物　理　学

习 题 解 答

《上　　册》

沈阳化工学院物理教研室

目　　录

第一篇　力　　学

第一章　质点运动学

1. 在匀速前进的火车中，从离车箱地板2米高处自由落下一物体，当物体到达地板时，火车前进了5米，求物体的位移。

解：取地面为参照系，物体落下处为坐标原点，火车前进方向为X轴方向，铅直向下为y轴方向，据题意可得：

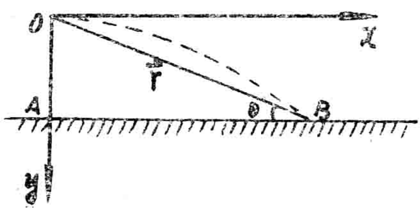
$$OA=2\text{米}\qquad AB=5\text{米}$$

物体位移的大小为

$$r=\sqrt{OA^2+AB^2}=\sqrt{2^2+5^2}=5.39\text{米}$$

位移的方向为

$$\theta=tg^{-1}\frac{OA}{AB}=tg^{-1}\frac{2}{5}=21°50'。$$

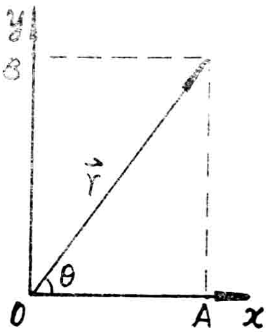


2. 吊车将重物从地面向上吊起 4 米，同时吊车在水平梁上移动 3 米,求物体的位移。

解：取地面为参照系，吊起处为坐标原点，吊车在水平梁上移动的方向为X轴方向，铅直向上为y轴方向，据题意可得：

$$OA = 3\text{米}$$

$$OB = 4\text{米}$$



物体位移的大小为

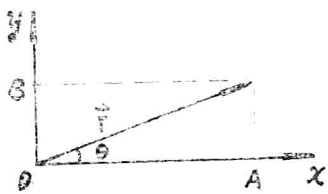
$$r = \sqrt{OA^2 + OB^2} = \sqrt{3^2 + 4^2} = 5\text{米}$$

位移的方向为

$$\theta = tg^{-1}\frac{OB}{OA} = tg^{-1}\frac{4}{3} = 53°10'。$$

3. 一个人在以匀速$v = 15$米·秒$^{-1}$行驶的火车中，以初速$v_0 = 10$米·秒$^{-1}$向上抛一物体，求 1 秒末物体的位移。

解：取地面为参照系，抛出点为坐标原点，火车前进方向为X轴方向，铅直向上为y轴方向，据题意可得：



物体的位移在水平方向分量

$$OA = vt = 15 \times 1 = 15\text{（米）}$$

物体位移在铅直方向的分量

$$OB = v_0 t - \frac{1}{2}gt^2 = 10\times 1 - \frac{1}{2}\times 9.8\times 1^2 = 5.1\text{米}$$

位移的大小为

$$r = \sqrt{OA^2 + OB^2} = \sqrt{15^2 + 5.1^2} = 16\text{米}$$

位移的方向为

$$\theta = tg^{-1}\frac{OB}{OA} = tg^{-1}\frac{5.1}{15} = 18°45'。$$

4. 一只船从原点(O)出发,向东北方向直线行驶30千米,然后船头以向东方向为标准，逆时针转过$247\frac{1}{2}°$，再行驶40千米。求船的最后位置在X方向及Y方向的位移，并求到原点的距离(X方向指东，Y方向指北)。

解：据题意可得：

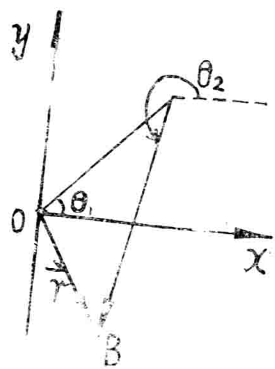
$OA = 30$千米

$\theta_1 = 45°$

$AB = 40$千米

$\theta_2 = 247°30'$

B点为最后位置



由矢量分解可得：位移$\overrightarrow{OA}$在X轴和y轴上的分量分别为

$$X_1 = OA\cos\theta_1$$

$$y_1 = OA\sin\theta_1$$

位移 $\overrightarrow{AB}$ 在x轴和y轴上的分量分别为

$$x_2 = AB\cos\theta_2 \qquad y_2 = AB\sin\theta_2$$

则船的最后位置在x方向及y方向的位移分别为：

$$x = x_1 + x_2 = 30\cos45^\circ + 40\cos247^\circ30' = 5.9\ 千米$$
$$y = y_1 + y_2 = 30\sin45^\circ + 40\sin247^\circ30'$$
$$= -15.7千米$$

最后位置到原点的距离

$$r = \sqrt{x^2 + y^2} = 16.8千米$$

5. 一队战士以1.5米·秒$^{-1}$的速度前进，一个通迅员从队伍末尾骑马到队伍前面，传令后又返回队伍末尾,共计10分钟。若队伍长1200米,求通讯员骑马的速度。

解：设通讯员骑马速度的大小为v，他从队尾骑马到队前时的速度与队伍行进方向相同，其相对于队伍的速度为$v-1.5$；他从队前骑马到队尾时的速度与队伍行进方向相反，其相对于队伍的速度为$v+1.5$。则从

$$\frac{1200}{v-1.5} + \frac{1200}{v+1.5} = 10\times60$$

可求得：

$v = 4.5$秒。

（另一根$v<o$，无意义，应舍去。）

6. 自动楼梯在一分钟内可把一个站在它上面的人送上楼，如楼梯不动,人沿梯走上去,需3分钟。若楼梯开动时，

人沿楼梯走上去，需要多少时间到达楼上。

解：设楼梯长为L，楼梯运行速度为v_1，人行速度为v_2，楼梯开动时人沿楼梯走上去的时间为t，则有：

$$60v_1 = L \cdots\cdots ①$$

$$180v_2 = L \cdots\cdots ②$$

$$(v_1 + v_2)t = L \cdots\cdots ③$$

从式①②③可得

$t = 45$秒。

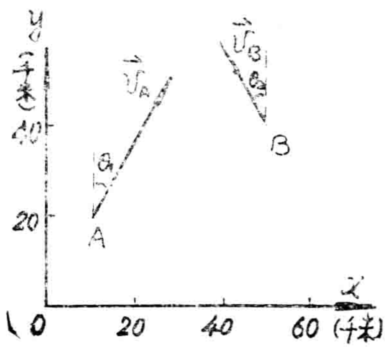
7. 以向东为x方向，向北为y方向，建立坐标系。某时刻A船在$x_A = 10$千米，$y_A = 20$千米处，并以40千米·小时$^{-1}$的速度向北偏东30°方向行驶。同时有B船在$x_B = 50$千米，$y_B = 40$千米处，以20千米·小时$^{-1}$的速度向北偏西30°方向行驶。求B船相对于A船的速度。

解：据题意可得

$\theta_1 = 30$。　　　　$\theta_2 = 30°$

根据相对速度的定义

$$\vec{v}_{BA} = \vec{v}_B - \vec{v}_A$$



可得

$$V_{BAX}=V_{BX}-V_{AX}=-(V_B\sin\theta_2+V_A\sin\theta_1)$$
$$=-(20\sin30^\circ+40\sin30^\circ)=-30$$
$$V_{BAY}=V_{BY}-V_{AY}=V_B\cos\theta_2-V_A\cos\theta_1$$
$$=20\cos30^\circ-40\cos30^\circ=-10\sqrt{3}$$

于是

$$V_{BA}=\sqrt{v_{BAX}^2+v_{BAY}^2}=\sqrt{30^2+(10\sqrt{3})^2}$$
$$=20\sqrt{3}\text{千米·小时}^{-1}$$
$$\theta=tg^{-1}\frac{V_{BAY}}{V_{BAX}}=tg^{-1}\frac{-10\sqrt{3}}{-30}=210^\circ$$

所以，B船相对A船速度的大小为$20\sqrt{3}$千米·小时$^{-1}$，沿北偏西120°行驶。

8. A、B两地相距L，一架飞机从A处直线飞向B处，再回到A处。如果飞机相对于空气的速度u不变，风速为v，求在下列情况下，飞机来回一次所需时间：

(1)风从A吹向B；

(2)风垂直AB连线；

(3)风与AB连线成θ角；

并证明，不管风怎样吹，总比没有风时来回一次的时间长。

解：设无风时，飞机在AB两地间单程飞行时间为$T_0=\frac{L}{u}$，有风时，飞机相对地面的速度为$\vec{V}$。根据相对速度定义可得：

$$\vec{u}=\vec{V}-\vec{v}\qquad\text{即}\ \vec{V}=\vec{u}+\vec{v}$$

（1）风从A吹向B时，飞机从A飞向B时的速度为 $V_1 = u + \upsilon$，时间 $t_1 = \frac{L}{V_1}$，飞机从B飞回A时的速度为 $V_2 = u - \upsilon$，时间 $t_2 = \frac{L}{V_2}$

（1）

因此，飞机往返时间为：

$$t = t_1 + t_2 = \frac{L}{u+\upsilon} + \frac{L}{u-\upsilon}$$

$$= \frac{2uL}{u^2-\upsilon^2} = \frac{2To}{1-\frac{\upsilon^2}{u^2}}$$

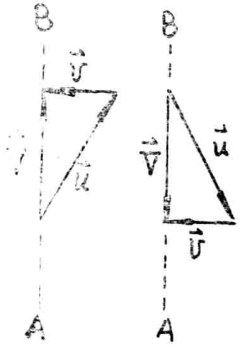
（2）风垂直AB连线时，飞机往返速度大小相等，均为

$$V = \sqrt{u^2-\upsilon^2}$$

因此，此时往返所需时间为

$$t = 2\frac{L}{V} = 2\frac{L}{\sqrt{u^2-\upsilon^2}}$$

$$= \frac{2To}{\sqrt{1-\frac{\upsilon^2}{u^2}}}$$



（2）

（3）风与AB连线夹角为 θ 时，设 $\vec{u}$ 与AB连线夹角为 φ，如图。由正弦定理可得：

$$\frac{\upsilon}{\sin\varphi} = \frac{u}{\sin\theta}$$

即 $\sin\varphi = \frac{\upsilon}{u}\sin\theta$ ……①

当飞机从A飞向 B 时的速度为

$$\bar{V}_1 = \upsilon\cos\theta + u\cos\varphi$$

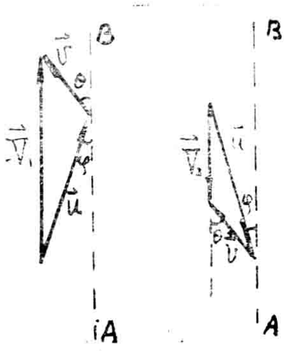
飞机从B飞回A时的 速度为

$$\bar{V}_2 = u\cos\varphi - \upsilon\cos\theta$$

因此，往返所需时间为

$$t = \frac{L}{\bar{V}_1} + \frac{L}{\bar{V}_2}$$

$$= \frac{L}{u\cos\varphi + \upsilon\cos\theta} + \frac{L}{u\cos\varphi - \upsilon\cos\theta}$$



(3)

$$= \frac{2uL\cos\varphi}{u^2\cos^2\varphi - \upsilon^2\cos^2\theta} = \frac{2uL\sqrt{1-\sin^2\varphi}}{u^2(1-\sin^2\varphi) - \upsilon^2\cos^2\theta}$$

将①式代入可得：

$$t = \frac{2uL\sqrt{1-\frac{\upsilon^2}{u^2}\sin^2\theta}}{u^2(1-\frac{\upsilon^2}{u^2}\sin^2\theta) - \upsilon^2\cos^2\theta}$$

$$= \frac{2uL\sqrt{1-\frac{\upsilon^2}{u^2}\sin^2\theta}}{u^2-\upsilon^2} = \frac{2T_0\sqrt{1-\frac{\upsilon^2}{u^2}\sin^2\theta}}{1-\frac{\upsilon^2}{u^2}}$$

因为 $\quad 1-\frac{\upsilon^2}{u^2}\sin^2\theta \leqslant 1$

因此 $\quad \sqrt{1-\frac{\upsilon^2}{u^2}\sin^2\theta} \geqslant 1-\frac{\upsilon^2}{u^2}\sin^2\theta \geqslant 1-\frac{\upsilon^2}{u^2}$

即 $$\frac{\sqrt{1-\frac{v^2}{u^2}\sin^2\theta}}{1-\frac{v^2}{u^2}} \geqslant 1$$

亦即 $$t=\frac{2To\sqrt{1-\frac{v^2}{u^2}\sin^2\theta}}{1-\frac{v^2}{u^2}} \geqslant 2To$$

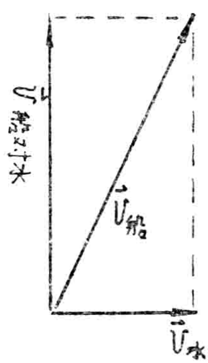
这表明，不管风怎样吹，飞机往返所需时间总比没有风时长。

9. 小汽艇在静水中的速度为$\frac{10}{3}$米·秒$^{-1}$，若河中水流速度为$\frac{5}{3}$米·秒$^{-1}$，小汽艇垂直于水流的方向开行，求合速度的大小和方向。

解：根据相对速度定义可得：

$$\vec{V}_{船对水}=\vec{V}_{船}-\vec{V}_{水}$$

即 $$\vec{V}_{船}=\vec{V}_{船对水}+\vec{V}_{水}$$



因此，合速度的大小

$$V_{船}=\sqrt{V^2_{船对水}+V^2_{水}}$$

$$=\sqrt{(\frac{10}{3})^2+(\frac{5}{3})^2}$$

$$=3.7米·秒^{-1}$$

合速度的方向

$$\theta = tg^{-1}\frac{V_{船对水}}{V_{水}} = \frac{\frac{10}{3}}{\frac{5}{3}} = 63°26'。$$

10．汽车启动后，匀加速前进，在开动后第 8 秒至第 9 秒之间，驶过8.5米，求第 8 秒及第 9 秒的瞬时速度。

解：设汽车开动后第 8 秒时的速度为v_8，第 9 秒时的速度为v_9。根据匀变速直线运动公式可得：

$$0.85 = \frac{1}{2}a\times 9^2 - \frac{1}{2}a\times 8^2$$

即　　$a = 1$ 米·秒$^{-2}$

因此　　$V_8 = a\times 8 = 8$ 米·秒$^{-1}$

$v_9 = a\times 9 = 9$ 米·秒$^{-1}$。

11．放射性元素镭(Ra)放出速度一定的α粒子。α粒子在空气中的射程为0.0462米，加速度为 $\alpha_1 = -2.92\times 10^{15}$ 米·秒$^{-2}$，在铅中的加速度为$\alpha_2 = -4.82\times 10^{18}$米·秒$^{-2}$，求它在铅中的射程。

解：设镭放射出α粒子的速度为V_0，在铅中的射程为S。根据匀变速直线运动公式可得

$$-V_0^2 = 2a_1\times 0.0462\cdots\cdots①$$

$$-V_0^2 = 2a_2 s\cdots\cdots②$$

由①式和②式可得：

$$S = \frac{2a_1\times 0.0462}{2a_2} = \frac{2.92\times 10^{15}\times 0.0462}{4.82\times 10^{18}}$$

$$= 2.80\times 10^{-5}米。$$

12. $t=0$时，一物体从高楼上落下，到$t=t_0$时，另一物从同样高度落下。证明当二物的距离为L时，第一物落下的时间为

$$t=\frac{L}{gt_0}+\frac{t_0}{2}\text{（空气阻力不计）}$$

解： 设一物体下落时间为t时，另一物下落的高度为h。根据自由落体公式可得：

$$h=\frac{1}{2}g(t-t_0)^2\cdots\cdots①$$

$$h+L=\frac{1}{2}gt^2\cdots\cdots②$$

由式②－式①可得：

$$L=\frac{1}{2}gt^2-\frac{1}{2}g(t-t_0)^2=gtt_0-\frac{1}{2}gt_0^2$$

因此 $$t=\frac{L+\frac{1}{2}gt_0^2}{gt_0}=\frac{L}{gt_0}+\frac{t_0}{2}。$$

13. 一物体从一斜面上匀加速滑下，当它经过某一点时开始计算时间，并以这点为坐标原点。当$t=1$秒时，$x=3$米；$t=2$秒时，$x=4$米，求此物的初速度和加速度。又$x=2$米时，$t=?$

解： 设初速度为v_0，加速度为a。根据匀变速直线运动公式可得：

$$3=v_0+\frac{1}{2}a\cdots\cdots①$$

$$4=2v_0+\frac{1}{2}a\times2^2\cdots\cdots②$$

由式①与式②可得：

$$V_0 = 4\text{米}\cdot\text{秒}^{-1} \qquad a = -2\text{米}\cdot\text{秒}^{-2}。$$

又当　$x = 2$ 米时，由$x = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$可得：

$$t = \frac{-V_0 \pm \sqrt{v_0^2 + 2ax}}{a} = \frac{-4 \pm \sqrt{4^2 - 2\times2\times2}}{-2}$$

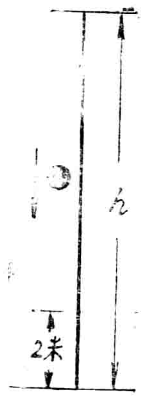
$$= 2 \pm \sqrt{2}$$

其中　$t = 2 + \sqrt{2}$显然不合理，舍去，因此可得：

$$t = 2 - \sqrt{2} = 0.59\text{秒}。$$

14。从高楼顶上由静止落下一小球，经过某一层窗子的时间为0.15秒，窗高 2 米，求小球落下处离开该窗的底部多高？

解：设小球落下处离开该窗底部的高度为h，下落的时间为t，则有：



$$h = \frac{1}{2}gt^2 \cdots\cdots ①$$

$$h - 2 = \frac{1}{2}g(t - 0.15)^2 \cdots\cdots ②$$

由式①和式②可求得

$$t = \frac{2 + \frac{1}{2}g\times0.15^2}{0.15g}$$

代入①式可得：

$$h=\frac{1}{2}g\left(\frac{2+\frac{1}{2}g\times0.15^{2}}{0.15g}\right)^{2}=\frac{1}{2}\times9.81\times1.44^{2}$$

$$=10.1\text{米}。$$

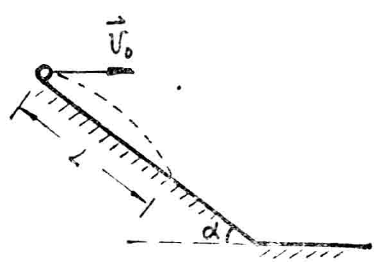
15．在倾斜角为α的山峰上，水平抛出一石块，如果石块落下处离山峰的距离为L，求抛掷石块的速度v_0为若干？

解：设石块下落时间为t。因石块在水平方向无加速度，是匀速直线运动，所以

$$v_0t=L\cos\alpha\cdots\cdots①$$

在铅直方向，因有重力加速度g，是匀变速直线运动，所以

$$L\sin\alpha=\frac{1}{2}gt^{2}\cdots\cdots②$$



由式①可得

$$t=\frac{L\cos\alpha}{v_0}$$