

# NT20 名校联合体高二年级 1 月质检

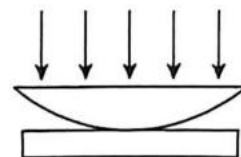
## 物理

注意事项：1. 本试卷考试时间为 75 分钟，满分 100 分。

2. 答题前，考生务必将自己的姓名、准考证号填写在答题卡相应的位置。

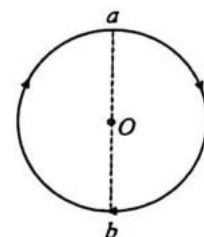
一、单选题：本题共 7 小题，每小题 4 分，共 28 分。在每小题给出的四个选项中，只有一项符合题目要求。

1. 光的干涉现象说明了光具有波动性，牛顿环就是一个薄膜干涉的案例。如图所示为牛顿环实验的示意图：一个曲率半径很大的凸透镜的凸面和一平面玻璃接触，用红光照射透镜，从而得到干涉图样。关于得到的干涉图样说法正确的是



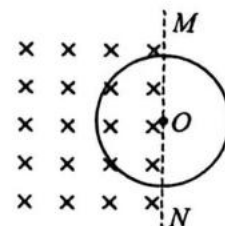
- A. 产生图样为红黑相间的圆圈，且越靠近圆心圆圈间距越小
- B. 产生图样为红黑相间的圆圈，且越靠近圆心圆圈间距越大
- C. 产生图样为红白相间的圆圈，且越靠近圆心圆圈间距越大
- D. 产生图样为红白相间的圆圈，且越靠近圆心圆圈间距越大

2. 如图所示，置于绝缘水平面上、沿顺时针方向的环形电流在圆心  $O$  点产生的磁感应强度的大小为  $B$ ，环形电流上的  $a$ 、 $b$  两点的连线为圆环的直径，现将右边半圆环绕直径  $ab$  向上弯折  $90^\circ$ ，则  $O$  点的磁感应强度的大小变为



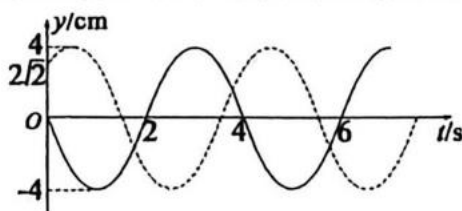
- A.  $\frac{1}{4}B$
- B.  $\frac{1}{2}B$
- C.  $\frac{\sqrt{2}}{2}B$
- D.  $\frac{\sqrt{3}}{4}B$

3. 如图所示，虚线  $MN$  左侧空间存在一垂直纸面向里的匀强磁场，磁感应强度  $B$  随时间  $t$  的变化关系为  $B=2t$  (T)。一硬质细导线的电阻率为  $\rho$ 、横截面积为  $S$ ，将该导线做成半径为  $r$  的圆环固定在纸面内，圆心  $O$  在  $MN$  上，则圆环中的感应电流大小为



- A.  $\frac{rS}{2\rho}$
- B.  $\frac{\sqrt{2}rS}{2\rho}$
- C.  $\frac{rS}{4\rho}$
- D.  $\frac{rS}{\rho}$

4. 一列简谐横波在一均匀介质中传播， $a$ 、 $b$  两质点为该波传播过程中的两个质点，两点的平衡位置之间的距离为  $6.5\text{m}$ ，如图中实线所示为质点  $a$  的振动图像，图中虚线所示为质点  $b$  的振动图像，则下列说法正确的是

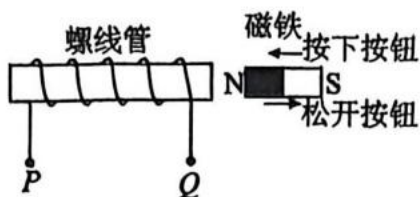


- A.  $t=7.5\text{s}$  时质点  $b$  回到平衡位置，且振动方向沿  $y$  轴负方向
- B.  $t=9.5\text{s}$  时质点  $b$  回到平衡位置，且振动方向沿  $y$  轴正方向

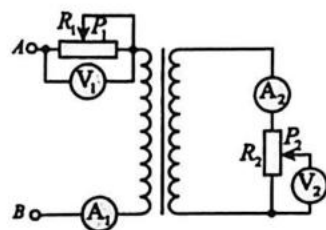


二、多选题：本题共 3 小题，每小题 6 分，共 18 分。在每小题给出的四个选项中，有两个或两个以上正确答案，全部选对得 6 分，漏选得 3 分，错选得 0 分。

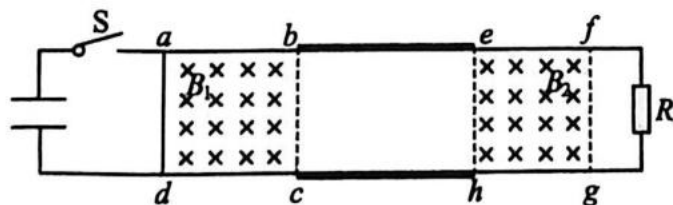
8. 某按钮开关的原理如图所示，按下按钮过程磁铁靠近螺线管，松开按钮磁铁远离螺线管回归原位。下列说法正确的是



- A. 按下按钮过程，螺线管 P 端电势较高，Q 端电势较低
  - B. 按下按钮过程，螺线管 P 端电势较低，Q 端电势较高
  - C. 松开按钮过程，螺线管 P 端电势较低，Q 端电势较高
  - D. 松开按钮过程，螺线管 P 端电势较高，Q 端电势较低
9. 如图所示，理想变压器输入端 A、B 接入电压有效值恒定的交变电源， $R_1$ 、 $R_2$  为滑动变阻器。理想电流表  $A_1$ 、 $A_2$  的示数分别为  $I_1$ 、 $I_2$ ，理想电压表  $V_1$ 、 $V_2$  示数为  $U_1$ 、 $U_2$ ，下列说法中正确的是



- A.  $P_1$  保持不动， $P_2$  向下滑动，则  $I_1$  减小， $I_2$  减小
  - B.  $P_1$  保持不动， $P_2$  向下滑动，则  $I_1$  增大， $I_2$  增大
  - C.  $P_2$  保持不动， $P_1$  向右滑动，则  $U_1$  减小， $U_2$  增大
  - D.  $P_2$  保持不动， $P_1$  向右滑动，则  $U_1$  增大， $U_2$  减小
10. 如图所示， $af$  和  $dg$  是位于水平面内的宽度为  $L$  的平行轨道， $be$ 、 $ch$  两段用光滑绝缘材料制成，其余两部分均为光滑导体且足够长； $ad$  左侧接一电容为  $C$  的电容器，电容器两端电压为  $U_0$ ， $fg$  右侧接有阻值为  $R$  的定值电阻； $abcd$  和  $efgh$  区域均存在竖直向下的匀强磁场， $abcd$  区域磁感应强度大小为  $B_1$ ， $efgh$  区域的磁感应强度大小为  $B_2$ 。一长度为  $L$ 、质量为  $m$ 、电阻为  $R$  的导体棒静止于  $ad$  处，闭合开关  $S$ ，导体棒开始向右运动，导体棒在  $abcd$  区域获得的最终速度为  $v$ ，导体棒静止后到  $eh$  的距离为  $x$  ( $x$  为未知量)。导体棒与轨道始终保持垂直且接触良好，下列说法正确的是

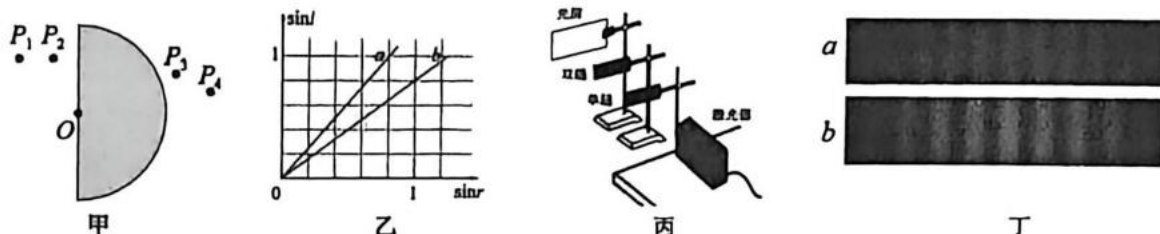


- A. 导体棒在  $abcd$  区域和  $efgh$  区域均做匀变速直线运动
- B. 电容器减少的电荷量为  $C(U_0 - B_1Lv)$
- C. 导体棒刚进入  $efgh$  区域时的加速度大小  $a = \frac{B_2^2 L^2 v}{2mR}$
- D.  $x = \frac{2mvR}{B_2^2 L^2}$

三、非选择题：本题共 5 小题，共 54 分。解答题应写出必要的文字说明、方程式和重要演算步骤，只写出最后答案的不能得分。有数值计算的题，答案中必须明确写出数值和单位。

11. (7 分) 物理是一门以实验为基础的自然科学。

(1) 某同学做“测定玻璃的折射率”的实验时，先后插入了  $P_1$ 、 $P_2$ 、 $P_3$ 、 $P_4$  四个大头针，白纸上的记录痕迹如图甲所示，图中半圆形玻璃砖圆心为  $O$ 。



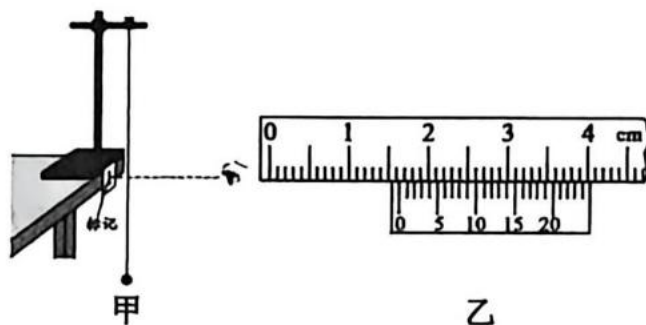
①请帮他完成光路图的绘制，

②他改变入射角多次测量后得出多组入射角  $i$  和折射角  $r$ ，作出的  $\sin i - \sin r$  图像应为图乙中的 \_\_\_\_\_ (选填“ $a$ ”或“ $b$ ”) 所示，玻璃砖的折射率为 \_\_\_\_\_；

(2) 小明同学设计如图丙所示实验方案来测量单色激光的波长；

小华同学认为实验时不需要用到 \_\_\_\_\_。调整装置之后，他们分别用红色激光和蓝色激光在相同的条件下进行实验，他们拍下了在屏上得到的图样，相同比例下干涉条纹情况如图丁所示，其中  $a$  为 \_\_\_\_\_ 光的干涉图样。

12. (8 分) 实验组利用单摆测量重力加速度的大小，实验方案如下：



(1) 组装装置：

让一根不易伸长的细线的一端穿过小球的小孔，然后打一个比小孔大的线结。线的另一端固定在铁架台上如图甲所示，把铁架台放在实验桌边，使铁夹伸到桌面以外，让摆球自由下垂；

(2) 实验操作及数据处理：

①用 1m 长的毫米刻度尺量出悬线长度  $l_0 = 78.00\text{cm}$ ，用游标卡尺量出摆球的直径如图乙所示，则单摆的摆长  $l =$  \_\_\_\_\_ cm，

②把单摆从平衡位置拉开一个很小的角度  $\theta(5^\circ\text{左右})$  后释放。从摆球某次通过平衡位置时启动停表开始计时，并开始记录单摆通过平衡位置的次数，启动停表的同时数 1，数至 100 时停止计时，停表示数为  $89.1\text{s}$ ，记录周期为  $T =$  \_\_\_\_\_ s (结果保留 3 位有效数字)，如此重复多次，取平均值，

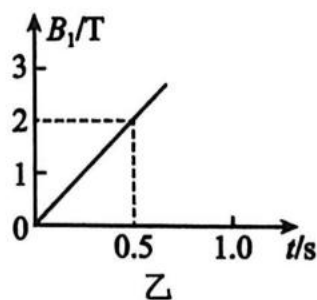
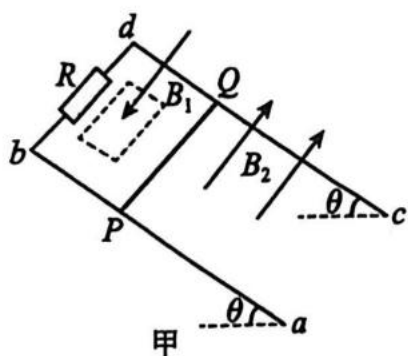
③根据单摆的周期公式，计算出重力加速度  $g = \underline{\hspace{2cm}}$  (用测量的物理量符号表示)，

④改变摆长，多做几次实验，计算出每次实验得到的重力加速度值并求出平均值；

(3) 误差分析：

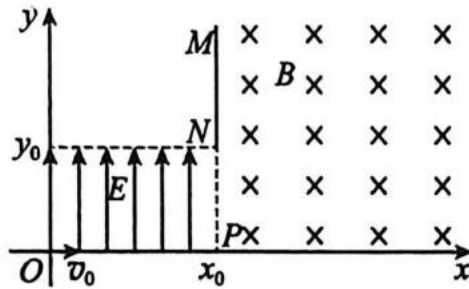
实验组同学某次实验时，释放摆球时给了摆球一个初速度，使得摆球在水平面上做圆周运动，测得周期后仍用单摆周期公式计算重力加速度，则该次实验  $g$  的计算值较真实值  $\underline{\hspace{2cm}}$  (“偏大”或“偏小”)。

13. (10分) 如图所示，平行光滑金属导轨  $ab$ 、 $cd$  间距为  $L = 1.5\text{m}$ ，与水平面间的夹角  $\theta = 37^\circ$ ，导轨上端接有电阻  $R = 0.8\Omega$ 。一导体棒  $PQ$  垂直导轨放置且与导轨接触良好，导体棒质量为  $m = 2\text{kg}$ ，连入电路的电阻为  $r = 0.2\Omega$ ， $PQ$  上方导轨间有一矩形磁场区域，磁场面积为  $S = 0.5\text{m}^2$ ，磁场方向垂直导轨平面向下，矩形磁场区域内的磁感应强度大小  $B_1$  随时间  $t$  变化的图像如图乙所示， $PQ$  棒下方包括  $PQ$  所在处的轨道间充满垂直于轨道平面向上的匀强磁场，磁感应强度大小  $B_2 = 2\text{T}$ ，导轨足够长且电阻不计，重力加速度  $g$  取  $10\text{m/s}^2$ ， $\sin 37^\circ = 0.6$ ，导体棒从静止释放。求：

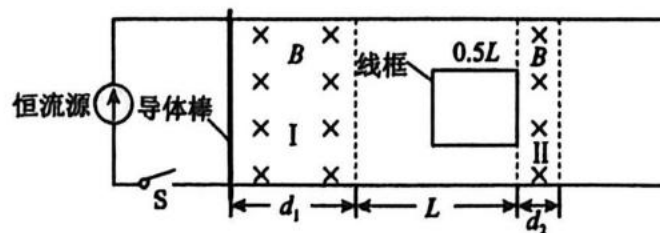


- (1) 刚释放时  $R$  两端电压；
- (2) 刚释放时导体棒的加速度大小。

14. (13分) 如图所示, 在  $0 < y < y_0$ ,  $0 < x < x_0$  区域内有竖直向上的匀强电场, 在  $x > x_0$  区域内有垂直纸面向里的匀强磁场, 从  $y$  轴上  $0 \sim y_0$  范围内平行于  $x$  轴正方向射出大量质量为  $m$ 、电荷量为  $+q$ 、分布均匀的带电粒子, 粒子射入的初速度均为  $v_0$ , 当电场强度为 0 时, 从  $O$  点射入的粒子恰能运动到  $N(x_0, y_0)$  点, 若电场强度为  $E = \frac{mv_0^2 y_0}{qx_0^2}$ ,  $MN$  是平行  $y$  轴的薄挡板,  $MN$  的长度为  $y_0$ , 粒子打到挡板上立刻被挡板吸收, 不计粒子重力和粒子间的相互作用。求:



- (1) 匀强磁场磁感应强度大小;
  - (2) 能进入磁场的粒子在电场中的竖直位移大小;
  - (3) 能打到挡板右侧的粒子数占粒子总数的百分比。
15. (16分) 如图, 水平面内间距  $L = 2.0\text{m}$  的平行金属导轨左端连接一恒流源, 可以维持回路的电流恒为  $I_1 = 0.5\text{A}$ , 且方向不变。I、II 区域有垂直导轨所在平面向下的匀强磁场, 磁感应强度大小均为  $B = 0.5\text{T}$ , 宽度分别为  $d_1 = 1.62\text{m}$  和  $d_2 = 0.4\text{m}$ , I、II 区域的间距也为  $L$ 。质量  $m = 0.5\text{kg}$  的导体棒静止于区域 I 左边界, 质量也为  $m = 0.5\text{kg}$ 、边长  $0.5L$ 、电阻  $R = 2\Omega$  的正方形单匝线框的右边紧靠区域 II 左边界。现闭合开关 S, 棒开始向右运动。已知棒与线框之间发生弹性碰撞, 棒始终与导轨接触良好并且相互垂直, 不计一切摩擦。求:



- (1) 导体棒离开区域 I 时的速度大小;
- (2) 线框右边经过区域 II 左边界时, 线框中产生的感应电流大小;
- (3) 线框穿过区域 II 过程中, 线框产生的焦耳热  $Q$ 。

## NT20 名校联合体高二年级 1 月质检

### 物理答案

#### 1. 【答案】B

【解析】图样红光干涉加强是红色，干涉减弱看到黑色，故为红黑相间的圆圈，越靠近圆心薄膜厚度变化越慢，条纹间距越大。

#### 2. 【答案】C

【解析】根据对称性，两段半圆环中的电流在  $O$  点产生的磁感应强度的大小均为  $\frac{1}{2}B$ ，方向均竖直向下，将右边半圆环绕直径  $ab$  向上弯折  $90^\circ$  后，右边半圆环中的电流在  $O$  点产生的磁感应强度的方向也转过了  $90^\circ$ ，根据磁场的矢量叠加可得， $O$  点的磁感应强度的大小变为

$$2 \times \frac{B}{2} \cos 45^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2} B, \text{ C 正确。}$$

#### 3. 【答案】A

【解析】根据法拉第电磁感应定律有  $E = \frac{\Delta B}{\Delta t} \cdot \frac{1}{2} \pi r^2$ ，根据磁感应强度  $B$  随时间  $t$  的变化关系为  $B = 2t(\text{T})$  可得  $\frac{\Delta B}{\Delta t} = 2$ ，故感应电动势大小为  $E = \pi r^2$ ，根据电阻定律，可得圆环的电阻为

$$R = \rho \frac{l}{S} = \rho \frac{2\pi r}{S}, \text{ 则感应电流大小为 } I = \frac{E}{R} = \frac{rS}{2\rho}, \text{ A 正确。}$$

#### 4. 【答案】D

【解析】由  $b$  的振动图像可知， $t = 0$  时离开平衡位置的距离为  $\frac{\sqrt{2}}{2}A$ ，可知需要  $\frac{3}{8}T + nT$  回到平衡位置，振动方向沿  $y$  轴负方向；需要  $\frac{7}{8}T + nT$  回到平衡位置，振动方向沿  $y$  轴正方向；可知 7.5s 时回到平衡位置，振动方向沿  $y$  轴正方向，9.5s 时质点  $b$  回到平衡位置，且振动方向沿  $y$  轴负方向；若该横波先传播到质点  $a$ ，由图可知质点  $a$  的振动形式传播到质点  $b$  处，需要的

时间为  $t_1 = \frac{3}{8}T + nT$ ，波速为  $v = \frac{x}{t_1}$ ，解得  $v = \frac{13}{8n+3} \text{m/s}$ ，波速可能为

$v = \frac{13}{3} \text{m/s}, v = \frac{13}{11} \text{m/s}, v = \frac{13}{19} \text{m/s} \dots$  不可能为  $1 \text{m/s}$ ；若该横波先传播到质点  $b$ ，由图可知质点  $b$  的

振动形式传播到质点  $a$  处，需要的时间为  $t_2 = \frac{5}{8}T + nT$ ，波速为  $v = \frac{x}{t_2}$ ，解得  $v = \frac{13}{8n+5} \text{m/s}$ ，波

速的最大值为 2.6m/s。

5. 【答案】D

【解析】感应电动势的最大值为  $E_m = i_m(R+r) = 400\sqrt{2}V$ ，又有  $E_m = NBS\omega$ ， $\Phi_m = BS$ ， $\omega = \frac{2\pi}{0.02}$ ，

联立解得  $\Phi_m = \frac{\sqrt{2}}{5\pi}Wb$ ，D 正确。

6. 【答案】A

【解析】由能量守恒可知， $E_k = \frac{1}{2}m_1v_0^2$ ，解得小球与长木板碰撞前的速度  $v_0 = 3m/s$ ，小球与长木板发生弹性碰撞有  $\frac{1}{2}m_1v_0^2 = \frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2$ ， $m_1v_0 = m_1v_1 + m_2v_2$ ，小物块与长木板作用过程中动量守恒  $m_2v_2 = (m_2 + m_3)v_3$ ，最终三个物体速度相同可知  $v_1 = v_3$ ，解得  $m_2 = 0.5kg$ ， $v_2 = 4m/s$ ， $v_1 = v_3 = 1m/s$ ；碰后对小物块和长木板，由能量守恒有  $\frac{1}{2}m_2v_2^2 = \frac{1}{2}(m_2 + m_3)v_3^2 + \mu m_3gL$ ，解得  $\mu = 0.2$ 。

7. 【答案】C

【解析】若  $P$  的质量比  $Q$  的小， $P$  与  $Q$  的碰撞均为弹性正碰，可知碰后  $P$  向左，但是单摆振动周期与速度无关，可知经过  $\frac{T}{2}$  单摆  $P$  回到碰撞位置，弹簧振子也回到碰撞位置，可知第二次碰撞仍发生在图示位置；若  $P$  的质量比  $Q$  的大，同理可得，故 A、B 均错误；

对单摆  $P$ ，设与  $Q$  碰前的速度为  $v_p$ ，释放时摆线与竖直方向的夹角为  $\theta$ ，可知  $m_pgh = \frac{1}{2}m_pv_p^2$

$P$  与  $Q$  的碰撞均为弹性正碰，可知二者速度发生交换，二者振动能量相同，有  $\frac{1}{2}m_pv_p^2 = \frac{1}{2}kA_Q^2$

根据  $m_pgh = m_pgL(1 - \cos\theta) = m_pgL \cdot 2\sin^2\frac{\theta}{2} = \frac{1}{2}m_pgL\theta^2$ ，

又单摆的振幅  $A_p = L\theta$ ，周期为  $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} = \frac{2\pi}{\omega}$ ，

可得  $m_pgh = \frac{1}{2}m_p\omega^2A_p^2 = \frac{1}{2}kA_Q^2$ ，

又  $2\pi\sqrt{\frac{m_Q}{k}} = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} = \frac{2\pi}{\omega}$ ，

$P$ 、 $Q$  的质量相等，可得  $m_p\omega^2 = k$ ，

可得  $A_p = A_Q$ ，二者振幅相等，即弹簧的最大压缩量等于单摆的振幅。对整个装置，分析其振动

一个周期，可知单摆振动了  $\frac{T_1}{2}$ ，弹簧振子振动了  $\frac{T_2}{2} = \frac{T_1}{2}$ ，可知整个装置的振动周期等于单摆的

周期，故 C 正确、D 错误。

8. 【答案】BD

【解析】按下按钮过程，穿过螺线管的磁通量向左增大，根据楞次定律可知螺线管中感应电流为从 P 端流入从 Q 端流出，螺线管充当电源，则 Q 端电势较高，P 端电势较低，故 A 错误、B 正确；松开按钮过程，穿过螺线管的磁通量向左减小，根据楞次定律可知螺线管中感应电流为从 Q 端流入，从 P 端流出，螺线管充当电源，则 P 端电势较高，Q 端电势较低，故 C 错误 D 正确。

9. 【答案】AD

【解析】 $P_1$  保持不动， $P_2$  向下滑动， $R_2$  增大，则  $I_{初}$  减小，即  $I_1$  减小，匝数不变，由  $\frac{I_1}{I_2} = \frac{n_2}{n_1}$  可知  $I_2$  减小，A 正确、B 错误；设原副线圈的匝数比为  $k$ ，根据理想变压器电压与匝数比的关系

$U_{初} = kU_{次}$ ，电流与匝数比的关系  $I_{初} = \frac{I_{次}}{k}$ ，副线圈负载电阻  $R_2 = \frac{U_{次}}{I_{次}}$ ，原线圈的等效电阻

$R_{等效} = \frac{U_{初}}{I_{初}} = k^2 R_2$ ，设输入电压为  $U_0$ ，对于原线圈电路，根据欧姆定律  $I_{初} = \frac{U_0}{R_1 + R_{等效}} = \frac{U_0}{R_1 + k^2 R_2}$ ，

$P_2$  保持不动，即  $R_2$  不变， $P_1$  向右滑动，则  $R_1$  变大，则  $I_{初}$  减小，次级电流减小，初级电压减小，则  $U_2$  减小， $U_1$  增大，C 错误、D 正确。

10. 【答案】BCD

【解析】导体棒在  $abcd$  区域时，电路电流  $I = \frac{U_c - BLv}{R}$ ，故安培力  $F_{安} = BIL = BL \cdot \frac{U_c - BLv}{R}$ ，

根据牛顿第二定律  $a = \frac{F_{安}}{m} = \frac{BL}{mR} \cdot (U_c - BLv)$ ，导体棒速度增大，电容器电压减小，故加速度减小；

导体棒在  $efgh$  区域时， $a = \frac{F_{安}}{m} = \frac{BIL}{m} = \frac{B^2 L^2 v}{mR}$ ，故加速度大小逐渐减小，所以在两个区域

均不做匀变速直线运动，A 错误；电容器减少的电荷量为  $C(U_0 - B_1Lv)$ ，B 正确；由题知，导

体棒在  $abcd$  区域获得的最终速度为  $v$ ，则导体棒刚进入  $efgh$  区域时的加速度大小  $a = \frac{B_2 IL}{m}$ ，

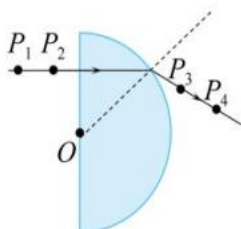
$I = \frac{B_2 Lv}{2R}$ ，解得  $a = \frac{B_2^2 L^2 v}{2mR}$ ，C 正确；导体棒进入  $eh$  到静止，根据动量定理有  $-\sum B_2 IL \cdot t = -mv$ ，

且运动过程中有  $q = \frac{B_2 L x}{2R}$ ，联立解得  $x = \frac{2mvR}{B_2^2 L^2}$ ，D 正确。

11. 【答案】 (1) ①光路图见解析 (2分)，②*b* (2分)；1.25 (1分)；

(2) 单缝 (1分)，蓝 (1分)

【解析】 (1) ①光路图如图所示



②由光路图可知，光由玻璃射向空气，入射角小于折射角，图像应如乙图中的*b*所示， $\frac{\sin r}{\sin i} = 1.25$ 。

(2) 由于激光有很好的相干性，不需要用到单缝；由  $\Delta x = \frac{l}{d} \lambda$  可知，同样装置下得到的蓝色激光的条纹间距较小，红色激光的条纹间距较大，故*a*为蓝色激光的干涉图样。

12. 【答案】 (2) ①78.830 (2分)，②1.80s (2分)，③ $\frac{4\pi^2 l}{T^2}$  (2分)；(3) 偏大 (2分)

【解析】 (2) ①游标卡尺读数为小球直径  $16\text{mm} + 12 \times 0.05\text{mm} = 16.60\text{mm}$ ，可得小球半径为  $16.60\text{mm} \div 2 = 8.30\text{mm}$ ，摆长记作  $l = 78.00\text{cm} + 8.30\text{mm} = 78.830\text{cm}$ ；

②启动停表的同时数 1，数至 100 时停止计时，可知小球摆动周期个数为  $(100 - 1) \div 2 = 49.5$ ，

停表示数为 89.1s，则记录周期为  $T = \frac{89.1}{49.5} \text{s} = 1.80\text{s}$ ；

③根据单摆周期公式  $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$ ，可得  $g = \frac{4\pi^2 l}{T^2}$ ；

(3) 由牛顿第二定律可得  $mg \tan \theta = m \frac{4\pi^2 l \sin \theta}{T^2}$ ， $T = \sqrt{\frac{4\pi^2 l \cos \theta}{g}}$ ， $T$  的测量值偏小，代入  $g = \frac{4\pi^2 l}{T^2}$

计算得到的  $g$  值偏大。

13. 【答案】 (1) 1.6V；(2)  $9\text{m/s}^2$

【解析】 (1) 刚释放时，感应电动势为  $E = \frac{\Delta B_1}{\Delta t} S = 4 \times 0.5\text{V} = 2\text{V}$  ..... (2分)

电路中的电流为  $I = \frac{E}{R+r} = 2\text{A}$  ..... (2分)

则  $R$  两端电压为  $U = IR = 1.6\text{V}$  ..... (2分)

(2) 根据楞次定律和左手定则, 安培力方向沿导轨向下, 根据牛顿第二定律

$$mgsin37^\circ + B_2IL = ma \dots\dots\dots (2 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } a = 9\text{m/s}^2 \dots\dots\dots (2 \text{ 分})$$

14. 【答案】 (1)  $B = \frac{2mv_0}{qv_0}$ ; (2)  $y_1 = \frac{y_0}{2}$ ; (3) 50%

【解析】 (1) 当电场强度为 0 时, 从 O 点射入的粒子恰能运动到 N 点, 则  $r_1 = \frac{y_0}{2}$  ..... (1 分)

$$\text{根据洛伦兹力提供向心力有 } qv_0B = m\frac{v_0^2}{r_1} \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } B = \frac{2mv_0}{qv_0} \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

(2) 据类平抛规律可得

$$x_0 = v_0t_1 \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

$$y_1 = \frac{1}{2}at_1^2 \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

$$a = \frac{Eq}{m} \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

$$\text{联立解得 } y_1 = \frac{y_0}{2} \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

(3) 设粒子进入磁场中时速度方向与竖直方向的夹角为  $\theta$ , 粒子进入磁场中的速度大小为  $v$ ,

$$\text{则 } v = \frac{v_0}{\sin\theta} \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

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

$$\text{所以粒子在磁场中偏转距离均为 } d = 2r\sin\theta = y_0 \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

$$\text{由以上分析可知, 粒子在电场中的竖直位移为 } y_1 = \frac{y_0}{2} \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

所以从  $\frac{y_0}{2}$  处射入的粒子, 恰好从 N 点进入磁场, 且恰好经磁场偏转后打在 M 点,

即只有  $0 \sim \frac{y_0}{2}$  范围内平行于 x 轴正方向射出的粒子能被接收器接收,

所以接收器接收的粒子数占粒子总数的 50%.....(2 分)

15. 【答案】 (1) 1.8m/s (2) 0.45A (3) 0.17J

【解析】 (1) 依题意得  $F_{安} = I_1LB$  ..... (1 分)

对棒由动能定理得  $F_{安}d_1 = \frac{1}{2}mv_1^2$  .....(2分)

解得  $v_1 = 1.8\text{m/s}$  ..... (1分)

(2) 棒与线框发生弹性碰撞, 由动量守恒和能量守恒得

$$mv_1 = mv_1' + mv_2 \dots\dots\dots (1分)$$

$$\frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{1}{2}mv_1'^2 + \frac{1}{2}mv_2^2 \dots\dots\dots (1分)$$

解得  $v_1' = 0$ ,  $v_2 = 1.8\text{m/s}$

线框右边经过区域 II 左边界时, 产生的感应电动势  $E = 0.5BLv_2$  ..... (1分)

$$\text{感应电流大小 } I = \frac{E}{R} \dots\dots\dots (1分)$$

解得  $I = 0.45\text{A}$  ..... (1分)

(3) 当线框右边从区域 II 左边界运动到右边界的过程中, 对线框由动量定理得

$$-\Sigma Bi \frac{L}{2} \Delta t = \Sigma m \Delta v \dots\dots\dots (2分)$$

$$\text{累积求和得 } -Bq \frac{L}{2} = mv_3 - mv_2 \dots\dots\dots (1分)$$

$$q = \frac{B \frac{L}{2} d_2}{R} \dots\dots\dots (1分)$$

解得  $v_3 = 1.7\text{m/s}$

同理可得线框左边从区域 II 左边界运动到右边界时线框速度  $v_4 = 1.6\text{m/s}$

$$\text{则线框穿过区域 II 过程中, 线框产生的焦耳热 } Q = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_4^2 \dots\dots\dots (2分)$$

解得  $Q = 0.17\text{J}$  ..... (1分)