

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

Nome e cognome: .....

Matricola: .....

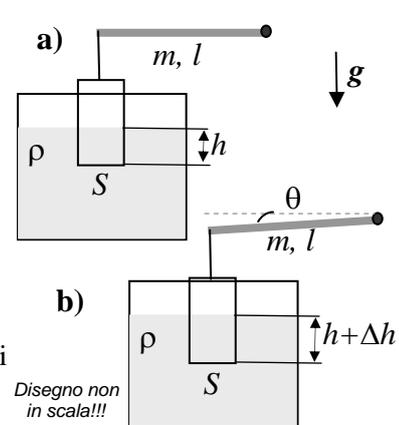
**Istruzioni:** riportate i risultati, sia letterali che numerici, se richiesti, in questo foglio; allegare "brutte copie" o altri documenti che ritenete utili. **Le risposte non adeguatamente giustificate non saranno prese in considerazione**

## 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/s<sup>2</sup> 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  $S = 100$  cm<sup>2</sup> 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/m<sup>3</sup>) ed il sistema si trova in equilibrio quando il cilindro è parzialmente immerso nell'acqua e la sbarra è orizzontale, come in figura a).

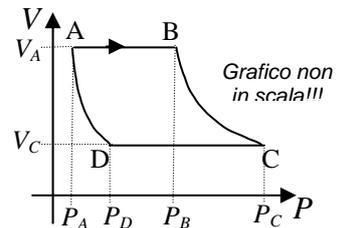


- a) Quanto vale l'altezza  $h$  della parte immersa del cilindro quando il sistema si trova in equilibrio?  
 $h = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$  m
  
- b) A questo punto "perturbate" la posizione di equilibrio, cioè poggiate il vostro dito sull'estremità della sbarra e la premete leggermente verso il basso per una quantità  $\Delta h = 2.0$  mm in modo che l'angolo  $\theta$  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)]

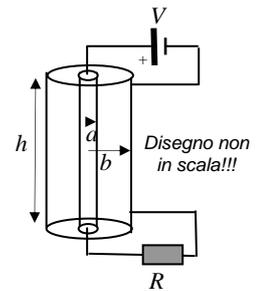
$$L = \dots\dots\dots = \dots\dots$$
 J

- c) Quanto vale il rapporto  $\eta$  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: