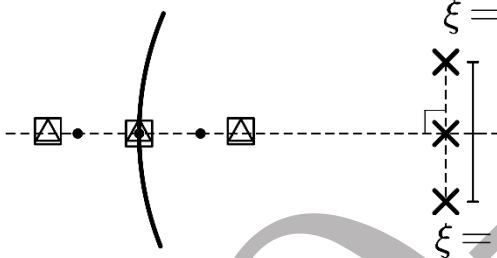


A.1		<p>调节激光的俯仰角，使光线与光学平台平行：</p> <p>将光屏放置在激光器前，记录光屏上光斑的位置。随后将光屏移至离激光器较远处，调节激光器的俯仰角使得激光光斑与之前的标记在同一水平线上。</p> <p>调节激光束与墙面垂直：</p> <p>将直尺紧贴墙面固定在合适位置，使得激光器入射点落在钢尺上光滑平整的区域，调节激光器取向，使得反射光斑落在激光器出光孔附近，则光束与墙面垂直。</p>														
A.2		$x_i = \frac{L^2 + d^2}{L} \cdot \Delta\theta_i$														
A.3	A.3.1	<p>钢尺表面因抛光存在沿长度方向的细丝状纹路，激光照射到这些纹路上，经过衍射产生条纹。由于形状的旋转对称性质，衍射的图样相对细纹路的方向旋转对称，所以圆心为直尺所在直线与光屏的交点。</p>														
	A.3.2	<div><div>$\xi = 30^\circ$ $\delta = \frac{L}{2\cos\phi}$ $\delta = \frac{L}{2\cos\phi}$ $\xi = -30^\circ$</div></div>														
A.4	A.4.1	<p>测量得到：$d = 194.8 \text{ mm}$</p> <p>由几何关系：$\phi = \frac{1}{2}\arctan\frac{d}{L} = 9.36^\circ$</p> <p>注意到$\frac{\Delta d}{d} \ll \frac{\Delta L}{L}$，故$\phi$的不确定度主要由$\Delta L$贡献：$\Delta\phi = \left \frac{\partial\phi}{\partial L}\right \Delta L = \frac{d}{2(d^2+L^2)}\Delta L = 0.05^\circ$</p> <p>即：$\phi = (9.36 \pm 0.05)^\circ$</p>														
	A.4.2	<p>利用拟合处理数据：</p> <p style="text-align: center;">钢尺衍射条纹间距数据表</p> <table><tr><td>i</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td></tr><tr><td>$y = x_i - x_{-i}/\text{mm}$</td><td>10.2</td><td>20.3</td><td>30.5</td><td>41.2</td><td>51.6</td><td>63.2</td></tr></table> <p>利用最小二乘法拟合可得：$k = \frac{\overline{y_i} - \overline{y}}{\overline{i^2} - \overline{i}^2} = 10.4 \text{ mm}$</p> <p>故：$\lambda_1 = k \cdot \frac{sL \sin\phi}{2(L^2+d^2)} = 660 \text{ nm}$</p>	i	1	2	3	4	5	6	$y = x_i - x_{-i}/\text{mm}$	10.2	20.3	30.5	41.2	51.6	63.2
	i	1	2	3	4	5	6									
	$y = x_i - x_{-i}/\text{mm}$	10.2	20.3	30.5	41.2	51.6	63.2									
A.4.3	$\lambda_2 = (x_1 - x_{-1}) \cdot \frac{sL \sin\phi}{2(L^2 + d^2)} = 647 \text{ nm}$															
A.4.4	<p>实际上，无论从图a.2(左)还是从图a.3中均会发现，衍射极大点并不是等距的，A.2中的近似条件在衍射级数较高时不成立，$\Delta\phi^2$导致零级条纹两侧条纹的间距呈现递增（递减）的趋势，所以A.4.2中得到的结果相比A.4.3偏大。</p>															

B.1

Diagram B.1 shows two circuit configurations for measuring the internal resistance r of a battery with EMF ε . Both circuits use a microammeter (μA) and a resistor R_g in series with the battery. The battery is also in series with a resistor R_0 . A switch K_1 is in the bottom branch. The terminals are labeled 1, 2, 3, and 4.

Left circuit: The battery (ε, r) is in the top branch. The microammeter (μA) and resistor R_g are in the left branch. The resistor R_0 is in the right branch. The switch K_1 is in the bottom branch.

Right circuit: The battery (ε, r) is in the left branch. The microammeter (μA) and resistor R_g are in the top branch. The resistor R_0 is in the right branch. The switch K_1 is in the bottom branch.

B.2															
B.3	<p>实验电路如左图所示，利用电桥法（交换桥臂）测量R_x。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 如图所示连接电路，并闭合开关K_1（未画出）； 2. 调节电阻箱，使得开关K_2闭合前后微安表示数不变，此时电桥平衡，记$R = R_1$； 3. 交换R_x与R的位置，重复 2 中步骤，电桥平衡时$R = R_2$； 4. 考虑电桥平衡条件可得$R_x = \sqrt{R_1 R_2}$ 														
B.4	<p>元件Y伏安特性曲线图。</p> <p>B.4.1 如图所示，实验点(0.275,0.526)存在错误，在曲线绘制过程中应剔除。</p> <p>B.4.2 当U较小，即$e_0 U / k_B T \ll 1$时，可以忽略通过二极管的电流。</p> <p>利用曲线初始的直线部分可得：$R = \frac{1}{k} = \frac{0.450 \text{ V}}{0.740 \text{ mA}} = 608 \Omega$</p> <p>B.4.3 将$\Gamma$展开并求导可得：$R = \sum U_i^2 / \sum U_i I_i$</p> <p>B.4.4 记通过二极管电流为$I'$，当$U$较大，即$\frac{e_0 U}{k_B T} \gg 1$时，$I' = I - \frac{U}{R} = I_0 \cdot e^{\frac{ne_0 U}{k_B T}} \rightarrow \ln I' = \frac{ne_0}{k_B T} U + \ln I_0$</p> <p>二极管伏安特性曲线数据表</p> <table border="1"> <tr> <th>U/V</th> <td>0.521</td> <td>0.547</td> <td>0.578</td> <td>0.587</td> <td>0.606</td> <td>0.626</td> </tr> <tr> <th>I'/mA</th> <td>0.017</td> <td>0.045</td> <td>0.150</td> <td>0.211</td> <td>0.435</td> <td>0.926</td> </tr> </table> <p>由线性拟合，有：$\frac{ne_0}{k_B T} = k' = \frac{\overline{U_i \ln I_i} - \overline{U_i} \ln \overline{I_i}}{\overline{U_i^2} - \overline{U_i}^2} = 38.1 \text{ V}^{-1}$; $\ln I_0 = b' = \overline{\ln I_i} - k' \overline{U_i} = -24.0$</p> <p>故：$n = \frac{k' k_B T}{e_0} = 0.96$; $I_0 = (1 \text{ mA}) \cdot e^{b'} = 3.8 \times 10^{-14} \text{ A}$</p> <p>B.4.5 [a.]</p>	U/V	0.521	0.547	0.578	0.587	0.606	0.626	I'/mA	0.017	0.045	0.150	0.211	0.435	0.926
U/V	0.521	0.547	0.578	0.587	0.606	0.626									
I'/mA	0.017	0.045	0.150	0.211	0.435	0.926									

第6届CPHO-S物理竞赛联考暨38th-CPhO模拟赛

实验笔试参考答案及评分标准

考试时间：2021年12月1日 16:00-17:00

命题人：李瀚奕 翁颖洋

审题人：罗钰涵 周天宇 罗启源 龚俊安

评分标准：

*所有结论性数值，若有效数字错误或无单位，则不得分，过程值可适当多保留有效数字。

A.1 本题满分6分：激光器俯仰角的调节方法3分，激光器取向的调节方法3分，利用调节激光器取向的方法调节俯仰角同样认可；若思路正确但描述不清晰，在上述基础上扣0.5至1分。

A.2 本题满分2分： Δx_i 表达式2分，未化到最简最多得1分。

A.3 本题满分8分：

A.3.1 共4分：解释原因2分，圆心位置2分。

A.3.2 共4分：不同 ξ 处的衍射极大点各0.5分，圆心位置定性1分，定量0.5分。

A.4 本题满分16分：

A.4.1 共5分： d 测量及计算1分（ $d \in [194.0, 196.0]$ mm，无需估计 d 的误差，亦无需写出 d 的计算过程）， ϕ 计算公式与值各1分（ $\phi \in [9.30, 9.45]^\circ$ ）， $\Delta\phi$ 计算式1分（若未分析主要不确定度的来源，则需要给出包含 Δd 的不确定度公式）， $\Delta\phi$ 值0.5分（ $\Delta\phi \geq 0.04^\circ$ ），最终结论0.5分。

A.4.2 共6分：数据测量及数据表格3分，表格无表头、缺少单位、有效数字错误每处（行/列）扣0.5分，拟合公式及结果各1分（ $y = kx$, $y = kx + b$ 两种拟合形式及拟合公式均认可， $k \in [10.3, 10.6]$ mm）， λ_1 值1分（ $\lambda_1 \in [650, 675]$ nm）；采用 x_i 而非 $x_i - x_{-i}$ 进行拟合或使用逐差法本题最多得4分，未双侧测量本题最多得2分，。

A.4.3 共2分： λ_2 值2分（ $\lambda_2 \in [640, 655]$ nm得2分， $\lambda_2 \in [630, 640] \cup [655, 665]$ nm得1分）。

A.4.4 共3分：结论3分，与参考答案不同的解答视其合理性酌情给分。

B.1 本题满分16分：正确给出两种可能的电路得16分，正确给出一种可能的电路得8分，若未能正确给出任何可能的电路，正确判断 K_1 位置可得3分，正确判断 R_0 位置可得3分；若出现电路绘制不清晰或无标注等情况，在上述基础上每个电路图扣0.5至1分。

B.2 本题满分4分：给出正确的电路即得4分；若出现电路绘制不清晰或无标注等情况，扣0.5至1分。

B.3 本题满分8分：给出正确的电路及 K_1 开闭状态5分，测量步骤2分，理论公式1分，若将电阻箱与待测电阻分别接在14, 23两端或未利用交换法测量，本题最多得4分，若采用非电桥方法测量本题最多得2分；若出现电路绘制不清晰或无标注等情况，在上述基础上扣0.5至2分。

B.4 本题满分20分：

B.4.1 共5分：图名、坐标轴及相应标记缺失每处扣0.5分，描点有较大偏差每处扣0.5分，未剔除异常数据点扣1分，线性部分未用直尺绘制扣0.5分，曲线未过原点扣0.5分，曲线不光滑或与数据点偏离较大扣0.5至1分，曲线绘制区域小于所给坐标纸60%扣1分；

B.4.2 共3分：取点标注1分，计算结果2分（ $R \in [600, 620] \Omega$ ， R 可少保留一位有效数字）；

B.4.3 共2分：结论2分；

B.4.4 共8分：拟合思路1分，数据表格3分（ $U - \ln I'$ 关系同样认可），表格无表头、缺少单位、有效数字错误每处（行/列）扣0.5分，每个拟合公式0.5分，每个拟合结果1.5分（ $n \in [0.94, 0.98]$, $I_0 \in [3.6, 4.0] \times 10^{-14} \text{ A}$ ， I_0 可少保留一位有效数字）；

B.4.5 共2分：结论2分。