

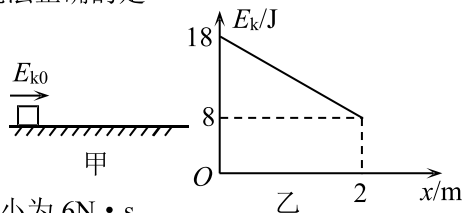
一、单项选择题：本题共 8 小题，每小题 3 分，共 24 分。每小题只有一个选项符合题目要求。

1. $^{131}_{53}\text{I}$ 是元素碘的一种人工放射性同位素，在核医学中，以 NaI 溶液的形式直接用于甲状腺功能检查和甲状腺疾病治疗。 $^{131}_{53}\text{I}$ 的衰变方程为 $^{131}_{53}\text{I} \rightarrow ^{131}_{54}\text{Xe} + \text{Y}$ ，测得其半衰期为 8 天。下列说法正确的是

- A. Y 是 α 粒子
- B. $^{131}_{53}\text{I}$ 将在 16 天后全部衰变为 $^{131}_{54}\text{Xe}$
- C. $^{131}_{53}\text{I}$ 核的中子数小于 $^{131}_{54}\text{Xe}$ 核的中子数
- D. 方程中的 Y 来自于 $^{131}_{53}\text{I}$ 核内中子向质子的转化

2. 质量为 1kg 的小滑块以某一初动能沿水平面向右滑动，如图甲所示，刚开始滑动的 2m 内小滑块的动能与位移关系如图乙所示，下列说法正确的是

- A. 滑块在水平面上运动的总时间为 1.2s
- B. 滑块在水平面上运动的总位移为 4m
- C. 滑块沿水平面做加速度逐渐减小的减速运动
- D. 整个过程中，滑块受水平面作用力的冲量大小为 $6\text{N} \cdot \text{s}$



3. 增透膜是一种表面镀层，它利用光的干涉原理，减少反射光来增加光在表面的透过率。某同学的眼镜片镀有一层材料为氟化镁的增透膜，反射光呈现蓝紫色，已知绿光的频率为 $5.45 \times 10^{14}\text{Hz}$ ，在真空中的波速为 $3 \times 10^8\text{m/s}$ ，氟化镁对绿光的折射率为 1.38，为增加绿光的透过率，该增透膜的最小厚度约为

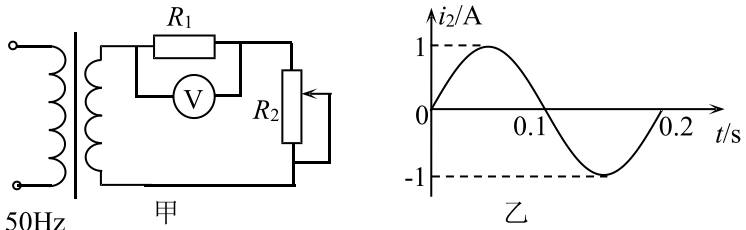
- A. 100nm
- B. 200nm
- C. 300nm
- D. 400nm

4. 2021 年 10 月 16 日，神舟十三号载人飞船与天和核心舱采用自主快速径向对接模式成功对接，与此前已对接的天舟二号、天舟三号货运飞船一起构成四舱（船）组合体。翟志刚、王亚平、叶光富三名航天员从神舟十三号载人飞船进入天和核心舱，将在轨飞行 6 个月，据王亚平介绍，航天员在核心舱内每天能看到 16 次日出。已知地

球半径为 6400km，地球表面的重力加速度为 10m/s^2 ，下列说法正确的是

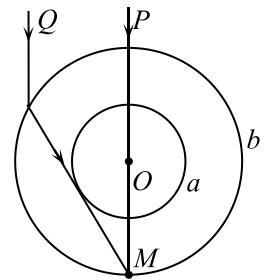
- A. 核心舱的运行速度大于第二宇宙速度
- B. 核心舱的离地高度约等于地球半径
- C. 核心舱的向心加速度大于赤道上的物体随地球自转的向心加速度
- D. 根据狭义相对论，在轨飞行的过程中，航天员的手表变快了

5. 图甲中的理想变压器原、副线圈匝数比 $n_1:n_2=10:1$ ，定值电阻 $R_1=5\Omega$ ，滑动变阻器 R_2 的最大阻值为 10Ω 。刚开始时， R_2 接入电路中的阻值最大，此时 R_2 中电流 i_2 随时间变化的正弦曲线如图乙。电表为理想电表，下列说法正确的是



- A. 交变电流频率为 50Hz
- B. 原线圈两端电压为 150V
- C. 滑片向上滑动时，电压表示数减小
- D. 由图乙可知电流 i_2 的有效值为 $\frac{\sqrt{2}}{2}\text{A}$

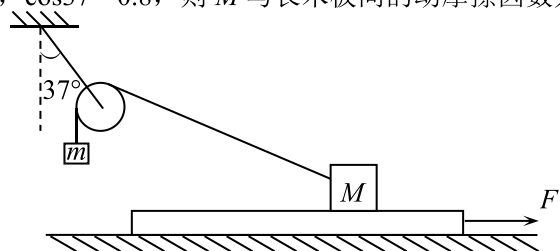
6. 某透明材料制成的管道的横截面如图所示， a 、 b 为过 O 点的同心圆。用两束平行光 Q 、 P 射向管道，光束 P 通过圆心，光束 Q 进入材料的折射光线恰好与圆 a 相切，并与光束 P 交于圆 b 上的 M 点。已知 b 的半径是 a 的两倍，则该材料的折射率为



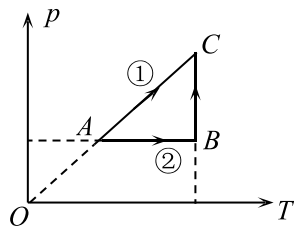
- A. 1.25
- B. 1.5
- C. $\sqrt{2}$
- D. $\sqrt{3}$

7. 如图所示，滑块 M 与重物 m 通过轻绳跨过定滑轮相连， M 放在水平地面的长木板上，当长木板在外力的作用下向右运动时， M 静止不动。测得 M 与 m 的总质量为 1.4kg ，固定滑轮的悬线拉力为 5N ，与竖直方向的夹角为 37° ，若定滑轮的重力忽略不计，重力加速度取 10m/s^2 ， $\sin 37^\circ=0.6$ ， $\cos 37^\circ=0.8$ ，则 M 与长木板间的动摩擦因数为

- A. 0.2
- B. 0.3
- C. 0.4
- D. 0.5



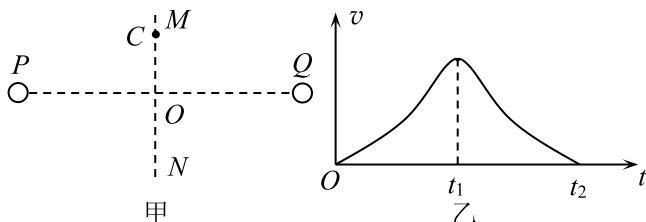
8. 一定质量的理想气体，由状态 A 开始，经历①②两个不同过程到达状态 C ， $p-T$ 图像如图所示，下列说法正确的是



- A. 过程①气体对外做功
- B. 过程②气体先放出热量后吸收热量
- C. 气体在过程①吸收的热量大于过程②吸收的热量
- D. 单位时间内，状态 A 比状态 C 器壁单位面积上分子碰撞的次数多

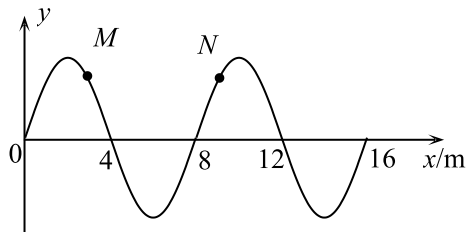
二、多项选择题：本题共 4 小题，每小题 4 分，共 16 分。在每小题给出的四个选项中，有多项符合题目要求。全部选对的得 4 分，选对但不全的得 2 分，有选错的得 0 分。

9. 如图甲所示， P 、 Q 为真空中两固定点电荷， O 为 PQ 连线的中点， MN 为 PQ 连线的中垂线，从 MN 上的 C 点由静止释放一试探电荷，电荷仅在电场力作用下运动，运动过程中的速度-时间图像如图乙所示（已知图像关于虚线对称），下列说法正确的是



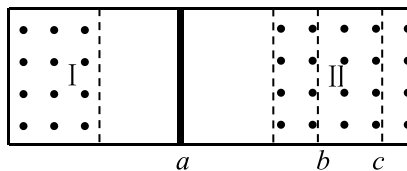
- A. P 、 Q 为等量同种电荷
- B. P 、 Q 为等量异种电荷
- C. t_1 时刻，试探电荷位于 O 点
- D. t_2 时刻，试探电荷位于 O 点

10. 一列简谐横波 $t=0$ 时刻的波形如图所示，其中 M 、 N 为平衡位置在 $x_1=3\text{m}$ 和 $x_2=9\text{m}$ 的两个质点。已知质点 M 比质点 N 提前 0.5s 回到平衡位置，下列说法正确的是



- A. 简谐波沿 x 轴正方向传播
- B. 波传播速度的大小为 4m/s
- C. $t=1\text{s}$ 时， M 、 N 的速率相等
- D. $t=1\text{s}$ 时， M 、 N 的运动方向相同

11. 如图所示，电阻不计的光滑 U 形金属导轨固定在绝缘水平面上。区域 I、II 中存在方向均竖直向上的磁场，I 区中磁感应强度随时间均匀增加，II 区中为匀强磁场。阻值恒定的金属棒在外力 F 作用下从无磁场区域中 a 位置由静止开始向右做匀加速运动，到达区域 II 的左边界时撤去外力 F ，金属棒经 II 区的 b 位置到达 c 位置时速度变为零。运动过程中金属棒始终垂直导轨且接触良好，下列说法正确的是



- A. 金属棒能够返回无磁场区
- B. 在无场区运动过程中，通过金属棒的电量为 0
- C. 金属棒第一次经过 b 时的加速度大于第二次经过 b 时的加速度
- D. 从 a 至 c 外力 F 做的功等于回路中的焦耳热

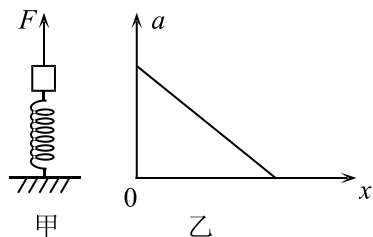
12. 如图甲所示, 质量为 m 的物块静止在竖直放置的轻弹簧上 (物块与弹簧不相连), 弹簧下端固定, 劲度系数为 k 。 $t=0$ 时刻, 对物块施加一竖直向上的外力 F , 使物块由静止向上运动, 当弹簧第一次恢复原长时, 撤去外力 F 。 从 0 时刻到 F 撤去前, 物块的加速度 a 随位移 x 的变化关系如图乙所示。 重力加速度为 g , 忽略空气阻力, 在物块上升阶段, 下列说法正确的是

A. 外力 F 为恒力, 且大小为 mg

B. 物块的最大加速度大小为 $2g$

C. 外力 F 撤去后物块可以继续上升的最大高度为 $\frac{mg}{2k}$

D. 弹簧最大弹性势能为 $\frac{m^2 g^2}{k}$



三、非选择题：本题共 6 小题，共 60 分。

13. (6 分)

很多智能手机都有加速度传感器。安装能显示加速度情况的应用程序, 会有三条加速度图像, 它们分别记录手机沿图甲所示坐标轴方向的加速度随时间变化的情况。

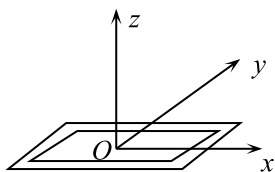
某同学将手机水平拿到距离缓冲垫上方一定高度处, 打开加速度传感器, 然后松手释放, 让手机自由下落, 最终手机跌到缓冲垫上。观察手机屏幕上的加速度传感器的图线如图乙所示。

请观察图像回答以下问题: (本题结果均保留 2 位有效数字)

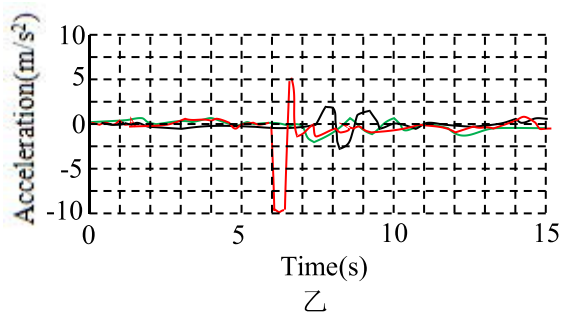
(1) 由图乙可读出当地的重力加速度大小约为 _____ m/s^2 ;

(2) 手机自由下落的高度约为 _____ m ;

(3) 若手机的质量为 170g , 缓冲垫对手机竖直方向上的最大作用力约为 _____ N 。



甲



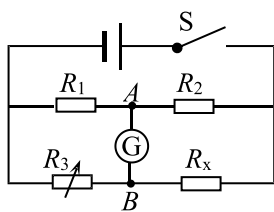
乙

14. (8分)

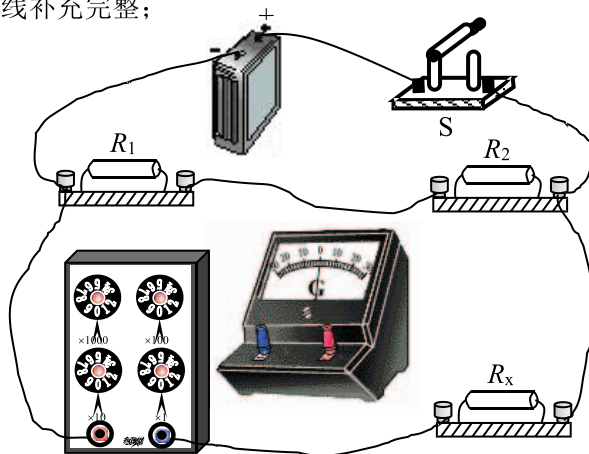
某同学采用如图甲所示的电路测定未知电阻 R_x ，其中 R_1 、 R_2 为定值电阻， R_3 为电阻箱， \textcircled{G} 为灵敏电流计，实验步骤如下：

(1) 实验前，先用多用电表粗测 R_x 的阻值，用“ $\times 100$ ”挡时发现指针偏转角过小，他应换用_____挡（选填“ $\times 10$ ”或“ $\times 1\text{K}$ ”）；

(2) 按图甲将图乙中的实物连线补充完整；



甲



乙

(3) 闭合开关，调整电阻箱的阻值，当电阻箱读数为 R_0 时，灵敏电流计 G 的示数为零，此时 A 、 B 两点电势_____（填“相等”或“不相等”），测得 $R_x = \underline{\hspace{2cm}}$ （用 R_1 、 R_2 、 R_0 表示）；

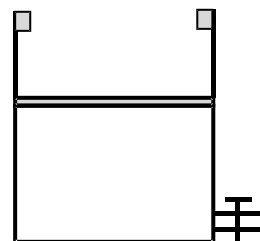
(4) 实验中有同学怀疑 R_1 、 R_2 所标读数不准确，于是他在 (3) 中读出电阻箱的阻值 R_0 后，将电路中的电阻箱和 R_x 互换位置，再次调整电阻箱的阻值。当电阻箱的读数为 R_0' 时，灵敏电流计 G 的示数再次为零，则 $R_x = \underline{\hspace{2cm}}$ （用 R_0 、 R_0' 表示）。

15. (7分)

如图所示为某同学设计的过压保护装置。长度为 L 的竖直放置的绝热气缸与面积为 S 的绝热活塞封闭一定质量的理想气体，气缸的顶端装有卡环，底端装有泄压阀，当压强小于等于 $2p_0$ ，泄压阀保持密闭，当压强大于 $2p_0$ ，就会自动排出部分气体，以保持缸内压强 $2p_0$ 不变。初始时，活塞距离缸底的距离为气缸长度的 $\frac{2}{3}$ ，封闭气体的温度为 T_0 ，大气压强为 p_0 ，活塞的重力为 $0.2p_0S$ ，当温度缓慢升高到 T_1 时，活塞运动到卡环处。若活塞厚度可忽略，不计活塞与气缸间的摩擦。求：

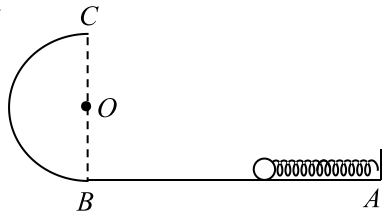
(1) T_1 ；

(2) 当温度缓慢升至 $3T_0$ ，从泄压阀排出的气体在压强为 p_0 、温度为 T_0 时的体积。



16. (9分)

如图所示，光滑水平面 AB 与竖直面内粗糙半圆形轨道 BC 在 B 点平滑相连，轨道半径为 R ， C 点为轨道最高点。用一质量为 m 的小球压缩轻弹簧后由静止释放，小球以某一速度离开弹簧后进入轨道。弹簧的弹性势能表达式 $E_p = \frac{1}{2}kx^2$ ， x 为弹簧的形变量， k 为弹簧的劲度系数，重力加速度为 g 。



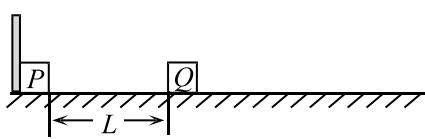
(1) 求小球经过半圆轨道最低点 B 时，受到的支持力的大小 F_N 与弹簧压缩量 x 间的关系表达式，并定性做出能直观反映 F_N 与 x 关系的图像；

(2) 当弹簧的压缩量为 x_0 时释放小球，小球恰好能通过 C 点，求小球沿半圆形轨道运动过程中阻力所做的功；

(3) 设小球离开 C 点的速度为 v_0 ，以 C 点为坐标原点，水平向右为 x 轴正方向，竖直向下为 y 轴正方向，建立平面直角坐标系，写出小球离开 C 点后在空中运动的轨迹方程。

17. (14分)

如图所示，两物块 P 、 Q 静止在水平地面上，相距 $L=0.48\text{m}$ ， P 、 Q 的质量分别为 1kg 和 4kg ， P 与左侧一固定的弹性挡板接触。已知 P 与水平地面间无摩擦， P 与弹性挡板碰撞无能量损失， Q 与水平地面间的动摩擦因数为 0.1 ，重力加速度为 10m/s^2 。某时刻， P 以 4m/s 的初速度向 Q 运动并与之发生弹性正撞。求：



(1) P 与 Q 第一次碰撞后的瞬间各自速度的大小；

(2) P 与 Q 第二次碰撞后的瞬间 Q 的速度大小。

18. (16分)

如图所示， a 、 b 、 c 、 d 四个界面将空间分成宽度均为 l 三个场区，区域 I 存在竖直向下的匀强电场，区域 II 存在垂直纸面向里的匀强磁场，区域 III 同时存在水平向右的匀强电场和匀强磁场。已知区域 I 和区域 III 的电场强度大小相等，区域 II 和区域 III 的磁感应强度大小均为 B 。一质子从界面 a 上的 O 点沿纸面以速率 v_0 射入区域 I，初速度方向与界面 a 成角 $\theta=53^\circ$ ，到达界面 b 时的速率仍为 v_0 。若质子的电量为 e 、质量为 m ，质子可以无障碍的通过各个界面，磁感应强度大小 $B = \frac{6mv_0}{5el}$ ， $\sin 53^\circ = \frac{4}{5}$ ， $\cos 53^\circ = \frac{3}{5}$ 。求：

(1) 电场强度 E 的大小；

(2) 质子在区域 II 中的运动时间 t ；

(3) 质子在区域 III 运动过程中受到的洛伦兹力冲量 I 的大小。

