

Diprotické titrace: vícestupňové chemické reakce

Úvod

Poznámky a Snímky



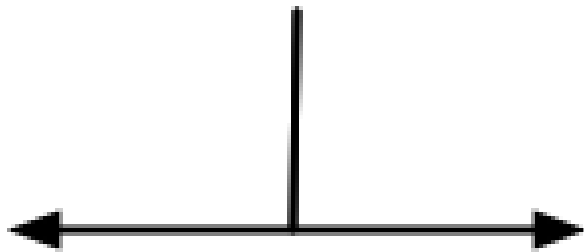
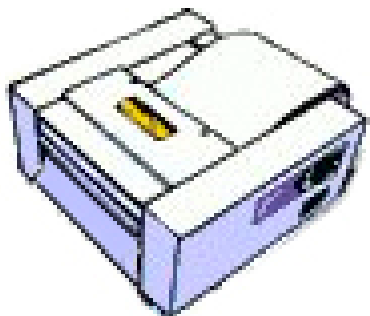
Tlačítko Snímek se používá, když chceme zachytit situaci na obrazovce SPARK Science Learning System.




Poznámky jsou místem, kde jsou ve SPARK Science Learning System uloženy a prohlíženy Snímky.



Tlačítko Sdílení se používá pro exportování nebo vytisknutí knihovny a pro její následné použití.

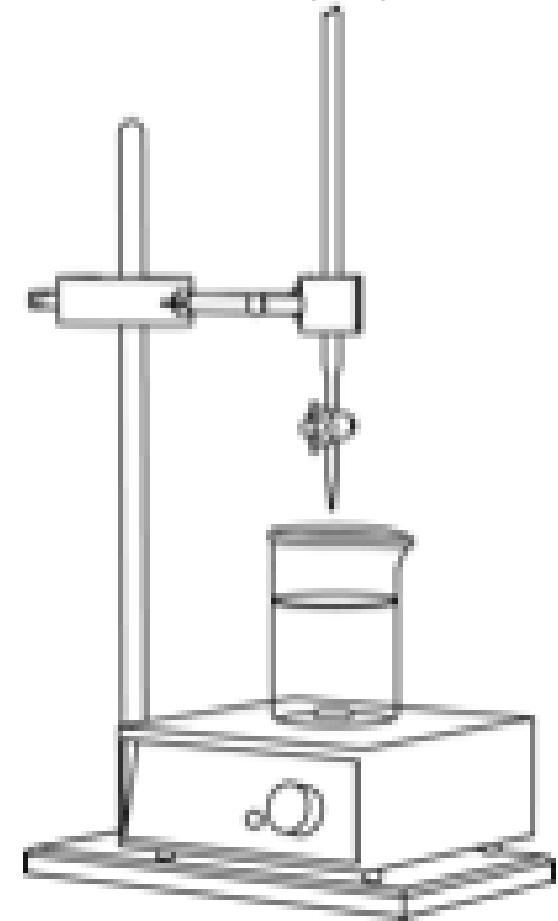
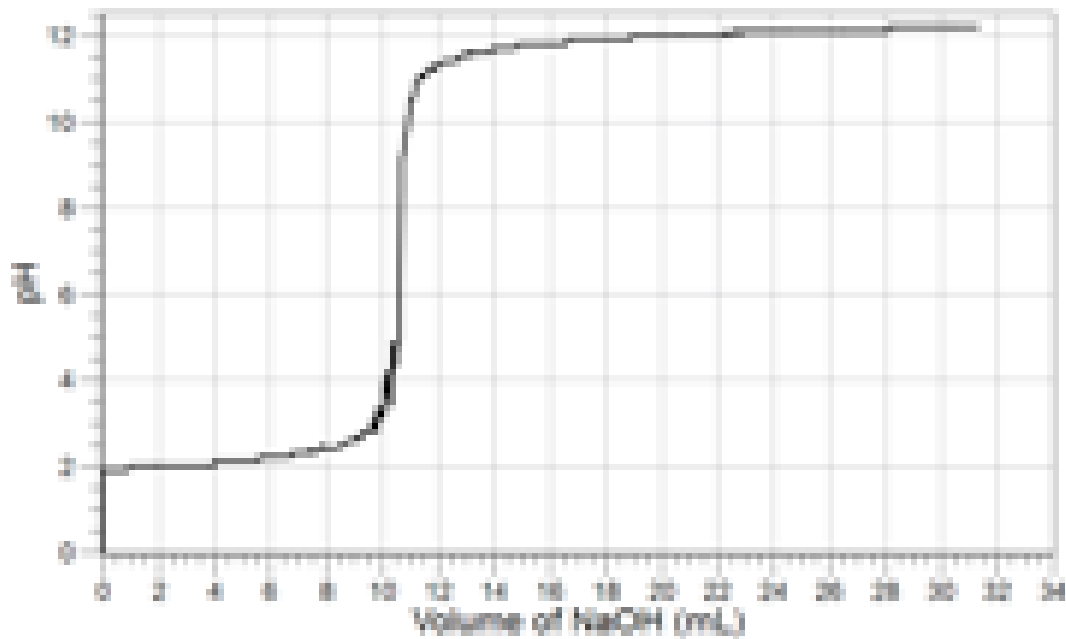


Tento obrázek slouží jako připomínka ke stisknutí  a vytvoření snímku poté, co zadáte Vaši odpověď.

Poznámka: Možná si budete chtít vytvořit Snímek této práce jako obálku pro Vaše poznámky.

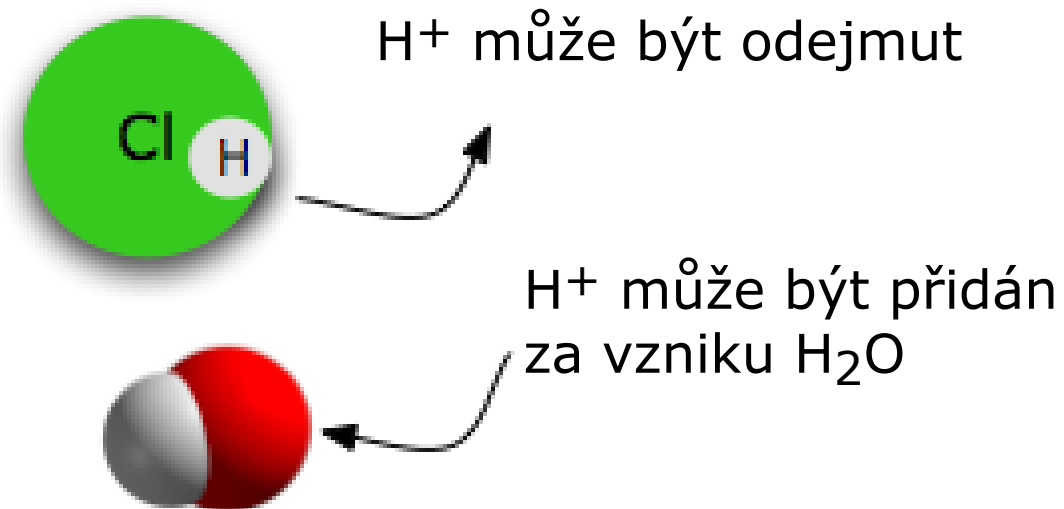
Úvodní otázky

- Titrace může určit kolik kyseliny je v roztoku, ale co se stane, když má kyselina více než jeden vodíkový iont který může darovat?
- Jak se bude titrační křivka lišit? Proč se titrační křivka mění? Může být přesto neznámá koncentrace určena?

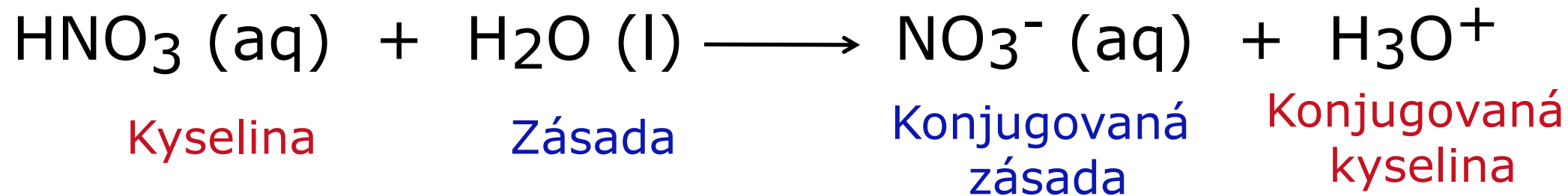


Pozadí

- Kyseliny jsou substance, které mají vodíkový iont, jež mohou odevzdat.
- Zásady jsou doplňky kyselin, ionty vodíku mohou přijmout.



- Když se kyselina vzdá vodíkového iontu, zbylá aniontová část se nazývá konjugovaná zásada.
- Když zásada přijme vodíkový iont, tak se nově vzniklý druh nazývá *konjugovaná kyselina*.




Kvíz

1. Když se kyselina vzdá vodíkového iontu, zbylá aniontová část se nazývá

_____.

- a) konjugovaná kyselina
- b) konjugovaná zásada
- c) diprotic kyselina
- d) diprotic zásada



Tento obrázek slouží jako připomínka ke stisknutí  a vytvoření snímku poté, co zadáte Vaši odpověď.

...Pozadí

- Polyprotické kyseliny mají více než jeden vodíkový iont, který mohou odevzdat.
- Kyseliny mohou být dále děleny podle počtu vodíkových iontů, které mohou odevzdat.

Obecný Typ Kyseliny	Specifický typ Kyseliny	Počet H ⁺ iontů k darování	Příklad
monoprotická	monoprotická	1	HCl
polyprotická	diprotická	2	H ₂ SO ₃
polyprotická	triprotická	3	H ₃ PO ₄

Kvíz

2. Kyselina dusičná (HNO_3) se dá nejlépe popsat jako _____ kyselina.

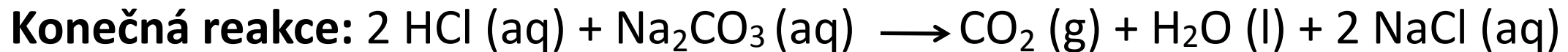
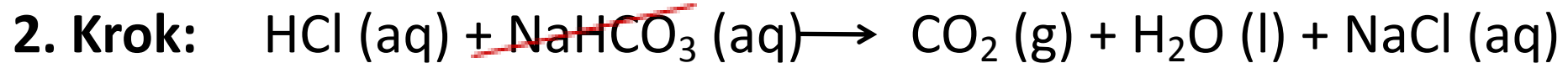
- a) triprotic
- b) diprotic
- c) polyprotic
- d) monoprotic

Specifický Typ Kyseliny	Počet H^+ Iontů k darování
monprotic	1
diprotic	2
triprotic	3



...Pozadí

- Ion uhličitanu (CO_3^{2-}) je konjugovanou zásadou kyseliny uhličitě (H_2CO_3). Roztok uhličitanu sodného obsahuje ionty, které mohou přijmout vodíkové ionty.
- Tyto ionty uhličitanu mohou být titrovány kyselinou, jako je chlorovodíková kyselina. Přijetí vodíkových iontů probíhá ve dvou krocích:



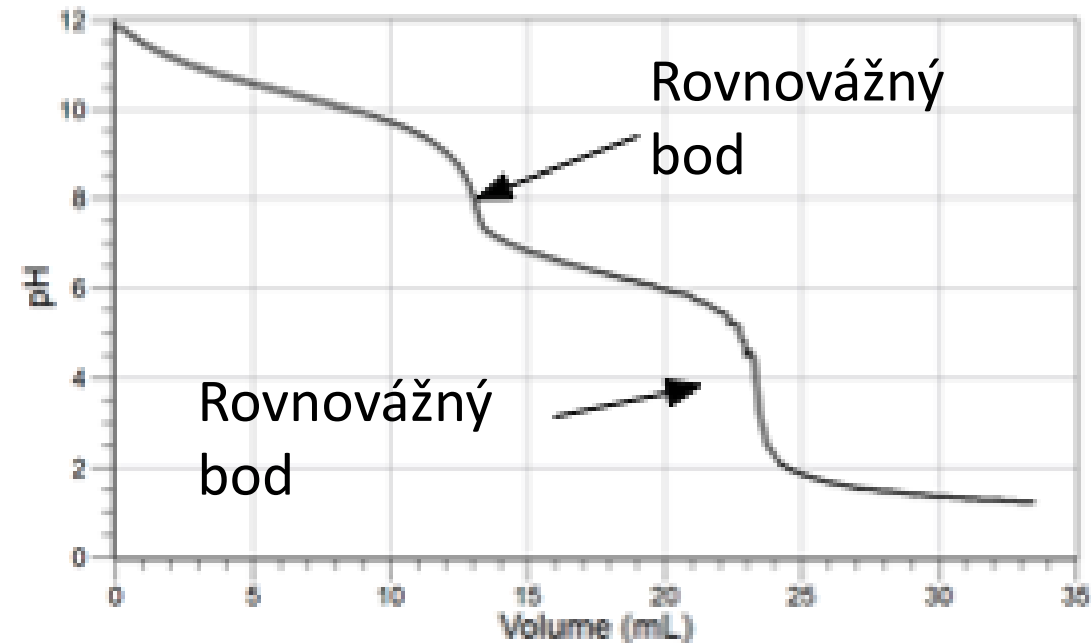
Kvíz

3. Kdy uvidíte bublinky (vznik plynu) během reakce mezi uhličitanem sodným a kyselinou chlorovodíkovou?
- a) jen během kroku jedna
 - b) jen během kroku dvě
 - c) během kroků jedna i dvě
 - d) žádné bublinky se neobjeví



...Pozadí

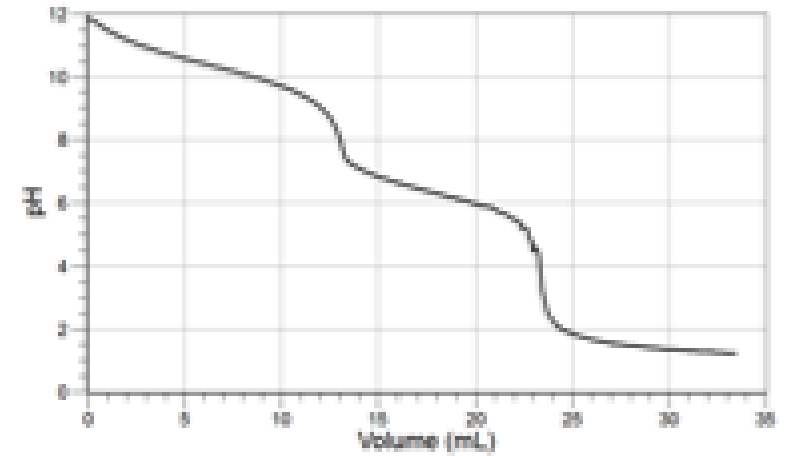
- Oba kroky lze sledovat v titrační křivce. Jak titrace pokračuje, pH je možné měřit senzorem.
- V místě kde je křivka nejstrmější se nachází rovnovážný bod (počet molů kyseliny se rovná počtu molů zásady).
- U polyprotické kyseliny zde bude jeden rovnovážný bod pro každý vodík, který může být darován.



Kvíz

4. Kolik rovnovážných bodů bude na titrační křivce pro diprotic kyselinu?

- a) 1
- b) 2
- c) 3
- d) 4



Křivka diprotic titrace



Bezpečnost

- Dbejte na všechny laboratorní bezpečnostní předpisy.
- Kyselina chlorovodíková je silná kyselina. Předejděte kontaktu s očima a kůží.
- Umyjte si ruce po manipulaci s chemikáliemi, vybavením a ochrannými brýlemi
- Ujistěte se, že všechny kyseliny a zásady jsou zneutralizovány před vylitím do odpadu.



BE SAFE

Vždy si před
odchodem umyjte ruce
pro odstranění zbytků

Materiál a vybavení

Shromážděte všechny tyto věci před začátkem laboratorní práce.

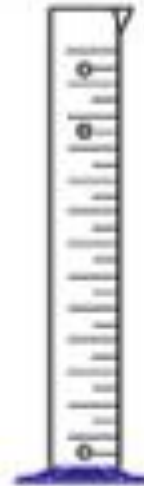
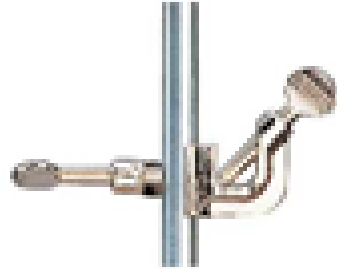
- Počítač kapek
- pH senzor
- Tlumící roztok pH 4, 25 mL
- Tlumící roztok pH 10, 25 mL
- Kádinky (2), 50-mL
- Micro míchací tyče
- Magnetické míchadlo
- Trychtýř
- Stojan



... Materiál a vybavení

Před začátkem si připravte i tyto věci..

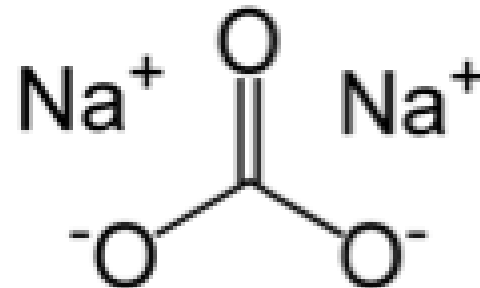
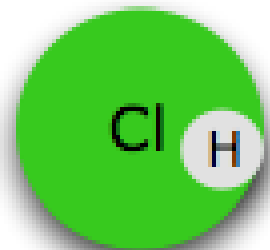
- Byreta
- Svorka na byretu
- Pravoúhlá svorka
- Kádinka, 250-mL
- Jednorázová pipeta
- Odměrný válec, 100-mL
- Odměrný válec, 50-mL
- Umytá láhev s destilovanou (deionizovanou) vodou



... Materiál a vybavení

Také si připravte tyto další věci před začátkem.

- Odpadní nádobu
- Destilovanou (deionizovanou) vodu, 200 mL
- 1.0 M Roztoky kyseliny chlorovodíkové, 50 mL
- Roztok uhličitanu sodného, 50 mL



Řadící výzva

A. Když se pH stabilizuje (na pH nižší než 2) uzavřete kohoutek a přestaňte se sběrem dat. Zapište konečnou hodnotu.

B. Použijte údaje pro výpočet koncentrace roztoku uhličitanu sodného.

C. Připravte titrační vybavení a nakalibrujte pH senzor.

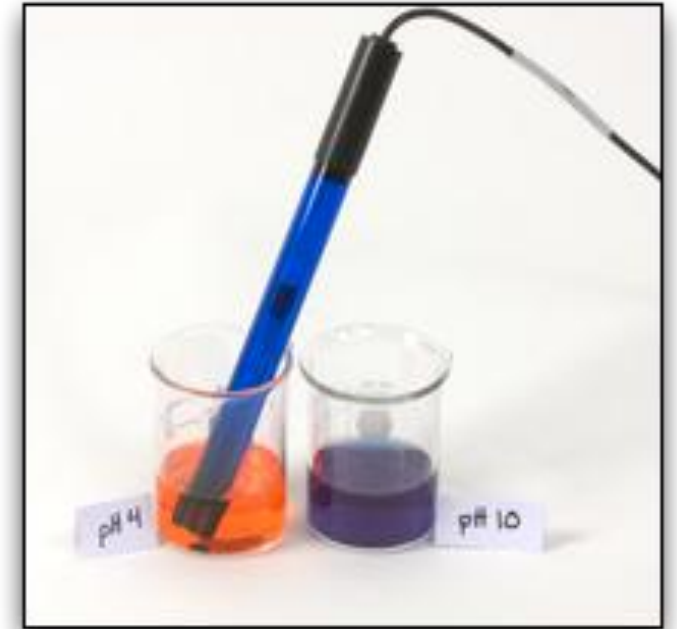
D. Měřte a zapisujte počáteční hodnoty uhličitanu sodného a HCl. Začněte sbírat data a pak uvolněte titrant.

Kroky nalevo jsou součástí postupu pro tuto laboratorní práci. Nejsou správně seřazené. Zjistěte správné pořadí kroků, pak stránku vyfoťte.



Příprava

1. Připojte pH senzor ke SPARK Science Learning System.
2. Nakalibrujte pH senzor:
 - a) Pro přibližně 25 mL pH 4 tlumícího roztoku v 50-mL kádince.
 - b) Pro přibližně 25 mL pH 10 tlumícího roztoku v druhé 50-mL kádince.
 - c) Vyjměte pH senzor z krycí nádoby elektrody a opláchněte jej destilovanou vodou pro vyčištění senzoru.
 - d) Čtěte instrukce jak nakalibrovat pH senzor na další straně.



Tlumivé roztoky a pH senzor

Pro nakalibrování pH senzoru:

Poznámka: Během kalibračního procesu se nebude možno na tuto stránku vrátit .

1. Otevřete Calibrate Sensor:

- a) Zmáčkněte 
- b) Zmáčkněte **CALIBRATE SENSOR**

2. Ujistěte se, že jsou vybrány správně jednotky:

- a) Sensor: (jméno senzoru)
Measurement: pH
Calibration Type: 2 point
- b) Zmáčkněte **NEXT**

3. Kalibrační Bod 1:

- a) Umístěte pH sondu do pH 4 tlumivého roztoku.
- b) Zadejte 4.0 jako pH do kolonky **Standard Value** pod **Calibration Point 1**.
- c) Zmáčkněte **Read From Sensor** pod **Calibration Point 1**.
- d) pH sondu důkladně opláchněte destilovanou vodou.

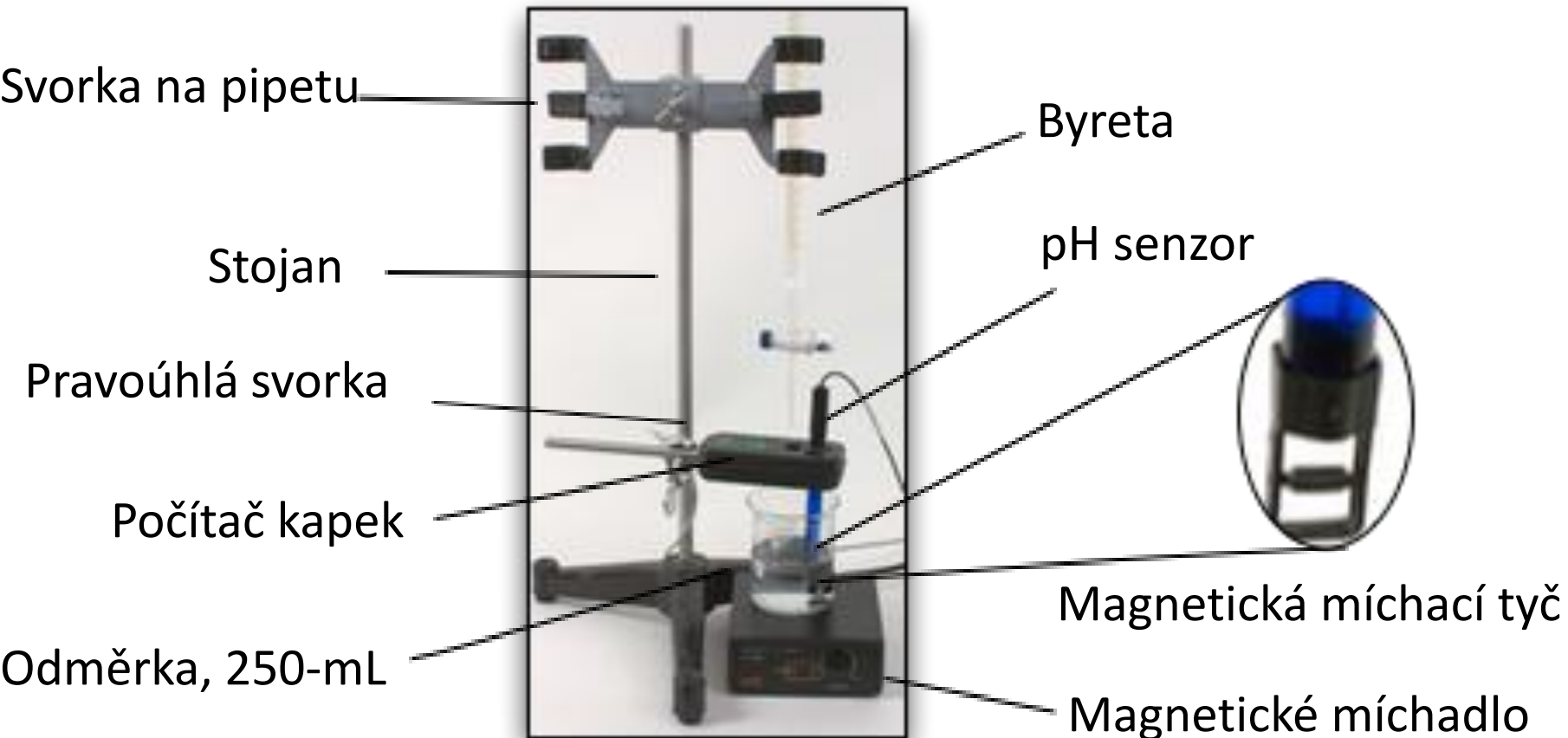
4. Kalibrační Bod 2:

- a) Opakujte Kalibrační Bod 1 s pH 10 tlumícím roztokem.
- b) Zmáčknutím **OK** zavřete kalibrační obrazovku a pak zmáčkněte znovu **OK** a vraťte se zpět do úlohy.

Příprava

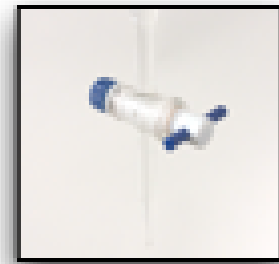
3. Připojte počítač kapek ke SPARK Science Learning System.
4. Sestavte titrační přístroj.

O1: Bude pH senzor, který nebyl nakalibrován dávat přesné výsledky? Proč musí být pH senzor nakalibrován?



Přírava

5. Používejte jednorázové pipety k opláchnutí vnitřku byrety s několika mililitry standardizovaného roztoku kyseliny chlorovodíkové (HCl).
6. Vypouštějte HCl z byrety do odpadní nádoby
7. Opakujte tento proces ještě dvakrát
8. Ujistěte se, že kohoutek je v poloze „off“ a pak použijte trychtýř k naplnění byrety s ~50mL standardizovaného roztoku HCl (titrant).
9. Odpusťte malé množství titrantu přes počítač kapek do odpadní nádoby.



Off pozice

O2: Proč je důležité pustit malé množství titrantu přes počítač kapek než začnete s titrací?



Příprava

10. Vyzkoušejte si měnění pozice kohoutku na byretě tak aby titrant šel přes počítač kapek v odlišitelných kapkách, které padají 2-3 za sekundu.

Pozn.: Je důležité abyste měli dobrou kontrolu nad změnou pozice kohoutku. Jestliže omylem moc otevřete kohoutek a NaOH se vylije (místo aby se vykapal), budete muset začít znovu.

11. Uzavřete kohoutek a pak odstraňte odpadní nádobu.

O3: Jak vám může pomoci zelené světlo na počítači kapek v určování jestli HCl kape v rozlišitelných kapkách?



Příprava

12. Přečtěte si původní objem titrantu v byretě do 0,01 mL.
13. Použitím 100-mL odměrného válce změřte 100.0 mL destilované vody a přelijte ji do čisté 250-mL kádinky.
14. Použitím 50-mL odměrného válce změřte 20.0 mL 0.5 M roztoku uhličitanu sodného (Na_2CO_3) a přilijte ho ke 100.0 mL destilované vody v kádince. Zapište přesný objem přilité Na_2CO_3 do textového pole na další stránce.

O4: Zapište původní objem HCl a koncentraci roztoku HCl do textového pole níže.



Příprava

15. Přidejte pH senzor, micro míchací tyče a 250-mL kádinku, obsahující roztok Na_2CO_3 titračního přístroje.


16. Zapněte magnetické míchadlo a začněte míchat na malé až střední rychlosti

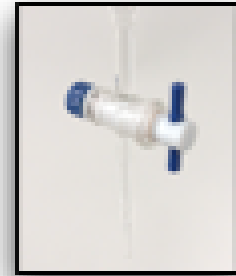
Poznámka: Ujistěte se, že je hlavička pH senzoru plně ponořena.

O5: Zapište objem přidané Na_2CO_3 do kádinky do textového pole níže.



Sběr dat

1. Zmáčkněte  pro začátek sběru dat.
2. Opatrně otevřete kohoutek na byretě tak aby se uvolňovaly 2-3 kapky za sekundu.



3. Pokračujte se sběrem dat, dokud se pH roztoku nestabilizuje na pH menší než 2.

Pokračujte na další stránce.

O6: Jaký reakční krok se uskuteční na začátku titrace mezi počáteční hodnotou pH (~12) a pH hodnotou 8?

O7: Co se začne dít v kádince, když je pH roztoku menší než 8? Vysvětlete tato pozorování.




Sběr dat

4. Když se pH roztoku stabilizuje na pH nižší než 2, uzavřete kohoutek.

Pokračujte na další stránce.

Sběr dat

5. Zmáčkněte  pro ukončení sběru dat.
6. Zapište konečný objem HCl v byretě.



Vyhodnocení dat

1. Určete celkový objem HCl použité v titraci pomocí následujících kroků a-c.




Objem HCl = konečný objem HCl - původní objem HCl

Pozn.: Původní a konečné objemy HCl byly zapsány dříve v poznámkách! Tato čísla získáte ze svých poznámek.*

- a) Zadejte konečný objem HCl do textového pole napravo.
- b) Zapište počáteční objem HCl do textového pole napravo.
- c) Odečtete počáteční objem HCl od konečného objemu HCl a zapiště celkový objem do textového pole napravo.



* Chcete-li zobrazit stránku v poznámkách:

1. Zmáčkněte  pro otevření poznámek.
2. Zmáčkněte  nebo  pro listování skrze miniatury stránek poznámek.
3. Zmáčkněte miniaturu obrázku stránky, pro její zobrazení.

Vyhodnocení dat: HCl

2. Vytvořit přepočet* pro konverzi počtu kapek na objem (mL).

$$\text{CalcVolume1} = ([\text{drop count}] * \text{volume of titrant}) / \text{final drop count}$$

Poznámka:

[drop count] = shromážděná data, počet kapek


volume of titrant = celkový objem použitého NaOH

(nachází se ve vašich poznámkách)

final drop count = celkové množství přidaných








kapek (zobrazeno napravo)

*Pro vytvoření přepočtu:

1. Zmáčkněte  pro otevření Experiment Tools obrazovky.
2. Zmáčkněte **CALCULATED DATA** pro otevření kalkulačky.
3. Zadejte výpočet do poskytnutého prostoru.
4. Zmáčkněte **Measurements** pro vložení získaných dat do výpočtu.

3. Najděte sklon a pH v prvním rovnovážném bodě (bod s největším sklonem).*

***Pro zjištění Rovnovážného Bodu**

1. Zmáčkněte  pro otevření nabídky nástrojů.
2. Zmáčkněte , pak zmáčkněte na datový bod nad a pod nejstrmější částí grafu.
3. Zmáčkněte  a pak  pro zobrazení sklonu a souřadnic datového bodu
4. Mačkejte  a  dokud nebude sklon největší.
5. Zmáčkněte  pro výběr rovnovážného bodu.







4. Najděte sklon a pH v druhém rovnovážném bodě (místo s největším sklonem).*

***Pro zjištění Rovnovážného Bodu:**


1. Zmáčkněte  pro otevření nabídky nástrojů.
2. Zmáčkněte , pak zmáčkněte na datový bod nad a pod nejstrmější částí grafu.
3. Zmáčkněte  a pak  pro zobrazení sklonu a souřadnic datového bodu
4. Mačkejte  a  dokud nebude sklon největší.
5. Zmáčkněte  pro výběr rovnovážného bodu.



5. Změňte osu x pro zobrazení objemu HCl* (zmáčkněte  pro zvětšení grafu).

6. Zjistěte objem HCl v prvním rovnovážném bodě zmáčknutím  a pak označením rovnovážného bodu. (Pokud nutno, použijte  a ).

7. Zmáčkněte  a  pro zobrazení objemu pH.

8. Zmáčkněte  a zadejte objem. Opakujte kroky 6-8 pro druhý rovnovážný bod.



***Pro změnu jednotky na ose x,y:**




1. Zmáčkněte  pro otevření panelu nástrojů.

2. Zmáčkněte  pro otevření okna s vlastnostmi grafu.

3. Pro každou osu zmáčkněte kolonku **Measurement** a vyberte požadovanou jednotku.

Vyhodnocení dat




9. Vypočtete molární koncentraci Na_2CO_3 v prvním rovnovážném bodě:

- Určete počet molů HCl přidaných pomocí objemu  HCl přidaného v prvním rovnovážném bodě a molaritu  roztoku HCl .
- Převeďte z molů HCl do molů Na_2CO_3 za pomoci rovnoměrné chemické reakce pro první reakční krok: $\text{HCl} + \text{Na}_2\text{CO}_3 \longrightarrow \text{NaHCO}_3 + \text{NaCl}$
- Použijte moly Na_2CO_3 a počáteční objem Na_2CO_3  pro zjištění molarity Na_2CO_3 .



Vyhodnocení dat

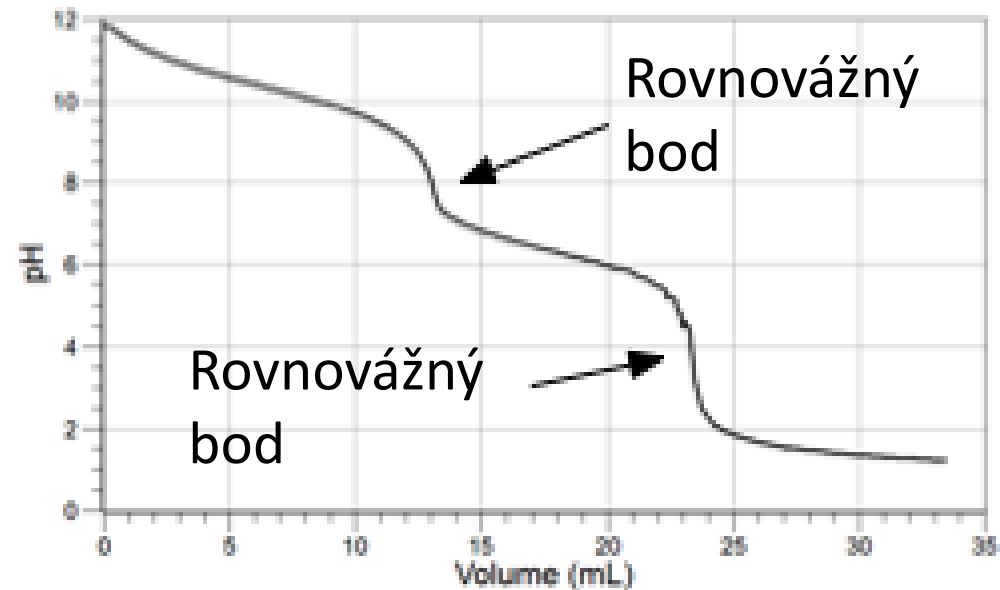
10. Vypočtete molární koncentraci Na_2CO_3 na druhém rovnovážném bodě:

- Určete počet molů HCl přidaných pomocí objemu  HCl přidaného v prvním rovnovážném bodě a molaritu  roztoku HCl .
- Převeďte z molů HCl do molů Na_2CO_3 za pomoci rovnoměrné chemické reakce pro první reakční krok: $2 \text{HCl} + \text{Na}_2\text{CO}_3 \longrightarrow \text{CO}_2 + 2 \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$
- Použijte moly Na_2CO_3 a počáteční objem Na_2CO_3  pro zjištění molarity Na_2CO_3 .



Vyhodnocení dat

11. Vypočtete průměrnou molaritu roztoku Na_2CO_3 pomocí hodnot z každého rovnovážného bodu. Předved'te svou práci.



Analýza

1. Kdy se začaly objevovat bublinky způsobené vznikem oxidu uhličitého?



Analýza

2. Napište dvě chemické reakce jako oddělené kroky, které dohromady dávají celkovou reakci:



Analýza

3a. Před prvním rovnovážným bodem kádinka obsahovala směs iontů uhličitanu a iontů bikarbonátu. Který z těchto dvou iontů přijme ionty vodíku rychleji?

3b. Jak jste k tomu došli?



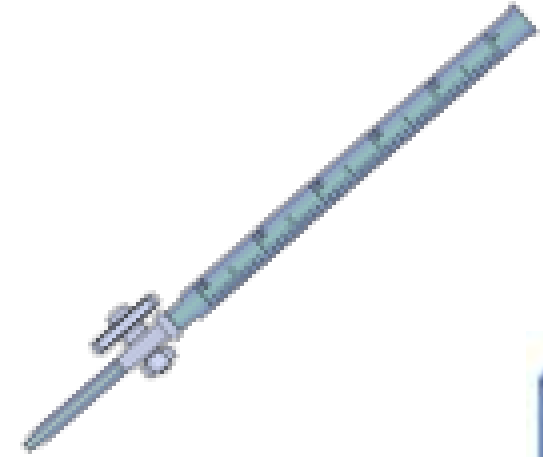
Analýza

- 4a. Po prvním rovnovážném bodě byla produkce oxidu uhličitého rychlá. Zbyly v roztoku nějaké ionty uhličitanu?
- 4b. Co myslíte že první rovnovážný bod představoval?



Analýza

5. Reakce přestala bublat po druhém rovnovážném bodě. Čeho jste si všimli ve spojení s potřebným objemem kyseliny pro dosažení každého rovnovážného bodu?



Analýza

6. Proč bublání přestalo po druhém rovnovážném bodě?

Myslete!



Syntéza

1. Často se produkt jedné chemické reakce může stát reaktantem v jiné chemické reakci. Uveďte příklad toho, že je toto tvrzení pravdivé pomocí reakcí pozorovaných v tomto experimentu.



Syntéza

- 2a. Vypočtete počet molů oxidu uhličitého které vznikly.
Předvedte svou práci.
- 2b. Jaké bylo omezující činidlo?



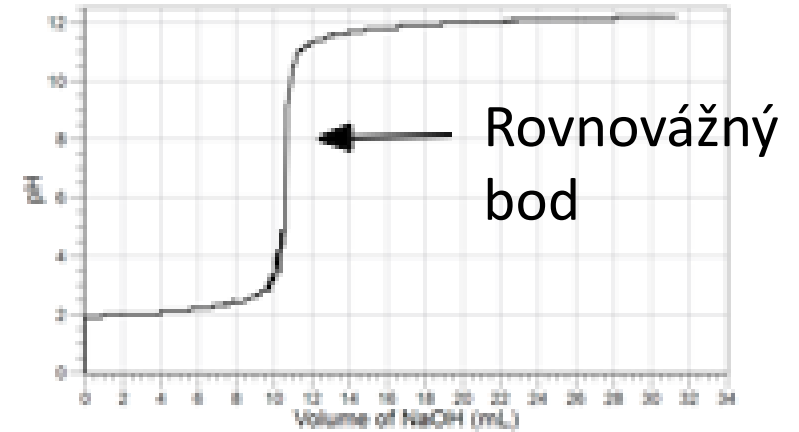
Syntéza

3. Vypočtete kolik litrů oxidu uhličitého bylo vytvořeno. Předpokládejte standardní teplotu a tlak.



Test

1. U titrace kyselin-zásad, rovnovážný bod znázorňuje _____.
- a) bod, kde má kyselina i zásada stejný počet molů.
 - b) bod, kdy v byretě došla kyselina.
 - c) bod, kde je pH nejvyšší.
 - d) bod, kde je pH nejnižší.

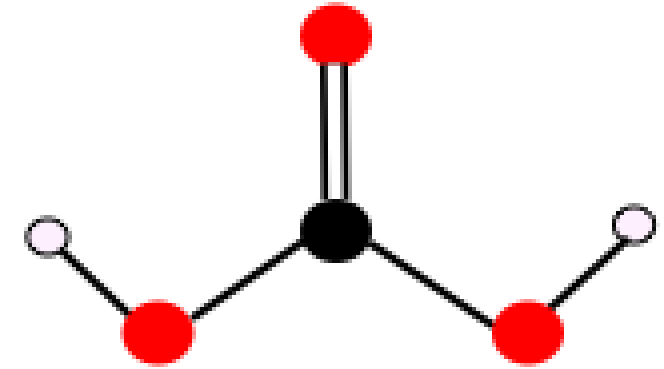


Titrační Křivka



Test

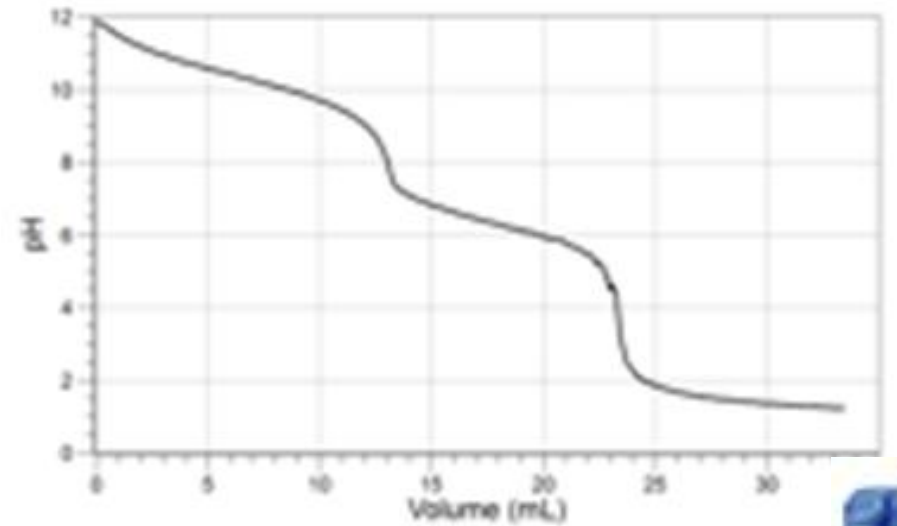
2. Kyselina uhličitá je známa jako diprotická kyselina. Proč?
- a) Protože reaguje se zásadou.
 - b) Protože má dva ionty vodíku, které může darovat.
 - c) Protože vytváří oxid uhličitý.
 - d) Protože může reagovat jako kyselina nebo zásada.



Test

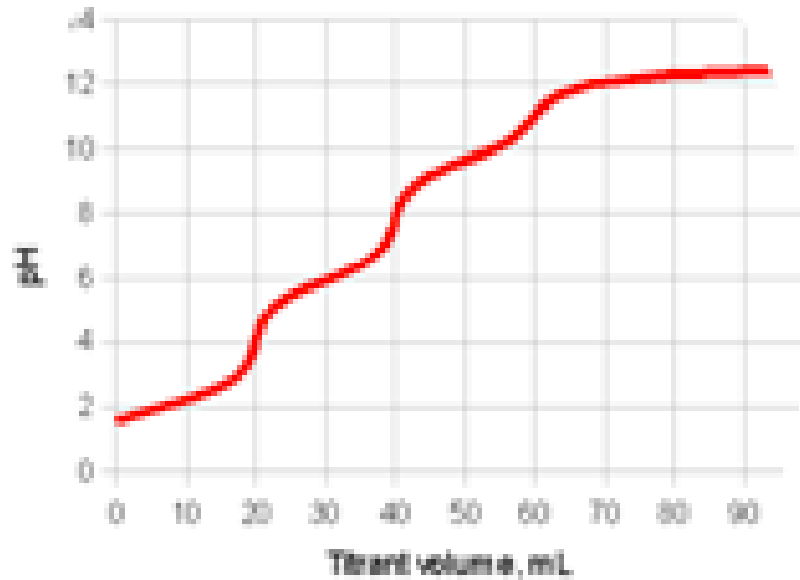
3. Kolik rovnovážných bodů se nachází na křivce titrace diprotické kyseliny?

- a) 0
- b) 1
- c) 2
- d) 3



Test

4. Titrační křivka níže reprezentuje _____ kyselinu.



- a) monoprotickou
- b) diprotickou
- c) triprotickou
- d) tetraprotickou

Specifický Typ Kyseliny	Počet H ⁺ Iontů k darování
monoprotická	1
diprotická	2
triprotická	3



Test

5. Jaký plyn je uvolňován, když kyselina reaguje s uhličitanem sodným?

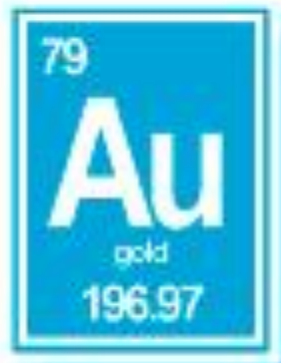
- a) Vodíkový plyn
- b) Plynný kyslík
- c) Metan
- d) Oxid Uhličitý



Gratulace!

Dokončili jste laboratorní práci.

Prosím nezapomeňte dbát pokynů Vašeho učitele o úklidu a odevzdání laboratorní práce



Zdroje

- 1.CUP WITH GAS <http://www.freeclipartnow.com/food/beverages/soda/soft-drink-icon.jpg.html>
- 2.BEAKER <http://freeclipartnow.com/science/flasks-tubes/beaker.jpg.html>
- 3.CORROSIVE WARNING http://commons.wikimedia.org/wiki/Image:DIN_4844-2_Warning_vor_Aetzenden_Stoffen_D-W004.svg
- 4.BE SAFE <http://freeclipartnow.com/signs-symbols/warnings/safety-hands.jpg.html>
- 5.VINEGAR (DISTILLED WATER) <http://freeclipartnow.com/household/chores/cleaners/vinegar.jpg.html>
- 6.BURETTE <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Burette.svg>
- 7.BEAKER <http://www.freeclipartnow.com/science/flasks-tubes/beaker-2.jpg.html>
- 8.HYDROXIDE ION <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hydroxide-3D-vdW.png>
- 9.THINK SIGN <http://www.freeclipartnow.com/education/signs/think.jpg.html>
- 10.CALCULATE CLIP ART <http://www.freeclipartnow.com/education/supplies/ruler-and-calculator.jpg.html>