

\*数值评分遵循以下标准:

$$Y = y_0, \quad \text{Num} = A - B - X; \Delta = 0 - \alpha - \beta$$

若考生给出 $y$ 的有效位数为 $A$ , 数值为 $|y - y_0| \leq \alpha$ , 不扣分; 有效位数为 $B$ , 或 $|y - y_0| \in (\alpha, \beta]$ , 或物理量少单位, 扣除50%分数; 有效位数为 $A, B$ 以外的值, 或 $|y - y_0| > \beta$ , 扣除100%分数, 该数据点得分扣完为止。计算过程中有效数字可以多(少)保留一位。没有给出Num的, 表示与答案不同的有效位数扣除100%分数; 没有给出 $\Delta$ 的, 允许在末位出现1的偏差, 否则扣除100%分数。

A.1 9.0pt	A.1.1 2.0pt	当检流计指示 0 时, 电桥平衡, 有: $\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_x}{R_0}$ 代入数据得 $R_x = 33.63\Omega$ 2.0pt
	A.1.2 2.0pt	调整电阻箱的最小分度值档位, 把指 0 时的 $R_0$ 真值取为指 0 两侧的 $R_0$ 值的平均值, 或者根据与 0 偏离的格数进行线性内插。2.0pt, 言之有理即可
	A.1.3 3.0pt	此时 $R_x = \sqrt{R_0 R_0'}$ 1.5pt, 消除了由 $R_1, R_2$ 引入的误差。1.5pt
	A.1.4 2.0pt	接近。1.0pt 这样做可以增加有效数字位数, 减少桥臂导线的不对称性带来的误差等。 1.0pt, 答出一点即可
A.2 17.0pt	A.2.1 4.0pt	$\Delta U = \frac{R_2 R_T - R_0 R_1}{(R_T + R_1)(R_2 + R_0)} E$ 4.0pt
	A.2.2 2.0pt	为了使温度增加后电桥相对平衡状态的偏离较小, 从而保证响应的线性关系成立。2.0pt
	A.2.3 3.0pt	$\frac{d(\Delta U)}{d(T)} = \frac{d(\Delta U)}{d(R_T)} \cdot \frac{d(R_T)}{d(T)} = \frac{1}{(R_0 + R_2)^2} E R_0 R_2 A$ 3.0pt
	A.2.4 8.0pt	图名未写-0.5pt, 未标度坐标轴每条-0.5pt, 数据点缺失或偏离每处-0.5pt, 直线不直-1.0pt, 作图区域过小-1.0pt, 作图潦草-0.5pt, 过于潦草-0.5pt。 图共4.0pt, 扣完为止。 $a, b, r, A$ 值各1.0pt。 如果作图和计算时额外代入 $T = 0, \Delta U = 0$ 这一组数据也可得分。
		 电压表示数 - 温度关系图 最小二乘法拟合得: (1.0pt) 斜率 $a = 0.5698 \text{ mV}/^\circ\text{C}$ Num = 4, 5 - 6 - X; $\Delta = 0 - -0$ (1.0pt) 截距 $b = -0.730 \text{ mV}$ Num = 3, 4 - 2, 5 - X; $\Delta = 0 - -0$ (1.0pt) 相关系数 $r = 0.99996$ Num = 5 - -X; $\Delta = 0 - -0$ (1.0pt) 温度系数 $A = 3.597 \times 10^{-3} ^\circ\text{C}^{-1}$ Num = 4, 5 - -X; $\Delta = 0 - -0$
A.3 9.0pt	A.3.1 2.0pt	应该在空载状态下调整 $R_0$ 使得电桥平衡。1.0pt 要放上秤盘 (毛重)。1.0pt
	A.3.2 2.0pt	依次放上不同重量的砝码, 可得到回路的质量-电压响应关系。再将待测物放上读得电压, 用这个关系可反解出待测物质量, 不需要测量 $R_1, R_2, E$ 。2.0pt

A.3.3  
5.0pt

最小二乘法拟合得:

(1.0pt) 斜率  $a = 1.95 \times 10^{-3} \text{mV}/^{\circ}\text{C}$  Num = 3, 4 - 5 - X;  $\Delta = 0 - -0$

(1.0pt) 截距  $b = 0.031 \text{mV}$  Num = 2, 3 - 1, 4 - X;  $\Delta = 0 - -0$

(1.0pt) 相关系数  $r = 0.9998$  Num = 4 - -X;  $\Delta = 0 - -0$

(2.0pt) 代入  $U_{\text{测}} = 0.53 \text{mV}$ , 反解得  $m = 2.6 \times 10^2 \text{g}$  Num = 2 - -X;  $\Delta = 0 - -0.1$

B.1.1  
4.0pt

粗调, 自准直, 减半逐步逼近 各0.5pt

望远镜光轴和载物台 写出一个得1.0pt, 两个得1.5pt

A, b 各0.5pt

B.1.2  
1.0pt

ABE 1.0pt

B.1.3  
2.0pt

在测量的时候可能会看到很多个绿十字的像, 这是因为会有多次反射。这时应该找最亮的那一个, 且找相对最靠外侧的那一个。2.0pt

B.1.4  
1.0pt

图名未写-0.5pt, 图和公式各0.5pt。

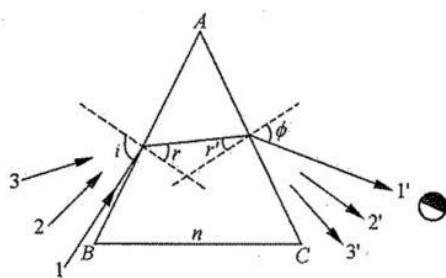


图 掠入射

$$n = \sqrt{1 + \left( \frac{\cos A + \sin \phi}{\sin A} \right)^2}$$

B.1  
19.0pt

表 1 钠灯光 ( $\lambda = 589.30 \text{nm}$ ) 入射下使用掠入射法测量三棱镜折射率数据表

	测量次数 $N$	1	2	3
明暗分界线	$\theta_1$	$177^{\circ} 40'$	$177^{\circ} 39'$	$177^{\circ} 41'$
方向	$\theta_2$	$357^{\circ} 38'$	$357^{\circ} 38'$	$357^{\circ} 39'$
出射面法线	$\theta_1'$	$136^{\circ} 14'$	$136^{\circ} 12'$	$136^{\circ} 14'$
方向	$\theta_2'$	$316^{\circ} 15'$	$316^{\circ} 14'$	$316^{\circ} 14'$

填表 1.0pt

$\phi = \frac{1}{2} \text{abs}(\theta_1' + \theta_2' - \theta_1 - \theta_2)$ , 意义在于消除偏心差 各0.5pt

掠入射法测三棱镜折射率数据处理表

测量次数 $N$	1	2	3
$\phi$	$41^{\circ} 24' 30''$	$41^{\circ} 25' 30''$	$41^{\circ} 26'$

B.1.5  
4.0pt

$$\bar{\phi} = 41^{\circ} 25', \sigma_{\phi A} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (\phi_i - \bar{\phi})^2}{N(N-1)}} = 1.3 \times 10^{-4} \text{rad} = 26''$$

$$\sigma_{B1} = \frac{e_B}{\sqrt{3}}, \text{ 其中 } e_B = 1' \text{ 为分光计允差; } \sigma_{B2} = 1'; \sigma_{\phi B} = \sqrt{\sigma_{B1}^2 + \sigma_{B2}^2} = 1' 12''$$

$$\text{得 } \sigma_{\phi} = \sqrt{\sigma_{\phi A}^2 + \sigma_{\phi B}^2} = 1' 18''$$

$$\text{已知 } A = 60^{\circ} 2' \pm 2'$$

$$\text{由于 } n = \sqrt{1 + \left( \frac{\cos A + \sin \phi}{\sin A} \right)^2}, \sigma_n = \sqrt{\left( \frac{\partial n}{\partial A} \times \sigma_A \right)^2 + \left( \frac{\partial n}{\partial \phi} \times \sigma_{\phi} \right)^2}, \text{ 代入有:}$$

(1.0pt)  $n = 1.672$  Num = 4, 5 - -X;  $\Delta = 0 - 0.001 - 0.002$

(1.0pt)  $\sigma_n = 0.001$  Num = 1, 2 - -X;  $\Delta = 0 - 0.001 - 0.005$

B.1.6.1  
1.0pt

令 $y = n$ ,  $x = 1/\lambda^2$ , 进行 $y = ax^2 + bx + c$ 的最小二乘法拟合。1.0pt

B.1.6.2  
6.0pt

图名未写-0.5pt, 未标度坐标轴每条-0.5pt, 数据点缺失或偏离每处-0.5pt, 直线不直-1.0pt, 作图区域过小-1.0pt, 作图潦草-0.5pt, 过于潦草-0.5pt。

图共3.0pt, 扣完为止。

拟合数据表1.0pt, 全对才给分;  $a$ ,  $b$ 值各1.0pt。

柯西色散拟合数据表		
$\lambda/nm$	$\frac{1}{\lambda^2}/\mu m^{-2}$	$n$
404.66	6.10688	1.7102
407.78	6.01379	1.7085
435.84	5.26436	1.6992
491.60	4.13786	1.6858
546.07	3.35354	1.6770
576.96	3.00406	1.6732
589.30	2.87957	1.6722

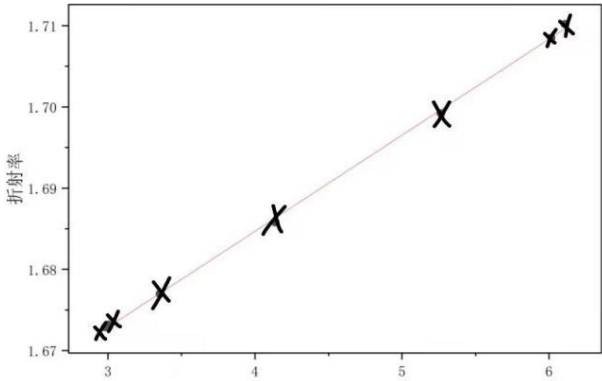


图3-附-1. 柯西色散公式拟合

最小二乘法拟合得：

(1.0pt) 斜率 $a = 1.638$  Num = 3,4 - 5 - X;  $\Delta = 0 - -0$

(1.0pt) 截距 $b = 1.2 \times 10^{-14}m^2$  Num = 2,3 - 1,4 - X;  $\Delta = 0 - -0$

相关系数 $r = 0.9996$

B.2.1  
2.0pt

中央亮纹, 望远镜叉丝板竖线, 反射绿十字像竖线 1.0pt, 顺序可变, 有错不得分

B.2.2  
1.0pt

AC 1.0pt

B.2  
14.0pt

B.2.3  
5.0pt

正确列表计算 $\delta_\theta$ 得1.0pt, 正确考虑并计算 $\delta_\theta$ 的A类、B类不确定度各得0.5pt, 正确得到 $d$ 得1.0pt, 正确给出 $\sigma_d$ 计算公式得1.0pt, 正确得到 $\sigma_d$ 得1.0pt。

利用汞灯绿谱线测量光栅的光栅常数数据处理表

测量次数 $N$	1	2	3
$\delta_\theta(+1)$	19°8'	19°7'30"	19°4'30"
$\delta_\theta(-1)$	19°9'	19°8'30"	19°11'

由上表知 $\delta_\theta = 0.33396rad = 19^\circ 8'$

A 类不确定度为 $\sigma_{\delta_{\theta A}} = 3 \times 10^{-4}rad = 52''$

B 类不确定度与前述讨论相同, 为 $\sigma_{\delta_{\theta B}} = 1'18''$

$$\text{则 } \sigma_{\delta_{\theta}} = \sqrt{\sigma_{\delta_{\theta A}}^2 + \sigma_{\delta_{\theta B}}^2} = 1'34''$$

$$\text{已知 } d \sin(\delta_{\theta}) = k\lambda, \quad k = 1, \quad \lambda = 546.07 \text{ nm}$$

$$\text{于是 } d = 1.6660 \times 10^{-6} \text{ m}; \quad \sigma_d = k\lambda \times \frac{\cos(\delta_{\theta})}{\sin(\delta_{\theta})^2} \times \sigma_{\delta_{\theta}} = 2.2 \times 10^{-9} \text{ m}$$

综上, 光栅常数  $d = (1.6660 \pm 0.0022) \times 10^{-6} \text{ m}$ , 该光栅约 600 线每毫米。

B.2.4  
5.0pt

**正确列表得2.0pt, 双黄线波长各1.0pt, 两个相对误差全对得1.0pt**

光栅测量汞灯黄双线波长数据处理表

		测量次数 $N$	1	2	3
黄线 1	+1级谱线	$\delta_{\theta_1}(+1)$	$20^{\circ}16'$	$20^{\circ}16'$	$20^{\circ}14'30''$
	-1级谱线	$\delta_{\theta_1}(-1)$	$20^{\circ}10'$	$20^{\circ}13'30''$	$20^{\circ}11'30''$
黄线 2	+1级谱线	$\delta_{\theta_2}(+1)$	$20^{\circ}22'30''$	$20^{\circ}21'30''$	$20^{\circ}21'$
	-1级谱线	$\delta_{\theta_2}(-1)$	$20^{\circ}16'30''$	$20^{\circ}17'$	$20^{\circ}16'$

$$\text{黄线 1: } \delta_{\theta_1} = 20^{\circ}14'$$

$$\text{黄线 2: } \delta_{\theta_2} = 20^{\circ}19'$$

$$\text{光栅方程: } \lambda = d \sin(\delta_{\theta})$$

$$\text{黄线 1: } \lambda_1 = 1.666 \times 10^{-6} \times \sin(20^{\circ}14') \text{ m} = 576.17 \text{ nm}$$

$$\text{黄线 2: } \lambda_2 = 1.666 \times 10^{-6} \times \sin(20^{\circ}19') \text{ m} = 578.45 \text{ nm}$$

测量值与公认值 ( $\lambda_{10} = 576.96 \text{ nm}$ ,  $\lambda_{20} = 579.07 \text{ nm}$ ) 相对误差:

$$\eta_1 = \frac{|\lambda_1 - \lambda_{10}|}{\lambda_{10}} \times 100\% = 0.14\%, \quad \eta_2 = \frac{|\lambda_2 - \lambda_{20}|}{\lambda_{20}} \times 100\% = 0.11\%$$

B.2.5  
1.0pt

$$(1.0\text{pt}) \quad D = \frac{d\theta}{d\lambda} = \frac{\frac{19-14}{60 \times 360} \times 2\pi}{(578.45 - 576.17) \times 10^{-9}} = 6.38 \times 10^5 \text{ m}^{-1} \quad \text{Num} = 2, 3 \quad -X; \Delta = 0 - 0.02 - 0.05$$

B.3.1  
3.0pt

不妨认为坐标原点处两束波的波程差为 0, 则:  $\delta_1 = x$ ,  $\delta_2 = x \cos \theta + y \sin \theta$

干涉增强条件:  $\delta_1 - \delta_2 = k\lambda, k = 0, \pm 1, \pm 2 \dots$

$$\text{即 } x(1 - \cos \theta) - y \sin \theta = k\lambda$$

$$\text{即 } d = \frac{\lambda}{2 \sin(\theta/2)}$$

**波程差, 干涉增强条件与明纹间距各1.0pt**

B.3  
12.0pt

B.3.2  
3.0pt

以干涉波源中心连线为  $x$  轴, 中垂线为  $y$  轴建立直角坐标系, 明纹上任意一点  $P(x, y)$  到第一

$$\text{波源 } (-c, 0) \text{ 距离为: } \sqrt{(x+c)^2 + y^2} = \delta_1$$

$$\text{到第二波源 } (c, 0) \text{ 距离为: } \sqrt{(x-c)^2 + y^2} = \delta_2$$

$$\text{两式相减, 得: } \sqrt{(x+c)^2 + y^2} - \sqrt{(x-c)^2 + y^2} = \delta_1 - \delta_2$$

$$\text{令 } \delta_1 - \delta_2 = k\lambda, \text{ 即 } \sqrt{(x+c)^2 + y^2} - \sqrt{(x-c)^2 + y^2} = k\lambda$$

显然, 上式为一簇双曲标准方程, 每一个  $k$  值都对应着一支双曲明纹, 正值对应左支双曲线簇, 负值对应右支双曲线簇。

**正确的明纹方程得2.0pt, 指出形状为双曲线得1.0pt**

	<div>B.3.3</div> <div>4.0pt</div>	<p>若把线性光栅的某条光栅线看成平面波的源波阵面，其它光栅线看成向外辐射波阵面，若相邻二波阵面之间的相位差是<math>2\pi</math>，则栅节距为平面波波长<math>\lambda</math>。不透光的光栅线纹看成平面谐波负半周期，线纹中心表示波谷，透光部分看成平面谐波正半周期，其中心表示波峰，那么就可以用线性光栅莫尔条纹表示平面波的干涉图样了，显然莫尔条纹亮带是相干波的同相位重叠区，为干涉加强区，暗纹则为相干波的反相位重叠区，是干涉减弱区。<math>k</math>值则为干涉级数，<math>k</math>级干涉加强区波程差为<math>k\lambda</math>，<math>k</math>级干涉减弱区波程差为<math>(k + 1/2)\lambda</math>，这些与平面波干涉理论吻合。</p> <p>若把圆环光栅的环心看成球面谐波的波源，其它环形光栅线看成向外辐射波阵面，相邻波阵面间相位差为<math>2\pi</math>，栅节距为球面波波长<math>\lambda</math>，光栅不透光部分黑色线纹看成球面谐波负半周期，线纹中心表示波谷，光栅透光部分白色线纹看成球面谐波正半周期，中心表波峰，那么<math>\Delta = \sqrt{(x + c)^2 + y^2} - \sqrt{(x - c)^2 + y^2}</math>为相干波源到相干点<math>P(x, y)</math>波程差，故可以用同心圆环光栅莫尔条纹表示球面波的干涉图样了。显然莫尔条纹明纹是相干波的同相位重叠区，为干涉加强区，暗纹则为相干波的反相位重叠区，是干涉减弱区。<math>k</math>为干涉级数，<math>k</math>级干涉加强区波程差为<math>k\lambda</math>，<math>k</math>级干涉减弱区波程差为<math>(k + 1/2)\lambda</math>，这些与球面波干涉理论吻合。</p> <p><b>两种情况的说明各2.0pt，大意相近即可</b></p>
	<div>B.3.4</div> <div>2.0pt</div>	<p>将一个光栅固定；另一个光栅在其上运动，运动方向垂直于刻线。那么由于光栅的运动，莫尔条纹也会移动，通过测量莫尔条纹的整体平移量便可以得知动光栅移动的微小距离<math>\Delta x</math>。设莫尔条纹整体平移了<math>\delta</math>，并利用<math>\theta \ll 1</math>，有：</p> <div><math display="block">\Delta x = \delta \cdot \theta</math></div> <p><b>测量方法1.0pt，计算公式1.0pt</b></p>