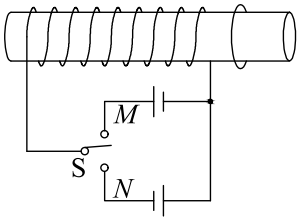
2020 年全国理综 III

1. 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（　）



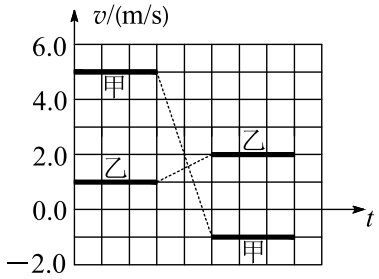
A. 拨至 M 端或 N 端，圆环都向左运动

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. 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 1 kg，则碰撞过程两物块损失的机械能为（　）

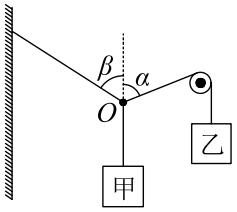


A. 3 J　　B. 4 J　　C. 5 J　　D. 6 J

3. “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（　）

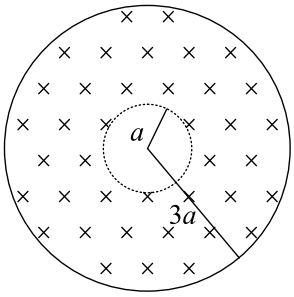
A. $\sqrt{\frac{RKg}{QP}}$　　B. $\sqrt{\frac{RPKg}{Q}}$　　C. $\sqrt{\frac{RQg}{KP}}$　　D. $\sqrt{\frac{RPg}{QK}}$

4. 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 $\alpha = 70°$，则 β 等于（　）



A. 45°　　B. 55°　　C. 60°　　D. 70°

5. 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（　）



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

6. 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：${}^{4}_{2}\mathrm{He}+{}^{27}_{13}\mathrm{Al}\longrightarrow \mathrm{X}+{}^{1}_{0}\mathrm{n}$。X 会衰变成原子核 Y，衰变方程为 $\mathrm{X}\longrightarrow \mathrm{Y}+{}^{0}_{1}\mathrm{e}$，则（　）

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 ${}^{27}_{13}\mathrm{Al}$ 的电荷数多 2　　D. X 的质量数与 ${}^{27}_{13}\mathrm{Al}$ 的质量数相等

7. 在图 a 所示的交流电路中，电源电压的有效值为 220 V，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，$R_2=10\,\Omega$，$R_3=20\,\Omega$，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（　）

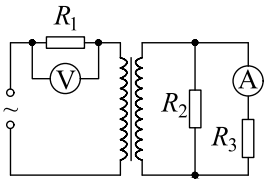


图 a

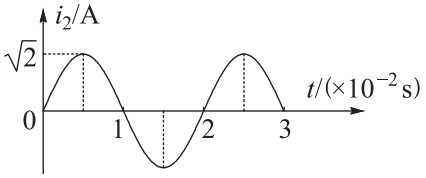
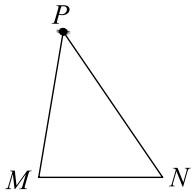


图 b

A. 所用交流电的频率为 50 Hz　　B. 电压表的示数为 100 V

C. 电流表的示数为 1.0 A　　D. 变压器传输的电功率为 15.0 W

8. 如图，∠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（　）



A. 沿 MN 边，从 M 点到 N 点，电场强度的大小逐渐增大

B. 沿 MN 边，从 M 点到 N 点，电势先增大后减小

C. 正电荷在 M 点的电势能比其在 N 点的电势能大

D. 将正电荷从 M 点移动到 N 点，电场力所做的总功为负

9. 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。

已知打出图 b 中相邻两点的时间间隔为 0.02 s，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 $v_B =$_____ m/s，打出 P 点时小车的速度大小 $v_P =$_____ 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_____。

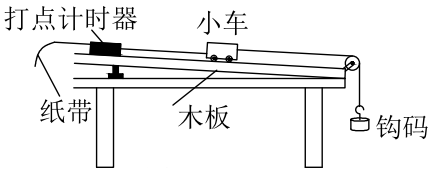


图 a

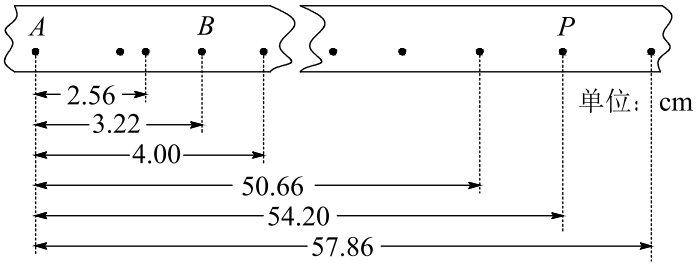
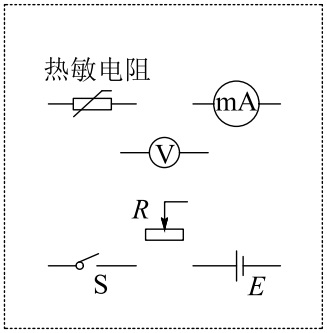


图 b

10. 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 20 Ω）、电压表（可视为理想电表）和毫安表（内阻约为 100 Ω）。

(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。



(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 5.5 V 和 3.0 mA，则此时热敏电阻的阻值为 _____ kΩ（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 kΩ。由图 a 求得，此时室温为 _____ °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 10 V，内阻可忽略）；当图中的输出电压达到或超过 6.0 V 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 _____（填“R_1”或“R_2”）应使用热敏电阻，另一固定电阻的阻值应为 _____ kΩ（保留 2 位有效数字）。

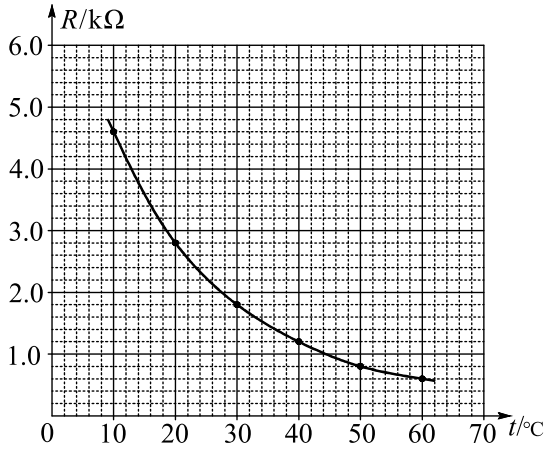


图 a

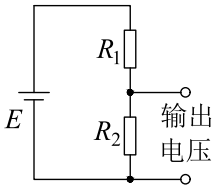
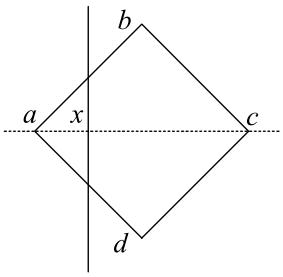


图 b

11. 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（$0 \le x \le \sqrt{2}l_0$）变化的关系式。

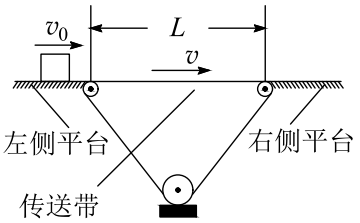


12. 如图，相距 $L = 11.5\,\mathrm{m}$ 的两平台位于同一水平面内，二者之间用传送带相接。传送带向右匀速运动，其速度的大小 v 可以由驱动系统根据需要设定。质量 $m = 10\,\mathrm{kg}$ 的载物箱（可视为质点），以初速度 $v_0 = 5.0\,\mathrm{m/s}$ 自左侧平台滑上传送带。载物箱与传送带间的动摩擦因数 $\mu = 0.10$，重力加速度取 $g = 10\,\mathrm{m/s^2}$。

(1) 若 $v = 4.0\,\mathrm{m/s}$，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 $v = 6.0\,\mathrm{m/s}$，载物箱滑上传送带 $\Delta t = \frac{13}{12}\,\mathrm{s}$ 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。

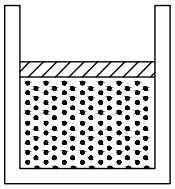


13. (1)（5 分）如图，一开口向上的导热气缸内。用活塞封闭了一定质量的理想气体，活塞与气缸壁间无摩擦。现用外力作用在活塞上。使其缓慢下降。环境温度保持不变，系统始终处于平衡状态。在活塞下降过程中（　）

A. 气体体积逐渐减小，内能增大　　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

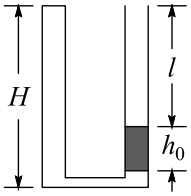
E. 外界对气体做功，气体吸收热量



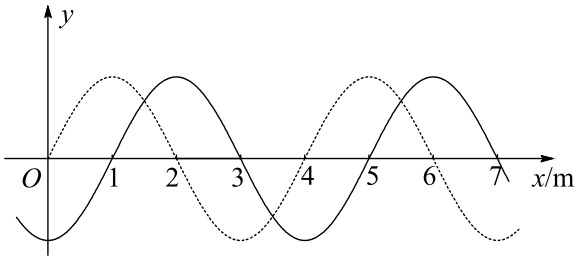
(2)（10 分）如图，两侧粗细均匀、横截面积相等、高度均为 $H = 18\,\mathrm{cm}$ 的 U 型管，左管上端封闭，右管上端开口。右管中有高 $h_0 = 4\,\mathrm{cm}$ 的水银柱，水银柱上表面离管口的距离 $l = 12\,\mathrm{cm}$。管底水平段的体积可忽略。环境温度为 $T_1 = 283\,\mathrm{K}$。大气压强 $p_0 = 76\,\mathrm{cmHg}$。

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？



14. (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 $t=0.1\,\mathrm{s}$ 时的波形图。已知平衡位置在 $x=6\,\mathrm{m}$ 处的质点，在 0 到 $0.1\,\mathrm{s}$ 时间内运动方向不变。这列简谐波的周期为 _____s，波速为 _____m/s，传播方向沿 x 轴 _____（填“正方向”或“负方向”）。



(2)（10 分）如图，一折射率为 $\sqrt{3}$ 的材料制作的三棱镜，其横截面为直角三角形 ABC，$\angle A=90°$，$\angle B=30°$。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。

