

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

1. 下列单位中属于基本物理量所对应的单位的是 ( )

- A.  $\text{N/m}^2$  (牛每二次方米)      B. t (吨)      C. J (焦)      D. T (特斯拉)

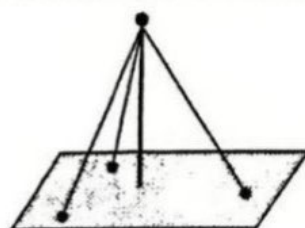
2. 2025 年 4 月 19 日, 全球首个人形机器人半程马拉松比赛在北京进行, 下列关于人形机器人的描述正确的是 ( )

- A. 在研究机器人跑步的每公里配速时, 不可视为质点  
B. 机器人在跑步过程中, 总是处于超重状态  
C. 机器人在跑步过程中, 地面对机器人的静摩擦力不做功  
D. 机器人跑完全程的平均速度为 0



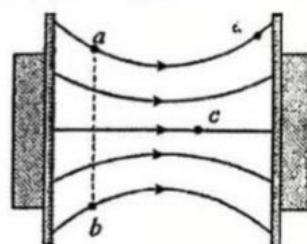
3. 如图所示, 三条绳子的一端都系在细直杆顶端, 另一端都固定在水平地面上, 将杆竖直紧压在地面上, 若三条绳长度不同, 下列说法正确的有 ( )

- A. 三条绳中的张力都相等  
B. 杆对地面的压力大于自身重力  
C. 绳子对杆的拉力在水平方向的合力不为零  
D. 绳子拉力的作用力与杆的重力是一对平衡力



4. 电子显微镜是利用电场控制电子运动的, 其电场的部分简化图如图所示, 电场线的分布形状为“束腰”式。a、b、c、d 为电场中的四个点, 其中 a、b 两点关于中间电场线对称。下列说法正确的是 ( )

- A. 电场中 a、b 两点的电场强度相同  
B. 若将电子沿不同路径从 a 点移动到 d 点, 电场力做功都相等  
C. 电子在 a 点的电势能大于在 d 点的电势能  
D. 电子在电场中任意位置由静止释放时, 仅在电场力的作用下一定沿着电场线运动



5. 有关下列四幅图的描述正确的是 ( )

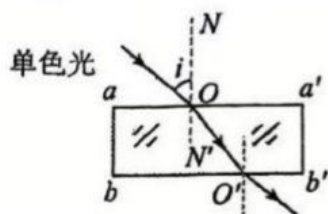


图 1



图 2

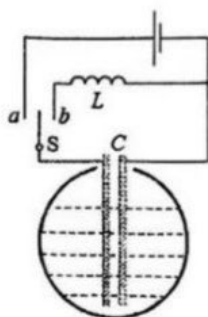


图 3

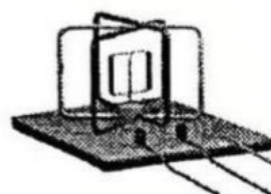
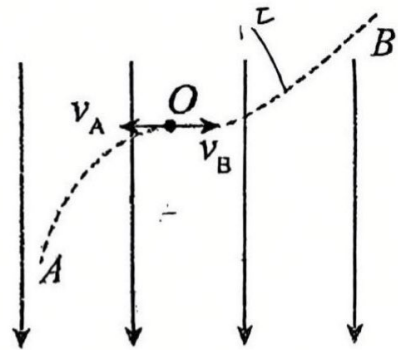


图 4

- A. 图 1 是一束单色光进入平行玻璃砖后传播的示意图, 当入射角  $i$  逐渐增大到某一值 ( $i < 90^\circ$ ) 后不会再有光线从  $bb'$  面射出  
B. 图 2 表示声源远离观察者时, 观察者接收到的声音频率增大  
C. 图 3 是测量储罐中不导电液体高度的装置, 当储罐中液面高度升高时, LC 回路中振荡电流频率将变大  
D. 图 4 中, 三个大线圈连接到三相电源上就能产生旋转磁场, 内部的小线框由于电磁驱动可以与磁场同方向地转动起来

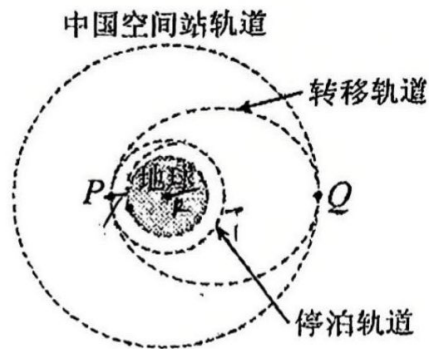
6. 静止在 O 点的碘 131 ( $^{131}_{53}\text{I}$ ) 原子核发生衰变的同时, 在空间中外加一个如图所示的匀强电场。之后衰变产物 A、B 两粒子的运动轨迹 OA、OB 如图虚线所示, 不计重力和两粒子间的相互作用, 下列说法正确的是 ( )

- A. 碘 131 原子核发生的是  $\alpha$  衰变
- B. 两个粒子的轨迹为两个外切的圆弧
- C. A 粒子初动能小于 B 粒子初动能
- D. 两粒子初速度大小相同

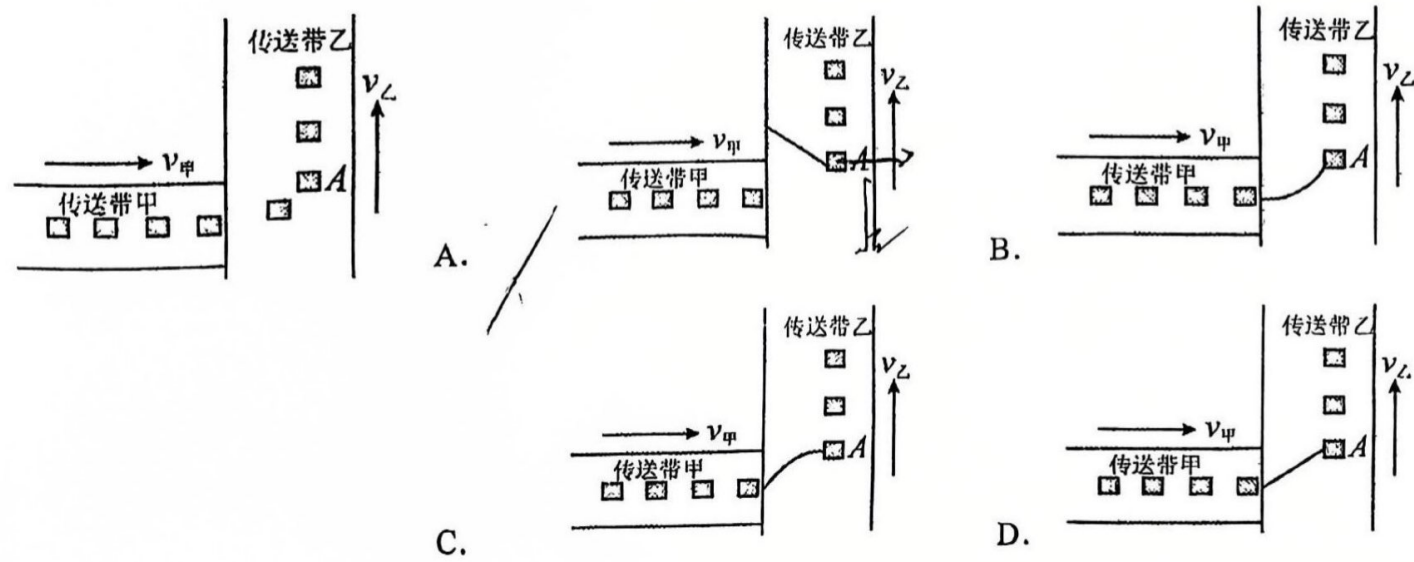


7. 神舟飞船若采用自主快速交会对接, 发射升空后先进入停泊轨道 (即近地圆轨道), 再进入转移轨道, 最后在中国空间站轨道与空间站组合体对接。各个轨道的示意简图如图所示, 已知地球的半径为  $R$ , 飞船在停泊轨道的运行周期为  $T$ , 中国空间站轨道可视为圆形轨道且距地面高度为  $h$ 。从神舟十七号开始, 航天员出舱活动时将进行空间站空间碎片防护装置安装、舱外设备设施例行巡检等任务。若考虑在空间站运行轨道上存在静止、密度为  $\rho$  的均匀稀薄气体, 为了维持空间站的运动状态, 需要对空间站施加一个与其速度方向相同的动力  $F$ 。则下列说法正确的是 ( )

- A. 飞船在 P 点从停泊轨道进入转移轨道时需要减速
- B. 飞船在转移轨道上从 P 点运行至 Q 点所需的时间为  $T\sqrt{\left(1 + \frac{h}{2R}\right)^3}$
- C. 若空间站探测到在其运行轨道上不远处有同向运动的 10cm 空间碎片, 应立即变轨规避
- D. 假设空间站垂直速度方向的面积为  $S$ , 稀薄气体碰到空间站后立刻与其速度相同, 可得空间站运行的速度大小为  $\sqrt{\frac{F}{\rho S}}$



8. 如图所示, 生产车间有两个完全相同的水平传送带甲和乙, 它们相互垂直且等高, 正常工作时都匀速运动, 速度大小分别为  $v_{\text{甲}}$ 、 $v_{\text{乙}}$ , 将工件 (视为质点) 轻放到传带甲上, 工件离开传送带甲前已经与传送带甲的速度相同, 并平稳地传送到传送带乙上, 且不会从传送带乙的右侧掉落。两传送带正常工作时, 对其中一个工件 A 在传送带乙上留下的痕迹, 下图中可能正确的是 ( )





9. 超导体是一种在温度降低到特定温度以下，电阻会突然降为零，且完全排斥磁场的材料。超导体从有电阻的正常态转变为零电阻的超导态，有两个重要的临界参数：临界温度  $T_c$  和临界磁场强度  $H_c$ 。临界温度  $T_c$  是在没有外磁场干扰的理想条件下，超导体从正常态转变为超导态的温度。临界磁场强度  $H_c$  描述了超导体在特定温度下能够承受的最大外部磁场强度，超过该值后，超导体将从超导态转变为正常态。

已知某类超导体的临界磁场强度  $H_c$  与热力学温度  $T$  的关系为  $H_c = H_{c0} \left[ 1 - \left( \frac{T}{T_c} \right)^2 \right]$ ，式中  $H_{c0}$  是

理论上达到绝对零度时的临界磁场强度。下列说法正确的是 ( )

- A. 若温度低于  $T_c$ ，超导体一定处于超导态  $\times$   
 B. 若温度逐渐升高但不超过  $T_c$ ，可以通过减小磁场强度的方式来维持超导态  $\checkmark$   
 C. 若外加磁场强度大于  $H_{c0}$ ，且温度低于  $T_c$ ，则超导体处于超导态  $\times$   
 D. 若外加磁场强度小于  $H_{c0}$ ，且温度高于  $T_c$ ，则超导体处于超导态  $\times$

10. 密立根油滴实验的示意图如图所示。两水平金属板上下放置，从上板中央的小孔向两板间喷入大小不同、电荷量不同、密度相同的小油滴。观察两个油滴  $a$ 、 $b$  的运动情况：当两板间不加电压时，两个油滴在重力和空气阻力的作用下竖直向下匀速运动，速率分别为  $v_0$ 、 $\frac{v_0}{4}$ ；两板间加上电压后，两油滴很快达到相同的速率  $\frac{v_0}{2}$ ，均竖直向下匀速运动。油滴视为小球，所受空气阻力的大小  $f = krv$ ，其中  $r$  为油滴的半径， $v$  为油滴的速率， $k$  为常量。不计空气浮力和油滴间的相互作用。则  $a$ 、 $b$  两个油滴 ( )

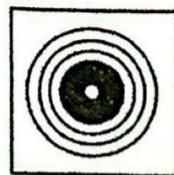
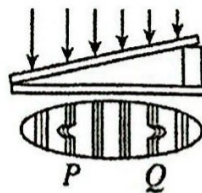
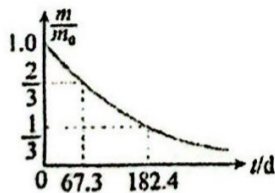
- A. 带同种电荷  
 B. 半径之比为 4:1  
 C. 质量之比为 4:1  
 D. 电荷量之比为 4:1

$a \quad b$

二. 选择题 II (本题共 3 小题，每小题 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，选对但不选全的得 2 分，有选错的得 0 分)

11. 说法正确的是 ( )

$n$	$E/\text{eV}$
$\infty$	0
5	-0.54
4	-0.85
3	-1.51
2	-3.40
1	-13.6



(a) 氢原子能级图

(b) 某放射性元素衰变

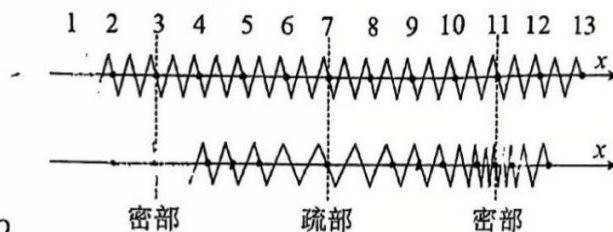
(c) 检平仪

(d) 衍射图样

- A. 图(a)中，能量为 10.5eV 的光子轰击处于基态的氢原子，可能使之发生跃迁  $\times$   
 B. 图(b)中，由放射性元素剩余质量  $m$  与原质量  $m_0$  的比值随时间  $t$  的变化规律可知其半衰期为 115.1d  $\checkmark$   
 C. 图(c)检验工件平整度的操作中，通过干涉条纹可推断出  $P$  为凸处、 $Q$  为凹处  $\times$   
 D. 图(d)为光照射到不透明圆盘上，在圆盘后得到的衍射图样



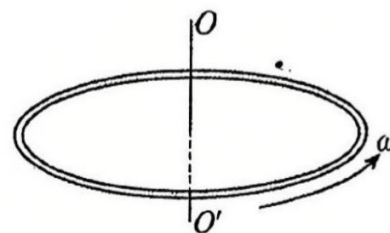
12. 如图所示，将一根长而软的轻质弹簧放置在光滑水平面上，沿着弹簧轴线的方向不断推拉弹簧，形成疏密相间的波沿  $x$  轴正方向传播。上图是静止时弹簧各圈的位置，下图为波传播过程中某一时刻弹簧各圈的位置。下列说法正确的是（ ）



- A. 此时刻圈 3 瞬时速度为 0
- B. 此时刻圈 8 正在向平衡位置方向运动
- C. 此时刻圈 5 和 9 之间距离为半个波长
- D. 增大推拉弹簧频率，波长减小

13. 绝缘细圆环总质量为  $m$ ，半径为  $R$ ，电荷量为  $Q$

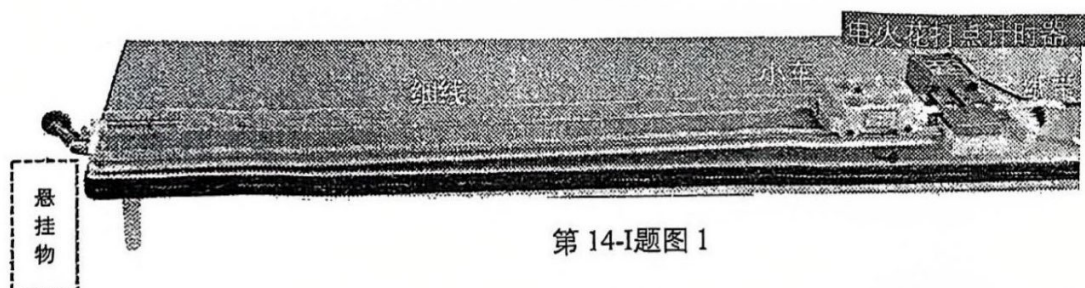
的正电荷均匀分布在圆环上。用外力使圆环从静止开始绕通过环心且垂直于环面的轴线加速转动，如图所示。角速度  $\omega$  随时间  $t$  均匀增加，即  $\omega = \lambda t$  ( $\lambda$  为已知量)。圆环转动形成等效电流，该电流产生的磁场通过圆环的磁通量与该电流成正比，比例系数为  $k$  ( $k$  为已知量)，不计圆环上的电荷作加速运动时所产生的电磁辐射。以下说法正确的是（ ）



- A. 圆环转动形成等效电流的大小为  $I' = \frac{Q \cdot \lambda t}{2\pi}$
- B. 圆环中会产生大小为  $\frac{kQ\lambda}{4\pi}$  的感应电动势
- C. 圆环每转一圈动能增加  $2\pi\lambda mR^2$
- D. 圆环每转一圈外力做功  $2\pi\lambda mR^2$

### 三. 非选择题 (本题共 5 小题, 共 58 分)

14-I (6 分) 在“探究加速度与力、质量关系的实验”中。



第 14-I 题图 1

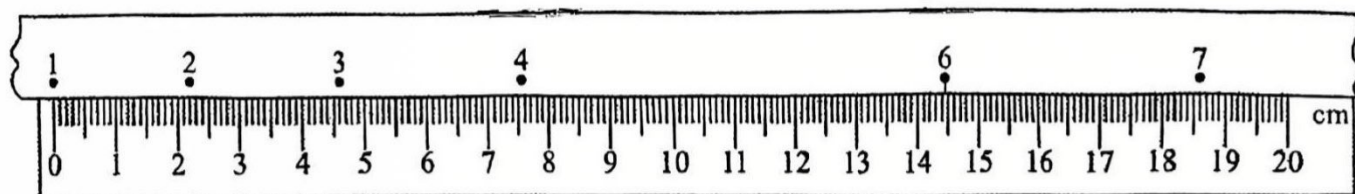
(1) 下列器材中，最适合本实验用于提供细线拉力的悬挂物是 \_\_\_\_\_ (选填“A”、“B”或“C”)



(2) 实验过程中，为了补偿小车运动中受到的阻力，应该采用下面所述的 \_\_\_\_\_ 方法 (选填“A”、“B”、“C”或“D”)。

- A. 不挂悬挂物，逐步调节木板的倾斜程度，使静止的小车开始运动；
- B. 挂上悬挂物，逐步调节木板的倾斜程度，使小车在木板上保持静止；
- C. 不挂悬挂物，调节木板到一定的倾斜程度，轻轻沿板面向下推动小车，使夹在小车后面的纸带上所打的点间隔均匀；
- D. 挂上悬挂物，调节木板到一定的倾斜程度，轻轻沿板面向下推动小车，使夹在小车后面的纸带上所打的点间隔均匀

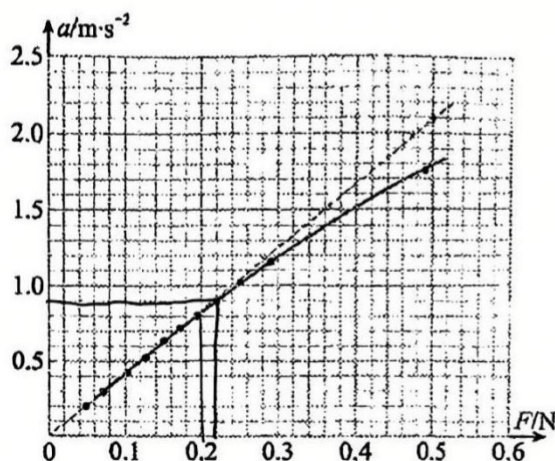
- (3) 图 2 为实验中打出的纸带，图中相邻计数点间还有 4 个点未画出，则打点计时器在打下计数点 5 时小车的速度为\_\_\_\_\_m/s；（保留两位有效数字）



第 14-I 题图 2

- (4) 根据实验测得的数据得到加速度与外力的关系如图 3 中实线所示，虚线为过原点的倾斜直线。为减小实验误差，细线下端所挂重物的质量不超过\_\_\_\_\_。（选填字母）

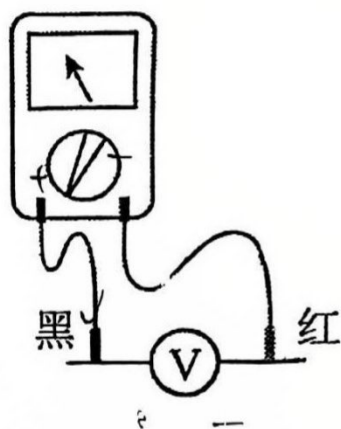
A. 10g B. 25g  
C. 40g D. 50g



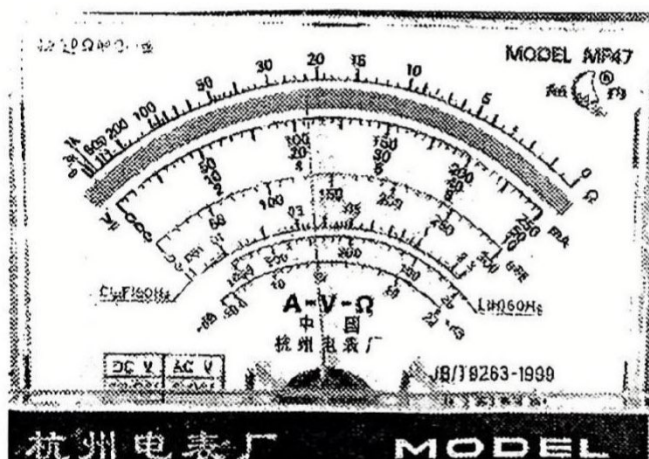
第 14-I 题图 3

14-II (6 分) 某实验小组想测量量程为 3V 的电压表  $V_1$  的确切内阻：

- (1) 某同学用多用电表的欧姆挡测量。测量电路如图甲所示，红表笔应和电压表的\_\_\_\_\_接线柱相连（选填“+”或“-”）。多用电表的倍率开关拨至“ $\times 1k$ ”位置上，规范操作后，指针稳定在如图乙所示的位置，其阻值为\_\_\_\_\_k $\Omega$ 。



第 14-II 题图甲



第 14-II 题图乙



- (2) 另一位同学准备用以下实验器材进行测量。请你帮他设计一个合理的电路，将电路图画在图丙方格内，并在电路图上标出相应的仪器符号。

电压表  $V_2$  (15V 为  $100k\Omega$ ),

电流表  $A_1$  (10mA 约为  $10\Omega$ ),

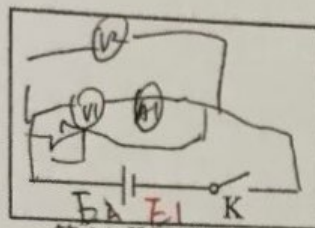
电流表  $A_2$  (0.6A 约为  $1\Omega$ ),

滑动变阻器  $R$  ( $0\sim 1k\Omega$ ),

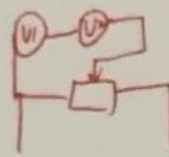
电源  $E_1$  (20V 内阻很小),

电源  $E_2$  (3V 内阻很小),

电键  $K$  (1 个), 导线 (若干).



第 14-II 题图丙

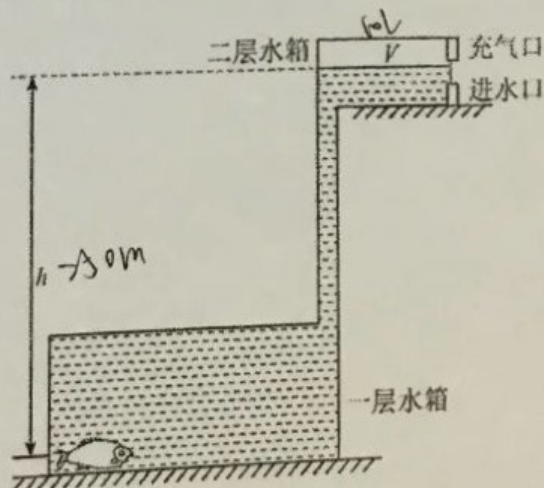


- 14-III (2 分) 下列说法正确的是 (BC) (多选)

- A. “探究两个互成角度的力的合成规律”实验中，测力计外壳与木板（纸面）接触有摩擦不影响力的测量  
 B. “探究平抛运动的特点”实验中，斜槽越光滑实验误差越小  
 C. “用油膜法估测油酸分子的大小”实验中，酒精对油酸起到稀释作用  
 D. “观察光的双缝干涉现象”实验中，某个光子打在光屏上落点的准确位置可以预测

15. (8 分) 舟山渔场有着丰富的渔业资源。为了保护生态，每年的 5-10 月为“禁渔期”，为了在此期间吃到鲜货，小明想把某种生活在海面下 500m 深处的鱼类从海里移到如图所示的两层水箱中养殖。为使鱼存活，须给它们创造一个类似深海的压强条件。如图所示，在一层水箱中有一条鱼，距二层水箱水面的高度  $h=50m$ ，二层水箱水面上部空气的体积  $V=10L$ ，与外界大气相通。外界大气压  $p_0=1.0\times 10^5Pa$ ，水的密度  $\rho=1.0\times 10^3kg/m^3$ ， $g$  取  $10m/s^2$ （水箱内气体温度恒定）

- (1) 鱼在深海处的压强为多少？  
 (2) 为使鱼正常存活，须给二层密闭水箱再打进压强为  $p_0$ 、体积为多少的空气？  
 (3) 若此过程外界对二层水箱气体做功  $1.71\times 10^5J$ ，求水箱气体\_\_\_\_\_（“释放”或“吸收”）热量为多少？



16. (11分) 如图, 质量  $m = 2\text{kg}$  的小物块A静置于粗糙的水平轨道最左端, 水平轨道总长  $L = 9\text{m}$ , A与水平轨道间的动摩擦因数  $\mu = 0.40$ 。半径  $R = 2\text{m}$  的竖直光滑圆弧轨道固定在地面, 圆轨道底端与水平轨道等高, 轨道上端点和圆心连线与水平面夹角  $\theta = 53^\circ$ 。重力加速度  $g = 10\text{m/s}^2$ ,  $\sin 53^\circ = 0.8$ 、 $\cos 53^\circ = 0.6$ , 忽略空气阻力等其它阻力。

(1) 给予物块A一方向水平向右, 大小  $I_1 = 8\text{N}\cdot\text{s}$  的冲量,

- ① 在水平轨道上对A施加一方向水平向右, 大小  $F = 12\text{N}$  的恒力, 求物块刚进入圆弧轨道时对轨道作用力的大小  $N$ ;
- ② 物块进入圆弧轨道后撤去  $F$ , 若要确保物块A在到达圆弧轨道上端点前不会脱离轨道, 求  $F$  的最小值  $F_m$ 。

(2) 给予物块A一方向水平向右, 大小  $I_2 = 26\text{N}\cdot\text{s}$  的冲量,

- ① 求物块A在整个运动过程中相对水平轨道的最大高度  $H$ ;
- ② 物块A在该最大高度处炸裂成质量 1: 3 的两小物块B和C, 其中一块速度方向水平向左。若B和C仅有一个平抛直接落在水平轨道上 (不考虑多次反弹), 求爆炸过程中机械能增加量  $E$  的范围。



17. 某同学设计利用电容器实现电磁减速的实验, 现有  $N = 100$  匝, 每匝横截面积为  $S = \frac{1}{\pi}\text{m}^2$  且内阻不计的线圈, 线圈所在平面内有竖直方向的随时间余弦式变化的磁场, 其峰值为  $B_0 = 0.1\text{T}$ , 周期  $T_0 = 1\text{s}$ , 如图乙所示, 以竖直向上为正方向。当单刀双掷开关  $f$  打到 1, 可以给一内阻  $r = 1\Omega$ , 电动势  $U_0 = 10\text{V}$  的电源充电 ( $t = 0$  时刻电源内部仍有残留电荷), 充电电路中有一个内阻不计的理想二极管。电源左侧有一电容  $C = 1\text{F}$  的电容器, 单刀双掷开关  $g$  的左端有相距  $d_1 = 2\text{m}$  的足够长的一组光滑金属导轨  $AB$  与  $CD$ , 导轨上的电阻忽略不计。金属导轨所在平面内有一磁感应强度为  $B_1 = 1\text{T}$  的垂直于水平面向下的磁场, 如图甲所示。

(1) 求线圈中的感生电动势随时间变化的表达式 (以俯视线圈逆时针为正)

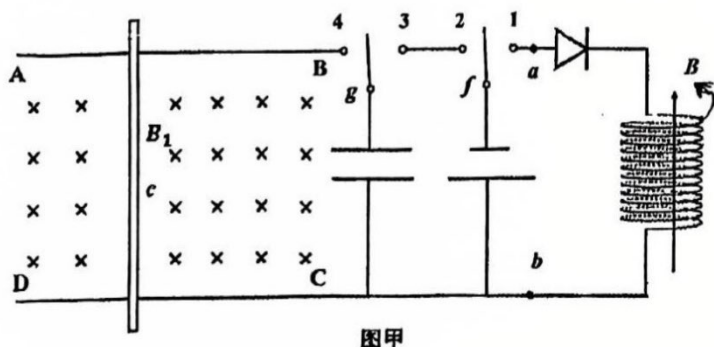
(2) 电源充电: 当单刀双掷开关  $f$  打到 1,

a. 判定  $t = 0$  时刻图甲中  $a$ 、 $b$  两点的电势高低;

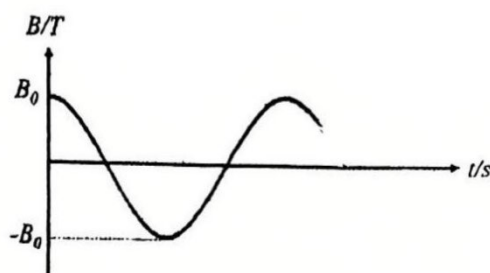
b. 求充电过程中的最大瞬时电流。

(3) 电磁减速: 待电源充电完毕后, 将单刀双掷开关  $f$  拨到 2,  $g$  拨到 3, 给电容器充电完毕。现有一质量  $m_1 = 1\text{kg}$ , 电阻为  $R_1$  的导体棒  $c$  以初速度  $v_0 = 30\text{m/s}$  从导轨  $ABCD$  左端足够远处向右运动, 与此同时, 将开关  $g$  拨到 4. 导体棒  $c$  最终会匀速运动, 忽略电磁辐射, 求匀速运动时电容器的带电量  $q$  以及该过程整个回路产生的焦耳热  $Q$ 。(提示: 电容器的储能公式  $E = \frac{1}{2}CU^2$ )

(4) 将单刀双掷开关  $g$  断开,  $f$  拨到 1, 求在一个周期  $T$  内, 充电装置给电源充上的电荷量。



图甲



图乙



18. (13 分) 科学家发现通过人工磁场可使光子晶体中的光发生偏转, 打破了光学的对称性。某实验室设计了一种新型光子晶体, 能使光子在传播过程中受到类似洛伦兹力的作用。如图所示, 一束激光(波长  $\lambda = 442\text{nm}$ , 功率  $P = 10\text{mW}$ ) 从光源  $O$  点发出, 从  $P$  点沿  $x$  轴入射, 穿过宽度  $L = 0.6\text{m}$  的光子平行晶体区域(区域中存在垂直平面向里的“人工磁场”  $B_0 = 0.625 \times 10^{-8}\text{T}$ )。已知光子在晶体中的速度  $v = 2 \times 10^8\text{m/s}$ , 等效电荷  $q = 1.6 \times 10^{-19}\text{C}$ 。在光子晶体右侧平行  $x$  轴放置完全反射的探测面, 经偏转后的光束以角度  $\theta$  (未知) 撞击探测面。(普朗克常量  $h = 6.63 \times 10^{-34}\text{J} \cdot \text{s}$ , 光速  $c = 3 \times 10^8\text{m/s}$ , 传播过程中激光能量不衰减。提示: 单个光子等效质量  $m = \frac{E}{c^2}$  其中  $E$  为单个光子能量。( $\sin 37^\circ =$

$0.6$   $\cos 37^\circ = 0.8$ ) 求:

(1) 单个光子的等效质量  $m$ ;

(2) 光子在晶体中的轨迹半径  $r$  和偏转位移  $d$ ;

(3) 若磁场存在梯度分布: 以  $P$  点为坐标原点,  $B = B_0(1 - \beta x)$ ,  $\beta = 1\text{m}^{-1}$ , 求激光束打在探测板上对探测板的作用力  $F$  (仅考虑出射晶体时的折射情况);

(4) 若可调节晶体折射率, 使光子在晶体中速度可在  $0 \sim 2 \times 10^8\text{m/s}$  范围内变化, 光从  $P$  点进入一块上述光子晶体,  $OP = 1\text{m}$ , 请你设计光子晶体的形状, 使光子在以上速度范围内经过晶体内部磁场偏转后都可以回到  $O$  点, 画出晶体形状, 并计算最小面积。(不考虑进出晶体界面处由于折射反射引起的方向改变)

