

2024 ズバリ! 的中



化学

東京大学

ディーン・スターク装置を用いたエステル化を ほぼ完全に進行させる方法に関する問題が的中

入試問題

前期日程
第1問 | オ

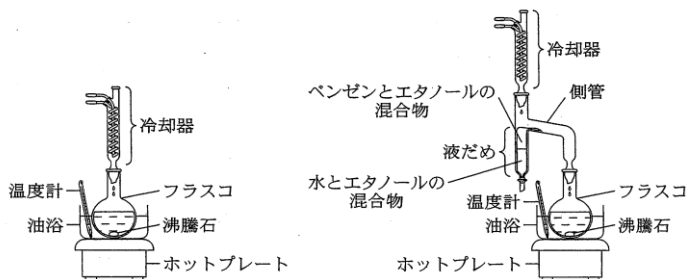


図1-1 改良前の実験装置

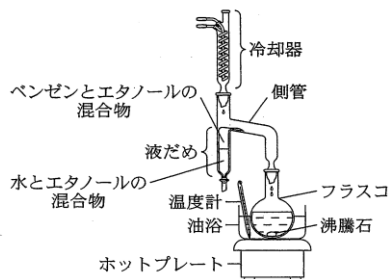


図1-2 改良後の実験装置

オ 下線部③について、下層の溶液の体積を測れば反応の進行度合いを知ることができる。ある時点においては、水とエタノールの混合物が52.0 mL 得られた。この混合物の組成は、水とエタノールを1:1の体積比で混合したものと同等であった。この時点では、全てのカルボキシ基のうち何%がエステル化されたと考えられるか。計算過程を示しつつ有効数字2桁で求めよ。

ただし、シュウ酸二水和物は溶媒に完全に溶解し、水和水は溶媒の一部として振る舞う。ここではエステル化のみが進行し、水の移動はエステル化の進行より十分速く、フラスコ内の水は全て液だめに移るものとする。水の密度は $1.00 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ として計算せよ。実験に用いたエタノールの純度は95.0% (体積百分率)で、残りの5.0%は水である。液体の混合による体積変化、およびベンゼンまたは濃硫酸に含まれる水は無視してよい。

河合塾

直前講習
東大化学テスト 第1講 第1問 II オ〜キ

II 次の文章を読み、問オ〜キに答えよ。

図1-5に示す装置を用いて、テレフタル酸のエステル化反応を行った。200 mLの丸底フラスコ a にテレフタル酸(5.0 g)、1-ノナノール $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_8\text{OH}$ (15 mL, 密度 $0.83 \text{ g}/\text{cm}^3$, 沸点 215°C)、濃硫酸(0.10 g)およびトルエン(100 mL, 密度 $0.87 \text{ g}/\text{cm}^3$, 沸点 111°C)を入れ、これらを 140°C の油浴で加熱した。図1-5の装置は次のような仕組みになっている。まずフラスコ a が加熱され、沸点に達した物質は蒸気となり、枝管 b を通って冷却管 c に達する。蒸気はここで冷やされて凝縮し、下方にある側管 d (容積 5.0 mL, 図1-6がその拡大図)にたまる。側管 d からあふれた液体は枝管 b を通ってフラスコ a にもどる。

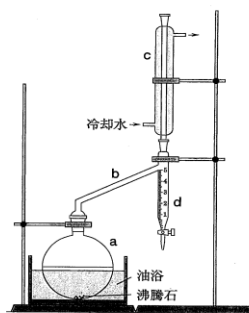


図1-5

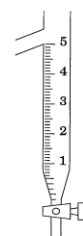


図1-6

[問]

- オ カルボン酸とアルコールからエステルが生成する反応は可逆反応である。テレフタル酸と1-ノナノールから中性の化合物が生じる反応の化学反応式を示せ。ただし、有機化合物は構造式で示せ。
- カ 本文で示した方法では、テレフタル酸はすべて消費されて中性の化合物に変化する。このとき、側管 d にたまっているすべての物質名とその体積を有効数字2桁で答えよ。なお、テレフタル酸およびその中性の化合物は沸点が高く、この条件では蒸発しない。
- キ 図1-5の装置を用い、トルエンの代わりにクロロベンゼン(100 mL, 密度 $1.11 \text{ g}/\text{cm}^3$, 沸点 131°C)を使って同様のエステル化反応を行ったところ、長時間加熱しても反応は完結しなかった。その理由を述べよ。