

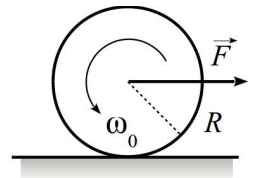


**Fisica Sperimentale I**  
**II prova in itinere – 21/06/2018**

**Giustificare le risposte e scrivere in modo chiaro e leggibile. Sostituire i valori numerici solo alla fine, dopo aver ricavato le espressioni letterali. Scrivere in stampatello nome, cognome, matricola e firmare ogni foglio.**

**Esercizio 1**

Un disco di massa  $M$  e raggio  $R$  inizialmente rotola senza strisciare lungo un piano orizzontale scabro (con coefficienti di attrito statico e dinamico  $\mu_s$  e  $\mu_d$ ). La sua velocità angolare iniziale è  $\omega_0$ . Al centro del disco viene ora applicata una forza  $F$  orizzontale, con lo scopo di rallentare il moto.



(a) Calcolare il valore massimo  $F_0$  della forza  $F$  per cui il disco continua a rotolare senza strisciare.  $[F_0 = 3\mu_s Mg]$

(b) Nel caso in cui  $F=F_0/2$ , determinare l'accelerazione del centro di massa del disco, e lo spazio percorso fino al suo totale arresto.  $[a = \mu_s g; s = (\omega_0^2 R^2)/(2\mu_s g)]$

(c) Calcolare l'accelerazione del centro di massa del disco nel caso in cui  $F = 2F_0$ .  $[a = (6\mu_s - \mu_d)g]$

**Esercizio 2**

Si dispone di un cilindro munito di pistone di massa trascurabile libero di scorrere verticalmente senza attrito. All'interno del cilindro è presente una mole di gas ideale che occupa tutto il volume  $V$  a disposizione. Le pareti laterali del cilindro sono adiabatiche, mentre quella inferiore, diatermana, è posta a contatto con una sorgente termica composta da una miscela di acqua e ghiaccio. Il gas subisce due trasformazioni:

A  $\rightarrow$  B compressione fino ad un volume finale  $V/3$ ;

B  $\rightarrow$  A espansione fino al volume iniziale  $V$ .

Alla fine di queste due trasformazioni si osserva che si è sciolta una quantità di ghiaccio di massa pari a  $m = 5\text{ g}$ . Calcolare:

(a) il calore totale  $Q$  ed il lavoro totale  $W$  scambiati dal gas durante il ciclo;  $[W = Q = -1667.5\text{ J}]$

(b) la variazione di entropia  $\Delta S$  dell'universo durante il ciclo;  $[\Delta S = 6.104\text{ J/K}]$

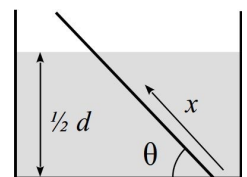
Si osserva inoltre che la variazione di entropia dell'universo lungo la compressione è uguale alla variazione di entropia dell'universo lungo l'espansione. Calcolare:

(c) la quantità di ghiaccio  $mg$  che si scioglie in compressione e la quantità di acqua  $ma$  che solidifica in espansione;  $[mg = 9.98\text{ g}; ma = 4.98\text{ g}]$

(d) i calori ed i lavori scambiati dal gas lungo le due trasformazioni.  $[Q_{AB}=W_{AB}=-3328.33\text{ J}; Q_{BC}=W_{BC}=1660.83\text{ J}]$   
(calore latente di fusione del ghiaccio  $\lambda_f^g = 333.5\text{ kJ/kg}$ )

**Esercizio 3**

Un'asta di legno di lunghezza  $d$  e sezione  $S$  è incernierata sul fondo di un contenitore, riempito con acqua fino a un livello  $1/2 d$ . L'asta ha una densità che vale  $\rho(x) = 1/2(1+x/d)\rho_{\text{acqua}}$ , dove  $x$  è la distanza rispetto alla cerniera.

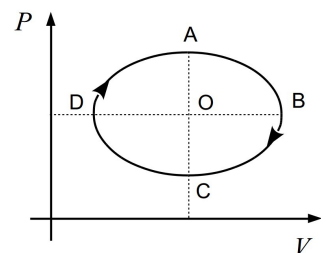


(a) Calcolare la distanza  $D$  del centro di massa dell'asta rispetto alla cerniera;  $[D=5/9 d]$

(b) Trovare l'angolo  $\theta$  di equilibrio che si instaura fra l'asta e il fondo del contenitore.  $[\sin\theta = \sqrt{3/10}]$

**Esercizio 4**

Una macchina termica utilizza come fluido termodinamico  $n=2$  moli di gas perfetto, che compie la trasformazione ciclica reversibile rappresentata da una ellisse, come in figura. La temperatura del punto O è  $T_0=400\text{ K}$ , mentre A e B sono alla temperatura  $T_H=500\text{ K}$ .



(a) Determinare il lavoro prodotto in un ciclo, e le temperature dei punti C e D (si ricordi che l'area di un'ellisse di semiassi  $a$  e  $b$  vale  $\pi ab$ )  $[W = \pi nR(T_H - T_0)^2/T_0 = 1305.7\text{ J}; T_C = T_D = 2T_0 - T_H]$

Il lavoro prodotto in un ciclo dalla macchina termica alimenta poi un ciclo di un frigorifero irreversibile, che trasferisce calore da un termostato a  $T_1=250\text{ K}$  a uno a  $T_2=300\text{ K}$ . Per ogni ciclo, la variazione di entropia dell'universo è  $1\text{ J/K}$ .

(b) Calcolare il calore scambiato con le due sorgenti, specificando se si tratta di calore assorbito o ceduto.  $[Q_2 = -6333\text{ J ceduto a } T_2; Q_1 = 5027\text{ J assorbito da } T_1]$

(c) Quanti cicli servono per assorbire  $1000\text{ kJ}$  dal termostato freddo?  $[199\text{ cicli}]$