

重庆市 2023 届高三下学期二诊物理试题

一、单选题（本大题共 8 小题）

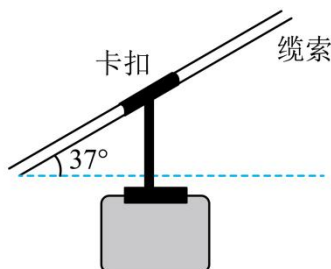
1. 2021 年 12 月 20 日，我国“人造太阳”打破世界纪录，实现了 1056 秒的长脉冲高参数等离子体运行。其内部发生轻核聚变的核反应方程为 ${}_1^2\text{H} + {}_1^3\text{H} \rightarrow {}_2^4\text{He} + x$ ，释放出能量，一段时间后测得反应物的质量亏损了 Δm ，记光速为 c 。下列说法正确的是（ ）

- A. x 是 β 粒子，穿透能力强电离能力弱
- B. 这段时间内，轻核聚变释放的能量为 Δmc^2
- C. x 粒子最早由卢瑟福通过实验发现的
- D. 轻核聚变质量亏损，则轻核聚变过程中质量数不守恒

2. 如图甲为某风景旅游区的观光索道。某段时间其运行的简化示意图如图乙，缆索倾角为 37° ，缆车通过卡扣固定悬挂在缆索上，在缆索的牵引下一起斜向上匀速运动。已知缆车和卡扣的总质量为 m ，运行过程中缆车始终处于竖直方向，重力加速度为 g ， $\sin 37^\circ = 0.6, \cos 37^\circ = 0.8$ 。下列说法正确的是（ ）



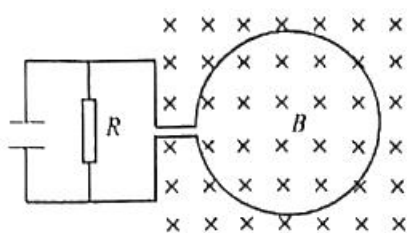
图甲



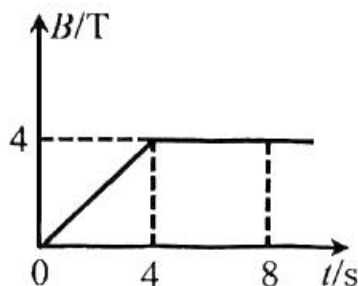
图乙

- A. 缆索对卡扣的摩擦力为 $0.6mg$
- B. 缆索对卡扣的作用力为 $0.8mg$
- C. 卡扣受到的合外力为 mg
- D. 运行过程中缆车处于超重状态

3. 如图甲，在垂直纸面向里的匀强磁场区域中有一开口很小的圆形线圈，在线圈开口左端连接一阻值为 $R = 6\Omega$ 的电阻，一个电容为 $C = 1.25 \times 10^{-3}\text{F}$ 的电容器与 R 并联。已知圆形线圈面积为 0.2m^2 ，圆形线圈电阻为 $r = 4\Omega$ ，其余导线电阻不计，磁感应强度 B 随时间 t 变化的关系如图乙所示。在 $0 \sim 4\text{s}$ 内下列说法正确的是（ ）



图甲



图乙

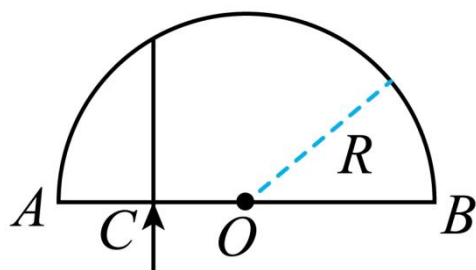
- A. 回路中感应电动势大小为 2V

B. 回路中感应电流的大小为 0.05A

C. R 两端的电压为 0.12V

D. 电容器充电完成后，上极板带电量为 $2.5 \times 10^{-4}\text{C}$

4. 某种反光材料是半径为 R 、球心为 O 的半球形，其截面如图， A 、 B 为半球底面直径的端点。现有一组光线从距离 O 点 $\frac{1}{2}R$ 的 C 点垂直于 AB 射入半球，光线恰好在球面发生全反射。则此反光材料的折射率为（ ）



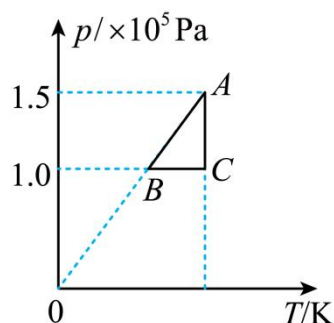
A. 1.5

B. 2

C. $\frac{2\sqrt{3}}{3}$

D. $\sqrt{3}$

5. 一定质量的理想气体从状态 A ，经状态 B 、状态 C ，最后变化到状态 A ，其变化过程的 $P-T$ 图像如图， AB 的延长线通过坐标原点， BC 平行于 T 轴， CA 平行于 P 轴。下列说法正确的是（ ）



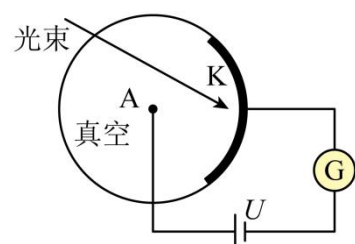
A. $A \rightarrow B$ 过程中，气体对外界做功，温度降低

B. $B \rightarrow C$ 过程中，气体对外界做的功大于气体从外界吸收的热量

C. $C \rightarrow A$ 过程中，外界对气体做的功小于气体向外界放出的热量

D. $A \rightarrow B \rightarrow C$ 过程中，气体从外界吸收的热量大于气体向外界放出的热量

6. 如图为新型火灾报警装置的核心部件紫外线光电管，所接电源电压为 U ，火灾时产生的波长为 λ 的光照射到逸出功为 W_0 的阴极材料 K 上产生光电子，且光电子能全部到达阳极 A ，回路中形成电流 I ，从而触发火灾报警器，已知普朗克常量为 h ，电子的电荷量为 e ，光速为 c 。下列说法正确的是（ ）



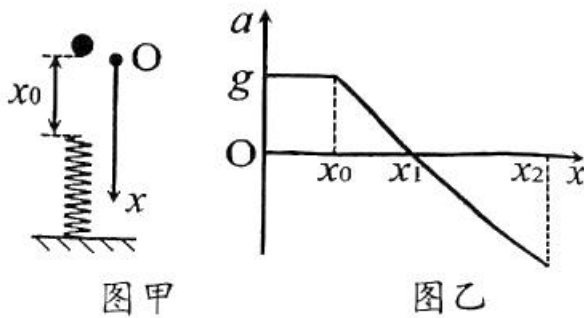
A. 火灾中激发出光电子的光的频率为 $\frac{\lambda}{c}$

B. 阴极 K 上每秒钟产生的光电子数为 Ie

C. 光电管阴极接受到光照用于激发电子的功率为 $\frac{Ihc}{e\lambda}$

D. 光电子经电场加速后到达 A 时的最大动能为 $\frac{hc}{\lambda} - W_0$

7. 如图甲，轻弹簧竖直放置，下端固定在水平地面上，质量为 m 的小球，从弹簧上方 x_0 处静止下落。若以小球开始下落的位置为坐标原点，建立竖直向下坐标轴 Ox ，小球下落至最低点过程中的 $a-x$ 图像如图乙（图中 x_0 ， x_1 ， x_2 ， g 均为已知量），不计空气阻力， g 为重力加速度。下列说法正确的是（ ）



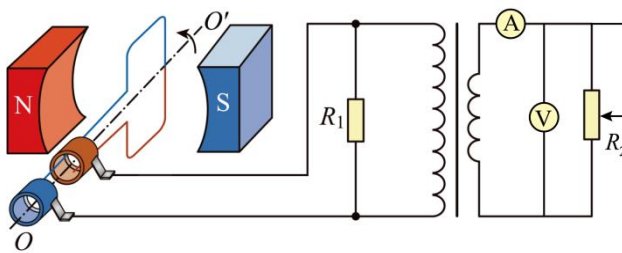
A. x_0 到 x_1 段，小球做加速度逐渐越小的减速运动

B. 弹簧受到的最大弹力为 $\frac{x_2 - x_0}{x_2 - x_1} mg$

C. 该过程中小球与弹簧组成系统的势能变化的最大值为 $mg(x_0 + x_1)$

D. 小球向下运动过程中最大速度为 $\sqrt{g(x_1 + x_0)}$

8. 如图，矩形线框的匝数为 N ，面积为 S ，理想变压器原副线圈匝数比为 2:1，定值电阻 R_1 的阻值为 R ， R_2 为滑动变阻器，线框所处磁场可视为磁感应强度为 B 的匀强磁场，现让线框由图示位置开始绕 OO' 以恒定的角速度 ω 沿逆时针方向转动，忽略线框及导线的电阻，交流电压表、电流表均为理想电表。下列说法正确的是（ ）



A. 图示位置时，线框的输出电压为 $NBS\omega$

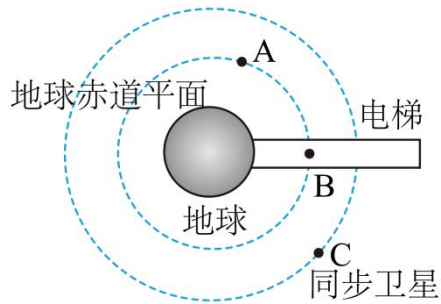
B. 将 R_2 的滑片上滑，线框的输出功率减小

C. 交流电压表 V 的示数为 $\frac{NBS\omega}{2}$

D. 当 $R_2 = R$ 时，矩形线框的输出功率为 $\frac{5N^2 B^2 S^2 \omega^2}{8R}$

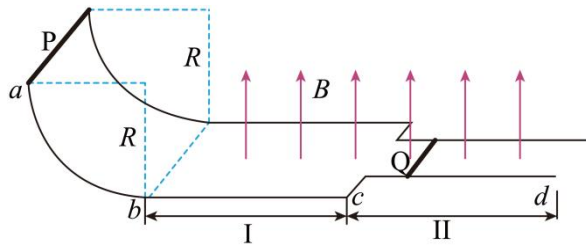
二、多选题（本大题共 2 小题）

9. 电影流浪地球 2 中的太空电梯给观众留下了深刻印象。设想在地球赤道面内有一垂直于地面延伸到太空的电梯，电梯始终相对地面静止，如图，假设某物体 B 乘坐太空电梯到达了图示的位置并停在此处，其与同高度运行的卫星 A、地球同步卫星 C 相比较，下列说法正确的是（ ）



- A. 物体 B 的角速度等于卫星 A 的角速度
- B. 物体 B 的线速度小于卫星 A 的线速度
- C. 卫星 C 的线速度小于卫星 A 的线速度
- D. 若物体 B 突然脱离电梯，B 将与 A 共轨道做圆周运动

10. 如图，光滑平行轨道 $abcd$ 的曲面部分是半径为 R 的四分之一圆弧，水平部分位于竖直向上、大小为 B 的匀强磁场中，导轨 I 部分两导轨间距为 L ，导轨 II 部分两导轨间距为 $\frac{L}{2}$ ，将质量均为 m 的金属棒 P 和 Q 分别置于轨道上的 ab 段和 cd 段，且与轨道垂直。P、Q 棒电阻均为 r ，导轨电阻不计。Q 棒静止，让 P 棒从圆弧最高点静止释放，当 P 棒在导轨 I 部分运动时，Q 棒已达到稳定运动状态。下列说法正确的是（ ）

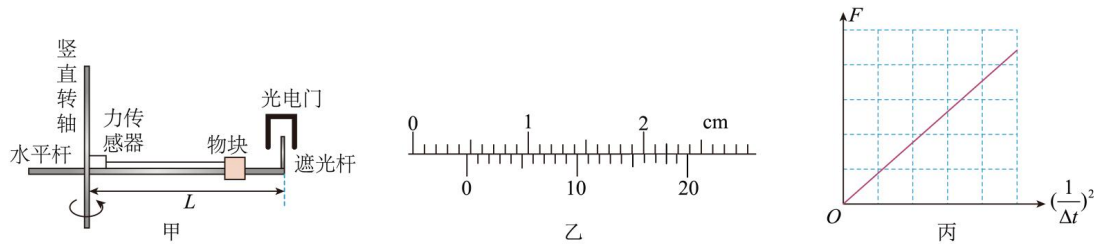


- A. P 棒到达轨道最低点瞬间对轨道压力的大小为 $2mg$
- B. Q 棒第一次稳定运动时速度大小为 $\frac{\sqrt{2gR}}{2}$
- C. Q 棒从开始运动到第一次速度达到稳定，该过程通过 P 棒的电荷量为 $\frac{4m\sqrt{2gR}}{5BL}$
- D. 从 P 棒进入导轨 II 运动到再次稳定过程中，P、Q 棒中产生的总热量为 $\frac{1}{50}mgR$

三、实验题（本大题共 2 小题）

11. 如图甲是某同学探究向心力与角速度关系的实验装置图。竖直转轴固定在电动机转轴上（未画出），光滑水平直杆固定在转轴上，能随转轴一起转动。一套在水平直杆上的物块与固定在转轴上的力传感器用细线连接，细线水平伸直，当物块随水平直杆匀速转动时，细线拉力 F 的大小可由力传感器测得。遮光杆的宽度为 d ，

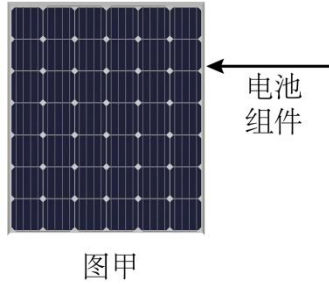
其到转轴的距离固定为 L ，遮光杆经过光电门所用时间为 Δt （挡光时间），物块与竖直转轴间的距离可调。



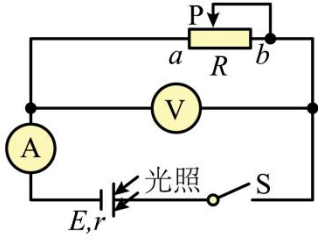
(1) 某次实验测得遮光杆的挡光时间为 Δt_0 ，则物块的角速度 $\omega =$ _____（用 Δt_0 、 d 和 L 表示）。实验中用游标卡尺测遮光杆宽度如图乙，其读数为 _____ mm；

(2) 若保持物块到竖直转轴的中心距离为 S 不变，改变转速得到多组 F 、 Δt 数据，则可画出 $F - \left(\frac{1}{\Delta t}\right)^2$ 图像如图丙，测得图线的斜率为 k ，则物块的质量为 _____（用 S 、 d 、 L 和 k 表示）。

12. 2022 年南京工业大学科研团队在光伏电池领域的研究成果已发表于国际顶级学术期刊《Nature》。光伏电池是通过电池组件将光能直接转变为电能的装置，如图甲。某研究小组取了一片光伏电池板来探究其发电性能，设计了如图乙的实验电路。主要实验步骤如下：

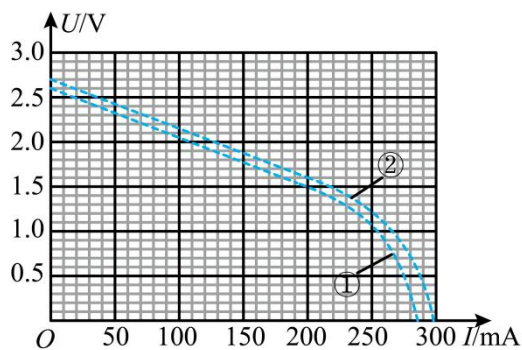


图甲



图乙

- (1) 按电路图连接好实验器材；
- (2) 用强度为 E_0 的光照射该电池，闭合开关 S ，多次调节滑动变阻器 R ，读出多组电压表、电流表的示数；
- (3) 根据读出的电压、电流示数描绘出该电池的 $U-I$ 图像如图丙，其中曲线①、曲线②一条为实验数据曲线，一条为理论曲线（即所有电表当作理想电表处理），则实验数据曲线为 _____（选填“①”或“②”）；
- (4) 由图丙知，当滑动变阻器的滑片 P 由 b 向 a 移动时，该电池的内阻随电流的变化大致趋势是 _____；



图丙

(5) 保持 E_0 光照强度不变, 将该电池与 $R_0 = 5\Omega$ 的定值电阻连接, 通过图丙中实验数据可得此时该电池的电动势 $E = \underline{\hspace{2cm}}$ V, 内阻 $r = \underline{\hspace{2cm}}$ Ω 。(结果保留三位有效数字)

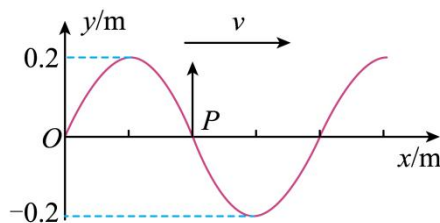
四、解答题(本大题共 3 小题)

13. 如图甲, 水袖舞是中国京剧的特技之一, 因其身姿摇曳、技法神韵倍受人们喜欢。某次表演中演员甩出水袖的波浪可简化为如图乙所示沿 x 轴方向传播的简谐横波, P 、 Q 为该波沿水平传播方向上相距 0.8m 的两个质点, 且横波由 P 传向 Q 。 $t=0$ 时 P 质点正经过平衡位置向上振动, Q 质点正处于波谷(未画出), 图丙为 P 质点振动图像。已知该水袖舞甩出的波长在 0.5m 至 1m 之间, 袖子足够长且忽略传播时振幅的衰减, 求:

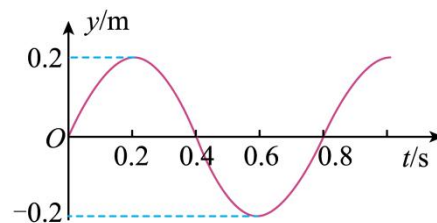
- (1) 质点 P 振动的位移 y 与时间 t 的关系式;
- (2) 该水袖舞形成的简谐波的波速。



图甲



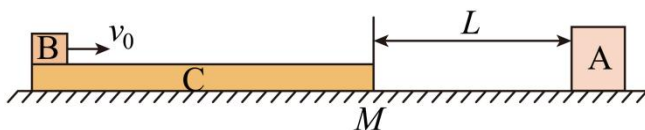
图乙



图丙

14. 如图, 光滑地面上一足够长的木板 C , 其质量为 $2m$, 木板右端在 M 处, 距 M 点 L 处有一质量为 $6m$ 大物块 A , 一质量为 m 的滑块 B , 以 v_0 速度滑上木板 C 左端, 滑块 B 与木板 C 间动摩擦因素为 μ , 滑块 B 与木板 C 共速时木板 C 恰好与大物块 A 发生弹性碰撞, 且时间极短。滑块 B 始终未脱离木板 C , 求:

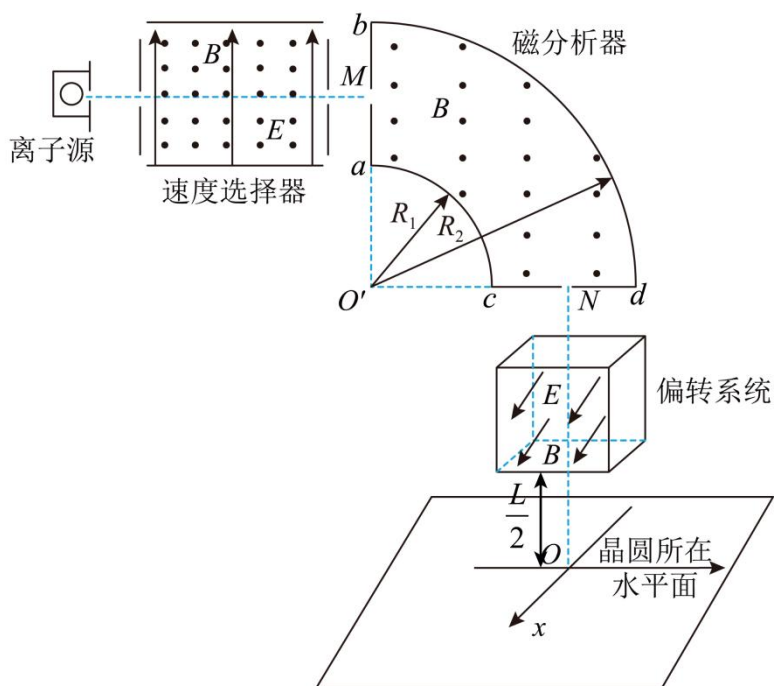
- (1) 滑块 B 与木板 C 间的动摩擦因数;
- (2) 木板 C 与大物块 A 碰后瞬间二者速度大小及木板 C 碰后至静止所需时间。



15. 离子注入是芯片制造中一道重要工序, 如图是其工作示意图, 离子源发出质量为 m 的离子沿水平方向进入速度选择器, 然后从 M 点进入磁分析器(截面为内外半径分别为 R_1 和 R_2 的四分之一圆环), 从 N 点射出, M 、 N 分别为磁分析器 ab 边界和

cd 边界的中点，接着从棱长为 L 的正方体偏转系统上表面中心沿 NO 竖直注入，偏转后落在与偏转系统底面平行的距离为 $\frac{L}{2}$ 的水平面晶圆上（ O 为坐标原点）。已知各器件的电场强度均为 E ，磁感应强度均为 B ，偏转系统中的电场、磁场方向与晶圆面 x 轴正方向同向。不计离子重力，打在晶圆上的离子，经过偏转系统的角度都很小。当 θ 很小时，有 $\sin \theta \approx \tan \theta \approx \theta, \cos \theta \approx 1 - \frac{1}{2}\theta^2$ 。求：

- （1）离子通过速度选择器后的速度大小 v 及磁分析器选择出来离子的电荷量；
- （2）偏转系统仅加电场时，离子在穿出偏转系统整个过程中电势能的变化量；
- （3）偏转系统仅加磁场时，离子注入晶圆的位置坐标 (x, y) （用 R_1 、 R_2 及 L 表示）。



参考答案

1. 【答案】B

【详解】AC. 轻核聚变的核反应方程为 ${}^2_1\text{H}+{}^3_1\text{H}\rightarrow{}^4_2\text{He}+x$ ，根据反应过程满足质量数和电荷数守恒可知， x 为中子 ${}_0^1\text{n}$ ，中子最早是由查德威克通过实验发现的，故AC错误；

B. 根据爱因斯坦质能方程可知，这段时间内，轻核聚变释放的能量为

$$\Delta E = \Delta mc^2$$

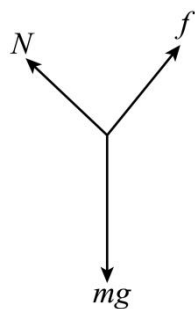
故B正确；

D. 轻核聚变质量亏损，但轻核聚变过程中质量数守恒，故D错误。

故选B。

2. 【答案】A

【详解】A. 缆车通过卡扣固定悬挂在缆索上，在缆索的牵引下一起斜向上匀速运动，对缆车和卡扣受力分析如图：



根据共点力平衡条件可知

$$f = mg \sin 37^\circ = \frac{3}{5}mg$$

故A正确；

BC. 缆索对卡扣的作用力为 mg ，卡扣受到的合外力为0，故BC错误；

D. 运行过程中缆车处于平衡状态，故D错误

故选A。

3. 【答案】C

【详解】A. 在 $0\sim 4\text{s}$ 内，根据法拉第电磁感应定律有

$$E = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = \frac{\Delta B}{\Delta t} S = \frac{4}{4} \times 0.2 \text{V} = 0.2 \text{V}$$

故A错误；

B. 根据闭合电路欧姆定律可知

$$I = \frac{E}{R+r} = \frac{0.2}{6+4} \text{A} = 0.02 \text{A}$$

故B错误；

C. 根据串联电路分压规律可知 R 两端的电压为

$$U = \frac{R}{R+r}E = \frac{6}{6+4} \times 0.2V = 0.12V$$

故 C 正确；

D. 由上述结论，电容器两板的电荷量

$$Q = CU = 1.25 \times 10^{-3} \times 0.12C = 0.15 \times 10^{-3}C$$

故 D 错误。

故选 C。

4. 【答案】B

【详解】设光线在球面发生全反射的临界角为 C ，根据几何关系可得

$$\sin C = \frac{\frac{1}{2}R}{R} = \frac{1}{2}$$

根据全反射临界角公式可得

$$\sin C = \frac{1}{n}$$

联立解得此反光材料的折射率为

$$n = 2$$

故选 B。

5. 【答案】D

【详解】A. 根据理想气体状态方程 $\frac{PV}{T} = C$ ， $A \rightarrow B$ 过程中为一条过原点的直线，

故可知该过程为等容变化，气体对外界不做功，A 错误；

B. $B \rightarrow C$ 过程等压变化，根据盖吕萨克定律可知温度升高体积增大，气体对外做功；温度升高内能增大，根据热力学第一定律

$$\Delta U = W + Q$$

可得气体对外界做的功小于气体从外界吸收的热量，B 错误；

C. $C \rightarrow A$ 过程中等温变化，根据玻意耳定律压强增大体积变小，此时外界对气体做功，因为温度不变，所以气体内能不变，故该过程外界对气体做的功等于气体向外界放出的热量，C 错误；

D. $A \rightarrow B \rightarrow C$ 过程初末状态温度相同，即气体内能相等；根据前面分析， $A \rightarrow B$ 气体对外界不做功， $B \rightarrow C$ 气体对外做功，即过程 $A \rightarrow B \rightarrow C$ 气体对外做功，结合热力学第一定律

$$\Delta U = W + Q, \quad W < 0, \quad \Delta U = 0$$

可知 $Q > 0$ ，故该过程中气体从外界吸收的热量大于气体向外界放出的热量，D 正确。

故选 D。

6. 【答案】C

【详解】A. 根据

$$c = \frac{\lambda}{T} = \lambda \nu$$

解得

$$\nu = \frac{c}{\lambda}$$

A 错误；

B. 根据

$$I = \frac{q}{t}, \quad n = \frac{q}{e}$$

解得时间内产生的光电子数为

$$n' = \frac{n}{t} = \frac{I}{e}$$

B 错误；

C. 光电管阴极接受到光照用于激发电子的功率

$$P = n' h \nu$$

由于

$$\nu = \frac{c}{\lambda}$$

结合上述解得

$$P = \frac{I h c}{e \lambda}$$

C 正确；

D. 光电子逸出阴极 K 时的最大动能

$$E_{k \max 1} = h \nu - W_0$$

电场加速后

$$eU = E_{k \max 2} - E_{k \max 1}$$

结合上述解得

$$E_{k \max 2} = eU + \frac{h c}{\lambda} - W_0$$

D 错误。

故选 C。

7. 【答案】D

【详解】A. 钢锯条图甲可知，小球与弹簧刚刚接触，压缩量较小时，重力大于弹簧的弹力，即 x_0 到 x_1 段，小球做加速度逐渐越小的加速运动，A 错误；

B. 根据图乙可知，在 x_1 位置，加速度为 0，则有

$$k(x_1 - x_0) = mg$$

随后进一步向下压缩弹簧，最大压缩量为 x_2 ，此时速度减为 0，则此时弹力最大为

$$F_{\max} = k(x_2 - x_0)$$

解得

$$F_{\max} = \frac{mg(x_2 - x_0)}{x_1 - x_0}$$

B 错误；

C. 该过程中小球与弹簧组成系统的机械能守恒，即只有动能、势能（包含重力势能与弹性势能）的转化，在加速度为 0 时，小球速度最大，动能最大，即小球运动至

x_1 位置时，重力势能减小了 mgx_1 ，减小的重力势能转化为弹性势能与动能，可知小球与弹簧组成系统的势能变化的最大值小于 mgx_1 ，C 错误；

D. 根据上述，小球运动至 x_1 位置时，加速度为 0 时，小球速度最大，根据图乙可知，将纵坐标乘以小球质量 m ，纵坐标表示合力，则图像的面积表示合力做功，则有

$$mgx_0 + \frac{(x_1 - x_0)mg}{2} = \frac{1}{2}mv_{\max}^2$$

解得

$$v_{\max} = \sqrt{g(x_1 + x_0)}$$

D 正确。

故选 D。

8. 【答案】D

【详解】A. 图示位置为中性面，穿过线框的磁通量最大，产生的感应电动势为 0，即图示位置时，线框的输出电压为 0，A 错误；

B. 线框转速一定，输出电压一定，即变压器原线圈两端电压一定，根据电压匝数关系，副线圈两端电压一定， R_2 的滑片上滑，接入电阻减小，副线圈中电流增大，则副线圈输出功率增大，原线圈中输入功率增大，定值电阻两端电压与原线圈电压相等，为一定值，即定值电阻消耗功率不变，可知， R_2 的滑片上滑，线框的输出功率增大，B 错误；

C. 线框电阻不计，线框的输出电压的最大值为 $NBS\omega$ ，则有效值为

$$U_1 = \frac{NBS\omega}{\sqrt{2}}$$

根据

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

解得

$$U_2 = \frac{\sqrt{2}NBS\omega}{4}$$

即交流电压表 V 的示数为 $\frac{\sqrt{2}NBS\omega}{4}$ ，C 错误；

D. 定值电阻消耗的功率

$$P_1 = \frac{U_2^2}{R} = \frac{N^2 B^2 S^2 \omega^2}{2R}$$

滑动变阻器消耗的功率

$$P_2 = \frac{U_1^2}{R} = \frac{N^2 B^2 S^2 \omega^2}{8R}$$

则矩形线框的输出功率为

$$P = P_1 + P_2 = \frac{5N^2 B^2 S^2 \omega^2}{8R}$$

D 正确。

故选 D。

9. 【答案】BC

【详解】A. 根据

$$G \frac{Mm}{r^2} = m\omega^2 r$$

解得

$$\omega = \sqrt{\frac{GM}{r^3}}$$

对于卫星 A、C，由于卫星 A 的轨道半径小于 C 的轨道半径，则卫星 A 的角速度大于卫星 C 的角速度，由于 B、C 属于同轴转动，两者角速度相等，则物体 B 的角速度小于卫星 A 的角速度，A 错误；

B. 根据

$$v = \omega r$$

由于 B、A 圆周半径相等，物体 B 的角速度小于卫星 A 的角速度，则物体 B 的线速度小于卫星 A 的线速度，B 正确；

C. 根据

$$G \frac{Mm}{r^2} = m \frac{v^2}{r}$$

解得

$$v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$$

由于对于卫星 A、C，由于卫星 A 的轨道半径小于 C 的轨道半径，则卫星 C 的线速度小于卫星 A 的线速度，C 正确；

D. 根据上述，物体 B 的线速度小于卫星 A 的线速度，对 A 由万有引力提供圆周运动的向心力，则对 B，其万有引力必定大于其圆周运动的向心力，可知若物体 B 突然脱离电梯，B 将脱离该轨道做靠近地心的运动，即 B 将与 A 不再共轨道做圆周运动，D 错误。

故选 BC。

10. 【答案】CD

【详解】A. P 棒到达轨道最低点时速度大小设为 v_0 ，根据机械能守恒定律得

$$mgR = \frac{1}{2}mv_0^2$$

根据牛顿第二定律得

$$F_N - mg = \frac{mv_0^2}{R}$$

解得

$$F_N = 3mg$$

由牛顿第三定律可得，P 棒到达轨道最低点瞬间对轨道压力的大小为 $3mg$ ，故 A 错误；

BC. 设 Q 棒第一次稳定运动时的速度为 v_Q , P 棒的速度为 v_P , 则有

$$BLv_P = B \cdot \frac{L}{2} \cdot v_Q$$

Q 棒从开始运动到第一次速度达到稳定过程中, 对 P、Q 棒分别分析, 由动量定理可得

$$B\bar{I}Lt = mv_0 - mv_P$$

$$B\bar{I} \cdot \frac{L}{2} \cdot t = mv_Q$$

又因

$$q = \bar{I}t$$

解得

$$v_P = \frac{1}{5}\sqrt{2gR}$$

$$v_Q = \frac{2}{5}\sqrt{2gR}$$

$$q = \frac{4m\sqrt{2gR}}{5BL}$$

故 B 错误, C 正确;

D. 从 P 棒进入导轨 II 运动后, 两棒速度稳定时, 速度相同, 设稳定速度为 v 。由动量守恒定律得

$$mv_P + mv_Q = 2mv$$

由能量守恒定律得 P、Q 棒中产生的总热量为

$$Q = \frac{1}{2}mv_P^2 + \frac{1}{2}mv_Q^2 - \frac{1}{2} \cdot 2mv^2$$

解得

$$Q = \frac{1}{50}mgR$$

故 D 正确。

故选 CD。

11. 【答案】 $\frac{d}{L\Delta t_0}$ 4.90 $\frac{kL^2}{Sd^2}$

【详解】 (1) [1] 根据

$$v = \omega L$$

又

$$v = \frac{d}{\Delta t_0}$$

解得

$$\omega = \frac{d}{L\Delta t_0}$$

[2] 游标卡尺读数为

$$4\text{mm} + 18 \times 0.05\text{mm} = 4.90\text{mm}$$

(2) [3]依题意, 有

$$F = m\omega^2 S = mS \left(\frac{d}{L\Delta t} \right)^2 = mS \left(\frac{d}{L} \right)^2 \left(\frac{1}{\Delta t} \right)^2$$

图线的斜率为 k , 则有

$$mS \left(\frac{d}{L} \right)^2 = k$$

解得

$$m = \frac{kL^2}{Sd^2}$$

12. 【答案】 ① 电流增大, 电池的内阻变大 2.70 6.25

【详解】(1) [1]根据图乙可知, 实验的系统误差在于电流表的分压, 若将电流表与电源等效为一个电源, 则电压表的测量值实际是等效电源的路端电压, 电流表的测量值实际是通过等效电源的干路电流, 即利用 $U-I$ 图像测得的内阻为等效电源的内阻, 即为电源内阻与电流表内阻之和, 即内阻的测量值大于真实值, 在 $U-I$ 图像中, 图线某点切线斜率的绝对值表示内阻大小, 根据上述可知对于相同的电流, 即理论曲线的切线比实验数据曲线的切线平缓一些, 则由图丙可知, 曲线①陡峭一些, 为实验数据曲线、曲线②平缓一些, 为理论曲线, 即实验数据曲线为①。

(2) [2]当滑动变阻器的滑片 P 由 b 向 a 移动时, 接入电阻减小, 电流增大, 图像切线的斜率的绝对值越来越大, 即电源内阻变大, 可知当滑动变阻器的滑片 P 由 b 向 a 移动时, 该电池的内阻随电流的变化大致趋势是电流增大, 电池的内阻变大。

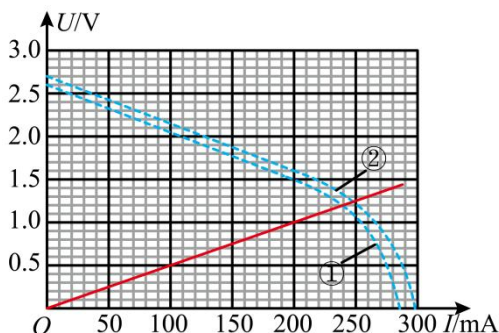
(3) [3]根据

$$U = E - Ir$$

可知, 图线与 U 轴的截距表示电动势, 即有

$$E = 2.70\text{V}$$

[4]在图中作出定值电阻的 $U-I$ 图像如图所示



根据图像可知, 此时定值电阻的 $U-I$ 图像与实验数据曲线①交点坐标为 $(240\text{mA}, 1.2\text{V})$, 根据

$$I = \frac{E}{R_0 + r}$$

解得

$$r = 6.25\Omega$$

13. 【答案】 (1) $y = 0.2 \sin \frac{5\pi}{2} t (\text{m})$; (2) 0.8m/s

【详解】 (1) 根据图丙可知

$$T = 0.8 \text{s}, \quad A = 0.2 \text{m}$$

由于 $t=0$ 时 P 质点正经过平衡位置向上振动, 则其振动的位移 y 与时间 t 的关系式为

$$y = A \sin \frac{2\pi}{T} t = 0.2 \sin \frac{2\pi}{0.8} t (\text{m}) = 0.2 \sin \frac{5\pi}{2} t (\text{m})$$

(2) P 、 Q 为该波沿水平传播方向上相距 0.8m 的两个质点, 且 $t=0$ 时 P 质点正经过平衡位置向上振动, Q 质点正处于波谷, 则有

$$\Delta x = n\lambda + \frac{1}{4}\lambda \quad (n=0, 1, 2, 3\cdots)$$

解得

$$\lambda = \frac{16}{20n+5} \text{m} \quad (n=0, 1, 2, 3\cdots)$$

根据题意有

$$0.5 \text{m} \leq \lambda \leq 1 \text{m}$$

解得

$$0.55 \leq n \leq 1.35$$

即取

$$n = 1$$

则有

$$\lambda = \frac{16}{25} \text{m}$$

则谐波的波速为

$$v = \frac{\lambda}{T} = 0.8 \text{m/s}$$

14. 【答案】 (1) $\frac{v_0^2}{9gL}$; (2) $\frac{v_0}{6}, \frac{v_0}{6}, \frac{3L}{v_0}$

【详解】 (1) 对 B、C 有

$$mv_0 = (m+2m)v_1$$

对 C 有

$$\mu mgL = \frac{1}{2} \times 2mv_1^2$$

解得

$$\mu = \frac{v_0^2}{9gL}$$

(2) 对 C、A 有

$$2mv_1 = 2mv_2 + 6mv_3, \quad \frac{1}{2} \times 2mv_1^2 = \frac{1}{2} \times 2mv_2^2 + \frac{1}{2} \times 6mv_3^2$$

解得

$$v_2 = -\frac{v_0}{6}, \quad v_3 = \frac{v_0}{6}$$

可知，碰后 C、A 速度大小均为 $\frac{v_0}{6}$ 。碰后对 B、C 有

$$mv_1 + 2mv_2 = (m + 2m)v_4$$

解得

$$v_4 = 0$$

表明两者同时减速至 0，则对 C 有

$$-\mu mgt = 2mv_2$$

解得

$$t = \frac{3L}{v_0}$$

15. 【答案】 (1) $v = \frac{E}{B}$, $q = \frac{2mE}{(R_1 + R_2)B^2}$; (2) $-\frac{2mL^2E^2}{(R_1 + R_2)^2B^2}$; (3) $\left(0, \frac{2L^2}{R_1 + R_2}\right)$

【详解】 (1) 粒子通过速度选择器时，根据平衡条件，有

$$qvB = qE$$

可得离子速度为

$$v = \frac{E}{B}$$

从磁分析器中心孔 N 射出离子的运动半径为

$$R = \frac{R_1 + R_2}{2}$$

根据洛伦兹力提供向心力

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

可得

$$q = \frac{2mE}{(R_1 + R_2)B^2}$$

(2) 经过电场后，粒子在 x 方向偏转的距离为

$$x = \frac{1}{2}at^2$$

加速度为

$$a = \frac{qE}{m}$$

运动时间

$$t = \frac{L}{v}$$

解得

$$x = \frac{L^2}{R_1 + R_2}$$

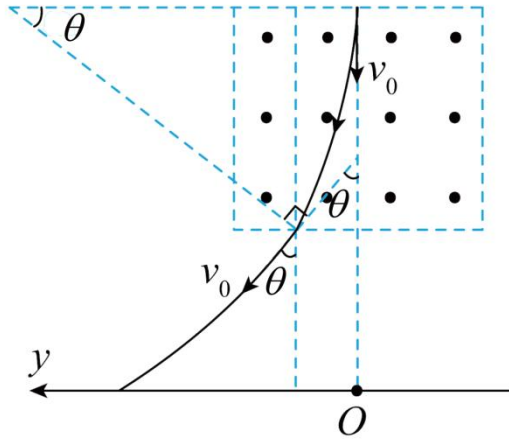
离子在穿出偏转系统整个过程中电势能的变化量为

$$\Delta E = -qEx = -\frac{2mL^2 E^2}{(R_1 + R_2)^2 B^2}$$

(3) 偏转系统仅加磁场时，离子沿 y 轴正方向偏转，则有

$$x=0$$

作出粒子在偏转系统中的轨迹如图所示



根据几何关系有

$$y = \frac{L}{2} \tan \theta + R - R \cos \theta, \quad \sin \theta = \frac{L}{R}$$

当 θ 很小时，有

$$\sin \theta \approx \tan \theta \approx \theta, \quad \cos \theta \approx 1 - \frac{1}{2} \theta^2$$

解得

$$y = \frac{2L^2}{R_1 + R_2}$$

即离子注入晶圆的位置坐标为 $\left(0, \frac{2L^2}{R_1 + R_2}\right)$ 。