

高三物理学科练习

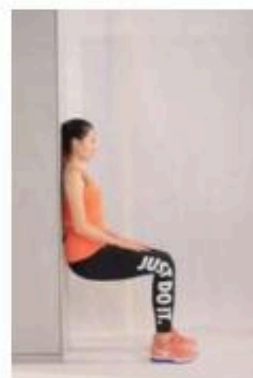
考生须知：

1. 本试题卷共 8 页，满分 100 分，考试时间 90 分钟。
2. 答题前，在答题卷指定区域填写班级、姓名、考场号、座位号及准考证号。
3. 所有答案必须写在答题卷上，写在试卷上无效。
4. 考试结束后，只需上交答题卷。

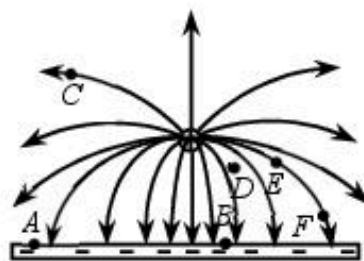
选择题部分

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. 北京正负电子对撞机常在 $2\sim 5\text{GeV}$ 区间内工作， $1\text{GeV}=10^9\text{eV}$ ，单位 GeV 对应的物理量是
A. 能量 B. 功率 C. 电势差 D. 位移
2. 2026 年 3 月 28 日至 29 日，张雪机车在世界超级摩托车锦标赛葡萄牙站比赛中，连夺两回合正赛冠军，实现了中国品牌在该项顶级赛事中的历史性突破。已知每圈赛道长度为 4.653 公里，共有 15 个弯道，绕行多圈才能完赛。下列说法正确的是
A. 以大小不变的速度过弯道时，摩托车受力平衡
B. 研究摩托车在比赛中的运动轨迹时，可将其视为质点
C. 用比赛的轨迹长度和时间，可以计算摩托车平均速度的大小
D. 以终点处的光电计时门为参考系，摩托车在接近终点过程中是静止的
3. “靠墙静蹲”是一种简单高效的等长运动，有助于血液循环。如图所示，运动者背部贴墙，缓慢下蹲至大腿与地面平行时，在图示位置保持静止状态，此时运动者受到墙面对其的摩擦力。下列说法正确的是
A. 地面对运动者的支持力大小等于运动者重力大小
B. 地面对运动者的摩擦力可能为零
C. 墙面对运动者的摩擦力可能向下
D. 墙面对运动者的作用力方向一定斜向上
4. 如图为孤立点电荷和金属板间的电场线分布。下列说法正确的是
A. C 点场强比 D 点大
B. 金属板上表面的 A 点电势比 B 点低
C. 外力作用下，电子从 C 点移到 D 点电势能一定减小
D. 电子从 F 点释放，仅受电场力作用将沿电场线运动到 E 点
5. 如图所示，“土卫六”是土星系统中最大的卫星，若土星是一个球体，“土卫六”做匀速圆周运动，已知引力常量，利用“土卫六”测量土星的平均密度，需要测得
A. 围绕土星的公转周期和土星半径
B. 围绕土星的轨道半径和土星的自转周期
C. 围绕土星的公转周期和轨道半径，土星半径
D. 围绕土星的轨道半径，土星的自转周期和半径



第 3 题图

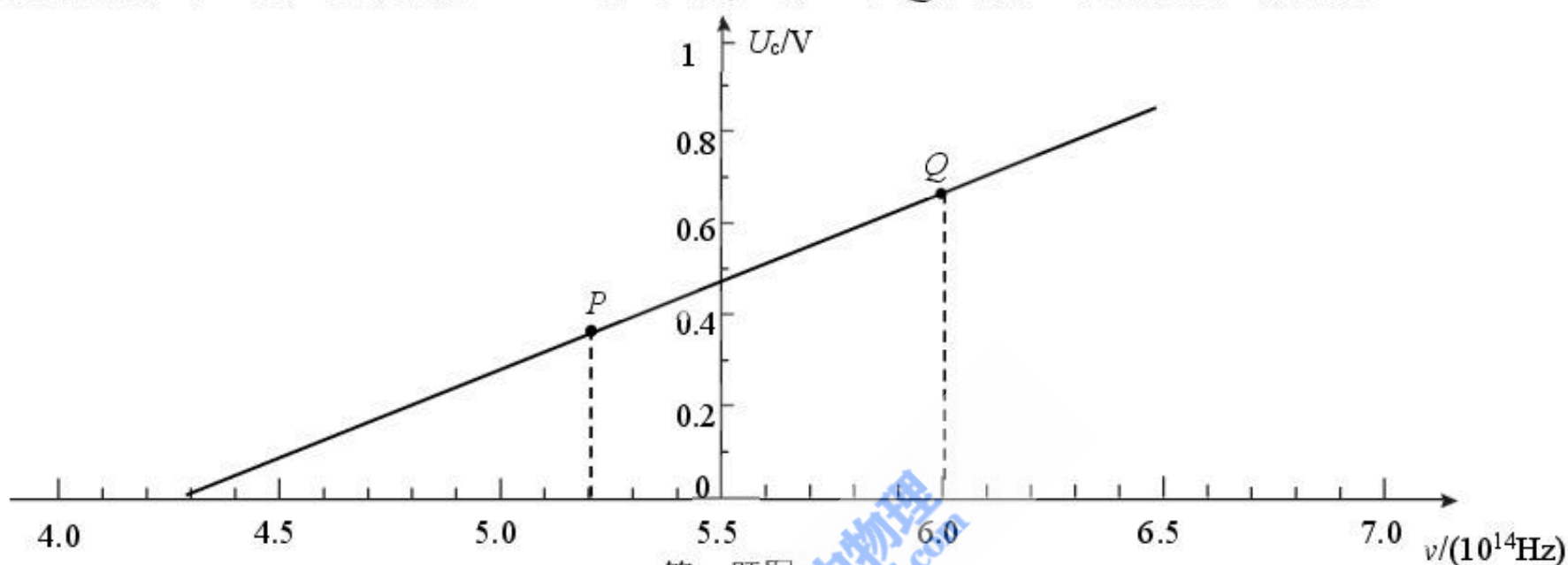


第 4 题图



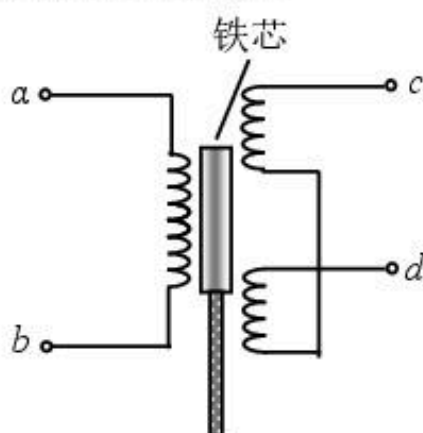
第 5 题图

6. “氚电池”利用氚的 β 衰变产生电能，其释放的电子能量低，是较安全的放射源，多用于心脏起搏器、航天器等长寿命、低功耗的特殊设备供电。氚的半衰期取为 12 年，若“氚电池”的氚含量低于初始时的 25% 时便无法正常工作。下列说法正确的是
- A. 核反应方程式为 ${}^3_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^0_{-1}\text{e}$
- B. “氚电池”的使用寿命约为 24 年
- C. 24 年后，“氚电池”的重量约为原来的 25%
- D. 可以通过降低环境温度的方法延长“氚电池”的使用寿命
7. 如图所示为光照射金属材料得到遏止电压 U_c 随光的频率 ν 变化的图线，已知逸出功为 W_0 ，普朗克常量为 h ，电子电荷量为 e ($e > 0$)，图线上有 P 和 Q 两点。下列说法正确的是



第 7 题图

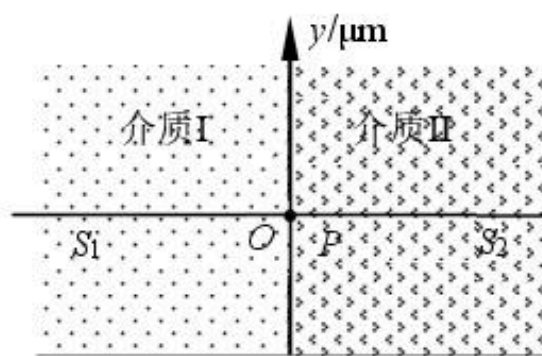
- A. 图线描述了不同金属在各种频率光照射下 U_c 随 ν 变化的关系
- B. 图线的斜率是 h
- C. 图线与图中纵轴交点的截距绝对值为 $\frac{W_0}{h}$
- D. 用 Q 对应的光照射时逸出的电子最大初动能一定比 P 对应的光照射时大
8. 差动变压器能将位移、压力等非电学量转换为电信号。其原理简化后如图所示， a 、 b 间连接电源， c 、 d 间接电压表（零点在表盘中间），两个副线圈匝数相同，线圈中导线的绕向一致，线圈之间用导线串接。铁芯处于图示中间位置，且能在有限范围内上下移动，当电源电流大小随时间线性增大时，电压表的示数为零。下列说法正确的是



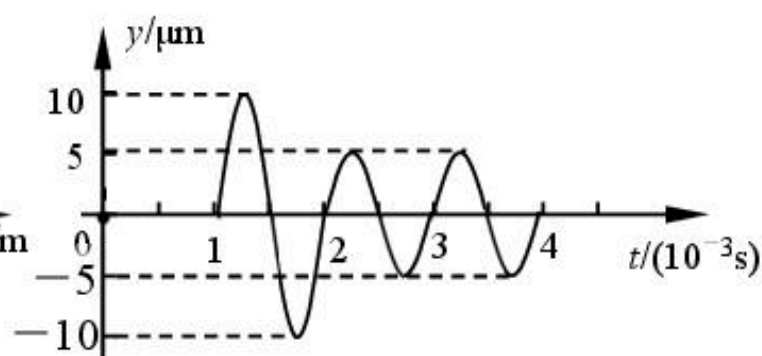
第 8 题图

- A. 铁芯离开图示位置的位移越大，电压表的示数越小
- B. 可以通过电压表的示数来判断铁芯离开图示位置位移的大小
- C. 不能通过指针的偏转方向来判断铁芯上移或者下移
- D. 若改用正弦交流电源，铁芯处于图示位置时，电压表的示数不为零
9. 双声源技术在工业故障检测、智能设备等方面有重要应用。如图 1 所示，坐标轴 y 在介质 I 和介

质II的分界面上，频率相同的两列简谐波源 S_1 、 S_2 在 x 轴上，坐标分别为 -1m 和 1m 。 $t=0$ 时刻同时开始振动。 x 轴上坐标为 0.2m 处有一质点 P ，其振动图像如图 2 所示，已知 S_1 发出的波先传到 P 点，下列说法正确的是



第 9 题图 1



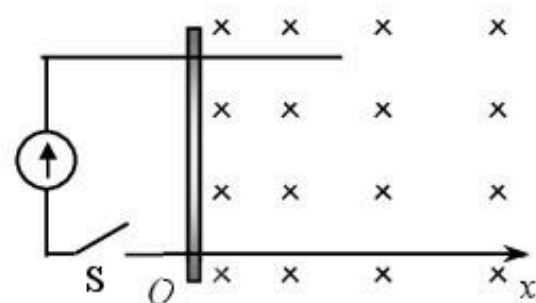
第 9 题图 2

- A. S_2 起振方向沿 y 轴正方向
 - B. 振动稳定后， OS_2 之间（不包括 O 、 S_2 ）有 5 个加强点
 - C. 波在介质 I 中的波长为 0.4m
 - D. $x=0$ 处的质点 O 在 $0\sim 4\times 10^{-3}\text{s}$ 内的路程为 $100\mu\text{m}$
10. 一间距为 l 的金属导轨固定在水平面上，一导体杆在 x 轴的原点 O 处垂直导轨静止放置，杆的左侧连接能提供电流大小为 I 的恒流源，电流方向如图中箭头所示；杆的右侧存在只随 x 变化的磁场，磁感应强度大小满足 $B=B_0-\frac{B_0}{x_0}x$ ($0\leq x<x_0$)。已知导体杆的质量为 m ，电阻阻值为 r ，与

导轨间的动摩擦因数为 $\mu=\frac{B_0 l}{2mg}$ 。简谐运动的周期 $T=2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ ， m 为振子的质量， k 为回复力与

位移大小比值的绝对值。某时刻闭合电键 S ，下列说法正确的是

- A. 当杆运动到 $x=0.5x_0$ 时，速度大小为 $\frac{1}{4}\sqrt{\frac{x_0 B_0 l}{m}}$
- B. 杆运动到 $x=0.5x_0$ 过程所需时间 $\frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{mx_0}{B_0 l}}$
- C. 杆运动到 $x=0.5x_0$ 过程，回路磁通量的变化量为 $\frac{3}{4}B_0 x_0 l$
- D. 杆运动到 $x=0.5x_0$ 过程，杆上产生的焦耳热为 $\frac{\pi}{4}I^2 r \sqrt{\frac{mx_0}{B_0 l}}$



第 10 题图

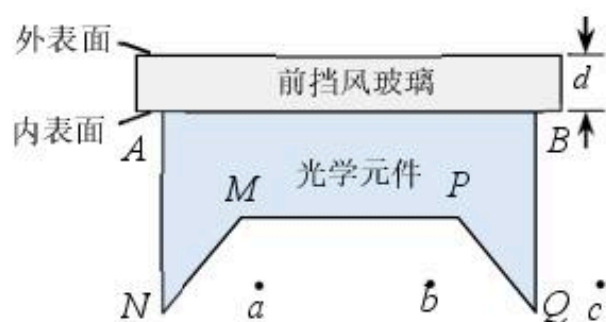
二、选择题 II（本题共 3 小题，每小题 4 分，共 12 分，每小题列出的四个备选项中至少有一个是符合题目要求的。全部选对的得 4 分，选对但不选全的得 2 分，有选错的得 0 分）

11. 下列说法正确的是

- A. 一种液体是否浸润某种固体，只取决于液体的性质
- B. 在不同的惯性参考系中，物理规律的形式都是相同的
- C. 干簧管利用了电磁感应原理控制电路的通断
- D. 对于大量氢核，可以准确预言经过任意一段时间后未衰变的氢核比例

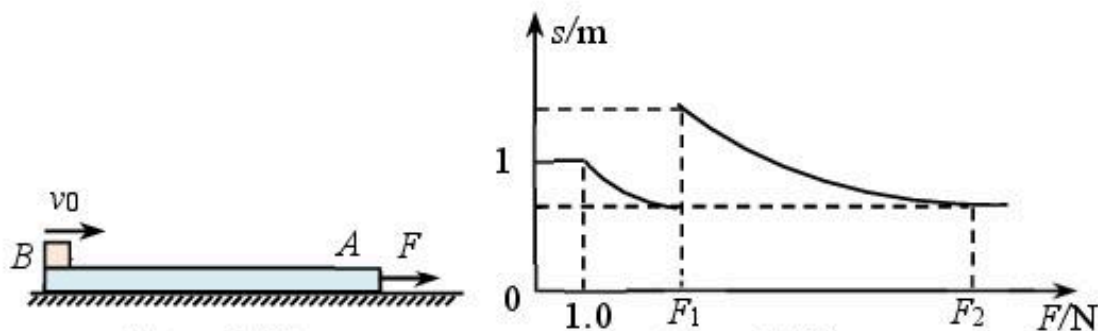
12. 汽车的雨量传感器是自动控制雨刮器工作的核心部件。其简化结构如图所示，传感器光学元件

$ABNMPQ$ 紧贴在前挡风玻璃内表面, AN 、 BQ 边与挡风玻璃垂直, $AN=BQ=3.4\text{cm}$, $AB=2\sqrt{5}\text{cm}$ 。若挡风玻璃外表面干燥时, a 处的红外发射管发出一细束垂直 MN 的红外线, 从 AN 的中点射向挡风玻璃, 红外线恰好在挡风玻璃的外表面发生全反射后射向 BQ 中点, 最终被红外接收管接收; 若挡风玻璃外表面有雨水时, 入射到挡风玻璃的红外线不能发生全反射, 导致接收管接收的红外线变弱, 从而实现自动控制雨刮的转动。若光学元件与前挡风玻璃的折射率均为 1.5, 则



第 12 题图

- A. 前挡风玻璃的厚度 d 为 0.8cm
 B. 红外线接收管的位置可以在 b 点或 c 点
 C. 红外线在光学元件、前挡风玻璃的界面一定发生了 3 次全反射
 D. 若保持红外线入射方向不变, 只将红外线发射管的位置沿垂直挡风玻璃方向略上移 Δd , 则接收管的位置也应略上移 Δd 才能接收红外线
13. 光滑水平面上静止一长度为 L 、质量为 m_A 的木板 A 。某时刻一可视为质点, 质量为 m_B 的物块 B , 以一初速度滑上木板, 如图 1 所示, 同时, 木板右端加上一水平向右的拉力 F 。物块 B 在木板 A 上运动的相对路程 s (以木板 A 为参考系) 与拉力 F 之间的图像, 如图 2 所示。已知 $L=1\text{m}$, $m_A=0.5\text{kg}$, $m_B=1.0\text{kg}$, A 、 B 间的动摩擦因数 $\mu=0.2$, 最大静摩擦力等于滑动摩擦力, g 取 10m/s^2 , 关于摩擦力对 A 、 B 系统所做的功 W , 下列说法正确的是



第 13 题图 1

第 13 题图 2

- A. 当 $F < 1\text{N}$ 时, F 越大, W 越大
 B. 当 $1\text{N} \leq F < F_1$ 时, W 、 F 之间的关系满足 $W = \frac{8}{3+F}$
 C. W 的最大值为 $\frac{8}{3}\text{J}$
 D. 当 $F = F_2$ 时 W 值大于 $F = F_1$ 的 W 值

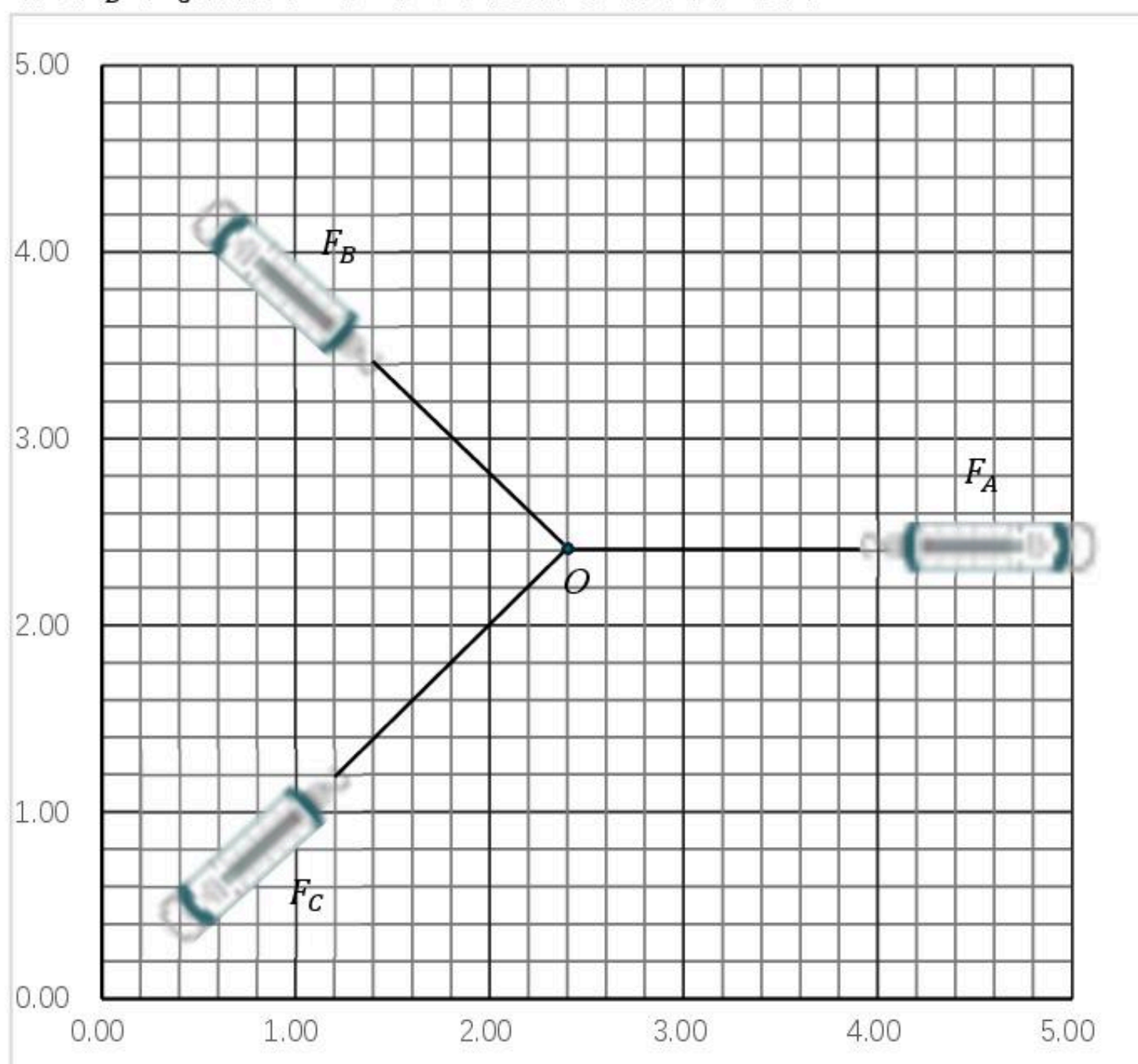
非选择题部分

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. (4 分) 在“验证力的平行四边形定则”实验中, 某小组采用三弹簧秤互拉法改进传统方案。已知每根弹簧秤的量程均为 $0 \sim 5\text{N}$, 分度值均为 0.1N 。如图 1 所示, 三弹簧秤通过细绳互成一定角度连接于点 O , 置于正方形坐标纸上 (水平和竖直方格间距相等), 调整三弹簧秤的拉力方

向，使弹簧秤 A 处于平方向，弹簧秤 B 和 C 均沿方格子的对角线方向，结点 O 位于方格纸交点上，并保持静止时，测得 $F_A = 2.00\text{N}$ ， $F_B = 1.52\text{N}$ ， $F_C = 1.38\text{N}$ 。试在该坐标纸上完成力的图示，作出 F_B 与 F_C 的合力 $F_{\text{合}}$ ，验证其是否与 F_A 平衡。要求：

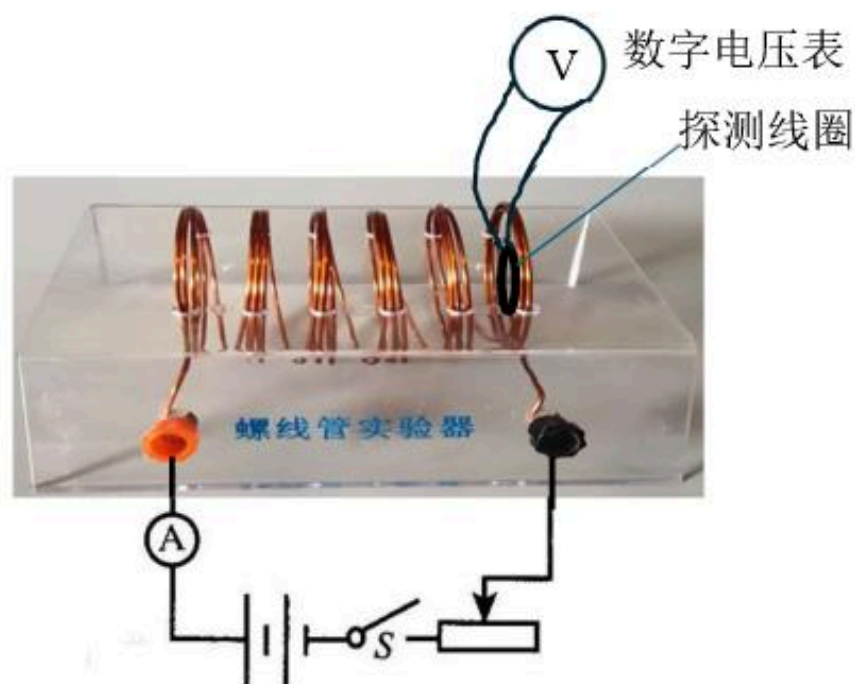


第 14-I 题图 1

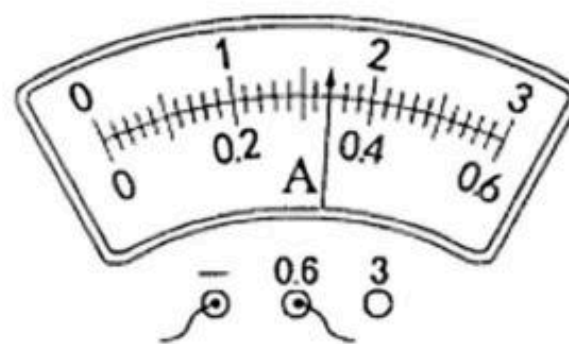
- (1) 确定力的标度（用文字说明或在图中标出）；
- (2) 作平行四边形；
- (3) 计算出相对误差为_____，
得出实验结论为_____；
- (4) 指出测量过程中一个主要误差来源_____。

14-II. (10 分) 在物理实验中，常利用电磁感应原理测量磁感应强度。现采用探测线圈和数字电压表测量通电螺线管端口处的磁感应强度。实验器材：长直螺线管（单位长度匝数 $n=1000$ 匝/m，电阻可忽略），探测线圈（半径 $r=2.00\text{cm}$ ，匝数 $N=50$ ），数字电压表（内阻 $R_V > 10\text{M}\Omega$ ，响应时间在 μs 量级，可测瞬时值），滑动变阻器（最大阻值 20Ω ），直流电源（电动势 $U=6.0\text{V}$ ，内阻不计），电流表（量程 $0-0.6\text{A}$ ），开关、导线若干。实验电路如图所示 1。

- (1) 实验原理。已知通有电流 I 的螺线管端口处的磁感应强度 $B = \frac{1}{2}n\mu_0 I$ ，其中 $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}(\text{N/A}^2)$ ；断开 S，螺线管中电流可视为线性衰减，即 $I(t)=I(1-t/\tau)$ ， τ 为电路时间常数，在本实验中 $\tau = 15\text{ms}$ 。



第 14-II 题图 1



第 14-II 题图 2

(i) 若每匝探测线圈的有效截面积为 A_{eff} , 则探测线圈中的感生电动势 $E =$ _____ (用题中的符号表示);

(ii) 数字电压表的读数即为待测的感生电动势, 其原因是 _____。

(2) 实验连线与步骤:

(i) 电路中滑动变阻器属于 _____ (选填“限流”或“分压”) 接法;

(ii) 螺线管与探测线圈同轴放置, 探测线圈位于螺线管端面处;

(iii) 调试电路时, 闭合开关 S , 调节滑动变阻器, 电流表示数如图 2 所示, 则电流为 _____ A;

(iv) 闭合开关 S , 调节滑动变阻器, 测量回路电流 I , 然后断开开关 S , 电流表从 I 降至零的过程中数字电压表示数为 U ;

(v) 重复步骤(iv), 调节滑动变阻器, 测量 5 (I, U) 组数据。

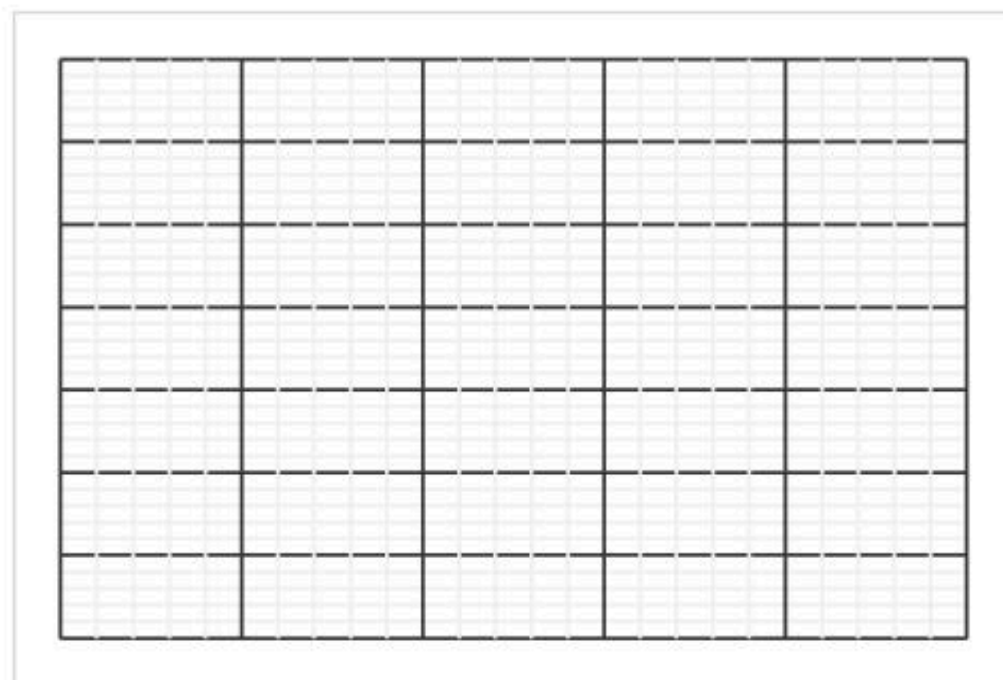
(3) 实验数据

第 14-II 题表

$I(\text{A})$	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50
$U(\text{V})$	0.24	0.50	0.76	1.00	1.26

(i) 在图 3 的坐标纸上, 绘制 $U-I$ 图线, 斜率 $k =$ _____ (保留 2 位有效数字);

(ii) 探测线圈有效面积 $A_{\text{eff}} =$ _____ m^2 (保留 2 位有效数字), 与理论面积 πr^2 比较, 两者不一致的主要原因是 _____。



第 14-II 题图 3

15. (8分) 自行车骑行时轮胎的胎压太高或太低都容易造成安全隐患。通常情况下, 一山地自行车在 27°C 时的正常胎压为 $3 \times 10^5 \text{Pa}$, 设轮胎的容积 3L 保持不变,

(1) 若气体温度升高, 气体分子的数密度 ▲ (选填“变大”“变小”或“不变”), 气体的平均速率 ▲ (选填“变大”“变小”或“不变”);

(2) 若气体温度升高到 37°C 过程中, 胎内气体的内能增加了 76J , 求胎内气体吸收的热量 Q ;

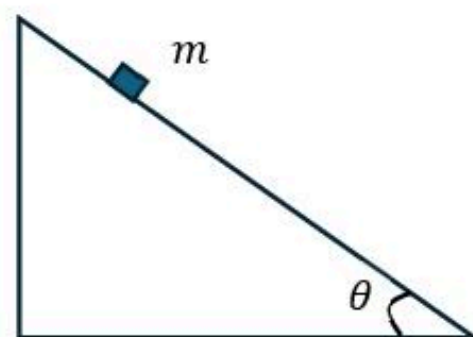
(3) 若气体温度降低到 -3°C 时, 测得胎压为 $2.5 \times 10^5 \text{Pa}$, 通过计算判断轮胎是否漏气。若漏气则进一步求出漏出气体质量占原来胎内气体质量的百分比。

16. (11分) 倾角 $\theta=37^{\circ}$ 、长 $s=0.3\text{m}$ 的固定斜面上放置一质量 $m=0.3\text{kg}$ 的物块, 物块与斜面间的动摩擦因数 $\mu=0.5$ 。用一方向、大小可调的力 F 作用于物块上。已知重力加速度 $g=10\text{m/s}^2$, $\sin 37^{\circ}=0.6$, $\cos 37^{\circ}=0.8$ 。

(1) 若 $F=0$, 求物块运动的加速度大小;

(2) 若 F 方向水平向右, 则 F 取多少的时候, 物块由静止开始从斜面顶端沿斜面到达底端时的速度最大, 并求出最大速度 v_m ;

(3) 若物块沿斜面向上做匀速运动, 求所需施加力的最小值 F_{\min} 以及与斜面夹角的正弦值。



第16题图

17. (12分) 一束 γ 射线通过充满液态氢的气泡室 (存在匀强磁场, 磁感应强度大小为 B), 将其中的一个可视为静止且处于基态的氢原子打出一个电子 (e^{-1}), 而自身转变成一正负电子对 (e^{+}, e^{-1}), 它们的运动径迹照片如图所示。在正负电子对产生的时刻, 它们运动的曲率半径分别为 ρ_1 、 ρ_2 和 ρ_3 , 且具有共同的切线。已知正、负电子的质量均为 m , 光速为 c , 普朗克常量为 h ; 由于电子高速运动, 需要考虑相对论效应, 电子因运动而具有的总能量 $E = \sqrt{c^2 p^2 + m^2 c^4}$, 其中 p 为电子的动量。请根据题干信息, 回答下列问题。

(1) 氢原子被打出一个电子, 成为质子, 需要的最小能量为 _____;

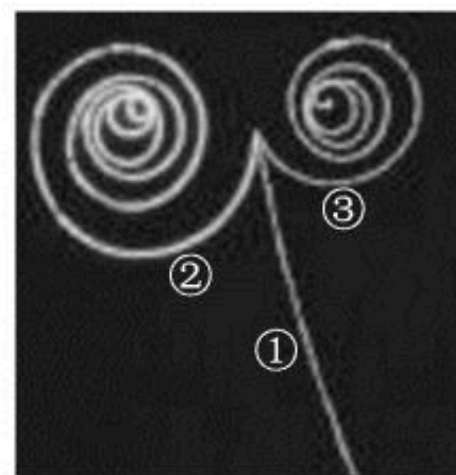
(2) 下列说法正确的是

A. γ 射线从上向下射入

B. 径迹①是 γ 射线的轨迹

C. 磁场方向垂直纸面向里

D. 刚形成正负电子对时, 电子对的质量、电荷量和能量均相同



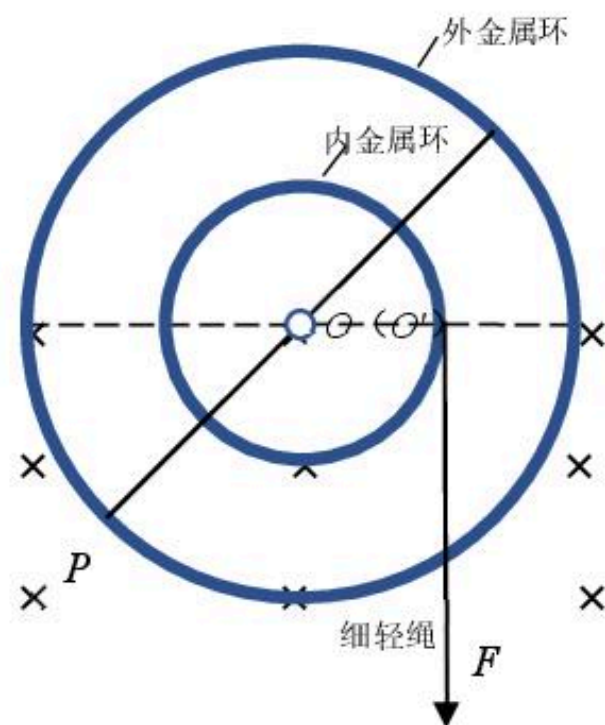
第17题图

(3) 质子质量是电子质量的 1836 倍, 因此可近似认为静止, 试求 γ 射线的频率 ν ;

(4) 经过时间 t , 正电子运动的曲率半径为 ρ , 求此过程中气泡对正电子所做的功;

18. (13分) 某发电机简化结构如图所示, 它由质量均为 m 、电阻不计、半径分别为 r 、 $2r$ 的两金属环, 2根长均为 $2r$ 、电阻均为 R 的轻杆, 以及直径可忽略的绝缘轻质转轴 O (O') 构成。轻杆将内、外金属环固定在转轴上, 金属圆环的下半部分处于磁感应强度大小为 B , 方向垂直金属环平面向里的匀强磁场中, 且始终保持一根轻杆在磁场内。足够长的细绳绕在内金属环上, 拉动轻绳可使整个装置转动。不计转轴摩擦和空气阻力。

- (1) 若装置顺时针以角速度 ω 转动,
- ① 画出等效电路图, 并求流过两圆环间轻杆的电流
 - ② 求杆两端点间的电压 U_{PO} ;
- (2) 若用恒力 F 拉动轻绳, 使装置从静止开始转动
- ① 求装置的最大角速度 ω_m ;
 - ② 从静止开始到转过角度 θ 时角速度达到 ω , 求该过程所用时间 t 。



第18题图

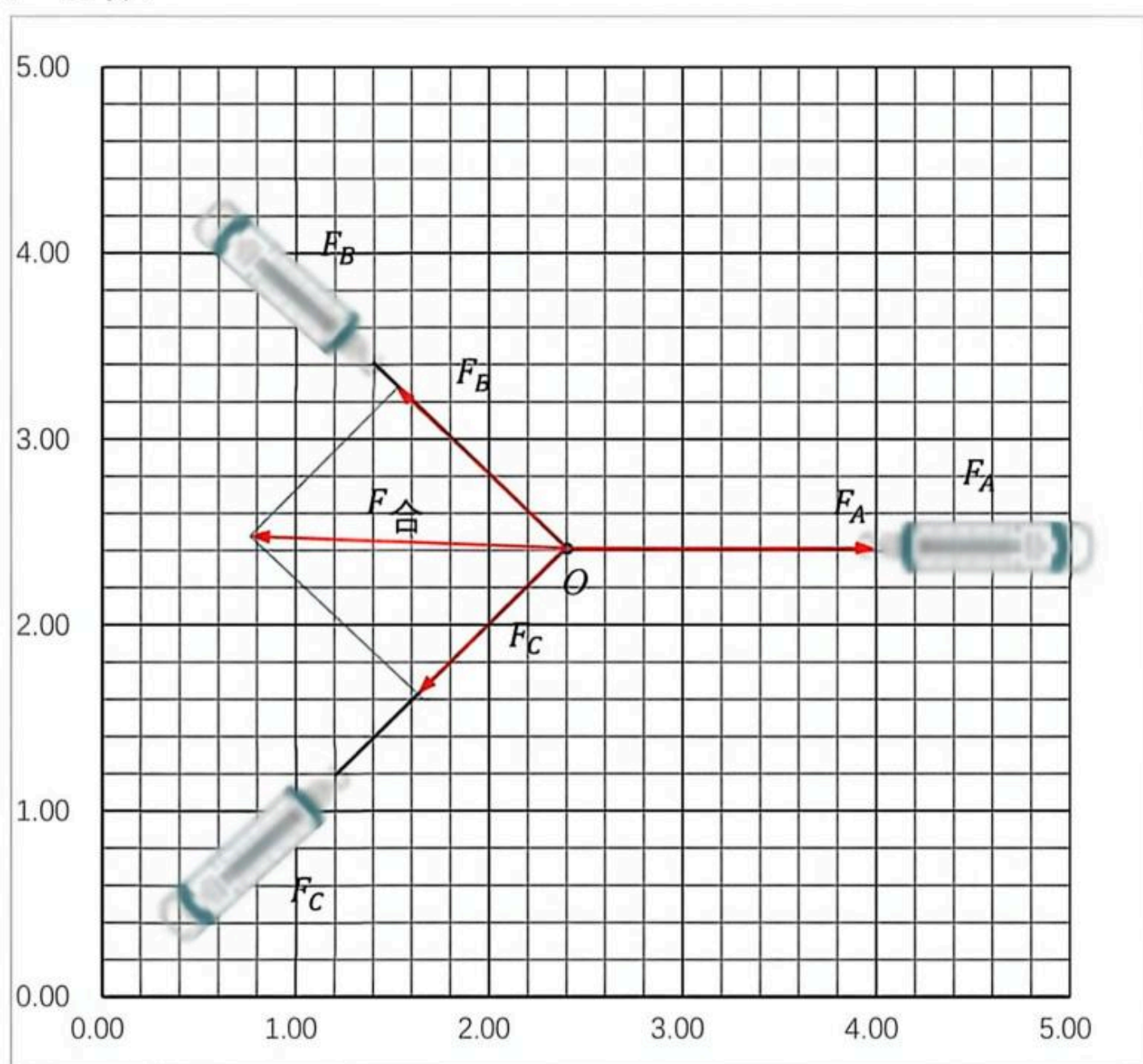
高三物理学科练习参考答案及解析

1. 【答案】A。eV 是能量单位，GeV 也是，A 正确。
2. 【答案】B。有向心加速度，受力不平衡，A 错误；研究运动轨迹时，可视为质点，B 正确；轨迹长度和时间之比为平均速率，C 错误；相对终点光电计时门，摩托车是运动的，D 错误。
3. 【答案】D。竖直方向，运动者重力等于支持力与墙面摩擦力的合力，A 错误；地面摩擦力与墙面的支持力平衡，B 错误；由趋势知，墙面摩擦力一定向上，与墙面的支持力的合力方向，一定斜向上，C 错误，D 正确。
4. 【答案】C。D 点电场线密，场强大，A 错误；金属板上表面是等势体，A、B 两点电势相同，B 错误；电子从 C 点移到 D 点，电场力做正功，电势能一定减小，C 正确；电子沿力的方向运动，不会沿电场线运动，D 错误。
5. 【答案】C。由 $G\frac{Mm}{r^2}=m\frac{4\pi^2}{T^2}r$ 和 $\rho=\frac{3M}{4\pi R^3}$ 得 $\rho=\frac{3\pi r^3}{GT^2R^3}$ ，C 正确。
6. 【答案】B。 ${}^3_1\text{H}\rightarrow{}^3_2\text{He}+{}^0_{-1}\text{e}$ ，A 错误；时间为两个半衰期约 24 年，B 正确；总质量变化很小，C 错误；半衰期由核的内部结构决定与温度等外部条件无关，D 错误。
7. 【答案】D。图线描述同一金属在各种频率光照射下 U_c 随 ν 变化的关系，A 错误；图线斜率为 $\frac{h}{e}$ ，B 错误；图中横轴原点不为零，C 错误； Q 对应的光频率大，最大初动能大，D 正确。
8. 【答案】B。铁芯向上移动，上端的副线圈电动势变大，下端的副线圈电动势变小，电压表的示数变大，A 错误，B 正确；向上和向下移动， c 、 d 的电势高低不同，可以通过指针的偏转方向来判断，C 错误；因为两个副线圈反接串联，电动势抵消，故只要铁芯处于图示位置，电压表的示数一定为零，D 错误。
9. 【答案】B。波在介质 I 和介质 II 中的速度分别为 v_1 、 v_2 。周期 $T=1\times 10^{-3}\text{s}$ ， S_1 发出的波先传到 P 点， $\frac{1}{v_1}+\frac{0.2}{v_2}=1\times 10^{-3}$ ， S_2 发出的波再传到 P 点， $\frac{0.8}{v_2}=2\times 10^{-3}$ ， $v_1=2000\text{m/s}$ ， $v_2=400\text{m/s}$ ， $\lambda_1=v_1T=2\text{m}$ ， $\lambda_2=v_2T=0.4\text{m}$ ，C 错误； S_1 发出的波传到 P 点时， P 点起振沿 y 轴正方向，知 S_1 起振沿 y 轴正方向，在 $t=2\times 10^{-3}\text{s}$ 时， S_2 波刚传到 P 点，叠加后振幅减小，知 S_2 波的起振方向沿 y 轴负方向，A 错误； $t=5\times 10^{-4}\text{s}$ 时 S_1 波刚传到 O 点，振动方向 y 轴正方向作为新波源，此时 S_2 波源经过半个周期，振动方向也为 y 轴正方向，作为另一波源。可知加强点为 0.1m 、 0.3m 、 0.5m 、 0.7m 、 0.9m 共 5 个点，B 正确；根据振动图像知 $0\sim 0.5\times 10^{-3}\text{s}$ ，路程为零， $0.5\times 10^{-3}\sim 2.5\times 10^{-3}\text{s}$ ，路程为 $80\mu\text{m}$ ， $2.5\times 10^{-3}\sim 4\times 10^{-3}\text{s}$ 路程为 $30\mu\text{m}$ ，路程共为 $110\mu\text{m}$ ，D 错误。
10. 【答案】B。向右运动过程中， $\mu mg=BIl$ ，即 $x=x_0-\frac{\mu mg}{B_0Il}=0.5x_0$ 为平衡位置， $F_{\text{回}}=-\frac{B_0}{x_0}Il\Delta x$ ，导体杆向右做简谐运动。振幅 A 即为 $x=0.5x_0$ ，由 $\frac{1}{2}kA^2=\frac{1}{2}mv_m^2$ ，得 $v_0=\sqrt{\frac{B_0x_0Il}{m}(1-\frac{\mu mg}{B_0Il})}=\frac{1}{2}\sqrt{\frac{B_0x_0Il}{m}}$
A 错误； $t=\frac{T}{4}=\frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{mx_0}{B_0Il}}$ B 正确； $\Delta\phi=Bxl=(B_0-\frac{B_0}{2x_0}x)xl=\frac{3}{8}B_0x_0l$ C 错误； $Q=I^2rt=\frac{\pi}{2}I^2r\sqrt{\frac{mx_0}{B_0Il}}$
D 错误。
11. 【答案】BD。一种液体是否浸润某种固体，与这两种物质的性质都有关系，A 错误；在不同的惯性参考系中，物理规律的形式都是相同的，B 正确；干簧管利用了磁极间的相互作用来控制电路的通断，C 错误；大量原子核的行为是可以预测的，对于大量氢核，可以准确预言在 1s 后、10min 后，或 200 万年后，各会剩下百分之几没有衰变。D 正确。
12. 【答案】AC。恰好在挡风玻璃的外表面发生全反射， $\sin C=\frac{2}{3}$ ， $\frac{\sqrt{5}}{\sqrt{(\sqrt{5})^2+(1.7+d)^2}}=\frac{2}{3}$ ， $d=0.8\text{cm}$ ，
A 正确；恰好在挡风玻璃发生全反射，在 AN 、 BQ 边也一定发生全反射，B 错误，C 正确；由对称性，接收管应略下移 Δd 才能接收红外线，D 错误。

13. 【答案】BC。当 $F < 1\text{N}$ 时, B 从 A 右端脱离, $W = \mu m_B g L = 2\text{J}$, 做功均相同, A 错误; 当 $F = 1\text{N}$, B 恰好达到 A 右端且保持相对静止, $a_A = 6\text{m/s}^2$, $a_B = 2\text{m/s}^2$, 由 $v_0 - a_B t = a_A t$, $\frac{1}{2}(v_0 + v)t - \frac{1}{2}vt = L$ 得 $v_0 = 4\text{m/s}$ 。当 $1\text{N} \leq F < F_1$ 时, $a_A = 2(2+F)$, 得 $s = \frac{4}{F+3}$, $W = \mu m_B g s = \frac{8}{F+3}$, B 正确; 当 $F = (m_A + m_B) a_B = 3\text{N}$, $F < F_1 = 3\text{N}$ 时, A 与 B 最终会相对静止, 对应相对静止位置, $s = \frac{2}{3}\text{m}$ 。当 $F = 3\text{N}$ 时, B 恰好从 A 左端脱离, $s = \frac{4}{3}\text{m}$ 为最大相对路程, W 的最大值为 $\frac{8}{3}\text{J}$, C 正确; 当 $F = F_2$ 时, 可知单程路程为 $s = \frac{1}{3}\text{m}$, 代入知 $F_2 = 9\text{N}$, 由图知 $F = F_1$ 和 $F = F_2$ 时, 相对路程 S 相同, W 相同, D 错误。

14. 实验题 (I、II 两题共 14 分)

14-I. (4 分)



① 标度: 1 格代表 0.25N

1 分

② 图

1 分

③ $F_{\text{合}} = 2.05\text{N}$, 相对误差 $E = \frac{0.05}{2} \times 100\% = 2.5\%$; 在实验误差范围内验证了力合成的平行四边形定则

1 分

④ 原因: 弹簧秤未正确校准/结点 O 未静止等 (答出一点即给分)

1 分

14-II (10 分)

(1) $E = NA_{\text{eff}} \frac{\mu_0 n I}{2r}$

2 分

数字表内阻远大于探测线圈内阻

1 分

(2) 实验连线与步骤:

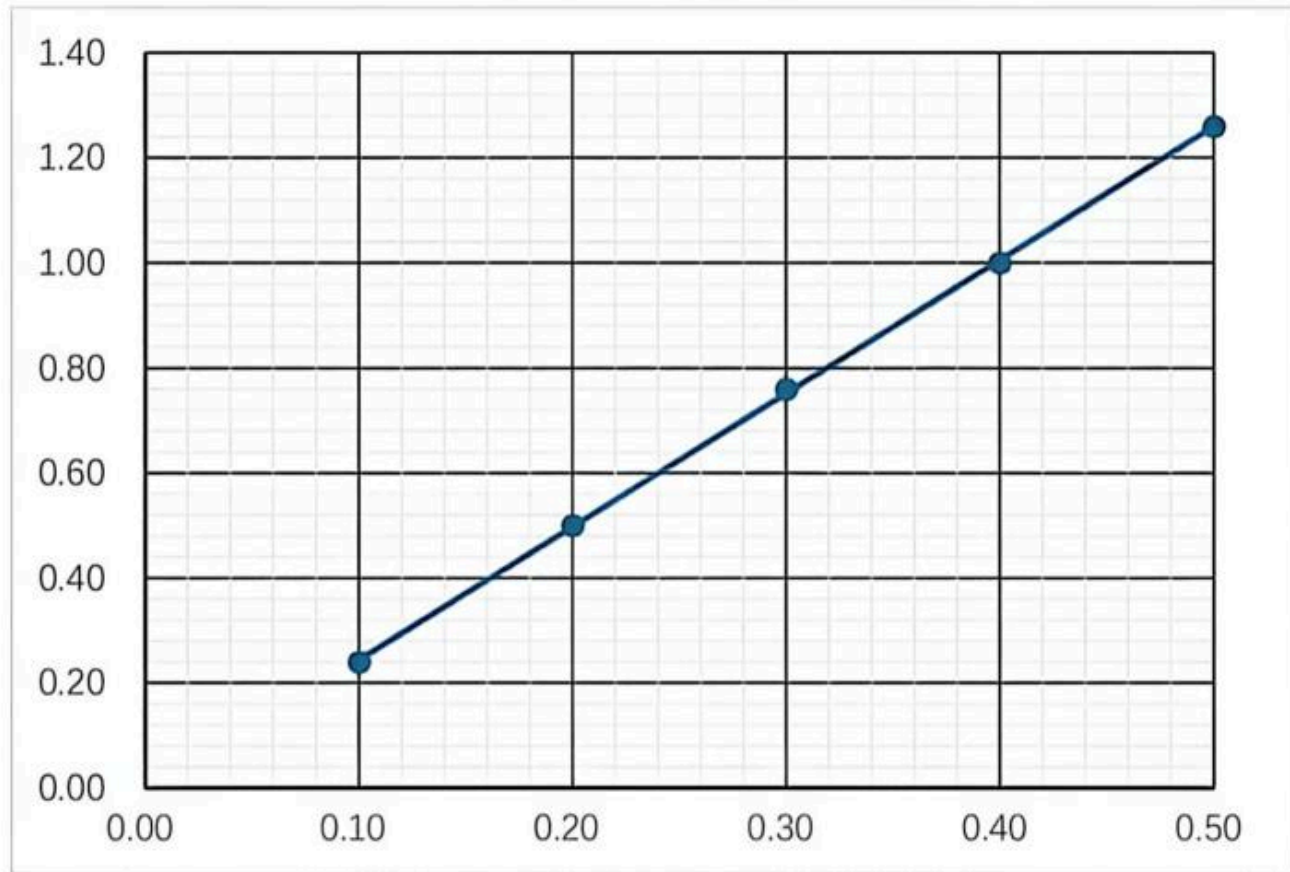
限流

1分

0.34

1分

(3) 实验数据



(i) 图

2分

斜率 $k = 2.5 \pm 0.1 \text{ A/V}$

1分

$$A_{\text{eff}} = k \times \frac{2\tau}{\mu_0 n N} = 2.5 \times 2 \times \frac{0.015}{4\pi \times 10^{-7} \times 1000 \times 50} = 1.2 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

1分

理论值 $A = \pi r^2 = 1.26 \times 10^{-3} \text{ m}^2$ 两者不一致, 源于磁场边缘效应 (非匀强磁场) 1分

15. 【答案】

(1) 不变, 变大 (2) 76J (3) 漏气, 7.4%

(1) 气体分子的体积及总数目不变, 分子数密度也不变; (1分)

温度升高, 平均动能变大, 平均速率也变大。(1分)

(2) $\Delta U = W + Q$ (1分)

气体体积不变, $W = 0$ (1分)

$$Q = \Delta U$$

得 $Q = 76\text{J}$ (1分)

(3) 初态 $P_1 = 3 \times 10^5 \text{ Pa}$ $V_1 = 3\text{L}$ $T_1 = 300\text{K}$

末态 $P_2 = 2.5 \times 10^5 \text{ Pa}$ $T_2 = 270\text{K}$

$$\text{由 } \frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \text{ (1分)}$$

得 $V_2 = 3.24\text{L} > 3\text{L}$ 漏气 (1分)

$$\eta = \frac{V_2 - V_1}{V_2} \approx 7.4\%$$

漏出气体质量占原来胎内气体质量的百分比约为 7.4% (1分)

16. (11分)

(1) $F_{\text{all}} = mg \sin \theta - \mu mg \cos \theta$

$a = \frac{F_{\text{all}}}{m}$

$a = 2\text{m/s}^2$

(2) 沿斜面运动, 当摩擦力为零时速度最大, 则有

$mg \cos \theta - F \sin \theta = 0$

$F = \frac{mg \cos \theta}{\sin \theta} = 3 \times \frac{0.8}{0.6} = 4\text{N}$

动能定理 $\frac{1}{2}mv_m^2 = mgs \sin \theta + Fs \cos \theta$

$v_m = \sqrt{2s(g \sin \theta + \frac{F}{m} \cos \theta)} = \sqrt{0.6(\frac{50}{3})} = \sqrt{10}\text{m/s}$

(3) 沿斜面和垂直斜面正交分解, 有

$-mg \sin \theta + F_2 \cos \beta - F_f = 0$

$F_N - mg \cos \theta + F \sin \beta = 0$

$F_f = \mu F_N$

$F = \frac{mg(\mu \cos \theta + \sin \theta)}{\mu \sin \beta + \cos \beta}$

$\cos \alpha = \frac{1}{\sqrt{\mu^2 + 1}} \quad \sin \alpha = \frac{\mu}{\sqrt{\mu^2 + 1}}$

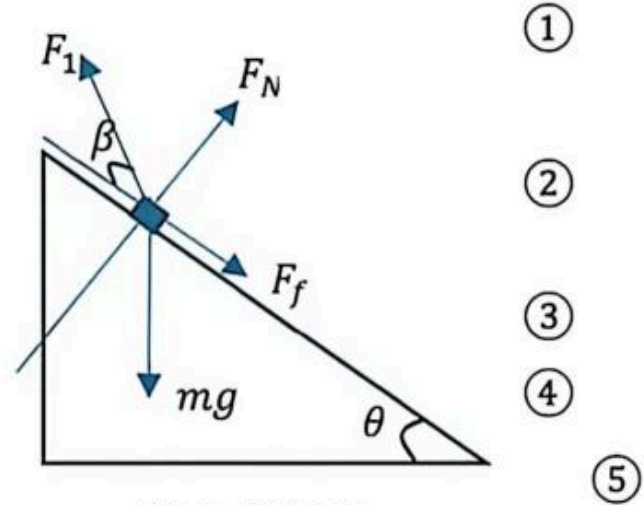
$F_2 = \frac{mg(\mu \cos \theta + \sin \theta)}{\mu \sin \beta + \cos \beta} = \frac{mg(\mu \cos \theta + \sin \theta)}{\sqrt{\mu^2 + 1}(\sin \alpha \sin \beta + \cos \alpha \cos \beta)} = \frac{mg(\mu \cos \theta + \sin \theta)}{\sqrt{\mu^2 + 1}(\cos \alpha - \sin \alpha \tan \beta)}$

$\beta = \alpha$ 时, F 最小, 最小值为 $F_{\text{min}} = \frac{mg(\mu \cos \theta + \sin \theta)}{\sqrt{\mu^2 + 1}} = mg \sin(\alpha + \theta) = \frac{3}{\sqrt{1.25}} = \frac{6}{5}\sqrt{5}\text{N}$

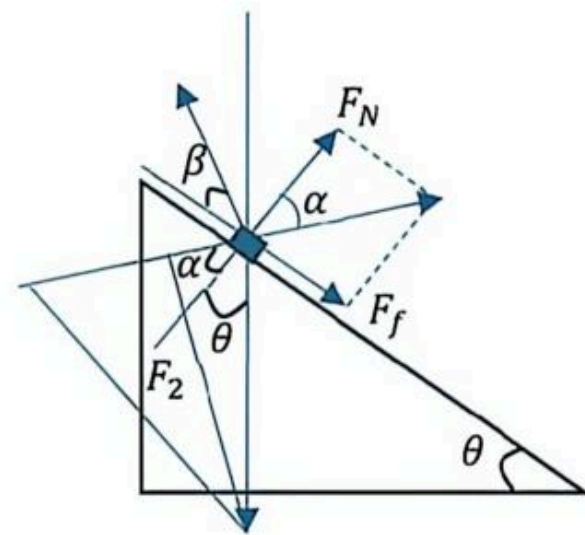
方向: $\sin \beta = \sin \alpha = \frac{2\sqrt{5}}{5}$

或直接受力分析, 夹角 α 为定值, 重力恒定, 故外力 F 垂直于支持力与摩擦力的合力时, F 最小, 则有 $F_{\text{min}} = mg \sin(\alpha + \theta)$

评分标准: ①~⑪式各1分



第16题解图1



第16题解图2

17. (12分)

(1) 13.6eV

(2) A

(3) 带电粒子在磁场中运动的动量 $p = mv = eB\rho$

三条轨迹的粒子对应的动量分别为 $p_1 = eB\rho_1$

$p_2 = eB\rho_2$

$$p_3 = eB\rho_3$$

由动量守恒, 得 γ 光子的动量 $p = eB(\rho_1 + \rho_2 + \rho_3)$ ④

$$p = \frac{h}{\lambda} = \frac{h\nu}{c} \quad \text{⑤}$$

$$\nu = \frac{ceB}{h}(\rho_1 + \rho_2 + \rho_3) \quad \text{⑥}$$

$$(4) E_0 = \sqrt{(cp_2)^2 + m^2c^4} \quad \text{⑦}$$

$$p_t = eB\rho \quad \text{⑧}$$

$$E_t = \sqrt{(cp_t)^2 + m^2c^4} \quad \text{⑨}$$

$$A = c(\sqrt{e^2B^2\rho^2 + m^2c^2} - \sqrt{e^2B^2\rho_2^2 + m^2c^2}) \quad \text{⑩}$$

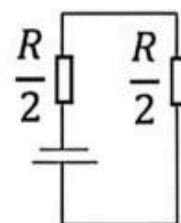
评分标准: ①、③、⑤~⑩式各1分, ②④式2分

18. (13分)

$$(1) \text{① } E = Br\bar{v} = Br\frac{2r\omega+r}{2} = \frac{3}{2}B\omega r^2 \quad \text{①}$$

由于转轴 OO' 绝缘, 等效电路如图所示

$$\text{由闭合电路欧姆定律 } I = \frac{E}{R} = \frac{3B\omega r^2}{2R}$$



第18题解图

$$\text{② } U_{PO} = I \times \frac{R}{2} + E' \quad \text{②}$$

$$E' = \frac{1}{2}B\omega r^2 \quad \text{③}$$

$$U_{PO} = \frac{5B\omega r^2}{4} \quad \text{④}$$

(2) ① 当金属环匀速转动时, 其角速度达到最大值, 此时外力 F 的功率等于回路中的总电功率,

$$\text{即 } Fv_m = F\omega_m r = \frac{E^2}{R} = \frac{9B^2 r^4 \omega_m^2}{4R} \quad \text{⑤}$$

$$\omega_m = \frac{4FR}{9B^2 r^3} \quad \text{⑥}$$

② 设在稳定前的任意微元过程, 绳子位移 Δx , 运动时间 Δt , 两金属环动能增分别为 ΔE_{k1} 、 ΔE_{k2} ,

由能量守恒定律, 有

$$F\Delta x = \Delta E_{k1} + \Delta E_{k2} + \frac{E^2}{R}\Delta t \quad \text{⑦}$$

$$\text{由动能定理 } \Delta E_{k1} = ma\Delta x \quad \Delta E_{k2} = ma_2\Delta x_2 = 4ma\Delta x; \quad \text{⑧}$$

$$F = 5ma + \frac{E^2\Delta t}{R\Delta x} = 5ma + \frac{9B^2 r^3 \omega}{4R} \quad \text{⑨}$$

$$\text{对上式两边乘 } \Delta t, \text{累加求和 } \sum F\Delta t = 5m\sum a\Delta t + \frac{9B^2 r^3}{4R}\sum \omega\Delta t \quad \text{⑩}$$

$$\text{即 } t = \frac{5m\omega r}{F} + \frac{9B^2 r^3 \theta}{4FR} \quad \text{⑪}$$

评分标准: ①~⑬式各1分