

Grafeen uit koekkrumels

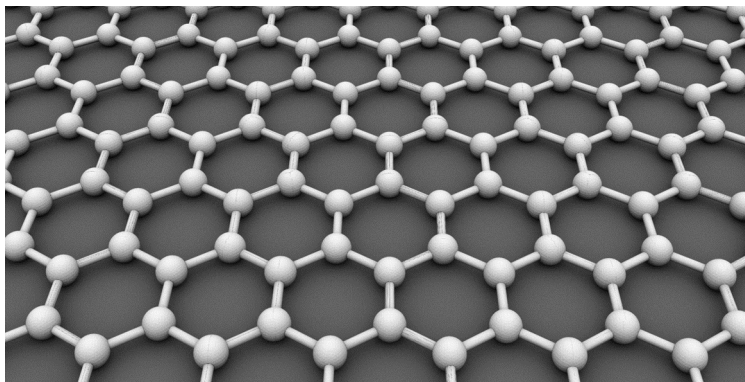
Onderstaand tekstfragment beschrijft een methode om grafeen te maken uit koekkrumels. In het tekstfragment wordt verwezen naar twee figuren, die erna zijn weergegeven.

tekstfragment

- 1 Grafeen is een laagje koolstofatomen met een dikte van één atoom (zie
- 2 figuur 1). Het is onder andere te maken uit koekjes. Tijdens een bezoek
- 3 van padvindsters aan het laboratorium van professor Tour in Texas
- 4 worden koekkrumels op koperfolie in een oven gebracht. Het koperfolie
- 5 bevindt zich in een houder van kwarts (zie figuur 2).
- 6 In een gasstroom van waterstof en argon worden de krumels door
- 7 thermolyse bij 1050 °C in een oven ontleed. De koolstof die ontstaat,
- 8 verdampt en slaat neer op de onderkant van het koperfolie. Binnen 20
- 9 minuten vormt zich een laagje zuiver grafeen. Met andere materialen
- 10 zoals stukjes gras, piepschuim en chocola lukt dit experiment ook.
- 11 Grafeen heeft bijzondere elektrische eigenschappen en is een grote
- 12 belofte voor de halfgeleiderindustrie.

naar: C2W 14

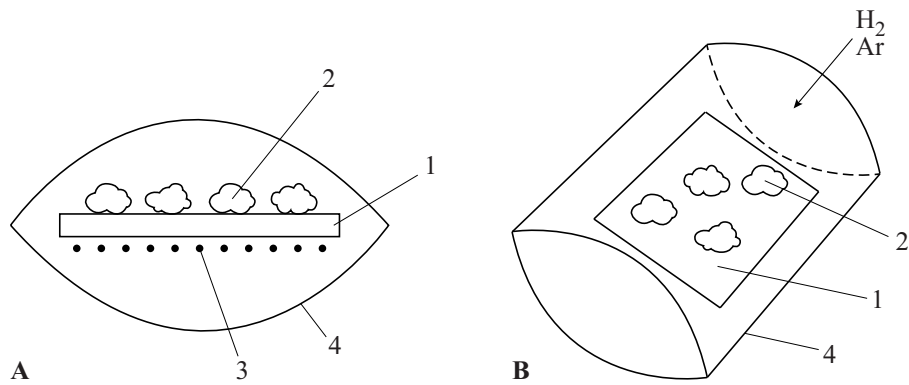
figuur 1



Model voor de structuur van grafeen: de bolletjes stellen C atomen voor en de staafjes tussen de bolletjes stellen atoombindingen voor.

naar: wikipedia.org

figuur 2



Schematische weergave van het experiment:

A is een dwarsdoorsnede en B is een bovenaanzicht.

1: koperfolie; 2: koekkrummels. 3: grafeen. 4: houder van kwarts

naar: ACS Nano

De gebruikte koekkrummels bestaan voornamelijk uit koolhydraten en vetten.

- 2p **23** Leg uit waarom minder of geen grafeen ontstaat wanneer een gasstroom van lucht zou worden gebruikt in plaats van een mengsel van waterstof en argon (regels 6 en 7).

Het grafeen wordt zuiver verkregen door het koperfolie weg te etsen. De gebruikte etsoplossing wordt gemaakt door een aangezuurde oplossing van CuSO_4 aan te vullen met water tot 100 mL.

Tijdens het etsproces worden zowel koperdeeltjes uit de etsoplossing als koperdeeltjes van het folie omgezet tot Cu^+ ionen.

- 2p **24** Geef de vergelijking van deze reactie.
2p **25** Is deze reactie een redoxreactie? Motiveer je antwoord.

Grafiet bestaat, net als grafeen, alleen uit het element koolstof. De methode die in het tekstfragment wordt beschreven, is echter niet geschikt om grafiet om te zetten tot grafeen.

- 2p **26** Leg uit dat grafiet niet geschikt is om er via de beschreven methode grafeen uit te maken. Maak gebruik van Binas-tabel 40A en vermeld in je uitleg ook het gegeven dat je uit deze tabel hebt gebruikt.

Grafeen geleidt elektrische stroom. Als elk staafje dat in figuur 1 is getekend een enkele atoombinding voorstelt, dan kan de stroomgeleiding in grafeen verklaard worden door de aanwezigheid van elektronen die niet betrokken zijn bij deze bindingen tussen de C atomen.

- 3p **27** Leg uit hoeveel elektronen per C atoom betrokken zijn bij stroomgeleiding. Ga bij je uitleg uit van een C atoom in het midden van het model voor grafeen in figuur 1.

Een onderzoeker uit de groep van professor Tour (zie tekstfragment) laat met een berekening zien dat één doos koekjes in theorie voldoende koolstof bevat om dertig voetbalvelden te bedekken met een grafeenlaag die één C atoom dik is. Met behulp van de dichtheid van grafeen kan worden berekend wat de dikte van deze laag is.

- 2p **28** Bereken het aantal gram grafeen per m^2 voetbalveld. Ga uit van de volgende gegevens:
- een doos bevat 220 g koekjes;
 - de koekjes bevatten 45 massaprocent koolstof;
 - alle koolstof uit de koekjes wordt omgezet tot grafeen;
 - een voetbalveld is 110 m lang en 70 m breed.
- 2p **29** Bereken de dikte van de grafeenlaag in meter. Gebruik als dichtheid van grafeen $2,5 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$.

Bronvermelding

Een opsomming van de in dit examen gebruikte bronnen, zoals teksten en afbeeldingen, is te vinden in het bij dit examen behorende correctievoorschrift, dat na afloop van het examen wordt gepubliceerd.