

# 金华十校 2025 年 11 月高三模拟考试

## 物理试题卷

本试题卷分选择题和非选择题两部分,共 8 页,满分 100 分,考试时间 90 分钟。

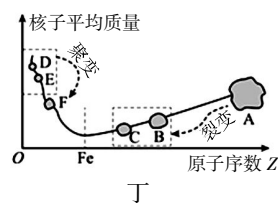
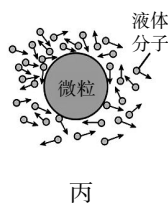
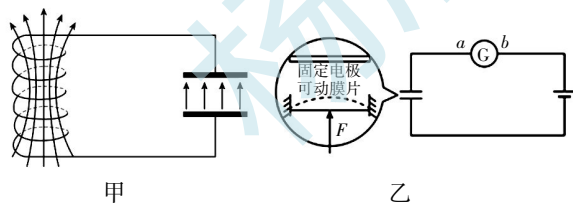
考生注意:

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,在本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,作图时可先使用 2B 铅笔,确定后必须使用黑色字迹的签字笔或钢笔描黑。
4. 可能用到的相关参数:重力加速度  $g$  取  $10\text{m/s}^2$ 。

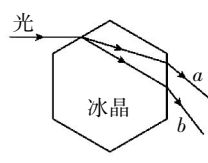
### 选择题部分

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)

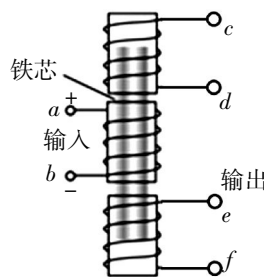
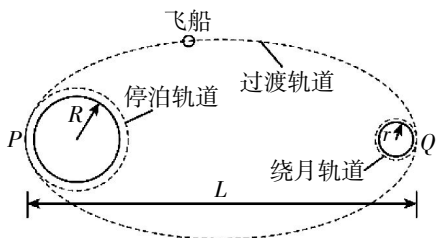
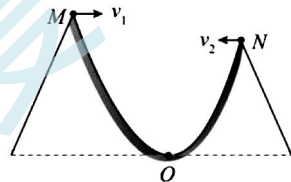
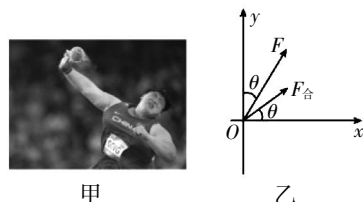
1. 光子能量  $E=h\nu$ ,式中  $\nu$  是光子的频率, $h$  是普朗克常量, $h$  用国际单位制中的基本单位表示应为  
A.  $\text{kg}\cdot\text{m}^2\cdot\text{s}^{-1}$       B.  $\text{kg}\cdot\text{m}^2\cdot\text{s}$       C.  $\text{kg}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^2$       D.  $\text{kg}\cdot\text{m}^2\cdot\text{s}^{-3}$
2. 2024 年 9 月 25 日 8 时 44 分,中国人民解放军火箭军向太平洋相关公海海域,成功发射 1 发洲际弹道导弹,准确落入预定海域。该导弹射程约 12000 千米。下列说法正确的是  
A. 射程 12000 千米指的是导弹的位移大小  
B. 研究导弹在空中的运动轨迹时,导弹可以看成质点  
C. 导弹上升过程中机械能守恒  
D. 导弹全程处于超重状态
3. 下列说法正确的是



- 甲图中,电容器中电场的能量正在减小
  - 乙图中,力  $F$  增大时,电流计中的电流从  $a$  流向  $b$
  - 丙图中,悬浮在液体中的微粒越大,单位时间内受到液体分子撞击次数越多,布朗运动越明显
  - 丁图中,反映核子的平均质量与原子序数的关系,裂变和聚变时核子的平均质量减小,比结合能增大
4. 在一定的气象条件下,空气中的小水滴会变成六棱柱状的小冰晶,太阳光穿过小冰晶时发生折射,看上去在太阳的周围出现一个彩色圆圈,这就是日晕,如图甲所示。图乙是两单色光穿过六棱柱状冰晶某横截面的示意图,下列说法正确的是



- A. 若  $a$  光是黄光, 则  $b$  光可能是红光  
 B.  $b$  光比  $a$  光更容易发生明显的衍射现象  
 C.  $a$  光在冰晶中的传播速度小于  $b$  光的传播速度  
 D. 用同一双缝干涉装置做实验,  $a$  光条纹间距大于  $b$  光条纹间距
5. 图甲为运动员巩立姣投掷铅球的精彩瞬间, 以该时刻铅球球心为坐标原点建立如图乙所示的直角坐标系,  $x$ 、 $y$  轴分别沿水平方向和竖直方向, 手对铅球的作用力  $F$  与  $y$  轴的夹角为  $\theta$ , 铅球受到的合力  $F_{\text{合}}$  与  $x$  轴的夹角也为  $\theta$ 。已知重力加速度为  $g$ , 不计空气阻力, 则
- A.  $F$  沿  $y$  轴方向的分力等于铅球的重力  
 B.  $F$ 、 $F_{\text{合}}$  沿  $x$  轴方向的分力不相等  
 C. 铅球的质量为  $\frac{F \cos 2\theta}{g \cos \theta}$   
 D.  $F_{\text{合}}$  与  $F$  的关系为  $F_{\text{合}} = F \sin \theta$
6. 每年的 YadnyaKasada 节日里, 印尼民众都会聚集在当地的火山口, 向其中投掷物品祈求好运。如图, 有一个截面可看成抛物线形状的小型火山谷  $MON$ ,  $M$ 、 $N$  为火山口处的两点, 且  $M$  高于  $N$ ,  $O$  为谷底(抛物线的顶点),  $O$  点切线水平。现有两人从  $M$ 、 $N$  两点分别以初速度  $v_1$ 、 $v_2$  水平抛出两不同物品, 同时击中  $O$  点(不考虑碰撞), 不计空气阻力, 则两物品
- A. 必须同时抛出  
 B. 初速度  $v_1$  与  $v_2$  大小一定相等  
 C. 击中  $O$  点时速度大小一定相等  
 D. 在抛出过程中, 相同时间内的速度变化量一定不同
7. 我国设想的登月载人飞船运行轨迹如图所示。飞船在圆形“停泊轨道”的  $P$  点加速进入椭圆“过渡轨道”, 该轨道离地球表面最近距离为  $h_1$ , 飞船到达离  $P$  点最远距离为  $L$  的  $Q$  点时, 被月球引力“俘获”后, 在距月球表面  $h_2$  的圆形“绕月轨道”上飞行。已知地球半径为  $R$ , 月球半径为  $r$ , 地球表面重力加速度为  $g$ , 飞船在“过渡轨道”运行时忽略月球引力影响。下列说法正确的是
- A. 飞船在“过渡轨道”上的  $P$  点运行速度大于  $\sqrt{\frac{gR^2}{R+h_1}}$   
 B. 飞船在“过渡轨道”上  $P$  点的加速度大于“停泊轨道”上  $P$  点的加速度  
 C. 飞船的发射速度大于  $11.2 \text{ km/s}$   
 D. 飞船从  $P$  点运动到  $Q$  点的时间为  $\sqrt{\frac{\pi^2 L^3}{4gR^2}}$
8. 差动变压器指的是一种广泛用于电子技术和非电量检测中的变压器装置。主要用于测量位移、压力等非电量参量。其原理简化后如图所示, 一个初级线圈位于正中间, 两个匝数相等的次级线圈对称放置两侧, 初始时铁芯位于空心管正中央, 铁芯移动时始终至少有一端在次级线圈中,  $a$ 、 $b$  接线柱与恒定电流电源连接, 不考虑次级线圈之间的相互作用。下列说法正确的是
- A. 铁芯不动时, 电势差  $U_{cd} > U_{ef}$   
 B. 铁芯不动时, 电势差  $U_{cd} < U_{ef}$   
 C. 铁芯上移时,  $c$ 、 $d$  两端电势  $\varphi_c > \varphi_d$   
 D. 铁芯下移时,  $e$ 、 $f$  两端电势  $\varphi_e < \varphi_f$
9. 图甲为全球最高海拔风电项目的西藏八宿风电场, 图乙为某风力发电机部分供电系统简化图, 风能转化为电能的效率可视为不变。工作时, 矩形线圈  $ABCD$  绕轴  $OO'$  匀速转动, 输出电压  $u = 440\sqrt{2} \sin(20\pi t) \text{ V}$ , 电阻  $R_1 = 8.9 \Omega$ ,  $R_2 = 210 \Omega$ , 其他电阻均不计。理想变压器原、副线圈



的匝数之比  $n_1:n_2=1:10$ 。则

A. 线圈位于图乙所示位置时的磁通量为

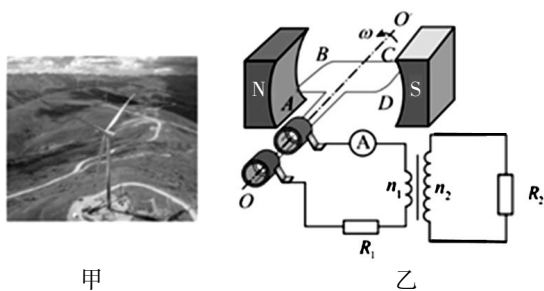
$$22\sqrt{2} \text{ Wb}$$

B. 电流表的示数为  $40\sqrt{2} \text{ A}$

C. 该发电机每秒消耗的风能为  $17600 \text{ J}$

D. 线圈从图中位置转过  $90^\circ$  的过程中,通

$$\text{过 } R_2 \text{ 的电荷量为 } \frac{\sqrt{2}}{5\pi} \text{ C}$$



10. 如图甲所示,半径为  $R$  且位置固定的细圆环上,均匀分布着总电荷量为  $Q(Q>0)$  的电荷, $O$  点为圆环的圆心, $x$  轴通过  $O$  点且垂直于环面, $P$  点在  $x$  轴上,它与  $O$  点的距离为  $d$ 。 $x$  轴上电势  $\varphi$  的分布图如图乙所示,图线上三点的坐标已在图乙中标出。现有一电量为  $-q(q>0)$ ,

质量为  $m$  的点电荷从  $-\sqrt{3}R$

处静止释放。已知电量为  $q$  的

点电荷在真空中某点的电势表

达式为  $\varphi = \frac{kq}{r}$ , $r$  为电荷到该

点的距离。则

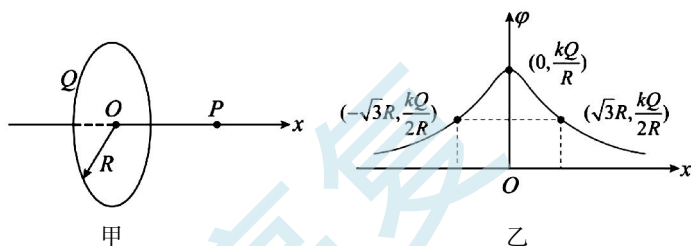
A.  $x$  轴上圆心  $O$  点处的电势

最高且电场强度最大

B.  $x$  轴上  $P$  点的电势为  $\frac{kQd}{\sqrt{(d^2+R^2)^3}}$

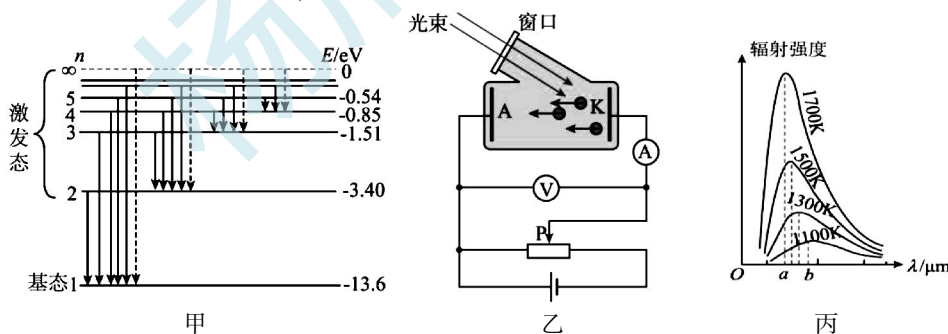
C.  $x$  轴上电场强度的最大值为  $\frac{2\sqrt{3}kQ}{9R^2}$

D. 点电荷到达  $O$  点时速度为  $v = \sqrt{\frac{kQq}{2mR}}$



- 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. 氢原子的能级图如图甲所示,研究光电效应的电路图如图乙所示。下列说法正确的是



A. 图甲中,一个氢原子从能级  $n$  跃迁发出的光谱条数最多为  $n+1$

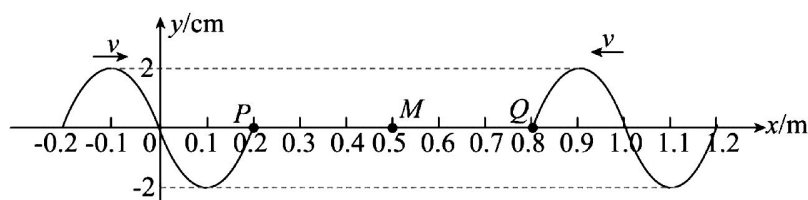
B. 图甲中,处于基态的氢原子在能量为  $13\text{eV}$  的电子轰击下可以跃迁至第二激发态

C. 图乙中,滑片  $P$  向右移动,电流表的示数可能先增大后不变

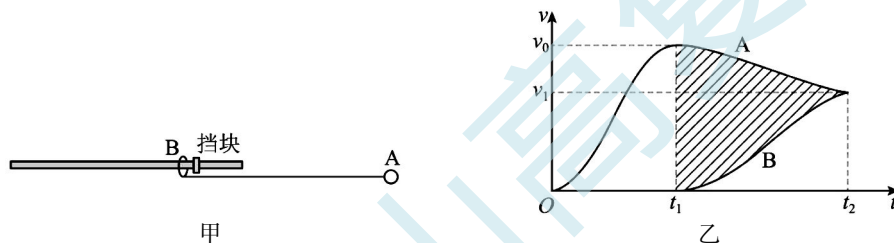
D. 图乙中,用图丙中温度  $1700\text{K}$  时辐射强度最大的  $a$  光照射时可以发生光电效应,则用温度  $1100\text{K}$  时辐射强度最大的  $b$  光照射时也一定可以发生光电效应

12. 两列简谐横波分别沿  $x$  轴正方向和负方向传播,波速均为  $v=0.2\text{m/s}$ ,两个波源分别位于  $x=1.2\text{m}$  和  $x=-0.2\text{m}$  处,波源的振幅均为  $2\text{cm}$ 。如图所示为  $t=0$  时刻两列波的图像,此刻平衡位

置在  $x=0.2\text{m}$  和  $x=0.8\text{m}$  的  $P$ 、 $Q$  两质点刚开始振动。质点  $M$  的平衡位置位于  $x=0.5\text{m}$  处, 下列说法正确的是



- A. 这两列波的频率均为  $2\text{Hz}$   
 B.  $0\sim 7\text{s}$  时间内, 质点  $P$  经过的路程为  $56\text{cm}$   
 C.  $t=7\text{s}$  时, 质点  $M$  的位移为  $0$   
 D.  $t=4.5\text{s}$  时, 两波源间的振动加强点有  $6$  个
13. 如图甲, 固定的光滑水平横杆上套有质量为  $m$  的小环  $B$ , 其右侧有一固定挡块。一根长为  $L$  的轻绳, 一端与  $B$  相连, 另一端与质量为  $3m$  的小球  $A$  相连。初始状态轻绳水平且伸直,  $B$  靠在挡块处。由静止释放  $A$ , 在运动过程中  $A$ 、 $B$  水平方向速度  $v$  的大小与时间  $t$  的关系如图乙所示。下列说法正确的是



- A.  $t_1$  时刻之后,  $A$ 、 $B$  组成的系统动量守恒  
 B.  $t_2$  时刻  $A$ 、 $B$  速度相同, 大小为  $\frac{3\sqrt{2gL}}{4}$   
 C. 图乙中阴影部分的面积为  $\frac{\sqrt{3}}{4}L$   
 D.  $t_1\sim t_2$  阶段,  $A$  的水平位移一定大于  $\frac{\sqrt{7}}{4}L$

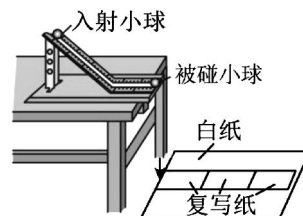
### 非选择题部分




#### 三、非选择题(本题共 5 小题, 共 58 分)

##### 14. 实验题( I、II 两题共 14 分)

14- I. (7 分) 在“验证动量守恒定律”实验中, 某同学通过碰撞后做平抛运动测量速度的方法来进行实验, 实验装置如图所示。

(1) 实验室有如下  $A$ 、 $B$ 、 $C$  三个小球, 从中选择两个球来完成本实验, 其中入射小球应该选取 ▲ (填字母代号);



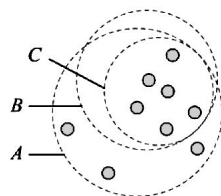
- A.  直径  $d_1=2\text{cm}$   
质量  $m_1=15\text{g}$
- B.  直径  $d_1=2\text{cm}$   
质量  $m_2=30\text{g}$
- C.  直径  $d_2=3\text{cm}$   
质量  $m_3=30\text{g}$

(2)关于本实验,下列说法正确的是 ▲ (多选);

- A. 斜槽末端保持水平且不用光滑
- B. 被碰小球可以放在斜槽末端的任意位置
- C. 入射小球的释放位置应尽可能靠近被碰球
- D. 同组实验中,入射小球每次都必须从斜槽上的同一位置静止释放

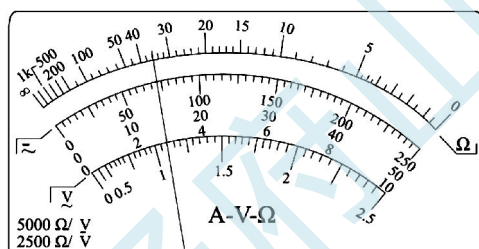
(3)小球释放后落在复写纸上会在白纸上留下印迹。多次实验,白纸上留下了多个印迹,如果用画圆法确定小球的落点 P,其目的是减小 ▲。(选填“系统误差”或“偶然误差”)

(4)该同学按上述方法在实验中记录了小球落点的平均位置  $M$ 、 $P$ 、 $N$ ,发现  $M$  和  $N$  偏离了  $OP$  方向,即点  $O$ 、 $M$ 、 $P$ 、 $N$  不共线,如下图所示。若要验证两小球碰撞前后在  $OP$  方向上是否动量守恒,则下列操作正确的是 ▲。

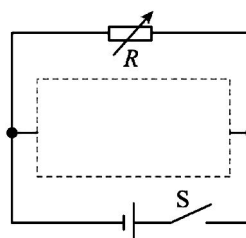


- A. B.
- C. D.

14- II. (7分)某实验小组要测量一未知电源的电动势和内阻。



甲



乙

(1)小明用多用电表对电源的电动势进行粗测,将多用电表的选择开关旋至直流“10V”挡,将多用电表的红表笔与电源的 ▲ (选填“正极”或“负极”)连接,进行正确操作后,多用电表的指针如图甲所示,则该电源电动势的测量值为 ▲ V。

(2)为了准确测量该电源的电动势和内阻,小亮从以下器材中选取合适器材,连接好电路后,记录了多组电阻箱的电阻  $R$  和对应的电流表的示数  $I$ 。

- A. 电流表 G (量程为  $0\sim 1\text{mA}$ , 内阻为  $R_g=100\Omega$ );
- B. 电阻箱  $R$  ( $0\sim 999.9\Omega$ );
- C. 定值电阻  $R_1=2900\Omega$ ;
- D. 定值电阻  $R_2=1400\Omega$ ;
- E. 开关 S 一个,导线若干。

(3)他们将电流表改装成量程为  $0\sim 3\text{V}$  的电压表,定值电阻应选用 ▲ (选填“ $R_1$ ”或“ $R_2$ ”);请在答题卷中将电路补充完整 ▲。

(4)以  $\frac{1}{R}$  为横轴,以  $\frac{1}{I}$  为纵轴,将实验测得的数据描点、连线后得到了一条倾斜直线,该直线的纵轴截距为  $b$ ,斜率为  $k$ ,则该电源电动势和内阻分别为  $E=$  ▲,  $r=$  ▲。(用题中所给物理量的符号表示,其中改装电压表的电阻用  $R_V$  表示,不考虑电压表的分流)



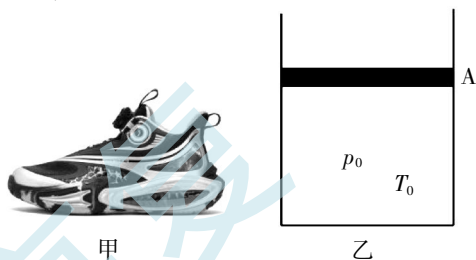
15. (8分)一款气垫运动鞋如图甲所示,鞋底塑料空间内充满气体(可视为理想气体),运动时通过压缩气体来提供一定的缓冲。单只鞋子的鞋底塑料空间等效为如图乙所示的模型,轻质活塞A可无摩擦上下移动,气体被压缩时可等效为活塞A下移,活塞A的等效作用面积恒为 $S=200\text{cm}^2$ 。鞋子未被穿上时,当环境温度为 $T_0=300\text{K}$ ,每只鞋气垫内气体体积 $V_0=36\text{cm}^3$ ,压强 $p_0=1.0\times 10^5\text{Pa}$ 。忽略鞋底其他结构产生的弹力,且气垫不漏气,大气压强也为 $p_0$ 。

(1)若未穿时,气温缓缓上升,气垫内气体体积增大。

①气体分子平均速率   ▲   (选填“增大”、“不变”、“减小”),单位时间撞击单位面积的分子数   ▲   (选填“增大”、“不变”、“减小”);

②若气体体积增大到 $V_1=40\text{cm}^3$ ,此过程中气体吸收的热量为 $Q=0.6\text{J}$ ,求气体内能的变化量。

(2)若质量为 $m=50\text{kg}$ 的学生穿上该运动鞋,双脚竖直站立在水平面上,求单只鞋子气垫内气体的体积。(气垫内气体与环境温度 $T_0$ 始终相等)

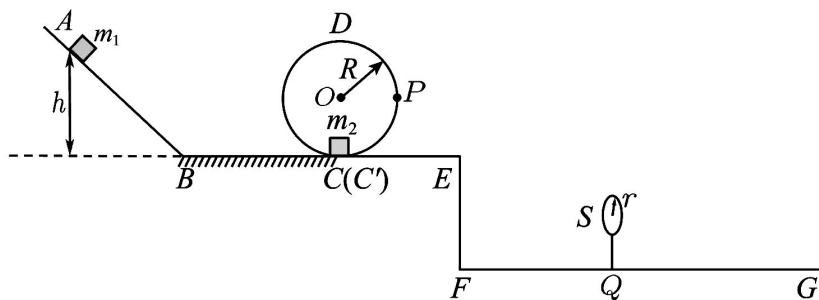


16. (11分)一游戏装置的竖直截面如图所示,足够长的倾斜轨道AB、半径为 $R=0.08\text{m}$ 的竖直圆轨道CDC'(CC'稍错开)、水平轨道BC和C'E连接成一个抛体装置。高台右侧有一水平地面FG,与高台的高度差为 $H=0.8\text{m}$ ,F右侧 $d=0.6\text{m}$ 的Q处有一圆环S,圆环平面面向高台,圆环圆心与轨道在同一竖直面内,圆心离地 $h_s=0.35\text{m}$ ,半径 $r=0.05\text{m}$ 。现将一质量为 $m_1$ 的滑块1从AB上距BC高度 $h$ 处静止释放,运动到C点时,与静止在C点、质量为 $m_2$ 的滑块2发生弹性碰撞,碰后滑块2进入圆轨道绕行一周后从E点水平飞出。只要滑块2从圆环S穿出,游戏就成功。已知,轨道BC与滑块1的动摩擦因数从B点开始均匀减小,B点处 $\mu_B=0.5$ ,C点处 $\mu_C=0$ ,其余各段均光滑, $\overline{BC}=0.2\text{m}$ 。滑块1、2均可视为质点, $m_1=m_2=1\text{kg}$ ,不计空气阻力,不计各衔接处的机械能损失。

(1)若滑块2恰能通过D点,求滑块2在圆心等高处P点时的加速度大小和对轨道的压力大小;

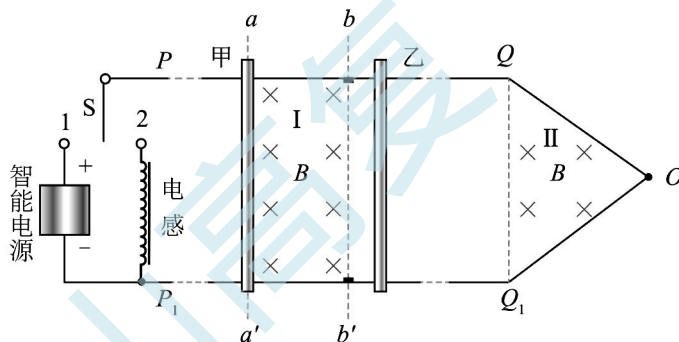
(2)要使游戏成功,求满足条件的释放高度 $h$ ;

(3)某次游戏时,滑块2在圆轨道某处脱轨,飞出后恰能过圆心O,求滑块1的释放高度 $h'$ 。



17. (12分)如图所示,固定在水平面上的光滑金属导轨  $PQO$  和  $P_1Q_1O$  在  $O$  点相接,在  $O$  点处连有一尺寸足够小的电阻  $R=1\Omega$  (电阻尺寸忽略不计,图中未画出),金属导轨在虚线  $bb'$  处通过绝缘材料断开,导轨通过单刀双掷开关  $S$  与智能电源、电感形成电路。智能电源始终提供  $I_0=1A$  的电流,电感的自感系数  $L=1H$ 。导轨  $PQ$  与  $P_1Q_1$  平行,间距  $l=2m$ ,  $\triangle QOQ_1$  为等腰三角形,顶角  $\angle QOQ_1=74^\circ$ 。虚线  $aa'$ 、 $bb'$  间距  $d=1m$ ,且均与导轨  $PQ$  垂直,虚线与导轨围成的矩形区域 I 和  $\triangle QOQ_1$  区域 II 内有竖直向下的匀强磁场,磁感应强度大小均为  $B=1T$ 。甲、乙为导体棒,甲静止在区域 I 左边界虚线  $aa'$  处,乙静止在虚线  $bb'$  右侧附近。已知甲的质量  $m_{\text{甲}}=1kg$ ,乙的质量  $m_{\text{乙}}=2kg$ ,导轨和金属棒所有电阻忽略不计。初始时开关  $S$  接 1,当甲滑过  $bb'$  时立即将开关改接 2,甲乙发生弹性碰撞。此后甲棒再次离开磁场时将其取走,甲、乙始终与导轨接触良好且平行于虚线  $aa'$ 。(当  $F=-kx$  时,  $T=2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ ),求

- (1) 开关接 1 的持续时间,以及甲到达  $bb'$  处时的速度;
- (2) 从甲棒开始运动到最后离开磁场,甲棒在磁场中运动的时间;
- (3) 分析判断乙棒向右能否滑过  $O$  点,若能求出经过  $O$  点时的速度,若不能请说明理由。

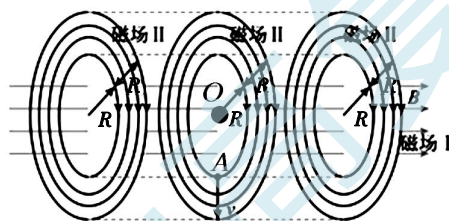


18. (13 分) 2025 年 10 月, 我国自主研发的聚变能实验装置“夸父启明”(BEST)完成底座安装。其内部重要组成部分——托卡马克的简化模拟磁场如图乙所示, 半径为  $R$  的足够长水平圆柱形区域内, 分布着水平向右的匀强磁场 I, 磁感应强度大小为  $B$ , 磁场 I 所在区域外侧分布有厚度为  $R$  的环形磁场 II, 其磁感应强度大小也为  $B$ , 且大小处处相同, 方向与磁场 I 中磁场方向垂直, 其横截面图与纵截面图分别如图丁、戊所示。在磁场的  $A$  点处有一氦核发射源, 从磁场 I 最低点以速度  $v$  (未知) 竖直向下射入磁场 II, 粒子恰好不能飞出磁场 II 区域。在  $A$  点上方距离为  $R$  的  $O$  点处有一氦核发射源, 以此为坐标原点建立如图丙所示的坐标系。氦核发射速度为  $v_0$  (未知), 方向在  $xy$  平面内, 氦核只在磁场 I 中运动。已知氦核与氦核的质量分别为  $2m$  和  $3m$ , 电量都为  $q$ 。现同时发射氦核与氦核, 经时间  $\frac{3\pi m}{qB}$  时两粒子相撞并发生聚变反应。粒子运动过程中, 不计粒子的重力、空气阻力及粒子间的相互作用力, 不考虑相对论效应, 求:

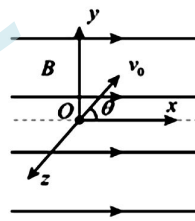
- (1) 写出氦和氦核聚变的核反应方程式;
- (2) 氦原子核射入环形磁场 II 的速度  $v$  的大小;
- (3) 两核子发生碰撞的坐标;
- (4) 氦核发射速度  $v_0$  的大小。



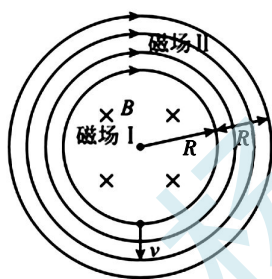
甲



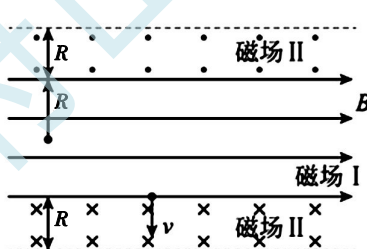
乙



丙



丁



戊



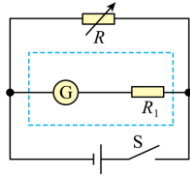
# 金华十校 2025 年 11 月高三模拟考试

## 物理参考答案

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
A	B	D	D	C	B	A	C	D	C	BC	CD	BD

14-I (7 分) (1)B (1 分) (2)AD (2 分) (3)偶然误差 (2 分) (4) B (2 分)

14-II (7 分) (1) 正极 (1 分) 2.9V (1 分)



(3)  $R_1$  (1 分) (2 分) (4)  $\frac{R_V}{b}$  (1 分)  $\frac{k}{b}$  (1 分)

15. (8 分) (1) ①增大 (1 分) 减小 (1 分) ②增加 0.2J (3 分) (2)  $32\text{cm}^3$  (3 分)

(1) ②外界对气体做功  $W = -p_0\Delta V = -10^5 \times (40 - 36) \times 10^{-6} \text{J} = -0.4\text{J}$  (1 分)

根据热力学第一定律可知气体内能增加  $\Delta U = W + Q = 0.2\text{J}$  (2 分)

(2) 人穿上后气体压强  $p_1 = p_0 + \frac{mg}{2S} = (10^5 + \frac{50}{2 \times 200 \times 10^{-4}}) \text{Pa} = 1.125 \times 10^5 \text{Pa}$  (1 分)

根据玻意耳定律  $p_0 V_0 = p_1 V_1$  (1 分)

解得  $V_1 = 32\text{cm}^3$  (1 分)

16. (11 分) (1)  $10\sqrt{10}\text{m/s}^2$  30N (4 分) (2)  $0.25\text{m} \leq h \leq 0.275\text{m}$  (4 分) (3)  $h' = \frac{13+4\sqrt{3}}{100}\text{m}$  (3 分)

(1)  $mg = \frac{mv_D^2}{R}$ , 解得  $v_D = \sqrt{gR} = \sqrt{0.8}\text{m/s}$  (1 分)

从 P 点到 D 点动能定理:  $-mgR = \frac{1}{2}mv_D^2 - \frac{1}{2}mv_P^2$ , 解得  $v_P = \sqrt{3gR} = \sqrt{2.4}\text{m/s}$  (1 分)

$a_{Pn} = 3g$   $a_{Pt} = g$ , 所以  $a_P = \sqrt{a_{Pn}^2 + a_{Pt}^2} = \sqrt{10}g = 10\sqrt{10}\text{m/s}^2$  (1 分)

在 P 点:  $F_P = ma_{Pn} = 3mg = 30\text{N}$  (1 分)

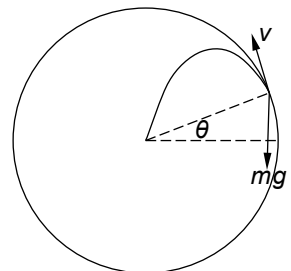
由牛顿第三定律得, 在 P 点压力为 30N

(2) ①物块恰好过最高点,  $mgh_1 - \frac{\mu_B}{2}mg\overline{BC} - 2mgR = \frac{1}{2}mv_D^2$ , (1 分)

得  $h_1 = 0.25\text{m}$ , (1 分)

检验得, 该处释放物块刚好过圆环 S 的圆心

②物块过圆环 S 的最高点,  $t = \sqrt{\frac{2(H-h_s-r)}{g}} = \sqrt{\frac{2(0.8-0.35-0.05)}{10}} = \sqrt{0.08}\text{s}$



$$E \text{ 点速度 } v'_E = \frac{d}{t} = \frac{0.6}{\sqrt{0.08}} = \frac{3\sqrt{2}}{2} \text{ m/s} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{从释放点到 } E \text{ 点, } mgh_2 - \frac{\mu_B}{2} mg\overline{BC} = \frac{1}{2}mv'^2_E, \text{ 得 } h_2 = 0.275\text{m} \quad (1 \text{ 分})$$

所以释放高度  $0.25\text{m} \leq h \leq 0.275\text{m}$

$$(3) \text{ 在脱离点: } mg\sin\theta = \frac{mv^2}{R}$$

$$\text{从脱离点到圆心位置沿着速度方向: } vt - \frac{1}{2}g\cos\theta t^2 = 0, \text{ 得 } t = \frac{2v}{g\cos\theta}$$

$$\text{垂直速度方向: } \frac{1}{2}g\sin\theta t^2 = R$$

$$\text{解得 } \sin\theta = \frac{1}{\sqrt{3}}, \cos\theta = \sqrt{\frac{2}{3}}, \quad (1 \text{ 分}) \quad v = \sqrt{\frac{\sqrt{3}}{3}gR} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{从释放点到抛出点, 由动能定理得: } mgh' - \frac{\mu_B}{2} mg\overline{BC} - mg(R + R\sin\theta) = \frac{1}{2}mv^2$$

$$\text{解得: } h' = \frac{13+4\sqrt{3}}{100}\text{m} \quad (1 \text{ 分})$$

$$17. (12 \text{ 分}) (1) 1\text{s}, 2 \text{ m/s} \quad (3 \text{ 分}) (2) (1 + \frac{\pi}{2})\text{s} \quad (6 \text{ 分}) (3) \text{能}, \frac{4}{9}\text{m/s} \quad (3 \text{ 分})$$

$$(1) \text{ 由题知棒甲做匀加速直线运动, 由牛顿第二定律可得 } a = \frac{BI_0 l}{m} = 2 \text{ m/s}^2 \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{由运动学公式有 } d = \frac{1}{2}at^2 \quad \text{解得 } t = 1\text{s} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{棒甲到达 } bb' \text{ 处的速度为 } v_0 = at = 2 \text{ m/s} \quad (1 \text{ 分})$$

$$(2) \text{ 碰后 } v'_\text{甲} = \frac{m_\text{甲} - m_\text{乙}}{m_\text{甲} + m_\text{乙}} v_0 = \frac{1-2}{1+2} \times 2 = -\frac{2}{3} \text{ m/s} \quad (1 \text{ 分})$$

$$v'_\text{乙} = \frac{2m_\text{甲}}{m_\text{甲} + m_\text{乙}} v_0 = \frac{2 \times 1}{1+2} \times 2 = \frac{4}{3} \text{ m/s} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{电感电动势与甲棒电动势相等 } Blv = L \frac{\Delta I}{\Delta t} \quad (1 \text{ 分}), \text{ 整理化简得 } I = \frac{Blx}{L}$$

$$\text{棒甲在磁场中的安培力 } F = -\frac{B^2 l^2}{L} x = -4x, \quad x \text{ 为向左的位移, 所以导体棒甲做简谐振动。}$$

$$\text{周期 } T = 2\pi \sqrt{\frac{m_\text{甲}}{k}} = 2\pi \sqrt{\frac{1}{4}} = \pi \text{ s} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{假设甲向左运动能不能穿出磁场, 则 } -\frac{0+4x}{2} x = 0 - \frac{1}{2}mv'^2_\text{甲}$$

$$\text{解得 } x = \frac{1}{3}\text{m} < 1\text{m}, \text{ 假设成立} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{所以甲棒在磁场中运动的总时间为 } t_\text{总} = t + \frac{1}{2}T = (1 + \frac{\pi}{2})\text{s} \quad (1 \text{ 分})$$

$$(3) \text{ 乙在右侧磁场中运动时, 设切割长度为 } l_x, \text{ 对乙应用动量}$$

$$\text{定理, 在极短时间内, 有 } \frac{B^2 l_x^2 v_x}{R} \cdot \Delta t = m \cdot \Delta v \quad (1 \text{ 分})$$

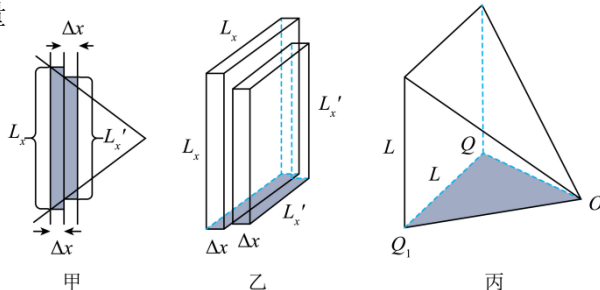
$$\text{令 } \Delta x = v_x \cdot \Delta t$$

$$\text{则对全过程有 } \sum \frac{B^2 l_x^2 \Delta x}{R} = \frac{B^2}{R} \sum \Delta V = \frac{B^2}{R} \cdot V_{\text{四棱锥}} = m_\text{乙} (v'_\text{乙} - v''_\text{乙})$$

其中,  $v''_\text{乙}$  是乙到达  $O$  点时的速度,

$$V_{\text{四棱锥}} = \frac{1}{3}l^2 h = \frac{1}{3}l^2 \cdot \frac{\frac{1}{2}l}{\tan \frac{\angle QOQ_1}{2}} = \frac{16}{9}\text{m}^3 \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } v''_\text{乙} = \frac{4}{9}\text{m/s} \quad (1 \text{ 分})$$



18. (13 分) (1)  ${}^2_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^1_0\text{n}$  (2 分) (2)  $v = \frac{qBR}{2m}$  (2 分)

(3)  $(2R, 0, -R)$  (5 分) (4)  $v_0 = \frac{qBR}{3m} \sqrt{\frac{1}{4} + \frac{4}{\pi^2}}$  (4 分)

(1)  ${}^2_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^1_0\text{n}$  (2 分)

(2) 根据牛顿第二定律得  $qvB = \frac{2mv^2}{R}$  (1 分)

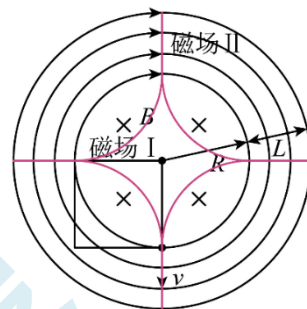
解得  $v = \frac{qBR}{2m}$  (1 分)

(3) 氦核在磁场 II 中的轨迹是半圆,  $r_2 = R$ , 在磁场 I 中的轨迹是  $\frac{1}{4}$  圆,

$r_1 = R$

周期都为  $T_{\text{氦}} = \frac{4\pi m}{qB}$  (1 分)

氦核第二次射入磁场 II 后重复之前的运动过程, 在磁场的最高点第三次射入磁场 II, 再重复之前的运动, 氦核在磁场中的运动轨迹在横截中的投影如图所示



所以粒子经过一次磁场 I 和磁场 II 所需时间为  $\frac{2\pi m}{qB} + \frac{\pi m}{qB} = \frac{3\pi m}{qB}$  (1 分)

所以  $\frac{3\pi m}{qB}$  时间内共有一次磁场 I 和磁场 II。

所以  $x = 2R$ , (1 分)  $y = 0$ , (1 分)  $z = -R$ , (1 分)

坐标为  $(2R, 0, -R)$

(4) 氦核在磁场中作螺线运动,  $r = 0.5R$ , (1 分)  $T_{\text{氦}} = \frac{6\pi m}{qB}$

所以氦核经 0.5 个周期与氦核相遇

$0.5R = \frac{3mv_y}{qB}$ , 得  $v_y = \frac{qBR}{6m}$  (1 分)

$v_x = \frac{2R}{\frac{3\pi m}{qB}} = \frac{2qBR}{3\pi m}$  (1 分)

所以  $v_0 = \frac{qBR}{3m} \sqrt{\frac{1}{4} + \frac{4}{\pi^2}}$  (1 分)