Ｑ２　弱酸のお酢（CH_3COOH）はわずかしか電離しない。

電離度αは１より十分小さいものとして、

お酢の 0.2 モル/リットル水溶液の電離度αと pH を求めよ。

このときの電離定数Ｋａは $Ka=1.80\times10^{-5}$ モル/リットルで、

ルート 10＝3.16、log2＝0.301、log3＝0.477 とする。

考えていく順番

①電離と電離度って…なんだっけ？：3-3

→まず、Ｑ１で電離について理解したよね。

完全電離なら、水中で全部＋イオンと－イオンに分かれていること。

（例としては塩酸：$HCl \Leftrightarrow H^+ + Cl^-$　強酸だ！）

逆に一部しか電離しないものもある。

本問のお酢（酢酸：CH_3COOH）は、一部電離の弱酸だね。

（$CH_3COOH \Leftrightarrow CH_3COO^- + H^+$　）

この両方向矢印が同じ速度になって

「見かけ上動かなくなった」ときが電離平衡。

分子が（水中で）分かれてイオンを生じる度合いが電離度。

電離前の分子（ここではCH_3COOH）量をもとに、

電離したイオン（ここではH^+）の比を取ったものが、αだね！

②電離度αの計算

→電離定数の式は、濃度ｃ［モル/ℓ］、電離度αを使うと…（まとめ３の式）

$$\frac{c\alpha^2}{1-\alpha} \fallingdotseq c\alpha^2 \fallingdotseq Ka$$

☆左辺と中辺が≒になるためには、αがとっても小さい必要があるね！

＊ここは化学平衡の法則から書くと…

平衡時の濃度は　$CH_3COOH \Leftrightarrow CH_3COO^- + H^+$

［ｃ（1-α）］　［ｃα］　［ｃα］なので

$$Ka=\frac{c\alpha\times c\alpha}{c(1-\alpha)}=\frac{c\alpha^2}{1-\alpha}$$

ね？上の式になったでしょ？

上の式を変形すると、$\alpha^2=Ka\div c$　なので…$\alpha=\sqrt{(Ka\div c)}$　…★

★に c ＝0.2 モル/リットル、Ka＝1.80×10^{-5}モル/リットルを入れると…

$\alpha=\sqrt{\{(1.80\times10^{-5})\div0.2\}}$　…おおっと、変な割り算だー！

ルートの中は $\dfrac{1.80\times10^{-5}}{2\times10^{-1}}=\dfrac{18\times10^{-6}}{2\times10^{-1}}=9\times10^{-5}$　…ここまでいい？

$9=3^2$だし、

10^{-5}は強引に $10^{-6}\times10$ {＝（10^{-3}）$^2\times10$）にできるから…

$\alpha=\sqrt{(3^2\times10^{-6}\times10)}$

$=\sqrt{\{(3\times10^{-3})^2\times10\}}$　　ここで 2 乗になったところは√外して

$=3\times10^{-3}\sqrt{(10)}$　　問題文から「ルート 10＝3.16」なので

$=3\times10^{-3}\times3.16$

$=9.48\times10^{-3}$　　…できた！

③pH の計算

→pH＝-log［H^+］だけど…そもそも、log って何？

まず、pH 自体は

「水素イオン濃度のモル数を常用対数で表したものにマイナスを付けた」

…ということを（式自体が）示しているよ。

常用対数って…？

「対数」が基本だね。

1 ではない正の数 a と、正の数Ｎの間にＮ＝a^bの関係があるとき、

b は「a を底（てい）とするＮの対数」と呼んで b＝$\log_a N$と書く。

（例：16＝2^4なので、4＝$\log_2 16$ と書ける…意味あんまりないけど）

で、a＝10 のときを常用対数と呼んで、pH で使うのだ！

（常用…いっつも使うよ、の意味。log だけしか書いてないときはこれ！）

「pH＝7 が中性」は、聞いたことあるよね？

水溶液中（水も）の水素イオン濃度が

［H^+］＝1.0×10^{-7}［モル/リットル］のときが

pH=$-\log_{10}10^{-7}$＝-（-7）＝7 なんだ！

じゃあ、早速計算！

電離度＝水中で電離している（＝イオンに分かれている）割合…なので

酢酸１モルを水溶液にしたら、

1［モル］×α＝9.48×10^{-3}　［モル］の水素イオン（H^+）が

水溶液中にいるはず！

で、酢酸は 0.2 モル/リットル…と書いてあったから、

問題文の溶液中は

［H^+］＝$0.2\times9.48\times10^{-3}$　［モル/リットル］のはず

じゃあ、これを pH の式に…

pH＝-log［H^+］

＝-log（$0.2\times9.48\times10^{-3}$）　…うえぇ？なにこれぇ！

こんなときは、あわてずさわがず、問題文を確認。

「log2＝0.301、log3＝0.477 とする。」とあるね。

つまり、なんとかしてこの数字（式？）にできればいいんだ。

さっき、電離定数を出すときに使った式を思い出しながら、もう１回！

［H^+］＝（溶液の水素イオンモル濃度）×電離度α

＝0.2［モル/リットル］×$\sqrt{\{(1.80\times10^{-5})\div0.2\}}$

＊変な式…だけど、

ルートの中に揃えたらいけるかもしれないぞ！

ルートを外すときは（　）^{2}の形にするから、

$(0.2)=\sqrt{(2\times10^{-1})^2}$を使って…

$=\sqrt{\{(2\times10^{-1})^2\times(1.80\times10^{-5})\div0.2\}}$

＊ルートの中を取り出して…

$(2\times10^{-1})^2\times(1.80\times10^{-5})\div0.2$

$=\dfrac{2^2\times10^{-2}\times1.80\times10^{-5}}{0.2}$

$=\dfrac{2^2\times1.80\times10^{-7}}{2\times10^{-1}}$　ここで分子と分母を約分すると…

$=2^2\times0.9\times10^{-6}$　$\sqrt{10}$ は残していいから…

$=2^2\times3^2\times(10^{-8})\times10$　も、もうちょっと…

（10^{-7}だと都合悪いから…）

$=(2\times3\times10^{-4})^2\times10$　解けるかもしれない…！

いい感じになったので、ルートの中に戻すよー

$[H^+] = \sqrt{\{(2\times3\times10^{-4})^2\times10\}}$

$= 2\times3\times10^{-4}\times\sqrt{10}$

あとは、対数の計算のお約束！

$\log_a XY = \log_a X + \log_a Y$ としてよい！

だから $pH = -\log[H^+]$

$= -\log(2\times3\times10^{-4}\times\sqrt{10})$

$= -(\log2+\log3+\log10^{-4}+\log\sqrt{10})$

…ありゃ？$\sqrt{10}$ はどうするの？

＊$\sqrt{}$ は中が 2 乗の形になると外れたよね。

$(\sqrt{9}=\sqrt{3^2}=3)$

つまり、1/2 乗していると考えれば…

$\sqrt{(10)} = \sqrt{\{(10)^{1/2}\}^2} = 10^{1/2}$ にできるね！

$= -(\log2+\log3+\log10^{-4}+\log\sqrt{10})$ ここを…

$= -(\log2+\log3+\log10^{-4}+\log\sqrt{\{(10)^{1/2}\}^2})$ こうして…

$= -(\log2+\log3+\log10^{-4}+\log10^{1/2})$ そりゃー！

$= -\{\log2+\log3+(-4)+(1/2)\}$

$\log_{10}10 = 1$ だもんね！

$= -\{0.301+0.477+(-4)+(1/2)\}$

$= -(-2.722)$

$= 2.722$ できたー！

ちょっと休憩…2

・これは 3 章の章末問題 4。身近な食酢（お酢）を使った電離と pH の計算。

…ついつい計算の大変さに目が行くけど…大事なのはそこじゃない！

ヒトの正常 pH7.40±0.05 は、前回お話ししたよね。

ヒトの体内ではいろいろなものが水に溶けていて、

それぞれの電離度に従って電離して（イオンになって）いる。

それらの水素イオンの濃度の和が、pH7.40±0.05 の範囲だと、

不具合なく（各種反応が進む）細胞が生きていられるんだ！

電離とイオンと pH の関係…関係性と重要性に気付いてほしいな！

Ｑ３　グルコース（$C_6H_{12}O_6$）を完全に燃焼させ、
発生した熱のすべてを 14℃、1ｋｇの水に入れたら水の温度が 17.8℃になった。
グルコース１モルあたりの燃焼熱を求めよ。
（小数第３位を四捨五入し、小数第２位までで答えよ）
水１ｇを 1℃上昇させるのに必要な熱量は 4.18［Ｊ/ｇ・℃］とする。
原子量は C＝12、H＝1、O＝16 とする。

考えていく順番
→最初に、何を求めなきゃいけないか
「グルコース１モル当たりの、燃焼で出る熱は何Ｊ（ジュール）？」
…今わかっているのは、「1ｇのグルコースから出た熱についてのヒント」だから
①1ｇのグルコースは何モルか
②1ｇのグルコースから出た熱
この２つがわかれば（最後に比例の式を使って）解けるね！

⓪大前提！グルコースの燃焼式、書ける？：1-3 まとめ３
→$C_6H_{12}O_6+6O_2 \rightarrow 6H_2O+6CO_2$+熱［Ｊ］

＊こういう化学式（燃焼式）を書くときは、
「左右で１回ずつしか出てこないもの」をきっかけにするといいよ！
（このケースだと、ＣかＨ。Ｏから考え出すと難しいよ！）

＊これで熱が埋まると、１モルのグルコースの熱化学方程式完成だ！
(3-1 まとめ 2)

①1ｇのグルコースは、何モル？
→原子量は C＝12、H＝1、O＝16 だから…
グルコース（$C_6H_{12}O_6$）の分子量は 180 だよ。もうできるよね！
だから、グルコース１ｇは、1/180 モル！

②1ｇのグルコースから出た熱を求めよう！
→「1ｋｇの水＝1,000ｇの水」これ、いいかい？
ｋ（キロ）＝10^3の接頭語。Ｍ（メガ）＝10^6、Ｇ（ギガ）＝10^9だね
（逆に小さい方にはｍ（ミリ）＝10^{-3}、μ（マイクロ）＝10^{-6}…）
これ、10^{-3}＝0.001＝1÷1,000＝1/10^{-3}だよ！

そして、14℃から 17.8℃になったから、3.8℃上がったんだね！
しかも、ヒントに単位付き！
「水 1 g を 1℃上昇させるのに必要な熱量は 4.18［J / g ・℃］」
＊単位は「どのパーツを使えば解けるか」の大ヒント！
計算中もめんどくさがらずに書いておくと、
ミスしたかどうかの確認ができるぞ！

じゃあ、今までのパーツを組み上げよう！
1 g グルコースから出た熱
＝1,000 g の水を 3.8℃上げた（水 1 g を 1 ℃上げる熱量 4.18［J / g・℃］）。
＝1,000［g］×3.8［℃］×4.18［J / g ・℃］
$=3.8\times4.18\times10^{3}$［J］

③1 モル当たりの熱量にしてみよう！
→「1/180［モル］（1 g のグルコース）から、②の熱が出た。
じゃあ、1 モルのグルコースからだと、いくつの熱が出るかな？」
これを比例の式にしてみよう！

1/180［モル］：$3.8\times4.18\times10^{3}$［J］＝1［モル］：X［J］
外側どうしと内側どうしをかけて…
1/180［モル］×X［J］＝1［モル］$\times3.8\times4.18\times10^{3}$［J］
左辺を X だけにしたいから

$$X[J]=\frac{1[\text{モル}]\times3.8\times4.18\times10^{3}[J]}{1/180[\text{モル}]}$$

分母を 1 にしたいから 180 をかけて
X［J］$=3.8\times4.18\times10^{3}$［J］×180
左右の単位も合った！
もうすこしかも！
X［J］$=2859.12\times10^{3}$［J］
…もう少し、きれいにできる？
X［J］$=2.85912\times10^{3}\times10^{3}$［J］
で、小数第 3 位四捨五入…
X［J］$=2.86\times10^{3}$［k J］
キロジュールにして…完成！

＊答えは 2.86×10^{6}［Ｊ］じゃダメなの？

→これはケースバイケース。

問題文に単位指定されていたら、それ以外はアウト。

今回みたいに「燃焼熱」「熱量」を問われているだけなら、

たぶん正解！

ちょっと休憩…3

・これは 3-1 節末問題の 3 だけど…これ、ヒトに置き換えるとどうなるかな？

3-1 で出てきた反応熱には、－（吸熱）反応もあったよね。

水が液体から気体になると熱を奪う…これ、暑いときに汗かく理由！

（体温も、ホメオスターシスを守らないと、ね！）

H_2O（液体）＝H_2O（気体）㊀44ｋＪ

発熱反応は体温維持と考えれば、さっきの問題そのまんま！

だって、Ｊ（ジュール）は cal（カロリー）にも変換できるからね

（1Ｊ≒0.239cal、1cal≒4.184Ｊ…というのが、日本での規格）

しかもＪ（ジュール）は「熱」という意味だけじゃなく、

エネルギーの意味も持っている。

エネルギー…そう！細胞内エネルギー通貨のＡＴＰ産生は、

さっきの問題と重ね合わせて理解できるよ！

もちろん、ヒト体内で起こる反応は「単なる化学反応」じゃない。

触媒よりはるかに高性能な酵素が、

体温（37～38℃：深部温）で最適効率を出せる条件下で働いている。

（⇔化学反応だと、高温・高濃度になればなるほど反応速度大）

最低限覚えることは

『グルコース１分子はミトコンドリアと酸素が十分にあれば36ＡＴＰできる』

だけど、少し真面目に説明すると…

$C_6H_{12}O_6+6O_2\rightarrow6H_2O+6CO_2$+熱［Ｊ］　さっき見たこの式が

$C_6H_{12}O_6+6O_2\rightarrow$（ミトコンドリア）$\rightarrow6H_2O+6CO_2$+（36ＡＴＰ）

こうなるだけ！

ね？

私たちの体の中で起きていること、突き詰めちゃうと化学でしょ？

（自分で解いてみよう！）

Q1　生理食塩水（水１リットルに食塩：NaCl が 9.0 g 溶けているもの）は細胞の浸透圧と一致している。同じ浸透圧のブドウ糖（$C_6H_{12}O_6$）水溶液を１リットル作るには何 g のブドウ糖が必要か。小数第一位を四捨五入して整数で答えよ。
食塩は水中で完全に電離しているものとして、
原子量は Na＝23、Cl＝35.5、C＝12、H＝1、O＝16 とする。

できる人は一気に自分で計算！苦手な人は順番通りに…
①浸透圧って…何の話で出てきたっけ…？　②モル濃度計算のためには…物質量だ！
③モル濃度、求めてみましょうか　　④必要なグルコースの重さ（g）、計算だ！

Q２　弱酸のお酢（CH_3COOH）はわずかしか電離しない。
電離度 α は１より十分小さいものとして、
お酢の 0.2 モル/リットル水溶液の電離度 α と pH を求めよ。
このときの電離定数 Ka は Ka＝1.80×10^{-5} モル/リットルで、
ルート 10＝3.16、log2＝0.301、log3＝0.477 とする。

できる人は一気に自分で計算！苦手な人は順番通りに…
①電離と電離度って…なんだっけ？　②電離度 α の計算　③pH の計算

Q３　グルコース（$C_6H_{12}O_6$）を完全に燃焼させ、
発生した熱のすべてを 14℃、１ｋｇの水に入れたら水の温度が 17.8℃になった。
グルコース１モルあたりの燃焼熱を求めよ。
（小数第３位を四捨五入し、小数第２位までで答えよ）
水１g を 1℃上昇させるのに必要な熱量は 4.18［J/g・℃］とする。
原子量は C＝12、H＝1、O＝16 とする。

できる人は一気に自分で計算！苦手な人は順番通りに…
①1 g のグルコースは、何モル？　②1 g のグルコースから出た熱を求めよう！
③1 モル当たりの熱量にしてみよう！

できたかな？一度ものにしちゃえば、計算問題は怖くない！