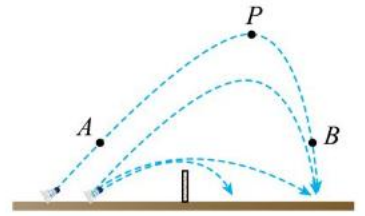
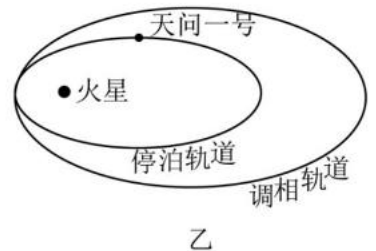
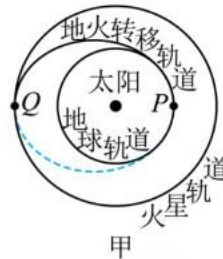




4. 羽毛球运动是一项深受大众喜爱的体育运动。某研究小组的同学为研究羽毛球飞行规律，描绘出了如图所示的若干条羽毛球飞行轨迹图，图中  $A$ 、 $B$  是其中同一轨迹上等高的两点， $P$  为该轨迹的最高点，则该羽毛球

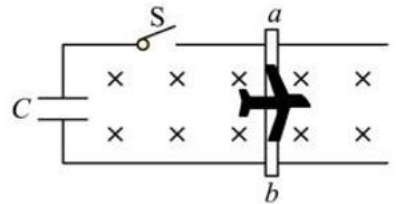


- A. 在  $P$  点时羽毛球的加速度方向竖直向下  
 B. 整个飞行过程中经  $P$  点的速度最小  
 C.  $AP$  段的运动时间小于  $PB$  段的运动时间  
 D. 在  $A$  点的重力功率大小等于在  $B$  点的重力功率
5. 执行中国首次火星探测任务的探测器“天问一号”从地球发射后，在如图甲所示的  $P$  点沿地火转移轨道运动到  $Q$  点，再通过变轨操作依次进入如图乙所示的调相轨道和停泊轨道，以下关于天问一号的说法正确的是

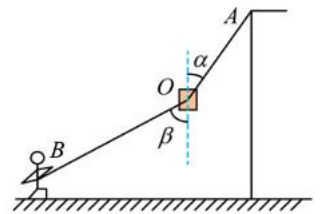


- A. 从  $P$  点转移到  $Q$  点的时间小于 6 个月  
 B. 发射速度介于  $11.2\text{km/s}$  与  $16.7\text{km/s}$  之间  
 C. 在地火转移轨道运动时的速度均大于地球绕太阳的速度  
 D. 在停泊轨道的机械能比在调相轨道的机械能大

6. 我国首艘弹射型航空母舰福建舰采用了世界上最先进的电磁弹射技术，装备了三条电磁弹射轨道。电磁弹射的简化模型如图所示：足够长的光滑水平固定金属轨道处于竖直向下的匀强磁场中，左端与充满电的电容器  $C$  相连，与机身固连的金属杆  $ab$  静置在轨道上，闭合开关  $S$  后，飞机向右加速达到起飞速度。下列说法正确的是



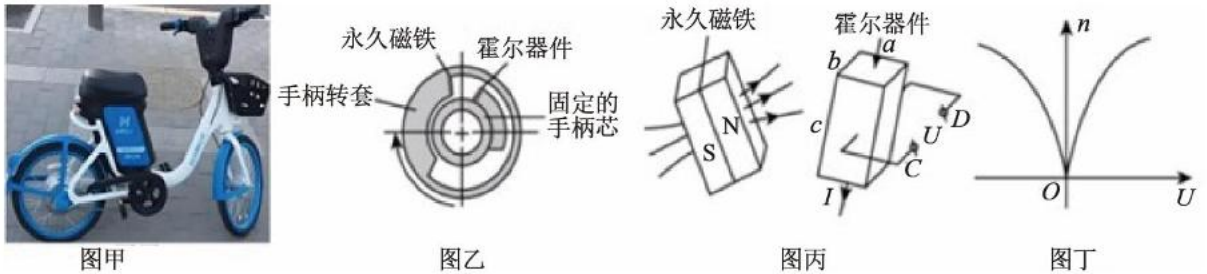
- A. 飞机运动过程中， $a$  端的电势始终低于  $b$  端的电势  
 B. 飞机起飞过程是匀加速直线运动  
 C. 飞机的速度达到最大时，电容器所带的电荷量为零  
 D. 增大电容器的放电量，可以提高飞机的最大速度
7. 如图所示，质量为  $m$  的物体由两根轻绳吊起悬在空中处于静止状态，右侧绳子的另一端固定在高墙处的  $A$  点且与竖直方向的夹角为  $\alpha$ ，左侧绳子由人拉着且与竖直方向的夹角为  $\beta$ ，现人站立不动而把手中的长绳缓慢释放，对于在物体接触墙前的过程，下列说法正确的是



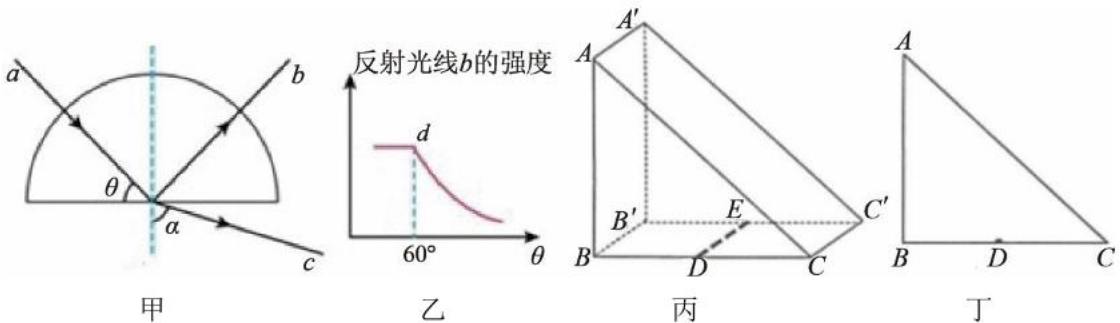
- A. 两根绳子对物体拉力的合力变大  
 B. 两绳子的拉力都变大  
 C. 地面对人的摩擦力变小  
 D. 地面对人的支持力变小
8. 单晶硅太阳能发电原理是：让阳光照射到单晶硅太阳能板上而激发电子形成电流。根据相关资料得知杭州西站枢纽屋顶铺设了面积约为  $1.5 \times 10^4 \text{m}^2$  的单晶硅太阳能板，在阳光照射下其平均发电功率约为  $3 \times 10^6 \text{W}$ 。若已知太阳的辐射总功率约  $4 \times 10^{26} \text{W}$ ，太阳与地球之间的距离约为  $1.5 \times 10^{11} \text{m}$ ，则下列说法中正确的是

- A. 单晶硅太阳能板发出的是交流电；  
 B. 地球表面单位面积上接收到的太阳辐射功率约  $1400 \text{W}$   
 C. 一天大约可发电  $7.2 \times 10^4 \text{kW} \cdot \text{h}$ ；  
 D. 太阳能发电的光电转换效率约为  $22\%$

9. 作为公共交通的一部分，现代城市里会提供各种共享自行车和电动助力车，方便了市民们的短途出行。如图甲是某一款电动助力车，其调速把手主要是应用了“霍尔效应”来控制行驶速度的。调速把手内部截面示意图如图乙所示，内含永磁铁和霍尔器件等部件。把手里面的霍尔器件是一个棱长分别为  $a$ 、 $b$ 、 $c$  的长方体金属导体器件，永磁铁与霍尔器件的位置关系如图丙所示。电动车正常行驶时，在霍尔器件的上下表面通有一个恒定电流  $I$ ，骑手将调速把手旋转，永磁铁也跟着转动，施加在霍尔器件上的磁场就会发生变化，霍尔器件就能在  $C$ 、 $D$  间输出变化的电压  $U$ ，电机电路感知这个电压的变化就能相应地改变电机转速，这个电压  $U$  与电机转速  $n$  的关系如图丁所示。则以下说法正确的是

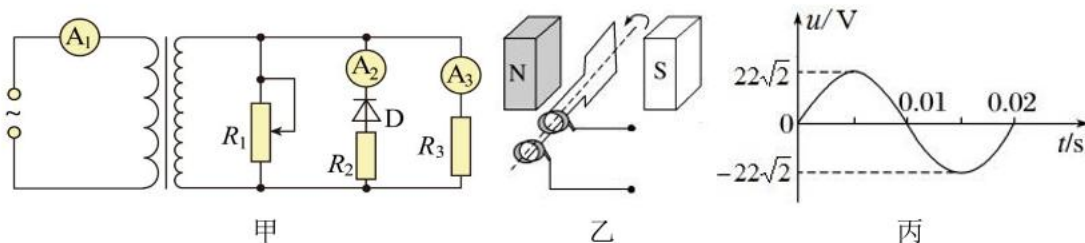


- A. 骑行电动车时，霍尔器件  $C$  端的电势高于  $D$  端的电势  
 B. 若组装电动车时不小心将永久磁铁装反了（两极互换）将会影响该电动车的正常骑行  
 C. 若按图乙箭头所示方向匀速转动把手时电压  $U$  随时间均匀增大，则电动车随之做匀加速运动  
 D. 若图丙中器件尺寸不变，仅增大通过霍尔器件的电流  $I$ ，可使电动车更容易获得最大速度
10. 如图甲所示，一束单色光  $a$  沿半径方向射入半圆形玻璃砖，光线  $a$  与直径的夹角为  $\theta$ ，反射光线  $b$  的强度随夹角  $\theta$  的变化关系如图乙所示。图丙是与图甲用同种材料制作的截面是等腰直角三角形的三棱镜， $DE$  为嵌在三棱镜内部紧贴  $BB'C'C$  的上述单色可见光的线状光源， $DE$  与三棱镜的  $ABC$  面垂直， $D$  位于线段  $BC$  的中点，图丁为其  $ABC$  面的正视图。若只考虑由  $DE$  直接射向侧面  $AA'CC$  的光线。以下结论正确的是



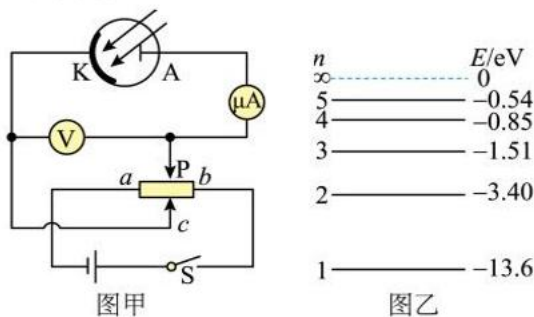
- A. 该单色光的在玻璃砖中的全反射临界角为  $60^\circ$   
 B. 该单色光的在该玻璃砖中的传播速度为  $\frac{c}{\sqrt{2}}$   
 C. 光从  $AA'CC$  面出射的区域占该侧面总面积的  $\frac{\sqrt{3}}{6}$   
 D. 若  $DE$  发出的单色光频率变小， $AA'CC$  面有光出射的区域面积将减小
- 二、选择题 II（本题共 3 小题，每题 4 分，共 12 分。每小题列出的四个备选项中至少有一个是符合题目要求的，全部选对的得 4 分，选对但不全的得 2 分，有错选的得 0 分）

11. 在如图所示的电路中， $A_1$ 、 $A_2$ 、 $A_3$ 均为理想电流表， $D$ 为理想二极管， $R_1$ 是滑动变阻器。已知理想变压器原副线圈匝数比为1:3，定值电阻  $R_2=66\Omega$ ， $R_3=44\Omega$ 。为变压器供电的是一小型发电机，其示意图如图乙，发电机输出电压  $u$  随时间  $t$  按正弦规律变化如图丙所示。则以下结论正确的是

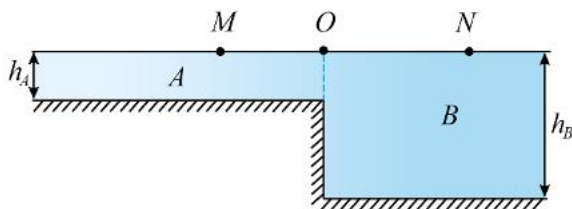


- A.  $t=0.01s$  时，穿过线圈的磁通量为零  
 B. 电流表  $A_3$  的示数为 1.5A  
 C. 电流表  $A_2$  的示数为 1A  
 D. 滑动变阻器  $R_1$  的滑片向上滑动时，电流表  $A_1$  的示数将变小

12. 已知氢原子能级如图所示，现有大量处于某高能级的氢原子，向低能级跃迁时只能发出  $a$ 、 $b$ 、 $c$  三种可见光，分别用这三种可见光照射图甲电路中的光电管阴极  $K$ ，均能发生光电效应。已知可见光能量范围约为 1.65eV 到 3.1eV 之间， $a$  光的光子能量为 1.89eV，下列说法正确的是



- A. 三种可见光中  $a$  光光子的动量最小  
 B. 当滑片  $P$  向  $b$  端移动时，微安表读数减小  
 C. 若实验中  $b$ 、 $c$  光的遏止电压为  $U_b$  和  $U_c$ ，则  $|U_b - U_c| = 0.31V$   
 D. 若用同一装置做这三种可见光的双缝干涉实验， $a$  光的条纹宽度最窄。
13. 如图所示为某水池的剖面图， $A$ 、 $B$  两区域的水深分别为  $h_A$ 、 $h_B$ ，其中  $h_B=2.5m$ ，点  $O$  位于两部分水面分界线上， $M$  和  $N$  是  $A$ 、 $B$  两区域水面上的两点， $OM=4m$ ， $ON=7.5m$ 。 $t=0$  时刻  $M$  点从平衡位置向下振动， $N$  点从平衡位置向上振动，形成以  $M$ 、 $N$  点为波源的水波（看做是简谐横波），两波源的振动频率均为 1Hz，振幅均为 5cm。当  $t=1s$  时， $O$  点开始振动且振动方向向下。已知水波的波速跟水深的关系为  $v=\sqrt{gh}$ ，式中  $h$  为水深， $g=10m/s^2$ 。下列说法正确的是



- A.  $B$  区域中水波的波长为 5m  
 B. 区域  $A$  的水深为  $h_A=1.5m$   
 C.  $t=2s$  时， $O$  点的振动方向向上  
 D.  $MN$  连线之间（不包括  $M$ 、 $N$ ）共有 4 个振动加强点

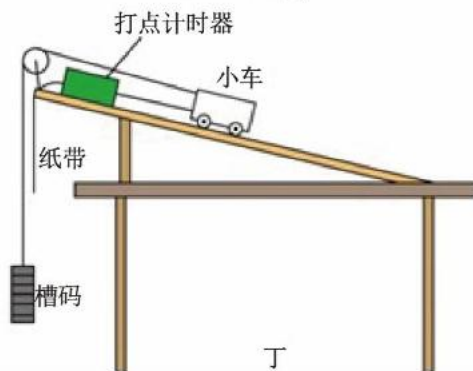
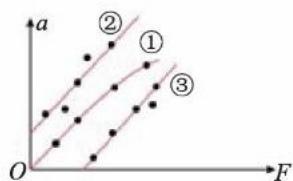
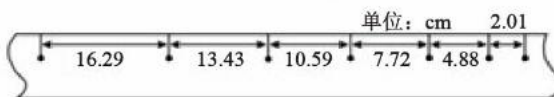
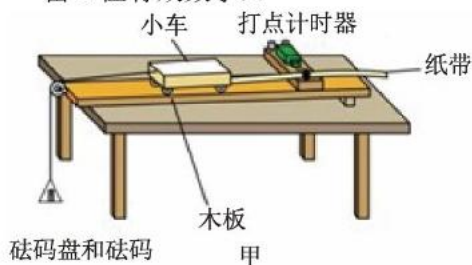
## 非选择题部分

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）

I.（5 分）利用如图甲的实验装置“探究加速度与物体受力、物体质量的关系”。

（1）图乙是实验得到纸带的一部分，每相邻两计数点间有四个点未画出。相邻计数点的间距已在图中给出。打点计时器电源频率为 50 Hz，则小车的加速度大小为     ▲     m/s<sup>2</sup>（结果保留 3 位有效数字）。



（2）实验得到的理想  $a-F$  图像应是一条过原点的直线，但由于实验误差影响，常出现如图丙所示的①、②、③三种情况。下列说法正确的是     ▲    

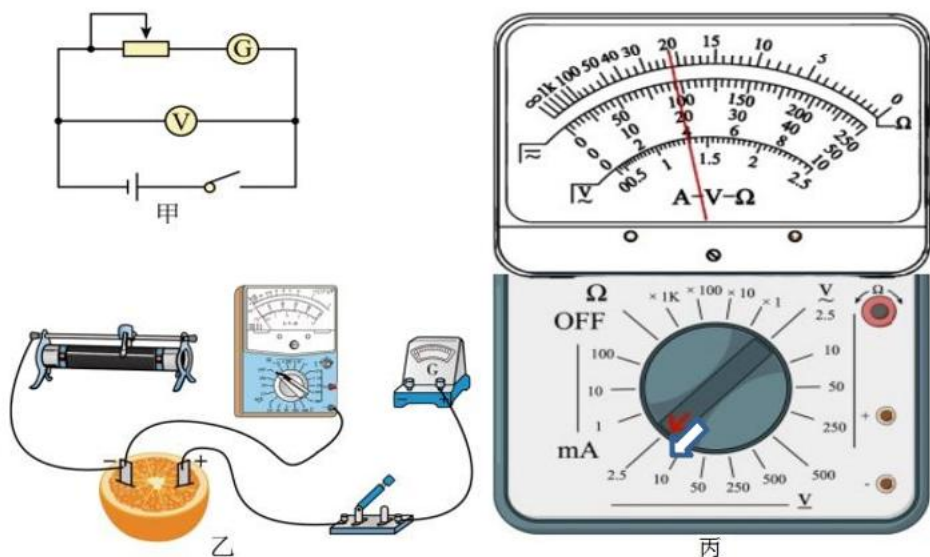
- A. 图线①的产生原因是小车的质量太大
- B. 图线②的产生原因是平衡摩擦力时长木板的倾角过大
- C. 图线③的产生原因是小车的质量太小

（3）实验小组的同学觉得用图甲装置测量加速度较大时系统误差较大，所以大胆创新，选用图丁所示器材进行实验，测量小车质量  $M$ ，所用交流电频率为 50 Hz，共 5 个槽码，每个槽码的质量均为  $m = 10 \text{ g}$ 。实验步骤如下：i. 安装好实验器材，跨过定滑轮的细线一端连接在小车上，另一端悬挂着 5 个槽码。调整轨道的倾角，用手轻拨小车，直到打点计时器在纸带上打出一系列等间距的点；ii. 保持轨道倾角不变，取下 1 个槽码（即细线下端悬挂 4 个槽码），让小车拖着纸带沿轨道下滑，根据纸带上打的点迹测出加速度  $a$ ；iii. 逐个减少细线下端悬挂的槽码数量，重复步骤 ii；iv. 以取下槽码的总个数  $n$  ( $1 \leq n \leq 5$ ) 的倒数  $\frac{1}{n}$  为

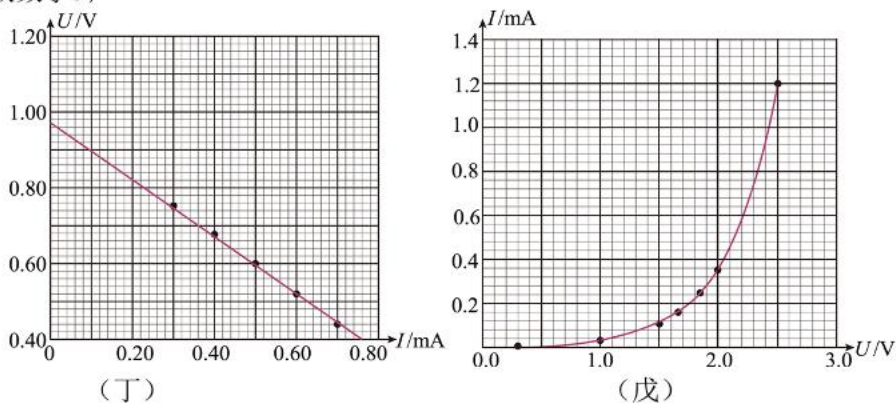
横坐标， $\frac{1}{a}$  为纵坐标，在坐标纸上作出  $\frac{1}{a} - \frac{1}{n}$  关系图线。测得  $\frac{1}{a} - \frac{1}{n}$  关系图线的斜率为  $2.5 \text{ s}^2/\text{m}$ ，则小车质量  $M =$      ▲     kg（计算结果保留两位有效数字）。

II.（7 分）某学习小组用水果和两种金属电极做了一个“水果电池”，进行了以下实验：

（1）按图甲所示电路图，测量水果电池的电动势和内阻。使用的实验器材有：数字式多用电表（其中电压表可视为理想表）、滑动变阻器、电流表、导线、开关等。请根据电路图在如图乙中完成实物连线     ▲    ；



- (2) 粗测水果电池电动势，某同学将多用电表直接测量，读数如图丙所示，读数为      V。连接好电路后闭合开关，调节滑动变阻器，记录数字电压表和电流表的示数。作出  $U-I$  图像，如图丁中曲线所示。由图像求得水果电池的电动势  $E =$       V，内阻  $r =$       k $\Omega$  (结果保留两位有效数字)；
- (3) 该同学用三个一样的水果电池串联形成一个电池组，能使某发光二极管 (LED) 正常发光，LED 的  $I-U$  图像如图戊中曲线所示，则 LED 正常发光时的电压  $U =$       V (保留两位有效数字)；



- (4) 在 (3) 中，LED 正常发光时，该同学用普通电压表测量二极管两端电压，发现电压表示数小于 LED 正常发光时的电压且 LED 熄灭，造成电压减小原因可能是     。

A. 电压表分流； B. 电压表内阻过大； C. 电压表量程过大； D. 电压表正负接线柱接反。

III. (2分) 下列实验现象说法正确的是     

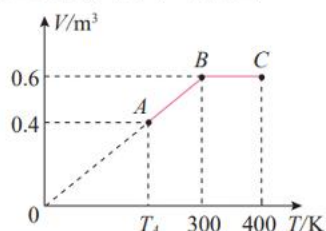
- A. 在温水中滴入一滴墨水，用眼睛直接观察到墨粉小颗粒的无规则运动，间接说明水分子做不停歇的无规则运动；
- B. 油膜法测分子直径实验中，待图像稳定后我们可观察到薄膜干涉彩色条纹；
- C. 油膜法测分子直径实验中，油酸要足够稀释，因为过浓油酸会使得油酸分子聚集，形成颗粒状物质，导致实验测量结果偏大；
- D. 在研究“玻意耳定律”实验中，推拉活塞时，动作要迅速，以减少气体进入或泄漏而造成误差。

15. (8分) 某导热性良好的容器, 内含一定质量的理想气体, 由状态  $A$  经过状态  $B$  变为状态  $C$  的  $V-T$  图像, 如图所示。已知气体在状态  $A$  时的压强是  $1.5 \times 10^5 \text{ Pa}$ , 其他已知量在图中标出。

(1) 求  $T_A$  大小。

(2) 请你建立一个坐标系, 并在该坐标系中, 作出气体由状态  $A$  经过  $B$  变为  $C$  的  $p-V$  图像, 并标出  $A$ 、 $B$ 、 $C$  的坐标值。

(3) 气体由状态  $A$  经过  $B$  变为  $C$  的过程中, 假定气体吸收热量为  $5.0 \times 10^4 \text{ J}$ , 求气体  $A$ 、 $C$  状态的内能变化量。



16. (11分) 有一游戏装置, 水平传动带以恒定速率  $v=10\text{m/s}$  如图所示运动, 传送带长度  $L_0=6.0\text{m}$ , 斜面  $CD$  的倾角为  $\theta=53^\circ$ , 长为  $L_1=2.0\text{m}$ 。质量  $m=0.05\text{kg}$  的物块  $P$  可轻放在传送带不同的位置。

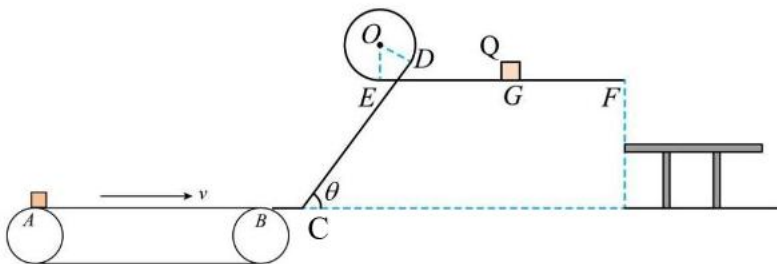
经过  $C$  点时速度大小不变, 物块  $P$  与传送带间的摩擦因素  $\mu_0 = \frac{4}{5}$ ,  $BC$  段光滑。物块  $P$  与斜面

$CD$  间的动摩擦因素  $\mu_1 = \frac{19}{30}$ 。斜面在  $D$  点处与半径  $R=0.40\text{m}$  的光滑圆形轨道相切连接, 圆轨道

的最低点  $E$  与水平轨道  $EF$  相切连接,  $EF$  轨道与  $CD$  斜面略错开。质量为  $M=0.15\text{kg}$  的物块  $Q$  放在距离  $E$  点  $L_2=1.60\text{m}$  的  $G$  点处,  $GF$  之间的距离为  $L_3=0.40\text{m}$ , 两物块与水平轨道  $EF$  的动摩擦

摩擦因素均为  $\mu_2 = \frac{1}{8}$ , 紧靠

$F$  点右侧下方有一距  $EF$  为  $H=0.80\text{m}$  的平台, 平台长度  $L_4=0.40\text{m}$ 。物块  $P$  与物块  $Q$  碰撞后粘在一起向前运动, 整个运动过程中两物块均可看成质点。



(  $\sin 53^\circ = 0.8, \cos 53^\circ = 0.6$  )

(1) 若物体轻放在  $A$  点, 求物块  $P$  第一次到达  $C$  点时的速度大小;

(2) 若物体轻放在  $A$  点, 则物块  $P$  通过圆轨道  $D$  点时受到的支持力;

(3) 若要使物块  $P$  通过轨道与  $Q$  碰撞后粘在一起恰好打到平台右边缘, 求物体  $P$  放置的位置距离  $B$  点的距离。

17. (12分) 随着社会的发展, 新能源汽车已经成为我们日常生活中非常普遍的交通工具之一。电机系统是新能源汽车核心技术之一, 当前新能源汽车主要使用的电机包括永磁同步电机和交流感应电机 (如图 1)。交流感应电动机就是利用电磁驱动工作的, 其原理是利用配置的三个线圈连接到三相电源上, 产生旋转磁场, 磁场中的导线框也就随着转动, 就这样, 电动机把电能转化成机械能。其原理类似于如图 2 所示的高中教材中的演示实验。为方便理解图 1 中交流感应电动机的工作原理, 我们将其简化等效为如图 3 所示的模型 (俯视图), 其中单匝线圈  $abcd$  处于辐向磁场中,  $ab$ 、 $cd$  所处的磁感应强度相同, 大小均为  $B=0.1\text{T}$ , 两无磁场区域夹角均为  $\theta=60^\circ$ , 已知导线框  $abcd$  的边长均为  $L=2\text{cm}$ , 线框总电阻为  $R=0.01\Omega$ 。两边  $ab, cd$  质量均为  $m=0.01\text{kg}$ , 在磁场中转动时, 受到的阻力均为  $f = kv$ , 其中比例系数  $k = \frac{B^2 L^2}{2R}$ ,  $v$  为线速度, 其余两边  $ad, bc$  质量和所受阻力不计, 无磁场区域一切阻力忽略不计。现让磁场以恒定角速度  $\omega_0=10\text{rad/s}$  顺

顺时针转动，线框初始静止锁定， $t_0$ 时刻解锁如图 3 所示的正方形导线框  $abcd$ ，导线框由静止开始转动。 $(\pi=3)$



图 1

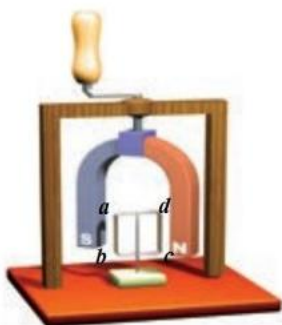


图 2

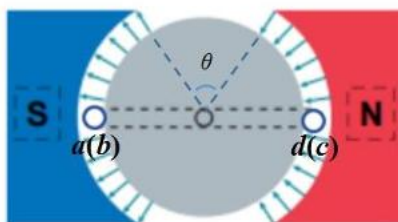


图 3

- (1) 判断  $t_0$ 时刻，线框  $abcd$  中的电流方向（用字母  $a b c d$  表示）
- (2) 求线框稳定转动时的角速度、及线框中电流的有效值。
- (3) 系统稳定转动后某时刻磁场停止转动，求  $ab$  边还能转过的最大路程。

18. (13 分) 芯片制造中，离子注入是一道重要的工序，如图所示是一部分离子注入工作原理示意图，离子注入过程需要用电场与磁场进行有效控制。初速度不计的带正离子从离子源  $S$  发出经电场加速后，从  $P$  点以速度  $v_0$  沿半径方向射入圆形磁分析器，磁分析器中存在垂直于纸面向外的匀强磁场  $B_1$ （大小未知），与长方体离子控制区的截面  $abcd$  相切于  $Q$  点，其中  $abcd$  为该控制区中间竖直平面（与圆形磁分析器处于同一竖直平面）。离子从  $Q$  点进入控制区时，由于边缘效应，离子进入控制区的速度方向会有一定波动（速度大小不变），波动范围在以正常射入方向为轴的最大偏角为  $\theta$  的范围内。开始时控制区不加电场或磁场，离子从  $Q$  点离开磁分析器后可匀速穿过控制区，注入水平底面的硅片上。已知离子质量为  $m$ ，电荷量为  $q$ ，在圆形磁分析器中运动的时间为  $t$ ，图中  $a$ 、 $P$ 、 $Q$  三点连线正好可构成一个等边三角形， $bQ$  足够长、 $ad$  边长为  $L$ ，不计离子的重力和离子间的相互作用。 $\theta$  角已知，且由于  $\theta$  角较小 ( $\theta < 10^\circ$ ) 离子不会从控制区的四个侧面射出。

- (1) 求加速电场的电势差  $U$  和圆形磁分析器的半径  $r$ ；
- (2) 若离子注入硅片时，垂直硅片的速度至少达到  $v$  才能有效注入，为使所有离子均能有效注入硅片，现在控制区加上沿  $ad$  方向的匀强磁场  $B$  和同样方向的匀强电场（场强大小可调控），则匀强电场的场强大小应满足什么条件？离子有效注入硅片上的面积最大可达多少？
- (3) 若在控制区加上垂直于  $abcd$  平面向里的

匀强磁场其大小为  $B_0$  (且  $B_0 > \frac{1.5mv_0}{qL}$ )，

现加上沿  $ad$  方向且大小可调控的匀强电场  $E$ ，若要使从  $Q$  进入并沿平面  $abcd$  运动的离子都不打到硅片上，求可控匀强电场  $E$  的取值范围。

