

Pokus č. 1 - ELEKTROLÝZA VE VAJÍČKU

Téma: Diafragmová elektrolýza

Typ pokusu: demonstrační, žákovský

Čas přípravy + realizace: 15 + 15 minut

Pomůcky

Kádinka 400 ml, 10x malá zkumavka, uhlíková elektroda (vypreparovaná z ploché baterie), železná elektroda (ocelový drát), skleněná miska (plastová), gumové zátky, nůž, zdroj 12 V, vodiče s Kroko svorkami.

Chemikálie (vlastnosti, bezpečnost):

Chlorid sodný NaCl (nasycený roztok), 1 M jodid draselný KI (nebo sodný), technický benzín, 1% roztok fenolftaleinu, 30% hydroxid sodný NaOH, ocet (8 % kyselina octová CH₃COOH), vejce.

KI    , NaOH  , benzín    

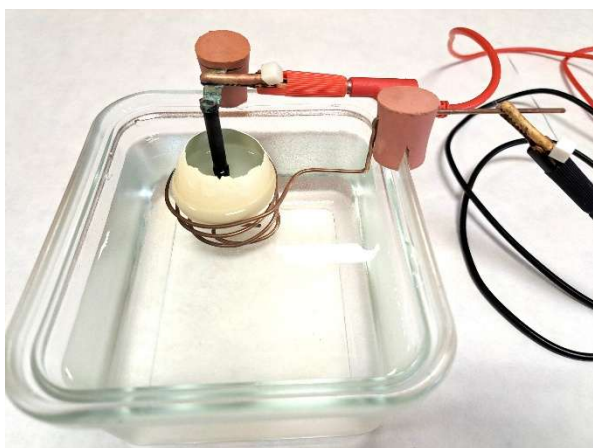
Likvidace odpadu: benzín – speciální nádoba (organický odpad),
NaOH – naředíme a vylejeme do výlevky.

Postup přípravy elektrolyzáru a vlastní průběh elektrolýzy

- Nejprve si připravíme diafragmu. Z vajíčka odstraníme třetinu skořápky a vylijeme obsah. Pomocí malých nůžek zarovnáme okraj. Vaječnou skořápku ponoříme na 2 dny do 30% roztoku hydroxidu sodného, abychom se zbavili tuku a bílkovin. Takto ošetřenou skořápku vypereme ve vodě a můžeme opláchnout octem.
- Z ocelového drátu si kuželovitě svineme spirálu (např. obtočit kolem podkladku), která nám bude sloužit jako držák skořápky, ale také jako jedna elektroda.
- Spirálu zavěsíme do skleněné (plastové) misky. Do misky a skořápky nalijeme do stejné výšky nasycený roztok chloridu sodného. Do vnitřního prostoru skořápky spustíme uhlíkovou elektrodu.
- Pomocí vodičů s Kroko svorkami připojíme 12 V zdroj. Uhlíkovou elektrodu připojíme ke kladnému pólu, ocelový drát k zápornému pólu zdroje.

- Před zapojením zdroje odebereme 0,5 ml vzorku roztoku z anodového i katodového prostoru do malých zkumavek. Zapneme zdroj a pozorujeme průběh elektrolýzy.
- V 30-60 sekundových intervalech odebíráme vzorky roztoku z anodového i katodového prostoru do sady pěti malých zkumavek. **Před odběrem vždy vypněte zdroj proudu.**
- Ke vzorkům, které jsme odebrali z katodového prostoru, přikápneme roztok fenolftaleinu a dokážeme přítomnost hydroxidu sodného.
- Ke vzorkům z anodového prostoru přilijeme 2 ml benzínu a 0,5 ml roztoku jodidu draselného. Zkumavky zazátkujeme, protřepeme a necháme odstát. Pozorujeme intenzitu zabarvení.

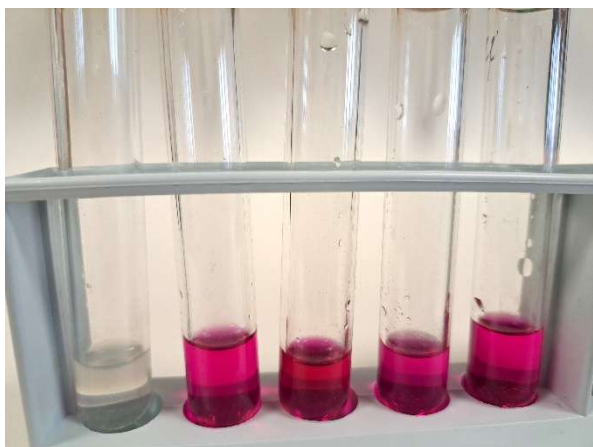
Nákres aparatury/ fotodokumentace:



Obrázek 1 Diafragmová elektrolýza s využitím vaječné skořápky



Obrázek 2 Diafragmová elektrolýza s využitím keramického květináče



Obrázek 3 Důkazy vzniklých produktů elektrolýzy – NaOH



Obrázek 4 Důkazy vzniklých produktů elektrolýzy – Cl₂

Metodické poznámky/tipy:

- Jako diafragmu můžeme použít malý keramický květináč.
- Místo technického benzínu lze použít jiné nepolární rozpouštědlo.
- Produkt elektrolýzy dokazujte ve vzorku mimo elektrolyzér. Po přidání jodidu draselného do anodového prostoru vzniká jód anodickou oxidací jako produkt elektrolýzy a ne reakcí s chlorem.

Princip:

V průběhu experimentu dochází k elektrolýze nasyceného roztoku chloridu sodného, přičemž se na železné katodě uvolňuje vodík a na anodě dochází k uvolňování chloru. Skořápka z vajíčka funguje jako diafragma.

K důkazu vzniku hydroxidu sodného použijeme 1% roztok fenolftaleinu (acidobazický indikátor, k přechodu dochází při pH 8,2–9,8).

K důkazu vzniku chloru využijeme oxidaci jodidových aniontů na jód, který extrahujeme do nepolárního rozpouštědla. Pozorujeme fialové zbarvení o různé intenzitě. Intenzita se mění s přibývajícím množstvím produktu v průběhu elektrolýzy.

Chlor je reaktivnější a vytěsňuje z KI elementární jód podle rovnice: $2 \text{KI} + \text{Cl}_2 \rightarrow 2 \text{KCl} + \text{I}_2$.

Sodík je kov s výrazně záporným elektroodovým potenciálem ($E^\circ = -2,71 \text{ V}$) a redukuje se tedy neochotně.

Ve vodném roztoku NaCl se nacházejí kationty Na^+ , ale také H_3O^+ (vznikající autoprotolýzou vody: $\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^-$)

Elektrolýzou nasyceného roztoku NaCl (solanky) vzniká:

na katodě: $2 \text{H}^+ + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{H}_2$ ($2 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2 \text{OH}^-$), redukce

na anodě chlor: $2 \text{Cl}^- - 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Cl}_2$, oxidace

v katodovém prostoru hydroxid sodný: $\text{Na}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{NaOH}$

Celkovou rovnicí elektrolýzy můžeme zapsat: $2 \text{NaCl} + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{NaOH} + \text{H}_2 + \text{Cl}_2$.

Obě elektrody musí být od sebe odděleny polopropustnou (semipermeabilní) membránou, která zabrání reakci chloru s hydroxidem sodným vznikajícím v katodovém prostoru. Chlor s hydroxidem sodným reaguje za laboratorní teploty za vzniku chlornanu sodného a chloridu sodného; při zvýšené teplotě by vznikaly chlorečnan sodný a chlorid sodný.

za studena: $2 \text{NaOH} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{NaClO} + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$

za tepla: $6 \text{NaOH} + 3 \text{Cl}_2 \rightarrow \text{NaClO}_3 + 5 \text{NaCl} + 3 \text{H}_2$

Pokus č. 2 - Analýza biologického vzorku – vajíčko

RNDr. Jan Taraba, Ph.D.

Úvod:

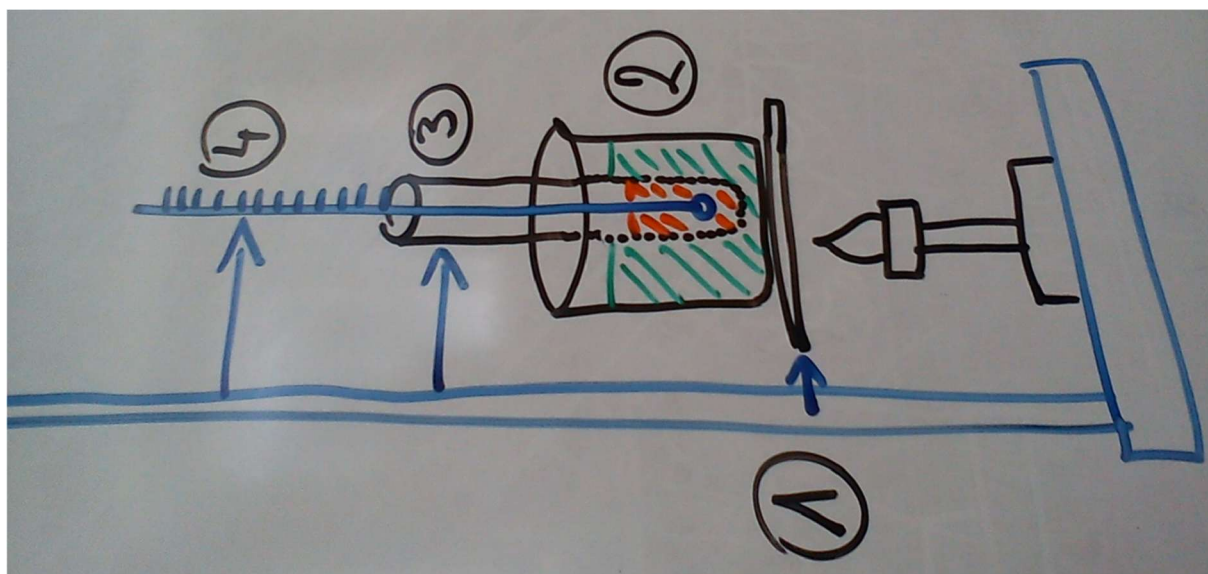
Biologické vzorky jsou v drtivé většině případů tvořeny směsí různých molekul často velmi rozdílných vlastností a struktur. Příkladem toho může být třeba i vajíčko, kdy vaječný bílek obsahuje v převážné míře vaječnou bílkovinu, která se v syrovém stavu vyskytuje v přírodní (natur.) formě multihydrátu. Vaječnou bílkovinu je možné (několika způsoby) denaturovat, což se při pozorování projeví jako její převod z ve vodě rozpustné sklovité formy do formy pevné bílé hmoty. Pokud zvolíme denaturaci tepelnou formou, pak si musíme uvědomit, že každý typ bílkovinné molekuly (vejce, maso, mléko atd.) má jinou denaturační teplotu (teplota, kdy proces probíhá). V této úloze si vyzkoušíme, jak tuto teplotu denaturace pro vaječnou bílkovinu změřit.

1) Příprava vzorku a měření denaturační teploty – fyzikální forma denaturace

- 1) do dvou kádinek 250 cm³ opatrně rozdělíme vajíčko na bílek a žloutek a k bílku přidáme destilovanou vodu (zředit vodou asi 1:20)
- 2) podle níže uvedeného obrázku sestavíme aparaturu pro měření denaturační teploty tak, aby se ani zkumavka ani teploměr nedotýkali stěn nádob (rovnoměrný přestup tepla a přesné měření teploty) (obrázek 1)
- 3) do zkumavky naplníme asi 2 cm³ roztoku vaječné bílkoviny a zkumavku upevníme do držáku
- 4) upevněnou zkumavku vložíme do kádinky 250 cm³ naplněnou ze 2/3 vodou (postačí pitná voda) umístěnou na stojanu s azbestovou sítkou
Pozn. Hladina vody v lázni musí být vyšší než hladina měřené směsi ve zkumavce.
- 5) do zkumavky vložíme a upevníme teploměr tak, aby se měřící částí nedotýkal žádné ze stěn
- 6) zapálíme kahan (částečně otevřené přívody vzduchu) a začneme zahřívát vodní lázeň
- 7) pozorujeme obsah zkumavky a jakmile začne vzorek bílkoviny mléčnět (vznik bílého zákalu), odečteme teplotu a ukončíme zahřívání.
- 8) zjištěnou teplotu orientačního měření zapíšeme do připravené tabulky
- 9) jak obsah zkumavky s denaturovanou bílkovinou tak vodní lázeň opatrně vylijeme, zkumavku dobře vyčistíme a pokus opakujeme s novou náplní
- 10) při opakování měření sledujeme průběžně teplotu vzorku a až dosáhne teploty asi o 5 stupňů nižší než je hodnota zjištěná v prvním experimentu, vypneme zahřívání a systém necháme pozvolna vyrovnat teploty (tepelná kapacita kovových částí aparatury poslouží jako tepelný zdroj
- 11) pozorujeme obsah zkumavky a jakmile začne vzorek bílkoviny mléčnět (vznik bílého zákalu), odečteme teplotu a výsledek zaznamenáme do připravené tabulky
- 12) přesné měření opakujeme 2x a výsledek zprůměrujeme

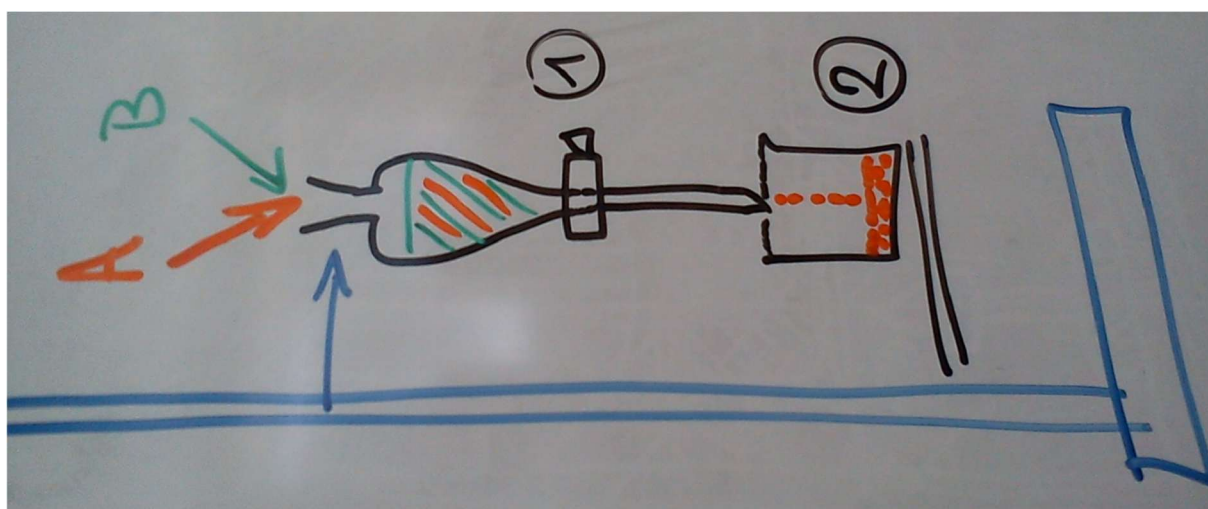
vzorek: vaječná bílkovina	orientační měření	1. přesné měření	2. přesné měření	průměrná denatur. teplota
denaturační teplota [° C]				

obrázek 1



2) Extrakce cholesterolu z vaječného žloutku

- 1) dělicí nálevku upevníme do držáku na stojan a překontrolujeme uzavření vypouštěcího kohoutu (obrázek 2)
- 2) do dělicí nálevky nadávkuje asi 5 cm³ chloroformu (práce v digestoři) a přidáme asi 2 cm³ vzorku žloutku
- 3) dělicí nálevku dobře uzavřeme zátkou (pryž nebo plast), uvolníme z držáku a otočíme vypouštěcím otvorem šikmo vzhůru (asi úhel 45°)
- 4) překontrolujeme těsnost a vzorek asi 5 min. protřepáváme
- 5) dělicí nálevku s protřepaným vzorkem upevníme zpět do držáku a sejmeme zátku
- 6) do systému přidáme ještě asi 2-3 cm³ chloroformu a systém ponecháme rozdělovat se
- 7) asi po 10 min., kdy jsou již patrné dvě vrstvy nemísitelných kapalin umístíme pod vypouštěcí otvor malou zkumavku a malé množství dolní kapaliny (roztok cholesterolu v chloroformu) odpustíme do zkumavky
- 8) do roztoku ve zkumavce namočíme vatový tampónek a část roztoku přeneseme na připravený filtrační papír
- 9) po vyschnutí rozpouštědla pozorujeme mastnou skvrnu na papíře tvořenou cholesterolem



3) Proces chemické denaturace vaječné bílkoviny

Chemická denaturace bílkovinné struktury spočívá v působení silné hydrofilnosti nebo vysoké koncentrace na multihydrátovou terciální a kvartérní strukturu bílkoviny. Odnímáním molekul vody ze struktury pomocí chemické reakce s ní, tvorbou slabých vazebných interakcí nebo vlivem vysoké koncentrace působící složky (koncentrační gradient) dochází ke změnám a následně zhroucení celé struktury.

- 1) Do zkumavek přeneste cca 1 cm³ neředěné vaječné bílkoviny a přidejte různá dehydratační nebo reakční činidla (do každé zkumavky vždy jen jedno) a pozorujte srážení bílkoviny:

Činidla:

- pevná NaCl (asi 0,3 g)
 - pevný NaOH (asi 2-3 kousky)
 - koncentrovaná H₂SO₄ (5-10 kapek)
 - koncentrovaný (96 %) ethanol (cca 0,5 cm³)
- 2) Pozorujte rychlost a množství vzniklé sraženiny denaturované bílkoviny a dejte do vztahu s vlastnostmi (například žíravost) použitých činidel.