

项的分析可知,无论沿任何一条路径,最终都是发生 7 次 α 衰变、4 次 β 衰变, **D 错误**.

5. A 【解析】原子核是核子凭借核力结合在一起构成的,要把它们分开,需要吸收能量,这就是原子核的结合能,这个能量也是核子结合成原子核而释放的能量, **A 正确**;要把原子核分开,需要的能量越多原子核的结合能越大,不是比结合能, **B 错误**;核子结合成原子核时,原子核比结合能越大,平均每个核子的质量亏损越大,则原子核的核子平均质量就越小,由题图 2 可知,两个氦核结合成一个氦核比结合能增大,核子有质量亏损,会放出能量, **C、D 错误**.

6. AC 【解析】根据核反应中质量数和电荷数守恒可知,核反应方程为 ${}_{5}^{10}\text{B} + {}_{0}^{1}\text{n} \rightarrow {}_{3}^{7}\text{Li} + {}_{2}^{4}\text{He} + \gamma$,故 **A 正确**;根据 $E_0 = h \frac{c}{\lambda}$,可得 γ 光子的波长 $\lambda = h \frac{c}{E_0}$,故 **B 错误**;由质能方程可知,核反应中放出的能量 $E = \Delta mc^2$,由能量关系可得 $E = 7E_2 + 4E_3 - 10E_1$,则 $E_3 = \frac{\Delta mc^2 + 10E_1 - 7E_2}{4}$,故 **C 正确, D 错误**.

7. CD 【解析】带电粒子在磁场中做匀速圆周运动,洛伦兹力提供向心力,有 $qvB = m \frac{v^2}{r}$,得 $r = \frac{mv}{qB}$. 衰变过程,系统动量守恒,可知衰变后的两粒子轨迹半径与自身电荷量成反比,即 $\frac{R_Y}{R} = \frac{2}{Z-2}$,得 $R_Y = \frac{2}{Z-2}R$,故 **A 错误**; α 粒子做圆周运动的周期为 $T = \frac{2\pi R}{v} = \frac{2\pi m}{qB}$,电流大小为 $I = \frac{q}{T} = \frac{Bq^2}{2\pi m}$,故 **B 错误**;对 α 粒子,有 $qvB = m \frac{v^2}{R}$,得 $v = \frac{qBR}{m}$,由质量关系可知衰变后新核质量为 $M = \frac{A-4}{4}m$,衰变过程动量守恒,可得 $Mv' = mv$,得 $v' = \frac{mv}{M}$,系统增加的能量为 $\Delta E = \frac{1}{2}Mv'^2 + \frac{1}{2}mv^2$,由质能方程可得 $\Delta E = \Delta mc^2$,联立得 $\Delta m = \frac{A(qBR)^2}{2m(A-4)c^2}$,故 **C 正确**;由动量守恒可知,衰变后两粒子运动方向相反,根据左手定则可判断所受洛伦兹力方向相反,即轨迹为相互外切的圆,故 **D 正确**.

专题 17 实验专题

考向 57 力学实验

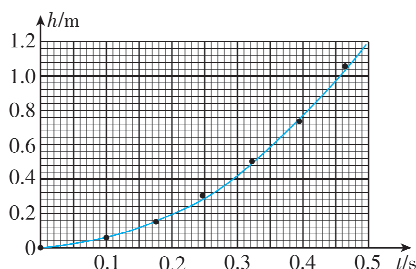
1. (1) 6 196 (2) 0.32

【解析】(1) 由题图丙可知,弹簧的原长 $l_0 = 6 \text{ cm}$,弹簧的劲度系数 $k = \frac{\Delta F}{\Delta x} = \frac{\Delta m \cdot g}{\Delta x} = \frac{800 \times 10^{-3} \times 9.8}{4 \times 10^{-2}} \text{ N/m} = 196 \text{ N/m}$.

(2) 物块 A 对长木板 B 的正压力大小 $F_N = m_A g = 24.5 \text{ N}$,摩擦力大小为 $f = F_{\text{弹}} = k(l - l_0) = 7.84 \text{ N}$,则动摩擦因数为 $\mu = \frac{f}{F_N} = \frac{7.84 \text{ N}}{24.5 \text{ N}} = 0.32$.

2. (4) 见解析 (5) 非线性 (6) 9.83

【解析】(4) 由表中数据在题图(b)中描点画图,如图所示.



(5) 由绘制的 $h-t$ 图线可知,木条下落高度随时间的变化是非线性的.

(6) 如果长直木条做自由落体运动,则满足 $h = \frac{1}{2}gt^2$,由 $h = 4.916t^2$ (SI),可得 $\frac{1}{2}g = 4.916 \text{ m/s}^2$,解得 $g = 9.832 \text{ m/s}^2 \approx 9.83 \text{ m/s}^2$.

9.83 m/s^2 .

3. (1) 不需要 不需要 (2) 小车受到的阻力 (3) 小于

【解析】(1) 根据题意,由题图甲可知,细线对小车的拉力可以通过力传感器测量,则不需要满足槽码的质量 m 远小于小车的质量 M ,也不需要测定槽码的质量.

(2) 由题图乙可知,由于加速度 $a = 0$ 时,拉力 F 不为零,则小车受到阻力作用,设小车受到的阻力为 f ,由牛顿第二定律得 $F - f = Ma$,当 $a = 0$ 时, $F = f$,即图线 A 横截距的含义为小车受到的阻力.

(3) 由 $F - f = Ma$ 可得 $a = \frac{1}{M}F - \frac{f}{M}$, $a-F$ 图像的斜率大小表示小车质量的倒数,由题图乙可知,图线 A 的斜率大于图线 B 的斜率,则 M_A 小于 M_B .

4. (1) ① AB ② 在竖直方向上的运动是自由落体运动 (2) ACE

(3) 大于 $x \sqrt{\frac{g}{y_2 - y_1}}$

【解析】(1) ① 为了减小小球运动过程中空气阻力的影响,实验中应选择体积小、质量大的小球, **A 正确**;实验中需要确保两小球下落高度相等,则打击弹性金属片后两球需要落在同一水平面上, **B 正确**;根据 $h = \frac{1}{2}gt^2$ 得 $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$,当两小球下落高度相等时,两球同时落地,实验中只需比较两球是否同时落地,并不要求出落地的时间,因此不需要测量两球下落的高度, **C 错误**.

② 每一次实验时都只会听到一下小球落地的声响,说明 A 球在竖直方向上的运动是自由落体运动.

(2) 通过调节使斜槽末端保持水平,保证小球做平抛运动,为保证有相等的时间间隔,挡板高度不可以等间距变化, **A 正确, B 错误**.

误;小球平抛运动的轨迹位于竖直平面内,为了减小误差,准确作出小球运动的轨迹,实验时,需要通过调节使硬板保持竖直,C 正确;实验时每次小球均从斜槽上的同一高度静止释放,小球克服阻力做功相同,小球飞出的初速度大小相同,因此小球与斜槽间的摩擦对实验没有影响,D 错误;因为小球沿斜槽轨道 PQ 滑下后从斜槽末端 Q 飞出,Q 点是球的抛出点,所以以小球在 Q 点时球心在白纸上的对应点为起始点,E 正确.

(3)因为 A、B 和 B、C 间水平距离相等,所以 A、B 和 B、C 间对应小球运动的时间相同,设为 T ,设小球在 A、B 点时的竖直分速度大小分别为 v_{Ay} 、 v_{By} ,则 $y_1 = v_{Ay}T + \frac{1}{2}gT^2$, $y_2 = v_{By}T + \frac{1}{2}gT^2 = (v_{Ay} + gT)T + \frac{1}{2}gT^2 = v_{Ay}T + \frac{3}{2}gT^2$,则 $\frac{y_1}{y_2} > \frac{1}{3}$,根据运动学规律得 $\Delta y = y_2 - y_1 = gT^2$,解得 $T = \sqrt{\frac{y_2 - y_1}{g}}$,小球平抛的初速度大小为 $v_0 = \frac{x}{T} = x\sqrt{\frac{g}{y_2 - y_1}}$.

5. (1) AC (2) a. 见解析 b. $m_1 OP = m_1 OM + m_2 ON$

(3) $ml_1 = -ml_2 + ML_3$ (推导说明见解析)

【解析】(1)实验中要保证碰撞后小球做平抛运动,则实验前需要调节装置使斜槽末端水平,A 正确;为使两小球发生对心碰撞,两小球的半径需要相同,B 错误;为使碰后两球均向前飞出,需要用质量大的小球去碰撞质量小的小球,C 正确.

(2)a. 用圆规画圆,用尽可能小的圆把各个落点圈住,这个圆的圆心位置代表平均落点.

b. 碰撞后两小球均做平抛运动,由 $x = vt$, $h = \frac{1}{2}gt^2$ 知, $v = x\sqrt{\frac{g}{2h}}$,则平抛初速度大小与水平射程成正比,若满足关系式 $m_1 OP = m_1 OM + m_2 ON$,即可验证碰撞前后动量守恒.

(3)设轻绳长为 L ,小球从偏角为 θ 处由静止摆下,在最低点时速度为 v ,小球经过圆弧对应的弦长为 l ,由动能定理得 $mgL(1 - \cos \theta) = \frac{1}{2}mv^2$,又由几何关系得 $\sin \frac{\theta}{2} = \frac{l}{2L}$, $\cos \theta = 1 - 2\sin^2 \frac{\theta}{2}$,解得 $v = l\sqrt{\frac{g}{L}}$,可知碰撞前后的速度与弧对应的弦长成正比,若两球碰撞前后动量守恒,则需满足 $ml_1 = -ml_2 + ML_3$.

6. (1) 1.170 (2) 相等 (3) $m_1 g \cdot \Delta t$ $m_2 d \left(\frac{1}{t_2} - \frac{1}{t_1} \right)$ (4) 远小于

【解析】(1)由题图乙知游标卡尺的读数为 $d = 11 \text{ mm} + 14 \times 0.05 \text{ mm} = 11.70 \text{ mm} = 1.170 \text{ cm}$.

(2)实验开始前,对气垫导轨进行调整的目的是使滑块在导轨上做匀速直线运动,则滑块上的遮光片经过两个光电门的遮光时间相等.

(3)滑块从 A 到 B 所用时间为 Δt ,拉力冲量的大小为 $I = F \cdot \Delta t = m_1 g \cdot \Delta t$;滑块经过 A 时的速度为 $v_1 = \frac{d}{t_1}$,经过 B 时的速度为

$v_2 = \frac{d}{t_2}$,滑块动量变化量的大小为 $\Delta p = m_2 v_2 - m_2 v_1 = m_2 d \left(\frac{1}{t_2} - \frac{1}{t_1} \right)$.

(4)本实验中将砝码和砝码盘所受重力视为滑块所受的拉力,而实际上滑块所受的拉力为 $F = m_2 a = m_2 \frac{m_1 g}{m_1 + m_2} = m_1 g \frac{1}{1 + \frac{m_1}{m_2}}$,只有

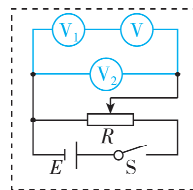
当 m_1 远小于 m_2 时,才可近似认为 $T = m_1 g$.

考向 58 电学实验

1. (1) 1 k (2) 见解析 (3) $\frac{N}{n}(U_2 - U_1)$ $\frac{U_2 - U_1}{U_1} r_1$

【解析】(1)用多用电表测电阻时,应尽量使指针指向中央附近,所以电阻挡的倍率应选“ $\times 1 \text{ k}$ ”.

(2)因为电压表内阻较大,可将标准电压表 V_1 当电流表使用,为了能较准确地测出电压表 V 的量程和内阻 r ,滑动变阻器应采用分压式接法,电路如图所示.

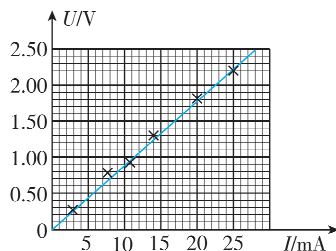


(3)调节滑动变阻器,让待测电压表 V 的指针恰好偏转 n 格,记录标准电压表 V_1 的示数 U_1 和标准电压表 V_2 的示数 U_2 ,假设待测电压表 V 的量程为 U ,则有 $U_2 - U_1 = \frac{n}{N}U$,解得 $U = \frac{N}{n}(U_2 - U_1)$,根据串联电路特点可得 $\frac{U_2 - U_1}{r} = \frac{U_1}{r_1}$,解得 $r = \frac{U_2 - U_1}{U_1} r_1$.

2. (1) D (2) 见解析 2.6 (3) 0.829 3.5×10^{-6}

【解析】(1)通过 R_x 的电流最大值约为 $I_x = \frac{E}{R_x} \approx 1 \text{ A}$,电流表量程太小,需要改装电流表扩大量程,定值电阻应该选择 $R_1 = 2 \Omega$,即定值电阻应选择 D,此时电流表的量程为 $I = \frac{I_g R_g}{R_1} + I_g = 600 \text{ mA}$.

(2) $U-I$ 图像如图所示.根据部分电路欧姆定律可得 $U = IR_g + \left(\frac{IR_g}{R_1} + I \right) R_x$,整理得 $U = \left(\frac{R_g R_x}{R_1} + R_x + R_g \right) I$,图线斜率为 $k = \frac{R_g R_x}{R_1} + R_x + R_g = \frac{2.50}{28 \times 10^{-3}} \Omega$,解得 $R_x = 2.6 \Omega$.



(3)螺旋测微器读数为 $0.5 \text{ mm} + 32.9 \times 0.01 \text{ mm} = 0.829 \text{ mm}$;根

据电阻定律有 $R_x = \rho \frac{l}{\pi \left(\frac{d}{2}\right)^2}$, 可得 $\rho = \frac{\pi d^2 R_x}{4l} = 3.5 \times 10^{-6} \Omega \cdot \text{m}$.

3. (3) 90 (4) = (5) 确保干路中电流不变 (6) ①见解析 ②10

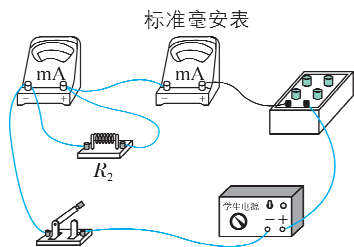
【解析】(3) 由电流计的指针偏转到满偏量程的三分之二可知,

$$I_G = \frac{2}{3} I_g, I_{R_0} = \frac{1}{3} I_g, \text{则 } R_g = \frac{1}{2} R_0 = \frac{1}{2} \times 180 \Omega = 90 \Omega.$$

(4) 实验时反复调节电阻箱和滑动变阻器的滑片位置使电压表的示数仍为 U_1 , 可知电路的总电流不变, 通过电流计的电流是满偏电流的 $\frac{2}{3}$, 而通过 R_0 的电流等于电流计满偏电流的 $\frac{1}{3}$, 所以该实验测得电流计的阻值与真实值相等.

(5) R_1 应该是大阻值电阻, 使 S_1 不论是断开还是闭合, 电路中的电阻不变, 从而确保干路中电流不变.

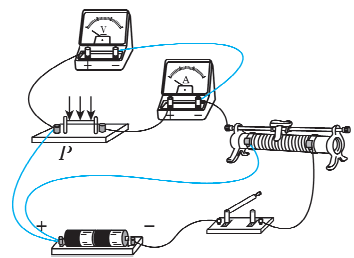
(6) ①连接电路图如图所示.



②根据电流表改装原理有 $I_g R_g = (I - I_g) R_2$, 代入数据有 $90 \Omega \times 2 \text{ mA} = R_2 \times (20 - 2) \text{ mA}$, 解得 $R_2 = 10 \Omega$.

4. (1) 见解析 (2) 11.0 (3) $4 \times 10^{-4} p - 30$

【解析】(1) 由题图甲可知, 滑动变阻器为分压式接法, 且电流表内接, 实物图连接如图所示.



(2) 由部分电路欧姆定律可得 $R_x + R_x = \frac{U}{I}$, 代入数据解得 $R_x = 11.0 \Omega$.

(3) 由题图丙可知, R_x 和压强 p 的关系式为一次函数, 设 $R_x = kp + b$, 根据图像可得斜率为 $k = \frac{18-2}{(1.2-0.8) \times 10^5} \Omega \cdot \text{Pa}^{-1} = 4 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{Pa}^{-1}$, 代入 $R_x = 2 \Omega, p = 0.8 \times 10^5 \text{ Pa}$, 解得 $b = -30 \Omega$, 则 R_x 和压强 p 的关系表达式为 $R_x = 4 \times 10^{-4} p - 30 (\Omega)$.

5. (2) a (3) 2.82 (2.81~2.83 均可) 282 (281~283 均可) (4) 电阻随电压增大而减小 (5) 见解析

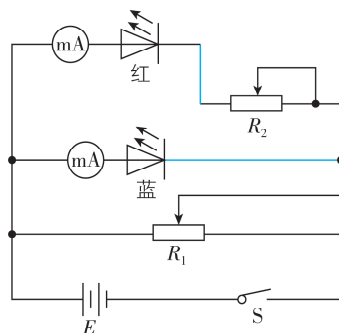
【解析】(2) 实验电路中滑动变阻器采用分压式接法, 为了保护用电器, 开关 S 闭合前应将滑动变阻器的滑片置于 a 端, 使测量部分电路两端电压为 0.

(3) 电压表量程为 3 V, 分度值为 0.1 V, 所以题图(b) 所示电压

表示数为 2.82 V; 发光元件的电阻为 $R = \frac{U}{I} = \frac{2.82}{10.0 \times 10^{-3}} \Omega = 282 \Omega$.

(4) 根据题图(c) 和 $R = \frac{U}{I}$ 知, 电流在 1.0~18.0 mA 范围内, 两个发光元件的电阻随电压增大而减小.

(5) 由题图(c) 知, 电流为 10.0 mA 时蓝光发光元件两端电压大于红光发光元件两端电压, 故可将滑动变阻器 R_2 与红光发光元件串联后再与蓝光发光元件并联接入电路, 如图所示.



6. (1) D B (2) 小于 (3) $\frac{R_2 R_3}{R_3 - R_2}$

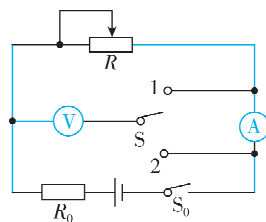
【解析】(1) 由于实验中可供选择的滑动变阻器的最大阻值都比较大, 为减小实验误差, 电源电动势应尽可能大些, 另外, 半偏法测内阻的过程中, 闭合开关 S_2 时认为电路中的总电流不变, 实际闭合开关 S_2 后电路中的总电阻变小, 电路中的电流变大, 而闭合开关 S_2 时电流表两端的电压变化越小, 实验误差就越小, 则选用电动势较大的电源, 故电源应选 E_2 , 故选 B; 电流表的满偏电流为 1 mA, 对应的电路中最小总电阻为 $R_{\text{总min}} = \frac{6}{1 \times 10^{-3}} \Omega = 6 \text{ k}\Omega$, 所以滑动变阻器应选择最大阻值较大的, 故选 D.

(2) 由于 S_2 闭合后, 总电阻减小, 则总电流增大, 所以通过 R_2 的真实电流大于 0.5 mA, 即 $I'_{\text{真}} > I'_{\text{测}}$, 根据 $\frac{1}{2} I_g R_g = I' R'$ 得, $R_g = \frac{2 I' R'}{I_g}$, 则 $R_{\text{真}} > R_{\text{测}}$.

(3) S_1 闭合、 S_2 断开时, 有 $U = I_g (R_3 + R_g)$, 保持 R_3 不变, S_2 闭合后调节电阻箱 R_2 , 使电流表指针半偏时读出 R_2 , 路端电压不变, 则 $U = \frac{I_g R_g}{2} + \left(\frac{I_g R_g}{2 R_2} + \frac{I_g}{2} \right) R_3$, 联立解得 $R_g = \frac{R_2 R_3}{R_3 - R_2}$.

7. (1) 见解析 (2) ①最左端 (3) 1.30 (4) 1 (5) 1.80 2.50 (6) 0.50

【解析】(1) 根据题图甲所示的电路, 画出的实验电路图如图所示.



(2) ①开关闭合时,为使电路中的电流最小,滑动变阻器接入电路的阻值应最大,开关闭合前,滑动变阻器的滑片应滑到最左端的位置。

(3) 由题图甲可知,电压表选用的量程为 3 V,分度值为 0.1 V,需要估读到分度值的下一位,由题图丁可知电压表示数为 1.30 V。

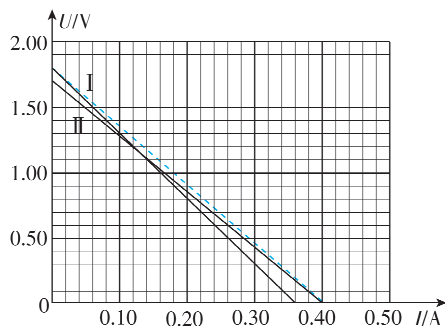
(4) 当单刀双掷开关接 1 时,电动势测量值(图像的纵截距)准确,内阻测量值偏大;当单刀双掷开关接 2 时,电动势测量值偏小,内阻测量值偏小。结合题图丙可知,图线 I 与开关与 1 接通时

❗**破点:** 清楚电路的连接方式,应用闭合电路欧姆定律列式,分析电动势和内阻的测量值与真实值的关系

相对应。

(5) 当单刀双掷开关接 1 时,电流表示数为零时,电压表测量准确;当单刀双掷开关接 2 时,电压表示数为零时,电流表测量准确。如图所示的虚线为电源 $U-I$ 图线的准确值。由虚线可得 $E =$

$$1.80 \text{ V}, r = \frac{1.80}{0.40} \Omega - 2 \Omega = 2.50 \Omega.$$



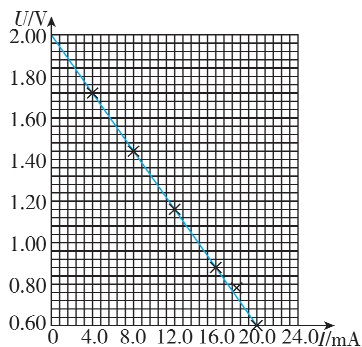
(6) 图线 I 的斜率 $k_1 = r + r_A + R_0$, 由图像可得, 图线 I 的斜率为 5.00Ω , 解得 $r_A = k_1 - r - R_0 = 0.50 \Omega$ 。

8. (1) B E (3) 见解析 (4) 2.00 4.30

【解析】(1) 电源的电动势约为 2 V, 为减小实验误差, 应采用量程为 3 V 的电压表, 故选 B; 电源内阻约为几欧姆, 则回路中最小的

短路电流约为 $I_{\text{短}} = \frac{E}{r} = \frac{2}{9} \text{ A} \approx 0.22 \text{ A}$, 电流表 A 的量程只有 30 mA, 故应并联一个电阻扩大电流表量程, 根据电流表改装原理得 $I = I_A + \frac{I_A R_A}{R}$, 定值电阻应该选阻值较小的, 故选 E。

(3) $U-I$ 图像如图所示。



(4) 根据闭合电路欧姆定律得 $E = U + \left(I + \frac{IR_A}{R_1} \right) \left(r + \frac{R_A R_1}{R_A + R_1} \right)$, 整理得 $U = -\frac{rR_A + rR_1 + R_A R_1}{R_1} I + E$, $U-I$ 图像的纵截距表示电源电动势, 所以电源电动势为 $E = 2.00 \text{ V}$; $U-I$ 图像的斜率的绝对值为

$$|k| = \frac{rR_A + rR_1 + R_A R_1}{R_1} = \frac{2.00 - 0.60}{20.0 \times 10^{-3}} \Omega, \text{ 解得内阻 } r = 4.30 \Omega.$$

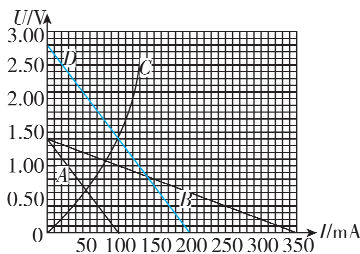
9. (1) 乙 A (2) 0.14 0.14 新旧电池混用后内阻会消耗很大的功率

【解析】(1) 电流表内阻已知, 则选择题图乙可减小电表误差带来的影响; 根据闭合电路欧姆定律知 $E = U + I(r + R_A)$, 则可以从题图丙中图线的斜率绝对值比较电源内阻的大小, 旧电池的内阻较大, 由题图丙可知 A 是旧电池的 $U-I$ 图线。

(2) 由题图丙可知电池电动势为 1.4 V, 电池 A、B 的内阻分别为

$$r_A = \left| \frac{\Delta U_A}{\Delta I_A} \right| - R_A = \frac{1.4}{0.1} \Omega - 2 \Omega = 12 \Omega, r_B = \left| \frac{\Delta U_B}{\Delta I_B} \right| - R_A = \frac{1.4}{0.35} \Omega -$$

$2 \Omega = 2 \Omega$, 将上述 A、B 两节电池串联起来为该小灯泡供电, 则等效电动势为 2.8 V, 等效内阻为 14Ω , 图像如图中的 D 所示。由图可知此时小灯泡的电压为 1.4 V, 电流为 100 mA, 则电功率为 $P = UI = 0.14 \text{ W}$, 电池组的发热功率为 $P_r = I^2 r_{\text{等}} = 0.14 \text{ W}$, 可知新旧电池混用后内阻会消耗很大的功率。



10. (1) 图 2 1.70 3.25 (2) $\frac{1}{b}$ $\frac{k}{b}$

【解析】(1) 实验器材中电流表内阻已知, 选择题图 2 的电路图可以消除系统误差, 即为了更准确地测量电源的电动势和内阻, 实验电路图应选择题图 2。根据闭合电路欧姆定律有 $E = U + I(R_A + r)$, 变形可得 $U = E - (R_A + r)I$, 根据图像的斜率与截距可知 $E = 1.70 \text{ V}, R_A + r = \left| \frac{\Delta U}{\Delta I} \right| = \frac{1.70}{0.40} \Omega$, 解得 $r = 3.25 \Omega$ 。

(2) 由题图 4 可知, 外电路的总电阻为 $R = R_0 + R_1$, 由闭合电路欧姆定律得 $E = U + \frac{U}{R}r$, 变形为 $\frac{1}{U} = \frac{r}{E} \cdot \frac{1}{R} + \frac{1}{E}$, 结合 $\frac{1}{U} - \frac{1}{R}$ 关系

图线可得 $b = \frac{1}{E}, k = \frac{r}{E}$, 解得 $E = \frac{1}{b}, r = \frac{k}{b}$ 。