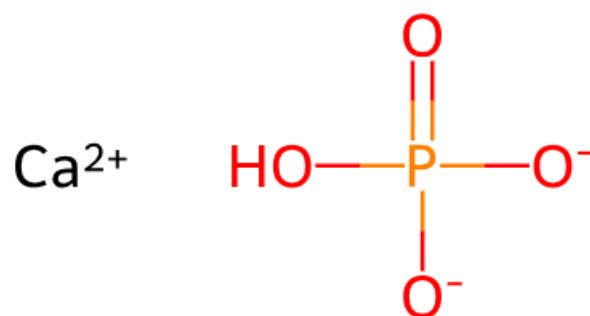
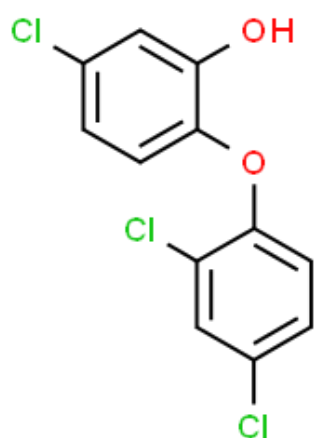
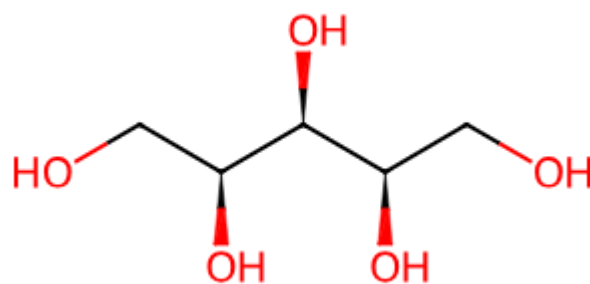
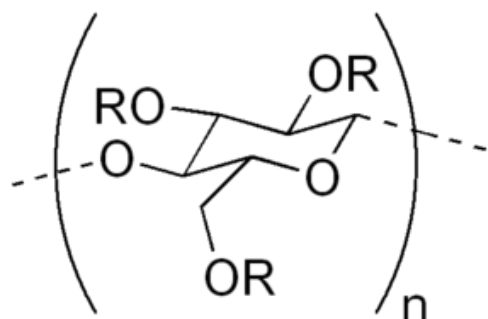
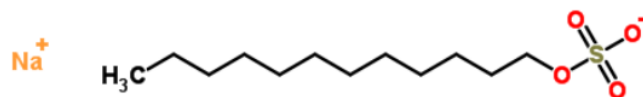
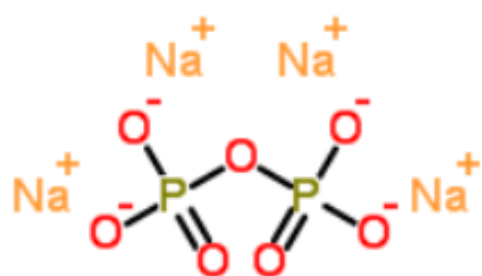
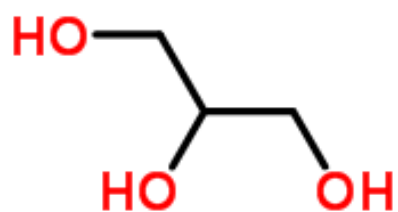
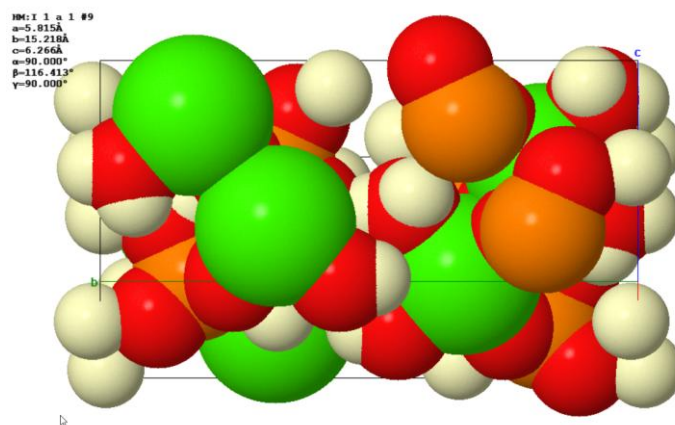
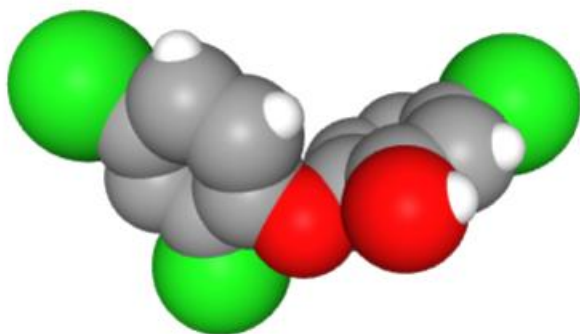
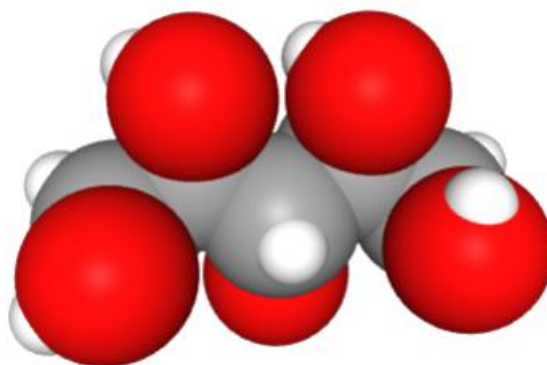
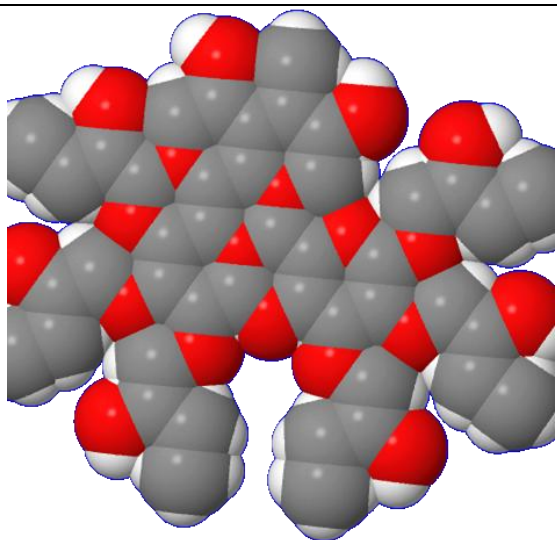
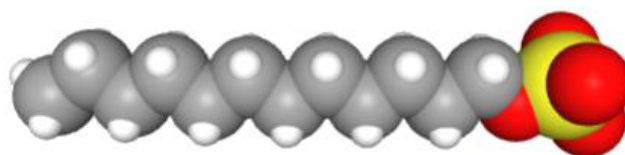
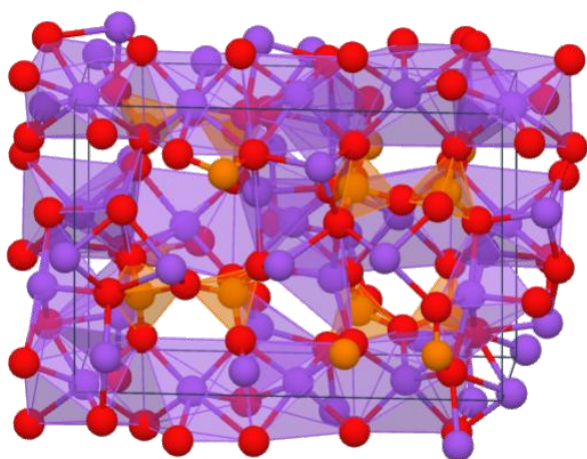
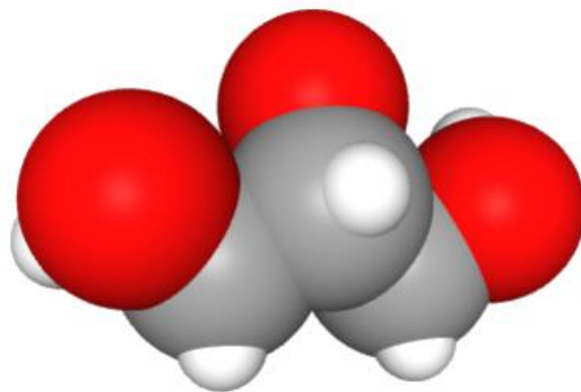
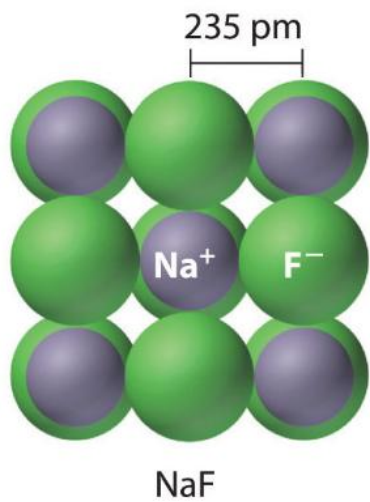








pevná látka
(s) *solidus*



kapalina
(l) *liquidus*



pevná látka
(s) *solidus*



kapalina
(l) *liquidus*



pevná látka
(s) *solidus*



pevná látka
(s) *solidus*



kapalina
(l) *liquidus*



pevná látka
(s) *solidus*

Fluorid sodný	Propan-1,2,3-triol
Difosforečnan tetrasodný	Dodecyl síran sodný
Karboxymethylcelulóza	Pentan-1,2,3,4,5-pentol <i>Xylitol</i>
5-chlor-2-(2,4-dichlorfenoxy)fenol Triclosan	Hydrogenfosforečnan vápenatý
Sodium fluoride	Propane-1,2,3-triol
Tetrasodium diphosphate	Sodium dodecyl sulphate
Carboxymethylcellulose	Pentane-1,2,3,4,5-pentol <i>Xylitol</i>
5-chloro-2-(2,4-dichloro- phenoxy)phenol <i>Triclosan</i>	Calcium hydrogen phosphate

<i>abrazivum</i>	<i>antimikrobiální látka</i>
<i>pěnidlo</i>	<i>pojivo</i>
<i>látka zlepšující chuť</i>	<i>zvlhčovaadlo</i>
<i>látka proti vzniku plaku</i>	<i>látka pro zvýšení odolnosti zubů</i>
 Rozpustný ve vodě <i>Water-soluble</i> → (aq)	 Rozpustný ve vodě <i>Water-soluble</i> → (aq)
 Rozpustný ve vodě <i>Water-soluble</i> → (aq)	 Rozpustný ve vodě <i>Water-soluble</i> → (aq)
 Nerozpustný ve vodě <i>Water-insoluble</i>	 Rozpustný ve vodě <i>Water-soluble</i> → (aq)
 Rozpustný ve vodě <i>Water-soluble</i> → (aq)	 Nerozpustný ve vodě <i>Water-insoluble</i>

 Rozpustný ve vodě <i>Water-soluble</i> → (aq)	 Nerozpustný ve vodě <i>Water-insoluble</i>
 Rozpustný ve vodě <i>Water-soluble</i> → (aq)	 Rozpustný ve vodě <i>Water-soluble</i> → (aq)
 Nerozpustný ve vodě <i>Water-insoluble</i>	 Rozpustný ve vodě <i>Water-soluble</i> → (aq)
Nepatří do zubní pasty protože...	Nepatří do zubní pasty protože...
Nepatří do zubní pasty protože...	Nepatří do zubní pasty protože...
Nepatří do zubní pasty protože...	Nepatří do zubní pasty protože...
Omezuje krvácivost dásní	Vysvětlete: polymer, povrchově aktivní látka, iontová mřížka, funkční skupina, vodíkové můstky, viskozita, chelatace, remineralizace, rozpustnost, hydrofilní, lipofilní, amfifilní...

Striped toothpaste was invented by L. L. Marraffino in 1955. The patent was subsequently sold to Unilever, who marketed the novelty under the 'Stripe' brand-name in the early 1960s.

<http://en.wikipedia.org/wiki/Toothpaste>





Fluorid sodný
CZ wiki



Propan-1,2,3-triol
CZ wiki



Difosforečnan
tetrasodný
EN wiki



Dodecyl síran sodný
CZ wiki



Karboxymethyl-
celulóza
CZ wiki



Xylitol
CZ wiki



5-chlor-2-(2,4-
dichlorfenoxy)fenol
Triclosan
CZ wiki



Hydrogen-
fosforečnan vápenatý
EN wiki



Sacharóza
CZ wiki



Oxid křemičitý
CZ wiki



Hydroxid sodný
CZ wiki



Dusičnan stříbrný
CZ wiki



Hexan
CZ wiki



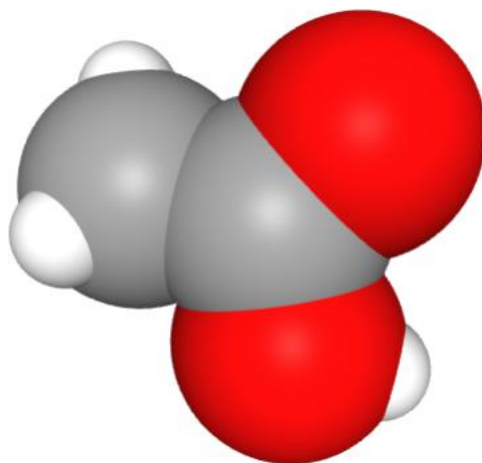
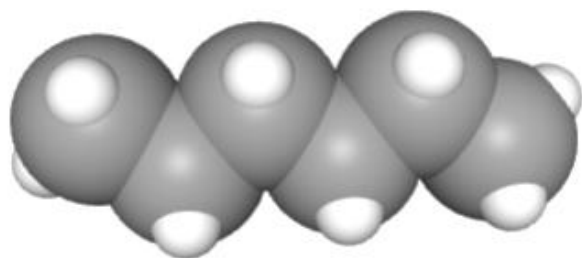
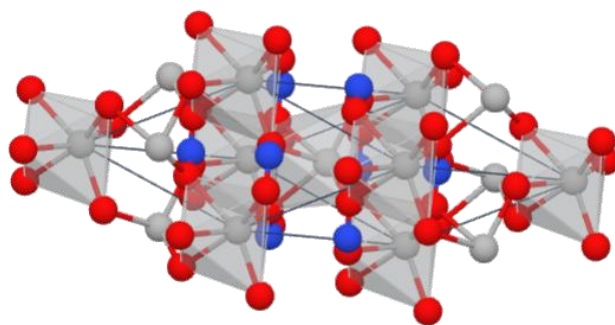
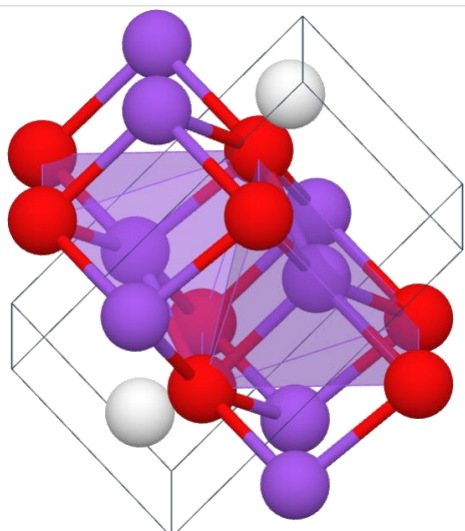
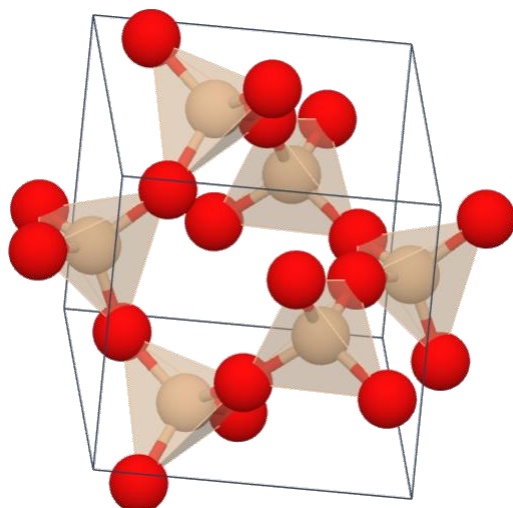
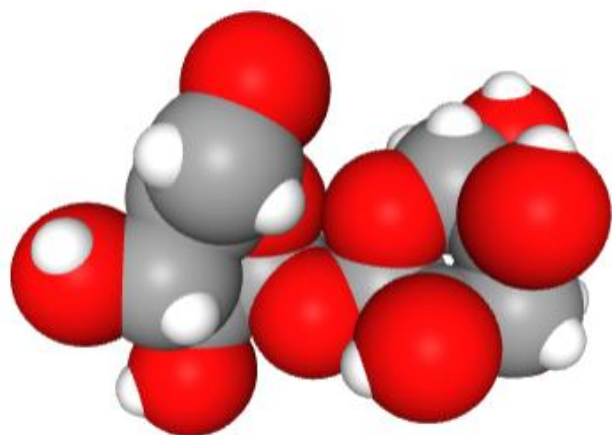
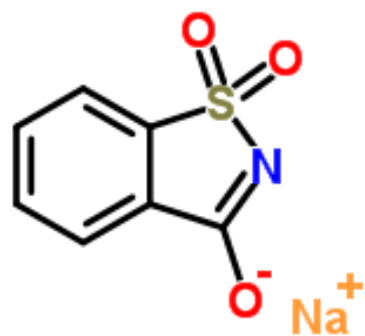
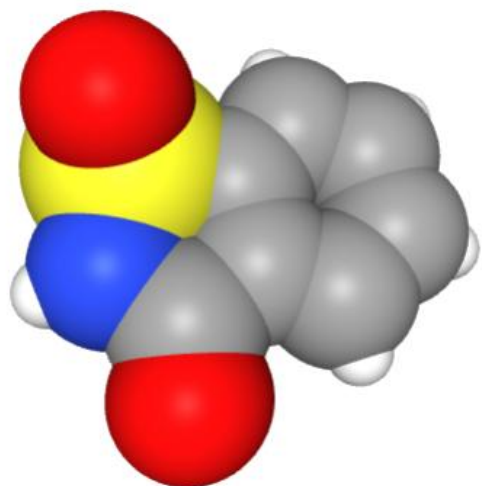
Kyselina ethanová
(octová)
CZ wiki

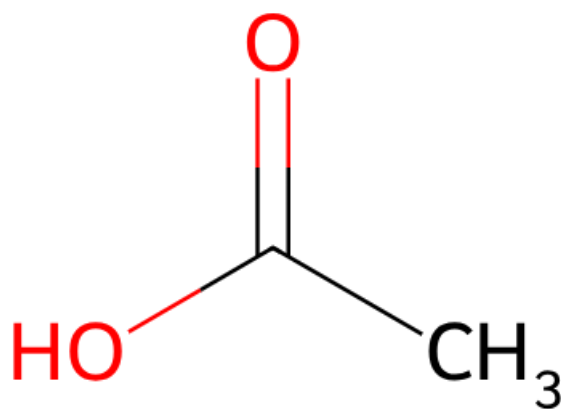
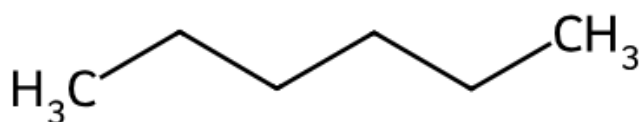
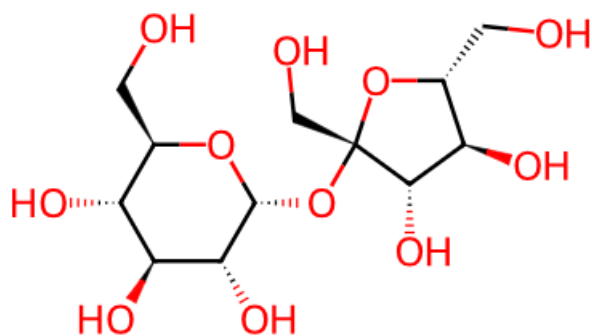


Sodná sůl sacharinu
CZ wiki



Sodná sůl sacharinu
EN wiki





Akce: Kontrola z hygieny

Musíte okamžitě obhájit jednu náhodně vybranou trojici karet.

Akce: Průmyslová špionáž

Můžete se na 10 sekund podívat k sousední skupině.



pevná látka
(s) *solidus*



pevná látka
(s) *solidus*



pevná látka
(s) *solidus*



pevná látka
(s) *solidus*



kapalina
(l) *liquidus*



kapalina
(l) *liquidus*

Akce: Výzkumný grant

Můžete položit vyučujícímu jednu pomocnou otázku, na kterou odpoví pouze Ano/Ne. Otázka se nesmí týkat přímo přiřazení karet.

Akce: Oponentní posudek

Vyberte sousední skupinu. Ta vám musí posoudit jednu vybranou skupinu karet.



Fluorid sodný
PubChem



Propan-1,2,3-triol
PubChem



Difosforečnan
tetrasodný
PubChem



Dodecyl síran sodný
PubChem



Karboxymethyl-
celulóza
PubChem



Xylitol
PubChem



5-chlor-2-(2,4-
dichlorfoxy)fol
Triclosan
PubChem



Hydrogen-
fosforečnan
vápenatý
PubChem



Sacharóza
PubChem



Oxid křemičitý
PubChem



Hydroxid sodný
PubChem



Dusičnan stříbrný
PubChem



Hexan
PubChem



Kyselina ethanová
(octová)
PubChem



Sacharin
PubChem



Odkaz na projekt
ucitul.fp.tul.cz

Didaktická hra Složení zubní pasty alias *Il Codice della ~~Pasta~~ → dentifricio*

Verze: 2026-09-04

Zpracoval: [Mgr. Martin Slavík, Ph.D.](#), Katedra chemie FP TUL

Návod a pravidla

Tato karetní hra pro žáky ZŠ, SŠ a VŠ je založená na konceptu **Struktura-Vlastnost-Funkce (Structure-Property-Function)**. Cílem týmů je sestavit funkční recepturu zubní pasty ze správných chemických složek, odhalit nevhodná aditiva (distraktory) a obhájit svá rozhodnutí. Aktivita propojuje tři úrovně Johnstoneova trojúhelníku: reprezentativní (vzorce), submikroskopickou (modely) a makroskopickou (skutečný vzhled chemikálie a její vlastnosti). JOHNSTONE, 1991.

1. Obsah herního balíčku

- **8 Základních účinných látek:**
 - 5-chlor-2-(2,4-dichlorfenoxy)fenol (Triclosan)
 - Difosforečnan tetrasodný
 - Dodecyl-síran sodný (SLS)
 - Fluorid sodný
 - Hydrogenfosforečnan vápenatý
 - Karboxymethylcelulóza
 - Pentan-1,2,3,4,5-pentol (Xylitol)
 - Propan-1,2,3-triol (Glycerin)
- **1 bonusová látka:** Sodná sůl sacharinu (*intenzivní sladidlo – vyžaduje přesné vyvážení chuti*).
- **Sada parametrů pro každou látku (karty vlastností a identity):**
 - Chemický vzorec
 - 3D/Strukturní model
 - Vzhled a skupenství (s fotografií)
 - Český název
 - Anglický / IUPAC název
 - Funkce v zubní pastě
 - Rozpustnost ve vodě
- **3 Typové varianty karet podle identifikátorů:**
 - Standardní karta (pouze text/grafika)
 - Karta s QR kódem na českou **Wikipedii** (*vhodné pro ZŠ/SŠ*)
 - Karta s QR kódem na databázi **PubChem** (*vhodné pro SŠ/VŠ*)

- **6 Falešných látek (Distraktory - nepatří do zubní pasty):**
 - Sacharóza,
 - Oxid křemičitý,
 - Hydroxid sodný,
 - Dusičnan stříbrný,
 - Hexan,
 - Kyselina ethanová (octová).
- **4 Akční karty:**
 - *Kontrola z hygieny*
 - *Průmyslová špionáž*
 - *Inovace*
 - *Oponentní posudek*
- **3 Speciální investigativní karty :**
 - **Karta „Vysvětlete“:** Obsahuje 12 klíčových pojmů (*polymer, povrchově aktivní látka, iontová mřížka, funkční skupina, vodíkové můstky, viskozita, chelatace, remineralizace, rozpustnost, hydrofilní, lipofilní, amfifilní*).
 - **Karta „Omezuje krvácivost dásní“:** Otevřená výzva k návrhu a zdůvodnění doplňkové látky.
 - **Karty „Nepatří do zubní pasty protože...“:** Párové karty, které by měly být doplněny napsaným nebo vyslovaným zdůvodněním (extrémní pH, toxicita, podpora kazu, nerozpustnost/reaktivita).

2. Varianty hry podle obtížnosti

Parametr	ZŠ (Základní škola)	SŠ (Střední škola)	VŠ (Vysoká škola)
Identifikace	České názvy	České názvy nebo Anglické názvy	České názvy nebo Anglické názvy
Doporučené karty	Vzorce , Funkce	Vzorce, Funkce, Modely, Vzhled/Skupenství	
Nápověda	QR kódy na Wikipedii	QR kódy na PubChem	QR kódy na PubChem, popř. jen České názvy
Mechanismus	Párování: Vzorec → Funkce	Párování: Látka → Jméno → Vzorec → Model → Funkce	
Falešné látky	Nepoužívejte	Odhalte 4 chyby + určete důvody	Odhalte všechny chyby, spárujte je s kartou Nepatří do...
Pojmy a bonusy	Nepoužívejte	Volitelně karta Vysvětlete	Karta vysvětlete + Akční karty + Krvácivost dásní

3A. Průběh hry (rychlá verze)

1. **Příprava (2 minuty):** Hráči vytvoří týmy (3–4 studenti). Každý tým obdrží balíček 8 základních karet (model, funkce v pastě).
2. **Fáze formulace (5 minut):** Týmy skládají logické dvojice karet: vzorec – funkce v pastě.
3. **Fáze kontroly:** Jeden tým po druhém vyvětluje ostatním, proč zvolil právě tuto kombinaci. Učitel komentuje odpověď a ptá se na správnost přiřazení ostatních týmů.

3B. Průběh hry (standardní formát)

1. **Příprava (2 minuty):** Hráči vytvoří týmy (3–4 studenti). Každý tým obdrží náhodně namíchaný balíček 8 základních a 4 falešných karet (kombinace: jméno; vlastnost; funkce v pastě; akční karty; látky, které v pastě nejsou).
2. **Fáze formulace (5 minut):** Týmy skládají karty do logických skupin ve schématu **S-P-F** (**Vzorec látky** → **Model** → **Vlastnost** (Rozpustnost) → **Funkce v pastě** → Název látky).
3. **Fáze výzkumu a akcí (průběžně):** Týmy mohou zahrát akční karty ze své ruky.
4. **Fáze odhalení látek, které do zubní pasty nepatří:** Týmy musí ze svého stolu vyřadit falešné látky a spárovat je s kartou zdůvodnění „Nepatří do zubní pasty protože...“.
5. **Fáze kontroly:** Jeden tým po druhém vyvětluje ostatním, proč zvolil právě tuto kombinaci. Učitel komentuje odpověď a ptá se na správnost přiřazení ostatních týmů.

4. Pravidla pro akční karty

- **Kontrola z hygieny:** Zahrajte na soupeře nebo při výzvě vyučujícího. Vybraná skupina musí okamžitě bez přípravy obhájit chemickou logiku jedné své sestavené trojice. Pokud neobhájí, trojice se rozpadá.
- **Průmyslová špionáž:** Jeden člen týmu má 10 sekund na nahlédnutí do rozložených karet u sousedního týmu. Psaní poznámek nebo fotky jsou zakázány.
- **Inovace:** Tým vymění 1 svou neumístěnou kartu za 1 neumístěnou kartu u kteréhokoliv soupeře.
- **Oponentní posudek (Peer Review):** Tým vyzve sousední skupinu ke kontrole své trojice. Pokud soupeř odhalí chybu v S-P-F, opravující tým získává bonusový bod za správnou recenzi.

5. ZVLÁŠTNÍ OTÁZKY A BONUSOVÉ PRVKY

Karta „Vysvětlete“

Během obhajoby vylosuje vyučující nebo soupeř 1 až 3 pojmy z karty (např. *Chelatace*, *Amfifilní molekula*, *Viskozita*). Tým musí stručně vysvětlit fyzikálně-chemický princip vybraného pojmu na příkladu konkrétní látky v pastě (např. „*Amfifilní molekula je Dodecyl-síran sodný, protože má hydrofobní řetězec a hydrofilní hlavu*“).

Karta „Omezuje krvácivost dásní“ (Otevřená otázka)

Vyžaduje po týmu navrhnout látku, která není v základní sadě 8 látek, ale měla by opodstatnění v terapeutické zubní pastě.

- *Uznatelná řešení*: Hlinité/ zinečnaté soli (adstringentní účinek), mléčnan zinečnatý, extrakt z řepíku/heřmánku, allantoin, kyselina tranexamová.

Bonus: Sodná sůl sacharinu

Karta přidává +2 body k finálnímu hodnocení za chuťový profil, ale tým musí správně uvést, že se dávkuje v mikromnožstvích (při předávkování způsobuje hořkou pachů a vyžaduje korekci Xylitolem).

6. BODOVÁNÍ A FINÁLNÍ VYHODNOCENÍ

+3 body: Za každou kompletní a obhájenou S-P-F trojici (Identita – Vlastnost – Funkce).

+2 body: Za správné vyřazení falešné látky s kartou „Nepatří do zubní pasty protože...“.

+2 body: Za správné vysvětlení pojmu z karty „Vysvětlete“.

+3 body: Za odborný návrh látky na kartu „Omezuje krvácivost dásní“.

-2 body: Za ponechání falešné látky (např. *Hydroxid sodný*) ve finální receptuře pasty.

Formativní zpětná vazba

Varianta A: Rychlá „Pětiminutovka“ (Metoda 3-2-1)

Hodí se pro rychlý sběr dat a individuální zamyšlení. Studenti napíší na kousek papíru (nebo do sešitu):

- **3 věci**, které mě dnes překvapily v složení zubní pasty.
- **2 látky**, které už poznám podle vzorce nebo názvu.
- **1 věc**, kterou dnes večer zkontroluji na obalu své vlastní pasty v koupelně.

Varianta B: Badatelské „Předtím a Potom“ (Formativní)

Tato varianta se zaměřuje na změnu způsobu myšlení a opravu miskonceptů.

- **Učitel položí otázku:** „Co považujete za největší omyl, kterému jste věřili před začátkem hry?“
- **Možná odpověď:** „Myslel jsem si, že čím víc pasta pění, tím lépe čistí, ale teď vím, že to dělá jen tenzid pro pocit čistoty.“

Varianta C: Sebehodnocení týmu (Zaměřeno na kompetence)

Pokud chcete posílit měkké dovednosti (soft-skills), ptejte se na proces spolupráce.

1. Jakou nejužitečnější akční kartu jste dnes použili a jak vám pomohla v bádání?
2. Co byla nejtěžší část vaší „klientské zakázky“ a jak jste na ni přišli?
3. Kdybychom hru hráli znovu, co byste jako tým udělali jinak (v komunikaci nebo strategii)?

Tip pro učitele: „Vstupenka z hodiny“ (Exit Ticket)

Můžete použít papírky s krátkým dotazníkem, které vám odevzdají u dveří:

MOJE VĚDECKÁ REFLEXE

- **Moje role v týmu:** (např. analytik vzorců / stratég / mluvčí)
- **Dnešní "AHA" moment:**
- **V čem se cítím jako expert:** (např. poznám abraziva)
- **Co mi ještě není jasné:**

Doporučení: Vyberte si tu variantu, která nejlépe odpovídá vaší třídě.

Možné otázky

1. Rozpustnost: Proč se písek ve vodě nerozpustí?

Studenti zkoumají strukturní modely a hledají, zda se látka ve vodě rozpustí (disociuje na ionty), nebo ne.

- **Objev:** Aby látka fungovala jako **abrazivum** (hydrogenfosforečnan vápenatý CaHPO_4 , nesmí se rozpustit. Pokud by se rozpustila (jako chlorid sodný), nebude fungovat abrazivně.
- **Heuristická otázka:** Podívejte se na strukturu Sacharinu a Fosforečnanu vápenatého. Obě jsou to soli (iontové látky). Proč jednu v pastě cítíme jako krystalky a druhá se okamžitě ztratí a chutná sladce?"
- **Vztah:** Síla krystalové mřížky vs. hydratační energie.

2. Povrchové napětí: „Hlava a ocas“

Zaměřeno na **Dodecylsírán sodný (SLS)**.

- **Objev:** Student vidí extrémně dlouhý nepolární uhlovodíkový řetězec („ocas“) a malou nabitou polární skupinu („hlava“).
- **Heuristická otázka:** Jak tato struktura umožňuje odstranit špínu?
- **Vztah:** **Amfifilní povaha** molekuly umožňuje emulgaci tuků a tvorbu pěny.

3. Hydratace a vodíkové můstky: Lapače vody

Zaměřeno na **Propan-1,2,3-triol** a **Karboxymethylcelulózu**.

- **Objev:** Obě látky mají v sobě velké množství $-\text{OH}$ skupin.
- **Heuristická otázka:** Proč pasta v tubě nevyschne, i když ji necháte otevřenou?
- **Doplňující otázka:** Která část molekuly glycerinu váže vodu'?
- **Vztah:** Schopnost tvořit **vodíkové můstky** s molekulami vody z okolí (zvlhčovaadlo).

4. Schopnost tvořit cheláty: „Zloději vápníku“

Zaměřeno na **Difosforečnan tetrasodný**.

- **Objev (pro SŠ/VŠ):** Tato molekula má specifický tvar, který dokáže vázat ionty vápenaté Ca^{2+} z vašich slin.
- **Heuristická otázka:** „Proč se tvoří na zubech zubní kámen? Jak tomu zabránit?
- Zubní kámen je v podstatě nerozpustná sloučenina vápenatá, který ztvrdla na zubu. Difosforečnan tetrasodný odstraní vápenaté ionty, než se stihnou vázat na zubu?
- **Vztah:** **Sekvestrace (tvorba komplexů)** – geometrie molekuly určuje její schopnost vázat kovové ionty.

Doporučené badatelské úrovně

Úroveň ZŠ: Pozorování a vlastnosti látek

- **Zadání pro žáky:** „Prohlédněte si karty a najděte dvě různé bílé krystalické soli sodíku. Jedna z nich se používá jako abrazivum (obrušuje zuby) a druhá buď chrání sklovinu, nebo sladí. V čem se liší jejich rozpustnost ve vodě?“
- **Očekávaná odpověď:** Nerozpustný *Hydrogenfosforečnan vápenatý* (abrazivum) vs. dobře rozpustný *Fluorid sodný* (ochrana) nebo *Sodná sůl sacharinu* (sladidlo).
- **Aplikace v praxi:** Žáci pochopí, že nerozpustná sůl působí mechanicky (jako jemný písek), zatímco rozpustná sůl se v ústech rozpustí a působí chemicky nebo senzoricky.

Úroveň SŠ: Geometrie, polarita a biologický účinek

- **Zadání pro studenty:** „Porovnejte molekulární strukturu *Triclosanu* a *Fluoridu sodného*. Na základě polarit a přítomnosti funkčních skupin zdůvodněte, která z látek snáze pronikne lipidovou membránou bakterie.“
- **Očekávaná odpověď:** *Triclosan* je objemná organická molekula s aromatickými jádry a arylovými halogengenerovanými substituenty. Je silně lipofilní (nepolární), takže snadno rozpouští a prostupuje nepolární lipidovou dvouvrstvou bakteriální membrány. *Fluorid sodný* tvoří v roztoku malé hydratované ionty (Na^+ , F^-), které nepolární membránou bez přenašečů neprojdou a působí primárně na povrchu skloviny.
- **Aplikace v praxi:** Propojení chemické struktury (lipofilita vs. ionicita) s farmakokinetikou a cíleným účinkem léčiva.

Úroveň VŠ: Acidobazická rovnováha a rheologie polymerů

- **Zadání pro studenty:** „Vyhodnoťte chování *Karboxymethylcelulózy* ($\text{pK}_a \approx 4,3$) v receptuře. Jak se změni konformace polymerních řetězců a viskozita pasty, pokud po konzumaci kyselého jídla klesne lokální pH v ústech pod hodnotu pK_a ?“
- **Očekávaná odpověď:** Při $\text{pH} > \text{pK}_a$ jsou karboxylové skupiny deprotonované (ve formě COO^-). Vzájemné elektrostatické odpuzování záporných nábojů udržuje polymerní řetězce v rozvinuté konformaci s vysokou schopností vázat vodu (vysoká viskozita). Při poklesu $\text{pH} < 4,3$ dochází k protonaci na COOH . Ztráta náboje vede k oslabení repulze, svinování řetězců, poklesu hydratace a k následnému snížení viskozity (zřídnutí hydrogelu).
- **Aplikace v praxi:** Pochopení dynamických vlastností formulace v měnícím se fyziologickém prostředí.

Poznámky:

Triclosan není v EU povolen jako přísada do zubních past, na rozdíl od USA. Evropská unie důsledně uplatňuje *princip předběžné opatrnosti* (zákaz při podezření na riziko endokrinní disrupce nebo vzniku bakteriální rezistence), zatímco systém v USA častěji reguluje látky až na základě prokazatelných následků.

Xylitol. Z důvodu přehlednosti a čitelnosti byl vynechán plný stereochemický název (2R,3r,4S)-pentan-1,2,3,4,5-pentol. Model představuje jednu izolovanou molekulu (což odpovídá kapalině), přestože běžné fyzikální skupenství xylitolu za laboratorních podmínek je pevné (s).

Difosforečnan tetrasodný ($\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$): 3D struktura iontové mřížky vychází z databáze [Materials Project \(mp-27579\)](#).

Oxid křemičitý (SiO_2): Model využívá trigonální modifikaci (α -křemen), dostupnou na [Materials Project \(mp-6930\)](#).

Hydroxid sodný (NaOH): Krystalová struktura odpovídá záznamu [Materials Project \(mp-626000\)](#).

Dusičnan stříbrný (AgNO_3): Mřížka je zpracována podle dat z [Materials Project \(mp-552185\)](#).

Zajímavosti

Efekt pomerančového džusu (SLS a chuť): Proč chutná džus po vyčištění zubů hořce? Dodecylsírán sodný (SLS) dočasně tlumí receptory pro sladkou chuť a zároveň rozrušuje membránové fosfolipidy v ústech, které běžně blokují vnímání hořkosti.

Tixotropní chování: Zubní pasta je nenewtonská kapalina. V klidu na kartáčku má vlastnosti pevné látky (drží tvar a nesklouzává), ale při vyvinutí tlaku při stlačení tuby nebo tření o zuby její viskozita prudce klesá a chová se jako kapalina.

Kinetika remineralizace (Plivat, nevyplachovat): Důvodem, proč zubní lékaři nedoporučují po vyčištění ústa vyplachovat vodou, je potřeba udržet vysokou koncentraci fluoridových iontů v slinách po dobu alespoň 30 minut. Tím se podpoří přestavba méně odolného hydroxyapatitu na stabilnější fluoroapatit $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$.

RDA index (Relative Dentin Abrasivity): Míra obrušování zuboviny se měří laboratorně na radioaktivně označených lidských zubech. Hodnoty RDA pod 70 jsou šetrné (citlivé zuby), zatímco bělicí pasty s nevhodně zvoleným abrazivem (např. nerozpustný CaHPO_4 nebo hrubý SiO_2) mohou dosahovat RDA přes 150 a poškozovat zubní krčky.

Fyzikální trik vícebarevných proužků: Různě barevné fáze pasty se v tubě nesmíchají díky přesně nastavené shodné viskozitě a výnosové síle obou hmot. Při stlačení pasta prochází speciálním děleným nástavcem u hrdla tuby, který barvy spojí až těsně před výstupem. Viz schéma u karet.

Mýtus aktivního uhlí: Bělící pasty s černým uhlím často postrádají fluoridy a spoléhají pouze na vysokou mechanickou abrazi. Místo chemického bělení pigmentů tak pouze obrušují svrchní vrstvu skloviny, což při dlouhodobém používání vedlejším efektem odhaluje žlutavou zubovinu (dentin).

Fluoróza vs. bezpečná dávka: Dětské pasty obsahují obvykle 500 – 1 000 ppm (parts per milion, 1 ppm = 10^{-4} %) fluoridu, zatímco dospělé 1 450 ppm. Důvodem snižování dávky u dětí je riziko polykání pasty, které v období vývoje stálých zubů vede k dentální fluoróze (mramorování a křehkosti skloviny). Mýty o škodlivosti fluoridace často pletou pojmy *prvkový fluor* (plynný jed) a *fluoridový iont* (stabilní sůl). Při standardní koncentraci v pastě pro dospělé představuje akutní toxická dávka náhlé pozření 3 až 5 celých tub zubní pasty najednou, což při běžném čištění vyloučené.

Mýtus vs. Věda: Vliv fluoridace na zubní kaz je prokázáný

Vliv fluoridace na pokles kazivosti zubů je jeden z nejlépe dokumentovaných a prokazatelných efektů v historii preventivní medicíny. Americké Centrum pro kontrolu a prevenci nemocí (CDC) zařadilo plošnou fluoridaci mezi **10 největších úspěchů veřejného zdraví 20. století** vedle očkování nebo objevů antibiotik.

- **Barikáda proti kyselinám:** Fluoridový iont nahrazuje v krystalové mřížce zubní skloviny hydroxyl a přeměňuje hydroxyapatit na **fluoroapatit**. Zatímco běžná sklovina podléhá demineralizaci už při pH 5,5 (např. po pití džusu), fluoroapatit odolá kyselému prostředí až do pH 4,5.
- **Enzymatická blokáda bakterií:** Fluorid nefunguje jen jako pasivní minerální štít. Přímě v ústech inhibuje bakteriální enzym *enolázu*. Bakterie *Streptococcus mutans* tak ztrácí schopnost metabolizovat přijaté sacharidy a vytvářet z nich organické kyseliny.
- **Populační dopad:** Zavedení fluoridu do zubních past v druhé polovině 20. století vedlo k plošnému poklesu výskytu zubního kazu o **20 až 40 %**.

WALSH, Tanya, et al. Fluoride toothpastes of different concentrations for preventing dental caries. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2019, roč. 2019, č. 3, čl. CD007868. DOI: [10.1002/14651858.CD007868.pub3](https://doi.org/10.1002/14651858.CD007868.pub3).

Co říkáte tomuto materiálu? Napište mi na: martin.slavik@tul.cz

Použité zdroje:

GOOGLE. Gemini (model Thinking 3.6) [online]. AI program. 2026. Dostupné z:
<https://gemini.google.com/>.

JOHNSTONE, A.H. 1991. Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem.
[online]. Journal of Computer Assisted Learning, 7: 75-83. Dostupné z:
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2729.1991.tb00230.x>

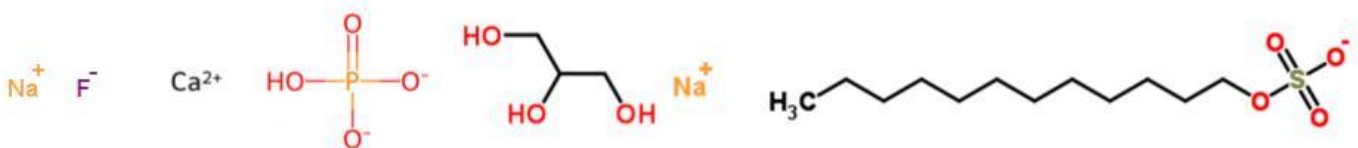
LAWRENCE BERKELEY NATIONAL LABORATORY. *The Materials Project* [online]. Berkeley (CA):
Lawrence Berkeley National Laboratory, 2011- [cit. 2026-09-04]. Dostupné z:
<https://materialsproject.org/>

NATIONAL CENTER FOR BIOTECHNOLOGY INFORMATION. *PubChem* [online]. Bethesda
(MD): National Library of Medicine (US), 2004- [cit. 2026-09-04]. Dostupné z:
<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>

ROYAL SOCIETY OF CHEMISTRY. *ChemSpider* [online]. Cambridge: Royal Society of Chemistry,
2007- [cit. 2026-09-04]. Dostupné z: <https://www.chemspider.com/>

WIKIMEDIA FOUNDATION. *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA):
Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2026-09-04]. Dostupné z: <https://www.wikipedia.org/>

Il Codice della Pasta
→ *dentifricio*

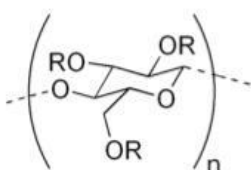


odolnost

abrazivum

zvlhčovadlo

pěnidlo

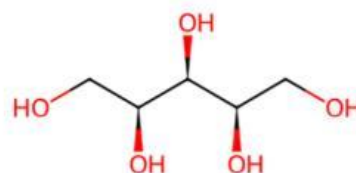


R = H or $\text{CH}_2\text{CO}_2\text{H}$

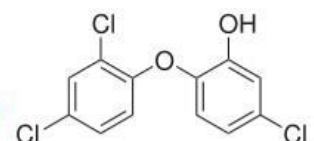
pojivo



antiplak



chuť



antimikrobiální

Rozvíjené kompetence KRAAU:

Navržená hra rozvíjí následující kompetence z Kompetenčního rámce absolventky a absolventa učitelství (KRAAU): 1.1; 1.2; 2.2; 2.4; 3.2; 4.1; **4.2; 4.3**. **Tučně:** kompetence získané jen hraním.

V roli hráče

1.1 Rozumím vyučovaným oborům a dále se v nich rozvíjím.

Hraním hry si sami aktivně upevňují a prohlubují oborové chemické znalosti (IUPAC názvosloví, stereochemie, lipofilita) a učí se pracovat s profesionálními vědeckými databázemi (PubChem).

4.2 Poskytuji a přijímám zpětnou vazbu a vedu k tomu také žáky a žákyně.

Prostřednictvím akční karty *Oponentní posudek* si v roli hráčů prakticky vyzkouší vrstevnické hodnocení – učit se dávat vědecky podloženou, korektní zpětnou vazbu kolegům a přijímat jejich výhrady.

4.3 Vedu žáky a žákyně k reflexi jejich učení.

Po dohrání přecházejí do role budoucího pedagoga a reflektují svůj vlastní učební proces: „Co jsem se při hře naučil oborově a jaký didaktický princip si z toho odnáším do své praxe?“

Studující v roli učitele řídí hru se spolužáky, vyučující podpoří reflexi herní aktivity

1.2 Didakticky zprostředkují obsah vyučovaných oborů žákům a žákyním v souladu s jejich vzdělávacími potřebami.

Sami vyzkoušejí modelový příklad didaktické transformace složitého učiva. Hra jim přímo demonstruje, jak lze stejnou pomůcku gradovat pro různé vzdělávací úrovně (ZŠ, SŠ, VŠ).

2.2 Poznávám vzdělávací potřeby žáků a žákyň a plánuji výuku tak, aby každému žákovi a žákyni umožňovala aktivně se zapojit a dosahovat stanovených cílů.

Sleduje složení týmů, doplňuje či upravuje lešení (scaffolding) pro slabší žáky a upravuje tempo hry. Jako hráči zjišťují, jak herní mechanika (vizuální, textové a digitální prvky na kartách) zapojuje různé typy studentů s odlišnými vstupními znalostmi a učebními styly.

2.4 Efektivně vedu výuku a v jejím průběhu zjišťuji míru porozumění žáků a žákyň a reaguji na jejich potřeby.

Využívá akční kartu *Kontrola z hygieny* jako cílený diagnostický nástroj formativního hodnocení ke zjištění průběžného porozumění látce. Jako hráči zažívají, jak lze formativní hodnocení a zjišťování porozumění organicky včlenit přímo do výukové aktivity.

3.2 Vedu žáky a žákyně k chování podporujícímu učení a ke spolupráci.

Moderuje diskusi mezi týmy, stanovuje pravidla bezpečné argumentace a usměrňuje odborné disputace žáků. Jako hráči procházejí intenzivní týmovou spoluprací, kde si sami zkouší řízení odborné diskuse, rozdělení rolí v týmu a konstruktivní řešení neshod při formulaci receptury.

4.1 Hodnotím na základě kritérií a vedu k tomu také žáky a žákyně.

Řídí závěrečné vyhodnocení receptur podle jasně daného bodovacího klíče a vysvětluje žákům logiku stanovených kritérií. Jako hráči poznávají význam transparentního kritériálního hodnocení. Vidí, jak jasná pravidla řídí smysluplné učení a eliminují hádky.

Souvislosti aktivity

