

物理试题参考答案

1. 【答案】B 一解析】由于游客和滑轮匀速下滑，故游客和滑轮受力平衡，游客受绳子拉力和重力平衡，故绳子拉力沿竖直方向，大小等于游客重力。滑轮受到重力、绳子的拉力、索道的弹力和摩擦力共 4 个力的作用，索道对滑轮的作用力应沿竖直方向向上。故选 B。
2. 【答案】B 【一解析】A. 大量处于 $n=4$ 能级的氢原子跃迁时可放出光子的种类数目最多为 6 种,可见光有 2 种, A 错; B. 频率高的光子能量越大, 故 B 正确; C. 通过光的色散现象可以推知, 频率越大, 折射率越大, 故 C 错误; D. 频率相同的光, 入射光越强, 入射的光子数量越多, 则饱和光电流越强, 故 D 错误。
3. 【答案】C 一解析】A. A、B 两点的场强方向不同, A 错误; B. 等差等势面越密集, 场强越大, 因此 C 点场强小于 B 点场强, B 错误; C. 根据 $W = Uq$, 由于 AB 两点电势相等, 因此电场力不做功, C 正确; D. 根据 $E_p = \varphi q$ 可知, 负电荷在 C 点的电势能大于 B 点的电势能, D 错误。故选 C。
- 4 【答案】A 一解析】雨水一开始竖直向下运动, 经过气流区时, 气流对雨水的作用力方向为水平, 所以雨水从受力点开始, 合外力和速度垂直, 雨水的运动的轨迹是抛物线, 经过气流后, 只受重力, 轨迹向重力方向弯曲, 又由于速度方向不能突变, 故受风力开始瞬间速度方向仍然竖直向下, 故 A 正确, 故选 A。
5. 【答案】C 【一解析】根据题意, 稳定时 AB 小球在水平面内做匀速圆周运动, 若角速度不同, 则小球运动高度位置应发生变化, 故 AB 小球的角速度应该相同, 由于 A 球圆周运动的半径小于 B 球, 故 A 球线速度更小; 根据能量的转化与守恒, A 球的机械能的增加是由于绳 AB 对 A 球做功, 故 C 正确, 对 B 球, 轻绳 OB 和轻绳 AB 对 B 球做的功, 转化成了 B 球的机械能。
6. 【答案】D 【一解析】当待测物体匀加速运动时, 电容器左极板右移, 弹簧伸长, 左极板受到向左的弹力, 加速度向左, 则此时物体加速度的方向向左。A 错误。当电容器板间距离 d 减小, 电容 C 增大, 而电容器的电压等于电源的电动势, 保持不变, 由 $Q = CU$ 可知, 电容器的带电量 Q 增加, 电容器充电, 电流从电源正极流出, 流经冲击电流计的电流的方向为逆时针, 则自由电子定向移动方向为顺时针。B 错误。
- 根据电容定义式: $C = \frac{Q}{U}$ 和平行板电容器电容决定式: $C = \frac{\epsilon_r S}{4\pi k d}$, 根据牛顿第二定律得 $kx = ma$ 可知, 在相同加速度的情况下, 电容器的电荷量变化量和电源电压有关, 而加速度越大, 则弹簧形变量越大, 板间距离变化越大, 故电容变化量大, 所以电路中电荷量更大, 故 C 错误, D 正确。
7. 【答案】D 【一解析】A. 由 $I-t$ 图像可知 $I = 0.25 + x$ (A), 则金属棒在 $x=2\text{m}$ 处的电流为 $I=2.25\text{A}$ 根据 $E = Bdv$, $I = \frac{E}{R}$ 可得 $v=9\text{m/s}$ 选项 A 错误;
- B. 根据 $I = \frac{Bdv}{R}$, 可知 $v = 1 + 4x$, 所以 $\frac{\Delta v}{\Delta x} = 4$, 而 $\frac{\Delta v}{\Delta x} = \frac{\Delta v}{\Delta t} \cdot \frac{\Delta t}{\Delta x} = \frac{a}{v}$, 可得 $a=4v$, 金属棒做变加速运动, B 错误。
- 金属棒在 $x=2\text{m}$ 处的速度为 9m/s , 则加速度为 $a=36\text{m/s}^2$; 从开始到 $x=2\text{m}$ 处摩擦力产生的热量为 $Q_1 = \mu mgx = 8\text{J}$, 回路中产生的焦耳热等于克服安培力做的功, 安培力为 $F_A = BId = 0.25 + x$, 由安培力与位移的线性关系知回路中产生的焦耳热为 $Q_2 = W_{安} = F_A x = \frac{0.25 + 2.25}{2} \times 2\text{J} = 2.5\text{J}$, C 错误; 从开始到 $x=2\text{m}$ 处系统产生的总热量为 $Q = Q_1 + Q_2 = 8\text{J} + 2.5\text{J} = 10.5\text{J}$, 根据 $v = 4x + 1$, 可知金属棒在 $x=0\text{m}$ 处和 $x=2\text{m}$ 处速度分别为 $v_0 = 1\text{m/s}$, $v = 9\text{m/s}$, 从开始到 $x=2\text{m}$ 处根据能量守恒定律有 $W = Q + \Delta E_k = 90.5\text{J}$, 选项 D 正确。

8. 【答案】CD【

一解析】CD. 设地球质量为 M , 卫星I、II的轨道半径分别为 r 和 R , 卫星I为同步卫星, 周

期为 T_0 , 近地卫星II的周期为 T , 半径越大, 线速度越小, A 错误。根据开普勒第三定律则有 $\frac{r^3}{T_0^2} = \frac{R^3}{T^2}$, 由题图可得 $\sin \theta = \frac{R}{r}$,

可得卫星II的周期为 $T = T_0 \sqrt{\sin^3 \theta}$, B 错误; 对于不同轨道卫星, 根据牛顿第二定律可得 $\frac{GMm}{r^2} = ma$, 解得 $a = \frac{GM}{r^2}$,

所以卫星I和卫星II的加速度之比为 $\frac{a_1}{a_2} = \frac{R^2}{r^2} = \sin^2 \theta$, 故 C 正确; 对于卫星II, 根据牛顿第二定律可得 $\frac{GMm}{R^2} = m \left(\frac{2\pi}{T} \right)^2 R$,

地球的密度为 $\rho = \frac{M}{V} = \frac{3M}{4\pi R^3}$, 联立以上各式, 可得地球的平均密度为 $\rho = \frac{3\pi}{GT_0^2 \sin^3 \theta}$, 故 D 正确; 故选 CD。

9. 【答案】BD【

一解析】汽车刹车后做匀减速运动, 第 1s 内的位移为 $x_1 = 8.0\text{m}$, 第 3s 内的位移为 $x_3 = 0.5\text{m}$

假设第 3s 末, 汽车的速度不为零, 则有 $x_3 - x_1 = 2at^2$, 解得加速度为 $a = -3.75\text{m/s}^2$, 设汽车刹车瞬间的初速度为 v_0 , 则

第 1s 内有 $x_1 = v_0 t_1 - \frac{1}{2} a t_1^2$, 解得 $v_0 = 9.875\text{m/s}$, 由于 $\frac{v_0}{a} = \frac{9.875\text{m/s}}{3.75\text{m/s}^2} \approx 2.633\text{s} < 3\text{s}$, 说明假设不成立, 即汽车在第 3s 内已

经停止运动(由于 $x_3 : x_1 = 8 : 0.5 = 16 : 1 > 5 : 1$, 即汽车在第 3s 内已经停止运动), 设汽车在第 3s 内运动时间为 t , 则有 $x_3 = \frac{1}{2} a t^2$,

根据速度时间公式可得 $at = v_0 - 2at_1$, 代入数据解得: $v_0 = 10\text{m/s}$, $a = 4\text{m/s}^2$, $t = 0.5\text{s}$, 故 A 正确, C 错误;

B. 根据以上分析, 汽车在第 2.5s 末的速度为零, 故 B 正确;

D. 汽车在第 2s 内的位移为 $x_2 = v_0 \times 2t_1 - \frac{1}{2} a (2t_1)^2 - x_1 = 4\text{m}$, 故 D 正确。故选 BD。

10. 【答案】BC

一解析】A. 在 $x=12\text{m}$ 左侧的波速为 $v_1 = \frac{8}{0.2}\text{m/s} = 40\text{m/s}$, 右侧的波速为

$v_2 = \frac{12}{0.2}\text{m/s} = 60\text{m/s}$, 从 0.2s 开始到两波相遇用时 $\Delta t = \frac{12\text{m} - 8\text{m}}{2v_1} = 0.05\text{s}$, 故两波相遇时间 $t = 0.2\text{s} + \Delta t = 0.25\text{s}$,

故 A 错误;

B. 图 2 可知波的传播周期为 $T=0.02\text{s}$, 则在 $12\text{m} < x \leq 24\text{m}$ 间 S_1 波的波长为 $\lambda_1 = v_2 T = (60 \times 0.02)\text{m} = 1.2\text{m}$, 故 B 正确;

C. 左侧波传到 $x=18.9\text{m}$ 用时为 $t_1 = \left(\frac{12}{40} + \frac{18.9 - 12}{60} \right)\text{s} = 0.415\text{s}$, 此时右侧波在该质点已经振动

$\Delta t = 0.415\text{s} - \frac{24 - 18.9}{60}\text{s} = 0.33\text{s} = 16T + \frac{T}{2}$, 即此刻左侧波在该点的振动在平衡位置向上运动, 右侧波在该点的振

动也在平衡位置向下振动, 可知该点的振动减弱, 故 C 正确;

D. 当右侧波传到 $x=12\text{m}$ 位置时用时为 $0.2\text{s} = 10T$, 即此时 $x=12\text{m}$ 处质点从平衡位置向上振动; 此时 $x=0$ 处的波源 S_2 也在平衡位置向上振动, 即振动方向相同, 可知在 $0 < x < 12\text{m}$ 内到 $x=0$ 和 $x=12\text{m}$ 两点的路程差为波长整数倍时振动

加强, 波在该区间内的波长 $\lambda_2 = v_1 T = 0.8\text{m}$, 可知 $x - (12 - x) = n\lambda_2 (n = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3 \dots)$, 解得 $x = 6 + 0.4n(\text{m})$, 可知

n 可取 $0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots, \pm 14$, 则在 $0 < x < 12\text{m}$ 间共有 29 个振动加强点, 故 D 错误, 故选 BC。

11. 【答案】(6 分) (1) 2.20 (2) $\frac{x_3 + x_4 + x_1 + x_2}{4T}$ (3) $\frac{5(l_3 + l_4 - l_1 - l_2)}{4T^2}$

一解析】(1) 刻度尺最小刻度为 1mm, 结合题图读数可知 $L = 2.20\text{cm}$

(2) 由平均速度公式 $\bar{v} = \frac{x_3 + x_4 + x_1 + x_2}{4T}$.

(3) 每条短线对应的时间均为 $\frac{T}{5}$, 相邻短线的时间间隔是 $\frac{4}{5}T$, 相当于相邻之间隔了 4 个 $\frac{T}{5}$, 因此长度之差为

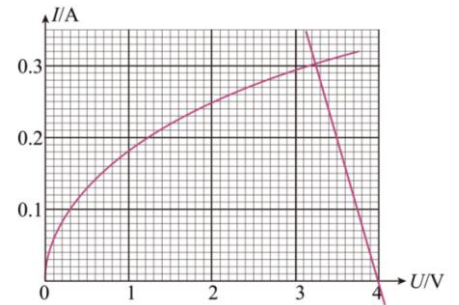
$$\Delta x = 5g\left(\frac{T}{5}\right)^2 = \frac{1}{5}gT^2, \text{ 所以小短线的增加是均匀的。结合之前的分析可知, 有 } l_3 - l_1 = 2 \times \frac{1}{5}g_1T^2, l_4 - l_2 = 2 \times \frac{1}{5}g_2T^2,$$

又因为 $g = \frac{g_1 + g_2}{2}$, 解得 $g = \frac{5(l_3 + l_4 - l_1 - l_2)}{4T^2}$ 。

12. 【答案】 (1) 90 (2分) 0.36 (2分) (2) 变大 (2分) 1.4 (3分)

【解析】 (1) 根据题图可知电流表的分度值为 $2mA$, 故读数为 $90mA$; 学生电源的输出功率 $P_1 = 4 \times 0.090W = 0.36W$

(2) 变压器 T_1 处滑片上移, 则副线圈电压变大、电流表 A_2 示数变大, 根据变压器电流关系 $n_1 I_1 = n_2 I_2$ 得 A_2 示数变大; 设输出电压为 E , 小灯泡的电压为 U 电流为 I , 故 $E = \frac{n_4}{n_3} \frac{n_1}{n_2} RI + \frac{n_3}{n_4} \frac{n_1}{n_2} U$, 与小灯泡伏安特性曲线交点对应电流 I 为



0.300~0.310A (考虑作图误差, 电流读数在该范围内均可) 低压输电电阻箱消耗的功率为 $P_1 = (90mA)^2 R$, 与高压输电时电阻箱消耗的功率 $P_2 = (\frac{n_4}{n_3} I)^2 R, \frac{P_1}{P_2} = 1.35 \sim 1.44$, 保留两位有效数字 1.4。

13. 【答案】 解: (1) 气体发生等压变化, 由气体实验定律 $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$, 即 $\frac{HS}{T_1} = \frac{(H+h)}{T_2}$ 2分

代入数据解得 $T_2 = \frac{(H+h)}{H} T_1$ 2分

(2) 缸内气体压强 $p = p_0 + \frac{mg}{S}$ 2分

气体等压膨胀对外做功 $W = p\Delta V = pSh = (p_0 S + mg)h$ 2分

由热力学第一定律得 $\Delta U = -W + Q$ 1分

解得 $Q = \Delta U + (p_0 S + mg)h$ 1分

14. 【答案】 解: (1) 对 C, $mgR = \frac{1}{2}mv^2$ 1分

$$N - mg = m \frac{v^2}{R} \quad 1分$$

解得 $N = 3mg$ 1分

牛顿第三定律得, C 运动到圆弧槽最低点对圆弧槽的压力为 $3mg$, 方向竖直向下 1分

(2) 对 AC, 水平方向上动量守恒, 速度关系为 $mv_C = 2mv_A$ 1分

根据能量守恒 $mgR = \frac{1}{2}mv_C^2 + \frac{1}{2}2mv_A^2$ 1分

解得: $v_A = \sqrt{\frac{gR}{3}}, v_C = 2\sqrt{\frac{gR}{3}}$ 2分

(3) C 滑上水平面向左匀减速, 与 B 发生碰撞前速度为 v_1

$$v_c^2 - v_1^2 = 2\mu gR \quad 1 \text{ 分}$$

与 B 发生弹性碰撞, 碰后速度为 v_2 , $mv_1 = mv_2 + 3mv_B$ 1 分

$$\frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{1}{2}mv_2^2 + \frac{1}{2}3mv_B^2 \quad 1 \text{ 分}$$

BC 减速停下最终间距为 $v_2^2 + v_B^2 = 2\mu g\frac{R}{4}$ 1 分

解得 $\mu = \frac{4}{9}$ 2 分

15. 【答案】(1) $\frac{qBL}{2m}$; (2) $\frac{(12-3\sqrt{3}+4\pi)m}{2qB}$; (3) $\frac{\sqrt{3}L}{3}$

一解析】(1) 由题意可得速度最大的粒子 $r_0 = 2L$ 1 分

根据洛伦兹力提供向心力 $q \cdot 4u \cdot B = m \frac{(4u)^2}{r_0}$ 1 分

解得 $u = \frac{qBL}{2m}$, 1 分

(2) 所有粒子同时与挡板发生碰撞, 由几何关系可得, 粒子在任意位置与挡板碰撞后, 速度均水平向右, 如图 (a)

粒子做匀速圆周运动的周期 $T = \frac{2\pi m}{qB}$, 角速度 $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{qB}{m}$,

设经过 t 时间粒子与挡板相撞 $2\omega_0 t + \omega t = \pi$, 解得 $t = \frac{2\pi m}{3qB}$, 1 分

故粒子与挡板相撞时挡板与 y 轴夹角 $\theta_0 = 30^\circ$ 粒子轨迹圆心角 $\theta = 120^\circ$, 1 分

若要碰后能够水平穿过 K 点, 粒子需要在一次或多次碰撞

后直接离开磁场区域满足条件的粒子有 $n \cdot 2r \cos \theta_0 = 2 \cdot 2L \cos \theta_0$, 且 $\frac{L}{2} \leq r \leq 2L$, 1 分

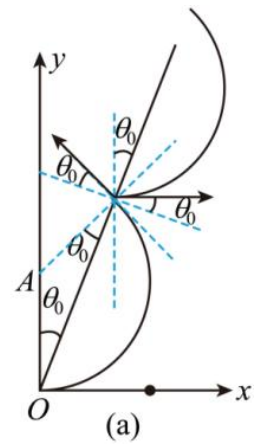
故 n 取值 1、2、3、4, 对应粒子速度 $v_n = \frac{2qBL}{nm}$, 1 分

K 点与粒子穿出 $ODMN$ 的位置之间的距离 $l = 4L - 4L \cdot \cos \theta_0 \cdot \sin \theta_0$

故第一个穿过 K 点的粒子用时 $t_1 = \frac{\theta}{2\pi} T + \frac{l}{4u} = \frac{2\pi m}{3qB} + \frac{(4-\sqrt{3})m}{2qB}$, 1 分

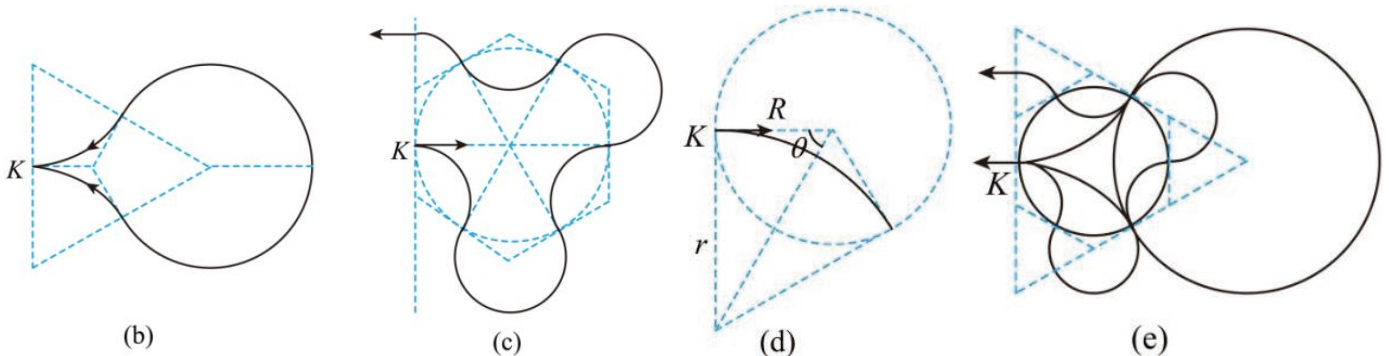
最后一个穿过 K 点的粒子用时 $t_2 = 4 \cdot \frac{\theta}{2\pi} \cdot T + \frac{l}{u} = 4t_1$, 1 分

时间差 $\Delta t = t_2 - t_1 = \frac{2\pi m}{qB} + \frac{(12-3\sqrt{3})m}{2qB} = \frac{(12-3\sqrt{3}+4\pi)m}{2qB}$ 1 分



(3) 若要让粒子能够水平向左穿出边界 PQ , 则粒子轨迹圆心连线应为正 N 边形, ($N = 3, 4, 5, 6 \dots$), 示例如图

(b) (c) 2 分 (得出结论给 2 分)



粒子轨迹半径 r ，与圆形磁场区域半径 R 满足关系

$$R = \frac{r}{\tan\theta} \quad (\theta = \frac{180^\circ}{N} N = 3, 4, 5, 6 \dots) \quad 2 \text{分}$$

如图(d)由： $qv \cdot 2B = m \frac{v^2}{r}$ ，结合第(2)问得粒子轨迹半径可能值为 L 、 $\frac{L}{2}$ 、 $\frac{L}{3}$ 、 $\frac{L}{4}$ ，将不同半径粒子能够水平出射时对应圆形磁场区域半径可能值罗列如下 2分(表格里数据酌情给分)

$N \ r$	3	4	5	6	7	8	...
$\frac{1}{4}L$	$\frac{\sqrt{3}}{12}L$	$\frac{1}{4}L$	$\frac{L}{4\tan 36^\circ}$	$\frac{\sqrt{3}}{4}L$	$\frac{L}{4\tan \frac{180^\circ}{7}}$	$\frac{L}{4\tan 22.5^\circ}$	...
$\frac{1}{3}L$	$\frac{\sqrt{3}}{9}L$	$\frac{1}{3}L$	$\frac{L}{3\tan 36^\circ}$	$\frac{\sqrt{3}}{3}L$	...	...	...
$\frac{1}{2}L$	$\frac{\sqrt{3}}{6}L$	$\frac{1}{2}L$	$\frac{L}{2\tan 36^\circ}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}L$	...	...	...
L	$\frac{\sqrt{3}}{3}L$	L	$\frac{L}{\tan 36^\circ}$	$\sqrt{3}L$	...	...	...

可以发现，表格中出现了两个 $\frac{\sqrt{3}L}{3}$ ，这表示当圆形磁场区域半径为 $\frac{\sqrt{3}L}{3}$ 时，恰有轨迹半径 $\frac{L}{3}$ 和 L 的两个粒子可以水平向左出射，粒子轨迹圆心连线分别为正六边形和正三角形，如图(e)

由于 $\frac{L}{4\tan 22.5^\circ} > \frac{\sqrt{3}}{3}L$ 故无法在表中找到比 $\frac{\sqrt{3}L}{3}$ 小的两个相等数据，

因此可确定 $\frac{\sqrt{3}L}{3}$ 即为圆形磁场区域最小半径。 2分(答案2分)