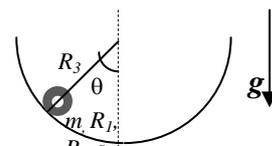


Nome e cognome: ..... Matricola: .....

**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**

1. Su un piano con attrito trascurabile su cui è posto un sistema di riferimento  $XY$ , una biglia di massa  $M$  si muove con velocità rettilinea uniforme  $V_0$  diretta lungo l'asse  $X$ . Ad un dato istante, essa urta contro una seconda biglia, di massa  $m = M/2$ , che inizialmente è ferma sul piano. **L'urto non è "centrale"**, cioè il problema non può essere considerato unidimensionale, dato che le direzioni di moto delle biglie prima e dopo l'urto non sono le stesse. Inoltre a priori **non si sa** se l'urto sia completamente elastico o no.
- a) Sapendo che dopo l'urto la velocità  $V$  della biglia di massa  $M$  si è ridotta, **in modulo**, a una frazione pari a  $1/\sqrt{3}$  del valore iniziale [cioè  $V = V_0/3^{1/2}$ ] e che essa forma un angolo  $\Theta = \pi/6$  rispetto all'asse  $X$ , quanto vale l'angolo  $\theta$  formato rispetto allo stesso asse dalla velocità  $v$  della biglia  $m$  dopo l'urto? [Può farvi comodo ricordare che  $\sin(\pi/6) = 1/2$  e  $\cos(\pi/6) = \sqrt{3}/2$ , con  $3^{1/2} \sim 1.7$ . Suggerimento: ragionate sulle "conservazioni"....]
- $\theta = \dots\dots\dots = \dots\dots$  rad
- b) L'urto è completamente elastico o no? Motivate **quantitativamente** la vostra risposta.
- Non completamente elastico       Completamente elastico       Non si può dire
- Spiegazione sintetica della risposta: .....

2. Un cilindro **cavo** di lunghezza  $s = 10$  cm, raggio **interno**  $R_1 = 10$  cm, raggio **esterno**  $R_2 = 20$  cm è fatto di un materiale **omogeneo** che ha densità volumica di massa **uniforme** pari a  $\rho_M = 5.0 \times 10^3$  kg/m<sup>3</sup>. Inizialmente tale cilindro si trova fermo, essendo trattenuto da una qualche forza esterna, "a mezza altezza" di una guida semicircolare fissa, rigida ed indeformabile di raggio  $R_3 = 1.0$  m disposta su un piano verticale come in figura. [Per intendersi, "a mezza altezza" significa che l'angolo indicato in figura vale  $\theta = \theta_0 = \pi/4$ ].



- a) Quanto vale il momento di inerzia  $I$  del cilindro per rotazioni attorno al suo asse? [Indicate chiaramente in brutta il procedimento seguito]
- $I = \dots\dots\dots \sim \dots\dots$  kg m<sup>2</sup>
- b) Ad un dato istante il cilindro, inizialmente fermo, viene lasciato libero di muoversi verso il basso della guida semicircolare. Si osserva che il moto del cilindro è di **rotolamento puro**, cioè avviene senza che ci sia strisciamento tra la sua superficie e quella della guida. Quanto vale, in modulo, la velocità  $v_{CM}$  del centro di massa del cilindro quando questo si trova a passare per il punto più basso della guida? [Usate  $g = 9.8$  m/s<sup>2</sup> per il modulo dell'accelerazione di gravità]
- $v_{CM} = \dots\dots\dots \sim \dots\dots$  m/s
- c) Quanto deve valere il coefficiente di attrito (statico)  $\mu$  tra guida e cilindro che permette il rotolamento puro nell'intero processo (cioè per la discesa completa del cilindro, dalla quota di partenza a quella più bassa)?
- $\mu \geq \dots\dots\dots \sim \dots\dots$

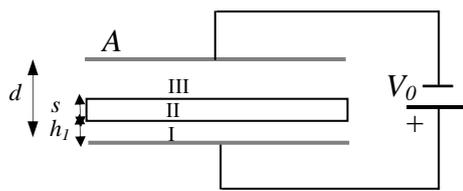
3. Un campione di  $n = 2.00 \times 10^{-1}$  moli di gas perfetto monoatomico si trova alla temperatura iniziale  $T_0 = 300$  K all'interno di un recipiente cilindrico di sezione di area  $S = 10.0$  cm<sup>2</sup> ed altezza molto grande. Inizialmente, il tappo del recipiente, che ha **massa trascurabile**, è **fisso** rispetto alla parete laterale del cilindro, e l'altezza del volume occupato dal gas è  $h_0 = 83.1$  cm.

- a) Il recipiente viene messo a contatto con una sorgente di calore (dotata di grandissima capacità termica) che si trova a temperatura  $T_1 = 600$  K ed il gas viene portato a questa temperatura. Quanto vale la variazione  $\Delta P$  della pressione del gas al termine del processo di riscaldamento, che potete supporre **reversibile**? [Ricordate che la costante dei gas perfetti vale  $R = 8.31$  J/(K mole)]
- $\Delta P = \dots\dots\dots = \dots\dots$  Pa
- b) Successivamente la sorgente di calore viene rimossa, il recipiente viene rivestito completamente (tappo incluso!) con una camicia **impermeabile al calore** e il sistema che fissa il tappo alla parete viene scollegato, così che esso diventa **libero di muoversi** in direzione verticale; si supponga che il gas compia anche in questa fase una trasformazione che si può considerare **reversibile** (ipotesi poco realistica, ma che supponiamo valida per questo caso). Sapendo che la pressione esterna vale  $P_{ATM} = 1.00 \times 10^5$  Pa, quanto vale il lavoro  $L$  fornito o subito dal gas durante quest'ultimo processo? [Per la soluzione numerica, potrebbe farvi comodo sapere che  $12^{-2.5} \sim 0.370$ ]
- $L = \dots\dots\dots \sim \dots\dots$  J

4. Due sottili lamine conduttrici di spessore **trascurabile** ed area  $A = 1.0$  m<sup>2</sup> sono poste parallelamente l'un l'altra ad una distanza pari a  $d = 10$  cm. Ad un dato istante, le due lamine, che inizialmente erano **scariche**, vengono collegate ad un generatore ideale di differenza di potenziale  $V_0 = 160$  V. [Usate il valore  $\epsilon_0 = 8.8 \times 10^{-12}$  F/m per la costante dielettrica del vuoto e supponete che le dimensioni del sistema siano tali da **poter trascurare gli effetti ai bordi**]

- a) Quanto vale il lavoro  $L$  fatto dal generatore per portare il sistema all'equilibrio (cioè perché le cariche elettriche si distribuiscano in modo opportuno sulle lamine)?
- $L = \dots\dots\dots = \dots\dots$  J

- b) Supponete ora che nello spazio (vuoto) tra le lamine venga posta una lastra conduttrice **scarica**, di area  $A$  identica a quella delle lamine e spessore  $s = 2.0$  cm. La configurazione è descritta schematicamente in figura, da cui si vede che la lastra si trova ad una distanza  $h_1 = 1.0$  cm dalla lamina "inferiore". Quanto valgono, all'equilibrio, i **moduli** dei campi elettrici  $E_I, E_{II}, E_{III}$  che si misurano nelle regioni I, II, III di figura? [Le tre regioni indicate si riferiscono rispettivamente al volume compreso tra lamina "inferiore" e lastra, all'interno della lastra, al volume compreso tra lastra e lamina "superiore"]



$E_I = \dots\dots\dots = \dots\dots$  V/m  
 $E_{II} = \dots\dots\dots = \dots\dots$  V/m  
 $E_{III} = \dots\dots\dots = \dots\dots$  V/m

- c) Quanto vale la capacità  $C'$  del sistema nella sua configurazione finale, cioè con la lastra al suo interno (come mostrato in figura)?
- $C' = \dots\dots\dots = \dots\dots$  pF

**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, 19/2/2009

Firma: