

Ratkaisut: Grafeenin lyhyt historia ja rakenne

Oppimistehtävä 1:

Etsi Internetistä kuinka teipin avulla voi valmistaa grafeenia. Geim käytti samaa menetelmää vuonna 2004.

Ratkaisu:

Teipin avulla voi valmistaa grafeenia levittämällä esimerkiksi puhtaalle pöytätasolle grafiittia. Tämän jälkeen tasolle asetetun grafiitin päälle asetetaan puhtaan teipin liimapuoli grafiittiin päin, jolloin osa grafiitista tarttuu teippiin. Grafiittinen teippi asetetaan vasten toista puhdasta liimapintaista teippiä. Tämän jälkeen teipit irrotetaan toisistaan ja toistetaan grafiitin asettaminen puhtaalle liimapinnalle. Tässä prosessissa mekaaninen työ irrottaa grafiitit toisistaan, sillä ne ovat sitoutuneet toisiinsa heikoilla Van der Waals -voimilla.

Tämä prosessi on kerrottu seuraavalla videolla (06:30 kohdalta alkaen):

http://yle.fi/uutiset/supermateriaali_grafeeni_voi_tehda_saman_kuin_muovi_1900-luvulla/6473809

Myös hyvä artikkeli oman grafeenin valmistamiseen ja tutkimiseen oppilaslaboratoriossa:

<http://www.luma.fi/artikkelit/852/grafeenia-grafiitista>

Oppimistehtävä 2:

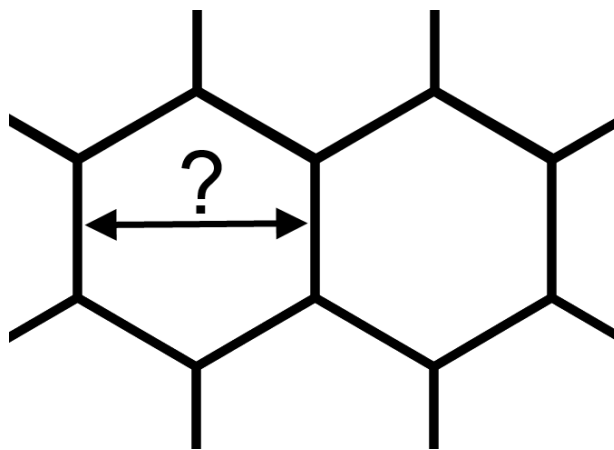
Meneekö

- a) helium –atomi,
- b) K^+ -ioni

grafeenin lävitse?

Oleta, että grafeeni muodostuu

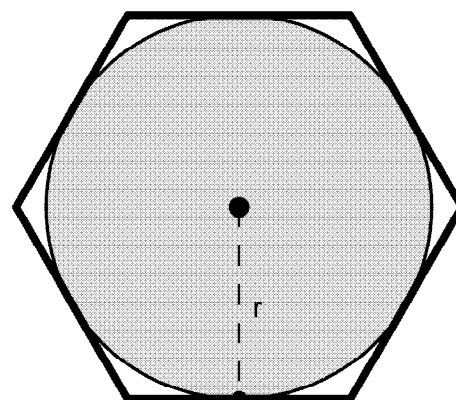
säännöllisistä kuusikulmioista ja tarkastele vain pituuksia. Helium-atomin atomisäde on 140 pm ja grafeenin kuusikulmion yhden sivun pituus on 155 pm.



Ratkaisu:

Tapa 1:

Kuusikulmion lävitse mahtuu juuri ja juuri ympyrä (atomi), jos kohtisuora etäisyys kuusikulmion sivutahkosta keskipisteeseen on yhtä suuri kuin ympyrän säde. Vastaavasti voidaan tarkastella ympyrän halkaisijaa ja sivutahkon etäisyyttä kauimppaisesta sivutahkosta. Viereistä kuvaa on hieman käännetty tehtävänannossa esitettyyn kuvaan.



MAOL- taulukkokirjassa on säännöllisille monikulmioille sisään piirretylle ympyrän säteelle kaava, joka on

$$\frac{a \sqrt{3}}{2} = \frac{155 \text{ pm} \cdot \sqrt{3}}{2} \approx 134 \text{ pm},$$

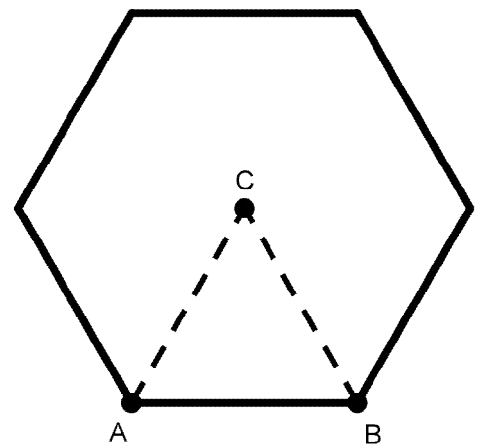
missä a on monikulmion sivun pituus. Vertailemalla heliumin sädettä ja sisään piirretyn ympyrän sädettä (tai heliumin halkaisijaa ja monikulmion sisään piirretyn ympyrän halkaisijaa) voidaan päätellä, ettei atomi mahdu grafeenin lävitse; b-

kohdan voi tehdä katsomalla MAOL-taulukkokirjan "Atomien ja ionien suhteelliset koot" -kohdasta.

Vaihtoehtoisesti b)-kohdan voi tehdä päättelystä. Helium -atomi on hyvin pieni sillä se sisältää vain kaksi elektronia ja protonia. Kalium-ionissa on 19 protonia ja 18 elektronia, jolloin kalium-ionisäde on suurempi kuin heliumin atomisäde, vaikka kalium-ionin ydin vetää elektroneita puoleensa enemmän.

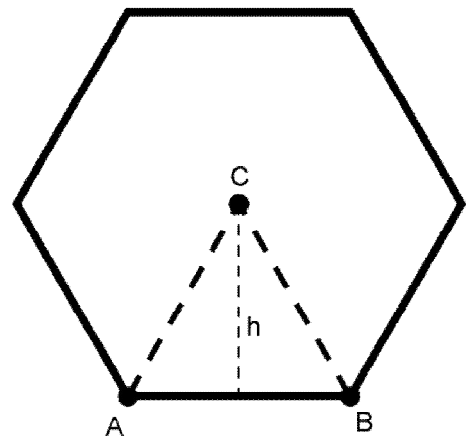
Tapa 2 (sama idea kuin yllä):

Kun kuusikulmion sisälle asetetaan janat kuusikulmion vierekkäisistä kärjistä kuusikulmion keskipisteeseen, niin syntyy tasasivuinen kolmio ABC. Kolmio ABC on todellakin tasasivuinen kolmio, koska muuten monikulmio ei ole säännöllinen.



Kolmion ABC korkeuden h voi laskea Pythagoraan lauseeseen tai trigonometrian avulla. Myös MAOL taulukkokirjassa on tasasivuiselle kolmion korkeuden kaava. Kaavan avulla korkeudeksi h saadaan

$$h = \frac{a \sqrt{3}}{2} = \frac{155 \text{ pm} \cdot \sqrt{3}}{2} \approx 134 \text{ pm},$$



missä a on tasasivuisen kolmion ABC sivun pituus (kaikki yhtä pitkiä).

Samoin kuin ensimmäisessä tavassa, voidaan päätellä, ettei helium-atomi tai kalium-ioni mahdu grafeenin lävitse.