

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	A	B	B	D	C	C	D

【解析】

1. 光电效应现象，体现电磁波具有粒子性，故A正确。偏振现象、干涉形成干涉条纹、衍射现象都体现了电磁波的波动性，故B、C、D错误。
2. 根据质量数守恒和电荷数守恒，核反应方程为 ${}^2_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^1_0\text{n}$ ，故A错误，B正确。核反应释放能量，会发生质量亏损，核子的比结合能变大， ${}^4_2\text{He}$ 的比结合能比 ${}^3_1\text{H}$ 的比结合能大，故C错误。核裂变虽然也能产生大量能量，但与核聚变相比，其释放的能量更小，产能效率更低，故D错误。
3. 由题知，两足球做斜抛运动，出手后都刚好水平击中球门横梁上的同一点，则根据逆向思维，可以把足球的运动逆向看成平抛运动，两个足球在空中运动的加速度均为重力加速度，由运动学规律竖直方向有 $v_y^2 = 2gh$ ， $v_y = gt$ ，由于高度相同，可知两个足球出手时的竖直分速度大小相等，两个足球从出手到击中横梁的时间相同，因为两个足球在空中运动的加速度均为重力加速度，则足球两次运动的速度变化量相同，故B正确。水平方向有 $x = v_x t$ ，由于从A位置发射的足球水平位移更大，则其水平分速度更大，则其击中横梁时的速度更大，由矢量合成法则可知，其发射的初速度更大，故B正确，A、C、D错误。
4. 盆中空气可视为理想气体，将盆口压入水中，盆中空气变化视为等温变化，气体体积减小，外界对气体做正功，温度不变，根据热力学第一定律 $\Delta U = Q + W$ ，气体对外放热，再根据玻意耳定律 $p_1 V_1 = p_2 V_2$ ，体积减小，盆中气体的压强增大，气体分子单位时间与盆内壁单位面积的碰撞次数增加；分子热运动是无规则的，只是在宏观上表现出规律性，所以盆中所有气体分子的运动都加剧的说法是错误的，故A、B、C错误，D正确。
5. 根据题意，由楞次定律可知，通过L的电流方向由c到d，故A正确。开始阶段，穿过线圈的磁通量最大，磁通量的变化率最小，转动后，磁通量减小，磁通量的变化率增大，当转过 90° 时，穿过线圈的磁通量最小，磁通量的变化率最大，可知，转动过程中L中的电流逐

渐增大，故B错误。若灯泡 L 正常发光，灯泡电压有效值为 12V ，电压最大值为 $12\sqrt{2}\text{V}$ ，根据变压器电压与匝数关系有 $E_m = nB\omega S = n\Phi\omega$ ，可得角速度 $\omega = \frac{12\sqrt{2}}{n\Phi}$ ，故C正确，D错误。

6. 货物与手推车保持相对静止，水平匀速运动时，货物受到重力、手推车平面的弹力和挡板的弹力三个力平衡，由受力分析可得，挡板的弹力大小等于重力的分量 $mg\sin\alpha$ ，小于重力 mg ，故A错误。手推车向左运动时，货物受到重力、挡板的弹力和手推车平面的弹力，手推车对货物的作用力是挡板的弹力和手推车平面的弹力的合力。由于货物与车平面之间没有摩擦力，手推车对货物的作用力的方向可以指向右上方，故B错误。为使货物不离开挡板，当挡板对货物弹力恰好为 0 时的加速度达到最大值，此时对货物进行受力分析，由牛顿第二定律 $mg\tan\alpha = ma_{\max}$ ，解得 $a_{\max} = g\tan\alpha$ ，故手推车水平向右的加速度不能超过 $g\tan\alpha$ ，故C正确。手推车静止时，货物受到重力和挡板的弹力。根据平衡条件可知手推车平面对货物的支持力大小等于重力的分量，即 $mg\cos\alpha$ ，若 α 缓慢增大到 90° ，则手推车平面对货物的支持力大小越来越小，故D错误。

7. 子弹击中滑块 B 的过程，子弹与滑块 B 组成的系统动量守恒，子弹与 B 作用过程时间极短， A 没有参与，速度仍为零，由动量守恒定律，得 $m_3v_0 = (m_3 + m_2)v_1$ ，解得 $v_1 = 8\text{m/s}$ ，滑块 B 离开小车瞬间，滑块与小车具有相同的水平速度，由水平方向动量守恒，得 $(m_3 + m_2)v_1 = (m_3 + m_2 + m_1)v_2$ ，解得 $v_2 = 2\text{m/s}$ ，滑块 B 开始滑动到离开小车瞬间，由能量守恒定律得 $\frac{1}{2}(m_3 + m_2)v_1^2 = \frac{1}{2}m_1v_2^2 + \frac{1}{2}(m_3 + m_2)v_3^2 + (m_3 + m_2)gR$ ，设滑块 B 离开小车时的竖直分速度为 v_y ，则 $v_y^2 + v_2^2 = v_3^2$ ，联立解得 $v_y = 5\text{m/s}$ ，滑块 B 离开小车后，以小车为参照物，滑块 B 做竖直上抛运动，则再次返回小车所需要的时间为 $t = \frac{2v_y}{g} = 1\text{s}$ ，则 $x = v_2t = 2\text{m}$ ，

从子弹击中后到 B 第二次离开小车的过程中： $(m_2 + m_3)v_1 = (m_2 + m_3)v_B + m_Av_A$ ，
 $\frac{1}{2}(m_2 + m_3)v_1^2 = \frac{1}{2}(m_2 + m_3)v_B^2 + \frac{1}{2}m_Av_A^2$ ， $v_A = 4\text{m/s}$ ，故 D 正确。

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，有错选的得 0 分。

题号	8	9	10
答案	AB	BCD	AD

【解析】

8. 从图中我们可以看到，冬至时地球位于近日点附近，公转速度最快。随着地球向远日点移动，公转速度逐渐减慢。因此，芒种（位于远日点附近）时的公转速度应该比小满（位于近日点和远日点之间）时慢，故A正确。地球公转轨道是椭圆形的，但轨道上的速度并不是均匀分布的。由于公转速度的变化，芒种到小暑的时间间隔与大雪到小寒的时间间隔并不相等。从图中可以看出，芒种到小暑的路程更长，而平均速度更小，所以芒种到小暑的时间间隔要大于大雪到小寒的时间间隔，故B正确。地球公转的加速度与地球到太阳的距离有关，立春时和立秋时，地球到太阳的距离并不相等，因此公转加速度也不相等，故C错误。春分、夏至、秋分、冬至四个节气虽然分别代表了春、夏、秋、冬四季的开始，但它们并不刚好将一年的时间分为四等份，由于地球公转轨道是椭圆形的，各季节的长度并不相等，故D错误。

9. 根据题意可知，做出光路图如图 1 所示，若入射光的频率变小，则折射率变小，而入射角不变，可知其折射角 α 将变大，根据几何关系可知，角 β 将变小，而根据题意及几何关系

可得 $n = \frac{\sin 60^\circ}{\sin 30^\circ} = \sqrt{3}$ ，发生全反射的临界角的正弦值 $\sin C = \frac{1}{n} = \frac{\sqrt{3}}{3} > \frac{1}{2}$ ，可知原折射光在

AC 边不会发生全反射，而当 β 变小时一定不会发生全反射，故 A 错误。由 $n = \frac{c}{v}$ 可知，折

射率 n 变小，光在介质中的传播速度 v 增大，由于原折射光线与 BC 平行，现 α 变大，可知 DE 变短，而光在介质中的传播时间 $t = \frac{DE}{v}$ ，显然，传播时间变短，故 B 正确。做出出

射光线的光路图如图 2 所示，射到 AC 边的折射光线在 AC 边上的入射角减小，则可知在 AC 边上的出射光线的折射角同样减小，出射光线相对于原出射光线逆时针偏转，因此可知出射光线相对原入射光线的偏转角变小，故 C 正确。入射光的频率变小，入射角不变，致使 α 增大， β 减小，光路图如图 3 所示根据几何关系有 $i + r = 120^\circ$ ， $i + \alpha = 90^\circ$ ， $r + \beta = 90^\circ$ ，可得 $\alpha + \beta = 60^\circ$ ，若要使光线在 AC 边上水平向右射出介质，则必须满足

$\frac{\sin 60^\circ}{\sin \alpha} = \frac{\sin 30^\circ}{\sin \beta}$ ，显然，上式能够成立，故 D 正确。

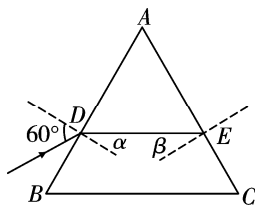


图 1

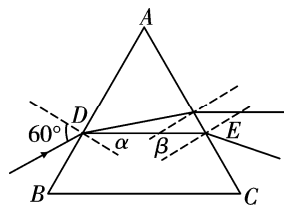


图 2

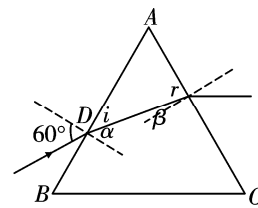


图 3

10. 由 $qv_0B = \frac{mv_0^2}{r}$ 和 $v_0 = \frac{qBL}{m}$ 得 $r = L$ ，作出图 4 分析可知，在 x 轴上能够探测到离子的区间

为 $0 \leq x \leq 2L$ ；由于 $t = \frac{\pi m}{2qB} = \frac{1}{4}T$ ， $qvB = \frac{mv^2}{r}$ 可知 $r_{\max} = L$ ，则在 $t = \frac{\pi m}{2qB}$ 内，磁场中可

探测到离子最远能到离 O 为 $R = \sqrt{2}L$ 为半

径的 $\frac{3}{8}$ 圆弧上 $S = \frac{3}{8}\pi R^2 + \frac{1}{4}\pi L^2 - \frac{1}{2}L^2$

$= \left(\pi - \frac{1}{2}\right)L^2$ ，故选 AD。

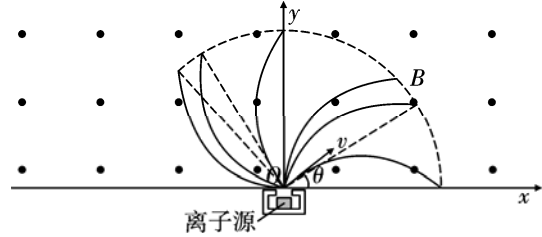


图 4

三、非选择题：本题共 5 小题，共 57 分。

11. (每空 2 分，共 6 分)

(1) 缓慢

(2) 1.20×10^5

(3) $\frac{1}{L}$

【解析】(1) 该实验目的是探究气体等温变化的规律，为避免温度变化，应该缓慢地向下压或向上拉柱塞。

(2) 由图可得压强为 $1.2 \times 10^5 \text{ Pa}$ 。

(3) 根据理想气体状态方程： $pSL = nRT$ ，可得 $p = \frac{nRT}{S} \times \frac{1}{L}$ ，故横坐标为 $\frac{1}{L}$ 。

12. (每空 2 分，共 10 分)

(1) A

(2) 1000

(3) 最左边 左疏右密

(4) 大于

【解析】(1) 如果闭合开关 S，将两表笔短接，则流过电压表的电流为 0，不会满偏，故要调节滑动电阻器使电压表 V 满偏，两表笔间不接入任何电阻，故选 A。

(2) 设满偏时滑动变阻器的阻值和内阻和为 R ，待测电阻为 R_x ，由闭合电路欧姆定律，

满偏时有 $E = 3V + I_g R$ ， $I_g = \frac{3V}{R_V}$ ，解得 $R = 1500\Omega$ ，当电压表 V 指针指在 1.5V 处时

$E = 1.5V + IR$ ， $I = \frac{1.5V}{R_{\text{并}}}$ ， $\frac{1}{R_{\text{并}}} = \frac{1}{R_V} + \frac{1}{R_x}$ ，解得 $R_x = 1000\Omega$ 。



(3) 设当待测电阻为 R_x 时, 电压表示数为 V , 则 $E = V + IR$, $I = \frac{V}{R_{\text{并}}}$, $\frac{1}{R_{\text{并}}} = \frac{1}{R_V} + \frac{1}{R}$ 解

得 $V = \frac{E}{1 + \frac{R}{R_V} + R \cdot \frac{1}{R_x}}$, 由数学知识可知, 随着 R_x 的增大, 电压表 V 的示数增加量 ΔV 越

小, 故电阻刻度线应该是左疏右密, 零刻线在最左边。

(4) 电压表满偏 $I_g = \frac{E}{R_V + R}$, 当 E 减小, R 也减小。设满偏时滑动变阻器的阻

值和内阻和为 R , 电压表电流 $I_V = \frac{E}{\frac{R_V \cdot R_x}{R_V + R_x} + R} \cdot \frac{R_x}{R_V + R_x} = \frac{I_g R_V + I_g R}{\frac{R_V \cdot R_x}{R_V + R_x} + R} \cdot \frac{R_x}{R_V + R_x} =$

$\left(\frac{I_g R_V - I_g \cdot \frac{R_V \cdot R_x}{R_V + R_x}}{\frac{R_V \cdot R_x}{R_V + R_x} + R_g} \right) \cdot \frac{R_x}{R_V + R_x}$, 其中 $R_g = \frac{RR_V}{R + R_V}$ 可知 R 减小, 电压表电流 I_V 增大, 故

测量值大于真实值。

13. (10分)

解: (1) $y = 2 \sin\left(\frac{\pi}{10}t + \frac{\pi}{2}\right) \text{cm}$ ①

(2) 由图像可知 $T = 20\text{s}$

根据波由 a 传至 b , 由图像可知用时为

$$\Delta t = nT + \frac{T}{4} \quad \text{②}$$

则对应传播距离为

$$\Delta x = n\lambda + \frac{\lambda}{4} = 3\text{m} \quad \text{③}$$

则波长为

$$\lambda = \frac{12}{4n+1} \text{m} (n=0, 1, 2, 3 \dots) \quad \text{④}$$

$$\text{则波速为 } v = \frac{\lambda}{T} = \frac{3}{5(4n+1)} \text{m/s} (n=0, 1, 2, 3 \dots) \quad \text{⑤}$$

评分标准: 本题共 10 分。正确得出①式给 4 分, 正确得出③、⑤式各给 2 分, 其余各式各给 1 分。

14. (13分)

解: (1) 蛙在跳离过程中, 蛙和车系统, 水平方向动量守恒

$$\text{即 } mv_{\text{蛙}} = 4mv_{\text{车}} \quad \text{①}$$



$$\text{则有 } mx_{\text{蛙}} = 4mx_{\text{车}} \quad \text{②}$$

$$x_{\text{蛙}} + x_{\text{车}} \leq \frac{1}{2}L \quad \text{③}$$

$$\text{解得: } 0 < x_{\text{蛙}} \leq \frac{2}{5}L \quad \text{④}$$

(2) 蛙落在车子最右端, 跳离时, 蛙做功最多

$$\text{对蛙有 } v_{\text{蛙}}t = \frac{2}{5}L \quad \text{⑤}$$

$$\frac{1}{2}gt^2 = h \quad \text{⑥}$$

$$\text{做功 } W = \frac{1}{2}mv_{\text{蛙}}^2 + \frac{1}{2}4mv_{\text{车}}^2 = \frac{mgL^2}{20h} \quad \text{⑦}$$

评分标准: 本题共 13 分。正确得出⑦式给 3 分, 正确得出③、④式各给 1 分, 其余各式各给 2 分。

15. (18 分)

解: (1) 根据题意分析可知, 所有电子在第一象限都经历一个四分之一圆周运动后通过原点并沿 $-x$ 轴方向进入 x 轴下方的电场, 最大速度对应最大半径, 则有

$$r_1 = 2a \quad \text{①}$$

根据洛伦兹力提供向心力可得

$$ev_1B = m\frac{v_1^2}{r_1} \quad \text{②}$$

联立解得电子进入 x 轴上方磁场前的最大速度为

$$v_1 = \frac{2eBa}{m} \quad \text{③}$$

(2) 由题意可得所有电子都垂直于 EF 边界离开磁场, 则所有电子运动轨迹的圆心都在 EF 直线上, 由以上分析可得, 经过直线 CD 时, 设任何电子的 $-x$ 方向的分速度为

$$v'_x = k\frac{eBa}{m} (1 \leq k \leq 2) \quad \text{④}$$

$$\text{根据 } y = a = \frac{v_y}{2}t = \frac{eBa}{2m}t, \quad x' = v'_xt = k\frac{eBa}{m}t, \quad \text{解得: } x' = 2ka \quad \text{⑤}$$

则电子经过直线 CD 的坐标为 $(-2ka, -a)$, 电子经过直线 CD 的合速度为

$$v = \sqrt{1+k^2}\frac{eBa}{m} \quad \text{⑥}$$

速度方向与水平方向的夹角的正切值为

$$\tan \theta' = \frac{1}{k} \tag{7}$$

则圆心位置对应的坐标为

$$x = -2ka + r \sin \theta' = -2ka + \frac{mv}{eB} \sin \theta' = -2ka + a \tag{8}$$

$$y = -a - r \cos \theta' = -a - ka \tag{9}$$

因为电子垂直于直线 EF 出射，所以圆心也在直线上，可得 EF 直线为

$$y = \frac{1}{2}x - \frac{3}{2}a \tag{10}$$

(3) 设某一粒子从电场入射时位置为 $(x_0, 0)$ ，其入射速度、时间关于 x_0 有

$$v_x = \frac{Bex_0}{2m}, \quad v_y = \sqrt{\frac{2Bea}{m}} = \frac{Bea}{m}, \quad t = \frac{v_y}{\frac{Eq}{m}} = \frac{2m}{Be} \tag{11}$$

那么当粒子从电场出射时，出射位置横坐标 x_1 与水平分速度 v_x 满足

$$v_{x(x_1)} = \frac{Bex_1}{4m} \tag{12}$$

在磁场中运动时，轨迹圆的圆心

$$y = -a - \frac{Bv_x}{B_x e} = -a - \frac{Bx_1}{4B_x}, \quad x = x_1 - \frac{mv_{(x_1)}}{B_x e} = x_1 - \frac{aB}{B_x}, \quad \text{解得: } l_1: y = -a - \frac{aB^2}{4B_x^2} - \frac{B}{4B_x}x \tag{13}$$

由 (2) 问知所有粒子垂直经过此直线。

考虑到汇聚的要求，可以考虑利用“入射粒子入射磁场时平行磁场速度与横坐标为线性关系”这一点，做 CD 关于 l_1 对称的直线 l 。

再将入射磁场粒子束视为全部从 $(0, 3a)$ 匀速直线射出并进入 CD 处磁场，那么粒子束的运动将关于 l_1 对称，它们将汇聚到 $(0, 3a)$ 关于 l_1 的对称点。

代入此点位置 $(-8a, -5a)$

$$\text{解得 } l_1: y = -5a - x; \quad B_x = \frac{B}{4}; \quad l: x = -4a \tag{14}$$

评分标准：本题共 18 分。正确得出②、⑤、⑫、⑭式各给 2 分，其余各式各给 1 分。