

作业 (7) 平面运动

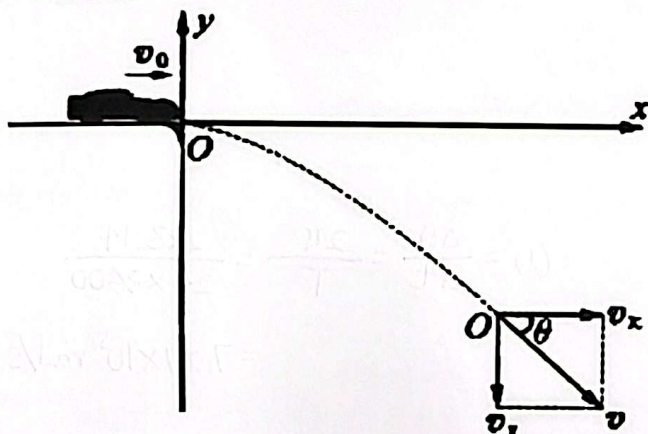
姓名: _____ ()

班级: 高二电机电子()

日期: _____

1. **抛射体运动:** 抛射体运动都是曲线运动。当物体受力的方向与它的速度方向不在一条直线上时。加速度的方向与速度的方向有了夹角, 于是物体的速度方向发生变化, 物体做曲线运动。

2. 平抛运动:



水平 x 方向: 速度: $V_x = V_0$

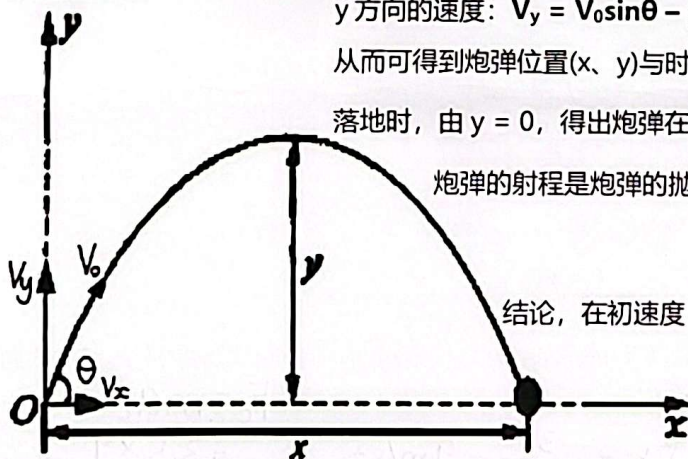
坐标: $X = V_0 t$

竖直 y 方向: 速度: $V_y = V_{0y} - gt = -gt$

坐标: $y = V_{0y} t - \frac{1}{2} gt^2 = -\frac{1}{2} gt^2$

$$\tan\theta = \frac{v_y}{v_x} = \frac{-gt}{V_0}, \quad V = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{V_0^2 + (-gt)^2}$$

3. 斜抛运动:



y 方向的速度: $V_y = V_0 \sin\theta - gt$

从而可得到炮弹位置(x、y)与时间的关系为: $x = V_0 \cos\theta t$ 、 $y = V_0 \sin\theta t - \frac{1}{2} gt^2$

落地时, 由 $y = 0$, 得出炮弹在空中的飞行时间为: $t = \frac{2V_0 \sin\theta}{g}$

炮弹的射程是炮弹的抛射点与落地点之间的水平距离, 即 x 方向距离:

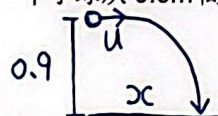
$$X = V_0 t = V_0 \cos\theta \cdot \frac{2V_0 \sin\theta}{g} = \frac{V_0^2 \sin 2\theta}{g}$$

结论, 在初速度 V_0 相同下:

- (1) 当 $\theta < 45^\circ$ 时, 抛射角越大, 射程越大。
- (2) 当 $\theta > 45^\circ$ 时, 抛射角越大, 射程越小。
- (3) 当 $\theta = 45^\circ$ 时, 射程最大。

$$V_{0x} = V_0 \cos\theta \text{ 和 } V_{0y} = V_0 \sin\theta$$

4. 一个小球从 0.9m 高的桌面上水平飞出, 落地位置高桌于边缘 2.4m, 求小球离开桌面时的速度大小。



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

$$0.9 = \frac{1}{2} (9.8) t^2 \quad \therefore t = 0.429 \text{ s}$$

$$\therefore u = \frac{x}{t} = \frac{2.4}{0.429}$$

$$= 5.6 \text{ m/s}$$

5. 在中学生投抛大赛上, 每个选手有多次的投抛机会。小明的最好成绩是 51m。不计小明身高的影响。问: 投抛物离开小明手时的速度有多大?

$$V_{0x} = V_0 \cos\theta \quad V_0 \cos\theta = \frac{x}{t} \quad \text{①}$$

$$V_{0y} = V_0 \sin\theta \quad y = V_0 \sin\theta t - \frac{1}{2} gt^2$$

$$\text{当 } y = 0, \text{ 得 } t = \frac{2V_0 \sin\theta}{g} \quad \text{②}$$

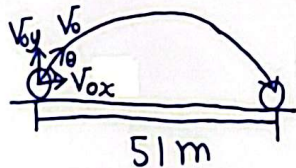
$$\text{②代入①得, } x = \frac{2V_0^2 \sin\theta \cos\theta}{g}$$

$$\text{当 } \theta = 45^\circ, x_{\max}$$

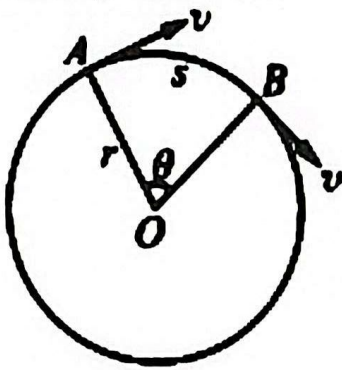
$$\therefore x_{\max} = \frac{V_0^2}{g}$$

$$51 = \frac{V_0^2}{9.8}$$

$$\therefore V_0 = 22.4 \text{ m/s}$$



6. **匀速圆周运动**: 匀速圆周运动是角速率不变的圆周运动。在任何相等的时间内通过的弧长都相等, 这样的圆周运动叫作匀速圆周运动。

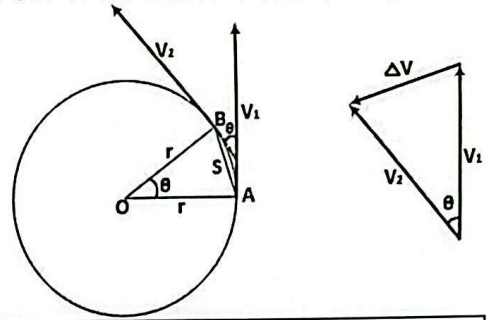


$$\text{切线速率: } v = \frac{\Delta S}{\Delta t}$$

$$\text{角速率: } \omega = \frac{\Delta \theta}{\Delta t}$$

$$\text{线速率与角速率的关系: } v = \omega r$$

$$\because v = \frac{2\pi r}{T}, \omega = \frac{2\pi}{T} \therefore v = \omega r$$



∴ 相似三角形: 对应角相等, 对应边成比例。

$$\therefore \frac{s}{r} = \frac{\Delta v}{v} \Rightarrow \frac{vt}{r} = \frac{\Delta v}{v} \Rightarrow \frac{v^2}{r} = \frac{\Delta v}{t} \therefore a_c = \frac{v^2}{r}$$

7. 地球可以看作一个半径为 $6.4 \times 10^3 \text{ km}$ 的球体。位于赤道上的物体随地球自转做匀速圆周运动。则该物体做匀速圆周运动的角速率和线速率各是多大?

$$v = \frac{s}{t} = \frac{2\pi r}{T} = \frac{2 \times 3.14 \times 6.4 \times 10^3}{24 \times 3600} = 4.65 \times 10^2 \text{ m/s}$$

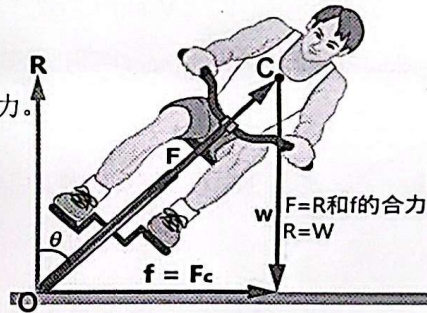
$$\omega = \frac{\Delta \theta}{\Delta t} = \frac{2\pi}{T} = \frac{2 \times 3.14}{24 \times 3600} = 7.27 \times 10^{-5} \text{ rad/s}$$

8. **向心加速度**: 物体做匀速圆周运动时, 它在任一时刻的加速度都是沿着半径指向圆心。因此, 匀速圆周运动的加速度叫作向心加速度。向心加速度只改变速度的方向, 不改变速度的大小。

$$a_c = \omega^2 r = v^2 / r$$

9. **向心力**: 使物体产生向心加速度的力 / 合外力。

$$\begin{aligned} F_c &= ma_c \\ &= m\omega^2 r \\ &= mv^2 / r \end{aligned}$$



$$f = F_c = m \frac{v^2}{r}$$

$$\text{合力矩} = 0$$

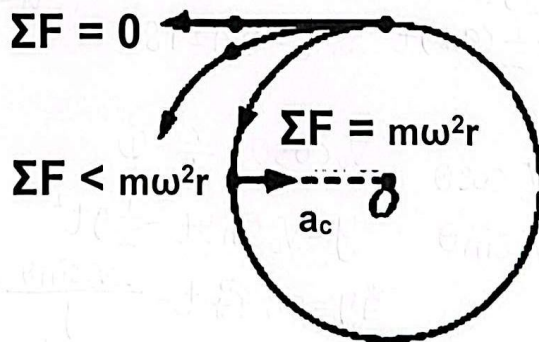
$$\begin{aligned} R \times OC \sin \theta &= m \frac{v^2}{r} \times OC \cos \theta \\ \therefore \tan \theta &= \frac{v^2}{rg} \end{aligned}$$

10. 一个质量为 3.5 kg 的物体在半径为 1.0 m 的圆周上以 3.0 m/s 的速率做圆周运动。问: 该物体做圆周运动的向心加速度为多大? 需要多大的向心力?

$$\begin{aligned} a_c &= \omega^2 r \\ &= \left(\frac{v}{r}\right)^2 r = \frac{3^2}{1} = 9 \text{ m/s}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \therefore F_c &= ma_c \\ &= 3.5 \times 9 \\ &= 31.5 \text{ N} \end{aligned}$$

11. **离心运动**: 做匀速圆周运动的物体, 在合外力突然消失或合外力不足以提供所需的向心力时。物体所做的远离圆心的运动, 被称为离心运动。



作业 (7.2) 平面运动

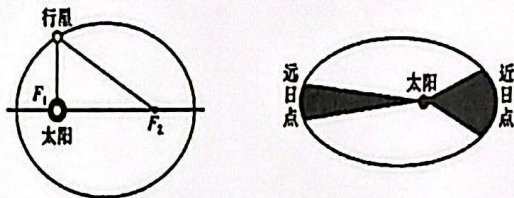
姓名: _____ ()

班级: 高二电机电子()

日期: _____

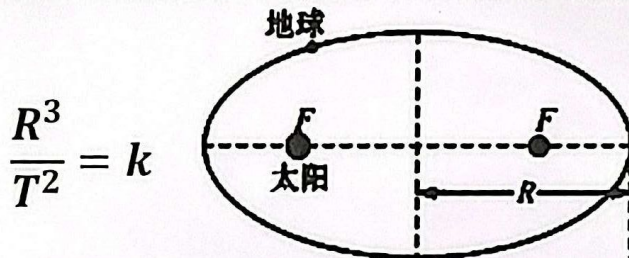
12. 开普勒行星运动定律:

开普勒第一定律: 所有行星绕太阳运动的轨道都是椭圆。太阳处在椭圆的一个焦点上。



开普勒第二定律: 对每个行星而言, 太阳与行星的连线在相等的时间内扫过相等的面积。

开普勒第三定律: 绕太阳运行的所有行星的轨道半长轴的立方与其公转周期的平方成正比。



13. 万有引力定律: 自然界中任何两个物体都相互吸引。引力 F 的方向在它们的连线上, 引力 F 的大小与这两个物体的质量 m_1 和 m_2 的乘积成正比, 与这两个物体间的距离 r 的平方成反比。

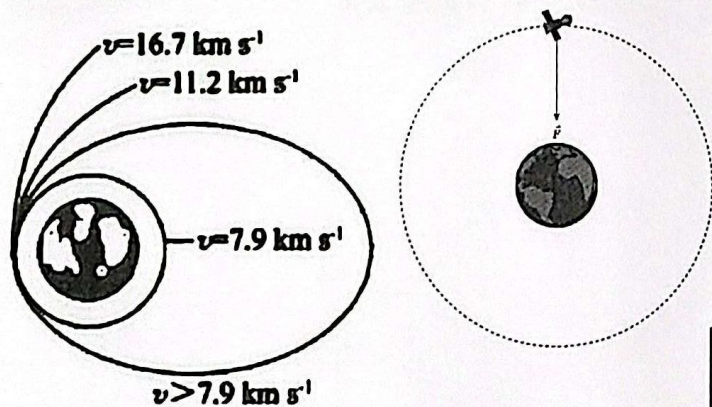
引力常量 $G = 6.674 \times 10^{-11} \text{Nm}^2\text{kg}^{-2}$ 。

$$F_G = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

14. 当人造卫星速度为 7.9km/s 时, 它绕地球的运行轨道是圆形的, 叫作第一宇宙速度。

人造卫星脱离地球的最小速度为 11.2km/s , 叫作第二宇宙速度。

使物体挣脱太阳引力的束缚, 飞到太阳系外。必须使它的速度至少为 16.7km/s , 叫作第三宇宙速度。



卫星的重力势能:

$$E_p = mgh = G \frac{mM}{r^2} \cdot r = G \frac{mM}{r}$$

卫星的动能:

$$E_k = \frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} m \cdot \frac{GM}{r} = G \frac{mM}{2r}$$

卫星的向心力=万有引力: $\frac{mv^2}{r} = G \frac{mM}{r^2}$

