

无锡市 2022 年秋学期高三期终教学质量调研测试

物 理

命题单位：惠山区教师发展中心

制卷单位：无锡市教育科学研究院

注意事项：

1. 本试卷包含选择题和非选择题两部分。考生答题全部答在答题卡上，答写在本试卷上无效。本次考试时间为 75 分钟，满分为 100 分。
2. 答题前，请务必将自己的姓名和准考证号（考试号）用书写黑色字迹的 0.5 毫米签字笔填写在答题卡上，并用 2B 铅笔将对应的数字标号涂黑。
3. 选择题必须用 2B 铅笔把答题卡上对应的题目答案标号涂黑。如需改动，请用橡皮擦干净后，再选涂其他答案。答非选择题必须用书写黑色字迹的 0.5 毫米签字笔写在答题卡上的制定位置，在其他位置答题一律无效。

一、单项选择题（本题共 10 小题，每小题 4 分，共 40 分。每小题只有一个选项符合题意）。

1. 某通讯工具单端天线长度为载波波长的 $\frac{1}{4}$ 时，其感应电动势在天线中将达到最大值。如果其需接收信号的载波频率为 900MHz，这种工具的天线设计的长度约为（ ）

- A. 8cm B. 33cm C. 75cm D. 2.25m

【答案】A

【解析】

【详解】手机接收信号的载波波长

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{1}{3} \text{m}$$

手机天线的理论长度

$$L = \frac{1}{4} \lambda \approx 8 \text{cm}$$

故选 A。

2. 已知动车组列车每节动车的额定功率相同，每节动车与拖车质量相等，设动车组运行时所受阻力与其速率成正比。若某动车组由 4 节动车加 8 节拖车组成，其运行的最大速率为 240km/h，则由 8 节动车加 4 节拖车组成的动车组，运行的最大速率约为（ ）

- A. 240km/h B. 340km/h C. 360km/h D. 480km/h

【答案】B

【解析】

【详解】若开动 4 节动车带 8 节拖车，最大速度可达到 240km/h，每节动车的功率为 P ，设每节车厢所受的

阻力为 f ，则有

$$\frac{4P}{v} = 12fv$$

由 8 节动车加 4 节拖车组成的动车组

$$\frac{8P}{v} = 12fv'$$

解得

$$v' = \sqrt{2}v = 340\text{km/h}$$

故选 B。

3. 如图所示为某款扫地机器人，其内置锂电池容量为 $5000\text{mA}\cdot\text{h}$ ，在一般情况下，充满一次电可供其正常工作的时间为 150min 。已知该扫地机器人的额定功率为 30W ，则下列说法正确的是（ ）



- A. 扫地机器人正常工作时的电流是 0.2A
- B. 扫地机器人正常工作时的电压为 15V
- C. 扫地机器人正常工作 150min 消耗的电能为 $3.6\times 10^5\text{J}$
- D. 扫地机器人电动机的内阻为 7.5Ω

【答案】 B

【解析】

【详解】 A. 扫地机器人正常工作时的电流是

$$I = \frac{5000 \times 10^{-3} \times 3600}{150 \times 60} = 2\text{A}$$

选项 A 错误；

B. 扫地机器人正常工作时的电压为

$$U = \frac{P}{I} = \frac{30}{2} = 15\text{V}$$

选项 B 正确；

C. 扫地机器人正常工作 150min 消耗的电能为

$$E = Pt = 30 \times 150 \times 60 = 2.7 \times 10^5\text{J}$$

选项 C 错误；

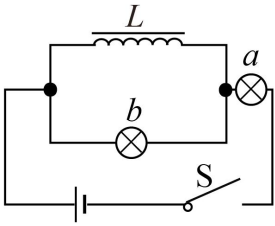
D. 由于扫地机器人电动机不是纯电阻，其内阻

$$r \neq \frac{U}{I} = \frac{15}{2} = 7.5\Omega$$

选项 D 错误；

故选 B。

4. 如图， L 是自感系数很大、电阻不计的线圈 a 、 b 是两个相同的小灯泡开关 S 由断开到闭合()



- A. a 先亮 b 后亮，然后 b 逐渐变亮
- B. b 先亮 a 后亮，然后 a 逐渐变亮
- C. a 、 b 同时亮后 b 逐渐变暗至熄灭
- D. a 、 b 同时亮后 a 逐渐变暗至熄灭

【答案】 C

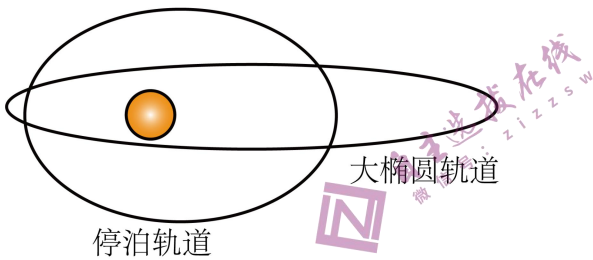
【解析】

【分析】

【详解】当 S 闭合瞬时，两灯同时获得电压，同时发光，随着线圈 L 电流的增加，逐渐将 b 灯短路， b 逐渐变暗直到熄灭，同时， a 灯电流逐渐增大，变得更亮。故 C 正确 ABD 错误。

故选 C。

5. 2021 年 2 月，我国首次火星探测任务探测器“天问一号”成功进入周期为 T 的大椭圆环火轨道。14 天后，“天问一号”成功实施近火制动，经过极轨转移轨道（图中未画出），进入近火点高度 h 、远火点高度 H 、周期为 $\frac{1}{5}T$ 的火星停泊轨道。已知火星半径 R 。则大椭圆轨道半长轴为 ()



- A. $\sqrt[3]{\frac{25}{8}}(h+H)$
- B. $\sqrt[3]{\frac{25}{8}}(h+H+2R)$
- C. $\frac{25}{2}\sqrt{5}(H+h)$
- D. $\frac{25}{2}\sqrt{5}(H+h+2R)$

【答案】 B

【解析】

【详解】根据开普勒第三定律可得

$$\frac{\left(\frac{h+H+2R}{2}\right)^3}{\left(\frac{T}{5}\right)^2} = \frac{a^3}{T^2}$$

解之得

$$a = \sqrt[3]{\frac{25}{8}}(h+H+2R)$$

故选 B。

6. 高空作业须系安全带，如果质量为 m 的高空作业人员不慎跌落，从开始跌落到安全带对人刚产生作用力前人下落的距离为 h (可视为自由落体运动)。此后经历时间 t 安全带达到最大伸长，若在此过程中该作用力始终竖直向上，则该段时间安全带对人的平均作用力大小为()

A. $\frac{m\sqrt{2gh}}{t} + mg$

B. $\frac{m\sqrt{2gh}}{t} - mg$

C. $\frac{m\sqrt{gh}}{t} + mg$

D. $\frac{m\sqrt{gh}}{t} - mg$

【答案】 A

【解析】

【分析】

【详解】在安全带对人有拉力的瞬间时，人做自由落体运动，此过程机械能守恒，故有

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

即在产生拉力瞬间速度为

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

之后人在安全带的作用下做变速运动，末速度为零，设向上为正方向，则根据动量定理可得

$$\bar{F}t - mgt = 0 - mv$$

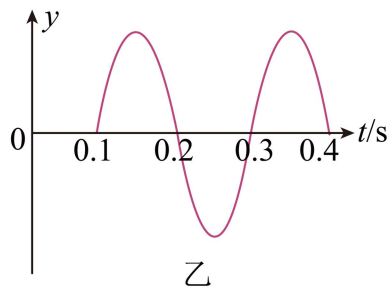
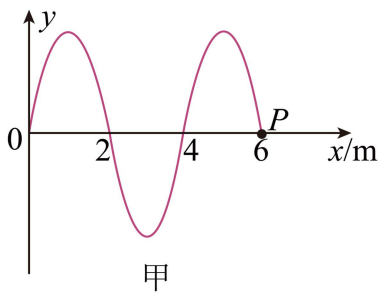
联立解得

$$-\bar{F} = \frac{m\sqrt{2gh}}{t} + mg$$

故选 A。

【点睛】本题关键是明确物体的受力情况和运动情况，然后对自由落体运动过程和全程列式求解，注意运用动量定理前要先规定正方向。

7. 机械横波向 x 轴正方向传播， $t=0.1\text{s}$ 时刻的波形图如图甲所示，此时机械波刚传到 P 点，质点 P 的振动图像如图乙所示。则 ()



- A. 机械波的传播速度为 20m/s
- B. 机械波的传播速度为 30m/s
- C. 波源的起振方向沿 y 负方向
- D. 经过 0.1s 质点 P 向右移动 2m

【答案】A

【解析】

【详解】AB. 根据图像可知

$$\lambda = 4\text{m}, T = 0.2\text{s}$$

所以

$$v = \frac{\lambda}{T} = 20\text{m/s}$$

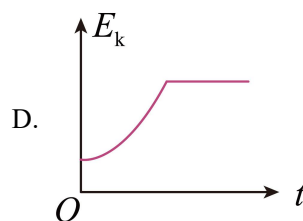
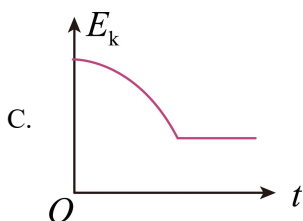
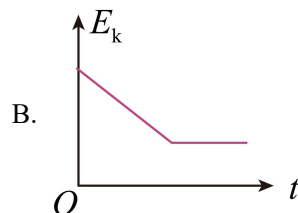
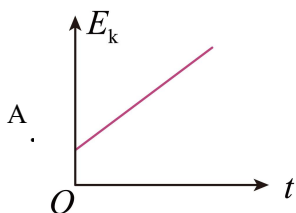
故 A 正确 B 错误;

C. 机械波刚传到 P 点, P 点向上振动, 所有质点起振方向相同, 所以波源的起振方向沿 y 正方向, 故 C 错误;

D. 质点只上下振动, 并不随波迁移, 故 D 错误。

故选 A。

8. 传送带以恒定速率顺时针转动, 物块以一定的初速度冲上传送带。物块的动能 E_k 随时间 t 变化的图线可能正确的是 ()



【答案】D

【解析】公众号：高中试卷君

【详解】AD. 如果传送带速度比物块速度大，开始阶段加速

$$\mu mg \left(vt + \frac{1}{2} at^2 \right) = E_k - \frac{1}{2} mv^2$$

图像开始阶段为开口向上的抛物线一部分，加速至共速后动能不变。A 错误，D 正确；

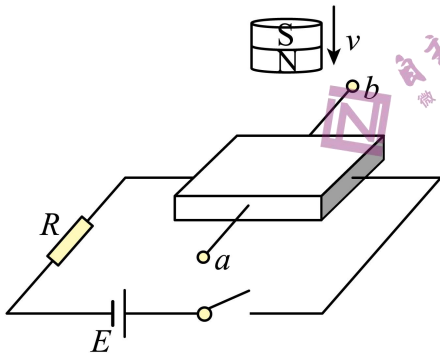
BC. 如果传送带速度比物块速度小，开始阶段减速

$$-\mu mg \left(vt - \frac{1}{2} at^2 \right) = E_k - \frac{1}{2} mv^2$$

图像开始阶段为开口向上的抛物线一部分，加速至共速后动能不变。B 错误，C 错误。

故选 D。

9. 笔记本电脑盖上屏幕，屏幕盖板上磁铁和主板机壳上“霍尔传感器”配合，使屏幕进入休眠模式，其工作原理如图所示。当电脑盖上屏幕时，相当于屏幕边缘的磁极靠近霍尔元件，已知该霍尔元件载流子为电子，以下说法正确的是（ ）



- A. 盖上盖板，a 端带正电
- B. 打开盖板，a 端带正电
- C. 盖上屏幕过程中，a、b 间电势差逐渐增大
- D. 盖上屏幕过程中，a、b 间电势差不变

【答案】C

【解析】

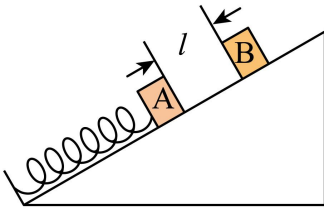
【详解】AB. 无论盖上盖板还是打开盖板，霍尔元件磁场方向向下，电流方向向左，根据左手定则可得，载流子受力方指向 a，因此 a 端带负电，AB 错误；

CD. 盖上屏幕过程中，磁感应强度变大，霍尔电压增大，a、b 间电势差逐渐增大，C 正确，D 错误。

故选 C。

10. 如图所示，倾角为 θ 的光滑斜面，沿斜面放置的轻弹簧一端固定在斜面底端，另一端连接物体 A，静止时，弹簧被压缩了 l 。质量与 A 相同的物体 B 从弹簧原长位置由静止释放，A 与 B 发生完全非弹性碰撞(但不粘连)，碰撞时间极短，A、B 视为质点，重力加速度为 g ，弹簧的弹性势能 $E_p = \frac{1}{2} kx^2$ (x 为弹簧的形变

量), 则下列说法正确的是 ()



- A. 碰后瞬间两物体的速度大小为 $\sqrt{2gl \sin \theta}$
- B. 碰后两物体一起向下运动的最大位移为 $2l$
- C. 两物体反弹向上运动, B 能再次回到释放点
- D. 碰后两物体一定不能分离

【答案】D

【解析】

【详解】A. B 下落, 即将与 A 碰撞时有

$$mgl \sin \theta = \frac{1}{2}mv_0^2$$

A、B 碰撞动量守恒, 则有

$$mv_0 = 2mv$$

得

$$v = \frac{\sqrt{2gl \sin \theta}}{2}$$

选项 A 正确;

B. A、B 碰撞后一起向下运动至最低点, 位移设 x , 根据能量守恒得

$$2mgx \sin \theta + \frac{1}{2}k(l+x)^2 - \frac{1}{2}kl^2 = \frac{1}{2}2mv^2$$

A 原来静止满足

$$mg \sin \theta = kl$$

解之得

$$x = \sqrt{10l} - 3l$$

选项 B 错误;

CD. A、B 分开临界条件为加速度相等, A、B 之间的弹力为零, 对 B 分析可得

$$mg \sin \theta = ma_0$$

得

$$a_0 = g \sin \theta$$

碰后至再次返回到碰撞位置, 速度大小不变, 方向反向. 假设不分离, 向上运动位移为 x_1 , 则有

$$2mgx_1 \sin \theta + \frac{1}{2}k(l-x_1)^2 - \frac{1}{2}kl^2 = \frac{1}{2}2mv^2$$

$$x_1 = \sqrt{2}l - l$$

此时整体受力可得

$$2mg \sin \theta - kx_1 = 2ma$$

得

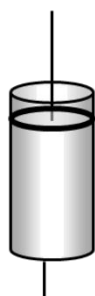
$$a = \frac{3-\sqrt{2}}{2}g \sin \theta < g \sin \theta$$

碰后两物体一定不分离且不能再次回到释放点，C 错误，D 正确。

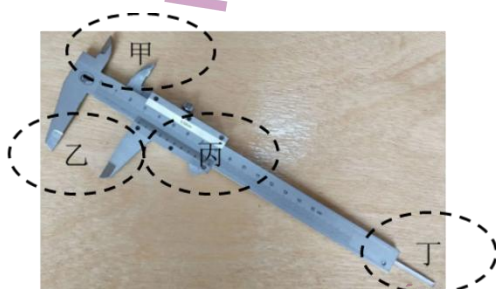
故选 D。

二、非选择题：本题共 5 小题，共 60 分。其中第 11 题~第 15 题解答时请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能得分；有数值计算时，答案中必须写出数值和单位

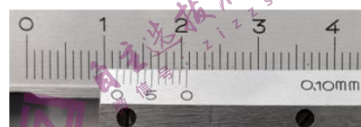
11. 水的硬度指水中钙、镁离子含量（以 mg/L 为单位），水的硬度会影响水的电阻率。为测量样品水质的电阻率，某同学将水样注满一绝缘性能良好的圆柱形透明塑料管道，管道中可用圆形金属电极密封一定的长度（如图（1）所示）。容器内的直径为 D 。



图（1）



图（2）



图（3）

（1）测量管道的内直径，应该使用图（2）中游标卡尺的部位为（ ）

A.甲 B.乙 C.丙 D.丁

（2）用游标卡尺测量内直径 D ，读数如图（3）， $D =$ _____ cm；

（3）该同学用图（4）电路来测量水样的电阻率。①调整电阻箱 R 的阻值，使灵敏电流表满偏，记录电阻箱阻值 R 和接入电路的水样长度 L 。②改变接入电路的水样长度 L ，重复①。多次测量后，根据数据得到图

（5），图（5）中直线截距分别为 R_0 和 L_0 。则水样的电阻率为 _____（用 D 、 R_0 、 L_0 表示）；

（4）图（5）中接入电路中水样长度为 $\frac{L_0}{3}$ 时，水样的电阻为 _____；

（5）灵敏电流表的内阻对本实验结果 _____（填“有”或“无”）影响。

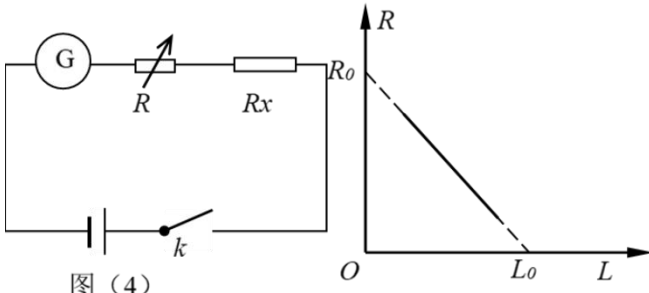


图 (4)

图 (5)

- 【答案】 ①. A ②. 1.17 ③. $\frac{\pi R_0 D^2}{4L_0}$ ④. $\frac{R_0}{3}$ ⑤. 无

【解析】

【详解】(1)[1] 测量管道的内直径，应该使用部位甲，故选 A；

(2)[2]由图可知，游标卡尺主尺的读数为 1.1cm，副尺的分度值为 $\frac{1}{10}$ mm=0.1mm，因此副尺的读数为 7×0.1mm=0.7mm，则该钢笔帽的内径为 1.1cm+0.7mm=1.17cm；

(3)[3]因为灵敏电流表示数始终满偏，则电阻满足

$$IR_0 = I\left(R + \frac{4\rho L}{\pi D^2}\right)$$

得

$$R = R_0 - \frac{4\rho L}{\pi D^2}$$

根据直线的斜率

$$k = \frac{R_0}{L_0} = \frac{4\rho}{\pi D^2}$$

得

$$\rho = \frac{\pi R_0 D^2}{4L_0}$$

(4)[4]根据电阻定律可得

$$R = \rho \frac{4L}{\pi D^2} = \frac{\pi R_0 D^2}{4L_0} \frac{4L_0}{3\pi D^2} = \frac{R_0}{3}$$

(5)[5]无论电表是否有阻值，R 与 Rx 之间的电压和不变，也就是

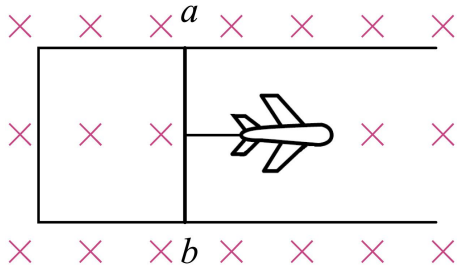
$$IR_0 = I\left(R + \frac{4\rho L}{\pi D^2}\right)$$

始终成立，因此灵敏电流表的内阻对本实验结果无影响。

12. 我国新型航母电磁阻拦技术的原理如图所示，飞机着舰时关闭动力系统，通过绝缘阻拦索钩住轨道上的一根金属棒 ab，飞机与金属棒瞬间获得共同速度 $v_0=50\text{m/s}$ ，在磁场中共同减速滑行至停下。已知舰载机质

量 $M=2.7 \times 10^4 \text{kg}$ ，金属棒质量 $m=3 \times 10^3 \text{kg}$ 、电阻 $R=10 \Omega$ ，导轨间距 $L=50 \text{m}$ ，匀强磁场磁感应强度 $B=5 \text{T}$ ，导轨电阻不计，除安培力外飞机克服其它阻力做的功为 $1.5 \times 10^6 \text{J}$ ，求：

- (1) 飞机着舰瞬间金属棒中感应电流 I 的大小和方向；
- (2) 金属棒中产生的焦耳热 Q 。



【答案】(1) $I = 1.25 \times 10^3 \text{A}$ ，由 b 到 a ；(2) $3.6 \times 10^7 \text{J}$

【解析】

【详解】(1) 飞机着舰瞬间金属棒中感应电动势

$$E = BLv_0$$

感应电流

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

代入数据解得

$$I = 1.25 \times 10^3 \text{A}$$

根据右手定则判断感应电流方向由 b 到 a 。

- (2) 飞机从着舰到停止，根据动能定理

$$-W_{\text{安}} - W_f = 0 - \frac{1}{2}(M + m)v_0^2$$

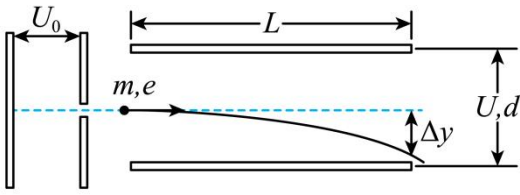
代入数据解得

$$Q = W_{\text{安}} = 3.6 \times 10^7 \text{J}$$

13. 如图所示，电子由静止开始经加速电场加速后，沿平行于板面的方向射入偏转电场，并从另一侧射出。已知电子质量为 $m=9 \times 10^{-31} \text{kg}$ ，电荷量为 $e=1.6 \times 10^{-19} \text{C}$ ，加速电场极板间电势差为 $U_0=2000 \text{V}$ 。偏转电场电压为 $u=110\sqrt{2} \sin(100\pi t) \text{V}$ ，极板长度为 $L=5 \text{cm}$ ，板间距 $d=1 \text{cm}$ 。电子能从偏转电场中射出。偏转电场可视为匀强电场，忽略电子重力。

- (1) 求穿过偏转电场的时间 t
- (2) 在计算一个电子通过极板的偏转距离 Δy 时，仍可认为偏转极板间电势差是定值。请分析说明这样计算的合理性。

(3) 根据 (2) 中的结论， $t = \frac{1}{400} \text{s}$ 时，电子恰好进入偏转电场，计算电子通过偏转电场的偏转距离 Δy 。



【答案】(1) $1.875 \times 10^{-9} \text{s}$; (2) 见解析; (3) 0.34cm

【解析】

【详解】(1) 电子在加速电场中加速过程, 根据动能定理有

$$eU_0 = \frac{1}{2}mv_0^2 - 0$$

解得

$$v_0 = \sqrt{\frac{2eU_0}{m}}$$

电子在偏转电场中运动的时间

$$t = \frac{L}{v_0} = L \sqrt{\frac{m}{2eU_0}} = 1.875 \times 10^{-9} \text{s}$$

(2) 交变电压的周期为

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{100\pi} \text{s} = 0.02 \text{s}$$

由于 $t \ll T$, 所以这样计算是合理的。

(3) $t = \frac{1}{400} \text{s}$ 时, 偏转电场电压为

$$u = 110\sqrt{2} \sin(100\pi t) = 110 \text{V}$$

电子在偏转电场中偏转距离

$$\Delta y = \frac{1}{2}at^2$$

$$qE = ma$$

$$E = \frac{U}{d}$$

$$t = \frac{L}{v_0}$$

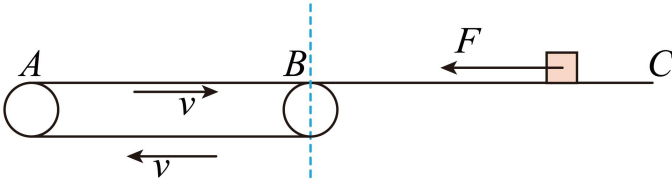
联立解得

$$\Delta y = \frac{UL^2}{4U_0d} = 0.0034 \text{m} = 0.34 \text{cm}$$

14. 如图所示, 水平传送带 AB 长 $l=5\text{m}$, 以 10m/s 的速度顺时针传输。质量 $m=1\text{kg}$ 的滑块可以视为质点。

放在与 AB 等高的平台 BC 上，距离 B 点为 $L=4\text{m}$ 。滑块在 B 点右侧始终受到水平向左的恒定外力 $F=6\text{N}$ 。已知滑块和 AB 、 BC 间的动摩擦因素分别为 $\mu_1=0.20$ 、 $\mu_2=0.40$ 。

- (1) 滑块第一次运动到 B 点时的动能 E_{k0} ;
- (2) 滑块第一次从 B 点滑上传送带到再次返回 B 处所用的时间 t ;
- (3) 滑块运动全过程中在 BC 上因摩擦产生的总热量。



【答案】(1) 8J ; (2) 4s ; (3) 24J

【解析】

【详解】(1) 滑块从开始至第一次到 B 点，由动能定理得

$$FL - \mu_2 mgL = E_{k0}$$

解之得

$$E_{k0} = 8\text{J}$$

(2) 从 B 点向左减速过程

$$-\mu_1 mgx = 0 - E_{k0}$$

得

$$x = 4\text{m} < l$$

$$\frac{1}{2}mv^2 = 8\text{J}$$

因此向左减速时间

$$t_1 = \frac{v}{a} = 2\text{s}$$

又

$$v = 4\text{m/s} < 10\text{m/s}$$

所以返回到 B 的时间

$$t_2 = t_1 = 2\text{s}$$

$$t_{\text{总}} = 4\text{s}$$

(3) 滑块运动全过程中在 BC 上因摩擦产生的总热量

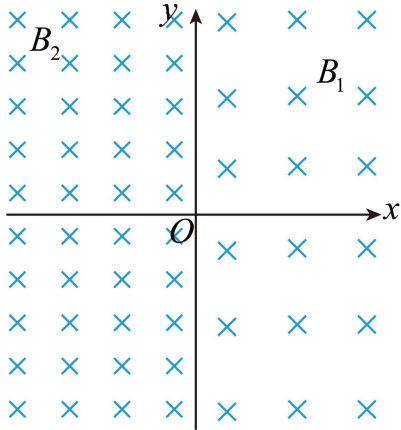
$$Q = FL = 24\text{J}$$

15. 空间中存在如图所示的匀强磁场，其中一、四象限的磁感应强度大小为 B_1 ，二、三象限的磁感应强度大小为 B_2 ，方向均垂直纸面向里，满足 $\frac{B_1}{B_2} = \frac{3}{4}$ 。 $t=0$ 时刻，处于坐标原点 O 的一个静止的中性粒子分裂成

两个带电粒子 a 与 b ，质量分别为 m_a 和 m_b ，已知 a 带正电，初速度为 x 轴正方向，不考虑重力及粒子之间

的相互作用。则：

- (1) a, b 粒子分别在 B_1 和 B_2 区域中运动时，对应的圆周运动的周期之比 $\frac{T_a}{T_b}$ 与半径之比 $\frac{R_a}{R_b}$ ；
- (2) 若 a 粒子带电量为 $+q$ ，初始速度为 v_0 ，则该粒子经过 y 轴的坐标和时刻；
- (3) 若 a, b 两粒子能再次在磁场分界面（即 y 轴）上相遇， m_a 和 m_b 满足的条件。



【答案】(1) $\frac{4m_a}{3m_b}, \frac{4}{3}$; (2) 见解析, 见解析; (3) 见解析

【解析】

【详解】(1) 带电粒子在磁场中运动的周期

$$T = \frac{2\pi m}{qB}$$

运动半径

$$R = \frac{mv}{qB}$$

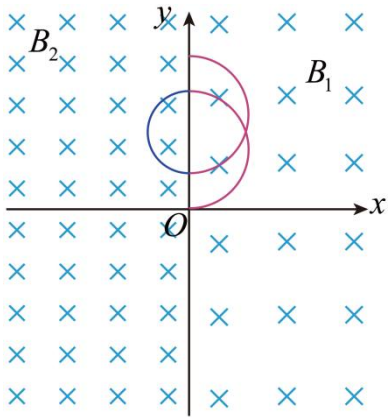
粒子分裂时动量守恒，电荷守恒

$$m_a v_a = m_b v_b, q_a = -q_b$$

所以

$$\frac{T_a}{T_b} = \frac{\frac{2\pi m_a}{q_a B_1}}{\frac{2\pi m_b}{q_b B_2}} = \frac{4m_a}{3m_b}$$

$$\frac{R_a}{R_b} = \frac{\frac{m_a v_a}{q_a B_1}}{\frac{m_b v_b}{q_b B_2}} = \frac{4}{3}$$



(2) a 粒子在两磁场运动做圆周运动，如图所示轨迹为两个半圆。在磁场 B_1 中运动时间 t_1 到交界处，向上运动的距离 d_1

$$t_1 = \frac{\pi m_a}{qB_1}$$

$$d_1 = \frac{2m_a v_0}{qB_1}$$

a 粒子在两磁场运动做圆周运动，在磁场 B_2 中运动时间 t_2 到交界处，向下运动的距离 d_2

$$t_2 = \frac{\pi m_a}{qB_2}$$

$$d_2 = \frac{2m_a v_0}{qB_2}$$

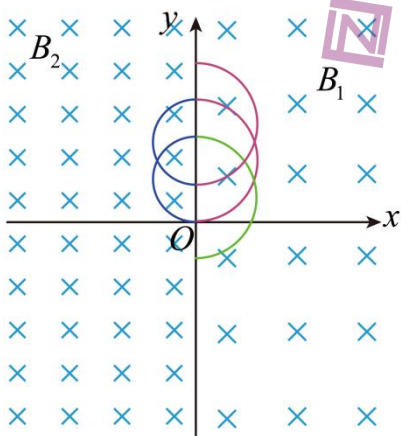
结合周期性可知

$$y_a = (k+1)d_1 - kd_2, t_a = (k+1)t_1 + kt_2$$

$$y_a = (k+1)(d_1 - d_2), t_a = (k+1)(t_1 + t_2)$$

其中

$$d_1 = \frac{2m_a v_0}{3qB_0}, t_1 = \frac{\pi m_a}{3qB_0}, d_2 = \frac{m_a v_0}{2qB_0}, t_2 = \frac{\pi m_a}{4qB_0}, k = 0, 1, 2, \dots$$



(3) b 粒子的运动轨迹如图所示的另两个半圆，根据上面的推导可以得到粒子 b 到 y 轴的位置与时刻

$$y_b = (k' + 1)d_2 - k'd_1, t_b = (k' + 1)t'_2 + k't'_1$$

$$y_b = (k' + 1)(d_2 - d_1), t_b = (k' + 1)(t'_2 + t'_1)$$

$$d_1 = \frac{2m_a v_0}{qB_1}, t'_1 = \frac{\pi m_b}{qB_1}, d_2 = \frac{2m_a v_0}{qB_2}, t'_2 = \frac{\pi m_a}{qB_2}, k' = 0, 1, 2, \dots$$

a 、 b 在分合面处相遇应满足

$$y_a = y_b$$

$$t_a = t_b$$

结合 $y_a > 0, k \geq 0, k' \geq 0$ ，满足条件的只有

$$(k + 1)(d_1 - d_2) = (k' + 1)d_2 - k'd_1,$$

$$(k + 1)(t_1 + t_2) = (k' + 1)t'_2 + k't'_1$$

带入数据有

$$k + k' = 2$$

$$\frac{m_a}{m_b} = \frac{7k' + 3}{7k + 7}$$

(k, k') 满足的解为 $(0, 2)$, $(1, 1)$, $(2, 0)$ ，两粒子的质量比为

$$\frac{m_a}{m_b} = \frac{17}{7} \text{ 或 } \frac{7}{5} \text{ 或 } \frac{1}{7}$$