



高三物理试卷

试卷共 6 页, 15 小题, 满分 100 分。考试用时 75 分钟。

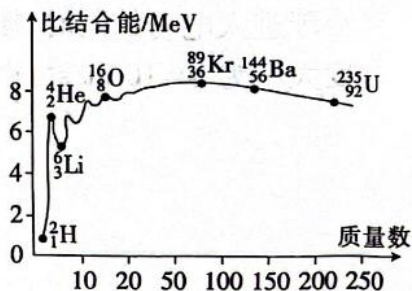
注意事项:

- 答卷前, 考生务必将自己的姓名、准考证号等填写在答题卡指定位置上。
- 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。
- 考生必须保持答题卡的整洁。考试结束后, 请将答题卡交回。

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. 原子核的比结合能曲线如图所示。下列说法正确的是

- 两个 ${}^2_1\text{H}$ 结合成 ${}^4_2\text{He}$ 时需要吸收能量
- ${}^6_3\text{Li}$ 的比结合能约为 5.1 MeV
- ${}^6_3\text{Li}$ 的结合能约为 15.3 MeV
- 质量数越大, 比结合能越大



2. 2024 年 12 月 8 日, 2024-2025 赛季短道速滑世界巡回赛上, 中国队夺得混合团体接力 5000 米接力金牌。如图, 在水平冰面上, 甲运动员在乙运动员前面向前滑行, 乙追上甲时, 猛推甲, 使甲获得更大的速度向前冲出。乙推甲的过程中, 忽略运动员与冰面间在水平方向上的相互作用, 则

- 乙对甲的作用力大小大于甲对乙的作用力大小
- 乙对甲的冲量大小大于甲对乙的冲量大小
- 甲、乙的动量变化量大小相等且方向相反
- 甲的动能增加量一定等于乙的动能减少量



3. 在 10 米气步枪比赛中, 运动员在离靶面 10 米处水平持枪射击, 若忽略空气阻力, 子弹射出后的运动简化为平抛运动, 若子弹射出时的水平速度约为 200 m/s, 重力加速度 g 大小取 10 m/s^2 , 则子弹在飞行过程中下落的高度约为

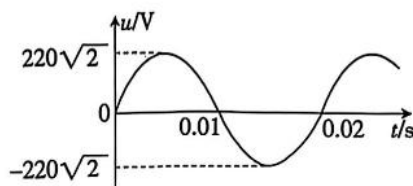


- A. 12.5 mm B. 12.5 cm C. 0.125 mm D. 0.125 cm

4. 如图甲,智能机器人广泛应用于酒店、医院等场所。机器人内电池的容量为 $50000 \text{ mA} \cdot \text{h}$,负载 10 kg 时正常工作电流约为 5 A ,电池容量低于 20% 时不能正常工作,此时需要用充电器对其进行充电,充电器的输入电压如图乙所示。下列说法正确的是



甲



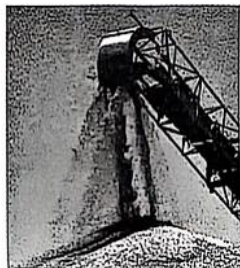
乙

- A. 充电器输入电压的频率为 100 Hz
 B. 机器人满电后负载 10 kg 时,大约可以持续正常工作 10 h
 C. 机器人满电后,电池的容量为 $9 \times 10^4 \text{ C}$
 D. 充电器输入电压的有效值为 220 V
5. 如图,若滑板运动员停止运动前的滑行可近似简化为匀变速直线运动,通过某一段距离 AB 的平均速度大小为 9 m/s ,最后停在 C 点,已知 $x_{AB} = 3x_{BC}$,则该运动员经过 BC 段的平均速度大小为

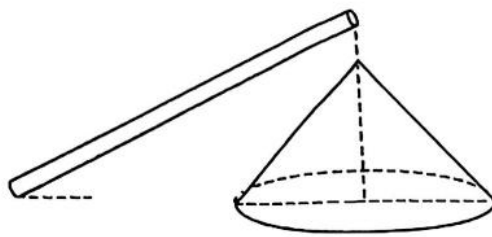


- A. 5 m/s B. 4 m/s C. 3 m/s D. 2 m/s

6. 如图甲为通过传送带输送小麦的示意图,麦粒离开传送带后可视为竖直下落,形成的麦堆为圆锥状,如图乙所示。麦粒间的动摩擦因数为 μ ,最大静摩擦力等于滑动摩擦力,单个麦粒的体积、形状均近似相同,不考虑麦粒的滚动。已知麦堆的总体积为 V_0 ,圆锥体的体积公式为 $V = \frac{1}{3} \pi r^2 h$ (其中 r 为圆锥体底面圆半径, h 为圆锥体的高度),则麦堆高度的最大值为



甲



乙

- A. $\sqrt{\frac{3V_0\mu}{\pi^2}}$ B. $\sqrt[3]{\frac{3V_0\mu^2}{\pi}}$ C. $\sqrt[3]{\frac{3V_0}{\pi\mu^2}}$ D. $\sqrt[3]{\frac{3V_0}{\pi^2\mu^2}}$

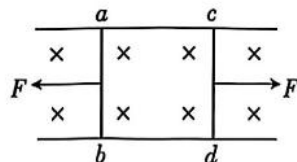
7. 如图,两根相距为 l 的足够长的平行光滑导轨固定在同一水平面上,并处在竖直向下的匀强磁场中,磁感应强度大小为 B , ab 和 cd 两根金属杆静止在导轨上,与导轨构成矩形闭合回路。两根金属杆的质量关系为 $m_{ab} = 2m_{cd} = 2m$ 、电阻均为 r ,导轨的电阻忽略不计。从 $t=0$ 时刻开始,两杆分别受到平行于导轨方向、大小均为 F 的拉力作用,分别向相反方向滑动, $t=T$ 时,两杆同时达到最大速度,之后都做匀速直线运动,下列说法正确的是

A. 若在 t_1 ($t_1 < T$) 时刻 ab 杆速度的大小等于 v_1 , 此时 ab 杆加速度的大小为 $\frac{F}{2m} - \frac{3B^2 l^2 v_1}{4mr}$

B. 在 $0 \sim T$ 时间内, ab 杆的最大速度为 $\frac{4Fr}{3B^2 l^2}$

C. 在 $0 \sim T$ 时间内,通过 ab 杆横截面的电荷量为 $\frac{FT}{Bl} - \frac{2Fmr}{3B^3 l^3}$

D. 在 $0 \sim T$ 时间内,通过 cd 杆横截面的电荷量为 $\frac{2FT}{Bl} - \frac{2Fmr}{3B^3 l^3}$



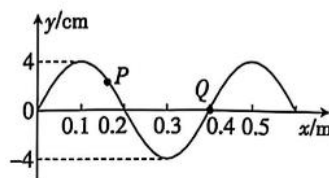
8. 如图所示为一列沿 x 轴传播的简谐横波在 $t=0$ 时刻的波形图, P 、 Q 是波传播路径上的两个质点, $t=0$ 时刻,质点 P 的位移为 2 cm ,质点 Q 在平衡位置。从 $t=0$ 时刻起,质点 Q 的振动方程为 $y = 4\sin 2\pi t$ (cm), 下列说法正确的是

A. 波沿 x 轴正方向传播

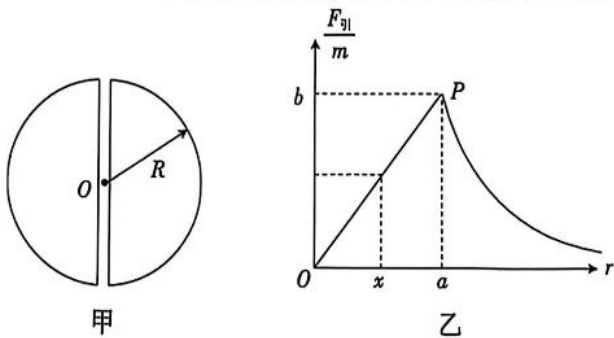
B. 波沿 x 轴负方向传播

C. 质点 Q 比质点 P 振动滞后 $\frac{5}{12}\text{ s}$

D. 质点 P 比质点 Q 振动滞后 $\frac{7}{12}\text{ s}$



9. 如图甲,中国著名科幻作家刘慈欣在其作品《人间大炮》中描绘了通过“地心隧道”连通地球两端进行轨道运输的设想(直隧道穿过地心,其直径相对地球半径可忽略不计),若将地球视为匀质球体且不考虑地球自转,已知质量分布均匀的球壳对壳内物体的引力为零,引力常量为 G ,在隧道内物体所受引力 $F_{引}$ 与其质量 m 的比值 $\frac{F_{引}}{m}$ 随 r (r 为物体与地心的距离,从零至无穷远)变化的图像如图乙所示, P 点的坐标为 (a, b) , 下列说法正确的是



A. 地表的重力加速度大小为 ab

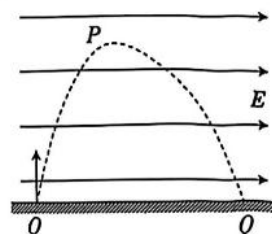
B. $r=x$ 时,物体所在位置的重力加速度大小为 $\frac{x}{a}b$

C. 地球的第一宇宙速度为 $\sqrt{ab^2}$

D. 地球的密度为 $\frac{3b}{4\pi Ga}$

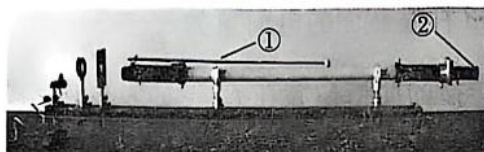
10. 如图,水平地面上方存在方向水平向右的匀强电场, O 、 Q 为水平地面上的两点。将一带正电荷的小球(看作质点)从电场中 O 点以 9 J 的初动能竖直向上抛出,运动到最高点 P 点时,小球的动能为 16 J ,最后落回到地面上的 Q 点,不计空气阻力,下列说法正确的是

- A. 小球所受电场力与重力的大小之比为 $3:4$
- B. 小球从 O 点运动到 P 点与从 P 点运动到 Q 点的位移大小之比为 $1:3$
- C. 小球落回 Q 点时的动能为 73 J
- D. 小球运动过程中的最小动能为 5.76 J



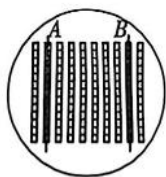
二、非选择题:本题共 5 小题,共 54 分。

11. (7 分)在“用双缝干涉测量光的波长”实验中,将双缝干涉实验装置按要求安装在光具座上,如图甲所示。

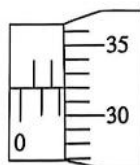


甲

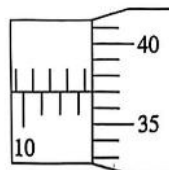
- (1) 测量过程中,图甲中遮光筒上方①号装置为拨杆,其作用为调节单缝与双缝的角度使其相互_____ (选填“平行”或“垂直”)。
- (2) 图甲中②号装置的名称是_____ (选填“光屏”或“目镜”)。



乙



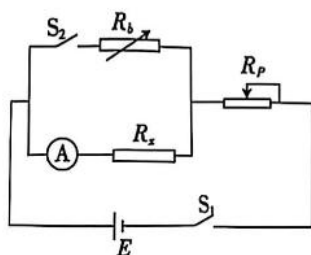
丙



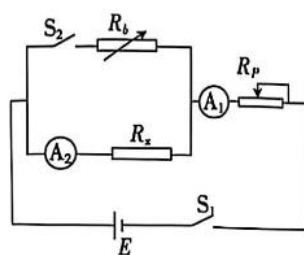
丁

- (3) 将测量头的分划板中心刻线与图乙中亮条纹 A 中心对齐,此时手轮上的示数如图丙所示。然后同方向转动测量头,使分划板中心刻线与亮条纹 B 中心对齐,此时手轮上的示数如图丁所示,则相邻亮条纹的间距为_____ mm (结果保留 3 位有效数字)。
- (4) 若双缝间距 $d = 0.4\text{ mm}$,光屏与双缝间的距离为 $L = 1\text{ m}$,则所测光的波长为_____ nm 。

12. (8 分)物理实验小组同学需要测量一电阻 R_x 的阻值,但实验器材中缺少电压表,该实验小组的同学利用电源 E 、电流表 A (量程 $0 \sim 10\text{ mA}$,内阻为 $0.1\ \Omega$)、电阻箱 R_0 、滑动变阻器 R_p 组装如图甲所示电路测量 R_x 阻值。



甲

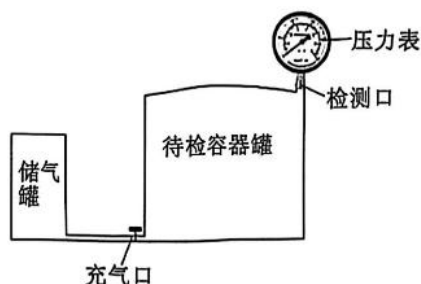


乙

实验步骤如下：

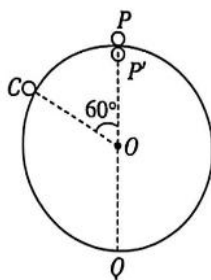
- (1) 断开开关 S_2 , 闭合开关 S_1 , 调节滑动变阻器的滑片 P 位置, 使电流表 A 满偏。
- (2) 甲同学保持滑片 P 位置不变, 闭合开关 S_2 , 调节电阻箱, 使电流表 A 的示数为 5 mA , 此时电阻箱的阻值为 $R_1 = 4.5 \Omega$, 同学甲测得 R_x 的阻值约为 $\underline{\hspace{2cm}}$ Ω (结果保留 2 位有效数字), 该测量值相较于待测电阻的真实值 $\underline{\hspace{2cm}}$ (选填“偏大”“偏小”或“相等”)。
- (3) 乙同学仍保持滑片 P 位置不变, 继续调节变阻箱, 使电流表 A 的示数为 7.5 mA , 此时电阻箱的阻值为 $R_2 = 14.4 \Omega$, 同学乙测得 R_x 的阻值约为 $\underline{\hspace{2cm}}$ Ω (结果保留 2 位有效数字)。
- (4) 为完全消除系统误差, 丙同学在原实验电路上加装另一量程适当的电流表, 电路如图乙所示, 已知电流表 A_1 示数为 I_1 、内阻为 R_{A1} , 电流表 A_2 示数为 I_2 、内阻为 R_{A2} , 电阻箱示数为 R_3 , 则待测电阻的阻值 $R_x = \underline{\hspace{2cm}}$ (选用 I_1 、 R_{A1} 、 I_2 、 R_{A2} 、 R_3 表示)。

13. (10 分) 如图所示为一工厂采用“直压式气检法”检测密封容器密闭性能的工作原理图。已知待检容器罐体积为 $10V_0$, 之前已抽成真空, 在常温下利用压气机将理想惰性气体在等温状态下, 从储气罐压入待检容器罐中。若大气压强为 p_0 , 单个储气罐的体积为 V_0 , 其内部压强初始值为 $10p_0$, 若使用后每个储气罐内部剩余气体的压强均为 $2p_0$, 完成检测时一共使用了 5 个储气罐, 储气罐及待检容器罐均导热性良好。



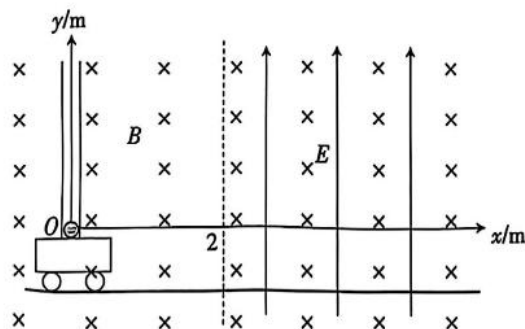
- (1) 求每个储气罐中使用后剩余气体的质量与使用前气体质量的比值；
- (2) 若充气完成后, 静置一段时间后, 检测口的压力表检测到的压强为 $2.5p_0$, 试通过计算说明, 该待检容器罐是否漏气？

14. (11 分) 如图, 一磁力球玩具是由光滑铁环和磁力小球组成, 小球的半径与铁环的粗细均远小于铁环的半径, 小球与铁环之间存在大小恒定的磁力。现将铁环固定在空中, 铁环所在平面为竖直面, 将小球由铁环外侧最高点 P 无初速度释放, 小球沿铁环外侧运动到最低点 Q 时对铁环的挤压力大小等于小球重力。经较长时间后, 磁力球的磁性减弱, 此时仍将小球由铁环外侧最高点静止释放, 小球沿铁环外侧运动至 C 点时与铁环分离, C 点与铁环圆心 O 点的连线与竖直方向夹角为 60° 。若将该磁性减弱的小球由铁环内侧最高点 P' 以 v_0 水平弹出, 小球恰能在竖直面内做完整圆周运动。已知小球质量为 m , 重力加速度大小为 g , 铁环半径为 R , 求：



- (1) 磁性减弱前, 小球与铁环之间的磁力大小;
 (2) 小球初速度 v_0 的大小。

15. (18 分) 如图, 光滑水平地面上静止放置一辆小车, 小车上方固定有竖直光滑绝缘细管, 管足够长, 小车与管整体的总质量为 $M=0.2 \text{ kg}$, 一质量 $m=0.1 \text{ kg}$ 、电荷量 $q=1 \text{ C}$ 的带正电的绝缘小球放置在管的底部, 小球的直径略小于细管的管径。以小球初始位置为坐标原点建立 xOy 坐标系, 在整个空间中存在着垂直纸面向里的匀强磁场, 磁感应强度大小 $B=2 \text{ T}$, $x=2 \text{ m}$ 的边界(虚线)右侧空间还存在竖直向上的匀强电场, 电场强度大小为 $E=1 \text{ N/C}$ 。某时刻在小车上施加一水平向右的外力, 让小车在外力作用下做加速度为 $a=1 \text{ m/s}^2$ 的运动, 当小球进入电场的同时, 撤去水平外力, 此后的运动过程中小球一直没有离开细管, 重力加速度大小为 $g=10 \text{ m/s}^2$, 小球看作质点, 求:



- (1) 从施加外力开始, 经多长时间小球开始沿细管上升?
 (2) 小球刚进入电场空间前瞬间, 作用在车上的水平外力 F 的大小;
 (3) 小球在电场中运动过程离电场左侧边界的最远距离 d_m 及之后小球从电场左侧边界离开后上升的最大高度 h_m 。

2024—2025 学年高三 5 月高考适应性大练兵联考 高三物理参考答案

1. 【答案】B

【解析】两个 ${}^2_1\text{H}$ 结合成 ${}^3_2\text{He}$ 时,由比结合能小向比结合能大的方向反应,所以会释放能量,A项错误;根据图像可知 ${}^6_3\text{Li}$ 比结合能约为 5.1 MeV ,结合能=比结合能 \times 质量数, ${}^9_4\text{Be}$ 的结合能约为 30.6 MeV ,B项正确,C项错误;质量数越大,比结合能并不一定越大,D项错误。

2. 【答案】C

【解析】根据牛顿第三定律,甲对乙的作用力大小与乙对甲的作用力大小相等、方向相反,冲量大小相等、方向相反,A、B项错误;两人组成的系统合外力为零,系统的动量守恒,根据动量守恒定律可知,系统动量变化量为零,则甲、乙的动量变化大小相等且方向相反,C项正确;不知道甲、乙的质量关系,不能求出甲、乙动能变化关系,无法判断做功多少,也不能判断出二者动能的变化量,D项错误。

3. 【答案】A

【解析】子弹在水平方向做匀速直线运动, $t = \frac{10}{200}\text{ s} = 0.05\text{ s}$,在竖直方向做自由落体运动,根据 $h = \frac{1}{2}gt^2$,解得 $h = 12.5\text{ mm}$,A项正确。

4. 【答案】D

【解析】由图可知交变电压的周期为 0.02 s ,则交流电的频率 $f = \frac{1}{T} = 50\text{ Hz}$,A项错误;负载 10 kg 时正常工作电流约为 5 A ,由 $Q = It$ 可得机器人可持续工作时间 $t' = \frac{Q'}{I} = \frac{50000\text{ mA} \cdot \text{h} \times (1-20\%)}{5\text{ A}} = 8\text{ h}$,B项错误;机器人充满电后电池的容量 $Q = It = 1.8 \times 10^5\text{ C}$,C项错误;充电器输入电压的有效值为 220 V ,D项正确。

5. 【答案】C

【解析】根据匀变速直线运动的推论, $x_{AB} = 3x_{BC}$,则 $t_{AB} = t_{BC}$,又 $\bar{v}_{AB} = 9\text{ m/s}$,则 $\bar{v}_{BC} = 3\text{ m/s}$,C项正确。

6. 【答案】B

【解析】麦粒堆积时,以麦堆侧面一粒麦粒为研究对象,当 $mg\sin\alpha < \mu mg\cos\alpha$ 时,麦粒能够保持静止,麦堆逐渐堆积增高;当 $mg\sin\alpha = \mu mg\cos\alpha$ 时,麦堆的斜面倾角不再增大,由此可知 $\mu = \tan\alpha$,因 $\tan\alpha = \frac{h}{r}$,得 $r = \frac{h}{\mu}$,可知 $V_0 =$

$$\frac{1}{3}\pi r^2 h = \frac{1}{3}\pi \frac{h^2}{\mu^2} h, \text{即 } h = \sqrt{\frac{3V_0\mu^2}{\pi}}, \text{B项正确。}$$

7. 【答案】A

【解析】在两金属杆运动过程中,对两杆组成的系统满足动量守恒,设此时杆 cd 的速度为 v_2 ,满足 $2mv_1 - mv_2 = 0$,得 $v_2 = 2v_1$,此时回路中产生的电动势为 $E = Bl(v_1 + v_2) = 3Blv_1$,回路中的电流大小为 $I_1 = \frac{E}{2r} = \frac{3Blv_1}{2r}$, ab 杆所受的安培力大小为 $F_1 = BI_1 l = \frac{3B^2 l^2 v_1}{2r}$, ab 杆的加速度大小为 $a = \frac{F - F_1}{2m} = \frac{F}{2m} - \frac{3B^2 l^2 v_1}{4mr}$,A项正确;设达到最大速度时 ab 杆的速度为 v ,设 cd 杆的速度为 v' ,根据动量守恒可得 $2mv - mv' = 0$,解出 $v' = 2v$,此时回路中产生的电动势为 $E' =$

$Bl(v+v')=3Blv$,回路中的电流大小为 $I'=\frac{E}{2r}=\frac{3Blv}{2r}$, ab 杆所受的安培力大小为 $F'=BI'l=\frac{3B^2l^2v}{2r}$,杆达到最大速度时, ab 杆所受的拉力与安培力平衡,即 $F=F'$,由 $F=\frac{3B^2l^2v}{2r}$,解得 $v=\frac{2Fr}{3B^2l^2}$, B 项错误;在 $0\sim T$ 时间内,设通过 ab 杆的平均电流为 \bar{I} ,对 ab 杆应用动量定理得 $FT-B\bar{I}T=2mv$,解得通过 ab 杆横截面的电荷量 $q=\bar{I}T=\frac{FT}{Bl}=\frac{4Fmr}{3B^2l^3}$, C、D 项错误。

8. 【答案】BD

【解析】从零时刻起,质点 Q 的振动方程为 $y=4\sin 2\pi t(\text{cm})$, $t=0$ 时刻,质点 Q 的振动方向向上,由同侧法求出波沿 x 轴负方向传播,另外, $T=1\text{ s}$,波速 $v=\frac{\lambda}{T}=0.4\text{ m/s}$, A 项错误, B 项正确;由 $2=4\sin(\frac{2\pi}{0.4}x_p)$, $\frac{2\pi}{0.4}x_p=\frac{5}{6}\pi$, 所以

$$x_p=\frac{1}{6}\text{ m}, \text{质点 } P \text{ 比质点 } Q \text{ 振动滞后 } t=\frac{0.4-\frac{1}{6}}{0.4}\text{ s}=\frac{7}{12}\text{ s}, \text{ C 项错误, D 项正确。}$$

9. 【答案】BD

【解析】由题可知,在地球内部 $F_{引}=\frac{GM'm}{r^2}=\frac{G\rho\frac{4}{3}\pi r^3m}{r^2}=(\frac{4}{3}\pi\rho Gm)r$,引力与距离 r 成正比;在地球外部 $F_{引}=\frac{GMm}{r^2}=(GMm)\frac{1}{r^2}$,引力与 r^2 成反比;结合题图,可知 P 点对应地表位置, a 为地球半径 R ,此时 $b=\frac{F_{引}}{m}=\frac{R^2}{m}=\frac{GM}{R^2}=g$,所以地表 $g=b$, A 项错误;不考虑地球自转且质量分布均匀的球壳对壳内物体的引力为零,则地球内部 $mg'=F'_{引}=\frac{GM'm}{x^2}=\frac{G\rho\frac{4}{3}\pi x^3m}{x^2}=(\frac{4}{3}\pi\rho Gm)x$,可知 $\frac{g'}{g}=\frac{x}{R}$,则 $g'=\frac{x}{R}g=\frac{x}{a}b$, B 项正确;地球的第一宇宙速度 $v=\sqrt{\frac{GM}{R}}=\sqrt{gR}=\sqrt{ab}$, C 项错误;根据黄金代换 $GM=gR^2$,得 $G\rho\frac{4}{3}\pi R^3=gR^2$ 即 $\rho=\frac{3g}{4\pi GR}=\frac{3b}{4\pi Ga}$, D 项正确。

10. 【答案】CD

【解析】小球从 O 到 P 的过程,设抛出初速度为 v_0 ,到 P 点的速度为 v_1 ,则水平方向有 $v_1=at_1$,竖直方向有 $v_0=gt_1$,又 $qE=ma$, $E_{k_0}=\frac{1}{2}mv_0^2=9\text{ J}$, $E_{k_P}=\frac{1}{2}mv_1^2=16\text{ J}$,联立可得 $\frac{a}{g}=\frac{4}{3}$, $\frac{v_1}{v_0}=\frac{4}{3}$,联立可得小球所受电场力与重力的比值为 $\frac{qE}{mg}=\frac{4}{3}$, A 项错误;根据小球在竖直方向做竖直上抛运动,竖直方向运动时间具有对称性,水平方向小球从 O 点到 P 点与从 P 点到 Q 点的水平位移之比为 $1:3$, B 项错误;小球从 P 到 Q 的过程,根据竖直方向的对称性,可知 $t_2=t_1$,水平方向有 $v_x=v_1+at_2=\frac{4}{3}v_0+\frac{4}{3}gt_1=\frac{8}{3}v_0$,竖直方向有 $v_y=gt_2=v_0$,则 Q 点的速度大小为 $v_Q=\sqrt{v_x^2+v_y^2}=\sqrt{\frac{73}{9}}v_0$,小球落回 Q 点时的动能为 $E_{k_Q}=\frac{1}{2}mv_Q^2=\frac{73}{9}\times\frac{1}{2}mv_0^2=\frac{73}{9}\times 9\text{ J}=73\text{ J}$, C 项正确;当速度与合力垂直时,速度最小;设速度与水平方向成 θ 角,则有 $\tan\theta=\frac{qE}{mg}=\frac{4}{3}$,设从 O 点到速度最小所用时间为 t ,水平方向有

$v_{x1} = at$, 竖直方向有 $v_{y1} = v_0 - gt$, 又 $\tan \theta = \frac{v_{y1}}{v_{x1}}$, 联立可得 $v_{x1} = \frac{12}{25}v_0$, $v_{y1} = \frac{16}{25}v_0$, 可得小球运动过程中的最小动能为

$$E_{\text{kin min}} = \frac{1}{2}mv_{\text{min}}^2 = \frac{1}{2}m(v_{x1}^2 + v_{y1}^2) = \frac{1}{2}mv_0^2 \cdot \left(\frac{16^2}{25^2} + \frac{12^2}{25^2}\right) = 5.76 \text{ J}, \text{D 项正确。}$$

11. 【答案】(1) 平行 (2 分) (2) 目镜 (1 分) (3) 1.65 (2 分) (4) 660 (2 分)

【解析】(1) ①号装置为拨杆, 其作用为调节单缝与双缝的角度使其相互平行。

(2) ②号装置的名称是目镜。

$$(3) \Delta x = \frac{(13.870 - 2.320)}{7} \text{ mm} = 1.65 \text{ mm}$$

(4) 根据 $\Delta x = \frac{L}{d}\lambda$, 可知 $\lambda = 660 \text{ nm}$ 。

12. 【答案】(2) 4.4 (2 分) 偏小 (2 分) (3) 4.7 (2 分) (4) $\frac{(I_1 - I_2)R_3}{I_2} - R_{A2}$ (2 分)

【解析】(2) 当电流表示数为 5 mA 时, 即电流表半偏, $R_b = R_A + R_x$, 因 $R_A = 0.1 \text{ A}$, 故待测电阻测量值为 4.4 Ω , 根据半偏法原理, 此时测量值应小于真实值。

(3) 当电流表示数为 7.5 mA 时, 两支路电流之比为 1 : 3, 则电阻之比为 3 : 1, $R_b = 14.4 \text{ } \Omega$, 则 $R_A + R_x = \frac{14.4}{3} \text{ } \Omega =$

4.8 Ω , 即待测电阻为 4.7 Ω 。

(4) 根据欧姆定律 $R_{A2} + R_x = \frac{(I_1 - I_2)R_3}{I_2}$, 则 $R_x = \frac{(I_1 - I_2)R_3}{I_2} - R_{A2}$ 。

13. 解: (1) 以每罐气体单独作为研究对象

$$10p_0V_0 = 2p_0V_1 \text{ (2 分)}$$

$$\text{得 } V_1 = 5V_0 \text{ (1 分)}$$

$$\frac{m_{\text{剩}}}{m_0} = \frac{V_0}{5V_0} = \frac{1}{5} \text{ (2 分)}$$

(2) 每个储气罐排出气体的体积为 $\Delta V = 5V_0 - V_0 = 4V_0$ (1 分)

5 罐排出气体均充入待检容器罐 $2p_0 \times 5\Delta V = p_2 \times 10V_0$ (2 分)

解得 $p_2 = 4p_0 > 2.5p_0$ (1 分)

若待检容器罐不漏气, 压强应为 $4p_0$, 大于检测所得压强, 所以待检容器罐漏气 (1 分)

说明: 只有结果, 没有公式或文字说明的不给分, 其他正确解法亦可得分。

14. 解: (1) 小球从外侧由 P 滑到 Q 的过程, 磁力始终不做功, 由机械能守恒可得

$$mg(2R) = \frac{1}{2}mv_1^2 \text{ (2 分)}$$

小球到达铁环外侧最低点时, 所受磁力 F_1 沿半径方向竖直向上, 挤压力 $F_N = mg$, 对小球受力分析得

$$F_1 - mg - F_N = m \frac{v_1^2}{R} \text{ (2 分)}$$

解得 $F_1 = 6mg$ (1 分)

(2) 小球由最高点滑到 C 点的过程

$$mgR(1-\cos 60^\circ) = \frac{1}{2}mv_2^2 \text{ (2分)}$$

在 C 点所受磁力为 F_2

$$F_2 + mg \cos 60^\circ = m \frac{v_2^2}{R} \text{ (2分)}$$

$$\text{解得 } F_2 = \frac{1}{2}mg$$

分析可知,为使小球能沿铁环内侧做完整圆周运动,小球在最高点所受挤压力恰好为零,重力与磁力的合力提供向心力

$$mg - F_2 = m \frac{v_0^2}{R} \text{ (1分)}$$

$$\text{解得 } v_0 = \sqrt{\frac{gR}{2}} \text{ (1分)}$$

说明:只有结果,没有公式或文字说明的不给分,其他正确解法亦可得分。

15. 解:(1) 小球经历 t_1 刚与圆管底部分离,分离时的水平速度为 v_1

$$qv_1B = mg \text{ (2分)}$$

$$v_1 = at_1 \text{ (1分)}$$

$$t_1 = 0.5 \text{ s (1分)}$$

- (2) 小球从开始至运动到电场处所用时间为 t_2 , 则

$$\frac{1}{2}at_2^2 = L \text{ (1分)}$$

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

小球脱离底部后的加速过程中有

$$qv_xB - mg = ma_y \text{ (1分)}$$

$$v_x = at \text{ (1分)}$$

两式联立,得

$$qaBt - mg = ma_y$$

$$a_y = (20t - 10) \text{ m/s}^2$$

可知在小球脱离细管底部后,小球在竖直方向加速度随时间线性变化,刚要进电场时的竖直速度为 v_{2y} , 此时的水平外力为 F , 则

$$v_{2y} = \overline{a_y}(t_2 - t_1) \text{ (1分)}$$

$$v_{2y} = \frac{0+30}{2}(2-0.5) \text{ m/s} = 22.5 \text{ m/s}$$

$$F - qv_{2y}B = (M+m)a \text{ (1分)}$$

$$F = 45.3 \text{ N (1分)}$$

- (3) 小球在刚进入电场时,整体水平方向速度为 v_{2x} ,

$$v_{2x} = at_2 = 2 \text{ m/s}$$

当小球在电场中运动至最远距离时,整体的水平速度为0,小球的竖直速度为 v_3

对整体,由于重力等于电场力,由能量守恒得

$$\frac{1}{2}(M+m)v_{2x}^2 + \frac{1}{2}mv_{2y}^2 = \frac{1}{2}mv_3^2 \quad (1 \text{分})$$

对小球分析,由竖直方向动量定理可得

$$\Sigma qv_x B \Delta t = mv_3 - mv_{2y} \quad (1 \text{分})$$

$$qBd_m = mv_3 - mv_{2y}$$

$$d_m = \frac{\sqrt{2073} - 45}{40} \text{ m} \quad (1 \text{分})$$

设小球刚出电场速度大小为 v_4 ,由竖直方向动量定理得

$$\Sigma qv_x B \Delta t = mv_{4y} - mv_{2y} \quad (1 \text{分})$$

此过程小球水平位移为 $x=0$,则 $v_{4y} = v_{2y}$

对整体分析,由能量守恒得

$$\frac{1}{2}(M+m)v_{2x}^2 + \frac{1}{2}mv_{2y}^2 = \frac{1}{2}(M+m)v_{4x}^2 + \frac{1}{2}mv_{4y}^2 \quad (1 \text{分})$$

解得 $v_{4x} = v_{2x} = 2 \text{ m/s}$

小球出电场后在磁场中上升得最大高度为 h ,此时竖直速度为零,整体水平速度为 v_5 ,

对整体分析,水平方向动量定理得

$$\Sigma qv_x B \Delta t = (M+m)(v_5 - v_{4x}) \quad (1 \text{分})$$

$$qBh_m = (M+m)(v_5 - v_{4x})$$

对整体分析,能量守恒得

$$\frac{1}{2}(M+m)v_{4x}^2 + \frac{1}{2}mv_{4y}^2 = \frac{1}{2}(M+m)v_5^2 + mgh_m \quad (1 \text{分})$$

联立解得

$$h_m = \left(\frac{3\sqrt{7}}{4} - \frac{3}{8} \right) \text{ m} \quad (1 \text{分})$$

说明:只有结果,没有公式或文字说明的不给分,其他正确解法亦可得分。