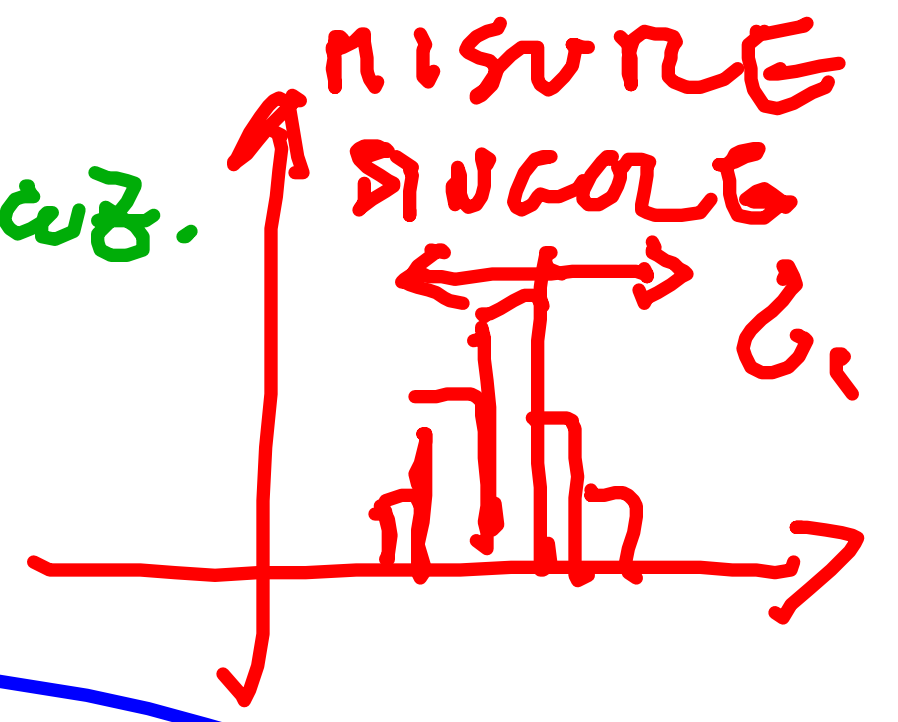


# Esperienza di Laboratorio

Misura del periodo di oscillazione del pendolo

10 oscillaz.  
↑



#1

$t_{11} / t_{21} / t_{31} / 17.79 / \dots$

$n = 10$

$N = 20$

$t_1, t_2, t_3, \dots, t_n$   
 $t_1, t_2, t_3, \dots, t_{20}$

$$\bar{t} = \frac{1}{10} \sum t_i$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum (t_i - \bar{t})^2}{10 - 1}}$$

$$\bar{t} = \frac{1}{20} \sum t_i$$

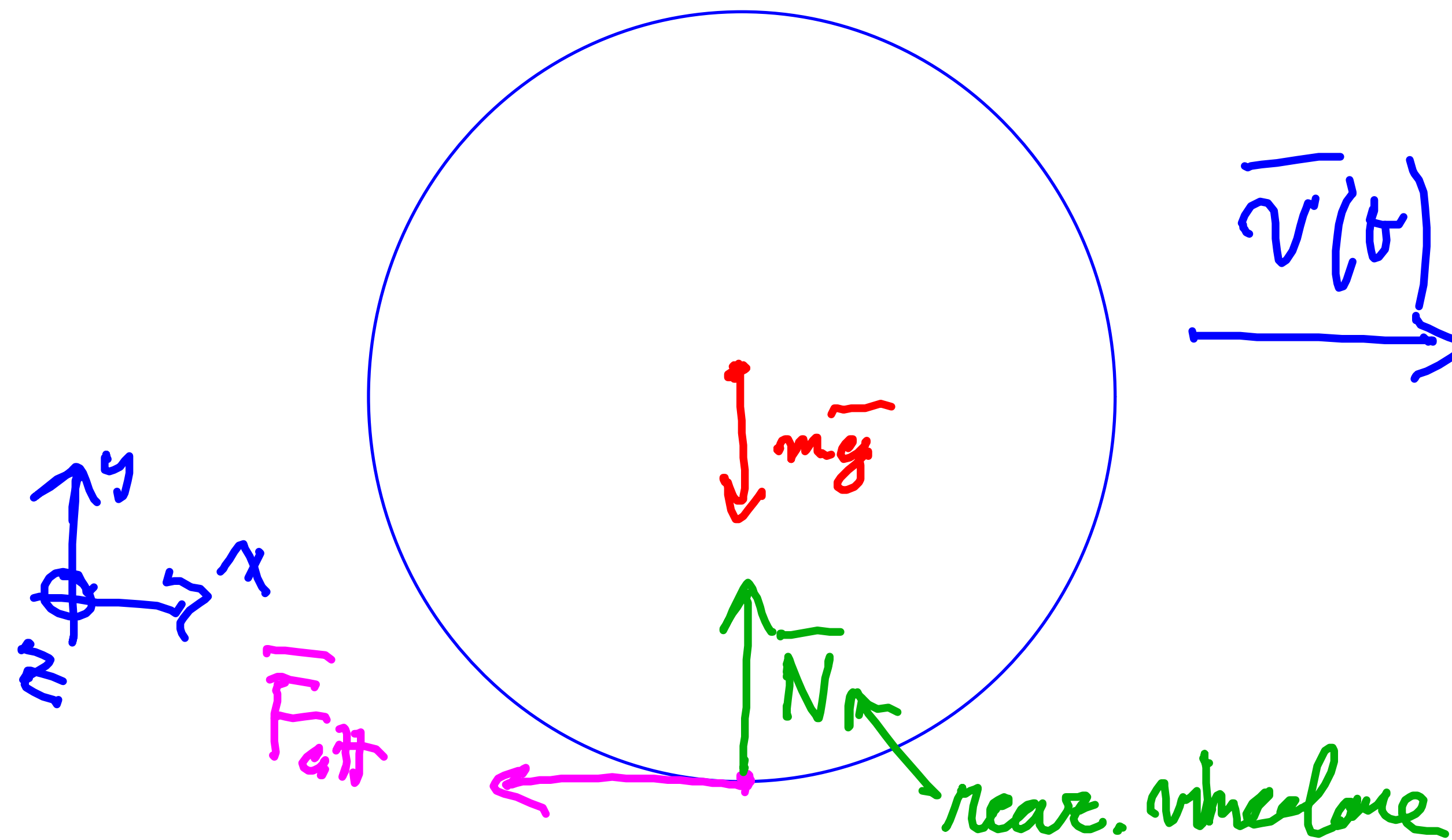
$$s^* = \frac{1}{20} \sum t_i^2$$

$$s^{*2} = \frac{1}{200} \sum (t_{ij}^*)^2$$

# Problema II 18/7/19

at  $t=0$   $v_0 = 8.0 \text{ m/s}$ ,  $\omega_0 = 0$   
 $\mu = 0.35$ ,  $I_{cm} = \frac{2}{5} mR^2$

a) disegnare il diagramma di corpo libero della palla



b) Determinare accelerazione della palla

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

per solo  $x$

$$F_{att} = ma$$

$$\mu mg = ma$$

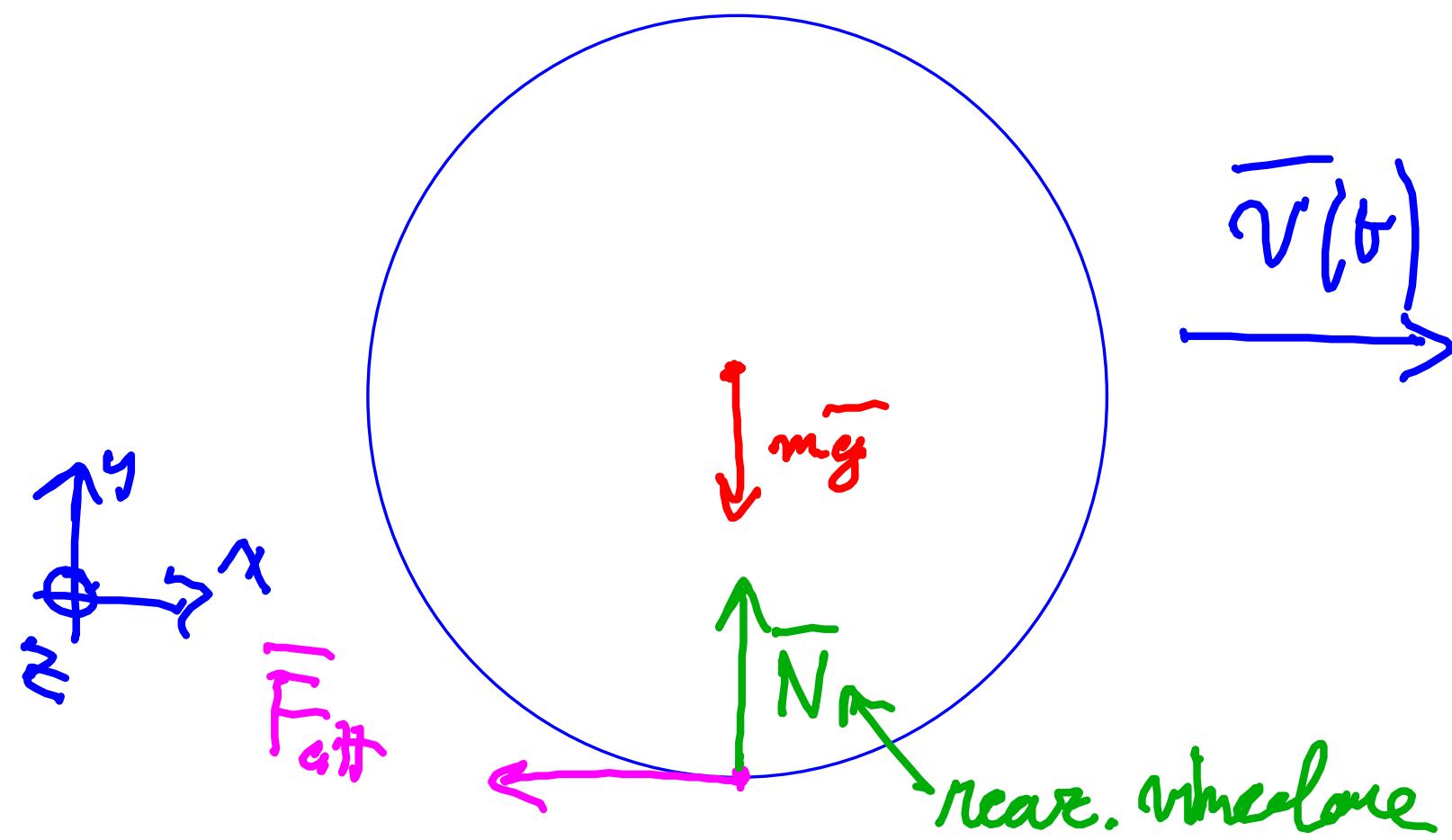
$$a = \mu g = 3.3 \text{ m/s}^2$$

$$\vec{F} = -\hat{i}\mu g$$

# Problema II 18/7/19

$t=0$   $v_0 = 8.0 \text{ m/s}$ ,  $\omega_0 = 0$   
 $\mu = 0.35$ ,  $I_{cm} = \frac{2}{5} mR^2$

a) disegnare il diagramma di corpo libero della palla

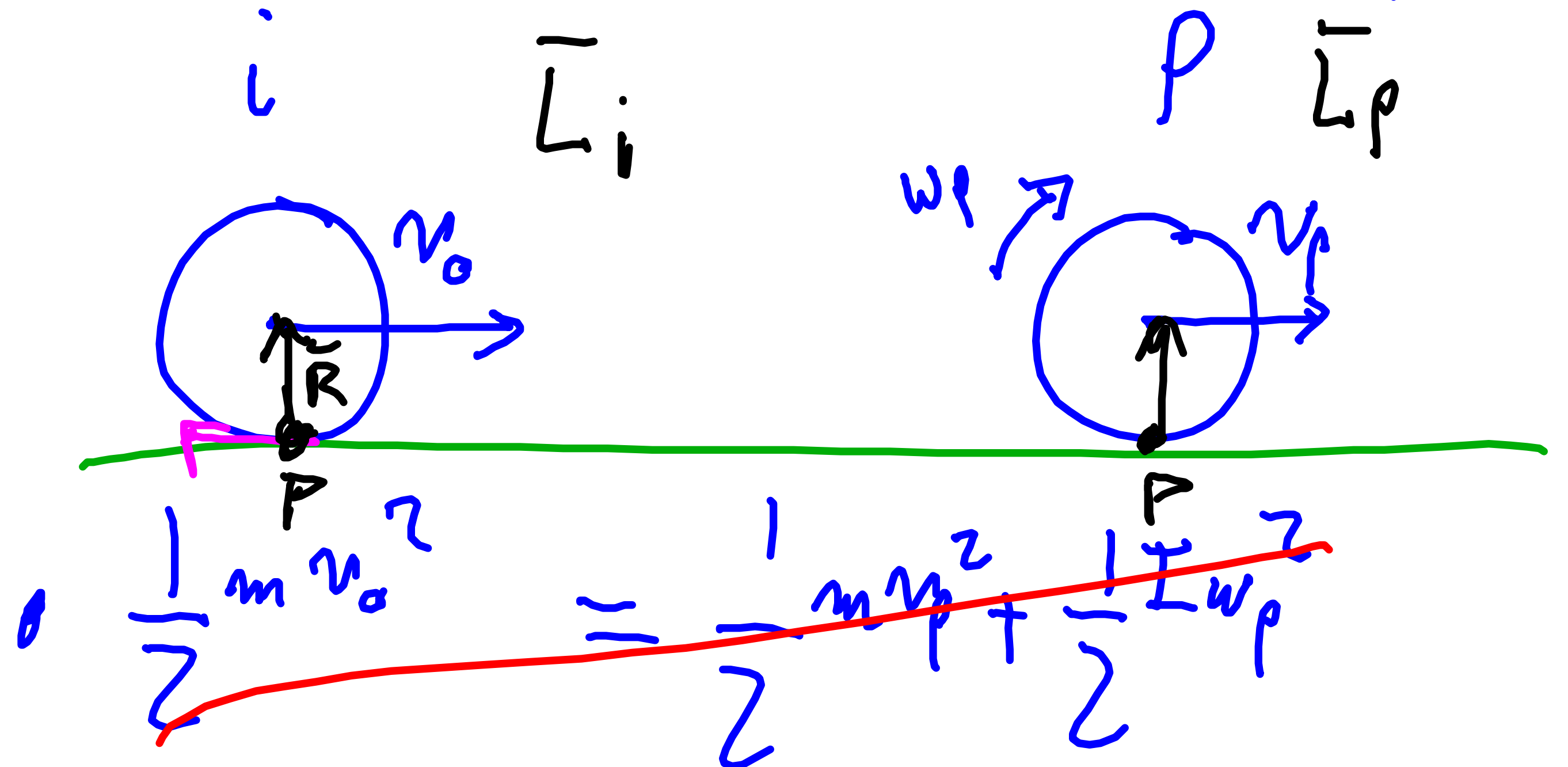


c) determinare  $v_p$  (quando inizia a rotolare)

rotola quando

$$v(t) = \omega(t)R$$

$$v(t) = v_0 - at = v_0 - \mu g t$$



$$\frac{1}{2} m v_0^2 = \frac{1}{2} m v_p^2 + \frac{1}{2} I \omega_p^2$$

non c'è attrito

# Problema II 18/7/19

at  $t=0$   $v_0 = 8.0 \text{ m/s}$ ,  $\omega_0 = 0$   
 $\mu = 0.35$ ,  $I_{cm} = \frac{2}{5} mR^2$

a) disegnare il diagramma di corpo libero della palla

$$\vec{L} = \vec{r} \times \vec{p} \quad L_i = L_p$$
$$= \vec{r} \times m\vec{v}$$

$$mRv_0 = mRv_p + I\omega_p = mRv_p + \frac{2}{5}mR^2\omega$$

$$v_p = v_0 - \frac{2}{5}R\omega_p$$

$$= v_0 - \frac{2}{5}R \frac{v_p}{R}$$

$$\rightarrow v_p + \frac{2}{5}v_p = v_0 \quad v_p = \frac{5}{7}v_0$$

c) determinare  $v_p$  (quando inizia a rotolare)

rotola quando

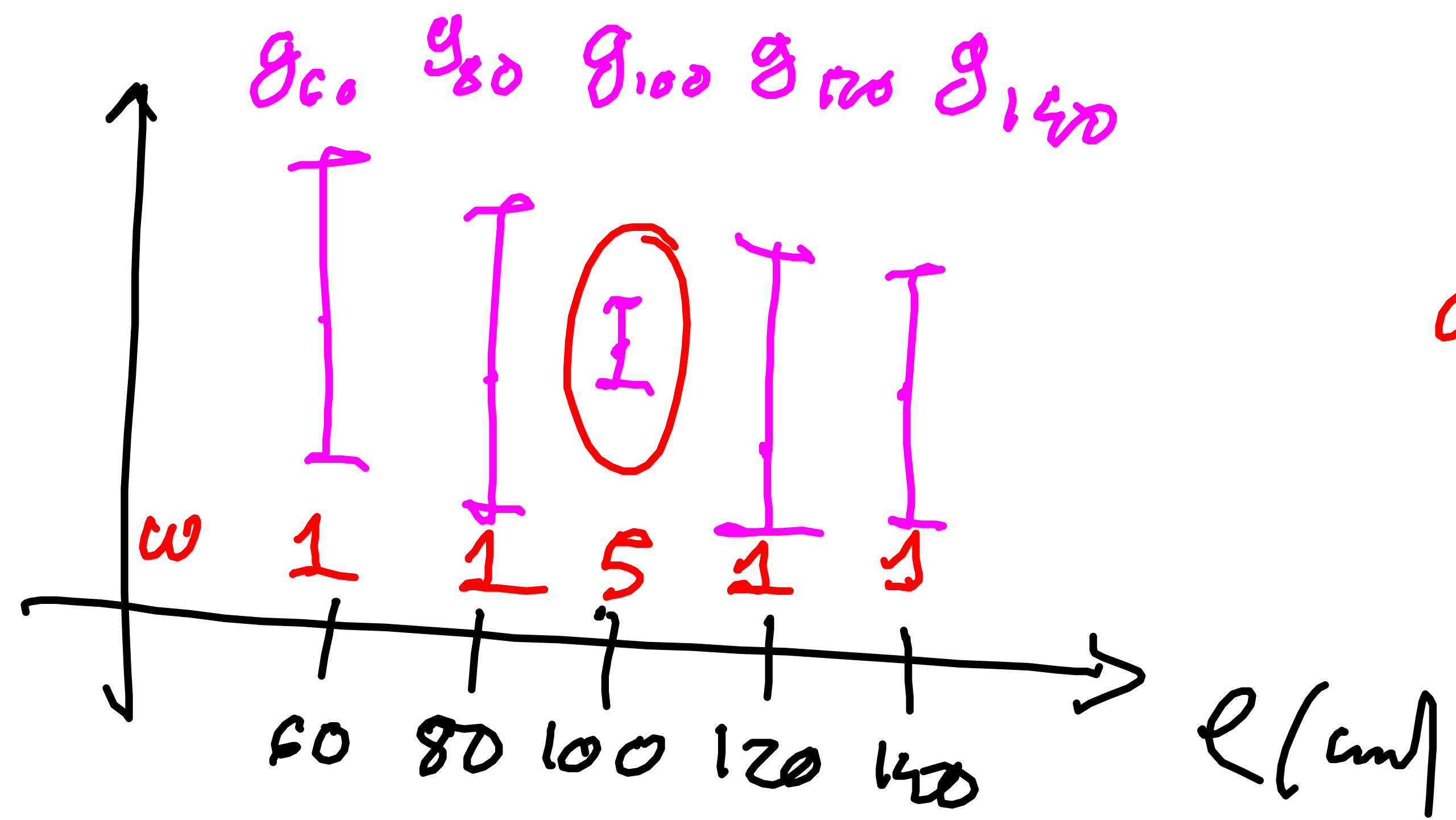
$$v(t) = \omega(t)R$$

$$v(t) = v_0 - at = v_0 - \mu g t$$

ROTOLAMENTO

$$\omega_p = \frac{v_p}{R}$$

se la misura con diverso  $\sigma$



$$\bar{g} = \sum_i g_i \cdot w_i$$

ad ogni  $g$  assegno un "PESO"

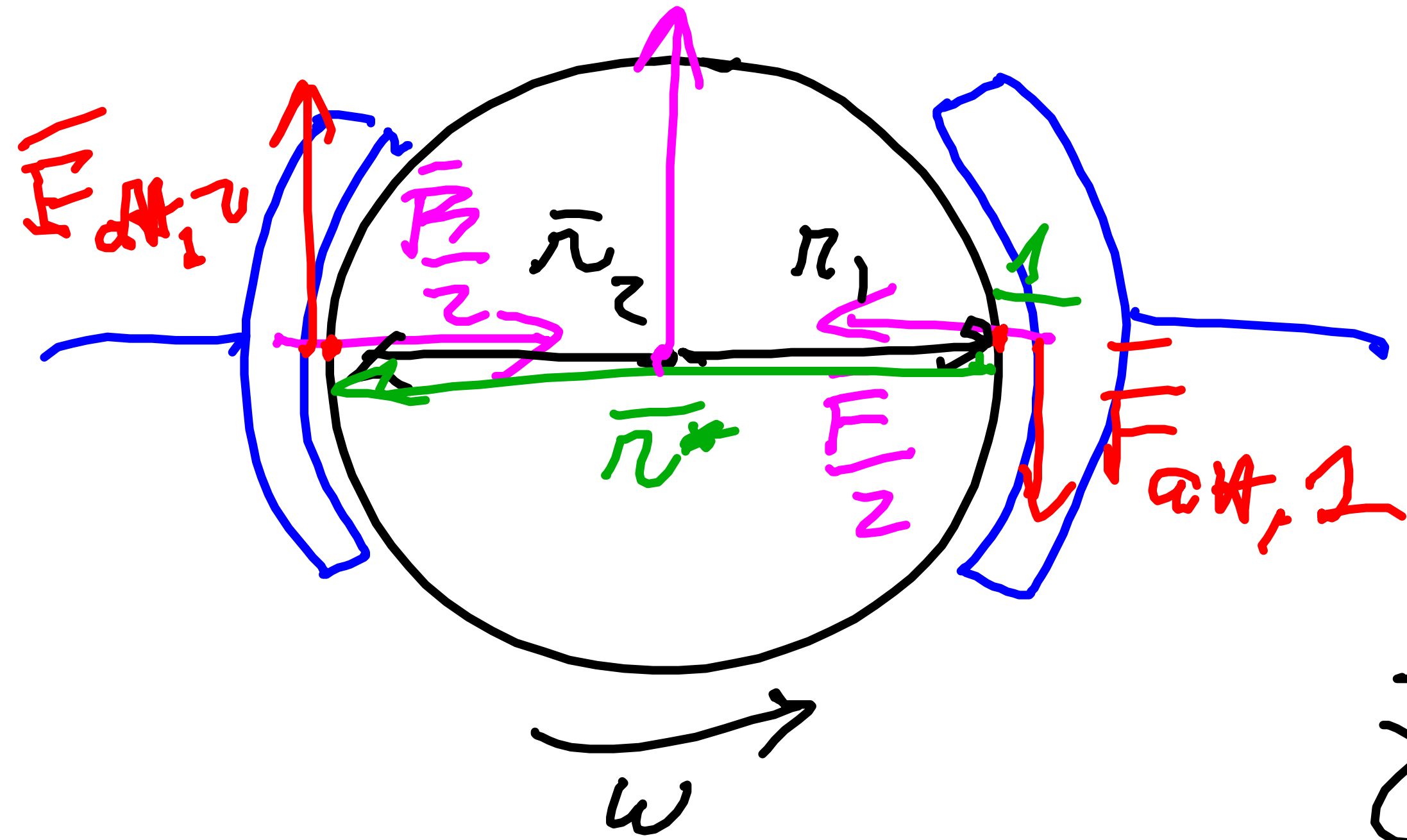
$$w_i = \frac{1}{g_i^2}$$

per  $g_{100}$   
 $w_i$  è grande

per  $g_{60}$   
 $w_i$  è piccolo

$$\bar{g} = \frac{w_{60} g_{60} + w_{80} g_{80} + w_{100} g_{100} + \dots}{w_{60} + w_{80} + w_{100} + \dots}$$

Problem II 2/9/19



$$\vec{\tau} = \vec{\tau}_1 + \vec{\tau}_2 = \vec{r}_1 \times \vec{F}_1 + \vec{r}_2 \times \vec{F}_2$$

$$\vec{\tau} = \vec{\tau}^* = \vec{r}^* \times \vec{F}_2$$

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

$$\text{se } F_{att,1} \neq F_{att,2}$$

$$m a \neq 0$$

# Problema III 12/7/18

Un cubetto di ghiaccio secco ( $\text{CO}_2$ )  
 $m = 10 \text{ g}$ , è in un recipiente  $V_A = 10 \text{ l} = 0.01 \text{ m}^3$   
 in vuoto. Recipiente a  $T_A = 0^\circ \text{C} = 273 \text{ K}$

a)  $P_A = ?$

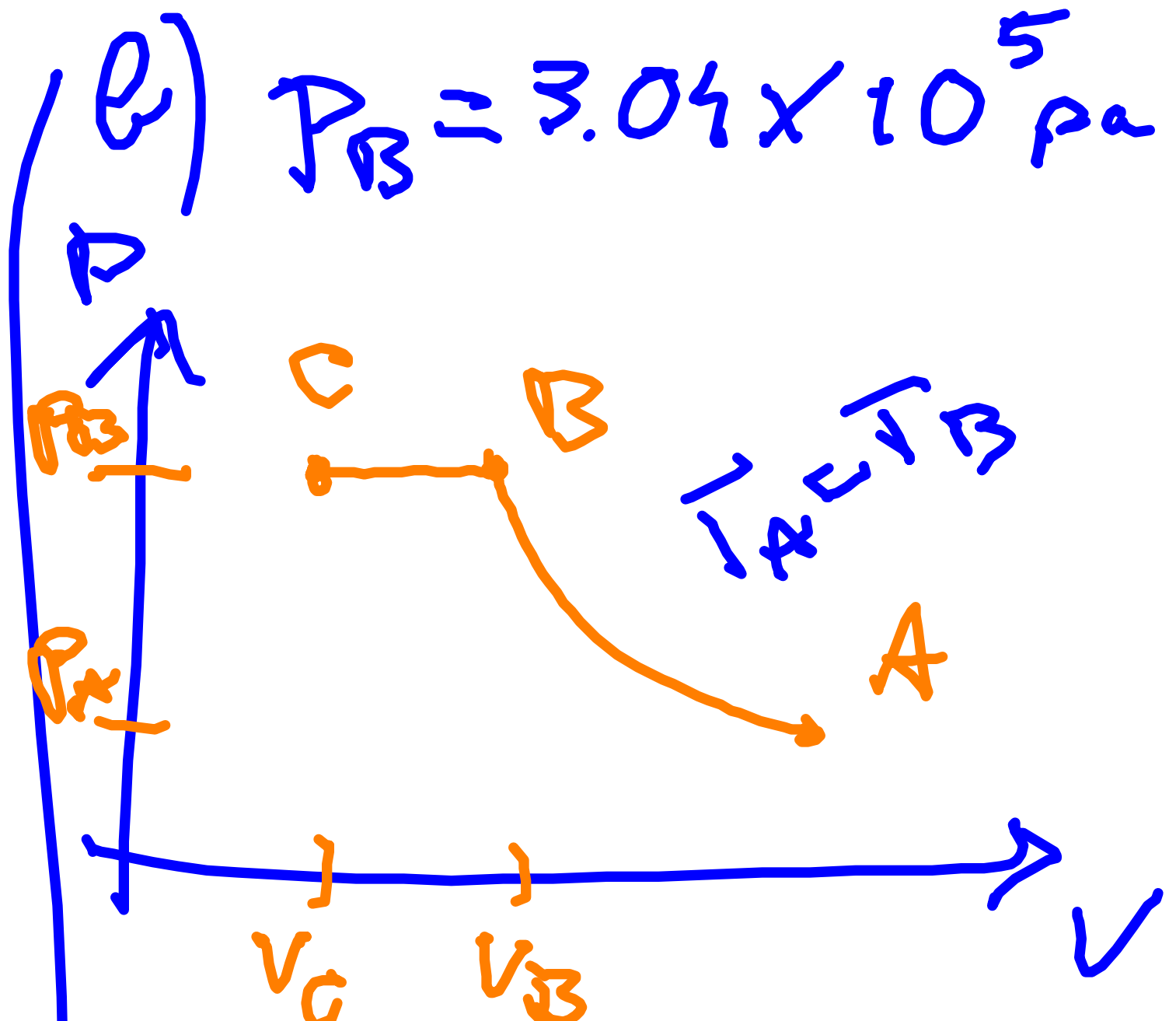
il gas viene compresso (isotermi) fino a  
 $P_B = 3.0 \text{ atm}$ , e poi viene compresso (isobari)

$V_C = 1.5 \text{ l}$

b) diagramma  $pV$  e  $T_C = ?$  c) L'eseguito sul gas = ?

a)  $P_A V_A = n R T_A$      $n = \frac{m}{M_{\text{mol}}} = \frac{m}{M_{\text{CO}_2}} = \frac{m}{m_C + m_O + m_O} = 0.23 \text{ mol}$

$P_A = \frac{n R T_A}{V_A} = 5.2 \times 10^4 \text{ Pa} \rightarrow \frac{5.2 \times 10^4}{1.013 \times 10^5} \text{ atm} = 0.52 \text{ atm} = 241 \text{ K}$



b)  $P_B = 3.04 \times 10^5 \text{ Pa}$

$P_A V_A = P_B V_B$

$V_B = V_A \frac{P_A}{P_B} = 1.7 \text{ l}$

$P_B = P_C$   
 $\frac{n R T_B}{V_B} = \frac{n R T_C}{V_C}$

$T_C = T_B \frac{V_C}{V_B}$

# Problema III 12/7/18

Un cubetto di ghiaccio secco ( $\text{CO}_2$ )  
 $m = 10 \text{ g}$ , è in un recipiente  $V_A = 10 \text{ l} = 0.01 \text{ m}^3$   
 in vuoto. Recipiente a  $T_A = 0^\circ \text{C} = 273 \text{ K}$

a)  $P_A = ?$

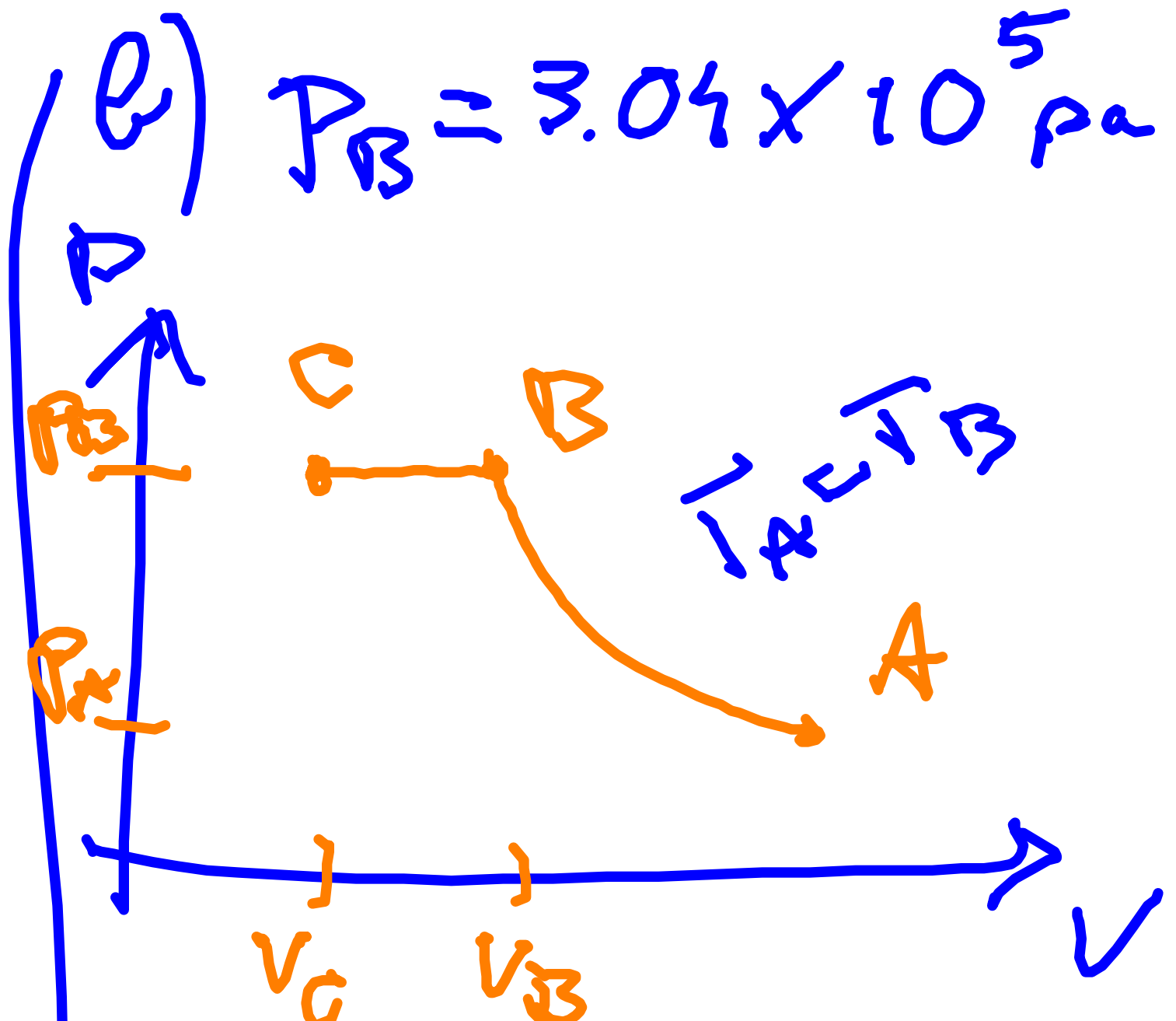
il gas viene compresso (isotermi) fino a  
 $P_B = 3.0 \text{ atm}$ , e poi viene compresso (isobari)

$V_C = 1.5 \text{ l}$

b) diagramma  $pV$  e  $T_C = ?$  c) L'eseguito sul gas = ?

a)  $P_A V_A = n R T_A$      $n = \frac{m}{M_{\text{mol}}} = \frac{m}{M_{\text{CO}_2}} = \frac{m}{m_C + m_O + m_O} = 0.23 \text{ mol}$

$P_A = \frac{n R T_A}{V_A} = 5.2 \times 10^4 \text{ Pa} \rightarrow \frac{5.2 \times 10^4}{1.013 \times 10^5} \text{ atm} = 0.51 \text{ atm} = 241 \text{ K}$



b)  $P_B = 3.04 \times 10^5 \text{ Pa}$

$P_A V_A = P_B V_B$

$V_B = V_A \frac{P_A}{P_B} = 1.7 \text{ l}$

$P_B = P_C$   
 $\frac{n R T_B}{V_B} = \frac{n R T_C}{V_C}$

$T_C = T_B \frac{V_C}{V_B}$



# Problema III 4/8/18

Centrale elettr nucleare  $T_C = 325^\circ$ ,  $T_F = 40^\circ$

$P = 850 \text{ MW}$  ← efficienza

Calore residuo ceduto ad acqua corrente

$Q = 130 \text{ m}^3/\text{s}$   $T_1 = 17^\circ \text{C}$

a)  $\eta_{\text{max}} = ?$  b) se  $\eta = \frac{3}{4} \eta_{\text{max}}$   $P_{\text{ceduta}}$

c)  $T_2$  a valle della centrale

$$a) \eta_{\text{max}} = 1 - \frac{T_F}{T_C} = 1 - \frac{313 \text{ K}}{597 \text{ K}} = 0.476$$

$$b) \eta = \frac{3}{4} \eta_{\text{max}} = 0.357$$

$$\Delta Q_{\text{tot}} = \Delta Q_{\text{eff}} + \Delta Q_{\text{ceduta}}$$

$$\eta = \frac{W}{\Delta Q_{\text{tot}}}$$

$$P = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$$

$\Delta Q_{\text{tot}}$  quantità di calore generata dalla centrale

$\Delta Q_{\text{eff}}$  quantità di calore convertita in energia elettrica

$\Delta Q_{\text{ceduta}}$  quantità di calore ceduta all'ambiente

$$\Delta Q_{\text{tot}} = \Delta Q_{\text{eff}} \eta + \Delta Q_{\text{ceduta}}$$

$$\frac{\Delta Q_{\text{ceduta}}}{\Delta t} = (1 - \eta) \left[ \frac{\Delta Q_{\text{tot}}}{\Delta t} \right]$$

# Problema III 4/8/18

Centrale elettronucleare  $T_C = 325^\circ$ ,  $T_F = 40^\circ$

$P_{\text{eff}} = 850 \text{ MW}$  ← efficienza

Calore residuo ceduto ad acqua corrente

$$Q = 130 \text{ m}^3/\text{s} \quad T_1 = 17^\circ \text{C}$$

a)  $\eta_{\text{max}} = ?$  b) se  $\eta = \frac{3}{4} \eta_{\text{max}}$   $P_{\text{ceduta}}$

c)  $T_2$  a valle della centrale

$$P_{\text{ceduta}} = (1 - \eta) \left[ \frac{P_{\text{eff}}}{\eta} \right]$$
$$= \left( \frac{1}{\eta} - 1 \right) P_{\text{eff}} = 1550 \text{ MW}$$

$$T_2 - T_1 = \frac{P_{\text{ceduta}}}{\rho Q c} = 2.81 \text{ K}$$

$$T_2 = T_1 + \Delta T = \underline{19.8^\circ \text{C}}$$

$$Q_{\text{ceduta}} = m c (T_2 - T_1)$$

$$m = \rho V$$

$$\frac{Q_{\text{ceduta}}}{\Delta t} = P_{\text{ceduta}} = \rho \frac{V}{\Delta t} c (T_2 - T_1)$$

~~$15.5 \times 10^8$~~

$4.186 \cdot 10^3$

~~$10^3 \cdot 1.3 \cdot 10^3 \cdot 4 \times 10^3$~~

# Puleggia con due galee

$$m_1 = 10 \text{ Kg}, \quad r_1 = 20 \text{ cm}$$

$$m_2 = 4.0 \text{ Kg}, \quad r_2 = 50 \text{ cm}$$

$$I_{\text{puleggia}} = 6.0 \text{ Kg m}^2$$

a)  $v_1, v_2 = ?$  dopo che  $m_2$  è sceso di  $h = 1.0 \text{ m}$

b)  $T_1, T_2 = ?$

c)  $v_2$  nel caso in cui esista attrito su  $m_1$  con  $\mu_d = 0.25$

$$v_1 = \omega r_1, \quad v_2 = \omega r_2$$

$$\omega = \frac{2m_2 g h}{I + m_1 r_1^2 + m_2 r_2^2}$$

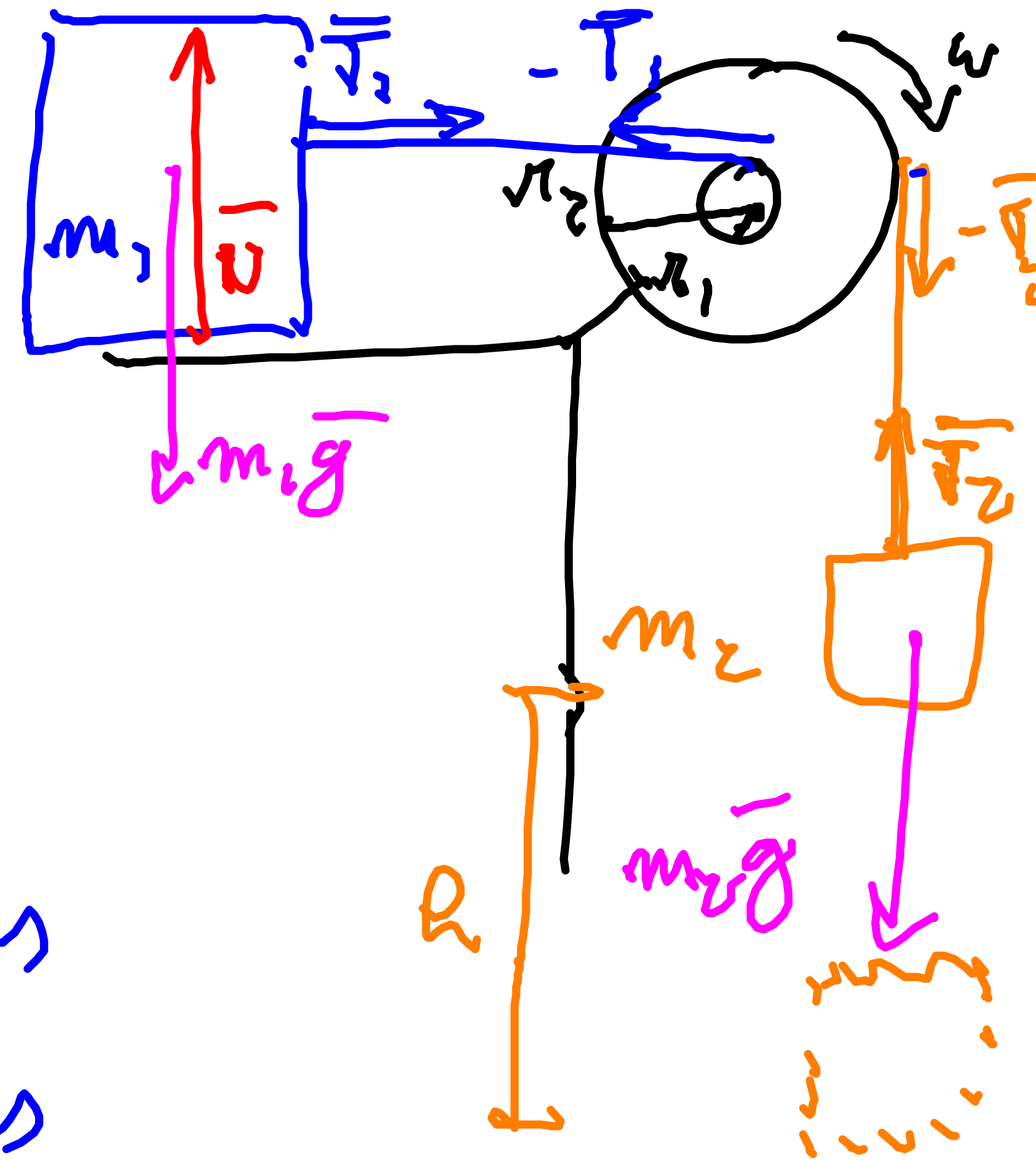
$$= 3.3 \text{ rad/s}$$

$$v_1 = \omega r_1 = 0.66 \text{ m/s}$$

$$v_2 = \omega r_2 = 1.6 \text{ m/s}$$

$$m_2 g h = \frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2 + \frac{1}{2} I \omega^2$$

$$m_2 g h = \frac{1}{2} m_1 \omega^2 r_1^2 + \frac{1}{2} m_2 \omega^2 r_2^2 + \frac{1}{2} I \omega^2$$



# Puleggia con due galee

$$m_1 = 10 \text{ Kg}, \quad r_1 = 20 \text{ cm}$$

$$m_2 = 4.0 \text{ Kg}, \quad r_2 = 50 \text{ cm}$$

$$I_{\text{puleggia}} = 6.0 \text{ Kg m}^2$$

a)  $v_1, v_2 = ?$  dopo che  $m_2$  e sceso di  $h = 1.0 \text{ m}$

b)  $T_1, T_2 = ?$

c)  $v_2$  nel caso in cui esista attrito su  $m_1$  con  $\mu_d = 0.25$

d) Newton

$$m_2 a_2 = m_2 g - T_2 = m_2 \alpha r_2$$

$$m_1 a_1 = T_1 = m_1 \alpha r_1$$

$$I \alpha = T_2 r_2 - T_1 r_1$$

$$\alpha = \frac{a_1}{r_1} = \frac{a_2}{r_2}$$

$$T_2 = m_2 (g - \alpha r_2)$$

$$I \alpha = m_2 g r_2 - m_2 \alpha r_2^2 - m_1 \alpha r_1$$

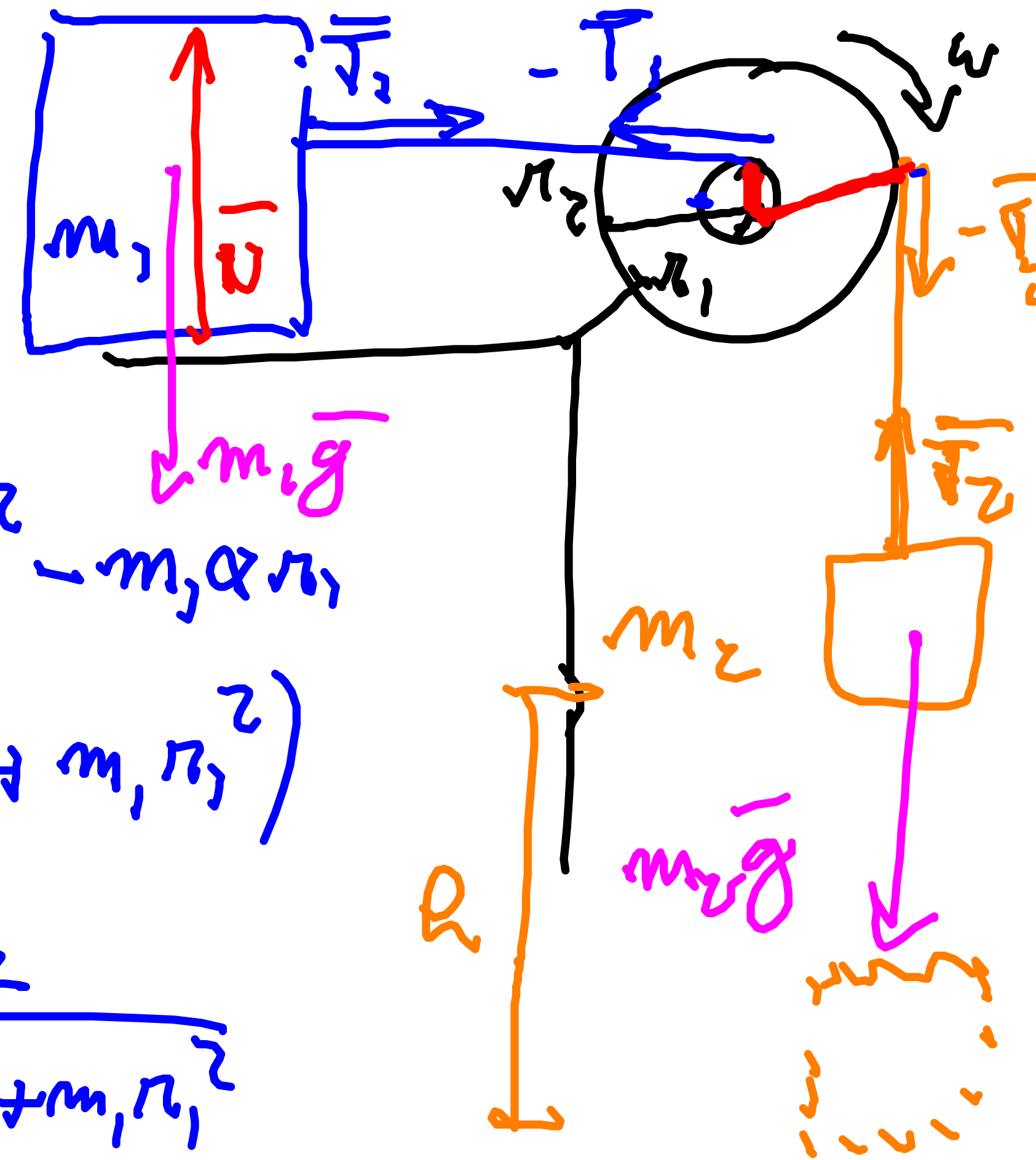
$$m_2 g r_2 = \alpha (I + m_2 r_2^2 + m_1 r_1^2)$$

$$\alpha = g \frac{m_2 r_2}{I + m_2 r_2^2 + m_1 r_1^2}$$

$$= 2.651 \text{ rad/s}^2$$

$$T_1 = m_1 \alpha r_1 = 5.30 \text{ N}$$

$$T_2 = m_2 (g - \alpha r_2) = 33.94 \text{ N}$$



# Puleggia con due galee

$m_1 = 10 \text{ Kg}$ ,  $r_1 = 20 \text{ cm}$

$m_2 = 4.0 \text{ Kg}$ ,  $r_2 = 50 \text{ cm}$

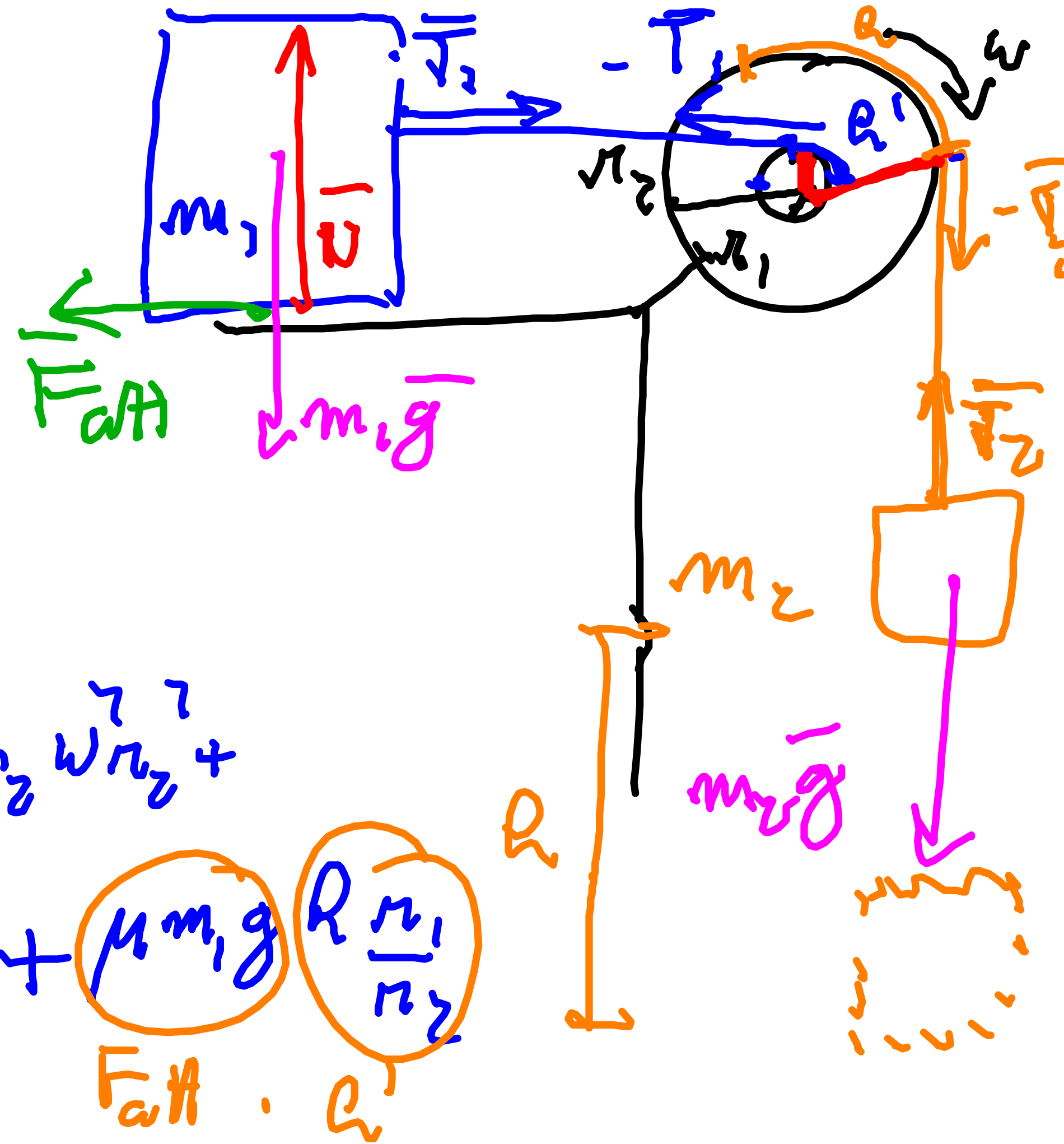
$I_{pulegge} = 6.0 \text{ Kg m}^2$

a)  $v_1, v_2 = ?$  dopo che  $m_2$  e sceso di  $h = 1.0 \text{ m}$

b)  $T_1, T_2 = ?$

c)  $v_2$  nel caso in cui esista attrito su  $m_1$  con  $\mu_d = 0.25$

C) se  $m_2$  va giù di  $h = 1.0 \text{ m}$   $m_1$  si sposta di  $h' = h \frac{r_1}{r_2}$



$$m_2 g h = \frac{1}{2} I \omega^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2 + \frac{1}{2} m_1 v^2 + \mu m_1 g \left( h \frac{r_1}{r_2} \right)$$

$F_{att} \cdot h'$

$$\omega = \sqrt{\frac{2 m_2 g h - 2 \mu m_1 g h r_1 / r_2}{I + m r_1^2 + m r_2^2}} = 2.8 \text{ rad/s}$$

$$v_2 = \omega r_2 = 1.4 \text{ m/s}$$