学習支援室番外③ : モルがよく分からない…

化学の授業でモルって出てくるけど…あの計算って何なの?! これまた、看護師国家試験では出てこないけれど、化学では避けて通れない道。 それじゃ、化学解説シリーズ第二弾、はじめましょうか。

いきなりですが、

「炭素 18gと水蒸気 220は、どちらが多いですか」と聞かれたら、どうします?…は?

片方は重さのグラムで、もう片方は体積のリットル?比べられないよ! そうですね、違う単位のものを比べることはできません。 でも、ある基準を設定してあげるとで、ちゃんと答えを出せるようになるのです。 そのためのキーワードが、「アボガドロ数」と「モル」なんです。

まず、アボガドロ数は 6.02 * 10²³。どの教科書にも載っています。 これ、番外②でお話した原子や分子、イオンの数です。

ここで、数字の単位についてちょっと脱線。

私達はある単位の前に文字を付け加えることで

とても大きな数やとても小さな数を表すことができます。

例えば、メートル (m) は長さの単位。

この前にキロ(k)を付けると、1000倍の1000mの意味になります。

逆にミリ (m) を付けると、1/1000 倍の 1mmの意味ですね。

このように、基本は3桁ごとに単位に付け加える文字が出てきます。

大きくなる方は 1,000 倍のキロ、1,000,000 倍のメガ (M) …。

…はい、この時点でこの文字を付け加える必要性が分かってもらえると思います。

全部何倍かをそのまま書くと大変だし、読むほうも読みにくいのです。

これ「10の何乗」という話も同じこと。 G (ギガ) 1*10 m 1,000 倍までなら、 M (メガ) 1*106m-別に103と書かなくても間違わないと思いますが。 k (丰口) 1*10³m — 1,000,000 倍辺りから 他の単位(重さとか)でも -1m106と書きたくなってきますね。 使えるよ! m (ミリ) 1*10⁻³m — 小さくなる方も同じです。 1/1,000 (10⁻³) はミリ (m)、 д (マイクロ)1*10⁻⁶m — 1/1,000,000 (10.6) はマイクロ (μ) …。 n (ナノ) 1*10⁻⁹ m

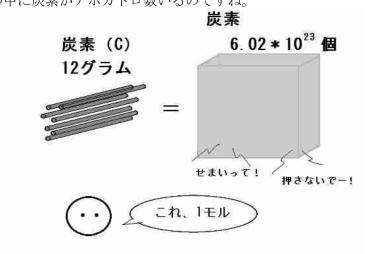
残念ながら、 10^{23} には特別の接頭文字はありません。 仕方ないので、 $6.02*10^{23}$ のままで覚えてください。

ある原子(分子、イオン)を $6.02*10^{23}$ 個集めた箱のことを、 私達は 1 モルと呼ぶことにしました。

こうすれば何かを1モル集めたときに、少なくとも個数という基準が一緒ですから、「比べる」ということが可能になります。

…残念ながら原子、分子、イオンは小さすぎて目に見えないので、「集めたぞ」とか「集まってるぞ!」という実感がわきませんが。例えば、炭素Cはアボガドロ数集めると、12グラムになります。これが、炭素1モル。

シャーペンの芯を12グラム集めると、その中に炭素がアボガドロ数いるのですね。



そしてこの「12 グラム」という数字、質量数 12 と同じです。 これは偶然ではなく、「そうなるように」最初に設定したから。 なーんだ…ではありません。

こう定めたことで、他の原子・分子・イオンに色々な応用が利くようになったのです。 水は常温で液体ですから、アボガドロ数集めると質量数の和、18 グラム。

(H が 2 個で O が 1 個だから、1+1+16=18)

そう、化学式が分かり、質量数が分かれば、その物質1モルの重さははすぐに出るのです。

…そんなこといっても、水が気体になったらグラムで計れないよ! 役に立たないじゃない!

そうですね。

せっかくわざわざ統一基準を定めようとしているのに、 気体は別規格!なんてことになっては困ります。 そこで出てくるのが、標準状態における気体の1モルです。 標準状態は0C、1気圧ですが、そこは「そんなもんかー」でオーケー。 大切なのは「何か1モルを気体にしたら、全部22.4 リットルになること」です。 ドライアイス(二酸化炭素: CO_2)1 モル 44 グラムを、気体にしたら22.4 リットル。 水(H_2O)1 モル 18 グラムを、気体にしても22.4 リットルです。 これなら、体積(リットル)さえ分かれば、何モルあるか分かりますね。 つまり、個数で「比べる」ことができるのです。

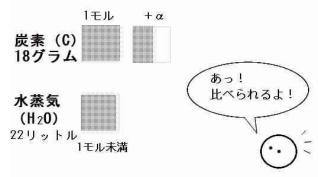
じゃあ、最初の変な質問に答えてみましょう。 炭素の1 モルは12 グラムですから、

18 グラムには1モル以上の個数の炭素がありますね。

かたや水蒸気(水の気体)の1モルは…22.4リットルですから、

22 リットルの中にいる水分子は1モルより少ない個数だ、と分かりますね。

だから、答えは「炭素18グラムの方が多い」です。



…で?物の個数が分かって、なんかいいことあるの?

ごもっとも。

でも、一定の量の中に物質が何個入っているかが分かると 大事なことが分かるようになります。

例えば、入院した時に点滴を受けることがあります。

看護学科の皆さんはいずれ「点滴をする方」になりますね。

皆さん、生理食塩水は知っていますね。

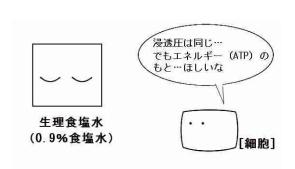
0.9%の食塩水で、細胞の浸透圧と同じなので、

細胞が水だらけで苦しくなったり水不足で干からびたりすることのないように 調節した物です。

でも、確かに細胞にやさしく水分は補給できますが、

細胞のご飯…エネルギー源は含まれていません。

細胞の代謝(狭い意味での代謝)には、糖が欲しいところ。



細胞の浸透圧とバランスをとりつつ、糖も加えた点滴液の1つにハルトマン液があります。 例えばハルトマン液 (1000ml 入り)、には乳酸が28ミリモル含まれています。 …これ、乳酸何個でしょう?

1 モルは 6.02 * 1023 個でしたね。

「ミリ」は10-3を示す文字ですから…28ミリモルは

 $(6.02*10^{23})*28*10^{-3}=128.56*10^{20} = 1.3*10^{22}$ 個入りだと分かるのです。 乳酸は、肝臓でグルコースにできましたよね。

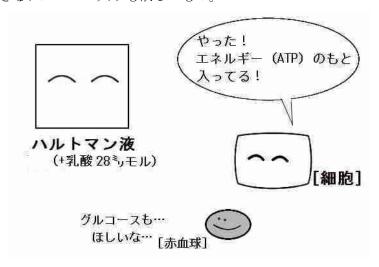
そう、授業でやったように「2 個の乳酸から 1 個のグルコースを糖新生」です。 だからグルコースが約 $0.65*10^{22}=6.5*10^{21}$ 個、ですね。

人間の細胞は約37兆個(37*10¹²個)とされているので、

糖新生したあとのグルコースにありつけなーい!なんて細胞はいなさそうです。

でも…やっぱり1手間かかっているのは事実。

肝臓で糖新生の手間をかけずに細胞の代謝ができるグルコース入りも欲しいもの。



だから、ハルトマン液にグルコース 5%を加えたものがあります。 それが「ハルトマン液 \mathbf{D} 」。

…5%?どれくらいグルコースが溶けてるの? そのお話は、次の紙面「溶解が分からない!」でやることにしましょう。

少なくとも、「モル」はわけの分からないものではなくなりましたね。とても便利な基準ですから、どんどん使いこなしていきましょう!