

环际大联考

“圆梦计划” 2020~2021 学年度第一学期期中考试

高三物理 参考答案及评分标准

一、选择题：本题共 10 小题，共 50 分。在每小题给出的四个选项中，第 1~6 题只有一项符合题目要求，每小题 5 分；第 7~10 题有多项符合题目要求，全部选对得 5 分，选对但不全的得 3 分，有选错或不答的得 0 分。

题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
答案	D	A	A	C	C	B	BC	BD	CD	BD

1. D 【解析】由 $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ 可知，选项 D 正确。
2. A 【解析】根据光电效应方程 $E_{km} = h\nu - W_0$ 可知，光电子的最大初动能与入射光的频率有关，与光的强度无关，故 A 错误；由 $n = 4$ 能级跃迁到 $n = 3$ 能级过程中释放能量，原子的能量在减小，根据 $\frac{ke^2}{r^2} = \frac{mv^2}{r}$ 可知，电子动能增大，故 B 正确；发生 α 衰变时放出 ${}^4_2\text{He}$ ，发生 β 衰变时放出电子 ${}^0_{-1}\text{e}$ ，设发生了 x 次 α 衰变和 y 次 β 衰变，则根据质量数和电荷数守恒有： $2x - y + 86 = 90$ ， $4x + 222 = 234$ ，解得 $x = 3$ ， $y = 2$ ，故衰变过程中共有 3 次 α 衰变和 2 次 β 衰变，故 C 正确；该核反应的质量亏损 $\Delta m = 4.0026 \times 3 \text{ u} - 12.0000 \text{ u} = 0.0078 \text{ u}$ ，则释放的核能 $\Delta E = \Delta mc^2 = 0.0078 \times 931.5 \text{ MeV} = 7.2657 \text{ MeV} = 1.16 \times 10^{-12} \text{ J}$ ，故 D 正确。
3. A 【解析】地球绕太阳的运行周期为 1 年，设水星绕太阳的运行周期为 $T_{\text{水}}$ ，在地球上，每经过 N 年就会看到“水星凌日”的现象，则 $2\pi = \left(\frac{2\pi}{T_{\text{水}}} - \frac{2\pi}{T_{\text{地}}}\right)N$ ，解得水星周期 $T_{\text{水}} = \frac{N}{N+1}$ ，最大视角时，观察者与水星的连线应与水星轨迹相切，由三角函数可得： $\sin \theta = \frac{r_{\text{水}}}{r_{\text{地}}}$ ，根据开普勒第三定律可知， $\frac{r_{\text{水}}^3}{r_{\text{地}}^3} = \frac{T_{\text{水}}^2}{T_{\text{地}}^2}$ ，联立解得 $\sin \theta = \left(\frac{N}{N+1}\right)^{\frac{2}{3}}$ ，故 A 正确。
4. C 【解析】 m_1 处于静止状态时，绳子的拉力 $T = m_1 g \sin 60^\circ$ ， m_2 处于静止状态时，由于支持力的方向指向圆心，与绳子拉力大小相等，因此 $2T \cos 30^\circ = m_2 g$ ，两式联立，整理可得 $m_1 : m_2 = 2 : 3$ ，故 A、B 错误；由几何关系可知，过 m_2 位置处的切线与水平方向成 30° 角，因此剪断绳子瞬间， m_2 的加速度 $a_2 = g \sin 30^\circ$ ，剪断绳子瞬间， m_1 的加速度 $a_1 = g \sin 60^\circ$ ，因此 $a_1 : a_2 = \sqrt{3} : 1$ ，故 C 正确；剪断轻绳的瞬间，圆弧对 m_2 的弹力 $F_N = m_2 g \cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2} m_2 g$ ，故 D 错误。
5. C 【解析】从图乙得到电压的最大值为 $220\sqrt{2} \text{ V}$ ，周期为 0.02 s ，故电压 u 的表达式 $u = U_m \sin \frac{2\pi}{T} t = 220\sqrt{2} \sin 100\pi t (\text{V})$ ，故 A 错误；由图乙可知，电源频率为 50 Hz ，在一个周期内电流方向改变 2 次，则电流方向每秒改变的次数为 100 次，故 B 错误；副线圈电压的有效值 $U_2 = 44 \text{ V}$ ，二极管具有单向导电性，设电阻 R 两端电压的有效值为 U_R ，则 $\frac{U_R^2}{R} T =$

$\frac{U_R^2}{R} \times \frac{T}{2}$, 解得 $U_R = 22\sqrt{2} V$, 故 C 正确; 变压器的输出功率 $P_{\text{输出}} = \frac{U_R^2}{R} = 96.8 W$, 理想变压器的输入功率与输出功率相等, 则变压器的输入功率为 $96.8 W$, 故 D 错误。

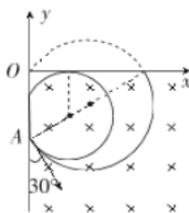
6. B 【解析】在 $E-x$ 图像中, 切线的斜率反映除重力或弹簧弹力之外的其他力的大小, 本题中就是 F 的大小。在 $0 \sim x_1$ 过程中, F 不断增大, 物块机械能开始时随位移减小, 物块开始向下运动, 物块的加速度可能不断减小, 也可能先减小再增大, 故 A 错误; 在 $x_1 \sim x_2$ 过程中, 力 F 大小不变, 但 F 在经过了前一阶段的增大后可能大于 $mg \sin \theta$, 也可能等于或小于 $mg \sin \theta$, 则小物块可能做匀加速运动, 也可能做匀速运动或匀减速运动, 故 B 正确; 在 $x_2 \sim x_3$ 过程中, 一定存在 $F < mg \sin \theta$, 此时物块动能会增加, 故 C 错误; 在 $x_3 \sim x_4$ 过程中, 小物块机械能守恒, F 大小为零, 物块做匀加速运动, 故 D 错误。

7. BC 【解析】根据动能定理 $mgh = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$ 可知, b 、 c 两小球末动能相等, 两小球落地时速度大小相等、方向不同, 所以动量不同, 故 A 错误, C 正确; a 小球做自由落体运动, c 小球竖直方向做自由落体运动, 高度相同, 落地时竖直方向速度相等, 重力的瞬时功率相等, 故 B 正确; a 、 b 两小球从抛出到落地时间不同, 两小球重力的冲量不相等, 故 D 错误。

8. BD 【解析】若小球恰好能到达 B 点, 则对小球从 A 到 B 应用动能定理有 $FR - mgR = 0$, $F = mg$, 故只有当 $F \geq mg$ 时, 小球能到达 B 点, 故 A 错误, B 正确; 当 $F = mg$ 时, $F_{\text{合}} = \sqrt{2}mg$, $P = F_{\text{合}} v \cos \theta$, 在 C 处, 合力方向与速度方向垂直, 此时合力的功率最小, 故 C 错误; 小球运动到 B 点时, 获得竖直向上的速度, 当竖直方向上的速度 $v_y = 0$ 时, 到达最高点, 有 $FR - mgR = \frac{1}{2}mv_B^2$, $0 - v_B^2 = -2gh$, 解得 $h = R$, 又 $0 - v_B = -gt$, 则 $x = \frac{1}{2} \times \frac{F}{m} \times t^2 = 2R$, 则 $\Delta E_{\text{机}} = F(R+x) = 6mgR$, 故 D 正确。

9. CD 【解析】 O 点为零电势点, 由图像可知, 带电粒子在 x 负半轴受到向右的静电力, 由 $-d$ 到 O 做正功, 即 $W = \frac{1}{2}E_0 dq$, 故粒子在 $x = -d$ 处的电势能为 $\frac{1}{2}qE_0 d$, 故 A 错误; 若粒子到达 d 点时速度恰好为 0 , 则粒子将在电场力作用下经过 $-d$ 点冲出电场, 不满足题干中的周期性运动, 故 B 错误; 要满足粒子在 x 轴做周期性运动, 则粒子的活动范围为 $(-d, \frac{d}{2})$, 且在两端点速度均为零, 因此粒子的动能与电势能之和的最大值是 $\frac{1}{2}qE_0 d$, 即为 $-d$ 点的电势能, 故 C 正确; 粒子在正半轴运动时间由减速和加速两段组成, 加速段有 $\frac{1}{2} \times \frac{qE_0}{m} \times t^2 \leq \frac{d}{2}$, 故粒子在 $x > 0$ 区域的运动时间 $t \leq 2 \sqrt{\frac{md}{qE_0}}$, 故 D 正确。

10. BD 【解析】经分析可知, 粒子只有通过第 I 象限后才能经过坐标原点 O 。如图所示:



因第I象限内无磁场，故粒子不可能经过坐标原点 O ，故 A 错误；在从 y 轴负方向离开磁场的粒子中，运动轨迹与 x 轴相切的粒子的速度最大（设为 v_m ），设该粒子运动轨迹的半径为 r ，有 $r + r\sin\theta = L$ ，结合 $qv_mB = m\frac{v_m^2}{r}$ ，解得 $v_m = \frac{2qBL}{3m}$ ，故 B 正确；垂直 x 轴离开磁场的粒子在磁场中运动轨迹所对应的圆心角为 $180^\circ - 30^\circ = 150^\circ$ ，故该粒子在磁场中的运动时间 $t = \frac{150^\circ}{360^\circ} \times \frac{2\pi m}{qB} = \frac{5\pi m}{6qB}$ ，故 C 错误；由几何关系可知，从 x 轴上到坐标原点 O 距离为 $\sqrt{3}L$ 处离开磁场的粒子运动轨迹半径为 L ，设其速度大小为 v ，有 $qvB = m\frac{v^2}{L}$ ，解得 $v = \frac{qBL}{m}$ ，故 D 正确。

二、非选择题：共 60 分。第 11~15 题为必考题，每个试题考生都必须作答。第 16~17 题为选考题，考生根据要求作答。

(一) 必考题：共 45 分。

11. (6 分) (1) $x\sqrt{\frac{g}{2h_1}}$ (1 分) (2) $L - h_2 = \frac{x^2}{4h_1}$ (2 分) (3)受到空气阻力；或小球抛出后磁铁对小球的引力减小了小球的动能 (1 分，写出一条即得分) (4)D (2 分)

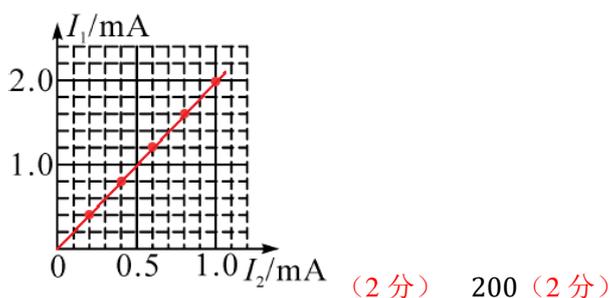
【解析】(1)由平抛运动的知识可知，平抛运动的时间 $t = \sqrt{\frac{2h_1}{g}}$ ，磁铁与挡板相碰的一瞬间小球的速度 $v = \frac{x}{t} = x\sqrt{\frac{g}{2h_1}}$ 。

(2)要验证机械能守恒，只要验证 $mg(L - h_2) = \frac{1}{2}mv^2$ 成立，即验证 $L - h_2 = \frac{x^2}{4h_1}$ 成立即可。

(3)若实验测得重力势能的减少量总是大于动能的增加量，导致误差的原因可能有：受到空气阻力或小球抛出后磁铁对小球的引力减小了小球的动能。

(4)由要验证的关系式 $L - h_2 = \frac{x^2}{4h_1}$ 可知，图像应是 $x^2 - (L - h_2)$ 图像，故 D 正确。

12. (8 分) (1)如图所示：



- (3)2.7 (2 分) 8.6 (2 分)

【解析】(1)采用描点法，将各点描在坐标系中，如答案图所示。两电流表并联，由并联规律可知： $I_1 = \frac{I_2 r_2}{r_1}$ ，故图像的斜率 $\frac{I_1}{I_2} = \frac{r_2}{r_1} = 2$ ，故 $r_2 = 2 \times 100 \Omega = 200 \Omega$ 。

(3)根据(2)中电表的改装，解得改装后电压表和电流表的阻值为 $R_V = 3.0 \times 10^3 \Omega$ ， $R_A = 0.4 \Omega$ ，电压表扩大了15倍，电流表扩大了250倍，根据闭合电路欧姆定律有 $E = I_2 R_V +$

$250I_1(R_A + r)$, 整理得 $I_2 = \frac{E}{R_V} - \frac{250I_1(R_A + r)}{R_V}$, 结合图像斜率和截距概念应有 $-\frac{250(r+0.4)}{3000} = \frac{0.6-0.9}{0.4} = -\frac{3}{4}$, $\frac{E}{3000} = 0.9 \times 10^{-3}$, 代入数据解得: $r = 8.6 \Omega$, $E = 2.7 \text{ V}$ 。

13. (6分) 解: (1) 设从刹车到停止所用时间为 t_2 , 则: $t_2 = \frac{v_0}{a} = 4 \text{ s}$ (1分)
 则小轿车从发现情况到最终停止所用的最短时间: $t = t_1 + t_2 = 4.6 \text{ s}$ (1分)
 (2) 反应时间内做匀速运动, 则: $x_1 = v_0 t_1 = 12 \text{ m}$ (1分)
 从刹车到停止的位移为 x_2 , 则: $x_2 = \frac{v_0^2}{2a} = 40 \text{ m}$ (1分)
 小轿车从发现三角警示牌到停止的全部位移: $x = x_1 + x_2 = 52 \text{ m}$ (1分)
 三角警示牌与货车的距离至少为: $\Delta x = x - L = 32 \text{ m}$ (1分)
 答: (1) 小轿车从发现情况到最终停止所用的最短时间为 4.6 s ; (2) 三角警示牌至少要放在货车后 32 m 处, 才能有效避免两车相撞。

14. (10分) 解: (1) 由图乙可知, 在 $t = t_1$ 时, $I_1 = 0.5 \text{ A}$, 由牛顿第二定律:
 对 ab 有: $mg \sin \theta - BI_1 L = ma_1$ (1分)
 对 cd 有: $mg \sin \theta + BI_1 L - \mu mg \cos \theta = ma_2$ (1分)
 解得: $a_1 = 5.5 \text{ m/s}^2$, $a_2 = 0.5 \text{ m/s}^2$ (1分)
 (2) 在 $t = t_1$ 时, 设金属棒 ab 的速度为 v_1 , 则有: $I_1 = \frac{BLv_1}{2R}$ (1分)
 由能量守恒定律得: $mgx_1 \sin \theta = 2Q + \frac{1}{2}mv_1^2$ (2分)
 联立解得: $Q = 1.25 \text{ J}$ (1分)
 (3) 在 $t = t_2$ 时, 设金属棒 cd 的速度为 v_2' , 则有: $I_2 = \frac{BL(v_2 - v_2')}{2R}$ (1分)
 当金属棒中的电流稳定时, 两根金属棒以相同的加速度一起做匀加速直线运动。
 对整体, 由牛顿第二定律得: $mg \sin \theta + mg \sin \theta - \mu mg \cos \theta = 2ma$ (1分)
 由匀变速直线运动规律得: $v = v_2' + a\Delta t = 6 \text{ m/s}$ (1分)
 答: (1) 在 $t = t_1$ 时, 金属棒 ab 的加速度 $a_1 = 5.5 \text{ m/s}^2$, 金属棒 cd 的加速度 $a_2 = 0.5 \text{ m/s}^2$;
 (2) 这段时间内金属棒 ab 产生的焦耳热 $Q = 1.25 \text{ J}$; (3) 金属棒 cd 的速度 $v = 6 \text{ m/s}$ 。

15. (15分) 解: (1) 由题意可知, 滑块1与滑块3的质量均为 $m_1 = 0.1 \text{ kg}$, 滑块2的质量 $m_2 = 0.2 \text{ kg}$ 。弹簧弹开过程中, 根据动量守恒定律可得: $m_1 v_1 = m_2 v_2$ (1分)
 带入数据解得: $v_1 = 8 \text{ m/s}$ (1分)
 被压缩的轻弹簧的弹性势能: $E_p = \frac{1}{2}m_1 v_1^2 + \frac{1}{2}m_2 v_2^2$ (1分)
 带入数据解得: $E_p = 4.8 \text{ J}$ (1分)
 (2) 滑块1和滑块3碰撞过程中, 根据动量守恒定律可得: $m_1 v_1 = 2m_1 v_3$ (1分)
 解得: $v_3 = 4 \text{ m/s}$
 根据机械能守恒定律可得: $\frac{1}{2} \times 2m_1 v_3^2 = 2m_1 g \times 2R$ (1分)
 解得: $R = 0.4 \text{ m}$
 在半圆环轨道最低点 A 时, 根据牛顿第二定律可得: $F - 2m_1 g = 2m_1 \frac{v_3^2}{R}$ (1分)

解得： $F = 10 \text{ N}$

根据牛顿第三定律可知，滑块1和滑块3经过双半圆环轨道最低点A时对轨道的压力大小为10 N。..... (1分)

(3)根据牛顿第二定律可得滑块2在传送带上运动的加速度大小：

$$a = \frac{\mu m_2 g}{m_2} = 5 \text{ m/s}^2$$

如果滑块2在传送带上一直减速，到传送带末端的速度为 v ，则有： $v_2^2 - v^2 = 2aL$

解得： $v = 3 \text{ m/s}$ (1分)

如果滑块2在传送带上一直加速，则到传送带末端的速度为 v' ，则有： $v'^2 - v_2^2 = 2aL$

解得： $v' = \sqrt{23} \text{ m/s}$ (1分)

传送带的速度 $1 \text{ m/s} < v \leq 3 \text{ m/s}$ 时：

滑块2在传送带上一直减速，到达传送带末端的速度均为： $v = 3 \text{ m/s}$ (1分)

平抛运动的时间： $t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = 0.2 \text{ s}$ (1分)

此过程中滑块2的水平位移： $x_1 = vt = 0.6 \text{ m}$ (1分)

传送带的速度 $3 \text{ m/s} < v < \sqrt{23} \text{ m/s}$ 时：

滑块2在传送带上先加速后匀速，最后和传送带的速度相同。

此过程中滑块2的水平位移： $x_2 = vt = 0.2v$ (1分)

传送带的速度： $\sqrt{23} \text{ m/s} \leq v < 6 \text{ m/s}$ 时：

滑块2在传送带上一直加速，达到传送带末端的速度均为： $v' = \sqrt{23} \text{ m/s}$

此过程中滑块2的水平位移： $x_3 = v't = 0.2\sqrt{23} \text{ m}$ (1分)

答：(1)被压缩的轻弹簧的弹性势能 $E_p = 4.8 \text{ J}$ ；(2)滑块1和滑块3经过双半圆环轨道最低点A时对轨道的压力大小为10 N；(3)传送带的速度为 $1 \text{ m/s} < v \leq 3 \text{ m/s}$ 时，滑块2的水平位移为0.6 m；传送带的速度为 $3 \text{ m/s} < v < \sqrt{23} \text{ m/s}$ 时，滑块2的水平位移为 $0.2v$ ；传送带的速度为 $\sqrt{23} \text{ m/s} \leq v < 6 \text{ m/s}$ 时，滑块2的水平位移为 $0.2\sqrt{23} \text{ m}$ 。

(二) 选考题：共 15 分。请考生从 2 道物理题中任选一题作答。如果多做，则按所做的第一题计分。

16. (15 分) (1) (5 分) ABE

【解析】(1)由图甲可知，随分子间距离的减小，分子间引力和斥力均变大，两个分子从很远处逐渐靠近，分子间作用力先表现为引力后表现为斥力，即分子间作用力先做正功后做负功，分子势能先变小后变大，故 A 正确；乙图中，在测量分子直径时，可把油膜厚度视为分子直径，故 B 正确；丙图是三个微粒每隔一定时间粒子的位置的连线，并非粒子的运动轨迹，故 C 错误；丁图中，电冰箱的工作过程表明，热量可以从低温物体向高温物体传递，在该过程中压缩机做功，产生其他的变化，故 D 错误；戊图中，用滴管滴的液滴呈球形，是表面张力使液体表面收缩的缘故，故 E 正确。

(2) (10 分) 解：(i)碰撞游戏气体被压缩最大的过程中，气体等温变化，有：

$$p_1 V_1 = p_2 V_2 \dots\dots\dots (2 \text{ 分})$$

$$\text{其中：} p_1 = 1.5 \times 10^5 \text{ Pa}, V_1 = 0.8 \text{ m}^3, V_2 = (0.8 - 0.05) \text{ m}^3 = 0.75 \text{ m}^3$$

$$\text{解得：} p_2 = 1.6 \times 10^5 \text{ Pa} \dots\dots\dots (2 \text{ 分})$$

$$\text{(ii)从早晨充好气，到中午碰撞游戏前，气体等容变化，有：} \frac{p_1}{T_2} = \frac{p_3}{T_3} \dots\dots\dots (2 \text{ 分})$$

$$\text{其中：} T_2 = (17 + 273) \text{ K} = 290 \text{ K}, T_3 = (37 + 273) \text{ K} = 310 \text{ K}$$

$$\text{中午碰撞游戏气体被压缩最大的过程中，气体等温变化，有：} p_3 V_1 = p_4 V_2 \dots\dots\dots (2 \text{ 分})$$

联立解得： $p_4 = 1.71 \times 10^5 \text{ Pa}$ ，球内气体压强没有超过 $2.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ ，所以可以安全地在中午 37°C 的环境下游戏碰撞。..... (2分)

答：(i)压缩最大时，球内气体的压强为 $1.6 \times 10^5 \text{ Pa}$ ；(ii)可以安全地在中午 37°C 的环境下游戏碰撞。

17. (15分) (1) (5分) 平衡 0.02

【解析】由图像可知，波长 $\lambda = 4 \text{ cm} = 0.04 \text{ m}$ ，波沿 x 轴负方向传播，则此时 Q 向上振动，当 $t = 0.5 \text{ s}$ 时， Q 点恰好处于波峰位置，则有 $0.5 \text{ s} = \left(\frac{1}{4} + n\right)T$ ，此时 P 点应处于平衡位置；

当 $n = 0$ 时，周期最大，波速最小，则最小速度 $v_{\min} = \frac{\lambda}{T_{\max}} = \frac{0.04}{2} \text{ m/s} = 0.02 \text{ m/s}$ 。

(2) (10分) 解：(i)光在直角边自尾灯射向空气的入射角恰好等于临界角时，有：

$$C = 45^\circ \dots\dots\dots (2 \text{ 分})$$

$$\sin C = \frac{1}{n} \dots\dots\dots (2 \text{ 分})$$

解得尾灯材料的折射率： $n = \sqrt{2} \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$

(ii)光在尾灯中的传播路程： $x = (\sqrt{2} + 2)d \dots\dots\dots (2 \text{ 分})$

$$\text{又： } n = \frac{c}{v} \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

$$x = vt \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

$$\text{联立解得光在尾灯中的传播时间： } t = \frac{2 + 2\sqrt{2}}{c} d \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

答：(i)尾灯材料的折射率至少应为 $\sqrt{2}$ ；(ii)若尾灯材料的折射率取(i)中的值，光在尾灯中的传播时间是 $\frac{2+2\sqrt{2}}{c}d$ 。