2013 年山东理综

1. 伽利略开创了实验研究和逻辑推理相结合探索自然规律的科学方法，利用这种方法伽利略发现的规律有（AC）

   A. 力不是维持物体运动的原因

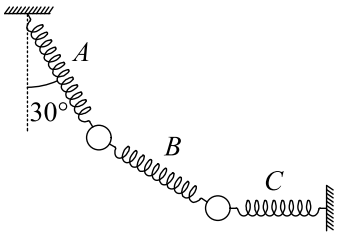
   B. 物体之间普遍存在相互吸引力

   C. 忽略空气阻力，重物与轻物下落得同样快

   D. 物体间的相互作用力总是大小相等，方向相反

   > 伽利略在研究物体的运动不需要力来维持和自由落体运动规律时，都用到了实验研究和逻辑推理相结合的方法，故 A、C 正确；物体之间普遍存在相互吸引力和物体间的相互作用力总是大小相等、方向相反，是牛顿第三定律的内容，故 B、D 错误。

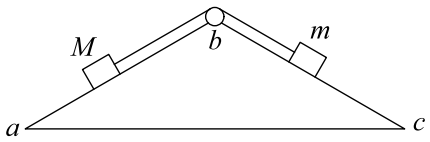
2. 如图所示，用完全相同的轻弹簧 A、B、C 将两个相同的小球连接并悬挂，小球处于静止状态，弹簧 A 与竖直方向的夹角为 30°，弹簧 C 水平，则弹簧 A、C 的伸长量之比为（D）

   A. $\sqrt{3}:4$　　B. $4:\sqrt{3}$　　C. $1:2$　　D. $2:1$

   > 将两小球及弹簧 B 视为一个整体系统，因小球处于静止状态，故该系统水平方向受力平衡，则有 $k\Delta x_A \sin 30° = k\Delta x_C$，可得 $\Delta x_A : \Delta x_C = 2:1$，选项 D 正确。

3. 如图所示，楔形木块 abc 固定在水平面上，粗糙斜面 ab 和光滑斜面 bc 与水平面的夹角相同，顶角 b 处安装一定滑轮。质量分别为 M、m（$M > m$）的滑块，通过不可伸长的轻绳跨过定滑轮连接，轻绳与斜面平行。两滑块由静止释放后，沿斜面做匀加速运动。若不计滑轮的质量和摩擦，在两滑块沿斜面运动的过程中（CD）

   A. 两滑块组成系统的机械能守恒

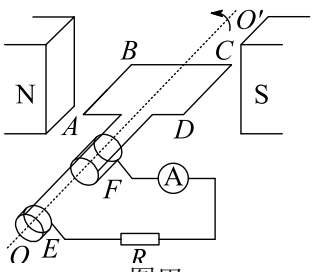
   B. 重力对 M 做的功等于 M 动能的增加

   C. 轻绳对 m 做的功等于 m 机械能的增加

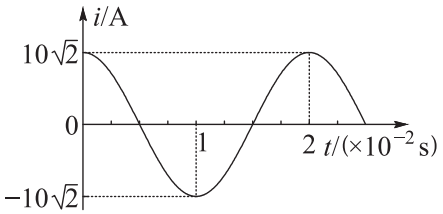
D. 两滑块组成系统的机械能损失等于 M 克服摩擦力做的功

机械能守恒的条件是只有重力做功。对两滑块组成的系统，斜面对 M 的摩擦力对 M 做负功，故系统机械能不守恒，A 错误。将 M 释放后，对整体受力分析，因为 $Mg\sin\theta > mg\sin\theta$，故滑块 M 沿斜面向下加速、m 沿斜面向上加速；绳的拉力对 M 做负功，由动能定理可知，滑块 M 动能的变化量等于其重力做的功减去克服摩擦阻力做的功与克服绳的拉力做的功之和，故 B 错误。重力以外的力做功量度了机械能的变化，绳的拉力对 m 做正功，故 m 的机械能增加，C 正确。对系统分析，M 克服摩擦力做的功等于系统机械能的减少量，D 正确。

4. 小型交流发电机的示意图如图 甲 所示，两磁极 N、S 间的磁场可视为水平方向的匀强磁场，A 为交流电流表。线圈绕垂直于磁场方向的水平轴 OO' 沿逆时针方向匀速转动。从图示位置开始计时，产生的交变电流随时间变化的图像如图 乙 所示。以下判断正确的是 (AC)



图甲



图乙

A. 电流表的示数为 10 A

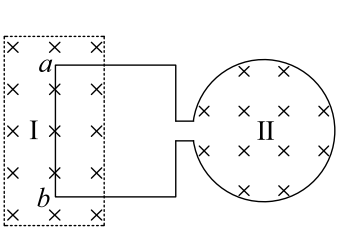
B. 线圈转动的角速度为 50π rad/s

C. 0.01 s 时线圈平面与磁场方向平行

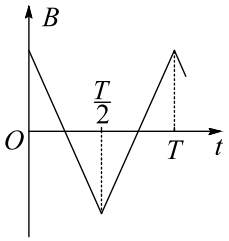
D. 0.02 s 时电阻 R 中电流的方向自右向左

电流表测量的是交变电流的有效值，由图象知交变电流的最大值为 $10\sqrt{2}$ A，因此有效值为 10 A，故 A 正确；由图象知交变电流的周期为 $T = 0.02$ s，由 $\omega = \frac{2\pi}{T} = 100\pi$ rad/s，故 B 错误；0.01 s 时交变电流的感应电动势最大，说明线圈的速度与磁感线垂直，因此线圈平面与磁场方向平行，故 C 正确；0.02 s 时线圈所处位置与初始位置相同，由右手定则知通过电阻 R 的电流方向自左向右，故 D 错误。

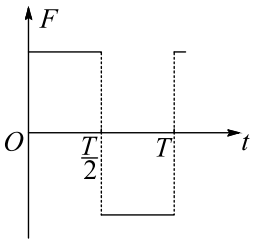
5. 将一段导线绕成如图 甲 所示的闭合电路，并固定在水平面（纸面）内，回路的 ab 边置于垂直纸面向里的匀强磁场 I 中。回路的圆形区域内有垂直纸面的磁场 II，以向里为磁场 II 的正方向，其磁感应强度 B 随时间 t 变化的图像如图 乙 所示。用 F 表示 ab 边受到的安培力，以水平向右为 F 的正方向，能正确反映 F 随时间 t 变化的图像是 (B)



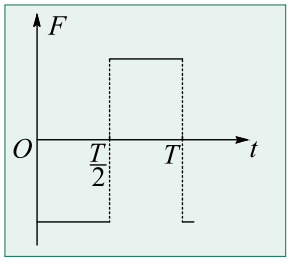
图甲



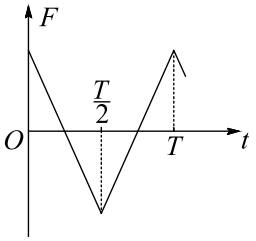
图乙



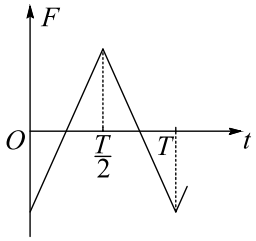
A.



B.



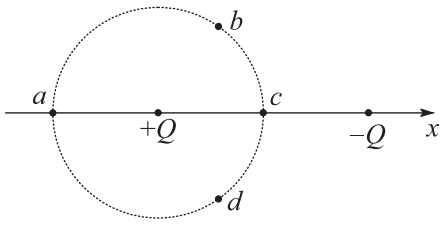
C.



D.

由 $B-t$ 图象知，穿过线圈的磁通量在前 $\frac{T}{2}$ 时间内先向里减小再向外增加，由楞次定律知该段时间内线圈中产生的感应电流方向沿顺时针；由法拉第电磁感应定律 $E=n\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}=\frac{\Delta B}{\Delta t}S=kS$，由 $B-t$ 图象知该段时间内图象的斜率不变，因此线框中产生的电动势大小恒定，由闭合电路欧姆定律得通过 ab 边的电流大小恒定；由左手定则知，ab 边所受的安培力方向向左，为负值，由 $F=BIL$ 知导线受到的安培力大小不变。穿过线圈的磁通量在后 $\frac{T}{2}$ 时间内先向外减小再向里增加，由楞次定律知线圈中产生的感应电流方向沿逆时针，同理得电流大小恒定；由左手定则知 ab 边所受的安培力方向向右，为正值，由 $F=BIL$ 得导线受到的安培力大小不变，故 B 正确。

6. 如图所示，在 x 轴上相距为 L 的两点固定两个等量异种点电荷 $+Q$、$-Q$，虚线是以 $+Q$ 所在点为圆心、$L/2$ 为半径的圆，a、b、c、d 是圆上的四个点，其中 a、c 两点在 x 轴上，b、d 两点关于 x 轴对称。下列判断正确的是 (ABD)



A. b、d 两点处的电势相同

B. 四点中 c 点处的电势最低

C. b、d 两点处的电场强度相同

D. 将一试探电荷 $+q$ 沿圆周由 a 点移至 c 点，$+q$ 的电势能减小

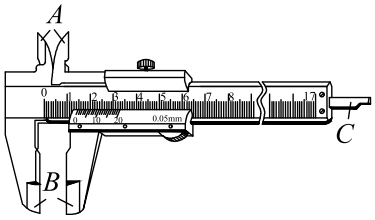
> 由对称性可知，b、d 两点电势相等，A 正确；四个点到正电荷的距离相同，由 $\varphi=\frac{kq}{r}$ 知正电荷在四点产生的电势相等，c 点到负电荷的距离最小、a 点到负电荷的距离最大，故负电荷在 c 点产生的电势最小、在 a 点产生的电势最大，叠加后 a 点的电势最大、c 点的电势最小，B 正确；画出经过 b、d 两点的电场线，电场线的切线方向是电场强度的方向，故 b、d 两点处电场强度的方向不同，C 错误；由于 $\varphi_a>\varphi_c$，由 $E_p=q\varphi$ 得，正电荷由 a 点移至 c 点电势能逐渐减小，D 正确。

7. 双星系统由两颗恒星组成，两恒星在相互引力的作用下，分别围绕其连线上的某一点做周期相同的匀速圆周运动。研究发现，双星系统演化过程中，两星的总质量、距离和周期均可能发生变化。若某双星系统中两星做圆周运动的周期为 T，经过一段时间演化后，两星总质量变为原来的 k 倍，两星之间的距离变为原来的 n 倍，则运动的周期为 (B)

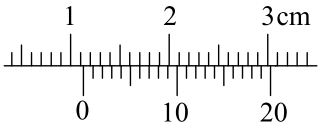
A. $\sqrt{\frac{n^3}{k^2}}T$　　B. $\sqrt{\frac{n^3}{k}}T$　　C. $\sqrt{\frac{n^2}{k}}T$　　D. $\sqrt{\frac{n}{k}}T$

> 设两颗恒星的质量分别为 m_1 和 m_2，运行半径分别为 r_1 和 r_2，两恒星之间的距离 $L=r_1+r_2$。两恒星运动时都是由它们之间的万有引力提供向心力，即 $\frac{Gm_1m_2}{L^2}=m_1r_1\frac{4\pi^2}{T^2}$，$\frac{Gm_1m_2}{L^2}=m_2r_2\frac{4\pi^2}{T^2}$，联立得两恒星的质量和 $M=m_1+m_2=\frac{4\pi^2L^3}{GT^2}$，故 $T^2=\frac{4\pi^2L^3}{GM}$。当质量和变为原来的 k 倍、距离变为原来的 n 倍时，两恒星做圆周运动的周期 $T'=\sqrt{\frac{n^3}{k}}T$，故 B 正确。

8.（1）如图 甲 所示为一游标卡尺的结构示意图，当测量一钢笔帽的内径时，应该用游标卡尺的 A（填“A”、“B”或“C”）进行测量；示数如图 乙 所示，该钢笔帽的内径为 11.30 mm。

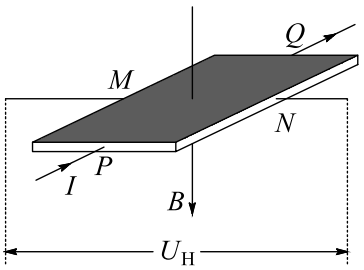


图甲



图乙

（2）霍尔效应是电磁基本现象之一，近期我国科学家在该领域的实验研究上取得了突破性进展。如图 丙 所示，在一矩形半导体薄片的 P、Q 间通入电流 I，同时外加与薄片垂直的磁场 B，在 M、N 间出现电压 U_H，这个现象称为霍尔效应，U_H 称为霍尔电压，且满足 $U_H=k\frac{IB}{d}$，式中 d 为薄片的厚度，k 为霍尔系数。某同学通过实验来测定该半导体薄片的霍尔系数。



图丙

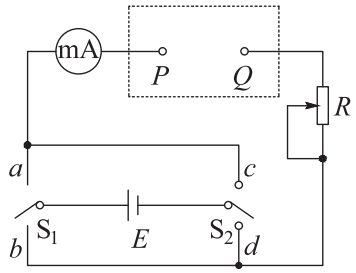
(1) 若该半导体材料是空穴（可视为带正电粒子）导电，电流与磁场方向如图 丙 所示，该同学用电压表测量 U_H 时，应将电压表的“+”接线柱与M（填“M”或“N”）端通过导线相连。

(2) 已知薄片厚度 $d = 0.40\,\mathrm{mm}$，该同学保持磁感应强度 $B = 0.10\,\mathrm{T}$ 不变，改变电流 I 的大小，测量相应的 U_H 值，记录数据如下表所示。

I（$\times 10^{-3}\,\mathrm{A}$）	3.0	6.0	9.0	12.0	15.0	18.0
U_H（$\times 10^{-3}\,\mathrm{V}$）	1.1	1.9	3.4	4.5	6.2	6.8

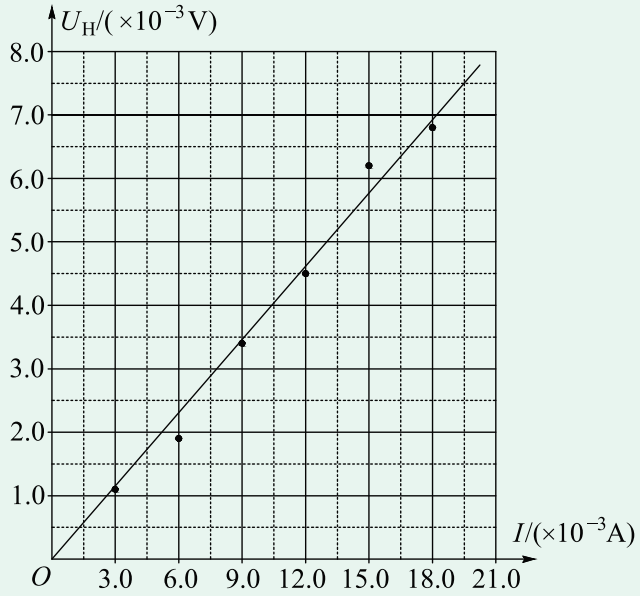
根据表中数据在给定区域内（见答题卡）画出 $U_H - I$ 图线，利用图线求出该材料的霍尔系数为 $1.5\times 10^{-3}\mathrm{V}\cdot\mathrm{m}\cdot\mathrm{A}^{-1}\cdot\mathrm{T}^{-1}$（保留 2 位有效数字）。

(3) 该同学查阅资料发现，使半导体薄片中的电流反向再次测量，取两个方向测量的平均值，可以减小霍尔系数的测量误差，为此该同学设计了如图 丁 所示的测量电路，S_1、S_2 均为单刀双掷开关，虚线框内为半导体薄片（未画出）。为使电流从 Q 端流入，P 端流出，应将 S_1 掷向b（填“a”或“b”），S_2 掷向c（填“c”或“d”）。为了保证测量安全，该同学改进了测量电路，将一合适的定值电阻串联在电路中。在保持其它连接不变的情况下，该定值电阻应串联在相邻器件S_1和E（填器件代号）之间。



图丁

(1) M　(2) 1.5（1.4 或 1.6），如图所示：



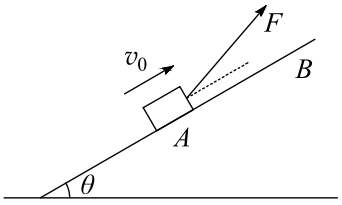
(3) b，c；S_1，E（或 S_2，E）

（1）测量笔帽的内径时用游标卡尺的内测量脚即 A 测量；游标卡尺读数时，先读主尺为 11 mm，游标尺一共 20 个格，每个格表示 0.05 mm，第 6 个格对齐，因此读数为 0.30 mm，故笔帽的内径为 11.30 mm。（2）由左手定则得正电荷在洛伦兹力作用下向 M 端移动，因此 M 端带正电，故电压表的正接线柱与 M 端相连。先描点，然后用直线连接，连接时使尽量多的点落在直线上，不在线上的点均匀分布在直线的两侧，然后求出图线的斜率，图线的斜率为 $\frac{kB}{d}$，代入两组数据得 $k=1.5\times10^{-3}\ \mathrm{V\cdot m\cdot A^{-1}\cdot T^{-1}}$。要使通过霍尔元件的电流反向，需要使电源正极与 Q 相连，因此 S_1 需掷向 b，S_2 掷向 c，定值电阻只要两次测量都能串在电路中即可。

9. 如图所示，一质量 $m=0.4\,\mathrm{kg}$ 的小物块，以 $v_0=2\,\mathrm{m/s}$ 的初速度，在与斜面成某一夹角的拉力 F 作用下，沿斜面向上做匀加速运动，经 $t=2\,\mathrm{s}$ 的时间物块由 A 点运动到 B 点，A、B 之间的距离 $L=10\,\mathrm{m}$。已知斜面倾角 $\theta=30°$，物块与斜面之间的动摩擦因数 $\mu=\sqrt{3}/3$。重力加速度 g 取 $10\,\mathrm{m/s^2}$。

(1) 求物块加速度的大小及到达 B 点时速度的大小。

(2) 拉力 F 与斜面的夹角多大时，拉力 F 最小？拉力 F 的最小值是多少？



(1) $a=3\,\mathrm{m/s^2}$，$v=8\,\mathrm{m/s}$　(2) $\alpha=30°$，$F_{\min}=\frac{13\sqrt{3}}{5}\,\mathrm{N}$

（1）设物块加速度的大小为 a，到达 B 点时速度的大小为 v，由运动学公式得

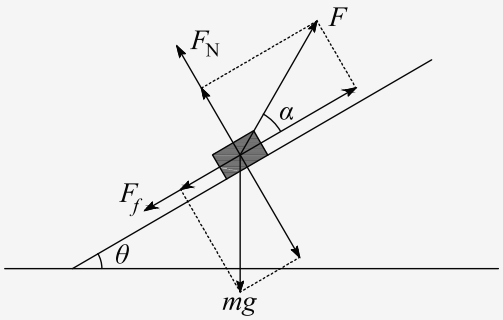
$L=v_0t+\frac{1}{2}at^2$ ①，

$v=v_0+at$ ②，

联立①②得 $a=3\,\mathrm{m/s^2}$ ③，

$v=8\,\mathrm{m/s}$ ④。

（2）设物块所受支持力为 F_N，所受摩擦力为 F_f，拉力与斜面间的夹角为 α，受力分析如图所示，由牛顿第二定律得



$F\cos\alpha-mg\sin\theta-F_f=ma$ ⑤，

$F\sin\alpha+F_N-mg\cos\theta=0$ ⑥，

又 $F_f=\mu F_N$ ⑦，

联立⑤⑥⑦式得

$F=\frac{mg(\sin\theta+\mu\cos\theta)+ma}{\cos\alpha+\mu\sin\alpha}$ ⑧，

由数学知识得

$\cos\alpha+\frac{\sqrt{3}}{3}\sin\alpha=\frac{2\sqrt{3}}{3}\sin(60°+\alpha)$ ⑨，

由⑧⑨式可知对应 F 最小的夹角为 $\alpha=30°$ ⑩，

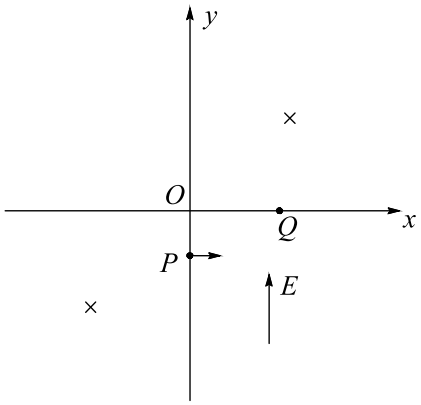
联立③⑧⑩式，代入数据得 F 的最小值为 $F_{\min}=\frac{13\sqrt{3}}{5}\,\mathrm{N}$⑪。

10. 如图所示，在坐标系 xOy 的第一、第三象限内存在相同的匀强磁场，磁场方向垂直于 xOy 平面向里；第四象限内有沿 y 轴正方向的匀强电场，电场强度大小为 E。一带电量为 $+q$、质量为 m 的粒子，自 y 轴上的 P 点沿 x 轴正方向射入第四象限，经 x 轴上的 Q 点进入第一象限，随即撤去电场，以后仅保留磁场。已知 OP= d，OQ= $2d$，不计粒子重力。

(1) 求粒子过 Q 点时速度的大小和方向。

(2) 若磁感应强度的大小为一确定值 B_0，粒子将以垂直 y 轴的方向进入第二象限，求 B_0。

(3) 若磁感应强度的大小为另一确定值，经过一段时间后粒子将再次经过 Q 点，且速度与第一次过 Q 点时相同，求该粒子相邻两次经过 Q 点所用的时间。



(1) $2\sqrt{\frac{qEd}{m}}$，$45°$ (2) $\sqrt{\frac{mE}{2qd}}$ (3) $(2+\pi)\sqrt{\frac{2md}{qE}}$

（1）设粒子在电场中运动的时间为 t_0，加速度的大小为 a，粒子的初速度为 v_0，过 Q 点时速度的大小为 v，沿 y 轴方向分速度的大小为 v_y，速度与 x 轴正方向间的夹角为 θ，由牛顿第二定律得

$qE = ma$ ①，

由运动学公式得

$d = \frac{1}{2}at_0^2$ ②，

$2d = v_0t_0$ ③，

$v_y = at_0$ ④，

$v = \sqrt{v_0^2 + v_y^2}$ ⑤，

$\tan\theta = \frac{v_y}{v_0}$ ⑥，

联立①②③④⑤⑥式得

$v = 2\sqrt{\frac{qEd}{m}}$ ⑦，

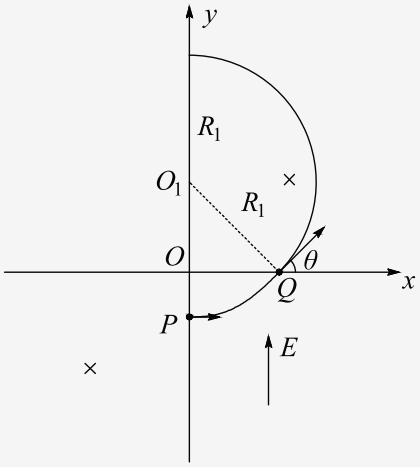
$\theta = 45°$ ⑧。

（2）设粒子做圆周运动的半径为 R_1，粒子在第一象限的运动轨迹如图所示，O_1 为圆心，由几何关系可知 $\triangle O_1OQ$ 为等腰直角三角形，得

$R_1 = 2\sqrt{2}d$ ⑨，

由牛顿第二定律得

$qvB_0 = m\frac{v^2}{R_1}$ ⑩，



联立⑦⑨⑩式得 $B_0 = \sqrt{\frac{mE}{2qd}}$⑪。

（3）设粒子做圆周运动的半径为 R_2，由几何分析（粒子运动的轨迹如图所示，O_2、O_2' 是粒子做圆周运动的圆心，Q、F、G、H 是轨迹与两坐标轴的交点，连接 O_2、O_2'，由几何关系知，O_2FGO_2' 和 O_2QHO_2' 均为矩形，进而知 FQ、GH 均为直径，QFGH 也是矩形，又 $FH \perp GQ$，可知 QFGH 是正方形，$\triangle QOG$ 为等腰直角三角形）可知，粒子在第一、第三象限的轨迹均为半圆，得

$2R_2 = 2\sqrt{2}d$⑫，

粒子在第二、第四象限的轨迹为长度相等的线段，得

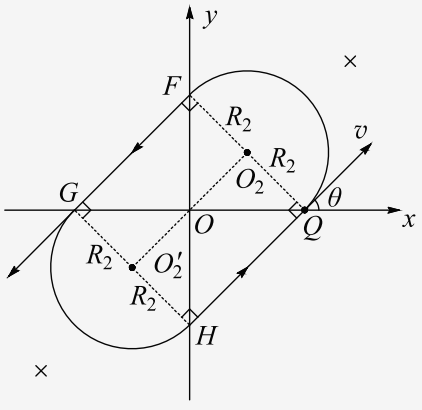
$FG = HQ = 2R_2$⑬，

设粒子相邻两次经过 Q 点所用的时间为 t，则有

$t = \frac{FG+HQ+2\pi R_2}{v}$⑭，

联立⑦⑫⑬⑭得

$t = (2+\pi)\sqrt{\frac{2md}{qE}}$⑮。



11.（1）下列关于热现象的描述正确的是（C）

A. 根据热力学定律，热机的效率可以达到 100%

B. 做功和热传递都是通过能量转化的方式改变系统内能的

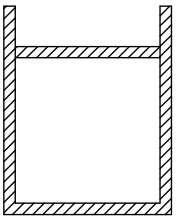
C. 温度是描述热运动的物理量，一个系统与另一个系统达到热平衡时两系统温度相同

D. 物体由大量分子组成，其单个分子的运动是无规则的，大量分子的运动也是无规律的

（2）我国“蛟龙”号深海探测船载人下潜超七千米，再创载人深潜新纪录。在某次深潜实验中，“蛟龙”号探测到 990 m 深处的海水温度为 280 K。某同学利用该数据来研究气体状态随海水深度的变化，如图所示，导热良好的气缸内封闭一定质量的气体，不计活塞的质量和摩擦，气缸所处海平面的温度 $T_0 = 300\,\mathrm{K}$，压强 $p_0 = 1\,\mathrm{atm}$，封闭气体的体积 $V_0 = 3\,\mathrm{m}^3$。如果将该气缸下潜至 990 m 深处，此过程中封闭气体可视为理想气体。

(1) 求 990 m 深处封闭气体的体积（1 atm 相当于 10 m 深的海水产生的压强）。

(2) 下潜过程中封闭气体放热（填“吸热”或“放热”），传递的热量大于（填“大于”或“小于”）外界对气体所做的功。



(1) $V = 2.8 \times 10^{-2}\,\mathrm{m}^3$　(2) 放热，大于

（1）热机的效率永远不可能达到 100%，故 A 错误；热传递是通过能量转移的方式改变物体内能的，故 B 错误；温度是分子平均动能的标志，只要存在温差就要发生热传递，故 C 正确；单个分子的运动是无规则的，但大量分子的运动却有一定的规律，故 D 错误。（2）①当气缸下潜至 990 m 时，设封闭气体的压强为 p，温度为 T，体积为 V，由题意知 $p = 100\,\mathrm{atm}$ ①，

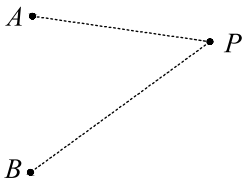
根据理想气体状态方程得 $\frac{p_0V_0}{T_0} = \frac{pV}{T}$ ②，

代入数据得 $V = 2.8 \times 10^{-2}\,\mathrm{m}^3$ ③。②下潜过程中，气体温度降低，内能减小，气体体积减小，外界对气体做功，由热力学第一定律可知气体向外界放热，放出的热量大于外界对气体做的功。

12.（1）如图 甲 所示，在某一均匀介质中，A、B 是振动情况完全相同的两个波源，其简谐运动表达式为 $x = 0.1\sin(20\pi t)\,\mathrm{m}$，介质中 P 点与 A、B 两波源间距离分别为 4 m 和 5 m，两波源形成的简谐横波分别沿 AP、BP 方向传播，波速都是 10 m/s。

(1) 求简谐横波的波长。

(2) P 点的振动加强（填“加强”或“减弱”）。

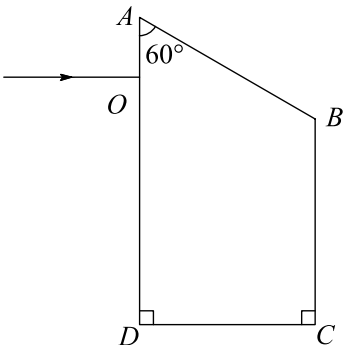


图甲

（2）如图 乙 所示，ABCD 是一直角梯形棱镜的横截面，位于截面所在平面内的一束光线由 O 点垂直 AD 边射入。已知棱镜的折射率 $n=\sqrt{2}$，AB=BC= 8 cm，OA= 2 cm，∠OAB= 60°。

(1) 求光线第一次射出棱镜时，出射光线的方向。

(2) 第一次的出射点距 C$\frac{4\sqrt{3}}{3}$ cm。



图乙

(1) 1 m　(2) 加强　(3) 从 CD 边射出，与 CD 边成 45° 斜向左下方　(4) $\frac{4\sqrt{3}}{3}$

（1）解：设简谐波的波速为 v，波长为 λ，周期为 T，由题意知

$T=0.1\,\mathrm{s}$ ①，

由波速公式 $v=\frac{\lambda}{T}$ ②，

代入数据得 $\lambda=1\,\mathrm{m}$ ③。

两列波到达 P 点的时间差为 $\Delta t=\frac{x_2-x_1}{v}=\frac{5-4}{10}\,\mathrm{s}=0.1\,\mathrm{s}=T$，故 P 点是振动加强点。

（2）设发生全反射的临界角为 C，由折射定律得

$\sin C=\frac{1}{n}$ ④，

代入数据得

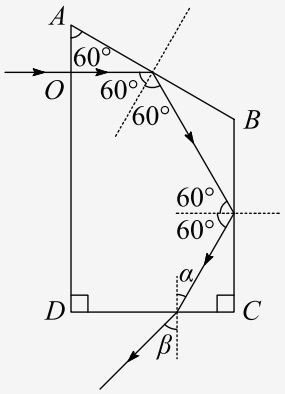
$C=45°$ ⑤，

光路图如图所示，由几何关系可知光线在 AB 边和 BC 边的入射角均为 60°，均发生

全反射。设光线在 CD 边的入射角为 α，折射角为 β，由几何关系得 $\alpha = 30°$，小于临界角，光线第一次射出棱镜是在 CD 边，由折射定律得

$n = \frac{\sin\beta}{\sin\alpha}$ ⑥，

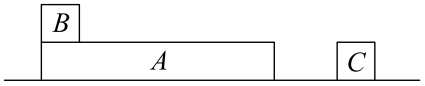
代入数据得 $\beta = 45°$ ⑦。



②由几何知识得，第一次的出射点距 C 点 $\frac{4\sqrt{3}}{3}$ cm。

13.（1）恒星向外辐射的能量来自于其内部发生的各种热核反应，当温度达到 10^8 K 时，可以发生“氦燃烧”。完成“氦燃烧”的核反应方程：${}^4_2\mathrm{He} + {}^4_2\mathrm{He}$ 或 $\alpha \rightarrow {}^8_4\mathrm{Be} + \gamma$。${}^8_4\mathrm{Be}$ 是一种不稳定的粒子，其半衰期为 2.6×10^{-16} s。一定质量的${}^8_4\mathrm{Be}$，经 7.8×10^{-16} s 后所剩${}^8_4\mathrm{Be}$ 占开始时的$\frac{1}{8}$ 或 12.5%。

（2）如图所示，光滑水平轨道上放置长板 A（上表面粗糙）和滑块 C，滑块 B 置于 A 的左端，三者质量分别为 $m_A = 2\,\mathrm{kg}$、$m_B = 1\,\mathrm{kg}$、$m_C = 2\,\mathrm{kg}$。开始时 C 静止，A、B 一起以 $v_0 = 5\,\mathrm{m/s}$ 的速度匀速向右运动，A 与 C 发生碰撞（时间极短）后 C 向右运动，经过一段时间 A、B 再次达到共同速度一起向右运动，且恰好不再与 C 碰撞。求 A 与 C 发生碰撞后瞬间 A 的速度大小。



（1）${}^4_2\mathrm{He}$（或 α），$\frac{1}{8}$ 或 12.5%；（2）$v_A = 2\,\mathrm{m/s}$

因碰撞时间极短，A 与 C 碰撞过程动量守恒，设碰后瞬间 A 的速度为 v_A，C 的速度为 v_C，以向右为正方向，由动量守恒定律得

$m_A v_0 = m_A v_A + m_C v_C$ ①，

A 与 B 在摩擦力作用下达到共同速度，设共同速度为 v_{AB}，由动量守恒定律得

$m_A v_A + m_B v_0 = (m_A + m_B) v_{AB}$ ②，

A 与 B 达到共同速度后恰好不再与 C 碰撞，应满足

> $v_{AB} = v_C$ ③，
>
> 联立①②③式，代入数据得
>
> $v_A = 2\,\mathrm{m/s}$ ④。