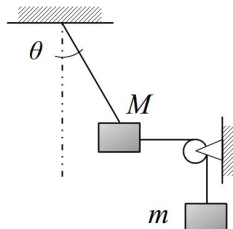


### Esercitazione 3: Dinamica dei moti lineari

1. Un corpo di massa  $M$  è appeso al soffitto tramite un filo e tirato orizzontalmente da un corpo di massa  $m$  mediante una fune, come in figura. Il rapporto fra le masse è  $M/m = \sqrt{3}$ . Sapendo che il sistema è in equilibrio e in quiete, determinare l'angolo  $\theta$  che il filo forma con la verticale, e le tensioni delle funi.



$$\theta = \pi/6, T_1 = 2mg, T_2 = mg$$

2. Un razzo di massa  $m = 10000 \text{ kg}$  sta viaggiando verso l'alto in direzione perpendicolare alla superficie terrestre con velocità di modulo  $v$ . Ad un certo istante, la forza fornita dal motore è pari a  $50000 \text{ N}$ . Trovare l'accelerazione del razzo esplicitandone modulo e verso.

$$a = 4.81 \text{ m/s}^2, \text{ con verso opposto alla velocità.}$$

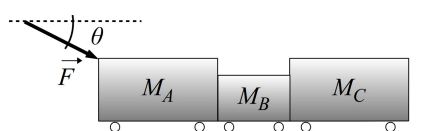
3. Un paracadutista si è lanciato verticalmente da un velivolo. Considerando l'aria come sede di attrito viscoso, trovare:

- (a) l'equazione del moto;
- (b) l'andamento nel tempo della velocità  $v(t)$  del paracadutista;
- (c) la velocità limite  $v_{\text{lim}}$  che raggiunge.

$$mg - kv = m \frac{dv}{dt}; v = \frac{mg}{k}(1 - e^{-kt/m}); v_{\text{lim}} = mg/k.$$

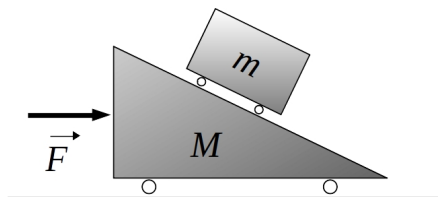
4. I tre corpi in figura sono liberi di muoversi su un piano orizzontale senza attrito. Sul corpo  $M_A$  agisce la forza  $\vec{F}$  di modulo  $30 \text{ N}$  e con inclinazione rispetto all'orizzontale pari a  $\theta = \pi/3$ .

Calcolare l'accelerazione dell'intero sistema e le forze che si scambiano i vari corpi. Le masse dei tre corpi sono:  $M_A = 1 \text{ kg}$ ;  $M_B = 0.5 \text{ kg}$ ;  $M_C = 1.5 \text{ kg}$ .



$$a = 5 \text{ m/s}^2; \quad F_{AB} = 10 \text{ N}; \quad F_{BC} = 7.5 \text{ N}$$

5. Si consideri un massa  $m$  libera di scivolare lungo un piano inclinato liscio avente inclinazione  $\alpha$  di un cuneo di massa  $M$ . Il cuneo è posto su un piano orizzontale su cui può scorrere senza attrito, ed è soggetto ad una forza  $F$  orizzontale. Si calcoli  $F$  affinché:

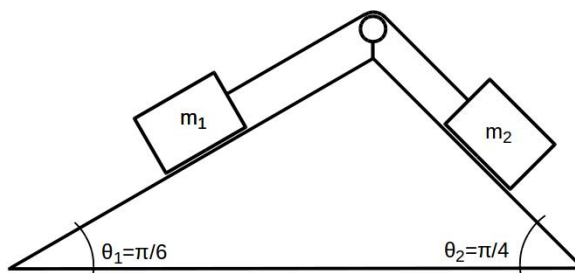


- il piano inclinato stia fermo, e in tal caso si calcoli l'accelerazione di  $m$  in caduta;
- $m$  non scivoli lungo il piano, e in questo caso si calcoli l'accelerazione comune ai due corpi.

$$a = g \sin \alpha, F = mg \cos \alpha \sin \alpha; a = g \tan \alpha, F = (m + M)g \tan \alpha$$

6. Due masse  $m_1 = 2.5 \text{ kg}$  e  $m_2 = 1.5 \text{ kg}$ , legate da una fune inestensibile e di massa trascurabile, sono poste su due piani inclinati lisci attaccati l'uno all'altro come in figura. Il piano su cui poggia  $m_1$  è inclinato di  $\theta_1 = \pi/6$  rispetto all'orizzontale mentre il piano su cui poggia  $m_2$  è inclinato di  $\theta_2 = \pi/4$  rispetto all'orizzontale. La fune che collega le due masse scorre attorno ad una puleggia posta sulla sommità del doppio piano inclinato. Calcolare:

- l'accelerazione  $\vec{a}$  del sistema (modulo, direzione e verso);
- la tensione  $T$  della fune;
- La forza  $\vec{F}$  trasmessa alla carrucola (modulo, direzione e verso).



$$|\vec{a}| = 0.464 \text{ m/s}^2, \text{ l'accelerazione di } m_1 \text{ è verso la discesa, l'accelerazione di } m_2 \text{ è verso la salita; } T = 11.1 \text{ N; } |\vec{F}| = 13.51 \text{ N.}$$

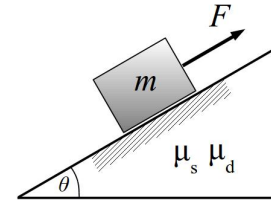
7. Un corpo di massa  $m = 10 \text{ kg}$  è in quiete su un piano orizzontale con coefficiente di attrito statico  $\mu_s = 0.5$  e dinamico  $\mu_d = 0.4$ . Al corpo viene applicata una forza parallela al piano, di valore  $F = C \cdot t$ , con  $C = 49 \text{ N/s}$ . Calcolare:

- l'istante di tempo  $t_1$  in cui il corpo comincia a muoversi;
- la velocità del corpo all'istante  $t_2 = 3 \text{ s}$ .

$$t_1 = 1 \text{ s}, v = 11.76 \text{ m/s}$$

8. Un corpo di massa  $m$  si trova su un piano inclinato di un angolo  $\theta = \pi/6$  e con coefficienti di attrito pari a  $\mu_s = 0.7$  e  $\mu_d = 0.5$ . Calcolare l'accelerazione del corpo se

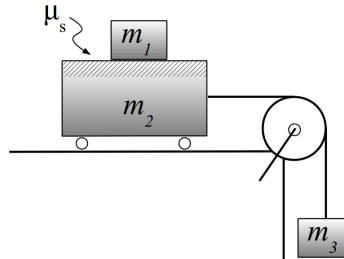
- (a) il corpo è in moto in salita;
- (b) il corpo è in moto in discesa;
- (c) il corpo è inizialmente fermo.



Al corpo inizialmente fermo, viene applicata una forza parallela al piano inclinato di valore  $F = C \cdot m \cdot t$ , con  $C = 5.4 \text{ N}/(\text{kg s})$ . Calcolare l'istante di tempo  $t_1$  in cui il corpo comincia a muoversi.

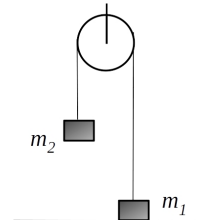
$a_a = 9.15 \text{ m/s}^2$  diretta verso la discesa (il corpo decelera);  $a_b = 0.657 \text{ m/s}^2$  diretta verso la discesa (il corpo accelera);  $a_c = 0 \text{ m/s}^2$ ;  $t_1 = 2 \text{ s}$

9. Dato il sistema in figura, calcolare il valore massimo di  $m_3$  affinché  $m_1$  non scivoli su  $m_2$  durante il moto. Fra  $m_1$  e  $m_2$  l'attrito statico ha coefficiente  $\mu_s$ .



$$m_3 \leq \frac{\mu_s}{1 - \mu_s} (m_1 + m_2)$$

10. Con riferimento alla figura, si calcoli il massimo valore di  $F$  affinché  $m_1$  resti a terra mentre la puleggia è sollevata. In particolare, sia  $m_1 > m_2$  e si trascuri la massa del filo e della puleggia.



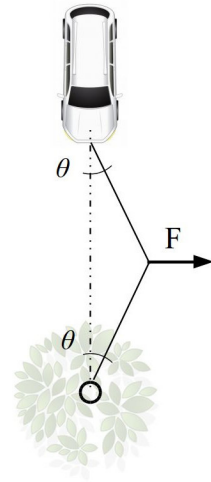
$$F \leq 2m_1g$$

11. Due lavatrici con stessa massa  $m = 25 \text{ kg}$ , appoggiate l'una all'altra su un piano scabro inclinato  $\alpha = 30^\circ$ , hanno un coefficiente di attrito dinamico con il piano pari a  $\mu_A = 0.5$  e  $\mu_B = 0.3$ . La lavatrice A si trova a valle della lavatrice V. Calcolare in questo caso la forza che la lavatrice B esercita sulla lavatrice A. Cosa succede nel caso in cui la lavatrice A si trovi a monte della lavatrice B?

$$F = \frac{1}{2}(\mu_A - \mu_B)mg \cos(\alpha) = 21 \text{ N}$$

12. Un'automobile rimane impantanata in una strada sterrata; per estrarla, invece che tirarla direttamente il guidatore decide di muoverla con una fune ancorata ad un albero, come in figura. Sapendo che il guidatore può esercitare una forza che vale  $F$ , si determini:

- la tensione dei due tratti obliqui della fune al variare dell'angolo  $\theta$ , e la corrispondente forza *longitudinale* sentita dall'automobile;
- i valori dell'angolo  $\theta$  per i quali questo metodo è davvero efficace, per cui la forza longitudinale applicata all'automobile è maggiore di  $F$ .



$$T = \frac{F}{2 \sin \theta}, T_L = \frac{F}{2 \tan \theta}, \tan \theta < 1/2$$

13. Un frigorifero rotto viene fatto scivolare lungo una pedana, lunga  $d = 7$  m ed inclinata di  $\alpha = 23^\circ$ , che porta al deposito dei rottami. Sapendo che la sua massa è  $m = 84$  kg, determinare la velocità con la quale giunge sul fondo partendo da fermo, e la reazione vincolare della pedana sul frigorifero.

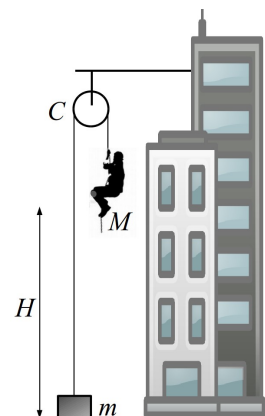
$$v = 7,3 \text{ m/s}, R = 758 \text{ N}$$

14. Una scatola di mele scivola su una pedana scabra inclinata di  $\alpha = 45^\circ$  rispetto all'orizzontale da un'altezza  $h = 2$  m. Il coefficiente d'attrito dinamico fra la pedana e la scatola è  $\mu_d = 0.3$ . Si calcoli la velocità della scatola, supposta inizialmente ferma, quando raggiunge la base della pedana.

$$v = \sqrt{2gh(1 - \mu_d / \tan \alpha)} = 5.24 \text{ m/s}$$

15. Una persona di massa  $M$  si trova al terzo piano di un palazzo, a quota  $H$ . Per poter arrivare al piano terra più rapidamente, decide di usare il sistema indicato in figura, costituito da una carrucola ideale  $C$  (senza massa né attrito), una fune ideale e un contrappeso di massa  $m$ : si appende alla fune e, partendo da ferma, si lascia cadere.

- Determinare l'accelerazione di caduta della persona, la tensione della fune e la forza necessaria per sostenere la carrucola.
- Calcolare il tempo necessario alla caduta.
- Si assuma ora che la persona abbia massa  $M = 80$  kg e che la sua quota iniziale sia  $H = 10$  m. Quale è l'intervallo di valori che deve avere la massa  $m$  affinché la persona arrivi a terra con velocità inferiore a 4 m/s?



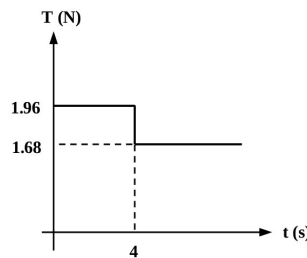
$$(a) a = g(M - m)/(M + m), T = 2gMm/(M + m). F = 2T = 4gMm/(M + m)$$

$$(b) t = \sqrt{2H/a}$$

$$(c) 67.93 \text{ kg} < m < 80 \text{ kg}$$

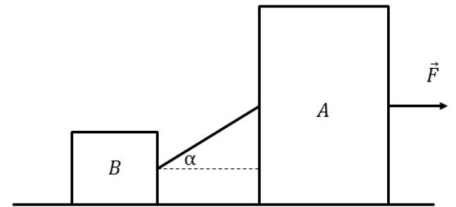
16. Un carrello di massa  $m_1$  libero di muoversi su un piano liscio viene tenuto fermo; ad esso è collegato, tramite una carrucola ed una fune inestensibile, entrambe prive di massa, un oggetto di massa  $m_2$ . In figura è mostrato l'andamento della tensione del filo misurata da un dinamometro di massa  $m_d$  fissato sul carrello. All'istante  $t_0 = 4 \text{ s}$  il carrello viene lasciato libero di muoversi. Determinare:

- (a) la massa  $m_2$  sospesa al filo;  
 (b) la massa complessiva ( $m_1 + m_d$ );  
 (c) l'accelerazione  $a$  del carrello.



$$m_2 = 200 \text{ g}, m_1 + m_d = 1.19 \text{ kg}, a = 1.41 \text{ m/s}^2$$

17. Due corpi A e B, uniti da una fune ideale, sono posti su un piano orizzontale. Fra il corpo A e il piano non c'è attrito, mentre fra il corpo B e il piano c'è attrito. Il blocco A ha massa  $M$ , il blocco B ha massa  $m$  e la fune che collega A e B forma un angolo  $\alpha$  con l'orizzontale. Al corpo A è applicata una forza orizzontale costante di modulo  $F$ . Sapendo che i due corpi si muovono con accelerazione costante  $a$ , si determinino:



- (a) il coefficiente di attrito  $\mu_d$  dinamico tra il corpo B e il piano;  
 (b) la tensione  $T$  della fune.

$$\mu_d = \frac{-F + (m + M)a}{(F - Ma) \tan \alpha - mg}; T = \frac{F - Ma}{\cos \alpha}$$