

物理参考答案

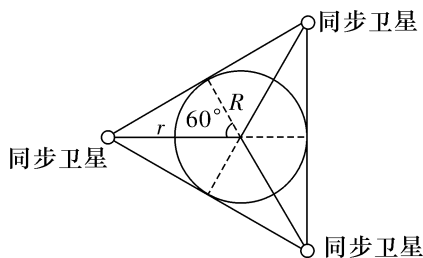
一二、选择题

题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
答案	C	C	B	B	C	B	B	BD	BD	AD	AB

1. C 【解析】铁路的转弯处,通常要求外轨比内轨高,原因是当火车按规定速度转弯时,由火车的重力和轨道对它的支持力的合力来提供火车转弯所需的向心力,从而避免轮缘对外轨的挤压,故 A 错误;“水流星”表演中,通过最高点时,水受到重力及筒底的支持力作用,加速度方向竖直向下,而当“水流星”刚好能通过最高点时,水仅受重力的作用,支持力为零,此时处于完全失重状态,故 B 错误;汽车通过凹形桥的最低点时,圆心在汽车的正上方,此时重力和支持力的合力提供向心力,即有  $N - mg = m \frac{v^2}{R}$ ,可知汽车受到的支持力  $N$  大于重力  $mg$ ,故 C 正确;脱水桶的脱水原理是:当转筒的速度较大时,水滴做圆周运动所需要的向心力较大,而水与衣物之间的粘滞力无法提供,所以水滴将做离心运动,从而沿切线方向甩出,故 D 错误。
2. C 【解析】根据点电荷电场的分布特点,可知甲图中与点电荷等距的 A、B 两点的电场强度大小相等,但方向不同,故 A 错误;根据等量同种点电荷电场的分布特点,可知乙图中两等量同种点电荷连线上对称的 A、B 两点的电场强度大小相等,方向相反,故 B 错误;根据等量异种点电荷电场的分布特点,可知丙图中两等量异种点电荷连线上对称的 A、B 两点电场强度相同,故 C 正确;根据电场线的疏密表示电场强度的强弱,可知丁图中非匀强电场的 A、B 两点的电场强度不相同,故 D 错误。
3. B 【解析】根据题意可知,运动到最高点时,物体的速度为 0,结合图乙可知,此时的重力势能为 30 J,又有  $E_p = mgh$  解得  $m = 1 \text{ kg}$ ,故 A 错误;根据题意可知,物块上滑过程中,除重力以外只有摩擦力做功,由功能关系可知  $-\mu mg \cos \alpha \cdot \frac{h}{\sin \alpha} = \Delta E$ ,  
解得  $\mu = 0.5$  故 B 正确;  
根据题意,由牛顿第二定律有  $mgsin \alpha + \mu mg \cos \alpha = ma$ ,解得  $a = 10 \text{ m/s}^2$ ,  
故 C 错误;  
根据题意可知,物块下滑过程中摩擦力做功与上滑过程中摩擦力做功相等均为  $W_f = \Delta E = -20 \text{ J}$ ,整个过程由动能定理有  $2W_f = E_k - E_0$ ,其中  $E_0 = 50 \text{ J}$ ,解得  $E_k = 10 \text{ J}$ ,  
故 D 错误。
4. B 【解析】月球从近地点向远地点运动的过程中做离心运动,万有引力不足以提供向心力,引力做负功,动能逐渐减小,所以速度逐渐减小,故 AC 错误,B 正确;根据万有引力公式有  $\frac{GMm}{r^2} = ma$ ,解得  $a = \frac{GM}{r^2}$ ,可知月球从近地点向远地点运动的过程中月球与地球之间的距离增大,加速度逐渐减小,故 D 错误。
5. C 【解析】电荷量为  $+q$  的小球以初速度  $v_0$  从管口射入的过程,电场力与细管对其弹力始终平衡,合力为零,小球做匀速直线运动,故速度不变,故 A 错误;小球运动过程中,库仑力与速度方向垂直,则库仑力不做功,故 B 错误;在两个电荷的中垂线的中点,单个电荷产生的电场强度为  $E = k \frac{Q}{(\frac{1}{2}d)^2} = \frac{4kQ}{d^2}$ ,根据矢量的合成法则,则有电场强度最大值为  $\frac{8kQ}{d^2}$ ,因此电荷量为  $+q$  的小球受到最大库仑力为  $\frac{8kQq}{d^2}$ ,故 C 正确;结合受力分析可知,弹力与库仑力平衡,则管壁对小球的弹力最大值为  $\frac{8kQq}{d^2}$ ,故 D 错误。

6. B 【解析】设地球半径为  $R$ ，画出仅用三颗地球同步卫星使地球赤道上任意两点之间保持无线电通讯时同步卫星的最小轨道半径示意图，如图所示，由图中几何关系可得，同步卫星的最小轨道半径  $r=2R$ ，设地球自转周期的最小值为  $T$ ，则由  $\frac{r^3}{T^2}=k$  可得  $\frac{(6R)^3}{(2R)^3}=\frac{(24\text{ h})^2}{T^2}$

解得  $T\approx 4\text{ h}$



7. B 【解析】设铁钉进入木块深度为  $d$ ，则所受阻力大小为  $f=kd$

$$\text{第一次据动能定理可得 } W_1 - \frac{0+kd_1}{2} \cdot d_1 = 0$$

$$\text{则铁锤做功为 } W_1 = \frac{0+kd_1}{2} \cdot d_1 = \frac{kd_1^2}{2}$$

$$\text{同理可得第二次铁锤做功为 } W_2 = \frac{kd_1+kd_2}{2} \cdot (d_2-d_1)$$

每次撞击铁钉速度相同，故两次对铁钉所做的功相同，联立可解得  $d_2 = \sqrt{2}d_1$

故击打第二次后，能再击入的深度为  $\Delta d = d_2 - d_1 = (\sqrt{2}-1)d \approx 0.41\text{ cm}$

8. BD 【解析】地球自转加快，自转周期变短，根据  $G\frac{Mm}{r^2} = mr\frac{4\pi^2}{T^2}$

半径变小，高度要略调低一些，选项 A 错误；

根据  $G\frac{Mm}{R^2} = m\frac{v^2}{R}$  地球的第一宇宙速度不变，选项 B 正确；

向心力和重力的合力为万有引力，地球自转加快所需向心力变大，万有引力不变，重力等于万有引力与向心力的矢量差，则除两极外重力大小和方向（赤道上重力方向不变）都会变化，选项 C 错误，D 正确。

9. BD 【解析】根据万有引力公式可得  $G\frac{Mm_1}{r_a^2} = m_1 \cdot \left(\frac{2\pi}{T_a}\right)^2 \cdot r_a$ ， $G\frac{Mm_2}{r_b^2} = m_2 \cdot \left(\frac{2\pi}{T_b}\right)^2 \cdot r_b$

联立解得  $r_a : r_b = 1 : \sqrt[3]{k^2}$ ，A 错误，B 正确；

设每隔时间  $t$ ， $ab$  共线一次，可得  $(\omega_a - \omega_b)t = \pi$

$b$  转动一周的过程中， $a, b, c$  共线的次数为

$$n = \frac{T_b}{t} = \frac{(\omega_a - \omega_b)T_b}{\pi} = \frac{\frac{2\pi}{T_a} \cdot T_b - \frac{2\pi}{T_b} \cdot T_b}{\pi} = \frac{2\pi k - 2\pi}{\pi} = 2k - 2$$

C 错误，D 正确。

10. AD 【解析】如图所示，将已被观察到的三个白点位置分别记为 A、B 和 C， $t=0$  时白点在 A

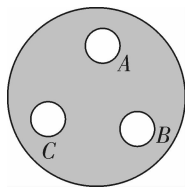
位置，那么白点在 B 或 C 位置的时刻应分别为： $t_B = \left(k + \frac{1}{3}\right)T_0$ ， $k=0, 1, 2, 3, \dots$

$t_C = \left(k + \frac{2}{3}\right)T_0$ ， $k=0, 1, 2, 3, \dots$  其中圆盘旋转周期是  $T_0 = \frac{1}{f_0} = 0.02\text{ s}$

假设  $t=0$  时频闪光第一次照亮圆盘时 A 处，有两种可能，若闪光第二次照亮时白点在 B 位置，则要求频闪周

期  $T = \frac{1}{f}$  满足  $T = \left(k + \frac{1}{3}\right)T_0$ ， $k=0, 1, 2, 3, \dots$

后在  $t=2T$  时在 C 位置出现白点，在圆盘上稳定地出现图示的三个白点，则



$$f = \frac{1}{T} = \frac{3f_0}{3k+1} \quad \text{当 } k=0 \text{ 时 } f=150 \text{ Hz} \quad \text{当 } k=1 \text{ 时 } f = \frac{150}{4} = 37.5 \text{ Hz}$$

$$\text{当 } k=2 \text{ 时 } f = \frac{150}{7} \text{ Hz}$$

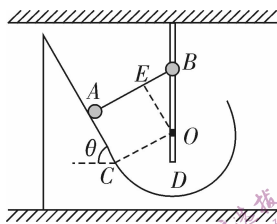
若闪光第二次照亮时白点在 C 位置, 则 T 须满足  $T = \left(k + \frac{2}{3}\right) T_0, k=0, 1, 2, 3, \dots$

同理, 也在圆盘上稳定地出现图示的三个白点, 则  $f = \frac{1}{T} = \frac{3f_0}{3k+2}$

$$\text{当 } k=0 \text{ 时 } f=75 \text{ Hz} \quad \text{当 } k=1 \text{ 时 } f=30 \text{ Hz}$$

故 AD 正确, BC 错误。

11. AB **【解析】** 由于小球 A 和 B 组成的系统只有重力做功, 机械能守恒, A 正确; 过 O 点分别向 AB 和斜面作垂线, 如图所示, 根据几何关系可知  $BO=R, AC = \frac{\sqrt{3}}{2}R$



当 A 下降到最低点时, B 的速度为零, 根据机械能守恒可知

$$2mg \left[ \frac{\sqrt{3}}{2}R \sin 60^\circ + R(1 - \cos 60^\circ) \right] + mg(2R - L) = \frac{1}{2} \times 2mv_A^2$$

解得此时 A 的速度  $v_A = \sqrt{3gR}$ , B 正确;

刚释放时小球 A 时, 杆对小球的弹力沿着杆, 与运动方向垂直, 根据牛顿第二定律

$$2mg \sin 60^\circ = 2ma_A, \text{ 解得 } a_A = \frac{\sqrt{3}}{2}g, \text{ C 错误;}$$

B 球在 A 球达 D 点之前有向下的速度, 故小球 A 运动到最低点时, B 球加速度竖起向上对小球 B, 根据牛顿第二定律  $F - mg = ma$

$$\text{对小球 A } F_N - 2mg - F = 2m \frac{v_A^2}{R} \quad \text{解得 } F_N = 9mg + ma, \text{ D 错误。}$$

### 三、实验题

12. (6分)(1)a b (2)BC **【解析】**(1)卡文迪什通过扭秤实验装置(图 a)测得万有引力常量; 库仑通过实验研究得出电荷之间相互作用力规律的实验装置(图 b);

(2)当增大 T 形架横梁的长度时, 会导致石英丝更容易转动, 对测量石英丝极微小的扭转角仍没有作用, 故 A 错误; 为了测量石英丝极微小的扭转角, 该实验装置中采取使“微小量放大”。利用平面镜对光线的反射, 来体现微小形变的。当增大刻度尺与平面镜的距离时, 转动的角度更明显, 故 BC 正确。

13. (8分)(1)C B (2)1.84 -1.74

**【解析】**(1)本实验中, 验证机械能守恒的表达式为  $mg\Delta h = \frac{1}{2}mv^2$ , 等号两边可以将质量约掉, 所以不需要测量物体的质量; 打点计时器需要接在交流电上才能正常使用;

$$(2)B \text{ 点的速度 } v_B = \frac{x_{AC}}{2t} = 1.84 \text{ m/s} \quad \text{重力势能变化量 } \Delta E_p = -mgh_{OB} = -1.74 \text{ J}$$

### 四、计算题

14. (10分)**【解析】**(1)设滑块第一次滑至 C 点时的速度为  $v_C$ , 圆轨道 C 点对滑块的支持力为  $F_N$ ,  $P \rightarrow C$  过程  $mgR(1 - \cos 60^\circ) = \frac{1}{2}mv_C^2$  ..... 1分

C 点  $F_N - mg = m \frac{v_C^2}{R}$  解得  $F_N = 2mg$  ..... 2 分

方向竖直向上 ..... 1 分

(2) 对  $P \rightarrow C \rightarrow Q$  过程  $mgR(1 - \cos 60^\circ) - \mu mg \cdot 2R = 0$  解得  $\mu = 0.25$  ..... 3 分

(3) A 点  $mg = m \frac{v_A^2}{R}$  ..... 1 分

$Q \rightarrow C \rightarrow A$  过程  $E_p = \frac{1}{2}mv_A^2 + mg \cdot 2R + \mu mg \cdot 2R$  ..... 1 分

解得弹性势能  $E_p = 3mgR$  ..... 1 分

15. (11 分)【解析】(1) 每秒冲击风车车叶的气体体积为

$V = SL = Svt = \pi R^2 vt = \pi \times 400 \times 6 \times 1 \text{ m}^3 = 7536 \text{ m}^3$  ..... 3 分

(2) 气流的质量  $m = \rho V = 1.2 \times 7536 \text{ kg} = 9043.2 \text{ kg}$  ..... 2 分

气流的动能  $E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times 9043.2 \times 6^2 \text{ J} = 162777.6 \text{ J}$  ..... 2 分

(3) 每秒风的动能转化的电能  $E_{\text{电}} = \eta E_k = 10\% \times 162777.6 \text{ J} \approx 16277.8 \text{ J}$  ..... 2 分

则此风力发电机发电的功率为  $P = \frac{E_{\text{电}}}{t} = \frac{16277.8}{1} \text{ W} = 16277.8 \text{ W}$  ..... 2 分

16. (17 分)【解析】(1) 设货箱在水平传送带上的加速度为  $a_1$ , 相对于地面的滑动距离为  $x_1$ , 水平传送带的速度记为  $v_x$ , 则有  $a_1 = \frac{\mu_1 mg}{m} = \mu_1 g = 1 \text{ m/s}^2$   $v_x^2 = 2a_1 x_1$  ..... 1 分

货箱在水平传送带上的加速的时间为  $t_1 = \frac{v_x}{a_1} = 4 \text{ s}$  ..... 1 分

货箱在水平传送带上的匀速运动时间为  $t_2 = \frac{L_1 - x_1}{v_x} = 23 \text{ s}$  ..... 1 分

货箱从 A 点到 B 点  $t_{AB} = t_1 + t_2 = 27 \text{ s}$  ..... 1 分

同理, 设货箱在倾斜传送带上的加速度为  $a_2$ , 相对于地面的滑动距离为  $x_3$ , 倾斜传送带的速度记为  $v_y$ , 则有

$a_2 = \frac{\mu_2 mg \cos 37^\circ - mg \sin 37^\circ}{m} = \mu_2 g \cos 37^\circ - g \sin 37^\circ = 1 \text{ m/s}^2$  ..... 1 分

则货箱在倾斜传送带上的加速的时间为  $t_3 = \frac{v_y - v_x}{a_2} = 2 \text{ s}$   $v_y^2 - v_x^2 = 2a_2 x_3$  ..... 1 分

货箱在倾斜传送带上的匀速运动时间为  $t_4 = \frac{L_2 - x_3}{v_y} = 10 \text{ s}$  ..... 1 分

所以货箱从 C 点到 D 点的时间为  $t_{CD} = t_3 + t_4 = 12 \text{ s}$  ..... 1 分

(2) 把一个货箱从 A 点传送到 D 点, 动能增加量  $\Delta E_k = \frac{1}{2}mv_y^2 = 360 \text{ J}$  ..... 1 分

重力势能增加量  $\Delta E_p = mgL_2 \sin 37^\circ = 8400 \text{ J}$  ..... 1 分

水平传送带相对位移  $\Delta x_1 = \frac{1}{2}v_x t_1 = 8 \text{ m}$  ..... 1 分

倾斜传送带相对位移  $\Delta x_2 = \frac{1}{2}(v_y - v_x)t_3 = 2 \text{ m}$  ..... 1 分

热量  $Q = \mu_1 mg \Delta x_1 + \mu_2 mg \cos 37^\circ \Delta x_2 = 440 \text{ J}$  ..... 1 分

多消耗的电能  $E = \Delta E_k + \Delta E_p + Q = 9200 \text{ J}$  ..... 1 分

(3) 连续稳定工作 24 小时, 共传送货箱  $n = 60 \times 60 \times 24 = 86400$  (个) ..... 1 分

需要做功  $W_{\text{总}} = nW = 9200 \times 86400 = 8 \times 10^8 \text{ J}$  ..... 2 分