

2022-2023 学年江苏省南通市海安高级中学高三（上）期末物理模拟试卷

（一）

一、单项选择题：本题共 10 小题，每小题 4 分，共 40 分。每小题只有一个选项符合题意。

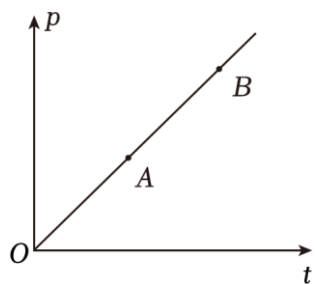
- 1.（4 分）2022 年 1 月，中国锦屏深地实验室发表了首个核天体物理研究实验成果，表明我国核天体物理研究已经跻身国际先进行列。实验中所用核反应方程为 $X + {}_{12}^{25}\text{Mg} \rightarrow {}_{13}^{26}\text{Al}$ ，已知 X、 ${}_{12}^{25}\text{Mg}$ 、 ${}_{13}^{26}\text{Al}$ 的质量分别为 m_1 、 m_2 、 m_3 ，真空中的光速为 c ，该反应中释放的能量为 E 。下列说法中正确的是（ ）

- A. 该反应为裂变反应
- B. X 为氦核
- C. $E = (m_1 + m_2 - m_3) c^2$
- D. ${}_{13}^{26}\text{Al}$ 的比结合能为 $\frac{E}{26}$

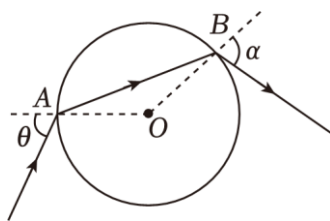
- 2.（4 分）《我爱发明》节目《松果纷纷落》中的松果采摘机利用机械臂抱紧树干，通过采摘振动头振动而摇动树干，使得松果脱落。下列说法中正确的是（ ）

- A. 随着振动器频率的增加，树干振动的幅度一定增大
- B. 稳定后，不同粗细树干的振动频率与振动器的振动频率相同
- C. 当拾果工人快速远离采摘机时，他听到采摘机振动声调变高
- D. 针对不同树木，落果效果最好的振动频率一定相同

- 3.（4 分）如图所示为一定质量理想气体的压强 p 随摄氏温度 t 的变化规律，则气体从状态 A 变化到 B 的过程中（ ）

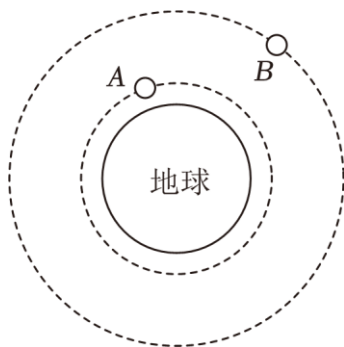


- A. 气体内能减小
 - B. 外界对气体做正功
 - C. 气体分子在单位时间内对单位面积容器壁碰撞的次数不变
 - D. 每一个气体分子热运动速率都变大
- 4.（4 分）某种透明玻璃圆柱体横截面如图所示，O 点为圆心，一束单色光从 A 点射入，经 B 点射出圆柱体。下列说法正确的是（ ）



- A. 光线进入玻璃后频率变大
- B. 若 θ 增大, α 可能变小
- C. 若 θ 增大, 光线在圆柱体内可能会发生全反射
- D. 若 θ 增大, 光线由 A 点至第一次射出的时间变短

5. (4 分) 2022 年 11 月 30 日, 我国神舟“十五”号飞船通过加速与“天宫”号空间站交会对接, 乘组人员入驻中国人的“太空家园”。设对接前飞船与空间站均在轨做圆周运动, 运行情形如图所示, 下列说法正确的是 ()



- A. 图中 A 是飞船, B 是空间站
- B. 对接前空间站运行周期比飞船运行周期小
- C. 飞船通过向前方喷气后才能与空间站完成交会对接
- D. 对接后飞船的机械能与在原轨运行时的机械能相等

6. (4 分) 一地铁在水平直轨道上运动, 某同学为了研究该地铁的运动情况, 他用细线将一支圆珠笔悬挂在地铁的竖直扶手上, 地铁运行时用手机拍摄了如图所示的照片, 拍摄方向跟地铁前进方向垂直, 细线相对竖直扶手偏东。以下是该同学根据照片进行的分析, 其中正确的是 ()



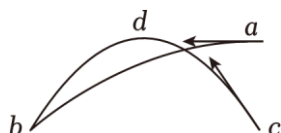
- A. 地铁一定向西加速运动

B. 地铁可能向东加速运动

C. 细线中拉力大小与地铁加速度大小无关

D. 若用刻度尺测量细线的长度和圆珠笔到竖直扶手的距离，可以估算此时地铁的加速度

7. (4分) 如图所示，排球比赛中运动员某次将飞来的排球从 a 点水平击出，球击中 b 点；另一次将飞来的相同排球从 a 点的正下方且与 b 点等高的 c 点斜向上击出，也击中 b 点，排球运动的最高点 d 与 a 点的高度相同。不计空气阻力。下列说法中正确的是 ()



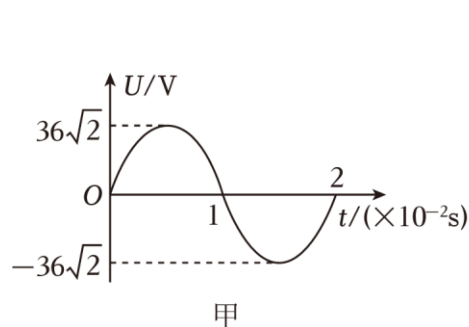
A. 排球两次在空中速度变化量相等

B. 排球两次击中 b 点时的动能相等

C. 两次击球，运动员对排球所做的功不一定相等

D. 排球从 c 点击中 b 点的过程中，重力对排球的冲量为零

8. (4分) 学校实验室有一台教学用发电机，输出的交变电压如图甲所示，将其接在如图乙所示的理想变压器的 a、b 两端，闭合开关 S，四只相同灯泡均正常发光。下列说法中正确的是 ()



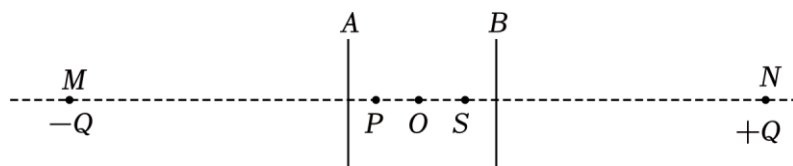
A. 图甲所示的交变电压瞬时值表达式为 $u = 36\sqrt{2}\sin 2\pi t$

B. 变压器原、副线圈的匝数比为 1: 3

C. 小灯泡的额定电压为 9V

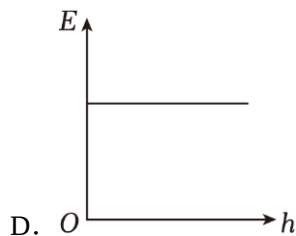
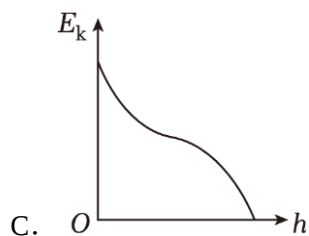
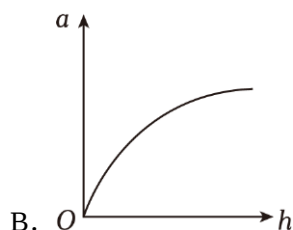
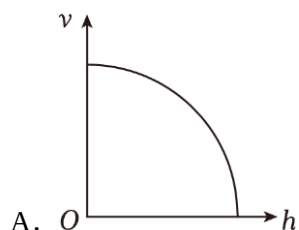
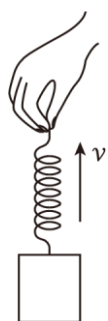
D. 若断开开关 S，灯泡 L_1 变亮、 L_2 变暗

9. (4分) 如图所示，竖直放置的金属板 A、B 组成一平行板电容器，O 点为两板中心，在过 O 点且与板垂直的直线上，板外的 M、N 两点到 O 点距离相等，板间的 P、S 两点到 O 点的距离相等，板外 M、N 点分别放置等量异种点电荷时，O 点处场强恰好为零。忽略两点电荷对两板电荷分布的影响，则 ()



- A. A 极板带负电，B 极板带正电
- B. 质子在 P 点的电势能大于在 S 点的电势能
- C. P、S 两点场强大小相等、方向相反
- D. 若仅增加两板之间距离，O 点处场强仍为零

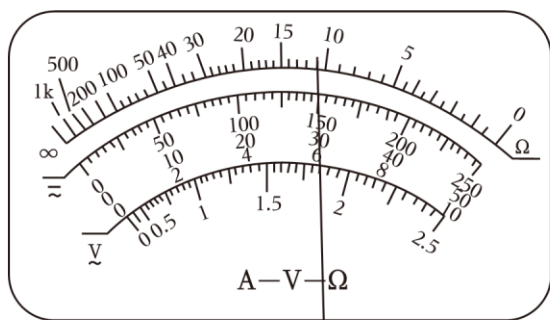
10. (4 分) 如图所示，一轻弹簧下端挂一物体，上端用手牵引使重物匀速上升，从手突然停止到物体上升至最高点的过程中，物体运动的速率 v 、加速度大小 a 、动能 E_k 、机械能 E 随物体上升高度 h 变化的图像可能正确的是 ()



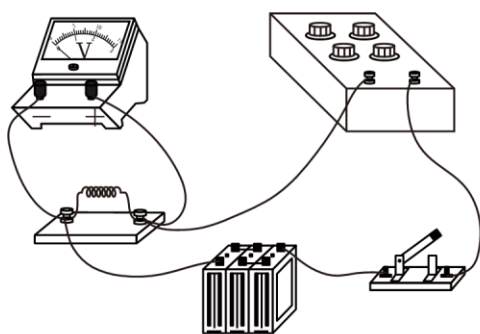
二、非选择题：本题共 5 小题，共 60 分。其中第 12 题～第 15 题解答时请写出必要的文字说明、方程式和重要的演算步骤，只写出最后答案的不能得分；有数值计算时，答案中必须写出数值和单位。

11. (15 分) 某同学为了测量一蓄电池的电动势 E (约 9V) 和内阻 r ，从学校实验室借来如下实验器材：

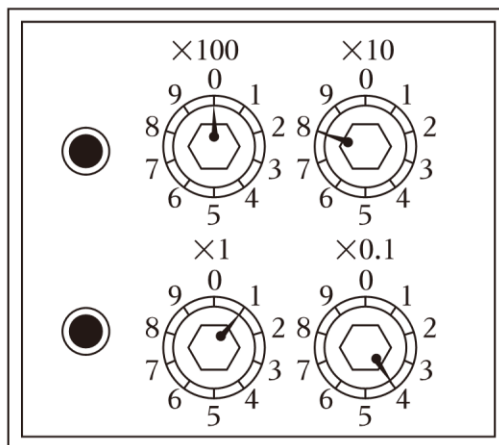
- A. 多用电表
- B. 电压表 V (量程 $0 \sim 3V$ ，内阻很大)
- C. 电阻箱 R (阻值 $0 \sim 999.9\Omega$)
- D. 定值电阻 R_0
- E. 开关、导线若干



甲



乙



丙

(1) 该同学首先用多用电表测定值电阻 R_0 的阻值，他选用“ $\times 10\Omega$ ”挡，正确操作后发现指针偏转角度过大，因此需选择 _____（填“ $\times 1$ ”或“ $\times 100$ ”）倍率，重新欧姆调零，之后测量的示数如图甲所示，则 $R_0 = \underline{\hspace{2cm}} \Omega$ 。

(2) 该同学设计了如图乙所示的电路。在某次实验时，电阻箱调至如图丙所示位置，则此时电阻箱接入电路的阻值为 _____ Ω 。

(3) 多次改变电阻箱 R 的阻值，同时读出对应的电压表的示数 U ，并作记录。根据实验数据描点，绘出的 $\frac{1}{U} - R$ 图像是一条直线。若图线的斜率为 k ，纵坐标截距的绝对值为 b ，则该蓄电池的电动势 $E = \underline{\hspace{2cm}}$ ，内阻 $r = \underline{\hspace{2cm}}$ 。（用 k 、 b 和 R_0 表示）

(4) 实验前，该同学设计下列三组关于电阻箱的取值方案，你认为最安全、最合理的方案是 _____（填“甲”、“乙”或“丙”）。

方案	电阻箱的阻值 R/Ω				
甲	400.0	350.0	300.0	250.0	200.0
乙	80.0	70.0	60.0	50.0	40.0

丙	50.0	40.0	30.0	20.0	10.0
---	------	------	------	------	------

12.（8分）如图所示，质量分别为 m 和 $2m$ 的物体 A、B 静置于光滑水平地面上，B 左端固定一轻质弹簧。

现 A 以速度 v 向右运动，在 A、B 相互作用的整个过程中，求：

（1）弹簧对 A 的冲量大小 I ；

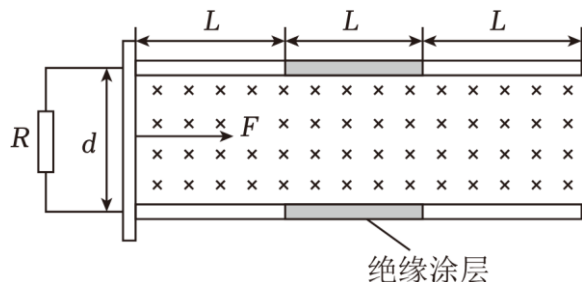
（2）弹簧弹性势能的最大值 E_{pm} 。



13.（8分）如图所示，在匀强磁场中有一水平放置的平行金属导轨，导轨间距为 d ，长为 $3L$ ，在导轨的中部刷有一段长为 L 的薄绝缘涂层。匀强磁场的磁感应强度大小为 B ，方向与导轨平面垂直。质量为 m 的导体棒在大小为 F 的恒力作用下由静止从导轨的左端运动，在滑上涂层之前已经做匀速运动，并一直匀速滑到导轨右端。导体棒始终与导轨垂直，且仅与涂层间有摩擦，接在两导轨间的电阻为 R ，导轨及导体棒电阻不计。求：

（1）导体棒匀速运动的速度大小 v ；

（2）整个运动过程中，流过电阻的电荷量 q 及电阻产生的焦耳热 Q 。

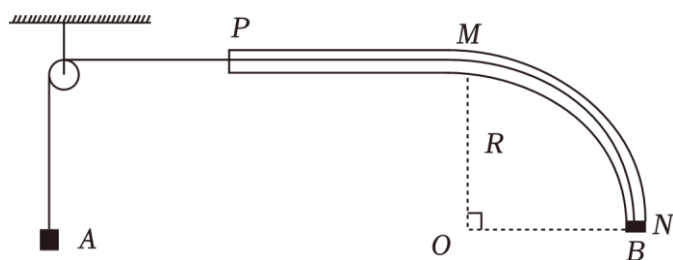


14.（13分）如图所示，内径很小的细管 PMN 竖直固定，PM 段为长为 L 、内径粗糙的水平直细管。P 端有一竖直弹性挡板，MN 段为内径光滑、半径为 R 的 $\frac{1}{4}$ 圆弧细管，两段细管在 M 处平滑连接。细绳一端连接质量为 $3m$ 的滑块 A，另一端跨过滑轮，穿过挡板 P 的光滑小孔与质量为 m 、略小于细管内径的滑块 B 相连，已知滑块 B 与 PM 段细管间动摩擦因数为 0.5，起初两滑块在外力作用下静止。现同时释放两滑块，重力加速度为 g 。

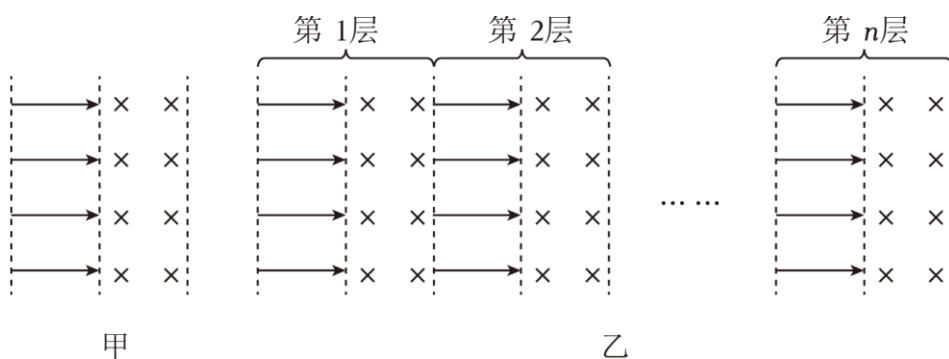
（1）求滑块 B 在 PM 段向左运动过程中的加速度大小 a ；

（2）求滑块 B 第一次运动至 M 点时的速度大小 v_M ；

（3）若滑块 B 每次与挡板 P 碰撞后均以原速率弹回，求整个运动过程中，滑块 B 在水平 PM 段运动的总路程 s 。



15. (16 分) 如图甲所示，真空中存在匀强电场和匀强磁场，电场、磁场的边界互相平行且与电场方向垂直。一质量为 m 、电荷量为 q 的带正电的粒子（不计重力）在电场左侧边界某处由静止释放，进入电场和磁场区域。已知电场和磁场的宽度均为 d ，长度足够长，电场强度大小为 E ，方向水平向右，磁感应强度大小为 $\sqrt{\frac{mE}{2qd}}$ ，方向垂直纸面向里。



- (1) 求粒子在图甲磁场中运动的轨道半径 r 及运动时间 t ;
- (2) 图乙为图甲的多级组合，粒子从第 1 层电场左侧边界某处由静止释放，若能从第 n 层磁场右边界飞出，求粒子在第 n 层磁场中运动的轨道半径 r_n ;
- (3) 改变图乙中电场强度与磁感应强度的大小关系，粒子仍从第 1 层电场左侧边界某处由静止释放，已知粒子从第 6 层磁场右侧边界穿出时，速度的方向与水平方向的夹角为 30° 。若保证粒子不能从第 n 层磁场右边界穿出， n 至少为多少？

2022-2023 学年江苏省南通市海安高级中学高三（上）期末物理模拟试卷

（一）

参考答案与试题解析

一、单项选择题：本题共 10 小题，每小题 4 分，共 40 分。每小题只有一个选项符合题意。

1. （4 分）2022 年 1 月，中国锦屏深地实验室发表了首个核天体物理研究实验成果，表明我国核天体物理

研究已经跻身国际先进行列。实验中所用核反应方程为 $X + {}_{12}^{25}\text{Mg} \rightarrow {}_{13}^{26}\text{Al}$ ，已知 X、 ${}_{12}^{25}\text{Mg}$ 、 ${}_{13}^{26}\text{Al}$ 的质量

分别为 m_1 、 m_2 、 m_3 ，真空中的光速为 c ，该反应中释放的能量为 E 。下列说法中正确的是（ ）

A. 该反应为裂变反应

B. X 为氦核

C. $E = (m_1 + m_2 - m_3)c^2$

D. ${}_{13}^{26}\text{Al}$ 的比结合能为 $\frac{E}{26}$

【答案】C

【分析】裂变反应是质量较大的核分裂为质量较小的核；根据质量数与电荷数守恒判断；根据质量亏损与质能方程结合比结合能的概念判断。

【解答】解：AB. 该反应是人工核反应，不属于裂变反应，根据核反应的质量数和电荷数守恒可知，X 的电荷数为 $13 - 12 = 1$ ，质量数为 $26 - 25 = 1$ ，所以 X 为 ${}_1^1\text{H}$ ，故 AB 错误；

CD. 根据质能方程可知 $E = (m_1 + m_2 - m_3)c^2$ ， ${}_{13}^{26}\text{Al}$ 的结合能不为 E ，所以 ${}_{13}^{26}\text{Al}$ 的比结合能不是 $\frac{E}{26}$ ，

故 D 错误，C 正确。

故选：C。

2. （4 分）《我爱发明》节目《松果纷纷落》中的松果采摘机利用机械臂抱紧树干，通过采摘振动头振动而摇动树干，使得松果脱落。下列说法中正确的是（ ）

A. 随着振动器频率的增加，树干振动的幅度一定增大

B. 稳定后，不同粗细树干的振动频率与振动器的振动频率相同

C. 当拾果工人快速远离采摘机时，他听到采摘机振动声调变高

D. 针对不同树木，落果效果最好的振动频率一定相同

【答案】B

【分析】当振动器的振动频率越接近树木的固有频率时，树木的振动幅度越大，采摘振动头振动频率与

树干的固有频率相同时落效果最好；采摘振动头停止振动，树干的振动频率不变；发生多普勒效应时接收者快速远离声源时，接收到频率降低。

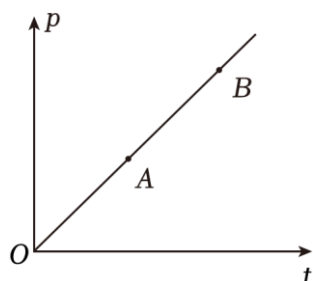
【解答】解：AD、采摘振动头振动频率和树干的固有频率相同时，树干发生共振，振幅最大，落果效果最好，针对不同树木，固有频率不同，落果效果最好的振动频率也不同，故 AD 错误；

B、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 B 正确；

C、根据多普勒效应，拾果工人快速远离采摘机，他会感到采摘机振动声调降低，故 C 错误。

故选：B。

- 3.（4 分）如图所示为一定质量理想气体的压强 p 随摄氏温度 t 的变化规律，则气体从状态 A 变化到 B 的过程中（ ）

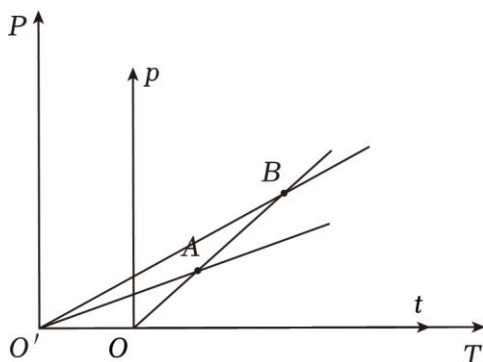


- A. 气体内能减小
- B. 外界对气体做正功
- C. 气体分子在单位时间内对单位面积容器壁碰撞的次数不变
- D. 每一个气体分子热运动速率都变大

【答案】B

【分析】根据图示图象应用理想气体状态方程比较 AB 两状态的体积关系；气体体积变大气体对外界做功，气体体积减小外界对气体做功；一定量的理想气体内能和气体分子运动的平均速率由温度决定。

【解答】解：AB、由理想气体状态方程 $\frac{pV}{T} = C$ 得： $p = \frac{C}{V}T$ ， $p - T$ 图象的斜率 $k = \frac{C}{V}$ ，图象斜率越大气体体积越小，图象斜率越小气体体积越大， $p - T$ 图像如图：



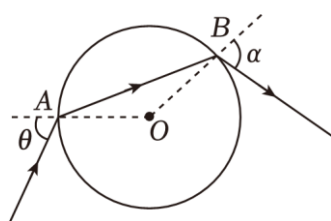
由图示图象可知， $O'A$ 图线的斜率小于 $O'B$ 图线的斜率，则状态 A 的体积大于状态 b 的体积，即 $V_A > V_B$ ，则气体从状态 A 变化到状态 B 的过程中气体体积减小，外界对气体做正功， $W > 0$ ，气体从状态 A 变化到状态 B 的过程中气体温度升高，气体内能增大，故 A 错误，B 正确；

C、从 A 到 B，气体的压强增大，故气体分子在单位时间内对单位面积容器壁碰撞的次数变大，故 C 错误；

D、气体温度升高，气体分子运动的平均速率变大，但不是每一个分子热运动速率都变大，故 D 错误。

故选：B。

- 4.（4 分）某种透明玻璃圆柱体横截面如图所示，O 点为圆心，一束单色光从 A 点射入，经 B 点射出圆柱体。下列说法正确的是（ ）



- A. 光线进入玻璃后频率变大
- B. 若 θ 增大， α 可能变小
- C. 若 θ 增大，光线在圆柱体内可能会发生全反射
- D. 若 θ 增大，光线由 A 点至第一次射出的时间变短

【答案】D

【分析】光的频率与介质无关；根据光路可逆性可判断光线在圆柱体内不可能发生全反射；若 θ 增大，光线在 A 点的折射角增大，根据几何知识可得，光线在玻璃内传播的路程减小，可知射出的时间变化情况。

【解答】解：A、光在不同介质中传播时频率不变，故 A 错误；

BC、由几何知识可得，光线在 A 点的折射角等于它在 B 点的入射角，根据光路的可逆性，A 点的入射角 θ 等于它在 B 点的折射角 α ，由于入射角不可能为 90° ，所以光线在 A 点的折射角不可能为临界角

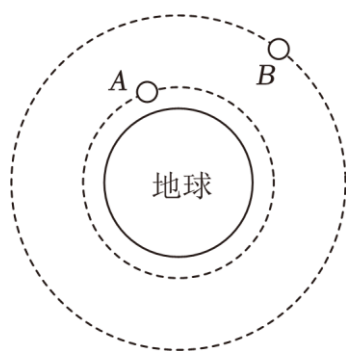
C，B 点的入射角也不可能为临界角 C，光线在圆柱体内不可能发生全反射，故 BC 错误；

D、若 θ 增大，光线在 A 点的折射角增大，根据几何知识可得，光线在玻璃内传播的路程减小，则光线由 A 点至第一次射出的时间变短，故 D 正确，

故选：D。

- 5.（4 分）2022 年 11 月 30 日，我国神舟“十五”号飞船通过加速与“天宫”号空间站交会对接，乘组人员入驻中国人的“太空家园”。设对接前飞船与空间站均在轨做圆周运动，运行情形如图所示，下列说

法正确的是（ ）



- A. 图中 A 是飞船，B 是空间站
- B. 对接前空间站运行周期比飞船运行周期小
- C. 飞船通过向前方喷气后才能与空间站完成交会对接
- D. 对接后飞船的机械能与在原轨运行时的机械能相等

【答案】A

【分析】根据题意加速后对接可知 B 为空间站，故可知飞船向后喷气后才能与空间站对接；根据万有引力提供向心力得到周期表达式，据此比较对接前空间站运行周期与飞船运行周期的关系；根据除重力外其他力做功情况，分析飞船的机械能的变化。

【解答】解：A. 飞船通过加速与空间站交会对接，飞船加速做离心运动轨道升高，则可知道图中 A 是飞船，B 是空间站，故 A 正确；

B. 根据 $G\frac{Mm}{r^2} = m\frac{4\pi^2}{T^2}r$

解得： $T = \sqrt{\frac{4\pi^2 r^3}{GM}}$

由公式可知，对接前后空间站轨道半径较大，则运行周期较大，所以对接前空间站运行周期比飞船运行周期大，故 B 错误；

C. 飞船通过向后方喷气后才能获得向前的反冲力，实现加速，飞船做离心运动轨道升高，与空间站完成交会对接，故 C 错误；

D. 对接过程飞船因喷气加速，推力对飞船做正功，故机械能比在原轨运行时的机械能大，故 D 错误。
故选：A。

6. （4 分）一地铁在水平直轨道上运动，某同学为了研究该地铁的运动情况，他用细线将一支圆珠笔悬挂在地铁的竖直扶手上，地铁运行时用手机拍摄了如图所示的照片，拍摄方向跟地铁前进方向垂直，细线相对竖直扶手偏东。以下是该同学根据照片进行的分析，其中正确的是（ ）

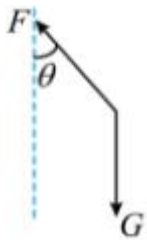


- A. 地铁一定向西加速运动
- B. 地铁可能向东加速运动
- C. 细线中拉力大小与地铁加速度大小无关
- D. 若用刻度尺测量细线的长度和圆珠笔到竖直扶手的距离，可以估算此时地铁的加速度

【答案】D

【分析】当笔处于稳定时，笔与地铁的加速度相同，根据图判断出绳与竖直方向的夹角，根据牛顿第二定律求得加速度即可。

【解答】解：ABC、根据题意，对笔受力分析，如图所示



竖直方向上，由平衡条件有

$$F \cos \theta = G$$

水平方向上，由牛顿第二定律有

$$F \sin \theta = ma$$

解得

$$F = \frac{G}{\cos \theta}$$

$$a = g \tan \theta$$

加速度方向水平向西，则地铁可能做向西的加速运动和向东的减少运动，地铁的加速度变化，细线与竖直方向的夹角变化，细线的拉力变化，则细线中拉力大小与地铁加速度大小有关，故 ABC 错误；

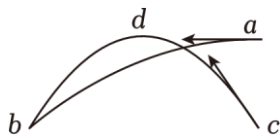
D、若用刻度尺测量细线的长度为 L 和圆珠笔到竖直扶手的距离为 d ，则有

$$\tan \theta = \frac{d}{\sqrt{L^2 - d^2}}$$

可知，可以估算此时地铁的加速度，故 D 正确。

故选：D。

- 7.（4分）如图所示，排球比赛中运动员某次将飞来的排球从a点水平击出，球击中b点；另一次将飞来的相同排球从a点的正下方且与b点等高的c点斜向上击出，也击中b点，排球运动的最高点d与a点的高度相同。不计空气阻力。下列说法中正确的是（ ）



- A. 排球两次在空中速度变化量相等
- B. 排球两次击中b点时的动能相等
- C. 两次击球，运动员对排球所做的功不一定相等
- D. 排球从c点击中b点的过程中，重力对排球的冲量为零

【答案】C

【分析】利用运动学公式可分析出速度变化量不相等，利用冲量定理可判断冲量大小；利用运动学分析，可得出两次击出排球速度的变化情况，然后根据动能表达式，确定动能是否相等；由于排球被击打前运动情况未知，动能变化量无法确定，所以做功情况无法确定。

【解答】解：AD.由公式 $h = \frac{1}{2}gt^2$ 可知，排球在空中的飞行时间取决于高度，从a点飞出的排球，下降的高度为h，从c点飞出的排球，先上升高度h，又下降高度h，结合运动的对称性可知，从c点飞出的排球的运动时间为从a点飞出的排球运动时间的两倍，排球两次飞行过程中的加速度均为重力加速度，则由 $\Delta v = gt$ 可知，排球两次在空中速度变化量不相等，由公式 $I = mgt$ 可知排球从c点击中点的过程中时间不为零，则重力对排球的冲量不为零，故A、D错误；

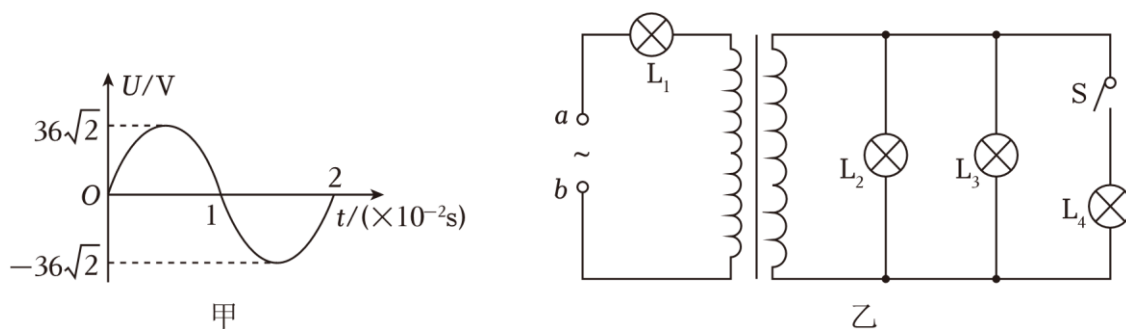
B.两次击出排球水平方向的位移相等，又根据A、D选项的分析可知，从c点飞出的排球的运动时间为从a点飞出的排球运动时间的两倍，由水平方向上两次击出排球均做速直线运动可知，从a点飞出的排球的水平速度大小为从c点飞出的排球水平速度大小的两倍，于竖直方向两排球高度相同，由 $v_y^2 = 2gh$ 可知两次击出排球的竖直速度相等，根据 $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$ 可知，两次击出排球击中b点时的速度大小不相等，两次击出排球的质量相等，因此动能不相等，故B错误；

C.运动员击打排球之前排球的运动情况不知，则排球动能变化量的大小不能确定，由动能定理可知，运动员对排球所做的功的多少不能确定，故C正确。

故选：C。

- 8.（4分）学校实验室有一台教学用发电机，输出的交变电压如图甲所示，将其接在如图乙所示的理想变

变压器的 a、b 两端，闭合开关 S，四只相同灯泡均正常发光。下列说法中正确的是（ ）



A. 图甲所示的交变电压瞬时值表达式为 $u = 36\sqrt{2}\sin 2\pi t$

B. 变压器原、副线圈的匝数比为 1: 3

C. 小灯泡的额定电压为 9V

D. 若断开开关 S，灯泡 L₁ 变亮、L₂ 变暗

【答案】C

【分析】根据甲图中电压的最大值和周期写出交流电压瞬时值的表达式随时间的变化关系；根据变压器原副线圈匝数比与电压、电流的关系及电压的有效值求匝数比和灯泡的额定电压；断开开关后再利用这些关系求灯泡的电压判断灯泡的亮度变化。

【解答】解：A、图甲中交变电压的最大值为 $36\sqrt{2}\text{V}$ ，周期为 0.02s，交流电的表达式为： $u = 36\sqrt{2}\sin\frac{2\pi}{T}t$ (V) = $36\sqrt{2}\sin 100\pi t$ (V)，故 A 错误；

B、ab 两端的电压有效值为 $U = \frac{U_m}{\sqrt{2}} = \frac{36\sqrt{2}}{\sqrt{2}}\text{V} = 36\text{V}$ ，四个灯泡均正常发光，设通过 L₁ 的电流为 I₁，

则通过原线圈的电流为 I₁，通过副线圈的电流为 3I₁，则原副线圈的匝数比为 $\frac{n_1}{n_2} = \frac{3I_1}{I_1} = 3$ ，故 B 错误；

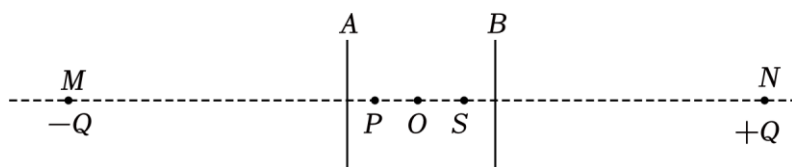
C、设灯泡正常发光的电压为 U_L，副线圈的电压为 U_L，根据 $\frac{U - U_L}{U_L} = \frac{n_1}{n_2}$

解得 U_L = 9V，故 C 正确；

D、断开开关 S，负载电阻增大，副线圈电流减小，则原线圈电流减小，灯泡 L₁ 变暗，则原、副线圈两端电压增大，可知 L₂ 变亮，故 D 错误。

故选：C。

9. (4 分) 如图所示，竖直放置的金属板 A、B 组成一平行板电容器，O 点为两板中心，在过 O 点且与板垂直的直线上，板外的 M、N 两点到 O 点距离相等，板间的 P、S 两点到 O 点的距离相等，板外 M、N 点分别放置等量异种点电荷时，O 点处场强恰好为零。忽略两点电荷对两板电荷分布的影响，则（ ）



- A. A 极板带负电，B 极板带正电
- B. 质子在 P 点的电势能大于在 S 点的电势能
- C. P、S 两点场强大小相等、方向相反
- D. 若仅增加两板之间距离，O 点处场强仍为零

【答案】D

【分析】根据 O 点处场强为零，知道两个点电荷在 O 点产生的电场强度与电容器两个极板产生的电场强度大小相等、方向相反，由此分析电容器 A 极板的电性，由点电荷场强公式求 A 极板所带电荷在 O 点产生的电场场强。根据电场的叠加原理分析 P、S 两点场强和电势的关系，从而分析电势能的大小关系。

根据 $C = \frac{Q}{Ed} = \frac{\epsilon_r S}{4\pi kd}$ 可分析 D 项。

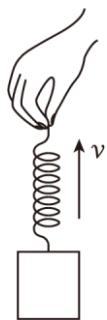
【解答】解：A. M、N 两点的点电荷在 O 点产生的场强方向向左，所以电容器两个极板产生的场强方向向右，则 A 板带正电，B 板带负电，故 A 错误；

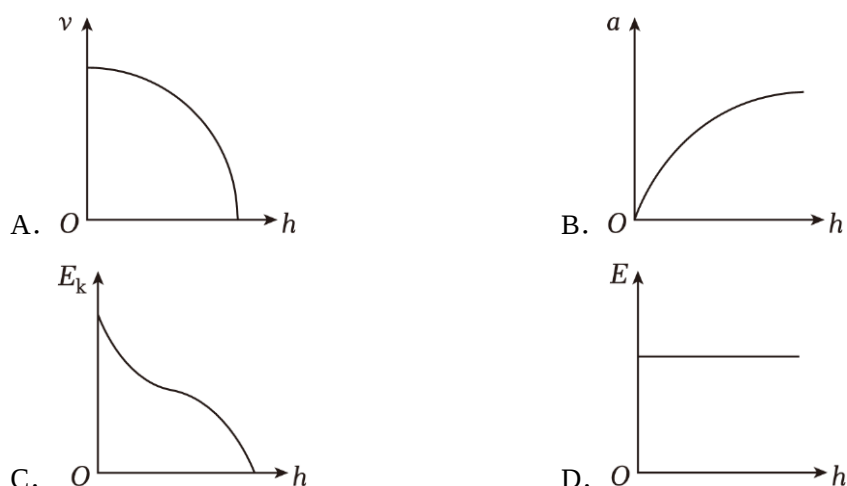
BC. 由等量异种电荷电场和电容器的电场分布可知，P、S 两点场强大小相等，方向向左，故 S 点的电势高于 P 点电势，质子在 S 点的电势能大于 P 点电势能，故 BC 错误；

D. 若仅增加两板之间距离，根据 $C = \frac{Q}{Ed} = \frac{\epsilon_r S}{4\pi kd}$ 可知，两极板在 O 点的电场强度不变，则 O 点处场强仍为零，故 D 正确。

故选：D。

10. (4 分) 如图所示，一轻弹簧下端挂一物体，上端用手牵引使重物匀速上升，从手突然停止到物体上升至最高点的过程中，物体运动的速率 v 、加速度大小 a 、动能 E_k 、机械能 E 随物体上升高度 h 变化的图像可能正确的是 ()





【答案】A

【分析】根据牛顿第二定律分析加速度大小随距离变化关系，再根据加速度的变化情况分析速度的变化；根据动能定理分析动能的变化；根据机械能守恒定律的守恒条件分析机械能的变化。

【解答】解：AB、根据题意可知，轻弹簧拉着重物做匀速直线运动，弹簧处于拉伸状态且拉力等于重力，当手突然停止运动后的一小段时间内，由于惯性，重物继续向上运动，弹簧的形变量减小，则弹力减小，弹力小于重力，加速度向下，向上做减速运动，设弹簧的劲度系数为 k ，根据牛顿第二定律可得，加速度大小与上升高度的关系为： $a = \frac{kh}{m}$ ；当弹簧处于伸长状态时，弹力一直减小，加速度一直增大；若弹簧伸长量减小到零之后，物体继续向上运动，弹簧被压缩，弹力增大且向下，根据牛顿第二定律可得，加速度大小与上升高度的关系仍为 $a = \frac{kh}{m}$ ，所以物体一直做加速度增大的减速运动， $a-h$ 图像为过原点的直线， v 与高度的增加变化越来越快，故 B 错误，A 正确；

C、根据题意，由动能定理可知，物体动能的变化量为 $\Delta E_k = mah$ ，所以 $E-h$ 图像的斜率表示物体受到合力 ma ，由上述分析可知，物体的加速度一直增大，则 $E-h$ 图像的斜率一直增大，故 C 错误；

D、根据题意，由功能关系可知，物体机械能的变化等于弹簧弹力做功，即 $\Delta E_k = F_{\text{弹}}h$ ，由上述分析可知，弹簧先做正功，机械能增加；若弹簧伸长量减小到零之后，物体继续向上运动，弹簧弹力后做负功，机械能减小，故 D 错误。

故选：A。

二、非选择题：本题共 5 小题，共 60 分。其中第 12 题～第 15 题解答时请写出必要的文字说明、方程式和重要的演算步骤，只写出最后答案的不能得分；有数值计算时，答案中必须写出数值和单位。

11.（15 分）某同学为了测量一蓄电池的电动势 E （约 9V）和内阻 r ，从学校实验室借来如下实验器材：

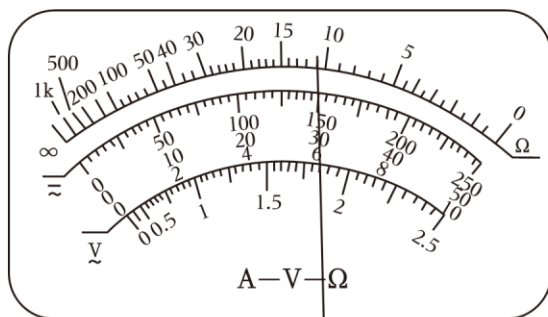
A. 多用电表

B. 电压表 V （量程 0~3V，内阻很大）

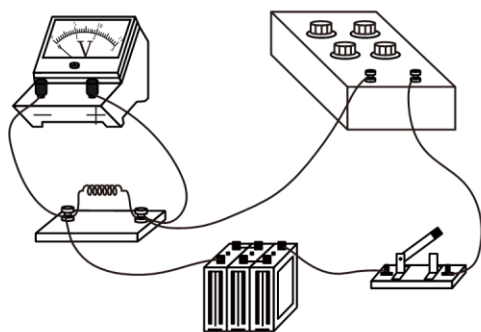
C.电阻箱 R （阻值 $0\sim 999.9\Omega$ ）

D.定值电阻 R_0

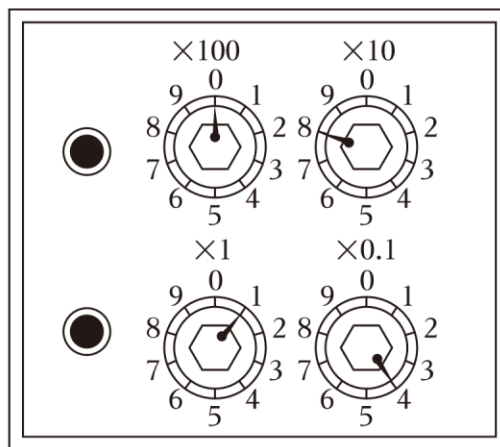
E.开关、导线若干



甲



乙



丙

(1) 该同学首先用多用电表测定值电阻 R_0 的阻值，他选用“ $\times 10\Omega$ ”挡，正确操作后发现指针偏转角度过大，因此需选择 “ $\times 1$ ”（填“ $\times 1$ ”或“ $\times 100$ ”）倍率，重新欧姆调零，之后测量的示数如图甲所示，则 $R_0 = \underline{11} \Omega$ 。

(2) 该同学设计了如图乙所示的电路。在某次实验时，电阻箱调至如图丙所示位置，则此时电阻箱接入电路的阻值为 $\underline{81.4} \Omega$ 。

(3) 多次改变电阻箱 R 的阻值，同时读出对应的电压表的示数 U ，并作记录。根据实验数据描点，绘出的 $\frac{1}{U} - R$ 图像是一条直线。若图线的斜率为 k ，纵坐标截距的绝对值为 b ，则该蓄电池的电动势 $E = \frac{1}{kR_0}$ ，内阻 $r = -\frac{b}{k} - R_0$ 。（用 k 、 b 和 R_0 表示）

(4) 实验前，该同学设计下列三组关于电阻箱的取值方案，你认为最安全、最合理的方案是 乙（填“甲”、“乙”或“丙”）。

方	电阻箱的阻值 R/Ω
---	-------------------

案					
甲	400.0	350.0	300.0	250.0	200.0
乙	80.0	70.0	60.0	50.0	40.0
丙	50.0	40.0	30.0	20.0	10.0

【答案】（1）“ $\times 1$ ”；11；（2）81.4；（3） $\frac{1}{kR_0}$ ； $\frac{b}{k} - R_0$ ；（4）乙。

【分析】（1）指针偏转角度过大，说明待测电阻的阻值太小，因此需选择小倍率；根据指针的位置进行读数；

（2）根据电阻箱的读数方法读数；

（3）根据闭合电路欧姆定律得到 $\frac{1}{U} - R$ 表达式，根据图像的斜率和截距进行分析；

（4）电压表的量程只有 3V，根据欧姆定律计算电阻箱接入电路的最小电阻，然后判断。

【解答】解：（1）该同学首先用多用电表测定值电阻 R_0 的阻值，他选用“ $\times 10\Omega$ ”挡，正确操作后发现指针偏转角度过大，说明待测电阻的阻值太小，因此需选择“ $\times 1\Omega$ ”倍率；

根据指针的位置可知，则 $R_0 = 11\Omega$ 。

（2）根据电阻箱的读数方法可知，此时电阻箱接入电路的阻值为 81.4 Ω 。

（3）根据闭合电路欧姆定律可得： $E = U + \frac{U}{R_0}(R + r)$

解得： $\frac{1}{U} = \frac{1}{E} + \frac{r}{ER_0} + \frac{1}{ER_0} \cdot R$

若图线的斜率为 k ，则 $k = \frac{1}{ER_0}$ ，解得： $E = \frac{1}{kR_0}$

纵坐标截距的绝对值为 b ，则有： $b = \frac{1}{E} + \frac{r}{ER_0}$ ，解得： $r = \frac{b}{k} - R_0$ ；

（4）电压表的量程为 3V，为使电压表不超量程，则电阻箱电压至少为 6V，根据串联电路电压之比等于电阻之比，则电阻箱的电阻至少为 22 Ω ，为使电压表读数准确，则电压表电压为 1V 左右，则电阻箱的电压为 8V 左右，故阻值为 88 Ω 左右，最安全、最合理的方案是乙。

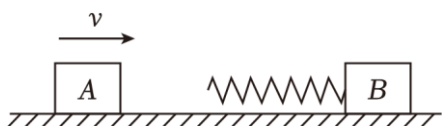
故答案为：（1）“ $\times 1$ ”；11；（2）81.4；（3） $\frac{1}{kR_0}$ ； $\frac{b}{k} - R_0$ ；（4）乙。

12.（8 分）如图所示，质量分别为 m 和 $2m$ 的物体 A、B 静置于光滑水平地面上，B 左端固定一轻质弹簧。

现 A 以速度 v 向右运动，在 A、B 相互作用的整个过程中，求：

（1）弹簧对 A 的冲量大小 I ；

（2）弹簧弹性势能的最大值 E_{pm} 。



【答案】（1）弹簧对 A 的冲量大小为 $\frac{4}{3}mv$ ；

（2）弹簧弹性势能的最大值为 $\frac{1}{3}mv^2$ 。

【分析】（1）根据动量守恒定律与机械能守恒定律分析解答；

（2）当弹簧压缩到最短时，A、B 的速度相等，弹簧的弹性势能最大，应用动量守恒定律与机械能守恒定律分析答题。

【解答】解：（1）当弹簧被压缩至重新恢复原长时，设 A、B 的速度大小分别为 v_A 、 v_B ，以向右为正方向，由动量守恒定律得： $mv = mv_A + 2mv_B$

由机械能守恒定律得： $\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}mv_A^2 + \frac{1}{2}2mv_B^2$

联立解得： $v_A = -\frac{1}{3}v$ ， $v_B = \frac{2}{3}v$

负号表示速度方向向左，从 A 撞上弹簧到 AB 分离过程，A 先向右做减速运动直到速度减为零，然后向左做加速运动，则 A、B 相互作用的整个过程中，以向右为正方向，对 A 根据动量定理可知：

$$I = mv_A - mv$$

解得 $I = -\frac{4}{3}mv$ ，负号表示动量方向向左；

（2）当弹簧被压缩最短时，A、B 速度相等，此时弹簧的弹性势能最大，系统的动能最小，根据系统的动量守恒定律及机械能守恒得

$$mv = (m+2m)v'$$

$$E_{pm} = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}(m+2m)v'^2$$

代入数据解得弹簧弹性势能的最大值为： $E_{pm} = \frac{1}{3}mv^2$

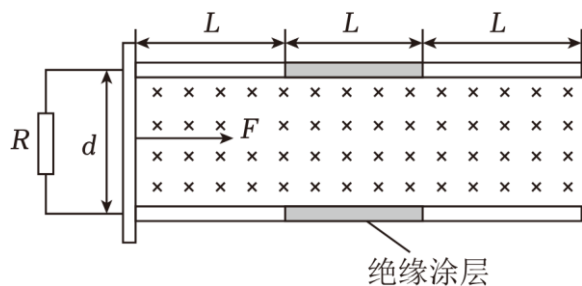
答：（1）弹簧对 A 的冲量大小为 $\frac{4}{3}mv$ ；

（2）弹簧弹性势能的最大值为 $\frac{1}{3}mv^2$ 。

- 13.（8 分）如图所示，在匀强磁场中有一水平放置的平行金属导轨，导轨间距为 d ，长为 $3L$ ，在导轨的中部刷有一段长为 L 的薄绝缘涂层。匀强磁场的磁感应强度大小为 B ，方向与导轨平面垂直。质量为 m 的导体棒在大小为 F 的恒力作用下由静止从导轨的左端运动，在滑上涂层之前已经做匀速运动，并一直匀速滑到导轨右端。导体棒始终与导轨垂直，且仅与涂层间有摩擦，接在两导轨间的电阻为 R ，导轨及导体棒电阻不计。求：

(1) 导体棒匀速运动的速度大小 v ；

(2) 整个运动过程中，流过电阻的电荷量 q 及电阻产生的焦耳热 Q 。



【答案】(1) 导体棒匀速运动的速度大小为 $\frac{FR}{B^2 d^2}$ ；

(2) 整个运动过程中，流过电阻的电荷量为 $\frac{2BLd}{R}$ ，电阻产生的焦耳热为 $2FL - \frac{mF^2 R^2}{2B^4 d^4}$ 。

【分析】(1) 在非涂层上，导体棒做匀速直线运动，根据平衡条件求解；

(2) 整个运动过程中，根据能量守恒定律列式，即可求得热量，由法拉第定律和电量的公式结合求解电量。

【解答】解：(1) 导体在非涂层段做匀速运动时，产生的感应电动势为 $E = Bdv$

回路中的感应电流为 $I = \frac{E}{R}$

导体棒所受安培力大小为 $F_{\text{安}} = BId = F$

解得 $v = \frac{FR}{B^2 d^2}$

(2) 导体棒在两个非涂层段运动时，电阻内有电流通过，

$q = \bar{I}t$

$\bar{I} = \frac{\bar{E}}{R}$

根据法拉第电磁感应定律可知

$\bar{E} = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$

流过电阻的电荷量 $q = \frac{2BLd}{R}$

导体棒在绝缘涂层上运动时，导体中不产生电热，由能量守恒得

$Q = F \times 2L - \frac{1}{2}mv^2$

解得 $Q = 2FL - \frac{mF^2 R^2}{2B^4 d^4}$

答：（1）导体棒匀速运动的速度大小为 $\frac{FR}{B^2 d^2}$ ；

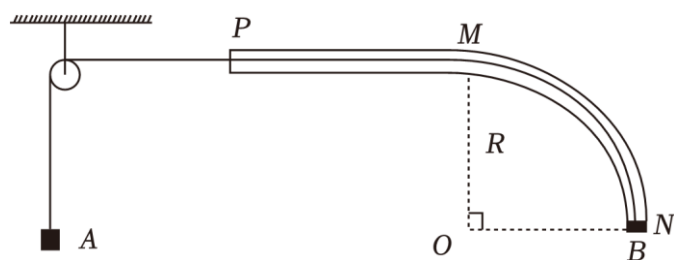
（2）整个运动过程中，流过电阻的电荷量为 $\frac{2BLd}{R}$ ，电阻产生的焦耳热为 $2FL - \frac{mF^2 R^2}{2B^4 d^4}$ 。

- 14.（13分）如图所示，内径很小的细管 PMN 竖直固定，PM 段为长为 L、内径粗糙的水平直细管。P 端有一竖直弹性挡板，MN 段为内径光滑、半径为 R 的 $\frac{1}{4}$ 圆弧细管，两段细管在 M 处平滑连接。细绳一端连接质量为 3m 的滑块 A，另一端跨过滑轮，穿过挡板 P 的光滑小孔与质量为 m、略小于细管内径的滑块 B 相连，已知滑块 B 与 PM 段细管间动摩擦因数为 0.5，起初两滑块在外力作用下静止。现同时释放两滑块，重力加速度为 g。

（1）求滑块 B 在 PM 段向左运动过程中的加速度大小 a；

（2）求滑块 B 第一次运动至 M 点时的速度大小 v_M ；

（3）若滑块 B 每次与挡板 P 碰撞后均以原速率弹回，求整个运动过程中，滑块 B 在水平 PM 段运动的总路程 s。



【答案】（1）滑块 B 在 PM 段向左运动过程中的加速度大小为 $\frac{5}{8}g$ ；

（2）滑块 B 第一次运动至 M 点时的速度大小为 $\frac{1}{2}\sqrt{(3\pi-2)gR}$ ；

（3）整个运动过程中，滑块 B 在水平 PM 段运动的总路程为 $6L+3\pi R-2R$ 。

【分析】（1）根据牛顿第二定律解得加速度；

（2）块 B 上升至 M 点的过程中对 A 与 B 组成的系统，根据机械能守恒定律解答；

（3）整个过程中，根据能量守恒定律解答。

【解答】解：（1）滑块 B 向左运动时，对滑块 A 有 $3mg - T = 3ma$

对滑块 B，有 $T - \mu mg = ma$

解得 $a = \frac{5}{8}g$

（2）滑块 B 上升至 M 点的过程中对 A 与 B 组成的系统，由机械能守恒定律得 $3mg \cdot \frac{\pi R}{2} - mgR = \frac{1}{2}$

$(3m+m)v_M^2$

$$\text{解得 } v_M = \frac{1}{2} \sqrt{(3\pi - 2)gR}$$

$$(3) \text{ 滑块 B 最终停在挡板 P 处对 A 与 B 组成的系统, 由能量守恒定律得 } 3mg(L + \frac{\pi R}{2}) - mgR - \mu mgs = 0$$

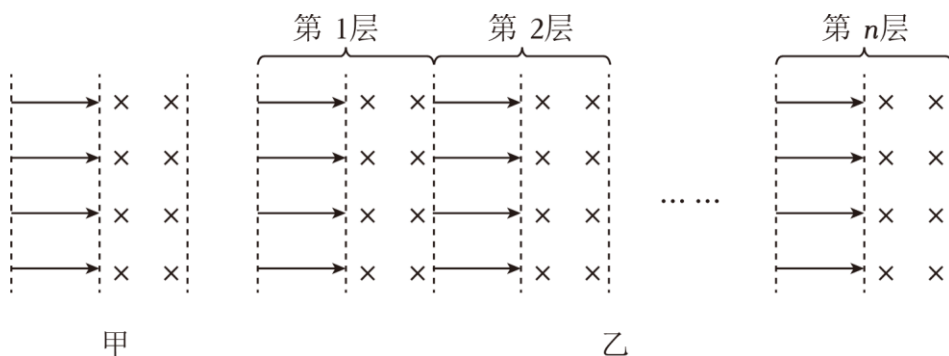
$$\text{解得 } s = 6L + 3\pi R - 2R$$

答: (1) 滑块 B 在 PM 段向左运动过程中的加速度大小为 $\frac{5}{8}g$;

(2) 滑块 B 第一次运动至 M 点时的速度大小为 $\frac{1}{2} \sqrt{(3\pi - 2)gR}$;

(3) 整个运动过程中, 滑块 B 在水平 PM 段运动的总路程为 $6L + 3\pi R - 2R$ 。

15. (16 分) 如图甲所示, 真空中存在匀强电场和匀强磁场, 电场、磁场的边界互相平行且与电场方向垂直。一质量为 m 、电荷量为 q 的带正电的粒子 (不计重力) 在电场左侧边界某处由静止释放, 进入电场和磁场区域。已知电场和磁场的宽度均为 d , 长度足够长, 电场强度大小为 E , 方向水平向右, 磁感应强度大小为 $\sqrt{\frac{mE}{2qd}}$, 方向垂直纸面向里。



(1) 求粒子在图甲磁场中运动的轨道半径 r 及运动时间 t ;

(2) 图乙为图甲的多级组合, 粒子从第 1 层电场左侧边界某处由静止释放, 若能从第 n 层磁场右边界飞出, 求粒子在第 n 层磁场中运动的轨道半径 r_n ;

(3) 改变图乙中电场强度与磁感应强度的大小关系, 粒子仍从第 1 层电场左侧边界某处由静止释放, 已知粒子从第 6 层磁场右侧边界穿出时, 速度的方向与水平方向的夹角为 30° 。若保证粒子不能从第 n 层磁场右边界穿出, n 至少为多少?

【答案】 (1) 粒子在图甲磁场中运动的轨道半径 r 为 $2d$; 运动时间 t 为 $\frac{\pi}{3} \sqrt{\frac{dm}{2Eq}}$;

(2) 粒子在第 n 层磁场中运动的轨道半径 r_n 为 $2d\sqrt{n}$;

(3) 若保证粒子不能从第 n 层磁场右边界穿出, n 至少为 24。

【分析】 (1) 根据动能定理和牛顿第二定律联立求解轨道半径和周期, 根据时间与周期的关系求解运动时间;

(2) 根据动能定理和牛顿第二定律联立求解轨道半径；

(3) 根据带电粒子在垂直电场方向做匀速直线运动找到速度与角度关系、半径与角度关系联立牛顿第二定律求出半径与角度的数学关系，联立第(2)的分析即可求出 n 至少为多少。

【解答】解：(1) 粒子从电场射出后根据动能定理有

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

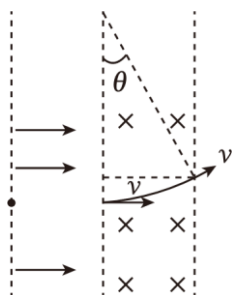
粒子在磁场中运动有

$$Bqv = m\frac{v^2}{r}, \quad B = \sqrt{\frac{mE}{2qd}}$$

联立解得

$$r = 2d$$

粒子在磁场中的轨迹如图所示



根据几何关系可得

$$\sin \theta = \frac{d}{r} = \frac{1}{2}$$

即

$$\theta = 30^\circ$$

根据牛顿第二定律，粒子在磁场中的运动周期

$$Bqv = m \cdot \frac{2\pi}{T} \cdot v$$

即

$$T = \frac{2\pi m}{Bq}$$

所以粒子在图甲磁场中运动时间为

$$t = \frac{30^\circ}{360^\circ} \cdot T = \frac{\pi}{3} \sqrt{\frac{dm}{2Eq}}$$

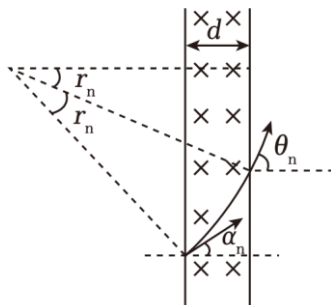
(2) 设粒子在第 n 层磁场中的速度为 v_n ，轨迹半径为 r_n ，根据动能定理和牛顿第二定律可得

$$nEqd = \frac{1}{2}mv_n^2, \quad Bqv_n = m\frac{v_n^2}{r_n}$$

联立解得

$$r_n = 2d\sqrt{n};$$

(3) 如图所示



设粒子进入第 n 层磁场时速度方向与水平方向夹角为 α_n ，从该层磁场右边界射出时速度方向与水平方向夹角为 θ_n ，根据粒子在电场中运动时，垂直于电场线方向的速度分量不变，有

$$v_n \sin \theta_n = v_n \sin \alpha_n \quad (1)$$

根据图像结合几何知识有

$$r_n \sin \theta_n - r_{n-1} \sin \alpha_{n-1} = d \quad (2)$$

根据牛顿第二定律有

$$B' q v_n = m \frac{v_n^2}{r_n}$$

即

$$v_n = \frac{B' q r_n}{m} \quad (3)$$

联立①②③可得

$$r_n \sin \theta_n - r_{n-1} \sin \theta_{n-1} = d$$

可得 $r_1 \sin \theta_1, r_2 \sin \theta_2, \dots, r_n \sin \theta_n$ 为等差数列，所以有

$$r_n \sin \theta_n = r_1 \sin \theta_1 + (n-1)d$$

当 $n=1$ 时，根据 (1) 问分析有

$$r_1 \sin \theta_1 = d$$

所以可得

$$r_n \sin \theta_n = nd$$

与前面分析式

$$nE' qd = \frac{1}{2} m v_n^2, \quad B' q v_n = m \frac{v_n^2}{r_n}$$

联立解得

$$\sin \theta_n = B' \sqrt{\frac{nqd}{2mE'}} \quad (4)$$

若粒子刚好不能从第 n 层磁场右边界穿出，有

$$\theta_n = 90^\circ, \quad \sin \theta_n = 1$$

根据题意当 $n=6$ 时， $\theta_6 = 30^\circ$ ，即

$$\sin 30^\circ = B' \sqrt{\frac{6qd}{2mE'}} \quad (5)$$

④⑤两式联立解得

$$n = 24。$$

答：（1）粒子在图甲磁场中运动的轨道半径 r 为 $2d$ ；运动时间 t 为 $\frac{\pi}{3} \sqrt{\frac{dm}{2Eq}}$ ；

（2）粒子在第 n 层磁场中运动的轨道半径 r_n 为 $2d\sqrt{n}$ ；

（3）若保证粒子不能从第 n 层磁场右边界穿出， n 至少为 24。