

金华十校 2025 年 4 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 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. 华为 Mate60 使用的是国产麒麟 9000s 芯片,外媒猜测该芯片是 7nm 工艺,纳米是一个基本物理量的单位,这个基本物理量是

- A. 质量 B. 长度 C. 时间 D. 电流

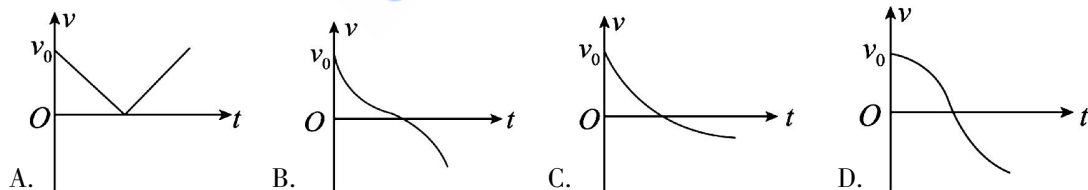
2. 蛇年春晚中的人形机器人与真人舞蹈演员一同表演了一场精彩的“AI 机器秧歌”舞。下列说法正确的是

- A. 机器人下蹲过程中,总是处于失重状态
B. 在研究机器人的舞蹈动作时可将其视为质点
C. 机器人手中匀速转动的手绢边缘上的一点始终处于受力平衡状态
D. 机器人静止站立时对地面的压力与地面对它的支持力是一对相互作用力



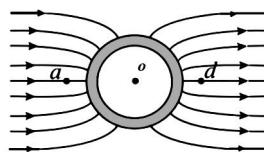
第 2 题图

3. 乒乓球比赛中,运动员发球时将乒乓球竖直上抛,若乒乓球受到的空气阻力与速率成正比,从抛出开始计时,以竖直向上为正方向,下列描述乒乓球速度随时间变化图像可能正确的是



4. 金属球壳在某匀强电场中达到静电平衡状态后,周围的电场分布如图 4 所示,其中 a 、 d 两点关于球心 o 对称,则

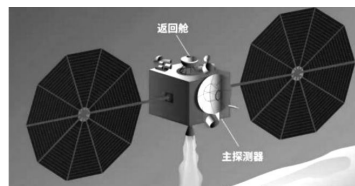
- A. o 点电场强度不为 0
B. a 点电势等于 d 点电势
C. a 点电场强度小于 d 点电场强度
D. a 、 o 间电势差等于 o 、 d 间电势差



第 4 题图

5. “天问二号”探测器即将出征,将再次创造中国航天新高度。假设“天问二号”绕地球的运动可视为匀速圆周运动,距地面的高度为 h ,飞行 n 圈所用时间为 t ，“天问二号”的总质量为 m ,地球半径为 R ,引力常量为 G ,则

- A. 地球的质量 $M = \frac{4\pi^2 n^2 R^3}{Gt^2}$



第 5 题图

B. 地球表面的重力加速度 $g = \frac{4\pi^2 n^2}{t^2 R^2} (R+h)^3$

C. 探测器的向心加速度 $a = \frac{Gm}{(R+h)^2}$

D. 探测器的线速度 $v = \sqrt{\frac{2\pi n R}{t}}$

6. 有关下列四幅图的描述,正确的是

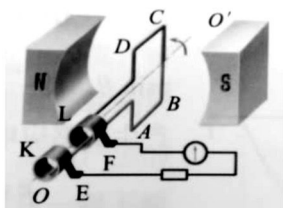


图 1

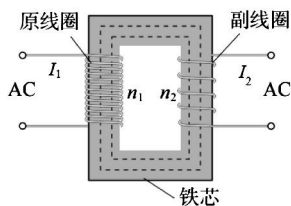


图 2



图 3

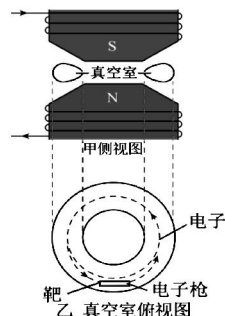
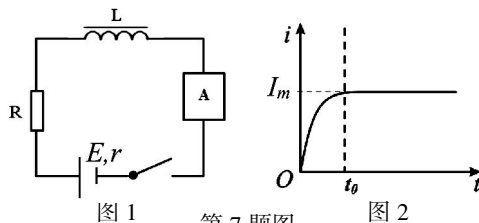


图 4

- A. 图 1 中,匀速转动的线圈此位置产生的电动势恰好为零
 B. 图 2 中,变压器原副线圈电流之比 $\frac{I_1}{I_2} = \frac{n_1}{n_2}$
 C. 图 3 中,强磁体从带有裂缝的铝管中静止下落(不计空气阻力)可视做自由落体运动
 D. 图 4 中,电子感应加速器中若电磁铁电流方向反向,可通过减小电流的方式实现电子的逆时针加速运动
7. 用图 1 电路探究自感电路中的电流变化,并用电流传感器记录显示。电源电动势为 E ,内阻为 r ,定值电阻为 R ,电感线圈的自感系数为 L (直流电阻不计),电流传感器 A 可视为电阻不计的电流表。闭合开关,电流传感器显示电流变化如图 2, t_0 后电流接近稳定,不考虑电磁辐射,则

- A. 电路稳定时的最大电流为 $I_m = \frac{E}{R}$
 B. $t=0$ 时刻,电感线圈消耗的电功率最大
 C. 闭合开关瞬间,线圈的自感电动势不可能大于 E
 D. $0 \sim t_0$ 时间内,通过电阻的电荷量为 $\frac{\sqrt{2} E t_0}{2(R+r)}$



第 7 题图

8. 如图 1, 宝石折光仪是用来测量宝石折射率的仪器。折光仪的基本原理如图 2, 把待测宝石紧密贴放在半球棱镜上, 标准光源发出黄光, 射向半球棱镜球心。通过棱镜射向被测宝石的光, 当入射角小于全反射临界角的光线会折射进宝石, 目镜上见不到这些光, 表现为暗域; 当入射角大于临界角的光线全反射回棱镜, 在目镜上表现为亮域。亮暗域的分界线相当于该临界角的位置, 目镜下安装有一个标尺, 刻有与此临界角相对应的折射率值。下列说法正确的是

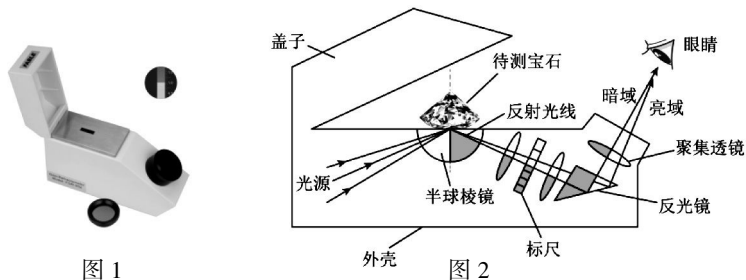
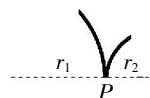


图 1

图 2

第 8 题图

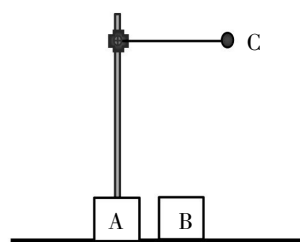
- A. 棱镜对黄光的折射率大于宝石对黄光的折射率
 B. 换用白光光源,测量宝石折射率的准确度会更高
 C. 换用红光光源,其明暗域分界线在标尺上的位置会在原黄光明暗域分界线位置的下方
 D. 把宝石的另一个侧面与棱镜接触,测得宝石的折射率与之前不同,说明宝石是非晶体
9. π^+ 介子会发生衰变,反应方程式为 $\pi^+ \rightarrow \mu^+ + \nu_\mu$,即生成一个 μ^+ 介子和一个 μ 子中微子。在云室中可观察到 π^+ 介子衰变前后部分粒子的运动轨迹,如图所示。已知云室中匀强磁场的方向垂直照片平面,粒子重力忽略不计,两段圆弧相切于 P 点,且 $r_1:r_2=2:1$ 。则 μ^+ 和 ν_μ 粒子的动量之比可能为



第9题图

- A. 1:1
 B. 1:3
 C. 3:1
 D. 2:1

10. 如图,质量均为 1kg 的木块 A 和 B 并排放置在光滑水平面上, A 上固定一竖直轻杆,轻杆上端系一长为 0.22m 的细线,细线另一端系一质量为 0.1kg 的球 C,现将球 C 拉起使细线水平,并由静止释放,当球 C 摆到最低点时,木块 A 恰好与木块 B 相撞并粘在一起,不计空气阻力,则

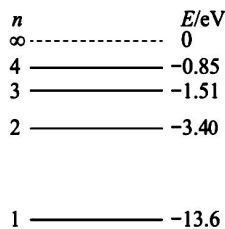


第10题图

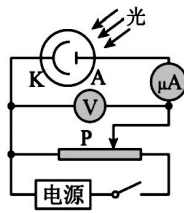
- A. 球 C 摆到最低点的速度是 $\sqrt{4.4}\text{ m/s}$
 B. 木块 A、B 原先间距 0.04m
 C. 球 C 通过最低点后向左摆动上升最大高度为 0.21m
 D. 球 C 开始下落到 A、B、C 三者相对静止,系统产生的热量为 0.005J

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)

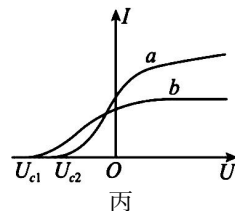
11. 一群处于 $n=4$ 能级的氢原子向低能级跃迁过程中发出不同频率的光,照射图乙所示的光电管阴极 K,只有频率为 ν_a 和 ν_b 的光能使它发生光电效应。分别用频率为 ν_a, ν_b 的两个光源照射光电管阴极 K,测得电流随电压变化的图像如图丙所示。下列说法正确的是



甲



乙



丙

- A. 图甲中,氢原子向低能级跃迁一共发出 6 种不同频率的光
 B. 图乙中,用频率 ν_b 的光照射时,将划片 P 向右滑动,电流表示数一定增大
 C. 图丙中,图线 a 所表示的光的光子能量为 12.09eV
 D. a 光和 b 光照射 K 极产生的光电子的德布罗意波长,必有 a 大于 b

12. 如图 1 是摄影师航拍到钱塘江两波潮水娓娓向对方走来,交织在一起形成壮观的景象。其原理为两列平面波相遇的干涉现象,可将两列波简化成如图 2 示意图(其中实线表示波峰,虚线表示波谷),甲、乙两列频率均为 0.5Hz 的水波以 2m/s 的速度传播,振幅均为 0.2m ,波面间形成夹角 120° ,此时 O 点刚开始起振,C 点距 O 点 8m ,则

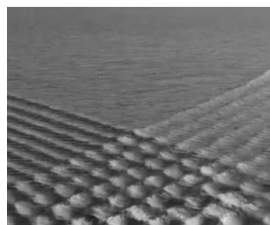


图 1

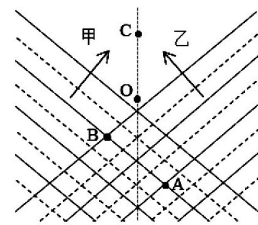


图 2

第12题图

A. C 点是振动加强点

B. 经过 $\frac{4\sqrt{3}}{3}$ s, 波传到 C 点

C. 图中此刻 A 点经过的总路程比 B 点多 1.6m

D. 稳定干涉后, O、C 连线间共有三个振动加强点 (不含 C、O)

13. 在无限长通电直导线周围某点产生的磁感应强度 B 与距离 r 的一次方成反比, 可表示为 $B = \frac{kI}{r}$ 。现有一半径为 R

的薄壁长圆筒如图 1, 其壁上电流 I_0 , 在筒内侧磁感应强度处处为 0, 筒外侧磁场可等效为一位于圆筒中心电流强度为 I_0 的长直导线所产生, 则

A. 圆筒侧壁单位面积受到的压力为 $\frac{kI_0^2}{2\pi R^2}$

B. 圆筒左半侧在 O 点产生的磁感应强度水平垂直纸面向里

C. 若在圆筒外侧同心放置一逆时针的圆形电流如图 2, 则圆形电流受到圆筒的吸引力

D. 若在圆筒轴线放置一反向电流也为 I_0 长直细导线如图 3, 则圆筒侧壁单位面积受力 $\frac{kI_0^2}{4\pi R^2}$

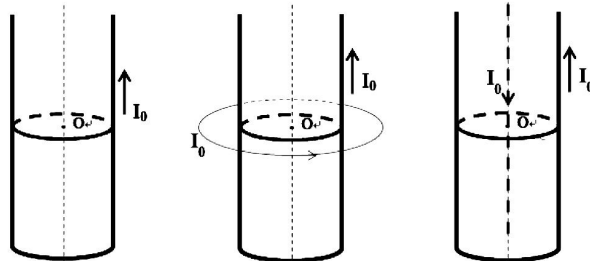


图 1

图 2

图 3

第 13 题图

非选择题部分

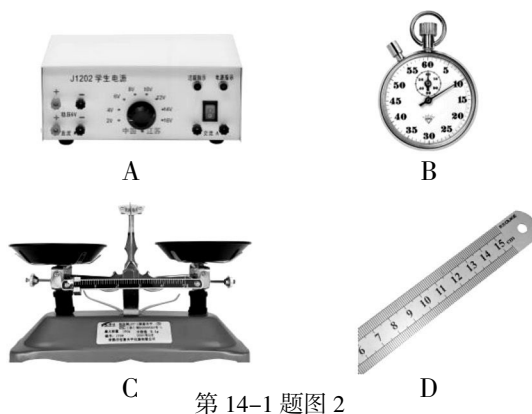
三、非选择题 (本题共 5 小题, 共 58 分)

14. 实验题 (I、II、III 三题共 14 分)

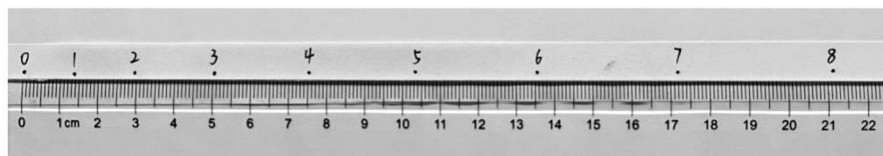
14-I. (6 分) 图 1、4 是“验证机械能守恒定律实验”的两种方案 (甲、乙) 的实验装置图。



第 14-1 题图 1



第 14-1 题图 2



第 14-1 题图 3

(1) 关于方案甲:

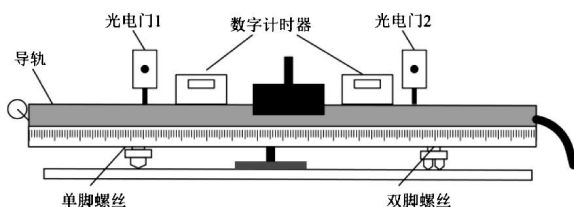
① 除了图 1 装置中的器材之外, 还必须从图 2 中选取实验器材的字母编号是 ▲;

② 图 1 中该同学将要释放纸带, 其操作不当之处是 ▲;

③若电源频率为 50Hz,计算图 3 中打下计数点 5 时纸带速度的大小为 m/s(保留 3 位有效数字)。

(2)关于方案乙,如图 4 所示,小明同学的部分实验步骤如下:

- a. 将气垫导轨调至水平;
- b. 在导轨的单脚螺丝下垫上一定厚度的垫片,让滑块从最高处由静止开始下滑,用数字计时器测出滑块依次经过光电门 1 和 2 时,遮光条的遮光时间 t_1 和 t_2 ;
- c. 取下垫片,用游标卡尺测量所用垫片的厚度 h ;
- d. 用刻度尺测量单脚螺丝到双脚螺丝连线的距离 l ;



第 14-1 题图 4

请回答下列问题:(已知当地重力加速度为 g)

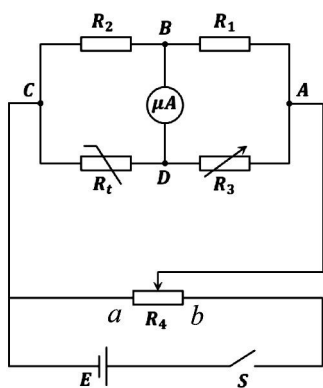
①为验证机械能守恒定律,下列物理量必须测量的是 。(多选)

- A. 遮光条的宽度 d B. 滑块和遮光条的总质量 M C. 光电门 1 和 2 之间的距离 x

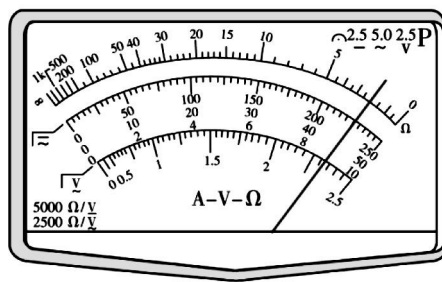
②若要得出机械能守恒定律的结论,以上测得的物理量应该满足怎样的关系?
(用题干所给字母及第①问中测量的物理量字母表示)。

14- II. (6 分)小明同学研究测量某热敏电阻 R_t (其室温下电阻约为 $2k\Omega$)的阻值随温度变化关系,设计了如图 1 所示电路,所用器材有:电源 $E(1.5V, 0.5\Omega)$, R_1, R_2 各为 280Ω 的电阻,电阻箱 $R_3(0\sim 99999.9\Omega)$,滑动变阻器 $R_4(0\sim 10\Omega)$,微安表($200\mu A$,内阻约 500Ω),开关 S ,导线若干。

(1)该同学使用多用电表欧姆挡粗测该热敏电阻室温下的阻值,读数如图 2 所示,则多用电表欧姆挡选择的是 (选填“ $\times 1K$ ”或“ $\times 100$ ”或“ $\times 10$ ”)。



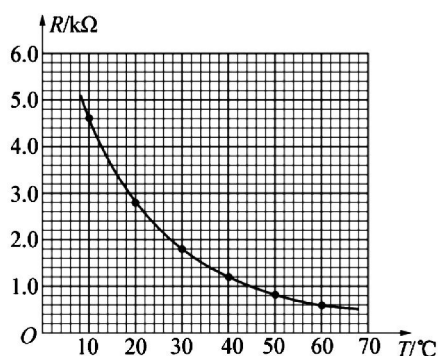
第 14- II 题图 1



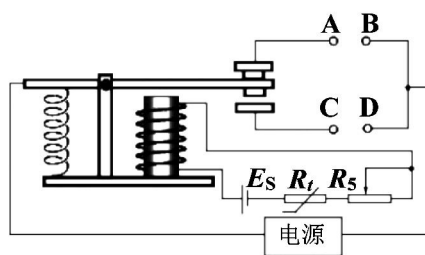
第 14- II 题图 2

(2)按图 1 连接电路,闭合开关 S 前,滑动变阻器的滑片 P 应滑到 (选填“ a ”或“ b ”)端;实验时,将热敏电阻置于温度控制室中,然后仔细调节 R_3, R_4 恰好使微安表的读数为 0,记录不同温度下相应的热敏电阻阻值。实验中得到的该热敏电阻阻值 R_t 随温度 T 变化的曲线如图 3 所示。若某次测量中 $R_3=600\Omega$,则此时热敏电阻的阻值为 Ω 。

(3)图 4 为用此热敏电阻 R_t 和继电器组成的一个简单恒温箱温控电路,继电器线圈的电阻为 300Ω 。当线圈中的电流大于或等于 $5mA$ 时,继电器的衔铁被吸合。图中为继电器线圈供电的电源电动势 $E_s=8V$,内阻可以不计。应该把恒温箱内加热器接 端(选填“ AB ”或“ CD ”)。如果要使恒温箱内的温度保持 $60^\circ C$,滑动变阻器 R_3 接入电路的电阻值为 Ω 。



第 14-Ⅱ题图 3

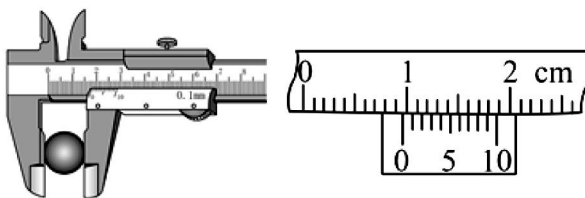


第 14-Ⅱ题图 4

14-Ⅲ. (2分)在“用单摆测量重力加速度”实验中,用秒表记录 50 次全振动的时间如图 1,秒表的读数为 ▲ s;用 10 分度的游标卡尺测量小球直径如图 2,小球直径为 ▲ cm。



第 14-Ⅲ题图 1



第 14-Ⅲ题图 2

15. (8分)如图 1 所示,一质量为 $m=1\text{kg}$ 、导热性能良好的汽缸放置在水平地面上,右端开口,汽缸壁内设有卡口,用一质量不计、面积为 $S=100\text{cm}^2$ 的活塞,密封一定质量的理想气体,活塞厚度可忽略且能无摩擦滑动。开始时气体处于温度 $T_1=300\text{K}$ 、体积 $V_1=500\text{cm}^3$ 的状态 A。现用一细线竖直悬挂活塞,待稳定至如图 2 所示状态 B,此时活塞恰好到达气缸内的卡口处,活塞与卡口无相互作用力。随后将气缸内气体加热至温度为 $T_3=330\text{K}$ 的状态 C,从状态 A 到状态 C 的过程中气体内能共增加了。大气压 $p_0=1.01\times 10^5\text{Pa}$,求:

- (1) 气体从状态 A 到状态 B 过程,分子平均动能 ▲ (选填“增大”、“减小”或“不变”),器壁单位面积所受气体分子的平均作用力 ▲ (选填“变大”、“变小”或“不变”);
- (2) 在状态 C 的压强 P_3 ;
- (3) 由状态 A 到状态 C 过程中一共从外界吸收热量 Q 。

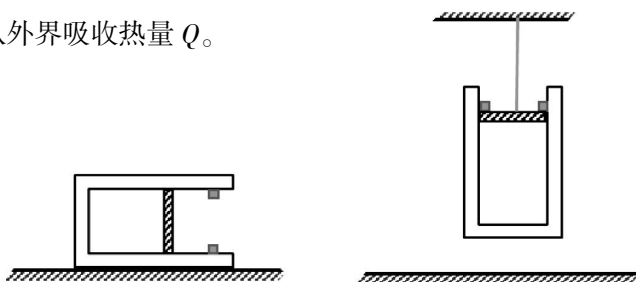


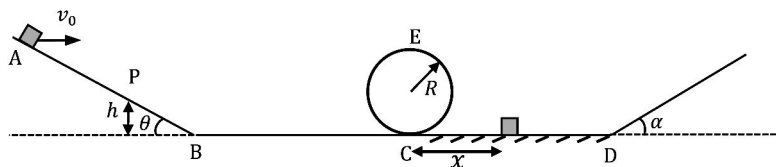
图 1

图 2

第 15 题图

16. (11分)如图所示,一倾角为 $\theta=37^\circ$ 的斜面 AB 与水平面 BCD 在 B 点平滑相接,圆轨道最低点为 C (稍有错开), E 为最高点,半径 $R=0.2\text{m}$, CD 段长 $L=1.275\text{m}$, D 端与一足够长的光滑斜面平滑相接。质量 $m=0.1\text{kg}$ 的小物块1从斜面顶点 A 以 $v_0=\sqrt{10}\text{m/s}$ 的速度水平向右抛出,落在斜面上的 P 点,假设小物块1落到 P 点前后,平行斜面方向速度不变,垂直斜面方向速度立即变为零。在 CD 段距离 C 点 x 处有一与小物块1完全相同的小物块2,两物块相碰后立即粘连在一起。已知小物块1第一次过圆轨道最高点 E 时的速度为 $v_E=2\sqrt{10}\text{m/s}$,两小物块与 CD 段的动摩擦因数均为 $\mu=0.5$,轨道其余部分均光滑,调整小物块2与 C 点间的距离 x ,使得小物块合体最终停在 CD 上的某点 M 且全程不脱离轨道($g=10\text{m/s}^2$, $\sin 37^\circ=0.6$, $\cos 37^\circ=0.8$),求:

- (1)小物块1第一次运动到 C 点时对轨道的压力 F_N ;
- (2)小物块1在斜面上的落点 P 距离水平面的高度 h
- (3) M 与 C 点间的距离 s 与 x 的关系。(结果用 x 表示)



第16题图

17. (12分)某同学设计了一个发电测速装置,工作原理如图1所示。半径分别为 r 、 $2r$ 的两个圆形金属导轨安装在竖直平面上,两根长为 $4r$ 的金属棒互相垂直,且与圆形导轨接触良好,中心 O 端固定在圆心处的转轴上。转轴的左端有一个半径也为 r 的圆盘,圆盘和金属棒能随转轴一起转动。圆盘上绕有足够长且不可伸长的细线,下端挂着一个质量为 M 的重物。在圆形金属导轨四分之一区域内存在垂直于导轨平面向右的匀强磁场,装置侧视图如图2所示,磁感应强度大小为 B 。重物由静止释放,细线与圆盘间没有滑动,金属棒、导线及电刷的电阻均不计,内外圆形导轨电阻分别为 R 、 $2R$,内外圆形导轨、金属棒和圆盘质量均不计,重力加速度大小取 g ,求:

- (1)圆盘以角速度 ω_0 转动时,某时刻金属棒所在位置如图2
 - ①金属棒 OD 部分产生的电动势 E ;
 - ②金属棒 ED 间的电势差 U ;
- (2)下落过程中重物的最大速度 v_m ;
- (3)当圆盘转过 θ (弧度)时,圆形导轨角速度达到 ω ,求铝块由静止释放下落时间 t_0 。

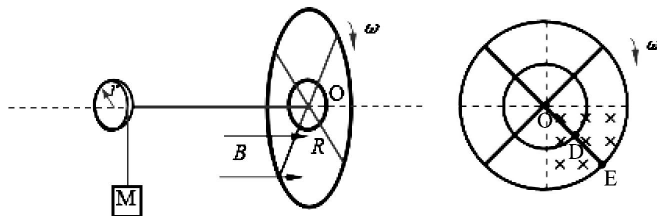
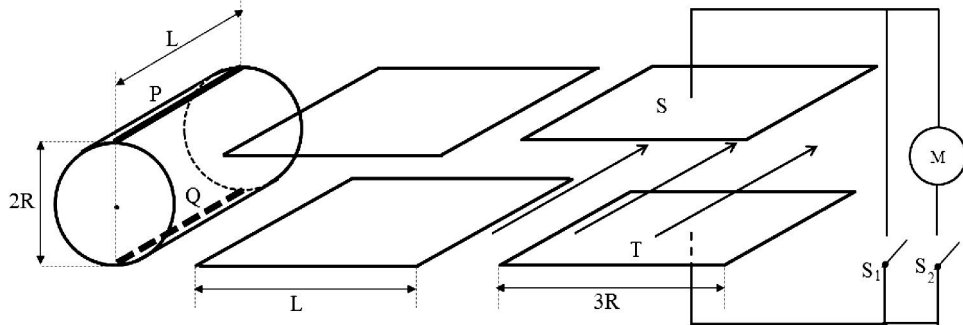


图1

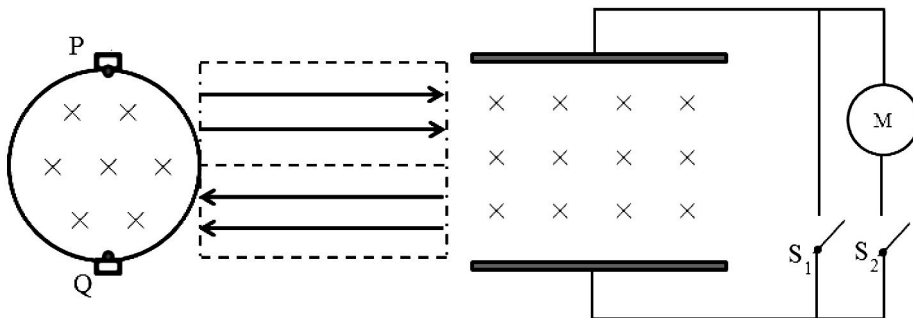
图2

第17题图

18. (13分)图1为某离子发电装置,可简化为三个区域:离子发射区、加速区和发电区,图2是其截面示意图。发射区存在一垂直纸面向里的半径为 R 的圆形匀强磁场区域,磁感应强度为 B ,长度均为 L 的线状离子发射源 P (正离子源)、 Q (负离子源)正对位于磁场的上下顶点;加速区由两高度均为 R ,长、宽均为 L 的匀强电场组成,电场强度 $E = \frac{12qB^2R^2}{mL}$,电场方向相反;发电区由长为 $3R$,宽为 L 的平行金属板 S 、 T 组成,板间存在垂直纸面向里,大小可调的匀强磁场,金属板外连接开关和电动机,开关初始均断开。电场上下边界及金属板 S 、 T 均与圆形磁场上下边界切线共线。离子发射源 P 、 Q 单位时间单位长度分别能向右侧 90° 范围内均匀发射 N 个质量为 m ,初速率相同,电量为 q 的离子,且所有离子均能水平离开圆形磁场区域。不考虑离子间作用力及离子重力,求:
- (1)离子发射的初速率 v_0 及发射区内离子运动的最长时间;
 - (2)当发电区磁感应强度为 B 时,提供的最大电动势及闭合 S_1 且电路稳定时的外电路电流;
 - (3)当发电区磁感应强度 $B=5B$ 时,保持 S_1 断开,闭合 S_2 ,待电路稳定后,测得金属板间电压为 $U = \frac{40qB^2R^2}{m}$,电动机此时消耗的功率多大?



第18题图1



第18题图2

金华十校 2025 年 4 月高三模拟考试

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）

- 1.B 2.D 3.C 4.D 5.B
6.A 7.C 8.A 9.B 10.C

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.AC 12.AC 13.BD

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.（6 分）

- (1) ①D（1 分）；
②重锤离打点计时器太远或纸带在墨粉盘的上方（1 分）（写出一处即可得 1 分）；
③1.50（1 分）
(2) ①AC（2 分）；
② $g \frac{hx}{l} = \frac{1}{2} \left(\frac{d}{t_2} \right)^2 - \frac{1}{2} \left(\frac{d}{t_1} \right)^2$ （1 分）；

II.（6 分）

- (1) “×1K”（1 分）；
(2) a （1 分）；600（1 分）
(3) AB（1 分）；700（2 分）；

III.（2 分）58.5（1 分）；0.97（1 分）

15.（8 分）

(1)（2 分）不变（1 分）；变小（1 分）

(2)（4 分） $p_1 = p_0$ （1 分）

$$p_2 = p_0 - \frac{mg}{S} \quad (1 \text{ 分})$$

$$p_2 = 1.00 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$\frac{P_2}{T_2} = \frac{P_3}{T_3} \quad (1 \text{ 分})$$

$$P_3 = 1.1 \times 10^5 \text{ Pa} \quad (1 \text{ 分})$$

(3)（2 分） $W_1 = -Q_1 = -0.5 \text{ J}$ （1 分） $W_2 = 0 \text{ J}$

$$\Delta U = W_1 + W_2 + Q$$

$$Q = 13.1 \text{ J} \quad (1 \text{ 分})$$

或 $\Delta U_1 = 0$ $\Delta U_2 = W_2 + Q_2$ $Q_2 = 12.6 \text{ J}$ （1 分）

$Q = Q_1 + Q_2 = 13.1 \text{ J}$ （1 分）

16. (11分)

(1) E→C 过程: $mg \cdot 2R = \frac{1}{2}mv_C^2 - \frac{1}{2}mv_E^2$ (1分)

在 C 点: $F_N - mg = m\frac{v_C^2}{R}$ (1分)

解得 $F_N = 25N$

由牛顿第三定律, 物块对轨道的压力 $F_N = 25N$, 方向竖直向下 (1分)

(2) A→P 过程: $v_y = v_0 \cdot 2 \tan \theta$

P 点: $v_p = v_0 \cdot \cos \theta + v_y \sin \theta$ (1分)

P→C 过程: $mgh = \frac{1}{2}mv_C^2 - \frac{1}{2}mv_P^2$ (1分)

得: $h = 0.955m$ (1分)

(3) 两滑块碰撞: $\begin{cases} mv = 2mv_{共} \\ \frac{1}{2}2mv_{共}^2 = \frac{1}{4}mv^2 \end{cases}$, 即碰后两物块总动能变为碰前一半 (1分)

若 $0 \leq x \leq 0.1m$ 时, 小物块第一次过 D 点前就停止:

$-\mu 2mg(s-x) = 0 - \frac{1}{2}(\frac{1}{2}mv_{C1}^2 - \mu mgx)$ (1分)

可得 $s = 1.2 + 0.75x$ ($0 \leq x \leq 0.1m$) (1分)

若 $0.1 < x \leq 1.275m$ 时, 小物块第二次过 D 点后返回 C 点前停止:

$-\mu 2mg(2L-x-s) = 0 - \frac{1}{2}(\frac{1}{2}mv_{C1}^2 - \mu mgx)$ (1分)

可得 $s = 1.35 - 0.75x$ ($0.1 < x \leq 1.275m$) (1分)

17. (12分)

(1) (2分) $E = \frac{1}{2}Br^2\omega_o$ (1分) $U = \frac{3}{2}Br^2\omega_o$ (1分)

(2) (5分)

法一: $Mg\omega_m r = \frac{(\frac{1}{2}Br^2\omega_m)^2}{\frac{R}{8}} + \frac{(2Br^2\omega_m)^2}{\frac{R}{4}}$, $\omega_m = \frac{MgR}{18B^2r^3}$, $v_m = \omega_m r = \frac{MgR}{18B^2r^2}$

法二: $\frac{\frac{1}{2}Br^2\omega}{\frac{R}{8}} = \frac{4Br^2\omega}{R} = I \frac{2Br^2\omega}{\frac{R}{4}} = \frac{8Br^2\omega}{R} = 2I$

$Mgr = B3Ir \frac{r}{2} + B2Ir \frac{3r}{2}$, $\omega_m = \frac{MgR}{18B^2r^3}$, $v_m = \omega_m r = \frac{MgR}{18B^2r^2}$

(3) (5分) 法一:

$$Mg\omega r = \frac{18B^2r^4\omega^2}{R} + \frac{\Delta(\frac{1}{2}M\omega^2r^2)}{\Delta t}$$

$$Mg\omega r = \frac{18B^2r^4\omega^2}{R} + M\omega r^2 \frac{\Delta\omega}{\Delta t}$$

$$Mg r \Delta t = \frac{18B^2r^4}{R} \Delta\theta + M\omega r^2 \Delta\omega$$

$$Mg r t = \frac{18B^2r^4}{R} \theta + M\omega r^2$$

$$t = \frac{M\omega r + \frac{18B^2r^3\theta}{R}}{Mg}$$

法二:

$$Mg\Delta t - F_T \Delta t = M\Delta v$$

$$\sum Mg\Delta t - \sum F_T \Delta t = \sum M\Delta v$$

其中, 转动力矩平衡, 即拉力与安培力力矩等大

$$F_T r = B3Ir \frac{r}{2} + B2Ir \frac{3r}{2}$$

$$\text{得: } F_T = \frac{18B^2r^3\omega}{R}$$

$$Mgt - \frac{18B^2r^3\omega}{R} t = M\omega r$$

$$Mgt - \frac{18B^2r^3\theta}{R} = M\omega r$$

$$t = \frac{M\omega r + \frac{18B^2r^3\theta}{R}}{Mg}$$

法三: $Mg\Delta x = \Delta E_k + \Delta E_{\text{电}}$

$$Mg\Delta x = Ma\Delta x + \frac{18B^2r^4\omega^2}{R}\Delta t$$

$$Mg\Delta x = Ma\Delta x + \frac{18B^2r^4\omega}{R}\Delta\theta$$

$$Mg\Delta x = Ma\Delta x + \frac{18B^2r^3\omega}{R}\Delta x$$

$$Mg\Delta t = Ma\Delta t + \frac{18B^2r^3\omega}{R}\Delta t$$

$$Mgt = M\omega r + \frac{18B^2r^3\theta}{R}$$

$$t = \frac{M\omega r + \frac{18B^2r^3\theta}{R}}{Mg}$$

18. (13分)

(1) (3分) 离子圆周运动, 洛伦兹力提供向心力: $qv_0B = \frac{mv_0^2}{R}$ (1分),

故 $v_0 = \frac{qBR}{m}$ (1分)

圆周运动周期 $T = \frac{2\pi m}{qB}$,

竖直方向入射在磁场中运动的圆心角 90° 最大, 时间最长, 故 $t = \frac{T}{4} = \frac{\pi m}{2qB}$ (1分)

(2) (6分) 加速区, 由动能定理: $EqL = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$ (1分)

代入得: $v = 5v_0$ (1分)

金属板间达到最大电动势, 即断路下, 离子进入金属板间受力平衡: $qvB = \frac{E_m}{2R}q$ (1分)

得: $E_m = \frac{10qB^2R^2}{m}$ (1分)

短路时, 金属板间电压为 0, 即离子在板间做圆周运动, 电流即为单位时间内打到金属板的电荷量。

考虑此时圆周运动半径 $r = \frac{mv}{qB} = 5R$ (1分), 可知, 从两金属板中间进入的离子恰好打到

板上右端点, 即所有入射离子均能达到板上

则: $I_{\text{短}} = NLq$ (1分)

(3) (4分) 当电压为 $U = \frac{40qB^2R^2}{m}$ 时, 利用配速法对离子的运动进行分解, 即速度分解为

$$v = v_1 + v_2, \text{ 令 } qv_1B = \frac{U}{2R}q \text{ (1分)}$$

$$\text{得 } v_1 = 4v_0, \quad v_2 = v_0,$$

则可看做以 v_1 匀速直线运动, 以 v_2 匀速圆周运动, 圆周运动半径 $r_2 = \frac{mv_2}{qB} = \frac{mv_0}{q5B} = 0.2R$,

(1分)

则单位时间内离两板间距在 $0.4R$ 范围内进入发电区的离子可以打到金属板形成稳定电流。在发射区做运动轨迹图, 可得从距离板 $0.4R$ 入射发电区的离子发射时与竖直方向夹角 37° ,

$$\text{故单位时间打到金属板的离子数 } N' = \frac{53}{90}NL \text{ (1分)}, \text{ 电流为 } I' = \frac{53}{90}NqL$$

$$\text{故电功率 } P = UI = \frac{212NLq^2B^2R^2}{9m} \text{ (1分)}。$$