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（　）

   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

2. 关于静电场的等势面，下列说法正确的是（　）

   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

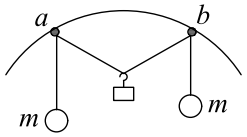
   C. 同一等势面上各点电场强度一定相等

   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

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（　）

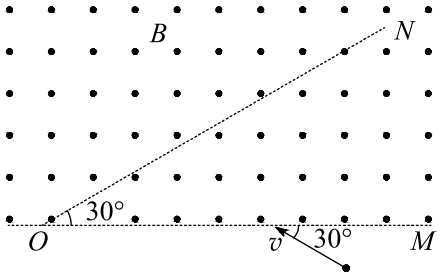
   A. $\frac{s}{t^2}$　　B. $\frac{3s}{2t^2}$　　C. $\frac{4s}{t^2}$　　D. $\frac{8s}{t^2}$

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（　）



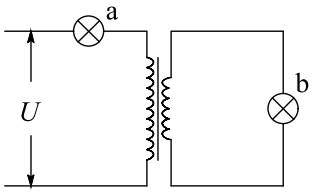
   A. $\frac{m}{2}$　　B. $\frac{\sqrt{3}}{2}m$　　C. m　　D. $2m$

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（　）



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

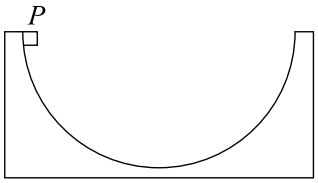
6. 如图，理想变压器原、副线圈分别接有额定电压相同的灯泡 a 和 b。当输入电压 U 为灯泡额定电压的 10 倍时，两灯泡均能正常发光。下列说法正确的是（　）



A. 原、副线圈匝数之比为 9:1　　B. 原、副线圈匝数之比为 1:9

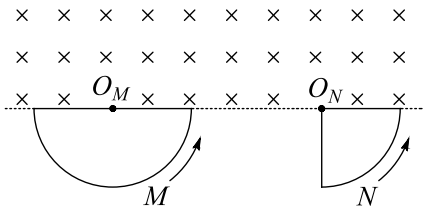
C. 此时 a 和 b 的电功率之比为 9:1　　D. 此时 a 和 b 的电功率之比为 1:9

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（　）



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

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（　）



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

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。

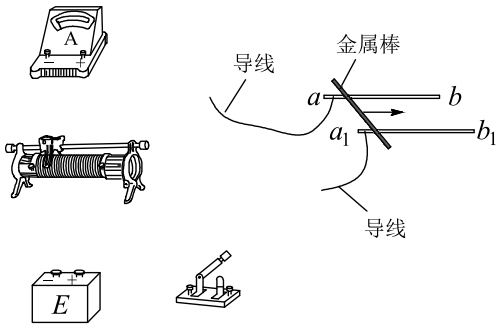
(2) 为使金属棒在离开导轨时具有更大的速度，有人提出以下建议：

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_____（填入正确选项前的标号）



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。

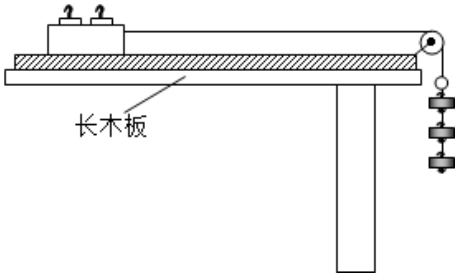
(5) 利用 $a-n$ 图像求得小车（空载）的质量为_____ kg（保留 2 位有效数字，重力加速度取 $g=9.8\,\mathrm{m/s^2}$）。

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

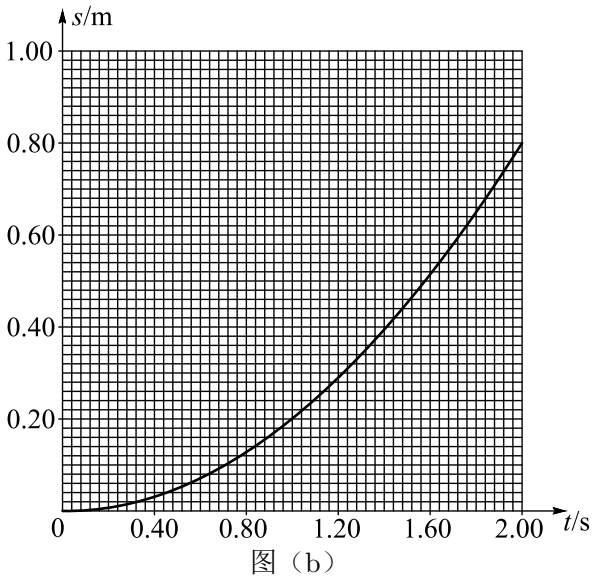
A. $a-n$ 图线不再是直线

B. $a-n$ 图线仍是直线，但该直线不过原点

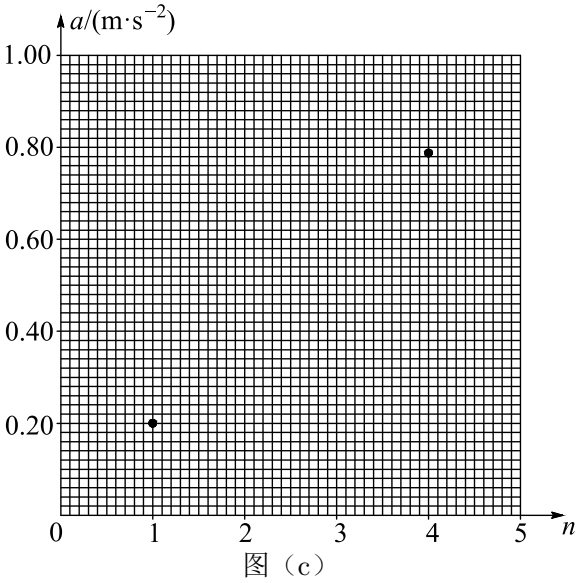
C. $a-n$ 图线仍是直线，但该直线的斜率变大



图（a）



图（b）

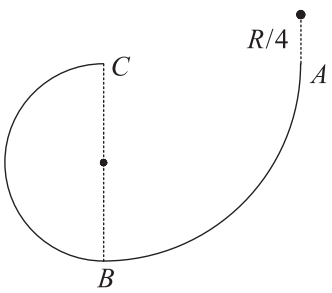


图（c）

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；

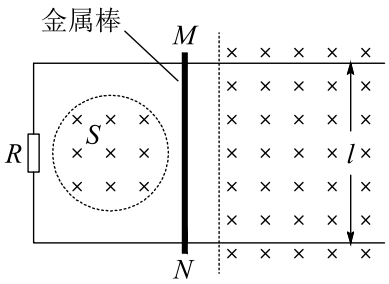
(2) 通过计算判断小球能否沿轨道运动到 C 点。



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。



13. (1)（5 分）关于气体的内能，下列说法正确的是 (　　)。（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

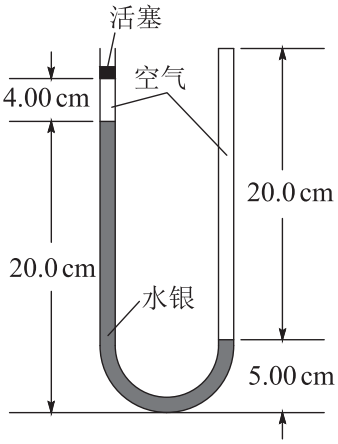
B. 气体温度不变，整体运动速度越大，其内能越大

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 $p_0 = 75.0\,\mathrm{cmHg}$。环境温度不变。



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（　）。（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

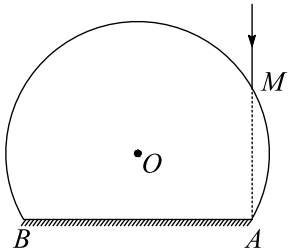
B. P、Q 两质点运动的方向始终相反

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。



15. (1)（5 分）一静止的铝原子核 $^{27}_{13}\mathrm{Al}$ 俘获一速度为 $1.0\times10^{7}\,\mathrm{m/s}$ 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（　）（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。

