ESERCIZI DI FISICA GENERALE PER LA FACOLTÀ DI SCIENZE FARMACEUTICHE

In preparazione al corso *Fisica e Informatica*

Scritto Da

Davide Maria Tagliabue

Università degli Studi Milano

DMT

2024

Indice

1 Lezione di venerdì 5 Aprile 2024

1.1 Esercizi sulle cifre significative

Esercizio 1

Un edificio a forma di parallelepipedo ha una base di area 225.4 m^2 e un'altezza di 63.2 m. Calcolare il suo volume, esprimendolo con il numero corretto di cifre significative.

Soluzione:

Il risultato di una moltiplicazione (o divisione) di due grandezze fisiche deve avere tante cifre significative quante ne ha la grandezza che ne contiene meno. In questo caso:

$$V = A \times h = (225.4 \text{ m}^2) \times (63.2 \text{ m}) = 142\,000 \text{ m}^3 \,. \tag{1}$$

Esercizio 2

In un esperimento di fisica, si misurano due lunghezze e si ottengono rispettivamente i valori $x =$ 32.578 m e $y =$ 5.6489 m. Si esprima la somma $z = x + y$ con il numero corretto di cifre significative.

Soluzione:

Il risultato di una somma (o sottrazione) di due grandezze fisiche con una o più cifre decimali deve contenere un numero di cifre decimali pari a quello della grandezza che ne contiene di meno. In questo caso:

$$z = x + y = (32.578 \text{ m}) + (5.6489 \text{ m}) = 38.227 \text{ m} \,. \tag{2}$$

1.2 Esercizi sulla cinematica

Esercizio 3

Partendo da una corsia esterna, un'auto si immette in autostrada con una velocità iniziale pari a $v_{\text{in}} = 35$ km/h. L'auto inizia poi ad accelerare con unaccelerazione costante di $a = 4$ m/s^2, fino a raggiungere la velocità finale $v_{\text{f}} = 130$ km/h. Si calcolino:

i) l'intervallo di tempo Δt necessario per passare da v_0 a v_f,

ii) lo spazio Δx percorso nel mentre.

Soluzione:

L'auto si muove di *moto rettilineo uniformemente accelarato*. Questo implica che

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \qquad \Longrightarrow \qquad \Delta t = \frac{\Delta v}{a} \,. \tag{3}$$

Utilizzando le unità del sistema internazionale, abbiamo $v_{\text{in}} = 9.7$ m/s e $v_f = 36.1$ m/s, da cui

$$\Delta t = \frac{\Delta v}{a} = 6.6 \text{ m/s} \,. \tag{4}$$

Questo risponde alla domanda i). Per quanto riguarda la domanda ii), ricordiamo che un oggetto che ha accelerazione lineare costante soddisfa la seguente equazione del moto:

$$\Delta x = v_{\text{in}} \Delta t + \frac{1}{2} a \Delta t^2 \,. \tag{5}$$

Sostituendo i valori numerici di v_{in}, Δt e a, e approssimando il risultato a due cifre significative, troviamo

$$\Delta x = 150 \text{ m} \,. \tag{6}$$

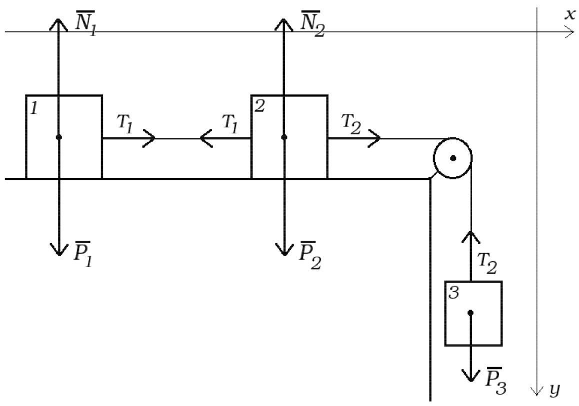
1.3 Esercizi sulla dinamica

Esercizio 4

I corpi 1, 2 e 3, di massa rispettivamente $m_1 = 2.0$ kg, $m_2 = 3.0$ kg e $m_3 = 4.0$ kg, sono collegati come in figura tramite un filo inestendibile. Trascurando ogni attrito, si calcolino:

i) l'accelerazione a del sistema,

ii) le tensioni dei due fili.



Soluzione:

Cominciamo con il definire la dinamica di ciascuno dei tre corpi:

$$\text{corpo 1:} \quad \begin{cases} \vec{P}_1 - \vec{N}_1 = 0 \,, \\ \vec{T}_1 = m_1 a \, \hat{\boldsymbol{x}} \,, \end{cases} \tag{7}$$

$$\text{corpo 2:} \quad \begin{cases} \vec{P}_2 - \vec{N}_2 = 0 \,, \\ \vec{T}_2 - \vec{T}_1 = m_2 a \, \hat{\boldsymbol{x}} \,, \end{cases} \tag{8}$$

$$\text{corpo 3:} \quad \begin{cases} \vec{P}_3 - \vec{T}_2 = m_3 a \, \hat{\boldsymbol{y}} \,, \end{cases} \tag{9}$$

dove $\hat{\boldsymbol{x}}$ e $\hat{\boldsymbol{y}}$ sono i versori dei due assi. Per convenzione, abbiamo messo un segno *meno* davanti ai vettori delle forze che puntano nella direzione negativa degli assi. Notiamo inoltre che i tre corpi si muovono con un'accelerazione che ha lo stesso modula a, in quanto vincolati da un filo inestensibile. Per trovare i moduli a, T_1 e T_2, dobbiamo dunque risolvere il seguente sistema di tre equazioni in tre incognite:

$$\begin{cases} T_1 = m_1 a \,, \\ T_2 - T_1 = m_2 a \,, \\ m_3 g - T_2 = m_3 a \,. \end{cases} \tag{10}$$

Sostituiamo la prima equazione nella seconda, e poi la seconda nella terza, ottenendo:

$$\begin{cases} T_1 = m_1 a \,, \\ T_2 = (m_1 + m_2) a \,, \\ m_3 g - (m_1 + m_2) a = m_3 a \,, \end{cases} \tag{11}$$

da cui ricaviamo

$$\begin{aligned} a &= \frac{m_3}{m_1 + m_2 + m_3} g = 4.4 \text{ m}^2 \,, \\ T_1 &= \frac{m_1 m_3}{m_1 + m_2 + m_3} g = 8.8 \text{ N} \,, \\ T_2 &= \frac{(m_1 + m_2) m_3}{m_1 + m_2 + m_3} g = 22 \text{ N} \,, \end{aligned} \tag{12}$$

1.4 Esercizi sulla gravitazione

Esercizio 5

Un asteroide di massa m si muove lungo un'orbita circolare di raggio r attorno al Sole, alla velocità v. A un certo punto impatta con un altro asteroide di massa M e viene spinto in una nuova orbita circolare, lungo cui si muove a 1.5 v. Qual è il raggio della nuova orbita in termini di r?

Soluzione:

Prima dell'urto, l'asteroide di massa m orbita con moto circolare uniforme attorno al Sole. Ciò significa che la forza centripeta $\vec{F}_c$ deve coincidere con la forza gravitazione $\vec{F}_g$, ossia $\vec{F}_g = \vec{F}_c$. Questo implica che

$$\frac{GmM_\text{S}}{r^2} = m\frac{v^2}{r} \,, \qquad \Longrightarrow \qquad GM_\text{S} = rv^2 \equiv \text{costante} \,, \tag{13}$$

ossia il prodotto rv^2 è costante. Pertanto, dopo l'urto, l'asteroide verrà spinto in una nuova orbita circolare con velocità $v_\text{f} = 1.5\ v$, con un raggio r_f tale che

$$r_\text{f} v_\text{f}^2 = GM_\text{S} \equiv rv^2 \,. \tag{14}$$

Troviamo quindi

$$r_\text{f} = \frac{v^2}{v_\text{f}^2} r = \frac{4}{9} v \,. \tag{15}$$

Esercizio 6

Il pianeta Giove possiede una massa circa 320 volte maggiore della Terra. Per questo motivo è stato affermato che una persona verrebbe schiacciata dalla forza di gravità di un pianeta delle dimensioni di Giove, poiché un uomo non può sopravvivere a più di qualche g.

Si calcoli l'accelerazione, in termini di g, che una persona avvertirebbe se si trovasse all'equatore di Giove, tenendo conto anche della rotazione del pianeta. Si usino i seguenti dati:

- massa di Giove: $M_{\mathrm{G}} = 1.9 \cdot 10^{27}\ kg$,
- raggio equatoriale di Giove: $R_{\mathrm{G}} = 7.1 \cdot 10^{4}$ km,
- periodo di rotazione di Giove: $T_{\mathrm{G}} = 9$ h 55 min.

Soluzione:

Una persona che si trova all'equatore risente dell'azione di tre forze:

i) forza di gravità $\vec{F}_g$ (diretta verso il centro del pianeta),

ii) forza *centrifuga* $\vec{F}_{\mathrm{cf}}$, dovuta alla rotazione del pianeta; ha la stessa direzione di $\vec{F}_g$, ma verso opposto (punta verso l'esterno del pianeta),

iii) reazione vincolare $\vec{N}$ della superficie di Giove.

Chiamando $\hat{\boldsymbol{r}}$ il raggio versore che punta verso l'esterno, scriviamo il seguente sistema di equazioni:

$$\begin{cases} \vec{F}_g + \vec{F}_{\mathrm{cf}} + \vec{N} = 0\,, \\ \vec{F}_g = -\frac{GmM_{\mathrm{S}}}{R_{\mathrm{G}}^2}\,\hat{\boldsymbol{r}}\,, \\ \vec{F}_{\mathrm{cf}} = m\frac{v^2}{R_{\mathrm{G}}}\,\hat{\boldsymbol{r}}\,, \\ \vec{N} = mg_{\mathrm{G}}\,\hat{\boldsymbol{r}}\,, \end{cases} \tag{16}$$

dove g_{G} indica l'accelerazione percepita dalla persona sulla superficie di Giove. Otteniamo pertanto

$$-\frac{GmM_{\mathrm{S}}}{R_{\mathrm{G}}^2} + m\frac{v^2}{R_{\mathrm{G}}} + mg_{\mathrm{G}} = 0\,. \tag{17}$$

Notiamo che la massa m si semplifica, mentre la velocità tangenziale v si può esprimere come

$$v = \frac{2\pi R_{\mathrm{G}}}{T_{\mathrm{G}}}\,. \tag{18}$$

Pertanto, sostituendo tale espressione nell'Eq. (17), concludiamo che

$$g_{\mathrm{G}} = \frac{GM_{\mathrm{S}}}{R_{\mathrm{G}}^2} - \frac{4\pi^2 R_{\mathrm{G}}}{T_{\mathrm{G}}^2} = 23\ \mathrm{m/s^2}\,, \tag{19}$$

ossia

$$\frac{g_{\mathrm{G}}}{g} = 2.3\,. \tag{20}$$
