

中学生标准学术能力诊断性测试 2017 年 11 月测试  
理科综合试卷

本试卷共 300 分，考试时间 150 分钟。

可能用到的相对原子质量：H 1 C 12 N 14 O 16 Mg 24 Si 28 Ca 40

二、选择题：本题共 8 小题，每小题 6 分，共 48 分。在每小题给出的四个选项中，第 14-18 题只有一项符合题目要求，第 19-21 题有多项符合题目要求，全部选对的得 6 分，选对但不全的得 3 分，有选错的得 0 分。

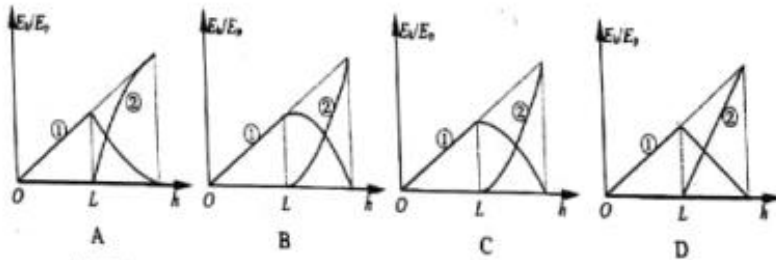
14. 2017 年 9 月 15 日，在太空飞行了将近 20 年的土星探测器“卡西尼号”结束了它的探测使命，坠入了土星大气层，它为人类探索宇宙发回了珍贵的资料。若已知土星的半径为  $R$ ，“卡西尼号”在以土星为圆心，离土星表面约为  $3R$  的圆轨道上运动，周期为  $T$ ，引力常量为  $G$ 。以下说法中正确的是 ( )

A. “卡西尼号”能够坠入土星大气层，是因为土星对“卡西尼号”的引力大于“卡西尼号”对土星的引力

B. 通过对已知条件的分析，可求得土星的密度为  $\rho = \frac{3\pi}{GT^2}$

- C. “卡西尼号”在从地球飞往土星的过程中，克服太阳的引力做功  
 D. 如果不考虑其他星球的影响，在“卡西尼号”绕土星一周的过程中，将有  $\frac{T}{2}$  的时间与地球无法通信

15. 蹦极是一项考验体力、智力和心理承受能力的最具挑战性的空中极限运动，跳跃者站在约 50 米的高处，把一端固定的原长为  $L$  的弹性绳绑在双腿的踝关节处，然后两臂伸开，头朝下跳下去。若弹性绳的弹力遵守胡克定律，不计空气阻力，则在跳跃者从起跳到第一次下落到最低点的过程中，跳跃者的动能  $E_k$ （图线①）和弹性绳的弹性势能  $E_p$ （图线②）随下落高度的变化图像中，大致正确的是（ ）



16. 如图所示，水平理想边界 MN 的上方和下方分别存在大小相等、方向相反的垂直于纸面的匀强磁场，磁场中有一个椭圆形的单匝闭合金属线圈，线圈的质量为  $m$ ，电阻为  $R$ ，椭圆的短轴长度为  $L$ ，长轴的长度为  $3L$ 。现将线圈从 MN 上方的磁场中某处自由释放，经过时间  $t$ ，该线圈刚好运动到其长轴与 MN 重合的位置，且此时线圈下落的速度是  $v$ 。已知重力加速度为  $g$ ，线圈平面始终与磁场方向垂直，则下列说法中正确的是（ ）

- A.  $t$  时刻，线圈中感应电流的方向为顺时针方向  
 B.  $t$  时刻，线圈的速度  $v = gt$   
 C.  $t$  时刻，线圈中的感应电流为  $I = \frac{3BLv}{R}$   
 D. 线圈可能以速度  $v$  匀速通过边界 MN

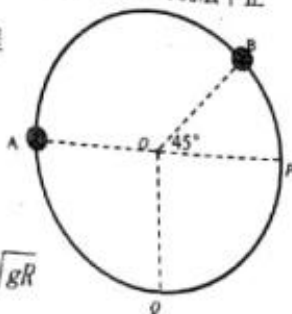
17. 物块 A、B、C、D 按照如图所示的方式放置在水平面上，质量依次为  $4m$ 、 $3m$ 、 $2m$  和  $m$ ，A 和 B 之间用一根轻质细绳水平连接。物块与物块、物块与地面间的动摩擦因数均为  $\mu$ ，设最大静摩擦力等于滑动摩擦力，现用水平力  $F$  作用在物块 D 上，使 D 做加速运动，则下列判断正确的是（ ）



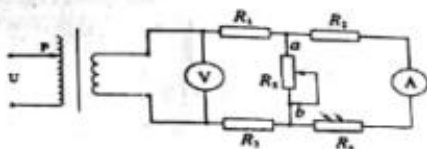
- A. 四个物块可一起向右加速  
 B. 水平力  $F$  的最小值为  $10\mu mg$

- C. 物块 B 的最大加速度为  $\frac{14g}{7}$
- D. F 越大细绳的拉力就越大
18. 如图所示, 在竖直面内固定一个半径为  $R$  的绝缘圆环, 有两个可视为点电荷的相同的带负电的小球 A 和 B 套在圆环上, 其中小球 A 可沿圆环无摩擦地滑动, 小球 B 固定在圆环上和圆心  $O$  的连线与水平方向的夹角为  $45^\circ$ . 现将小球 A 从位于水平直径的左端位置由静止释放, 则下列说法中正确的是 ( )

- A. 小球 A 从释放到运动至圆环最低点  $Q$  的过程中电势能保持不变
- B. 小球 A 运动到圆环的水平直径右端  $P$  点时的速度为 0
- C. 小球 A 运动到圆环最低点  $Q$  之前的过程中, 速率先增大后减小
- D. 小球 A 到达圆环最低点  $Q$  时的速度大小为  $\sqrt{gR}$

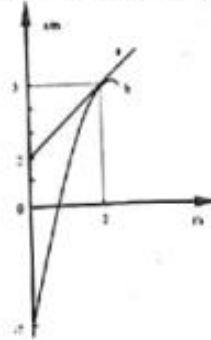


19. 在如图所示的电路中, 理想变压器原线圈的匝数可通过滑片 P 进行调节,  $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$  为定值电阻,  $R_4$  是一个光敏电阻, 它的阻值随光照强度的增大而减小,  $R_5$  是一个滑动变阻器, 电压表和电流表均可视为理想电表。现将理想变压器的原线圈接在有效值为  $U$  的交流电源上, 则下列说法中正确的是 ( )



- A. 保持滑片 P 的位置和  $R_5$  的阻值不变, 增大光照强度, 则理想变压器原线圈中的电流将增大
- B. 保持  $R_5$  的阻值和光照强度不变, 滑片 P 向下移动, 则电压表的示数增大, 电流表的示数增大
- C. 保持滑片 P 的位置和光照强度不变, 使  $R_5$  的滑片向 b 端移动, 则  $R_3$  消耗的电功率将增大
- D. 保持滑片 P 的位置和  $R_5$  的阻值不变, 减小光照强度,  $R_3$  消耗的电功率保持不变

20. 甲、乙两个物体在水平面上的同一直线上运动，其  $x-t$  图像分别为图中的直线 a 和抛物线 b，当  $t=2s$  时，两条线刚好相切，如图所示。则关于甲、乙两个物体的运动正确的是：( )

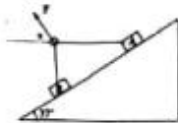


- A. 乙先向负方向运动，后向正方向运动
- B. 前 2 秒内，甲、乙之间的距离一直减小，且第 2 秒末两者距离达到最小
- C. 第 4 秒末，甲、乙之间的距离为 9m
- D. 第 6 秒末，以乙为参考系，甲的速度为 18m/s

21. 在水平面上固定一个倾角为  $37^\circ$  的斜面，在斜面上放置质量均为  $m=3.2\text{kg}$  的物块 A 和 B (可视为质点)，两物块用轻质细绳连接，细绳上套有一个光滑的轻质小环 O，用拉力  $F$  拉住小环，使 OA 水平，OB 竖直，如图所示。

物块与斜面间的动摩擦因数均为 0.8, 物块与斜面间的最大静摩擦力等于滑动摩擦力,  $g=10\text{m/s}^2$ ,  $\sin 37^\circ=0.6$ ,  $\cos 37^\circ=0.8$ 。整个系统处于静止状态, 则 ( )

- A. 拉力  $F$  与水平方向的夹角  $\alpha=53^\circ$
- B. 物块 A 受到的摩擦力可能为 20N
- C. 物块 B 受到的摩擦力可能为 20N
- D. 为使物块不在斜面上滑动,  $F$  的最大值为  $\sqrt{2}\text{N}$



三、非选择题: 共 174 分。第 22-32 题为必考题, 每个试题考生都必须作答。

第 33-38 题为选考题, 考生根据要求作答。

(一) 必考题: 共 129 分。

22. (6 分) 某同学为探究合力做功与物体动能改变的关系, 设计了如下实验。

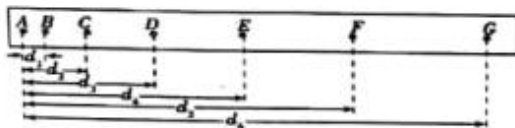


如图所示, 带滑轮的长木板水平放置, 力传感器固定在墙上, 轻绳分别跨过固定在滑块上的滑轮和固定在长木板末端的滑轮, 一端与力传感器连接, 另一端竖直悬挂一沙桶, 沙桶距地面足够远。调节两滑轮的位置使轻绳与长木板平行, 不计轻绳与各滑轮之间的摩擦。

(1) 实验时, 必须要进行的操作是 (填选项前的字母)。

- A. 将长木板右端垫高以平衡摩擦力
- B. 用天平测量沙和沙桶的总质量  $m$
- C. 用天平测量滑块 (带滑轮) 质量  $M$
- D. 使沙和沙桶的总质量  $m$  远小于滑块 (带滑轮) 质量  $M$

(2) 该同学按照正确的步骤进行了多次实验。在某次实验的过程中, 他记录下了传感器的示数  $F$ , 得到了一条用打点计时器打下的纸带, 并且在其中取了 A、B、C、D、E、F、G 等 7 个计数点, 相邻计数点间的时间间隔为  $T$ 。他用刻度尺量出了从 A 点到其他计数点间的距离分别为  $d_1$ 、 $d_2$ 、 $d_3$ 、 $d_4$ 、 $d_5$ 、 $d_6$ , 如下图所示。



①若要计算从 B 到 F 点的过程中合外力所做的功, 则可利用表达式  $W=$  \_\_\_\_\_ 进行计算。

②若要计算从 B 到 F 点的过程中滑块 (带滑轮) 动能的变化量, 则可利用表达式  $\Delta E_k=$  \_\_\_\_\_ 进行计算。(注: 以上 2 个表达式必须用题目中所给的字母表示)

23. (9 分) 某研究性学习小组利用伏安法测定某一电池组的电动势和内阻 (电动势约为 6V, 内阻约  $2\Omega$ ) 实验原理如图甲所示, 其中, 虚线框内为用灵敏电流计  $\text{G}$  改装的电压表  $\text{V}$ ,  $\text{A}$  为标准电流表, E 为待测电池组, S 为开关, R 为滑动变阻器,  $R_0$  是标准阻值为  $4.0\Omega$  的定值电阻。已知灵敏电流计  $\text{G}$  的满偏电流  $I_g=100\mu\text{A}$ 、内阻约  $r_g=2.0\text{k}\Omega$ 。若要改装后的电压表满偏电压为 6V, 需测量灵敏电流计的内阻, 研究性学习小组决定用半偏法测灵敏电流计的内阻。

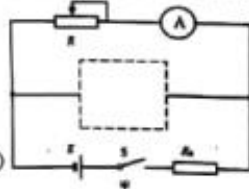
实验中备有下列器材:

待测电流表  $\text{G}$  (量程  $I_g=100\mu\text{A}$ )

电阻箱  $R'$  ( $0-99999.9\Omega$ )

滑动变阻器  $R_1$  (总电阻约  $5\text{k}\Omega$ , 额定电流  $0.5\text{A}$ )

滑动变阻器  $R_2$  (总电阻约  $100\text{k}\Omega$ , 额定电流  $0.5\text{A}$ )

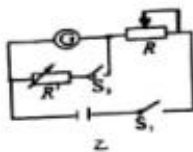


电源 E (电动势约为 6V, 内阻约 2Ω)

电键及导线若干

实验步骤:

(1) 若采用如图乙所示的电路测定灵敏电流计的内电阻, 并且要想得到较高的精确度, 那么以上备用的器材中, 滑动变阻器 R 应选用



(2) 若实验中测得待测灵敏电流计的内阻  $r_g=2.0k\Omega$ , 现要想将此灵敏电流计改装成量程为 6V 的电压表, 则改装的方法是将灵敏电流计与电阻箱  $R'$  联, 并将电阻箱的阻值调为  $\Omega$ 。

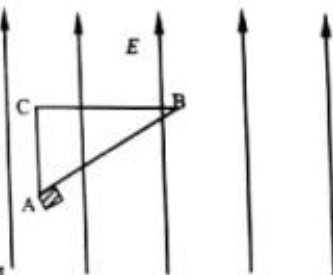
(3) 请将电路图甲图补充完整。

(4) 某次实验的数据如下所示:

测量次数	1	2	3	4	5	6	7	8
改装电压表读数 $U/V$	5.25	5.16	5.05	4.93	4.84	4.70	4.60	4.45
电流表读数 $I/mA$	20	40	60	80	100	120	140	160

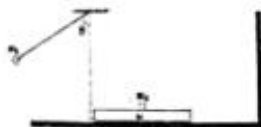
该小组借鉴“研究匀变速直线运动”实验中计算加速度的方法(逐差法), 计算出电池组的内阻  $r=\Omega$  (保留三位有效数字)。

24. (12分) 竖直平面内有竖直向上的匀强电场, 场强  $E=2mg/q$ , 在电场中固定着一个截面为直角三角形的绝缘斜面体 ABC。一质量为 m, 带电量为 +q 的小物块从 A 点由静止释放(整个过程中物块的电荷量保持不变), 已知斜面体 AB 边长  $L=1.6m$ , BC 边水平, 物块与斜面体间动摩擦因数为  $\mu=\frac{\sqrt{3}}{4}$ ,  $\angle ABC=30^\circ$ ,  $\frac{q}{m}=0.25C/kg$ 。物块离



开斜面体的瞬间电场强度变为原来的一半。为使物块离开斜面体后能够再回到 A 点, 在物块离开斜面体的同时, 加一垂直纸面向外的磁感应强度为 B 的时间可控制的匀强磁场。已知  $B=5\sqrt{3}T$ ,  $g=10m/s^2$ 。请问磁场存在多长时间可让物块回到 A 点。(要求结果保留三位有效数字)

25. (20分) 有一质量  $M=3kg$  的木板静止在光滑水平面上, 木板的正中央放一质量  $m_2=1kg$  的小物块, 现有一质量  $m_1=1kg$  的小球从图示位置摆下, 恰好与木板发生弹性正碰(碰撞时间极短), 碰撞结束后小球与木板不再相遇。木板和墙发生弹性碰撞前与物块已经相对静止。已知木板与物块间动摩擦因数  $\mu=0.3$ , 木板长  $s=2m$ , 摆线长  $L=1.6m$ ,  $\theta=60^\circ$ , 重力加速度 g 取  $10m/s^2$ 。



求: (1) 最终物块是否会从木板上掉下, 如果物块没有从木板上掉下, 则物块停在距木板右端多远处? (2) 整个过程中物块与木板组成的系统发了多少热?

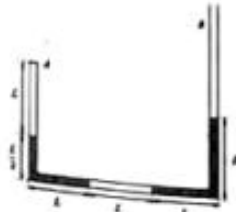
(二) 选考题: 共 45 分。请考生从 2 道物理题、2 道化学题、2 道生物题中每科任选一题作答。如果多做, 则每科技所做的第一题计分。

33. 【物理——选修 3-3】(15 分)

- (1) 关于物体的内能、分子势能和分子动能的说法中, 不正确的是 ( )
- A. 对于两个分子组成的系统, 分子间的分子力最小时, 分子势能也最小
  - B. 100℃ 的沸水的内能比 0℃ 的冰水混合物的内能大
  - C. 做自由落体运动的物体, 分子的平均动能越来越大
  - D. 外界对物体做功, 不一定能改变物体的内能
  - E. 当一定质量的理想气体温度升高时, 它的内能可以保持不变

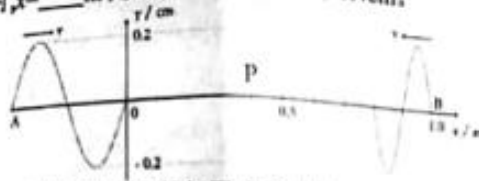
(2) 横截面积为 S 的玻璃管 A 端封闭, B 端开口且足够长, 密度为  $\rho$  的水银在管内封闭两部分气体, 初始时, 水银柱和空气柱的长度如图所示。现从

$B$  端缓慢注入水银, 使  $A$  端封闭的空气柱的长度变为  $\frac{L}{2}$ , 求注入水银的体积是多少。  
(设注入水银的过程中, 温度保持不变, 重力加速度为  $g$ , 大气压强为  $P_0$ )

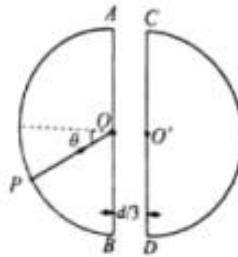


34. 【物理——选修3-4】(15分)

(1) 两列简谐横波沿  $x$  轴相向传播, 波速均为  $0.2\text{m/s}$ , 两波源分别位于  $A$ 、 $B$  处,  $t=0$  时的波形如图所示, 当  $t=3\text{s}$  时,  $x=0.4\text{m}$  处的  $P$  点的位移为 \_\_\_\_\_  $\text{cm}$ ,  $t=$  \_\_\_\_\_  $\text{s}$  时,  $x=$  \_\_\_\_\_  $\text{m}$  处的点的位移最先为  $0.4\text{cm}$ .



(2) 如图所示, 两截面为半圆的相同玻璃柱体放置在水平桌面上, 半圆的半径为  $d$ ,  $O$ 、 $O'$  为圆心,  $AB \parallel CD$ . 一束光从  $P$  点沿  $PO$  射入, 已知  $\theta=30^\circ$ ,  $AB=CD=2d$ , 玻璃柱相距  $d/3$ , 玻璃的折射率为  $n=\sqrt{3}$ , 光在空气中的速度为  $c$ . 求光束从  $P$  点沿  $PO$  射入左侧半圆玻璃柱体到从右侧半圆柱体射出一共用时多长?



选择题参考答案:

- |    |     |
|----|-----|
| 14 | C   |
| 15 | B   |
| 16 | A   |
| 17 | C   |
| 18 | C   |
| 19 | AB  |
| 20 | BCD |
| 21 | BD  |

中学生标准学术能力诊断性测试

理科综合-物理 科目参考答案

22.

答案: (1) AC (2分)

(2) ①  $2F(d_5 - d_1)$  (2分)

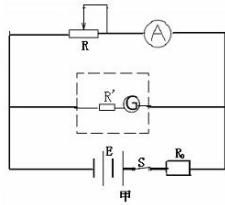
②  $\frac{1}{2}M(\frac{d_6 - d_4}{2T})^2 - \frac{1}{2}M(\frac{d_2}{2T})^2$  (2分)

23.

答案 (1) R<sub>e</sub> (2分)

(2) 串 (1分) 58000 (2分)

(3)



(2分)

(4)  $r=1.63$

(2分)

24.

答案:  $t \approx 1.93s$

考点: 考查受力分析, 牛顿第二定律, 带电粒子在复合场中的运动, 应用数学知识的能力

解析: 从 A 到 B 的过程中物块受力如图 1 所示有

$$(qE - mg) \sin \angle ABC - \mu (qE - mg) \cos \angle ABC = ma \quad \text{①} \quad (2 \text{分})$$

$$v_B = \sqrt{2aL} \quad \text{②} \quad (1 \text{分})$$

$$v_B = 2m/s \quad \text{③} \quad (1 \text{分})$$

物块离开斜面体后轨迹如图 2 所示有

$$qv_B B = m \frac{mv_B^2}{r} \quad \text{④} \quad (2 \text{分})$$

$$r = \frac{1.6\sqrt{3}}{3} \text{ m} \quad \text{⑤} \quad (1 \text{分})$$

由几何关系可知

$$R \tan \theta = L \quad \text{⑥} \quad (1 \text{分})$$

$$\theta = 60^\circ \quad \text{⑦} \quad (1 \text{分})$$

磁场存的时间为

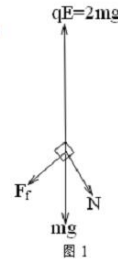
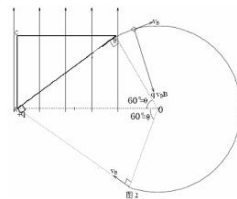


图 1





$$t = \frac{360^\circ - 120^\circ}{360^\circ} \frac{2\pi m}{qB} \quad \text{⑧} \quad (2 \text{分})$$

$$t = \frac{16\pi\sqrt{3}}{45} \approx 1.93\text{s} \quad \text{⑨} \quad (1 \text{分})$$

25.

解析：(1) 规定向右为正方向。小球摆到最低端时，设小球速度为  $v_0$ 。由动能定理有

$$m_1 g L (1 - \cos 60^\circ) = \frac{1}{2} m_1 v_0^2 - 0 \quad \text{①} \quad (2 \text{分})$$

设碰撞后小球速度为  $v_1$ ，木板速度为  $v_2$ ，由动量守恒定律、能量守恒定律有

$$m_1 v_0 = m_1 v_1 + M v_2 \quad \text{②} \quad (2 \text{分})$$

$$\frac{1}{2} m_1 v_0^2 = \frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} M v_2^2 \quad \text{③} \quad (2 \text{分})$$

设木板与物块与墙碰前速度为  $v_3$

$$M v_2 = (M + m_2) v_3 \quad \text{④} \quad (2 \text{分})$$

木板与墙碰撞结束后，假设木块没有从木板上掉下，设他们最终速度为  $v_4$

$$M (-v_3) + m_2 v_3 = (M + m_2) v_4 \quad \text{⑤} \quad (2 \text{分})$$

木板与墙碰前物块相对木板滑动  $\Delta L_1$ ，木板与墙碰后物块相对木板滑动  $\Delta L_2$ ，根据功能关系有

$$\mu m g \Delta L_1 = \frac{1}{2} M v_2^2 - \frac{1}{2} (M + m_2) v_3^2 \quad \text{⑥} \quad (2 \text{分})$$

$$\mu m g \Delta L_2 = \frac{1}{2} (M + m_2) v_3^2 - \frac{1}{2} (M + m_2) v_4^2 \quad \text{⑦} \quad (2 \text{分})$$

$$\text{解方程得 } \Delta L_1 = 0.5\text{m} < 1\text{m} \quad \Delta L_2 = 1.125\text{m} < 1.5\text{m} \quad \text{⑧} \quad (2 \text{分})$$

$\therefore$  物块没有从木板上掉下

$$\text{物块停在距木板右端 } \Delta L = 1.5 - 1.125 = 0.375\text{m} \quad \text{⑨} \quad (1 \text{分})$$

(2) 设整个过程中物块与木板组成的系统产生的热量为  $Q$

$$Q = \mu m g (\Delta L_1 + \Delta L_2) \quad \text{⑩} \quad (2 \text{分})$$

$$Q = 4.875\text{J} \quad \text{⑪} \quad (1 \text{分})$$

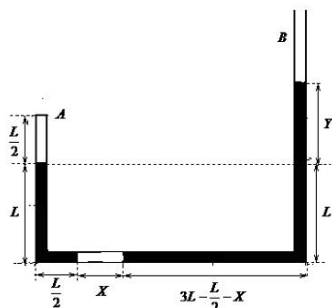
33.(1)

答案：BCE

(2)

$$\text{答案：} \Delta V = (2L + \frac{P_0}{\rho g}) S \quad \text{考点：理想气体的等温变化}$$

解析：设注入水银后各部分空气柱及水银柱的长度如图所示



对左管中的气体：初状态下压强  $P_1 = P_0 + \rho g \frac{L}{2}$  (1分)

初状态下的体积  $V_1 = LS$

末状态下的体积  $V_1' = \frac{L}{2}S$

由等温变化得  $P_1V_1 = P_1'V_1'$  (1分)

解得：  $P_1' = 2P_0 + \rho gL$  (1分)

又因为  $P_1' = P_0 + \rho gY$  (1分)

得  $Y = \frac{P_0 + \rho gL}{\rho g}$  (1分)

对横管中的气体：初状态下压强  $P_2 = P_0 + \rho gL$  (1分)

初状态下的体积  $V_2 = LS$

末状态下的体积  $V_2' = XS$

末状态下压强  $P_2' = P_1' + \rho gL$  (1分)

由等温变化得  $P_2V_2 = P_2'V_2'$  (1分)

解得：  $X = \frac{L}{2}$  (1分)

故注入水银的体积  $\Delta V = (3L - \frac{L}{2} - X + L + Y - 2L)S = (2L + \frac{P_0}{\rho g})S$  (1分)

34. (1)

答案: 0 (1分) 3.125 (2分)

0.325 (2分)

(2)

$$\text{答案: } t = \frac{(3\sqrt{3} + 5)d}{3c}$$

考点: 考查几何光学

$$\text{解析 } n = \frac{\sin r}{\sin \theta} \quad \text{①} \quad (2 \text{分})$$

$$\sin r = \frac{\sqrt{3}}{2} \quad \text{②} \quad (1 \text{分})$$

$$r = 60^\circ$$

由几何知识可知

$$O'P_1 = \frac{2}{3}d \quad O'P_2 = \frac{\sqrt{3}}{3}d \quad \text{③} \quad (2 \text{分})$$

由正弦定理

$$O'P_2 / \sin(90^\circ + \theta) = O'P_1 / \sin \angle O'P_2P_1$$

$$\frac{d}{\sin 120^\circ} = \frac{\frac{\sqrt{3}}{3}d}{\sin \angle O'P_2P_1} \quad \text{④} \quad (1 \text{分})$$

$$\angle O'P_2P_1 = 30^\circ \quad \text{⑤} \quad (1 \text{分})$$

$$P_1P_2 = O'P_1 = \frac{\sqrt{3}}{3}d \quad \text{⑥} \quad (1 \text{分})$$

$$t = \frac{d + \frac{\sqrt{3}}{3}d}{c} + \frac{\frac{2}{3}d}{\frac{c}{\sqrt{3}}}$$

$$t = \frac{(3\sqrt{3} + 5)d}{3c} \quad \text{⑦} \quad (2 \text{分})$$

