

2018年普通高等学校招生全国统一考试

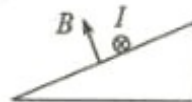
物 理

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、单项选择题:本题共 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。

- 1.一攀岩者以 1m/s 的速度匀速向上攀登，途中碰落了岩壁上的石块，石块自由下落。3s 后攀岩者听到石块落地的声音，此时他离地面的高度约为
A. 10m B. 30m C. 50m D. 70m
- 2.土星与太阳的距离是火星与太阳距离的 6 倍多。由此信息可知
A. 土星的质量比火星的小
B. 土星运行的速率比火星的小
C. 土星运行的周期比火星的小
D. 土星运行的角速度大小比火星的大
- 3.如图，一绝缘光滑固定斜面处于匀强磁场中，磁场的磁感应强度大小为 B ，方向垂直于斜面向上，通有电流 I 的金属细杆水平静止在斜面上。若电流变为 $0.5I$ ，磁感应强度大小变为 $3B$ ，电流和磁场的方向均不变，则金属细杆将
A. 沿斜面加速上滑 B. 沿斜面加速下滑
C. 沿斜面匀速上滑 D. 仍静止在斜面上



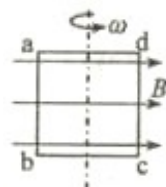
- 4.已知 ${}_{90}^{234}\text{Th}$ 的半衰期为 24 天。4g ${}_{90}^{234}\text{Th}$ 经过 72 天还剩下
A. 0 B. 0.5g C. 1g D. 1.5g
- 5.如图，用长为 l 的轻绳悬挂一质量为 M 的沙箱，沙箱静止。一质量为 m 的弹丸以速度 v 水平射入沙箱并留在其中，随后与沙箱共同摆动一小角度。不计空气阻力。对子弹射向沙箱到与其共同摆过一小角度的过程
A. 若保持 m 、 v 、 l 不变， M 变大，则系统损失的机械能变小
B. 若保持 M 、 v 、 l 不变， m 变大，则系统损失的机械能变小
C. 若保持 M 、 m 、 l 不变， v 变大，则系统损失的机械能变大
D. 若保持 M 、 m 、 v 不变， l 变大，则系统损失的机械能变大



- 6.某大瀑布的平均水流量为 $5900\text{m}^3/\text{s}$ ，水的落差为 50m。已知水的密度为 $1.00 \times 10^3\text{kg}/\text{m}^3$ 。在大瀑布水流下落过程中，重力做功的平均功率约为
A. $3 \times 10^6\text{w}$ B. $3 \times 10^7\text{w}$ C. $3 \times 10^8\text{w}$ D. $3 \times 10^9\text{w}$

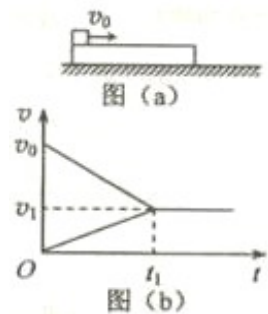
二、多项选择题:本题共 4 小题，每小题 5 分，共 20 分。在每小题给出的四个选项中，有多个选项是符合题目要求的。全部选对的得 5 分，选对但不全的得 3 分，有选错的得 0 分。

- 7.如图，在磁感应强度大小为 B 的匀强磁场中，有一面积为 S 的矩形单匝闭合导线 $abcd$ ， ab 边与磁场方向垂直，线框的电阻为 R 。使线框以恒定角速度 ω 绕过 ad 、 bc 中点的轴旋转。下列说法正确的是
A. 线框 $abcd$ 中感应电动势的最大值是 $BS\omega$

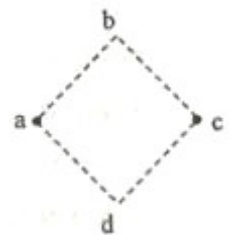


- B. 线框 abcd 中感应电动势的有效值是 $BS\omega$
- C. 线框平面与磁场方向平行时, 流经线框的电流最大
- D. 线框平面与磁场方向垂直时, 流经线框的电流最大

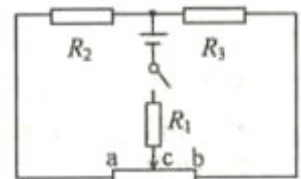
8. 如图 (a), 一长木板静止于光滑水平桌面上, $t=0$ 时, 小物块以速度 v_0 滑到长木板上, 图 (b) 为物块与木板运动的 $v-t$ 图像, 图中 t_1 、 v_0 、 v_1 已知。重力加速度大小为 g 。由此可求得
- A. 木板的长度
 - B. 物块与木板的质量之比
 - C. 物块与木板之间的动摩擦因数
 - D. 从 $t=0$ 开始到 t_1 时刻, 木板获得的动能



9. 如图, a、b、c、d 为一边长为 l 的正方形的顶点。电荷量均为 q ($q>0$) 的两个点电荷分别固定在 a、c 两点, 静电力常量为 k 。不计重力。下列说法正确的是
- A. b 点的电场强度大小为 $\frac{\sqrt{2}kq}{l^2}$
 - B. 过 b、d 点的直线位于同一等势面上
 - C. 在两点电荷产生的电场中, ac 中点的电势最低
 - D. 在 b 点从静止释放的电子, 到达 d 点时速度为零



10. 如图, 三个电阻 R_1 、 R_2 、 R_3 的阻值均为 R , 电源的内阻 $r < R$, C 为滑动变阻器的中点。闭合开关后, 将滑动变阻器的滑片由 c 点向 a 端滑动, 下列说法正确的是
- A. R_2 消耗的功率变小
 - B. R_3 消耗的功率变大
 - C. 电源输出的功率变大
 - D. 电源内阻消耗的功率变大



三、实验题: 本题共 2 小题, 共 18 分。把答案写在答题卡中指定的答题处, 不要求写出演算过程。

11. (6 分)

学生课外实验小组使用如图所示的实验装置测量重力加速度大小。实验时, 他们先测量分液漏斗下端到水桶底部的距离 s ; 然后使漏斗中的水一滴一滴地下落, 调整阀门使水滴落到桶底发出声音的同时, 下一滴水刚好从漏斗的下端滴落; 用秒表测量第 1 个水滴从漏斗的下端滴落至第 n 个水滴落到桶底所用的时间 t 。



- (1) 重力加速度大小可表示为 $g = \underline{\hspace{2cm}}$ (用 s 、 n 、 t 表示);
- (2) 如果某次实验中, $s=0.90\text{m}$, $n=30$, $t=13.0\text{s}$, 则测得的重力加速度大小 $g = \underline{\hspace{2cm}} \text{m/s}^2$; (保留 2 位有效数字)
- (3) 写出一条能提高测量结果准确程度的建议: $\underline{\hspace{4cm}}$ 。

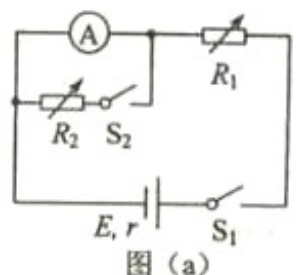
12. (12 分)

某同学利用图 (a) 中的电路测量电流表 A 的内阻 R_A (约为 5Ω) 和直流电源的电动势 E (约为 10V)。

图中 R_1 和 R_2 为电阻箱, S_1 和 S_2 为开关。已知电流表的量程为 100mA , 直流电源的内阻为 r 。

- (1) 断开 S_2 , 闭合 S_1 , 调节 R_1 的阻值, 使 A 满偏; 保持 R_1 的阻值不变, 闭合 S_2 , 调节 R_2 , 当 R_2 的阻值为 4.8Ω 时 A 的示数为 48.0mA 。忽略 S_2 闭合后电路中总电阻的变化, 经计算得 $R_A = \underline{\hspace{2cm}} \Omega$; (保留 2 位有效数字)

- (2) 保持 S_1 闭合, 断开 S_2 , 多次改变 R_1 的阻值, 并记录电流表的相应示数。若某次 R_1 的示数如图 (b) 所示, 则此次 R_1 的阻值为 $\underline{\hspace{2cm}} \Omega$;



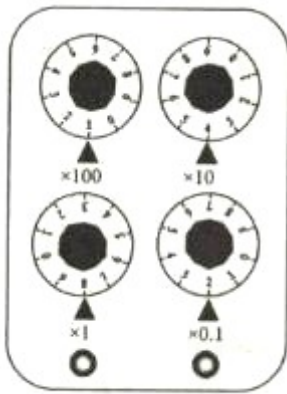


图 (b)

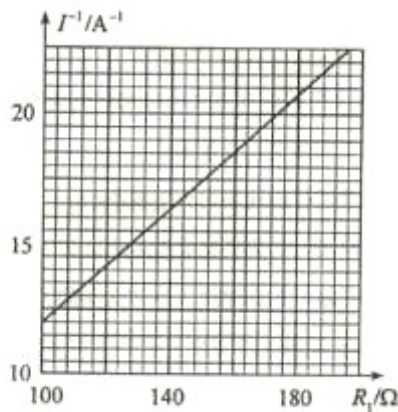


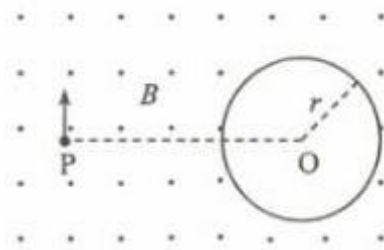
图 (c)

(3) 利用记录的 R_1 的阻值和相应的电流表示数 I ，作出 $I^{-1} - R_1$ 图线，如图 (c) 所示。用电池的电动势 E 、内阻 r 和电流表内阻 R_A 表示 I^{-1} 随 R_1 变化的关系式为 $I^{-1} = \underline{\hspace{2cm}}$ 。利用图 (c) 可求得 $E = \underline{\hspace{2cm}}$ V。
(保留 2 位有效数字)

四、计算题:本题共 2 小题,共 26 分。把解答写在答题卡中指定的答题处,要求写出必要的文字说明、方程式和演算步骤。

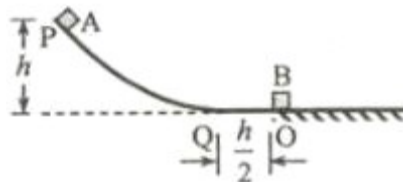
13. (10 分) 如图, 圆心为 O 、半径为 r 的圆形区域外存在匀强磁场, 磁场方向垂直于纸面向外, 磁感应强度大小为 B 。 P 是圆外一点, $OP = 3r$ 。一质量为 m 、电荷量为 q ($q > 0$) 的粒子从 P 点在纸面内垂直于 OP 射出。已知粒子运动轨迹经过圆心 O , 不计重力。求

- (1) 粒子在磁场中做圆周运动的半径;
- (2) 粒子第一次在圆形区域内运动所用的时间。



14. (16 分) 如图, 光滑轨道 PQO 的水平段 $QO = \frac{h}{2}$, 轨道在 O 点与水平地面平滑连接。一质量为 m 的小物块 A 从高 h 处由静止开始沿轨道下滑, 在 O 点与质量为 $4m$ 的静止小物块 B 发生碰撞。A、B 与地面间的动摩擦因数均为 $\mu = 0.5$, 重力加速度大小为 g 。假设 A、B 间的碰撞为完全弹性碰撞, 碰撞时间极短。求

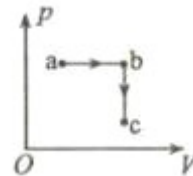
- (1) 第一次碰撞后瞬间 A 和 B 速度的大小;
- (2) A、B 均停止运动后, 二者之间的距离。



五、选考题:共 12 分。请考生从第 15、16 题中任选一题作答。如果多做，则按所做的第一题计分。

15. [选修 3-3] (12 分)

(1) (4 分) 如图，一定量的理想气体，由状态 a 等压变化到状态 b，再从 b 等容变化到状态 c。a、c 两状态温度相等。下列说法正确的是____。(填入正确答案标号。选对 1 个得 2 分，选对 2 个得 4 分；有选错的得 0 分)



- A. 从状态 b 到状态 c 的过程中气体吸热
- B. 气体在状态 a 的内能等于在状态 c 的内能
- C. 气体在状态 b 的温度小于在状态 a 的温度
- D. 从状态 a 到状态 b 的过程中气体对外做正功

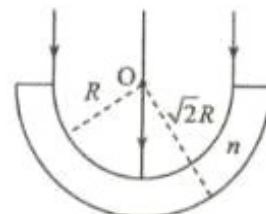
(2) (8 分) 一储存氮气的容器被一绝热轻活塞分隔成两个气室 A 和 B，活塞可无摩擦地滑动。开始时用销钉固定活塞，A 中气体体积为 $2.5 \times 10^{-4} \text{m}^3$ ，温度为 27°C ，压强为 $6.0 \times 10^4 \text{Pa}$ ；B 中气体体积为 $4.0 \times 10^{-4} \text{m}^3$ ，温度为 -17°C ，压强为 $2.0 \times 10^4 \text{Pa}$ 。现将 A 中气体的温度降至 -17°C ，然后拔掉销钉，并保持 A、B 中气体温度不变，求稳定后 A 和 B 中气体的压强。

16. [选修 3-4] (12 分)

(1) (4 分) 警车向路上的车辆发射频率已知的超声波，同时探测反射波的频率。下列说法正确的是_____。(填入正确答案标号。选对 1 个得 2 分，选对 2 个得 4 分；有选错的得 0 分)

- A. 车辆匀速驶向停在路边的警车，警车探测到的反射波频率增高
- B. 车辆匀速驶离停在路边的警车，警车探测到的反射波频率降低
- C. 警车匀速驶向停在路边的汽车，探测到的反射波频率降低
- D. 警车匀速驶离停在路边的汽车，探测到的反射波频率不变

(2) (8 分) 如图，由透明介质构成的半球壳的内外表面半径分别为 R 和 $\sqrt{2}R$ 。一横截面半径为 R 的平行光束入射到半球壳内表面，入射方向与半球壳的对称轴平行，所有的入射光线都能从半球壳的外表面射出。已知透明介质的折射率为 $n = \sqrt{2}$ 。求半球壳外表面上有光线射出区域的圆形边界的半径。不考虑多次反射。



2018年普通高等学校招生全国统一考试 物理试题参考答案

一、单项选择题

1.C 2.B 3.A 4.B 5.C 6.D

二、多项选择题

7.AC 8.BC 9.AD 10.CD

三、实验题

11. (1) $\frac{2n^2s}{t^2}$ (2) 9.6 (3) “适当增大 n”或“多次测量取平均值”

12. (1) 5.2 (2) 148.2 (3) $\frac{R_1}{E} + \frac{r + R_1}{E}$ 9.1 (8.9-9.4)

四、计算题

13.

(1) $\frac{4}{3}r$ (2) $\frac{3m}{2qB}$

14. (1) 第一次碰撞后瞬间 A 和 B 速度的大小分别为 $\frac{3}{5}\sqrt{2gh}$ 和 $\frac{2}{5}\sqrt{2gh}$

(2) A、B 均停止运动后它们之间的距离为 $\frac{26}{125}h$

五、选考题

15. (1) BD (2) $p=3.2 \times 10^4 \text{Pa}$

16. (1) AB (2) $\frac{\sqrt{3}+1}{2}R$

一、单项选择题:本题共 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。

1.一攀岩者以 1m/s 的速度匀速向上攀登,途中碰落了岩壁上的石块,石块自由下落。3s 后攀岩者听到石块落地的声音,此时他离地面的高度约为
A. 10m B. 30m C. 50m D. 70m

1.【解析】设石块自由落体的时间为 t , 他离地面的高度为 h , 则 $h - 1 \times 3 = \frac{1}{2}gt^2$ ($g = 9.8m/s^2$),

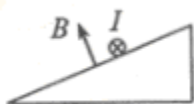
$t + \frac{h}{340} = 3$, 解得 $t = 2.87s$, $h = 43.4m$ 。选 C 【答案】C

2.土星与太阳的距离是火星与太阳距离的 6 倍多。由此信息可知

- A. 土星的质量比火星的小
- B. 土星运行的速率比火星的小
- C. 土星运行的周期比火星的小
- D. 土星运行的角速度大小比火星的大

2. 【解析】根据 $G \frac{Mm}{r^2} = m \frac{v^2}{r} = m \frac{4\pi^2}{T^2} r = m\omega^2 r$ ，B 正确。 【答案】 B

3. 如图，一绝缘光滑固定斜面处于匀强磁场中，磁场的磁感应强度大小为 B ，方向垂直于斜面向上，通有电流 I 的金属细杆水平静止在斜面上。若电流变为 $0.5I$ ，磁感应强度大小变为 $3B$ ，电流和磁场的方向均不变，则金属细杆将
 A 沿斜面加速上滑 B 沿斜面加速下滑
 C 沿斜面匀速上滑 D 仍静止在斜面上



3. 【解析】原来， $BIl = mg \sin \theta$ ，后来 $a = \frac{1.5BIl - mg \sin \theta}{m}$ ，沿斜面向上，A 正确。

【答案】 A

4. 已知 ${}^{234}_{90}\text{Th}$ 的半衰期为 24 天。4g ${}^{234}_{90}\text{Th}$ 经过 72 天还剩下
 A. 0 B. 0.5g C. 1g D. 1.5g

4. 【解析】 $m = m_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T}} = 4 \times \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{72}{24}} g = 0.5g$ ，B 正确。

【答案】 B

5. 如图，用长为 l 的轻绳悬挂一质量为 M 的沙箱，沙箱静止。一质量为 m 的弹丸以速度 v 水平射入沙箱并留在其中，随后与沙箱共同摆动一小角度。不计空气阻力。对子弹射向沙箱到与其共同摆过一小角度的过程

- A 若保持 m 、 v 、 l 不变， M 变大，则系统损失的机械能变小
- B 若保持 M 、 v 、 l 不变， m 变大，则系统损失的机械能变小
- C 若保持 M 、 m 、 l 不变， v 变大，则系统损失的机械能变大
- D 若保持 M 、 m 、 v 不变， l 变大，则系统损失的机械能变大



5. 【解析】 动量守恒 $mv = (M + m)V$ ，系统损失的机械能 $\Delta E_k = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}(M + m)V^2 = \frac{Mmv^2}{2(M + m)}$

$$\frac{mv^2}{2\left(1 + \frac{m}{M}\right)} = \frac{Mv^2}{2\left(\frac{M}{m} + 1\right)}$$

所以，A、B、D 错误；C 正确。

【答案】 C

6. 某大瀑布的平均水流量为 $5900\text{m}^3/\text{s}$ ，水的落差为 50m 。已知水的密度为 $1.00 \times 10^3\text{kg}/\text{m}^3$ 。在大瀑布水流下落过程中，重力做功的平均功率约为

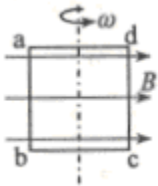
- A. $3 \times 10^6\text{w}$ B. $3 \times 10^7\text{w}$ C. $3 \times 10^8\text{w}$ D. $3 \times 10^9\text{w}$

6. 【解析】 $m = \rho V = 5.9 \times 10^6\text{kg}/\text{s}$ ， $W = mgh = 2.95 \times 10^9\text{J}/\text{s}$ ，选 D

【答案】 D

二、多项选择题: 本题共 4 小题，每小题 5 分，共 20 分。在每小题给出的四个选项中，有多个选项是符合题目要求的。全部选对的得 5 分，选对但不全的得 3 分，有选错的得 0 分。

7. 如图，在磁感应强度大小为 B 的匀强磁场中，有一面积为 S 的矩形单匝闭合导线 $abcd$ ， ab 边与磁场方向垂直，线框的电阻为 R 。使线框以恒定角速度 ω 绕过 ad 、 bc 中点的轴旋转。下列说法正确的是



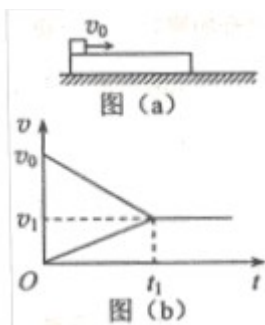
- A 线框 $abcd$ 中感应电动势的最大值是 $BS\omega$
 B 线框 $abcd$ 中感应电动势的有效值是 $BS\omega$
 C 线框平面与磁场方向平行时，流经线框的电流最大
 D 线框平面与磁场方向垂直时，流经线框的电流最大

7. 【解析】 最大值 $E_m = BS\omega$ ，平行时，速度与磁场垂直，最大。

【答案】 AC

8. 如图 (a)，一长木板静止于光滑水平桌面上， $t=0$ 时，小物块以速度 v_0 滑到长木板上，图 (b) 为物块与木板运动的 $v-t$ 图像，图中 t_1 、 v_0 、 v_1 已知。重力加速度大小为 g 。由此可求得

- A 木板的长度
 B 物块与木板的质量之比
 C 物块与木板之间的动摩擦因数
 D 从 $t=0$ 开始到 t_1 时刻，木板获得的动能



8. 【解析】 $mv_0 = (m + M)v_1$ ， $\frac{m}{M} = \frac{v_1}{v_0 - v_1}$ ， $a = \mu g = \frac{v_0 - v_1}{t_1}$

【答案】 BC

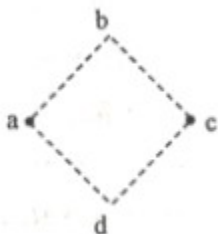
9.如图，a、b、c、d为一边长为 l 的正方形的顶点。电荷量均为 q ($q>0$)的两个点电荷分别固定在a、c两点，静电力常量为 k 。不计重力。下列说法正确的是

A. b点的电场强度大小为 $\frac{\sqrt{2}kq}{l^2}$

B.过b、d点的直线位于同一等势面上

C.在两点电荷产生的电场中，ac中点的电势最低

D.在b点从静止释放的电子，到达d点时速度为零



9.【解析】 $E_b = 2 \frac{kq}{l^2} \cos 45^\circ = \frac{\sqrt{2}kq}{l^2}$ ，b与d等势

【答案】AD

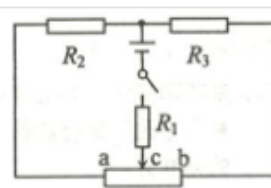
10.如图，三个电阻 R_1 、 R_2 、 R_3 的阻值均为 R ，电源的内阻 $r < R$ ，C为滑动变阻器的中点。闭合开关后，将滑动变阻器的滑片由c点向a端滑动，下列说法正确的是

A. R_2 消耗的功率变小

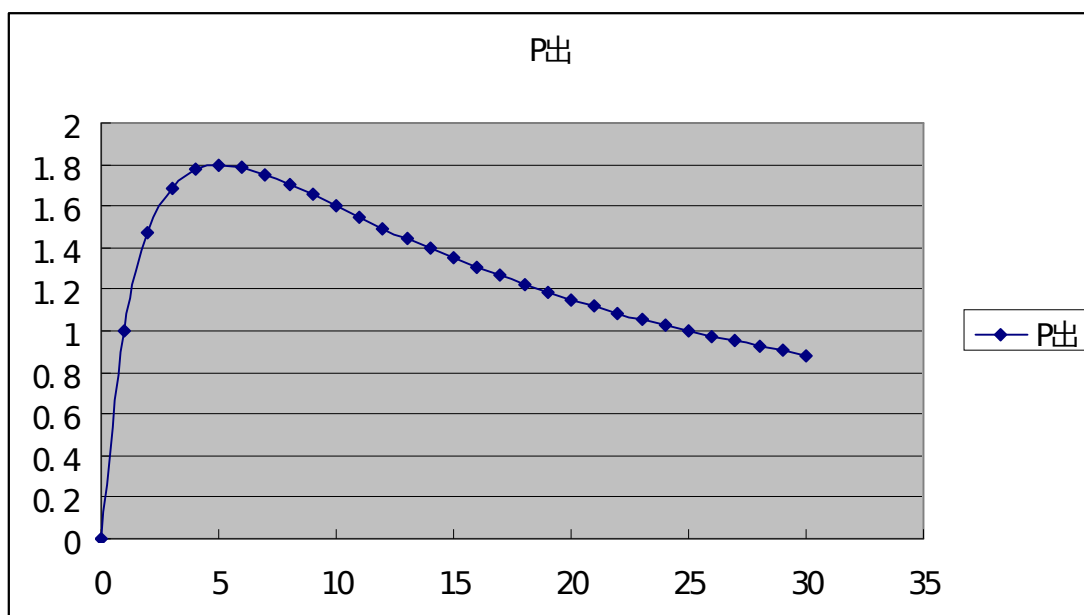
B. R_3 消耗的功率变大

C.电源输出的功率变大

D.电源内阻消耗的功率变大



10.【解析】滑片由c向a滑动， $R_{左}$ 减小，电流增大，功率变大， $R_{右}$ 增大，电流减小，功率变小，A、B错误。电源输出功率如下图



并联电阻从最大逐渐减小并且最后大于电源内阻，所以电源输出功率变大，c正确；随并联电阻的减小，电路总电阻减小，电流增大，电源内阻消耗的功率增大，D正确。

【答案】 CD

三、实验题: 本题共 2 小题, 共 18 分。把答案写在答题卡中指定的答题处, 不要求写出演算过程。

11. (6 分)

学生课外实验小组使用如图所示的实验装置测量重力加速度大小。实验时, 他们先测量分液漏斗下端到水桶底部的距离 s ; 然后使漏斗中的水一滴一滴地落下, 调整阀门使水滴落到桶底发出声音的同时, 下一滴水刚好从漏斗的下端滴落, 用秒表测量第 1 个水滴从漏斗的下端滴落至第 n 个水滴落到桶底所用的时间 t 。



(1) 重力加速度大小可表示为 $g = \underline{\hspace{2cm}}$ (用 s 、 n 、 t 表示);

(2) 如果某次实验中, $s = 0.90\text{m}$, $n = 30$, $t = 13.0\text{s}$, 则测得的重力加速度大小 $g = \underline{\hspace{2cm}} \text{m/s}^2$; (保留 2 位有效数字)

(3) 写出一条能提高测量结果准确程度的建议: $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

11. 【解析】 $s = \frac{1}{2}gt_1^2$, $t_1 = \frac{t}{n}$ 可解得。

【答案】 $g = \frac{2sn^2}{t^2}$, 9.6, 适当增大 n 。

12. (12 分)

某同学利用图 (a) 中的电路测量电流表 A 的内阻 R_A (约为 5Ω) 和直流电源的电动势 E (约为 10V)。图中 R_1 和 R_2 为电阻箱, S_1 和 S_2 为开关。已知电流表的量程为 100mA , 直流电源的内阻为 r 。

(1) 断开 S_2 , 闭合 S_1 , 调节 R_1 的阻值, 使 A 满偏; 保持 R_1 的阻值不变, 闭合 S_2 , 调节 R_2 , 当 R_2 的阻值为 4.8Ω 时 A 的示数为 48.0mA 。忽略 S_2 闭合后电路中总电阻的变化, 经计算得 $R_A = \underline{\hspace{2cm}} \Omega$; (保留 2 位有效数字)

(2) 保持 S_1 闭合, 断开 S_2 , 多次改变 R_1 的阻值, 并记录电流表的相应示数。若某次 R_1 的示数如图 (b) 所示, 则此次 R_1 的阻值为 $\underline{\hspace{2cm}} \Omega$;

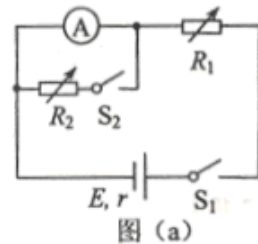


图 (a)

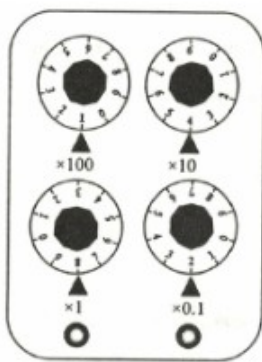


图 (b)

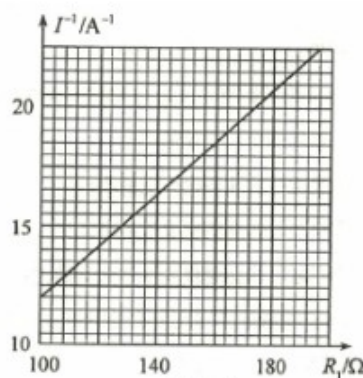


图 (c)

(3) 利用记录的 R_1 的阻值和相应的电流表示数 I , 作出 $I^{-1} - R_1$ 图线, 如图 (c) 所示。用电池的电动势 E 、内阻 r 和电流表内阻 R_A 表示 I^{-1} 随 R_1 变化的关系式为 $I^{-1} = \underline{\hspace{2cm}}$ 。利用图 (c) 可求得 $E = \underline{\hspace{2cm}} \text{V}$ 。(保留 2 位有效数字)

12. 【解析】 (1) 并联电路电流与电阻成反比 $\frac{R_A}{R_2} = \frac{48.0}{100 - 48.0}$, 解得 $R_A = 5.2\Omega$

(2) $R_1 = 148.2\Omega$

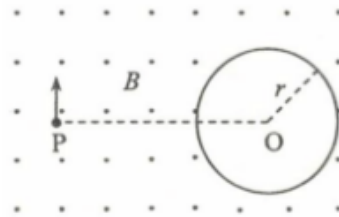
(3) 根据全电路欧姆定律有 $E = I(R_1 + R_A + r)$ ，变形得 $I^{-1} = \frac{1}{E} \cdot R_1 + \frac{R_A + r}{E}$ 。

从图 (c) 可求图线的斜率 $k = \frac{20.7 - 12}{180 - 100} = \frac{67}{800}$ ，则电源电动势 $E = \frac{1}{k} = \frac{800}{67} = 9.2V$ 。

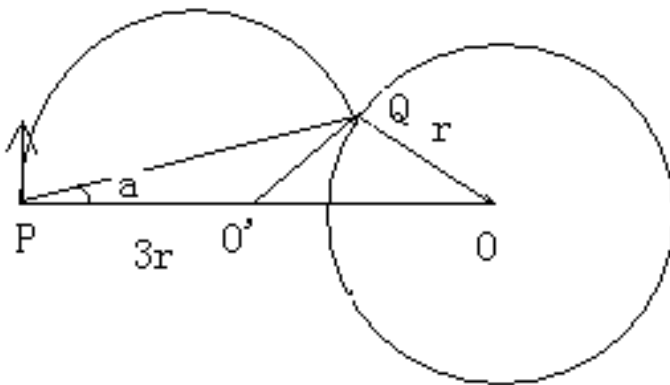
四、计算题: 本题共 2 小题, 共 26 分。把解答写在答题卡中指定的答题处, 要求写出必要的文字说明、方程式和演算步骤。

13. (10 分) 如图, 圆心为 O、半径为 r 的圆形区域外存在匀强磁场, 磁场方向垂直于纸面向外, 磁感应强度大小为 B。P 是圆外一点, $OP=3r$ 。一质量为 m、电荷量为 q ($q>0$) 的粒子从 P 点在纸面内垂直于 OP 射出。已知粒子运动轨迹经过圆心 O, 不计重力。求

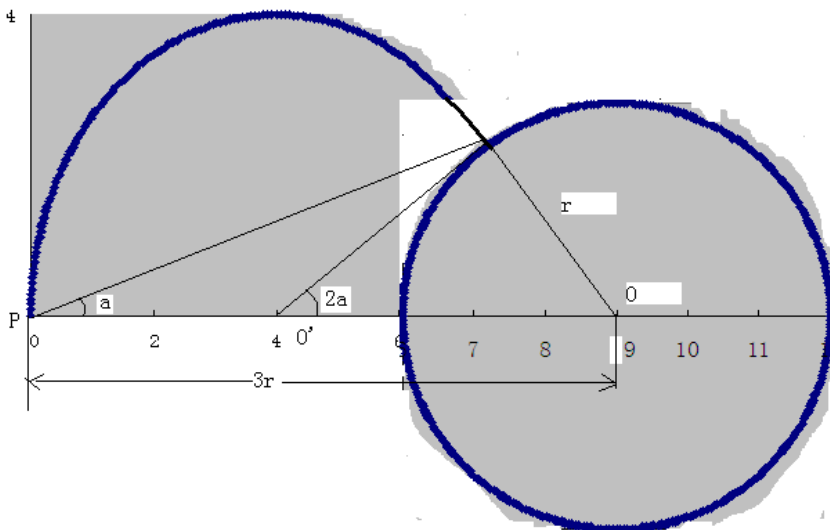
- (1) 粒子在磁场中做圆周运动的半径;
- (2) 粒子第一次在圆形区域内运动所用的时间。



【解析】 (1)



用电脑“画图”做的图



用电脑 Excel 做的图

如上图，在三角形 OPQ 中，根据正弦定理， $\frac{r}{\sin \alpha} = \frac{3r}{\sin(90^\circ + \alpha)} = \frac{3r}{\cos \alpha}$ ，得 $\tan \alpha = \frac{1}{3}$ 。

据几何关系， $R + \frac{R}{\cos 2\alpha} = 3r$ ，解得 $R = \frac{4}{3}r$ 。

(2) 根据 $Bqv = \frac{mv^2}{R}$ ，得 $v = \frac{BqR}{m} = \frac{4Bqr}{3m}$ ，

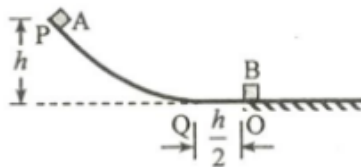
带电粒子在园内做匀速直线运动， $t = \frac{2r}{v} = \frac{3m}{2Bq}$ 。

【答案】 (1) $\frac{4}{3}r$ ，(2) $\frac{3m}{2Bq}$

14. (16分) 如图，光滑轨道 PQO 的水平段 $QO = \frac{h}{2}$ ，轨道在 O 点与水平地面平滑连接。一质量为 m 的小

物块 A 从高 h 处由静止开始沿轨道下滑，在 O 点与质量为 $4m$ 的静止小物块 B 发生碰撞。A、B 与地面间的动摩擦因数均为 $\mu = 0.5$ ，重力加速度大小为 g 。假设 A、B 间的碰撞为完全弹性碰撞，碰撞时间极短。

- 求
(1) 第一次碰撞后瞬间 A 和 B 速度的大小；
(2) A、B 均停止运动后，二者之间的距离。



14. 【解析】 (1) 碰撞前 A 的速度 $mgh = \frac{1}{2}mv^2$ ， $v = \sqrt{2gh}$

$$mv = mv' + 4mV$$

$$\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}mv'^2 + \frac{1}{2}4mV^2 \text{ 解得 } v' = \frac{m - 4m}{m + 4m}v, V = \frac{2m}{m + 4m}v$$

解得碰撞后 A 的速度： $v' = \frac{1 - 4}{1 + 4}v = -\frac{3}{5}\sqrt{2gh}$ ，B 的速度 $V = \frac{2}{5}\sqrt{2gh}$

(2) 碰撞后 A 沿光滑轨道上升后又滑到 O，然后向右减速滑行至停止， $\mu mgx_A = \frac{1}{2}mv'^2$ ，解得

$$x_A = \frac{27}{50}h,$$

B 沿地面减速滑行至停止， $\mu 4mgx_B = \frac{1}{2}4mV^2$ ， $x_B = \frac{12}{50}h$

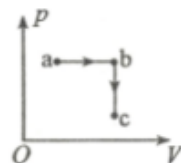
因为 $x_A > x_B$ ，所以会发生第 2 次碰撞，

五、选考题：共 12 分。请考生从第 15、16 题中任选一题作答。如果多做，则按所做的第一题计分。

15. [选修 3-3] (12 分)

(1) (4 分) 如图，一定量的理想气体，由状态 a 等压变化到状态 b，再从 b 等容变化到状态 c。a、c 两状态温度相等。下列说法正确的是_____。(填入正确答案标号。选对 1 个得 2 分，选对 2 个得 4 分；有选错的得 0 分)

- A 从状态 b 到状态 c 的过程中气体吸热
- B 气体在状态 a 的内能等于在状态 c 的内能
- C 气体在状态 b 的温度小于在状态 a 的温度
- D 从状态 a 到状态 b 的过程中气体对外做正功



15. (1) 【解析】

A、b 到 c，等体积，不做功，压强减小，温度降低，放热，A 错误；

- B.a与c, 温度相等, 内能相等, B正确;
 C.a到b, 压强不变, 体积增大, 温度升高, C错误;
 D.a到b, 体积增大, 气体对外做功, D正确。

【答案】BD

(2) (8分) 一储存氮气的容器被一绝热轻活塞分隔成两个气室 A 和 B, 活塞可无摩擦地滑动。开始时用销钉固定活塞, A 中气体体积为 $2.5 \times 10^{-4} \text{m}^3$, 温度为 27°C , 压强为 $6.0 \times 10^4 \text{Pa}$; B 中气体体积为 $4.0 \times 10^{-4} \text{m}^3$, 温度为 -17°C , 压强为 $2.0 \times 10^4 \text{Pa}$ 。现将 A 中气体的温度降至 -17°C , 然后拔掉销钉, 并保持 A、B 中气体温度不变, 求稳定后 A 和 B 中气体的压强。

15. (2) 【解析】设 A 中气体温度降至 -17°C 时的压强为 P_A' , 则 $\frac{6.0 \times 10^4}{273 + 27} = \frac{P_A'}{273 - 17}$, 设稳定后 A、B 中气体的压强为 P' , 则 $P_A' \times 2.5 \times 10^{-4} = P' \times V_A'$, $2.0 \times 10^4 \times 4.0 \times 10^{-4} = P' \times V_B'$, 又

$$V_A' + V_B' = (2.5 + 4.0) \times 10^{-4} \text{m}^3, \text{解得 } P' = 3.2 \times 10^4 \text{Pa}$$

16. [选修 3-4] (12分)

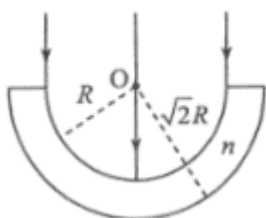
(1)(4分) 警车向路上的车辆发射频率已知的超声波, 同时探测反射波的频率。下列说法正确的是_____。

(填入正确答案标号。选对 1 个得 2 分, 选对 2 个得 4 分; 有选错的得 0 分)

- A 车辆匀速驶向停在路边的警车, 警车探测到的反射波频率增高
- B 车辆匀速驶离停在路边的警车, 警车探测到的反射波频率降低
- C 警车匀速驶向停在路边的汽车, 探测到的反射波频率降低
- D 警车匀速驶离停在路边的汽车, 探测到的反射波频率不变

16. (1) 【解析】根据多普勒效应, 靠近时高, 远离时低, 选 AB 【答案】AB

(2) (8分) 如图, 由透明介质构成的半球壳的内外表面半径分别为 R 和 $\sqrt{2}R$ 。一横截面半径为 R 的平行光束入射到半球壳内表面, 入射方向与半球壳的对称轴平行, 所有的入射光线都能从半球壳的外表面射出。已知透明介质的折射率为 $n = \sqrt{2}$ 。求半球壳外表面上有光线射出区域的圆形边界的半径。不考虑多次反射。



16. (2) 【解析】根据临界角公式 $\sin C = \frac{1}{n} = \frac{\sqrt{2}}{2}$, 得临界角 $C = 45^\circ$, 根据光的可逆性, 作出与最边缘的出射线 (光路可逆, 入射线看做出射线) AB, 连接 OB。如图所示, 在三角形 AOB 中, $\angle B = 90^\circ - \alpha$,

根据正弦定理 $\frac{R}{\sin(90^\circ - \alpha)} = \frac{\sqrt{2}R}{\sin 135^\circ}$, 解得 $\alpha = 15^\circ$ 。则要求的半径为

$$r = \sqrt{2}R \cos 15^\circ = \sqrt{2}R \times \frac{\sqrt{6} + \sqrt{2}}{4} = \frac{\sqrt{3} + 1}{2} R.$$

