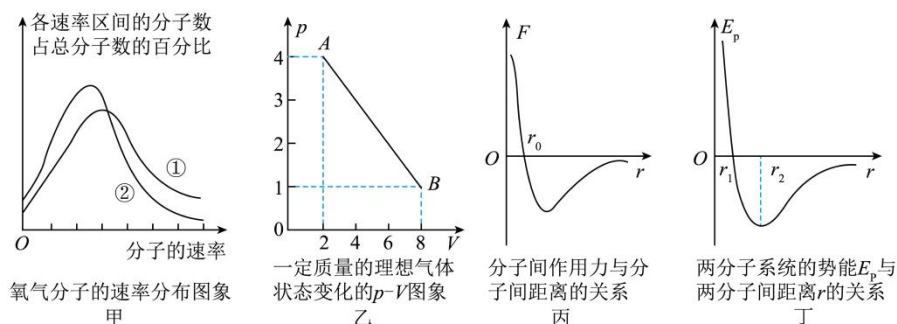


雨中岱山 2024-2025 学年度第二学期 4 月份模拟考试

高二物理

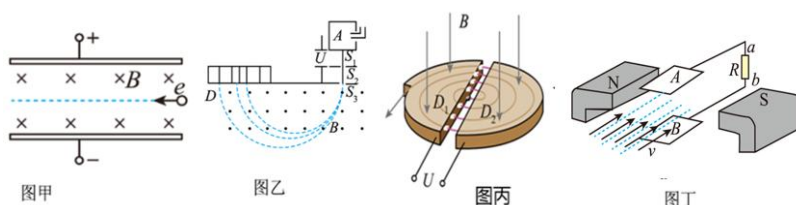
一、单选题（共 44 分）

1. 关于下图，说法正确的是（ ）



- A. 由图甲可知，状态②的温度比状态①的温度高
- B. 由图乙可知，气体在状态 A 和状态 B 的分子平均动能相同
- C. 由图丙可知，当分子间的距离 $r > r_0$ 时，分子间作用力随分子间距离的增大先减小后增大
- D. 由图丁可知，在 r 由 r_1 变到 r_2 的过程中分子力做负功

2. 电磁场与现代高科技密切关联，并有重要应用。如图所示，带电粒子（不计重力）在以下四种器件中运动的说法正确的是（ ）



- A. 图甲是速度选择器的结构示意图，速度 $v = \frac{E}{B}$ 的带电粒子能够沿直线从右侧进入并匀速通过速度选择器
- B. 图乙是质谱仪的结构示意图，粒子打在底片上的位置越靠近狭缝 S_3 说明粒子的比荷越大
- C. 图丙是用来加速带电粒子的回旋加速器的示意图，要想粒子获得的最大动能增大，可增加电压 U
- D. 图丁为是磁流体发电机的结构示意图，将一束等离子体喷入磁场，A、B 两板间会产生电压，且 A 板电势高

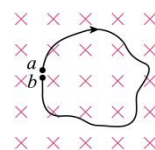
3. 已知地球大气层的厚度 h 远小于地球半径 R ，空气平均摩尔质量为 M ，阿伏加德罗常数

为 N_A ，地面大气压强是由大气的重力产生的，大小为 p_0 ，重力加速度大小为 g 。由以上数据可估算（ ）

- A. 地球大气层空气分子总数为 $2\pi \frac{N_A p_0 R^2}{Mg}$ B. 地球大气层空气分子总数为 $4\pi \frac{N_A p_0 Rh}{Mg}$
- C. 空气分子之间的平均距离为 $\sqrt[3]{\frac{Mgh}{N_A p_0}}$ D. 空气分子之间的平均距离为 $\sqrt[3]{\frac{MgR^2}{N_A p_0 h}}$

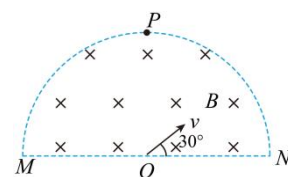
4. 在光滑桌面上将长为 L 的柔软导线两端点固定在间距可忽略不计的 a 、 b 两点，导线通有图示电流 I ，处在磁感应强度为 B 、方向竖直向下的匀强磁场中，则导线中的张力为（ ）

- A. 0 B. BIL
- C. $\frac{BIL}{\pi}$ D. $\frac{BIL}{2\pi}$



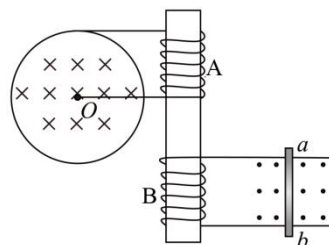
5. 如图，在圆心为 O 、半径为 R 的半圆形区域内（不含边界）有磁感应强度大小为 B 、方向垂直纸面向里的匀强磁场， MN 为直径。大量带正电荷的同种粒子以不同的速率从 O 点在纸面内沿与 ON 成 30° 角的方向射入磁场。粒子的质量为 m 、电荷量为 q ，不计粒子受到的重力以及粒子间的相互作用。下列说法正确的是（ ）

- A. 粒子在磁场中运动的最长时间为 $\frac{4\pi m}{3qB}$
- B. 若粒子恰好从圆弧边界离开磁场，则粒子的速度大小为 $\frac{qBR}{m}$
- C. 若粒子恰好从 O 点正上方的 P 点离开磁场，则粒子的速度大小为 $\frac{\sqrt{3}qBR}{3m}$
- D. 选择合适的速度，粒子可能从 M 点离开磁场



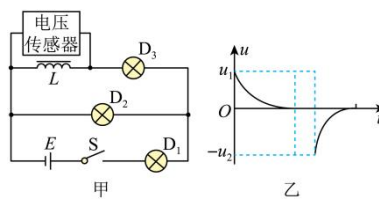
6. 如图所示，置于匀强磁场中的金属圆盘中央和边缘各引出一根导线，与套在铁芯上部的线圈 A 相连，套在铁芯下部的线圈 B 引出两根导线接在两根水平光滑导轨上，导轨上有一根金属棒 ab 静止处在垂直于纸面向外的匀强磁场中，下列说法正确的是（ ）

- A. 圆盘顺时针加速转动时， ab 棒将向右运动
- B. 圆盘逆时针减速转动时， ab 棒将向右运动
- C. 圆盘顺时针匀速转动时， ab 棒将向右运动
- D. 圆盘逆时针加速转动时， ab 棒将向右运动

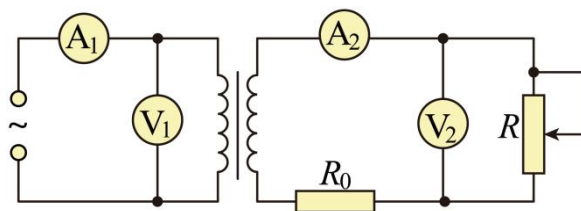


7. 如图所示，某同学利用电压传感器来研究电感线圈工作时的特点。图甲中三个灯泡完全相同，不考虑温度对灯泡电阻的影响。在闭合开关 S 的同时开始采集数据，当电路达到稳定状态后断开开关。图乙是由传感器得到的电压 u 随时间 t 变化的图像。不计电源内阻及电感线圈 L 的电阻。下列说法正确的是（ ）

- A. 开关 S 闭合瞬间，流经灯 D_1 和 D_2 的电流相等
- B. 开关 S 闭合瞬间至断开前，流经灯 D_2 的电流保持不变
- C. 开关 S 断开瞬间，灯 D_2 闪亮一下再熄灭
- D. 根据题中信息，可以推算出图乙中 $u_1:u_2=1:1$

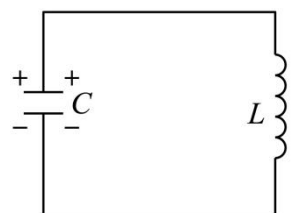


8. 如图，理想变压器输入电压恒定不变。若将滑动变阻器的滑动触头向下移动，下列说法正确的是（ ）



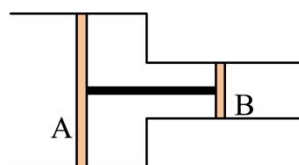
- A. 原线圈输入功率增大
- B. 电表 V_1 、 V_2 的示数都不变
- C. 电表 A_1 、 A_2 的示数都减小
- D. 电阻 R_0 消耗的电功率减小

9. 某个智能玩具的声响开关与 LC 电路中的电流有关，如图所示为玩具内的 LC 振荡电路部分。已知线圈自感系数 $L=5\times 10^{-3}\text{H}$ ，电容器电容 $C=8\mu\text{F}$ ，在电容器开始放电时（取 $t=0$ ），上极板带正电，下极板带负电，则（ ）



- A. LC 振荡电路的周期 $T=2\pi\times 10^{-4}\text{s}$
- B. 当 $t=\frac{\pi}{3}\times 10^{-4}\text{s}$ 时，线圈中产生的自感电动势正在减小
- C. 当 $t=\frac{5\pi}{6}\times 10^{-4}\text{s}$ 时， LC 电路中的磁场能正转化为电场能
- D. 当 $t=\pi\times 10^{-4}\text{s}$ 时，电容器上极板带负电

10. 如图所示为水平放置的固定圆柱形气缸，气缸内被 A、B 两活塞封有一定质量的气体，活塞之间用硬杆相连（硬杆的粗细可忽略），活塞与气缸壁之间可无摩擦地滑动而不漏气。现缸内气体温度为 T_1 ，活塞在图示位置保持静止，若缸内气体温度稍有下降到 T_2 ，外界环境压强不变，则下列说法中正确的是（ ）

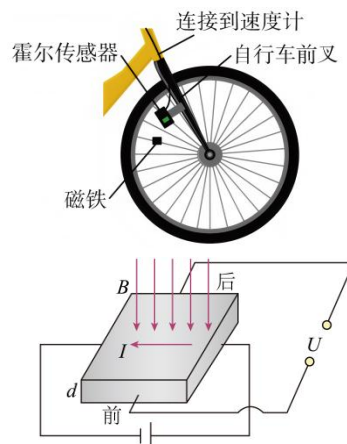


- A. 活塞将向右移动
- B. 活塞将向左移动
- C. 缸内气体的体积、温度、压强都将发生变化
- D. 缸内气体将做等体积变化，活塞不发生移动

11. 利用霍尔传感器可测量自行车的运动速率，如图所示，一块磁铁安装在前轮上，霍尔传感器固定在前叉上，离轮轴距离为 r ，轮子每转一圈，磁铁就靠近霍尔传感器一次，传感器

就会输出一个脉冲电压。当磁铁距离霍尔元件最近时，通过元件的磁场可视为匀强磁场，磁感应强度为 B ，在导体前后表面间出现电势差 U 。已知霍尔元件沿磁场方向的厚度为 d ，载流子的电荷量为 $+q$ ，电流 I 向左。下列说法正确的是（ ）

- A. 前表面的电势高于后表面的电势
 B. 若车速越大，则霍尔电势差 U 越大
 C. 元件内单位体积中的载流子数为 $\frac{UBI}{qd}$
 D. 若单位时间内霍尔元件检测到 n 个脉冲，
 则自行车行驶的速度大小为 $\frac{2\pi r}{n}$

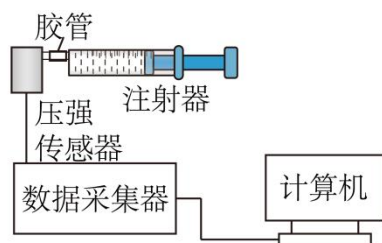


二、实验题（共 12 分）

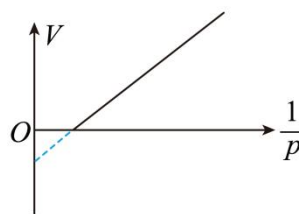
12. 用气体压强传感器做“探究气体等温变化的规律”实验，实验装置如图甲所示。



甲



乙



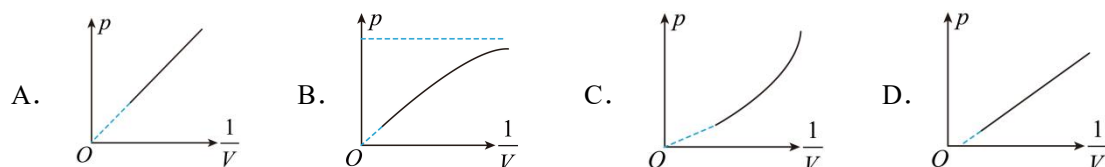
丙

(1) 关于该实验下列说法正确的是_____

- A. 为保证封闭气体的气密性，应在柱塞与注射器壁间涂上润滑油
 B. 为方便推拉柱塞，应用手握住注射器
 C. 为节约时间，实验时应快速推拉柱塞和读取数据
 D. 实验中气体的压强和体积都可以通过数据采集器获得

(2) A 组同学在操作规范、不漏气的前提下，测得多组压强 p 和体积 V 的数据并作出 $V - \frac{1}{p}$ 图线，发现图线不通过坐标原点，如图乙、丙所示。则造成这一结果的原因是_____

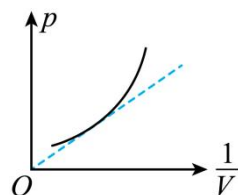
(3) 若 A 组同学利用所得实验数据作出的 $p - \frac{1}{V}$ 图线，应该是_____



(4) 某同学在推动活塞、压缩气体的过程中测出了几组压强 p 和体积 V 的值后，以 p 为纵轴、 $\frac{1}{V}$ 为横轴，画出图像如图，则图线弯曲的原因可能是_____

- A. 实验过程中有漏气现象

- B. 实验过程中气体温度降低
C. 实验过程中气体温度升高
D. 装置连接处的软管容积不可忽略

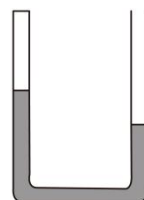


三、解答题（共 44 分）

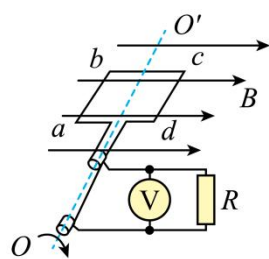
13.（8 分）如图所示， U 形玻璃管竖直放置且左、右管上端平齐，上端封闭的左管中有一段长为 10cm 的气柱，管中有一段水银，左管中水银液面比右管中水银液面高 4cm ，右管上端开口，环境温度为 300K ，大气压强为 76cmHg ，现将环境温度升高，使左右两管中水银液面相平，求：

（1）升高后的环境温度；

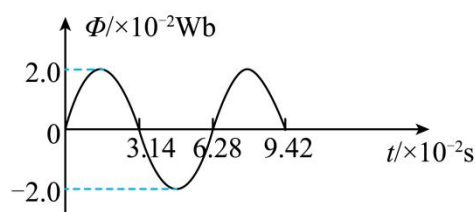
（2）若保持原来环境温度 $T = 300\text{K}$ 不变，将右管口封闭并加装阀门，通过阀门缓慢向外抽气，使左右两管中水银液面也相平，则抽出的气体质量与右管口开始封闭时管中气体质量之比为多少。



14.（10 分）图甲为小型旋转电枢式交流发电机的原理图，其矩形线圈在匀强磁场中绕垂直于磁场方向的固定轴 OO' 匀速转动，线圈的匝数 $n = 100$ 、电阻 $r = 10\Omega$ ，线圈的两端经集流环与电阻 R 连接，电阻 $R = 90\Omega$ ，与 R 并联的交流电压表为理想电表。在 $t = 0$ 时刻，线圈平面与磁场方向平行，穿过每匝线圈的磁通量 Φ 随时间 t 按图乙所示正弦规律变化。 $\pi = 3.14$ ，求：



甲

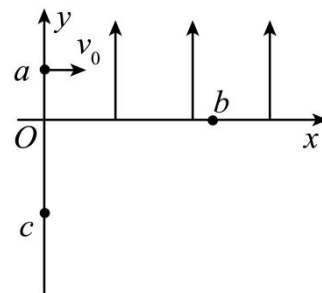


乙

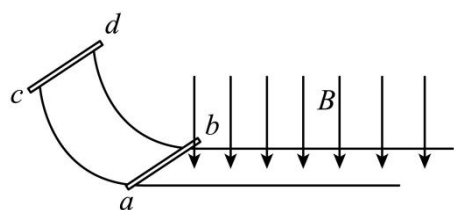
- (1) 交流发电机产生的电动势最大值；
- (2) 线框从图示位置开始转过 60° 时，线圈中产生的感应电动势多大？
- (3) 在 $0 \sim \frac{T}{4}$ 时间内通过 R 的电荷量。
- (4) 一个周期内外力对线圈做的功。

15. (12 分) 如图所示的平面直角坐标系 xOy , 在第一象限内有平行于 y 轴的匀强电场, 方向沿 y 轴正方向; 在第四象限的某个矩形区域内有垂直纸面向里的匀强磁场, 磁场的上边界与 x 轴重合。一质量为 m 、电荷量为 $-q$ 的粒子, 从点 $a\left(0, \frac{\sqrt{3}}{3}h\right)$ 以初速度 v_0 沿 x 轴正方向射入电场, 通过电场后从点 $b(2h, 0)$ 立即进入矩形磁场, 经过磁场后从 y 轴上的点 c 离开磁场, 且速度恰好沿 y 轴。不计粒子所受的重力。求:

- (1) 第一象限的电场强度大小 E ;
- (2) 磁感应强度的大小 B ;
- (3) 矩形磁场区域的最小面积 S 。



16. (14 分) 如图所示, 两根光滑平行导轨由半径为 r 的四分之一绝缘圆弧部分与不计电阻的水平金属部分组成, 圆弧部分与水平部分平滑连接并固定在水平地面上, 导轨间距为 L , 水平导轨部分存在竖直向下的匀强磁场, 磁感应强度大小为 B 。一质量为 $2m$ 、电阻为 R 的金属棒 ab 静置于水平导轨与圆轨道的连接处, 另一质量为 m 、电阻为 $2R$ 的金属棒 cd 从圆弧最高处静止释放, 下滑至水平轨道后与 ab 棒发生弹性正碰。若金属棒 cd 与金属棒 ab 始终垂直于金属导轨并接触良好, 水平轨道足够长, 重力加速度为 g , 求:



- (1) 金属棒 cd 滑到轨道底部与 ab 棒碰撞前, 导轨对金属棒 cd 的支持力;
- (2) 金属棒 cd 进入磁场后运动的最大速度及整个过程中 ab 棒产生的热量;
- (3) 若在金属棒 cd 达到最大速度时两棒间距为 x_0 , 给金属棒 ab 施加一水平向右的恒力 F , 当两棒运动稳定后两棒间距 Δx 与时间 t 的关系。

《雨中岱山 2024-2025 学年度第二学期 4 月份模拟考试》参考答案

题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
答案	B	B	C	D	C	D	A	A	B	A
题号	11									
答案	A									

1. B

【详解】A. 由分子热运动的速率的分布特点可知，分子热运动的速率分布呈现“中间多，两头少”的规律，且随温度升高，大部分分子热运动的速率增大，所以由图可知状态①的温度高，故 A 错误；

B. 由理想气体状态方程 $\frac{pV}{T} = C$ ，可知 T 与 pV 成正比。结合图乙可知，气体在状态 A 和 B 态时， pV 值相同，气体的温度相同，所以气体在状态 A 和状态 B 的气体分子平均动能相同，故 B 正确；

C. 由分子力随分子间距的变化关系图象可知，当分子间的距离 $r > r_0$ 时，随分子间距离的增大，分子间的作用力先增大后减小，故 C 错误；

D. 由图丁可知，在分子间距为 r_2 时，分子势能最小，分子间距离为平衡位置的距离。在 r 由 r_1 变到 r_2 的过程中，分子力为斥力，随分子间距的增大，分子力做正功，故 D 错误。
故选 B。

2. B

【详解】A. 图甲中，假如带正电的粒子从右向左运动通过复合场时，电场力竖直向下，根据左手定则，洛伦兹力方向也向下，所以不可能沿直线通过复合场，故 A 错误；

B. 粒子在电场中做匀加速运动有 $qU = \frac{1}{2}mv^2$ ，磁场中做匀速圆周运动，洛伦兹力提供向心力，由 $qvB = m\frac{v^2}{r}$

$$\text{力，由 } qvB = m\frac{v^2}{r}$$

$$\text{可得 } r = \frac{1}{B} \sqrt{\frac{2mU}{q}}$$

粒子打在底片上的位置越靠近狭缝 S_3 ，则 r 越小，说明比荷越大，故 B 正确；

C. 粒子在磁场中做匀速圆周运动，洛伦兹力提供向心力 $qvB = m\frac{v^2}{r}$

$$\text{粒子获得的最大动能为 } E_k = \frac{1}{2}mv^2$$

$$\text{解得 } E_k = \frac{q^2 B^2 r^2}{2m}$$

所以要想粒子获得的最大动能增大，可增加 D 形盒的半径和增大磁感应强度，增加电压 U 不能增大最大初动能，故 C 错误；

D. 图中根据左手定则，正电荷向下偏转，所以极板带正电，为发电机的正极，A 极板是发电机的负极，低于 B 板电势，故 D 错误；

故选 B。

3. C

【详解】AB. 大气中的压强由大气的质量产生，即 $mg = p_0 S$

而 $S = 4\pi R^2$

地球大气层空气分子总数为 $N = \frac{m}{M} N_A$

联立解得 $N = \frac{4\pi R^2 p_0 N_A}{Mg}$

故 AB 错误；

CD. 大气体积为 $V = 4\pi R^2 h$

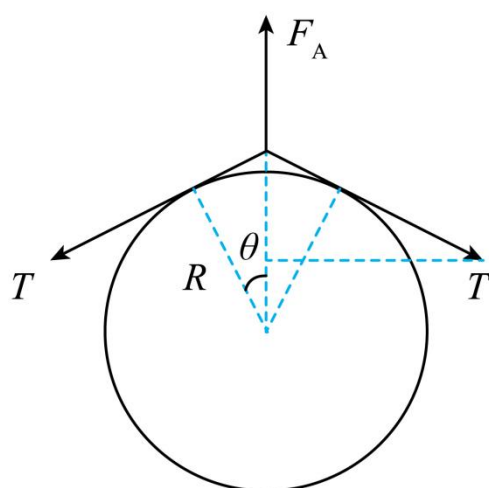
则气体分子之间的距离为 $d = \sqrt[3]{\frac{V}{N}} = 4\pi \frac{N_A p_0 R h}{Mg}$

故 C 正确，D 错误。

故选 C。

4. D

【详解】受力分析如图



$$F_A = 2BI\theta R$$

由于

$$2T \sin \theta = F_A$$

当 $\theta \rightarrow 0$ 时, $\sin \theta \approx \theta$, 则得

$$2T\theta = 2BI\theta R$$

$$2\pi R = L$$

得

$$T = \frac{BIL}{2\pi}$$

故选 D。

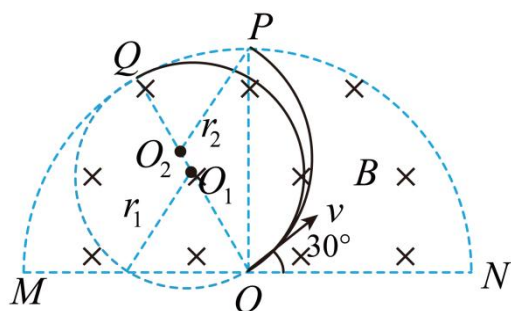
5. C

【详解】A. 当粒子的速度较小时, 粒子从 MN 边界离开磁场, 其轨迹对应的圆心角为 300° ,

此时粒子在磁场中运动的时间最长, 最长时间 $t = \frac{300^\circ}{360^\circ} \times \frac{2\pi m}{qB} = \frac{5\pi m}{3qB}$

故 A 错误;

B. 粒子运动轨迹如图所示



当粒子做圆周运动的轨迹与半圆形磁场边界相切时 (设切点为 Q), 粒子恰好从圆弧边界射出,

根据几何知识可知, 粒子的轨道半径 $r_1 = \frac{R}{2}$

设粒子的速度大小为 v_1 , 根据洛伦兹力提供向心力, 有 $qv_1B = m\frac{v_1^2}{r_1}$

$$\text{解得 } v_1 = \frac{qBR}{2m}$$

故 B 错误;

C. 设当粒子恰好从 P 点离开磁场时, 粒子的轨道半径为 r_2 , 根据几何关系有 $\frac{\sqrt{3}}{2}r_2 = \frac{R}{2}$

设粒子的速度大小为 v_2 , 根据洛伦兹力提供向心力, 有 $qv_2B = m\frac{v_2^2}{r_2}$

$$\text{解得 } v_2 = \frac{\sqrt{3}qBR}{3m}$$

故 C 正确；

D. 当粒子的速度大于 $\frac{qBR}{2m}$ 时，粒子从 Q 点右侧离开磁场，当粒子的速度小于 $\frac{qBR}{2m}$ 时，粒子从 MN 边界离开磁场，即粒子不可能从 M 点离开磁场，故 D 错误。

故选 C。

6. D

【详解】A. 由右手定则可知，圆盘顺时针加速转动时，感应电流从圆心流向边缘，线圈 A 中产生的磁场方向向下且磁场增强。由楞次定律可知，线圈 B 中的感应磁场方向向上，由右手螺旋定则可知， ab 棒中感应电流方向由 $a \rightarrow b$ ，由左手定则可知， ab 棒受的安培力方向向左， ab 棒将向左运动，选项 A 错误；

B. 若圆盘逆时针减速转动时，感应电流从边缘流向圆心，线圈 A 中产生的磁场方向向上且磁场减小。由楞次定律可知，线圈 B 中的感应磁场方向向上，由右手螺旋定则可知， ab 棒中感应电流方向由 $a \rightarrow b$ ，由左手定则可知， ab 棒受的安培力方向向左， ab 棒将向左运动，选项 B 错误；

C. 当圆盘顺时针匀速转动时，线圈 A 中产生恒定的电流，那么线圈 B 的磁通量不变，则 ab 棒没有感应电流，则将不会运动，选项 C 错误；

D. 由右手定则可知，圆盘逆时针加速转动时，感应电流从边缘流向中心，线圈 A 中产生的磁场方向向上且磁场增强，由楞次定律可知，线圈 B 中的感应磁场方向向下，由右手螺旋定则可知， ab 棒中感应电流方向由 $b \rightarrow a$ ，由左手定则可知， ab 棒受的安培力方向向右， ab 棒将向右运动，选项 D 正确。

故选 D。

7. A

【详解】AB. 开关 S 闭合瞬间，由于电感线圈的强烈阻碍作用，灯 D_3 没有电流通过，灯 D_1 和 D_2 串联，流经灯 D_1 和 D_2 的电流相等，设每个灯泡的电阻为 R ，故

$$I_1 = \frac{E}{2R}$$

稳定后灯 D_2 和 D_3 并联再与 D_1 串联，流过 D_2 的电流为

$$I_2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{E}{\frac{3}{2}R} = \frac{E}{3R}$$

故 A 正确，B 错误；

C. 开关 S 断开瞬间，由于电感线圈阻碍电流减小的作用，由电感线圈继续为灯 D_2 和 D_3 提供电流，又因为电路稳定的时候，流经灯 D_2 和 D_3 的电流相等，所以灯 D_2 逐渐熄灭，故 C 错误；

D. 开关 S 闭合瞬间，灯 D_1 和 D_2 串联，电压传感器所测电压为 D_2 两端电压，由欧姆定律

$$u_1 = \frac{E}{2}$$

电路稳定后，流过 D_3 的电流为

$$I = \frac{1}{2} \cdot \frac{E}{\frac{3}{2}R} = \frac{E}{3R}$$

开关 S 断开瞬间，电感线圈能够为 D_2 和 D_3 提供与之前等大电流，故其两端电压为

$$u_2 = I \cdot 2R = \frac{2E}{3}$$

所以

$$\frac{u_1}{u_2} = \frac{3}{4}$$

故 D 错误。

故选 A。

8. A

【详解】B. 理想变压器的输入电压保持不变，则电压表 V_1 示数不变，而线圈匝数不变，根据 $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$

可知副线圈两端电压 U_2 不变，滑动变阻器触头向下移动，则 R 接入电路中的阻值减小，根

据闭合电路欧姆定律可得 $I_2 = \frac{U_2}{R_0 + R}$

可知 I_2 增大， A_2 示数增大，根据 $U_{R_0} = I_2 R_0$

得 R_0 两端电压增大，又由 $U_R = U_2 - I_2 R_0$

可得滑动变阻器两端电压减小，即 V_2 的示数变小，故 B 错误；

C. 由上分析得 I_2 增大， A_2 示数增大，则根据 $\frac{I_1}{I_2} = \frac{n_2}{n_1}$

得 I_1 增大， A_1 数增大，故 C 错误；

A. 原线圈的输入功率 $P_1 = U_1 I_1$

I_1 增大, 则 P_1 增大, 即原线圈的输入功率增大, 故 A 正确;

D. 由 $P_{R_0} = I_2^2 R_0$

可知电阻 R_0 消耗的电功率增大, 故 D 错误。

故选 A。

9. B

【详解】A. LC 振荡电路的周期 $T = 2\pi\sqrt{LC} = 2\pi\sqrt{5 \times 10^{-3} \times 8 \times 10^{-6}} \text{s} = 4\pi \times 10^{-4} \text{s}$

选项 A 错误;

B. 当 $t = \frac{\pi}{3} \times 10^{-4} \text{s}$ 时, 即在 $0 \sim \frac{T}{4}$ 阶段, 电容器处于放电阶段, 则线圈中电流正在增加, 电流的变化率正在减小, 可知线圈中产生的自感电动势正在减小, 选项 B 正确;

C. 当 $t = \frac{5\pi}{6} \times 10^{-4} \text{s}$ 时, 即在 $0 \sim \frac{T}{4}$ 阶段, 电容器处于放电阶段, LC 电路中的电场能正转化为磁场能, 选项 C 错误;

D. 当 $t = \pi \times 10^{-4} \text{s}$ 时, 即在 $t = \frac{T}{4}$ 时刻, 电容器放电完毕, 此时电容器上极板不带电, 选项 D 错误。

故选 B。

10. A

【详解】AB. 以活塞与硬杆整体为研究对象, 由平衡条件可得

$$p_0 S_A + p S_B = p_0 S_B + p S_A$$

故缸内气体的压强为

$$p = p_0$$

当缸内气体温度稍有下降时, 活塞移动前气体体积未变, 由查理定律可知气体的压强减小, 因

$$S_A > S_B$$

此时

$$p_0 S_A + (p - \Delta p) S_B - [p_0 S_B + (p - \Delta p) S_A] = \Delta p (S_A - S_B) > 0$$

即合力向右, 故活塞将向右移动, 故 A 正确, B 错误;

CD. 由于初始状态缸内气体的压强与大气压强相等, 活塞右移时, 气体体积减小, 气体压

强增大,达到新的平衡时仍由平衡条件可知缸内气体压强等于大气压强,即缸内气体的压强等于初始状态下的压强,故 CD 错误。

故选 A。

11. A

【详解】A. 电流 I 向左,由左手定则可知,正电荷向前表面聚集,则前表面的电势高于后表面的电势,故 A 正确;

B. 设前后两表面的距离为 a ,由 $qvB = q\frac{U}{a}$ 与电流的微观表达式 $I = n_0 qvad$

可得电势差 $U = \frac{BI}{n_0 qd}$,与车速 v' 无关,故 B 错误;

C. 由 $U = \frac{BI}{n_0 qd}$ 得元件内单位体积中的载流子数为 $n_0 = \frac{BI}{qUd}$

故 C 错误;

D. 根据题意可知 $T = \frac{1}{n}$,则自行车行驶的速度大小为 $v = \frac{2\pi r}{T} = 2\pi rn$

故 D 错误。

故选 A。

12. A 胶管内存在气体 B C

【详解】(1) [1] A. 在柱塞与注射器壁间涂上润滑油,可以保证封闭气体的气密性, A 正确;

B. 手握住注射器,会使气体的温度升高,不符合实验要求, B 错误;

C. 实验时应缓慢推拉柱塞和读取数据, C 错误;

D. 压强传感器只能采集气体的压强, D 错误。

故选 A。

(2) [2]根据

$$p(V + V_0) = C$$

可得

$$V = \frac{C}{p} - V_0$$

可知,图线不通过坐标原点的原因是胶管内存在气体。

(3) [3]根据

$$p(V + V_0) = C$$

可得

$$p = \frac{C}{V + V_0}$$

根据数学知识，可知为图像 B。

(4) [4]

A. 根据

$$pV = nRT$$

可得

$$p = nRT \frac{1}{V}$$

图像斜率变大，可能是气体质量变大了，A 错误；

BC. 根据

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

可得

$$p = CT \frac{1}{V}$$

图像斜率变大，可能是气体温度升高了，B 错误，C 正确；

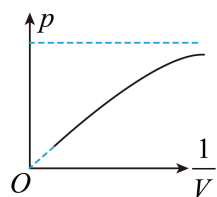
D. 装置连接处的软管容积不可忽略，有

$$p(V + V_0) = C$$

可得

$$p = \frac{C}{V + V_0}$$

图像为



D 错误。

故选 C。

13. (1) 380K; (2) $\frac{\Delta m}{m} = \frac{43}{133}$

【详解】(1) 左管中气体开始时

$$p_1 = 76\text{cmHg} - 4\text{cmHg} = 72\text{cmHg}$$

气柱长 $L_1 = 10\text{cm}$ ，气体温度 $T_1 = 300\text{K}$

升温后，气体压强 $p_2 = 76\text{cmHg}$ ，气柱长 $L_2 = 12\text{cm}$ ，设气体温度为 T_2 。

根据理想气体状态方程

$$\frac{p_1 L_1 S}{T_1} = \frac{p_2 L_2 S}{T_2}$$

解得

$$T_2 = 380\text{K}$$

(2) 对左管中气体进行研究，设左，右两管中水银液面相平时，左管中气体压强为 p_3 ，气体发生等温变化，则

$$p_1 L_1 S = p_3 L_2 S$$

解得

$$p_3 = 60\text{cmHg}$$

对右管中封闭气体进行研究

$$p_0 L_3 S = p_3 L_4 S$$

解得

$$L_4 = \frac{266}{15}\text{cm}$$

右管剩余气柱长度 $L'_3 = 12\text{cm}$ ，则抽出的气体质量与右管口开始封闭时管中气体质量之比

$$\frac{\Delta m}{m} = \frac{L_4 - L'_3}{L_4} = \frac{43}{133}$$

14. (1)200V

(2)127.3V

(3)0.02C

(4)12.56J

【详解】(1) 线圈转动的角速度为 $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2 \times 3.14}{0.0628} = 100\text{rad/s}$

产生的最大感应电动势为 $E_m = NBS\omega = 100 \times 0.02 \times 100\text{V} = 200\text{V}$

(2) 线框从图示位置开始转过 60° 时，线圈中产生的感应电动势为 $e = E_m \cos 60^\circ = 100\text{V}$

$$(3) \text{ 根据 } q = \bar{I}t, \quad \bar{I} = \frac{\bar{E}}{R+r}, \quad \bar{E} = N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

$$\text{解得 } q = N \frac{\Delta\Phi}{R+r} = 0.02\text{C}$$

$$(4) \text{ 感应电动势的有效值为 } E = \frac{E_m}{\sqrt{2}} = 100\sqrt{2}\text{V}$$

$$\text{电流有效值为 } I = \frac{E}{R+r} = \sqrt{2}\text{A}$$

$$\text{一个周期内外力对线圈做的功为 } W = Q = I^2(R+r)T = 12.56\text{J}$$

$$15. (1) \frac{\sqrt{3}mv_0^2}{6qh}$$

$$(2) \frac{\sqrt{3}mv_0}{2qh}$$

$$(3) \frac{16h^2}{3}$$

【详解】(1) 粒子在电场中仅受电场力，做类平抛运动。沿+x 方向做匀速直线运动，则有

$$2h = v_0 t$$

$$\text{沿-y 方向做匀加速直线运动，则有 } \frac{\sqrt{3}}{3}h = \frac{1}{2}at^2$$

$$\text{由牛顿第二定律可得 } qE = ma$$

$$\text{联立解得 } E = \frac{\sqrt{3}mv_0^2}{6qh}$$

(2) 由(1) 可得粒子在 b 点沿+x 方向的分速度大小为 v_0 ，沿-y 方向的分速度大小 v_y 满足

$$v_y^2 = 2a \times \frac{\sqrt{3}}{3}h$$

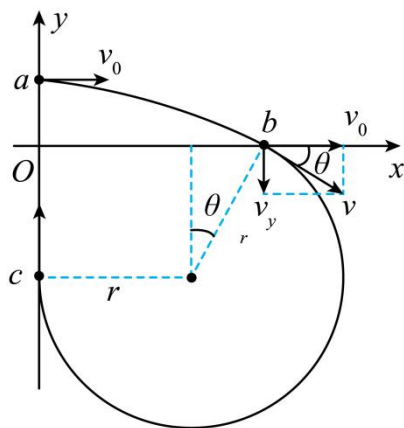
$$\text{解得 } v_y = \frac{\sqrt{3}}{3}v_0$$

$$\text{可得粒子在 } b \text{ 点的速度大小为 } v = \sqrt{v_0^2 + v_y^2} = \frac{2\sqrt{3}}{3}v_0$$

$$\text{其方向与 } x \text{ 轴成的夹角为 } \theta, \text{ 则有 } \tan \theta = \frac{v_y}{v_0} = \frac{\sqrt{3}}{3}$$

$$\text{可得 } \theta = 30^\circ$$

粒子在磁场中的运动的轨迹如图所示



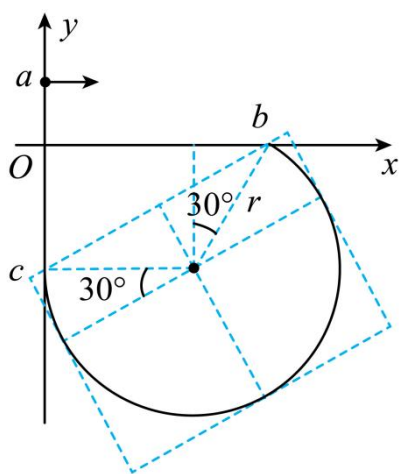
设粒子做圆周运动的半径为 r ，由几何关系可得 $r + r \sin 30^\circ = 2h$

$$\text{解得 } r = \frac{4}{3}h$$

由洛伦兹力提供向心力可得 $qvB = m \frac{v^2}{r}$

$$\text{解得 } B = \frac{\sqrt{3}mv_0}{2qh}$$

(3) 最小的矩形磁场区域如图所示



由几何关系可得矩形的长为 $2r = \frac{8}{3}h$

宽为 $r + r \sin 30^\circ = 2h$

$$\text{解得 } S = \frac{8h}{3} \times 2h = \frac{16h^2}{3}$$

16. (1) $3mg$

$$(2) \frac{5\sqrt{2}gr}{9}, \frac{2}{81}mgr$$

$$(3) \Delta x = x_0 + \frac{RF}{B^2 L^2} \cdot t$$

【详解】(1) 金属棒 cd 在圆弧轨道上下滑的过程中, 由机械能守恒定律得 $mgr = \frac{1}{2}mv_0^2$

在最低点, 由牛顿第二定律得 $F_N - mg = \frac{mv_0^2}{r}$

联立求解得 $v_0 = \sqrt{2gr}$, $F_N = 3mg$

(2) 两棒发生碰撞时, 由动量守恒和能量守恒可得 $mv_0 = mv_1 + 2mv_2$

$$\frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{2} \times 2mv_2^2$$

联立求解得 $v_1 = -\frac{1}{3}v_0$, $v_2 = \frac{2}{3}v_0$

金属棒 cd 在圆轨道上做往返运动后以等速率进入磁场, 之后当两棒共速运动时 cd 棒的速度最大, 在这个过程中, 由动量守恒和能量守恒可得 $-mv_1 + 2mv_2 = 3mv$

解得金属棒 cd 进入磁场后运动的最大速度为 $v = \frac{5}{9}v_0 = \frac{5\sqrt{2gr}}{9}$

$$\frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2} \times 3mv^2 + Q$$

ab 棒产生的热量为 $Q_{ab} = \frac{1}{3}Q = \frac{1}{81}mv_0^2 = \frac{2}{81}mgr$

(3) 当两棒共速时, 金属棒 cd 达到最大速度, 再给金属棒 ab 施加恒力 F , 两棒均做加速运动, 当两棒的加速度相等时, 即速度差恒定, 两棒运动稳定, 对回路有 $E = BL \cdot \Delta v$

$$I = \frac{E}{3R} = \frac{BL \cdot \Delta v}{3R}$$

$$F_{安} = BIL = \frac{B^2 L^2 \cdot \Delta v}{3R}$$

两棒分别由牛顿第二定律得对 cd 棒 $F_{安} = ma$

对 ab 棒 $F - F_{安} = 2ma$

联立求解得 $\frac{B^2 L^2 \cdot \Delta v}{3R} \cdot t = \frac{1}{3}F \cdot t$

又因为 $\Delta x = x_0 + \sum \Delta v \cdot t$

所以, 两棒间距 Δx 与时间 t 的关系为 $\Delta x = x_0 + \frac{RF}{B^2 L^2} \cdot t$