

# Acidobazické titrace s potenciometrickým určením bodu ekvivalence (vícesytná báze)

Cílem této úlohy je sledovat změny pH při titraci vícesytné báze (uhlíčan sodný) silnou kyselinou (kyselina chlorovodíková).

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
- pipeta 10 cm<sup>3</sup>
- byreta

## **Chemikálie (společné pro obě varianty experimentu):**

- roztok uhlíčitanu sodného (soda) Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (c = 0,1 mol·dm<sup>-3</sup>)
- roztok kyseliny chlorovodíkové HCl (c = 0,1 mol·dm<sup>-3</sup>) – titrační činidlo
- destilovaná voda

## 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.

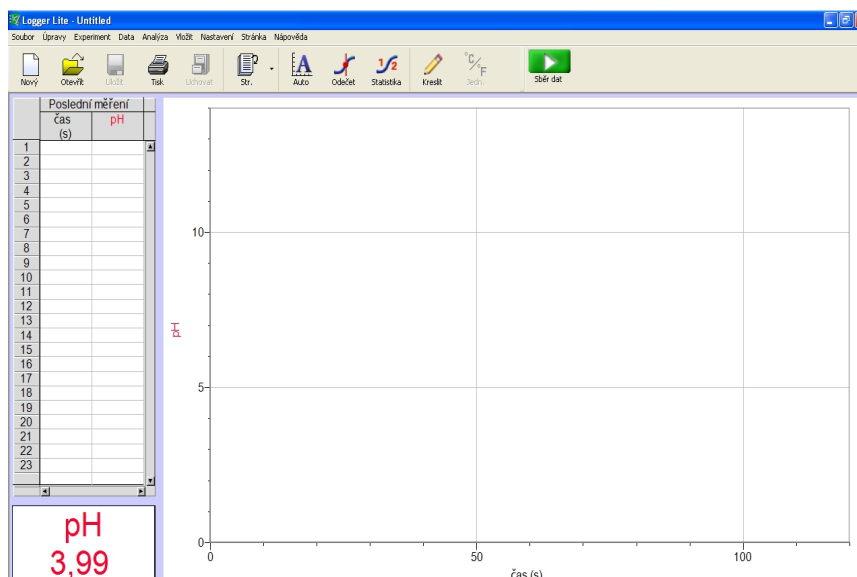


USB koncovka  
rozhraní Go!Link



Rozhraní  
Vernier Go!Link

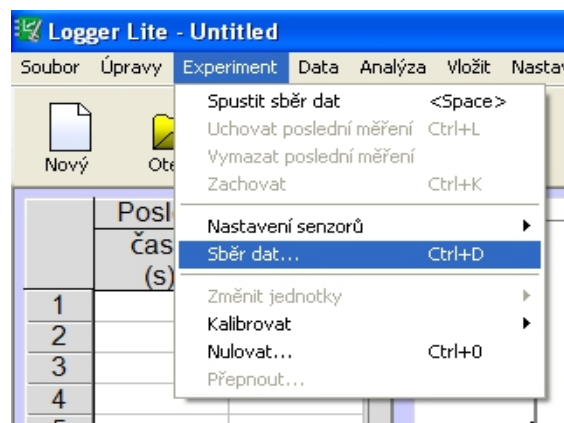
Kabel pH senzoru (PH-BTA)



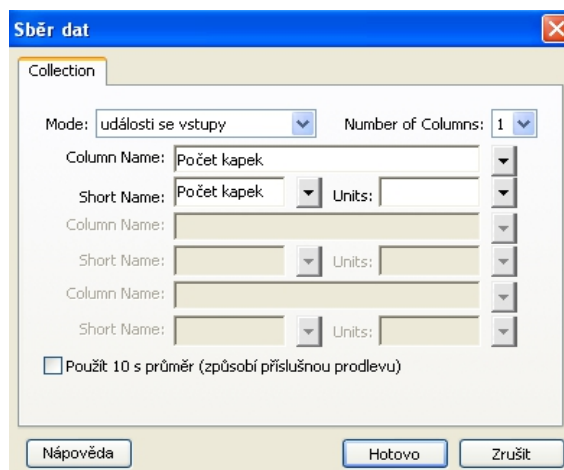
### A2. Parametry měření:

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**.

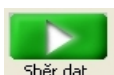


Vzor vyplněného okna režimu Události se vstupy:



**A3.** Upevněte do stojanu byretu, zavřete její kohout a nalijte do ní 10 cm<sup>3</sup> roztoku kyseliny chlorovodíkové. Pod stojan s byretou umístěte kádinku, odpipetujte do ní 2,5 cm<sup>3</sup> roztoku uhličitanu sodného a objem doplňte destilovanou vodou na 50 cm<sup>3</sup>. Vnořte do kapaliny pH senzor a začněte míchat. Chcete-li si usnadnit míchání, použijte magnetickou míchačku Vernier STIR.

**A4.** Spusťte měření tlačítkem

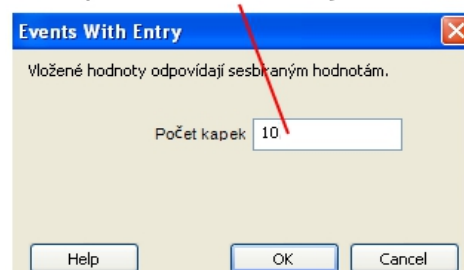


**A5.** Nechte odkapat deset kapek titračního činidla. Po jejich odkapání uzavřete kohout byrety a stiskněte tlačítko



**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.



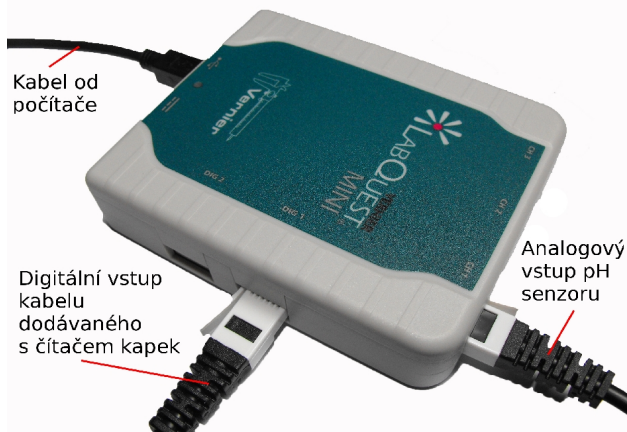
USB koncovka kabelu  
dodávaného s rozhraním  
LabQuest Mini



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



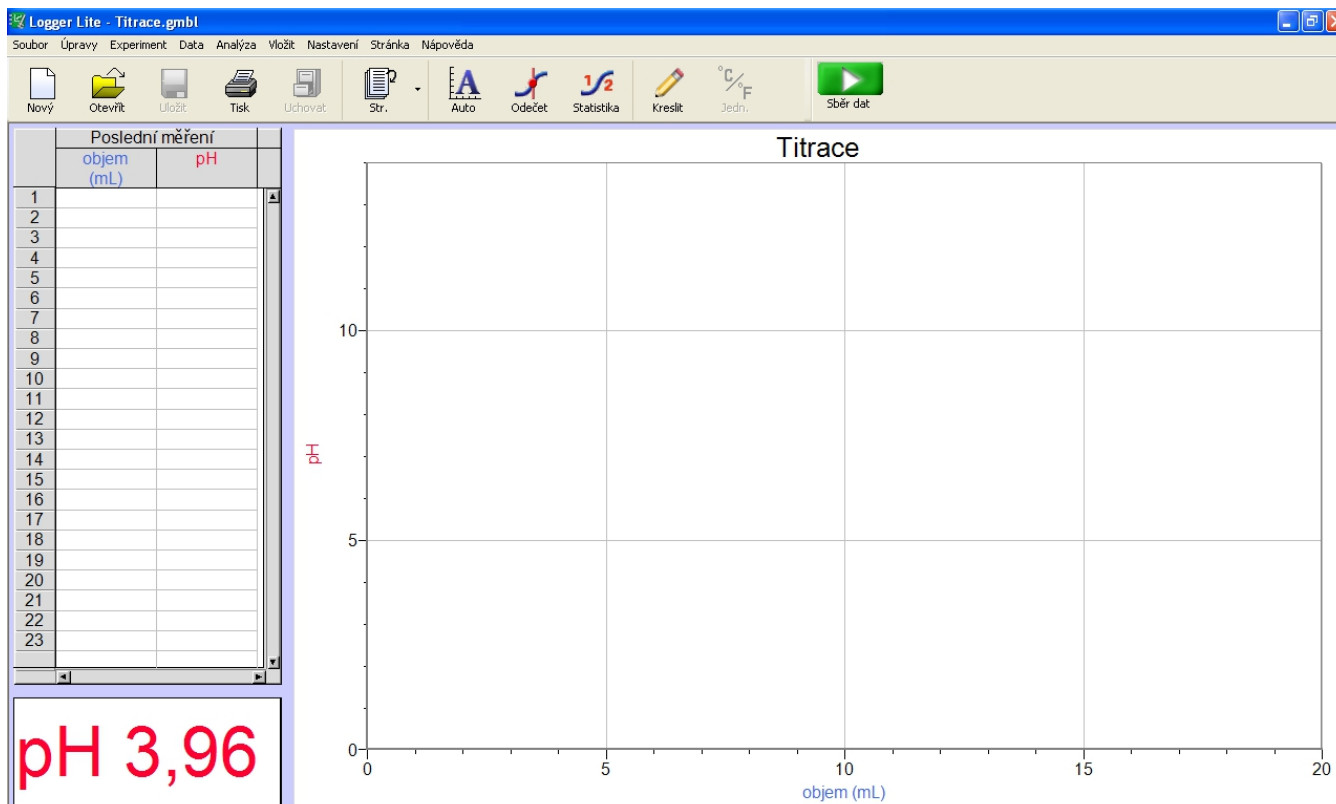
Připojení  
čítače kapek

### 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.gmb1*.  
(Pracujete-li s programem Logger Pro, je pro vás určen soubor *titrace.cmb1*.)

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  $10 \text{ cm}^3$  roztoku HCl.
- 5) Pod stojan umístěte kádinku a odpipetujte do ní  $2,5 \text{ cm}^3$  roztoku  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . Objem doplňte destilovanou vodou na  $50 \text{ cm}^3$ .
- 6) Upravte výšku čítače tak, aby byl konec pH senzoru ponořen do roztoku báze. (Pozor, abyste čítač neotočili, kapky z byrety musí procházet měřicí štěrbinou čítače!)

Celkové uspořádání vidíte na obrázku vpravo.



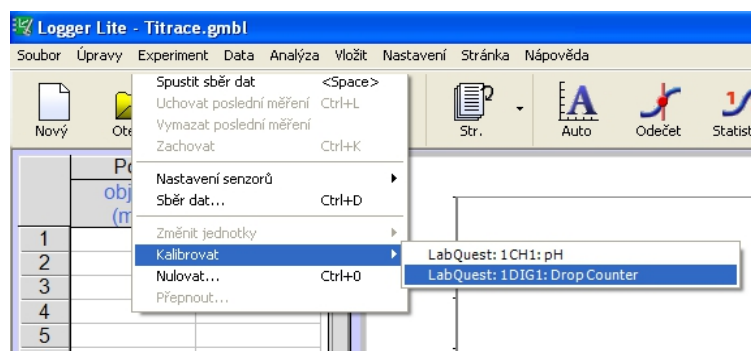


**B5.** Jste připraveni měřit. Tlačítkem **Sběr dat** spusťte měření. Povolte kohout byrety tak, aby mohlo titrační činidlo (roztok HCl) odkapávat.

**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:

Principem acidobazických titrací je sledování změn určité fyzikální veličiny (v našem případě pH) v titrovaném roztoku v závislosti na objemu přidávaného titračního činidla. Grafickým znázorněním této závislosti je **titrační křivka**, jejíž inflexní bod je bodem ekvivalence, tj. bodem určujícím rovnost látkového množství titrované látky a titračního činidla.

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