

強者の戦略

「2020年に向けての準備問題」

夏期講習もほぼ終わりましたが、この夏の目標は達成できましたか？もしできなかったなら、言い訳は無用です。その遅れを取り戻すよう全力を尽くしてください。

さて、今、大学入試の状況は大きく変わろうとしています。2020年から、センター試験に代わって「大学入学希望者学力評価テスト（仮称）」が実施されます。まだ検討段階なので問題形式については決まっていますが、少なくとも、これまでの暗記偏重型の問題から、思考力や表現力を問う形の問題に変わるという方針はほぼ変わらないと思います。

しかし、「思考力を問う」ことは、それ以前から入試問題においてなされています。例えば、見慣れないテーマの問題です。すなわち、見慣れないテーマのもとで、これまで学習してきたことを同様に実践できるかを問うのです。例えば、京都大学の特色入試や、大阪大学の挑戦枠（もう廃止が決まっていますが）では、大学の一般教養レベルのテーマを取り扱う出題がなされています。さらに、近年は他大学の入試でも同様の出題が散見されます。大学個別の入試の傾向として注意が必要かと思われます。もう一つの例は、データが与えられ、それをグラフなどに表した上でデータの解釈を要求する問題です。これは「大学入学希望者学力評価テスト」にも通ずる出題です。

今回紹介する2011年の大阪大学後期の問題は、これらの観点を凝縮したような問題です。少し古いですが、今後の入試問題がどうなるかについて、この問題から学ぶ点はあると思います。難易度はかなり高いですが、是非解いてみてください。

【問題】（都合上、問題文の一部を変更しています）

蒸留(分留)は、液体混合物から純粋な物質を得る精製法であり、同じ圧力でも物質ごとに沸点が違うことを利用している。ベンゼンとトルエンの2成分からなる液体混合物の蒸留について、次の記述をもとに以下の問1～問7に答えよ。解答はすべて解答用紙に記入すること。

図1は、純物質の蒸気圧 P (ベンゼン)および P (トルエン)の温度変化を示したものである。ベンゼンとトルエンの1atm(1.01×10^5 Pa)での沸点は、それぞれ80.1°C, 110.6°Cである。また、90.0°Cと100.0°Cにおける P (ベンゼン)は、それぞれ1.35atm, 1.80atmである。さらに、図1に示す温度域では、

$$P(\text{トルエン}) = 0.40 \times P(\text{ベンゼン}) \dots\dots\dots (a)$$

と表せることがわかっている。

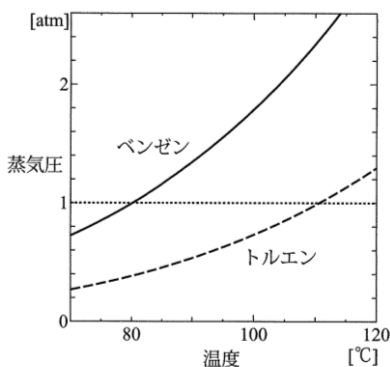


図1

強者の戦略

混合物ではモル分率を使って組成を表すこととし、液体の組成を x (ベンゼン)および x (トルエン)、蒸気の組成を y (ベンゼン)および y (トルエン)とする。混合蒸気ではドルトンの分圧の法則が成り立ち、混合物の全蒸気圧は、

$$P(\text{全}) = x(\text{ベンゼン}) \times P(\text{ベンゼン}) + x(\text{トルエン}) \times P(\text{トルエン}) \dots\dots\dots (b)$$

と表せることがわかっている。

問 1 80.1°C, 90.0°C, 100.0°C, 110.6°Cにおける組成 x (ベンゼン) ($0 \leq x(\text{ベンゼン}) \leq 1$)と全蒸気圧 $P(\text{全})$ [atm]の関係を、解答用紙のグラフにそれぞれ書き、順に(ア), (イ), (ウ), (エ)と記せ。グラフは x (ベンゼン)を横軸にとり、1目盛りを0.1とし、 $P(\text{全})$ を縦軸にとり、1目盛りを0.2atmとせよ。

問 2 沸点が90.0°C, 100.0°Cの混合液体について、その組成 x (ベンゼン)をそれぞれ計算し、小数点以下2桁まで求めよ。

問 3 液体の組成 x (ベンゼン)と蒸気の組成 y (ベンゼン)の関係を表す式を書け。

問 4 沸点が90.0°C, 100.0°Cの混合液体について、その組成 y (ベンゼン)をそれぞれ計算し、小数点以下2桁まで求めよ。

問 5 80.1°C, 90.0°C, 100.0°C, 110.6°Cにおける組成 y (ベンゼン) ($0 \leq y(\text{ベンゼン}) \leq 1$)と全蒸気圧 $P(\text{全})$ [atm]の関係を、解答用紙のグラフにそれぞれ書き、順に(オ), (カ), (キ), (ク)と記せ。グラフは y (ベンゼン)を横軸にとり、1目盛りを0.1とし、 $P(\text{全})$ を縦軸にとり、1目盛りを0.2atmとせよ。

問 6 組成 x (ベンゼン)と沸点の関係を解答用紙のグラフに書き、それに(ク)と記せ。また、組成 y (ベンゼン)と沸点[°C]の関係を同じグラフに書き、それに(コ)と記せ。グラフは x (ベンゼン)もしくは y (ベンゼン) (値はともに0以上1以下)を横軸にとり、1目盛りを0.1とし、沸点を縦軸にとり、横軸との交点は70°C, 1目盛りを5°Cとせよ。

問 7 ベンゼンとトルエンの2成分からなる混合液体では、蒸留によって純粋なベンゼンが得られる。上で得た結果をもとに、蒸留の原理を100字以内で説明せよ。