



MASTERBATCH CITRÁTU A LAKTÁTU ANEB EKVILIBRISTIKA S MOLEKULÁRNÍMI VAHAMÍ

ZAČNĚME CITRÁTEM

Když připravujeme **citrát jako první krok před vařením mýdla**, jednak vzroste teplota louhu a musí se dýl a/nebo intenzivněji chladit, jednak manipulujeme s hydroxidem o jeden krok navíc. Ať už tedy kvůli rychlejšímu pracovnímu postupu, nebo z důvodu zjednodušení pracovních kroků a tedy minimalizování rizika produkce nebezpečného mýdla (pokud na přidání kyseliny citrónové zapomeneme, ale hydroxid odvážíme podle receptu spočítaného včetně kyseliny), nabízí se při použití citrátu v mýdle druhá cesta, *masterbatch*, tedy výroba polotovaru do zásoby.

Na rozdíl od přípravy citrátu jako prvního kroku při rozpouštění louhu na výrobu mýdla, *masterbatching* nám umožňuje přípravu citrátu z jedlé sody, teda dost bezpečné výchozí suroviny, takže není třeba výjimečných opatření v domácnosti, jako při vaření mýdla. Předem připravený roztok citrátu sodného se uschová do zásoby a při vaření mýdla se použije prostě jako jedna z přísad. Zvlášť když se někdo rozhodne kvůli tvrdé vodě a usazeninám na keramice používat citrát konsekvantně do každého mýdla, je snadné si osvojit, jak velký podíl z tekutiny bude takto předem přípravný roztok citrátu tvořit. Cenou za bezpečnou přípravu a snadnou manipulaci je relativně nižší koncentrace připraveného citrátu.

Ještě, než se pustíme do práce, připomeňme si potřebné molární váhy:

- kyselina citrónová (monohydrát) 210,14 g/mol
- kyselina citrónová (anhydrát) 192,13 g/mol
- hydrogenuhličitan sodný / soda bicarbona 84 g/mol
- (tri)citrát sodný 258,06 g/mol

Příklad 1: zcela bezpečná varianta výroby citrátu sodného

Přípravte si:

- dostatečně velkou nádobu - demineralizovanou (čerstvě převařenou) vodu - kyselinu citrónovou bezvodou (anhydrát) - sodu bikarbonu (jedlou sodu, hydrogenkarbonát sodný)

Pracovní postup (výpočty v závorce):

1) V 300 g vody rozpustíte 100 g bezvodé kyseliny citrónové ($100 / 192 = 0,5208$ molu, kyselina citrónová je trojmocná, tedy váže na sebe trojnásobek molekul sody bicarbony).

2) Do zcela čirého roztoku přidávejte po lžicích 131 g sody bikarbony ($3 * 0,5208 = 1,5625$ molu $\rightarrow 1,5625 \text{ mol} * 84 \text{ g/mol} = 131,25 \text{ g sody bicarbony}$). Před přidáním každé další lžice počkejte, až reakce odbublá.



3) Hotovo Výsledkem je cc.a 30% vodný roztok citrátu sodného připravený kdykoli k použití. Trvanlivost je velmi dlouhá, osmotický tlak v takto koncentrovaném roztoku zajišťuje obdobně jako u nasycené solanky vysokou biologickou stabilitu.

Příklad 2: a co když máme monohydrát kyseliny citrónové?

Vezmeme prostě pro rozpouštění kyseliny citronové právě o tolik vody méně, kolik s sebou kyselina citronová monohydrát přinese:

- 1) V 210 g monohydrátu kyseliny citrónové je právě $210 - 192 = 18$ g vody.
- 2) Ve 100 g monohydrátu kyseliny citrónové je obsaženo (přímou úměrou, $210 : 18 = 100 : x$) 8,6 g vody → o toto množství vody tedy musíme vzít pro rozpouštění méně.
- 3) Upravený recept zní: 100 g monohydrátu + 291,4 g vody + 131 g sody bicarbony.

Dávkování roztoku citrátu sodného vzhledem ke kyselině citrónové

Při dávkování hotového citrátu vycházíme z poměru molárních vah kyseliny citrónové a citrátu sodného, který je (skoro přesně) 3:4, tj. 30 g kyseliny citrónové anhydrátu (odpovídá 33 g monohydrátu) nahradí 40 g citrátu sodného, což je třeba ještě zvážit jeho (30%) koncentrací.

Příklad 3: kolik třešní, tolik višní

Nahradíme kyselinu citrónovou (3% k celkovému množství tuků) pro přípravu mýdla z 1 kg tuků 30% vodným roztokem citrátu sodného.

- 1) 3% kyseliny citrónové z 1.000 g tuků = 30 g kyseliny citrónové;
- 2) poměr molekulárních vah kyseliny citrónové a citrátu sodného = 3:4 → 30 g kyseliny citrónové odpovídá 40 g citrátu sodného (obojí látky ve 100% koncentraci);
- 3) pro 40 g citrátu sodného (čistého) do tohoto mýdla musíme použít $40 / 0,3 = 133$ g 30% roztoku citrátu sodného, přičemž $133 - 40 = 93$ g tohoto roztoku bude tvořit voda.

Jak je vidět z výsledku, obsah vody v 30% roztoku citrátu sodného není zanedbatelný, takže pokud se vydáváme touto cestou, musíme s ní při plánování vodní fáze kalkulovat.

Jak to, že to jde oběma cestami?

Jak je možné, že při reakci kyseliny citrónové s hydroxidem sodným vznikne v konečném důsledku totéž, jako při reakci téže kyseliny citrónové s jedlou sodou (hydrogenuhličitánem sodným)? Jednoduchou odpovědí je že se v obou případech jedná o reakci téže kyseliny se zásadou téhož prvku, sodíku. Podívejme se na ně ale ještě trochu blíže.

V prvním případě reaguje ve vodném roztoku kyselina a zásada, vzniká (sodná, protože hydroxid sodný) sůl této kyseliny (citrónové, proto citrát) a voda. Kromě těchto dvou molekul se uvolní ještě jisté množství tepelné energie.



V případě druhém máme vedle sebe jednu kyselinu (citrónovou) a sodnou sůl kyseliny druhé (hydrogenuhličitan sodný je solí kyseliny uhličitě). Jedlá soda je zásaditá. Není sice zdaleka tak silnou zásadou, jako je hydroxid, přesto má ten potenciál reagovat jako zásada. Záleží ovšem, kdo je jejím reakčním partnerem.

V našem případě si konkurují kyselina citrónová s kyselinou uhličitou. Která z nich je silnější, ta si pro sebe ukořistí sodík. Ovšem ouha, obě naše kyseliny patří ke kyselinám slabým.

Na štěstí se dá síla kyseliny měřit a vyjadřuje se tzv. disociační konstantou (pK_a). Čím vyšší hodnota disociační konstanty, tím slabší kyselina. Takže se podívejme na hodnoty disociačních konstant. Situace se nám zamotává, jelikož pro každou z nich nemáme disociační konstantu jedinou, ale dvě až tři, což vyplývá z počtu spojení, které jsou schopné se zásaditými látkami navázat:

kyselina: pK_{a1} / pK_{a2} / pK_{a3}

uhličitá: 6,35 / 10,33 / -

citrónová: 3,15 / 4,77 / 6,40

Která z těchto dvou kyselin je silnější a která je tímto zajímavějším partnerem pro stabilnější chemickou vazbu? Ta, která má nižší hodnoty pK_a , je to kyselina citrónová. Kyselina citrónová (rozpuštěná ve vodě na ionty) tedy v podobě reakce chtivého citrátového aniontu při naší čtverylce ve vodném roztoku vystrká z pozice partnera sodíkového kationtu (Na^+) hydrogenuhličitanu, kterým nezbývá nic jiného, než se spárovat s H^+ uvolněnými do vody z molekuly kyseliny citrónové a vytvořit s nimi kyselinu uhličitou.

Posledním aktem tohoto jednání je pak dobrovolný samovolný rozpad velmi nestabilní kyseliny uhličitě v podobě vybublávajícího oxidu uhličitého a setrvávající vody.

Et voilà, máme tady citrát sodný ve vodném roztoku a nic nám nepřebývá



DEJME SI JEŠTĚ TEN LAKTÁT

Východiska:

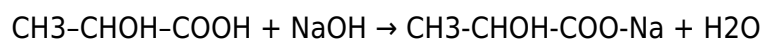
1. Kyselinu mléčnou kupujeme obvykle jako 80% vodný roztok, laktát sodný je k dostání buď jako 50% nebo jako 60% vodný roztok.
2. Jak kyselina mléčná, tak laktát (mléčnan) sodný jsou s vodou mísitelné. I když je to kyselina mléčná slabá kyselina, reakce se silnou zásadou ($NaOH$) je úplná.
3. Když používáme laktát sodný jako pufr do emulzí, mísíme ho v poměru 4:1 s kyselinou mléčnou.

Z výše řečeného vyplývá jednak, že není od věci se při domácí přípravě laktátu z $NaOH$ postarat o mírnou, 1-2% převahu kyseliny mléčné nad hydroxidem sodným, druhak, že pokud máme v úmyslu používat laktát sodný v emulzích a v mycích přípravcích na bázi tenzidů/surfaktantů, mohli bychom si ho rovnou připravovat jako hotový pufr v poměru 1 díl kyseliny mléčné na 4 díly laktátu sodného, a to si právě spočítáme v příkladu 5.

Do reakce pošleme 1 mol kyseliny mléčné a 1 mol $NaOH$, obojí rozpuštěné ve vodě a schopné reakce,



a vypadne nám z ní 1 mol laktátu sodného.



Molární hmotnosti:

- kyselina mléčná: 90,08 g/mol
- NaOH: 39,997 g/mol
- laktát sodný: 112,06 g/mol
- H₂O: 18,015 g/mol

Příklad 4: příprava laktátu sodného z hydroxidu

Použité suroviny: 50% vodný roztok NaOH, 80% vodný roztok kyseliny mléčné.

1) 1 mol NaOH v 50% vodném roztoku (při výchozí koncentraci NaOH 99%) $\rightarrow 39,997/0,5 = 79,994$ g

(50% roztoku NaOH), na jehož přípravu potřebujeme (39,997/0,99 😊 40,4 g 99% NaOH a 39,594 g vody.

2) 1 mol kyseliny mléčné v 80% roztoku $\rightarrow 90,08/0,8 = 112,6$ g (roztoku 80% kyseliny mléčné).

3) Reakcí připravíme 1 mol, tj. 112,06 g laktátu sodného.

4) Určení celkového obsahu vody: v 79,994 g 50% roztoku NaOH je (bod 1) 39,594 g vody ^ ve

112,6 g 80% roztoku kyseliny mléčné je (112,6 - 90,08 😊 22,52 g vody ^ samotnou reakcí si vyrobíme ještě 1 dodatečný mol (tj. 18,015 g) vody $\rightarrow$ celkem tedy bude ve vyrobeném roztoku

laktátu sodného (39,594 + 22,52 + 18,015 😊 80,129 gramů vody.

5) Celková váha takto připraveného vodného roztoku laktátu sodného bude 112,06 g + 80,129 g = 192,189 g (nikdo se mě neptejte, proč produkt reakce váží o nějakých 0,4 g méně, než kolik vážily

použité suroviny - jakože fakt exotermická reakce a $E = m \cdot c^2$..?) 🙌

Výsledná koncentrace laktátu sodného v takto připraveném roztoku je rovna 112,06 / 192,189 = 58,3% a do mýdla jej tedy dávkujeme shodně s jeho kupovaným 60% protějškem.

Příklad 5: příprava laktátového pufru z hydroxidu

laktátový pufr = 4 hmotnostní díly 60% vodného roztoku laktátu sodného + 1 hmotnostní díl 80% vodného roztoku kyseliny mléčné

Do reakce pošleme ve vodě rozpuštěný a tedy reakce schopný 1 mol NaOH (79,994 g, příklad 4, bod 1), stejně tak rozpuštěný 1 mol kyseliny mléčné (112,6 g, příklad 4, bod 2) a tu trochu navíc, která už zůstane nezreagovaná. Vypadne nám z ní 1 mol laktátu sodného a přiměřené množství kyseliny mléčné, to celé ve vodném roztoku. Vyjděme z námi výše v příkladu 4 připravených 192,189 g 58,3%



vodného roztoku laktátu sodného:

- 1) výpočet potřebného množství dodatečné kyseliny mléčné: 4 díly 60% roztoku laktátu : 1 díl 80% kyseliny mléčné = $192,189 : x \rightarrow x = 48,05$ g 80% vodného roztoku kyseliny mléčné.
- 2) Do reakce tedy posíláme celkem 48,05 g (příklad 5, bod 1) + 112,6 g (příklad 4, bod 2) = 160,65 g 80% roztoku kyseliny mléčné.
- 3) Výsledkem bude celkem 192,189 g (příklad 4, bod 5) + 48,05 g (příklad 5, bod 1) = 240,24 g laktátového pufru.

Závěrem připomenou snad jenom, že s ohledem na bezpečnost takto připravených solí (citráty i laktáty k nim počítáme) a přesnost použité váhy, vážený hydroxid (jelikož silná zásada) zaokrouhlujeme dolů a kyseliny mléčnou i citrónovou (jelikož slabé kyseliny) nahoru, a že zaokrouhlujeme na takový počet (desetinných) míst, aby námi použitá váha stále ještě vykazovala o jedno desetinné místo víc. S váhami pracujícími zcela bez desetinných míst menší než kilové šarže nepřipravujeme vůbec.