

一. 判断题 (每题 2 分, 共 20 分)

题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
答案	T	T	F	T	T	T	F	F	T	T

二. 单项选择题 (每题 3 分, 共 18 分)

题号	1	2	3	4	5	6	7	8
答案	B	A	D	A	D	C	A	C

三. 计算题 (10 分)

解: 若电子的动能是它的静止能量的两倍, 则

$$mc^2 - m_e c^2 = 2m_e c^2 \quad (2 \text{ 分})$$

故

$$m = \frac{m_e}{\sqrt{1 - (v/c)^2}} = 3m_e \quad (3 \text{ 分})$$

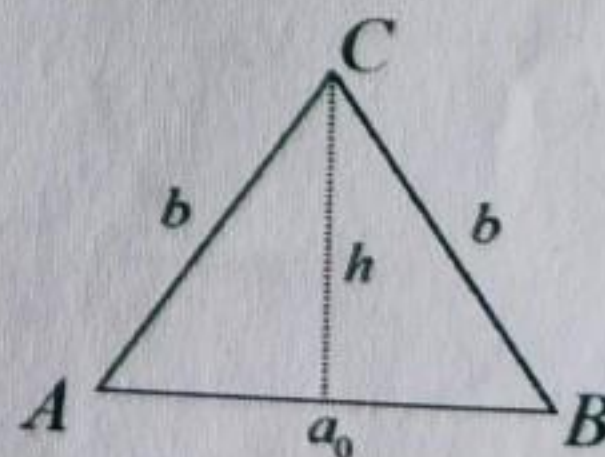
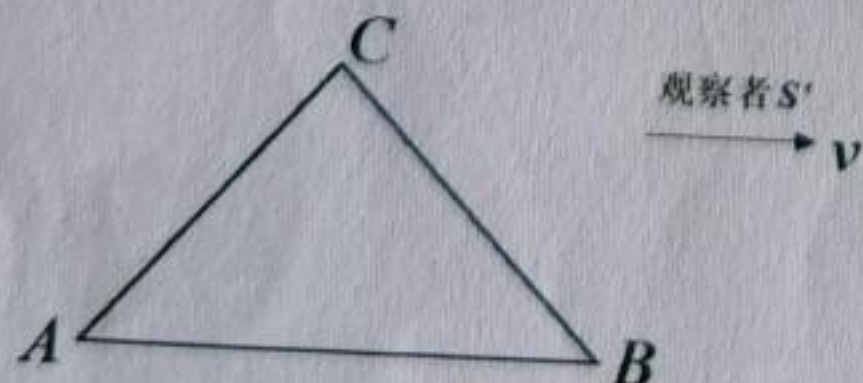
解得

$$v = \sqrt{8}c/3 \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{则德布罗意波长为 } \lambda = \frac{h}{mv} = \frac{h}{3m_e \sqrt{8}c/3} = 8.57 \times 10^{-13} \text{ m} \quad (3 \text{ 分})$$

四. 计算题 (8 分)

解: 由题意, 在 S 系观察, 该三角形为一等腰三角形 (如下图所示)。



由于平行于相对运动方向的长度收缩而垂直于相对运动方向的长度不变, 可知

$$a_0 = \frac{a}{\sqrt{1-(v/c)^2}} = \frac{2\sqrt{3}}{3}a \quad (5 \text{ 分})$$

$$h = \frac{\sqrt{3}}{2}a \quad (2 \text{ 分})$$

由勾股定理可知

$$b = \sqrt{h^2 + (a_0/2)^2} = \sqrt{\frac{13}{12}}a \quad (1 \text{ 分})$$

五. 计算题 (8 分)

解: 透过第一个偏振片的光强

$$I_1 = I_0 / 2 \quad (2 \text{ 分})$$

由第二个偏振片出射的光强为

$$I_2 = I_1 \cos^2 \alpha = \frac{1}{2}(I_0 \cos^2 \alpha) \quad (2 \text{ 分})$$

由第三个偏振片出射的光强为

$$I_3 = I_2 \cos^2(90^\circ - \alpha) = I_0 \sin^2 2\alpha / 8 \quad (2 \text{ 分})$$

显然, 当 $2\alpha = 90^\circ$ 时, 即 $\alpha = 45^\circ$ 时, I_3 最大

(2 分)

六. 计算题 (16 分)

(1) 根据气体分子速率分布图, 可设

$$f(v) = \begin{cases} kv & (0 < v < v_0) \\ 0 & (v > v_0) \end{cases} \quad (2 \text{ 分})$$

由速率分布函数的归一化条件 $\int_0^\infty f(v)dv = 1$, 得

$$\int_0^{v_0} kv dv = \frac{1}{2}kv_0^2 = 1, \quad (3 \text{ 分})$$

$$k = \frac{2}{v_0^2}$$

$$a = \frac{2}{v_0}$$

(1 分)

所以:
$$f(v) = \begin{cases} \frac{2}{v_0^2}v & (0 < v < v_0) \\ 0 & (v > v_0) \end{cases}$$

(2) 平均速率: $\bar{v} = \int_0^{v_0} v f(v) dv$ (3 分)

$$= \int_0^{v_0} v \frac{2}{v_0^2} v dv = \frac{2v_0}{3} \quad (2 \text{ 分})$$

(3) 速率处于 $0 \sim \frac{v_0}{2}$ 区间的气体分子数 ΔN

$$\Delta N = \int_0^{\frac{v_0}{2}} N f(v) dv \quad (3 \text{ 分})$$

$$= \int_0^{\frac{v_0}{2}} N \frac{2}{v_0^2} v dv = \frac{N}{4} \quad (2 \text{ 分})$$

七. 计算题 (14 分)

解: (1) $\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1} = 1 - \frac{300}{400} = 25\%$ (3 分)

(2) 从高温热源吸收的热量是等温过程

$$Q_1 = W_1 = \int_{V_1}^{V_2} p dV = \int_{V_1}^{V_2} \frac{RT_1}{V} dV = RT_1 \ln(V_2 / V_1) \quad (4 \text{ 分})$$

$$= 400R \ln 5 \quad 3229 \ln 5 \quad (2 \text{ 分})$$

根据循环效率 $\eta = 1 - T_2 / T_1 = 0.25$.

有 $W = \eta Q_1 = 100R \ln 5 \quad 831 \ln 5 \quad (3 \text{ 分})$

气体传给低温热源的热量

$$Q_2 = Q_1 - W = -300R \ln 5 \quad 2493 \ln 5 \quad (2 \text{ 分})$$