

# 湖北省高三元月调考第二次联考

## 物理试卷

一、选择题：本题共 10 小题，每小题 4 分，共 40 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，第 8—10 题有多项符合题目要求。每小题全部选对的得 4 分，选对但不全得 2 分，有选错的得 0 分。

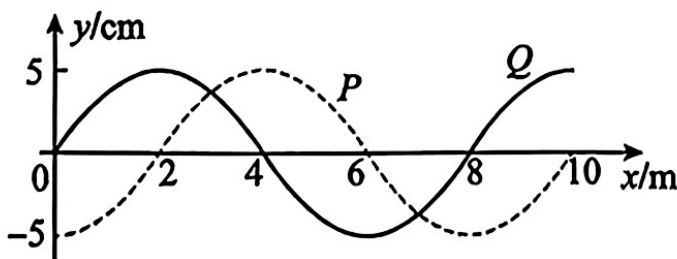
1. 1896 年，法国物理学家贝克勒尔首先发现了天然放射现象，从此为人类打开了研究原子核科学的大门。关于对原子核的认识，下列说法正确的是（ ）

- A. 天然放射现象中一般包含  $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$  三种射线，其中  $\alpha$  射线本质是  $\alpha$  粒子流，穿透本领最强
- B. 放射性元素  ${}_{92}^{238}\text{U}$  的半衰期约为  $4.5 \times 10^9$  年，100 个  ${}_{92}^{238}\text{U}$  核经过  $4.5 \times 10^9$  年后必定有 50 个发生衰变
- C. 人类历史上第一次实现的原子核人工转变方程是  ${}_{7}^{14}\text{N} + {}_{2}^{4}\text{He} \rightarrow {}_{8}^{17}\text{O} + {}_{1}^{1}\text{H}$
- D. 铀核裂变的产物是多样的，其中典型铀核裂变反应方程是  ${}_{92}^{235}\text{U} \rightarrow {}_{56}^{144}\text{Ba} + {}_{36}^{89}\text{Kr} + 2{}_{0}^{1}\text{n}$

2. 2025 年 10 月 31 日 23 时 44 分，搭载神舟二十一号载人飞船的长征二号 F 遥二十一运载火箭在甘肃酒泉卫星发射中心成功点火发射，顺利将张陆、武飞、张洪章三名航天员送入太空。标志着我国载人航天事业取得进一步的发展。假设发射成功后的神舟二十一号飞船在距离地球表面  $h$  高度的圆形轨道上运行，地球半径为  $R$  质量为  $M$ ，地球表面附近的重力加速度为  $g$ ，下列说法不正确的是（ ）

- A. 神舟二十一号飞船内的三名宇航员不受重力，处于完全失重状态
- B. 神舟二十一号飞船运行速度为  $\sqrt{\frac{gR^2}{R+h}}$
- C. 神舟二十一号飞船运行周期为  $\frac{2\pi}{R} \sqrt{\frac{(R+h)^3}{g}}$
- D. 未来神舟二十一号要返回地球，需要首先采取减速制动的方式进行

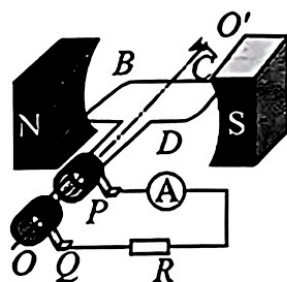
3. 沿  $x$  轴正向和负向传播的两列简谐横波  $P$ 、 $Q$  的振动方向相同，振幅均为 5cm，波长均为 8m，波速均为 4m/s。如图所示为两列波分别在某一时刻形成的波形图。则下列说法正确的是（ ）



- A. 从图示时刻开始计时, 再经过 1 s, 平衡位置  $x=2\text{ m}$  的质点将运动至  $x=6\text{ m}$
- B. 因两列波干涉, 图示范围内的介质中, 平衡位置  $x=1\text{ m}$  的质点属于振动加强点
- C. 因两列波干涉, 图示范围内的介质中, 平衡位置  $x=7\text{ m}$  的质点属于振动减弱点
- D. 平衡位置为  $x=3\text{ m}$  的质点在 0.5 s 内通过的路程可能是  $10\sqrt{2}\text{ cm}$

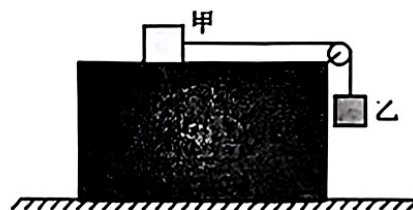
4. 如图所示为小型交流发电机的示意图, 磁场可视为水平方向磁感应强度为 1 T 的匀强磁场, 置于磁场中的多匝线框面积是  $\frac{\sqrt{2}}{100}\text{ m}^2$ , 匝数  $n=100$ , 线框电阻  $r=2\ \Omega$ , 电刷  $PQ$  外接电阻  $R=10\ \Omega$ , 电流表 A 是理想交流电流表, 线框绕垂直于磁场的水平轴  $OO'$  沿逆时针方向以  $\omega=12\text{ rad/s}$  匀速转动。从图示位置开始计时, 则下列说法正确的是 ( )

- A. 从图示位置转过  $60^\circ$ , 穿过线框的磁通量是  $\frac{\sqrt{2}}{100}\text{ Wb}$
- B. 从图示位置转过  $60^\circ$ , 穿过线框的磁通量是  $\frac{\sqrt{6}}{2}\text{ Wb}$
- C. 从图示位置转过  $60^\circ$ , 电流表读数是 0.71 A
- D. 从图示位置转过  $60^\circ$ , 电流表读数是 1.00 A



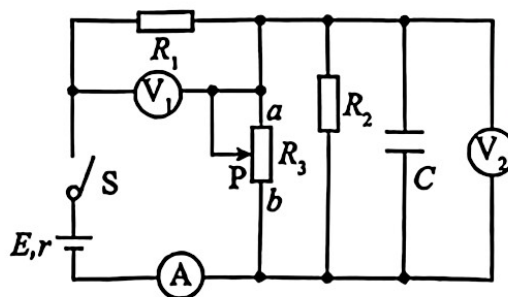
5. 如图, 装有轻质光滑定滑轮的长方体木箱静置在水平地面上, 木箱上的物块甲通过不可伸长的水平轻绳绕过定滑轮与物块乙相连。乙拉着甲从静止开始运动, 木箱始终保持静止。已知甲、乙质量均为 1 kg, 木箱的质量为 3 kg, 甲与木箱之间的动摩擦因数为 0.4, 不计空气阻力, 重力加速度  $g$  取  $10\text{ m/s}^2$ , 则在乙下落的过程中 (未与地面碰撞) 地面对木箱的支持力大小 ( )

- A. 44N
- B. 47N
- C. 50N
- D. 53N

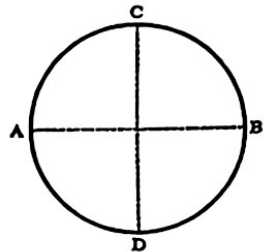


6. 如图所示电路中,  $R_1$ 、 $R_2$  为定值电阻,  $R_3$  为滑动变阻器,  $C$  为电容器, 电源电动势和内阻分别为  $E$ 、 $r$  ( $r < R_1$ )。电表均为理想电表。开关 S 闭合后, 当滑动变阻器  $R_3$  的滑片自  $b$  端向  $a$  端滑动的过程中, 理想电压表  $V_1$ 、 $V_2$  的示数变化量为  $\Delta U_1$ 、 $\Delta U_2$ , 理想电流表的示数变化量为  $\Delta I$ , 下列说法正确的是 ( )

- A. 电源的输出功率逐渐增大, 电源的效率逐渐变大
- B. 电容器的带电荷量减少
- C.  $\frac{U_1}{I}$  不变,  $\left| \frac{\Delta U_1}{\Delta I} \right|$  变小
- D.  $\frac{U_2}{I}$  变大,  $\left| \frac{\Delta U_2}{\Delta I} \right|$  不变

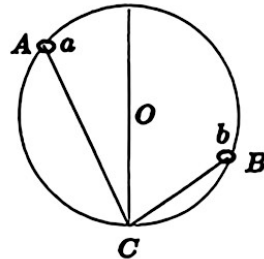


7. 如图所示, 竖直平面内有一个半径为  $R$  的圆形绝缘轨道,  $A$ 、 $B$  与圆心等高,  $C$  点为圆周上的最高点, 空间有一平行于轨道平面的匀强电场, 场强大小为  $\frac{\sqrt{2}mg}{q}$ 。在圆周上的  $C$  点, 先后以相同速率沿圆面向各个方向发射质量为  $m$  的带电小球, 小球打在轨道上, 其中打在  $B$  点时小球动能最大, 小球可视为质点, 重力加速度为  $g$ 。若使小球从  $C$  点以初速度大小  $v$  沿轨道内侧做完整的圆周运动, 则应满足( )



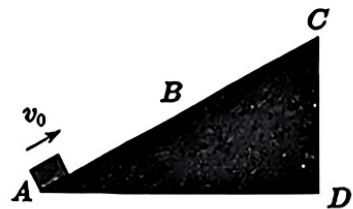
- A.  $v \geq \sqrt{gR}$       B.  $v \geq \sqrt{2gR}$   
 C.  $v \geq \sqrt{\frac{5}{2}gR}$       D.  $v \geq \sqrt{3gR}$

8. 如图所示,  $AC$ 、 $BC$  为位于竖直平面内的两根光滑细杆,  $A$ 、 $B$ 、 $C$  三点恰好位于同一圆周上,  $C$  为该圆周的最低点,  $AC > BC$ ,  $a$ 、 $b$  为套在细杆上的两个质量相同的小环 (可视为质点), 两小环同时分别从  $A$ 、 $B$  点由静止下滑, 则  $a$ 、 $b$  环 ( )



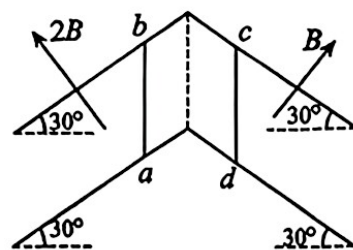
- A. 同时到达  $C$  点  
 B. 到达  $C$  点时动能相等  
 C. 从静止开始下滑到  $C$  点的过程中重力的冲量相同  
 D. 下滑过程重力的平均功率相同

9. 如图是倾角  $\theta=37^\circ$ 、长为  $L=4\text{m}$  的固定斜面,  $B$  为  $AC$  中点, 斜面上  $AB$  段各点动摩擦因数随距  $A$  点的距离  $x$  变化规律为  $\mu=0.5-0.25x$ ,  $BC$  段光滑。质量为  $1\text{kg}$  的物块从  $A$  点以大小为  $v_0$  的初速度冲上斜面, 恰好能运动到  $C$ , 重力加速度  $g=10\text{m/s}^2$ 。下列说法正确的是 ( )



- A. 小物体上滑过程重力做功为  $24\text{J}$   
 B. 物体回到  $A$  点时速度大小  $v_A = 2\sqrt{10}\text{m/s}$   
 C.  $v_0 = 4\sqrt{2}\text{m/s}$   
 D.  $v_0 = 2\sqrt{14}\text{m/s}$

10. 如图, 两条“ $\Lambda$ ”形的光滑平行金属导轨固定在绝缘水平面上, 间距为  $L$ , 左、右两导轨与水平面夹角均为  $30^\circ$ , 均处于垂直导轨平面向上的匀强磁场中, 磁感应强度大小分别为  $2B$  和  $B$ 。将导体棒  $ab$ 、 $cd$  在导轨上同时由静止释放, 两棒在下滑过程中始终与导轨垂直并接触良好,  $ab$ 、 $cd$  的质量分别为  $2m$  和  $m$ , 两棒长度均为  $L$ , 两棒的电阻均为  $R$ , 经过时间  $t$  两棒的速度不再变化。导轨足够长且电阻不计, 重力加速度为  $g$ , 两棒在下滑过程中 ( )

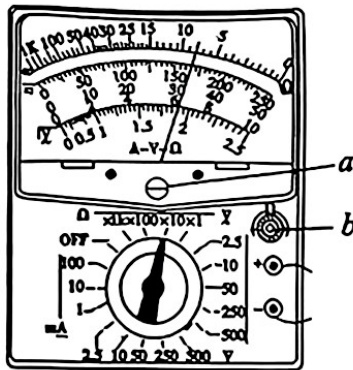


- A. 回路中的电流方向为  $badcb$   
 B.  $ab$  棒最终电流为  $\frac{mg}{2BL}$   
 C.  $ab$  棒最终下滑速度为  $\frac{mgR}{6B^2L^2}$   
 D.  $ab$  棒在时间  $t$  内运动位移大小为  $\frac{mgRt}{3B^2L^2} - \frac{2m^2gR^2}{9B^4L^4}$

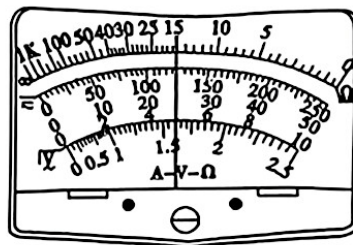
二、非选择题：本题共 5 小题，共 60 分。

11. (10 分)

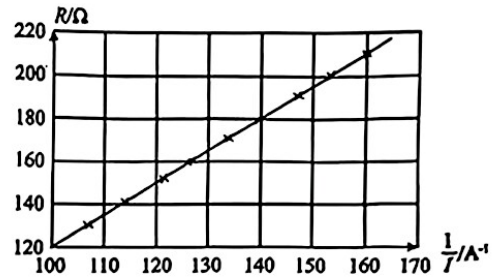
某实验小组使用如图甲所示的多用电表进行了一系列实验。使用前，该多用电表的指针已经指在表盘左侧“0”刻度线处。



图甲



图乙



图丙

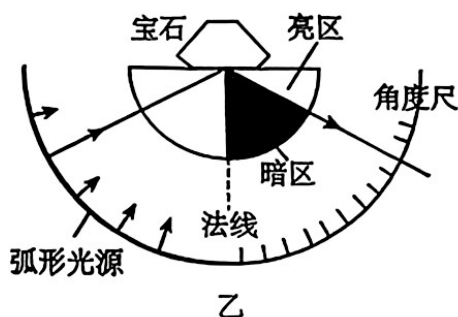
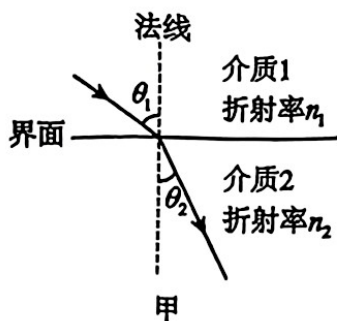
(1) 将电表的选择开关旋至“ $\times 100$ ”挡，然后将红黑表笔短接，通过调节图甲中的\_\_\_\_\_ (选填“a”或“b”)，让指针指在表盘右侧“ $0\Omega$ ”处。接着，用该表测量一个电阻的阻值，测量时指针位置如图乙所示，则该电阻的测量值为\_\_\_\_\_  $\Omega$ 。随后又用此挡位去测量另一个电阻，发现指针偏转角度过小，为了较准确地进行测量，接下来的合理操作步骤是\_\_\_\_\_ (请选择并按合理顺序填写序号)。

- ①将两表笔短接，调节欧姆调零旋钮，使指针指在  $0\Omega$  处
- ②将选择开关旋至“ $\times 10$ ”挡
- ③将选择开关旋至“ $\times 1k$ ”挡
- ④将两表笔与被测电阻两端接触，读取示数

(2) 为了测量多用电表“ $\times 1$ ”挡内部电源的电动势与某毫安表的内电阻，该小组同学先从表盘上读出多用电表“ $\times 1$ ”挡的内电阻为  $r = 15\Omega$ ，再将待测毫安表、电阻箱和“ $\times 1$ ”挡的多用电表串联在一起，通过调节电阻箱阻值，记录下多组毫安表、电阻箱的示数  $I$  和  $R$ ，并作出相应的  $R - \frac{1}{I}$  关系图线，如图丙所示。根据图像，可求得多用电表“ $\times 1$ ”挡内部电源的电动势为  $E =$  \_\_\_\_\_ V，待测毫安表的内阻为  $R_{mA} =$  \_\_\_\_\_  $\Omega$ 。(结果均保留 2 位有效数字)

12. (6 分)

如图甲所示，光在介质 1 和介质 2 间折射时有  $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$ 。如图乙所示是一种折射率测量仪的简化结构，半圆形玻璃砖的直径边水平且固定。操作步骤如下：



①将待测宝石放在玻璃砖的圆心处，宝石与玻璃砖的接触面紧密贴合，中间空气不计；

②左下方的圆弧形光源发出同一种光，光均沿半径方向对着玻璃砖圆心射入，从下方观察，玻璃砖的左边四分之一圆为亮区；

③从下方观察，在玻璃砖的右边四分之一圆内会出现亮区及相对暗区，使得右下方的角度尺上出现明暗分区，读出明暗分界线所在位置的角度值，即可得到待测宝石的折射率。

回答下列问题：

(1) 图甲中， $\theta_1$  大于  $\theta_2$ ，则相对而言，介质 1 是\_\_\_\_\_（选填“光疏介质”或“光密介质”）；

(2) 图乙中，待测宝石的折射率\_\_\_\_\_（选填“大于”或“小于”）玻璃砖的折射率；

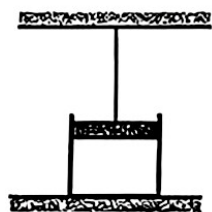
(3) 图乙中，已知玻璃砖的折射率为 1.74，测得玻璃砖右边四分之一圆中明暗分界线与法线的夹角为  $67.1^\circ$ ，查得  $\sin 67.1^\circ = 0.921$ ，则该待测宝石的折射率为\_\_\_\_\_（结果保留 3 位有效数字）。

### 13. (10 分)

一质量  $M = 10\text{kg}$ ，内部横截面积  $S = 100\text{cm}^2$  的导热汽缸由一个质量  $m = 10\text{kg}$  的活塞封闭了一定质量的理想气体，用轻质细绳把活塞与天花板相连，初始时绳子刚好伸直无张力，汽缸放在水平地面上，环境温度为  $T_1 = 330\text{K}$ ，已知大气压强  $p_0 = 1.0 \times 10^5\text{Pa}$ ，汽缸导热性能良好且不计活塞与汽缸壁间的摩擦，汽缸与天花板无接触，重力加速度  $g$  取  $10\text{m/s}^2$ 。求：

(1) 若此时汽缸刚好与地面接触无压力，此时环境温度  $T_2$ ；

(2) 在 (1) 基础上，环境温度继续降低，汽缸缓慢升高  $h = 0.04\text{m}$ ，理想气体向外放热  $54\text{J}$ ，问汽缸升高  $0.04\text{m}$  的过程中理想气体内能的变化量  $\Delta U$ 。



### 14. (16 分)

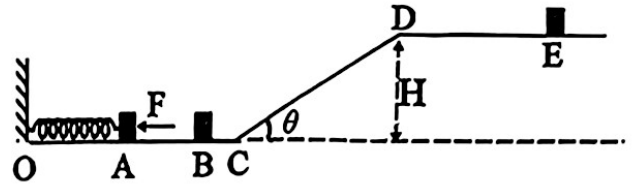
如图所示，OC 为水平光滑的直轨道，CD 为倾角为  $\theta = 37^\circ$  的粗糙直轨道，DE 为水平粗糙的直轨道，C、D 处均平滑连接（无能量损失）。在 O 处固定原长为 OA 的轻质弹簧，可视为质点的

物体  $a$ 、 $b$ 、 $c$  分别静置在 A、B、E 处，其中  $m_a = m_c = 0.1\text{kg}$ 、 $m_b = 0.5\text{kg}$ ，物体  $a$  与弹簧接触但不粘连。用外力  $F$  向左缓慢推动物体  $a$  压缩弹簧至某处，此过程外力做功  $W = 1.8\text{J}$ 。撤去外力，物体  $a$  与弹簧分离后，再与物体  $b$  发生弹性碰撞；碰后物体  $b$  恰好能运动至 D 处（此过程物体  $a$  未追上物体  $b$ ），然后迅速拿走物体  $b$ 。接着物体  $a$  与  $c$  发生完全非弹性碰撞后一起减速至零。已知  $H = 0.1\text{m}$ ，物体  $a$ 、 $b$ 、 $c$  与 CD、DE 间的动摩擦因数均相同。求：

(1) 物体  $a$  与  $b$  碰撞后各自的速度；

(2) 物体  $a$  到达 D 处时的速度；

(3) 物体  $a$  从 D 处出发到最终停止运动过程中，因  $a$ 、 $c$  碰撞损失的动能是  $a$ 、 $c$  在水平面上全程摩擦生热的一半，求 E 与 D 间的距离。



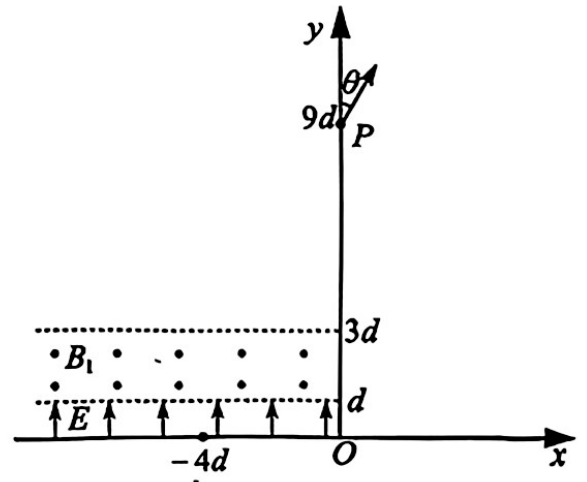
15. (18分)

如图所示，在  $x \leq 0$ ， $0 \leq y \leq d$  的区域内存在沿  $y$  轴正方向大小为  $E$  的匀强电场，在  $x \leq 0$ ， $d \leq y \leq 3d$  区域内存在垂直纸面向外的匀强磁场，大小记为  $B_1$ （未知）。从坐标为  $(-4d, 0)$  的点静止释放一电荷量为  $+q$ 、质量为  $m$  的带电粒子，粒子经过电场和磁场区域后从  $y$  轴上坐标为  $(0, 9d)$  的  $P$  点射入矩形磁场区域（图中未画出）进入第一象限，速度方向与  $y$  轴正方向夹角为  $\theta = 30^\circ$ ，粒子从矩形磁场区域射出后沿  $x$  轴负方向从  $O$  点再次进入电场区域，不计粒子重力，求：

(1) 磁感应强度  $B_1$  的大小；

(2) 矩形磁场区域磁感应强度大小  $B_2$  和矩形磁场区域的最小面积  $S_{\min}$ ；

(3) 若粒子从  $O$  点再次射入电场区域时，改变  $B_1$  的大小和方向，使粒子能够经过  $x$  轴上坐标为  $(-4(2+\sqrt{2})d, 0)$  的  $Q$  点（图中未标出），求粒子半径的可能值（本小问只需写出答案即可）。



## 高三物理答案

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
C	A	D	D	B	D	D	AC	BD	BD

1. C. 解析: 三种射线 $\alpha$ 射线穿透本领最弱, 电离本领最强, 故 A 项错误。放射性元素半衰期是统计规律, 故 B 项错误。C 项选自现行人教版教材原句。铀核裂变需要中子作为反应物轰击, 故 D 项错误。综上 C 项正确。

2. A. 解析: 结合  $G \frac{Mm}{(R+h)^2} = m \frac{v^2}{R+h}$   $G \frac{Mm}{R^2} = mg$   $G \frac{Mm}{(R+h)^2} = m(\frac{2\pi}{T})^2(R+h)$  可知 B, C 项说法正确。神舟二十一号要返回地球, 减速才能使飞船做近心运动降低轨道, 故 D 说法正确。三名宇航员仍受到重力作用, A 项说法错误, 题设答案选 A 项。

3. D. 解析: 质点不随波迁移, 故 A 项错误。根据题意, 设 P、Q 两列波波源分别在  $x=0\text{m}$  和  $x=10\text{m}$  两点, 分析可知, 两点振动步调相反。则在图示范围内任一位置的波程差  $\Delta x =$  半波长的奇数倍是振动加强点, 波程差  $\Delta x =$  半波长的偶数倍是振动减弱点。计算可知平衡位置  $x=1\text{m}$  的质点属于振动减弱点, 平衡位置  $x=7\text{m}$  的质点属于振动加强点, 故 B、C 项错误。四分之一周期的时间内, 振动质点通过的路程在  $(2-\sqrt{2})A \sim \sqrt{2}A$  之间,  $x=3\text{m}$  属于振动加强点, 振幅为  $10\text{cm}$ , 故 D 项正确。

4. D. 解析: 结合磁通量公式  $\phi = BS$  知, A, B 项为  $\frac{\sqrt{2}}{200} \text{Wb}$ , 故 A、B 项错误, 电流表读数是有效值, 始终为  $1.00\text{A}$ 。故 C 项错误, D 项正确。

5. B. 解析: 对甲、乙整体  $mg - \mu mg = 2ma$  则  $a = 3\text{m/s}^2$

对甲、乙、木箱系统  $(M+2m)g - F_N = ma$  则  $F_N = 47\text{N}$

6. D. 解析: 电源的输出功率  $P_{\text{出}} = \frac{E^2}{\frac{(R_{\text{外}} - r)^2}{R_{\text{外}}} + 4R}$ , 电源的效率  $\eta = \frac{R_{\text{外}}}{R_{\text{外}} + r} \times 100\%$ , 滑片 P 由 b 端向 a 端滑动,

滑动变阻器接入电路的阻值增大, 又  $R_{\text{外}} > r$ , 所以电源的输出功率逐渐减小 ( $r < R_1$ ), 电源的效率逐渐变大。

B. 滑片  $P$  由  $b$  端向  $a$  端滑动, 滑动变阻器接入电路的阻值增大, 则电路总电阻增大, 总电流  $I$  减小, 电阻  $R_1$  两端电压减小, 由于电容器两端的电压

$$U_C = U_2 = E - I(R_1 + r)$$

$I$  增大, 则  $U_C$  减小, 由  $Q = CU_C$  可知, 电容器所带电荷量  $Q$  增大, 故  $B$  错误;

C.  $\frac{U_1}{I} = R_1$ ,  $\left| \frac{\Delta U_1}{\Delta I} \right| = R_1$  均不变

D. 滑片  $P$  由  $b$  端向  $a$  端滑动, 滑动变阻器接入电路的阻值增大,

$$\frac{U_2}{I} = \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} \text{ 变大, } \left| \frac{\Delta U_2}{\Delta I} \right| = R_1 + r$$

7. D. 解析: 根据打在  $B$  点小球动能最大,  $B$  点为等效重力场的最低点, 将静电力和重力等效,

$$F_{\text{等}} = \sqrt{(Eq)^2 - (mg)^2} = mg, \text{ 方向沿 } AB \text{ 方向。当小球做圆周运动恰好通过 } A \text{ 点时 } mg = \frac{mv_A^2}{R} \text{ 则 } v_A = \sqrt{gR}, \text{ 小球}$$

$$\text{从 } C \text{ 到 } A, \text{ 根据动能定理, } -mgR = \frac{1}{2}mv_A^2 - \frac{1}{2}mv_C^2 \text{ 得 } v_C \geq \sqrt{3gR}$$

8. AC. 解析: 此为等时圆模型, 易知两环同时到  $C$  点, 重力的冲量相等, 所以  $AC$  正确, 由于下落的高度不同, 重力做的功不相等, 故到  $C$  点时两环动能不相等, 重力的平均功率不相等。

9. BD. 解析:  $A$ : 小物体上滑过程中重力做负功,  $W_G = -mgH_{CD} = -24J$

$B$ : 因为小物体与斜面间的动摩擦因数与物块距  $A$  点距离  $x$  为线性关系, 故可用平均值法求摩擦力所做的功。

物体从  $A$  点运动到  $B$  点, 由动能定理可知:

$$-\bar{\mu}mg\cos\theta \times x_{AB} - mgH_{CD} = 0 - \frac{1}{2}mv_0^2$$

物体从  $A$  点出发回到  $A$  点, 由动能定理可知:

$$-\bar{\mu}mg\cos\theta \times 2x_{AB} = \frac{1}{2}mv_A^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$$

$$\text{解得 } v_0 = 2\sqrt{14}m/s, v_A = 2\sqrt{10}m/s$$

10. BD. 解析: 根据右手定则回路中电流方向为 abcda, 回路中电路大小为  $I = \frac{2BLv_{ab} + BLv_{cd}}{2R}$

对 ab 棒  $2mg \sin 30^\circ - 2BIL = 2ma_{ab}$ , 对 cd 棒  $mg \sin 30^\circ - BIL = ma_{cd}$  则两棒加速度大小相同, 两棒均做加速度减小的加速运动并同时达到最大速度, 当  $a=0$  时, 回路中电流大小为  $I = \frac{mg}{2BL}$ ,  $v_{ab} = v_{cd} = \frac{mgR}{3B^2L^2}$ , 对 ab 棒根据动量定理,  $2mg \sin 30^\circ t - \sum 2BIL = 2mv_{ab}$  得 ab 棒的位移  $x = \frac{mgRt}{3B^2L^2} - \frac{2m^2gR^2}{9B^4L^4}$

11. (1)  $b$  1500 ③①④ (2) 1.5/1.4/1.6 15/14/16

【详解】(1) [1] 将电表的选择开关旋至“ $\times 10$ ”挡, 然后将红黑表笔短接, 通过调节图甲中的  $b$  (欧姆调零旋钮), 让指针指在表盘右侧“ $0\Omega$ ”处。

[2] 接着, 用该表测量一个电阻的阻值, 测量时指针位置如图乙所示, 则该电阻的测量值为  $15 \times 100\Omega = 1500\Omega$

[3] 随后又用此挡位去测量另一个电阻, 发现指针偏转角度过小, 可知待测电阻阻值较大, 应将选择开关旋至“ $\times 1k$ ”挡, 再将两表笔短接, 调节欧姆调零旋钮, 使指针指在  $0\Omega$  处, 然后将两表笔与被测电阻两端接触, 读取示数。故合理操作步骤是③①④。

(2) [1][2] 根据闭合电路欧姆定律可得  $E = I(R + R_{mA} + r)$

整理可得  $R = E \cdot \frac{1}{I} - R_{mA} - r$

由作出的  $R - \frac{1}{I}$  图像可得  $E = k = \frac{180 - 120}{140 - 100} V = 1.5V$

当数据  $\frac{1}{I} = 100A^{-1}$ ,  $R = 120\Omega$  代入可得  $120\Omega = 1.5 \times 100\Omega - R_{mA} - 15\Omega$

解得  $R_{mA} = 15\Omega$

12. (1) 光疏介质; (2) 小于; (3) 1.60

【详解】(1) 根据折射定律  $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$ , 当  $\theta_1 > \theta_2$  时, 可得  $n_1 < n_2$ , 折射率较小的介质为光疏介质, 所以相对于介质 1, 介质 2 是光密介质。

(2) 从弧形光源发出的光沿半径方向射向玻璃砖圆心，在玻璃砖右边四分之一圆内出现亮区和暗区，说明发生了全反射。光从光密介质射向光疏介质时才会发生全反射，这里光是从玻璃砖射向宝石，所以待测宝石的折射率小于玻璃砖的折射率。

(3) 恰好发生全反射时，折射角为  $90^\circ$ ，题意知玻璃右边四分之一圆中明暗分界线处即为入射光恰好产生全反射的位置，则由  $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$

其中  $n_1 = 1.74$ ， $\theta_1 = 67.1^\circ$ ， $\theta_2 = 90^\circ$

联立解得待测宝石的折射率  $n_2 = 1.60$

13. (1)  $T_1$  时，对活塞有： $p_1 S = p_0 S + mg$ ，得  $p_1 = 1.1 \times 10^5 \text{ Pa}$ ..... 2 分

$T_2$  时，对汽缸有： $p_0 S = p_2 S + Mg$ ，得  $p_2 = 0.9 \times 10^5 \text{ Pa}$ ..... 2 分

由  $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$ ，得  $T_2 = 270 \text{ K}$ ..... 1 分

外界对气体做正功  $W = p_2 S h = 36 \text{ J}$ ..... 2 分

气体向外放热  $Q = -54 \text{ J}$ ..... 1 分

由  $\Delta U = W + Q = -18 \text{ J}$ ..... 2 分

14. (1) 弹性势能转化为动能： $E_p = \frac{1}{2} m v_0^2$  ..... 1 分

$a$ 、 $b$  发生弹性碰撞： $m_a v_0 = m_a v_1 + m_b v_2$ ..... 1 分

$\frac{1}{2} m_a v_0^2 = \frac{1}{2} m_a v_1^2 + \frac{1}{2} m_b v_2^2$ ..... 1 分

解得： $v_1 = -4 \text{ m/s}$ 、 $v_2 = 2 \text{ m/s}$ ..... 2 分

(2) 物体  $b$  从 C 到 D： $\frac{1}{2} m_b v_2^2 = m_b g H + \mu m_b g \frac{H}{\tan \theta}$ ..... 2 分

物体  $a$  从 C 到 D： $\frac{1}{2} m_a v_1^2 - \frac{1}{2} m_a v_3^2 = m_a g H + \mu m_a g \frac{H}{\tan \theta}$ ..... 2 分

解得:  $v_3 = 2\sqrt{3}m/s$  ..... 1分

(3) 设  $a$  与  $c$  碰撞前瞬间  $a$  的速度为  $v_4$ , 撞后  $a$ 、 $c$  速度为  $v_5$ ,  $m_a v_4 = (m_a + m_c)v_5$  ..... 1分

碰撞损失的能量:  $\Delta E_K = \frac{1}{2} m_a v_4^2 - \frac{1}{2} (m_a + m_c) v_5^2$  ..... 1分

$\Delta E_K = \frac{1}{2} Q$  ..... 1分

$\Delta E_K + Q = \frac{1}{2} m_a v_3^2$  ..... 1分

$a$  从  $D$  到与  $c$  碰前:  $-\mu m_a g L = \frac{1}{2} m_a v_3^2 - \frac{1}{2} m_a v_4^2$  ..... 1分

解得:  $L = \frac{4}{15} m$  ..... 1分

15. (1)  $B_1 = \sqrt{\frac{mE}{8qd}}$  (2)  $B_2 = \sqrt{\frac{mE}{18qd}}$ ,  $S_{\min} = 108d^2$

(3)  $k=1$ ,  $r=2(2+\sqrt{2})d$ ,  $k=2$ ,  $r=2d$ ,  $k=3$ ,  $r=\frac{4}{3}\left(1-\frac{\sqrt{2}}{2}\right)d$

【解析】(1) 粒子在电场中, 由动能定理

$qEd = \frac{1}{2} m v_0^2$  ..... (2分)

在磁场中

$q v_0 B_1 = m \frac{v_0^2}{r_1}$  ..... (1分)

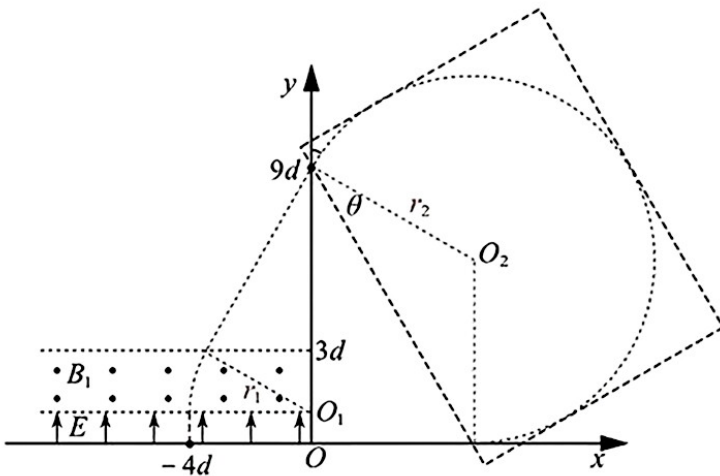
由

$r_1 \sin \theta = 2d$  ..... (1分)

可解得

$B_1 = \sqrt{\frac{mE}{8qd}}$  ..... (1分)

(2) 设粒子在矩形磁场区域的半径为  $r_2$ ，轨迹如图，则



$$r_2 \sin \theta + r_2 = 9d \dots\dots\dots (2 \text{分})$$

解得

$$r_2 = 6d \dots\dots\dots (1 \text{分})$$

故

$$B_2 = \frac{mv_0}{qr_2} = \sqrt{\frac{mE}{18qd}} \dots\dots\dots (2 \text{分})$$

如图，矩形区域的最小面积为

$$S_{\min} = 2r_2 \times (r_2 + r_2 \sin \theta) = 108d^2 \dots\dots\dots (2 \text{分})$$

(3) 粒子从 O 点再次进入电场区域后做类平抛运动，由

$$d = \frac{1}{2} \frac{qE}{m} t^2, \quad x = v_0 t$$

得  $x = 2d$ ，粒子进入磁场时的夹角为  $\alpha = \frac{\pi}{4}$ ；

设磁感应强度变为  $B$ ，则粒子在磁场中沿 x 轴负方向运动的距离为  $x_1 = 2r \sin \alpha$

故当粒子再次经过 x 轴时，沿 x 方向运动的位移大小满足

$$k(4d + 2r \sin \alpha) = 4(2 + \sqrt{2})d, \text{ k 为正整数}$$

粒子不能射出磁场区域，故

$$r \leq 2(2 + \sqrt{2})d$$

故当  $k=1$  时， $r = 2(2 + \sqrt{2})d$ ，..... (2分)

当  $k=2$  时， $r = 2d$ ，..... (2分)

当  $k=3$ ， $r = \frac{4}{3}\left(1 - \frac{\sqrt{2}}{2}\right)d$ ，..... (2分)