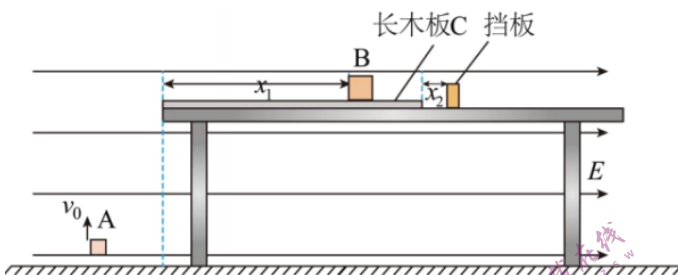


$M = 2\text{kg}$  的不带电绝缘长木板  $C$ ,  $C$  左端与桌面左边缘对齐,  $C$  上距离其左端  $x_1 = 1.36\text{m}$  处静止一可视为质点且质量  $m_B = 1\text{kg}$  的小木块  $B$ 。距  $C$  右端  $x_2 = 0.24\text{m}$  处固定有一弹性挡板。整个区域有方向水平向右、场强  $E = 2 \times 10^4 \text{N/C}$  的匀强电场。现从桌子左侧的地面某位置, 以速度  $v_0 = 15\text{m/s}$  竖直向上抛出一个可视为质点的质量  $m_A = 1\text{kg}$ 、电荷量  $q = 1 \times 10^{-4}\text{C}$  的带正电金属块  $A$ , 若  $A$  刚好从  $C$  的左端水平向右滑上  $C$ 。此后  $C$  与挡板第一次碰撞瞬间电场大小不变, 方向立即反向, 碰后立即撤走挡板, 碰撞时间极短且无机械能损失。在运动过程中,  $B$  始终没有滑到  $C$  的最右端, 已知  $A$ 、 $B$  与木板间的动摩擦因数均为  $\mu = 0.4$ , 最大静摩擦力等于滑动摩擦力, 重力加速度  $g = 10\text{m/s}^2$ 。



- (1) 求金属块  $A$  刚滑上长木板  $C$  的左端时的速度大小;
- (2) 求长木板  $C$  与挡板第一次碰撞前瞬间的速度大小;
- (3) 分析  $A$ 、 $B$  能否发生碰撞, 若能碰撞, 则碰后  $A$ 、 $B$  粘在一起并在碰撞瞬间电场消失, 求  $A$ 、 $B$ 、 $C$  的最终速度; 若  $A$ 、 $B$  不能碰撞, 请求出最终  $A$ 、 $B$  相距的距离。

## 雅礼中学 2024 届高三一模

### 物理参考答案

一、选择题 (本题共 6 小题, 每小题 4 分, 共 24 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)

1. C 【解析】A.  $\beta$  衰变的本质是原子核内的一个中子转变成一个质子与一个电子, 电子从原子核中释放出来, 因此衰变中释放出电子并不能说明原子核内有电子, 故 A 错误; B. 半衰期是大量统计的结果不是研究一个或几个, 故 B 错误; C. 半衰期与元素的物理性质和化学性质无关, 即若使放射性物质的温度升高, 其半衰期将不变, 故 C 正确; D. 核反应方程式生成物比反应物稳定, 即生成物的比结合能大于反应物的比结合能, 故 D 错误。故选 C。
2. C 【解析】根据动能定理, 第一段加速过程  $F \cdot x_1 = E_k$  第二段加速过程  $F \cdot x_2 = 2E_k - E_k$  联立可得  $x_1 = x_2$  物体做初速度为零的加速运动, 故通过连续相等位移的时间变短, 即通过位移  $x_2$  的时间  $t_2$  小于通过位移  $x_1$  的时间  $t_1$ ; 根据冲量的定义, 有  $I_1 = F \cdot t_1$   $I_2 = F \cdot t_2$ , 故  $I_1 > I_2$ , 故 C 正确, ABD 错误。故选 C。

3. C 【解析】由几何关系得，乒乓球落到球拍前瞬间的竖直分速度大小为  $v_y = v \cos 45^\circ$  又因为  $v_y = \sqrt{2gh}$  解得  $h = 0.4\text{m}$  故选 C。

4. A 【解析】A. 波从 C 点向 B 点传播，所以此时 B 点正竖直向下运动，A 正确；B. C 点波谷与波谷相遇，振动加强，B 错误；C. 此时 A、C 两点振动均加强，A 处于波峰位置，偏离平衡位置  $2A$ ，C 处于波谷位置，偏离平衡位置  $-2A$ ，竖直高度差为  $4A$ ，C 错误；D. 质点不随波迁移，D 错误。故选 A。

5. A 【解析】根据  $\frac{GMm}{r^2} = m \frac{v^2}{r}$  又  $\frac{GMm}{R^2} = mg$  联立解得空间站运行速度  $v = R \sqrt{\frac{g}{r}}$  因此这段时间空间站

运动的路程为  $s = Rt \sqrt{\frac{g}{r}}$  故选 A。

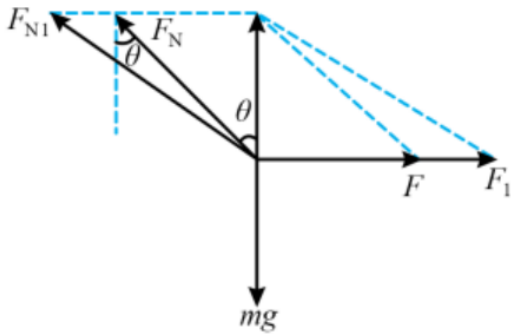
6. D 【详解】A. 滑动变阻器滑片向 a 端滑动的过程中，滑动变阻器接入电路的阻值增加，流过灯泡的电流减小，灯泡变暗；电源内电压降低，灯泡两端的电压降低，滑动变阻器两端的电压升高，电容器与滑动变阻器并联，加在电容器两端的电压升高，电容器继续充电，R 中有电流流过，方向竖直向上，A 错误；BD. 液滴受电场力竖直向上，电容器下极板带正电，因此液滴带正电，由于电容器两端的电压升高，内部电场强度增加，液滴加速向上运动，电场力做正功，电势能减小，B 错误，D 正确；C. 由于外电阻大于内电阻，当外电阻增加时，电源的输出功率减小，C 错误。故选 D。

二、选择题（本题共 4 小题，每小题 5 分，共 20 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，有选错的得 0 分）

7. BD 【解析】A. 甲图中光学镜头上的增透膜利用的是光的干涉现象，故 A 错误；B. 乙图中光导纤维利用光的全反射，内芯的折射率大于外套的折射率，故 B 正确；C. 丙图中的“泊松亮斑”，是不透光的小圆盘衍射形成的图样，故 C 错误；D. 丁图是利用偏振眼镜观看立体电影，说明光是横波，故 D 正确。故选 BD。

8. ABD 【解析】ABC. 由题可知，给 P 施加一沿斜面向下的推力 F，并不改变斜面对 P 的支持力大小，即斜面对 P 的支持力大小不变，同时根据滑动摩擦力的特点可知，P 所受的摩擦力也不发生变化，对平衡时 P 的分析可知，P 所受摩擦力和支持力的合力与其重力等大反向，由牛顿第三定律可知，P 对斜面的作用力方向竖直向下，斜面的受力没有发生变化，AB 正确，C 错误；D. 给 P 施加一沿斜面向下的推力 F，物块所受合力等于 F，根据牛顿第二定律可得  $a = \frac{F}{m}$ ，D 正确。故选 ABD。

9. AD 【解析】A. 由题意，对长直导线 MN 受力分析，受重力  $mg$ ，支持力  $F$ ，安培力  $F$ ，由左手定则可知安培力方向水平向右，由平衡条件，顺 M 到 N 方向看，受力图如图所示，由解析图可知，将电流 I 缓慢增大一点，由安培力公式  $F = BIL$ ，可知安培力增大，支持力增大， $\theta$  角增大，即导线 MN 沿圆弧槽向上运动，A 正确；



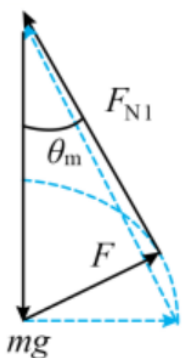
B. 由 A 选项分析可知，若仅将磁感应强度大小缓慢增大，由安培力公式  $F = BIL$ ，可知安培力增大，方向不变，支持力增大， $\theta$  角增大，导线向上移动，可当  $\theta$  角增大到一定值时，若再增大，长直导线就不会再处于平衡状态，可知  $\theta$  角不可能达到  $90^\circ$ ，只有  $\theta < 90^\circ$  时，长直导线有可能受力平衡，因此导线  $MN$  不可能沿圆弧槽缓慢运动到  $PP'$  位置，更不可能运动到  $PP'$  上方，B 错误；

C. 若仅将磁场方向沿顺时针缓慢旋转  $45^\circ$  过程中，安培力大小不变，方向由水平以导线为轴顺时针转动，由水平方向转到右下方，则安培力在竖直向下方向的分力逐渐增大，若导线仍处于平衡状态，则支持力为  $F_N$ ，会逐渐增大，因此若仅将磁场方向沿顺时针缓慢旋转  $45^\circ$  过程中，则  $F_N$  一直增大，C 错误；

D. 由 A 选项解析图可知， $MN$  静止时，由平衡条件可得导线受安培力大小为  $F = mg \tan \theta = mg \tan 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{3} mg$  若仅将磁场方向沿逆时针缓慢旋转  $60^\circ$  过程中，可知安培力的大小不变，方向沿逆时针缓慢旋转  $60^\circ$ ，由力的平衡条件，可得导线受力的三角形定则平衡图，如图所示，由解析图可知，当安培力  $F$  的方向与支持力为  $F_{N1}$  的方向垂直时， $MO$  连线与竖直方向的夹角最大，则该角的正切值为最大，

此时支持力为  $F_{N1} = \sqrt{(mg)^2 - F^2} = \sqrt{(mg)^2 - \left(\frac{\sqrt{3}}{3} mg\right)^2} = \frac{\sqrt{6}}{3} mg$ ，解得  $\tan \theta_m = \frac{F}{F_{N1}} = \frac{\sqrt{2}}{2}$  D 正确。故选

AD。



10. BCD 【解析】从  $A$  点到返回  $B$  点的过程中，假设  $B$  点的速度刚好为零，则根据动能定理可得  $-\mu mg(2AP + AB) = 0 - \frac{1}{2} mv_A^2$  解得  $v_A = 8 \text{ m/s}$  假设物块从  $B$  点全程加速到  $A$  点，根据动能定理可得  $\mu mg \times AB = \frac{1}{2} mv_A^2 - \frac{1}{2} mv_{\min}^2$  解得  $v_{\min} = 2\sqrt{10} \text{ m/s}$  假设物块从  $B$  点全程减速到  $A$  点，根据动能定理可得

$$-\mu mg \times AB = \frac{1}{2}mv_A^2 - \frac{1}{2}mv_{\min}^2 \text{ 解得 } v_{\min} = 2\sqrt{22}\text{m/s} \approx 9.38\text{m/s} \text{ 故选 BCD.}$$

### 三、填空题（本题共 2 小题，共 16 分）

11. (1) 需要 (2) 1.2 1.8 (3) C

【解析】(1) 该实验中，需要用沙及沙桶的总重力代替小车及遮光条所受到的合外力，根据牛顿第二定律，对整体有  $mg = (m + M)a$

对小车及遮光条由牛顿第二定律有  $T = Ma$

$$\text{两式联立可得 } T = \frac{mg}{\frac{m}{M} + 1}$$

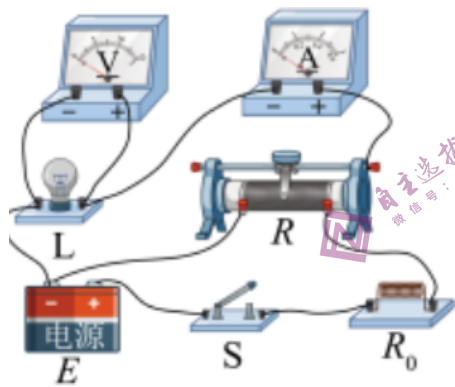
分析可知，要用沙及沙桶的总重力代替小车及遮光条所受到的合外力，则必须让沙及沙桶的总质量远小于小车及遮光条的总质量。

$$(2) [1] \text{ 遮光条经过光电门时的速度 } v = \frac{d}{t} = \frac{3 \times 10^{-3}}{2.5 \times 10^{-3}} \text{ m/s} = 1.2 \text{ m/s}$$

[2] 根据速度与位移额关系可得  $v^2 = 2aL$

代入数据解得  $a = 1.8 \text{ m/s}^2$

(3) 根据图乙可知，在未挂沙和沙桶时，小车放在木板上就已经有加速度，则可知只能是小车在自身重力作用下获得的加速度，即小车沿着气垫导轨的方向上合力不为零，因此可知，气垫导轨固定有滑轮的一侧低于另一侧，小车在其沿着气垫导轨向下的方向上，由重力的分力提供加速度。故选 C。



12. (1) (2) 左 (3) 0.5 (4) 1.4 (5) 5

【解析】(2) 闭合开关前，应使电压表和电流表的电压和电流最小，所以应使滑片停留在最左端。

(3) 设毫安表的量程为  $I_1$ ，电阻为  $R_1$ ，根据电流表的改装原理，有  $I_A = I_1 + \frac{I_1 R_1}{R}$  解得  $R = 0.5 \Omega$

(4) 小灯泡不亮时，电阻为  $R_1 = \frac{U_1}{I_1} = \frac{0.20\text{V}}{0.020\text{A}} = 10 \Omega$  小灯泡正常发光时，电阻为

$$R_2 = \frac{U_2}{I_2} = \frac{3.00\text{V}}{0.220\text{A}} \approx 13.6 \Omega \quad \frac{R_2}{R_1} = \frac{13.6 \Omega}{10 \Omega} \approx 1.4$$

(5) 为较大程度地保护电路，则应串联一个保护电阻  $R_0$ ，使得滑动变阻器的滑片划到最右端时，小灯泡能正

常发光，从表格中可知，小灯泡正常发光时电压为 3V，电流为 0.22A，根据欧姆定律，有

$$\frac{U_L}{R_{\text{滑}}} + I_L = \frac{E - U_L}{R_0}, \text{ 解得 } R_0 = 5.76\Omega. \text{ 考虑到实际操作，选择 } R_0 = 5\Omega \text{ 的保护电阻即可。}$$

#### 四、计算题（本题共 3 小题，共 40 分。写出必要的推理过程，仅有结果不得分）

13. (1) 当室内温度升高 10°C 时，气缸内封闭气体发生等容变化  $\Delta T = \Delta t = 10\text{K}$

由查理定律，得  $\frac{p}{T} = \frac{\Delta p}{\Delta T}$

其中  $T = (273 + 27)\text{K} = 300\text{K}$

解得  $\Delta p = \frac{1}{30} p$

(2) 若室内温度保持 27°C 不变，气缸内封闭气体发生等温变化，由玻意耳定律，得

$$p \cdot LS = \left( p + \frac{mg}{S} \right) \cdot (L - \Delta L) S$$

解得  $\Delta L = \frac{mgL}{pS + mg}$

14. (1) 粒子在第 I 象限内做类平抛运动，设在第 I 象限内运动的时间为  $t_1$ ，

则水平方向有  $2h = v_0 t_1$

竖直方向有  $h = \frac{1}{2} \cdot \frac{qE}{m} t_1^2$

联立得  $E = \frac{mv_0^2}{2qh}$

(2) 设粒子到达  $a$  点时竖直方向的速度为  $v_y$ ，则有  $v_y = at_1$

所以粒子到达  $a$  点时速度大小  $v = \sqrt{v_0^2 + v_y^2} = \sqrt{2}v_0$

设粒子到达  $a$  点时速度方向与  $x$  轴正方向的夹角为  $\theta$ ，

由几何关系得  $\tan \theta = \frac{v_y}{v_0} = 1$

解得  $\theta = 45^\circ$

即粒子到达  $a$  点时速度的方向斜向右下方与  $x$  轴正方向成  $45^\circ$  角。

(3) 当粒子从  $b$  点出磁场时，磁感应强度最小，设此时粒子运动半径为  $r$ ，根据几何关系可知速度偏转角为

$90^\circ$ ，则  $r = \sqrt{2}R$

根据洛伦兹力提供向心力有  $qvB = m \frac{v^2}{r}$

解得  $B$  的最小值  $B = \frac{mv_0}{qR}$

对应粒子在磁场中的径迹与  $ab$  所围成的面积  $S = \frac{1}{4} \times \pi r^2 - \frac{1}{2} \times r^2 = \left(\frac{\pi}{2} - 1\right) R^2$

15. (1)  $A$  从地面到  $C$  左端的过程中受重力和电场力作用做抛体运动

竖直方向有  $0 = v_0 - gt_1$ 、 $t_1 = 1.5\text{s}$

水平方向，设  $A$  刚到  $C$  板左端的速度为  $v_1$ ，则有  $v_1 = a_0 t_1$

牛顿第二定律有  $qE = m_1 a_0$ 、 $a_0 = 2\text{m/s}^2$

联立以上各式可得  $v_1 = 3\text{m/s}$

(2)  $A$  物滑上  $C$  后，对  $A$  由牛顿第二定律有  $\mu m_A g - qE = m_A a_1$

代入数据得  $a_1 = 2\text{m/s}^2$

方向水平向左

假设  $B$ 、 $C$  不发生相对滑动，对  $B$ 、 $C$  整体由牛顿第二定律有  $\mu m_A g = (m_B + M) a_2$

代入数据得  $a_2 = \frac{4}{3}\text{m/s}^2$

方向水平向右

因  $a_2 < \mu g$ ，故假设成立， $B$ 、 $C$  一起向右加速滑行

假设  $B$ 、 $C$  一直以此加速度滑行  $x_2$  碰到挡板，设  $C$  与挡板碰前瞬间的速度为  $v_2$

由运动学公式有  $v_2^2 = 2a_2 x_2$ 、 $v_2 = 0.8\text{m/s}$

设此过程时间为  $t_2$ ，则  $t_2 = \frac{v_2}{a_2} = 0.6\text{s}$

$A$  滑上  $C$  板后，经时间  $t_2$ ，速度减为  $v_3 = v_1 - a_1 t_2 = 1.8\text{m/s}$

因  $v_3 > v_2$ ，故假设成立， $C$  与挡板第一次碰撞前瞬间的速度为  $v_2 = 0.8\text{m/s}$

(3)  $C$  与挡板碰后， $C$  向左减速， $B$  向右减速

对  $B$  由牛顿第二定律有  $\mu m_B g = m_B a_3$ 、 $a_3 = 4\text{m/s}^2$

方向水平向左

对  $C$  由牛顿第二定律有  $\mu(m_A + m_B)g = M a_4$ 、 $a_4 = 4\text{m/s}^2$

方向水平向右

因 B、C 此过程的初速度大小和加速度大小均相等，故经时间  $t_3$  速度同时减小到零

$$t_3 = \frac{v_2}{a_3} = 0.2\text{s}$$

对 A，电场反向后  $\mu m_A g + qE = m_A a_5$

代入数据得  $a_5 = 6\text{m/s}^2$

方向水平向左

经时间  $t_3$ ，A 的速度减为  $v_4 = v_3 - a_5 t_3 = 0.6\text{m/s}$

在  $t_2$  时间内，A 对地位移为  $x_{A1} = \frac{1}{2}(v_1 + v_3)t_2 = 1.44\text{m}$

在  $t_3$  时间内，A 对地位移为  $x_{A2} = \frac{1}{2}(v_3 + v_4)t_3 = 0.24\text{m}$

在  $t_2 + t_3$  时间内，B 对地位移为  $x_B = \frac{1}{2}v_2(t_2 + t_3) = 0.32\text{m}$

因  $x_{A1} + x_{A2} = x_B + x_1$

故在 B 速度减为零的时候，A、B 刚好相遇，此时 A 具有向右的速度，故 A、B 能发生碰撞。因此时电场消失，故之后整个系统动量守恒

对 A、B、C 系统，由动量守恒定律有  $m_A v_4 = (m_A + m_B + M)v_{\text{共}}$

代入数据解得  $v_{\text{共}} = 0.15\text{m/s}$