

天津大学本科生实验报告专用纸

学号

课程名称 用冲击法测高电阻 实验日期 2019-03-12

成绩

89

同组实验者

实验名称: 用冲击法测高电阻。

实验目的: 1. 学会高阻值电阻的测量方法。2. 进一步理解RC电路的放电规律。

实验仪器: 冲击电流计、伏特计、滑线变阻器、标准电容器、直流稳压电源、停表、待测高电阻(数量级为 $10^9\Omega$)、高绝缘单刀双掷开关、换向开关等。

实验原理: 用冲击电流计测出电容瞬间放电所通过的电荷量 Q , 根据RC电路的放电规律, 可以间接测出高电阻的阻值。

设电容器电容为 C_0 , 充电至 U_0 , 则极板所带电荷量 $Q_0 = C_0 U_0$ 。当 $t=0$ 时, 电容开始通过一电阻 R 放电, 电压变化规律为 $U_c = U_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$, 式中 $\tau = RC_0$ 。将式(23-1)两端同乘以 C_0 , 即将电荷量的放电规律 $Q = Q_0 e^{-\frac{t}{RC_0}}$ (23-1)

$$Q = C_0 d$$

(23-2)

式中, C_0 为冲击常量, d 为冲摆读数。

式(23-1)中, C_0 、 Q_0 为已知量, 用停表测出电荷量 Q 放电至 Q 所需的时间 t , 由式(23-2)算出 Q , 代入式(23-1)即可算出待测电阻 R 。

对式(23-1)两边取自然对数, 并整理可得 $\ln d = \ln \frac{C_0 U_0}{C_0} - \frac{t}{RC_0}$ (23-3)

式(23-3)表明, $\ln d$ 与 t 成线性关系。如果对应同一初始电压 U_0 , 测出一系列不同放电时间 t 后电流计相应的冲摆读数 d , 在坐标纸上作出 $\ln d$ - t 直线关系图, 由直线斜率即可求出 R , 由截距即可求出冲击常量 C_0 。

实验步骤: 1. 观察线圈的运动状态, 调整照明灯, 调整标尺零点。2. 按图23-1接线, 研究线路中各开关的作用。3. 给电容 C_0 充以适当

天津大学本科实验报告专用纸

压,测得下列3种情况下的冲掣读数 d 及冲掣时间 t_d :

①开关 S_1 合向放电位置后立即打开;② S_1 合向2后不再

打开;③ S_1 合向2后随即合上阻流开关 S_3 。(3)实验现象

及数据说明:①线圈处于什么运动状态;②脉冲电

流持续时间是否足够短。2.测量时在放电时间

t_d 的冲掣读数 d 测得时开关 S_1 经1,电容器即充

电至 $Q_0 = C_0 U_0$ (电容箱 C_0 取 $0.1 \mu F$)。再将 S_1 打开,

同时用停表记录 C_0 通过 R (即 R_x 与电容系统泄漏

电阻 R_0 的串联总电阻)的放电时间 t ,至一定时间

立即把 S_1 经2,读出冲击电流计的冲掣读数 d 。

t 和 U_0 的取值见实验讲义片时每个放电时间 t 都

要用换向开关 S_2 测得冲击电流计左右两个偏转

读数,取平均。(每次读数后要充分利用阻流

开关 S_3 ,使光标尽快停稳,再打开 S_3 做下次测量。)

作 $\ln d - t$ 曲线,用图解

法求出电阻 R_x 和冲击常量 $C_0 U_0$ 值。3.检查和测量电容箱的泄漏电阻

若有漏阻,会对 R_x 的测量造成系统误差。自行设计检查电容箱漏电阻是

显著的方法。若漏电阻影响不能忽略,则设法测出此漏电阻 R_0 ,而漏电阻 $R_x = \frac{R_0 R}{R_0 - R}$

数据表格和数据处理: 1.用冲击电流计测电容,所选电压为 $15V$

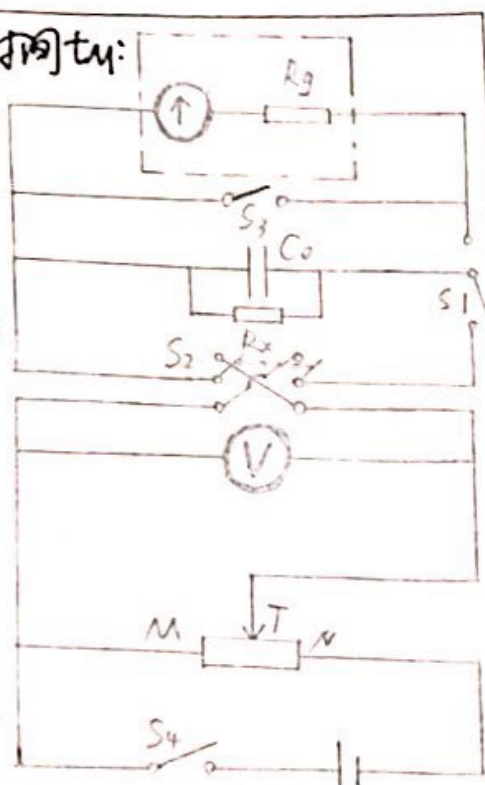


图23-1 测量高电阻电路

$C_N = 1 \mu F$	1	2	3	4	5	平均	12.01
$Q_0 (MC)$ 正向	15.89	15.69	15.67	15.72	15.95	15.78	15.33
$Q_0 (MC)$ 反向	-14.83	-14.90	-14.89	-14.85	-14.91	-14.84	

$$\frac{Q_0}{Q_x} = \frac{C_N}{C_x} = \frac{1 \mu F}{C_x}$$

$$C_x = 0.103 \mu F$$

$C_x = 0.1 \mu F$	1	2	3	4	5	平均	12.01
$Q_x (MC)$ 正向	1.584	1.619	1.587	1.599	1.581	1.594	1.578
$Q_x (MC)$ 反向	-1.538	-1.562	-1.588	-1.558	-1.560	-1.561	

教师签字: _____

年 月

	1	2	3	4	5	t_s	$ \bar{Q}_0 $	$\ln \bar{Q}_0 $
$C_x = 1 \mu F$								
$Q_u(\mu C) \bar{Q}_0$	15.89	15.69	15.67	15.72	15.95			
$Q_u(\mu C) \bar{Q}_0$	-14.83	-14.90	-14.89	-14.85	-14.91			

$C_x = 0.1 \mu F$								
$Q_u(\mu C) \bar{Q}_0$	1.584	1.619	1.587	1.599	1.581			
$Q_u(\mu C) \bar{Q}_0$	-1.538	-1.562	-1.588	-1.558	-1.560			

$t = ss$	1	2	3	4	5	t_s	$ \bar{Q}_0 $	$\ln \bar{Q}_0 $
$Q_u(\mu C) \bar{Q}_0$	15.15	15.16	14.85	14.83	15.03			
$Q_u(\mu C) \bar{Q}_0$	-14.14	-14.25	-14.33	-14.10	-14.03			
$t = 10s$								
\bar{Q}_0	14.16	14.32	14.13	14.47	14.42			
\bar{Q}_0	-13.38	-13.55	-13.14	-13.34	-13.46			
$t = 20s$								
\bar{Q}_0	13.05	13.06	12.81	13.15	12.70			
\bar{Q}_0	-12.26	-12.13	-12.07	-12.29	-12.35			
$t = 30s$								
\bar{Q}_0	11.79	11.83	11.54	11.76	11.85			
\bar{Q}_0	-11.02	-11.06	-10.78	-10.92	-10.97			
$t = 40s$								
\bar{Q}_0	10.47	10.47	10.33	10.32	10.45			
\bar{Q}_0	-10.06	-9.76	-9.99	-9.98	-10.09			

2019.3.12

$t(s)$	5	10	20	30	40
--------	---	----	----	----	----

$\ln Q_N$

法求 $R = \mu\Omega$

2. 用冲击电流计测量高电阻, 选 $C_N = 1 \mu F$, $R_x = 100 M\Omega$; 电阻 $R_N = 100 M\Omega$

时间 t	$Q_N(\mu C)$ 方向	1	2	3	4	5	平均	$ Q_N $	$\ln Q_N $
$t = 5s$	$Q_N(\mu C)$ 正向	15.15	15.16	14.85	14.83	15.03	15.00	14.59	2.680
	$Q_N(\mu C)$ 反向	-14.14	-14.25	-14.33	-14.10	-14.03	-14.17		
$t = 10s$	$Q_N(\mu C)$ 正向	14.16	14.32	14.13	14.47	14.42	14.30	13.84	2.628
	$Q_N(\mu C)$ 反向	-13.38	-13.55	-13.14	-13.34	-13.46	-13.37		
$t = 20s$	$Q_N(\mu C)$ 正向	13.05	13.06	12.81	13.15	12.70	12.95	12.59	2.533
	$Q_N(\mu C)$ 反向	-12.26	-12.13	-12.07	-12.29	-12.35	-12.22		
$t = 30s$	$Q_N(\mu C)$ 正向	11.79	11.83	11.54	11.76	11.85	11.75	11.35	2.429
	$Q_N(\mu C)$ 反向	-11.02	-11.06	-10.78	-10.92	-10.97	-10.95		
$t = 40s$	$Q_N(\mu C)$ 正向	10.47	10.47	10.33	10.32	10.45	10.41	10.20	2.322
	$Q_N(\mu C)$ 反向	-10.06	-9.76	-9.99	-9.98	-10.09	-9.98		

由上表可得:

(图见表格纸)

$t(s)$	5	10	20	30	40
$\ln Q_N$	2.680	2.628	2.533	2.429	2.322

电作图法, $R_x = 95.97 M\Omega$

结果分析和讨论: 1. 结果基本与预期相符, 实验基本成功。2. 测量的

天津大学本科生实验报告专用纸

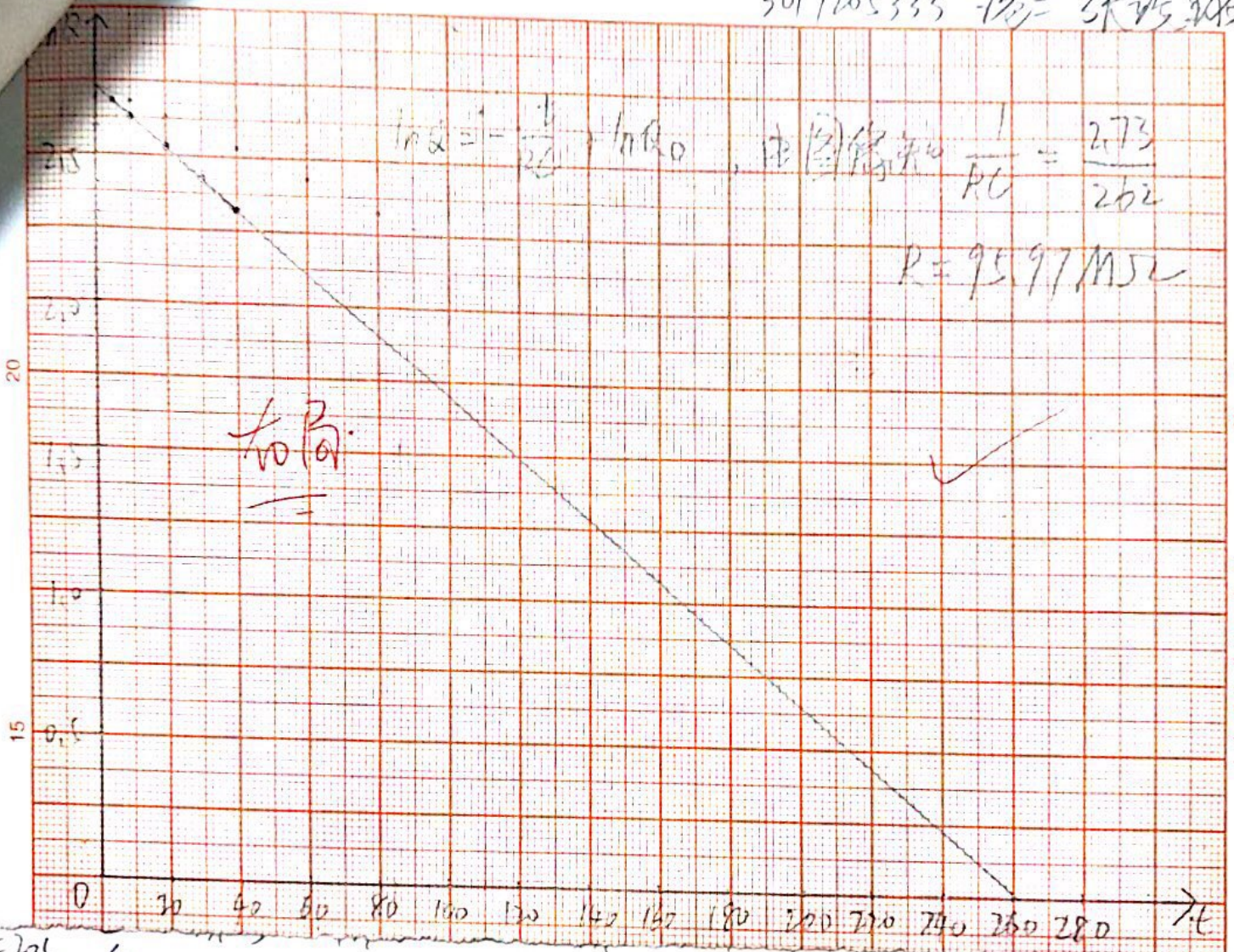
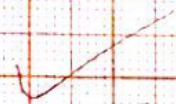
时候,时间大概有 $\pm 0.1s$ 的偏差,可能会使电阻值结果误差较大。

5011205335 -12.29 = 35.25 20.8

$$\ln Q = -\frac{E}{RT} + \ln Q_0 \quad \text{由图得} \quad \frac{1}{RT} = \frac{2.73}{262}$$

$$R = 95.97 \text{ MJL}$$

10.10



T=205 K -12.26 -12.13 -12.07 -12.29 -12.35

	1	2	3	4	5
$Q_N(uC) \text{ 电压}$	15.89	15.69	15.67	15.72	15.95
$Q_N(uC) \text{ 电阻}$	-14.83	-14.90	-14.89	-14.85	-14.91

$C_x = 0.1 \mu F$

$Q_N(uC) \text{ 电压}$	1.584	1.619	1.587	1.599	1.581
$Q_N(uC) \text{ 电阻}$	-1.538	-1.562	-1.588	-1.558	-1.560

$t = 5s$	1	2	3	4	5	t_{ss}	$ \bar{Q}_0 $	$\ln \bar{Q}_0 $
$Q_N(uC) \text{ 电压}$	15.15	15.16	14.85	14.83	15.03			
$Q_N(uC) \text{ 电阻}$	-14.14	-14.25	-14.33	-14.10	-14.03			
$t = 10s$	\bar{Q}	14.16	14.32	14.13	14.47	14.42		
	R	-13.38	-13.55	-13.14	-13.34	-13.46		
$t = 20s$	\bar{Q}	13.05	13.06	12.81	13.15	12.70		
	R	-12.26	-12.13	-12.07	-12.29	-12.35		
$t = 30s$	\bar{Q}	11.79	11.83	11.54	11.76	11.85		
	R	-11.02	-11.06	-10.78	-10.92	-10.97		
$t = 40s$	\bar{Q}	10.47	10.47	10.33	10.32	10.45		
	R	-10.06	-9.76	-9.99	-9.98	-10.09		

2019.3.12

$t(s)$	5	10	20	30	40
--------	---	----	----	----	----

$\ln Q_N$

法求出 $R = 1k\Omega$