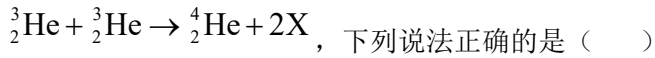


## 2022 年天津高考（部分题）

1. 从夸父逐日到羲和探日，中华民族对太阳的求知探索从未停歇。2021 年 10 月，我国第一颗太阳探测科学技术试验卫星“羲和号”顺利升空。太阳的能量由核反应提供，其中一种反应序列包含核反应：



- 下列说法正确的是（ ）
- A. X 是中子  
B. 该反应有质量亏损  
C.  ${}^4_2\text{He}$  比  ${}^3_2\text{He}$  的质子数多  
D. 该反应是裂变反应

【答案】B

【解析】

【详解】A. 根据核反应过程满足质量数和电荷数守恒可知，X 的质量数为 1，电荷数为 1，可知 X 是质子，故 A 错误；

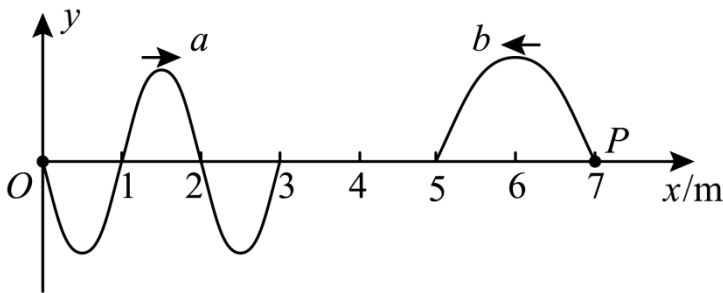
BD. 两个轻核结合成质量较大的核，核反应属于聚变反应，反应过程存在质量亏损，释放能量，故 B 正确，D 错误；

C.  ${}^4_2\text{He}$  与  ${}^3_2\text{He}$  的质子数相同，均为 2 个质子，故 C 错误。

故选 B。

缺 2-4 题

2. 在同一均匀介质中，分别位于坐标原点和  $x=7\text{m}$  处的两个波源  $O$  和  $P$ ，沿  $y$  轴振动，形成了两列相向传播的简谐横波  $a$  和  $b$ ，某时刻  $a$  和  $b$  分别传播到  $x=3\text{m}$  和  $x=5\text{m}$  处，波形如图所示。下列说法正确的是（ ）



- A.  $a$  与  $b$  的频率之比为 2:1  
B.  $O$  与  $P$  开始振动的时刻相同  
C.  $a$  与  $b$  相遇后会出现干涉现象  
D.  $O$  开始振动时沿  $y$  轴正方向运动

【答案】A

【解析】

【详解】A. 由同一均匀介质条件可得  $a$  和  $b$  两列波在介质中传播速度  $v$  相同，由图可知， $a$  和  $b$  两列波的波长之比为

$$\frac{\lambda_a}{\lambda_b} = \frac{2}{4} = \frac{1}{2}$$

根据

$$f = \frac{v}{\lambda}$$

可得  $a$  与  $b$  的频率之比为

$$\frac{f_a}{f_b} = \frac{\lambda_b}{\lambda_a} = \frac{2}{1}$$

故 A 正确；

B. 因  $a$  和  $b$  两列波的波速相同，由  $a$  和  $b$  两列波分别传播到  $x = 3\text{m}$  和  $x = 5\text{m}$  处的时刻相同，可知  $O$  与  $P$  开始振动的时刻不相同，故 B 错误；

C. 因  $a$  与  $b$  的频率不同， $a$  与  $b$  相遇后不能产生干涉现象，故 C 错误；

D.  $a$  波刚传到  $3\text{m}$  处，由波形平移法可知， $3\text{m}$  处的质点开始振动方向沿  $y$  轴负方向，而所有质点的开始振动方向都相同，所以  $O$  点开始振动的方向也沿  $y$  轴负方向，故 D 错误。

故选 A。

3. 采用涡轮增压技术可提高汽车发动机效率。将涡轮增压简化为以下两个过程，一定质量的理想气体首先经过绝热过程被压缩，然后经过等压过程回到初始温度，则 ( )

- A. 绝热过程中，气体分子平均动能增加      B. 绝热过程中，外界对气体做负功  
C. 等压过程中，外界对气体做正功      D. 等压过程中，气体内能不变

【答案】AC

【解析】

【详解】AB. 一定质量的理想气体经过绝热过程被压缩，可知气体体积减小，外界对气体做正功，根据热力学第一定律可知，气体内能增加，则气体温度升高，气体分子平均动能增加，故 A 正确，B 错误；

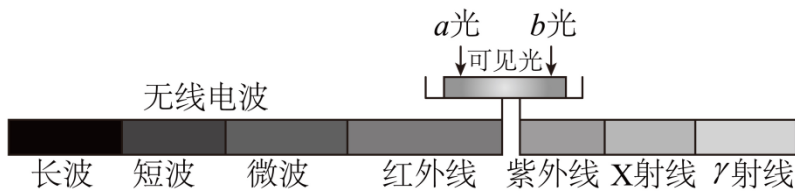
CD. 一定质量的理想气体经过等压过程回到初始温度，可知气体温度降低，气体内能减少；根据

$$\frac{V}{T} = C$$

可知气体体积减小，外界对气体做正功，故 C 正确，D 错误。

故选 AC。

4. 不同波长的电磁波具有不同的特性，在科研、生产和生活中有广泛的应用。 $a$ 、 $b$  两单色光在电磁波谱中的位置如图所示。下列说法正确的是 ( )



- A. 若  $a$ 、 $b$  光均由氢原子能级跃迁产生，产生  $a$  光的能级能量差大
- B. 若  $a$ 、 $b$  光分别照射同一小孔发生衍射， $a$  光的衍射现象更明显
- C. 若  $a$ 、 $b$  光分别照射同一光电管发生光电效应， $a$  光的遏止电压高
- D. 若  $a$ 、 $b$  光分别作为同一双缝干涉装置光源时， $a$  光的干涉条纹间距大

【答案】BD

【解析】

【详解】由图中  $a$ 、 $b$  两单色光在电磁波谱中的位置，判断出  $a$  光的波长  $\lambda_a$  大于  $b$  光的波长  $\lambda_b$ ， $a$  光的频率  $\nu_a$  小于  $b$  光的频率  $\nu_b$ 。

- A. 若  $a$ 、 $b$  光均由氢原子能级跃迁产生，根据玻尔原子理论的频率条件

$$h\nu = E_n - E_m$$

可知产生  $a$  光的能级能量差小，故 A 错误；

- B. 若  $a$ 、 $b$  光分别照射同一小孔发生衍射，根据发生明显衍射现象的条件， $a$  光的衍射现象更明显，故 B 正确；

- C. 在分别照射同一光电管发生光电效应时，根据爱因斯坦光电效应方程

$$eU_c = E_k = h\nu - W_0$$

可知  $a$  光的遏止电压低，故 C 错误；

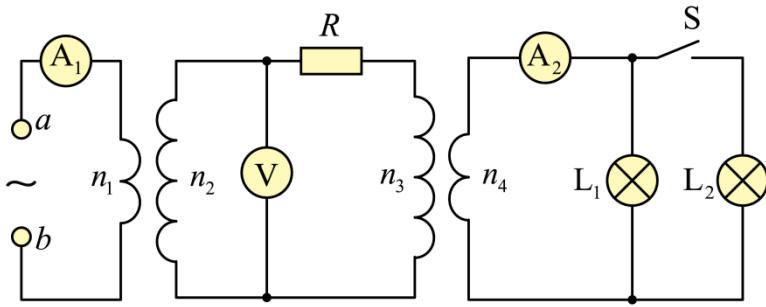
- D.  $a$ 、 $b$  光分别作为同一双缝干涉装置光源时，相邻两条亮纹或暗纹的中心间距

$$\Delta x = \frac{l}{d} \lambda$$

可知  $a$  光的干涉条纹间距大，故 D 正确。

故选 BD。

- 5. 如图所示，两理想变压器间接有电阻  $R$ ，电表均为理想交流电表， $a$ 、 $b$  接入电压有效值不变的正弦交流电源。闭合开关 S 后 ( )



- A.  $R$  的发热功率不变  
 B. 电压表的示数不变  
 C. 电流表  $A_1$  的示数变大  
 D. 电流表  $A_2$  的示数变小

【答案】BC

【解析】

【详解】AC. 闭合开关  $S$  后，负载电阻减小，匝数为  $n_4$  的线圈输出功率变大，匝数为  $n_1$  的线圈输入功率也变大， $a$ 、 $b$  两端电压有效值不变，由

$$P_1 = U_1 I_1$$

可知电流表  $A_1$  的示数变大，根据

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

因  $\frac{n_2}{n_1}$  比值不变， $I_1$  变大， $I_2$  变大，因此， $R$  的发热功率变大，故 A 错误，C 正确；

B. 根据理想变压器电压比等于匝数比

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$$

可知输出电压  $U_2$  不变，电压表的示数不变，故 B 正确；

D. 根据理想变压器电流与匝数关系可得

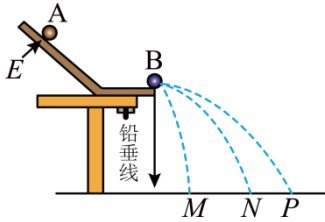
$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

$$\frac{I_2}{I_4} = \frac{n_4}{n_3}$$

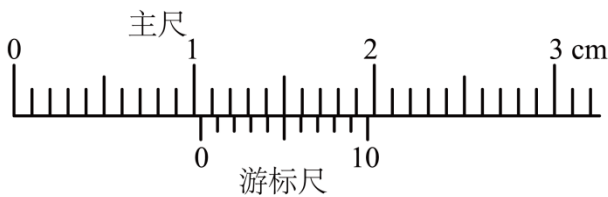
由于匝数均保持不变， $I_1$  增大，所以  $I_2$ 、 $I_4$  增大，故电流表  $A_2$  的示数变大，故 D 错误。

故选 BC。

6. 某同学验证两个小球在斜槽末端碰撞时的动量守恒，实验装置如图所示。A、B 为两个直径相同的小球。实验时，不放 B，让 A 从固定的斜槽上 E 点自由滚下，在水平面上得到一个落点位置；将 B 放置在斜槽末端，让 A 再次从斜槽上 E 点自由滚下，与 B 发生正碰，在水平面上又得到两个落点位置。三个落点位置标记为 M、N、P。



(1) 为了确认两个小球的直径相同，该同学用 10 分度的游标卡尺对它们的直径进行了测量，某次测量的结果如下图所示，其读数为\_\_\_\_\_ mm。



(2) 下列关于实验的要求哪个是正确的\_\_\_\_\_。

- A. 斜槽的末端必须是水平的
- B. 斜槽的轨道必须是光滑的
- C. 必须测出斜槽末端的高度
- D. A、B 的质量必须相同

(3) 如果该同学实验操作正确且碰撞可视为弹性碰撞，A、B 碰后在水平面上的落点位置分别为\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。(填落点位置的标记字母)

**【答案】** ①. 10.5    ②. A    ③. M    ④. P

**【解析】**

**【详解】**(1) [1]观察主尺的单位为 cm，读出主尺的读数是 10mm，游标尺上的第五条刻度线与主尺上的刻度线对齐，其读数为 0.5mm，结合主尺及游标尺的读数得到被测直径为

$$D = 10\text{mm} + 0.1 \times 5\text{mm} = 10.5\text{mm}$$

(2) [2]ABC. 首先考查在实验的过程中，需要小球 A 两次沿斜槽滚到末端时的速度都水平且大小相同。实验时应使小球 A 每次都从同一位置由静止开始释放，并不需要斜槽的轨道光滑的条件，也不需要测出斜槽末端的高度，但是必须保证斜槽末端水平，故 A 正确，BC 错误；

D. 小球 A 与 B 发生正碰时，为使小球 A 在碰后不反弹，要求小球 A 的质量大于小球 B 的质量，故 D 错误。

故选 A。

(3) [3][4]设 A、B 两球的质量分别为  $m_1$  和  $m_2$ ，且  $m_1 > m_2$ ；碰前 A 的速度  $v_0$ ；因为两个金属小球的碰撞

视为弹性碰撞，则由动量守恒定律得

$$m_A v_0 = m_A v_A + m_B v_B$$

由机械能守恒定律得

$$\frac{1}{2} m_A v_0^2 = \frac{1}{2} m_A v_A^2 + \frac{1}{2} m_B v_B^2$$

解得

$$v_A = \frac{m_A - m_B}{m_A + m_B} v_0, \quad v_B = \frac{2m_A}{m_A + m_B} v_0$$

可见碰后小球 A 的速度小于小球 B 的速度，也小于碰前 A 的速度  $v_0$ ；所以小球 A 单独滚下落到水平面上的位置为 N，A、B 碰后在水平面上的落点位置分别为 M、P。

7. 实验小组测量某型号电池的电动势和内阻。用电流表、电压表、滑动变阻器、待测电池等器材组成如图 1 所示实验电路，由测得的实验数据绘制成的  $U-I$  图像如图 2 所示。

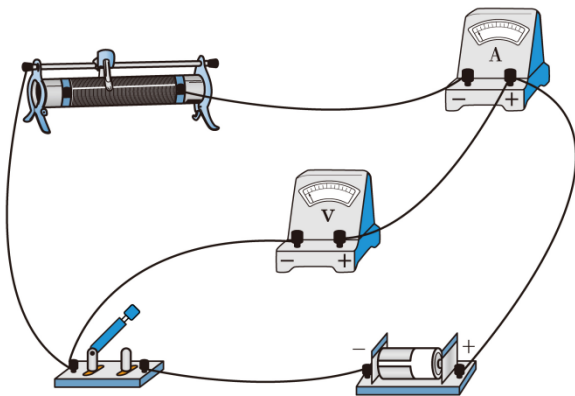


图1

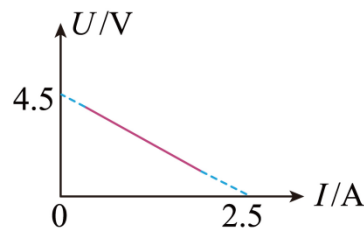
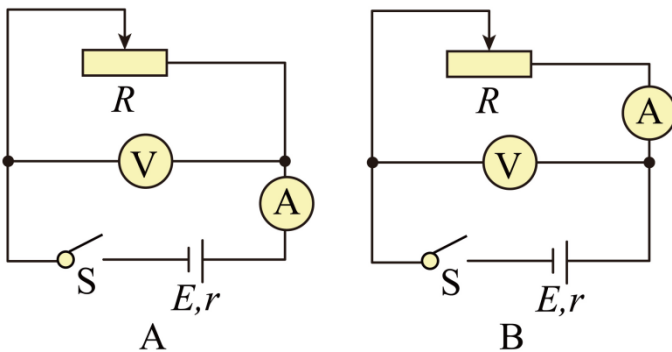


图2

(1) 图 1 的电路图为下图中的\_\_\_\_\_。(选填“A”或“B”)



(2) 如果实验中所用电表均视为理想电表，根据图 2 得到该电池的电动势  $E =$  \_\_\_\_\_ V，内阻  $r =$  \_\_\_\_\_  $\Omega$ 。

(3) 实验后进行反思，发现上述实验方案存在系统误差。若考虑到电表内阻的影响，对测得的实验数据进行修正，在图 2 中重新绘制  $U-I$  图线，与原图线比较，新绘制的图线与横坐标轴交点的数值将

\_\_\_\_\_，与纵坐标轴交点的数值将\_\_\_\_\_。（两空均选填“变大”“变小”或“不变”）

【答案】 ①. B ②. 4.5 ③. 1.8 ④. 不变 ⑤. 变大

【解析】

【详解】(1) [1]通过观察实物图可知电压表接在电源两端，故电路图为 B；

(2) [2][3]根据闭合电路欧姆定律

$$E = U + Ir$$

有

$$U = -Ir + E$$

则  $U - I$  图线在纵轴上的截距表示电池的电动势  $E$ ，斜率是电池的内阻  $r$ ，根据图像可知，纵轴截距为 4.5，横轴截距为 2.5，结合上述分析可知电池电动势  $E = 4.5\text{V}$ ；内阻

$$r = \frac{4.5}{2.5} \Omega = 1.8 \Omega$$

(3) [4][5]分析测量电路可知系统误差的来源是电压表的分流作用，使得电流表的示数小于流过电池的电流，考虑电压表内阻  $R_V$  的影响，流过电压表的电流为

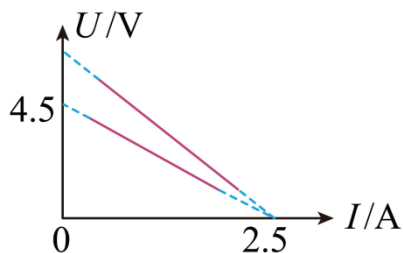
$$I_V = \frac{U_{\text{测}}}{R_V}$$

可知流过电池的电流为

$$I = I_{\text{测}} + \frac{U_{\text{测}}}{R_V}, \quad I > I_{\text{测}}$$

因电压表内阻  $R_V$  不变，随着电压  $U_{\text{测}}$  值减小，电压表电流  $I_V$  减小，当电压  $U_{\text{测}}$  值趋于 0 时， $I$  趋于  $I_{\text{测}}$ ，

在图 2 中重新绘制的  $U - I$  图线如图所示



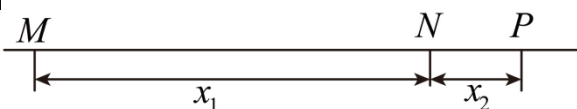
故新绘制的图线与横坐标轴交点的数值将不变，与纵坐标轴交点的数值将变大。

（2022 年，第 10 题）

8. 冰壶是冬季奥运会上非常受欢迎的体育项目。如图所示，运动员在水平冰面上将冰壶 A 推到 M 点放手，此时 A 的速度  $v_0 = 2\text{m/s}$ ，匀减速滑行  $x_1 = 16.8\text{m}$  到达 N 点时，队友用毛刷开始擦 A 运动前方的冰面，使 A 与 NP 间冰面的动摩擦因数减小，A 继续匀减速滑行  $x_2 = 3.5\text{m}$ ，与静止在 P 点的冰壶 B 发生正

碰，碰后瞬间 A、B 的速度分别为  $v_A = 0.05\text{m/s}$  和  $v_B = 0.55\text{m/s}$ 。已知 A、B 质量相同，A 与  $MN$  间冰面的动摩擦因数  $\mu_1 = 0.01$ ，重力加速度  $g$  取  $10\text{m/s}^2$ ，运动过程中两冰壶均视为质点，A、B 碰撞时间极短。求冰壶 A

- (1) 在  $N$  点的速度  $v_1$  的大小；
- (2) 与  $NP$  间冰面的动摩擦因数  $\mu_2$ 。



**【答案】** (1)  $v_1 = 0.8\text{m/s}$ ；(2)  $\mu_2 = 0.004$

**【解析】**

**【详解】** (1) 设冰壶质量为  $m$ ，A 受到冰面的支持力为  $N$ ，由竖直方向受力平衡，有

$$N = mg$$

设 A 在  $MN$  间受到的滑动摩擦力为  $f$ ，则有

$$f = \mu_1 N$$

设 A 在  $MN$  间的加速度大小为  $a$ ，由牛顿第二定律可得

$$f = ma$$

联立解得

$$a = \mu_1 g = 0.1\text{m/s}^2$$

由速度与位移的关系式，有

$$v_1^2 - v_0^2 = -2ax_1$$

代入数据解得

$$v_1 = 0.8\text{m/s}$$

(2) 设碰撞前瞬间 A 的速度为  $v_2$ ，由动量守恒定律可得

$$mv_2 = mv_A + mv_B$$

解得

$$v_2 = 0.6 \text{ m/s}$$

设 A 在 NP 间受到的滑动摩擦力为  $f'$ ，则有

$$f' = \mu_2 mg$$

由动能定理可得

$$-f' \cdot x_2 = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$$

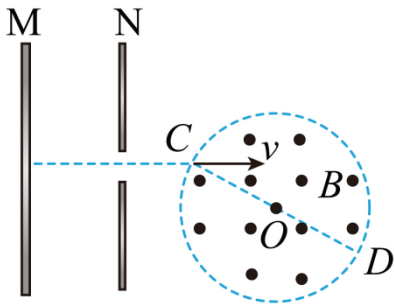
联立解得

$$\mu_2 = 0.004$$

(2022 年, 第 11 题)

9. 如图所示, M 和 N 为平行金属板, 质量为  $m$ , 电荷量为  $q$  的带电粒子从 M 由静止开始被两板间的电场加速后, 从 N 上的小孔穿出, 以速度  $v$  由 C 点射入圆形匀强磁场区域, 经 D 点穿出磁场, CD 为圆形区域的直径。已知磁场的磁感应强度大小为  $B$ 、方向垂直于纸面向外, 粒子速度方向与磁场方向垂直, 重力略不计。

- (1) 判断粒子的电性, 并求 M、N 间的电压  $U$ ;
- (2) 求粒子在磁场中做圆周运动的轨道半径  $r$ ;
- (3) 若粒子的轨道半径与磁场区域的直径相等, 求粒子在磁场中运动的时间  $t$ 。



**【答案】** (1) 正电,  $U = \frac{mv^2}{2q}$ ; (2)  $r = \frac{mv}{qB}$ ; (3)  $t = \frac{\pi m}{3qB}$

**【解析】**

**【详解】** (1) 带电粒子在磁场中运动, 根据左手定则可知粒子带正电。粒子在电场中运动由动能定理可知

$$qU = \frac{1}{2}mv^2$$

解得

$$U = \frac{mv^2}{2q}$$

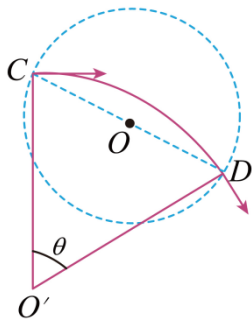
(2) 粒子在磁场中做匀速圆周运动，所受洛伦兹力提供向心力，有

$$qvB = m \frac{v^2}{r}$$

解得

$$r = \frac{mv}{qB}$$

(3) 设粒子运动轨道圆弧对应的圆心角为  $\theta$ ，如图



依题意粒子的轨道半径与磁场区域的直径相等，由几何关系，得

$$\theta = \frac{\pi}{3}$$

设粒子在磁场中做匀速圆周运动的周期为  $T$ ，有

$$T = \frac{2\pi r}{v}$$

带电粒子在磁场中运动的时间

$$t = \frac{\theta}{2\pi} T$$

联立各式解得

$$t = \frac{\pi m}{3qB}$$

(2022 年，第 12 题)

10. 直流电磁泵是利用安培力推动导电液体运动的一种设备，可用图 1 所示的模型讨论其原理，图 2 为图 1 的正视图。将两块相同的矩形导电平板竖直正对固定在长方体绝缘容器中，平板与容器等宽，两板间距为  $l$ ，容器中装有导电液体，平板底端与容器底部留有高度可忽略的空隙，导电液体仅能从空隙进入两板间。初始时两板间接有直流电源，电源极性如图所示。若想实现两板间液面上升，可在两板间加垂直于  $Oxy$  面的匀强磁场，磁感应强度的大小为  $B$ ，两板间液面上升时两板外的液面高度变化可忽略不计。已知导电液体的密度为  $\rho_0$ 、电阻率为  $\rho$ ，重力加速度为  $g$ 。

(1) 试判断所加磁场的方向；

(2) 求两板间液面稳定在初始液面高度 2 倍时的电压  $U_0$ ；

(3) 假定平板与容器足够高，求电压  $U$  满足什么条件时两板间液面能够持续上升。

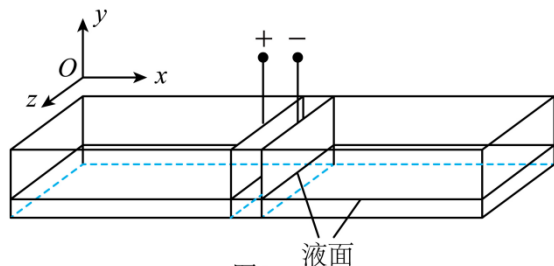


图1

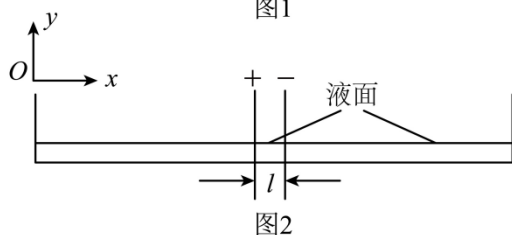


图2

【答案】(1) 沿  $z$  轴负方向；(2)  $U_0 = \frac{\rho_0 \rho g l}{2B}$ ；(3)  $U \geq \frac{\rho_0 \rho g l}{B}$

【解析】

【详解】(1) 想实现两板间液面上升，导电液体需要受到向上的安培力，由图可知电流方向沿  $x$  轴正方向，根据左手定则可知，所加磁场的方向沿  $z$  轴负方向。

(2) 设平板宽度为  $b$ ，两板间初始液面高度为  $h$ ，当液面稳定在高度  $2h$  时，两板间液体的电阻为  $R$ ，则有

$$R = \rho \frac{l}{2hb}$$

当两板间所加电压为  $U_0$  时，设流过导电液体的电流为  $I$ ，由欧姆定律可得

$$I = \frac{U_0}{R}$$

外加磁场磁感应强度大小为  $B$  时，设液体所受安培力的大小为  $F$ ，则有

$$F = BI l$$

两板间液面稳定在高度  $2h$  时，设两板间高出板外液面的液体质量为  $m$ ，则有

$$m = \rho_0 b h l$$

两板间液体受到的安培力与两板间高出板外液面的液体重力平衡，则有

$$F = mg$$

联立以上式子解得

$$U_0 = \frac{\rho_0 \rho g l}{2B}$$

(3) 两板间液面持续上升前，设两板间液面的总高度为  $h'$ ，采用 (2) 相同的分析方法可得

$$\frac{U}{\rho \frac{l}{h'b}} lB = \rho_0 (h' - h) b l g$$

整理上式，得

$$h' \left( \rho_0 g - \frac{BU}{\rho l} \right) = \rho_0 g h$$

若想实现两板间液面持续上升，电压  $U$  应满足

$$\rho_0 g - \frac{BU}{\rho l} \leq 0$$

即

$$U \geq \frac{\rho_0 \rho g l}{B}$$

