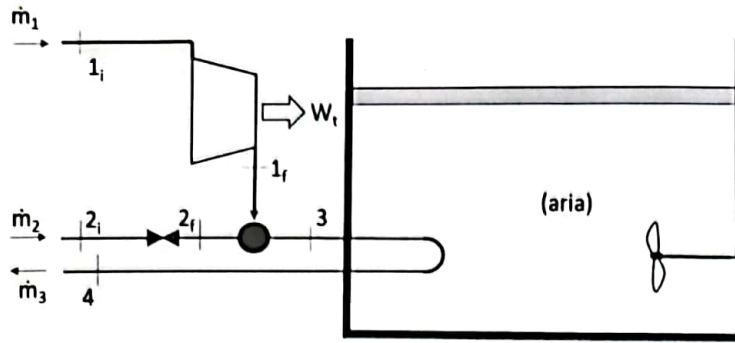
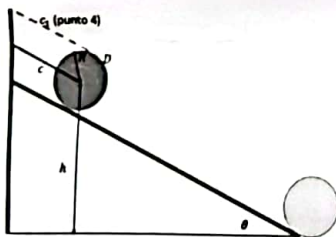




Esercizio n. 1. Una portata di 1 kg/s di vapore saturo a 40 bar di pressione ($\dot{m}_1$) subisce una espansione in una turbina avente rendimento isoentropico pari a 0,7 fino alla pressione di 1 atm. Tale fluido viene quindi miscelato con un fluido di portata pari a 2 kg/s di un fluido ($\dot{m}_2$) che ha subito un processo di laminazione da liquido saturo a 10 bar di pressione fino a 1 atm. La portata così ottenuta ($\dot{m}_3$) è posta in contatto termico

limitatamente ad uno scambiatore a superficie con 100 kg di un gas (aria atmosferica avente $MM=28,96$ kg/kmol e calore specifico $c_p=1,005$ kJ/kgK) contenuto entro un recipiente chiuso a parete superiore mobile (di massa trascurabile) completamente adiabatico che si trova in un laboratorio avente pressione barometrica pari a 1 atm. Assimilando il gas ad un gas perfetto e sapendo che entro il recipiente è presente un ventilatore di potenza pari a 1 [kW] si chiede di definire lo stato termodinamico del gas dopo un tempo di 10 secondi dal momento in cui è stata misurata una temperatura pari a 20°C sapendo che in regime stazionario il flusso ($\dot{m}_3$) ha un titolo pari a 0,1 nella sezione 4.

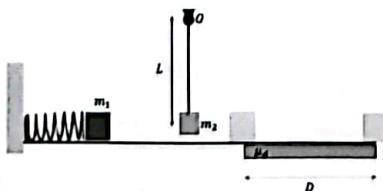
P	T	h_{ls}	h_{vs}	v_{ls}	v_{vs}	s_{ls}	s_{vs}
(bar)	(°C)	(kJ/kg)	(kJ/kg)	(m³/kg)	(m³/kg)	(kJ/kgK)	(kJ/kgK)
1,01325	100,00	419,1	2676,0	0,00104	1,6730	1,3069	7,3554
10	179,88	762,6	2776,2	0,00113	2581,9	2,1382	6,5828
40	250,33	1087,4	2800,3	0,00125	0,04975	2,7965	6,0685



Esercizio n. 2 Una sfera S di raggio R e massa M è fissata, tramite un filo ideale c passante per il suo centro, a un supporto fisso, come mostrato in figura. La sfera appoggia su un piano inclinato di un angolo θ rispetto all'orizzontale, il filo c è parallelo al piano inclinato. Il centro di massa della sfera si trova ad una quota h rispetto alla base del piano inclinato. All'istante $t = 0$ s la fune viene tagliata e la sfera inizia a rotolare lungo il piano inclinato. Determinare

1. La tensione della fune necessaria a sostenere la sfera nella configurazione iniziale.
2. La velocità angolare della sfera quando questa raggiunge la base del piano inclinato.
3. Il coefficiente di attrito minimo necessario per garantire condizioni di puro rotolamento.
4. Risolvere il punto 1 supponendo che la fune sia collegata lungo il bordo della sfera, anziché al suo centro, come mostrato in figura (c_1).

[Valori numerici: $R = 1.5$ cm, $M = 37$ g, $\theta = 15^\circ$, $h = 3$ m, $g = 9.81$ m/s², $I_s = 2/5MR^2$]



Esercizio n. 3 Una massa m_1 viene sparata utilizzando una molla con costante elastica k e deformazione iniziale x_0 , lungo una superficie orizzontale contro un'altra massa m_2 inizialmente in quiete, appesa tramite un filo ideale di lunghezza L , inizialmente verticale, ad un punto fisso O . A seguito dell'urto, la massa m_1 continua a scorrere lungo la superficie orizzontale, incontrando un tratto scabro caratterizzato da coefficiente di attrito dinamico μ_d . Dopo aver percorso una distanza D lungo il tratto scabro, la massa m_1 si ferma. La massa

m_2 continua a oscillare, appesa al filo. Determinare

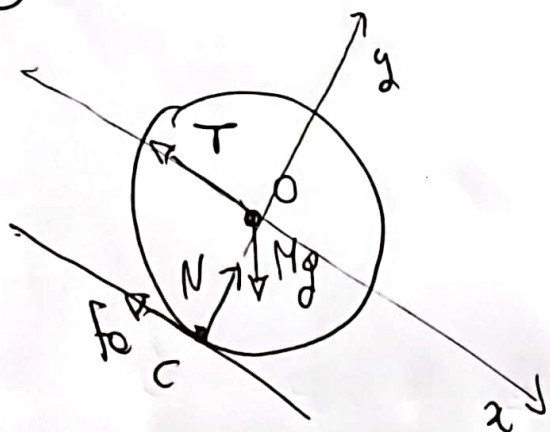
- Le velocità delle due masse dopo l'urto. L'urto è perfettamente elastico?
- L'impulso delle forze interne che le due masse esercitano una sull'altra durante l'urto.
- La massima ampiezza dell'oscillazione del pendolo di massa m_2
- La massima tensione del filo durante l'oscillazione.

[Valori numerici: $m_1 = 2.5$ kg, $m_2 = 3$ kg, $k = 20000$ N/m, $x_0 = 5$ cm, $L = 50$ cm, $\mu_d = 0.1$, $D = 70$ cm, $g = 9.81$ m/s²]

Es. 2

① Questo è STATICA DEL CORPO RIGIDO

①



Equazioni:

$$\vec{R} = 0$$

$$\vec{M} = 0$$

Considerando un sistema di riferimento come in figura

$$\begin{cases} Mg \sin \theta - T - f_a = 0 \rightarrow \text{asse } x & \begin{matrix} \text{(asse } x \text{ parallelo al piano,} \\ \text{asse } y \text{ perpendicolare)} \end{matrix} \end{cases}$$

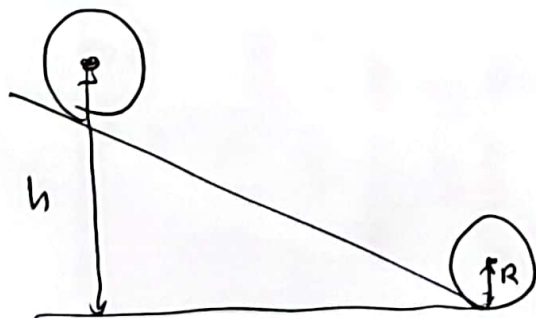
$$\begin{cases} N - Mg \cos \theta = 0 \rightarrow \text{asse } y \end{cases}$$

$$f_a R = 0 \rightarrow \text{componente del momento in direzione } z$$

Risolve:

$$\rightarrow \begin{cases} f_a = 0 \\ T = Mg \sin \theta \end{cases}$$

② con la conservazione energia meccanica



$$I_s = \frac{2}{5} MR^2$$

$$Mg(h-R) = \frac{1}{2} M v_{cm}^2 + \frac{1}{2} I \omega^2$$

~~condizione~~ condizione di puro rotolamento

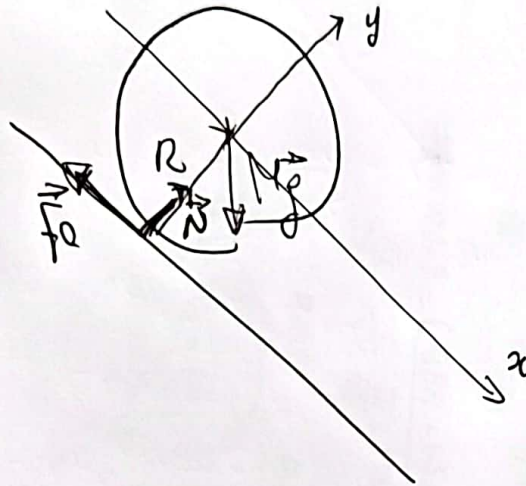
Sostituisco e nuovo ω $v_{cm} = \omega R$

$$Mg(h-R) = \frac{1}{2} (I + MR^2) \omega^2$$

$$\omega = \sqrt{\frac{2Mg(h-R)}{I + mR^2}}$$

(2)

(3) Analisi la dinamica del sistema



$$\begin{cases} Ma = Mg \sin \theta - f_e \\ I \ddot{\theta} = f_e R \end{cases} \rightarrow \begin{cases} 2^{\circ} \text{ principi, componenti} \\ \text{dei vettori in direzione } x \end{cases}$$

Risolvo:

$$f_e = \left(\frac{I a}{R^2} \right)$$

2. $\begin{cases} \text{osservazione del} \\ \text{momento delle qdm} \\ \text{(componente in direzione } x \end{cases}$

$$\left(M + \frac{I}{R^2} \right) a = Mg \sin \theta$$

$$a = \frac{Mg \sin \theta}{M + \frac{I}{R^2}}$$

$$f_e = \frac{I}{R^2} \cdot \frac{Mg \sin \theta}{\left(M + \frac{I}{R^2} \right)}$$

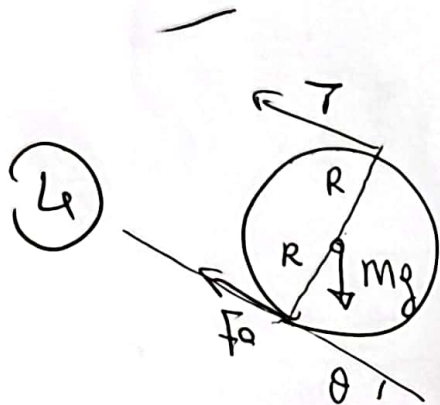
~~Applicando~~ considerando
la componente in direzione
y dei vettori nell'eq. m
del secondo principio

$$N = Mg \cos \theta$$

$$\mu_s \geq \frac{f_e}{N}$$

(3)

$$\omega_s \Rightarrow \frac{I}{R^2} \cdot \frac{Mg \tan \alpha}{M + \frac{I}{R^2}}$$



Ho di nuovo un problema
di

$$T - f_n = Mg \sin \theta$$

$$TR - f_n R = 0$$

$$\Rightarrow T = f_n = \frac{Mg \sin \theta}{2}$$

(1)

(4)

$$\frac{1}{2} k x_0^2 = \frac{1}{2} m_1 v_{1in}^2$$

$$v_{1in} = \sqrt{\frac{k}{m_1}} x_0^2$$

$$\mu_d m_1 g D = \frac{1}{2} m_1 v_{1fin}^2$$

$$v_{1fin} = \sqrt{\frac{2 \mu_d m_1 g D}{m_1}} = \sqrt{2 \mu_d m_1 g D}$$

$$m_1 v_{1in} + m_2 \cancel{v_{2in}} = m_1 v_{1fin} + m_2 v_{2fin}$$

↓
0

$$\rightarrow v_{2fin} = \frac{m_1 (v_{1in} - v_{1fin})}{m_2}$$

$$E_{kin} = \frac{1}{2} m_1 v_{1in}^2$$

$$E_{kfin} = \frac{1}{2} m_1 v_{1fin}^2 + \frac{1}{2} m_2 v_{2fin}^2$$

$$E_{k1} \neq E_{k2}$$

$$\textcircled{2} \quad J_{12} = -J_{21} =$$

$$= \Delta p_2 = \rho \cdot m_2 v_{2fin}$$

$$J_{21} = \Delta p_1 = m_1 (v_{1fin} - v_{1in})$$

$\textcircled{5}$

$$\textcircled{3} \quad \frac{1}{2} m_2 v_{2fin}^2 = m_2 g l (1 - \cos \theta_{MAX})$$

$$\theta_{MAX} = \cos^{-1} \left(1 - \frac{v_{2fin}^2}{2gl} \right)$$

$$\textcircled{4} \quad T_{MAX} = m_2 g + \frac{1}{2} m_2 \frac{v_{2fin}^2}{L}$$