

2018 年哈尔滨市第三中学第四次高考模拟考试

理科综合能力测试

考试时间:150 分钟

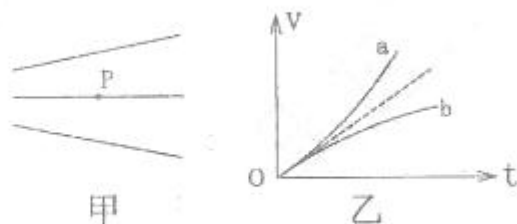
二、选择题：本题共 8 小题，在每小题给出的四个选项中，第 14-18 题只有一项符合题目要求，第 19-21 题有多项符合题目要求。在每小题给出的选项中，有的只有一个选项正确，有的有多个选项正确。

14. 下列说法正确的是

- A. 卢瑟福用 α 粒子散射实验得出原子“核式结构”模型，后来查德威克用 α 粒子轰击氮原子核发现了中子
- B. 爱因斯坦提出了光子说，后来赫兹发现了光电效应现象
- C. 牛顿发现了万有引力定律，后来卡文迪许用扭秤实验推算出了引力常量的数值
- D. 汤姆孙提出原子的核式结构模型，后来被卢瑟福用 α 粒子散射实验所证实

15. 如图所示，图甲实线为方向未知的三条电场线，a、b 两带电粒子从电场中的 P 点由静止释放，不考虑两粒子间的相互作用，

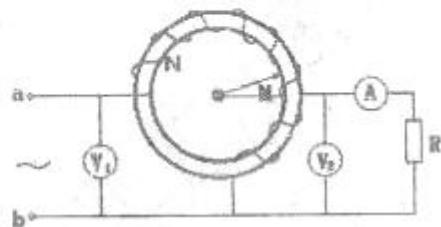
仅在电场力作用下，两粒子做直线运动，a、b 粒子的速度大小随时间变化的关系如图乙中实线所示，虚线为直线，则



- A. a、b 带电粒子的电性相同
- B. a 向左运动，b 向右运动
- C. a 粒子的电势能增大，动能减小
- D. b 粒子的电势能增大，动能增大

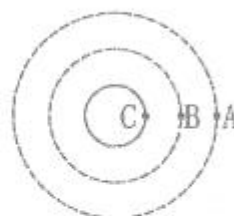
16. 一理想自耦变压器如图所示，环形铁芯上只绕有一个线圈，将其两端作为原线圈输入端，通过滑动触头取该线圈的一部分作为副线圈。原线圈两端接有电压表 (V_1) ，副线圈接有电压表 (V_2) 和电流表 (A) 并连有一电阻 R，a、b 两端接到交流恒压电源上，在将滑动触头从图中 M 点逆时针旋转到 N 点的过程中，下列说法正确的是

- A. (V_1) 示数变大
- B. (V_2) 示数不变
- C. (A) 示数变大
- D. 输入功率不变

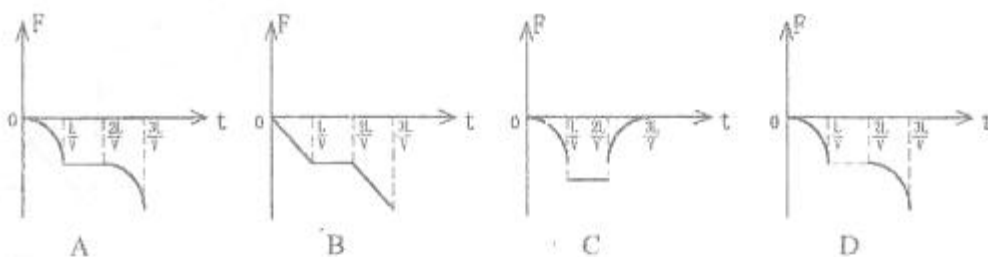
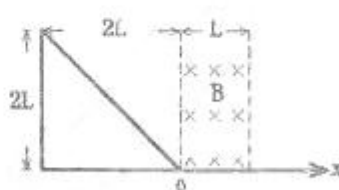


17. 导航系统是一种利用人造卫星对物体进行定位测速的工具，目前世界上比较完善的导航系统有美国的 GPS 系统，中国的北斗系统，欧洲的伽利略导航系统以及俄罗斯的 GLONASS 系统，其中美国的 GPS 系统采用的是运行周期为 12 小时的人造卫星，中国的北斗系统一部分采用了同步卫星，现有一颗北斗同步卫星和一颗赤道平面上方的 GPS 卫星，某时刻两者刚好均处在地面某点 C 的正上方，下列说法正确的是

- A. 图中 A 卫星是 GPS 卫星，B 卫星是北斗同步卫星
- B. 从此时刻起，经过 12 小时，两者相距最远
- C. B 卫星的线速度小于地面 C 点的线速度
- D. 此时刻 B 处在 A、C 连线中点

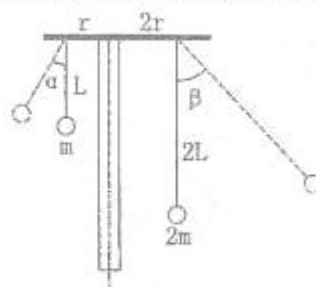


18. 某空间存在一个有竖直边界的沿水平方向匀强磁场区域，现将一个等腰直角三角形导线圈，从图示位置垂直于磁场方向匀速拉过这个区域，尺寸如图所示，取 x 轴正方向为力的正方向。下列能正确反映该过程线圈所受安培力 F 随时间 t 变化的图象是

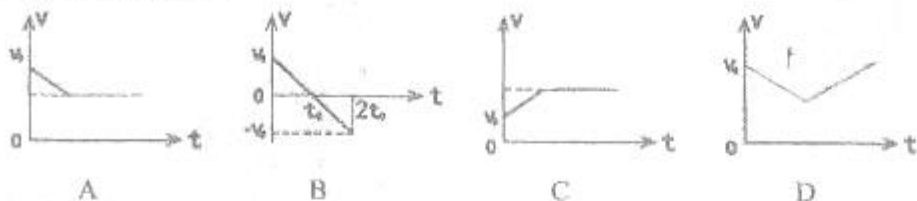
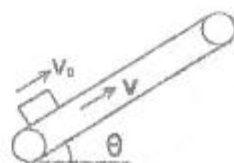


19. 如图所示，绝缘支架两端通过长度分别为 L 和 2L 的轻绳悬挂两质量分别为 m 和 2m 的大小相同的小球 A 和 B，A 球到中心轴的水平距离为 r，B 球到中心轴的距离为 2r，不考虑空气阻力的影响，当旋转支架让其绕中心轴匀速转动稳定时，轻绳与竖直方向夹角分别为 α 、 β ，下列说法正确的是

- A. 两夹角的大小关系是 $\alpha = \beta$
- B. 两夹角的大小关系是 $\alpha < \beta$
- C. A、B 球对轻绳的拉力之比为 1:2
- D. A、B 球对轻绳的拉力之比小于 1:2

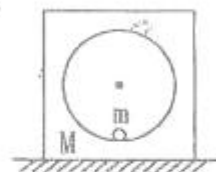


20. 有一传送带沿顺时针传送, 与水平面夹角 θ , 倾斜固定放置, 将一物块放置到斜面底端, 初始时物块有沿斜面向上的初速度 v_0 , 若传送带的传送速度为 v , 物块与传送带间动摩擦因数为 μ , 重力加速度为 g , 传送带足够长, 下列有关物块在传送带上的 $v-t$ 图像, 可能正确的有



21. 如图, 质量为 M 的正方形物体内有一半径为 R 的光滑圆形轨道, 处在竖直平面, 一个质量为 m 的小球在轨道上做圆周运动, M 始终处于静止状态, 则

- A. 小球的最大动能不小于 $2.5mgR$
- B. 小球的机械能不小于 $2.5mgR$
- C. 小球经最低点时, M 对地面压力一定最大, 且不小于 $Mg+6mg$
- D. 小球经最高点时, M 对地面压力一定最小, 且不大于 Mg

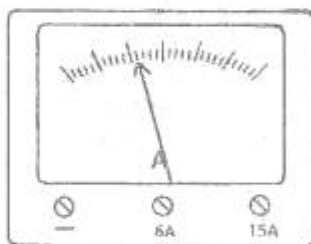


第 II 卷 (非选择题 共 174 分)

三、非选择题: 包括必考题和选考题两部分。第 22 题~第 32 题为必考题, 每个试题考生都必须作答。第 33 题~第 38 题为选考题, 考生根据要求作答。

(一) 必考题 (11 题, 共 129 分)

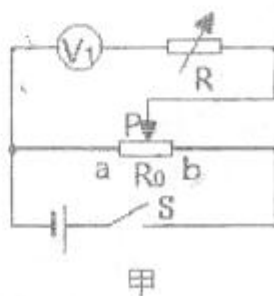
22. (6 分) 一个有两种量程的安培表, 测量电流时指针位置如图甲所示。若连接的是“-”和“6A”接线柱, 读数为_____A; 若连接的是“-”和“15A”接线柱, 读数为_____A。



23. (9 分) 现要将一个量程 1V 的电压表 V_1 改装成量程为 10V 的新电压表。

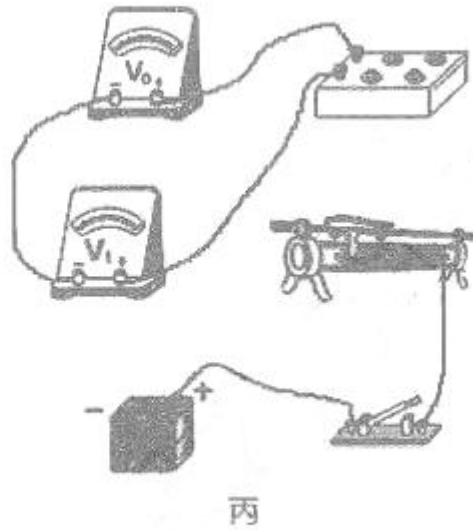
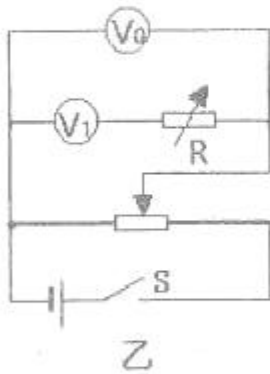
(1) 用如图所示电路测量 V_1 的内阻

- ① 调节电阻箱令电阻 $R=0$, P 置于 a 端, 闭合开关 S ;
- ② 调节滑动变阻器 R_0 , 使 V_1 指针指到 1V;
- ③ 保持滑动变阻器滑片不动, 只调节电阻箱, 当 V_1 示数为 0.5V 时, R 刚好为 $1k\Omega$;
- ④ V_1 的测量值 $R_V =$ _____;
- ⑤ 为降低实验误差, 滑动变阻器应选择_____ (A: $0-2k\Omega$, B: $0-20\Omega$) (填“A”或“B”)。



(2) 拆除以上电路，将电阻箱调到 $R=$ _____，新的电压表改装成功。

(3) 将改装后的电压表与标准表 V_0 校对，电路图如图乙所示，将图丙中未完成的实验电路补充完整。要求闭合电键 S 前滑片位置正确。

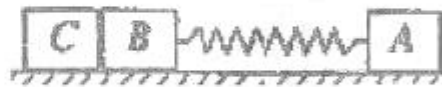


(4) 假定上述操作过程准确无误，用改装好的新电压表测量电压，当电表示数为 5V 时，实际电压_____ 5V (填“大于”、“小于”或“等于”)。

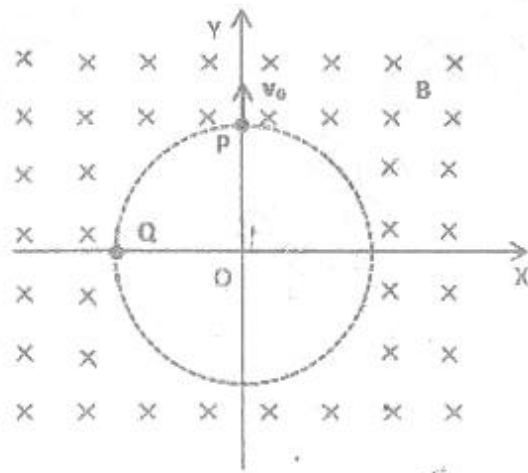
24. (14 分) 如图所示，光滑水平面上放有 A、B、C 三个物块，其质量分别为 $m_C=2.0\text{kg}$ ， $m_A=m_B=1.0\text{kg}$ ，用一轻弹簧连接 A、B 两物块，现用力压缩弹簧使三物块靠近，弹簧储存弹性势能 6J，然后静止释放。B 和 C 不粘连，求：(结果保留两位有效数字)

(1) 释放后物块 B 对物块 C 一做了多少功？

(2) 弹簧第一次被拉伸最长时，A、B 速度的大小和方向？



25. (18分) 如图所示, 直角坐标系 XOY , 以 O 点为圆心半径为 R 的圆与 Y 轴正方向交于 P 点, X 轴交于 Q 点。圆形区域外部存在垂直平面向里的匀强磁场, 磁感应强度 B 。现有一粒子质量 m , 电量 $+q$, 以一定速度由 P 点沿 Y 轴正向进入磁场, 下一次经过圆形边界恰好从 Q 点沿 X 轴正向进入无场区。不计粒子重力, 求:



- (1) 粒子飞入磁场时的速度 $v_0 = ?$
- (2) 若其他条件不变, 将磁感应强度变为 B_1 , 且 $B_1 = \sqrt{3} B$ 。则粒子从 P 点进入磁场是否还能再次经过 P ? 若能, 求出粒子从 P 点进入磁场到再次经过 P 点经历的时间 t_1 ; 若不能, 说明理由。

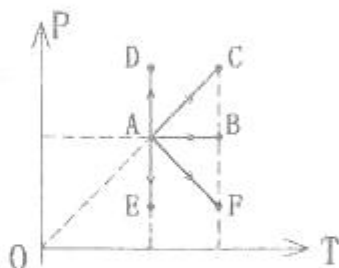
(3) 若在满足 (2) 的前提下, 将圆形区域内同时加上垂直平面向外的匀强磁场, 磁感应强度大小 $B_2 = B_1 = \sqrt{3} B$, 求: 粒子从 P 点进入磁场到再次经过 P 点经历的时间 t 。

(二) 选考题 (共 45 分) 请考生从给出的 2 道物理题、2 道化学题、2 道生物题中每科任选一题作答, 并用 2B 铅笔在答题卡上把所选题目的题号涂黑。注意所做题目的题号必须与所涂题目的题号一致, 在答题卡选答区域指定位置答题。如果多做, 则每学科按所做的第一题计分。

33. [物理——选修 3-3] (15 分)

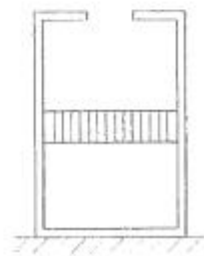
(1) (5 分) 如图所示, 一定质量的理想气体, 从状态 A 分别沿直线变化到 B、D、E、F 状态, 下列说法正确的是_____ (填入正确选项前的字母。选对 1 个给 3 分, 选对 2 个给 4 分, 选对 3 个给 5 分; 每选错 1 个扣 3 分, 最低得分为 0 分)。

- A. A → B 和 A → C 过程气体吸收热量相等
- B. A → C 过程气体吸收的热量等于内能的增加量
- C. A → D 过程对气体做的功等于气体放出的热量
- D. A → E 过程气体吸热
- E. A → F 过程气体不吸热



(2) (10 分) 圆筒气缸竖直静止于地面上, 中间有轻质活塞, 上方有小孔与大气相通。当温度 $T_1=300\text{K}$ 时, 活塞上方与下方气体体积都是 V_0 , 圆筒气缸导热良好, 不计摩擦, 活塞不漏气, 大气压强保持不变。当温度升高到 400K , 达到热平衡时, 求:

- (i) 下方气体的体积;
- (ii) 气缸内活塞上方气体的质量减少了几分之几?



34. [物理——选修 3-4] (15 分)

(1) (5 分) 一简谐横波沿 x 轴正向传播, $t=0$ 时刻的波形如图 (a) 所示, $x=0.30\text{m}$ 处的质点的振动图线如图 (b) 所示, 该质点在 $t=0$ 时刻的运动方向沿 y 轴_____ (填“正向”或“负向”)。已知该波的波长大于 0.30m , 则该波的波长为_____ m 。

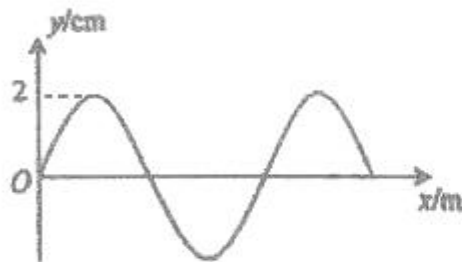


图 (a)

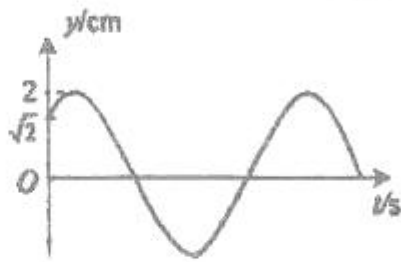


图 (b)

(2) (10 分) 一玻璃立方体中心有一点状光源。今在立方体的部分表面镀上不透明薄膜, 以致从光源发出的光线只经过一次折射不能透出立方体。已知该玻璃的折射率为 $\sqrt{2}$, 求镀膜的面积与立方体表面积之比的最小值。

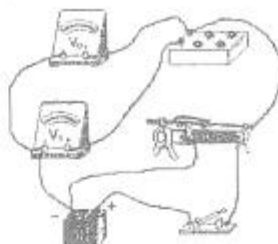
哈三中 2018 年高三学年第四次模拟考试物理答案

14. C 15. B 16. C 17. B 18. A 19. BD 20. ABC 21. AC

22. 2.2 5.5

23. $1k\Omega$ B $9k\Omega$ 大于

24. (1) 释放后，在弹簧恢复原长的过程中 B 和 C 和一起向左运动，当弹簧恢复原长后 B 和 C 的分离，所以此过程 B 对 C 做功。



选取 A、B、C 为一个系统，在弹簧恢复原长的过程中动量守恒(取向右为正向):

$$m_A v_A - (m_B + m_C) v_{BC} = 0 \quad (1) \quad (2 \text{分})$$

$$\text{系统能量守恒: } E_p = \frac{1}{2} m_A v_A^2 + \frac{1}{2} (m_B + m_C) v_{BC}^2 \quad (2) \quad (2 \text{分})$$

$$\therefore B \text{ 对 } C \text{ 做的功: } W_{BC} = \frac{1}{2} m_C v_{BC}^2 \quad (3) \quad (2 \text{分})$$

$$\text{联立(1)(2)(3)并代入数据得: } v_{BC} = 1\text{m/s} \quad W_{BC} = 1.0\text{J} \quad (1 \text{分})$$

(2) 此时 A、B 具有共同速度 v ，取向右为正向

$$\text{由动量守恒: } m_A v_A - m_B v_{BC} = (m_A + m_B) v_{AB} \quad (4) \quad (2 \text{分})$$

$$\therefore v_{AB} = (m_A v_A - m_B v_{BC}) / (m_A + m_B) \quad (5) \quad (2 \text{分})$$

$$\text{联立(1)(4)并代入数据得: } v_A = 3\text{m/s},$$

$$v_{AB} = 1.0\text{m/s} \quad , \text{ 且方向向右} \quad (1 \text{分})$$

25. (1) 如图所示，由于恰好从 Q 沿 x 轴正向飞入，则:

$$r_1 = R$$

$$\text{由 } qBv_0 = mv_0^2/r_1, \text{ 得 } r_1 = mv_0/qB \quad (2 \text{分})$$

$$\text{解得 } v_0 = qBR/m \quad (2 \text{分})$$

(2) 其他条件不变， $B_1 = \sqrt{3}B$ 时:

$$qB_1 v_0 = mv_0^2/r_2, \text{ 得 } r_2 = \frac{mv_0}{qB_1} = \frac{\sqrt{3}}{3} r_1 \quad (2 \text{分})$$

如图所示，由几何关系可知，粒子从 M 点进入无场区，

方向指向 O，在磁场中转过角度 $\theta = 240^\circ$

因为 $\angle POM = 60^\circ$ ，经圆心 O 点从对侧 N 点再次进入磁场，

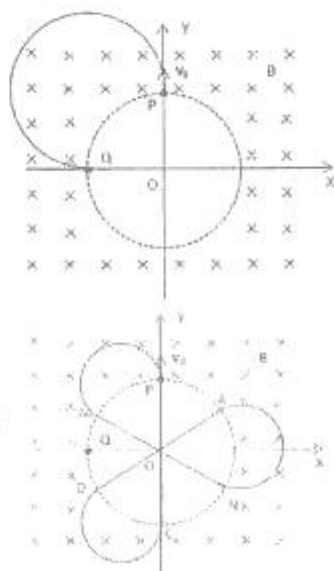
再转动 $\theta = 240^\circ$ ，由 A 进入沿直线经过 D，飞出转动再

次通过 C 进入无场区，最后经过 P

每一次在磁场中运动时间 t_1

$$\text{有: } t_1 = \frac{\theta}{360^\circ} \cdot \frac{2\pi m}{qB_1} = \frac{4\pi m}{3qB_1} \quad (2 \text{分})$$

在磁场中运动总时间:



$$t_B = 3t_1 = \frac{4\pi m}{qB_1} = \frac{4\sqrt{3}\pi m}{3qB} \quad (2 \text{分})$$

每次在圆中运动所用时间:

$$t_2 = \frac{2R}{v_0} \quad (2 \text{分})$$

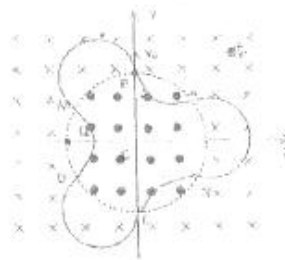
在无场区运动总时间:

$$t_{\text{无场}} = 3t_2 = \frac{6R}{v_0} \quad (2 \text{分})$$

$$\therefore \text{粒子能再次经过 P, } t = t_B + t_{\text{无场}} = \frac{4\sqrt{3}\pi m}{3qB} + \frac{6R}{v_0} \quad (1 \text{分})$$

(3) 若圆内加向外 $B_2 = \sqrt{3}B$ 的匀强磁场, 则粒子从 M 点进入圆内将旋转 120° , 从 D 飞出圆外, 如图所示经过轨迹, 依次经过 D、C、N、A 转到 P, 运动总时间 t' , 由几何关系可知: 运动总时间恰为 3 个周期

$$\text{有: } t' = 3T \frac{6\pi m}{qB_1} = \frac{2\sqrt{3}\pi m}{qB} \quad (3 \text{分})$$



33.

(1) BCD

(2)

(i) 设达到热平衡时下方气体的体积为 V_1

$$\text{气体等压变化: } \frac{V_0}{T_1} = \frac{V_1}{T_2}$$

$$\therefore V_1 = \frac{4}{3}V_0$$

(ii) 气体等压变化

$$\text{上方气体: } \frac{V_0}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

$$\therefore V_2 = \frac{4}{3}V_0$$

$$\text{逸出气体: } \Delta V = V_1 + V_2 - 2V_0 = \frac{2}{3}V_0$$

$$\text{上方气体 } \frac{\Delta m}{m_0} = \frac{\rho \Delta V}{\rho V_2} = \frac{\Delta V}{V_2} = \frac{1}{2}$$

即气缸内气体减少了 $\frac{1}{2}$

34. (1) 此题应从振动图像分析 0.3m 处质点的振动情况为沿 y 轴的正向, 并从

振动图像上找出 0.3m 处的质点, 应为图中 A 点, 且 A 的横坐标 $x = 0.3\text{m} = \frac{7}{2}\lambda$

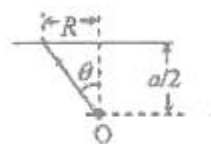
所以 $\lambda = 0.8\mu\text{m}$ ，因此，本题正确答案是：正向 $0.8\mu\text{m}$

(2) 如图，考虑从玻璃立方体中心 O 点发出的一条光线，假设它斜射到玻璃立方体上表面发生折射。

根据折射定律有 $n \sin \theta = n \sin \alpha$ ①

①式中， n 是玻璃的折射率，入射角等于 θ ， α 折射角。现假设 A 点为上表面面积最小的不透明薄膜边缘上的一点。由题意，

在 A 点刚好发生全反射，故 $\alpha_A = \frac{\pi}{2}$ ②



设线段 OA 在立方体上表面的投影长为 R_A ，由几何关系有 $\sin \theta_A = \frac{R_A}{\sqrt{R_A^2 + (\frac{a}{2})^2}}$ ③

③式中 a 为玻璃立方体的边长。

由①②③式得 $R_A = \frac{a}{2\sqrt{n^2-1}}$ ④

由题给数据得 $R_A = \frac{a}{2}$ ⑤

由题意，上表面所镀的面积最小的不透明薄膜应是半径为 R_A 的圆。所求的镀膜面积 S' 与玻璃立方体的表面积 S 之比为 $\frac{S'}{S} = \frac{6\pi R_A^2}{6a^2}$ ⑥

由⑤⑥式得 $\frac{S'}{S} = \frac{\pi}{4}$ ⑦。