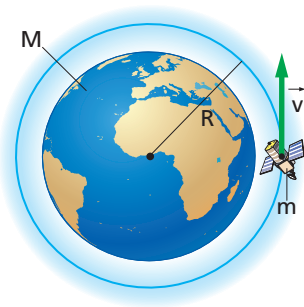


## LA VELOCITÀ E IL PERIODO DEI SATELLITI

Envisat è un satellite artificiale della Terra, che effettua misure per il monitoraggio ambientale, mentre la Luna è un suo satellite naturale. Entrambi stanno in orbita a causa della forza di gravità della Terra.

► A un'altezza di 800 km dal suolo, Envisat impiega un'ora e quaranta per compiere un giro completo.

► A una distanza di 384 000 km la Luna impiega 27 giorni per compiere un giro completo.



Il secondo principio della dinamica,  $F = ma$ , consente di prevedere il periodo e la velocità di un satellite che si muove su un'orbita circolare (figura a sinistra). Indichiamo con

- $v$  il valore della velocità del satellite,
- $m$  la massa del satellite,
- $R$  la distanza tra il satellite e il centro del pianeta,
- $M$  la massa del pianeta.

Nel secondo principio della dinamica sostuiamo al posto di  $F$  la forza di gravità che agisce sul satellite e al posto di  $a$  la sua accelerazione centripeta:

$$G \frac{mM}{R^2} = m \frac{v^2}{R}$$

Otteniamo

$$G \frac{M}{R} = \frac{v^2}{R}$$

Semplificando  $m$  e  $R$  si ha:

$$v^2 = \frac{GM}{R}$$

### La velocità

Estraendo la radice quadrata, otteniamo l'espressione della velocità del satellite:

$$v = \sqrt{\frac{GM}{R}}$$

Siccome  $R$  è a denominatore,

i satelliti più lontani dal centro del pianeta ruotano più lentamente.

Questo risultato si spiega pensando che la forza di gravità diminuisce con la distanza. Poiché la forza di attrazione è molto intensa vicino al pianeta, un satellite su un'orbita bassa, come Envisat, deve sfuggire rapidamente lungo la tangente per evitare di cadere e quindi deve essere molto veloce.

## Il periodo

Nel moto circolare uniforme vale la relazione

$$v = \frac{2\pi R}{T}$$

da cui otteniamo

$$T = \frac{2\pi R}{v}.$$

Sostituendo in questa formula l'espressione che fornisce la velocità del satellite, ricaviamo la relazione

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{R^3}{GM}}$$

che fornisce il valore del periodo dell'orbita di un satellite. Siccome  $R$  è al numeratore,

i satelliti più lontani dal centro del pianeta, impiegano più tempo per compiere un'orbita intera.

La comparsa di  $R^3$  sotto radice si spiega con due argomenti:

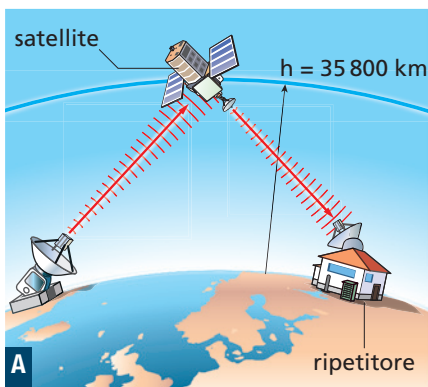
- la velocità diminuisce quando il raggio  $R$  dell'orbita aumenta;
- inoltre, se il raggio  $R$  è grande, l'orbita da percorrere è più lunga.

## Satelliti geostazionari

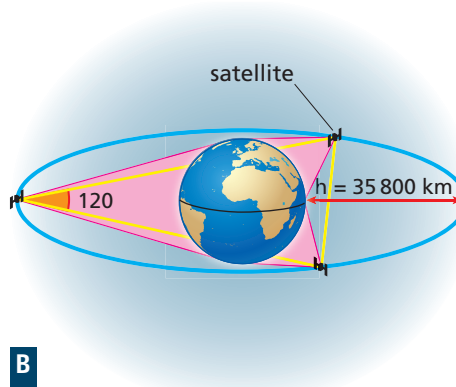
Alcuni satelliti meteorologici e per le comunicazioni sono messi in orbita in modo da trovarsi sempre al di sopra dello stesso punto posto sull'equatore terrestre. Per ottenere tale effetto, il periodo dell'orbita del satellite deve essere uguale al periodo del moto di rotazione della Terra attorno al suo asse, cioè ventiquattro ore.

Un satellite apparentemente fermo rispetto alla superficie terrestre si dice **geostazionario**.

► Un satellite in orbita geostazionaria riceve i segnali televisivi emessi da una stazione emittente, li amplifica e li emette di nuovo verso la Terra.



► Bastano tre satelliti geostazionari, posti a  $120^\circ$  l'uno rispetto all'altro, per riuscire a inviare i segnali su quasi tutta la superficie terrestre.



Si può calcolare che un satellite, per essere geostazionario, deve trovarsi a una distanza di 35 800 km dalla superficie terrestre.

### DOMANDA

L'orbita della Terra attorno al Sole è approssimativamente circolare.

- Utilizzando i dati che trovi in fondo al libro, determina il valore della velocità media della Terra nel suo moto attorno al Sole.

## ESERCIZI

### LA VELOCITÀ E IL PERIODO DEI SATELLITI

#### 1 Vero o falso?

- a. Una volta stabilita l'orbita circolare di un satellite, la velocità può avere un solo valore.  V  F
- b. Quando si porta un satellite su un'orbita più alta, si aumenta la sua velocità.  V  F

#### 2 Vero o falso?

- a. Il cubo del periodo è direttamente proporzionale al quadrato del raggio dell'orbita.  V  F
- b. Un satellite impiega il doppio del tempo a percorrere un'orbita circolare di raggio doppio.  V  F

#### 3 Vero o falso?

- a. Un satellite geostazionario compie un'orbita intorno alla Terra in 24 ore.  V  F
- b. Al di sopra di un dato punto della superficie terrestre può orbitare un solo satellite geostazionario.  V  F

#### 4 ★★★ Un satellite artificiale di massa pari a 24 kg viene portato su un'orbita di raggio pari a $50 \times 10^6$ m.

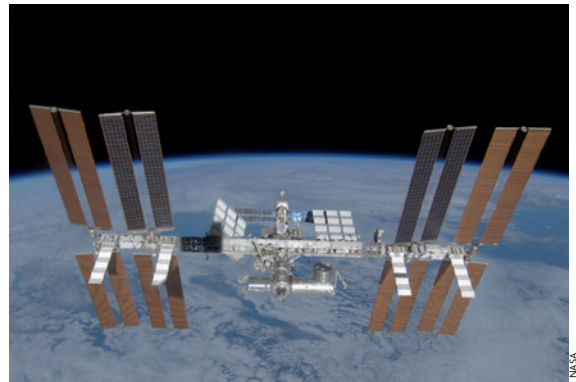
- Qual è la velocità con cui il satellite percorre la sua orbita?  
[ $0,89 \times 10^3$  m/s]
- Quale sarebbe la velocità di un satellite di massa doppia?

#### 5 ★★★ I satelliti artificiali del sistema GPS sono posti su un'orbita circolare di raggio $2,66 \times 10^7$ m.

- Calcola il periodo di rivoluzione dei satelliti GPS in secondi e in ore.

[ $4,32 \times 10^4$  s; 12,0 h]

#### 6 ★★★ La stazione spaziale internazionale (IIS) segue un'orbita approssimativamente circolare con un raggio medio di 347 km.



- Usando i dati che trovi nelle tabelle in fondo al libro, determina il raggio medio dell'orbita della IIS.
- Calcola la velocità media con cui si muove la stazione rispetto alla Terra.
- Calcola il periodo della sua orbita.
- Quante orbite descrive la ISS in un giorno?

[6735 km;  $7,69 \times 10^3$  m/s;  $5,50 \times 10^3$  s; quasi 16]