2016 年全国理综 III

1. 关于行星运动的规律，下列说法符合史实的是 (B)

   A. 开普勒在牛顿定律的基础上，导出了行星运动的规律

   B. 开普勒在天文观测数据的基础上，总结出了行星运动的规律

   C. 开普勒总结出了行星运动的规律，找出了行星按照这些规律运动的原因

   D. 开普勒总结出了行星运动的规律，发现了万有引力定律

   > 开普勒在第谷的天文观测数据的基础上，总结出了行星运动的规律，但没有找出行星按照这些规律运动的原因，故 A、C 错误，B 正确；牛顿发现了万有引力定律，故 D 错误。

2. 关于静电场的等势面，下列说法正确的是 (B)

   A. 两个电势不同的等势面可能相交

   B. 电场线与等势面处处相互垂直

   C. 同一等势面上各点电场强度一定相等

   D. 将一负的试探电荷从电势较高的等势面移至电势较低的等势面，电场力做正功

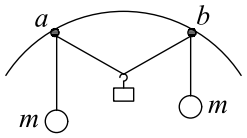
   > 等势面相交，则电场线一定相交，故在同一点存在两个不同的电场强度方向，与事实不符，A 错误；电场线与等势面垂直，B 正确；同一等势面上的电势相同，但是电场强度不一定相同，C 错误；将一负电荷从高电势处移动到低电势处，受到的电场力的方向是从低电势指向高电势，所以电场力的方向与运动的方向相反，电场力做负功，D 错误。

3. 一质点做速度逐渐增大的匀加速直线运动，在时间间隔 t 内位移为 s，动能变为原来的 9 倍。该质点的加速度为 (A)

   A. $\frac{s}{t^2}$　　B. $\frac{3s}{2t^2}$　　C. $\frac{4s}{t^2}$　　D. $\frac{8s}{t^2}$

   > 设质点初速度为 v_0，末速度为 v_t，加速度为 a。由匀变速直线运动的平均速度公式得 $s=\frac{1}{2}(v_0+v_t)t$；初、末动能分别为 $\frac{1}{2}mv_0^2$、$\frac{1}{2}mv_t^2$，末动能是初动能的 9 倍，故 $\frac{\frac{1}{2}mv_t^2}{\frac{1}{2}mv_0^2}=9$，解得 $v_0=\frac{s}{2t}$，$v_t=\frac{3s}{2t}$。又 $a=\frac{v_t-v_0}{t}=\frac{s}{t^2}$，故 A 正确。

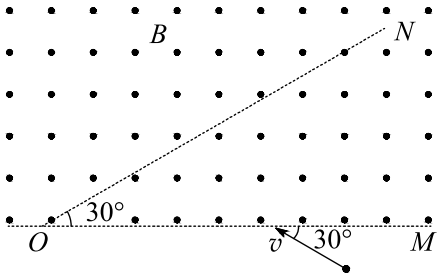
4. 如图，两个轻环 a 和 b 套在位于竖直面内的一段固定圆弧上：一细线穿过两轻环，其两端各系一质量为 m 的小球。在 a 和 b 之间的细线上悬挂一小物块。平衡时，a、b 间的距离恰好等于圆弧的半径。不计所有摩擦。小物块的质量为 (C)



A. $\frac{m}{2}$　　B. $\frac{\sqrt{3}}{2}m$　　C. m　　D. $2m$

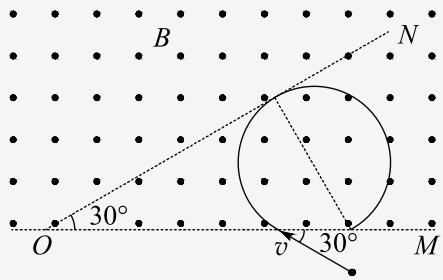
根据题意设悬挂小物块的点为 O'，圆弧的圆心为 O，由于 $ab=R$，所以三角形 Oab 为等边三角形，根据几何知识可得 $\angle aO'b=120°$，而一条绳子上的拉力相等，故 $T=mg$，小物块受到两条绳子的拉力作用且两力大小相等，夹角为 120°，故受到的拉力的合力等于 mg，因为小物块受到绳子的拉力和重力作用，处于静止状态，故拉力的合力等于小物块的重力，为 mg，所以小物块的质量为 m，C 正确。

5. 平面 OM 和平面 ON 之间的夹角为 30°，其横截面（纸面）如图所示，平面 OM 上方存在匀强磁场，磁感应强度大小为 B，方向垂直于纸面向外。一带电粒子的质量为 m，电荷量为 q（$q>0$）。粒子沿纸面以大小为 v 的速度从 PM 的某点向左上方射入磁场，速度与 OM 成 30° 角。已知粒子在磁场中的运动轨迹与 ON 只有一个交点，并从 OM 上另一点射出磁场。不计重力。粒子离开磁场的射点到两平面交线 O 的距离为 (D)

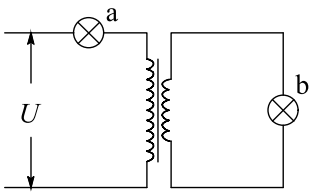


A. $\frac{mv}{2Bq}$　　B. $\frac{\sqrt{3}mv}{Bq}$　　C. $\frac{2mv}{Bq}$　　D. $\frac{4mv}{Bq}$

由题意画出带电粒子的运动轨迹，粒子在磁场中的运动轨迹与 ON 只有一个交点，故轨迹与 ON 相切，粒子出磁场的位置与切点的连线是粒子做圆周运动的直径，半径公式为 $r=\frac{mv}{qB}$，故直径为 $\frac{2mv}{qB}$；由几何知识可知，粒子离开磁场的出射点到两平面交线 O 的距离为 $d=\frac{\frac{2mv}{qB}}{\sin 30°}=\frac{4mv}{qB}$，故 D 正确。



6. 如图，理想变压器原、副线圈分别接有额定电压相同的灯泡 a 和 b。当输入电压 U 为灯泡额定电压的 10 倍时，两灯泡均能正常发光。下列说法正确的是 (AD)

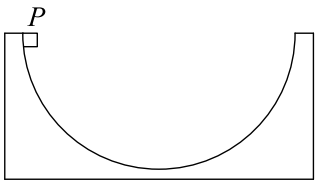


A. 原、副线圈匝数之比为 9:1　　B. 原、副线圈匝数之比为 1:9

C. 此时 a 和 b 的电功率之比为 9:1　　D. 此时 a 和 b 的电功率之比为 1:9

设灯泡的额定电压为 U_0，两灯泡均能正常发光，所以原线圈输出端电压为 $U_1=9U_0$，副线圈两端电压为 $U_2=U_0$，故 $\frac{U_1}{U_2}=\frac{9}{1}$，根据 $\frac{U_1}{U_2}=\frac{n_1}{n_2}=\frac{9}{1}$，A 正确，B 错误；根据公式 $\frac{I_1}{I_2}=\frac{n_2}{n_1}$ 可得 $\frac{I_1}{I_2}=\frac{1}{9}$，由于小灯泡两端的电压相等，所以根据公式 $P=UI$ 可得两者的电功率之比为 1:9，C 错误，D 正确。

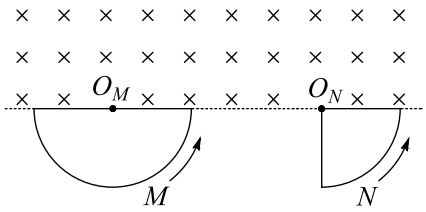
7. 如图，一固定容器的内壁是半径为 R 的半球面；在半球面水平直径的一端有一质量为 m 的质点 P。它在容器内壁由静止下滑到最低点的过程中，克服摩擦力做的功为 W。重力加速度大小为 g。设质点 P 在最低点时，向心加速度的大小为 a，容器对它的支持力大小为 N，则 (AC)



A. $a=\frac{2(mgR-W)}{mR}$　　B. $a=\frac{2mgR-W}{mR}$　　C. $N=\frac{3mgR-2W}{R}$　　D. $N=\frac{2(mgR-W)}{R}$

设质点 P 在最低点的速度为 v。质点 P 下滑的过程，由动能定理得 $mgR-W=\frac{1}{2}mv^2$；在最低点时，向心加速度 $a=\frac{v^2}{R}=\frac{2(mgR-W)}{mR}$，故 A 正确、B 错误。在最低点，由牛顿第二定律得 $N-mg=m\frac{v^2}{R}$，解得 $N=\frac{3mgR-2W}{R}$，故 C 正确、D 错误。

8. 如图，M 为半圆形导线框，圆心为 O_M；N 是圆心角为直角的扇形导线框，圆心为 O_N；两导线框在同一竖直面（纸面）内；两圆弧半径相等；过直线 O_MO_N 的水平面上方有一匀强磁场，磁场方向垂直于纸面。现使线框 M、N 在 $t=0$ 时从图示位置开始，分别绕垂直于纸面、且过 O_M 和 O_N 的轴，以相同的周期 T 逆时针匀速转动，则 (BC)



A. 两导线框中均会产生正弦交流电

B. 两导线框中感应电流的周期都等于 T

C. 在 $t=\frac{T}{8}$ 时，两导线框中产生的感应电动势相等

D. 两导线框的电阻相等时，两导线框中感应电流的有效值也相等

当导线框进入磁场时，两导线框切割磁感线的有效长度不变，又匀速旋转切割磁感线，由 $E=BRv=BR(\omega R)=BR^2\omega$，产生的感应电动势恒定，故产生恒定的电流，不是正弦式交流电，故 A 错误；感应电流的周期和导线框的运动周期相等，两导线框中感应电流的周期都等于 T，故 B 正确；在 $t=\frac{T}{8}$ 时，两导线框中产生的感应电动势相等，都等于 $E=\frac{1}{2}BR^2\omega$，故 C 正确；导线框 M 在整个周期 T 内始终有一个边在切割磁感线，线框 N 在进入磁场后 $0\sim\frac{T}{4}$ 和 $\frac{1}{2}T\sim\frac{3T}{4}$ 内有感应电动势，其余时间没有感应电动势产生，所以二者感应电流的有效值不相等，故 D 错误。

9. 某同学用图中所给器材进行与安培力有关的实验。两根金属导轨 ab 和 a_1b_1 固定在同一水平面内且相互平行，足够大的电磁铁（未画出）的 N 极位于两导轨的正上方，S 极位于两导轨的正下方，一金属棒置于导轨上且与两导轨垂直。

(1) 在图中画出连线，完成实验电路。要求滑动变阻器以限流方式接入电路，且在开关闭合后，金属棒沿箭头所示的方向移动。

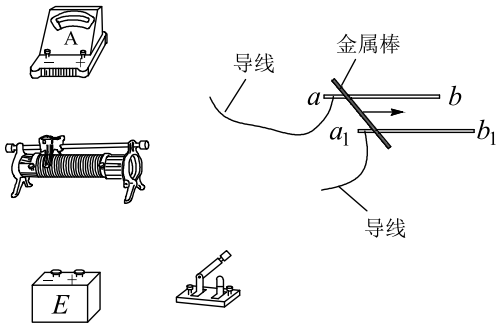
(2) 为使金属棒在离开导轨时具有更大的速度，有人提出以下建议：

A. 适当增加两导轨间的距离

B. 换一根更长的金属棒

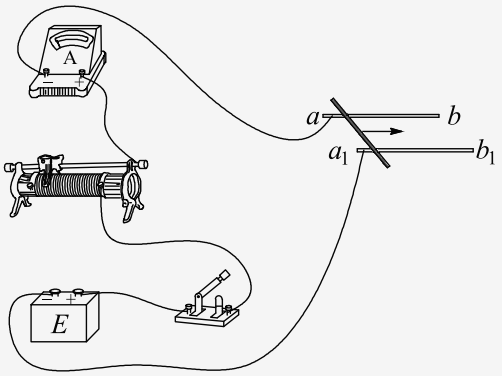
C. 适当增大金属棒中的电流

其中正确的是 AC（填入正确选项前的标号）



(1) 如图所示。 (2) AC

（1）将电流表、滑动变阻器、开关、电源和金属棒连成串联回路，注意滑动变阻器采用限流接法，连线如图所示。



（2）为使金属棒在离开导轨时具有更大的速度，需要增大安培力，而安培力 $F = BIL$，适当增加两导轨间的距离可以增大金属棒的有效切割长度 L，可以增大安培力；换一根更长的金属棒时有效切割长度不变，不能增大安培力；适当增大金属棒中的电流，可以增大安培力。故 A、C 正确。

10. 某物理课外小组利用图（a）中的装置探究物体加速度与其所受合外力之间的关系。图中，置于试验台上的长木板水平放置，其右端固定一轻滑轮：轻绳跨过滑轮，一端与放在木板上的小滑车相连，另一端可悬挂钩码。本实验中可用的钩码共有 $N = 5$ 个，每个质量均为 0.010 kg。实验步骤如下：

(1) 将 5 个钩码全部放入小车中，在长木板左下方垫上适当厚度的小物块，使小车（和钩码）可以在木板上匀速下滑。

(2) 将 n（依次取 $n = 1$，2，3，4，5）个钩码挂在轻绳右端，其余 $N - n$ 个钩码仍留在小车内；用手按住小车并使轻绳与木板平行。释放小车，同时用传感器记录小车在时刻 t 相对于其起始位置的位移 s，绘制 $s - t$ 图像，经数据处理后可得到相应的加速度 a。

(3) 对应于不同的 n 的 a 值见下表。$n = 2$ 时的 $s - t$ 图像如图（b）所示：由图（b）求出此时小车的加速度（保留 2 位有效数字），将结果填入下表。

n	1	2	3	4	5
$a/\,\mathrm{m/s^2}$	0.20		0.58	0.78	1.00

(4) 利用表中的数据在图（c）中补齐数据点，并作出 $a - n$ 图像。从图像可以看出：当物体质量一定时，物体的加速度与其所受的合外力成正比。

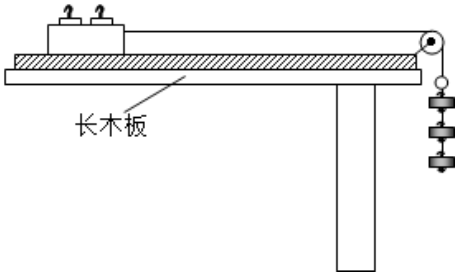
(5) 利用 $a - n$ 图像求得小车（空载）的质量为 0.44 kg（保留 2 位有效数字，重力加速度取 $g = 9.8\,\mathrm{m/s^2}$）。

(6) 若以“保持木板水平”来代替步骤（1），下列说法正确的是 BC（填入正确选项前的标号）

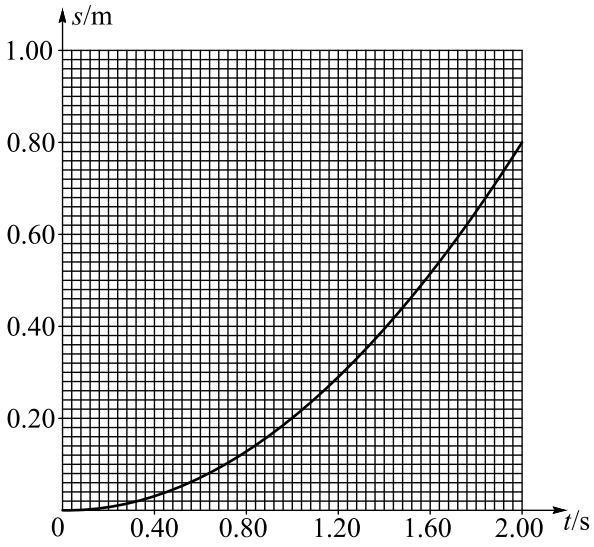
A. $a - n$ 图线不再是直线

B. $a - n$ 图线仍是直线，但该直线不过原点

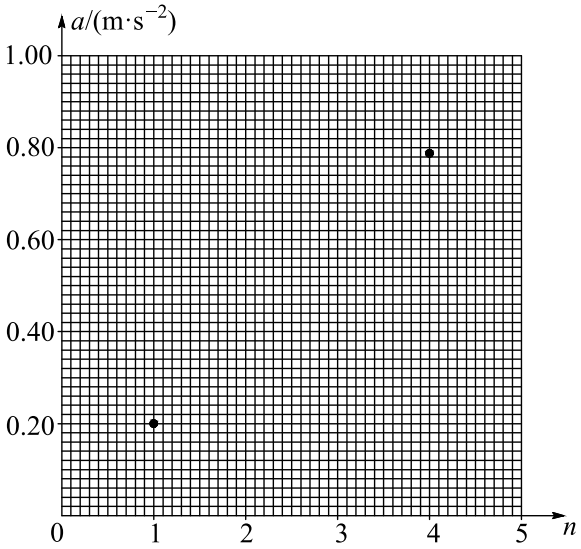
C. $a-n$ 图线仍是直线，但该直线的斜率变大



图（a）



图（b）

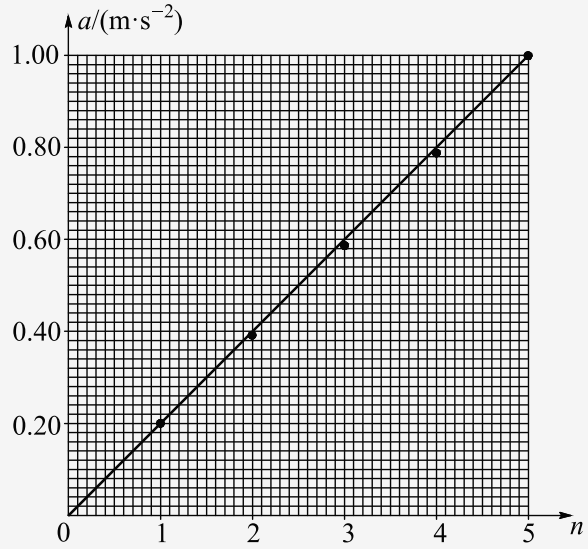


图（c）

(1) —— (2) —— (3) 0.40 (4) 如图所示。 (5) 0.44 (6) BC

（3）因为小车做初速度为零的匀加速直线运动，故在图（b）中任选一组数据代入公式 $s=\frac{1}{2}at^2$，可得 $a=0.40\,\mathrm{m/s^2}$。

（4）将 $n=2$、3、5 时的点描到图 （c） 中，再连线，作出的 $a-n$ 图线如图所示。



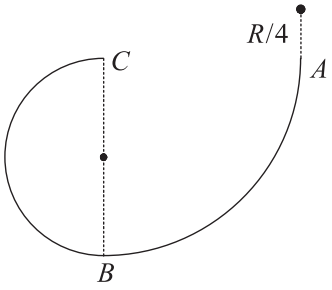
（5）由牛顿第二定律可得 $nmg=(5m+M)a$，代入 $m=0.010\,\mathrm{kg}$，$n=1,2,3,4,5$ 以及相应的加速度，可得 $M=0.44\,\mathrm{kg}$。

（6）如果不平衡静摩擦力，则满足 $nmg-f=(5m+M)a$ 的形式，所以图线不过原点，但仍为直线；又 $f=[(5-n)m+M]\mu g$，整理得 $a=\frac{mg+\mu mg}{5m+M}n-\mu g$，所以该直线的斜率变大，故 B、C 正确。

11. 如图，在竖直平面内由 $\frac{1}{4}$ 圆弧 AB 和 $\frac{1}{2}$ 圆弧 BC 组成的光滑固定轨道，两者在最低点 B 平滑连接。AB 弧的半径为 R，BC 弧的半径为 $\frac{R}{2}$。一小球在 A 点正上方与 A 相距 $\frac{R}{4}$ 处由静止开始自由下落，经 A 点沿圆弧轨道运动。

(1) 求小球在 B、A 两点的动能之比；

(2) 通过计算判断小球能否沿轨道运动到 C 点。



(1) 5 : 1　(2) 小球恰好可以沿轨道运动到 C 点

（1）设小球的质量为 m，小球在 A 点的动能为 E_{kA}，由机械能守恒可得 $E_{kA}=mg\frac{R}{4}$ ①。

设小球在 B 点的动能为 E_{kB}，同理有 $E_{kB}=mg\frac{5R}{4}$ ②。

由①②联立可得 $\frac{E_{kB}}{E_{kA}}=5$ ③。

（2）若小球能沿轨道运动到 C 点，小球在 C 点所受轨道的正压力 N 应满足 $N\geq 0$ ④。

设小球在 C 点的速度大小为 v_C，根据牛顿运动定律和向心加速度公式有 $N+mg=m\frac{v_C^2}{\frac{R}{2}}$ ⑤。

联立④⑤可得 $m\frac{2v_C^2}{R}\geq mg$ ⑥。

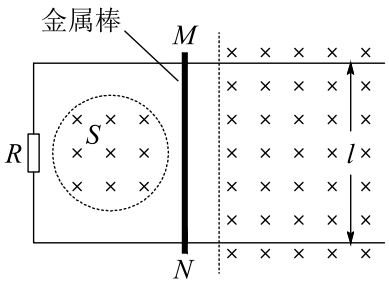
根据机械能守恒可得 $mg\frac{R}{4}=\frac{1}{2}mv_C^2$ ⑦。

根据⑥⑦可知，小球恰好可以沿轨道运动到 C 点。

12. 如图，两条相距 l 的光滑平行金属导轨位于同一水平面（纸面）内，其左端接一阻值为 R 的电阻；一与导轨垂直的金属棒置于两导轨上；在电阻、导轨和金属棒中间有一面积为 S 的区域，区域中存在垂直于纸面向里的均匀磁场，磁感应强度大小 B_1 随时间 t 的变化关系为 $B_1=kt$，式中 k 为常量；在金属棒右侧还有一匀强磁场区域，区域左边界 MN（虚线）与导轨垂直，磁场的磁感应强度大小为 B_0，方向也垂直于纸面向里。某时刻，金属棒在一外加水平恒力的作用下从静止开始向右运动，在 t_0 时刻恰好以速度 v_0 越过 MN，此后向右做匀速运动。金属棒与导轨始终相互垂直并接触良好，它们的电阻均忽略不计。求：

(1) 在 $t=0$ 到 $t=t_0$ 时间间隔内，流过电阻的电荷量的绝对值；

(2) 在时刻 t（$t>t_0$）穿过回路的总磁通量和金属棒所受外加水平恒力的大小。



(1) $|q|=\frac{kt_0S}{R}$ (2) $\Phi_t=B_0lv_0(t-t_0)+kSt$，$f=(B_0lv_0+kS)\frac{B_0l}{R}$

(1) 在金属棒越过 MN 之前，t 时刻穿过回路的磁通量为 $\Phi=ktS$ ①，设从 t 时刻到 $t+\Delta t$ 的时间间隔内，回路磁通量的变化量为 $\Delta\Phi$，流过电阻 R 的电荷量为 Δq，由法拉第电磁感应定律得 $E=\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ ②，由欧姆定律得 $i=\frac{E}{R}$ ③，由电流的定义有 $i=\frac{\Delta q}{\Delta t}$ ④，联立①②③④式得 $|\Delta q|=\frac{kS}{R}\Delta t$ ⑤，由⑤式得，在 $t=0$ 到 $t=t_0$ 的时间间隔内，流过电阻 R 的电荷量 q 的绝对值为 $|q|=\frac{kt_0S}{R}$ ⑥。

(2) 当 $t>t_0$ 时，金属棒已越过 MN。由于金属棒在 MN 右侧做匀速运动，有 $f=F$

⑦，式中 f 是外加水平恒力，F 是匀强磁场施加的安培力。设此时回路中的电流为 I，F 的大小为 $F = B_0Il$ ⑧，此时金属棒与 MN 之间的距离为 $s = v_0(t - t_0)$ ⑨，匀强磁场穿过回路的磁通量为 $\Phi' = B_0ls$ ⑩，回路的总磁通量为 $\Phi_t = \Phi + \Phi'$⑪，式中 Φ 仍如①式所示，由①⑨⑩ ⑪ 式得，在时刻 $t(t > t_0)$ 穿过回路的总磁通量为 $\Phi_t = B_0lv_0(t - t_0) + kSt$⑫。在 t 到 $t + \Delta t$ 的时间间隔内，总磁通量的改变量为 $\Delta\Phi_t = (B_0lv_0 + kS)\Delta t$⑬，由法拉第电磁感应定律得，回路感应电动势的大小为 $E_t = \left|\frac{\Delta\Phi_t}{\Delta t}\right|$⑭，由欧姆定律得 $I = \frac{E_t}{R}$⑮，联立⑦⑧ ⑬⑭⑮ 式得 $f = (B_0lv_0 + kS)\frac{B_0l}{R}$⑯。

13. (1)（5 分）关于气体的内能，下列说法正确的是（ CDE ）。（填正确答案标号。选对 1 个得 2 分，选对 2 个得 4 分，选对 3 个得 5 分。每选错 1 个扣 3 分，最低得分为 0 分）

A. 质量和温度都相同的气体，内能一定相同

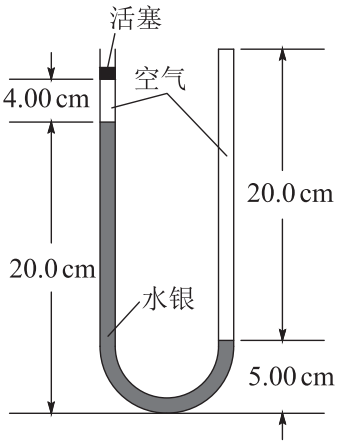
B. 气体温度不变，整体运动速度越大，其内能越大

C. 气体被压缩时，内能可能不变

D. 一定量的某种理想气体的内能只与温度有关

E. 一定量的某种理想气体在等压膨胀过程中，内能一定增加

(2)（10 分）一 U 形玻璃管竖直放置，左端开口，右端封闭，左端上部有一光滑的轻活塞。初始时，管内汞柱及空气柱长度如图所示。用力向下缓慢推活塞，直至管内两边汞柱高度相等时为止。求此时右侧管内气体的压强和活塞向下移动的距离。已知玻璃管的横截面积处处相同；在活塞向下移动的过程中，没有发生气体泄漏；大气压强 $p_0 = 75.0\,\text{cmHg}$。环境温度不变。



(1) CDE　(2) $p_1' = 144\,\text{cmHg}$，$h = 9.42\,\text{cm}$

（1）物体内大量分子做无规则运动具有的动能和分子势能的总和叫内能。质量和温度都相同的气体，内能不一定相同，其内能还与气体的体积和压强等有关，故 A 错误；气体内能的大小与气体的质量和温度等有关，而与气体的运动速度无关，故宏观速度

增大，不会影响内能，故 B 错误；气体被压缩时外界对气体做功，若在此过程中同时放出热量，由 $\Delta U = W + Q$ 可知，内能可能不变，故 C 正确；由于理想气体是理想化的物体模型，其内能只考虑分子动能，表现在宏观上只与温度有关，故 D 正确；一定量的某种理想气体在等压膨胀过程中，温度一定升高，内能一定增加，故 E 正确。

（2）设初始时，右管中空气柱的压强为 p_1，长度为 l_1；左管中空气柱的压强为 $p_2 = p_0$，长度为 l_2。活塞被推下 h 后，右管中空气柱的压强为 p_1'，长度为 l_1'；左管中空气柱的压强为 p_2'，长度为 l_2'。以 cmHg 为压强单位。由题给条件得

$p_1 = p_0 + (20.0 - 5.00)\,\mathrm{cmHg}$，

$l_1' = (20.0 - \frac{20.0-5.00}{2})\,\mathrm{cm}$，

根据玻意耳定律得 $p_1 l_1 = p_1' l_1'$，

联立解得 $p_1' = 144\,\mathrm{cmHg}$。

根据题意可得 $p_2' = p_1'$，$l_2' = 4.00\,\mathrm{cm} + \frac{20.0-5.00}{2}\,\mathrm{cm} - h$，

根据玻意耳定律得 $p_2 l_2 = p_2' l_2'$，解得 $h = 9.42\,\mathrm{cm}$。

14. (1)（5 分）由波源 S 形成的简谐横波在均匀介质中向左、右传播。波源振动的频率为 20 Hz，波速为 16 m/s。已知介质中 P、Q 两质点位于波源 S 的两侧，且 P、Q 和 S 的平衡位置在一条直线上，P、Q 的平衡位置到 S 的平衡位置之间的距离分别为 15.8 m、14.6 m，P、Q 开始振动后，下列判断正确的是（BDE）。（填正确答案标号。选对 1 个得 2 分，选对 2 个得 4 分，选对 3 个得 5 分。每选错 1 个扣 3 分，最低得分为 0 分）

A. P、Q 两质点运动的方向始终相同

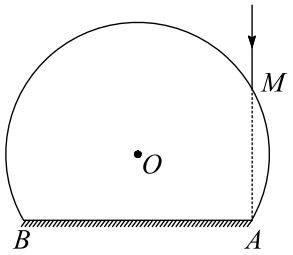
B. P、Q 两质点运动的方向始终相反

C. 当 S 恰好通过平衡位置时，P、Q 两点也正好通过平衡位置

D. 当 S 恰好通过平衡位置向上运动时，P 在波峰

E. 当 S 恰好通过平衡位置向下运动时，Q 在波峰

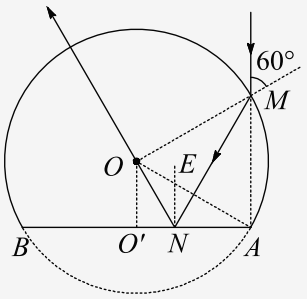
(2)（10 分）如图，玻璃球冠的折射率为 $\sqrt{3}$，其底面镀银，底面的半径是球半径的 $\frac{\sqrt{3}}{2}$ 倍；在过球心 O 且垂直于底面的平面（纸面）内，有一与底面垂直的光线射到玻璃球冠上的 M 点，该光线的延长线恰好过底面边缘上的 A 点。求该光线从球面射出的方向相对于其初始入射方向的偏角。



(1) BDE　(2) $\beta = 150°$

（1）由 $v = \lambda f$ 可得，波长为 0.8 m，15.8 m 是 19.75 个波长，14.6 m 是 18.25 个波长，相位差为半个周期，故 P、Q 两质点运动方向始终相反，A 错误、B 正确；当 S 恰好通过平衡位置时，P、Q 两点都不在平衡位置，故 C 错误；15.8 m 是 19.75 个波长，当 S 恰好通过平衡位置向上运动时，P 在波峰，故 D 正确；14.6 m 是 18.25 个波长，当 S 恰好通过平衡位置向下运动时，Q 在波峰，故 E 正确。

（2）如图所示，设球半径为 R，球冠底面中心为 O'，连接 OO'，则 $OO' \perp AB$，令 $\angle OAO' = \alpha$，有 $\cos\alpha = \frac{O'A}{OA} = \frac{\frac{\sqrt{3}}{2}R}{R}$ ①，即 $\alpha = 30°$ ②。由题意 $MA \perp AB$，所以 $\angle OAM = 60°$ ③。



设图中 N 点为光线在球冠内底面上的反射点，所考虑的光线的光路图如图所示。设光线在 M 点入射角为 i、折射角为 r，在 N 点的入射角为 i'，反射角为 i''，玻璃折射率为 n。由于 $\triangle OAM$ 为等边三角形，有 $i = 60°$ ④。由折射定律得 $\sin i = n\sin r$ ⑤，代入题给条件 $n = \sqrt{3}$ 得 $r = 30°$ ⑥。作底面在 N 点的垂线 NE，由于 $NE \parallel AM$，有 $i' = 30°$ ⑦。由反射定律，有 $i'' = 30°$ ⑧。连接 ON，由几何关系知 $\triangle MAN \cong \triangle MON$，故有 $\angle MNO = 60°$ ⑨。由⑦⑨式得 $\angle ENO = 30°$ ⑩。于是 $\angle ENO$ 为反射角，ON 为反射光线，这一反射光线经球面再次折射后不改变方向。所以，经一次反射后射出玻璃球冠的光线相当于入射光线的偏角为 $\beta = 180° - \angle ENO = 150°$⑪。

15. (1)（5 分）一静止的铝原子核 $^{27}_{13}\mathrm{Al}$ 俘获一速度为 $1.0 \times 10^7\ \mathrm{m/s}$ 的质子 p 后，变为处于激发态的硅原子核 $^{28}_{14}\mathrm{Si}$，下列说法正确的是 (ABE)（填正确的答案标号，选对一个得 2 分，选对 2 个得 4 分，选对 3 个得 5 分，每选错 1 个扣 3 分，最低得分为零分）

A. 核反应方程为 $\mathrm{p} + {}^{27}_{13}\mathrm{Al} \longrightarrow {}^{28}_{14}\mathrm{Si}$

B. 核反应过程中系统动量守恒

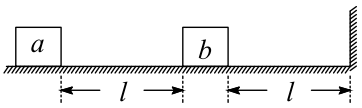
C. 核反应过程中系统能量不守恒

D. 核反应前后核子数相等，所以生成物的质量等于反应物的质量之和

E. 硅原子核速度的数量级为 $10^5\ \mathrm{m/s}$，方向与质子初速度方向一致

(2)（10 分）如图所示，水平地面上有两个静止的小物块 a 和 b，其连线与墙垂直：a 和 b 相距 l；b 与墙之间也相距 l；a 的质量为 m，b 的质量为 $\frac{3}{4}m$，两物块与地面

间的动摩擦因数均相同，现使 a 以初速度 v_0 向右滑动，此后 a 与 b 发生弹性碰撞，但 b 没有与墙发生碰撞，重力加速度大小为 g，求物块与地面间的动摩擦因数满足的条件。



(1) ABE (2) $\frac{32v_0^2}{113gl} \leqslant \mu < \frac{v_0^2}{2gl}$

根据质量数和电荷数守恒可得核反应方程 $\mathrm{p} + {}^{27}_{13}\mathrm{Al} \longrightarrow {}^{28}_{14}\mathrm{Si}^*$，A 正确；过程中释放的核力远远大于外力，故系统动量守恒，B 正确；核反应过程中系统能量守恒，C 错误；由于反应过程中，要释放大量的能量，即伴随着质量亏损，所以生成物的质量小于反应物的质量之和，D 错误；由动量守恒可知，$mv = 28mv'$，解得 $v' = \frac{1.0}{28} \times 10^7\ \mathrm{m/s}$，故数量级约为 $10^5\ \mathrm{m/s}$，故 E 正确。

（2）设物块与地面间的动摩擦因数为 μ。若要物块 a、b 能够发生碰撞，应有

$\frac{1}{2}mv_0^2 > \mu mgl$ ①，

即 $\mu < \frac{v_0^2}{2gl}$ ②。

设在 a、b 发生弹性碰撞前的瞬间，a 的速度大小为 v_1，由能量守恒得

$\frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}mv_1^2 + \mu mgl$ ③，

设在 a、b 碰撞后的瞬间，a、b 的速度大小分别为 v_1'、v_2'，由动量守恒和能量守恒得

$mv_1 = mv_1' + \frac{3m}{4}v_2'$ ④，

$\frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{1}{2}mv_1'^2 + \frac{1}{2}\left(\frac{3m}{4}\right)v_2'^2$ ⑤，

联立④⑤式解得 $v_2' = \frac{8}{7}v_1$ ⑥。

由题意，b 没有与墙发生碰撞，由功能关系可知

$\frac{1}{2}\left(\frac{3m}{4}\right)v_2'^2 \leqslant \mu\left(\frac{3m}{4}\right)gl$ ⑦，

联立③⑥⑦式，可得 $\mu \geqslant \frac{32v_0^2}{113gl}$ ⑧。

联立②⑧式得 a 与 b 发生碰撞、但 b 没有与墙发生碰撞的条件为

$\frac{32v_0^2}{113gl} \leqslant \mu < \frac{v_0^2}{2gl}$ ⑨。