

物质对 β 射线的吸收数据处理

作者：刘昆承, 学号：PB23020532

1 测量 G-M 计数管的高压坪曲线

1.1 原始数据

表 1: 测 G-M 计数管坪曲线的数据表

电压 $V(V)$	30s 计数 (N)
540	0
550	0
560	5
570	304
580	1845
590	4938
600	6186
610	7160
620	8395
630	9744
640	11038

1.1.1 数据处理

测 G-M 计数管坪曲线如图1

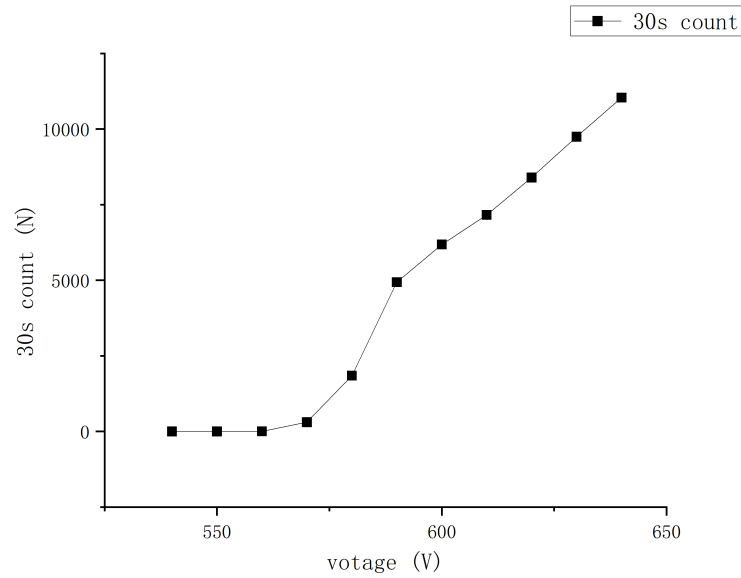


图 1: 测 G-M 计数管坪曲线

2 测量 G-M 计数管的高压坪曲线

如图1,600V 左右曲线平缓, 取 600v 为之后工作电压

2.1 测量本底计数

测量 300 秒内的本底计数, 得到 $N=92$, 本底计数率为 0.31 Hz

2.2 测吸材料的质量厚度

利用直尺、电子秤分别测量 5 片吸收片的质量厚度

表 2: 吸收片的质量厚度数据记录表

质量 (g)	长度 (cm)	宽度 (cm)	质量厚度 (cm^2)
1.45	6.42	5.65	39.97
1.41	6.35	5.60	39.65
1.40	6.30	5.50	40.40
1.41	6.35	5.55	40.01
1.41	6.30	5.50	40.96

质量厚度平均值为 $40.198(cm^2) \approx 40(cm^2)$

2.3 测量经过不同吸收厚度后的 β 射线强度 (计数率)

2.3.1 原始数据

射线计数率 0.31 Hz

表 3: 测量穿过不同厚度铝片的 β 射线的强度

吸收片数	质量厚度 (cm^2)	计数 N	时间 (s)	计数率 (Hz)	本底计数率 (Hz)	强度 $\lg \frac{I}{I_0}$
0	0	5293	30	176.4333	176.1233	0
1	40	4012	30	133.7333	133.4233	-0.12058511
2	80	3100	30	103.3333	103.0233	-0.232881299
3	120	2701	30	90.0333	89.7233	-0.292911497
4	160	3122	40	78.05	77.74	-0.35517236
5	200	2563	40	64.075	63.765	-0.441234532
6	240	2168	40	54.2	53.89	-0.514308713
7	280	1891	40	47.275	46.965	-0.57404257
8	320	1506	40	37.65	37.34	-0.673642583
9	360	1305	40	32.625	32.315	-0.736412736
10	400	1169	50	23.38	23.07	-0.882769302
11	440	1144	60	19.0667	18.7567	-0.972661236
12	480	1222	80	15.275	14.965	-1.070740175
13	520	1224	100	12.24	11.93	-1.169176453
14	560	1134	120	9.45	9.14	-1.284870701
15	600	1128	150	7.52	7.21	-1.387881632
16	640	679	120	5.6583	5.3483	-1.51759843
17	680	661	150	4.4067	4.0967	-1.633386268
18	720	674	220	3.0636	2.7536	-1.805910308
19	760	668	300	2.2267	1.9167	-1.963270306
20	800	636	440	1.4455	1.1355	-2.190647143
21	840	630	540	1.1667	0.8567	-2.313005028
22	880	625	855	0.7310	0.4210	-2.621540833

表 4: 测量穿过不同厚度铝片的 β 射线的强度

2.3.2 绘制吸收曲线并计算射程

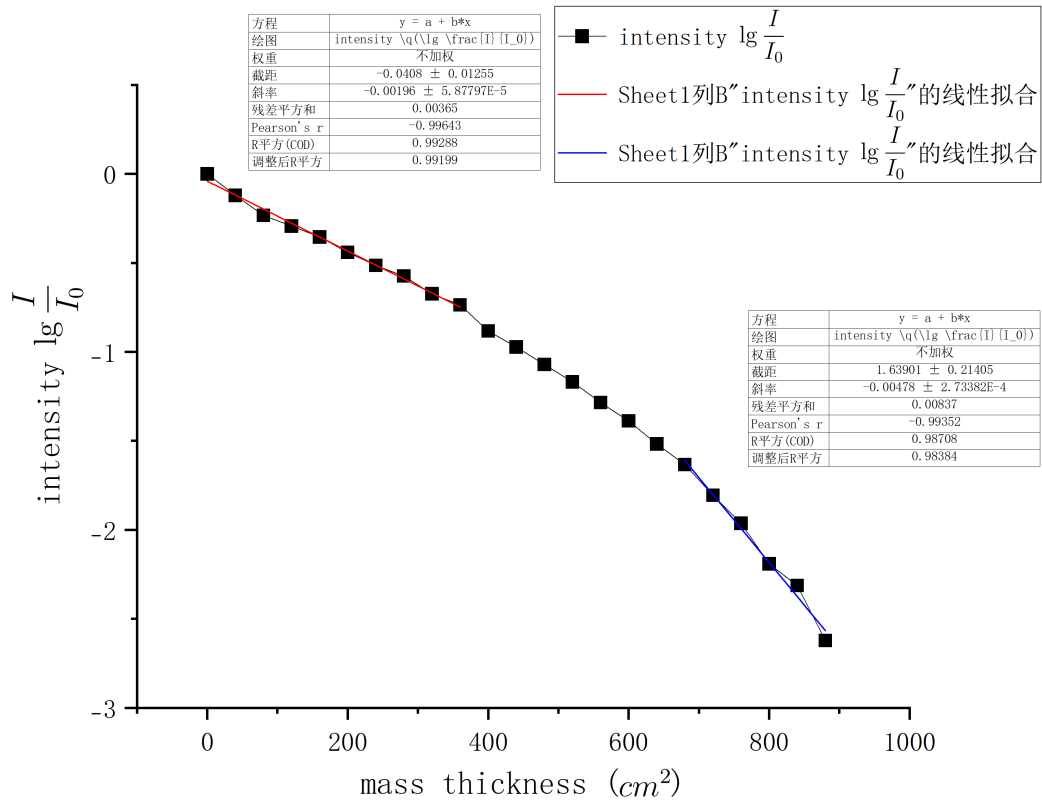


图 2: 吸收曲线

由图2中红色拟合曲线,可以得到 $\lg \frac{I}{I_0} = b_1 = -0.0408$, 得到 $I'_0 = 1I'_0 = 160.61Hz$
由图2中蓝色拟合曲线 $\lg \frac{I}{I_0} = -0.00478T + 1.63901$, 在 $\frac{I'}{I_0=10^{-4}}$ 时 T 取 R
得到 $R = 1188.24cm^2$, 能量 $E = 1.85 \frac{R}{g/cm^2} + 0.245MeV = 2.44MeV$

3 思考题

1. 在测量吸收曲线的过程中,放射源、吸收物质、探测器等的相对位置和工作条件参数是否可以改变?为什么?
不可以改变. 要保证单一变量. 因为改变相对位置或参数 (如电压、距离) 会导致计数率的变化,影响吸收曲线数据的准确.
2. 为什么需要测量 G-M 计数器的坪曲线?
坪曲线用于确定 G-M 计数管的最佳工作电压.
3. 估算 β 射线在人体肌肉和空气中的射程 (最大穿透深度):
假设实验中测得铝的质量厚度射程为 $R(g/cm^2)$, 则:

- 肌肉中的线性射程: $x_{\text{肌肉}} = \frac{R}{\rho_{\text{肌肉}}} = \frac{R}{1.1} \text{ cm} = 1.108 \text{ cm}$
- 空气中的线性射程: $x_{\text{空气}} = \frac{R}{\rho_{\text{空气}}} = \frac{R}{1.29 \times 10^{-3}} \text{ cm} = 921.116 \text{ cm}$

(注: 实际应用中, 射线在空气中的射程可能因能量损失机制不同而略有差异, 但题目要求估算, 故按质量厚度直接转换.)

4. 测量吸收片的质量厚度的优势:

质量厚度 ($d = \rho \cdot x$) 消除了材料密度差异的影响, 使不同材料的吸收性能可直接比较. 例如, 铝和塑料的质量厚度相同, 即使线性厚度不同, 其对 β 射线的吸收效果也相近. 这简化了实验分析, 提升了数据普适性.

5. 铅室内采用塑料作为内衬和支架的原因:

射线与高原子序数材料 (如铅) 作用时易产生 X 射线. 塑料 (低原子序数) 作为内衬可减少初致辐射的产生, 降低实验中的次级辐射危害. 外层铅层则用于屏蔽可能产生的 X 射线, 兼顾安全性与测量准确性.

4 附件

4.1 原始数据

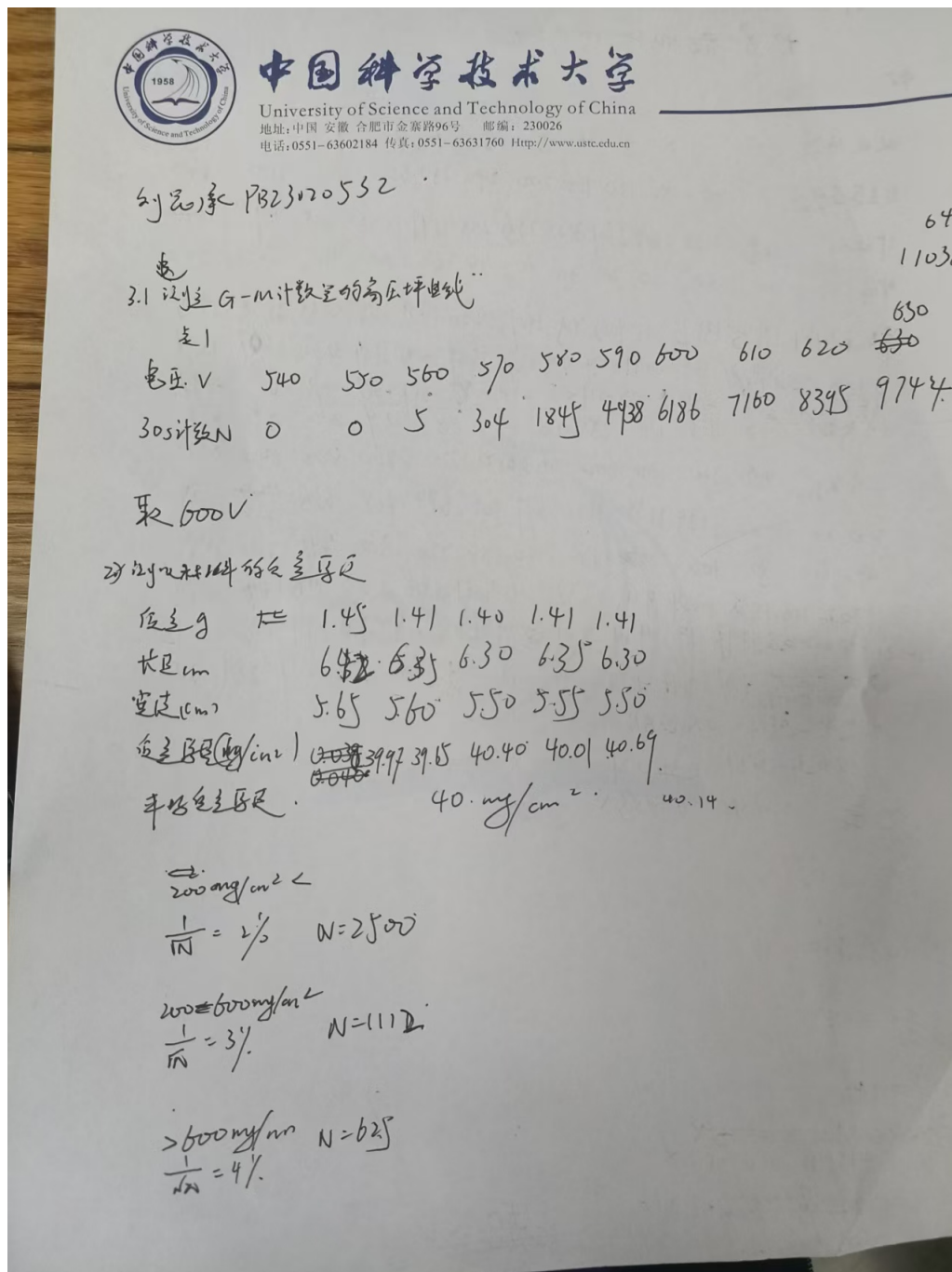


图 3: 原始数据 1

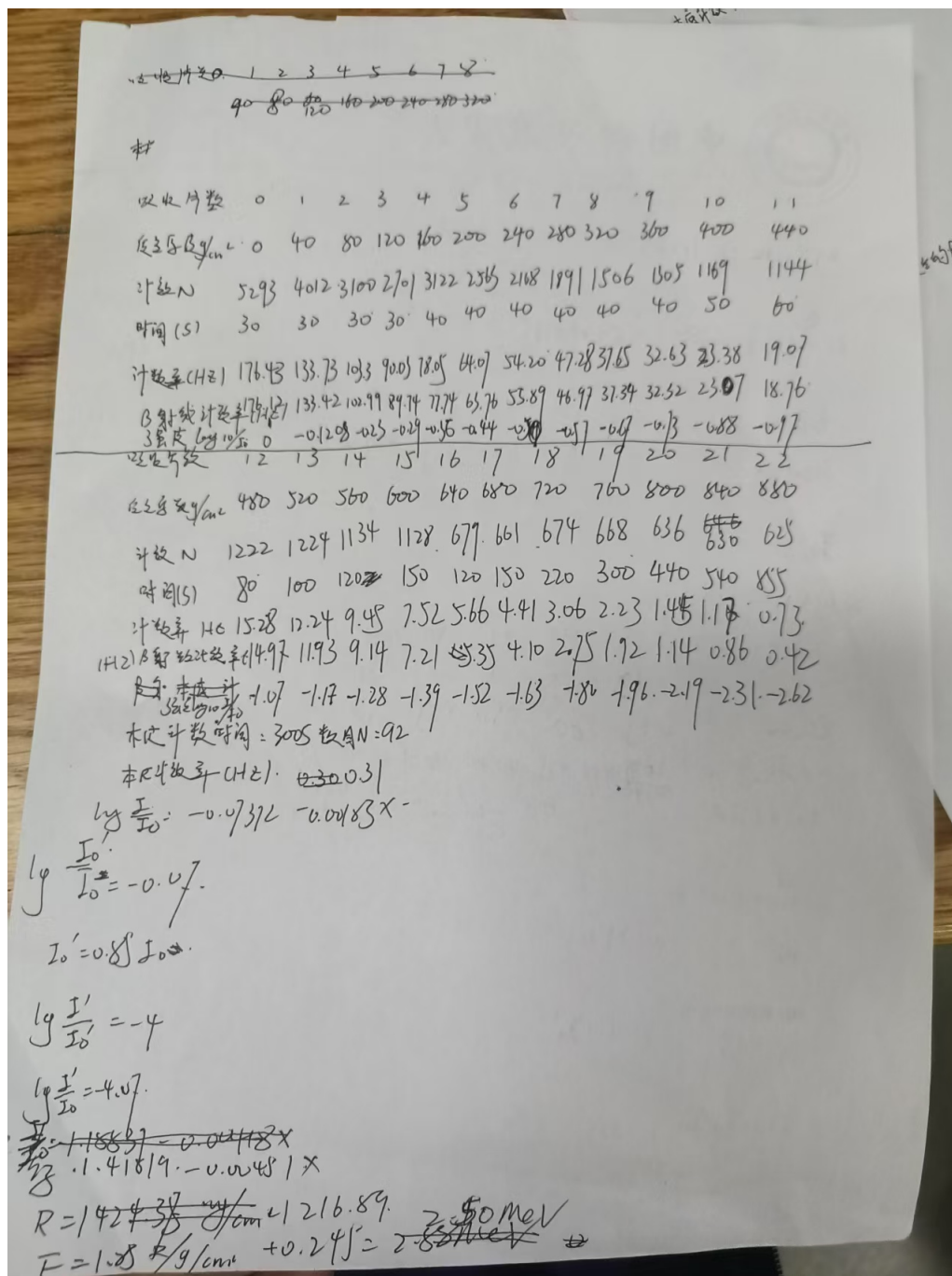


图 4: 原始数据 2