

表面张力数据处理

作者：刘子墨，学号：PB23000233

1 锥形弹簧的弹性系数

逐次在砝码盘内放入砝码，每次增量 0.5g 的砝码，记录升降杆位移读数，得到的数据如下表所示：

表 1: 锥形弹簧的弹性系数实验数据

砝码质量 m/g	砝码重力 F/N	升降杆位移 x/cm
0.0	0	0.99
0.5	0.00490	1.43
1.0	0.00980	1.88
1.5	0.01469	2.37
2.0	0.01959	2.80
2.5	0.02449	3.29
3.0	0.02939	3.74
3.5	0.03428	4.17
4.0	0.03918	4.68
4.5	0.04408	5.12
5.0	0.04898	5.60

使用 Origin 软件线性拟合得到：

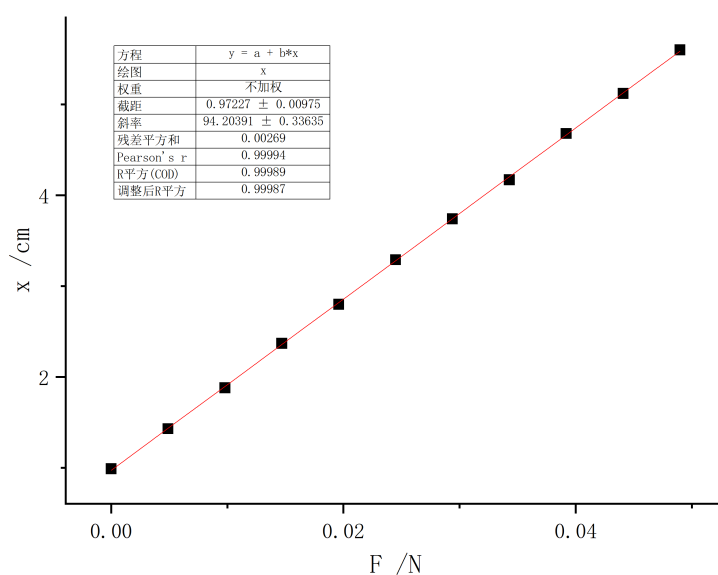


图 1: 砝码重力与位移的实验数据线性拟合

由图像得到斜率 0.9420 m/N ，相关系数为 0.99994 ，即弹簧的弹性系数 $k = 1/0.9420 = 1.062 \text{ N/m}$ 。

2 自来水表面张力系数

使用拉脱法测量自来水表面张力系数。用钢刻度尺测量使用金属圈直径测量结果如下：

表 2: 金属圈直径测量数据

编号	金属圈直径 d/cm
1	3.50
2	3.45
3	3.50
平均值	3.483

使用拉脱法测量时，初始刻度 $l_0 = 0.95 \text{ cm}$ ，重复 5 次，水膜破裂时刻度如下：

表 3: 水膜破裂时刻度测量数据

编号	水膜破裂时刻度 l/cm	弹簧伸长量 $\Delta l/\text{cm}$
1	2.17	1.22
2	2.23	1.28
3	2.21	1.26
4	2.15	1.20
5	2.27	1.32
平均值	—	1.256

则可以计算出 $F = k\Delta l = 1.334 \times 10^{-2} \text{ N}$ ，则表面张力系数为：

$$\sigma = \frac{F}{2\pi d} = \frac{1.334 \times 10^{-2}}{2\pi \times 3.483 \times 10^{-2}} = 6.10 \times 10^{-2} \text{ N/m}$$

3 洗洁精表面张力系数

使用拉脱法测量洗洁精表面张力系数。用钢刻度尺测量使用金属丝长度测量结果如下：

表 4: 金属丝长度测量数据

编号	金属丝长度 s/cm
1	4.45
2	4.45
3	4.45
平均值	4.45

使用拉脱法测量时，初始刻度 $l_0 = 0.80 \text{ cm}$ ，重复 5 次，洗洁精膜破裂时刻度如下：

表 5: 洗洁精膜破裂时刻度测量数据

编号	洗洁精膜破裂时刻度 l/cm	弹簧伸长量 $\Delta l/\text{cm}$
1	1.04	0.24
2	1.05	0.25
3	1.04	0.24
4	1.05	0.25
5	1.05	0.25
平均值	—	0.246

可以计算出 $F = k\Delta l = 2.613 \times 10^{-3} \text{ N}$ ，则表面张力系数为：

$$\sigma = \frac{F}{2s} = \frac{2.613 \times 10^{-3}}{2 \times 4.45 \times 10^{-2}} = 2.94 \times 10^{-2} \text{ N/m}$$

4 不同浓度洗洁精溶液的表面张力关系曲线

分别配置 4 种不同浓度的洗洁精溶液，使用拉脱法测量表面张力系数，得到的数据如下表所示：

表 6: 不同浓度洗洁精溶液的表面张力系数

水与洗洁精体积比	初始刻度 l_0/cm	破裂时刻度 l/cm	弹簧伸长量 $\Delta l/\text{cm}$
400:1	0.80	1.04	0.24
400:1.6	0.86	1.11	0.25
400:2.6	0.83	1.09	0.26
400:3.6	0.82	01.09	0.27

可以按照上述方法计算出不同浓度洗洁精溶液的表面张力系数：

$$\begin{aligned}\sigma_{400:1} &= \frac{k\Delta l}{2s} = \frac{1.062 \times 0.24 \times 10^{-2}}{2 \times 4.45 \times 10^{-2}} = 2.86 \times 10^{-2} \text{ N/m} \\ \sigma_{400:1.6} &= \frac{k\Delta l}{2s} = \frac{1.062 \times 0.25 \times 10^{-2}}{2 \times 4.45 \times 10^{-2}} = 2.98 \times 10^{-2} \text{ N/m} \\ \sigma_{400:2.6} &= \frac{k\Delta l}{2s} = \frac{1.062 \times 0.26 \times 10^{-2}}{2 \times 4.45 \times 10^{-2}} = 3.10 \times 10^{-2} \text{ N/m} \\ \sigma_{400:3.6} &= \frac{k\Delta l}{2s} = \frac{1.062 \times 0.27 \times 10^{-2}}{2 \times 4.45 \times 10^{-2}} = 3.22 \times 10^{-2} \text{ N/m}\end{aligned}$$

将得到表面张力与体积比拟合：

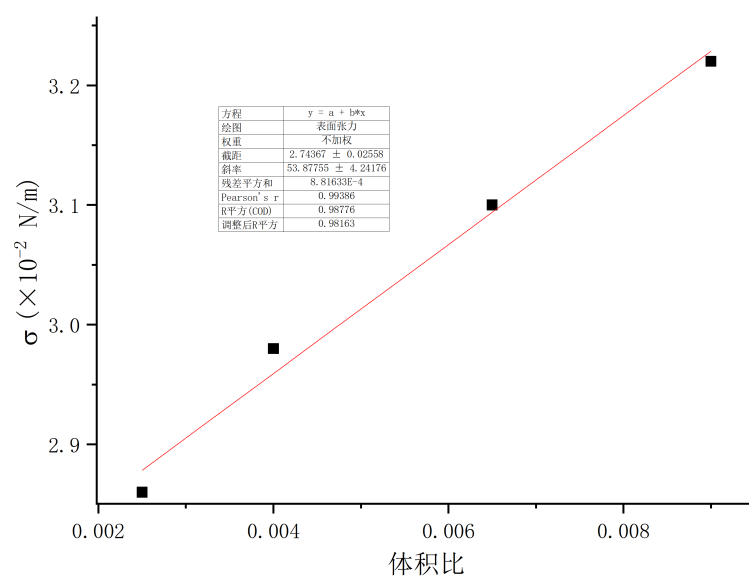


图 2: 洗洁精溶液表面张力与其浓度的线性拟合

由图可知，洗洁精溶液表面张力与其体积分数大体呈线性关系，但是实验中洗洁精浓度梯度过小，测量的弹簧伸长量间隔过小，结果可能不准确。

附录

老师签字的实验数据:

PB23000233 刘强

1. 确定弹簧刚度系数.

质量 $m(g)$	0	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5
距离 $x(cm)$	0.99	1.43	1.88	2.37	2.80	3.29	3.74	4.17	4.68	5.12	5.60

2. 自来水表面张力系数.

金属圈直径 $d(cm)$ 3.50 3.45 3.50.

初始距离 $l_0 = 0.95 cm$.

破裂距离 $l(cm)$ 2.17 2.23 2.21 2.15 2.27

3. 洗洁精表面张力系数.

金属丝两脚间距离 $s(cm)$ 4.45 4.45 4.45

初始距离 $l_0 = 0.80 cm$

破裂距离 $l(cm)$ 1.04 1.05 1.04 1.05 1.05

4. 不同浓度洗洁精

	初始距离 $l_0(cm)$	破裂距离 $l(cm)$
400 mL 水 + 1 mL 洗洁精.	0.80	1.04 0.24
1.6 mL	0.86	1.11 0.25
2.6 mL	0.83	1.09 0.26
3.6 mL	0.82	1.09 0.27

木勾莹
2024.5.13. 月 号