

28360 - FISICA MATEMATICA 1

A.A. 2014/15

Problemi dal libro di testo: D. Giancoli, “Fisica”, 2a ed., CEA Capitolo 5

Problema 2 Un aereo che viaggia a 1890 km/h (525 m/s) esce da una picchiata muovendosi lungo un arco di raggio 6.00 km. Qual è la sua accelerazione, espressa in unità g ?

Risoluzione. L'accelerazione è di tipo centripeto e vale, in modulo:

$$a_R = \frac{v^2}{r} = \frac{(525 \text{ m/s})^2}{6.00 \times 10^3 \text{ m}} = 45.9 \text{ m/s}^2$$

L'accelerazione di gravità, in prossimità della superficie terrestre, vale $g = 9.81 \text{ m/s}^2$, sicché a_R , espressa in unità g , vale:

$$a_R = \frac{45.9 \text{ m/s}^2}{9.81 \text{ m/s}^2} = 4.68 \text{ } g$$

□

Problema 5 Supponete che lo shuttle sia in orbita a 400 km dalla superficie della Terra e che compia il giro della Terra ogni 90 minuti circa. Trovate l'accelerazione centripeta dello shuttle su quell'orbita. Esprimete la risposta in termini di g , accelerazione di gravità alla superficie della Terra.

Risoluzione. Considerato che il raggio terrestre è pari a $r_T = 6.37 \times 10^6 \text{ m}$, lo shuttle dista dal centro della terra $R = 6.77 \times 10^6 \text{ m}$. Il modulo dell'accelerazione centripeta è dato da:

$$a_R = \frac{v^2}{R} = \frac{(2\pi R/T)^2}{R} = \frac{4\pi^2 R}{T^2}$$

dove nella seconda uguaglianza si è tenuto conto del fatto che lo shuttle compie un'orbita completa ($2\pi R$) in un periodo $T = 5400$ s. Sostituendo i valori numerici otteniamo:

$$a_R = \frac{4\pi^2 \cdot 6.77 \times 10^6 \text{ m}}{(5400 \text{ s})^2} = 9.17 \text{ m/s}^2$$

Esprimendo il risultato in termini di $g = 9.81 \text{ m/s}^2$ si ottiene:

$$a_R = \frac{9.17 \text{ m/s}^2}{9.81 \text{ m/s}^2} = 0.934 \text{ g}$$

□

Problema 6 Qual è il modulo dell'accelerazione di un pezzo di argilla attaccato al bordo di una ruota da vasaio che ruota a 45 rpm (rivoluzioni al minuto) se il diametro della ruota è 32 cm?

Risoluzione. Il raggio della ruota è $r = 16 \text{ cm} = 0.16 \text{ m}$. Ogni minuto, il pezzo d'argilla compie 45 rivoluzioni complete, ciascuna di lunghezza $2\pi r$; la velocità periferica è dunque:

$$v = 45 \cdot \frac{2\pi r}{60 \text{ s}} = 0.754 \text{ m/s}$$

A questo punto è facile calcolarsi il modulo dell'accelerazione centripeta:

$$a_R = \frac{v^2}{r} = \frac{(0.754 \text{ m/s})^2}{0.16 \text{ m}} = 3.55 \text{ m/s}^2$$

□

Problema 12 A quale velocità (in rpm) deve ruotare una centrifuga se una particella a 9.00 cm dall'asse di rotazione deve subire un'accelerazione di 115.00 g ?

Risoluzione. La relazione tra frequenza e accelerazione centripeta è data da:

$$a_R = \frac{v^2}{r} = \frac{(2\pi r f)^2}{r} = 4\pi^2 r f^2$$

da cui:

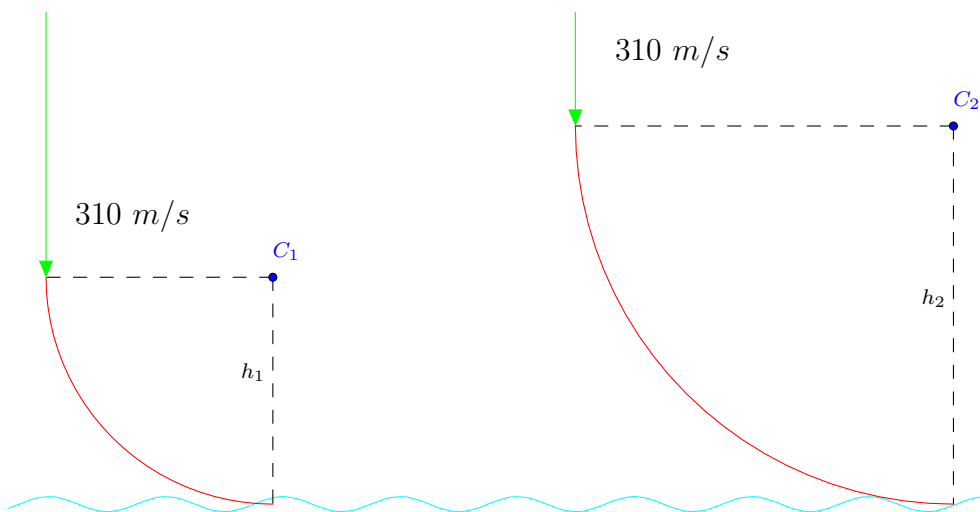


Figura 1: Problema 16. Due possibili traiettorie corrispondenti a diverse accelerazioni centripete subite dall'aereo.

$$f = \sqrt{\frac{a_R}{4\pi^2 r}} = \sqrt{\frac{115.00 \cdot 9.81 \text{ m/s}^2}{4\pi^2 \cdot 9.00 \times 10^{-2} \text{ m}}} = 17.8 \text{ s}^{-1}$$

Quindi la centrifuga compie 17.8 giri al secondo, ovvero

$$17.8 \text{ giri/secondo} \cdot 60 \text{ secondi/minuto} = 1.07 \times 10^3 \text{ giri/minuto} = 1.07 \times 10^3 \text{ rpm}$$

□

Problema 16 Un pilota effettua una manovra di fuga tuffandosi verticalmente a 310 m/s. Se può sopportare un'accelerazione di 9.0 g senza perdere i sensi, a quale altezza deve cominciare a richiamare l'aereo dalla picchiata per evitare di precipitare in mare?

Risoluzione. Come si può vedere dalla Figura 1, il nostro pilota deve compiere una manovra che riporti l'aereo in posizione parallela rispetto alla superficie marina. Per fare ciò, può seguire una traiettoria costituita da un arco di circonferenza di lunghezza pari a un quarto dell'intera circonferenza. Immaginando una situazione limite irrealistica, in cui l'aereo è in grado di sfiorare l'acqua a gran velocità senza che le strutture subiscano pericolosi danni, il meglio che il pilota può fare è percorrere un arco di traiettoria

circolare tangente alla superficie del mare. Se la velocità durante la virata rimane costante e uguale in modulo al valore iniziale, allora l'aereo dovrà subire, ad opera dei motori e del timone, una forza centripeta, che causa un'accelerazione (anch'essa, ovviamente, centripeta) pari a:

$$a_R = \frac{v^2}{h}$$

A questo punto il nostro pilota può scegliere qual è la quota minima a cui può scendere prima che l'accelerazione subita dall'aereo gli faccia perdere i sensi: infatti, dalla formula appena scritta vediamo che quanto più in basso scende (quanto più piccolo è il valore di h), tanto più grande è il valore dell'accelerazione subita. Se la massima accelerazione che può sopportare è pari a $9.0\ g = 9.0 \cdot 9.81\ \text{m/s}^2 = 88.3\ \text{m/s}^2$, allora, la quota minima a cui può scendere si calcola facilmente:

$$h_{min} = \frac{v^2}{a_{max}} = \frac{(310\ \text{m/s})^2}{88.3\ \text{m/s}^2} = 1.09 \times 10^3\ \text{m}$$

□