

高三物理

本试卷满分 100 分, 考试用时 75 分钟。

注意事项:

1. 答题前, 考生务必将自己的姓名、考生号、考场号、座位号填写在答题卡上。
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 7 小题, 每小题 4 分, 共 28 分。在每小题给出的四个选项中, 只有一项是符合题目要求的)

1. 如图所示, 某同学正推着“擦窗神器”在竖直玻璃窗上匀速向上运动, 推力的大小为 F 、方向与竖直方向的夹角为 α ($0^\circ < \alpha < 90^\circ$), 若“擦窗神器”受到的阻力与“擦窗神器”对窗的压力成正比, 则下列说法正确的是

- A. “擦窗神器”受到 3 个力的作用
- B. “擦窗神器”对窗的压力与窗对“擦窗神器”的支持力是一对平衡力
- C. 窗对“擦窗神器”的摩擦力大小等于 $F \cos \alpha$
- D. 若 α 角增大, 则推力 F 一定增大



2. 盾构隧道掘进机, 简称盾构机, 是一种隧道掘进的专用工程机械, 又被称作“工程机械之王”, 是城市地铁建设、开山修路、打通隧道的利器。图为我国最新研制的“聚力一号”盾构机的刀盘, 其直径达 16 m , 转速为 5 r/min , 下列说法正确的是

- A. 刀盘工作时的角速度为 $10\pi\text{ rad/s}$
- B. 刀盘边缘的线速度大小约为 4 m/s
- C. 刀盘旋转的周期为 0.2 s
- D. 刀盘工作时各刀片的线速度均相同



3. 如图所示, 在轮船的船舷和码头的岸边一般都固定有橡胶轮胎, 轮船驶向码头停靠时与码头发生碰撞, 对于这些轮胎的作用, 下列说法正确的是

- A. 减小轮船与码头碰撞过程中所受的冲量
- B. 减小轮船与码头碰撞过程中动量的变化量
- C. 延长轮船与码头碰撞时的作用时间, 以减小碰撞时轮船与码头之间的作用力
- D. 增大轮船与码头碰撞时受到的作用力



4. 某国产科幻巨作对地球如何离开太阳系的思路中有一种是不断地在地球处于近日点时在地球上“点火”，用核动力推动地球加速，使地球围绕太阳做半长轴逐渐增大的椭圆轨道运动，最后离开太阳系。如图所示，假设“点火”后，地球处于“无动力”状态刚好围绕太阳做椭圆轨道运动，其在近日点、远日点的速度分别为 v_1 、 v_2 ，近日点到日心的距离为 r ，太阳质量为 M ，引力常量为 G 。则下列说法正确的是



- A. $v_1 > v_2$, $v_1 = \sqrt{\frac{GM}{r}}$ B. $v_1 > v_2$, $v_1 > \sqrt{\frac{GM}{r}}$
 C. $v_1 < v_2$, $v_1 = \sqrt{\frac{GM}{r}}$ D. $v_1 < v_2$, $v_1 > \sqrt{\frac{GM}{r}}$

5. “纸杯电话”是一种深受小朋友喜欢的科技小制作。如图所示，将两个纸杯作为电话的听筒，将两纸杯底部用细线相连，当拉紧细线对着一个纸杯讲话时，另一端就可以听到讲话的声音。下列关于“纸杯电话”中声波传播的说法正确的是



- A. 空气中的声波是横波
 B. 声波从空气进入细线传播时，频率会发生变化
 C. 声波从空气进入细线传播时，速度会发生变化
 D. 若两个小朋友同时在“电话”两端讲话，声波相遇时一定会发生干涉

6. 微光夜视仪可以在极低亮度的环境下，利用火光、月光、星光、大气辉光等微弱光线或者发射红外探测光照射物体，物体反射的光通过像增强器放大后转变成人眼可清晰观察的图像，从而实现在夜间对目标进行观察。微光夜视仪的核心部件是像增强器，它主要由光电阴极、微通道板、荧光屏三个部分组成(如图所示)。光电阴极将微弱的原始光信号通过光电效应转化成光电子，再通过微通道板对电子进行倍增，利用二次发射的电子能将光电子数量增加数百上千倍，最后在荧光屏(阳极)上将增强后的电子信号再次转换为光学信号，让人眼可以看到。在整个过程中，电子会被外加的静电场加速，进一步增强信号。下列说法正确的是



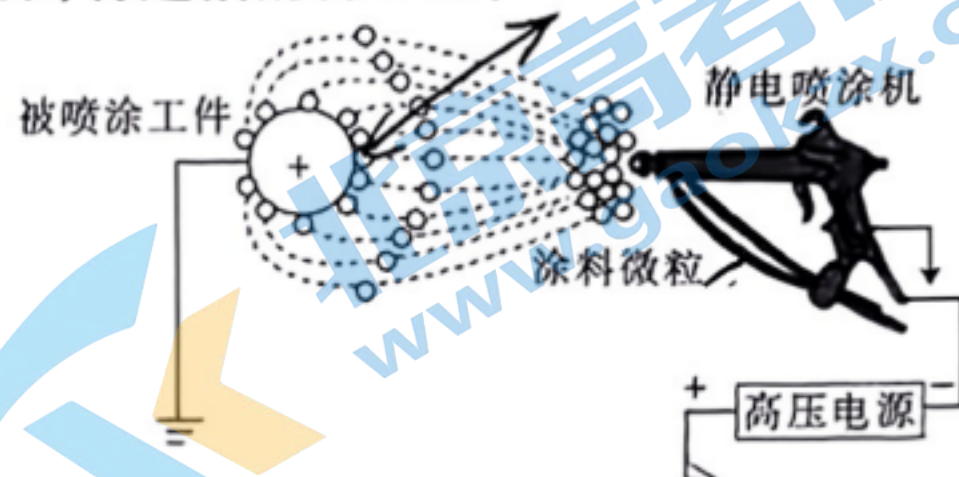
- A. 原始光信号无论频率多少，都能使光电阴极发生光电效应
 B. 原始光信号频率越大，则经过光电阴极发生光电效应后光电子的最大初动能越大
 C. 原始光信号转化而成的光电子就是光子
 D. 电子被外加静电场加速，说明该电场方向与电子运动方向相同
7. 两根无限长直导线，通有如图所示的电流，电流大小相等，图中虚线倾角为 45° ，坐标轴及该虚线将整个平面分成 6 块区域，已知直导线产生的磁场的磁感应强度计算公式 $B = k \frac{I}{r}$ (r 为某点到直导线的距离)，关于该两直导线在各处产生的合磁感应强度，下列说法正确的是



- A. 虚线上各点的磁感应强度不为零
 B. ②④⑥区域内磁场磁感应强度方向垂直于纸面向里
 C. ①③⑤区域内磁场磁感应强度方向垂直于纸面向里
 D. ③⑥区域内磁场为匀强磁场

二、多项选择题(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,有多项符合题目要求,全部选对的得 6 分,选对但不全的得 3 分,有选错的得 0 分)

8. 静电喷涂是指利用电晕放电原理使雾化微粒在高压直流电场作用下带电,并吸附于带正电的基底。如图所示,静电喷涂设备由喷枪、喷杯以及静电喷涂高压电源等组成。则下列说法正确的是



- A. 雾化微粒在高压直流电场作用下带正电荷
- B. 雾化微粒在高压直流电场作用下带负电荷
- C. 雾化微粒在吸附过程中电势能增加
- D. 雾化微粒在吸附过程中电势能减少

9. 电动汽车无线充电示意图如图所示,若发射线圈的输入电压为 $u = 220\sqrt{2} \sin(100\pi t)$ V、匝数为 1100 匝,接收线圈的匝数为 2200 匝。若发射线圈输出功率为 13.2 kW,变压器为理想变压器,下列说法正确的是



- A. 采用直流电源也能为电动汽车充电
- B. 发射线圈与接收线圈中交变电流的频率相等,均为 100 Hz
- C. 副线圈输出电流的有效值为 30 A
- D. 副线圈输出电压的峰值为 $440\sqrt{2}$ V

10. 在空间中存在垂直于纸面向外的匀强磁场 B 和沿着纸面竖直方向的匀强电场 E (图中均未画出),有一带负电的粒子(不考虑重力),从 O 点由静止释放后,其运动轨迹如图所示,则下列说法正确的是

- A. 电场方向为竖直向下
- B. 该粒子在轨迹最低点所受合外力方向竖直向上
- C. 该粒子从释放到轨迹最低点的过程中,电势能减小
- D. 该粒子从释放到轨迹中相邻最高点的过程中,做速率不变的曲线运动

三、非选择题(本题共 5 小题,共 54 分。考生根据要求作答)

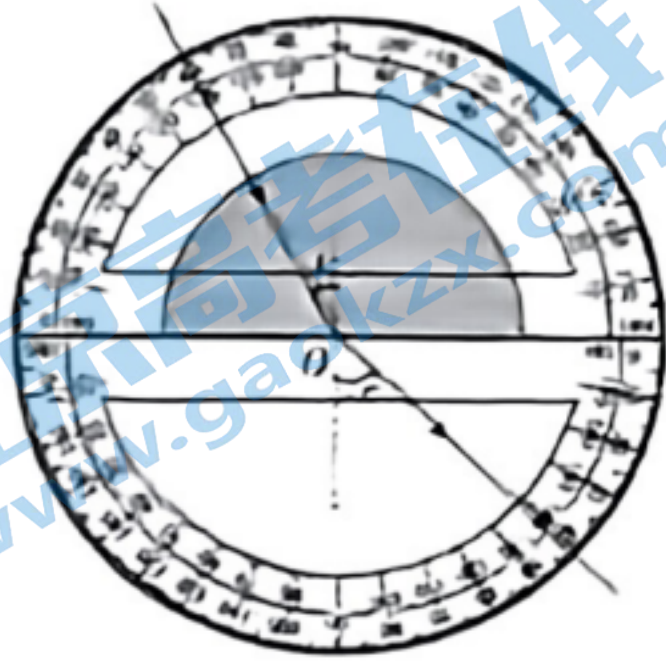
11. (7 分)某小组开展研究性学习,欲根据光学知识,测量一半圆柱体玻璃砖的折射率。具体步骤如下:

- (1)如图甲所示,将白纸固定在水平桌面上,两个量角器作一同心圆 O ,并标上相应的刻度和度数;
- (2)将被测量半圆柱体玻璃砖垂直放在白纸上,圆柱体的圆心和同心圆的圆心对齐,圆柱体直线边与量角器 0 刻度线对齐;
- (3)用铅笔准确描出玻璃砖底面圆的轮廓。
- (4)用激光笔发出细束激光,对准圆柱体的圆心沿半径方向入射,分别准确记录入射角 i 和

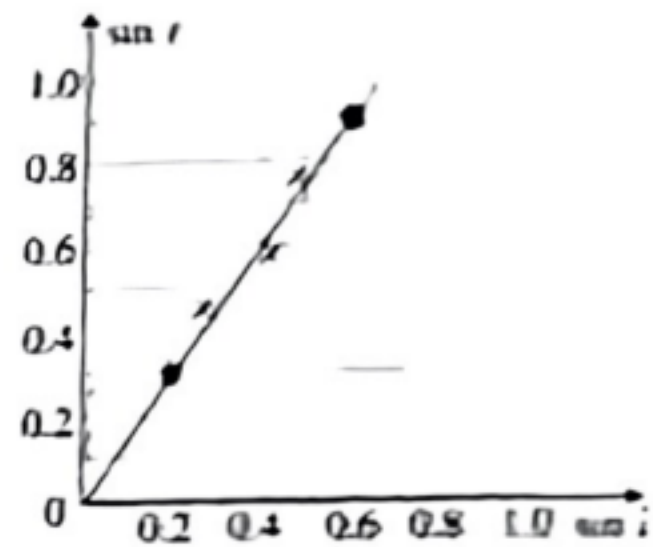
折射角 r ，图甲中对应的人射角 i 和折射角 r 。

(5) 改变入射角，再次记下入射角 i 和折射角 r ，根据多次测量数值，作出 $\sin r - \sin i$ 图像如图乙所示，则玻璃砖的折射率为 n (结果保留两位有效数字)。

(6) 根据相对误差的计算式为 $\frac{\text{测量值} - \text{真实值}}{\text{真实值}} \times 100\%$ ，为了减小测量的相对误差，实验中激光在 O 点入射时应使入射角 (填“适当大一些”或“尽量小一些”)，考虑到入射光在圆柱体的直线边界可能发生 (填“全反射”或“反射”) 现象，故入射角不能 (填“太大”或“太小”)。



甲

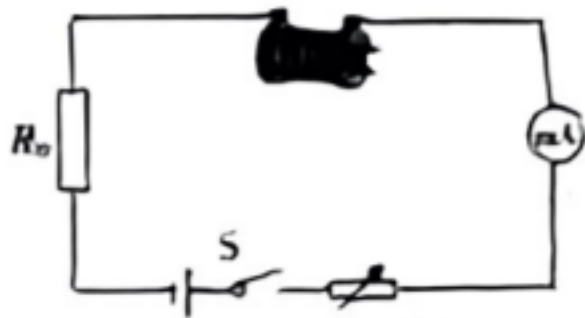


乙

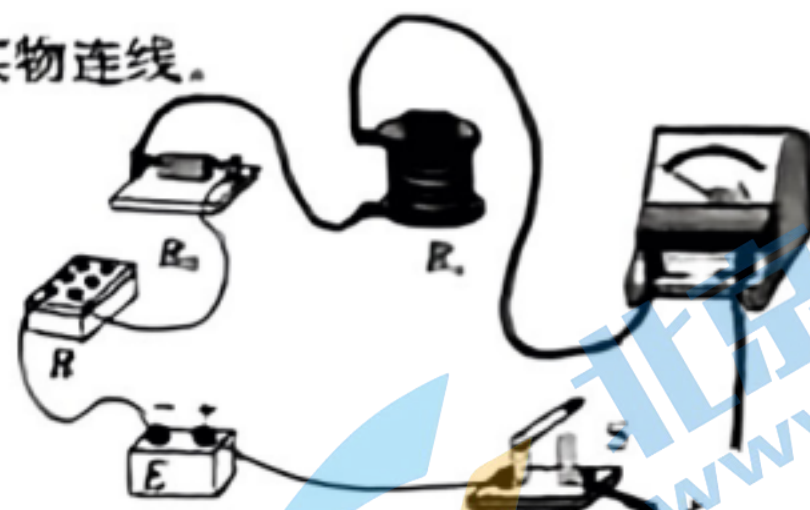
12. (10 分) 某探究小组设计了测量通电螺线管的电阻率的实验。所用器材有：恒压电源 E (内阻可忽略)；毫安表 mA (量程为 100 mA ，内阻可忽略)；定值电阻 R_0 (阻值为 500Ω)，电阻箱 R (最大阻值为 999.9Ω)；开关 S ；待测螺线管 R_x ；导线若干。请完成下列实验操作和计算。

(1) 电路连接

图甲为实验原理图，按图甲将图乙中的实物连线。



甲

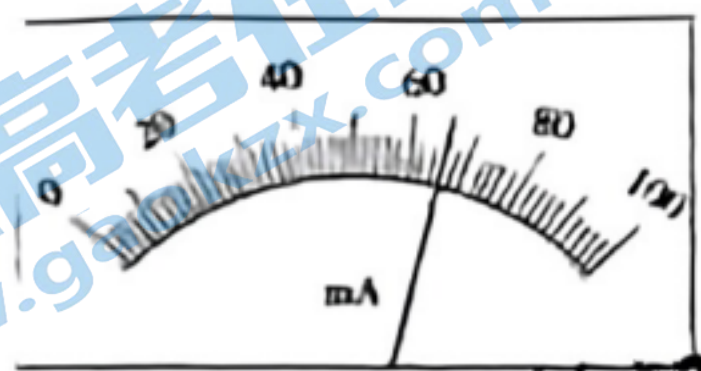


乙

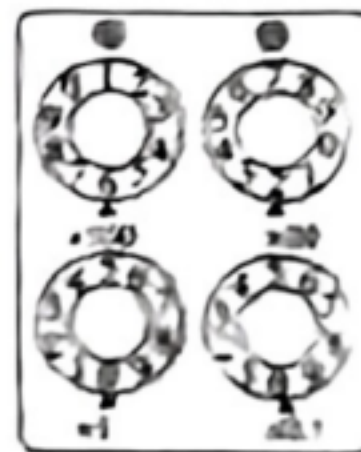
(2) 螺线管的电阻率的测量

① 将电阻箱置于最大阻值处。

② 闭合开关 S ，逐渐改变电阻箱接入电路的阻值，使毫安表指针有较大角度偏转，此时毫安表示数如图丙所示， $I_1 =$ _____ mA ，对应电阻箱读数(如图丁所示)为 $R_1 =$ _____ Ω 。



丙



③ 继续改变电阻箱接入电路的阻值，得出第二组毫安表和电阻箱读数，分别为 $I_2 = 88 \text{ mA}$ ， $R_2 = 320.0 \Omega$ 。

④断开开关 S, 据上述数据, 计算得到通电螺线管的电阻为 _____ Ω (结果保留三位有效数字)。

⑤将导线从螺线管中取下来, 拉直测出其长度和直径, 从而可求得该待测通电螺线管的电阻率。

(3) 误差分析

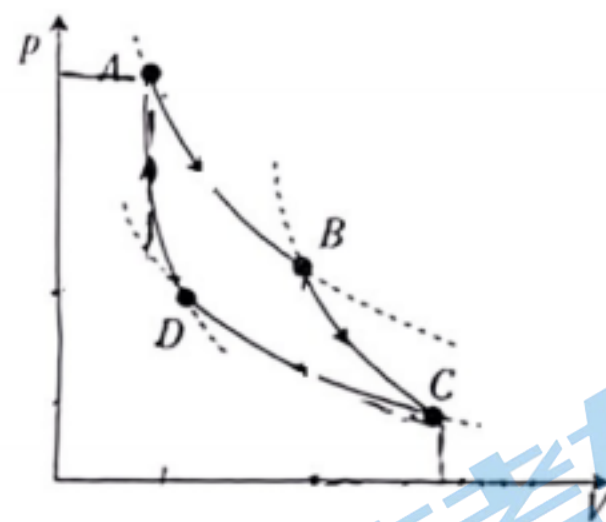
本实验若考虑毫安表内阻, 则测得通电螺线管电阻比真实值 _____ (填“偏大”或“偏小”)。

13. (9 分) 卡诺循环(Carnot cycle)是由法国工程师萨迪·卡诺于 1824 年提出的, 以分析热机的工作过程。卡诺循环包括四个步骤: 等温膨胀, 绝热膨胀, 等温压缩, 绝热压缩。如图所示, 热机汽缸内的理想气体先从压强为 p_0 、体积为 V_0 、温度为 T_0 的状态 A 等温膨胀到体积为 $\frac{5}{3}V_0$ 、压强为 p_B 的状态 B, 然后从状态 B 绝热膨胀到体积为 $4.0V_0$ 、压强为 $\frac{4}{25}p_0$ 、温度为 T_C 的状态 C, 之后再经过等温压缩 绝热压缩过程回到初始状态 A, 整个循环过程中气体对外界做功大小为 W_0 。已知 p_0 、 V_0 、 T_0 和 W_0 。求:

(1) p_B 的表达式;

(2) T_C 的表达式;

(3) 经过整个卡诺循环过程, 气体是吸收还是放出热量, 其量是多少?

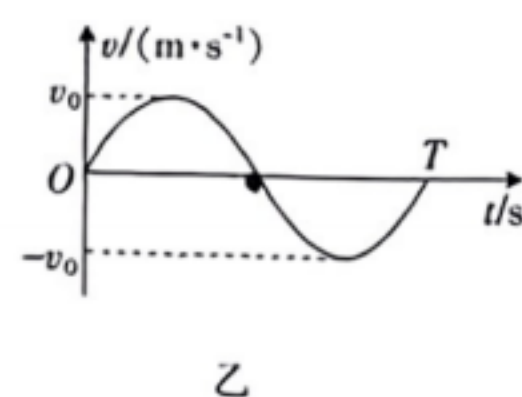
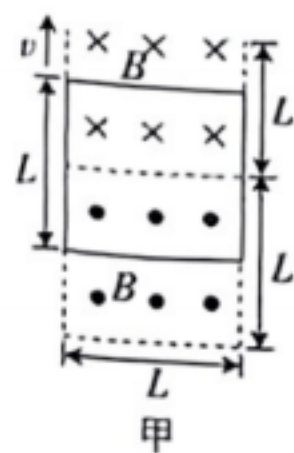


14. (13 分) 海浪发电是一种应用前景广阔的新能源技术, 海浪通过传动装置带动线圈在磁场中做切割磁感线运动从而发电, 实现海浪动能向电能的转化。某科技小组设计了一发电模型, 其原理图如图甲所示, N 匝正方形闭合线圈处在垂直于线圈平面的组合磁场中, 组合磁场是由两方向相反的匀强磁场组成的, 磁感应强度大小均为 B , 线圈和磁场的宽度均为 L , 设线圈的总电阻为 R , 总质量为 m , 线圈在海浪的带动下上下运动切割磁感线且线圈在运动过程中不会超出磁场范围, 其运动的速度-时间图像如图乙所示。线圈处于平衡位置时, 线圈的中线恰好与组合磁场中的中线重叠。求:

(1) 运动过程中, 该线圈产生的最大感应电流;

(2) 运动过程中, 该线圈所受安培力的最大值;

(3) 在理想条件下, 该线圈的发电功率。

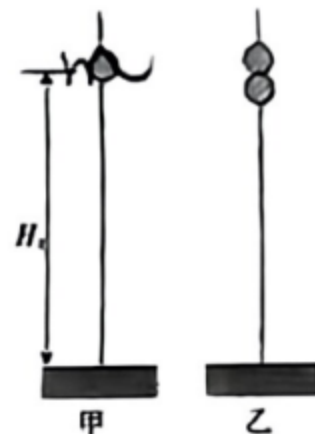


15. (15分)某同学用如图甲所示的装置做一探究实验,将一质量为 m 的带孔小球穿在光滑竖直杆上,从高度为 H_1 处由静止释放,与地面发生碰撞后该小球竖直反弹的最大高度为 $\frac{1}{4}H_1$;经过多次实验发现,每次小球碰地后的速度大小与碰地前速度大小之比为一定值,假定小球与竖直杆间的摩擦力和空气阻力均可忽略不计,重力加速度大小为 g

(1)求该定值的大小;

(2)现让该小球仍从 H_1 处释放,为了使得小球与地面碰撞后反弹高度与释放高度相等,则在小球释放瞬间对小球迅速向下拍打,求拍打过程对小球做的功;

(3)如图乙所示,在同一高度 H_1 同时释放两质量相同的小球(小球均可视为质点),下方的小球碰地后立刻与上方的小球发生弹性正碰,求碰撞后上方小球能弹起的最大高度。



高三物理参考答案

1. D **【解析】**“擦窗神器”受到重力、支持力、推力和摩擦力 4 个力作用,选项 A 错误;“擦窗神器”对窗的压力与窗对“擦窗神器”的支持力属于相互作用力,不是平衡力,选项 B 错误;根据平衡条件有 $F\cos\alpha = f + mg$, $F\sin\alpha = N$, $f = \mu N$,窗对“擦窗神器”的摩擦力大小等于 $F\cos\alpha - mg$,选项 C 错误;由以上平衡方程解得 $F = \frac{mg}{\cos\alpha - \mu\sin\alpha}$, α 角在 $0 \sim 90^\circ$ 之间变化时, α 角增大,分母减小, F 增大,选项 D 正确。
2. B **【解析】**刀盘的转速 $n = 5 \text{ r/min} = \frac{1}{12} \text{ r/s}$,刀盘工作时的角速度 $\omega = 2\pi n = \frac{\pi}{6} \text{ rad/s}$,选项 A 错误;刀盘边缘的线速度 $v = \omega r = \omega \times \frac{d}{2} = \frac{4\pi}{3} \text{ m/s} \approx 4 \text{ m/s}$,选项 B 正确;刀盘旋转的周期 $T = \frac{1}{n} = 12 \text{ s}$,选项 C 错误;刀盘各刀片工作时的角速度 ω 均相等,但各刀片的半径 r 不一定相等,根据 $v = \omega r$ 可知,刀盘工作时各刀片的线速度不一定相等,选项 D 错误。
3. C **【解析】**对轮船靠岸与码头碰撞的过程,轮船的初、末速度不会受轮胎影响,轮船的动量变化量相同,根据动量定理,轮船受到的冲量也相同,选项 A、B 错误;轮胎可以起到缓冲作用,延长轮船与码头碰撞时的作用时间,从而减小轮船因碰撞受到的作用力,选项 C 正确、D 错误。
4. B **【解析】**地球环绕太阳在椭圆轨道上运动的过程中,只有万有引力做功,因而机械能守恒,其由近日点向远日点运动时,万有引力做负功,地球的势能增加,动能减小,因此 $v_1 > v_2$;地球离开近日点开始做离心运动,则由离心运动的条件可知 $G\frac{Mm}{r^2} < m\frac{v_1^2}{r}$,解得 $v_1 > \sqrt{\frac{GM}{r}}$,选项 B 正确,A、C、D 错误。
5. C **【解析】**空气中的声波是纵波,选项 A 错误;机械波的振动频率由波源决定,其传播速度由材质决定,则声波从空气进入细线传播时,频率不变,波速发生变化,选项 B 错误、C 正确;两列机械波要发生干涉必须频率相同,两个小朋友讲话的频率不同,则声波相遇时不会发生干涉,选项 D 错误。
6. B **【解析】**原始光信号频率必须大于极限频率,才能发生光电效应,选项 A 错误;原始光信号频率越大,则经过光阴极发生光电效应后光电子的最大初动能越大,选项 B 正确;原始光信号转化而成的光子是电子,而非光子,选项 C 错误;电子被外加静电场加速,说明该电场方向与电子运动方向相反,选项 D 错误。
7. B **【解析】**由于虚线上各点到两直导线的距离相等,两直导线产生的磁场的磁感应强度方向相反,故虚线上各点的磁感应强度为零,选项 A 错误;同理,根据各点到两直导线距离及磁场叠加原理,可得②④⑥区域内磁场感应强度方向垂直于纸面向里,选项 B 正确;①③⑤区域内磁场磁感应强度方向垂直于纸面向外,选项 C 错误;③⑥区域内各点到两直导线距离不等,叠加后磁场有强有弱,并非匀强磁场,选项 D 错误。

8. BD 【解析】由题图知,待喷涂工件带正电,所以涂料微粒应带负电,选项 B 正确;静电喷涂的原理就是让带电的涂料微粒在强电场的作用下被吸附到工件上,电场力做正功,电势能减少,选项 D 正确。

9. CD 【解析】变压器是利用电磁感应原理,必须通过交流电产生变化的磁场,才能产生感应电流,选项 A 错误;变压器是不改变其交变电流的频率的,变压器无法改变电流的频率,频率应为 $f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{100\pi}{2\pi} \text{ Hz} = 50 \text{ Hz}$,选项 B 错误;根据正弦式交流电中有效值和峰值的关系可知,

$$\text{原线圈的电压有效值 } U_1 = \frac{U_m}{\sqrt{2}} = \frac{220\sqrt{2}}{\sqrt{2}} \text{ V} = 220 \text{ V}, \text{ 根据变压器的工作原理有 } \frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{1}{2}, \text{ 解}$$

得副线圈的有效值 $U_2 = 440 \text{ V}$, 峰值为 $440\sqrt{2} \text{ V}$, 因为理想变压器原、副线圈的功率相等,则

$$I_2 = \frac{P_1}{U_2} = \frac{13200 \text{ W}}{440 \text{ V}} = 30 \text{ A}, \text{ 选项 C、D 正确。}$$

10. BC 【解析】该粒子释放后,在洛伦兹力和电场力的共同作用下向右下方运动,说明电场力向下,因而电场方向竖直向上,选项 A 错误;该粒子在轨迹最低点时,受到电场力的方向向下,洛伦兹力方向向上,所受合外力方向向上,为粒子做圆周运动提供向心力,选项 B 正确;该粒子从释放到轨迹最低点的过程中,电场力做正功,电势能减小,选项 C 正确;该粒子从释放到轨迹中相邻最高点的过程中,电场力先做正功,再做负功,洛伦兹力不做功,因此速率先增大后减小,选项 D 错误。

11. (4) 30.0° (1分) 48.0° (1分)

(5) 1.5 (2分)

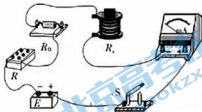
(6) 适当大一些 (1分) 全反射 (1分) 太大 (1分)

【解析】(4)量角器的分度值为 1° ,需要估读到分度值的下一位,故示数分别为 30.0° 、 48.0° 。

(5)由光的折射定律可知,折射率 $n = \frac{\sin r}{\sin i} = \frac{0.9}{0.6} = 1.5$ 。

(6)为了减小入射角和折射角测量的相对误差,实验中激光在 O 点入射时应尽量使人射角适当大一些,但考虑到入射光在圆柱体的直线边界可能发生全反射现象,故入射角不能太大。

12. (1) 如图所示 (2分)



(2) 66 620.0 80.0 (各2分)

(3) 偏大 (2分)

【解析】根据闭合电路欧姆定律有 $E = I_1(R_0 + R_1 + R_A)$, $E = I_2(R_0 + R_1 + R_2 + R_A)$, 解得 $R_1 = 80 \Omega$, 若考虑毫安表内阻, 则 $E = I_1(R_0 + R_1 + R_A + R_A)$, $E = I_2(R_0 + R_1 + R_A + R_2)$, 解得 R_1

+R₀=80 Ω,因此,计算得到的电阻大于螺线管电阻的真实值。

13. 解:(1)对热机汽缸,研究等温膨胀过程,则初态气体状态参量分别为 p_0 、 V_0 ,末态气体状态参量分别为 p_B 、 V_B ,由玻意耳定律有 $p_0 V_0 = p_B V_B$ (2分)

$$\text{依题意可知 } V_B = \frac{5}{3} V_0$$

$$\text{解得 } p_B = \frac{3}{5} p_0 \quad (1 \text{分})$$

(2)对热机汽缸内的理想气体,研究从A到C过程,由理想气体状态方程有

$$\frac{p_0 V_0}{T_0} = \frac{p_C V_C}{T_C} \quad (2 \text{分})$$

$$\text{依题意可知 } V_C = 4V_0, p_C = \frac{1}{25} p_0$$

$$\text{解得 } T_C = \frac{16}{25} T_0 \quad (1 \text{分})$$

(3)整个循环过程中,气体回到初始状态,则 $\Delta U = 0$,整个循环过程中气体对外界做功为 W_0 ,则说明外界对气体做功为 $-W_0$,即外界对气体做功 $W = -W_0$,设需要吸收的热量为 Q 根据热力学第一定律有 $\Delta U = Q + W$ (1分)

$$\text{解得 } Q = W_0 \quad (1 \text{分})$$

故气体需要吸收热量 $Q = W_0$ 。(1分)

14. 解:(1)当线圈达到最大速度 v_0 时,线圈中感应电流最大
最大感应电动势 $E_m = 2NBLv_0$ (2分)

$$\text{最大感应电流 } I_m = \frac{E}{R} \quad (1 \text{分})$$

$$\text{解得回路中最大感应电流 } I_m = \frac{2NBLv_0}{R} \quad (1 \text{分})$$

(2)运动过程中的线圈所受安培力的最大值 $F_m = 2NBI_m L$ (2分)

$$\text{代入 } I_m = \frac{2NBLv_0}{R}$$

$$\text{解得 } F_m = \frac{4N^2 B^2 L^2 v_0}{R} \quad (2 \text{分})$$

(3)由于线圈切割磁感线的时候,速度随时间呈正弦规律变化,感应电动势和感应电流也随时间呈正弦规律变化。

$$\text{因而其电流有效值 } I_{\text{有效}} = \frac{I_m}{\sqrt{2}} \quad (2 \text{分})$$

$$\text{该线圈的发电功率 } P = I_{\text{有效}}^2 R \quad (2 \text{分})$$

$$\text{解得 } P = \frac{2N^2 B^2 L^2 v_0^2}{R} \quad (1 \text{分})$$

15. 解:(1)设小球碰地前的速度为 v_1 ,碰地后的速度为 v_2

$$\text{对小球下落过程,由机械能守恒定律有 } mgH_1 = \frac{1}{2} m v_1^2 \quad (1 \text{分})$$

碰后上升过程,由机械能守恒定律有 $mg\frac{H_1}{4}=\frac{1}{2}mv_2^2$ (1分)

小球碰地后的速度大小与碰地前速度大小之比 $e=\frac{v_2}{v_1}=\frac{1}{2}$ 。(2分)

(2)拍打小球后,小球碰地前的速度为 v_3 ,碰地后的速度为 v_4

对小球下落过程,由机械能守恒定律有 $W+mgH_1=\frac{1}{2}mv_3^2$ (1分)

碰后上升过程,由机械能守恒定律有 $mgH_1=\frac{1}{2}mv_4^2$ (1分)

小球碰地后的速度大小与碰地前速度大小之比 $e=\frac{v_4}{v_3}=\frac{1}{2}$ (1分)

解得 $W=3mgH_1$ 。(1分)

(3)以竖直向上为正方向,对下方小球下落过程,由机械能守恒定律有

$$mgH_1=\frac{1}{2}mv_1^2$$

$$\text{又 } e=\frac{v_2}{v_1}=\frac{1}{2}$$

故碰地后下方小球速度 $v_2=\frac{1}{2}\sqrt{2gH_1}$ (方向竖直向上) (1分)

对方上方小球下落过程,由机械能守恒定律有 $mgH_1=\frac{1}{2}mv_1^2$

则上方小球与下方小球碰前上方小球的速度 $v_1=-\sqrt{2gH_1}$ (方向竖直向下) (1分)

设上、下两球发生弹性正碰,碰后速度分别为 v_1' 和 v_2'

上、下两球发生弹性正碰,由动量守恒定律有 $m_1v_1+m_2v_2=m_1v_1'+m_2v_2'$ (1分)

由机械能守恒定律有 $\frac{1}{2}m_1v_1^2+\frac{1}{2}m_2v_2^2=\frac{1}{2}m_1v_1'^2+\frac{1}{2}m_2v_2'^2$ (1分)

解得 $v_1'=\frac{1}{2}\sqrt{2gH_1}$, $v_2'=-\sqrt{2gH_1}$ (1分)

设两球碰后上方小球能弹起的最大高度为 H_1'

碰后上升过程,由机械能守恒定律有 $mgH_1'=\frac{1}{2}mv_1'^2$ (1分)

解得 $H_1'=\frac{H_1}{4}$ 。(1分)