OLYMPIÁDA MLADÝCH VEDCOV 2026

Olympiáda Mladých Vedcov

Celoštátne kolo

01. – 04. 06. 2026

Chemický experiment

Zadanie a odpoveďový hárok

Podporujú nás:

NIVAM

NÁRODNÝ INŠTITÚT VZDELÁVANIA A MLÁDEŽE

Nadácia Dionýza Ilkoviča

Meno súťažiaceho:

Ach, tie uhličitany...

Kyselina uhličitá vytvára dva typy solí: uhličitany a hydrogenuhličitany. Hydrogenuhličitany sú vo vode dobre rozpustné a známe sú len s amónnym katiónom a prvkami 1. a 2. skupiny PSP. Väčšina uhličitanov je vo vode nerozpustná, dobre rozpustné sú len uhličitany alkalických kovov (s výnimkou Li) a uhličitan amónny.

Vo vode rozpustné hydrogenuhličitany a uhličitany podliehajú hydrolýze, preto vodné roztoky uhličitanov sú zásadité (pH > 10 – 11, výnimkou je $(NH_4)_2CO_3$, ktorého roztok je približne neutrálny) a hydrogenuhličitanov sú mierne zásadité (pH ≈ 8, opäť je výnimkou $(NH_4)HCO_3$).

Pri reakcii uhličitanov s kyselinami vzniká CO_2, v závislosti od stechiometrického vzorca uhličitanu bude rovnica reakcie uhličitanu s kyselinou chlorovodíkovou vo všeobecnosti prebiehať nasledovne (*M* je kátión):

$$M_2CO_3 + 2\ HCl \rightarrow 2\ MCl + CO_2 + H_2O \quad \textbf{(1)}$$

alebo:

$$MCO_3 + 2\ HCl \rightarrow MCl_2 + CO_2 + H_2O \quad \textbf{(2)}$$

Pri reakcii hydrogenuhličitanov s kyselinami vzniká tiež CO_2, v závislosti od stechiometrického vzorca uhličitanu bude rovnica reakcie uhličitanu s kyselinou chlorovodíkovou vo všeobecnosti prebiehať nasledovne:

$$MHCO_3 + HCl \rightarrow MCl + CO_2 + H_2O \quad \textbf{(3)}$$

alebo:

$$M(HCO_3)_2 + 2\ HCl \rightarrow MCl_2 + 2\ CO_2 + 2\ H_2O \quad \textbf{(4)}$$

Je zaujímavé, že uhličitany s katiónmi Fe^{III} a Cr^{III} neexistujú, dajú sa síce v laboratóriu pripraviť za extrémnych podmienok, ale sú veľmi nestabilné a za normálnych podmienok sa hneď rozpadajú. Stabilné uhličitany s katiónom M^{III} tvoria len prvky III. skupiny PSP a prvky, ktoré označujeme lantanoidy. Neexistujú ani uhličitany s katiónom M^{IV}. Z uvedeného vyplýva, že pri reakcii uhličitanu s kyselinou HCl môžeme uvažovať len o všeobecných reakciách **1 – 4**.

1. Úloha: Rozlišovanie solí kyseliny uhličitej na základe množstva uvoľneného CO_2.

Zadanie: Pred sebou máte označenú liekovku s bielou práškovou látkou. Bielym práškom môže byť: **$MgCO_3$**, **$NaHCO_3$**, **$SrCO_3$** alebo **K_2CO_3**. Určite, ktorá látka je v liekovke. Pri rozhodovaní o obsahu liekovky vám pomôže zisťovanie množstva CO_2, ktoré vznikne po reakcii vzorky uhličitanu s roztokom HCl, určenie molárnej hmotnosti vzorky a skúška jej rozpustnosti vo vode.

Skúška rozpustnosti vzorky vo vode

Pracovný postup:

Z označenej liekovky preneste do prázdnej čistej skúmavky v stojane pomocou špachtle malé množstvo látky. Do skúmavky pridajte odhadom 5 cm^3 destilovanej H_2O, skúmavku premiešajte a pozorovanie zapíšte do odpoveďového hárku. Obsah skúmavky vylejte do umývadla, skúmavku dôkladne umyte a vypláchnite destilovanou vodou.

Zisťovanie objemu CO_2 a určenie molárnej hmotnosti uhličitanu

Princíp:

Reakciou uhličitanov a hydrogenuhličitanov s kyselinami vzniká okrem iných produktov aj plynný CO_2. Reakciu je možné uskutočňovať vo frakčnej skúmavke a vznikajúci CO_2 zachytávať v aparatúre znázornenej na nákrese: v aparatúre je byreta naplnená vodou a vznikajúci CO_2 postupne vytláča vodu z

byrety. Po skončení reakcie (keď v skúmavke reakčná sústava prestane šumieť) je možné odčítať objem CO_2 zachytený v byrete. Za predpokladu, že podmienky pre experiment sa príliš nelíšia od štandardných podmienok, môžeme pomocou objemu CO_2 vypočítať látkové množstvo CO_2, použijeme pri tom vzťah:

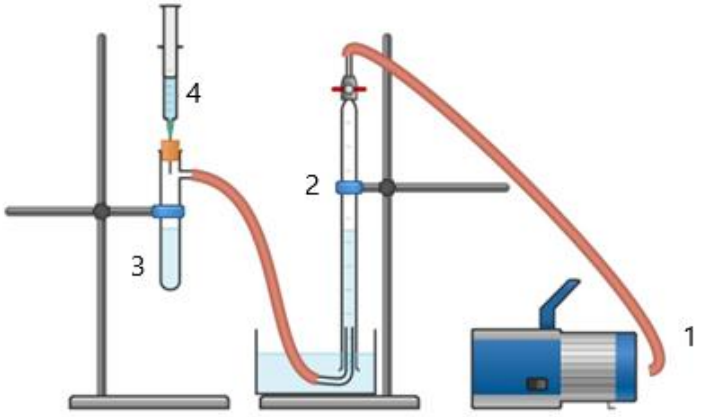
$$n_{CO_2} = \frac{V_{CO_2}}{22{,}41\ dm^3 \cdot mol^{-1}}$$

Na základe vypočítaného látkového množstva CO_2, znalosti chemickej rovnice reakcie uhličitanov/ hydrogenuhličitanov s kyselinou a presného návažku uhličitanu/hydrogenuhličitanu môžeme vypočítať molárnu hmotnosť uhličitanu.

Postup:

1. V navažovacej miske odvážte 0,1000 g vzorky. Presnú hmotnosť a označenie vzorky si zapíšte v odpoveďovom hárku.
2. Návažok opatrne preneste do frakčnej skúmavky (pomôžte si filtračným papierom, z ktorého si preložením na polovicu spravíte „násypku“).
3. Do kadičky odlejte približne 50 cm^3 roztoku HCl. Z roztoku v kadičke odoberte do injekčnej striekačky 15 cm^3 roztoku HCl.
4. Injekčnú striekačku napojte na ihlu, ktorá je napichnutá v gumovej zátke a umiestnená vo frakčnej skúmavke v pripravenej aparatúre (tak ako je znázornené na nákrese aparatúry na zachytávanie vznikajúceho plynu).
5. Skontrolujte si napojenie hadičiek v aparatúre a najmä, či hladina vody v uzavretej prevrátenej byrete je zarovno s ryskou 50,0 cm^3 (aby bolo možné jednoducho určiť množstvo zachyteného plynu). Ak nie je, požiadajte dozor o pomoc s úpravou hladiny vody v byrete.
6. Pomaly začnite stláčať piest injekčnej striekačky. Uhličitan môže reagovať s kyselinou búrlivo, preto piest stláčajte pomaly, dbajte na to, aby roztok v skúmavke nevytiekol cez „vývod“ frakčnej skúmavky a kontrolujte, aby sa vznikajúci plyn zachytával len do byrety.
7. Po skončení reakcie (roztok v skúmavke prestane šumieť) odčítajte objem CO_2 zachyteného v byrete a výsledok zapíšte do odpoveďového hárku.
8. Privolajte dozor, aby vám pomohol vyčistiť frakčnú skúmavku v aparatúre a pripraviť aparatúru na experiment ďalšej skupiny.

Nákres aparatúry na zachytávanie vznikajúceho plynu:



1. Výveva
2. Byreta naplnená vodou
3. Frakčná skúmavka, v ktorej prebieha reakcia
4. Striekačka s kyselinou

2. Úloha: Identifikácia roztokov v skúmavkách

Zadanie: Máte štyri skúmavky označené: **1**, **2**, **3**, **4** a **5**; v každej je jedna z látok: **K_2CO_3**, **$NaHCO_3$**, **HCl**, **$CaCl_2$** alebo **H_2O**. Identifikujte ktoré látky sú v jednotlivých skúmavkách na základe ich pH a reakcie s roztokom Na_2CO_3.

Pracovný postup:

1. Zistite hodnoty pH látok v skúmavkách **1** – **5** a zaznamenajte ich do tabuľky v odpoveďovom hárku.

2. Uskutočnite reakcie jednotlivých látok **s roztokom Na_2CO_3** – roztok Na_2CO_3 postupne prikvapkávajte do skúmaviek **1** – **5**, skúmavky zakaždým premiešajte a pozorovanie zapíšte do tabuľky v odpoveďovom hárku.

3. Na základe výsledkov pozorovania určite, ktoré látky sú v jednotlivých skúmavkách **1** – **5**. Svoju stratégiu pri identifikácii obsahu skúmaviek a postup ako ste uvažovali čo najpodrobnejšie opíšte v odpoveďovom hárku.

Meno súťažiaceho:

Odpoveďový hárok 10b (1pb = 0,25 b)

1. Úloha: Rozlišovanie solí kyseliny uhličitej na základe množstva uvoľneného CO_2.

Výsledky: ***4 pb***

Označenie vzorky: .....

Vzorka je vo vode: ..... (rozpustná /nerozpustná)

Hmotnosť neznámej vzorky: ..... g

Objem CO_2: ..... cm^3

Otázky:

1. **Do tabuľky uveďte vypočítané hodnoty molárnych hmotností príslušných látok:** (pomôžte si Periodickou tabuľkou). Hodnoty zaokrúhľujte na dve desatinné miesta. ***2 pb***

Látka	**Molárna hmotnosť [g/mol]**
$MgCO_3$	
$NaHCO_3$	
$SrCO_3$	
K_2CO_3	

Priestor na výpočty:

2. V reakciách doplňte produkty a rovnice vyrovnajte: ***4 pb***

$MgCO_3 + HCl \rightarrow$

$NaHCO_3 + HCl \rightarrow$

$SrCO_3 + HCl \rightarrow$

$K_2CO_3 + HCl \rightarrow$

3. Na základe experimentálne zisteného objemu CO_2 vypočítajte **látkové množstvo CO_2**, ktoré vzniklo reakciou neznámej vzorky s kyselinou HCl. (Pri výpočte predpokladajte, že experiment prebiehal v štandardných podmienkach.) Výsledok uveďte v jednotkách **mmol** a zaokrúhlite ho na 3 desatinné miesta. ***3 pb***

4. Na základe vypočítaného látkového množstva CO_2 určite látkové množstvo neznámej vzorky (využite aj informácie o reakcii uhličitanov/ hydrogenuhličitanov s HCl v otázke 2). ***3 pb***

5. Z návažku vzorky, ktorý ste použili v experimente a látkového množstva neznámej vzorky vypočítajte molárnu hmotnosť neznámeho uhličitanu. Výsledok zaokrúhlite na jedno desatinné miesto. ***3 pb***

6. Na základe rozpustnosti neznámej vzorky vo vode a porovnania experimentálne určenej molárnej hmotnosti neznámeho uhličitanu s teoreticky vypočítanými molárnymi hmotnosťami v otázke 1 vyberte, ktorá z látok bola vašou neznámou vzorkou. Svoje výber zdôvodnite. ***4 pb***

$MgCO_3$ **$NaHCO_3$** **$SrCO_3$** **K_2CO_3**

7. Doplnková otázka: Napíšte chemický vzorec stabilného uhličitanu s katiónom v oxidačnom stave III (pomôžte si periodickou tabuľkou). ***2 pb***

Meno súťažiaceho:

2. Úloha: Identifikácia roztokov v skúmavkách **(15 pb)**

Výsledky:

Zistené pozorovania: ***3 pb***

	pH	**Na_2CO_3**
1		
2		
3		
4		
5		

Používajte značky: **X_B** ak vznikla biela zrazenina; ***bublinky*** ak vznikala plynná látka
– ak neprebehla reakcia.

Záver: *V skúmavke **1** je roztok:* ***4 pb***

*V skúmavke **2** je roztok:*

*V skúmavke **3** je roztok:*

*V skúmavke **4** je roztok:*

*V skúmavke **5** je roztok:*

V prípade, že po prídavku Na_2CO_3 prebiehal v skúmavke chemický dej napíšte k príslušnej skúmavke príslušnú chemickú rovnicu: ***3 pb***

1

2

3

4

5

Opis „stratégie“ na základe ktorej ste rozhodli o obsahu skúmaviek (nezabudnite, že dôležité je nielen jednoznačne potvrdiť látku v skúmavke, ale aj jednoznačne vylúčiť prítomnosť inej látky). ***5 pb***

Autori: RNDr. Jana Chrappová, PhD.

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

Redakčná úprava: RNDr. Jana Chrappová, PhD., doc. RNDr. Martin Plesch, PhD., Kristína Pleidelová

Celoštátna odborná komisia IJSO

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

Meno súťažiaceho:

Periodic Table of the Elements

1																	18
1 H 1.01	2											13	14	15	16	17	2 He 4.00
3 Li 6.94	4 Be 9.01											5 B 10.81	6 C 12.01	7 N 14.01	8 O 16.00	9 F 19.00	10 Ne 20.18
11 Na 22.99	12 Mg 24.31	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 Al 26.98	14 Si 28.09	15 P 30.97	16 S 32.07	17 Cl 35.45	18 Ar 39.95
19 K 39.10	20 Ca 40.08	21 Sc 44.96	22 Ti 47.87	23 V 50.94	24 Cr 51.99	25 Mn 54.94	26 Fe 55.85	27 Co 58.93	28 Ni 58.69	29 Cu 63.55	30 Zn 65.38	31 Ga 69.72	32 Ge 72.63	33 As 74.92	34 Se 78.97	35 Br 79.90	36 Kr 83.80
37 Rb 85.47	38 Sr 87.62	39 Y 88.91	40 Zr 91.22	41 Nb 92.91	42 Mo 95.95	43 Tc 98.91	44 Ru 101.07	45 Rh 102.91	46 Pd 106.42	47 Ag 107.87	48 Cd 112.41	49 In 114.82	50 Sn 118.71	51 Sb 121.76	52 Te 127.6	53 I 126.90	54 Xe 131.29
55 Cs 132.91	56 Ba 137.33	57-71	72 Hf 178.49	73 Ta 180.95	74 W 183.84	75 Re 186.21	76 Os 190.23	77 Ir 192.22	78 Pt 195.09	79 Au 196.97	80 Hg 200.59	81 Tl 204.38	82 Pb 207.2	83 Bi 208.98	84 Po [208.98]	85 At 209.99	86 Rn 222.02
87 Fr 223.02	88 Ra 226.03	89-103	104 Rf [261]	105 Db [262]	106 Sg [266]	107 Bh [264]	108 Hs [269]	109 Mt [278]	110 Ds [281]	111 Rg [280]	112 Cn [285]	113 Nh [286]	114 Fl [289]	115 Mc [289]	116 Lv [293]	117 Ts [294]	118 Og [294]

57 La 138.91	58 Ce 140.12	59 Pr 140.91	60 Nd 144.24	61 Pm 144.91	62 Sm 150.36	63 Eu 151.96	64 Gd 157.25	65 Tb 158.93	66 Dy 162.50	67 Ho 164.93	68 Er 167.26	69 Tm 168.93	70 Yb 173.06	71 Lu 174.97
89 Ac 227.03	90 Th 232.04	91 Pa 231.04	92 U 238.03	93 Np 237.05	94 Pu 244.06	95 Am 243.06	96 Cm 247.07	97 Bk 247.07	98 Cf 251.08	99 Es [254]	100 Fm 257.10	101 Md 258.1	102 No 259.10	103 Lr [262]

©2018 Todd Helmenstine
sciencenotes.org