高校化学 L01 第 77 講 気体の溶解度

対象：高 2 相当

この講でできるようになること

- 気体の溶解量が温度によって変化する傾向を説明できる。
- 気体の溶解量が、その気体の分圧によって変化する傾向を説明できる。
- 気体の溶解量を比較するとき、そろえるべき条件を判断できる。
- 気体が溶ける速さと、十分時間が経った後に溶けうる量を区別できる。

1. 気体が水に溶ける量

気体の溶解度を考える条件

気体が水にどれだけ溶けうるかは、気体の種類だけでなく温度や、その気体が水に接しているときの分圧にも関係する。

この講では、同じ気体・同じ水・同じ水質量を比較し、指定した温度と気体の分圧を外部から一定に保ったまま十分な時間を置いたときに、どれだけ溶けうるかを考える。

実際に入れた量と溶けうる量を区別する

水に少量の気体しか供給していなければ、その条件でさらに多く溶けうる場合でも、実際に溶けている量は少ないことがある。 したがって、「今何 g 溶けているか」と「その温度・分圧で最大どの程度まで溶けうるか」は別の量として考える必要がある。

2. 温度と気体の溶解量

通常は低温ほど多く溶けやすい

通常の水への気体の溶解では、同じ気体・同じ水質量・同じ気体分圧で比較すると、**温度が低いほど気体が多く溶けうる傾向**がある。 ただし、すべての気体・溶媒・条件について例外なく成り立つ万能な規則として扱うのではなく、対象となる気体と条件を確認して判断する。

温度だけを変えて比較する

温度による違いを調べるには、気体の種類、水の量、その気体の分圧などを同じにして比較する必要がある。 複数の条件を同時に変えると、どの条件が溶解量の違いを生んだのか判断できなくなる。

3. 気体の分圧と溶解量

同じ温度なら分圧が大きいほど多く溶けやすい

同じ気体・同じ水質量・同じ温度で比較すると、水に接しているその気体の**分圧が大きいほど、多く溶けうる傾向**がある。

この講では、この大小関係を定性的に扱う。分圧を 2 倍にしたとき溶解量も何倍になるかという定量的な比例計算は扱わない。

©ミライコーチング

混合気体では全圧ではなくその気体の分圧を見る

水が混合気体に接している場合、ある成分気体の溶解を考えるときに重要なのは、その成分の**分圧**である。 全圧が同じ二つの混合気体でも、目的の気体の分圧が異なれば、同じ溶解条件とはいえない。

4. 溶ける速さと十分時間後の量

かき混ぜるときに変わるもの

水と気体をかき混ぜると、気体と水が接触する機会が増え、十分な状態に達するまでの速さが大きくなることがある。

一方、同じ温度・同じ気体分圧で十分な時間が経った後に溶けうる量が、かき混ぜただけで無条件に増えるとはいえない。速さと最終的な溶解量を区別する必要がある。

例題

例題 1

水と反応しない仮想気体 X について考える。X は、この温度範囲では「低温ほど多く溶けうる」「X の分圧が大きいほど多く溶けうる」という通常の傾向に従うものとする。

いずれも水 100 g を用い、十分な X を外部から供給して温度と X の分圧を一定に保ち、十分な時間を置く。

- 条件 A：10 ℃、X の分圧 100 kPa
- 条件 B：30 ℃、X の分圧 100 kPa
- 条件 C：10 ℃、X の分圧 200 kPa

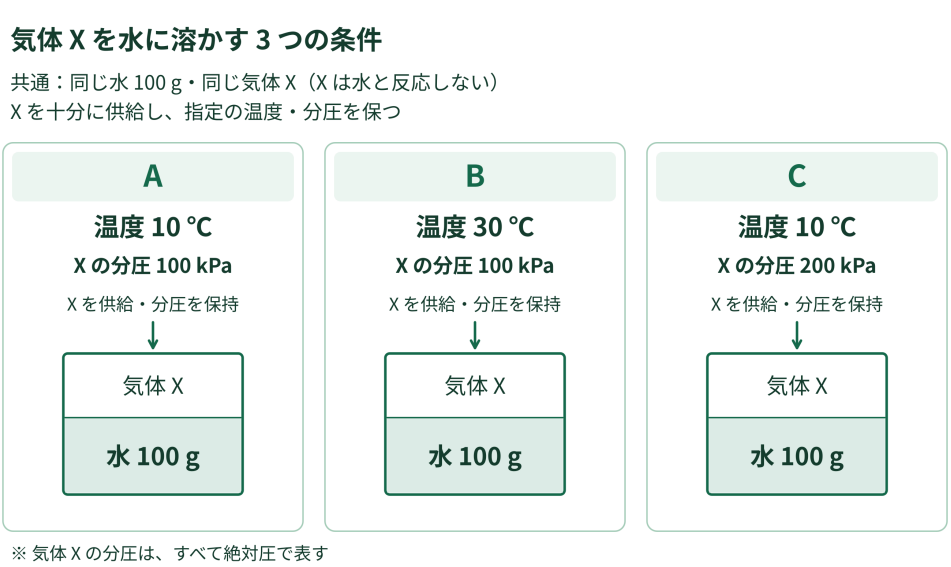


図 1　温度と気体 X の分圧を変えた三つの条件。

1. 条件 A と B では、十分時間後に X がより多く溶けうるのはどちらか答えよ。また、この比較でそろっている条件を説明せよ。
2. 条件 A と C では、十分時間後に X がより多く溶けうるのはどちらか答えよ。また、この比較から溶解量が何倍になるかまで決められるか説明せよ。

©ミライコーチング

解答・解説

1.
A と B では、水の質量 100 g、気体の種類 X、X の分圧 100 kPa が同じであり、温度だけが異なる。 この条件では低温ほど多く溶けうる傾向に従うので、10 ℃の **A の方が B より最大溶解量が大きい**。

2.
A と C では、水の質量、気体の種類、温度 10 ℃が同じで、X の分圧だけが異なる。 分圧が大きいほど多く溶けうる傾向に従うため、**C の方が A より最大溶解量が大きい**。ただし本講では定量的な比例関係を扱わないので、200 kPa であることだけから「A の 2 倍溶ける」とまでは判断しない。

例題 2

冷えた炭酸水の容器を開栓すると、液体中に気泡が現れた。開栓前後で温度は同じ、水の量の変化は無視でき、開栓によって外部へ開放されたため、炭酸水に接する二酸化炭素の分圧は開栓前より低くなったものとする。



図 2　開栓した炭酸水のイメージ。

1. 温度が変わっていなくても、開栓後に気泡が生じる理由を説明せよ。
2.「この気泡は、水が沸騰して生じた水蒸気である」という説明の誤りを述べよ。

解答・解説

1.
開栓すると、炭酸水に接する二酸化炭素の分圧が低下する。同じ温度では二酸化炭素の分圧が低いほど水中に溶けていられる量が小さくなるため、余分な二酸化炭素が液体から出て気泡となる。

©ミライコーチング

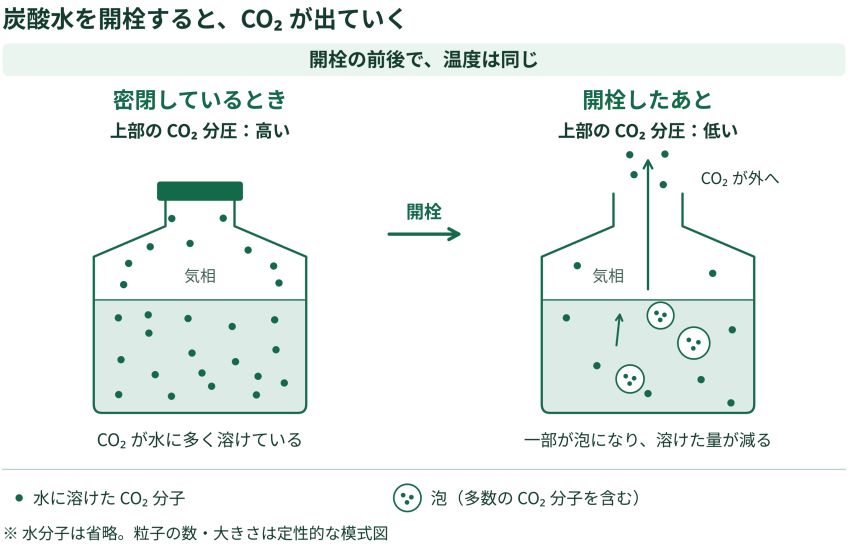


図 3　開栓で二酸化炭素が液体から出る様子の模式図。

溶けていた二酸化炭素が消滅したのではなく、液体中に分散した状態から気体として集まった状態へ移ったのである。

2.
条件では開栓前後の温度は同じであり、加熱や沸騰は行っていない。観察された気泡は、分圧の低下によって水中から出てきた**二酸化炭素**として説明できる。 したがって、気泡が見えたことだけを理由に水が沸騰して水蒸気になったと考えるのは誤りである。

演習問題

演習 1

水と反応しない仮想気体 X について、この温度範囲では低温ほど多く溶けうる通常の傾向に従うものとする。

同じ X、同じ水 100 g、同じ X の分圧 100 kPa を用い、5 ℃と 25 ℃でそれぞれ条件を一定に保って十分な時間を置く。

1. 5 ℃と 25 ℃では、どちらの水に X がより多く溶けうるか答え、その理由を説明せよ。
2. 温度による溶解量の違いを公平に比較するため、温度以外に同じにしておくべき条件を二つ答えよ。

演習 2

水と反応しない同じ仮想気体 X について、同じ量の水を 20 ℃に保つ。容器 D では X の分圧を小さく、容器 E では X の分圧を大きく保ち、どちらにも十分な X を供給して十分な時間を置く。

1. D と E では、どちらで X の最大溶解量が大きいと考えられるか答え、その理由を説明せよ。
2. X を含む混合気体が水に接している場合、全圧だけを比べて X の溶けやすさを判断できるか答え、必要な圧力条件を説明せよ。

©ミライコーチング

演習 3

同じ種類の気体 X と同じ量の水を用い、温度と X の分圧を同じ値に保つ。実験 A では水と気体をかき混ぜ、実験 B では静かに置いておく。

1.「かき混ぜた A では、十分な時間が経った後の最大溶解量も必ず B より大きくなる」という説明の誤りを述べよ。
2. 気体が水に溶ける速さと、十分時間が経った後に溶けうる量の違いを説明せよ。

演習 4

密栓された同じ種類の炭酸水を開栓して外気に触れさせたうえで温度も上昇した場合を考える。水の量の変化は無視し、二酸化炭素と水の反応の詳細は扱わない。

1. 温度上昇と二酸化炭素の分圧低下が、それぞれ水中に二酸化炭素が溶けていられる量へどのように働くか、二つの要因を分けて説明せよ。

演習問題の解答・解説

解答 1

1.

この問題では気体の種類、水の量、X の分圧が同じで、温度だけが異なる。 通常の傾向では低温ほど気体が多く溶けうるため、**5 ℃の水の方が 25 ℃の水より X の最大溶解量が大きい**。

2.

温度の影響だけを比べるためには、少なくとも**水の質量**と **X の分圧**を同じにする必要がある。

さらに、この問題では気体の種類も同じ X としている。異なる気体では溶けやすさそのものが異なるため、同じ種類の気体を比べることも前提である。

解答 2

1.

温度、水の量、気体の種類が同じなので、X の分圧が大きい **E の方が最大溶解量は大きい**と考えられる。 同じ温度では、水に接するその気体の分圧が大きいほど多く溶けうる傾向があるためである。

2.

全圧だけでは判断できない。 混合気体では、X の溶解を考えるときに必要なのは X 自身の分圧である。 全圧が同じでも X の割合が異なれば X の分圧は異なるため、X が水に溶けうる量の条件も同じとはいえない。

©ミライコーチング

解答 3

1.

かき混ぜることで気体と水の接触が進み、十分な状態へ達するまでの速さが大きくなることはある。しかし、温度と X の分圧が同じなら、かき混ぜたことだけを理由に十分時間後の最大溶解量が必ず増えるとはいえない。

したがって、「かき混ぜるほど最終的に必ず多く溶ける」と考えるのは誤りである。

2.

溶ける速さは、ある時間内にどの程度溶解が進むかを表す。一方、**十分時間後に溶けうる量**は、温度や気体の分圧などで決まる最終的な状態に関する量である。

かき混ぜ方などは到達までの速さへ影響することがあるが、それと十分時間後の溶解量は区別して考える必要がある。

解答 4

1.

温度の要因では、通常の水への二酸化炭素の溶解では**温度が上がると溶けていられる量が小さくなる方向**に働く。

分圧の要因では、開栓によって水に接する二酸化炭素の分圧が低下するため、これも**二酸化炭素が水中に溶けていられる量を小さくする方向**に働く。したがって、この条件では二つの変化がともに二酸化炭素を液体から出やすくする方向に作用する。