

Approfondimenti e indagine scientifica

84 Attenzione, mi è sfuggito il carrello!

I sistemi a cuscino d'aria permettono di annullare quasi completamente gli attriti e sono usati non solo per i carrellini degli esperimenti di fisica ma anche in reali sistemi di trasporto (*hovercraft*) e in ambito industriale per la movimentazione di componenti. Sistemi di trasporto di questo tipo possono portare carichi fino a 280 t. Un sistema del genere deve essere utilizzato con le dovute cautele: supponi che si sposti a una velocità di 1 m/s.

- Calcola in quanto spazio fermano questo carico 10 uomini in grado di esercitare una forza media di $9,0 \cdot 10^2$ N ciascuno.

[16 m]

85 Il colosso dei cieli

L'Airbus A380 è il più grande aereo di linea in servizio. Ha due ponti e può trasportare più di 800 passeggeri. La sua massa a pieno carico vale 561 t, la velocità minima al decollo è di 272 km/h e i suoi 4 motori Rolls-Royce possono esercitare una spinta di 311 kN ciascuno.

- Qual è la minima lunghezza della pista necessaria al decollo?

[1,29 km]



Artisan Pnglone / Wikimedia Commons

86 Volare a pochi centimetri da terra

L'aeroporto di Shanghai è collegato al centro della città con un treno a levitazione magnetica. Questo particolare tipo di treno non ha ruote, ma viaggia sospeso a pochi centimetri dal suolo grazie a potenti elettromagneti. Durante il suo moto è praticamente soggetto solo alla forza dei motori (che agiscono anche come freni) e all'attrito dell'aria. La sua velocità massima in esercizio è di 431 km/h, che può raggiungere in 129 s, e la forza esercitata dai motori in accelerazione vale in media 147 kN.

- Determina la forza esercitata dai magneti necessaria a tenerlo sospeso (trascura l'attrito dell'aria).

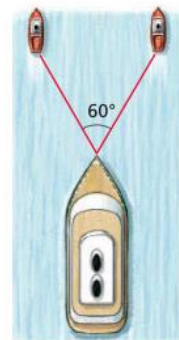
[$1,55 \cdot 10^6$ N]



Alex Nezhdenov / Wikipedia

87 Il gigante del mare

La *Oasis of the Seas* è la più grande nave da crociera costruita fino a oggi e ha un dislocamento di $1,02 \cdot 10^5$ tons (1 ton \approx 1016 kg). In partenza dalla banchina, trainata da una coppia di rimorchiatori identici disposti come in figura, si allontana di moto uniformemente accelerato percorrendo 2,0 m in 19 s.



- Calcola quanto vale la tensione di ciascun cavo.

[$6,6 \cdot 10^5$ N]



Salvatore GAGLI / Wikimedia Commons

88 Supervercrocio

Recentemente è stato sviluppato un «supervercrocio» in grado di reggere forze (indipendenti dalla direzione) fino a 35 N per ogni cm^2 di superficie. Si vuole utilizzare questo materiale per sollevare a velocità costante una massa di 50 kg lungo un piano inclinato di 45° .

- Calcola la superficie minima che si deve utilizzare.

Supponi, poi, che la massa subisca anche un'accelerazione di $1,2 \text{ m/s}^2$ lungo la direzione del piano e verso l'alto.

- Quanto è in questo caso la superficie necessaria?

[$9,9 \text{ cm}^2$; 12 cm^2]

89 Fisica alle olimpiadi invernali

La pista utilizzata durante le gare di discesa libera alle olimpiadi invernali di Torino è stata la «Kandahar Banchetta Giovanni Nasi». Il dislivello complessivo è 1000 m e la lunghezza della pista 3300 m . Considera uno sciatore di 80 kg .

- Determina la reazione vincolare media della pista.

[$7,5 \cdot 10^2 \text{ N}$]

90 Voglia di partire

Le navi, quando sono in porto, sono assicurate al molo di attracco tramite cime (funi) fissate ad appositi sostegni. Ogni cima è fissata a un verricello regolato in modo tale da sbloccarsi in automatico (per sicurezza) se la forza si avvicina a quella di rottura. Un valore realistico per la forza massima è quello pari alla forza peso di 75 tonnellate e la nave è assicurata con quattro cime.

- Calcola la spinta che i motori dovrebbero applicare per «strappare» la nave dal molo.

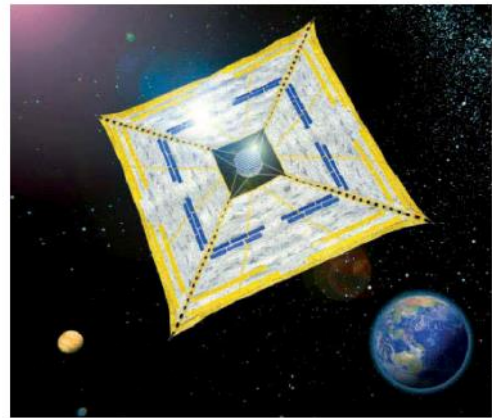
[$2,9 \cdot 10^6 \text{ N}$]

**91 Andare a vela nel cosmo**

L'agenzia spaziale giapponese ha lanciato nel maggio 2010 la sonda Ikaros per l'esplorazione di Venere. Una volta raggiunto lo spazio a bordo di un missile, questa sonda ha «spiegato le vele» per sfruttare la spinta di circa $9,6 \mu\text{N/m}^2$ esercitata dal vento solare. La vela di Ikaros è un quadrato di 14 m di lato e la massa complessiva della sonda è di $3,0 \cdot 10^2 \text{ kg}$.

- Determina la velocità che può acquisire la sonda se la vela agisce ininterrottamente per un anno (trascura tutte le altre forze).

[$2,0 \cdot 10^2 \text{ m/s}$]

**92 Un lancio col paracadute**

Un paracadutista di massa 82 kg si lancia da un aereo e dopo un tratto di 150 m in caduta libera (trascura la resistenza dell'aria) apre il paracadute, che in $5,4 \text{ s}$ lo rallenta alla velocità di $3,2 \text{ m/s}$: da questo momento scende a velocità costante.

- Calcola la forza media della cinghia che lo tiene al paracadute durante la decelerazione e durante il resto della discesa.

[$1,6 \text{ kN}$; $8,0 \cdot 10^2 \text{ N}$]

93 Incollati al sedile

Le auto di Formula 1 riescono ad accelerare in circa $3,8 \text{ s}$ da 0 km/h a 200 km/h . Il pilota della Ferrari Fernando Alonso pesa 68 kg .

- Calcola la reazione vincolare media del solo schienale alla partenza.
- Qual è l'angolo rispetto al suolo della forza applicata dal sedile?

[990 N ; -33°]

94 Un brusco arrivo

Considera ancora il paracadutista dell'esercizio 92. Nel momento in cui tocca terra si arresta flettendo le ginocchia di 30 cm .

- Calcola la forza media esercitata dai suoi muscoli e paragonala con quella necessaria per reggere il suo peso.

[$1,4 \text{ kN}$, ovvero circa $1,8$ volte il suo peso]

95 Kitesurfing

Uno sport molto di moda è il *kitesurf*. Consiste nel farsi trainare da un aquilone (*kite*) a forma di paracadute su una tavola da surf. Considera un surfista di 68 kg che viaggia a una velocità costante di 7 m/s verso Ovest: il kite esercita una trazione di $4,4 \cdot 10^2 \text{ N}$, sempre verso Ovest, ma inclinata di 45° rispetto all'orizzontale.



Foto: David Brown, comstocknet

- Calcola il minimo coefficiente di attrito (statico) tra le ruote e la pista necessario per questo record.

[0,13]



93 La grandine

La formazione della grandine è dovuta a venti molto intensi che spingono verso l'alto le gocce d'acqua di una nuvola. Le gocce d'acqua raggiungono così zone con temperature molto inferiori allo zero e solidificano, formando piccoli chicchi di grandine. Questi chicchi cadono all'interno della nuvola e raccolgono altra acqua, che si deposita sulla loro superficie. Le forti correnti ascensionali che incontrano li fanno risalire nelle zone più fredde della nuvola e così l'acqua si solidifica attorno a essi e ne aumenta la massa. Questo processo può ripetersi varie volte, fino a quando il chicco, a causa del peso raggiunto, cade definitivamente al suolo. Il coefficiente d'attrito viscoso per una sfera in aria può essere espresso come $C = kS$ con $k = 0,4 \text{ kg/m}^3$ e S sezione massima della sfera.



Foto: Getty Images

- Determina la velocità dei venti ascensionali in una nube temporalesca in caso di una grandinata con chicchi di 2,0 cm di raggio. [90 km/h]

94 San Francisco

- I famosi tram di San Francisco non hanno ruote motrici ma sono, in realtà, funicolari trainate da un cavo in continuo movimento, posto sotto la sede

stradale, al quale si agganciano con una particolare morsa. Il coefficiente d'attrito tra le ruote e la rotaia è di circa 0,3 e non avrebbe permesso ai tram con motore a bordo di affrontare le salite della città.

- Stima la pendenza delle salite da affrontare. [17°]



Foto: Getty Images

95 Ancora... San Francisco

- Stima il valore minimo del coefficiente di attrito statico tra la gomma e l'asfalto dell'auto in primo piano posteggiata in una via di San Francisco. [0,3]



Foto: Getty Images

96 Il campione dell'aerodinamica

- La velocità massima raggiungibile da un falco pellegrino in picchiata è stimata tra i 368 km/h e i 384 km/h. Un esemplare adulto di questa specie ha una massa compresa tra 550 g e 1300 g.

- Stima il coefficiente C per un falco pellegrino.

[$8 \cdot 10^{-4} \text{ kg/m}$]



Associazione Falconieri delle Dolomiti

45° rispetto all'orizzontale e ruotano su una circonferenza di raggio 5 m.

- Quanti giri al minuto compie ogni passeggero?

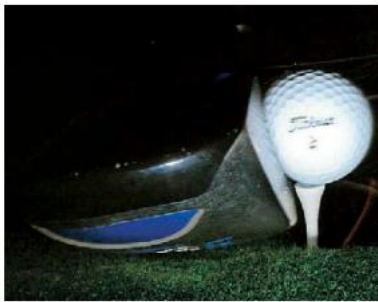
[13 giri/min]

87 Sembra rigida

●●● Durante l'urto con la mazza la pallina da golf si deforma anche di 2 cm. La pallina, di massa 46 g, è realizzata in materiale elastico e segue con buona approssimazione la legge di Hooke con una costante elastica di $7,6 \cdot 10^5$ N/m. Considera il momento di massima compressione.

- Calcola la forza che agisce sulla pallina.
- Qual è l'accelerazione della pallina?

[$1,5 \cdot 10^4$ N; $3,3 \cdot 10^5$ m/s²]



88 La frizione

●●● La frizione di un'automobile è costituita da due dischi di ferro (un materiale con alto coefficiente d'attrito) premuti da molle uno contro l'altro. Il comando a pedale del guidatore permette di diminuire la compressione delle molle, diminuendo così la forza di contatto tra i dischi fino a separarli del tutto; è quindi possibile modulare la forza trasmessa dal motore alle ruote. Il coefficiente d'attrito tra i dischi è di 0,65 e la costante elastica di ciascuna delle 6 molle è di $2,8 \cdot 10^4$ N/m.

- Calcola la massima forza trasmessa da questa frizione se la massima compressione delle molle è di 20 mm.

[2,2 kN]



89 Giostra angolare

●●● Una giostra è formata da un disco rotante al cui bordo sono attaccati i cavi dei seggiolini su cui stanno le persone. Considera una giostra con queste caratteristiche: raggio disco 2 m, lunghezza cavi 3,5 m, cavo inclinato di 20°.

- Determina il periodo di rotazione della giostra.
- Calcola la tensione del cavo se nel seggiolino sta un bambino di 30 kg.

[6 s; 0,31 kN]

90 Gita in treno sul fiordo

●●● La linea Flam-Songerfiord, in Norvegia, è una delle ferrovie di tipo tradizionale (non a cremagliera) più ripide d'Europa: in alcuni tratti raggiunge pendenze del 55%. La massa della locomotiva è di 64 t con 8 ruote motrici. Supponi che il peso sia equamente distribuito tra tutte le ruote e che il coefficiente d'attrito statico tra esse e la rotaia sia 0,3.

- Quante carrozze di massa 42 t sarebbe in grado di trainare prima di slittare?

[7]

91 Skilift

●●● Uno skilift traina gli sciatori su un pendio innevato che forma un angolo di 30° con l'orizzontale. Il cavo di traino a sua volta forma un angolo di 30° rispetto al pendio. Il coefficiente d'attrito tra la soletta degli sci e la neve è 0,050 e la massa dello sciatore è 76 kg.

- Stima la tensione del cavo.

Negli impianti francesi invece del cavo c'è un bastone telescopico con una molla all'interno.

- Se il bastone si allunga di 2,0 m quanto vale la costante elastica?

[$4,5 \cdot 10^2$ N; $2,3 \cdot 10^2$ N/m]



92 Acceleratore di particelle?

●●● Il Nardò Ring, in Puglia, è un circuito circolare di 12,5 km di diametro per prove di velocità di veicoli. La pista è rialzata di un angolo tale che un'auto a 245 km/h riceve la forza centripeta solo dalla componente orizzontale della normale e non dall'attrito dei pneumatici. Il record attuale di velocità per un autoveicolo è di 404 km/h.

durante lo schianto continueranno a muoversi a 90 km/h fino a urtare lo schienale del sedile anteriore e si fermeranno nello spazio della deformazione dei sedili e del loro corpo, in circa 15 cm.

- Determina in questo caso il valore della decelerazione. [−32 g; −210 g]

PROBLEMI FINALI

99 Primatista felino

L'animale terrestre più veloce sulla corta distanza è il ghepardo. Esso è in grado di percorrere fino a 640 m in 20 s.

- A quale velocità media, in km/h, riesce a correre un ghepardo? [115 km/h]



Photo: Shutterstock

100 Misura casalinga

Per calcolare la distanza a cui è caduto un fulmine è sufficiente misurare dopo quanto tempo dal lampo si sente il tuono. Difatti nella vita quotidiana la propagazione della luce si può considerare istantanea, mentre la velocità del suono nell'aria vale circa 340 m/s. Considera il caso in cui tra lampo e tuono intercorrano 3,2 s.

- Calcola la distanza alla quale il fulmine è caduto a terra. [1,1 km]



www.dreamstime.com

101 Canti nel blu

Le balene per comunicare utilizzano vocalizzi, non udibili dall'orecchio umano perché di tono troppo basso, chiamati infrasuoni. Questi riescono a essere percepiti a centinaia di chilometri di distanza. Considera due cetacei, uno di questi si trova di fronte a Barcellona e l'altro al largo della Sardegna, 400 km a est. Nell'acqua il suono si propaga alla velocità di 1430 m/s.

- Calcola il tempo necessario ai due cetacei per scambiarsi un messaggio. [9 min]



Zoran Kovacic/Wikimedia Commons

102 Gara di crescita

Gli esseri umani esprimono la massima velocità di crescita durante l'adolescenza, raggiungendo 10 cm/anno. In natura i record di sviluppo appartengono alle piante: per esempio, il bambù cresce fino a 1 m/giorno.

- Calcola il rapporto tra le velocità di crescita di un essere umano e del bambù. [3 · 10⁻⁴]



Gilberto Anandor/Flickr

103 La velocità dei terremoti

Un'onda sismica si propaga nel granito alla velocità di $1,9 \cdot 10^4$ km/h.

- Quanti secondi impiega per attraversare un blocco di granito di 12 km? [2,3 s]

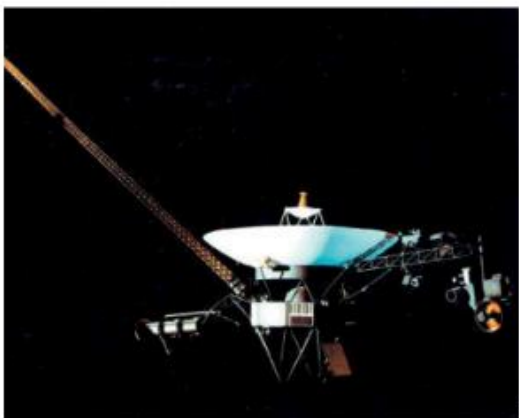
104 Un aereo supersonico

- L'aereo con equipaggio più veloce al mondo è il Lockheed SR-71 Blackbird, che ha raggiunto 3660 km/h volando a un'altezza di oltre 24 km.
- ▶ A quella velocità, quanto impiega a percorrere 1 km?
- ▶ Quale distanza percorre in 1 min? [0,984 s; 61,0 km]



105 Il record di distanza

- Le sonde spaziali Voyager 1 e Voyager 2 sono state lanciate dalla NASA nel 1977 per fare osservazioni ravvicinate dei pianeti giganti. Dopo aver inviato a Terra immagini straordinarie, le sonde hanno continuato il loro viaggio verso i confini del Sistema Solare per studiare le caratteristiche di quelle regioni buie e fredde dello spazio. All'inizio del 2010 Voyager 1 dista $1,7 \cdot 10^{10}$ km dalla Terra. Molti degli strumenti di bordo continuano a funzionare correttamente e a inviare segnali verso Terra. I segnali viaggiano alla velocità della luce, cioè $3,0 \cdot 10^8$ m/s.
- ▶ Calcola quante ore impiegano i segnali a raggiungere la Terra. [~ 16 h]



106 Un record fantastico!

- Gli cnidari, o celenterati, sono animali acquatici a simmetria centrale, come le idre e le meduse; sembrano animali indifesi, ma in realtà sono muniti di un'arma di offesa micidiale. Nei tentacoli, infatti, hanno cellule specializzate che sono in grado di eiettare capsule urticanti, dette nematociti, con una rapidità senza uguali nel mondo animale. Mediante una particolare telecamera ad altissima velocità nel 2006 si è misurato che un nematocita in $0,7 \mu\text{s}$ è accelerato a una velocità finale di 18,6 m/s.
- ▶ Calcola l'accelerazione media in unità g. [$2,7 \cdot 10^6 g$]

107 Un motore tranquillo

- Nel marzo 2009 l'Agenzia Spaziale Europea ESA ha lanciato il veicolo spaziale GOCE, che misurerà con precisione mai ottenuta prima la gravità terrestre. Il sistema di propulsione di GOCE è basato su un motore a ioni di xeno che imprime al veicolo un'accelerazione massima di $1,7 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}^2$.
- ▶ Calcola l'aumento di velocità del veicolo spaziale in 24 h di funzionamento. [1,5 m/s]



108 Guidando sotto la pioggia

- Un'automobile che viaggia a 120 km/h su terreno asciutto frena in circa 140 m, tenendo anche conto dei tempi di risposta del guidatore e della meccanica del sistema frenante. In caso di pioggia i tempi d'arresto aumentano del 20%.
- ▶ Calcola i tempi di frenata.
- ▶ Calcola la decelerazione su terreno asciutto e su terreno bagnato. [$8,4 \text{ s}$; 10 s ; $-4,0 \text{ m/s}^2$; $-3,3 \text{ m/s}^2$]

109 Lingua da caccia

- I camaleonti cacciano gli insetti catturandoli con la loro lingua appiccicosa, che viene lanciata alla velocità di 20 km/h. La lunghezza della lingua dipende dalla specie e dall'età dell'animale, ma si può conside-

rare mediamente di 25 cm. Il diametro della punta appiccicosa è di 1,5 cm. Un insetto posto a 25 cm dalla bocca del camaleonte si muove in direzione perpendicolare alla lingua nell'istante in cui parte l'attacco.

- Calcola la minima velocità che gli permette di salvarsi. [0,15 m/s]



110 Vento in poppa

Le correnti a getto sono venti perenni che soffiano da ovest verso est a 11 km di quota. La loro velocità varia dai 50 km/h d'estate a 120 km/h d'inverno. Queste correnti sono comunemente utilizzate dalle compagnie aeree per risparmiare tempo sui voli di linea. La distanza tra Parigi e New York è di 5800 km, e gli aerei intercontinentali viaggiano a circa 900 km/h di velocità di crociera.

- Calcola la differenza di tempo tra andata e ritorno su questa rotta per un volo invernale. [1 h 24m]

111 Decollo sul filo del rasoio

Per potersi staccare dal terreno un Boeing 747 deve raggiungere la velocità di 290 km/h. Le piste di decollo degli aeroporti per questi velivoli sono lunghe fino a 4800 m.

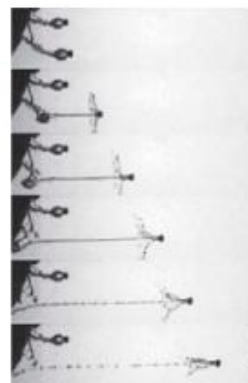
- Qual è l'accelerazione minima che deve mantenere un Boeing 747 per decollare? [0,7 m/s²]



112 Un cannone speciale

Per riprodursi i funghi spargono nell'ambiente le loro spore. Molti di essi le lasciano cadere e si affidano al vento per diffonderle tutto intorno. Un particolare tipo di fungo, però, usa un sistema veramente speciale. Mediante un «microcannone» chimico eietta le spore a una distanza di oltre 2 m e a una velocità di 25 m/s. Utilizzando telecamere ad altissima velocità, in grado di riprendere 250 000 immagini al secondo, nel 2008 si è scoperto che le spore sono accelerate fino a 180 000 g.

- Calcola la durata della fase di accelerazione. [1,4 · 10⁻⁵ s]



113 Il moto di un ghiacciaio

Un ghiacciaio può scorrere con la velocità di circa mezzo millimetro al secondo.

- Quanto vale questa velocità in metri al giorno?
- Quanto vale la portata (in m³/giorno) se il ghiacciaio è alto 80 m e largo 1,2 km?

[43 m/giorno; circa 4 milioni di m³/giorno]

114 Prossima fermata: spazio

Uno dei progetti fantascientifici più audaci è la creazione di un ascensore spaziale con cui portare equipaggi in orbita attorno alla Terra a basso costo. L'altezza che si ipotizza è di 36500 km, che corrisponde alle orbite in cui si trovano i satelliti meteo-

