



57. ročník #coronaedition

2020/2021

NÁRODNÍ KOLO

Kategorie A/E

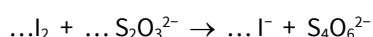
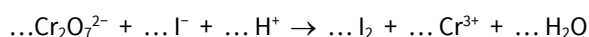
Praktická část – Zadání

A 40 / E 60 bodů

**PRAKTICKÁ ČÁST****A 40 / E 60 BODŮ****Úloha 1 Stanovení jodu po multiplikaci odměrným roztokem thiosíranu 40 bodů****I. Standardizace odměrného roztoku thiosíranu sodného**

Nejprve je nutné provést standardizaci odměrného roztoku thiosíranu sodného. Jako standardní látku použijete dichroman draselný.

Standardizaci odměrného roztoku thiosíranu sodného lze vyjádřit následujícími rovnicemi:

**1) Rovnice vyčíslete.**

Do Erlenmeyerovy baňky jste odpipetovali 100 ml standardního roztoku dichromanu draselného (připraveného rozpuštěním 2,4516 g vyžíhaného dichromanu draselného ve 200 ml vody a doplněním destilovanou vodou na 250 ml, z tohoto roztoku jste odpipetovali 50 ml do 500 ml odměrné baňky a doplnili vodou po rysku). Do Erlenmeyerovy baňky jste přidali 20 ml roztoku jodidu draselného (připraveného rozpuštěním 125 g KI v 800 ml destilované vody a doplněním objemu na 1000 ml) a 10 ml 1M kyseliny sírové a obsah jste důkladně promíchali. Po 5 minutách jste přidali cca 20 ml destilované vody a reakci uvolněný jod jste titrovali odměrným roztokem thiosíranu sodného (titrandem) do světle žlutého zbarvení. Následně jste přidali 5 ml roztoku škrobového mazu, obsah promíchali a modrý roztok, který vznikl, jste dotitrovali do odbarvení. Titraci jste provedli třikrát a spotřeby titrandu byly 19,7 ml, 19,8 ml a 19,6 ml.

$$M(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = 294,185 \text{ g mol}^{-1}$$

$$M(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 248,186 \text{ g mol}^{-1}$$

$$M(\text{KI}) = 166,003 \text{ g mol}^{-1}$$

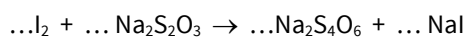
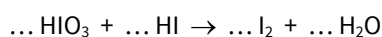
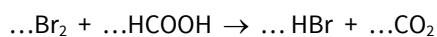
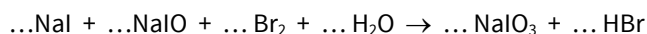
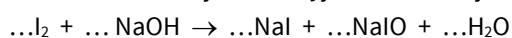
$$M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98,079 \text{ g mol}^{-1}$$

$$\rho(1\text{M H}_2\text{SO}_4) = 1,100 \text{ g cm}^{-3}$$

2) Vypočítejte přesnou koncentraci thiosíranu sodného v mol dm⁻³ s přesností na čtyři platné číslice.**II. Stanovení obsahu jodu ve vzorku**

Stanovení kyslíku v organických látkách je založeno na pyrolýze vzorku a převod produktů (H₂O, CO a CO₂) na oxid uhelnatý pomocí uhlíku (při 1120 °C) či platinového uhlíku (při 900 °C). Vzniklý oxid uhelnatý reaguje s kyselinou jodičnou za vzniku jodu, který je jímán v roztoku hydroxidu sodného. Následně je provedena multiplikace jodu: ke vzorku je přidán nadbytek roztoku bromu ve vodě (tzv. bromové vody) a následně nadbytek kyseliny mravenčí. Poté je roztok okyselen zředěnou kyselinou sírovou, je přidán roztok jodidu draselného a uvolněný jod je titrován odměrným roztokem thiosíranu sodného.

Vlastní stanovení jodu lze vyjádřit následujícími rovnicemi:



**3) Rovnice vyčíslete.**

Do Erlenmeyerovy baňky jste odpipetovali 10 ml vodného roztoku octanu sodného (100 g trihydrátu octanu sodného bylo rozpuštěno v 400 ml destilované vody), 10 ml octanu draselného v kyselině octové (50 g octanu draselného se rozpustí v 425 ml kyseliny octové ledové), 10 ml bromové vody (4 ml bromu se rozpustí ve 400 ml destilované vody) a vše jste promíchali. Potom jste připipetovali 10 ml vzorku, opět jste vše promíchali a na závěr jste přidali 5 ml 10% kyseliny mravenčí. Roztok jste opět promíchali a po 5 minutách jste připipetovali 25 ml 1M kyseliny sírové a 15 ml roztoku jodidu draselného (připraveného rozpuštěním 125 g KI v 800 ml destilované vody a doplněním objemu na 1000 ml). Po opětovném promíchání jste vznikuvší jod ihned titrovali odměrným roztokem thiosíranu sodného o koncentraci $0,2500 \text{ mol dm}^{-3}$ do slabě žlutého zbarvení. Po přidání 5 ml škrobového mazu jste modrý roztok dotitrovali do odbarvení. Titraci jste provedli třikrát a spotřeby titrandu byly 15,2 ml, 15,1 ml a 15,3 ml.

$$M(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 248,186 \text{ g mol}^{-1}$$

$$M(\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}) = 136,080 \text{ g mol}^{-1}$$

$$M(\text{CH}_3\text{COOK}) = 98,140 \text{ g mol}^{-1}$$

$$M(\text{Br}_2) = 159,808 \text{ g mol}^{-1}$$

$$M(\text{HCOOH}) = 46,030 \text{ g mol}^{-1}$$

$$\rho(10\% \text{ HCOOH}) = 1,025 \text{ g cm}^{-3}$$

$$M(\text{KI}) = 166,003 \text{ g mol}^{-1}$$

$$M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98,079 \text{ g mol}^{-1}$$

$$\rho(1\text{M H}_2\text{SO}_4) = 1,100 \text{ g cm}^{-3}$$

$$M(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 248,186 \text{ g mol}^{-1}$$

$$M(\text{I}_2) = 253,809 \text{ g mol}^{-1}$$

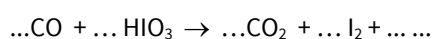
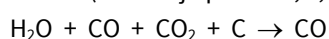
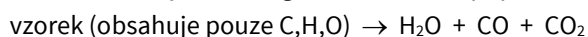
4) Vypočítejte obsah jodu ve vzorku. Výsledek uveďte v mg jodu na 100 ml vzorku (tři platné číslice). POZOR, na tuto titraci jste použili odměrný roztok thiosíranu sodného o koncentraci $0,2500 \text{ mol dm}^{-3}$ a nikoli odměrný roztok, jehož koncentraci jste stanovili v otázce 2).

5) Jakou funkci mají při titraci roztoky octanu sodného ve vodě a octanu draselného v kyselině octové?
antioxidant / pufr / katalyzátor / stabilizátor / indikátor

6) Pokud bychom nadbytek bromu nerozložili reakcí s kyselinou mravenčí, docházelo by k jeho reakci s jodidem draselným. Doplňte a vyčíslete rovnici.



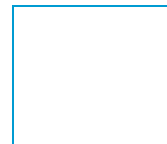
7) Stanovení kyslíku v organické látce lze popsat následujícími rovnicemi. Doplňte a vyčíslete třetí rovnici.



$$M(\text{O}) = 15,9994 \text{ g mol}^{-1}$$

$$M(\text{I}) = 126,9045 \text{ g mol}^{-1}$$

8) Vypočítejte, kolik miligramů kyslíku bylo v původním analyzovaném organickém vzorku, jestliže titrací bylo nalezeno 37,73 mg jodu. Výsledek uveďte na čtyři platné číslice.

**Úloha 2 Další průzkum****20 bodů**

A je to tady! Přivolali si vás k dalšímu průzkumu opuštěné budovy. Skoro se vám to ani nechce věřit, ale vypadá to na stejného majitele jako posledně. V jedné z místností jste zase našli bednu s lahvičkami obsahujícími neznámé roztoky. Tentokrát jsou jen čtyři. Hned jste si je popsali čísly 1–4. Na dně bedny jste dále našli cedulky s popisky. Tentokrát je ale na každé cedulce vždy pouze jeden kation, nebo jeden anion.

Kationty na cedulkách: Ca^{2+} , K^+ , Cd^{2+} , Ba^{2+} , Cu^{2+} , NH_4^+

Anionty na cedulkách: I^- , SO_3^{2-} , CO_3^{2-} , NO_3^- , SO_4^{2-} , OH^-

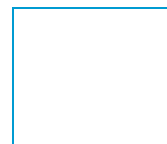
V každém roztoku je sloučenina tvořená právě jedním kationtem a jedním aniontem z cedulek. Žádný ion se neopakuje pro více roztoků. Rozhodli jste se, že se trochu pobavíte a roztoky určíte jen na základě vzájemných reakcí.



Roztok 1



Roztok 2



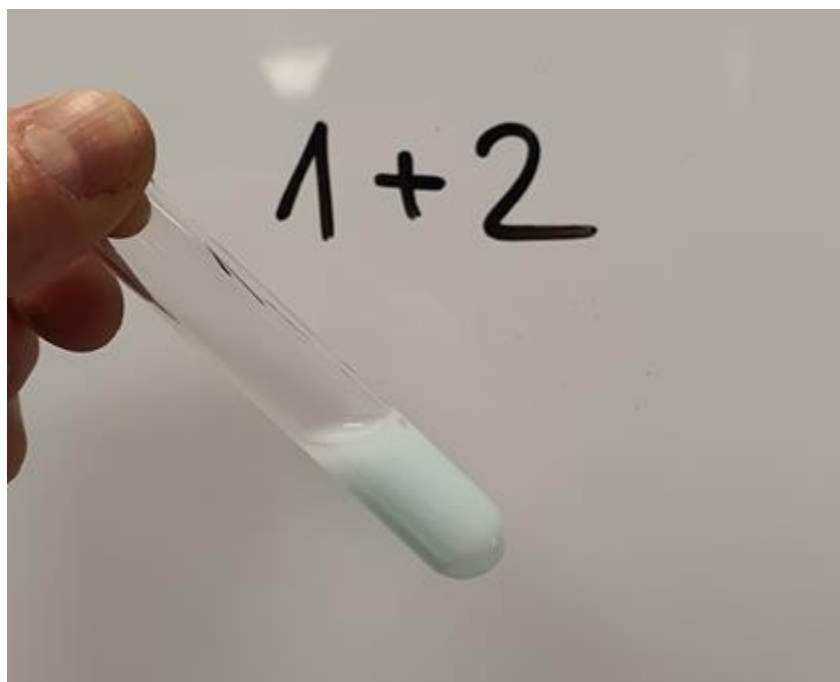
Roztok 3



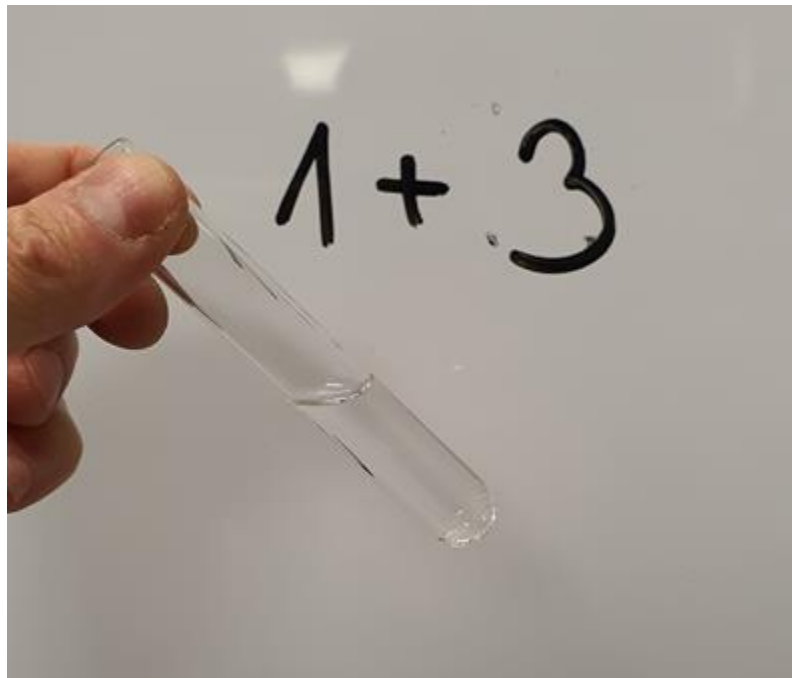
Roztok 4



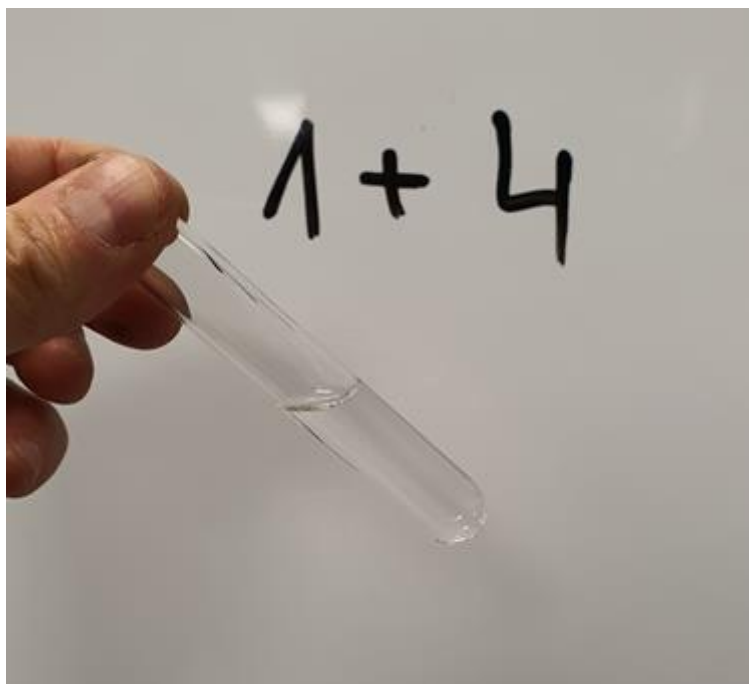
Vzhled roztoků 1, 2, 3 a 4



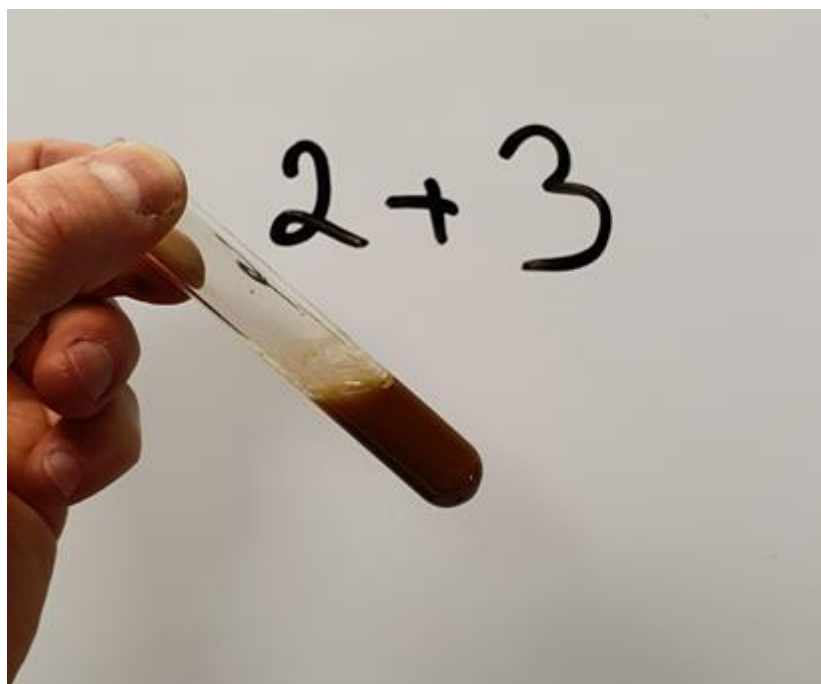
Reakce roztoků 1 a 2 (sraženina má bílou barvu)



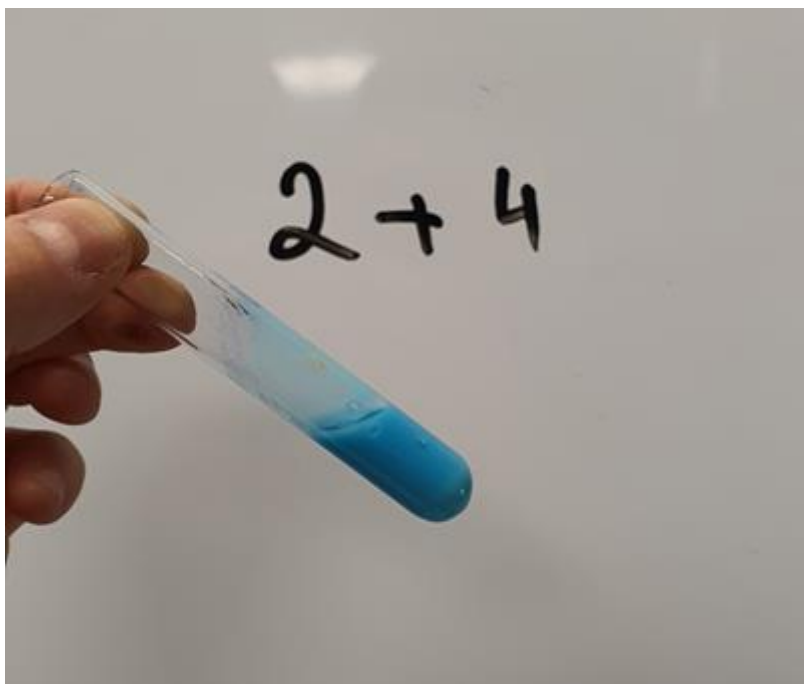
Reakce roztoků 1 a 3



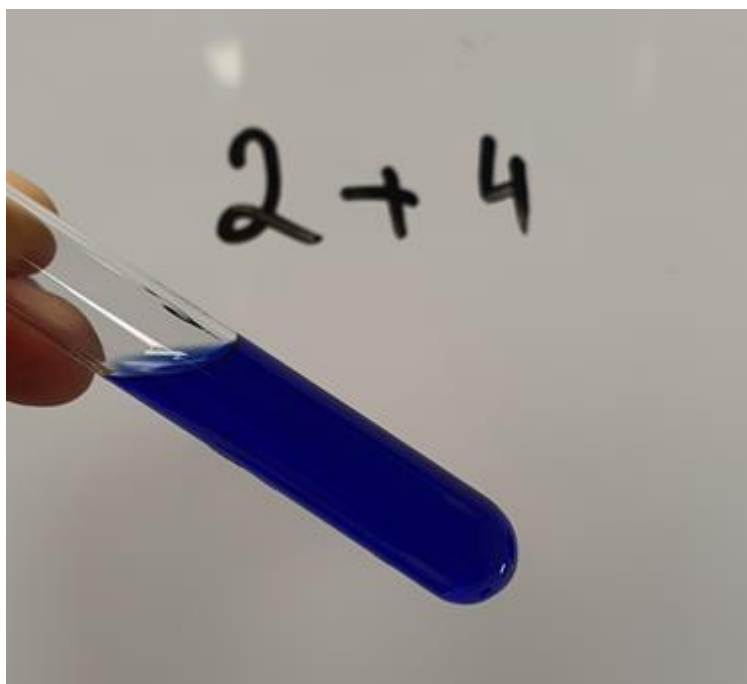
Reakce roztoků 1 a 4



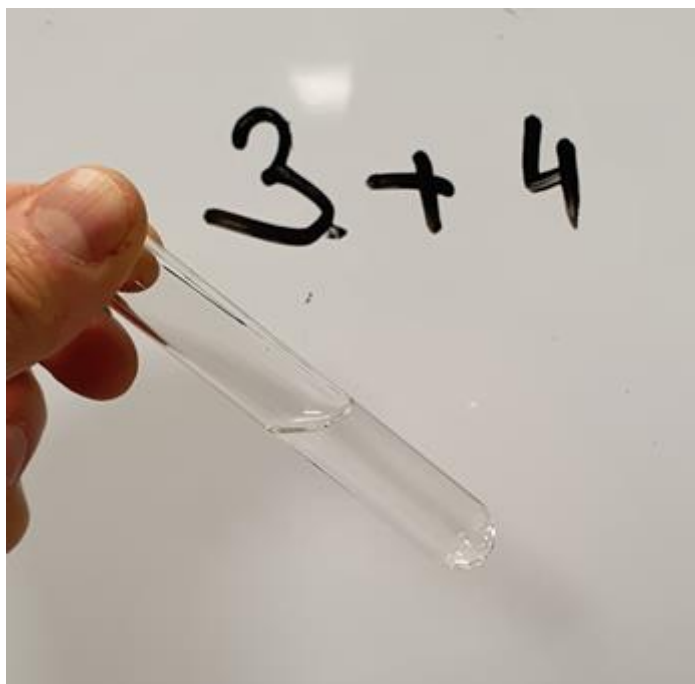
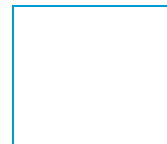
Reakce roztoků 2 a 3



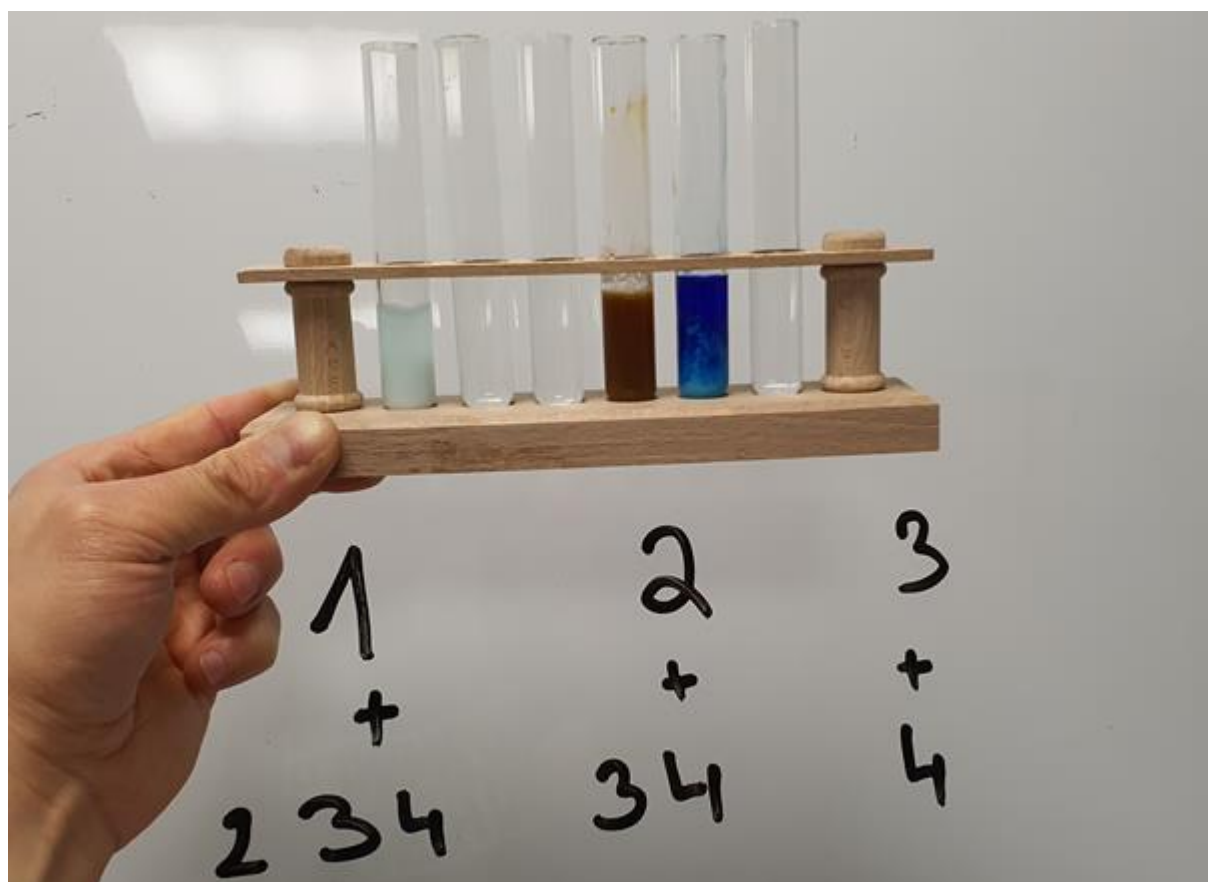
Reakce roztoků 2 a 4 (nadbytek roztoku 2)



Reakce roztoků 2 a 4 (nadbytek roztoku 4)



Reakce roztoků 3 a 4



Veškeré vzájemné reakce roztoků 1-4



Úkol:

Na základě uvedených informací a vzájemných reakcí určete, jaké látky jsou obsaženy v roztocích 1–4.
(Za nesprávnou odpověď se body strhávají.)

Odpovědi:

Roztok 1 obsahuje: *kation anion*

Roztok 2 obsahuje: *kation anion*

Roztok 3 obsahuje: *kation anion*

Roztok 4 obsahuje: *kation anion*



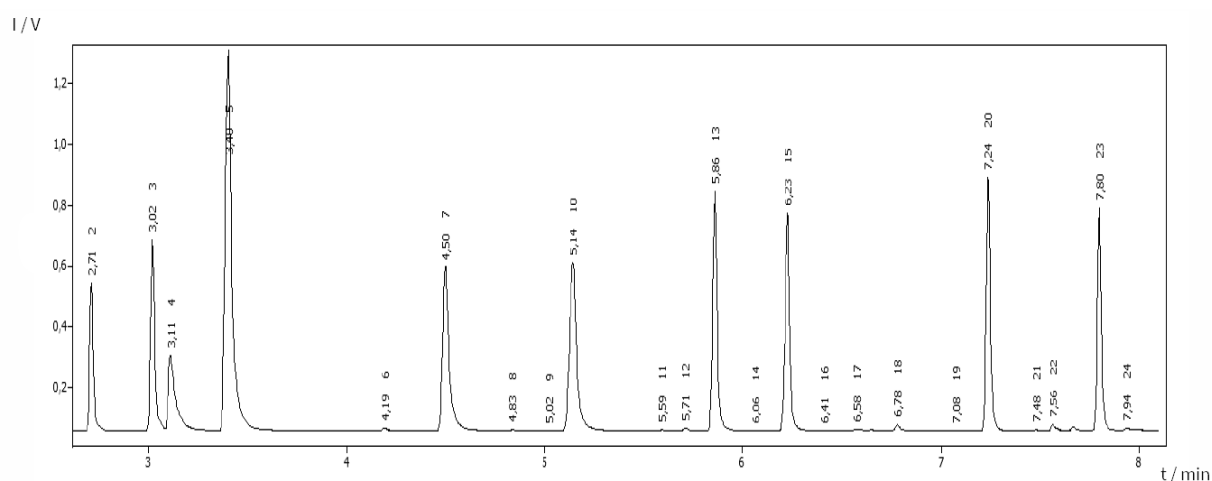
Úloha 3 (E) Plynová chromatografie

E 40 bodů

Tato úloha je určena pouze pro soutěžící kategorie E.

Oblíbenou a široké veřejnosti velmi blízkou aplikací plynové chromatografie je stanovení jednotlivých komponent v ovocných destilátech. V této úloze se na stanovení složek ovocných destilátů podíváme pod drobnohledem GC-FID.

Následující chromatogram obsahuje přehled standardů látek, které se běžně vyskytují v ovocných destilátech. Jednotlivé standardy byly do směsi přidány v dostatečném množství tak, aby jejich odezva byla výrazná.



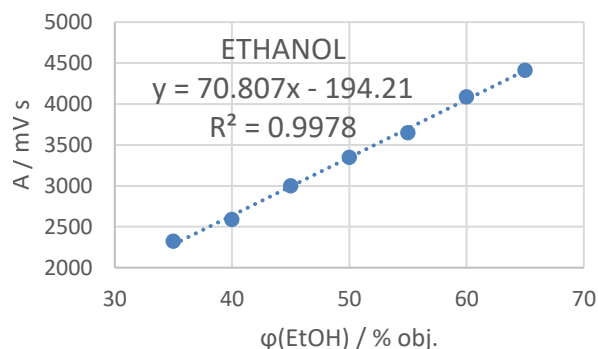
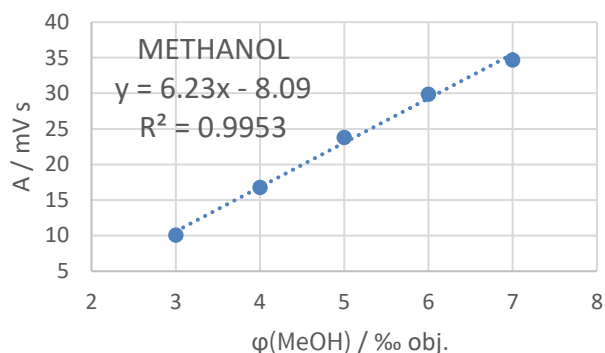
1) Doplňte v následující tabulce k jednotlivým píkům příslušné látky a retenční časy:

Isoamylalkohol, methyl-acetát, methanol, 4-methylpentan-2-ol, ethyl-acetát, ethanol, isobutylalkohol, propan-1-ol, hexan-1-ol, heptan-1-ol.

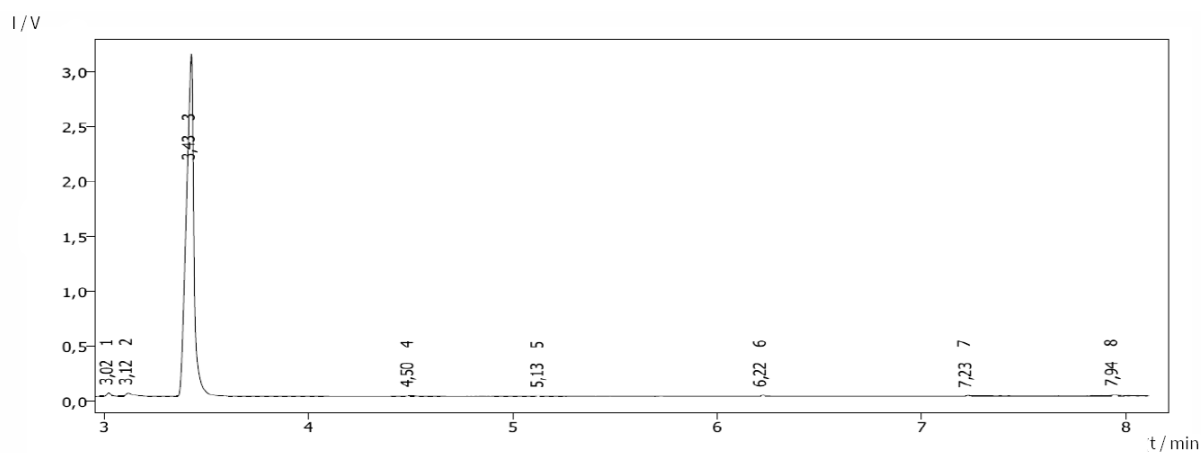
Číslo píku	Látka	Retenční čas / min
2		2,71
3	ethyl-acetát	3,02
4	methanol	
5	ethanol	3,40
7	propan-1-ol	
10	isobutylalkohol	
13		5,86
15	isoamylalkohol	6,23
20		
23		

Pro stanovení methanolu a ethanolu ve vzorku slivovice z Újezdu u Brna byla použita metoda kalibrační přímky. Byly připraveny roztoky, které obsahovaly 35 % – 65 % obj. ethanolu a 0,3 – 0,7 % obj. methanolu.

Plochy píků v závislosti na obsahu dané látky byly vyneseny do kalibračních přímek:



Chromatogram slivovice s vyhodnocením ploch píků poskytl následující data:



Číslo píku	Látka	Plocha píku / mV s
1		14,4
2		17,8
3		3560,4
4		5,2
5		4,1
6		7,2
7		5,5
8		7,5

2) Identifikujte látky, které přísluší píkům 1–8.

3) Stanovte obsah ethanolu ve slivovici v % obj. s přesností na jedno desetinné místo.

4) Stanovte obsah methanolu ve slivovici v % obj. s přesností na jedno desetinné místo.

Vyhláška č. 141/1997 Sb. o technických požadavcích na výrobu, skladování a zpracování lihu stanoví, že ovocné destiláty (s výjimkou vinného) mohou obsahovat maximálně 15 g methanolu na 1 litr absolutního lihu. Hustota methanolu je $0,792 \text{ g cm}^{-3}$.

Jiný vzorek slivovice byl podroben stejné analýze, jako je uvedeno výše, a byl u něj zjištěn obsah methanolu 6,5 % obj. a ethanolu 52,5 % obj.



- 5) Určete, kolik obsahuje vzorek takové slivovice g methanolu na 1 litr absolutního lihu. Výsledek uveďte jako počet gramů (s přesností na jedno desetinné místo) methanolu v 1 litru absolutního lihu v této slivovici. Bude takový vzorek splňovat normu pro obsah methanolu v destilátu?