

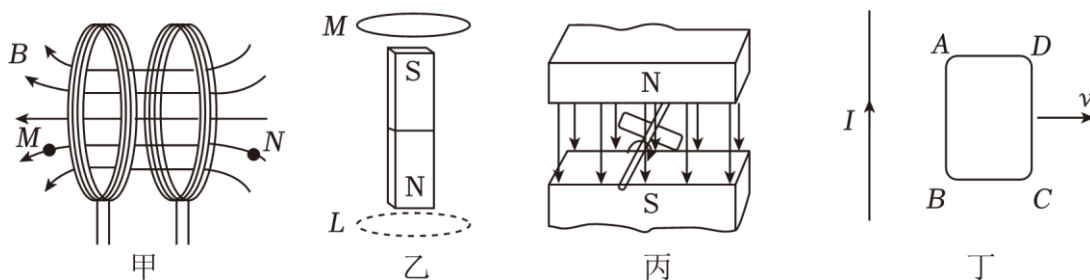
昆山市 2023-2024 学年第一学期高二物理期末考试模拟试题

一、单项选择题：本题共 10 小题，每小题 4 分，共计 40 分。每小题只有一个选项符合题意。

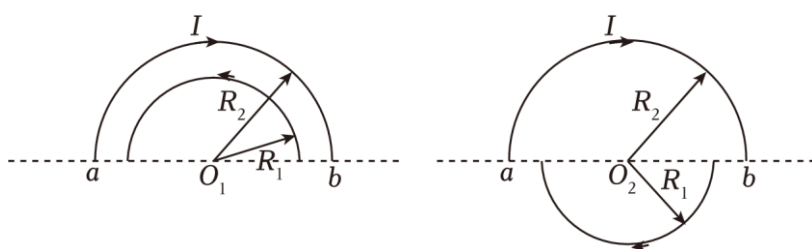
1. (4 分) 下列关于能量、能量量子化及电磁波的说法正确的是 ()

- A. 能量的耗散现象是与能量守恒定律相违背的一个特例
- B. 黑体虽然不反射电磁波，但可以向外辐射电磁波
- C. 微波炉使用红外线加热食物
- D. 普朗克提出了光是由一个个不可分割的能量子组成的

2. (4 分) 下列四种情境中说法中正确的是 ()

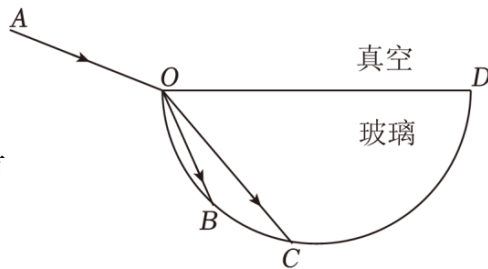


- A. 图甲中，M、N 两点磁感应强度相同
 - B. 图乙中，线圈穿过磁铁从 M 运动到 L 的过程中，穿过线圈的磁通量先减小后增大
 - C. 图丙中，闭合线框绕垂直于磁场方向的轴转动的过程中，线框中没有感应电流产生
 - D. 图丁中，线框在与通电导线在同一平面内向右平移的过程中，线框中有感应电流产生
3. (4 分) 已知通电圆环中心处磁感应强度大小与电流成正比，与半径成反比。两个载流线圈（小半圆关于虚线 ab 对称）中的电流相同，关于 O_1 、 O_2 处的磁感应强度的说法正确的是 ()



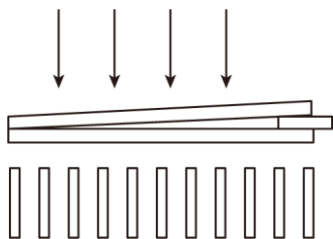
- A. O_1 处垂直纸面向外、 O_2 处垂直纸面向里，并且 $B_{O_1} < B_{O_2}$
- B. O_1 、 O_2 处均垂直纸面向里，并且 $B_{O_1} < B_{O_2}$
- C. O_1 处垂直纸面向外、 O_2 处垂直纸面向里，并且 $B_{O_1} = B_{O_2}$
- D. O_1 、 O_2 处均垂直纸面向里，并且 $B_{O_1} = B_{O_2}$

4. (4分) OBCD 为半圆柱体玻璃砖的横截面, OD 为直径, 两束单色光组成的复色光沿 AO 方向从真空射入玻璃, 分别从 B、C 两点射出玻璃砖 ()



- A. 玻璃对从 C 点射出的单色光折射率更大
- B. 通过偏振太阳镜观察 O 处的反射光, 转动镜片时会发现有强弱变化
- C. 在 O 点的反射光为单色光
- D. 由于玻璃砖的折射率和半径未知, 无法比较两束光在玻璃中的传播时间

5. (4分) 将一块平板玻璃放置在另一水平放置的平板玻璃之上, 在一端夹入两张纸片, 从而在两玻璃表面之间形成一个劈形空气薄膜. 当某单色光从上方入射后, 从上往下看到的明暗相间的干涉条纹如图所示. 下列有关该薄膜干涉的说法正确的是 ()

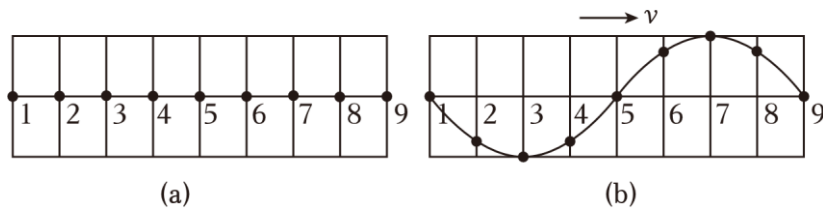


- A. 干涉条纹是入射光在两块平板玻璃上表面的反射光叠加产生的结果
- B. 干涉条纹中的亮条纹均是两列反射光的波峰和波峰叠加的结果
- C. 干涉条纹成水平排列, 若抽去一张纸片, 条纹间距将变大
- D. 干涉条纹成竖直排列, 若抽去一张纸片, 条纹间距没有变化

6. (4分) 电鳗是一种放电能力很强的淡水鱼类, 它能借助分布在身体两侧肌肉内的起电斑产生电流. 某电鳗体中的起电斑并排成 125 行, 每行串有 5000 个起电斑, 沿着身体延伸分布. 已知每个起电斑的内阻为 0.25Ω , 并能产生 $0.16V$ 的电动势. 该起电斑阵列一端在电鳗的头部而另一端接近其尾部, 与电鳗周围的水形成回路. 假设回路中水的等效电阻为 790Ω , 则电鳗放电时, 其首尾间的输出电压为 ()

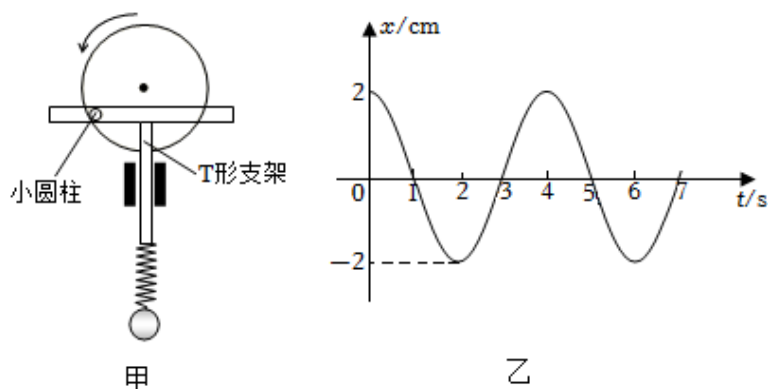
- A. 790V
- B. 800V
- C. 974V
- D. 503V

7. (4分) 在均匀介质绳中选取平衡位置在同一直线上的 9 个质点, 相邻两质点的距离均为 1m, 如图 (a) 所示, 一列简谐横波沿该直线向右传播, $t=0$ 时刚刚到达质点 1, 质点 1 开始向下运动, 6s 后第一次出现如图 (b) 所示的波形. 对于该列波下列说法正确的是 ()



- A. 周期 $T=6s$
- B. 波长 $\lambda=9m$
- C. 波速 $v=2m/s$
- D. 频率 $f=0.5Hz$

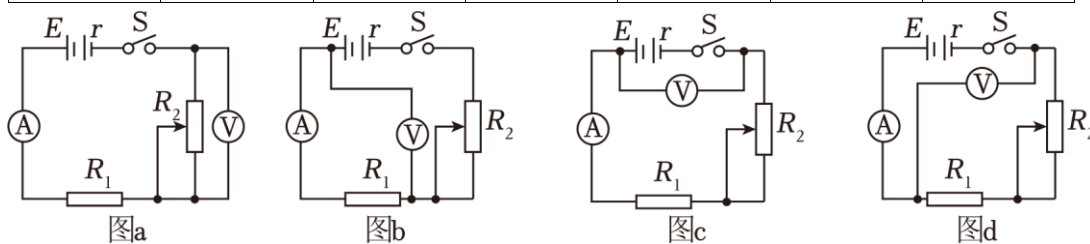
8. (4分) 如图甲所示, 一个有固定转动轴的竖直圆盘转动时, 固定在圆盘上的小圆柱带动一个 T 形支架在竖直方向运动, 使 T 形支架下面的弹簧和小球组成的振动系统做受迫振动。圆盘静止时, 在弹簧原长位置释放小球, 小球做简谐振动的图像如图乙所示 (竖直向上为正方向)。下列说法正确的是 ()



- A. 0~1s 内小球所受的回弹力不断减小, 且方向为 x 轴正方向
- B. 运动过程中小球的加速度不断变化, 最大加速度可能大于重力加速度 g
- C. 若圆盘以 30r/min 匀速转动, 小球振动达到稳定时其振动的周期为 4s
- D. 若圆盘以 30r/min 匀速转动, 欲使小球振幅增加则可使圆盘转速适当减小

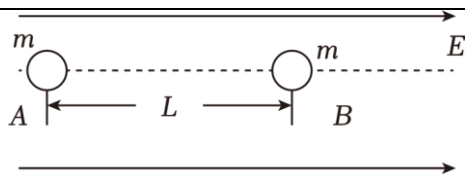
9. (4分) 在“测干电池的电动势和内电阻”实验中, 某同学连接好电路进行测量, 得到数据如下表所示。分析得到的数据发现不对, 进一步研究表明实验电路连接错了。你认为 ()

U/V	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00	1.10
I/A	0.18	0.21	0.24	0.27	0.31	0.33



- A. 该同学所连接的电路可能是上面电路图中的图 c
- B. 该同学所连接的电路可能是上面电路图中的图 d
- C. 为了准确完成实验目标, 该同学还要继续采用图 a 继续实验
- D. 为了准确完成实验目标, 该同学还要继续采用图 b 继续实验

10. (4分) 在电场强度为 E 的足够大的匀强电场中, 有一与电场线平行的绝缘水平面, 如图中虚线所示。平面上有两个静止的小球 A 和 B, 质量均为 m, A 球带电荷量 +Q, B 球不带电。开始时两球相距 L, 在电场力的作用下, A 球开始沿直线运动, 并与 B 球发生正碰, 碰撞中无机械能损失。设在每次碰撞过程中, A、B 两球间无电荷量转移, 且不考虑一切阻力及两球间的万有引力。则 ()



- A. A 球经过时间 $2\sqrt{\frac{2mL}{QE}}$ 与 B 球发生第一次碰撞
- B. A 球在以后与 B 球发生碰撞的时间间隔逐渐呈均匀递增
- C. A 球与 B 球发生碰撞的时间间隔一直保持不变, 大小都是 $\sqrt{\frac{2mL}{QE}}$
- D. AB 球在第 5 次正碰与第 6 次正碰之间的时间间隔是 $2\sqrt{\frac{2mL}{QE}}$

二、非选择题: 共 5 题, 共 60 分. 其中第 12~15 题解答时请写出必要的文字说明、方程式和重要的演算步骤, 只写出最后答案的不能得分; 有数值计算时, 答案中必须明确写出数值和单位.

11. (15 分) 实验小组的同学们用如图 1 所示的装置做“用单摆测量重力加速度”的实验.

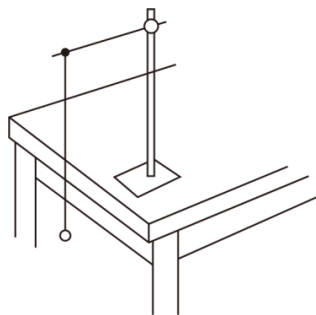


图1

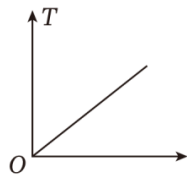


图2

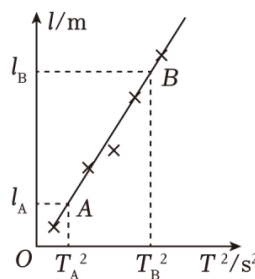


图3

- (1) 选择好器材, 将符合实验要求的单摆悬线上端固定在铁架台上, 测出悬点到小球球心的距离 l ;
- (2) 将摆球拉离平衡位置一个小角度松手使其在竖直平面内摆动, 测量单摆完成 n 次全振动所用的时间 t , 则重力加速度 $g = \underline{\hspace{2cm}}$ 。(用 l 、 n 、 t 表示)

(3) 甲同学测得的重力加速度数值大于当地重力加速度的实际值, 造成这一情况的原因可能是 。

- A. 开始摆动时振幅较小
- B. 开始计时时, 过早按下秒表
- C. 测量周期时, 误将摆球 $(n - 1)$ 次全振动的时间记为 n 次全振动的时间
- D. 测量摆长时, 以悬点到小球下端边缘的距离为摆长

(4) 乙同学多次改变单摆的摆长并测得相应的周期, 他根据测量数据画出了如图 2 所示的图像, 但忘记在图中标明横坐标所代表的物理量。你认为横坐标所代表的物理量是 (填“ l^2 ”、“ l ”或“ \sqrt{l} ”)。若图线斜率为 k , 则重力加速度 $g = \underline{\hspace{2cm}}$ (用 k 表示)。

(5) 丙同学正确完成实验操作后, 整理器材时突然发现单摆静止时摆球重心在球心的正下方, 他测量时是将悬点到球心的距离作为摆长 l , 通过改变摆线的长度, 测得 5 组 l 和对应的周期 T 。为了消除摆长不准对实验结果的影响, 他画出 $l - T^2$ 图像, 利用图像计算出重力加速度的表达式应为 $g = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

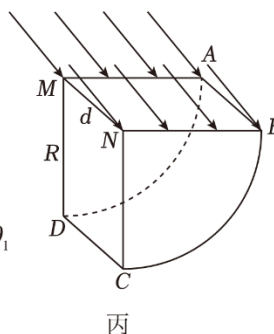
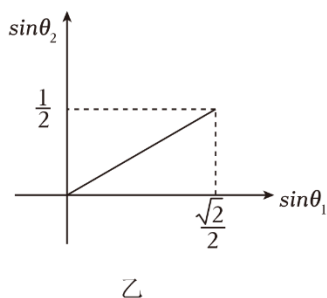
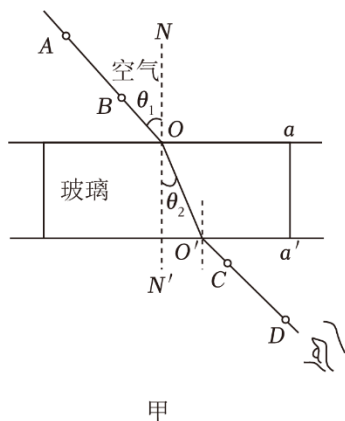
12. (8分) 某校运动会进行趣味颠球比赛, 一同学用头颠球。某一次足球从静止开始下落 80cm 后, 又被重新顶起, 离开头部后竖直上升的最大高度为 125cm。已知足球的质量为 0.4kg, 足球与头部的作用时间为 0.1s, 重力加速度 g 取 10m/s^2 , 不计空气阻力。求:

- (1) 足球被重新顶起时的速度大小;
- (2) 足球对头部的作用力。



13. (8分) 如图甲所示, 在“测定玻璃的折射率”实验中, 某同学利用入射角 θ_1 与折射角 θ_2 , 作出 $\sin\theta_2 - \sin\theta_1$ 的图像如图乙所示。求:

- (1) 该玻璃的折射率 n ;
- (2) 他再取用该种玻璃制成截面为四分之一圆面的玻璃柱体, 半径为 R , 厚度为 d 。如图丙所示, 一束刚好覆盖 $ABNM$ 面的单色光, 以与该面成 45° 角的方向入射。若只考虑首次入射到 $ABCD$ 面上的光, 则 $ABCD$ 面上的光透出部分的面积 S 为多少?

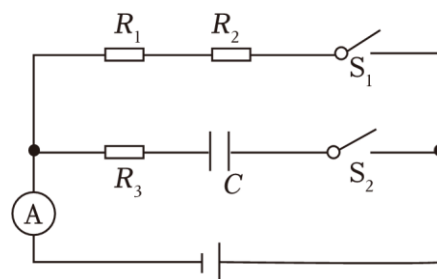


14. (13分) 在如图所示的电路中, R_1 是由某金属氧化物制成的导体棒, 实验证明通过它的电流 I 与电压 U 遵循 $I=kU^3$ 的规律 (式中 $K=0.02A/V^3$)。 R_2 、 R_3 为普通电阻都遵循欧姆定律, 且 $R_2=24\Omega$, $R_3=1000\Omega$, 电源内电阻 $r=1\Omega$, 电容 $C=1000\mu F$ 。 开始时 S_1 和 S_2 均断开, 当闭合开关 S_1 后理想电流表示数为 $0.16A$ 。 试求:

(1) 电源的电动势;

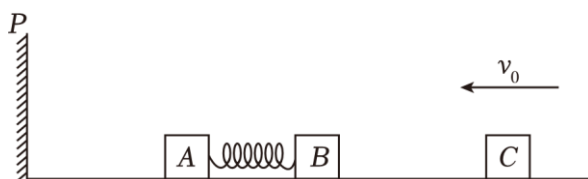
(2) 电源的效率;

(3) 已知电容器储存的电场能可表示为 $\frac{1}{2}CU^2$ (C 为电容器的电容, U 为电容器两端的电压)。 现断开 S_1 , 闭合 S_2 , 待电路稳定后, 求电容器的带电量和此过程中闭合回路产生的焦耳热 (不考虑电磁辐射)。



15. (16分) 如图所示, 两个滑块 A 和 B 用轻质弹簧相连, 在光滑的水平直轨道上处于静止状态, 在它们左边有一垂直于轨道的固定挡板 P。右边有一滑块 C 沿轨道以速度 v_0 滑向 B, C 与 B 发生碰撞并立即结成一个整体 D。在它们继续向左运动的过程中, 当弹簧长度变到最短时, 长度突然被锁定, 不再改变, 然后 A 球与挡板 P 发生碰撞, 碰撞后 A、D 都静止不动, A 与 P 接触而不粘连, 过一段时间, 突然解除锁定 (锁定及解除锁定均无机械能损失)。已知 A 滑块质量为 $2m$, B 和 C 两滑块的质量均为 m , 三个滑块均为大小一样的刚性滑块且均可看成质点。求:

- (1) 弹簧长度刚被锁定后 A 滑块的速度大小;
- (2) A 滑块离开挡板 P 时 D 的速度大小, 以及此后的运动过程中, 弹簧的最大弹性势能;
- (3) A 滑块离开挡板 P 后, 弹簧中点运动位移为 d 需要的时间。



昆山市 2023-2024 学年第一学期高二物理期末考试模拟试题

参考答案与试题解析

一、单项选择题：本题共 10 小题，每小题 4 分，共计 40 分。每小题只有一个选项符合题意。

1. (4 分) 下列关于能量、能量量子化及电磁波的说法正确的是 ()

- A. 能量的耗散现象是与能量守恒定律相违背的一个特例
- B. 黑体虽然不反射电磁波，但可以向外辐射电磁波
- C. 微波炉使用红外线加热食物
- D. 普朗克提出了光是由一个个不可分割的能量子组成的

【分析】 能量的耗散现象不违背能量守恒定律；黑体不反射电磁波，但可以向外辐射电磁波；微波炉使用微波加热食物；结合爱因斯坦的光子说解答。

【解答】 解：A、能量的耗散现象并不违背能量守恒定律，但能量品质降低，耗散的内能很难被人类再利用，故 A 错误；

B、黑体能完全吸收入射到其表面的电磁波，并且不会有任何的反射与透射，但是黑体会向外辐射电磁波，辐射的强度按波长的分布只与温度有关，故 B 正确；

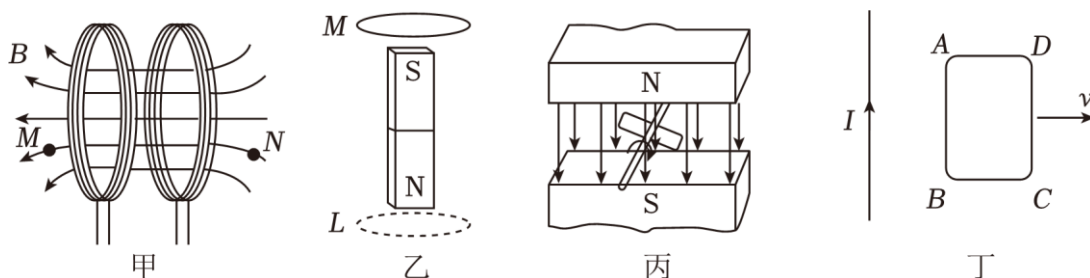
C、微波炉使用微波加热食物，故 C 错误；

D、爱因斯坦提出了光是由一个个不可分割的能量子组成的，故 D 错误。

故选：B。

【点评】 本题考查人们对几个物理史实的了解以及能量耗散的理解，属于记忆性的知识点，多加积累即可。

2. (4 分) 下列四种情境中说法中正确的是 ()



- A. 图甲中，M、N 两点磁感应强度相同
- B. 图乙中，线圈穿过磁铁从 M 运动到 L 的过程中，穿过线圈的磁通量先减小后增大
- C. 图丙中，闭合线框绕垂直于磁场方向的轴转动的过程中，线框中没有感应电流产生
- D. 图丁中，线框在与通电导线在同一平面内向右平移的过程中，线框中有感应电流产生

【分析】 根据磁感线的特点与磁感应强度的关系判断 A 选项；根据条形磁铁的磁场的特点判断 B 选项；

根据产生感应电流的条件判断 CD 选项。

【解答】解：A、磁感线的切线方向表示磁感应强度的方向，由图可知，图甲中 M、N 两点的磁感应强度的方向是不同的，所以图甲中，M、N 两点磁感应强度不相同，故 A 错误；

B、根据条形磁铁的磁场的特点可知，当线圈穿过磁铁从 M 运动到 L 的过程中，穿过线圈的磁通量先增大后减小，故 B 错误；

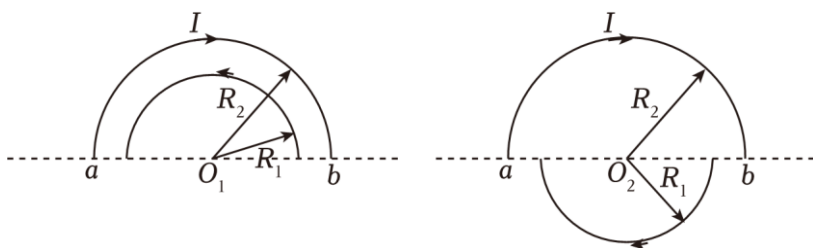
C、图丙中，闭合线框绕垂直于磁场方向的轴转动的过程中，线框平面与磁感应强度方向之间的夹角发生变化，穿过线框的磁通量也发生变化，所以线框中有感应电流产生，故 C 错误；

D、距离通电直导线越远，磁感应强度越小，所以在图丁中，线框在与通电导线在同一平面内向右平移的过程中，向里穿过线框的磁通量减小，线框中有感应电流产生，故 D 正确。

故选：D。

【点评】该题考查常见的磁场的特点以及产生感应电流的条件，注意产生感应电流的条件是解答的关键。

3. (4 分) 已知通电圆环中心处磁感应强度大小与电流成正比，与半径成反比。两个载流线圈（小半圆关于虚线 ab 对称）中的电流相同，关于 O_1 、 O_2 处的磁感应强度的说法正确的是 ()



- A. O_1 处垂直纸面向外、 O_2 处垂直纸面向里，并且 $B_{O_1} < B_{O_2}$
- B. O_1 、 O_2 处均垂直纸面向里，并且 $B_{O_1} < B_{O_2}$
- C. O_1 处垂直纸面向外、 O_2 处垂直纸面向里，并且 $B_{O_1} = B_{O_2}$
- D. O_1 、 O_2 处均垂直纸面向里，并且 $B_{O_1} = B_{O_2}$

【分析】由安培定则和磁场叠加原理可判断出 O_1 、 O_2 处合磁感应强度方向和大小，再进行比较即可。

【解答】解：由安培定则和磁场叠加原理可判断出 O_1 处合磁感应强度方向垂直纸面向外，大小满足：

$$B_{O1} = B_{\text{小环}} - B_{\text{大环}}$$

O_2 处合磁感应强度方向垂直纸面向里，大小满足：

$$B_{O2} = B_{\text{小环}} + B_{\text{大环}}$$

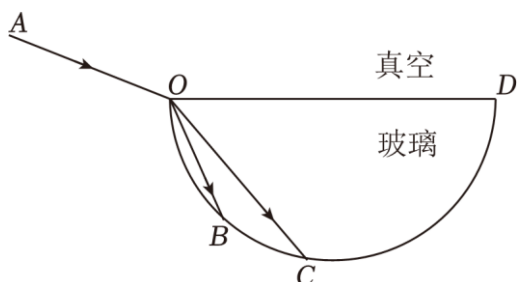
联立可得： $B_{O_1} < B_{O_2}$ 。故 A 正确；BCD 错误。

故选：A。

【点评】本题考查磁感应强度的叠加原理和安培定则，属于基础简单题目，对学生要求较低，解题关键

是熟练掌握基本物理规律。

4. (4分) OBCD 为半圆柱体玻璃砖的横截面, OD 为直径, 两束单色光组成的复色光沿 AO 方向从真空射入玻璃, 分别从 B、C 两点射出玻璃砖 ()



- A. 玻璃对从 C 点射出的单色光折射率更大
 B. 通过偏振太阳镜观察 O 处的反射光, 转动镜片时会发现有强弱变化
 C. 在 O 点的反射光为单色光
 D. 由于玻璃砖的折射率和半径未知, 无法比较两束光在玻璃中的传播时间

【分析】 根据折射定律分析折射率大小; 反射光是偏振光, 当偏振光偏振的方向与偏振镜片偏振的方向平行时可以通过偏振片, 当二者方向垂直时不能通过偏振片; 根据折射定律、光速公式, 并结合几何关系分析两束光在玻璃中的传播时间关系。

【解答】 解: A、从 B 点射出的单色光偏折程度比从 C 点射出的单色光大, 所以玻璃对从 B 点射出的单色光折射率更大, 故 A 错误;

B、在 O 处的反射光是偏振光, 当偏振光偏振的方向与偏振镜片偏振的方向平行时可以通过偏振片, 当二者方向垂直时不能通过偏振片, 因此, 通过偏振太阳镜观察 O 处的反射光, 转动镜片时会发现有强弱变化, 故 B 正确;

C、两束单色光在 O 处的反射光反射角相同, 则在 O 点的反射光为复色光, 故 C 错误;

D、光路图如图。设任一光线的入射角为 i , 折射角为 r , 光在玻璃中传播的路程是 s , 半圆柱的半径为 R 。

$$\text{则光在玻璃中的速度为: } v = \frac{c}{n}$$

$$\text{由几何知识得: } s = 2R \cos(90^\circ - r) = 2R \sin r$$

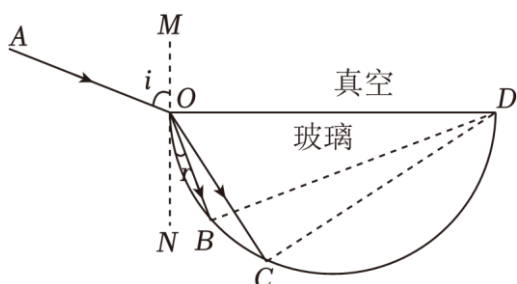
$$\text{则光在玻璃中传播时间为: } t = \frac{s}{v} = \frac{2R \sin r}{\frac{c}{n}} = \frac{2nR \sin r}{c}$$

$$\text{由折射定律得: } n \sin r = \sin i$$

$$\text{则得: } t = \frac{2R \sin i}{c}$$

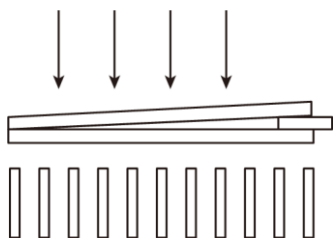
由题图知, 两束光的入射角 i 相同, R 、 c 相等, 所以两束光在玻璃中的传播时间相等, 故 D 错误。

故选：B。



【点评】解答本题的关键是根据折射定律、光速公式，并结合几何关系列式分析两束光在玻璃中的传播时间关系。

5. (4分) 将一块平板玻璃放置在另一水平放置的平板玻璃之上，在一端夹入两张纸片，从而在两玻璃表面之间形成一个劈形空气薄膜。当某单色光从上方入射后，从上往下看到的明暗相间的干涉条纹如图所示。下列有关该薄膜干涉的说法正确的是 ()



- A. 干涉条纹是入射光在两块平板玻璃上表面的反射光叠加产生的结果
 B. 干涉条纹中的亮条纹均是两列反射光的波峰和波峰叠加的结果
 C. 干涉条纹成水平排列，若抽去一张纸片，条纹间距将变大
 D. 干涉条纹成竖直排列，若抽去一张纸片，条纹间距没有变化

【分析】从空气膜的上下表面分别反射的两列光是相干光，其光程差为空气层厚度的2倍，当光程差 $\Delta x = n\lambda$ 时此处表现为亮条纹，故相邻亮条纹之间的空气层的厚度差为 $\frac{1}{2}\lambda$ 。

【解答】解：A、干涉条纹的产生是光在空气劈尖膜的前、后两表面反射形成的两列光波叠加的结果，故 A 错误；

B、两列反射光的波峰与波峰叠加或波谷与波谷叠加会形成亮条纹，故 B 错误；

CD、从空气膜的上下表面分别反射的两列光是相干光，其光程差为 $\Delta x = 2d$ ，即光程差为空气层厚度的2倍，当光程差 $\Delta x = n\lambda$ 时此处表现为亮条纹，故相邻亮条纹之间的空气层的厚度差为 $\frac{1}{2}\lambda$ ，显然抽去一张纸片后空气层的倾角变小，故相邻亮条纹（或暗条纹）之间的距离变大，故 C 正确，D 错误。

故选：C。

【点评】掌握了薄膜干涉的原理和相邻条纹空气层厚度差的关系即可顺利解决此类题目，注意看清增加纸片还是减少纸片是解题的关键。

6. (4分) 电鳗是一种放电能力很强的淡水鱼类，它能借助分布在身体两侧肌肉内的起电斑产生电流。某电鳗体中的起电斑并排成 125 行，每行串有 5000 个起电斑，沿着身体延伸分布。已知每个起电斑的内阻为 0.25Ω ，并能产生 $0.16V$ 的电动势。该起电斑阵列一端在电鳗的头部而另一端接近其尾部，与电鳗周围的水形成回路。假设回路中水的等效电阻为 790Ω ，则电鳗放电时，其首尾间的输出电压为 ()
- A. 790V B. 800V C. 974V D. 503V

【分析】 先求出总电动势，总电阻，由闭合电路欧姆定律求出电流，然后由 $U=IR$ 算出电压。

【解答】 解：总电动势为 $E=0.16\times 5000V=800V$

$$\text{总内阻为 } r = \frac{0.25 \times 5000}{125} \Omega = 10\Omega$$

根据闭合电路欧姆定律

$$I = \frac{E}{R+r} = \frac{800}{790+10} A = 1A$$

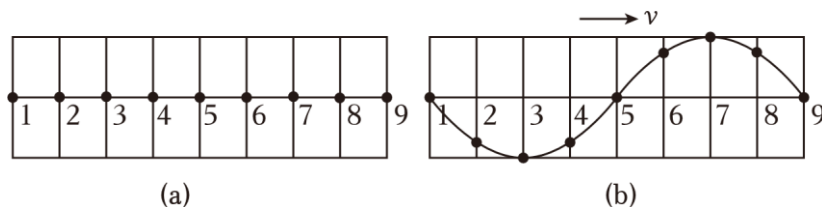
$$\text{输出电压为 } U = IR = 1 \times 790V = 790V$$

故 A 正确，BCD 错误。

故选：A。

【点评】 本题考查的是闭合电路欧姆定律的内容，代入公式即可求解。

7. (4分) 在均匀介质绳中选取平衡位置在同一直线上的 9 个质点，相邻两质点的距离均为 1m，如图 (a) 所示，一列简谐横波沿该直线向右传播， $t=0$ 时刚到达质点 1，质点 1 开始向下运动，6s 后第一次出现如图 (b) 所示的波形。对于该列波下列说法正确的是 ()



- A. 周期 $T=6s$ B. 波长 $\lambda=9m$
- C. 波速 $v=2m/s$ D. 频率 $f=0.5Hz$

【分析】 由图读出波长。 $t=0$ 时波刚到达质点 1，质点 1 开始向下运动，则介质中所有质点起振方向均向下。图 b 中质点 9 此刻振动方向向上，说明波不是才传到质点 9，而是传到 9 后又经过了半个周期，则 6s 时间与周期的关系为 $6s=1.5T$ ，求出周期，再由波速公式求解波速。

【解答】 解：由题干中图 (b) 可知该波的波长为 $\lambda=8m$ 。简谐横波沿该直线向右传播， $t=0$ 时波刚到达质点 1，质点 1 开始向下运动，则介质中所有质点起振方向均向下。

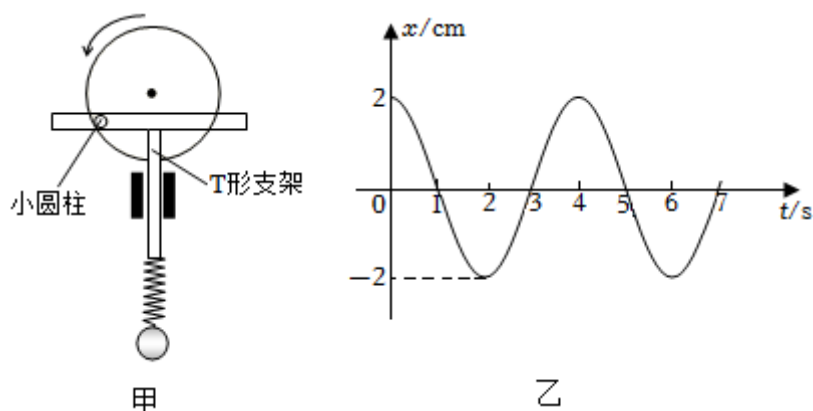
图 (b) 中质点 9 的振动方向向上，则第一次出现如图 (b) 所示的波形，振动传到质点 9 后，又传播了半个周期，则 $6s=1.5T$ ，可得周期为 $T=4s$ ，故波速为 $v = \frac{\lambda}{T} = \frac{8}{4} m/s = 2m/s$ ，频率为 $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{4} Hz = 0.25Hz$ 。

25Hz，故 ABD 错误，C 正确。

故选：C。

【点评】 本题考查分析波动形成过程的能力，关键在于分析如何第一次形成图示波形所用时间与周期的关系。容易犯的错误是认为 $T=6s$ ，这样质点 9 的起振方向与波源的起振方向将不一致。

8. (4分) 如图甲所示，一个有固定转动轴的竖直圆盘转动时，固定在圆盘上的小圆柱带动一个 T 形支架在竖直方向运动，使 T 形支架下面的弹簧和小球组成的振动系统做受迫振动。圆盘静止时，在弹簧原长位置释放小球，小球做简谐振动的图像如图乙所示（竖直向上为正方向）。下列说法正确的是（ ）



- A. 0~1s 内小球所受的回复力不断减小，且方向为 x 轴正方向
 B. 运动过程中小球的加速度不断变化，最大加速度可能大于重力加速度 g
 C. 若圆盘以 30r/min 匀速转动，小球振动达到稳定时其振动的周期为 4s
 D. 若圆盘以 30r/min 匀速转动，欲使小球振幅增加则可使圆盘转速适当减小

【分析】 由图乙读出小球振动的固有周期，求得固有频率。小球做受迫振动时，受迫振动的频率等于驱动力的频率。当驱动力周期等于振动系统的固有周期时，会产生共振现象，由此分析。

【解答】 解：A. 0~1s 内小球所受的回复力不断减小，且方向为 x 轴负方向，故 A 错误；

B. 运动过程中小球的加速度不断变化，最大加速度可能等于重力加速度 g ，故 B 错误；

C. 若圆盘以 30r/min 匀速转动，小球做受迫振动，振动达到稳定时其振动的周期等于驱动力的周期

$$T = \frac{60}{30} \text{s} = 2\text{s}, \text{ 故 C 错误；}$$

D. 若圆盘以 30r/min 匀速转动，欲使小球振幅增加则可使圆盘转速适当减小，当圆盘以 15r/min 匀速转动时，驱动力的周期为 $T = \frac{60}{15} \text{s} = 4\text{s}$

恰好等于弹簧和小球的固有周期，发生共振，小球的振幅最大。故 D 正确。

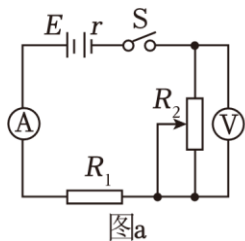
故选：D。

【点评】 解决本题的关键掌握共振的条件：驱动力周期等于振动系统的固有周期，以及知道振子做受迫振动时的频率等于驱动力的频率，与振动系统的固有频率无关。

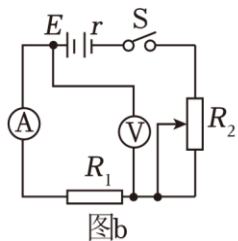
9. (4分) 在“测干电池的电动势和内电阻”实验中，某同学连接好电路进行测量，得到数据如下表所示。

分析得到的数据发现不对，进一步研究表明实验电路连接错了。你认为 ()

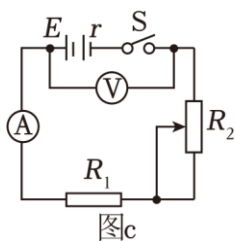
U/V	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00	1.10
I/A	0.18	0.21	0.24	0.27	0.31	0.33



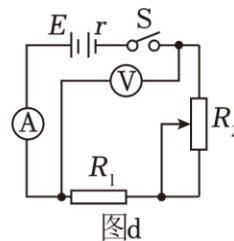
图a



图b



图c



图d

- A. 该同学所连接的电路可能是上面电路图中的图 c
 B. 该同学所连接的电路可能是上面电路图中的图 d
 C. 为了准确完成实验目标，该同学还要继续采用图 a 继续实验
 D. 为了准确完成实验目标，该同学还要继续采用图 b 继续实验

【分析】 根据表格数据的特点，分析每个电路图中当电流增大（或滑动变阻器减小）时，电压表的变化特点，判断是哪个电路图符合数据特点；

根据实验原理有方程法或 $U - I$ 图象法求解电动势和内阻。

【解答】 解：AB、由表格数据可以看出，当电流表示数增大时，电压表的示数也增大。但仔细分析四个选项的电路图知道：ACD 三个图均是当电流表示数增大时，电压表的示数减小，该同学使用的是图 b，故 AB 错误；

CD、要测量电源电动势和内阻，必须测量路端电压和电路中的总电流要有两组数据以上。

a 图，把 R_1 、 R_g 等效为电源内阻，由闭合回路欧姆定律有： $U = E - I(R_1 + R_g + r)$ ，若已知 R_1 和 R_g ，则能测出 E 和 r ，恰符合要求。

b 图，只是测量定值电阻两端电压和电流，无法获得电源电动势和内阻。

c 图，由闭合回路欧姆定律有： $U = E - Ir$ ，若不考虑电压表的内阻，则也能测出 E 和 r 。

d 图，由闭合回路欧姆定律有： $U = E - I(R_g + r)$ ，若已知电流表内阻，也能测出 E 和 r ，

综合以上可知，C 正确，D 错误。

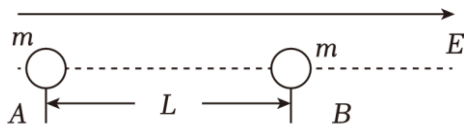
故选：C。

【点评】 实验电路的选择是考试中经常出现的问题，在学习中要注意掌握好其合理、准确的原则；同时注意各电表示数变化之间变化的规律。

10. (4分) 在电场强度为 E 的足够大的匀强电场中，有一与电场线平行的绝缘水平面，如图中虚线所示。

平面上有两个静止的小球 A 和 B，质量均为 m ，A 球带电荷量 $+Q$ ，B 球不带电。开始时两球相距 L ，

在电场力的作用下，A 球开始沿直线运动，并与 B 球发生正碰，碰撞中无机械能损失。设在每次碰撞过程中，A、B 两球间无电荷量转移，且不考虑一切阻力及两球间的万有引力。则（ ）



- A. A 球经过时间 $2\sqrt{\frac{2mL}{QE}}$ 与 B 球发生第一次碰撞
- B. A 球在以后与 B 球发生碰撞的时间间隔逐渐呈均匀递增
- C. A 球与 B 球发生碰撞的时间间隔一直保持不变，大小都是 $\sqrt{\frac{2mL}{QE}}$
- D. AB 球在第 5 次正碰与第 6 次正碰之间的时间间隔是 $2\sqrt{\frac{2mL}{QE}}$

【分析】 对小球 A 进行研究，根据牛顿第二定律和运动学的公式求解 A 与 B 球发生第一次碰撞的时间间隔；由动量守恒定律和机械能守恒定律列出等式求解碰撞后的速度大小；第二次碰撞后，分析物体的运动，由位移关系求解时间间隔。

【解答】 解：A、对小球 A 进行研究，根据牛顿第二定律可得： $QE=ma$

运动学的公式有， $L=\frac{1}{2}at_1^2$

联立解得： $t_1=\sqrt{\frac{2mL}{QE}}$ ，故 A 错误；

BCD、A 沿电场线方向运动 L 的过程中，由动能定理可得： $QEL=\frac{1}{2}mv^2$

取向右为正方向，由动量守恒定律得， $mv=mv_1+mv_2$

又由碰撞的过程中无机械能损失，根据机械能守恒定律可得： $\frac{1}{2}mv^2=\frac{1}{2}mv_1^2+\frac{1}{2}mv_2^2$

其中 v_1 为 A 碰撞后的速度， v_2 为 B 碰撞后的速度，联立解得： $v_1=0$ ， $v_2=\sqrt{\frac{2QEL}{m}}$

碰撞后 A、B 两球碰后速度交换，设经过 t_2 时间二者再次相遇，根据运动学公式可得： $\frac{1}{2}at_2^2=v_2t_2$ ，

解得： $t_2=\frac{2v_2}{a}$ ，

第二次碰撞后 A 球速度为 v_2 ，B 球速度为 v_3 ，所以 $v_3=at_2=2v_2$ ，

由位移关系得 $v_2t_3+\frac{1}{2}at_3^2=v_3t_3$ ，

解得： $t_3=\frac{2v_2}{a}$ ，

依此类推，得 $v_{n-1}t_n+\frac{1}{2}at_n^2=v_nt_n$ ，

得 $t_n=\frac{2v_2}{a}$ ，时间间隔相等，均为： $\Delta t=2\sqrt{\frac{2mL}{QE}}$ ，故 D 正确、BC 错误。

故选：D。

【点评】本题以带电粒子在电场中的运动为核心命题，考查了电场力做功、动量守恒、动能定理和利用数学方法解决物理问题的能力等。解题的难点在于猜测碰撞的时间间隔是否相等，然后利用不完全归纳的方法得出结论。当然还可以利用图象来计算出时间间隔。解决时关键点在于二者碰撞的过程中位移相等。

二、非选择题：共 5 题，共 60 分。其中第 12~15 题解答时请写出必要的文字说明、方程式和重要的演算步骤，只写出最后答案的不能得分；有数值计算时，答案中必须明确写出数值和单位。

11. (15 分) 实验小组的同学们用如图 1 所示的装置做“用单摆测量重力加速度”的实验。

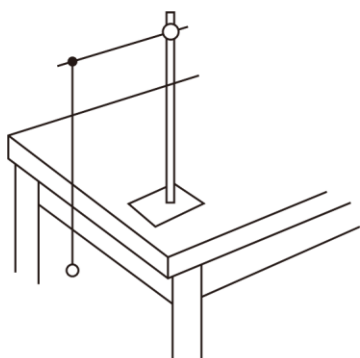


图1

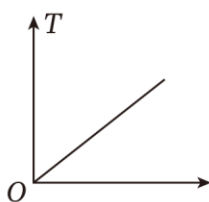


图2

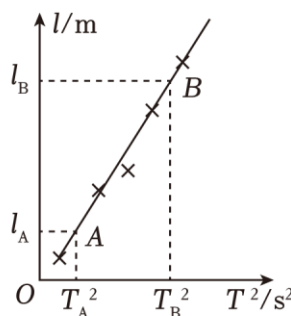


图3

- (1) 选择好器材，将符合实验要求的单摆悬线上端固定在铁架台上，测出悬点到小球球心的距离 l ；
- (2) 将摆球拉离平衡位置一个小角度松手使其在竖直平面内摆动，测量单摆完成 n 次全振动所用的时间 t ，则重力加速度 $g = \frac{4\pi^2 n^2 l}{t^2}$ 。（用 l 、 n 、 t 表示）

（3）甲同学测得的重力加速度数值大于当地重力加速度的实际值，造成这一情况的原因可能是 CD。（填选项前的字母）

（4）乙同学多次改变单摆的摆长并测得相应的周期，他根据测量数据画出了如图 2 所示的图像，但忘记在图中标明横坐标所代表的物理量。你认为横坐标所代表的物理量是 \sqrt{l} （填“ l^2 ”“ l ”或“ \sqrt{l} ”）。

- A. 开始摆动时振幅较小
- B. 开始计时时，过早按下秒表
- C. 测量周期时，误将摆球 $(n - 1)$ 次全振动的时间记为 n 次全振动的时间
- D. 测量摆长时，以悬点到小球下端边缘的距离为摆长

（5）丙同学正确完成实验操作后，整理器材时突然发现单摆静止时摆球重心在球心的正下方，他测量时是将悬点到球心的距离作为摆长 l ，通过改变摆线的长度，测得 5 组 l 和对应的周期 T 。为了消除摆

若图线斜率为 k ，则重力加速度 $g = \frac{4\pi^2}{k^2}$ （用 k 表示）。

（6）丁同学正确完成实验操作后，整理器材时突然发现单摆静止时摆球重心在球心的正下方，他测量时是将悬点到球心的距离作为摆长 l ，通过改变摆线的长度，测得 5 组 l 和对应的周期 T 。为了消除摆

长不准对实验结果的影响，他画出 $l - T^2$ 图像，利用图像计算出重力加速度的表达式应为 $g = \underline{\hspace{2cm}}$

$$\frac{4\pi^2(1_B - 1_A)}{T_B^2 - T_A^2} \text{—}。$$

【分析】 (2) 应用单摆周期公式求出重力加速度。

(3) 应用单摆周期公式求出重力加速度，然后分析实验误差。

(4) 应用单摆周期公式求出图象的函数表达式，然后分析答题。

(5) 应用单摆周期公式求出图象的函数表达式，然后根据图示图象求出重力加速度。

【解答】 解：(2) 单摆的周期 $T = \frac{t}{n}$

由单摆周期公式 $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$

$$\text{可知重力加速度: } g = \frac{4\pi^2 l}{T^2} = \frac{4\pi^2 l}{\left(\frac{t}{n}\right)^2} = \frac{4\pi^2 n^2 l}{t^2}$$

(3) 由单摆周期公式 $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ 可知，重力加速度 $g = \frac{4\pi^2 l}{T^2}$

A、重力加速度的测量值与振幅无关，开始摆动时振幅较小不会造成重力加速度的测量值偏大，故 A 错误；

B、开始计时时，过早按下秒表，所测周期 T 偏大，所测重力加速度偏小，故 B 错误；

C、测量周期时，误将摆球 $(n - 1)$ 次全振动的时间记为 n 次全振动的时间，所测周期 T 偏小，导致所测重力加速度偏大，故 C 正确；

D、测量摆长时，以悬点到小球下端边缘的距离为摆长，所测摆长偏大，所测重力加速度偏大，故 D 正确。

故选：CD。

(4) 由单摆周期公式 $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ 可知： $T = \frac{2\pi}{\sqrt{g}} \times \sqrt{l}$ ， T 与 \sqrt{l} 成正比，横坐标所代表的物理量是 \sqrt{l} ，

$$\text{图象的斜率 } k = \frac{2\pi}{\sqrt{g}}, \text{ 重力加速度 } g = \frac{4\pi^2}{k^2}$$

(5) 由单摆周期公式 $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ 可知： $l = \frac{g}{4\pi^2} \times T^2$ ，图象的斜率 $k = \frac{g}{4\pi^2} = \frac{1_B - 1_A}{T_B^2 - T_A^2}$

$$\text{解得重力加速度: } g = \frac{4\pi^2(1_B - 1_A)}{T_B^2 - T_A^2}$$

故答案为：(2) $\frac{4\pi^2 n^2 l}{t^2}$; (3) CD; (4) $\sqrt{1}$; $\frac{4\pi^2}{k^2}$; (5) $\frac{4\pi^2 (l_B - l_A)}{T_B^2 - T_A^2}$ 。

【点评】 本题考查了应用单摆测重力加速度实验，理解实验原理是解题的前提与关键，应用单摆周期公式即可解题。

12. (8分) 某校运动会进行趣味颠球比赛，一同学用头颠球。某一次足球从静止开始下落 80cm 后，又被重新顶起，离开头部后竖直上升的最大高度为 125cm。已知足球的质量为 0.4kg，足球与头部的作用时间为 0.1s，重力加速度 g 取 10m/s^2 ，不计空气阻力。求：

- (1) 足球被重新顶起时的速度大小；
- (2) 足球对头部的作用力。



【分析】 (!) 根据速度—位移公式求解足球被重新顶起时的速度大小；

(2) 对足球应用动量定理求解头部对足球的平均作用力的大小，根据牛顿第三定律求解足球对头部的作用力。

【解答】 解：(1) 足球离开头部后竖直上升的最大高度为： $h_2 = 125\text{cm} = 1.25\text{m}$ ，根据速度—位移公式得：

$$v_2^2 = 2gh_2$$

代入数据解得足球被重新顶起时的速度大小为： $v_2 = 5\text{m/s}$

(2) 足球从静止开始下落高度为： $h_1 = 80\text{cm} = 0.80\text{m}$ ，足球与头部接触时的速度大小为 v_1 ，根据速度—位移公式得： $v_1^2 = 2gh_1$

代入数据解得： $v_1 = 4\text{m/s}$

以足球为研究对象，设足球与头部的平均作用力大小为 F ，规定竖直向上为正方向，根据动量定理得：

$$(F - mg)t = mv_2 - (-mv_1)$$

代入数据解得头部对足球的平均作用力为： $F = 40\text{N}$

由牛顿第三定律可知足球对头部的作用力为： $F' = F = 40\text{N}$ ，方向竖直向下。

答：(1) 足球被重新顶起时的速度大小为 5m/s ；

(2) 足球对头部的作用力为 40N ，方向竖直向下。

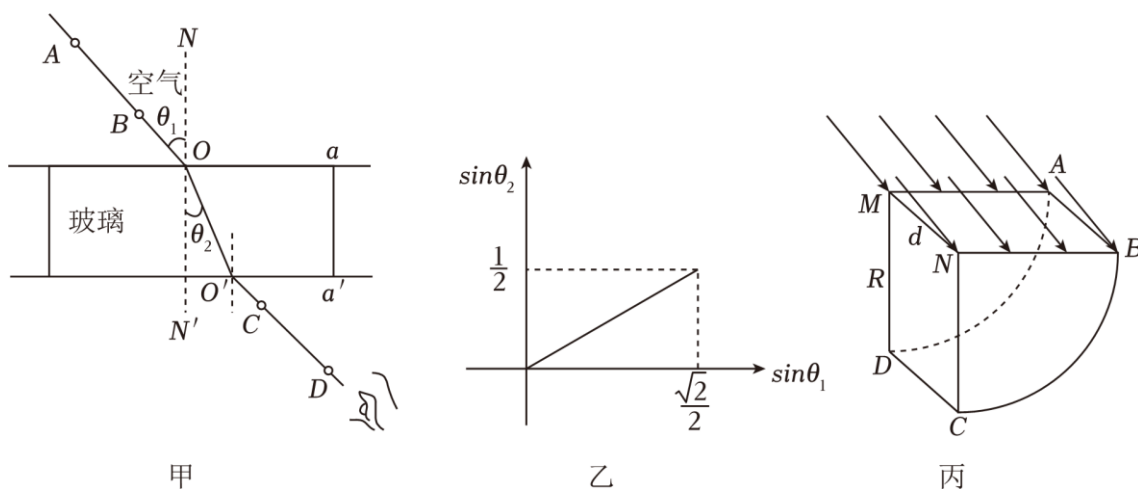
【点评】 本题以某校运动会进行趣味颠球比赛为情景载体，主要是考查动量定理，利用动量定理解答问

题时，要注意分析运动过程中物体的受力情况，知道合外力的冲量才等于动量的变化，同时要规定正方向。

13. (8分) 如图甲所示，在“测定玻璃的折射率”实验中，某同学利用入射角 θ_1 与折射角 θ_2 ，作出 $\sin\theta_2 - \sin\theta_1$ 的图像如图乙所示。求：

(1) 该玻璃的折射率 n ；

(2) 他再取用该种玻璃制成截面为四分之一圆面的玻璃柱体，半径为 R ，厚度为 d 。如图丙所示，一束刚好覆盖 $ABNM$ 面的单色光，以与该面成 45° 角的方向入射。若只考虑首次入射到 $ABCD$ 面上的光，则 $ABCD$ 面上的光透出部分的面积 S 为多少？



【分析】(1) 根据折射率的定义求解该玻璃的折射率 n ；

(2) 作出两条特殊光线，一是从 N 或 M 点射入玻璃柱体的光线，在 $ABNM$ 面上折射后在 BC 圆弧面射出时传播方向不变，二是在 BC 圆弧面上发生恰好全反射的光线，有光透出的部分在这两条光线之间，然后根据几何关系求解。

【解答】解：(1) 该玻璃的折射率为 $n = \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{\frac{\sqrt{2}}{2}}{\frac{1}{2}} = \sqrt{2}$

(2) 光线在 $ABNM$ 面上折射时，根据折射定律有： $n = \frac{\sin i}{\sin r}$ ，得 $\sin r = \frac{\sin i}{n} = \frac{\sin 45^\circ}{\sqrt{2}} = 0.5$ ，则折射角为 $r = 30^\circ$ ，即光进入玻璃后光线与 NC 的夹角为 30° 。

过 N 的光线垂直入射到 BC 界面上点 D 射出， D 到 C 之间没有光线射出；越接近 B 的光线入射到 BC 界面上时的入射角越大，发生全反射的可能性越大。

根据临界角公式： $\sin C = \frac{1}{n} = \frac{\sqrt{2}}{2}$ ，可得临界角 $C = 45^\circ$

设 BC 界面上的临界点为 E ，此光线在 NB 界面上点 F 入射，则 $\angle BNE = \angle BFE - C = 60^\circ - 45^\circ = 15^\circ$ ， E 到 B 之间没有光线射出。由此可得没有光线射出的圆弧对应圆心角为 $\alpha = \angle DNC + \angle BNE = 30^\circ + 15^\circ$

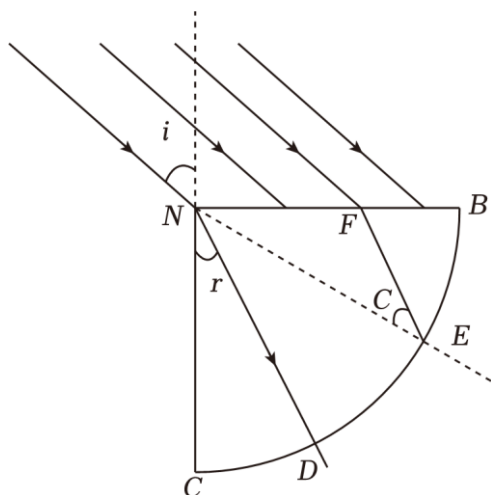
$$=45^\circ = \frac{\pi}{4}$$

所以有光透出的部分的弧长为 $s = \frac{1}{4}\pi R$ ，则 ABCD 面上有光透出部分的面积为

$$S = sd = \frac{1}{4}\pi R d$$

答：(1) 该玻璃的折射率 n 为 $\sqrt{2}$ ；

(2) ABCD 面上的光透出部分的面积 S 为 $\frac{1}{4}\pi R d$ 。



【点评】 本题要能根据光的折射、全反射原理在 BC 弧面上找到有光线透出的范围，结合几何关系进行处理。

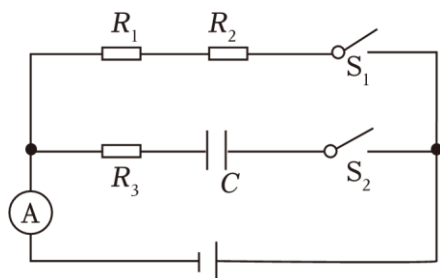
14. (13 分) 在如图所示的电路中， R_1 是由某金属氧化物制成的导体棒，实验证明通过它的电流 I 与电压 U 遵循 $I = kU^3$ 的规律（式中 $k = 0.02 \text{ A/V}^3$ ）。 R_2 、 R_3 为普通电阻都遵循欧姆定律，且 $R_2 = 24 \Omega$ ， $R_3 = 1000 \Omega$ ，电源内电阻 $r = 1 \Omega$ ，电容 $C = 1000 \mu\text{F}$ 。开始时 S_1 和 S_2 均断开，当闭合开关 S_1 后理想电流表示数为 0.16 A 。试求：

(1) 电源的电动势；

(2) 电源的效率；

(3) 已知电容器储存的电场能可表示为 $\frac{1}{2}CU^2$ （ C 为电容器的电容， U 为电容器两端的电压）。现断开

S_1 ，闭合 S_2 ，待电路稳定后，求电容器的带电量和此过程中闭合回路产生的焦耳热（不考虑电磁辐射）。



【分析】 (1) 当闭合开关 S_1 后，根据电路中的电流，由 $I = kU^3$ 求出 R_1 的电压，由闭合电路欧姆定律

求电源的电动势。

(2) 根据电源的输出功率与总功率的百分比求电源的效率，电源的输出功率由 $P_{\text{出}} = EI - I^2 r$ 求解，电源的总功率由 $P_{\text{总}} = EI$ 求解。

(3) 断开 S_1 ，闭合 S_2 ，待电路稳定后，电容器两极板间的电压等于电源的电动势，由 $Q = CE$ 求出此时电容器所带电荷量 q ，由 $W = qE$ 求出电流做功的功，由 $E_{\text{电场}} = \frac{1}{2} C U^2$ 求出电容器储存的电场能，从而求得闭合回路产生的焦耳热。

【解答】解：(1) 当闭合开关 S_1 后，电路中的电流为 $I = 0.16\text{A}$ ，由 $I = kU^3$ 得 R_1 的电压为 $U = \sqrt[3]{\frac{I}{k}} = \sqrt[3]{\frac{0.16}{0.02}} \text{V} = 2\text{V}$

根据闭合电路欧姆定律得：

$$E = U + I(R_2 + r) = 2\text{V} + 0.16 \times (24 + 1) \text{V} = 6\text{V}$$

(2) 电源的输出功率为 $P_{\text{出}} = EI - I^2 r$

电源的总功率为 $P_{\text{总}} = EI$

则电源的效率为 $\eta = \frac{P_{\text{出}}}{P_{\text{总}}} \times 100\%$

代入数据解得： $\eta \approx 97.3\%$

(3) 断开 S_1 ，闭合 S_2 ，待电路稳定后，电容器两极板间的电压等于电源的电动势，则此时电容器所带电荷量为 $q = CE = 1000 \times 10^{-6} \times 6\text{C} = 6 \times 10^{-3}\text{C}$

电流做功的功为 $W = qE = 6 \times 10^{-3} \times 6\text{J} = 3.6 \times 10^{-2}\text{J}$

电容器储存的电场能为 $E_{\text{电场}} = \frac{1}{2} C E^2 = \frac{1}{2} \times 1000 \times 10^{-6} \times 6^2\text{J} = 1.8 \times 10^{-2}\text{J}$

故此过程中闭合回路产生的焦耳热为 $Q = W - E_{\text{电场}} = 3.6 \times 10^{-2}\text{J} - 1.8 \times 10^{-2}\text{J} = 1.8 \times 10^{-2}\text{J}$

答：(1) 电源的电动势为 6V ；

(2) 电源的效率为 97.3% ；

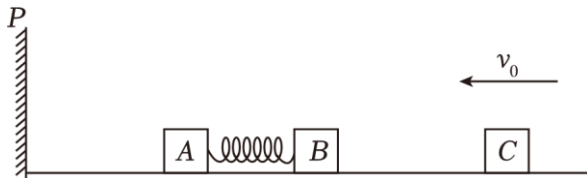
(3) 电容器的带电量为 $6 \times 10^{-3}\text{C}$ ，此过程中闭合回路产生的焦耳热为 $1.8 \times 10^{-2}\text{J}$ 。

【点评】解答本题的关键要明确断开 S_1 ，闭合 S_2 后能量的转化情况，知道电流做的功等于电源提供的电能，减去电容器储存的电场能，即为闭合回路产生的焦耳热。

15. (16分) 如图所示，两个滑块 A 和 B 用轻质弹簧相连，在光滑的水平直轨道上处于静止状态，在它们左边有一垂直于轨道的固定挡板 P。右边有一滑块 C 沿轨道以速度 v_0 滑向 B，C 与 B 发生碰撞并立即结成一个整体 D。在它们继续向左运动的过程中，当弹簧长度变到最短时，长度突然被锁定，不再改变，然后 A 球与挡板 P 发生碰撞，碰撞后 A、D 都静止不动，A 与 P 接触而不粘连，过一段时间，突然解

除锁定（锁定及解除锁定均无机械能损失）。已知 A 滑块质量为 $2m$ ，B 和 C 两滑块的质量均为 m ，三个滑块均为大小一样的刚性滑块且均可看成质点。求：

- (1) 弹簧长度刚被锁定后 A 滑块的速度大小；
- (2) A 滑块离开挡板 P 时 D 的速度大小，以及此后的运动过程中，弹簧的最大弹性势能；
- (3) A 滑块离开挡板 P 后，弹簧中点运动位移为 d 需要的时间。



【分析】 (1) 与挡板 P 碰撞前，A、B、C 动量守恒，根据动量守恒定律进行解答；

(2) C 与 B 碰撞过程中，根据动量守恒定律求解碰撞后的速度大小；根据能量守恒定律求解锁定时弹簧弹性势能，由此得到 A 滑块离开挡板 P 时 D 的速度大小；当 D 与 A 速度相等时弹簧的弹性势能最大，根据能量守恒定律、动量守恒定律列方程求解；

(3) 从 A 开始运动计时，系统动量守恒，并且质心速度保持不变，由此解答。

【解答】 解：(1) 与挡板 P 碰撞前，A、B、C 动量守恒，取向左为正方向，根据动量守恒定律可得： $m v_0 = 4m v_1$

$$\text{解得： } v_1 = \frac{1}{4} v_0;$$

(2) C 与 B 碰撞过程中，取向左为正方向，根据动量守恒定律可得： $m v_0 = 2m v$

$$\text{锁定时，弹簧弹性势能为 } E_{p1} = \frac{1}{2} \times 2m v^2 - \frac{1}{2} \times 4m v_1^2$$

$$\text{A 离开挡板 P 时，D 获得全部弹性势能，则有： } E_{p1} = \frac{1}{2} \times 2m v_2^2$$

$$\text{联立解得： } v_2 = \frac{\sqrt{2}}{4} v_0;$$

当 D 与 A 速度相等时，设为 v_3 ，此时弹簧的弹性势能最大为 E_{p2} ；

$$\text{根据能量守恒定律可得： } E_{p2} = E_{p1} - \frac{1}{2} \times 4m v_3^2$$

A 离开挡板后到 A 与 D 速度相等过程中，取向右为正方向，根据动量守恒定律可得： $2m v_2 = 4m v_3$

$$\text{解得： } E_{p2} = \frac{1}{16} m v_0^2;$$

(3) 从 A 开始运动计时，系统动量守恒，并且质心速度保持 v_3 不变，所以： $t = \frac{d}{v_3}$

$$\text{解得： } t = \frac{4\sqrt{2} d}{v_0}.$$

答：(1) 弹簧长度刚被锁定后 A 滑块的速度大小为 $\frac{1}{4}v_0$ ；

(2) A 滑块离开挡板 P 时 D 的速度大小为 $\frac{\sqrt{2}}{4}v_0$ ；此后的运动过程中，弹簧的最大弹性势能为 $\frac{1}{16}mv_0^2$ ；

(3) A 滑块离开挡板 P 后，弹簧中点运动位移为 d 需要的时间为 $\frac{4\sqrt{2}d}{v_0}$ 。

【点评】 本题主要是考查了动量守恒定律和能量守恒定律；对于动量守恒定律，其守恒条件是：系统不受外力作用或某一方向不受外力作用（或合外力为零）；解答时要首先确定一个正方向，利用碰撞前系统的动量和碰撞后系统的动量相等列方程，再根据能量关系列方程求解。