



绝密★启用前

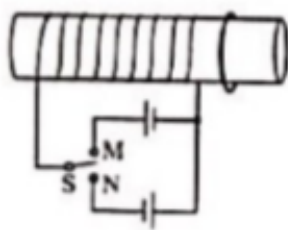
2020 年普通高等学校招生全国统一考试 理科综合能力测试

注意事项：

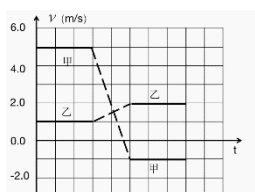
1. 答卷前，考生务必将自己的姓名、准考证号填写在答题卡上。
2. 回答选择题时，选出每小题答案后，用铅笔把答题卡上对应题目的答案标号涂黑，如需改动，用橡皮擦干净后，再选涂其它答案标号。回答非选择题时，将答案写在答题卡上，写在本试卷上无效。
3. 考试结束后，将本试卷和答题卡一并交回。

一. 选择题：本题共 8 小题，每小题 6 分。共 48 分。在每小题给出的四个选项中，第 14~18 题只有一项符合题目要求，第 19~21 题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。

1. (6 分) 如图，水平放置的圆柱形光滑玻璃棒左边绕有一线圈，右边套有一金属圆环。圆环初始时静止。将图中开关 S 由断开状态拨至连接状态，电路接通的瞬间，可观察到 B



- A. 拨至 M 端或 N 端，圆环都向左运动
- B. 拨至 M 端或 N 端，圆环都向右运动
- C. 拨至 M 端时圆环向左运动，拨至 N 端时向右运动
- D. 拨至 M 端时圆环向右运动，拨至 N 端时向左运动
2. (6 分) 甲、乙两个物块在光滑水平桌面上沿同一直线运动，甲追上乙，并与乙发生碰撞，碰撞前后甲、乙的速度随时间的变化如图中实线所示。已知甲的质量为 1kg ，则碰撞过程两物块损失的机械能为 A



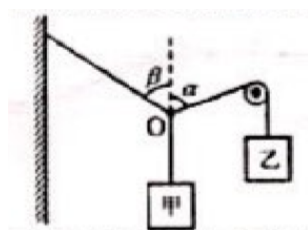
- A. 3J B. 4J C. 5J D. 6J



3. (6分) “嫦娥四号”探测器于2019年1月在月球背面成功着陆,着陆前曾绕月球飞行,某段时间可认为绕月做匀速圆周运动,圆周半径为月球半径的 K 倍。已知地球半径 R 是月球半径的 P 倍,地球质量是月球质量的 Q 倍,地球表面重力加速度大小为 g 。则“嫦娥四号”绕月球做圆周运动的速率为 D

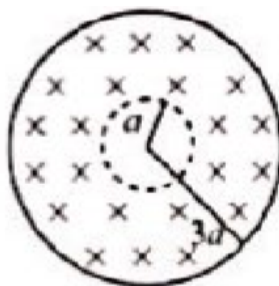
A. $\sqrt{\frac{RKg}{QP}}$ B. $\sqrt{\frac{RPKg}{Q}}$ C. $\sqrt{\frac{RQg}{KP}}$ D. $\sqrt{\frac{RPg}{QK}}$

4. (6分) 如图,悬挂甲物体的细线拴牢在一不可伸长的轻质细绳上 O 点处;绳的一端固定在墙上,另一端通过光滑定滑轮与物体乙相连。甲、乙两物体质量相等。系统平衡时, O 点两侧绳与竖直方向的夹角分别为 α 和 β 。若 $\alpha = 70^\circ$,则 β 等于 B



A. 45° B. 55° C. 60° D. 70°

5. (6分) 真空中有一匀强磁场,磁场边界为两个半径分别为 a 和 $3a$ 的同轴圆柱面,磁场的方向与圆柱轴线平行,其横截面如图所示。一速率为 v 的电子从圆心沿半径方向进入磁场。已知电子质量为 m ,电荷量为 e ,忽略重力。为使该电子的运动被限制在图中实线圆围成的区域内,磁场的磁感应强度最小为 C



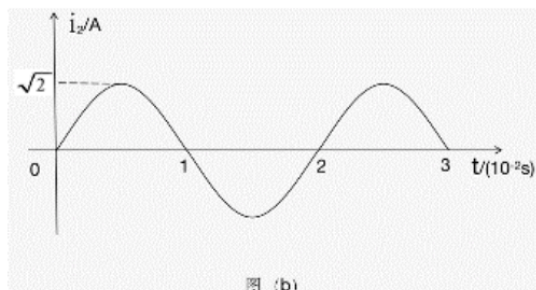
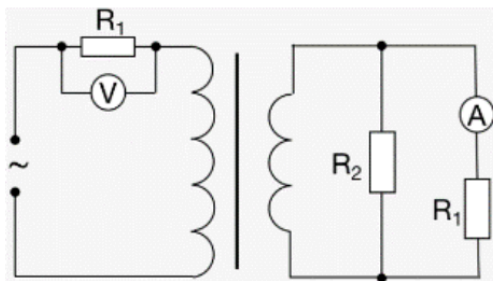
A. $\frac{3mv}{2ae}$ B. $\frac{mv}{ae}$ C. $\frac{3mv}{4ae}$ D. $\frac{3mv}{5ae}$

6. (6分) 1934年,约里奥—居里夫妇用 α 粒子轰击铝箔,首次产生了人工放射性同位素 X ,反应方程为: ${}^4_2\text{He} + {}^{27}_{13}\text{Al} \rightarrow X + {}^1_0\text{n}$ 。 X 会衰变成原子核 Y ,衰变方程为 $X \rightarrow Y + {}^0_{-1}\text{e}$,则 AC

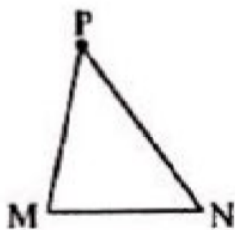
- A. X 的质量数与 Y 的质量数相等 B. X 的电荷数比 Y 的电荷数少1
C. X 的电荷数比的电荷数多2 D. X 的质量数与的质量数相等



7. (6分) 在图(a)所示的交流电路中, 电源电压的有效值为 $220V$, 理想变压器原、副线圈的匝数比为 $10:1$, R_1 、 R_2 、 R_3 均为固定电阻, $R_2 = 10$, $R_3 = 20$, 各电表均为理想电表。已知电阻 R_2 中电流 i_2 随时间 t 变化的正弦曲线如图(b)所示。下列说法正确的是 AD



- A. 所用交流电的频率为 $50Hz$ B. 电压表的示数为 100
- C. 电流表的示数为 $1.0A$ D. 变压器传输的电功率为 $15.0W$
8. (6分) 如图, $\angle M$ 是锐角三角形 PMN 最大的内角, 电荷量为 $q(q > 0)$ 的点电荷固定在 P 点。下列说法正确的是 BC



- A. 沿 M 边, 从 M 点到 M 点, 电场强度的大小逐渐增大
- B. 沿 M 边, 从 M 到 N 点, 电势先增大后减小
- C. 正电荷在 M 点的电势能比其在 M 点的电势能大
- D. 将正电荷从 M 点移动到 M 点, 电场力所做的总功为负



二. 非选择题: 共 174 分, 第 22~32 题为必考题, 每个试题考生都必须作答。第 33~38 题为选考题, 考生根据要求作答。

9. (6 分) 某同学利用图 (a) 所示装置验证动能定理。调整木板的倾角平衡摩擦阻力后, 挂上钩码, 钩码下落, 带动小车运动并打出纸带。某次实验得到的纸带及相关数据如图 (b) 所示。

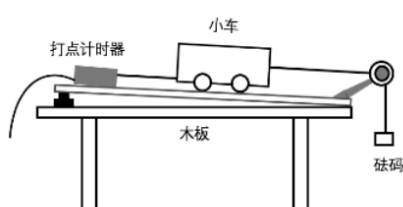


图 (a)

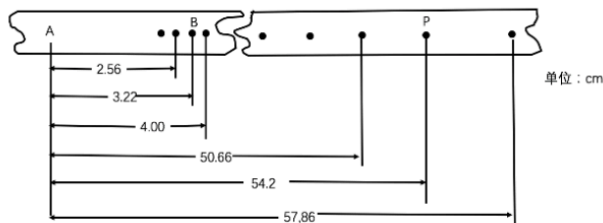


图 (b)

已知打出图 (b) 中相邻两点的时间间隔为 0.02s , 从图 (b) 给出的数据中可以得到, 打出 B 点时小车的速度大小 $v_B = \underline{0.36} \text{ m/s}$ 打出 P 点时小车的速度大小 $v_P = \underline{1.80} \text{ m/s}$ 。(结果均保留 2 位小数) 若要验证动能定理, 除了需测量钩码的质量和小车的质量外, 还需要从图 (b) 给出的数据中求得的物理量为 B、P 之间的距离。

10. (9 分) 已知一热敏电阻当温度从 10°C 升至 60°C 时阻值从几千欧姆降至几百欧姆, 某同学利用伏安法测量其阻值随温度的变化关系。所用器材: 电源 E、开关 S、滑动变阻器 R(最大阻值为 20Ω)、电压表(可视为理想电表)和毫安表(内阻约为 100Ω)。

(1) 在答题卡上所给的器材符号之间画出连线, 组成测量电路图

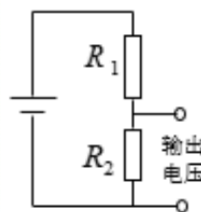
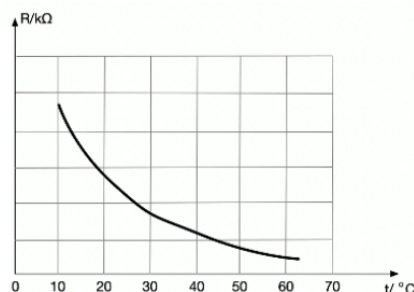
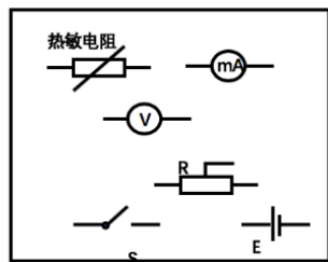


图 (b)

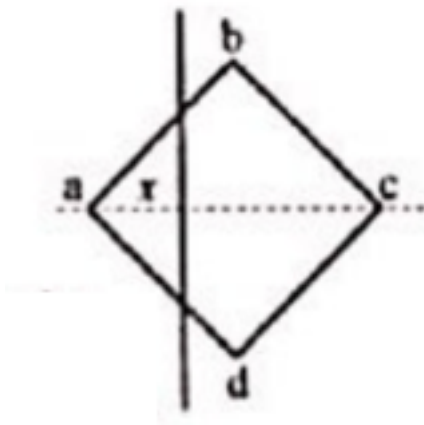
(2) 实验时, 将热敏电阻置于温度控制室中, 记录不同温度下电压表和毫安表的示数, 计算出相应的热敏电阻阻值。若某次测量中电压表和毫安表的示数分别为 5.5V 和 3.0mA , 则此时热敏电阻的阻值为 1.8 (保留 2 位有效数字)。实验中得到的该热敏电阻阻值 R 随温度 t 变化的曲线如图 (a) 所示

(3) 将热敏电阻从温控室取出置于室温下, 测得达到热平衡后热敏电阻的阻值为 $2.2\text{k}\Omega$ 。由图 (a) 求得, 此时室温为 25.5 $^\circ\text{C}$ (保留 3 位有效数字)。

(4) 利用实验中的热敏电阻可以制作温控报警器, 其电路的一部分如图 (b) 所示。图中, E 为直流电源(电动势为 10V , 内阻可忽略); 当图中的输出电压达到或超过 6.0V 时, 便触发报警器(图中未画出)报警。若要求开始报警时环境温度为 50°C , 则图中 R_1 (填 " R_1 " 或 " R_2 ") 应使用热敏电阻, 另一固定电阻的阻值应为 1.2 $\text{k}\Omega$ (保留 2 位有效数字)。



11. (12 分) 如图, 一边长为 l_0 的正方形金属框 $abcd$ 固定在水平面内, 空间存在方向垂直于水平面、磁感应强度大小为 B 的匀强磁场。一长度大于 $\sqrt{2}l_0$ 的均匀导体棒以速率 v 自左向右在金属框上匀速滑过, 滑动过程中导体棒始终与 ac 垂直且中点位于 ac 上, 导体棒与金属框接触良好。已知导体棒单位长度的电阻为 r , 金属框电阻可忽略。将导体棒与 a 点之间的距离记为 x , 求导体棒所受安培力的大小随 $x(0 \leq x \leq \sqrt{2}l_0)$ 变化的关系式。



当导体棒与金属框接触的两点间棒的长度为 l 时, 由法拉第电磁感应定律知, 导体棒上感应电动势的大小为

$$E = Blv \quad ①$$

由欧姆定律, 流过导体棒的感应电流为

$$I = \frac{E}{R} \quad ②$$

式中, R 为这一段导体棒的电阻, 按题意有

$$R = rl \quad ③$$

此时导体棒所受安培力大小为

$$f = BIl \quad ④$$

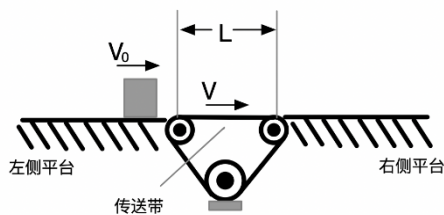
$$\text{由题设和几何关系有 } l = \begin{cases} 2x, & 0 \leq x \leq \frac{\sqrt{2}}{2}l_0 \\ 2(\sqrt{2}l_0 - x), & \frac{\sqrt{2}}{2}l_0 < x \leq \sqrt{2}l_0 \end{cases} \quad ⑤$$

联立①②③④⑤式得

$$f = \begin{cases} \frac{2B^2v}{r}x, & 0 \leq x \leq \frac{\sqrt{2}}{2}l_0 \\ \frac{2B^2v}{r}(\sqrt{2}l_0 - x), & \frac{\sqrt{2}}{2}l_0 < x \leq \sqrt{2}l_0 \end{cases}$$



12. (20 分) 如图, 相距 $L = 11.5m$ 的两平台位于同一水平面内, 二者之间用传送带相接。传送带向右匀速运动, 其速度的大小 v 可以由驱动系统根据需要设定。质量 $m = 10kg$ 的载物箱 (可视为质点), 以初速度 $v_0 = 5.0m/s$ 自左侧平台滑上传送带。载物箱与传送带间的动摩擦因数 $\mu = 0.10$, 重力加速度取 $g = 10m/s^2$ 。
- (1) 若 $v = 4.0m/s$, 求载物箱通过传送带所需的时间;
- (2) 求载物箱到达右侧平台时所能达到的最大速度和最小速度;
- (3) 若 $v = 6.0m/s$, 载物箱滑上传送带 $\Delta t = \frac{13}{12}s$ 后, 传送带速度突然变为零。求载物箱从左侧平台向右侧平台运动的过程中, 传送带对它的冲量。



$$(1) \mu mg = ma$$

$$t = \frac{v_0 - v}{a} = 1s$$

$$x_1 = \frac{v_0 + v}{2} \cdot t_1 = 4.5m$$

$$x_2 = L - x_1 = v \cdot t_2$$

$$t = t_1 + t_2 = 2.75s$$

$$(2) v_{\max}^2 - v_0^2 = 2aL$$

$$v_{\max} = 4\sqrt{3}m/s$$

$$v_0^2 - v_{\min}^2 = 2aL$$

$$v_{\min} = \sqrt{2}m/s$$

$$(3) x_3 = \frac{v + v_0}{2} t_3 = 5.5m$$

$$t_4 = \Delta t - t_3 = \frac{1}{12}s$$

$$x_4 = v \cdot t_4 = 0.5m$$

$$x_5 = L - x_4 - x_3 = 5.5m$$

$$v^2 - v_t^2 = 2ax_5$$

$$v_t = 5m/s, \text{ 减速时间和加速时间相同}$$

$$I_f = mv_t - mv_0 = 0$$

$$I_{\text{带}} = I_N + I_f = I_N$$

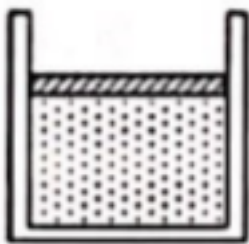
$$I_N = I_G = mg(\Delta t + t_2) = \frac{625}{3}N \cdot s$$

$$\text{方向垂直向上}$$



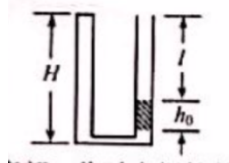
13. [物理——选修 3-3](15 分)

(1)(5 分) 如图, 一开口向上的导热气缸内。用活塞封闭了一定质量的理想气体, 活塞与气缸壁间无摩擦。现用外力作用在活塞上。使其缓慢下降。环境温度保持不变, 系统始终处于平衡状态。在活塞下降过程中 BCD。(填正确答案标号。选对 1 个得 2 分。选对 2 个得 4 分, 选对 3 个得 5 分; 每选错 1 个扣 3 分, 最低得分为 0 分)



- A. 气体体积逐渐减小, 内能增知
- B. 气体压强逐渐增大, 内能不变
- C. 气体压强逐渐增大, 放出热量
- D. 外界对气体做功, 气体内能不变
- E. 外界对气体做功, 气体吸收热量

(2)(10 分) 如图, 两侧粗细均匀、横截面积相等、高度均为 $H = 18\text{cm}$ 的 U 型管, 左管上端封闭, 右管上端开口。右管中有高 $h_0 = 4\text{cm}$ 的水银柱, 水银柱上表面离管口的距离 $l = 12\text{cm}$ 。管底水平段的体积可忽略。环境温度为 $T_1 = 283\text{K}$ 。大气压强 $p_0 = 76\text{cmHg}$ 。(i) 现从右侧端口缓慢注入水银 (与原水银柱之间无气隙), 恰好使水银柱下端到达右管底部。此时水银柱的高度为多少?(ii) 再将左管中密封气体缓慢加热, 使水银柱上表面恰与右管口平齐, 此时密封气体的温度为多少?



(i) 设密封气体初始体积为 V_1 , 压强为 p_1 , 横截面积为 S , 密封气体先经等温压缩过程体积变为 V_2 , 压强变为 p_2 . 由玻意耳定律有 $p_1 V_1 = p_2 V_2$ ①

设注入水银后水银柱高度为 h , 水银的密度为 ρ , 按题设条件有

$$p_1 = p_0 + \rho g h_0 \quad ② \quad p_2 = p_0 + \rho g h \quad ③ \quad V_1 = (2H - l - h)S, \quad V_2 = HS \quad ④$$

联立①②③④式并代入题给数据得

$$h = 12.9\text{cm} \quad ⑤$$

(ii) 密封气体再经等压膨胀过程体积变为 V_3 , 温度变为 T_2 , 由盖 - 吕萨克定律有 $\frac{V_2}{T_1} = \frac{V_3}{T_2}$ ⑥

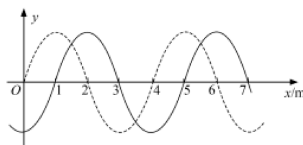
按题设条件有 $V_3 = (2H - h)S$ ⑦

联立④⑤⑥⑦式并代入题给数据得 $T_2 = 363\text{K}$

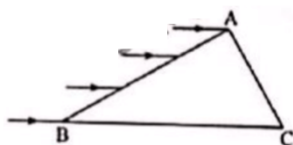


14. [物理选修 3-4](15 分)

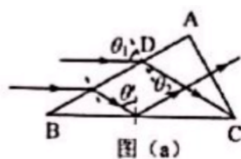
(1)(5 分) 如图, 一列简谐横波平行于 x 轴传播, 图中的实线和虚线分别为 $t = 0$ 和 $t = 0.1s$ 时的波形图。已知平衡位置在 $x = 6m$ 处的质点, 在 0 到 $0.1s$ 时间内运动方向不变。这列简谐波的周期为 0.4s s, 波速为 10m/s m/s, 传播方向沿 x 轴 负方向 (填“正方向”或“负方向”)。



(2)(10 分) 如图, 一折射率为 n 的材料制作的三棱镜, 其横截面为直角三角形 ABC , $\angle A = 90^\circ$, $\angle B = 30^\circ$ 。一束平行光平行于 BC 边从 AB 边射入棱镜, 不计光线在棱镜内的多次反射, 求 AC 边与 BC 边上有光出射区域的长度的比值。



如图 (a) 所示, 设从 D 点入射的光线经折射后恰好射向 C 点, 光在 AB 边上的入射角为 θ_1 , 折射角为 θ_2 , 由折射定律有 $\sin\theta_1 = n\sin\theta_2$ ①

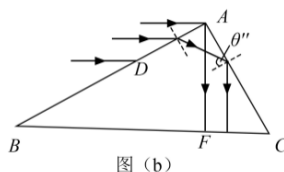


设从 DB 范围入射的光折射后在 BC 边上的入射角为 θ' , 由几何关系 $\theta' = 30^\circ + \theta_2$ ② 小由①②式并代入题给数据得 $\theta_2 = 30^\circ$ ③ $n\sin\theta > 1$ ④

所以, 从 DB 范围入射的光折射后在 BC 边上发生全反射, 反射光线垂直射到 AC 边, AC 边上全部有光射出。

设从 AD 范围入射的光折射后在 AC 边上的入射角为 θ' , 如图 (b) 所示. 由几何关系

$$\theta' = 90^\circ - \theta_2 \quad \text{⑤}$$



由③⑤式和已知条件可知 $n\sin\theta > 1$ ⑥

即从 AD 范围入射的光折射后在 AC 边上发生全反射, 反射光线垂直射到 BC 边上. 设 BC 边上有光线射出的部分为 CF , 由几何关系得 $CF = AC \cdot \sin 30^\circ$ ⑦

AC 边与 BC 边有光出射区域的长度的比值为

$$\frac{AC}{CF} = 2 \quad \text{⑧}$$