

高三物理参考答案

一、单项选择题(本题共 7 小题,每小题 4 分,共 28 分,在每小题给出的四个选项中,只有一项是符合题目要求的)

题号	1	2	3	4	5	6	7
答案	B	A	C	C	B	D	B

1. B **【解析】**B. 题图可知 AK 间加的为正向电压,闭合开关后,发现无光电流,说明未发生光电效应,即此时入射光频率小于极限频率,因此增大光的频率,可能会产生光电流,故 B 正确;ACD. 增加光照时间、增加 AK 间的电压、对调电源的正负极,都不会改变入射光频率,仍然不会产生光电流,故 ACD 错误。故选 B。

2. A **【解析】**AB. 当光线几乎平行于水面射入水中时,此时折射角为水的临界角 $C = \frac{97.6^\circ}{2} = 48.8^\circ$,根据光的折射定律 $n = \frac{1}{\sin C} = \frac{1}{\sin 48.8^\circ}$,A 正确,B 错误;CD. 潜水员潜得越深,水的临界角不变,即圆锥的顶角不变,故 CD 错误。故选 A。

3. C **【解析】**A. 三颗通信卫星的质量关系不确定,则受到地球的万有引力大小不一定相等,选项 A 错误;B. 第一宇宙速度是最大的环绕速度,可知通信卫星的运行速度小于第一宇宙速度,选项 B 错误;C. 由几何关系可知 $R = (h+R)\sin 30^\circ$,可知 $h=R$,即实现环赤道全球通信时,卫星离地面高度 h 至少为 R ,选项 C 正确;D. 加速度方向会改变,选项 D 错误。故选 C。

4. C **【解析】**因物块运动过程要克服摩擦力做功,故系统动能和势能的总和要减小,但同一位置,势能相同,故后面每次经过同一位置时物块动能会减小,即后面每次经过同一位置时物块动量会减小,且小球第一次到达点 $O(x=0)$ 时,动量的方向是沿 x 轴的负方向,即为负值,故选 C。

5. B **【解析】**B. 根据题意可知,篮球做斜抛运动,水平方向的速度不变,则有 $v_A \cos \alpha = v_B = v_{Cx}$

$$\text{从 A 到 B 过程中,有 } t_{AB} = \frac{v_A \sin \alpha}{g}, x_{AB} = v_A \cos \alpha \cdot t_{AB}, h_{AB} = \frac{(v_A \sin \alpha)^2}{2g}$$

$$\text{AB 连线与水平方向的夹角的正切值 } \tan \theta = \frac{h_{AB}}{x_{AB}} = \frac{\tan \alpha}{2}$$

由于 α 已知,则 θ 可求,故 B 正确;

$$\text{AC. 从 B 到 C 过程,篮球做平抛运动,下落高度为 } h, \text{ 则有 } t_{BC} = \sqrt{\frac{2h}{g}}, v_{Cy} = \sqrt{2gh}$$

$$\text{则 } v_C = \sqrt{v_{Cx}^2 + 2gh}$$

由于 v_{Cx} 未知,则不可以求出篮球入框时的速度,由于 $h_{AB} > h$

则有 $t_{AB} > t_{BC}$

故 AC 错误;

$$\text{D. 结合上述分析可知 } v_{Ay} = \sqrt{2gh_{AB}}, v_{Ax} = v_{Cx}$$

$$\text{则有 } \tan \alpha = \frac{v_{Ay}}{v_{Ax}} = \frac{\sqrt{2gh_{AB}}}{v_{Cx}}$$

$$\text{设篮球入框时的速度与水平方向的夹角为 } \beta, \text{ 则有 } \tan \beta = \frac{v_{Cy}}{v_{Cx}} = \frac{\sqrt{2gh}}{v_{Cx}}$$

由于 $h_{AB} > h$

则有 $\tan \alpha > \tan \beta$

即篮球入框时的速度与水平方向的夹角 β 一定小于 α ,故 D 错误。

故选 B。

6. D **【解析】**A. 对点电荷 A 进行受力分析,点电荷 A 所受点电荷 B 的库仑力和 C 点电荷的库仑力夹角为 120° ,所以 A 所受的静电力为 $F_A = 2 \frac{kq^2}{l^2} \cos 60^\circ = \frac{kq^2}{l^2}$

对点电荷 C 进行受力分析,点电荷 C 所受点电荷 A 的库仑力和 B 点电荷的库仑力夹角为 60° ,所以 C 所受的静电力为 $F_C = 2 \frac{kq^2}{l^2} \cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}kq^2}{l^2}$

$$\text{所以 A、C 所受静电力大小不相等,故 A 错误;}$$

所以 A、C 所受静电力大小不相等,故 A 错误;

B. 点电荷 AB 在 M、N 两点产生的合场强等大反向,合电势相等,点电荷 C 在 M、N 两点产生的电场强度大小相等,方向不同,电势相同,根据电场强度的叠加可知 M、N 两点的电场强度大小相等,方向不相同,但电势相

同,故 B 错误;

C. 电场线沿直线由 O 点向 C 点,所以电子沿直线由 O 点向 C 点移动过程中,电场力做负功,故 C 错误。

D. 电子从 M 到 O 的过程库仑力做负功,电势能增大,所以, M 点电势能比在 O 点时要小,故 D 正确; 故选 D。

7. B 【解析】A. 当火车完全运动到斜面上时速度刚好减为 0,根据动能定理,有 $-mg \frac{L}{2} \sin 30^\circ = 0 - \frac{1}{2}mv_0^2$

解得火车的初速度 $v_0 = \sqrt{\frac{gL}{2}}$,故 A 错误;

CD. 根据题意可知,火车在斜面上的质量为 $m' = \frac{x}{L}m$

斜面上的火车其重心位置为 $h = \frac{x}{2} \sin \alpha$

此刻火车具有的重力势能为 $E_p = m'gh = \frac{x}{L}mg \cdot \frac{x}{2} \sin \alpha = \frac{x}{4L}mgx$

而根据动能定理有 $-m'gh = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$

联立解得 $v = \sqrt{\frac{gL}{2} - \frac{x^2}{2L}g}$,故 CD 错误;

B. 取沿斜面向上为正方向,当列车冲上斜坡的长度为 $x(x < L)$ 时,列车所受合外力

$$F = -\frac{x}{L}mg \sin \alpha = -\frac{m}{L}g \sin \alpha \cdot x$$

由此可知,列车做的是简谐振动,其周期为 $T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g \sin \alpha}} = 2\pi \sqrt{\frac{2L}{g}}$

可知火车上升过程的总时间为 $t = \frac{T}{4} = \sqrt{\frac{\pi^2 L}{2g}}$,故 B 正确。

故选 B。

二、多项选择题(本题共 3 小题,每小题 5 分,共 15 分,在每小题给出的四个选项中,有多项符合题目要求。全部选对的得 5 分,选对但不全的得 3 分,有选错的得 0 分)

题号	8	9	10
答案	BD	AC	BD

8. BD 【解析】A. 质点 3 和质点 7 均在平衡位置,二者相距半个波长,这列纵波的波长为 4 cm, A 错误;

B. 因为质点 5 在左最大位移处,所以该时刻质点 7 振动方向向左, B 正确;

C. 质点只振动不移动,质点 3 不可能运动到图中质点 7 的位置, C 错误;

D. 经过 $t = 20.25 \text{ s} = 20 \frac{T}{4}$, 经过 20 个周期时二者的路程相等,最后四分之一周期时间内,质点 4 向右运动并经过平衡位置,速度大,路程大,质点 6 向左运动到最大位移处后向右运动,速度小,路程小,所以,质点 4 的运动路程大于质点 6 的运动路程, D 正确。

故选 BD。

9. AC 【解析】A. 每秒内,风沿风向移动的距离为 v ,冲击叶片的气流体积为 $V = \pi r^2 v$

每立方米空气质量为 m_0 ,因此每秒冲击叶片的气流质量 $\Delta m = m_0 V = m_0 \pi r^2 v$,故 A 正确;

B. 每秒气流的动能 $E_k = \frac{1}{2} \Delta m v^2 = \frac{1}{2} m_0 \pi r^2 v^3$,故 B 错误;

C. 设发电机线圈匝数为 N 、磁感应强度为 B ,线圈面积为 S ,由 $E_m = NBS\omega$,可得有效值 $E = \frac{NBS\omega}{\sqrt{2}}$,可知当角

速度变为 3ω ,电动势变为原来的 3 倍;电路总电阻不变,因此输电电流也变为原来的 3 倍。 R_0 消耗功率 $P = I^2 R_0$,因此功率变为 $P' = (3I)^2 R_0 = 9P$,故 C 正确;

D. 用户端并联一个相同电阻后,等效到输电回路后,总电阻 $R_{\text{总}} = R_0 + R_{\text{等效}}$

用户总电阻变为 $R' = \frac{R}{2}$ 后, $R_{\text{等效}}' = \frac{1}{2} R_{\text{等效}}$

总电阻为 $R_{\text{总}}' = R_0 + R_{\text{等效}}' = R_0 + \frac{1}{2} R_{\text{等效}} > \frac{1}{2} R_{\text{总}}$

因此输电电流小于原来的 2 倍, R_0 消耗功率小于 $4P$,故 D 错误。

故选 AC。

10. BD 【解析】A. 初始时刻回路中感应电动势为 $E=B_0Lv_0=4\text{ V}$,

根据闭合电路的欧姆定律可得 $I=\frac{E}{R_1+R_2+R_3}=\frac{4}{1+1+2}\text{ A}=1\text{ A}$, 故 A 错误。

B. 稳定运行时, 棒 1、3 的速度均为 v_1 , 此时回路中的电流为零, 则有 $B_0Lv_2=2B_0Lv_1$

取向右为正方向, 对棒 2 根据动量定理可得 $-B_0\bar{I}Lt=m_2(v_2-v_0)$

其中 $\bar{I}t=q$, 则有 $B_0qL=m_2(v_0-v_2)$

同理, 对棒 1 使用动量定理可得 $B_0qL=m_1v_1$

联立解得 $v_1=2\text{ m/s}$, $v_2=4\text{ m/s}$, 故 B 正确。

C. 根据能量守恒定律可得 $Q_{\text{总}}=\frac{1}{2}\times m_2(v_0^2-v_2^2)-2\times\frac{1}{2}m_1v_1^2=5\text{ J}$

根据焦耳定律可得金属棒 2 产生的焦耳热 $Q_2=\frac{1}{2}Q_{\text{总}}=2.5\text{ J}$, 故 C 错误。

D. 稳定运行时, 棒 1 的速度为 v_5 , 棒 2 的速度为 v_4 , 取向右为正方向, 对棒 1 根据动量定理可得

$B_0LQ=m_1(v_5-v_1)$

对棒 2 使用动量定理 $B_0LQ=m_2(v_2-v_4)$

对于整个回路, 有 $B_0Lv_4=B_0Lv_5+\frac{Q}{C}$

联立解得 $Q=\frac{4m_1B_0LCv_0}{10m_1+15CB_0^2L^2}$

代入数据解得 $Q=\frac{20}{37}\text{ C}$, 故 D 正确。

故选 BD。

三、实验题(共 16 分)

11. (每空 2 分, 共 8 分)(1)大

(2)A

(3)不需要 D

【解析】(1)设小车质量为 M , 槽码质量为 m , 又对整体根据牛顿第二定律有 $mg=(M+m)a$

对小车有 $F=Ma$

解得 $F=\frac{Mmg}{M+m}=\frac{mg}{1+\frac{m}{M}}$

所以实验中用槽码重力 mg 代替细绳拉力 F , 会使拉力的测量值比真实值偏大。

(2)由 $mg=(M+m)a$

解得 $a=\frac{mg}{M+m}=\frac{g}{1+\frac{M}{m}}$

当 m 较小时, 有 $\frac{M}{m}\gg 1$

得 $a\approx\frac{mg}{M}$

a 与 m 近似成正比; 当 m 逐渐增大时, $\frac{M}{m}$ 逐渐减小, a 与 m 不再成正比, $a-m$ 图像的斜率逐渐减小, 所以 A 图像与实验事实相符, 故选 A。

(3)a. 对小钢球进行分析, 受到重力、小车的支持力与压力传感器的弹力, 小钢球的合力等于压力传感器的弹力, 即压力传感器的示数等于小球所受合力的大小, 可知, 在实验过程中, 不需要满足钩码质量远小于小车质量;

b. 设 AB 间距为 x , 遮光条宽度为 d , 遮光条通过光电门的瞬时速度 $v=\frac{d}{t}$

根据运动学公式 $v^2=2ax$

联立解得 $\frac{1}{t^2}=\frac{2x}{md^2}F$

因此为了直观反映小球的加速度与 F 成正比, 需要建立 $\frac{1}{t^2}-F$ 图像。

故选 D。

12. (每空 2 分, 共 8 分)

(2) 2.4 (3) 2.00 0.07 (4) 5

【解析】(2) 开关 S_2 断开时, 电路总电流为 0.4 A, 保持滑片位置不动, 闭合开关 S_2 后, 电流表的示数为 0.1 A, 此时电阻箱电流为 0.3 A, 由于两者并联, 保持电阻不变, 当电流表为满偏 0.6 A 时, 电阻箱电流为 1.8 A。故改装后总电流为 2.4 A。

$$(3) \text{ 由图像可知 } E=2.00 \text{ V}, r=\frac{|\Delta U|}{\Delta I}=\frac{2.00-1.86}{2} \Omega=0.07 \Omega$$

$$(4) \text{ 灯泡正常发光时电流 } I=\frac{P}{U}=2 \text{ A}$$

$$\text{灯泡电阻 } R=\frac{U^2}{P}=\frac{36}{12} \Omega=3 \Omega$$

设电池需要 n 节, 串联电阻为 R_0 , 根据闭合电路欧姆定律得 $nE=I(nr'+R+R_0)$

化简得 $0.7n=3+R_0$

最小值为 5, 此时 $R_0=0.7 \times 5 \Omega - 3 \Omega = 0.5 \Omega$

四、解答题(共 41 分)

13. (10 分)(1) $m=\rho Sh$

$$(2) d=\frac{(\rho gh+p_0)h}{p_0-\rho gH}+H$$

(3) 吸热

【解析】(1) 受力分析有 $mg=\rho gSh$ (2 分)

解得 $m=\rho Sh$ (1 分)

(2) 初始时, 盆内空气的压强 $p_1=\rho gh+p_0$ (1 分)

当盆内的水高度为 H 时, 盆内空气的压强 p_2 满足 $p_2+\rho gH=p_0$ (1 分)

缓慢拉升, 充足时间热交换, 发生等温变化, 根据玻意耳定律有 $p_1hS=p_2(d-H)S$ (1 分)

联立解得 $d=\frac{(\rho gh+p_0)h}{p_0-\rho gH}+H$ (2 分)

(3) 等温过程, 内能不变, $\Delta U=0$, 由第(2)问可知, 提升过程中, 盆内空气的压强减小, 体积增大, 气体对外做功, $W<0$, 根据热力学第一定律有 $\Delta U=W+Q$, 可知 $Q>0$, 故吸热 (2 分)

14. (15 分)(1) $\frac{12mv_0^2}{25qL}$

$$(2) \frac{5\pi L}{18v_0}$$

$$(3) \left(\frac{4+\sqrt{3}}{4}L, \frac{L}{4}, \frac{9+2\pi L}{18}\right)$$

【解析】(1) 粒子在电场中运动时, 沿 x 轴方向

$$L=v_0 \cos 53^\circ \cdot t_1 \text{ (1 分)}$$

$$\text{解得 } t_1=\frac{5L}{3v_0}$$

沿 z 轴方向

$$v_0 \sin 53^\circ = at_1 \text{ (1 分)}$$

由牛顿第二定律可知 $a=\frac{qE}{m}$

$$\text{解得 } E=\frac{12mv_0^2}{25qL} \text{ (2 分)}$$

(2) 粒子进入匀强磁场后, 由牛顿第二定律可知

$$qv_0 \cos 53^\circ \cdot B=\frac{m(v_0 \cos 53^\circ)^2}{R_1} \text{ (2 分)}$$

$$\text{解得 } R_1=\frac{L}{2}$$

由几何关系可知,粒子在磁场中运动轨迹所对的圆心角为 60° ,粒子在磁场中运动的周期

$$T = \frac{2\pi R_1}{v_0 \cos 53^\circ} \dots\dots\dots (2 \text{ 分})$$

粒子在匀强磁场中运动的时间

$$t_2 = \frac{60^\circ}{360^\circ} T = \frac{5\pi L}{18v_0} \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

(3)若粒子以相同的初速度自 Q 点射入匀强电场,在匀强电场中运动的时间

$$t_3 = \frac{\frac{L}{2}}{v_0 \cos 53^\circ} = \frac{5L}{6v_0} \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

进入磁场时,沿 x 轴方向的速度大小为

$$v_x = v_0 \cos 53^\circ$$

沿 z 轴方向的速度大小为

$$v_z = v_0 \sin 53^\circ - at_3 = \frac{2}{5} v_0 \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

故粒子在平行 xOy 的平面内做匀速圆周运动,半径

$$R_2 = R_1 = \frac{L}{2}$$

沿 z 轴方向做匀速直线运动,因粒子做圆周运动的半径不变,故在磁场中运动的时间不变,在磁场中沿 z 轴方向运动的位移大小为

$$z_1 = v_z t_2 = \frac{\pi L}{9}$$

在电场中沿 z 轴方向运动的位移大小为

$$z_2 = \frac{v_0 \sin 53^\circ + v_z}{2} \cdot t_3 = \frac{L}{2} \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

故粒子离开磁场时, z 轴方向的坐标 $z = z_1 + z_2 = \frac{9+2\pi}{18} L$

$$y \text{ 轴方向的坐标 } y = R_2 \cos 60^\circ = \frac{L}{4} \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

$$x \text{ 轴方向的坐标 } x = L + R_2 \sin 60^\circ = \frac{4+\sqrt{3}}{4} L \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

$$\text{即离开磁场时的位置坐标为 } \left(\frac{4+\sqrt{3}}{4} L, \frac{L}{4}, \frac{9+2\pi}{18} L \right) \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

15. (16 分)(1)0.5

$$(2) k \leq 1 \text{ 或 } k \geq \frac{2\sqrt{10}+5}{3}$$

$$(3) y = \frac{3}{4} R - \frac{1}{4} \sqrt{25R^2 - 4x^2}, -2.5R \leq x \leq -2R$$

【解析】(1)设碰后滑块 Q 的速度为 v ,由于碰后滑块 Q 对轨道的压力 F 突然增大了 $2mg$,即变为 $3mg$,根据牛顿第二定律可得

$$F - mg = m \frac{v^2}{R} \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

设滑块 P 碰前的速度为 v_1 ,碰后速度为 v_2 ,在滑块 P 和滑块 Q 碰撞过程中,由动量守恒定律可得

$$mv_1 = mv_2 + mv \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

由于碰撞过程不考虑机械能损耗,所以有

$$\frac{1}{2} mv_1^2 = \frac{1}{2} mv_2^2 + \frac{1}{2} mv^2 \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

滑块 P 由 A 运动至 D 的过程中,由动能定理可得

$$mgh - \mu mgl = \frac{1}{2} mv_1^2 \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

结合题意代入数据可得

$$v_1 = v = \sqrt{2gR}$$

$$\mu = 0.5 \dots\dots\dots (1 \text{分})$$

(2) 设滑块 P 到 D 点的速度为 v_P , 滑块 P 由 A 运动至 D 的过程中, 由动能定理可得

$$kmg h - \mu kmg l = \frac{1}{2} k m v_P^2 \dots\dots\dots (1 \text{分})$$

设碰后, 滑块 P 和滑块 Q 的速度分别为 v_P' , v_Q 。在滑块 P 和滑块 Q 碰撞过程中, 由动量守恒定律可得

$$k m v_P = k m v_P' + m v_Q \dots\dots\dots (1 \text{分})$$

由于碰撞过程不考虑机械能损耗, 故有

$$\frac{1}{2} k m v_P^2 = \frac{1}{2} k m v_P'^2 + \frac{1}{2} m v_Q^2 \dots\dots\dots (1 \text{分})$$

$$\text{解得 } v_Q = \frac{2k}{1+k} \sqrt{2gR}$$

① 若滑块 Q 能够到达轨道的最高点, 且不脱离轨道, 则滑块 Q 在最高点 E 时, 由牛顿第二定律可得

$$mg \leq \frac{m v_Q'^2}{R}$$

则 Q 从最低点到最高点的过程, 由功能关系可得

$$-2mgR = \frac{1}{2} m v_Q'^2 - \frac{1}{2} m v_Q^2 \dots\dots\dots (1 \text{分})$$

$$\text{联立可得 } k \geq \frac{2\sqrt{10}+5}{3} \dots\dots\dots (1 \text{分})$$

② 若滑块 Q 到达最大高度不过圆心等高处。由功能关系可得

$$mgR \geq \frac{1}{2} m v_Q^2$$

$$\text{联立可得 } k \leq 1 \dots\dots\dots (1 \text{分})$$

$$\text{综上可得 } k \leq 1 \text{ 或 } k \geq \frac{2\sqrt{10}+5}{3}$$

(3) 滑块 Q 从 E 点飞出后做平抛运动, 设飞出的速度为 v_0 , 落在弧形轨道上的坐标为 (x, y) , 将平抛运动分解成水平方向的匀速直线运动和竖直方向的自由落体, 则有

$$-x = v_0 t$$

$$2R - y = \frac{1}{2} g t^2 \dots\dots\dots (1 \text{分})$$

Q 从点 E 落到轨道 BC 上的过程中, 根据动能定理可得

$$mg(2R - y) = E_k - \frac{1}{2} m v_0^2 \dots\dots\dots (1 \text{分})$$

$$\text{解得落点处的动能为 } E_k = mg(2R - y) + \frac{mgx^2}{4(2R - y)}$$

因为滑块 Q 从 E 点到弧形轨道 BC 上任意点的动能都相等, 且与落点 C $(-2R, 0)$ 一致, 则将 C 点坐标代入得 $E_k = 2.5mgR$ $\dots\dots\dots (1 \text{分})$

$$\text{化简可得 } y = \frac{3}{4}R - \frac{1}{4}\sqrt{25R^2 - 4x^2} \quad (-2.5R \leq x \leq -2R) \dots\dots\dots (2 \text{分})$$