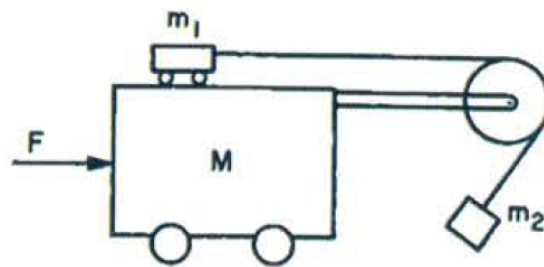


**Esercitazione 3**  
**Fisica generale 1**  
**Anna Murello**  
**21/03/24**

**Esercizio 1**



Nel sistema mostrato in figura, la forza costante orizzontale  $\vec{F}$  agisce su M in modo che  $m_1$  non si muova rispetto a  $m_2$  ( $m_1 > m_2$ ).

Si trascurino tutti gli attriti, la massa della fune e quella della carrucola.

Determinare:

- Il diagramma a corpo libero per M,  $m_1$  e  $m_2$
- L'espressione algebrica del valore dell'angolo che la fune forma con la verticale
- L'espressione algebrica del modulo dell'accelerazione del sistema
- L'espressione algebrica dell'intensità della forza  $\vec{F}$
- L'espressione algebrica del modulo della tensione della fune

**Esercizio 2**

In un gioco circense un artista fa roteare con un moto circolare uniforme una sfera legata all'estremo di una fune inestensibile di massa trascurabile. La rotazione, centrata al di sopra della testa dell'artista, avviene in un piano orizzontale all'altezza di 2,2 m dal suolo su una circonferenza di raggio 1 m. Al tempo  $t_0$  l'artista molla la presa e la sfera atterra su un bersaglio posto sul pavimento a 3 m di distanza.

Quante rotazioni al secondo stava effettuando la sfera prima del lancio?

**Esercizio 3 (simile a esempio 6.6 pag. 104)**

Un'automobile viaggia con una velocità di modulo costante  $v$  su una strada orizzontale e percorre una curva circolare di raggio  $R$ . (Si indichi con  $\mu_s$  il coefficiente di attrito statico tra gli pneumatici e la superficie della strada).

- Trovare un'espressione per la massima velocità  $v_{max}$  che l'automobile può avere senza cominciare a slittare. Si discuta la dipendenza di  $v_{max}$  da  $R$ .
- Determinare il valore massimo della velocità nel caso in cui  $\mu_s = 1.2$  e  $R = 100$  m.

#### Esercizio 4 (simile a esempio 6.7 pag. 104)

Le curve sopraelevate degli autodromi sono progettate in modo che quando un'automobile le percorre alla velocità di progetto  $v_p$  la forza centripeta viene fornita dalla componente orizzontale della forza normale esercitata dall'asfalto. In questo modo l'auto non corre il pericolo di uscire dalla pista qualora il coefficiente d'attrito sia ridotto (per esempio per la presenza di acqua sull'asfalto).

- Determinare l'angolo di sopraelevazione per una curva d'autodromo di raggio  $R$  in modo tale che un'automobile che percorre la curva alla velocità di progetto non sia soggetta ad alcuna forza d'attrito perpendicolare alla sua velocità.
- Quando un ingegnere progetta la curva deve tener conto della massa delle automobili, perché?
- Determinare l'angolo di sopraelevazione per una curva di raggio pari a 300 m progettata per una velocità di 150 km/h.

#### Esercizio 5

Un automobilista maleducato, dopo aver verificato che alle sue spalle non ci sono né veicoli né pedoni, lancia una sigaretta fuori dal finestrino, all'indietro (a  $135^\circ$  rispetto alla velocità  $\vec{v}$  dell'auto). La sigaretta colpisce un pedone che si trova  $45^\circ$  in avanti rispetto all'automobilista nel momento del lancio. Determinare  $\vec{v}$  sapendo che la sigaretta è stata lanciata con una velocità di modulo 2 m/s, rispetto all'auto e che il moto dell'automobile è rettilineo uniforme.

#### Esercizio 6 (prova d'esame del 12/06/18)

Una ragazza di massa  $m = 62$  kg si trova in un vagone appeso a una ruota panoramica che gira con velocità angolare costante.

Nel punto più alto della traiettoria circolare, il suo peso apparente (la forza che il sedile esercita sulla ragazza) è  $P_A = 550$  N.

Il raggio della circonferenza percorsa del sedile è  $r = 25$  m.

- Determinare il modulo della velocità angolare della ruota panoramica.
- Qual è il peso apparente della ragazza nel punto più basso della traiettoria circolare?
- Quanto tempo impiega la ragazza per andare dal punto più basso a quello più alto?

#### Esercizio 7 (prova d'esame del 04/09/18)

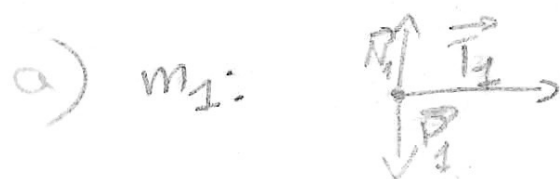
Un disco orizzontale ruota alla velocità angolare  $\omega = 4.7$  rad/s rispetto ad un osservatore inerziale.

Un ragno, alla distanza  $r = 1.5$  cm dal centro del disco, è inizialmente fermo rispetto al disco.

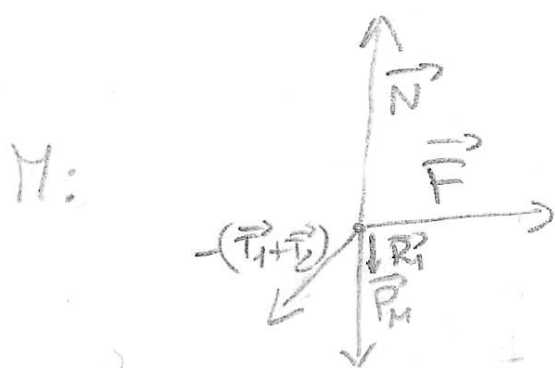
Il coefficiente di attrito statico fra il ragno e il disco è  $\mu_s = 0.080$ .

- Disegnare il diagramma a corpo libero del ragno e descrivere il suo moto nel sistema inerziale.
  - Scrivere la legge di Newton per il ragno 1) nel sistema inerziale e 2) nel sistema non inerziale del disco in rotazione.
  - Ad un certo istante il ragno inizia a muoversi in direzione radiale, verso l'esterno, con velocità relativa  $v = 1.0$  cm/s. A quale distanza dal centro del disco il ragno inizierà a slittare?
- Suggerimento: in questo caso conviene mettersi nel sistema non inerziale del ragno e usare le due forze apparenti centrifuga e di Coriolis.

ES. 1



$$|\vec{T}_1| = |\vec{T}_2| = T$$



$$\vec{N} = -(\vec{P}_1 + \vec{P}_2 + \vec{P}_M)$$

$$\vec{P}_1 = m_1 \vec{g}$$

b) ①  $T = m_1 a$

②  $T \sin \alpha = m_2 a$

③  $T \cos \alpha = m_2 g$

da ① e ②:

$$\sin \alpha = \frac{m_2}{m_1}$$

c) da ② e ③

$$\operatorname{tga} = \frac{a}{g}$$

$$\begin{aligned} a = g \operatorname{tga} &= g \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = g \frac{m_2}{m_1} \cdot \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{m_2^2}{m_1^2}}} \\ &= g \frac{m_2}{m_1} \frac{m_1}{\sqrt{m_1^2 - m_2^2}} \\ &= g \frac{m_2}{\sqrt{m_1^2 - m_2^2}} \end{aligned}$$

d)  $F = (M + m_1 + m_2) \cdot a$

e)  $T = m_1 a$

2

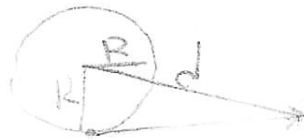
$$R = 1 \text{ m}$$

$$d = 3 \text{ m}$$

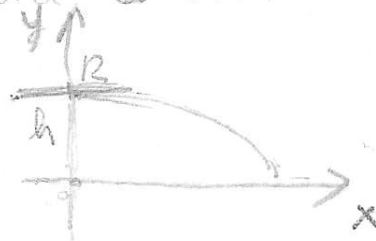
$$h = 2.2 \text{ m}$$

$$t_0 = 0.5 \text{ s}$$

Vista dall'alto



Vista laterale



$$v_{0y} = 0 \text{ m/s}$$

$$v_{0x} = \omega R$$

$$y(t) = y_0 + v_{0y}t + \frac{1}{2}at^2 = y_0 - \frac{1}{2}gt^2$$

$$-\frac{1}{2}gt^2 = y(t) - y_0 = \Delta y$$

$$t^2 = -\frac{2\Delta y}{g}$$

$$t = \sqrt{-\frac{2\Delta y}{g}} = 0.67 \text{ s}$$

$$x(t) = x_0 + v_{0x}t \Rightarrow \Delta x = v_{0x}t$$

$$x_{\text{fin}} = \sqrt{d^2 - R^2} = \sqrt{9 - 1} = 2.83 \text{ m}$$

$$v_{0x} = \frac{\Delta x}{t} = \omega R$$

$$\omega = \frac{\Delta x}{Rt} = \frac{2.828 \text{ m}}{1 \text{ m} \cdot 0.66975 \text{ s}} = 4.22 \text{ s}^{-1}$$

$$f = \frac{\omega}{2\pi} \approx 0.7 \text{ s}^{-1}$$

cioè circa  
 $\frac{2}{3}$  di giro  
al secondo

Es. 3

$$\frac{v}{R}$$
$$\mu_s$$

a)

$$F_{\text{Att}} = \mu_s mg$$

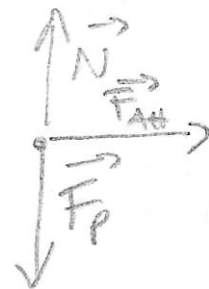
$$F_{\text{Att}} = \frac{mv^2}{R}$$

$$\frac{mv_{\text{max}}^2}{R} = \mu_s mg$$

$$v_{\text{max}} = \sqrt{\mu_s g R}$$

$$v_{\text{max}} \propto \sqrt{R}$$

$v_{\text{max}}$  non dipende da  $m$ .



b)

$$\mu_s = 1,2$$

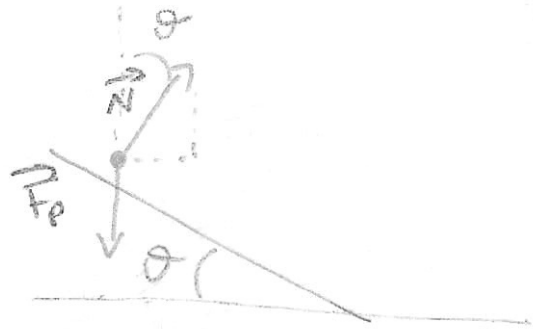
$$R = 100\text{m}$$

$$v_{\text{max}} = \sqrt{1,2 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 100\text{m}} = 34 \text{ m/s}$$

Es. 4

a)

$$\begin{cases} N \sin \theta = m \frac{v_p^2}{R} \\ N \cos \theta = mg \end{cases}$$



$$\operatorname{tg} \theta = \frac{v_p^2}{R g}$$

b)  $\operatorname{tg} \theta$  non dipende da  $m$

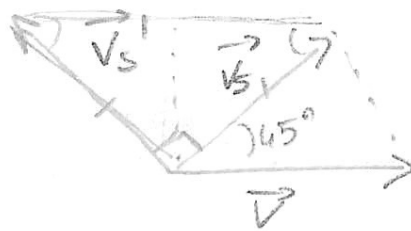
c)  $R = 300 \text{ m}$

$$v_p = 150 \text{ Km/h} = 150'000 \text{ m/h} = 41,667 \text{ m/s}$$

$$\operatorname{tg} \theta = \frac{(41,667 \text{ m/s})^2}{300 \text{ m} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2} = 0,59$$

$$\theta = 30,5^\circ$$

Es. 5



$\vec{V}$  velocità auto rispetto al suolo

$\vec{V}_s$  velocità sigaretta " " "

$\vec{V}_s'$  " " " all'auto

$$V_s' = 2 \text{ m/s}$$

$$\vec{V}_s = \vec{V} + \vec{V}_s'$$

$$V = V_s' \cos 45^\circ + V_s \cos 45^\circ = 2 \text{ m/s} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = 2,8 \text{ m/s}$$

Es. 6

$$m = 62 \text{ kg}$$

$$P_A = 550 \text{ N}$$

$$r = 25 \text{ m}$$



$$a) F_c = mg - P_A = \omega^2 r m$$

$$\omega^2 = \frac{mg - P_A}{mr} = \frac{62 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 - 550 \text{ N}}{62 \text{ kg} \cdot 25 \text{ m}}$$

$$= \frac{57,6 \text{ N}}{62 \text{ kg} \cdot 25 \text{ m}} = 0,03716 \text{ s}^{-2}$$

$$\omega = \sqrt{\omega^2} = 0,19 \text{ rad/s}$$

$$b) F_c = P_A - mg$$

$$P_A = F_c + mg$$

$$= m\omega^2 R + mg = 664 \text{ N} = 6,6 \cdot 10^2 \text{ N}$$



$$c) \omega = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow T\omega = 2\pi \Rightarrow \frac{T}{2} = \frac{\pi}{\omega} \approx 17 \text{ s}$$

Es. 7

a)

$$F_c = F_{\text{crit}} =$$

Forza centripeta      Forza d'attrito



Nota circolare uniforme

b) Nel sistema inerziale:

$$\sum \vec{F} = m\vec{a}$$

$$m\vec{g} = F_{att}$$

Nel sistema non inerziale:

$$\sum \vec{F} = m \vec{a} = \vec{F}_{\text{att}} + \vec{F}_{\text{app}}$$

$$\vec{F}_{app} = -m\vec{a}_c \quad \text{Forza centrifuga}$$

Nel sistema non inerziale

$$\sum \vec{F} = \vec{F}_{\text{att}} + \vec{F}_{\text{centrifuga}} + \vec{F}_{\text{coriolis}}$$

$$\vec{F}_{\text{centrifuga}} \perp \vec{F}_{\text{coriolis}} \quad \vec{F}_{\text{app}}$$

$$F_{\text{centrifugal}} = -m\omega^2 R \hat{r}$$

$$\vec{F}_{\text{coriolis}} = -2\vec{\omega} \times \vec{v}' \cdot m$$

Il ragno non si vola finché

$$|\vec{F}_{att}| \geq |\vec{F}_{app}|$$

$$|\vec{F}_{app}| = \sqrt{m^2 \omega^4 R^2 + 4\omega^2 v_r'^2 m^2} \leq m \mu_s g$$

$$\sqrt{\omega^4 R^2 + 4\omega^2 v_r'^2} \leq \mu_s g$$

$$\omega^4 R^2 + 4\omega^2 v_r'^2 \leq \mu_s^2 g^2$$

$$R^2 \leq \frac{\mu_s^2 g^2 - 4\omega^2 v_r'^2}{\omega^4}$$

$$R \leq \sqrt{\frac{\mu_s^2 g^2 - 4\omega^2 v_r'^2}{\omega^4}}$$

$$= \sqrt{\frac{0,08^2 \cdot 9,8^2 \text{ m/s}^4 - 4 \cdot 4,7^2 \text{ s}^{-2} \cdot 10^{-4} \text{ m/s}^2}{4,7^4 \text{ s}^{-4}}}$$

$$= \sqrt{\frac{0,6147 - 0,0088}{487,97}} = 3,5 \text{ cm}$$