

水と空気に力

【問題】

水と空気が入った注射器をとじてピストンに力を加えると、空気や水の体積はどうなるか？ この実験を予想すると考えつかない答えが出てきました。

【子どもたちの答え】

- 空気の体積は小さくなる → この答えは全員一致していた。
- 水の体積は変わらない → 教科書などに出ている答え
- 水の体積はふえる。 わずかであるが2人答えた。

(なお、水の体積はへるという答えはなかった。でも考えられることです)

【2人の理由】

- ① 空気の体積が小さくなった分、水の方へ移って、水の体積は大きくなるからと思う。
- ② 力が強くなると水の中へ空気がとけて、水の体積は大きくなるからと思う。

【コメント】

① の考え方について

閉じ込められた系で物理的に空気に力を加えると空気から水の方に力が加わる。水の中に空気が入って行って押し広げるというのである。発想は袋の中にたくさんのものを入れると袋が膨らむイメージであろう。

② の考え方について

ヘンリーの法則を知らずに言っているのです。さとうを水の中でかき混ぜたり、おしつけたりすると、さとうは水にとけやすくなる。このことを空気と水に当てはめると、空気に力を加えると空気は水にとけると考えたのでした。

【ヘンリーの法則からの計算】

空気に2倍の力を加えると、空気が水にとける量は2倍になるという法則です。高校で学習することです。しかし、定性的にはわかります。たとえば、魚を水槽で飼う時、エアポンプで空気を送ります。空気を水にとかすためです。

どのくらいとけるか計算してみましょう：

1気圧で 1cm^3 の水に対して、 20°C では 0.019cm^3 の空気がとけます。空気の体積を $1/2$ になるように圧力を2倍加えた場合、溶解した体積は 0.038cm^3 となります。重さにするとおよそ 0.00005g になります。水 10cm^3 (g)にとけた空気は 0.5mg です。もし、4倍の力を加えても 1mg すなわち 0.001cm^3 しか水の体積は大きくなりません。空気が水にとけることによって、水の体積はほんのわずかに大きくなりましたが、とても目には見えません。

【応用】

それでは、体積が大きくなるというのは間違いかと言いますと、間違いではありません。

もし、二酸化炭素を使うと、とける体積が空気の 50 倍ほどになります。10 cm³の水を使い、2 倍の力を加えると、1 cm³ほど水の体積は大きくなると計算できます。これならよく見ると体積が大きくなったのが見ることができるはずです。ペットボトルに水を半分ほど入れ、空気の部分を二酸化炭素でおきかえ、栓をして振ると、ペットボトルはへこみます。これは 6 年生の実験です。ふたを開けて水の体積をみると大きくなっていると気づきます。

しかし、4 年生では空気だけですから、この実験例を使えません。力を加えて体積がへった分が水の中へ行ったという考え方やイメージの持ち方は大変素晴らしく、気が付かない発想です。これを大切にしたいですね。