

Školní analytický kufřík VISOCOLOR® SCHOOL
Kat. číslo 111.3088



1. Úvod

První rozbory vody začali provádět raní přírodovědci 16. až 18. století – mimo jiné lékař Paracelsus, anglický chemik Robert Boyle a také německý lékař Friedrich Hoffmann (kterého proslavily „Hoffmanovy kapky“). Popisují první srážecí reakce a barevné reakce pro rozpoznání látek rozpuštěných ve vodě. Již okolo roku 1800 se na trhu objevily první přenosné vodní laboratoře – mimo jiné od profesora chemie Göttinga, kterého podporoval Goethe, jako „chemický zkušební kabinet“. První velký rozmach zažila vodní analýza v 19. století po vyvinutí titrační a kolorimetrické metody a na základě činnosti dodnes známého Carla Remigiuse Fresenia v jeho chemické laboratoři založené v roce 1848 ve Wiesbadenu.

Ve druhé polovině 20. století rostl význam analýz životního prostředí, a tím i analýz vody v důsledku pokračujícího znečištění životního prostředí. I přes pokračující vývoj instrumentální analýzy si zachovaly titrační a fotometrické analytické postupy svoji historicky podmíněnou prioritu, jak v laboratoři, tak také zejména pro mobilní analýzu přímo v terénu. V průběhu doby normalizované, a tím také oficiálně uznané, metody (dle norem DIN, EN a ISO) se používají pro testovací proužky i pro kolorimetrickou nebo fotometrickou analýzu a potřebné pomůcky jsou sestaveny v přenosném kufříku. Speciální reagentie umožňují v současnosti specifické určení látek ve formě barevných sloučenin, jejichž intenzita barvy roste společně s koncentrací.

Testovací vybavení pro analýzu vody se zakládají na titrační a na kolorimetrické metodě. Titračně lze koncentrace zjistit určením objemu pomocí plastických pipet nebo počítáním kapek z lahviček s kapátkem. Kolorimetricky se vznikající barvy porovnají po přidání reagentie ve zkumavce s řadou standardních barev, a tím se přiřadí k příslušné koncentraci nebo rozsahu koncentrace. Porovnání se provádí buď podle barevné stupnice na kartě, nebo barevných disků. Podle principu porovnání barev (v takzvaných komparátorech) lze analyzovat také zbarvené vzorky vody. V komparátoru barvy se nachází vzorek vody bez reagentií na barevných polích pro různé koncentrace, další na polích s vlastní barvou reagentií (slepý roztok reagentie). Hodnota koncentrace je stanovena, pokud barvy v obou odměrkách souhlasí. Délka byrety (= tloušťka vrstvy kyvety ve fotometrii) určuje citlivost metody. Můžete tak ještě dostatečně přesně zachytit také látky obsažené ve vodě s nízkými mezními hodnotami.

Za základní parametry pro první posouzení vzorků vody se považuje hodnota pH a celková tvrdost a ohledně případných nečistot obsahy dusičnanů a dusitanů a také amonia a fosfátů.

2. Všeobecné pokyny

2.1 Náhradní sada a náhradní díly

Název	REF
Sada náhradních činidel pro školní kufřík <i>VISOCOLOR® SCHOOL</i> na analýzy se všemi potřebnými reagensy pro amonium, celkovou tvrdost, dusičnany, dusitany, fosfáty a pH	933 200
Karta s barevnou stupnicí pro školní kufřík <i>VISOCOLOR® SCHOOL</i> na analýzy	933 300
Odměrky se šroubovacím uzávěrem, 10 ks	931 151
Posuvný komparátor, 2 ks	931 152
Titrační nádoba s ryskou pro označení 5 ml	915 499
Nádoba na vzorek 25 ml	914 498
Plastová lžička černá, 10 ks	914 492
Stříkačka 5 ml	914 661
Příručka (německy/anglicky) pro Školní analytický kufřík <i>VISOCOLOR® SCHOOL</i>	933 150

2.2 Doplnkové testovací proužky

Kufřík poskytuje také místo pro jedno balení pH-Fix a jedno balení testovacích proužků *QUANTOFIX®*.

Testovací proužky pH-Fix jsou vysoce kvalitní proužky pro testování pH. Tyto proužky nepouštějí barvu a zabraňují tak kontaminaci vzorku. Jsou dostupné v mnoha různých odstupňováních.

Testovací proužky *QUANTOFIX®* jsou semikvantitativní testovací proužky, které se vyhodnocují podle barevné stupnice. K dispozici jsou proužky pro testování nejrůznějších parametrů, např. kyseliny askorbové, železa atd.

2.3 Vysvětlení symbolů

	Datum trvanlivosti		Označení šarže
	Číslo artiklu		Teplota skladování
	Čtěte příbalový leták		Dodržujte bezpečnostní pokyny uvedené v příbalovém letáku

3. Provedení testu

K testování pomocí testovací sady *VISOCOLOR[®] SCHOOL* nejsou zapotřebí žádné zvláštní znalosti, takže se sada skvěle hodí pro školy. Používají se kolorimetrické a titrační metody. Výsledky analýz se dají přímo odečítat v mg/l (miligramy na jeden litr) nebo ppm (částic na jeden milion) (ppm = mg/l). Obecně obvyklé výjimky jsou například °d (stupně německé stupnice tvrdosti) nebo mmol/l.

Všechny reagenty sady *VISOCOLOR[®] SCHOOL* jsou schváleny podle GUV-SR 2004 pro školní vyučování.

3.1 Kolorimetrické metody

U kolorimetrické analýzy využíváme vlastnosti speciálních reagentů, s nimiž testované látky vytvářejí barevné sloučeniny, přičemž jejich barevná intenzita roste s koncentrací hledané látky.

Všechny vznikající barvy se porovnávají s řadou standardních barev. Po přiřazení nebo určení stejné barvy lze výsledek přímo odečíst na stupnici.

U kolorimetrické testovací sady *VISOCOLOR[®] SCHOOL* se obě odměrky naplní vzorkem. Reagenty se přidávají výhradně do odměrky B. Po přidání všech potřebných reagentů a uplynutí reakční doby se komparátor posouvá na kartě s barevnou stupnicí, dokud nenajdete při posuzování shora stejnou barvu. Naměřenou hodnotu můžete odečíst ve výřezu jazýčku komparátoru, mezilehlé hodnoty je nutno odhadnout.

3.2 Titrační metody

Řadu látek lze jen obtížně nebo vůbec nelze přeměnit na zbarvené látky, které lze vyhodnotit. V mnoha těchto případech se používají titrační metody. Při titrační analýze se k přesně odměřenému objemu vzorku přidává roztok, a to postupně rovnoměrně po kapkách (titrace), účinná látka roztoku přitom reaguje s hledanou látkou ve vzorku. Po kompletní přeměně látky ve vzorku v důsledku reakce by další přidání kapky titračního roztoku vedlo k přebytku. Tento bod skončené reakce (bod ekvivalence) zviditelní přidání indikátor změnou barvy.

U titrační testovací sady *VISOCOLOR[®] SCHOOL* se přidává z lahvičky s kapátkem titrační roztok po kapkách do roztoku vzorku, který má objem přesně 5 ml, tak dlouho, dokud se nezmění barva přidaného indikátoru. Počet kapek titračního roztoku spotřebovaného do změny barvy indikátoru odpovídá obsahu hledané látky ve vzorku vody.

3.3 Likvidace

Roztoky použité k analýze můžete vylít společně s vodou z vodovodu do kanalizace odváděné do místní čistírně odpadních vod.

4. Amonium

Rozsah měření

0,2-3 mg/l NH_4^+

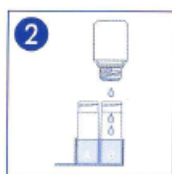
Provedení testu



1. Obě odměrky naplňte **vzorkem vody**, vždy přesně **5 ml**. Použijte plastovou stříkačku. Vložte 1 odměrku do pozice A komparátoru. Reagencii přidávejte **jen do odměrky B!**
2. Přidejte **10 kapek NH_4-1** .
3. Odměrku uzavřete a kývejte s ní sem a tam, aby se reagentie a vzorek promíchaly.
4. Přidejte **1 zarovnanou odměrku NH_4-2** .
5. Odměrku uzavřete a kývejte s ní sem a tam, aby se prášek rozpustil.
6. Počkejte **5 minut**.
7. Otevřete odměrku, přidejte **4 kapky NH_4-3** .
8. Uzavřete odměrku a kývejte s ní sem a tam.
9. Počkejte **7 minut**.
10. Otevřete odměrku a vložte ji do pozice B komparátoru. Posouvejte komparátor, dokud nenajdete při posuzování shora stejnou barvu. Naměřenou hodnotu odečtete ve výřezu jazýčku komparátoru. Mezilehlé hodnoty je nutno odhadnout.



2 x vzorek 5 ml



10 NH_4-1



Kývání sem a tam



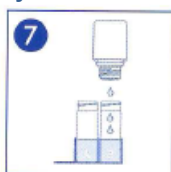
1 NH_4-2



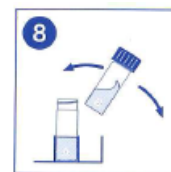
Kývání sem a tam



5'00 min



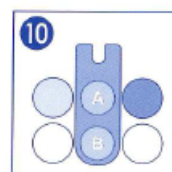
4 NH_4-3



Kývání sem a tam



7'00 min



Měření

Po použití obě odměrky důkladně vypláchněte a uzavřete.
 Metoda je vhodná také pro analýzu mořské vody po zředění (1+9).

Doplňující informace

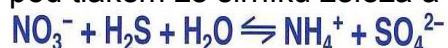
Amoniak vzniká v přírodě díky činnosti vulkánů a na základě elektrických výbojů ve vyšších vrstvách atmosféry – z dusíku a vodní páry. Dále se amoniak tvoří při *hnilobných procesech*, to znamená cestou *mineralizace* rostlinných a živočišných bílkovin obsahujících dusík. V nerostné říši obsahují téměř všechny magmatické horniny malé množství amonných solí. Větší ložiska chloridu amonného byla pozorována již před více než tisícem let v Persii na okrajích doutnajících ložisek uhlí. Také u vulkánů, jako je Vesuv a Etna, najdeme amonné soli. Z těchto různých zdrojů, také z výfukových plynů automobilů a odpadních plynů průmyslu, se značné množství amonných solí opět vrací do půdy prostřednictvím srážek jako *dusíkaté hnojivo*.

Živočichové a lidé vylučují amoniak v exkrementech vedle močoviny jako sloučeninu dusíku. Amoniak je pro vyšší organismy *buněčný jed*, který se musí co nejrychleji odstranit. Vzniká jako meziprodukt látkové výměny v mozku, svalech, játrech a ledvinách a zneškodňuje se okamžitě v játrech reakcí s oxidem uhličitým na močovinu a v mozku přeměnou na glutamin. Amonné soli nejsou na rozdíl od volného amoniaku toxické.

Ionty amonia mohou vzniknout také v důsledku mikrobiální redukce dusičnanů nebo se dostat vyplavováním hnojiva nebo jako primární produkty rozkladu organických sloučenin dusíku z odpadních vod z domácnosti do vody v přírodě. V čistých vodách je obsah iontů amonia nižší než 0,1 mg/l, ve znečištěných vodách lze najít koncentrace až 10 mg/l. Obsah sloučenin amonia je nutno posuzovat především z hygienických hledisek, protože amoniak může vzniknout při rozkladu lidských nebo zvířecích výkalů. Močovina se rozloží např. na amoniak a oxid uhličitý nebo ionty amonia a hydrogenuhličitanu:



Zvláštní případy s obsahem do 1 mg/l představují močály a také speciální spodní vody s vysokým obsahem železa a manganu (Severoněmecká nížina), kde sirovodík vznikající pod tlakem ze sirníku železa a oxidu uhličitého v půdě redukuje dusičnany na amoniak:



Amoniak působící toxicky především na ryby (od 0,5 mg/l) se vyskytuje při hodnotách pH vyšších než 7 – podle rovnováhy mezi ionty amonia a amoniakem:



Při pH 6 je rovnováha téměř zcela na levé straně, při pH 8 jsou již 4 % u amoniaku, při pH 9 již 25 % a při pH 10 dokonce 78 % u amoniaku (při teplotě vody 17 °C).

Kvůli vysokému obsahu amonia se také silně zatěžuje kyslíkové hospodářství vodstev. Při bakteriální oxidaci amonia na dusičnan se spotřebovává kyslík (nitrifikace).

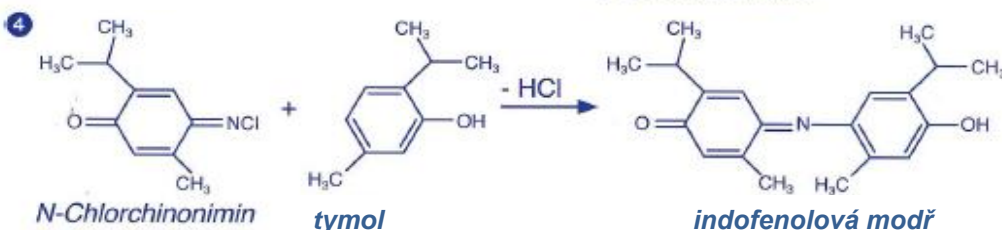
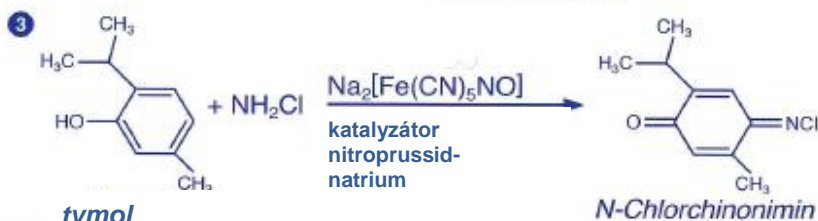


Tento proces představuje na jedné straně důležitou součást vlastního očištění, může však na druhé straně vést v důsledku úbytku kyslíku k úhynu ryb. Na cestě takzvané nitrifikace se amonné soli přemění z dusičnanu na dusitan, z čehož vyšší rostliny ve svých kořenech a listech získají v komplexních krocích biosyntézy životně důležité bílkoviny. V biologických čistírnách odpadních vod hraje kontrola parametrů dusíku, amonia, dusičnanů a dusitanů, důležitou roli, protože zde probíhají procesy nitrifikace jako nejdůležitější krok čištění. Koncentrace amonia v přívodu vody do čistírny odpadních vod určuje potřebu kyslíku. Ve výpusti nitrifikační nádrže poskytuje zbývající obsah amonia informaci o účinnosti zařízení.

Princip reakce

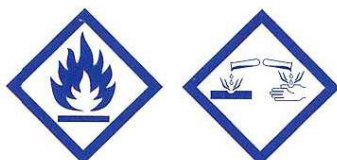
Z iontů amonia vznikne působením chloru v alkalickém rozsahu monochloramin. Ten tvoří s tymolem indofenolovou modř (princip reakce analogicky k DIN 38406-E5).

Vzorec chemické reakce



Chyby

Primární aminy reagují jako ionty amonia, proto jsou výsledná zjištění vyšší. Látky spotřebovávající chlor mohou v závislosti na koncentraci snižovat naměřenou hodnotu nebo reakci zcela potlačit.

Výstražné pokyny

NH₄-1 obsahuje louh sodný v koncentraci 5-20 %. NH₄-3 obsahuje etanol 20-55 % a tymol 5-10 %.

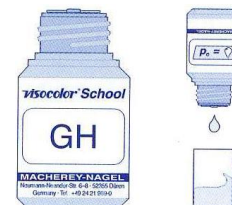
Způsobuje těžká poleptání kůže a poškození očí.

Nevdechujte páry. Noste ochranné rukavice/ochranu očí. PŘI POŽITÍ: Vypláchněte ústa. Nevvolávejte zvracení. PŘI ZASAŽENÍ KŮŽE (nebo vlasů): Veškerý kontaminovaný oděv ihned svlékněte. Kůži omyjte/osprchujte vodou. PŘI VDECHNUTÍ: Zajistěte přívod čerstvého vzduchu a umístěte postiženého do stabilizované polohy, která usnadňuje dýchání. PŘI ZASAŽENÍ OČÍ: Několik minut opatrně vyplachujte vodou. Odstraňte příp. kontaktní čočky, pokud je to možné. Dále vyplachujte oči.

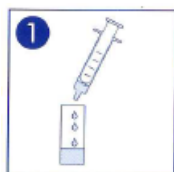
Bezpečnostní list si můžete stáhnout z adresy www.mn-net.com/MSDS.

5. Celková tvrdost**Rozsah měření**

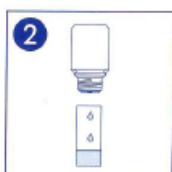
1 kapka \triangleq 1 °d \triangleq 17,8 mg/l CaCO₃

Provedení testu

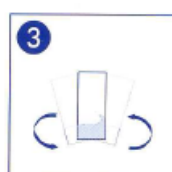
1. Obě odměrky naplňte **vzorkem vody**, vždy přesně **5 ml**. Použijte plastovou stříkačku.
2. Přidejte **2 kapky GH-1**.
3. Promíchejte odměrku kýváním sem a tam. Vzorek vody se zbarví **červeně**. Při zeleném zbarvení nejsou ve vzorku obsaženy žádné látky způsobující tvrdost.
4. Podržte lahvičku s kapátkem **GH-2** svisle dolů a přidávejte po kapkách reagentii, přitom kývejte odměrkou se vzorkem sem a tam, dokud se vzorek nezbarví **zeleně**.
5. Počítejte kapky. Jedna kapka odpovídá jednomu stupni celkové tvrdosti (°d).



1 Vzorek 5 ml



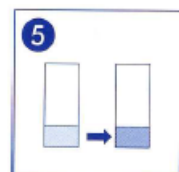
2 2 GH-1



3 Kývání sem a tam



4 Přidávání GH-2 po kapkách, dokud se nezmění barva



5 1 °d
červená → zelená

Po použití odměrky na vzorky důkladně vypláchněte.

Lahvičky s kapátkem po použití ihned zavřete. Nedotýkejte se kapátka.

Metoda je vhodná také pro analýzu mořské vody po zředění (1:30).

Doplňující informace

Označení *tvrdost* se vztahuje k vlastnosti především iontů vápníku, které snižují prací účinek mýdel na základě tvorby nerozpustných nebo těžce rozpustných vápenných mýdel (= soli vápníku vyšších mastných kyselin jako kyselina palmitová). Jako látky způsobující tvrdost jsou společně zachyceny vápník a hořčík, soli stroncia a baria (také tyto soli patří ke stejné skupině takzvaných alkalických zemin) lze v přírodních vodách z důvodu jejich velmi nízkých koncentrací (na základě těžké rozpustnosti jejich uhličitanů a síranů) opomenout.

Celkový součet solí vápníku a hořčíku se nazývá celková tvrdost. Vyskytují-li se ve vodě tyto ionty alkalických zemin ve formě hydrogenuhličitanu, vysrážejí se jako uhličitanu při ohřívání vody – jako *kotelní kámen*:



Proto se tvrdost vody způsobená hydrogenuhličitanu nazývá také jako dočasná (přechodná) *tvrdost*. Soli jiných kyselin (jako kyseliny solné nebo sírové) zůstanou naproti tomu rozpuštěné i při ohřátí vody, představují *trvalou tvrdost* nebo *síranovou tvrdost*.

Pro údaje o tvrdosti vody platí následující veličiny:

10 mg/l oxidu vápenatého (CaO) = 1 °d (stupeň tvrdosti dle německé stupnice) = 7,14 mg/l oxidu hořečnatého (MgO)

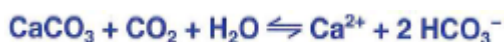
V současnosti se uvádí údaje podle mezinárodních dohod o molárních koncentracích látkového množství:

1 mmol/l (milimolů/litr) = 56 mg/l oxidu vápenatého = 5,6 °d

V závislosti na obsahu solí vápníku a hořčíku se voda označuje jako tvrdá nebo měkká, s následujícím odstupňováním:

Velmi měkká:	0 až 3 °d
Měkká:	4 až 7 °d
Středně tvrdá:	8 až 11 °d
Téměř tvrdá:	12 až 17 °d
Tvrdá:	18 až 30 °d
Velmi tvrdá:	více než 30 °d

Téměř ve všech přírodních a neznečištěných vodách najdeme ionty vápníku a hořčíku, které se v důsledku geochemických procesů uvolňují do vody z hornin jako dolomitu, mramoru, vápence, křídly nebo sádry reakcí s oxidem uhličitým („kyselina uhličitá“) jako hydrogenuhličitany (nebo jako sírany ze sádry). V povodí takových hornin (např. ve Švábských Alpách) mají proto vody vysoký stupeň tvrdosti až více než 30 °d. Vody z oblastí s pestrým pískovcem mají naproti tomu jen velmi málo látek způsobujících tvrdost vody. V důsledku *asimilace kyseliny uhličité* (na základě fotosyntézy) se mohou ve vodách bohatých na plankton vyskytovat takzvané biogenní dekalifikace, a tím i vysoké stupně tvrdosti. Platí rovnováha (viz výše):



Zohledníme-li extrémní geologické podmínky, považují se vody obecně s tvrdostí více než 25 °d za znečištěné. Toto znečištění mohou způsobit např. vody prosakující ze skládek odpadů. Oxid uhličitý vytvořený hnilobnými procesy (rozkladem) rostlinných složek se dostává se vsakovanou dešťovou vodou do spodní vody. Z vápenité půdy se tak může uvolňovat uhličitán vápenatý jako hydrogenuhličitán vápenatý (obrácená rovnice pro tvorbu kotelního kamene). Také z hnojiv se dostávají soli vápníku do našich podzemních vod. Určitá tvrdost je v *pitné vodě* žádoucí ze dvou důvodů. Jednak se tvoří ochranná vrstva uhličitánu vápenatého v potrubích, takže na kov již nemůže přímo působit volná, takzvaná agresivní kyselina uhličitá, navíc je koncentrace 20 až 60 mg/l vápníku prospěšná u člověka také z hlediska jeho potřeby minerálních látek. Hodnoty by však neměly překročit 280 mg/l u vápníku, resp. 125 mg/l hořčíku. Tvrdá voda chutná lépe než měkká nebo dokonce „čistá“ destilovaná voda. Pitnou vodou, která má střední stupeň tvrdosti, lze pokrýt zhruba 10 % denní potřeby vápníku. Vyšší stupně tvrdosti vedou na druhé straně ke značným chuťovým změnám kávy a čaje.

Jako *uhličitánovou tvrdost* (viz Hodnota pH, synonymum pro alkalitu) označujeme podíl iontů alkalických zemin, které se vyskytují ve vodě ve formě hydrogenuhličitánů nebo uhličitánů. Zpravidla je část solí vápníku a hořčíku rozpuštěna jako sírany, takže uhličitánová tvrdost je nižší než celková tvrdost. Voda se považuje za méně úrodnou, pokud má uhličitánovou tvrdost nižší než hodnotu alkality 0,5, velmi úrodná je voda s hodnotami alkality více než 1,5. Voda s nízkými hodnotami alkality je méně vápenitá. Velmi vysokou celkovou tvrdost a zároveň vysoké hodnoty alkality mají slavné křídové řeky v Anglii, které patří k vodám s nejhojnějším výskytem lososů. Ve vodách s nízkým obsahem vápníků a často zároveň kyselých vodách je ryb velmi málo.