

姓名_____ 座位号_____

(在此卷上答题无效)

物 理

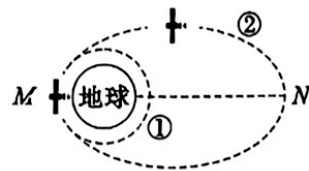
考生注意：

1. 本试卷分选择题和非选择题两部分。满分 100 分，考试时间 75 分钟。
2. 答题前，考生务必用直径 0.5 毫米黑色墨水签字笔将密封线内项目填写清楚。
3. 考生作答时，请将答案答在答题卡上。选择题每小题选出答案后，用 2B 铅笔把答题卡上对应题目的答案标号涂黑；非选择题请用直径 0.5 毫米黑色墨水签字笔在答题卡上各题的答题区域内作答，超出答题区域书写的答案无效，在试题卷、草稿纸上作答无效。
4. 本卷命题范围：高考全部内容。

一、单项选择题：本题共 8 小题，每小题 4 分，共 32 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。

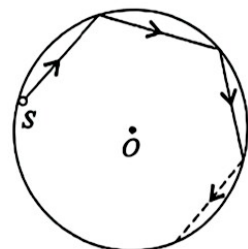
1. 3 月 31 日，2024 年度全国十大考古新发现初评结果揭晓。安徽淮南武王墩一号墓入围终评项目名单。武王墩一号墓的发掘为研究战国晚期楚国高等级陵墓制度提供了系统性的考古资料。考古通常用 $^{14}_6\text{C}$ 年代检测法推算出土文物的年代。已知 $^{14}_6\text{C}$ 的衰变方程为 $^{14}_6\text{C} \rightarrow ^{14}_7\text{N} + \text{X}$ ，下列说法正确的是
A. 衰变方程中的 X 是质子
B. 该衰变方程一定满足质量守恒，电荷数守恒
C. 随天气的转冷， $^{14}_6\text{C}$ 的半衰期并没有发生变化
D. $^{14}_6\text{C}$ 需吸收能量才能发生衰变

2. 如图所示，圆轨道①为地球近地卫星运行轨道，运行周期为 T 。当卫星经过图中 M 点时进行变速，经调整后由圆轨道①进入周期为 $8T$ 的绕地椭圆轨道运行，椭圆轨道的远地点记为 N 点，并开展相应的太空探测任务。下列说法正确的是



- A. 卫星在圆轨道①运行时速度始终保持不变
- B. 卫星经过 M 点进行减速才会变轨到椭圆轨道②运行
- C. 卫星在椭圆轨道②上运行时经过近地点 M 与远地点 N 的速率之比为 7 : 1
- D. 卫星在圆轨道①和在椭圆轨道②上运行时卫星与地心的连线在相等时间内扫过的面积相等

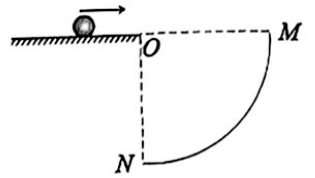
3. 如图所示，半径为 R 的玻璃球， O 点为球心，球面内侧有单色点光源 S ，已知玻璃的折射率为 $\sqrt{3}$ ，光在真空中的传播速度为 c ，则光源 S 发出的光经多次全反射回到 S 点的最短时间为



- A. $\frac{4R}{c}$
 - B. $\frac{4\sqrt{6}R}{c}$
 - C. $\frac{2\sqrt{3}R}{c}$
 - D. $\frac{3\sqrt{6}R}{c}$
4. 如图所示，内壁光滑的四分之一圆弧轨道 MN 竖直固定放置，圆心为 O 点， ON 、 OM 分别是竖直半径和水平半径。现让光滑水平面上的小球（可视为质点）获得一个水平向右的初速度，不计空气阻力，则

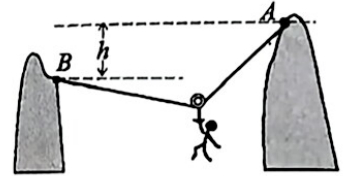
小球从 O 点离开后运动到圆弧上某点过程说法正确的是

- A. 初速度越大, 小球落在圆弧上时速度越大
- B. 初速度越大, 小球平抛运动过程速度的变化量越大
- C. 改变初速度的大小, 落在圆弧上不同位置速率可能相等
- D. 改变初速度的大小, 落在圆弧上速度的方向垂直于该点的切线



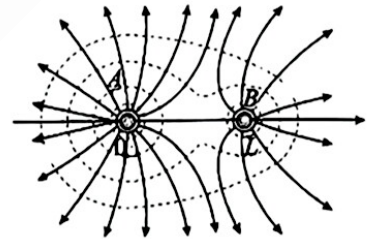
5. 如图所示, 一根非弹性轻绳的两端分别固定在两建筑物的 A 、 B 处, A 、 B 两点间的水平距离为 $d=16\text{m}$, 竖直距离为 $h=2\text{m}$, A 、 B 间绳长为 $L=20\text{m}$ 。杂技演员抓住套在绳上的光滑轻质滑环从 A 处滑到 B 处, 则滑行过程中滑环与轻绳接触的最低点与 A 点的竖直高度差为

- A. 4m
- B. 4.8m
- C. 5.6m
- D. 7m



6. 如图所示, 实线和虚线分别为两点电荷 A 和 B 产生的电场中的电场线、等势线。已知 A 的电量是 B 的电量的 9 倍, 以点电荷 A 位置作为坐标原点, A 指向 B 为 x 轴正方向, A 、 B 距离为 L 。则关于两电荷的电性以及 x 轴上 $0 < x < L$ 的范围内电势最低的点的坐标 x 说法正确的是

- A. 两点电荷 A 和 B 为同种电荷, $x = \frac{2}{3}L$ 处电势最低
- B. 两点电荷 A 和 B 为同种电荷, $x = \frac{3}{4}L$ 处电势最低
- C. 两点电荷 A 和 B 为异种电荷, $x = \frac{2L}{3}$ 处电势最低
- D. 两点电荷 A 和 B 为异种电荷, $x = \frac{3}{4}L$ 处电势最低

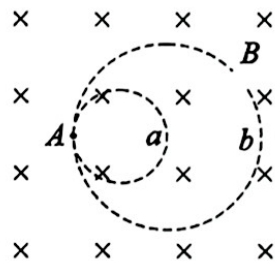


7. 目前我国在高铁领域建成了全球发展速度最快、系统技术最完备、集成能力最强的高铁系统, 纯正中国“智造”的复兴号动车组是中国高铁“金名片”。如图所示为复兴号动车组列车在水平长直轨道上的运行图, 8 节质量均为 m 的车厢编组运行, 其中第 2、4、5、7 节车厢为动力车厢。列车由静止开始以额定功率 P (总功率) 运行, 每节动力车厢提供的功率均相同, 经过一段时间 t 达到最大速度 v_m 。列车向前运动过程中, 只有第 1 节车厢会受到前方空气的阻力, 并且阻力大小与速度的平方成正比, 不计其他阻力, p, m, v_m 均为已知量, 则



- A. 列车以额定功率 P 运行过程做匀加速直线运动
- B. 列车速度从 0 变化到 v_m 过程, 动车组动力做功 $\frac{1}{2}mv_m^2$
- C. 在 $\frac{1}{2}t$ 时刻, 列车的速度小于 $\frac{1}{2}v_m$
- D. 当列车速度 $\frac{1}{2}v_m$ 时, 第 4 节车厢对第 5 节车厢的作用力大小为 $\frac{P}{8v_m}$

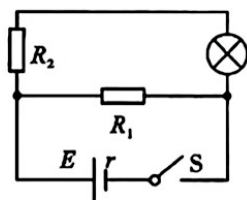
8. 利用云室可以知道带电粒子的性质,如图所示,云室中存在磁感应强度大小为 B 的匀强磁场,质量为 m 带正电的粒子静止在磁场中,该粒子在 A 点分裂成粒子 a 和 b , a 、 b 在磁场中的径迹是两个内切圆,相同时间内的径迹长度之比 $l_a : l_b = 1 : 2$;半径之比 $r_a : r_b = 1 : 2$,不计重力及粒子间的相互作用力,则



- A. 粒子 a 和 b 所带电性可能均为正电荷
- B. 粒子 a 、 b 的质量之比 $m_a : m_b = 1 : 1$
- C. 在相等的时间内 a 、 b 两粒子速度的变化量大小相等
- D. 在相等的时间内 a 、 b 两粒子洛伦兹力冲量大小相等

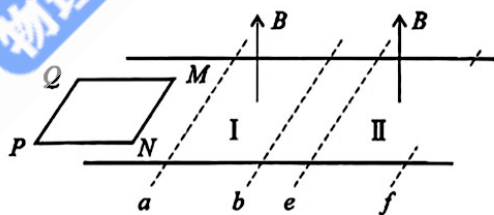
二、多项选择题:本题共 2 小题,每小题 5 分,共 10 分。在每小题给出的四个选项中,有多项符合题目要求。全部选对的得 5 分,选对但不全的得 3 分,有选错的得 0 分。

9. 信息化时代,智能手机的普遍使用给生活带来方便,智能手机具有自动调节屏幕亮度的功能,光照强度变大时屏幕变亮,反之变暗。如图所示,电路元件 R_1 、 R_2 中一个为定值电阻,另一个为光敏电阻(其有“阻值随光照强度的减小而增大”这一特性)。该电路可实现“有光照射光敏电阻时小灯泡变亮,反之变暗”这一功能,若图中灯泡电阻不变,则关于该电路的说法正确的是



- A. 光敏电阻应为 R_2
- B. 光照增强时电源的输出功率变大
- C. 光照增强时电源的路端电压变小
- D. 光照增强时 R_2 和小灯泡的总功率变小

10. 如图所示,光滑绝缘水平桌面上放置一边长为 L 、质量为 m 、阻值为 R 的正方形金属线框 $MNPQ$, a 、 b 是垂直于水平面向上匀强磁场 I 的边界, e 、 f 是垂直于水平面向上匀强磁场 II 的边界,两磁场的磁感应强度大小均为 B ,磁场宽均为 L ,两磁场边界相互平行且平行于线圈 MN 边, b 、 e 间距为 $\frac{L}{2}$,给金属线框一个水平向右的初速度,使其滑进磁场,线框刚好能穿过两个磁场。则下列说法正确的是



- A. 线框 MN 边刚进入磁场 II 时的加速度大小为 $\frac{3B^4 L^5}{m^2 R^2}$
- B. 线框开始的初速度大小为 $\frac{3B^2 L^3}{mR}$
- C. 线框穿过磁场 I II,线框中产生的焦耳热为之比 3 : 1
- D. 若仅将磁场 II 方向反向,线框也刚好穿出磁场 II

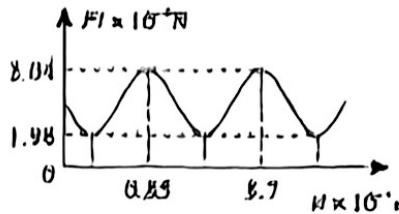
三、非选择题：本题共 5 小题，共 58 分。

11. (6 分)

在探究单摆运动的实验中，图甲是用力传感器对单摆小角度（小于 5° ）摆动过程进行测量的装置图，图乙是与力传感器连接的计算机屏幕所显示的绳子拉力大小与时间（ $F-t$ ）图像（已知 $g = 10 \text{ m/s}^2$ ）。



图甲



图乙

(1) 关于此单摆下列说法正确的是_____。

- A. 摆球摆到最高点速度、加速度均为零
- B. 摆球摆动过程合力方向始终沿绳指向悬挂点
- C. 最低点为平衡位置，此时合力为零
- D. 摆球的回复力为重力在垂直摆线方向上的分力

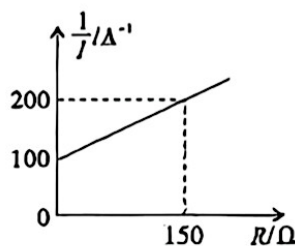
(2) 根据图乙的信息可得周期为_____ s（结果保留三位有效数字）；摆球的质量为_____ g。

12. (10 分)

研究小组利用图甲电路测量多用电表欧姆挡内部电阻和电池的电动势，欧姆表内部电路可等效为一个电池、一个电流表和一个电阻串联而成的电路。使用的器材有：多用电表，电流表，滑动变阻器和导线若干，请完善以下步骤：



图甲



图乙

(1) 将多用电表的选择开关调到欧姆“ $\times 10$ ”挡，再将红、黑表笔短接进行_____（填“机械”或“欧姆”）调零。

(2) 将图甲中多用电表的红表笔接 A 端，黑表笔接 B 端，那么电流表的左端应为_____接线柱（填“+”或“-”）。

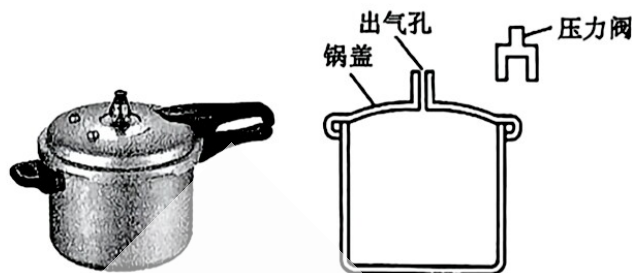
(3) 设电池的电动势为 E ，多用电表欧姆“ $\times 10$ ”挡内部电路的总电阻为 r ，调节滑动变阻器，测得欧姆表读数 R 和电流表读数 I ，作出 $\frac{1}{I}-R$ 图线（图乙），由图中数据可求得电动势 $E =$ _____ V、内部电路的总电阻 $r =$ _____ Ω 。

(4) 若欧姆表读数准确，在电流表内阻未知的情形下，电源电动势的测量值与真实值比_____（填“偏大”“相等”或“偏小”）。

13. (10分)

某高压锅结构如图所示,加热前锅内温度为 27°C ,大气压强为 P_0 ,厨师将食材放进水平放置的锅内后盖上密封锅盖,并将压力阀套在出气孔上开始加热烹煮。当加热至锅内压强为 $1.2P_0$ 时,压力阀刚要被顶起而发出嘶响声;继续加热,当锅内温度为 127°C 时达到沸点,停止加热。设压力阀刚要被顶起到达到沸点的过程,锅内压强不变,气体可视为理想气体。已知出气孔横截面积为 S ,重力加速度为 g ,求:

- (1) 压力阀的质量;
- (2) 停止加热时锅内气体质量占加热前总质量的百分比。

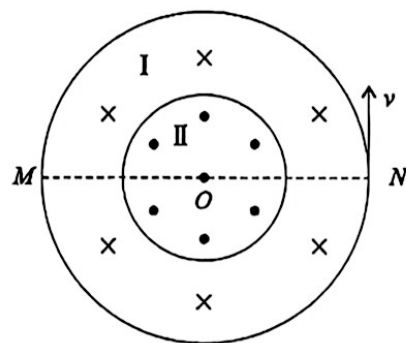


14. (14分)

如图所示,直径分别为 d 和 $2d$ 的同心圆处于同一竖直面内, O 为圆心, MN 为大圆的水平直径。两圆之间的环形区域(I 区)存在垂直圆面向里的匀强磁场,小圆内部(II 区)存在垂直圆面向外的匀强磁场。质量为 m 、电量为 $+q$ 的粒子由 N 点紧靠大圆内侧以速度 v 竖直向上射入磁场。不计粒子的重力。

- (1) 若粒子运动轨迹与小圆相切,求 I 区磁感应强度的大小;

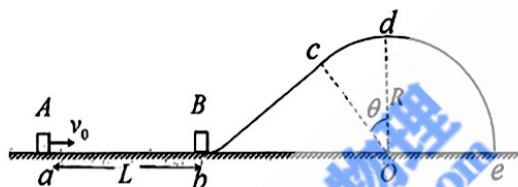
- (2) 若 I 区、II 区磁感应强度的大小均为 $B = \frac{2mv}{qd}$, 粒子运动一段时间后再次经过 N 点,求这段时间粒子运动的路程。



15. (18分)

如图所示的水平地面上有 a 、 b 、 o 、 e 四点。将一条轨道固定在竖直平面内, ab 段是粗糙的水平面, 间距 $L=2.25\text{m}$, 与物块间动摩擦因数均为 $\mu=0.2$, bcd 段光滑, 其中斜面 bc 在 b 点通过光滑圆弧与水平面连接, 在 c 点与圆弧轨道 cde 相切 (O 点为圆心, d 为圆弧最高点), 其中 cd 段对应的圆心角 $\theta=37^\circ$, 圆弧半径 $R=1.6\text{m}$, 小物块 B 静止于 b 处, 质量 $m_A=3\text{kg}$ 的小物块 A 以速度 $v_0=5\text{m/s}$ 从 a 点向 b 运动, 到达 b 点与 B 发生弹性碰撞, 碰后 B 运动到圆弧轨道的最高点 d 时对轨道的压力大小等于 B 所受重力的 $\frac{3}{4}$, 小物块视为质点, 重力加速度 $g=10\text{m/s}^2$, $\sin 37^\circ=0.6$, $\cos 37^\circ=0.8$, 求:

- (1) 物块 B 在 d 点的速度大小;
- (2) 物块 B 的质量大小;
- (3) 若仅改变物块 B 的质量, A 与 B 碰后物块 B 仍能沿轨道 bcd 运动到 d , 求物块 B 质量的取值范围。



曹亚辉高中物理
www.zhidianwuli.com

物理参考答案

一、选择题：共 10 小题，共 42 分。在每小题给出的四个选项中，第 1~8 题只有一个选项符合题目要求，每小题 4 分，共 32 分；第 9~10 题有多个选项符合题目要求，每小题 5 分，共 10 分。全部选对的得 5 分，选对但不全的得 3 分，有选错的得 0 分。

题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
答案	C	C	B	C	D	B	D	D	AC	BC

1. 【答案】C

【解析】根据质量数、电荷数守恒可补全该衰变方程有 ${}^{14}_6\text{C} \rightarrow {}^{14}_7\text{N} + {}^0_{-1}\text{e}$ 可知 X 为电子，A 选项错误；该衰变方程满足质量数守恒，电荷数守恒，在衰变过程中要释放能量，质量要亏损，B 选项错误；某种元素的半衰期长短由其本身因素决定，与它所处的物理、化学状态无关，C 选项正确；衰变是可以自发发生的且在衰变过程中会释放能量，D 选项错误。

2. 【答案】C

【解析】圆轨道速度的大小不变，方向变化，速度是变化的，故 A 选项错误；卫星经过 M 点进行加速才会变轨到椭圆轨道②运行，故 B 选项错误；根据开普勒第三定律椭圆轨道的半长轴是圆轨道半径的 4 倍，M、N 点到地心的距离分别为 R 、 $7R$ ，根据开普勒第二定律可知 $v_M \cdot R = v_N \cdot 7R$ ， $\frac{v_M}{v_N} = \frac{7}{1}$ ，故 C 选项正确；由开普勒第二定律可知，同一颗卫星在同一轨道上运动时与地心的连线在相同时间扫过的面积相等，故 D 错误。

3. 【答案】B

【解析】设全反射的临界角为 C ，则 $\sin C = \frac{1}{n} = \frac{\sqrt{3}}{3}$ ，光在玻璃球内的传播速度有 $v = \frac{c}{n}$ ，根据几何关系可知当 $\theta = 45^\circ$ 时，即光路为圆的内接正方形，从 S 发出的光线经多次全反射回到 S 点的时间最短，则正方形的边长 $x = \sqrt{2}R$ ，则最短时间为 $t = \frac{4x}{v} = \frac{4\sqrt{6}R}{c}$ 。

4. 【答案】C

【解析】根据 $x^2 + y^2 = R^2$ ； $x = v_0 t$ ； $y = \frac{1}{2}gt^2$ 得到 $\frac{1}{2}mv^2 = mgy + \frac{1}{2}mv_0^2$ ，通过化简可知当 $y = \frac{\sqrt{3}}{3}R$ 时动能最小，因此 A 错误，C 正确；初速度越大，时间越短，速度的变化量越小，B 错误；若落在圆弧上速度的方向垂直于该点的切线，则速度的反向延长线过 O 点，不合理，D 错误。

5. 【答案】D

【解析】重力势能最小的点为最低点，在最低点两侧，绳子与水平方向的夹角相同，设为 θ ，右边绳长为 x ，两侧绳的拉力大小相同，由几何关系得 $20\cos\theta = 16$ ， $h = x\sin\theta - (20-x)\sin\theta$ ，解得最低点与 A 点的最大高度差 $\Delta h = x\sin\theta = 7\text{m}$ ，故选 D 项。

6. 【答案】B

【解析】根据电场线分布的特点可知，两点电荷 A 和 B 为同种电荷，电势最低点为场强为 0 的位置，电荷量为 9 倍的关系，所以该点到两电荷的距离为 3 倍的关系， $x = \frac{3}{4}L$ 处场强为 0，电势最低，B 选项正确。

7.【答案】D

【解析】由 $\frac{P}{v} - kv^2 = 8ma$, 可以看出随速度的增加加速度是减小的, A 选项错误; $\frac{1}{2}mv_m^2$ 为外力对列车做的总功, B 选项错误; 由 $v-t$ 图像可知在 $\frac{1}{2}t$ 时刻, 列车的速度大于 $\frac{1}{2}v_m$, C 选项错误; $\frac{P}{v_m} = kv_m^2$, $\frac{P}{\frac{v_m}{2}} - k(\frac{v_m}{2})^2 = 8ma$, 对 5、6、7、8 节车厢: $\frac{\frac{P}{2}}{\frac{v_m}{2}} - F_{45} = 4ma$, 解得: $F_{45} = \frac{P}{8v_m}$ 。

$$k(\frac{v_m}{2})^2 = 8ma, \text{ 对 } 5、6、7、8 \text{ 节车厢: } \frac{\frac{P}{2}}{\frac{v_m}{2}} - F_{45} = 4ma, \text{ 解得: } F_{45} = \frac{P}{8v_m}。$$

8.【答案】D

【解答】由于 $a、b$ 粒子的轨迹为内切圆, 两电荷一定为异种电荷, 根据动量守恒可知, 分裂后 mv 的大小相等, $v = \frac{l}{t}$, 所以 $\frac{v_a}{v_b} = \frac{1}{2}$; $r = \frac{mv}{qB}$ 得到: $m_a : m_b = 2 : 1$, A、B 选项错误; 由于 $T = \frac{2\pi r}{v}$, 周期相等, 相等的时间速度的偏转角相等, 速度的变化量大小不等, C 选项错误; 洛伦兹力的冲量等于动量的变化量, 所以大小相等, D 选项正确。

9.【答案】AC

【解答】若 R_2 是光敏电阻, 则照射 R_2 的光照强度增大时, R_2 阻值减小, 则电路总电阻减小, 总电流增大, 电源内电压升高, 路端电压减小, R_1 两端电压减小, 流过 R_1 的电流减小, 流过 R_2 和小灯泡的电流增大, 小灯泡的实际功率变大, 小灯泡变亮, 因此光敏电阻应为 R_2 。由于 $R_1、R_2、r$ 三者的电阻大小未知, B、D 选项无法判断。答案选 A、C。

10.【答案】BC

【解析】线框 MN 边刚进入磁场 II 时, $MN、PQ$ 两边同时切割磁感线, 电动势方向相反, 电路电流为 0, 加速度为 0, A 错误; 设线框的初速度大小为 v_0 , 线框穿过两磁场过程中, 根据动量定理 $3B \frac{BL^2}{R} L = mv_0$, 解得: $v_0 = \frac{3B^2 L^3}{mR}$, B 正确; 设 PQ 边刚出磁场 I 时速度为 v_1 , 根据动量定理, 有 $\frac{3}{2} B \frac{BL^2}{R} L = mv_1$, 解得 $v_1 = \frac{1}{2}v_0$, 线框穿过磁场 I、II, 线框中产生的焦耳热为之比 $Q_1 : Q_2 = \frac{1}{2}m(v_0^2 - \frac{1}{4}v_0^2) : \frac{1}{2}m(\frac{v_0}{2})^2 = 3 : 1$, C 正确; 若仅将磁场 II 方向反向, 两条边同时切割磁感线, 安培力变大, 线框不能穿出磁场 II, D 错误。

三、非选择题: 本题共 5 小题, 共 58 分。

11. (6 分, 每空 2 分)

【答案】(1) D (2) 1.57 2

【解析】(1) 摆球摆到最高点速度为 0、加速度不为零, A 选项错误; 摆球摆动过程存在径向的向心力, 切向的回复力, B 选项错误; 最低点为平衡位置, 回复力为 0, 但合力不为零, C 选项错误; 摆球的回复力为重力在垂直摆线方向上的分力, D 选项正确。

(2) 由图乙可知周期 $T = 2(0.87 - 0.085) \text{ s} = 1.57 \text{ s}$, $mg \cos \theta = 1.98 \times 10^{-2}$, $mg l(1 - \cos \theta) = \frac{1}{2}mv^2 - 0.204 \times 10^{-2} - mg = m \frac{v^2}{l}$, 解得 $m = 2g$ 。

12. (10分, 每空2分)

【答案】(1)欧姆 (2)+ (3)1.5 150 (4)相等

【解析】(1)将多用电表的选择开关调到欧姆“ $\times 10$ ”挡,再将红、黑表笔短接欧姆调零;

(2)将图甲中多用电表的红表笔接A端,黑表笔接B端,因欧姆表黑表笔接内部电源正极,那么电流表的左端应为“+”接线柱;

(3)由闭合电路的欧姆定律可知 $I = \frac{E}{R+r}$ 可得 $\frac{1}{I} = \frac{1}{E}R + \frac{r}{E}$, 由题意可知 $\frac{1}{I} = \frac{200-100}{150} = \frac{2}{3}$, 解得 $E =$

1.5V; $\frac{r}{E} = 100$, 解得 $r = 150\Omega$;

(3)因欧姆表读数为外电路总电阻,电流表读数为总电流,则电源电动势的测量值与真实值相等。

13. (10分)

【答案】(1) $m = \frac{p_0 S}{5g}$; (2) 90%

【解析】(1)设加热前锅内温度为 $T_1 = 300K$, 压强为 P_0 , 当加热至锅内压强为 $1.2P_0$ 时, 压力阀刚要被顶起, 对压力阀受力分析:

$$P_0 S + mg = 1.2P_0 S \dots\dots\dots (3 \text{分})$$

解得:

$$m = \frac{p_0 S}{5g} \dots\dots\dots (2 \text{分})$$

(2) 温度 $T_2 = 400K$ 时达到沸点:

$$\frac{P_0 \cdot V_0}{T_1} = \frac{1.2P_0 \cdot V}{T_2} \dots\dots\dots (3 \text{分})$$

停止加热时锅内气体质量占加热前总质量的百分比

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{V_0}{V} = 90\% \dots\dots\dots (2 \text{分})$$

14. (14分)

【答案】(1) $\frac{4mv}{qd}$ 或 $\frac{4mv}{3qd}$; (2) $\frac{5\pi d}{3}$

【解析】(1)设 I 区内磁感应强大小为 B , 粒子做圆周运动的半径为 r , 由牛顿第二定律得:

$$qvB = m \frac{v^2}{r} \dots\dots\dots (2 \text{分})$$

粒子的运动轨迹与小圆相切有两种情况, 若粒子轨迹与小圆外切, 由几何关系可得:

$$r_1 = \frac{d}{4} \dots\dots\dots (1 \text{分})$$

解得:

$$B = \frac{4mv}{qd} \dots\dots\dots (1 \text{分})$$

若粒子轨迹与小圆内切, 由几何关系得:

$$r_2 = \frac{3d}{4} \dots\dots\dots (1 \text{分})$$

解得：

$$B = \frac{4mv}{3qd} \dots\dots\dots (1 \text{分})$$

(2)由题意可知，I区和II内的磁感应强度大小均为：

$$B = \frac{2mv}{qd} \dots\dots\dots (1 \text{分})$$

设粒子在I区和II区做圆周运动的半径分别为r,由牛顿第二定律可得：

$$qvB = m \frac{v^2}{r} \dots\dots\dots (1 \text{分})$$

代入解得：

$$r = \frac{d}{2} \dots\dots\dots (2 \text{分})$$

画出粒子的运动轨迹，粒子在I区域转过两个圆心角 $\theta_1 = \frac{4}{3}\pi$ 的圆弧；粒子在II区域转过两个圆心

角 $\theta_2 = \frac{1}{3}\pi$ 的圆弧 $\dots\dots\dots (2 \text{分})$

则这段时间粒子经过的路程：

$$S = \frac{2(\theta_1 + \theta_2)}{2\pi} \cdot 2\pi r = \frac{5\pi d}{3} \dots\dots\dots (2 \text{分})$$

15. (18分)

【答案】(1)2m/s; (2)1kg; (3) $(\sqrt{15}-3) \text{kg} \leq m_B \leq 3(\sqrt{2}-1) \text{kg}$

【解析】(1)物块B经过d点,有：

$$m_B g - \frac{3}{4} m_B g = m_B \frac{v_{Bd}^2}{R} \dots\dots\dots (2 \text{分})$$

解得：

$$v_{Bd} = 2\text{m/s} \dots\dots\dots (1 \text{分})$$

(2)A与B碰前：

$$a = \mu g \dots\dots\dots (1 \text{分})$$

$$v_0^2 - v_1^2 = 2a \cdot L \dots\dots\dots (1 \text{分})$$

解得碰前A的速度：

$$v_1 = 4\text{m/s} \dots\dots\dots (1 \text{分})$$

A、B碰撞：

$$m_A v_1 = m_A v_{A2} + m_B v_{B2} \dots\dots\dots (1 \text{分})$$

$$\frac{1}{2} m_A v_1^2 = \frac{1}{2} m_A v_{A2}^2 + \frac{1}{2} m_B v_{B2}^2 \dots\dots\dots (1 \text{分})$$

解得：

$$v_{B2} = \frac{2m_A}{m_A + m_B} v_1 = 6\text{m/s} \dots\dots\dots (1 \text{分})$$

碰后对B：

$$\frac{1}{2} m_B v_{B2}^2 = m_B g \cdot R + \frac{1}{2} m_B v_{Bd}^2 \dots\dots\dots (1 \text{分})$$

解得：

$$m_B = 1\text{kg} \dots\dots\dots (1\text{分})$$

(3) 由以上可知：A、B 碰后：

$$v_B = \frac{2m_A}{m_A + m_B} v_1 \dots\dots\dots (1\text{分})$$

第 1 种情况：物块 B 恰好到达 d 点速度为 0，B 的质量最大

$$\frac{1}{2} m_{B1} v_{B3}^2 = m_{B1} g \cdot R \dots\dots\dots (1\text{分})$$

解得 B 的质量最大值：

$$m_{B1} = 3(\sqrt{2} - 1)\text{kg} \dots\dots\dots (1\text{分})$$

第 2 种情况：物块 B 恰好到达 c 点时与轨道间压力为 0，B 的质量最小

$$\frac{1}{2} m_{B2} v_{B4}^2 = m_{B2} g \cdot R \cos\theta + \frac{1}{2} m_{B2} v_c^2 \dots\dots\dots (1\text{分})$$

在 c 点有：

$$m_{B2} g \cdot \cos\theta = m_{B2} \frac{v_c^2}{R} \dots\dots\dots (1\text{分})$$

解得：

$$m_{B2} = (\sqrt{15} - 3)\text{kg} \dots\dots\dots (1\text{分})$$

故物块 B 的质量满足 $(\sqrt{15} - 3)\text{kg} \leq m_B \leq 3(\sqrt{2} - 1)\text{kg}$ 时，A 与 B 碰后物块 B 可以沿轨道 bcd 运动到 d $\dots\dots\dots (1\text{分})$



曹亚辉高中物理
www.zhidianwuli.com