

# 山东省 2021 年普通高中学业水平等级考试

## 物理

注意事项:

- 1.答卷前,考生务必将自己的姓名、考生号等填写在答题卡和试卷指定位置。
- 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。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。

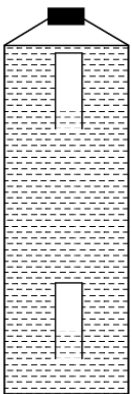
一、单项选择题 本题共 8 小题,每小题 3 分,共 24 分。每小题只有一个选项符合题目要求。

1. 在测定年代较近的湖泊沉积物形成年份时,常利用沉积物中半衰期较短的  $^{210}_{82}\text{Pb}$ , 其衰变方程为

$^{210}_{82}\text{Pb} \rightarrow ^{210}_{83}\text{Bi} + \text{X}$ 。以下说法正确的是 ( )

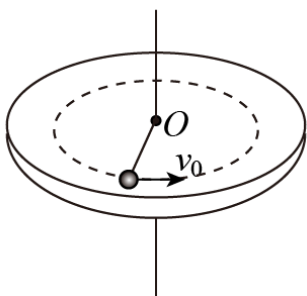
- A. 衰变方程中的 X 是电子
- B. 升高温度可以加快  $^{210}_{82}\text{Pb}$  的衰变
- C.  $^{210}_{82}\text{Pb}$  与  $^{210}_{83}\text{Bi}$  的质量差等于衰变的质量亏损
- D. 方程中的 X 来自于  $^{210}_{82}\text{Pb}$  内质子向中子的转化

2. 如图所示,密封的矿泉水瓶中,距瓶口越近水的温度越高。一开口向下、导热良好的小瓶置于矿泉水瓶中,小瓶中封闭一段空气。挤压矿泉水瓶,小瓶下沉到底部;松开后,小瓶缓慢上浮,上浮过程中,小瓶内气体 ( )



- A. 内能减少
- B. 对外界做正功
- C. 增加的内能大于吸收的热量
- D. 增加的内能等于吸收的热量

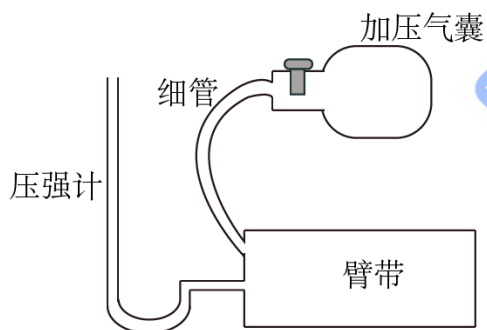
3. 如图所示，粗糙程度处处相同的水平桌面上有一长为  $L$  的轻质细杆，一端可绕竖直光滑轴  $O$  转动，另一端与质量为  $m$  的小木块相连。木块以水平初速度  $v_0$  出发，恰好能完成一个完整的圆周运动。在运动过程中，木块所受摩擦力的大小为 ( )



- A.  $\frac{mv_0^2}{2\pi L}$       B.  $\frac{mv_0^2}{4\pi L}$       C.  $\frac{mv_0^2}{8\pi L}$       D.  $\frac{mv_0^2}{16\pi L}$

4. 血压仪由加压气囊、臂带，压强计等构成，如图所示。加压气囊可将外界空气充入臂带，压强计示数为臂带内气体的压强高于大气压强的数值，充气前臂带内气体压强为大气压强，体积为  $V$ ；每次挤压气囊都能将  $60\text{cm}^3$  的外界空气充入臂带中，经 5 次充气后，臂带内气体体积变为  $5V$ ，压强计示数为  $150\text{mmHg}$ 。

已知大气压强等于  $750\text{mmHg}$ ，气体温度不变。忽略细管和压强计内的气体体积。则  $V$  等于 ( )



- A.  $30\text{cm}^3$       B.  $40\text{cm}^3$       C.  $50\text{cm}^3$       D.  $60\text{cm}^3$

5. 从“玉兔”登月到“祝融”探火，我国星际探测事业实现了由地月系到行星际的跨越。已知火星质量约为月球的 9 倍，半径约为月球的 2 倍，“祝融”火星车的质量约为“玉兔”月球车的 2 倍。在着陆前，“祝融”和“玉兔”都会经历一个由着陆平台支撑的悬停过程。悬停时，“祝融”与“玉兔”所受陆平台的作用力大小之比为 ( )



A. 9 : 1

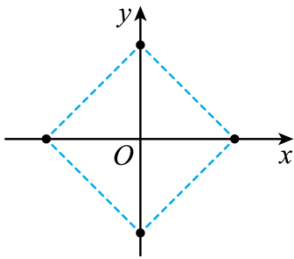
B. 9 : 2

C. 36 : 1

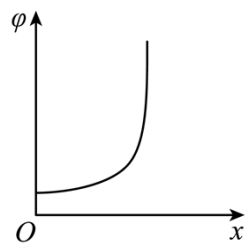
D. 72 : 1

6. 如图甲所示，边长为  $a$  的正方形，四个顶点上分别固定一个电荷量为  $+q$  的点电荷；在  $0 \leq x < \frac{\sqrt{2}}{2}a$  区

间， $x$  轴上电势  $\varphi$  的变化曲线如图乙所示。现将一电荷量为  $-Q$  的点电荷  $P$  置于正方形的中心  $O$  点，此时每个点电荷所受库仑力的合力均为零。若将  $P$  沿  $x$  轴向右略微移动后，由静止释放，以下判断正确的是 ( )



图甲



图乙

A.  $Q = \frac{\sqrt{2}+1}{2}q$ ，释放后  $P$  将向右运动

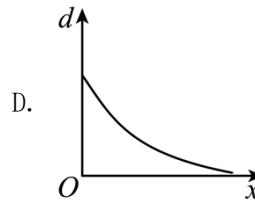
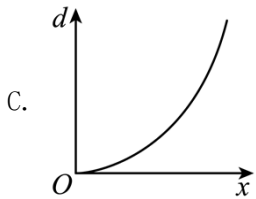
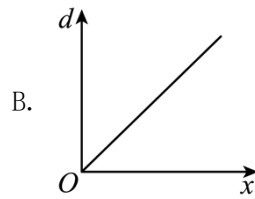
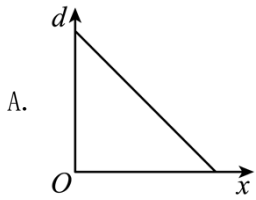
B.  $Q = \frac{\sqrt{2}+1}{2}q$ ，释放后  $P$  将向左运动

C.  $Q = \frac{2\sqrt{2}+1}{4}q$ ，释放后  $P$  将向右运动

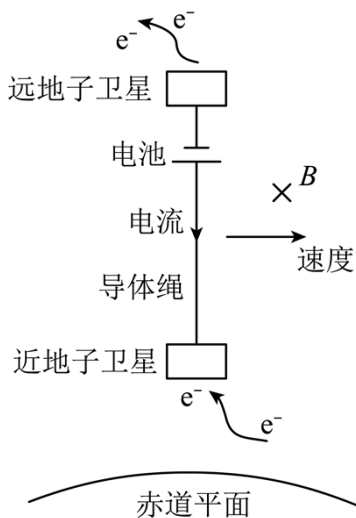
D.  $Q = \frac{2\sqrt{2}+1}{4}q$ ，释放后  $P$  将向左运动

7. 用平行单色光垂直照射一层透明薄膜，观察到如图所示明暗相间的干涉条纹。下列关于该区域薄膜厚度  $d$  随坐标  $x$  的变化图像，可能正确的是 ( )





8. 迷你系绳卫星在地球赤道正上方的电离层中，沿圆形轨道绕地飞行。系绳卫星由两子卫星组成，它们之间的导体绳沿地球半径方向，如图所示。在电池和感应电动势的共同作用下，导体绳中形成指向地心的电流，等效总电阻为  $r$ 。导体绳所受的安培力克服大小为  $f$  的环境阻力，可使卫星保持在原轨道上。已知卫星离地平均高度为  $H$ ，导体绳长为  $L (L \ll H)$ ，地球半径为  $R$ ，质量为  $M$ ，轨道处磁感应强度大小为  $B$ ，方向垂直于赤道平面。忽略地球自转的影响。据此可得，电池电动势为 ( )



A.  $BL\sqrt{\frac{GM}{R+H}} + \frac{fr}{BL}$

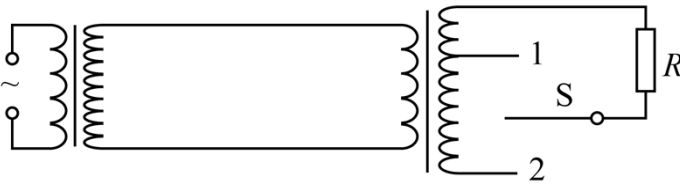
B.  $BL\sqrt{\frac{GM}{R+H}} - \frac{fr}{BL}$

C.  $BL\sqrt{\frac{GM}{R+H}} + \frac{BL}{fr}$

D.  $BL\sqrt{\frac{GM}{R+H}} - \frac{BL}{fr}$

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. 输电能耗演示电路如图所示。左侧变压器原、副线圈匝数比为 1 : 3，输入电压为 7.5V 的正弦交流电。连接两理想变压器的导线总电阻为  $r$ ，负载  $R$  的阻值为  $10\Omega$ 。开关 S 接 1 时，右侧变压器原、副线圈匝数比为 2 : 1， $R$  上的功率为 10W；接 2 时，匝数比为 1 : 2， $R$  上的功率为  $P$ 。以下判断正确的是 ( )



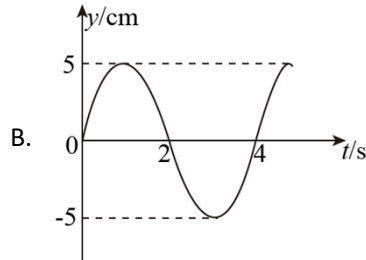
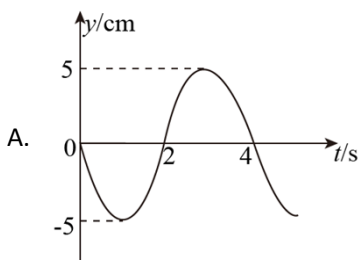
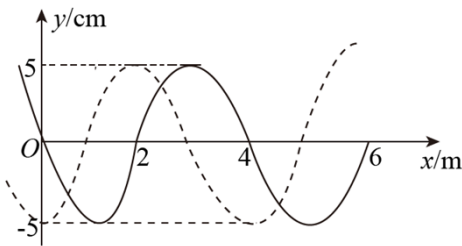
A.  $r = 10\Omega$

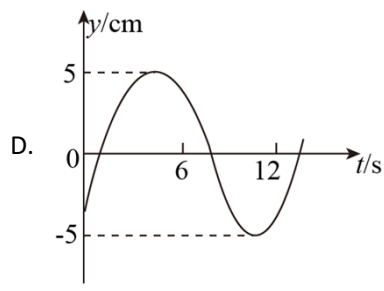
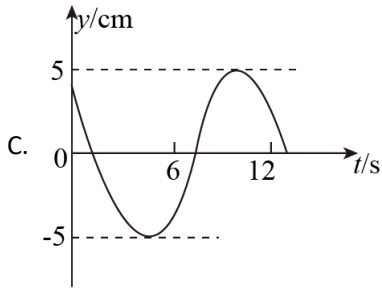
B.  $r = 5\Omega$

C.  $P = 45W$

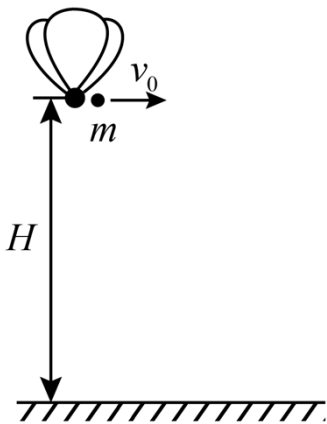
D.  $P = 22.5W$

10. 一列简谐横波沿  $x$  轴传播，如图所示，实线为  $t_1 = 2s$  时的波形图，虚线为  $t_2 = 5s$  时的波形图。以下关于平衡位置在  $O$  处质点的振动图像，可能正确的是 ( )





11. 如图所示，载有物资的热气球静止于距水平地面  $H$  的高处，现将质量为  $m$  的物资以相对地面的速度  $v_0$  水平投出，落地时物资与热气球的距离为  $d$ 。已知投出物资后热气球的总质量为  $M$ ，所受浮力不变，重力加速度为  $g$ ，不计阻力，以下判断正确的是（ ）

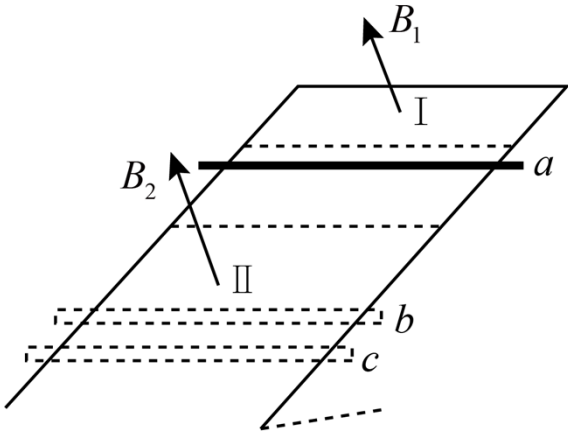


- A. 投出物资后热气球做匀加速直线运动  
 B. 投出物资后热气球所受合力大小为  $mg$

C.  $d = \left(1 + \frac{m}{M}\right) \sqrt{\frac{2Hv_0^2}{g} + H^2}$

D.  $d = \sqrt{\frac{2Hv_0^2}{g} + \left(1 + \frac{m}{M}\right)^2 H^2}$

12. 如图所示，电阻不计的光滑 U 形金属导轨固定在绝缘斜面上。区域 I、II 中磁场方向均垂直斜面向上，I 区中磁感应强度随时间均匀增加，II 区中为匀强磁场。阻值恒定的金属棒从无磁场区域中  $a$  处由静止释放，进入 II 区后，经  $b$  下行至  $c$  处反向上行。运动过程中金属棒始终垂直导轨且接触良好。在第一次下行和上行的过程中，以下叙述正确的是（ ）

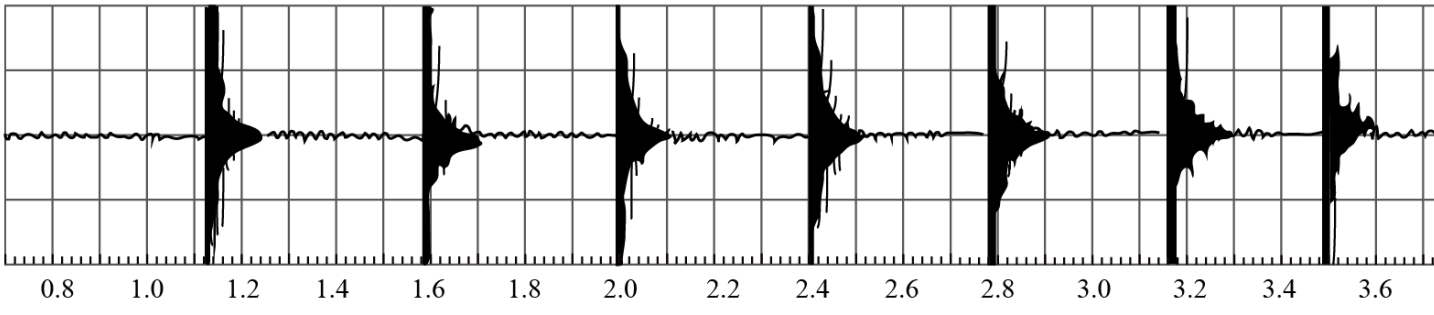


- A. 金属棒下行过  $b$  时的速度大于上行过  $b$  时的速度
- B. 金属棒下行过  $b$  时的加速度大于上行过  $b$  时的加速度
- C. 金属棒不能回到无磁场区
- D. 金属棒能回到无磁场区, 但不能回到  $a$  处

**三、非选择题：本题共 6 小题，共 60 分。**

13. 某乒乓球爱好者，利用手机研究乒乓球与球台碰撞过程中能量损失的情况。实验步骤如下：

- ①固定好手机，打开录音功能；
- ②从一定高度由静止释放乒乓球；
- ③手机记录下乒乓球与台面碰撞的声音，其随时间（单位：s）的变化图像如图所示。



根据声音图像记录的碰撞次序及相应碰撞时刻，如下表所示。

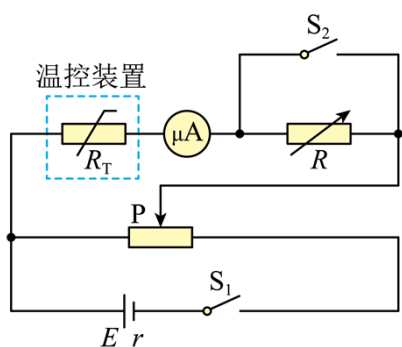
碰撞次序	1	2	3	4	5	6	7
碰撞时刻 (s)	1.12	1.58	2.00	2.40	2.78	3.14	3.47

根据实验数据，回答下列问题：

- (1) 利用碰撞时间间隔，计算出第 3 次碰撞后乒乓球的弹起高度为 \_\_\_\_\_ m（保留 2 位有效数字，当地重力加速度  $g = 9.80\text{m/s}^2$ ）。
- (2) 设碰撞后弹起瞬间与该次碰撞前瞬间速度大小的比值为  $k$ ，则每次碰撞损失的动能为碰撞前动能的 \_\_\_\_\_ 倍（用  $k$  表示），第 3 次碰撞过程中  $k =$  \_\_\_\_\_（保留 2 位有效数字）。

(3) 由于存在空气阻力，第(1)问中计算的弹起高度\_\_\_\_\_ (填“高于”或“低于”)实际弹起高度。

14. 热敏电阻是传感器中经常使用的元件，某学习小组要探究一热敏电阻的阻值随温度变化的规律。可供选择的器材有：



图甲

待测热敏电阻  $R_T$  (实验温度范围内，阻值约几百欧到几千欧)；

电源  $E$  (电动势  $1.5V$ ，内阻  $r$  约为  $0.5\Omega$ )；

电阻箱  $R$  (阻值范围  $0 \sim 9999.99\Omega$ )；

滑动变阻器  $R_1$  (最大阻值  $20\Omega$ )；

滑动变阻器  $R_2$  (最大阻值  $2000\Omega$ )；

微安表 (量程  $100\mu A$ ，内阻等于  $2500\Omega$ )；

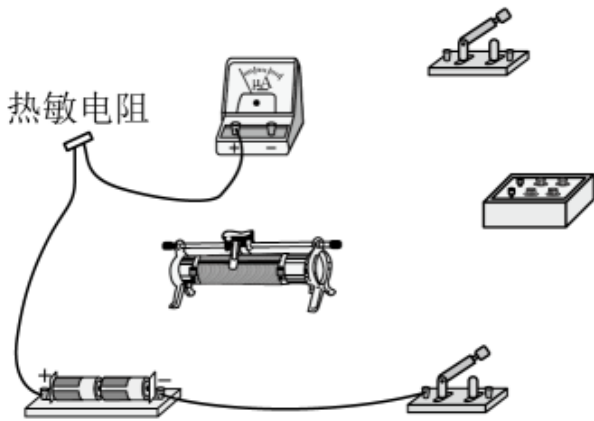
开关两个，温控装置一套，导线若干。

同学们设计了如图甲所示的测量电路，主要实验步骤如下：

- ①按图示连接电路；
- ②闭合  $S_1$ 、 $S_2$ ，调节滑动变阻器滑片  $P$  的位置，使微安表指针满偏；
- ③保持滑动变阻器滑片  $P$  的位置不变，断开  $S_2$ ，调节电阻箱，使微安表指针半偏；
- ④记录此时的温度和电阻箱的阻值。

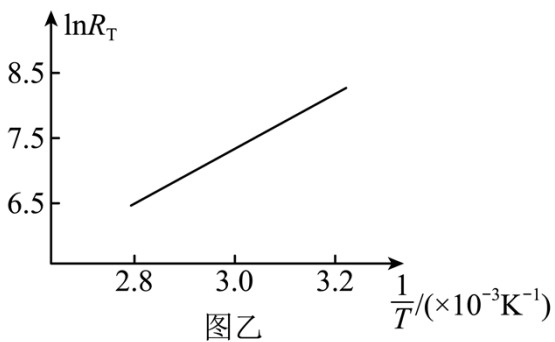
回答下列问题：

- (1) 为了更准确地测量热敏电阻的阻值，滑动变阻器应选用\_\_\_\_\_ (填“ $R_1$ ”或“ $R_2$ ”)。
- (2) 请用笔画线代替导线，将实物图 (不含温控装置) 连接成完整电路\_\_\_\_\_。



(3) 某温度下微安表半偏时，电阻箱的读数为  $6000.00\Omega$ ，该温度下热敏电阻的测量值为 \_\_\_\_\_  $\Omega$  (结果保留到个位)，该测量值 \_\_\_\_\_ (填“大于”或“小于”) 真实值。

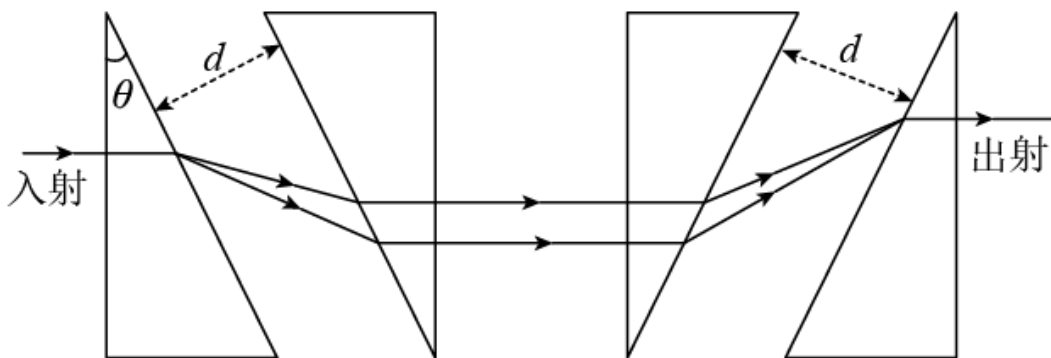
(4) 多次实验后，学习小组绘制了如图乙所示的图像。由图像可知。该热敏电阻的阻值随温度的升高逐渐 \_\_\_\_\_ (填“增大”或“减小”)。



15. 超强超短光脉冲产生方法曾获诺贝尔物理学奖，其中用到的一种脉冲激光展宽器截面如图所示。在空气中对称放置四个相同的直角三棱镜，顶角为  $\theta$ 。一细束脉冲激光垂直第一个棱镜左侧面入射，经过前两个棱镜后分为平行的光束，再经过后两个棱镜重新合成为一束，此时不同频率的光前后分开，完成脉冲展宽。已知相邻两棱镜斜面间的距离  $d = 100.0\text{mm}$ ，脉冲激光中包含两种频率的光，它们在棱镜中的折射率分别为  $n_1 = \sqrt{2}$  和  $n_2 = \frac{\sqrt{31}}{4}$ 。取  $\sin 37^\circ = \frac{3}{5}$ ， $\cos 37^\circ = \frac{4}{5}$ ， $\frac{5}{\sqrt{7}} = 1.890$ 。

(1) 为使两种频率的光都能从左侧第一个棱镜斜面射出，求  $\theta$  的取值范围；

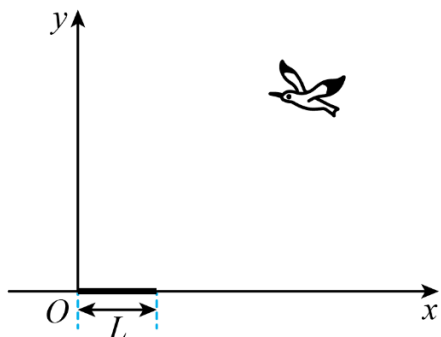
(2) 若  $\theta = 37^\circ$ ，求两种频率的光通过整个展宽器的过程中，在空气中的路程差  $\Delta L$  (保留 3 位有效数字)。



16. 海鸥捕到外壳坚硬的鸟蛤（贝类动物）后，有时会飞到空中将它丢下，利用地面的冲击打碎硬壳。一只海鸥叼着质量  $m = 0.1\text{kg}$  的鸟蛤，在  $H = 20\text{m}$  的高度、以  $v_0 = 15\text{m/s}$  的水平速度飞行时，松开嘴巴让鸟蛤落到水平地面上。取重力加速度  $g = 10\text{m/s}^2$ ，忽略空气阻力。

(1) 若鸟蛤与地面的碰撞时间  $\Delta t = 0.005\text{s}$ ，弹起速度可忽略，求碰撞过程中鸟蛤受到的平均作用力的大小  $F$ ；（碰撞过程中不计重力）

(2) 在海鸥飞行方向正下方的地面上，有一与地面平齐、长度  $L = 6\text{m}$  的岩石，以岩石左端为坐标原点，建立如图所示坐标系。若海鸥水平飞行的高度仍为  $20\text{m}$ ，速度大小在  $15\text{m/s} \sim 17\text{m/s}$  之间，为保证鸟蛤一定能落到岩石上，求释放鸟蛤位置的  $x$  坐标范围。

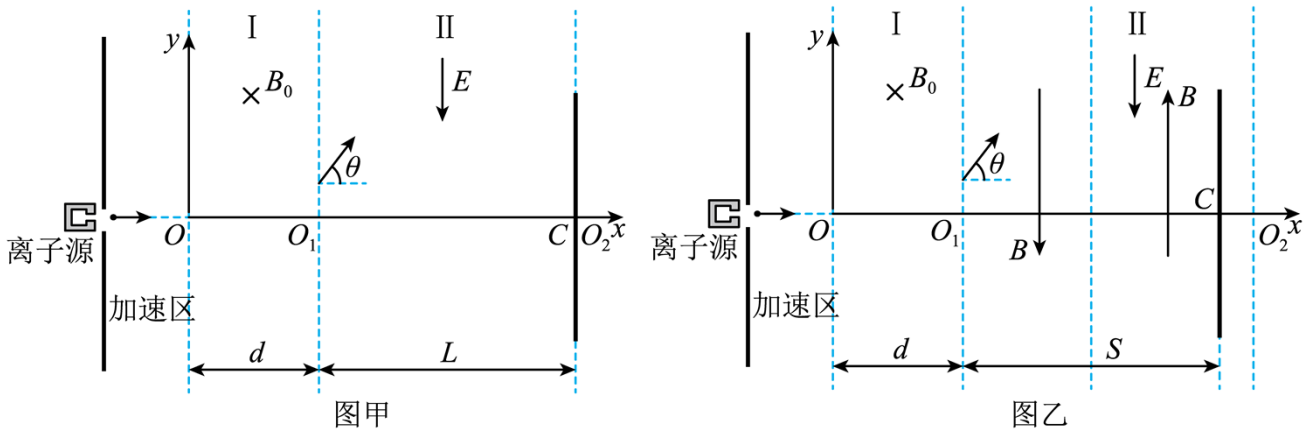


17. 某离子实验装置的基本原理如图甲所示。I区宽度为  $d$ ，左边界与  $x$  轴垂直交于坐标原点  $O$ ，其内充满垂直于  $xOy$  平面向里的匀强磁场，磁感应强度大小为  $B_0$ ；II区宽度为  $L$ ，左边界与  $x$  轴垂直交于  $O_1$  点，右边界与  $x$  轴垂直交于  $O_2$  点，其内充满沿  $y$  轴负方向的匀强电场。测试板垂直  $x$  轴置于II区右边界，其中心  $C$  与  $O_2$  点重合。从离子源不断飘出电荷量为  $q$ 、质量为  $m$  的正离子，加速后沿  $x$  轴正方向过  $O$  点，依次经I区、II区，恰好到达测试板中心  $C$ 。已知离子刚进入II区时速度方向与  $x$  轴正方向的夹角为  $\theta$ 。忽略离子间的相互作用，不计重力。

(1) 求离子在I区中运动时速度的大小  $v$ ；

(2) 求II区内电场强度的大小  $E$ ；

(3) 保持上述条件不变, 将II区分为左右两部分, 分别填充磁感应强度大小均为  $B$  (数值未知) 方向相反且平行  $y$  轴的匀强磁场, 如图乙所示。为使离子的运动轨迹与测试板相切于  $C$  点, 需沿  $x$  轴移动测试板, 求移动后  $C$  到  $O_1$  的距离  $S$ 。



18. 如图所示, 三个质量均为  $m$  的小物块 A、B、C, 放置在水平地面上, A 紧靠竖直墙壁, 一劲度系数为  $k$  的轻弹簧将 A、B 连接, C 紧靠 B, 开始时弹簧处于原长, A、B、C 均静止。现给 C 施加一水平向左、大小为  $F$  的恒力, 使 B、C 一起向左运动, 当速度为零时, 立即撤去恒力, 一段时间后 A 离开墙壁, 最终三物块都停止运动。已知 A、B、C 与地面间的滑动摩擦力大小均为  $f$ , 最大静摩擦力等于滑动摩擦力, 弹簧始终在弹性限度内。(弹簧的弹性势能可表示为:  $E_p = \frac{1}{2}kx^2$ ,  $k$  为弹簧的劲度系数,  $x$  为弹簧的形变量)

- (1) 求 B、C 向左移动的最大距离  $x_0$  和 B、C 分离时 B 的动能  $E_k$ ;
- (2) 为保证 A 能离开墙壁, 求恒力的最小值  $F_{\min}$ ;
- (3) 若三物块都停止时 B、C 间的距离为  $x_{BC}$ , 从 B、C 分离到 B 停止运动的整个过程, B 克服弹簧弹力做的功为  $W$ , 通过推导比较  $W$  与  $f x_{BC}$  的大小;
- (4) 若  $F = 5f$ , 请在所给坐标系中, 画出 C 向右运动过程中加速度  $a$  随位移  $x$  变化的图像, 并在坐标轴上标出开始运动和停止运动时的  $a$ 、 $x$  值 (用  $f$ 、 $k$ 、 $m$  表示), 不要求推导过程。以撤去  $F$  时 C 的位置为坐标原点, 水平向右为正方向。

