

山东省实验中学 2021 届高三第二次模拟考试

物理试题 2021. 05

注意事项：

1. 答卷前，先将自己的姓名、准考证号填写在试卷和答题纸上。
2. 选择题的作答：每小题选出答案后，用 2B 铅笔把答题卡上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。
3. 非选择题的作答：用黑色签字笔直接答在答题卡上对应的答题区域内。写在试卷、草稿纸和答题卡上的非答题区域均无效。

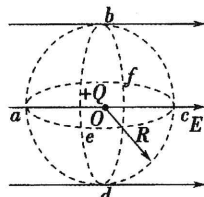
第 I 卷（共 40 分）

一、单项选择题：本题共 8 小题，每小题 3 分，共 24 分。每小题只有一个选项符合题目要求。

1. 居里夫妇发现了镭的放射性。真空中一个静止的镭原子核 $^{228}_{88}\text{Ra}$ 经一次 α 衰变后变成一个新核 Rn，衰变方程为 $^{228}_{88}\text{Ra} \rightarrow ^{224}_{86}\text{Rn} + ^4_2\text{He}$ ，下列说法正确的是

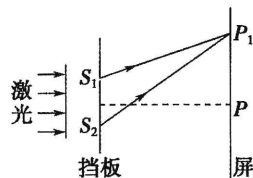
- A. 若镭元素的半衰期为 τ ，则经过 τ 的时间，8 个 $^{228}_{88}\text{Ra}$ 核中有 4 个已经发生了衰变
- B. 若镭元素的半衰期为 τ ，则经过 2τ 的时间，2kg 的 $^{228}_{88}\text{Ra}$ 核中有 1.5kg 已经发生了衰变
- C. 衰变后 $^{224}_{86}\text{Rn}$ 核的质量与 α 粒子的质量之和等于衰变前镭核 $^{228}_{88}\text{Ra}$ 的质量
- D. 衰变后 $^{224}_{86}\text{Rn}$ 核的动量与 α 粒子的动量相同

2. 如图所示匀强电场 E 的区域内，在 O 点处放置一点电荷 $+Q$ ， a 、 b 、 c 、 d 、 e 、 f 为以 O 点为球心、半径为 R 的球面上的点， O 、 a 、 e 、 c 、 f 点共面且与电场平行， O 、 b 、 e 、 d 、 f 点共面且与电场垂直，则下列说法中正确的是



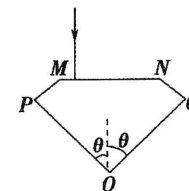
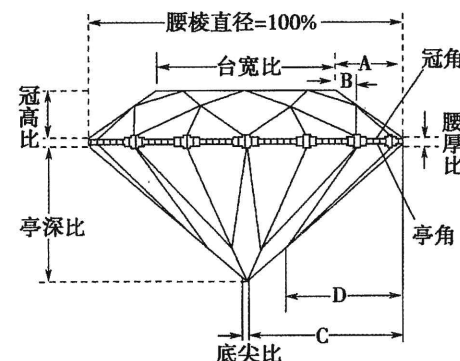
- A. a 、 b 、 c 、 d 、 e 、 f 各点的电场强度均相同
- B. a 点与 c 点电势相等
- C. b 点与 d 点电势不相等
- D. e 点与 f 点电势相等

3. 小陆同学带领某研究小组观察杨氏双缝实验，如图所示是研究光的双缝干涉的示意图，挡板上两条狭缝 S_1 、 S_2 ，由 S_1 和 S_2 发出的两列波到达屏上时会产生干涉条纹。已知入射激光的波长为 λ ，屏上的 P 点到两缝 S_1 和 S_2 的距离相等，如果把 P 处的亮条纹记作第 0 号亮条纹，由 P 向上数，与 0 号亮条纹相邻的暗条纹为 1 号暗条纹，与 1 号暗条纹相邻的亮条纹为 1 号亮条纹，1 号亮条纹上侧相邻的暗条纹为 2 号暗条纹，则 P_1 处的暗条纹恰好是 10 号暗条纹。设直线 S_1P_1 的长度为 r_1 ， S_2P_1 的长度为 r_2 ，则 $r_2 - r_1$ 等于



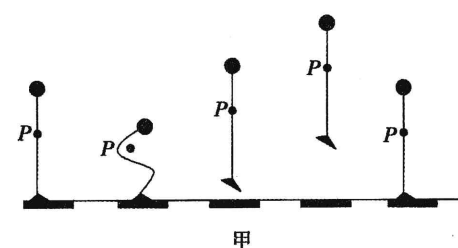
- A. 9λ
- B. 9.5λ
- C. 10λ
- D. 10.5λ

4. 宝石切工是衡量宝石价值的重要指标之一，优秀的切割工艺可以让宝石璀璨夺目。若将某宝石的剖面简化如图所示（关于虚线左右对称），一束激光垂直 MN 面入射，恰好分别在 PO 面， QO 面发生全反射后垂直 MN 面射出，由此可知该宝石对该激光的折射率为



- A. $\sqrt{2}$
- B. $\sqrt{3}$
- C. 1.5
- D. 2

5. 为了迎接篮球比赛，小林同学站在与电脑连接的力传感器上做原地纵向摸高训练，图甲是他做下蹲、起跳和回落动作的示意图，图中的 P 点表示人的重心，图乙是电脑上显示的力传感器所受压力随时间变化的图像，已知重力加速度 $g=10\text{m/s}^2$ ，空气阻力不计，则根据图像分析可知

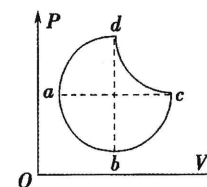


- A. 人在 $0.3\text{s} \sim 0.7\text{s}$ 时间内先加速下蹲后减速下蹲
- B. c 到 d 的过程中，人始终处于失重状态
- C. 人起跳时获得的动量大小等于 $240\text{kg}\cdot\text{m/s}$
- D. 1.6s 时，人下落的速度达到最大

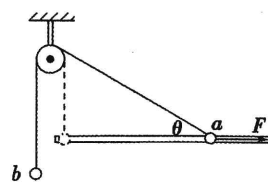
6. 一定质量理想气体的状态变化如图所示， $dabc$ 为 $\frac{3}{4}$ 圆弧， cd 为半径相同的 $\frac{1}{4}$

圆弧。气体从状态 a 沿经状态 b 、 c 、 d ，最终回到状态 a ，则

- A. 从状态 a 到状态 b 是等温膨胀过程
- B. 从状态 a 到状态 c ，气体放出热量，内能增大
- C. 处于状态 c 时气体分子单位时间撞击单位面积的次数一定比状态 a 少
- D. 从状态 a 经 b 、 c 、 d 回到状态 a ，气体吸收热量

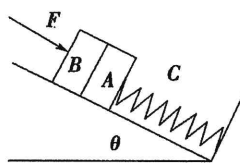


7. 如图所示，光滑的轻滑轮通过支架固定在天花板上，一足够长的细绳跨过滑轮，一端悬挂小球 b ，另一端与套在水平细杆上的小球 a 连接，小球 b 的质量是小球 a 的 2 倍。在水平拉力 F 作用下小球 a 从图示虚线（最初是竖直的）位置开始缓慢向右移动至 $\theta=30^\circ$ （细绳中张力大小视为不变）。小球 a 与细杆间的动摩擦因数为 $\mu=\frac{\sqrt{3}}{3}$ 。



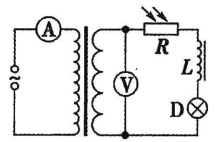
则拉力 F 的大小

- A. 一直增大 B. 一直减小
C. 始终不变 D. 无法确定
8. 如图所示，劲度系数为 k 的轻弹簧 C 的一端固定在墙上，另一端与置于倾角为 θ 的斜面上质量为 m 的物体 A 连接，另有一个完全相同的物体 B 紧贴 A 放置且与 A 不粘连。现用沿斜面的力 F 缓慢推动物体 B ，弹簧长度被压缩了 x_0 ，此时物体 A 、 B 静止。撤去 F 后，物体 A 、 B 向上运动，已知重力加速度为 g ，物体 A 、 B 与斜面间的动摩擦因数为 μ ($\mu < \tan\theta$)。运动过程弹簧均未超出弹性限度，则
- A. 压缩弹簧过程中， F 做功等于 A 、 B 、 C 系统机械能增加量
B. 撤去 F 后，物体 A 和 B 先做匀加速运动，再做匀减速运动
C. 撤去 F 瞬间，物体 A 、 B 的加速度大小为 $\frac{kx_0}{2m} - \mu g \cos\theta - g \sin\theta$
D. 若物体 A 、 B 向上运动过程中分离，则分离前向上运动距离为 $x_0 - \frac{2\mu mg \cos\theta}{k}$

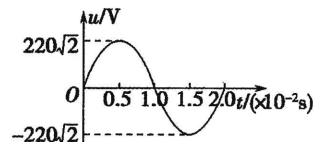


二、多项选择题：本题共 4 小题，每小题 4 分，共 16 分。每小题有多个选项符合题目要求。全部选对得 4 分，选对但不全的得 2 分，有选错的得 0 分

9. 如图甲所示的电路中，理想变压器原、副线圈匝数比为 $10:1$ ，电表均为理想电表， R 是光敏电阻(其阻值随光强增大而减小)、 L 是理想线圈、 D 是灯泡。原线圈接入如图乙所示的正弦交流电，下列说法正确的是

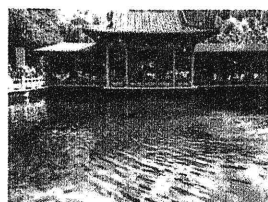


图甲

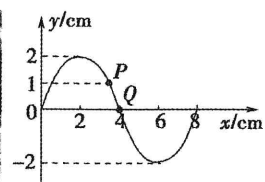


图乙

- A. 当光照增强时， $\textcircled{A}$ 的示数变大
B. 当光照增强时， $\textcircled{A}$ 的示数变小
C. 若用一根导线来代替线圈 L ，则灯 D 变暗
D. 若用一根导线来代替线圈 L ，则灯 D 变亮
10. 趵突泉被称为“天下第一泉”，喷涌的泉水在水面激起层层涟漪，如图甲所示。取水面波某截面观察，得一系列沿 x 轴传播的简谐横波如图乙所示。在 t_0 时刻的波形如图，图乙中 P 质点的位移为 $y=1\text{cm}$ ，质点 Q 的位置坐标 $x=4\text{cm}$ ，波的周期为 0.4s 。则下列叙述正确的是



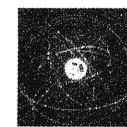
图甲



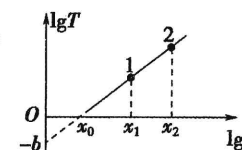
图乙

- A. 简谐横波的速度大小为 3.2m/s
B. 简谐横波的速度大小为 0.2m/s
C. 若这列简谐横波沿 x 轴负方向传播，则 P 点再过 $\frac{1}{30}\text{s}$ 回到平衡位置
D. 若这列简谐横波沿 x 轴正方向传播，则 P 点再过 $\frac{1}{30}\text{s}$ 回到平衡位置

11. 2020 年 7 月 31 日，北斗闪耀，泽沐八方。北斗三号全球卫星导航系统（如图甲所示）建成暨开通仪式在北京举行。如图乙所示为 55 颗卫星绕地球在不同轨道上运动的 $\lg T - \lg r$ 图像，其中 T 为卫星的周期， r 为卫星的轨道半径，1 和 2 为其中的两颗卫星所对应的数据。已知引力常量为 G ，下列说法正确的是

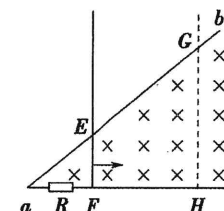


图甲

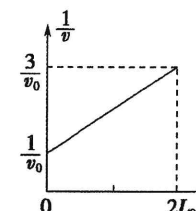


图乙

- A. 卫星 1 的周期比卫星 2 的周期小
B. 卫星 1 的周期比卫星 2 的周期大
C. 卫星 1 和 2 向心加速度大小之比为 $10^{x_2}:10^{x_1}$
D. 卫星 1 和 2 向心加速度大小之比为 $10^{2x_2}:10^{2x_1}$
12. 如图甲所示，光滑金属导轨 ab 、 ac 成 45° 角放置在水面上，匀强磁场方向竖直向下，磁感应强度大小为 B 。长直导体棒垂直 ac 放置在导轨上，并与 ab 、 ac 交于 E 、 F 两点，且 $EF=L_0$ 。在外力作用下，导体棒由 EF 处运动到 GH 处，速度由 v_0 减小到 $\frac{v_0}{3}$ ，速度的倒数 $\frac{1}{v}$ 随位移 x 变化的关系图线如图乙所示。除阻值为 R 的电阻外，其他电阻均不计。在棒由 EF 处运动到 GH 处的过程中
- A. 导体棒切割磁感线产生的感应电动势恒为 $B L_0 v_0$
B. 导体棒所受安培力逐渐增大
C. 克服安培力做功为 $\frac{2B^2 L_0^3 v_0}{R}$
D. 克服安培力做功为 $\frac{4B^2 L_0^3 v_0}{R}$



图甲



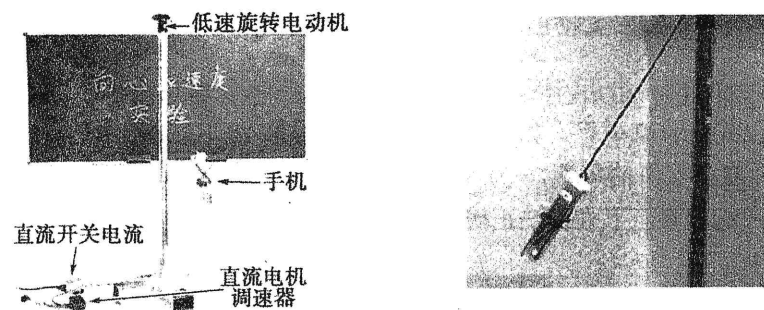
图乙

第 II 卷（共 60 分）

三、非选择题：本题共 6 小题，共 60 分。

13. (6 分) 小河同学设计实验测量当地的重力加速度，实验器材主要由一个可调速的电动机、智能手机、细铜丝、钢管支架和不锈钢底座组成，其中可调速的电动机是由一个低速旋转电动机、一个直流电机调速器和一个直流开关电源组成。手机在水平面内稳定做匀速圆周运动时可处理为“圆锥摆”模型，手机上装载的 Phyphox 软件配合手机内的陀螺仪可直接测得手机做圆周运动的角速度 ω 和向心加速度 a ，Tracker 软件可

通过拍下的视频分析测量绕杆做圆周运动时悬线与竖直方向的夹角 θ 及手机做圆周运动的半径 r 。有了 a 、 θ 、 ω 、 r 的实测数据，即可在误差允许范围之内测量当地重力加速度。

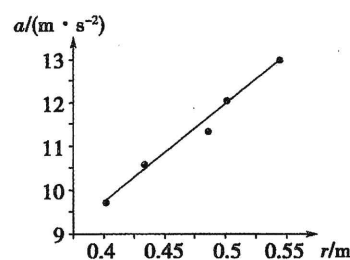


(1)小河同学根据所学过的力学知识推出当地重力加速度表达式为： $g_1 = \frac{a}{\tan \theta}$ （用 a 和 θ 表示）

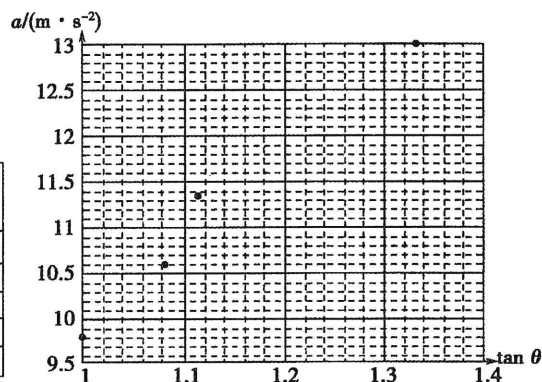
(2)若保持角速度 ω 不变，改变线长 L ，根据测得的5组数据描点作图，直线拟合后得到 $a-r$ 图像如图所示，直线斜率为 k ，圆心到悬点距离为 h ，当地重力加速度表达式为：

$g_2 = \frac{h}{k}$ （用 k 和 h 表示）

(3)根据下面数据描绘 $a-\tan \theta$ 图像，请在答题卡的坐标纸上描出序号为4的点，并由图像计算重力加速度 $g = \frac{a}{\tan \theta}$ （结果保留三位有效数字）



序号	夹角 $\theta/^\circ$	夹角正切 $\tan \theta$	半径 r/m	角速度 $\omega/(\text{rad} \cdot \text{s}^{-1})$	向心加速度 $a/(\text{m} \cdot \text{s}^{-2})$
1	44.90	0.998	0.403	4.954	9.789
2	47.25	1.082	0.434	4.941	10.577
3	49.50	1.111	0.486	4.833	11.348
4	49.90	1.188	0.466	4.961	11.683
5	53.10	1.332	0.545	4.912	12.999

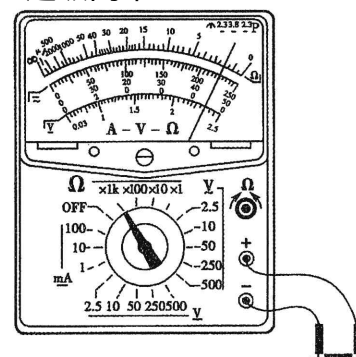


14. (8分)(1)小霞同学要测量一定值电阻 R_x 的阻值，首先他使用多用电表粗略测量，先把选择开关旋到“ $\times 1 \text{ k}$ ”挡位，测量时指针偏转如图甲所示。操作过程如下：

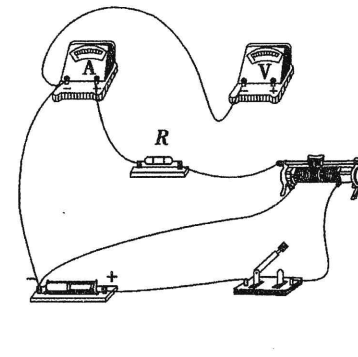
- ①将两表笔短接，调整“欧姆调零旋钮”，使指针指向欧姆表“0”刻度；
- ②再接入待测电阻，将指针示数 $\times 100$ ，即为待测电阻阻值；
- ③断开待测电阻，将选择开关旋到“ $\times 100$ ”挡；
- ④测量结束后，将选择开关旋到 OFF 挡。

合理的操作顺序是：①②③④（填写序号）

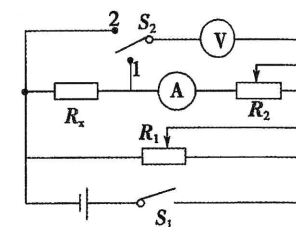
(2)然后，小霞同学又采用“伏安法”较准确地测量该电阻的阻值，所用实验器材如图乙所示。其中电压表内阻约为 $5 \text{ k}\Omega$ ，电流表内阻约为 5Ω 。图中部分电路已经连接好，请完成实验电路的连接。此种做法存在系统误差， R_x 测量值小于真实值。（填“大于”或“小于”）



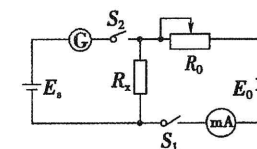
图甲



图乙



图丙



图丁

(3)为了消除系统误差，小霞同学又设计了如图丙所示电路，当开关 S_2 旋到位置2时，电压表和电流表的示数分别为 U_2 、 I_2 ；保持两滑动变阻器触头位置不变，将开关 S_2 旋到位置1时，电压表和电流表的示数分别为 U_1 、 I_1 ，则待测电阻的阻值 $R_x = \frac{U_1 I_2}{U_2 I_1}$ 。

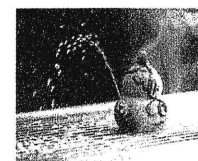
(4)最后小霞同学还找来其他相关器材设计了如图丁所示的电路，

已知标准电源的电动势为 E_s ，工作电源的电动势为 E_0 ，闭合 S_1 、 S_2 调节 R_0 ，使G表示数为零，此时毫安表的示数为 I ，则待测电阻的阻值 $R_x = \frac{E_s I}{E_0 I}$ 。

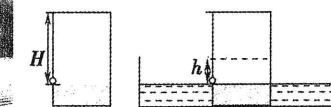
15. (6分)如图甲所示的一款茶宠玩具特别有意思，当将热茶淋在茶宠上时，茶宠会向外喷水，寓意吐故纳新。为了研究其中的原理，小磊同学将茶宠理想化为如图乙所示圆柱形容器，在容器底端侧面有一尺寸可忽略的细孔，细孔下方是实心配重块，圆柱横截面积为 S 、细孔上方空间高为 H 。初始时容器内部空气的质量为 m_0 ，内部压强与外界大气压均为 p_0 ，温度为 T_0 。容器内气体可视为理想气体。现用热水淋在容器上，使容器内气体温度达到 T_1 ，此时容器内部有空气逸出；然后迅速将容器放入一足够大的盛有水的水盆中，保证容器上的小孔恰好在水面以下。随着容器内气体温度降低，水盆中的水会被吸入容器，当气体温度恢复为 T_0 时，容器内外水面的高度差为 h ，然后取出容器，当将热茶淋在容器上时就会出现神奇的喷水现象了。

(1)求将热水淋在茶宠上，容器升温后逸出空气的质量 Δm ；

(2)若容器横截面积 $S = 20 \text{ cm}^2$ ， $H = 6 \text{ cm}$ ， $h = 1 \text{ cm}$ ， $T_0 = 300 \text{ K}$ ，大气压强 $p_0 = 1 \times 10^5 \text{ Pa}$ ，水的密度 $\rho = 1 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ ，重力加速度 $g = 10 \text{ m/s}^2$ ，求此时容器内的温度 T_1 （保留三位有效数字）。

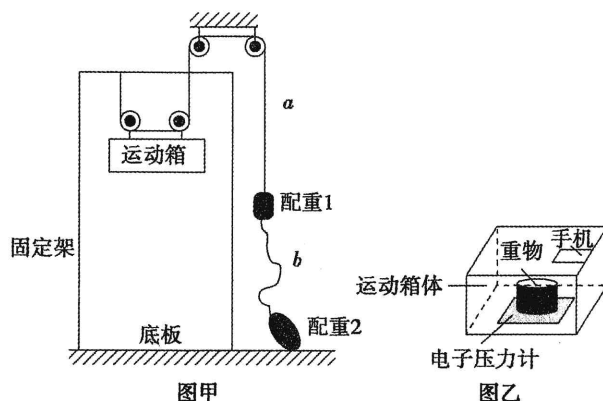


图甲



图乙

16. (10 分) 小韩同学在自建住房施工工地观察到如图甲所示的简易升降机, 升降机由固定架、运动箱、两段足够坚韧的轻绳 a 和 b 、轻质滑轮和配重等构成。工作过程中通过调整轻绳 b 的松弛与张紧, 可以使运动箱呈现 4 种不同的运动状态——向下加速、向下减速、向上加速和向上减速。轻绳 a 左端固定在固定架的顶端, 绕过轻质滑轮, 右端与装有不同质量沙子的塑料袋所构成的配重连接, 配重 1 和配重 2 之间通过一段轻绳 b 连接。为了研究运动箱的运动, 在运动箱内放置重物、电子压力计、固定的手机等, 内部结构如图乙所示。手机拍摄电子压力计的示数变化, 同时可利用相关软件将拍摄到的示数同步投影到屏幕上。已知配重 1 和配重 2 的质量分别为 m_1 和 m_2 , 不计轻绳与滑轮之间的摩擦力, 重力加速度为 g 。

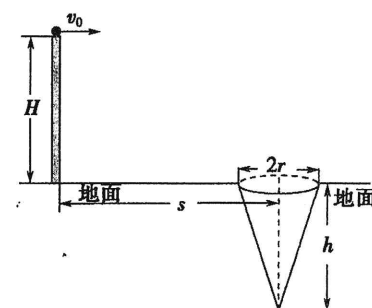


- (1) 运动箱从图甲所示位置由静止释放, 若先后经历向下加速和向下减速两个过程落到底板上, 求运动箱及内部所有物体的总质量 m 的取值范围 (用 m_1 、 m_2 表示);
- (2) 若运动箱及内部所有物体的总质量为 $m=2.4\text{kg}$, 其中重物的质量为 $\frac{1}{2}m$, 将运动箱拉至底板由静止释放, 运动箱向上运动过程中手机拍摄的电子压力计的示数先后为 $\frac{2}{3}mg$ 和 $\frac{1}{4}mg$; 求配重 1 的质量 m_1 。

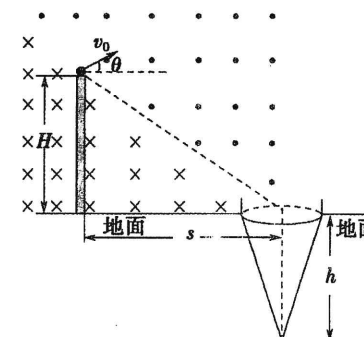
17. (14 分) 如图甲所示, 在水平地面上有一个口径为 $2r$, 深为 h 的漏斗形旱井。距井口中点水平距离 s 处有一个高为 H 的水平平台, 平台上装有绝缘弹射器, 可以将质量为 m 、电荷量为 $+q$ 的可看作质点的小球以速度 v_0 弹射出去, v_0 的方向跟井口直径在同一竖直平面 M 内。当小球水平向右弹出后, 小球落在井口右侧地面上。忽略空气阻力, 重力加速度为 g , 小球运动中电量保持不变。

- (1) 求落地点和抛出点之间的距离 L ;
- (2) 为了使小球能打进井中, 可在地面上方平行于平面 M 加水平方向的匀强电场, 求此电场的电场强度最大值 E_0 及其方向;
- (3) 若在地面上方加竖直向上的匀强电场, 电场强度大小 $E=\frac{mg}{q}$, 同时加一个垂直纸面方向的匀强磁场, 仅改变弹射器的弹射方向为斜向右上方且仍在平面 M 内, 若小球恰能沿竖直方向无碰撞地落到井底, 求匀强磁场的磁感应强度的大小 B 以及速度与水平方向的夹角 θ 的正切值 $\tan \theta$;

- (4) 若在地面上方加竖直向上的匀强电场, 电场强度大小 $E=\frac{mg}{q}$, 再加上磁感应强度大小相等的匀强磁场如图乙所示, 虚线为两磁场边界, 以同 (3) 一样的速度将小球弹射出去, 也能让小球无碰撞地竖直落到井底, 求所加磁场的磁感应强度大小 B' 。



图甲



图乙

18. (16 分) 如图所示, 质量为 $m_0=2\text{kg}$ 的物块 A (可看作质点), 开始放在长木板 B 的左端, B 的质量为 $m=1\text{kg}$, 长木板 B 可在水平面上无摩擦滑动。两端各有一固定竖直挡板 M 、 N , 现 A 、 B 以相同速度 $v_0=3\text{m/s}$ 向左运动并与挡板 M 发生碰撞。 B 与 M 碰后速度立即变为 0, 但不与 M 粘结, A 与 M 碰撞没有机械能损失, 碰后接着返回向 N 板运动, 且在与 N 板碰撞之前, A 、 B 能达到共同速度。在长木板 B 即将与挡板 N 碰前, 立即将 A 锁定于长木板 B 上, 使长木板 B 与挡板 N 碰后, A 、 B 一并原速反向。 B 与挡板 N 碰后, 立即解除对 A 的锁定 (锁定和解除锁定过程均无机械能损失)。 M 、 N 间距足够长, 以后 A 、 B 若与 M 、 N 挡板碰撞, 过程同前所述, 最终两者静止于地面。 A 、 B 之间动摩擦因数 $\mu=0.1$, $g=10\text{m/s}^2$ 求:

- (1) 长木板 B 与挡板 M 发生第一次碰撞过程中, 受到挡板 M 的冲量 I ;
- (2) 长木板 B 与挡板 N 发生第一次碰撞之前, A 相对于 B 滑行的距离 ΔS_1 ;
- (3) 通过计算判断 A 与挡板 M 能否发生第二次碰撞并求出 A 与挡板 M 第二次碰撞前的速度大小 v_2 ;
- (4) 整个运动过程中由于 B 与挡板 M 碰撞而损失的机械能 $\Delta E_{\text{碰}}$ 。

