

# 2025年8月高三年级阶段性测试

## 物理

全卷满分100分，考试时间75分钟。

### 注意事项：

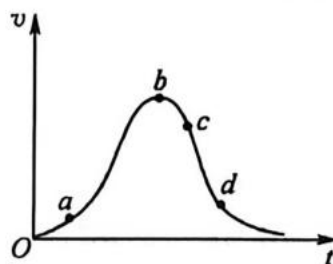
- 1.答题前，先将自己的姓名、准考证号等填写在答题卡上，并将准考证号条形码粘贴在答题卡上的指定位置。
- 2.选择题的作答：选出每小题答案后，用2B铅笔把答题卡上对应题目的答案标号涂黑。写在试题卷、草稿纸和答题卡上的非答题区域均无效。
- 3.非选择题的作答：用签字笔直接写在答题卡上对应的答题区域内。写在试题卷、草稿纸和答题卡上的非答题区域均无效。
- 4.考试结束后，请将本试题卷和答题卡一并上交。

一、单项选择题：共7小题，每小题4分，共28分，每小题四个选项中，只有一个选项符合题目要求。

1. 铯 $^{137}_{55}\text{Cs}$ 是一类致癌物，其半衰期约为30年，其衰变方程为 $^{137}_{55}\text{Cs} \rightarrow ^{137}_{56}\text{Ba} + X$ 。下列说法正确的是
  - A. X是 $^4_2\text{He}$
  - B.  $^{137}_{55}\text{Cs}$ 的平均结合能比 $^{137}_{56}\text{Ba}$ 小
  - C. 提高环境温度与压强， $^{137}_{55}\text{Cs}$ 的半衰期会变小
  - D. 100个 $^{137}_{55}\text{Cs}$ 核经过30年一定有50个发生衰变
2. 如图甲所示，一架无人机从地面由静止开始竖直向上飞行，图乙为其运动的 $v-t$ 图像， $a$ 、 $b$ 、 $c$ 、 $d$ 为图像上四个点， $b$ 点为图像最高点，则四点中处于超重状态的是



甲



乙

- A.  $a$ 点      B.  $b$ 点      C.  $c$ 点      D.  $d$ 点

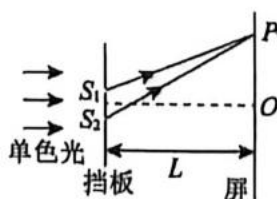
3. 关于下列四幅图中光学现象的说法正确的是



甲



乙

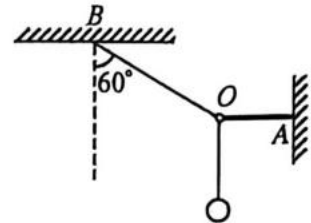


丙

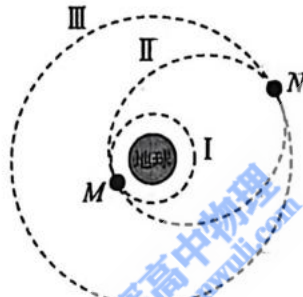


丁

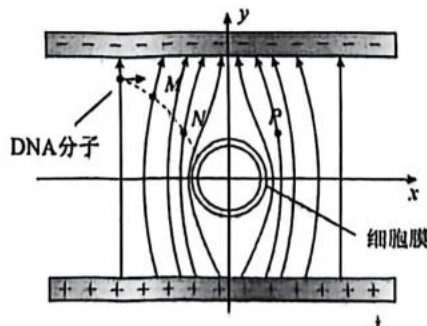
- A. 图甲被称为“泊松亮斑”，是光通过小圆孔发生衍射形成的图样  
 B. 图乙中观看 3D 电影的眼镜利用了光的干涉现象  
 C. 图丙中，若只减小  $S_1$ 、 $S_2$  两孔间的距离  $d$ ，则相邻两亮条纹的间距将减小  
 D. 图丁利用薄膜干涉检查平面的平整度，若完全平整将得到均匀分布的明暗相间条纹
4. 水平轻杆右端插入竖直墙壁  $A$  点固定，左端固定一光滑小环  $O$ ，轻绳穿过小环一端固定在水平天花板的  $B$  点，另一端悬挂质量为  $m=1\text{ kg}$  的小球（可视为质点）处于静止状态，如图所示。已知此时  $OB$  段轻绳与竖直方向间的夹角为  $60^\circ$ ，重力加速度  $g$  取  $10\text{ m/s}^2$ 。则轻绳对小环的作用力大小为



- A.  $10\text{ N}$   
 B.  $10\sqrt{3}\text{ N}$   
 C.  $15\sqrt{3}\text{ N}$   
 D.  $20\text{ N}$
5. 如图所示，飞船与空间站对接前在各自预定的圆轨道 I、III 上运动，II 为对接转移轨道，I、II 轨道相切于  $M$  点，II、III 轨道相切于  $N$  点。下列说法错误的是

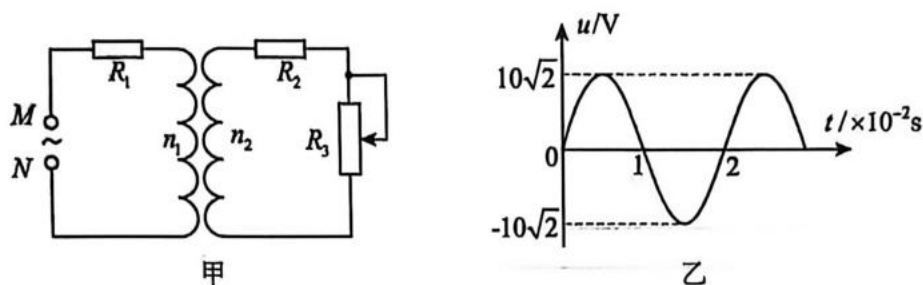


- A. 飞船在三个轨道上的周期  $T_I < T_{II} < T_{III}$   
 B. 由 I 轨道到 II 轨道的过程中，飞船的机械能增大  
 C. 飞船在 I 轨道上的速度  $v_I$  大于在 III 轨道上的速度  $v_{III}$   
 D. 飞船在 III 轨道上的速度  $v_{III}$  小于  $7.9\text{ km/s}$ ，因此飞船在地面的发射速度可以小于  $7.9\text{ km/s}$
6. 细胞电转染的原理简化如图所示，两带电的平行金属板间，由于细胞的存在形成如图所示的电场。其中实线为电场线，关于  $y$  轴对称分布。虚线为带电的外源 DNA 进入细胞膜的轨迹， $M$ 、 $N$  为轨迹上的两点， $P$  点与  $N$  点关于  $y$  轴对称，下列说法正确的是



- A.  $N$ 、 $P$  两点的电场强度相同  
 B.  $M$  点的电势与  $N$  点的电势相等  
 C. DNA 分子在  $M$  点的加速度比在  $N$  点小  
 D. DNA 分子在  $M$  点的电势能比在  $N$  点小

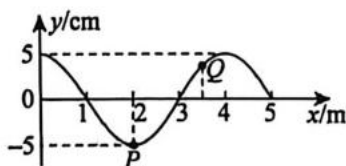
7. 如图甲所示理想变压器的电路中,  $R_1$  为  $3\ \Omega$ ,  $R_2$  为  $2\ \Omega$ , 滑动变阻器  $R_3$  的最大阻值为  $30\ \Omega$ 。变压器原、副线圈的匝数比  $n_1:n_2=1:2$ , 在  $M$ 、 $N$  两端接如图乙所示的正弦交流电 (不计电源内阻)。下列选项中正确的是



- A. 将  $R_3$  的滑动片向下滑, 原线圈中的电流减小  
 B. 将  $R_3$  的滑动片向上滑, 变压器的输出电压减小  
 C. 当  $R_3=6\ \Omega$  时,  $R_2$  中电流的瞬时表达式为  $i=2\sqrt{2}\sin 100\pi t$  (A)  
 D. 当  $R_3=10\ \Omega$  时, 变压器的输出功率最大

二、多项选择题: 共 3 小题, 每题 6 分, 共 18 分, 每个小题有两个或两个以上选项符合要求, 全选对的得 6 分, 选不全的得 3 分, 错选得 0 分。

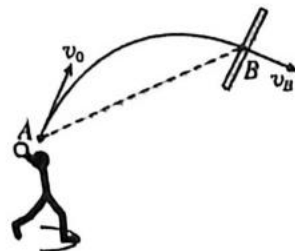
8. 一列沿  $x$  轴正方向传播的简谐横波在  $t=0$  时刻的波形图如图所示,  $t_1=0.25\ \text{s}$  时平衡位置在  $x=3.5\ \text{m}$  处的质点  $Q$  第一次到达波谷, 质点  $P$  的平衡位置在  $x=2\ \text{m}$  处。下列说法正确的是



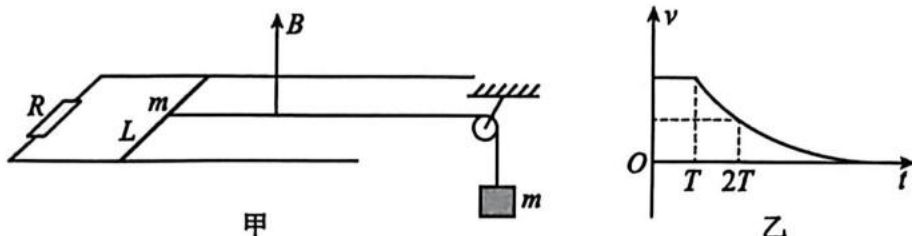
- A. 波速为  $7\ \text{m/s}$   
 B. 周期为  $\frac{2}{3}\ \text{s}$   
 C.  $0\sim\frac{1}{6}\ \text{s}$  内质点  $Q$  通过的路程为  $5\ \text{cm}$   
 D. 质点  $P$  下次到达波峰的时刻为  $t_2=\frac{1}{3}\ \text{s}$

9. 某同学以初速度  $v_0$  将垒球 (可视为质点) 从  $A$  点抛出后, 恰好以速度  $v_B$  垂直击中前方挡板上的  $B$  点, 轨迹如图所示, 已知  $v_0$  方向与挡板平行,  $A$ 、 $B$  两点的距离为  $3.2\ \text{m}$ 。不计空气阻力, 重力加速度  $g$  取  $10\ \text{m/s}^2$ 。则垒球从  $A$  到  $B$  过程 (抛出后到碰撞前) 中

- A. 垒球动量变化量的方向竖直向下  
 B. 垒球机械能守恒  
 C. 垒球在  $B$  点时动能最小  
 D. 垒球运动时间为  $0.8\ \text{s}$



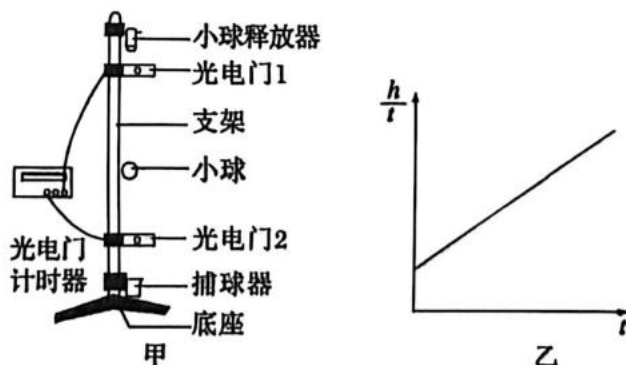
10. 如图甲所示，整个空间有竖直向上的匀强磁场，磁感应强度大小为  $B$ 。两根足够长的平行光滑金属导轨水平固定放置，间距为  $L$ ，左端连接阻值为  $R$  的定值电阻。一质量为  $m$  的金属杆垂直放置于导轨上，与导轨接触良好，导轨和金属杆电阻不计。金属杆与质量为  $m$  的重物用绝缘细线绕过定滑轮连接，左边细线与导轨平行。金属杆的  $v-t$  图像如图乙所示， $t=T$  时剪断细线， $t=2T$  时金属杆速度减半，已知重力加速度为  $g$ ，不计一切摩擦和阻力。下列说法正确的是



- A.  $0 \sim T$  过程中金属棒的速度  $v_0 = \frac{mgR}{B^2 L^2}$
- B.  $t=2T$  时，金属杆的加速度大小为  $\frac{3g}{2}$
- C.  $T \sim 2T$  过程中通过电阻  $R$  的电荷量为  $\frac{m^2 g R}{B^3 L^3}$
- D. 从  $t=0$  开始金属杆的最大位移大小为  $\frac{mgRT}{B^2 L^2} + \frac{m^2 g R^2}{B^4 L^4}$

三、非选择题：本题共 5 小题，共 54 分。

11. (6 分) 某研究小组利用图甲所示装置测定重力加速度。实验器材由带有刻度尺的竖直支架、小球释放器、小球、光电门 1 和 2 及光电门计时器和捕球器组成。实验时，按图装配好实验器材，小球、两个光电门和捕球器在同一竖直线上，利用刻度尺读出两个光电门的距离  $h$ ，打开计时器后释放小球，记录下计时器显示的小球从光电门 1 到光电门 2 所用时间  $t$ ，保持光电门 1 的位置不变，改变光电门 2 的位置，重复实验，多次读出两个光电门间的距离  $h$  和小球从光电门 1 到光电门 2 所用的时间  $t$ ，在坐标纸上作出  $\frac{h}{t} - t$  图线，如图乙所示，不计空气阻力。

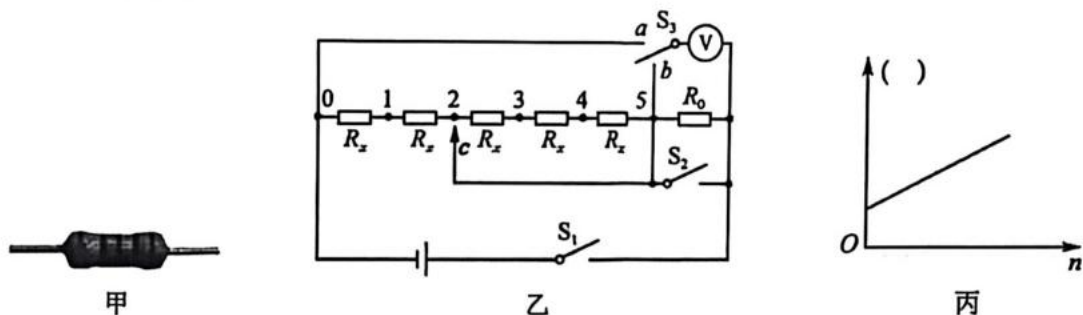


- (1) 在上述步骤中光电门 1 的位置保持不动的目的是\_\_\_\_\_。

(2)若小球到达光电门 1 时的速度为  $v_1$ ，当地重力加速度为  $g$ ，小球从光电门 1 到光电门 2 所用时间为  $t_1$ ，则小球通过光电门 2 的速度  $v_2$  的表达式为  $v_2 = \underline{\hspace{2cm}}$ 。(用  $v_1$ 、 $g$  和  $t_1$  表示)

(3)若  $\frac{h}{t} - t$  图像斜率为  $k$ ，重力加速度  $g = \underline{\hspace{2cm}}$ 。(用  $k$  表示)

12. (10 分) 如图甲所示，实验室有 5 个完全相同的色环电阻，由于外漆面脱落阻值大小未知，另有一电动势和内阻未知的电池（图中未画出）。为了测量色环电阻的阻值以及电池的电动势和内阻，某同学设计了如图乙所示的电路，图中  $R_x$  为色环电阻，定值电阻的阻值为  $R_0$ ， $c$  为金属夹。



(1)该同学首先测量色环电阻  $R_x$  的阻值，步骤如下：

①断开  $S_2$ ， $S_3$  接  $b$ ， $c$  夹在 0 处，闭合  $S_1$ ，此时电压表示数为  $U_0$ ；

②断开  $S_1$ ，闭合  $S_2$ ， $S_3$  接  $a$ ，将金属夹  $c$  夹在位置 1，闭合  $S_1$ ，电压表示数仍为  $U_0$ ；则色环电阻  $R_x$  的阻值为  $\underline{\hspace{2cm}}$ ；(用题中相关物理量的字母表示)

(2)该同学继续测量电池的电动势和内阻，步骤如下：

①断开  $S_2$ ， $S_3$  接  $b$ ，闭合  $S_1$ ；

②将金属夹依次夹在位置编号 1、2、3、4、5 处，记录对应的电压表示数  $U$ ；

③以电压表示数  $\underline{\hspace{1cm}}$  (填“ $U$ ”“ $U^2$ ”“ $U^{-1}$ ”或“ $U^{-2}$ ”) 为纵轴，以位置编号  $n$  为横轴建立平面直角坐标系，作出关系图像如图丙所示；

④求出图丙中图线斜率为  $k$ ，纵轴截距为  $b$ ，则电池电动势为  $\underline{\hspace{2cm}}$ ，内阻为  $\underline{\hspace{2cm}}$ ；(均用  $b$ 、 $k$  和  $R_0$  表示)

(3)该实验中电动势的测量值  $\underline{\hspace{1cm}}$  (填“大于”“等于”或“小于”) 真实值。

13. (8 分) 山西某地区初春时节温差较大，某天的温度范围为  $-3^\circ\text{C} \sim 17^\circ\text{C}$ 。某同学把一导热汽缸固定在水平地面上，用活塞封闭一定质量的空气，如图所示。温度最低时，该同学测得缸内气体长度为  $L_0 = 27 \text{ cm}$ 。已知缸内气体的内能与热力学温度成正比，温度最低时气体内能为  $U_0 = 81 \text{ J}$ ，外界大气压始终为  $p_0 = 1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ ，活塞横截面积为  $S = 0.01 \text{ m}^2$ ，忽略活塞与汽缸壁的摩擦，空气可看作理想气体， $T = (t + 273) \text{ K}$ 。求：

(1)温度最高时缸内气体的长度  $L$ ；

(2)气温从最低温到最高温的过程中，缸内气体吸收的热量  $Q$ 。

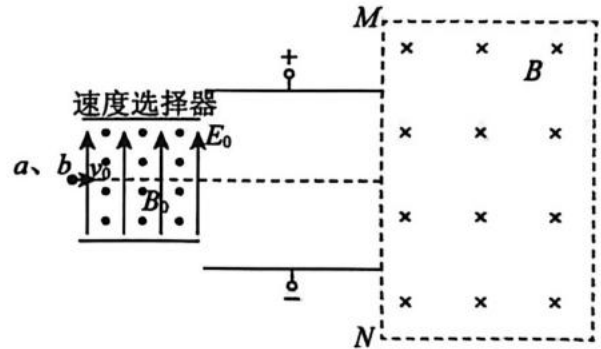


14. (14分) 如图所示, 质量均为  $m$ 、电荷量分别为  $+q$ 、 $-q$  ( $q > 0$ ) 的带电粒子  $a$ 、 $b$  从速度选择器的左侧沿中轴线水平向右射入, 均可沿直线射出选择器, 再沿平行电容器的中轴线射入两极板间的偏转电场, 经偏转后分别沿上、下极板的右端边缘飞出, 进入竖直虚线边界  $MN$  右侧的矩形匀强磁场区域, 边界  $MN$  紧贴两极板右端。已知速度选择器中有竖直向上、电场强度大小为  $E_0$  的匀强电场以及垂直纸面向外、磁感应强度大小为  $B_0$  的匀强磁场, 平行板电容器两极板的长度和两极板间距离均为  $\frac{\sqrt{2}mE_0}{qB_0^2}$ , 矩形区域内磁场方向垂直纸面向里、磁感应强度大小  $B=2B_0$ , 不计粒子重力及相互间的作用力, 不考虑磁场和电场的边缘效应, 两极板间电场视为匀强电场。

(1) 求粒子进入速度选择器的初速度  $v_0$  的大小;

(2) 求平行板电容器两极板间所加的电压  $U$  的大小;

(3) 若  $a$ 、 $b$  两粒子从边界  $MN$  进入磁场, 经偏转均能再次回到边界  $MN$ , 求矩形区域磁场的最小面积  $S$ 。

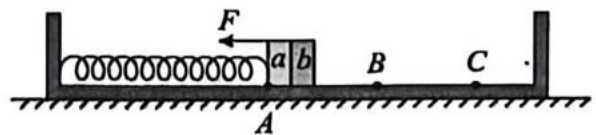


15. (16分) 如图所示, 质量  $M = 3\text{kg}$  的凹槽锁定在光滑水平面上, 凹槽内部上表面除  $BC$  部分粗糙外其余部分均光滑, 凹槽内部左端固定一个劲度系数为  $k = \frac{400}{3} \text{N/m}$  的轻弹簧, 弹簧处于原长且右端位于凹槽上表面的  $A$  点。在  $A$  点 (未与弹簧固定) 并排放有两静止物体  $a$  和  $b$  ( $ab$  未粘结且均可视为质点), 质量分别为  $m_a = 1\text{kg}$  和  $m_b = 2\text{kg}$ 。现给物体  $a$  施加一水平向左、大小为  $F = 10\text{N}$  的恒力, 使物体  $a$  向左运动, 当物体  $a$  速度为零时, 立即撤去恒力  $F$ , 同时解除对凹槽的锁定。经过一段时间后  $a$ 、 $b$  两物体在凹槽上  $B$  点相碰并粘为一体, 已知两物体与凹槽的  $BC$  部分之间的动摩擦因数均为  $\mu = 0.1$ , 两物体与凹槽右端及弹簧碰撞时均无能量损失, 弹簧始终在弹性限度内, 重力加速度  $g$  取  $10\text{m/s}^2$ 。求:

(1) 在恒力  $F$  作用的过程中, 物体  $a$  向左移动的距离;

(2) 从解除凹槽锁定到  $a$ 、 $b$  两物体相碰时, 凹槽向左运动的距离;

(3) 若  $a$ 、 $b$  两物体只能与凹槽右侧完成 3 次碰撞, 那么,  $BC$  长度的最小值。



# 2025 年 8 月高三年级阶段性测试

## 物理 · 参考答案

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

- B 【详解】** 由反应前后的质量数和电荷数守恒可知, X 为  ${}_{-1}^0\text{e}$ , 故 A 错误; 衰变释放能量,  ${}_{56}^{137}\text{Ba}$  更稳定, 故平均结合能更大, 故 B 正确; 原子核的半衰期与原子核内部本身的因素决定, 跟所处的物理、化学状态无关, 所以半衰期不会发生变化, 故 C 错误; 半衰期是统计规律, 对于少数原子核不适用, 故 D 错误。
- A 【详解】** 由图可知  $a$  点竖直向上加速, 故有向上加速度, 处于超重状态,  $b$  点加速度为 0,  $c$ 、 $d$  两点均向上减速, 故有向下加速度, 则处于失重状态, 则 A 正确, BCD 错误。
- D 【详解】** 图甲被称为“泊松亮斑”, 是光通过小圆板发生衍射形成的图样, A 错误; 图乙中观看 3D 电影的眼镜利用了光的偏振现象, B 错误; 光的双缝干涉, 若只减小两孔  $S_1$ 、 $S_2$  间的距离  $d$ , 根据  $\Delta x = \frac{\lambda}{d}$  可知相邻两亮条纹的间距将增大, C 错误; 图丁利用薄膜干涉检查平面的平整度, 本质也是光的干涉现象, 若完全平整将得到均匀分布的明暗相间条纹, D 正确。
- A 【详解】** 由于轻绳跨过光滑的小环, 故小环  $O$  两侧轻绳的拉力大小始终相等, 均等于小球重力 10 N, 由几何关系可知两侧绳间夹角为  $120^\circ$ , 故轻绳对小环的作用力大小为  $2 \times 10 \cos 60^\circ = 10$  N, 故 A 正确, BCD 错误。
- D 【详解】** 根据开普勒第三定律可知, III 轨道的轨道半径大于 II 轨道的半长轴, 而 II 轨道的半长轴大于 I 轨道的轨道半径, 可知, 飞船在三个轨道上的周期  $T_I < T_{II} < T_{III}$ , 故 A 正确; I 轨道相对于 II 轨道是低轨道, 由低轨道变轨到高轨道需要在切点位置加速, 可知, 由 I 轨道到 II 轨道的过程中, 飞船的机械能增大, 故 B 正确; 对于圆轨道, 由万有引力提供向心力, 则有  $G \frac{Mm}{r^2} = m \frac{v^2}{r}$ , 解得  $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$ , III 轨道的半径大于 I 轨道的半径, 则飞船在 I 轨道上的速度  $v_I$  大于在 III 轨道上的速度  $v_{III}$ , 故 C 正确; 7.9 km/s 是地球的第一宇宙速度, 等于近地卫星的环绕速度, 由于 III 轨道的半径大于近地卫星的半径, 结合上述可知, 飞船在 III 轨道上的速度  $v_{III}$  小于 7.9 km/s, 但是, 第一宇宙速度是地球上发射卫星的最小发射速度, 即飞船在地面的发射速度不能够小于 7.9 km/s, 故 D 错误。
- C 【详解】** 电场中某点的电场强度的方向为电场线在该点的切线方向, 由图可知  $N$ 、 $P$  两点的电场强度的方向不同, 故 A 错误; 沿着电场线电势降低, 故  $M$  点的电势低于  $N$  点的电势, 故 B 错误;  $M$  处的电场线更稀疏, 场强更小, 由牛顿第二定律可知  $a = \frac{qE}{m}$ , DNA 分

子在  $M$  点的加速度比在  $N$  点小, 故 C 正确; 由轨迹可知, DNA 分子由  $M$  向  $N$  运动的过程电场力做正功, 电势能减小, 故 DNA 分子在  $M$  点的电势能比在  $N$  点大, 故 D 错误。

7. D 【详解】设  $M$ 、 $N$  间的电压为  $U$ , 变压器输出电压为  $U'$ , 原线圈电流为  $I$ , 则有  $U = IR_1 + \frac{1}{2}U'$ ,

又有  $I = \frac{2U'}{R_2 + R_3}$ , 联立可得  $U = I\left(R_1 + \frac{R_2}{4} + \frac{R_3}{4}\right)$ ,  $U = U'\left(\frac{1}{2} + \frac{2R_1}{R_2 + R_3}\right)$ , 因此将  $R_3$  的滑动片向

下滑,  $R_3$  减小,  $U$ 、 $R_1$ 、 $R_2$  不变, 则原线圈中的电流  $I$  变大; 将  $R_3$  的滑动片向上滑,  $R_3$  增大,  $U$ 、 $R_1$ 、 $R_2$  不变, 输出电压  $U'$  增大, 故 AB 错误;  $M$ 、 $N$  间的电压  $U$  的瞬时表达式为

$u = 10\sqrt{2}\sin(100\pi t)$ (V), 则  $R_2$  中电流的瞬时表达式为

$i = \frac{u}{2\left(R_1 + \frac{R_2}{4} + \frac{R_3}{4}\right)} = \sqrt{2}\sin(100\pi t)$ (A), 故 C 错误; 变压器的输出功率为  $P = \frac{U'^2}{R_2 + R_3}$ , 与选

项 AB 的式子联立可得  $P = \frac{U^2}{\frac{R_2 + R_3}{4} + \frac{4R_1^2}{R_2 + R_3} + 2R_1}$ , 则根据数学关系可知当  $\frac{R_2 + R_3}{4} = \frac{4R_1^2}{R_2 + R_3}$

时, 变压器的输出功率最大, 此时解得  $R_3 = 4R_1 - R_2 = 10\Omega$ , 故 D 正确。

8. BD 【详解】 $t_1 = 0.25$  s 时平衡位置在  $x = 3.5$  m 处的质点  $Q$  第一次到达波谷, 则波速为

$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{3.5 - 2.0}{0.25}$  m/s = 6 m/s,  $T = \frac{\lambda}{v} = \frac{4}{6}$  s =  $\frac{2}{3}$  s, A 错误, B 正确;  $0 \sim \frac{1}{6}$  s 内, 质点  $Q$  经过  $\frac{1}{4}T$ ,

由于 0 时刻不在特殊位置, 故振动路程不为一个振幅, 质点  $P$  下次到达波峰的时刻为  $t_2 = \frac{\Delta x'}{v} =$

$\frac{2}{6}$  s =  $\frac{1}{3}$  s, C 错误, D 正确。

9. ABD 【详解】垒球做斜上抛运动中, 只有重力做功, 则垒球的机械能守恒, 由动量定理可知, 垒球只受重力, 因重力的冲量竖直向下, 则垒球动量变化量的方向竖直向下, 故 AB

正确; 垒球做斜上抛运动中, 当速度变为水平方向时, 此时速度与重力垂直其速度最小,

而动能最小, B 点的速度斜向下, 其动能不是最小, 故 C 错误; 由于  $v_0 \perp v_B$ , 又  $\Delta v = gt$ ,

则有  $v_0^2 + v_B^2 = (gt)^2$ , 将位移沿  $v_0$  及  $v_B$  方向分解, 则有  $\left(\frac{v_0}{2}t\right)^2 + \left(\frac{v_B}{2}t\right)^2 = AB^2$ , 联立各式可

得  $3.2^2 = \frac{1}{4}g^2t^4$ , 解得  $t = 0.8$  s, 故 D 正确。

10. AD 【详解】设金属杆匀速运动时的速度为  $v_0$ , 则产生的感应电动势  $E = BLv_0$ , 感应电

流  $I_0 = \frac{E}{R} = \frac{BLv_0}{R}$ , 受到的安培力  $F = BI_0L = \frac{B^2L^2v_0}{R}$ , 由于物体匀速运动, 故  $F = mg$ , 联

立解得  $v_0 = \frac{mgR}{B^2L^2}$ , 故 A 正确; 题意知  $t = 2T$  时, 由于速度减半, 电动势减半, 电流减半,

安培力减半, 金属杆的加速度大小为  $a = \frac{F}{m} = \frac{mg}{2m} = \frac{g}{2}$ , 故 B 错误; 分析可知  $0 \sim T$  过程,

金属杆移动的位移  $x_1 = v_0 T = \frac{mgRT}{B^2 L^2}$ ， $T \sim 2T$  过程中，规定向右为正方向，对金属棒运用

动量定理  $-BL\bar{I}t = m \times \frac{1}{2} v_0 - mv_0$ ，其中  $q = \bar{I}t$ ，联立解得  $q = \frac{m^2 gR}{2B^3 L^3}$ ，故 C 错误；从剪断绳子

到停止运动，对金属棒运用动量定理  $-BL\bar{I}'t' = 0 - mv_0$ ，其中  $q' = \bar{I}'t' = \frac{BLv't'}{R} = \frac{BLx_2}{R}$ ，解

得  $x_2 = \frac{m^2 gR^2}{B^4 L^4}$ ，故金属杆最大位移大小为  $x_m = x_1 + x_2 = \frac{mgRT}{B^2 L^2} + \frac{m^2 gR^2}{B^4 L^4}$ ，故 D 正确。

11. (1)使小球每次通过光电门 1 时的速度相同 (2 分)

(2) $v_1 + gt_1$  (2 分)

(3) $2k$  (2 分)

【详解】(1)光电门 1 的位置保持不动，则小球释放到光电门 1 的下落高度不变，所以光电门 1 的位置保持不动的目的是使小球每次通过光电门 1 时的速度相同。

(2)小球从光电门 1 到光电门 2 的过程，根据运动学公式可得  $v_2 = v_1 + gt_1$ 。

(3)小球从光电门 1 到光电门 2 的过程，设小球的初速度为  $v_0$ ，根据运动学公式可得

$h = v_0 t + \frac{1}{2} gt^2$ ，整理可得  $\frac{h}{t} = v_0 + \frac{1}{2} gt$ ，可知  $\frac{h}{t} - t$  图像的斜率为  $k = \frac{1}{2} g$ ，解得重力加速度  $g = 2k$ 。

12. (1) $R_0$  (2 分)

(2) $U^{-1}$  (2 分)  $\frac{1}{k}$  (2 分)  $\frac{bR_0}{k} - R_0$  (2 分)

(3)小于 (2 分)

【详解】(1)断开开关  $S_2$ ， $S_3$  接  $b$ ， $c$  夹在 0 处，闭合  $S_1$ ，此时电压表示数为  $U_0$ ，由电路图可知此时外电路只有  $R_0$ ，断开开关  $S_1$ ，闭合  $S_2$ ， $S_3$  接  $a$ ，将金属夹  $c$  夹在位置 1，闭合  $S_1$ ，电压表示数也为  $U_0$ ，由电路图可知此时外电路有  $R_x$ ，则有  $R_x = R_0$ 。

(2)根据闭合电路欧姆定律可得  $E = U + \frac{U}{R_0}(nR_x + r)$ ，整理可得  $\frac{1}{U} = \frac{R_x}{ER_0}n + \frac{R_0 + r}{ER_0}$ ，则纵轴

物理量为  $U^{-1}$ ；根据题意可得  $k = \frac{R_x}{ER_0}$ ， $b = \frac{R_0 + r}{ER_0}$ ，解得电动势和内阻分别为  $E = \frac{R_x}{kR_0} = \frac{1}{k}$ ，

$r = \frac{bR_0}{k} - R_0$ 。

(3)由电路图可知，实验误差来源于电压表的分流，根据等效电源法可知  $E_{测} = \frac{R_{外}}{R_{外} + r} E < E$ ，

则该实验中电动势的测量值小于真实值。

13. 【详解】(1)由题意可知，汽缸内气体温度由  $T_0 = 270 \text{ K}$  变为  $T = 290 \text{ K}$

根据盖—吕萨克定律有  $\frac{SL_0}{T_0} = \frac{SL}{T}$  (2 分)

可得  $L = 29 \text{ cm}$  (1 分)

(2) 设最高温时内能为  $U$ ，因内能与热力学温度成正比，由题意可知  $\frac{U}{U_0} = \frac{T}{T_0}$  (1分)

则内能变化量为  $\Delta U = U - U_0$  (1分)

根据  $\Delta U = W + Q$  (1分)

其中  $W = -p_0 S(L - L_0)$  (1分)

可得在此过程中气体吸收热量  $Q = 26\text{J}$  (1分)

14. 【详解】(1) 粒子在速度选择器间做匀速直线运动，则有  $qE_0 = qv_0B_0$  (2分)

解得  $v_0 = \frac{E_0}{B_0}$  (1分)

(2) 粒子在电容器间做类平抛运动，则有

$$\frac{1}{2} \times \frac{\sqrt{2}mE_0}{qB_0^2} = \frac{1}{2}at^2 \quad (2分)$$

$$\frac{\sqrt{2}mE_0}{qB_0^2} = v_0t \quad (2分)$$

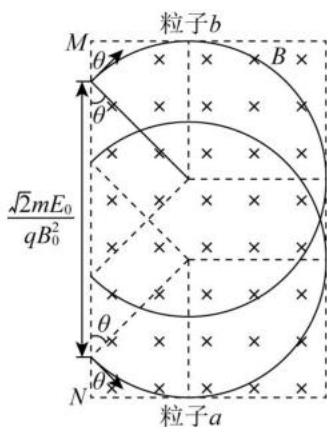
$$a = \frac{qU}{md} = \frac{q^2B_0^2U}{\sqrt{2}m^2E_0} \quad (1分)$$

联立解得  $U = \frac{mE_0^2}{qB_0^2}$  (1分)

(3) 由几何关系可知，两粒子进入矩形磁场时的速度方向与  $MN$  边界间的夹角为  $\theta = 45^\circ$ ，

则两粒子进入矩形磁场的速度大小为  $v = \sqrt{2}v_0$  (1分)

其轨迹如图所示



设两粒子在矩形磁场中圆周运动的半径为  $r$ ，则有  $r = \frac{mv}{qB} = \frac{\sqrt{2}mv_0}{2qB_0} = \frac{\sqrt{2}mE_0}{2qB_0^2}$  (1分)

两粒子运动轨迹最右端到  $MN$  的距离为  $x = r(1 + \sin \theta) = \left(\frac{\sqrt{2}+1}{2}\right) \frac{mE_0}{qB_0^2}$  (1分)

两粒子运动轨迹的最上端到最下端的距离为

$$y = 2r(1 - \cos \theta) + \frac{\sqrt{2}mE_0}{qB_0^2} = \frac{(2\sqrt{2}-1)mE_0}{qB_0^2} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{故矩形磁场的最小面积 } S = xy = \left(\frac{3+\sqrt{2}}{2}\right) \frac{m^2 E_0^2}{q^2 B_0^4} \quad (1 \text{ 分})$$

15. 【详解】(1)物体  $a$  向左运动的距离设为  $x_a$ , 外力做的功  $W_F = F \cdot x_a$  (1分)

$$\text{弹力的平均值 } \bar{F} = \frac{1}{2}k \cdot x_a \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{弹力做的功 } W = -\bar{F} \cdot x_a \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{根据动能定理得 } W_F + W = 0 \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } x_a = 0.15\text{m} \quad (1 \text{ 分})$$

(2)从解除凹槽锁定到  $a$ 、 $b$  两物体相碰的过程中, 物体  $b$  始终静止,  $a$  右滑  $x_a = 0.15\text{m}$ , 凹槽和  $a$  构成的系统动量守恒, 则有  $m_a v_a = Mv$  (2分)

$$\text{又 } \frac{v_a}{v} = \frac{x_a}{x} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{联立可得 } x = 0.05\text{m} \quad (1 \text{ 分})$$

(3)从解除凹槽锁定到  $a$ 、 $b$  刚相碰过程中, 由能量守恒定律得

$$F \cdot x_a = \frac{1}{2}m_a v_a^2 + \frac{1}{2}Mv^2 \quad (1 \text{ 分})$$

当物体  $a$ 、 $b$  相碰时, 碰后二者速度为  $v_{ab}$ , 由动量守恒定律得  $m_a v_a = (m_a + m_b)v_{ab}$  (1分)

当物体  $a$ 、 $b$  整体, 在槽中滑动过程中, 最终共速  $v_{共}$ , 由动量守恒定律得

$$(m_a + m_b)v_{ab} - Mv = (m_a + m_b + M)v_{共} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{由以上各式解得 } v_{共} = 0 \quad (1 \text{ 分})$$

即最终三者静止, 碰后至停止过程中,  $a$ 、 $b$  整体在粗糙  $BC$  段滑动的路程设为  $s$ , 系统由

$$\text{能量守恒定律得 } \mu(m_a + m_b)gs = \frac{1}{2}(m_a + m_b)v_{ab}^2 + \frac{1}{2}Mv^2 \quad (1 \text{ 分})$$

能碰 3 次, 满足  $s = (2n+1) \cdot L_{\min} = 7L_{\min}$  (1分)

$$\text{由以上各式解得 } L_{\min} = \frac{1}{28}\text{m} \quad (1 \text{ 分})$$