



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



Corso di Fisica I
Canale A-L: *Prof. Marco Rossi*
Canale M-Z: *Prof. Livia Lancia*

Prova d' appello straordinario del 4 Aprile 2016 – a.a. 2015-16

Risolvere, prima analiticamente e poi numericamente, gli esercizi seguenti. L'esercizio 3 non deve essere svolto da parte degli studenti che sostengono la prova da 6 CFU.

1. Due canoisti, A e B, vogano con due canoe identiche allo stesso ritmo e stessa potenza in un fiume. Il primo (A) voga e si muove controcorrente mentre il secondo (B) voga e si muove nel verso della corrente. Un osservatore a riva nota che per percorrere un tratto $d=100$ m essi impiegano rispettivamente un tempo $t_A=83.3$ s e $t_B=34.5$ s. Calcolare la velocità della corrente del fiume e la velocità relativa all'acqua (modulo) con cui vogano i canoisti.
2. Una massa $m=10$ kg si trova inizialmente ferma alla base (A) di un piano inclinato di un angolo $\vartheta=30^\circ$. Una forza F costante che agisce parallelamente al piano inclinato mette quindi in moto la massa m facendole percorrere una distanza $AB=l=4$ m. In B la massa si ferma.
a) Conoscendo il coefficiente di attrito dinamico tra massa e piano, $\mu_d=0.2$, calcolare il lavoro fatto dalla forza F nel tratto AB.
b) Supponendo che in B la forza smetta di agire e la massa scivoli verso il basso, calcolare la velocità con cui essa raggiungerà di nuovo il punto A.
3. Un'asta omogenea di massa $m=1.5$ kg lunghezza $L=40$ cm è fissata ad una parete tramite un perno in un suo estremo O. Il filo che la sorregge e la mantiene in posizione orizzontale viene tagliato al tempo $t=0$. Trascurando ogni forma d'attrito, calcolare:
a) l'accelerazione angolare che la sbarra acquista immediatamente dopo il taglio;
b) l'energia cinetica e la velocità angolare dell'asta nel momento d'impatto con la parete.
4. Determinare il lavoro scambiato con l'esterno da una macchina reversibile che, utilizzando come fluido una mole di gas biatomico, esegue un ciclo composto da tre trasformazioni termodinamiche: AB è una trasformazione adiabatica, BC è un'espansione isobara e CA un'isoterma. ($p_A=5$ atm, $T_A=20^\circ\text{C}$, $p_B=1$ atm).
5. Tre moli di gas perfetto monoatomico vengono riscaldate reversibilmente, prima a volume costante fino ad aumentare del 30% la propria temperatura e successivamente a pressione costante aumentando la temperatura di un ulteriore 30%. Calcolare la variazione di entropia del gas e dell'universo.

Sezione TEORIA

Rispondete facoltativamente, con essenzialità e correttezza, alle seguenti domande.

- T1. Spiegare il significato della forza di Coriolis con un esempio.
- T2. Definire e descrivere il momento d'inerzia assiale di un corpo rigido.



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

Corso di Fisica I
Canale A-L: Prof. Marco Rossi
Canale M-Z: Prof. Livia Lancia



SOLUZIONI

Prova d' appello straordinario del 4 Aprile 2016 – a.a. 2014-15

Esercizio 1

Moti relativi:

$$\vec{v}_A = \vec{u} + \vec{w}_A;$$

$$\vec{v}_B = \vec{u} + \vec{w}_B;$$

dove u è la velocità di trascinato della corrente, e le w_A e w_B sono le velocità relative alla corrente, uguali in modulo

$$v_A = \frac{d}{t_A} = \frac{100[m]}{83.3[s]} = 1.2[m/s]$$

le velocità assolute (nel sistema di riferimento solidale con le sponde) sono:

$$v_B = \frac{d}{t_B} = \frac{100[m]}{34.5[s]} = 2.9[m/s]$$

Proiettando le equazioni dei moti relativi nel verso di u :

$$-v_A = u - w;$$

$$v_B = u + w;$$

$$u = \frac{v_B - v_A}{2} = 0.85[m/s]$$

da cui:

$$w = \frac{v_B + v_A}{2} = 2.05[m/s]$$

Esercizio 2

Dal teorema del Lavoro e Energia Cinetica:

$$a) L_{AB} = L_p + L_{Att} + L_F = K_B - K_A = 0;$$

$$L_F = -(L_p + L_{Att}) =$$

$$-(-mg \sin \theta l - \mu_d mg \cos \theta l) = 264[J]$$

$$b) L_{BA} = L_p' + L_{Att}' = K_A' - K_B$$

$$mg \sin \theta l - \mu_d mg \cos \theta l = 1/2 m(v_A')^2$$

$$v_A' = [2g l (\sin \theta - \mu_d \cos \theta)]^{1/2} = 2.5 [m/s]$$

Esercizio 3

Il eq cardinale. $M = I\alpha$ con I rispetto all'estremo O: $I_o = 1/3 mL^2$.

Al momento del taglio:

$$M = \frac{mgL}{2} = I_o \alpha$$

$$\alpha = \frac{3g}{2L} = 36.75[rad/s]$$

Durante la caduta si conserva E: $K_O + U_O = K_F + U_F$. Con U energia potenziale del peso applicata al centro di massa e K energia cinetica pari a $1/2 I_o \omega^2$

$K_O = 0$ e, per esempio, si sceglie $U_O = 0$.

$$0 = -mg \frac{L}{2} + K_F \Rightarrow K_F = 2.9[J]$$

$$\text{ma è anche: } K_F = \frac{1}{2} I_o \omega_F^2 \Rightarrow \omega_F = \sqrt{\frac{3g}{L}} = 8.6[\text{rad/s}]$$

Esercizio 4

$$L_{AB} = -\Delta U = c_v(T_A - T_B) > 0;$$

$$L_{BC} = p\Delta V = p_B(V_C - V_B) = R(T_C - T_B) = R(T_A - T_B) > 0;$$

$$L_{CA} = RT_A \ln(V_A/V_C) = RT_A \ln(p_C/p_A) = RT_A \ln(p_B/p_A) < 0.$$

Si ricava T_B dalla $p^\gamma T = \text{cost}$:

$$p_A^\gamma T_A = p_B^\gamma T_B \Rightarrow \frac{T_B}{T_A} = \left(\frac{p_A}{p_B}\right)^{\frac{1-\gamma}{\gamma}}; \text{ con } \gamma = 7/5.$$

Risulta quindi:

$$L = (c_v + R)T_A \left(1 - \frac{T_B}{T_A}\right) + RT_A \ln \frac{p_B}{p_A} =$$

$$= c_p T_A \left[1 - \left(\frac{p_A}{p_B}\right)^{\frac{1-\gamma}{\gamma}}\right] + RT_A \ln \frac{p_B}{p_A} = -778.2J \quad (\text{con } c_p = 7/2 R)$$

(macchina refrigerante)

Esercizio 5

Universo: termicamente isolato, ed essendo la trasformazione reversibile $\Delta S_u = 0$;

Gas:

$$\Delta S_{\text{isocora}} = n c_v \ln(T_2/T_1);$$

$$\Delta S_{\text{isobara}} = n c_p \ln(T_3/T_2);$$

$$T_2/T_1 = T_3/T_2 = 1.3; n = 3;$$

$$\Delta S_{\text{gas}} = \Delta S_{\text{isocora}} + \Delta S_{\text{isobara}} = 3(c_p + c_v) \ln(1.3)$$