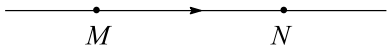
2019 年海南理综

1. 如图，静电场中的一条电场线上有 M、N 两点，箭头代表电场的方向，则 (C)



A. M 点的电势比 N 点的低

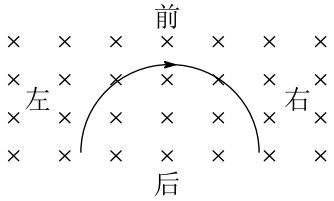
B. M 点的场强大小一定比 N 点的大

C. 电子在 M 点的电势能比在 N 点的低

D. 电子在 M 点受到的电场力大小一定比在 N 点的大

> 沿着电场线方向电势逐渐降低，则 M 点电势比 N 点的高，故 A 错误；电场线的疏密程度反映电场强度的大小，图中只有一条电场线，所以无法判断 M 点和 N 点电场强度的大小，故 B 错误；电场力 $F=qE$，所以电场力的大小也无法判断，故 D 错误；电势能 $E_p=q\varphi$，负电荷在电势高的地方电势能小，故 C 正确。

2. 如图，一段半圆形粗铜线固定在绝缘水平桌面（纸面）上，铜线所在空间有一匀强磁场，磁场方向竖直向下。当铜线通有顺时针方向电流时，铜线所受安培力的方向 (A)



A. 向前　　B. 向后　　C. 向左　　D. 向右

> 由左手定则和力的叠加可知，安培力方向向前，故 A 正确。

3. 汽车在平直公路上以 20 m/s 的速度匀速行驶。前方突遇险情，司机紧急刹车，汽车做匀减速运动，加速度大小为 8 m/s^2。从开始刹车到汽车停止，汽车运动的距离为 (C)

A. 10 m　　B. 20 m　　C. 25 m　　D. 50 m

> 由题意可知，刹车时汽车的初速度 $v_0=20\,\mathrm{m/s}$，末速度 $v=0$，加速度为 $a=-8\,\mathrm{m/s^2}$，由速度位移公式得 $v^2-v_0^2=2ax$，解得 $x=25\,\mathrm{m}$，故 C 正确。

4. 2019 年 5 月，我国第 45 颗北斗卫星发射成功。已知该卫星轨道距地面的高度约为 36 000 km，是“天宫二号”空间实验室轨道高度的 90 倍左右，则 (B)

A. 该卫星的速率比“天宫二号”的大

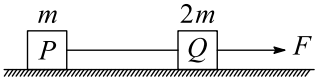
B. 该卫星的周期比“天宫二号”的大

C. 该卫星的角速度比“天宫二号”的大

D. 该卫星的向心加速度比“天宫二号”的大

> 卫星绕地球做匀速圆周运动，设其运动轨道半径为 r，由万有引力提供向心力得 $G\frac{Mm}{r^2}=m\frac{v^2}{r}$，则 $v=\sqrt{\frac{GM}{r}}$，该卫星的轨道半径 r 大，所以该卫星的速率比“天宫二号”的小，故 A 错误；由 $G\frac{Mm}{r^2}=m\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 r$ 得 $T=2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM}}$，该卫星的轨道半径 r 大，则该卫星的周期比“天宫二号”的大，故 B 正确；由 $G\frac{Mm}{r^2}=m\omega^2 r$ 得 $\omega=\sqrt{\frac{GM}{r^3}}$，该卫星的轨道半径 r 大，则该卫星的角速度比“天宫二号”的小，故 C 错误；由 $G\frac{Mm}{r^2}=ma$ 得 $a=\frac{GM}{r^2}$，该卫星的轨道半径 r 大，则该卫星的加速度比“天宫二号”的小，故 D 错误。

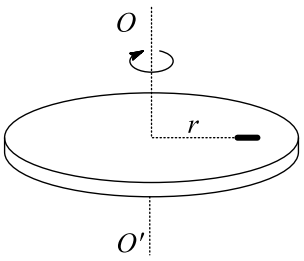
5. 如图，两物块 P、Q 置于水平地面上，其质量分别为 m、$2m$，两者之间用水平轻绳连接。两物块与地面之间的动摩擦因数均为 μ，重力加速度大小为 g，现对 Q 施加一水平向右的拉力 F，使两物块做匀加速直线运动，轻绳的张力大小为 (D)



A. $F-2\mu mg$　　B. $\frac{1}{3}F+\mu mg$　　C. $\frac{1}{3}F-\mu mg$　　D. $\frac{1}{3}F$

> 对 P、Q 整体受力分析，由牛顿第二定律得 $F-\mu mg-2\mu mg=3ma$，对物块 P 受力分析，根据牛顿第二定律有 $F_T-\mu mg=ma$，联立解得 $F_T=\frac{1}{3}F$，故 D 正确。

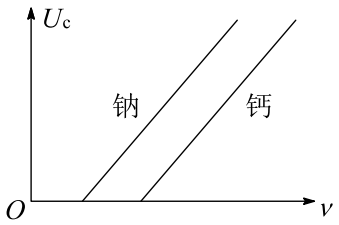
6. 如图，一硬币（可视为质点）置于水平圆盘上，硬币与竖直转轴 OO' 的距离为 r，已知硬币与圆盘之间的动摩擦因数为 μ（最大静摩擦力等于滑动摩擦力），重力加速度大小为 g。若硬币与圆盘一起绕 OO' 轴匀速转动，则圆盘转动的最大角速度为 (B)



A. $\frac{1}{2}\sqrt{\frac{\mu g}{r}}$　　B. $\sqrt{\frac{\mu g}{r}}$　　C. $\sqrt{\frac{2\mu g}{r}}$　　D. $2\sqrt{\frac{\mu g}{r}}$

> 对硬币受力分析可知，由静摩擦力提供向心力，达到最大角速度时，静摩擦力等于滑动摩擦力，则有 $\mu mg=m\omega^2 r$，解得 $\omega=\sqrt{\frac{\mu g}{r}}$，故 B 正确。

7. 对于钠和钙两种金属，其遏止电压 U_c 与入射光频率 ν 的关系如图所示。用 h、e 分别表示普朗克常量和电子电荷量，则 (AB)



A. 钠的逸出功小于钙的逸出功

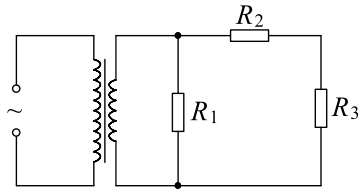
B. 图中直线的斜率为 $\frac{h}{e}$

C. 在得到这两条直线时，必须保证入射光的光强相同

D. 若这两种金属产生的光电子具有相同的最大初动能，则照射到钠的光频率较高

> 由光电效应方程有 $U_c e = h\nu - W_0$，变形得 $U_c = -W_0 + \frac{h}{e}\nu$，图象与纵坐标的截距大小为 $\frac{W_0}{e}$，而 e 为电子电荷量，所以钠的逸出功小于钙的逸出功，斜率为 $\frac{h}{e}$，故 AB 正确；遏止电压与光照强度没有关系，故 C 错误；由于 $E_{\mathrm{km}} = h\nu - W_0$，若这两种金属产生光电子的最大初动能相同，则照射钙的光频率较高，故 D 错误。

8. 如图，一理想变压器输入端接交流恒压源，输出端电路由 R_1、R_2 和 R_3 三个电阻构成。将该变压器原、副线圈的匝数比由 5 : 1 改为 10 : 1 后 (CD)



A. 流经 R_1 的电流减小到原来的 $\frac{1}{4}$

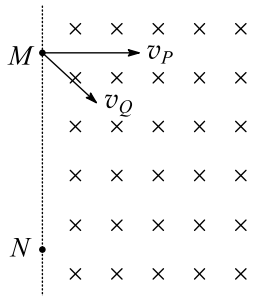
B. R_2 两端的电压增加到原来的 2 倍

C. R_3 两端的电压减小到原来的 $\frac{1}{2}$

D. 电阻上总的热功率减小到原来的 $\frac{1}{4}$

> 由理想变压器中的关系 $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$ 知，匝数比由 5 : 1 变成 10 : 1 后，副线圈两端电压变成原来的 $\frac{1}{2}$，则流经 R_1 的电流变为原来的 $\frac{1}{2}$，故 A 错误；流经 R_2、R_3 的电流变为原来的 $\frac{1}{2}$，R_2、R_3 的电压变为原来的 $\frac{1}{2}$，故 B 错误，C 正确；电阻上总的热功率 $P = I^2 R$ 变为原来的 $\frac{1}{4}$，故 D 正确。

9. 如图，虚线 MN 的右侧有方向垂直于纸面向里的匀强磁场；两电荷量相同的粒子 P、Q 从磁场边界的 M 点先后射入磁场，在纸面内运动。射入磁场时，P 的速度 v_P 垂直于磁场边界，Q 的速度 v_Q 与磁场边界的夹角为 45°。已知两粒子均从 N 点射出磁场，且在磁场中运动的时间相同，则 (AC)

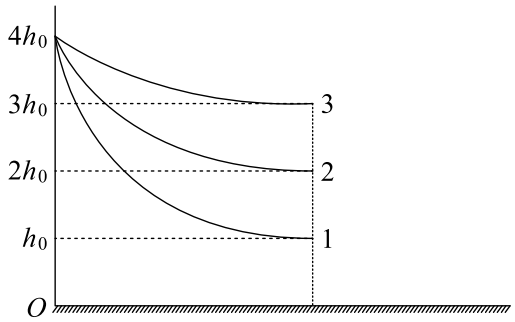


A. P 和 Q 的质量之比为 1 : 2　　B. P 和 Q 的质量之比为 $\sqrt{2}:1$

C. P 和 Q 速度大小之比为 $\sqrt{2}:1$　　D. P 和 Q 速度大小之比为 2 : 1

设 MN 距离为 d，则粒子 P 的运动半径为 $R_1=\frac{1}{2}d$，粒子 Q 的运动半径为 $R_2=\frac{\sqrt{2}}{2}d$，运动时间相同，则有 $\frac{\pi R_1}{v_P}=\frac{\pi R_2}{2v_Q}$，速度之比 $\frac{v_P}{v_Q}=\frac{\sqrt{2}}{1}$，故 C 正确 D 错误；由洛伦兹力提供向心力有 $qvB=m\frac{v^2}{R}$，$R=\frac{mv}{qB}$，则质量比 $\frac{m_P}{m_Q}=\frac{1}{2}$，故 A 正确 B 错误。

10. 三个小物块分别从 3 条不同光滑轨道的上端由静止开始滑下。已知轨道 1、轨道 2、轨道 3 的上端距水平地面的高度均为 $4h_0$；它们的下端水平，距地面的高度分别为 $h_1=h_0$、$h_2=2h_0$、$h_3=3h_0$，如图所示。若沿轨道 1、2、3 下滑的小物块的落地点到轨道下端的水平距离分别记为 s_1、s_2、s_3，则 (BC)



A. $s_1>s_2$　　B. $s_2>s_3$　　C. $s_1=s_3$　　D. $s_2=s_3$

物块沿轨道 1 下滑时，由动能定理得 $3mgh_0=\frac{1}{2}mv_1^2$，从轨道 1 末端抛出后做平抛运动，竖直方向 $h_0=\frac{1}{2}gt^2$，则水平位移 $s_1=v_1t$，解得 $s_1=2\sqrt{3}h_0$，同理可解得 $s_2=4h_0$，$s_3=2\sqrt{3}h_0$，故 BC 正确。

11. 用实验室提供的器材设计一个测量电流表内阻的电路。实验室提供的器材为：待测电流表 A（量程 10 mA，内阻约为 50 Ω），滑动变阻器 R_1，电阻箱 R，电源 E（电动势约为 6 V，内阻可忽略），开关 S_1 和 S_2，导线若干。

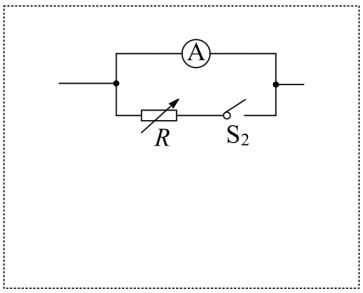


图 a

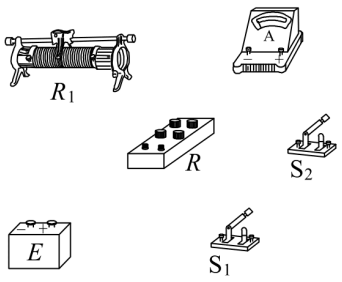


图 b

(1) 根据实验室提供的器材，在图（a）所示虚线框内将电路原理图补充完整，要求滑动变阻器起限流作用；

(2) 将图（b）中的实物按设计的原理图连线；

(3) 若实验提供的滑动变阻器有两种规格：

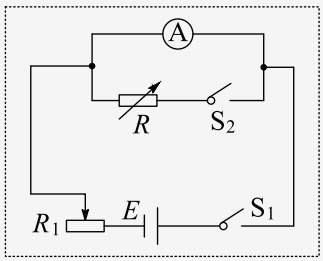
① 10 Ω，额定电流 2 A

② 1500 Ω，额定电流 0.5 A

实验中应该取②。（填“①”或“②”）

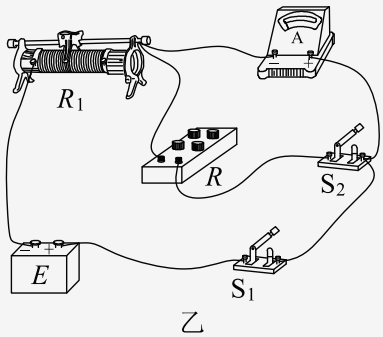
(1) 如图 a 所示　(2) 如图 b 所示　(3) ②

（1）要求滑动变阻器起限流作用，则滑动变阻器串联在电路中。本实验的原理是用半偏法测电流表内阻，闭合开关 S_1，调节滑动变阻器滑片，使电流表满偏，然后闭合开关 S_2，调节电阻箱阻值，使电流表半偏，此时电阻箱读数即为电流表内阻。故电路图如答图 甲 所示。



甲

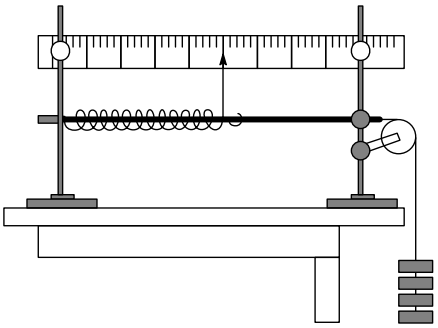
（2）按照电路图依据电流走向连接实物图，如答图 乙 所示。



乙

（3）本实验要求电流表满偏，根据 $E = I(R_A + R_1)$ 可得 R_1 约为 $550\,\Omega$，所以滑动变阻器应选②。

12. 某同学利用图（a）的装置测量轻弹簧的劲度系数。图中，光滑的细杆和直尺水平固定在铁架台上，一轻弹簧穿在细杆上，其左端固定，右端与细绳连接；细绳跨过光滑定滑轮，其下端可以悬挂砝码（实验中，每个砝码的质量均为 $m = 50.0\,\mathrm{g}$）。弹簧右端连有一竖直指针，其位置可在直尺上读出。实验步骤如下：



图(a)

①在绳下端挂上一个砝码，调整滑轮，使弹簧与滑轮间的细线水平且弹簧与细杆没有接触；

②系统静止后，记录砝码的个数及指针的位置；

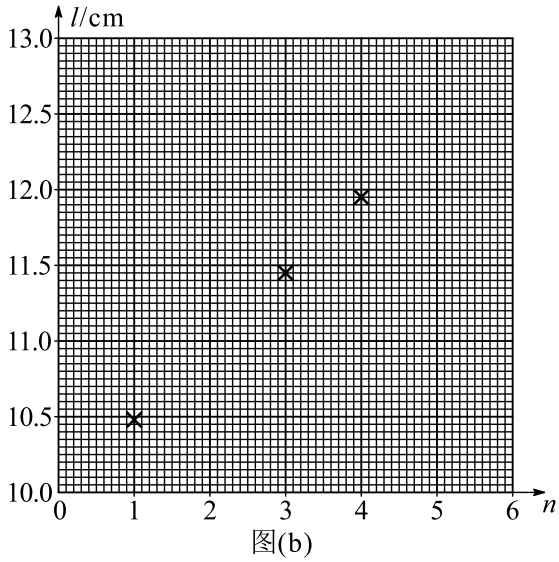
③逐次增加砝码个数，并重复步骤②（保持弹簧在弹性限度内）；

④用 n 表示砝码的个数，l 表示相应的指针位置，将获得的数据记录在表格内。

回答下列问题：

(1) 根据下表的实验数据在图（b）中补齐数据点并作出 $l - n$ 图像。

n	1	2	3	4	5
$l/\,\mathrm{cm}$	10.48	10.96	11.45	11.95	12.40

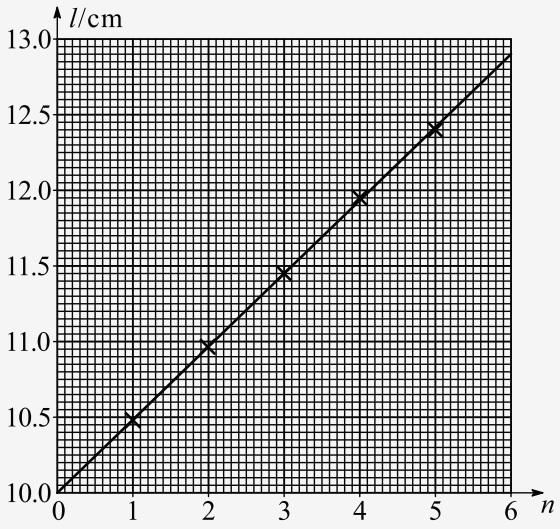


图(b)

(2) 弹簧的劲度系数 k 可用砝码质量 m、重力加速度大小 g 及 $l-n$ 图线的斜率 α 表示，表达式为 $k=\frac{mg}{\alpha}$。若 g 取 $9.80\,\mathrm{m/s^2}$，则本实验中 $k=99.7\,\mathrm{N/m}$（结果保留 3 位有效数字）。

(1) 如图所示　(2) $\frac{mg}{\alpha}$，99.7（98.0～102）

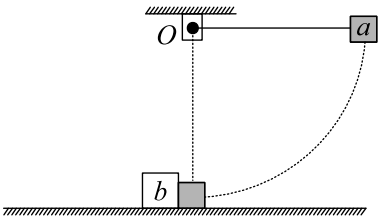
（1）在 $l-n$ 坐标系中补齐（2,10.96）、（5,12.40）两点，然后用平直的直线连接，使大多数的点都在直线上或均匀分布在线的两侧。



（2）对弹簧受力分析有 $nmg=k(l-l_0)$，l_0 为弹簧原长，变形有 $l=l_0+\frac{mg}{k}n$，所以图象的斜率表示 $\frac{mg}{k}$，即 $\alpha=\frac{mg}{k}$，得 $k=\frac{mg}{\alpha}$，图象斜率 $\alpha=\frac{0.0295}{6}$，代入 $k=\frac{mg}{\alpha}$，解得 $k=99.7\,\mathrm{N/m}$。

13. 如图，用不可伸长轻绳将物块 a 悬挂在 O 点；初始时，轻绳处于水平拉直状态。现将 a 由静止释放，当物块 a 下摆至最低点时，恰好与静止在水平面上的物块 b 发生弹性碰撞（碰撞时间极短），碰撞后 b 滑行的最大距离为 s。已知 b 的质量是 a 的 3 倍，b 与

水平面间的动摩擦因数为 μ，重力加速度大小为 g。求



(1) 碰撞后瞬间物块 b 速度的大小；

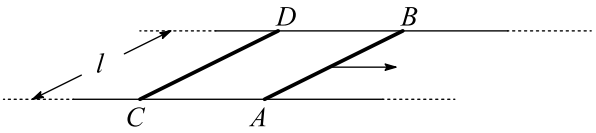
(2) 轻绳的长度。

(1) $\sqrt{2\mu gs}$ (2) $4\mu s$

（1）设碰撞后物块 b 的速度为 v_b，由牛顿第二定律得 $\mu m_b g = m_b a$，即物块 b 在水平面上运动的加速度大小为 $a = \mu g$，物块 b 做匀减速直线运动，由运动学公式得 $v_b^2 = 2as$，联立解得 $v_b = \sqrt{2\mu gs}$。

（2）设轻绳长度为 l，碰撞前物块 a 速度为 v，质量为 m，碰后速度为 v_a，由动能定理得 $mgl = \frac{1}{2}mv^2$，两物块发生弹性碰撞，由动量守恒得 $mv = mv_a + 3mv_b$，由机械能守恒得 $\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}mv_a^2 + \frac{1}{2}\cdot 3mv_b^2$，联立解得 $l = 4\mu s$。

14. 如图，一水平面内固定有两根平行的长直金属导轨，导轨间距为 l；两根相同的导体棒 AB、CD 置于导轨上并与导轨垂直，长度均为 l；棒与导轨间的动摩擦因数为 μ（最大静摩擦力等于滑动摩擦力）；整个装置处于匀强磁场中，磁感应强度大小为 B，方向竖直向下。从 $t = 0$ 时开始，对 AB 棒施加一外力，使 AB 棒从静止开始向右做匀加速运动，直到 $t = t_1$ 时刻撤去外力，此时棒中的感应电流为 i_1；已知 CD 棒在 $t = t_0$（$0 < t_0 < t_1$）时刻开始运动，运动过程中两棒均与导轨接触良好。两棒的质量均为 m，电阻均为 R，导轨的电阻不计。重力加速度大小为 g。



(1) 求 AB 棒做匀加速运动的加速度大小；

(2) 求撤去外力时 CD 棒的速度大小；

(3) 撤去外力后，CD 棒在 $t = t_2$ 时刻静止，求此时 AB 棒的速度大小。

(1) $\frac{2\mu mgR}{B^2l^2t_0}$ (2) $\frac{2\mu mgRt_1}{B^2l^2t_0} - \frac{2Ri_1}{Bl}$ (3) $\frac{4\mu mgRt_1}{B^2l^2t_0} - \frac{2Ri_1}{Bl} - 2\mu g(t_2 - t_1)$

（1）CD 棒在 $t = t_0$ 时刻开始运动，说明 t_0 时刻 CD 棒安培力等于最大静摩擦力，即 $BIl = \mu mg$；t_0 时刻，AB 棒的速度为 $v = at_0$，AB 棒切割产生的电动势为 $E = Blv$，

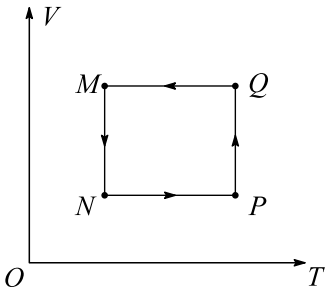
回路中的电流为 $I=\frac{E}{2R}$，联立解得 $a=\frac{2\mu mgR}{B^2l^2t_0}$。

（2）$t=t_1$ 时刻撤去外力，t_1 时刻 AB 棒的速度为 $v_1=at_1$，产生的感应电动势为 $E_1=Blv_1$；设 t_1 时刻 CD 棒的速度为 v_2，产生的感应电动势为 $E_2=Blv_2$，回路中的感应电流为 $i_1=\frac{E_1-E_2}{2R}$，联立解得 $v_2=\frac{2\mu mgRt_1}{B^2l^2t_0}-\frac{2Ri_1}{Bl}$。

（3）对 AB、CD 整体，以向右为正方向，设 CD 棒停止运动时，AB 棒速度为 v_3。由于 AB、CD 运动方向相同，通过电流方向相反，二者所受的安培力大小相等、方向相反，对整体应用动量定理时相互抵消，由动量定理得 $-2\mu mg(t_2-t_1)=mv_3-(mv_1+mv_2)$，即 $v_3=v_1+v_2-2\mu g(t_2-t_1)$，代入数据有 $v_3=\frac{4\mu mgRt_1}{B^2l^2t_0}-\frac{2Ri_1}{Bl}-2\mu g(t_2-t_1)$。

选修 3-3（12 分）

(1)（4 分）一定量的理想气体从状态 M 出发，经状态 N、P、Q 回到状态 M，完成一个循环。从 M 到 N、从 P 到 Q 是等温过程；从 N 到 P、从 Q 到 M 是等容过程；其体积 – 温度图像（$V-T$ 图）如图所示。下列说法正确的是 (BCE)

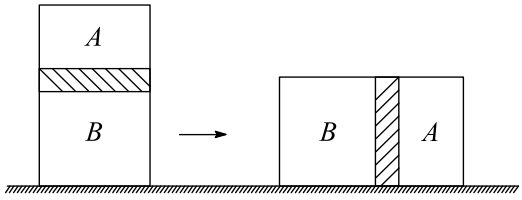


A. 从 M 到 N 是吸热过程　　B. 从 N 到 P 是吸热过程

C. 从 P 到 Q 气体对外界做功　　D. 从 Q 到 M 是气体对外界做功

E. 从 Q 到 M 气体的内能减少

(2)（8 分）如图，一封闭的圆柱形容器竖直放置在水平地面上，一重量不可忽略的光滑活塞将容器内的理想气体分为 A、B 两部分，A 体积为 $V_A=4.0\times10^{-3}\,\mathrm{m}^3$，压强为 $p_A=47\,\mathrm{cmHg}$；B 体积为 $V_B=6.0\times10^{-3}\,\mathrm{m}^3$，压强为 $p_B=52\,\mathrm{cmHg}$。现将容器缓慢转至水平，气体温度保持不变，求此时 A、B 两部分气体的体积。



(1) BCE　(2) $3.76\times10^{-3}\,\mathrm{m}^3$，$6.24\times10^{-3}\,\mathrm{m}^3$

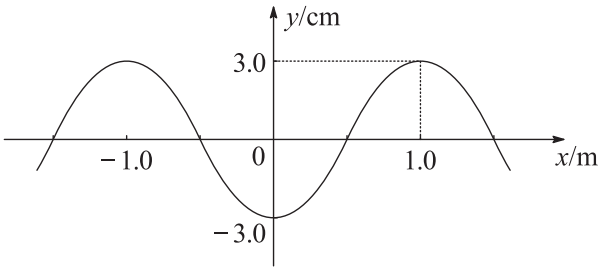
（1）从 M 到 N 气体做等温变化，内能不变，体积减小，外界对气体做功，由热力学第一定律可知，该过程是气体的放热过程，故 A 错误；从 N 到 P 气体做等容变化，

温度升高，内能增大，由热力学第一定律可知，该过程是气体的吸热过程，故 B 正确；从 P 到 Q 气体体积增大，气体对外界做功，故 C 正确；从 Q 到 M 气体做等容变化，气体不对外界做功，但温度降低，内能减小，故 D 错误 E 正确。

（2）初状态密闭气体 A，$p_A = 47\,\mathrm{cmHg}$，$V_A = 4.0\times10^{-3}\,\mathrm{m^3}$；初状态密闭气体 B，$p_B = 52\,\mathrm{cmHg}$，$V_B = 6.0\times10^{-3}\,\mathrm{m^3}$。容器水平后，密闭气体 A 和密闭气体 B 压强相等，对密闭气体 A，由玻意耳定律得 $p_AV_A = pV_A'$；对密闭气体 B，由玻意耳定律得 $p_BV_B = pV_B'$；$V_A+V_B = V_A'+V_B'$，联立解得 $V_A' = 3.76\times10^{-3}\,\mathrm{m^3}$，$V_B' = 6.24\times10^{-3}\,\mathrm{m^3}$。

选修 3-4（12 分）

(1)（4 分）一列简谐横波沿 x 轴正方向传播，周期为 0.2 s，$t = 0$ 时的波形图如图所示。下列说法正确的是（ABC）



A. 平衡位置在 $x = 1.0\,\mathrm{m}$ 处的质点的振幅为 0.03 m

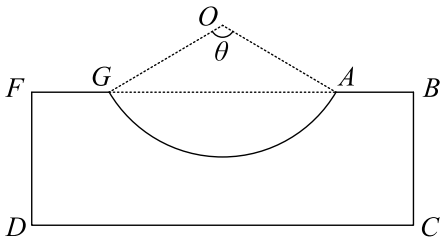
B. 该波的波速为 10 m/s

C. $t = 0.3\,\mathrm{s}$ 时，平衡位置在 $x = 0.5\,\mathrm{m}$ 处的质点向 y 轴正向运动

D. $t = 0.4\,\mathrm{s}$ 时，平衡位置在 $x = -1.0\,\mathrm{m}$ 处的质点处于波谷位置

E. $t = 0.5\,\mathrm{s}$ 时，平衡位置在 $x = 1.0\,\mathrm{m}$ 处的质点加速度为零

(2)（8 分）一透明材料制成的圆柱体的上底面中央有一球形凹陷，凹面与圆柱体下底面可透光，表面其余部分均涂有遮光材料。过圆柱体对称轴线的截面如图所示。O 点是球形凹陷的球心，半径 OA 与 OG 夹角 $\theta = 120°$。平行光沿轴线方向向下入射时，从凹面边缘 A 点入射的光线经折射后，恰好由下底面上 C 点射出。已知 AB=FG=1 cm，BC=$\sqrt{3}$ cm，OA=2 cm。



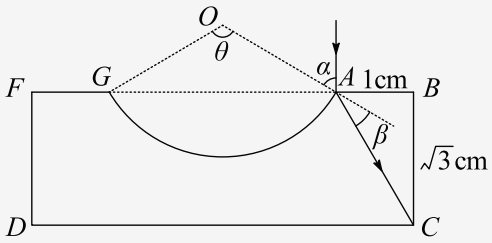
i. 求此透明材料的折射率；

ii. 撤去平行光，将一点光源置于球心 O 点处，求下底面上有光出射的圆形区域的半径（不考虑侧面的反射光及多次反射的影响）。

(1) ABC　(2) $\sqrt{3}$，$\frac{\sqrt{2}+\sqrt{6}}{2}\,\mathrm{cm}$

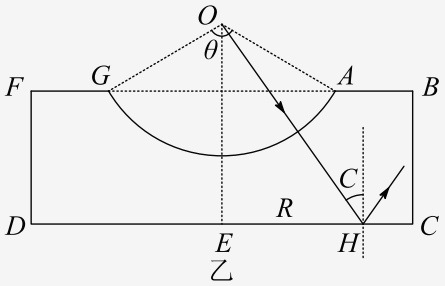
（1）由波动图象可知，$x=1.0\,\mathrm{m}$ 处质点的振幅为 $3\,\mathrm{cm}=0.03\,\mathrm{m}$，故 A 正确；波长 $\lambda=2\,\mathrm{m}$，周期 $T=0.2\,\mathrm{s}$，波速 $v=\frac{\lambda}{T}=10\,\mathrm{m/s}$，故 B 正确；$t=0.3\,\mathrm{s}$ 时，即 $t=1\frac{1}{2}T$，$x=0.5\,\mathrm{m}$ 处的质点处于平衡位置并向 y 轴正向运动，故 C 正确；$t=0.4\,\mathrm{s}$ 时，即 $t=2T$，平衡位置在 $x=-1.0\,\mathrm{m}$ 处的质点处于波峰位置，故 D 错误；$t=0.5\,\mathrm{s}$ 时，即 $t=2\frac{1}{2}T$，平衡位置在 $x=1.0\,\mathrm{m}$ 处的质点处于波谷，加速度最大，故 E 错误。

（2）（i）光路图如图 甲 所示，由几何关系可知，入射角 $\alpha=60°$，折射角 $\beta=30°$，由折射定律得 $n=\frac{\sin\alpha}{\sin\beta}$，解得 $n=\sqrt{3}$。



甲

（ii）光路图如图 乙 所示，设射到 H 点的光线恰好发生全反射时，有 $\sin C=\frac{1}{n}$，可以求得 $\tan C=\frac{\sqrt{2}}{2}$，由几何关系得 $R=OE\cdot\tan C$，又 $OE=(1+\sqrt{3})\,\mathrm{cm}$，解得 $R=\frac{\sqrt{2}+\sqrt{6}}{2}\,\mathrm{cm}$。



乙