

Palladiumvanger

De uitlaat van een auto die op benzine rijdt, bevat een katalysator. Deze katalysator vermindert de uitstoot van schadelijke stoffen zoals koolstofmono-oxide en stikstofoxiden. Stikstofoxiden (NO_x) veroorzaken milieuvervuiling, doordat ze ongewenste effecten hebben op de kwaliteit van lucht, water en/of bodem.

1p **1** Geef een van die ongewenste effecten.

Een reactie die in de katalysator van een auto optreedt, is de ontleding van stikstofmono-oxide tot stikstof en zuurstof.

2p **2** Geef de reactievergelijking van deze ontleding.

Katalysatoren die in auto's worden gebruikt, bevatten het element palladium. Een klein deel van de palladiumdeeltjes wordt met de uitlaatgassen uitgestoten in de lucht. Men veronderstelt dat deze palladiumdeeltjes in het milieu uiteindelijk worden omgezet tot palladiumionen en dat deze ionen zich in het milieu zullen ophopen.

3p **3** Geef het aantal protonen, neutronen en elektronen van een Pd^{2+} -ion van de isotoop Pd-107.

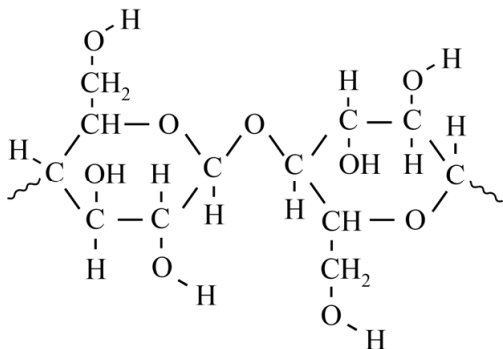
Noteer je antwoord als volgt:

aantal protonen: ...

aantal neutronen: ...

aantal elektronen: ...

Onderzoekers hebben een manier gevonden om op laboratoriumschaal palladiumionen uit een oplossing te verwijderen. Ze maken gebruik van eiwitmoleculen die op een specifieke manier palladiumionen binden. De eiwitmoleculen worden eerst aan cellulosemoleculen gebonden. Hierbij ontstaat een zogenoemd eiwit-cellulose-complex. De binding van de eiwitmoleculen aan de cellulosemoleculen is voornamelijk het gevolg van de vorming van waterstofbruggen. Een fragment van een cellulosemolecuul is hieronder afgebeeld.



- 2p 4 Geef aan tussen welke atoomgroepen van cellulose en welke atoomgroepen van eiwitten de waterstofbruggen kunnen worden gevormd. Maak eventueel gebruik van Binas-tabel 67H1 of ScienceData-tabel 13.7c.
Noteer je antwoord als volgt:
atoomgroep cellulose: ...
atoomgroep eiwit: ...

Hieronder is het laboratoriumexperiment beschreven waarmee Pd^{2+} -ionen uit een oplossing van PdCl_2 kunnen worden verwijderd.

- 1 Het eiwit-cellulose-complex wordt toegevoegd aan een oplossing van PdCl_2 . De Pd^{2+} -ionen worden daarbij aan het eiwit-cellulose-complex gebonden.
- 2 De suspensie die in stap 1 ontstaat, wordt gecentrifugeerd. Het eiwit-cellulose-complex met de daaraan gebonden Pd^{2+} -ionen wordt daarbij afgescheiden. De overgebleven oplossing bevat geen Pd^{2+} -ionen meer.
- 3 Aan het eiwit-cellulose-complex met de daaraan gebonden Pd^{2+} -ionen wordt een oplossing van thio-ureum toegevoegd. Het mengsel wordt flink geschud. De Pd^{2+} -ionen komen daarbij los van het complex.
- 4 Het mengsel dat in stap 3 is ontstaan, is een suspensie. Deze suspensie wordt gecentrifugeerd. Het eiwit-cellulose-complex wordt daarbij gescheiden van de oplossing.

Per gram eiwit kan maximaal 175 mg Pd^{2+} -ionen worden gebonden.

- 4p 5 Bereken hoeveel mol Pd^{2+} -ionen maximaal per mol eiwit kan worden gebonden.
- Neem aan dat de molaire massa van het eiwit $3,0 \cdot 10^4 \text{ g mol}^{-1}$ is.
 - Geef de uitkomst in het juiste aantal significante cijfers.
- 2p 6 Leg uit waarom het eiwit-cellulose-complex hergebruikt kan worden. Vermeld daarbij uit welke stap(pen) dat blijkt.