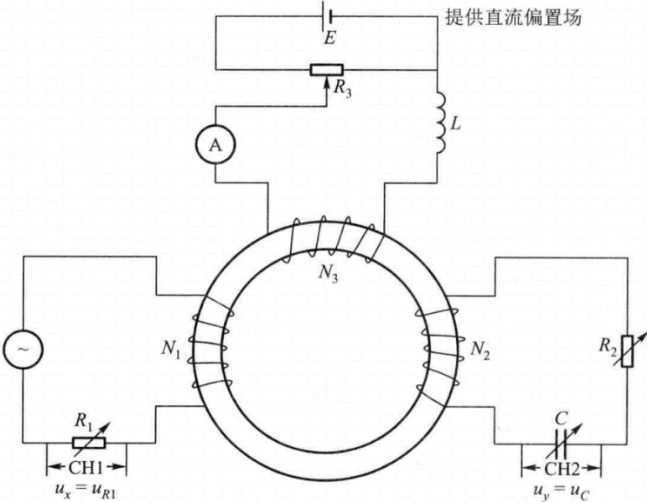


*数值评分遵循以下标准：

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

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 Δ 的，允许在末位出现1的偏差，否则扣除100%分数。

A.1	A.1.1	抗磁性—B，顺磁性—A，铁磁性—C；铁磁性材料。每个答案0.5pt。
	A.1.2	涡流损耗是因为交变磁场产生了感生电动势，从而在材料内部引起涡旋电流，产生焦耳热。原理1.0pt。 一般合金材料的电阻率 ρ_1 小于金属氧化物电阻率 ρ_2 ，比较电阻率0.5pt。 所以焦耳热 ($\propto \frac{U^2}{R} \propto \frac{1}{\rho}$)：合金>金属氧化物。比较出焦耳热0.5pt。
A.2	A.2.1	
	A.2.2	电路图共 7 分：2 个电源、3 个电阻、2 个容感、电流表合计 8 个元件，每一个元件正确摆放得0.5分，每一个小回路完全正确得 1 分，合计8 * 0.5 + 3 * 1.0 = 7pt。
	A.2.2	因为直流偏置磁场正比于直流回路的电流，所以需要保证该电流稳定。电感放置在直流回路可以隔绝环芯对直流稳定性的影响。(2.0pt)
	A.2.3	f (2.0pt) 解析：一般交流电实验中，共地是为了防止电源以及示波器不同通路所接的“地”并非严格地同电平同相位，从而获得相对稳定的波形。但本实验中的环形变压器可以保证磁场强度从理论上正比于电阻电流 i_1 ，进而正比于 u_{R1} ；磁感应强度与 u_2 成线性关系，相差的积分常数会被交流耦合抹去，也不会产生影响，故无需共地。 磁场与磁感应强度均是周期性变量，使用交流耦合可以消除直流噪声，故使用 AC 耦合。 磁滞回线本质上是测量代表点 (H, B) 的时间轨迹，故需要使用 X-Y 模式显示。
	A.2.4	需要预先退磁（即使得示波器上相点回归原点，其他同义表述均可）(1.0pt) 具体做法：对材料加交变磁化场，先用大幅度磁化电流使它饱和磁化，再在不断改变磁场方向的过程中逐渐减小励磁电流幅度至 0 使它退磁。(1.0pt)
	A.2.5	图 A.3：1k Ω ；图 A.4：5k Ω ；图 A.5：50k Ω ；(3.0pt)
	A.2.6	50k Ω 下的图像最接近真实曲线。(1.0pt)应当注意满足 $R_2 C f \gg 1$ 。(1.0pt)

A.3.1

数据点	U_1/mV	$H/(\text{A} \cdot \text{m}^{-1})$	U_2/mV	B/mT
1 (正向饱和点)	279.0	161.0	14.30	384.4
2	260.0	150.0	14.15	380.4
3	200.0	115.4	13.85	372.3
4	119.0	68.7	13.00	349.5
5	78.0	45.0	11.90	319.9
6	40.0	23.1	10.15	272.8
7 (剩磁点)	0.0	0.0	4.70	126.3
8 (矫顽力点)	-26.0	-15.0	0.0	0.0
9	-62.0	-35.8	-7.60	-204.3
10	-87.0	-50.2	-10.10	-271.5
11	-120.0	-69.2	-12.10	-325.3
12	-162.0	-93.5	-13.10	-352.2
13 (反向饱和点)	-235.0	-135.6	-14.40	-387.1

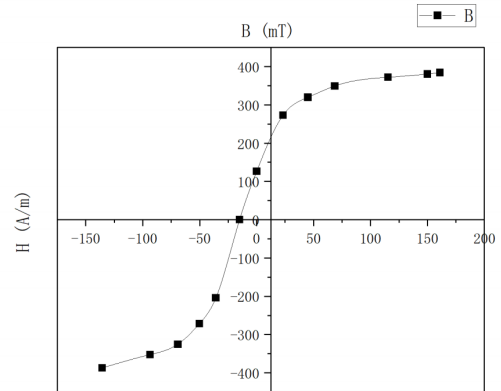


图 1: 饱和磁滞回线上支

本小题得分扣完为止

表格4.0pt, 按填写的正确数据点个数占有所有数据点的比例给分。

作图6.0pt, 数据点缺失或有明显偏离的每处扣0.5pt, 最多可以扣除3.0pt。

若出现以下错误, 每处扣除0.5pt:

单位遗漏或错误; 无坐标轴标度; 无图名; 无物理量标注; 无趋势线标注; 作图区域过小; 图示潦草;

图示过于潦草。

A.3

A.3.2

线宽: 实验中发现旋钮扭动角度是离散的, 而线宽约是旋钮最小分度的 3 倍, 即

$$e_{U11} = \frac{0.5 \times 3}{26.0} = 5.77 \times 10^{-2}$$

示波器测量误差:

$$e_{U12} = \frac{0.003 \times 10 \times 100\text{mV} + 0.02 \times 26.0\text{mV}}{26.0\text{mV}} = 0.135$$

于是有

$$\sigma_{H_c} = H_c \times \frac{\sqrt{e_{U11}^2 + e_{U12}^2}}{\sqrt{3}} = 1.3\text{A/m}$$

$$H_c = (15.0 \pm 1.3)\text{A/m} \quad (1.5\text{pt}) \quad \text{Num} = 3 - -X; \Delta = 0 - 0.1 - 0.3$$

同理有磁感应强度线宽引起相对误差

$$e_{U21} = \frac{0.05 \times 3}{4.70} = 0.032$$

示波器测量误差:

$$e_{U22} = \frac{0.003 \times 8 \times 5\text{mV} + 0.02 \times 4.70\text{mV}}{4.70\text{mV}} = 0.046$$

$$\sigma_{B_r} = B_r \times \frac{\sqrt{e_{U21}^2 + e_{U22}^2}}{\sqrt{3}} = 4\text{mT}$$

$$B_r = (126 \pm 4)\text{mT} \quad (1.5\text{pt}) \quad \text{Num} = 3 - -X$$

B.1

B.1.1

$$\Lambda \sin \theta = k\lambda \quad (1.0\text{pt})$$

B.1.2

$$\Lambda \sin \theta \gg L(1 - \cos \theta) \quad (1.0\text{pt})$$

$$\text{做小角度近似得 } L \ll \frac{2\Lambda^2}{\lambda} \quad (1.0\text{pt})$$

常系数值与估算方法有关, 故只相差一个常系数也视为正确

B.1.3

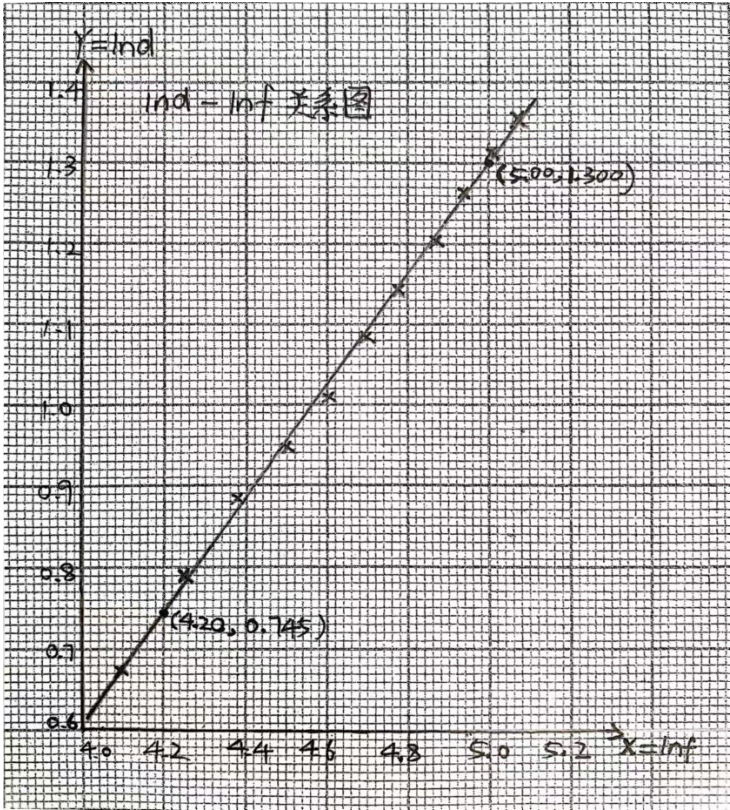
$$v_s = \frac{\lambda f f_s}{x} \quad (1.0\text{pt})$$

B.1.4

衍射角太小, 约为 1 度量级, 用分光计测角度相对误差较大(1.5pt)

强调衍射角小给1.0pt, 给出具体量级再给0.5pt, 与答案不同但言之有理者酌情给分, 但原则上不超过1.0pt

	B.1.5	驻波波节两侧相位相反，一侧疏一侧密，而光栅常量应为两个相邻疏区或密区之间的距离(1.5pt) 意对即可，与答案不同但言之有理者酌情给分，但原则上不超过1.0pt																												
B.2	B.2.1	平行光管出射平行光，望远镜接收平行光，平行光管和望远镜的光轴与仪器转轴垂直且平行于载物平面(1.5pt) 每句0.5pt																												
	B.2.2	狭缝像、反射绿十字和目镜叉丝重合(0.5pt)																												
	B.2.3	调节超声波频率(1.0pt)																												
	B.2.4	<p>由拟合公式$k = \frac{\bar{x}\bar{y}-\bar{x}\bar{y}}{\bar{x}^2-\bar{x}^2}$, $\sigma_k = k\sqrt{\frac{1}{r^2}-1}$得</p> $x_{yellow} = (0.740 \pm 0.004)mm$ $r_{yellow} = 0.99997$ $x_{green} = (0.700 \pm 0.002)mm$ $r_{green} = 0.999993$ $v_s(yellow) = \frac{\lambda f f_s}{x_{yellow}} = 1489m/s(1.0pt) \quad \text{Num} = 4 - 3, 5 - X; \Delta = 0 - 4 - 8$ $\sigma_{v_s(yellow)} = \frac{\lambda f f_s}{x_{yellow}^2} \sigma_{x_{yellow}} = 8m/s(1.0pt) \quad \text{Num} = 1, 2 - -X; \Delta = 0 - 1 - 2$ $v_s(yellow) = (1489 \pm 8)m/s$ $v_s(green) = \frac{\lambda f f_s}{x_{green}} = 1487m/s(1.0pt) \quad \text{Num} = 4 - 3, 5 - X; \Delta = 0 - 4 - 8$ $\sigma_{v_s(green)} = \frac{\lambda f f_s}{x_{green}^2} \sigma_{x_{green}} = 5m/s(1.0pt) \quad \text{Num} = 1, 2 - -X; \Delta = 0 - 1 - 2$ $v_s(green) = (1487 \pm 5)m/s$ $v_s = \frac{v_s(yellow)+v_s(green)}{2} = 1488m/s \quad \text{Num} = 4 - -X; \Delta = 0 - 4 - 8$ $\sigma_{v_s} = \frac{1}{2} \sqrt{\sigma_{v_s(yellow)}^2 + \sigma_{v_s(green)}^2} = 5m/s \quad \text{Num} = 1 - -X; \Delta = 0 - 1 - 2$ $v_s = (1488 \pm 5)m/s(1.0pt)$																												
	B.2.5	对不同颜色的光，望远镜物镜焦距不同，故蓝紫光谱线不在叉丝平面内，从而引起较大视差。(2.0pt) 意对即可，与答案不同但言之有理者酌情给分，但原则上不超过1.5pt																												
B.3	B.3.1	$\Lambda(\sin \theta - \sin \alpha) = k\lambda$ (1.0pt)																												
	B.3.2	$\Lambda = \lambda \frac{(z^2+h^2)^{\frac{3}{2}}}{zhd}$ (2.0pt)																												
	B.3.3	写 10^1Hz 或 10^2Hz 或 $10^1\sim 10^2\text{Hz}$ 均可(1.0pt) 若高于此量级：表面波激发器无法有效地激发出表面波，导致衍射斑质量变差或消失(1.0pt) 若低于此量级：衍射斑间距太小，不易测量(1.0pt) 意对即可，与答案不同但言之有理者酌情给分，依据合理程度可以考虑给到满分																												
	B.3.4	水的表面张力系数随温度变化(1.0pt) 意对即可，与答案不同但言之有理者酌情给分，但原则上不超过0.5pt																												
B.4	B.4.1	(3.0pt) <div><div>$\ln d - \ln f$数据表</div><table><tr><td>$X = \ln f$</td><td>4.094</td><td>4.248</td><td>4.382</td><td>4.500</td><td>4.605</td><td>4.700</td></tr><tr><td>$Y = \ln d$</td><td>0.6735</td><td>0.7907</td><td>0.8842</td><td>0.9474</td><td>1.0080</td><td>1.0855</td></tr><tr><td>$X = \ln f$</td><td>4.787</td><td>4.868</td><td>4.942</td><td>5.011</td><td>5.075</td><td></td></tr><tr><td>$Y = \ln d$</td><td>1.1417</td><td>1.2060</td><td>1.2644</td><td>1.3137</td><td>1.3514</td><td></td></tr></table></div> (6.0pt)	$X = \ln f$	4.094	4.248	4.382	4.500	4.605	4.700	$Y = \ln d$	0.6735	0.7907	0.8842	0.9474	1.0080	1.0855	$X = \ln f$	4.787	4.868	4.942	5.011	5.075		$Y = \ln d$	1.1417	1.2060	1.2644	1.3137	1.3514	
$X = \ln f$	4.094	4.248	4.382	4.500	4.605	4.700																								
$Y = \ln d$	0.6735	0.7907	0.8842	0.9474	1.0080	1.0855																								
$X = \ln f$	4.787	4.868	4.942	5.011	5.075																									
$Y = \ln d$	1.1417	1.2060	1.2644	1.3137	1.3514																									



(1.0pt) 斜率 $k = \frac{1.300-0.745}{5.00-4.20} = 0.694$ Num = 2,3 - 4 - X; $\Delta = 0 - 0.02 - 0.04$

由理论公式得 $k_{理论} = \frac{2}{3} = 0.667$ ，由于作图得到一条较好的直线且斜率的实验值与理论值较为接近，故可认为验证了色散关系的幂次。

本小题得分扣完为止

表格3.0pt，按填写的正确数据点个数占有所有数据点的比例给分。

作图6.0pt，数据点缺失或有明显偏离的每处扣0.5pt，最多可以扣除3.0pt。

若出现以下错误，每处扣除0.5pt：

无坐标轴标度；无图名；无物理量标注；无趋势线标注；作图区域过小；图示潦草；图示过于潦草。

若出现以下错误，每处扣除1.0pt：

趋势线不为直线；数据点不均匀分布在趋势线两侧。

由图算斜率1.0pt，取点未在图上标注扣除0.5pt

取 $X = f^2$ ， $Y = d^3$ ，列表如下：(3.0pt)

$d^3 - f^2$ 数据表

$X = f^2(10^4\text{Hz})$	0.36	0.49	0.64	0.81	1.00	1.21
$Y = d^3(\text{mm}^3)$	7.541	10.72	14.19	17.15	20.57	25.96
$X = f^2(10^4\text{Hz})$	1.44	1.69	1.96	2.25	2.56	
$Y = d^3(\text{mm}^3)$	30.72	37.26	44.40	51.48	57.65	

拟合得

B.4.2

$$k = \frac{\overline{XY} - \bar{X}\bar{Y}}{\overline{X^2} - \bar{X}^2} = 23.0\text{mm}^3/10^4\text{Hz}$$
$$r = 0.99898$$

$$\sigma_k = k \sqrt{\frac{1}{r^2} - 1 \over n - 2} = 0.4\text{mm}^3/10^4\text{Hz}$$

$$k = (2.30 \pm 0.04) \times 10^{-12}\text{m}^3/\text{Hz} \text{ (1.0pt)}$$

$$\sigma = \frac{\rho}{2\pi k} \left(\lambda \frac{(z^2 + h^2)^{1.5}}{zh} \right)^3 = 0.0739\text{N/m} \text{ (1.0pt) Num = 2,3 - 4 - X; } \Delta = 0 - 0.002 - 0.003$$

		<div>$\sigma_{\sigma} = \frac{\sigma}{k} \sigma_k = 0.0013\text{N/m} \text{ (1.0pt) Num} = 1, 2 - -\text{X}; \Delta = 0 - 0.0005 - 0.0010$</div> <div>$\sigma = (0.0739 \pm 0.0013)\text{N/m}$或$\sigma = (0.074 \pm 0.002)\text{N/m}$</div> <div>表格3.0pt，按填写的正确数据点个数占有所有数据点的比例给分。</div> <div>拟合中间步骤给1.0pt，表面张力系数及不确定度各1.0pt</div>
	B.4.3	答z或答h均可 (1.0pt)
B.5	B.5.1	偏大 (2.0pt)
	B.5.2	<div>由$\frac{\sigma k^3}{\rho} \gg gk$得</div> <div>$\Lambda \ll \Lambda_c = 2\pi \sqrt{\frac{\sigma}{\rho g}} \text{ (1.0pt)}$</div> <div>结合前面的数据可大致估算出二者比例约为 5 倍，并不满足远小于条件，故不可忽略(1.0pt)</div> <div>此处回答可忽略和不可忽略均可给分，因为不同人对远小于的定义不同，只要求说明二者相差比例的量级即可，若没有进行二者的数值比较而直接给结论，扣除0.5pt</div>