

纸团实验实验报告

学号：2113662 姓名：张丛

一、实验目的要求：

通过测量不同大的纸揉成的纸团的平均直径和质量，计算出分形维数 q

二、实验原理：

将一张 A4 纸揉成纸团，纸团可以近似看成一个球，做很多纸团，测量它们的近似直径，画出纸团直径的柱状统计图，计算纸团的平均直径 d 。一般认为纸团的质量 M 和纸团的平均直径 d 有如下关系：

$$M = k \times d^q$$

M 为纸的质量（测量时用面积 S 代替）， k 为和纸的密度相关的常数， d 为纸团平均直径， q 为分型维数

两端同时取对数得：

$$\ln M = q \times \ln d + \ln k$$

通过测量多组数据，利用线性回归拟合得出斜率即为 q

三、实验仪器用品：

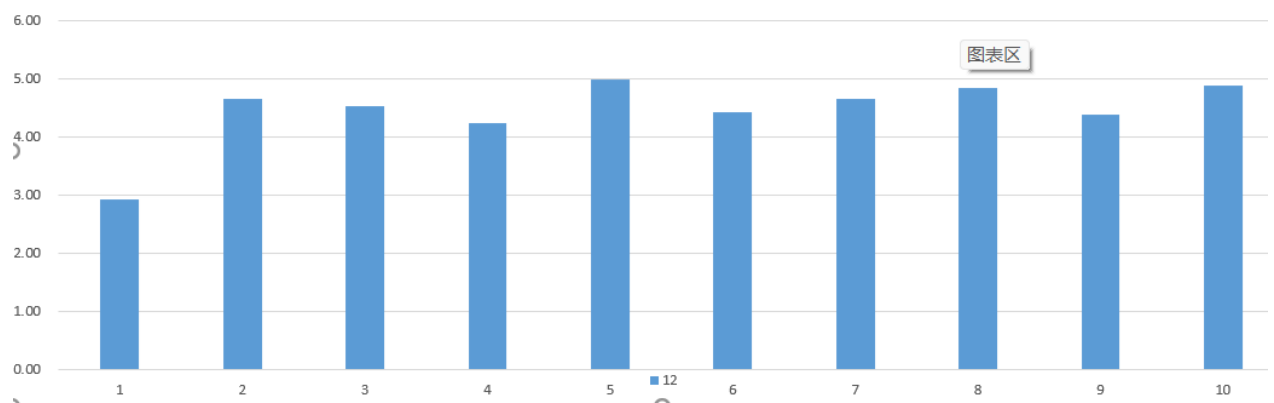
A4 纸、手机计算器、直尺、三角尺、绘图软件

四、实验数据处理、作图及实验结果：

1) 对纸团的直径进行测量，将测量结果汇入统计图

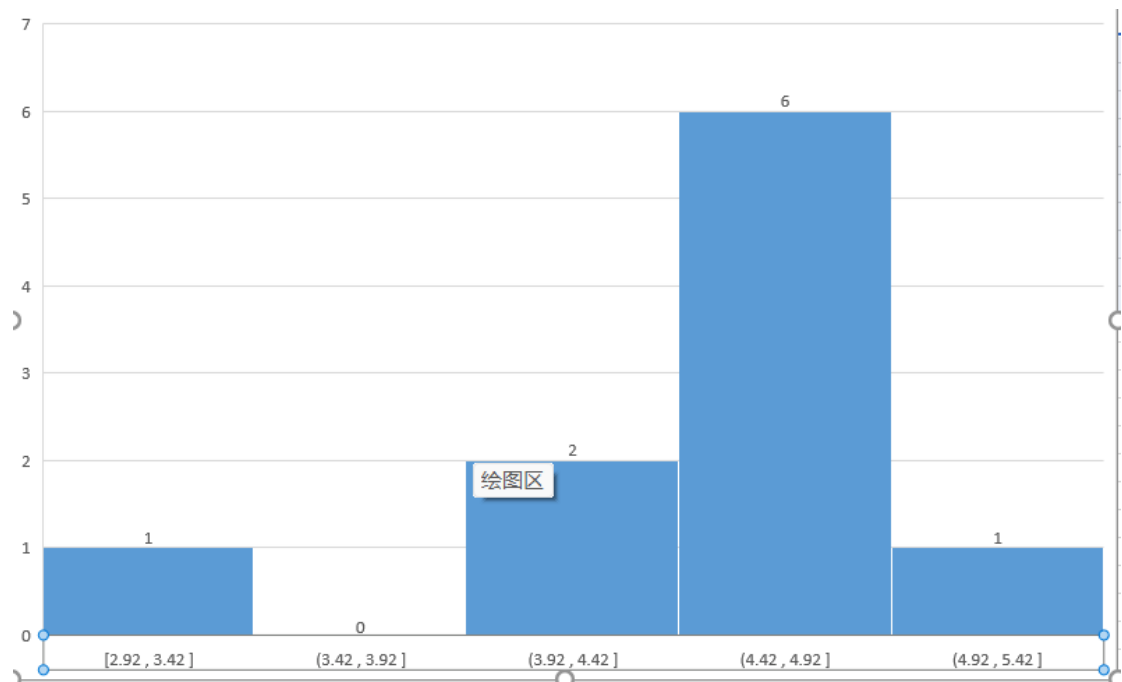
纸团类型	序号	直径/cm						纸张面积/cm ²
		第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	平均值	
A4	1	3.24	4.07	4.03	4.30	4.56	4.06	482.46
	2	4.84	4.40	3.25	4.53	4.88	4.32	482.46
	3	4.38	2.62	4.73	4.68	4.21	4.65	482.46
	4	4.77	4.38	4.48	4.63	4.20	4.22	482.46
	5	4.04	4.49	4.35	4.14	4.57	4.62	482.46
	6	4.82	4.91	4.19	4.76	4.03	4.92	482.46
	7	4.63	4.18	4.82	4.53	4.66	4.76	482.46
	8	4.69	4.17	4.64	4.97	4.47	4.54	482.46
	9	4.62	4.56	4.45	4.85	4.59	4.20	482.46
	10	4.39	4.50	4.47	4.29	4.82	4.43	482.46
1/2A4	1	2.62	2.52	2.62	2.90	2.56	2.89	241.23
	2	3.25	2.94	2.53	2.95	3.29	3.13	241.23
	3	3.24	2.73	2.94	2.99	2.92	2.80	241.23
	4	2.85	2.55	3.11	2.80	2.66	3.21	241.23
	5	2.45	2.75	2.75	3.17	2.65	2.93	241.23
1/3A4	1	2.25	2.97	2.85	2.09	2.67	2.79	160.82
	2	2.33	2.23	2.84	2.03	2.75	2.42	160.82
	3	2.95	2.72	2.67	2.24	2.09	2.71	160.82
	4	2.74	2.55	2.35	2.32	2.99	2.78	160.82
	5	2.39	2.68	2.28	2.77	2.45	2.93	160.82
1/4A4	1	2.25	2.45	1.89	2.39	1.98	1.60	120.62
	2	2.37	2.05	2.48	2.57	2.38	2.06	120.62
	3	2.20	1.85	1.62	1.99	2.25	2.06	120.62
	4	2.57	2.23	1.66	1.88	2.09	2.06	120.62
	5	2.28	2.03	2.19	1.74	2.07	1.61	120.62
1/8A4	1	2.12	1.76	2.24	2.28	1.38	1.82	60.31
	2	2.11	1.94	1.95	1.55	2.27	1.75	60.31
	3	1.60	1.53	2.01	2.16	1.93	2.27	60.31
	4	1.77	1.73	1.76	2.09	2.17	1.50	60.31
	5	1.46	2.14	1.70	2.06	1.97	1.37	60.31

2)分布频率柱状统计图:

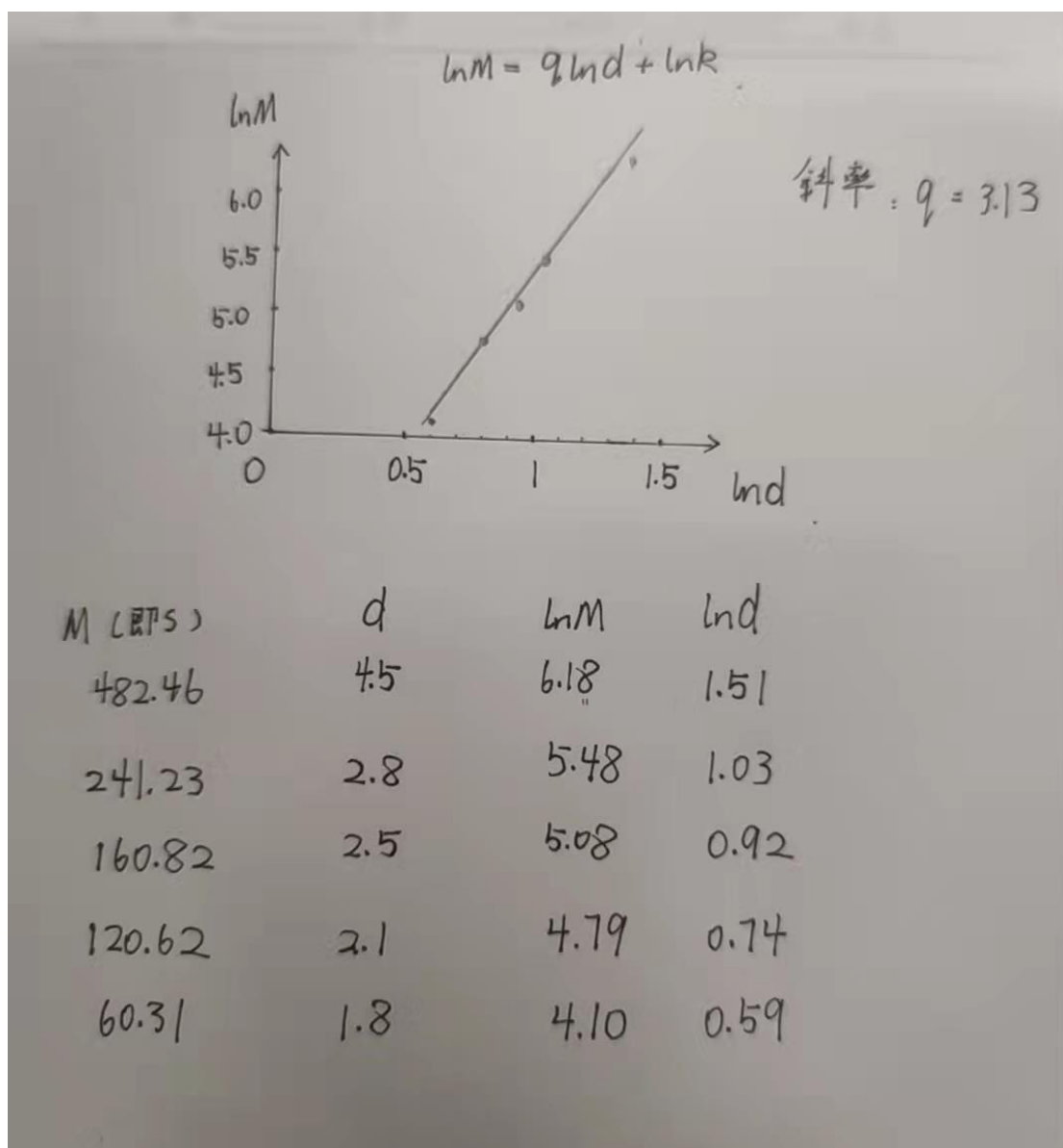


平均直径: 4,51cm

3) A4 纸团直径直方图



4) 线性拟合求 q



5) 实验附图





五、误差分析

- 纸团形状及大小不为人控制，纸团形状会影响测量结果。
- 测量误差，用多次测量取平均值减小误差
- 描点作图并非严格落在线性拟合图像上，但应在排除误差较大的点后，让拟合直线穿过尽可能多的点
- 用纸张面积 S 代替纸张质量 M ，但纸张密度不一定为 1 。

六、思考题

(1)纸张硬度对实验结果有何影响？

答：硬度大纸团直径越大，硬度小纸团直径越小。

但硬度大的纸张密度大，则实际的 M 值更大，此时无法判断 q 的变化。

若不考虑密度，仅以 S 代替 M ，若纸张面积相同，则硬度大，直径大， q 值小。

(2)手握力很大的同学与握力较小的同学，做此实验，结果会有何不同？

答：握力大的同学揉的纸团直径更容易小，若 M 值相同，则 q 值更大。

七、总结与思考：

- 线性拟合以直代曲，使得较为容易求出 q 值；
- 测量条件不同，每个人的结果不尽相同；
- 测量误差较大，以多次取平均值减小；
- 测量工作量大，应耐心仔细；
- 了解生活中的分形理论，简单认识其性质。