

平行高二物理试卷解析

考试时间：90 分钟 满分：100 分 命题教师：平行高一 审题教师：平行高一

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	D	A	C	D	A	BD	BC	BC	AD

一、单选题（本大题共 6 小题，每小题 4 分，共 24 分，在每小题给出的四个选项中，只有一项是符合题目要求的。）

1. 现代生活离不开智能手机，手机有很多功能需要传感器来实现。例如当人将手机靠近耳朵接听电话时，手机会自动关闭屏幕从而达到防误触的目的，实现这一功能可能用到的传感器为（ ）

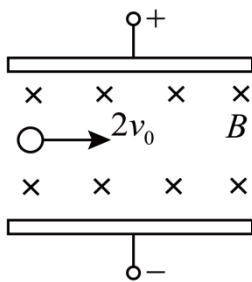
- A. 光传感器和位移传感器
- B. 磁传感器和温度传感器
- C. 磁传感器和声传感器
- D. 压力传感器和加速度传感器

【答案】A

【详解】当人将手机靠近耳朵接听电话时，改变了位移，并且耳朵会挡住光线，所以可能用到的传感器为光传感器和位移传感器。

故选 A。

2. 如图所示，若速度为 $2v_0$ 、电荷量为 q 的正离子恰能沿直线飞出离子速度选择器，选择器中磁感应强度为 B ，电场强度为 E ，则在其它条件不变的情况下（ ）



- A. 若改为电荷量 $-q$ 的离子，将往上偏
- B. 若速度变为 v_0 将往上偏
- C. 若改为电荷量 $+2q$ 的离子，将往下偏
- D. 若速度变为 $3v_0$ 将往上偏

【答案】D

【详解】A. 正离子恰能沿直线飞出，说明粒子做匀速直线运动，根据平衡条件有

$$q \cdot 2v_0 B = qE$$

若改为电荷量 $-q$ 的离子，根据左手定则判断可知离子受的洛伦兹力方向向下，电场力方向向上，由于两个力的关系仍有 $2qv_0 B = qE$ ，此时洛伦兹力与电场力仍然平衡，所

以负离子不偏转，仍沿直线运动，A 错误；

B. 若速度变为 v_0 ，洛伦兹力减小为原来的 2 倍，而离子受的洛伦兹力方向向上，电场力不变，所以离子将向下偏转，B 错误；

C. 若改为电荷量 $+2q$ 的离子，根据题意可得

$$2q \cdot 2v_0 B = 2qE$$

即

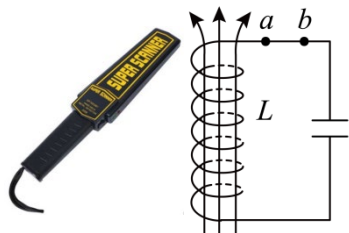
$$2qv_0 B = qE$$

此时洛伦兹力与电场力仍然平衡，所以离子不偏转，仍沿直线运动，C 错误；

D. 若速度变 $3v_0$ ，正离子所受洛伦兹力为原来的 1.5 倍，方向向上，而电场力不变，所以离子将向上偏转，D 正确。

故选 D。

3. 为营造更为公平公正的高考环境，“反作弊”工具金属探测仪被各考点广为使用。某兴趣小组设计了一款金属探测仪，如图所示，探测仪内部的线圈与电容器构成 LC 振荡电路，当探测仪检测到金属物体时，探测仪的蜂鸣器发出声响。已知某时刻，探测仪中电路里的电流的方向由 b 流向 a ，且电流强度正在增加过程中，则（ ）



A. 该时刻线圈的自感电动势正在减小

B. 该时刻电容器下极板带正电荷

C. 探测仪靠近金属时，金属被磁化

D. 若探测仪与金属保持相对静止，则金属中不会产生感应电流

【答案】A

【详解】A. 某时刻，电流的方向由 b 流向 a ，且电流强度正在增加过程中，电场能减小，磁场能增加，故自感电动势阻碍电流的减小，则该时刻线圈的自感电动势正在减小，故 A 正确；

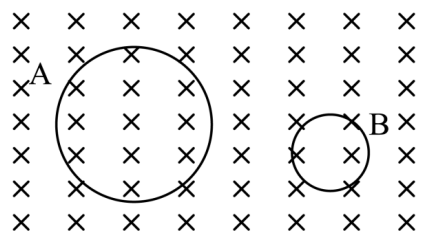
B. 电流的方向由 b 流向 a ，且电流强度正在增加过程中，电容器放电，由右手螺旋定则判断，电容器下极板带负电，故 B 错误；

C. 若探测仪靠近金属时，含有铁等磁性金属会发生磁化，其他金属不行，故 C 错误；

D. 此时电流强度正在增大过程中，虽然探测器与金属保持相对静止，金属也会产生感应电流，故 D 错误。

故选 A。

4. 如图所示，A、B 两个闭合单匝线圈用完全相同的导线制成，半径 $r_A=3r_B$ ，图示区域内有匀强磁场，且磁感应强度随时间均匀减小，则 ()



- A. A、B 线圈中产生的感应电动势 $E_A:E_B=3:1$
- B. A、B 线圈中产生的感应电动势 $E_A:E_B=6:1$
- C. A、B 线圈中产生的感应电流 $I_A:I_B=3:1$
- D. A、B 线圈中产生的感应电流 $I_A:I_B=1:1$

【答案】C

【详解】AB. 根据法拉第电磁感应定律，可得

$$E = n \frac{\Delta\phi}{\Delta t} = n\pi r^2 \frac{\Delta B}{\Delta t}$$

则有

$$\frac{E_A}{E_B} = \frac{r_A^2}{r_B^2} = \frac{(3r_B)^2}{r_B^2} = \frac{9}{1}$$

故 AB 错误；

CD. 设线圈单位长度的电阻为 R ，根据闭合电路的欧姆定律有

$$I = \frac{E}{2\pi r R}$$

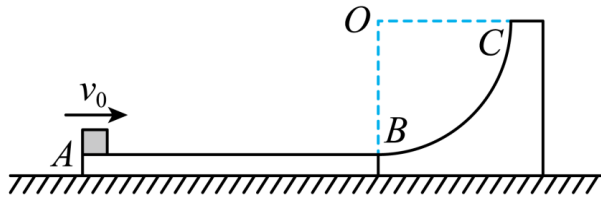
联立解得

$$\frac{I_A}{I_B} = \frac{E_A}{E_B} \cdot \frac{r_B}{r_A} = \frac{9}{1} \cdot \frac{1}{3} = \frac{3}{1}$$

故 C 正确，D 错误。

故选 C。

5. 如图所示，总质量为 m_0 的轨道 ABC 置于光滑水平面上，轨道由粗糙水平轨道 AB 和竖直面内四分之一光滑圆弧轨道 BC 组成，AB 恰与圆弧 BC 在 B 点相切。一个质量为 m 的小物块从轨道的 A 端以初速度 v_0 向右冲上水平轨道，到达圆弧轨道上某位置后，沿轨道返回。则 ()



- A. 由于物块在 AB 上运动时受到摩擦力作用，轨道与物块组成的系统动量不守恒
- B. 物块在轨道 ABC 上滑动的全过程中，轨道与物块组成的系统总动量始终保持不变
- C. 物块在圆弧轨道上运动的过程中，轨道的动量不断减小
- D. 当物块相对轨道静止时，速度变为 $\frac{mv_0}{m_0 + m}$

【答案】D

【详解】A. 物块在 AB 上运动时，摩擦力为轨道与物块之间的内力，由动量守恒定律可知，轨道与物块组成的系统动量守恒，故 A 错误；

B. 在运动的全过程中，水平方向动量守恒，物块冲上 BC 过程中，竖直方向系统受到的合力不为零，所以竖直方向动量不守恒，轨道与物块组成的系统总动量不守恒，故 B 错误；

C. 物块在圆弧轨道上运动的过程中，对轨道的作用力在水平方向上的分力方向向右，则轨道的动量不断增大，故 C 错误；

D. 当物块相对于轨道静止时，二者水平方向的速度相同，取水平向右为正方向，根据动量守恒定律得

$$mv_0 = (m_0 + m)v$$

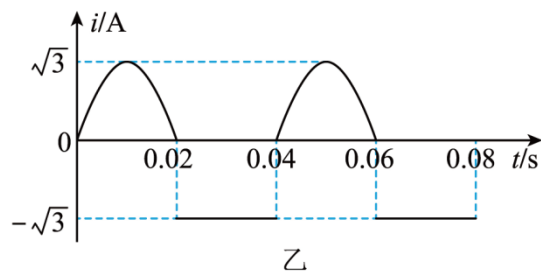
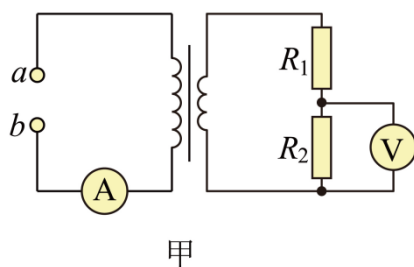
得

$$v = \frac{mv_0}{m_0 + m}$$

故 D 正确。

故选 D。

6. 一含有理想变压器的电路如图甲所示，图中理想变压器原、副线圈匝数之比为 3:1，电阻 R_1 和 R_2 阻值分别为 3Ω 和 1Ω ，电流表、电压表均为理想电表， a 、 b 端输入的电流如图乙所示，下列说法正确的是 ()



A. 电压表的示数为 $\frac{3\sqrt{3}}{2} \text{V}$

B. 电流表的示数为 $\frac{\sqrt{3}}{2} \text{A}$

C. 0~0.04s 内, 电阻 R_2 产生的焦耳热为 0.20J. 0.07s 时, 通过电阻 R_1 的电流为 $\sqrt{6} \text{A}$

【答案】A

【详解】AB. 设电流表的示数为 I_1 , 则有

$$I_1^2 R T = \left(\frac{\sqrt{3}}{\sqrt{2}}\right)^2 R \frac{T}{2} + (\sqrt{3})^2 R \frac{T}{2}$$

解得

$$I_1 = \frac{3}{2} \text{A}$$

理想变压器原、副线圈匝数之比为 3:1, 根据理想变压器规律

$$\frac{I_{1\max}}{I_{2\max}} = \frac{1}{3}$$

解得副线圈电流峰值为

$$I_{2\max} = 3\sqrt{3} \text{A}$$

因原线圈中电流只有前半个周期电流大小变化时才能输出到副线圈中, 设副线圈中交变

电的有效值为 I_2 , 则

$$I_2^2 R T = \left(\frac{3\sqrt{3}}{\sqrt{2}}\right)^2 R \frac{T}{2}$$

求得

$$I_2 = \frac{3\sqrt{3}}{2} \text{A}$$

因此电压表的示数为

$$U = I_2 R_2 = \frac{3\sqrt{3}}{2} \times 1 \text{V} = \frac{3\sqrt{3}}{2} \text{V}$$

故 A 正确, B 错误;

C. 在 0~0.04s 内, 电阻 R_2 产生的焦耳热为

$$Q = I_2^2 R_2 t = \left(\frac{3\sqrt{3}}{2}\right)^2 \times 1 \times 0.04 \text{J} = 0.27 \text{J}$$

故 C 错误;

D. 由图可知, 在 0.07s 的前后, 原线圈中的电流不变化, 则副线圈中没有感应电流, 所以通过电阻 R_1 的瞬时电流为 0, 故 D 错误。

故选 A。

二、多选题(本大题共 4 小题, 每小题 4 分, 共 16 分。在每小题给出的四个选项中, 有多项符合题目要求, 全部选对的得 4 分, 选对但不全的得 2 分, 有选错的得 0 分)

7. 2020 年在抗击新冠肺炎疫情的战役中, 为了发现高危人群中的疑似病人, 通常利

用红外线测量人体的温度。关于电磁波的应用，下列说法正确的是（ ）

- A. 红外线、X射线、 γ 射线中红外线的波长最短
- B. 红外线可以用来加热理疗，紫外线可以消毒
- C. 微波主要用于广播及其他信号的传播
- D. X射线片可以用于诊断病情， γ 射线可以摧毁病变的细胞

【答案】BD

【详解】A. 红外线、X射线、 γ 射线中红外线的波长最长，故A错误；

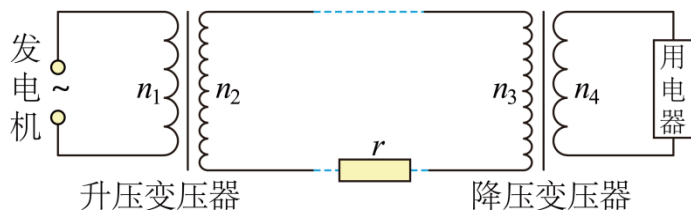
B. 根据红外线的热效应原理可以用来加热理疗，根据紫外线的荧光效应可以用来消毒、杀菌，故B正确；

C. 无线电波中的中长短波主要用于广播及其他信号传输；无线电波中的微波一般用于卫星通信、电视等，故C错误；

D. X射线穿透能力较强，可以诊断病情；电磁波中频率最大为 γ 射线，有极强的穿透能力和很高的能量，可以摧毁病变的细胞，故D正确。

故选BD。

8. 2021年6月28日，白鹤滩水电站正式并网发电，使用了我国领先全球的特高压输电技术。若发电机的输出电压不变，远距离输电的示意图如图所示。则下列叙述中正确的是（ ）



- A. 用户接入电路的用电器越多，用电器两端电压越大
- B. 用户接入电路的用电器越多，发电机的输出功率越大
- C. 用户接入电路的用电器越多，输电线电阻 r 消耗功率越大
- D. 用户接入电路的用电器越多，输电线电阻 r 两端电压越小

【答案】BC

【详解】因为发电机的输出电压不变，根据

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$$

可知 U_2 不变，用户接入电路的用电器越多，用电器消耗功率增大，因此发电机的输出功率增大，根据

$$P = U_1 I_1$$

可知 I_1 增大，根据

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

可知 I_2 增大，根据

$$U_2 = U_3 + U_r, \quad U_r = I_2 r$$

可知 U_r 增大， U_3 减小，根据

$$\frac{U_3}{U_4} = \frac{n_3}{n_4}$$

可知用电器两端电压减小

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$$

根据

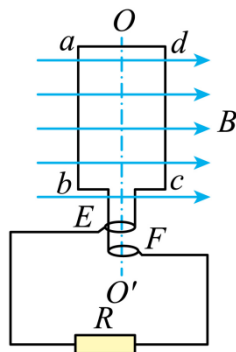
$$P_r = I_2^2 r$$

可知输电线电阻 r 消耗功率增大

故 AD 错误，BC 正确。

故选 BC。

9. 如图所示，交流发电机为 50 匝的矩形金属线圈以角速度 $\omega = 200\pi \text{ rad/s}$ 绕垂直于磁场的轴 OO' 匀速转动，磁场的磁感应强度为 $B = 0.45\text{T}$ 。线圈边长 $ab = 0.5\text{m}$ ， $ad = 0.4\text{m}$ ，其总电阻为 $r = 10\Omega$ 。线圈的两个末端分别与两个彼此绝缘的铜环 E 、 F 焊接在一起，并通过电刷与阻值 $R = 90\Omega$ 的定值电阻连接。从图示时刻开始计时，取 $\pi^2 = 10$ ，下列说法正确的是（ ）



- A. 该发电机产生的交变电流方向在 1s 内改变 100 次
- B. 从图示位置开始计时，该发电机产生的电动势瞬时表达式为 $e = 900\pi \cos 200\pi t (\text{V})$
- C. 该发电机产生的电流的有效值为 $\frac{9\sqrt{2}}{2}\pi (\text{A})$
- D. 定值电阻 R 的热功率为 72.9kW

【答案】BC

【详解】A. 金属线圈转动周期为

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 0.01\text{s}$$

交变电流方向在一个周期内改变 2 次，所以 1s 内电流方向改变次数

$$\frac{1\text{s}}{0.01\text{s}} \times 2 = 200(\text{次})$$

故 A 错误；

B. 发电机产生的电动势最大值为

$$E_m = nBS\omega = 50 \times 0.45 \times 0.5 \times 0.4 \times 200\pi(\text{V}) = 900\pi(\text{V})$$

图示位置是垂直中性面位置，故从图示位置开始计时，发电机产生的电动势瞬时表达式为

$$e = 900\pi \cos 200\pi t(\text{V})$$

故 B 正确；

C. 发电机产生的电动势的有效值为

$$E = \frac{E_m}{\sqrt{2}} = 450\sqrt{2}\pi(\text{V})$$

电流的有效值为

$$I = \frac{E}{R+r} = \frac{9\sqrt{2}}{2}\pi(\text{A})$$

故 C 正确；

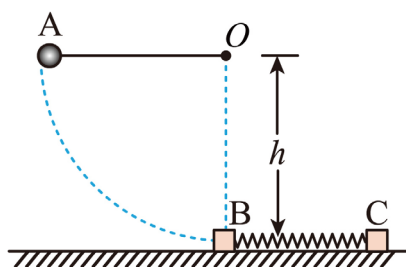
D. 定值电阻 R 的热功率为

$$P = I^2 R = 36.45\text{kW}$$

故 D 错误。

故选 BC。

10. 如图所示，细线的一端固定在 O 点，另一端系着质量为 m 的小球 A， O 点到光滑水平面的距离为 h ，未知质量的物块 B 和质量为 $2m$ 的物块 C 用轻弹簧拴接，静置于光滑的水平面上，且物块 B 位于 O 点的正下方。现拉动小球 A 使细线水平伸直后由静止释放，小球 A 运动到最低点时与物块 B 发生弹性正碰（碰撞时间极短），小球与物块均视为质点，不计空气阻力，重力加速度为 g ，则（ ）



- A. 若物块 B 的质量为 m ，碰撞后小球 A 的速度大小为 0
- B. 若物块 B 的质量为 m ，碰撞后物块 B 的速度大小为 $\frac{1}{2}\sqrt{2gh}$
- C. 若物块 B 的质量为 $3m$ ，碰撞后轻弹簧获得的最大弹性势能为 $\frac{3}{5}mgh$
- D. 若物块 B 的质量为 $3m$ ，碰撞后物块 C 的最大速度大小为 $\frac{3}{5}\sqrt{2gh}$

【答案】 AD

【详解】 根据题意可知，小球 A 运动到最低点的过程中，机械能守恒，设运动到最低点的速度为 v_0 ，则有

$$mgh = \frac{1}{2}mv_0^2$$

解得

$$v_0 = \sqrt{2gh}$$

小球 A 运动到最低点时与物块 B 发生弹性正碰（碰撞时间极短），则碰撞过程小球 A 和物块 B 组成的系统动量守恒，机械能守恒，设碰撞后小球 A 的速度为 v_A ，物块 B 的速度为 v_B ，则有

$$mv_0 = mv_A + m_B v_B$$

$$\frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}mv_A^2 + \frac{1}{2}m_B v_B^2$$

解得

$$v_A = \frac{m - m_B}{m + m_B} v_0$$

$$v_B = \frac{2m}{m + m_B} v_0$$

AB. 若物块 B 的质量为 m 可得，碰撞后小球 A 的速度大小为

$$v_A = \frac{m - m}{m + m} v_0 = 0$$

碰撞后物块 B 的速度大小为

$$v_B = \frac{2m}{m + m} v_0 = v_0 = \sqrt{2gh}$$

故 B 错误，A 正确；

CD. 若物块 B 的质量为 $3m$ 可得，碰撞后小球 A 的速度大小为

$$v_{A1} = \frac{m - 3m}{m + 3m} v_0 = -\frac{1}{2}v_0$$

碰撞后物块 B 的速度大小为

$$v_{B1} = \frac{2m}{m + 3m} v_0 = \frac{1}{2}v_0 = \frac{\sqrt{2gh}}{2}$$

可知，碰撞之后小球 A 弹回，物块 B 与弹簧和物块 C 组成的系统动量守恒，能量守

恒，当物块 B 和物块 C 速度相等时，弹簧的弹性势能最大，设此时物块 B 和物块 C 速度为 v ，则有

$$3mv_{B1} = (3m + 2m)v$$

$$E_{pm} = \frac{1}{2} \times 3mv_{B1}^2 - \frac{1}{2} \times (3m + 2m)v^2$$

解得

$$E_{pm} = \frac{3}{10}mgh$$

当弹簧再次恢复到原长时，物块 C 的速度最大，设此时物块 B 的速度为 v_{B2} ，物块 C 的速度为 v_C ，则有

$$3mv_{B1} = 3mv_{B2} + 2mv_C$$

$$\frac{1}{2} \times 3mv_{B1}^2 = \frac{1}{2} \times 3mv_{B2}^2 + \frac{1}{2} \times 2mv_C^2$$

解得

$$v_C = \frac{2 \times 3m}{3m + 2m} v_{B1} = \frac{3}{5} \sqrt{2gh}$$

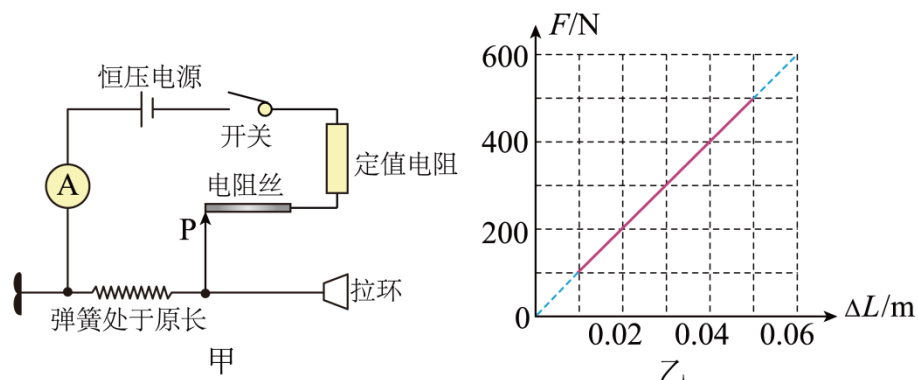
故 C 错误，D 正确。

故选 AD。

第 II 卷（非选择题）

三、实验题（本大题共 2 小题，每空 2 分，共 16 分。）

11. 利用输出电压为 3V 的恒压电源、量程为 0~0.6A 的电流表（内阻不计）、定值电阻、阻值随长度均匀变化的电阻丝（长度为 0.05m，总阻值为 25Ω）、弹簧（电阻不计）、开关、导线，改装成如图甲的测力计。



(1) 图甲的电路中，定值电阻的作用是_____；

(2) 弹簧所受拉力 F 与其伸长量 ΔL 的关系如图乙。若定值电阻为 10Ω ，则电流表的示数 I 与弹簧所受拉力 F 的关系式 $I =$ _____ (A)，当电流表的示数为 0.3A，对应标示的力为 _____ N。

【答案】 对电流表起保护作用 $\frac{60}{700-F}$ 500

【详解】(1) [1]电路中接入定值电阻的目的是对电流表起保护作用，防止当 P 移动到电阻丝的最右端时电流表被烧坏。

(2) [2]由图乙可知

$$F = k\Delta L$$

$$k = 1 \times 10^4 \text{ N/m}$$

设定值电阻为 R ，电阻丝总电阻为 R_L ，移动距离为

$$x = \Delta L$$

由闭合电路欧姆定律

$$I = \frac{E}{R + R_x}$$

又

$$R_x = R_L - \frac{\Delta L}{L} R_L$$

联立可得

$$I = \frac{E}{R + R_x} = \frac{60}{700 - F}$$

[3]当电流表的示数为 0.3A，带入

$$I = \frac{60}{700 - F}$$

可得

$$F = 500 \text{ N}$$

所以对应标示的力为 500N。

12. 小明利用如图 1 所示的实验装置验证动量定理。将遮光条安装在滑块上，用天平测出遮光条和滑块的总质量 $M = 200.0 \text{ g}$ ，槽码和挂钩的总质量 $m = 50.0 \text{ g}$ 。实验时，将滑块系在绕过定滑轮悬挂有槽码的细线上。滑块由静止释放，数字计时器记录下遮光条通过光电门 1 和 2 的遮光时间 Δt_1 和 Δt_2 ，以及这两次开始遮光的时间间隔 Δt ，用游标卡尺测出遮光条宽度，计算出滑块经过两光电门速度的变化量 Δv 。

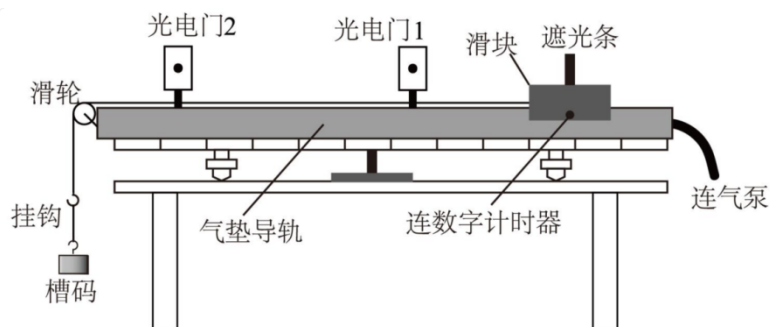


图1

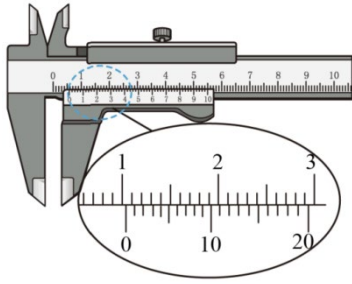
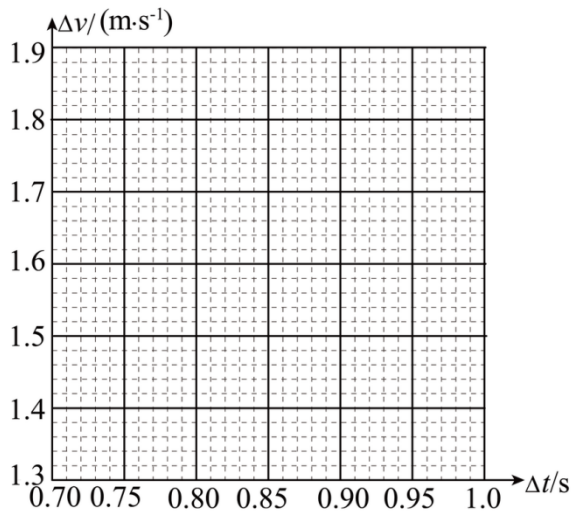


图2

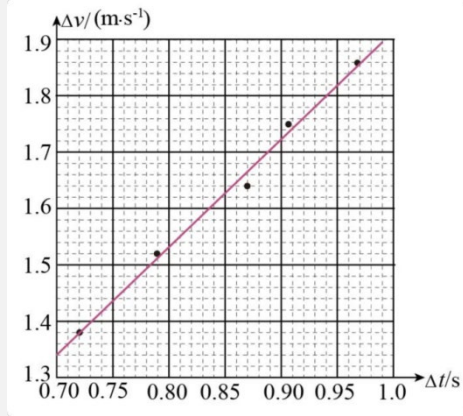
- (1) 游标卡尺测量遮光条宽度如图 2 所示，其宽度 $d =$ _____ mm；
- (2) 打开气泵，带气流稳定后调节气垫导轨，直至看到导轨上的滑块能在短时间内保持静止，其目的是_____；
- (3) 多次改变光电门 2 的位置进行测量，得到 Δt 和 Δv 的数据如下表请根据表中数据，在方格纸上作出 $\Delta v - \Delta t$ 图线_____。



$\Delta t/s$	0.721	0.790	0.854	0.913	0.968
$\Delta v/(m \cdot s^{-1})$	1.38	1.52	1.64	1.75	1.86

- (4) 查得当地的重力加速度 $g = 9.80m/s^2$ ，根据动量定理， $\Delta v - \Delta t$ 图线斜率的理论值为_____ m/s^2 ；
- (5) 实验结果发现，图线斜率的实验值总小于理论值，产生这一误差的两个可能原因时_____。
- A. 选用的槽码质量偏小
- B. 细线与气垫导轨不完全平行
- C. 每次释放滑块的位置不同
- D. 实验中 Δt 的测量值偏大

【答案】 10.20 将气垫导轨调至水平

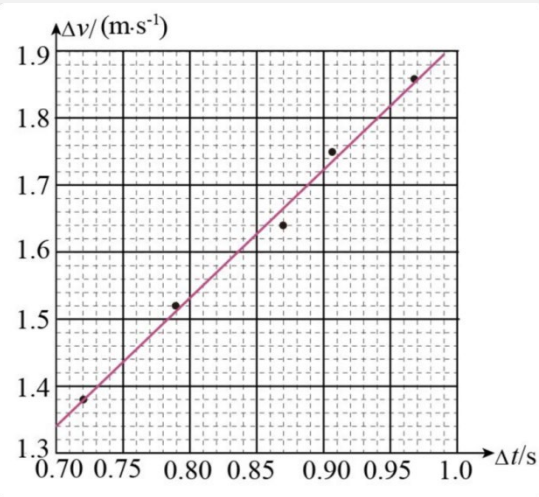


1.96 BD##DB

【详解】(1) [1]游标卡尺的读数为 $10\text{mm} + 4 \times 0.05\text{mm} = 10.20\text{mm}$ ；

(2) [2]滑块保持稳定，说明气垫导轨水平；

(3) [3]根据表格中数据描点并用直线连接



(4) [4] 根据动量定理 $F\Delta t = M\Delta v$ 变形得

$$mg\Delta t = (M + m)\Delta v$$

则 $\Delta v - \Delta t$ 图线斜率的理论值

$$k = \frac{mg}{M+m} \text{m/s}^2 = 1.96\text{m/s}^2$$

(5) [5]根据动量定理 $F\Delta t = M\Delta v$ 变形得

$$\frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{F}{M}$$

A. 槽码质量偏小，而实际的槽码质量偏大，则合外力 F 偏大，所以图线斜率的实验值偏大，A 错误；

B. 细线与气垫导轨不平行，滑块实际所受合外力为 F 的水平分力，所以图线斜率的实验值偏小，B 正确；

C. 滑块释放的位置与斜率相关的参量无关，C 错误；

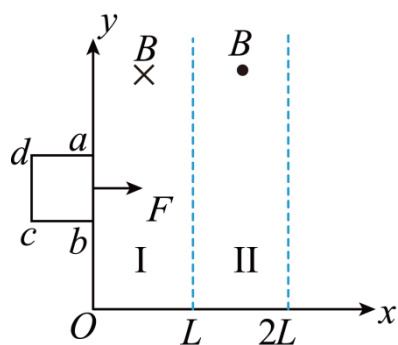
D. Δt 偏大, 则 $\frac{\Delta y}{\Delta t}$ 偏小, 图线斜率偏小, D 正确。

故选 BD。

四、解答题(本大题共 4 小题, 共 44 分。解答应写出必要的文字说明、方程式和重要的演算步骤, 只写出最后答案的不得分。有数值计算的题, 答案中必须明确写出数值和单位。)

13. (8 分) 如图所示, 在区域 I ($0 \leq x < L$) 和区域 II ($L < x \leq 2L$) 内分别存在垂直于 xoy 平面的匀强磁场, 磁感应强度的大小均为 B , 但方向相反。边长为 d ($d < L$) 的正方形金属线框 $abcd$, 电阻为 R , ab 边位于区域 I 的左边界。在平行于 x 轴方向的拉力 F 作用下, 线框以 v 的速度匀速运动, 直至全部进入磁场区域 II, 金属线框重力不计, 求:

- (1) 线框在进入磁场 I 过程中, ab 两点间的电势差 U_{ab} ;
- (2) 线框在进入磁场 II 过程中, 拉力 F 的大小。



【答案】(1) $\frac{3}{4}Bdv$; (2) $\frac{4B^2d^2v}{R}$

【详解】(1) 电动势

$$E = Bdv$$

电势差

$$U_{ab} = \frac{3}{4}Bdv$$

(2) 电动势

$$E' = 2Bdv$$

电流

$$I = \frac{E'}{R}$$

安培力

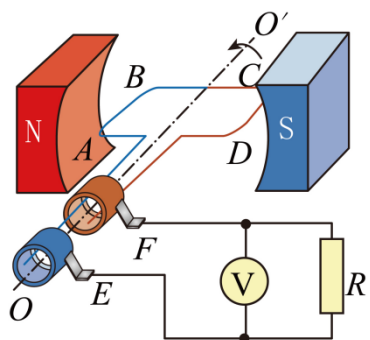
$$F_A = 2BI d$$

所以

$$F = \frac{4B^2 d^2 v}{R}$$

14. (10分) 如图所示是小型交流发电机的示意图, 线圈绕垂直于匀强磁场方向的水
平轴 OO' 沿逆时针方向匀速转动, 角速度为 $\omega = 100\text{rad/s}$, 匀强磁场磁感应强度大小
为 $B = \sqrt{2} \times 10^{-2}\text{T}$, 线圈匝数 $N = 400$ 匝, 面积为 $S = 0.02\text{m}^2$, 总电阻为 $r = 2\Omega$, 外接电
阻为 $R = 8\Omega$, V 为理想交流电压表。在 $t = 0$ 时刻, 穿过线圈的磁通量为零, 回答下列问
题:

- (1) 写出发电机产生电动势瞬时值表达式并求交流电压表的示数;
- (2) 从 $t = 0$ 时刻开始线圈平面转过 30° 的过程中, 求通过电阻的电荷量;
- (3) 求电阻 R 上的热功率。



【答案】(1) $e = 8\sqrt{2} \cos 100t(\text{V})$, 6.4V ; (2) $4\sqrt{2} \times 10^{-3}\text{C}$; (3) 5.12W

【详解】(1) 交流发电机产生电动势随时间的变化关系是

$$e = NBS\omega \cos \omega t = 8\sqrt{2} \cos 100t(\text{V})$$

交流电压表显示出的是路端电压有效值, 故示数为

$$U = \frac{E_m R}{\sqrt{2}(R+r)} = 6.4\text{V}$$

(2) 从 $t = 0$ 时刻转过 30° 的过程中, 通过电阻的电荷量为

$$q = \frac{N\Delta\Phi}{R+r} = \frac{400 \times \sin 30^\circ \times \sqrt{2} \times 10^{-2} \times 0.02}{10} \text{C} = 4\sqrt{2} \times 10^{-3}\text{C}$$

(3) 电阻 R 上的热功率

$$P = I^2 R = \frac{U^2}{R} = 5.12\text{W}$$

15. (10分) 如图所示, 在平面直角坐标系 xOy 内, 第I象限的等腰直角三角形 MNP
区域内存在垂直于坐标平面向外的匀强磁场, $y < 0$ 的区域内存在着沿 y 轴正方向的匀
强电场。一质量为 m 、电荷量为 q 的带正电粒子从电场中 $Q(-2h, -h)$ 点以速度 v_0

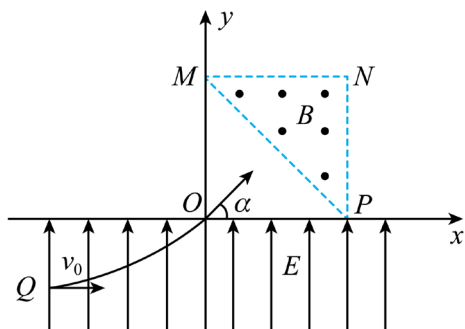
水平向右射出，经过坐标原点 O 处射入第I象限，最后以垂直于 PN 的方向射出磁场。

已知 MN 平行于 x 轴， N 点的坐标为 $(2h, 2h)$ ，不计粒子的重力，求：

(1) 电场强度 E 的大小以及带电粒子从 O 点射出匀强电场时与水平方向夹角 α 的正切值；

(2) 磁感应强度 B 的大小；

(3) 带电粒子从 Q 点运动到射出磁场的的时间 t



【答案】(1) $E = \frac{mv_0^2}{2qh}$, $\tan \alpha = 1$; (2) $B = \frac{mv_0}{qh}$; (3) $t = \frac{3h}{v_0} + \frac{\pi h}{4v_0}$

【详解】(1) 粒子在电场中运动过程中，由平抛运动规律及牛顿运动定律得

$$2h = v_0 t$$

$$h = \frac{1}{2} a t^2$$

$$qE = ma$$

解得

$$E = \frac{mv_0^2}{2qh}$$

粒子到达 O 点时，沿 y 方向的分速度

$$v_y = at = \frac{qE}{m} \cdot \frac{2h}{v_0} = v_0$$

速度与 x 正方向的夹角 α 满足

$$\tan \alpha = \frac{v_y}{v_x} = 1$$

(2) 粒子从 MP 的中点垂直于 MP 进入磁场，垂直于 NP 射出磁场，粒子在磁场中的速度

$$v = \sqrt{2}v_0$$

由几何关系知粒子的轨道半径

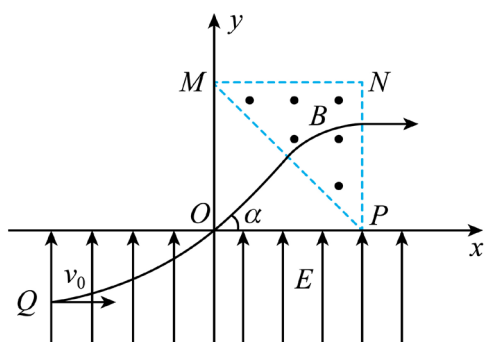
$$R = \sqrt{2}h$$

由洛伦兹力提供向心力

$$qvB = m \frac{v^2}{R}$$

解得

$$B = \frac{mv_0}{qh}$$



16. (16分) 如图所示, 长板 A 和滑块 B 间隔一定距离静置于光滑水平轨道上, 滑块 C 以 $v_0 = 10\text{m/s}$ 的速度从 A 左端滑上木板, C 相对 A 静止后、A 与 B 发生碰撞, A、C 再次达到共同速度一起向右运动, 且恰好不再与 B 碰撞。已知 A、B、C 质量分别为 $m_A = 2\text{kg}$ 、 $m_B = 1\text{kg}$ 、 $m_C = 3\text{kg}$, B 与 A 上表面间的滑动摩擦因数 $\mu = 0.5$, 碰撞时间极短, 重力加速度大小取 $g = 10\text{m/s}^2$ 。

- (1) 求与 B 碰撞前 A 的速度大小;
- (2) 求与 B 碰撞后瞬间 A 的速度大小;
- (3) 求 A 与 B 碰撞过程损失的机械能;
- (4) 若 A 与 B 发生的是弹性正碰, 最终 C 恰好未从 A 上滑落, 求木板 A 的长度。



【答案】(1) $v = 6\text{m/s}$; (2) $v_1 = 3.5\text{m/s}$; (3) $\Delta E = 11.25\text{J}$; (4) $d = 4.64\text{m}$

【详解】(1) C 滑上 A 到两者相对静止过程两者动量守恒设与 B 碰撞前 A 的速度大小为 v

$$m_C v_0 = (m_A + m_C)v$$

代入数据解得

$$v = 6\text{m/s}$$

(2) A 与 B 碰撞过程两者动量守恒, 设碰后 A 速度为 v_1 、B 速度为 v_2

$$m_A v = m_A v_1 + m_B v_2$$

由题意可知，A、C 第二次同速时速度大小为 v_2 ，C 第二次相对 A 滑动过程两者动量守恒

$$m_C v + m_A v_1 = (m_A + m_C) v_2$$

联立解得

$$v_1 = 3.5\text{m/s}、v_2 = 5\text{m/s}$$

(3) A 与 B 碰撞过程损失的机械能

$$\Delta E = \frac{1}{2} m_A v^2 - \frac{1}{2} m_A v_1^2 - \frac{1}{2} m_B v_2^2$$

代入数据解得

$$\Delta E = 11.25\text{J}$$

(4) 设 C 第一次相对 A 滑动过程相对位移为 x_1

$$\mu m_C g x_1 = \frac{1}{2} m_C v_0^2 - \frac{1}{2} (m_A + m_C) v^2$$

A 与 B 发生弹性正碰，则有

$$m_A v = m_A v_A + m_B v_B$$

$$\frac{1}{2} m_A v^2 = \frac{1}{2} m_A v_A^2 + \frac{1}{2} m_B v_B^2$$

解得

$$v_A = 2\text{m/s}、v_B = 8\text{m/s}$$

C 第二次相对 A 滑动过程两者动量守恒

$$m_C v + m_A v_A = (m_A + m_C) v_{\text{共}}$$

设 C 第二次相对 A 滑动过程相对位移为 x_2

$$\mu m_C g x_2 = \frac{1}{2} m_C v^2 + \frac{1}{2} m_A v_A^2 - \frac{1}{2} (m_A + m_C) v_{\text{共}}^2$$

木板长度

$$d = x_1 + x_2$$

代入数据解得

$$d = 4.64\text{m}$$