

2024 年江苏省高考物理模拟试卷（三）

一、单选题

- 下列说法正确的是（ ）
 - 空中的小雨滴呈球形是水的重力作用的结果
 - 物体的内能变化时，其温度一定变化
 - 电冰箱通电后把冰箱内低温物体的热量传到箱外高温物体，没有违背热力学第二定律
 - 春季，柳絮像雪花般在空中飞舞是一种布朗运动
- 关于物理思想方法，下列叙述不正确的是（ ）
 - 许多物理量采用“比值法”进行定义， $I = \frac{U}{R}$ 就是电流的比值法定义式
 - 质点、自由落体运动、单摆都是物理理想模型
 - 重力的作用点在重心，这是一种等效替代的思想
 - 借助激光笔及平面镜观察桌面的微小形变的实验中，运用了放大的思想
- 为了提高松树上松果的采摘率和工作效率，工程技术人员利用松果的惯性发明了用打击杆、振动器使松果落下的两种装置，如图甲、乙所示。则（ ）



甲



乙

- 打击杆对不同粗细树干打击结束后，树干的振动频率相同
 - 随着振动器频率的增加，树干振动的幅度一定增大
 - 稳定后，不同粗细树干的振动频率始终与振动器的振动频率相同
 - 振动器工人开动机器后迅速远离振动器，他听到的振动器声调不变
- 初速度为 0 的电子束通过电场加速后，照射到金属晶格上，得到如图所示的电子衍射图样。已知电子质量为 m ，电荷量为 e ，加速电压为 U ，普朗克常量为 h ，则（ ）



- A. 该实验说明电子具有粒子性
- B. 电子离开电场时的物质波波长为 $\frac{h}{\sqrt{2meU}}$
- C. 加速电压 U 越小，电子的衍射现象越不明显
- D. 若用相同动能的质子替代电子，衍射现象将更加明显

5. 如图 1 所示是一款光电烟雾探测器的原理图。当有烟雾进入时，来自光源 S 的光被烟雾散射后进入光电管 C ，光射到光电管中的钠表面时会产生光电流。如果产生的光电流大于 10^{-8}A ，便会触发报警系统。金属钠的遏止电压 U_c 随入射光频率 ν 的变化规律如图 2 所示，则（ ）

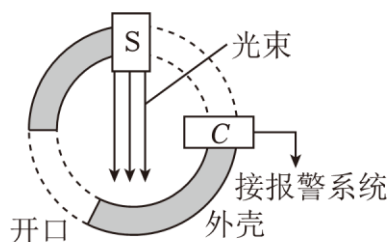


图1

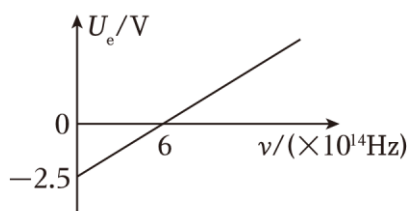
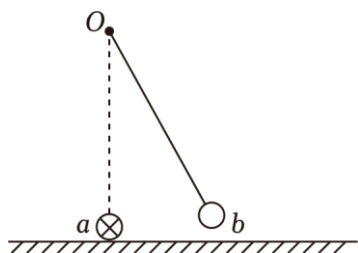


图2

- A. 要使该探测器正常工作，光源 S 发出的光波波长不能小于 $5.0 \times 10^7\text{m}$
 - B. 图 2 中图像斜率的物理意义为普朗克常量 h
 - C. 触发报警系统时钠表面每秒释放出的光电子数最少是 $N=6.25 \times 10^{10}$ 个
 - D. 通过调节光源发光的强度来调整光电烟雾探测器的灵敏度是不可行的
6. 两根通电直导线 a 、 b 相互平行， a 通有垂直纸面向里的电流，固定在 O 点正下方的地面上； b 通过一端系于 O 点的绝缘细线悬挂，且 $Oa=Ob$ ， b 静止时的截面图如图所示。若 a 中电流大小保持不变， b 中的电流缓慢增大，则在 b 缓慢移动的过程中（ ）

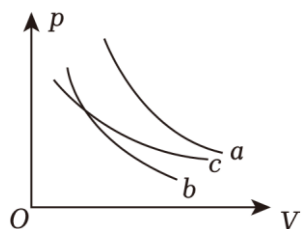


- A. 细线对 b 的拉力逐渐变小
- B. 地面对 a 的作用力变小

C. 细线对 b 的拉力逐渐变大

D. 地面对 a 的作用力变大

7. “用 DIS 研究在温度不变时，一定质量的气体压强与体积的关系”实验中，三位同学根据实验数据得到的 $p-V$ 图像分别如图线 a、b、c 所示。若 a、b 是不重合的两条双曲线，c 与 b 相交，则（ ）



A. a、b 不重合是由于 b 气体质量大

B. a、b 不重合是由于 b 气体温度高

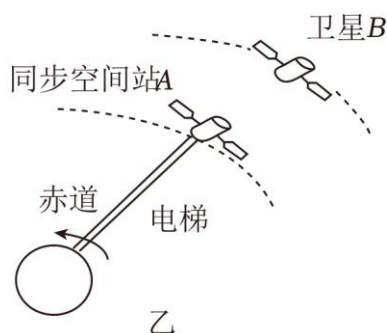
C. 产生 c 图线可能是容器密闭性不好

D. 产生 c 图线可能是推动活塞过于快速

8. 国产科幻大片《流浪地球 2》中提出太空电梯设想，其原理如图所示。假设有一太空电梯轨道连接地球赤道上的固定基地与同步空间站 A，空间站 A 相对地球静止，某时刻电梯停靠在轨道某位置，卫星 B 与同步空间站 A 的运行方向相同，此时二者距离最近，经过时间 t 后，A、B 第一次相距最远。已知地球自转周期为 T ，则下列说法正确的是（ ）



甲



乙

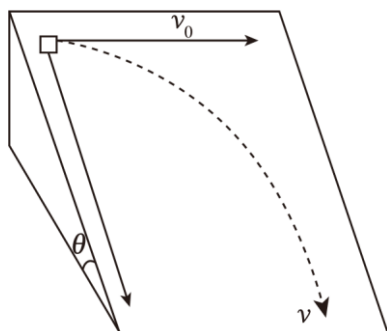
A. 太空电梯内的乘客处于完全失重状态

B. 电梯轨道对电梯的作用力方向指向地心

C. 电梯轨道外部一物体脱落后将做匀速圆周运动

D. 卫星 B 绕地球做圆周运动的周期为 $\frac{2Tt}{2t-T}$

9. 如图所示，足够大的粗糙斜面倾角为 θ ，小滑块以大小为 v_0 的水平初速度开始沿斜面运动，经过一段时间后，小滑块速度大小为 v 、方向与初速度垂直。此过程小滑块加速度的最大值为 a_1 、最小值为 a_2 。已知小滑块与斜面动摩擦因数 $\mu = \tan\theta$ ，则（ ）



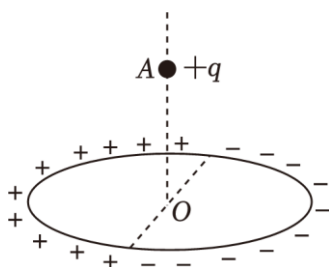
A. $v=v_0$

B. $v>v_0$

C. $a_2=\sqrt{2}g\sin\theta$

D. $a_1=\sqrt{2}g\sin\theta$

10. 如图，水平面内一绝缘细圆环的左、右半圆分别均匀分布着等量异种电荷。在过圆心与环面垂直的轴线上 A 点有一质量为 m 电量为 $+q$ 小球在外力 F 的作用下恰能沿轴线运动，则（ ）



A. O 点场强方向水平向左

B. 由 A 至 O 点场强先变大后变小

C. 小球运动过程电势能不变

D. 若小球沿轴线做匀变速运动，则外力 F 方向不变

二、实验题

11. 在“测量金属丝的电阻率”的实验中，某同学选择一根粗细均匀、阻值约为 5Ω 的电阻丝进行测量。

(1) 先测量电阻丝的长度，再用螺旋测微器测量其直径，结果如图 1 所示为 _____mm。

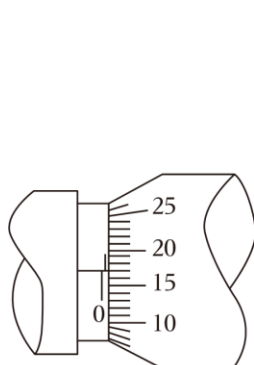


图1

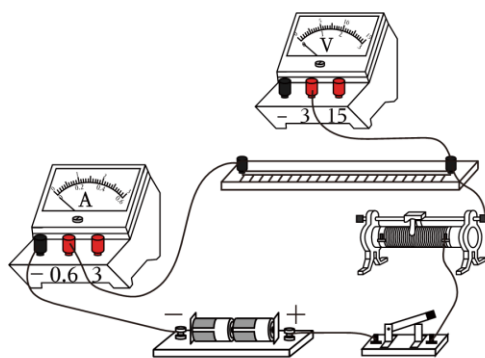


图2

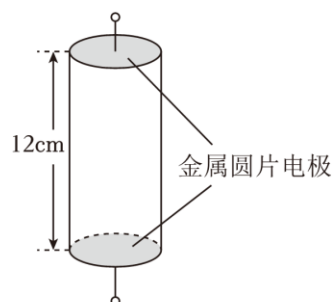


图3

(2) 现有电源（电动势 E 为 $3.0V$ ，内阻不计）、开关和导线若干，以及下列器材：

A. 电流表（量程 $0\sim 0.6A$ ，内阻约 0.2Ω ）

B. 电压表（量程 $0\sim 3\text{V}$ ，内阻约 $3\text{k}\Omega$ ）

C. 滑动变阻器（ $0\sim 5\Omega$ ，额定电流 2A ）

D. 滑动变阻器（ $0\sim 200\Omega$ ，额定电流 1A ）

为减小误差，且电压调节范围尽量大，滑动变阻器应选 _____（填器材前的字母）。

（3）补充完成图 2 中实物间的连线 _____。

（4）上述实验，下列说法正确的是 _____。

A. 多次测量金属丝直径并求平均值可以减小系统误差

B. 用电压—电流图像处理实验数据求金属丝电阻可以减小偶然误差

C. 电压表分流会导致电阻测量值偏小

D. 电流表分压会导致电阻测量值偏大

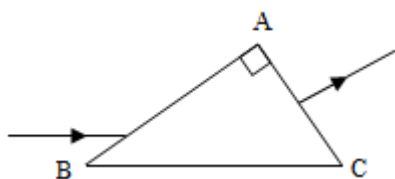
（5）电导率是电阻率的倒数，常用单位是 $(\Omega\cdot\text{cm})^{-1}$ 。电导率是反映水质的一项重要指标。某种饮用水的电导率约为 $1.0\times 10^{-3}(\Omega\cdot\text{cm})^{-1}$ 。将该饮用水灌入一个高约 12cm 、容积约 240mL 的薄壁塑料瓶（如图 3 所示），瓶的两端用两个略小于瓶底面积的固定金属圆片电极密封。使说明采用图 2 中的实验器材能否较为精确地测量该饮用水的电导率。 _____。

三、解答题

12. 如图，直角三角形 ABC 为一棱镜的横截面， $\angle A=90^\circ$ ， $\angle B=30^\circ$ 。一束光线平行于底边 BC 射到 AB 边上并进入棱镜，然后垂直于 AC 边射出。

（i）求棱镜的折射率；

（ii）保持 AB 边上的入射点不变，逐渐减小入射角，直到 BC 边上恰好有光线射出。求此时 AB 边上入射角的正弦。



13. 湖面上停放甲、乙两条船，它们相距 30m ，一列水波正在湖面上沿两船连线方向传播，观察到甲船从开始振动的 1min 内上下振荡 30 次，而乙船在这个时间内上下振荡 28 次。求：

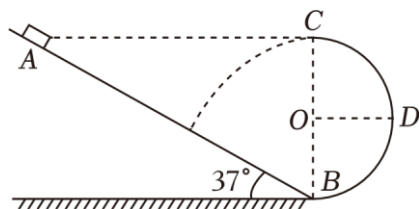
①这列波的周期；

②水波在水面上传播的速度。

14. 如图所示，倾角为 37° 的粗糙斜面 AB 底端与半径 $R=0.4\text{m}$ 的光滑半圆轨道 BC 平滑相连， O 为轨道圆心， BC 为圆轨道直径且处于竖直方向， A 、 C 两点等高。质量 $m=1\text{kg}$ 的滑块从 A 点由静止开始下

滑，恰能滑到与 O 等高的 D 点， g 取 10m/s^2 ， $\sin 37^\circ = 0.6$ ， $\cos 37^\circ = 0.8$ 。

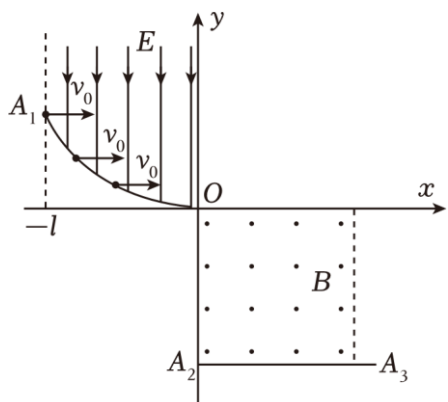
- (1) 求滑块与斜面间的动摩擦因数 μ 。
- (2) 若使滑块能到达 C 点，求滑块从 A 点沿斜面滑下时的初速度 v_0 的最小值。
- (3) 若滑块离开 C 处的速度大小为 4m/s ，求滑块从 C 点飞出至落到斜面上的时间 t 。



15. 如图所示，在第二象限内有一抛物线的边界 A_1O ，其方程为 $y = \frac{x^2}{21}$ ($-1 \leq x < 0$)，在抛物线的上方存在一竖直向下的匀强电场。在抛物线 A_1O 每个位置上连续发射质量为 m 、电荷量为 $+q$ 的粒子，粒子均以大小为 v_0 的初速度水平向右射入电场，所有粒子均能到达原点 O，第四象限内有一边长为 l 、其中两条边分别与 x 轴、 y 轴重合的正方形边界，边界内存在垂直于纸面向外、磁感应强度大小为 $\frac{2mv_0}{q1}$ 的匀

强磁场， A_2A_3 为与 x 轴平行的可上下移动的荧光屏，初始位置与磁场的下边界重合，不计粒子重力及粒子间的相互作用力，粒子打到荧光屏上即被吸收。

- (1) 求电场强度的大小 E ；
- (2) 求粒子在磁场中运动的最短时间 $t_{\min}$ ；
- (3) 若将荧光屏缓慢向上移动，求在向上移动的过程中屏上的最大发光长度 l_m 。



2024 年江苏省高考物理模拟试卷（三）

参考答案与试题解析

一、单选题

1. 下列说法正确的是（ ）

- A. 空中的小雨滴呈球形是水的重力作用的结果
- B. 物体的内能变化时，其温度一定变化
- C. 电冰箱通电后把冰箱内低温物体的热量传到箱外高温物体，没有违背热力学第二定律
- D. 春季，柳絮像雪花般在空中飞舞是一种布朗运动

【答案】C

【分析】根据液体分子表面张力、与内能有关的因素、热力学第二定律和布朗运动的相关知识分析即可。

【解答】解：A. 液体表面分子间距离大于液体内部分子间的距离，液面分子间表现为引力，空中的小雨滴呈球形是水的表面张力作用的结果，故 A 错误；

B. 物体的内能变化时，其温度不一定变化，例如 0°C 的冰融化成同温度的水时，故 B 错误；

C. 电冰箱可以把热量从箱内低温物体传到箱外高温物体是在压缩机的作用下导致的，并不是自发的，而是消耗了电能，所以没有违背热力学第二定律，故 C 正确；

D. 布朗运动用肉眼是观察不到的，则春季，柳絮像雪花般在空中飞舞不是一种布朗运动，故 D 错误。

故选：C。

2. 关于物理思想方法，下列叙述不正确的是（ ）

- A. 许多物理量采用“比值法”进行定义， $I = \frac{U}{R}$ 就是电流的比值法定义式
- B. 质点、自由落体运动、单摆都是物理理想模型
- C. 重力的作用点在重心，这是一种等效替代的思想
- D. 借助激光笔及平面镜观察桌面的微小形变的实验中，运用了放大的思想

【答案】A

【分析】根据比值定义法和电流强度的物理意义分析判断；质点、单摆都是实际物体在一定条件下的科学抽象，是采用了建立理想化的物理模型的方法；重心是重力的等效作用点；观察桌面的微小形变的实验中，运用了放大的思想。

【解答】解：A. 许多物理量采用“比值法”进行定义， $I = \frac{q}{t}$ 是电流的比值法定义式，故 A 错误；

B. 质点并不存在，自由落体运动、单摆忽略了空气的阻力，故质点、自由落体运动、单摆都是物理理

想模型，故 B 正确；

C. 重心是重力的等效作用点，重心概念的建立应用了等效替代的思想，故 C 正确；

D. 借助激光笔及平面镜观察桌面的微小形变的实验中，运用了放大的思想，故 D 正确。

本题选不正确的，

故选：A。

3. 为了提高松树上松果的采摘率和工作效率，工程技术人员利用松果的惯性发明了用打击杆、振动器使松果落下的两种装置，如图甲、乙所示。则（ ）



- A. 打击杆对不同粗细树干打击结束后，树干的振动频率相同
B. 随着振动器频率的增加，树干振动的幅度一定增大
C. 稳定后，不同粗细树干的振动频率始终与振动器的振动频率相同
D. 振动器工人开动机器后迅速远离振动器，他听到的振动器声调不变

【答案】C

【分析】打击结束后，树干做阻尼振动，阻尼振动的频率为树干的固有频率；根据共振产生的条件，可知当振动器的振动频率等于或接近树木的固有频率时产生共振，使松树上松果得振动幅度增大；受迫振动的频率等于周期性外力的频率；根据多普勒效应分析。

【解答】解：A. 打击结束后，树干做阻尼振动，阻尼振动的频率为树干的固有频率，此时粗细不同的树干振动频率不同，故 A 错误；

B. 当振动器的振动频率等于树木的固有频率时产生共振，此时树干的振幅最大，当振动频率大于树木的固有频率时，随着振动器频率的增加，树干振动的幅度将减小，故 B 错误；

C. 受迫振动的频率等于周期性外力的频率，树干在振动器的振动下做受迫振动，则稳定后，不同粗细树干的振动频率始终与振动器的振动频率相同，故 C 正确；

D. 根据多普勒效应，振动器工人开动机器后迅速远离振动器，他听到的振动器频率变小，声调将变低，故 D 错误；

故选：C。

4. 初速度为 0 的电子束通过电场加速后，照射到金属晶格上，得到如图所示的电子衍射图样。已知电子质量为 m ，电荷量为 e ，加速电压为 U ，普朗克常量为 h ，则（ ）



- A. 该实验说明电子具有粒子性
 B. 电子离开电场时的物质波波长为 $\frac{h}{\sqrt{2meU}}$
 C. 加速电压 U 越小，电子的衍射现象越不明显
 D. 若用相同动能的质子替代电子，衍射现象将更加明显

【答案】B

【分析】衍射图样说明粒子的波动性；根据动能定理计算出电子的速度，结合动量的概念得出电子的动量和波长，由此判断出衍射现象与加速电压的关系；质子的质量比电子更大，则质子的动量更大，由此分析出波长的变化和衍射现象的变化。

【解答】解：A. 衍射是波的特性，电子衍射实验说明电子具有波动性，故 A 错误；

B. 电子离开电场时的速度为 v ，由动能定理得：

$$Ue = \frac{1}{2}mv^2$$

$$\text{解得： } v = \sqrt{\frac{2Ue}{m}}$$

电子离开电场时的动量大小为：

$$p = mv$$

物质波波长为：

$$\lambda = \frac{h}{p}$$

联立解得： $\lambda = \frac{h}{\sqrt{2meU}}$ ，故 B 正确；

C. 波的波长越大，衍射现象越明显，由电子的物质波波长可得， U 越大，波长越小，衍射现象越不明显，故 C 错误；

D. 若用相同动能的质子替代电子，质量增大，物质波波长减小，衍射现象越不明显，故 D 错误。

故选：B。

5. 如图 1 所示是一款光电烟雾探测器的原理图。当有烟雾进入时，来自光源 S 的光被烟雾散射后进入光电管 C，光射到光电管中的钠表面时会产生光电流。如果产生的光电流大于 10^{-8}A ，便会触发报警系统。金属钠的遏止电压 U_c 随入射光频率 ν 的变化规律如图 2 所示，则（ ）

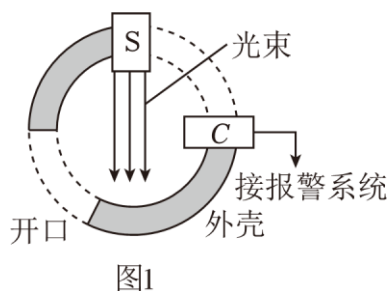


图1

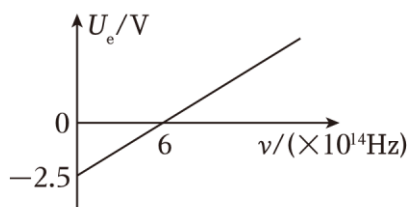


图2

- A. 要使该探测器正常工作，光源 S 发出的光波波长不能小于 $5.0 \times 10^7\text{m}$
- B. 图 2 中图像斜率的物理意义为普朗克常量 h
- C. 触发报警系统时钠表面每秒释放出的光电子数最少是 $N=6.25 \times 10^{10}$ 个
- D. 通过调节光源发光的强度来调整光电烟雾探测器的灵敏度是不可行的

【答案】C

【分析】根据题目条件得出金属的截止频率，结合波长和频率的关系得出光的最大波长；

根据光电效应方程结合动能定理得出遏止电压与频率的关系，结合图像的物理意义完成分析；

根据电流的定义式得出每秒产生光子的数量；

理解光电烟雾探测器的灵敏度的影响因素并完成分析。

【解答】解：A. 根据题意可知金属的截止频率为 $\nu_c = 6 \times 10^{14}\text{Hz}$ ，则有

$$\lambda = \frac{c}{\nu_c} = \frac{3.0 \times 10^8}{6.0 \times 10^{14}}\text{m} = 5.0 \times 10^{-7}\text{m}$$

所以光源 S 发出的光波波长不能大于 $5.0 \times 10^{-7}\text{m}$ ，故 A 错误；

B. 根据遏止电压与光电子的最大初动能之间的关系，同时结合爱因斯坦的光电效应方程可得 $eU_c = E_k = h\nu - h\nu_c$

$$\text{整理得：} U_c = \frac{h}{e} \nu - \frac{h}{e} \nu_c$$

由此可得图像的斜率为 $\frac{h}{e}$ ，故 B 错误；

C. 当光电流等于 10^{-8}A 时，根据电流的定义式可知每秒产生的光子的个数为：

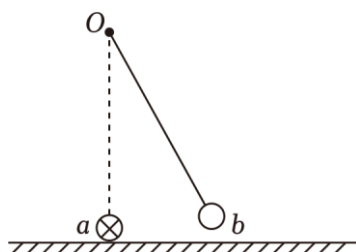
$$N = \frac{It}{e} = \frac{10^{-8} \times 1}{1.6 \times 10^{-19}} = 6.25 \times 10^{10} \text{ 个，故 C 正确；}$$

D. 当光源 S 发出的光能使光电管发生光电效应，则光源越强，被烟雾散射进入光电管的光就越多，越

容易探测到烟雾，也就是说光电烟雾探测器灵敏度越高，故 D 错误。

故选：C。

6. 两根通电直导线 a、b 相互平行，a 通有垂直纸面向里的电流，固定在 O 点正下方的地面上；b 通过一端系于 O 点的绝缘细线悬挂，且 $Oa=Ob$ ，b 静止时的截面图如图所示。若 a 中电流大小保持不变，b 中的电流缓慢增大，则在 b 缓慢移动的过程中（ ）

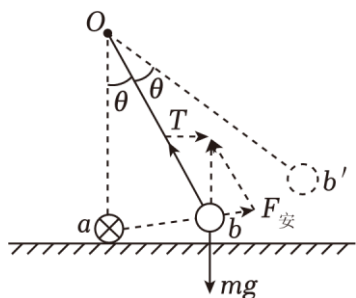


- A. 细线对 b 的拉力逐渐变小
B. 地面对 a 的作用力变小
C. 细线对 b 的拉力逐渐变大
D. 地面对 a 的作用力变大

【答案】D

【分析】对导线 b 进行受力分析，结合三角形相似分析 b 中电流增大后，细线与 b 的作用力如何变化；再对 a 分析，根据 ab 间安培力的变化，分析地面对 a 的作用力如何变化。

【解答】解：AC、由题意可知导线 b 中电流方向与导线 a 中相反，在 b 中电流缓慢增大的过程中，导线 a 对 b 的安培力逐渐增大，对导线 b 受力分析如下图所示



易得 $\triangle Oab$ 与矢量三角形相似，根据相似三角形的性质有 $\frac{Oa}{mg} = \frac{Ob}{T} = \frac{F_{安}}{ab}$

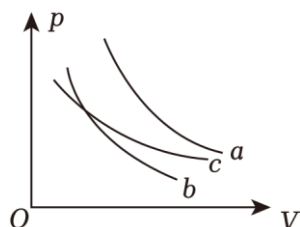
由此可知细线对 b 的拉力不变，故 AC 错误；

BD、根据 $\frac{Oa}{mg} = \frac{Ob}{T} = \frac{ab}{F_{安}}$ ，可知随着 ab 间距离在逐渐增大，故导线 ab 间相互作用的安培力逐渐增大，

因此可知导线 a 对地面的作用力变大，根据牛顿第三定律可知，地面对 a 的作用力变大。故 B 错误，D 正确。

故选：D。

7. “用 DIS 研究在温度不变时，一定质量的气体压强与体积的关系”实验中，三位同学根据实验数据得到的 $p-V$ 图像分别如图线 a、b、c 所示。若 a、b 是不重合的两条双曲线，c 与 b 相交，则（ ）



- A. a、b 不重合是由于 b 气体质量大
- B. a、b 不重合是由于 b 气体温度高
- C. 产生 c 图线可能是容器密闭性不好
- D. 产生 c 图线可能是推动活塞过于快速

【答案】C

【分析】根据理想气体状态方程 $PV=nRT$ ，分析 a、b 不重合的原因，并分析产生 c 图线的原因。

【解答】解：AB、由理想气体状态方程 $pV=CT$ ，可知 a、b 是不重合的两条双曲线，即等温线，当体积 V 相同时，a 图线对应的压强较大， pV 值较大，温度较高，可知 a、b 不重合是由于 b 气体温度低，故 AB 错误；

D、若推动活塞过于快速导致温度上升，体积减小时，c 应与 a 相交才对，故 D 错误；

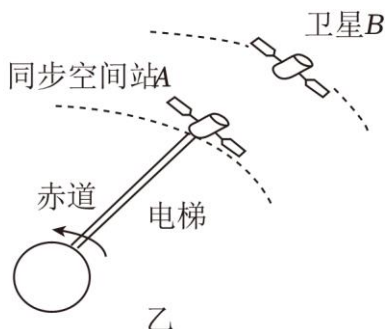
C、由理想气体状态方程可得： $pV=nRT$ ，c 与 b 相交，可知 n 减小，即容器密闭性不好漏气导致，故 C 正确。

故选：C。

8. 国产科幻大片《流浪地球 2》中提出太空电梯设想，其原理如图所示。假设有一太空电梯轨道连接地球赤道上的固定基地与同步空间站 A，空间站 A 相对地球静止，某时刻电梯停靠在轨道某位置，卫星 B 与同步空间站 A 的运行方向相同，此时二者距离最近，经过时间 t 后，A、B 第一次相距最远。已知地球自转周期为 T ，则下列说法正确的是（ ）



甲



乙

- A. 太空电梯内的乘客处于完全失重状态
- B. 电梯轨道对电梯的作用力方向指向地心
- C. 电梯轨道外部一物体脱落后将做匀速圆周运动
- D. 卫星 B 绕地球做圆周运动的周期为 $\frac{2Tt}{2t-T}$

【答案】D

【分析】卫星绕地球做匀速圆周运动，根据万有引力提供向心力列式，得到卫星的角速度表达式，太空电梯上各质点的角速度与同步卫星的角速度相同，分析太空电梯加速度与同一轨道卫星加速度关系，判断乘客的运动状态。根据向心力公式分析电梯轨道对同步空间站 A 的作用方向，从而知道电梯轨道对电梯的作用力方向。电梯轨道外部一物体脱落后，根据万有引力与向心力的关系，判断其运动情况。经过时间 t 后，A、B 第一次相距最远，A 比 B 多过半圈，由此列式求解卫星 B 绕地球做圆周运动的周期。

【解答】解：A、对地球卫星，有 $G\frac{Mm}{r^2} = m\omega^2 r$ ，解得 $\omega = \sqrt{\frac{GM}{r^3}}$ ，可知，卫星轨道半径越大，角速度越小。由于太空电梯上各质点的角速度与地球同步卫星的角速度相同，即太空电梯各质点的角速度小于与其处于同一轨道半径上卫星的角速度，则太空电梯上各质点做圆周运动所需的向心加速度小于该轨道卫星的向心加速度，而卫星的向心力是全部由万有引力提供，但是太空电梯上各质点的向心力小于其万有引力，所以处于失重状态，但不是完全失重状态，故 A 错误；

B、电梯做匀速圆周运动，由合外力提供向心力，根据电梯受到的万有引力大于做圆周运动的向心力，则万有引力与电梯轨道对电梯的作用力的差值提供向心力，即电梯轨道对电梯的作用力方向与万有引力方向相反，指向空间站，故 B 错误；

C、对于同步卫星，由万有引力提供向心力，有： $G\frac{Mm_{\text{同}}}{r_{\text{同}}^2} = m_{\text{同}}\frac{4\pi^2}{T^2}r_{\text{同}}$

电梯环绕半径小于同步轨道半径，即 $r_{\text{梯}} < r_{\text{同}}$ ，则 $G\frac{Mm_{\text{梯}}}{r_{\text{梯}}^2} > m_{\text{梯}}\frac{4\pi^2}{T^2}r_{\text{梯}}$

万有引力大于电梯做圆周运动的向心力，符合近心运动的条件，故电梯外壳上脱落的物体将做近心运动，故 C 错误；

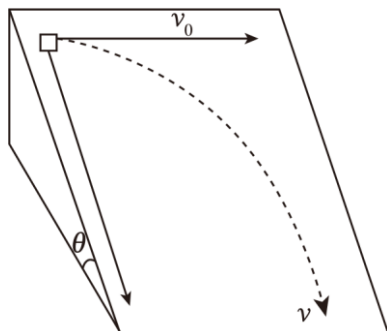
D、设卫星 B 绕地球做圆周运动的周期为 T' 。经过时间 t 之后，A、B 第一次相距最远，则有 $\frac{t}{T} - \frac{t}{T'} = 0.5$ ，解得 $T' = \frac{2Tt}{2t-T}$ ，故 D 正确。

故选：D。

9. 如图所示，足够大的粗糙斜面倾角为 θ ，小滑块以大小为 v_0 的水平初速度开始沿斜面运动，经过一段

时间后，小滑块速度大小为 v 、方向与初速度垂直。此过程小滑块加速度的最大值为 a_1 、最小值为 a_2 。

已知小滑块与斜面动摩擦因数 $\mu = \tan\theta$ ，则（ ）



A. $v = v_0$

B. $v > v_0$

C. $a_2 = \sqrt{2}g\sin\theta$

D. $a_1 = \sqrt{2}g\sin\theta$

【答案】D

【分析】根据动能定理和几何关系联立等式得出速度的大小关系；

根据牛顿第二定律结合勾股定律得出加速度的大小。

【解答】解：AB. 小滑块在斜面上滑动，摩擦力大小始终不变为 $f = \mu mg \cos\theta = mg \sin\theta$ ，其大小与重力沿着斜面向下的分力大小相等，对整个运动过程根据动能定理可得：

$$mg \sin\theta \cdot y - fs = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$$

其中， y 为垂直初速度方向滑块沿斜面下滑的长度， s 为滑块运动轨迹的长度，因为 $s > y$ ，可知 $v < v_0$ ，故 AB 错误；

CD. 摩擦力速度的方向始终与滑块相对斜面的速度方向相反，可知 f 的方向与重力沿斜面向下的分力的方向 $mg \sin\theta$ 的夹角为 90° 到 180° ，根据几何关系可知合力的大小范围为：

$$mg \sin\theta - f \leq F_{\text{合}} \leq \sqrt{f^2 + (mg \sin\theta)^2}$$

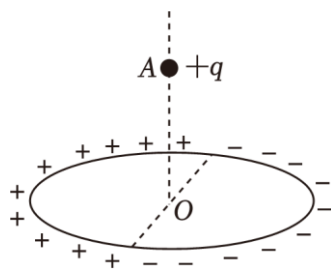
结合牛顿第二定律 $F_{\text{合}} = ma$

由此可得 $0 \leq a \leq \sqrt{2}g \sin\theta$

则 $a_1 = \sqrt{2}g \sin\theta$ ； $a_2 = 0$ ，故 D 正确，C 错误。

故选：D。

10. 如图，水平面内一绝缘细圆环的左、右半圆分别均匀分布着等量异种电荷。在过圆心与环面垂直的轴线上 A 点有一质量为 m 电量为 $+q$ 小球在外力 F 的作用下恰能沿轴线运动，则（ ）



- A. O 点场强方向水平向左
- B. 由 A 至 O 点场强先变大后变小
- C. 小球运动过程电势能不变
- D. 若小球沿轴线做匀变速运动，则外力 F 方向不变

【答案】C

【分析】根据对称性和场强叠加原理确定 O 点场强方向。结合等量异种点电荷的电场分布分析场强的变化情况。过圆心与环面垂直的轴线是等势线，小球在等势线上运动时电势能不变。若小球沿轴线做匀变速运动，根据平衡条件分析外力的变化情况。

【解答】解：A、根据对称性和场强叠加原理可知，O 点场强方向水平向右，故 A 错误；

B、将图中电场等效成等量异种点电荷的电场，根据等量异种点电荷电场的对称性可知，由 A 至 O 点场强变大，故 B 错误；

C、过圆心与环面垂直的轴线是等势线，则小球沿轴线运动过程中电场力不做功，电势能不变，故 C 正确；

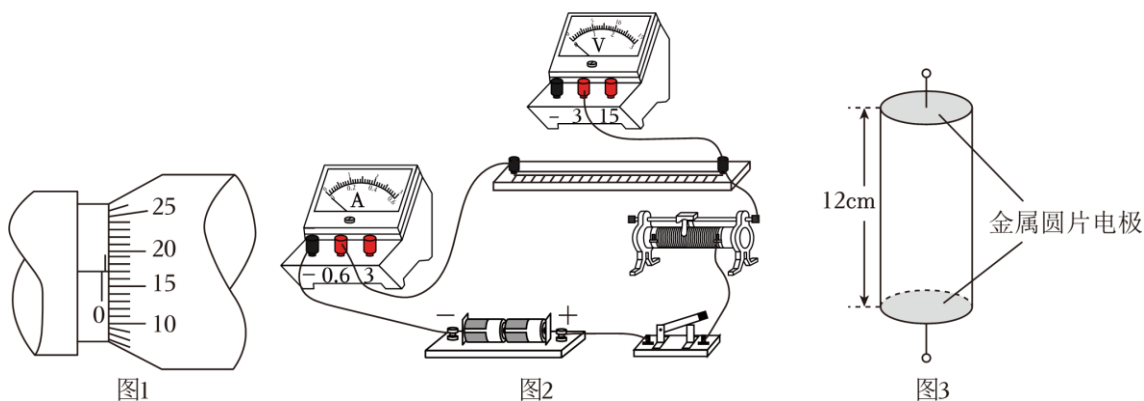
D、若小球沿轴线做匀变速运动，则外力 F、重力与电场力的合力恒定，由于电场力方向不变，大小变化，重力恒定，则外力 F 大小变化，方向变化，故 D 错误。

故选：C。

二、实验题

11. 在“测量金属丝的电阻率”的实验中，某同学选择一根粗细均匀、阻值约为 5Ω 的电阻丝进行测量。

(1) 先测量电阻丝的长度，再用螺旋测微器测量其直径，结果如图 1 所示为 0.670 mm。



(2) 现有电源（电动势 E 为 3.0V ，内阻不计）、开关和导线若干，以及下列器材：

- A. 电流表（量程 $0\sim 0.6\text{A}$ ，内阻约 0.2Ω ）
- B. 电压表（量程 $0\sim 3\text{V}$ ，内阻约 $3\text{k}\Omega$ ）
- C. 滑动变阻器（ $0\sim 5\Omega$ ，额定电流 2A ）
- D. 滑动变阻器（ $0\sim 200\Omega$ ，额定电流 1A ）

为减小误差，且电压调节范围尽量大，滑动变阻器应选 C（填器材前的字母）。

(3) 补充完成图 2 中实物间的连线 见解析。

(4) 上述实验，下列说法正确的是 BC。

- A. 多次测量金属丝直径并求平均值可以减小系统误差
- B. 用电压—电流图像处理实验数据求金属丝电阻可以减小偶然误差
- C. 电压表分流会导致电阻测量值偏小
- D. 电流表分压会导致电阻测量值偏大

(5) 电导率是电阻率的倒数，常用单位是 $(\Omega\cdot\text{cm})^{-1}$ 。电导率是反映水质的一项重要指标。某种饮用水的电导率约为 $1.0\times 10^{-3}(\Omega\cdot\text{cm})^{-1}$ 。将该饮用水灌入一个高约 12cm 、容积约 240mL 的薄壁塑料瓶（如图 3 所示），瓶的两端用两个略小于瓶底面积的固定金属圆片电极密封。使说明采用图 2 中的实验器材能否较为精确地测量该饮用水的电导率。 见解析。

【答案】(1) 0.670；(2) C；(3) 见解析；(4) BC；(5) 不能，原因见解析。

【分析】(1) 螺旋测微器的精确度为 0.01mm ，测量值=固定刻度对应示数（mm）+对齐格数（估读一位） $\times$ 精确度；

(2) 为减小误差，且电压调节范围尽量大，滑动变阻器应采用分压式接法，据此分析作答；

(3) 根据电压表内阻、待测电阻值和电流表内阻的比值大小关系，确定电流表的内、外接法，然后完成实验电路的连接；

(4) AB.根据偶然误差与系统误差的含义分析作答；

CD. 电流表外接法测电阻的误差来源于电压表的分流，根据并联电路的电流特点以及欧姆定律分析作答；

（5）根据电阻定律求解某种饮用水的电阻，根据闭合电路的欧姆定律求解通过某种饮用水的电流，然后根据电流表的量程分析作答。

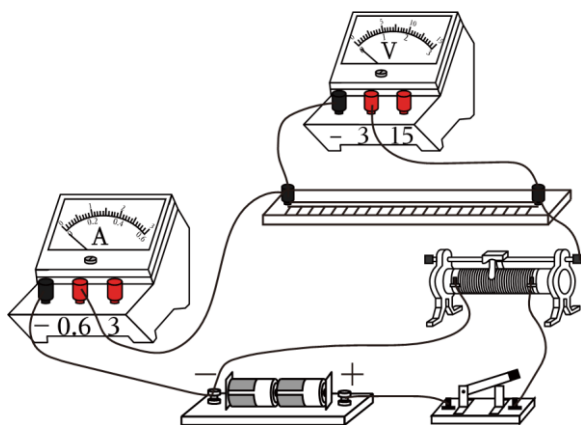
【解答】解：（1）螺旋测微器的精确度为 0.01mm ，电阻丝的直径 $D = 0.5\text{mm} + 17.0 \times 0.01\text{mm} = 0.670\text{mm}$

（2）为减小误差，且电压调节范围尽量大，滑动变阻器应采用分压式接法；为了保证电路安全和方便调节，滑动变阻器选 C；

$$(3) \text{ 由于 } \frac{R_x}{R_A} = \frac{5}{0.2} = 25, \quad \frac{R_V}{R_x} = \frac{3000}{5} = 600$$

$$\text{满足 } \frac{R_x}{R_A} < \frac{R_V}{R_x}$$

因此，电流表采用外接法；滑动变阻器采用分压式接法，实验电路连接图如图所示：



（4）A. 多次测量金属丝直径并求平均值，可以减小偶然误差，故 A 错误；

B. 用电压—电流图像处理实验数据求金属丝电阻可以减小偶然误差，故 B 正确；

CD. 实验的误差来源于电压表分流，根据并联电路的电流特点，通过待测电阻的电流 $I_R = I - I_V$

$$\text{根据欧姆定律，待测电阻真实值 } R_{x\text{真}} = \frac{U}{I_R} = \frac{U}{I - I_V} > \frac{U}{I} = R_x$$

因此，待测电阻的测量值偏小，故 C 正确，D 错误。

故选：BC。

$$(5) \text{ 薄壁塑料瓶的直径 } d = \frac{V}{h} = \frac{240}{12} \text{cm} = 20\text{cm} = 0.2\text{m}$$

$$\text{根据电阻定律，某种饮用水电阻 } R_x = \rho \frac{L}{S} = \frac{L}{\delta \cdot \frac{\pi d^2}{4}} = \frac{4h}{\pi \delta d^2}$$

$$\text{代入数据解得 } R_x \approx 3.8 \times 10^3 \Omega$$

根据欧姆定律，电路中的最大电流 $I_m = \frac{E}{R_x} = \frac{3}{3.8 \times 10^3} A \approx 7.9 \times 10^{-2} A = 0.079 mA$

实验器材中的电流表的量程太大，不能精确测量通过某种饮用水的电流；

因此不能采用图 2 中的实验器材能否较为精确地测量该饮用水的电导率。

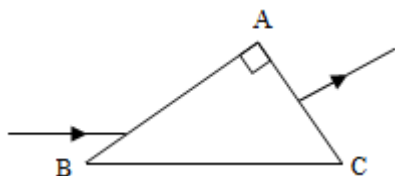
故答案为：（1）0.670；（2）C；（3）见解析；（4）BC；（5）不能，原因见解析。

三、解答题

12. 如图，直角三角形 ABC 为一棱镜的横截面， $\angle A = 90^\circ$ ， $\angle B = 30^\circ$ 。一束光线平行于底边 BC 射到 AB 边上并进入棱镜，然后垂直于 AC 边射出。

（i）求棱镜的折射率；

（ii）保持 AB 边上的入射点不变，逐渐减小入射角，直到 BC 边上恰好有光线射出。求此时 AB 边上入射角的正弦。



【答案】见试题解答内容

【分析】（i）根据折射定律求出光线从 AC 边进入棱镜时的折射率；

（ii）根据 $\sin \theta_c = \frac{1}{n}$ 求出临界角，判断光是在 BC 面上发生全反射的入射角，然后求出此时 AB 边上入射角的正弦。

【解答】解：（i）光路图及相关量如图所示。

光束在 AB 边上折射，由折射定律得：

$$\frac{\sin i}{\sin \alpha} = n \quad (1)$$

式中 n 是棱镜的折射率。由几何关系可知： $\alpha + \beta = 60^\circ$ (2)

由几何关系和反射定律得： $\beta = \beta' = \angle B$ (3)

联立①②③式，并代入 $i = 60^\circ$ 得： $n = \sqrt{3}$ (4)

（ii）设改变后的入射角为 i' ，折射角为 α' ，由折射定律得： $\frac{\sin i'}{\sin \alpha'} = n$ (5)

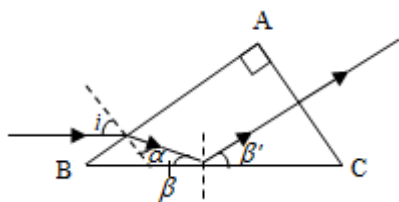
依题意，光束在 BC 边上的入射角为全反射的临界角 θ_c ，且： $\sin \theta_c = \frac{1}{n}$ (6)

由几何关系得： $\theta_c = [(180^\circ - (60^\circ)) - (90^\circ - \alpha')] = \alpha' + 30^\circ$ (7)

由④⑤⑥⑦式得入射角的正弦为： $\sin i' = \frac{\sqrt{3} - \sqrt{2}}{2}$ (8)

答：(i) 棱镜的折射率为 $\sqrt{3}$ ；

(ii) AB 边上入射角的正弦为 $\frac{\sqrt{3}-\sqrt{2}}{2}$ 。



13. 湖面上停放甲、乙两条船，它们相距 30m，一列水波正在湖面上沿两船连线方向传播，观察到甲船从开始振动的 1min 内上下振荡 30 次，而乙船在这个时间内上下振荡 28 次。求：

①这列波的周期；

②水波在水面上传播的速度。

【答案】 见试题解答内容

【分析】 ①这列波的周期等于船的振动周期，根据甲船的振动情况求解；

②波从甲船传到乙船，1min 内，甲船比乙船多振荡 2 次，说明两船间的距离是两个波长，从而求得波长，再求波速。

【解答】 解：①甲船从开始振动的 1min 内上下振荡 30 次，则甲船的振动周期为： $T = \frac{t}{n} = \frac{60}{30} \text{s} = 2\text{s}$

这列波的周期等于船的振动周期，也为 2s。

②波从甲船传到乙船，1min 内，甲船比乙船多振荡 2 次，说明两船间的距离是两个波长，由题意得 $2\lambda = 30\text{m}$

得 $\lambda = 15\text{m}$

则 $v = \frac{\lambda}{T} = 7.5\text{m/s}$ 。

答：①这列波的周期是 2s；

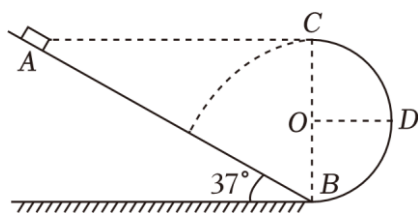
②水波在水面上传播的速度是 7.5m/s。

14. 如图所示，倾角为 37° 的粗糙斜面 AB 底端与半径 $R = 0.4\text{m}$ 的光滑半圆轨道 BC 平滑相连，O 为轨道圆心，BC 为圆轨道直径且处于竖直方向，A、C 两点等高。质量 $m = 1\text{kg}$ 的滑块从 A 点由静止开始下滑，恰能滑到与 O 等高的 D 点， g 取 10m/s^2 ， $\sin 37^\circ = 0.6$ ， $\cos 37^\circ = 0.8$ 。

(1) 求滑块与斜面间的动摩擦因数 μ 。

(2) 若使滑块能到达 C 点，求滑块从 A 点沿斜面滑下时的初速度 v_0 的最小值。

(3) 若滑块离开 C 处的速度大小为 4m/s ，求滑块从 C 点飞出至落到斜面上的时间 t 。



【答案】见试题解答内容

【分析】（1）由题，滑块恰能滑到与 O 等高的 D 点，速度为零，对 A 到 D 过程，运用动能定理列式可求出动摩擦因数 μ 。

（2）滑块恰好能到达 C 点时，由重力提供向心力，根据牛顿第二定律列式可得到 C 点的速度范围，再对 A 到 C 过程，运用动能定理求初速度 v_0 的最小值。

（3）离开 C 点做平抛运动，由平抛运动的规律和几何知识结合求时间。

【解答】解：（1）滑块由 A 到 D 过程，根据动能定理，有：

$$mg(2R - R) - \mu mg \cos 37^\circ \cdot \frac{2R}{\sin 37^\circ} = 0 - 0$$

得 $\mu = \frac{1}{2} \tan 37^\circ = 0.375$

（2）若滑块能到达 C 点，根据牛顿第二定律 有 $mg + F_N = \frac{mv_C^2}{R}$

则得 $v_C \geq \sqrt{Rg} = 2\text{m/s}$

A 到 C 的过程：根据动能定理 有 $-\mu mg \cos 37^\circ \cdot \frac{2R}{\sin 37^\circ} = \frac{1}{2}mv_C^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$

联立解得， $v_0 = \sqrt{v_C^2 + 2gR} \geq 2\sqrt{3}\text{m/s}$

所以初速度 v_0 的最小值为 $2\sqrt{3}\text{m/s}$ 。

（3）滑块离开 C 点做平抛运动，则有

$$x = v_C t$$

$$y = \frac{1}{2} g t^2$$

由几何关系得： $\tan 37^\circ = \frac{2R - y}{x}$

联立得 $5t^2 + 3t - 0.8 = 0$

解得 $t = 0.2\text{s}$

答：

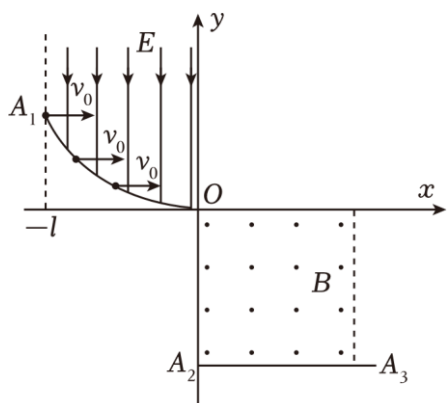
（1）滑块与斜面间的动摩擦因数 μ 为 0.375。

（2）若使滑块能到达 C 点，滑块从 A 点沿斜面滑下时的初速度 v_0 的最小值为 $2\sqrt{3}\text{m/s}$ 。

(3) 若滑块离开 C 处的速度大小为 4m/s ，滑块从 C 点飞出至落到斜面上的时间 t 是 0.2s 。

15. 如图所示，在第二象限内有一抛物线的边界 A_1O ，其方程为 $y = \frac{x^2}{2l}$ ($-l \leq x < 0$)，在抛物线的上方存在一竖直向下的匀强电场。在抛物线 A_1O 每个位置上连续发射质量为 m 、电荷量为 $+q$ 的粒子，粒子均以大小为 v_0 的初速度水平向右射入电场，所有粒子均能到达原点 O ，第四象限内有一边长为 l 、其中两条边分别与 x 轴、 y 轴重合的正方形边界，边界内存在垂直于纸面向外、磁感应强度大小为 $\frac{2mv_0}{ql}$ 的匀强磁场， A_2A_3 为与 x 轴平行的可上下移动的荧光屏，初始位置与磁场的下边界重合，不计粒子重力及粒子间的相互作用力，粒子打到荧光屏上即被吸收。

- (1) 求电场强度的大小 E ；
- (2) 求粒子在磁场中运动的最短时间 $t_{\min}$ ；
- (3) 若将荧光屏缓慢向上移动，求在向上移动的过程中屏上的最大发光长度 l_m 。



【答案】(1) 电场强度的大小为 $\frac{mv_0^2}{ql}$ ；

(2) 粒子在磁场中运动的最短时间为 $\frac{\pi l}{4v_0}$ ；

(3) 若将荧光屏缓慢向上移动，在向上移动的过程中屏上的最大发光长度为 $\frac{2-\sqrt{2}}{2}l$ 。

【分析】(1) 根据牛顿第二定律得出粒子的加速度，结合平抛运动的特点得出场强的大小；

(2) 根据牛顿第二定律得出粒子做圆周运动的半径，结合几何关系和运动学公式得出最短的时间；

(3) 根据牛顿第二定律得出粒子做圆周运动的半径，结合几何关系得出发光的长度。

【解答】解：(1) 在电场中根据牛顿第二定律得：

$$qE = ma$$

$$\text{解得 } a = \frac{qE}{m}$$

粒子在电场中做类平抛运动，则在水平方向可得：

$$v_0 t = |x|$$

在竖直方向可得：

$$y = \frac{1}{2} a t^2 = \frac{1}{2} \times \frac{qE}{m} t^2$$

$$\text{其中 } y = \frac{x^2}{2l}$$

$$\text{解得： } E = \frac{mv_0^2}{ql}$$

（2）设粒子进入磁场的速度大小为 v ，与 y 轴的夹角为 θ ，根据牛顿第二定律可得：

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

$$\text{所以 } R = \frac{mv}{qB}$$

粒子从 y 轴离开磁场时与 O 点的距离为：

$$d = 2R \sin \theta = \frac{2mv \sin \theta}{qB}$$

$$\text{又 } v_0 = v \sin \theta$$

$$B = \frac{2mv_0}{ql}$$

$$\text{解得： } d = l$$

即到达 O 点的粒子经过磁场偏转后都从 $y = -l$ 点离开磁场。经过分析可知从 A_1 点水平发射进入磁场的粒子在磁场中运动的时间最短，此时

$$\tan \theta = \frac{\frac{1}{2}l}{\frac{1}{2}l} = 1$$

$$\text{即 } \theta = \frac{\pi}{4}$$

粒子在磁场中运动的最短时间为：

$$t_{\min} = \frac{T}{4} = \frac{\pi m}{2qB} = \frac{\pi l}{4v_0}$$

（3）因为从 O 点发射进入磁场的粒子速度最小，大小为 v_0 ，运动半径为：

$$R_0 = \frac{mv_0}{qB} = \frac{l}{2}$$

因为从 A_1 发射的粒子进入磁场时粒子速度最大，其在沿 y 轴方向的速度大小为：

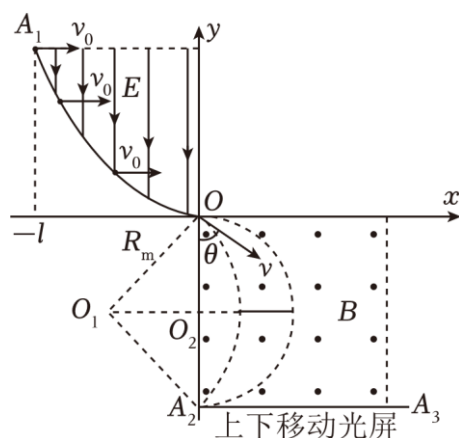
$$v_m = \sqrt{2} v_0$$

粒子受到的洛伦兹力提供向心力，则根据牛顿第二定律可得：

$$Bqv_m = m \frac{v_m^2}{R_m}$$

$$\text{解得： } R_m = \frac{\sqrt{2}}{2} l$$

将荧光屏缓慢向上移动的过程中，荧光屏发光的最大长度如图中粗实线所示



由几何知识知发光的最大长度为： $l_m = R_0 - R_m (1 - \cos 45^\circ)$

$$\text{代入数据解得： } l_m = \frac{2 - \sqrt{2}}{2} l$$

答：（1）电场强度的大小为 $\frac{mv_0^2}{ql}$ ；

（2）粒子在磁场中运动的最短时间为 $\frac{\pi l}{4v_0}$ ；

（3）若将荧光屏缓慢向上移动，在向上移动的过程中屏上的最大发光长度为 $\frac{2 - \sqrt{2}}{2} l$ 。