

# 物理试题

本试题卷分选择题和非选择题两部分，共10页，满分100分，考试时间90分钟。

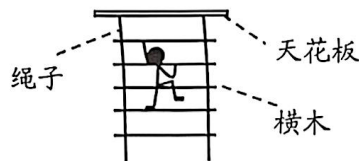
考生注意：

1. 答题前，请务必将自己的姓名、准考证号用黑色字迹的签字笔或钢笔分别填写在试题卷和答题纸规定的位置上。
2. 答题时，请按照答题纸上“注意事项”的要求，在答题纸相应的位置上规范作答，在试题卷上的作答一律无效。
3. 非选择题的答案必须使用黑色字迹的签字笔或钢笔写在答题纸上相应区域内。作图时，先使用2B铅笔，确定后必须使用黑色字迹的签字笔或钢笔描黑，答案写在本试题卷上无效。
4. 可能用到的相关公式或参数：重力加速度 $g$ 均取 $10\text{m/s}^2$ 。

## 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)

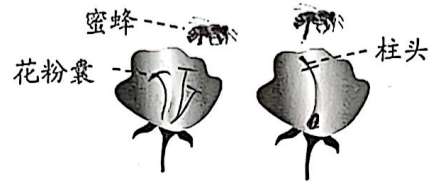
1. 某手机的说明书标明该手机电池容量为  $4000\text{mA}\cdot\text{h}$ ，待机时间为  $22\text{d}$ ，其中单位“ $\text{mA}\cdot\text{h}$ ”对应的物理量是  
A. 电流                      B. 功率                      C. 热量                      D. 电荷量
2. 2024 年 10 月 30 日，“神舟十九号”载人飞船发射取得圆满成功，“神舟十九号”航天员乘组顺利进驻中国空间站。下列过程中，可将飞船看成质点的是  
A. 飞船与火箭分离作业                      B. 控制飞船与空间站完成对接  
C. 与空间站对接前调整飞船姿势                      D. 飞船发射升空后跟踪飞船运动轨迹
3. 如图所示，绳梯从天花板垂下来且最下端没有触及地面，某建筑工人正在爬绳梯，他的左脚踏于横木、右脚凌空，处于平衡状态，若建筑工人的重力为  $G_1$ ，绳梯的重力为  $G_2$ ，双手施加于横木的作用力大小为  $F$ ，方向竖直向下，下列说法正确的是  
A. 建筑工人受到两个力的作用  
B. 天花板对绳梯的作用力大小为  $G_1+G_2$   
C. 左脚施加于横木的作用力大小为  $G_1+G_2+F$   
D. 左脚对横木的作用力大于横木对左脚的作用力



第 3 题图

4. 如图所示，花的繁殖通常依赖昆虫（比如蜜蜂）把花粉粒从一朵花传送到另一朵花，带正电的蜜蜂在花粉囊附近盘旋时，花粉粒跳向蜜蜂粘附在身上，蜜蜂飞到下一朵花接近花的柱头（柱头通过花的内部与带负电的大地连接）时，花粉粒从蜜蜂跳到柱头上，使花受精，蜜蜂可看成带 $+4.5 \times 10^{-11} \text{C}$  电荷的球形导体，静电力常量  $k=9.0 \times 10^9 \text{N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$ ，下列说法正确的是

- A. 距蜜蜂中心越远的位置电势越高
- B. 距蜜蜂中心 9.0cm 处的电场强度大小为 4.5N/C
- C. 蜜蜂接近花的柱头时，花粉粒主要依靠空气阻力作用落到柱头上
- D. 花粉粒被吸引到蜜蜂的过程中，花粉粒受到的静电力大于自身重力



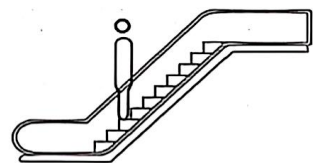
第 4 题图

5. 金星轨道在地球轨道内侧，某些特殊时刻地球、金星、太阳会在一条直线上，这时从地球上可以看到金星就像一个小黑点一样在太阳表面缓慢移动，天文学称之为“金星凌日”。某次“金星凌日”时，地球接收到太阳光光强下降了 0.1%。下列说法正确的是

- A. 下次“金星凌日”相隔时间为 1 年
- B. 相同时间内金星绕日运动的路程比地球要小
- C. 相同时间内金星绕日转过的角度比地球要大
- D. 金星在太阳表面的投影半径为太阳半径的 0.001 倍

6. 如图所示，某商场采用 220V 的电源驱动电机带动阶梯式电梯以 0.4m/s 的恒定速度运行，质量为 55kg 的顾客静立在电梯上随电梯向上运动，若电梯的倾角为  $30^\circ$ ，运送顾客向上运动所需的功完全来自电机。下列说法正确的是

- A. 顾客向上运动的过程中机械能守恒
- B. 顾客重力的平均功率为 200W
- C. 顾客受到电梯给予的静摩擦力
- D. 电梯站顾客时通过电机的电流比未站顾客时至少要增加 0.5A



第 6 题图

7. 有关四幅图的描述，下列说法正确的是



图 1



图 2

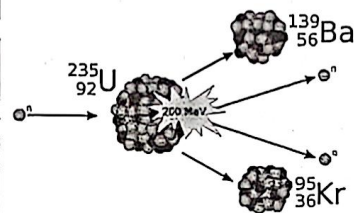


图 3

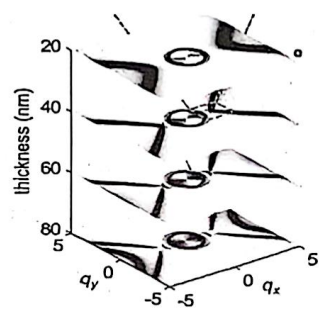
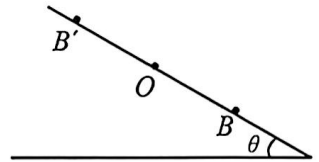


图 4

第 7 题图

- A. 图 1 中，农民用拖拉机耕地是利用毛细现象让灌溉水能更好地渗入到地下
- B. 图 2 中，碎裂钢化玻璃的裂缝处由于进入了空气发生了薄膜干涉，因此特别亮
- C. 图 3 中的核反应是一种链式反应，其中  ${}_{92}^{235}\text{U}$  的质量大于  ${}_{56}^{139}\text{Ba}$ 、 ${}_{36}^{95}\text{Kr}$  与一个中子的质量之和
- D. 图 4 为等离子体极化子在晶体  $\text{MoOCl}_2$  薄膜中的传播，因其图像具有较高的对称性可判断其各向同性

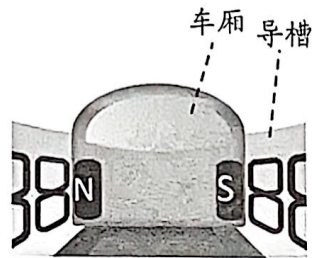
8. 如图所示，倾角为  $\theta$  的斜面上有一质量为  $m$  的小物块于  $O$  点静止释放，物块与斜面的动摩擦因数  $\mu=kx$  ( $k$  为常数、 $x$  为斜面上任意位置到  $O$  点的距离)，小物块于  $A$  点 (图中未标出) 达到最大速度并最终停在  $B$  点， $B'$  为斜面上  $B$  关于  $O$  的对称点，下列说法正确的是



第 8 题图

- A.  $OB$  之间的距离为  $\frac{2 \tan \theta}{k}$
- B.  $OA$  之间的距离大于  $AB$  之间的距离
- C.  $OA$  之间所用的时间小于  $AB$  之间所用的时间
- D. 若小物块从  $O$  向上运动恰能到  $B'$  点，则初速度为  $\sqrt{\frac{4g \sin \theta \tan \theta}{k}}$

9. 磁悬浮列车是一种使用磁力使得列车悬浮起来移动的交通工具，由于悬浮行驶时不与地面接触，故可减小摩擦力，以便获得较高的行驶速度。如图 1 所示，科学家利用 EDS 系统来产生悬浮，列车在导槽内行驶，车厢的两侧有电磁铁，而导槽两侧则有“8”字形的线圈，当车辆两侧的电磁铁 (左侧 N 极、右侧 S 极) 通过“8”字形线圈时会在线圈上感应出电流，感应电流产生的磁场又与电磁铁产生排斥及吸引作用，形成一个向上的磁力使得列车悬浮起来。某时刻车厢的左边电磁铁靠近“8”字形线圈产生图 2 中方向所示的感应电流，则关于电磁铁与线圈的相对位置说法正确的是



第 9 题图 1



第 9 题图 2

- A. 电磁铁中心与线圈中心等高
- B. 电磁铁中心高于线圈中心
- C. 电磁铁中心低于线圈中心
- D. 电磁铁中心高于或等于线圈中心

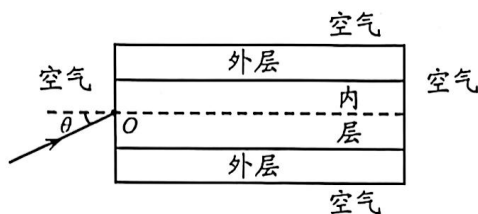
10. 如图 1 是一细长圆柱体光纤的横截面，一束单色光从光纤左端中心  $O$  点进入光纤，内层介质折射率  $n$  (最大值为  $n_2$ ) 随离中心轴的距离  $r$  而变化，外层介质折射率为  $n_1$  大于空气折射率  $n_0$ ，但小于内层介质折射率，三者的折射率情况如图 2 所示。已知光从折射率  $n_a$  的介质射入折射率  $n_b$  的介质，入射角与折射角分别为  $\theta_a$  与  $\theta_b$ ，满足  $\frac{\sin \theta_a}{\sin \theta_b} = \frac{n_b}{n_a}$ 。为了使单色光仅在光纤内层介质中传播而不进入到外层介质中，则从  $O$  点进入到光纤时入射角  $\theta$  的正弦最大值是

A.  $\frac{\sqrt{n_2^2 - n_0^2}}{n_0}$

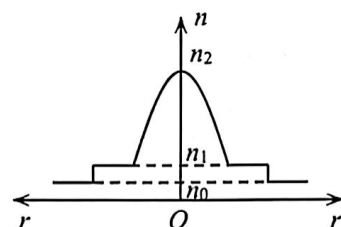
B.  $\frac{\sqrt{n_2^2 - n_1^2}}{n_0}$

C.  $\frac{n_0}{n_2}$

D.  $\frac{n_1}{n_2}$



第 10 题图 1



第 10 题图 2

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，选对但不全的得 2 分，有选错的得 0 分)

11. 如图 1 所示，一束由  $P$ 、 $Q$  两种频率的光组成的复色光照射阴极  $K$ ，调节滑动变阻器，记录电流表与电压表的示数，并用图像表示两者的关系 (图 2 所示)。若用  $P$ 、 $Q$  光单独照射，可得到遏止电压分别为  $U_1$ 、 $U_2$ ，饱和电流分别为  $I_1$ 、 $I_2$  ( $I_1$  大于  $I_2$ )；若用  $P$ 、 $Q$  光分别照射处于第一激发态的氢原子，只有  $P$  光能使氢原子电离。下列说法正

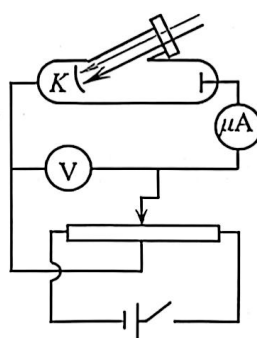
确的是

A.  $U_0 = U_1 + U_2$

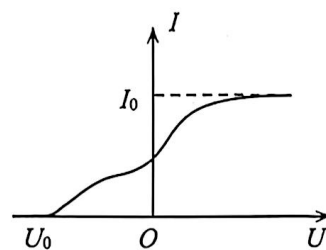
B.  $U_0 = U_1$

C.  $I_0 = I_1$

D.  $I_0 = I_1 + I_2$



第 11 题图 1

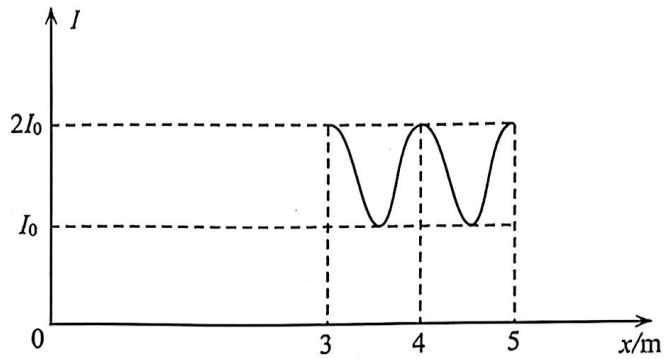


第 11 题图 2

12. 如图 1 所示，在海水中相距 8m 的两处各放置一声波发射器  $T_1$ 、 $T_2$ ，两发射器同时发出同相位、同频率的声波。在静止的海水中，一侦测器  $D$  于两发射器连线上，侦测到声音的强度  $I$  变化的部分图线如图 2 所示，其中  $x$  为侦测器  $D$  与  $T_1$  的距离。已知声音的强度  $I$  与振幅的平方成正比，忽略声波在海水中传播时的衰减，则

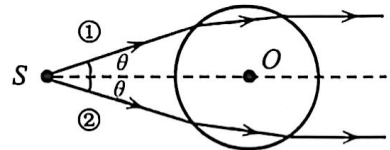


第 12 题图 1



第 12 题图 2

- A. 声波在海水中的波长为 2m  
 B. 两个发射器发射的声波的振幅之比为  $\sqrt{2}:1$   
 C. 若海水向右流动,  $x=4\text{m}$  处探测到的声音强度不变  
 D. 若侦测器沿连线向右以  $1\text{m/s}$  运动, 探测到声音强度变化的频率为 1 Hz
13. 光镊效应利用了激光束对物体的作用, 像镊子一样抓住细胞等微小颗粒。如图所示, 一激光束经  $S$  点后被分成两束细光束①和②, 若不考虑光的反射和吸收, 细光束①和②穿过介质小球的光路如图所示,  $O$  点是介质小球的球心, 入射时光束①和②与  $SO$  的夹角  $\theta$  相同, 出射时光束均与  $SO$  平行, 介质小球的折射率大于周围空气的折射率。已知激光束的总功率为  $P$ , 激光束可看成粒子流 (粒子以相同的动量沿光的传播方向运动), 激光在空气中速度为  $c$ , 下列说法正确的是
- A. 两束光总动量变化量的方向可能左偏下  
 B. 两束光对小球产生的合力方向可能左偏上  
 C. 两束光对小球产生的合力大小可能为  $\frac{P}{c}(1 - \cos\theta)$   
 D. 两入射光束沿水平虚线方向的动量之和可能大于两出射光束的动量之和



第 13 题图

## 非选择题部分

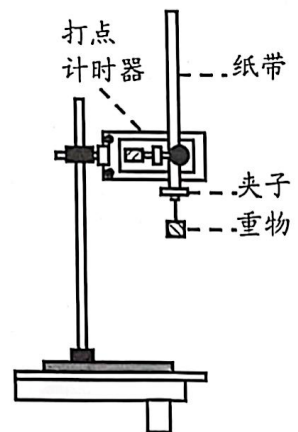
### 三、非选择题 (本题共 5 小题, 共 58 分)

#### 14. 实验题 (I、II、III 三题共 14 分)

14-I. (6 分) “验证机械能守恒定律” 的实验装置如图 1 所示。

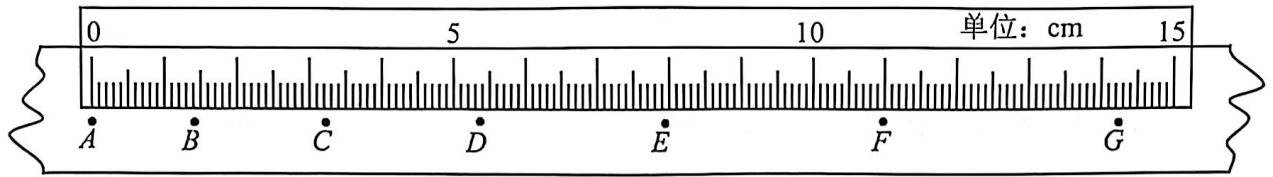
(1) 下列说法正确的是      (多选)

- A. 先释放纸带再接通电源  
 B. 必须要测量重物的质量  
 C. 重物下落的初始位置应靠近打点计时器  
 D. 安装打点计时器时要使两限位孔在同一竖直线上



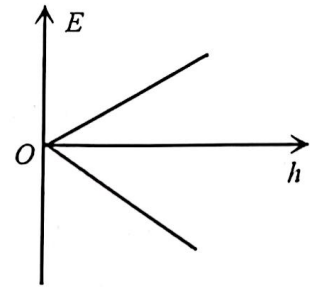
第 14-I 题图 1

- (2) 如图 2 是某次实验中得到的纸带的一部分，打点计时器的电源频率为 50Hz，打下 D 点时重物的速度为     ▲     m/s (保留三位有效数字)。



第 14-I 题图 2

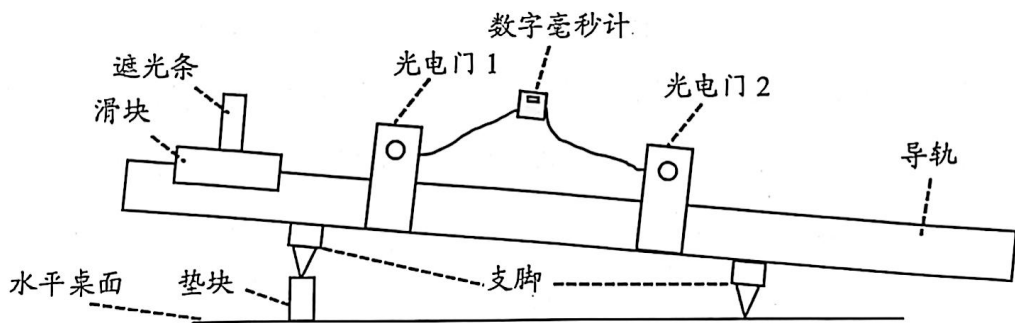
- (3) 小张同学对整条完整的纸带进行相应的数据分析与处理，获得重物下落过程中动能 ( $E_K$ )、重力势能 ( $E_P$ ) 随下降高度 ( $h$ ) 变化的图像 (图 3 所示)，由于粗心未标注相应数据，图 3 中  $E_K-h$  图线斜率的绝对值为  $k_1$ 、 $E_P-h$  图线斜率的绝对值为  $k_2$ ，你认为  $k_1$  与  $k_2$  的关系最符合实际的是



第 14-I 题图 3

    ▲     (选填“ $k_1$  等于  $k_2$ ”、“ $k_1$  略大于  $k_2$ ”或“ $k_1$  略小于  $k_2$ ” )。

- (4) 若改用如图 4 所示放置在水平桌面上的气垫导轨进行实验，将导轨调平后在左支脚下垫上高度为  $H$  的垫块，使滑块从导轨高端向低端运动 (滑块上安装有宽度为  $d$  的遮光条) 先后通过两个光电门，数字毫秒计记录了遮光条通过光电门 1、2 的时间分别为  $\Delta t_1$ 、 $\Delta t_2$ ，已知两光电门之间沿导轨方向的距离为  $S$ ，两支脚之间沿导轨方向的距离为  $L$ ，重力加速度为  $g$ 。在实验误差允许范围内满足关系式     ▲     (用题中所给物理量符号表示)，就验证了机械能守恒定律。

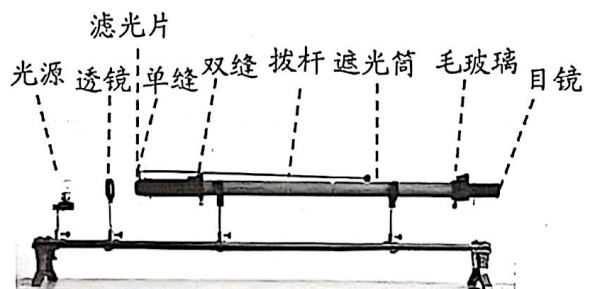


第 14-I 题图 4

14-II. (3 分) “用双缝干涉测量光的波长” 的实验装置如图所示。

- (1) 下列说法正确的是     ▲     (单选)

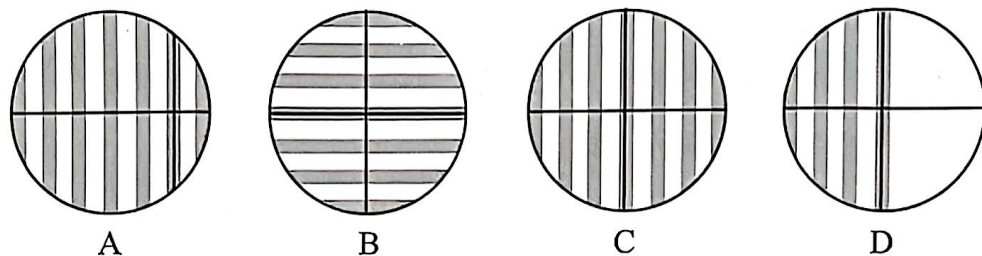
- A. 上下拨动拨杆可使单缝与双缝平行
- B. 透镜的作用是使射向单缝的光更集中
- C. 转动目镜可使条纹与分划板竖直刻线平行



- D. 仅将红色滤光片改为绿色滤光片条纹间距将变大

第 14-II 题图 1

(2) 经调节后使单缝与双缝相互平行且沿竖直方向，在测量头观察到的单色光干涉条纹可能是 ▲ (多选)

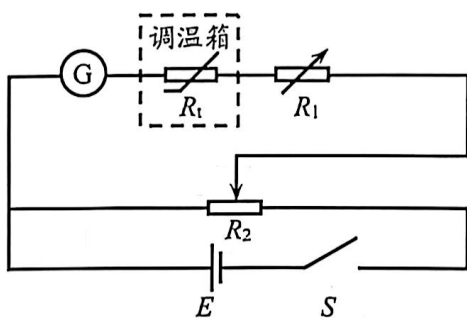


14-III. (5分) 小周与小王同学采用两种不同的电路研究半导体热敏电阻的电阻随温度的变化规律。

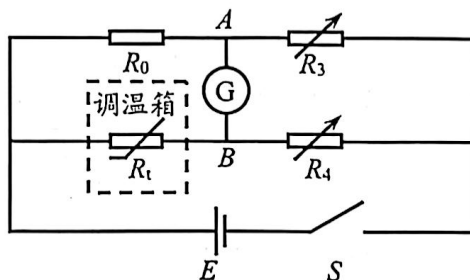
(1) 小周同学设计了如图 1 所示的电路，包含的器材有：电源  $E$  (4V, 不计内阻)，电表  $G$  (0~200 $\mu$ A, 内阻为 500 $\Omega$ )，电阻箱  $R_1$  (0~99999.9 $\Omega$ )，滑动变阻器  $R_2$  (0~2000 $\Omega$ , 0.3A)，热敏电阻  $R_t$  (25 $^{\circ}$ C 电阻为 20000 $\Omega$ )，调温箱，开关  $S$ ，导线若干。按图连接好电路进行测量，在开关闭合前，将滑动变阻器的触头  $P$  移到 ▲ (选填“最左端”或“最右端”)，电阻箱调至 29500 $\Omega$ ，接着将调温箱温度设置为 25 $^{\circ}$ C，再接通开关，缓慢移动触头，使电表示数为 40 $\mu$ A；保持滑动触头位置不变，调节调温箱温度上升至 30 $^{\circ}$ C，调节电阻箱至 35900 $\Omega$  使电表示数仍为 40 $\mu$ A，此时热敏电阻的阻值为 ▲  $\Omega$ 。

(2) 小王为了提高实验的灵敏度和准确度，重新设计了如图 2 所示的电路，他使用了以下器材：电源  $E$ ，灵敏电流计  $G$ ，定值电阻  $R_0$ ，电阻箱  $R_3$ 、 $R_4$ ，待测热敏电阻  $R_t$ ，调温箱，开关  $S$  (一个)，导线若干。根据电路图测量不同温度下热敏电阻的阻值，某次测量过程中流过灵敏电流计的电流从  $A$  流向  $B$ ，为了使灵敏电流计的电流为 0，则电阻箱需要的调节是 ▲ (多选)

- A. 只将  $R_3$  适当调大  
 B. 只将  $R_3$  适当调小  
 C. 只将  $R_4$  适当调大  
 D. 只将  $R_4$  适当调小



第 14-III 题图 1

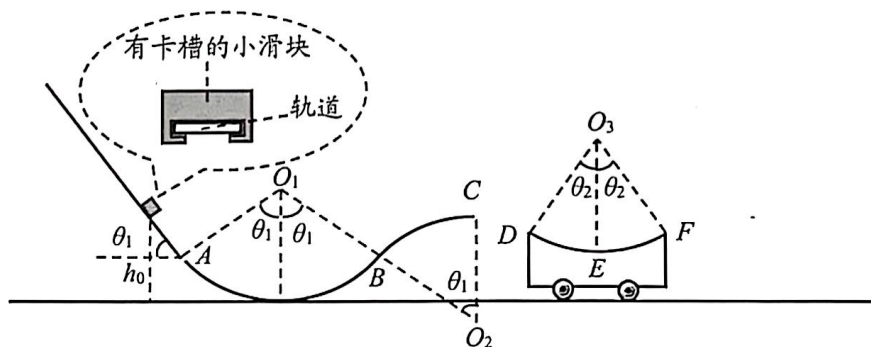


第 14-III 题图 2

15. (8分) 离水面 1m 深处的一条鱼, 其体内鱼鳔中空气的体积为  $\frac{70}{11}$  mL, 它先向上游向水面, 游动过程中体温保持 280K 不变, 鱼鳔中的空气对外做功为 0.0667J, 到达水面后在水面上游动起来, 由于游动体温从 280K 升高至 282K, 但鱼鳔中空气的压强一直保持  $1.0 \times 10^5$  Pa 不变。从水下开始游动的状态到水面上游动升温至 282K 的状态, 鱼鳔中的空气吸收的热量为 0.0842J。已知水的密度为  $1.0 \times 10^3$  kg/m<sup>3</sup>, 水面上的大气压强为  $1.0 \times 10^5$  Pa, 忽略游动过程中鱼鳔中空气质量的变化, 空气可视为理想气体, 鱼鳔内部气体压强近似等于鱼所处环境的压强。
- (1) 鱼游向水面过程中, 鱼鳔中空气分子的平均速率     ▲     (选填“增大”、“减小”或“不变”), 空气分子的数密度     ▲     (选填“增大”、“减小”或“不变”);
- (2) 求鱼刚刚到达水面时鱼鳔的体积;
- (3) 求鱼在水面上游动, 体温从 280K 升高至 282K 的过程中鱼鳔中空气内能的改变量。

16. (11分) 如图所示, 一足够长斜直轨道与圆弧轨道  $AB$ 、 $BC$  相切连接并固定在地面上,  $C$  处切线水平, 轨道右侧有一个顶部为圆弧形、质量为  $m_1=0.4$ kg 的小车。现将一质量  $m_2=0.9$ kg、有卡槽的小滑块 (可视为质点) 在斜直轨道离地  $h_0=4.8$ m 处由静止释放, 从  $C$  点飞出后恰好能从  $D$  点无碰撞飞入圆弧  $DF$ 。已知轨道  $AB$  与  $BC$  的半径、圆弧  $DF$  的半径均为  $R=5$ m,  $\theta_1=53^\circ$ 、 $\theta_2=37^\circ$ ,  $\sin 37^\circ=0.6$ 、 $\cos 37^\circ=0.8$ , 不计一切阻力。

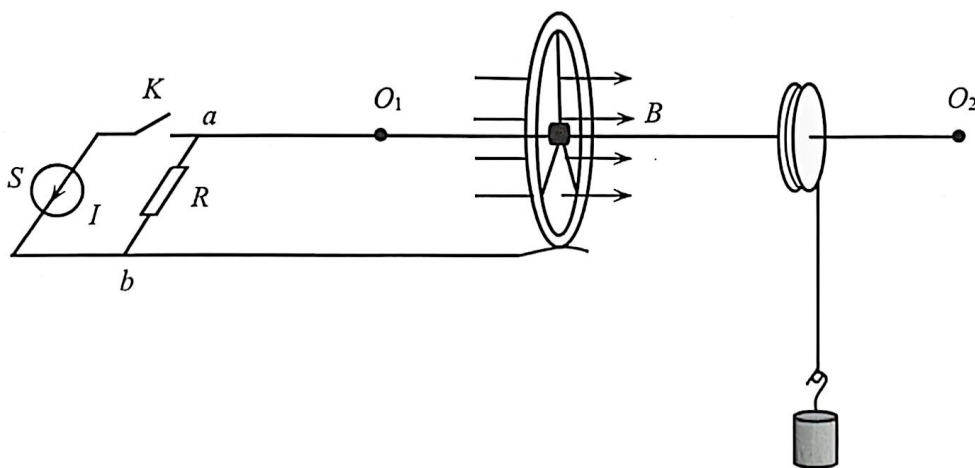
- (1) 求小滑块经过  $C$  点时轨道对小滑块支持力  $F_N$  的大小;
- (2) 求小滑块到达圆弧  $DF$  最低点  $E$  时速度  $v_E$  的大小;
- (3) 撤去右侧小车, 将有卡槽的小滑块换成等质量的无卡槽小滑块, 小滑块释放高度  $h$  可调节, 小滑块飞离轨道  $BC$  后, 求落地点距  $C$  点最近时小滑块释放的高度  $h$  (小滑块飞离轨道  $BC$  重新撞击轨道  $BC$  后速度变为 0)。



第 16 题图

17. (12分) 如图所示是研究小组设计的一种“圆盘电动机”。半径为  $L$  的导体圆环竖直放置，圆环附近存在水平向右且垂直圆环平面的匀强磁场，磁感应强度大小为  $B$ ，它通过三根阻值均为  $3R$  的辐条与转轴  $O_1O_2$  固连。圆环左侧的电阻  $R$  通过导线与辐条并联，电源  $S$  是恒流源，能提供恒定不变的电流  $I$  (箭头表示电流方向)，电阻  $R$  与电源  $S$  之间接有开关  $K$ ；圆环的右侧有一个半径为  $\frac{L}{3}$  且能与圆环随转轴一起转动的圆盘，其上绕有不可伸长的细线，下端悬挂铝块。除铝块外，其他物体质量忽略不计，不考虑任何摩擦阻力，重力加速度为  $g$ 。

- (1) 当开关  $K$  断开时，细线下面悬挂质量为  $m_0$  的铝块，经足够长时间铝块未落地，求
- ① 流过电阻  $R$  的电流方向；
  - ② 铝块下落的最最终速度  $v_m$ ；
- (2) 当开关  $K$  闭合时，圆盘转动，带动铝块向上运动，求
- ① 开关接通瞬间，单根辐条上的安培力  $F$  的大小；
  - ② 此电动机可能输出的最大机械功率为多少？此时铝块质量  $m$  为多大？



第 17 题图

18. (13分) 自由电子激光器是以自由电子束为工作物质产生激光的装置,它在科研、生产等领域中都具有重大应用前景。如图所示,它的基本结构有三个部分:电子束加速器、扭摆器和光学谐振腔。其中扭摆器是自由电子激光器的核心部分,它由沿 $z$ 方向按空间周期 $A=2\text{mm}$ 排列(即单一磁场边界宽度是 $1\text{mm}$ )的永磁体组成,总长度为 $1\text{m}$ ,产生沿 $\pm x$ 方向周期性分布的磁场,磁感应强度大小恒为 $B_0=0.0225\text{T}$ 。电子束由静止出发经过加速器加速,在 $xoz$ 平面内与 $z$ 轴成 $60^\circ$ 方向射入轨道半径为 $R=0.09\text{m}$ 的弯曲磁体(产生沿 $y$ 轴正方向的匀强磁场),经过弯曲磁体后,沿 $z$ 轴正方向注入扭摆器。高速运动的电子在扭摆器中受到周期性磁场的作用做扭摆运动,同时辐射出电磁波,电磁波的频率等于电子在 $y$ 方向的振动频率。不考虑多普勒效应,电子束辐射电磁波对电子动能的损耗可忽略不计。电子静止质量 $m=9.0\times 10^{-31}\text{kg}$ ,电子电荷量 $-e$ , $e=1.6\times 10^{-19}\text{C}$ ,光速为 $c=3\times 10^8\text{m/s}$ 。

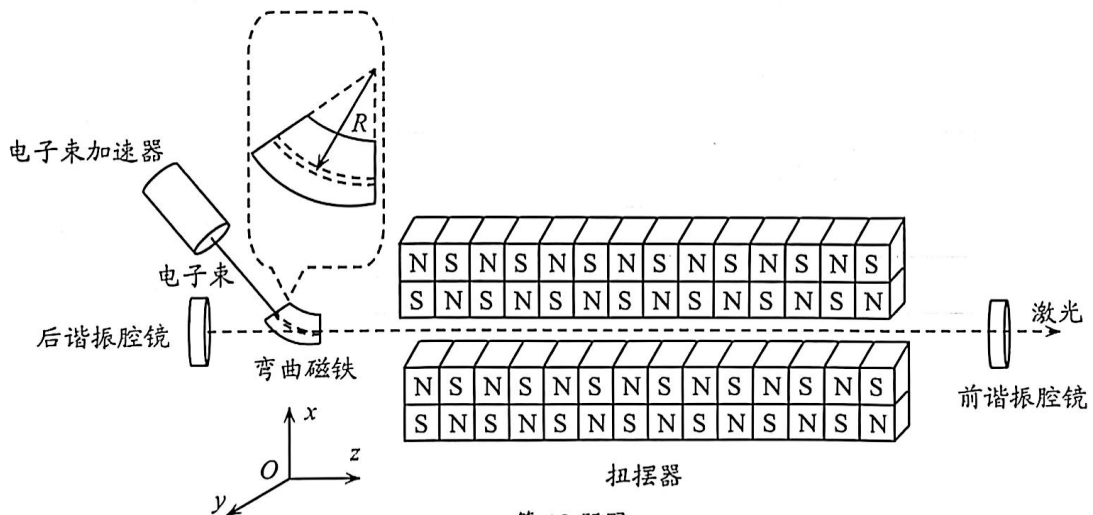
(1) 已知电子进入扭摆器的速度为 $v_1=8\times 10^6\text{m/s}$ ,在不考虑相对论效应的情况下,求

- ① 电子束加速器的加速电压 $U$ ;
- ② 弯曲磁体区域的磁感应强度 $B_1$ ;
- ③ 一个电子经过扭摆器的时间 $t$ ;

(2) 在电子速度为 $v_0=0.8c$ 时,必须考虑相对论效应,已知相对论导致的“尺缩效应”

由公式 $l=l_0\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$ 决定,其中 $l_0$ 为相对静止时测得的物体长度, $l$ 为相对物体以速度 $v$ 运动时测得的物体长度。

- ① 电子在 $z$ 方向的速度改变很小,可认为几乎保持 $v_0$ 不变,电子在 $y$ 方向的周期性运动导致的侧移可忽略不计,求在运动电子参考系观察(即沿 $z$ 轴正方向以速度 $v_0$ 运动的惯性参考系)到的辐射激光的波长;
- ② 谐振腔镜之间的距离 $d$ 称为谐振腔的长度,在谐振腔中,激光依次经前、后谐振腔镜反射后再次到达出射的前谐振腔镜,其相位不变,若某个实验中,辐射激光的频率为 $0.75\times 10^{18}\text{Hz}$ ,求 $d$ 可能的值。



第 18 题图

## 物理参考答案

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)

题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
答案	D	D	B	D	C	D	C	A	C	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 2 分, 选对但不全的得 1 分, 有选错的得 0 分)

题号	11	12	13
答案	BD	AD	BC

三、非选择题 (本题共 5 小题, 共 58 分)

14. I. (1) CD (2分)

(2) 1.18 或 1.19 (1分)

(3)  $k_1$  略小于  $k_2$  (1分)

(4)  $g \frac{SH}{L} = \frac{1}{2} [(\frac{d}{\Delta t_2})^2 - (\frac{d}{\Delta t_1})^2]$  (2分)

II. (1) B (1分)

(2) CD (2分)

III. (1) 最左端 (1分)

13600 (2分)

(2) BC (2分)

15. (1) 不变 (1分)

减小 (1分)

(2)  $p_1 = p_0 + \rho gh$   
等温过程  $p_1 V_1 = p_0 V_0$  (1分)

$V_0 = \frac{p_0 + \rho gh}{p_0} V_1 = 7 \text{ mL}$  (1分)

注: 7mL 也可表示为  $7 \times 10^{-6} \text{ m}^3$

(3) 等温过程  $\Delta U_1 = 0$   
根据  $\Delta U_1 = W_1 + Q_1$   
则  $Q_1 = 0.0667 \text{ J}$  (1分)

等压过程  $\frac{V_0}{T_0} = \frac{V_2}{T_2}$  (1分)

$W_2 = -p_0 (V_2 - V_0) = -0.005 \text{ J}$  (1分)

$Q_2 = Q - Q_1 = 0.0175 \text{ J}$

$\Delta U_2 = W_2 + Q_2 = 0.0125 \text{ J}$  (1分)

16. (1) 由几何关系可得  $C$  点离地高度为  $4\text{m}$ ，即  $C$  点与释放位置的高度差  $\Delta h=0.8\text{m}$

$$\frac{1}{2}m_2 v_C^2 = m_2 g \Delta h \quad (1 \text{分})$$

$$m_2 g - F_N = m_2 \frac{v_C^2}{R} \quad (1 \text{分})$$

$$\text{得 } F_N = 6.12\text{N} \quad (1 \text{分})$$

(2)  $C$  到  $D$  为平抛运动，故  $v_{Dx} = v_C = 4\text{m/s}$ 、 $v_D = 5\text{m/s}$ 、 $h_{DE} = 1\text{m}$  (1分)

设小滑块到  $E$  点时小车的速度为  $v_1$

$$m_2 v_{Dx} = m_2 v_E + m_1 v_1 \quad (1 \text{分})$$

$$\frac{1}{2}m_2 v_D^2 + m_2 g h_{DE} = \frac{1}{2}m_2 v_E^2 + \frac{1}{2}m_1 v_1^2 \quad (1 \text{分})$$

$$\text{得 } v_E = 6\text{m/s} \quad (1 \text{分})$$

(3) 恰好过  $B$  点时： $m_2 g \cos\theta_1 = m_2 \frac{v_B^2}{R}$        $m_2 g h_1 = \frac{1}{2}m_2 v_B^2$

得  $h_1 = 1.5\text{m} < 2\text{m} = h_{BC}$ ，故不能不脱离轨道到达  $C$  点 (1分)

物块从  $B$  点抛出恰好过  $C$  点时落地点最近

$$\text{水平方向 } v_B t \cos\theta_1 = R \sin\theta_1 \quad (1 \text{分})$$

$$\text{竖直方向 } v_B t \sin\theta_1 - \frac{1}{2}gt^2 = R(1 - \cos\theta_1) \quad (1 \text{分})$$

$$m_2 g (h - h_B) = \frac{1}{2}m_2 v_B^2$$

$$\text{释放高度 } h = \frac{16}{3}\text{m} \quad (1 \text{分})$$

17. (1) ① 铝块下落时，从右向左看，辐条顺时针转动，由右手定则，流过辐条的电流从圆环流向转轴，故  $R$  两端的电流为从  $a$  到  $b$  (2分)

② 设此时辐条转动的角速度为  $\omega$

$$\text{则三根辐条产生的等效电动势为 } E = \frac{1}{2}BL^2\omega, \text{ 等效电阻为 } R \quad (1 \text{分})$$

$$\text{对于铝块, 速度 } v_m = \omega \frac{L}{3} \quad (1 \text{分})$$

在最终运动过程中，铝块的重力做功功率等于电路的电功率

$$m_0 g v_m = \frac{E^2}{2R} \quad (1 \text{分})$$

$$\text{代入可得 } v_m = \frac{8m_0 g R}{9B^2 L^2} \quad (1 \text{分})$$

(2) ① 流过三根辐条的总电流为  $\frac{I}{2}$ ，流过单根辐条的电流  $I_1 = \frac{I}{6}$  (1分)

$$\text{单根辐条上的安培力 } F = BI_1 L = \frac{1}{6}BIL \quad (1 \text{分})$$

② 设流过三根辐条的总电流为  $i$

$$U = (I - i)R$$

$$P = Ui - i^2 R$$

$$\text{代入得 } P = IRi - 2Ri^2 \quad (1 \text{分})$$

$$\text{当 } i = \frac{I}{4} \text{ 时, } P_m = \frac{1}{8} I^2 R \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{根据 } U = E + iR$$

$$\text{代入得 } \omega = \frac{IR}{BL^2} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{物体上升的速度 } v_m = \omega \frac{L}{3} = \frac{IR}{3BL}$$

$$P_m = mgv_m$$

$$\text{得 } m = \frac{3BIL}{8g} \quad (1 \text{ 分})$$

18. (1) ①在电子束加速器时  $eU = \frac{1}{2}mv_1^2$  (1分)

$$U = 180 \text{ V} \quad (1 \text{ 分})$$

②在弯曲磁体中,  $ev_1B_1 = m \frac{v_1^2}{R}$  (1分)

$$B_1 = 5 \times 10^{-4} \text{ T} \quad (1 \text{ 分})$$

③在扭摆器中  $e v_1 B_0 = m \frac{v_1^2}{r}$

$$\text{得 } r = 2 \times 10^{-3} \text{ m} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{在单个磁场区域, 偏转的圆心角为 } \theta = 30^\circ \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{用时 } t_1 = \frac{1}{12} T$$

$$\text{周期 } T = \frac{2\pi m}{eB_0} = 5\pi \times 10^{-10} \text{ s} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{用时 } t = 1000t_1 = \frac{5}{12}\pi \times 10^{-7} \text{ s} \quad (1 \text{ 分})$$

(2) ①周期为  $T' = \frac{A}{v_0} \left(1 - \frac{v_0^2}{c^2}\right) = 5 \times 10^{-12} \text{ s}$  (1分)

$$\text{频率 } f = 2 \times 10^{11} \text{ Hz} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{波长 } \lambda = \frac{c}{f} = 1.5 \times 10^{-3} \text{ m} \quad (1 \text{ 分})$$

②激光的波长  $\lambda = \frac{c}{f} = 4 \times 10^{-10} \text{ m}$

$$\text{谐振腔长度应满足的条件 } 2d = n\lambda \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{得 } d = \frac{n\lambda}{2} = 2n \times 10^{-10} \text{ m} \quad (1 \text{ 分})$$

考虑到  $d > 1 \text{ m}$ , 即  $n$  为大于  $5 \times 10^9$  的整数