

Acidobazické titrace s konduktometrickým určením bodu ekvivalence

Cílem této úlohy je sledovat změny vodivosti při:

- neutralizaci slabé kyseliny silnou zásadou
- neutralizaci silné kyseliny silnou zásadou
- neutralizaci směsi kyselin silnou zásadou

V případech a) a b) chceme dále stanovit koncentraci použitého roztoku kyseliny.

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 (zpracována pro neutralizaci slabé kyseliny silnou zásadou):

- počítač s programem Logger Lite
- rozhraní [Vernier Go!Link](#)
- čidlo vodivosti [Vernier CON-BTA](#)



Varianta B (zpracována pro neutralizaci slabé kyseliny silnou zásadou):

- počítač s programem Logger Lite
- rozhraní [LabQuest Mini](#)
- čidlo vodivosti [Vernier CON-BTA](#)
- čítač kapek [Vernier VDC-BTD](#)



V obou variantách pracujeme s rozsahem čidla vodivosti 0 – 20 000 μS .

Pomůcky (společné pro obě varianty experimentu):

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

Chemikálie (společné pro obě varianty experimentu):

- roztok hydroxidu sodného NaOH ($c = 0,1 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$) – titrační činidlo
- roztok kyseliny chlorovodíkové HCl (asi 1 cm^3 ve 100 cm^3 destilované vody)
- roztok kyseliny octové CH_3COOH (asi $0,5 \text{ cm}^3$ ve 100 cm^3 destilované vody)
- destilovaná voda

Postup při měření – varianta A:

(Popis pro neutralizaci slabé kyseliny silnou zásadou, pro zbylé dvě kombinace na konci návodu.)

A1. Připojení čidla vodivosti:

Spustíte program Logger Lite a do USB portu počítače připojíte rozhraní Vernier Go!Link. Do jeho analogového vstupu pak připojíte čidlo vodivosti. Dojde k jeho automatickému rozpoznání a objeví se připravený prázdný graf.

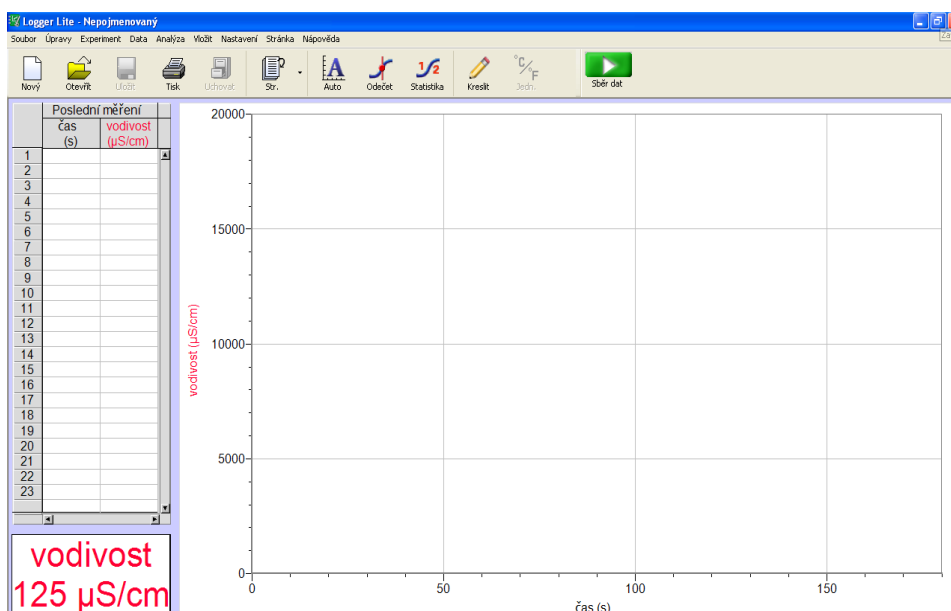


USB koncovka
rozhraní Go!Link



Rozhraní
Vernier Go!Link

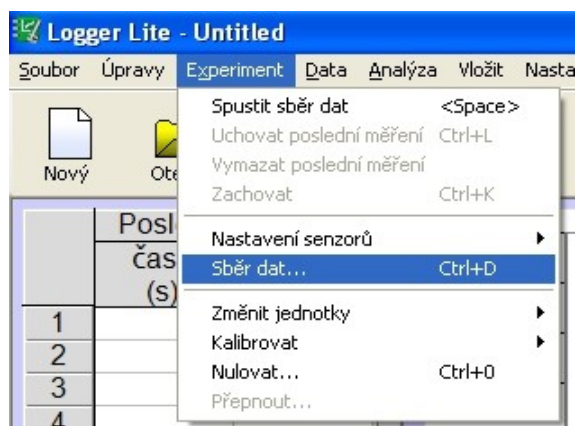
Kabel čidla vodivosti
(CON - BTA)



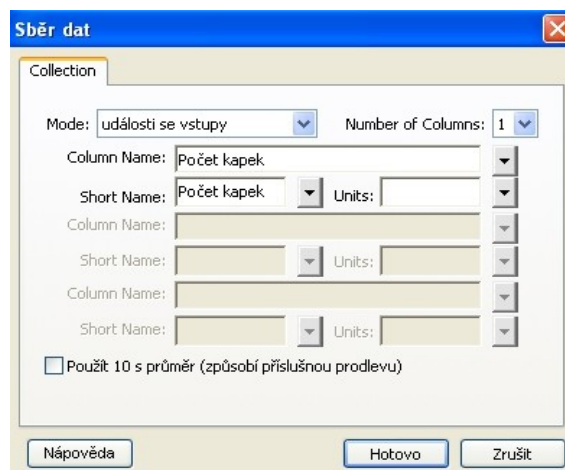
A2. Parametry měření:

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, odpipetujte do ní 5 cm³ roztoku kyseliny octové a objem doplňte destilovanou vodou na 50 cm³. Vnořte do kapaliny čidlo vodivosti a začněte míchat. Chcete-li si usnadnit míchání, použijte magnetickou míchačku Vernier STIR.

A4. Spusťte měření tlačítkem  .

A5. Nechte odkapat deset kapek titračního čidla. 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.

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 vodivosti na počtu kapek titračního čidla. Po odkapání veškerého titračního čidla (nebo pokud jste již s výsledkem měření spokojeni) ukončete měření tlačítkem  .

Vepište tento údaj



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

Postup při měření – varianta B:

(Popis pro neutralizaci slabé kyseliny silnou zásadou, pro zbylé dvě kombinace na konci návodu.)

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

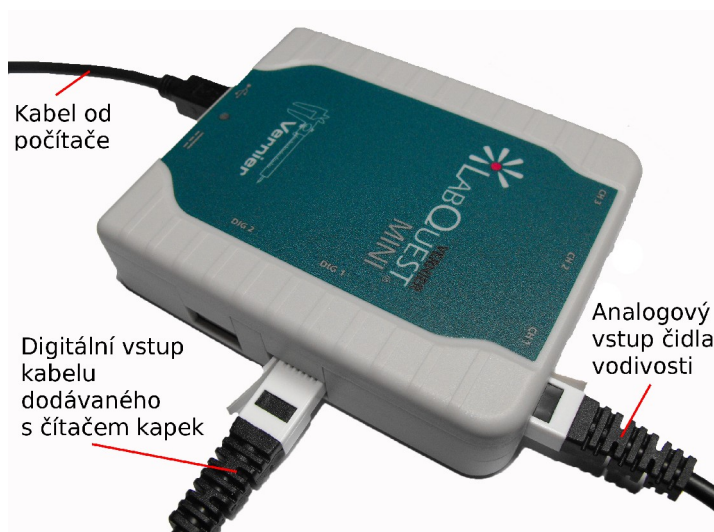


Port
USB mini

B2. Připojení čidla vodivosti a čítače kapek:

K libovolnému analogovému vstupu rozhraní LabQuest Mini připojte čidlo vodivosti.

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 čidla
vodivosti



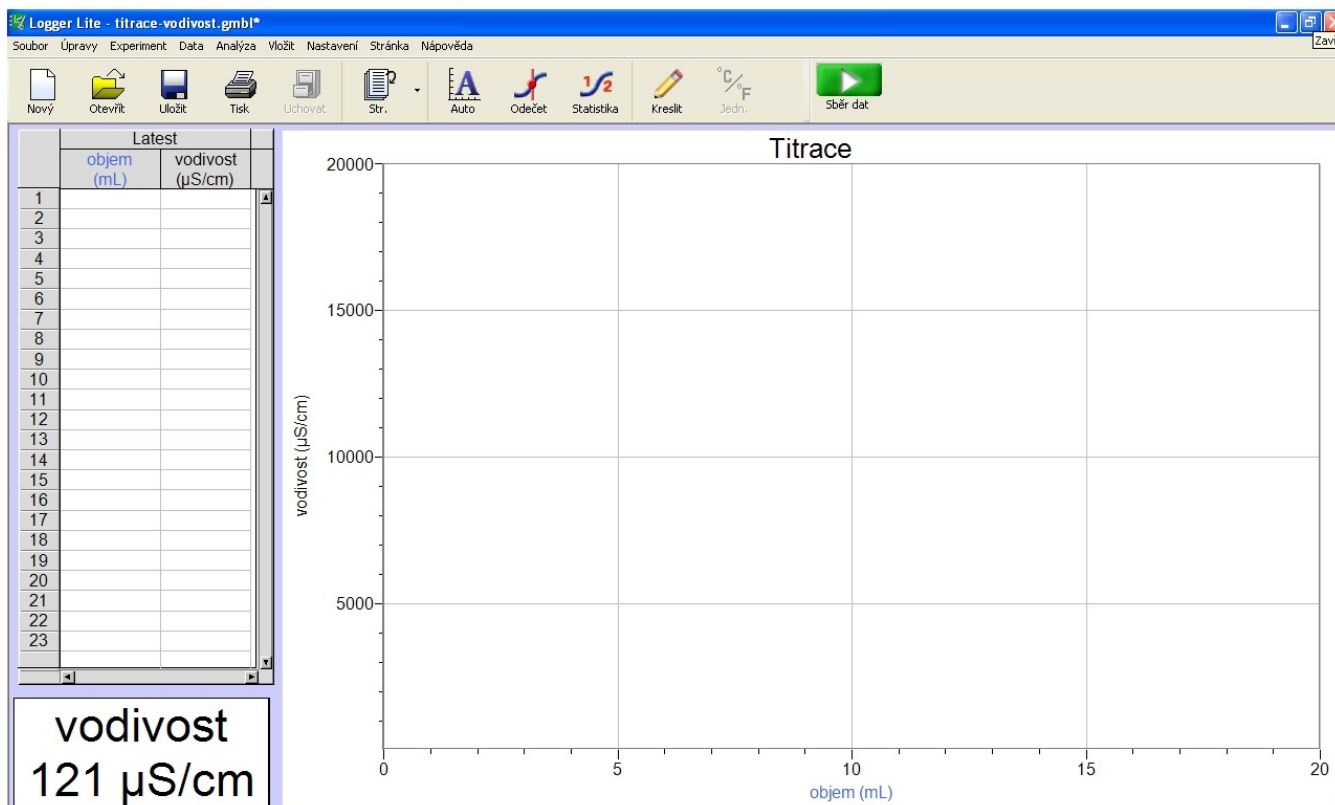
Připojení
čítače kapek

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

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

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

Měřicí okno souboru *titrace-vodivost.gmb1*:



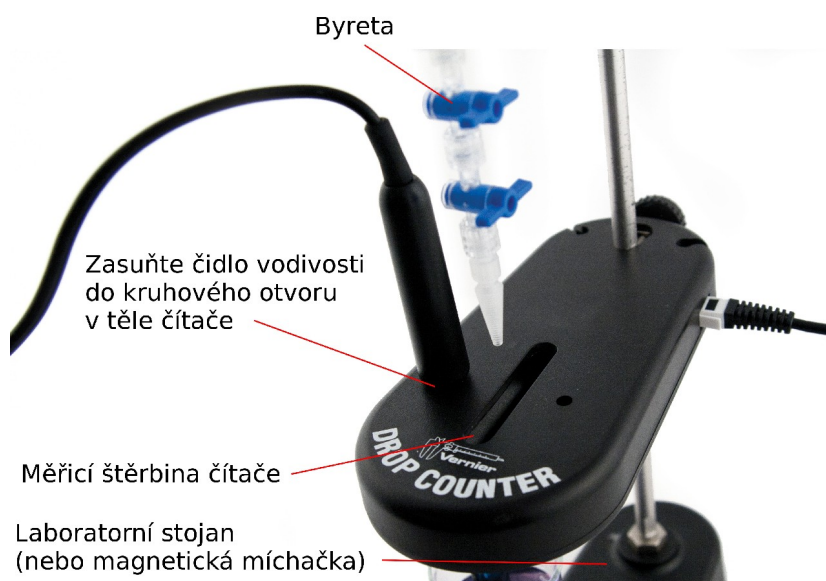
B4. Experiment uspořádejte podle následujících kroků:

- 1) Upevněte do stojanu čítač kapek.
- 2) Zasuňte čidlo vodivosti do kruhového otvoru v těle čítače.
- 3) Nad čítač upevněte do stojanu byretu. Vyzkoušejte, že kapky z ní odkapávají skrz měřicí štěrbinu čítače.

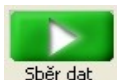
4) Vyprázdněte byretu, zavřete její kohout a nalijte do ní 10 cm³ roztoku NaOH.

5) Pod stojan umístěte kádinku, odpipetujte do ní 5 cm³ roztoku kyseliny octové a objem doplňte destilovanou vodou na 50 cm³.

6) Upravte výšku čítače, aby byl konec čidla vodivosti ponořen do roztoku kyseliny. (Pozor, abyste čítač neotočili, kapky z byrety musí procházet měřicí štěrbinou čítače!)



Celkové uspořádání vidíte na obrázku vpravo.

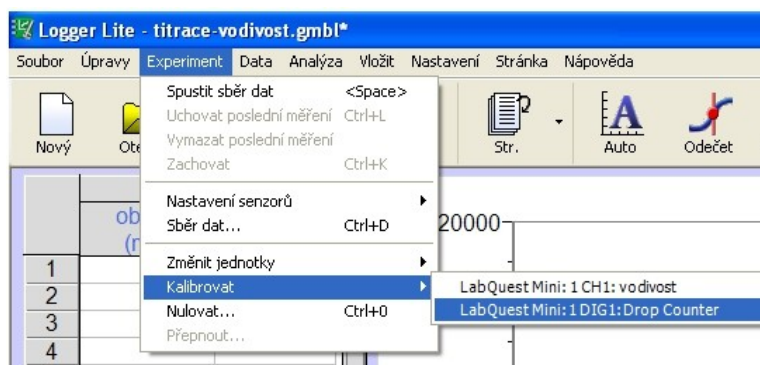


B5. Jste připraveni měřit. Tlačítkem **Sběr dat** spustíte měření. Povolte kohout byrety tak, aby mohlo titrační činidlo (roztok NaOH) odkapávat.

B6. Sledujte, jak se do grafu zakresluje závislost vodivosti 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*.



Množství chemikálií pro zbylé dvě titrace:

	<i>Titrační činidlo</i>	<i>Titrovaný roztok</i>
<i>Silná kyselina – silná zásada</i>	10 cm ³ roztoku NaOH	5 cm ³ roztoku HCl; doplnit destilovanou vodou na 50 cm ³
<i>Směs kyselin – silná zásada</i>	10 cm ³ roztoku NaOH	2,5 cm ³ roztoku HCl + 2,5 cm ³ roztoku CH ₃ COOH; doplnit destilovanou vodou na 50 cm ³

Teorie:

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

$$n_k = n_z, \text{ a pro sloučeniny stejné sytnosti:}$$

$$c_k V_k = c_z V_z, \text{ kde:}$$

$n_{k,z}$... látkové množství kyseliny, zásady

$c_{k,z}$... koncentrace kyseliny, zásady

$V_{k,z}$... objem kyseliny, zásady.

Při titraci směsi kyselin představují zlomové body titrační křivky body ekvivalence jednotlivých kyselin.