2011 年山东理综

1. 了解物理规律的发现过程，学会像科学家那样观察和思考，往往比掌握知识本身更重要。以下符合事实的是（AB）

   A. 焦耳发现了电流热效应的规律

   B. 库仑总结出了点电荷间相互作用的规律

   C. 楞次发现了电流的磁效应，拉开了研究电与磁相互关系的序幕

   D. 牛顿将斜面实验的结论合理外推，间接证明了自由落体运动是匀变速直线运动

   > 1840 年英国科学家焦耳发现了电流热效应的规律；库仑总结出了点电荷间相互作用的规律；法拉第发现了电磁感应现象，拉开了研究电与磁关系的序幕；伽利略通过将斜面实验合理外推，间接证明了自由落体运动的规律。

2. 甲、乙为两颗地球卫星，其中甲为地球同步卫星，乙的运行高度低于甲的运行高度，两卫星轨道均可视为圆轨道。以下判断正确的是（AC）

   A. 甲的周期大于乙的周期

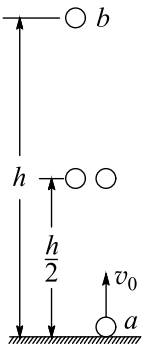
   B. 乙的速度大于第一宇宙速度

   C. 甲的加速度小于乙的加速度

   D. 甲在运行时能经过北极的正上方

   > 对地球卫星，万有引力提供其做圆周运动的向心力，则有 $G\frac{Mm}{r^2}=m\frac{v^2}{r}=mr\omega^2=mr\frac{4\pi^2}{T^2}=ma_n$，可知半径越大速度越小，半径越大加速度越小，同步卫星的轨道与赤道共面，第一宇宙速度为最大环绕速度，可见 A 正确、C 正确。

3. 如图所示，将小球 a 从地面以初速度 v_0 竖直上抛的同时，将另一相同质量的小球 b 从距地面 h 处由静止释放，两球恰在 $\frac{h}{2}$ 处相遇（不计空气阻力）。则（C）

   A. 两球同时落地

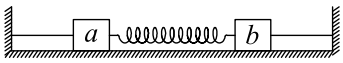
   B. 相遇时两球速度大小相等

   C. 从开始运动到相遇，球 a 动能的减少量等于球 b 动能的增加量

   D. 相遇后的任意时刻，重力对球 a 做功功率和对球 b 做功功率相等

相遇时间为 t，则有 $\frac{h}{2}=\frac{1}{2}gt^2$，$\frac{h}{2}=v_0t-\frac{1}{2}gt^2$，两式联立得 $t=\frac{h}{v_0}$，相遇时球 a 的速度为 $gt=g\frac{h}{v_0}$，球 b 的速度为 $v_0-gt=v_0-g\frac{h}{v_0}$，故两者速度不一定相等、也不能同时落地，相遇之后的速度不同，故重力的功率也不相同；根据动能定理，两球重力做功分别为 $\frac{mgh}{2}$、$-\frac{mgh}{2}$，故 C 正确。

4. 如图所示，将两相同的木块 a、b 置于粗糙的水平地面上，中间用一轻弹簧连接，两侧用细绳固定于墙壁。开始时 a、b 均静止。弹簧处于伸长状态，两细绳均有拉力，a 所受摩擦力 $F_{fa}\neq 0$，b 所受摩擦力 $F_{fb}=0$，现将右侧细绳剪断，则剪断瞬间 (AD)



A. F_{fa} 大小不变　　B. F_{fa} 方向改变　　C. F_{fb} 仍然为零　　D. F_{fb} 方向向右

两物块相同，由受力分析可知两物体受到弹簧拉力大小相等，方向相反，绳子对 b 的拉力等于弹簧对 b 的拉力，若 a 平衡且有摩擦力，则绳对 a 拉力大小等于 b 受到的绳子拉力大小，此摩擦力小于最大静摩擦力，故当剪断右侧细绳后，a 受力情况不变，b 受到的摩擦力与弹簧拉力平衡，大小与 a 受到的摩擦力相等。

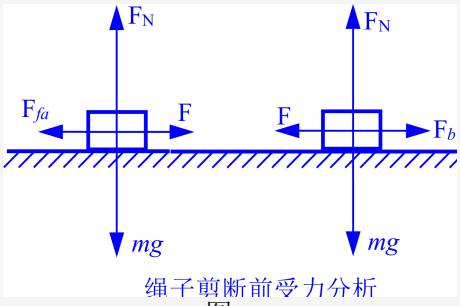


图 a

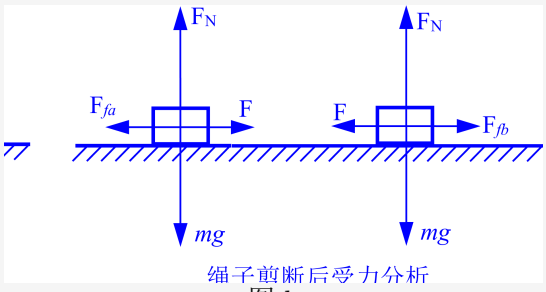
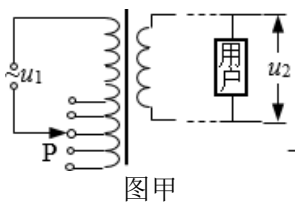
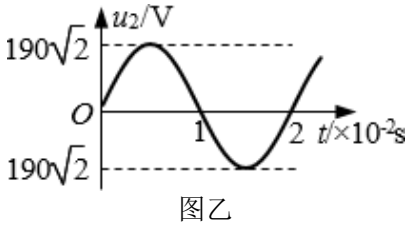


图 b

5. 为保证用户电压稳定在 220 V，变电所需适时进行调压，图甲为调压变压器示意图。保持输入电压 u_1 不变，当滑动接头 P 上下移动时可改变输出电压。某次检测得到用户电压 u_2 随时间 t 变化的曲线如图乙所示。以下正确的是 (BD)



图甲



图乙

A. $u_2=190\sqrt{2}\sin(50\pi t)\,\mathrm{V}$

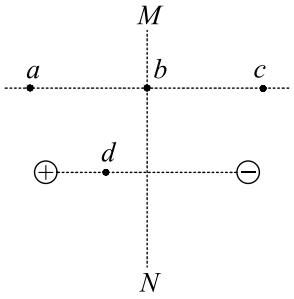
B. $u_2=190\sqrt{2}\sin(100\pi t)\,\mathrm{V}$

C. 为使用户电压稳定在 220 V，应将 P 适当下移

D. 为使用户电压稳定在 220 V，应将 P 适当上移

> 根据图像知周期为 $T=2\times10^{-2}\,\mathrm{s}$，电压的最大值为 $190\sqrt{2}\,\mathrm{V}$，故用户得到电压的瞬时值为 $u_2=190\sqrt{2}\sin(100\pi t)\,\mathrm{V}$，B 正确；用户获得电压为交流电的有效值，此时有效值为 $190\,\mathrm{V}$，根据变压比 $\frac{n_1}{n_2}=\frac{U_1}{U_2}$，增大电压则需要减少原线圈的匝数 P 要适当上移，D 正确。

6. 如图所示，在两等量异种点电荷的电场中，MN 为两电荷连线的中垂线，a、b、c 三点所在直线平行于两电荷的连线，且 a 与 c 关于 MN 对称，b 点位于 MN 上，d 点位于两电荷的连线上。以下判断正确的是 (BC)



A. b 点场强大于 d 点场强

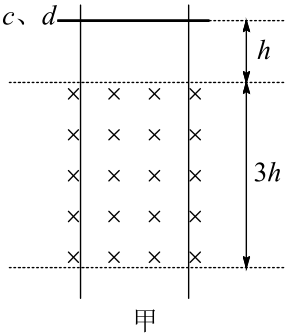
B. b 点场强小于 d 点场强

C. a、b 两点的电势差等于 b、c 两点间的电势差

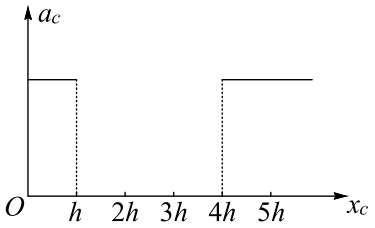
D. 试探电荷 $+q$ 在 a 点的电势能小于在 c 点的电势能

> 根据等量异种电荷的电场线分布可知 b 点场强小于 d 点场强，B 正确，A 错误；由对称性可知 a、b 两点的电势差等于 b、c 两点间的电势差，C 正确；MN 左侧电势大于零，而右侧小于零，所以试探电荷 $+q$ 在 a 点的电势能大于在 c 点的电势能，D 错误。

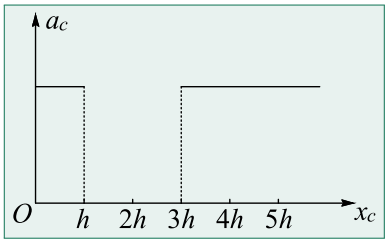
7. 如图甲所示，两固定的竖直光滑金属导轨足够长且电阻不计。两质量、长度均相同的导体棒 c、d，置于边界水平的匀强磁场上方同一高度 h 处。磁场宽为 $3h$，方向与导轨平面垂直。先由静止释放 c，c 刚进入磁场即匀速运动，此时再由静止释放 d，两导体棒与导轨始终保持良好接触。用 a_c 表示 c 的加速度，E_{kd} 表示 d 的动能，x_c、x_d 分别表示 c、d 相对释放点的位移。图乙中正确的是 (BD)



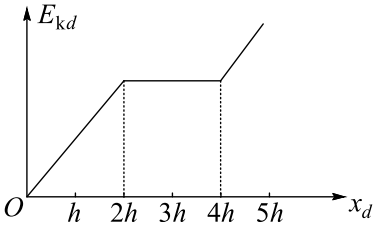
甲



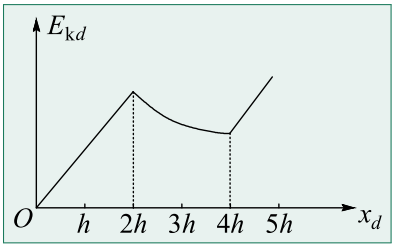
A.



B.



C.



D.

c 导体棒落入磁场之前做自由落体运动，加速度恒为 g，有 $h=\frac{1}{2}gt^2$，$v=gt$，c 棒进入磁场以速度 v 做匀速直线运动时，d 棒开始做自由落体运动，与 c 棒做自由落体运动的过程相同，此时 c 棒在磁场中做匀速直线运动的路程为 $h'=vt=gt^2=2h$，d 棒进入磁场而 c 还没有传出磁场的过程，无电磁感应，两导体棒仅受到重力作用，加速度均为 g，直到 c 棒穿出磁场，B 正确。c 棒穿出磁场，d 棒切割磁感线产生电动势，在回路中产生感应电流，因此时 d 棒速度大于 c 进入磁场时切割磁感线的速度，故电动势、电流、安培力都大于 c 刚进入磁场时的大小，d 棒减速，直到穿出磁场仅受重力，做匀加速运动，结合匀变速直线运动 $v^2-v_0^2=2gh$，可知加速过程动能与路程成正比，D 正确。

8. (1) 某探究小组设计了“用一把尺子测定动摩擦因数”的实验方案。如图所示，将一个小球和一个滑块用细绳连接，跨在斜面上端。开始时小球和滑块均静止，剪断细绳后，小球自由下落，滑块沿斜面下滑，可先后听到小球落地和滑块撞击挡板的声音，保持小球和滑块释放的位置不变，调整挡板位置，重复以上操作，直到能同时听到小球落地和滑块撞击挡板的声音。用刻度尺测出小球下落的高度 H、滑块释放点与挡板处的高度差 h 和沿斜面运动的位移 x。（空气阻力对本实验的影响可以忽略）

① 滑块沿斜面运动的加速度与重力加速度的比值为_____。

② 滑块与斜面间的动摩擦因数为_____。

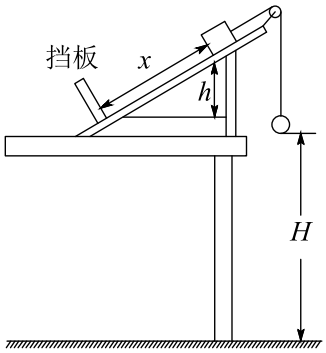
③（多选）以下能引起实验误差的是_____。

（A）滑块的质量

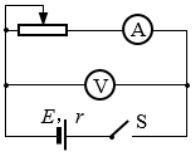
（B）当地重力加速度的大小

（C）长度测量时的读数误差

（D）小球落地和滑块撞击挡板不同时



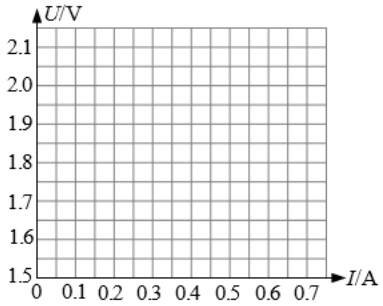
(2) 某同学利用图甲所示电路，探究了电源在不同负载下的输出功率。



图甲

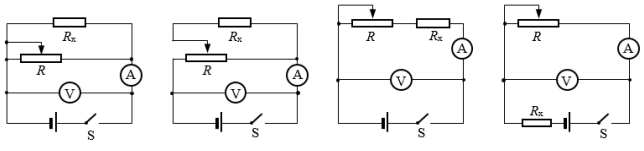
① 所得实验数据如下表，请在给出的直角坐标系上画出 $U-I$ 的图像。

U/V	1.96	1.86	1.80	1.84	1.64	1.56
I/A	0.05	0.15	0.25	0.35	0.45	0.55



② 根据所画 $U-I$ 的图像，可求得电流 $I=0.20\,\mathrm{A}$ 时电源的输出功率为_____W。（保留两位有效数字）

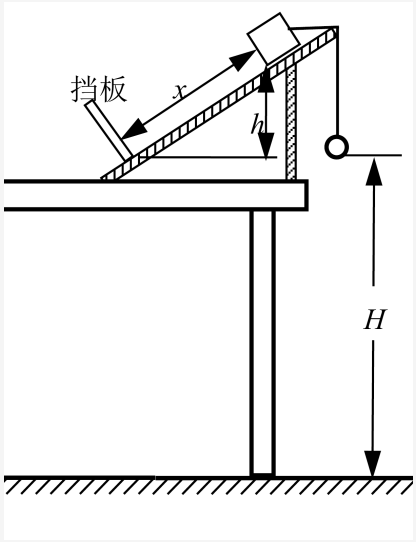
③ 实验完成后，该同学对实验方案进行了反思，认为按图甲电路进行实验操作的过程中存在安全隐患，并对电路重新设计。在图乙所示的电路中，你认为既能测出电源在不同负载下的输出功率，又能消除安全隐患的是_____。（R_x 阻值未知）



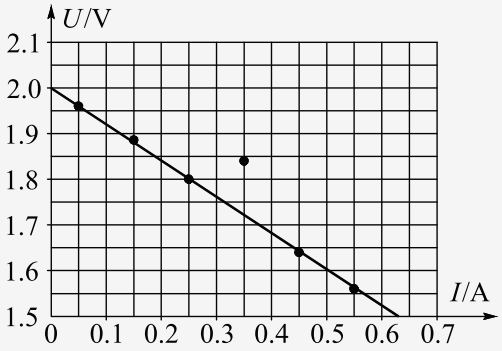
图乙

(1) $\frac{x}{H}$；$\left(h-\frac{x^2}{H}\right)\frac{1}{\sqrt{x^2-h^2}}$；CD　(2) 见解析图；0.37 W；b、c

（1）滑块沿斜面做初速度为零的匀加速直线运动，有 $x=\frac{1}{2}at^2$，小球做自由落体运动，有 $H=\frac{1}{2}gt^2$，所以 $\frac{a}{g}=\frac{x}{H}$。对滑块受力分析，根据牛顿第二定律得 $a=g\sin\theta-\mu g\cos\theta$，即 $\frac{x}{H}g=g\frac{h}{x}-\mu g\frac{\sqrt{x^2-h^2}}{x}$，解得 $\mu=\left(h-\frac{x^2}{H}\right)\frac{1}{\sqrt{x^2-h^2}}$。由上述分析知，C、D 能引起实验误差。



（2）$U-I$ 图像如图所示。



由 $U-I$ 图像可知，当 $I=0.2\,\mathrm{A}$ 时，$U=1.84\,\mathrm{V}$。由 $P=UI$ 得：$P=1.84\times0.2\,\mathrm{W}=0.368\,\mathrm{W}\approx0.37\,\mathrm{W}$（保留两位有效数字）。按图甲电路进行实验操作的过程中存在安全隐患是：滑动变阻器的滑片移动到最右端时，相当于把电流表直接接在电源两极，会烧坏电流表。而图乙中的 a 仍然出现图甲的问题；b 中的 R_x 在滑动变阻器的滑片移动时起分流作用保护电流表；c 中的 R_x 在滑动变阻器的滑片移动到最右端时起限流作用保护电流表；d 中的 R_x 在滑动变阻器的滑片移动到最右端时，R_x 与 r 串联相当于电源内阻，等于直接把电流表接在电源两极。b、c 正确。

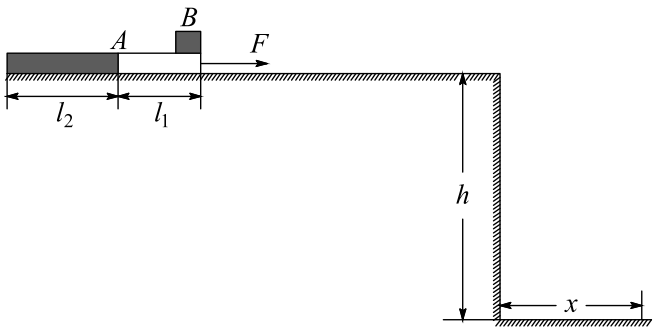
9. 如图所示，在高出水平地面 $h=1.8\,\mathrm{m}$ 的光滑平台上放置一质量 $M=2\,\mathrm{kg}$、由两种不同材料连接成一体的薄板 A，其右段长度 $l_1=0.2\,\mathrm{m}$ 且表面光滑，左段表面粗糙。在 A 最右端放有可视为质点的物块 B，其质量 $m=1\,\mathrm{kg}$。B 与 A 左段间动摩擦因数 $\mu=0.4$。开始时二者均静止，现对 A 施加 $F=20\,\mathrm{N}$ 水平向右的恒力，待 B 脱离 A（A 尚未露出平台）后，将 A 取走。B 离开平台后的落地点与平台右边缘的水平距离 $x=1.2\,\mathrm{m}$。（取

$g = 10\,\mathrm{m/s^2}$）求：

(1) B 离开平台时的速度 v_B；

(2) B 从开始运动到刚脱离 A 时，B 运动的时间 t_B 和位移 x_B；

(3) A 左端的长度 l_2。



(1) 2 m/s　(2) 0.5 s，0.5 m　(3) 1.5 m

（1）B 离开平台做平抛运动。竖直方向有 $h = \frac{1}{2}gt^2$ ①，水平方向有 $x = v_B t$ ②，由①②式解得 $v_B = x \cdot \sqrt{\frac{g}{2h}}$，代入数据求得 $v_B = 2\,\mathrm{m/s}$ ③。

（2）设 B 的加速度为 a_B，由牛顿第二定律和运动学知识得 $\mu mg = ma_B$ ④，$v_B = a_B t$ ⑤，$x_B = \frac{1}{2}a_B t_B^2$ ⑥，联立③④⑤⑥式，代入数据解得 $t_B = 0.5\,\mathrm{s}$ ⑦，$x_B = 0.5\,\mathrm{m}$ ⑧。

（3）设 B 刚开始运动时 A 的速度为 v_1，由动能定理得 $Fl_1 = \frac{1}{2}Mv_1^2$ ⑨，设 B 运动时 A 的加速度为 a_A，由牛顿第二定律和运动学知识有 $F - \mu mg = Ma_A$ ⑩，$l_2 + x_B = v_1 t_B + \frac{1}{2}a_A t_B^2$ ⑪，联立⑦⑧⑨⑩ ⑪ 式，代入数据解得 $l_2 = 1.5\,\mathrm{m}$ ⑫。

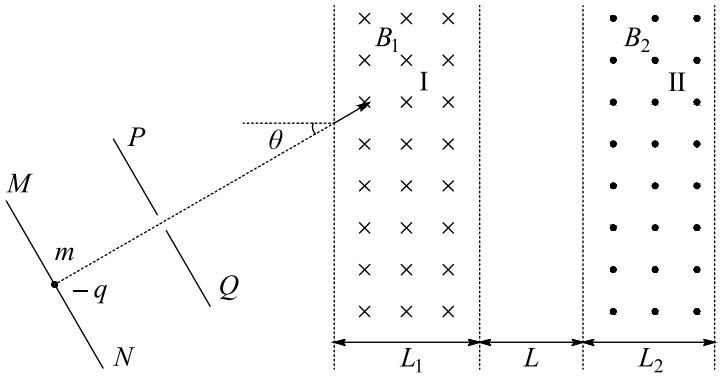
10. 扭摆器是同步辐射装置中的插入件，能使粒子的运动轨迹发生扭摆。其简化模型如图：Ⅰ、Ⅱ两处的条形匀强磁场区边界竖直，相距为 L，磁场方向相反且垂直纸面。一质量为 m、电量为 $-q$、重力不计的粒子，从靠近平行板电容器 MN 板处由静止释放，极板间电压为 U，粒子经电场加速后平行于纸面射入Ⅰ区，射入时速度与水平方向夹角 $\theta = 30°$。

(1) 当Ⅰ区宽度 $L_1 = L$、磁感应强度大小 $B_1 = B_0$ 时，粒子从Ⅰ区右边界射出时速度与水平方向夹角也为 30°，求 B_0 及粒子在Ⅰ区运动的时间 t_0；

(2) 若Ⅱ区宽度 $L_2 = L_1 = L$，磁感应强度大小 $B_2 = B_1 = B_0$，求粒子在Ⅰ区的最高点与Ⅱ区的最低点之间的高度差 h；

(3) 若 $L_2 = L_1 = L$、$B_1 = B_0$，为使粒子能返回Ⅰ区，求 B_2 应满足的条件；

(4) 若 $B_1 \neq B_2$，$L_1 \neq L_2$，且已保证了粒子能从Ⅱ区右边界射出。为使粒子从Ⅱ区右边界射出的方向与从Ⅰ区左边界射出的方向总相同，求 B_1、B_2、L_1、L_2 之间应满足的关系式。



(1) $B_0=\frac{1}{L}\sqrt{\frac{2mU}{q}}$，$t_0=\frac{\pi L}{3}\sqrt{\frac{m}{2qU}}$ (2) $\left(2-\frac{2\sqrt{3}}{3}\right)L$ (3) $B_2\geqslant\frac{3}{L}\sqrt{\frac{mU}{2q}}$ (4) $B_1L_1=B_2L_2$

（1）如图 1 所示，设粒子射入磁场 I 区的速度为 v，在磁场 I 区做圆周运动半径为 R_1，由动能定理和牛顿第二定律得

$qU=\frac{1}{2}mv^2$ ①

$qvB_0=m\frac{v^2}{R_1}$ ②

由几何关系得 $R_1=L$ ③

联立①②③得 $B_0=\frac{1}{L}\sqrt{\frac{2mU}{q}}$ ④

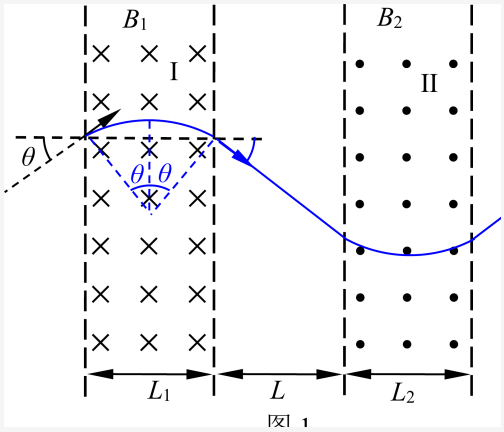


图 1

设粒子在 I 区做圆周运动周期为 T，运动时间为 t，$T=\frac{2\pi R_1}{v}$ ⑤，$\frac{t}{T}=\frac{2\theta}{360^\circ}$ ⑥，联立①③⑤⑥式解得 $t=\frac{\pi L}{3}\sqrt{\frac{m}{2qU}}$ ⑦。

（2）设粒子在磁场 II 区做圆周运动半径为 R_2，由牛顿第二定律得

$qB_2R_2=m\frac{v^2}{R_2}$ ⑧

由几何知识得 $h=(R_1+R_2)(1-\cos\theta)+L\tan\theta$ ⑨

联立②③⑧⑨式解得 $h=\left(2-\frac{2\sqrt{3}}{3}\right)L$ ⑩

（3）如图 2 所示，为使粒子能再次返回到 I 区应满足 $R_2(1+\sin\theta) \leq L$ ⑪

联立①⑧ ⑪ 式解得 $B_2 \geqslant \frac{3}{L}\sqrt{\frac{mU}{2q}}$ ⑫

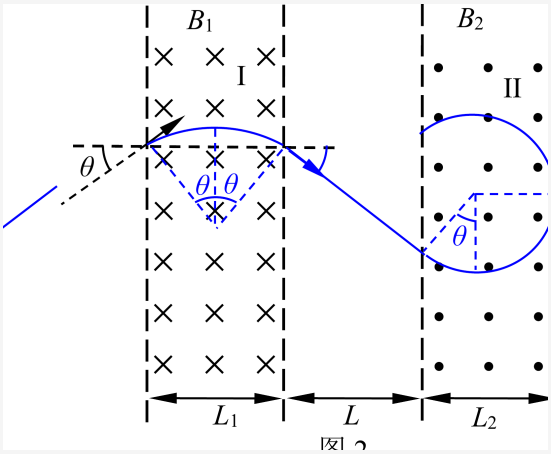


图 2

（4）如图 3（或图 4）所示，设粒子射出磁场 I 区时速度与水平方向的夹角为 α，由图 2 几何知识可得

$L_1 = R_1(\sin\theta + \sin\alpha)$ 或 $L_1 = R_1(\sin\theta - \sin\alpha)$ ⑬

$L_2 = R_2(\sin\theta + \sin\alpha)$ 或 $L_2 = R_2(\sin\theta - \sin\alpha)$ ⑭

联立②⑧ ⑬⑭ 式解得 $B_1L_1 = B_2L_2$ ⑮

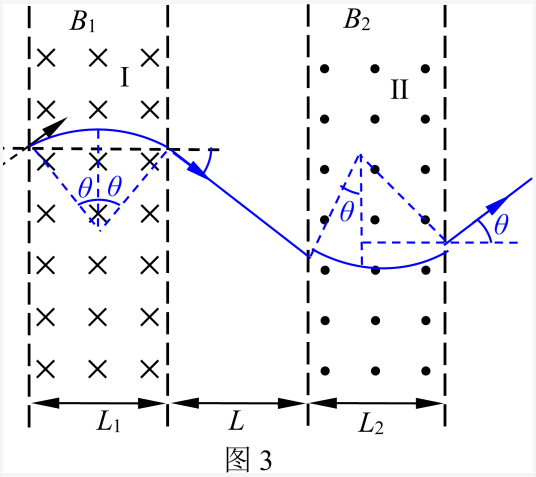


图 3

图 a

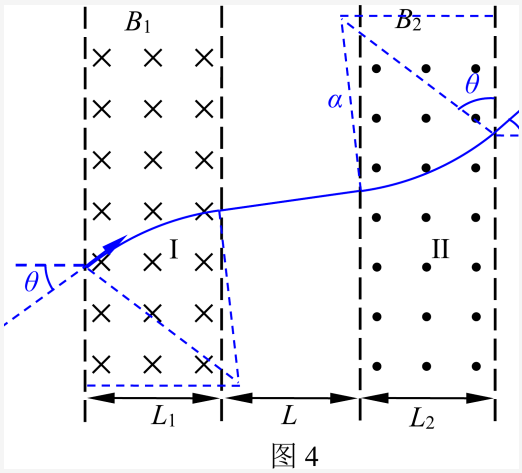


图 4

图 b

11. (1) 人类对物质属性的认识是从宏观到微观不断深入的过程。以下说法正确的是 (AD)

A. 液体的分子势能与体积有关

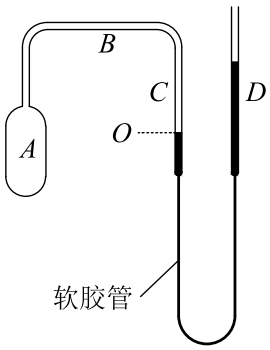
B. 晶体的物理性质都是各向异性的

C. 温度升高，每个分子的动能都增大

D. 露珠呈球状是由于液体表面张力的作用

(2) 气体温度计结构如图所示。玻璃测温泡 A 内充有理想气体，通过细玻璃管 B 和水银压强计相连。开始时 A 处于冰水混合物中，左管 C 中水银面在 O 点处，右管

D 中水银面高出 O 点 $h_1 = 14\,\text{cm}$。后将 A 放入待测恒温槽中，上下移动 D，使 C 中水银面仍在 O 点处，测得 D 中水银面高出 O 点 $h_2 = 44\,\text{cm}$。（已知外界大气压为 1 个标准大气压，1 标准大气压相当于 76 cmHg）求恒温槽的温度。此过程 A 内气体内能_____（填“增大”或“减小”），气体不对外做功，气体将_____（填“吸热”或“放热”）。

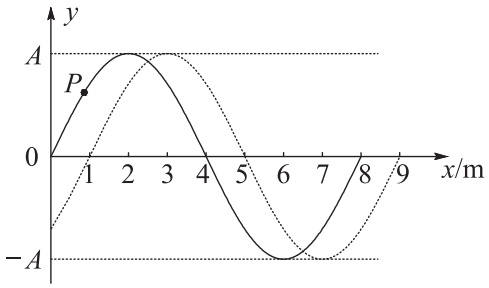


(1) AD (2) $T_2 = 364\,\text{K}$；增大，吸热

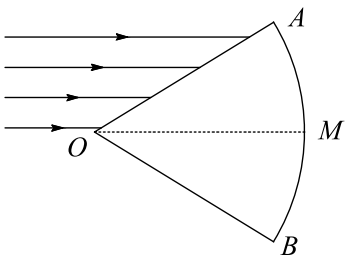
（1）物体体积变化时，分子间的距离将发生改变，分子势能随之改变，所以分子势能与体积有关，A 正确。晶体分为单晶体和多晶体，单晶体的物理性质各向异性，多晶体的物理性质各向同性，B 错误。温度是分子平均动能的标志，具有统计的意义，C 错误。液体表面的张力具有使液体表面收缩到最小的趋势，D 正确。

（2）①设恒温槽的温度为 T_2，由题意知 $T_1 = 273\,\text{K}$，A 内气体发生等容变化。由查理定律得 $\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$ ①，$P_1 = P_0 + P_{h_1}$ ②，$P_2 = P_0 + P_{h_2}$ ③，联立①②③式解得 $T_2 = 364\,\text{K}$ ④。②理想气体的内能只由温度决定，A 气体的温度升高，所以内能增大。由热力学第一定律 $\Delta U = Q + W$ 知，气体不对外做功，气体将吸热。

12. (1) 如图所示，一列简谐波沿 x 轴传播，实线为 $t_1 = 0$ 时的波形图，此时 P 质点向 y 轴负方向运动，虚线为 $t_2 = 0.01\,\text{s}$ 时的波形图。已知周期 $T > 0.01\,\text{s}$。波沿 x 轴_____（填“正”或“负”）方向传播。求波速。



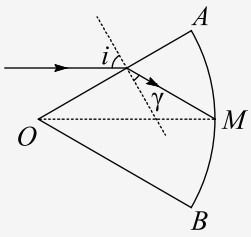
(2) 如图所示，扇形 AOB 为透明柱状介质的横截面，圆心角 $\angle\text{AOB} = 60°$。一束平行于角平分线 OM 的单色光由 OA 射入介质，经 OA 折射的光线恰平行于 OB。求介质的折射率。折射光线中恰好射到 M 点的光线_____（填“能”或“不能”）发生全反射。



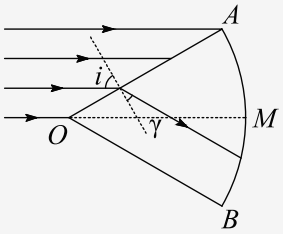
(1) 正；100 m/s　(2) $\sqrt{3}$；不能

（1）$t_1=0$ 时，P 质点向 y 轴负方向运动，由波的形成与传播知识可以判断波沿 x 轴正向传播。由题意知 $\lambda=8\,\mathrm{m}$，$t_2-t_1=\frac{1}{8}T$ ①，$v=\frac{\lambda}{T}$ ②，联立①②式代入数据求得 $v=100\,\mathrm{m/s}$。

（2）依题意作出光路图，如图所示。由几何知识知入射角 $i=60°$，折射角 $\gamma=30°$。根据折射定律 $n=\frac{\sin i}{\sin\gamma}$ 代入数据求得 $n=\sqrt{3}$。

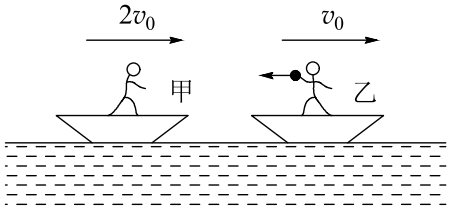


$i'=30°$，$\sin i'=\frac{1}{2}$，而 $\sin C=\frac{1}{n}=\frac{\sqrt{3}}{3}$。$i'<C$，所以不能发生全反射。



13. (1) 碘 131 核不稳定，会发生 β 衰变，其半衰期为 8 天。碘 131 核的衰变方程：$^{131}_{53}\mathrm{I}\rightarrow$_____（衰变后的元素用 X 表示）。经过_____天有 75% 的碘 131 核发生了衰变。

(2) 如图所示，甲、乙两船的总质量（包括船、人和货物）分别为 $10m$、$12m$，两船沿同一直线同一方向运动，速度分别为 $2v_0$、v_0。为避免两船相撞，乙船上的人将一质量为 m 的货物沿水平方向抛向甲船，甲船上的人将货物接住，求抛出货物的最小速度。（不计水的阻力）



(1) ${}^{131}_{54}\mathrm{X} + {}^{0}_{-1}\mathrm{e}$；16 天　(2) $4v_0$

（1）核衰变遵守电荷量和质量数守恒，所以 ${}^{131}_{53}\mathrm{I} \longrightarrow {}^{131}_{54}\mathrm{X} + {}^{0}_{-1}\mathrm{e}$。根据半衰期概念，得 $m_{剩} = m_0 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{\tau}}$，即 $25\%m_0 = m_0 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{8}}$，解得 $t = 16$ 天。

（2）设乙船上的人抛出货物的最小速度为 $v_{\min}$，抛出货物后的速度为 v_1，甲船上的人接到货物后速度为 v_2，由动量守恒定律得：$12m \times v_0 = 11m \times v_1 - m \times v_{\min}$ ①，$10m \times 2v_0 - m \times v_{\min} = 11m \times v_2$ ②，为避免两船相撞应满足：$v_1 = v_2$ ③，联立①②③式得：$v_{\min} = 4v_0$ ④。