

- ・手書き
- ・A4 レポート用紙にまとめる
- ・実験 1 週後に実験室にて回収

実験実施日 平成 26 年 4 月 1 日

水とフェノールの相互溶解

C2

「である」調で統一

A1 班 応化 好代 (1111111)、応用 志太郎 (1111112)、化学 加奈 (1111113)

本人に下線

共同実験者

目的

異なる 2 種類の液体を混ぜたとき、お互いに一部ずつ溶かし合う相互溶解を生じることがある。本実験では、水とフェノールを使って相互溶解度曲線を作成することで相互溶解について理解する。

原理と概要

テキストの解説を解釈して背景をまとめる

水とエタノールは、どのような割合で混ぜても均一な溶液に混ぜ合わされる。水と油は逆に 2 相分離して混じり合わない。水分子同士、あるいは油分子同士が引き合う力が、水と油分子が引き合う力に比べて強いほど混じり合わなくなる傾向がある。多くの場合には、いくらでも混じり合う状態と全く混じり合わない状態の 2 つの極端な場合の間の状態を取り、どちらの液体ももう片方の液体を一部だけ溶解する。またこの状態は温度変化によって変化し、均一に溶解した状態と 2 相分離状態が現れることが知られている。

例えば水にフェノールを混ぜたとき、少量では溶けて均一になるのに対し、フェノールの比率が増加すると 2 相分離する。このときお互いに一部ずつ他方の液体を溶解しているため、2 相の容積比は元の比とは多少異なる比率に分離する。この 2 相分離する状態は加熱によって均一な溶液となり、またこの変化が起こる温度がフェノールの比率に依存する。この現象を相互溶解と呼び、溶液の比率と相互溶解を起こす温度の関係を示したものを相互溶解度曲線と言う。

本実験では、水とフェノールの混合溶液をそれぞれの比率を変えて作製し、温度変化における 2 相の混合状態の変化を調べて相互溶解度曲線を作成し、相互溶解現象について吟味した。

B2

実験の概要

実験方法

B3

再現できるだけの情報を

湯煎で溶解させたフェノールを、5 本の試験管にそれぞれ 1g、2g、4g、6g、7g となるように計り取り、どの試験管についても全量が 10g になるように純水を加えてからかきまぜ棒を通したコルク栓をはめた。各試験管をかきまぜ棒でかきまぜながら、一本ずつ水が入ったビーカー内で加熱し、2 相が均一な 1 相になる温度を記録した。加熱後、1 相になった溶液を放冷し、再び 2 相に分離する温度を記録した。この加熱と放冷の作業を、加熱が 1 回目より緩やかになるようにして再び繰り返し、1 度目で変化が起きた温度付近でよくかき混ぜながら正確に温度を計測した。このような測定を、5 本の試料全てについて行った。

2 度目の計測で得られた結果を測定値として用い、1 相になる温度と 2 相になる温度の平均値と、溶液の組成との関係をグラフに描き、相互溶解度曲線を作成した。

C4

スペースを入れる。
ex. 7 [スペース]

B4

過去形

B5

レシピのみ記載。箇条書きは NG

実験結果 実験方法を読まなくても大筋が分かるように記述

B14

導入

お互いの液体に一部ずつ溶解し合う 2 種類の液体を混合したときの挙動を調べるために、水とフェノールを比率を変えて混合し、溶解状態の変化の温度依存性を吟味した。フェノールの比率が異なるフェノールと水の混合溶液を 5 試料作製したところ、どの試料について

B15

実験内容の説明

B17

観察

でも室温ではフェノールが下になるように 2 相に分離しており、かきまぜると白濁した状態になった。これらの試料を加熱すると、白濁した溶液の濁りがある温度付近に近づくと薄くなり、ある点で透明な溶液に変化した。放冷時には逆に、透明な溶液から白濁状態への変化が確認できた。フェノールの比率が 1%、2%、4%、6%、および 7% の試料をそれぞれ試料 A、B、C、D、E とし、変化の起きた温度を表 1 にまとめてある。表に示すように、試料 A では 30 °C 以下で変化が見られるのに対し、フェノールの割合が増えるにしたがって相分離が変化する温度が上昇し、試料 C をピークに再び減少する挙動が見られた。

B6

実験中の観察事項

B16

図表に誘導

B6

表の説明と特徴だし

D2

図と表は別系統で通し番号

D2

表のキャプションは表の上

表 1 水とフェノールの混合溶液の相分離状態が変化した温度

試料	均一化した温度 (°C)	2 相分離した温度 (°C)	平均温度 (°C)
A	X_{A1}	X_{A2}	X_A
B	X_{B1}	X_{B2}	X_B
C	X_{C1}	X_{C2}	X_C
D	X_{D1}	X_{D2}	X_D
E	X_{E1}	X_{E2}	X_E

物理量は斜字体。ただし下付き部分は標準体

D8

太線、二重線など

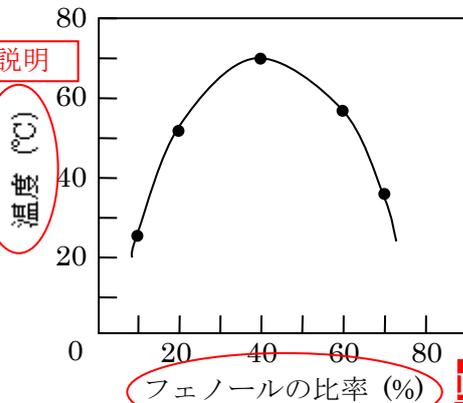
この挙動について、フェノールの比率に対する変化が起きる温度をプロットすると、図 1 のようなグラフが得られた。フェノールの比率が 40% のときに最も高い温度まで 2 相分離が保たれ、この点をほぼ中心に凸型の相互溶解度曲線となっていることが分かる。

B6

図の説明と特徴だし

D3-8

軸の説明



D2

図と表は別系統で通し番号

図 1

水とフェノールの相互溶解度曲線。フェノールの比率の変化に伴い、2 相分離状態から均一溶解状態への転移温度が変化する。

D2

図のキャプションは図の下

D2

タイトルに続けて簡単な説明をつけるとよい

考察 得られた結果や、特徴だした事項の原因などについて考察。外部資料を用いてよい

図 1 の相互溶解曲線に示すように、水とフェノールの溶解度はフェノールの比率に大きく依存し、フェノールの比率が 40 % になったときに X_c °C まで溶解しなくなった。比率が 50 % のときに極大値を取り、これを中心に比率の増加と減少に対して対称的な挙動を示すことはなく、水：フェノールが 6：4 のときに 4：6 のときよりも均一になりにくい。図からはむしろ 40 % より少し比率が下がった付近に極大値があるように思われる。これは水とフェノールが対照的な挙動を示していないことを表しており、水分子-水分子が相互作用をしている場に水分子-フェノール分子の相互作用が加わった場合と、フェノール分子-フェノール分子が相互作用をしている場に水分子-フェノール分子の相互作用が加わった場合が等価でないことに由来すると考えられる。つまり、フェノールに水が混じるよりも、水にフェノールが混じりにくいことを示している。恐らく、水分子-水分子は水素結合によって強い引力相互作用を持つために異分子が混入しても混合しにくく、そのため相互溶解度曲線の極大がフェノールの比率が 50 % 未満の点に現れる。ただし、フェノールは水酸基を有しており、水分子-フェノール分子の引力相互作用の寄与から、水と油のように完全に 2 相分離することなく一部溶解を起こしてエントロピーを増大させるために相互溶解状態が実現すると考えられる。

B8 結果で特徴だした事項の原因を考察

B7 断言と推論を明確に区別。

この相互溶解曲線の高温の領域では水とフェノールは溶解して 1 相になるのに対し、低温領域では 2 相分離する。このように高温で 1 相になるのは、低温では水分子とフェノール分子が別々に集まっていた状態から、熱によって分子の運動エネルギーが増加することで相互作用をしている水分子同士、フェノール分子同士が離れられる状態となり、溶解したと思われる。ただし、なぜこの変化の起こる温度が 2 相の比率に依存するかは分からない。

分らない事柄も記述

C3 受動態で表現。

参照文献番号

Campbell らによると相互溶解度曲線の極大値、つまり臨界溶解温度は 66.8 °C [2] であり、今回得られた X_c °C とはかなり近いものの、やや高温である。今回はフェノールの比率を 5 点だけ実験したため、最大値が得られた 40 % において臨界溶解温度に達していない可能性が高い。より正確な相互溶解度曲線を得るためには、フェノールの比率を細かく変えて実験する必要がある。また、溶液の攪拌が一定しておらず、白濁と透明な状態が攪拌の状態に影響し、誤差を生じた可能性がある。そのほか、溶液温度も直接測定せずに湯煎温度を測定した点、コルク栓による密封性も十分でなく、溶液の蒸発がある可能性がある点など、より正確な測定を行うために検討すべき課題が明らかとなった。

B9,14 参照文献の活用

まとめ 結果、考察で得られた主要な知見をまとめる

水にフェノールを混合すると、それぞれお互いを一部ずつ溶解する相互溶解が起きることが分った。また、2 相分離を起こした混合溶液を加熱すると均一な 1 相に混合した状態に変化し、冷却によって再び 2 相分離状態へと戻ることを確認した。今回実験した条件の中では、2 相分離状態はフェノールの比率が 40 % のときに最も高い x °C まで保たれ、それ以上温度が高くなるとすべての混合溶液が均一な 1 相状態となった。このような挙動が、2 種の液体の同種分子間および異種分子間の相互作用の強さから生じている可能性が示された。

B10 誤差の評価、実験の改善すべき点など

B13

参考文献

参考書や論文の参考文献覧に使
われているフォーマットで書く

1. 大阪大学教養部化学教室 編, 「基礎化学実験」, 学術図書出版会, p.173, (1982).
2. A. N. Campbell and A. J. R. Campbell, *J. Am. Chem. Soc.*, **59**, 2481 (1937).

宿題

1.
2.