AA 2023-2024 - Fisica - CdL Ingegneria e Scienze Informatiche

Luigi Guiducci - Esercitazioni

[1] Qual è l'attrazione gravitazionale tra due persone di 70 kg poste a 1 metro di distanza?

[$F \simeq 3.3 \cdot 10^{-7}$ N]

[2] Calcolare il raggio R_s dell'orbita di un satellite geostazionario sapendo che per la luna si ha $T \simeq 27$ d e $R \simeq 3.8 \cdot 10^5$ km

[$R_s \simeq 4.2 \cdot 10^4$ km]

[3] Essendo note: l'accelerazione di gravità $g \simeq 9.80\ \mathrm{m/s^2}$, la costante di gravitazione universale $G = 6.6743 \times 10^{-11}\ \mathrm{Nm^2/kg^2}$, e il raggio della terra $R_T \simeq 6370$ km, si calcoli la massa della terra.

[4] La Stazione Spaziale si trova su un'orbita a 420 km dalla superficie terrestre, e si muove con velocità pari a circa $7.66\ \mathrm{km/s}$. All'interno della stazione si fanno esperimenti nel regime di cosiddetta "microgravità". Cosa si intende? Quanto vale l'accelerazione di gravità a quell'altezza? Argomentare.

[5] In assenza di atmosfera con quale velocità dovrei lanciare un sasso per fargli percorrere un'orbita circolare in modo che ritorni al punto di partenza?

[$v \simeq 7.9\ \mathrm{km/s}$]

[6] Se i pianeti A e B hanno la stessa densità, ma A ha raggio doppio di B, quanto vale il rapporto tra le accelerazioni di gravità g_A/g_B?

[$g_A/g_B = 2$]

Soluzioni

[1] Utilizzando la legge di gravitazione universale

$$|\vec{F}| = \frac{Gm_1m_2}{r^2}$$

con $G \simeq 6.67 \cdot 10^{-11}$ Nm^{2}kg^{-2}, otteniamo $F \simeq 3.3 \cdot 10^{-7}$ N

[2] Utilizziamo la terza legge di Keplero per il moto di satelliti terrestri:

$$\frac{T_L^2}{R_L^3} = \frac{T_S^2}{R_S^3} \qquad \Longrightarrow \qquad R_S = R_L \left(\frac{T_S^2}{T_L^2}\right)^{1/3} \simeq 42000 \text{ km}$$

[3] L'accelerazione di gravità in prossimità della superficie terrestre è data dalla forza gravitazionale della terra (quindi a distanza R_T dal centro di forza) divisa per la massa del corpo campione. Nel fare questo, stiamo esplicitamente sfruttando l'equivalenza di massa inerziale e massa gravitazionale. Quindi possiamo scrivere la relazione

$$\frac{GM_Tm}{R_T^2} = mg$$

da cui ricaviamo

$$M_T = \frac{gR_T^2}{G} \simeq 5.96 \cdot 10^{24} \text{ kg}$$

[4] Dato che l'accelerazione di gravità dipende dall'inverso del quadrato,

$$gR_T^2 = g_h(R_T + h)^2 \implies g_h = g\frac{R_T^2}{(R_T + h)^2} \simeq 8.63 \text{ m/s}^2$$

non troppo diversa dall'accelerazione di gravità presente sulla superficie della terra. Naturalmente le condizioni di microgravità dipendono dal fatto che nella Stazione Spaziale si è all'interno di un sistema di riferimento non inerziale soggetto ad una accelerazione centripeta diretta verso il centro della terra. Tale accelerazione, per un grave posto sulla stazione, costituisce l'accelerazione di trascinamento. O, in altre parole, si ha equilibrio tra la forza gravitazionale e la pseudoforza centrifuga.

[5] L’accelerazione centripeta di tale orbita deve essere pari all'accelerazione di gravità sulla superficie terrestre:

$$\frac{v^2}{R_T} = g \implies v = \sqrt{gR_T} \simeq 7.9 \text{ km/s}$$

[6] In base alla legge di gravitazione, e all’equivalenza tra massa inerziale e gravitazionale, l’accelerazione di gravità sulla superficie di un pianeta è proporzionale alla sua massa e inversamente proporzionale al suo raggio. Se i due pianeti hanno la stessa densità, la loro massa è proporzionale al cubo del raggio; dunque l’accelerazione di gravità sarà proporzionale al raggio. Quindi

$$g_A/g_B = R_A/R_B = 2$$