

Biochemie žakovská sada

Obj. číslo 204.5041



CONATEX – DIDACTIC UCEBNI POMUCKY s.r.o. – Velvarská 31 – 160 00 Praha 6

Tel.: 224 310 671 – Tel./Fax: 224 310 676

Email: conatex@conatex.cz – <http://www.conatex.cz>

Karty k základním strukturám od R. S. Lowrieho, studijního ředitele, Oxford School.

Úvod

Systém molekulárních modelů umožňuje vytvářet struktury molekul a krystalů a řešit tak úlohy týkající se této struktury a stereochemie. Atomy jsou tvořeny plastovými jádry, která jsou opatřena výčnělky s odpovídajícím úhlem vazby. Jádra mají různé barvy podle prvku a tam, kde je to potřebné, jsou vyraženy úhly vazeb. Atomy jsou spojovány pomocí plastových spojek (trubiček) s odpovídající délkou. Kovalentní vazby jsou zpravidla zobrazovány pomocí zelených spojek; bílé spojky je možno použít pro jiné případy, například vodíkové vazby. Vícenásobné vazby je možno prezentovat pomocí ohebných spojek.

Modely na těchto kartách je možno vytvářet s použitím spojek (představujících vazby) ve třech různých délkách: krátkých (2 cm), středních (3,5 cm) a dlouhých (5 cm). Na několik málo výjimek od tohoto pravidla je v textu zvlášť upozorněno.

Aby byl model co nejpřesnější, musí žáci zvolit vhodné měřítko, například 3 cm = 100 pm ($1 \text{ pm} = 10^{-12} \text{ m}$), a následně vypočítat délku vlastních vazeb, přitom je nutno zohlednit kovalentní (vazební) poloměr atomů podílejících se na vazbě (viz tabulku 1); výsledek je pak nutno přepočítat na cm. Spojky je nutno řezat o 1 cm kratší, čímž je zohledněn poloměr plastových jader.

Příklad:

Výpočet délky vazby „H – N“

měřítka	3 cm = 100 pm
kovalentní poloměry	H 30 pm
	N 70 pm
	100 pm

Délka vazby 3 cm

Délka spojky (3-1) cm = 2 cm

Tabulka I

prvek		barva jádra atomu	van der Waalsův poloměr (pm)	jednoduchá vazba (pm)	kovalentní poloměr dvojná vazba (pm)	trojná vazba (pm)
vodík	H	bílá	100	30	-	-
uhlík	C	černá	170	77	67	62
dusík	N	modrá	160	70	62	55
kyslík	O	červená	140	67	55	-
síra	S	žlutá	185	100	95	-
kovy	M	stříbrná	různý	různý	-	-
halogeny	Hal	zelená	různý	různý	-	-

Tabulka II Písmena tvarů jader atomů obsažených ve stavebnici

typ atomu	písmeno	počet výčnělků	tvar modelu atomu a úhel vazby
jednomocný	a	1	
dvojmocný	b	2	
	c	2	
	d	2	
trojmocný	j	3	
tetraedrický	k	4	
oktaedrický	l	6	
s 12 koordinátami	q	12	

Jádro atomu s 12 koordinátami se skládá ze tří dílů. Dva vypadají takto: , mají tři výčnělky a jsou označeny jako bloky q². Poslední díl vypadá takto: , má 6 výčnělků a je označen jako blok q⁶.

Barvy prvků a tvary jader použité na kartách jsou označeny symbolem a písmenem v horním indexu, například C^k odpovídá tetraedrickému jádru atomu uhlíku (černému).

Síra*Potřebujete:***8 žlutých bloků síry, S[°]****8 zelených spojek, 3,5 cm****Krystaly síry**

Poznali jste dvě formy krystalů síry, které jsou označovány jako a-síra (ortorombická) a b-síra (jednoklonná). Krystaly vznikají spojováním atomů nebo molekul stejného tvaru. V krystalech síry se vyskytují molekuly stejného tvaru, které obsahují vždy osm atomů.

F1 Zapište chemický vzorec molekuly síry

Spojte osm atomů síry zelenými spojkami do kruhu podle obrázku 1. Po vytvoření krystalu má tento prstenec pravidelný tvar, který připomíná korunu. Krystal obsahuje velké množství těchto molekul ve tvaru koruny.



Obrázek 1: Molekula síry

Roztavená síra

Na začátku, když jste síru zahřáli těsně nad její bod tavení, byla oranžovožlutá a mírně tekutá. Prstence molekul se přitom navzájem oddělují a protahují se, nedochází však k jejich rozpadu. Zkuste prstenec deformovat, aniž by došlo k přerušení vazby, tzn. k vytažení některé spojky.

Když jste síru zahříváli dál, stávala se více tekutou a tmavla. V tomto okamžiku začalo docházet k zániku některých vazeb a vzniku krátkých „rozcuchaných“ řetězců. Vytáhněte některou ze spojek na svém modelu a sledujte řetězec, který tak vznikne.

F2 Proč se stává kapalina při této změně více tekutou?

Další zahřívání vede k přerušení dalších vazeb, takže vznikají kratší řetězce.

F3 Jaké změny jste u kapaliny pozorovali, když se začala vařit? Jak je možné tyto změny vysvětlit změnami struktury molekul?

Plastická síra

Pokud je vroucí síra náhle ochlazená, dojde k obnovení původních vazeb, čas však nepostačuje pro vytvoření uspořádaných prstenců. Namísto toho vzniknou z atomů síry velice dlouhé „zkadeřené“ řetězce.

Vytvořte model plastické síry tak, že spojíte své modely opět do řetězce, a ten pak spojíte s řetězcem spolužáků.

F4 Co se stane s řetězcí, když je kousek plastické síry protažen?

Pokud necháte kousek plastické síry ležet zhruba jeden den, ztvdne a nebude jej již možno tvarovat (protáhnout).

F5 Popište, co se stane s atomy při ztvdnutí plastické síry.

Diamant a grafit

Potřebujete:



pro diamant
 30 bloků uhlíku, C^k
 40 zelených spojek, 3,5 cm



pro grafit
 23 bloků uhlíku, C^j
 26 zelených spojek, 3,5 cm
 5 bílých spojek, 5,0 cm

Diamant a grafit jsou dvěma formami prvku uhlíku. Obsahují stejné atomy, které jsou umístěny v odlišných strukturách. Pro postavení části krystalu diamantu potřebujete jádra se čtyřmi výběžky, pro grafit potřebujete jádra s třemi výběžky. Obě formy jsou označovány jako makromolekuly, respektive obrovské molekuly.

Diamant

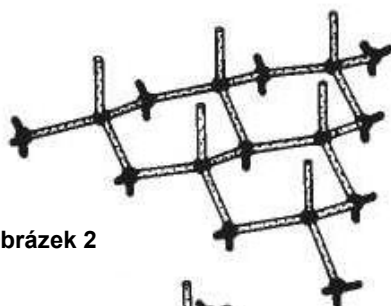
Vytvořte s použitím zelených spojek s délkou 3,5 cm prstenec z šesti jader atomu uhlíku se čtyřmi výčnělky. Jádra musí být umístěna tak, aby vznikl „zvlněný“ prstenec, přitom každý druhý atom leží výše než sousední atomy – viz obrázek 1. Nyní postavte z atomů další zvlněné prstence a nasadte na výčnělky horních atomů směřující vzhůru spojky podle obrázku 2. Vytvořte další trojúhelníkový útvar podle obrázku 3 a nasadte jej na spojky směřující vzhůru z útvaru podle obrázku 2. Vytvořte tvar podle obrázku 4 a nasadte jej na zbytek modelu. Spojením všech vrstev musí vzniknout tvar podle obrázku 5. Tím jste vytvořili část krystalu diamantu – jak vidíte, mají atomy na krajích stále volné výčnělky, těmi by byly ve skutečnosti spojeny s dalšími atomy uhlíku, a tak dále až ke hraně krystalu.



Obrázek 1



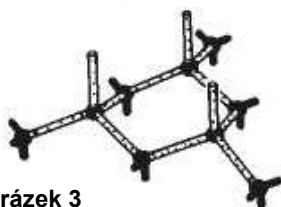
Obrázek 4



Obrázek 2

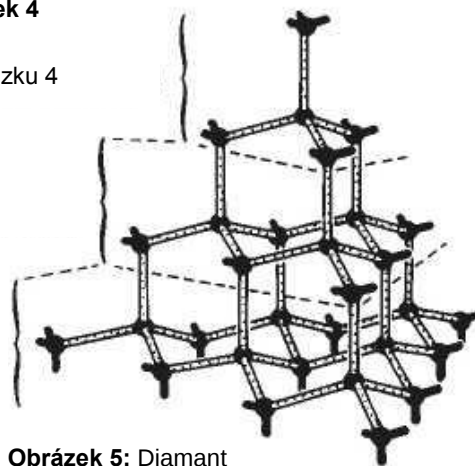
vrstva z obrázku 4

vrstva z obrázku 3



Obrázek 3

vrstva z obrázku 2



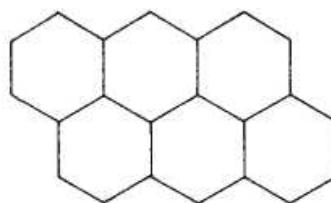
Obrázek 5: Diamant

F1 Jaký je celkový tvar tohoto modelu?

Grafit

Pomocí zelených spojek s délkou 3,5 cm vytvořte prstenec z šesti jader uhlíku s třemi výběžky. Dbejte na to, aby byl tento prstenec – na rozdíl do diamantu – tentokrát plochý. Postavte tři navzájem spojené prstence podle obrázku 6.

Grafit je složen z plochých, dvourozměrných vrstev atomů. Vezměte si více jader s třemi výčnělky a postavte větší vrstvu (můžete také spojit svůj model s modely spolužáků) navzájem spojených šestiúhelníků (obrázek 7).

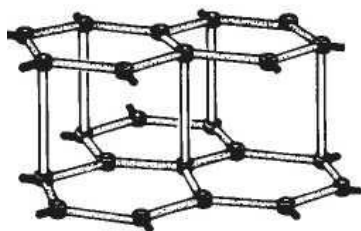
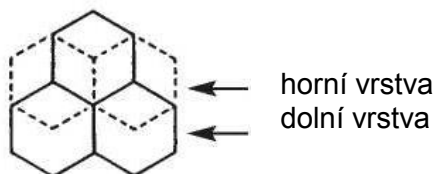

Obrázek 6

Obrázek 7

Krystal grafitu je tvořen mnoha takovými vrstvami nad sebou. Vzdálenost mezi vrstvami je přitom větší než vzdálenost mezi sousedními atomy v jedné vrstvě. Síly, které poutají jednu vrstvu k druhé, jsou mnohem slabší než síly, kterými jsou vázány atomy v jedné vrstvě. Pro znázornění, jak slabě je jedna vrstva vázána s druhou, vezměte několik bílých spojek s délkou 5 cm a spojte jejich pomocí dvě vrstvy – bílé spojky přitom zastrčte do středových otvorů jader se třemi výčnělky (obrázek 8). Přitom je nutno pamatovat na důležitou věc – v krystalu grafitu neleží všechny atomy v jednotlivých vrstvách přímo nad sebou. Namísto toho leží vrstvy nad sebou podle obrázku 9.

F2 Proč je grafit měkčí látka než diamant?

F3 Zjistěte, co se stane s grafitem při jeho silném stlačení. Vysvětlují tento efekt modely grafitu a diamantu?

Nesmíte zapomenout na důležitou skutečnost: ačkoli atomy uhlíku (s třemi výčnělky) v našem modelu grafitu vypadají jinak, než atomy v modelu diamantu (se čtyřmi výčnělky), jedná se ve skutečnosti o stejný prvek a stejný atom, tedy uhlík. Jádra mají v modelech jiný tvar jen proto, aby je bylo možné spojit jiným způsobem.


Obrázek 8: Grafit

Obrázek 9

Amorfní struktura*Potřebujete:**pro uhlík a fosfor*
30 černých bloků uhlíku, C^k
60 zelených spojek, 3,5 cm*pro sklo*
30 černých bloků křemíku
(použijte C^k)
20 červených bloků kyslíku, O^d
20 zelených spojek, 3,5 cm

Amorfní znamená „bez tvaru“. Pokud látka ztuhne bez pravidelného uspořádání atomů, nevytvoří krystaly. Namísto toho se stane sklem nebo práškem s částicemi s neregulárním tvarem.

F1 Popište, jak praskne skleněná tabulka: vzniknou přímé linie se stejnou orientací?

Amorfní uhlík

Pokud uhlík vzniká velice rychle (například při vzniku sazí), nemají atomy dostatek času uspořádat se do pravidelného tvaru. To je možno demonstrovat tak, že ze všech svých uhlíkových jader C^k vytvoříte s použitím potřebného množství spojek *rychle* neuspořádanou strukturu. Pokuste se využít všechny výčnělky a spojit je s jinými jádry atomů; spojky přitom nevystavujte přílišnému napětí, aby nedošlo k jejich zlomení.

F2 Popište tvar svého modelu. Je nerovnoměrný nebo symetrický?

Červený fosfor

Červený fosfor má amorfní strukturu s nerovnoměrnými vrstvami. Každé jádro atomu fosforu má tři vazby, kterými je se sousedními jádry spojeno do tvaru pyramidy, což je možno demonstrovat pomocí jader C^k, u kterých je jeden z výčnělků ponechán neobsazený (obrázek 1),



Obrázek 1