

考生须知:

1. 本卷满分 100 分, 考试时间 90 分钟;
2. 答题前, 在答题卷指定区域填写学校、班级、姓名;
3. 所有答案必须写在答题卷上, 写在试卷上无效;
4. 考试结束后, 只需上交答题卷;
5. 本卷中无特殊说明, 重力加速度 g 均取 10m/s^2 .

选择题部分

一、选择题 I (本题共 10 小题, 每小题 3 分, 共 30 分。每小题列出的四个选项中只有一个符合题目要求的, 不选、多选、错选均不得分。)

1. 电动汽车发展迅速, 电池能量密度是一个衡量电池性能的重要指标, 其中体积能量密度是指电池的能量与其体积之比, 单位为瓦时/升 (Wh/L), 改用国际单位制基本单位表示正确的是

- A. N/m^2 B. N/s^2 C. $\frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2}$ D. $\frac{\text{kg}}{\text{m} \cdot \text{s}^2}$

2. 从学校运动会到国际奥运会, 体育运动提高了个人的身体素质也凝聚了民族的精神气魄, 下列关于运动项目中物理知识说法正确的是

- A. 奥运会开幕式中升国旗时, 观察到国旗冉冉升起, 观察者是以“国旗”为参考系的
B. 羽毛球比赛中运动员击球的最大速度是指瞬时速度
C. 研究短跑运动员的终点冲刺动作时, 裁判们可以把运动员看作质点
D. 我国选手潘展乐在巴黎奥运会男子 100 米自由泳决赛以 46.40s 的成绩夺得冠军, 并打破世界纪录。这里的“46.40s”指的是时刻

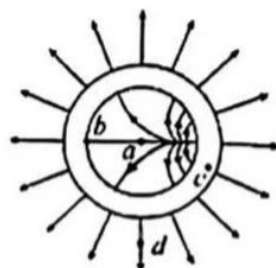
3. 在江南水乡, 撑篙行舟是一种传统的水上交通方式。如图所示, 船夫使用一根竹篙倾斜撑向河底, 就能让船夫和小船一起缓慢向右运动离岸。小船缓慢离岸的过程中, 竹篙对河底力的作用点不变, 对该过程分析正确的是

- A. 小船给船夫的作用力竖直向上
B. 小船受到的浮力等于船的重力
C. 小船受到船夫的摩擦力向右
D. 船夫受到小船的支持力的冲量为零

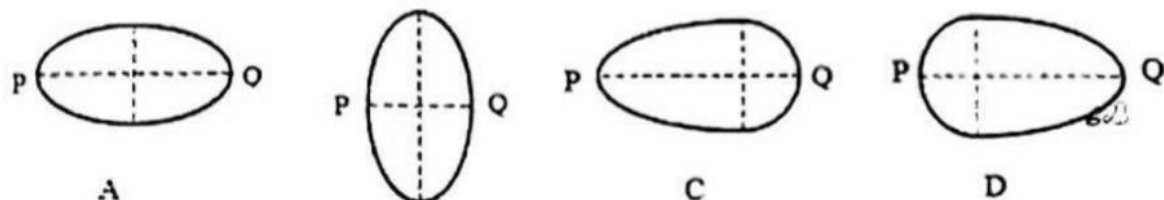
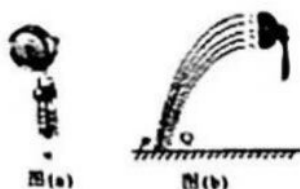


4. 一空心金属球壳内球心右侧放一带正电点电荷, 于是在球内外形成如图所示电场, 其中 a 在球心, b 在球壳内壁, c 在球壳内, d 在球外, 若以无穷远电势为 0, 下列说法正确的

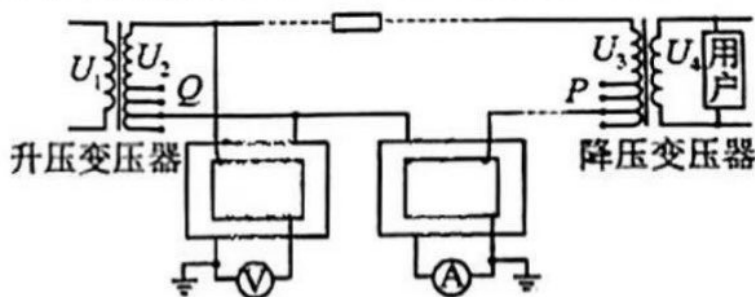
- A. 球壳内壁没有净电荷
B. c 点电场强度等于 a 点电场强度
C. 球壳接地后 c 点电势会增大
D. a 、 b 两点电势差小于 a 、 d 两点的电势差



5. 如图, 一竖直放置的花洒出水孔分布在圆形区域内。水流从出水孔水平向左射出。假设每个出水孔出水速度相同, 从花洒中喷出的水落于水平地面(P、Q分别为最左、最右端两落点), 不计空气阻力。落点区域俯视图的形状最可能的是

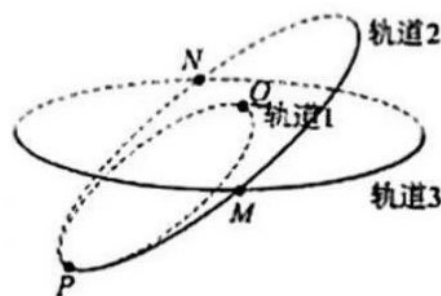


6. “西电东送”是我国实现经济跨区域可持续快速发展的重要保证, 如图为模拟远距离高压输电示意图。已知升压变压器原、副线圈两端的电压分别为 U_1 和 U_2 , 降压变压器原、副线圈两端的电压分别为 U_3 和 U_4 。在输电线路的起始端接入两个互感器, 两个互感器原、副线圈的匝数比分别为 30:1 和 1:20, 各互感器和电表均为理想状态, 则下列说法正确的是



- A. 电压互感器电压值为 $\frac{U_3}{30}$
- B. 若电压表的示数为 100V, 电流表的示数为 5A, 则输电线路损耗功率为 300kW
- C. 若保持发电机输出电压 U_1 和输送功率不变, 仅将滑片 Q 下移, 则输电线损耗功率增大
- D. 发电机输出电压 U_1 一定, 增加用户数, 为维持用户电压 U_4 不变, 可将滑片 Q 下移

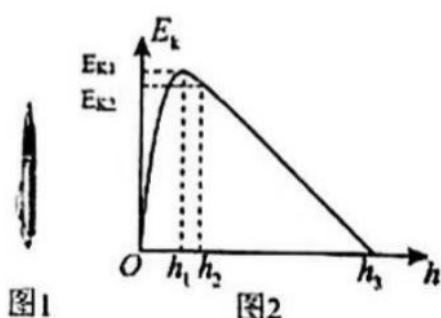
7. 某卫星发射的过程图简化如下, 位于椭圆轨道 1 的卫星变速后进入圆形同步轨道 2, 然后在 M 点再次改变方向进入同步静止轨道 3 上, 则下列说法正确的是



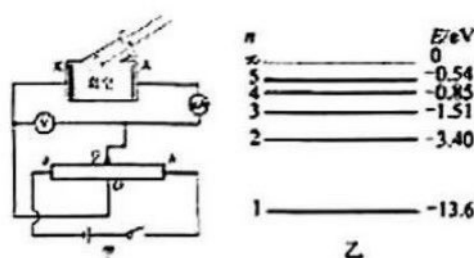
- A. 卫星在 Q 的速度大于其在 M 点的速度
- B. Q 点为圆轨道 1 的远地点, P 点为椭圆轨道 1 上的近地点
- C. 卫星在 3 个轨道上的机械能存在的关系式为 $E_2=E_3 < E_1$
- D. 卫星在轨道 2 上经过 P 点时的加速度大于其在轨道 1 上经过 P 点的加速度

8. 某同学将手中的弹簧笔竖直向下按压在水平桌面上, 如图所示, 当他突然松手后弹簧笔将竖直向上弹起, 其上升过程中的 E_k-h 图像如图所示, h_2 到 h_3 阶段 E_k-h 图像为直线, 则下列判断正确的是

- A. 弹簧原长为 h_1
- B. 0 到 h_3 之间弹簧的弹力先增加再减小
- C. 弹簧最大弹性势能大小为 E_{k2}
- D. 笔的重力为 $\frac{E_{k2}}{h_3-h_2}$

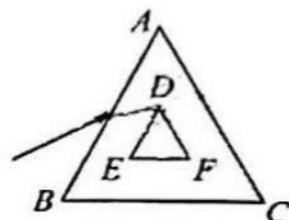


9. 如图所示, 图甲用于研究光电效应的实验装置, 图乙是氢原子的能级结构。实验发现 $n=4$ 直接跃迁到 $n=2$ 时发出的光照射图实验装置的阴极时, 发现电流表示数不为零, 慢慢将滑动变阻器划片P从O点向a点滑动, 发现电压表读数等于0.8V时, 电流表读数恰好为零, 电子的电荷量为 e , 下列说法正确的是



- A. 阴极逸出功 $W_0 = 0.8 \text{ eV}$
 B. 其他条件不变, 一群处于 $n=5$ 能级的氢原子跃迁辐射的光里有5种光照射该装置阴极时可以发生光电效应
 C. 滑动变阻器划片P从O点向b点滑动缓慢移动, 电流表读数一定一直增大
 D. 用不同频率的光子照射该实验装置, 记录电流表恰好读数为零的电压表读数, 根据以上频率和电压可以精确测量普朗克常数

10. 某透明均匀介质的截面如图所示, 在边长为 $(\sqrt{3}+1)L$ 的正三角形正中心挖去一边长为 L 的正三角形, 三角形 ABC 和三角形 DEF 的边两两平行, 一束蓝光从 AB 边中点以入射角 60° 射入介质, 正好经过 D 点射向 AC 边, 不考虑光的反射, 除介质外其余部分均为真空, 光在真空中的传播速度用 c 表示, 则下列说法正确的是



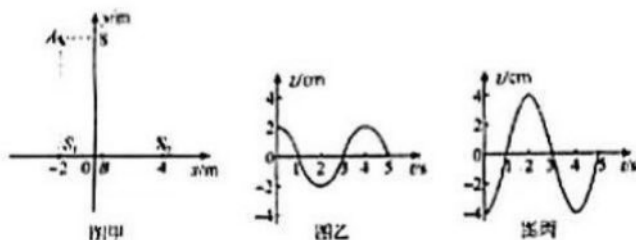
- A. 该光在介质中的折射率为 $\sqrt{6}$
 B. 该光在介质中的传播时间为 $\frac{\sqrt{3}L}{2c}$
 C. 若用一束紫光照射, 则与射入介质前相比, 光线从 AC 边离开介质时的偏转角是 0°
 D. 若用一束红光照射, 则有可能不能从 AC 边射出

二、选择题II (本题共3小题, 每小题4分, 共12分, 在每小题给出的四个选项中, 有一个或一个以上答案符合题意, 全部选对的得4分, 选对但不全的得2分, 选错或不选的得0分。)

11. 下列说法正确的是

- A. 液晶具有旋光性, 加电场时偏振光被液晶层旋光呈现暗态
 B. 列车从远处匀速驶近观测时, 观测者耳朵听到的汽笛声频率越来越高
 C. 冰在融化过程中分子势能增大
 D. α 射线经过置于空气中带正电验电器金属小球的上方, 验电器金属箔的张角会变大

12. 如图甲所示, 在 xOy 平面内有两个波源 $S_1(-2\text{m}, 0)$ 和 $S_2(4\text{m}, 0)$, 两波源做垂直于 xOy 平面的简谐运动, 其振动图像分别如图乙和图丙所示, 两波源形成的机械波在 xOy 平面内向各个方向传播, 波速均为 25cm/s . xOy 平面上有 A 、 B 两点, 其位置坐标分别为 $A(-2\text{m}, 8\text{m})$, $B(0.5\text{m}, 0)$, 则



- A. 两波源形成的波的图样是不稳定的
 B. 图中点 $A(-2\text{m}, 8\text{m})$ 的振幅为 2cm
 C. AB 连线上有两个振动加强点
 D. 两波源的连线上有12个振动加强点, 它们的位移大小在0到 6cm 之间变化

13. 太阳内部的核反应非常复杂, 我们将其简化为氢转变为氦, 即质子和电子结合成一个 α 粒子, 同时放出质量可视作零的两个中微子 ν_e . 已知电子质量 $m_e = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg} = 0.5 \text{ MeV}/c^2$, 质子质量 $m_p = 1.67 \times 10^{-27} \text{ kg} = 939.4 \text{ MeV}/c^2$, α 粒子质量 $m_\alpha = 3738.8 \text{ MeV}/c^2$ (c 为光速), 太阳辐射的总功率 $P_0 = 4 \times 10^{26} \text{ W}$, 太阳质量 $M_0 = 2 \times 10^{30} \text{ kg}$ (其中氢约占 70%), 则

太阳内部核反应属于裂变反应

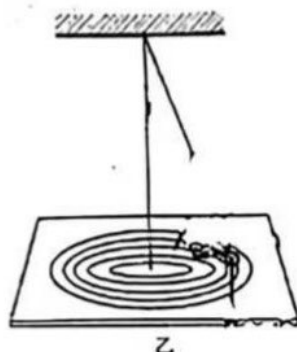
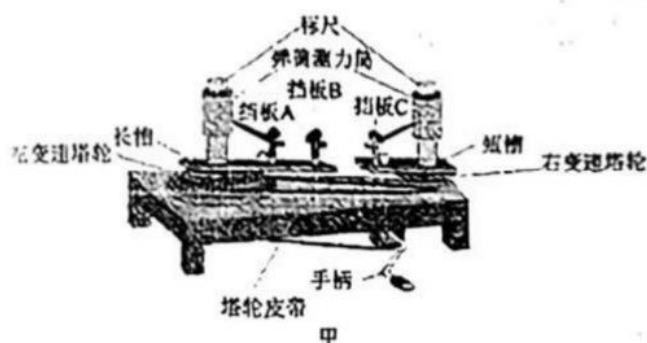
- B. α 粒子的动能小于 19.8 MeV
 C. α 粒子和中微子的动量之和小于质子和电子的动量之和
 D. 若太阳中现有氢的 10% 发生聚变, 大约需要 $1.6 \times 10^{17} \text{ s}$

非选择题部分

三、非选择题 (本题共 5 小题, 共 58 分)

14. 实验题 (I、II、III 三题共 14 分)

14-I. 甲乙两位同学用两种方法在研究做匀速圆周运动的物体所受向心力大小与质量、角速度和半径的关系:



(1) 甲同学用如图甲所示装置进行实验, 本实验采用的主要实验方法为_____. 在探究向心力大小与圆周运动半径的关系时, 将两个相同质量的小球, 分别放在 C 挡板处与_____ (选填 “A” 或 “B”) 挡板处, 同时将传动皮带套在半径_____ (选填 “相同” 或 “不同”) 的两个塔轮上.

(2) 乙同学用如图乙所示装置验证向心力大小与角速度的关系. 长度为 L 的细线上端固定, 下端悬挂质量为 m 的小球 (视为质点), 将画有几个同心圆的白纸置于悬点下方的平台上, 其圆心在细线悬挂点的正下方. 现给小球一初速度, 使其恰沿纸面上半径为 R 的圆做匀速圆周运动, 此时小球对纸面恰好无压力, 用秒表记录小球转动 n 圈所用的总时间为 t . 不计空气阻力, 重力加速度大小为 g . 假如要验证向心力公式成立, 需要满足的等式为

_____ (用 n 、 t 、 g 、 L 、 R 等表示), 该同学在最后几圈如果做了在同一个平面的小角度的来回运动, 则所测得周期将_____ (填 “偏大”、“偏小” 或者 “不变”).

14-II. 某同学将电源、电阻箱、电容器、电流表、数字电压表以及开关组装成图 1 所示的电路进行实验, 观察电容器充电过程. 实验仪器如下: 电源 (电压为 4.5 V , 内阻不计); 电容器 (额定电压为 16 V); 电流表 (量程为 $0 \sim 500 \mu \text{ A}$, 内阻 500Ω); 数字电压表 (量程为 $0 \sim 10 \text{ V}$); 电阻箱 (阻值 $0 \sim 9999 \Omega$).

(1) 电路连接完毕后如图 2 所示, 为保证电表使用安全, 在开关闭合前必须要完成的实验步骤是_____.

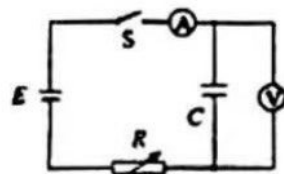


图 1

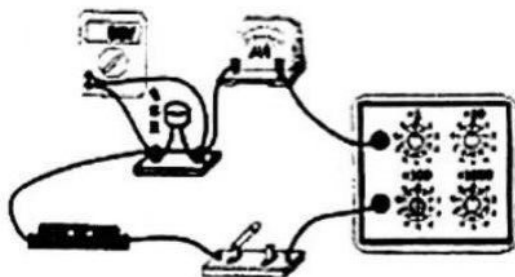


图 2

(2) 将开关 S 闭合，观察到某时刻电流表示数如图 3 所示，其读数为 _____ μA 。

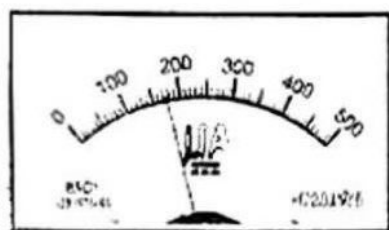


图 3

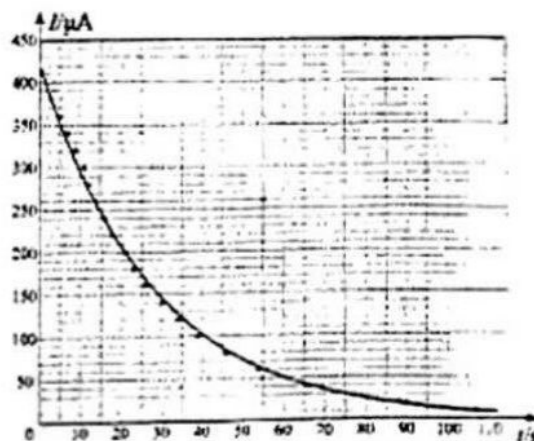


图 4

(3) 记录开关闭合后电流随时间变化的图线如图 4 所示，小明数出曲线下围成的格子数有 225 格，则电容 C 大小为 _____ μF 。

(4) 由于数字式电压表内阻并不是无穷大，考虑到此因素的影响，(3) 问中电容的测量结果与真实值相比是 _____ (选填“偏大”、“偏小”或“相等”)，请简要说明理由 _____。

(5) 当电阻箱的阻值为 R 时，充电图像如图 5 中 a 曲线所示。若将定值电阻增大为 $1.3R$ ，重复上述实验步骤，则电流随时间变化的 $I-t$ 图线应该是图 5 中的曲线 _____ (选填“b”或“c”)。

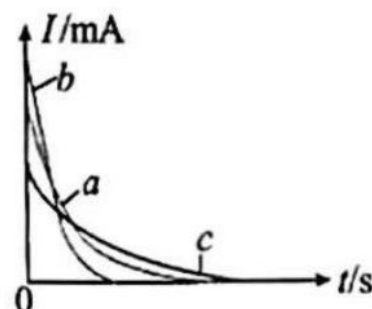
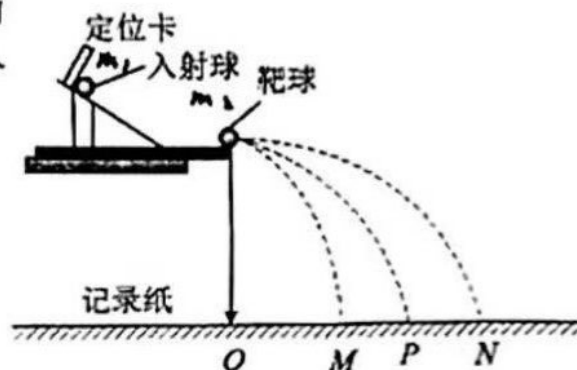


图 5

14-III. 如图为“验证碰撞过程中的动量守恒”的实验装置示意图，入射球与靶球直径相同，测得质量分别为 m_1 、 m_2 。图中 P 点是未放靶球时入射球的落点，放置靶球后，两球落点分别为 M、N。M、P、N 三个落点的位置距 O 点的长度分别为 OM、OP、ON。



(1) 下列说法中符合本实验要求的是 () (多选)

- A. 下滑倾斜轨道允许有摩擦
- B. 需要使用的测量仪器有秒表和刻度尺
- C. 本实验需要测量小球做平抛运动的高度
- D. 在同一组实验的不同碰撞中，每次入射球必须从同一高度由静止释放

(2) 若两球发生弹性碰撞，则 OP、OM、ON 三者之间满足关系式 _____ (用 OP、OM、ON 表示)。

15. (8分) 为了测量一些形状不规则而又不能浸入液体的固体体积, 可用如下图所示装置。操作步骤和实验数据如下。

a. 打开阀门 K, 使管 A、容器 C、容器 B 和大气相通。上下移动 D, 使左侧水银面到达刻度 n 的位置;

b. 关闭 K, 向上举 D, 使左侧水银面达到刻度 m 的位置。这时测得两管水银面高度差为 19.0cm, 该过程封闭气体向外界放热为 Q_1 ;

c. 打开 K, 把被测固体放入 C 中, 上下移动 D, 使左侧水银面重新到达位置 n, 然后关闭 K;

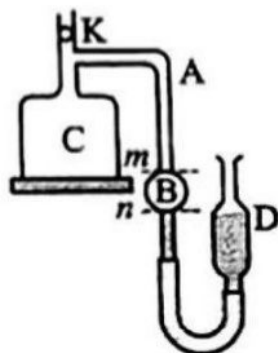
d. 向上举 D, 使左侧水银面重新到达刻度 m 处, 这时测得两管水银面高度差为 38.0cm, 该过程封闭气体向外界放热为 Q_2 ;

已知容器 C 和管 A 的总体积为 1000cm^3 , 外界大气压强为 $p_0 = 76\text{cmHg}$, 环境温度不变, 实验装置导热性能良好。求:

(1) b 过程中, 被阀门 K 封闭的这部分气体, 气体分子动能_____ (选填“均不变”、“均增大”、“均减小”或“增大和减小均有”), 单位时间撞击单位面积容器壁的分子数_____ (选填“增大”、“减小”或“不变”);

(2) 被测固体的体积;

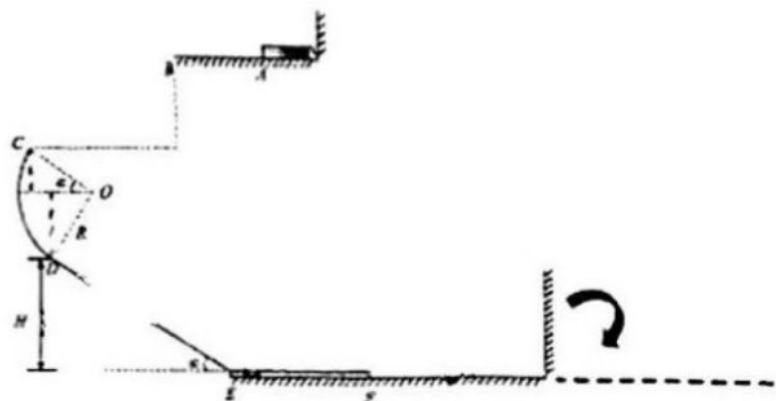
(3) 比较 b 与 d 两个过程中的放热 Q_1 与 Q_2 的大小关系, 并给出必要的文字说明与定量的分析过程加以证明。



16. (11分) 某游戏装置如下: 光滑水平平台上质量为 $m = 2\text{kg}$ 的物体压缩弹簧由静止释放

(物体与弹簧不粘连), 物体从 B 点水平飞出后恰好沿着 C 点切线进入竖直平面内 $\frac{1}{4}$ 光滑圆弧轨道, 滑入粗糙的斜面 DE, 最后滑上放在粗糙水平面上, 质量为 $M = 4\text{kg}$ 的木板 EF 上表面继续运动, 木板与水平面间的动摩擦因数 $\mu_3 = \frac{1}{15}$ 。已知 BC 的高度差 $h = 0.8\text{m}$, 物体与 DE 的动摩擦因数 $\mu_1 = \frac{13}{80}$, 木板 F 点与竖直墙壁的距离为 d (未知), 物体与木板之间的动摩擦因数 $\mu_2 = 0.4$, 木板长度为 L (未知), 圆弧轨道与倾斜斜面 DE 相切于 D 点, 木板与竖直墙壁发生碰撞后会原速反弹, 且发生碰撞后竖直

墙壁将会倒塌, 变成和左侧一样的足够长粗糙水平面。物体可视为质点, E 点做平滑处理, 木板厚度可忽略, 重力加速度 $g = 10\text{m/s}^2$, $\alpha = 37^\circ$, $R = 1\text{m}$, DE 的高度差 $H = 3\text{m}$, 所有轨道均在同一个竖直平面内。求:

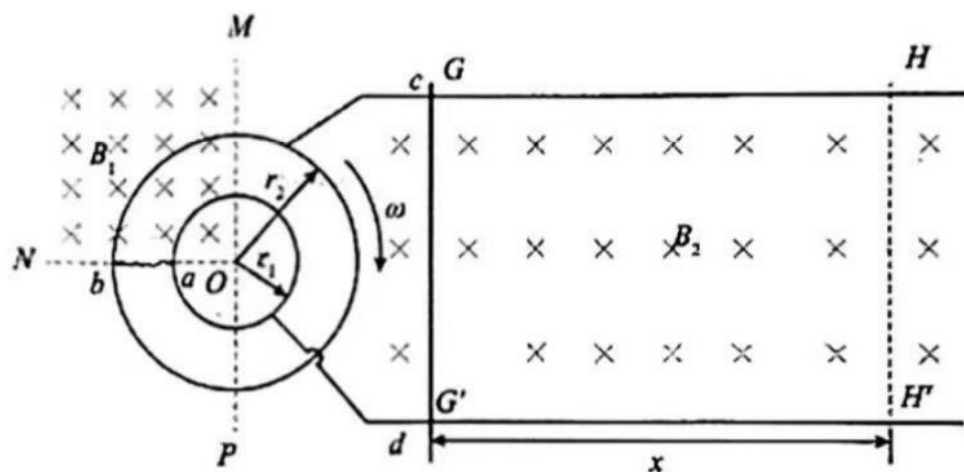


(1) 弹簧的弹性势能及物体到达 E 点速度大小;

(2) 若木板未能与竖直墙壁发生碰撞且物体没有滑离木板, 求 d 和 L 各自需要满足什么条件;

(3) 若 L 足够大, $d = 0.5\text{m}$, 求木板最终停下时左端离 E 点的距离。

17. (12分) 某科创小组模拟工厂工件流水作业传送装置设计了如下模型, 为方便作业, 要求工件周期性的交替运动和静止。如图所示, 绝缘水平面上固定两个光滑的同心金属圆环, 圆心为 O , 半径分别为 r_1 和 r_2 。电阻为 R 的金属杆 ab 位于 ON 处沿半径方向架在两环间 (始终接触良好)。直线 MOP 垂直 ON , MON 区域充满垂直圆环平面向下的匀强磁场 B_1 。通过电刷将两金属圆环引出到右侧两根水平固定的平行金属导轨上, 导轨光滑且足够长, 间距为 L , 并处于垂直导轨平面向下大小为 B_2 的匀强磁场中。 $t=0$ 时刻, 施加周期性外力使 ab 杆以角速度 ω 绕 O 点顺时针匀速旋转, 并同时释放位于 GG' 的金属杆 cd (质量为 m , 电阻为 $2R$, 长度也为 L), 当 ab 杆转到 OM 处时, cd 杆的速度为 v , 当 ab 杆转到 OP 处时, cd 杆刚好运动到 HH' 处且速度为 0。不计一切摩擦和其它电阻, 运动过程中金属杆始终垂直于平行导轨。求:



- (1) $t=0$ 时刻 ab 两点间的电势差 U_{ab} ;
- (2) 若 ab 杆从 ON 转到 OM 的过程中, ab 杆上产生的焦耳热为 Q , 求 $t=0$ 到 $t=\frac{2\pi}{\omega}$ 时间内回路中电流的有效值;
- (3) GG' 到 HH' 的距离 x 的大小。

18. (13 分) 图 1 为一种测量电子比荷 (电荷量 e 与质量 m 之比) 的实验装置。两块金属圆盘 M 、 N 平行放置, 间距为 d , 照相底片环绕圆盘, 距圆盘边缘的径向距离为 L 。整个装置放在真空中。在两圆盘中心连线的中央有一点状粒子源, 向各个方向均匀发射速度大小不同的电子, 由于 d 很小, 只有速度方向始终平行圆盘的电子才能射出圆盘区域。

	磁感应强度	U_{MN}
模式 1	0	0
模式 2	B	$-U$
模式 3	$-B$	U

装置所在空间的匀强磁场的磁感应强度和 M 、 N 间的电势差按表格所示的三种模式切换, 表中 B 、 U 均为已知。以水平向右为磁场的正方向, 电场只存在于圆盘间。图 2 为装置的俯视图, 定义角度 θ 为底片上某点和圆盘中心的连线与磁感应强度正方向的夹角。

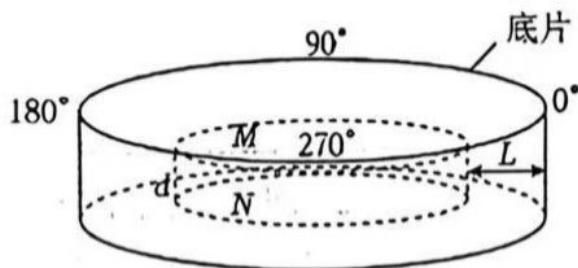


图1

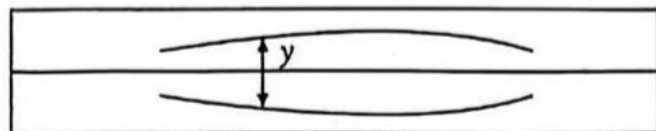


图3

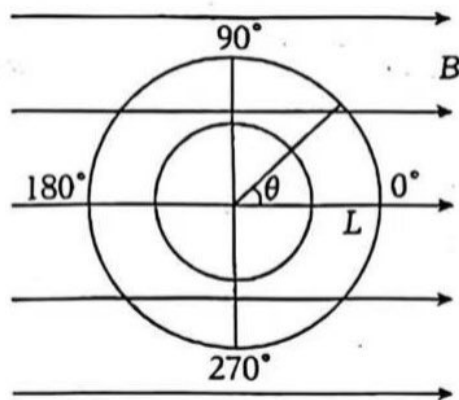


图2

- (1) 判断在 $\theta = 90^\circ$ 和 270° 两个方向中, 哪个方向在三种模式下均会有电子从圆盘区域射出, 求在模式 2、3 情况下射出电子的速度大小 v_0 ;
- (2) 在 (1) 中有电子射出的方向上, 求在模式 2、3 情况下, 电子打在底片上的位置间的距离 y_0 与比荷的关系;
- (3) 经过三种模式的反复切换, 取有曝光线条的一段底片进行分析, 如图 3 所示。研究人员发现, 电子在磁场中运动的轨迹半径远大于 L , 可将电子在偏转过程中受到的洛伦兹力视为恒力。为充分利用数据测出电子的比荷, 测量不同角度 θ 及对应的上下两条曝光曲线间距 y , 获取多组数据。以 y 为纵坐标轴, 合理选择横坐标轴, 就能将数据拟合为一条过原点的直线, 使其斜率等于电子的比荷, 从而测量出电子的比荷。请写出横坐标轴的表达式。