



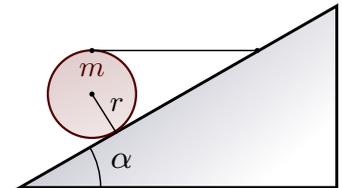
FACOLTÀ DI INGEGNERIA CIVILE E INDUSTRIALE
Corso di laurea in Ingegneria Clinica

Anno Accademico 2024-2025
Prova scritta dell'esame di Fisica I - 10 luglio 2025

Risolvete, prima analiticamente poi numericamente, gli esercizi seguenti.

1. In un sistema di riferimento inerziale $Oxyz$, un punto materiale di massa $m = 1 \text{ kg}$ che si muove alla velocità di modulo $v_0 = 2 \text{ m/s}$ diretta lungo la direzione positiva dell'asse x , viene sottoposto all'azione di una forza costante di modulo $F = 5 \text{ N}$. La direzione di \mathbf{F} forma un angolo α_0 con la direzione di \mathbf{v}_0 . Determinare l'angolo α che \mathbf{F} forma con la velocità \mathbf{v} del punto dopo 2 secondi nei seguenti casi: $\alpha_0 = 0$, $\alpha_0 = \pi/2$, $\alpha_0 = \pi$, $\alpha_0 = \pi/6$.

2. Un cilindro omogeneo di massa m e raggio r si trova fermo in equilibrio sopra un piano scabro inclinato di un angolo α rispetto all'orizzontale. Il cilindro è vincolato al piano inclinato tramite un filo inestensibile e privo di massa disposto orizzontalmente come mostrato nella figura. Si determini la tensione del filo.



3. Una mole di gas perfetto monoatomico è contenuta in un cilindro adiabatico chiuso da un pistone, privo di massa e adiabatico anch'esso, che può scorrere senza attrito. Il gas è inizialmente in equilibrio termodinamico con l'ambiente. Nel cilindro è contenuto un mulinello, di capacità termica trascurabile, azionato da un motore. Si determini la potenza del motore sapendo che se esso viene azionato per due minuti, il gas nel suo stato di equilibrio finale subisce una variazione di temperatura $\Delta T = 6,0 \text{ K}$.
4. Una macchina termica reversibile lavora tra due sorgenti a temperatura $T_1 = 300 \text{ K}$ e $T_2 = 280 \text{ K}$, rispettivamente. Per ogni ciclo la variazione di entropia della sorgente a temperatura T_2 è $\Delta S_2 = 10 \text{ J/K}$. Si determini la potenza della macchina sapendo che essa esegue 5 cicli/s.



SOLUZIONI DELLA PROVA SCRITTA DELL'ESAME DI FISICA I DEL 10/07/2025
CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA CLINICA

Esercizio N. 1

Dal teorema dell'impulso e della quantità di moto, poiché \mathbf{F} ha modulo costante nel tempo, si ha:

$$I_x = \int_{t_{in}}^{t_{fin}} F_x dt = F \cos \alpha_0 \Delta T = m (v_{x,fin} - v_{x,in}) \quad \text{con } v_{x,in} = v_0$$

$$I_y = \int_{t_{in}}^{t_{fin}} F_y dt = F \sin \alpha_0 \Delta T = m (v_{y,fin} - v_{y,in}) \quad \text{con } v_{y,in} = 0$$

da cui si ricava

$$v_{x,fin} = \frac{F \cos \alpha_0 \Delta T}{m} + v_0 \quad \text{e} \quad v_{y,fin} = \frac{F \sin \alpha_0 \Delta T}{m}$$

Dopo 2 secondi il vettore \mathbf{v} forma, con la direzione positiva dell'asse x , un angolo β dato da:

$$\beta = \arctan \frac{v_{y,fin}}{v_{x,fin}}$$

cosicché l'angolo tra \mathbf{F} e \mathbf{v} dopo 2 secondi è dato da: $\alpha = \alpha_0 - \beta$.

Inserendo i dati si ottengono per α i seguenti valori: 0 rad; 0,2 rad ($\simeq 12^\circ$); 0 rad (perché, essendo il moto decelerato, dopo 2 secondi $v_{x,fin} < 0$ e quindi $\beta = \pi$); 0,08 rad ($\simeq 5^\circ$).

Esercizio N. 2

L'equilibrio del cilindro richiede che sia nullo il risultante delle forze esterne a esso applicate; considerando la risultante delle forze esterne lungo la direzione x parallela al piano inclinato si ha:

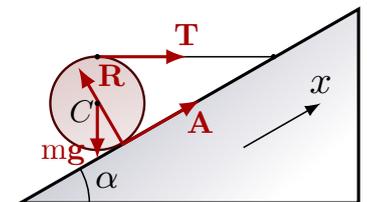
$$-mg \sin \alpha + T \cos \alpha + A = 0. \quad (1)$$

Prendendo come polo il centro C del cilindro, per l'equilibrio deve essere

$$Tr - Ar = 0 \quad \Rightarrow \quad T = A$$

cosicché dall'Eq. (1) si ricava:

$$T = \frac{mg \sin \alpha}{1 + \cos \alpha}.$$



Esercizio N. 3

Il primo principio della termodinamica applicato al gas si scrive:

$$-L_{\text{gas}} = \Delta U = \frac{3}{2} R \Delta T.$$

Il lavoro del gas è somma del lavoro fatto verso l'ambiente per espandersi a pressione costante, $L_{\text{esp}} = p \Delta V = R \Delta T$ (essendo p la pressione dell'ambiente), e del lavoro fatto dal motore sul gas,

$L_{\text{mot}} = -P\Delta t$ (essendo P la potenza del motore e Δt il tempo di funzionamento). Il primo principio della termodinamica diviene perciò:

$$-R\Delta T + P\Delta t = \frac{3}{2}R\Delta T$$

da cui si ricava

$$P = \frac{5}{2}R\frac{\Delta T}{\Delta t} \simeq 1 \text{ W.}$$

Esercizio N. 4

Se Q_1 e Q_2 sono i calori scambiati dalle sorgenti per ogni ciclo, la variazione di entropia per ciclo di ciascuna sorgente è:

$$\Delta S_2 = \frac{|Q_2|}{T_2} \quad \text{e} \quad \Delta S_1 = -\frac{|Q_1|}{T_1} = -\Delta S_2$$

poiché, operando la macchina reversibilmente, deve essere $\Delta S_{\text{universo}} = \Delta S_1 + \Delta S_2 = 0$. Di conseguenza, in ogni ciclo è

$$|Q_2| = T_2\Delta S_2 \quad \text{e} \quad |Q_1| = T_1\Delta S_2;$$

cosicché si ha:

$$L = |Q_1| - |Q_2| = (T_1 - T_2)\Delta S_2 = 200 \text{ J/ciclo}$$

e

$$P = L \times (\text{cicli/secondo}) = 1000 \text{ W.}$$