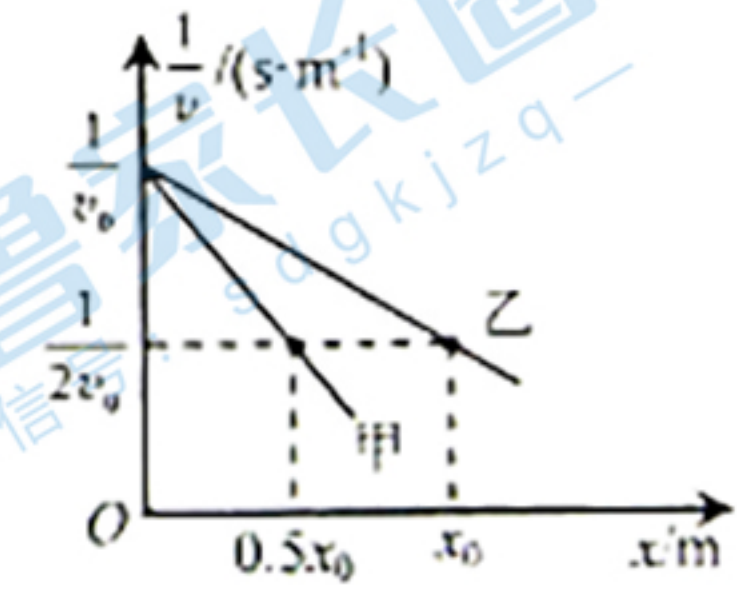


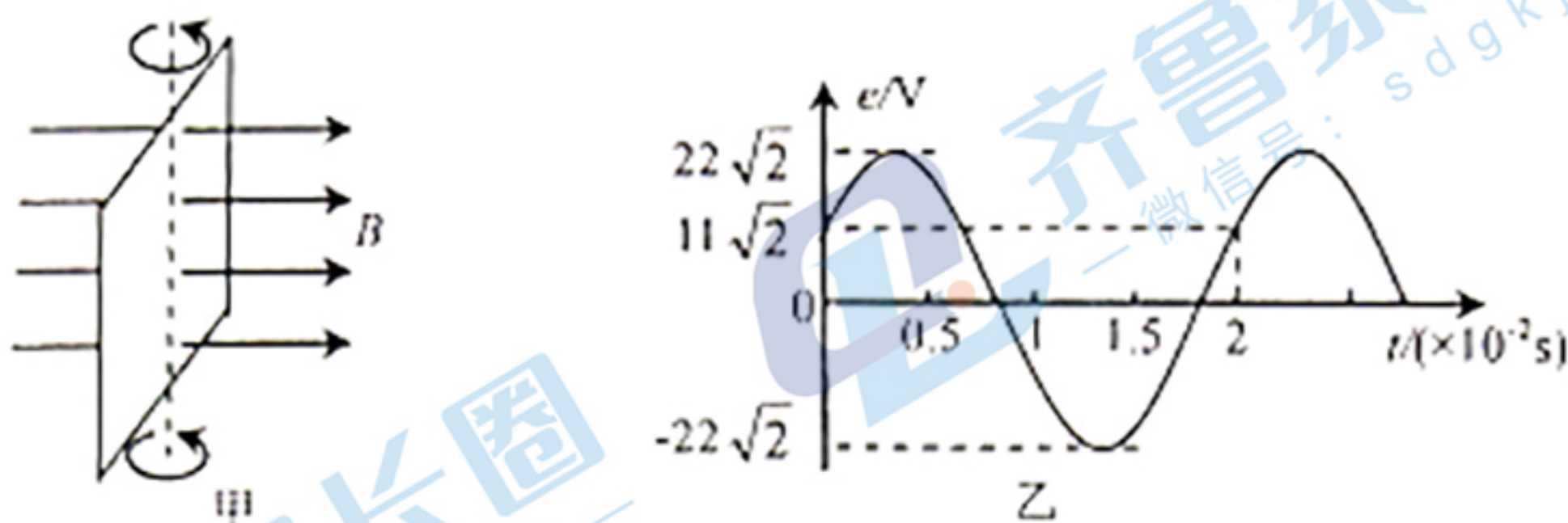
物理

1. 答题前, 考生先将自己的姓名、考生号、座号填写在相应位置。
2. 选择题答案必须用 **2B** 铅笔 (按填涂样例) 正确填涂; 非选择题答案必须用 **0.5 毫米黑色签字笔** 书写, 字体工整、笔迹清楚。
3. 请按照题号在各题目的答题区域内作答, 超出答题区域书写的答案无效; 在草稿纸、试题卷上答题无效。保持卡面清洁, 不折叠、不破损。

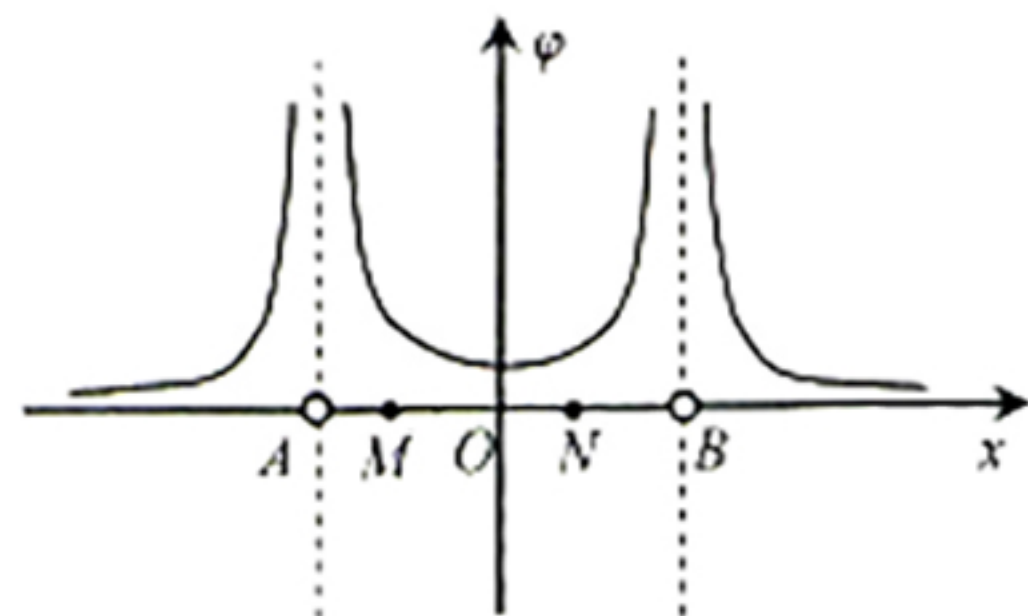
一、单项选择题: 本题共 8 小题, 每小题 3 分, 共 24 分。在每小题给出的四个选项中, 只有一项是符合题目要求的。

1. 放射性同位素钍 232 经 α 、 β 衰变会生成氡, 其衰变方程为 ${}_{90}^{232}\text{Th} \rightarrow {}_{86}^{220}\text{Rn} + X\alpha + 2\beta$, 则下列说法中正确的是
 - A. 衰变方程中 $X=2$
 - B. 氡核的比结合能大于钍核的比结合能
 - C. 钍核 α 衰变的半衰期等于其放出一个 α 粒子所经历的时间
 - D. 衰变后 α 粒子、 β 粒子与氡核的质量之和等于衰变前钍核的质量
2. 甲、乙两物体沿 x 轴正方向做直线运动, 某一时刻两物体以速度 v_0 同时经过 O 点, 之后它们运动的 $\frac{1}{v} - x$ 图像如图所示, 则甲、乙两物体速度从 v_0 增加到 $2v_0$ 的过程, 下列说法中正确的是
 - A. 速度均随位移均匀变化
 - B. 速度均随时间均匀变化
 - C. 经历的时间之比为 1:2
 - D. 经历的时间之比为 2:1
3. 2021 年 5 月 15 日, 天问一号在火星上着陆, 首次留下中国印迹, 人类探索火星已不再是幻想。已知火星的质量约为地球的 $\frac{1}{9}$, 半径约为地球的 $\frac{1}{2}$, 自转周期为 T (与地球自转周期几乎相同)。地球表面的重力加速度大小为 g , 地球的半径为 R 。若未来在火星上发射一颗火星的同步卫星, 则该同步卫星离火星表面的高度为
 - A. $\sqrt{\frac{gR^2T^2}{36\pi^2}} - \frac{R}{2}$
 - B. $\sqrt{\frac{gR^2T^2}{4\pi^2}} - \frac{R}{2}$
 - C. $\sqrt{\frac{gR^2T^2}{36\pi^2}}$
 - D. $\sqrt{\frac{gR^2T^2}{4\pi^2}}$

4. 如图甲所示，在水平向右的匀强磁场中，匝数为 100 匝的矩形线圈绕与线圈平面共面的竖直轴匀速转动，从线圈转到某一位置开始计时，线圈中的瞬时感应电动势 e 随时间 t 变化的关系如图乙所示。则下列说法中正确的是



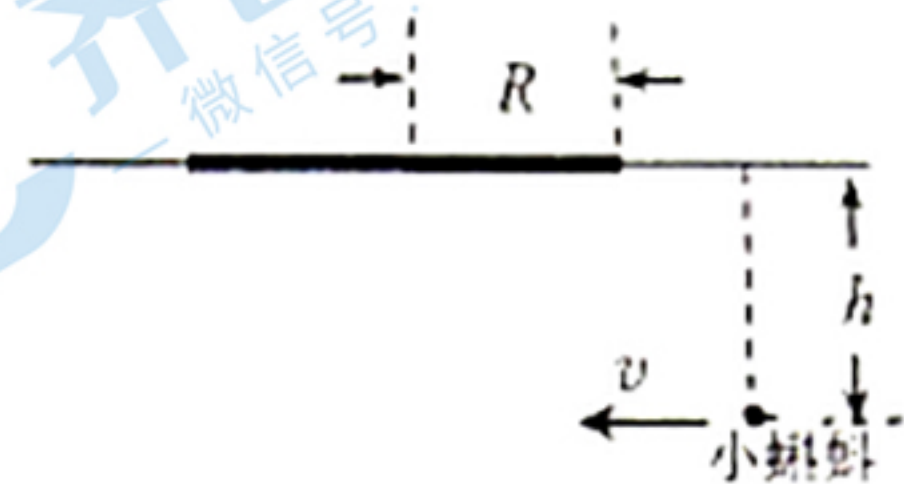
- A. $e=0$ 时，穿过线圈的磁通量为零
- B. $t=0$ 时，线圈平面与磁场方向夹角为 30°
- C. 瞬时感应电动势 e 随时间 t 的变化关系为 $e = 22\sqrt{2} \sin(100\pi t - \frac{\pi}{3})$ (V)
- D. 线圈转动一圈的过程中，穿过线圈磁通量的最大值为 $\frac{22\sqrt{2}}{\pi} \times 10^{-4}$ Wb
5. 一同学将针筒的针拔除后，将该端封闭一定质量的理想气体做成弹射玩具，该同学先缓慢推动推杆将针筒内气体进行压缩，然后松开推杆，压缩气体膨胀将推杆弹射，若推杆缓慢压缩气体过程中针筒内气体温度不变，推杆弹射过程中针筒内气体与外界无热交换，则下列说法中正确的是
- A. 推杆压缩气体过程，针筒内气体吸热
- B. 推杆压缩气体过程，针筒内气体压强减小
- C. 推杆弹射过程，针筒内气体内能增加
- D. 推杆弹射过程，针筒内气体分子平均动能减少
6. 两个所带电荷量相等的点电荷固定在 x 轴上 A 、 B 两点， A 、 B 与坐标原点 O 的距离相等，以无穷远处为电势零点， x 轴上各点电势 φ 随坐标 x 分布的图像如图所示， M 、 N 是 x 轴上两点，其中 M 点比 N 点距离 O 点远，将一带负电的试探电荷沿 x 轴从 M 点移动到 N 点的过程中，下列说法中正确的是



- A. 电场力始终对试探电荷做正功
- B. 试探电荷在 M 点具有的电势能比在 N 点少
- C. 试探电荷在 M 点受到的电场力比在 N 点小
- D. 试探电荷在 M 、 N 两点受到的电场力方向相同

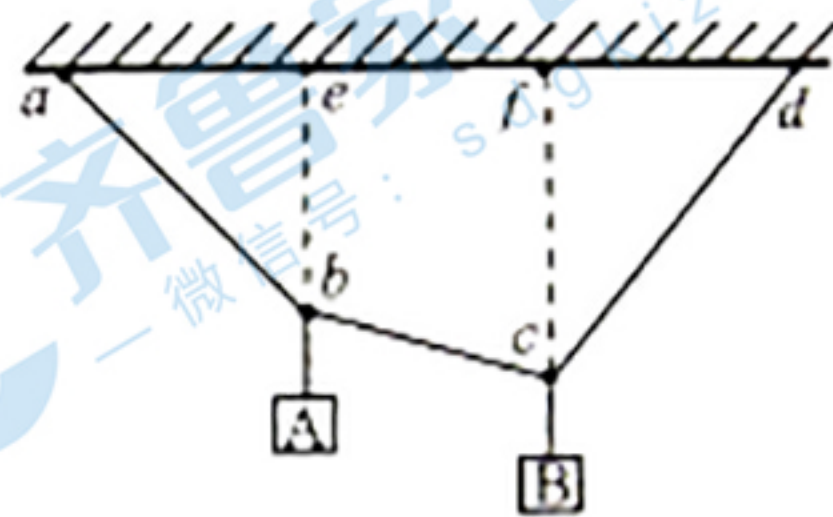
7. 水面上漂浮一半径为 $R=0.25\text{m}$ 的圆形荷叶，一条小蝌蚪从距水面 $h=\frac{\sqrt{7}}{20}\text{m}$ 的图示位置处沿水平方向以速度 $v=0.05\text{m/s}$ 匀速穿过荷叶，其运动的轨迹与荷叶一径向平行，已知水的折射率为 $\frac{4}{3}$ ，则在小蝌蚪穿过荷叶过程中，在水面之上看不到小蝌蚪的时间为

- A. 3s
B. 4s
C. 5s
D. 6s



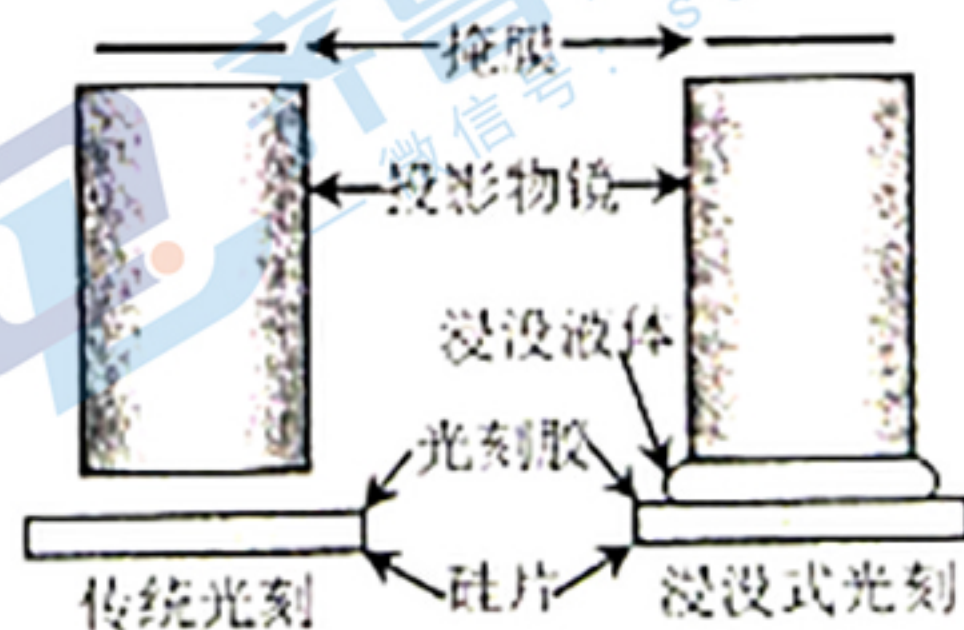
8. 水平墙上 a 、 d 两点栓接一多功能挂物绳，绳子上 b 、 c 两点分别悬挂上物体 A、B 后，其静置状态如图所示，墙上两点 e 、 f 分别在 b 、 c 两点正上方，且 $ae=ef=fd$ ， $eb:fc=10:11$ ，绳子质量忽略不计，则物体 A、B 的质量之比为

- A. 1:2
B. 2:3
C. 3:4
D. 4:5



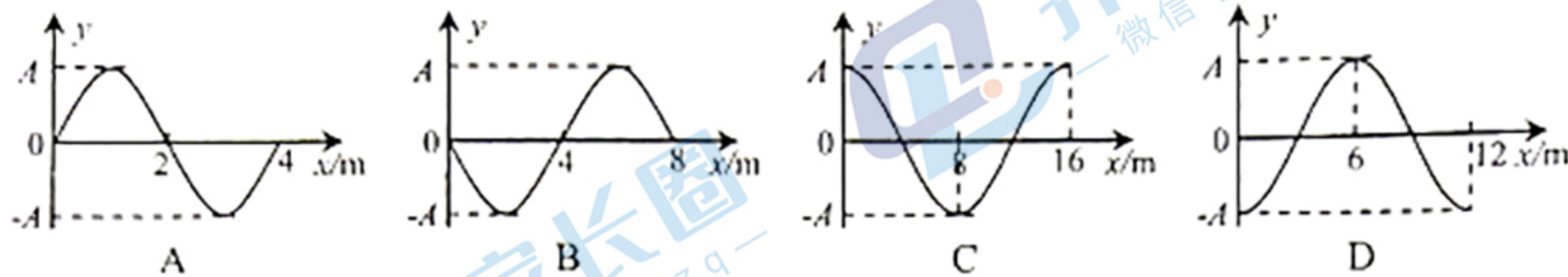
二、多项选择题：本题共 4 小题，每小题 4 分，共 16 分。在每小题给出的四个选项中，有多项符合题目要求。全部选对的得 4 分，选对但不全的得 2 分，有选错的得 0 分。

9. 光刻机又名“掩模对准曝光机”，是制造芯片的核心装备，它是利用光源发出的紫外线，将精细图投影在硅片上，再经技术处理制成芯片。为提高光刻机投影精细图的能力，在光刻胶和投影物镜之间填充液体，提高分辨率，如图所示。则加上液体后，下列说法中正确的是



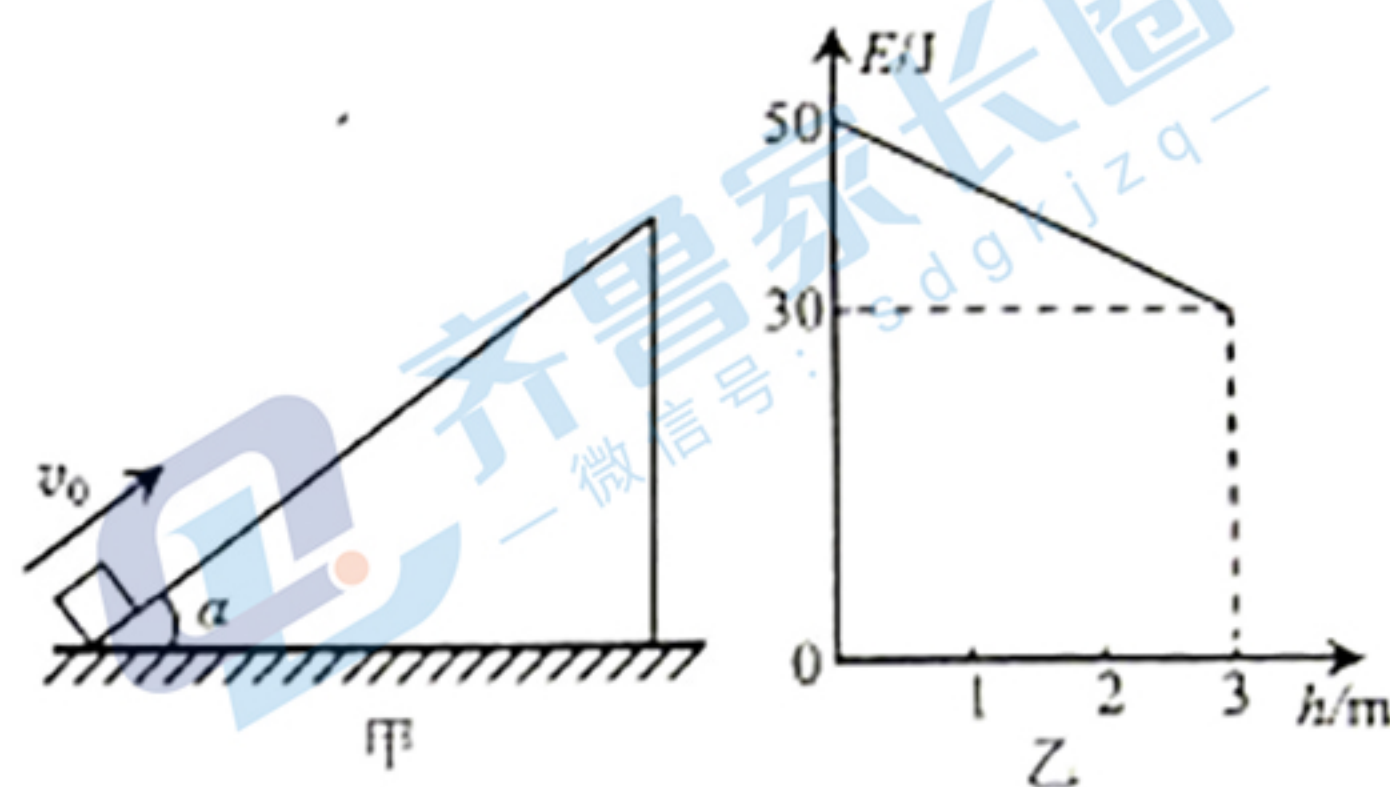
- A. 紫外线进入液体后光子能量增加
B. 紫外线在液体中的波长比在真空中短
C. 传播相等的距离，紫外线在液体中比在真空中的时间长
D. 紫外线在液体中比在空气中更容易发生衍射

10. 一列简谐横波沿直线传播, a 、 b 为该直线上平衡位置相距为 9m 的两质点, a 质点的振动方程为 $y = A \cos\left(\frac{2\pi}{T}t\right)$, b 质点的振动方程为 $y = -A \sin\left(\frac{2\pi}{T}t\right)$, 下列描述该波的图像可能正确的是



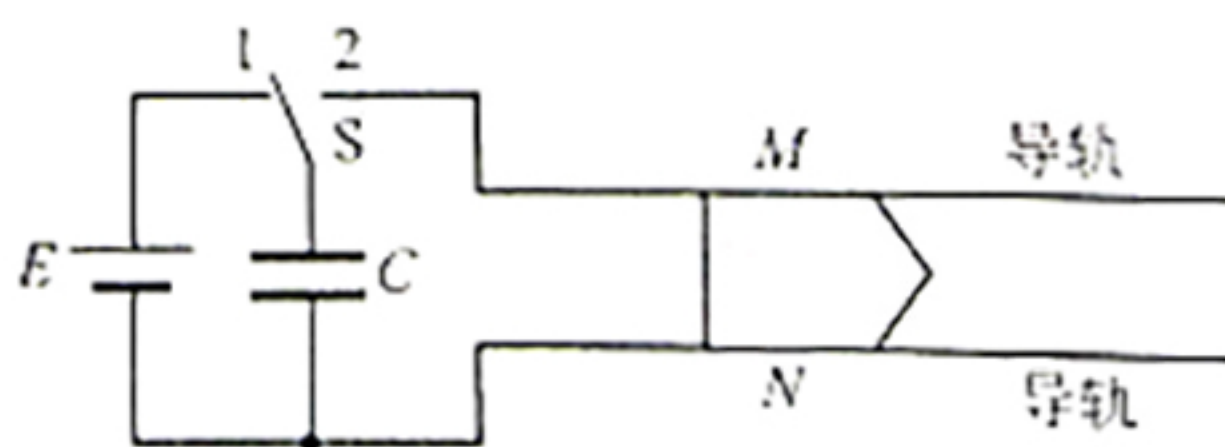
11. 如图甲所示, 物体以一定初速度从倾角 $\alpha = 37^\circ$ 的斜面底端沿斜面向上运动, 上升的最大高度为 3.0m . 选择地面为参考平面, 上升过程中, 物体的机械能 E 随高度 h 的变化如图乙所示. $g = 10\text{m/s}^2$, $\sin 37^\circ = 0.6$. 则下列说法中正确的是

- A. 物体的质量 $m = 0.67\text{kg}$
 B. 物体与斜面间的动摩擦因数 $\mu = 0.5$
 C. 物体上升过程的加速度大小 $a = 12\text{m/s}^2$
 D. 物体回到斜面底端时的动能 $E_k = 10\text{J}$



12. 电磁轨道炮原理的俯视图如图所示, 它是利用电流和磁场的作用使炮弹获得超高速度, 应用此原理可研制新武器和航天运载器. 图中直流电源电动势为 E , 电容器的电容为 C , 两根固定于水平面内的光滑平行金属导轨间距为 L , 导轨间存在垂直于导轨平面、磁感应强度大小为 B 的匀强磁场 (图中未画出), 导轨电阻不计. 炮弹可视为一质量为 m 、电阻为 R 的金属棒 MN , 垂直放在两导轨间处于静止状态, 并与导轨良好接触. 首先开关 S 接 1 使电容器完全充电, 然后将 S 接至 2, MN 开始向右运动, 若导轨足够长, 则在此后的运动过程中, 下列说法中正确的是

- A. 磁场方向垂直于导轨平面向上
 B. MN 的最大加速度为 $\frac{BEL}{mR}$
 C. MN 的最大速度为 $\frac{CBLE}{m + CB^2L^2}$
 D. 电容器上的最少电荷量为 $\frac{C^2B^2L^2E}{m + CB^2L^2}$



三、非选择题：本题共 6 小题，共 60 分。

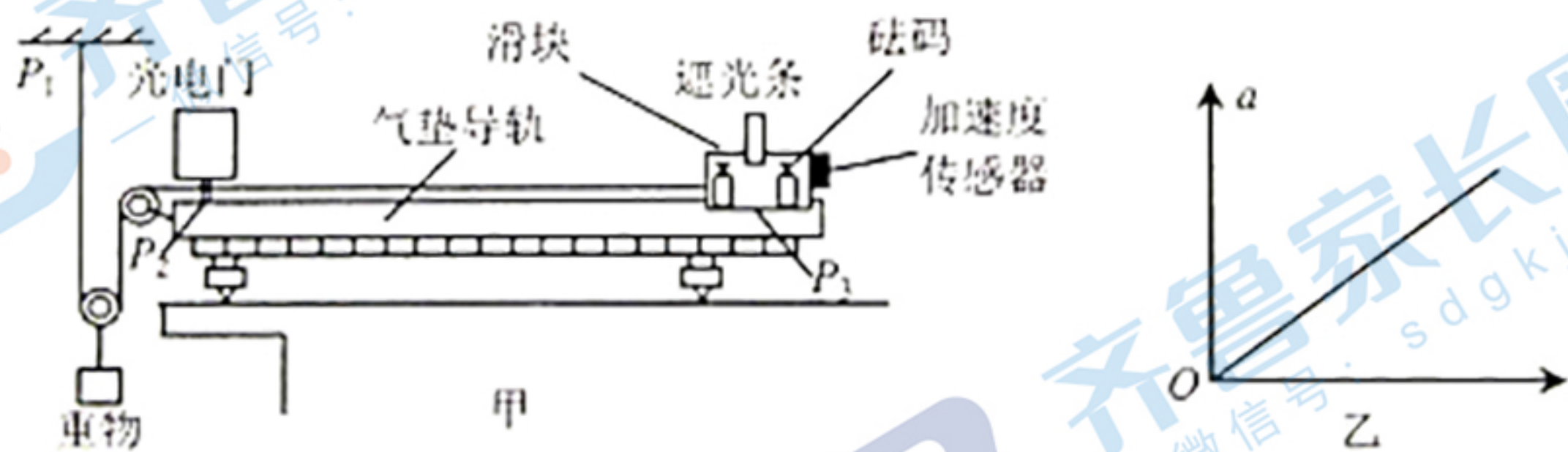
13. (6 分)

物理社团的同学利用实验室提供的传感器设计了如图甲所示的实验装置，用以探究加速度与力的关系，以及验证机械能守恒定律。他们将附有刻度尺的气垫导轨调整水平，在导轨左侧 P_2 处固定一光电门，将轻绳一端固定在 P_1 点，另一端与滑块相连，滑块上安装遮光条和加速度传感器，并且可以增加砝码以改变其质量，在轻绳上通过不计质量的动滑轮悬挂一个重物。打开气泵，将滑块从导轨右侧 P_3 处由静止释放，记录加速度传感器的数值、遮光条通过光电门的时间以及 P_2 和 P_3 之间的距离。已知重物的质量为 m ，遮光条的宽度为 d ，重力加速度为 g ，滑块、遮光条、加速度传感器以及砝码的总质量用 M 表示，遮光条通过光电门的时间用 t 表示，加速度传感器的示数用 a 表示， P_2 和 P_3 之间的距离用 L 表示。

(1) 若某次实验中遮光条挡光时间为 t_1 ，则此时滑块的速度为_____，重物的速度为_____；

(2) 该社团同学首先保持 L 不变改变 M 进行了若干次实验，根据实验数据画出了如图乙所示的一条过坐标原点的直线，其纵轴为加速度 a ，经测量其斜率恰为重力加速度 g ，则该图线的横轴为_____（用所给的字母表示）；

(3) 接下来他们欲验证该过程中系统机械能守恒，使滑块总质量保持为 M_0 不变，改变 L 进行若干次实验，根据实验数据画出的 $L - \frac{1}{t^2}$ 图线也是一条过原点的直线，若图线斜率为 k ，则需满足 $k = \underline{\hspace{2cm}}$ （用所给的字母表示）。



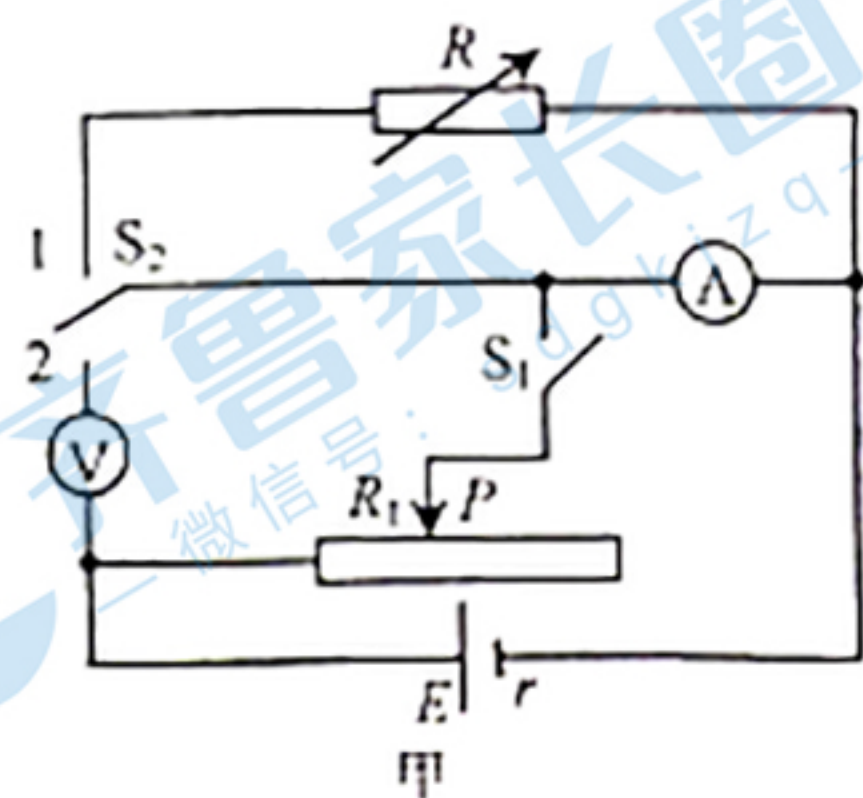
14. (8 分)

光伏电池是将太阳能转化为电能的装置，由于其能量来源于“取之不尽”的太阳能辐射，而且清洁、安全、无污染，目前已广泛应用于人们生活的各个方面。小明家里就安装了一套太阳能庭院灯，小明和科技小组的同学拆下了其中的光伏电池，欲测量其电动势和内阻。通过查阅铭牌，他们了解到电池规格为“12V 2 Ω 6Ah”，高亮度 LED 照明灯的规格为“3W 10V”。

(1) 若通过分压电阻保证 LED 灯正常发光，则给光伏电池充满电后，理论上可使 LED 灯连续照明_____h；

(2)实验室可提供的器材如下:

- ①电流表 A(量程 0.6A, 内阻约为 2Ω)
- ②电压表 V(量程 15V, 内阻约为 $10k\Omega$)
- ③滑动变阻器 $R_1(0\sim 20\Omega)$
- ④电阻箱 R_2 (最大阻值 99Ω , 最小分度 0.1Ω)
- ⑤电阻箱 R_3 (最大阻值 999Ω , 最小分度 1Ω)
- ⑥单刀单掷开关 S_1 、单刀双掷开关 S_2 及导线若干



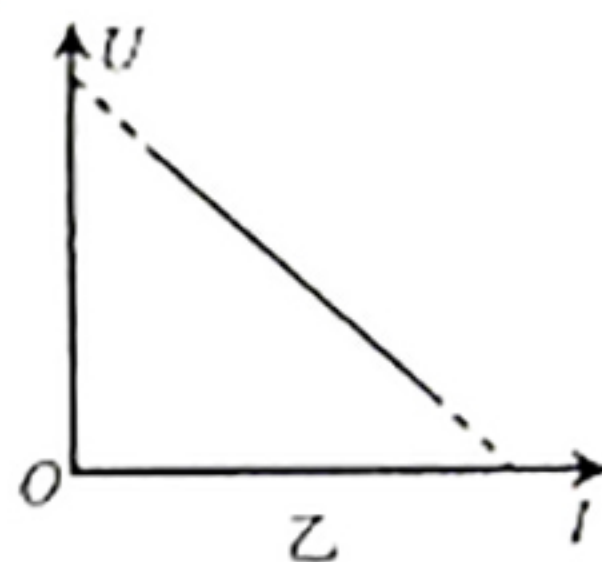
为测量该电池的电动势和内阻, 该小组设计了如图甲所示的电路, 并按以下步骤进行操作:

①闭合开关 S_1 , 断开开关 S_2 , 调节滑动变阻器 R_1 使电流表指针满偏;

②保持滑片 P 不动, 把开关 S_2 与 1 接通, 调节电阻箱使电流表指针半偏, 读出电阻箱的阻值 r_0 , 则可得电流表的内阻 $R_A = \underline{\hspace{2cm}}$, 该测量值 真实值 (选填“大于”“小于”或“等于”), 其中电阻箱应选择 (选填“ R_2 ”或“ R_3 ”);

③闭合开关 S_1 , 把开关 S_2 与 2 接通, 调节滑动变阻器阻值, 记下多组电流表的示数 I 和相应电压表的示数 U ;

④以 U 为纵坐标, I 为横坐标, 作出 $U-I$ 图线如图乙所示, 图线斜率为 k , 纵截距为 b , 根据图线求得电动势 $E = \underline{\hspace{2cm}}$, 内阻 $r = \underline{\hspace{2cm}}$;



(3)在不计电流表内阻测量误差的情况下, 测量电动势和内阻时电流表和电压表 (选填“会”或“不会”) 引起系统误差。

15. (7分)

舱外航天服有一定的伸缩性, 能封闭一定的气体, 提供人体生存的气压。2021年11月8日, 王亚平身穿我国自主研发的舱外航天服“走出”太空舱, 成为我国第一位在太空“漫步”的女性。王亚平先在节点舱(出舱前的气闸舱)穿上舱外航天服, 若航天服内密闭气体的体积为 $V_1=2L$, 压强 $p_1=5.0\times 10^4\text{Pa}$, 温度 $t_1=27^\circ\text{C}$ 。然后把节点舱的气压不断降低, 到能打开舱门时, 航天服内气体体积膨胀到 $V_2=2.5L$, 温度为 $t_2=-3^\circ\text{C}$, 压强为 p_2 (未知)。为便于舱外活动, 宇航员出舱前将一部分气体缓慢放出, 使航天服内的气体体积仍变为 V_1 , 气压降到 $p_3=3.0\times 10^4\text{Pa}$, 假设释放气体过程中温度不变。求:

(1)压强 p_2 ;

(2)航天服需要放出的气体与原来航天服内气体的质量之比 $\frac{\Delta m}{m}$ 。

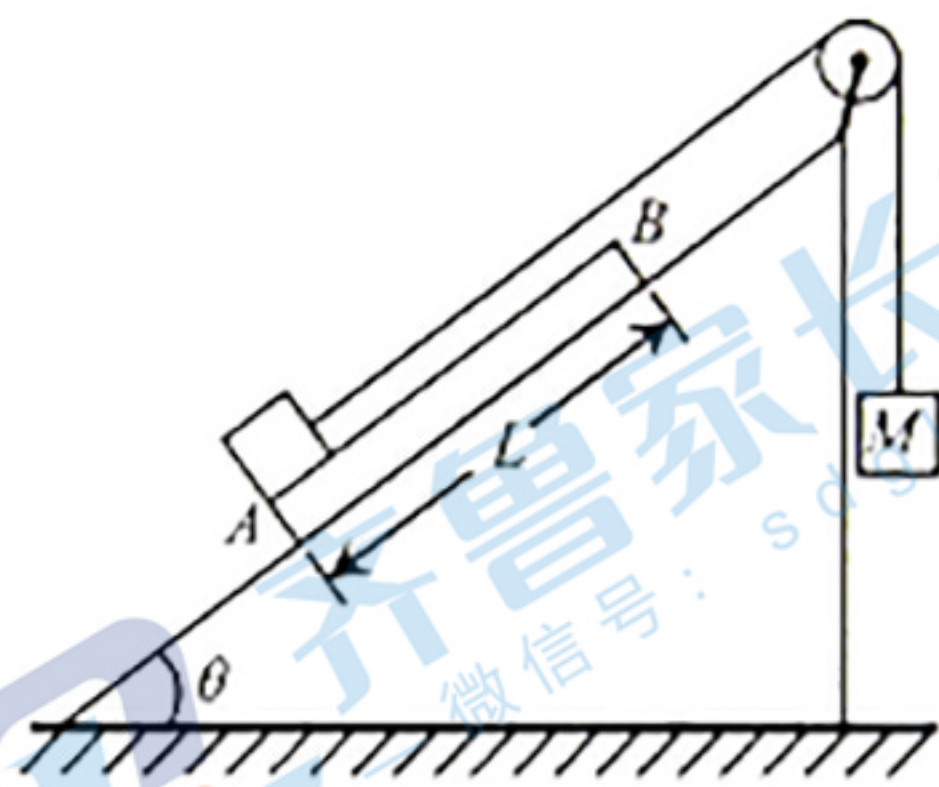


16. (9分)

如图所示, 倾角 $\theta=37^\circ$ 的光滑斜面足够长, 斜面上放有质量为 $m_1=2\text{kg}$ 、长度为 $L=1\text{m}$ 的木板, A 、 B 为木板的两个端点, 在 A 端放有质量 $m_2=2\text{kg}$ 的物块 (可视为质点), 物块和木板接触面粗糙, 将物块与质量 $M=1\text{kg}$ 的重物通过轻质长绳相连, 绕在固定在斜面顶端的定滑轮上, 不计滑轮处的摩擦。系统从静止状态开始运动, 设最大静摩擦力等于滑动摩擦力, 重力加速度 $g=10\text{m/s}^2$, $\sin 37^\circ=0.6$ 。

(1) 欲使物块和木板之间不发生相对滑动而作为一个整体运动, 求它们之间动摩擦因数 μ 的取值范围;

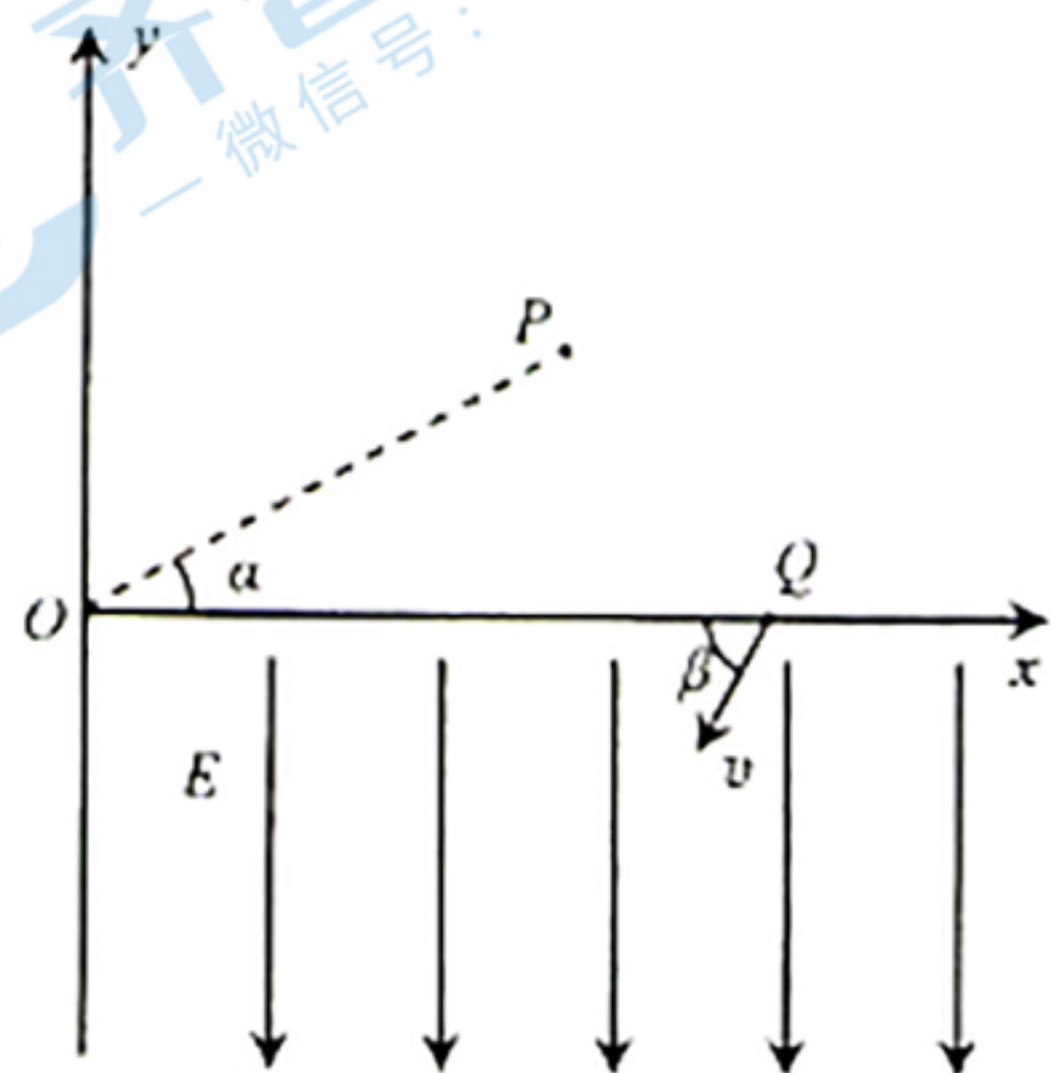
(2) 若动摩擦因数 μ_0 等于(1)问中最小值的 $\frac{5}{8}$ 倍, 求从开始运动到物块从木板上掉下来所经过的时间。



17. (14分)

如图所示, 在 xOy 平面内的第一象限内存在一有界匀强磁场 (未画出), 磁感应强度大小为 B 、方向垂直于 xOy 平面向外, 在第四象限内充满范围足够大、方向沿 y 轴负方向的匀强电场。一束质量为 m 、电量为 $+q$ 的粒子以不同的速率从 O 点沿 xOy 竖直平面内的 OP 方向发射, 沿直线飞行到 P 点时进入有界匀强磁场区域, O 、 P 两点间的距离为 L , OP 连线与 x 轴正方向的夹角 $\alpha=30^\circ$ 。所有粒子在离开磁场后最终都能从 x 轴上射出, 且射出方向与 x 轴负方向的夹角均为 $\beta=60^\circ$, 若速度最大的粒子从 x 轴上 Q 点以速度 v (未知) 射出, 且射出之前都在磁场内运动, 匀强电场的电场强度 $E = \frac{qB^2L}{8m}$, 粒子的重力忽略不计, 求:

- (1) 粒子在匀强磁场中运动的时间;
- (2) v 的大小;
- (3) 有界匀强磁场区域的最小面积;
- (4) 速度为 v 的粒子经过 y 轴负半轴上的点与原点 O 的距离。



18. (16分)

为了统一调度以充分发挥铁路的运输能力，提高运输效率，需要把全路分散的列车按不同去向、不同用途科学分组，将同一组车厢排列在同一轨道上，这就是列车编组。编组后还需要使各节车厢与车头挂接在一起，加上列车标志，就形成完整的列车。目前我国采用的列车挂接方式主要有两种：一种方式是日前比较流行的“驼峰”编组，如图甲所示，在地面修筑适当坡度的犹如驼峰峰背的小山丘，上面铺设铁路，利用车头重力和“驼峰”坡度产生的重力势能进行溜放，使车头冲向车厢，碰撞后通过特制“铁手挂钩”紧紧连接在一起，再一起去撞击下一节车厢，直到所有车厢完成挂接；另一种方式是让火车头提供牵引力，冲向车厢，采取与第一种相似的方式依次挂接所有车厢，当车厢数目较多时，往往采用这种方式。

火车研发科研人员在进行列车编组实验时所用车头质量为 $4m$ ，所有货车车厢均满载，质量相等且均为 $4m$ ，各节车厢之间相隔距离 d 依次停放在编组场同一轨道上。不计一切阻力，不计挂钩的长度和车厢之间碰撞所需时间，试分析回答以下问题：

(1)若第一次实验按题干方式设置 15 节车厢，采用“驼峰”编组方式，车头无动力冲下“驼峰”，以速度 v_0 驶向第一节车厢，求 15 节车厢全部挂接后列车速度，以及从车头与第一节车厢碰撞到完成整个挂接所需时间；

(2)若第二次实验按题干方式设置 N 节车厢，车头在水平轨道上从距离第一节车厢也为 d 处启动，车头发动机牵引力恒定为 F ，如图乙所示，求第 N 节车厢完成挂接时车头的速度及列车从启动到 N 节车厢完成挂接所需的时间；

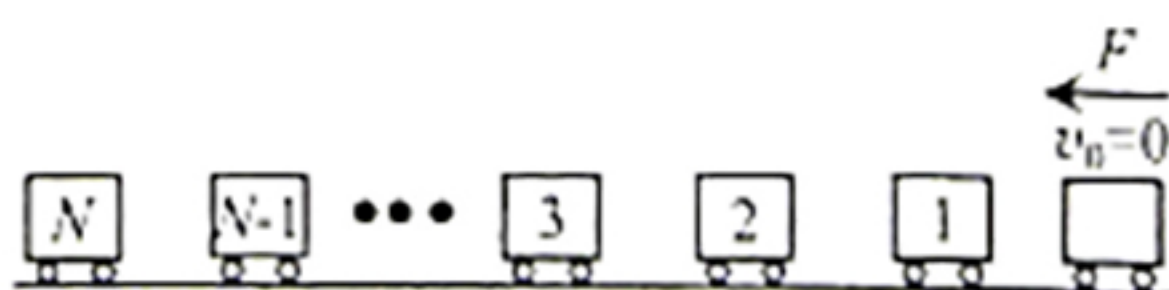
(3)若第三次实验在(2)的情况下将所有车厢变为空载，所有车厢质量相等且均为 m ，其余条件不变，求车头所能达到的最大速度。



甲1：驼峰编组实景图



甲2：驼峰编组示意图



乙：编组方式二示意图