

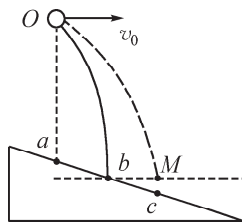
参考答案

章末测试卷(一)

- D 解析:**质点做曲线运动时某点的速度方向为曲线上该点的切线方向,故速度方向时刻改变,所以曲线运动是变速运动,其加速度不为零,但加速度可能不变,例如平抛运动就是匀变速运动,故 D 正确, A、B、C 错误.
- C 解析:**根据题意,物体在运动过程中只受重力,方向竖直向下,所以在各个时刻加速度的方向竖直向下, B、D 错误;在曲线运动中,速度的方向为曲线上该点的切线方向, A 错误, C 正确.
- B 解析:**从轨迹曲线的弯曲形状上可以知道,加速度的方向指向河的上游,知越靠近 B 岸水速越小,故 B 正确, A、C、D 错误.
- BD 解析:**对 A 物体的速度沿着绳子方向与垂直绳子方向进行分解,则有沿着绳子方向的速度大小为 $v_A \cos \alpha$; 对 B 物体的速度沿着绳子方向与垂直绳子方向进行分解,则有沿着绳子方向的速度大小为 $v_B \cos \beta$, 由于沿着绳子方向速度大小相等, 所以有 $v_A \cos \alpha = v_B \cos \beta$, 因此 $v_B = \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} v_A$, 且 α 角越来越小, β 角越来越大, 所以此后 B 物体的速度越来越大, 所以做加速运动, 故 B、D 正确, A、C 错误.
- B 解析:**红蜡块的运动为类平抛运动, 由平抛运动的知识可知, 过 C 点的切线应交 y 轴于蜡块竖直位移的中点, 即 A 点坐标为 $(0, 0.5y_1)$, 故 B 正确, A、C、D 错误.
- BD 解析:**喷出的水在空中做平抛运动. 根据 $H = \frac{1}{2}gt^2$ 得 $t = \sqrt{\frac{2H}{g}}$, 则喷洒的距离 $L = x = vt = v\sqrt{\frac{2H}{g}}$, 则增大喷水速度, 或增大喷头的高度可以增大喷洒距离, 故 B、D 正确, A、C 错误.
- C 解析:**西红柿的运动可分解为竖直方向的自由落体运动和水平方向的匀速直线运动, 两次抛出后都碰到了墙, 水平位移相同, 初速度之比为 1:3, 根据 $\frac{t_1}{t_2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{3}{1}$, A 错误; 下落的高度 $h = \frac{1}{2}gt^2$, 则下落高度之比为 9:1, B 错误, C 正确; 因为都是平

抛运动, 加速度相同, D 错误.

- A 解析:**如图所示, M 点和 b 点在同一水平线上, M 点在 c 点的正上方. 根据平抛运动的规律, 若 $v = 2v_0$, 则小球落到 M 点. 则以初速度 $2v_0$ 平抛小球不能落在 c 点, 故 A 正确, B、C、D 错误.



- C 解析:**设斜面的高度为 h , 长度为 L , 小球第一次运动的时间为 t , 则第二次运动的时间为 $2t$. 第一次小球下降的高度为 $h_1 = \frac{1}{2}gt^2$, 沿水平方向的位移为 $x_1 = v_0 t$, 由几何关系有 $\tan \theta = \frac{h_1}{x_1} = \frac{\frac{1}{2}gt^2}{v_0 t} = \frac{gt}{2v_0}$, $\tan \theta = \frac{\sqrt{3}}{3}$, 联立可得 $t = \frac{2\sqrt{3}v_0}{3g}$, 第二次抛出时 $h_2 = \frac{1}{2}g \cdot (2t)^2 = \frac{8v_0^2}{3g}$, 由于第二次小球落在水平面上, 则斜面的高度 $h = \frac{8v_0^2}{3g}$, 斜面的长度 $L = \frac{h}{\sin \theta}$, 联立可得 $L = 2h = \frac{16v_0^2}{3g}$, 故 C 正确, A、B、D 错误.
- BC 解析:**小球恰好能沿切线方向进入圆弧轨道, 则速度的方向与 OA 垂直, 与水平方向的夹角为 α , 故在竖直方向的速度为 $v_0 \tan \alpha$, 运动时间为 $t = \frac{v_0 \tan \alpha}{g}$, 设位移与水平方向的夹角为 θ , 因为平抛运动速度方向与水平方向夹角的正切值是位移与水平方向夹角正切值的 2 倍, 即 $\tan \alpha = 2 \tan \theta$, 而 $\tan \theta \cdot \tan \beta = 1$, 所以 $\tan \alpha \cdot \tan \beta = 2$, 则有 $t = \frac{2v_0}{g \tan \beta}$, 故 B、C 正确, A、D 错误.
- (1)AD (2)0.1 2.0 解析:**(1)为了保证小球初速度水平, 斜槽末端切线必须水平, A 正确; 斜槽的轨道不一定需要光滑, 只要让小球每次从斜槽的同一位置由静止释放即可, B 错误, D 正确; 本实验不需要平衡摩擦力, C 错误. (2)在竖直方向上, 根据 $\Delta y = L = gT^2$ 得 $T = \sqrt{\frac{L}{g}} = 0.1 \text{ s}$. 在水

平方向,小球运动的初速度 $v_0 = \frac{2L}{T} = 2.0 \text{ m/s}$.

12. (1) 匀速直线 (2) 抛物线 (3) $L\sqrt{\frac{g}{2H}}$

解析: (1) 由题意知, $y_2 = 4y_1$, 如果已知平抛运动在竖直方向上的运动规律与自由落体运动相同, 根据运动学公式 $y = \frac{1}{2}gt^2$, 则 $t_2 = 2t_1$; 如果 $x_2 = 2x_1$, 则 $\frac{x_2}{t_2} = \frac{2x_1}{2t_1} = \frac{x_1}{t_1}$, 说明小球在水平方向做匀速直线运动. (2) 如果在实验误差允许的范围内, 有 $a_1 = a_2 = \dots = a_n$, 即各点都在 $y = ax^2$ 的函数图像上, 则说明该小球的运动轨迹是一条抛物线.

(3) 根据 $H = \frac{1}{2}gt^2$ 得 $t = \sqrt{\frac{2H}{g}}$, 则小球抛出时的速度 $v_0 = \frac{L}{t} = L\sqrt{\frac{g}{2H}}$.

13. (1) 能过网 (2) 落在界外

解析: (1) 设排球在竖直方向下落 $\Delta h = (3.04 - 2.24) \text{ m} = 0.8 \text{ m}$ 时, 所用时间为 t_1 , 满足 $\Delta h = \frac{1}{2}gt_1^2$, $x = v_0 t_1$ 联立解得 $x = 10 \text{ m} > 9 \text{ m}$, 故此球能过网.

(2) 当排球落地时 $h = \frac{1}{2}gt_2^2$, $x' = v_0 t_2$

将 $h = 3.04 \text{ m}$ 代入得 $x' = 19.5 \text{ m} > 18 \text{ m}$, 故排球落在界外.

14. (1) 100 s (2) $100\sqrt{13} \text{ m}$

解析: (1) 由图像可知, $v_{\text{船}} = 3 \text{ m/s}$, 河宽 $d = 300 \text{ m}$, 船头正对河岸时渡河时间最短, 故 $t_{\min} = \frac{d}{v_{\text{船}}} = 100 \text{ s}$.

(2) 当小船船头正对河岸行驶时, $d = v_{\text{船}} t$, 故 $v_{\text{水}}$ 先随时间线性增大, 后随时间线性减小, 垂直河岸的分位移 $x_1 = d = 300 \text{ m}$

沿河岸方向的分位移 $x_2 = 2\left(\frac{v_{\text{水}}}{2} \cdot \frac{t_{\min}}{2}\right) = 200 \text{ m}$

总位移 $x = \sqrt{x_1^2 + x_2^2} = 100\sqrt{13} \text{ m}$.

15. (1) 0.6 s (2) 4.0 m/s (3) 5.0 m/s

解析: 少年从 C 点水平飞出做平抛运动

(1) 在竖直方向有 $y = \frac{1}{2}gt^2$, $y = s \sin 37^\circ$

联立解得 $t = 0.6 \text{ s}$.

(2) 在水平方向有 $x = v_0 t$, $x = s \cos 37^\circ$, 解得 $v_0 = 4.0 \text{ m/s}$.

(3) 离阶梯最远时, 速度方向与水平方向的夹角为

θ , 则 $\cos \theta = \frac{v_0}{v}$, 合速度为 $v = \frac{v_0}{\cos \theta}$

代入数据得 $v = 5.0 \text{ m/s}$.

章末测试卷(二)

1. C **解析:** 在曲线运动中, 质点的速度方向一定沿着曲线的切线方向, A 错误; 平抛运动是匀变速曲线运动, 斜抛运动也是匀变速曲线运动, B 错误; 根据曲线运动的受力特点可知, 做曲线运动的物体其所受合力一定指向曲线的凹侧, C 正确; 做曲线运动的物体可以受恒力作用, 其加速度可以保持不变, 如平抛运动, D 错误.

2. CD **解析:** 由题意知, 笔尖的初速度竖直向上, 水平向右的加速度恒定, 故做匀变速曲线运动, A、B 错误, C 正确; 由于竖直方向速度大小恒定, 水平方向速度大小逐渐增大, 故笔尖的速度方向与水平方向的夹角逐渐变小, D 正确.

3. D **解析:** 孔明灯在竖直 Oy 方向做匀加速运动, 在水平 Ox 方向做匀速运动, 所以合运动的加速度方向沿 Oy 方向, 但合速度方向不沿 Oy 方向, 孔明灯做曲线运动, 结合合力指向轨迹内侧可知轨迹可能为 OD, 故 D 正确, A、B、C 错误.

4. BD **解析:** 船在河中的速度与船头的指向有关, 符合平行四边形定则, 故运动速度有多种可能, A 错误; 要使船渡河时间最短, 船头应正对河岸前进, 最短时间为 $t = \frac{d}{v_2} = \frac{120}{4} \text{ s} = 30 \text{ s}$, B 正确; 若以最短时间渡河, 即船头垂直河岸, 则其实际运动轨迹与河岸不垂直, C 错误; 因船速大于水速, 则当船的合速度正对河岸时, 船垂直河岸过河, 此时最短位移是 120 m , D 正确.

5. D **解析:** 由于水平方向风力恒定, 竖直方向重力恒定, 因此两个力的合力恒定, 又由于小球的初速度为零, 因此小球做初速度为零的匀加速直线运动, 运动轨迹为直线, C 错误; 小球做匀加速直线运动,

运动方向与所受合力的方向相同, 因此 $\frac{F}{mg} = \frac{\frac{d}{2}}{h}$,

可得 $F = \frac{mgd}{2h}$, A 错误; 在竖直方向上, 小球做自由

落体运动, $h = \frac{1}{2}gt^2$, 运动时间 $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$, B 错误; 小

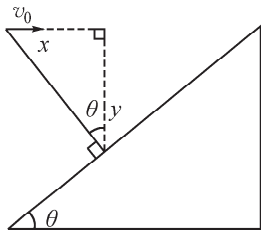
球运动到 O 点, 竖直方向加速度和速度分别为 $a_{\text{竖}} = g$, $v_{\text{竖}} = gt$, 水平方向加速度和速度分别为

$$a_k = \frac{F}{m} = \frac{gd}{2h}, v_k = \frac{gd}{2h} \cdot t, \text{速度与水平方向的夹角}$$

满足 $\tan \theta = \frac{v_y}{v_x} = \frac{2h}{d}$, D 正确.

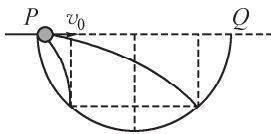
6. C 解析:要使质点到达斜面时位移最小,则质点的位移应垂直斜面,如图所示,根据平抛运动的规律有 $x = v_0 t, y = \frac{1}{2} g t^2$, 且 $\tan \theta = \frac{y}{x} = \frac{v_0 t}{\frac{1}{2} g t^2} = \frac{2v_0}{gt}$,

故质点的运动时间 $t = \frac{2v_0}{g \tan \theta} = \frac{2v_0}{g \tan 37^\circ} = \frac{8v_0}{3g}$, 故 C 正确, A、B、D 错误.



7. AC 解析:设 A 点的竖直分速度为 v_{yA} , $v_{yA} = v_0 \tan 45^\circ = gt_A$, 得 $t_A = 1$ s, 设 B 点的竖直分速度为 v_{yB} , $v_{yB} = v_0 \tan 60^\circ = gt_B$, 得 $t_B = \sqrt{3}$ s, 则小球经过 A、B 两点间的时间为 $t = t_B - t_A = (\sqrt{3} - 1)$ s, 故 A 正确, B 错误; A、B 两点间的高度差 $h = \frac{v_{yA} + v_{yB}}{2} t = 10$ m, 故 C 正确, D 错误.

8. AD 解析:由 $h = \frac{1}{2} g t^2$ 可得 $h = 0.8$ m, 小球落点有两种可能, 如图所示, 若小球落在左侧, 由几何关系得平抛运动的水平距离为 0.4 m, 由 $v_0 = \frac{x}{t}$ 得小球的初速度为 1 m/s; 若小球落在右侧, 平抛运动的水平距离为 1.6 m, 由 $v_0 = \frac{x}{t}$ 得小球的初速度为 4 m/s. 故 A、D 正确, B、C 错误.



9. D 解析:排球做平抛运动, 设排球的竖直分速度为 v_y , 则 $v_y = \sqrt{2gH}$, $\tan \theta = \frac{v_y}{v_0} = \frac{\sqrt{2gH}}{v_0}$, H 越大, 则 θ 越大, A 错误; 由 $\tan \theta = \frac{v_y}{v_0} = \frac{\sqrt{2gH}}{v_0}$, 同时增大 H 和 v_0 , $\tan \theta$ 大小不能确定, 但 θ 可以不变, B 错误; 由 $\tan \theta = \frac{v_y}{v_0} = \frac{\sqrt{2gH}}{v_0}$, 同时增大 L 和 v_0 , $\tan \theta$ 减小, θ 减小, C 错误; 对手的反应时间是从排球发出

到球被接住所经历的时间, 接球高度一定时, H 越大, 反应时间越长, 故 D 正确.

10. BC 解析:研究以 $2v_0$ 的速度抛出的小球的运动, 可反向看作平抛运动, 根据几何关系可知, 落到斜面上时末速度与水平方向的夹角为 60° , 斜面的倾角 θ 等于位移与水平方向的夹角, 根据平抛运动的规律可知, 速度与水平方向夹角的正切值等于位移与水平方向夹角的正切值的二倍, $\tan 60^\circ = 2 \tan \theta$, 解得 $\tan \theta = \frac{\sqrt{3}}{2}$, $\theta \neq 30^\circ$, A 错误; 继续反向研究击中 B 点的小球的运动, 落到斜面上的竖直速度 $v_y = 2v_0 \sin 60^\circ = \sqrt{3}v_0$, 空中飞行的时间 $t = \frac{v_y}{g} = \frac{\sqrt{3}v_0}{g}$, B 正确; 落到 A 点的小球斜上抛的水平分速度为 $v_x = v_0 \cos 60^\circ = \frac{v_0}{2}$, 竖直分速度为 $v'_y = v_0 \sin 60^\circ = \frac{\sqrt{3}v_0}{2}$, 设飞行时间为 t_0 , 则有位移关系: $\tan \theta = \frac{y'}{x} = \frac{v'_y t_0 - \frac{1}{2} g t_0^2}{v_x t_0} = \frac{\sqrt{3}}{2}$, 解得 $t_0 = \frac{\sqrt{3}v_0}{2g}$, 小球落到 A 点时, 竖直末速度 $v''_y = v'_y - g t_0 = 0$, 说明小球一定沿水平方向击中 A 点, C 正确; 小球落点 A 与抛出点 O 的距离 $L = \frac{v_x t_0}{\cos \theta} = \frac{\sqrt{3}v_0^2}{4g \cos \theta} \propto v_0^2$, 即距离与初速度的平方成正比, 故 OB 间的距离是 OA 间距离的 4 倍, OA 间的距离等于 AB 间的距离的 $\frac{1}{3}$, D 错误.

11. (1) 砖块的厚度 h (2) $\frac{5\sqrt{gh}}{2}$ (3) $\sqrt{\frac{h}{g}}$

$$a\sqrt{\frac{g}{h}}$$

解析:(1)因为已经测出了每块砖的长度 a , 根据题设条件要求周期与初速度还需要测出每块砖的厚度 h . (2)根据小石子在竖直方向上做匀变速直线运动得 $3h - 2h = gT^2$, 解得 $T = \sqrt{\frac{h}{g}}$, 在竖直方向上根据平均速度公式, 有 $v_{By} = \frac{5h}{2T}$, 联立解得 $v_{By} = \frac{5\sqrt{gh}}{2}$. (3)由(2)问可知 $T = \sqrt{\frac{h}{g}}$, 小石子水平方向做匀速直线运动, 有 $v_0 = \frac{2a}{2T} = \frac{a}{\sqrt{\frac{h}{g}}} =$

$$a\sqrt{\frac{g}{h}}.$$

12. (1) ①水平 白纸 复写纸 ③同一位置由静止

$$(2) l\sqrt{\frac{g}{h_2-h_1}}$$

解析: (1) 在实验中要画出平抛运动轨迹, 必须确保小球做的是平抛运动, 所以斜槽轨道末端切线一定要水平, 将白纸和复写纸用图钉固定在挡板同一面上, 要画出轨迹必须让小球在同一位置由静止释放. (2) 由平抛运动规律, $l = v_0 T$, $h_2 - h_1 = gT^2$, 联立解得小球做平抛运动的初速度 $v_0 =$

$$l\sqrt{\frac{g}{h_2-h_1}}.$$

13. (1) $2\sqrt{5}$ m/s (2) 8 m

解析: (1) 由题图可知, 质点沿 x 轴正方向做匀速直线运动, 速度大小为 $v_x = \frac{x_1}{t_1} = 2$ m/s

0~4 s 内, 沿 y 轴方向运动的最大速度大小为 $v_{ym} = 4$ m/s

则 0~4 s 内质点运动的最大速度大小为

$$v_m = \sqrt{v_x^2 + v_{ym}^2} = 2\sqrt{5} \text{ m/s}.$$

(2) 0~2 s 内, 质点沿 y 轴正方向做匀加速直线运动, 2~4 s 内, 质点先沿 y 轴正方向做匀减速直线运动, 再沿 y 轴负方向做初速度为 0 的匀加速直线运动, 此过程加速度大小为

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{6}{2} \text{ m/s}^2 = 3 \text{ m/s}^2$$

则质点沿 y 轴正方向做匀减速直线运动的时间

$$t_2 = \frac{v_1}{a} = \frac{2}{3} \text{ s}$$

则由题图乙可知, 0~4 s 内质点沿 y 轴方向的位移

$$y = \frac{1}{2} \times 2 \times \left(2 + \frac{2}{3}\right) \text{ m} - \frac{1}{2} \times 4 \times \left(2 - \frac{2}{3}\right) \text{ m} = 0$$

因此 4 s 末质点离坐标原点的距离等于沿 x 轴方向的位移大小. 由题图甲可知, 4 s 末质点离坐标原点的距离 $s = x_1 = 8$ m.

14. (1) 20 s (2) 37° $\frac{100}{3}$ s (3) 2 m/s

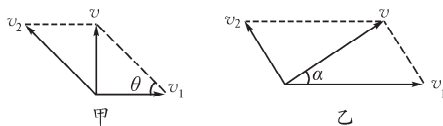
解析: (1) 当船头方向垂直河岸时, 渡河时间最短,

$$\text{则最短时间为 } t = \frac{d}{2v_2} = \frac{200}{2 \times 5} \text{ s} = 20 \text{ s}.$$

(2) 设船头与河岸的夹角为 θ , 渡河时间为 t_2 , 当船的合速度垂直河岸时, 船渡河的位移最小, 如图甲所示, 当小船以最短位移到岸时, 有 $v_2 \cos \theta = v_1$,

解得 $\theta = 37^\circ$, 而 $\frac{d}{2} = vt_2 = v_2 \sin \theta \cdot t_2$, 解得 $t_2 = \frac{100}{3}$ s;

(3) 当 $v_{\text{静}} < v_1$ 时, 船无法垂直到达对岸, 如图乙所示, 设合速度与水流速度的夹角为 α , 即有 $\tan \alpha = \frac{100}{100\sqrt{3}}$, 则 $\alpha = 30^\circ$, 故当小船在静水中的速度与合速度垂直时, 小船在静水中的速度最小, $v_{\text{静min}} = v_1 \sin \alpha = 2$ m/s.



15. (1) $v_1\sqrt{\frac{2h_1}{g}}$ (2) $\frac{L}{2}\sqrt{\frac{g}{2h}}$ (3) $\frac{4}{3}h$

解析: (1) 设发球高度为 h_1 时的落地时间为 t_1 , 根据平抛运动有 $h_1 = \frac{1}{2}gt_1^2$, $x_1 = v_1t_1$, 解得 $x_1 =$

$$v_1\sqrt{\frac{2h_1}{g}}.$$

(2) 设发球高度为 h_2 , 做一次平抛运动的时间为 t_2 , 同理有 $h_2 = \frac{1}{2}gt_2^2$, $x_2 = v_2t_2$, 由于乒乓球反弹后竖直分速度大小不变, 则乒乓球可达到的最大高度与发球高度相等, $h_2 = h$, $2x_2 = L$, 得 $v_2 = \frac{L}{2}\sqrt{\frac{g}{2h}}.$

(3) 根据抛体运动的特点及反弹的对称性, 知反弹点到最高点的水平位移为 $\frac{2L}{3}$, 则反弹点到越过球网的水平位移为 $L - \frac{2}{3}L = \frac{1}{3}L$, 乒乓球在水平方向上做匀速直线运动, 所以从越过球网到最高点所用的时间和从反弹点到最高点的时间之比为 1:2. 对反弹点到最高点的运动采取逆向思维, 根据水平方向上的运动和竖直方向上的运动具有等时性, 可知越过球网到最高点竖直方向上的时间和反弹点到最高点的时间之比为 1:2. 根据 $h = \frac{1}{2}gt^2$, 可得越过球网到最高点竖直方向上的位移和反弹点到最高点的位移之比为 1:4, 即 $\frac{h_3-h}{h_3} = \frac{1}{4}$, 解得 $h_3 = \frac{4}{3}h$.

章末测试卷(三)

1. B **解析:** 当物体做圆周运动时需要向心力, 向心力

可以由某一个力提供,也可以由其他力的合力提供,A 错误;做匀速圆周运动的物体,其向心力是由其所受的合力提供的,B 正确;向心力与速度垂直,只能改变做圆周运动物体速度的方向,不可以改变其速度的大小,C 错误;做匀速圆周运动的物体,其向心力大小是不变的,方向不断变化,D 错误。

2. B 解析:因为靠摩擦传动的轮子边缘上点的线速度大小相等,所以 $v_A = v_B$, $R_1 : R_2 = 1 : 2$,根据 $v = r\omega$ 知, $\omega_A : \omega_B = 2 : 1$,A 错误;A、B 两点的线速度大小相等,根据 $a = \frac{v^2}{r}$ 知, $a_A > a_B$,B、C 共轴转动,则角速度相等,B 正确;B、C 的角速度相等,根据 $v = r\omega$ 知, $v_B > v_C$,故 C、D 错误。

3. C 解析:由于 $m_1 : m_2 = 1 : 2$, $r_1 : r_2 = 1 : 2$, $\omega_1 : \omega_2 = \theta_1 : \theta_2 = 4 : 3$,向心力 $F = mr\omega^2$,故 $F_1 : F_2 = 4 : 9$,C 正确,A、B、D 错误。

4. C 解析:西瓜和小汽车一起做圆周运动,竖直方向上的合力提供向心力,有 $mg - F = m\frac{v^2}{R}$,解得 $F = mg - \frac{mv^2}{R}$,故 C 正确,A、B、D 错误。

5. D 解析:由于 A、B 两点是同轴转动,故它们的角速度相同,由图可知 $r_A < r_B$,根据 $v = \omega r$,可知 $v_A < v_B$,A 错误;A、B 两点的向心加速度方向分别指向各自轨迹圆的圆心,而不是指向球心 O,B 错误;由于 A、B 两点是同轴转动,故它们的角速度相同,由图可知 $r_A < r_B$,根据 $a = \omega^2 r$ 可知 $a_A < a_B$,故 C 错误,D 正确。

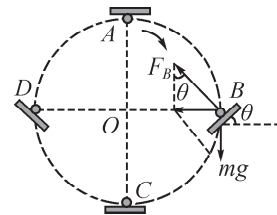
6. BD 解析:小球在最高点受重力和压力,由牛顿第二定律得 $N + mg = ma$,又 $N = mg$,所以 $a = 2g$,B、D 正确,A、C 错误。

7. A 解析:当 OP 与 OQ 垂直时,设 PQ 与 OQ 间的夹角为 θ ,活塞运动的速度为 v ,由运动的合成与分解知, $v \cos \theta = v_0 \cos \theta$,则 $v = v_0$,A 正确,B 错误;当 O、P、Q 在同一直线时,P 的速度方向与 PQ 垂直,活塞运动的速度等于零,C、D 错误。

8. BC 解析:人在整个绳索上运动的速率变化较大,不可看成匀速圆周运动,A 错误;根据题意, $R^2 = \left(\frac{L}{2}\right)^2 + (R - h)^2$,代入数值解得 $R = 104$ m,在最低点 $N - mg = m\frac{v^2}{R}$,代入数值解得 $N = 570$ N,由牛顿第三定律 $N' = N = 570$ N,此时人处于超重状态,B、C 正确,D 错误。

9. B 解析:巧克力做圆周运动,受重力、支持力和静摩擦力,静摩擦力提供向心力,所以巧克力受到三个力的作用,A 错误;托盘受转盘的静摩擦力指向圆心,B 正确;对巧克力和托盘组成的系统,由牛顿第二定律得 $\mu(M + m)g = (M + m)r\omega_1^2$,解得 $\omega_1 = \sqrt{\frac{\mu g}{r}}$,对巧克力,由牛顿第二定律得 $\mu mg = mr\omega_2^2$,解得 $\omega_2 = \sqrt{\frac{\mu g}{r}}$,可知巧克力和托盘发生滑动的临界角速度相同,所以巧克力和托盘会同时滑动,故 C、D 错误。

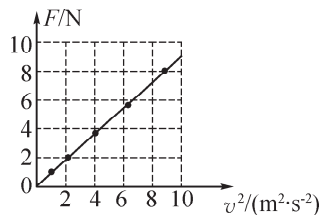
10. AC 解析:设球运动的线速度为 v ,则在 A 处有 $N + mg = m\frac{v^2}{R}$, $N = mg$,解得 $v = \sqrt{2gR}$,匀速圆周运



动的周期为 $T = \frac{2\pi R}{v} = \pi\sqrt{\frac{2R}{g}}$,故 A 正确,B 错误;在 B、D 处球拍与水平面夹角为 θ ,在 B、D 处球受到球拍的弹力沿水平方向的分力提供向心力,受力分析如图所示,可得 $F_B \sin \theta = mg \tan \theta = m\frac{v^2}{R}$,又 $v = \sqrt{2gR}$,联立得 $\tan \theta = 2$, $F_B = \sqrt{5}mg$,

由图可得 $F_B = \frac{mg}{\cos \theta} = \frac{2mg}{\sin \theta}$,故 C 正确,D 错误。

11. (1)B (2)①如图所示 ②0.18



12. (2)1.40 (4)7.9 1.4

解析:(2)托盘秤示数为 1.40 kg,注意估读。(4)凹形桥模拟器质量 $m_1 = 1.00$ kg,则小车质量 $m_2 = 1.40$ kg - 1.00 kg = 0.40 kg;根据(3)中记录表格可得到小车经过凹形桥模拟器最低点时,托盘秤示数 m 的平均值为 1.81 kg,则小车经过最低点时对桥的压力 $F = mg - m_1 g$,故压力为 7.9 N,根据小车在最低点的受力,结合牛顿第二定律有 $F - m_2 g = \frac{m_2 v^2}{R}$,代入数据可解得 $v \approx 1.4$ m/s。

13. (1)见解析 (2)3 N

解析:(1)由题意知,当小球运动到最低点时,小球

受重力 mg 和绳的拉力 T 两个力的作用, 绳的拉力和重力的合力提供向心力, 小球受力示意图如图所示.

(2) 由(1)可知, 球到达最低点时, 绳的拉力和重力的合力提供向心力, 有 $T - mg = m \frac{v^2}{r}$, 则 $T = mg + m \frac{v^2}{r} = 0.1 \times 10 \text{ N} +$

$$0.1 \times \frac{3^2}{0.45} \text{ N} = 3 \text{ N}.$$

14. (1) 3 m/s (2) 6 N, 方向竖直向上 1.5 N, 方向竖直向下

解析: (1) 当小球在最高点对杆的作用力为零时, 重力提供向心力, 则 $mg = m \frac{v_0^2}{R}$, 解得 $v_0 = 3 \text{ m/s}$.

(2) $v_1 = 6 \text{ m/s} > v_0$, 杆对球有竖直向下的拉力, 由牛顿第二定律得 $mg + F_1 = m \frac{v_1^2}{R}$, 解得 $F_1 = 6 \text{ N}$

由牛顿第三定律得: 球对杆的作用力为竖直向上的拉力, $F_1' = F_1 = 6 \text{ N}$

$v_2 = 1.5 \text{ m/s} < v_0$, 杆对球有竖直向上的支持力, 由牛顿第二定律得 $mg - F_2 = m \frac{v_2^2}{R}$, 解得 $F_2 = 1.5 \text{ N}$

由牛顿第三定律得: 球对杆的作用力为竖直向下的压力, $F_2' = F_2 = 1.5 \text{ N}$.

15. (1) 3 m/s (2) 2.5 m (3) 2.1 m

解析: (1) 由题意知, 当小物体在圆盘上随圆盘一起转动时, 圆盘对小物体的静摩擦力提供向心力, 所以随着圆盘转速的增大, 小物体受到的静摩擦力增大. 当静摩擦力达到最大时, 小物体即将滑落, 此时圆盘的角速度达到最大, 有 $f_m = \mu_1 N = mr\omega^2$, $N = mg$, 两式联立可得 $\omega = \sqrt{\frac{\mu_1 g}{r}} = 2 \text{ rad/s}$, 所以速度 $v_0 = \omega r = 3 \text{ m/s}$.

(2) 由题意知, 当小物体滑到餐桌边缘时速度恰好减为零. 设物体在餐桌上滑动的位移为 x , 物体在餐桌上做匀减速运动的加速度大小为 a , 则有 $a = \frac{f}{m}$, $f = \mu_2 mg$

$$\text{解得 } a = \mu_2 g = 2.25 \text{ m/s}^2$$

物体在餐桌上滑动的初速度为 $v_0 = 3 \text{ m/s}$, 由运动学公式 $v_t^2 - v_0^2 = -2ax$ 可得 $x = 2 \text{ m}$

由几何关系可知餐桌半径的最小值为 $R = \sqrt{r^2 + x^2} = 2.5 \text{ m}$.

(3) 当小物体滑离餐桌后开始做平抛运动, 平抛的

初速度为物体在餐桌上滑动的末速度 v_t' , 由题意可得 $v_t'^2 - v_0^2 = -2ax'$, 由于餐桌半径为 $R' = \sqrt{2}r$, 所以 $x' = r = 1.5 \text{ m}$, 可得 $v_t' = 1.5 \text{ m/s}$

设物体做平抛运动的时间为 t , 则 $h = \frac{1}{2}gt^2$, 解得

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = 0.4 \text{ s}$$

所以物体做平抛运动的水平位移 $x = v_t' t = 0.6 \text{ m}$, 所以由题意可得 $L = x' + x'' = 2.1 \text{ m}$.

章末测试卷(四)

1. D **解析:** 根据 $a = \frac{v^2}{r}$ 知, 线速度一定时, 向心加速度才与旋转半径成反比, A 错误; 根据 $a = r\omega^2$ 知, 半径一定时, 向心加速度才与角速度的平方成正比, B 错误; 根据 $\omega = \frac{v}{r}$ 知, 线速度一定时, 角速度才与旋转半径成反比, C 错误; 根据 $\omega = 2\pi n$ 可知, 角速度一定与转速成正比, D 正确.

2. AC **解析:** 向心加速度的大小 $a = \frac{v^2}{r}$, 方向在水平面内, 故 A、C 正确, B、D 错误.

3. B **解析:** 物块滑到最低点时受竖直方向的重力、支持力和水平方向的摩擦力三个力作用, 根据牛顿第二定律得 $N - mg = m \frac{v^2}{R}$, 又因为 $f = \mu N'$, $N = N'$,

$$\text{联立解得 } \mu = \frac{f}{mg + m \frac{v^2}{R}}, \text{ B 正确, A、C、D 错误.}$$

4. D **解析:** 甲、乙边缘线速度大小相等, 则 $\omega_{\text{甲}} r_{\text{甲}} = \omega_{\text{乙}} r_{\text{乙}}$, A、B 都没有相对圆盘滑动时, $\omega_1 = \omega_{\text{甲}}$, $\omega_2 = \omega_{\text{乙}}$, 所以 $\omega_1 : \omega_2 = 1 : 3$, A 错误; 而 $a = r\omega^2$, $r_1 = 2r$, $r_2 = r$, 得 $a_1 : a_2 = 2 : 9$, B 错误; 随着转速增大, ω 增大, 物体即将滑动时, 最大静摩擦力提供向心力, $\mu mg = ma$, 得 $a = \mu g$, ω 增大时, 由 $a_1 : a_2 = 2 : 9$ 知 a_2 先增大到 μg , 所以随转速增加, B 先开始滑动, C 错误, D 正确.

5. D **解析:** 环被挡住的瞬间, 小球做圆周运动, 根据牛顿第二定律得 $T - mg = m \frac{v^2}{L}$, 又因为 $v = \sqrt{gL}$, 解得 $T = 2mg$, 故绳断裂, 之后小球做平抛运动. 假设小球直接落地, 则有 $h = \frac{1}{2}gt^2$, 球的水平位移 $x = vt = 2L > L$, 所以小球先与墙壁发生碰撞; 设球做平抛运动到墙的时间为 t' , 则 $t' = \frac{L}{v} = \sqrt{\frac{L}{g}}$, 小

球下落的高度 $h' = \frac{1}{2}gt'^2 = \frac{L}{2}$, 则球第一次与墙的碰撞点离墙角 B 点的距离 $\Delta H = h - h' = 2L - \frac{L}{2} = \frac{3}{2}L$. 故 D 正确, A、B、C 错误.

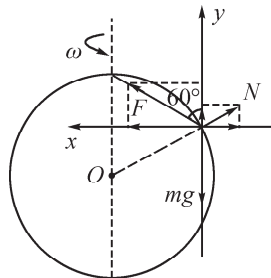
6. AD 解析: 轮缘与轨道无挤压时, 有 $mg \tan \theta = \frac{mv^2}{R}$, 火车的速度为 $v = \sqrt{gR \tan \theta}$, 由题意知, 质量为 m 的火车转弯时速度小于 $\sqrt{gR \tan \theta}$, 所以内轨对内侧车轮轮缘有挤压, 故 A 正确, B 错误; 当内、外轨对车轮轮缘没有挤压时, 火车受重力和支持力, $N = \frac{mg}{\cos \theta}$, 由于内轨对内侧车轮轮缘有作用力, 致使轨道对火车的支持力与竖直方向的夹角小于 θ , 设此夹角为 α , 则有 $N' = \frac{mg}{\cos \alpha}$, 因 $\alpha < \theta < 90^\circ$, 所以 $\cos \alpha > \cos \theta$, $N' < N$, 则铁轨对火车的支持力小于 $\frac{mg}{\cos \theta}$, 故 C 错误, D 正确.

7. D 解析: 分析题意可知, 图中为轻绳模型, 恰好通过最高点的临界条件是重力提供向心力, 根据牛顿第二定律得 $mg = m \frac{v_0^2}{R}$, 解得小球在 B 点的速度为 $v_0 = \sqrt{gR}$, A 错误; 小球在 B 点时, 根据牛顿第二定律得 $mg = ma$, 所以小球在 B 点的向心加速度为 $a = g$, B 错误; 绳与钉子相碰前后瞬间, 小球线速度不变, 根据公式 $v = R\omega$ 可知, 半径变小, 小球角速度变大, C 错误; OP 越长, 当绳与钉子相碰后, 圆周运动的半径越小, 根据向心力公式得 $F - mg = m \frac{v^2}{R}$, 半径减小, 绳子拉力变大, 越容易断, D 正确.

8. A 解析: 对物块 A 受力分析, 因为此时物块 A 受到的摩擦力恰好为零, 则有 $mg \tan 60^\circ = m\omega^2 R \sin 60^\circ$, 解得 $\omega = \sqrt{\frac{g}{R \cos 60^\circ}} = \sqrt{\frac{2g}{R}}$, A 正确; 同理可求得当 B 所受到的摩擦力为零时, $\omega_B = \sqrt{\frac{2g}{3R}} < \omega = \sqrt{\frac{2g}{R}}$, 所以 A 受到的静摩擦力为零时, B 有沿容器壁向上滑动的趋势, 即 B 受到沿容器壁向下的摩擦力, 故 B、C 错误; B 所受摩擦力沿容器壁向下, 若 ω 增大, 则所需的向心力变大, B 受到的摩擦力一定增大, 故 D 错误.

9. AD 解析: 如图所示, 由几何关系可知, 细绳与竖直方向的夹角为 60° , 当圆环旋转时, 小球绕竖直轴做圆周运动, 则有 $F \cos 60^\circ + N \cos 60^\circ = mg$,

$F \sin 60^\circ - N \sin 60^\circ = m\omega^2 r \sin 60^\circ$, 解得 $F = mg + \frac{1}{2}m\omega^2 r$, $N = mg - \frac{1}{2}m\omega^2 r$, 则细绳对小球的拉力 F 不为零; 细绳和金属圆环对小球作用力的大小不相等; 当 $\omega = \sqrt{\frac{2g}{r}}$ 时, 代入解得 $N = 0$, 即金属圆环对小球的作用力为零. 故 B、C 错误, A、D 正确.



10. AC 解析: 子弹穿过圆筒的过程中做平抛运动, 在竖直方向上有 $h = \frac{1}{2}gt^2$, 在水平方向上有 $2R = v_0 t$, 解得 $v_0 = R\sqrt{\frac{2g}{h}}$, A 正确, B 错误; 因为两弹孔在同一竖直线上, 所以有 $t = (2n-1) \cdot \frac{T}{2}$ ($n = 1, 2, 3, \dots$), 故 $T = \frac{2}{2n-1} \cdot \sqrt{\frac{2h}{g}}$ ($n = 1, 2, 3, \dots$), 当 $n = 2$ 时, $T = \frac{2}{3}\sqrt{\frac{2h}{g}}$, 当 $n = 1$ 时, $T = 2\sqrt{\frac{2h}{g}}$, C 正确, D 错误.

11. (1) B (2) = (3) 2 : 1 2 : 1

解析: (1) 该实验研究物理问题的科学方法是控制变量法, 故选 B. (2) 根据 $v = \omega R$, a 、 b 轮半径相同, 所以两槽转动的角速度 $\omega_1 = \omega_2$. (3) 钢球①②的线速度之比为 $v_1 : v_2 = \omega R_1 : \omega R_2 = R_1 : R_2 = 2 : 1$, 向心力之比为 $F_1 : F_2 = m\omega^2 R_1 : m\omega^2 R_2 = R_1 : R_2 = 2 : 1$.

12. (1) $F = 0.88v^2$ (2) 线速度大小 v (3) 0.088 kg
解析: (1) 研究数据表格和题图乙中 B 图不难看出 $F \propto v^2$, 进一步研究知题图乙 B 中图线的斜率 $k = \frac{\Delta F}{\Delta v^2} \approx 0.88 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^2$, 故 F 与 v 的关系式为 $F = 0.88v^2$. (2) 由 $F = m \frac{v^2}{r}$ 可知还应保持线速度大小 v 不变. (3) 因 $F = m \frac{v^2}{r} = 0.88v^2$, $r = 0.1 \text{ m}$, 则 $m = 0.088 \text{ kg}$.

13. (1) 0.2 rad/s (2) $4 \times 10^3 \text{ N}$

解析: (1) 由公式 $v = \omega r$ 可知, 这辆汽车转弯时的

角速度 $\omega = \frac{v}{r} = \frac{10}{50} \text{ rad/s} = 0.2 \text{ rad/s}$.

(2) 这辆汽车转弯时需要的向心力的大小

$$F = m \frac{v^2}{r} = 2.0 \times 10^3 \times \frac{10^2}{50} \text{ N} = 4 \times 10^3 \text{ N}.$$

14. (1) $\frac{m_A v_0^2}{gr}$ (2) $\sqrt{r^2 + \frac{L^2}{4} + v_0 L \sqrt{\frac{2H}{g}} + \frac{2v_0^2 H}{g}}$

解析: (1) 以 A 为研究对象, 有 $T = m_A \frac{v_0^2}{r}$

以 B 为研究对象, 有 $T = m_B g$

联立解得 $m_B = \frac{m_A v_0^2}{gr}$.

(2) 剪断细线后 A 离开玻璃板做平抛运动, 竖直方向

有 $H = \frac{1}{2} g t^2$, 水平方向有 $x = v_0 t$

则 A、B 落地后的距离 $s = \sqrt{\left(\frac{L}{2} + x\right)^2 + r^2}$

解得 $s = \sqrt{r^2 + \frac{L^2}{4} + v_0 L \sqrt{\frac{2H}{g}} + \frac{2v_0^2 H}{g}}$.

15. (1) $2\sqrt{gR}$ (2) $4\sqrt{\frac{R}{g}}$ (3) $\sqrt{2}R$

解析: (1) 小球到达 B 点, 由重力和轨道的支持力提供向心力, 有 $mg + N = m \frac{v_0^2}{R}$, $N = 3mg$

联立解得 $v_0 = 2\sqrt{gR}$.

(2) 小球离开 B 点后做平抛运动, 落到 C 点时, 根

据平抛运动规律得 $\tan 45^\circ = \frac{y}{x} = \frac{\frac{1}{2} g t^2}{v_0 t} = \frac{gt}{2v_0}$

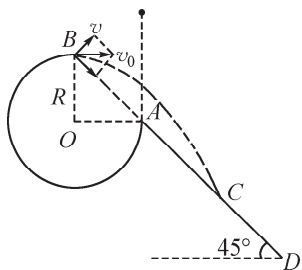
解得 $t = 4\sqrt{\frac{R}{g}}$.

(3) 小球离开 B 后, 当垂直于斜面方向的速度为零时离斜面最远, 沿垂直和平行斜面的方向分解 v_0 ,

如图所示, 则 $v = \frac{\sqrt{2}v_0}{2}$, 垂直于斜面方向的加速度

大小 $a = g \cos 45^\circ$, 离斜面的最远距离 $d = \frac{v^2}{2a}$

解得 $d = \sqrt{2}R$.



章末测试卷(五)

1. D 解析: 牛顿在研究行星运动规律的基础上提出

了万有引力定律, A 错误; 卡文迪许通过扭秤实验测出了万有引力常量 G 的数值, B 错误; 第一宇宙速度是 7.9 km/s , C 错误; 海王星是通过万有引力定律预测且发现存在的行星, 被称为“笔尖下发现的行星”, D 正确.

2. B 解析: 由天体运动规律知 $G \frac{Mm}{R^2} = m \frac{4\pi^2}{T^2} R$, 可得

地球质量 $M = \frac{4\pi^2 R^3}{GT^2}$, 由于不知地球的半径, 因此无法求地球的密度, 故 B 正确, A、C、D 错误.

3. C 解析: 根据黄金代换式 $g = \frac{GM}{R^2}$, 并利用题设条

件, 可求出 $\frac{g_{\text{高}}}{g_{\text{地}}} = \frac{M_{\text{高}} R_{\text{地}}^2}{M_{\text{地}} R_{\text{高}}^2} = \frac{g^2}{k}$, C 正确, A、B、D 错误.

4. D 解析: “天问一号”探测器需要脱离地球的引力才能奔向火星绕火星运行, 发射的最小速度为第二宇宙速度 11.2 km/s , A 错误; “天问一号”探测器在火星附近时应向速度方向喷气, 才能获得阻力实现制动减速, B 错误; 卫星在行星表面附近绕行的速度为该行星的第一宇宙速度, 由 $G \frac{Mm}{R^2} = m \frac{v^2}{R}$, 可

得 $v = \sqrt{\frac{GM}{R}}$, 故 $v_{\text{火}} : v_{\text{地}} = 1 : \sqrt{5}$, C 错误; 在行星表面附近, 由 $G \frac{Mm}{R^2} = mg$ 和 $h = \frac{1}{2} g t^2$, 可得 $t = \sqrt{\frac{2hR^2}{GM}}$, 故 $t_{\text{火}} : t_{\text{地}} = \sqrt{5} : \sqrt{2}$, D 正确.

5. AB 解析: 根据激光往返时间为 t 和激光的速度可

求出月球到地球的距离, A 正确; 又因知道月球绕地球旋转的周期 T , 根据 $G \frac{Mm}{r^2} = m \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 r$ 可求出

地球的质量 $M = \frac{4\pi^2 r^3}{GT^2}$, B 正确; 我们只能计算中心天体的质量, 不能求月球的质量, D 错误; 因不知月球的质量, 无法计算月球受地球的引力, C 错误.

6. BD 解析: 天体绕黑洞做圆周运动, 假设黑洞质量为 M , 天体质量为 m , 则有 $\frac{GMm}{r^2} = m \frac{4\pi^2}{T^2} r$, 解得

$M = \frac{4\pi^2 r^3}{GT^2}$, A 错误, B 正确; 当黑洞半径最大时, 光

恰好无法逃逸, 即 $c = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$, 解得 $M = \frac{c^2 R}{2G}$, 由

$\frac{4\pi^2 r^3}{GT^2} = \frac{c^2 R}{2G}$, 解得 $R = \frac{8\pi^2 r^3}{c^2 T^2}$, C 错误, D 正确.

7. D 解析: 空间站与月球同周期绕地球运动, 根据

$a = \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 r$ 可得, 空间站向心加速度 a_1 比月球向

心加速度 a_2 小, 即 $a_1 < a_2$; 地球同步卫星和月球均是由地球对它们的万有引力提供向心力, 即 $G \frac{Mm}{r^2} = ma$, 地球同步卫星到地心的距离小于月球到地心的距离, 则 $a_3 > a_2$, 所以 $a_3 > a_2 > a_1$, 故 D 正确, A、B、C 错误.

8. BD 解析: A 的轨道半径是 B 的 4 倍, 卫星绕地球做匀速圆周运动, 万有引力提供向心力, $\frac{GMm}{r^2} = m \frac{v^2}{r} = ma$, 线速度 $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$, 则 A 的线速度是 B 的 $\frac{1}{2}$, A 错误; 向心加速度 $a = \frac{GM}{r^2}$, A 的向心加速度是 B 的 $\frac{1}{16}$, B 正确; 由 $F = G \frac{Mm}{r^2}$ 可知, A 的向心力是 B 的 $\frac{1}{16}$, C 错误; 由 $\frac{r^3}{T^2} = k$ 可知, A 的周期是 B 的 8 倍, D 正确.

9. C 解析: 卫星乙从 M 到 N 的过程中, 是从近地点到远地点, 根据开普勒第二定律, 卫星乙在 M 点的线速度大于在 N 点的线速度, 故 A 错误; 卫星乙沿椭圆轨道经过 N 点的速度小于轨道半径为 N 到地心距离的圆轨道上的卫星线速度, 又由于 $\frac{GMm}{r^2} = m \frac{v^2}{r}$, $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$, r 越大, v 越小, 所以卫星甲的线速度大于以 N 到地心距离为轨道半径的圆轨道上卫星的线速度, 综上所述, B 错误; 由开普勒第三定律可知, 由于圆轨道的直径与椭圆轨道的长轴长相等, 所以二者的周期一定是相等的, C 正确; 由万有引力提供向心力可知, $\frac{GMm}{r^2} = ma$, 所以 $a = \frac{GM}{r^2}$, 二者在 P 点到地球的距离是相等的, 所以二者在 P 点的加速度是相等的, D 错误.

10. BC 解析: 同步卫星的周期为 $T_a = T$, 当两卫星 a、b 第一次相距最远时满足 $\frac{2\pi t}{T_a} - \frac{2\pi t}{T_b} = \pi$, 解得 $T_b = \frac{2T}{2t-T}$, B 正确, A 错误; 对 a 卫星有 $G \frac{Mm}{r^2} = m \frac{4\pi^2}{T^2} r$, 解得 $M = \frac{4\pi^2 r^3}{GT^2}$, 对位于地球两极上的物体可得 $G \frac{Mm'}{R^2} = m'g$, 则 $g = \frac{GM}{R^2} = \frac{4\pi^2 r^3}{R^2 T^2}$, C 正确, D 错误.

11. AD 解析: 飞船绕地球做匀速圆周运动, 线速度为 $v = \frac{2\pi r}{T}$, 又由几何关系知 $\sin \frac{\alpha}{2} = \frac{R}{r}$, 得 $r =$

$\frac{R}{\sin \frac{\alpha}{2}}$, 则 $v = \frac{2\pi R}{T \sin \frac{\alpha}{2}}$, A 正确; 地球的自转周期为

T_0 , 飞船绕地球运动的周期为 T , 飞船环绕地球一圈会经历一次“日全食”, 所以每过时间 T 就经历一次“日全食”, 则一天内飞船经历“日全食”的次

数为 $\frac{T_0}{T}$, B 错误; 由几何关系知, 飞船每次经历“日全食”过程的时间内转过 α 角, 所需的时间为 $t = \frac{\alpha T}{2\pi}$, C 错误; 根据万有引力提供向心力, 有 $G \frac{Mm}{r^2} = m \left(\frac{2\pi}{T} \right)^2 r$, 得 $T = 2\pi \sqrt{\frac{r^3}{GM}}$, 则 $T = \frac{2\pi R}{\sin \frac{\alpha}{2}}$.

$\sqrt{\frac{R}{GM \sin \frac{\alpha}{2}}}$, 故 D 正确.

12. AD 解析: 对于乙、丙卫星, 由万有引力提供向心力, 有 $G \frac{Mm}{r^2} = m \frac{4\pi^2}{T^2} r = ma = m \frac{v^2}{r}$, 解得 $T = 2\pi \sqrt{\frac{r^3}{GM}}$, $a = \frac{GM}{r^2}$, $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$. 根据题意, 丙的周期为 24 h, 大于乙的周期, 则丙的轨道半径大于乙的轨道半径, 根据线速度、加速度与轨道半径的关系, 知 $a_{\text{乙}} > a_{\text{丙}}$, $v_{\text{乙}} > v_{\text{丙}}$. 又因为甲与丙的角速度相等, 根据 $v = r\omega$ 知, $v_{\text{丙}} > v_{\text{甲}}$, 根据 $a = r\omega^2$ 知, $a_{\text{丙}} > a_{\text{甲}}$. 所以有 $a_{\text{乙}} > a_{\text{丙}} > a_{\text{甲}}$, $v_{\text{乙}} > v_{\text{丙}} > v_{\text{甲}}$, A 正确, B 错误; 因为甲不是卫星, 它的周期与贴近星球表面做匀速圆周运动的卫星周期不同, 根据甲的周期无法求出地球的密度, 故 C 错误; 对于乙卫星, 由万有引力提供向心力, 有 $G \frac{Mm}{r^2} = m \frac{4\pi^2}{T^2} r$, 解得 $M = \frac{4\pi^2 r^3}{GT^2}$, 已知乙运动的周期 $T_{\text{乙}}$ 及轨道半径 $r_{\text{乙}}$, 可计算出地球质量 $M_{\text{地}} = \frac{4\pi^2 r_{\text{乙}}^3}{GT_{\text{乙}}^2}$, 故 D 正确.

13. (1) $8.7 \times 10^{22} \text{ kg}$ (2) $1.8 \times 10^3 \text{ m/s}$

解析: (1) 岩块做竖直上抛运动, 有 $v^2 - v_0^2 = -2gh$, 解得 $g = \frac{v_0^2}{2h} = \frac{18^2}{2 \times 90} \text{ m/s}^2 = 1.8 \text{ m/s}^2$

忽略“艾奥”的自转, 则有 $mg = G \frac{Mm}{R^2}$

解得 $M = \frac{gR^2}{G} = \frac{1.8 \times (1800 \times 10^3)^2}{6.67 \times 10^{-11}} \text{ kg} = 8.7 \times 10^{22} \text{ kg}$.

(2) 某卫星在“艾奥”表面绕其做圆周运动时有

$$G \frac{Mm}{R^2} = m \frac{v^2}{R}, \text{ 则 } v = \sqrt{\frac{GM}{R}} = \sqrt{gR}$$

代入数据解得 $v = 1.8 \times 10^3 \text{ m/s}$.

14. (1) $\frac{4\pi^2 r_1^3}{GT^2}$ (2) $T \sqrt{\left(\frac{r_1+r_2}{2r_1}\right)^3}$ (3) $\frac{5}{2} T$

解析: (1) 卫星做匀速圆周运动, 万有引力提供向心力, 有 $G \frac{Mm}{r_1^2} = m \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 r_1$, 解得 $M = \frac{4\pi^2 r_1^3}{GT^2}$.

(2) 椭圆轨道的半长轴 $a = \frac{r_1+r_2}{2}$, 根据开普勒第三

定律 $\frac{\left(\frac{r_1+r_2}{2}\right)^3}{T_1^2} = \frac{r_1^3}{T^2}$, 解得 $T_1 = T \sqrt{\left(\frac{r_1+r_2}{2r_1}\right)^3}$.

(3) 轨道半径为 r_1 的卫星, 每 $2T_0$ 时间小明与其相遇 3 次, 即每 $\frac{2T_0}{3}$ 时间相遇一次, 有

$$\left(\frac{2\pi}{T} - \frac{2\pi}{T_0}\right) \times \frac{2}{3} T_0 = 2\pi, \text{ 解得 } T_0 = \frac{5}{2} T.$$

15. (1) $\frac{F \cos \theta}{m}$ (2) $\sqrt{\frac{FL \sin^2 \theta}{m}}$ (3) $R \sqrt{\frac{F \cos \theta}{m(R+h)}}$

解析: (1) 物块在水平面内做匀速圆周运动, 合力的方向沿水平方向, 所以 $mg = F \cos \theta$, 则 $g = \frac{F \cos \theta}{m}$.

(2) 由细线的拉力和重力的合力提供向心力, 可得

$$F \sin \theta = \frac{mv^2}{L \sin \theta}, \text{ 解得 } v = \sqrt{\frac{FL \sin^2 \theta}{m}}.$$

(3) 对该星球表面质量为 m' 的物体有 $G \frac{Mm'}{R^2} = m'g$, 设该卫星的质量为 m'' , 则根据万有引力提供向心力得 $\frac{GMm''}{(R+h)^2} = m'' \cdot \frac{v'^2}{R+h}$

$$\text{联立解得 } v' = R \sqrt{\frac{F \cos \theta}{m(R+h)}}.$$

章末测试卷(六)

1. D 解析: 牛顿将行星与太阳、地球与月球、地球与地面物体之间的引力规律推广到宇宙中的一切物体, 得出万有引力定律, 卡文迪许测出了引力常量 G 的数值, A 错误; 地心说的代表人物是托勒密, 他认为地球是宇宙的中心, 其他星球都在绕地球运动, B 错误; 卡文迪许由于测出了引力常量而成为第一个计算出地球质量的人, C 错误; 开普勒用了 20 年时间研究第谷的行星观测记录, 发现了行星运动的三大定律, D 正确.

2. C 解析: 在两极处, 万有引力等于重力, 则有

$$mg_1 = G \frac{mM}{R^2}, \text{ 由此可得星球质量 } M = \frac{g_1 R^2}{G}; \text{ 在赤道}$$

处, 万有引力减去重力提供向心力, 则有 $G \frac{mM}{R^2} -$

$$mg_2 = mR \frac{4\pi^2}{T^2}, \text{ 密度 } \rho = \frac{M}{V} = \frac{M}{\frac{4}{3}\pi R^3}, \text{ 联立解得 } \rho =$$

$$\frac{3\pi g_1}{GT^2(g_1 - g_2)}, \text{ 故 C 正确, A、B、D 错误.}$$

3. B 解析: 由 $G \frac{Mm}{r^2} = m\omega^2 r$, 可知 $\omega = \sqrt{\frac{GM}{r^3}}$, 可见 A

错误; 由 $T = \frac{2\pi}{\omega}$, 可知 $T \propto \sqrt{r^3}$, 所以 $T_A < T_B <$

T_C , 即 A 超前于 B, C 落后于 B, B 正确, C、D 错误.

4. BD 解析: 由万有引力公式 $F = G \frac{Mm}{r^2}$ 知, G 和 r 不

变, 因地球和月球的总质量不变, 开采前地球质量大于月球质量, 所以当 M 增大而 m 减小时, 两者的乘积减小, 万有引力减小, 故 A 错误, B 正确; 由

$$G \frac{Mm}{r^2} = m \frac{4\pi^2}{T^2} r, \text{ 得 } T = \sqrt{\frac{4\pi^2 r^3}{GM}}, M \text{ 增大, } r \text{ 不变,}$$

则 T 减小, 故 C 错误, D 正确.

5. C 解析: 卫星发射的最小速度为 7.9 km/s , 故“高分六号”的发射速度一定大于 7.9 km/s , A 错误; 根

据万有引力提供向心力有 $G \frac{Mm}{r^2} = m\omega^2 r$, 得 $\omega =$

$$\sqrt{\frac{GM}{r^3}}, \text{ 即轨道半径越大, 角速度越小, 由于“高分六号”的轨道半径小于月球的轨道半径, 故“高分六号”绕地球运行的角速度比月球绕地球运行的角速度大, B 错误; 根据万有引力提供向心力得 } G \frac{Mm}{r^2} =$$

$m \frac{4\pi^2}{T^2} r$, 得 $T = 2\pi \sqrt{\frac{r^3}{GM}}$, 可知卫星的轨道半径越小, 周期越小, 由于“高分六号”的轨道半径小于同步卫星的轨道半径, 故“高分六号”绕地球运行的周期比同步卫星的周期小, C 正确; 卫星在轨运行时, 万有引力完全提供向心力, 故在运行轨道上完全失重, $G \frac{Mm}{r^2} = mg'$, 故重力加速度 $g' = \frac{GM}{r^2}$, 不为 0, D 错误.

6. AB 解析: 7.9 km/s 是人造卫星的最小发射速度, 要想往月球发射人造卫星, 发射速度必须大于 7.9 km/s , A 正确; “嫦娥四号”距月面越近, 运行周期越小, B 正确; 飞船变轨前沿圆轨道运动时只有万有引力产生加速度, 变轨后通过椭圆轨道远月点时也是只有万有引力产生加速度, 所以两种情况下

的加速度相等,C 错误;“嫦娥四号”变轨前需要先点火减速,才能做近心运动,D 错误.

7. B 解析:设两颗星的质量分别为 m_1 、 m_2 , 轨道半径分别为 r_1 、 r_2 , 相距 L , 根据万有引力提供向心力可知 $G \frac{m_1 m_2}{L^2} = m_1 r_1 \omega^2$, $G \frac{m_1 m_2}{L^2} = m_2 r_2 \omega^2$, $T = \frac{2\pi}{\omega}$, 联立可得 $\frac{G(m_1 + m_2)}{L^2} = (r_1 + r_2) \frac{4\pi^2}{T^2} = \frac{4\pi^2 L}{T^2}$, 则 $T = 2\pi \sqrt{\frac{L^3}{G(m_1 + m_2)}}$, 由 $n = \frac{1}{T}$, 代入数据可得当两颗中子星相距约 1600 km 时, 绕二者连线上的某点每秒转动 1.5 圈, 故 B 正确, A、C、D 错误.

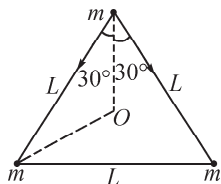
8. C 解析:由万有引力提供向心力, 对“墨子号”有 $\frac{GMm}{(R+h)^2} = \frac{mv_1^2}{R+h}$, 第一宇宙速度 $v_2 = \sqrt{\frac{GM}{R}}$, 得 $\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{R}{R+h}}$, A 错误; 由 $\frac{GMm}{(R+h)^2} = \frac{mv_1^2}{R+h}$, 解得 $R+h = \frac{GM}{v_1^2}$, 代入 $GM = gR^2$, 解得 $R+h = \frac{gR^2}{v_1^2}$, $h = \frac{gR^2}{v_1^2} - R$, B 错误; 由 $\frac{GMm}{(R+h)^2} = \frac{mv_1^2}{R+h}$, 解得 $M = \frac{v_1^2(R+h)}{G}$, C 正确; 由 $\frac{GMm}{(R+h)^2} = m(R+h)\omega^2$, 代入 $GM = gR^2$, 得此卫星角速度为 $\omega = \sqrt{\frac{gR^2}{(R+h)^3}} < \sqrt{\frac{g}{R}}$, D 错误.

9. B 解析:“太空电梯”各点随地球一起做匀速圆周运动, 只有位置达到同步卫星的高度的点才处于完全失重状态, A 错误; “太空电梯”相对地球静止, 各点做圆周运动的周期都等于地球自转周期, 各点运行周期相同, B 正确; “太空电梯”相对地球静止, 各点角速度 ω 相等, 各点线速度 $v = \omega r$, 与该点离地球球心距离 r 成正比, C、D 错误.

10. CD 解析:由 $F = \frac{Gm_1 m_2}{L^2}$ 知 F 增大, A 错误; 设体积较小星体的质量为 m_1 , 轨道半径为 r_1 , 体积较大星体的质量为 m_2 , 轨道半径为 r_2 , 则有 $\frac{Gm_1 m_2}{L^2} = m_1 \omega^2 r_1$, $\frac{Gm_1 m_2}{L^2} = m_2 \omega^2 r_2$, 得 $\omega = \sqrt{\frac{G(m_1 + m_2)}{L^3}}$, 因 $m_1 + m_2$ 及 L 不变, 故 ω 不变, B 错误; 体积较大星体的轨道半径 $r_2 = \frac{Gm_1}{\omega^2 L^2}$, 因 m_1 增大, ω 、 L 不变, 故 r_2 变大, C 正确; 体积较大星体的线速度大小 $v_2 = \omega r_2$, ω 不变, r_2 变大, 故 v_2

变大, D 正确.

11. BD 解析:直线三星系统中, 星体做圆周运动的向心力也由其他两颗星体对它的万有引力的合力提供, 有 $G \frac{m^2}{L^2} + G \frac{m^2}{(2L)^2} = m \frac{v^2}{L}$, 解得 $v = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{5Gm}{L}}$, 由 $T = \frac{2\pi L}{v}$ 可得 $T = 4\pi \sqrt{\frac{L^3}{5Gm}}$, 故 A 错误, B 正确; 三角形三星系统中, 星体做圆周运动的向心力由其他两颗星体对它的万有引力的合力提供, 如图所示, 有 $2G \frac{m^2}{L^2} \cos 30^\circ = m\omega^2 \frac{\frac{L}{2}}{\cos 30^\circ}$, 解得 $\omega = \sqrt{\frac{3Gm}{L^3}}$, 由 $2G \frac{m^2}{L^2} \cos 30^\circ = ma$, 可得 $a = \frac{\sqrt{3}Gm}{L^2}$, 故 C 错误, D 正确.



12. AD 解析:因为轨道 A 上的卫星、轨道 B 上的卫星和建筑物 D 的转动周期都等于地球自转周期, 以后每隔相同时间这两个卫星都会相遇在该建筑物 D 正上方, 故 A 正确; B、C 轨道上的卫星均绕地球做匀速圆周运动, 根据 $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$ 知, $v_B < v_C$, B 的角速度和建筑物 D 的角速度相等, 根据 $v = r\omega$ 知, $v_B > v_D$, B 错误; 轨道高度越高, 需要的发射速度就越大, 所以发射卫星到轨道 C 更容易, C 错误; 根据 $G \frac{Mm}{R^2} = mg$ 知, 地球表面的重力加速度 $g = \frac{GM}{R^2}$, 根据 $G \frac{Mm}{r^2} = ma$ 知, 同步卫星的加速度 $a = \frac{GM}{r^2}$, 可知地球表面的重力加速度大于同步卫星的加速度, 同步卫星与建筑物 D 有相同的角速度, 根据 $a = r\omega^2$ 知, 建筑物的向心加速度小于同步卫星的向心加速度, 则建筑物的向心加速度一定小于地面的重力加速度, 故 D 正确.

13. (1) $\frac{x}{t}$ (2) $\frac{2h}{t^2}$ (3) $\frac{2hR^2}{Gt^2}$

解析:(1) 小球做平抛运动, 水平方向做匀速直线运动, 由 $x = v_0 t$ 解得初速度 $v_0 = \frac{x}{t}$.

(2) 小球在竖直方向做自由落体运动, 有 $h =$

$\frac{1}{2}gt^2$, 解得重力加速度 $g = \frac{2h}{t^2}$.

(3) 假设在该星球表面有一个质量为 m 的物体, 重力近似等于万有引力, 有 $mg = \frac{GMm}{R^2}$, 所以该星球

的质量 $M = \frac{gR^2}{G} = \frac{2hR^2}{Gt^2}$.

14. (1) 见解析 (2) $\frac{T_1 T_2}{2T_2 - 2T_1}$ (3) $\frac{3\pi R_2^3}{GT_2^2 R^3}$

解析: (1) 设月亮的质量为 M , 对任一卫星均有 $G \frac{Mm}{r^2} = m \frac{4\pi^2}{T^2} r$, 得 $\frac{r^3}{T^2} = \frac{GM}{4\pi^2} = k$, 因此 k 是只与月亮质量有关而与卫星无关的常量.

(2) 两卫星第一次相距最远时转过的角度差为 π ,

所用时间 $t = \frac{\pi}{\omega_1 - \omega_2} = \frac{\pi}{\frac{2\pi}{T_1} - \frac{2\pi}{T_2}}$, 得 $t = \frac{T_1 T_2}{2T_2 - 2T_1}$.

(3) 对“嫦娥一号”, 有 $G \frac{Mm'}{R_2^2} = m' \frac{4\pi^2}{T_2^2} R_2$, 又因为

$M = \frac{4}{3}\pi R^3 \rho$, 可得月亮的平均密度 $\rho = \frac{3\pi R_2^3}{GT_2^2 R^3}$.

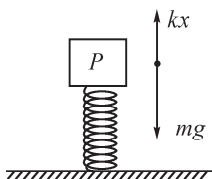
15. (1) $\frac{1}{2}$ (2) $\pi d \sqrt{\frac{d}{2Gm_0}}$ (3) $\frac{2}{3} \pi d \sqrt{\frac{d}{Gm_0}}$

解析: (1) 对物体 P 受力分析, 如图所示. 根据牛顿

第二定律 $mg - kx = ma$, 可得 $a = g - \frac{kx}{m}$

结合 $a-x$ 图像可知, 纵截距表示星球表面重力加

速度, 则有 $\frac{g_A}{g_B} = \frac{2a_0}{4a_0} = \frac{1}{2}$.



(2) 设星球 B 的质量为 M , 根据万有引力和重力的

关系可得 $\frac{GMm}{R^2} = mg$, 根据质量与体积关系式可得

$M = \rho \cdot \frac{4}{3}\pi R^3$

联立解得 $\rho = \frac{3g}{4\pi GR}$

由于星球 A 和星球 B 密度相等, 可见 $\frac{g_A}{R_A} = \frac{g_B}{R_B}$, 则

有 $\frac{R_A}{R_B} = \frac{g_A}{g_B} = \frac{1}{2}$, 则星球 B 与星球 A 的质量比

$\frac{M}{m_0} = \frac{R_B^3}{R_A^3}$

联立以上各式可得 $M = 8m_0$.

星球 A 以星球 B 为中心天体运行时, 受到星球 B

的万有引力作用做匀速圆周运动, 研究星球 A , 根

据万有引力提供向心力可得 $\frac{GMm_0}{d^2} =$

$m_0 \left(\frac{2\pi}{T_1}\right)^2 d$, 解得 $T_1 = \pi d \sqrt{\frac{d}{2Gm_0}}$.

(3) 将星球 A 和星球 B 看成双星模型时, 它们在彼此

的万有引力作用下做匀速圆周运动, 研究星球 A , 根据万有引力提供向心力可得 $\frac{GMm_0}{d^2} =$

$m_0 \left(\frac{2\pi}{T_2}\right)^2 r_A$

研究星球 B , 根据万有引力提供向心力可得

$\frac{GMm_0}{d^2} = M \left(\frac{2\pi}{T_2}\right)^2 r_B$

又 $r_A + r_B = d$, 联立可得 $T_2 = \frac{2}{3} \pi d \sqrt{\frac{d}{Gm_0}}$.

章末测试卷(七)

1. B 解析: $W = Fx \cos \theta$ 是恒力做功的计算公式, 不

可以计算变力做功, A 错误; 动能定理 $W_{\text{合}} = E_{k2} -$

E_{k1} 既可以计算恒力做功, 也可以计算变力做功, B

正确; 用 $W = Pt$ 计算的是恒定功率下, 外力做的

功, 此力可以是恒力, 也可以是变力, C 错误; 用 $P =$

$\frac{W}{t}$ 计算的是平均功率, 不能计算瞬时功率, D 错误.

2. C 解析: 人随扶梯沿斜面加速上升, 人受到重力、

支持力和水平向右的静摩擦力, 且静摩擦力方向与

运动方向的夹角小于 90° , 故静摩擦力对人做正功,

故 C 正确, A、B、D 错误.

3. A 解析: 每次上半身重心上升的距离约 0.3 m , 则

她每一次克服重力做的功约为 $W_0 = \frac{3}{5} mgh = \frac{3}{5} \times$

$50 \times 10 \times 0.3 \text{ J} = 90 \text{ J}$; 1 分钟内克服重力所做的功

$W = 50 \times W_0 = 50 \times 90 \text{ J} = 4500 \text{ J}$; 相应的功率为

$P = \frac{W}{t} = \frac{4500}{60} \text{ W} = 75 \text{ W}$, 故 A 正确, B、C、D 错误.

4. A 解析: 由动能定理可知 $mgH - W_f = \frac{1}{2}mv^2 -$

$\frac{1}{2}mv_0^2$, 此过程中物块克服空气阻力所做的功为

$W_f = mgH + \frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{1}{2}mv^2$, A 正确, B、C、D

错误.

5. C 解析: 根据动能定理得 $W_{\text{手}} - mgh = \frac{1}{2}mv^2 - 0$,

解得 $W_{\text{手}} = mgh + \frac{1}{2}mv^2 = 2 \times 10 \times 2 \text{ J} + \frac{1}{2} \times 2 \times$

$2^2 \text{ J} = 44 \text{ J}$, 故 A 错误; 物体上升 2 m , 重力做负功, $W_G = -mgh = -40 \text{ J}$, 根据功能关系可知重力势能增加 40 J , 故 B、D 错误; 由合外力做功等于动能的变化量可知 $W_{\text{合}} = \frac{1}{2}mv^2 - 0 = 4 \text{ J}$, 故 C 正确。

6. BD 解析: 由题意知, 圆形槽光滑, 两小球下滑过程中, 均只有重力做功, 机械能均守恒。取同一参考平面, 两球刚下滑时的机械能相等, 两球在下滑过程中, 各自的机械能保持不变, 所以机械能总是相等的, 故 A 错误, D 正确; 到达最低点时, 由机械能守恒得 $mgR = \frac{1}{2}mv^2$, 在最低点有 $N - mg = m\frac{v^2}{R}$, 解得 $N = 3mg$, 由牛顿第三定律知经最低点时两小球对底面的压力大小相等, B 正确; 在最低点时小球的动能为 $E_k = mgR$, 可知在最低点时两小球的动能不相等, C 错误。

7. BC 解析: 小球恰好通过 C 点时, 小球对轨道的压力为零, 则有 $mg = \frac{mv_C^2}{R}$, 得小球通过 C 点的最小速度为 $v_C = \sqrt{gR}$, 小球离开 C 点后做平抛运动, 则有 $R = \frac{1}{2}gt^2$, 解得 $t = \sqrt{\frac{2R}{g}}$, 小球离开 C 点做平抛运动的水平距离最小值为 $x = v_C t = \sqrt{2}R$, 所以小球只能落在平台 MN 上距 M 点距离为 $(\sqrt{2} - 1)R$ 的右侧位置上, 故 A、D 错误; 在由 D 运动到 M 的过程中, 速度增大, 由 $P = mgv$ 知重力功率增大。由 C 运动到 P 的过程中, v_y 增大, 由 $P = mgv_y$ 知重力功率增大, B 正确; 小球由 D 经 A、B、C 到 P 的过程中, 轨道对小球不做功, 只有重力做功, 机械能守恒, C 正确。

8. B 解析: 由图像可知, 在 $0 \sim 2 \text{ s}$ 内物体的加速度大小 $a_1 = 5 \text{ m/s}^2$, 在 $2 \sim 4 \text{ s}$ 内物体的加速度大小 $a_2 = 1 \text{ m/s}^2$, 根据牛顿第二定律 $F + f = ma_1$, $F - f = ma_2$, 整理得 $F = 60 \text{ N}$, $f = 40 \text{ N}$, A 错误; 物体在 4 s 时拉力的瞬时功率 $P = Fv = 60 \times 2 \text{ W} = 120 \text{ W}$, B 正确; 在 $0 \sim 2 \text{ s}$ 内物体的位移为 10 m , 因此在这段时间内, 拉力做的功 $W_1 = -Fx_1 = -600 \text{ J}$, 在 $2 \sim 4 \text{ s}$ 的位移为 2 m , 因此在这段时间内, 拉力做的功 $W_2 = Fx_2 = 120 \text{ J}$, 因此拉力做的总功 $W = W_1 + W_2 = -480 \text{ J}$, C 错误; 4 s 内物体总路程为 12 m , 因此这段时间内摩擦力做的功 $W_f = -fs = -480 \text{ J}$, D 错误。

9. C 解析: 由题图乙可知, $0 \sim x_1$ 过程中物体的机械

能一直在减少, 故外力 F 做负功, 故物体沿斜面向下运动, A 正确; 对物体, 由牛顿第二定律可得 $mg\sin\theta - F = ma$, 题图乙中图线切线的斜率表示外力 F , 因此在 $0 \sim x_1$ 过程中外力 F 逐渐减小, 故物体的加速度一直增大, B 正确; 在 $x_1 \sim x_2$ 过程中, 机械能不变, 故外力 F 等于 0, 因此物体做匀加速运动, C 错误; 在 $x_1 \sim x_2$ 过程中由于外力 F 等于 0, 故物体的加速度大小为 $g\sin\theta$, D 正确。

10. AC 解析: 小球在竖直面内做圆周运动过最高点的临界条件是 $v_B = \sqrt{gR}$, 小球从 A 到 B 的过程中在 A 点的最小速度满足 $-mgR = \frac{1}{2}mv_B^2 - \frac{1}{2}mv_A^2$, 解得 $v_A = \sqrt{3gR}$, 即只要小球在 A 点速度满足 $v_A \geq \sqrt{3gR}$, 则小球可以到达 B 点, 故 A 正确; 小球克服重力做功的功率等于重力与小球在竖直方向速度的乘积, 由于从 A 到 B 的过程中, 重力对小球做负功, 小球的速度减小, 同时小球速度与水平方向的夹角逐渐增大, 小球速度在竖直方向的分量逐渐减小, 故小球克服重力做功的功率逐渐减小, B 错误; 小球沿弧 ABC 运动过程中, 重力先做负功后做正功, 支持力不做功, 故小球的速率先减小后增大, 整个过程中小球的平均速率小于小球在 A 点时的速率, 沿弧 AOC 运动时, 重力先做正功, 后做负功, 小球的速率先增大后减小, 整个过程中的平均速率大于小球在 A 点时的速率, 而两段圆弧长度相同, 故小球在平均速率大的 AOC 段弧运动的时间较短, C 正确; 摩擦力的大小与正压力有关, 小球在 ABC 段的平均速率小于在 AOC 段的平均速率, 由向心力公式可知, 小球在 ABC 段的平均支持力小于在 AOC 段的平均支持力, 即小球在 AOC 段运动时受轨道的支持力大, 故受到的摩擦力大, 克服摩擦做功多, 故小球到达 C 点时损失的动能多, D 错误。

11. (1) 18.00 (2) 0.36

解析: (1) 由刻度尺的读数规则可知 $s_2 = 18.00 \text{ cm}$ 。(2) 木块飞出桌面后做平抛运动, 竖直方向有 $h = \frac{1}{2}gt^2$, 两次飞出后, 水平方向分别满足 $s_1 = v_1 t$, $s_2 = v_2 t$, 木块在桌面上滑行时, 设初速度为 v_0 , 第一次位移为 L_0 , 对两次滑行过程, 由动能定理可得 $-\mu mgL_0 = \frac{1}{2}mv_1^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$, $-\mu mg(L_0 +$

$L) = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$, 联立以上各式可得 $\mu = \frac{s_1^2 - s_2^2}{4hL}$, 代入数据可得 $\mu = 0.36$.

12. (1) A (2) $\frac{(m+M)d^2}{2t^2}$ (3) $\frac{d^2}{2gL} \quad \frac{Md^2}{2gL}$

解析: (1) 验证机械能守恒定律, 应该将气垫导轨调至水平, 使细线与气垫导轨平行, 为了减小误差, A 与 B 位置的距离适当大一些, 故 B、C 需要, 不符合题意; 根据机械能守恒定律表达式可知, 实验中不需要满足钩码重力等于绳子的拉力, 则不需要使钩码质量远小于滑块和遮光条的总质量, 故 A 不需要, 符合题意. (2) 滑块和钩码的速度 $v = \frac{d}{t}$, 增加的动能为 $\Delta E_k = \frac{1}{2}(m+M)v^2 = \frac{1}{2}(m+M) \cdot \left(\frac{d}{t}\right)^2 = \frac{(m+M)d^2}{2t^2}$, 当系统减少的重力势能与增加的动能相等时, 机械能守恒即 $mgL = \frac{(m+M)d^2}{2t^2}$. (3) 由 $mgL = \frac{(m+M)d^2}{2t^2}$ 得 $t^2 = \frac{d^2}{2gL} + \frac{Md^2}{2gL} \cdot \frac{1}{m}$, 则 $t^2 - \frac{1}{m}$ 图像的纵轴截距为 $\frac{d^2}{2gL}$, 斜率为 $\frac{Md^2}{2gL}$, 则机械能守恒定律可得到验证.

13. (1) $\sqrt{\frac{gL}{2}}$ (2) $\sqrt{\frac{7gL}{2}}$ (3) $-\frac{11}{4}mgL$

解析: (1) 小球恰能经过圆弧轨迹的最高点 B, 故在 B 点由重力提供向心力, 由牛顿第二定律有 $mg = \frac{mv_B^2}{L}$, 解得 $v_B = \sqrt{\frac{gL}{2}}$.

(2) 小球从 A 点运动到 B 点, 只有重力对它做功, 根据动能定理有 $-mg\left(L + \frac{L}{2}\right) = \frac{1}{2}mv_B^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$ 联立上式解得 $v_0 = \sqrt{\frac{7gL}{2}}$.

(3) 由动能定理可得 $-mg\left(L + \frac{L}{2}\right) + W_f = \frac{1}{2}mv_B^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$

代入数据解得 $W_f = -\frac{11}{4}mgL$.

14. (1) $3.5mgR$ (2) mgR (3) $2mg\sqrt{gR}$

解析: (1) 物体在 B 点时, 由牛顿第二定律得 $N - mg = m\frac{v_B^2}{R}$, $N = 8mg$, 解得 $v_B^2 = 7gR$

弹簧的弹性势能为 $E_p = \frac{1}{2}mv_B^2 = 3.5mgR$.

(2) 物块在 C 点时, 由牛顿第二定律得 $mg = m\frac{v_C^2}{R}$,

则 $v_C^2 = gR$

物块从 B 到 C 过程中, 由动能定理得

$$-2mgR - W_f = \frac{1}{2}mv_C^2 - \frac{1}{2}mv_B^2$$

解得物块克服摩擦力做功 $W_f = mgR$.

(3) 物块从 C 点飞出后做平抛运动, 竖直方向有 $v_y^2 = 2g \times 2R = 4gR$

所以重力的瞬时功率为 $P_G = mgv_y = 2mg\sqrt{gR}$.

15. (1) $\frac{13}{5}mg$ (2) $\frac{\sqrt{3}}{2}mgR$

解析: (1) 小物块由 A 到 B 过程, 由动能定理可得 $mg\sin\theta \cdot 2r - \mu(mg\cos\theta + F) \cdot 2r = \frac{1}{2}mv_B^2$, 解得

$$v_B = \sqrt{\frac{4}{5}gr}$$

小物块由 B 到 C 过程, 由机械能守恒定律可得

$$mgr(1 - \cos\theta) = \frac{1}{2}mv_C^2 - \frac{1}{2}mv_B^2, \text{解得 } v_C = \sqrt{\frac{8}{5}gr}$$

在 C 点由牛顿第二定律得 $N - mg = m\frac{v_C^2}{r}$, 解得 $N = \frac{13}{5}mg$, 由牛顿第三定律可得小物块对圆弧轨道的压力 $N' = \frac{13}{5}mg$.

(2) 小物块离开 D 点后做平抛运动, 得水平方向 $x = v_0t$, 竖直方向 $y = \frac{1}{2}gt^2$, 而 $x^2 + y^2 = R^2$, 小物

块平抛过程机械能守恒, 得 $mg y = E_k - \frac{1}{2}mv_0^2$, 由

以上四式解得 $E_k = \frac{mgR^2}{4y} + \frac{3mgy}{4}$, 由数学中的均

值不等式可知 $E_k \geq 2\sqrt{\frac{mgR^2}{4y} \cdot \frac{3mgy}{4}} = \frac{\sqrt{3}}{2}mgR$,

故小物块动能的最小值为 $E_{\min} = \frac{\sqrt{3}}{2}mgR$.

章末测试卷(八)

1. D **解析:** 物体上升时, 重力做负功, 重力势能一定增加, 故 A、B 错误; 若弹簧弹力做负功, 则弹性势能增加, 故 C 错误, D 正确.

2. C **解析:** 高中学生体重大约 60 kg, 引体向上时向上运动的位移大约 0.4 m, 则克服重力做功的平均功率 $P = \frac{W}{t} = \frac{mgh}{t} = \frac{60 \times 10 \times 0.4}{2} \text{ W} = 120 \text{ W}$,

150 W 最接近,故 C 正确,A、B、D 错误.

3. C 解析:三个物块下降的高度相同,根据 $W=mgh$ 知,重力做功相同,故 A、B 错误,C 正确;根据牛顿第二定律得,物体下滑的加速度 $a=g\sin\theta$,根据 $\frac{h}{\sin\theta}=\frac{1}{2}at^2$ 得, $t=\sqrt{\frac{2h}{g\sin^2\theta}}=\frac{1}{\sin\theta}\sqrt{\frac{2h}{g}}$,因为 $\theta_1<\theta_2<\theta_3$,则 $t_1>t_2>t_3$,根据 $P=\frac{W}{t}$ 知, $P_{\text{甲}}<P_{\text{乙}}<P_{\text{丙}}$,故 D 错误.

4. AB 解析:游客从 B 到 C 过程做曲线运动,游客在 C 点时有向上的加速度,故处于超重状态,A 正确;游客从 A 到 B 过程,合力在竖直方向上的分量越来越大,故竖直方向上的加速度一直增大,B 正确;游客在 B 点时,轨道对游客施加沿半径向上的支持力,向心力由重力指向圆心的分力和支持力的合力提供,向心力小于 mg ,则向心加速度小于 g ,C 错误;从 A 到 C 过程,只有重力做功,故游客的机械能不变,D 错误.

5. D 解析:木块静止时受力平衡,开始时摩擦力等于重力沿斜面的分力,随着拉力的增大,摩擦力将减小;当拉力大于重力沿斜面的分力时,摩擦力沿斜面向下,并随着拉力的增大而增大;当木块运动后摩擦力变为滑动摩擦力,大小不变,A 错误;因拉力为变力,故不能根据 $W=FL$ 求解拉力做的功,B 错误;弹簧的弹性势能与形变量有关,当木块做匀速运动时,拉力不变,形变量不变,弹性势能不再增加,C 错误;因拉力一直做正功,故弹簧和木块组成的系统的机械能一直增加,D 正确.

6. BD 解析:小滑块下滑过程中,重力沿斜槽轨道切向的分力逐渐变小,故小滑块的加速度逐渐变小,A 错误,B 正确;由机械能守恒得 $mgh=\frac{1}{2}mv^2$,故 $v^2=2gh$,所以 v^2 与 h 成正比,C 错误,D 正确.

7. BCD 解析:匀减速运动阶段的加速度大小为 $a=\frac{6}{18-14}\text{ m/s}^2=1.5\text{ m/s}^2$,根据牛顿第二定律得 $f=ma=3\text{ N}$,A 错误;匀速运动阶段,牵引力大小等于阻力,则有 $P=fv=3\times 6\text{ W}=18\text{ W}$,B 正确;匀加速运动阶段的加速度大小为 $a_1=\frac{3}{2}\text{ m/s}^2=1.5\text{ m/s}^2$,根据牛顿第二定律得 $F-f=ma_1$,解得 $F=6\text{ N}$,1 s 末的速度为 $v_1=a_1t_1=1.5\text{ m/s}$,则 1 s 末小车发动机的输出功率为 $P=Fv_1=9\text{ W}$,C 正确;对 2~10 s 的过程运用动能定理得 $Pt-fx=$

$$\frac{1}{2}mv_2^2-\frac{1}{2}mv_1^2, \text{代入数据解得 } x=39\text{ m}, \text{D 正确.}$$

8. AD 解析:由于小球运动到 M、N 两个位置时,弹簧的形变量相等,则从 M 点到 N 点的过程,弹性势能变化为零;由于 OM 的长度大于 ON,则可知弹簧长度为 OM 时,处于伸长状态,长度为 ON 时处于压缩状态,所以小球从 M 点到 N 点的过程中,弹簧的弹力对小球先做正功后做负功,由于弹簧弹性势能变化为零,则弹簧弹力做的总功 $W=0$,故 A 正确,B 错误;由于弹簧弹力对小球先做正功后做负功,则小球的机械能先增大后减小,C 错误;小球速度最大时小球的加速度为零,此时弹簧处于原长,此时弹簧的弹力对小球做功的功率为零,D 正确.

9. ABC 解析:分析物体运动的全过程,由动能定理得 $W_F+W_f=0-\frac{1}{2}mv_0^2$,而 $W_{f\text{克}}=Q=-W_f$,可得 $W_F=Q-\frac{1}{2}mv_0^2$,则全程拉力对物体做的总功小于产生的总热量,A 正确;全程拉力对物体做的总功为 $F-x$ 图线与 x 轴所围成的面积,数方格数时小于半格舍去,大于或等于半格计为 1, $W_F\approx(4\times 7+12)\text{ J}=40\text{ J}$,B 正确;拉力大于摩擦力时,物体做加速运动,拉力小于摩擦力时物体做减速运动,故拉力等于摩擦力时物体的速度达到最大,由 $F-x$ 图像可读出 $F=f=4\text{ N}$ 时,位移为 $x_1=5\text{ m}$,由动能定理可知, $W'_F-f\cdot x_1=\frac{1}{2}mv_m^2-\frac{1}{2}mv_0^2$,而 $W'_F\approx(4\times 7+5)\text{ J}=33\text{ J}$,解得最大速度为 $v_m=4\text{ m/s}$,C 正确;物体从出发到运动到 4 m 的过程拉力为恒力,由牛顿第二定律 $F-f=ma$,可得加速度为 $a=\frac{F-f}{m}=\frac{7-4}{2}\text{ m/s}^2=1.5\text{ m/s}^2$,由匀变速直线运动的位移公式 $x=v_0t+\frac{1}{2}at^2$,解得运动时间 $t=\frac{2\sqrt{3}(\sqrt{5}-1)}{3}\text{ s}$,D 错误.

10. ACD 解析:P、Q 从释放到滑上 CD 过程中,P、Q 和杆组成的系统除重力做功以外,其他外力做功为零,故系统的机械能守恒,A 正确;P、Q 在 BC 上向右运动的过程中,二者的速度相同,轻杆的弹力为零,轻杆对 Q 球不做功,B 错误;杆长为 R ,根据几何关系可知,初位置 OQ 与水平方向的夹角为 60° ;设两小球在水平轨道上运动的速率为 v ,以水平轨道为参考平面,根据机械能守恒定律得 $2mgR+mg(R-R\sin 60^\circ)=\frac{1}{2}(2m+m)v^2$,解得

$\frac{1}{2}mv^2 = mgR - \frac{\sqrt{3}}{6}mgR$; 以 Q 为研究对象, 根据动能定理可得 $W + mg(R - R\sin 60^\circ) = \frac{1}{2}mv^2$, 解得 $W = \frac{\sqrt{3}}{3}mgR$, C 正确; 设 P 滑上 CD 轨道的最大高度为 h , 根据机械能守恒定律可得 $2mgR + mg(R - R\sin 60^\circ) = 2mgh + mg(h + R\sin \beta)$, 解得 $h = \frac{5-\sqrt{3}}{6}R$, D 正确.

11. $0.173m$ $0.306m$ $0.137m$ $0.133m$ 在误差允许范围内, 机械能守恒

解析: B 点的速度为 $v_B = \frac{s_{AC}}{2T} = \frac{(0.98+1.37) \times 10^{-2}}{0.04} \text{ m/s} = 0.5875 \text{ m/s}$, 所以 B 点动能为 $E_{kB} = \frac{1}{2}mv_B^2 \approx 0.173m \text{ J}$, C 点的速度为 $v_C = \frac{s_{BD}}{2T} = \frac{(1.37+1.76) \times 10^{-2}}{0.04} \text{ m/s} = 0.7825 \text{ m/s}$, C 点动能为 $E_{kC} = \frac{1}{2}mv_C^2 \approx 0.306m \text{ J}$, 重锤重力势能的变化量是 $\Delta E_p = mgh_{BC} = 0.137m \text{ J}$, 重锤动能的变化量是 $\Delta E_k = E_{kC} - E_{kB} = 0.133m \text{ J}$. 由于存在摩擦阻力, 因此重力势能的减少量略大于动能增加量, 在误差允许范围内, 机械能是守恒的.

12. (1) $\frac{d}{\Delta t_1}$ $\frac{d}{\Delta t_2}$ (2) C (3) $mgh = \frac{1}{2}(2m_0 + m) \left[\frac{d^2}{(\Delta t_2)^2} - \frac{d^2}{(\Delta t_1)^2} \right]$

解析: (1) 挡光片通过光电门甲、乙的速度分别为 $v_1 = \frac{d}{\Delta t_1}$, $v_2 = \frac{d}{\Delta t_2}$. (2) 要验证的关系式是 $mgh = \frac{1}{2}(2m_0 + m)(v_2^2 - v_1^2)$, 则实验前 A 、 B 不需要在同一高度, A 错误; 实验前没必要测出轻质细绳的长度, B 错误; 实验前要测出半环形物体 C 的质量 m , C 正确; 实验时不需要测出挡光片由光电门甲到乙的时间, D 错误. (3) 本实验需要验证的表达式是 $mgh = \frac{1}{2}(2m_0 + m) \left[\frac{d^2}{(\Delta t_2)^2} - \frac{d^2}{(\Delta t_1)^2} \right]$.

13. (1) $2\sqrt{14} \text{ m/s}$ 4 m/s (2) 不能再次经过 B 点 停在离 C 点 2.8 m 处

解析: (1) 运动员从 P 点到第一次经过 B 点过程中, 以 BC 平面为零势能面, 由机械能守恒定律得 $mgh_1 + \frac{1}{2}mv_P^2 = \frac{1}{2}mv_B^2$

代入数据解得 $v_B = 2\sqrt{14} \text{ m/s}$

运动员第一次经过 C 点到 Q 点过程, 由机械能守恒定律得 $\frac{1}{2}mv_C^2 = mgh_2$

代入数据得 $v_C = 4 \text{ m/s}$.

(2) 运动员从 B 到 C 过程, 由动能定理得 $-\mu mgx = \frac{1}{2}mv_C^2 - \frac{1}{2}mv_B^2$

代入数据解得 $\mu = \frac{2}{7}$

设运动员在 BC 轨道上通过的路程为 L , 由动能定理得 $mgh_1 - \mu mgL = 0 - \frac{1}{2}mv_P^2$

代入数据得 $L = 9.8 \text{ m}$

$9.8 \text{ m} < 14 \text{ m}$, 不能再经过 B 点, 则 $x = 9.8 \text{ m} - 7 \text{ m} = 2.8 \text{ m}$, 所以运动员最后停在离 C 点 2.8 m 处.

14. (1) $\frac{\sqrt{3}}{5}$ (2) -3.75 J

解析: (1) 由 $v-t$ 图像可知, 物块在前 0.5 s 的加速度为 $a_1 = \frac{v_1}{t_1} = 8 \text{ m/s}^2$, 后 0.5 s 的加速度为 $a_2 = \frac{v_2 - v_1}{t_2} = 2 \text{ m/s}^2$

物块在前 0.5 s 受到的滑动摩擦力沿传送带向下, 由牛顿第二定律得 $mg\sin\theta + \mu mg\cos\theta = ma_1$

物块在后 0.5 s 受到的滑动摩擦力沿传送带向上, 由牛顿第二定律得 $mg\sin\theta - \mu mg\cos\theta = ma_2$

联立解得 $\theta = 30^\circ$, $\mu = \frac{\sqrt{3}}{5}$.

(2) 由 $v-t$ 图像可知, 在前 0.5 s , 物块对地位移为 $x_1 = \frac{v_1 t_1}{2} = 1 \text{ m}$, 则摩擦力对物块做功 $W_1 = \mu mg\cos\theta \cdot x_1 = 3 \text{ J}$

在后 0.5 s , 物块对地位移为 $x_2 = \frac{v_1 + v_2}{2} t_2 = 2.25 \text{ m}$, 则摩擦力对物块做功 $W_2 = -\mu mg\cos\theta \cdot x_2 = -6.75 \text{ J}$

所以传送带对物块做的总功 $W = W_1 + W_2 = -3.75 \text{ J}$.

15. (1) $4mgl$ (2) $7mg$ (3) $-0.5mgl$ (4) 平抛运动

解析: (1) 弹簧竖直放置时, 根据机械能守恒定律可知 $E_p = 4mgl$, 则弹簧水平放置时, 因同样被压缩 l , 则释放时弹簧的弹性势能仍为 $E_p = 4mgl$.

(2) 从 P 到 B 点, 由动能定理得 $E_p - \mu mg \cdot 2l =$

$$\frac{1}{2}mv_B^2, \text{解得 } v_B = \sqrt{6gl}$$

$$\text{在 } B \text{ 点 } N_B - mg = m\frac{v_B^2}{l}, \text{解得 } N_B = 7mg.$$

$$(3) \text{ 因 } P \text{ 刚好能到达半圆轨道的 } D \text{ 点, 则 } mg = m\frac{v_D^2}{l}, \text{ 从 } B \text{ 到 } D \text{ 由动能定理有 } -mg \cdot 2l + W_f =$$

$$\frac{1}{2}mv_D^2 - \frac{1}{2}mv_B^2, \text{解得 } W_f = -0.5mgl.$$

(4) 物块 P 离开半圆轨道 D 点后, 初速度方向水平, 只受重力作用, 故做平抛运动.

章末测试卷(九)

1. B 解析: 当火箭高速运动后, 火箭内观察者相对于时钟的速度仍然是 0, 所以发现时钟的快慢不变, A 错误; 力学规律在任何惯性参考系中都是相同的, B 正确; 根据尺缩效应, 沿杆自身长度方向运动的杆长度比静止的杆长度短, 当速度接近光速时, 杆缩成一个点, C 错误; 高速运动物体的质量会变大, 所以牛顿运动定律不适用于高速运动的物体, D 错误.

2. C 解析: 狭义相对论认为在不同的惯性参考系中, 一切物理规律都是相同的, A 错误; 根据狭义相对论, 当物体运动速度 $v > 0$ 时, 物体的质量 $m > m_0$, 即物体的质量改变了, 但当物体以较小的速度运动时(即 $v \ll c$ 时), 物体质量的变化十分微小, 如分析地球上物体的运动就不必考虑质量变化, 此时经典力学仍然适用, 故 B 错误, C 正确; 按照相对论理论, 一个真实的静止质量不为零的物体相对任何惯性参考系的速度都不可能超过光速, D 错误.

3. C 解析: 经典力学适用于宏观、低速运动的物体, 所以 A、B、D 不符合题意; 当物体运动的速率接近于光速时, 经典力学就不适用了, 故 C 符合题意.

4. C 解析: 根据公式 $\tau = \frac{\tau_0}{\sqrt{1 - (\frac{v}{c})^2}}$ 知, 物体的速

度越大, 其时间进程越慢, 故 C 正确, A、B、D 错误.

5. B 解析: 根据 $m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ 可得 $v = \sqrt{1 - \frac{m_0^2}{m^2}} \cdot c$,

故 B 正确, A、C、D 错误.

6. C 解析: 根据光速不变原理, 在一切惯性参考系中, 测量到的真空中的光速 c 都一样, 因此在火箭 A、B 两个惯性参考系中, 观察者测量到的光速一样大, 均为 c , 故 C 正确, A、B、D 错误.

7. A 解析: 在火箭 A 上的人看来, 地面和火箭 B 都高速远离自己, 由 $\tau = \frac{\tau_0}{\sqrt{1 - (\frac{v}{c})^2}}$ 知, 在火箭 A 上

的人观察到的结果是地面和火箭 B 的时钟都变慢了, 且 $v_A > v_B$, 故地面的时钟最慢, 因此 A 正确, B、C、D 错误.

8. D 解析: 因为人是垂直于速度方向站立的, 身高方向上没有发生长度收缩效应, 即甲、乙观察到对方的身高都不变, 故 A、B 错误; 根据相对论的时间延缓效应, 可知乙观察到甲动作变慢, C 错误; 根据爱因斯坦光速不变原理, 乙观察到该光束的传播速度仍为 c , D 正确.

9. C 解析: 根据公式 $\Delta t = \frac{\Delta \tau}{\sqrt{1 - (\frac{v}{c})^2}}$ 可知, 相对于

观察者的速度 v 越大, 其上的时间进程越慢, 由 $v_c > v_b > v_a$ 知, c 钟走得最慢, 故 C 正确, A、B、D 错误.

10. B 解析: 由 $l = l_0 \sqrt{1 - (\frac{v}{c})^2}$ 知 A 错误, B 正确; 由相对论时空观的基本假设知光信号的速度都等于 c , C、D 错误.

11. C 解析: 根据爱因斯坦的相对论, 可知飞行器中的飞行员认为看到教室中的时钟变慢, 教室的长度变短, 即长度小于 9 m, A、B 错误; 教室中的人认为, 光向前向后传播的速度相等, 光源在教室中央, 光同时到达前后两壁, 飞行器中的飞行员是一个惯性系, 光向前向后传播的速度相等, 向后壁传播的路程短些, 到达后壁的时刻早些, C 正确; 根据光速不变原理, 不论光源与观察者之间做怎样的相对运动, 光速都是一样的, D 错误.

12. C 解析: 根据长度收缩效应知, 沿 x 轴方向正方形边长缩短, 沿 y 轴方向正方形边长不变, 故 C 正确, A、B、D 错误.

13. AD 解析: 相对于隧道静止的观察者看到火车在运动, 所以火车比隧道短, 在某些位置火车会完全处在隧道内部, A 正确, B 错误; 相对火车静止的观察者会看到隧道在运动, 所以隧道比火车短, 在某些位置火车两端都伸出隧道, C 错误, D 正确.

14. 大于 c (或光速) 解析: 从飞船 A 测量时飞船 B 是静止的, 从地面上测量时两飞船都是运动的, 由相对论的“长度收缩效应”知运动长度要缩短, 故从地面测得的飞船间距小. 由光速不变原理知光

信号的传播速度与参考系是无关的,故 A 测得该信号的速度仍为光速 c .

15. (1) l (2) $l\sqrt{1-\left(\frac{v}{c}\right)^2}$ (3) $\frac{\sqrt{3}}{2}l$

解析: (1) 火箭上的人测得的火箭长度与火箭静止时测得的长度相同,即为 l .

(2) 沿着火箭的方向,火箭以速度 v 相对观察者运动,观察者测得的长度变短,由长度收缩效应公式知 $l' = l\sqrt{1-\left(\frac{v}{c}\right)^2}$,其中 c 为真空中的光速.

(3) 将 $v = \frac{c}{2}$ 代入长度收缩效应公式得 $l' = \frac{\sqrt{3}}{2}l$.

期中测试卷

1. B **解析:** 曲线运动的速度方向一定变化,即速度一定变化,则一定是变速运动, A 正确;做曲线运动的物体,合力不一定改变,例如平抛运动, B 错误;做曲线运动的物体受的合力一定不为零,即加速度一定不为零, C 正确;物体做曲线运动,合力方向与速度方向一定不共线, D 正确. 本题选不正确的,故选 B.

2. A **解析:** 匀速圆周运动的向心加速度大小恒定,方向始终指向圆心,可知向心加速度不恒定, A 错误;向心加速度的方向与线速度方向垂直,向心加速度只改变线速度的方向,不改变线速度大小, B 正确;匀速圆周运动速度方向时刻改变,不是匀速运动, C 正确;匀速圆周运动的角速度大小不变,可知向心力的大小不变, D 正确. 本题选错误的,故选 A.

3. B **解析:** 船头始终正对河岸,则小船在垂直河岸方向做匀速运动,在沿水流方向做匀速运动,则小船将到达 O 点正对岸 P 点下游的某位置, A 错误, B 正确;小船过河的时间为 $t = \frac{d}{v_{\text{船}}}$,与水流速度无关,则若仅河水的流动速度增大,小船渡河时间不变, C、D 错误.

4. C **解析:** 在 x 轴方向上的初速度为 3 m/s ,在 y 轴方向上的初速度为 2 m/s ,则初速度 $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{3^2 + 2^2} \text{ m/s} = \sqrt{13} \text{ m/s}$, A 错误;质点在 x 轴方向上的加速度为 1.5 m/s^2 ,在 y 轴方向上的加速度为零,则合加速度为 1.5 m/s^2 ,所以合力为 3 N , B 错误; 2 s 末在 x 轴方向上的速度为 6 m/s ,在 y 轴方向上的速度为 2 m/s ,则合速度 $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{6^2 + 2^2} \text{ m/s} = 2\sqrt{10} \text{ m/s}$, C 正确;质

点合力的方向沿 x 轴方向,初速度的方向与合力的方向不垂直, D 错误.

5. A **解析:** 设细绳长度为 l ,小球做匀速圆周运动时细绳与竖直方向的夹角为 θ ,细绳拉力为 F ,有 $F \sin \theta = m\omega^2 l \sin \theta$,得 $F = m\omega^2 l$, A 正确; $mg \tan \theta = m\omega^2 l \sin \theta$,得 $h = l \cos \theta = \frac{g}{\omega^2}$, B 错误;小球的向心加速度 $a = \omega^2 l \sin \theta$,小球运动的角速度不同时, $\sin \theta$ 不同, C 错误;小球的线速度 $v = \omega l \sin \theta$, D 错误.

6. C **解析:** 球 B 运动到最高点时,杆对球 B 恰好无作用力,即重力恰好提供向心力,有 $mg = m \frac{v_B^2}{2L}$,解得 $v_B = \sqrt{2gL}$, A 错误;由于 A、B 两球的角速度相等,则球 A 的速度大小 $v_A = \frac{1}{2} \sqrt{2gL}$, B 错误;球 B 在最高点时,对杆无弹力,此时 A 球所受重力和拉力的合力提供向心力,有 $F - mg = m \frac{v_A^2}{L}$,解得 $F = 1.5mg$,故 C 正确, D 错误.

7. C **解析:** 设战机原来的速度大小为 v ,飞行高度为 h ,对于投出的炸弹,根据平抛运动的规律,在竖直方向有 $h = \frac{1}{2} g t^2$,解得 $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$,在水平方向有 $s = vt = v \sqrt{\frac{2h}{g}}$. 若战机的飞行高度减为原来的 $\frac{1}{2}$,速度大小减为原来的 $\frac{2}{3}$,对于投出的炸弹,根据平抛运动的规律,在竖直方向有 $\frac{1}{2} h = \frac{1}{2} g t'^2$,解得 $t' = \sqrt{\frac{h}{g}}$,在水平方向有 $s' = \frac{2}{3} v t' = \frac{2}{3} v \sqrt{\frac{h}{g}} = \frac{\sqrt{2}}{3} s$. 要仍能命中目标,则战机投弹时离目标的水平距离应为 $\frac{\sqrt{2}}{3} s$, C 正确, A、B、D 错误.

8. A **解析:** 若石块恰能落到 O 点,则 $AO \cos 30^\circ = v_0 t$, $AO \sin 30^\circ = \frac{1}{2} g t^2$,解得 $t = 2 \text{ s}$, $v_0 = 17.32 \text{ m/s}$,所以若 $v_0 = 18 \text{ m/s}$,则石块可以落入水中, A 正确;因为石块落水的时间均为 2 s ,落到水面时的竖直速度均为 20 m/s ,所以若石块能落入水中,则 v_0 越大,落水时速度方向与水平面的夹角越小, B 错误;根据平抛运动的规律,若石块不能落入水中,则落到斜面上时速度方向与水平方向的夹角 α 满足 $\tan \alpha = 2 \tan 30^\circ = \frac{2\sqrt{3}}{3}$,即 α 为定值,而落到斜面上时速度方向与斜面的夹角等于 $(\alpha - 30^\circ)$,也为

定值,C、D错误.

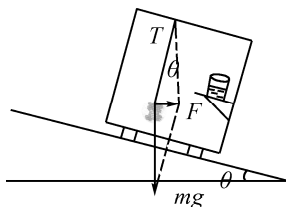
9. D 解析:物体在其轨迹最高点Q处只有水平速度,其水平速度大小为 $v_0 \cos \alpha$,在最高点Q点,把物体的运动看成圆周运动的一部分,即物体的重力提供向心力,由向心力的公式得 $mg = \frac{m(v_0 \cos \alpha)^2}{\rho_Q}$,所以在其轨迹最高点Q处的曲率半径是 $\rho_Q = \frac{v_0^2 \cos^2 \alpha}{g}$,物体的重力加速度为 g ,在点P处时沿曲率半径方向的分加速度大小为 $g \cos \alpha$,在P点,由向心力的公式得 $mg \cos \alpha = \frac{mv_0^2}{\rho_P}$,所以在P处的曲率半径为 $\rho_P = \frac{v_0^2}{g \cos \alpha}$,故 $\frac{\rho_Q}{\rho_P} = \cos^3 \alpha$,故D正确,A、B、C错误.

10. C 解析:物体落到斜面上时竖直方向的速度大小为 $v_y = gt = 20 \text{ m/s}$,又物体落到斜面上时速度方向与斜面垂直,根据几何关系可得 $\tan 53^\circ = \frac{v_0}{v_y}$,则物体抛出瞬间的速度大小为 $v_0 = v_y \tan 53^\circ = \frac{80}{3} \text{ m/s}$,B错误;物体抛出后在水平方向做匀速直线运动,则水平方向运动的位移大小为 $x = v_0 t = \frac{160}{3} \text{ m}$,在竖直方向做自由落体运动,则竖直方向运动的位移大小为 $h = \frac{1}{2}gt^2 = 20 \text{ m}$,因此抛出点距离水平桌面的高度为 $H = h + x \tan 53^\circ = \frac{820}{9} \text{ m}$,A错误;物体的抛出点与落点之间的距离为 $s = \sqrt{x^2 + h^2} = \frac{20}{3}\sqrt{73} \text{ m}$,C正确;物体落在斜面上瞬间的速度大小为 $v = \sqrt{v_0^2 + v_y^2} = \frac{100}{3} \text{ m/s}$,D错误.

11. BC 解析:A、B两轮转动方向相反,A错误,B正确;A、B轮同缘转动,则缘上点的线速度相等,A、B轮缘的半径之比为3:1,根据 $v = \omega r$ 可知,A、B转动的角速度之比为1:3,C正确,D错误.

12. AC 解析:物块的向心加速度沿水平方向,加速度大小为 $a = \omega^2 r$,设斜劈倾角为 θ ,对物块沿AB方向有 $f - mg \sin \theta = m a \cos \theta$,垂直AB方向有 $mg \cos \theta - N = m a \sin \theta$,解得 $f = mg \sin \theta + m a \cos \theta$, $N = mg \cos \theta - m a \sin \theta$.当角速度 ω 逐渐增加时,加速度 a 逐渐增加, f 逐渐增加, N 逐渐减小,故A、C正确,B、D错误.

13. AB 解析:设玩具小熊的质量为 m ,则玩具受到的重力 mg 、细线的拉力 T 的合力提供玩具小熊随车做水平面内圆周运动的向心力 F (如图所示),有 $mg \tan \theta = ma$,可知列车在转弯时的向心加速度大小为 $a = g \tan \theta$,A正确;列车的向心加速度 $a = g \tan \theta$,由列车的重力与轨道的支持力的合力提供,故列车与轨道均无侧向挤压作用,B正确;水杯的向心加速度 $a = g \tan \theta$,由水杯的重力与桌面的支持力的合力提供,水杯与桌面间的静摩擦力为零,C错误;在杯内水面取一微小质量元,此微元受到的重力和支持力,其合力产生的加速度大小为 $a = g \tan \theta$,可知水杯内水面与水平方向的倾斜角等于 θ ,故D错误.



14. AC 解析:两球同时抛出后在O点正上方相遇,且此时两物体速度沿水平方向,说明两物体同时到达最高点,由 $v_1 \sin 30^\circ = v_2 \sin 60^\circ = gt$,可知 $v_1 > v_2$,由 $OA = v_1 \cos 30^\circ \cdot t$, $OB = v_2 \cos 60^\circ \cdot t$,且 $v_1 \cos 30^\circ > v_2 \cos 60^\circ$ 可知, $OA > OB$,故A、C正确,B、D错误.

15. BD 解析:在最高点,对小球由牛顿第二定律可知 $mg - N = m \frac{v_0^2}{R}$,解得 $N = 0$,则由此可知小球在最高点仅受到重力作用,小球离开半球面做平抛运动,根据平抛运动规律可知水平方向有 $x = v_0 t$,竖直方向有 $R = \frac{1}{2}gt^2$,解得 $x = 10\sqrt{2} \text{ m}$,故A错误,B正确;如果小球开始静止在圆球面的最高点,用手轻轻一碰,开始它会沿着圆球面滚下,沿着圆球面下滑过程中,速度增大,所需向心力 F 不断增大,而重力沿着半径方向的分力不断减小,当所需向心力大于重力沿着半径的分量时,小球将不再沿着球面运动,而是脱离球面,做斜下抛运动,故C错误,D正确.

16. CD 解析:三把飞刀分别垂直打在竖直木板上,说明其逆运动都是平抛运动,从M、N、P三点开始的平抛运动到达同一点O,其初速度一定不同,所以三把飞刀在击中木板时速度一定不相同,A错误;由 $y = \frac{1}{2}gt^2$ 可得三把飞刀在空中飞行时间

之比为 $\sqrt{3}:\sqrt{2}:1$, B 错误; 由 $v_y = gt$ 可得三把飞刀抛出时初速度的竖直分量之比为 $\sqrt{3}:\sqrt{2}:1$, C 正确; 三次抛出飞刀的初速度与水平方向夹角 $\theta_1 > \theta_2 > \theta_3$, D 正确.

17. (1) $\frac{d}{rt}$ (2) 小 (3) 小于

解析: (1) 挡光条转动的线速度 $v = \frac{d}{t}$, 由 $\omega = \frac{v}{r}$ 得 $\omega = \frac{d}{rt}$. (2) 挡光条的宽度应适当小些, 经过光电门的速度才比较接近其瞬时速度. (3) 题图丙中图线说明向心力 F 和 ω^2 成正比; 若保持角速度和半径都不变, 则砝码做圆周运动的向心加速度不变, 由牛顿第二定律 $F = ma$ 可知, 质量大的砝码需要的向心力大, 所以曲线①对应的砝码质量小于曲线②对应的砝码质量.

18. (1) BC (2) DF

解析: (1) 实验中为了减小空气阻力影响, 两球尽量选择密度大、体积小的金属球, A 错误; 平抛运动在竖直方向为自由落体运动, 则有 $h = \frac{1}{2}gt^2$, 得 $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$, 则改变小球距地面的高度, 可改变两球在空中的运动时间, 改变小锤击打的力度则可改变 A 球的水平初速度大小, B 正确; 在击打金属片时, 两小球同时分别做平抛运动与自由落体运动, 结果同时落地, 则说明 A 球在竖直方向做自由落体运动, C 正确; 通过该实验装置不能研究平抛运动的水平分运动特点, D 错误. (2) 调整斜槽, 使小球放置在轨道末端时, 不左右滚动, 则说明斜槽末端水平, A 正确; 应使坐标纸上竖线与重垂线平行, 这样再确定坐标轴和测量长度更方便、准确, B 正确; 小球球心位置在坐标纸上的投影为平抛运动的坐标原点位置, C 正确; 为了研究同一平抛运动, 不能改变挡片 P 的位置, 应使小球从斜槽上同一位置释放, D 错误; 为了得到平抛运动水平位移, 应不断改变水平挡板的位置, 记录下小球落到挡板上的位置, E 正确; 将小球的位置标在坐标纸上后, 取下坐标纸, 用平滑曲线连接得到平抛运动的轨迹, F 错误. 由于选不正确的, 故选 D、F.

19. (1) 6 m/s (2) 53° 30 s

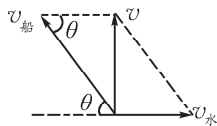
解析: (1) 小船船头垂直河岸行驶, 过河时间为 $t_1 = \frac{d}{v_{\text{船}}}$, 解得 $t_1 = 24$ s

水流速度为 $v_{\text{水}} = \frac{x}{t_1} = \frac{144}{24}$ m/s = 6 m/s.

(2) 设船头的方向偏向上游与河岸成 θ 角, 如图所示, 根据几何关系有 $\cos \theta = \frac{v_{\text{水}}}{v_{\text{船}}}$, 解得 $\theta = 53^\circ$

小船运动的合速度为 $v = \sqrt{v_{\text{船}}^2 - v_{\text{水}}^2} = 8$ m/s

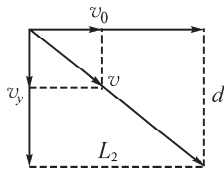
此时过河时间为 $t_2 = \frac{d}{v} = \frac{240}{8}$ s = 30 s.



20. (1) $\frac{1}{3}$ (2) $\frac{1}{3}d$

解析: (1) 设小球 A、B 水平抛出时的初速度大小为 v_0 , A、B 在管道中运动的时间 t 相等, 水平方向的加速度大小均为 a , 在管道中沿水平方向的位移分别为 L_1 和 L_2 , 对小球 A 有 $v_0 - at = 0$, $L_1 = v_0 t - \frac{1}{2}at^2$. 对小球 B 有 $L_2 = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$, 联立上式得 $\frac{L_1}{L_2} = \frac{1}{3}$.

(2) 设小球的抛出点距管道上壁的高度为 h , 小球下落 h 时在竖直方向的分速度为 v_y , 则 $v_y^2 = 2gh$, $d = v_y t + \frac{1}{2}gt^2$. B 进入管道后做直线运动, 由几何关系知 $\frac{v_0}{v_y} = \frac{L_2}{d}$, 联立上式可得 $h = \frac{1}{3}d$.



21. (1) 10 N/m (2) 6.0 N (3) $2\sqrt{3}$ m/s

解析: (1) 小球在最低点时受弹簧拉力和重力处于平衡, 有 $k(r - L_0) = mg$, 解得 $k = 10$ N/m.

(2) 由向心力公式, 有 $N + k(r - L_0) - mg = m \frac{v_0^2}{r}$, 解得 $N = 6.0$ N.

(3) 小球在最高点时, $k(r - L_0) + mg = \frac{mv_{\text{min}}^2}{r}$, 解得 $v_{\text{min}} = \sqrt{2rg} = 2\sqrt{3}$ m/s.

22. (1) $2h$ (2) $2\sqrt{2gh}$ (3) $\frac{11}{3}mg$

解析: (1) 小球在 B 点时的速度方向与斜面平行, 有 $v_y = v_0$, $\frac{v_y}{2}t = h$, $v_0 t = x$, 联立解得 $x = 2h$.

(2) 小球在斜面上时的加速度 $a = g \sin 45^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2}g$,

$$v_B = \sqrt{2} v_0 = 2 \sqrt{gh}, v_C^2 - v_B^2 = 2a \frac{2h}{\sin 45^\circ}, \text{解得} \\ v_C = 2 \sqrt{2gh}.$$

(3) 小球进入轻质筐后瞬间, 由牛顿第二定律得

$$F - mg = m \frac{v_C^2}{3h}, \text{解得 } F = \frac{11}{3}mg.$$

期末测试卷

1. C 解析: 地球的第一宇宙速度为 7.9 km/s, 即卫星的最小发射速度, 也是卫星在轨道上的最大运行速度, 故 A、B 错误; 地球同步卫星的轨道高度、周期、角速度是一定的, 轨道平面在赤道平面内, 不可能经过北极点的正上方, 故 C 正确, D 错误.

2. B 解析: 恒力做功的表达式 $W = Fl \cos \alpha$, 滑动摩擦力的方向与物体相对运动方向相反, 但与运动方向可以相同, 也可以相反, 还可以与运动方向垂直, 故可能做负功, 也可能做正功, 也可以不做功, A 错误; 静摩擦力的方向与物体相对运动趋势方向相反, 但与运动方向可以相同, 也可以相反, 故静摩擦力可以做正功, 也可以做负功, B 正确; 作用力作用在一个物体上, 反作用力必然作用在另外一个物体上, 作用力和反作用力等大反向, 两个物体的位移没有必然的联系, 所以两个功也就不一定相等且一正一负, C 错误; 合力对物体不做功, 物体动能一定不变, 但不一定平衡, 如匀速圆周运动, D 错误.

3. D 解析: 竖直方向做初速度为零的匀加速直线运动, 水平方向做匀速运动, 可知笔尖做匀变速曲线运动, A 错误; 由于水平分速度不变, 竖直分速度逐渐增加, 根据平行四边形定则, 笔尖的合速度方向与水平方向夹角逐渐变大, B 错误; 因为笔尖做的是匀变速曲线运动, 所以笔尖在任意两个连续相等时间内的位移不同, C 错误; 笔尖竖直方向做初速度为零的匀加速直线运动, 水平方向做匀速运动, 所以笔尖在任意两个相等时间内的速度变化量相同, D 正确.

4. C 解析: 根据万有引力等于重力, 列出等式 $G \frac{Mm}{r^2} = mg$, 得 $g = G \frac{M}{r^2}$, 其中 M 是任一星球的质量, r 是从星球表面到星球球心的距离. 根据密度与质量关系得 $M = \rho \cdot \frac{4}{3} \pi r^3$, 则得 $g = G \rho \cdot \frac{4}{3} \pi r$, 星球的密度跟地球密度相同, 星球表面的重力加速度

是地球表面重力加速度的 3 倍, 所以星球的半径是地球半径的 3 倍, 再根据 $M = \rho \cdot \frac{4}{3} \pi r^3$ 得, 星球的质量是地球质量的 27 倍, 故 C 正确, A、B、D 错误.

5. C 解析: 物块运动至 $x = 0.4 \text{ m}$ 处的过程中, 外力 F 做的功为“ $F-x$ ”图线所围面积, 故 $W_F = 3.5 \text{ J}$, 此过程克服摩擦力做功 $W_f = \mu mgx = 0.6 \text{ J}$, 根据能的转化与守恒定律得 $E_p = W_F - W_f = 2.9 \text{ J}$. 故 C 正确, A、B、D 错误.

6. C 解析: 设 A、B 两小球的抛出点间的水平距离为 L , 分别以水平速度 v_1 、 v_2 抛出, 经过时间 t 的水平位移分别为 x_1 、 x_2 , 根据平抛运动规律有 $x_1 = v_1 t$, $x_2 = v_2 t$, 又 $x_1 + x_2 = L$, 则 $t = \frac{L}{v_1 + v_2}$; 若两球的抛出速度都变为原来的 2 倍, 则两球从抛出到相遇经过的时间为 $t' = \frac{L}{2(v_1 + v_2)} = \frac{t}{2}$, 故 C 正确, A、B、D 错误.

7. D 解析: 如果将近地表的球形空腔填满密度为 ρ 的岩石, 则该地区重力加速度便回到正常值, 因此, 如果将空腔填满, 地面质量为 m 的物体的重力为 mg , 没有填满时是 kmg , 故空腔填满后引起的引力为 $(1-k)mg$; 根据万有引力定律, 有 $(1-k)mg = G \frac{(\rho V)m}{d^2}$ 解得 $V = \frac{(1-k)gd^2}{G\rho}$, 故 D 正确, A、B、C 错误.

8. C 解析: 因双星的角速度、周期相等, 据 $v = \omega r$ 知轨道半径小的线速度小, 故 B 的线速度一定大于 A 的线速度, A 错误; 由于双星的向心力都是由双星间相互作用的万有引力提供的, 因此大小必然相等, 由 $F = m\omega^2 r$ 可得各自的轨道半径与其质量成反比, 即 $r \propto \frac{1}{m}$, 所以轨道半径小的质量大, 故 B 的质量一定小于 A 的质量, B 错误; 设双星质量分别为 m_1 、 m_2 , 对质量为 m_1 的中子星有 $G \frac{m_1 m_2}{L^2} = m_1 \left(\frac{2\pi}{T} \right)^2 r_1$, 对质量为 m_2 的中子星有 $G \frac{m_1 m_2}{L^2} = m_2 \left(\frac{2\pi}{T} \right)^2 r_2$, 又因 $r_1 + r_2 = L$, $m_1 + m_2 = M$, 解得 $T = 2\pi \sqrt{\frac{L^3}{GM}}$, 由此式可知, L 一定, M 越大, T 越小; M 一定, L 越大, T 越大, C 正确, D 错误.

9. C 解析: 小球恰好能通过轨道 2 的最高点 B 时, 有 $mg = \frac{mv_B^2}{1.8R}$, 小球在轨道 1 上经过 A 处时, 有 $F +$

$mg = \frac{mv_A^2}{R}$, 根据机械能守恒定律, 有 $1.6mgR = \frac{1}{2}mv_A^2 - \frac{1}{2}mv_B^2$, 解得 $F = 4mg$, 故 C 正确, A、B、D 错误.

10. D 解析: 分析小物块的运动过程, 可知由于克服摩擦力做功, 物块的机械能不断减小. 设物块在 BC 上运动的总路程为 l , 根据动能定理得 $mgh - \mu mgl = 0$, 解得 $l = \frac{h}{\mu} = \frac{0.30}{0.10} \text{ m} = 3 \text{ m} = 6d$, 即小物块正好停在 B 点, 故 D 正确, A、B、C 错误.

11. CD 解析: 船在静水中的速度大于水流速度, 故船可以行驶至河岸正对面, 这时船的位移就是 50 m, A 错误; 小船的渡河速度与小船的渡河方向有关, 当小船顺流而下时, 渡河速度就会大于 5 m/s, B 错误; 小船渡河最短时间跟垂直河岸的分运动有关, 当垂直河岸的分运动的速度等于小船在静水中的速度, 小船的渡河时间最短, 设河宽为 d , 则渡河时间为 $t = \frac{d}{v_{\text{静}}} = 12.5 \text{ s}$, C 正确; 若船头指向不变, 小船在垂直于河岸的分运动和顺流水方向的分运动均是匀速直线运动, 所以小船合运动是匀速直线运动, D 正确.

12. BC 解析: 由所给条件不能确定自转周期, A 错误; 根据 $g = \frac{GM}{R^2}$ 可得 $\frac{g_A}{g_{\text{地}}} = \frac{M_A R_{\text{地}}^2}{M_{\text{地}} R_A^2} = 2 \times \frac{1}{4} = \frac{1}{2}$, B 正确; 根据万有引力提供向心力得 $G \frac{Mm}{R^2} = m \frac{v^2}{R}$, 则最大环绕速度 $v = \sqrt{\frac{GM}{R}}$, 可得 $\frac{v_A}{v_{\text{地}}} = \sqrt{\frac{M_A R_{\text{地}}}{M_{\text{地}} R_A}} = \sqrt{\frac{M_A}{M_{\text{地}}} \cdot \frac{R_{\text{地}}}{R_A}} = 1$, C 正确; 卫星的线速度 $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$, 因 M 不同, 则 v 不同, D 错误.

13. AB 解析: 开始时转盘转动的角速度较小, 两木块所需的向心力都由静摩擦力提供, 且 B 所需的向心力大于 A 所需的向心力, 随着角速度的增大, B 所受静摩擦力先达到最大静摩擦力, 之后细绳中出现拉力, 角速度继续增大, A 所受的静摩擦力继续增大, 增大到最大静摩擦力之后, 开始发生相对滑动. 当 A 所受的静摩擦力达到最大静摩擦力时, A、B 相对于转盘恰好不滑动, 对 A 有 $Kmg - T = mL\omega^2$, 对 B 有 $T + Kmg = m \cdot 2L\omega^2$, 解得 $\omega = \sqrt{\frac{2Kg}{3L}}$, 则当 $\omega > \sqrt{\frac{2Kg}{3L}}$ 时, A、B 相对于转盘会滑

动, A 正确; 当 B 所受的静摩擦力达到最大静摩擦力时, 细绳中恰好无弹力, 对 B 有 $Kmg = m \cdot 2L\omega^2$, 解得 $\omega = \sqrt{\frac{Kg}{2L}}$, 则当 $\omega > \sqrt{\frac{Kg}{2L}}$ 时, 细绳中具有弹力, B 正确; 当 ω 在 $\sqrt{\frac{Kg}{2L}} < \omega < \sqrt{\frac{2Kg}{3L}}$ 范围内增大时, B 所受摩擦力为最大静摩擦力, 保持不变, C 错误; 当 ω 在 $0 < \omega < \sqrt{\frac{2Kg}{3L}}$ 范围内增大时, A 所受摩擦力一直增大, D 错误.

14. CD 解析: 卫星从轨道 I 的 P 点制动后进入轨道 II, 在轨道 II 的 P 点再制动, 最后进入轨道 III. 在不同轨道的 P 点, 卫星受到的万有引力相同, 根据牛顿第二定律可知加速度相同, A 错误, D 正确; 根据开普勒第三定律可知, 卫星在不同轨道上绕月球运动时的周期的平方与轨道半长轴的三次方的比值相同, 显然轨道 I 的半长轴最大, 轨道 III 的半径最小, 故 B 错误, C 正确.

15. BD 解析: 物块克服绳的拉力做功, 其机械能减少, A 错误; 软绳重力势能减少量 $\Delta E_{\text{P减}} = mg \cdot \frac{l}{2} - mg \cdot \frac{l}{2} \sin \theta = \frac{1}{4} mgl$, B 正确; 由功能关系知 C 错误, D 正确.

16. ACD 解析: 加速过程在 T 点结束, 即此后汽车沿平直路面做匀速运动, 由平衡条件和图像信息可得 $T - f = 0$, 汽车做匀速运动时的牵引力大小为 $T = 2 \times 10^4 \text{ N}$, 汽车所受的阻力大小为 $f = 2 \times 10^4 \text{ N}$, 故 A 正确, B 错误; 由图像信息得车的额定功率为 $P = Fv = 2 \times 10^4 \times 8 \text{ W} = 1.6 \times 10^5 \text{ W}$, 故 C 正确; 汽车加速运动过程, 牵引力做功为 $W = Pt$, 根据动能定理可得 $Pt - fs = \frac{1}{2}mv^2$, 则可得 $m = \frac{2(Pt - fs)}{v^2} = 8.75 \times 10^3 \text{ kg}$, 故 D 正确.

17. (1)D (2)不需要 (3)0.7

解析: (1)小球应该选用体积较小、质量较大的小钢球, 故选 D. (2)实验桌面不需要光滑, 只要小球到达 O 点的速度相等即可. (3)根据 $\Delta y = gT^2$ 可得 $T = \sqrt{\frac{L}{g}}$, 初速度 $v_0 = \frac{2L}{T} = 2\sqrt{gL} = 2\sqrt{9.8 \times 1.25 \times 10^{-2}} \text{ m/s} = 0.7 \text{ m/s}$.

18. (1)B (2)0.25 J 0.24 J (3)2g

解析: (1)如果重物重力势能的减少量与动能的增加量相等, 可以验证机械能守恒, 故选 B. (2)从 O

点到B点过程,重物的重力势能变化量为 $\Delta E_p = mgh = 0.5 \times 9.8 \times 0.0501 \text{ J} \approx 0.25 \text{ J}$, 打B点时的速度为 $v_B = \frac{AC}{2T} = 0.975 \text{ m/s}$, 动能变化量为 $\Delta E_k = \frac{1}{2}mv_B^2 = \frac{1}{2} \times 0.5 \times 0.975^2 \text{ J} \approx 0.24 \text{ J}$.
 (3)由机械能守恒定律得 $mgh = \frac{1}{2}mv^2$, 整理得 $v^2 = 2gh$, 则 $v^2 - h$ 图线的斜率 $k = 2g$.

19. (1) $\frac{gR^2}{G}$ (2) $\frac{2\pi(R+h)}{R} \sqrt{\frac{R+h}{g}}$

解析:(1)设地球表面的某一物体的质量为 m' , 根据万有引力定律公式 $\frac{Gm'M}{R^2} = m'g$, 可得 $M = \frac{gR^2}{G}$.
 (2)万有引力提供卫星做圆周运动的向心力, 设人造卫星绕地球转动的周期为 T , 则有 $G \frac{Mm}{(R+h)^2} = m \frac{4\pi^2}{T^2} (R+h)$, 将 $M = \frac{gR^2}{G}$ 代入, 解得 $T = \frac{2\pi(R+h)}{R} \sqrt{\frac{R+h}{g}}$.

20. (1) 1 s (2) 5 m/s (3) $5 \text{ m/s} \leq v_0 \leq 13 \text{ m/s}$

解析:(1)小球做平抛运动, 竖直方向上做自由落体运动, 由 $H = \frac{1}{2}gt^2$ 解得小球在空中运动的时间 $t = \sqrt{\frac{2H}{g}} = 1 \text{ s}$.
 (2)小球运动到墙顶b点的过程中, 竖直方向上 $H - h = \frac{1}{2}gt_1^2$, 水平方向上 $L = v_0 t_1$, 联立解得 $v_0 = 5 \text{ m/s}$.
 (3)要使小球落在墙外马路上, 那么小球恰好经过墙顶b点后落在马路上时, 初速度最小; 小球落在马路的最右端时, 初速度最大, 竖直方向上 $H = \frac{1}{2}gt^2$, 水平方向上 $L + x = v_0 t$, 联立解得 $v_0 = 13 \text{ m/s}$, v_0 取值范围大小为 $5 \text{ m/s} \leq v_0 \leq 13 \text{ m/s}$.

21. (1) $2\sqrt{10} \text{ m/s}$ (2) 6 N (3) 7.75 m

解析:(1)根据机械能守恒定律得 $mgR = \frac{1}{2}mv_B^2$ 得出 $v_B = \sqrt{2gR} = 2\sqrt{10} \text{ m/s}$.

(2)根据牛顿第二定律得 $N - mg = \frac{mv_B^2}{R}$, 解得 $N = 6 \text{ N}$, 根据牛顿第三定律得轨道所受压力 $N' = 6 \text{ N}$.

(3)根据 $h = \frac{1}{2}gt^2$, 解得 $t = 0.8 \text{ s}$, 根据动能定理得 $-kmgL = \frac{1}{2}mv_C^2 - \frac{1}{2}mv_B^2$, 解得 $v_C = 5 \text{ m/s}$, 由 $x_{PC} = v_C t = 4 \text{ m}$, 解得 $x_{PB} = L + x_{PC} = 7.75 \text{ m}$.

22. (1) 90 N (2) 2.1 J (3) 距B点 0.15 m 处

解析:(1)滑块从A点到B点, 由动能定理可得 $mgR = \frac{1}{2}mv_B^2$, 代入数据解得 $v_B = 3 \text{ m/s}$
 滑块在B点时, 由牛顿第二定律有 $N - mg = m \frac{v_B^2}{R}$, 代入数据解得 $N = 90 \text{ N}$
 由牛顿第三定律可得, 滑块对B点的压力为 $N' = N = 90 \text{ N}$.

(2)设滑块从A点到D点的过程弹簧弹力对滑块做的功为 W , 由动能定理可得 $mgR - \mu mgL_{BC} - mgL_{CD} \sin 30^\circ + W = 0$, 代入数据解得 $W = -2.1 \text{ J}$, 则弹簧最大的弹性势能 $E_p = -W = 2.1 \text{ J}$.

(3)滑块最终停止在水平轨道B、C间, 从滑块第一次经过B点到最终停下来的全过程, 由动能定理可得 $-\mu mg \cdot s = 0 - \frac{1}{2}mv_B^2$, 解得 $s = 2.25 \text{ m}$, 则物体在BC段上运动的次数为 $n = \frac{2.25 \text{ m}}{0.4 \text{ m}} = 5.625$, 说明物体在BC上滑动了5次, 又向左运动 $0.625 \times 0.4 \text{ m} = 0.25 \text{ m}$, 故滑块最终停止在BC间距B点 0.15 m 处(或距C点 0.25 m 处).