



物 理

2024.03

本试卷共 9 页，100 分。考试时长 90 分钟。考生务必将答案答在答题卡上，在试卷上作答无效。考试结束后，将本试卷和答题卡一并交回。

第一部分

本部分共 14 道题，每题 3 分，共 42 分。在每题列出的四个选项中，请选出最符合题目要求的一项。

1. 下列核反应方程中属于聚变反应的是 ()

- A. ${}^2_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^1_0\text{n}$
- B. ${}^{14}_7\text{N} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^{17}_8\text{O} + {}^1_1\text{H}$
- C. ${}^4_2\text{He} + {}^{27}_{13}\text{Al} \rightarrow {}^{30}_{15}\text{P} + {}^1_0\text{n}$
- D. ${}^{235}_{92}\text{U} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^{144}_{56}\text{Ba} + {}^{89}_{36}\text{Kr} + 3{}^1_0\text{n}$

2. 如图 1 所示，一束光经玻璃三棱镜折射后分为两束单色光 a 、 b ，波长分别为 λ_a 、 λ_b ，该玻璃对单色光 a 、 b 的折射率分别为 n_a 、 n_b ，则 ()

- A. $\lambda_a < \lambda_b$, $n_a < n_b$
- B. $\lambda_a > \lambda_b$, $n_a > n_b$
- C. $\lambda_a < \lambda_b$, $n_a > n_b$
- D. $\lambda_a > \lambda_b$, $n_a < n_b$

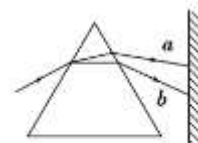


图 1

3. 一定质量的理想气体从状态 a 开始，经历三个过程，先后到达状态 b 和 c ，最后回到原状态 a ，其 $p-T$ 图像如图 2 所示。下列判断正确的是 ()

- A. 从状态 a 到状态 b 的过程中，气体既不吸热也不放热
- B. 从状态 b 到状态 c 的过程中，气体的内能增加
- C. 从状态 c 到状态 a 的过程中，气体的体积不变
- D. a 、 b 和 c 三个状态中，状态 a 时分子的平均动能一定最大

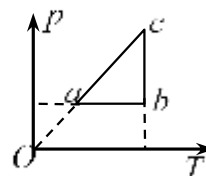


图 2

4. 将 $u = 200\sqrt{2}\sin(100\pi t)$ V 的电压输入如图 3 所示的理想变压器的原线圈，原副线圈的匝数之比为 $n_1:n_2 = 5:1$ ， $R = 100\Omega$ 。下列说法正确的是 ()

- A. 该交流电的频率为 100Hz
- B. 闭合开关 S 后，电阻 R 消耗的电功率为 16W
- C. 闭合开关 S 后，电流表的读数为 2A
- D. 断开开关 S 后，副线圈的输出电压为 0

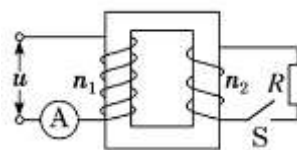


图 3

5. 一列简谐横波在 $t=0$ 时刻的波形如图 4 甲所示，图 4 乙所示为该波中质点 P 的振动图像。下列说法正确的是 ()

- A. 该波一定沿 x 轴正方向传播
- B. 该波的波速为 40m/s

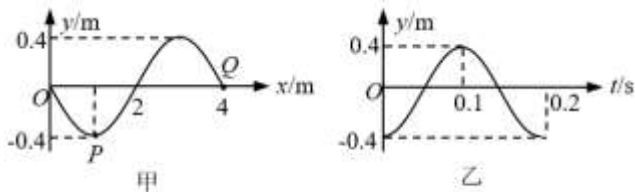


图 4



C. $t=0.15\text{s}$ 时质点 P 的速度大于质点 Q 的速度

D. 经过 0.3s 后, 质点 P 通过的路程为 6m

6. 一人乘电梯上楼, 在竖直上升的过程中如果加速度 a 随时间 t 变化的图线如图 5 所示, 以竖直向上为加速度 a 的正方向, 则 ()

A. 前 2s 人和电梯处于失重状态

B. $2\text{s}\sim 4\text{s}$ 的过程中人对地板的压力变小

C. $t=6\text{s}$ 时人对地板的压力为 0

D. $t=8.5\text{s}$ 时人对地板的压力最大

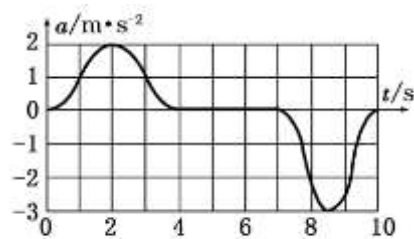


图 5

7. 图 6 中的甲和乙是演示自感现象的两个实验电路图, L_1 和 L_2 为电感线圈, A_1 、 A_2 和 A_3 是完全相同的小灯泡。实验时发现, 断开开关 S_1 瞬间, 灯 A_1 突然闪亮, 随后逐渐变暗; 闭合开关 S_2 , 灯 A_2 逐渐变亮, 而另一个相同的灯 A_3 立即变亮, 最终 A_2 与 A_3 的亮度相同。

下列说法中正确的是 ()

A. 图甲中, A_1 与 L_1 的电阻值相同

B. 图甲中, 闭合 S_1 , 电路稳定后, A_1 中电流大于 L_1 中电流

C. 图乙中, 变阻器 R 与 L_2 的电阻值相同

D. 图乙中, 闭合 S_2 瞬间, L_2 中电流与变阻器 R 中电流相等

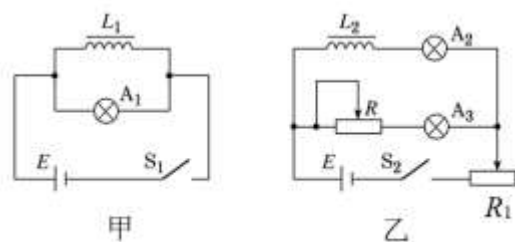


图 6

7 所示, 轻质弹簧一端固定, 另一端连接一小物块 (可视为质点), O 点为弹簧在原长时物块的位置。物块由 A 点静止释放, 沿粗糙程度相同的水平面向右运动, 最远到达 B 点。关于物块的受力及运动特征, 下列说法正确的是 ()

A. 从 A 到 O , 物块所受重力的冲量为 0

B. 从 A 到 O , 物块的加速度一直减小

C. 从 A 到 B , 物块通过 O 点时的速度最大

D. 从 A 到 B , 弹簧弹力对物块做的功等于物块与水平面摩擦产生的热量

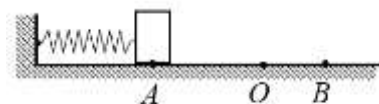


图 7

9. 如图 8 所示, 质量均为 m 的 A 、 B 两物块置于水平地面上, 两物块与地面间的动摩擦因数均为 μ , 物块间用一水平轻绳相连, 绳中无拉力。现用水平力 F 向右拉物块 A , 假设最大静摩擦力等于滑动摩擦力。重力加速度为 g 。下列说法中错误的是 ()

A. 当 $0 < F \leq \mu mg$ 时, 绳中拉力为 0

B. 当 $\mu mg < F \leq 2\mu mg$ 时, 绳中拉力大小为 $F - \mu mg$

C. 当 $F > 2\mu mg$ 时, 绳中拉力大小为 $\frac{F}{2}$

D. 无论 F 多大, 绳中拉力大小都不可能等于 $\frac{F}{3}$

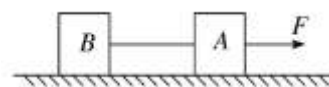


图 8

10. 随着科技的不断发展, 无线充电已经进入人们的视线。小到手表、手机, 大到电脑、电动汽车, 都已经实现了无线充电从理论研发到实际应用的转化。如图 9 所示为某品牌的无线充电手机进行无线充电的原理图。关于无线充电, 下列说法正确的是 ()

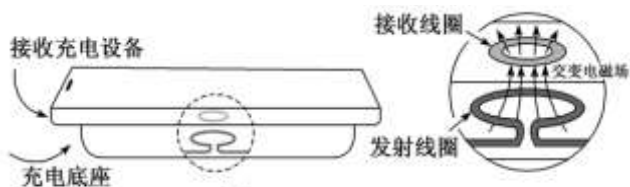


图 9

- A. 无线充电时手机接收线圈部分的工作原理是“电流的磁效应”
- B. 只有将充电底座接到直流电源上才能对手机进行充电
- C. 接收线圈中交变电流的频率与发射线圈中交变电流的频率相同
- D. 只要有无线充电底座，所有手机都可以进行无线充电

11. 某同学利用如图 10 所示的电路测量小灯泡（2.5V、1.5W）的阻值。在实验中，他将滑动变阻器的滑片从左端匀速滑向右端，发现电流表的指针始终在小角度偏转，而电压表的示数开始时变化很小，但当滑片接近右端时电压表的示数迅速变大。为了便于操作并减小误差，你认为应采取的措施是（ ）

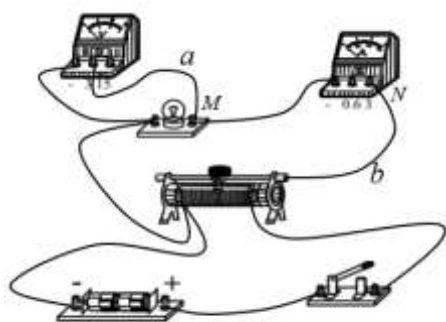


图 10

- A. 换用最大阻值更小的滑动变阻器，将导线 *a* 的 *M* 端移到电流表“3”接线柱上
- B. 换用最大阻值更小的滑动变阻器，将导线 *b* 的 *N* 端移到电流表“0.6”接线柱上
- C. 换用最大阻值更大的滑动变阻器，将导线 *a* 的 *M* 端移到电流表“3”接线柱上
- D. 换用最大阻值更大的滑动变阻器，将导线 *b* 的 *N* 端移到电流表“0.6”接线柱上

12. 航天器所装配的某种离子发动机原理可简化为如图 11 所示的情景：电子枪向内部空腔发射出的高速电子将中性推进剂电离成正离子和电子，正离子被右侧的正、负极栅板之间的强电场加速后从喷口喷出，使航天器获得推进或姿态调整的反冲力。已知单个正离子的质量为 m ，电荷量为 q ，正、负极栅板间加速电压为 U ，从喷口喷出的正离子所形成的电流为 I 。忽略离子间的相互作用力，忽略离子喷射对航天器质量的影响。该发动机产生的平均推力 F 的大小为（ ）

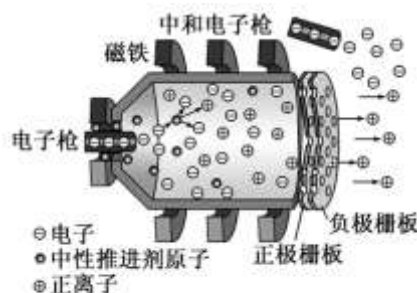


图 11

- A. $I\sqrt{\frac{2mU}{q}}$
- B. $I\sqrt{\frac{mU}{q}}$
- C. $I\sqrt{\frac{mU}{2q}}$
- D. $2I\sqrt{\frac{mU}{q}}$

13. 离子陷阱是一种利用电场或磁场将离子俘获并囚禁在一定范围内的装置。如图 12 所示为最常见的“四极离子陷阱”的俯视示意图，*a*、*b*、*c*、*d* 四根平行的细导体杆与工作电源相连，相当于四个独立的电极，相对的电极带等量同种电荷，相邻的电极带等量异种电荷。在垂直于杆的平面内，四根细杆的位置连线是一个正方形，*A*、*C* 是 *a*、*c* 连线上



的两点， B 、 D 是 b 、 d 连线上的两点， A 、 C 、 B 、 D 到正方形中心 O 的距离相等。下列判断正确的是（ ）

- A. A 点电势比 B 点电势高
- B. A 、 B 、 C 、 D 四点电场强度相同
- C. 若电子由 A 点运动到 C 点，静电力对电子做负功
- D. 电子在 C 点的电势能大于在 D 点的电势能

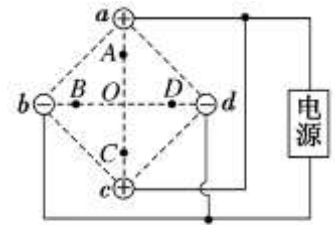


图 12

14. 在霍尔效应中，霍尔电压与通过导体的电流之比被定义为霍尔电阻，可用符号 r_H 表示，通常情况下，霍尔电阻与外加磁场的磁感应强度成正比。但在超低温、强磁场的极端条件下，某些材料的霍尔电阻却随着强磁场的增加出现量子化现象： $r_H = \frac{1}{\nu} \cdot \frac{h}{e^2}$ ， h 是普朗克常数， e 是电子的电量， ν 既可以取1、2、3...等整数，也可以取某些小于1的分数，这就是量子霍尔效应现象。实验发现，当霍尔电阻处于量子态时，材料中的电子将沿边缘带做定向运动，几乎不受阻力作用。2013年，清华大学薛其坤团队发现，在超低温（0.03K）环境条件下，具备特殊结构的拓补绝缘体材料可以自发地发生磁化，此时不需要外加磁场也会发生量子霍尔效应，这种现象被称为量子反常霍尔效应。结合以上资料，可以判断下列说法正确的是（ ）

- A. 同欧姆电阻类似，霍尔电阻越大，表明材料对通过它的电流的阻碍越强
- B. 要发生量子霍尔效应现象，外部环境条件有两个，一是要具备超低温环境，二是要具备超强的磁场
- C. 具备量子反常霍尔效应的磁性拓补绝缘材料已成为新一代低能耗芯片的制造材料
- D. 霍尔电阻的量子态表达式中的常数组合 $\frac{h}{e^2}$ 与欧姆电阻具有相同的单位

第二部分

本部分共6题，共58分。

15. (8分)

物理实验一般涉及实验目的、实验原理、实验仪器、实验方法、实验操作、数据分析和误差分析等。

(1) 实验仪器。现用多用电表测量一个阻值约为 1500Ω 的定值电阻，应选用欧姆表的____挡（选填“ $\times 10$ ”或“ $\times 100$ ”）；如图13所示，为正在测量中的多用电表表盘，该电阻的阻值为____ Ω 。

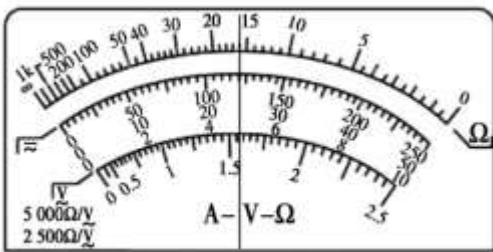


图 13

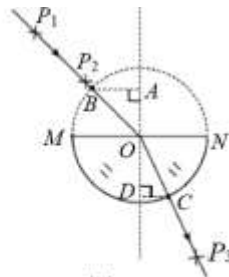


图 14

(2) 数据分析。某同学用插针法测定一个半圆形玻璃砖的折射率。正确操作后，做出的光路图如图14所示。 O 为圆心，已知 CD 的长度为 l_1 ， AB 的长度为 l_2 ，则此玻璃砖的折射率可表示为_____。

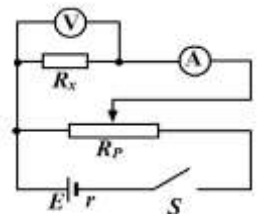


图 15



(3) 误差分析。用图 15 所示的电路测量 R_x 的阻值，该测量值比实际值偏____（选填“大”或“小”），造成这一系统误差的原因是____。（选填“电压表的分流”或“电流表的分压”）

16. (10分) 某实验小组用如图 16 所示的装置验证机械能守恒定律。

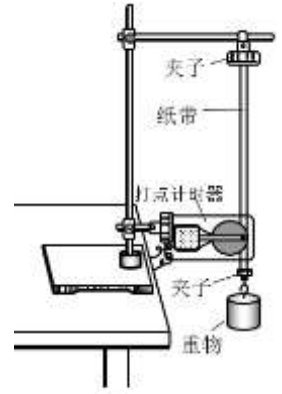


图 16

(1) 在实验操作过程中，下列做法正确的是_____

- A. 实验中打点计时器可以使用直流电源
- B. 实验时应先接通打点计时器的电源再释放纸带
- C. 实验时纸带与打点计时器的两个限位孔应在同一竖直线上
- D. 打点计时器、天平和刻度尺都是本实验必须使用的测量仪器

(2) 如图 17 所示为某次实验打出的纸带，取纸带上连续的五个点 A 、 B 、 C 、 D 、 E ，通过测量并计算出点 A 距起始点 O 的距离为 S_0 ， AC 间的距离为 S_1 ， CE 间的距离为 S_2 ，若相邻两点的的时间间隔为 T ，重锤质量为 m ，重力加速度为 g 。根据这些条件计算从 O 点到 C 点的过程中重锤重力势能的减少量 $\Delta E_p = \underline{\hspace{2cm}}$ ，动能的增加量 $\Delta E_k = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

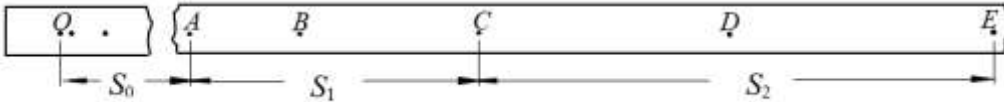


图 17

(3) 利用该装置还可以测量当地的重力加速度，

某同学的做法是以各点到起始点的距离 h 为横坐标，以各点速度的平方 v^2 为纵坐标，建立直角坐标系，用实验测得的数据绘制出 v^2-h 图像，如图 18 所示。请画出 v^2-h 图线并求得当地重力加速度 $g = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m/s}^2$ 。

(结果保留三位有效数字)

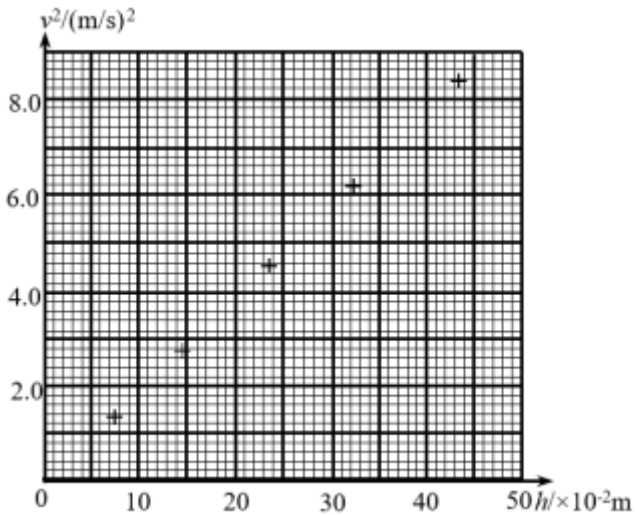


图 18

(4) 小刚利用气垫导轨和光电门等器材验证机械能守恒定律，图 19 是实验装置的示意图。实验时开启气泵，先将气垫导轨调至水平，然后滑块通过细线与托盘和砝码相连。将滑块从图示位置由静止释放，读出挡光条通过光电门的挡光时间为 t 。已知刚释放时挡光条到光电门的距离为 l ，挡光条的宽度为 d ，且 $d \ll l$ ，托盘和砝码的总质量为 m ，滑块和挡光条的总质量为 M ，当地的重力加速度为 g 。在滑块从静止释放到运动到光电门的过程中，系统重力势能的减少量 $\Delta E_p = mgl$ ；系统动能的增加量 $\Delta E_k = \underline{\hspace{2cm}}$ 。在



误差允许的范围内，如果 $\Delta E_p = \Delta E_k$ ，则可验证系统的机械能守恒。

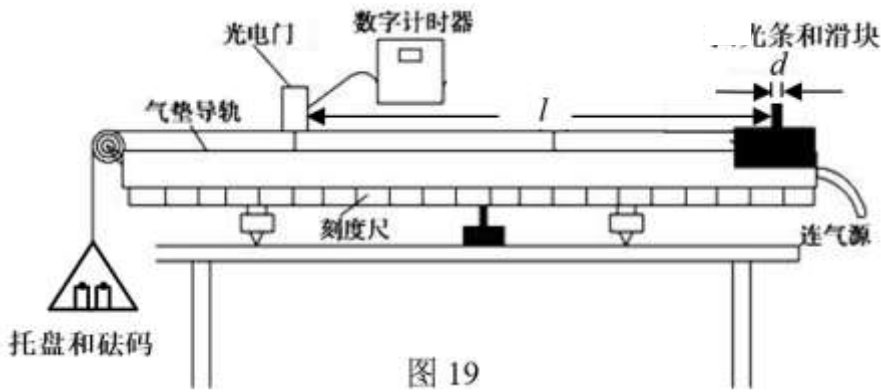


图 19

17. (9分)

中国北斗卫星导航系统是中国自行研制的全球卫星导航系统。图 20 甲是北斗导航系统卫星分布示意图，乙所示为其中一颗北斗卫星的轨道示意图。已知该卫星绕地球做匀速圆周运动的周期为 T ，地球半径为 R ，地球表面附近的重力加速度为 g ，引力常量为 G 。



甲

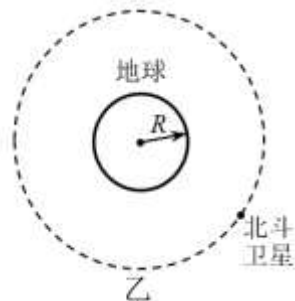


图 20

乙

- (1) 求地球的质量 M ;
- (2) 求该卫星的轨道距离地面的高度 h ;
- (3) 请推导第一宇宙速度 v_1 的表达式，并分析比较该卫星的运行速度 v 与第一宇宙速度 v_1 的大小关系。

18. (9分)

如图 21 所示，半径 $R = 0.4\text{m}$ 的竖直半圆形轨道 bc 与水平面 ab 相切。质量 $m_2 = 0.2\text{kg}$ 的小滑块 B 放在半圆形轨道的最低点 b ，另一个质量为 $m_1 = 0.3\text{kg}$ 的小滑块 A ，在水平推力 $F = 3\text{N}$ 作用下由静止开始从 a 点向右做匀加速直线运动，当小滑块 A 刚好要与小滑块 B 碰撞时立即撤去 F ，随后小滑块 A 与 B 相碰，碰撞时间极短，碰后 A 、 B 粘在一起后恰好能够到达半圆形轨道的最高点 c 。已知推力 F 作用的时间 $t = 2\text{s}$ ，滑块 A 与水平面之间的动摩擦因数 $\mu = 0.5$ 。取重力加速度 $g = 10\text{m/s}^2$ ， A 、 B 均可视为质点。求：

- (1) A 与 B 碰撞前瞬间的速度大小 v_1 ;
- (2) 两滑块在碰撞过程中损失的机械能 ΔE ;
- (3) 两滑块从 b 运动到 c 的过程中系统产生的热量 Q 。

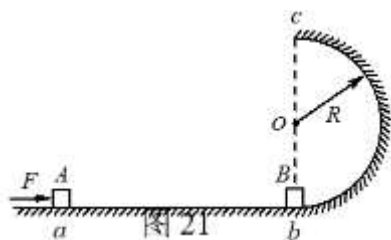


图 21



19. (10分)

利用潮水涨落产生的水位差所具有的势能发电叫潮汐发电，是目前海洋能利用中最主要的一种。

陆地和海湾，中间为水坝，其下有通道，无论涨潮或落潮，水流经过通道均可带动发电机发电。一昼夜中两次涨、落潮。涨潮时，堵住通道，潮水涨至最高水位时打开通道，进水发电；当海湾水位涨至最高时，堵住通道；落潮至最低水位时，打开通道放水发电。以下是某小型双向型潮汐发电站的一组数据，据此回答下列问题（取海水的密度为 $1.0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ ， g 取 10 m/s^2 ）：

水坝高度 H	15m	海湾面积 S	___ m^2
涨潮海湾最高水位 h_1	10m	发电机日平均发电量 E	$4.8 \times 10^4 \text{ kW} \cdot \text{h}$
退潮海湾最低水位 h_2	6m	水轮发电机总效率 η	10%

(1) 若采用 $U=200\text{kV}$ 的直流电向某地区输电，要求输电线上损耗的功率 ΔP 不高于输送功率的 5%，求输电线总电阻的最大值 r ；

(2) 试估算该小型发电站所圈占的海湾面积 S 的大小。

20. (12分)

电子的电荷量 e 与其质量 m 之比称为电子的比荷，测定电子的比荷是物理学发展史上的非常重要的事件，电子比荷的测定有多种方法。

(1) 汤姆孙偏转法测电子的比荷

图 22 是汤姆孙用来测定电子比荷的实验装置示意图，某实验小组的同学利用此装置进行了如下探索：

①真空管内的阴极 K 发出的电子经加速后，穿过 A' 中心的小孔沿中心线 OP 的方向进入到两块水平正对放置的平行极板 M 和 N 间的区域。当 M 和 N 间不加偏转电压时，电子束打在荧光屏的中心 P 点处，形成了一个亮点；

②在 M 和 N 间加上大小为 U 的偏转电压后，亮点偏离到 P_1 点；

③在 M 和 N 之间再加上垂直于纸面向外的匀强磁场，调节磁场的强弱，当磁感应强度的大小为 B 时，电子在 M 、 N 间作匀速直线运动，亮点重新回到 P 点；

④撤去 M 和 N 间的偏转电压，只保留磁场，电子在 M 、 N 间作匀速圆周运动，亮点偏离到 P_2 点。荧光屏可视为平面，测得 P 、 P_2 的距离。

若已知平行板的间距为 d ，并已经求得电子在 M 、 N 间作匀速圆周运动的轨迹半径为 r ，请结合上述步骤求电子的比荷 $\frac{e}{m}$ 。（不计电子所受的重力和电子间的相互作用）

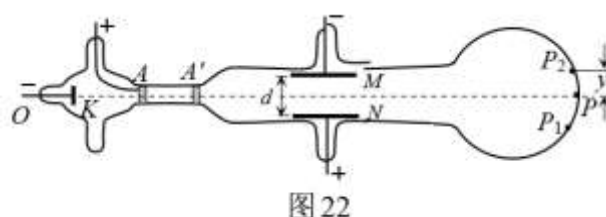


图 22

(2) 磁聚焦法测电子的比荷图 23 是磁聚焦法测量电子比荷的装置示意图。在抽成真空的玻璃管中装有热阴极 K 和有小孔的阳极 A 。在 A 、 K 之间加一电压，对电子进行加速，电子由阳极小孔高速射出；

在电容器 C 的两极板间加一不大的交变电场，使不同时刻通过这里的电子发生不同程度的微小偏转，在电容器右侧和荧光屏之间加一水平方向的匀强磁场，进入磁场的电子会沿不同的螺旋线运动，每绕行一周后都会到达同一位置聚焦，适当调节磁感应强度的大小，可使电子流的焦点落在荧光屏 S 上。

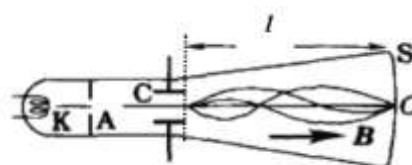


图 23



已知加速电压的大小为 U_0 ，电容器右端到荧光屏的水平距离为 l ，匀强磁场的磁感应强度大小为 B ，假设电子在磁场中运动仅绕行一周就刚好打在荧光屏上，请根据以上条件及所学的知识求电子的比荷 $\frac{e}{m}$ 。（不计电子所受的重力和电子间的相互作用）

(3) 如何说明金属导电靠的是电子？有人尝试用下述实验来证明这件事：让一块向前运动的金属长方体突然刹车，其中的载流子便会因惯性而聚集到前端使之带电，而在后端由于缺乏这种电荷而带相反电性的电，于是在导体前后两端之间形成电场，通过分析该情景下载流子的受力和运动就可以求解载流子的比荷 $\frac{q}{m}$ 。若该比荷的数值与汤姆孙所研究的阴极射线（电子流）的比荷相同，就可以说明金属导电靠的是电子。

已知金属导体突然刹车的加速度大小为 a ，你认为这种实验方法能否测出电子的比荷 $\frac{q}{m}$ ？

如果能，请写出还需测量的物理量和对应的测量工具，并用需要测量的物理量表示金属内部载流子的比荷 $\frac{q}{m}$ 。

如果不能，你认为还有什么方法可以测量该金属导体内部载流子的比荷？



参考答案

第一部分

题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
选项	A	D	C	B	C	B	C	D	D	C	B	A	A	D

第二部分

15. (1) $\times 100$ (1分) 1600 (1分)

(2) $\frac{l_2}{l_1}$ (2分)

(3) 小 (2分) 电压表的分流 (2分)

16. (1) BC (2分)

(2) $mg(S_0+S_1)$ (1分); $\frac{1}{2}m\left(\frac{S_1+S_2}{4T}\right)^2$ (2分)

(3) 画 v^2-h 图线 (1分); 9.64 (9.60~9.70 之间均可, 但有效数字位数要正确) (2分)

(4) $\frac{1}{2}(m+M)\left(\frac{d}{t}\right)^2$ (2分)

17. (9分)

(1) 设一物体的质量为 m_1 , 在地球表面附近

万有引定律等于重力 $G\frac{Mm_1}{R^2} = m_1g$ (2分)

解得地球质量 $M = \frac{gR^2}{G}$ (1分)

(2) 设卫星质量为 m_2 , 根据牛顿第二定律

$$G\frac{Mm_2}{(R+h)^2} = m_2\frac{4\pi^2}{T^2}(R+h) \quad (2分)$$

解得 $h = \sqrt[3]{\frac{GMT^2}{4\pi^2}} - R = \sqrt[3]{\frac{gR^2T^2}{4\pi^2}} - R$ (1分)

(3) 根据牛顿第二定律 $G\frac{Mm}{r^2} = m\frac{v^2}{r}$ (1分) 得 $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$

第一宇宙速度为近地卫星的运行速度, 即 $r=R$ 时, $v_1 = \sqrt{\frac{GM}{R}} = \sqrt{gR}$ (1分)

该卫星的轨道半径 $r = R+h > R$, 因此其速度 $v < v_1$ 。 (1分)

18. (9分)

(1) 设小滑块 A 的加速度为 a , 根据牛顿第二定律 $F - \mu m_1g = m_1a$ (1分)



由运动学公式 $v_1=at$ (1分)

解得 $v_1=10\text{m/s}$ (1分)

(2) 小滑块 A 与 B 相碰, 根据动量守恒定律 $m_1v_1=(m_1+m_2)v$ (1分)

根据能量守恒定律 $\Delta E = \frac{1}{2}m_1v_1^2 - \frac{1}{2}(m_1+m_2)v^2$ (1分)

得 $\Delta E=6\text{J}$ (1分)

(3) 设 A 、 B 到达半圆形轨道的最高点 c 时的速度为 v_c , 根据牛顿第二定律

$$(m_1+m_2)g = (m_1+m_2)\frac{v_c^2}{R} \quad (1分)$$

根据能量守恒定律 $Q = \frac{1}{2}(m_1+m_2)v^2 - \frac{1}{2}(m_1+m_2)v_c^2 - (m_1+m_2)g \times 2R$ (1分)

解得 $Q=4\text{J}$ (1分)

19. (10分)

$$(1) P = \frac{E}{t} = \frac{E}{24} = 2 \times 10^3 \text{ kW} \quad (2分)$$

采用 $U=200\text{kV}$ 直流电向某地区输电 $P=2 \times 10^3\text{kW}$ 时, 通过输电线的电流

$$I = \frac{P}{U} = 10\text{A} \quad (1分)$$

输电线上损耗的功率为 $\Delta P = I^2 r = 5\% P$ (1分)

$$r=1000\Omega \quad (1分)$$

$$(2) E_0 = mg \frac{h_1 - h_2}{2} \quad (2分)$$

$$m = (h_1 - h_2)S\rho \quad (1分)$$

$$E = 4E_0\eta \quad (1分)$$

$$S = 5.4 \times 10^6 \text{ m}^2 \quad (1分)$$

20. (12分)

(1) 设电子进入极板间的速度为 v , 由平衡条件有 $evB = eE$ (1分)

两极板间电场强度 $E = \frac{U}{d}$ (1分)

电子在磁场中做匀速圆周运动, $evB = m\frac{v^2}{r}$ (1分)

联立解得 $\frac{e}{m} = \frac{U}{B^2 dr}$ (1分)

(2) 电子在 A 、 K 之间加速: $\frac{1}{2}mv^2 = eU_0$ (1分)

设进入磁场时电子的速度大小为 v' , 与水平方向夹角为 θ , 设其垂直磁场的分速度为 v_1 , 平行磁场方向的



分速度为 v_2 。

由题意知速度分量 $v_2 = v' \cos \theta \approx v' = v$

可证电子回旋周期 $T = \frac{2\pi r}{v_1} = \frac{2\pi m}{eB}$ (1分)

故电子在磁场中做螺旋运动的螺距 $l = v_2 T = \frac{2\pi m}{eB} v$ (1分)

可得 $\frac{e}{m} = \frac{8\pi^2 U_0}{l^2 B^2}$ (1分)

(3) 能测出电子的比荷 $\frac{q}{m}$ (1分)

设刹车过程中的导体前后之间的电势差的大小为 ΔU ，导体的长度为 L ，

根据牛顿第二定律 $q \frac{\Delta U}{L} = ma$ (1分)

于是 $\frac{q}{m} = \frac{aL}{\Delta U}$ (1分)

在加速度已知的条件下，我们还需要用合适的电表测出 ΔU ，用刻度尺测出导体沿运动方向的长度 L 。(1分)

注：非选择题用其他方法解答正确也得分。