# 第十章 分子动理论

## 1 学生实验 用油膜法估测油酸分子的大小

### 实验指导

#### 1．实验说明

油酸分子的特性是用油膜法估测油酸分子大小的重要基础。油酸的分子式为 C17H33COOH，常温下油酸呈液态。油酸分子一端的羧基 – COOH 具有亲水性，另一端的基团 C17H33 – 不亲水。油酸在水面上形成油膜后，油酸分子直立在水面上，羧基 – COOH 在下，基团 C17H33 – 在上，形成一层单分子油膜。通过测量油酸的体积和油膜的面积，可以算出油膜的厚度。若将油酸分子视为球形，这一厚度相当于油酸分子的直径。

一滴纯油酸在水面上难以形成单分子层。通过配制油酸酒精溶液，将油酸在酒精中稀释后再滴入水中。酒精易溶于水，能帮助油酸扩散，且酒精能很快挥发，在水面上形成纯油酸油膜。

#### 2．实验操作

实验前由教师配制一定浓度（浓度 *c* 指油酸体积与溶液体积之比，约为 0.2%）的油酸酒精溶液。用注射器吸取体积为 *V*0（如 1 ml）的溶液，缓慢推动注射器活塞，将溶液一滴一滴地滴入量筒中，记下滴数 *n*。一滴油酸酒精溶液中含有油酸的体积 *V* = 。在浅水盘中盛入清水，放置在水平桌面上静置片刻。用细纱布在水面上均匀地撒上一层痱子粉。用注射器向水中滴入一滴油酸酒精溶液（注意：滴入时尽可能靠近水面）。待油膜形状稳定后，将刻有方格的透明板盖上浅水盘，用水彩笔在透明板上画出油膜轮廓（注意：描边时应正视透明板）。取出透明板，数出油膜轮廓所占的格数 *N*。不足半格的舍去，多于半格的算一格。设一格的面积为 *A*（一般为 1 cm2），则一滴油酸酒精溶液在水面上形成的油膜面积 *S* = *NA*。根据 *d* = 计算油膜分子的大小。

#### 实验报告

实验名称

用油膜法估测油酸分子的大小

实验目的

用油膜法估测油酸分子的大小。

实验原理

在估测油酸分子的大小时，可忽略油酸分子的结构和形状，将其视作球形。并认为油酸分子在水面上一个紧挨一个地铺排，分子间不存在间隙。油酸用酒精稀释后滴入水中能充分展开，在水面上形成一层纯油酸组成的单分子油膜。

测量一滴油酸的体积 *V* 以及形成的油膜面积 *S*，根据 *V* = *Sd*，可以估算出油膜的厚度 *d*，即油酸分子的直径。

实验器材

油酸酒精溶液、注射器、痱子粉和细纱布、量筒、刻度尺、浅水盘、刻有方格的透明板、水彩笔等。

实验方法与步骤

根据实验原理，本实验需要测量一滴油酸酒精溶液中含有油酸的体积和一滴油酸酒精溶液在水面上形成的油膜的面积。本实验主要步骤如下：

（1）测量一滴油酸酒精溶液中含有油酸的体积。

（2）测量一滴油酸酒精溶液在水面上形成的油膜的面积。

实验数据记录

**表 10 – 1**

室温 *t* = \_\_\_\_\_\_℃

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 油酸酒精溶液浓度 *c* /% | 滴入量筒中的油酸酒精溶液体积 *V*0 /mL | 滴入量筒中的油酸酒精溶液滴数 *n* | 刻度板上一格的面积 *A* /cm2 | 油膜所占格数 *N* |
|  |  |  |  |  |

实验数据处理

（1）计算一滴油酸酒精溶液中含有油酸的体积 *V*。

（2）计算单分子油膜的面积 *S*。

（3）计算油酸分子的直径 *d*。

结果分析与实验结论

油酸分子的直径 *d* = \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

讨论与思考

（1）收集其他小组的实验结果，分析判断本小组估测结果的合理性。

（2）实验中哪些不当操作可能导致估测结果出现较大偏差？为本实验列出一份操作注意事项。

### 参考解答

（1）收集其他小组的实验结果，分析判断本小组估测结果的合理性。

参考解答：学生实验的估测结果一般为 10−9 m，与油酸分子大小的公认值接近。判断合理性的依据：一是油酸分子的实际大小，二是其他小组的实验结果。

命题意图：学习判断实验结果合理性的方法，体会科学测量需要大量重复实验才能得到可靠结果。

（2）实验中哪些不当操作可能导致估测结果出现较大偏差？为本实验列出一份操作注意事项。

参考解答：① 油酸酒精溶液放置时间太久，酒精挥发使溶液浓度增大，导致估测结果偏小；② 痱子粉撒得太厚，阻碍了油酸的扩散，油膜中的分子层数较多，导致估测结果偏大；③ 其他合理的说法均可，如测每滴油酸体积时，每次滴出的油酸体积不同等。

操作注意事项主要有：① 实验前，应密封保存油酸酒精溶液；② 测量一滴油酸酒精溶液的体积时，应使注射器处于竖直状态，缓慢稳定推动注射器活塞；③ 在水面上撒痱子粉时，应轻拍网筛并不断改变位置，使痱子粉均匀轻薄撒于水面；④ 向水面滴油酸酒精溶液时，应使注射器处于竖直状态，且针头靠近水面。

命题意图：反思实验操作过程，分析可能造成实验误差的原因，并设法减小误差。

## 2 自主活动 观察酒精与水混合后的总体积变化

### 活动指导

活动目的：

通过观察酒精与水混合后总体积的变化，认识液体分子之间存在间隙。

实验时的具体操作如下：

取一支长约 1 m 的玻璃管，用橡皮塞封住一端管口。在管中注入一半蒸馏水，再注入酒精直至液面接近管口，在液面处用水彩笔作标记。然后用橡皮塞封住另一端管口，并反复颠倒玻璃管，使酒精和水充分混合。观察管中液面位置的变化。

可在酒精中加入红色染料，以便于观察液面的变化。

### 思考

如何用分子间存在间隙来解释液面的变化？

### 参考解答

如何用分子间存在间隙来解释液面的变化？

参考解答：酒精和水的分子间有间隙，两者混合后，乙醇分子和水分子会占据彼此的间隙，因此总体积减小，液面下降。

命题意图：合理运用已有证据，通过清晰严密的推理来论证观点。