

2025年1月浙江物理选考试卷

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. 我国新一代车用电池能够提供更长的续航里程，其参数之一为 $210 \text{ W} \cdot \text{h}/\text{kg}$ 。其中单位“ $\text{W} \cdot \text{h}$ ”(瓦时)对应的物理量是

- A. 能量 B. 位移 C. 电流 D. 电荷量

2. 我国水下敷缆机器人如图所示，具有“搜寻-挖沟-敷埋”一体化作业能力。可将机器人看成质点的是

- A. 操控机器人进行挖沟作业
B. 监测机器人搜寻时的转弯姿态
C. 定位机器人在敷埋线路上的位置
D. 测试机器人敷埋作业时的机械臂动作



第2题图

3. 中国运动员以121公斤的成绩获得2024年世界举重锦标赛抓举金牌，举起杠铃稳定时的状态如图所示。下列说法正确的是

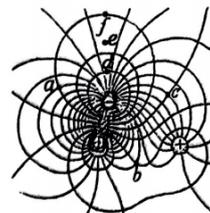
- A. 双臂夹角越大受力越小
B. 杠铃对每只手臂作用力大小为605N
C. 杠铃对手臂的压力和手臂对杠铃的支持力是一对平衡力
D. 在加速举起杠铃过程中，地面对人的支持力大于人与杠铃总重力



第3题图

4. 三个点电荷的电场线和等势面如图所示，de和ef之间的距离相等，则

- A. a点电势高于b点电势
B. a、c两点的电场强度相同
C. d、f间电势差为d、e间电势差的两倍
D. 从a到b与从f到b，电场力对电子做功相等



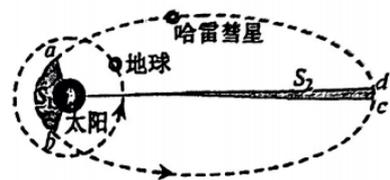
第4题图

5. 有一离地面高度20m、质量为 $2 \times 10^{-13} \text{ kg}$ 稳定竖直降落的沙尘颗粒，在其降落过程中受到的阻力与速率 v 成正比，比例系数 $k = 1 \times 10^{-9} \text{ kg/s}$ ，则它降落到地面的时间约为

- A. 0.5h B. 3h C. 28 h D. 166 h

6. 地球和哈雷彗星绕太阳运行的轨迹如图所示，彗星从a运行到b，从c运行到d的过程中，与太阳连线扫过的面积分别为 S_1 和 S_2 ，且 $S_1 > S_2$ 。彗星在近日点与太阳中心的距离约为地球公转轨道半径的0.6倍，则彗星

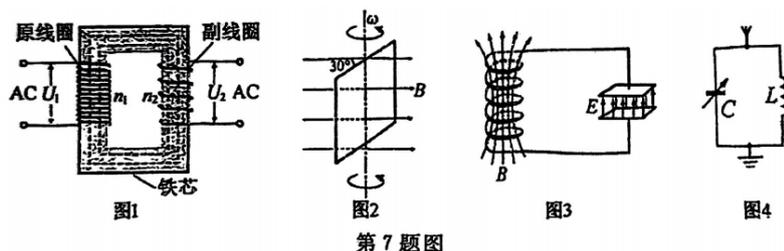
- A. 在近日点的速度小于地球的速度
B. 从b运行到c的过程中动能先增大后减小



第6题图

- C. 从a运行到b的时间大于从c运行到d的时间
 D. 在近日点加速度约为地球的加速度的0.36倍

7、有关下列四幅图的描述，正确的是

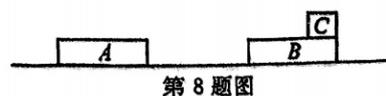


第 7 题图

- A. 图 1 中, $U_1:U_2 = n_1:n_2$
 B. 图 2 中, 匀速转动的线圈电动势正在增大
 C. 图 3 中, 电容器中电场的能量正在增大
 D. 图 4 中, 增大电容C, 调谐频率增大

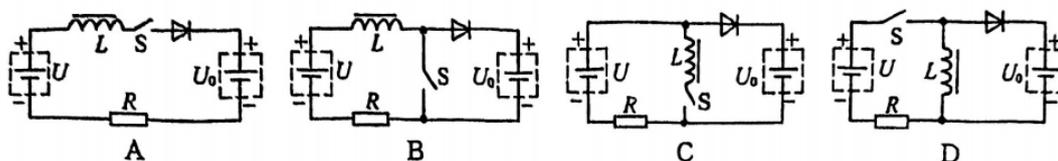
8. 如图所示, 光滑水平地面上放置完全相同的两长板A和B, 滑块C (可视为质点) 置于B的右端, 三者质量均为1kg。A以4 m/s 的速度向右运动, B和C一起以2m/s的速度向左运动, A和B发生碰撞后粘在一起不再分开。已知A和B的长度均为0.75m, C与A、B间动摩擦因数均为0.5, 则

- A. 碰撞瞬间 C 相对地面静止
 B. 碰撞后到三者相对静止, 经历的时间为0.2s
 C. 碰撞后到三者相对静止, 摩擦产生的热量为12J
 D. 碰撞后到三者相对静止, C相对长板滑动的距离为0.6m



第 8 题图

9. 新能源汽车日趋普及, 其能量回收系统可将制动时的动能回收再利用, 当制动过程中回收系统的输出电压(U)比动力电池所需充电电压(U_0)低时, 不能直接充入其中。在下列电路中, 通过不断打开和闭合开关S, 实现由低压向高压充电, 其中正确的是



10. 测量透明溶液折射率的装置如图1所示。在转盘上共轴放置一圆柱形容器, 容器被透明隔板平分两部分, 一半充满待测溶液, 另一半是空气。一束激光从左侧沿直径方向入射, 右侧放置足够大的观测屏。在某次实验中, 容器从图2(俯视图)所示位置开始逆时针匀速旋转, 此时观测屏上无亮点; 随着继续转动, 亮点突然出现, 并开始计时, 经 Δt 后亮点消失。已知转盘转动角速度为 ω , 空气折射率为1, 隔板折射率为n, 则待测溶液

折射率 n 为(光从折射率 n_1 的介质射入折射率 n_2 的介质，入射角与折射角分别为 θ_1 与 θ_2 ，

有 $\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{n_2}{n_1}$)

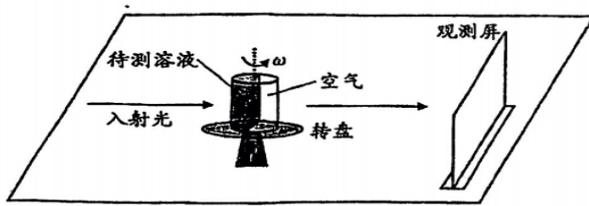


图1

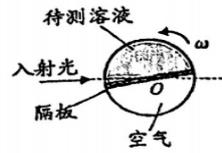


图2

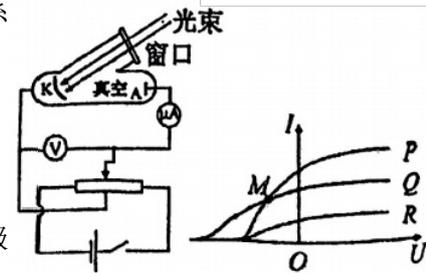
第 10 题图

- A. $\frac{1}{\sin(\frac{\omega \Delta t}{2})}$ B. $\frac{1}{\sin(\frac{\pi - \omega \Delta t}{2})}$ C. $\frac{n}{\sin(\frac{\omega \Delta t}{2})}$ D. $\frac{n}{\sin(\frac{\pi - \omega \Delta t}{2})}$

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，三束由氢原子发出的可见光P、Q、R分别由真空玻璃管的窗口射向阴极K。调节滑动变阻器，记录电流表与电压表示数，两者关系如图2所示。下列说法正确的是

- A. 分别射入同一单缝衍射装置时，Q的中央亮纹比R宽
 B. P、Q产生的光电子在K处最小德布罗意波长，P大于Q
 C. 氢原子向第一激发态跃迁发光时，三束光中Q对应的能级最高



D. 对应于图2中的M点，单位时间到达阳极A的光电子数目，P多于Q

12. 如图1所示，两波源 S_1 和 S_2 分别位于 $x = 0$ 与 $x = 12m$ 处，以 $x = 6m$ 为边界，两侧为不同的均匀介质。 $z=0$ 时两波源同时开始振动，其振动图像相同，如图2所示。 $t=0.1s$ 时 $x=4m$ 与 $x=6m$ 两处的质点开始振动。不考虑反射波的影响，则

- A. $t=0.15s$ 时两列波开始相遇
 B. 在 $6m < x \leq 12m$ 间 S_2 波的波长为1.2m
 C. 两列波叠加稳定后， $x=8.4m$ 处的质点振动减弱
 D. 两列波叠加稳定后，在 $0 < x < 6m$ 间共有7个加强点

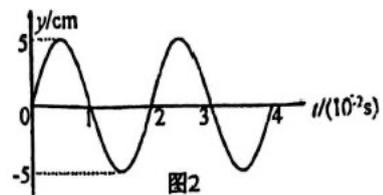
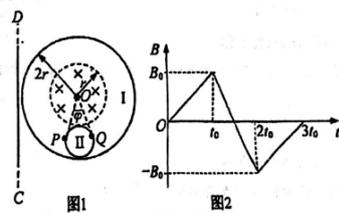


图2

13. 如图1所示，在平面内存在一以O为圆心、半径为r的圆形区域，其中存在一方向垂直平面的匀强磁场，磁感应强度B随时间变化如图2所示，周期为 $3t$ 。变化的磁场在空间产生感生电场，电场线为一系列以O为圆心的同心圆，在同一电场线上，电场强度大小相同。在同一平面内，有以O为圆心的半径为 $2r$ 的导电圆环I，r的导电圆环II，电阻均为R，圆心O对圆环II上P、Q两点的张角 $\varphi = 30^\circ$ ，另有一可视为无限长的直导线CD。导电圆环间绝缘，且不计相互影响，则



第 13 题图

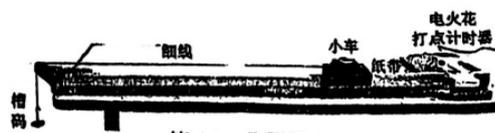
- A. 圆环 I 中电流的有效值
- B. $t=1.5t_0$ 时刻直导线 CD 电动势为 $\pi r^2 \frac{B_0}{t_0}$
- C. $t=0.5t_0$ 时刻圆环 II 中电流为 $\frac{\pi r^2 B_0}{12Rt_0}$
- D. $t=0.5t_0$ 时刻圆环 II 上 PQ 间电动势为 $\frac{1}{12} \pi r^2 \frac{B_0}{t_0}$

非选择题部分

三、非选择题(本题共5小题，共58分)

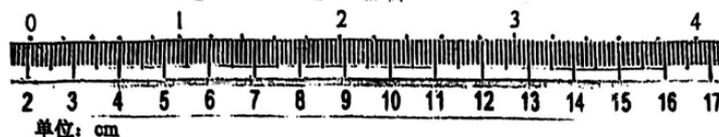
14. 实验题(I、II、III三题共14分)

14-I. (6分) “探究加速度与力、质量的关系”的实验装置如图1所示。



第 14-I 题图 1

(1) 如图2是某次实验中得到的纸带的一部分。每5个连续打出的点为一个计数点，电源频率为50Hz，打下计数点3时小车速度为 ▲ m/s (保留三位有效数字)。



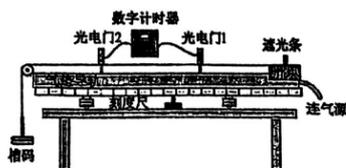
第 14-I 题图 2

(2) 下列说法正确的是 ▲ (多选)

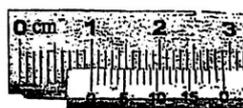
- A. 改变小车总质量，需要重新补偿阻力
- B. 将打点计时器接到输出电压为8V的交流电源上
- C. 调节滑轮高度，使牵引小车的细线跟长木板保持平行
- D. 小车应尽量靠近打点计时器，并应先接通电源，后释放小车

(3) 改用如图3所示的气垫导轨进行实验。气垫导轨放在水平桌面上并调至水平，滑块在槽码的牵引下先后通过两个光电门，配套的数字计时器记录了遮光条通过光电门1、2的遮光时间分别为 Δt_1 、 Δt_2 ，测得两个光电门间距为 x ，用游标卡尺测量遮光条宽度 d ，结果如图4所示，其读数 $d =$ ▲ mm，则滑块加速度 $a =$ ▲

(用题中所给物理量符号表示)。



第 14-I 题图 3



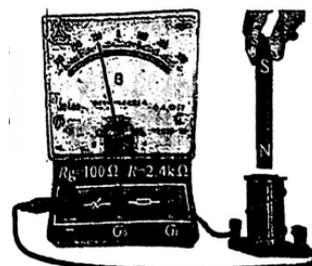
第 14-I 题图 4

14-II. (3分) 在“探究影响感应电流方向的因素”实验中，当电流从“-”接线柱流入灵敏电流表，指针左偏；从“ G_0 ”或“ G_1 ”接线柱流入，指针右偏。如图所示是某次实验中指针偏转角度最大的瞬间，则

(1) 此时磁铁的运动状态是 ▲ (选填“向上拔出”、“静止”或“向下插入”)。

(2) 只做以下改变，一定会增大图中电流表指针偏转角度的是 ▲ (多选)

- A. 磁铁静止，向上移动线圈
- B. 增大(1)中磁铁运动速度
- C. 将导线从接线柱 G_1 移接至接线柱 G_0
- D. 将一个未与电路相接的闭合线圈套在图中线圈外



第 14-II 题图

14-III. (5分) 某同学研究半导体热敏电阻(其室温电阻约为几百欧姆) R_t 的阻值随温度规律，设计了如图所示电路。器材有：电源 $E(4.5V, 0.5\Omega)$ ，电压表(3V, 50k Ω)，滑动变阻器 R (A: “0~10 Ω ”或B: “0~100 Ω ”), 电阻箱 $R_1(0\sim 99999.9)$ ，开关、导线若干。

(1) 要使 cd 两端电压 U 。在实验过程中基本不变，滑动变阻器选 ▲ (选填“A”或“B”)；

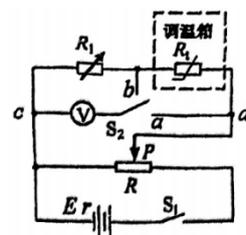
(2) 正确连线，实验操作如下：

① 滑动变阻器滑片 P 移到最左端，电阻箱调至合适阻值，合上开关 S_1 ；

② 开关 S_2 切换到 a ，调节滑片 P 使电压表示数为 $U_0=2.50V$ ；再将开关 S_2 切换到 b ，电阻箱调至 $R_1=200.0\Omega$ ，记录电压表示数 $U_1=1.40V$ 、调温箱温度 $t_1=20^\circ C$ ，则温度 t 下 $R_t=$ ▲ Ω (保留三位有效数字)；

③ 保持 R_1 、滑片 P 位置和开关 S_2 状态不变，升高调温箱温度，记录调温箱温度和相应电压表示数，得到不同温度下 R_t 的阻值。

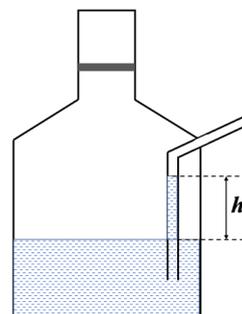
(3) 请根据题中给定的电路且滑片 P 位置保持不变，给出另一种测量电阻 R_t 的简要方案。 ▲



第 14-III 题图

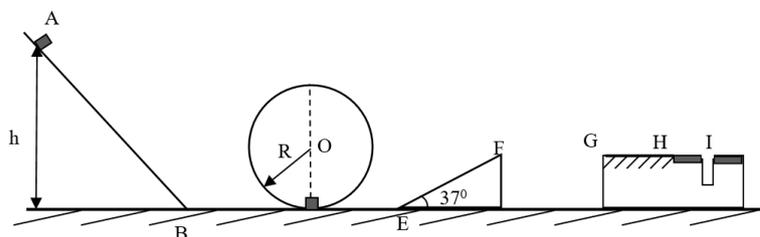
15. (8分) 如图所示，导热良好带有吸管的瓶子，通过瓶塞密闭 $T_1 = 300K$ ，体积 $V_1 = 1 \times 10^3 \text{cm}^3$ 处于状态1的理想气体，管内水面与瓶内水面高度差 $h = 10\text{cm}$ ，将瓶子放进 $T_2 = 303K$ 的恒温水中，瓶塞无摩擦地缓慢上升恰好停在瓶口，液面差 h 不变，瓶内气体处于状态2，此时锁定瓶塞，并缓慢吸出吸管内的水，使管内与瓶内液面等高，气体处于状态3。已知从状态2到状态3气体对外做功 $W = 1.02J$ ，从状态1到状态3气体吸收热量 $Q = 4.56J$ ，大气压强 $P_0 = 1.0 \times 10^5 \text{Pa}$ ，水的密度 $\rho = 1 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ ，忽略液体表面张力和水蒸气对压强的影响。

- (1) 从状态2到状态3，理想气体热运动的平均速度_____（“增大”、“不变”、“减小”），单位时间撞击单位面积瓶壁的分子数_____（“增大”、“不变”、“减小”）；
- (2) 求状态3理想气体的体积 V_3 ；
- (3) 求从状态1到状态3理想气体内能的改变量 ΔU ；



16. (11分) 一游戏装置的竖直截面如图所示。倾斜直轨道AB、半径为R的竖直螺旋轨道、水平轨道BC和CE、倾角为 37° 的倾斜直轨道EF平滑连接成一个抛体装置。该装置除EF段轨道粗糙外，其余各段均光滑，F点与水平高台GHI等高。游戏开始，一质量为m的滑块1从轨道AB上的高度h处静止滑下，与静止在C点、质量也为m的滑块2发生完全非弹性碰撞后组合成滑块3，滑上滑轨。若滑块3落在GH段，反弹后水平分速度保持不变，竖直分速度减半；若滑块落在H点右侧，立即停止运动。已知 $R=0.2\text{m}$ ， $m=0.1\text{kg}$ ，EF段长度 $L=\frac{5}{16}m$ ，FG间距 $L_{FG}=0.4\text{m}$ ，GH间距 $L_{GH}=0.22\text{m}$ ，HI间距 $L_{HI}=0.1\text{m}$ ，EF段 $\mu=0.25$ 。滑块1、2、3均可视为质点，不计空气阻力， $\sin 37^\circ = 0.6$ ， $\cos 37^\circ = 0.8$

- (1) 若 $h=0.8\text{m}$ ，求碰撞后瞬间滑块3的速度大小 v_C ；
- (2) 若滑块3恰好能通过圆轨道CDC'，求高度h；
- (3) 若滑块3最终落入I点的洞中，则游戏成功。讨论游戏成功的高度h

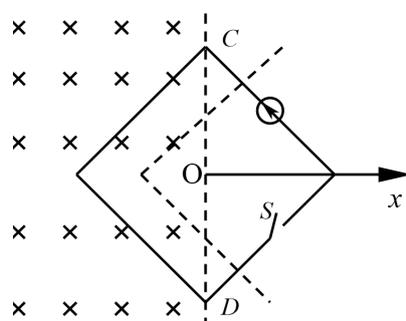


17. (12分) 如图所示，接有恒流源的正方形线框边长 $\sqrt{2}L$ 、质量 m 、电阻 R ，放在光滑水平地面上，线框部分处于垂直地面向下、磁感应强度为 B 的匀强磁场中。以磁场边界 CD 上一点为坐标原点，水平向右建立 Ox 轴，线框中心和一条对角线始终位于 Ox 轴上。开关 S 断开，线框保持静止，不计空气阻力。

(1) 线框中心位于 $x=0$ ，闭合开关 S 后，线框中电流大小为 I ，

- ① 闭合开关 S 瞬间，线框受到的安培力大小
- ② 线框中心运动至 $x=L/2$ 过程中，安培力做功及冲量
- ③ 线框中心运动至 $x=L/2$ 时，恒流源提供的电压

(2) 线框中心分别位于 $x=0$ 和 $x=L/2$ ，闭合开关 S 后，线框中电流大小为 I ，线框中心分别运动到 $x=L$ 所需时间分别为 t_1 和 t_2 ，求 $t_1 - t_2$



18. (13分) 同位素 $^{14}_6\text{C}$ 相对含量的测量在考古学中有重要应用, 其测量系统如图1所示, 将少量古木样品碳化、电离后经过静电分析仪ESA-I、磁体-I和高电压清除器, 让只含有三种碳同位素 $^{12}_6\text{C}$ 、 $^{13}_6\text{C}$ 、 $^{14}_6\text{C}$ 的 C^{3+} 离子束(初速度可忽略不计)进入磁体II。磁体-II由电势差为 U 的加速电极P, 磁感应强度为 B 、半径为 R 的四分之一圆弧细轨道和离子接收器F构成, 通过调节 U , 可分离 $^{12}_6\text{C}$ 、 $^{13}_6\text{C}$ 、 $^{14}_6\text{C}$ 三种同位素, 其中 $^{12}_6\text{C}$ 、 $^{13}_6\text{C}$ 的 C^{3+} 离子被接收器F所接收并计数, 它们的离子数百分比与 U 之间的关系曲线如图2所示, 而 $^{14}_6\text{C}$ 离子可通过接收器F, 进入静电分析仪ESA-II, 被接收器D接收并计算。

(1) 写出中子与 $^{14}_7\text{N}$ 发生核反应生成 $^{14}_6\text{C}$, 以及 $^{14}_6\text{C}$ 发生 β 衰变生成 $^{14}_7\text{N}$ 的核反应方程式

(2) 根据图2写出 $^{12}_6\text{C}$ 的 C^{3+} 离子所对应的 U 值, 并求磁感应强度 B 的大小(计算结果保留两位有效数字, 已知 $R = 0.2\text{m}$, 原子质量单位 $u = 1.66 \times 10^{-27}\text{kg}$, 元电荷 $e = 1.6 \times 10^{-19}\text{C}$);

(3) 如图1所示, ESA-II可简化为间距 $d = 5\text{cm}$ 两平行极板, 在下极板开有间距为 $L = 10\text{cm}$ 的两小孔, 仅允许入射角 $\varphi = 45^\circ$ 的 $^{14}_6\text{C}$ 离子通过, 求两极板之间的电势差 U_1 ;

(4) 对比古木样本, 测得 $^{14}_6\text{C}$ 与 $^{12}_6\text{C}$ 离子数之比为 4×10^{-13} , 采用同样办法, 测得活的木头中 $^{14}_6\text{C}$ 与 $^{12}_6\text{C}$ 的比值为 1.2×10^{-12} , 由于它与外部环境不断进行碳交换, 该比例长期保持稳定。试计算古木被砍伐距今的时间(已知 $^{14}_6\text{C}$ 的半衰期为5700年, $\ln 3 = 1.1$, $\ln 2 = 0.7$)。

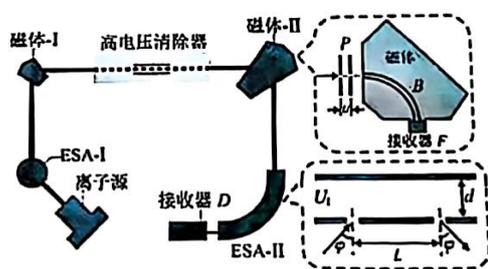


图 1

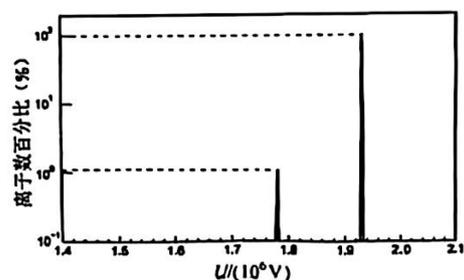


图 2

参考答案：

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

14 I (1)0.391 (2)CD (3) 10.00 $\frac{\left(\frac{d}{\Delta t_2}\right)^2 - \left(\frac{d}{\Delta t_1}\right)^2}{2x}$

II (1)向下插入 (2)BC

III(1)A (2)157 (3) 半偏法 开关 s_2 先接a R_1 调到零, 记录电压值U, 先接b R_1 调到零, 记录电压值U; 开关 s_2 再接到b, 调节 R_1 , 使电压表示数为U/2, 记录 R_1 的值。

15.

- (1) 不变
减小

(2) 解:

等压过程:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \quad \text{①}$$

$$\therefore V_2 = 1.01 \times 10^3 \text{cm}^3$$

$$P_2 = P_1 = P_0 + \rho gh. \quad \text{②}$$

$$\therefore P_2 = 1.01 \times 10^5 \text{Pa}.$$

等温过程:

$$P_2 V_2 = P_3 V_3 \quad \text{③}$$

$$\therefore V_3 = 1.0201 \times 10^3 \text{cm}^3 \text{ 或 } = 1.0201 \times 10^{-3} \text{m}^3 \text{ 或 } = 1.01^2 \times 10^3 \text{cm}^3$$

另解: 利用克拉伯龙方程

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_3 V_3}{T_3} \quad \text{此式等同于①、③两式}$$

$$\therefore V_3 = 1.0201 \times 10^3 \text{cm}^3 \text{ 或 } = 1.0201 \times 10^{-3} \text{m}^3 \text{ 或 } = 1.01^2 \times 10^3 \text{cm}^3$$

(3) 解:

$$W_1(W_{12}) = P_1(V_2 - V_1). \quad \text{④}$$

$$\therefore W_1 = 1.01 \text{J}.$$

$$\Delta U = Q - (W + W_1). \quad \text{⑤}$$

16

参考答案:

(1) 机械能守恒: $mgh = \frac{1}{2}mv_0^2$ 或 $v_0^2 = 2gh$

动量守恒: $mv_0 = 2mv_C$ 或 $v_0 = 2v_C$

结果: $v_C = 2\text{m/s}$

(2) 牛顿第二定律: $2mg = 2m\frac{v_D^2}{R}$ 或 $v_D^2 = gR$

机械能守恒: $2mg(2R) + \frac{1}{2}(2m)v_D^2 = \frac{1}{2}(2m)v_C^2$

结果: $h=2\text{m}$

(3) C-->F过程功能关系: $\frac{1}{2}(2m)v_C^2 = \frac{1}{2}(2m)v_F^2 + 2mgL \sin \theta + \mu(2m)gL \cos \theta$

①直接落入洞中

$$t = \frac{2v_F \sin \theta}{g}$$

$$d = v_F \cos \theta \times t$$

结果: $h=2.5\text{m}$

②经一次反弹落入洞中

$$t' = \frac{2v_F \sin \theta}{g} + \frac{v_F \sin \theta}{g} = \frac{3v_F \sin \theta}{g}$$

结果： $h=2m$

17

(1) ①等效长度 $l=2L$

安培力 $F_A = IIB = 2ILB$

②安培力做功

线框运动到 x 时

解法1: $F_A = 2IB(L-x)$

$$W_{FA} = 2IBLx - IBx^2$$

$$\text{或 } W_{FA} = \int_0^{L/2} 2IB(L-x)dx = \sum 2IB(L-x)\Delta x$$

解法2: $\overline{F_A} = \frac{F_{A1} + F_{A2}}{2} = \frac{3}{2}ILB$

$$W_{FA} = \overline{F_A} \cdot \frac{L}{2}$$

解法3: 类比简谐运动

回复力 $F_A = 2IB(L-x) = 2IBx' = kx'$ 或 $k = 2IB$

$$W_{FA} = \Delta E_p = \frac{1}{2}k[L^2 - (\frac{L}{2})^2]$$

$$\text{故 } W_{FA} = \frac{3}{4}IBL^2$$

冲量

$$W_{FA} = \frac{1}{2}mv^2 \quad \text{或 } v^2 = 2\overline{a} \cdot \frac{L}{2} \quad \text{或 } v = \sqrt{\frac{3IB}{2m}}L$$

$$I = \sqrt{\frac{3IBm}{2}}L$$

③解法一: $UI = BLvI + I^2R$

解法二: $U = BLv + IR$

$$\therefore U = BL^2 \sqrt{\frac{3IB}{2m}} + IR$$

(2) 周期 $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{2IB}}$

$$t_1 = \frac{T}{4} = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{m}{2IB}}$$

$$t_2 = \frac{T}{4} = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{m}{2IB}}$$

$$t_1 - t_2 = 0$$

18

参考答案:

$$(1) {}_0^1n + {}_{7}^{14}N \rightarrow {}_1^1H + {}_6^{14}C, \quad {}_6^{14}C \rightarrow {}_7^{14}N + {}_{-1}^0e;$$

(2) 由图2可得 $U=1.93 \times 10^6 V$ 时, $^{12}_6C$ 粒子被接收器1接收的比例最大;

粒子经过电压 U 加速, $qU = \frac{1}{2}mv^2$,

在磁场2中偏转: $qvB = m\frac{v^2}{R}$,

解得: $B = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{2mU}{q}} = 2.0T$

(3) 由(2)分析可知, 三种粒子的 q 相同, 则 m 与 U 的乘积恒定, $^{14}_6C$ 经过磁场2时, 所对应的电压 $m_{14}U_{14} = m_{12}U_{12}$, 求得 $U_{14} = 1.65 \times 10^6 V$

$^{14}_6C$ 经过ESA-2区域时, 设入射速度为 v , 则粒子在极板间做类斜抛运动,

$$a = \frac{qU_1}{md},$$

$$L = v \cos \alpha t, \quad at = 2v \sin \alpha,$$

解得 $U_1 = U_{14} = 1.65 \times 10^6 V$

(4) 根据 $N = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T}}$,

$$\frac{4 \times 10^{-13}}{1.2 \times 10^{-12}} = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T}} = \frac{1}{3},$$

$$\ln \frac{1}{3} = \frac{t}{T} \ln \frac{1}{2}, \quad t = T \frac{\ln 3}{\ln 2} = 8957 \text{年}$$