

2024年1月“九省联考”考后强化模拟卷

高三物理

(适用地区：黑龙江、吉林 试卷满分：100分)

注意事项：

1. 答卷前，考生务必将自己的姓名、准考证号填写在答题卡上。
2. 回答选择题时，选出每小题答案后，用铅笔把答题卡上对应题目的答案标号涂黑。如需改动，用橡皮擦干净后，再选涂其他答案标号。回答非选择题时，将答案写在答题卡上。写在本试卷上无效。
3. 考试结束后，将本试卷和答题卡一并交回。

一、选择题：本题共 10 小题，共 46 分。在每小题给出的四个选项中，第 1~7 题只有一项符合题目要求，每小题 4 分；第 8~10 题有多项符合题目要求，每小题 6 分，全部选对的得 6 分，选对但不全的得 3 分，有选错的得 0 分。

1. (2024·吉林延边·延边第一中学校考一模) 在韩国光州进行的 2019 年国际泳联世锦赛跳水女子十米台决赛中，中国选手陈芋汐获得冠军，这是中国队在该项目上第八次获得冠军。若只研究运动员入水前的下落过程，下列说法中正确的是 ()



- A. 为了研究运动员的技术动作，可将正在比赛中的运动员视为质点
- B. 运动员在下落过程中，感觉水面在加速上升
- C. 从开始起跳到入水的整个过程中，运动员的位移大于10m
- D. 跳水过程中陈芋汐的重心位置相对自己是不变的

【答案】B

- 【详解】A.** 为了研究运动员的技术动作，运动员的形状大小不可忽略，不可将正在比赛中的运动员视为质点，故 A 错误；
- B.** 运动员在下落过程中，水面相对运动员向上加速运动，运动员感觉水面在加速上升，故 B 正确；
- C.** 从开始起跳到入水的整个过程中，初位置指向末位置的有向线段长度不会大于 10m，故 C 错误；
- D.** 跳水过程中运动员的姿态变化，重心位置相对自己是变化的，故 D 错误。

故选 B。

2. (2024 上·辽宁辽阳·高三统考期末) 2023 年 2 月 6 日, 天文学家报告新发现 12 颗木星卫星, 使木星的已知卫星增至 92 颗。在木星的众多卫星中, 盖尼米得、伊奥两颗卫星的轨道均近似为圆, 盖尼米得的周期比伊奥的周期大, 下列说法正确的是 ()

- A. 盖尼米得的线速度大于伊奥的线速度
- B. 盖尼米得的角速度大于伊奥的角速度
- C. 盖尼米得的轨道半径大于伊奥的轨道半径
- D. 盖尼米得的向心加速度大于伊奥的向心加速度

【答案】 C

【详解】 C. 根据题意, 由开普勒第三定律有

$$\frac{r^3}{T^2} = k$$

可知, 由于盖尼米得的周期比伊奥的周期大, 则盖尼米得的轨道半径大于伊奥的轨道半径, 故 C 正确;

A. 由万有引力提供向心力有

$$\frac{GMm}{r^2} = m \frac{v^2}{r}$$

解得

$$v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$$

由于盖尼米得的轨道半径大于伊奥的轨道半径, 则盖尼米得的线速度小于伊奥的线速度, 故 A 错误;

B. 由万有引力提供向心力有

$$\frac{GMm}{r^2} = m\omega^2 r$$

解得

$$\omega = \sqrt{\frac{GM}{r^3}}$$

由于盖尼米得的轨道半径大于伊奥的轨道半径, 则盖尼米得的角速度小于伊奥的角速度, 故 B 错误;

D. 由万有引力提供向心力有

$$\frac{GMm}{r^2} = ma_n$$

解得

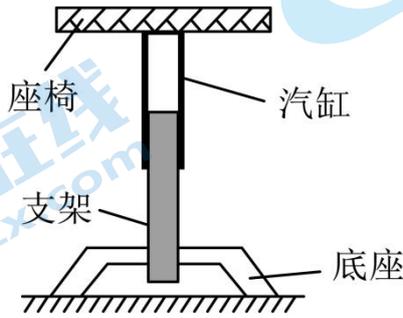
$$a_n = \frac{GM}{r^2}$$

由于盖尼米得的轨道半径大于伊奥的轨道半径, 则盖尼米得的向心加速度小于伊奥的向心加速度, 故 D 错

误。

故选 C。

3. (2024·云南昆明·统考一模) 升降椅简化结构如图所示, 座椅和圆柱形导热汽缸固定在一起, 汽缸内封闭了一定质量的理想气体。若封闭气体不泄漏且环境温度恒定, 人坐上座椅到最终气体状态稳定的过程中, 下列说法正确的是 ()



- A. 封闭气体的内能增加
- B. 封闭气体对外界做正功
- C. 封闭气体向外界放出了热量
- D. 封闭气体的分子平均动能增大

【答案】C

【详解】A. 环境温度恒定, 因此整个过程中汽缸内的气体发生的是等温变化, 温度不变。理想气体的内能与温度有关, 因此封闭气体的内能不变, 故 A 错误;

B. 人坐上座椅到最终气体状态稳定的过程中, 汽缸内气体被压缩, 体积变小, 因此外界对封闭气体做功, 故 B 错误;

C. 根据热力学第一定律

$$\Delta U = Q + W$$

气体内能不变

$$\Delta U = 0$$

外界对封闭气体做功

$$W > 0$$

因此

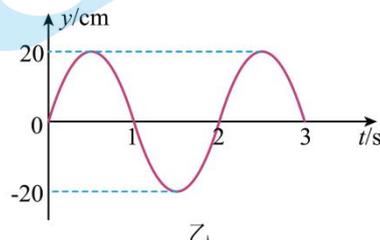
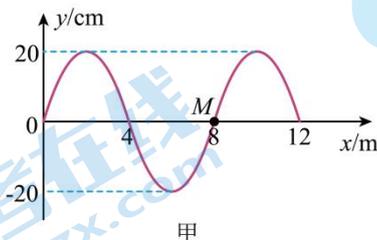
$$Q < 0$$

即封闭气体向外界放出热量, 故 C 正确;

D. 汽缸内气体发生的是等温变化, 温度不变, 温度是衡量分子平均动能的标准, 因此封闭气体的分子平均动能不变, 故 D 错误;

故选 C。

4. (2024·湖南·一模) 水袖是对古代服饰衣袖的夸张展现, 是戏装的重要组成部分。戏曲演员经常通过对水袖的运用来刻画人物。水袖的运用, 不仅肢体动作得以延伸, 更是扩展了身体的表现力和延伸了内在感情。演员通过技法和身体的表现力, 体现出“行云流水”般的美感。如果某段时间里水袖波形可视为简谐波, 如图甲所示为演员水袖表演过程中某时刻的波形图, 此时刻记为 $t=0$, M 是平衡位置 $x=8\text{m}$ 的质点, 图乙为质点 M 的振动图像, 则 ()



- A. 该简谐波沿 x 轴正方向传播
- B. 该简谐波的传播速度为 0.25m/s
- C. 质点 M 在 5s 内通过的路程为 200cm
- D. 质点 M 在 5s 内在 x 轴方向上移动了 20m

【答案】C

【详解】A. 由图乙可知, $t=0$ 时刻, 质点 M 向上振动, 根据波形平移法结合图甲可知, 波沿 x 轴负方向传播, 故 A 错误;

B. 由图可知 $\lambda=8\text{m}$, $T=2\text{s}$, 所以波的传播速度为

$$v = \frac{\lambda}{T} = 4\text{m/s}$$

故 B 错误;

C. 由于

$$5\text{s} = 2T + \frac{T}{2}$$

则质点 M 在 5s 内通过的路程为

$$s = 2 \times 4A + 2A = 10A = 200\text{cm}$$

故 C 正确;

D. 质点只在平衡位置上下振动, 并不会随波迁移, 故 D 错误。

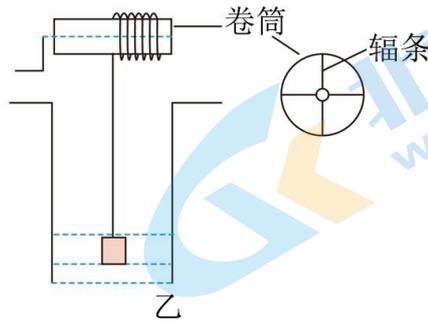
故选 C。

5. (2024·河北·校联考模拟预测) 如图甲所示, 辘轳是古代民间提水设施, 由卷筒、支架、井绳、水斗等部分构成。图乙为提水设施工作原理简化图, 卷筒半径为 R , 某次从深井中汲取质量为 m 的水, 并提升至高出水面 H 处的井口, 假定出水面到井口转筒以角速度 ω 匀速转动, 水斗出水面立即获得相同的速度并匀速

运动到井口，则此过程中辘轳对水斗中的水做功的平均功率为（ ）



甲



乙

- A. $\frac{mR\omega(2gH + R^2\omega^2)}{2H}$ B. $\frac{mR\omega(2g + R^2\omega^2)}{H}$
 C. $\frac{mR^2\omega(g + 2R\omega^2)}{2H}$ D. $\frac{mR^2\omega(g + R\omega^2)}{H}$

【答案】A

【详解】水上升的速度为

$$v = R\omega$$

水提升到井口对水做功为

$$W = mgH + \frac{1}{2}mv^2 = mgH + \frac{mR^2\omega^2}{2}$$

所用时间为

$$t = \frac{H}{v} = \frac{H}{R\omega}$$

平均功率为

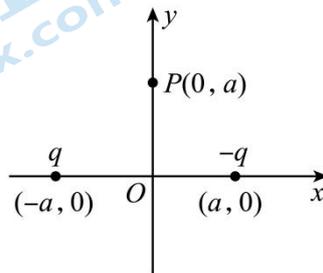
$$P = \frac{W}{t}$$

联立解得，此过程中辘轳对水斗中的水做功的平均功率为

$$P = \frac{mR\omega(2gH + R^2\omega^2)}{2H}$$

故选 A。

6. (2024·四川资阳·统考二模) 如图， xOy 平面内，电荷量为 q ($q > 0$) 和 $-q$ 的点电荷分别固定在 $(-a, 0)$ 和 $(a, 0)$ 点。要使 $P(0, a)$ 点的电场强度为零，第三个点电荷 Q 的位置和电荷量可能是（ ）



A. $(-a, a), -\frac{\sqrt{2}}{2}q$

B. $(-a, a), -\frac{1}{2}q$

C. $(0, 0), \frac{\sqrt{2}}{2}q$

D. $(a, a), \sqrt{2}q$

【答案】A

【详解】根据电场叠加原理可知， q ($q>0$) 和 $-q$ 的点电荷在 $P(0, a)$ 点产生的场强方向沿 $+x$ 方向，大小为

$$E = 2k \frac{q}{(\sqrt{2}a)^2} \cos 45^\circ = \frac{\sqrt{2}kq}{2a^2}$$

所以要使 $P(0, a)$ 点的电场强度为零，第三个点电荷 Q 的位置应该在 $y=a$ 的直线上。

AB. 若 Q 在 $(-a, a)$ ，要使 $P(0, a)$ 点的电场强度为零，则有 Q 应带负电，且

$$\frac{k|Q|}{a^2} = \frac{\sqrt{2}kq}{2a^2}$$

解得

$$Q = -\frac{\sqrt{2}}{2}q$$

A 正确，B 错误；

C. 若 Q 在 $(0, 0)$ ， $P(0, a)$ 点的电场强度不可能为零，C 错误；

D. 若 Q 在 (a, a) ，要使 $P(0, a)$ 点的电场强度为零，则有 Q 应带正电，且

$$\frac{k|Q|}{a^2} = \frac{\sqrt{2}kq}{2a^2}$$

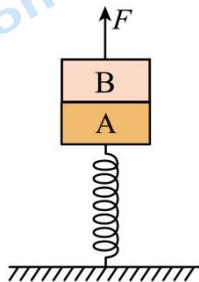
解得

$$Q = \frac{\sqrt{2}}{2}q$$

D 错误。

故选 A。

7. (2024·辽宁·模拟预测) 如图所示，质量均为 m 的 A、B 两物体叠放在竖直弹簧上并保持静止，用大小等于 mg 的恒力 F 向上拉 B，运动距离 h 时，B 与 A 分离，下列说法正确的是 ()



A. B 和 A 刚分离时，弹簧长度等于原长

B. B 和 A 刚分离时，它们的加速度为 g

C. 弹簧的劲度系数等于 $\frac{mg}{h}$

D. 在 B 和 A 分离前，它们做加速度增大的加速直线运动

【答案】C

【详解】AB. 在施加外力 F 前，对 A、B 整体受力分析，可得

$$2mg = kx_1$$

A、B 两物体分离时，A、B 间弹力为零，此时 B 物体所受合力

$$F_{\text{合}} = F - mg = 0$$

即受力平衡，则两物体的加速度恰好为零，可知此时弹簧弹力大小等于 A 受到重力大小，弹簧处于压缩状态，故 AB 错误；

C. B 与 A 分离时，对物体 A 有

$$mg = kx_2$$

由于

$$x_1 - x_2 = h$$

所以弹簧的劲度系数为

$$k = \frac{mg}{h}$$

故 C 正确；

D. 在 B 与 A 分离之前，由牛顿第二定律知

$$a = \frac{F + kx - 2mg}{2m} = \frac{F + kx}{2m} - g$$

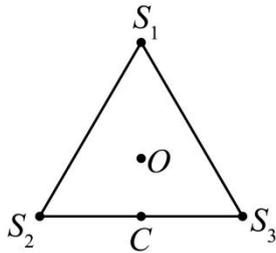
在 B 与 A 分离之前，由于弹簧弹力一直大于 mg 且在减小，故加速度向上逐渐减小，所以它们向上做加速度减小的加速直线运动，故 D 错误。

故选 C。

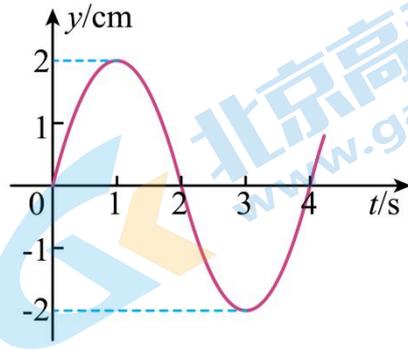
8. (2024·湖南·湖南师大附中联考一模) 多个点波源在空间也可以形成干涉图样，如图甲是利用软件模拟出某时刻三个完全相同的横波波源产生的干涉图样。图乙是三个完全相同的横波波源在均匀介质中位置，波源 S_1 、 S_2 、 S_3 分别位于等边三角形的三个顶点上，且边长为 2m 。三个波源 $t=0$ 时刻同时开始振动，振动方向垂直纸面，振动图像均如图丙所示。已知波的传播速度为 0.25m/s ， O 处质点位于三角形中心， C 处质点位于 S_2 与 S_3 连线中点。下列说法正确的是 ()



甲



乙



丙

- A. 位于 O 处的质点的振幅为 6cm
- B. 其中一列波遇到尺寸为 0.8m 的障碍物时，不能发生明显的衍射现象
- C. $t=4.5\text{s}$ 时， C 处质点与平衡位置之间的距离是 $2\sqrt{2}\text{cm}$
- D. 由于三列波在同一种介质中传播，所以三列波的频率不同时也能够发生干涉现象

【答案】AC

【详解】A. O 处质点位于三角形中心，该点到三个波源的间距相等，可知，该点为振动加强点，则该点振幅为

$$3A = 3 \times 2\text{cm} = 6\text{cm}$$

故 A 正确；

B. 根据图丙可知，周期为 4s ，根据波速表达式有

$$v = \frac{\lambda}{T}$$

解得

$$\lambda = 1\text{m} > 0.8\text{m}$$

根据发生明显衍射的条件可知，其中一列波遇到尺寸为 0.8m 的障碍物时，能发生明显的衍射现象，故 B 错误；

C. 根据几何关系可知

$$S_1C = S_1S_2 \sin 60^\circ = \sqrt{3}\text{m}$$

则波源 S_1 的振动传播到 C 所需要时间

$$t_1 = \frac{S_1C}{v} = 4\sqrt{3}\text{s} > 4.5\text{s}$$

表明 $t=4.5\text{s}$ 时，波源 S_1 的振动还没有传播到 C 点。由于 C 处质点位于 S_2 与 S_3 连线中点，则波源 S_2 与 S_3 的振动传播到 C 所需要时间均为

$$t_2 = \frac{1}{0.25} \text{s} = 4\text{s} < 4.5\text{s}$$

表明 $t=4.5\text{s}$ 时，波源 S_2 与 S_3 的振动传播到了 C 点，由于

$$S_2C = S_3C = 1\text{m} = \lambda, \quad 4.5\text{s} = T + \frac{T}{8}$$

C 点为振动加强点，表明 C 点 4.5s 时刻的位移为波源 S_2 与 S_3 在 $\frac{T}{8}$ 时刻振动形式的叠加，图丙的振动方程为

$$y = 2\sin\frac{2\pi}{4}t(\text{cm}) = 2\sin\frac{\pi}{2}t(\text{cm})$$

当时间为 $\frac{T}{8}$ 时，解得

$$y_0 = \sqrt{2}\text{cm}$$

则 $t=4.5\text{s}$ 时， C 处质点与平衡位置之间的距离是

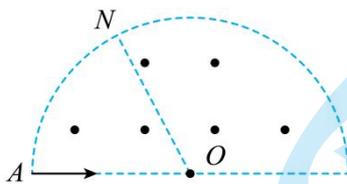
$$2y_0 = 2\sqrt{2}\text{cm}$$

故 C 正确；

D. 根据干涉的条件可知，机械波要发生干涉，波的频率必须相等，即三列波的频率不同时不能够发生干涉现象，故 D 错误。

故选 AC。

9. (2024·福建·一模) 如图所示， O 点为半圆形区域的圆心，该区域内有垂直纸面向外的匀强磁场，磁感应强度大小为 B ， ON 为圆的半径，长度为 R ，从圆上的 A 点沿 AO 方向以速度 v 射入一个不计重力的粒子，粒子从 N 点离开磁场。已知 $\angle AON = 60^\circ$ ，则 ()



A. 粒子带负电荷

B. 做圆周运动的半径为 $\frac{R}{2}$

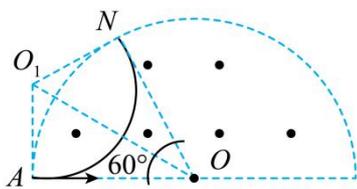
C. 粒子的电荷量大小与质量的比值为 $\frac{\sqrt{3}v}{BR}$

D. 粒子在磁场中运动的时间为 $\frac{\sqrt{3}\pi R}{9v}$

【答案】AC

【详解】A. 粒子向上偏转，在 A 点受洛伦兹力向上，根据左手定则可知，四指指向与速度方向相反，粒子带负电，故 A 正确；

B. 粒子的轨迹如图



粒子射出磁场时速度偏转角为 $\frac{2\pi}{3}$ ，设粒子做圆周运动的轨迹半径为 r ，由几何关系可知

$$r = \frac{R}{\tan 60^\circ} = \frac{\sqrt{3}}{3}R$$

故 B 错误；

C. 由牛顿第二定律，洛伦兹力提供向心力

$$Bqv = \frac{mv^2}{r}$$

可得粒子的比荷为

$$\frac{q}{m} = \frac{\sqrt{3}v}{BR}$$

故 C 正确；

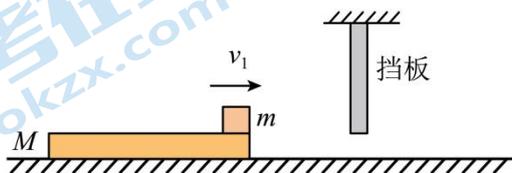
D. 粒子在磁场中运动的时间

$$t = \frac{\frac{2}{3}\pi r}{v} = \frac{2\sqrt{3}\pi R}{9v}$$

D 错误。

故选 AC。

10. (2024·山东德州·校联考模拟预测) 如图所示，质量为 $M = 3\text{kg}$ 的长木板置于光滑水平地面上，质量为 $m = 1\text{kg}$ 的小物块（可视为质点）放在长木板的右端，在木板右侧固定着一个竖直弹性挡板，挡板的下沿略高于木板。现使木板和物块以 $v_1 = 8\text{m/s}$ 的速度一起向右匀速运动，物块与挡板发生弹性碰撞。已知物块与木板间的动摩擦因数 $\mu = 0.3$ ，木板足够长，重力加速度 $g = 10\text{m/s}^2$ ，则下列说法正确的是（ ）



A. 物块与挡板第一次碰撞到第二次碰撞所经历的时间为 4s

B. 物块与挡板第二次碰撞过程，挡板对物块的冲量大小为 $8\text{N}\cdot\text{s}$

C. 物块与挡板第 n 次碰撞前的速度大小为 $v_n = 2^{4-n} \text{ m/s}$

D. 若整个过程中物块不会从长木板上滑落，长木板的最小长度为 $\frac{128}{3} \text{ m}$

【答案】BCD

【详解】A. 小物块第一次与挡板碰撞后，先向左匀减速直线运动，再向右做匀加速直线运动，根据牛顿第二定律有

$$\mu mg = ma$$

解得加速度大小

$$a = \mu g = 3 \text{ m/s}^2$$

小物块第一次与墙碰撞后，小物块与木板相互作用直到有共同速度 v_2 ，由动量守恒定律得

$$Mv_1 - mv_1 = (M + m)v_2$$

解得

$$v_2 = 4 \text{ m/s}$$

小物块与木板共速时的位移和所用时间分别为

$$x_1 = \frac{v_1^2 - v_2^2}{2a} = 8 \text{ m}$$

$$t_1' = \frac{v_2 - (-v_1)}{a} = 4 \text{ s}$$

小物块和木板一起向右匀速运动的时间为

$$t_1'' = \frac{x_1}{v_2} = 2 \text{ s}$$

木板与墙壁第一次碰撞到第二次碰撞所经历的时间为

$$t_1 = t_1' + t_1'' = 6 \text{ s}$$

故 A 错误；

BC. 小物块第一次与墙碰撞后，小物块与木板相互作用直到有共同速度 v_2 ，由动量守恒定律得

$$Mv_1 - mv_1 = (M + m)v_2$$

解得

$$v_2 = \frac{M - m}{M + m} v_1$$

小物块第一次与墙碰撞后，小物块与木板相互作用直到有共同速度 v_2 ，由动量守恒定律得

$$Mv_2 - mv_2 = (m+m)v_3$$

解得

$$v_3 = \frac{M-m}{M+m} v_2 = \left(\frac{M-m}{M+m}\right)^2 v_1$$

以此类推可得

$$v_n = \left(\frac{M-m}{M+m}\right)^{n-1} v_1 = 2^{4-n} \text{ m/s}$$

物块与挡板第二次碰撞前速度大小为

$$v_2 = \frac{M-m}{M+m} v_1 = 4 \text{ m/s}$$

碰后原速率反弹，规定水平向左为正方向，对物块应用动量定理，可得

$$I = mv_2 - (-mv_2) = 8 \text{ N}\cdot\text{s}$$

故 BC 正确；

D. 木板在与小物块发生相对滑动过程时，一直相对向右做匀减速运动，最终两个物体全部静止，根据能量守恒定律得

$$\mu mgl_{\min} = \frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{2}Mv_1^2$$

解得

$$l_{\min} = \frac{128}{3} \text{ m}$$

故 D 正确。

故选 BCD。

二、非选择题：本题共 5 小题，共 54 分。

11. (2024·浙江金华·校联考模拟预测) “验证机械能守恒定律”的实验的装置如图 1 所示。



图1

(1) 下列实验操作正确的是_____；

- A. 将电磁打点计时器固定在铁架台上，并把打点计时器平面与纸带限位孔调整在竖直方向
- B. 将电磁打点计时器接到 220V 交流电源上
- C. 选择打好的纸带，确定开始打点的位置 O ，从纸带上数出打点数 n ，得到重锤下落的时间 t 和纸带在这段时间内的长度 h ，根据公式 $v = gt$ 计算出重锤速度 (g 为重力加速度)，再进一步验证机械能守恒

(2) 关于本实验的误差，下列说法正确的是_____；

- A. 重锤质量称量不准会造成较大的误差
- B. 重锤体积一定时，用密度大的材质，有利减小误差
- C. 实验中摩擦不可避免，纸带越短，摩擦力做功越少，实验误差越小

(3) 小李在验证了机械能守恒定律后，想用此装置探究磁铁在铜管中下落时受电磁阻尼作用的运动规律。实验装置如图 2 所示，将重锤换铜管成磁铁，并在纸带限位孔的正下方竖直放置一铜管，且与限位孔在同一竖直线。小李按正确步骤进行了实验，得到一条纸带如图 3 所示。确定一合适的点为 O 点，每个打点标为 a, b, \dots, h 。例如，为了得到 b 点的速度，计算方法 I: $v_b = \frac{ab+bc}{2T}$ ；计算方法 II: $v_b = \frac{ob+bd}{4T}$ 。其更合理的方法是_____ (填“I”或“II”)。从纸带上的打点分布，试定性描述磁铁在铜管中的运动情况_____。

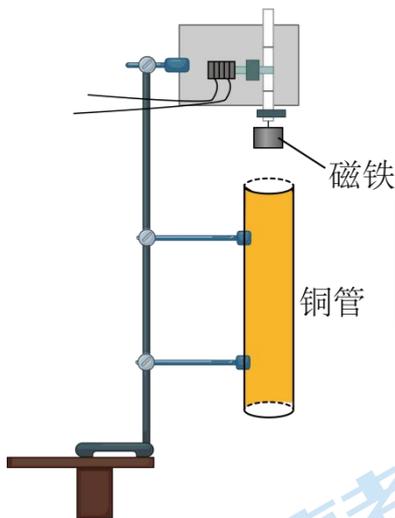


图2

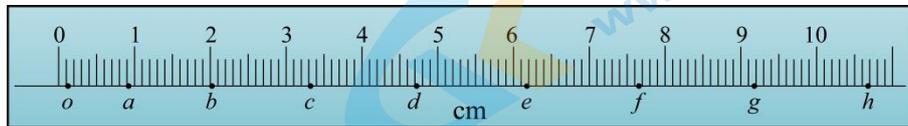


图3

【答案】 A B 1 先加速运动，后匀速运动

【详解】(1) [1]A. 将电磁打点计时器固定在铁架台上，并把打点计时器平面与纸带限位孔调整在竖直方向，从而减小实验误差，故 A 正确；

B. 电磁打点计时器使用的是 $4\sim 6V$ 交流电源，故 B 错误；

C. 使用公式 $v = gt$ 计算出重锤速度，则已经把重锤运动看作自由落体运动了，则验证的机械能守恒的表达式就已经恒成立了，应使用匀变速直线运动的平均速度公式来计算重锤速度，故 C 错误。

故选 A。

(2) [2]A. 要验证的关系式为

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

等式两边消掉 m ，则实验中不需要称量重锤的质量，故 A 错误；

B. 重锤体积一定时，用密度大的材质，减小空气阻力，有利减小误差，故 B 正确；

C. 在打纸带时，纸带太短了，不易打出符合实验要求的纸带，故 C 错误。

故选 B。

(3) [3] b 点的速度是根据平均速度 $v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ 来计算的，其中 Δt 越接近于 0，则 Δt 时间内的平均速度越接近 b 点的瞬时速度，所以更合理的方法是“1”。

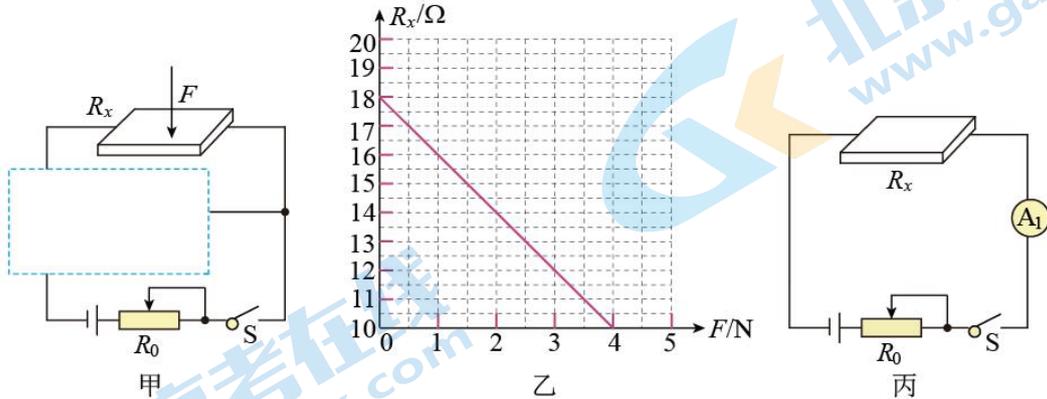
[4] 从纸带可知，纸带上打的点与点间的间隔是先越来越稀疏，然后点与点间的间隔相等，所以磁铁在铜管中的是先加速运动，后匀速运动。

12. (2024·江西景德镇·江西省乐平中学校联考一模) 用如图甲所示的电路研究压敏电阻应变片 R_x 的压阻效应。电源的电动势为 $3V$ 。内阻忽略不计。除图甲中的器材外，实验室还提供了如下器材可供选择：

电压表 V (量程为 $0\sim 15V$ ，内阻约为 $20k\Omega$ ，其读数用 U 表示)

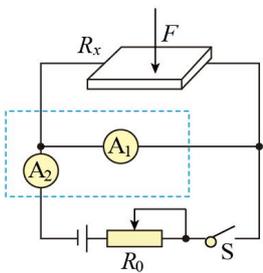
电流表 A_1 (量程为 $0\sim 0.6A$, 内阻 $r_1=1.5\Omega$, 其读数用 I_1 表示)

电流表 A_2 (量程为 $0\sim 0.6A$, 内阻约为 2Ω , 其读数用 I_2 表示)



- 请在选好器材后完成图甲中虚线框内的部分电路_____;
- 在电阻 R_x 上施加压力 F , 闭合开关 S , 记下电表读数, 该电路测量电阻 R_x 阻值的表达式为 $R_x=$ _____ (用题目中给出的字母表示)。改变压力 F , 得到不同的 R_x 值, 记录数据并绘成 R_x-F 图像如图乙所示;
- 一同学想把电流表改成简易压力表, 他仍然使用原来的表盘, 只是把表盘上标示的数字“0.2、0.4、0.6”改为相应的压力值, 实验采用的电路如图丙所示。他在表盘上表示 0.1A 的刻度线处标上数字 0, 则电路中滑动变阻器的阻值应为 $R_0=$ _____ Ω , 此压力表能测量的最大压力值为 $F_m=$ _____ N。使用这只“压力表”的不方便之处是_____。

【答案】



$$\frac{I_1 r_1}{I_2 - I_1}$$

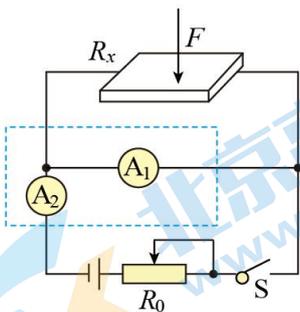
10.5

12.5

刻度线均匀, 但压力值不均匀,

无法估读

【详解】(1) [1]电源的电动势为 3V, 实验所给电压表量程为 $0\sim 15V$, 读数误差较大, 不宜使用。由于电流表 A_1 内阻已知, 则可用电流表 A_1 作电压表使用, 如下图所示



(2) [2]根据并串联电路规律和欧姆定律可得, 该电路测量电阻 R_x 阻值的表达式为

$$R_x = \frac{I_1 r_1}{I_2 - I_1}$$

(3) [3]根据闭合电路欧姆定律有

$$E = I(R_0 + r_1 + R_x)$$

由题可知，当 $I = 0.1\text{A}$ 时，压力为零，结合图乙可知 $R_x = 18\Omega$ ，带入解得

$$R_0 = 10.5\Omega$$

[4][5]由图乙可知， R_x 与所受压力 F 成一次函数关系，两者关系为

$$R_x = 18 - 2F$$

则根据闭合电路欧姆定律有

$$I = \frac{E}{R_0 + r_1 + R_x} = \frac{3}{30 - 2F}$$

可知当 $I = 0.6\text{A}$ 取最大值时，可得此压力表能测量的最大压力值为

$$F_m = 12.5\text{N}$$

根据电流表示数 I 与 R_x 所受压力 F 的关系式

$$I = \frac{3}{30 - 2F}$$

可知，使用这只“压力表”的不方便之处是刻度线均匀，但压力值不均匀，无法估读。

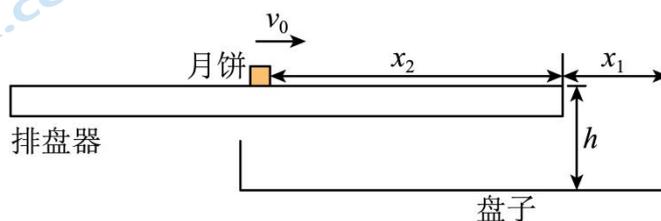
13. (2024·全国·高三专题练习) 如图甲所示为月饼排盘器，月饼可以通过排盘器整齐地摆盘，再进入烘焙设备。将排盘过程简化为如图乙所示的模型，开始时排盘器静止在盘子上方，排盘器上表面距离盘子的高度 $h = 0.2\text{m}$ ，排盘器右端与盘子右端相距 $x_1 = 0.15\text{m}$ ，月饼向右运动，当月饼与排盘器右端相距 $x_2 = 1\text{m}$ 时，月饼的速度 $v_0 = 2\text{m/s}$ ，排盘器立刻以 $a = 2\text{m/s}^2$ 的加速度向左做匀加速运动。已知月饼与排盘器间的动摩擦因数 $\mu = 0.2$ ，重力加速度为 $g = 10\text{m/s}^2$ ，求：

(1) 从排盘器运动开始计时，经过多长时间月饼将离开排盘器？

(2) 月饼落入盘子时距离盘子右端的距离 x 。



甲



乙

【答案】(1) $t = 0.5\text{s}$; (2) $x = 0.2\text{m}$

【详解】(1) 月饼向右做匀减速运动，由牛顿第二定律得

$$\mu mg = ma'$$

解得

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

经过 t 时间的位移为

$$x_{\text{饼}} = v_0 t - \frac{1}{2} a' t^2$$

排盘器向左做加速运动，经过 t 时间的位移为

$$x_{\text{器}} = \frac{1}{2} a t^2$$

位移满足关系

$$x_2 = x_{\text{饼}} + x_{\text{器}}$$

联立解得

$$x_{\text{器}} = 0.25\text{m}$$

$$t = 0.5\text{s}$$

(2) 月饼离开排盘器的速度

$$v_1 = v_0 - a' t$$

解得

$$v_1 = 1\text{m/s}$$

做平抛运动，水平方向有

$$x_3 = v_1 t'$$

竖直方向有

$$h = \frac{1}{2} g t'^2$$

月饼落入盘子时距离盘子右端的距离

$$x = x_1 + x_{\text{器}} - x_3$$

解得

$$x = 0.2\text{m}$$

14. (2024·江苏南京·南京市大厂高级中学校考一模) 波长 $\lambda = 0.71 \times 10^{-10} \text{m}$ 的伦琴射线使金箔发射光电子, 电子在磁感应强度为 B 的匀强磁场区域内做最大半径为 r 的匀速圆周运动, 已知 $r \cdot B = 1.88 \times 10^{-4} \text{m} \cdot \text{T}$,

$h = 6.67 \times 10^{-34} \text{J} \cdot \text{s}$, $m_e = 9.1 \times 10^{-31} \text{kg}$, 试求:

- (1) 光电子的最大初动能;
- (2) 金属的逸出功;
- (3) 该电子的物质波的波长。

【答案】(1) $3.1 \times 10^3 \text{eV}$; (2) $1.44 \times 10^4 \text{eV}$; (3) $2.2 \times 10^{-11} \text{m}$

【详解】(1) 电子在匀强磁场中做匀速圆周运动的向心力为洛伦兹力, 有

$$m \frac{v^2}{r} = evB$$

解得

$$v = \frac{erB}{m}$$

电子的最大初动能为

$$E_k = \frac{1}{2} mv^2 = \frac{e^2 r^2 B^2}{2m} = \frac{(1.6 \times 10^{-19})^2 \times (1.88 \times 10^{-4})^2}{2 \times 9.1 \times 10^{-31}} \text{J} \approx 4.97 \times 10^{-16} \text{J} \approx 3.1 \times 10^3 \text{eV}$$

(2) 入射光子的能量为

$$\varepsilon = h\nu = h \frac{c}{\lambda} = \frac{6.63 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{7.1 \times 10^{-11} \times 1.6 \times 10^{-19}} \text{eV} \approx 1.75 \times 10^4 \text{eV}$$

根据爱因斯坦光电效应方程得金属的逸出功为

$$W_0 = h\nu - E_k = 1.44 \times 10^4 \text{eV}$$

(3) 物质波的波长为

$$\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{h}{erB} = \frac{6.63 \times 10^{-34}}{1.6 \times 10^{-19} \times 1.88 \times 10^{-4}} \text{m} \approx 2.2 \times 10^{-11} \text{m}$$

15. (2024 上·北京朝阳·高三统考期末) 一些电磁装置有相似相通的结构和原理。

(1) 如图 1 甲所示, 磁电式电流表的基本组成部分是磁体和放在磁体两极之间的线圈。当电流通过线圈时, 导线受到安培力的作用, 使安装在轴上的线圈发生转动, 指针与轴固定在一起, 指针随之发生偏转。磁场沿辐向均匀分布, 如图 1 乙所示, 设线圈共 n 匝, 垂直于纸面的边长为 l_1 , 平行于纸面的边长为 l_2 , 线圈垂直于纸面的边所在处磁感应强度大小为 B 。

a. 当线圈内通过的电流为 I 时, 求线圈垂直于纸面的一条边上受到的安培力大小 F_A ;

b. 当线圈内无电流通过时, 指针不发生偏转。拨动电流表指针, 当指针角速度为 ω 时, 求穿过线圈的磁通

量的变化率 $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 。

(2) 在竖直向下的匀强磁场中，两根电阻不计的光滑平行金属轨道 MN 、 PQ 固定在水平面内。电阻不计的金属导体棒 ab 垂直于 MN 、 PQ 放在轨道上，与轨道接触良好。导体棒 ab 与一个电阻 r 连接构成闭合回路，在 ab 棒上连接足够长的轻绳，绳下端悬挂一质量为 m 的重物，如图 2 甲所示，重物稳定下落时的速率为 v_1 。现将电阻 r 换成一内阻为 r 的电源接入电路中，如图 2 乙所示，悬挂的重物不变，重物稳定上升时的速率为 v_2 。重力加速度为 g 。求图 2 乙中接入电源的电动势 E 。

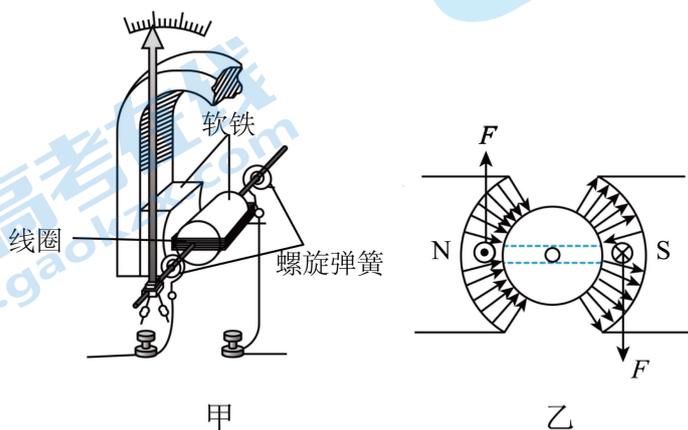


图1

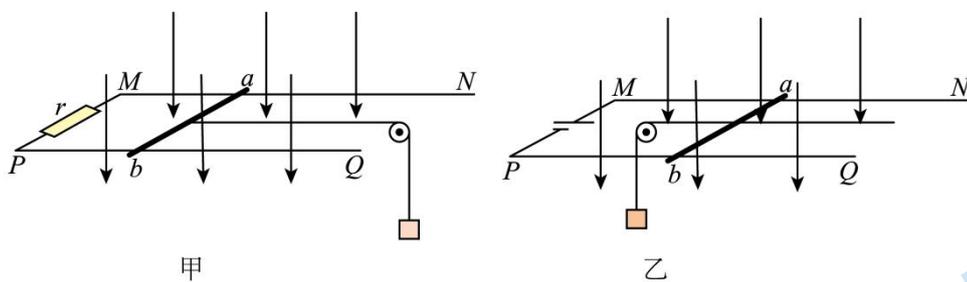


图2

【答案】(1) a. $F = nBIl_1$; b. $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = Bl_1l_2\omega$; (2) $E = \frac{v_1 + v_2}{v_1} \sqrt{mgrv_1}$

【详解】(1) a. 安培力大小为

$$F = nBIl_1$$

b. 由公式

$$E_0 = 2nBl_1v$$

结合

$$v = \omega \frac{1}{2} l_2$$

得

$$E_0 = nBl_1l_2\omega$$

根据法拉第电磁感应定律

$$E_0 = n \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

可得

$$\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = Bl_1l_2\omega$$

(2) 根据两次重物均做匀速运动可知，甲、乙电路中的电流大小相同，设为 I ，甲图中单位时间内，重物下降减少的重力势能全部转化为电阻 r 上的焦耳热

$$mgv_1 = I^2r$$

乙图中单位时间内，电源做功等于电阻 r 上的焦耳热和重物重力势能增量

$$EI = I^2r + mgv_2$$

解得

$$E = \frac{v_1 + v_2}{v_1} \sqrt{mgrv_1}$$