

Prokázání výskytu kyseliny trihydrogenfosforečné v Coca Cole

Cílem této úlohy je pomocí titrace prokázat přítomnost kyseliny trihydrogenfosforečné v Coca Cole. Coby titrační činidlo je použit hydroxid sodný.

Nabízíme dva způsoby, jakými lze měření provést, s ohledem na vybavení měřicími přístroji Vernier. Níže je uveden přehled potřebného vybavení pro obě varianty:

Varianta A:

- počítač s programem Logger Lite
- rozhraní [Vernier Go!Link](#)
- pH senzor [Vernier PH-BTA](#)



Varianta B:

- počítač s programem Logger Lite
- rozhraní [LabQuest Mini](#)
- pH senzor [Vernier PH-BTA](#)
- čítač kapek [Vernier VDC-BTD](#)



Pomůcky (společné pro obě varianty experimentu):

- magnetická míchačka (např. [Vernier STIR](#)) nebo míchací tyčinka
- kádinka
- odměrný válec
- laboratorní stojan
- byreta

Chemikálie (společné pro obě varianty experimentu):

- roztok hydroxidu sodného NaOH ($c = 0,1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$) – titrační činidlo
- Coca Cola

Postup při měření – varianta A:

A1. Připojení Vernier pH senzoru:

Spusťte program Logger Lite a do USB portu počítače připojte rozhraní Vernier Go!Link. Do jeho analogového vstupu pak připojte pH senzor. Dojde k jeho automatickému rozpoznání a objeví se připravený prázdný graf.

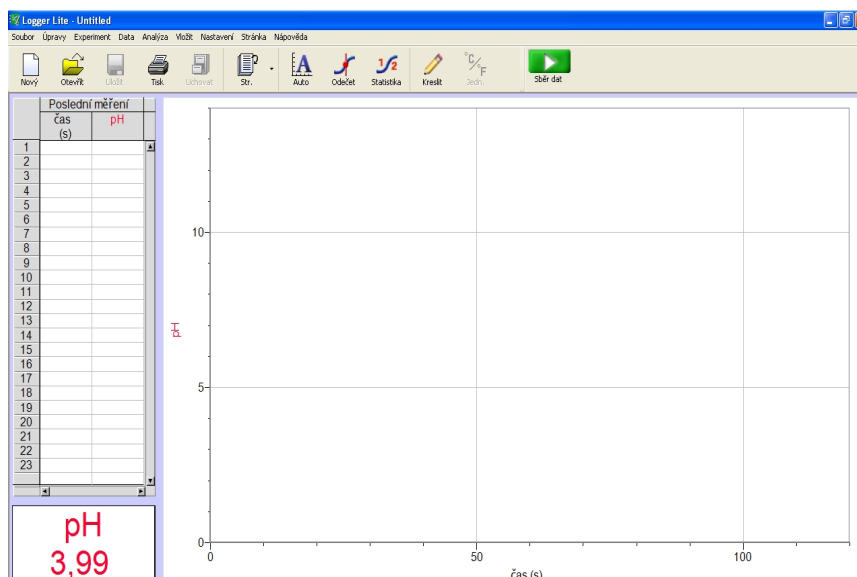


USB koncovka
rozhraní Go!Link



Rozhraní
Vernier Go!Link

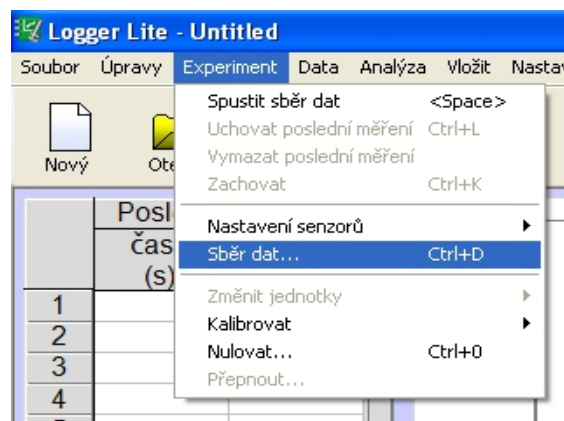
Kabel pH senzoru (PH-BTA)



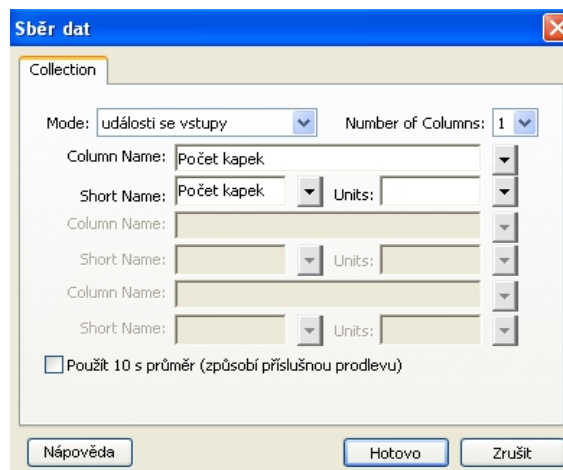
A2. Parametry měření:

Vyberte *Experiment* – *Sběr dat* nebo použijte klávesovou zkratku CTRL+D. V okně, které se záhy objeví, vyberte režim **Události se vstupy** a nové okno vyplňte dle obrázku na následující straně.

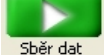
Potvrďte tlačítkem **Hotovo**.




Vzor vyplněného okna režimu Události se vstupy:



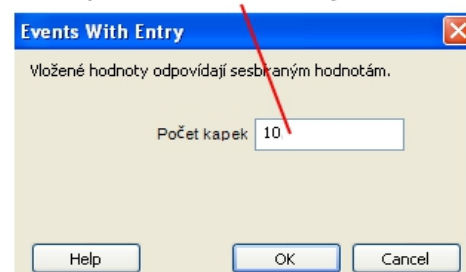
A3. Upevněte do stojanu byretu, zavřete její kohout a nalijte do ní 10 cm³ roztoku hydroxidu sodného. Pod stojan s byretou umístěte kádinku se 50 cm³ Coca Coly, vnořte do ní pH senzor a začněte míchat. Chcete-li si usnadnit míchání, použijte magnetickou míchačku Vernier STIR.

A4. Spusťte měření tlačítkem .


A5. Nechte odkapat deset kapek titračního činidla. Po jejich odkapání uzavřete kohout byrety a stiskněte tlačítko .

A6. Program Logger Lite vás požádá o zadání počtu kapek, které odkapaly (viz obrázek vpravo). Vepište číslo 10 a potvrďte OK.

Vepište tento údaj



A7. Kroky A5 a A6 znovu a znovu opakujte, zadávaný počet odkapaných kapek po deseti zvyšujte. (Tj. po odkapání dalších deseti kapek zadejte číslo 20, po odkapání dalších deseti číslo 30 atd.)

A8. Pozorujte vykreslující se závislost pH na počtu kapek titračního činidla. Po odkapání veškerého titračního činidla (nebo pokud jste již s výsledkem měření spokojeni) ukončete měření tlačítkem .

Poznámka: Samozřejmě můžete zvolit jiný způsob dávkování titračního činidla, například po 20 kapkách (pak vyplňujete postupně čísla 20, 40, 60,...) nebo podobně.

Postup při měření – varianta B:

B1. Připojení rozhraní LabQuest Mini:

Do USB portu počítače připojte kabel dodávaný s rozhraním LabQuest Mini. Druhý konec tohoto kabelu připojte k rozhraní LabQuest mini pomocí portu mini USB.



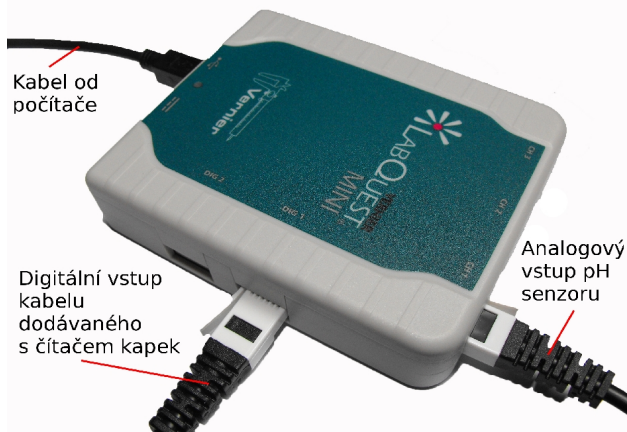
USB koncovka kabelu
dodávaného s rozhraním
LabQuest Mini



Port
USB mini

B2. Připojení Vernier pH senzoru a čítače kapek:

K libovolnému analogovému vstupu rozhraní LabQuest mini připojte pH senzor.
K libovolnému digitálnímu vstupu rozhraní LabQuest mini připojte kabel dodávaný s čítačem kapek. Druhý konec tohoto kabelu připojte ke vstupu čítače.



Kabel od
počítače

Digitální vstup
kabelu
dodávaného
s čítačem kapek

Analogový
vstup pH
senzoru



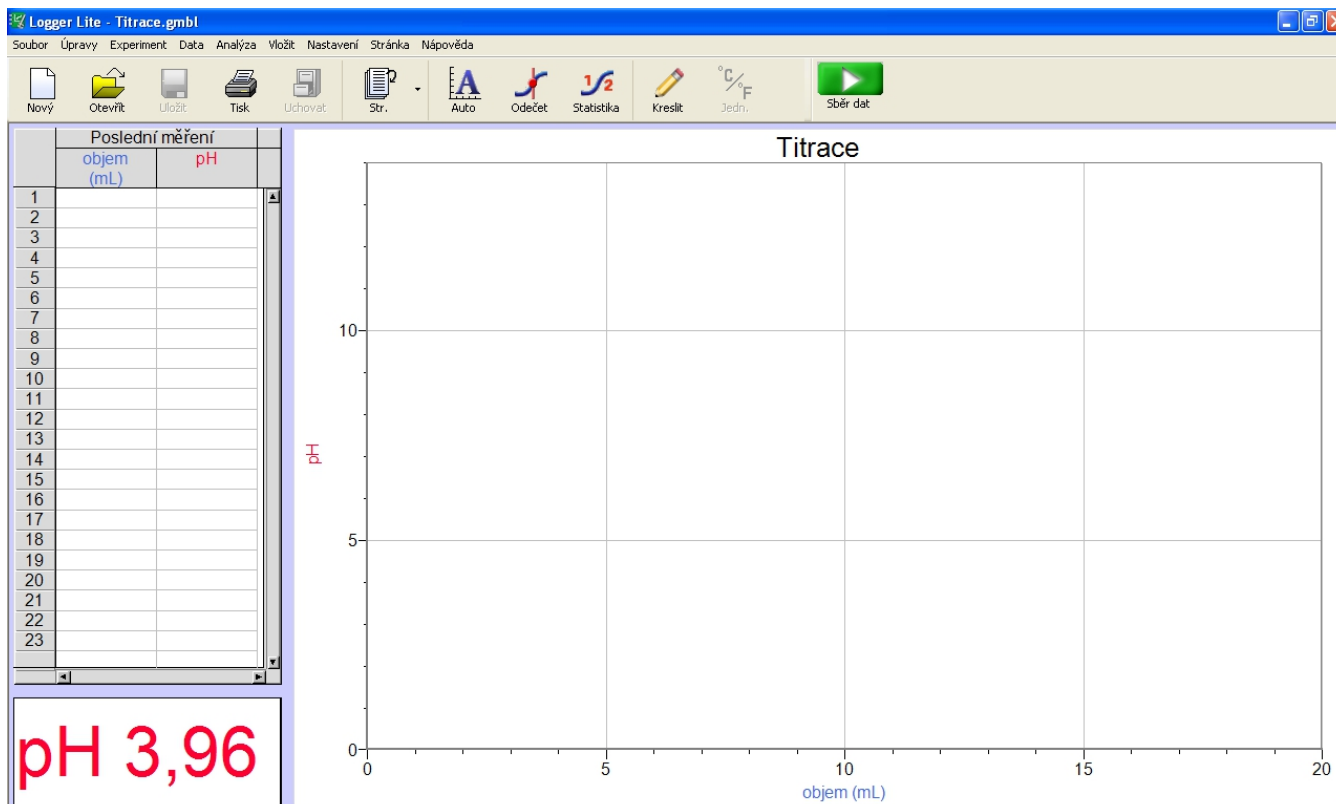
Připojení
čítače kapek

B3. Z níže uvedené adresy si stáhněte archiv *titrace.zip*:

<http://www.vernier.cz/download/experimenty/titrace.zip>

Tento archiv rozbalte a v programu Logger Lite otevřete soubor *titrace.gmbl*.
(Pracujete-li s programem Logger Pro, je pro vás určen soubor *titrace.cmbl*.)

Měřicí okno souboru *titrace.gmb1*:



B4. Experiment uspořádejte podle následujících kroků:

- 1) Upevněte do stojanu čítač kapek.
- 2) Zasuňte pH senzor do kruhového otvoru v těle čítače.
- 3) Nad čítač upevněte do stojanu byretu. Vyzkoušejte, že kapky z ní odkapávají skrz měřicí štěrbinu čítače.
- 4) Vyprázdněte byretu, zavřete její kohout a nalijte do ní 10 cm³ roztoku NaOH.
- 5) Pod stojan umístěte kádinku se 50 cm³ Coca Coly.
- 6) Upravte výšku čítače tak, aby byl konec pH senzoru ponořen do Coca Coly. (Pozor, abyste čítač neotočili, kapky z byrety musí procházet měřicí štěrbinou čítače!)

Celkové uspořádání vidíte na obrázku vpravo.



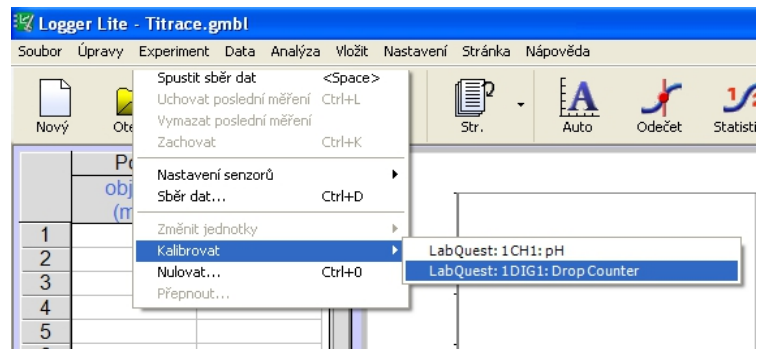


B5. Jste připraveni měřit. Tlačítkem **Sběr dat** spusťte měření. Povolte kohout byrety tak, aby mohlo titrační činidlo (roztok NaOH) odkapávat.

B6. Sledujte, jak se do grafu zakresluje závislost pH na objemu odkapaného titračního činidla. Po odkapání veškerého činidla ukončete měření tlačítkem:



Poznámka: Čítač měří počet kapek titračního činidla, ale na ose x zobrazuje jeho objem. Implicitně je měření přednastaveno takovým způsobem, že 1 ml = 28 kapek. Toto nastavení můžete změnit v nabídce *Experiment – Kalibrovat – LabQuestMini: Čítač kapek*.



Teorie:

Titrační křivky vícesytných kyselin umožňují identifikaci jednotlivých stupňů disociace pouze tehdy, liší-li se hodnoty disociačních konstant odpovídajících těmto stupňům alespoň o 3 až 4 řády.

Disociační konstanty kyseliny trihydrogenfosforečné mají hodnoty:

$$K_1 = 7,5 \cdot 10^{-3} \text{ (silná kyselina)}$$

$$K_2 = 6,2 \cdot 10^{-8} \text{ (slabá kyselina)}$$

$$K_3 = 4,8 \cdot 10^{-13} \text{ (velmi slabá kyselina, která již nemá význam pro odměrné stanovení)}$$

Poznámky:

1) Před měřením je nutno Coca Colu převařit alespoň po dobu 10 minut a následně ji ochladit. Proto dejte vařit více než 50 cm³ Coca Coly – nutno počítat s určitým výparem.