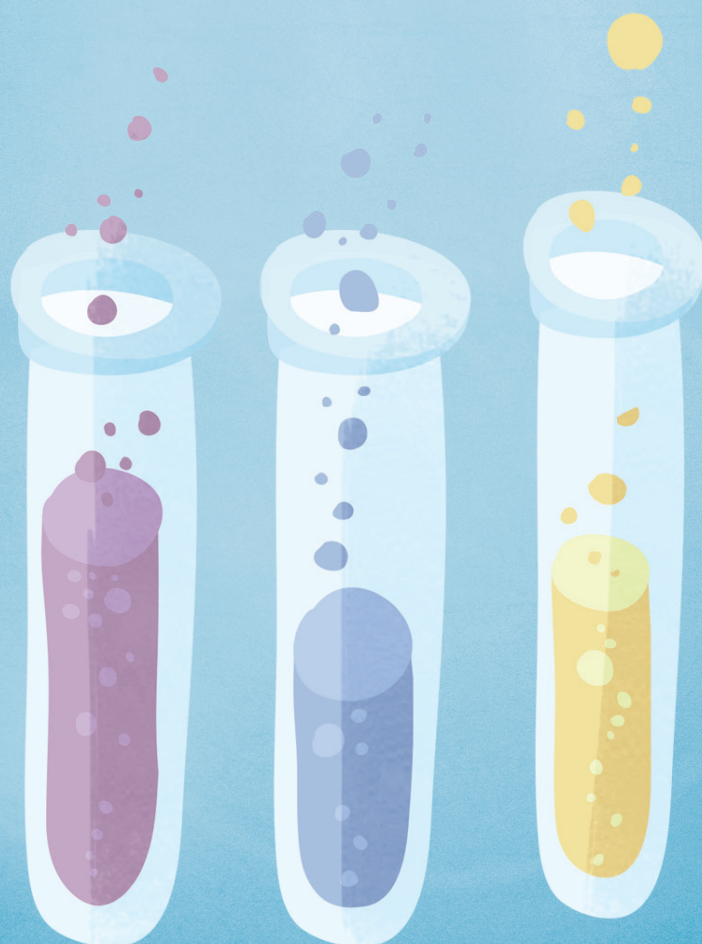


CHEMIE

# VITAMÍN C POD LUPOU



Akademie věd ČR hledá mladé vědce

**OTEVŘENÁ VĚDA**

AKADEMIE VĚD ČR



# Úvodní list

<b>Předmět:</b>	Chemie
<b>Cílová skupina:</b>	3.–4. ročník SŠ/G
<b>Délka trvání:</b>	90 min.
<b>Název hodiny:</b>	Vitamín C pod lupou
<b>Výukový celek:</b>	Vitamíny
<b>Vzdělávací oblast v RVP:</b>	Člověk a příroda
<b>Průřezová témata:</b>	<p><u>Multikulturní výchova</u> – Práce ve dvojicích i ve skupinách pomáhá při začleňování žáků minoritních skupin do majoritní společnosti, rozvoj empatie a tolerance k jiným etnikům.</p> <p><u>Osobnostní a sociální výchova</u> – Pomáhá žákům vést zdravý a zodpovědný život jako jednotlivcům i členům společnosti, poskytuje žákům příležitosti přemýšlet o svých zkušenostech a o vlastním vývoji. Rozvoj kognitivních schopností, kooperace, práce ve dvojicích, práce ve skupinách. V oblasti vědomostí, dovedností a schopností má žákovi pomoci nabýt specifické dovednosti (seberegulativní i komunikační) pro zvládnání různých sociálních situací (komunikačně složité situace; soutěž; spolupráce; pomoc atd.).</p> <p><u>Environmentální výchova</u> – Výchova ke zdraví – čerpání přírodních zdrojů ve svůj prospěch. Žák si uvědomí vliv znečištěného prostředí na lidské zdraví. Dozví se o zdrojích energie a surovin, které člověk na Zemi využívá a jaké klady a zápory se s jejich využíváním a získáváním pojí.</p> <p><u>Mediální výchova</u> – V oblasti postojů a hodnot má toto téma žákovi pomoci rozvíjet kritický odstup od podnětů přicházejících z mediálních produktů (tedy rozvíjet schopnost přijímat a zpracovávat mediální produkty s vědomím toho, jak jsou konstruovány a s jakým komunikačním záměrem jsou nabízeny na trhu). V oblasti vědomostí, dovedností a schopností má téma žákovi pomoci naučit se vyhodnocovat kvalitu a význam informačních zdrojů.</p>
<b>Mezipředmětové vztahy:</b>	<p>Biologie – biologie člověka – procesy v lidském těle, význam vitamínu C pro lidský organizmus, poruchy příjmu potravy.</p> <p>Matematika – práce s daty, procvičení slovních úloh, výpočty.</p>
<b>Výukové metody:</b>	Výklad, vysvětlování, práce s textem, rozhovor, samostatná práce, instruktáž, experimentování (žakovský a učitelský experiment), laboratorní práce.



<b>Organizační formy výuky:</b>	Frontální, skupinová, individuální.
<b>Vstupní předpoklady:</b>	Žák rozumí pojmu vitamín, dovede popsat jejich základní vlastnosti, význam pro lidský organismus a uvést některé přírodní zdroje vitamínů.
<b>Očekávané výstupy:</b>	Student pochopí a připomene si důležitý význam vitamínu C – kyseliny askorbové pro lidský organismus a jeho dalších vlastností. V průběhu experimentálního cvičení si student sám ověří přítomnost vitamínu C v předložených vzorcích ovoce a zeleniny – zhodnotí a porovná jednotlivé vzorky mezi sebou. Na základě experimentu pochopí principy reakce a následný výpočet přítomného množství kyseliny askorbové ve vzorku. Student si své získané znalosti ověří krátkým zábavným dotazníkem. Student dovede přemýšlet o zdravém životním stylu a využití přírodních zdrojů v praktickém životě.
<b>Výukové cíle:</b>	Student se naučí nové termíny z oblasti výživy. Dovede provést kvantitativní analýzu (stanovení množství) látky ve vzorku. Naučí se a pochopí analytickou techniku – jodometrickou titraci. Žák pochopí základní principy reakce, dokáže vypočítat množství kyseliny askorbové ve vzorku.
<b>Klíčové kompetence:</b>	<p><u>Kompetence k učení:</u> Žák se učí nové pojmy – hypovitaminosa, hypervitaminosa, avitaminosa, antivitamin.</p> <p><u>Kompetence k řešení problémů:</u> Žák se učí uplatňovat vhodné metody – kvantitativní analýza. Žák se učí interpretovat závěry a aplikovat získané poznatky v praktickém životě.</p> <p><u>Kompetence komunikativní:</u> Žák se učí využívat v komunikaci odborné termíny z chemie (titrace), biologie (antioxidační vlastnost). Učí se vyjadřovat v psaném projevu jasně a stručně (chemické výpočty, dotazník). Naslouchá promluvám druhých lidí, zapojuje se do diskuze. Učí se rozumět textu (pracovní list studenta).</p> <p><u>Kompetence sociální a personální:</u> Žák se učí spolupracovat při stanovování a dosažení cíle, učí se vytvářet metodiku práce ve dvojici (stanovení vitamínu C ve vzorcích, dotazník).</p> <p><u>Kompetence občanská:</u> Žák se učí vážit si pomoci spolužáka a výsledku práce. Učí se přistupovat k plnění povinností zodpovědně.</p> <p><u>Kompetence k podnikavosti:</u> Žák se učí uplatňovat iniciativu a tvořivost, rozvíjí svůj osobní i odborný potenciál.</p>
<b>Formy a prostředky hodnocení:</b>	Slovní hodnocení, sebehodnocení, formou dotazníku.
<b>Kritéria hodnocení:</b>	Splnění stanoveného cíle, spolupráce ve skupince, vypracování dotazníku.
<b>Pomůcky:</b>	Pracovní listy, psací potřeby, kalkulačka.



## Časový a obsahový plán výukového celku (90 min.)

## Název hodiny: Vitamín C pod lupou

Čas (min.)	Struktura výuky	Činnost učitele	Činnost žáků	Organizační formy výuky		Hodnocení	Pomůcky	Poznámka
				Výukové metody				
2	Zahájení	Pozdrav, oznámení tématu, cíle a průběhu hodiny	Pozdrav, pochopení cíle	Frontální Výklad		Zpětná vazba	-	-
15	Výklad nového učiva	Popisuje význam vitamínu C a pojmu s ním spojených, klade přitom dotazy; vysvětluje princip chemických reakcí vedoucích ke kvantitativnímu zjištění přítomnosti vitamínu C	Vyvolání studentů odpovídajících na dotazy, pochopení principů experimentu	Frontální Vysvětlování, heuristický rozhovor		Zpětná vazba, slovní	Tabule, křída/fixy	-
10	Provičování nového učiva	Rozdá pracovní listy. Nakreslí na tabuli náčrt sestavené aparatury. Ukáže, jakým způsobem budou studenti provádět kvantitativní analýzu. Klade související dotazy.	Vyvolání studentů odpovídajících na dotazy. Pochopení experimentální práce. Studenti si sestaví aparaturu podle schématu	Frontální Vysvětlování Učitefský experiment Instruktáž		Zpětná vazba	Pracovní listy, Tabule, křída/fixy	-
55	Provedení experimentu: Výpočet množství kyseliny askorbové ve vzorku	Dává pokyny k rozdělení do skupin, kontroluje práci ve skupinách, pomáhá s provedením experimentu a výpočtem	Skupiny pracují na zadaném úkolu, vyplňují v průběhu pracovní list, na závěr provedou výpočet	Skupinová výuka Samostatná práce, práce s textem, žákovský experiment		Zpětná vazba, slovní	Pomůcky na experiment, pracovní listy, kalkulačka	Pracovní list je uveden v příloze Pracovní list pro studenta, řešení je v dokumentu Pracovní list pro pedagoga
5	Ukončení experimentu a zadané práce	Úklid pomůcek, zhodnocení odpovědí na zadané otázky	Úklid pomůcek, sdělování odpovědí na zadané otázky	Frontální Rozhovor		Slovní	Pracovní list	
3	Shrnutí, ukončení hodiny	Stručné zopakování nejzásadnějších poznatků z hodiny, dotazy na studenty, rozdělení samostatné práce	Studenti odpovídají na dotazy vyučujícího	Frontální Rozhovor		Zpětná vazba		



# Pracovní list pro studenta

**Název: Vitamín C pod lupou**

**Jméno:**

## a) Úkol

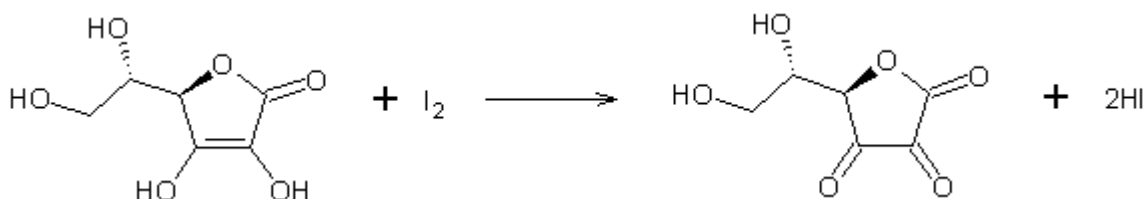
Metodou jodometrické titrace urči množství vitamínu C přítomného ve vzorcích.

## b) Výklad

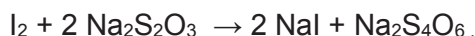
Vitamín C neboli kyselina askorbová patří do skupiny vitamínů rozpustných ve vodě. V lidském organismu působí jako významný antioxidant, posiluje imunitu a podporuje vstřebávání železa.

Množství vitamínu C ve vzorku je možné stanovit pomocí tzv. jodometrické titrace. Při jodometrii se využívá snadné redukovatelnosti jódu na jodid (případně oxidovatelnosti jodidu na jód). Podstatou tzv. nepřímé (zpětné) titrace je, že k analyzovanému vzorku se přidá nadbytek činidla, jehož zbylé množství je stanoveno následnou titrací.

V našem případě reaguje kyselina askorbová ( $C_6H_8O_6$ ) s přebytkem jódu ( $I_2$ ) za vzniku kyseliny dehydrogenaskorbové ( $C_6H_6O_6$ ).



Jód, který se nepotřebuje reakcí s kyselinou askorbovou je následně titrován roztokem thiosíranu sodného ( $Na_2S_2O_3$ ) za vzniku jodidu sodného ( $NaI$ ) a tetrathionanu sodného ( $Na_2S_4O_6$ ) – následující reakce:



Titraci ukončíme v tzv. bodě ekvivalence. Toho je dosaženo, když jsou látková množství titrované látky (jód) a titračního činidla (thiosíran sodný) právě ve stechiometrickém poměru. Pro určení bodu ekvivalence se někdy používá tzv. indikátor, tedy látka, jejíž barva se v bodě ekvivalence charakteristicky mění. Při jodometrii slouží jako indikátor škrobový maz, který se jódem zbarví do modra, kdežto v nepřítomnosti jódu je bezbarvý.

Ze známého množství pipetovaného roztoku jódu a spotřeby thiosíranu dopočítáme množství kyseliny askorbové ve vzorku. Látkové množství kyseliny askorbové odpovídá rozdílu celkového látkového množství jódu (pipetovaného před začátkem titrace) a látkového množství jódu určeného ze spotřeby thiosíranu při titraci do bodu ekvivalence.

## c) Pomůcky

**Laboratorní pomůcky:** byreta (25 ml), stojan, držák na byretu, titrační baňka (250 ml), 2x nálevka, 2x pipeta (10 a 20 ml), pipetovací balónek, kádinka, skleněná tyčinka, odměrná baňka se zátkou (100 ml).

**Chemikálie:** v zásobní lahvi vždy pro dvojici: standardizovaný roztok thiosíranu (0.025 M), standardizovaný roztok jódu (0.0125 M), kyselina sírová (2 M), škrobový maz, destilovaná voda.

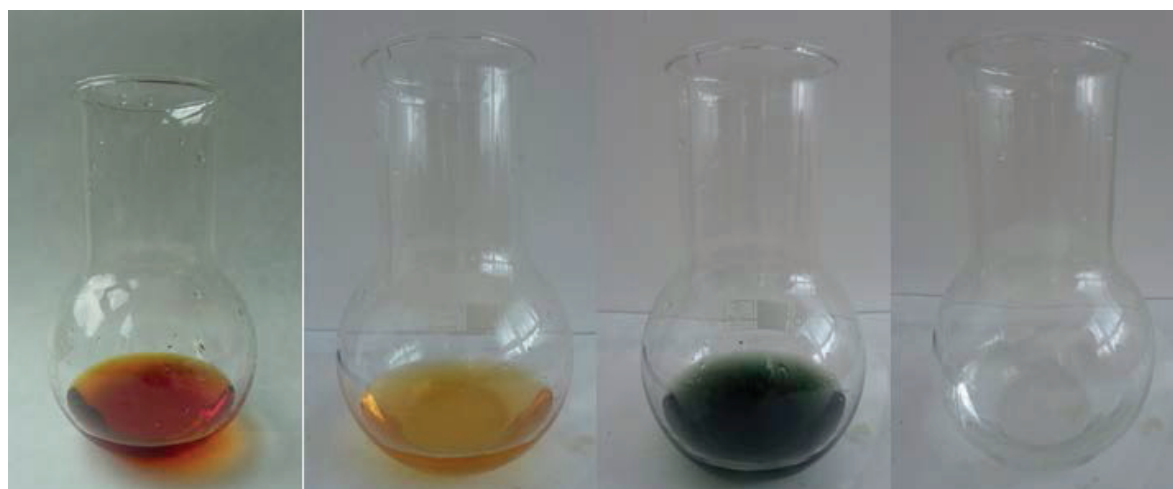


*Další pomůcky:* gáza, vata, vzorky (tableta Celaskonu, ovoce, zelenina, ovocný džus), lis na citrony, struhadlo, nůž.

#### d) Pracovní postup

1. Zvážíme vzorek (tableta Celaskonu) a navážku si poznameníme do tabulky níže. Vzorek ovoce, zeleniny nebo džusu připravíme podle návodu na konkrétní vzorek.
2. Tabletu vložíme do kádinky, přidáme malé množství vody a rozpustíme (s pomocí skleněné tyčinky). Roztok pak přes smotek vaty přefiltrujeme do 100 ml odměrné baňky a doplníme vodou po rysku.

Obr. 1. Barevné změny při analýze rozpuštěné tablety celaskonu:

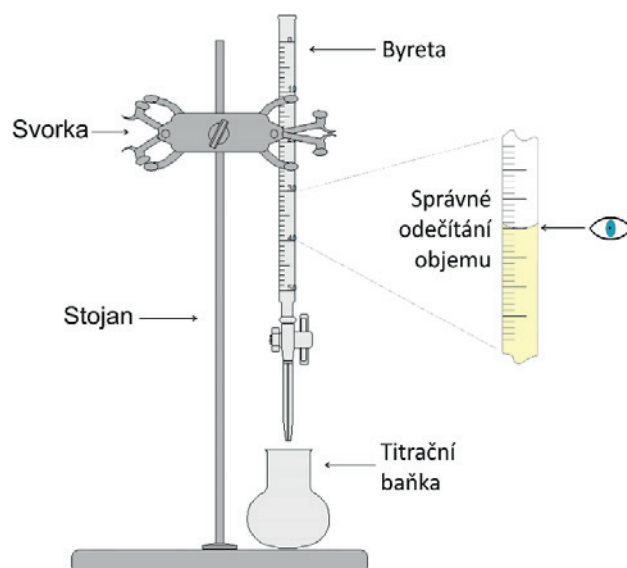


(a)  
Tableta celaskonu  
s roztokem jódu

(b)  
Titrace do žlutého  
zbarvení

(c)  
Roztok po přidání  
škrobu

(d)  
Bod ekvivalence



Obr. 2. Schéma aparatury



- Byretu upevníme na stojan a naplníme za pomoci nálevky odměrným roztokem thiosíranu sodného. Před každou titrací doplníme roztokem na nulu. Při používání jakéhokoliv odměrného nádobí (tedy i pipety a odměrné baňky) musí být oko pozorovatele v rovině s hladinou a ryskou. Správný objem odpovídá stavu, kdy se rysky dotýká spodní okraj menisku.
- Do titrační baňky odpipetujeme 10 ml vzorku a 20 ml roztoku jódu, okyselíme cca 5 ml 2 M kyseliny sírové (lze odměřit odměrným válcem nebo odměrkou). Vzorek mírně naředíme a zároveň opláchneme stěny baňky destilovanou vodou (Obr. 1. a).
- Roztok v titrační baňce titrujeme thiosíranem do žlutého zbarvení (Obr. 1. b). Poté přidáme 3–5 ml škrobového mazu (odměrkou), který dá v přítomnosti jódu vzniknout modrému zbarvení (Obr. 1. c).
- Nyní roztok titrujeme velmi pomalu, bod ekvivalence nastává při úplném odbarvení roztoku (Obr. 1. d).
- Množství spotřebovaného thiosíranu zaznamenáme do tabulky.
- Titraci provedeme 2x – při druhé titraci již známe přibližné množství spotřebovaného thiosíranu, můžeme tudíž titrovat zpočátku rychleji a zpomalit až před očekávaným koncem titrace.

#### e) Zpracování pokusu a výpočet

Molární hmotnost kyseliny askorbové	$M(\text{vit. C}) = 176.13$	g/mol
Koncentrace standardizovaného roztoku jódu	$c(I_2) =$	mol/l
Koncentrace standardizovaného roztoku thiosíranu	$c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) =$	mol/l

<b>Tableta</b>		
Hmotnost tablety		g
Faktor ředění $F = \frac{\text{celkový objem roztoku}}{\text{objem pipetovaný při titraci}} = \frac{100}{10}$	10	
Odpipetované množství $V(I_{2,\text{počáteční}})$	20	ml
Spotřeba thiosíranu $V(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)$	1. titrace	ml
	2. titrace	ml
	průměr	ml



Spotřeba jódu při reakci 2 $V(I_{2,2.reakce})$		ml
Spotřeba jódu při reakci 1 $V(I_{2,1.reakce})$		ml
Látkové množství vitamínu C v odpipetovaném vzorku $n(\text{vit.C})$		mol
Hmotnost vitamínu C v tabletě $m(\text{vit.C})$		g

Vzorek	Faktor ředění F	
	Odpipetované množství $V(I_{2,\text{počáteční}})$	ml
	1. titrace	2. titrace
Hmotnost vzorku ( $m_{\text{vzorku}}$ )	g	g
Spotřeba thiosíranu $V(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)$	ml	ml
Spotřeba jódu při reakci 2 $V(I_{2,2.reakce})$	ml	ml
Spotřeba jódu při reakci 1 $V(I_{2,1.reakce})$	ml	ml
Látkové množství vitamínu C $n(\text{vit.C})$	mol	mol
Hmotnost vitamínu C ve vzorku $m(\text{vit.C})$	g	g
Relativní obsah vitamínu C (mg/100 g či mg/100 ml)	mg	mg
Průměrný obsah vitamínu C (mg/100 g či mg/100 ml)		mg/100 g mg/100 ml

Při výpočtu vycházíme ze skutečnosti, že počáteční množství roztoku jódu bylo spotřebováno postupně nejprve při reakci 1 (v závislosti na množství přítomné kyseliny askorbové) a zbytek poté v reakci 2, tj. při titraci thiosíranem.

Počáteční množství roztoku jódu

Spotřeba při reakci 1

Spotřeba při reakci 2

Množství jódu spotřebovaného při reakci 2 zjistíme ze stechiometrického poměru látkového množství jódu a thiosíranu reakce 2:

$$\frac{n(I_{2,reakce\ 2})}{n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)} = \frac{1}{2}$$





Za látkové množství dosadíme ze vzorce  $c=n/V$  a vyjádříme množství zreagovaného jódu při reakci 2:

$$V(I_2, \text{reakce 2}) = \frac{c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) \cdot V(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)}{2 \cdot c(I_2)}$$

Ze znalosti počátečního množství roztoku jódu vyjádříme množství spotřebované při reakci 1:

$$V(I_2, \text{reakce 1}) = V(I_2, \text{počáteční}) - V(I_2, \text{reakce 2}).$$

Z rovnosti látkových množství roztoku jódu a kyseliny askorbové v reakci 1 vyjádříme látkové množství kyseliny askorbové ve vzorku:

$$n(\text{vit. C}) = c(I_2) \cdot V(I_2, \text{reakce 1}).$$

Ze znalosti původního naředění  $F$  dopočteme množství obsahu kyseliny askorbové ve vzorku:

$$m(\text{vit. C}) = F \cdot n(\text{vit. C}) \cdot M(\text{vit. C}).$$

Ze znalosti navážky vyjádříte množství vitamínu C ve 100g případně 100ml vzorku:

$$\text{Relativní množství vitamínu C} = \frac{m(\text{vit. C})}{m(\text{Vzorku})} \cdot 100, \text{případně } \frac{m(\text{vit. C})}{V(\text{Vzorku})} \cdot 100.$$

#### f) Závěr

Určili jsme množství vitamínu C ve vzorcích pomocí metody zvané \_\_\_\_\_. Při této metodě se využívá redukce jódu na \_\_\_\_\_. Samotný roztok jódu má barvu \_\_\_\_\_. Jako indikátor jsme použili škrobový maz, který se vlivem jódu zbarví do \_\_\_\_\_. Zjistili jsme, že tableta obsahovala \_\_\_\_\_ g kyseliny askorbové (\_\_\_\_\_ g / 100 g vzorku) a vzorek, v našem případě \_\_\_\_\_, obsahoval \_\_\_\_\_ mg kyseliny askorbové na 100 ml / 100 g vzorku).



# Pracovní list pro pedagoga

## Název: Vitamín C pod lupou

### a) Úkol

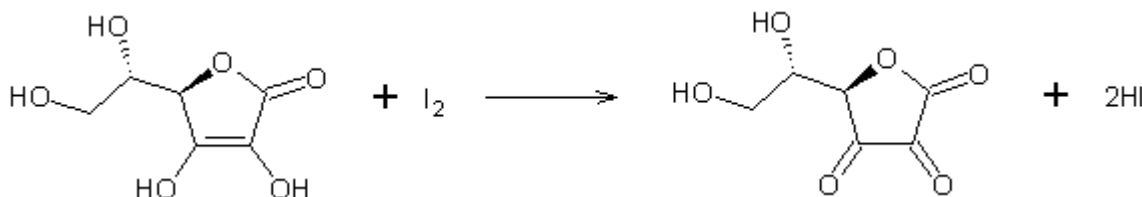
Metodou jodometrické titrace urči množství vitamínu C přítomného ve vzorcích.

### b) Výklad

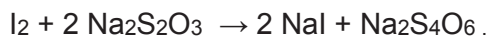
Vitamín C neboli kyselina askorbová patří do skupiny vitamínů rozpustných ve vodě. V lidském organismu působí jako významný antioxidant, posiluje imunitu a podporuje vstřebávání železa.

Množství vitamínu C ve vzorku je možné stanovit pomocí tzv. jodometrické titrace. Při jodometrii se využívá snadné redukovatelnosti jódu na jodid (případně oxidovatelnosti jodidu na jód). Podstatou tzv. nepřímé (zpětné) titrace je, že k analyzovanému vzorku se přidá nadbytek činidla, jehož zbylé množství je stanoveno následnou titrací.

V našem případě reaguje kyselina askorbová ( $C_6H_8O_6$ ) s přebytkem jódu ( $I_2$ ) za vzniku kyseliny dehydrogenaskorbové ( $C_6H_6O_6$ ).



Jód, který se nespotřebuje reakcí s kyselinou askorbovou je následně titrován roztokem thiosíranu sodného ( $Na_2S_2O_3$ ) za vzniku jodidu sodného ( $NaI$ ) a tetrathionanu sodného ( $Na_2S_4O_6$ ) – následující reakce:



Titraci ukončíme v tzv. bodě ekvivalence. Toho je dosaženo, když jsou látková množství titrované látky (jód) a titračního činidla (thiosíran sodný) právě ve stechiometrickém poměru. Pro určení bodu ekvivalence se někdy používá tzv. indikátor, tedy látka, jejíž barva se v bodě ekvivalence charakteristicky mění. Při jodometrii slouží jako indikátor škrobový maz, který se jódem zbarví do modra, kdežto v nepřítomnosti jódu je bezbarvý.

Ze známého množství pipetovaného roztoku jódu a spotřeby thiosíranu dopočítáme množství kyseliny askorbové ve vzorku. Látkové množství kyseliny askorbové odpovídá rozdílu celkového látkového množství jódu (pipetovaného před začátkem titrace) a látkového množství jódu určeného ze spotřeby thiosíranu při titraci do bodu ekvivalence.

### c) Pomůcky

**Laboratorní pomůcky:** byreta (25 ml), stojan, držák na byretu, titrační baňka (250 ml), 2x nálevka, 2x pipeta (10 a 20 ml), pipetovací balónek, kádinka, skleněná tyčinka, odměrná baňka se zátkou (100 ml).

**Chemikálie:** v zásobní lahvi vždy pro dvojici: standardizovaný roztok thiosíranu (0.025 M), standardizovaný roztok jódu (0.0125 M), kyselina sírová (2 M), škrobový maz, destilovaná voda.



*Další pomůcky:* gáza, vata, vzorky (tableta Celaskonu, ovoce, zelenina, ovocný džus), lis na citrony, struhadlo, nůž.

#### d) Pracovní postup

##### d)1. Příprava pedagoga

##### Příprava škrobového mazu

4 g bramborového škrobu rozmícháme v cca 20 ml studené destilované vody. Pokud je k dispozici, přidáme ještě špetku jodidu rtuťnatého  $\text{HgI}_2$ , který slouží jako konzervační látka a prodlužuje tak trvanlivost škrobového mazu. Suspenzi za míchání vlijeme do 1000 ml vroucí destilované vody a mírně povaříme. Škrobový maz poskytuje modré zbarvení s jodem pouze za studena, proto je třeba připravit ho s předstihem.

##### Příprava odměrného roztoku thiosíranu sodného $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

Pro daná jodometrická stanovení používáme odměrný roztok o koncentraci cca  $0,025 \text{ mol}\cdot\text{l}^{-1}$ .

Vycházíme-li z pentahydrátu soli, navážíme na 1 litr roztoku  $m(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = V(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) \cdot c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) \cdot M(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 1 \cdot 0,025 \cdot 248,18 = 6,20 \text{ g}$ .

K němu přidáme cca 1 g uhličitanu sodného  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , neboť thiosíran i při slabém okyselení přechází na síran a roztok zakalí vzniklá síra.

Vzhledem k tomu, že thiosíran sodný není standardní látka, je jeho přesnou koncentraci v roztoku třeba určit. Ke standardizaci lze použít dichroman draselný  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ . Dichroman se nejprve redukuje jodem v kyselém prostředí podle následující reakce:



Vzniklý jód titrujeme podle reakce:



Do titrační baňky navážíme s přesností na desetiny mg dichroman draselný v množství blízkém teoretickému množství na spotřebu 15 ml roztoku thiosíranu.

$$\begin{aligned} m(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) &= \frac{1}{6} \cdot M(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) \cdot V(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) \cdot c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) \\ &= \frac{1}{6} \cdot 294,19 \cdot 0,015 \cdot 0,025 = 0,0184 \text{ g}. \end{aligned}$$

Toto množství rozpustíme přiměřeným množstvím destilované vody a okyselíme 3–5 ml 2 M kyseliny sírové. K roztoku přidáme asi 1 g jodidu draselného. Roztok titrujeme do slabě žluté, poté přidáme škrobový maz (3–5 ml) a titrujeme, dokud nezmizí modré zbarvení škrobu a nezůstane pouze modrozelená barva roztoku chromité soli. Pro každou navážku dichromanu vypočítáme ze spotřeby koncentraci roztoku thiosíranu a výslednou koncentraci počítáme jako průměr z alespoň tří titrací.

Z výše uvedených rovnic vyplývá vztah pro výpočet přesné koncentrace odměrného roztoku thiosíranu sodného:

$$\begin{aligned} c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) &= 6 \cdot m(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) \cdot M(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) \cdot V(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) \\ &= 6 \cdot 0,0184 \cdot 294,19 \cdot 0,015 = 0,025 \text{ mol}\cdot\text{l}^{-1}, \end{aligned}$$

kde  $c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)$  je molární koncentrace odměrného roztoku thiosíranu v  $\text{mol}\cdot\text{l}^{-1}$ ,  $m(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7)$  je navážka dichromanu draselného v gramech,  $M(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7)$  je molární hmotnost dichromanu v  $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$  a  $V(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)$  je spotřeba odměrného roztoku thiosíranu sodného v litrech (!).

Odměrný roztok je možné mít připraven v zásobní lahvi ve větším množství, není nutné provádět standardizaci před každým cvičením.



$$M(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 248.18 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$$

$$M(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = 294.19 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$$

### Příprava odměrného roztoku jódu

Pro daná jodometrická stanovení použijeme odměrný roztok jódu o koncentraci cca  $0,0125 \text{ mol}\cdot\text{l}^{-1}$ . Vzhledem se stechiometrii reakce 2 by tedy měl při titraci objemu roztoku jódu odpovídat stejný objem roztoku thiosíranu.

Na jeden litr roztoku navážíme zhruba 3,2 g  $\text{I}_2$  a 6,25 g KI. Roztok je třeba důkladně promíchat, protože rozpouštění jódu probíhá pomalu.

K určení přesné koncentrace roztoku použijeme již standardizovaný roztok thiosíranu sodného. Do odměrné baňky odpipetujeme 10 ml roztoku jódu, okyselíme 3–5 ml 2M kys. sírové a přiměřeně naplníme destilovanou vodou. Roztok titrujeme roztokem thiosíranu do slabě žlutého zbarvení, poté přidáme škrobový maz (3–5 ml) a titrujeme až do bezbarvého roztoku. Titraci opakujeme 3x, koncentraci vypočteme ze vzorce

$$c(\text{I}_2) = \frac{c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) \cdot \bar{V}(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)}{2 \cdot V(\text{I}_2)},$$

kde  $c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)$  je koncentrace odměrného roztoku thiosíranu (viz předchozí odstavec),  $\bar{V}(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)$  je průměrná spotřeba tohoto roztoku při titraci a  $V(\text{I}_2)$  je pipetovaný objem roztoku jódu (10 ml).

Složení odměrného roztoku jódu může být do jisté míry proměnné, proto je lepší provádět standardizaci při každém cvičení. Standardizaci je možné provést během cvičení a tuto titraci použít zároveň jako demonstraci postupu pro stanovení obsahu vitamínu C ve vitamínové tabletě.

$$M(\text{I}_2) = 253.81 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$$

### d) 2. Analýza vzorků (student)

1. Zvážíme vzorek (tableta Celaskonu) a navážku si poznamenejeme do tabulky níže. Vzorek ovoce, zeleniny nebo džusu připravíme podle návodu na konkrétní vzorek.
2. Tabletou vložíme do kádinky, přidáme malé množství vody a rozpustíme (s pomocí skleněné tyčinky). Roztok pak přes smotek vaty přefiltrujeme do 100 ml odměrné baňky a doplníme vodou po rysku.

Obr. 1. Barevné změny při analýze rozpuštěné tablety celaskonu:

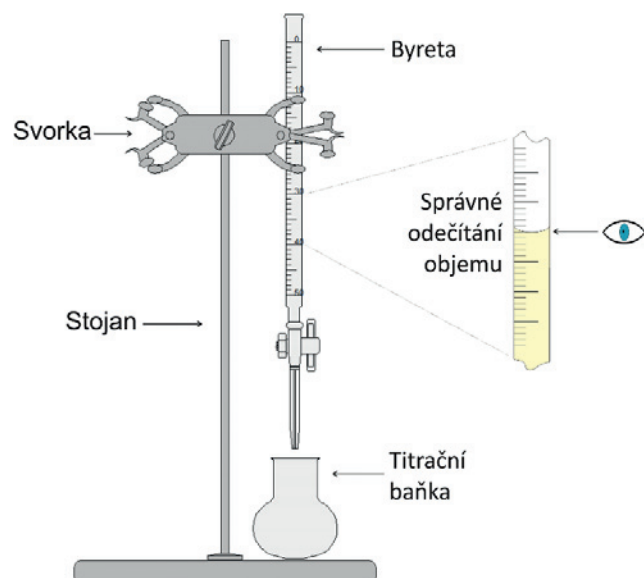


(a)  
Tableta celaskonu  
s roztokem jódu

(b)  
Titrace do žlutého  
zbarvení

(c)  
Roztok po přidání  
škrobu

(d)  
Bod ekvivalence



Obr. 2. Schéma aparatury

- Byretu upevníme na stojan a naplníme za pomoci nálevky odměrným roztokem thiosíranu sodného. Před každou titrací doplníme roztokem na nulu. Při používání jakéhokoli odměrného nádobí (tedy i pipety a odměrné baňky) musí být oko pozorovatele v rovině s hladinou a ryskou. Správný objem odpovídá stavu, kdy se rysky dotýká spodní okraj menisku.
- Do titrační baňky odpipetujeme 10 ml vzorku a 20 ml roztoku jódu, okyselíme cca 5 ml 2 M kyseliny sírové (lze odměřit odměrným válcem nebo odměrkou). Vzorek mírně naředíme a zároveň opláchneme stěny baňky destilovanou vodou (Obr. 1. a).
- Roztok v titrační baňce titrujeme thiosíranem do žlutého zbarvení (Obr. 1. b). Poté přidáme 3-5 ml škrobového mazu (odměrkou), který dá v přítomnosti jódu vzniknout modrému zbarvení (Obr. 1. c).
- Nyní roztok titrujeme velmi pomalu, bod ekvivalence nastává při úplném odbarvení roztoku (Obr. 1. d).
- Množství spotřebovaného thiosíranu zaznamenáme do tabulky.
- Titraci provedeme 2x – při druhé titraci již známe přibližné množství spotřebovaného thiosíranu, můžeme tudíž titrovat zpočátku rychleji a zpomalit až před očekávaným koncem titrace.

## e) Zpracování pokusu a výpočet se vzorovými doplněnými hodnotami

Molární hmotnost kyseliny askorbové	$M(\text{vit. C}) = 176.13$	g/mol
Koncentrace standardizovaného roztoku jódu	$c(I_2) = 0,0122$	mol/l
Koncentrace standardizovaného roztoku thiosíranu	$c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 0,025$	mol/l

<b>Tableta</b>		
Hmotnost tablety	0,337	g
Faktor ředění $F = \frac{\text{celkový objem roztoku}}{\text{objem pipetovaný při titraci}} = \frac{100}{10}$	10	



Odpipetované množství $V(I_{2,počáteční})$	20	ml
Spotřeba thiosíranu $V(Na_2S_2O_3)$	1. titrace	8,2 ml
	2. titrace	7,9 ml
	průměr	8,05 ml
Spotřeba jódu při reakci 2 $V(I_{2,2.reakce})$	$\frac{0,025 \cdot 8,05}{2 \cdot 0,0122} = 8,25$	ml
Spotřeba jódu při reakci 1 $V(I_{2,1.reakce})$	$20 - 8,25 = 11,75$	ml
Látkové množství vitamínu C v odpipetovaném vzorku $n(vit.C)$	$0,0122 \cdot 11,75 \cdot 10^{-3} = 1,43 \cdot 10^{-4}$	mol
Hmotnost vitamínu C v tabletě $m(vit.C)$	$10 \cdot 1,43 \cdot 10^{-4} \cdot 176,13 = 0,263$	g

<b>Vzorek pomeranč</b>	Faktor ředění F		1	
Odpipetované množství $V(I_{2,počáteční})$	20	ml	20	ml
	1. titrace		2. titrace	
Hmotnost vzorku ( $m_{vzorku}$ )	71	g	85	g
Spotřeba thiosíranu $V(Na_2S_2O_3)$	7,3	ml	4,5	ml
Spotřeba jódu při reakci 2 $V(I_{2,2.reakce})$	$\frac{0,025 \cdot 7,3}{2 \cdot 0,0122} = 7,48$	ml	$\frac{0,025 \cdot 8,5}{2 \cdot 0,0122} = 8,71$	ml
Spotřeba jódu při reakci 1 $V(I_{2,1.reakce})$	$20 - 7,48 = 12,52$	ml	$20 - 8,71 = 11,29$	ml
Látkové množství vitamínu C $n(vit.C)$	$0,0122 \cdot 12,52 \cdot 10^{-3} = 1,53 \cdot 10^{-4}$	mol	$0,0122 \cdot 11,29 \cdot 10^{-3} = 1,38 \cdot 10^{-4}$	mol
Hmotnost vitamínu C ve vzorku $m(vit.C)$	$1 \cdot 1,53 \cdot 10^{-4} \cdot 176,13 = 0,0269$	g	$1 \cdot 1,38 \cdot 10^{-4} \cdot 176,13 = 0,0243$	g
Relativní obsah vitamínu C (mg/100 g či mg/100 ml)	37,9	mg	28,6	mg
Průměrný obsah vitamínu C (mg/100 g či mg/100 ml)	$\frac{37,9 + 28,6}{2} = 33,25$		mg/100 g mg/100 ml	

Při výpočtu vycházíme ze skutečnosti, že počáteční množství roztoku jódu bylo spotřebováno postupně nejprve při reakci 1 (v závislosti na množství přítomné kyseliny askorbové) a zbytek poté v reakci 2, tj. při titraci thiosíranem.

Počáteční množství roztoku jódu

Spotřeba při reakci 1

Spotřeba při reakci 2



Množství jódu spotřebovaného při reakci 2 zjistíme ze stechiometrického poměru látkového množství jódu a thiosíranu reakce 2:

$$\frac{n(I_2, \text{reakce 2})}{n(Na_2S_2O_3)} = \frac{1}{2}$$

Za látkové množství dosadíme ze vzorce  $c=n/V$  a vyjádříme množství zreagovaného jódu při reakci 2:

$$V(I_2, \text{reakce 2}) = \frac{c(Na_2S_2O_3) \cdot V(Na_2S_2O_3)}{2 \cdot c(I_2)}$$

Ze znalosti počátečního množství roztoku jódu vyjádříme množství spotřebované při reakci 1:

$$V(I_2, \text{reakce 1}) = V(I_2, \text{počáteční}) - V(I_2, \text{reakce 2}).$$

Z rovnosti látkových množství roztoku jódu a kyseliny askorbové v reakci 1 vyjádříme látkové množství kyseliny askorbové ve vzorku:

$$n(\text{vit. C}) = c(I_2) \cdot V(I_2, \text{reakce 1}).$$

Ze znalosti původního naředění  $F$  dopočteme množství obsahu kyseliny askorbové ve vzorku:

$$m(\text{vit. C}) = F \cdot n(\text{vit. C}) \cdot M(\text{vit. C}).$$

Ze znalosti navážky vyjádříte množství vitamínu C ve 100g případně 100ml vzorku:

$$\text{Relativní množství vitamínu C} = \frac{m(\text{vit. C})}{m(\text{Vzorku})} \cdot 100, \text{ případně } \frac{m(\text{vit. C})}{V(\text{Vzorku})} \cdot 100.$$

#### f) Závěr

Určili jsme množství vitamínu C ve vzorcích pomocí metody zvané **jodometrická titrace**. Při této metodě se využívá redukce jódu na **jodid**. Samotný roztok jódu má barvu **hnědou**. Jako indikátor jsme použili škrobový maz, který se vlivem jódu zbarví do **modra**.

Zjistili jsme, že tableta obsahovala **0,263 g** kyseliny askorbové (**78.04 g/100g** vzorku) a vzorek, v našem případě **pomeranč**, obsahoval **33,25 mg** kyseliny askorbové na **100 ml/ 100 g** vzorku).

#### Pozn.:

Po ukončení experimentů a úklidu pomůcek studenti zapíšou své výsledné hodnoty na tabuli. Pedagog rozdává studentům pracovní list Opakování. Společně všichni vyhodnotí obsah vitamínu C v různých vzorcích a vyplní si hodnoty do tabulky na konci pracovního listu Opakování.

**Tabulka č. 1: Obsah vitamínu C v potravinách rostlinného původu\***

ovoce	obsah vit. C mg/1000 g	zelenina	obsah vit. C mg/1000 g
šípky	8 000	zelená paprika	1 615
černý rybíz	1 360	brokolice	1 130
jahody	618	křen	1 125
pomeranče	513	květák	383
citrony	443	rané brambory	232
jablka	48	rajčata	224

**Tabulka č. 2: Obsah vitamínu C v potravinách živočišného původu\***

potraviny živočišného původu	obsah vit. C mg/1000 g
hovězí játra	300
vepřová ledvina	160
pstruh	160
mateřské mléko	44
kravské mléko	17
kapr	10

\*zdroj:

Kristýna Miková: *Vitamín C v potravinách, bakalářská práce, 2009. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, fakulta technologická. Odkaz:*

[https://dspace.k.utb.cz/bitstream/handle/10563/9208/mikov%C3%A1\\_2009\\_bp.pdf?sequence=1](https://dspace.k.utb.cz/bitstream/handle/10563/9208/mikov%C3%A1_2009_bp.pdf?sequence=1)

### Tipy pro laboratorní cvičení

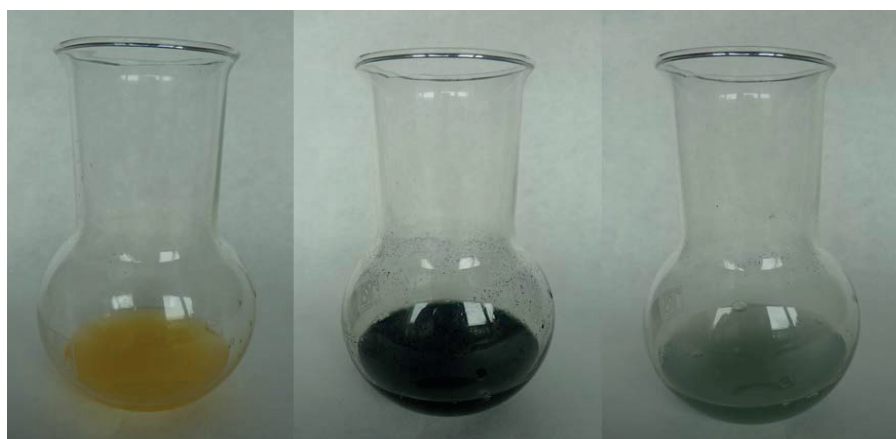
Cvičení je koncipováno tak, aby každá dvojice student provedla analýzu dvou různých vzorků. Prvním vzorkem, stejným pro všechny studenty je vitamínová tableta (např. Celaskon). Pro tu je celý postup popsán v pracovním listu studenta. Jako druhý vzorek poslouží různé materiály – ovoce, zelenina, džusy. Pokud to situace dovolí, měl by pro každou dvojici být druhý vzorek jiný a studenti na závěr mohou porovnat obsah vitamínu C v různých materiálech. Návodů pro přípravu vzorků z různých materiálů jsou uvedeny dále. Studenti pak obdrží příslušnou část návodu.

Vzhledem k tomu, že obsah vitamínu C značně kolísá jak podle druhu a původu ovoce či zeleniny, tak podle délky a způsobu skladování, je pro stanovení jeho obsahu ve vzorku třeba vhodně zvolit a přizpůsobit množství vzorku i činidla. Následující výčet poskytuje přehled doporučení pro jednotlivé vzorky, je třeba však počítat i s možností individuálních úprav množství a koncentrací podle stavu vzorků.

### Pomeranč (F = 1)

1. Pomeranč rozřízneme na čtvrtiny, které zvážíme (pro dvojici stačí dvě čtvrtiny, tj. polovina pomeranče), hmotnost zaznamenáme do tabulky.
2. Ze zvážené čtvrtky pomeranče vymačkáme šťávu a přefiltrujeme ji přes gázu do titrační baňky.
3. Vzorek okyselíme 3–5 ml kyseliny sírové, pipetou přidáme 20 ml odměrného roztoku jódu a mírně zředíme destilovanou vodou.
4. Vzhledem k barvě roztoku titrujeme pomalu a škrobový maz (3–5 ml) je možné přidat již na začátku titrace.
5. Titrujeme odměrným roztokem thiosíranu do vymizení modrého zbarvení (i na nerozpustných částech škrobu). Roztok zůstává kalný. Spotřebu zaznamenáme do tabulky.
6. Titraci opakujeme i s druhou zváženou čtvrtkou pomeranče. Ze známých spotřeb při titracích určíme množství vitamínu C v jednom pomeranči, resp. množství mg vitamínu C ve 100 g pomeranče.





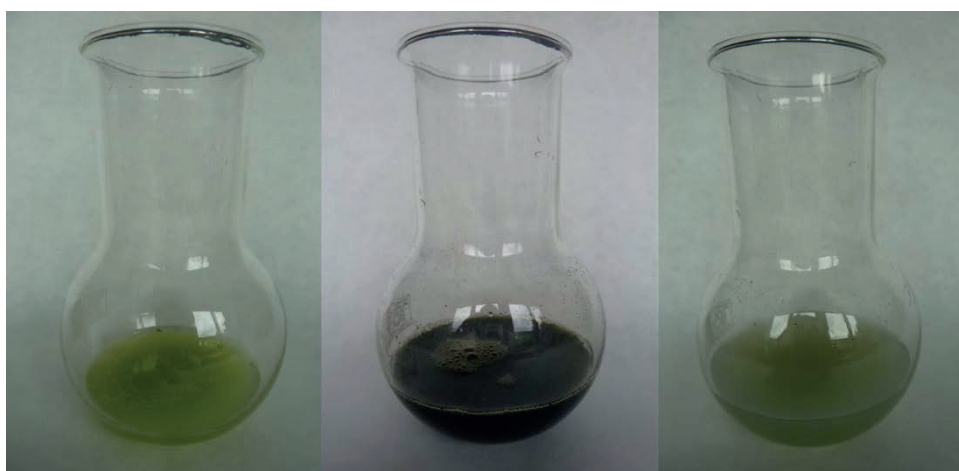
(a)  
Šťáva  
z pomeranče

(b)  
Šťáva z pomeranče  
s roztoky jódu a škrobu

(c)  
Bod ekvivalence

### Kiwi (F = 1)

1. Kiwi rozřízneme na poloviny, hmotnosti obou polovin zaznamenáme do tabulky.
2. Do nálevky nasazené na titrační baňku umístíme v několika vrstvách gázu a nakrájíme do ní na kousky zváženou polovinu kiwi. To rozmačkáme lžičkou, případně přes gázu prsty a vymačkáme všechnu šťávu. Vrstva gázy musí být dostatečná (asi 6 vrstev), aby se do vzorku neprotlačila dužina kiwi, která je dosti jemná a ztěžovala by prováděnou analýzu.
3. Vzorek okyselíme 3–5 ml kyseliny sírové a odpipetujeme k němu 20 ml odměrného roztoku jódu a mírně naředíme destilovanou vodou.
4. Přidáme 3–5 ml škrobového mazu.
5. Titrujeme odměrným roztokem thiosíranu do vymizení modrého zbarvení (i na nerozpustných částech škrobu). Roztok zůstává kalný. Spotřebu zaznamenáme do tabulky.
6. Titraci opakujeme i s druhou zváženou polovinou kiwi. Ze známých spotřeb thiosíranu určíme množství vitamínu C v jednom kiwi, resp. množství mg vitamínu C ve 100 g kiwi.



(a)  
Šťáva z kiwi

(b)  
Šťáva z kiwi s roztoky  
jódu a škrobu

(c)  
Bod ekvivalence

**Jahody (F = 1)**

1. Odvážíme zhruba 50 g jahod, přesnou hmotnost zaznamenáme do tabulky.
2. Do nálevky nasazené na titrační baňku umístíme v několika vrstvách gázu a nakrájíme do ní na kousky zvážené jahody. Ty rozmačkáme lžičkou, případně přes gázu prsty a vymačkáme všechnu šťávu.
3. Vzorek okyselíme 3–5 ml kyseliny sírové a odpipetujeme k němu 20 ml odměrného roztoku jódu a mírně naředíme destilovanou vodou.
4. Přidáme 3–5 ml škrobového mazu.
5. Titrujeme odměrným roztokem thiosíranu do vymizení modrého zbarvení (i na nerozpustných částech škrobu). Barva roztoku přechází z modré do růžové. Spotřebu zaznamenáme do tabulky.
6. Titraci opakujeme ještě jednou se zhruba 50 g jahod. Ze známých spotřeb thiosíranu určíme množství vitamínu C v mg na 100 g jahod.

**Citron (F = 1)**

1. Citron rozřízneme na polovinu, každou polovinu zvážíme a hmotnost zapíšeme do tabulky.
2. Ze zvážené poloviny citronu vymačkáme šťávu, přefiltrujeme přes gázu do titrační baňky, aby se vzorek zbavil kousků dužiny. Lis mírně opláchneme destilovanou vodou a tento podíl rovněž přefiltrujeme.
3. Vzorek okyselíme 3–5 ml kyseliny sírové, pipetou přidáme 10 ml odměrného roztoku jódu a mírně zředíme destilovanou vodou.
4. Vzhledem k barvě roztoku titrujeme pomalu a škrobový maz (3–5 ml) je možné přidat již na začátku titrace.
5. Titrujeme odměrným roztokem thiosíranu do vymizení modrého zbarvení (i na nerozpustných částech škrobu). Roztok zůstává kalný. Spotřebu zaznamenáme do tabulky.
6. Titraci opakujeme i s druhou zváženou polovinou citronu. Ze známých spotřeb při titracích určíme množství vitamínu C v jednom citronu, resp. množství mg vitamínu C ve 100 g citronu.

**Paprika (F = 100 / 20 = 5)**

1. Polovinu papriky zvážíme a hmotnost zaznamenáme do tabulky.
2. Papriku nastrouháme na struhadle a s pomocí nálevky vymačkáme šťávu přes gázu do 100 ml odměrné baňky. Gázu se vzorkem promyjeme destilovanou vodou, nálevku opláchneme do odměrné baňky a roztok v baňce doplníme destilovanou vodou po rysku. Důkladně promícháme.
3. Do titrační baňky pipetujeme 20 ml vzorku, 10 ml odměrného roztoku jódu a okyselíme 3–5 ml kyseliny sírové. Mírně naředíme destilovanou vodou. Pokud jsme v předchozí práci pipetovali jiný vzorek, je třeba pipety vypláchnout! Nejprve destilovanou vodou a poté trochou analyzovaného roztoku.
4. Přidáme 3–5 ml škrobového mazu.
5. Titrujeme odměrným roztokem thiosíranu do vymizení modrého zbarvení (i na nerozpustných částech škrobu). Barva roztoku přechází z modré do růžové. Spotřebu zaznamenáme do tabulky.
6. Titraci opakujeme ještě jednou. Ze známého ředění a spotřeby thiosíranu vypočteme množství vitamínu C v paprice v mg na 100 g papriky.

**Pomerančový džus\*** ( $F = 100 / 50 = 2$ )

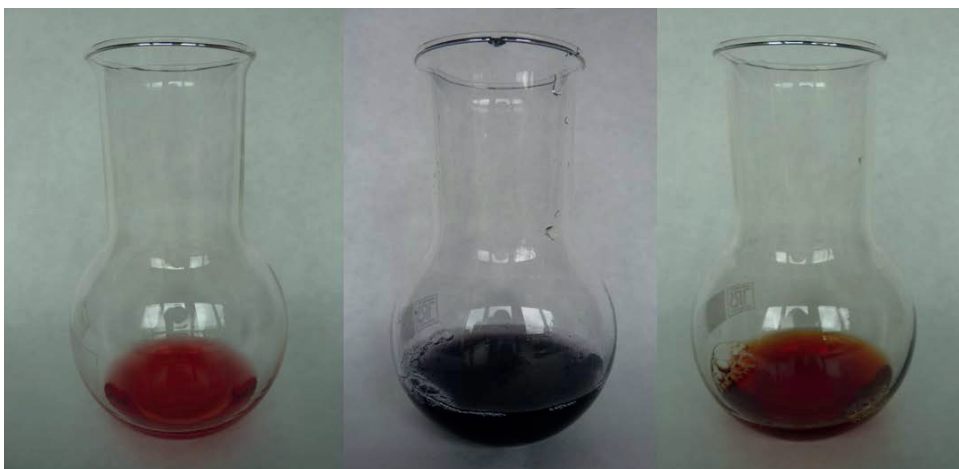
1. Do 100 ml odměrné baňky odměříme 50 ml pomerančového džusu a doplníme destilovanou vodou po rysku.
2. Do titrační baňky pipetujeme 20 ml vzorku, 10 ml odměrného roztoku jódu a okyselíme 3–5 ml kyseliny sírové. Mírně naředíme destilovanou vodou. **Pokud jsme v předchozí práci pipetovali jiný vzorek, je třeba pipety vypláchnout! Nejprve destilovanou vodou a poté trochou analyzovaného roztoku.**
2. Přidáme 3–5 ml škrobového mazu.
3. Titrujeme odměrným roztokem thiosíranu do vymizení modrého zbarvení (i na nerozpustných částicích škrobu). Roztok zůstává kalný. Spotřebu zaznamenáme do tabulky.
4. Titraci opakujeme ještě jednou. Ze známého ředění a spotřeby thiosíranu vypočteme množství vitamínu C v mg na 100 ml džusu.

\* Obdobně je třeba postupovat u všech džusů, které jsou kalné. Pokud by se vzorek předem nezředil, byl by bod ekvivalence prakticky neidentifikovatelný.

**Brusinkový džus\*** ( $F = 1$ )

1. Do titrační baňky pipetujeme 20 ml vzorku, 10 ml odměrného roztoku jódu a okyselíme 3–5 ml kyseliny sírové. Mírně naředíme destilovanou vodou. Pokud jsme v předchozí práci pipetovali jiný vzorek, je třeba pipety vypláchnout! Nejprve destilovanou vodou a poté trochou analyzovaného roztoku.
2. Přidáme 3–5 ml škrobového mazu.
3. Titrujeme odměrným roztokem thiosíranu do vymizení modrého zbarvení (i na nerozpustných částicích škrobu). Barevný přechod je z modré do růžové. Spotřebu zaznamenáme do tabulky.
4. Titraci opakujeme ještě jednou. Ze známých spotřeb roztoku thiosíranu vypočteme množství vitamínu C v mg na 100 ml džusu.

\* Tento postup volíme u všech džusů, které jsou čiré, neobsahují tedy žádný zákal, jako např. džus pomerančový.



(a)  
Brusinkový džus

(b)  
Brusinkový džus  
s roztoky jódu a škrobu

(c)  
Bod ekvivalence



# Opakování

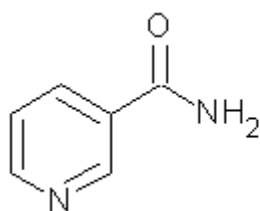
**Název: Vitamín C pod lupou**

**Jméno:**

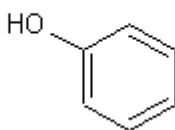
Zatrhni správnou odpověď na následující otázky:

1. Vyber vzorec kyseliny askorbové – vitamínu C:

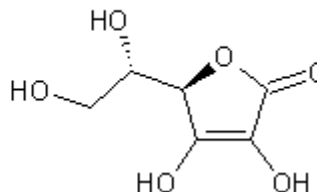
a)



b)



c)



2. Hypervitaminóza se vyskytuje zejména u:

- a) vitamínů rozpustných v tucích (vitamíny A, D, E, K).
- b) vitamínů rozpustných ve vodě (vitamíny B, C).
- c) u obou skupin stejně.

3. Nedostatek vitamínu C způsobuje:

- a) neštovice.
- b) kurděje.
- c) zarděnky.

4. Při tepelné úpravě potravin obsahující vitamín C se jeho obsah:

- a) zvýší.
- b) sníží.
- c) zůstane nezměněn.

5. Prekurzor vitamínu je:

- a) antagonist vitamínu.
- b) provitamin.
- c) ukazatel na počítačovém monitoru.

6. Vitamín C v lidském organismu významně podporuje vstřebávání:

- a) železa.
- b) hořčíku.
- c) vápníku.



7. Jaké jsou jednotky molární koncentrace?
- mol/l
  - g/l
  - mol/g
8. Při jodometrii se jako indikátor přítomnosti jódu nejčastěji používá:
- methylocervecí.
  - škrob.
  - metyloranž.
9. Roztok má koncentraci 0.1 mol/litr látky A. Jaké kombinaci látkového množství látky A a objemu roztoku toto odpovídá?
- 10 mol látky A, 1 litr
  - 1 mol látky A, 0.1 litr
  - 0.01 mol látky A, 0.1 litr
10. V bodě ekvivalence je:
- látkové množství titračního činidla rovno látkovému množství stanovované látky ve stechiometrickém poměru jejich reakce.
  - látkové množství indikátoru rovno látkovému množství stanovované látky ve stechiometrickém poměru jejich reakce.
  - látkové množství indikátoru rovno látkovému množství titračního činidla ve stechiometrickém poměru jejich reakce.

Ve spolupráci s ostatními spolužáky doplň množství kyseliny askorbové ve vzorcích:

Vzorek	mg/100 g mg/100 ml	Vzorek	mg/100 g mg/100 ml

Na závěr vyhodnoť nejvyšší a nejnižší obsah vitamínu C.



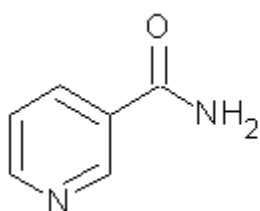
## Opakování – řešení pro pedagogy

### Název: Vitamín C pod lupou

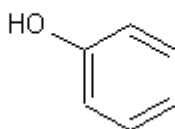
Zatrhni správnou odpověď na následující otázky:

1. Vyber vzorec kyseliny askorbové – vitamínu C:

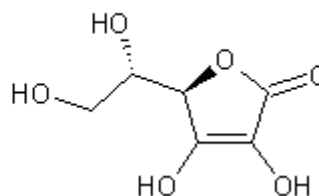
a)



b)



c)



2. Hypervitaminóza se vyskytuje zejména u:
- a) vitamínů rozpustných v tucích (vitamíny A, D, E, K).
  - b) vitamínů rozpustných ve vodě (vitamíny B, C).
  - c) u obou skupin stejně.
3. Nedostatek vitamínu C způsobuje:
- a) neštovice.
  - b) kurděje.
  - c) zarděnky.
4. Při tepelné úpravě potraviny obsahující vitamín C se jeho obsah:
- a) zvýší.
  - b) sníží.
  - c) zůstane nezměněn.
5. Prekurzor vitamínu je:
- a) antagonist vitamínu.
  - b) provitamin.
  - c) ukazatel na počítačovém monitoru.
6. Vitamín C v lidském organismu významně podporuje vstřebávání:
- a) železa.
  - b) hořčíku.
  - c) vápníku.
7. Jaké jsou jednotky molární koncentrace?
- a) mol/l
  - b) g/l
  - c) mol/g



8. Při jodometrii se jako indikátor přítomnosti jódu nejčastěji používá:
- methylerveň.
  - škrob.**
  - metyloranž.
9. Roztok má koncentraci 0.1 mol/litr látky A. Jaké kombinaci látkového množství látky A a objemu roztoku toto odpovídá?
- 10 mol látky A, 1 litr
  - 1 mol látky A, 0.1 litr
  - 0.01 mol látky A, 0.1 litr**
10. V bodě ekvivalence je:
- látkové množství titračního činidla rovno látkovému množství stanovované látky ve stechiometrickém poměru jejich reakce.**
  - látkové množství indikátoru rovno látkovému množství stanovované látky ve stechiometrickém poměru jejich reakce.
  - látkové množství indikátoru rovno látkovému množství titračního činidla ve stechiometrickém poměru jejich reakce.

Ve spolupráci s ostatními spolužáky doplň množství kyseliny askorbové ve vzorcích:  
**Pedagog pomůže žákům vyplnit hodnoty**

Vzorek	mg/100 g mg/100 ml	Vzorek	mg/100 g mg/100 ml

Na závěr vyhodnoť nejvyšší a nejnižší obsah vitamínu C.







# Vitamin C pod lupou

Ing. Adéla Andresová, Ing. Lucie Kubelová, Ing. Jan Rotrekl



[www.otevrenaveda.cz](http://www.otevrenaveda.cz)



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ