



考点：万有引力，匀速圆周运动

解析：

(1) 设组合体所在处的重力加速度为 g' ，地球的质量为 M ，组合体的质量为 m ，组合体所受到的万有引力等于组合体所在位置的重力：

$$G \frac{Mm}{(R+h)^2} = mg'$$

地球表面附近，物体所受的重力近似等于万有引力：

$$G \frac{Mm}{R^2} = mg$$

$$g' = \frac{R^2 g}{(R+h)^2}$$

(2) 组合体运动的周期为 T ，由万有引力提供匀速圆周运动的向心力：

$$G \frac{Mm}{(R+h)^2} = m(R+h) \frac{4\pi^2}{T^2}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{(R+h)^3}{gR^2}}$$

答：(1) 组合体所在处的重力加速度为 $\frac{R^2 g}{(R+h)^2}$

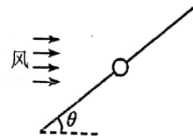
(2) 组合体运动的周期为 $2\pi \sqrt{\frac{(R+h)^3}{gR^2}}$

难度：☆

17. (14 分) 风洞是研究空气动力学的实验设备，用它研究球形物风阻系数 K 的简易装置如图所示。将与水平方向成 37° 角的刚性细杆固定在风洞内，杆上套一质量 $m = 2.92\text{kg}$ 的可沿杆滑动的小球。当风速为 0 时，轻推小球，小球恰好可匀速下滑。现让小球静止，逐渐增大风洞中水平向右的风力至 10 级 (30m/s)，小球开始沿杆上滑。已知球形物在空气中受到的风力与过球心的球的横截面积 S 、风速 V 的关系为 $F = k\rho S v^2$ ，求：(最大静摩擦力等于滑动摩擦力，取 $g = 10\text{m/s}^2$, $\sin 37^\circ = 0.6$, 空气密度 $\rho = 1.3\text{kg/m}^3$, 结果保留两位有效数字)

(1) 小球所受风力的大小。

(2) 已知该小球的 $S = 0.17\text{m}^2$ ，估算球形物的风阻系数。



考点：受力分析及运动的合成与分解

解析：(1) 当风速为 0 时，设杆对球的支持力为 N_1 ，摩擦力为 f_1 ，设动摩擦因数为 μ

$$Mg \sin 37^\circ - f_1 = 0$$

$$Mg \cos 37^\circ - N_1 = 0$$

$$f_1 = \mu N_1$$

解得 $\mu = 0.75$

当小球开始沿杆上滑时，小球所受风力的大小为 F ，杆对球的支持力为 N_2 ，摩擦力为 f_2

$$F \cos 37^\circ - mg \sin 37^\circ - f_2 = 0$$

$$F \sin 37^\circ + mg \cos 37^\circ - N_2 = 0 \quad f_2 = \mu N_2$$

解得 $F = 100\text{N}$



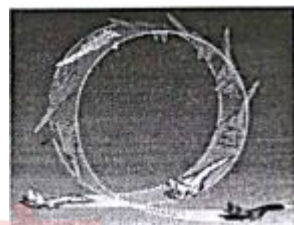
(2) 形物的风阻系数: $k = \frac{F}{\rho s v^2}$ $k=0.50$

难度: ☆☆

18. (14 分) 2017 年 7 月 30 日, 建军 90 周年阅兵仪式上, 2 架歼-10C 和轰-6 组成编队, 这也是歼-10C 首次公开亮相。歼-10 战斗机是我国自主研发的单座单发第三代战斗机, 该机采用大推力涡扇发动机和鸭式气动布局, 是中型、多功能、超音速、全天候战斗机。某次飞行表演中, 飞行员驾驶飞机在竖直面内做半径为 R 的圆周运动, 在最高点时飞行员头朝下, 已知飞行员质量为 m 、重力加速度为 g 。

(1) 若飞行员在最高点座椅对他的弹力大小等于飞机在地面上起飞前弹力大小的 0.5 倍, 求飞机在最高点的速度;

(2) 若这位飞行员以 (1) 中的速度从最高点沿圆周飞到最低点时, 座椅对他的弹力大小等于飞机在地面上起飞前弹力大小的 8 倍, 求在这个过程中飞机对飞行员做的功。



考点: 圆周运动; 功能关系

解析: (1) 最高点座椅对飞行员弹力:

$$F_N + mg = \frac{mv_1^2}{R}$$

$$v_1 = \sqrt{1.5gR}$$

(2) 最低点时座椅对飞行员的弹力:

$$F'_N - mg = \frac{mv_2^2}{R}$$

$$v_2 = \sqrt{7gR}$$

最高点 to 最低点过程中, 由动能定理: $mg \times 2R + W = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$

解得 $W = \frac{3}{4}mgR$

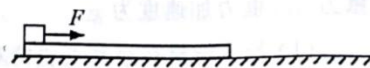
难度: ☆



19. (18分)

如图所示, 水平面上有一质量为 $M = 2\text{kg}$ 的木板, 质量为 $m = 1\text{kg}$ 的物块(视为质点)置于木板的左端, 两者均处于静止状态。某时刻用 $F = 9\text{N}$ 水平向右的恒力作用于物块。1s后撤去该力, 最终物块恰好未从木板上掉下。已知物块和木板间的动摩擦因数 $\mu_1 = 0.5$, 木板与水平面间的动摩擦因数 $\mu_2 = 0.1$, 重力加速度 $g = 10\text{m/s}^2$ 。求

- (1) 木板的长度;
- (2) 木板在水平面上滑动的距离。



解析: (1) 恒力作用于物块的过程中, 设物块和木板的加速度分别为 a_1, a_2 ;

$$F - \mu_1 mg = ma_1$$

$$\mu_1 mg - \mu_2(m + M)g = Ma_2$$

$$\text{解得 } a_1 = 4\text{m/s}^2, a_2 = 1\text{m/s}^2$$

$$t_1 = 1\text{s} \text{ 末物块和木板的速度分别是 } v_1, v_2$$

$$v_1 = a_1 t_1$$

$$v_2 = a_2 t_2$$

$$\text{解得 } v_1 = 4\text{m/s}, v_2 = 1\text{m/s}$$

该过程物块和木板的位移大小分别为 x_1, x_2

$$x_1 = \frac{1}{2} a_1 t_1^2$$

$$x_2 = \frac{1}{2} a_2 t_1^2$$

$$\text{解得 } x_1 = 2\text{m}, x_2 = 0.5\text{m}$$

撤去 F 后, 再经过 t_2 时间, 物块和木板的速度相等, 设此时的速度为 v , 该过程中物块的加速度为 a_3 , 方向向左:

$$\mu_1 mg = ma_3$$

$$v = v_1 - a_3 t_2$$

$$v = v_2 + a_2 t_2$$

$$\text{解得 } t_2 = 0.5\text{s}, v = 1.5\text{m/s}$$

该过程物块和木板的位移大小分别 x_3, x_4 ;

$$x_3 = v_1 t_2 - \frac{1}{2} a_3 t_2^2$$

$$x_4 = v_2 t_2 + \frac{1}{2} a_2 t_2^2$$

$$\text{解得: } x_3 = 1.375\text{m}, x_4 = 0.625\text{m}$$

物块和木板速度相等后, 共同做匀减速运动, 木板的长度:

$$L = x_1 + x_3 - x_2 - x_4$$

$$\text{解得: } L = 2.25\text{m}$$

(2) 物块的木板速度相等后, 共同做匀减速运动的加速度大小为 a_4 , 该过程位移大小为 x_5 :

$$\mu_2(m + M)g = (M + m)a_4$$



工大教育

——做最感动客户的专业教育组织

查考试成绩、答案 | 查备课笔记
下载学习资料 | 及时获取最新教育信息

太原工大教育 官方微信号: tygdedu
官方网址: www.tygdedu.cn



$$v^2 = 2a_4x_5$$

解得: $a_4 = 1\text{m/s}^2, x_5 = 1.125\text{m}$

木板在水平面滑动的距离:

$$X = x_2 + x_4 + x_5$$

解得: $X = 2.25\text{m}$

难度: ☆☆☆☆



工大教育

——做最感动客户的专业教育组织