

こってりセンター化学 関東風 理論編  
溶液分野[溶解の仕組みと溶解度(1)(2)・コロイド溶液] 演習問題

旧課程から新課程に学習指導要領が変更されるにあたって、センター試験の科目も代わり、新課程「化学」の分野では今まで出題されていなかった、旧課程「化学Ⅱ」の気体や溶液の分野からも出題されます。

旧課程「化学Ⅱ」の以前の課程「化学 1B」の範囲では、センター試験でも気体や溶液の分野からの出題がありましたので、これをまとめて演習問題としました。

溶液分野[溶解の仕組みと溶解度(1)(2)・コロイド溶液]の授業を全て受け終わったら、力試しとして解いてみてください。解答・解説も最後につけておきます。

溶液の仕組みと溶解度(1)(2)・コロイド溶液の全ての授業についている資料は全部同じですので、必要な時に使ってください。

平成 13 年度 センター試験 本試験 化学 1B 第 2 問 問 5

問 5 次の文章中の空欄 **ア**・**イ** に入れる語句の組合せとして最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。 **5**

水分子は通すがスクロース(シロ糖)分子は通さない半透膜を中央に固定した U 字管がある。図 2 のように、A 側に水を、B 側にスクロース水溶液を、両方の液面の高さが同じになるように入れた。十分な時間をおくと液面の高さに  $h$  の差が生じ、**ア** の液面が高くなった。次に A 側と B 側の両方に、それぞれ体積  $V$  の水を加え、放置したところ、液面の差は  $h$  より小さくなった。ここで A 側から体積  $2V$  の水をとり除き、十分な時間放置したところ、液面の差は **イ**。ただし、A 側から体積  $2V$  の水をとり除いたときも、A 側の液面は U 字管の垂直部分にあるものとする。また、水の蒸発はないものとする。

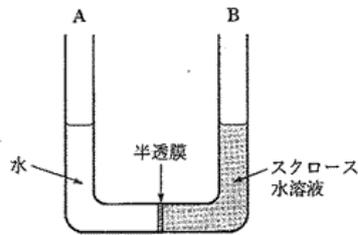


図 2

	ア	イ
①	A 側	なくなった
②	A 側	$h$ にもどった
③	B 側	なくなった
④	B 側	$h$ にもどった

平成 14 年度 センター試験 本試験 化学 1B 第 2 問 問 4

問 4 80℃で、100 g の硝酸カリウム  $\text{KNO}_3$  を水 100 g に溶かした。この溶液を 27℃まで冷却したところ、硝酸カリウムが析出した。次の問い(a・b)に答えよ。ただし、硝酸カリウムは、水 100 g に対して 27℃で 40 g、80℃で 169 g まで溶ける。

a 析出した硝酸カリウムの質量として最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 **5** g

- ① 100      ② 80      ③ 60      ④ 40      ⑤ 20

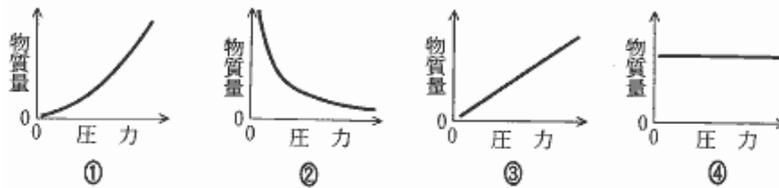
b 27℃における、この飽和水溶液 10.0 ml の質量は 12.0 g であった。この溶液のモル濃度として最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし、硝酸カリウムの式量は 101 である。 **6** mol/l

- ① 34      ② 29      ③ 4.8      ④ 4.1      ⑤ 3.4

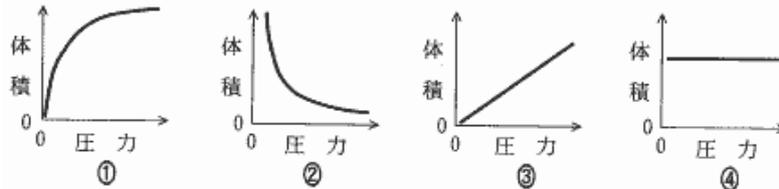
平成 14 年度 センター試験 本試験 化学 1B 第 2 問 問 1

問 1 温度一定で、圧力を変えて、一定量の水に溶解する窒素の量を調べた。下のグラフに、窒素の圧力(横軸)と、溶解した窒素の量(縦軸)の関係を示す。次の問い(a・b)に答えよ。ただし、窒素は理想気体とみなす。

a 溶解した窒素の量を物質量で示すグラフとして、最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。



b 溶解した窒素の量をそのときの圧力における体積で示すグラフとして、最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。



平成 15 年度 センター試験 本試験 化学 1B 第 2 問 問 3

問 3 溶液に関する記述として正しいものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① 同じ質量モル濃度の塩化ナトリウムの希薄水溶液とグルコース希薄水溶液の浸透圧は等しい。
- ② 溶媒と反応しない気体について、ある温度で一定量の溶媒に溶ける気体の質量は、圧力に関係なく一定である。
- ③ ヘキサンは、水に溶けにくいですが、ベンゼンにはよく溶ける。
- ④ 希薄なナフタレンのベンゼン溶液をゆっくりと冷却した場合、溶媒が凝固し始めると、溶液の温度は一定になる。
- ⑤ スクロース(ショ糖)水溶液の沸点は、水の沸点よりも低い。

平成 16 年度 センター試験 本試験 化学 1B 第 2 問 問 4

問 4 図 2 は、硝酸カリウムの溶解度(水 100 g に溶ける溶質の最大質量[g]の数値)と温度の関係を示す。55 g の硝酸カリウムを含む 60 °C の飽和水溶液をつくった。この水溶液の温度を上げて、水の一部を蒸発させたのち、20 °C まで冷却したところ、硝酸カリウム 41 g が析出した。蒸発した水の質量[g]はいくらか。最も適当な数値を、下の①~⑤のうちから一つ選べ。  g

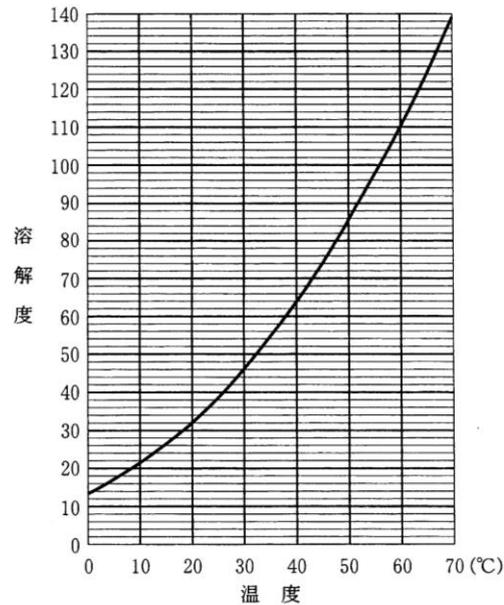


図 2

- ① 3      ② 6      ③ 9      ④ 12      ⑤ 14

平成 17 年度 センター試験 本試験 化学 1B 第 2 問 問 3

問 3 次に示す濃度 0.10 mol/kg の水溶液 a ~ c について、沸点の高い順に並べたものとして正しいものを、下の①~⑥のうちから一つ選べ。

- a 塩化マグネシウム水溶液
- b 尿素水溶液
- c 塩化カリウム水溶液

- ① a > b > c      ② a > c > b  
 ③ b > a > c      ④ b > c > a  
 ⑤ c > a > b      ⑥ c > b > a

こってりセンター化学 関東風 理論編

溶液分野[溶解の仕組みと溶解度(1)(2)・コロイド溶液] 演習問題解答・解説

平成 13 年度 第 2 問 問 5 ④

平成 14 年度 第 2 問 問 4 (a) ③ (b) ⑤

平成 14 年度 第 2 問 問 1 (a) ③ (b) ④

平成 15 年度 第 2 問 問 3 ③

平成 16 年度 第 2 問 問 4 ②

平成 17 年度 第 2 問 問 3 ②

平成 13 年度 第 2 問 問 5 ④

浸透圧とは、「半透膜を通して溶媒が溶液に浸透する圧力」のことでしたね。始めに、A 側に溶媒である水を、B 側に溶液であるスクロース水溶液を両方の高さが同じになるように入れています。B 側のスクロース水溶液の濃度を薄めようとして、A 側の溶媒の水が B 側に移動するので、B 側の液面が高くなりますね。よって、空欄アは B 側が答えです。

次に、A 側と B 側の両方にそれぞれ体積  $V$  の水を加え、放置すると液面の差は  $h$  より小さくなったとあります。ここで、A 側から体積  $2V$  の水を取り除くわけですが、体積  $2V$  の水を取り除いた後の最終的な状態を考えてみましょう。ポイントは、水が半透膜を通り抜けられることと、浸透圧は溶質の種類に関係なく溶質のモル濃度に比例することです。

B 側のスクロースの物質質量ですが、これらの操作では水を加えて取り除いているだけなので変化はありません。A、B に体積  $V$  の水をそれぞれ加え、A から体積  $2V$  の水を取り除いています。この操作の前後で U 字管全体の水の量に変化はありません。水は半透膜を自由に通り抜けられ、B 側のスクロースの物質質量と U 字管全体の水の量に変化はないので、操作前後すなわち空欄アと空欄イの条件は全く同じになります。このため、液面の差は  $h$  に戻ることであります。従って、空欄イは  $h$  にもどったが答えです。

よって、正解は空欄アが B 側、空欄イが  $h$  にもどったとなっている④になります。

平成 14 年度 第 2 問 問 4 (a) ③ (b) ⑤

溶解度とは、「溶媒 100g を使って飽和溶液を作る時に要した溶質のグラム数」でした。硝酸カリウムの溶解度は、水 100g に対して  $27^{\circ}\text{C}$  で 40g、 $80^{\circ}\text{C}$  で 169g とありますね。

今回は  $80^{\circ}\text{C}$  の水 100g に硝酸カリウム 100g を溶かしているので、溶解度の値がそのまま使えます。 $80^{\circ}\text{C}$  では硝酸カリウムは 169g まで溶けるので、加えた溶質は溶けきります。これを  $27^{\circ}\text{C}$  まで冷却すると、 $27^{\circ}\text{C}$  では硝酸カリウムは水 100g に対しては 40g までしかとけないので、残りの  $100 - 40 = 60(\text{g})$  が析出します。よって(a)の答えは③になります。

次に、 $27^{\circ}\text{C}$  における、飽和水溶液 10.0mL の質量が 12.0g であるときの溶液のモル濃度を求めます。まず、 $27^{\circ}\text{C}$  における飽和水溶液では、水 100g に対して硝酸カリウム 40g が溶

けているはずですね。飽和水溶液の質量 12.0g というのは、溶媒の水と溶質の硝酸カリウムの質量を足したもので、水と硝酸カリウムは質量で 100 : 40 の割合で含まれます。ゆえに、硝酸カリウムの質量は、 $12.0 \times \frac{40}{100+40} (g)$  と表されます。従って、硝酸カリウムの物質量は  $12.0 \times \frac{40}{100+40} \div 101 (mol)$ 、溶液のモル濃度は  $12.0 \times \frac{40}{100+40} \div 101 \div \frac{10.0}{1000} = 3.39 (mol/L)$  と求められるので、答えは⑤の 3.4mol/L となります。

平成 14 年度 第 2 問 問 1 (a) ③ (b) ④

ヘンリーの法則とは、「一定体積の液体に溶ける気体の溶解度は、温度一定でその気体の圧力(分圧)に比例する」でしたね。気体の溶解度とは気体の物質量を指し、一定量の液体に溶ける気体の物質量は気体の圧力に比例しますが、ボイルの法則により一定量の気体の体積は圧力に反比例するので、一定量の液体に溶ける気体の体積は圧力によらず一定となります。従って、正解は(a)が③、(b)が④となります。

平成 15 年度 第 2 問 問 3 ③

溶液に関する記述として正しいものを選びます。選択肢は全て吟味しておきましょう。

- ① 浸透圧に関する記述です。浸透圧は、溶質の種類に関係なく溶質のモル濃度に比例します。一見、正しく見えてしまう選択肢ですが、沸点上昇・凝固点降下と同様に、溶質が電解質の場合には、溶質の電離度に応じて溶質粒子の数が増加します。ここでは、塩化ナトリウムが溶液中で電離するので、塩化ナトリウム水溶液の溶質粒子の物質量はグルコース水溶液の 2 倍となり、浸透圧も 2 倍になるので、この選択肢は誤りです。
  - ② ヘンリーの法則を思い出してください。一定量の液体に溶ける気体の物質量は気体の圧力に比例しますが、一定量の液体に溶ける気体の体積は圧力によらず一定となりますね。このため、気体の質量(=物質量に比例)ではなく、気体の体積が圧力に関係なく一定となります。この選択肢は誤りです。
  - ③ ヘキサンは無極性分子であり、極性分子の水には溶けにくく、無極性分子のベンゼンに溶けやすくなるのでこの選択肢が正解です。
  - ④ 希薄なナフタレンのベンゼン溶液は、純物質ではなく混合物です。溶液の凝固では、溶媒から先に凝固が起こっていくので、凝固が進むにつれ、残った溶液の濃度は次第に増加してゆきます。凝固点降下度は、溶液の質量モル濃度に比例するので、凝固が進めば進むほど混合物の凝固点は下がります。従って、混合物の凝固点は一定ではなく凝固が進むにつれ、徐々に下がっていきます。逆に、純溶媒ではこのような現象が起こらないので、凝固点は一定です。ゆえに、この選択肢は誤りとなります。
  - ⑤ スクロース(ショ糖)水溶液の沸点は、希薄溶液の沸点が純溶媒よりも高くなる沸点上昇が起こるので、水の沸点よりも高くなります。ゆえに、この選択肢は誤りです。
- ①～⑤をまとめると、正解は③になります。

平成 16 年度 第 2 問 問 4 ②

溶解度に関する問題です。水を蒸発させて溶媒の量が途中で変わっていることに注意してください。蒸発した水の量を求めるには、蒸発する前の水の量から、蒸発した後に残った水の量を引けばよいのです。

まず、55g の硝酸カリウムを含む 60°C の飽和水溶液に注目して、蒸発する前の水の量を求めましょう。60°C における硝酸カリウムの溶解度をグラフから読み取ると、60°C の水 100g に対し、硝酸カリウムは 110g 溶けることがわかります。このことから、55g の溶質が溶ける溶媒の水の量は 50g になりますね。これで、最初の溶媒の水の量がわかりました。

次に、溶質が析出した後の溶媒の水の量を求めましょう。硝酸カリウムが 41g 析出したとあるので、まだ溶媒に溶けている溶質の量は、 $55 - 41 = 14(\text{g})$  となります。20°C における硝酸カリウムの溶解度をグラフから読み取ると 20°C の水 100g に対し、硝酸カリウムは 32g 溶けるので、14g の溶質が溶ける溶媒の水の量は  $\frac{14}{32} \times 100 = 43.75(\text{g})$  となります。

よって、蒸発した水の質量は、 $50 - 43.75 = 6.25(\text{g})$  より、正解は②になります。

平成 17 年度 第 2 問 問 3 ②

沸点上昇とは、「希薄溶液の沸点上昇度は、溶質の種類に関係なく、溶質の質量モル濃度のみに比例する」でしたね。ポイントは、「電解質溶液の場合、溶質がイオンに電離するので、同濃度の非電解質水溶液に比べて溶質粒子数が多くなり、沸点上昇度も比例する」ことです。まずは、電離式を書いて溶質粒子(分子やイオン)の総物質量を計算しましょう。濃度 0.10mol/kg の水溶液であるので、

a 塩化マグネシウム水溶液

$\text{MgCl}_2 \rightarrow \text{Mg}^{2+} + 2\text{Cl}^-$  となるので、溶質粒子の濃度は 0.30mol/kg になります。

b 尿素水溶液

非電解質なので、溶質粒子の濃度は 0.10mol/kg になります。

c 塩化カリウム水溶液

$\text{KCl} \rightarrow \text{K}^{+} + \text{Cl}^{-}$  となるので、溶質粒子の濃度は 0.20mol/kg になります。

ゆえに、溶質粒子の濃度は、 $a > c > b$  となります。溶液中の溶質粒子の濃度と沸点上昇度は比例するので、沸点が高い順に  $a > c > b$  となります。よって、正解は②です。

凝固点降下度の場合は、凝固点の下がる幅が  $a > c > b$  となるので、融点は高い順に  $b > c > a$  と沸点上昇の場合とは逆になることに注意してください。