

# OLYMPIÁDA MLADÝCH VEDCOV 2026



**Olympiáda  
Mladých  
Vedcov**

Výberové sústreďenie

01. – 04. 09. 2026

Experiment

Chémia

---

Podporujú nás:



NÁRODNÝ INŠTITÚT VZDELÁVANIA A MLÁDEŽE

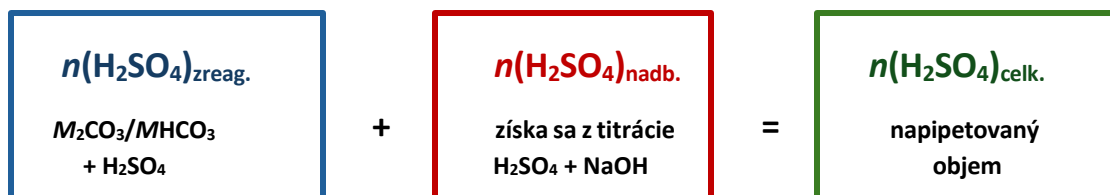
Nadácia Dionýza  
Ilkoviča

**Ach, tie uhličitany II... (získovanie Mr pomocou gravimetrickej titrácie).**

Kyselina uhličitá vytvára dva typy solí: uhličitany a hydrogenuhličitany. Oba typy solí podliehajú hydrolyze, preto vo vode rozpustné uhličitany vytvárajú silne zásadité vodné roztoky a vodné roztoky hydrogenuhličitanov sú menej zásadité.

Množstvo uhličitany/hydrogenuhličitanu vo vode je možné zisťovať rôznymi metódami, jednou z nich je acidobázická titrácia, pri ktorej necháme roztok uhličitany/hydrogenuhličitanu zreagovať so známym látkovým množstvom kyseliny a látkové množstvo uhličitany/hydrogenuhličitanu vypočítame po zohľadnení stechiometrických koeficientov v príslušnej rovnici reakcie. Problém pri tejto metóde však je, že vznikajúci  $\text{CO}_2$  sa rozpúšťa vo vode (vzniká kyslý roztok), čo ovplyvňuje spotrebu kyseliny pri titrácii a znepresňuje výsledky, preto pri stanovovaní uhličitanov/hydrogenuhličitanov vo vode je vhodnejšie používať tzv. nepriamu (spätnú) titráciu. Pri *nepriamej titrácii* necháme presný objem roztoku uhličitany/hydrogenuhličitanu zreagovať s väčším objemom kyseliny (ktorý zodpovedá  $n(\text{H}_2\text{SO}_4)_{\text{celk.}}$ ), rozpustený  $\text{CO}_2$  z roztoku sa odstráni povarením roztoku a titráciou s  $\text{NaOH}$  zistíme množstvo nezreagovanej = *nadbytočnej* kyseliny (ktorý zodpovedá  $n(\text{H}_2\text{SO}_4)_{\text{nadb.}}$ ). Látkové množstvo uhličitany/hydrogenuhličitanu potom vypočítame ako rozdiel  $n(\text{H}_2\text{SO}_4)_{\text{celk.}} - n(\text{H}_2\text{SO}_4)_{\text{nadb.}}$  (pozri Schému)

Pri tejto metóde sa často používa roztok  $\text{HCl}$ , ale vzhľadom na prchavosť  $\text{HCl}$  pri vysokej teplote – je lepšie používať neprchavú kyselinu  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Pri výpočtoch je potrebné dávať si pozor, aby ste zohľadňovali stechiometrické koeficienty v príslušných rovniciach reakcií.

*Schéma nepriamej titrácie uhličitany/hydrogenuhličitanu*

Keďže pri nepriamej titrácii bude reagovať silná kyselina ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) so silnou zásadou ( $\text{NaOH}$ ) – zistiť, kedy látky úplne zreagujú môžeme pomocou rôznych acidobázických indikátorov. Spoľahlivým indikátorom je napr. fenolftaleín, pri ktorom sa snažíme zistiť prvú postrehnuteľnú trvalú zmenu sfarbenia (v tomto prípade prechod z bezfarebnej do bledofialovej farby).

Titrácie sa najčastejšie uskutočňujú postupom, ktorý označujeme *volumetrická titrácia* - meriame priamo objem činidla. Pri volumetrickej titrácii sa ku známemu objemu skúmanej látky v titračnej banke za stáleho miešania pridáva roztok činidla z byrety, a po úplnej reakcii látok v titračnej banke (určuje sa na základe zmeny sfarbenia acidobázického indikátora) sa čo najpresnejšie odčíta objem činidla, ktorý sa spotreboval na reakciu so skúmanou látkou. Podobným spôsobom môžeme do nádoby so skúmanou látkou pridávať (po kvapkách) roztok činidla z injekčnej striekačky a spotrebovaný objem činidla budeme určovať na základe rozdielu hmotností príslušného roztoku pred a po „titrácii“. Takýto postup titrácie označujeme *gravimetrická titrácia*. Presné zistenie objemu spotrebovaného roztoku sa môže počítať pomocou hustoty roztoku, ale vzhľadom na to, že pri takýchto titráciách sa používajú zriedené roztoky, ktorých hustota je blízka hustote vody (hustota  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  s koncentráciou  $0,1 \text{ mol/dm}^3$  je  $1,003 \text{ g cm}^{-3}$ ) aj pri výpočtoch kde hmotnosť nebudeme prepočítavať na objem cez hustotu – mali by sme získať pomerne presné výsledky.

## Úloha: Stanovenie molárnej hmotnosti vzorky soli kyseliny uhličitej pomocou gravimetrickej titrácie.

**Zadanie:** Pred sebou máte označenú liekovku s bielou práškovou látkou, na liekovke je uvedený presný návažok. Bielym práškom môže byť: **uhličitan** alebo **hydrogenuhličitan alkalického kovu** (so všeobecným vzorcom  $M_2CO_3$  alebo  $MHCO_3$ ). Z návažku vzorky pripravte roztok s objemom 50 ml, pomocou pH papierika určite či je vašou vzorkou uhličitan alebo hydrogenuhličitan a pomocou gravimetrickej nepriamej titrácie určite  $M_r$  vašej vzorky. Pri určovaní  $M_r$  použite roztoky  $H_2SO_4$  a  $NaOH$  a koniec reakcie indikujte s fenolftaleínom.

### Pracovný postup:

#### Príprava 50 ml roztoku vzorky

1. Návažok vzorky kvantitatívne preneste z liekovky do kadičky s objemom 50 ml, pridajte malé množstvo destilovanej vody, vložte miešadielko, kadičku položte na elektromagnetické miešadlo a vzorku rozpustíte (pri rozpúšťaní použite miešanie na elektromagnetickom miešadle). Roztok kvantitatívne preneste do 50 ml odmernej banky a doplňte destilovanou vodou po rysku. (Dávajte pozor, aby ste do odmernej banky nepreliali aj miešadielko). Odmernú banku uzavrite a roztok v nej premiešajte opakovaným prevrátením banky.

#### Zisťovanie pH roztoku vzorky

2. Pred sebou máte roztok hydrogenuhličitanu a roztok uhličitanu. Oba roztoky majú podobnú koncentráciu ako vami pripravený roztok vzorky. Zistite pomocou pH papierika hodnotu pH v oboch roztokoch. Hodnoty zaznamenajte v odpovedovom hárku. (pH zisťujte pomocou sklenej tyčinky kvapnutím roztoku na pH papierik).
3. Zistite pH pomocou pH papierika vo vašej vzorke, hodnotu zaznamenajte v odpovedovom hárku.
4. Posúďte na základe hodnoty pH či vaša vzorka je uhličitan, alebo hydrogenuhličitan, výsledok zapíšte v odpovedovom hárku.

#### Určovanie presnej koncentrácie roztoku $H_2SO_4$ .

5. Do čistej kužeľovej banky odpipetujte presne **5,0 ml** odmerného roztoku  $H_2SO_4$ . Prípadné kvapky roztoku spláchnite zo stien banky destilovanou vodou a k roztoku pridajte pomocou stričky odhadom ešte asi 10 ml destilovanej vody.
6. Do kužeľovej banky prikvapnite 3 kvapky fenolftaleínu, vložte miešadielko, banku položte na elektromagnetickú miešačku a roztok nechajte pomaly miešať.
7. Do striekačky čo najpresnejšie nasajte 20 ml roztoku  $NaOH$ . (Presnú koncentráciu roztoku  $NaOH$  vám poskytne dozor.) Naplnenú striekačku odvážte na váhach (hmotnosť zaznamenajte s presnosťou na tri desatinné miesta) a hmotnosť zapíšte do odpovedového hárku.
8. Začnite roztok  $NaOH$  prikvapkávať do miešajúceho sa roztoku  $H_2SO_4$  v kužeľovej banke. Roztok prikvapkávajte pomaly, vždy počkajte či sa roztok odfarbí. Prikvapkávanie ukončíte v okamihu, keď

## Meno súťažiaceho:

pridanou kvapkou dosiahnete v kuželovej banke trvalé bledoružové sfarbenie. Striekačku zo zvyšným roztokom NaOH opäť odvážte a hmotnosť zaznamenajte v odpovedovom hárku.

9. Z rozdielu hmotností striekačky s NaOH pred a po „titracii“ určite objem NaOH. (Pre zjednodušenie uvažujte, že hustota roztoku NaOH je  $1 \text{ g/cm}^3$ )
10. Postup gravimetrickej titrácie roztoku  $\text{H}_2\text{SO}_4$  s roztokom NaOH zopakujte ešte dvakrát. Zo zistených objemov NaOH vypočítajte priemernú hodnotu a na základe nej vypočítajte koncentráciu roztoku  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

### Stanovenie Mr vzorky pomocou nepriamej gravimetrickej titrácie

1. Do čistej kuželovej banky odpipetujte presne **10,0 ml roztoku vzorky**. Pridajte presne **10,0 ml roztoku  $\text{H}_2\text{SO}_4$**  a odhadom asi 10 ml destilovanej vody. Roztok v kuželovej banke zahrejte do varu a nechajte asi  $\frac{1}{2}$  minúty vriieť. Potom roztok nechajte ochladiť na laboratórnu teplotu. Prípadné kvapky roztoku spláchnite zo stien banky destilovanou vodou.
2. Kuželovú banku s ochladeným roztokom položte na elektromagnetickú miešačku, do banky vložte miešadielko, prikvnite 3 kvapky fenolftaleínu a začnite roztok miešať.
3. Do striekačky nasajte 22 ml roztoku NaOH. (Presnú koncentráciu roztoku NaOH vám poskytne dozor.) Naplnenú striekačku odvážte na váhach (hmotnosť zaznamenajte s presnosťou na tri desatinné miesta) a hmotnosť zapíšte do odpovedového hárku.
4. Začnite roztok NaOH prikvpávať do miešajúceho sa roztoku v kuželovej banke. Roztok prikvpávajte pomaly, vždy počkajte či sa roztok odfarbí. Prikvpávanie ukončíte v okamihu, keď pridanou kvapkou dosiahnete v kuželovej banke trvalé bledoružové sfarbenie. Striekačku zo zvyšným roztokom NaOH opäť odvážte a hmotnosť zaznamenajte v odpovedovom hárku.
5. Z rozdielu hmotností striekačky s NaOH pred a po „titracii“ určite objem NaOH. (Pre zjednodušenie uvažujte že hustota roztoku NaOH je  $1 \text{ g/cm}^3$ )
6. Postup gravimetrickej titrácie roztoku vzorky s roztokom NaOH zopakujte ešte dvakrát. Zo zistených objemov NaOH vypočítajte priemernú hodnotu a na základe nej vypočítajte látkové množstvo vzorky.
7. Pomocou hmotnosti na liekovke a zisteného látkového množstva vzorky vypočítajte jej Mr. (Pozor: pri výpočte nezabudnite, že gravimetrickej titracii ste podrobili len časť z hmotnosti).

**Pri výpočtoch, ktoré vychádzajú z chemickej reakcie – nezabudnite si napísať aj príslušnú rovnicu chemickej reakcie.**

Meno súťažiaceho:

Odpoved'ový hárok

(50 b)

Meno a priezvisko .....

**Úloha: Stanovenie molárnej hmotnosti vzorky soli kyseliny uhličitej pomocou gravimetrickej titrácie.** (50 b)

**1. Príprava roztoku neznámej vzorky uhličitanu/hydrogenuhličitanu** 1 b

Návažok vzorky uhličitanu/hydrogenuhličitanu ( $m_{U/HU}$ ):

Objem odmernej banky:

**2. Zisťovanie pH** 2 b

pH hydrogenuhličitanu:

pH uhličitanu:

pH neznámej vzorky:

Záver: neznáma vzorka je .....

**3. Určovanie presnej koncentrácie roztoku  $H_2SO_4$**  (vypočítanú koncentráciu uveďte v  $mol/dm^3$ , hodnotu zaokrúhlite na 4 desatinné miesta).

Pipetovaný objem  $H_2SO_4$ :

Koncentrácia NaOH (poskytne dozor):

Spotreba NaOH pri zisťovaní koncentrácie  $H_2SO_4$ : max. 10 b

|             | $m_{striek} / g$<br>pred titráciou | $m_{striek} / g$<br>po titracii | $\Delta m / g$ | $V_{NaOH} / cm^3$ |
|-------------|------------------------------------|---------------------------------|----------------|-------------------|
| 1. titrácia |                                    |                                 |                |                   |
| 2. titrácia |                                    |                                 |                |                   |
| 3. titrácia |                                    |                                 |                |                   |

Priemer spotreby  $V_{NaOH}$ :

Meno súťažiaceho:

Výpočet **koncentrácie**  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (na základe gravimetrickej titrácie s NaOH)

**5 b**

- 4. Stanovenie Mr vzorky pomocou nepriamej gravimetrickej titrácie** (vypočítanú hodnotu Mr zaokrúhlite na celé čísla, priebežne počítané hodnoty látkových množstiev uvádzajte v mmol a zaokrúhľujte na 3 desatinné miesta).

Pipetovaný objem  $\text{H}_2\text{SO}_4$ :

Výpočet **celkového látkového množstva**  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (v schéme v úvode ako  $n(\text{H}_2\text{SO}_4)_{\text{celk}}$ )

**3 b**

Spotreba NaOH pri titrácii vzorky:

**max. 10 b**

|                    | $m_{\text{striek}} / \text{g}$<br>pred titráciou | $m_{\text{striek}} / \text{g}$<br>po titrácii | $\Delta m / \text{g}$ | $V_{\text{NaOH}} / \text{cm}^3$ |
|--------------------|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------|---------------------------------|
| <b>1. titrácia</b> |                                                  |                                               |                       |                                 |
| <b>2. titrácia</b> |                                                  |                                               |                       |                                 |
| <b>3. titrácia</b> |                                                  |                                               |                       |                                 |

Priemer spotreby  $V_{\text{NaOH}}$ :

Meno súťažiaceho:

Výpočet **nezreagovaného** látkového množstva  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (v schéme ako  $n(\text{H}_2\text{SO}_4)_{\text{nadb.}}$ ) - na základe titrácie s NaOH: **5 b**

Výpočet látkového množstva  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , ktoré **zreagovalo so vzorkou** uhličitanu/hydrogenuhličitanu (v schéme ako  $n(\text{H}_2\text{SO}_4)_{\text{zreag.}}$ ): **4 b**

Látkové množstvo uhličitanu/hydrogenuhličitanu ( $n_{\text{U/HU}}$ ) zistené nepriamou gravimetrickou titráciou **2 b**

Látkové množstvo vzorky uhličitanu/hydrogenuhličitanu v liekovke **3 b**

Výpočet molárnej hmotnosti neznámej vzorky ( $M_{\text{rU/HU}}$ ) **5 b**

Meno súťažiaceho:

**Bonusové otázky (6 b):**

Ak by sme zisťovali hmotnosť roztoku KOH v kadičke na analytických váhach, ktoré vážia s presnosťou na 4 desatinné miesta – číslo na štvrtom desatinnom mieste na displeji by sa nám postupne znižovalo. Pokúste sa vysvetliť prečo. 2 b

Ak by sme nechali tuhý NaOH stáť niekoľko dní na vzduchu – postupne by sa znečisťoval reakciou s CO<sub>2</sub>. Napíšte príslušnú rovnicu reakcie. 2 b

Zmení sa pH v 1 L vodného roztoku NaOH po odparení vody na polovičný objem? Svoje tvrdenie vysvetlite. 2 b

Autori: RNDr. Jana Chrappová, PhD.

Recenzenti: Mgr. Lukáš Konečný, PhD., Ing. Zuzana Silná, PhD.

Redakčná úprava: RNDr. Jana Chrappová, PhD.

Celoštátna odborná komisia IJSO

Vydal: NIVaM – Národný inštitút vzdelávania a mládeže, Bratislava 2026