

Funkce – exponenciální funkce

Kyselá chemie!

Mirek Kubera

Výstup RVP: žák načrtne grafy požadovaných funkcí, formuluje a zdůvodňuje vlastnosti studovaných funkcí, modeluje závislosti reálných dějů pomocí známých funkcí

Klíčová slova: exponenciální funkce, exponenciála, graf funkce, průsečík

Laboratorní práce

Doba na přípravu:

10 min

Doba na provedení:

45 min

Obtížnost:

nízká

Úkol Studujte křivku, která vznikne, jestliže budete měřit pH kyselého roztoku a pomocí tablety proti překyselení se jej budete snažit neutralizovat. Popište tuto křivku matematickým vztahem.

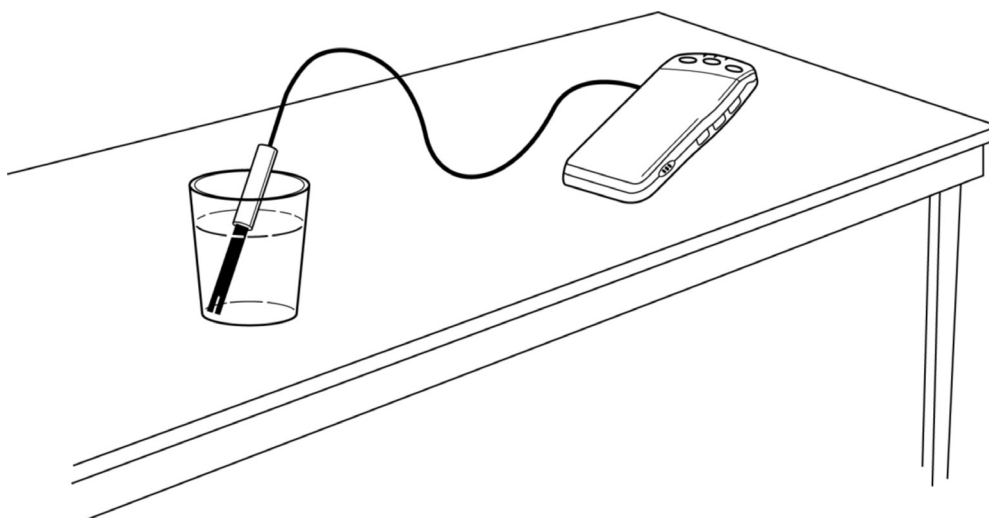
Pomůcky Počítač s programem Logger Pro, LabQuest, čidlo pH, sklenice vody pokojové teploty, šumivé tablety proti překyselení žaludku, citrónová šťáva, oční kapátko, destilovaná voda, ochranné brýle

Teoretický úvod V chemii definujeme kyselost nebo zásaditost určitého roztoku měřením jeho pH na stupnici od 0 do 14. Neutrální roztok má pH 7. Hodnota pH menší než 7 znamená kyselý roztok, zatímco hodnota pH větší než 7 znamená, že roztok je zásaditý.

Acidobazická rovnováha lidského těla je dynamická rovnováha kyselin a zásad uvnitř všech tekutin a buněk lidské organismu. Náš organismus lépe funguje, pokud je lehce zásaditý, jenže některé životní funkce, jako například trávení, vytvářejí prostředí kyselé.

Velmi vysoká nebo nízká hodnota pH vedou k nepohodě a podráždění. Například zažívací potíže nebo podrážděný žaludek obvykle ukazují na přítomnost velkého množství žaludečních kyselin. To můžeme částečně zlepšit tím, že si vezmeme tabletu nebo nápoj proti překyselení žaludku. Tyto prostředky jsou určeny k tomu, aby neutralizovaly kyseliny a zvýšily úroveň pH v žaludku.

V tomto experimentu budeme simulovat podmínky v lidském žaludku tím, že do vody přidáme několik kapek citrónové šťávy. Účinek tablety bude měřen pomocí čidla pH. Na závěr budeme modelovat naměřená data pomocí vhodné matematické funkce.



- Vypracování**
1. Zapojte senzor pH do LabQuestu, který propojíte kabelem USB s počítačem. Spusťte program Logger Pro a nastavte měření: zvolte dobu měření 50 s nebo 100 s (podle použitého prostředku).
 2. Nasadte si ochranné brýle. Do sklenice nalijte 125 ml vody. Sklenice musí být velmi čistá, aby měření nebylo ovlivněno.
 3. Vyjměte čidlo ze skladovacího roztoku chránícího čidlo pH před vyschnutím a propláchněte konec senzoru pH destilovanou vodou.

Kyselá chemie!

- Umístěte senzor pH do sklenice s vodou a upevněte jej, aby nemohlo dojít k převržení nádoby.
- Očním kapátkem umístěte do vody ve sklenici 20 kapek citrónové šťávy. Lehce zamíchejte senzorem pH.
- Vhodte do roztoku připravenou tabletu proti překyselení a spusťte **Sběr dat**.
- Hodnota pH se bude nejprve rychle zvyšovat, později již jen velmi pomalu. Poradte se s učitelem, zda naměřená data uložit, nebo experiment zopakovat.

Analýza dat

- Naměřená data můžete modelovat pomocí exponenciální funkce, kterou zapíšeme ve tvaru $y = A \cdot (1 - B^x) + C$. V tomto výrazu y značí pH roztoku a x je čas. Konstanta C vyjadřuje původní pH roztoku a také průsečík s osou y . A odpovídá celkové změně hodnoty pH a B je hodnota mezi 0 a 1, která měří rychlost změny.
- Pro nalezení modelu naměřené funkce nejprve z grafu určete průsečík funkce s osou y . Zvolte funkci **Analýza** → **Odečet hodnot** a posunujte kurzor v grafu až do hodnoty $x = 0$. Zapište hodnotu C na dvě desetinná místa.
- Na druhé straně grafu se hodnota pH blíží určité, takřka konstantní hodnotě. Posuňte kurzor zcela vpravo a určete hodnotu pH, ke které se křivka blíží.
- Hodnota, kterou jste právě určili, je součet konstant v tomto modelu. Předpokládejme, že $0 < B < 1$. Jestliže x nabývá velké hodnoty, hodnota naší hledané funkce se blíží $A + C$. Vysvětlete, proč se blíží zrovna tomuto součtu.
- Z předchozích odečtů určete hodnotu konstanty A .
- Zakreslete graf nalezené funkce:
 - Klikněte do oblasti grafu a učiňte jej aktivním.
 - Vyberte **Analýza** → **Proložit křivku**. Zvolte **Manuální aproximace** a **Definovat funkci**. Zapište rovnici hledané funkce $A \cdot (1 - B^x) + C$.
 - Zadejte již nalezené hodnoty A a C .
 - Pro nalezení hodnoty B postupujte následovně: zadejte hodnotu 0,5 a podívejte se v náhledu, jak daná funkce vypadá, zda prochází naměřenými body, nebo ne. Pomocí šipek nahoru a dolů vyberte nejvhodnější hodnotu konstanty B . Tuto hodnotu si zapište do tabulky a potvrďte vytvoření grafu.

průsečík s osou y (C)	
hodnota dosaženého pH	
hodnota A	
nejlepší hodnota B	

- Jak ovlivňuje hodnota konstanty B tvar modelované křivky?
- Jak ovlivní větší množství kapek citrónové šťávy přidanych na začátku experimentu do vody výsledný graf závislosti pH na čase? Které z koeficientů proložené křivky se změní a proč?
- Jak ovlivní výsledný graf závislosti pH na čase dvě přidané tablety pro odkyselení žaludku? Které z koeficientů proložené křivky se změní? Vysvětlete svou úvahu.
- Jak bychom mohli porovnat účinnost dvou různých tablet proti překyselení žaludku? Které z parametrů A , B nebo C v modelové funkci ukazují, jak dobře tableta působí?

Kyselá chemie!

Mirek Kubera

Tableta proti překyselení žaludku musí obsahovat jedlou sodu. Některé tablety se špatně rozpouštějí ve vodě, a proto jsou pro tuto aktivitu méně vhodné. Vyzkoušejte vhodnost tablet, než je budete používat se třídou.

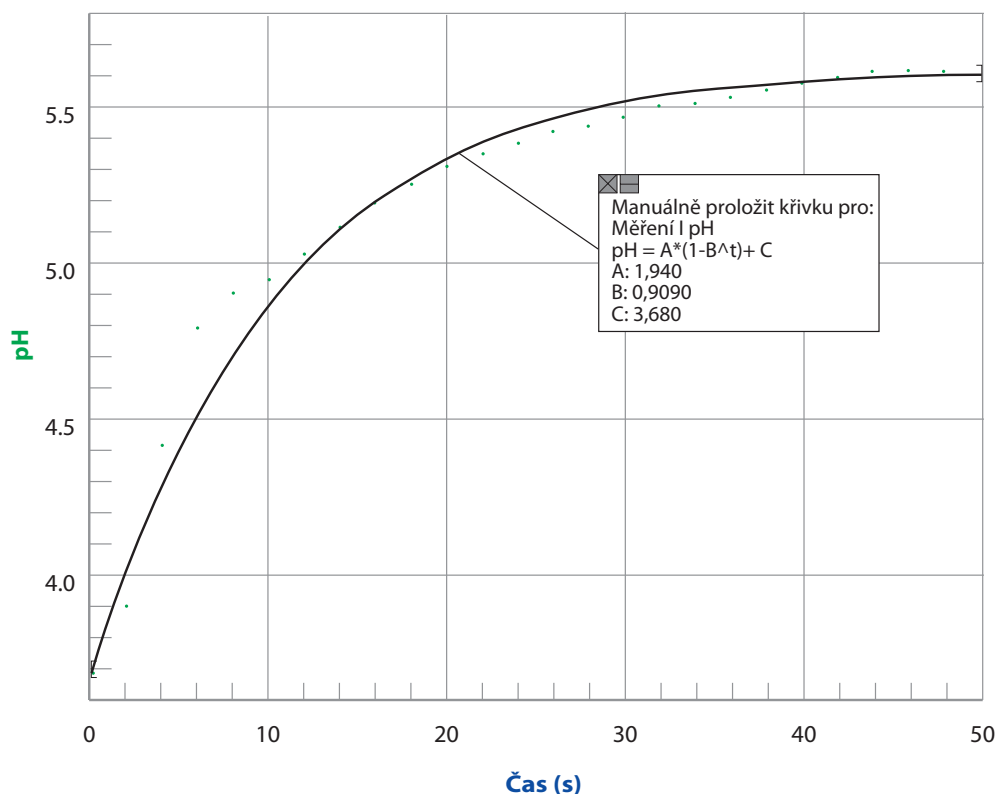
Destilovaná voda je vhodnější než voda z kohoutku. Voda z kohoutku může mít sama o sobě pH různé od neutrální hodnoty 7 (i destilovaná voda může obsahovat rozpuštěné plyny, a její pH je tím ovlivněno). Použijte vodu pokojové teploty.

Použijte čistou sklenici.

Po ukončení měření nezapomeňte propláchnout senzor pH destilovanou vodou a uložit ho do skladovacího roztoku.

Zpracování Na následujícím obrázku si můžete udělat představu o výsledcích experimentu.

**Změna pH
při
odkyselování**



**Výsledky
měření**

průsečík s osou y (C)	3,68
hodnota dosaženého pH	5,62
hodnota A	1,94
nejlepší hodnota B	0,909

- Odpovědi na otázky**
4. Jestliže $0 < B < 1$, pak pro velkou hodnotu x (času) nabývá B^x nulové hodnoty, tudíž $y = A \cdot (1 - 0) + C = A + C$.
 5. Hodnota konstanty A = největší hodnota pH – C .
 7. Větší hodnota B znamená pomalejší vzestup pH.
 8. Přidáním většího počtu kapek citrónové šťávy do vody na začátku experimentu způsobí větší kyselost původního roztoku, a tudíž i nižší pH. Protože konstanta C vyjadřuje hodnotu pH roztoku na začátku, bude mít tedy nižší hodnotu. Hodnota konstanty A může a nemusí být nižší, protože výsledná hodnota pH může být stejná, nebo může být nižší.
 9. Přidání několika tablet by mělo způsobit rychlejší nárůst pH, takže hodnota konstanty B bude nižší.
 10. Dobrá tableta proti překyselení žaludku bude rychlá (s malou hodnotou B). Dobrá tableta také zajistí, že výsledná hodnota pH se bude nacházet v komfortním rozsahu, že nebude nižší než určitá minimální požadovaná hodnota a také nebude vyšší než určitá maximální požadovaná hodnota.