

6

CAMPO GRAVITAZIONALE MOTO DEI PIANETI SISTEMA SOLARE

Concetti fondamentali:

- Legge di gravitazione universale di Newton.
- Campo gravitazionale. Campo uniforme e radiale. Intensità del campo gravitazionale.
- Forza gravitazionale e forza peso rispetto alla Terra.
- Moto dei corpi nel campo gravitazionale della Terra.
- Satelliti geostazionari. Le velocità cosmiche.
- Sistema solare. Teoria eliocentrica e geocentrica.
- Moto dei pianeti nel campo gravitazionale del Sole – leggi di Keplero.
- Solstizio ed equinozio della Terra.
- Sistema GPS, sistema Galileo.

Formule elementari:

- Legge di gravitazione universale:

$$F_g = \kappa \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$$

- Legge di gravitazione universale per la Terra:

$$F_g = \kappa \frac{m \cdot M_T}{(R_T + h)^2}$$

- Intensità del campo gravitazionale:

$$\vec{K} = \frac{\vec{F}_g}{m}, \quad \vec{K} = \vec{g} \quad \text{per la Terra}$$

- Energia potenziale nel campo gravitazionale della Terra:

$$E_p = \int_0^{R_T+h} F_g(r) \cdot dr = -\kappa \frac{M_T \cdot m}{R_T + h}$$

- Forza di peso, forza di gravitazione e forza centrifuga:

$$\vec{P} = \vec{F}_g + \vec{F}_{CF}$$

- 2^a legge di Keplero:

$$S_1 = S_2$$

- 3^a legge di Keplero:

$$\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{a_1^3}{a_2^3}, \quad \frac{T^2}{a^3} = \text{cost.}$$

- Conservazione dell'energia nel campo gravitazionale della Terra:

$$\frac{1}{2} m \cdot v^2 - \kappa \frac{m \cdot M_T}{(R_T + h)} = \text{cost.}$$

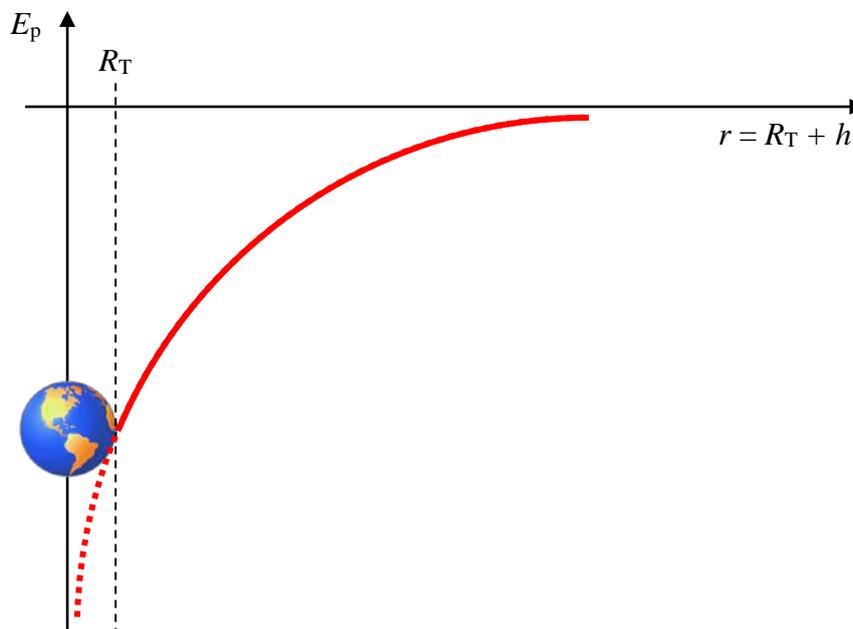
- 1^a velocità cosmica per un pianeta:

$$v^{(1)} = \sqrt{\kappa \frac{M_P}{R_P}}$$

- 2^a velocità cosmica per un pianeta:

$$v^{(2)} = \sqrt{2} \cdot v^{(1)}$$

Grafico dell'energia potenziale gravitazionale:



Alcuni dati del sistema solare:

| Sistema solare | | | | | | | |
|----------------|-----------------------|----------------------|--------------------------------|-----------------------|-------------------------|----------------------------------|---|
| Corpo | Massa [kg] | Raggio [m] | Periodo di rotazione [g] / [h] | Eccentricita orbitale | Raggio dell' orbita [m] | Periodo di rivoluzione [a] / [g] | Accelerazione superficiale [m.s ⁻²] |
| Sole | 1,98.10 ³⁰ | 6,96.10 ⁸ | - | - | - | - | 274,1 |
| Mercurio | 3,28.10 ²³ | 2,44.10 ⁶ | 58,65 g | 0,2056 | 5,79.10 ¹⁰ | 0,24 a | 3,60 |
| Venere | 4,87.10 ²⁴ | 6,05.10 ⁶ | 243,01 g | 0,0068 | 1,08.10 ¹¹ | 0,62 a | 8,87 |
| Terra | 5,98.10 ²⁴ | 6,38.10 ⁶ | 23,93 h | 0,0167 | 1,50.10 ¹¹ | 1 a | 9,82 |
| Marte | 6,39.10 ²³ | 3,39.10 ⁶ | 24,62 h | 0,0934 | 2,28.10 ¹¹ | 1,88 a | 3,76 |
| Giove | 1,90.10 ²⁷ | 7,14.10 ⁷ | ~10 h | 0,0483 | 7,78.10 ¹¹ | 11,86 a | 26,00 |
| Saturno | 5,69.10 ²⁶ | 6,02.10 ⁷ | ~10 h | 0,0560 | 1,43.10 ¹² | 29,46 a | 11,20 |
| Urano | 8,69.10 ²⁵ | 2,55.10 ⁷ | ~16 h | 0,0461 | 2,87.10 ¹² | 84,01 a | 9,40 |
| Nettuno | 1,02.10 ²⁶ | 2,47.10 ⁷ | ~16 h | 0,0100 | 4,50.10 ¹² | 164,79 a | 12,00 |
| Plutone | 1,19.10 ²² | 1,18.10 ⁶ | 6,38 g | 0,2484 | 5,90.10 ¹² | 248,43 a | - |
| Luna | 7,37.10 ²² | 1,74.10 ⁶ | - | 0,0550 | 3,84.10 ⁸ | 27,3 g | 1,62 |

$$k = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$$

$$1 \text{ AU} = 1,496 \cdot 10^{11} \text{ m}$$

Calcoli di esercizio:

1. La distanza media del Nettuno dal Sole è 30,06 AU. Utilizzando i dati astronomici della Terra, calcolare il periodo di rivoluzione del Nettuno.

[164,8 anni]

2. Il pianeta di Giove ha il periodo di rivoluzione 11,86 anni. Determinare la sua distanza media dal Sole, utilizzando i dati astronomici del Saturno.

[$7,8 \cdot 10^{11}$ m]

3. Calcolare la forza di attrazione gravitazionale tra la Terra e la Luna sapendo che la distanza Terra – Luna è 384 000 km.

[$1,98 \cdot 10^{20}$ N]



Fig. 1

4. Determinare la velocità circolare della sonda Cassini - Huygens, che si muove in distanza di 650000 km dal pianeta di Saturno.

[7310 m/s]

5. A che distanza dalla superficie della Terra dovrebbe trovarsi una persona, affinché il suo peso si dimezzi?

[2651 km]

6. Calcolare la velocità di fuga dal Marte, dal Giove e dal Sole.

[4,98 km/s; $5,94 \cdot 10^4$ m/s; $6,16 \cdot 10^5$ m/s]

7. Determinare il valore della 1^a e della 2^a velocità cosmica per la Terra.

[7,9 km/s; 11,2 km/s]

8. Un satellite artificiale della Terra ruota su un'orbita circolare con velocità $7,73 \cdot 10^3$ m/s. Determinare la quota del satellite sulla superficie terrestre, il periodo di rivoluzione e l'accelerazione centripeta (fig. 2).

[300 km; $5,42 \cdot 10^3$ s; $8,95$ m/s²]

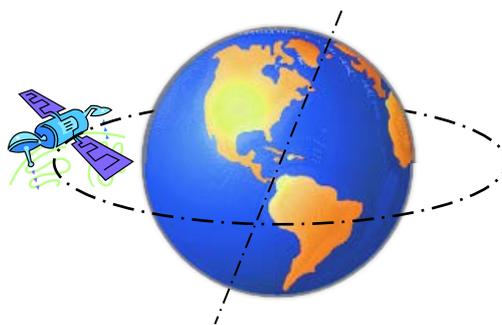


Fig. 2