

Barevnost chemických látek

Aleš Mareček

Výstup RVP: žák se na základě vlastního pozorování seznámí s příčinami barevnosti chemických sloučenin; v průběhu práce získá základní informace o moderních metodách chemického výzkumu.

Klíčová slova: intenzita záření, absorbance, transmitance, spektrum, absorbovaná a doplňková barva.

Laboratorní práce

Doba na přípravu:

10 min

Doba na provedení:

90 min

Obtížnost:

střední

Úkol Seznámit se s příčinami barevnosti látek a se základy práce s fotometrem.

1. připojení a kalibrace fotometru
2. příprava vzorků pro měření
3. měření vzorků

Pomůcky **Přírodniny:** listy stromů a pokojových rostlin, listy červeného zelí, červená nebo oranžová paprika, mražený špenát

Chemikálie: 0,05 M roztok kyseliny sírové; 1 M roztok hydroxidu sodného; manganistan draselný, ethanol

Sklo pro jedno pracovní místo pracující s roztokem manganistanu draselného: byreta, odměrná baňka s objemem 100 cm³, 4 ks odměrných baněk o objemu 50 cm³

Sklo pro jedno pracovní místo pracující s přírodninami: 3 ks třecích misek s tlouky, 6 ks kádinek, 3 ks filtračních nálevek, 3 ks stojanů, 3 ks filtračních kruhů, filtrační papír

Další vybavení: Spektrometr SpectroVis Plus, kyvety, počítač s programem Logger Pro

Teoretický úvod



Látky, které absorbují záření v oblasti vlnových délek viditelného světla, se nám jeví v doplňkové barvě k té, kterou absorbují.

O barvě a barvě k ní doplňkové nás informuje obrázek. Barva, v níž se nám látka jeví, leží vždy na opačné straně kruhu než barva pohlceného záření. Pokud látka absorbuje například záření v oblasti vlnových délek červeného světla, jeví se nám jako zelená; pokud naopak absorbuje v oblasti vlnových délek světla zeleného, jeví se nám jako červená.

Vzorek je schopen pohltit větší nebo menší „množství“ dopadajícího záření. Tento jev je ovlivněn jednak samot-

ným vzorkem, ale také jeho koncentrací a tloušťkou vrstvy, kterou dopadající záření prochází (tloušťka vrstvy je v našem případě eliminována jednotkovou délkou kyvety).

„Množství“ dopadajícího záření charakterizuje veličina označovaná jako intenzita. **Intenzitu** záření dopadajícího na vzorek označíme jako I_0 a intenzitu záření, které vzorkem prošlo, jako I . Poměr intenzit prošlého a dopadajícího záření označíme jako propustnost neboli **transmitanci** T .

$$T = \frac{I}{I_0}$$

Transmitance se v některých případech uvádí v procentech. Pro toto vyjádření je třeba hodnotu T získanou jako podíl intenzit dopadajícího a prošlého záření vynásobit 100.

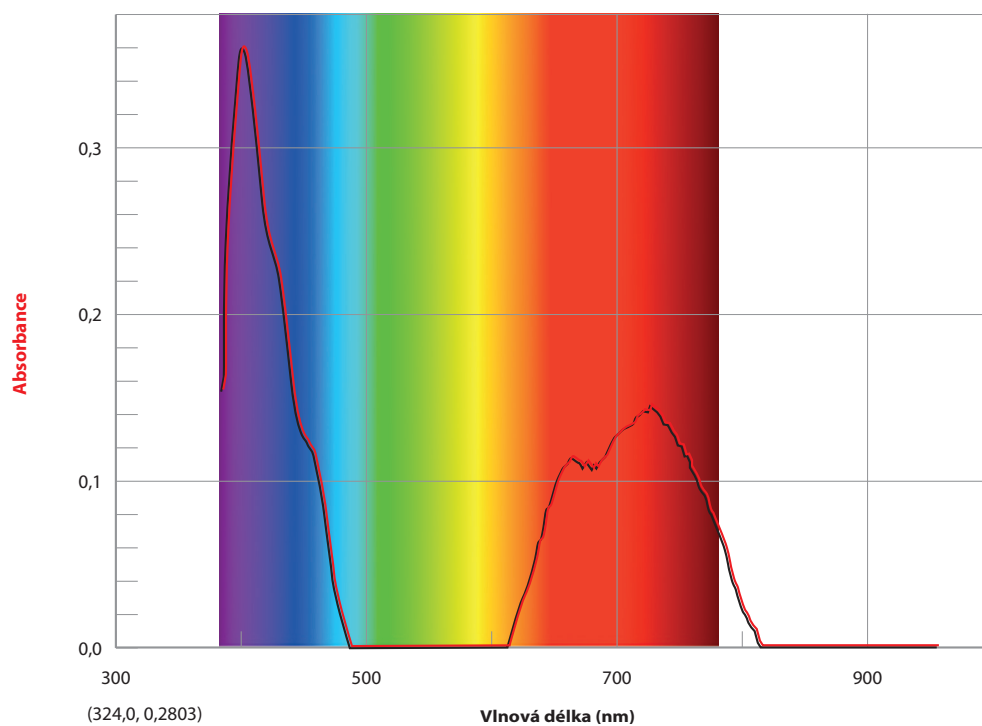
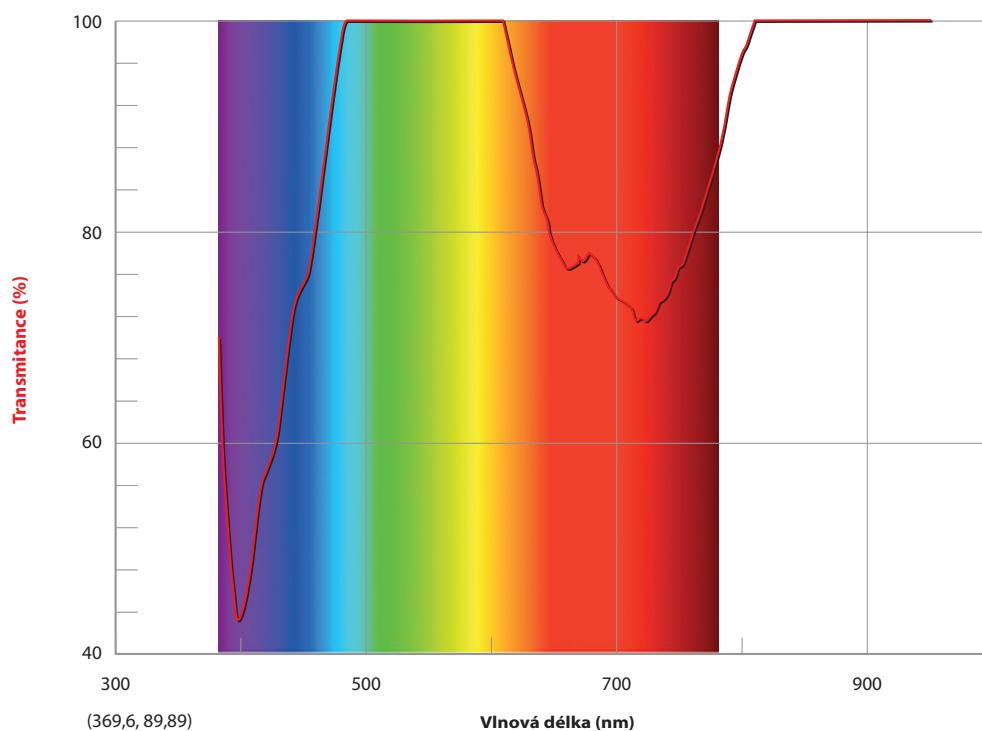
Záporně vzatý dekadický logaritmus propustnosti (transmitance) se označuje jako **absorbance** A .

$$A = -\log(T)$$

Obě veličiny jsou funkcí vlnové délky a jsou bezrozměrné. **Transmitance** nabývá hodnot od 0 (naprosto nepropustný vzorek) do 1 (zcela propustný vzorek). **Absorbance** nabývá hodnot od 0 (vzorek neabsorbuje) do ∞ (absorbuje všechny vlnové délky).

Barevnost chemických látek

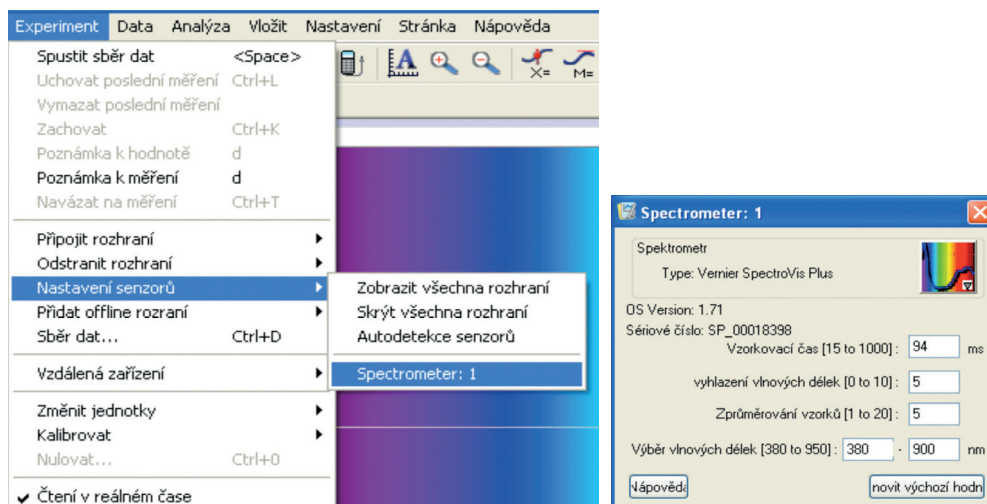
Graf závislosti absorpance a transmittance na vlnové délce se nazývá **spektrum**. Na osu x je vynesena vlnová délka dopadajícího záření a na osu y hodnota transmittance nebo absorpance – viz následující obrázky.



Provedení

Nastavení spektrometru

Po připojení přístroje zvolte v základní nabídce **Experiment** → **Nastavení senzorů** a vyberte položku **Spektrometr 1**. Na dalším panelu můžete nastavit hodnoty **Vzorkovací čas**, **Vyhlazení vlnových délek**, **Zprůměrnování vzorků**, **Výběr vlnových délek**.



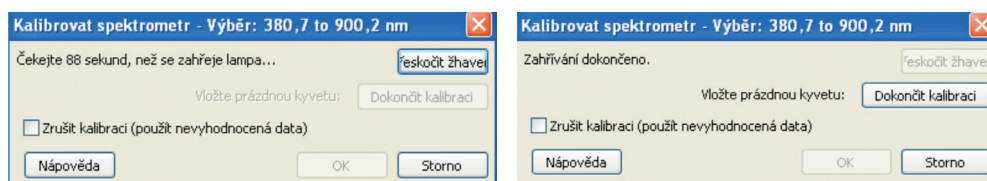
Vzorkovací čas si spektrometr upraví při kalibraci sám (je vhodné do této hodnoty nezasahovat).

Vyhlazení vlnových délek – nastavte hodnotu 5.

Zprůměrnování vzorků – nastavte hodnotu 5.

Výběr vlnových délek – nastavte 380 a 900 nm.

Nyní je třeba spektrometr kalibrovat. V nabídce **Experiment** zvolte **Kalibrovat** a vyčkejte zahřátí lampy. Pak vložte kyvetu s vodou a stiskněte tlačítko **Dokončit kalibraci**. Přístroj vlastní kalibraci provede a zpřístupní vám tlačítko **OK**, kterým kalibrace končí.



Příprava vzorků Pokus 1.

Do několika třecích misek postupně nastříhejte na malé kousky část plodu červené nebo oranžové papriky a listy červeného zelí. Do misek přidejte laboratorní lžičku mořského pís-ku a materiál dobře rozetřete. Ke vzorkům přidejte 40 cm³ destilované vody a promíchejte. Všechny soustavy zfiltrujte přes papírový filtr. Části roztoků naplňte kyvetu a proměřte spektra.

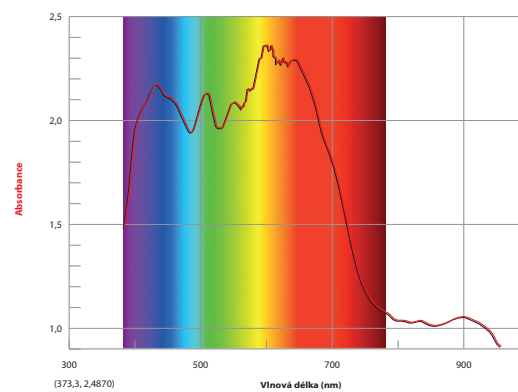
Zbývající roztok barviva získaného z červeného zelí rozdělte na tři části. K první přidejte několik cm³ roztoku kyseliny a k další, **těsně před měřením**, několik cm³ roztoku hydroxidu. Vzorky proměřte. Třetí část si zatím uschovejte.

Pokud máte možnost, pořídte od jednotlivých pokusů i fotodokumentaci.

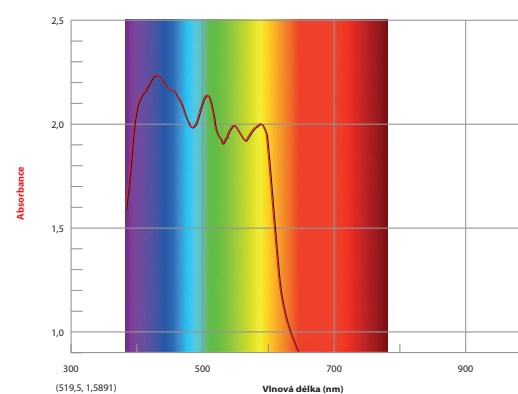
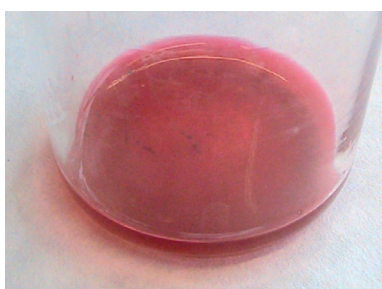
úloha 14

Barevnost chemických látek

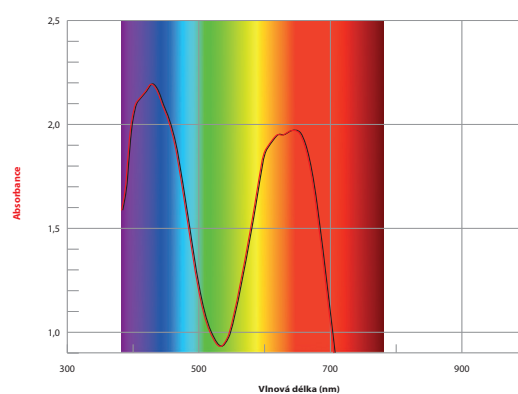
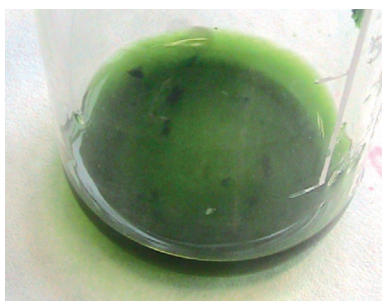
Barvivo z červeného zelí
v destilované vodě



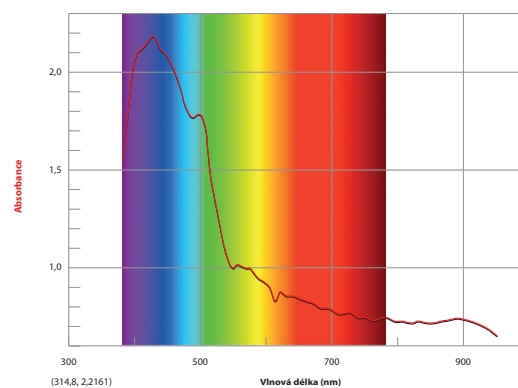
Barvivo z červeného zelí
s přidavkem kyseliny



Barvivo z červeného zelí
s přidavkem hydroxidu



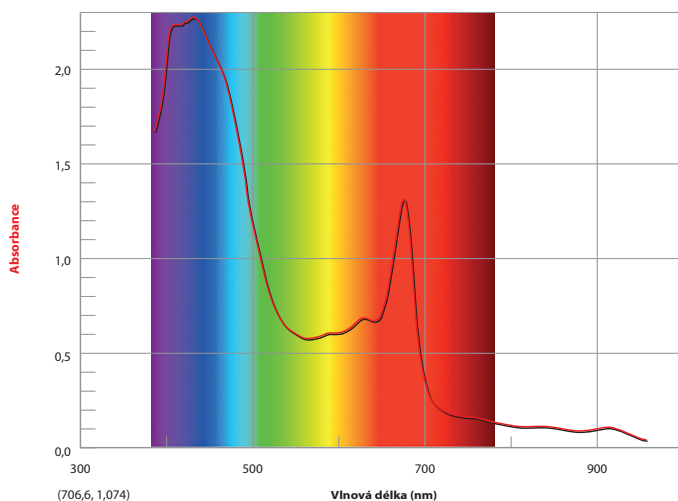
Barvivo z oranžové papriky
v destilované vodě



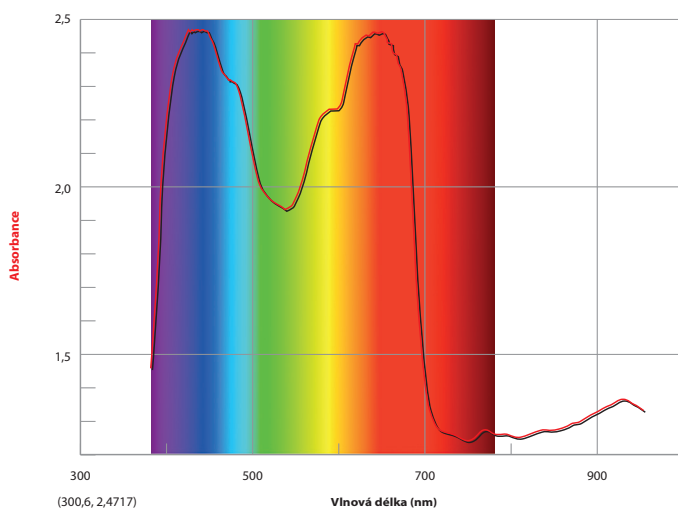
Pokus 2.

Stejným způsobem postupujte při přípravě vzorků špenátu a listů pokojových a volně rostoucích rostlin. Rozetřené vzorky vyluhujte v 20 cm³ ethanolu. I u těchto roztoků proměřte spektra. Jako příklad jsou uvedena spektra etanolového výluhu chlorofylů ze špenátu, listů volně rostoucích a pokojových rostlin.

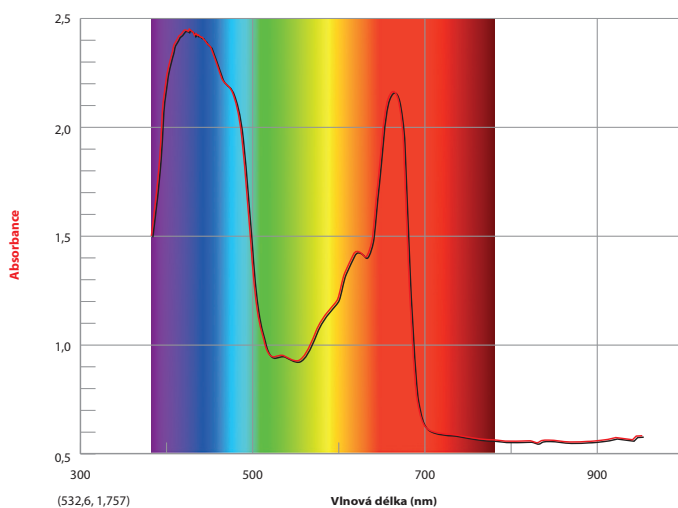
Ethanolový výluh špenátu



Ethanolový výluh z listu volně rostoucího stromu (září)



Ethanolový výluh z listů pokojových rostlin



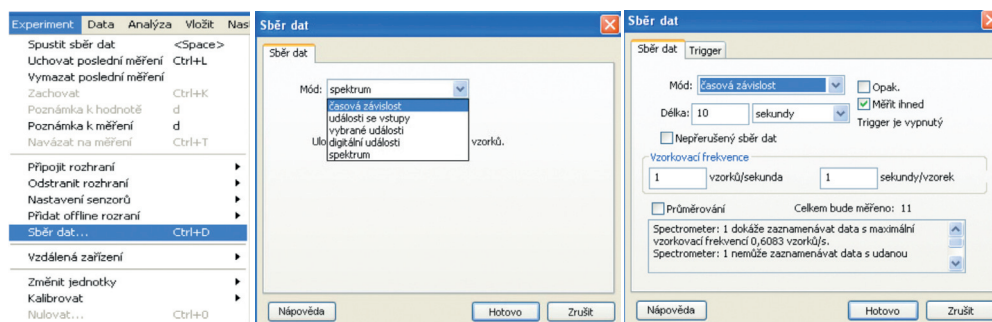
Barevnost chemických látek

Pokus 3.

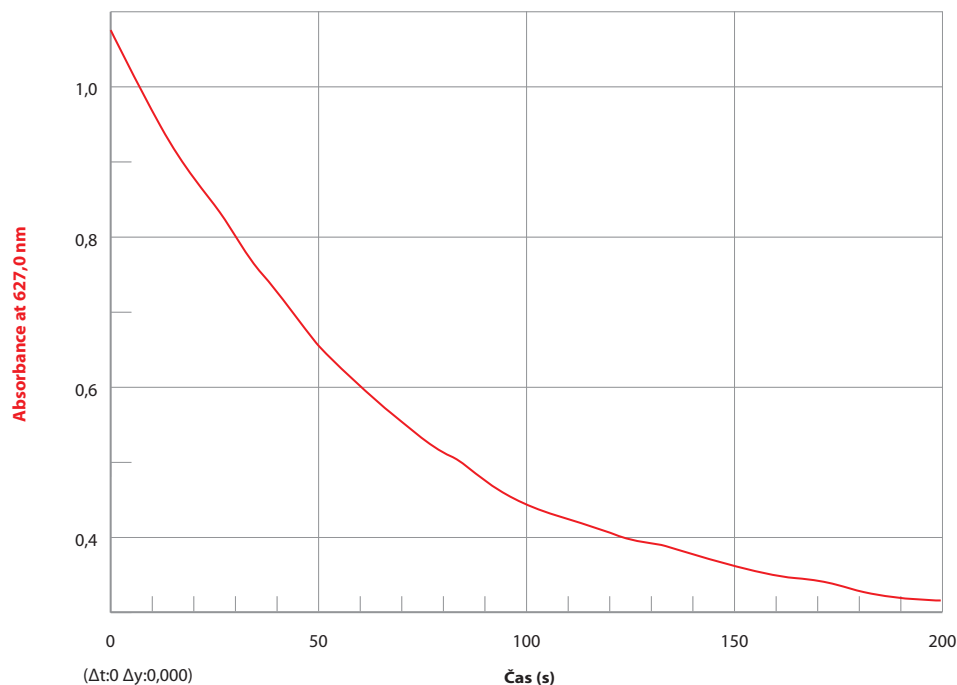
U roztoku barviva z červeného zelí, ke kterému jste přidali roztok hydroxidu, jste si jistě povšimli časově závislé změny jeho zabarvení. Změna zabarvení signalizuje, že v roztoku probíhá pomalejší chemická reakce, jejíž průběh je možné studovat pomocí změny barvy roztoku.

V následujícím pokusu se seznámíte s možností zachytit časovou závislost změny absorpance, kterou je možno využít ke studiu kinetiky chemických reakcí.

Pro měření časové závislosti absorpance na čase zvolte v hlavní nabídce **Experiment** možnost **Sběr dat**. V tomto panelu rozklikněte v nabídce **Mód** možnost **Časová závislost**. Parametry nastavte podle délky průběhu měřené reakce (v našem případě postačuje 200 sekund).

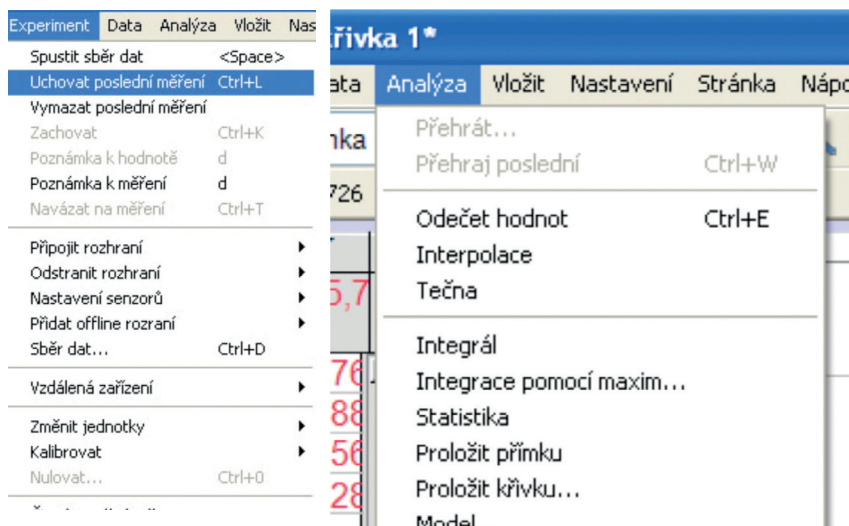


Po spuštění sběru dat obdržíte záznam časové změny závislosti absorpance na čase.

**Pokus 4.**

Připravte 100 cm³ 0,02 M roztoku manganistanu draselného. Připraveným roztokem naplňte byretu a do odměrných baněk o objemu 50 cm³ odměřte 5, 15, 25, 35 cm³ roztoku, doplňte destilovanou vodou po rysku a vypočítejte koncentraci.

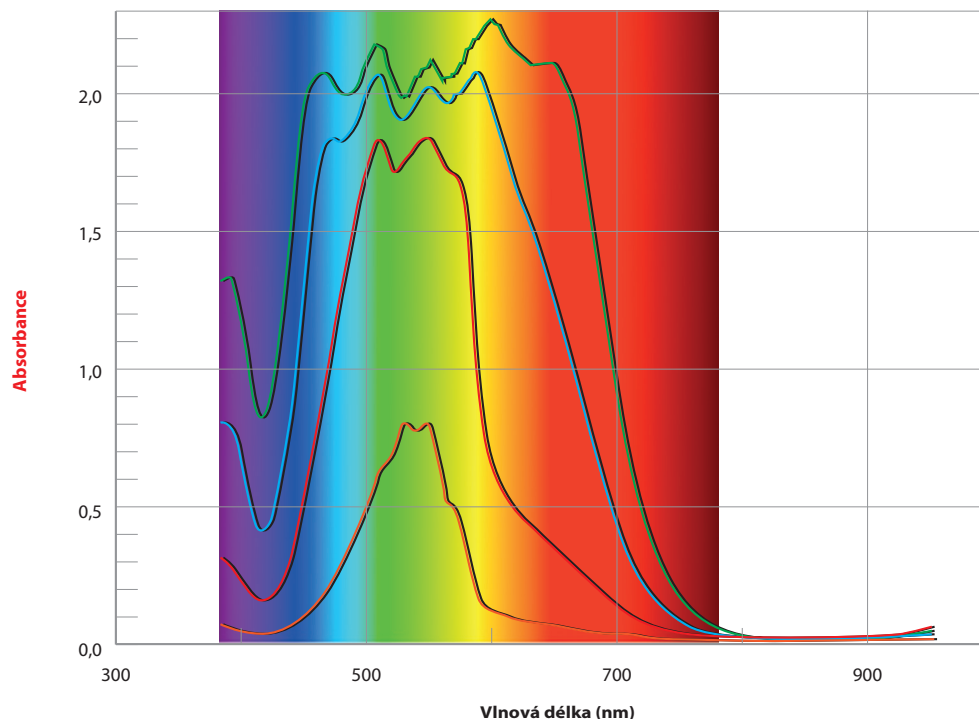
Provedte proměření spekter připravených roztoků. Nejdříve proměřte neředěný, tedy (0,02 M) roztok a po zaznamenání prvního spektra vyhledejte v hlavní nabídce **Experiment** možnost **Uchovat poslední měření** (zkratka **Ctrl+L**).



Pokud není zobrazeno celé spektrum, vyberte v nabídce **Analýza** → **Automatické měřítko (Ctrl+J)**. Tak se zobrazí celé spektrum.

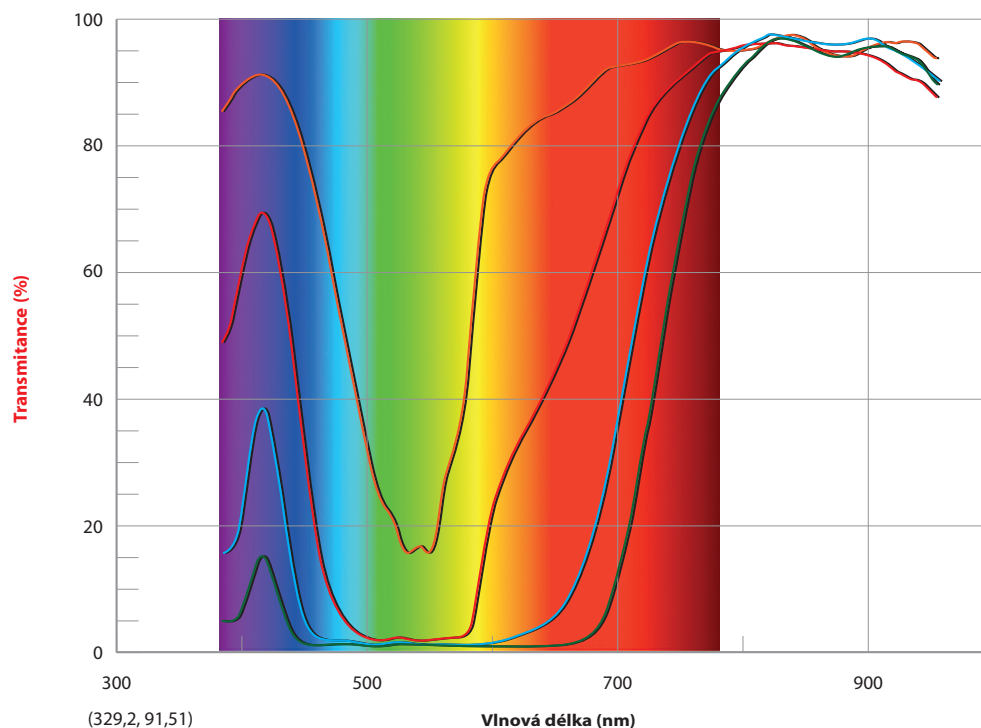
Po výměně vzorku dejte povel k dalšímu sběru dat. V tomto režimu pokračujte, dokud ne-nasnímate všechna spektra. Po posledním pokynu **Uchovat poslední měření** spektrum uložte.

Nasnímaný záznam zobrazuje závislost absorbance pořízeného spektra na koncentraci.



Nyní stejným způsobem zaznamenejte transmitanci. Všimněte si tvaru záznamu a uvědomte si, že v případě absorbance se jedná o závislost logaritmickou. Pro snímání transmitance vybereme v nabídce **Experiment** → **Změnit jednotky** položku **Spektrometr 1** a **Transmittance**. Další měření probíhá stejně jako v předcházejícím případě.

Barevnost chemických látek



Protokol V tomto případě si místo protokolu pořídte poznámky (doplněné spektry, případně fotografiemi), které vám poslouží při další práci s fotometrem.

Poznámky pro učitele Úloha má seznámit žáky s ovládáním spektrometru a s možnostmi, které poskytuje (v této úloze není zahrnuto měření za využití optického vlákna). Žáci si při jejím provedení ověří vliv absorbovaného záření z oblasti viditelného světla na barvu, v níž se nám pozorovaný vzorek jeví.

Seznámí se s pojmem spektrum, což je v našem případě záznam funkce popisující transmittanci (propustnost pro záření), případně absorbanci (záporně vzatý dekadický logaritmus transmittance) na vlnové délce záření.

V dalších pokusech si prověří vliv koncentrace na transmittanci a absorbanci.

U měření vzorku soustavy výluhů z červeného zelí v alkalickém prostředí si mohou ověřit další možnost měření, kterou je změna sledované veličiny (transmittance nebo absorbance) na čas. Tato možnost může být využita při sledování reakčních mechanismů chemických reakcí.

Pro vypracování této laboratorní práce je vhodné žáky rozdělit do několika skupin a každou nechat pracovat na jednom z úkolů. Každá skupina pak může ostatní seznámit s výsledky svého měření.

Rozdělení skupin může být následující:

- skupiny pracující s listy,
- skupiny pracující se zelím a paprikou.

U měření spekter chlorofylu je vhodné upozornit žáky na to, že v tomto spektru se překrývají spektra několika látek, a výsledné spektrum je tak pouze obalovou křivkou. Na spektrech chlorofylu získaných z různých zdrojů je tento fakt patrný. Koncentrace jednotlivých barviv v listech téže rostliny se mění i v jejích různých vegetačních obdobích.