Lezione 4 - Moto e principi di Newton

- Affronteremo ora la risoluzione di alcuni semplici problemi riguardanti il moto di corpi soggetti a forze
- Cercheremo di comprendere meglio:
  - il significato dei principi di Newton
  - i vari tipi di forze
  - il metodo logico del ragionamento quantitativo

L'azione della forza peso

- Supponiamo di avere un corpo di massa *M* che sia soggetto alla sola forza peso ed isolato da tutto il resto
- Il secondo principio di Newton ci permette di calcolare immediatamente la sua accelerazione **a**:

$$\boxed{\vec{F} = M\vec{a} \rightarrow \vec{F} = M\vec{g} \rightarrow M\vec{g} = M\vec{a} \Rightarrow \vec{a} = \vec{g}}$$

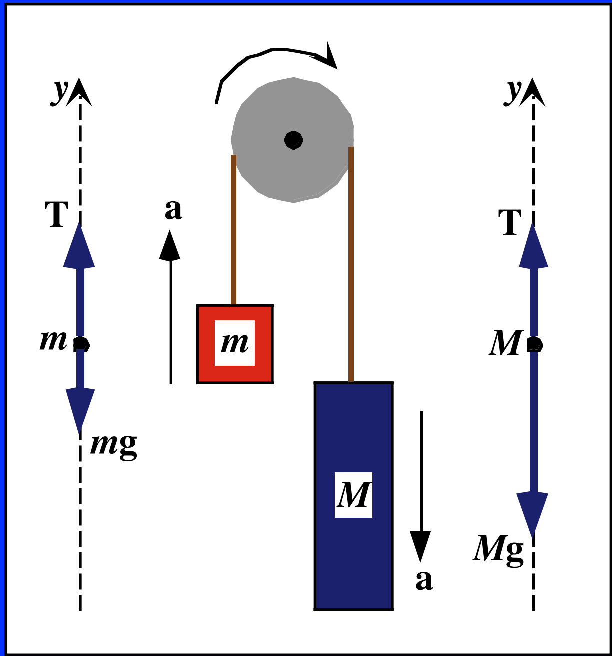
Come si vede, ritroviamo quanto noto dalla cinematica di Galilei: i gravi cadono con accelerazione costante

Cosa abbiamo guadagnato?

Abbiamo fornito un *modello quantitativo* che *tiene conto* delle cause della caduta dei corpi

Tensione e forza peso

- La *macchina di Atwood* è un utile esempio per studiare le tensioni nelle funi
- Due corpi di masse *m* ed *M* sono uniti da una fune che passa attraverso una carrucola priva di attrito. La figura mostra anche i diagrammi di corpo libero



macchina di Atwood

- Corpo *m* $\boxed{T - mg = ma}$
- Corpo *M* $\boxed{T - Mg = -Ma}$
- il modulo di a è uguale per entrambi i corpi

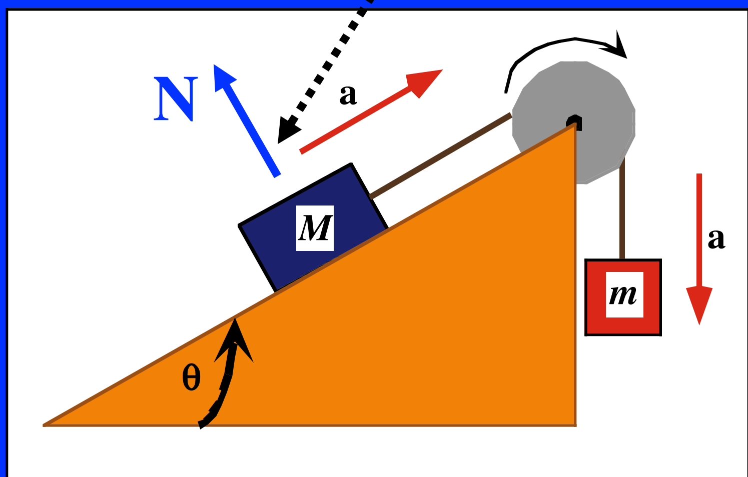
$$\boxed{a = \frac{M - m}{M + m} g}$$

$$\boxed{T = \frac{2mM}{M + m} g}$$

Reazione vincolare

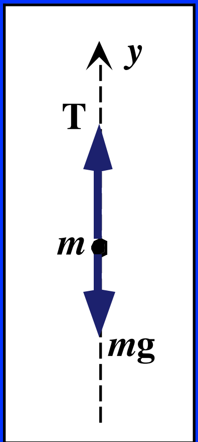
- In altri casi occorre tenere conto anche della *reazione vincolare* **N**
- Questa forza di contatto viene sviluppata ad esempio dai piani d'appoggio ed è sempre diretta ortogonalmente ai piani stessi

reazione vincolare



Piano inclinato

- Le figure mostrano i diagrammi di corpo libero dei due corpi dell'esempio appena visto:



- Per il corpo m

$$T - mg = -ma$$

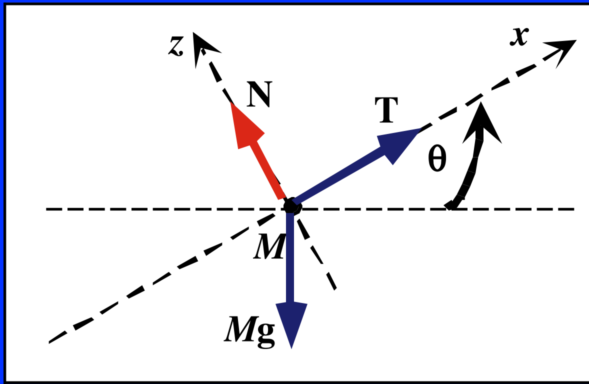
(lungo y)

- Per il corpo M

$$N - Mg\cos\theta = 0 \quad (z)$$

$$N = Mg\cos\theta$$

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



Sottraendo membro a

$$T - Mg\sin\theta - T + mg = (M+m)a$$

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

Dividendo per m ed M e poi sommando

$$\begin{cases} \dfrac{T}{m} - g = -a \\ \dfrac{T}{M} - g\sin\theta = a \end{cases} \Rightarrow T\left(\frac{1}{m} + \frac{1}{M}\right) - g(1+\sin\theta) = 0$$

$$T = \frac{mM}{m+M}g(1+\sin\theta)$$

Piano inclinato II

- Analizziamo brevemente i risultati ottenuti inserendo dei valori particolari del rapporto ***M/m*** e assumendo θ = 30º
- Le formule risolutive appena ottenute dànno

$$a = \frac{m - M\sin\theta}{m + M} g \qquad T = \frac{mM}{m + M} g(1 + \sin\theta)$$

1) ***M = m***

$$a = \frac{m - m/2}{2m} g = \frac{g}{4}$$

$$T = \frac{m^2}{2m} g \frac{3}{2} = \frac{3}{4} mg$$

notare che a > 0 e T > 0

2) ***M= 2m***

$$a = \frac{m - m}{3m} g = 0$$

$$T = \frac{2m^2}{3m} g \frac{3}{2} = mg$$

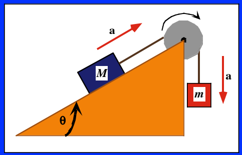
il sistema è in equilibrio

3) ***M= 3m***

$$a = \frac{m - \frac{3}{2}m}{4m} g = -\frac{g}{8}$$

$$T = \frac{3m^2}{4m} g \frac{3}{2} = \frac{9}{8} mg$$

il sistema accelera dalla parte opposta rispetto al caso 1)



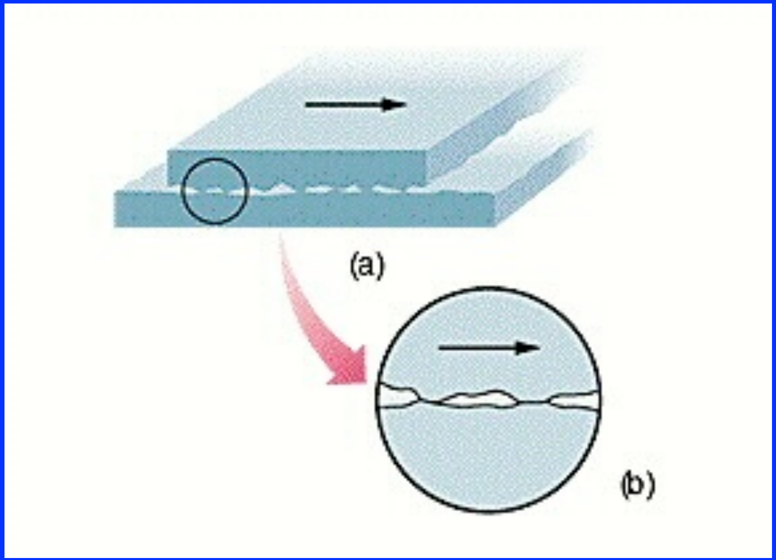
piano inclinato

L'attrito

- La presenza dell'*attrito* è testimoniata costantemente dall'esperienza quotidiana
- In maniera qualitativa possiamo pensare all'attrito come una forza che si sviluppa quando si cerca di far scorrere due superfici a contatto e che si oppone allo scorrimento
- L'attrito può essere a volte indesiderato, ad esempio dissipa energia nei motori, ma indispensabile altre volte: senza attrito sarebbe impossibile, ad esempio, camminare

Attrito statico e dinamico

- Da un punto di vista *microscopico* l'attrito è dovuto alle *microfusioni* che si formano in corrispondenza alle asperità delle due superfici in contatto



- La forza necessaria a rompere queste microfusioni ed a far iniziare lo scorrimento è responsabile dell'***attrito statico***

- Una volta iniziato, lo scorrimento può essere mantenuto applicando dall'esterno una forza che vinca l'***attrito dinamico***

Attrito statico e dinamico II

- La forza di attrito statico F_S può raggiungere valori superiori a quelli della forza di attrito dinamico F_D
- Il grafico rappresenta l'andamento nel tempo dell'intensità della forza di attrito quando si applica dall'esterno una forza crescente **F** fino a far muovere il corpo in esame