



# 中心科学实验

## 实验报告

系 \_\_\_\_\_ 专业 学号 \_\_\_\_\_ 姓名 \_\_\_\_\_  
日期 2025.5.16 成绩 \_\_\_\_\_ 指导教师 \_\_\_\_\_

### 双液系

#### 1 实验目的

- (1) 掌握完全互溶双液系的气液平衡相图的绘制方法；
- (2) 了解液体折射率的测量原理，掌握使用阿贝折光仪测量液体和蒸汽组成的方法。

#### 2 实验原理

两种在常温下为液态的物质，能按任意比例互相溶解的二组分体系称为完全互溶双液系。根据相律，在一定外压下，单组分液体的沸点有确定值，但对于双液系，其沸点不仅与外压有关，还与其组成有关。在一定外压和一定温度下，双液系平衡共存的气液两相组成通常不相同。因此在恒压下将溶液蒸馏，然后分别测定不同沸点时馏出物（气相）和剩余液（液相）的平衡组成，可以绘出沸点一组成图。双液系相图表明了在各种沸点时的液相组成和与之成平衡的气相组成的关系，有如下三种类型：

如果液体与拉乌尔定律的偏差不大，溶液可视为理想的，则在相图上溶液的沸点介在两纯组分沸点之间，如苯和甲苯。实际溶液由于两纯组分的相互影响，常与拉乌尔定律有较大偏差，相图上可能出现极值点，(极大值或极小值)。这些点称为恒沸点，其相应的溶液称为恒沸点混合物，由恒沸点混合物蒸馏所得的气相与液相组成相同，靠蒸馏无法将两组分分离。如卤化氢与水、丙酮与氯仿具有最高恒沸点；环己烷与乙醇、水与乙醇有最低恒沸点。

双液系的沸点一组成关系图，对分馏法提纯和液体分离具有指导意义。但实际上要获得一个准确的相图并非易事，这是因为相图中的任何一点都必须处于热力学平衡态，但过热和分馏的存在又会使体系偏离平衡态。因此，实验上得到的往往是一个变“胖”了的相图。

为了防止相图变形，除了尽量避免过热和分馏外，还应该尽量在恒沸组成附近多测量一些实验数据，这样才能保证相图的气相线在全部浓度范围内处处都是连续的。

测绘双液系相图时，要求同时测定溶液的沸点及气液平衡时两相的组成。本实验用回流冷凝法测定环己烷——乙醇在不同组成时的沸点，用阿贝折光仪测定其相应液相和气相冷凝液的折射率，从而测得气液相的组成。

#### 3 实验风险评估及预防措施

##### 3.1 化学品危险性评估及应急措施

无。

##### 3.2 设备危险性评估及应急措施

无。

##### 3.3 操作过程危险性评估及应急措施

无。



# 中心科学实验

## 实验报告

系 \_\_\_\_\_ 专业 学号 \_\_\_\_\_ 姓名 \_\_\_\_\_  
日期 2025.5.16 成绩 \_\_\_\_\_ 指导教师 \_\_\_\_\_

### 4 实验部分

#### 4.1 实验内容

- 将阿贝折射仪的恒温进出水管与超级恒温槽进出水管相连接。调节恒温槽水温，使之与绘制折射率一组成标准工作曲线时的温度相同（35.00°C）。
- 用二次蒸馏水校正阿贝折射仪的零点，然后分别测定纯环己烷和无水乙醇的折射率。
- 将干燥、洁净的沸点仪安装好，检查带有控温传感器的磨口玻璃塞是否塞紧，将沸点仪放入电热套中。
- 自支管加入 20mL 纯环己烷，放入 1~2 粒沸石，打开冷凝水，接通数字恒流仪电源，将加热丝与数字恒流电源连接，调节电压在 10V 左右，将液体缓缓加热，当液体沸腾时，调节电热套使之处于恒温状态，控制蒸气冷凝管中回流冷凝高度在 2cm 左右，如此沸腾一段时间，使冷凝液不断淋洗小球中的液体直到温度计的读数稳定 4~5min 为止。记录温度计读数。然后将沸点仪提离电热套，先从支管 G 用取样吸液管迅速吸取小球中的气相冷凝液，测定其折射率，然后从支管处用另一支取样吸液管吸取残留液测其折射率。取样吸管要清洁干燥，每次取液后，要用电吹风吹干待用。阿贝折射仪的棱镜在每次测量前要晾干或用洗耳球轻轻吹干后，才能滴入样品。滴入样品后应迅速关好棱镜，以免样品挥发。
- 按顺序从支管处加入 1, 0.4, 2.8mL 无水乙醇，按步骤 4 测定不同组成的互溶体系的沸点和折射率。测量完毕，将蒸馏瓶中溶液倒入回收瓶，用电吹风烘干蒸馏瓶。
- 将蒸馏瓶中的溶液倒入回收瓶，再按前述方法，先加入 15mL 无水乙醇，测其沸点和折射率，然后按顺序加入 4.5, 7.5, 10mL 的环己烷，同样测其沸点和折射率。
- 上述实验结束后，将蒸馏瓶中的溶液倒入回收瓶，用电吹风把蒸馏瓶吹干，如实验前倒置后装好。

### 5 数据记录和处理

环己烷 (添加) 体积/mL	乙醇添 加(总) 体积/mL	沸点 (°C)	气相		液相	
			折射率	摩尔分数	折射率	摩尔分数
20	0	81		0	1.4181	0
	1	68.6	1.4127	0.188	1.4138	0.163
	1.4	66.5	1.4014	0.39	1.4003	0.407
	4.2	65	1.3973	0.452	1.3976	0.448
15	0	78.3		1	1.3557	1
	4.5	68.8	1.3884	0.577	1.3646	0.87
	7.5	67.2	1.3939	0.501	1.3783	0.692
	10	65.8	1.3959	0.472	1.3944	0.494

T-x 图的最低点 (0.45, 65.0)

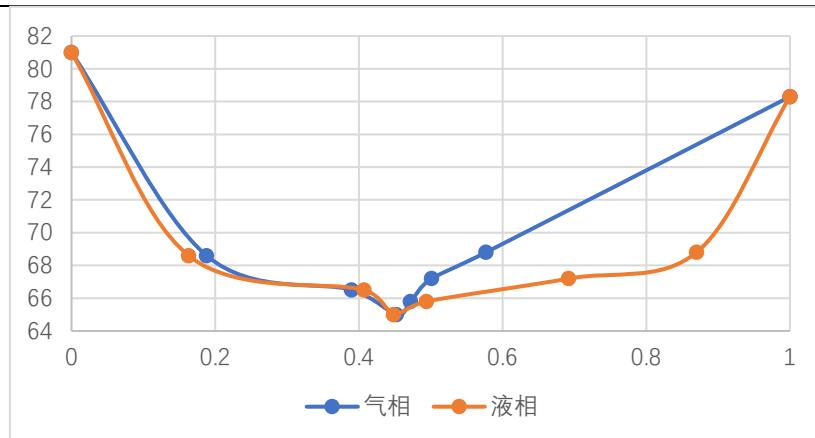


# 中心科学实验

## 实验报告

系 \_\_\_\_\_ 专业 学号 \_\_\_\_\_ 姓名 \_\_\_\_\_

日期 2025.5.16 成绩 \_\_\_\_\_ 指导教师 \_\_\_\_\_



## 6 结果与讨论

### 6.1 内容

与标准图线相比，图线形状有所不同，而变化趋势和最低点相似，考虑到偏离最低点较多的数据点较难测量，误差大，大致认为实验成功，但部分数据点测量存在问题，导致曲线形状不够理想。 $x(\text{乙醇})=0.45$  时，环己烷与乙醇形成恒沸混合物，最低恒沸点为  $65.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

## 7 思考题

### 7.1 气液平衡的标志是什么，两相的温度和组成是否一样？

气液平衡的标志是动态平衡状态（液相蒸发速率=气相冷凝速率）。两相温度相同，但组成不同（除恒沸点组成外）。

### 7.2 在沸点仪设计中，主要防止哪些现象发生？

过热：防止局部温度超过沸点影响测量准确性

暴沸：防止剧烈沸腾影响安全和数据稳定

分馏效应：防止气相部分冷凝导致组成偏离

热量散失：保证系统温度均匀

### 7.3 在测量中，有过热现象和分流效应将使相图发生怎样的变化？

过热现象：沸点测量偏高，液相线上移；

分馏效应：气相组成测量不准（偏向低沸点组分），气相线变形或下移

### 7.4 根据实验数据，你认为能否用分馏法得到环己烷？

若原先混合物的组成  $x(\text{乙醇})$  在  $0\sim0.45$  之间，则分馏的结果可以得到纯环己烷与  $x(\text{乙醇})=0.45$  的恒沸混合物；若原先混合物的组成  $x(\text{乙醇})=0.45$ ，恒沸混合物不会分离；若原先混合物的组成介于  $0.45\sim1$  之间，则分馏的结果可以得到纯乙醇和  $x(\text{乙醇})=0.45$  的恒沸混合物。