



# 浙江大学物理化学实验

## 二组分完全互溶系统的气-液平衡相图

### 实 验 报 告

参加学生：叶青杨（3210100360）

指导老师：方文军

浙江大学化学实验教学中心

2023年11月9日

# 二组分完全互溶系统的气-液平衡相图

叶青杨 (3210100360), 指导教师: 方文军

## 一、原理

在一定的压力下, 二组分完全互溶液态混合物的沸点与组成关系可分为三类:

1. 液态混合物的沸点介于两纯组分沸点之间, 如苯-甲苯系统
2. 液态混合物有沸点极大值, 如丙酮-氯仿体系
3. 液态混合物有沸点极小值, 如水-乙醇、苯-乙醇系统

折射率与组分存在简单的关系, 测定折射率工作曲线, 可以用来判断特定液态混合物的组成

### 1 试剂与仪器

#### 1.1 试剂

环己烷 (A.R.); 无水乙醇 (A.R.)

#### 1.2 仪器

沸点仪; 阿贝折光仪; 超级恒温槽; 电子天平 (感量 0.1mg); 调压变压器 (0.5kV · A); 温度计 (50-100°C, 1/10°C); 普通温度计 (0-100°C); 250mL 烧杯; 针筒; 电吹风; 滴管; 擦镜纸

## 二、实验

### 2 实验步骤<sup>[1]</sup>

#### 1. 测定沸点

加入 20-25mL 纯乙醇, 开冷却水, 接通电源加热, 沸腾时液体恰接触温度计水银球, 蒸气在冷凝管中冷凝, 待温度读数稳定后, 记录温度计读数和辅助温度计读数。

#### 2. 取样分析

电源输出调零, 冷水浴处理, 干燥吸管分别取出蒸气冷凝液和烧瓶中冷凝液体。

### 3. 测定折射率

调节阿贝尔折光仪的超级恒温槽使仪器温度与工作曲线一致，分别测定冷凝液和液相样品的折射率，每个样品平行三次。依次向液相加入一系列浓度的环己烷，重复以上步骤，直到沸点不再下降（或者开始上升）及冷凝液和液相的折射率接近相等（组成差小于 0.05）为止。

重开一次反应，但在把原液体换成 30mL 环己烷，添加物为乙醇，重复以上步骤。

对温度进行露茎校正  $\Delta t = 0.000156h(t_1 - t_2)$ 。

对折射率进行仪器校正（根据纯物质的折射率和工作曲线对照）。

## 3 实验结果与分析

### 3.1 实验一

室内气温：20.0°C

室内气压：101.3kPa

水浴温度为 30.0 摄氏度

表 1 向乙醇中加入环己烷的实验结果（折射率为取平均结果）(由陈俊劭完成)

环己烷加入量 /mL	混合物沸点 /°C	气相 (冷凝液)	液相 (残留液)	气相 (冷凝液) (校正)		液相 (残留液) (校正)		温度计读数	露茎校正
		折射率	折射率	折射率	组成	折射率	组成		
0	78.37	1.3580	1.3579	1.3570	0	1.357	0	78.20	0.17
0.6	76.55	1.3685	1.3587	1.3675	12.00%	1.3578	0.80%	76.40	0.15
1	72.92	1.3839	1.3599	1.3829	31.30%	1.359	2.30%	72.80	0.12
3	69.48	1.3916	1.3646	1.3906	42.70%	1.3637	7.70%	69.40	0.08
3	67.67	1.3938	1.3688	1.3928	46.30%	1.3679	12.50%	67.60	0.07
4	66.16	1.3967	1.3735	1.3957	51.00%	1.3726	18.00%	66.10	0.06
5	65.65	1.3972	1.3793	1.3962	51.80%	1.3784	25.30%	65.60	0.05
6	65.26	1.3977	1.3834	1.3967	52.70%	1.3825	30.80%	65.20	0.06
7	65.05	1.3976	1.3886	1.3966	52.50%	1.3877	38.20%	65.00	0.05
7	65.05	1.3983	1.3926	1.3973	53.80%	1.3917	44.40%	65.00	0.05
5	65.01	1.3982	1.3950	1.3972	53.60%	1.3941	48.40%	64.95	0.06
7	64.95	1.3985	1.3977	1.3975	54.10%	1.3968	52.90%	64.89	0.06
5	64.96	1.3986	1.3995	1.3976	54.30%	1.3986	56.00%	64.90	0.06

表 2 向环己烷中加入乙醇的实验结果（折射率为取平均结果）（由叶青杨完成）

环己烷加入量/mL	混合物沸点/°C	气相 (冷凝液)	液相 (残留液)	气相 (冷凝液) (校正)		液相 (残留液) (校正)		温度计读数	露茎校正
		折射率	折射率	折射率	组成	折射率	组成		
0	80.68	1.4217	1.4217	1.4202	100.00%	1.4202	100.00%	80.50	0.18
0.2	79.77	1.4194	1.4216	1.4179	94.80%	1.4201	99.70%	79.60	0.17
0.3	74.31	1.4025	1.4204	1.4010	60.20%	1.4189	97.00%	74.20	0.11
0.5	67.95	1.4011	1.4190	1.3996	57.80%	1.4175	93.90%	67.90	0.05
1	65.43	1.4006	1.4173	1.3991	56.90%	1.4158	90.10%	65.40	0.03
1	65.23	1.3996	1.4145	1.3981	55.20%	1.4130	84.00%	65.20	0.03
3	65.03	1.3988	1.409	1.3973	53.80%	1.4075	72.60%	65.00	0.03
5	64.93	1.3987	1.3995	1.3972	53.60%	1.3980	55.00%	64.90	0.03
5	65.16	1.3979	1.3927	1.3964	52.20%	1.3912	43.60%	65.13	0.03

作图得到结果：

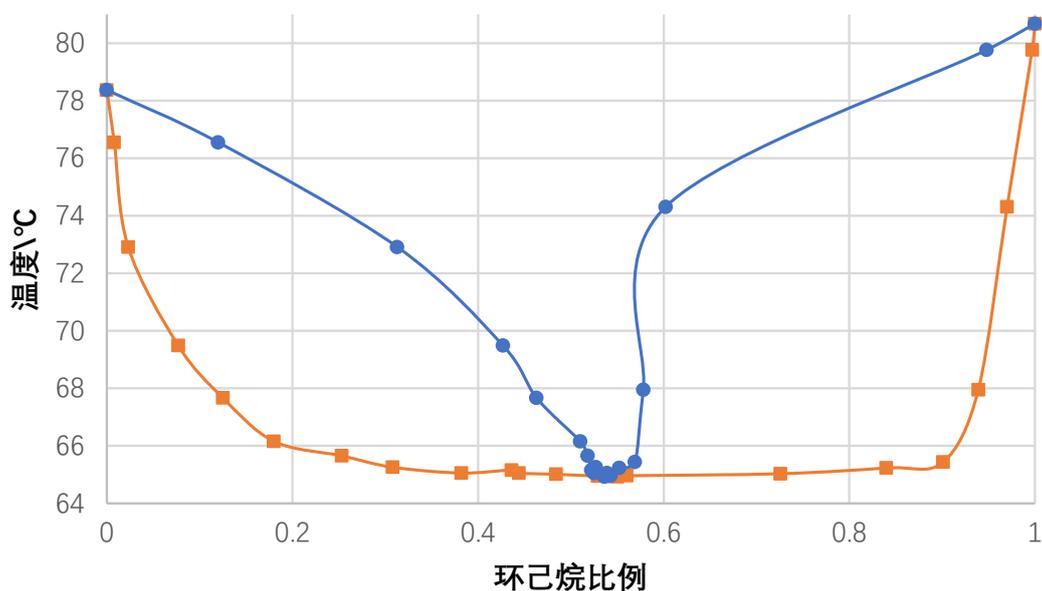


图 1 乙醇-环己烷二元体系的恒外压相图

第一组得到的结果为：

共沸点：64.95 摄氏度

环己烷比例：54.10%-54.30%

第二组得到的结果为：

共沸点：64.93 摄氏度

环己烷比例：52.20%-53.60%

数据库中的数据如下：

共沸点：65.20 摄氏度

环己烷比例：54.47%

## Search azeotropic data of organic mixtures

On this page you can check that a mixture of selected organic substances is *zeotropic* or *azeotropic*. The azeotropic information (boiling point/temperature, composition) is predicted, using the UNIFAC (modified, Dortmund version) model.

Find more information about [azeotropes](#) at Wikipedia

Find more information about the [method of prediction](#) in the About section.

Azeotropic data table				
Components	Pure compound boiling point	Azeotropic temperature	Azeotropic composition	Type of azeotropic point
---	°C	°C	mol fract.	---
ethanol cyclohexane	78.2218 80.7846	65.2042	0.455251 0.544749	Minimal boiling point

图 2 乙醇-环己烷体系的共沸点数据 [2]

与数据库的数据相比，本次实验测得的共沸点略低，环己烷比例略低。但均在合理的实验误差范围内。

考虑到纯态物质的沸点和折射率与数据库数据与工作曲线非常接近，故可以认为实验使用的物质的纯度较高，可能的实验误差主要来自实验内，比如在平衡时间不够导致气相冷凝液的比例不能表示气相中两物质的比例，或者是温度计读数被热空气影响而不是只是溶液等。有同学的加热棒大量暴露在液面上导致过热空气使温度计读数远远偏离实际液体温度。本实验中存在部分点温度偏高的情况，也可能是相同原因导致的。

折射率的测定过程中亦存在一定误差，在吸取液体进行测量时，液体挥发导致组分比例变化也可能造成可观的影响，这一点可以通过对照实验来完成，分别滴入不同滴数的液体，等待不同时间后进行测定，可以对这一因素进行半定量的分析，在本次实验中时间有限未分析测定。

## 四、参考文献

[1] 王国平, 张培敏, 王永尧. 中级化学实验 [M]. 北京: 科学出版社, 2017.

[2] <http://azeotrope.info/>