

(1)

1. Rispondere alle seguenti domande (si apprezza l'esattezza, la chiarezza, la completezza e la sintesi delle risposte).

- Quali sono i valori minimo e massimo che può assumere il modulo della somma $\vec{a} + \vec{b}$ di due vettori?
- La velocità e l'accelerazione di un punto materiale sono sempre tangenti alla sua traiettoria? Motivare la risposta.
- In quale condizione il momento risultante di un insieme di vettori non dipende dal centro di riduzione? Perché?
- Enunciare e commentare il primo principio della dinamica.
- Enunciare e commentare la prima equazione cardinale della dinamica.
- Sotto quali condizioni l'energia meccanica di un sistema si conserva?
- Che cosa contengono le bolle di una pentola d'acqua in ebollizione? Perché l'acqua, in condizioni standard, bolle proprio a 100 °C?
- Che cos'è l'energia interna di un sistema termodinamico?
- Si può realizzare una macchina termica **ciclica** che compia lavoro positivo scambiando calore con un solo termostato senza altri effetti? Si può realizzare una macchina termica **non ciclica** che compia lavoro positivo scambiando calore con un solo termostato senza altri effetti?

2. Risolvere i seguenti esercizi.

a). Un punto materiale di massa m si muove con velocità \vec{v} su di un piano orizzontale senza attrito. Il punto urta elasticamente nel punto A (vedi figura) un'asta rigida omogenea di massa m e lunghezza ℓ incernierata al piano orizzontale nel punto O. Determinare la velocità del punto materiale e la velocità angolare dell'asta dopo l'urto.

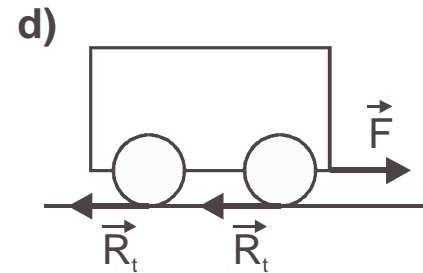
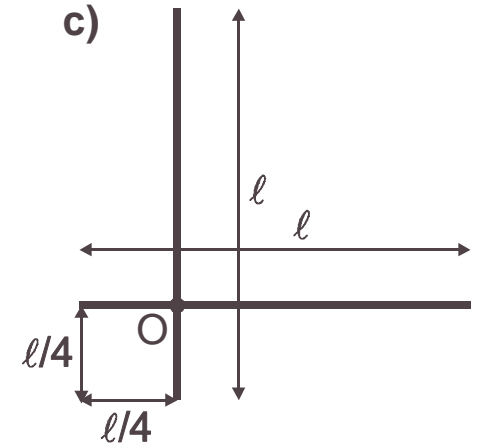
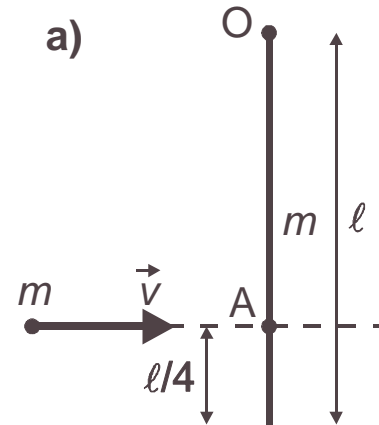
b). Sia dato il campo di forza:

$$\vec{F}(x, y, z) = \alpha(y\vec{i} + x\vec{j}) + \beta\vec{k}$$

definito in \mathbb{R}^3 . Verificare se esso è conservativo ed eventualmente determinarne il potenziale e l'energia potenziale. Determinare inoltre le dimensioni delle costanti α e β .

c). Un sistema meccanico è costituito da due aste rigide omogenee di massa m e lunghezza ℓ saldate tra loro (vedi figura). Determinare il momento di inerzia del sistema meccanico rispetto al punto O.

d). Un carrello di massa M (escluse le ruote) è dotato di 4 ruote cilindriche omogenee di massa m e raggio r che rotolano senza strisciare su di un piano orizzontale. Se il carrello è soggetto a una forza costante \vec{F} con direzione orizzontale (vedi figura), determinarne l'accelerazione.



(2)

1. Rispondere alle seguenti domande (si apprezza l'esattezza, la chiarezza, la completezza e la sintesi delle risposte).

- Quali sono i valori minimo e massimo che può assumere il modulo della differenza $\vec{a} - \vec{b}$ di due vettori?
- In quali condizioni l'accelerazione è tangente alla traiettoria? In quali condizioni l'accelerazione è normale alla traiettoria? Motivare la risposta.
- Qual'è il numero minimo di vettori applicati a cui si riesce a ridurre un generico sistema di vettori applicati con risultante nulla? Motivare la risposta.
- Definire la massa inerziale e la massa gravitazionale.
- Enunciare e commentare la seconda equazione cardinale della dinamica.
- Enunciare il teorema delle forze vive. Specificare se esso è valido soltanto per forze conservative o se esso vale anche per forze dissipative.
- Nella pentola a pressione l'acqua bolle a 100 °C? Perché?
- Che cos'è il calore? Il calore è una funzione di stato? Perché?
- Enunciare il secondo principio della termodinamica nella formulazione di Kelvin-Planck e di Clausius e mostrare l'equivalenza delle due.

2. Risolvere i seguenti esercizi.

a). Un punto materiale di massa m si muove con velocità \vec{v} su di un piano orizzontale senza attrito. Il punto urta elasticamente nel punto A (vedi figura) un'asta rigida omogenea di massa m e lunghezza ℓ incernierata al piano orizzontale nel punto O. Determinare la velocità del punto materiale e la velocità angolare dell'asta dopo l'urto.

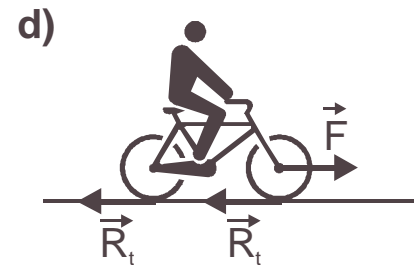
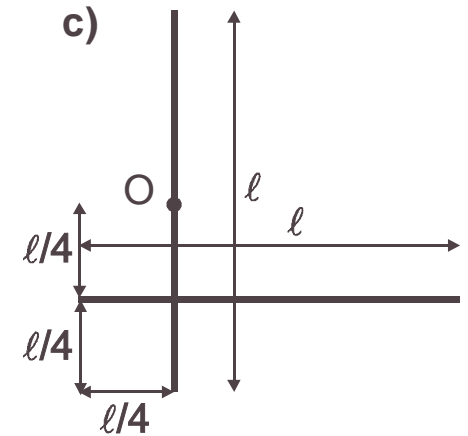
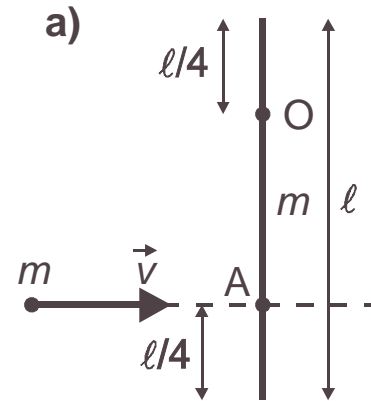
b). Sia dato il campo di forza:

$$\vec{F}(x, y, z) = 2\alpha x \vec{i} + \beta(z \vec{j} + y \vec{k})$$

definito in \mathbb{R}^3 . Verificare se esso è conservativo ed eventualmente determinarne il potenziale e l'energia potenziale. Determinare inoltre le dimensioni delle costanti α e β .

c). Un sistema meccanico è costituito da due aste rigide omogenee di massa m e lunghezza ℓ saldate tra loro (vedi figura). Determinare il momento di inerzia del sistema meccanico rispetto al punto O.

d). Una bicicletta, di massa totale (compreso il ciclista e le ruote) pari a M , ha le ruote di massa m e raggio r che rotolano senza strisciare su di un piano orizzontale (trascurare la massa dei mozzi delle ruote e dei raggi, lo spessore degli pneumatici, l'attrito volvente e la resistenza dell'aria). Se la bicicletta è trainata da una forza costante \vec{F} con direzione orizzontale (vedi figura), determinarne l'accelerazione.



(3)

1. Rispondere alle seguenti domande (si apprezza l'esattezza, la chiarezza, la completezza e la sintesi delle risposte).

- Definire il prodotto scalare di due vettori nella rappresentazione intrinseca e nella rappresentazione cartesiana.
- Qual è il numero dei gradi di libertà di un sistema di 2, 3, 4 o 5 punti materiali vincolati a mantenere inalterata le distanze reciproche? Motivare la risposta.
- Qual'è il numero minimo di vettori applicati a cui si riesce a ridurre un generico sistema di vettori applicati con momento risultante nullo? Motivare la risposta.
- Definire l'impulso di una forza ed enunciare il teorema dell'impulso.
- Enunciare il teorema del moto del baricentro.
- Enunciare il teorema di König per un sistema meccanico generico e per un corpo rigido.
- Che cosa contengono le bolle di una pentola d'acqua in ebollizione? Perché l'acqua bolle a 100 °C?
- Che cos'è un termostato (o serbatoio di calore)? Quando un sistema termodinamico può essere definito un termostato con buona approssimazione?
- Perché è impossibile il moto perpetuo di prima specie? Perché è impossibile il moto perpetuo di seconda specie?

2. Risolvere i seguenti esercizi.

a). Un punto materiale di massa m si muove con velocità \vec{v} su di un piano orizzontale senza attrito. Il punto urta elasticamente nel punto A (vedi figura) un'asta rigida omogenea di massa m e lunghezza ℓ incernierata al piano orizzontale nel punto O. Determinare la velocità del punto materiale e la velocità angolare dell'asta dopo l'urto.

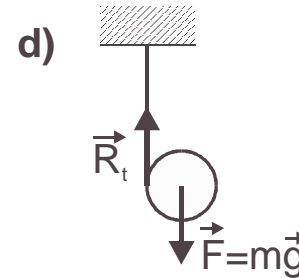
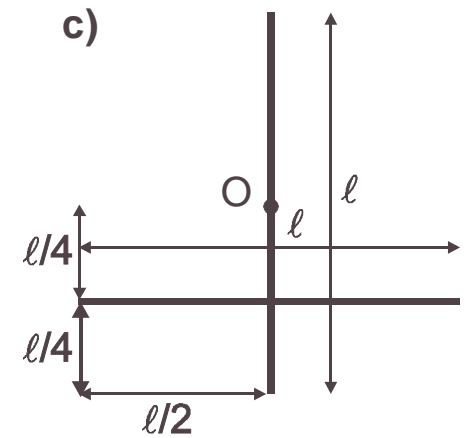
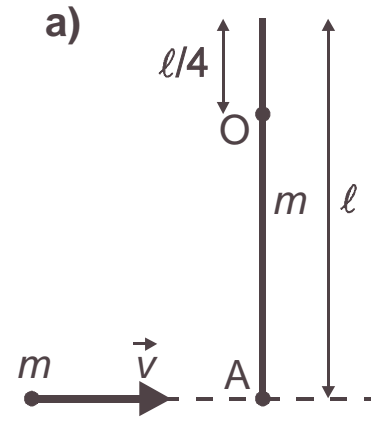
b). Sia dato il campo di forza:

$$\vec{F}(x, y, z) = (\alpha yz + \beta y)\vec{i} + (\alpha xz + \beta x)\vec{j} + \alpha xy\vec{k}$$

definito in \mathbb{R}^3 . Verificare se esso è conservativo ed eventualmente determinarne il potenziale e l'energia potenziale. Determinare inoltre le dimensioni delle costanti α e β .

c). Un sistema meccanico è costituito da due aste rigide omogenee di massa m e lunghezza ℓ saldate tra loro (vedi figura). Determinare il momento di inerzia del sistema meccanico rispetto al punto O.

d). Un filo è arrotolato attorno a un cilindro sottile di massa m e raggio r , con l'asse giacente su di un piano orizzontale. L'estremità libera del filo è appesa al soffitto (vedi figura). Determinare l'accelerazione del cilindro.



(4)

1. Rispondere alle seguenti domande (si apprezza l'esattezza, la chiarezza, la completezza e la sintesi delle risposte).

- Definire il prodotto vettoriale di due vettori nella rappresentazione intrinseca e nella rappresentazione cartesiana.
- Definire la velocità areolare e scriverne l'espressione matematica.
- Definire il momento assiale di un vettore applicato.
- Come influisce la forza di Coriolis sui moti di caduta dei gravi? Motivare la risposta.
- In quali condizioni la quantità di moto di un sistema meccanico si conserva? Motivare la risposta.
- Di quali proprietà godono le forze conservative?
- Nella pentola a pressione l'acqua bolle a 100 °C? Perché?
- Che cos'è un gas perfetto? Quali proprietà soddisfano i suoi parametri di stato e la sua energia interna?
- Qual'è la massima efficienza di conversione dell'energia meccanica in energia termica? Qual'è la massima efficienza di conversione dell'energia termica in energia meccanica?

2. Risolvere i seguenti esercizi.

a). Un punto materiale di massa m si muove con velocità \vec{v} su di un piano orizzontale senza attrito. Il punto urta elasticamente nel punto A (vedi figura) un'asta rigida omogenea di massa m e lunghezza ℓ incernierata al piano orizzontale nel punto O. Determinare la velocità del punto materiale e la velocità angolare dell'asta dopo l'urto.

b). Sia dato il campo di forza:

$$\vec{F}(x, y, z) = 2\alpha xy^2 \vec{i} + 2\alpha x^2 y \vec{j} + 2\beta z \vec{k}$$

definito in \mathbb{R}^3 . Verificare se esso è conservativo ed eventualmente determinarne il potenziale e l'energia potenziale. Determinare inoltre le dimensioni delle costanti α e β .

c). Un sistema meccanico è costituito da due aste rigide omogenee di massa m e lunghezza ℓ saldate tra loro (vedi figura). Determinare il momento di inerzia del sistema meccanico rispetto al punto O.

d). Un cilindro omogeneo di raggio r e massa m , che rotola senza strisciare su di un piano orizzontale, è soggetto all'azione della forza costante \vec{F} parallela al piano orizzontale, applicata all'asse del cilindro e perpendicolare ad esso (vedi figura). Determinare l'accelerazione del cilindro.

