

LEZIONE 10

ROTAZIONE DI UN CORPO RIGIDO ATTORNO AD UN ASSE FISSO

ELISABETTA COMINI

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI BRESCIA –2024/25

ESERCIZI CAPITOLO 10

3. In certo intervallo di tempo, la posizione angolare di una porta che si apre è descritta dall'equazione $\theta = 5.00 + 10.0t + 2.00t^2$ dove θ è espresso in radianti e t in secondi. Si determinino la posizione angolare, la velocità angolare e l'accelerazione angolare agli istanti (a) $t = 0$ e (b) $t = 3.00$ s.

7. Un motore elettrico, che mantiene in rotazione una mola alla velocità di 100 giri/min, viene spento. Supponendo che l'accelerazione (negativa) di 2.00 rad/s^2 sia costante si calcolino (a) il tempo impiegato dalla mola per fermarsi e (b) l'angolo, in radianti, di cui la ruota è ruotata prima di arrestarsi.

19. Una ruota di 2.00 m di diametro si trova in un piano verticale e viene messa in rotazione attorno all'asse passante per il suo centro con un'accelerazione angolare costante di 4.00 rad/s^2 . La ruota parte da ferma all'istante $t = 0$ e, in questo istante, il raggio vettore, dal centro ad un punto P sul bordo della ruota, forma un angolo di 57.3° con la direzione orizzontale. Si calcolino all'istante $t = 2.00 \text{ s}$ (a) la velocità angolare della ruota, (b) la velocità del punto P , (c) l'accelerazione del punto P e (d) la posizione angolare del punto P .

15. Un'automobile da corsa viaggia su una pista circolare di raggio 250 m. Se l'automobile si muove a velocità costante di 45.0 m/s, si calcolino (a) la velocità angolare dell'automobile e (b) il modulo e la direzione della sua accelerazione.

16. Si stimi l'ordine di grandezza del numero di giri totalizzati in un anno da una ruota di un'auto. Si elenchino le quantità che misurate o stimate e date i loro valori.

21. Un disco, di 8.00 cm di raggio, ruota intorno all'asse passante per il centro, compiendo 1 200 giri/min. Si calcolino (a) il modulo della velocità angolare del disco, (b) il modulo della velocità di un punto che si trova a 3.00 cm dall'asse, (c) l'accelerazione radiale di un punto che si trova sul bordo del disco e (d) la lunghezza della traiettoria percorsa da tale punto in 2.00 s.

27. Si calcoli il momento risultante che agisce sulla ruota di Figura P10.27 rispetto ad un asse passante per O se $a = 10.0\text{ cm}$ e $b = 25.0\text{ cm}$.

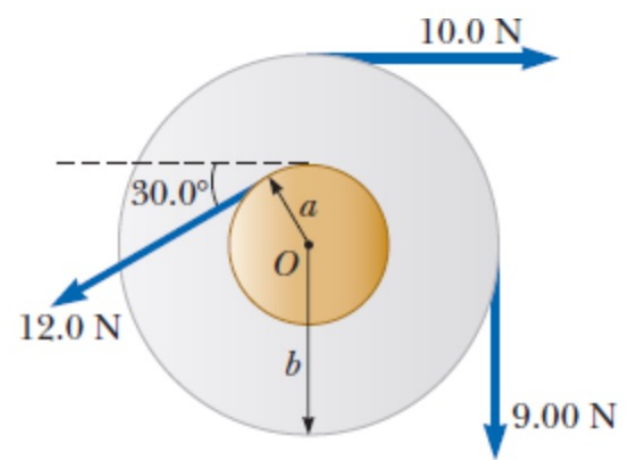


FIGURA P10.27

33. Un modellino di aereo di 0.750 kg di massa è trattenuto da un filo che gli consente di volare descrivendo una circonferenza di 30.0 m di raggio in un piano orizzontale. Il motore dell'aereo fornisce una spinta di 0.800 N perpendicolarmente al filo. Si determinino (a) il momento della spinta rispetto al centro della circonferenza, prodotta dal motore, (b) l'accelerazione angolare dell'aereo, (c) l'accelerazione dell'aereo in direzione tangente al suo percorso di volo.

28. La canna da pesca in Figura P10.28 è inclinata di 20.0° rispetto all'orizzontale. Qual è il momento della forza esercitato dal pesce rispetto ad un asse che è perpendicolare alla pagina e che passa attraverso la mano del pescatore, se il pesce tira nel verso della lenza con una forza $\vec{F} = 100 \text{ N}$ inclinata di un angolo di 37.0° al di sotto dell'orizzontale? La forza è applicata in un punto che dista 2.00 m dalle mani del pescatore.

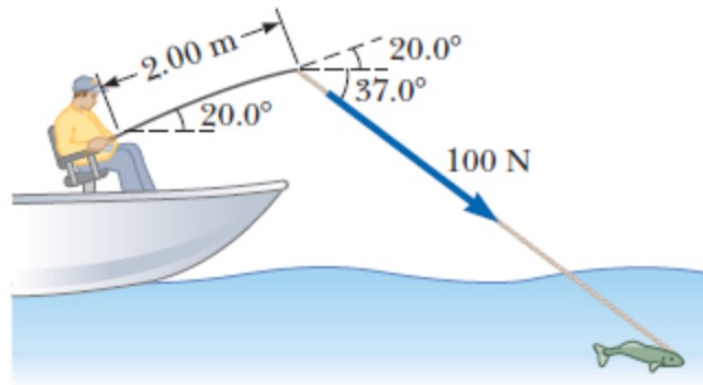


FIGURA P10.28

32. Problema di riepilogo. Due blocchi di massa $m_1 = 2.00$ kg ed $m_2 = 6.00$ kg sono connessi fra loro da una corda di massa trascurabile tesa su una carrucola circolare di raggio $R = 0.250$ m e massa $M_1 = 10.0$ kg. I due blocchi scorrono lungo il profilo disegnato in Figura P10.32; il lato destro del profilo è inclinato di $\theta = 30.0^\circ$. Il coefficiente di attrito per i due blocchi è 0.360. (a) Si disegni il diagramma delle forze per i due blocchi e per la carrucola. Si determinino (b) il valore dell'accelerazione dei due blocchi, (c) le tensioni della corda sui due lati della carrucola.

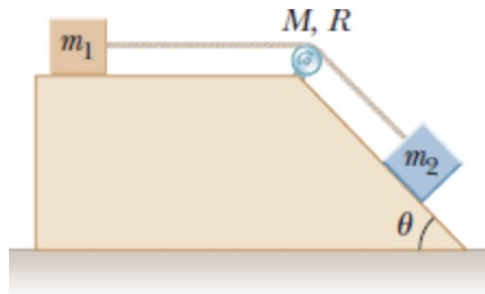


FIGURA P10.32

45. Le quattro particelle di Figura P10.45 sono unite da sbarrette rigide di massa trascurabile. Se il sistema ruota nel piano xy intorno all'asse z con una velocità angolare di 6.00 rad/s , si calcolino (a) il momento d'inerzia del sistema rispetto all'asse z e (b) l'energia cinetica di rotazione del sistema. Il centro del rettangolo coincide con l'origine delle coordinate.

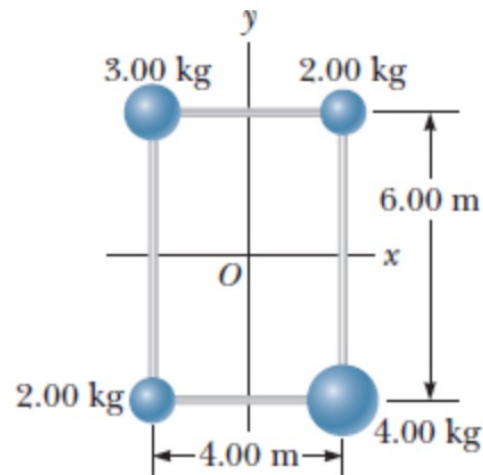


FIGURA P10.45

51. Il momento di inerzia della trottola in Figura P10.51, libera di ruotare attorno all'asse stazionario AA' , è $4.00 \times 10^{-24} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ ed essa è inizialmente a riposo. Una cordicella avvolta intorno all'impugnatura della trottola viene tirata applicando la tensione costante di 5.57 N . Se la cordicella non scivola sull'impugnatura, qual è la velocità angolare della trottola dopo che si è srotolato un tratto di 80.0 cm di cordicella?

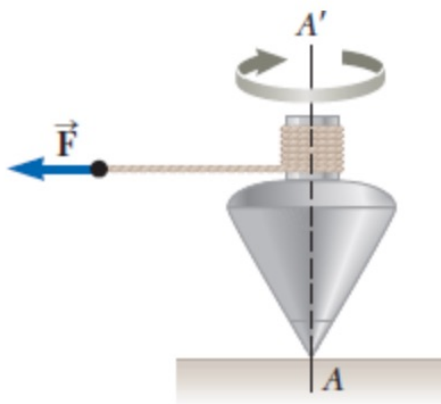


FIGURA P10.51

55. Problema di riepilogo. Un corpo di massa $m = 5.10 \text{ kg}$ è appeso all'estremità libera di una fune, di massa trascurabile, avvolta attorno ad una carrucola di raggio $R = 0.250 \text{ m}$ e massa $M = 3.00 \text{ kg}$. La carrucola è un disco libero di ruotare attorno ad un asse orizzontale passante per il suo centro come mostrato in Figura P10.55. Il corpo sospeso viene abbandonato ad un'altezza di 6.00 m dal suolo. Si determinino (a) la tensione della fune, (b) l'accelerazione del corpo (c) la velocità del corpo quando questo arriva a terra. (d) Si verifichi la risposta alla domanda (c) utilizzando il modello di sistema isolato (energia).

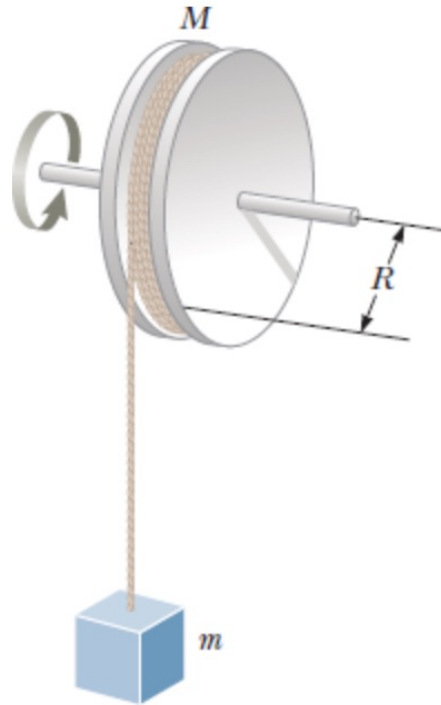


FIGURA P10.55

56. Questo problema descrive un metodo per determinare il momento d'inerzia di un corpo rigido di forma irregolare quale il carico di un satellite. La Figura P10.56 mostra una massa m sostenuta da una corda di massa trascurabile avvolta intorno all'asse di raggio r della piattaforma rotante su cui è appoggiato l'oggetto di cui si vuole misurare il momento d'inerzia. Si può assumere che la piattaforma ruoti con attrito trascurabile. La massa, lasciata cadere dalla posizione di quiete, discende una distanza h , acquistando una velocità v . Si dimostri che il momento d'inerzia I del sistema in rotazione, compresa la piattaforma, è uguale a $mr^2(2gh/v^2 - 1)$.

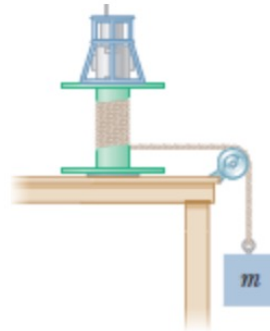


FIGURA P10.56

57. Un disco pieno omogeneo di raggio R e massa M è libero di ruotare, senza attrito, intorno ad un perno passante per il suo bordo (Fig. P10.57). Se il disco è inizialmente in quiete nella posizione che corrisponde al cerchio arancione, (a) qual è la velocità del suo centro di massa quando raggiunge la posizione indicata a tratteggio? (b) Qual è la velocità del punto più basso del disco, nella posizione indicata con la linea tratteggiata? (c) **E se?** Si risponda alla parte (a) del problema usando come oggetto un anello omogeneo, invece del disco.

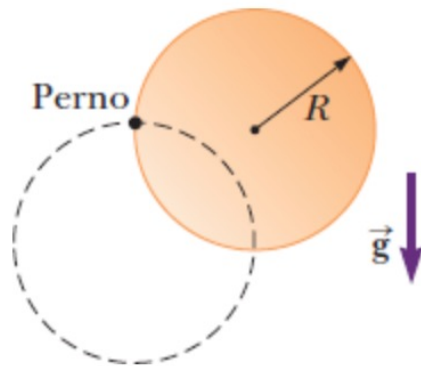


FIGURA P10.57

59. Un cilindro di massa 10.0 kg rotola senza strisciare su di una superficie orizzontale. Il suo centro di massa ad un certo istante ha una velocità di 10.0 m/s . Si determinino l'energia cinetica (a) di traslazione del centro di massa, (b) di rotazione attorno al centro di massa, (c) totale del cilindro.

61. (a) Si calcoli l'accelerazione del centro di massa di un disco omogeneo che rotola lungo un piano inclinato che forma un angolo θ con l'orizzontale. (b) Si paragoni l'accelerazione calcolata con quella che avrebbe un anello uniforme. (c) Qual è il minimo coefficiente di attrito necessario a mantenere il disco in moto di puro rotolamento?

67. Problema di riepilogo. Un filo sottile di nylon lungo 4.00 m è avvolto intorno a una bobina cilindrica omogenea di raggio 0.500 m e massa 1.00 kg. La bobina è montata su un asse senza attrito, ed è inizialmente ferma. Il filo viene svolto dalla bobina con una accelerazione costante di 2.50 m/s^2 . (a) Quanto lavoro è stato fatto sulla bobina, quando ha raggiunto la velocità angolare di 8.00 rad/s ? (b) Dopo quanto tempo questa raggiunge la velocità angolare di 8.00 rad/s ? (c) In tale istante, quanto è lunga la porzione di filo ancora avvolta sulla bobina?

73. Una sbarretta omogenea di lunghezza L e massa M è incernierata in un estremo ad un asse orizzontale senza attrito. La sbarretta viene abbandonata, in quiete, in posizione verticale, come è mostrata in Figura P10.73. Quando la sbarretta si trova in posizione orizzontale, si calcolino (a) la velocità angolare della sbarretta, (b) il modulo della sua accelerazione angolare, (c) le componenti x ed y dell'accelerazione del suo centro di massa e (d) le componenti della reazione vincolare della cerniera.

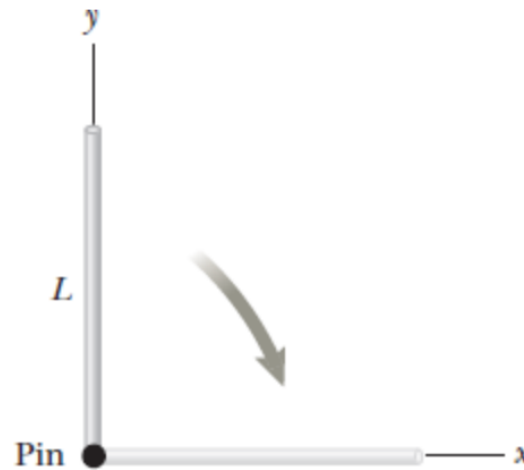


FIGURA P10.73

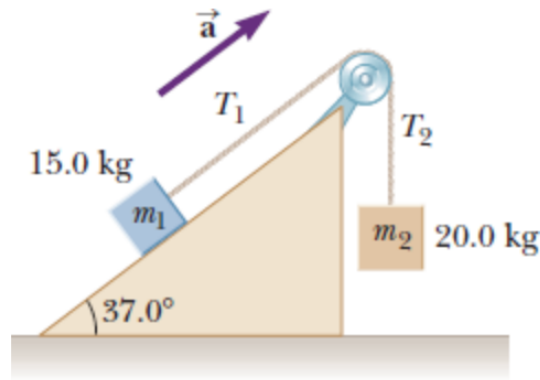


FIGURA P10.77

77. Problema di riepilogo. Due blocchi (Fig. P10.77) sono collegati da una fune, di massa trascurabile, che passa su una carrucola di $r = 0.250$ m di raggio e di momento d'inerzia I . Il blocco sul piano inclinato si muove, con attrito trascurabile, verso l'alto con un'accelerazione costante di 2.00 m/s². Da queste informazioni si vuole calcolare il momento di inerzia della carrucola. (a) Quale modello di analisi è appropriato per lo studio del moto dei due blocchi? (b) Quale modello per la carrucola? (c) Dal modello di analisi utilizzato nel punto (a), si calcoli la tensione T_1 . (d) Allo stesso modo si calcoli T_2 . (e) Dal modello di analisi impiegato in (b), si determinino l'espressione del momento d'inerzia della carrucola in funzione dei parametri T_1 , T_2 , del raggio della carrucola r e dell'accelerazione a . (f) Si calcoli il valore numerico del momento di inerzia della carrucola.

78. Problema di riepilogo. Un filo di massa trascurabile è avvolto intorno ad un disco omogeneo di raggio R e massa M ; l'altro estremo del filo è agganciato a un supporto fisso (Fig. P10.78). Il disco è lasciato cadere da fermo ed il filo è verticale. Si mostri che mentre il disco scende (a) la tensione della corda è un terzo del peso del disco, (b) l'accelerazione del centro di massa è $2g/3$ e (c) quando il disco è disceso di una quota h , la velocità del centro di massa è $(4gh/3)^{1/2}$. (d) Si verifichi il risultato (c) usando l'approccio energetico.

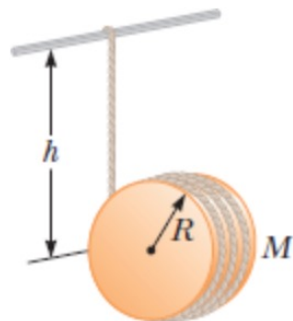
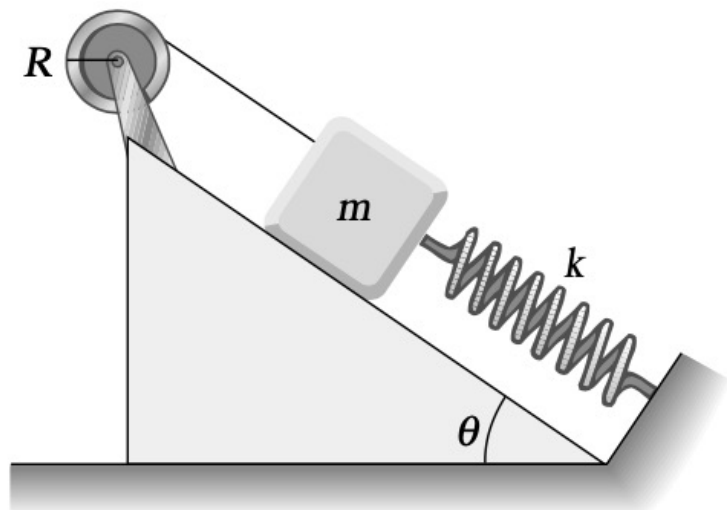


FIGURA P10.78

PER CASA...

79. La puleggia di Figura P10.79 ha raggio R e momento d'inerzia I . Ad un lato della massa m è fissata una molla, di costante elastica k , e sull'altro lato è fissata una corda avvolta sulla puleggia. L'asse della puleggia ed il piano inclinato sono privi di attrito. Se la puleggia viene fatta ruotare in verso antiorario, in modo da allungare la molla di un tratto d , e quindi lasciata libera, partendo dalla quiete, si calcoli la velocità angolare della puleggia quando la molla è di nuovo nella posizione di riposo.



82. Problema di riepilogo. Una bobina di filo di massa M e di raggio R si srotola sotto l'azione di una forza costante \vec{F} (Fig. P10.82). Facendo l'ipotesi che la bobina sia un cilindro omogeneo che non scivola, si mostri (a) che l'accelerazione del centro di massa è $4\vec{F}/3M$ e (b) che la forza d'attrito è uguale a $F/3$ ed è diretta *verso destra*. (c) Se il cilindro parte da fermo e rotola senza slittare, quale è la velocità del suo centro di massa dopo che ha rotolato per un tratto d ?

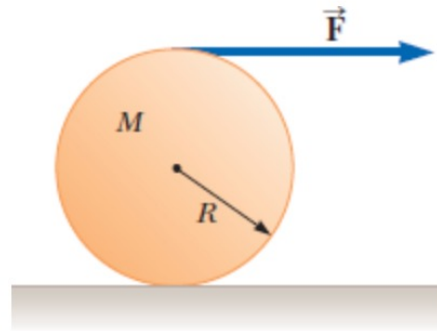


FIGURA P10.82

forma e la massa del rotore.
89. Per effetto dell'attrito, la velocità angolare di una ruota
— varia in funzione del tempo secondo la relazione

$$\frac{d\theta}{dt} = \omega_0 e^{-\sigma t}$$

con ω_0 ed σ costanti. La velocità angolare varia da 3.50 rad/s a $t = 0$ a 2.00 rad/s a $t = 9.30$ s. (a) Utilizzando questi dati, si ricavano le costanti σ e ω_0 . Si determinino inoltre (b) l'accelerazione angolare per $t = 3.00$ s, (c) il numero di giri compiuti dalla ruota nei primi 2.50 s e (d) il numero totale di giri compiuti prima di arrestarsi.