

ESERCIZI APPLICATIVI E DI CONTROLLO

- 1 (a) Si spieghi quale peso viene attribuito da una bilancia, internamente a un montacarichi che viaggia verso il basso con velocità costante 3 m/s, a un blocco di massa 72 kg.
- (b) Che cosa segnerebbe la bilancia se il montacarichi avesse accelerazione $(9,81/8) \text{ m/s}^2$ verso l'alto?
- (c) E se l'accelerazione avesse lo stesso valore ma fosse diretta verso il basso?
- (d) In quale eventualità la bilancia segnerebbe 96 kg?
- (e) In quale eventualità la bilancia segnerebbe zero?
- (f) Come si comporterebbe in quest'ultimo caso la pallina di un pendolo?
- (g) È teoricamente possibile che nel riferimento del montacarichi il peso risulti diretto verso l'alto?

- 2 Una capsula spaziale è in orbita attorno alla Terra su una circonferenza di raggio doppio rispetto al raggio terrestre. Che cosa legge un astronauta sulla bilancia, se decide di controllare il suo peso?

- 3 La fig. 17 rappresenta una vaschetta piena d'acqua che scivola senza incontrare attrito lungo un piano inclinato. Si chiarisca se, per quanto riguarda la superficie libera del liquido, la situazione è stata rappresentata in modo corretto.

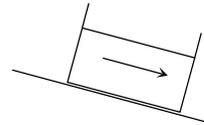


Fig. 17

- 4 Supponiamo che la velocità di rotazione della Terra sia tale per cui il peso apparente di un corpo situato all'equatore, immobile rispetto alla superficie terrestre, risulti zero. In quanto tempo la Terra girerebbe su se stessa in tal caso?
- 5 Un treno percorre una curva di raggio $R = 1000 \text{ m}$ alla velocità di 120 km/h. Determinare quali forze apparenti agiscono su un viaggiatore di peso 78 kg che si sposta lungo un corridoio con velocità relativa 1 m/s.
- 6 In un laboratorio di fisica, una piattaforma gira su sé stessa con velocità angolare $\vec{\omega}$ di valore crescente diretta verso l'alto: un osservatore posto sulla piattaforma (in quiete rispetto ad essa) osserva una pallina di massa m , immobile rispetto al laboratorio, sospesa a un filo fissato al soffitto e distante d dall'asse z di rotazione della piattaforma. Come viene valutato lo stato di moto della pallina nel riferimento della piattaforma? Come viene spiegato, sulla base delle leggi della dinamica, il fatto che il filo si mantenga verticale?

- 7 Il blocchetto K , di massa m , appoggia senza attrito sul cuneo C (fig. 18). Sapendo che C è animato da moto rettilineo uniformemente vario in direzione orizzontale, si descriva il moto di K , e si chiarisca se la forza orizzontale \vec{F} applicata al cuneo C è costante.

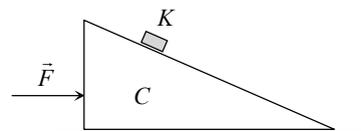


Fig. 18

- 8 Come sopra, ma si supponga questa volta che il cuneo C , di massa M , possa scivolare senza attrito sul piano orizzontale, e che le uniche forze esterne applicate al sistema cuneo + blocchetto siano le forze gravitazionali e la reazione del piano d'appoggio. Posto che entrambi i corpi abbiano inizialmente velocità zero, determinare la velocità del cuneo in funzione dello spostamento verticale del blocchetto.
- 9 Su un carrello, che procede in linea retta con accelerazione costante in direzione orizzontale, il signor A decide di riportare la pallina di un pendolo (fissato al carrello) al di sotto del punto di sospensione. Come verrà valutato nel riferimento fisso e nel riferimento del carrello il lavoro compiuto da A ?
- 10 Su un carrello che procede di moto rettilineo uniformemente vario è posto un recipiente cilindrico di altezza H e raggio R contenente acqua fino a un livello h . Posto che l'accelerazione del carrello aumenti in modo così graduale da poter escludere moti pendolari di assestamento del liquido (il quale quindi risulta in ogni istante immobile rispetto al recipiente), si determini il valore di accelerazione che il carrello può raggiungere senza che il liquido trabocchi.
- 11 Due corpi di massa identica vengono sottoposti a pesatura. Il primo è in un laboratorio al Polo Nord, l'altro è posto su un treno che rispetto alla Terra viaggia a velocità costante v da Ovest verso Est lungo l'equatore. Si confrontino i risultati delle due misure e si spieghi come tali risultati vengono giustificati nei riferimenti inerziali, nel riferimento Terra e nel riferimento del treno. Si assuma che, agli effetti dell'indicazione della bilancia, nei riferimenti inerziali il moto dell'asse terrestre possa considerarsi traslatorio, rettilineo, uniforme.
- 12 Un contenitore cilindrico di altezza H e raggio R contiene acqua fino al livello h . Posto che il cilindro entri in rotazione attorno al proprio asse geometrico, e che la velocità angolare aumenti in modo così graduale da poter ritenere che il liquido rimanga sempre immobile rispetto al cilindro, determinare quale valore della velocità angolare può essere raggiunto senza che il liquido trabocchi.

SOLUZIONI

- 1 (a) 72 kg. Le forze apparenti sono entrambe zero, il peso indicato dalla bilancia coincide col peso effettivo. Dal punto di vista dell'osservatore fisso (inerziale) la somma delle forze sul blocco deve essere zero: 72 kg verso il basso (il peso), 72 kg verso l'alto (la reazione proveniente dalla bilancia).
- (b) La forza apparente di trascinamento ($-m\vec{a}$) sarebbe $(72/8)$ kg = 9 kg verso il basso, il peso apparente sarebbe $(72+9)$ kg = 81 kg. Dal punto di vista dell'osservatore fisso, 81 kg verso l'alto sono la forza che occorre venga esercitata sul blocco dalla bilancia affinché il blocco sia complessivamente soggetto a una forza pari a $1/8$ del peso, diretta verso l'alto.
- (c) La somma del peso effettivo e della forza apparente di trascinamento (9 kg verso l'alto) dà 63 kg: è l'indicazione della bilancia (peso apparente).

- (d) Quando la forza apparente di trascinamento fosse 24 kg (un terzo del peso) verso il basso, e cioè l'accelerazione del montacarichi (e del blocco) fosse $g/3$ verso l'alto. Sul blocco agirebbe in tal caso una forza complessiva pari a un terzo del peso (24 kg) verso l'alto.
- (e) Quando la forza di trascinamento fosse uguale e contraria al peso, quando cioè il montacarichi avesse accelerazione g verso il basso (caduta libera).
- (f) Come se la gravità fosse annullata: resterebbe solo la forza proveniente dal filo, perpendicolare alla velocità della pallina. La velocità della pallina manterrebbe sempre lo stesso valore, e la pallina si muoverebbe nel piano verticale originario di oscillazione mantenendosi sempre alla stessa distanza dal punto di sospensione: moto circolare uniforme.
- (g) Il peso apparente è diretto verso l'alto quando la forza di trascinamento è diretta verso l'alto ed è più grande del peso: questo accade se l'accelerazione del montacarichi è diretta verso il basso con valore superiore a g .
- 2 Se assumiamo che nei riferimenti inerziali il moto della capsula sia sostanzialmente traslatorio (con accelerazione pari all'accelerazione di gravità, dato che per ipotesi l'unica forza applicata è quella gravitazionale), la forza apparente di trascinamento $-m\vec{a}$ è uguale e contraria al peso (come sul montacarichi in caduta libera): la bilancia segna zero.

- 3 Sì, la figura è corretta. La vaschetta scivola con accelerazione $g \sin \varphi$ diretta parallelamente al piano d'appoggio verso il basso. La superficie libera del liquido (che ha massa m) si dispone perpendicolarmente al peso apparente $m\vec{g}' = m\vec{g} - m\vec{a}$, dove \vec{a} (accelerazione di trascinamento) è l'accelerazione della vaschetta. Il fatto che sia $a = g \sin \varphi$ significa (fig. 19) che il peso apparente $m\vec{g}'$ è perpendicolare al piano inclinato: il quale risulta dunque parallelo alla superficie del liquido.

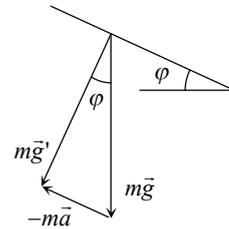


Fig. 19

Se ci fosse attrito, l'accelerazione della vaschetta sarebbe $a' < g \sin \varphi$, l'accelerazione \vec{g}' formerebbe col piano inclinato un angolo minore di 90° , la superficie libera del liquido non risulterebbe più parallela al piano inclinato (fig. 20).

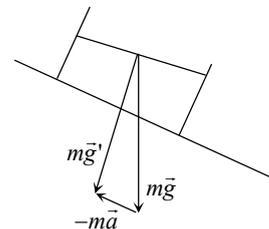


Fig. 20

- 4 La forza apparente di trascinamento (la forza centrifuga $m\omega^2 R$) dovrebbe avere valore identico al peso

$$mg. \text{ Dovrebbe cioè risultare } \omega = \sqrt{\frac{g}{R}} = \sqrt{\frac{9,81 \text{ m/s}^2}{6,37 \times 10^6 \text{ m}}} = 1,24 \times 10^{-3} \text{ rad/s.}$$

Per fare un giro completo su se stessa la Terra impiegherebbe in tal caso $(2\pi \text{ rad}) / (1,24 \times 10^{-3} \text{ rad/s}) = 5,067 \times 10^3 \text{ s} \approx 1^{\text{h}} 24^{\text{min}}$.

- 5 Il valore dell'accelerazione di trascinamento è $v^2/R = (120 \text{ km/h})^2 / (1000 \text{ m}) = [(120 \times 1000 \text{ m}) / (3600 \text{ s})]^2 / 1000 \text{ m} = 1,11 \text{ m/s}^2$, in direzione centripeta. La forza apparente di trascinamento ($-m\vec{a}_{tr}$) è più debole del peso (78 kgf) nella misura stessa in cui l'accelerazione di trascinamento è più debole dell'accelerazione di gravità, vale quindi $78 \times (1,11 / 9,81) \text{ kgf} = 8,83 \text{ kgf}$, con direzione centrifuga. Se il viaggiatore si sposta nella direzione di marcia del treno, l'accelerazione di Coriolis ($2\vec{\omega} \times \vec{v}'$) ha anch'essa direzione centripeta, il suo valore è $2\omega v' = 2(v/R) v' = 2 [(120 \times 1000 \text{ m} / 3600 \text{ s}) / 1000 \text{ m}] (1 \text{ m/s}) = 0,0667 \text{ m/s}^2$. La forza di Coriolis è diretta in senso centrifugo, il suo valore ($78 \text{ kg} \times 0,0667 / 9,81 = 0,530 \text{ kgf}$) si somma a quello della forza di trascinamento.

Se invece il viaggiatore si sposta in senso opposto al senso di marcia del treno, la forza di Coriolis è diretta in senso centripeto, e quindi il suo valore si sottrae a quello della forza centrifuga di trascinamento.

- 6 Nel riferimento della piattaforma la pallina gira attorno all'asse z lungo una circonferenza di raggio d con velocità angolare $-\vec{\omega}$. Possiede pertanto un'accelerazione radiale $-\omega^2 d \vec{u}_r$ (fig. 22) e un'accelerazione tangenziale $-\alpha d (\vec{u}_z \times \vec{u}_r)$. Essendo il filo verticale, dal filo proviene solo la forza verticale che neutralizza il peso. L'accelerazione della pallina proviene dalle forze apparenti: la forza di trascinamento $-m\vec{a}_{tr} = m\omega^2 d \vec{u}_r - m\alpha d (\vec{u}_z \times \vec{u}_r)$ e la forza di Coriolis $-2m\vec{\omega} \times \vec{v}' =$

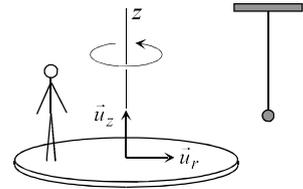


Fig. 22

$= -2m\omega^2 d \vec{u}_r$. Il risultante della forza di Coriolis e del componente radiale della forza di trascinamento è diretto in senso centripeto e ha modulo $m\omega^2 d \vec{u}_r$: di qui l'accelerazione centripeta; il componente tangenziale della forza di trascinamento produce l'accelerazione tangenziale.

- 7 Le forze agenti su K sono il peso \vec{P} e la reazione del vincolo \vec{V} , della quale sappiamo a priori che, per l'assenza di attrito, è perpendicolare al piano inclinato. L'accelerazione di K nel riferimento fisso è allora

$$[A] \quad \vec{a} = \frac{\vec{P} + \vec{V}}{m} = \vec{g} + \frac{\vec{V}}{m}$$

anche che, se \vec{A} è l'accelerazione del cuneo (accelerazione di trascinamento) e \vec{a}' l'accelerazione di K rispetto al cuneo, è

[B] $\vec{a} = \vec{A} + \vec{a}'$, dove di \vec{a}' si sa che è parallela al piano inclinato. Come la fig. 23 chiarisce, l'insieme della [A] e della [B] determina in

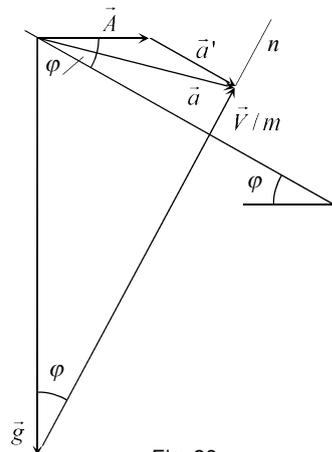


Fig. 23