

实验报告

姓名：朱沾丞 学号：PB19111674

- 一、实验名称 时间测量中随机误差的分布规律
- 二、实验目的 手动测量节拍器的周期，并进行统计，研究测量值的统计分布规律
- 三、实验原理 在测定物理量时，总存在着一定的误差，误差可分为系统误差和偶然误差，系统误差是由实验系统所决定的，而偶然误差是测量者在测量过程中随机产生的，通过多次测量就可以减小偶然误差，同样通过多次测量我们可以观察随机误差的分布情况。
- 四、实验仪器 电子节拍器，手机内置秒表
- 五、实验步骤
- 1、在电脑上打开节拍器，调整周期为 4s。
- 2、打开手机中的秒表，并在听到第一次重音时开始计时，听到下一次重音时停止计时。记录所测得的时间，并将秒表清零。
- 3、重复步骤二，共计测量 200 次。
- 4、整理器材，统计数据，进行分析。
- 5、撰写实验报告。
- 六、实验数据

表 1 关于节拍器周期测量的数据表格

测量次数	测量值 (s)	测量次数	测量值 (s)	测量次数	测量值 (s)	测量次数	测量值 (s)	测量次数	测量值 (s)	测量次数	测量值 (s)	测量次数	测量值 (s)
1	4.05	34	4.13	67	4.21	100	4.16	133	4.29	166	4.08	199	4.06
2	4.08	35	4.17	68	4.14	101	4.02	134	4.15	167	4.24	200	4.13
3	4.14	36	3.99	69	4.17	102	4.20	135	4.14	168	4.13		
4	4.13	37	4.30	70	4.11	103	4.18	136	4.13	169	3.97		
5	4.03	38	4.16	71	4.28	104	4.21	137	3.92	170	4.17		
6	4.04	39	4.15	72	4.21	105	4.07	138	4.07	171	4.02		
7	4.10	40	4.01	73	4.10	106	4.09	139	4.08	172	4.05		
8	3.93	41	4.16	74	4.16	107	4.02	140	4.16	173	4.04		
9	4.33	42	4.03	75	4.17	108	4.11	141	4.19	174	4.04		
10	4.01	43	4.16	76	4.16	109	4.20	142	4.11	175	4.00		
11	4.12	44	4.09	77	3.94	110	4.14	143	4.16	176	4.14		
12	4.07	45	4.06	78	4.13	111	4.21	144	4.09	177	4.28		
13	4.23	46	4.34	79	4.23	112	4.21	145	4.07	178	4.14		
14	4.03	47	4.19	80	4.00	113	4.06	146	4.22	179	4.06		
15	4.04	48	4.17	81	4.25	114	4.10	147	4.21	180	4.02		
16	4.00	49	4.07	82	4.23	115	4.13	148	4.00	181	4.28		
17	3.94	50	4.09	83	4.07	116	4.12	149	4.03	182	4.07		
18	4.04	51	4.17	84	4.20	117	4.32	150	3.90	183	3.99		
19	4.14	52	4.05	85	4.11	118	4.14	151	4.10	184	4.07		
20	3.99	53	4.24	86	4.20	119	3.97	152	4.36	185	4.22		
21	3.95	54	4.07	87	4.18	120	4.01	153	4.13	186	4.26		
22	4.13	55	4.10	88	4.21	121	4.02	154	4.07	187	4.22		
23	4.03	56	4.26	89	4.22	122	4.19	155	4.13	188	4.34		
24	4.04	57	4.16	90	4.17	123	3.95	156	4.04	189	4.06		
25	4.10	58	4.11	91	4.11	124	4.11	157	4.01	190	4.12		
26	4.07	59	4.15	92	4.12	125	4.01	158	4.00	191	4.15		
27	4.27	60	4.10	93	3.98	126	4.12	159	4.12	192	4.29		
28	4.06	61	4.10	94	4.11	127	3.95	160	4.11	193	4.06		
29	4.30	62	4.09	95	4.01	128	3.99	161	4.17	194	4.06		
30	4.12	63	4.32	96	4.28	129	4.18	162	4.11	195	4.01		
31	4.12	64	4.19	97	4.12	130	3.93	163	4.05	196	4.22		
32	4.18	65	4.11	98	3.86	131	4.05	164	4.18	197	4.24		
33	4.20	66	4.10	99	4.16	132	4.00	165	4.15	198	4.27		

七、数据处理

表 2 关于节拍器周期测量数据的统计表格

组别/s	小区域中点值/s	频数ni	相对频数/%	累计相对频数/%
3.86-3.89	3.875	1	0.5	5
3.90-3.93	3.915	4	2	12
3.94-3.97	3.955	7	3.5	30
3.98-4.01	3.995	18	9	52
4.02-4.05	4.035	22	11	79
4.06-4.09	4.075	27	13.5	108
4.10-4.12	4.115	29	14.5	141
4.13-4.16	4.145	33	16.5	163
4.17-4.20	4.185	22	11	181
4.21-4.24	4.225	18	9	190
4.25-4.28	4.265	9	4.5	196
4.29-4.32	4.305	6	3	200
4.33-4.36	4.345	4	2	200

其中 $T_{\max} = 4.36s$, $T_{\min} = 3.86s$, 极差 $R = 0.5s$

将极差 R 均分为 13 组，我们得到其频率直方图：

图 1 关于节拍器时间测量值分布的频率直方图

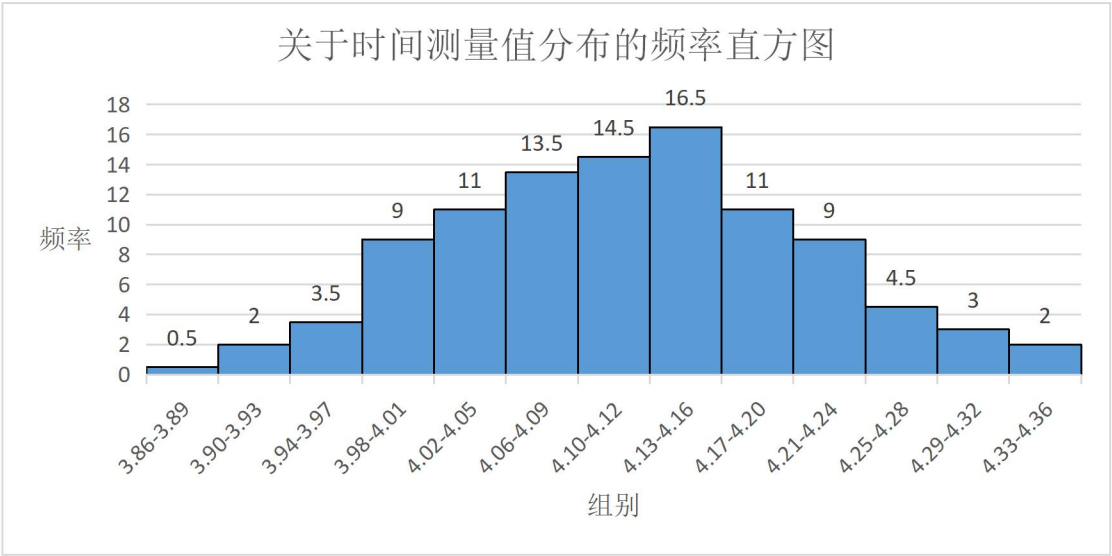
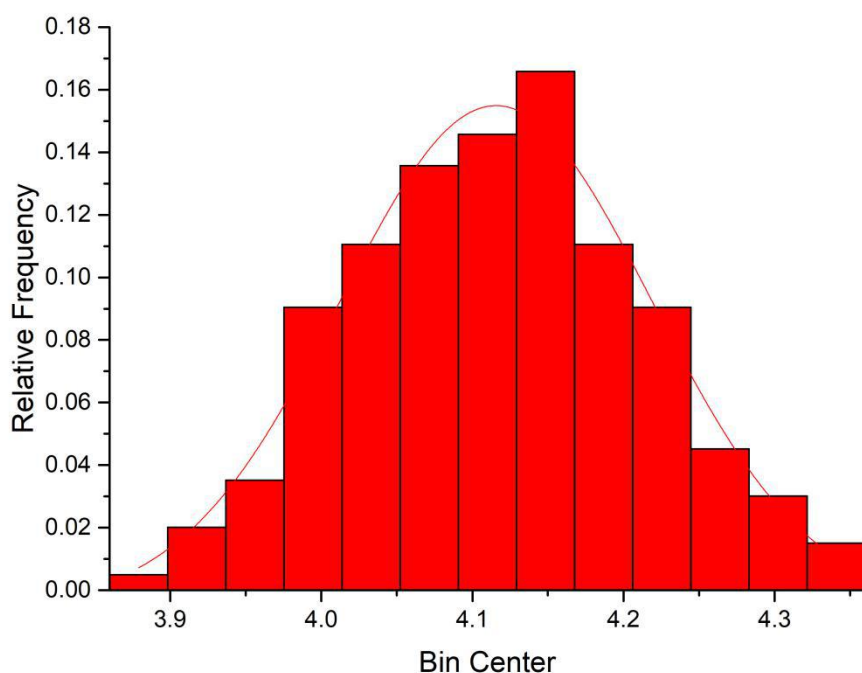


图 2 利用 origin 软件进行正态曲线的拟合



平均值为 $\bar{T} = 4.1176s$

标准差 $\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (T_i - \bar{T})^2}{N-1}}$ (此时 N 取 200) 有 $\sigma = 0.0955627s$

分布在一个标准差之内: $P(\bar{T} - \sigma < T_i < \bar{T} + \sigma) = P(4.0220 < T_i < 4.2132) = 67.50\%$

理论值为 $P(\bar{T} - \sigma < T_i < \bar{T} + \sigma) = 68.26\%$

分布在两个标准差之内: $P(\bar{T} - 2\sigma < T_i < \bar{T} + 2\sigma) = P(3.9265 < T_i < 4.3087) = 95.50\%$

理论值为 $P(\bar{T} - 2\sigma < T_i < \bar{T} + 2\sigma) = 95.44\%$

分布在 3 个标准差之内: $P(\bar{T} - 3\sigma < T_i < \bar{T} + 3\sigma) = P(3.8309 < T_i < 4.4043) = 100.0\%$

理论值为 $P(\bar{T} - 3\sigma < T_i < \bar{T} + 3\sigma) = 99.73\%$

八、误差分析

- 1、连续测量将近 30 分钟，后期测量者的状态与一开始不同，导致偶然误差的分布可能会有所偏差。
- 2、节拍器自身的周期并不稳定，会有偏快偏慢的情况出现，使得我们所测得的周期值更平均地分布在更广的区间上。

九、实验小结

本实验通过大量重复实验来探究随机误差的分布规律，因此理论上实验重复次数越多结果越准确，但实际上，重复试验要求是在同一条件下进行的，而随着测量的进行，测量者的状态

会发生改变，故本实验应在较短时间内完成。这两者要求实验在尽可能短的时间内完成尽可能多的实验次数。

十、实验合影

