Università degli Studi di Roma "La Sapienza"
Corso di laurea in Ing. Meccanica

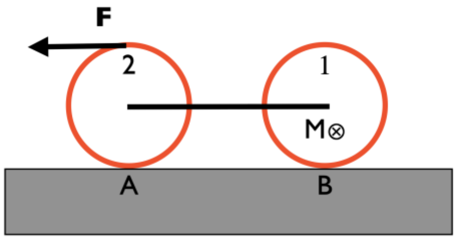
Corso di Fisica Generale I
Proff. Marco Rossi, Daniele Passeri e Alessio Sarti

Prova di esame del 12 marzo 2021
II APPELLO straordinario – a.a. 2019-20

Risolvere, prima analiticamente poi numericamente, gli esercizi seguenti.

1. Una giostra di raggio R=1 m sta ruotando con velocità angolare costante ω=1rad/s. Un grave viene lasciato cadere da un'altezza h su una direzione verticale perpendicolare al bordo esterno della giostra. Determinare, all'istante dell'impatto, rispetto ad un osservatore solidale alla giostra: ***a)*** l'accelerazione di Coriolis del grave; ***b)*** il modulo della sua accelerazione relativa.

2. Due corpi rigidi a simmetria circolare, aventi eguale massa m = 20 kg e uguale raggio R = 0.5 m, sono disposti come in figura su un piano orizzontare scabro; i centri sono collegati da un filo. Come mostrato in figura, all'asse del corpo 1 è applicato il momento di modulo M = 8 Nm, al corpo 2 è applicata la forza di modulo F. Il sistema è in quiete. Calcolare: ***a)*** il modulo F; ***b)*** il modulo ed il verso delle forze di attrito $\overrightarrow{f_A}$ ed $\overrightarrow{f_B}$ nei punti di contatto A e B dei corpi con il piano; ***c)*** la tensione del filo T; ***d)*** il valore minimo del coefficiente di attrito statico μ_s affinché il sistema rimanga fermo.



3. Una molla di costante elastica k =9.8 N/m, massa nulla e lunghezza a riposo L = 1 m è appesa al soffitto di una stanza in corrispondenza di uno dei suoi estremi O. All'altro estremo è attaccato un punto materiale di massa m = 0.1 kg. Il sistema è posto in rotazione attorno ad un asse verticale passante per il punto O con velocità angolare ω = 4 rad/s. Si determini il valore dell'angolo θ che la molla forma con l'asse verticale durante la rotazione.

4. Un gas perfetto biatomico esegue una trasformazione isobara tra gli stati A e B. Se la trasformazione è condotta reversibilmente, il gas compie un lavoro $L_{AB,rev}$ = 50 l atm; in caso contrario (cioè trasformazione irreversibile) il lavoro $L_{AB,irrev}$ risulta inferiore del 20% rispetto a quello che si ha in condizioni di reversibilità. Determinare il calore $Q_{AB,irrev}$ scambiato nel caso di trasformazione irreversibile.

5. Un gas perfetto monoatomico viene riscaldato a volume costante da uno stato iniziale di equilibrio fino alla temperatura T_1 = 320 K. In seguito a tale trasformazione l'entropia del gas aumenta di ΔS = 6 J/K. Successivamente il gas torna alla pressione iniziale tramite una trasformazione isoterma irreversibile. Si calcoli il lavoro compiuto dal gas.

Sezione TEORIA** - **Rispondete facoltativamente, con essenzialità e correttezza, alle seguenti domande.

T1. Definire i diversi tipi possibili di equilibrio per una forza conservativa. Per ogni tipo di equilibrio si definisca la relativa condizione sull'energia potenziale.

T2. Dimostrare l'equivalenza dei due enunciati del II principio della Termodinamica.

Università degli Studi di Roma “La Sapienza”
Corso di laurea in Ing. Meccanica

Corso di Fisica Generale I
Proff. Marco Rossi, Daniele Passeri e Alessio Sarti

Prova di esame del 12 marzo 2021
II APPELLO ordinario – a.a. 2019-20

-- - - - - - *SOLUZIONI* - - - - - - -

1. a) $\vec{a}_{cor} = 2\vec{\omega} \times \vec{v}_{rel} = 2\vec{\omega} \times (\vec{v}_{ass} - \vec{v}_{tras})$= -$2\vec{\omega} \times \vec{v}_{tras}$= -$2\vec{\omega} \times \ (\vec{\omega} \times \vec{r}) = -2\omega^2\vec{r}$

Si è tenuto conto che $\vec{v}_{ass} \ || \ \vec{\omega}$

La direzione è radiale; il verso è centrifugo; $|\vec{a}_{cor}| = 2\omega^2 r$= **2 m/s²**

b) $\vec{a}_{rel} = \vec{a}_{ass} - \vec{a}_{tras} - \vec{a}_{cor}$= $\vec{g} - (-\omega^2\vec{r}) - 2\omega^2\vec{r} = \ \vec{g} - \omega^2\vec{r}$ -

$|\vec{a}_{rel}| = \sqrt{g^2 + \omega^4 r^2} =$ **9.86 m/s²**

---

2. Dalle equazioni cardinali della dinamica dei corpi rigidi otteniamo: $f_B - T = 0$; $T - F - f_A = 0$ da cui $f_B = F + f_A$. L’equazione dei momenti calcolati rispetto all’asse dei corpi rigidi si scrive per i due corpi: $M - f_B R = 0$ e $F R - f_A R = 0$. Si ottiene quindi: $f_A = F$, $f_B = 2F$, $T = 2F$ e $M = 2FR$. Si calcolano: $\boldsymbol{F = M/2R = 8}$ **N;** $\boldsymbol{f_B = 16}$ **N** ed $\boldsymbol{f_A = 8}$ **N;** $\boldsymbol{T = 16}$ **N.** μ_s si ottiene richiedendo $\mu_s\, mg \geq f_A$ ed f_B. Essendo $f_A < f_B$ basterà imporre $\mu_s\, mg \geq f_B$ e dunque ottenere: μ_s **≥ 0.08**

---

3. Proiettando le forze agenti sulla massa: $k\Delta L\cos\theta = mg$ e $k\Delta L\sin\theta = m\omega^2(L+\Delta L)\sin\theta$ da cui si ottiene $\Delta L = m\omega^2 L/(k - m\omega^2)$=0.2 m e $\cos\theta = mg/k\Delta L$ da cui θ=60 deg.

---

4. $Q_{rev} = \Delta U + L_{rev} = nc_V\Delta T + p\Delta V = nc_p\Delta T$ (1)

$Q_{irr} = \Delta U + L_{irr} = nc_V\Delta T + L_{irr}$ (2)

Dalla (1) $\mathrm{n}(c_p - c_V)\Delta T = L_{rev}$ $\Delta T = \frac{L_{rev}}{nR}$

Dalla (2) $Q_{irr} = nc_V\frac{L_{rev}}{nR} + L_{irr} = \frac{L_{rev}}{\gamma-1} + L_{irr} = 165\ l\ atm = 16{,}7\ kPa$

---

5. Nel riscaldamento isocoro si ha che $\Delta S_{AB} = nc_V \ln (T_B/T_A)$ e il lavoro $L_{BC} = nRT_B \ln (V_C/V_B)$. Usando le relazioni che collegano le variabili termodinamiche in una isoterma e in una isocora, si ottiene che $V_C/V_B = T_B/T_A = \exp (\Delta S_{AB}/ncV)$. Si ottiene: $L_{BC} = nRT_B\Delta S_{AB} / nc_V$. Considerato che il gas è monoatomico si ottiene $L_{BC} = 2/3\ T_B\ \Delta S_{AB}$ = **1280 J**.
