

2023 届高三年级毕业班调研考试

物理

考生注意：

1. 答题前，考生务必将自己的姓名、考生号填写在试卷和答题卡上，并将考生号条形码粘贴在答题卡上的指定位置。
2. 回答选择题时，选出每小题答案后，用铅笔把答题卡对应题目的答案标号涂黑。如需改动，用橡皮擦干净后，再选涂其他答案标号。回答非选择题时，将答案写在答题卡上，写在本试卷上无效。
3. 考试结束后，将本试卷和答题卡一并交回。

一、选择题：本题共 10 小题，每小题 4 分，共 40 分。在每小题给出的四个选项中，第 1~6 题只有一个选项符合题目要求，第 7~10 题有多个选项符合要求。全部选对的得 4 分，选对但不全的得 2 分，有选错的得 0 分。

1. 卢瑟福用 α 粒子轰击氮原子核发现了质子的同时，发现氮原子核变成了氧原子核，产生了氧的一种同位素 ${}^{17}_8\text{O}$ 。已知质子的质量为 m_p ，中子的质量为 m_n ， ${}^{17}_8\text{O}$ 原子核的质量为 M ，真空中的光速为 c ，则 ${}^{17}_8\text{O}$ 的比结合能为

A. $\frac{1}{17}(8m_p + 9m_n - M)c^2$

B. $\frac{1}{9}(9m_p + 8m_n - M)c^2$

C. $\frac{1}{17}(M - 8m_p - 17m_n)c^2$

D. $\frac{1}{17}(M - 8m_p - 9m_n)c^2$

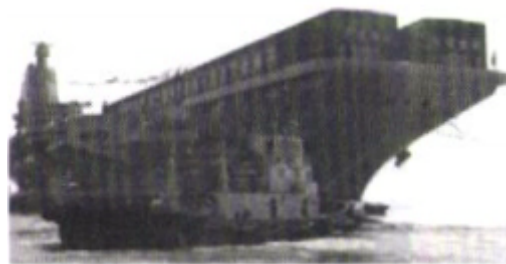
2. 2022 年 6 月 17 日，中国第 3 艘航空母舰“中国人民解放军海军福建舰”正式下水，这一刻标志着中国人民海军进入“三舰客时代”。福建舰上的舰载飞机采用最先进的电磁弹射系统，帮助飞机在更短的加速距离内起飞。设在静止的航母上某种型号舰载飞机没有弹射系统时匀加速到起飞速度 v 需要的距离是 L_0 ，弹射系统给飞机一个初速度 v_0 之后，匀加速到起飞速度 v 需要的距离是 L ，

若 $L = \frac{7}{16}L_0$ ，设飞机两次起飞的加速度相同，则弹射速度 v_0 与起飞速度 v 之比为

A. $\frac{7}{9}$

B. $\frac{4}{9}$

C. $\frac{3}{4}$



D. $\frac{9}{16}$

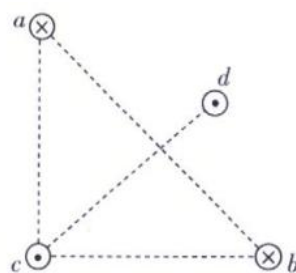
3. 一枚苹果竖直上抛再落回原处, 苹果运动过程中受到的空气阻力忽略不计, 从苹果被抛出瞬间开始研究, 其动能 E_k 满足二次函数 $E_k = ax^2 + bx + c$ 的形式, 其中 a 、 b 、 c 为常数且均不等于 0, 关于其中

x 的物理意义, 下列说法正确的是

- A. x 表示苹果的瞬时速度 v
- B. x 表示苹果运动的位移 h
- C. x 表示苹果运动的时间 t
- D. x 表示苹果重力的功率 P

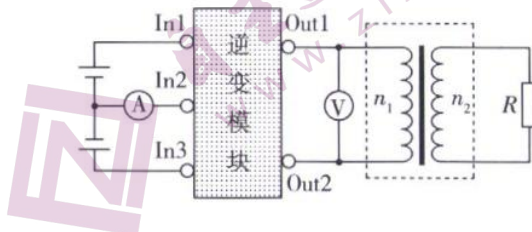
4. 已知 a 、 b 、 c 是等腰直角三角形三个顶点, d 是 $\angle c$ 平分线上的一点, $cd = ac = bc$, 在 a 、 b 、 c 、 d 四点分别固定四条长度均为 L 的通电直导线, 四条直导线都垂直于三角形 abc 所在平面, 导线中的电流均为 I , 电流方向如图所示, 若导线 a 在 c 点产生磁场的磁感应强度大小为 B , 则放在 c 点导线受到的安培力大小和方向正确的是

- A. $(\sqrt{2} + 1)BIL$, 沿 cd 方向
- B. $(\sqrt{2} - 1)BIL$, 沿 cd 方向
- C. $(\sqrt{2} + 1)BIL$, 沿 dc 方向
- D. $(\sqrt{2} - 1)BIL$, 沿 dc 方向



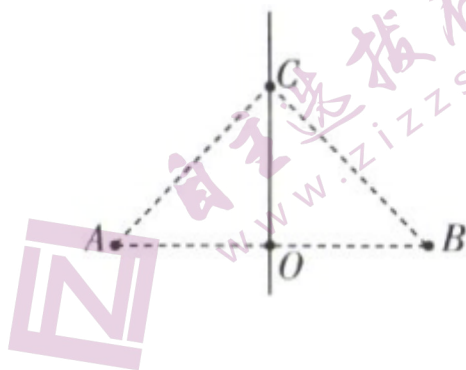
5. 逆变器是一种能够把蓄电池提供的直流电转变成交流电的工具。如图所示, 就是一种逆变器的电路, 核心的控制电路称为“逆变模块”, 它的功能就是把直流转换成交流, 共有 5 个接线端子, $In1 \sim In3$ 为输入端, 与两块相同的蓄电池连接, 两块相同的蓄电池同时工作; $Out1 \sim Out2$ 为输出端, 与理想变压器原线圈相连。已知蓄电池的电动势为 E , 内阻不计, 负载电阻阻值为 R , 电流表读数为 I 、电压表读数为 U , 逆变模块自身消耗的电功率忽略不计, 则变压器原、副线圈的匝数比为

- A. $\frac{U}{\sqrt{EIR}}$
- B. $\frac{2U}{\sqrt{EIR}}$
- C. $\frac{U}{\sqrt{2EIR}}$
- D. $\frac{U}{2\sqrt{2EIR}}$



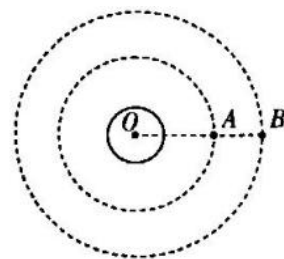
6. 如图所示, OC 是等腰三角形 ABC 底边 AB 上的高, 电荷量相等的两个正电荷分别固定在 A 、 B 两点。绝缘光滑杆与 OC 重合, 有一个带负电的轻质小球套在杆上, 自 C 点从静止释放后沿杆滑下, 当小球运动到 O 点时, 其速度大小为 v , 若 B 处正电荷的电荷量变为原来的 2 倍, 其他条件不变, 仍将小球由 C 点从静止释放。不计小球的重力, 小球可看作点电荷。当小球运动到 O 点时, 其速度大小为

- A. $2v$
- B. $\frac{\sqrt{2}}{2}v$
- C. $\frac{\sqrt{6}}{2}v$
- D. $\frac{\sqrt{3}}{2}v$



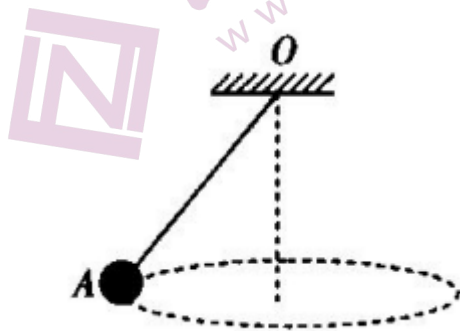
7. 有两颗人造地球卫星围绕地球做匀速圆周运动，两条轨道在同一个平面上。某时刻卫星 A 、 B 距离最近，经过时间 t 卫星 A 、 B 距离仍是最近。已知卫星 A 的周期为 T ，卫星 B 的周期为 kT ，则 t 的值可能为

- A. $\frac{k}{k-1}T$
- B. $\frac{2k}{k-1}T$
- C. $\frac{3(k-1)}{k}T$
- D. $\frac{4(k-1)}{k}T$



8. 如图所示，一根不可伸长的轻绳，一端系一可视为质点的小球，另一端固定在 O 点。小球在水平面内做匀速圆周运动，当细绳与竖直方向夹角为 37° 时，细绳拉力为 F_1 ，小球角速度为 ω_1 。缓慢增加小球的转速，当细绳与竖直方向夹角为 53° 时，细绳拉力为 F_2 ，小球角速度为 ω_2 ，已知 $\cos 37^\circ = 0.8$ ， $\cos 53^\circ = 0.6$ ，下面说法正确的是

- A. $\frac{F_1}{F_2} = \frac{3}{4}$
- B. $\frac{F_1}{F_2} = \frac{2}{3}$
- C. $\frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{\sqrt{3}}{2}$
- D. $\frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{\sqrt{2}}{3}$

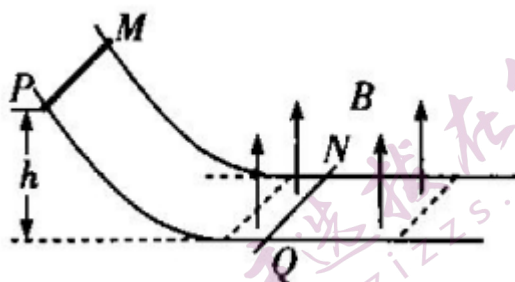


9. 有一质量为 10^3 kg 的汽车，发动机额定功率为 $4\times 10^4\text{ W}$ ，在平直路面上行驶时所受阻力恒为车重的 0.3 倍，汽车以 1 m/s^2 的恒定加速度启动，重力加速度 g 取 10 m/s^2 。车辆启动过程中，下列说法正确的是

- A. 发动机最大牵引力为 $4\times 10^3\text{ N}$
- B. 做匀加速运动持续的时间为 10 s
- C. 5 s 末汽车的速度为 10 m/s
- D. 5 s 末发动机的实际功率为 $2\times 10^4\text{ W}$

10. 如图所示，间距为 L 的两条光滑平行金属导轨左侧倾斜，右侧平直部分位于水平面上。水平面上部分区域有方向竖直向上、磁感应强度大小为 B 的匀强磁场。金属棒 NQ 与两导轨垂直，静止放置在磁场中。金属棒 MP 从某一高处释放后进入磁场时的速度为 v_0 。金属棒 NQ 离开磁场的速度为同一时刻金属棒 MP 速度的 $\frac{1}{2}$ 。已知金属棒 MP 的质量为 m ，电阻为 R ，金属棒 NQ 的质量与电阻均为金属棒 MP 的 2 倍，重力加速度为 g ，运动过程中两金属棒没有发生碰撞。从金属棒 MP 由静止释放至 NQ 离开磁场这段时间内，下列说法正确的是

- A. NQ 在磁场中做匀加速运动
- B. NQ 最大速度为 $\frac{1}{4}v_0$
- C. 流过 NQ 的电量为 $\frac{mv_0}{2BL}$
- D. 系统产生的焦耳热为 $\frac{5}{16}mv_0^2$



二非选择题:包括必考题和选考题两部分。第 $11\sim 15$ 题为必考题,每个试题考生都必须作答。第 $16, 17$ 题为选考题,考生根据要求作答。

(一)必考题:共 55 分。

11. (7分) (1)利用如图1所示的实验装置研究平抛运动,需要注意两点:

- ①斜槽末端一定要调整为_____状态;
- ②让小球多次从斜槽上_____由静止滚下。

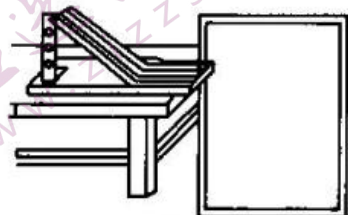


图1

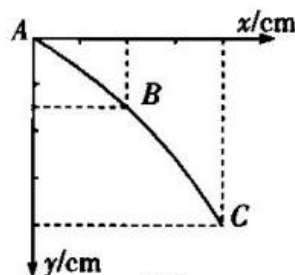


图2

(2) 某同学在实验过程中得到了部分运动轨迹, 然后在轨迹上以竖直向下为 y 轴正方向、水平向右为 x 轴正方向建立直角坐标系, 如图 2 所示, 其中 A、B、C 三点坐标分别为 A(0, 0)、B(20, 15)、C(40, 40), 重力加速度 g 取 10m/s^2 , 则该同学在实验过程中小球做平抛运动的初速度为 _____ m/s (结果保留 2 位有效数字)。

12. (8 分) 某同学想要测定一个定值电阻 R_x 的阻值 ($2\text{k}\Omega$ 左右), 实验室提供的实验器材如下:

电流表 A_1 (量程为 200mA , 内阻 $R_{A1} = 8\Omega$)

电流表 A_2 (量程为 0.6A , 内阻 $R_{A2} = 4\Omega$)

电压表 V_1 (量程 3V , 内阻 $R_{V1} = 3\text{k}\Omega$)

电压表 V_2 (量程 5V , 内阻 $R_{V2} = 5\text{k}\Omega$)

滑动变阻器 R_1 (最大允许通过电流 1.5A , 最大阻值 50Ω)

滑动变阻器 R_2 (最大允许通过电流 0.3A , 最大阻值 $3\text{k}\Omega$)

待测定值电阻 R_x

电源 E (电动势约 15V , 内阻较小但不可忽略), 单刀开关 S , 导线若干
回答下列问题:

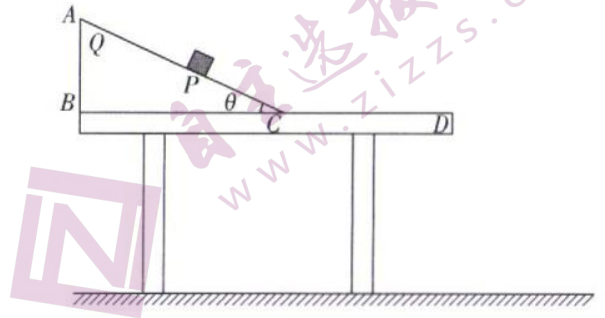
(1) 请选择合适的器材进行电路设计来完成对待测电阻 R_x 的测量, 要求尽可能测量多组数据, 电表能有较大的偏转, 实验中滑动变阻器应选用 _____ (填 “ R_1 ” 或 “ R_2 ”), 并采用 _____ (填 “限流” 或 “分压”) 接法。请在虚线框中画出的完整实验电路原理图。



(2) 根据设计的实验电路可求得 $R_x =$ _____ (可用 U_1 、 U_2 、 I_1 、 I_2 、 R_{A1} 、 R_{A2} 、 R_{V1} 、 R_{V2} 中的部分符号表示)。

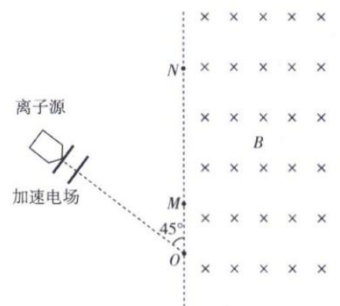
13. (10 分) 如图所示, 倾角为 $\theta=37^\circ$ 的斜面体 ABC 固定在高度为 $h=0.8\text{m}$ 水平桌面上, 斜面顶点 C 与桌面边缘 D 距离 $L=0.4\text{m}$, Q 为斜面上的一点, P 是 QC 的中点。小滑块与斜面间动摩擦因数 $\mu_1 = 0.5$, 与桌面间动摩擦因数 $\mu_2 = 0.1$ 。将小滑块从斜面上 P 点由静止释放, 刚好能够停在 D 点; 再将小滑块从斜面上 Q 点由静止释放, 小滑块越过 D 点做平抛运动落在水地面上。小滑块从斜面到桌面转折处机械能损失不计, $\sin 37^\circ = 0.6$, $\cos 37^\circ = 0.8$, 重力加速度 g 取 10m/s^2 。求:

- (1) 斜面上点 P 与点 C 之间的距离;
 (2) 小滑块做平抛运动的水平位移大小。



14. (12分) 如图所示, 从离子源产生的甲、乙两种离子, 由静止经电压为 U 的加速电场加速后在纸面内运动, 自 O 点与磁场边界成 45° 角射入磁感应强度大小为 B 方向垂直于纸面向里的匀强磁场。已知甲种离子从磁场边界的 N 点射出; 乙种离子从磁场边界的 M 点射出; OM 长为 L , MN 长为 $3L$, 不计重力影响和离子间的相互作用。求:

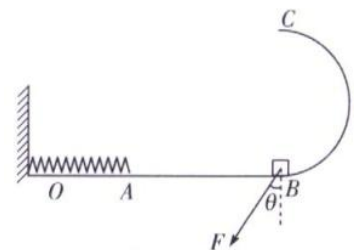
- (1) 甲种离子比荷;
 (2) 乙种离子在磁场中的运动时间。



15. (18分) 如图所示, 水平直轨道与光滑圆弧轨道相切于 B 点, 处于自然状态的轻弹簧左端与墙壁相连, A 是弹簧末端。质量为 m 的小滑块静止放在 B 点, A 、 B 之间的距离为 $5L$ 。某时刻给小滑块施加一个大小等于 mg 的恒定推力 F , F 与竖直方向夹角 $\theta = 37^\circ$ 。小滑块在推力 F 的作用下由静止向左运动并压缩弹簧最短至 O 点, 然后从 O 点向右反弹, 小滑块运动到 A 点右侧且与 A 相距 $2L$ 的位置时速度为零。

已知小滑块与水平面间的动摩擦因数 $\mu = \frac{1}{9}$, $\sin 37^\circ = \frac{3}{5}$, $\cos 37^\circ = \frac{4}{5}$, 重力加速度大小为 g 。

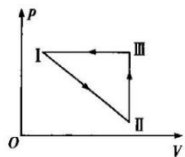
- (1) 求小滑块第一次向左运动到达 A 点时速度的大小;
 (2) 求 O 点与 A 点的距离以及弹簧的最大弹性势能;
 (3) 若去掉推力 F , 将滑块推至 O 点由静止释放, 小滑块运动到圆弧轨道最高点 C 后做平抛运动, 经过与圆心等高的 D 点(图中未画出), D 与圆心水平距离为圆弧半径 2 倍, 求圆弧半径以及滑块经过 B 点时的速度大小。



(二) 选考题: 共 15 分。请考生从给出的 16、17 两道题中任选一题作答。如果多做, 则按所做的第一题计分。

16. [选修 3-3] (15 分)

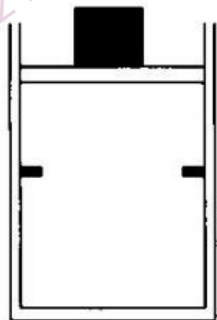
(1) (5 分) 如图所示为一定质量的理想气体发生状态变化时的 $p-V$ 图像, 图像中的 I、II、III 对应理想气体的三个不同状态, 坐标分别是 I (1, 4)、II (4, 1)、III (4, 4), 理想气体按照图中箭头所示由 I \rightarrow II \rightarrow III \rightarrow I 完成一个循环。当理想气体由 I \rightarrow II 过程中, 气体分子的平均动能_____ (填“先增大后减小”“先减小后增大”或“不变”); 由 II \rightarrow III 过程中, 气体_____ (填“吸收”或“放出”) 热量; 由 III \rightarrow I 过程中, 气体放出的热量_____ (填“大于”“小于”或“等于”) 外界对气体做的功。



(2) (10 分) 上端开口的导热汽缸放置在水平面上, 大气压强为 p_0 。汽缸内有一卡子, 横截面积为 S 的轻质活塞上面放置一个质量为 m 的重物, 活塞下面密封一定质量的理想气体。当气体温度为 T_1 时, 活塞静止, 此位置活塞与卡子距离为活塞与汽缸底部距离的 $\frac{1}{3}$ 。现缓慢降低汽缸温度, 活塞被卡子托住后, 继续降温, 直到缸内气体压强为 $\frac{1}{2}p_0$ 。已知重力加速度为 g , 活塞厚度及活塞与汽缸壁之间的摩擦不计。

求:

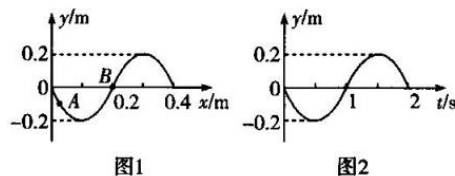
- (i) 活塞刚接触卡子瞬间, 缸内气体的温度;
- (ii) 缸内气体压强为 $\frac{1}{2}p_0$ 时气体的温度。



17. [选修 3-4] (15 分)

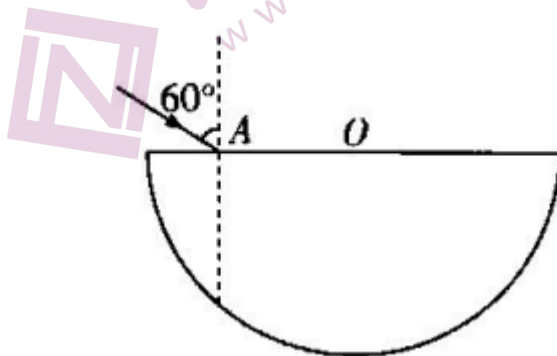
(1) (5 分) 一列简谐横波在 $t = 0$ 时刻的波形如图 1 所示, A、B 是介质中的两个质点, 此时质点 B 正经过平衡位置, 质点 B 的振动图像如图 2。下列说法正确的是_____。 (填正确答案标号。选对 1 个得 2 分, 选对 2 个得 4 分, 选对 3 个得 5 分; 每选错 1 个扣 3 分, 最低得分为 0 分)

- A. 波沿 x 轴正方向传播
- B. 这列波的波速为 0.2m/s
- C. $t = 1.5\text{s}$ 时刻, 质点 B 的运动的加速度为零
- D. $t = 1\text{s}$ 时刻, 质点 A 的位移为负值
- E. $t = 3.5\text{s}$ 时刻, 质点 A 向 y 轴负方向运动



(2) (10 分) 如图所示, 圆心为 O 的半圆形玻璃砖半径为 R , A 为半圆形玻璃砖平面上的一点, 一束单色光以 $\theta = 60^\circ$ 的入射角从 A 点射入玻璃砖, 光线经过玻璃砖 2 次折射, 从玻璃砖圆表面离开的光线相对于最初的入射光线发生了侧移, 但传播方向未变。若入射光线从 A 点垂直于半圆形玻璃砖平面入射, 则第一次射到玻璃砖圆表面光线恰好不能从玻璃砖射出。求:

- (i) 玻璃的折射率;
- (ii) 光线发生侧移的距离。



自主选拔在线
www.zizzs.com



自主选拔在线
www.zizzs.com



自主选拔在线
www.zizzs.com

2023 届高三年级毕业班调研考试

物理 · 答案

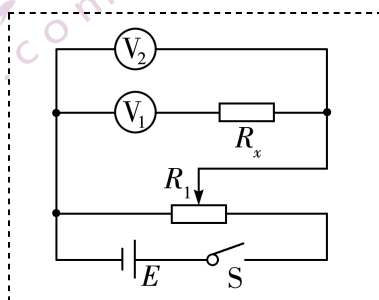
选择题:共 10 小题,每小题 4 分,共 40 分。在每小题给出的四个选项中,第 1~6 题只有一个选项符合题目要求,第 7~10 题有多个选项符合题目要求。全部选对的得 4 分,选对但不全的得 2 分,有选错的得 0 分。

1. A 2. C 3. C 4. D 5. A 6. C 7. AB 8. AC 9. ABD 10. BCD

11. (1)①水平(2分) ②同一位置(或同一高度,2分)

(2)2.0(3分)

12. (1) R_1 (2分) 分压(2分) 如图所示(2分)



(2) $\frac{U_2 - U_1}{U_1} R_{V1}$ (2分)

13. (1)设 P 、 C 两点之间的距离为 L_1 ,从 P 点到 D 点,因摩擦力做功产生的热量

$$Q = \mu_1 mgL_1 \cos \theta + \mu_2 mgL \quad (1 \text{分})$$

根据能量守恒 $mgL_1 \sin \theta - Q = 0$ (1分)

解得 $L_1 = \frac{\mu_2 L}{\sin \theta - \mu_1 \cos \theta} = 0.2 \text{ m}$ (1分)

(2)设从 Q 运动到 D 时的速度为 v

$$\frac{1}{2}mv^2 = 2mgL_1 \sin \theta - 2\mu_1 mgL_1 \cos \theta - \mu_2 mgL \quad (1 \text{分})$$

解得 $v^2 = 4gL_1 \sin \theta - 4\mu_1 gL_1 \cos \theta - 2\mu_2 gL$ (1分)

代入数据解得 $v = \sqrt{0.8} \text{ m/s} = 0.4\sqrt{5} \text{ m/s}$ (1分)

平抛运动竖直方向 $h = \frac{1}{2}gt^2$ (1分)

解得 $t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = 0.4 \text{ s}$ (1分)

平抛运动水平方向位移 $s = vt$ (1分)

代入数据解得 $s = 0.4 \sqrt{0.8} \text{ m} = 0.16\sqrt{5} \text{ m}$ (1分)

14. (1)设甲种离子质量为 m_1 ,电荷量为 q_1

在电场中加速过程: $q_1 U_1 = \frac{1}{2}m_1 v_1^2$ (1分)

设甲种离子在磁场中的运动半径为 R_1

由洛伦兹力公式和牛顿第二定律有

$$q_1 v_1 B = m \frac{v_1^2}{R_1} \quad (1 \text{分})$$

由几何关系知 $R_1^2 + R_1^2 = (4L)^2$ (1分)

联立解得: $\frac{q_1}{m_1} = \frac{U}{4L^2 B^2}$ (2分)

(2) 设乙种离子质量为 m_2 , 电荷量为 q_2

在电场中加速过程: $q_2 U = \frac{1}{2} m_2 v_2^2$ (1分)

设乙种离子在磁场中的运动半径为 R_2

由洛伦兹力公式和牛顿第二定律有

$$q_2 v_2 B = m \frac{v_2^2}{R_2} \quad (1 \text{分})$$

由几何关系知 $R_2^2 + R_2^2 = L^2$ (1分)

离子在磁场中运动的偏转角 $\alpha = \frac{3}{2}\pi$ (1分)

设乙种离子在磁场中运动的周期 T

$$T = \frac{2\pi m}{q_2 B} \quad (1 \text{分})$$

设乙种离子在磁场中运动的时间为 t

则 $t = \frac{T}{2\pi} \alpha = \frac{\alpha m_2}{q_2 B}$ (1分)

联立解得 $t = \frac{3\pi B L^2}{8U}$ (1分)

15. (1) 将拉力 F 沿着水平方向和竖直方向分解

水平分力 $F \sin \theta = \frac{3}{5} mg$ (1分)

小滑块与水平面间的摩擦力 $f = \mu(mg + F \cos \theta) = 0.2mg$ (1分)

设 a 到达 A 点时的速度为 v_A , 由动能定理得

$$\left(\frac{3}{5} mg - 0.2mg\right) \times 5L = \frac{1}{2} m v_A^2 \quad (2 \text{分})$$

联立解得 $v_A = 2\sqrt{gL}$ (1分)

(2) 设弹性势能最大为 E_p , 此时弹簧压缩量为 x

弹簧被压缩过程中, 由能量守恒有

$$\frac{1}{2} m v_A^2 + \left(\frac{3}{5} mg - 0.2mg\right) x = E_p \quad (2 \text{分})$$

小滑块向右运动到与 A 相距 $2L$ 的位置后静止

$$E_p = \left(\frac{3}{5} mg + 0.2mg\right) (2L + x) \quad (2 \text{分})$$

解得 $x = L$ (1分)

$E_p = 2.4mgL$ (1分)

(3) 设滑块在 C 点的速度为 v_c , 由 C 点运动到 D 点的时间为 t

竖直方向 $R = \frac{1}{2}gt^2$ (1分)

水平方向 $2R = v_c t$ (1分)

联立得 $v_c = \sqrt{2gR}$ (1分)

设滑块在 B 点速度的大小为 v_B , 由 B 点运动到 C 点的过程中机械能守恒,

$\frac{1}{2}mv_B^2 = \frac{1}{2}mv_c^2 + mg \times 2R$ (1分)

从 O 反弹至运动到 B 点的过程中

$E_p - \mu mg \times (L + 5L) = \frac{1}{2}mv_B^2$ (1分)

联立得 $R = \frac{26}{45}L$ (1分)

$v_B = \sqrt{6gR} = 2\sqrt{\frac{13}{15}gL}$ (1分)

16. (1) 先增大后减小(2分) 吸收(2分) 大于(1分)

(2) (i) 活塞被卡子托住前, 气体经历等压变化, 设活塞刚刚接触卡子时气体的温度为 T_2 ,

根据盖—吕萨克定律有

$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$ (2分)

式中 $V_1 = SL_1, V_2 = SL_2$

根据题意 $L_2 = (1 - \frac{1}{3})L_1 = \frac{2}{3}L_1$ (1分)

联立解得 $T_2 = \frac{2}{3}T_1$ (2分)

(ii) 活塞被卡子托住后, 再降低温度, 气体经历等容变化

根据查理定律有 $\frac{p_2}{T_2} = \frac{p_3}{T_3}$ (1分)

式中 $p_3 = \frac{1}{2}p_0$ (1分)

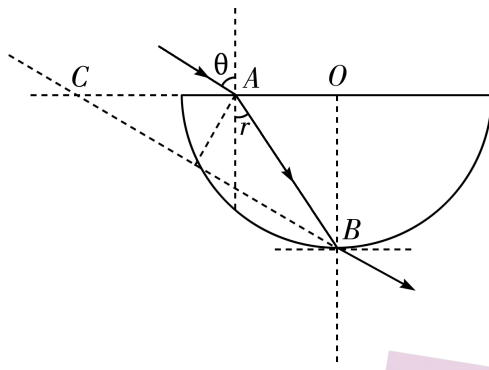
根据力的平衡条件有 $p_2 = p_0 + \frac{mg}{S}$ (1分)

联立可得 $T_3 = \frac{p_0 ST_1}{3(p_0 S + mg)}$ (2分)

17. (1) ABE(5分)

(2) (i) 光路图如图所示, 因为入射光线与出射光线平行, 可知过入射点 A 的法线与过出射点 B 的法线平行。

设 OA 长为 l



玻璃砖的折射率 $n = \frac{\sin \theta}{\sin r}$ (1分)

根据几何关系 $\frac{\sin \theta}{\sin r} = \frac{\sqrt{R^2 + l^2} \sin \theta}{l}$ (1分)

又沿 A 点垂直入射的光恰好发生全反射，

则 $\sin C = \frac{1}{n}$ (1分)

根据几何关系 $\sin C = \frac{l}{R}$ (1分)

解以上各式，得

折射角 $r = 30^\circ$ (1分)

OA 之间的距离 $l = \frac{\sqrt{3}}{3}R$ (1分)

折射率 $n = \sqrt{3}$ (1分)

(ii) 因为 $\angle OCB = r = 30^\circ$

$OC = \frac{R}{\tan 30^\circ} = \sqrt{3}R$ (1分)

$AC = \sqrt{3}R - \frac{\sqrt{3}}{3}R = \frac{2\sqrt{3}}{3}R$ (1分)

侧移距离 $d = AC \sin 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{3}R$ (1分)