



Vizualizace v chemii a ve výuce chemie

Małgorzata Nodzyńska

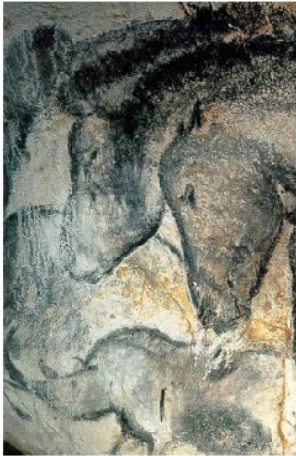


Obsah

- * **Role obrazu v kultuře**
- * **Obraz a text – zdroje předávání informací**
- * **Zobrazování v přírodních vědách v běhu staletí**
- * **Role vizualizace v chemii a ve výuce chemie**
- * **Role teorií vysvětlujících stavbu mikrosvěta v chemii a ve výuce chemie**
- * **Modely stavby látek a jejich vizualizace ve výuce chemie**
- * **Teoretické modely ve výuce chemie**
- * **Výzkumy používání modelů ve vzdělávání – přehled literatury**
- * **Nově navržený model založený na kvantové chemii – teoretické (psychologické) základ**
- * **Chyby, který vyplývají z tradiční výuky o stavbě látky**
- * **Nová koncepce výuky o stavbě látky**
- * **Předpoklady nového dynamického počítačového modelu, který je založen na základech kvantové chemie**
- * **Výzkumy možností, jak zavést počítačové dynamické modely založené na kvantové stavbě atomu do výuky chemie na různých stupních chemického vzdělávání**
- * **Výzkumy týkající se porovnání vizuálních učebních pomůcek s jinými**
- * **Výsledky výzkumů týkajících se vlivu počítačových dynamických modelů na pochopení mikrosvěta**

Role vizualizace

Obraz a malba provází člověka od počátku dějin



*Nejstaršími obrazy, které
známe v dnešní době,
jsou malby v jeskyni
Chauvet ve Francii
(31 000 ± 1300 p.n.l.)*

Od této chvíle člověka neustále provází obraz,
který v průběhu času plní různé informativní a estetické funkce.

Role obrazu v kultuře

- * Důležité vzdělávací role vizualizace si můžeme všimnout ve středověku.

- * Jako typický příklad tehdejšího „obrazového vzdělávání“ může posloužit *Biblia pauperum* (Bible chudých).



Strana z dřevorytecké Bible chudých z 15. stol.
Uprostřed vidíme „Zvěstování“,
nalevo „Pokušení“,
vpravo „Gedeonovo round“ .



„Tanec smrti“, krakovský malíř,
kolem 1670, olej na plátně,
kostel Bernardýnů v Krakově.

Role obrazu v kultuře



Hnězdenské dveře , Polsko

- * Důležité vzdělávací role vizualizace si můžeme všimnout ve středověku.
- * Jako typický příklad tehdejšího „obrazového vzdělávání“ může posloužit *Biblia pauperum* (Bible chudých).



Bronzové dveře v kostele v Hildesheimu

Korelace obrazu s textem



Ryba – první symbol křesťanů – symbolizuje Ježíše Krista, je akrostichem řeckých slov: Ježíš - ΙΗΣΟΥΣ (Iêsoûs), Kristus - ΧΡΙΣΤΟΣ (Christós), Božský - ΘΕΟΥ (Theoû), Syn - ΥΙΟΣ (Hyiós), Zbavitel - ΣΩΤΗΡ (Sôtér), což dává dohromady Ichthys (ΙΧΘΥΣ), tedy ryba

- * Ke spojování obrazu s textem za účelem komplexnějšího znázornění konkrétního příběhu docházelo velmi často. V průběhu století se na mnoha obrazech objevovaly symboly, alegorie a emblémy, které zastupovaly text, naopak sám text byl nejdříve doprovázen obrazem, často ve formě iniciál nebo iluminací.



Alegorie vědy



Symboly svatých evangelistů

Korelace obrazu s textem



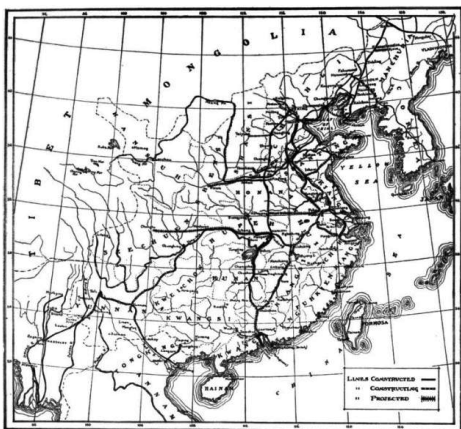
Kristus učil apoštoly (St .. Lukáš 9 v. 62)
fragment křídla oltáře Mompelgarter

- * Ke spojování obrazu s textem za účelem komplexnějšího znázornění konkrétního příběhu docházelo velmi často. V průběhu století se na mnoha obrazech objevovaly symboly, alegorie a emblémy, které zastupovaly text, naopak sám text byl nejednou doprovázen obrazem, často ve formě iniciál nebo iluminací.



Triptych Luthera, jehož autorem je Veit Thien, 1572, Weimar, fara. Toto dílo spojuje obraz s textem. Do dolní části obrazu je vepsána rýmovaná kronika o Lutherově životě, která vypráví o třech hlavních obdobích jeho působení. Další text se naopak objevuje v otevřené knize, kterou drží Martin Luther ve střední části triptychu. Jedná se o osobní modlitbu Luthera směřovanou k Bohu. Nápis je čitelný pouze ze strany reformátora!

Zobrazování v přírodních vědách



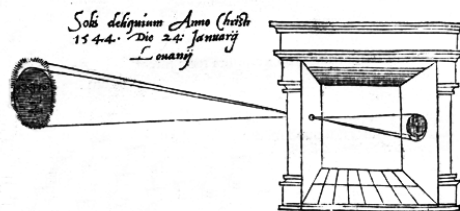
Mapa Yu Ji Tu, vytesaná do kamene v 1137, zobrazuje pobřeží Číny.



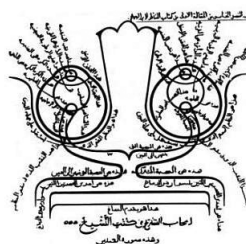
Strana Baconovy knihy „Optic“.



Stránky z Dioskurydesova herbáře „Materia Medica“ z 14. stol.



Sic nos exactè Anno .1544. Louanii eclipsis Solis obseruauimus, inuenimusq; deficere paulò plus q̄ dex-



The eye, from Al-Hazen's Optics Theaurus—AD 1038.

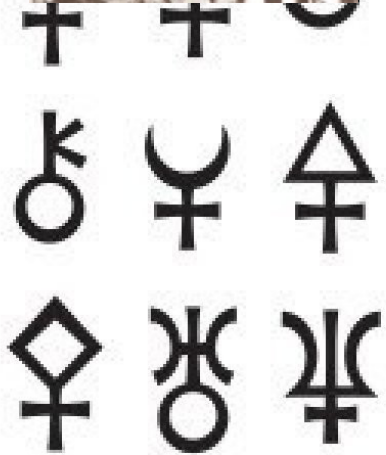
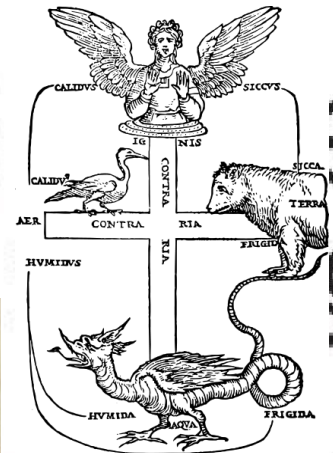
Stavba očí z „Optice Theaurus“ z 1038.



Strána Koperníkova manuskriptu.

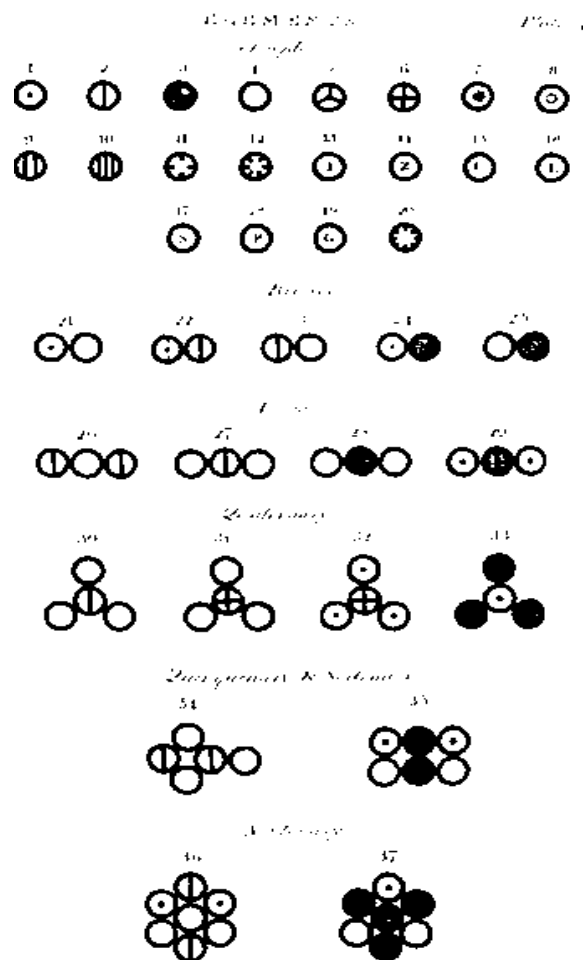
Zatmění Slunce podle Regniera Gemma Frisiuse.

Obraz v alchemii



Role vizualizace v chemii

Vizualizace v chemii



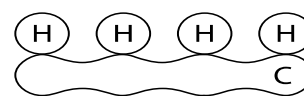
Daltonovy poznámky
seznam grafických symbolů prvků z 1808

Vizualizace v chemii

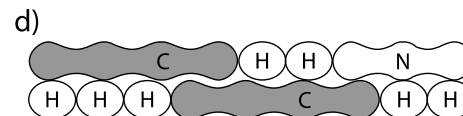
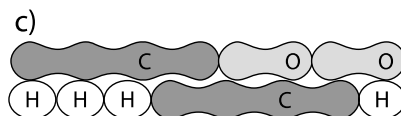
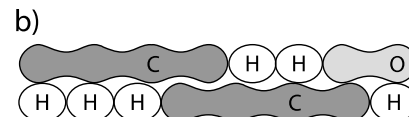
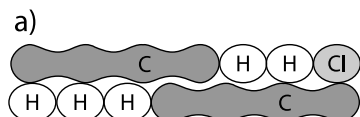
Znázorňování obrazem se využívalo také při pokusech o:

- * představení vnitřní stavby sloučenin,
- * vysvětlení pojmu valence.

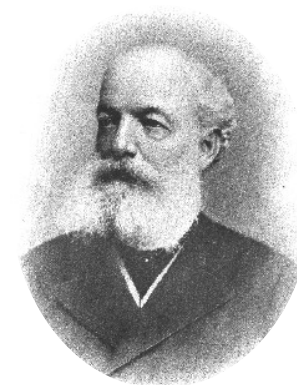
Kekuleho modely molekul i s jejich valencí



vzorec oxidu siřičitého a metanu



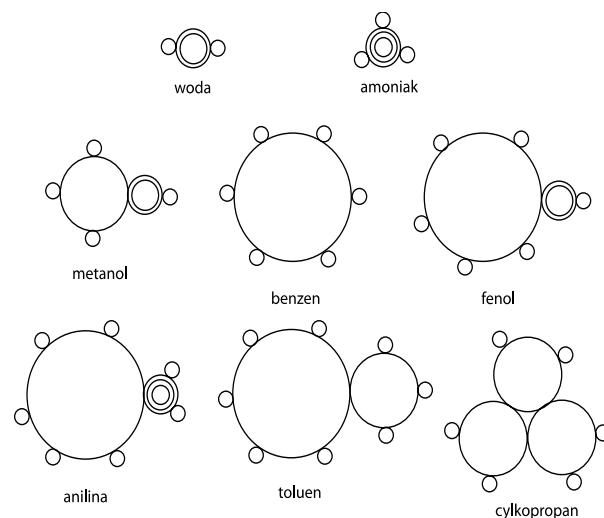
a. chlorethan, b. ethanol, c. kyselina octová, d. glycin



Vizualizace v chemii

Znázorňování obrazem se využívalo také při pokusech o:

- * představení vnitřní stavby sloučenin,
- * vysvětlení pojmu valence.

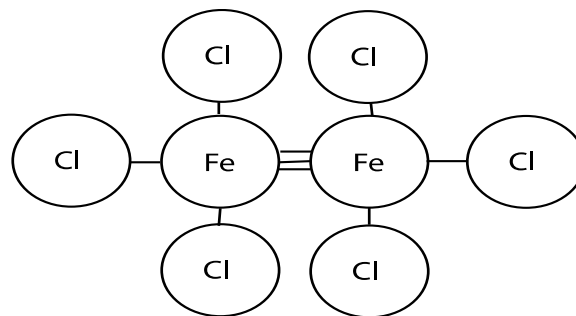
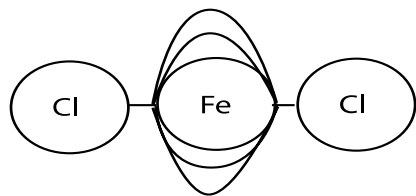


konstituční vzorce Loschmida

Vizualizace v chemii

Znázorňování obrazem se využívalo také při pokusech o:

- * představení vnitřní stavby sloučenin,
- * vysvětlení pojmu valence.

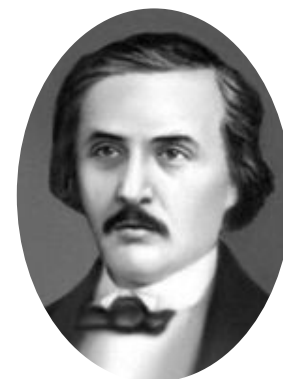
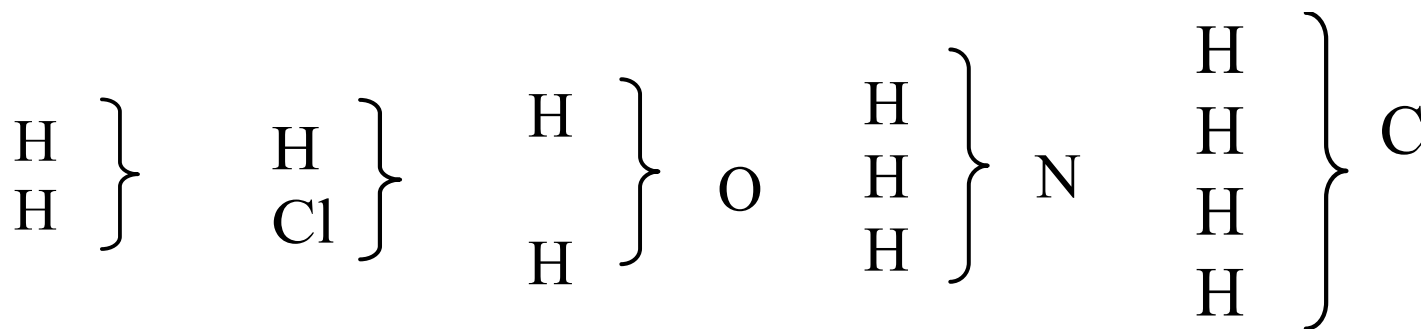


Modely molekul i s jejich valencí – Frankland

Vizualizace v chemii

Znázorňování obrazem se využívalo také při pokusech o:

- * představení vnitřní stavby sloučenin,
- * vysvětlení pojmu valence.

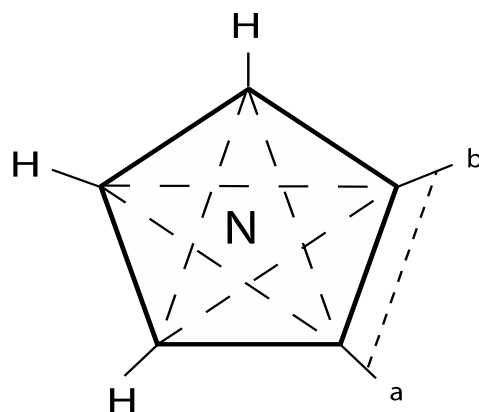


modely molekul podle Gerhardtovy teorie typů

Vizualizace v chemii

Znázorňování obrazem se využívalo také při pokusech o:

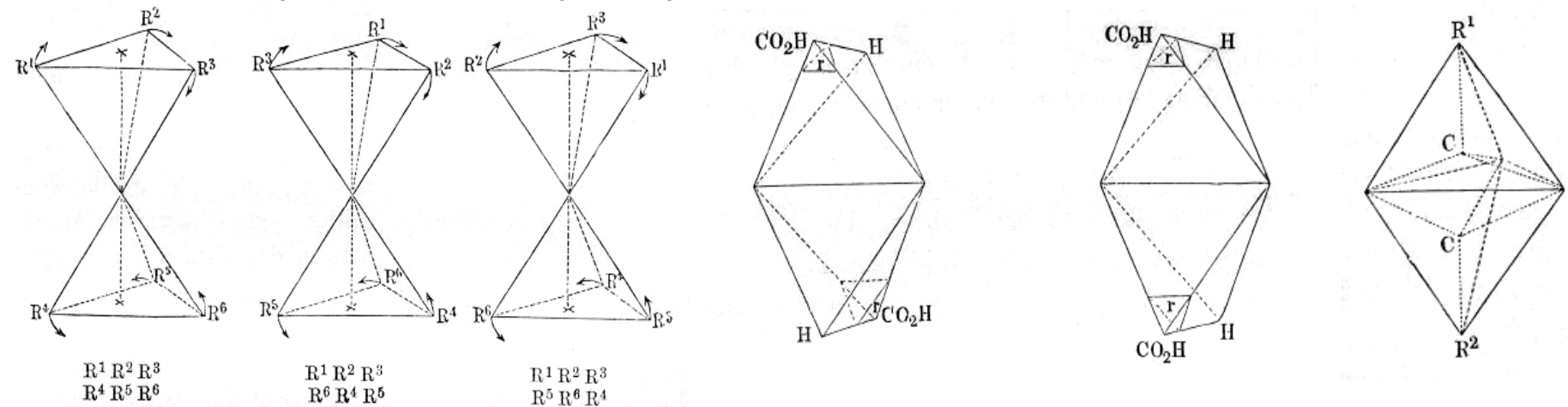
- * představení vnitřní stavby sloučenin,
- * vysvětlení pojmu valence.



Modely molekul i s jejich valencí - Delavaud

Vizualizace v chemii

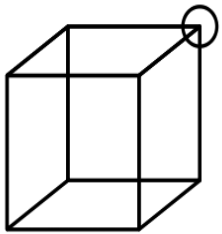
- Vizualizace v chemii umožnilo také vysvětlit podstatu dvou druhů izomerie – geometrické a optické.
- Bylo to možné teprve po návržení modelů atomů uhlíku van't Hoffem (1876), které měly tvar pravidelných čtyřstěnů.



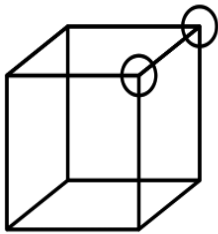
Tato tělesa byla spojena buď svými vrcholy, hranami, nebo základnami – v závislosti na druhu vazby.

Vizualizace v chemii

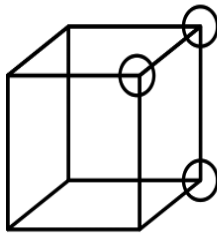
- * Hoffmanovy modely nemohly vysvětlit vlastní podstatu chemické vazby.
- * Umožnil to teprve model atomu ve tvaru krychle, jehož povrch byl stejný jako vnější elektronový povlak.
- * V rozích modelu se mohlo nacházet od 0 do 8 elektronů.



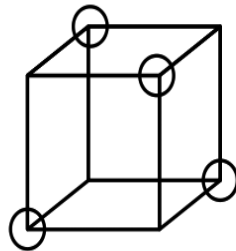
Li



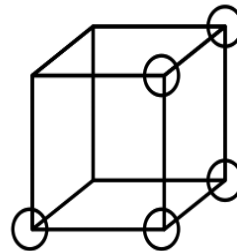
Be



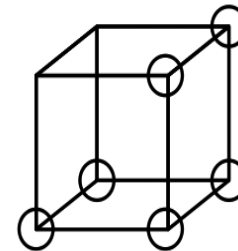
B



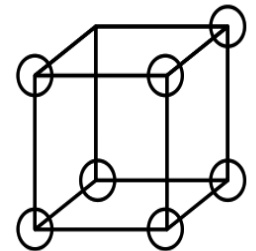
C



N



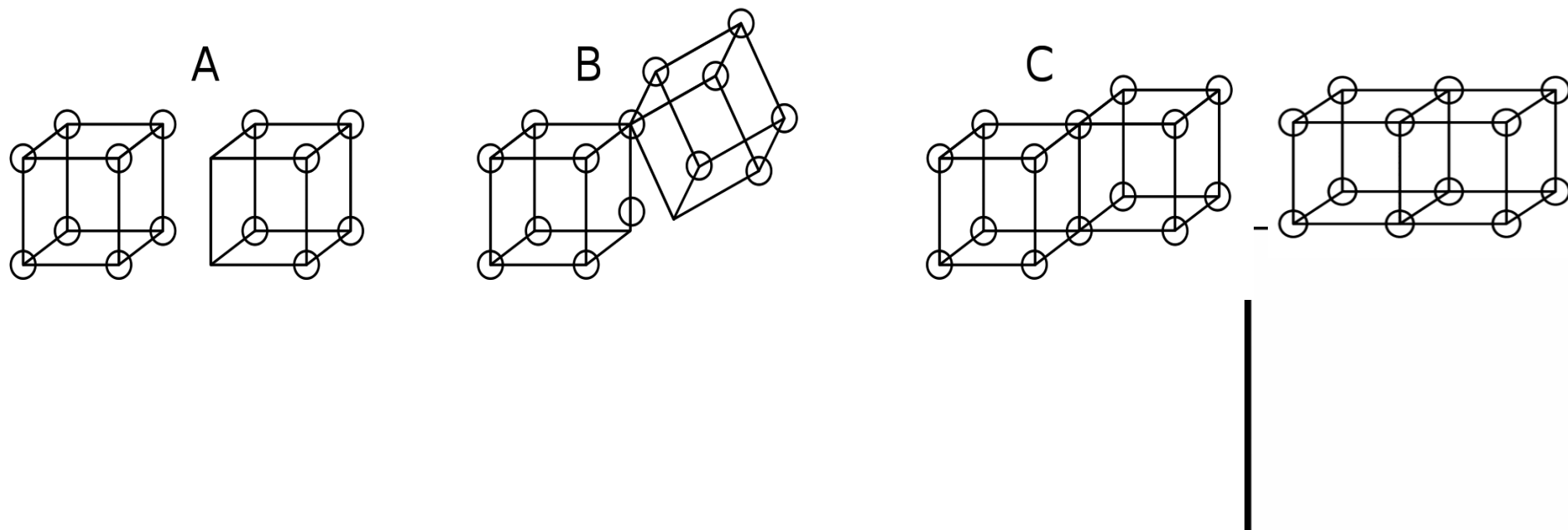
O



F

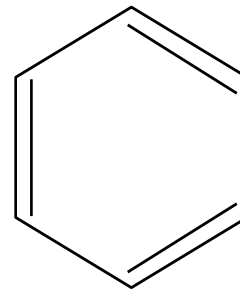
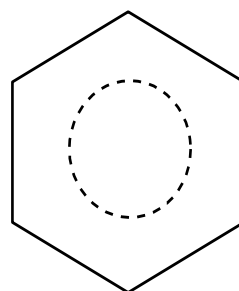
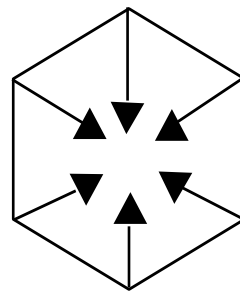
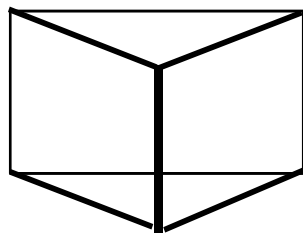
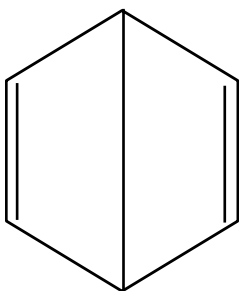
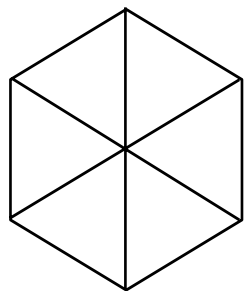
Vizualizace v chemii

- * Tento model se stal základem teorie chemické vazby, formulované Lewisem.

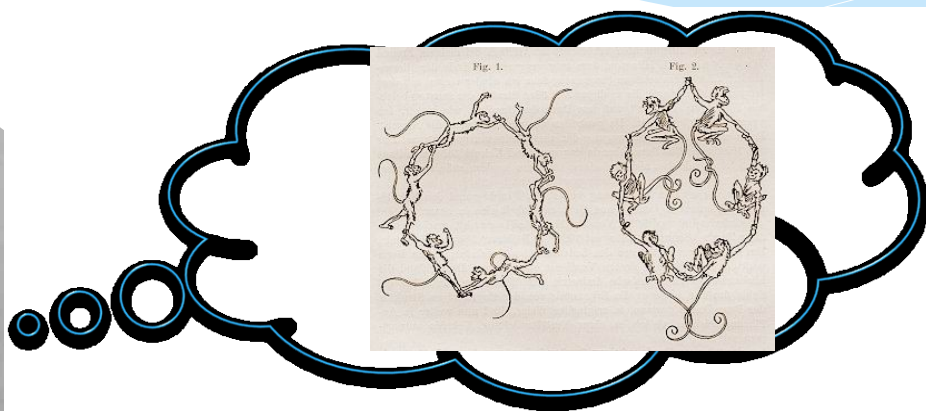


Vizualizace v chemii

Někdy dobrá vizualizace je nejlepším způsobem,
jak vysvětlit stavbu hmoty.

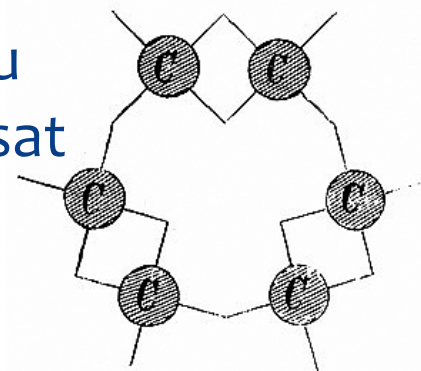


Vizualizace v chemii - benzen



Podle legendy se řešení problému ukázalo chemikovi ve snu.

Tyto fantazijní vizualizace mu pomohly celkem správně popsat strukturu benzenu.



Vizualizace - shrnutí a utřídění informací

THE PERIODICITY OF THE ELEMENTS

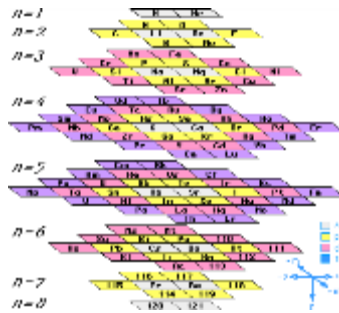
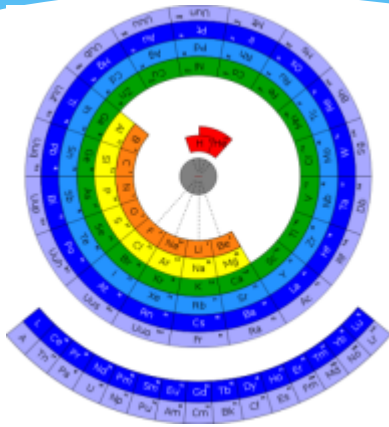
The Elements	Their Properties in the Free State				The Composition of the Hydrogen and Organometallic Compounds	Symbols and Atomic Weights	The Composition of the Simple Oxides		The Properties of the Simple Oxides		Small Periods or Series
	<i>t</i>	<i>a</i>	<i>d</i>	$\frac{A}{d}$			RH _m or R(CH ₃) _n	R	A	$d = \frac{2A + n \cdot 16}{V}$	
Hydrogen	< -200°	< 0.00	> 20		[5]	H	1	1 = n	[6] [9] [10] 6917 194 < -20	[11]	
Lithium	180°	0.59	12		w = 1	Li	7	1	20 15 - 9	1	
Beryllium	(900°)	1.84	8.3			Be	9	2	206 15 4 2.6	2	
Boron	(1500°)	2.5	4.4		3	B	11	3	18 39 10		
Carbon	> (2000°)	< 0.0	> 6		4	C	12	4	> 219 68 < 19		
Nitrogen	-200°	< 0.7	> 20		3	N	14	3 5	164 66 6 3		
Oxygen	< -200°	< 1.0	> 16		2	O	16	2	—		
Fluorine	—	—	—		1	F	19	1	—		
Sodium	98°	0.71	0.98	23		Na	23	1	Na ₂ O 26 24 - 22	3	
Magnesium	500°	0.77	1.74	14		Mg	24	2	26 22 - 3		
Aluminum	600°	0.25	2.6	11		Al	27	3	Al ₂ O ₃ 40 20 + 13		
Silicon	(1500°)	0.68	2.9	12		Si	28	4	265 45 5.2		
Phosphorus	44°	1.82	3.2	14		P	31	3 5	209 50 6.2		
Sulphur	114°	0.67	2.07	15		S	32	2 4 5 6 7	196 62 8.7		
Chlorine	-75°	1.5	3.7			Cl	35.5	3 5 7	—		
Potassium	58°	0.84	0.87	45		K	39	1	27 35 - 55	4	
Calcium	(800°)	—	1.6	25		Ca	40	2	215 30 —		
Selenium	(3500°)	—	1.5	19		Se	78	4	286 83 (0)		
Titanium	(3500°)	—	1.51	94		Ti	48	3 4 5	42 28 (+5)		
Vanadium	(3000°)	—	1.5	93		V	51	3 4 5	249 52 6.7		
Chromium	(3000°)	—	1.5	89		Cr	52	3 4 6	274 73 9.2		
Manganese	(1500°)	—	1.5	73		Mn	55	3 4 6 7	—		
Iron	(1400°)	—	1.5	73		Fe	56	3 4 6	—		
Cobalt	(1400°)	—	1.5	68		Co	59	3 4 6	—		
Nickel	(1500°)	—	1.5	68		Ni	59	3 4 6	—		
Copper	(1050°)	—	1.5	72		Cu	63	1 2 3	Cu ₂ O 59 34 9.8	5	
Zinc	(900°)	—	1.5	72		Zn	65	2 3	—		
Gallium	29°	—	1.5	12		Ga	70	3	Ga ₂ O ₃ (91) (26) (40)		
Germanium	(900°)	—	1.5	13		Ge	72	3 4 5	47 44 45		
Arsenic	(500°)	—	1.5	13		As	75	3 4 5	42 41 60		
Antimony	217°	—	1.5	16		Sb	75	3 4 5 7	—		
Bismuth	271°	—	1.5	16		Bi	208	3 4 5 7	—		
Rubidium	39°	—	1.5	87		Rb	85	1	—	6	
Strontium	(600°)	—	1.5	88		Sr	87	2	48 48 - 11		
Yttrium	(900°)	—	1.5	88		Y	89	3	265 45 (-2)		
Zirconium	(1500°)	—	1.5	91		Zr	90	3 4 5	47 43 - 9.2		
Niobium	—	—	1.5	94		Nb	94	3 4 5 7	47 37 - 6.2		
Molybdenum	—	—	1.5	96		Mo	96	3 4 5 6	44 65 6.8		
Ruthenium	(9000°)	—	1.5	122	8.4	Ru	101	3 4 6 8	—		
Rhodium	(1900°)	—	1.5	121	8.6	Rh	104	3 4 6 8	—		
Palladium	(1500°)	—	1.5	114	8.2	Pd	106	3 4 6 8	—		
Silver	950°	—	1.5	107	10	Ag	108	1	Ag ₂ O 75 81 11	7	
Cadmium	300°	—	1.5	112	10	Cd	112	2	In ₂ O ₃ 815 91 2.5		
Indium	125°	—	1.5	114	14	In	115	3	718 38 3.7		
Tin	230°	—	1.5	118	16	Sn	118	3 4 5 6	695 43 2.8		
Antimony	429°	—	1.5	122	18	Sb	120	3 4 5 7	—	8	
Tellurium	455°	—	1.5	127	20	Te	128	3 4 5 6 7	51 68 4.7		
Iodine	113°	—	1.5	127	20	I	127	3 4 5 6 7	—		
Cesium	27°	—	1.5	133	21	Cs	133	1	—		
Barium	(700°)	—	1.5	137	26	Ba	137	2	51 60 - 6.0		
Lanthanum	(700°)	—	1.5	139	28	La	139	3	65 50 + 1.3		
Cerium	(700°)	—	1.5	140	21	Ce	140	3 4	67 50 2.0		
Praseodymium	(800°)	—	1.5	141	22	Pr	141	3 4 5	—		
Ytterbium	—	—	1.5	173	(25)	Yb	173	3	918 48 (-2)	10	
Tantalum	—	—	1.5	182		Ta	182	5	75 59 4.6		
Tungsten	(1500°)	—	1.5	191	9.6	W	184	4 6 8	69 67 8		
Osmium	(3500°)	—	1.5	223	8.5	Os	191	3 4 6 8	—		
Iridium	(3000°)	—	1.5	224	8.6	Ir	196	3 4 6 8	—		
Platinum	(1775°)	—	1.5	215	9.2	Pt	196	3 4 6	—		
Gold	(1063°)	—	1.5	193	10	Au	198	1	Am ₂ O ₃ (125) (23) (18)	11	
Mercury	-39°	—	1.5	15	15	Hg	200	1 2 3	111 39 4.5		
Thallium	204°	—	1.5	118	17	Tl	204	1 2 3	Tl ₂ O ₃ (97) (47) (43)		
Lead	327°	—	1.5	112	18	Pb	208	2 3 4	—		
Bismuth	268°	—	1.5	98	21	Bi	208	3 4 5	—		
Thorium	—	—	1.5	112	21	Th	232	4	9.86 54 2.0	12	
Uranium	(800°)	—	1.5	187	13	U	240	4 6	(72) (86) (9)		

Vizualizace může sloužit také k shrnutí a utřídění informací, můžeme to pozorovat například v případě periodické soustavy a tabulek rozpustnosti.

Periodická soustava

Vizualizace

- shrnutí a utřídění informací: periodická soustava



1	H																	18	He	
2	Li	Be											13	B	C	N	O	F	Ne	2
3	Na	Mg											14	Al	Si	P	S	Cl	Ar	3
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	15	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr	4
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	16	In	Sn	Sb	Te	I	Xe	5
6	Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	17	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	6
7	Fr	Ra	Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Uu	Uu	Uu	18	Uuq						7

■ Metale
■ Nietmetale
■ Nietmetale - gazy szlachetne
■ Półmetale

Lantanowce

Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Aktynowce

Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr
----	----	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

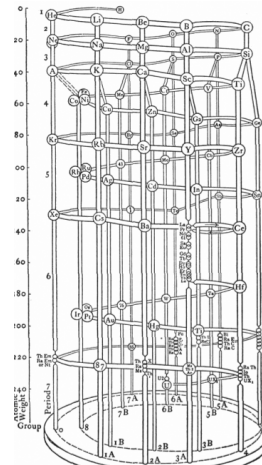
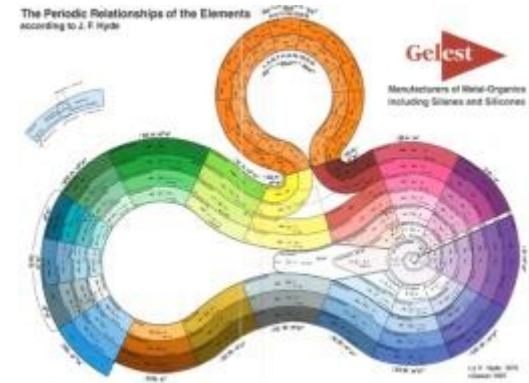
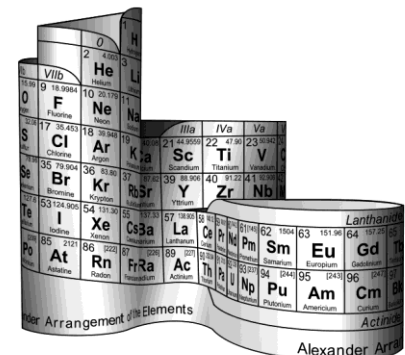
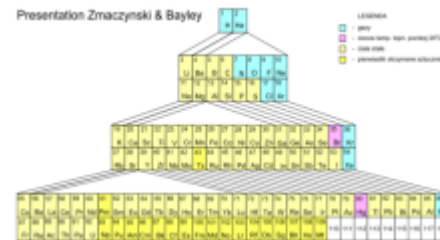


FIGURE 22—PERIODIC TABLE BY HARKINS AND HALL



Presentation Znaczniski & Bayley



Vizualizace

- shrnutí a utřídění informací

TABELA ROZPUŠČALNOSTI SOLI I WODOROTLENKOW

Jon	NH ₄ ⁺	Li ⁺	Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Sr ²⁺	Ba ²⁺	Al ³⁺	Sr ²⁺	Pb ²⁺	Bi ³⁺	Zn ²⁺	Cd ²⁺	Hg ²⁺	Ag ⁺	Cu ²⁺	Fe ²⁺	Fe ³⁺	Ni ²⁺	Co ²⁺	
OH ⁻																						
F ⁻																						
Cl ⁻																						
Br ⁻																						
I ⁻																						
NO ₂ ⁻																						
NO ₃ ⁻																						
S ²⁻																						
SO ₃ ²⁻																						
SO ₃ ⁻																						
CO ₃ ²⁻																						
SiO ₃ ²⁻																						
PO ₄ ³⁻																						
MnO ₄ ⁻																						
CrO ₄ ²⁻																						
Oxider																						

□ - osad się nie strąca
 ▼ - osad słabo rozpuszczalny w roztworze wodnym
 ○ - osad nierozpuszczalny w roztworze wodnym
 ■ - w roztworze zachodzą skomplikowane reakcje lub wynik zależy od warunków reakcji
 Kolory figur geometrycznych odpowiadają barwom strącanych osadów.

Tabulky rozpustnosti

		KATIONY											
		Na ⁺	K ⁺	Ag ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Ba ²⁺	Zn ²⁺	Cu ²⁺	Pb ²⁺	Fe ²⁺	Fe ³⁺	Al ³⁺
ANIONY	OH ⁻			nietrwaly									
	Cl ⁻												
	NO ₃ ⁻												
	CO ₃ ²⁻												
	SO ₄ ²⁻												
	PO ₄ ³⁻												
	SiO ₄ ⁴⁻												

■ bardzo dobrze rozpuszczalny
 ■ dobrze rozpuszczalny
 ■ słabo rozpuszczalny
 ■ trudno rozpuszczalny

		Kationy											
		Na ⁺	K ⁺	Ag ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Ba ²⁺	Zn ²⁺	Cu ²⁺	Pb ²⁺	Fe ²⁺	Fe ³⁺	Al ³⁺
Aniony	OH ⁻			nietrwaly									
	Cl ⁻												
	NO ₃ ⁻												
	CO ₃ ²⁻												
	SO ₄ ²⁻												
	PO ₄ ³⁻												
	SiO ₄ ⁴⁻												

○ bardzo dobrze rozpuszczalny
 ○ dobrze rozpuszczalny
 ○ słabo rozpuszczalny
 ○ trudno rozpuszczalny

Vizualizace v chemii

- Vysvětlení problému

- * Obrazy mohou plnit nejen roli ilustrace, ale někdy je také možné s jejich pomocí vysvětlit problémy, které je těžké si představit.
- * Jako příklad takového přístupu může posloužit text prof. Janusze Rachonia z Gdaňské polytechniky, ve kterém popisuje, jakým způsobem vysvětluje studentům teorii rezonance Linuse Paulinga pomocí obrazů Salvadora Dalího:

Vizualizace v chemii - Vysvětlení problému

Obě tato plátna představují více než jeden obraz.



Vizualizace v chemii - Vysvětlení problému

Obě tato plátna představují více než jeden obraz.



- * Na prvním z nich vidíme mužskou hlavu nebo postavu opřenou o balvan.

Vizualizace v chemii

- Vysvětlení problému

Obě tato plátna představují více než jeden obraz.

- * Na druhém je profil ženské tváře nebo válečné pole.



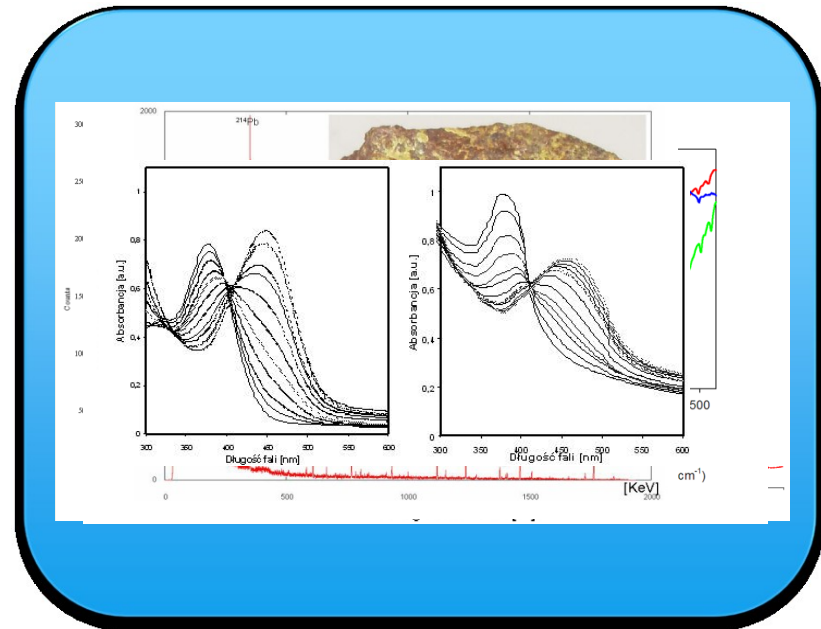
Vizualizace v chemii - Vysvětlení problému

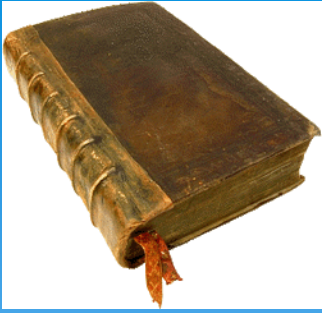
Tato plátna jsou tedy součinem dvou obrazů, dvou mezomerických struktur.
Co více – v té samé časové jednotce nejsme schopni vidět tyto dva obrazy
zároveň na jednom plátně.



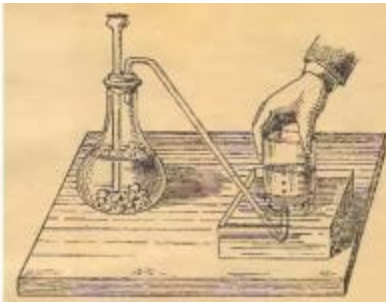
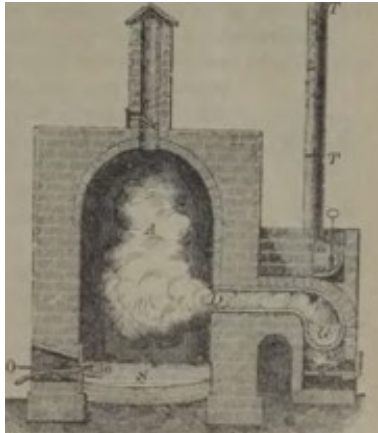
Vizualizace v chemii - spektroskopie

- * Vizualizace v chemii je často výsledkem odborného experimentu a díky němu jsou vědci schopni vyvodit nové závěry, týkající se např.:
 - * objevení nových prvků,
 - * vnitřní stavby hmoty,
 - * chemického složení látek,
 - * nebo stavby vzdálených hvězd.

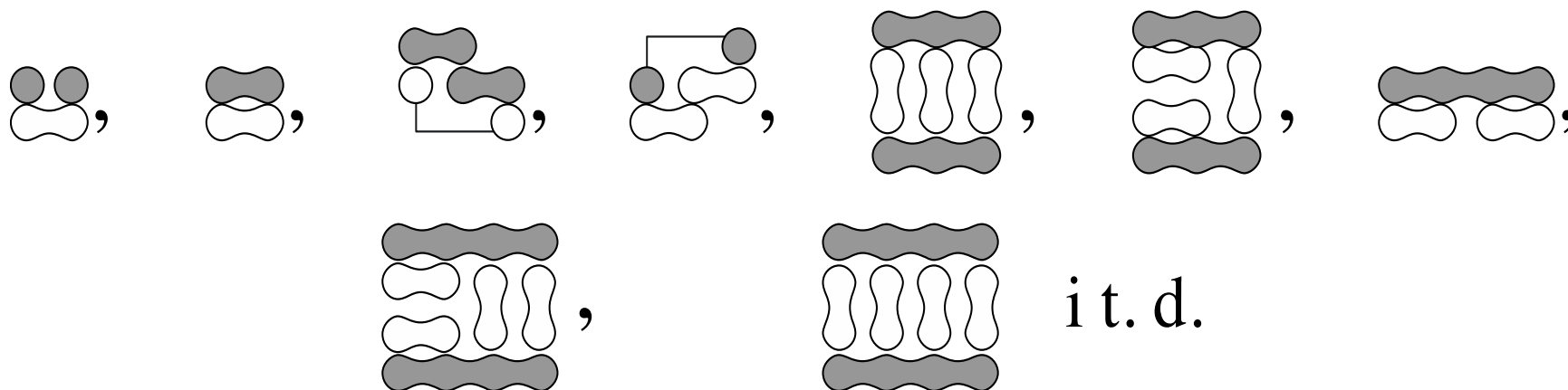




Role vizualizace ve výuce chemie - historie



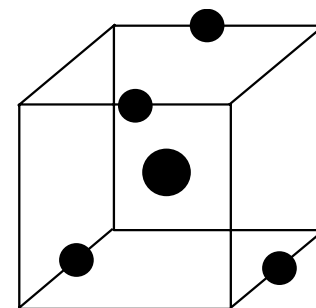
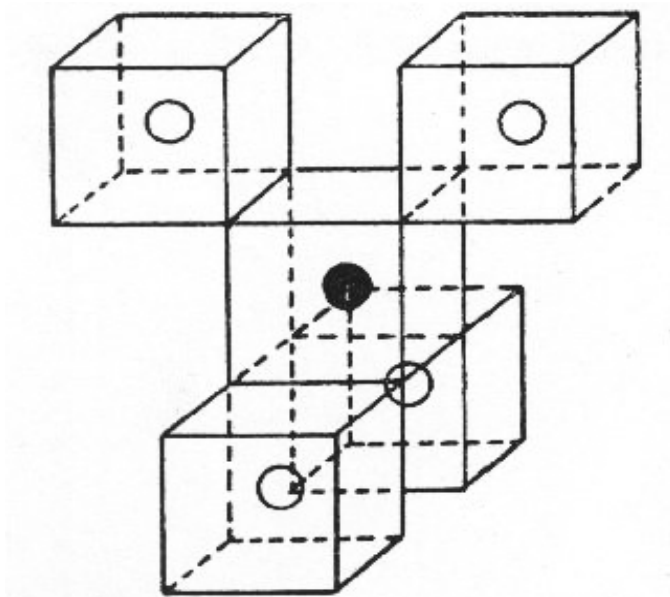
Role vizualizace ve výuce chemie



* Obrázky, které vysvětlují vnitřní stavbu látek



Role vizualizace ve výuce chemie



- * Grafické vysvětlení teorie oktetu (na příkladě tetra chlormethanu)

Role vizualizace ve výuce chemie



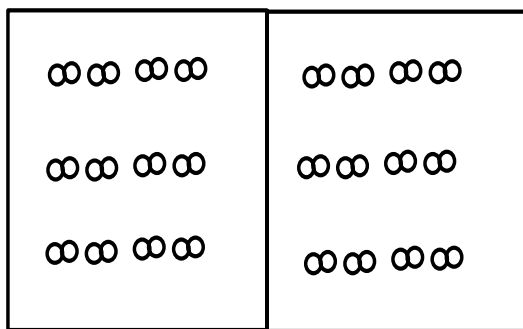
○ atom voduru

○ atom tlenu

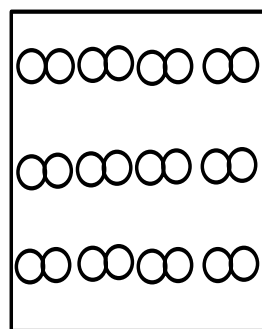
∞ částeczka voduru

∞∞ částeczka tlenu

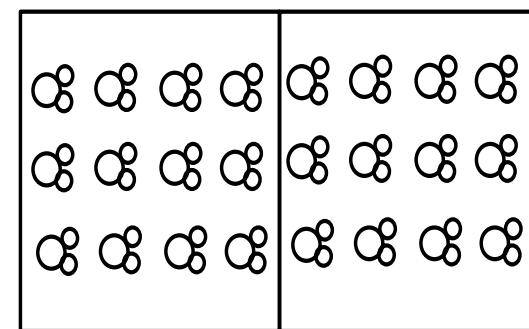
∞∞ částeczka vody



+



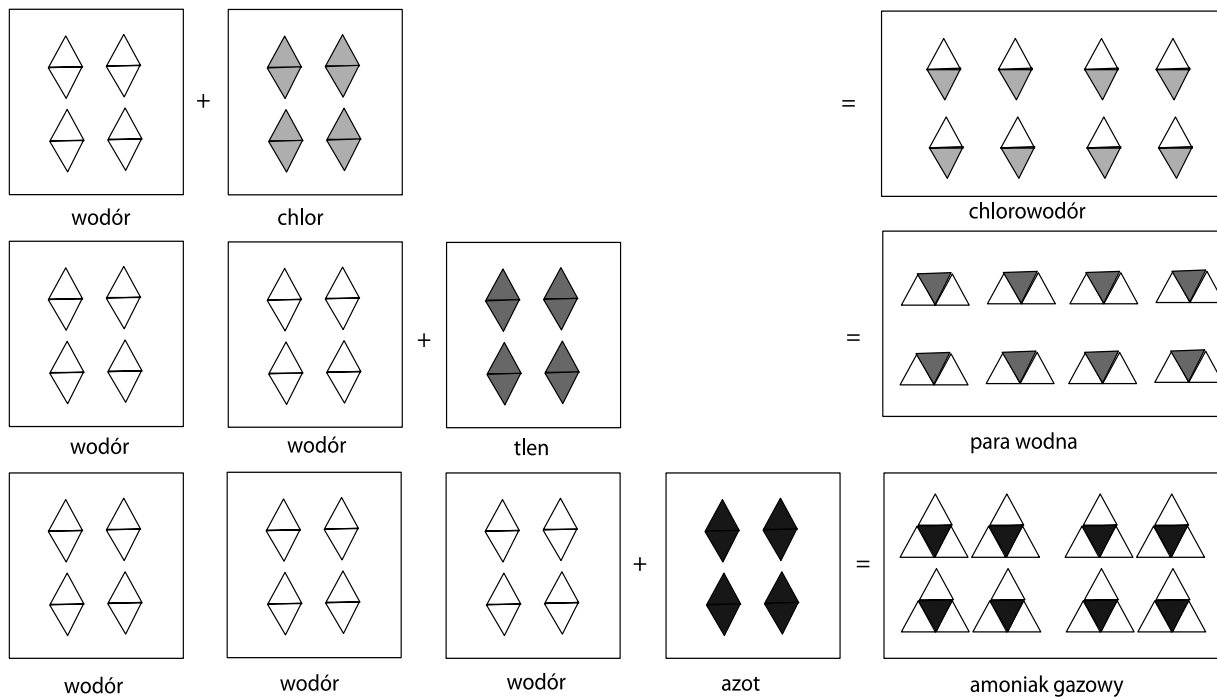
=



* Obrázková znázornění průběhu chemických reakcí



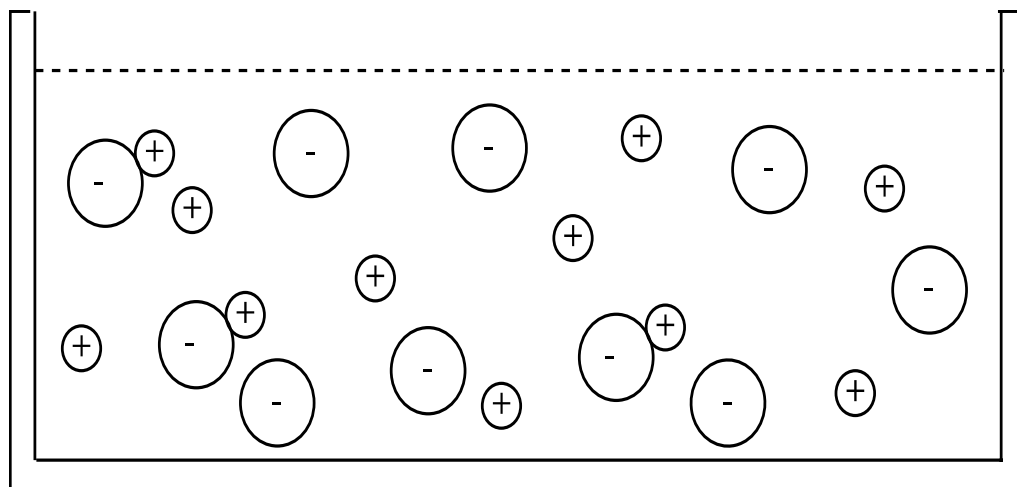
Role vizualizace ve výuce chemie



* **Obrazové ztvárnění kvantitativních vztahů a kvalitativních změn, ke kterým dochází v průběhu chemické reakce**



Role vizualizace ve výuce chemie



- \oplus jon dodatni
- \ominus jon ujemny
- $\ominus \oplus$ cząsteczka niezdysojowana

* Vizualizaci mikrosvěta a zákonů, které v něm vládnou



Modelování ve výuce chemie

Definice pojmu „model“

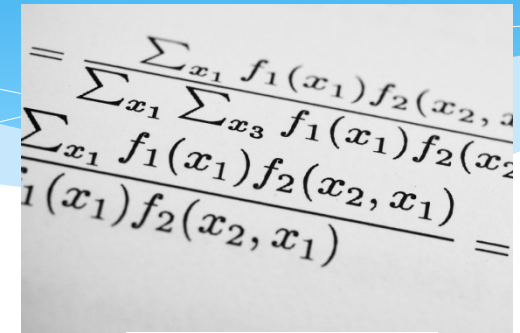
Pojem „model“ se používá v různých kontextech:

1. Tímto termínem se rozumí:

- * matematické a mentální přiblížení daného problému,
- * didaktické prostředky.

2. V hovorovém jazyku pojem model nejčastěji znamená:

- * původní vzor něčeho vytvořeného;
- * prototyp, *např. model automobilu*;
- * ideální vzor, který chceme realizovat v určité činnosti nebo funkci, *např. model perfektního učitele*;
- * strukturu toho, co je předmětem našeho zájmu, *např. model školy*;
- * ve výtvarném umění se jedná o věc nebo člověka, který bude malován, tesán.



Definice pojmu „model“

Slovník spisovné polštiny

- vzor, podle kterého je nebo má být něco vytvořen;
- předmět, který je kopií nebo vzorem daného předmětu, vytvořený obvykle v menších rozměrech, z náhradních materiálů;
- zkušební exemplář nějaké série produktů; prototyp, šablona.

Wikipedie

- model systémem výchozích údajů, pojmů a vztahů mezi nimi, které umožňují přibližným způsobem popsat (modelovat) nějaký aspekt skutečnosti;
- všeobecně bývá vyjadřován v matematickém jazyku, protože takový způsob zápisu umožňuje jeho empirické ověření.



Definice pojmu „model“

Materiální modely jsou existujícími předměty, jejichž vlastnosti umožňují rekonstruovat stavbu nebo podstatu zkoumaného předmětu nebo průběhu procesu.

Jedná se o zjednodušené a zkrácené reprodukce ideálních modelů, a proto je možné je uznat za „modely modelů“. Ještě než materiální model vznikne, musí existovat ve vědcově mysli jako určitá myšlenka, tedy jako ideální model. Z toho vyplývá, že modely jsou ve své prvotní formě abstraktními představami, které mohou být později ztvárněny konkrétním způsobem.

Ideální modely existují jedině v mysli člověka, jedná se tedy o systémy obrazů nebo znaků.

Ideální model je zobrazením zkoumaného jevu, které může obsahovat hypotetická vysvětlení a které může pomoci ověřit správnost dané hypotézy.

Platts

Ideální modely, které jsou spojeny s konkrétní teorií, se nazývají teoretické modely.

Sztoff

Pro vědecké a vzdělávací účely nejdůležitější jsou ty modely, které jsou spojeny s vytvářením nových poznatků.

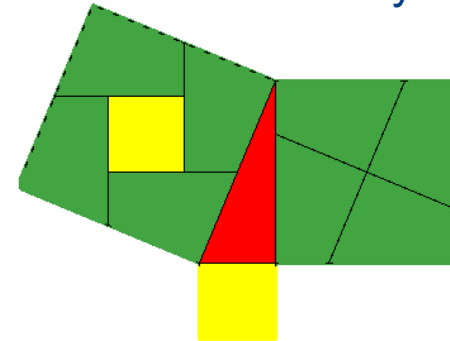
Jako model se rozumí taková soustava, kterou je možné vymyslet nebo materiálně realizovat a která v sobě odráží nebo reprodukuje předmět výzkumu a je schopna ho nahradit tak, že její výzkum nám přináší nové informace o tomto předmětu.

Role teoretických modelů ve vědeckém výzkumu

Teoretické (ideální) modely plní důležitou roli při vytváření nových vědeckých teorií. Rozlišují se 3 základní funkce, které modely mohou plnit ve vědeckém výzkumu:

1. vysvětlující

když je model součástí hypotézy, která vzniká na základě experimentů, interpretuje zpozorované fakty a jevy, umožňuje je vysvětlit pomocí teoretických tvrzení, jež byla vypracována pro oblast, ze které byl model vybrán,



2. prognostická

kteřá spočívá na využívání existujících analogií mezi modelem a originálem za účelem popsání pravděpodobných vlastností nebo principů fungování originálu na základě modelu,



3. ověřující

když není možné nebo je obtížné provést verifikaci hypotézy na základě experimentu s použitím objektu, který je předmětem výzkumu.



Teoretické modely ve vývoji chemie

Celý vývoj současné chemie je založen na využívání teoretických modelů.

$$i\hbar\frac{\partial}{\partial t}\Psi(\mathbf{r}, t) = \hat{H}\Psi(\mathbf{r}, t)$$

Vyplývá to z faktu, že zkoumané objekty a procesy, kterým podléhají, není možné přímo pozorovat.



Teoretické modely ve vývoji chemie

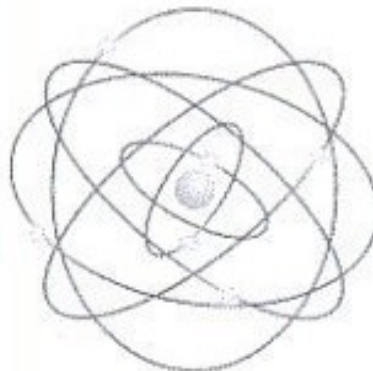
- * Důležitým faktem spojeným s problémem vytváření modelů v chemii je to, že spolu s vytvářením nových chemických teorií vznikají nové teoretické modely a jim odpovídající materiální modely.
- * Zvláštní pozornost zasluhuje situace, ve které je nová teorie založena na úplně jiných předpokladech než teorie, která jí předcházela.
- * V takovém případě se nový model zásadním způsobem liší od toho původního.



Aristotelův
model atomu



Thomsonův
model atomu



Bohrův
model atomu



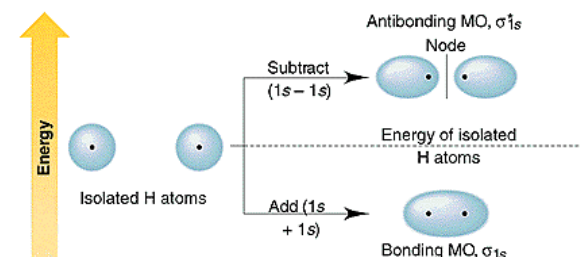
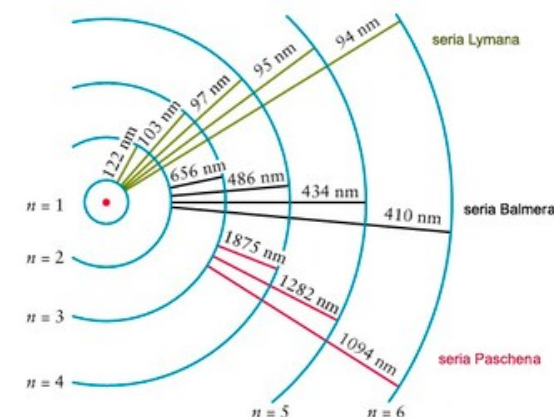
kvantový
model atomu

Teoretické modely ve vývoji chemie

Protože vývoj chemických teorií stavby mikrosvěta postupuje v posledních sto letech velmi rychle, můžeme se dnes setkat s mnoha různými modely.

Vyplývá to z několika faktů:

1. starší modely nebyly úplně vytlačeny novými, korektnějšími modely (*s touto situací se setkáváme především ve vyučování*);
2. aktuální stav našich vědomostí způsobuje, že používáme mnoho modelů, z nichž se každý odvolává pouze na určitý soubor chemických faktů např.:
 - * jiný model používáme k představení stavby látky na úrovni chemických individuálních látek,
 - * jiný k interpretaci procesů, ke kterým dochází v roztocích elektrolytů,
 - * a ještě jiný k vysvětlení podstaty chemických reakcí a z toho vyplývajících vlastností chemických látek.



Teoretické modely ve vývoji chemie

* Používání mnoha modelů kromě toho pokaždé nutí jak žáka, tak i učitele ale i vědce k vědomému výběru modelu podle oblasti vědeckého zájmu, ale také vyžaduje poznání nedostatků jednotlivých modelů a jejich vzájemných vztahů.

* Výsledkem toho je situace, ve které používáme mnoho různých modelů a musíme si pokaždé uvědomit, že žádný z nich není ideální ani definitivní.

* V případě některých z nich je také nutné pamatovat na jejich výlučně historický význam.

Ve výuce je tato situace zvláště nepříznivá a vede k narušování procesu učení, což v některých situacích může způsobit dokonce tyto nepříznivé jevy:

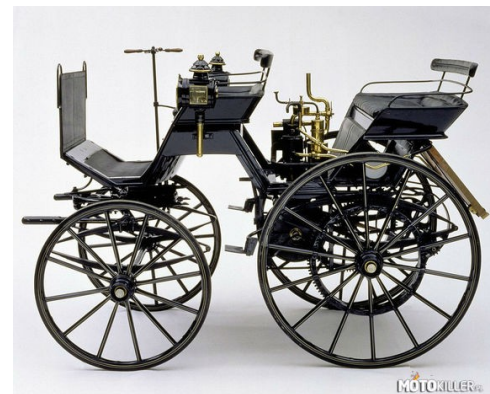
- * negativní transfer,
- * generalizace podnětu,
- * pro- a retroaktivní interference.



Teoretické modely ve vývoji chemie

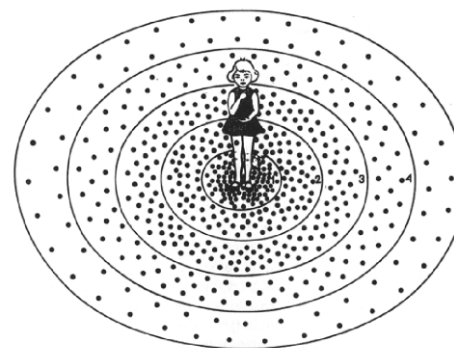
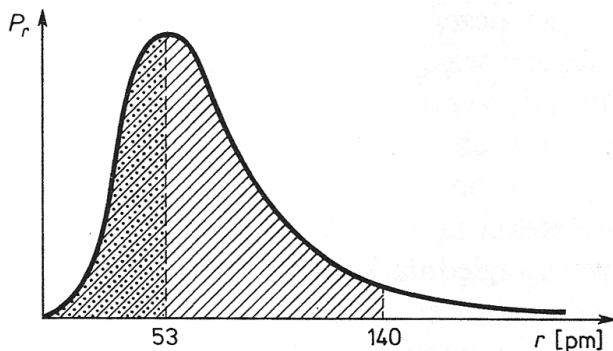
Jakým problémem se může stát tradiční model, můžeme si všimnout dokonce v případě specialistů, kteří ve své činnosti přecházejí od nejstarších teoretických

* *Ještě mnoho let po objevení spalovacího motoru připomínala auta svým vzhledem bryčky, landauery, karotky atd., protože nikdo neuměl tak rychle využít všechny dobré důsledky, které přinesla radikální změna – automobil už nepotřeboval koňský postroj. Ještě za mého dětství jezdily výborné motorové automobily, které neměly přívod teplého vzduchu do svého vnitřku. Metr od zmrzlých (v zimě) cestujících, kteří byli přikryti kožichy jak v sáních, stála obrovská pec – motor, který bylo nutné chladit, ale nikoho nenapadlo využít za tímto účelem cestující!*



Teoretické modely ve výuce chemie

- * Teoretické modely jsou užitečné nejen pro vědce, ale zvláštní roli plní také ve výuce chemie na všech stupních chemického vzdělávání.
- * Teoretické modely ke slovnímu nebo obrazovému znázornění světa často využívají synektiku.

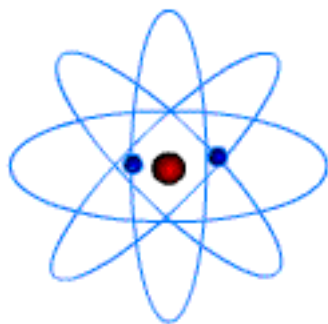


*Ukázka synektických obrázkových metod ve výuce chemie
porovnání grafu radiální hustoty pravděpodobnosti pro základní stav vodíku s
rozsypanými korálky*

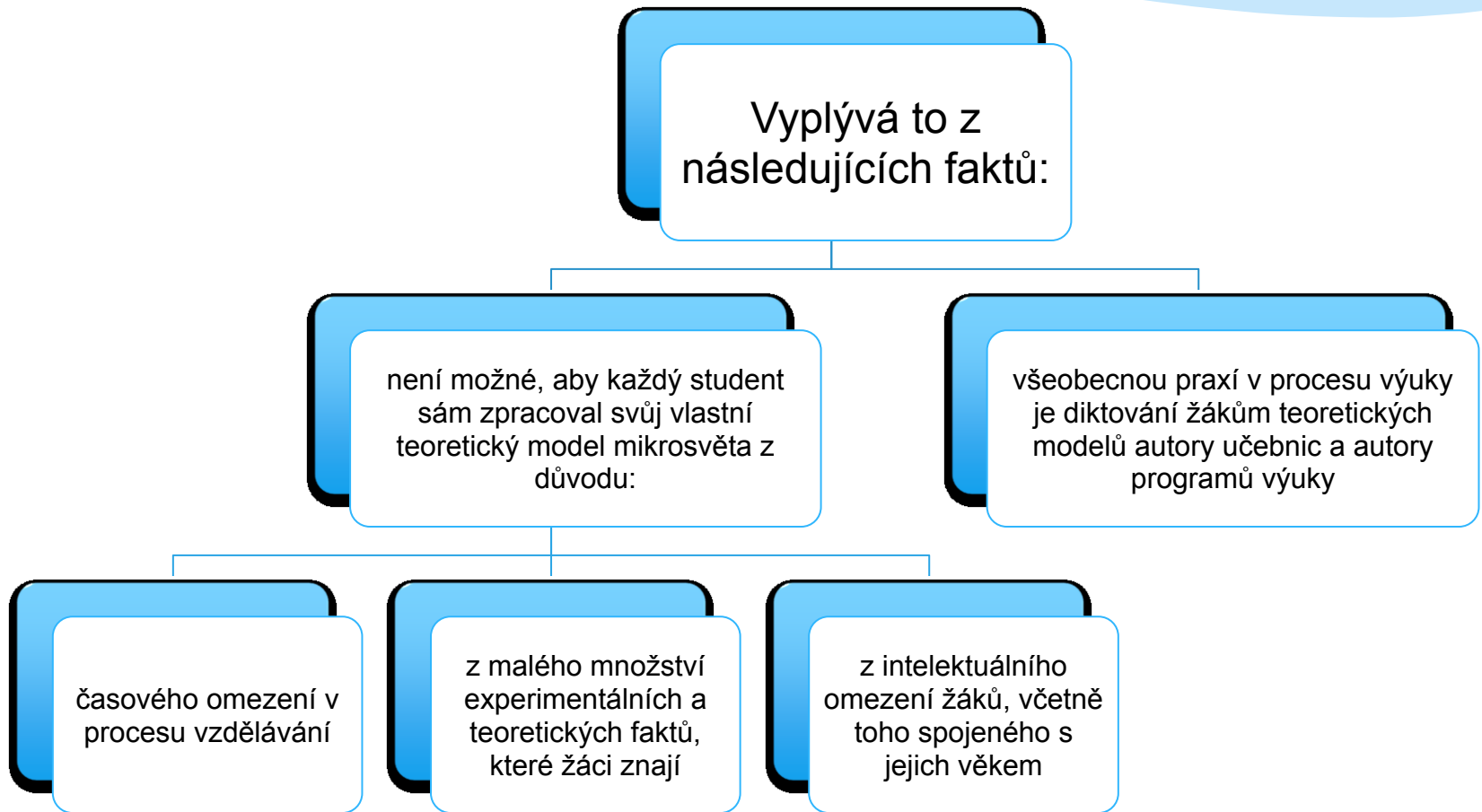
Teoretické modely ve výuce chemie

Ve výuce chemie představuje se žákům především hotový, plně zpracovaný model stavby mikrosvětá.

Model ukazuje žákům buď učitel, nebo ho najdou v učebnici, eventuálně v jiném zdroji poznatků.



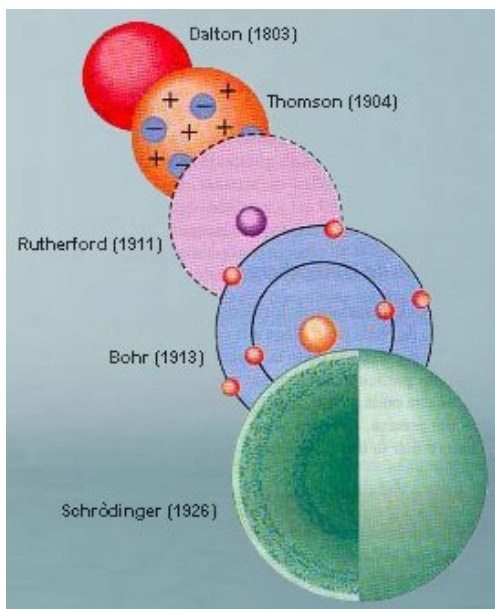
Teoretické modely ve výuce chemie



Výsledkem je situace, ve které představy, jež se objeví v myslích žáků, jsou shodné s teoretickými modely, jež byly představeny.

Teoretické modely ve výuce chemie

- * V procesu výuky chemie se žáci postupně seznamují s různými teoretickými modely, často v historickém pořadí, tak, jak vznikaly další teorie.
- * Proto také mnoho chemických pojmů v počátečním stádiu výuky se objevuje ve své původní podobě.



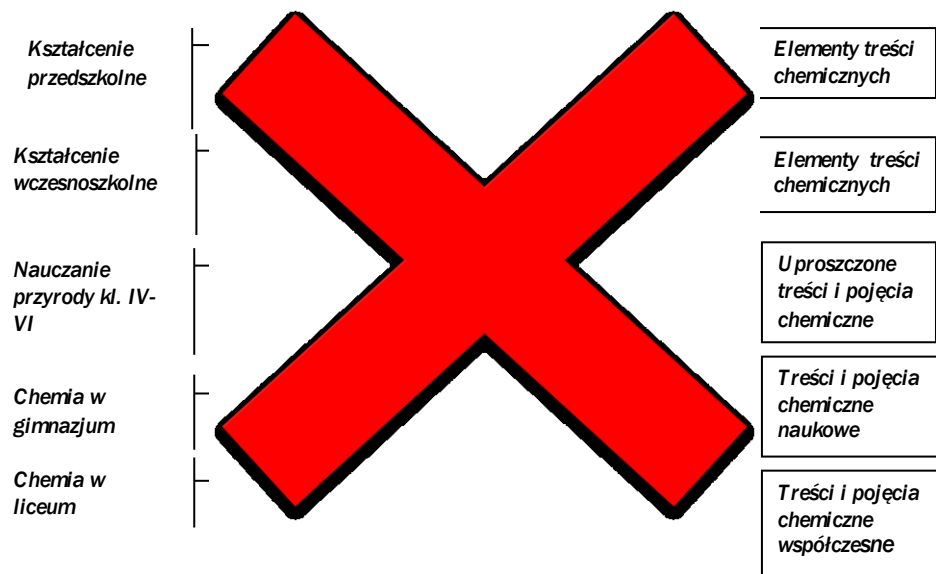
- * Je to spojeno s tvrzením, které se udržuje mezi didaktiky chemie, že:

*„požadavek na současnost
náplně výuky
může být brán v úvahu
pouze do takové míry,
do jaké žáci jsou schopni
současnou náplň pochopit a
osvojit“.*



Teoretické modely ve výuce chemie

- * Takový přístup ale způsobuje mezeru mezi jednotlivými stádii vzdělávání, protože v každé fázi jsou zaváděny jiné, čím dál tím složitější definice stejných pojmů.
- * Takováto situace vede k odchylkám od koncepce koncentrického zavádění pojmů.
- * Definice pojmů v dalších fázích nejsou rozšiřovány ani zpřesňovány, ale úplně měněny.



Teoretické modely ve výuce chemie

Jako příklad zde mohou posloužit různé definice kyselin, které se objevují na různých úrovních výuky chemie:

* definice kyselin podle Arrhenia

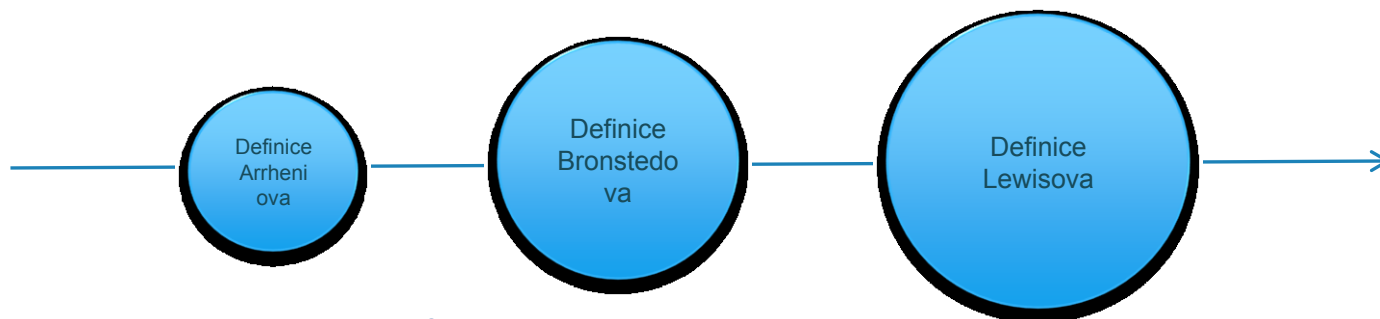
kyseliny jsou látky, které ve vodě disociují na kationy vodíku (H^+) a zbylý anion (R^-);

* definice kyselin podle Bronsteda

kyseliny jsou látky, které mohou předat protony;

* definice kyselin podle Lewise

kyseliny jsou látky, které mohou být akceptory volného elektronového páru.

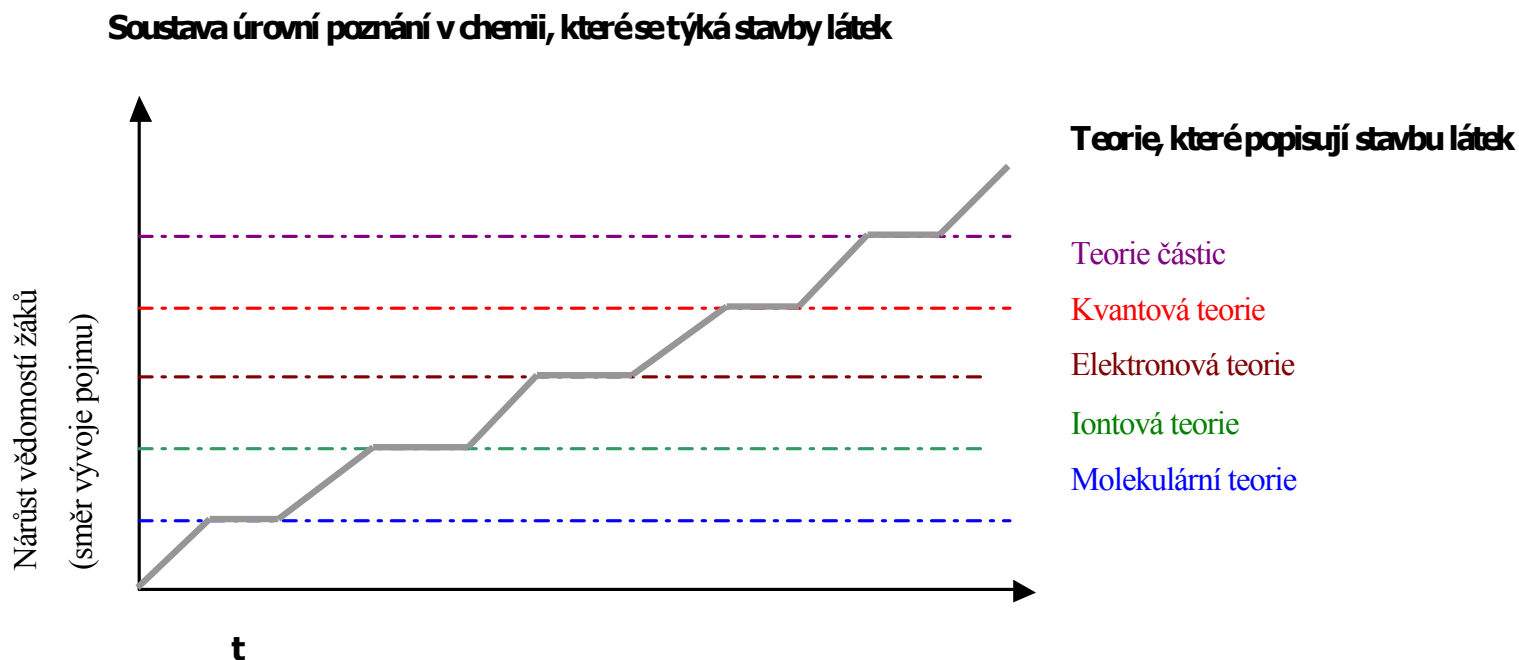


Změna znění definice kyseliny v závislosti na vyberu teorie na dalších úrovních vzdělání.

Teoretické modely ve výuce chemie

V závislosti na výběru teorie mají definice základních chemických pojmů různé významy a rozsah působení.

Přechody od starších teorií k novějším se během výuky pokaždé stává překážkou, kterou musí žáci překonat.



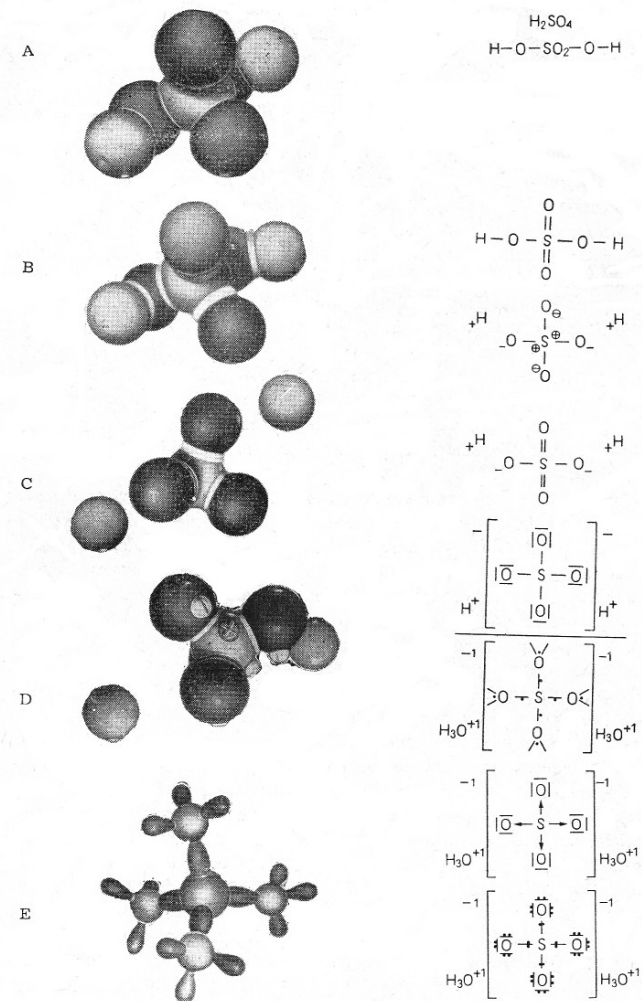
Vznik překážek v učení, které jsou spojeny se změnou teorie

Teoretické modely ve výuce chemie

Tehdy vzniká kognitivní disonance, která může vyvolávat problémy během procesu vzdělávání, a to především v situaci, když žák bude muset k vyřešení podobných problémů použít často teoretické modely lišící se zásadním způsobem.

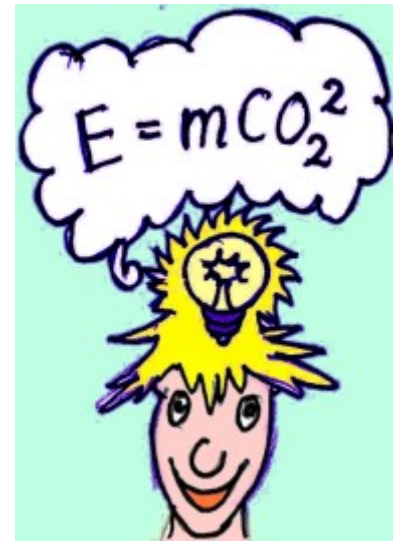


V Polsku přechod od jednotlivých teorií stavby molekul k jim odpovídajícím modelům (na příkladu molekuly kyseliny siřičité) dost podrobně popisuje a představuje Józef Soczewka.



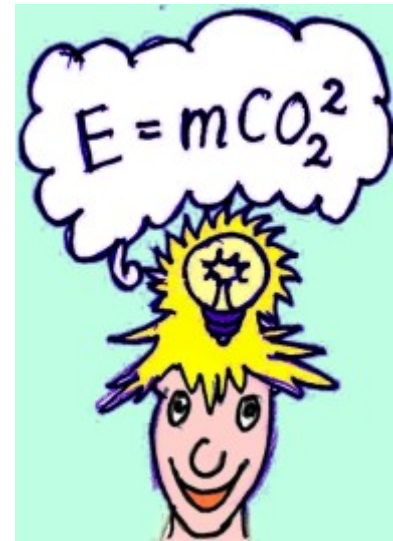
Teoretické modely a učební pomůcky ve výuce chemie

- * S postupem času se v programových základech výuky chemie začala věnovat čím dál tím větší pozornost teoretickým problémům.
- * Jedním z hlavních cílů výuky chemie se začalo stávat nabývání schopností používat teoretické vědomosti k vysvětlování a odhadování chemických faktů.
- * Díky tomu začal být v didaktice chemie termín „model“ stále častěji chápán jako „teoretický model“.



Teoretické modely a učební pomůcky ve výuce chemie

- Tato situace způsobila určitý problém s definováním, protože pojem „model“ byl dále používán také v dřívějším významu i přes to, že se mnozí snažili v rámci didaktiky chemie vymezit a odlišit tyto dva pojmy.
- Nejlépe ilustruje tento problém níže uvedený přehled nejčastěji používaných definic termínu „model“ a pokusů o klasifikaci modelů ve výuce chemie, se kterými se můžeme setkat na půdě didaktiky chemie.



Teoretické modely a učební pomůcky ve výuce chemie

- * V didaktice chemie se modelem nejčastěji rozumí učební pomůcka, která je vzorem předmětu, jenž žáci poznávají v průběhu výuky. Jedná se o materiální nebo symbolické zobrazení originálu, které znázorňuje jeho nejdůležitější vlastnosti.
- * Podle Szeromského je model v závislosti na didaktické situaci zjednodušeným elementem praxe či teorie nebo také uměle vytvořeným objektem.
- * Białynicka-Birula ovšem soudí, že model je soubor prvků skutečnosti, které jsou zásadní pro daný problém nebo zákony, které v něm vládou.

Ve výuce chemie se využívají rozmanité materiální modely (učební pomůcky) nadměru často, např. Vögtle a Neumann ve své práci citují **více než 130** bibliografických záznamů, které popisují **různé typy modelů** a jejich využití ve výuce chemie. Tyto modely se liší konstrukcí a počtem a druhem předávaných informací, což vyplývá z jejich funkcí.

Teoretické modely a učební pomůcky ve výuce chemie

V didaktice plní modely mnoho funkcí v závislosti na tom, jaký charakter mají informace, jež získáme na základě výsledků výzkumů realizovaných na modelech, a k jakým účelům budou využity.

Szeromski uvádí tyto funkce modelů:

- **obrazové zpestření** procesu vzdělávání;
- **zjednodušení** myšlenkových procesů;
- **pomoc** s využíváním laboratorních cvičení a získáváním praktických schopností;
- **exponování materiálů**, které vzbuzují u žáků prožitky.

Piosik rozlišuje u modelů funkce:

- **informační** – poskytuje informace o originálu;
- **výpočetní** – umožňuje provést výpočty na modelu, jejichž výsledky mohou být použity ve vztahu k originálu, např. zákon stálých poměrů;
- **klasifikační** – zjednodušuje systematizaci poznatků, např. typy chemických reakcí;
- **demonstrační** – pomáhá vytvořit adekvátní představy o originálu. Je z velké části spojená s předáváním informací o stavbě mikrosvěta.

Paško rozlišuje tyto funkce modelů:

- **vysvětlující** – tato funkce se stává vyčerpávajícím zdrojem poznatků a nenechává místo pro žádné pochybnosti ohledně popisovaných předmětů, např. vysvětlení chemických zákonů a pojmů;
- **interpretační** – umožňuje nastítnit obecné možnosti, jak používat zkoumanou teorii v praxi, předběžně činit závěry ohledně poznávaného jevu nebo teorie.
- **popisná** – díky vymezení nejdůležitějších vlastností zkoumaných jevů nebo předmětů zjednodušuje jejich poznání;
- **experimentální** – spočívá v tom, že žáci samostatně svými myšlenkovými operacemi řeší problémy.

Teoretické modely a učební pomůcky ve výuce chemie

Pro potřeby výuky chemie nejúplnější klasifikaci modelů je klasifikace Burewicze a Gulińské podle následujících kategorií:

Model

Myšlenkové teoretické modely

Látkové ikonické modely

Tyčinko-kuličkové modely

Dreidingovy modely

Kalotové modely

Orbitalové modely

Styčné modely

Modely krystalografické soustavy a modely znázorňující vnější strukturu krystalu

Dynamické modely struktury krystalu

Statické a dynamické technologické modely

Dynamické modely jevů z oblasti termodynamiky, elektřiny a fyziky atomu

Znakové a symptomatické modely

Perspektivní vzorce

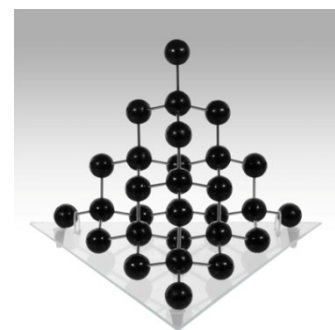
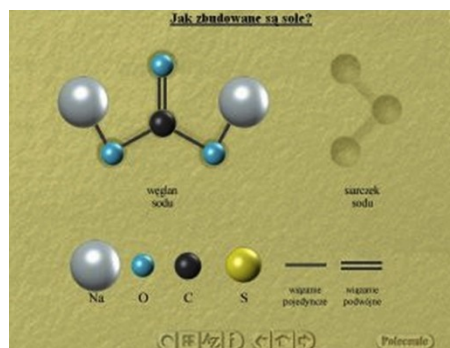
Klíčkové vzorce

Newmanovy vzorce

Fischerovy vzorce

Teoretické modely a učební pomůcky ve výuce chemie

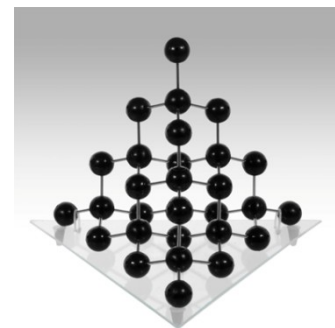
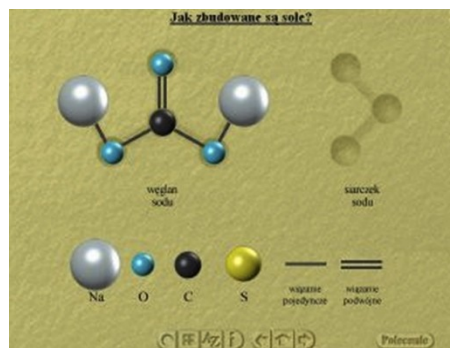
- * **Tyčinkovo-kuličkové modely** se používají k představení relativních poloh atomů v molekule.



- * Díky nim je možné dobře poznat vnitřní strukturu chemické sloučeniny (v případě sloučenin s atomovými nebo zpolarizovanými vazbami) a relativní polohu atomů v definované struktuře.
- * Tyto modely jsou také využívány k:
 - * zobrazení stavby krystalů různých látek, protože umožňují jednoduše definovat jednotlivé plochy,
 - * ukázání složení molekul chemických sloučenin v závislosti na valenci prvků, které jsou jejich součástí,
 - * ilustrování přeskupení atomů, ke kterému dochází při chemických reakcích.
- * V neposlední řadě umožňují vysvětlit zákon zachování hmoty nebo zákon stálých poměrů.

Teoretické modely a učební pomůcky ve výuce chemie

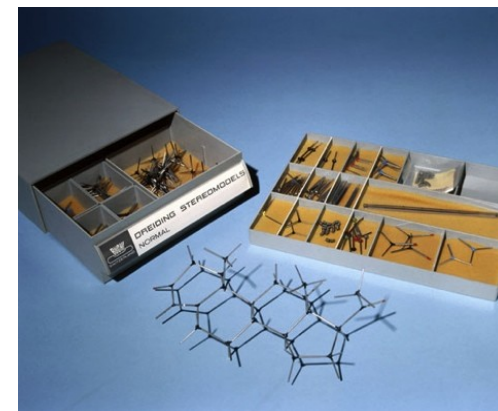
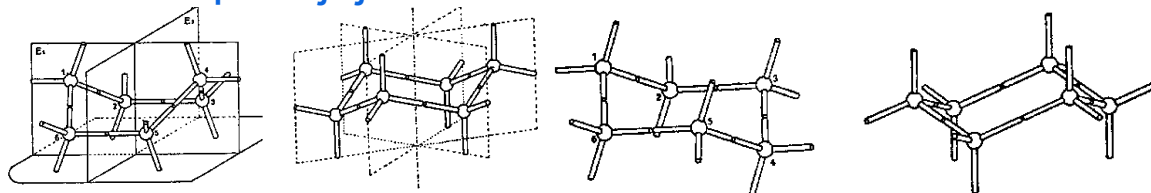
* Tyčinkovo-kuličkové modely



- * Průměry kuliček jsou ve většině modelů tohoto typu proporcionální vůči průměrům atomů, které představují (*problematické jsou pouze sloučeniny s iontovou stavbou, protože ionty prvků mají jinou velikost než atomy, ze kterých vznikají*).
- * Nedostatkem těchto modelů je skutečnost, že poměry mezi průměry atomů a délkou vazeb nejsou zachovány.

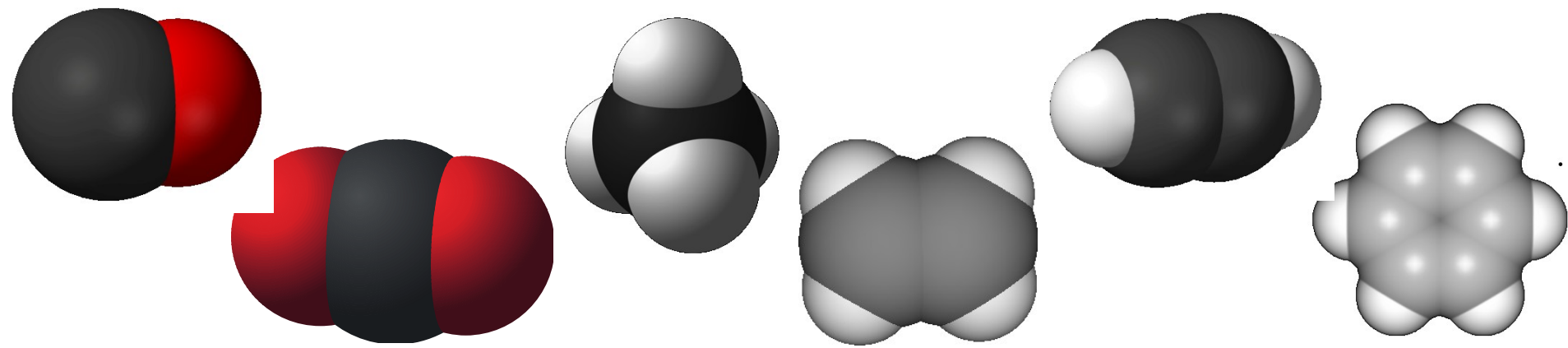
Teoretické modely a učební pomůcky ve výuce chemie

- * **Dreidingovy modely** se využívají k znázornění jak vnitřní struktury molekul chemických sloučenin, tak i krystalů.
- * Jsou vhodné k znázornění:
 - * úhlů mezi vazbami v molekule,
 - * izomerie uhlíkového řetězce v organických sloučeninách
 - * prostorového uložení atomů, které je způsobeno otáčením kolem vazeb.
- * Tyto modely slouží především ke konformační analýze a k jiným stereochemickým výzkumům.
- * Bohužel opomíjejí ve své stavbě rozměr atomů.



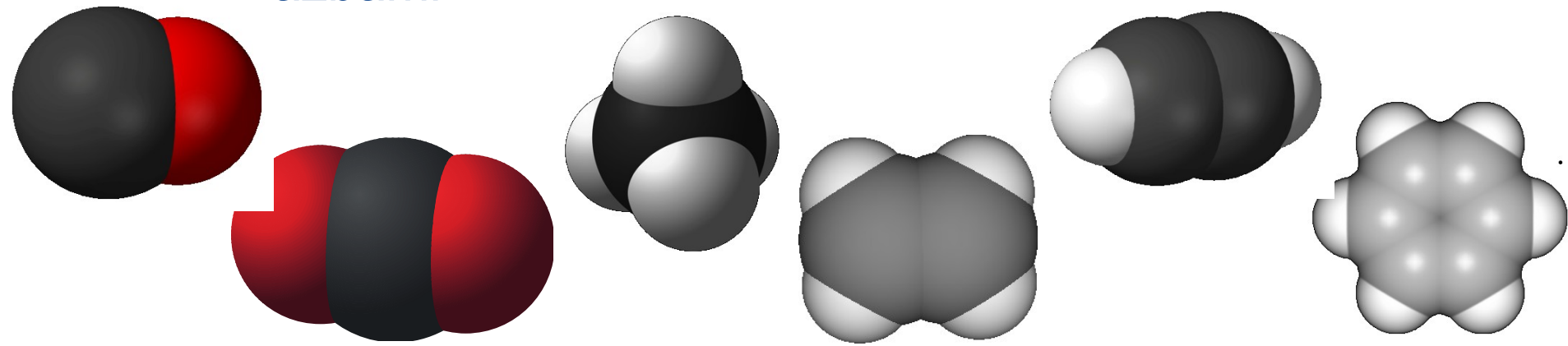
Teoretické modely a učební pomůcky ve výuce chemie

- * **Kalotové modely** jsou modely, které jsou prostorově vyplněny.
- * Skládají se z řady seříznutých kuliček,
 - * jejichž poloměr je úměrný van der Waalsovým paprskům
 - * a vzdálenost seříznuté plochy od středu kuličky je stejná jako vzdálenost atomových vazeb mezi atomovými jádry.



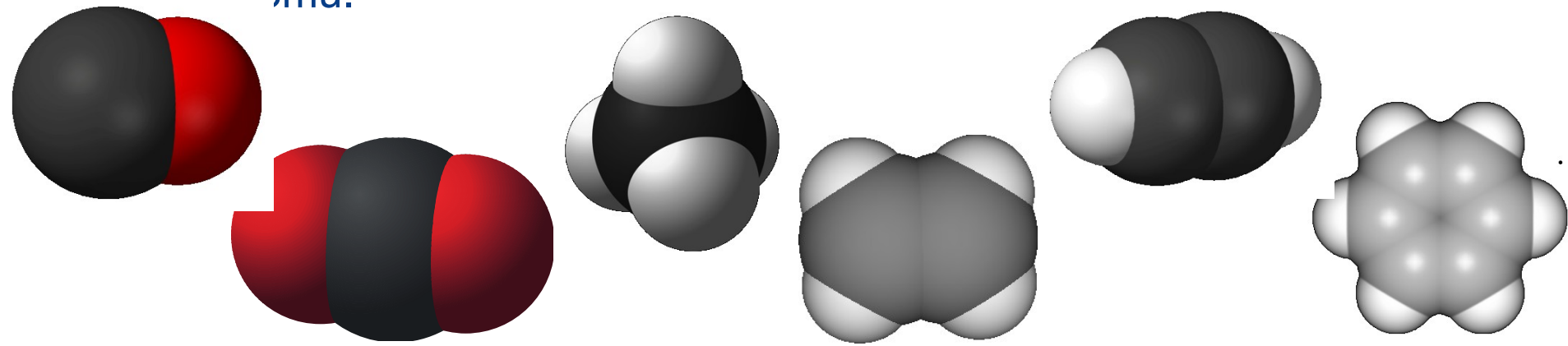
Teoretické modely a učební pomůcky ve výuce chemie

- * Tyto modely nejlépe ze všech hmotných modelů zobrazují:
 - * tvar molekul,
 - * představují sférické efekty
 - * a skutečné poměry mezi van der Waalsovými paprsky,
 - * atomy tvořícími molekulu,
 - * velikostí úhlů a délkou vazeb.
- * Používají se k představení elektronových orbitalů v molekulách nebo k ilustrování struktury chemické sloučeniny.
- * Některé z těchto modelů dokážou zobrazit deformace úhlů mezi vazbami.



Teoretické modely a učební pomůcky ve výuce chemie

- * Nedostatkem těchto učebních pomůcek je to, že:
 - * neznázorňují násobnost vazby,
 - * prostorová struktura, kterou znázorňují (především velkých molekul) není čitelná,
 - * nejsou v nich jasně ukázány úhly mezi vazbami.
- * Velkým nedostatkem těchto modelů je nutnost předem vybrat díly podle typu sloučeniny, jakou tvoříme, protože některé části mohou zobrazovat model stejného atomu v různých verzích.
- * Tento fakt ztěžuje proces výuky – žák musí během stavby modelu vědět, jaká je hybridizace atomu v daném případě, aby mohl použít správný model atomu.



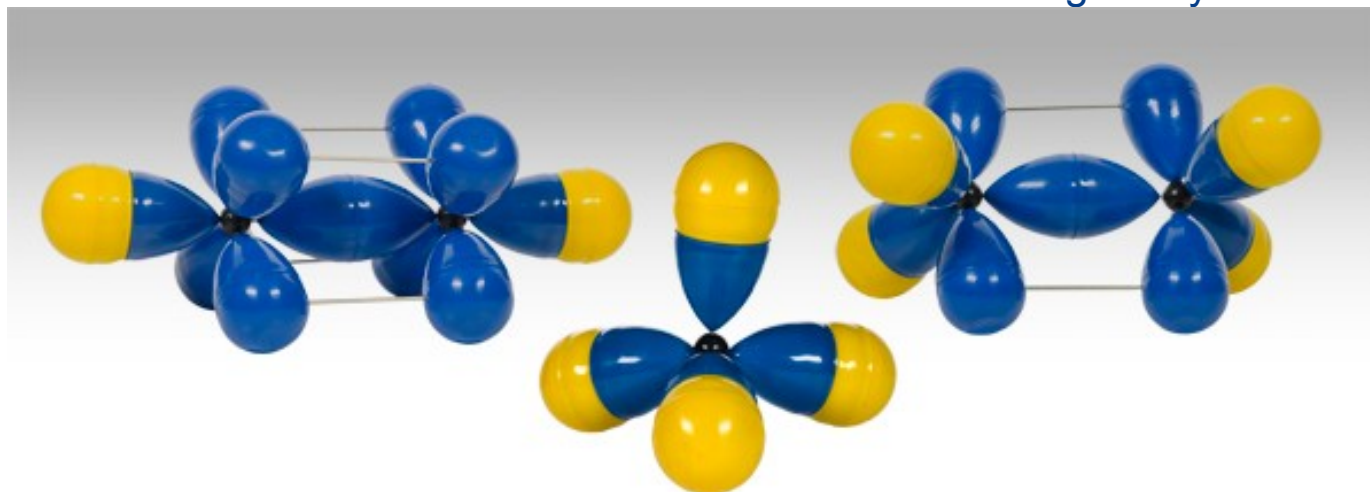
Teoretické modely a učební pomůcky ve výuce chemie

* **Orbitalové modely:**

- * vysvětlují elementy kvantové teorie,
- * pomáhají pochopit podstatu chemických vazeb,
- * jejich vlastnosti a orientaci v prostoru
- * a zdůvodnění tvaru molekul chemických sloučenin.

* Jsou využívány k vizualizaci:

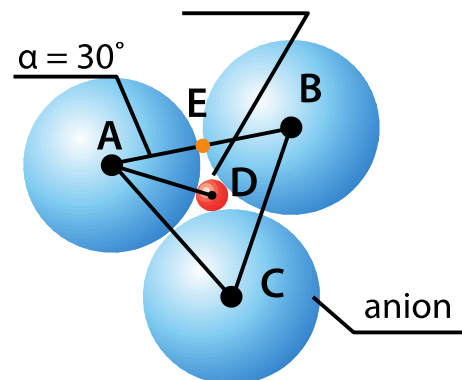
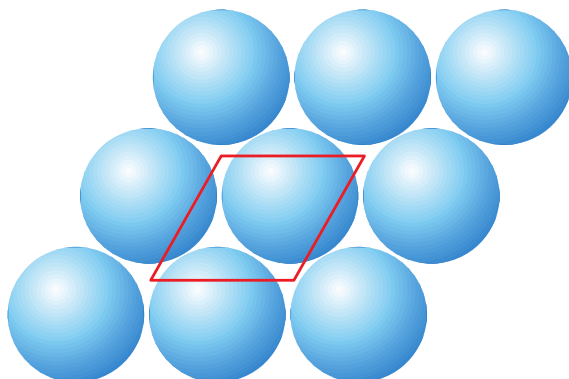
- * modelů orbitalů **s**, **p**, **d** a **f**
- * a hybridizovaných orbitalů **sp**, **sp²** a **sp³**
- * a také molekulárních orbitalů převážně v molekulách organických sloučenin.



Použití těchto pomůcek ke znázornění pojmu orbital je ale **nedostačující**, protože modelům orbitalů jsou přisuzovány také vlastnosti, které se těžko zobrazují tímto způsobem.

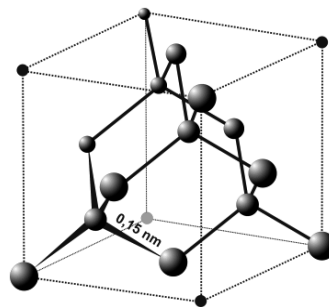
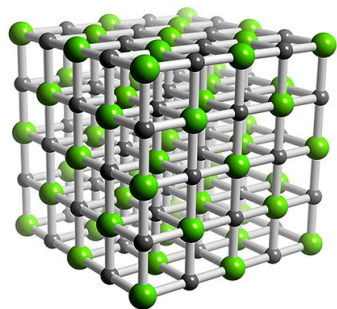
Teoretické modely a učební pomůcky ve výuce chemie

- * **Styčné modely** jsou určitým kompromisem mezi soustavami: ve kterých jsou kuličky znázorňující modely atomů spojeny speciálními spojkami, a kalotovými modely.
- * Díky tomu dostatečně dobře zobrazují vnitřek modelované struktury a zároveň nemají spojky, které sugerují existenci „mechanických“ vnějších spojů mezi atomy v molekule.
- * Styčné modely umožňují ukázat souvislosti mezi atomovými paprsky a zabalením atomů uvnitř krystalu.



Teoretické modely a učební pomůcky ve výuce chemie

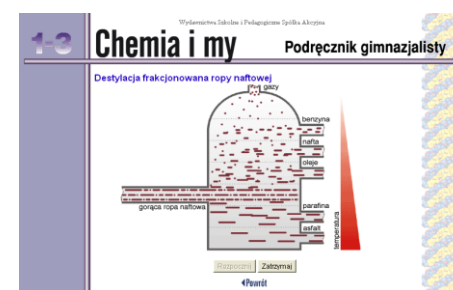
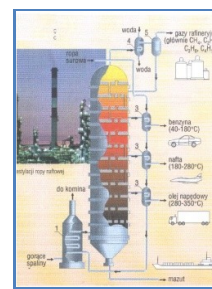
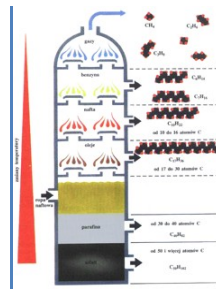
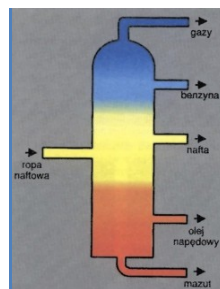
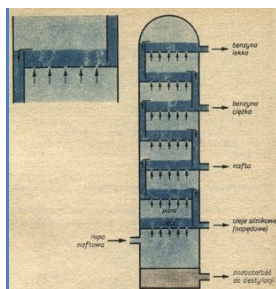
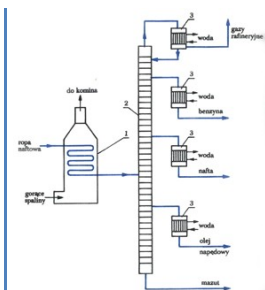
- * **Modely krystalografické soustavy a modely znázorňující vnější strukturu krystalu** – umožňují seznámit se s poměry, jež jsou typické pro krystalovou strukturu.



- * **Dynamické modely struktury krystalu** – jsou určeny k vysvětlení těch procesů a vlastností materiálu, které jsou spojeny s tepelným prouděním molekul.

Teoretické modely a učební pomůcky ve výuce chemie

- * **Statické a dynamické technologické modely** – znázorňují schémata a průřezy technologických zařízení, což umožňuje poznávat vnitřní stavbu aparatury a chemických procesů, které v ní probíhají.



Různé ilustrace procesu destilace frakcionované nafty z různých učebnic.

Animace, která ukazuje průběh destilace.

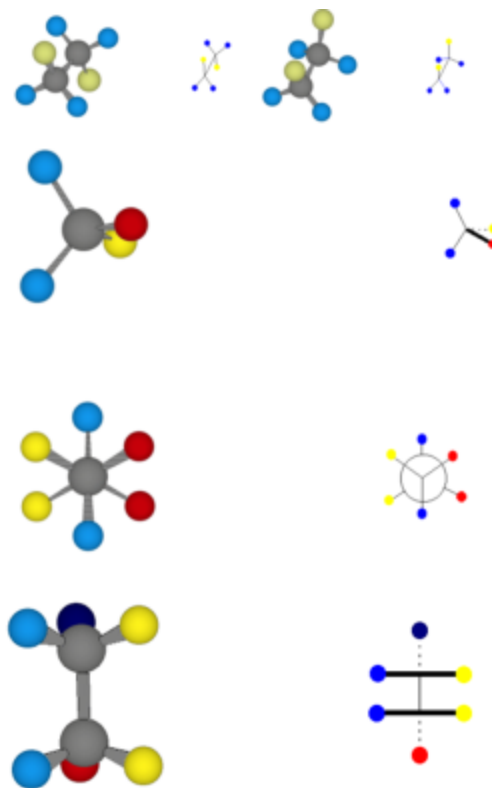
- * **Dynamické modely jevů z oblasti termodynamiky, elektřiny a fyziky atomu**, např. modely tepelného kmitání molekul v krystalu.

Teoretické modely a učební pomůcky ve výuce chemie

* **Znakové a symptomatické modely** – jedná se o modely, které znázorňují originál ve formě znaků, např.:

- * symboly prvků,
- * sumární vzorce,
- * technologická schémata,
- * tabulky,
- * diapozitivy,
- * folio- a fázogramy (také dynamické),
- * edukační filmy,
- * perspektivní, klínkové strukturní vzorce,
- * projekční vzorce (Newmanovy a Fisherovy projekční vzorce).

* Používají se tam, kde dochází k potřebě něco vysvětlit nebo odhadnout, vznést hypotézu a ověřit ji anebo určit kvantitativní poměry.



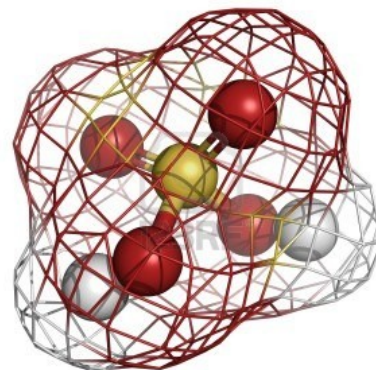
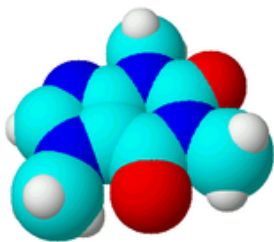
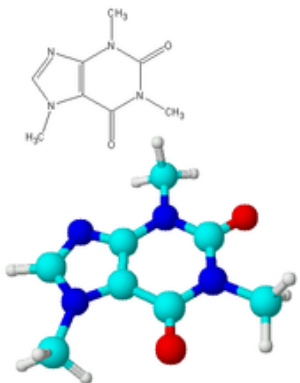
Teoretické modely a učební pomůcky ve výuce chemie

- * Dreidingovy,
- * kalotové
- * a styčné modely

umožňují provést vizualizaci s velmi velkou přesností.

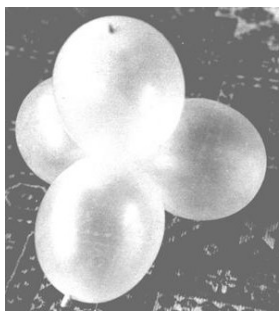
Týká se to především těchto veličin, které jsou charakteristické pro modely stavby látky :

- * vzdálenosti mezi jádry;
- * úhly vytvořené vazbami;
- * van der Waalsovy paprsky;
- * kovalentní paprsky.



Teoretické modely a učební pomůcky ve výuce chemie

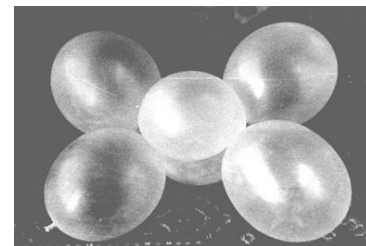
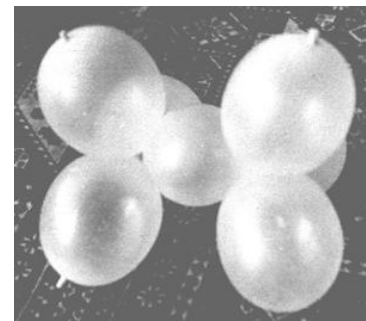
Výše uvedené funkce plní také tzv. balónkové modely, které jsou velmi oblíbené na západě Evropy a ve Spojených státech.



* V těchto modelech je vazba součástí balónku, ze kterého vzniká molekula, a proto je elastická, což mnohem lépe vystihuje její přirozenou povahu než tvrdé tyčinky z jiných modelů.

* Existuje možnost znázornit molekuly, které jsou bližší skutečnosti než v případě jiných modelů, protože atomy nevypadají v nich jako koule (*jako je tomu v situaci, když jsou ve volném stavu*).

* Balónkové modely mají také tu výhodu, že úhly mezi jednotlivými vazbami nevznikají z hotových prefabrikátů, z nichž žáci staví model molekuly, ale tvoří se automaticky při samotné montáži modelu, tyto úhly odpovídají verzi modelu VSEPR.

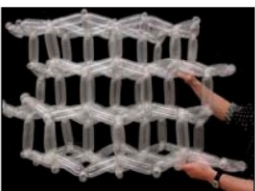


Teoretické modely a učební pomůcky ve výuce chemie

- * Balónkové modely mohou také představovat pouze molekulární orbitaly nebo jejich hybridy.



- * Balónkovými modely je také možné zobrazit krystalové mřížky látek nebo vnitřní stavbu komplikovanějších molekul, např.:



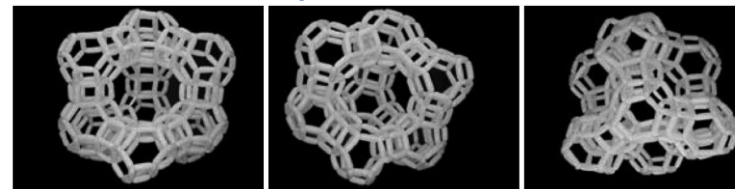
diamantu, grafitu, fullerenu



spirály DNA



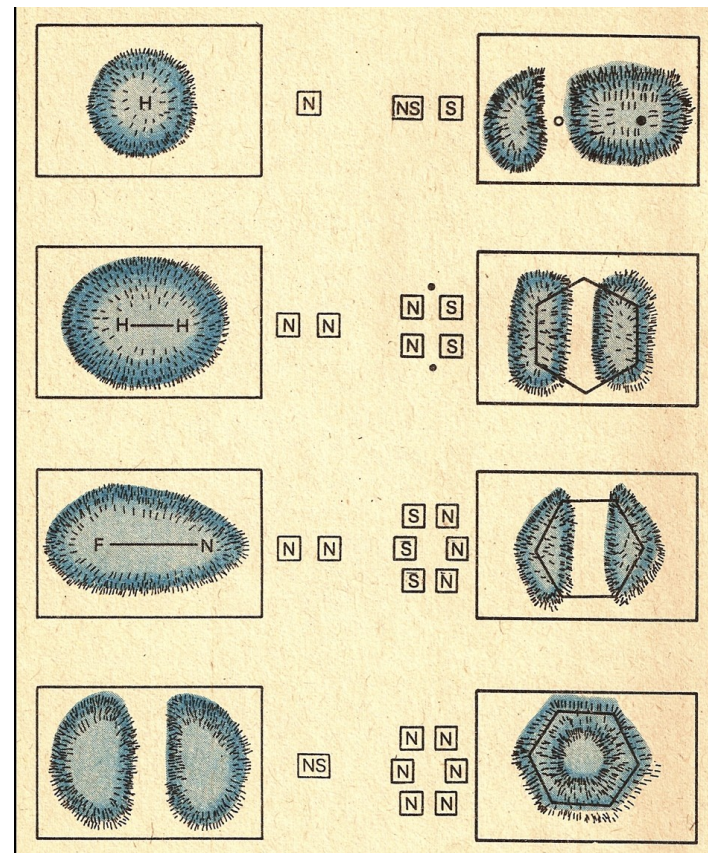
organokovové sloučeniny



faujasitu

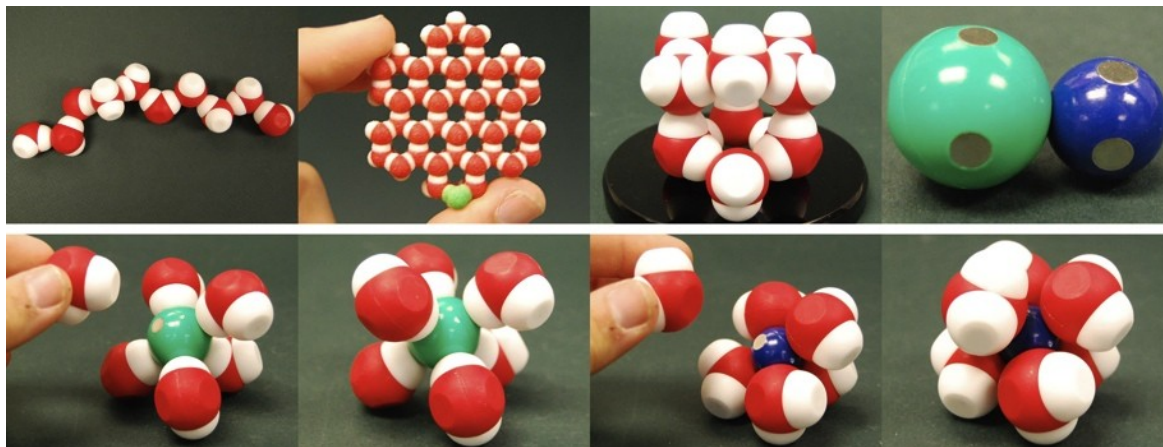
Teoretické modely a učební pomůcky ve výuce chemie

- * Další model, který byl používán v 70. a 80. letech 20. stol. (dnes je už téměř zapomenutý), byl navržen Masseyovými.
- * Tento model ukazuje vznik chemických sloučenin s využitím magnetů a železných pilin.



Teoretické modely a učební pomůcky ve výuce chemie

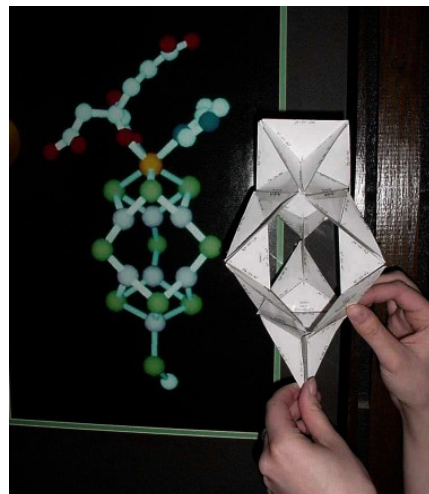
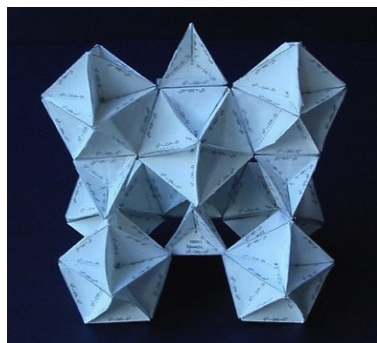
- * Zajímavým návrhem je také model vytvořený *Centre for Bio Molecular Modeling* (v Polsku se tento model nepoužívá).
- * Tento návrh připomíná kalotové modely, ale má navíc seříznuté povrchy s magnety.
- * Takové modely umožňují ukázat působení jedné molekuly na druhou (např. molekuly vody nebo molekuly vody a rozpuštěné látky).



Modely vody s označenými vodíkovými vazbami a modely procesu rozpouštění (hydratace) chloridu sodného ve vodě

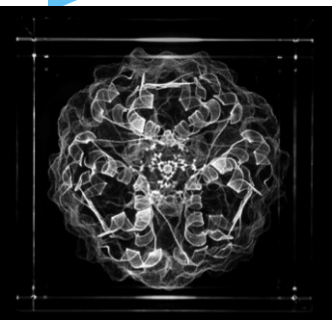
Teoretické modely a učební pomůcky ve výuce chemie

- * Můžeme se také setkat s mnoha jinými způsoby, jak znázornit molekuly, např. s technikou origami.

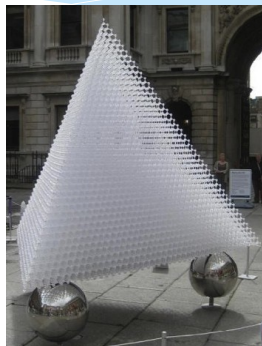


Ukázky molekul nitrogenázy i zirkonia, které byly vytvořeny technikou origami

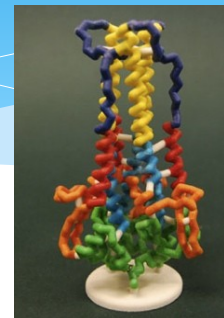
Teoretické modely a učební pomůcky ve výuce chemie



model molekuly inzulínu



model diamantu



hemagglutinin a bílkoviny chřipky

Hledání techniky, která nejlépe a nejpřesněji znázorní stavbu látky, způsobilo, že v některých případech zanikla hranice mezi vědeckou a kognitivní funkcí modelu a funkcí estetickou.

Některé modely mohou připomínat umělecká díla a občas také plní roli uměleckých předmětů.



model D-kyseliny vinné



socha lidské kolagenázy



ribozom, který vytváří polypeptid, B-lymfocyty

Teoretické modely a učební pomůcky ve výuce chemie

Tak velká rozmanitost modelů v nás může:

na jednu stranu probouzet úžas, jak tvůrčí je lidská mysl,

na druhou stranu nepochybně ztěžuje proces učení.



Teoretické modely a učební pomůcky ve výuce chemie

Žáci se v průběhu několika let, když se učí přírodní vědy, setkávají s mnoha různými modely, což může působit četné problémy.

V případě:

- * velmi schopných žáků
- * nebo na vyšších stupních vzdělávání (střední škola, vysoká škola)

je taková různorodost modelů spíše **pozitivním činitelem**, který žáky stimuluje a ukazuje jim, že různorodé učební pomůcky jsou pouze materiální modely světa, který je velmi obtížné znázornit.

Ale v případě:

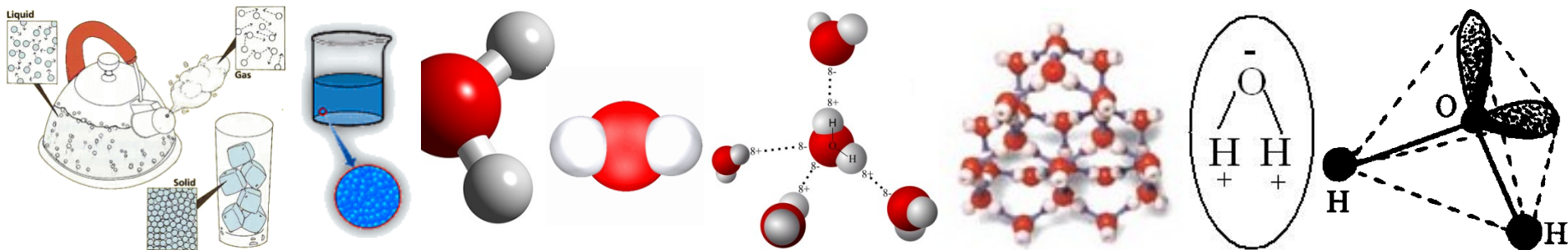
- * mladších žáků
- * nebo žáků, kteří se nedokážou odpoutat od materiální úrovně učebních pomůcek,

tak velká různorodost vede k návalu informací a k **chaosu**



Teoretické modely a učební pomůcky ve výuce chemie

- * Často, někdy dokonce v jedné učebnici, jsou používány různé modely a žák nemusí vědět, který z prvků mikrosvěta daná učební pomůcka znázorňuje přesně a co je v takovém modelu zkreslené.



- * To způsobuje nepříznivé psychické jevy, např.:
 - * **Negativní transfer** - k tomuto jevu dochází tehdy, když dřívější části látky „blokují“ pochopení nových kapitol, např. když se v pozdějších stádiích vzdělávání zavádějí nové teorie.
 - * Jiným negativním jevem je **proaktivní a retroaktivní interference**, ke které dochází v případech, když je k jednomu podnětu (termínu) přiřazeno několik konotací jiného pojmu.

Teoretické modely a učební pomůcky ve výuce chemie

Tak velkou různorodost modelů a způsobů jejich klasifikace ovlivňuje mnoho činitelů, které můžeme rozdělit do těchto skupin:

historické – jsou výsledkem vědeckých výzkumů, které způsobily změnu názorů na stavbu látky a průběh chemických procesů, např.:

Bohrův model stavby atomu namísto modelu založeného na kvantové mechanice;

psychologicko-pedagogické – vyplývají z nedostatečných vědomostí během vytváření modelu, z nepřihlednutí k mechanismům učení nebo z ignorování činitelů, které zjednodušují či ztěžují osvojování poznatků; tyto faktory se objevují, pokud operujeme dvěma nespojitými modely zároveň, např.

kvantový model stavby atomu a model vazeb na základě teorie oktetu;

technické – znemožňují vytvoření modelu, který by co nejdříve odpovídal skutečnosti např.:

s pomocí statických modelů není možné ukázat, jak se mění velikost atomu v okamžiku když se mění na iont;

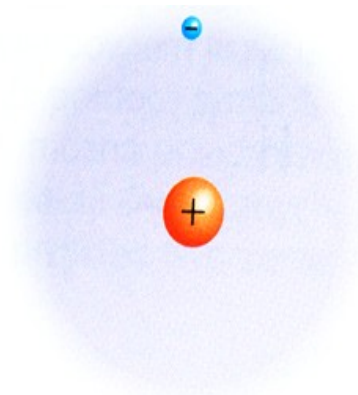
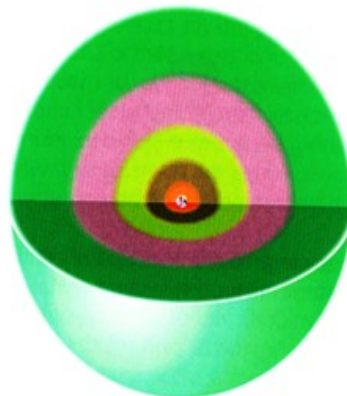
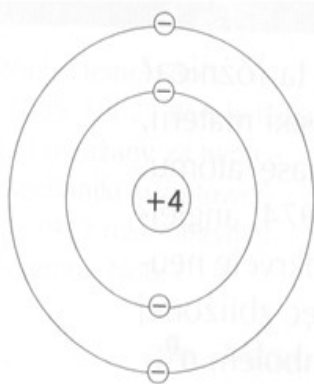
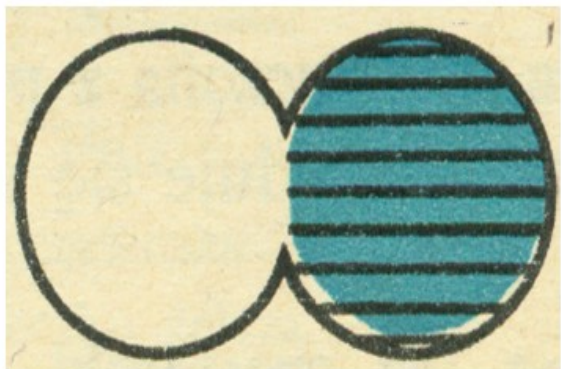
meritorní – vyplývají z příliš povrchního a arbitrárního používání informací, které se týkají skutečné struktury modelovaného objektu nebo procesu, a opomíjení jiné prvky stavby originálu např.;

tolerování modelů atomů jako kuliček se stejnou velikostí, ale různými barvami, i když má ve skutečnosti každý atom jinou velikost a nemá žádnou barvu.

Role vizualizace ve výuce chemie

Role vizualizace ve výuce chemie

- * Pokud si prohlédneme několik učebnic z několika následujících po sobě let, můžeme si všimnout, jak se v nich měnila koncepce znázorňování mikrosvěta:
 - * od velmi schematických obrázků
 - * až po obrázky, které ukazují už mnohem vytříbenějším způsobem vnitřní stavbu atomů, molekul nebo iontů.

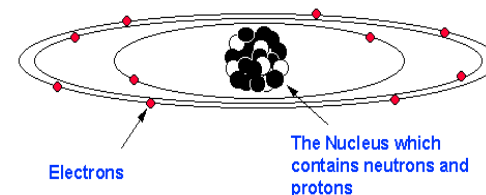
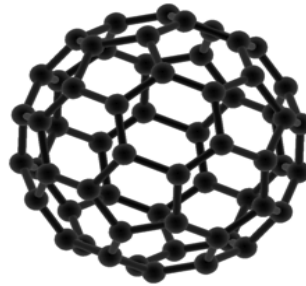
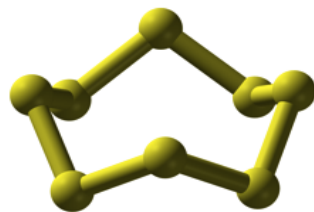
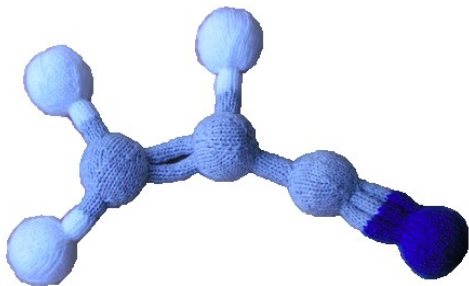


Modely - chyby

Materiální modely obsahují bohužel také tzv. negativní analogie, to znamená, že mohou sugerovat mylné vlastnosti zkoumaného objektu nebo jevu.

Jako příklad negativní analogie z oblasti didaktiky chemie mohou posloužit:

- spojky, které se nacházejí v tyčinkovo-kuličkových materiálních modelech a slouží k znázornění chemických vazeb v molekulách,
- nebo barva, jakou jsou označeny jednotlivé kuličky, které mají symbolizovat atomy daných prvků.

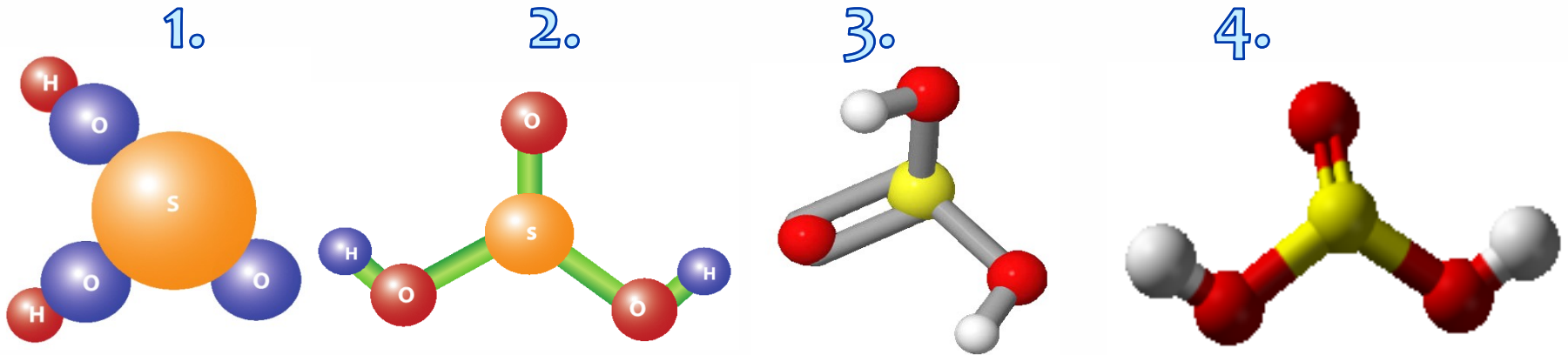


Model sugeruje, že elektrony, které vytvářejí vazbu jsou „rozlišitelné“ – půl vazby (jeden elektron) je jednou barvou a druhá polovina jinou barvou.

Modely, které sugerují, že atomy síry jsou žluté a atomy uhlíku černé.

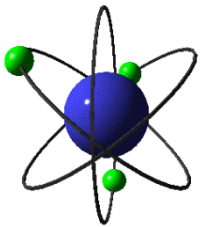
Model sugeruje plochý tvar orbitálu a vnímá elektrony jako materiální kuličky.

Modely - chyby

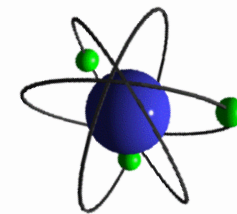


Ukázky 1-3: chybné tvary modelů molekul kyseliny siřičité,
umístěné na internetových portálech,

ukázka 4: správný model.

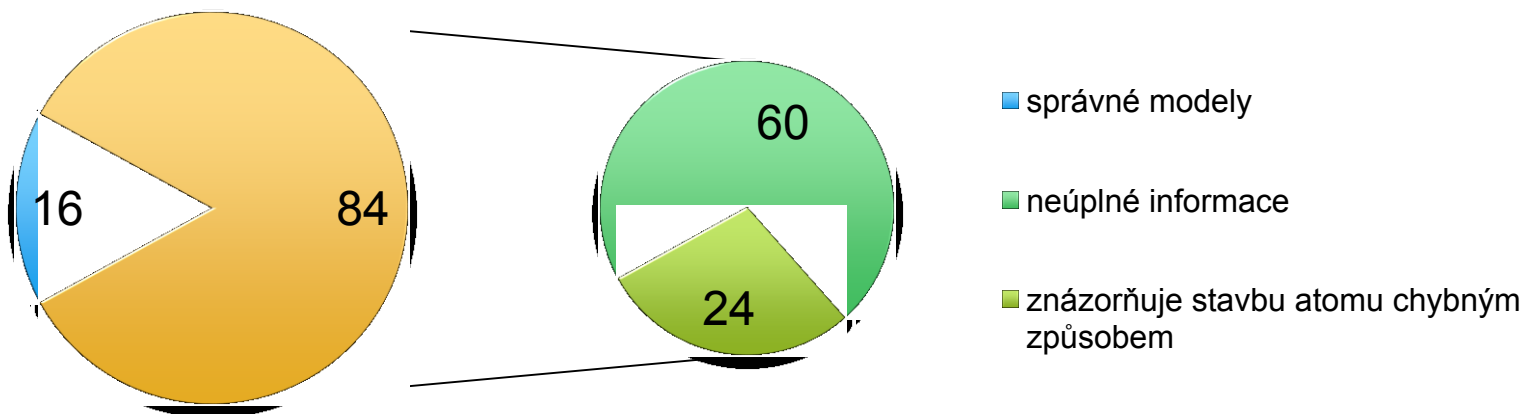


Modely - chyby

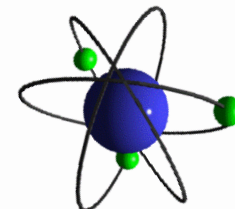
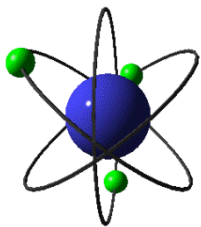


- * Výsledky výzkumu týkajícího se vizuálních ztvárnění modelů atomů a chemických procesů, ukazují, že velká část těchto modelů je chybná, zastaralá nebo vzvolává u studentů mylné asociace.

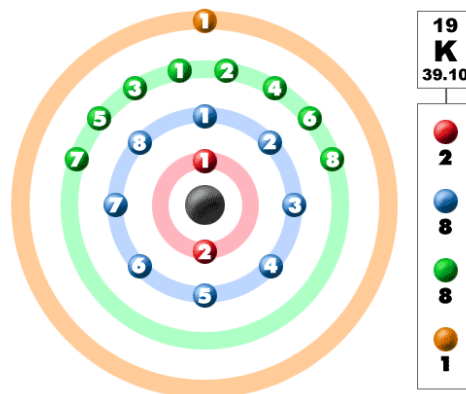
Modely atomů, které se nacházejí na internetových portálech



Problémy vizualizace ve výuce chemie – modely chyby



Výsledky výzkumu školních učebnic,
který se týkal správného znázorňování atomů, iontů a molekul
a také modelování průběhu chemických reakcí na úrovni mikrosvětla,
ukazují, že autoři ilustrací
často neberou v úvahu současné poznatky z oblasti chemie
ani jejich věcnou správnost.

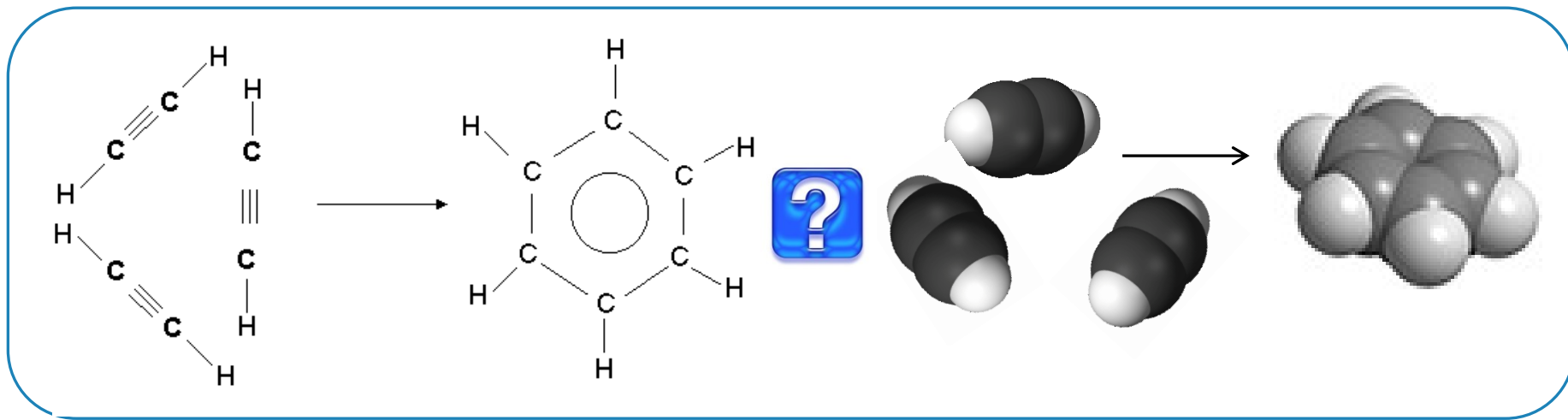


Teoretické modely a učební pomůcky ve výuce chemie

Teoretické modely neopomíjejí takové vlastnosti zkoumaných objektů jako:

- * velikost,
- * prostorova stavba,
- * pohyb nebo změny, ke kterým dochází v průběhu času.

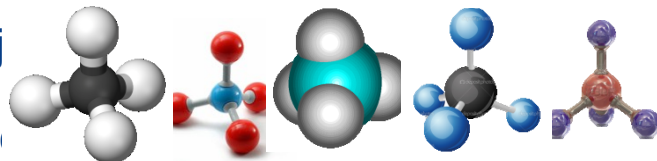
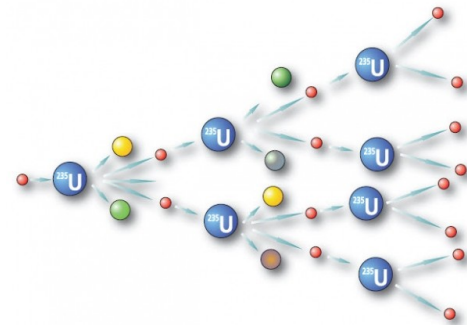
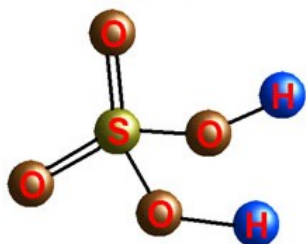
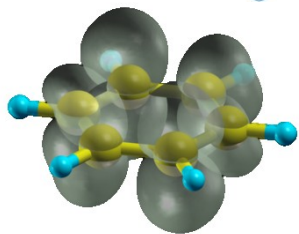
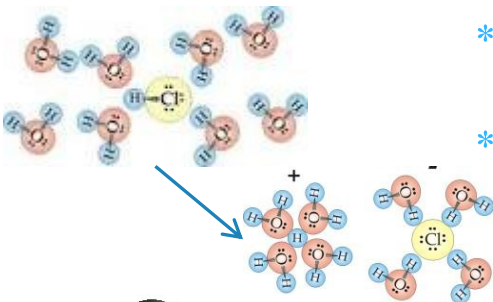
Ne každá z dříve uvedených učebních pomůcek je schopna znázornit tyto vlastnosti. Mimořádně problematické je zobrazení změn, ke kterým dochází v průběhu času (*např. změna velikosti iontů vzhledem k atomům nebo změna tvaru molekuly během reakce*).



Teoretické modely a učební pomůcky ve výuce chemie

Proto také v procesu vzdělávání nejcennějšími pomůckami budou takové, které mohou adekvátním způsobem ukázat následující vlastnosti teoretických modelů:

- * možnost znázornit jevy v časovém průběhu a schopnost představit pohyb;
- * rozdělení obrazu na logicky odůvodněné části za účelem zaznamenání na nich poměrně velkého počtu informací tak, aby poté postupné představování těchto informací probíhalo bez ztrát během jejich percepce;
- * používání technik nebo také adekvátních kompozic obrazu, díky nimž se docílí dojem trojrozměrnosti obrazu;
- * využívání barvy jako elementu, který je součástí kódu a který konvenčním způsobem zapisuje konkrétní informaci;
- * používání konvenčních symbolů všeobecně přijatých v chemii jako součást obrazu.

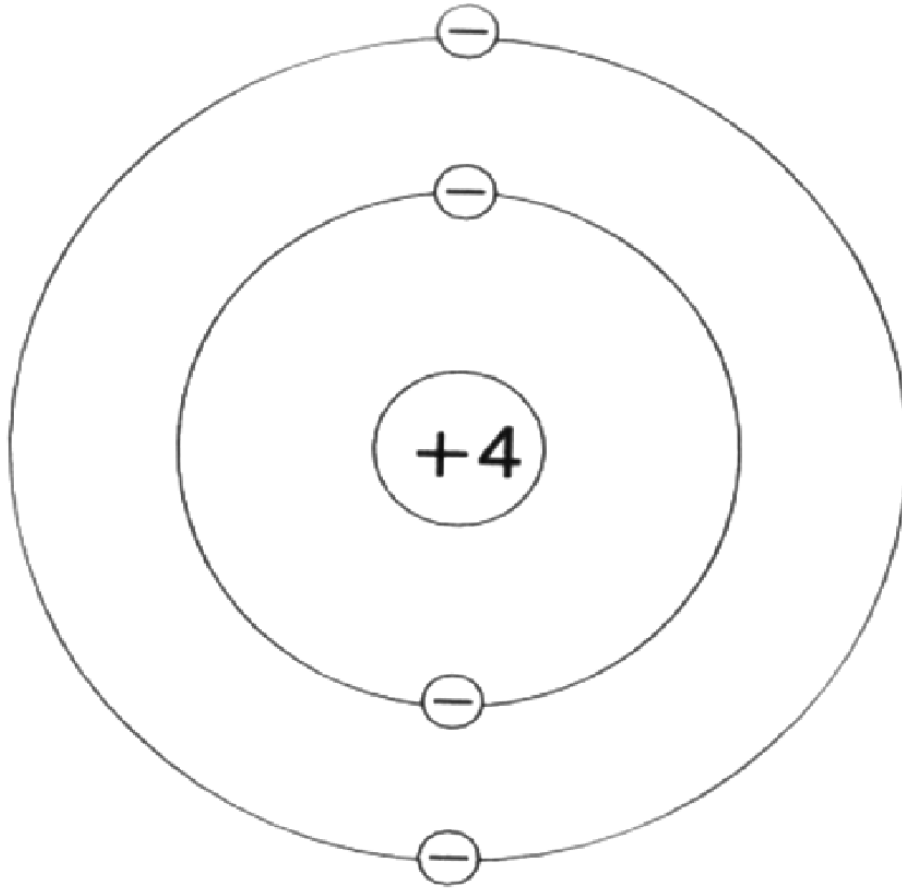


Teoretické modely a učební pomůcky ve výuce chemie

Každodenní praxe ve školách ale ukazuje, že většina vizuálních učebních pomůcek, které se používají během vzdělávání (především ty ve školních učebnicích), tyto předpoklady nesplňuje.



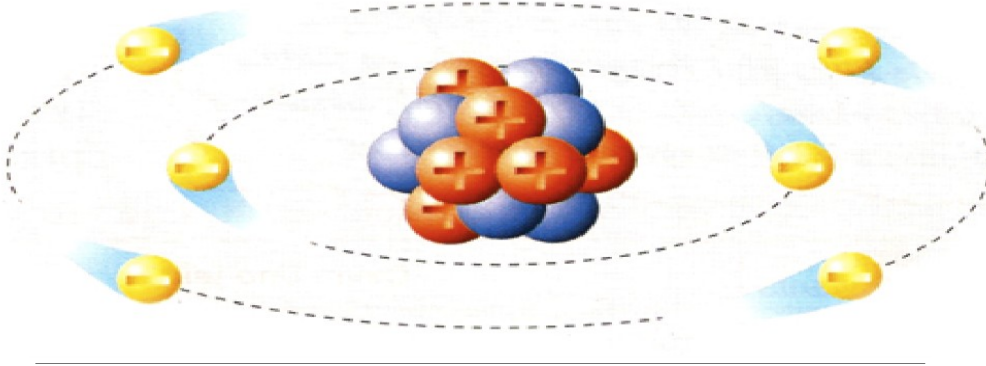
Ukázky obrázků **atomu** z polských učebnic chemie, které obsahují negativní analogie



- * Tento model je nejvíce schematický, a proto v něm najdeme nejméně chybných sugescí:
 - * výrazně zdůrazňuje materiální povahu elektronu,
 - * sugeruje nesprávné proporce mezi velikostí atomového jádra a elektrony,
 - * symetrické položení elektronů na povlacích může sugerovat jejich symetrický pohyb.
- * A protože připomíná žákům obrázek sluneční soustavy, může být interpretován tak, že elektrony obíhají kolem jádra po kružnicových drahách, v jedné rovině.



Ukázky obrázků **atomu** z polských učebnic chemie, které obsahují negativní analogie



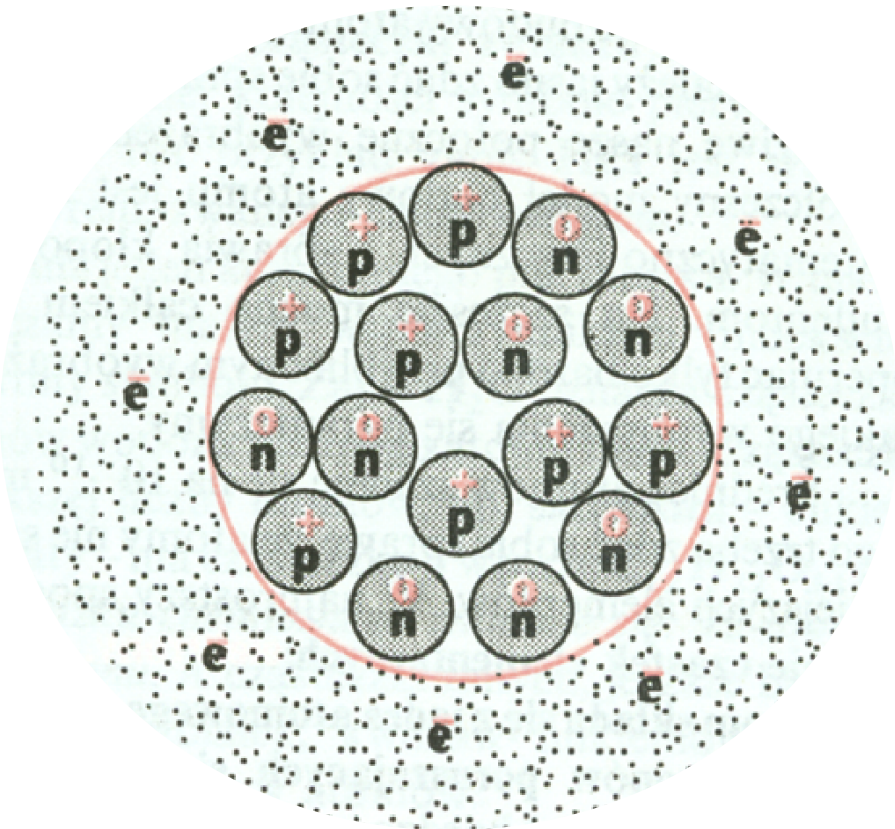
- * Tento model se snaží zobrazit atom ve třech rozměrech. Dělá to ale chybně:
 - * výrazně zdůrazňuje materiální povahu elektronu,
 - * sugeruje nesprávné proporce mezi:
 - * velikostí atomového jádra a elektrony
 - * a mezi nukleony a elektronem,
 - * výrazně zdůrazňuje, že elektrony obíhají kolem jádra po kruhových drahách, v jedné rovině,
 - * nevíme, co znamená modrá šmouha za elektronem,
 - * nevíme, jestli elektrony na jednotlivých orbitalech obíhají elektron v opačném směru.

Ukázky obrázků **atomu** z polských učebnic chemie, které obsahují negativní analogie



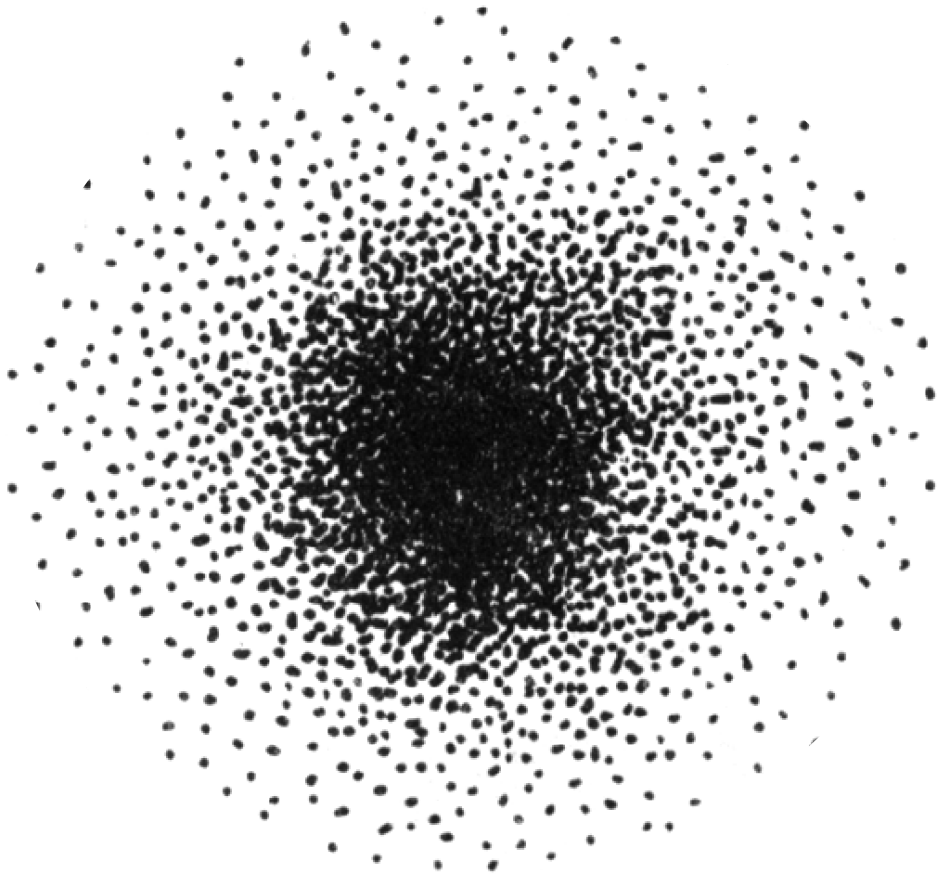
- * Tento model sugeruje, že elektrony jsou staticky a náhodně umístěny v prostoru kolem jádra.

Ukázky obrázků **atomu** z polských učebnic chemie, které obsahují negativní analogie



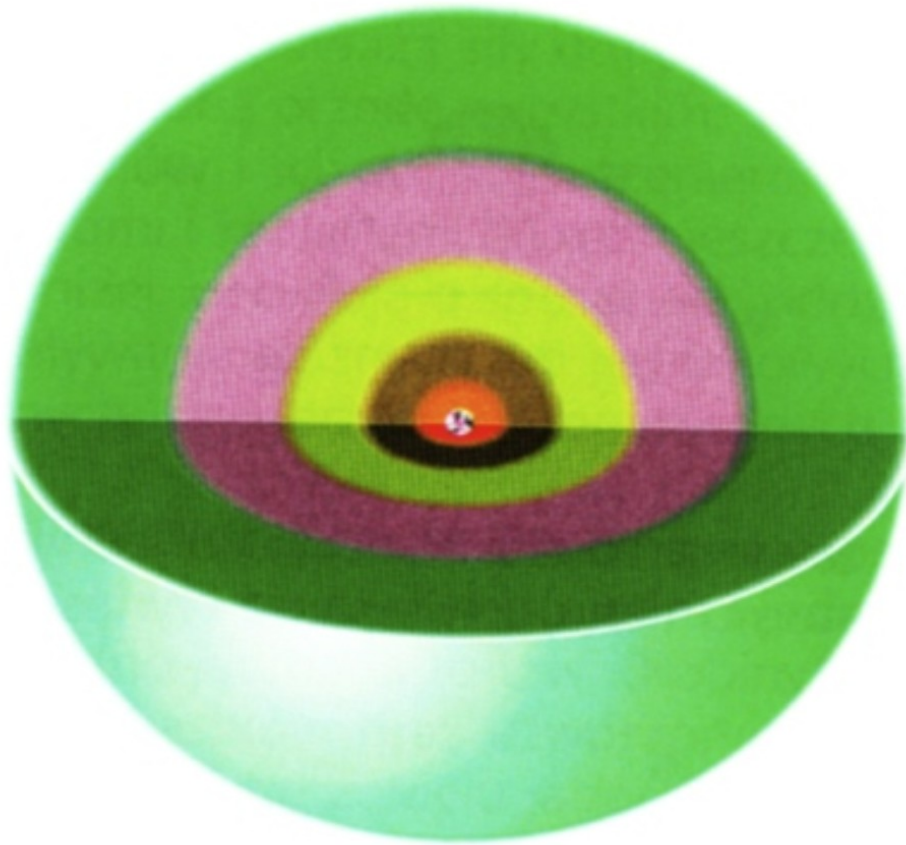
- * Tento model sugeruje:
 - * nesprávné proporce mezi velikostí atomového jádra a elektronovým mrakem,
 - * elektrony se nacházejí na jednom povlaku,
 - * nevíme, co znamenají tečky:
 - * elektronový mrak
 - * nebo jednotlivé elektrony
(v provedeném výzkumu se ukázalo, že část žáků interpretuje každou tečku jako elektron),
 - * nevíme, co znamená červená čára kolem jádra – může sugerovat, že protony a neutrony jsou „uzavřeny“ uvnitř jakési prázdné koule.
- * Protože obrázek není trojrozměrný, nevíme, jak přenést informace, které obsahuje, na 3D.

Ukázky obrázků **atomu** z polských učebnic chemie, které obsahují negativní analogie



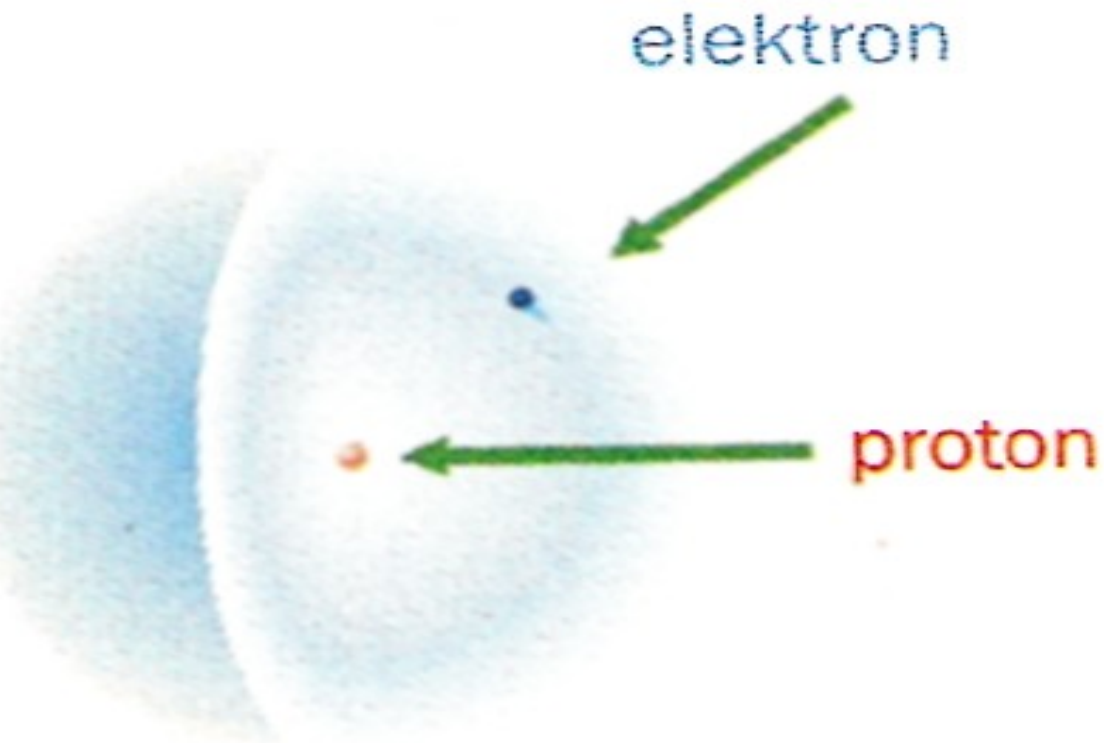
- * Tento model se snaží znázornit měnící se hustotu elektronového mraku kolem jádra.
- * Použití teček (namísto např. stínování) ale způsobuje, že jednotlivé tečky mohou být vnímány jako konkrétní elektrony.

Ukázky obrázků **atomu** z polských učebnic chemie, které obsahují negativní analogie



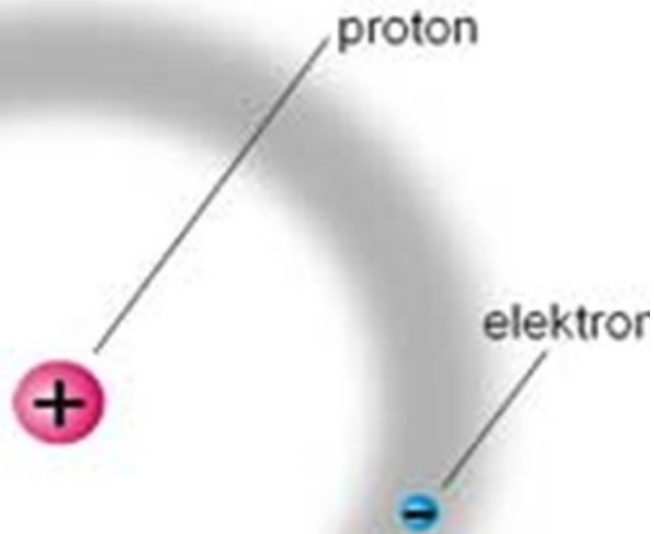
- * Tento model sugeruje:
- * atom je pevnou kuličkou s výraznou hranicí,
- * elektronový mrak se skládá z vrstev s víceméně stejnou šířkou.

Ukázky obrázků **atomu** z polských učebnic chemie, které obsahují negativní analogie



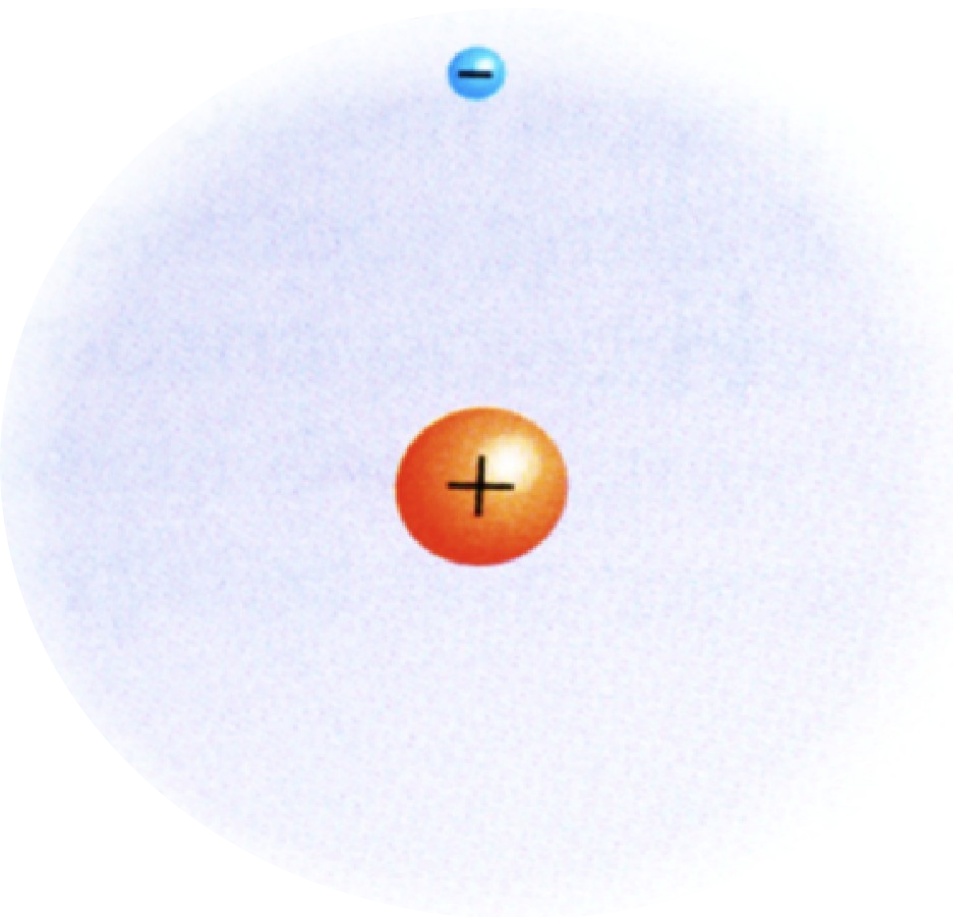
- * Tento obrázek se pokouší znázornit trojrozměrný model atomu vodíku s rozmazaným elektronovým mrakem, ale velikosti protonu a elektronu jsou identické.
- * Kromě toho nevíme, co znamená modrá šmouha za elektronem.

Ukázky obrázků **atomu** z polských učebnic chemie, které obsahují negativní analogie



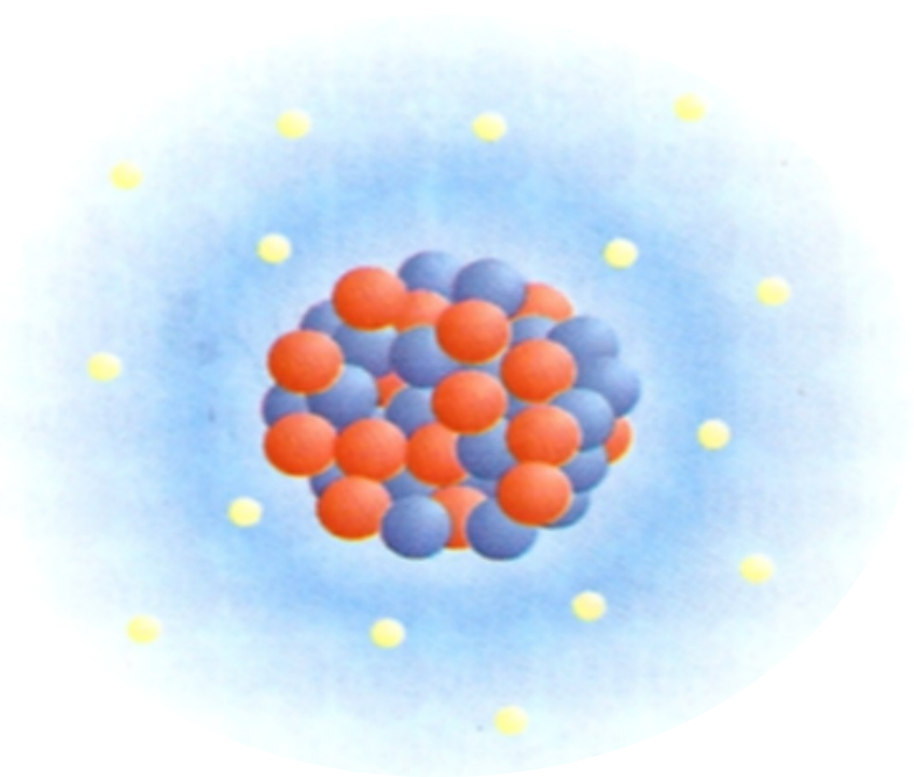
- * Obrázek se pokouší představit model atomu vodíku s rozmazaným elektronovým mrakem a zároveň s elektronem jako částicí.
- * Ale dvojrozměrnost obrázku může sugerovat, že se elektrony pohybují kolem jádra po kruhových drahách v jedné rovině.

Ukázky obrázků **atomu** z polských učebnic chemie, které obsahují negativní analogie



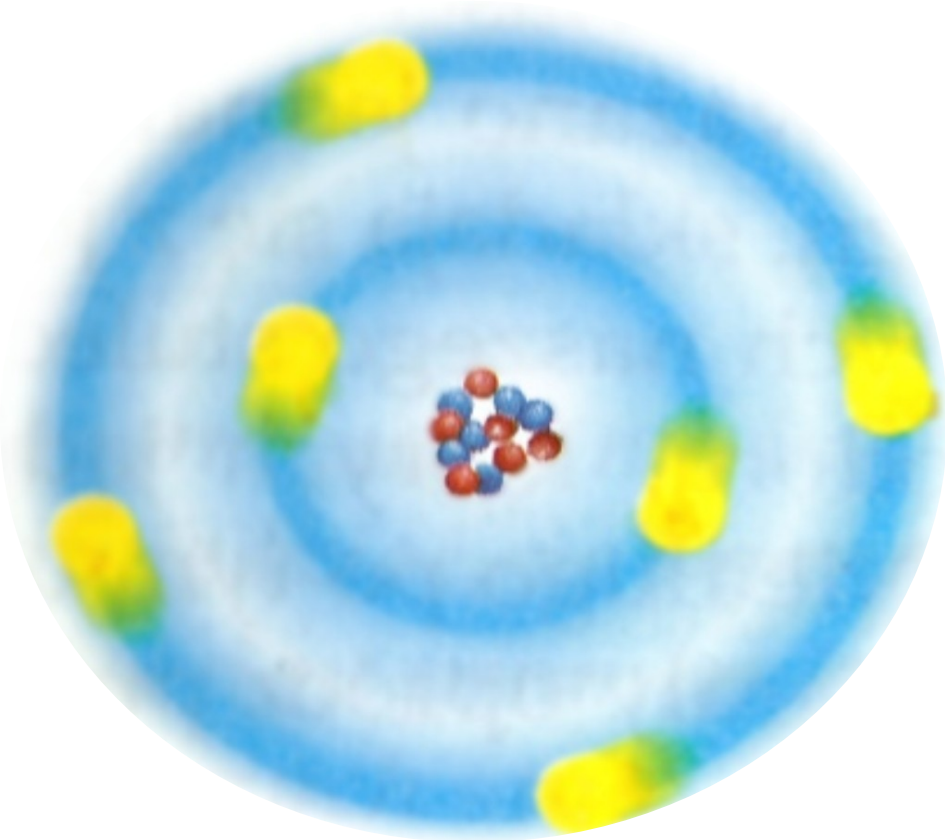
- * Tento obrázek se pokouší představit model atomu vodíku s rozmazaným elektronovým mrakem a zároveň s elektronem jako částicí.
- * Ale dvojrozměrnost obrázku může sugerovat, že se elektrony pohybují kolem jádra po kruhových drahách v jedné rovině.
- * Umístění elektronu na vnějším obrysu mraku ale sugeruje, že zrovna v tomto místě se elektron nachází nejčastěji, což je v rozporu se současnými poznatky o elektronové hustotě v atomu.
- * Obrázek jádra je také příliš velký vzhledem k celému atomu.
- * Chybí zde také volný prostor kolem jádra.

Ukázky obrázků **atomu** z polských učebnic chemie, které obsahují negativní analogie



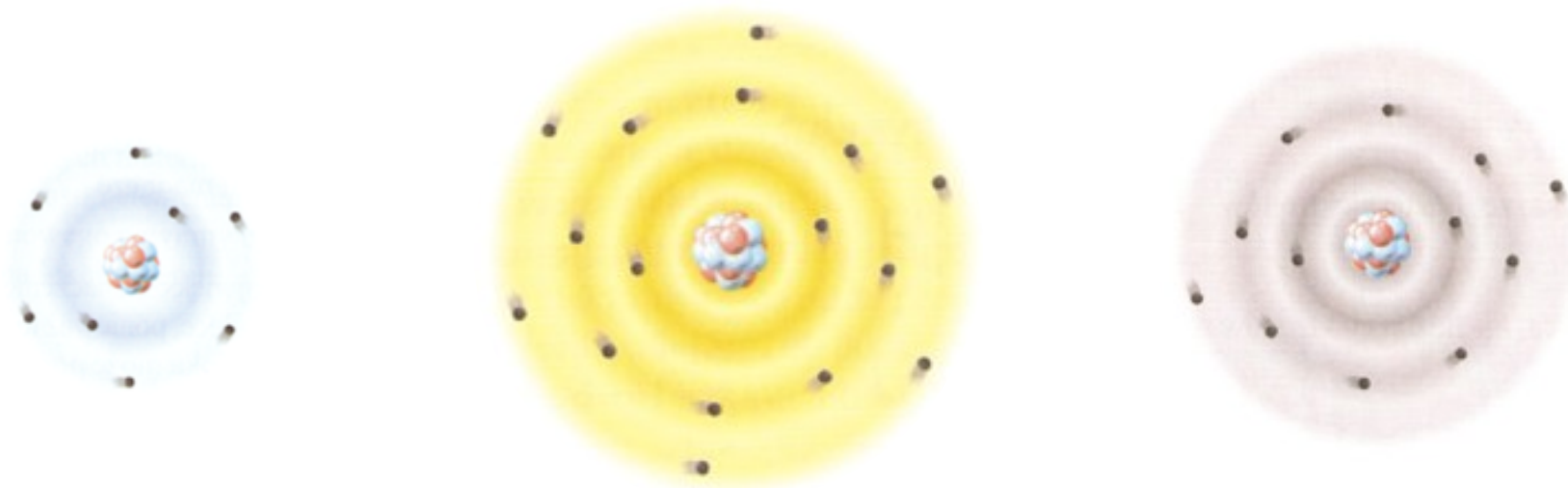
- * Model atomu fosforu.
- * Sugeruje chybné proporce mezi atomovým jádrem a jeho velikostí a mezi nukleony a elektrony.
- * Stínování elektronového mraku a nerovnoměrné rozložení elektronů v mraku by bylo správné v případě atomu vodíku nebo helia.
- * V případě atomů druhé periody by měly na obrázku být dvě maxima hustoty.
- * Obrázek také sugeruje stejnou hodnotu všech elektronů v atomu.

Ukázky obrázků **atomu** z polských učebnic chemie, které obsahují negativní analogie



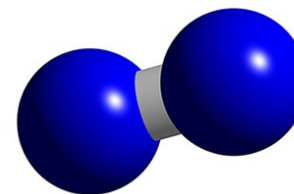
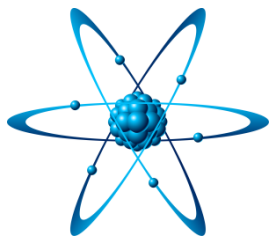
- * Model atomu uhlíku.
- * Sugeruje chybné proporce medzi:
 - * velikostí atomového jadra a celým atomem,
 - * nukleony a elektrony – *elektrony jsou několikrát větší než protony a neutrony!*
- * Nevíme, co znamená žlutá šmouha za elektronem.
- * Nevíme jestli elektrony na jednotlivých orbitalech obíhají elektron ve stejném směru.
- * Obrázek také sugeruje stejné vzdálenosti mezi jednotlivými orbitaly.

Ukázky obrázků **atomu** z polských učebnic chemie, které obsahují negativní analogie

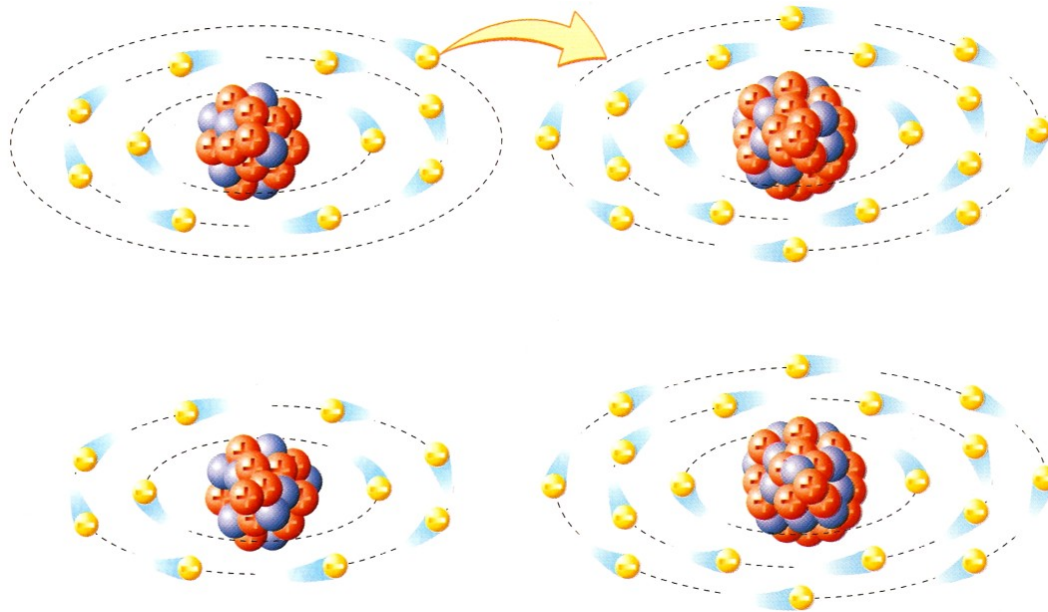


- * Modely atomů kyslíku, síry a vápníku sugerují, že atomy jsou barevné.
- * Prostorové znázornění jádra a „ploché“ znázornění elektronů na orbitalech může žákům vnucovat představu, že elektrony se kolem jádra pohybují po kruhových drahách v jedné rovině.
- * Obrázek sugeruje stejné vzdálenosti mezi jednotlivými orbitaly.
- * Nevíme, co znamená černá šmouha za elektronem.
- * Nevíme jestli elektrony na jednotlivých orbitalech obíhají elektron ve stejném směru.

Nepřesné obrázky atomů mohou vyvolat chybné představy žáků,
což ztěžuje správnou vizualizaci procesu vzniku iontů,
stavby molekul chemické sloučeniny
nebo vizualizaci průběhu chemické reakce.



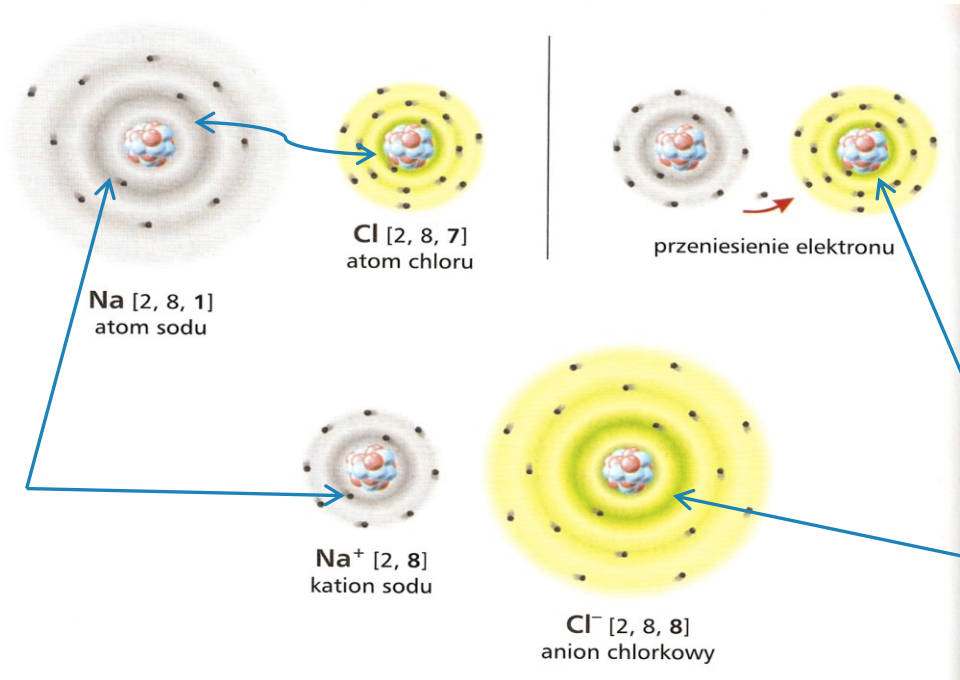
Ukázky obrázků, které znázorňují **vznik iontů z atomů** z polské učebnice chemie, která obsahuje negativní analogie – chlorid sodný



* Obrázek znázorňuje přenesení elektronů z atomu sodíku na atom chlóru:

- sugeruje zmenšení velikosti kationu sodíku vzhledem k atomu, ze kterého vznikl,
- ale velikost iontu chlóru zůstává vzhledem k atomu beze změn!

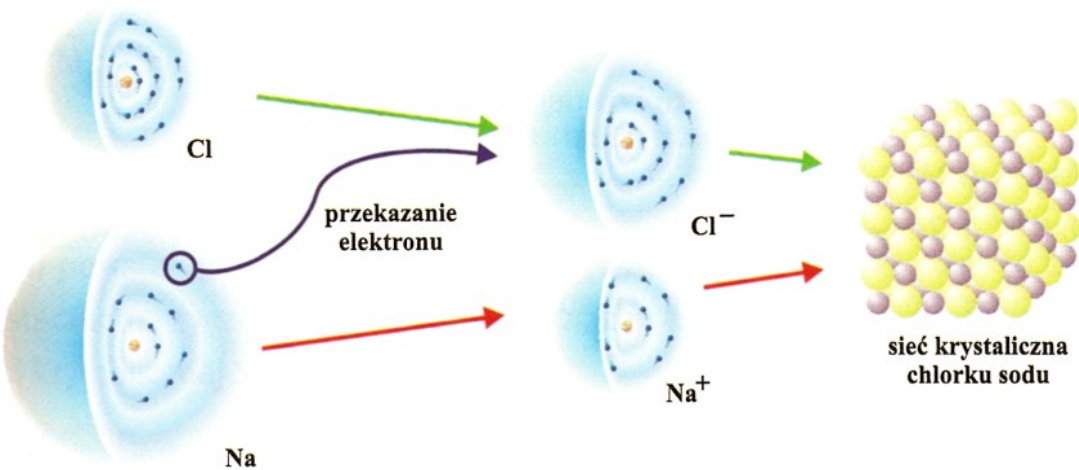
Ukázky obrázků, které znázorňují vznik iontů z atomů z polské učebnice chemie, která obsahuje negativní analogie – chlorid sodný



- * Obrázek se snaží dodržet skutečné proporce mezi atomy a ionty, které z nich vznikají.
- * Musíme si položit otázku:
 - * proč jsou vzdálenosti mezi orbitály v představených modelech atomu sodíku a chlóru tak různé?
 - * je energie orbitalů 1s a 2s v atomu sodíku a kationtu sodíku jiná? Stejný problém se týká i atomu a iontu chlóru.

- Obrázek působí dojmem, že ionty nebyly nakresleny na základě skutečných údajů týkajících se energetických hladin, ale byly vytvořeny z atomů jejich grafickým zvětšením nebo zmenšením.

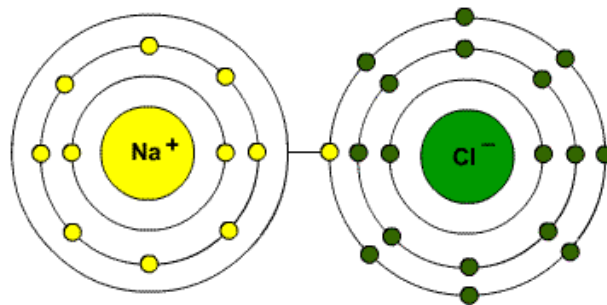
Ukázky obrázků, které znázorňují **vznik iontů z atomů** z polské učebnice chemie, která obsahuje negativní analogie – chlorid sodný



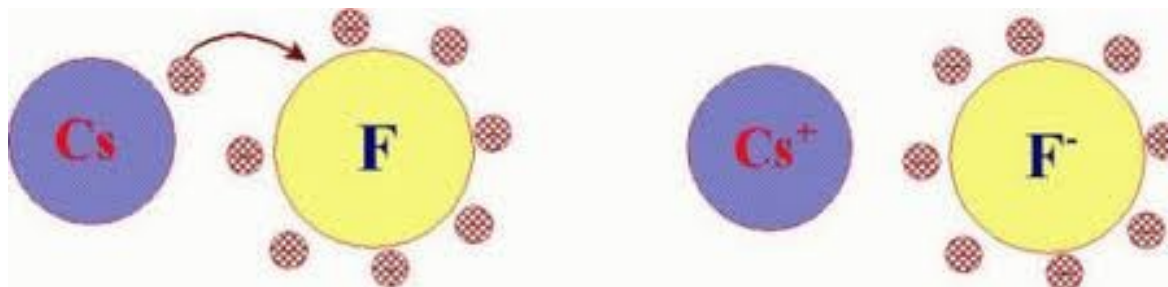
- Obrázek správně znázorňuje předání elektronu (jako částice) atomu sodíku a tím pádem zmenšení jeho velikosti o poslední povlak.
- Ale zvětšení iontu chlóru je zobrazeno chybně (celý obrázek byl zvětšen).

Ukázky obrázků, které znázorňují **vznik iontů z atomů** z polské učebnice chemie, která obsahuje negativní analogie

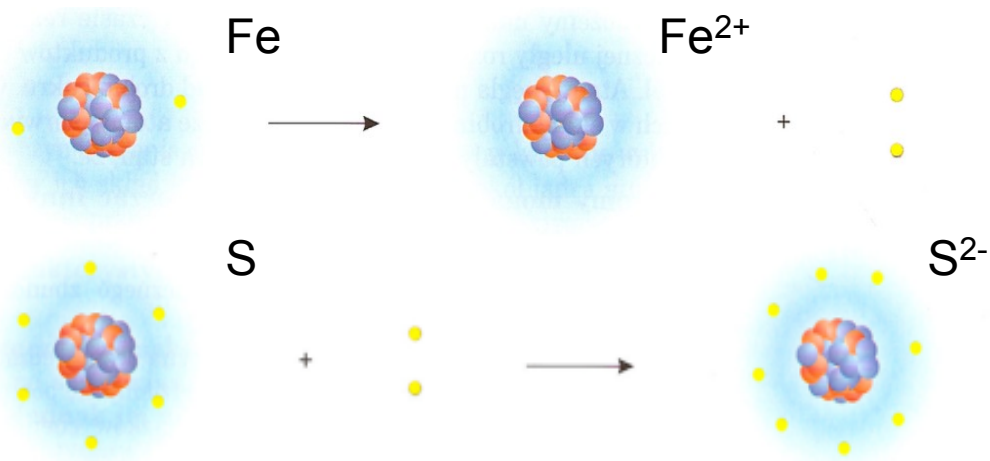
Modely, které zobrazují vznik iontů a sloučenin s iontovými vazbami, nejsou v učebnicích příliš oblíbené – nejčastěji se jedná o dříve uvedený chlorid sodný.



Zřídka se můžeme setkat s obrázky jiných sloučenin s iontovou vazbou.



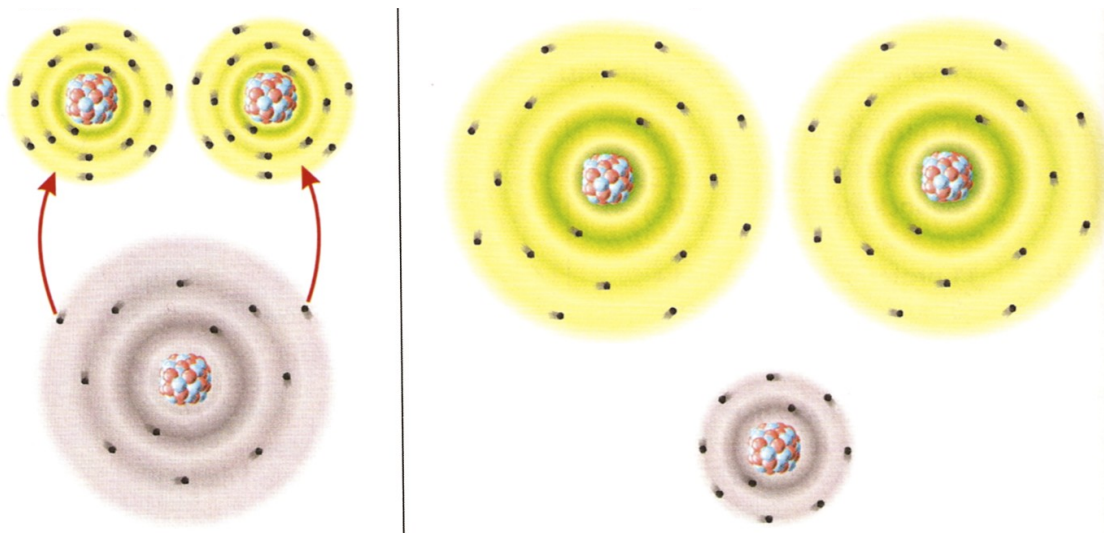
Ukázky obrázků, které znázorňují **vznik iontů z atomů** z polské učebnice chemie, která obsahuje negativní analogie



Model **sulfidu železnatého** – na obrázku:

- je opominuta změna velikosti iontů vzhledem k atomům, ze kterých vznikly,
- jsou označeny pouze valenční elektrony!

Ukázky obrázků, které znázorňují **vznik iontů z atomů** z polské učebnice chemie, která obsahuje negativní analogie



* Model **chloridu hořečnatého** – stejné poznámky jako v případě chloridu sodného.

Obrázek se snaží dodržet skutečné proporce mezi atomy a ionty, které z nich vznikají. Pokud se ovšem pozorně podíváme na obrázky, musíme si položit otázku:

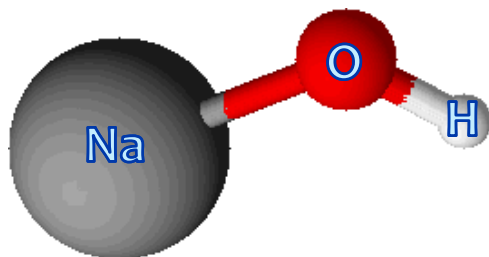
- proč jsou vzdálenosti mezi orbitaly v představených modelech atomu sodíku a chlóru tak různé?*
- je energie orbitalů 1s a 2s v atomu sodíku a kationtu sodíku jiná? Stejný problém se týká i atomu a iontu chlóru.*

Obrázek působí dojmem, že ionty nebyly nakresleny na základě skutečných údajů týkajících se energetických hladin, ale byly vytvořeny z atomů jejich grafickým zvětšením nebo zmenšením.

Obrázky „molekul“ sloučenin s iontovou vazbou z polských učebnic chemie, které obsahují negativní analogie

Opomíjení iontových vazeb v grafickém aparátu učebnice vede k chybně pojatým obrázkům sloučenin s iontovými vazbami.

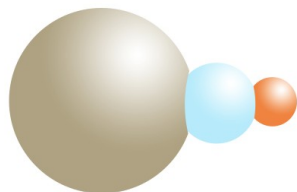
Ve většině učebnic jsou tyto látky kresleny tak jako by měly atomové vazby.



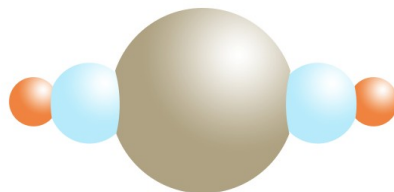
To vede k proaktivní a retroaktivní interferenci, čili k jevům, které známe z psychologie a které znesnadňují žákům učení.

Obrázky „molekul“ sloučenin s iontovou vazbou z polských učebnic chemie, které obsahují negativní analogie

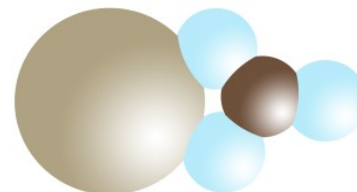
Ukázky „molekul“ látek s iontovými vazbami:



NaOH

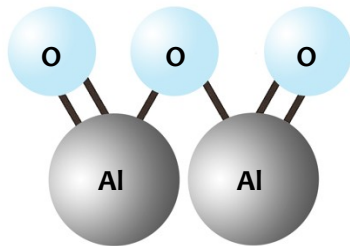


Mg(OH)₂

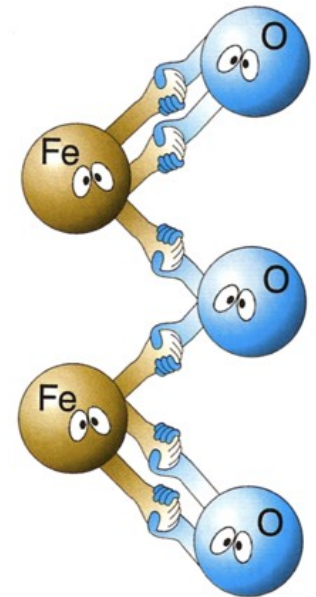


CaCO₃

* *hydroxid sodný, hydroxid hořečnatý a uhličitán vápenatý;*



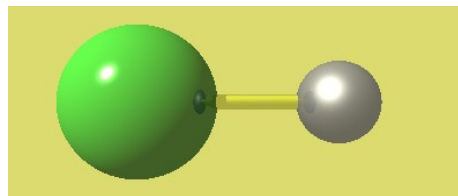
* *oxid hlinitý;*



* *oxid železitý – „ručičky“ symbolizují atomové vazby.*

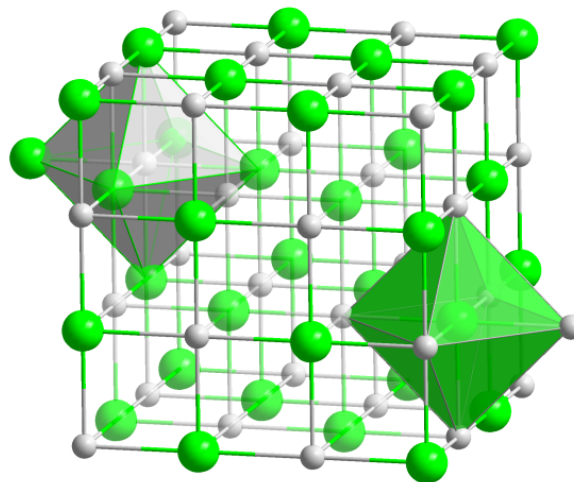
Obrázky „molekul“ sloučenin s iontovou vazbou z polských učebnic chemie, které obsahují negativní analogie

Tak sugestivní ukázání iontových vazeb jako vazby atomové



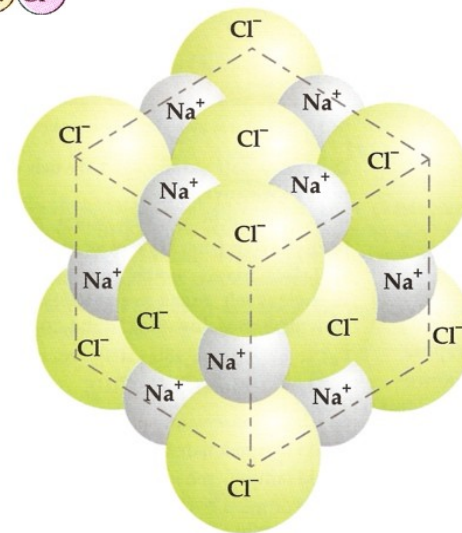
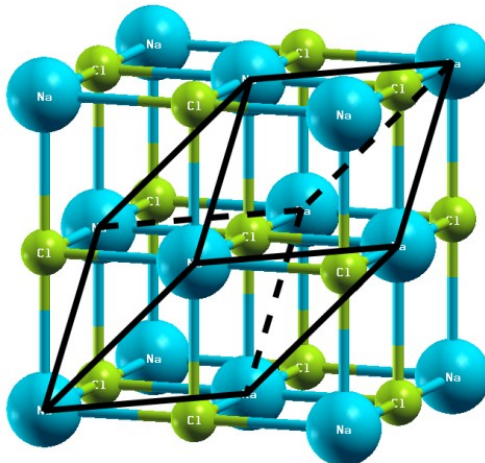
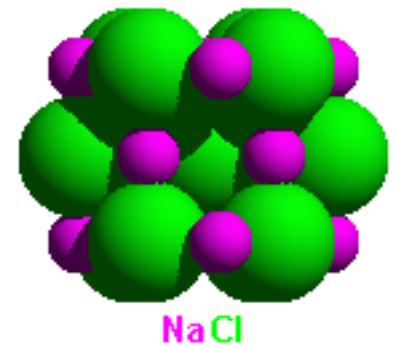
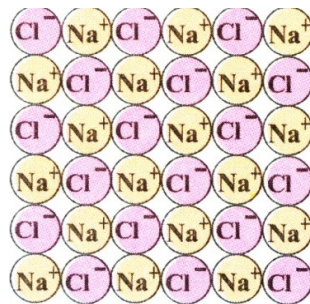
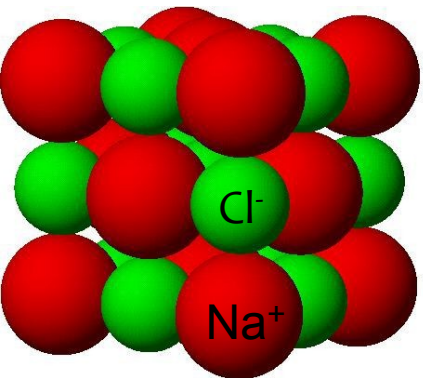
způsobuje negativní transfer na pozdějších úrovních vzdělávání
a blokuje další informace,
které se týkají specifičnosti iontových vazeb

(např. chybějící směr těchto vazeb – iont sodíku není spojen iontovými vazbami pouze s jedním iontem chlóru, ale funguje s 6 ionty chlóru, které ho obklopují).

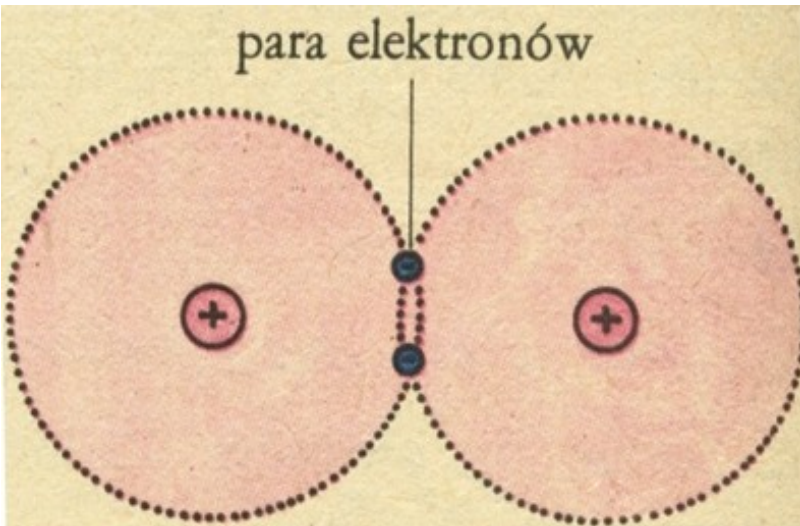


Příklady obrázků **krystalu NaCl** z polské učebnice chemie

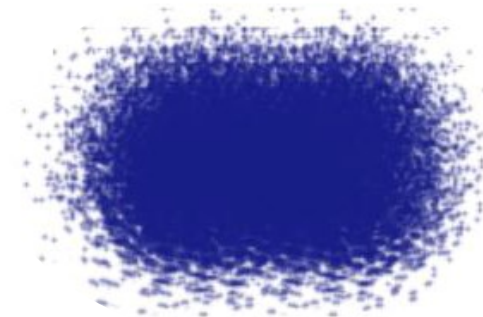
- * V situaci, když se do učebnice kreslí celý iontový krystal (ve většině případů se to týká pouze chloridu sodného), autoři obrázků neberou v úvahu správné proporce iontů.



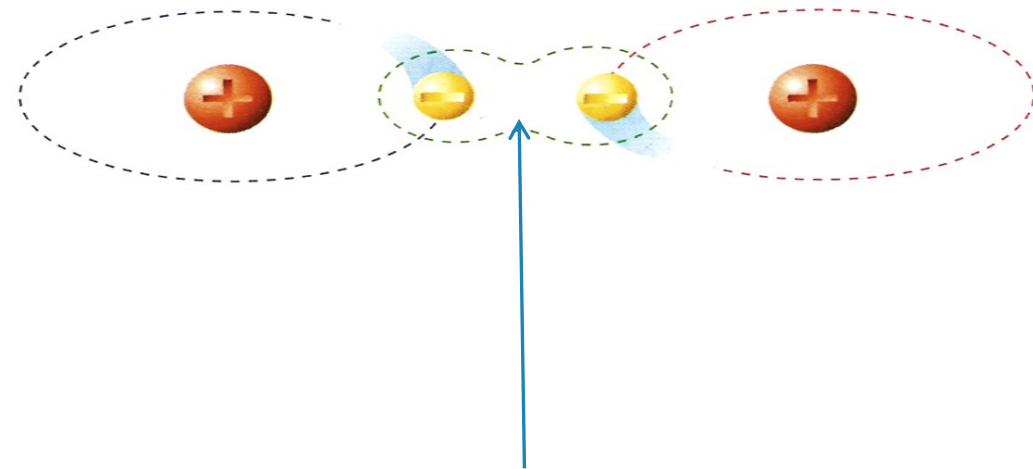
Ukázky zobrazení vzniku **molekuly vodíku** z atomů z polských učebnic chemie, které obsahují negativní analogie



- * Velmi jednoduchý obrázek, který možná právě proto v sobě nese nejméně negativních konotací.
- * Tvar dvou spojených kuliček s „protnutím“ (*tam, kde je na obrázku elektronový pár*) neodpovídá faktickému rozložení elektronové hustoty – v tomto místě je největší (orbitalovi atomovému 1σ).

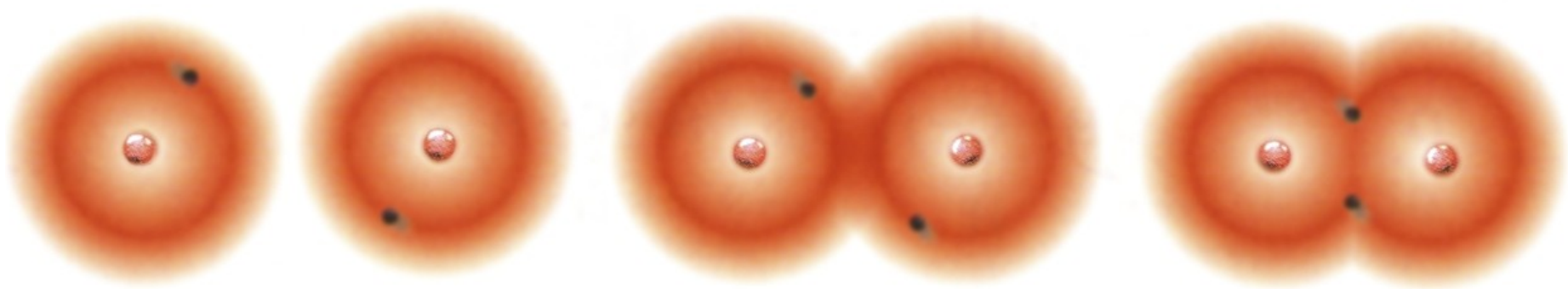


Ukázky zobrazení vzniku **molekuly vodíku** z atomů z polských učebnic chemie, které obsahují negativní analogie



- * V tomto modelu molekuly jsou atomy vodíku příliš daleko od sebe.
- * Není ukázané, jak se překrývají atomové orbitály.
- * Musíme si položit otázku: **co znamená zelená smyčka?**
 - * Může žákům sugerovat, že vazba je něčím oddělitelným od atomu (*tak jako se např. boty zavazují tkaničkou, která není součástí boty*).
- * Model také nevysvětluje, kde a jak se pohybují elektrony v molekule H_2 .

Ukázky zobrazení vzniku **molekuly vodíku** z atomů z polských učebnic chemie, které obsahují negativní analogie



Řada třech obrázků ukazuje fáze vznikání molekulového orbitalu.

Tvar molekuly vodíku je ale jiný než tvar orbitalu 1σ a nakreslený tvar elektronového mraku v molekulách vodíku sugeruje, že se elektrony pohybují po dráhách ve tvaru osmičky.

Ukázky zobrazení vzniku **molekuly vodíku** z atomů z polských učebnic chemie, které obsahují negativní analogie

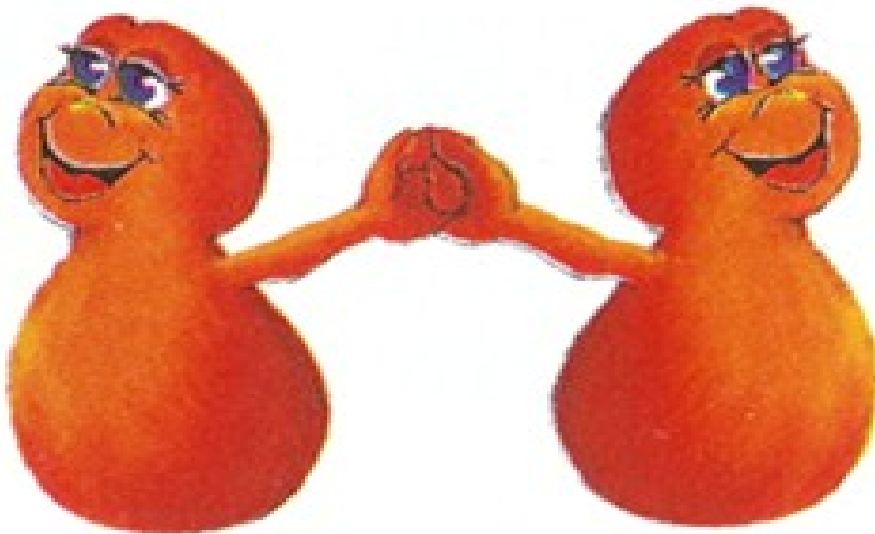


Obrázek molekuly vodíku nejpřesněji ze všech zobrazuje tvar molekulového orbitalu.

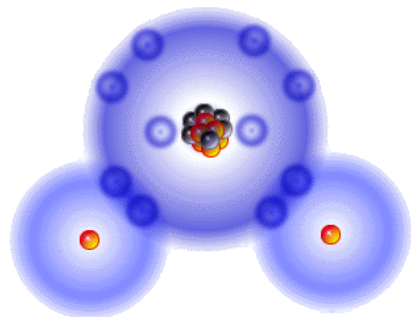
Pravděpodobnost nalezení elektronu je největší v prostoru mezi jádry atomů, ale na obrázku jsou elektrony umístěny dost nešťastně – „ženou se“ na sebe, jako by mělo dojít k jejich srážce.

Přijetí takové konvence umístění elektronů vede v modelech komplikovanějších molekul k chybám.

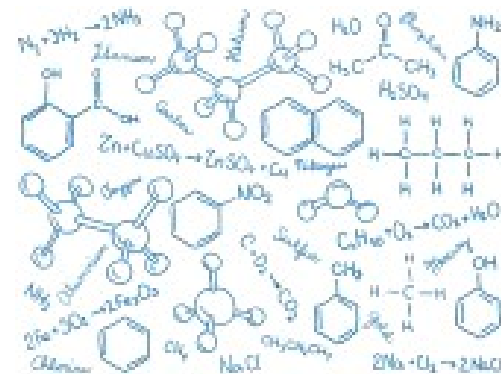
Ukázky zobrazení vzniku **molekuly vodíku** z atomů z polských učebnic chemie, které obsahují negativní analogie



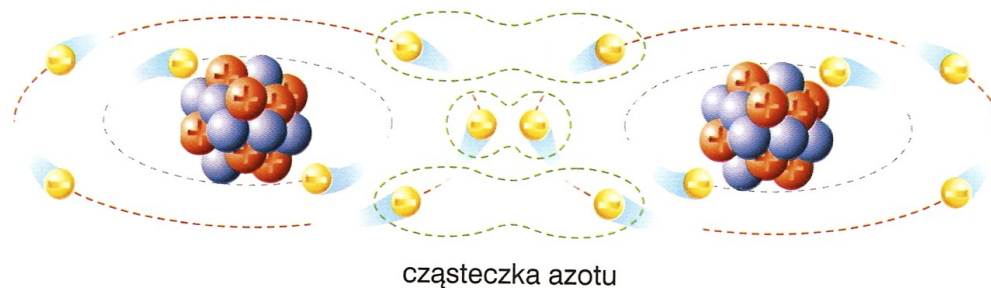
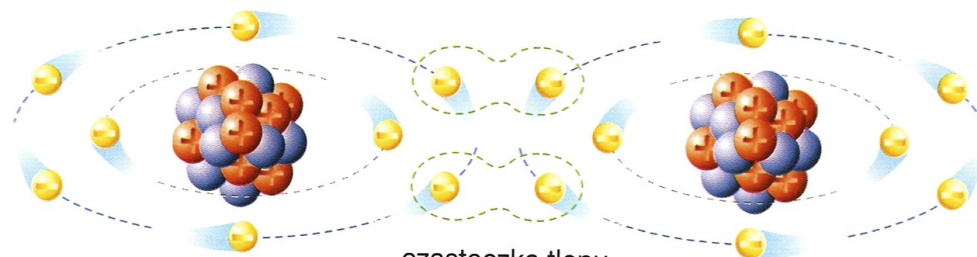
- * „Vtipný obrázek“, který znázorňuje molekulu vodíku.
- * Jeho vadou jsou příliš sugestivní ručičky, které symbolizují vazby.



Pokud se takové problémy objevují
při kreslení modelu nejjednodušší molekuly (molekula vodíku),
můžeme si představit,
že nakreslení komplikovanějších molekul bude ještě složitější.



Obrázky, z polských učebnic chemie, které ukazují vznik **molekuly z atomů** a obsahují negativní analogie

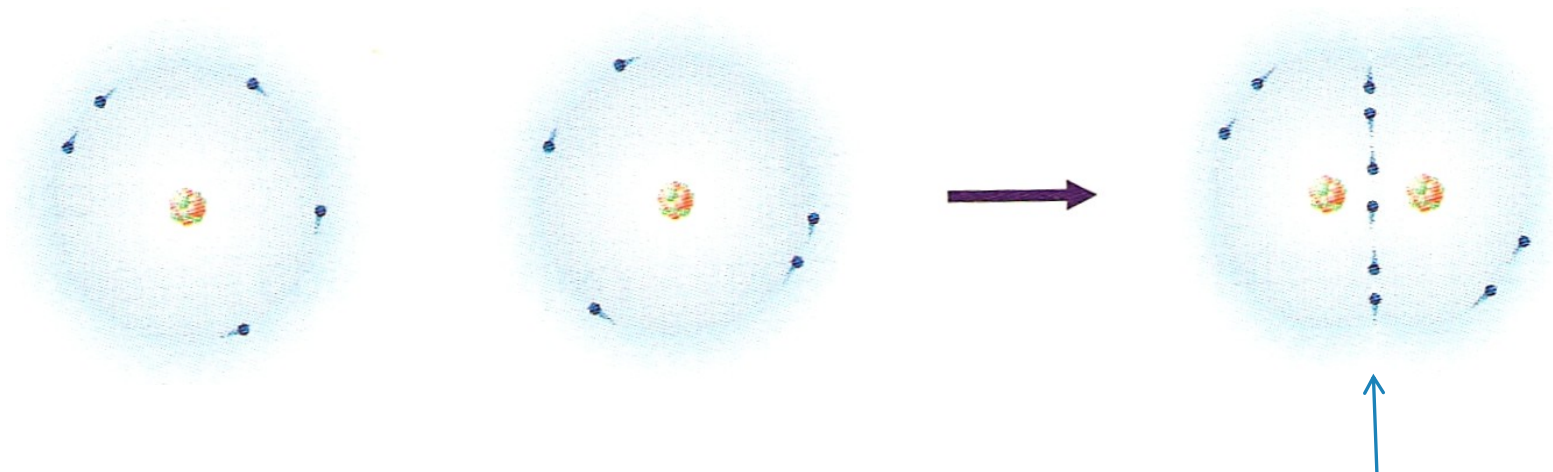


Ukázání, že se všechny elektrony **kyslíku** a **dusíku** pohybují po jednom povlaku, má za následek to, že obě vazby v molekule kyslíku (σ a Π) mají stejnou délku.

V molekule dusíku jsou vazby znázorněny opačně, než je tomu ve skutečnosti – prostřední vazba σ je kratší než vazba Π .

Zbývající poznámky jsou analogické stejně jako v případě molekuly vodíku.

Obrázky, z polských učebnic chemie, které ukazují vznik **molekuly z atomů** a obsahují negativní analogie



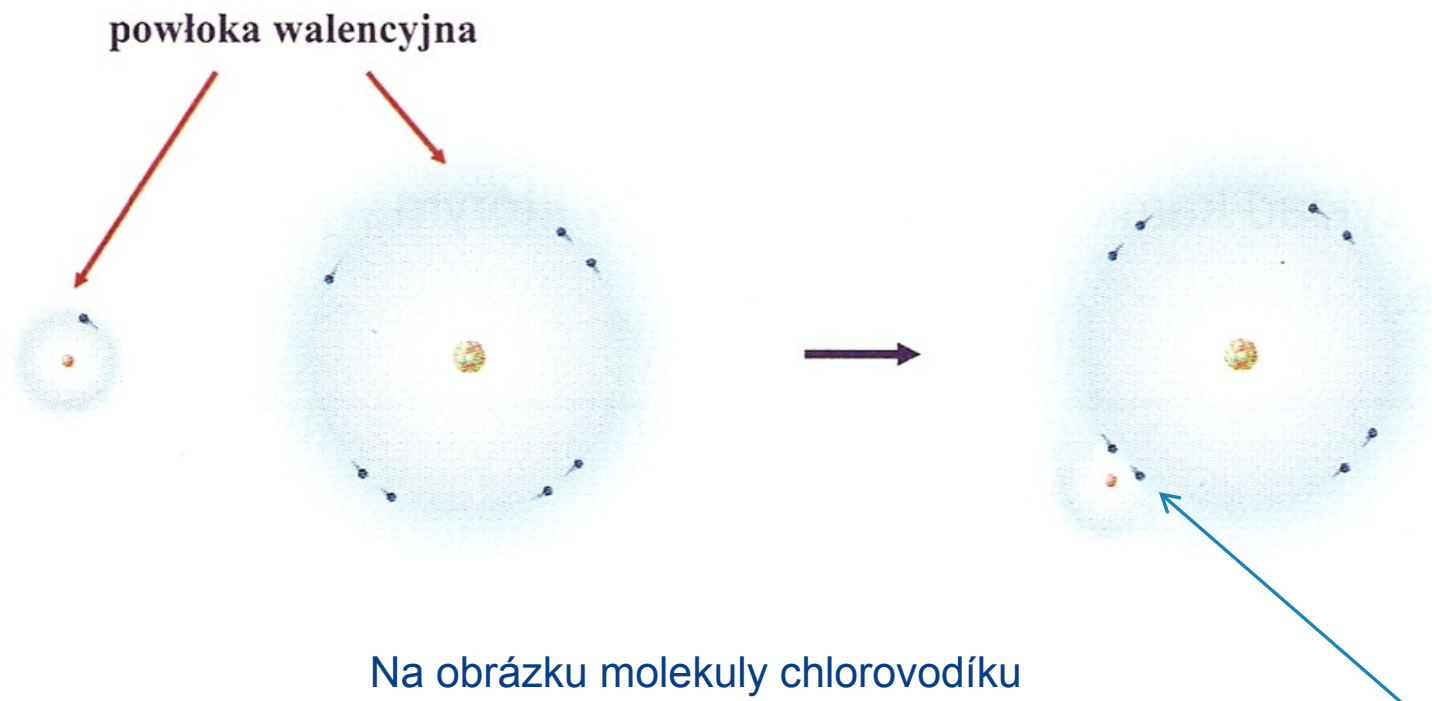
Na základě tohoto obrázku není možné pochopení a popsání, jak jsou v molekule dusíku, umístěny elektronové páry, které tvoří vazbu.

Na obrázku jsou ukázány tři elektronové páry, které jsou nasměrovány na sebe navzájem.

Pokud se pohybují, musí dojít k jejich srážce.

Kromě toho nevíme, jestli jsou statické nebo se pohybují pouze po čáře mezi jádry či po osmičce spolu s jinými elektrony (na obrázku tmavší trasa).

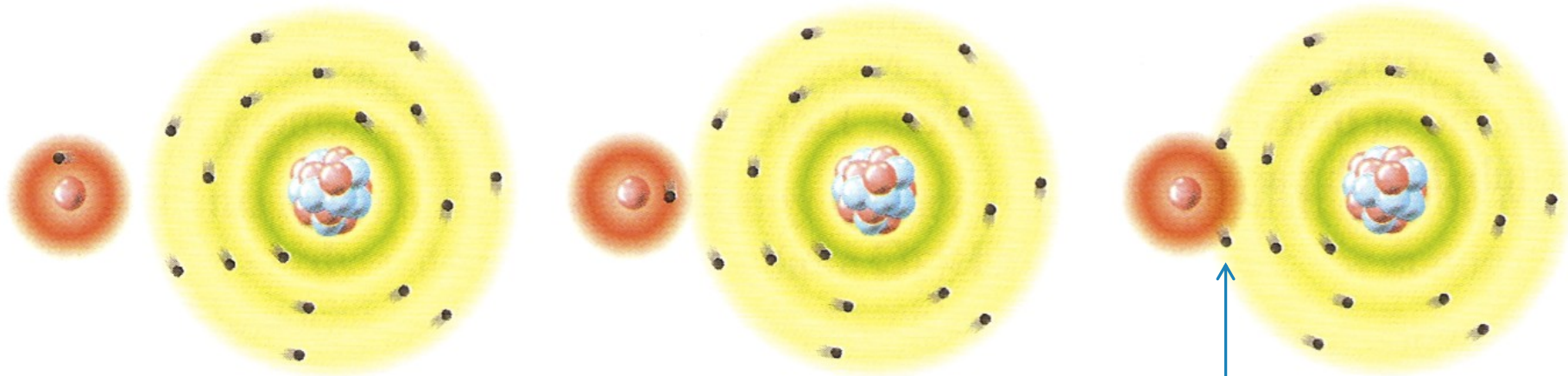
Obrázky, z polských učebnic chemie, které ukazují vznik **molekuly z atomů** a obsahují negativní analogie



Na obrázku molekuly chlorovodíku elektrony v párech obíhají po orbitalu atomu chlóru.

Elektronový pár, který tvoří vazbu, není zobrazen jako na jiných obrázcích z této učebnice, to znamená, jako elektrony, které se mají srazit.

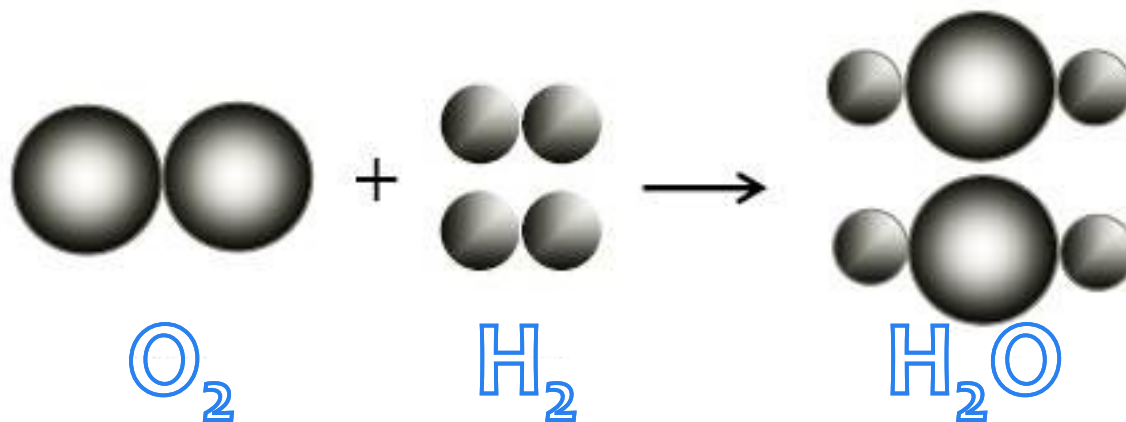
Obrázky, z polských učebnic chemie, které ukazují vznik **molekuly z atomů** a obsahují negativní analogie



Obrázek chlorovodíku sugeruje,
že elektronový pár,
který tvoří vazbu chlór-vodík, obíhá po orbitalu chlóru
a
atomový orbital vodíku zůstává prázdný.

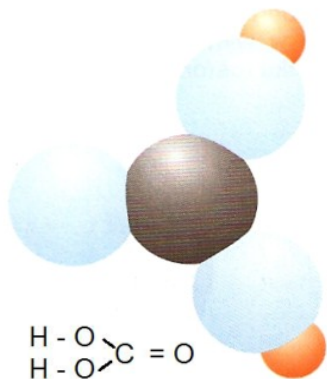
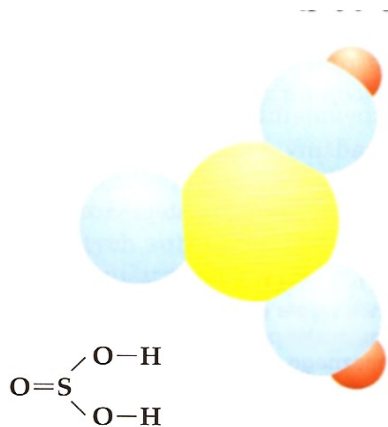
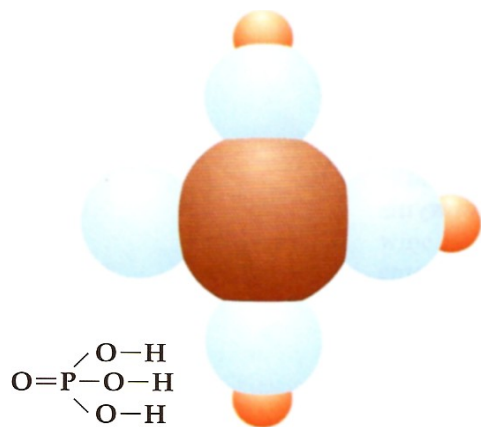
Je srozumitelné, že autoři obrázků mají problémy
s nakreslením vnitřní stavby látky.

Ale občas se objevují chybné obrázky v situacích, ve kterých se zdá,
že takové problémy neexistují.



Jedná se např. o „ploché“ modely molekul,
které nezachovávají tvary ani úhly mezi vazbami.

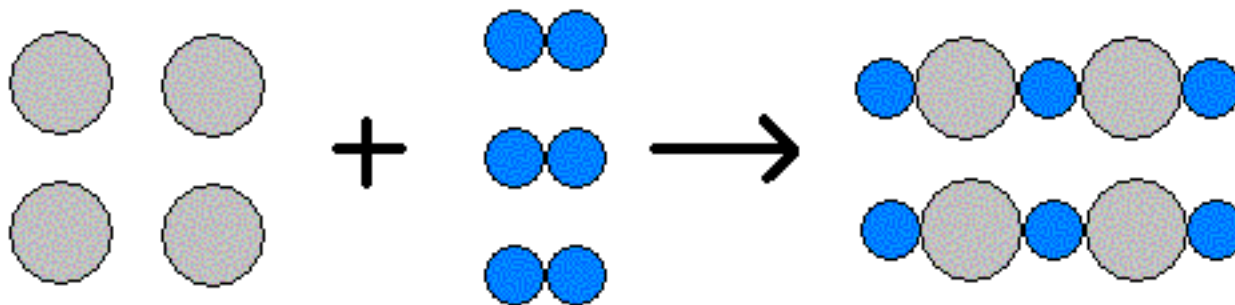
Ukázky obrázků vzniku **molekuly** z polských učebnic chemie, které obsahují negativní analogie.



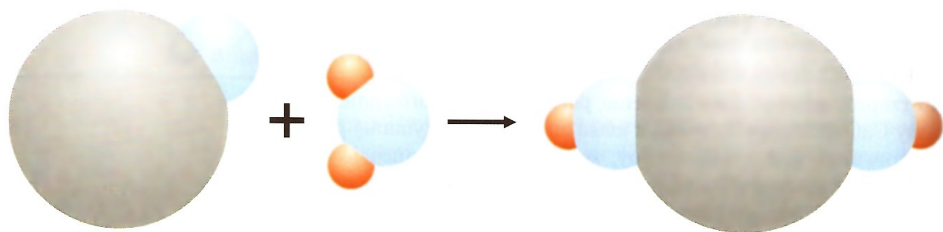
- * Ukázky molekul, které nezachovávají svůj tvar ani úhly mezi vazbami.
- * I přes stínování obrázku, což svědčí o prostorové povaze molekul, jsou molekuly nakresleny naplocho (bez zachování pravidel perspektivy).

Modelování reakčních rovnic v učebnicích není příliš oblíbené a můžeme nalézt pouze několik příkladů takovýchto situací.

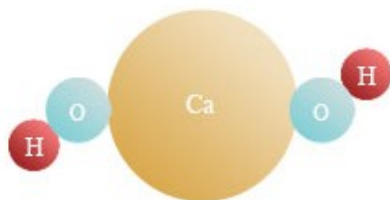
Ve většině učebnic modely reakcí, jichž se účastní chemické sloučeniny s iontovými vazbami, jsou chybně znázorněny.



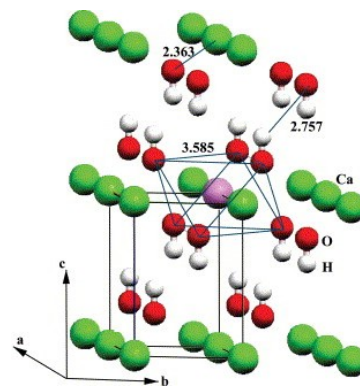
Obrázky z polských učebnic chemie, které znázorňují **reakce** a obsahují negativní analogie



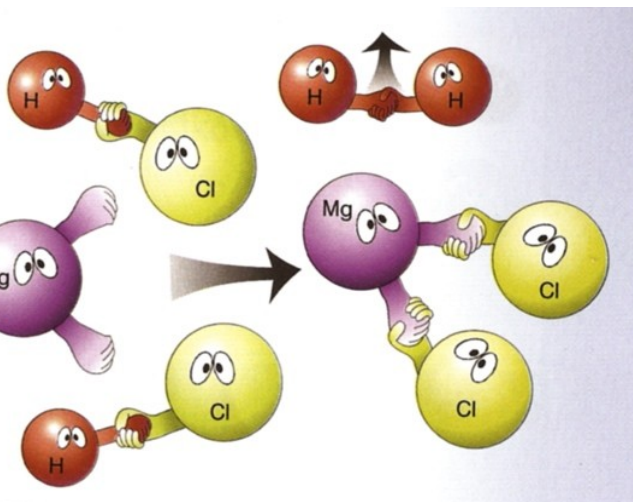
- * Reakce mezi oxidem vápenatým a vodou (tzv. hašení vápna) – jak v případě oxidu vápenatého, tak i v případě hydroxidu, který vzniká během této reakce, byly na obrázku pominuty iontové vazby.



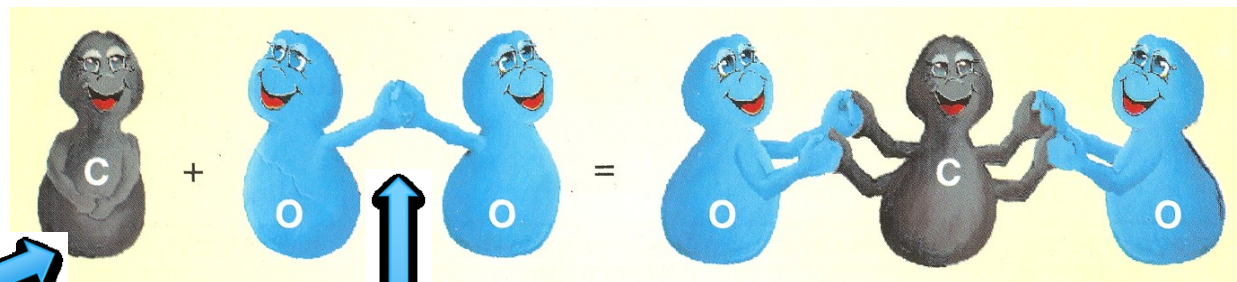
- * A pokud je hydroxid vápenatý nakreslen jako molekula – úhly jsou nesprávné



Obrázky z polských učebnic chemie, které znázorňují **reakce** a obsahují negativní analogie



- * Modelování reakcí pomocí vtipných obrázků má mnoho výhod, ale kreslení vazeb ve formě „ručiček“ je příliš sugestivní a nese chybné konotace.
- * Co například dělá atom uhlíku s 2 „volnými“ ručičkami v situaci, kdy tvoří oxid uhelnatý?



Představení tolika příkladů modelů mikrosvěta, které se nacházejí v učebnicích a obsahují tak zvané negativní analogie, ukazuje rozlehlost problému.

Na základě těchto obrázků si žáci vytvářejí chybné představy o mikrosvětě, které je obtížné diagnostovat a nahradit těmi správnými.

Proto je velmi důležitý úkol prozkoumat vliv teoretických modelů a odpovídajících učebních pomůcek na to, jak žáci chápou pojmy z mikrosvěta.



**Porovnání vlastností teoretického modelu
se způsobem jejich znázornění
v standardních učebních pomůckách
a v nově navrženém počítačovém modelu**

Vlastnosti teoretického modelu	Způsob znázornění v učebních pomůckách	Způsob představení v novém dynamickém počítačovém modelu
Jednotlivý atom má tvar podobný kouli.	Prvky, které představují atomy, mají tvar koule.	Prvky, které představují modely jednotlivých atomů nebo jednoduchých iontů, mají tvar rozmazané koule (bez hranic).
Atomy spojené do molekul mají tvar vzájemně se protínajících kuliček, přičemž místo protnutí není přesně popsáno.	Součásti, které vytvářejí molekuly, jsou ve tvaru seříznutých kuliček, které jsou spojeny seříznutými plochami s výrazně označeným místem jejich spojení.	Modely atomu spojených do molekul mají tvar vzájemně se protínajících kuliček, přičemž místo setkání není přesně popsáno.
Struktura molekul je dodatečně ovlivněna působením vnějších činitelů.	Rozměr, vzdálenost, úhly mezi jednotlivými součástmi jsou obvykle jednoznačně určeny	Rozměr, vzdálenost, úhly mezi jednotlivými součástmi odrážejí faktický stav a vliv dodatkových vnějších činitelů.
Hmotnost atomu je velmi nerovnoměrně rozložena.	Hmotnost součástky, která představuje model atomu, je rozložena rovnoměrně.	Existuje možnost znázornění nerovnoměrného rozložení hmotnosti atomu.
Elektronový mrak má složitou vnitřní strukturu.	Neexistuje možnost jednoduše představit vnitřní elektronovou strukturu.	Existuje možnost představit vnitřní elektronovou strukturu.
Atomy a molekuly mohou pohlcovat elektromagnetické vlny s určitou frekvencí.	Barva, která slouží k označení jednotlivých modelů atomů, obvykle odpovídá barvě pohlcovaného záření.	Barva, která slouží k označení jednotlivých modelů atomů, obvykle neodpovídá barvě pohlcovaného záření.
Součásti molekuly se mohou vzhledem k sobě pohybovat (rotace a oscilace molekul) v závislosti na energetickém stavu.	Je možné reprodukovat pohyb jednotlivých součástek omezeným způsobem, např. otáčením kolem určité osy molekuly.	Je možné reprodukovat pohyb jednotlivých součástek neomezeným způsobem.
Atomy v molekule jsou spojeny elektrickými silami.	Jednotlivé elementy jsou spojeny mechanicky.	Atomy v molekulách jsou spojeny společným elektronovým mrakem.
Mezi blízkými molekulami se v z kondensované fázi může objevit působení, které spočívá ve vzájemném přitahování nebo odpuzování.	Není možné znázornit takové působení.	Je možné znázornit takové působení.
Části atomů, jednotlivé atomy nebo jejich skupiny mají vždy určitý náboj.	Součásti, které znázorňují modely atomů, jsou elektricky neutrální.	Je možné označit elektrické náboje iontů.

**Předpoklady nového,
dynamického počítačového modelu,
který je založen
na základech kvantové chemie**

Předpoklady nového, dynamického počítačového modelu

1.

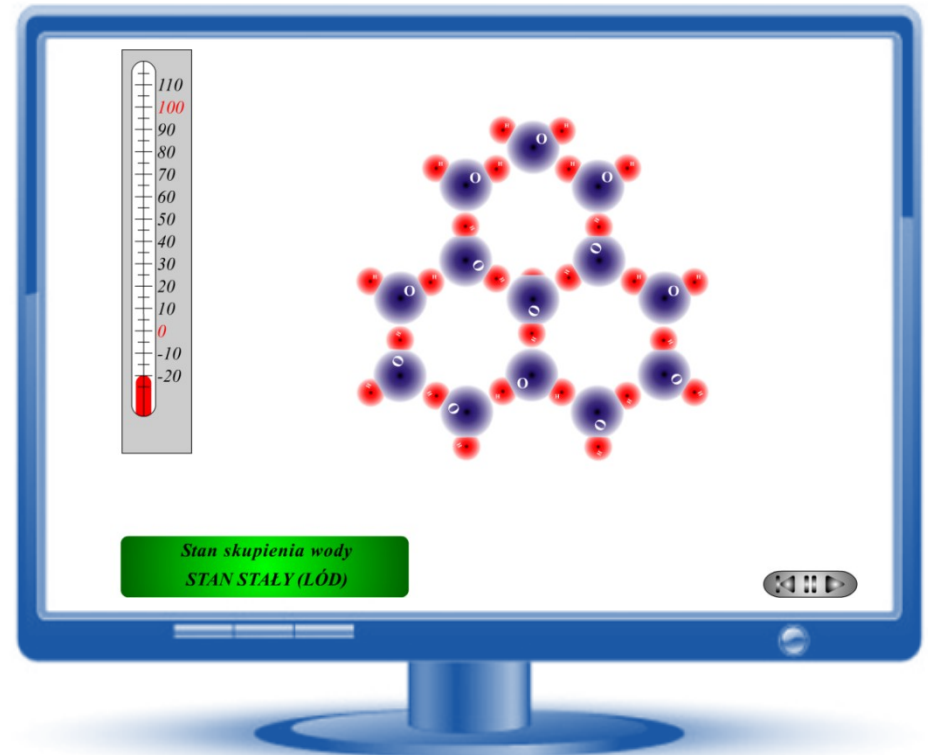
- * Prvním a nejdůležitějším předpokladem je, aby nově navržený model výuky o mikrosvětě chemie a jemu odpovídající vizuální učební pomůcky byly správné věcně (meritorně).



Předpoklady nového, dynamického počítačového modelu

1. Tento model ukazuje prostorovou strukturu na úrovni mikrosvěta:

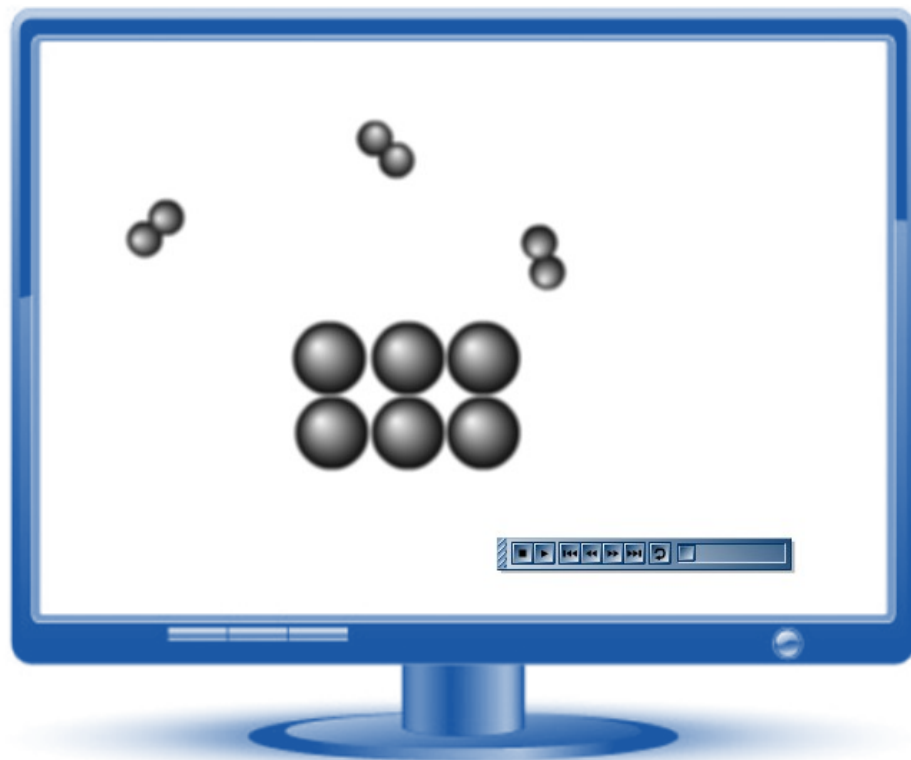
- * zohledňuje Brownovu teorii pohybu a zobrazuje pohyby molekul, iontů a atomů (rychlost tohoto pohybu závisí na skupenství tělesa a mění se spolu se změnou teploty látky);



Předpoklady nového, dynamického počítačového modelu

1. Tento model ukazuje prostorovou strukturu na úrovni mikrosvěta:

- * zachovává proporce mezi velikostí jednotlivých atomů,
- * a to jak volných, tak i těch, které jsou v chemických sloučeninách;
- * dodržuje proporce mezi velikostí jednotlivých atomů a iontů,
- * které z nich vznikají;



Předpoklady nového, dynamického počítačového modelu

1. Tento model ukazuje prostorovou strukturu na úrovni mikrosvěta:

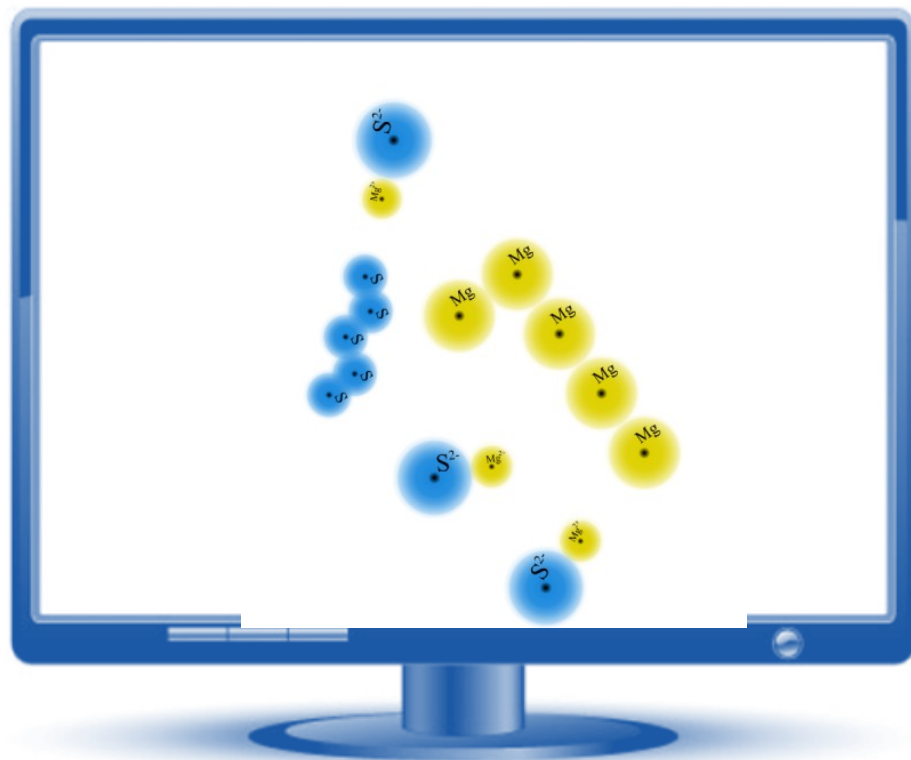
- * atomy, ionty a molekuly nemají ostrou, výrazně označenou hranici a ukazují stavbu elektronového mraku ve formě rozmazané šmouhy, bez ohraničení;



Předpoklady nového, dynamického počítačového modelu

1. Tento model ukazuje prostorovou strukturu na úrovni mikrosvětla:

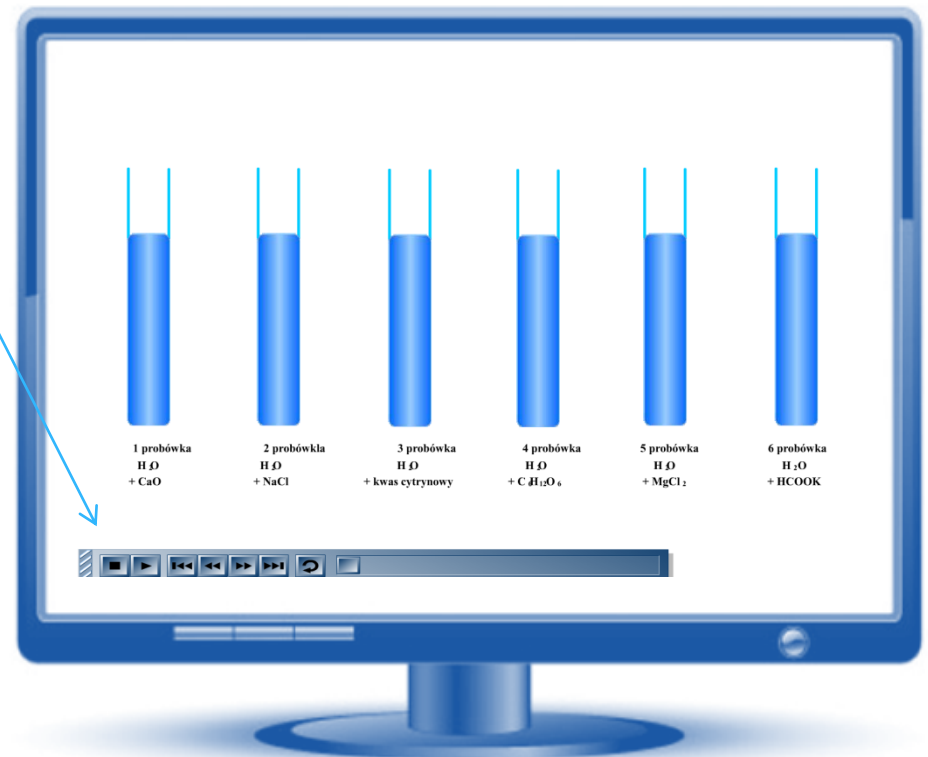
- * při znázornění molekul a složených iontů byl dodržen jejich skutečný tvar;
- * konstatuje fakt, že atomy, ionty ani molekuly nejsou barevné;



Předpoklady nového, dynamického počítačového modelu

1. Tento model ukazuje prostorovou strukturu na úrovni mikrosvěta:

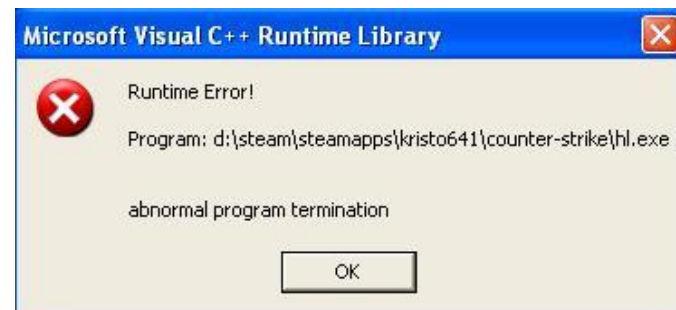
- * poskytuje možnost několikanásobně opakovat projekci s upozorněním na další fáze reakce.



Předpoklady nového, dynamického počítačového modelu

2.

Druhým a velmi důležitým předpokladem bylo, aby učební pomůcky, které znázorňují stavbu mikrosvěta, působily co nejméně chybných asociací.



Předpoklady nového, dynamického počítačového modelu

3.

Dalším předpokladem bylo, aby nově navržený model výuky o mikrosvětě chemie a jemu odpovídající vizuální učební pomůcky mohly být neustále platné v procesu vzdělávání:

- * od prvních informací týkajících se stavby světa, který nás obklopuje, předávaných žákům na prvním stupni,
- * přes základy chemie na hodinách přírodopisu ve 4.-6. třídě,
- * výuku chemie na druhém stupni gymnázia
- * až po chemii na úrovni střední školy nebo studia s „nechemickým“ zaměřením.



1

V rámci projektu byly vypracovány
dva druhy počítačových animací:
animace modelů chemických sloučenin

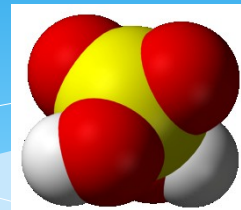
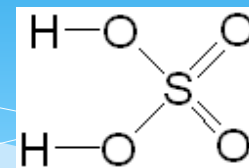
a

2

animace chemických reakcí.

1

Animace modelů chemických sloučenin ...



... se týkají chemických sloučenin jak s iontovými vazbami, tak i s vazbami atomovými nebo atomovými zpolarizovanými.

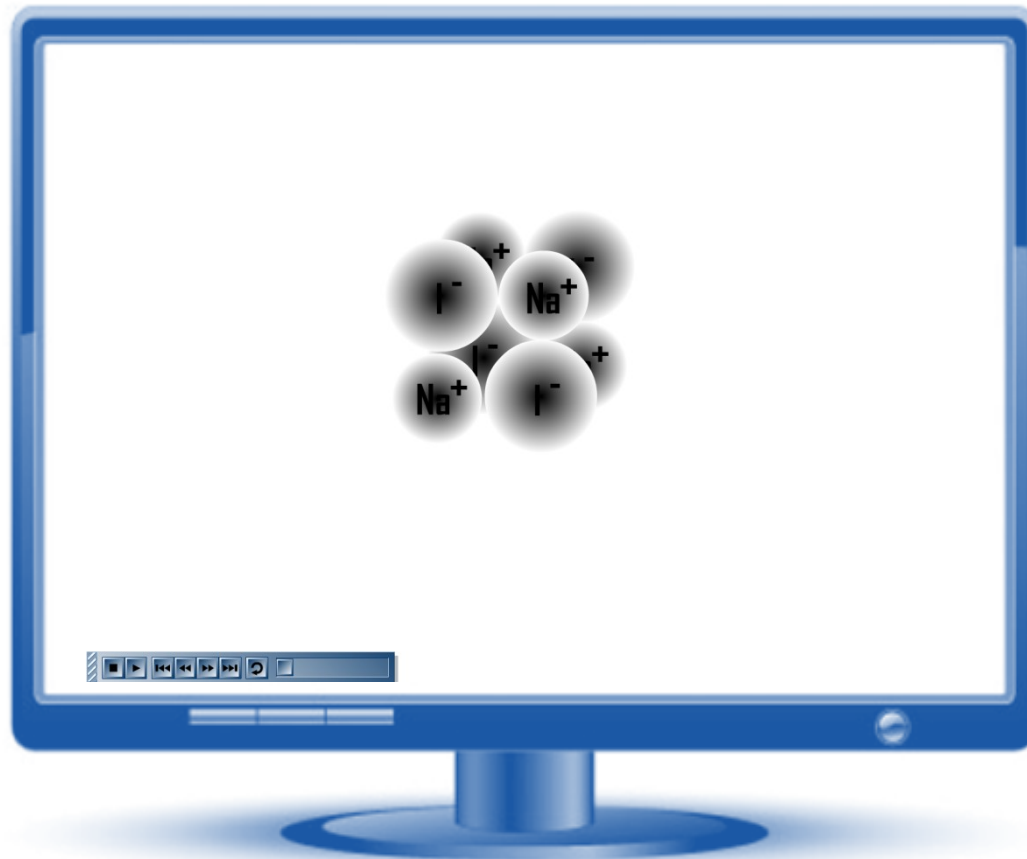
1. Hlavním cílem těchto animací je seznámit žáky s vnitřní stavbou dané látky, s druhy vazeb, které se v ní nacházejí, s tvarem molekul nebo tvarem iontového krystalu.
1. Animace má také žáky naučit spojit si model molekuly nebo iontového krystalu se strukturním nebo sumárním vzorcem.

1

Animace modelu molekuly
s atomovou nebo
atomovou zpolarizovanou vazbou:



1 Animace modelu molekuly s iontovou vazbou:

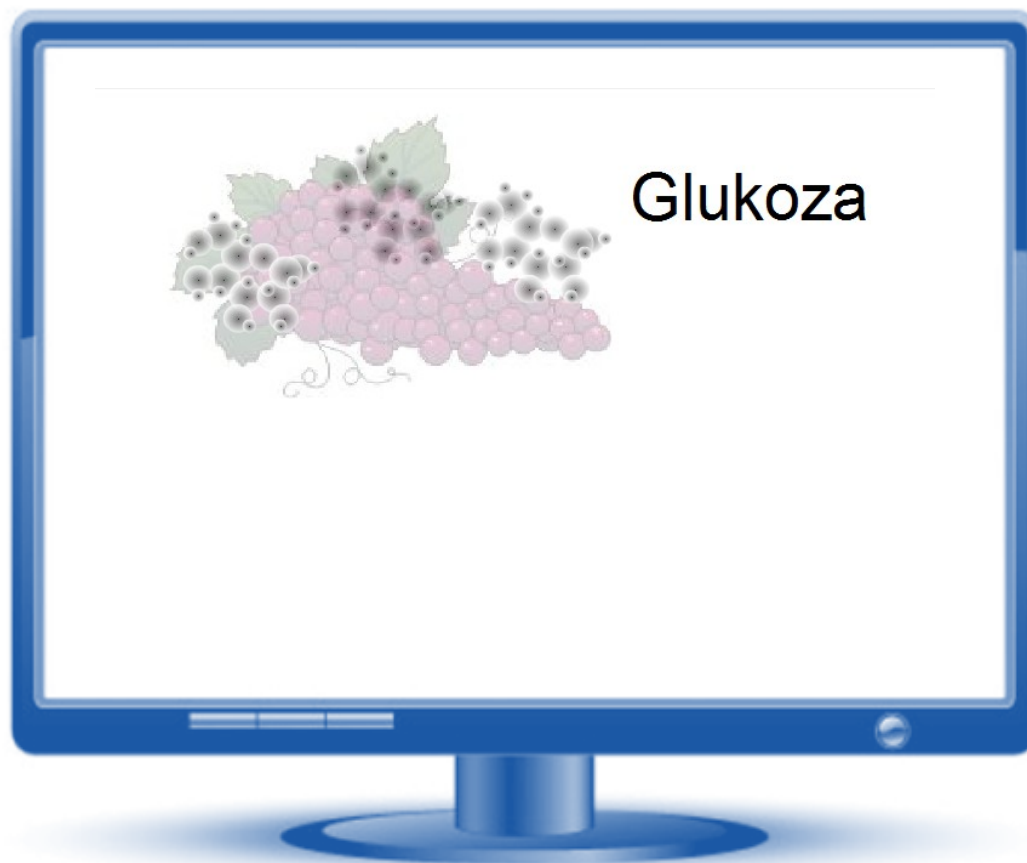


2

Animace chemických reakcí (nebo fyzických procesů)

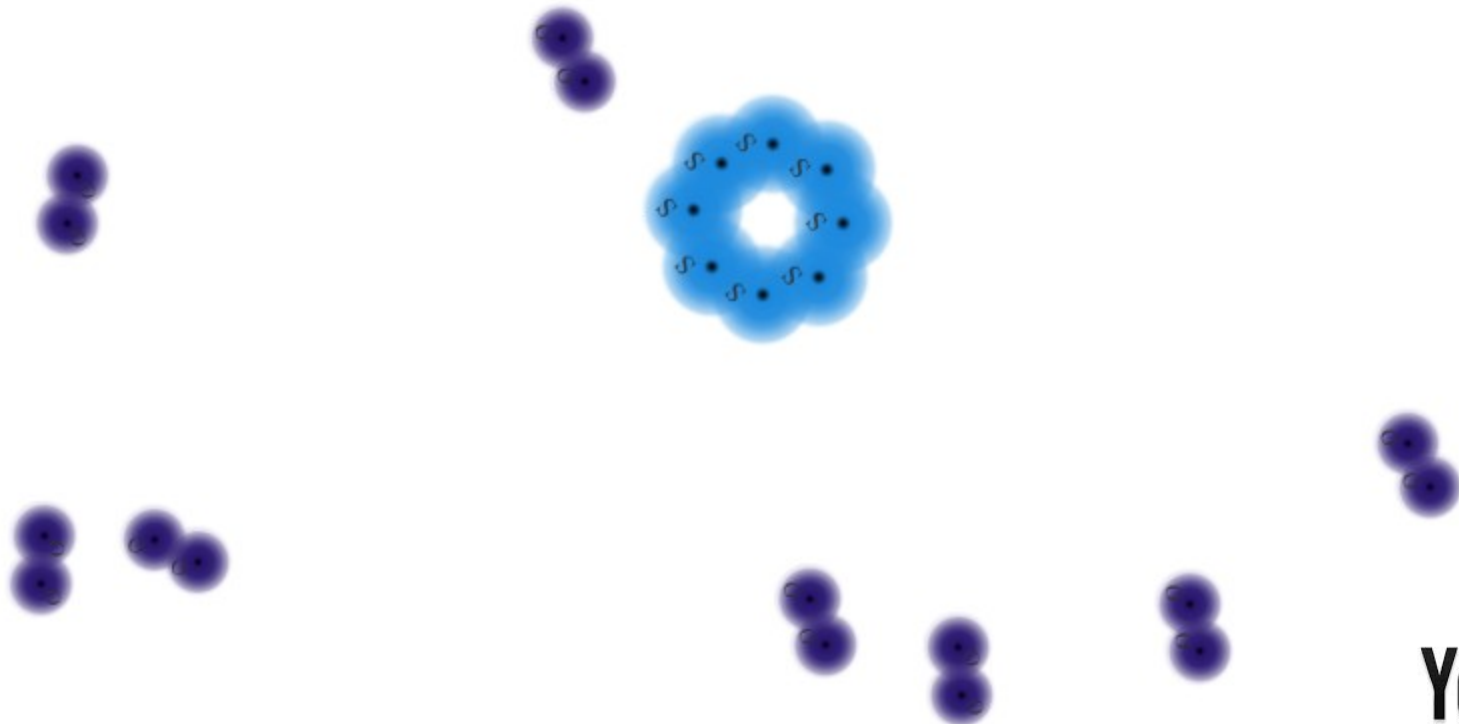
2

Animace chemických reakcí



2

Animace chemických reakcí
se skládají ze 3 fází:



Výzkum ...

2012

2011

1. NODZYŃSKA M. **Vizualizace v chemii a ve výuce chemie** [w:] *Chemické listy*
2. NODZYŃSKA M. **Model mikrosvěta ve výuce chemie** [w:] *Aktualne trendy vo vyucovani prirodnych vied*, Trnava
3. NODZYŃSKA M. **Vliv počítačových dynamických modelu na pochopení microsvěta** [w:] *Media4u Magazine*
4. NODZYŃSKA M. **Badanie wpływu zastosowanych metod nauczania na wyobrażenia uczniów dotyczące pojęć związanych z wiązaniem jonowym** [w:] *Chemia bliżej życia – Dydaktyka chemii w dobie reformy edukacji*, Poznań
5. NODZYŃSKA M. : **Chemik i obrazy** [w:] *Konspekt – pismo UP w Krakowie*
6. Zimak P., NODZYŃSKA M. **Neurobiological And Didactic Aspects Of The Process Of Education As A Key To Didactic Success** [w:] *Chemistry Education in the Light of the Research*, ZChIDCh UP, Kraków
7. NODZYŃSKA M., Paško J.R. Cieśla P. **Variety of Textbooks and its Influence on Quality of Chemistry Education in Poland** - *JOURNAL OF SCIENCE EDUCATION* Vol. 13
8. NODZYŃSKA M., Paško J.R. **Teaching The Constitution Of Matter** [w:] *Bulgarian Journal of Science Education*, Volume 21, Number 4,
9. Cieśla P., NODZYŃSKA, M. **Changes in visualization of micro - world in textbooks and in chemistry teaching at lower stages of education in Poland** [w:] *LA CHIMICA NELLA SCUOLA, Giornale di Didattica e Cultura della Società Chimica Italiana XXXIV*
10. Dudek K., NODZYŃSKA M. **Wpływ formy graficznej rysunku na zrozumienie przekazywanych treści przez uczniów gimnazjum** [w:] *Badania w dydaktyce chemii ZChIDCh Kraków*
11. NODZYŃSKA M, Paško J.R. **Chemiczny eksperyment uczniowski dawniej i dziś** - [w:] *Aktualne trendy vo vyucovani prirodnych vied*, Trnava
12. NODZYŃSKA M. **Badania nad wyobrażeniami uczniów dotyczących budowy atomu** [w:] *Biologie - Chemie – Zeměpis*
13. NODZYŃSKA M. **Rola modelowania w nauczaniu przyszłych nauczycieli przedmiotów przyrodniczych** [W:] *Kompetencje czy kwalifikacje? - efekty kształcenia studentów kierunków przyrodniczych w kontekście Krajowych Ram Kwalifikacji i badań na różnych etapach edukacyjnych WNUP*, Kraków
14. NODZYŃSKA M. **Historia obrazowania w naukach przyrodniczych**; [w] *Dydaktyka chemii (i innych przedmiotów przyrodniczych) od czasów alchemii po komputery*, ZChIDCh, Kraków
15. NODZYŃSKA M. **Modele balonowe w nauczaniu chemii** [w:] *Od teorii naukowej do pomocy dydaktycznej - w przedmiotach przyrodniczych*, ZChIDCh UP, Kraków
16. NODZYŃSKA M. Paško, J.R. **The Role of modeling in teaching future Teachers of Science** [w:] *Science & Technologies*. Vol. 1, nr 8 (Bułgaria)
17. Zimak, P., Paško, J.R., NODZYŃSKA, M. **Rola animacji komputerowych w nauczaniu o reakcjach w chemii organicznej - rozważania wstępne** [W:] *Metodologické otázky výskumu v didaktike chémie: zborník príspevkov zo seminára doktorandského štúdia*, Trnava: Trnavská univerzita v Trnave. Pedagogická fakulta
18. Koczwara, K.; NODZYŃSKA, M. **Rola doświadczeń wspomaganych technikami multimedialnymi w podnoszeniu wyników nauczania chemii wśród dzieci z niepełnosprawnością intelektualną w stopniu lekkim**[W:] *Metodologické otázky výskumu v didaktike chémie: zborník príspevkov zo seminára doktorandského štúdia*, Trnava: Trnavská univerzita v Trnave. Pedagogická fakulta
19. Bogusz J., NODZYŃSKA M. **Wpływ animacji Flash na zrozumienie procesu spalania całkowitego heksanu przez uczniów klasy 3 gimnazjum w świetle badań**[w:] *Badania w chemii i dydaktyce chemii ZChIDCh, Kraków*
20. Cieśla P., NODZYŃSKA, M., Paško, J.R. **Wstępne badania nad wyobrażeniem struktury mikroświata u uczniów IV klasy szkoły podstawowej** [w:] *Biologie - Chemie – Zeměpis*

Výzkum ...

2010 - 2009

2008 - 2007

21. NODZYŃSKA M. **The Influence of Visualisation on Pupils' Understanding of Chemical Reactions** [w:] *Research in didactics of the sciences* Kraków UP
22. NODZYŃSKA M. **Jak kształcić nauczycieli chemii, aby prezentowane przez nich wizualizacje były jak najbardziej efektywne?** [W:] *Aktuální aspekty pregraduální přípravy a postgraduálního vzdělávání učitelů chemie*, Ostrava: Ostravská Univerzita. Katedra Chemie
23. Paško J.R., NODZYŃSKA M. **Computer Animated Models in Chemistry Teaching** [w:] 10th *European Conference On Research In Chemistry Education*, Kraków UP
24. Chłopek K., NODZYŃSKA M. **Wpływ komputerowych modeli dynamicznych na rozumienie procesów zachodzących na poziomie mikroświata w mieszaninie i związku chemicznym** [w:] *Research In Didactics Of The Sciences* Kraków UP
25. Drąg B., Kuropatnicka M., NODZYŃSKA M. **Wpływ dynamicznych modeli komputerowych na rozumienie przez uczniów przebiegu reakcji powstawania soli** [w:] *Research In Didactics Of The Sciences*, Kraków UP S. 122 – 125
26. NODZYŃSKA M. **Komputerowe badanie nad rozpoznawaniem wizualnych symboli w nauczaniu zintegrowanym** [w:] *Sucasnost a perspektivy didaktiky chemie II*, Fakulta prirodnych vied, Univerzita Mateja Bela, Banská Bystrica
27. NODZYŃSKA M. **Historia wizualizacji w naukach dydaktycznych – przykład historiograficznego wstępu do badań w dydaktyce chemii** [w:] *Metodologické otázky vyzkumu v dydaktyce chemie* Hradec Králové: Gaudeamus
28. NODZYŃSKA M. **Rola wizualizacji w nowej podstawie programowej** [w:] *Chemia bliżej życia – dydaktyka w dobie reform edukacji*, Poznań, Sowa
29. NODZYŃSKA M. **Reading date in a graphic form on the chemistry lesson** [w:] *Badania w dydaktyce przedmiotów przyrodniczych*, Kraków
30. NODZYŃSKA M. **Rola ilustracji w ukierunkowaniu odbioru tekstów literackich przez dzieci** [w:] *Slovo a obraz v komunikaci s detmi, Komunikace jako klic k detem a mladezi* Ostrava
31. Fisher-Byrska G., NODZYŃSKA M. **The comparison of pupils self - evaluation and the results teaching in the various types of the lesson's** [w:] *Badania w dydaktyce przedmiotów przyrodniczych* Kraków
32. Dulian B., Dulian G., NODZYŃSKA M. **Wpływ dynamicznych modeli komputerowych na wyobrażenia uczniów gimnazjum o wzorach strukturalnych tlenków** [w:] *Badania w dydaktyce przedmiotów przyrodniczych* Kraków ;
33. Faber M., NODZYŃSKA M. **Wyobrażenia uczniów klas gimnazjalnych dotyczące pojęcia 'jon' w świetle przemiany**, perspektywy, Kraków: Wydaw. FALL;
34. Tajduś J., NODZYŃSKA M. **Zastosowanie modeli dynamicznych do nauczania o zmianach stanów skupienia** [w:] *Badania w dydaktyce przedmiotów przyrodniczych* Kraków
35. NODZYŃSKA M. **Rola nieprecyzyjnych rysunków w nauczaniu przyrody w tworzeniu się błędnych wyobrażeń u dzieci** [w:] *Aktuálne trendy vo vyučovaní prírodovedných predmetov*; Bratislava
36. Cieśla P., NODZYŃSKA M., Paško J.R. **The role of didactics of chemistry in molding teachers' priorities of goals in chemical education**, [w:] *Proceedings of the 2nd European Variety in Chemistry Education*, Praga
37. NODZYŃSKA M., Paško J.R. **Od Presu do Flasha** [W:] *Informacyjne przygotowanie nauczycieli: potrzeby, przemiany, perspektywy*, Kraków: Wydaw. FALL;
38. Grzesiak K., Již D., NODZYŃSKA M. **Lekcja 1 - Reakcja węgla z tlenem**, [w:] *Komputerowe modele dynamiczne w nauczaniu przedmiotów przyrodniczych*, Kraków
39. Madej K., Rogowicz K., Tajduś J., NODZYŃSKA M. **Lekcja 2 - Reakcja magnezu z siarką**, [w:] *Komputerowe modele dynamiczne w nauczaniu przedmiotów przyrodniczych*, Kraków
40. Pivowar M., NODZYŃSKA M. **Lekcja 3 - Rozpuszczanie chlorku sodu w wodzie**, [w:] *Komputerowe modele dynamiczne w nauczaniu przedmiotów przyrodniczych*, Kraków

Výzkum ...

2006

2005

41. Bilek M., NODZYŃSKA M., i inni **The influence of computer animated models on pupil's understanding of natural phenomena in the micro - worldlevel**, [w:] *Badania w dydaktyce przedmiotów przyrodniczych*, Kraków
42. Hołojuch L., NODZYŃSKA M. **Influence of ways of determining electronegativity on ability of identifying kinds of chemical bonds by pupils of fifth and sixth grades of primary schools and first grades of gymnasium**, [w:] *Badania w dydaktyce przedmiotów przyrodniczych*, Kraków
43. Bilek M., NODZYŃSKA M., i inni **Badanie umiejętności tworzenia modeli strukturalnych substancji o budowie jonowej przez uczniów wyższych klas szkół podstawowych**, [w:] *Aktualni otázky vyuuky chemie XVI - Soudobe trendy v chemickem vzdelavani*, Gaudeamus, Hradec Kralove
44. Bilek M., NODZYŃSKA M., i inni **Badania umiejętności tworzenia modeli strukturalnych substancji o budowie jonowej**, [w:] *Badania w dydaktyce przedmiotów przyrodniczych*, Kraków
45. Bilek M., NODZYŃSKA M., i inni **Metoda badań nad odbiorem dynamicznych modeli komputerowych przez uczniów**, [w:] *Aktualni otázky vyuuky chemie XVI - Soudobe trendy v chemickem vzdelavani*, Gaudeamus, Hradec Kralove
46. Bilek M., NODZYŃSKA M., i inni **Modele struktury substancji w procesie nauczania chemii** [W:] *Sučasnosť a perspektívy didaktiky chémie*, Banská Bystrica: Fakulta prírodných vied. Univerzita Mateja Bela
47. Bilek M., NODZYŃSKA M., i inni **Wstępne uwagi o odbiorze modeli komputerowych wizualizujących reakcji chemicznych**, [w:] *Súčasnosť a perspektívy didaktiky chémie*, Donovaly
48. NODZYŃSKA M., Paško J.R. **Badania wpływu różnych technik wizualizacji procesów chemicznych na poziomie mikroświata na wyobrażenia uczniów dotyczące tych zjawisk**, [w:] *Aktuální aspekty pregraduální přípravy a postgraduálního vzdělávání učitelů chemie*, Ostrava
49. NODZYŃSKA M., Paško J.R. **Wyobrażenia uczniów gimnazjum o związaniach chemicznych**, [w:] *Aktualni otázky vyuuky chemie XVI - Soudobe trendy v chemickem vzdelavani*, Gaudeamus, Hradec Kralove
50. NODZYŃSKA M. **The role of the Internet as a source of information for pupils in view of research** [w:] *Internet in science and technical education*, Gaudeamus V.3, Hradec Kralove
51. NODZYŃSKA M. **Wizualizacja procesów przyrodniczych w portalach edukacyjnych a jej wpływ na wyobrażenia uczniów o mikroświecie**, [w:] *Język @ multimedia*, Wydawnictwo Naukowe Dolnośląska Szkoła Wyższa Edukacji TWP, Wrocław
52. NODZYŃSKA M. **Różne poziomy modelowania reakcji chemicznych**, [w:] *Modelovani ve vyuuce chemie*, Gaudeamus, Hradec Kralove
53. NODZYŃSKA M. **Modelowanie reakcji chemicznych w podręcznikach do chemii w gimnazjum**, [w:] *Modelovani ve vyuuce chemie*, Gaudeamus, Hradec Kralove
54. NODZYŃSKA M. **Badanie wyobrażeń uczniów dotyczących budowy materii poprzez ich obrazowanie**[w:] *Aktualni Otázky Vyuky Chemie*, Gaudeamus, Hradec Kralove
55. Moroň T., NODZYŃSKA M. **Интерактивные компьютерные опыты в обучении химии**, [w:] *Intelligent technologies in education, economist and management*, Woroneż
56. NODZYŃSKA M., Paško J.R. **Badanie możliwości wprowadzenia struktur jonowych w ramach przedmiotu Przyroda w klasach IV - VI w szkole podstawowej**, [w:] *Acta Facultatis Paedagogicae Universitatis Tyrnaviensis - Seria D Vedy o Vychove a vzdelavani Trnava*
57. NODZYŃSKA M., Paško J.R. **Modelowanie dynamiczne - jako jedno z zadań zaliczeniowych na 'Dydaktyka Chemii'**, [w:] *Aktualni Otázky Vyuky Chemie*, Gaudeamus, Hradec Kralove
58. NODZYŃSKA M., Paško J.R. **Rola modelowania w procesie kształcenia przyszłych nauczycieli** [w:] *Modelovani ve vyuuce chemie*, Gaudeamus, Hradec Kralove
59. NODZYŃSKA M., Paško J.R. **Rola programu Macromedia Flash w diagnozowaniu wyobrażeń studentów o strukturze materii**, [w:] 15. *Ogólnopolskie sympozjum naukowe nt. Komputer w Edukacji*, Wydawnictwo Naukowe AP, Kraków

Výzkum ...

2004

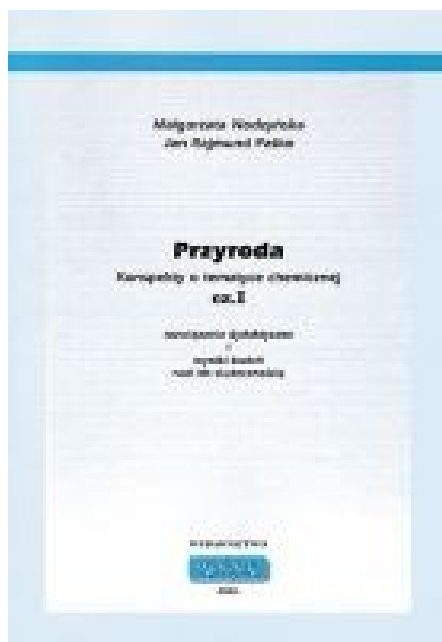
2002 – 2001 - 1998

60. NODZYŃSKA M. (2004): **Text - books in Information Era**, [w:] *Intelligent technologies in education, economist and management*, Voronezh, Russia, 2004r. s. 81 - 83;
61. NODZYŃSKA M. (2004): **Теория конструктивизма Пиаже и вытекающие из неё правила обучения химии**, [w:] *Актуальные проблемы модернизации химического образования и развития химических наук*, Санкт - Петербург , 2004г. s. 28 - 30;
62. NODZYŃSKA M. (2004): **Wpływ wizualizacji procesów zachodzących w roztworach wodnych na stopień ich przyswojenia przez uczniów**, [w:] *Sborník Prací Pedagogické Fakulty Masarykovy Univerzity V Brně*, s. 191 - 194;
63. NODZYŃSKA M. (2004): **Wpływ modeli graficznych występujących w podręcznikach do nauczania chemii w gimnazjum na wyobrażenia uczniów o mikroświecie**, [w:] *Badania w dydaktyce chemii*, Kraków, s. 153 - 158;
64. NODZYŃSKA M., Paško J.R. (2004): **Koncepcja wizualizacji powstawania cząsteczek z atomów** [w:] *Informacni technologie ve vyuce chemie*, Hradec Kralowe, Gaudeamus, s. 110 - 114;
65. Moroň T., NODZYŃSKA M., (2004): **Kiedy komputer powinien zastąpić eksperyment?**[w:] *Informacni technologie ve vyuce chemie*, Hradec Kralowe, Gaudeamus, s. 153 – 158;
66. NODZYŃSKA M. **K pravidlům vyučování chemie na základě Piatovy konstruktivické teorie**, [w:] *Aktualni Otazky Vyuky Chemie XII*, Hradec Kralowe
67. NODZYŃSKA M., Paško J.R. **O možnosti nauczania budowy atomu w 'Przyrodzie' na podstawie wyników badań**, [w:] *Interdyscyplinarne nauczanie przedmiotów przyrodniczych*, Toruń
68. NODZYŃSKA M., Paško J.R. **Badanie możliwości wprowadzenia pełnych definicji pojęć chemicznych występujących w programie nauczania Przyrody w klasach 4 - 6 SP**, [w:] *Profil ucitele chemie*, Hradec Kralowe
69. NODZYŃSKA M., Paško J.R. **Abstrakcyjne pojęcia w nauczaniu przyrody**, [w:] *O przyrodzie przy okrągłym stole*, BETAGRAF P.U.H: Poznań
70. NODZYŃSKA M., Paško J.R. **Funkcjonowanie pojęć z zakresu budowy atomu wśród uczniów rozpoczynających naukę w I klasach Liceum Ogólnokształcącego**, [w:] *Materiały ze zjazdu naukowego PTChem*, Wrocław

Výzkum ...

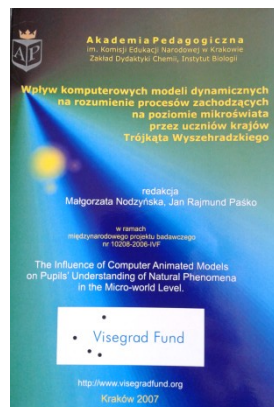
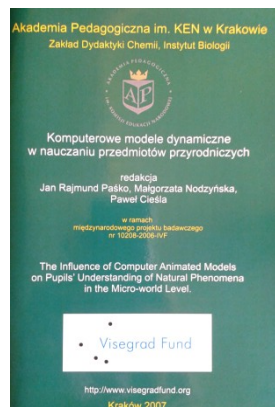
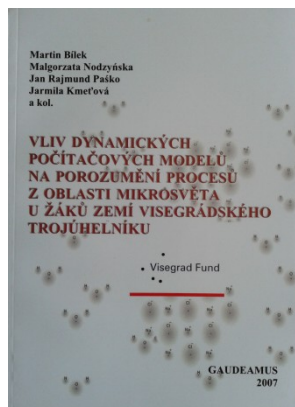


MINISTERSTWO
NAUKI I SZKOLNICTWA WYŻSZEGO



- * NODZYŃSKA M., Paśko J.R. (2002) *Przyroda. Konspekty o tematyce chemicznej cz. 1* – rozwiązania dydaktyczne i wyniki badań nad ich skutecznością.

Výzkum ...



- * Bílek M., NODZYŃSKA M., a kol. (2007) ***Vliv dynamických počítačových modelů na porozumění procesu z oblasti mikrosvěta u žáků země visehradského trojúhelníku***, Gaudeamus, Hradec Kralove;
- * Paško J.R., NODZYŃSKA M., Cieśla P., (2007) ***Komputerowe modele dynamiczne w nauczaniu przedmiotów przyrodniczych***, Jaxa, Kraków;
- * Paško J.R., NODZYŃSKA M., Bílek M., i inni, (2007) ***Wpływ komputerowych modeli dynamicznych na rozumienie procesów zachodzących na poziomie mikroświata przez uczniów krajów Trójkąta Wyszehradzkiego*** – ZChIDCh Kraków;

Výzkum ...



- * NODZYŃSKA M., Paśko J.R. (2009; 2010) *Moja chemia* cz. 1 i 2

Výzkum ...



- * NODZYŃSKA M., *Wizualizacja w chemii i nauczaniu chemii*, UP, Kraków

Výzkum týkající se porovnání vizuálních učebních pomůcek s jinými

- * Cílem průzkumů bylo zjištění, jestli používání učebních pomůcek (včetně vizuálních) ovlivňuje míru osvojování chemických poznatků.
- * Výzkumu se zúčastnilo kolem 130 žáků z gymnázia.
- * V rámci první fáze výzkumu byla prozkoumána úroveň jejich intelektuálních možností a schopností, které měli před přistoupením k experimentu.



Výzkumy týkající se porovnání vizuálních učebních pomůcek s jinými

- * Dále vyplňovali žáci dotazník VARK, který ukázal, že ve všech třídách je porovnatelná úroveň jednotlivých modalit.
- * Proto byly také pro výzkumné účely náhodně přiděleny jednotlivým třídám modality:
 - * V (vizuální),
 - * A (sluchová),
 - * R (čtení / psaní)
 - * a K (kinetická).
- * Pedagogický experiment byl realizován od října do ledna.



Výzkumy týkající se porovnání vizuálních učebních pomůcek s jinými

- * Hlavním cílem výzkumu bylo zjistit, jestli existuje rozdíl mezi výsledky žáků z V třídy (ve které se používaly vizuální učební pomůcky) a žáky ze zbývajících tříd.



Výzkumy týkající se porovnání vizuálních učebních pomůcek s jinými

1. Po zakončení jednotlivých lekcí byl žákům dáván dotazník, který měl ověřit, nakolik si osvojili informace z hodiny.
2. Průběžně byly také dělány rozhovory s učitelem, který vedl experiment, a byly zapisovány jeho poznámky.
3. Na závěr cyklu vyučovacích hodin žáci dostali test.
4. V poslední fázi výzkumu byly monitorovány výsledky žáků během následujících dvou let, kdy ještě zůstávali v gymnáziu.

Výzkumy týkající se porovnání vizuálních učebních pomůcek s jinými



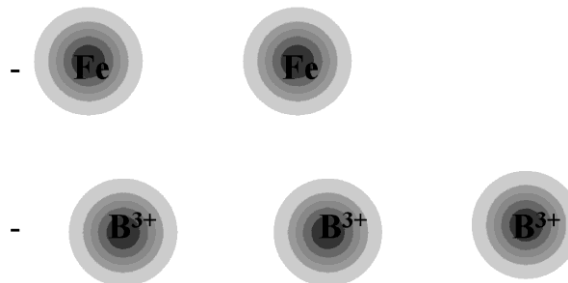
V	A	R	K
96	14	14	8
90	12	10	40
42	36	83	73
70	50	45	55
75	55	50	45
97	92	92	90
55	52	53	52

Výzkumy týkající se porovnání vizuálních učebních pomůcek s jinými

- * Na závěr experimentu žákům byl zadán závěrečný test.
- * Tento test byl stejný pro všechny třídy a ověřoval všechny vědomosti po probrání 1. dílu učebnice.
- * Proto pouze některé otázky mohly se vztahovat k vizualizaci pojmů.
- * Ze 22 otázek jen 5 se přímo vztahovalo k vizualizacím, které žáci sledovali:



1. Popiš, jakou stavbu má atom.
2. Pomocí obrázkových modelů nakresli průběh reakce spalování uhlíku v kyslíku.
3. Nakresli strukturní vzor následujících molekul:
 - * N_2 ,
 - * HCl
4. Nakresli atom a anion síry.
5. Zapiš pomocí symbolů:



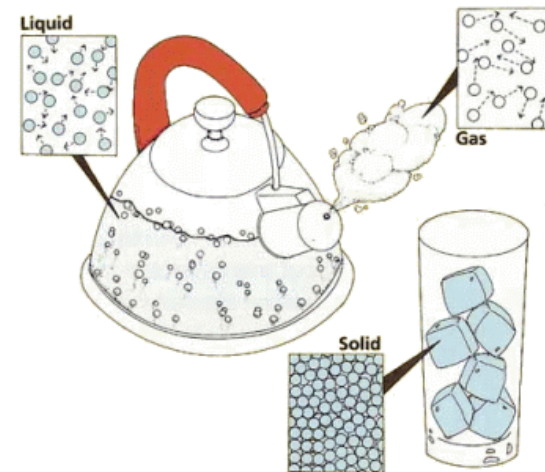
Výzkumy týkající se porovnání vizuálních učebních pomůcek s jinými

Získané výsledky potvrdily smysl používání vizuálních modelů na hodinách chemie.

	V	A	R	K
1	100 %	30 %	33 %	25 %
2	36 %	12 %	10 %	15 %
3a	68 %	60 %	62 %	58 %
3b	79 %	70 %	68 %	72 %
4	86 %	33 %	36 %	45 %
5a	100 %	97 %	96 %	100 %
5b	100 %	90 %	92 %	93 %

Výzkumy týkající se porovnání vizuálních učebních pomůcek s jinými

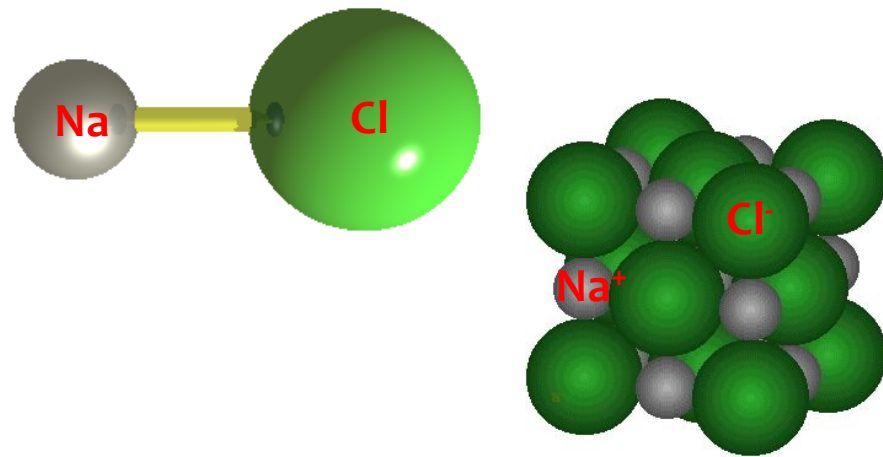
- * Avšak nejdůležitější se ukázaly efekty experimentu v delší časové perspektivě.
- * Mohli jsme se domnívat, že po určitém čase zmizí pozitivní efekt používání dynamických modelů ve třídě **V**. K tomu ale nedošlo.
- * Tito žáci neměli během další výuky problémy s plynulým přecházením od jevů, které pozorovali v makrosvětě, k vysvětlování těchto jevů v mikrosvětě.



Výzkumy týkající se porovnání vizuálních učebních pomůcek s jinými

- * Žákům ze třídy **V** se také méně často než jejich spolužákům z ostatních tříd pletly pojmy atom / iont / molekula.
- * Tito žáci také neměli problémy s nakreslením modelů a strukturních vzorců chemických sloučenin s iontovou stavbou, s čímž měli problémy jejich spolužáci ze zbývajících tříd.

Tyto rozdíly se objevovaly i během realizování dalších témat: *oxidů, hydroxidů a solí* – známky z testů po hodinách věnovaných těmto tématům byly v případě žáků ze třídy **V** lepší než u žáků z ostatních tříd.



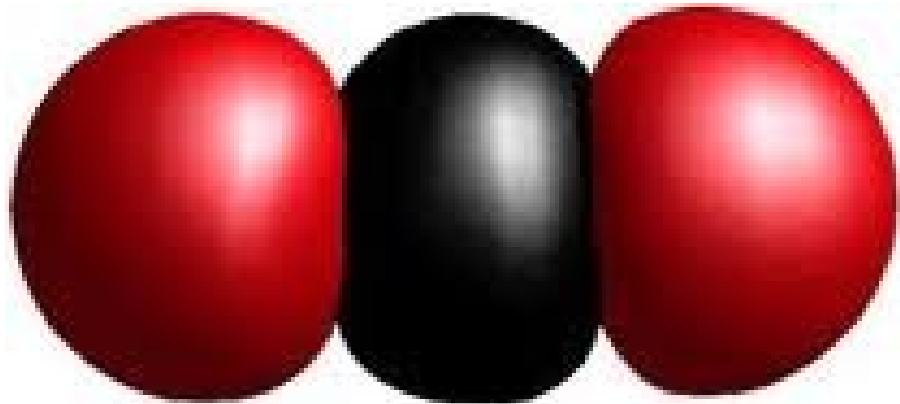
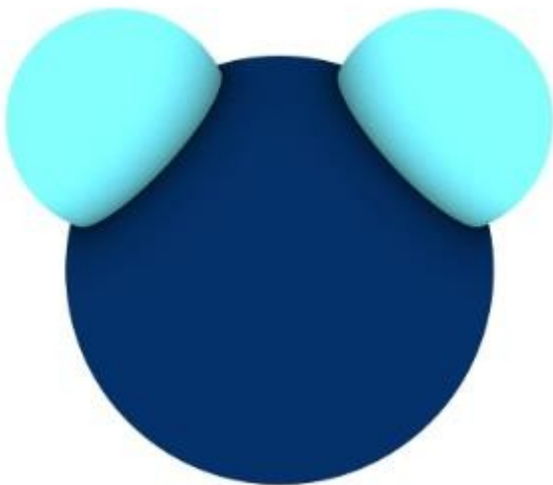
Výzkumy týkající se porovnání vizuálních učebních pomůcek s jinými

- * Lépe také řešili rovnice reakcí, aniž by se jim pletly dolní indexy se stechiometrickými koeficienty.
- * Vysvětlovali tento fakt slovy: *je přece vidět, z kolika a jakých atomů se skládá daná molekula, a to není možné změnit, jediné, co mohu změnit, je počet molekul.*
- * V ostatních třídách během řešení reakčních rovnic žáci často přiřadili dolní index ke kvantitativním proporcím,



Výzkumy týkající se porovnání vizuálních učebních pomůcek s jinými

- * Žáci ze třídy **V** si mnohem pozorněji všímali tvaru molekul proto také strukturní vzorce, které nakreslili, ve většině případů věrně zobrazovaly opravdový tvar molekul (např. úhlové molekuly vody a lineární molekuly oxidu uhličitého).



Výzkumy týkající se porovnání vizuálních učebních pomůcek s jinými

- * Efekt experimentu nezeslábl během následujících 3 let, tedy až do doby, kdy žáci ukončili gymnázium.
- * Díky tomu byly jejich průměrné známky z chemie lepší než známky jejich spolužáků z ostatních tříd.



Výzkumy týkající se porovnání vizuálních učebních pomůcek s jinými

Je tedy možné usoudit, že počítačové dynamické modely splnily svůj účel – zjednodušily žákům pochopení pojmů z mikrosvěta a díky tomu jim pomohly s osvojením dalších poznatků ze světa chemie.





Děkuji Vám za pozornost