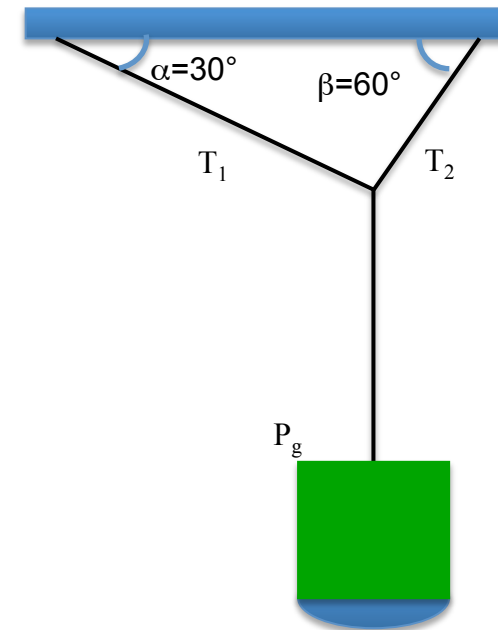


# Esempi di forze

# Equilibrio delle forze

Dovendo sostenere un lampadario che ha una massa di 11 kg e sapendo che le corde a nostra disposizione si spezzano quando sono sollecitate oltre i 100 N; ci si chiede se, ancorando il lampadario secondo la geometria di figura con angoli di 30° e 60° rispetto al soffitto, le corde riescono a resistere?



$$\Sigma F_x = 0 \quad T_1 \cos \alpha - T_2 \cos \beta = 0$$

$$\Sigma F_y = 0 \quad T_1 \sin \alpha + T_2 \sin \beta = P_g$$

$$T_1 \frac{\sqrt{3}}{2} - T_2 \frac{1}{2} = 0 \quad T_1 = T_2 \frac{1}{2} \frac{2}{\sqrt{3}} = \frac{T_2}{\sqrt{3}} \quad T_1 \frac{1}{2} + T_2 \frac{\sqrt{3}}{2} = P_g \quad \frac{T_2}{\sqrt{3}} \frac{1}{2} + T_2 \frac{\sqrt{3}}{2} = P_g$$

$$\frac{1}{2} T_2 \left( \frac{1}{\sqrt{3}} + \sqrt{3} \right) = P_g \quad T_2 \frac{2\sqrt{3}}{3} = P_g \quad T_2 = P_g \frac{\sqrt{3}}{2} = 107,8 \frac{\sqrt{3}}{2} = 92,2 \quad T_1 = P_g - T_2 = 107,8 - 92,2 = 15,6$$

# Esempi classici

## Peso di un corpo Piano inclinato

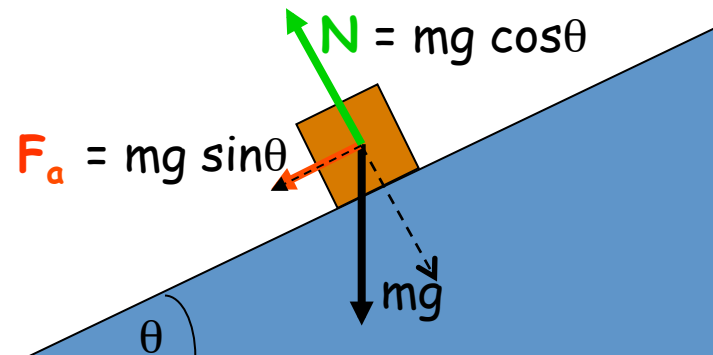
Quale è il peso (la forza che esercita sulla terra) di un corpo?

**Se un corpo ha la massa di 15 kg ha un peso, pari a**

$$F = mg = 15 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2 = 147 \text{ N}$$

**Un uomo che dice di pesare 80 kg esercita, sulla crosta terrestre, una forza di 784 N**

- Quanto vale l'accelerazione di un corpo che scivola su un piano inclinato privo di attrito?



# Esempi classici

## Macchina di Atwood

- Si tratta di una carrucola a cui sono sospesi due oggetti di massa leggermente diversi

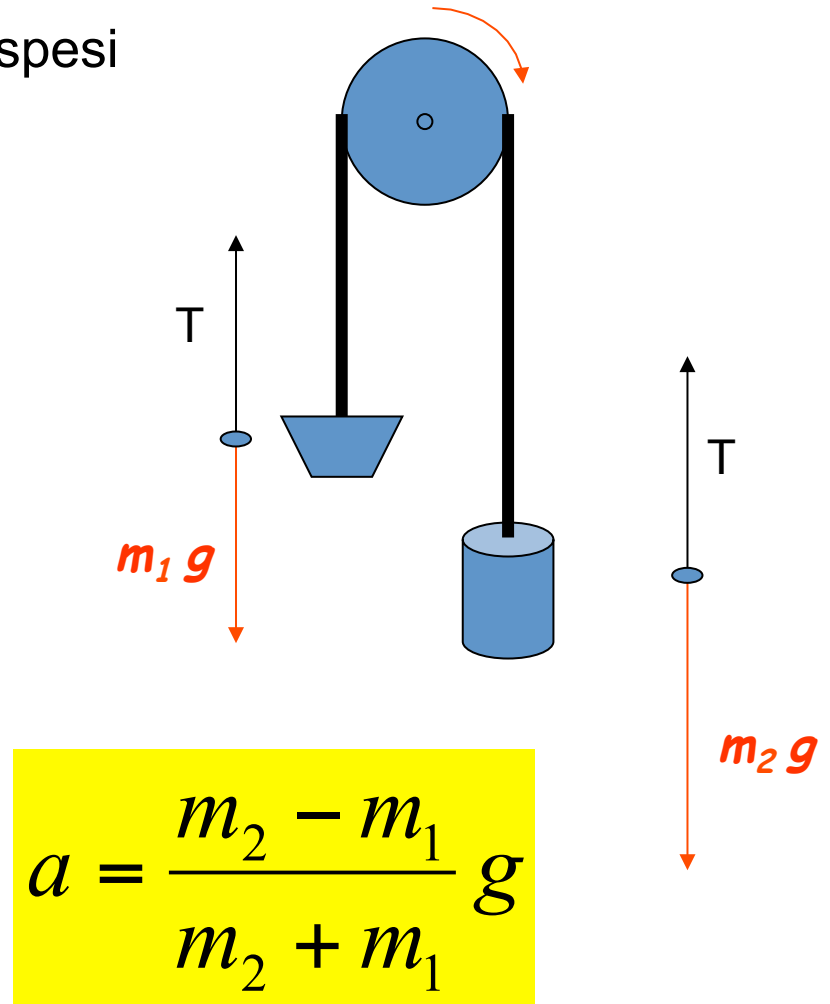
$$\sum F_1 = T - m_1 g = m_1 a \quad \text{Per il secchio}$$

$$\sum F_2 = T - m_2 g = -m_2 a \quad \text{Per il cilindro}$$

Per una corda rigida di massa trascurabile la tensione  $T$  sarà uguale in entrambe le espansioni. Cioè:

$$m_1 g + m_1 a = m_2 g - m_2 a$$

$$a(m_1 + m_2) = (m_2 - m_1)g$$



$$a = \frac{m_2 - m_1}{m_2 + m_1} g$$

# Altri esempi (piano inclinato)

- Scegliere il miglior sistema di riferimento  
In questo caso risulta conveniente fissare l'asse  $x$  parallelo al P.I. e quindi scrivere la 2a legge di Newton lungo i due assi:

$$y) \quad N - Mg \cos \theta = 0$$

$$x) \quad -Mg \sin \theta + T = Ma$$

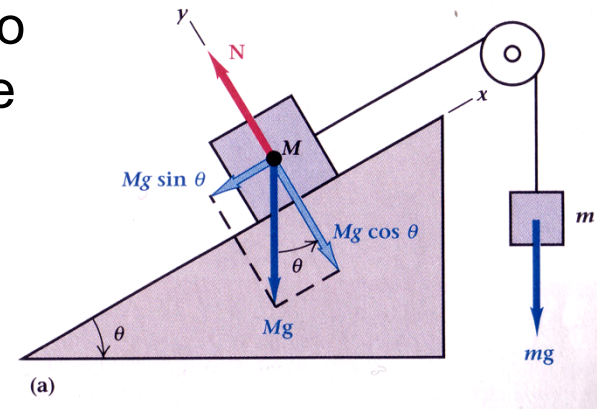
per la massa  $m$  (sospesa)

$$mg - T = ma$$

ovvero  $T = Ma + Mg \sin \theta$

$$mg - Mg \sin \theta - Ma = ma$$

$$(m - M \sin \theta)g = (m + M)a$$



$$a = \frac{(m - M \sin \theta)}{m + M} g$$

# Esempi classici

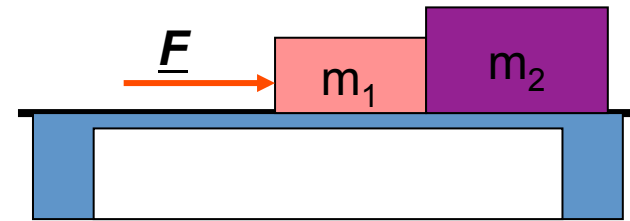
- Quale è la forza,  $F_{2,1}$ , che il secondo blocco esercita sul primo?
- **Soluzione:**  
Dalla 2ª legge di Newton accelerazione di entrambi i blocchi è  $a = F/(m_1 + m_2)$ .

La forza che il primo blocco esercita sul secondo è:

$$F_{1,2} = m_2 \left\{ \frac{F}{m_1 + m_2} \right\}$$

Per la 3ª legge di Newton  $F_{1,2} = -F_{2,1}$

Combinazioni della 2ª e della 3ª Legge di Newton

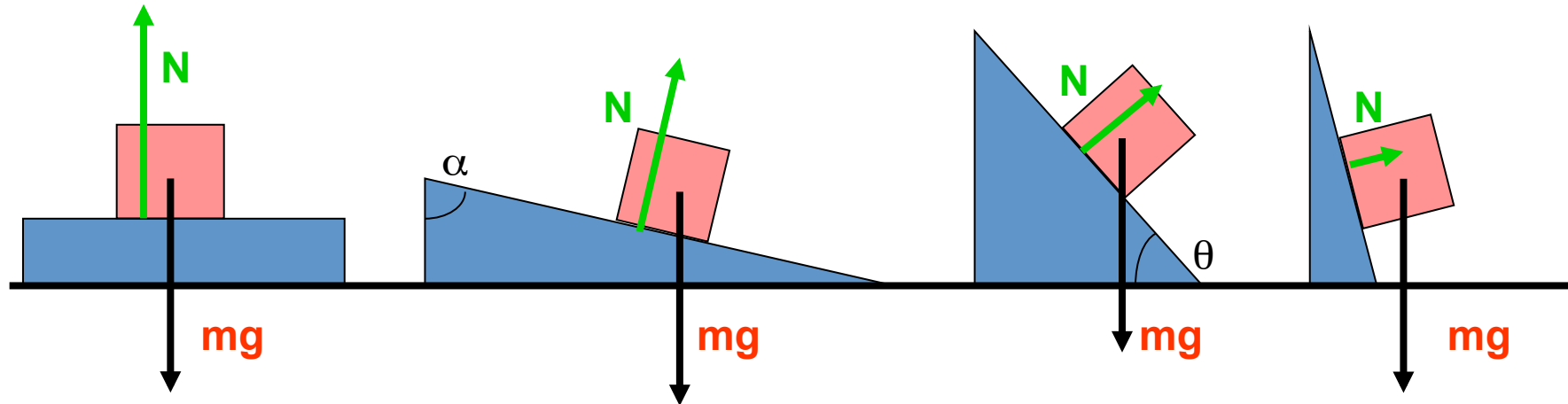


$$F_{1,2} = m_2 a = \frac{m_2}{m_1 + m_2} F$$

$$F_{2,1} = -m_2 \frac{F}{m_1 + m_2}$$

# Esempi classici

*Forza normale*

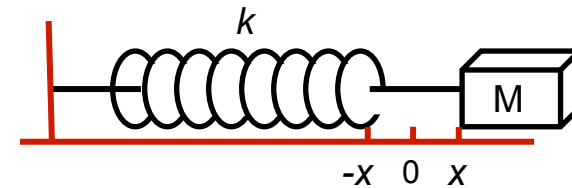


- La forza Normale è la forza del vincolo ed è “normale” alla superficie di appoggio.
- La  $N$  varia al variare di  $\theta$ , ovvero di  $(90 - \alpha)$  (angolo fra la forza peso e la superficie della reazione vincolare).

$$N = mg \cos \theta$$

# Forza elastica

- Ogni corpo ha una sua elasticità e le molle non sono altro che degli amplificatori di elasticità.
- Comprimendo o tirando una molla, si deformano le lunghezze del reticolo di atomi di cui è fatta la molla. C'è quindi una deformazione dei legami elettromagnetici fra gli atomi.
- La forza elastica è una forza elettromagnetica.
- La forza di richiamo di una molla è una forza proporzionale alla sua elongazione o alla sua compressione, ma di segno opposto.
- In formule questa affermazione si traduce nel dire che  $F = -k x$ . Dove  $x$  è in lo spostamento del blocco M dalla sua posizione di riposo e  $k$  è la rigidità della molla.
- La molla di sospensione di un vagone ferroviario ha una rigidità molto più alta della rigidità della molla di un bilanciere di orologio.





# Forza elastica e moti oscillatori

- Per la seconda legge di Newton  $F = ma$  ovvero

$$F = m \, d^2x/dt^2,$$

ma  $F = -kx$  e quindi possiamo scrivere  $-kx = m \, d^2x/dt^2$

$d^2x/dt^2 + (k/m)x = 0$  questa è l'equazione che descrive il moto di una massa attaccata ad una molla.

- Quale sarà la sua soluzione?

La soluzione dovrà essere una funzione periodica e limitata, perché periodico e limitato è il suo moto. Quindi  $\sin\alpha$  o  $\cos\alpha$ .

- Usiamo la soluzione più generica possibile

$$x = A \cos(\omega t + \phi).$$

Questa funzione sarà soluzione dell'equazione del moto oscillatorio se  $\omega = \sqrt{k/m}$ . Ricordando  $\omega = 2\pi\nu$   $\omega = 2\pi/T$

Infatti sostituendo avremo  $\omega^2 A \cos(\omega t + \phi) + k/m A \cos(\omega t + \phi) = 0$

ovvero  $[\omega^2 + k/m] A \cos(\omega t + \phi) = 0$

# Forza gravitazionale

- Newton comprese che la forza che fa cadere al suolo una mela e la forza che fa ruotare la Terra intorno al Sole erano la stessa forza.
- La mela cade verso il suolo sottoposta ad una accelerazione pari a  $g = 9.81[MS^{-2}]$ , mentre la forza gravitazionale, dedotta nell'ambito della teoria eliocentrica (Thyco Brahe e Keplero) risultava dipendere dalle masse dei pianeti e dalle loro distanze attorno al Sole, secondo la formula

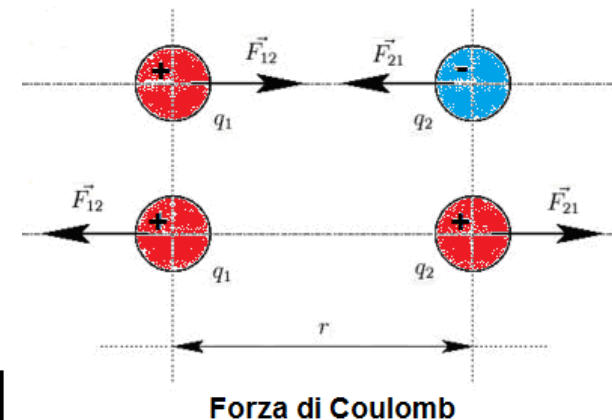
$$\vec{F} = -G \frac{mM}{r^2} \hat{r} \quad [MKS^{-2}]$$

- Oggi, a seguito teoria della relatività generale di Einstein, sappiamo che la gravitazione universale è il risultato dell'incurvamento dello spazio-tempo prodotto dalla presenza di un Sole



# Forza elettrostatica

- Alcuni corpi si possono attrarre o respingere a causa di una forza molto più grande della forza di gravità.
- Questa forza chiamata “elettrica” ed è una caratteristica degli “elettroni” che formano gli atomi.
- Gli elettroni sono cariche negative, i protoni sono cariche positive e i neutroni sono neutri. Gli atomi privi di elettroni si chiamano ioni.
- Normalmente tutti gli oggetti sono neutri ed hanno un egual numero di elettroni e di cariche positive.
- La forza che governa i corpi dotati di carica elettrica è nota come forza di Coulomb ed è attrattiva o repulsiva a seconda che le cariche siano di segno opposto o di segno uguale



$$|F| = k \frac{|q| \cdot |Q|}{r^2}$$