cariche di modulo uguale q e segno opposto. La massa della carica positiva è M , mentre quella della carica negativa vale $m = M/1000$; la carica negativa si trova in moto **circolare uniforme** attorno alla carica positiva (che, vista la differenza di massa, potete supporre **fissa nello spazio**, nell'origine del sistema di riferimento che impiegate).
 - a) Sapendo che il raggio dell'orbita vale r , quanto vale il tempo T necessario affinché la carica negativa compia un giro completo dell'orbita?
 $T = \dots\dots\dots$
 - b) Quanto vale il (minimo) lavoro L che deve essere compiuto sul sistema affinché esso si "sleghi"? [Suggerimento: notate che rendere il sistema non legato significa allontanare "moltissimo" la carica negativa!]
 $L = \dots\dots\dots$

PARTE 2

3. Una sottile sbarra cilindrica di lunghezza l , sezione trascurabile e massa $m = 200$ g costituita da un materiale **omogeneo** può ruotare senza attriti in un piano verticale essendo impernata ad un suo estremo. All'altro estremo è collegato un cilindro (vuoto) di massa **trascurabile** e sezione $S = 100$ cm² come in figura. Il collegamento tra sbarra e cilindro è realizzato con un'asta **rigida** di massa trascurabile dotata di un sistema di snodi senza attrito che la mantengono sempre in direzione **verticale**. Il cilindro viene immerso in una bacinella contenente acqua (densità $\rho = 1.0 \times 10^3$ Kg/m³) ed il sistema si trova in equilibrio quando il cilindro è parzialmente immerso nell'acqua e la sbarra è orizzontale, come in figura a).



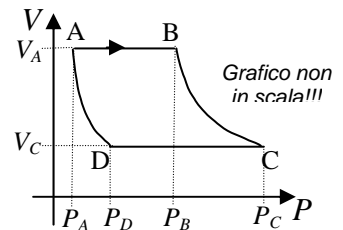
- a) Quanto vale l'altezza h della parte immersa del cilindro quando il sistema si trova in equilibrio?
 $h = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$ m

- b) A questo punto "perturbate" la posizione di equilibrio, cioè poggiate il vostro dito sull'estremità della sbarra e la premete leggermente verso il basso per una quantità $\Delta h = 2.0$ mm in modo che l'angolo θ mostrato in figura sia **molto piccolo** ($\theta \sim 0$) per poi rilasciarla. La sbarra inizierà allora un moto di oscillazione angolare. Come si scrive l'equazione del moto angolare per la sbarra? [Ricordate che $\theta \sim 0$ implica $\sin\theta \sim \theta$ e $\cos\theta \sim 1$]

$$d^2\theta(t) / dt^2 = \dots\dots\dots$$

- c) Detto $t_0 = 0$ l'istante in cui rilasciate la sbarra, e supponendo che nell'operazione non le sia impartita alcuna velocità angolare iniziale, a quale istante t' essa ripassa per la posizione di equilibrio ($\theta = 0$)?
 $t' = \dots\dots\dots = \dots\dots$ s

4. Una macchina termica lavora con $n = 1.0$ moli di gas perfetto eseguendo il ciclo reversibile rappresentato in figura. Tale ciclo è composto da un'isocora AB, un'adiabatica BC, un'isocora CD, un'adiabatica DA. I dati del problema sono $T_A = 100$ K, $P_A = 1.0 \times 10^5$ Pa, $P_B = 3P_A$, $P_C = 24P_A$, $P_D = 2P_A$.



- a) Quanto valgono le temperature T_B , T_C , T_D ? [Ricordate che per un'adiabatica reversibile si ha $PV^\gamma = \text{costante}$; assumete che per il gas perfetto in questione si abbia $\gamma = 3/2$]

$$T_B = \dots\dots\dots = \dots\dots$$
 K $T_C = \dots\dots\dots = \dots\dots$ K $T_D = \dots\dots\dots = \dots\dots$ K

- b) Quanto vale il lavoro L fatto dal gas in un intero ciclo? [Assumete $c_V = 2R$ come calore specifico molare a volume costante per questo gas perfetto, con $R = 8.3$ J/(K mole)]

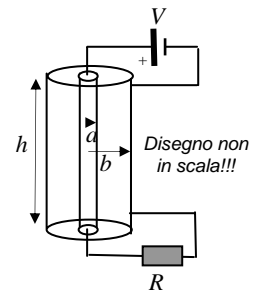
$$L = \dots\dots\dots = \dots\dots$$
 J

- c) Quanto vale il rapporto η tra lavoro L fatto e calore Q ceduto dal gas in un intero ciclo?

$$\eta = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$$

PARTE 3

5. Un cavo coassiale è un sistema che può essere approssimato come un lungo filo cilindrico (altezza $h = 1.0$ m) di raggio $a = 1.0$ mm perfettamente conduttore, circondato da un sottile guscio cilindrico coassiale, anche'esso perfettamente conduttore, di raggio $b = 2.8$ mm; Un generatore ideale di differenza di potenziale $V = 10$ V è collegato ad un estremo del cavo ai due conduttori, mentre all'altro estremo del cavo i due conduttori sono chiusi su un resistore di resistenza $R = 10$ ohm. La figura rappresenta schematicamente la situazione: al solito, visto che $h \gg a, b$, potete trascurare gli "effetti ai bordi".



- a) Quanto vale, in modulo, il campo magnetico $B(r)$ in funzione della distanza r dall'asse nella regione fra i conduttori (cioè per $a < r < b$) e ed al di fuori del guscio cilindrico (cioè per $r > b$)? [Suggerimento: fate attenzione a dove scorrono correnti nei vari componenti del cavo!]

$$B(r) = \dots\dots\dots \text{ per } a < r < b$$

$$B(r) = \dots\dots\dots \text{ per } r > b$$

- b) Quanto vale la capacità C del cavo coassiale? [Usate il valore $\epsilon_0 = 8.8 \times 10^{-12}$ F/m per la costante elettrica del vuoto, che "riempie" lo spazio fra i due conduttori: come al solito, supponete trascurabili gli "effetti ai bordi"]

$$C = \dots\dots\dots = \dots\dots$$
 F

- c) Quanto vale, in modulo, il campo elettrico $E(r)$ nella regione tra i due conduttori in funzione della distanza r dall'asse?

$$E(r) = \dots\dots\dots$$

- d) Quanto vale, in funzione di r , il modulo $S(r)$ del vettore (di Poynting) $\mathbf{S} = \mathbf{E} \times \mathbf{B} / \mu_0$ nella regione fra i conduttori? Quali sono la sua direzione ed il suo verso?

$$S(r) = \dots\dots\dots$$

Direzione e verso: $\dots\dots\dots$

- e) Tenedo conto del significato fisico del vettore di Poynting, che rappresenta un flusso di potenza, quanto deve valere P , cioè il flusso di \mathbf{S} sull'intera superficie compresa tra i conduttori? Date una spiegazione del risultato e, se potete, verificate mediante integrazione diretta.

$$P = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$$

Spiegazione sintetica: $\dots\dots\dots$

Nota: acconsento che l'esito della prova venga pubblicato sul sito web del docente, <http://www.df.unipi.it/~fuso/dida>, impiegando come nominativo le ultime quattro cifre del numero di matricola, oppure il codice: | | | | (4 caratteri alfanumerici).
 Pisa, 21/7/2005 Firma: