

Názov: NANOTECHNOLÓGIE: Príprava modelu fullerénu

Témy a kľúčové slová: NANOTECHNOLÓGIE: Príprava modelu fullerénu	Čas na realizáciu: 90 minút (2 vyučovacie hodiny)	Vek žiakov: 15 – 16 rokov
--	--	-------------------------------------

Úrovně práce s materiálom:

- Šikovnejší žiaci majú za úlohu vypočítať geometrické parametre štruktúry fullerénov.
- Šikovnejší žiaci diskutujú ohľadne geometrických parametrov štruktúry fullerénov.
- Žiaci, ktorí ukončia prácu v predstihu, majú možnosť riešiť rozširujúce úlohy.

Metodické poznámky, IKT podpora a pod.:

- Žiaci sa oboznámia s priebehom hodiny. Návod na zostrojenie modelu fullerénu majú k dispozícii.
- Žiaci riešia úlohy jednotlivo alebo v 2-3 členných skupinách.
- Každá skupina žiakov má za úlohu vyhľadať informácie o fullerénoch (v určitej oblasti) a následne ich prezentovať.

Potrebné pomôcky a prístroje:

- 2 vytlačené kópie prílohy 1
- 1 vytlačenú kópiu prílohy 2
- Nožnice na strihanie papiera
- Lepiaca páska (transparentná)
- Pracovný list

Požadované základné vedomosti:

- O atóme všeobecne, o atóme uhlíka,
- O typoch mnohouholníkov, o súčte uhlov v mnohouholníku,

Bezpečnosť a ochrana zdravia:

Bezpečná manipulácia s nožnicami.

Vzdelávacie výsledky po realizácii aktivity:Všetci žiaci

- Budú poznať príklady najnovších technológií v našom okolí.
- Budú oboznámení so základnými informáciami o nanotechnológiach - fullerénach.
- Budú vedieť zhotoviť model molekuly fullerénu.
- Budú poznať geometrickú štruktúru fullerénov.

Väčšina žiakov

- Bude vedieť vyhľadať, systematizovať a prezentovať informácie o fullerénach.
- Bude vedieť popísať geometrickú štruktúru fullerénov.

Niektorí žiaci

- Budú vedieť vypočítať základné geometrické parametre fullerénov.
- Budú vedieť vymenovať oblasti použitia fullerénov v súčasnosti a navrhnúť ich ďalšie možné spôsoby využitia aj v budúcnosti.

Hlavná aktivita

Žiaci začnú pracovať na pracovnom liste - NANOTECHNOOLIE: Príprava modelu fullerénu.

Fullerény – ich molekula pozostáva výhradne z atómov uhlíka, ktoré tvoria štruktúry podobné futbalovej lopte, elipsoidu alebo trubici (nanotrubic). Svojou štruktúrou sú podobné grafitu, avšak môžu tvoriť aj päťuholníkové alebo osemuholníkové útvary. Ich názov je odvodený od mena inžiniera *Buckminstera Fullera*, ktorý navrhol podobné štruktúry. Fullerény sú treťou alotropickou modifikáciou uhlíka (po grafitu a diamante). Ich molekuly sú tvorené výlučne atómami uhlíka (ktorých počet je minimálne 20) a vytvárajú štruktúry podobné guľi, elipsoidu, trubici alebo valcu. Sféricke fullerény sa taktiež nazývajú ako „*buckyballs*“ a valcovité ako „*buckytubes*“. –Viac informácií dostupných na: <http://fulerenai.tikra.info/teorija/kas-yra-fulerenai/#sthash.d0gd7pp4.dpuf>

Praktické vysvetlenie: **Ako pripraviť model fullerénu.**



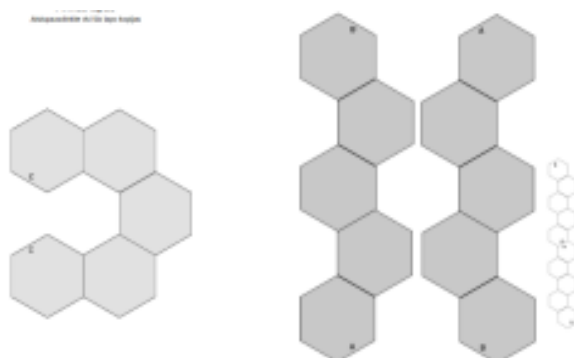
Molekula fullerénu C_{60} svojou štruktúrou pripomína futbalovú loptu.

Pozostáva z 32 stien, z ktorých má 20 tvar šesťuholníka a 12 päťuholníka. Na svojom povrchu má 60 vrcholov. Každý tento vrchol predstavuje atóm uhlíka.

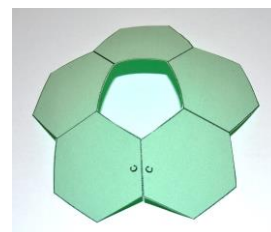
Papierový model fullerénu C_{60} si môžeme jednoducho pripraviť v triede alebo doma. Pozostáva z 20 stien tvaru šesťuholníka a 12 stien tvaru päťuholníka.

Pracovný postup:

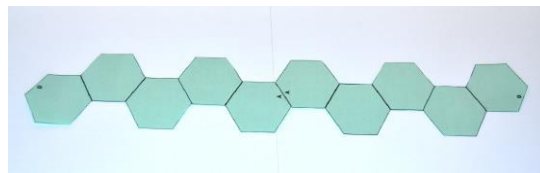
1. Pripravte kópie papierových príloh (Príloha 1 a 2).



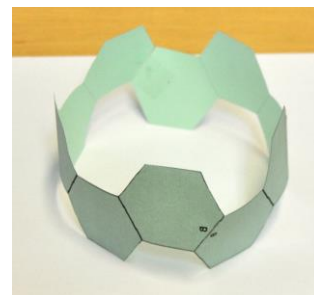
2. Vystrihnite šablónu z prílohy 1.
3. Pomocou lepiacej pásky spojte navzájom hrany označené písmeno „C“.
4. Dávajte pozor, aby výsledný útvar zložený z 5 stien tvaru šesťuholníka vo svojom strede vytvoril prázdne miesto v tvare päťuholníka.
5. Rovnaký postup zopakujte aj s druhou kópiou prílohy 1.



6. Vystrihnite šablónu z prílohy 2, tak aby ste mali dva rovnaké pásy (zložené z 5 stien v tvare šesťuholníka).
7. Pomocou lepiacej pásky spojte navzájom oba pásy a to tak, že zlepiete hrany označené písmenom „A“.



8. Následne spojte hranu označenú písmenom „B“ s hranou označenou rovnakým písmenom.



9. Nakoniec pripojte časť z prílohy 1 k vzniknutému útvaru (príloha 2) a prilepte voľné hrany šesťuholníka (podľa obrázku).



10. Otočte zostrojenú štruktúru a prilepte ďalšiu časť rovnako ako pri predchádzajúcom kroku.
11. A to je všetko, model fullerénu C60 práve držíte v rukách.

Aktivity k pracovnému listu

Žiaci majú za úlohu pracovať samostatne a odpovedať na doplňujúce otázky.

Šikovnejší žiaci môžu pracovať na výpočtoch geometrických parametrov štruktúry fullerénov.

Rozširujúce aktivity

Žiaci, ktorí ukončili svoju prácu v predstihu, pracujú na doplňujúcej úlohe:

NANOTECHNOLÓGIE: Príprava modelu fullerénu

Plenárna aktivita

Žiaci vyjadria svoje názory na aktivitu (Príprava modelu fullerénu) a odpovedajú na pripravené otázky.

Šikovnejší žiaci diskutujú o geometrických parametroch štruktúry molekuly fullerénu.

NANOTECHNOLÓGIE: FULLERÉNY

Cieľ hodiny. Oboznámiť žiakov s históriou nanotechnológií – fullerénov, so štruktúrou fullerénu C₆₀ a spôsobom prípravy jeho modelu.

Nanotechnológie patria medzi medzipredmetové a najrýchlejšie sa rozvíjajúce oblasti vedy. Veda a nové technológie prinášajú možnosti pre rozvoj nových materiálov a zariadení, ktoré sme si v minulosti nevedeli ani predstaviť. Bohužiaľ, len veľmi málo ľudí vie, že práve objavenie fullerénov v roku 1985 položilo základ pre nanotechnológie a tým otvorilo novú oblasť vedy a taktiež významne ovplyvnilo fyziku, chémiu a mnoho ďalších vedných oblastí (ACS to Honor Discovery of Fullerenes. AzoNanotechnology, <http://www.azonano.com/news.asp?newsID=19,861>).



Objav fullerénov bol tak významný, že v roku 1996 bola zaň udelená Nobelová cena.

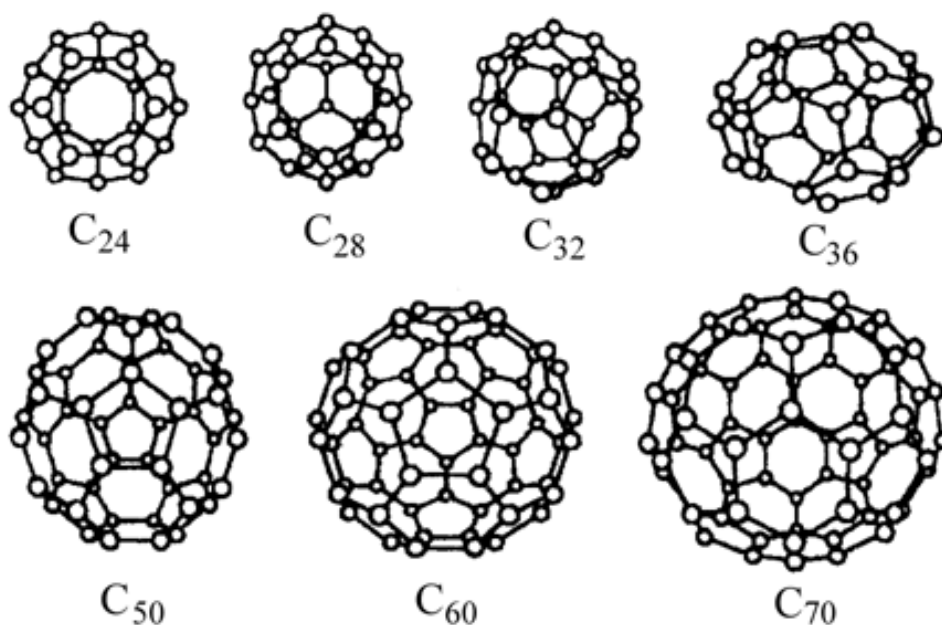
Tento objav bol veľmi dôležitý hlavne pre fyziku, chémiu, informatiku a ďalšie vedné odbory.

Fullerény sú tretou známou alotropickou modifikáciou uhlíka po grafit (tuhe) a diamante. Ich molekulu tvoria výhradne atómy uhlíka, ktorých počet je minimálne 20 a vytvárajú štruktúry podobné guľi, elipsoidu, trubici alebo valcu. Sférické fullerény sa taktiež nazývajú ako „buckyballs“ a valcovité ako „buckytubes“.

Fullerény majú podobnú štruktúru ako grafit (alotropická modifikácia uhlíka), ktorý je tvorený z veľkého množstva vrstiev, ktoré pozostávajú zo siete šesťuholníkov, môžu sa tu vyskytovať aj päťuholníky (niekedy sedemuholníky), ktoré narúšajú rovinnosť týchto vrstiev. Fullerény môžu obsahovať aj atómy vodíka a železa a tak vytvárať veľké komplikované molekuly.

Fullerény patria spolu s nanokompozitmi, nanočasticami, keramikou, uhlíkovými nanotrubicami a nanovrstvami k hlavným nanomateriálom.

Fullerény sú hlavne zaujímavé svojou štruktúrou, ktorá má kapilárne vlastnosti a umožňuje vnieť do sférických uhlíkových štruktúr aj atómy a molekuly iných látok. Momentálne syntetizované a skúmané fullerény obsahujú 36 až 540 atómov uhlíka. Viac informácií dostupných na: <http://fulerenai.tikra.info/teorija/kas-yra-fulerenai/#sthash.d0gd7pp4.dpuf>



C60

Fullerén C60 je prvý vynájdený a zároveň najznámejší z fullerénov. Svojou štruktúrou patrí doposiaľ medzi najsymetrickejšie molekuly. Skladá sa zo 60 atómov uhlíka, pričom každý z nich je usporiadaný v molekule tak, že tvorí spojovacie vrcholy dvoch šesťuholníkov a jedného päťuholníka.

V molekule C60 sú atómy uhlíka usporiadané v tvare 20 šesťuholníkov a 12 päťuholníkov. Každý päťuholník susedí iba so šesťuholníkmi a každý šesťuholník má tri spoločné steny s ďalšími šesťuholníkmi a tri s päťuholníkmi. Rovnakú štruktúru má aj futbalová lopta.

- Molekula fullerénu C60 má priemer približne 0,7-1,5 nm a hrúbku jedného atómu uhlíka.
- Je veľmi stabilná z chemického a fyzikálneho hľadiska (disociuje až pri teplote 1000 °C).
- Má väčšiu elasticitu ako ostatné prvky a látky.
- Vyznačuje sa vysokou hustotou.
- Za normálnych podmienok je nepriechodný pre všetky prvky. Dokonca aj pre atóm hélia (s energiou 5eV).
- Atómy vodíka a železa sa môžu naviazať do štruktúry fullerénu C60 a tak tvoriť zložité molekuly.
- Pri kritickej teplote (33 K) má supravodivé vlastnosti.
- Fullerén C60 tvorí v pevnom skupenstve žlté kryštály, avšak pri rozpúšťaní sa jeho farba mení na fialovú.

- Viac informácií dostupných na: <http://fulerenai.tikra.info/teorija/fulerenu-rusys/c60/#sthash.dPRalqVm.dpuf>

Úlohy na ďalšiu vyučovaciu hodinu

Vyhľadajte na internete a systematizujte informácie o fullerénoch, zamerajte sa na:

- **Ako boli fullerény vynájdené** – História objavenia fullerénov;
- **Objavitelia** – vedci, ktorí objavili fullerény (Harold W. Kroto, Robert F. Curl, Richard E. Smalley);
- **Nobelova cena** – kedy, kto a za čo obdržal Nobelovu cenu;
- **Druhá Nobelova cena** – ďalšie veľké ocenenie, ktoré sa spája s fullerénmi – grafén, jeho objavenie a možnosti použitia;
- **Význam objavu** – aké sú výhody objavenia fullerénov pre vedu a ľudstvo, aké nové možnosti tento objav priniesol;
- **Čo sú to fullerény** – teória, definície, príklady a obrázky;
- **Pôvod názvu** – odkiaľ pochádza názov fullerény a prečo tak boli pomenované novo objavené látky;
- **Použitie** – za akým účelom sa používajú fullerény dnes a aké sú ďalšie možnosti pre ich použitie v budúcnosti;
- **Typy fullerénov** – popis existujúcich typov fullerénov.

NANOTECHNOLÓGIE: Príprava modelu fullerénu*Odpoved'ový hárok*

- Aké atómy sú základnou stavebnou jednotkou fullerénov? Atómy uhlíka (C).

.....

- Koľko atómov uhlíka obsahuje molekula fullerénu C₆₀? 60 atómov uhlíka.

.....

- Aké iné látky pozostávajúce výhradne z atómov uhlíka poznáte? Grafit, diamant, grafén.

.....

- V koľkých a akých geometrických štruktúrach sa vyskytuje fullerén C₆₀? 20 – šesťuholníkov a 12 päťuholníkov.

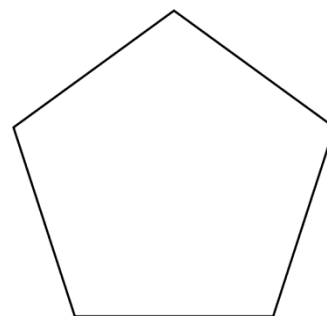
.....

Súčet uhlov mnohouholníka

$s = (n - 2) \cdot 180$, n – počet strán alebo uhlov.

- Použitím vzorca pre výpočet súčtu uhlov mnohouholníka vypočítajte súčet vnútorných uhlov päťuholníka.

.....



- Aká je veľkosť jedného vnútorného uhla päťuholníka?

.....

- Použitím vzorca pre výpočet súčtu uhlov mnohouholníka vypočítajte súčet vnútorných uhlov šesťuholníka.

.....



- Aká je veľkosť jedného vnútorného uhla šesťuholníka?

.....

- Na obrázkoch sú znázornené príklady pravidelných päťuholníkov vyskytujúcich sa v prírode. Pouvažujte o ďalších príkladoch výskytu pravidelných päťuholníkov v prírode.



Kvet povojníka purpurového



Plátky okry

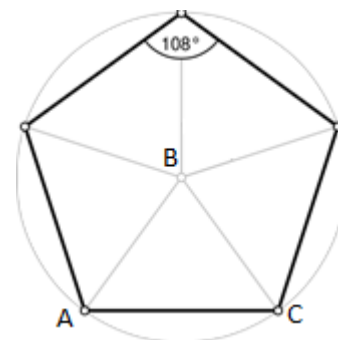


Morská hviezdica



Pentagon – Ministerstvo obrany USA

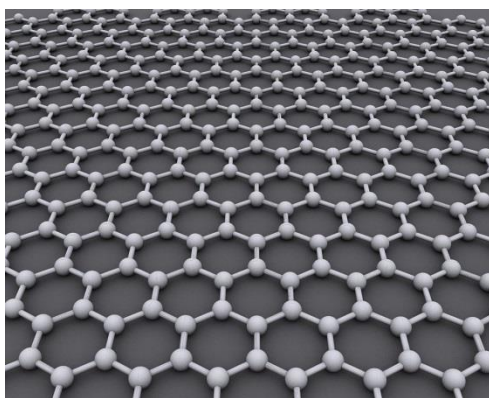
- Je daný päťuholník s veľkosťou vnútorného uhla 108° , vypočítajte veľkosť vnútorných uhlov trojuholníka ABC (viď. obrázok).



- Na obrázkoch sú znázornené príklady pravidelných šesťuholníkov vyskytujúcich sa v prírode. Pouvažujte o ďalších príkladoch výskytu pravidelných šesťuholníkov v prírode.



Včelí plast

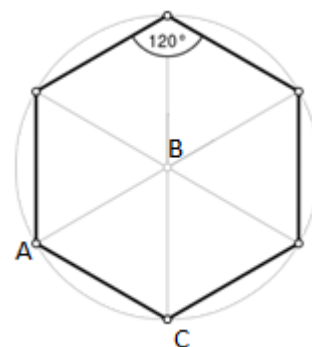


Kryštalická štruktúra grafitu
(atómy uhlíka)

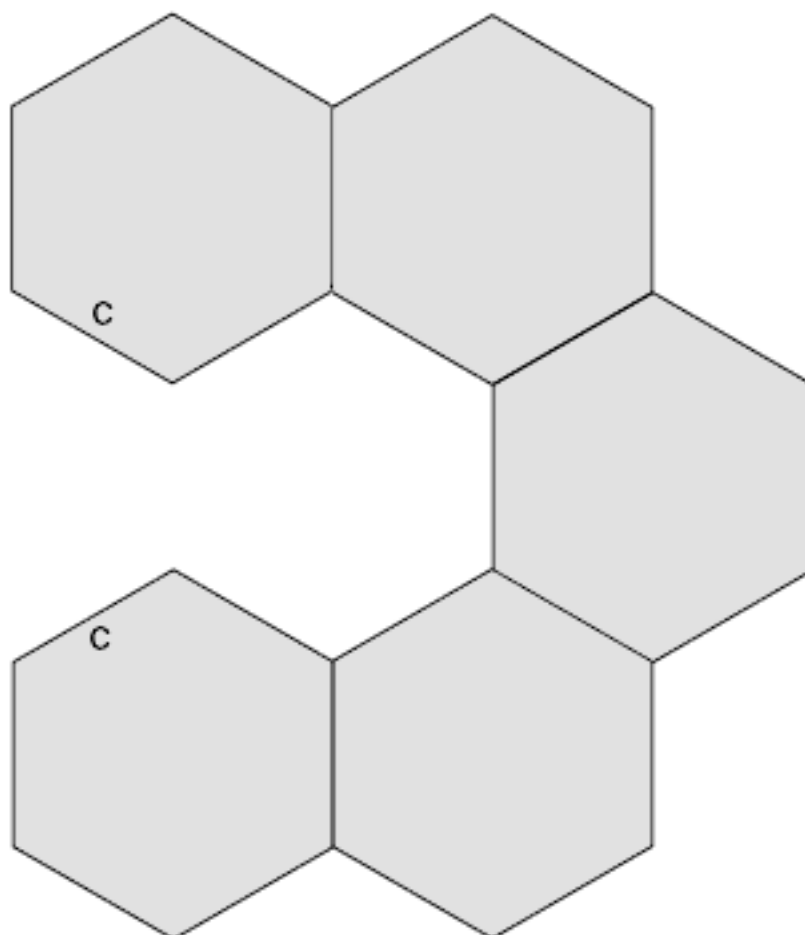


Čínsky pavilón

- Je daný šesťuholník s veľkosťou vnútorného uhla 120° , vypočítajte veľkosť vnútorných uhlov trojuholníka ABC (viď. obrázok).



Prpravte dve kópie prílohy 1.



Pripravte jednu kópiu prílohy 2.

