Id	Titel opgave	nr opg	Klas	*NOVA*	Chemie	Chemie Overal
1	Printen met water	1406-01	5v	5v,H8	5v,H10	5v,H10
2	Propyleenglycoldamp met nicotine	1406-10	4hv	4h,H5/4v,H3	4h,H2/5v,H10	4h,H7/4v,H6
3	Stabiele prestaties van suikerbieten	1406-11	3hv	3h,H6/3v,H2	3h,H1/3v,H1	3h,H4/3v,H4
4	Vier ozonvreters in atmosfeer	1406-12	5,6v	6v,H12	5v,H10	5v,H10
5	Zoek het polonium	1406-13	4,5v	4h,H1/4v,H1	4h,H2/4v,H2	4h,H2/4v,H2
6	Elektriciteit uit afvalgas	1406-14	5v	5v,H9	6v,H16	6v,H20
7	Ik voorzie een CO_2 tekort	1406-15	4hv	4h,H5/4v,H3	4h,H3/4v,H3	4h,H1/4v,H7
8	Argon in de ruimte	1406-02	4hv	4h,H1/4v,H1	4h,H2/4v,H2	4h,H2/4v,H2
9	Schone kleding zonder palmolie	1406-03	5hv	5h,H10/6v,H13	5h,H14/6v,H17	5h,H7/4v,H6
10	Mosterdgas zoekt opruimdienst	1406-04	5v	5v,H10	5v,H10	6v,H20
11	Minisyngasgenerator	1406-05	3v, 4hv	3v,H5/4v,H3	4h,H3/4v,H3	4h,H1/4v,H7
12	Imazalil	1406-06	4hv	4v,H3	4v,H3	4v,H6
13	Zuurstof in ruimtestation ISS	1406-07	3hv	3h,H2/3v,H2	3h,H4/3v,H4	3h,H4/3v,H4
14	Radicale chemie	1406-08	5,6v	5v,H10	5v,H10	5v,H12
15	Arseen maakt waterstof	1406-09	5v	5v,H9	6v,H16	6v,H17
16	Kevertruc verdedigt pinautomaten	1408-01	4hv	4h,H6/4v,H5	5h,H9/4v,H7	4h,H1/4v,H1
17	Contactlens Google meet bloedsuiker	1408-10	5v	5v,H9	6v,H17	6v,H19
18	Superkatalysator zet CO_2 om in CO	1408-02	4hv	4h,H6/4v,H5	5h,H9/4v,H7	5h,H9/4v,H7
19	Lignineprobleem opgelost	1408-03	5v	5v,H8	5v,H12	5v,H15
20	Serieus afbreekbaar bioplastic	1408-04	5v	6v,H11	6v,H19	6v,H18
21	Goedkoop struviet	1408-05	4hv	4h,H4/4v,H4	4h,H4/4v,H5	4h,H5/4v,H4
22	Productie duurzame energie stijgt, maar niet snel genoeg	1408-06	4hv	4v,H3	4v,H3	4v,H7
23	Groen, goud, blond	1408-07	4hv	4h,H6/4v,H5	5h,H9/4v,H7	5h,H9/4v,H7

24	Bodem boert CO_2 weer omhoog	1408-08	5,6v	6v,H14	6v,H19	6v,H20
25	Meer ozon door alcoholauto	1408-09	5,6v	5v,H10	6v,H16	6v,H20
26	Robotpil kan injecties overbodig maken	1409-01	4,5hv	5h,H7/5v,H6	4h,H8/4v,H8	4h,H1/4v,H1
27	Efficiënte elektrolysetechniek voor waterstofproductie	1409-02	5v	5v,H9	6v,H16	6v,H20
28	De kat op de tumor binden	1409-03	5v	5v,H8	5v,H10	5v,H12
29a	Wetenschappers maken ethanol uit koolstofmonoxide versie I	1409-04a	5v	6v,H12	6v,H16	6v,H20
29b	Wetenschappers maken ethanol uit koolstofmonoxide versie II	1409-04b	5v	5v,H8	6v,H16	6v,H20
30	Onze slinkende energievoorraad	1409-05	4hv	4v,H3	4h,H5/4v,H3	4h,H3/4v,H3
31a	Nu is pindakaas of chocola al net zo slecht als tabak versie I	1409-06a	5hv	6v,H13	6v,H17	5v,H14
31b	Nu is pindakaas of chocola al net zo slecht als tabak versie II	1409-06b	3-6hv	5v,H8	5v,H10	5v,H14
31c	Nu is pindakaas of chocola al net zo slecht als tabak versie III	1409-06c	5,6v	5v,H8	5v,H10	5v,H14
32	Nieuw chemisch middel belooft revolutie in papierindustrie	1409-07	4,5hv	4h,H3/4v,H2	4h,H6/4v,H6	4h,H7/4v,H6
33	Solarjet maakt kerosine uit zonlicht	1409-08	3hv	3h,H2/3v,H2	3h,H4/3v,H4	3h,H4/3v,H4
34	Power-to-gas-installatie	1409-09	5hv	5h,H8/5v,H9	5h,H14/6v,H16	5h,H9/6v,H17
35a	3D geprinte fopframboos versie I	1410-01a	3,4hv	3h,H6/4v,H2	3h,H6/3v,H6	3h,H8/3v,H8
35b	3D geprinte fopframboos versie II	1410-01b	5h; 5,6v	5h,H9/6v,H11	5h,H12/6v,H19	5h,H11/6v,H19
36	Hoeveel zuurstof produceert een boom gemiddeld?	1410-02	4,5hv	4h,H2/4v,H1	4h,H5/4v,H4	4h,H3/4v,H3
37	Planten maken groene stroom	1410-03	5v	5v,H9	6v,H16	5h,H9/6v,H17
38	Waar komt de batterij vandaan?	1410-04	5v	5v,H9	5v,H11	6v,H17

39	Nano-ui	1410-05	5,6v	6v,H13	6v,H19	6v,H18
40	Centraal verwarmd nanodeeltje	1410-06	5,6v	6v,H11	6v,H15	6v,H15
41	Gas uit licht en water	1410-07	5v	5v,H9	6v,H16	6v,H15
42	Doodzonde om op te stoken	1410-08	5,6v	6v,H14	6v,H16	6v,H15
43	Bioaromaten in opmars	1410-09	5,6v	6v,H11	6v,H15	6v,H15
44	Kat maakt etheen van methaan	1411-01	5,6v	5v,H8	5v,H14	4v,H6
45a	Oude accu wordt nieuwe zonnecel versie I	1411-02a	5v	6v,H13	6v,H16	6v,H17
45b	Oude accu wordt nieuwe zonnecel versie II	1411-02b	5h	5h,H11	5h,H14/5v,H16	5h,H11/6v,H15
45c	Oude accu wordt nieuwe zonnecel versie III	1411-02c	5hv	5h,H7/5v,H9	5h,H11/6v,H16	5h,H9/5v,H11
46	Botten gemaakt van bier	1411-03	4hv	4h,H4/4v,H4	4h,H4/4v,H5	4h,H5/4v,H4
47	Zonnepanelen produceren mierenzuur	1411-04	3hv	3h,H4/3v,H4	3h,H3/3v,H3	3h,H4/3v,H4
48	Tijdelijke tatoeage haalt stroom uit zweet	1411-05	5,6v	5v,H9	6v,H16	6v,H17
49	Naar 50km op zoetjes, kaarsvet en lachgas	1411-06	3hv	3h,H2/3v,H2	3h,H4/3v,H4	3h,H5/3v,H5
50	Krypton dateert eeuwig ijs	1411-07	4hv	4h,H1/4v,H1	4h,H2/4v,H2	4h,H2/4v,H2
51	Enzym duikt in furanen	1411-08	5,6v	5v,H8	5v,H11	5h,H9/5v,H11
52	Te simpel	1411-09	5,6v	5v,H8	5v,H11	5v,H11
53	Tot het laatste kooltje	1411-10	3hv	3h,H4/3v,H5	3h,H4/3v,H4	3h,H5/3v,H5
54	Ethanol kraakt lignine	1501-01	5hv	5v,H8	5v,H10	4v,H6
55	Cholesterol voedt sensor	1501-02	5,6v	5v,H9	6v,H17	6v,H17
56	600 km op 1 tankbeurt	1501-03	5hv	5h,H8/5v,H9	5h,H11/6v,H16	5h,H9/56v,H17

57	Een boodschappentas van vissenslijm	1501-04	5,6v	6v,H13	6v,H17	5v,H14
58a	Mesvrij vest versie I	1501-05a	3hv	3h,H5/3v,H5	3h,H4/3v,H4	3h,H4/3v,H4
58b	Mesvrij vest versie II	1501-05b	5hv	6v,H11	5v,H12	5v,H9
59	Complex molecuulontdekt in de ruimte	1501-06a	4hv	4h,H5/4v,H3	4h,H3/5v,H10	4h,H7/4v,H6
60	Vertakte moleculen op sterrenstof	1501-06b	4hv	4h,H3/4v,H2	4h,H3/5v,H10	4h,H7/4v,H6
61	Complexe organische moleculen gevonden in de ruimte	1501-06c	6v	5v,H7	5v,H10	4v,H6
62	Nieuw kristal neemt zuurstof efficiënt op	1501-07	5v	4v,H6	4v,H7	4v,H2
63	Het is nu echt tijd voor SMA	1501-08	5hv	5h,H9/6v,H11	5h,H12/5v,H10	4h,H7/4v,H6
65	Magisch zand	1501-09	3,4hv	3h,H1/3v,H1 4h,H3/4v,H2	3h,H1/3v,H1	3h,H1/3v,H1
66	Koning opent DSM-fabriek in VS	1501-10	5hv	5h,H1/5v,H8	5h,H12/6v,H15	5h,H11/5v,H15
67	Bandje om membraaneiwit	1502-01	5v	6v,H11	6v,H15	5v,H13
68	Afgevangen CO_2 input voor nieuwe producten	1502-02	3hv	3h,H3/3v,H4	3h,H3/3v,H3	3h,H4/3v,H4
69	Natuurgetrouw magnetiet	1502-03	4hv	4h,H6/4v,H6	4h,H4/4v,H5	4h,H5/4v,H4
70	Het terroir zit vol gele en blauwe poeders	1502-04	4hv	4h,H4/4v,H4	4h,H4/4v,H5	4h,H5/4v,H4
71a	AkzoNobel en Photanol gaan uit zonlicht en CO_2 chemicaliën maken (versie 3hv)	1502-05a	3hv	3h,H3/3v,H4	3h,H3/3v,H3	3h,H4/3v,H4
71b	AkzoNobel en Photanol gaan uit zonlicht en CO_2 chemicaliën maken (versie 4hv)	1502-05b	4hv	4v,H3	4v,H7	4h,H1/4v,H1
72	Schaliegaswinning stinkt	1502-06	5v	6v,H12	6v,H16	4h,H7/4v,H7
73	Iets lager suikergehalte in vijfde campagneweek	1502-07	3hv	3h,H3/3v,H2	3h,H6/3v,H6	3h,H2/3v,H2

74	Wat is CCS?	1502-08	4hv	4v,H3	4h,H3/4v,H3	4h,H1/4v,H7
75	Nieuwe wet haalt streep door vele koudemiddelen	1502-09	4hv	4h,H5/4v,H3	4h,H2/4v,H3	4h,H7/4v,H6
76	Visie duurzame brandstoffenmix	1502-10	5v	5v,H9	6v,H16	6v,H17
77	Hoe kan de zon branden als er geen zuurstof is in de ruimte?	1503-01	4hv	4h,H1/4v,H1	4h,H2/4v,H2	4h,H2/4v,H2
78	Chemisch spaakwiel	1503-02	5,6v	5v,H7	5v,H10	4v,H6
79	Recycling tandpastatubes met magnetron	1503-03	4,5v	6v,H11	6v,H19	6v,H11
80	Vitamine C	1503-04	5v	5v,H9	5v,H13	5v,H11
81a	De suikerbiet als het nieuwe goud	1503-05a	3hv	3h,H7/3v,H7	3h,H7/3v,H7	3h,H8/3v,H8
81b	De suikerbiet als het nieuwe goud	1503-05b	5hv	5h,H9/6v,H11	5h,H12/6v,H19	5h,H11/6v,H20
82	Teflon helpt palladium	1503-06	5v	6v,H11	6v,H19	6v,H18
83	Slimme polymeren repareren je knie	1503-07	5hv	5h,H9/6v,H11	5h,H12/6v,H15	5h,H10/5v,H13
84	Suikerunie lonkt naar de chemie	1503-08	5v	4v,H3	5v,H14	6v,H18
85	Water ouder dan zon	1503-09	4hv	4h,H1/4v,H1	4h,H2/4v,H2	4h,H2/4v,H2
86	Polymeer trouwt spiegelbeeld	1503-10	5,6v	6v,H11	6v,H15	5v,H12
87	Negenwaardig iridium	1504-01	5,6v	5v,H7	6v,H18	5v,H12
88	Nieuwe microben voor Mars	1504-02	3hv	3h,H2/3v,H2	3h,H4/3v,H4	3h,H4/3v,H4
89	Witte wijn heeft ook roodpigment	1504-03	5,6v	6v,H12	5v,H10	5v,H10
90	Oostenrijkse onderzoekers veranderen CO2 in alcohol	1504-04	5,6v	6v,H14	6v,H19	6v,H18

91	Methaan op Mars	1504-05	4hv	4h,H4/4v,H4	5h,H11/5v,H11	5h,H9/5v,H11
92	Pectine en brandstof uit koffiepulp en drab	1504-06	5hv,6v	5h,H11/6v,H14	5h,H14/6v,H16	5h,H11/6v,H20
93	Er was vrijwel geen zuurtstof voor oerdieren	1504-07	4hv	4h,H1/4v,H1	4h,H2/4v,H2	4h,H2/4v,H2
94	Perovskiet maakt waterstof	1504-08	5,6v	5v,H9	6v,H16	5v,H11
95	MOF in dunne plakjes	1504-09	5,6v	5v,H7	6v,H18	6v,H18
96	Ruimtereis op hybride stuwstof	1504-10	5v	5v,H9	6v,H16	5v,H11
97	Hoe natrium ontploft	1505-01	4,5hv	4h,H6/4v,H5	4h,H2/4v,H2	4h,H1/4v,H1
98	Natriumexplosie	1505-02	3hv	3h,H3/3v,H4	3h,H3/3v,H3	3h,H3/3v,H3
99a	Zoete rozengeur is pure chemie (versie I)	1505-03a	5,6v	5v,H7	5v,H10	5v,H12
99b	Zoete rozengeur is pure chemie (versie II)	1505-03b	5,6v	5v,H7	5v,H10	5v,H12
99c	Zoete rozengeur is pure chemie (versie III)	1505-03c	5,6v	5v,H7	5v,H10	5v,H12
100	Hoe het leven zich een draai gaf	1505-04	5,6v	5v,H7	5v,H10	5v,H12
101a	Fortune telling fish (versie I)	1505-05a	3hv	3h,H3/3v,H4	3h,H2/3v,H2	3h,H1/3v,H1
101b	Fortune telling fish (versie II)	1505-05b	5hv	4h,H3/4v,H2	4h,H6/4v,H6	4h,H4/4v,H3
102	Boor bindt beryllium	1505-06	4hv	4h,H3/4v,H2	4h,H2/4v,H2	4h,H2/4v,H2
103	Manier om ei te 'ontkoken' helpt ook tegen kanker	1505-07	6v	6v,H13	6v,H17	5v,H14
104	Recept voor groenere nylon	1505-08	5,6v	6v,H14	6v,H15	6v,H11

105	Hoe azobenzeen werkt	1505-09	5v	5v,H7	5v,H10	5v,H12
106a	Da Vinci brug van ijs (versie 1)	1509-01a	4hv	4h,H3/4v,H2	4h,H2/4v,H2	4h,H2/4v,H2
106b	Da Vinci brug van ijs (versie 2)	1509-01b	3,4hv	3h,H5/3v,H5	3h,H7/3v,H7	3h,H1/3v,H1
107	Groene PETfles uit afvalhout	1509-02	5hv	5h,H9/6v,H11	5h,H12/6v,H15	5h,H10/5v,H13
108	Eeneiige tweelingen uit elkaar houden? Verhit hun DNA	1509-03	4hv; 5,6v	4h,H3/4v,H2	4h,H6/4v,H6	4h,H4/4v,H3
109	Bioplastics in melkpakken Friesland Campina	1509-04	5hv; 6v	5h,H9/6v,H11	5h,H14/6v,H18	5h,H11/6v,H18
110	Spelenderwijs stikstof splitsen	1509-05	5v	5v,H7	6v,H18	5v,H12
111	Pyrolysefabriek in Hengelo geopend	1509-06	3hv	3h,H3/3v,H4	3h,H4/3v,H4	3h,H4/3v,H4
112	Kant en klaar in karton	1509-07	5hv	6v,H11	5h,H11/5v,H11	5h,H9/5v,H11
113	We gooien voor 48 miljard aan metalen weg	1509-08	3hv	3h,H5/3v,H6	3h,H7/3v,H5	3h,H6/3v,H6
114	Katalysator versnelt omzetting biomassa	1509-09	5hv	5h,H9/5v,H8	5h,H11/6v,H16	4h,H7/5v,H12
115a	Dunne film voorkomt verdamping (versie 1)	1509-10a	3-5hv	4h,H3/4v,H2	4h,H8/5v,H10	5h,H11/6v,H18
115b	Dunne film voorkomt verdamping (versie 2,3)	1509-10b	3hv	3h,H6	3h,H6/3v,H6	3h,H1/3v,H1
115c	Dunne film voorkomt verdamping (versie 4)	1509-10c	4hv	4h,H3/4v,H2	4h,H6/4v,H6	4h,H4/4v,H3
115d	Dunne film voorkomt verdamping (versie 5)	1509-10d	4hv	4h,H3/4v,H2	4h,H5/4v,H4	4h,H3/4v,H3
116	Knieschijf uit de printer	1509-11	5hv; 6v	5h,H9/6v,H11	5h,H12/6v,H19	5h,H10/6v,H18
117	Schiphol zuivert afvalwater met algen en CO2	1510-01	3hv	3h,H2/3v,H2	3h,H2/3v,H2	3h,H4/3v,H4
118	Zesring kopieert zichzelf	1510-02	5,6v	5v,H9	5v,H8	5v,H11
119	Zink leidt tot nierstenen	1510-03	5,6v	5v,H9	5v,H12	5v,H9
120	Europium slaat neer (versie 1)	1510-04	6v	5v,H7	6v,H18	5v,H12
121	Europium slaat neer (versie 2)	1510-05	5hv	5h,H7/5v,H9	5h,H11/5v,H11	5h,H9/5v,H11
122	Waterstof uit windenergie	1510-06	3hv	3h,H3/3v,H4	3h,H3/3v,H3	3h,H4/3v,H4
123	Enzymcocktail kraakt biomassa	1510-07	5hv	5h,H10/6v,H13	5h,H10/6v,H17	4h,H7/5v,H14

124	Variaties op carbid	1510-08	4,5v	5v,H7	6v,H18	5v,H12
125	De kern van de aarde bevat 90% van al het zwavel op aarde	1510-09	4hv	4h,H3/4v,H2	4h,H2/4v,H2	4h,H2/4v,H2
126	Membraanloos water splitsen	1510-10	5hv	5v,H9	5v,H11	5v,H11
127	Biobased smartphone	1511-01	5,6v	6v,H11	6v,H19	6v,H18
128	Ijsklontjes	1511-02	3v, 4hv	4h,H3/4v,H2	4h,H2/4v,H2	4h,H2/4v,H2
129	Koolzuur in beeld	1511-03	5v	5v,H7	6v,H18	5v,H12
130a	Magische kerstboom (versie 1)	1511-04a	3-6hv	3h,H1/3v,H1	3h,H1/3v,H1	3h,H1/3v,H1
130b	Magische kerstboom (versie 2)	1511-04b	4-6hv	4h,H4/4v,H4	4h,H4/4v,H5	4h,H5/4v,H4
131a	Shell geeft toe: niet goed opgelet (versie 1)	1511-05a	4hv	4h,H6/4v,H5	5h,H9/6v,H19	5h,H11/6v,H20
131b	Shell geeft toe: niet goed opgelet (versie 2)	1511-05b	5hv	4v,H5	5h,H14/6v,H18	5h,H11/5vH20
131c	Shell geeft toe: niet goed opgelet (versie 3) Wat voorafging	1511-05c	4,5v	4v,H5	4v,H3	4v,H6
132	Wetenschappers transformeren CO2 in koolstofvezels	1511-06	3hv	3h,H2/3v,H2	3h,H7/3v,H7	3h,H4/3v,H4
133	CO2 is niet vies	1511-07	3,4hv	3h,H4/3v,H5	3h,H7/3v,H7	3h,H7/3v,H7
134	Groene stroom over	1511-08	5hv	5h,H7/5v,H9	5h,H11/6v,H16	5h,H11/5v,H15
135	Ijslandse CO2 recycler gaat de commerciële markt op	1511-09	4hv	4v,H3	4h,H3/4v,H3	4h,H7/4v,H7
136	MOF zift acetyleen	1511-10	5hv	4h,H5/4v,H3	4h,H3/4v,H3	4h,H3/4v,H3
137a	Tagetesrassen testen op productie luteïne (versie 1)	1601-01a	3hv	3h,H7/3v,H7	3h,H6/3v,H6	3h,H1/3v,H1
137b	Tagetesrassen testen op productie luteïne (versie 2)	1601-01b	4hv	4h,H3/4v,H2	5h,H14/6v,H19	5h,H11/5v,H15
138	Nooit meer de geur van varkens	1601-02	3hv	3h,H1/3v,H1	3h,H1/3v,H1	3h,H2/3v,H2
139	Chloortransport op Betuweroute gestopt	1601-03	3hv	3h,H2/3v,H2	3h,H3/3v,H3	3h,H4/3v,H4
140	Koffiecupjes hebben prijs	1601-04	5hv, 6v	5h,H9/6v,H11	5h,H12/6v,H19	5h,H11/5v,H15
141	Drinkbaar water	1601-05	3hv	3h,H1/3v,H1	3h,H1/3v,H1	3h,H2/3v,H2

142a	Planeet volop peroxide (versie 1)	1601-06a	3hv	3h,H2/3v,H2	3h,H3/3v,H3	3h,H4/3v,H4
142b	Planeet volop peroxide (versie 2)	1601-06b	5v	5v,H7	6v,H18	5v,H12
142c	Planeet volop peroxide (versie 3)	1601-06c	4hv	4h,H3/4v,H2	4h,H4/4v,H5	4h,H5/4v,H4
143	Koester onze gascentrales	1601-07	5hv	5h,H11/6v,H14	4h,H3/4v,H3	4h,H7/4v,H7
144	Chloorvrij rood is niet lelijk	1601-08	5v	5v,H7	5v,H10	5v,H13
145	Kobalt reduceert CO2	1601-09	5v	5v,H9	5v,H11	5v,H11
146a	Een lamp laten branden op zout water (versie 1)	1602-01a	5hv	5h,H7/5v,H9	5h,H11/6v,H16	5h,H9/6v,H17
146b	Een lamp laten branden op zout water (versie 2)	1602-01b	3-5hv	5h,H7/5v,H9	5h,H11/6v,H16	5h,H9/6v,H17
147	Kooldioxide gebonden in cement	1602-02	5v	5v,H9	6v,H19	5h,H11/5v,H15
148	Bliksemsnelle manier om mierenzuur te maken	1602-03	5v	6v,H14	6v,H16	6v,H15
149	Plastic flessendoppen omsmelten tot skateboards	1602-04	5hv, 6v	5h,H9/6v,H11	5h,H12/6v,H19	5h,H10/5v,H15
150	Waterzuivering kan nog klimaatvriendelijker	1602-05	5,6v	5v,H9	6v,H19	5v,H12
151	Aardolievrije PET-fles komt eraan	1602-06	5hv	5h,H9/6v,H11	5h,H12/6v,H15	5h,H11/5v,H15
152	Creatief met hout	1602-07	5v	6v,H11	5v,H10	5v,H15
153	OCI Nitrogen opent haventerminal	1602-08	5v	4v,H4	4v,H5	4v,H4
154	Weerbarstige stikstofoxides	1602-09	4hv	4h,H6/4v,H5	4h,H3/4v,H2	4h,H3/4v,H3
155	AkzoNobel werkt aan businesscase recyclingfabriek	1602-10	5v	6v,H14	5v,H14	5v,H15
156	Smartphone werkt week op brandstofcel	1602-11	5hv	5h,H8/5v,H9	5h,H11/6v,H16	5h,H9/6v,H17
157	Lancering studentenraket TU-Delft mislukt	1602-12	5v	5v,H9	5v,H11	5v,H11
158	Lovejoy	1603-01	5,6v	5v,H7	6v,H18	5v,H12
159	Fruitbedrijf Stevensbeek gaat zelf drank stoken	1603-02	3,4hv	3h,H2/3v,H2 4h,H6/4v,H5	3h,H3/3v,H3	3h,H4/3v,H4

160	Grootste cellulose-ethanolfabriek	1603-03	4v, 5hv	4h,H2/4v,H1	4h,H5/4v,H3	4h,H3/4v,H3
161	Eiwit maakt Stevia minder bitter	1603-04	6v	6v,H13	6v,H17	5v,H14
162	Eierdoos vangt CO2 weg uit fabrieksrook voor hergebruik	1603-05	3,4hv	3h,H3/3v,H4 4h,H6/4v,H5	3h,H7/3v,H7	3h,H8/3v,H8
163	Polymeer tegen kerosinebrand	1603-06	4hv	4h,H3/4v,H2	5h,H12/6v,H15	5h,H10/5v,H13
164a	Warmtebatterij voor opslag zonne-energie (versie 1)	1603-07a	3hv	3h,H4/3v,H5	3h,H7/3v,H7	3h,H5/3v,H5
164b	Warmtebatterij voor opslag zonne-energie (versie 2)	1603-07b	4hv	4h,H6/4v,H5	5h,H9/4v,H7	5h,H11/6v,H20
165	Silicium smelten voor energie-opslag	1603-08	4v	4v,H5	4v,H3	4v,H7
166	De schone schijn van volkswagen	1603-09	4hv	4h,H5/4v,H3	4h,H3/4v,H3	4h,H7/4v,H7
167	Glycerol omgekat tot methanol	1603-10	5hv	5v,H8	5h,H9/5v,H14	4h,H7/4v,H6
168	COPS vervangt PT	1603-11	4hv	4h,H3/4v,H2	4h,H3/4v,H3	4h,H7/4v,H7
169	Magische stiften	1604-01	5hv	5h,H8/5v,H9	4h,H7/4v,H9	5h,H8/5v,H8
170	Periodiek systeem verwelkomt vier nieuwe elementen	1604-02	4hv	4h,H1/4v,H1	4h,H2/4v,H2	4h,H2/4v,H2
171	Gezocht: een atoomnaam die wat beter bekt dan ununtritium	1604-03	4hv	4h,H1/4v,H1	4h,H2/4v,H2	4h,H2/4v,H2
172	Van visnet naar bikini	1604-04	5hv	5h,H9/6v,H11	5h,H12/6v,H15	5h,H10/5v,H13
173	Onwel door dampen	1604-05	4hv	4h,H6/4v,H6	5h,H13/5v,H8	5h,H8/5v,H9
174	Kabelbacterie redt Grevelingenmeer	1604-06	5hv	5h,H8/5v,H9	5h,H11/5v,H11	5h,H9/5v,H11
175	Nooit meer poetsen	1604-07	5,6v	6v,H11	6v,H19	5h,H10/6v,H18
176	Metaalpoeder: de nieuwe brandstof?	1604-08	3hv,4hv	3h,H2/3v,H2 4h,H6/4v,H5	3h,H4/3v,H4	3h,H4/3v,H4
178	Warmte in kalk	1604-09	4hv	4h,H6/4v,H5	5h,H9/4v,H7	5h,H11/6v,H20
179	Nanodestillatie	1604-10	3hv	3h,H1/3v,H1	3h,H1/3v,H1	3h,H2/3v,H2
180	Carbidschieten	1604-11	4hv	4h,H2/4v,H1	4h,H5/4v,H4	4h,H1/4v,H1

181a	Slimme jongens: Neanderthalers maakten vuur met mangaanoxide (versie 1)	1605-01a	3hv	3h,H2/3v,H2	3h,H4/3v,H4	3h,H5/3v,H5
181b	Slimme jongens: Neanderthalers maakten vuur met mangaanoxide (versie 2)	1605-01b	4hv	4h,H6/4v,H5	5h,H9/4v,H7	4h,H1/4v,H1
181c	Slimme jongens: Neanderthalers maakten vuur met mangaanoxide (versie 3)	1605-01c	4hv	4h,H3/4v,H2	4h,H8/4v,H1	4h,H1/4v,H1
182	Splijtingsproces thoriumreactor	1605-02	4hv	4h,H1/4v,H1	4h,H2/4v,H2	4h,H2/4v,H2
183a	Kassabon (versie 1)	1605-03a	3hv	3h,H1/3v,H1	3h,H2/3v,H2	3h,H1/3v,H1
183b	Kassabon (versie 2)	1605-03b	3hv	3h,H1/3v,H1	3h,H1/3v,H1	3h,H5/3v,H5
184	Accu met thermostaat	1605-04	4,5hv	4h,H3/4v,H2	4h,H2/4v,H2	4h,H2/4v,H2
185	Flesjes maken uit fructose	1605-05	5,6v	6v,H11	6v,H15	5v,H18
186	Extra supersterke vezel	1605-06	5hv	5h,H9/6v,H11	5h,H12/6v,H15	5h,H10/6v,H18
187	CO_2 als ontsnappingskunstenaar	1605-07	5hv	5h,H7/5v,H6	4h,H7/5v,H9	5h,H8/5v,H9
188	Zijn synthetische vitamines net zo gezond als natuurlijke?	1605-08	5,6v	5v,H7	5v,H10	5v,H12
189	Nieuwe regels voor hydrocrackerkat	1605-09	5hv	4h,H5/4v,H3	4h,H3/4v,H3	4h,H7/4h,H7
190	Pyrolysefabriek voor duurzame recycling autobanden	1605-10	5,6v	6v,H11	6v,H19	6v,H18
191	Kobaltkat tegen broeikasgas	1605-11	5v	4v,H5	4v,H7	4v,H7
192a	Zijdeachtige coating houdt aarbeien langer vers zonder koeling (versie 1)	1609-01a	3hv	3h,H2/3v,H2	3h,H6/3v,H6	3h,H4/3v,H4
192b	Zijdeachtige coating houdt aarbeien langer vers zonder koeling (versie 2)	1609-01b	6v	6v,H13	6v,H17	5v,H14
193	Peroxide voor de kleine man	1609-02	4,5hv	4h,H6/4v,H5	5h,H9/4v,H7	4h,h1/4v,H1
194	DSM levert materiaal voor smartwatch	1609-03	3hv	3h,H5/3v,H5	3h,H7/3v,H5	3h,H6/3v,H6
195	Lactide en aminozuren	1609-04	5hv	5h,H9/6v,H11	5h,H10/6v,H10	4h,H7/4v,H6
196	Bipolair membraan	1609-05	5,6v	5v,H9	6v,H16	5v,H11
197	Waterstofproductie krijgt boost	1609-06	5v	5v,H9	6v,H16	5v,h11
198	Creatief met DNA	1609-07	5hv	5h,H10/6v,H13	5h,H10/6v,H17	5h,H7/5v,H14

199	Mossellijm lapt wonden pijnsnel op	1609-08	5,6v	6v,H13	6v,H19	5v,H14
200	Staalproductie zonder CO_2-uitstoot	1609-09	3hv	3h,H5/3v,H6	3h,H3/3v,H5	3h,H6/3v,H6
201	Meer staal, minder CO_2	1609-10	5hv	5h,H8/5v,H9	5h,H11/5v,H11	5h,H9/5v,H11
202	Recycling preparative HPLC	1609-11	5,6v	6v,H12	5v,H10	5v,H10
203a	Eigen brandstof met bionisch blaadje en zon (versie 1)	1610-01a	3hv	3h,H2/3v,H2	3h,H3/3v,H3	3h,H4/3v,H4
203b	Eigen brandstof met bionisch blaadje en zon (versie 2)	1610-01b	4hv	4h,H6/4v,H5	5h,H9/4v,H7	5h,H9/4v,H7
204	Anorganisch anti-aromatisch	1610-02	6v	5v,H7	6v,H18	5v,H12
205	Stap voor stap	1610-03	5,6v	5v,H7	6v,H18	5v,h12
206	Kat kent zijn alkanen	1610-04	5,6v	5v,H7	5v,H10	5v,H12
207	Wetenschappers produceren stroom uit zeewater met nieuwe methode	1610-05	3hv	3h,H3/3v,H4	3h,H3/3v,H3	3h,H4/3v,H4
208	Biodiesel uit magnetron	1610-06	5hv	5h,H11/4v,H3	5h,H11/5v,H14	4h,H7/4v,H6
209	Armband toont je promillage	1610-07	5hv	5h,H8/5v,H9	5h,H11/5v,H10	5h,H9/5v,H11
210	Deze tattooo waarschuwt je wanneer je dronken bent	1610-08	5v	5h,H8/5v,H9	6v,H16	5v,H11
211	Ammoniak als energieopslag	1610-09	5v	5v,H9	6v,H16	6v,H17
212	Minder NOx aan de uitlaat	1610-10	5hv	4h,H6/4v,H5	5h,H11/6v,H16	5h,H11/6v,H20
213	Scheidsrechter geeft kersttintje aan toss	1610-11	5,6v	5v,H7	6v,H18	5v,H12
214	Plant-E	1611-01	5v	5v,H9	6v,H16	6v,H17
215	Groene polyamides stap dichterbij	1611-02	5hv	5h,H9/6v,H11	5h,H14/6v,H19	5h,H11/5v,H15
216	Nieuwe bus stoot alleen water uit	1611-03	5hv	5h,H8/5v,H9	5h,H11/6v,H16	5h,H9/6v,H20
217	Zetmeel geeft PE-folie betere barrière-eigenschappen	1611-04	5hv	5h,H9/6v,H11	5h,H12/6v,H19	5h,H11/6v,H18
218	Folie van zetmeel en polyethyleen	1611-05	5hv	5h,H9/6v,H11	5h,H12/6v,H19	5h,H11/6v,H20
219	Jupiter bevriest eigen maan tijdens zonsverduistering	1611-06	3hv	3h,H1/3v,H1	3h,H1/3v,H1	3h,H1/3v,H1

220	Meer elektriciteit door koolstofdioxide	1611-07	5,6v	5v,H9	6v,H16	6v,H17
221	Metathese tegen plastic soep	1611-08	5v	5v,H8	5v,H10	4v,H6
222	Gemuteerde rups spint het kogelvrije vest van de toekomst	1611-09	6v	6v,H13	6v,H19	6v,H18
223	Maagzuur brandt niet, maar ontsteekt	1611-10	5hv	5h,H7/5v,H6	4h,H7/5v,H9	5h,H8/5v,H9
224	Generatie aangebakken	1611-11	5hv	5h,H9/5v,H8	5h,H12/5v,H10	4h,H7/4v,H6
225	Nederlander Feringa wint Nobelprijs voor scheikunde	1612-01	3hv	3h,H1/3v,H1	3h,H3/3v,H3	3h,H3/3v,H3
226	Nederlandse hoogleraar Ben Feringa krijgt Nobelprijs voor de chemie	1612-02	4hv	4h,H6/4v,H5	4h,H2/4v,H2	4h,H2/4v,H2
227	Nobelprijs 2016 chemie	1612-03	5,6v	5v,H7	6v,H19	5v,H12
228	Moleculaire motor I	1612-04	5,6v	5v,H7	6v,H19	5v,H12
229	Moleculaire motor II	1612-05	5,6v	5v,H7	6v,H19	5v,H12
230	Chiraal in de sterren geschreven	1701 -09	5,6v	5v,H7	5v,H10	5v,H12
231	Eerste jeansblauw is 6000 jaar oud	1701-01	5,6v	5v,H10	6v,H18	6v,H18
232a	Actie tegen koolmonoxide I	1701-02 I	3hv	3h,H2/3v,H2	3h,H4/3v,H4	3h,H5/3v,H5
232b	Actie tegen koolmonoxide II	1701-02 II	5v	5v,H9	6v,H16	6v,H17
233	Productie van waterstof via elektrolyse	1701-03	5hv	5h,H8/5v,H9	5h,H11/6v,H16	5h,H9/6v,H20
234	Idyllisch meer is een tijdbom	1701-04	4hv	4h,H2/4v,H1	4h,H6/4v,H6	4h,H3/4v,H3
235	Membraan maakt benzeen van methaan	1701-05	5,6v	5v,H8	5v,H10	4v,H6
236	Bacterie vreet batterij op	1701-06	5hv	5h,H7/5v,H6	4h,H7/5v,H9	5h,H8/5v,H9
237	Power to liquids	1701-07	5hv	5h,H10	5h,H11/6v,H16	5h,H11/5v,H15
238	Self-healing aircraft wings	1701-08	5,6v	6v,H11	6v,H19	6v,H18
239	Energie uit koolstofdioxide	1701-10	5v	5v,H9	6v,H16	6v,H17
240	Struviet duurzame vervanger kunstmestfosfaat	1702-01	5hv	4h,H4/4v,H4	5h,H13/5v,H8	5h,H11/5v,H15

241	Eutectisch oplosmiddel vangt zware metalen	1702-02	5hv	4h,H5/4v,H3	4h,H6/4v,H6	4h,H4/4v,H3
242	Goedkoop recept voor aldehydes	1702-03	5,6v	5v,H8	5v,H10	4v,H6
243	Wetenschap maakt melkchocola net zo gezond als pure chocola	1702-04	4hv	4h,H3/4v,H2	5h,H10/5v,H10	5v,H12
244	Mobiele machine raffineert gras tot grondstof	1702-05	3hv	3h,H7/3v,H7	3h,H7/3v,H7	3h,H6/3v,H6
245a	CO_2 veranderd in alcohol I	1702-06 I	3hv	3h,H3/3v,H4	3h,H3/3v,H3	3h,H4/3v,H4
245b	CO_2 veranderd in alcohol II	1702-06 II	5hv	5h,H8/5v,H9	5h,H11/5v,H10	5h,H9/5v,H11
246	Wat was die groene gloed boven Engeland?	1702-07	4hv	4h,H3/4v,H2	4h,H2/4v,H2	4h,H2/4v,H2
247	Reactor van de toekomst vreet kernafval	1702-08	4,5hv	4h,H1/4v,H1	4h,H2/4v,H2	4h,H2/4v,H2
248	Investeringen in chloorindustrie lopen gevaar	1702-09	5hv	5h,H8/5v,H9	5h,H14/6v,H19	5h,H9/5v,H11
249	Partij kiezen rond cellulose	1702-10	5hv	5h,H9/5v,H8	5h,H12/5v,H10	5h,H11/5v,H15
250	Recept voor amorfe siliciumanode	1702-11	4,5hv	4h,H3/4v,H2	4h,H2/4v,H2	4h,H2/4v,H2
251a	Stoppen we straks ijzer in de tank? I	1703-01 II	3hv	3h,H6/3v,H5	3h,H4/3v,H4	3h,H4/3v,H4
251b	Stoppen we straks ijzer in de tank? II	1703-01 II	4,5hv	4h,H6/4v,H5	5h,H9/4v,H7	4h,H1/4v,H7
252	Corbion en Total werken samen in bioplastic	1703-02	5hv	5h,H9/6v,H11	5h,H12/6v,H19	5h,H11/6v,H18
253	Milieuvriendelijkere autoband	1703-03	5v	6v,H11	6v,H15	5v,H13
254	Kooldioxide als grondstof voor plastic	1703-04 A	5,6v	6v,H11	6v,H15	5v,H13
255	PUR kan een stuk groener	1703-04 B	5,6v	5h,H11/6v,H14	5h,H14/6v,H19	5h,H11/5v,H15
256	Methaan pulsend vloeibaar maken	1703-05	5v	5v,H8	5v,H10	4v,H6
257a	Nieuwe flowbatterij I	1703-06 I	3hv	3h,H3/3v,H4	3h,H3/3v,H3	3h,H4/3v,H4
257b	Nieuwe flowbatterij II	1703-06 II	5h, 5,6v	5h,H8/5v,H9	5h,H11/6v,H16	5h,H9/5v,H11
258	Oude banden, gloednieuwe cabon black	1703-07	3hv	3h,H5/3v,H5	3h,H7/3v,H7	3h,H6/3v,H6
259a	Methaan legt koolstofdioxide vast I	1703-08 A	5hv	4h,H6/4v,H6	5h,H9/5v,H8	4h,H1/4v,H7

259b	Methaan legt koolstofdioxide vast II	1703-08 A	5hv	4h,H6/4v,H6	5h,H9/4v,H7	4h,H1/4v,H7
260	Methaan valoriseert koolstofdioxide	1703-08 B	5hv	4h,H6/4v,H6	5h,H9/5v,H10	4h,H6/4v,H6
261	Recep-t voor veilige rookgranaat	1703-09	5hv	5h,H8/5v,H9	5h,H11/6v,H19	5h,H9/5v,H11
262	Nanoraket met rem	1704-01	5,6v	5v,H10	6v,H15	5v,H13
263	Elektriciteitsopslag en waterstofproductie ineen	1704-02	5,6hv	5h,H8/5v,H9	5h,H11/6v,H16	5h,H9/5v,H11
264	Grote vaart vanaf 2020 op zwavelarme brandstof	1704-03	3hv	3h,H4/3v,H5	3h,H4/3v,H4	3h,H4/3v,H4
265	Reststroom van kerstbomen gebruiken voor duurzaam plastic	1704-04	5,6v	6v,H12	5v,H10	5v,H12
266	Anorganisch Zwitsers zakmes zuivert water	1704-05	4hv	4h,H3/4v,H2	4h,H4/4v,H6	4h,H5/4v,H4
267	Tegengif tegen kolendamp	1704-06	4hv	4h,H6/4v,H6	5h,H13/5v,H8	4h,H7/4v,H7
268	Zelfhelend kunstbot van nanodeeltjes	1704-07	5hv	5h,H9/6v,H11	4h,H6/4v,H6	4h,H4/4v,H3
269	Organici maken aminozuren van koolstofdioxide	1704-08	5,6v	5v,H7	6v,H18	5v,H12
270	Kristal zuigt koolstofdioxide	1704-09	4,5hv	4h,H3/4v,H2	4h,H2/4v,H6	4h,H7/4v,H6
271	Biocorrosie bedreigt wasmachine	1704-10	4hv	4h,H3/4v,H2	5h,H11/5v,H11	5h,H9/5v,H11
272	Helium doet het met natrium	1705-01	6v	5v,H7	6v,H18	5v,H12
273	Eindelijk bestaat het: metaalwaterstof	1705-02	4hv	4h,H3/4v,H2	4h,H2/4v,H2	4h,H2/4v,H2
274	Bovengrondse goudmijn: je oude mobieltje recyclen	1705-03	3hv	3h,H5/3v,H6	3h,H7/3v,H7	3h,H6/3v,H6
275	Spier' van textiel	1705-04	5,6v	6v,H11	6v,H18	5v,H12
276	Bioplastic oogst grote doorbraak	1705-05	3hv	3h,H5/3v,H5	3h,H7/3v,H7	3h,H8/3v,H8
277	Duitse tieners in tuinhuisje dood door koolmooxide	1705-06	3hv	3h,H2/3v,H2	3h,H4/3v,H4	3h,H4/3v,H4
278	Buitenaards gevoelige capillaire elektroforese	1705-07	5,6v	6v,H13	5v,H10	5v,H12
279	Rijden op whiskyafval	1705-08	4hv	4h,H5/4v,H3	4h,H3/5v,H10	4h,H7/4v,H7

280	Deze nanoballen maken kunstmest overbodig	1705-09	4hv	4h,H3/4v,H2	4h,H4/4v,H5	4h,H5/4v,H4
281	Sensor ruikt griep	1705-10	5hv	5h,H10/6v,H13	5h,H10/5v,H10	4h,H7/4v,H6
282	Vijftig jaar melamine	1705-11	5hv	5h,H9/6v,H11	5h,H12/6v,H15	5h,H10/5v,H13
283	Kalkaanslag vangt zware metalen	1705-12	5hv	4h,H8/5v,H9	4h,H7/5v,H9	5h,H8/5v,H9
284	Vlamvertragers houden vuur in bedwang	1705-13	5v	6v,H11	6v,H19	6v,H18
285a	Rupsje nooit genoeg plastic	1709-01A	4,5h 4-6v	4h,H5/4v,H3 6v,H12	5h,H12/5v,H10	5h,H11/6v,H18
285b	Plastic-etende rups	1709-01B	5v	5v,H8	5v,H10	5v,H15
286	Brandweer rukt uit voor melding van lekkage bij Akzo-Nobel	1709-02	4,5hv	4h,H5/4v,H3	5h,H14/5v,H14	5h,H11/5v,H15
287	Salpeterzuur op de boerderij	1709-03	5hv	5h,H7/5v,H6	4h,H7/5v,H9	5h,H8/5v,H9
288	Kun je koffie gebruiken als brandstof?	1709-04	5hv, 6v	5h,H11/6v,H14	5h,H14/5v,H14	5h,H11/5v,H15
289	Schimmel maakt melkzuur	1709-05	5v	6v,H11	6v,H19	5v,H13
290	Smeulende vrachtwagen met hooi	1709-06	3hv	3h,H2/3v,H2	3h,H4/3v,H4	3h,H4/3v,H4
291	Geur van regen	1709-07	5,6v	6v,H12	6v,H18	5v,H12
292	Ammoniakproductie bij lage temperatuur	1709-08	5hv	5h,H11/6v,H14	5h,H14/6v,H19	5h,H11/5v,H15
293	Fluorverbindingen betrapt	1709-09	5v	5v,H8	5v,H10	5v,H12
294	Kalk wint kalk terug	1709-10	4hv	4h,H3/4v,H2	4h,H4/4v,H6	4h,H5/4v,H4
295	AFM boogiewoogie	1709-11	5v	6v,H11	6v,H18	5v,H13
296	Amsterdams biotechbedrijf bouwt demonstratiefabriek voor vetzuren	1710-01	5hv, 6v	5h,H11/6v,H14	5h,H14/6v,H19	5h,H11/5v,H15
297a	Carbidschieten kost geen klap (versie I)	1710-02A	3hv	3h,H2/3v,H2	3h,H3/3v,H3	3h,H4/3v,H4
297b	Carbidschieten kost geen klap (versie II)	1710-02B	4hv	4h,H6/4v,H5	4h,H3/4v,H3	4h,H3/4v,H3
298	Hoe kometen zuurstof vormen	1710-03	5v	5v,H9	5v,H11	5v,H11
299a	Nederlandse sloten opvallend goed in onschadelijk maken meststoffen (versie I)	1710-04	4hv	4h,H4/4v,H4	4h,H4/4v,H5	4h,H5/4v,H4
299b	Nederlandse sloten opvallend goed in onschadelijk maken meststoffen (versie II)	1710-04	5,6v	5v,H9	5v,H11	5v,H11

300	Basisch bad voor biomethaan	1710-05	5v	5v,H9	5v,H11	5v,H11
301	Koolstofdioxide-uitstoot door mensen	1710-06	4hv	4h,H2/4v,H1	4h,H5/4v,H3	4h,H1/4v,H7
302	Covestro wint belangrijke chemische basisstof uit biomassa	1710-07	4,5hv, 5,6v	4v,H3	5h,H14/6v,H18	5h,H11/5v,H15
303	Voltachem schaalt duurzame productie mierenzuur op	1710-08	5hv	5h,H11/6v,H14	5h,H14/6v,H16	5h,H11/5v,H15
304	Vogels verdwijnen van de Veluwe	1710-09	5hv	5h,H7/5v,H6	4h,H7/5v,H9	5h,H8/5v,H9
305	Water maakt methanol van methaan	1710-10	5v	5v,H9	5v,H11	5v,H11
306	Zo veel meer dan antiaanbaklaag	1710-11	5v	6v,H11	6v,H15	6v,H18
307	Nanoraket onploft in tumor	1711-01	5hv	5h,H8/5v,H9	5h,H11/5v,H11	5h,H9/5v,H11
308	Een tank vol luiers	1711-02	3hv	3h,H5/3v,H5	3h,H7/3v,H5	3h,H6/3v,H6
309	Waarom hydrogelballetjes stuiteren in een pan	1711-03	5hv, 6v	5h,H9/6v,H11	5h,H12/5v,H19	5h,H10/6v,H18
310	Gasbrander	1711-04	4hv	4h,H5/4v,H3	4h,H3/4v,H3	4h,H7/4v,H7
311	CO_2 in de glastuinbouw	1711-05	4hv	4h,H5/4v,H3	4h,H3/4v,H3	4h,H7/4v,H7
312	Cyclodextrine vangt C8	1711-06	5,6v	6v,H11	6v,H19	6v,H18
313	Energie uit de muur	1711-07	4hv	4h,H6/4v,H6	5h,H9/4v,H7	4h, H1/4v,H1
314	Barnsteen blijkt fosfor (versie 1)	1711-08	3hv	3h,H2/3v,H2	3h,H2/3v,H4	3h,H4/3v,H5
315	Barnsteen blijkt fosfor (versie 2)	1711-08	4hv	4h,H6/4v,H6	5h,H9/4v,H7	4h,H1/4v,H1
316	Zelfvoorzienend H2-schip start wereldreis	1711-09A	3hv	3h,H2/3v,H2	3h,H2/3v,H4	3h,H4/3v,H5
317	In Duitsland moet waterstof dé nieuwe brandstof worden	1711-09B	3hv	3h,H2/3v,H2	3h,H2/3v,H4	3h,H4/3v,H5
318	Hoppende protonen	1711-10	5v	5v,H9	5v,H11	5v,H11
319	Duizend liter bakolie in brand bij Aviko	1801-01	3hv	3h,H2/3v, H2	3h, H2/3v, H4	3h, H4/3v, H5
320	Je eigen formaldehyde	1801-02	5v	5v, H10	5v, H10	5v, H12
321	Het was pionieren	1801-03	5hv	5h, H10/5v, H14	5h, H10/6v, H 17	5h, H7/5v, H14
322	PLA van gecertificeerd suikerriet	1801-04	5hv	5h, H9/6v, H11	5h, H12/6v, H15	5h, H10/5v, H13

323	Goudvissen makewn zelf alcohol aan om te overleven ijn ijsmeren	1801-05	5,6v	5v H7	5v, H12	6v, H16
324	Water haalt de smaak van je whisky op	1801-06	4hv	4h, H3/4v, H2	4h, H6/4v, H6	4h, H4/4v, H3
325	Kunstenaar maakt water met water	1801-07	3hv	3h,H1/3v,H1	3h,H1/3v,H1	3h,H2/3v,H1
326	Een chip vol ionensensoren	1801-08	5v	5v,H9	5v,H11	5v,H11
327	Groene CO_2 bij BioMCN	1801-09	5hv	5h,H11/6v,H14	5h,H14/5v,H14	5h,H11/6v,H20
328	Suikers, het nieuwe zwarte goud	1801-10	5h/5,6v	5h,H11/6v,H14	5h,H14/5v,H14	5h,H11/6v,H20
329	Ook KNSB maakt medailles van mobieltjes	1802-01	3hv	3h,H5/3v,H6	3h,H7/3v,H5	3h,H7/3v,H7
330	Groen gassen 1	1802-02I	3hv	3h,H4/3v,H5	3h,H4/3v,H4	3h,H5/3v,H5
331	Groen gassen 2	1802-02II	4hv	4h,H5/4v,H3	4h,H3/4v,H3	4h,H7/4v,H7
332	Groen gassen 3	1802-02III	5hv	5h,H11/6v,H14	5h,H11/5v,H14	5h,H9/5v,H11
333	Er zit leven in de oersoep (versie 1)	1802-03	3,4hv	3h,H6/3v,H5 4h,H5/4v,H3	3h,H6/3v,H6 4h,H2/4v,H3	3h,H4/3v,H4 4h,H7/4v,H6
334	Er zit leven in de oersoep (versie 2)	1802-03	5h	5h,H10	5h,H10	5h,H7
335	Er zit leven in de oersoep (versie 3)	1802-03	5,6v	6v,H13	6v,H17	6v,H19
336	A new way to harness wasted methane	1802-04	5v	4v,H3	4v,H3	4v,H7
337	Mild proces om een gewoon mineraal om te zetten in kunstmest	1802-05	4hv	4h,H4/4v,H4	4h,H4/4v,H5	4h,H5/4v,H4
338	Je plastic flesje kan binnenkort van suiker zijn (versie 1)	1802-06	5,6v	6v,H11	6v,H15	6v,H18
339	Je plastic flesje kan binnenkort van suiker zijn (versie 2)	1802-06	5h	5h,H9	5h,H12	5h,H10
340	Stallucht wassen geeft geen milieuwinst	1802-07	5v	5v,H6	5v,H9	5v,H9
341	Onderzoeker TU Delft tovert lucht om in alcohol	1802-08	5v	5v,H9	5v,H11	5v,H11
342	Organisch zuur lost boom op	1802-09	4v	4v,H3	4v,H3	4v,H6

343	De kracht van ammoniak	1802-10	4hv	4h,H5/4v,H3	4h,H3/4v,H3	5h,H9/4v,H7
344	Hoogoven voor tonerpoeder I	1803-01I	3hv	3h,H2/3v,H2	3h,H2/3v,H2	3h,H4/3v,H4
345	Hoogoven voor tonerpoeder II	1803-01II	4hv	4h,H2/4v,H1	4h,H5/4v,H4	4h,H3/4v,H3
346	Waarom maakt water papier zo zwak?	1803-02	4,5hv	4h,H3/4v,H2	4h,H6/4v,H6	4h,H4/4v,H3
347	Gesmolten metaal kraakt methaan	1803-03	4hv	4h,H6/4v,H5	5h,H9/4v,H7	5h,H9/4v,H7
348	Recycling broomhoudend piepschuim	1803-04	5,6v	6v,H11	6v,H15	6v,H18
349	G-Star verft spijkerbroeken	1803-05	4,5hv	5h,H11/6v,H14	5h,H14/6v,H19	5h,H11/6v,H20
350	Zo worden spiegels gemaakt	1803-06	5v	5v,H9	5v,H11	5v,H11
351	Koper kleurde Egyptisch schrift	1803-07	4hv	4h,H4/4v,H4	4h,H4/4v,H5	4h,H5/4v,H4
352	Deze vlieg kan duiken zonder nat te worden	1803-08	4,5hv	5h,H7/5v,H6	4h,H7/5v,H9	5h,H8/5v,H9
353	Fosfaattekort intensief bedrijf	1803-09	5hv	5h,H7/5v,H6	4h,H7/5v,H9	5h,H8/5v,H9
354	Kleine hoeveelheden ruthenium in de lucht	1803-10	4hv	4h,H1/4v,H1	4h,H2/4v,H2	4h,H2/4v,H2
355	**Zonlicht ontzilt water**	1803-11	4,5hv	5h,H7/5v,H6	4h,H7/5v,H9	5h,H8/5v,H8
356	Beregenen bij vorst	1803-12	3hv	3h,H3/3v,H4	3h,H4/3v,H4	3h,H5/3v,H5
357	**Biogas**	1804-01	4v	4h,H5/4v,H3	4h.H3/5v,H14	4h,H7/4v,H7
358	**Yoghurtafval wordt vliegtuigbrandstof**	1804-02	5,6v			
359	**Zelf herstellend glas binnen handbereik I**	1804-03I	5h	5h,H11	5h,H12	5h,H10
360	**Zelf herstellend glas binnen handbereik II**	1804-03II	5,6v	6v,H11	6v,H19	6v,H18
361	**Studie naar waterstof**	1804-04	4hv	5h,H11	4h,H3/5v,H14	5h,H9/4v,H7
362	**BOBwijn**	1804-05	3hv	3h,H1/3v,H1	3h,H1/3v,H1	3h,H2/3v,H2
363	**Rioolzuiveringsinstallatie in puin na explosie methaangas in VS**	1804-06	3hv	3h,H2/3v,H2	3h,H2/3v,H2	3h,H4/3v,H4

364	**Nieuw systeem zet broeikasgas om in brandstof**	1804-07	5,6v	6v,H14	6v,H16	6v,H20
365	Dankzij deze korrels blijven groente en fruit 2,5 keer langer vers	1804-08	5hv	5h,H8/5v,H9	5h,H11/5v,H11	5h,H9/5v,H11
366	Coli valoriseert koolstofdioxide	1804-09	5hv	4h,H6/4v,H6	5h,H9/5v,H8	5h,H9/4v,H7
367	Kameleonprint door nieuwe techniek II	1805-01 II	5,6v	6v,H11	6v,H19	6v,H18
368	Kameleonprint door nieuwe techniek I	1805-01 I	5h	5h,H9	5h,H12	5h,H10
369	Persoonlijke voeding als motor voor succes in de sport	1805-02	3hv	3h,H6/3v,H1	3h,H6/3v,H6	3h,H1/3v,H1
370	Alternatief voor vancomycine	1805-03	6v	6v,H13	6v,H17	6v,H19
371	Waterstof als alternatief voor Gronings gas	1805-04	3hv	3h,H4/3v,H5	3h,H4/3v,H4	3h,H5/3v,H5
372	Injectie voorziet bloed van zuurstof	1805-05	4,5v	4v,H2	4v,H6	4v,H3
373	Injectie tegen hiv werkt maand	1805-06	5v	6v,H11	6v,H15	6v,H18
374	Chemisch hardhout	1805-07	6v	6v,H13	6v,H17	6v,H19
375	Recept voor groene spijkerbroek	1805-08	5,6v	6v,H14	6v,H19	6v,H18
376	Duitse kogel van silicium verkocht aan Taiwan I	1805-09 I	4h	4h,H3	4h,H2	4h,H3
377	Duitse kogel van silicium verkocht aan Taiwan II	1805-09 II	4v	4v,H2	4v,H6	4v,H2
378	Benzonitril uit de ruimte	1805-10	5,6v	6v,H12	5v,H13	5v,H10
379	**FDCA-race naar de markt**	1805-11	5,6v	6v,H14	6v,H19	6v,H18
380	**Hydrozine**	1805-12	5hv	5h,H8/5v,H9	5h,H11/5v,H14	5h,H9/5v,H11

381	**Lubrizol onderzoekt elektrolyse reststroom zoutzuur**	1805-13	5hv	5h,H8/5v,H9	5h,H11/5v,H11	5h,H9/5v,H11
382	**Zomerweer: zeevonk zorgt voor magische taferelen I**	1809-01I	3hv	3h,H2/3v,H2	3h,H2/3v,H2	3h,H4/3v,H4
383	**Zomerweer: zeevonk zorgt voor magische taferelen II**	1809-01II	5,6v	6v,H13	6v,H17	6v,H19
384	**Net zolang kauwgom blijven kauwen tot je een schoenzool hebt**	1809-02I	3hv	3h,H2/3v,H2	3h,H2/3v,H2	3h,H4/3v,H4
385	**Net zolang kauwgom blijven kauwen tot je een schoenzool hebt**	1809-02II	5h; 5,6v	5h,H9/56v,H11	5h,H12/6v,H15	5h,H10/6v,H18
386	**Fabriek gaat afval omzetten in methanol**	1809-03	5(h)v	5h,H11/4v,H3	5h,H14/5v,H14	5h,H11/6v,H15
387	**Van het gas af met de NAM**	1809-04I	3hv	3h.H2/3v,H2	3h,H2/3v,H2	3h,H4/3v,H4
388	Van hetgas af met de NAM	1809-04II	4hv	4h,H6/4v,H5	5h,H9/4v,H7	5h,H9/4v,H7
389	Een snufje zout uit kilo's magneet	1809-05	5v	5v,H9	5v,H11	5v,H11
390	De weg van ammoniumnitraat	1809-06	5hv	5h,H8/5v,H9	5h,H11/5v,H11	5h,H11/5v,H11
391	Etheen elektrificatie	1809-07	5hv	5h,H8/5v,H9	5h,H11/5v,H11	5h,H11/5v,H11
392	Nieuw plastic helemaal recyclebaar	1809-08	5h; 5,6v	5h,H9/6v,H11	5h,H12/6v,H19	5h,H10/6v,H18
393	Groene waterstof als brandstof	1809-09	5v	5v,H9	5v,H11	5v,H11
394	Kraken tot in perfectie	1809-10	4hv	4h,H5/4v,H3	4h,H3/4v,H3	4h,H7/4v,H7
395	Weidegang voor vergeten melkkoe	1809-11	6v	6v,H14	6v,H14	6v,H20
396	Nanopalladium maakt ammoniak	1809-12	5v	5v,H9	5v,H11	5v,H11
397	100 jaar zoutwinning in Twente	1810-01	5v	5v,H9	5v,H11	5v,H11
398	Gaat de natuur ons een handje helpen om plastic afval op te ruimen?	1810-02	5,6v	6v,H13	6v,H17	6v,H19
399	Dieselboemeltjes worden vervangen door schone treinen op waterstof	1810-03	5v	5v,H9	6v,H16	6v,H17
400	Tempo maken met elektrochemie	1810-04	5v	5v,H9	6v,H16	6v,H17
401	Zweedse straaljager gooit bom op brand	1810-05	3hv	3h,H2/3v,H2	3h,H4/3v,H4	3h,H5/3v,H5

402	Vattenfall start met aanleg van fossielvrije staalfabriek-I	1810-06I	3hv	3h,H2/3v,H2	3h,H2/3v,H2	3h,H4/3v,H4
403	Vattenfall start met aanleg van fossielvrije staalfabriek-II	1810-06II	5hv	5h,H11/6v,H14	5h,H14/5v,H14	5h,H11/6v,H15
404	Pleister meet stress	1810-07	5,6v	5h,H9/6v,H11	5h,H12/5v,H19	5h,H10/6v,H18
405	Broeikasgas wordt voedingssuplement	1810-08	5,6v	5h,H10/6v,H13	5h,H10/6v,H17	4h,H7/6vH19
406	Kalk wordt perovskiet	1810-09	4v	4v,H4	4h,H4	4v,H4
407	Waterstof maakt opgang	1810-10	5v	5v,H9	5v,H11	5v,H11
408	Eerste sla uit voedselprinter	1811-01	5,6v	6v, H14	6v,H17	6v,H19
409	Nafta I	1811-02 I	3hv	3h,H4/3v,H5	3h,H4/3v,H4	3h,H8/3v,H8
410	Nafta II	1811-02 II	4hv	4h,H5/4v,H3	4h,H3/4v,H3	4h,H7/4v,H6
411	Nieuwe methode om PEF te maken	1811-03	5,6v	6v,H12	6v,H15	6v,H18
412	Wonderproduct uit de grond	1811-04	4hv	4h,H4/4v,H4	4h,H4/4v,H5	4h,H5/4v,H4
413	Plastic produceert methaan	1811-05	4-6hv	5h,H9/6v,H12	5h,H11/5v,H14	5h,H11/5h,H14
414	Uraan uit de oceanen	1811-06	5,6v	5h,H9/5v,H10	5h,H12/6v,H15	4v,H7/5v,H13
415	Vuur maken versie 1	1811-07	3hv	3h,H2/3v,H2	3h,H4/3v,H4	3h,H5/3v,H5
416	Vuur maken versie 2	1811-07	4hv	4h,H6/4v,H5	4h,H3/4v,H7	5h,H9/5v,H7
417	Giftige gassen na inkuilen mais	1811-08	3hv	3h,H2/3v,H2	3h,H2/3v,H2	3h,H4/3v,H4
418	Groen ammoniak	1811-09	5,6v	6v,H15	5v, H15	5v,H15
419	Lego zegt plastic vaarwel	1901-01	5,6hv	6v,H15	5v, H15	5v,H15
420	Cumapol bouwt pilotplant voor chemische PET-recycling (versie I)	1901-02II	5v	6v,H12	6v,H15	6v,H18
421	**Cumapol bouwt pilotplant voor chemische PET-recycling (versie II)**	1901-02II	5v	6v,H12	6v,H15	6v,H18

422	Chemistry of Venus flytraps	1901-03	6v	5v,H8	5v,H10	5v, H12
423	Tanken we binnenkort gerycled plastic? (versie 1)	1901-04	3hv	3h,H2/3v,H2	3h,H2/3v,H2	3h,H4/3v,H4
424	Tanken we binnenkort gerycled plastic? (versie 2)	1901-04	5,6v	5v,H9	5v,H11	5v,H11
425	Wat is mierenzuur - het geloosde drugsafval?	1901-05	6v	6v,H15	5v, H15	5v, H15
426	Kunnen suikermoleculen de bedreigde ozonlaag redden?	1901-06	5,6v	6v, H12	6v,H15	6v,H18
427	Ketchup-afstotend plastic	1901-07	5hv	4h,H3/5v,H8	4h,H6/4v,H6	4h,H5/4v,H3
428	Voorbeeld van industriële symbiose	1901-08	4hv	4h,H5/4v,H3	4h,H3/4v,H7	5h,H9/4v,H7
429	Witte tornado breekt afvalstoffen af	1901-09	5v	5v,H8	5v,H11	5v,H11

Subdomein	Vaardigheid	Specificaties
Processen en reacties	Informatie	Verbrandingen, organische reacties
Bindingen, structuren en eigenschappen	Informatie	Stofeigenschappen
Chemisch rekenen	Informatie	Percentages
Vakmethodes en veiligheid	Informatie	Gaschromatografie, massaspectrometrie
Deeltjesmodellen	Informatie	Atoommodel
Processen en reacties	Informatie	Energiebalans, stofkringloop
Processen en reacties	Informatie	Verbrandingen, elementkringloop
Deeltjesmodellen	Informatie	Atoommodel
Duurzaamheid	Informatie	Uitspraken duurzaamheid (waarderen en becommentariëren)
Processen en reacties	Informatie	Verbrandingen, organische reacties
Processen en reacties	Informatie	Beginstoffen en reactieproducten
Deeltjesmodellen	Informatie	Structuurformules
Processen en reacties	Informatie	Reactievergelijkingen
Bindingen, structuren en eigenschappen	Informatie	Bindingen en uv-licht, micro-macro
Processen en reacties	Informatie	Elektrochemische cel
Energie	Informatie	Exotherm, reactiewarmte, energiediagram, ka
Processen en reacties	Informatie	Redoxreacties, werking enzym
Energie	Informatie	Energiediagram, endotherm, duurzaamheid
Processen en reacties	Informatie	Zuur-base, organische reacties
Processen en reacties	Informatie, Onderzoeken	Polycondensatie, Practicum
Bindingen, structuren en eigenschappen	Informatie	Stofeigenschappen, toepassing zout
Energie	Rekenen	Energiebehoud, Brandstoffen en duurzaamheid
Processen en reacties	Informatie	Beginstoffen en reactieproducten

Behoudswetten en kringlopen	Redeneren mbt tot duurzaamheid	Stofkringloop, elementkringloop
Processen en reacties	Informatie	Analoge reacties ahv gegeven reactie beschrijven, organische reacties
Ontwerpen	-	Programma van eisen
Processen en reacties	Informatie	Redoxreacties, verbrandingen
Processen en reacties	Informatie	Organische reacties, beginstoffen/reactieproducten
Vaardigheden	Chemische processen	Natuurwetenschappelijk instrumentarium
Chemische processen	Informatie	Elektrolyse
Chemisch rekenen	Informatie	Bekende chemische berekeningen
Vaardigheden	Chemie van het leven	Informatie en communiceren
Processen en reacties	Onderzoeken	Hydrolyse
Processen en reacties	Informatie	Organische reacties
Processen en reacties	Informatie	Stofeigenschappen, oplosbaarheid, allerlei mengsels
Processen en reacties	Informatie	Reactievergelijkingen, elementbehoud
Processen en reacties	Informatie	Redoxreactie, brandstofcel, verbrandingen
Processen en reacties	Onderzoeken	Chemische kennis in voedselproductie
Bindingen, structuren en eigenschappen	Communiceren	micro-macro structuur
Behoudswetten en kringlopen	Informatie	Stofkringloop, elementkringloop
Processen en reacties	Informatie	Beginstoffen en reactieproducten
Processen en reacties	Informatie	Batterijen, elektrochemische cel, redoxreacties

Bindingen, structuren en eigenschappen	Informatie	Micro-macro, oplosbaarheid, hydrofiel, hydrofoob
Bindingen, structuren en eigenschappen	Informatie	Macro-micro, biodegradeerbaarheid, polymeren, innovatieve processen
Processen en reacties	Informatie	Verbrandingen, stofkringloop, elementkringloop, energiebalans
Processen en reacties	Informatie	Organische reacties, polymeren
Processen en reacties	Informatie	Organische reacties, polycondensatie
Processen en reacties	Informatie	Beginstoffen en reactieproducten; organische reacties
Industriële processen en Groene Chemie	Natuurwetensch instrumentarium	Blokschema, structuren, video proces
Industriële processen en Groene Chemie	Natuurwetensch instrumentarium	Blokschema, structuren, video proces
Processen en reacties	Informatie	Zuur-base; redox
Bindingen, structuren en eigenschappen	Informatie	Oplossen, hydrofiel, toepassing zout
Processen en reacties	Informatie	Beginstoffen en reactieproducten
Processen en reacties	Informatie	Elektrochemische cel
Processen en reacties	Informatie	Verbranding; beginstoffen en reactieproducten
Deeltjesmodellen	Informatie	Atoommodel
Processen en reacties	Informatie	Beginstoffen en reactieproducten; redoxreacties
Processen en reacties	Informatie	Beginstoffen en reactieproducten; redoxreacties
Processen en reacties	Informatie	Beginstoffen en reactieproducten
Deeltjesmodellen	Informatie	Organische naamgeving en structuurformules
Processen en reacties	Informatie	batterijen, redoxreactie, halfreactie
Processen en reacties	Informatie	Brandstofcel, redoxreacties

Chemie van het leven	Informatie	Structuur van eiwitten
Processen en reacties	Informatie	Beginstoffen en reactieproducten
Processen en reacties	Informatie	Beginstoffen en reactieproducten; zuur-base reacties
Deeltjesmodellen	Informatie	Organische naamgeving en structuurformules; structuurisomerie
Deeltjesmodellen	Informatie	Structuurformules; structuurisomerie
Deeltjesmodellen	Modelvorming	Organische naamgeving en structuurformules
Deeltjesmodellen, Chemisch rekenen; Energie	Informatie	Atoommodel; Bekende chemische berekeningen; Exotherm/endotherm
Deeltjesmodellen	Informatie	Organische naamgeving en structuurfromules
Bindingen, structuren en eigenschappen	Onderzoeken	Hydrofiel, hydrofoob
Processen en reacties	Informatie	Organische reacties
Processen en reacties	Informatie	Beginstoffen en reactieproducten; polyadditie
Processen en reacties	Informatie	Beginstoffen en reactieproducten; reactievergelijkingen, massabehoud
Processen en reacties	Informatie	Beginstoffen en reactieproducten
Bindingen, structuren en eigenschappen	Informatie	Toepassing zout; oplosbaarheid zout
Processen en reacties	Informatie	Beginstoffen en reactieproducten
Processen en reacties	Informatie	Beginstoffen en reactieproducten
Vakmethodes en veiligheid; Industriële processen en Groene Chemie	Informatie	Gaschromatografie, kennis van risico's, waarborging kwaliteit water en lucht
Bindingen, structuren en eigenschappen	Informatie	Stofeigenschappen; mengsels; oplosbaarheid

Processen en reacties	Informatie	Zuurbase; verbrandingen; beginstoffen en reactieproducten
Bindingen, structuren en eigenschappen	Informatie	Stofeigenschappen; bouw stof
Processen en reacties	Informatie	Batterijen/brandstofcel; milieu; verbrandingen
Deeltjesmodellen	Informatie	Atoommodel
Bindingen, structuren en eigenschappen; Processen en reacties	Informatie	Oplosbaarheid, geleidingsvermogen, analoge reactie ahv gegeven reactie; ruimtelijke structuur
Duurzaamheid	Informatie	Uitspraken duurzaamheid (waarderen en becommentariëren)
Processen en reacties	Informatie	Redox
Vaardigheden	Natuurwetensch. instrumentarium	Informatie selecteren, analyseren en structureren
Vaardigheden	Natuurwetensch. instrumentarium	Informatie selecteren, analyseren en structureren
Bindingen, structuren en eigenschappen	Informatie	Roosters en bindingen
Processen en reacties	Informatie	Polycondensatie
Processen en reacties	Informatie	Beginstoffen en reactieproducten; organische reacties
Deeltjesmodellen	Informatie	Atoommodel
Bindingen, structuren en eigenschappen; Processen en reacties	Informatie	Micro-, meso en macroniveau, polymerisatiereacties
Deeltjesmodellen	Informatie	Atoommodel, namen, Lewisstructuur
Processen en reacties	Informatie	Beginstoffen en reactieproducten, verbrandingen
Vakmethodes en veiligheid	Informatie	Gaschromatografie, zuurbaseindicatoren
Processen en reacties; Industrële processen en Groene Chemie	Informatie	Elektrolyse, rendement, ontwikkeling nieuw proces

Processen en reacties	Informatie	Beginstoffen en reactieproducten, verbrandingen, redox
Industriële processen en Groene Chemie	Informatie	Biodiesel, biomassa, duurzaamheid, cradle-to-cradle
Atoommodellen; Processen en reacties	Informatie	Isotopen, verbrandingsreacties
Processen en reacties	Informatie	Redoxreacties
Bindingen, structuren en eigenschappen	Informatie	Microniveau, bouw molecuul
Processen en reacties	Informatie	Verbrandingen, redoxreacties
Bindingen, structuren en eigenschappen	Informatie, Onderzoeken	Groepen en reactiviteit, Relatie met onderzoek
Deeltjesmodellen; Bindingen, structuren en eigenschappen	Informatie	Atoommodel; Relatie met onderzoek
Deeltjesmodellen	Informatie	Organische naamgeving en structuurformules; structuurisomerie
Deeltjesmodellen	Informatie	Organische naamgeving en structuurformules; structuurisomerie
Deeltjesmodellen	Natuurwetensch. instrumentarium	Organische naamgeving en structuurformules; structuurisomerie
Processen reacties; Bindingen, structuren en eigenschappen	Informatie	Organische reacties, Stereo-isomerie
Vaardigheden	Bindingen, structuren en eigenschappen	Onderzoeken
Bindingen, structuren en eigenschappen	Communiceren	Stofeigenschappen, hydrofiel
Bindingen, structuren en eigenschappen	Informatie	Roosters en bindingen
Bindingen, structuren en eigenschappen	Informatie; Onderzoek	Structuren van eiwitten
Industriële processen en Groene Chemie	Informatie; Onderzoek	Procesverbetering, duurzaamheid, rendement

Bindingen, structuren en eigenschappen	Informatie	Stereo-isomerie
Bindingen, structuren en eigenschappen	Informatie	Composiet
Vaardigheden	Onderzoeken	Verwerken resultaat, conclusie
Processen en reacties	Informatie	Polymeren
Bindingen, structuren en eigenschappen; Reactiekinetiek	Informatie	Stofeigenschappen
Industriële processen en Groene chemie; Processen en reacties	Informatie	Processen en duurzaamheid
Reactiekinetiek	Informatie	Reactiemechanisme
Processen en reacties	Informatie	Verbrandingen
Stoffen en reacties	Informatie	Redox
Deeltjesmodellen	Informatie	Elementbegrip
Processen en reacties	Informatie	Estervorming
Vaardigheden	Onderzoeken	Onderzoeksvraag; Werkplan
Bindingen, structuren en eigenschappen	Informatie	Oplosbaarheid; Hydrofiel en hydrofoob
Bindingen, structuren en eigenschappen	Informatie	Oplosbaarheid; Hydrofiel en hydrofoob
Chemisch rekenen	Informatie	Bekende chemische berekeningen
Bindingen, structuren en eigenschappen	Informatie	Composiet, vervormbaarheid, crosslink
Processen en reacties	Informatie	Beginstoffen-reactieproducten
Bindingen, structuur en eigenschappen	Informatie	Bindingen
Processen en reacties	Informatie	Zouten, zuur-base reacties, redoxreacties
Deeltjesmodellen	Informatie	Elektronenstructuur, valentie-elektronen
Chemische processen	Informatie	Redox, neerslagreacties
Processen en reacties	Informatie	Beginstoffen-reactieproducten
Processen en reacties	Informatie	Biochemie

Deeltjesmodellen	Informatie	Structuurformules, Lewisstructuren, octetregel
Deeltjesmodellen, bindingen, structuren en eigenschappen	Informatie; Onderzoek	Stofeigenschappen, relatie met onderzoek
Processen en reacties	Informatie	Elektrolyse
Processen en reacties	Informatie	Organische reacties, polymerisaties
Deeltjesmodellen	Informatie	Micro en macro
Bindingen, structuren en eigenschappen	Informatie	Lewisstructuur, bindingstype
Onderzoeken	Processen en reacties	Onderzoeksvraag; Werkplan; Conclusie
Processen en reacties	Onderzoeken	Oplossen, kristalliseren
Industriële processen	Informatie	Veiligheid proces, productie, reactiekinetiek
Industriële processen	Informatie	Veiligheid proces, productie, reactiekinetiek
Chemische processen	Informatie	Organische chemie
Processen en reacties	Informatie	Beginstoffen-reactieproducten
Chemische processen	Informatie	Koolstofdioxidekringloop
Chemische processen	Informatie	Organische reacties
Energie	Redeneren mbt tot duurzaamheid	Brandstoffen, duurzaamheid, elektrische energie, emissies
Chemische processen	Informatie	Organische chemie
Industriële processen	Onderzoeken	Probleem herkennen, onderzoeksvraag, hydrofiel, hydrofoob, blokschema
Industriële processen en Groene Chemie	Informatie	Onderzoeksvraag, hydrofiel, hydrofoob
Stoffen en materialen	Informatie	Scheidingsmethoden
Processen en reacties	Informatie	Elektrolyse
Processen en reacties	Onderzoeken	Hydrolyse
Stoffen en materialen	Informatie	Scheidingsmethoden

Processen en reacties	Informatie	Verbrandingen; beginstoffen-reactieproducten
Energie	Informatie	Energiediagram, activeringsenergie, elektronenformules
Bindingen, structuur en eigenschappen	Informatie	Ionrooster, verhoudingsformules
Energie, duurzaamheid	Informatie	Energie-omzettingen, duurzaamheid,
Deeltjesmodellen	Informatie	Verhoudingsformules, structuurformules
Processen en reacties	Informatie	Redox
Processen en reacties	Informatie	Elektrochemische cel, batterij
Onderzoeken, ontwerpen	Processen en reacties	Onderzoeksplan, werkplan, informatie geven
Chemische processen	Informatie	Beginstoffen-reactieproducten, zuurbase, redox
Industriële processen en Groene Chemie	Informatie	Atoomeconomie, E-factor, ΔE, duurzame brandstoffen
Bindingen, structuur en eigenschappen	Informatie	Bouw stof en vervormbaarheid
Chemische processen	Informatie	Beginstoffen-reactieproducten
Chemische processen	Informatie	Beginstoffen-reactieproducten
Chemische processen	Informatie	Beginstoffen-reactieproducten
Chemische processen	Informatie	Beginstoffen-reactieproducten
Bindingen, structuur en eigenschappen	Informatie	Stofeigenschappen, bindingen, covalentie
Chemische processen	Informatie	Beginstoffen-reactieproducten
Processen en reacties	Informatie	Brandstofcel; redox
Reacties	Informatie	Redox; Energie
Atoombouw	Informatie	Lewisstructuur
Processen en reacties	Informatie	Beginstoffen-reactieproducten

Processen en reacties, Chemisch rekenen	Informatie	Beginstoffen-reactieproducten, Molberekening
Chemie van het leven, Deeltjesmodellen	Informatie	Structuur van koolhydraten, Organische naamgeving en structuurformules
Processen en reacties	Informatie	Brandstoffen, duurzaamheid, elektrische energie, emissies
Stoffen en reacties	Informatie	Brandstoffen, duurzaamheid, elektrische energie, emissies
Energie	Informatie	Endotherm, kringloop
Energie	Informatie	Energiediagram. Kringloop
Energie	Informatie	Energiediagram, energieberekening, duurzaamheid
Processen en reacties	Informatie	Brandstoffen
Stoffen en reacties	Informatie	Organische reactievergelijkingen
Stoffen en reacties	Informatie	Brandstoffen
Onderzoeken	Processen en reacties	Conclusies, evalueren
Deeltjesmodellen	Informatie	Atoombouw
Deeltjesmodellen	Informatie	Periodiek systeem, elektrovalentie, isotopen
Processen en reacties	Informatie	Polymeren
Processen en reacties	Informatie	Evenwichten, zsuren en basen
Processen en reacties	Informatie	Redox
Bindingen, structuren en eigenschappen	Informatie, Onderzoeken	Thermoharder, netwerkpolymeer, copolymeer
Processen en reacties	Informatie	Verbrandingen, beginstoffen-reactieproducten, recycling
Energie	Informatie	Energiediagram, vormingswarmte, reactiewarmte, energieverlies
Processen en reacties	Informatie	Destillatie
Processen en reacties	Informatie	Verbranding

Processen en reacties	Informatie	Verbrandingen
Energie, deeltjesmodellen	Informatie	Energiediagram, formuletaal
Onderzoeken	Processen en reacties	Onderzoeksvraag, werkplan
Processen en reacties	Informatie	Atoombouw
Onderzoeken	Energie	Onderzoeksvraag, hypothese, werkplan, conclusie
Energie	Informatie	Endotherm, exotherm
Binding en structuur	Informatie	Stofeigenschappen, geleidbaarheid
Processen en reacties; Industriële en groene chemie	Informatie	Copolymeer, polyester, hydrolyse polymeer, hernieuwbare grondstof, inovatief proces
Binding en structuur	Informatie	Organische chemie, polymeren
Processen en reacties	Informatie	zuur-base
Bindingen, structuren en eigenschappen; Processen en reacties	Informatie	Stereo-isomerie, hydrolyse, zuur-base
Processen en reacties	Informatie	Kraakproces
Processen en reacties	Informatie	Polymerisatie
Binding en structuur	Informatie	Reactiesnelheid, katalyse
Onderzoek	Processen en reacties	Opstellen onderzoeksvraag, opstellen werkplan
Chemie van het leven	Informatie	Structuur eiwitten
Reactiekinetiek	Informatie	Katalysator
Organische chemie	Informatie	Polymeren
Processen en reacties	Informatie	Organische reacties
Processen en reacties	Informatie	Redox
Processen en reacties	Informatie	Redox
Chemie van het leven	Infornatie	Structuur

Chemie van het leven, chemische processen	Informatie	Structuur van eiwitten, mesomerie
Processen en reacties	Informatie	Beginstoffen en reactieproducten, reactievergelijkingen
Processen en reacties	Informatie	Redox, Rekenen aan reacties
Chemische vakmethodes	Informatie	Chromatografie
Processen en reacties	Informatie	Beginstoffen en reactieproducten
Energie	Informatie	Energiediagram
Deeltjesmodellen	Informatie	Structuurformules
Bindingen, structuren en eigenschappen	Informatie	Ruimtelijke structuur
Bindingen, structuren en eigenschappen	Informatie	Stereo-isomerie
Processen en reacties	Informatie	Beginstoffen en reactieproducten
Processen en reacties	Informatie	Organische reacties
Processen en reacties	Informatie	Redoxreacties
Processen en reacties	Informatie	Elektrochemische cel
Processen en reacties, Energie	Informatie	Redoxreacties, vormingswarmte
Processen en reacties, Energie	Informatie	Beginstoffen en reactieproducten, Vormingswarmte
Deeltjesmodellen, Energie	Informatie	Mesomerie, Vormingswarmte
Processen en reacties	Informatie	Elektrochemische cel
Industriele processen en groene chemie	Informatie	Groene chemie (aspecten)
Processen en reacties	Informatie	Redoxreacties
Bindingen, structuren en eigenschappen	Informatie	Oplosbaarheid
Bindingen, structuren en eigenschappen	Informatie	Stofeigenschappen
Binding en structuur	Informatie	Stofeigenschappen

Processen en reacties	Informatie	Brandstofcel
Deeltjesmodellen	Informatie	Structuurformules
Bindingen, structuren en eigenschappen	Informatie	Vervormbaarheid, H-bruggen, duurzame grondstoffen
Processen en reacties	Informatie	Zuur-base
Deeltjesmodellen	Informatie	Structuurformules
Bindingen, structuren en eigenschappen	Informatie	Micro-macro
Bindingen, structuren en eigenschappen	Informatie	Micro-macro
Bindingen, structuren en eigenschappen	Informatie	Micro-macro, stereo-isomerie
Bindingen, structuren en eigenschappen	Informatie	Stereo-iosmerie, cis-trans
Deeltjesmodellen, bindingen, structuren en eigenschappen	Modelvorming	Structuurformules
Bindingen, structuren en eigenschappen	Informatie	Stereo-isomerie
Deeltjesmodellen; Processen en reacties	Informatie	Structuurisomerie ; Hydrolyse
Processen en reacties	Informatie	Verbrandingen
Processen en reacties	Informatie	Verbrandingen
Processen en reacties	Informatie	Beginstoffen en reactieproducten
Bindingen, structuren en eigenschappen	Informatie	Mengsel, hydrofoob
Processen en reacties	Informatie	Organische reacties
Processen en reacties	Informatie	Zuur-base
Processen en reacties	Informatie	Beginstoffen en reactieproducten
Bindingen, structuren en eigenschappen	Informatie	Composieten
Processen en reacties	Informatie	Elektrochemie
Processen en reacties	Informatie	Stofkringloop

Bindingen, structuren en eigenschappen	Informatie	Stofeigenschappen
Processen en reacties	Informatie	Organische reacties
Deeltjesmodellen	Informatie	Structuurformules
Industriële processen en Groene Chemie	Informatie	Blokschema
Processen en reacties	Informatie	Beginstoffen en reactieproducten
Processen en reacties	Informatie	Redoxreacties
Deeltjesmodellen	Informatie	Atoommodel, covalentie
Deeltjesmodellen	Informatie	Atoommodel, verhoudingsformule
Processen en reacties	Informatie	Redoxreacties
Processen en reacties	Informatie	Organische reacties
Bindingen, structuren en eigenschappen	Informatie	Roosters en bindingen
Processen en reacties	Informatie	Verbrandingen; beginstoffen-reactieproducten; recycling
Energie	Informatie	Energiediagram, exotherm, endotherm, vormingswarmte, reactiewarmte
Processen en reacties	Informatie	Organische reacties
Processen en reacties	Informatie	Polymeren
Processen en reacties	Informatie	Polymerisatiereacties
Industriële processen en groene chemie	Informatie	Groene chemie
Processen en reacties	Informatie	Organische reacties
Energie	Informatie	Exotherm
Processen en reacties	Informatie	Redoxreacties
Processen en reacties	Informatie	Recycling
Processen en reacties; Energie	Informatie	Beginstoffen-reactieproducten; Reactiewarmte

Processen en reacties	Informatie	Beginstoffen-reactieproducten; Reactiewarmte
Processen en reacties	Informatie	Organische reacties
Processen en reacties	Informatie	Redox
Processen en reacties	Informatie	Polymeren
Processen en reacties	Informatie	Halfreacties, batterijen
Processen en reacties	Informatie	Brandstofffen
Deeltjesmodellen; Reactiekinetiek; Vakmethodes en veiligheid	Informatie	Structuurisomerie, Reactiemechanisme, Massaspectrometrie
Bindingen, structuren en eigenschappen	Informatie	Toepassing zout
Evenwichten	Informatie	Aflopende reactie, omkeerbare reactie, evenwicht
Bindingen, structuren en eigenschappen	Informatie	Roosters en bindingen
Processen en reacties	Informatie	Organische reacties
Processen en reacties	Informatie	Beginstoffen-reactieproducten
Processen en reacties	Informatie	Redoxreacties
Deeltjesmodellen	Informatie	Edelgassen, Lewisstructuur, structuur elektronenwolken
Binding, structuren en eigenschappen	Informatie	Roosters en bindingen
Groene chemie	Informatie	Duurzaamheid
Bindingen, structuren en eigenschappen	Informatie	Bouw stof en vervormbaarheid
Duurzaamheid	Informatie	Uitspraken duurzaamheid (waarderen en becommentariëren)
Processen en reacties	Informatie	Verbrandingen
Deeltjesmodellen	Informatie	Structuurisomerie
Processen en reacties	Informatie	Organische reacties

Bindingen, structuren en eigenschappen	Informatie	Roosters; Oplosbaarheid; Micro-macro
Processen en reacties	Informatie	Beginstoffen-reactieproducten
Processen en reacties	Informatie	Polymeren
Processen en reacties	Informatie	Zuur-base; Beginstoffen en reactieproducten
Processen en reacties	Informatie	Verbrandingen; Polymeren
Behoudswetten en kringlopen; Vaardigheden	Onderzoeken	Recycling; Onderzoeksvraag
Processen en reacties	Informatie	Organische chemie
Industriële processen en Groene Chemie	Informatie	Veiligheidsrisico's; Gevarensymbolen; LD50; H- en P-zinnen
Processen en reacties	Informatie	zuurbasereacties
Industriële processen en Groene Chemie	Informatie	Groene Chemie (aspecten); Blokschema
Processen en reacties	Informatie	Polymeren
Processen en reacties	Informatie	Verbrandingen
Deeltjesmodellen; Chemische vakmethodes; Reactiekinetiek	Informatie	Massaspectrometrie; Reactiemechanisme
Processen en reacties; Industriële processen en Groene Chemie	Informatie	Beginstoffen-reactieproducten; Groene Chemie
Deeltjesmodellen	Informatie	Structuurformules; Atoommodel
Processen en reacties	Informatie	Beginstoffen-reactieproducten
Processen en reacties	Informatie	Polymeren; Organische reacties
Industriële processen en Grone Chemie	Informatie	Innovatief proces
Processen en reacties	Informatie	Verbrandingen
Processen en reacties	Informatie	Verbrandingen
Processen en reacties	Informatie	Redox
Bindingen, structuren en eigenschappen	Informatie	Zouten
Processen en reacties; Bindingen, structuren en eiegnschappen	Informatie	Oplosbaarheid zouten; Redox

Processen en reacties	Informatie	Redox
Processen en reacties	Informatie	Verbrandingen
Processen en reacties	Informatie	Organische reacties
Energie; Industriële processen; Groene Chemie	Informatie	Duurzaamheid
Processen en reacties	Informatie	Zuren en basen
Processen en reacties	Informatie	Redox
Processen en reacties	Informatie	Polymeren
Processen en reacties	Informatie	Redox
Industriële chemie en Groene Chemie; Duurzaamheid	Informatie	Ontwikkeling nieuwe toepassingen, duurzaamheid
Bindingen, structuren en eigenschappen	Informatie	Macroscopische eigenschappen en structuur
Bindingen, structuren en eigenschappen	Informatie	Stofeigenschappen
Processen en reacties	Informatie	Beginstoffen-reactieproducten
Industriele processen en Groene Chemie	Informatie	Ontwikkeling nieuwe toepassing, blokschema, redeneren duurzaamheid
Processen en reacties	Informatie	Beginstoffen-reactieproducten
Processen en reacties	Informatie	Verbrandingen
Processen en reacties	Informatie	Verbrandingen
Processen en reacties	Informatie	Verbrandingen
Processen en reacties	Informatie	Verbrandingen
Processen en reacties	Informatie	Redox
Processen en reacties	Informatie	Verbrandingen
Processen en reacties	Informatie	Organische reacties
Processen en reacties	Informatie	Organische reacties
Processen en reacties	Informatie	Polymeren

Processen reacties; Chemisch rekenen	Informatie	Redox; Chemisch rekenen
Bindingen, structuren en eigenschappen	Informatie	Hydrofiel, hydrofoob
Bindingen, structuren en eigenschappen	Informatie	Stofeigenschappen
Processen en reacties	Informatie	Elektrochemische cel
Processen en reacties	Informatie	Beginstoffen-reactieproducten
Processen en reacties	Informatie	Organische reacties
Bindingen, structuren en eigenschappen	Informatie	Stofeigenschappen
Processen en reacties	Informatie	Verbrandingen
Processen en reacties	Informatie	Verbrandingen
Processen en reacties	Informatie	Brandstof
Processen en reacties	Onderzoeken	Beginstoffen en reactieproducten; Onderzoeksvraag
Chemie van het leven; Vakmethodes en veiligheid	Onderzoeken	Eiwitten; Massaspectrometrie; Onderzoeksvraag
Chemie van het leven; Vakmethodes en veiligheid	Onderzoeken	Eiwitten; Massaspectrometrie; Onderzoeksvraag
Processen en reacties	Informatie	Verbrandingen
Bindingen, structuren en eigenschappen	Informatie	Oplosbaarheid zouten
Processen en reacties	Informatie	Polymerisaties
Processen en reacties	Informatie	Polymerisaties
Processen en reacties	Informatie	Zuren en basen
Processen en reacties	Informatie	Halfreacties
Processen en reacties	Informatie	Polymeren

Processen en reacties	Informatie	Verbrandingen
Processen en reacties	Informatie	Beginstoffen-reactieproducten
Processen en reacties	Informatie	Recycling
Bindingen, structuren en eigenschappen	Informatie	Stofeigenschappen
Processen en reacties	Informatie	Beginstoffen-reactieproducten
Industriële processen en Groene Chemie	Informatie	Blokschema's
Industriële processen en Groene Chemie	Informatie	Innovatieve processen
Processen en reqacties	Informatie	Redox
Bindigen, structuren en eigenscahppen	Informatie	Zouten
Bindingen, structuren en eigenschappen	Informatie	Hydrofiel-hydrofoob
Processen en reacties	Informatie	Zuur-base
Deeltjesmodel	Informatie	Atoommodel
Bindingen, structuren en eigenschappen	Informatie	Zouten
Bindigen, structuren en eigenscahppen	Informatie	Stofeigenschappen
Processen en reacties	Informatie	Brandstoffen
Industriële processen en Groene Chemie	Informatie	Nieuwe toepassingen, blokschema, hydrolyse, redox
Processen en reacties	Informatie	Polymeren
Processen en reacties	Informatie	Polymeren
Processen en reacties	Informatie	Brandstoffen
Industriële processen en Groene Chemie	Informatie	Blokschema
Processen en reacties	Informatie	Verbranding

Reactiekinetiek	Informatie	Reactiesnelheid, redeneren over duurzaamheid en reactiekinetiek
Processen en reacties	Informatie	Redoxreacties
Processen en reacties	Informatie	Brandstoffen
Bindingen, structuren en eigenschappen; Processen en reacties	Informatie	Macroscopische eigenschappen; Polymerisatiereacties
Bindingen, structuren en eigenschappen; Processen en reacties	Informatie	Macroscopische eigenschappen; Polymerisatiereacties
Processen en reacties	Informatie	Uitspraken doen over kwaliteit en gezondheid
Chemie van het leven	Informatie	Eiwitten
Processen en reacties	Informatie	Verbranding; Brandstofcel
Bindingen, structuren en eigenschappen	Informatie	Oplosbaarheid
Processen en reacties	Informatie	Organische reacties
Chemie van het leven	Informatie	Polysachariden
Industriële processen; Groene Chemie	Informatie	Duurzaamheid
Bindingen, structuren en eigenschappen; Chemisch rekenen	Informatie	Kristalroster, Rekenen
Bindingen, structuren en eigenschappen; Chemisch rekenen	Informatie	Kristalroster, Rekenen
Vakmethodes en veiligheid	Informatie	Spectrometrie
Industriële processen en Groene Chemie	Informatie	Nieuwe toepassingen; Hydrolyse; Redox
Processen en reacties	Informatie	Verbranding; Elektrochemische cel

Processen en reacties	Informatie	Elektrolyse
Processen en reacties	Informatie	Beginstoffen-reactieproducten
Chemie van het leven; Reactiekinetiek; Processen en reacties	Informatie	Reactiemechanisme, enzym
Industriële processen en groene chemie	Informatie	Blokschema, recycling
Industriële processen en Groene Chemie; Bindingen, structuren en eigenschappen	Informatie	Thermoplasten, blokschema
Processen en reacties	Informatie	Brandstoffen
Processen en reacties	Informatie	Beginstoffen-reactieproducten
Energie	Informatie	Reactiewarmte
Processen en reacties	Informatie	Redox
Processen en reacties	Informatie	Elementkringloop
Processen en reacties	Informatie	Organische reacties, kraken
Industriële processen en Groene Chemie	Informatie	Duurzaamheid; Omtwikkeling nieuwe toepassingen
Processen en reacties	Informatie	Brandstofcel
Processen e reacties	Informatie	Organische reacties, kraken
Processen en reacties	Informatie	Organische reacties
Processen en reacties	Informatie	Redox
Processen en reacties	Informatie	Redox
Chemie van het leven; Processen en reacties	Informatie	Enzym, Hydrolyse
Processen en reacties	Informatie	Brandstofcel, duurzaamheid
Processen en reacties	Informatie	Elektrochemie
Processen en reacties	Informatie	Verbranding

Industriële processen en groene chemie	Informatie	Processen en duurzaamheid
Industrële processen en groene chemie	Informatie	Groene Chemie
Processen en reacties	Informatie	Polymerisatie
Processen en reacties	Informatie	Organische reacties
Bindingen, structuren en eigenschappen	Informatie	Toepassing zout
Processen en reacties	I(nformatie	Redox
Bindingen, structuren en eigenschappen; Chemie van het leven	Informatie; Ontwerpen	Micro-macro
Processen en reacties	Informatie	Kraken
Processen en reacties	Informatie	Kraken
Processen en reacties	Informatie	Polymerisatie
Bindingen, structuren en eigenscahppen	Informatie	Oplosbaarheid, ontleding, roosters
Processen en reacties	Informatie	Organische reacties
Processen en reacties	Informatie	Organische reacties
Processen en reacties	Informatie	Verbranding
Energie	Informatie	Energiediagram
Industriele processen en Groene Chemie	Informatie	Risico en veiligheid
Industriele chemie	Informatie	Groene chemie
Processen en reacties	Informatie	Polyadditie
Processen en reacties	Informatie	Polycondensatie
Processen en reacties	Informatie	Polycondensatie

Deeeltjesmodellen; Chemie van het leven	Informatie	Structuurformule
Processen en reacties	Informatie	Reactievergelijkingen
Processen en reacties	Informatie	Hydrolyse polymeer; Redox
Processen en reacties	Informatie	Organische reacties
Bindingen, structuren en eigenschappen	Informatie	Bouw stof en vervormbaarheid
Bindingen, structuren en eigenschappen	Informatie	Polair-apolair
Processen en reacties; Energie	Informatie	Beginstoffen-reactieproducten; Duurzaamheid
Processen en reacties	Informatie	Organische reacties

Trefwoorden	Vraagtype
Water-jet printer, hydrochrome stof, isomerie	Informatiebewerkingsvraag
e-sigaret, nicotine, glycol, glycerol, water, dampmiddel	Informatiebewerkingsvraag
Suikerbiet, suikergehalte, winbaarheid, bietencampagne	Informatiebegripsvraag
Cfk's, ozonlaag, radicaal, milieu, ppt, gaschromatografie, massapectrum	Informatiebegripsvraag
Polonium, radioactiviteit, verval, atoombouw, uranium	Informatiebewerkingsvraag
Afvalgas, koolstofdioxide, elektriciteit, milieu	Informatiebewerkingsvraag
CO_2, milieu, kringloop, synthesegas, DME, brandstof	Informatiebegripsvraag
Argon, atoombouw, Krabnevel, isotoop, helium	Informatiebewerkingsvraag
Wasmiddel, oppervlakte-actieve stof, cradle-to-cradle	Standpuntvraag
Sarin, chemisch wapen, Syrië, mosterdgas, detoxificatie, hydrolyse, MEA	Informatiebewerkingsvraag
Minireactor, synthesegas, aardgas, methanol, reactievergelijkingen	Informatiebewerkingsvraag
Imazalil, fungicide, grapefruit, milieu	Informatiebewerkingsvraag
ISS, massaverhouding, scheidingsmethoden	Informatiebewerkingsvraag
Radicaal, perfluortributylamine, methaan, broeikasgas, smog, ozon, milieu	Informatiebewerkingsvraag
Arseniet, arsenaat, elektrolyse, chloor, radicaal, chloriet	Informatiebewerkingsvraag
Waterstofperoxide, bomardeerkever, hydrochinon	Informatiebewerkingsvraag
Contactlens, sensor, enzym, glucose, waterstofperoxide, diabetici	Informatiebegripsvraag
CO_2, CO, superkatalysator, nano, energiediagram, endotherm	Informatiebegripsvraag
Biomassa, lignine, cellulose, fermentatie, PIL, DES, bio-ethanol	Informatiebewerkingsvraag
Glycerol, citroenzuur, bioafbreekbaar, hydrolyse	Informatieselectievraag
Struviet, osmose, membraan, drinkwater, meststof, milieu	Informatiebegripsvraag
Energie, hernieuwbare bron, milieu, PJ, W	Informatiebegripsvraag
Waterstofperoxide, groene methode, katalysator, nano, palladium, goud	Informatiebegripsvraag

Snelheidsvergelijking, CO_2-opname en CO_2-afgifte door de grond, priming, fotosynthese	Informatiebegripsvraag
Alcohol, radicaalreacties, ozon, duurzaamheid, waarborgen kwaliteit lucht	Informatiebegripsvraag
Robotpil, citroenzuur, natriumwaterstofcarbonaat, ontwerpopdracht	-
Elektrolyse, waterstof, energie, groene chemie, milieu	Informatiebewerkingsvraag
Katalysator, nano, tumor, palladium, alkylering	Informatiebewerkingsvraag
Elektrolyse, fermentatie, informatie selecteren, analyseren, weergeven	Informatiebewerkingsvraag
Fermentatie, CO, ethanol, acetaat, CuO elektrode, reactiewarmte, katalysator	Informatiebewerkingsvraag
Energie, autojaar, fossiele brandstof, milieu	Informatiebegripsvraag
AGE's, Maillard, aminozuur, glucose, suiker, informatie verzamelen, presenteren	Informatiebewerkingsvraag
Maillard, aromastoffen	-
AGE's, Maillard, additie, hydrolyse, redox, aminozuur, glucose	Informatiebewerkingsvraag
Papier, cellulose, lignine, scheiden, H-brug	Informatiebewerkingsvraag
Endotherm, benzine, katalysator, Fischer-Tropsch	Informatiebegripsvraag
Groene chemie, duurzaam, brandstofcel, elektrolyse	Informatiebegripsvraag
Calciumalginaat, vruchtenkaviaar	-
Presentatie, calciumalginaat, vruchtenkaviaar, cross-link	Informatiebewerkingsvraag
Fotosynthese, groei, stofwisseling, rekenen	Informatiebegripsvraag
Planten, Plant-E, groene stroom, fotosynthese, elektronenstroom	Informatiebegripsvraag
Batterij, accu, elektrochemische cel, halfreacties	Informatiebegripsvraag

Janus, dendrimeer, dubbellaag	Informatiebewerkingsvraag
Thermoplast, polycondensatie, lichtgevoeligheid, onderzoeken, gecontroleerde medicijnafgifte, laser, microniveau	Informatieselectievraag
CO_2, methaan, brandstof, milieu, kringloop, rendement	Informatiebewerkingsvraag
Lignine, bio-BTX, aromaat, fenol, bio-based, vanilline, sinapylalcohol, kraken, atoomeconomie, *E* -factor	Informatieselectievraag
Bio-aromaat, lignine, PET, GDCA, PEF	Informatiebegripsvraag
Methaan, etheen, katalysator, brandstof, milieu	Informatiebegripsvraag
Spincoaten, duurzaam, accu, zonnecel	Informatiebewerkingsvraag
Duurzaam, accu, zonnecel	Informatiebewerkingsvraag
lood, Pb, PbO_2, lood(II)jodide, salpeterzuuroplossing, ethaanzuuroplossing	Informatiebewerkingsvraag
Botaangroei, bierborstel, verhoudingsformule, dubbelzout, zoutformule	Informatiebegripsvraag
Koolstofdioxide, mierenzuur, reactievergelijking	Informatiebegripsvraag
Pyruvaat, lactaat, chemisch rekenen	Informatiebewerkingsvraag
Lachgas, raket	Informatieselectievraag
Krypton, isotoop, halfwaardetijd	Informatiebegripsvraag
Redox, HMF, FDCA	Informatiebegripsvraag
Redox, HMF, FDCA, paraxyleen, koelen	Informatiebegripsvraag
Steenkoolvergassing, milieu, CO_2	Informatiebegripsvraag
Lignine, aromaat, aldehyde, brandstof, milieu	Informatiebegripsvraag
cholesterol, enzym, biobatterij, sensor, hart, Lewisformule	Informatiebegripsvraag
waterstof, brandstofcel, milieu	Informatiebegripsvraag

α–helix, aminozuren, c DNA, waterstofbrugvorming, slijm, microstructuur macroscopische eigenschappen	Informatiebewerkingsvraag
Kogelvrij vest, ALD, mesvrij	Informatiebegripsvraag
Kogelvrij vest, ALD, mesvrij, zuurbase	Informatiebegripsvraag
Heelal, isopropylcyanide, isobutyrolnitril, aminozuur	Informatiebegripsvraag
Interstellaire stof, isomeren	Informatiebegripsvraag
Anti, gauche, eclised, aminozuur	Informatiebewerkingsvraag
Hemoglobinen, zuurstof, ijzer, atoommodel	Informatiebewerkingsvraag
SMA, ABS, styreen, maleïnezuur, maleïnezuur, maleïnezuuranhydride	Informatieverwerkingsvraag
Magic sand; maken magisch zand	Conclusievraag; Informatieverwerkingsvraag
Biomassa, tweede generatie, bio-ethanol, DSM	Informatiebegripsvraag
Coploymeer, maleïnezuur, styreen, SMA, membraan	Informatiebegripsvraag
Kloppend maken, massaverhouding	Informatieverwerkingsvraag
Magnetiet, ferrihydriet, nano, kristallen, pH, oplosbaarheidsproduct	Informatiebegripsvraag
Druiven, schimmels, grondverontreiniging	Informatiebegrips- en informatiebewerkingsvraag
Fotosynthese, azijnzuur, butanol, exo- of endotherm	Informatiebegripsvraag
Fotosynthese, azijnzuur, butanol, exo- of endotherm	Informatiebegripsvraag
Schaliegaswinning, fracking, gezondheid	Informatiebegripsvraag
Suikerbiet, fotosynthese, tarra, winbaarheid	Informatiebegripsvraag

Koolstofdioxide, CCS, broeikaseffect, milieu	Informatiebegripsvraag
Koudemiddel, broeikaseffect, koolstofdioxide, freonen, milieu	Informatiebegripsvraag
Biobrandstof, duurzaam, brandstofcel, grafische weergave	Informatiebegripsvraag
zon; kernfusie; waterstof; helium;massadefect	Informatiebegripsvraag
STM; molberekening; spaakwiel; geleiding; tetraëder	Informatiebegripsvraag
Pyrolyse; gelamineerd aluminium; recycling	Argumentenvraag
Vitamine C; ADH; gehalte; experiment	Informatiebegripsvraag
suikerbiet; polymelkzuur, PLA; blokschema	Informatieselectievraag; Informatiebewerkingsvraag
Suikerbiet, polymelkzuur, toepassingen PLA, blokschema, reactievergelijkingen, groen, duurzaam	Informatieselectievraag; Informatiebewerkingsvraag
palladium; teflon; waterstof; katalysator	Informatiebegripsvraag
PCL, PLA, PGA, PTMC, polymeren, biodegradeerbaar	Informatiebegripsvraag
Suikerbiet, biobrandstof, biobased, eerste generatie biobrandstof	Informatiebegripsvraag
Zon, deuterium, waterstof, hypothese, model, micro, macro	Informatiebegripsvraag
Spiegelbeeldisomerie, polymerisatie, duurzaamheid	Informatiebegripsvraag
Iridium, negenwaardig	Informatiebegripsvraag
Planeet Mars, microben, selfsupporting, waterstof, zuurstof	Informatiebegripsvraag
Fotosynthese, anthocyanen, druiven	Informatiebegripsvraag
Enzymen, halfreacties, naamgeving, symbooltaal	Informatiebewerkingsvraag

Planeet Mars, olivijn, magnetiet, methaan, waterstof, zuurstof	Informatiebegripsvraag
Duurzaamheid, koffiedrab, koffiepulp, pectine, biobrandstoffen	Informatiebegripsvraag
Oersoep, halwaardetijd, zuurstof, leven	Informatiebegripsvraag
Zonnecel, perovskiet, elektrolyse, waterstof, rendement	Informatiebegripsvraag
MOF, membraan, zout, scheidingsmethode, gassen	Informatiebegripsvraag
SS2, stuwstof, hybride, Stratos, booster	Informatieverwerkingsvraag
Explosie, coulombexplosie, natrium, kalium	Informatiebegripsvraag, conclusies evalueren
Explosie, coulombexplosie, natrium	Informatiebegripsvraag
Molecuulmodellen, stereo-isomerie, spiegelbeeld, asymmetrisch C-atoom, cis-trans	Informatiebewerkingsvraag
Stereo-isomerie,spiegelbeeld, asymmetrisch C-atoom, cis-trans	Informatiebewerkingsvraag
Presentatie, stereo-isomerie,spiegelbeeld, asymmetrisch C-atoom, cis-trans	Informatiebewerkingsvraag
Links- en rechtsdraaiend, racemische mengsel, enantiomeer	Informatieverwerkingsvraag
Natuurwetenschappelijke methode, hypothese, werkplan, conclusies	Werkplan maken
Waterstofbruggen, cellofaan, cellulose, wateropname	Informatiebewerkingsvraag
Boor, beryllium, metaal of niet-metaal, complex	Informatiebegripsvraag
Eiwitten, ontkoken, duurzaamheid	Informatiebegripsvraag; Probleemstellingsvraag
Adipinezuur, groener, experimenten, uv-licht	Informatieselectievraag; Conclusievraag

Azobenzeen, cistrans, stereo-isomerie	Informatiebegripsvraag
Pykrete, brosheid, vezels, hout, papier	Informatieverwerkingsvraag
Pykrete, brosheid, vezels, hout, papier	Informatiebewerkingsvraag; Conclusievraag
PET, polycondensatie, groene chemie, pyrolyse, MEG, tereftaalzuur, aromaat	Informatiebegripsvraag
Waterstofbruggen, smelttemperatuur, reactiemechanisme, nucleofiel	Informatiebewerkingsvraag
Organische reacties, initiatie, propagatie, generaties grondstoffen, radicaal, biobased	Informatiebewerkingsvraag; Argumentenvraag
Stikstof, amoniak, katalysator, elektronenformule, elektride	Informatiebegripsvraag
Pyrolyse, verbranding, reactievergelijkoing, blokschema	Informatiebewerkingsvraag
Karton, cellulose, lignine, verpakkingsmateriaal, milieu	Informatiebegripsvraag
Metalen, milieu, e-afval	Informatiebegripsvraag
Katalysator, biomassa, industrie, estervorming, levulinezuur, γ-valerolacton	Informatiebegripsvraag
Proefomstandigheden, monolaag, zeep, stearylalcohol, cetylalcohol	Informatieselectievraag
Stearylalcohol, monolaag	Informatieselectievraag
Stearylalcohol, monolaag	Informatieselectievraag
Stearylalcohol, volume molecuul	Informatiebewerkingsvraag
Polycaprolacton, vezel, hydrogel, GelMA	Informatiebewerkingsvraag
Reactievergelijkingen, rendabel proces	Informatiebewerkingsvraag
Halfreactie, evenwichtsverschuiving, DNA, waterstofbruggen, ionbinding, vanderwaalsbinding	Informatiebewerkingsvraag
Nierstenen, kristalvorming, gezondheid	Informatiebegripsvraag, onderzoekvaardigheidsvraag
Zeldzame aardmetalen, fosforen, recycling	Informatiebegripsvraag
Europium, aardmetaal, scheiding, neerslagreactie	Informatiebegripsvraag
Berekening, elektrolyse, reactievergelijking, groen	Informatieselectievraag
Enzymen, biomassa, glucose, xylose	Informatiebegripsvraag

Carbides, elektronensctructuurformules	Informatiebewerkingsvraag
Isotopen, aardkorst, aardkern	Conclusievraag
Water, membraan, elektrolyse, opschaling, corrosie, pH	Informatiebegripsvraag
Bioplastic, biobased, hydrolyse, ringvorming, recyclebaar	Informatiebewerkingsvraag
Ijs, sublimeren, nano, satelliet	Informatiebegrpsvraag
Lewisstructuur, zuurbase, hydrofoob, vanderwaalsbinding	Informatiebegripsvraag
Kristalvormin g, verdampen. Kristallisatie, Pruisisch blauw, blauwsel, natriumchloride	Werkplanvraag
Kristalvormin g, verdampen. Kristallisatie, Pruisisch blauw, blauwsel, natriumchloride	Probleemstellingsvraag
Explosie, koolstofverbindingen, katalysator, veiligheidseisen	Informatiebegripsvraag
Reactiemechanisme, reactor, katalysator	Informatiebegripsvraag
Ethylbenzeen, propeen, styreen, propyleenoxide, MSPO, explosie	Informatiebegripsvraag
Reactievergelijkingen, elektrolyse	Informatiebewerkingsvraag, argumentenvraag
Koolstofdioxide, broeikaseffect, fotosynthese, ppm, percentage	Informatiebegripsvraag
Synthesegas, groene energie, energiedrager, waterstof,ammoniak, ethanol, methanol	Informatiebegripsvraag
CO_2, recyclen, duurzaamheid	Informatiebegripsvraag
MOF, etheen, acetyleen, kraken, polymeer	Informatiebegripsvraag
Afrikaantjes, luteïne, hexaan	Informatieselectievraag
Biobased economy, bioraffinage, waardepiramide	Informatiebegripsvraag
Stank, varkensgeur, Farmsuit	Informatiebegripsvraag
Chloor, transport, giftig	Informatiebegripsvraag
PLA, polymelkzuur, demonstratie, praktische opdracht, depolymerisatie	Onderzoeksvraag
Water zuiveren, destillatie	Informatiebegripsvraag

Magnesiumperoxide	Informatiebegripsvraag
Magnesiumperoxide, reactievergelijkingen	Informatiebegripsvraag
Planeten, zouten	Informatiebegripsvraag, informatiebewerkingsvraag
Zonne-energie, windenergie, opslag overtollige energie	Informatiebegripsvraag, informatiebewerkingsvraag
Strontiummonohydroxide, formuletaal, naamgeving, PVC, 5-AT, aromaat	Informatiebegripsvraag
Organokobalt, CO2, CO, broeikasgas	Informatiebegripsvraag
Koper, aluminium, halfreactie	Informatiebegripsvraag
Elektrochemische cel, zout water	Werkplanvraag
Koolstofdioxide, broeikaseffect, kalksteen, calciumsilicaat, calciumcarbonaat	Informatiebegripsvraag
Mierenzuur, katalysator, waterstofeconomie	Informatiebegripsvraag
Polyetheen, thermoplast, afval, recycleersymbool	Informatieverwerkingsvraag
Lachgas, broeikaseffect, waterzuivering, Lewisstructuur	Informatiebegripsvraag
PET-fles, biobased, recycling. Lidl, glycol, BTX, xylenen	Informatiebegripsvraag
Hout, celluloswe, hemicellulose,lignine, bio-ethanol	Informatiebegripsvraag
OCI Nitrogen, kunstmest, ammoniak, ureum, urean, melamine	Informatiebegripsvraag
Diesel, katalysator, vervuiling	Informatiebegripsvraag
Recycling, afvalverwerking, synthesegas	Informatiebegripsvraag
waterstof, brandstofcel, milieu	Informatiebegripsvraag
Raketten, sorbitol, lachgas	Informatiebegripsvraag
ethaandinitril, dikoolstof, komeeet	Informatiebegripsvraag
Fotosynthese, vergisting, suiker, alcohol, destillatie	Informatiebegripsvraag

Massapercentage, biobased economy, waardepiramide	Informatieverwerkingsvraag
Zoetstof, koolstofchemie, smaakreceptoren, eiwit, diterpenen	Informatiebegripsvraag
CO2, eierdoos, absorptie, milieu, broeikasgas	Informatiebegripsvraag
Kerosine, brandgevaar, polymeren, isoftaalzuur, tertiair amine	Informatiebegripsvraag
Strontiumcarbonaat, reactievergelijking, energie-omzetting	Imformatiebewerkingsvraag
Strontiumcarbonaat, reactievergelijking, energie-omzetting	Imformatiebewerkingsvraag
Thermochemische batterij, duurzaamheid	Informatiebewerkingsvraag
NOx, volkswagen, milieunorm, driewegkatalysator, milieu, ureum, diesel	Informatiebegripsvraag
Glycerol, methanol, katalyse, biodiesel, blokschema	Informatiebegripsvraag
CoPS, katalysator, Pt, waterstof	Informatiebegripsvraag
zuur-base; redox	Informatieverwerkingsvraag
Periodiek systeem, nieuwe elementen, element 113, ununtritium	Informatiegebripsvraag
radio-actief verval, bouw atoom	Informatiebegripsvraag
Nylon-6, caprolactam, recycling, visnetten, milieu, monomeer	Informatiebegripsvraag
Chloor, bleekmiddel, pH, evenwicht, giftige dampen	Informatiebegripsvraag
FeS, FEOOH, aeroob, halfreacties, bacteriën, elementencyclus, Grevelingenmeer	Informatiebegripsvraag
3D-printen, tandheelkunde, antibacterieel	Informatiebegripsvraag, probleemstellingsvraag
Metaal, metaaloxide, reactievergelijking, energiebalans	Informatiebegripsvraag
Calciumoxide, CaO, calciumhydroxide, $Ca(OH)_2$, duurzaam	Informatiebewerkingsvraag
Nano, destillatie, water, alcohol	Informatiebegripsvraag
Carbid, explosie, melkbus, acetyleen	Informatiebegripsvraag

Brandvoorwaarden, reactievergelijking, mangaanoxide, mangaandioxide, onderzoeksvraag	Informatieselectievraag
Brandvoorwaarden, reactievergelijking, MnO_2, Mn_3O_4, onderzoeksvraag	Informatieselectievraag
Variabelen	Werkplanvraag
Thorium, kernfusie, kernreactie, energie	Informatiebegripsvraag
Endotherme reactie, thermochroom papier, beeldverslag	Werkplanvraag
Warmtegeleiding, reactie geven op vraag	Aanvaardbaarheidsvraag
Nikkel-nanodeeltjes, accu, beveiliging, nano, µm	Informatiebegripsvraag
Groene colaflesjes, fructose, recyclen	Informatiebegripsvraag
Dyneema, DSM, supervezel, PE, mengbaarheid, berekening, micro, macro, meso	Informatiebegripsvraag
Zouten, base, CO_2, zure oplossing, brijn	Informatieselectievraag
Vitamines, voedsel, opname in lichaam	Informatiebegripsvraag
Katalysator, diesel, kraken, isomerisatie, zeoliet	Informatiebegripsvraag
Autoband, rubber, recycling, pyrolyse, circulaire economie, berekening	Informatiebegripsvraag
Kobalt, katalysator, broeikasgas	Informatiebegripsvraag
Fotosynthese, rijping van fuit, rotten van fruit, duurzaamheid	Informatieverwerkingsvraag
Primaire en secundaire structuur, duurzaamheid, eiwitten, reactiesnelheid, rijpen	Informatiebegripsvraag
Synthese, waterstofperoxide, katalyse, nano, inert	Informatiebegripsvraag
TPE, DSM, elastomeer, rubber, thermoplast	Informatiebegripsvraag
Lactide, aminozuren, fermentatie, hydrolyse, melkzuur, polymelkzuur	Informatiebegripsvraag
Licht, chemische energie, elektrolyse, zonnecel, membraan, halfreacties	Informatiebegripsvraag
Waterstof, elektrolyse, zonne-energie, energie, bipolair membraan	Informatiebegripsvraag
DNA, cyanuurzuur, adenine, nanovezel, waterstofbruggen	Informatiebegripsvraag

Tyrosine, dityrosine, grensstructuren	Informatiebegripsvraag
Staalproductie, endotherm, blokschema, waterstof, CO_2-uitstoot	Informatiebewerkingsvraag
IJzerproductie, staal, hoogoven, CO2, reductie, berekening	Informatiebegripsvraag
Vloeistofchromatografie, HPLC, recycling vloeistofstroom	Informatiebegripsvraag
Fotolyse, water, fotosynthese, CO_2	Informatieverwerkingsvraag
Katalysator, endotherm, structuurformule	Informatieverwerkingsvraag
Aromaat, anti-aromaat, σ-binding, π-binding	Informatiebegripsvraag
Vlakke structuur, additie, bindingslengte, elektronenverplaatsingen	Informatieverwerkingsvraag
Alkanen, spiegelbeeldisomerie, katalysator, selectiviteit, groene chemie	Informatiebegripsvraag
Waterstofperoxide, kringloop, endotherm, exotherm, fotolyse	Informatieverwerkingsvraag
Biodiesel, katalysator, SrO, transesterificatie, magnetron	Informatiebegripsvraag
Halfreactie, elektrolyt, gaschromatografie	Informatieverwerkingsvraag
Halfreactie, ethanol, Pruisisch blauw, waterstofperoxide	Informatieverwerkingsvraag
Elektrochemie, brandstof, duurzaam, magnesiumhydride, halfreactie	Informatiebegripsvraag
Milieueisen, DeNOx, SCR-KAT, ureum, CO_2, berekening	Informatiebegripsvraag
Grensstructuur, Lewisstructuur, oktetregel, energiediagram, reactiewarmte, activeringsenergie, explosie	Informatieverwerkingsvraag
Plant-E, fotosynthese, bacteriën, afbraak, elektriciteit	Informatiebegripsvraag
Polyamides, levulinezuur, adipinezuur, naamgeving, milieu, groene chemie	Informatieverwerkingsvraag
waterstof, waterstofbus, brandstofcel, milieu	Informatiebegripsvraag
Transport, water, zuurstof, waterstofbruggen, polair, apolair, polyetheen, polyethyleen	Informatiebewerkingsvraag
Polyethyleen, polyetheen, thermoplastisch zetmeel, folie, doorlaatbaarheid	Informatiebegripsvraag
Temperatuur, Celsius, Kelvin, formuletaal	Informatieverwerkingsvraag

CO_2, koolstofdioxide, MFCF, gesmolten zout, halfreactie	Informatieverwerkingsvraag
Plastic soep, metathese, polyetheen, wasbenzine, dehydrogenering	Informatiebegripsvraag
Genetische manipulatie, eiwitten, primaire structuur	Informatiebegripsvraag
Maagzuur, zoutzuur, pH, slokdarm	Informatiebegripsvraag
Teflon, antiaanbaklaag, C8, GenX, gezondheid	Informatiebegripsvraag
Nobelprijs, nanomotor, nanomolecuul, scheikunde, symthese	Informatiebegripsvraag
Nobelprijs, nanomotor, nanomolecuul, scheikunde	Informatiebegripsvraag
Nobelprijs, moleculaire motor, Feringa, Sauvage, Stoddard, catenaan	Informatiebegripsvraag
Nobelprijs, Feringa, energiediagram, (in)stabiliteit, asymmetrisch koolstofatoom	Informatieverwerkingsvraag
Molecuuldoos, cis-trans, stabiliteit, energiediagram	Informatieverwerkingsvraag
Chiraal, enantiomeer, heelal, linksdraaiend	Informatiebegripsvraag
Indigo, indigotin, reactiemechanisme, mesomerie, hyalfreacties	Informatiebewerkingsvraag
CO, giftig, koolmonoxide, cv-ketel, geiser	Informatiebegripsvraag
CO, giftig, koolmonoxide, cv-ketel, geiser, elektrochemische cel	Informatiebegripsvraag
Elektrolyse, waterstof, methaan, koolstofdioxide, milieu, energie	Informatiebegripsvraag
Natuurramp, methaangas, oplosbaarheid, elektriciteit opwekken	Informatiebegripsvraag
Methaan, benzeen, waterstof, membraan, kathode, anode	Informatiebegripsvraag
Lithiumionbatterij, oxaalzuur, citroenzuur, chemische notatie	Informatiebewerkingsvraag
Elektrolyse, zonne-energie, waterstof, synthesegas, koolwaterstoffen, milieu	Informatiebegripsvraag
Composiet, zelfhelend, vliegtuigvleugels, katalysator, Engelstalig	Informatiebegripsvraag
Energie, koolstofdioxide, elektrochemische cel	Informatiebegripsvraag
Struviet, fosfaat, kunstmest, milieu, duurzaam, evenwicht, evenwichtsvoorwaarde, berekening, dubbelzout	Informatiebegripsvraag

Eutectisch oplosmiddel, decaanzuur, lidocaïne, extractie, zware metalen, zuur, base	Informatiebegripsvraag
Fischer-Tropsch, alcoholen, aldehyden, katalysator, halfreactie	Informatiebegripsvraag
Radicalen, polyfenolen, antioxidanten	Informatiebegripsvraag
Bioraffinage, waardepiramide	Informatiebewerkingsvraag
Ethanol, elektrolyse, berekeningen, massa, stofkringloop	Informatieselectievraag
Ethanol, halfreactie, elektrolyse, berekeningen, stofkringloop	Informatieselectievraag
Atomen, energie, golflengte, structuurformule	Informatiebegripsvraag
Thorium, kernreactor, energie	Informatiebegripsvraag; argumentenvraag
Chloor, industrie, milieu, elektrolyse, kwik(II)sulfide, oplosbaarheidsproduct, halfreactie	Informatiebegripsvraag
THF, cellulose, water, H-bruggen, hydrofiel, hydrofoob, hydrolyse	Informatiebegripsvraag
Amorf, silicium, anode, accu, structuurformule, reactievergelijking	Informatiebegripsvraag
Ijzer, roest, reactievergelijking, exotherm, endotherm, kringloopschema	Informatieselectievraag
Berekening, ijzer, titaan, verbranding, verdelingsgraad, roesr	Informatieselectievraag
Melkzuur, lactide, PLA, duurzaaamheid, polyester, fermentatie, berekening	Informatiebegripsvraag
Autoband, PET, viscose, rubber, para-aramide, rolweerstand, Eco	Informatiebegripsvraag
Polyurethaan, CO_2, mesomerie, duurzaam, polyether, polycarbonaat, PPP	Informatieselectevraag
PUR, polymeren, schuim, duurzaamheid, procesverbetering	Informatiebegripsvraag
Methaan, benzeen, Mo2C, MoO_3, katalysator, zeoliet, poreus	Informatiebegripsvraag
elektrolyse, beginstoffen-reactieproducten, reactievergelijking	Informatieselectievraag
Halfreactie, spanning, energie	Informatieslectievraag
Autobanden, koolstof,carbon black, pyrolyse, recycling, koolstofdioxide	Informatiebegripsvraag
Methaan, koolstofdioxide, metaaloxide, evenwichten, reactiewarmte, endotherm, exotherm, milieu, inert	Informatiebegripsvraag

Methaan, koolstofdioxide, metaaloxiden, evenwichten, reactiewarmte, exotherm. Endotherm, milieu, inert	Informatiebegripsvraag
Methaan, koolstofdioxide, katalysator, metaaloxiden, evenwichten, reactiewarmte	Informatiebegripsvraag
Rode fosfor, witte fosfor, rookgranaat, difosforpentaoxide, fosfor(V) nitride	Informatiebegripsvraag
Nanoraket, PNIPAM, hydrofyl, hydrofoob, medicijn, waterstofperoxide, koorts, Lewisstructuur, reactiemechanisme	Informatiebegripsvraag
Duurzame energie, waterstof, elektrolyse, opladen	Informatiebegripsvraag
Stookolie, zwavelgehalte, milieu, scheepvaart	Informatiebegripsvraag
Pineen, nopinon, crypton, fragmention, PLA, PCL, caprolactone, ozonolyse, elektronenverplaatsing	Informatieselectievraag
Oplosmiddel, lipofiel, hydrofoob, ionische vloeistof	Informatiebegripsvraag
Hb, kolendamp, CO-vergiftiging, Nbg, verschuiving evenwicht	Informatiebegripsvraag
Waterstofbruggen, ionbinding, atoombinding, hardheid, gelatine, silica	Informatieselectievraag
Aminozuur, koolstofdioxide, radicaal, mechanisme, fotoredoxkatalysator, Lewisstructuur	Informatiebegripsvraag
Kristal, koolstofdioxide, zout, PyBIG, guanidine, pyridine, milieu	Informatiebegripsvraag
Biocorrosie, wasmiddel, enzymen, wasmachine, bleekmiddel, biofilm, milieu	Informatiebegripsvraag
Helium, natrium, electride	Informatiebegripsvraag
Molecuulrooster, ionrooster, metastabiel, waterstof, energiediagram	Informatieverwerkingsvraag
Mobieltje, edelmetalen, goud, reuse, recycle, duurzaamheid, milieu	Informatiebegripsvraag
Lewisstructuur, ladingtransport, polypyrrool, PPP, geleiding, cellulose, duurzaam	Informatieselectievraag
Bioplastics, aardolie, duurzaamheid, Avantium, milieu	Informatiebegripsvraag
Kachel, CO, koolstofmonoxide, onvolledige verbranding	Informatiebegripsvraag
Capillaire elektroforese, aminozuren, spiegelbeeld, scheiding	Informatiebegripsvraag
Whisky, glucose, fermentatie, biobrandstof, ethanol, butanol, aceton	Informatiebegripsvraag

Nanoballetjes, kunstmest, ureum, hydroxyapatiet	Informatiebegripsvraag
Sensor, griep, biomarker, isopreen, wolfraamoxide, nanokristallen, hexagonaal	Informatiebegripsvraag
Melamine, ureum, industrie, DSM, OCI Nitrogen, thermoharder	Informatiebegripsvraag
Kalk, zware metalen, nikkelionen, oplosbaarheid, elektrolyse, milieu	Informatiebegripsvraag
Verbranding, brand, brandvertrager, milieu	Informatiebegripsvraag
Wasmot, polyetheen, plastic afval, naamgeving, reactievergelijking, berekening, IR, massaspectrometrie	Informatieverwerkingsvraag
Rupsen, PE, afbraak, milieu, ethyleenglycol, polyester	Informatiebegripsvraag
Waterstofperoxide, chloorazijnzuur, veiligheid	Informatiebegripsvraaag
salpeterzuur, zzwavelzuur, ammoniak, calciumoxide, pH, mestverwerking	Informatiebegripsvraag
koffiedrab, biodiesel, blokschema	Informatiebewerkingsvraag
melkzuur, schimmel, PLA, *Monascus ruber* , suikers	Informatiebegripsvraag
hooibroei, branddriehoek, exotherm, blussen	Informatiebewerkingsvraag
Geosmine, structuurisomerie, reactiemechanisme, elektronenverplaatsingen	Informatieverwerkingsvraag
Ammoniak, Haber-Boschproces, stikstof, waterstof, ruthenium, katalysator, duurzaam	Informatiebegripsvraag
C8, perfluoroctaanzuur, PFAS, PFOA, F-18, radioisotoop, halfwaardetijd	Informatiebegripsvraag
Hard water, ontharding, kalk, calciet, calciumcarbonaat, entmateriaal	Informatiebegripsvraag
Titaanwit, lijnolie, schilderij, radicaalpolymerisatie, micro- en macroniveau	Informatiebergipsvraag
Waardepiramide, naamgeving, cellulose, redox, zuur-base, biomassa, gft-afval, berekeningen	Informatiebewerkingsvraag
Carbid, explosie, melkbus, ethyn, aansteken	Informatiebegripsvraag
Carbid, explosie, melkbus, ethyn, aansteken	Informatiebegripsvraag
Zuurstof, heelal, Elay-Ridealmechanisme	Informatiebegripsvraag
Oppervlaktewater, fosfaten. Milieu, mestbeleid, oplosbaarheid, verhoudingsformule	Informatiebegripsvraag
Oppervlaktewater, ijzerionen, fosfaten, mestbeleid	Informatiebegripsvraag

Soda, biomethaan, koolstofdioxide, pH	Informatiebegripsvraag
Koolstofdioxide, milieu, kringloop, fossiele brandstoffen	Informatiebegripsvraag
Anthranilaat, biomassa, reactiemechanisme, groene chemie	Informatiebewerkingsvraag
Brandstoffen, elektrische energie, mierenzuur, CO_2-voetafdruk	Informatiebegripsvraag
Stikstofneerslag, stikstofuitstoot, kalk, zuur-base, milieu	Informatiebegripsvraag
Katalysator, zeoliet, methaan, methanol, koper(I), koper(II)	Informatiebegripsvraag
Teflon, antiaanbaklaag, FTE, PFTE, FEP, copolymeer, HFP	Informatiebegripsvraag
nanoraket, waterstofperoxide, katalysator, hydrofiel, hydrofoob	Informatiebegripsvraag
Luiers recyclen, vergisten, blokschema	Informatiebergipsvraag
Polyacrylamide, crosslinks, water, waterstofbruggen	Informatiebergipsvraag
Propaan, butaan, aardgas	Informatiebegripsvraag
CO_2, fotosynthese, verbranding, gehalte, ppm, kastuiinbouw	Informatiebegripsvraag
Waterzuivering, adsorptie, β-cyclodextrine, polymerisatie, milieu	Informatiebegripsvraag
Energie, ontleding, water, waterstof, molybdeendisulfide, katalysator, fotolyse	Informatiebegripsvraag
Brandvoorwaarden, blussen, fosforbrand	Informatiebegripsvraag
Brandvoorwaarden, blussen, fosforbrand, energiediagram, energieberekening	Informatiebegripsvraag
Waterstof, elektrlyser, brandstofcel, reactievergelijkingen, energie-omzettingen, duurzaam, berekening	Informatiebegripsvraag
Waterstof, elektrolyzer, brandstofcel, reactievergelijkingen, energie-omzettingen, duurzaam, berekening	Informatiebegripsvraag
Ammoniak, waterstof, stikstof, ruthenium, proton hopping	Informatiebegripsvraag
Blussen, brandvoorwaarden, reactievergelijking, zonnebloemolie	Informatieverwerkingsvraag
Foliumzuur, formaldehyde, formaat, formiaat, 1C-cyclus, adenine, guanine, serine	Informatiebegripsvraag
Glycerol, vetzuren, milieu, duurzaam, vergisting, biogas	Informatiebegripsvraag
PLA, biobased, biodegradeerbaar, melkzuur	Infomatiebegripsvraag

Halfreacties, pyrodruivenzuur, ethanol, pH-berekening, buffer, dubbellaag, fosforlipiden	Informatiebegripsvraag
Whisky, smaak, dichtheid, simulatie, concentratie	Informatiebegripsvraag
Water, Derde Wereld, waterwinning, dauwpunt, condenseren, faseovergang	Informatiebegripsvraag
pH, halfreacties, potentiaal cel, ionensensoren, chlorideconcentratie	Informatiebegripsvraag
Bio-methanol, aardgas, methaan, CO_2, groene chemie	Informatiebergipsvraag
Suikerbiet, FDCA, HMF, PEF, duurzaam, atoomeconomie, *E* -factor, industriële chemie	Informatiebegripsvraag
Metalen, edelmetalen, gehalte, massa, berekeningen, medailles, goud, zilver, brons, recyclen	Informatieverwerkingsvraag
Waterstof, groene brandstof, elektrolyse, brandstof	Informatiebegripsvraag
Waterstof, groene brandstof, elektrolyse, brandstof, energiebron, energiedrager	Informatiebegripsvraag
Waterstof, groene brandstof, elektrolyse, brandstofcel, ammoniak, mierenzuur, berekening	Informatiebegripsvraag
Reactievergelijkingen, hypothese, elementbehoud, Miller, Urey, aminozuren	Informatieverwerkingsvraag
Aminozuren, Miller-Urey, reactievergelijkingen, hypothese, polair, apolair	Informatieverwerkingsvraag
Aminozuren, Miller-Urey, reactievergelijkingen, hypothese, polair, apolair	Informatieverwerkingsvraag
Methaan, affakkelen, milieu, broeikasgas, methanol, duurzaam, Engelstalig artikel	Informatiebegripsvraag
Groener proces, kunstmest, blokschema, ionrooster	Informatiebegripsvraag
Thymidine, mannose, desoxyribose, carbonaatgroep, stifheid, polymeer, amorf	Informatieverwerkingsvraag
Thymidine, mannose, desoxyribose, carbonaatgroep, stifheid, polymeer	Informatieverwerkingsvraag
Ammoniak, stallucht wassen, chemische wasser, biologische wasser, zwavelzuur, nitriet, nitraat, milieu, halfreactie	Informatiebegripsvraag
Elektroreductie, koolstofcyclus, katalysator	Informatiebegripsvraag
Hout, lignine, cellulose, hydrotroop, *p* -TsOH	Informatiebegripsvraag

Waterstof, groene brandstof, elektrolyse, brandstof, energiedrager	Informatiebegripsvraag
Tonerpoeder, koolstof, ijzeroxide, ijzer, reactievergelijkingen, formuletaal	Informatebegripsvraag
Tonerpoeder, koolstof, ijzeroxide, recycling, metallisch ijzer	Informatiebegripsvraag
Papier, cellulose, glucose, H-bruggen	Informatiebegripsvraag
Methaan, pyrolyse, waterstof, katalysator, inert, metaalmengsel, nikkel, bismut	Informatiebegripsvraag
Recycling, duurzaamheid, halfreacties, circulaire economie, broom, EPS	Informatiebegripsvraag
Hernieuwbaarheid grondstoffen, aspecten groene chemie, duurzaamheid	Informatieselectievraag
Glucose, zilverspiegel, Tollens reagens, zuurbasereactie	Informatiegebripsvraag
Koperverbinding, cupriet, azuriet, malachiet, chalcopyriet, zouten, formules	Informatiebegripsvraag
pH, carbonaat, oplosbaarheid, toepassing zout	Informatiebegripsvraag
Fosfaat, landbouw, P-AL, P-PAE, ruwfosfaat, hergebruik, superfosfaat, dubbelsuperfosfaat, tripelsuperfosfaat, pH, zuurbasereacties	Informatiebegripsvraag
Radioactiviteit, RIVM, periodiek systeem, ruthenium-106	Informatiebegripsvraag
Fotozuur, zonlicht, zilt water, membraan, protonen, ionenwisseling	Informatiebegripsvraag
Water, ijs, bevriezen, smelten, endotherm, exotherm, microniveau, macroniveau	Informatiebegripsvraag
Biogas, mest, vergisting, groene stroom, milieu, duurzaamheid	Informatiebegripsvraag
Koolhydraten, COD, duurzaam proces, lactose, melkzuur, carbonzuur, wei	Informatiebegripsvraag
Polymeren, waterstofbruggen, zelfherstellend	Informatiebegripsvraag
Polymeren, waterstofbruggen, zelfherstellend	Informatiebegripsvraag
Waterstof, verbranding, elektrolyse, energiedrager, vermogen, energie	Informatiebegripsvraag
Vacuümdestillatie, destillaat, residu, berekening, alcoholvrij	Informatiebegripsvraag
Explosie, methaan	Informatiebegripsvraag

CO_2 afvangen, membraan, nieuwe brandstoffen maken	Informatiebegripsvraag
Halfreacties, reactieomstandigheden, permenganaation, etheen, duurzaaamheid	Informatiebegripsvraag
Mierenzuur, bacterie, formiaat, pH, evenwicht	Informatiebegripsvraag
Polymeer, calciumionen, netwerk, weekmaker, waterstofbruggen, polyadditie, initiator, zuur-base	Informatiebegripsvraag
Polymeer, calciumionen, netwerk, weekmaker, waterstofbruggen, polyadditie, initiator, zuur-base	Informatiebegripsvraag
Sporter, vitamines, voeding, gezondheid	Standpuntvraag
Malacidines, antibiotica, resistent, aminozuren, stereoisomerie, asymmetrisch C-atoom, H-bruggen	Informatiebegripsvraag
Waterstof, koolstofdioxide, duurzaam, koolstofvoetafdruk	Informatiebegripsvraag
Polysacharide, zuurstof, bloed, oppervlakte-actief, micel, hydrofiel, hydrofoob	Informatiebegripsvraag
DTG, MDTG, medicijn, ester, copolymeer, ethyleenglycol, propyleenglycol	Informatiebegripsvraag
Cellulose, hemicellulose, H-bruggen, supersterk	Informatiebegripsvraag
Indigo, leuco-indigo, redox, indool, indoxyl, indicaan	Informatiegebripsvraag
Atoombinding, eenheidscel, volume bol, tetraëder, mol	Informatiebegripsvraag
Atoombinding, eenheidscel, volume bol, tetraëder, mol	Informatiebegripsvraag
Interstellaire ruimte, benzonitril, IR-spectroscopie	Informatiebegripsvraag
FDCA, HMF, FDCE, fructose, biotecnologie, Avantium, Corbion	Informatiebegripsvraag
Mierenzuur, waterstof, koolstofdioxide, hydrozine, duurzaam, Engelstalig artikel	Informatiebegripsvraag

Zoutzuur, elektrolyse, groene waterstof, zuur-base, calciumcarbonaat, chloor, waterstof	Informatiebegripsvraag
Exotherm, oxidatie, vormingswarmte	Informatiebegripsvraag
Nucleofiel, katalysator, structuur eiwit, hydrolyse	Informatiebegripsvraag
Kauwgom, recyclen, nieuwe gympies, scheidingsmethoden, chemische reacties	Informatiebegripsvraag
Kauwgom, recyclen, nieuwe gympies, oude kauwgom, crosslinks, poly-etheenvinylacetaat, poly-isopreen, poly-styreenvinylacetaat	Informatiebegripsvraaag
Afval, methanol, synthesegas, milieu, groene brandstof	Informatiebegripsvraag
Reactievergelijking, ammoniak, waterstof, blokschema, energie	Informatiebegripsvraag
Vormingsenthalpie, ammoniak, waterstof	Informatiebegripsvraag
Zink, complex ion, ferri, ferriet, elektrolyse, halfreactie	Informatiebegripsvraag
Kunstmest, ammoniumnitraat, stikstof, nitrificatie, ureum, KAS	Informatiebegripsvraag
Schaliegas, stoomkraken, milieu, katalysator, elektrolyt, ethaan, etheen	Informatiebegripsvraag
Plastic, polymeren, recyclen, GBL, gamma-butyrolacton, ester, energiediagram	Informatiebergipsvraag
Waterstof, duurzaam, brandstofcel, chloorfabriek, milieu	Informatiebegripsvraag
Aardolie, kraken, katalysator, brandstoffen, alkenen, micro. Macro, blokschema	Informatiegebripsvraag
Vorinostat, medicijn, octrooi, resistentie, melanoom, antioxidant, atoomeconomie, *E* -factor	Informatiebegripsvraag
Ammoniak, Haber-Boschproces, elektrolyse, protonen, palladium, katalysator, Groshuss-mechanisme, evenwicht	Informatiebegripsvraag
Zoutwinning, elektrolyse, chloor, waterstof, duurzaam, chloorfabriek, milieu	Informatiebegripsvraag
PET, bacterie, Ideonella Sakaiensis, hydrolyse, PETase, enzymwerking, eiwit, katalytische triade, reactiemechanisme, activiteit	Informatiebegripsvraag
Waterstofeconomie, energievoorziening	Informatiebegripsvraag
Elektrochemie, waterstof, koolstofmono-oxide, mierenzuur, methanol	Informatiebegripsvraag
Brandvoorwaarden, reactievergelijking, drukgolf, munitie	Informatiebegripsvraag

Productie ijzer, fossielvrij, innovatief proces, duurzaam, reactievergelijkingen	Informatiebegripsvraag
Productie ijzer, innovatief proces, atoomeconomie, reactiewarmte, principes Groene Chemie	Informatiebegripsvraag
Polayadditie, copolymeer, initaitor, monomeer, cortisol, geleiding, ester, crosslink, radicaalmechanisme, membraan	Informatiebegripsvraag
Methionine, methional, enzymen, methylmercaptaan, HCN, essentieel aminozuur, decarboxylering, pratiele gasdruk	Informatiebegripsvraag
Perovskiet, zonnecel, methylammonium, eenheidscel, oplosbaarheid, kristalrooster, evenwicht	Informatiebegripsvraag
Elektrolyse, waterstof, duurzaam, milieu, brandstofcel, reactiewarmte, halfreactie	Informatiebegripsvraag
Gel, pectine, Ca^{2+}, crosslinks, evenwichtsvoorwaarde	Informatiebewerkingsvraag
Nafta, fractie, destillatie, alkenen, structuurformules	Informatiebegripsvraag
Nafta, fractie, destillatie, alkenen, structuurformules, xylenen, polymeren	Informatiebegripsvraag
PET, PEF, MeFDCA, biomassa, polymerisatiegraad	Informatiebegripsvraag
Magnesiumchloride, toepassingen, struviet	Informatiebegripsvraag
Plastic, afbraak, polymeren, mechanisme	Informatieverwerkingsvraag
Uraan, yellow cake, acrylnitril, acrylester, adsorptie, copolymeer, amidoxime, carboxyl, hydroxylamine	Informatiebegripsvraag
Pyriet, reactievergelijking, exotherm	Informatiebegripsvraag
Pyriet, reactie-energie, vormingswarmte, S_N^2, FeS_2, verdelingsgraad, activeringsenergie	Informatiebegripsvraag
Nitreuze dampen, koolstofdioxide, reactievergelijkingen	Informatieverwerkingsvraag
Waterstof, ammoniak, elektrolyse, groene stroom, haalbaarheid, rendement	Informatiebegripsvraag
Etheen, polyetheen, petroleum, suikerriet, Groene Chemie, atoomeconomie	Informatieverwerkingsvraag
PET, recycling, glycol, monomeer, evenwicht	Informatiebegripsvraag
PET, recycling, glycol, monomeer, evenwicht, BHET, scheidingsmethoden	Informatiebegripsvraag

Terpenen, vleesetende plant, cis-trans isomerie, enzymen, eiwitten	Informatiebegripsvraag
Waterstof, CO_2, broekasgas	Informatieverwerkingsvraag
Hallfreactie, bron waterstof, deuterium	Informatieverwerkingsvraag
Mierenzuur, amfetamine, drugsafval, atoomeconomie, E-factor, formaide, zuur-base	Informatiebegripsvraag
gemethyleerde alfa-dextrine, freon-11, radicaal, hydrofoob, volume holte	Informatieverwerkingsvraag
Waterafstotendheid, polair, micro, meso, macro, structuur. Impregneersnelheid, polymeermolecuul	Informatiebegripsvraag
Elektrolyse, waterstof, symbiose, CO_2-reductie, energie, berekening	Informatiebegripsvraag
Caviatie, afvalwater, OH-radicaal, splitsing watyer, waterstofperoxide, massapercentage	Informatiebegripsvraag

LEGO ZEGT PLASTIC VAARWEL

Klas	5,6 hv
Subdomein	Processen en reacties
Vaardigheid	Informatie
Specificaties	Poly-additie
Trefwoorden	Polyetheen, etheen, petroleum, suikerriet, Groen Chemie, atoomeconomie
Vaardigheidsvraag	Informatieverwerkingsvraag

www.bd.nl , 13 september 2018

Lego wil in 2030 alleen nog maar gebruik maken van duurzaam plastic © Shutterstock

Lego zegt plastic vaarwel: duurzame blokjes snel in Nederland te koop

Lego gaat haar milieubelastende plastic blokjes vaarwel zeggen. Vanaf 2030 wil de speelgoedgigant enkel nog duurzaam Lego produceren van plastic op basis van plantaardig materiaal. De eerste exemplaren zijn dit jaar nog in Nederland beschikbaar.

Hanneke Marcelis

De eerste duurzame Lego is al op de markt. Lego-fans uit Duitsland, Engeland, de Verenigde Staten en Canada kregen in augustus het doosje 'Plants from plants' gratis bij een grote aankoop in de webshop. Daarin zitten bomen, planten en blaadjes gemaakt van plastic op basis van suikerriet. En binnenkort worden ze ook voor Nederlandse Lego-fans beschikbaar, laat Lego's manager duurzaamheid Matthew Withby weten.

Plants from Plant is Lego gemaakt van duurzaam plastic © LEGO.com

„De Plants from Plants-editie was een limited edition, die brengen we niet los op de markt. Maar nog dit jaar zullen de duurzame elementen onderdeel worden van een nieuwe Lego Creator set." Die set zal voor alle consumenten beschikbaar worden via de webshop. „We streven ernaar om voor de jaarwisseling alleen nog maar plant- en boomelementen op basis van suikerriet te produceren."

De duurzame versie van de plastic plantjes en boompjes is niet van origineel te onderscheiden. En dat is ook niet zo verwonderlijk, want de chemische samenstelling is identiek. Beide versies zijn gemaakt van polyetheen. Maar waar de ethanol normaal gesproken gewonnen wordt uit petroleum, wordt het bij 'Plants from plants' uit suikerriet gehaald. En dat is een stuk beter voor het milieu.

De ontwikkeling en productie van het plastic op basis van suikerriet is onderdeel van een groot verduurzamingsplan dat Lego in 2015 lanceerde. Het bedrijf wil dat in 2030 alle Legoblokjes geproduceerd worden zonder daarbij gebruik te maken van fossiele brandstoffen. Om die doelstelling te behalen werden zo'n honderd werknemers aangetrokken en investeert het bedrijf zo'n 150 miljoen euro in het onderzoek en de ontwikkeling van duurzaam Lego.

In het artikel staat “Plants from Plant is Lego gemaakt van duurzaam plastic” en “Duurzame blokjes snel in Nederland te koop”.

1 Licht de term duurzaam toe.
2 Licht de benaming *“Plants from plants”* voor de Lego elementen toe.

In het artikel staat ook “Het bedrijf wil dat in 2030 alle Legoblokjes geproduceerd worden zonder daarbij gebruik te maken van fossiele brandstoffen.”

3 Leg uit waarom men op zoek gaat naar alternatieven voor fossiele brandstoffen als grondstof voor de productie van polyetheen dat weer als grondstof dient voor de productie van Legoblokjes.

Polyetheen wordt gemaakt uit etheen.

4 Geef de reactievergelijking voor de polymerisatie van etheen tot polyetheen in structuurformules. Teken in het stukje polymeer minimaal vier monomeereenheden.
5 Welk type polymerisatie treedt op bij de polymerisatie van etheen tot polyetheen?
6 Leg op microniveau uit waardoor de kunststof polyetheen recyclebaar is.

Polyetheen uit petroleum

Petroleum is de "huishoudnaam" van de aardoliefractie met een kookpunt tussen circa 150 °C – 290 °C, net boven dat van benzine, gebruikt voor verlichting en verwarming. Petroleum is een mengsel van koolwaterstoffen (C12-C16).
Bron: wikipedia

Productie van etheen
De productie van etheen vindt plaats door het stoomkraken van mengsels van koolwaterstoffen afkomstig van de destillatie van aardolie.
Bron: http://nl.wikipedia.org/wiki/Etheen

7 Geef de reactievergelijking in structuurformules voor het kraken van CH_3-$(CH_2)_{14}$-CH_3 waarbij onder andere etheen ontstaat..

Polyetheen uit suikerriet

Lego's Plants for plants is gemaakt van polyetheen op basis van de grondstof suikerriet. In onderstaande bron staat het productieproces schematisch weer gegeven

Productie van biobased polyetheen (PE)

PE wordt verkregen door polymerisatie van etheen, ook wel ethyleen genoemd. Naast aardolie of aardgas kunnen ook hernieuwbare materialen als grondstof dienen voor ethyleenproductie. Suikerriet, suikerbiet of mais leveren de suikers voor bioethanol. Ethyleen wordt vervolgens verkregen door ethanol te dehydrateren over een katalysator bij hoge temperatuur

$$\text{suiker} \xrightarrow{\text{fermentatie}} \text{bioethanol} \xrightarrow{\text{dehydratatie}} \text{ethyleen} \xrightarrow{\text{polymerisatie}} \text{polyethyleen}$$

Bron: "Biobased polyethyleen: markt- en milieu-aspecten": http://www.groenegrondstoffen.nl/Infosheets.html, onder kopje Materialen: "Biobased polyethyleen: markt- en milieu-aspecten"

8 Geef de reactievergelijking voor de fermentatie van suiker (gebruik sacharose) in structuurformules weer.
9 Geef de reactievergelijking voor de dehydratatiestap in structuurformules weer.

10 Leg uit of het voor de eigenschappen van de kunststof polyetheen uitmaakt of je uitgaat van etheen gemaakt uit fossiele brandstoffen of uit suikerriet.
11 Leg uit wat het nadeel kan zijn van het gebruik van suikerriet voor de productie van het polyetheen.
12 Bereken de atoomeconomie van het proces om uit petroleum etheen te maken. Gebruik de reactievergelijking uit vraag 7.
13 Bereken de atoomeconomie van de twee processen die nodig zijn om uit sacharose etheen te maken.

14 Noem minstens twee uitgangspunten van de groene chemie (Binas tabel 97F), naast de atoomeconomie, die bij het proces polyetheen uit suikerriet gunstiger zijn dan bij het proces polyetheen uit petroleum.

De kop van het artikel luidt: “Lego zegt plastic vaarwel…”.

15 Geef je commentaar op deze kop.

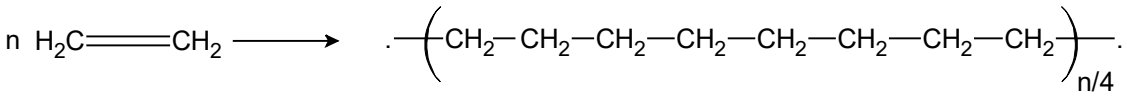
Kunnen suikermoleculen de opnieuw bedreigde ozonlaag misschien redden?

1 Duurzaam wil zeggen niet belastend voor het milieu.

2 De boompjes/struikjes van Lego zijn gemaakt op basis van suikerriet.

3 De eindigheid van de voorraden fossiele brandstoffen.

4

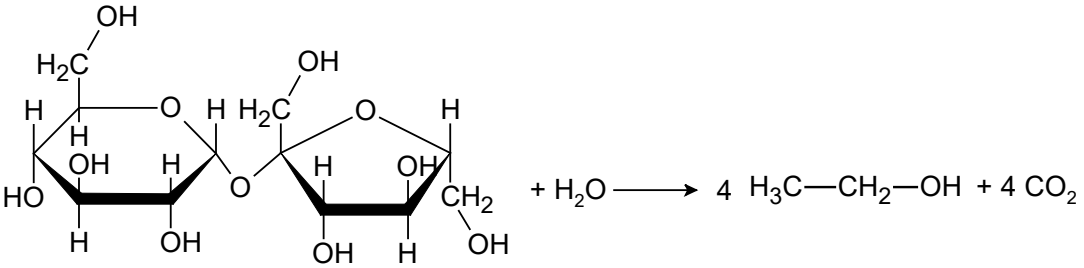


5 Polyadditie

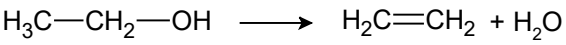
6 Polyetheen is een 'lineair polymeer'. Het bestaat uit losse ketens. Het is een thermoplast en is dus recyclebaar: opnieuw smelten en vormgeven.

7 $CH_3\text{-}(CH_2)_{14}\text{-}CH_3 \rightarrow CH_2{=}CH_2 + CH_3\text{-}(CH_2)_{12}\text{-}CH_3$

8



9



10 Nee dat zal geen verschil maken als men tenminste het productieproces van etheen naar polyetheen op dezelfde manier uitvoert.

11 Suikerriet behoort tot de eerste generatie grondstoffen. Deze grondstoffen zijn gerelateerd aan voedsel. Vanuit de maatschappij is er kritiek (o.a. voedselschaarste en voedselprijs opdrijvend) op het gebruik van deze generatie grondstoffen voor iets anders dan voedsel.

12 Etheen uit petroleum:

$$\text{atoomeconomie} = \frac{\text{massa}_{\text{product}}}{\text{massa}_{\text{beginstoffen}}} . 100\% = \frac{2.12{,}01+4.1{,}008}{16.12{,}01+34.1{,}008} .100\% = 12{,}4\ \%$$

13 Fermentatie:

$$\text{atoomeconomie} = \frac{\text{massa}_{\text{product}}}{\text{massa}_{\text{beginstoffen}}} . 100\% = \frac{4.46{,}07}{342{,}30+18{,}02} .100\% = 51{,}1\ \%$$

Dehydratatie:

$$\text{atoomeconomie} = \frac{\text{massa}_{\text{product}}}{\text{massa}_{\text{beginstoffen}}} . 100\% = \frac{26{,}2}{46{,}07} .100\% = 56{,}9\ \%$$

14 Uitgangspunt 3: Minder schadelijke productiemethoden.
Uitgangspunt 7: gebruik van hernieuwbare grondstoffen.

15 Lego doet plastic niet in de ban/zegt het niet vaarwel. Ze maken het van een andere grondstof.

Artikel
https://www.bd.nl/binnenland/Lego-zegt-plastic-vaarwel-duurzame-blokjes-snel-in-nederland-te-koop~a8a73a64/

CUMAPOL BOUWT PILOTPLANT VOOR CHEMISCHE PET-RECYCLING I

Klas	5 v
Subdomein	Processen en reacties
Vaardigheid	Informatie
Specificaties	Polycondensatie
Trefwoorden	PET, recycling, glycol, monomeer, evenwicht
Vaardigheidsvraag	Informatiebegripsvraag

Chemie Magazine, juli/augustus 2018

CUMAPOL BOUWT PILOTPLANT VOOR CHEMISCHE PET-RECYCLING

Cumapol heeft een manier ontdekt om PET-afval door middel van een chemisch proces te ontdoen van kleur en andere onzuiverheden, om vervolgens hoogwaardige PETkorrels over te houden. In een proeffabriek, die begin volgend jaar moet draaien, wil Cumapol kennis en ervaring opdoen met het proces. Later volgt een productielijn voor de verwerking van 25 kiloton per jaar.

Marco Brons, technisch directeur van Cumapol, legt uit hoe het werkt: ‘De productie van polyester is een evenwichtsreactie. Als je er een grote hoeveelheid van een van de monomeren aan toevoegt, namelijk glycol, wordt het evenwicht verstoord en het polymeer afgebroken. Het resultaat van deze depolymerisatie is een vloeistof met een zo lage viscositeit, dat deze goed is te zuiveren. Op deze manier halen we onder meer de kleur eruit. De grondstoffen (monomeren) worden gereinigd en weer in een polymerisatieproces ingezet, om zuiver PET te produceren. De overtollige glycol wordt teruggewonnen en kan opnieuw worden gebruikt.’

De stof PET is een polyester. De polymeerketens zijn opgebouwd uit de monomeren glycol en benzeen-1,4-dicarbonzuur. De vorming van PET verloopt via een evenwichtsreactie.

1 Geef de structuurformules van glycol en benzeen-1,4-dicarbonzuur.
2 Geef het evenwicht in woorden weer.

Als je aan PET-afval een grote hoeveelheid glycol toevoegt, vindt volgens Marco Brons verstoring van het evenwicht plaats met als gevolg depolymerisatie van de polyester.

3 Geef je commentaar over deze uitleg van Marco Brons aan de hand van het beschreven evenwicht.

In het proces worden de grondstoffen gereinigd en in een polymerisatieproces weer omgezet in zuiver PET.

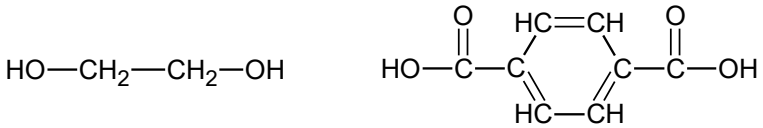
4 Teken de repeterende eenheid van PET.

Het gehele proces kan in een blokschema weergegeven worden.

5 Geef het blokschema van het nieuwe proces van PET-recycling weer.

Cumapol bouwt pilotplant voor chemische PET-recycling I

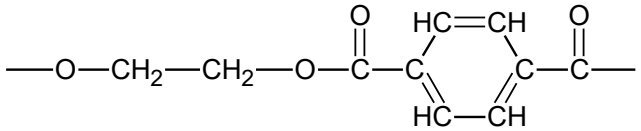
1



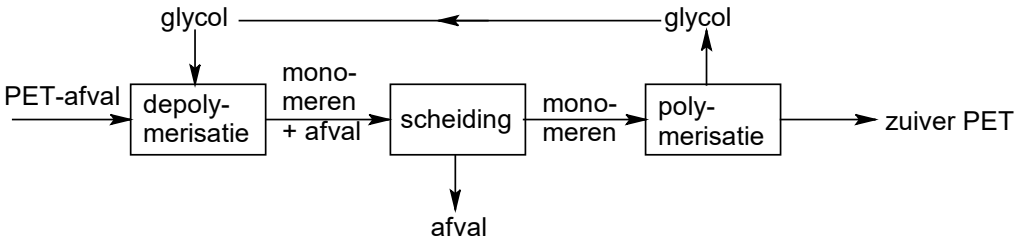
2 glycol + benzeendicarbonzuur ⇆ PET + water

3 Je voegt glycol toe. Je zou dan verwachten dat het evenwicht naar rechts zou verschuiven.

4



5



Opmerking

Bij het lezen van het artikel wekte de richting van de evenwichtsverschuiving vraagtekens op. Reden om verder in de materie te duiken en uit te zoeken hoe PET in werkelijkheid geproduceerd wordt. Dit is uitgewerkt in versie II.

CUMAPOL BOUWT PILOTPLANT VOOR CHEMISCHE PET-RECYCLING II

Klas	5 v
Subdomein	Processen en reacties
Vaardigheid	Informatie
Specificaties	Polycondensatie
Trefwoorden	PET, recycling, glycol, monomeer, evenwicht, BHET, scheidingsmethoden
Vaardigheidsvraag	Informatiebegripsvraag

Chemie Magazine, juli/augustus 2018

CUMAPOL BOUWT PILOTPLANT VOOR CHEMISCHE PET-RECYCLING

Cumapol heeft een manier ontdekt om PET-afval door middel van een chemisch proces te ontdoen van kleur en andere onzuiverheden, om vervolgens hoogwaardige PETkorrels over te houden. In een proeffabriek, die begin volgend jaar moet draaien, wil Cumapol kennis en ervaring opdoen met het proces. Later volgt een productielijn voor de verwerking van 25 kiloton per jaar.

Marco Brons, technisch directeur van Cumapol, legt uit hoe het werkt: ‘De productie van polyester is een evenwichtsreactie. Als je er een grote hoeveelheid van een van de monomeren aan toevoegt, namelijk glycol, wordt het evenwicht verstoord en het polymeer afgebroken. Het resultaat van deze depolymerisatie is een vloeistof met een zo lage viscositeit, dat deze goed is te zuiveren. Op deze manier halen we onder meer de kleur eruit. De grondstof (monomeren) wordt gereinigd en weer in een polymerisatieproces ingezet, om zuiver PET te produceren. De overtollige glycol wordt teruggewonnen en kan opnieuw worden gebruikt.’

De stof PET is een polyester. De polymeerketens zijn opgebouwd uit de monomeren glycol en benzeen-1,4-dicarbonzuur. De vorming van PET verloopt via een evenwichtsreactie.

1 Geef de structuurformules van glycol en benzeen-1,4-dicarbonzuur.

Als je aan PET-afval een grote hoeveelheid glycol toevoegt, vindt volgens Marco Brons verstoring van het evenwicht plaats met als gevolg depolymerisatie van de polyester. In onderstaande bron wordt het depolymerisatieproces beschreven.

PET is commonly synthesized either by reacting terephthalic acid (TPA) and EG, or dimethylterephthalate (DMT) and EG. Both polymerization schemes first form the monomer, bis(hydroxyethyl)terephthalate (BHET). After adding stabilizer and additives, the prepolymer is polymerized through polycondensation by releasing EG: n BHET $\leftrightarrows$ PET_n + (n–1) EG.

PET can be depolymerised into the monomer, bis(hydroxyethyl)terephthalate (BHET), via glycolysis reaction in excess ethylene glycol (EG) (figure 1).

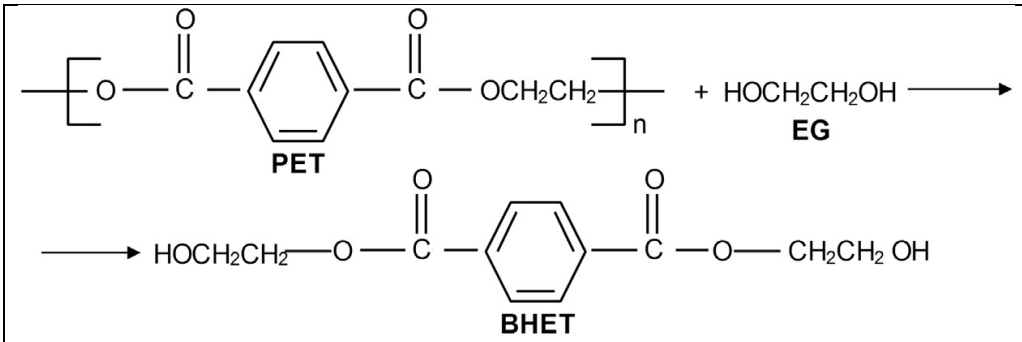


Figure 1 Glycolysis of PET

Bron: Egyptian Journal of Petroleum (2016) 25, 53–64

2 Geef het evenwicht in woorden weer.
3 Leg uit hoe verhoging van de glycolconcentratie het door Marco Brons beschreven evenwicht verstoort.

De grondstof BHET wordt gereinigd en weer in een polymerisatieproces omgezet in zuiver PET.

4 Leg uit dat het evenwicht weergegeven kan worden als: n BHET ⇆ PET_n + (n–1) EG..

Het gehele proces kan in een blokschema weergegeven worden (zie onderstaande bron). Oligomeren zijn moleculen met 2 tot 4 repeterende eenheden terwijl PET 130 tot 150 repeterende eenheden heeft.

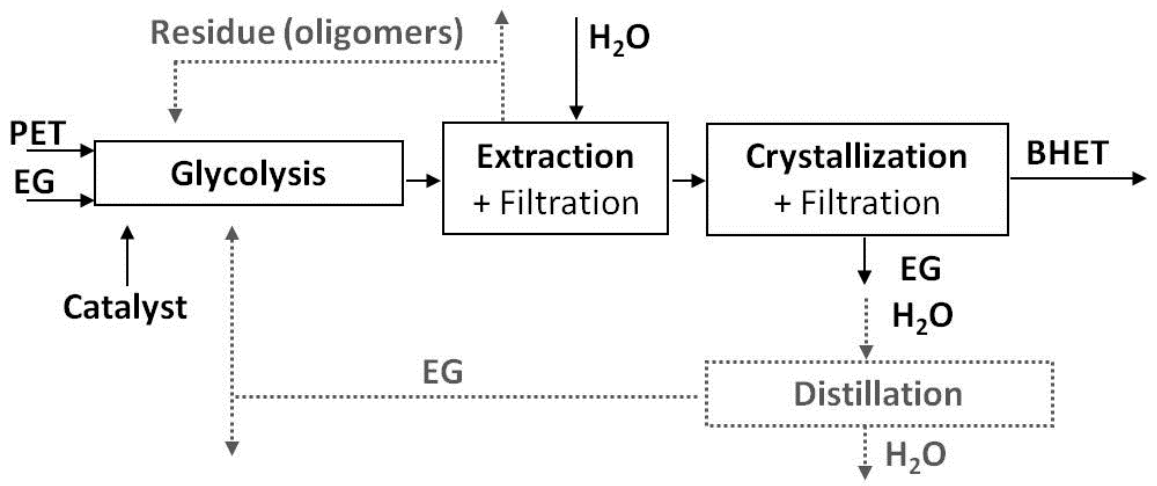


Figure 2 Scheme of the global recycling process

Bron: studies on process optimization for catalytic glycolysis of post-consumer pet wastes (7th International Symposium on Feedstock Recycling of Polymeric Materials (7th ISFR 2013) New Delhi, India, 23-26 October 2013)

Er worden na de depolymerisatie van het PET-afval verschillende scheidingsmethoden toegepast.

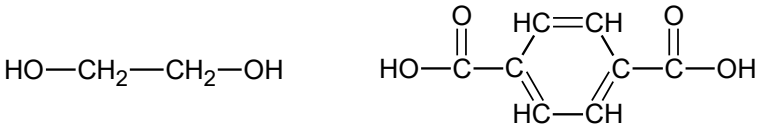
5 Beschrijf welke scheidingsmethoden achtereenvolgens plaatsvinden en geef steeds aan wat er van elkaar gescheiden wordt.
6 Geef ook aan op welk principe elk van de scheidingsmethoden is gebaseerd.

Bij de glycolyse wordt ook gebruik gemaakt van een katalysator.

7 Waarom zal een katalysator gebruikt worden?

Cumapol bouwt pilotplant voor chemische PET-recycling II

1



2 PET + glycol ⇆ BHET

3 Je voegt glycol toe. Hierbij verhoog je dus de concentratie glycol links van de evenwichtspijl, dus het evenwicht zal daardoor naar rechts verschuiven.

4 BHET heeft één benzeenring en twee glycol-eenheden. PET heeft in de repeterende eenheid slechts één glycoleenheid (en één benzeenring). Dus bij n BHET-moleculen wordt één PET-molecuul gevormd en komen er (n-1) moleculen glycol vrij want aan het begin of uiteinde van een PET-molecuul zit altijd nog één glycoleenheid.

5 Als eerste vindt extractie plaats waarbij BHET oplost en de oligomeren niet. Door filtratie worden de fracties van elkaar gescheiden. Als tweede vindt kristallisatie van BHET plaats waardoor na filtratie de BHET-fractie gescheiden wordt van de oplossing van glycol in water. Als derde vindt door destillatie de scheiding van glycol en water plaats.

6 Extractie maakt gebruik van verschil in oplosbaarheid, filtratie van het verschil in vast/vloeibaar. Kristallisatie betekent dat er een vaste stof ontstaat, dus je maakt gebruik van verschil in oplosbaarheid, want glycol blijft in oplossing. Als laatste pas je destillatie toe waarbij je gebruik maakt van het verschil in kookpunt tussen glycol en water.

7 Een katalysator zorgt ervoor dat ook onder mildere omstandigheden de reactie voldoende snel verloopt.

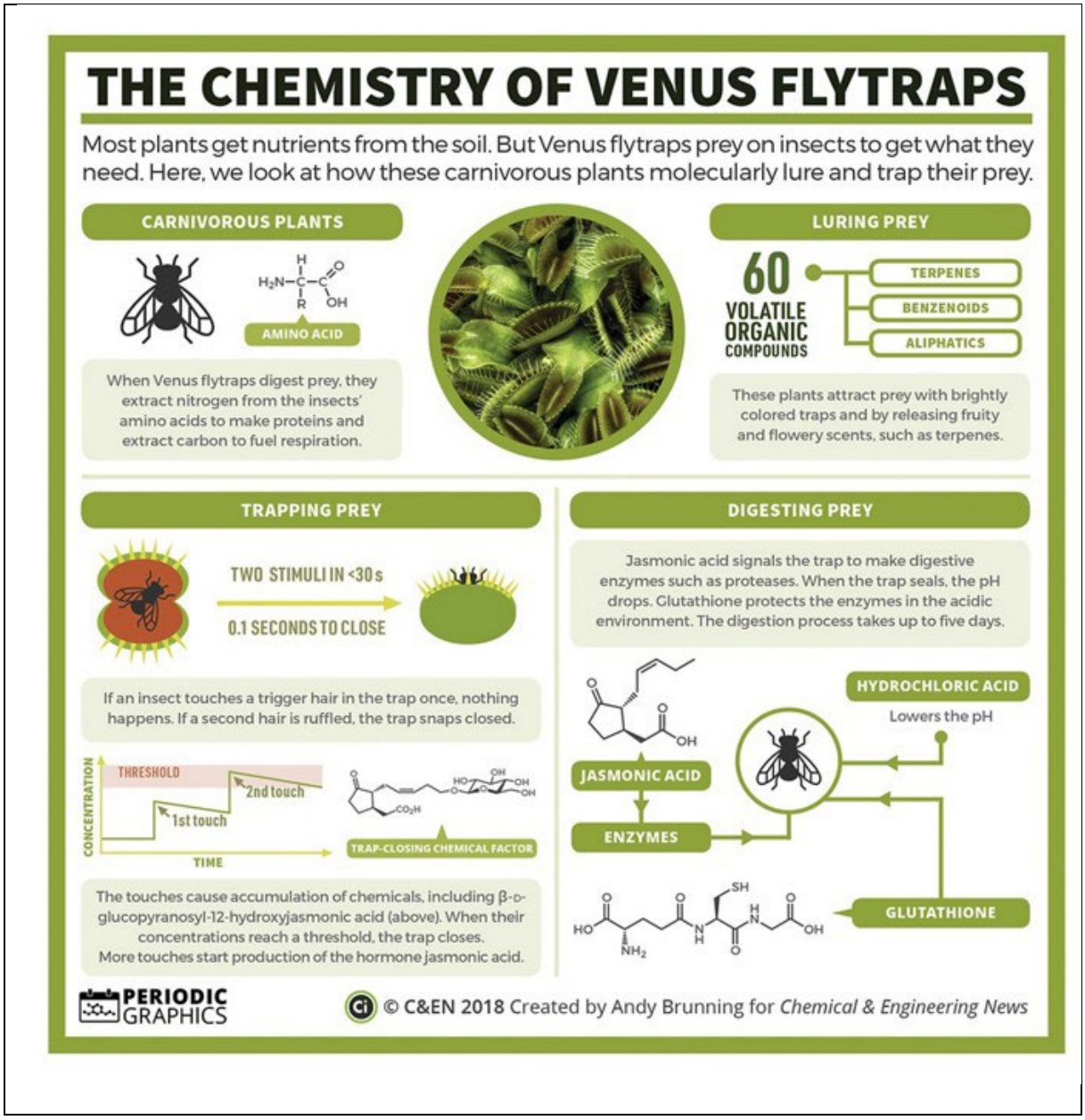
Opmerking

Bij het lezen van het artikel wekte de richting van de evenwichtsverschuiving vraagtekens op. Zie versie I van deze opgave. Reden om verder in de materie te duiken en uit te zoeken hoe PET in werkelijkheid geproduceerd wordt. Dit is uitgewerkt in deze versie II.

THE CHEMISTRY OF VENUS FLYTRAPS

Klas	6 v
Subdomein	Deeltjesmodellen, Chemie van het leven
Vaardigheid	Informatie
Specificaties	Structuurformule
Trefwoorden	Terpenen, vleesetende plant, cis-trans isomerie, enzymen, eiwitten
Vaardigheidsvraag	Informatiebegripsvraag

www.chemcompounds.com ,18 oktober 2018



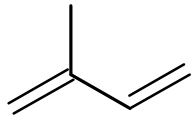
Planten groeien normaal gesproken door de fotosynthese met CO_2 en H_2O. Verder nemen ze elementen op uit de bodem, zoals K, P en N. Vleesetende planten halen hun benodigde elementen uit insecten.

1 Leg uit welke elementen vleesetende planten (Venus flytraps) uit insecten halen en waarvoor ze deze elementen gebruiken.

Onder het kopje ‘Luring prey’ (*Nederlands: lokken prooi*) is aangegeven wat voor type stoffen ze gebruiken om de prooi aan te trekken.

2 Welke zintuigen van de prooi gebruiken de vleesetende planten om de insecten aan te trekken?

Voor het maken van geuren gebruiken vleesetende planten onder andere terpenen. Dit is een klasse koolstofverbindingen die afgeleid zijn van isopreen. De structuurformule van een isopreenmolecuul is afgebeeld in figuur 1.



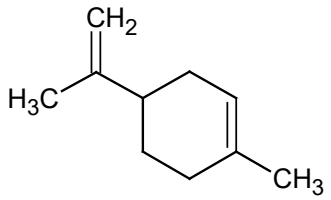
Figuur 1 Structuurformule isopreenmolecuul

3 Geef de molecuulformule van isopreen.
4 Geef de systematische naam van isopreen.

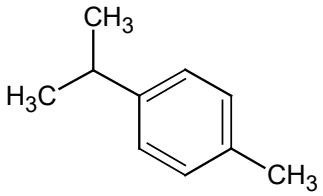
Massa-spectrometrie is toegepast om te onderzoeken welke terpenen worden afgescheiden door deze vleesetende planten. Over de planten werden glazen bollen geplaatst om de afgescheiden geurstoffen op te vangen. Dit gebeurde bij potten met alleen potgrond, bij potten met planten die in de afgelopen dagen gevoed waren met behulp van insectenpoeder en bij potten met ‘hongerige’ plantjes.

5 Leg uit waarom de lucht boven potten met alleen potgrond ook werden onderzocht.
6 Beredeneer waar je de meeste terpenen verwacht: bij de gevoede of hongerige planten.

Terpenen hebben in het algemeen een sterke geur, waar de insecten op af komen. Voorbeelden van terpenen die de Venus flytrap produceert zijn limoneen en p-cymeen. Limoneen ruikt naar citrusvruchten en p-cymeen ruikt naar komijnzaad en tijm. De structuurformules staan afgebeeld in figuur 2.



limoneen



p-cymeen

Figuur 2

7 De systematische naam van limoneen is 1-methyl-4-prop-1-en-2-ylcyclohexeen. Verklaar deze naam.
8 Geef de systematische naam van p-cymeen.
9 Geef de molecuulformules van limoneen en p-cymeen.
10 Leg uit hoeveel moleculen isopreen nodig zijn om elk van deze twee terpenen te produceren.
11 Neem de structuurformule van limoneen over en geef met cirkels de oorspronkelijke isopreenmoleculen aan.

In de natuur komen vaak maar één of twee van de mogelijke cis-trans isomeren voor.

12 Leg uit of bij limoneen en p-cymeen cis-trans isomerie een rol speelt.

Er is een massaspectrum gemaakt van de lucht boven de hongerige plantjes.

13 Beredeneer de grootste m/z waarde die je verwacht voor limoneen.

In het massaspectrum is een hoge piek bij m/z= 119 te zien.

14 Leg uit of je deze piek kunt verklaren met p-cymeen.

In de poster kun je lezen dat ook benzenoïden en alifaten afgestaan worden door de vleesetende plantjes. Voorbeelden van stoffen uit deze klassen zijn: decanal, aceton, benzenol, benzaldehyde, acetofenon, methylacetaat en 1-octanol.

15 Teken de structuurformules van decanal, aceton, methylacetaat en benzenol.

Het vangen van de prooi verloopt in stappen. Als maar één haartje van het plantje wordt aangeraakt, gebeurt er niets. Als binnen 30 seconden een tweede haartje wordt geraakt, sluiten de bladeren zich bliksemsnel om de prooi heen. Er ontstaan dan onder andere jasmonzuur en proteasen.

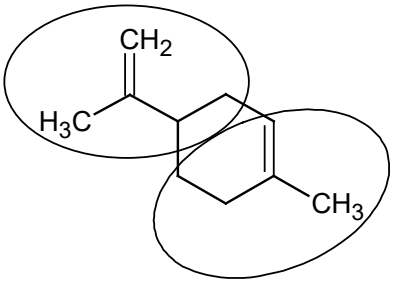
16 Leg de functie van jasmonzuur uit.
17 Leg de functie van de proteasen uit.

Hoe harder de prooi worstelt, des te meer proteasen ontstaan er. Een goede raad: als je gevangen wordt door een vleesetende plant, beweeg niet gedurende 24 uur. Dan gaan de bladeren vanzelf weer open.

18 Leg uit waarom dit een goede, (maar onuitvoerbare) raad is.

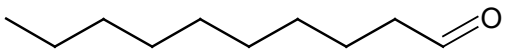
The chemistry of Venus flytraps

1 Stikstof voor de opbouw van eiwitten. Koolstof voor de stofwisseling, energie.
2 De reuk en het zicht.
3 C_5H_8
4 2-methylbuta-1,3-dieen
5 Als blanco. De potgrond scheidt misschien ook wel terpenen af.
6 De planten doen er vijf dagen over om de insecten te verteren. De gevoede planten zullen dus geen honger hebben en minder terpenen afscheiden dan de hongerige planten.
7 De stam is cyclohexeen. Op plaats 1 zit een methylgroep. Op plaats 4 bevindt zich een propeenmolecuul dat met het tweede C-atoom vast zit aan de ring. De dubbele binding bevindt zich tussen het eerste en tweede C-atoom van het propenyldeel. De -1- is NIET strikt noodzakelijk.
8 1-methyl-4-(1-methylethyl)benzeen.
9 Limoneen: $C_{10}H_{16}$ en p-cymeen: $C_{10}H_{14}$
10 Voor beide moleculen heb je twee moleculen isopreen nodig om het molecuul te maken.
11

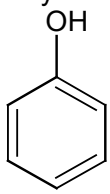


12 Nee, bij limoneen is bij de ene dubbele binding een CH_2-groep aanwezig. Dit geeft geen cis-trans isomerie. De andere dubbele binding zit vast aan de cyclohexeenring. Daar is dan ook geen cis-trans isomerie mogelijk.
Bij p-cymeen is een benzeenring aanwezig. Deze geeft ook geen cis-trans isomerie.
13 De molecuulmassa van limoneen is 136 u. De grootste waarde voor de m/z piek zal dus 136 zijn.
14 De molecuulmassa van p-cymeen is 134 u. 134 – 119 = 15 u. Dat kan met het afsplitsen van de CH_3-groep.
15

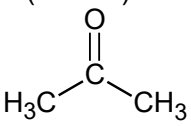
decanal:



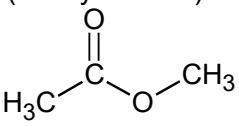
benzenol of fenol (hydroxybenzeen):



propanon (aceton):



methylethanoaat (methylacetaat):



16 Jasmonzuur is een signaalhormoon, dat de aanmaak van protease stimuleert.
17 De proteasen zijn enzymen (bio-katalysatoren) die het verteringsproces versnellen.
18 De plant reageert op bewegingen blijkt uit de tekst. Dus niet bewegen betekent dat het jasmonzuur en de proteasen niet worden aangemaakt. De plant blijft hongerig en opent zijn bladen weer.

Opmerking

In een nieuwsbrief van Compound Interest stond in oktober 2018 bovenstaand overzicht over vleesetende planten: aanmelden nieuwsbrief https://www.compoundchem.com/about/ .
Tip kijk eens op de site, zeer de moeite waard: posters m.b.t. context gerichte chemie!

TANKEN WE BINNENKORT GERECYCLED PLASTIC?

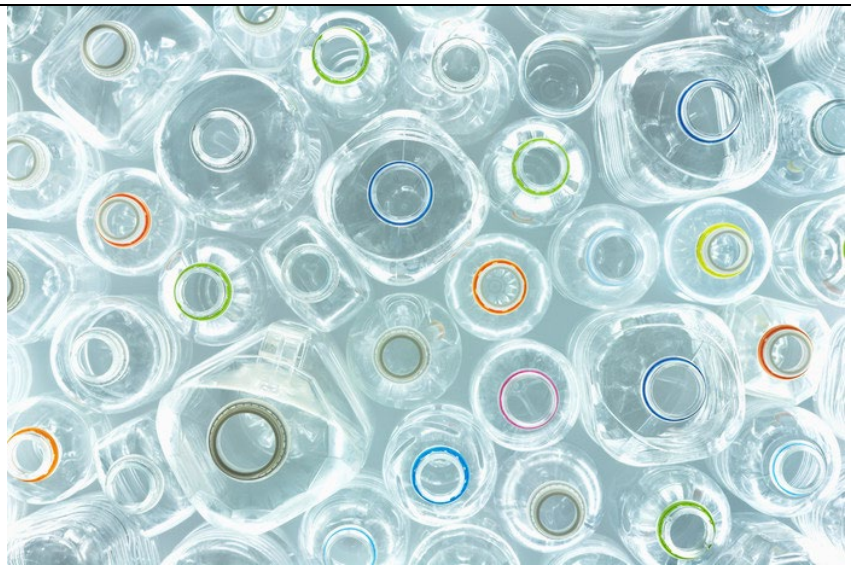
Versie 1

Klas	3 hv
Subdomein	Processen en reacties
Vaardigheid	Informatie
Specificaties	Reactievergelijkingen
Trefwoorden	Waterstof, CO_2, broeikasgas
Vaardigheidsvraag	Informatieverwerkingsvraag

Versie 2

Klas	5,6, v (5h)
Subdomein	Processen en reacties
Vaardigheid	Informatie
Specificaties	Hydrolyse polymeer, Redoxreactie
Trefwoorden	Halfreacties, bron waterstof, deuterium
Vaardigheidsvraag	Informatieverwerkingsvraag

www.ad.nl, 4 september 2018



Tanken we binnenkort gerecycled plastic?

Tanken we binnenkort plastic in plaats van benzine? Als het aan enkele Britse onderzoekers ligt wel. Zij ontwikkelden een chemisch proces dat plastic kan omzetten in waterstofgas. En daar kun je tegenwoordig auto's op laten rijden.

Arne Adriaenssens

Afval recycleren en tegelijkertijd brandstof opwekken: het lijkt te mooi om waar te zijn. Toch zetten de onderzoekers van de Britse Swansea University grote stappen in die richting. Ze ontwikkelden een procedé om weggegooid plastic om te zetten in waterstofgas. Ze mengen het plastic met een lichtabsorberend element en een chemisch product. Die cocktail stellen ze vervolgens bloot aan UV-licht. Hierdoor ontstaat een chemische reactie waardoor het gas vrijkomt.

Toch zal het nog enkele jaren duren voor we allemaal op waterstof rondrijden.

Versie 1
Recycling (Nederland) of recyclage (Vlaanderen) is het opnieuw gebruiken van materialen. In het artikel is sprake van gerecycled plastic.

1 Leg uit waarom het belangrijk is dat plastics gerecycled worden.

De auteur van het artikel schrijft: “Tanken we binnenkort plastic in plaats van benzine?”

2 Waarom is het belangrijk dat er op deze manier een andere brandstof wordt geproduceerd dan benzine?

De onderzoekers van de Britse Swansea University hebben een werkwijze (procedé) ontwikkeld om weggegooid plastic om te zetten in waterstofgas.

3 Leg met behulp van een gegeven in het artikel uit of dit proces endotherm of exotherm is.

De onderzoekers hebben onder andere de plastics polymelkzuur (afkorting PLA) en polyethyleentereftalaat (afkorting PET, gebruikt voor frisdrankflessen) onderzocht.
Populair gezegd: de moleculen van een plastic kun je je voorstellen als een lange ketting van paperclips. Onder speciale omstandigheden kun je de paperclips weer van elkaar halen. In het artikel staat dat de onderzoekers daarbij een chemisch product hebben gebruikt.

PLA
Voor PLA gebruikt men de algemene formule $(C_3H_4O_2)_n$. De n geeft aan dat het molecuul $C_3H_4O_2$ heel vaak voorkomt. $C_3H_4O_2$ is dus eigenlijk de molecuulformule van één paperclip van PLA.
Als men PLA met het chemische product behandelt ontstaat $C_3H_6O_3$.

De onvolledige reactievergelijking is $(C_3H_4O_2)_n$ + ……. $H_2O \rightarrow$ ….. $C_3H_6O_3$.

4 Neem de onvolledige reactievergelijking over en maak deze kloppend.

Op dit moment zijn de onderzoekers in staat om in een tweede stap $C_3H_6O_3$ om te zetten in $C_3H_4O_3$ en H_2.
Maar als het proces optimaal verloopt, wordt de stof $C_3H_6O_3$ in de tweede stap met water omgezet in waterstof en koolstofdioxide.

5 Noteer de reactievergelijking voor de omzetting van $C_3H_6O_3$ met water in waterstof en koolstofdioxide.

PET
Voor de omzetting van de plastic PET, algemene formule $(C_{10}H_8O_4)_n$, is de reactievergelijking voor de eerste stap:

$(C_{10}H_8O_4)n + 2\ n\ H_2O \rightarrow n\ C_8H_6O_4 + n\ C_2H_6O_2$

Alleen het product met de molecuulformule $C_2H_6O_2$ kan reageren in een tweede stap:

$C_2H_6O_2 + 2\ H_2O \rightarrow 5\ H_2 + 2\ CO_2$

In het artikel staat: “Zij ontwikkelden een chemisch proces dat plastic kan omzetten in waterstofgas.”

6 Leg aan de hand van de reactievergelijkingen van de tweede stap in het proces van PLA en PET uit of de waterstof die ontstaat alleen van de plastic afkomstig is.
7 Welk nadeel kleeft er aan de tweede stap van beide processen naast het positieve van de productie van waterstof?

Brandstof
Auto's kun je laten rijden op de geproduceerde waterstof, zegt het artikel.

8 Leg uit dat het proces waarbij waterstof als autobrandstof wordt gebruikt een exotherm proces moet zijn.
9 Geef de vergelijking van de reactie die optreedt in een automotor als je waterstof als brandstof gebruikt.

De laatste zin uit het artikel zegt: "Toch zal het nog enkele jaren duren voor we allemaal op waterstof rondrijden."

10 Noem twee argumenten die deze laatste zin onderbouwen.

Versie 2
Recycling (Nederland) of recyclage (Vlaanderen) is het opnieuw gebruiken van materialen. In het artikel is sprake van gerecycled plastic.

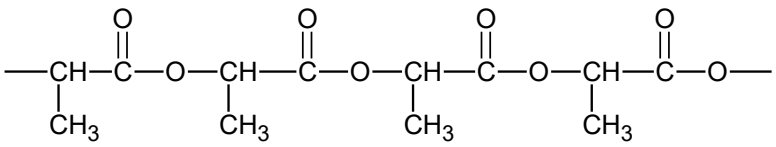
1 Leg uit waarom het belangrijk is dat plastics gerecycled worden.

De auteur van het artikel schrijft: "Tanken we binnenkort plastic in plaats van benzine?"

2 Waarom is het belangrijk dat er op deze manier een andere brandstof wordt geproduceerd in plaats van benzine?

De onderzoekers hebben onder andere de plastics polymelkzuur (afkorting PLA) en polyethyleentereftalaat (afkorting PET, gebruikt voor frisdrankflessen) onderzocht en ook polyurethaan (PUR, isolatiemateriaal). Deze plastics lieten de onderzoekers depolymeriseren. In het artikel staat dat ze daarvoor 'een chemische product' hebben gebruikt. Dit blijkt natronloog te zijn. Vervolgens voegen ze een katalysator (het 'lichtabsorberend product') toe en bestralen met UV licht. Bij deze reactie ontstaat onder andere waterstof.

PLA
De structuurformule van een stukje van de keten van PLA staat in figuur 1.



Figuur 1 structuurformule deel van PLA keten

3 Geef de structuurformule van het monomeer van PLA.

De reactievergelijking voor de depolymerisatie (de eerste stap) in molecuulformules luidt:
$(C_3H_4O_2)_n + n\ H_2O \rightarrow n\ C_3H_6O_3$.

4 Geef de naam van het type reactie dat is opgetreden.

In de tweede stap wordt de stof $C_3H_6O_3$ met water omgezet in waterstof en koolstofdioxide:
$C_3H_6O_3 + 3\ H_2O \rightarrow 6\ H_2 + 3\ CO_2$
Deze reactie is endotherm.

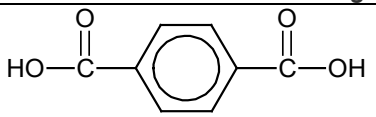
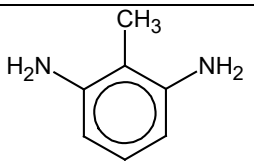
5 Teken het energiediagram voor deze reactie.

Het lichtabsorberend element dat in het artikel wordt genoemd, treedt op als katalysator.

6 Teken in het diagram uit je antwoord op vraag 5 wat er in het diagram verandert als je de katalysator gebruikt. Zorg dat het verschil goed te zien is.

PET en PUR
Ook uit PET en PUR kun je waterstof produceren, maar er is wel een essentieel verschil ten opzichte van PLA. Bij de eerste stap, de depolymerisatie, ontstaan meerdere verbindingen (tabel 1). Bij PUR ontstaat daarnaast ook nog CO_2.

Tabel 1

Polymeer	*Structuurformule verbinding 1*	*Structuurformule verbinding 2*
PET		$HO—CH_2—CH_2—OH$
PUR		$HO—CH_2—CH(OH)—CH_3$

Het blijkt dat zowel bij PET als bij PUR verbinding 1 de vervolgstap niet doorloopt en aanwezig blijft in de oplossing.

7 Leg aan de hand van de structuurformule uit wat de belemmering zou kunnen zijn voor de verdere omzetting.

Verbinding 2 van zowel PET als PUR ondergaat wel de tweede stap. Daarbij ontstaan uit ethaan-1,2-diol, gevormd uit PET, meerdere deeltjes. De structuurformules van die deeltjes zijn gegeven in tabel 2.

Tabel 2

	Structuurformules van de deeltjes ontstaan bij fotoredoxreactie van ethaan-1,2-diol
1	$H_3C—C(=O)—O^{\ominus}$
2	$H—C(=O)—O^{\ominus}$
3	$^{\ominus}O—C(=O)—CH_2—OH$
4	$H_3C—C(=O)—C(=O)—O^{\ominus}$

8 Geef de systematische/rationele naam van de verbinding met nummer 1 uit tabel 2

Bij de tweede stap verloopt een fotoredoxreactie.

9 Geef de halfreactie voor de omzetting van ethaan-1,2-diol in verbinding 2. Gebruik structuurformules voor de organische verbindingen.
10 Noteer of voor verbinding 3 of voor verbinding 4 het ontstaan uit ethaan-1,2-diol in een halfreactie weer. Gebruik structuurformules voor de organische verbindingen.

In deze fotoredoxreacties reageert water als oxidator.

11 Geef de halfreactie van water als oxidator die hier van toepassing is.

12 Leid op basis van de halfreacties de vergelijking voor de omzetting van ethaan-1,2-diol in verbinding 2 af. Gebruik structuurformules voor de organische verbindingen.

In het artikel staat: “Zij ontwikkelden een chemisch proces dat plastic kan omzetten in waterstofgas”.

13 Leg uit of je het eens bent met de uitspraak dat het plastic de leverancier is voor het waterstof dat ontstaat in dit nieuwe proces.
14 Leg uit hoe je de proef kunt aanpassen om te controleren welke stof de leverancier is voor het waterstofgas in dit proces.

Diverse media hebben het onderzoek aan de Swansea University gemeld. Enkele voorbeelden zijn:
A Zonlicht zet plastic afval om naar brandstof waterstof
B Wetenschappers zetten plastic afval om in waterstof
C Britse onderzoeker haalt waterstof uit afvalplastic.

15 Geef commentaar op deze drie titels in de voorbeelden A, B en C. Leg uit of je vindt dat ze de “lading van het artikel dekken”.

Tanken we binnenkort gerecycled plastic?

Versie 1

1 Waardevolle grondstoffen blijven behouden en worden gebruikt voor nieuwe producten. Recycling levert milieuwinst op.

2 In het artikel staat dat er van plastic waterstof wordt gemaakt. Benzine geeft bij verbranding in de motor uitstoot van CO_2, een broeikasgas. Bij de verbranding van waterstof ontstaat alleen water.

3 Het proces verloopt met licht. Dat betekent dat je energie toevoert, dus endotherm.

4 $(C_3H_4O_2)_n + n\ H_2O \rightarrow n\ C_3H_6O_3$

5 $C_3H_6O_3 + 3\ H_2O \rightarrow 6\ H_2 + 3\ CO_2$

6 Nee, want een deel van de waterstofatomen die terecht komen in de H_2 moleculen zijn van water afkomstig. Bij PLA gaat het om drie van de zes H_2 moleculen die afkomstig zijn van watermoleculen. Bij PET gaat het om twee van de vijf H_2 moleculen die afkomstig zijn van watermoleculen.

7 Er ontstaat ook het broeikasgas CO_2.

8 De verbranding van waterstof levert de energie waardoor de auto kan rijden.

9 $2\ H_2 + O_2 \rightarrow 2\ H_2O$

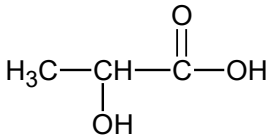
10 Er zijn nog weinig auto's ontwikkeld die op waterstof rijden. Je kunt nog niet op veel plaatsen waterstof tanken.

Versie 2

1 Waardevolle grondstoffen blijven behouden en worden gebruikt voor nieuwe producten. Recycling levert milieuwinst op.

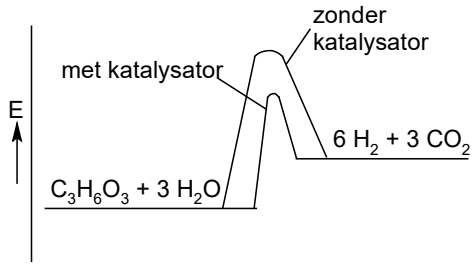
2 In het artikel staat dat er van plastic waterstof wordt gemaakt. Benzine geeft bij verbranding in de motor uitstoot van CO_2, een broeikasgas. Bij de verbranding van waterstof ontstaat alleen water.

3



4 Hydrolyse.

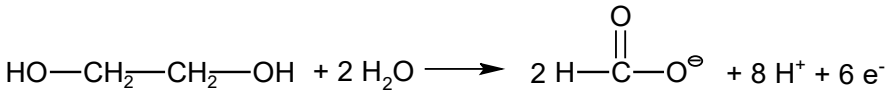
5/6



7 In de verbindingen 1 van PET en PUR is een benzeenring aanwezig. Die ontbreekt in het monomeer van PLA.

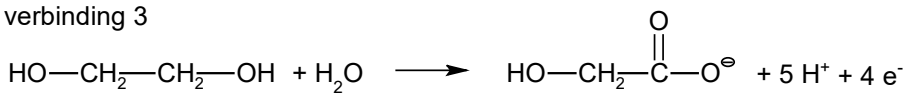
8 Ethanoaation.

9

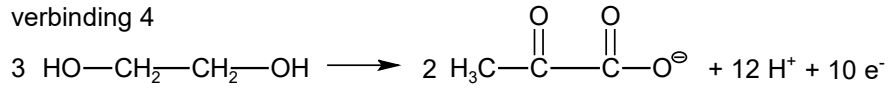


10

verbinding 3

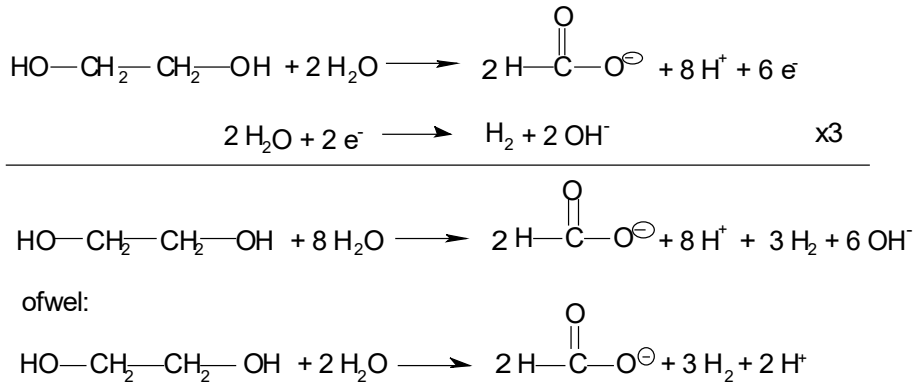


verbinding 4



11 $2\ H_2O + 2\ e^- \rightarrow H_2 + 2\ OH^-$

12



ofwel:

13 Als je bijvoorbeeld kijkt naar de omzetting van ethaan-1,2-diol naar het methanoaation dan levert één molecuul ethaan-1,2-diol één molecuul H_2, terwijl de andere twee H_2 moleculen afkomstig zijn van water. Dus eigenlijk is water de hofleverancier van waterstof.

14 Door gebruik te maken van deuterium (een isotoop van waterstof). Als je de proef uitvoert in D_2O in plaats van H_2O kun je bekijken hoeveel D_2 en/of HD er gevormd wordt naast H_2.

15 De titels wekken te veel de suggestie dat het waterstof alleen van het plastic afkomstig is, terwijl de hofleverancier voor de waterstof het water is.

Opmerking: voor 5 havo **niet** gebruiken vraag 7 t/m 12.

Artikel:
https://www.ad.nl/auto/tanken-we-binnenkort-gerecycled-plastic~aa3c8670/

Bronnen vraag 15
afvalonline.nl; no-fake.website; https://www.agro-chemie.nl/nieuws/britse-onderzoeker-haalt-waterstof-uit-afvalplastic/

WAT IS MIERENZUUR - HET GELOOSDE DRUGAFVAL?

Klas	6 v
Subdomein	Processen en reacties
Vaardigheid	Informatie
Specificaties	Organische reacties
Trefwoorden	Mierenzuur, amfetamine, drugsafval, atoomeconomie, *E*-factor, formamide, zuur-base
Vaardigheidsvraag	Informatiebegripsvraag

Gelderlander, 11 oktober 2018

Wat is mierenzuur - het geloosde drugs afval?

Het geloosde drugsafval in en om de Hatertste- en Overasseltse Vennen in Nijmegen is mierenzuur. Mierenzuur wordt gebruikt voor het maken van amfetamine, wat weer wordt gebruikt voor het maken van de drug speed.
Bij de productiemethode die het meest wordt gebruikt in Nederland, wordt de grond stof voor amfetamine, benzylmethytketon (BMK), samen met formamide en mierenzuur verwarmd.
Daarna volgen nog een aantal stoffen voordat er amfetamine ontstaat. Na de productie blijven een aantal afvalstoffen over, waaronder ook mierenzuur. Een kilo amfetamine kan zo'n zeven liter drugsafval veroorzaken.
Insecten, zoals mieren, wespen en bijen, maken het stofje aan om zichzelf te verdedigen. Maar het kan ook uit methanol, water en koolstofmonoxide bereid worden. Vaak heeft het een transparante tot geelachtige kleur. Het stinkt en heeft een beetje de geur van 'sterke urine'. Mierenzuur is een bijtende en ontvlambare stof. Dat veroorzaakt bij aanraking brandwonden. Vandaar dat de brandweer bij de schoonmaak de Nijmeegse straten had afgezet. Als een persoon of dier tóch in contact komt het zuur, dan is het advies te spoelen met veel water.

Advies aan wie met zuur in contact komt spoel met water

Het goedje is niet zomaar legaal te verkrijgen. Vaak worden er speciale tussenhandelaren ingeschakeld die het zuur voornamelijk vanuit België of Polen naar Nederland halen. Volgens de politie zijn mierenzuur en andere grondstofĺen voor synthetische drugs genoeg te krijgen.

Bronnen: Trimbos, brandweer en 'Synthetische drugs en precursoren, Criminaliteitsbeeldanalyse' van politie

Bij de productie van drugs spelen allerlei stoffen een rol. Mierenzuur is betrokken bij de productie van amfetamine, dat weer gebruikt wordt als grondstof voor de productie van speed.

1 Geef de systematische naam en structuurformule van mierenzuur.

Er komen ook allerlei stoffen als afval vrij, die (helaas) geloosd worden. In de berichtgeving over de lozing staat onder andere geschreven:

“Zuurwaarde pH1, zuurder is er niet”, meldt woordvoerster Lenneke Duindam van de Veiligheidsregio Gelderland-Zuid over wat er op het wegdek ligt.

2 Bereken de $[H_3O^+]$ bij een zuurwaarde pH1.
3 Geef commentaar op de uitspraak *“Zuurwaarde pH1, zuurder is er niet”*. Maak hierbij gebruik van Binas tabel 43A en/of 43B.

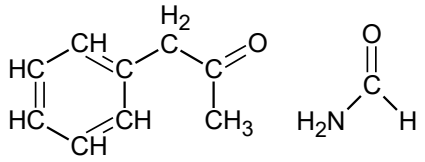
In de natuur maken insecten, zoals mieren, mierenzuur om zich te verdedigen. Synthetisch kan mierenzuur volgens het artikel gemaakt worden uit methanol, water en koolstofmono-oxide. De eerste stap is daarbij de reactie tussen koolstofmono-oxide en methanol waarbij de ester methylformiaat ontstaat.

4 Geef de vergelijking van de reactie in structuurformules weer.

In de tweede stap reageert methylformiaat met water waarbij mierenzuur en methanol ontstaan.

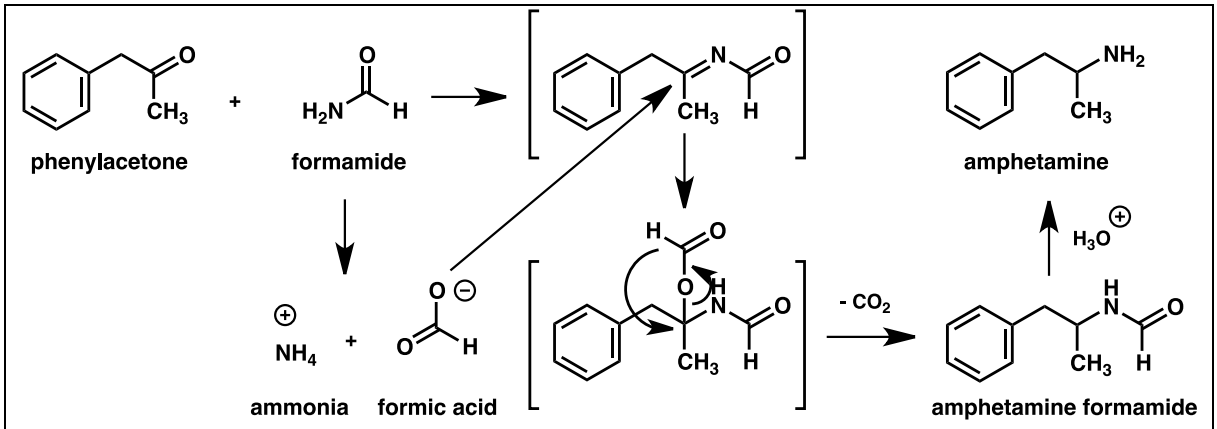
5 Geef ook deze reactie in structuurformules weer.
6 Hoe zou je de functie van methanol kunnen omschrijven? Licht je antwoord toe.

Amfetamine
De belangrijkste grondstoffen voor de productie van amfetamine zijn benzylmethylketon en formamide. De structuurformules van deze beide stoffen staan weergegeven in figuur 1.



Figuur 1 Structuurformules moleculen benzylmethylketon en formamide

7 Geef de systematische naam van fenylmethylketon.
8 Verklaar de naam formamide aan de hand van Binas tabel 66A en 66D.



Bron: https://en.wikipedia.org/wiki/Amphetamine

Bovenstaande bron geeft het reactiemechanisme voor de productie van amfetamine. Bekijk de eerste stap waarbij phenylacetone en formamide met elkaar reageren.

9 Leg uit welke stof je mist in de weergave van de eerste stap.

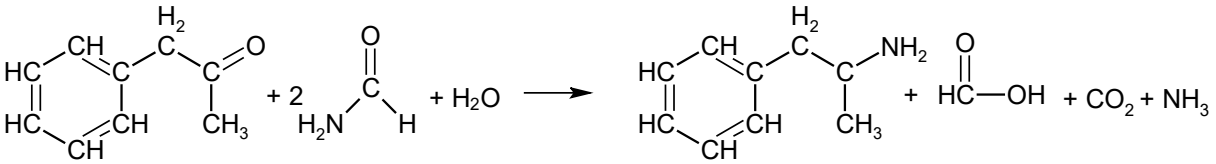
Formamide heeft nog een andere functie bij de reactie. In waterig milieu valt het uiteen in ammoniak en mierenzuur. In de bron staan echter niet de juiste formules van ammoniak en mierenzuur weergegeven.

10 Geef de reactievergelijking van de vorming van ammoniak en mierenzuur uit formamide in structuurformules weer.
11 Leg uit welk type reactie daarna optreedt tussen ammoniak en mierenzuur.

Het formiaation, $HCOO^-$, bindt aan het reactieproduct van de reactie tussen phenylacetone en formamide.

12 Geef de reactiestap van de reactie tussen phenylacetone en formamide en de daarop volgende deelstappen in structuurformules weer. Gebruik de bron uit Wikipedia.

De hoeveelheid afval is bij deze productie van amfetamine groot. Dat komt mede doordat het rendement van de totaalreactie slechts 30% is. De totaalreactie wordt weergegeven in figuur 2.

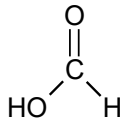


Figuur 2 totaalreactie vorming amfetamine

13 Bereken de atoomeconomie van deze totaalreactie.
14 Bereken de *E*-factor van deze totaalreactie.
15 Leg aan de hand van de atoomeconomie en de *E*-factor uit dat de hoeveelheid afval hoog is bij de productie van amfetamine.

Wat is mierenzuur, het geloosde drugafval?

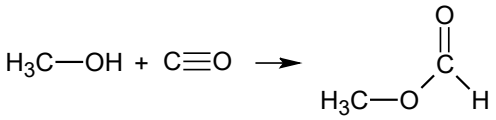
1 Methaanzuur



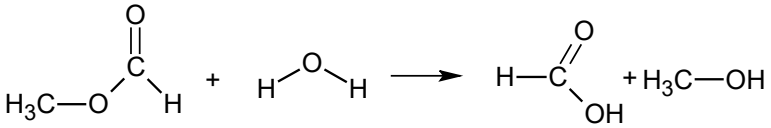
2 $[H_3O^+] = 1{,}0.10^{-1} = 0{,}10$ M.

3 Binas tabel 43B: molariteit geconcentreerd zoutzuur (36-38 massaprocent) is 12 mol L^{-1}. HCl is een sterk zuur dus $[H_3O^+] = 12$ mol L^{-1} en pH = – log 12 = –1,08. Dus het kan nog veel zuurder dan pH1.

4



5



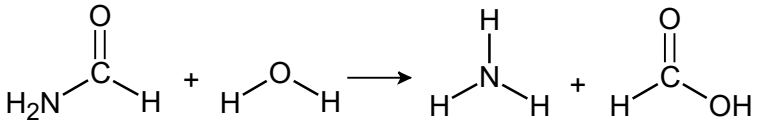
6 Methanol wordt wel gebruikt maar niet verbruikt dus je zou het kunnen beschouwen als katalysator.

7 Fenylpropanon.

8 Formamide: form is afkomstig van formiaat, dus afkomstig van mierenzuur; amide geeft $-CONH_2$ aan.

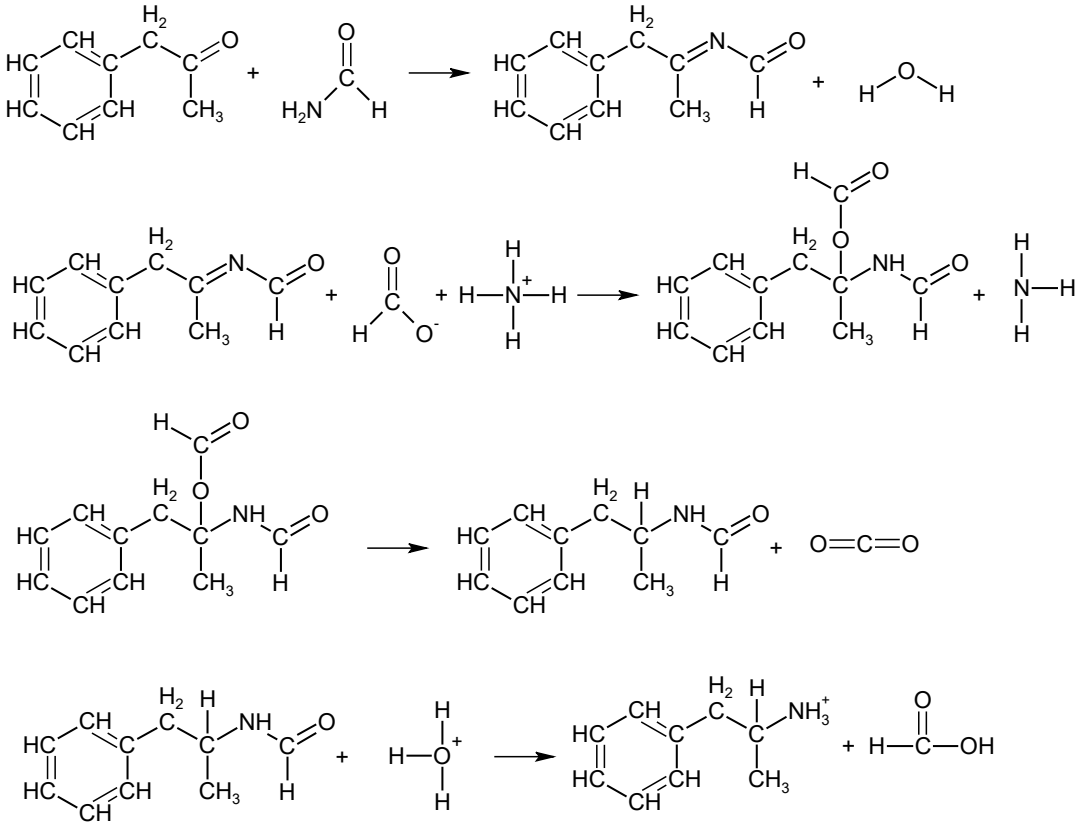
9 Je mist twee H-atomen en één O-atoom, dus H_2O, water.

10



11 Een zuurbasereactie: mierenzuur geeft een H^+ af aan ammoniak.

12



13 Atoomeconomie = $\frac{m_{\text{product}}}{m_{\text{beginstoffen}}} \times 100\% = \frac{134{,}196}{134{,}17 + 2 \times 45{,}044 + 18{,}015} \times 100\% = 55{,}39\ \%.$

Opmerking: er is hier vanwege de berekening bewust in de reactievergelijking (figuur 2) HCOOH en NH_3laten staan en niet $HCOO^-$ en NH_4^+.

14 *E*-factor = $\frac{m_{\text{beginstoffen}} - m_{\text{werkelijke opbrengst product}}}{m_{\text{werkelijke opbrengst product}}} = \frac{242{,}273 - 0{,}30 \times 134{,}196}{0{,}30 \times 134{,}196} = 5{,}02.$

15 De atoomeconomie geeft aan dat slechts iets meer dan de helft van de beginstoffen in het product terecht komt. De *E*-factor is vrij hoog wat ook aangeeft dat er veel afvalstoffen wordt geproduceerd.

KUNNEN SUIKERMOLECULEN DE BEDREIGDE OZONLAAG REDDEN?

Klas	5,6 v
Subdomein	Bindingen, structuren en eigenschappen
Vaardigheid	Informatie
Specificaties	Bouw stof
Trefwoorden	Gemethyleerde α-cyclodextrine, freon-11, radicaal, hydrofoob, volume holte
Vaardigheidsvraag	Informatieverwerkingsvraag

www.scientias.nl, 7 september 2018

Kunnen suikermoleculen de opnieuw bedreigde ozonlaag misschien redden?

Wetenschap komt met nieuwe manier om de ozonlaag tegen nare cfk te beschermen.

Vivian Lammerse

Onderzoekers van de Universiteit Mainz (Duitsland) zijn erin geslaagd om de gevaarlijke stof trichloorfluormethaan – ook wel bekend als freon 11 – onschadelijk te maken. Een grote doorbraak, aangezien deze stof een groot vernietigend effect heeft op de kwetsbare ozonlaag.

Toename
Nog niet zo lang geleden verscheen er een artikel op Scientias.nl over de toename van de uitstoot trichloorfluormethaan. Onderzoekers dachten dat dit waarschijnlijk te herleiden was naar het oosten van Azië. Maar de exacte locatie en bron bleef nog in nevelen gehuld. Uiteindelijk bleek dat de uitstoot inderdaad toe te schrijven was aan een uitgebreide illegale productie en gebruik van de ozonvernietiger in Chinese polyurethaanschuimfabrieken.

Freon 11
Freon 11 is een chloorfluorkoolwaterstof (CFK). Ooit werd deze stof op grote schaal geproduceerd. Zo werd het voorheen vaak gebruikt als koelmiddel in koelkasten of als schuimmiddel voor polyurethaanschuimen. Maar freon 11 is totaal geen lieverdje. Zo is deze stof 4750 keer krachtiger dan koolstofdioxide als broeikasgas en is het één van de chemicaliën die het sterkst verantwoordelijk is voor het enorme gat in de ozonlaag.

Verboden
Daarom maakte het Montreal Protocol korte metten met freon 11. Zo werd de productie en de handel van deze CFC eind jaren tachtig verboden. Helaas komt de stof nog steeds vrij wanneer koelkasten worden gerecycled en wordt het zelfs verhandeld op de zwarte markt. “Als we kunnen leren om veilig om te gaan met deze milieuschadelijke stof, dan zou dit niet alleen van groot wetenschappelijk belang zijn, maar ook vooral een kwestie van een wereldwijd voordeel,” benadrukt auteur Siegfried Waldvogel.

Onschadelijk
En nu is het wetenschappers dus gelukt om de stof onschadelijk te maken. In het paper beschrijven de onderzoekers een methode om freon 11 op een effectieve en selectieve manier te binden in zowel de lucht, als in de vloeibare fase met behulp van gemodificeerde cyclische suikermoleculen. Dit zou voorkomen dat de ozonvernietiger in de atmosfeer terechtkomt. Het onschadelijk maken van freon 11 is veilig en kan volledig plaatsvinden onder gecontroleerde omstandigheden. Het proces is reversibel en het teruggewonnen materiaal kan zelfs worden hergebruikt. Dit maakt het proces een duurzame en milieuvriendelijke methode, die gemakkelijk kan worden toegepast wanneer bijvoorbeeld oude koelkasten worden gesloopt.

Freon-11
In het artikel is sprake van chloorfluorkoolwaterstoffen. Alkanen waarvan in de moleculen enkele of alle waterstofatomen vervangen zijn door chlooratomen en fluoratomen worden chloorfluorkoolwaterstoffen genoemd, afgekort CFK's. Voorbeelden van CFK's. zijn CCl_2F_2 en $CHCl_2F$.

CFK's. worden ook freonen genoemd. Freonen worden vaak weergegeven met een code die uit twee of drie cijfers bestaat:
- het laatste van deze cijfers geeft het aantal fluoratomen in zo'n molecuul;
- het voorlaatste cijfer geeft het aantal waterstofatomen ***plus 1***;
- bij een driecijferige code geeft het eerste cijfer het aantal koolstofatomen ***minus 1***;

als het eerste cijfer 0 is, dan wordt dat in de code niet vermeld.
Het aantal chlooratomen in een CFK molecuul wordt niet in de code aangegeven, omdat je dat uit de code kunt afleiden, bijvoorbeeld door het tekenen van een structuurformule.

Bron: havo examen scheikunde 2000 tijdvak 1

1 Geef de molecuulformule van freon-11. Maak hiervoor gebruik van de informatie uit de hierboven staande bron: *havo examen scheikunde 2000 tijdvak 1*.

In het artikel wordt als rationele naam van freon-11 trichloorfluormethaan genoemd.

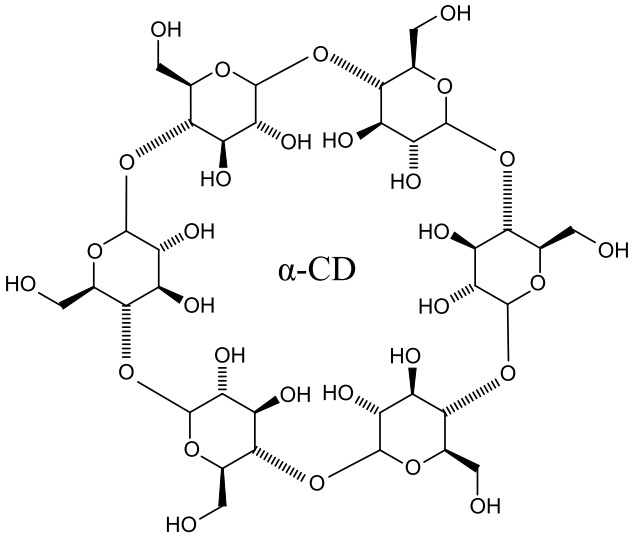
2 Is dit de juiste rationele naam? Licht je antwoord toe.

3 Waarom wil men freon-11 verwijderen uit de atmosfeer?

Ozonvernietiger
CFK's zijn zeer schadelijk voor de ozonlaag
Een bepaalde reactieweg voor de omzetting van ozon in zuurstof ($2\ O_3 \rightarrow 3\ O_2$) in het bovenste deel van de atmosfeer, wordt gekatalyseerd door freonen. Als bijvoorbeeld CCl_2F_2 migreert naar de bovenste laag van de atmosfeer, wordt bij de fotolyse van CCl_2F_2 onder invloed van ultraviolet licht een aantal chloorradicalen gevormd volgens de reactie:
$CCl_2F_2 \rightarrow CF_2Cl + Cl\bullet$
De eerste (langzame) stap van het chloorgekatalyseerde mechanisme, wordt als volgt voorgesteld: $Cl\bullet + O_3 \rightarrow ClO + O_2$

4 Leg uit dat ClO een radicaal is. Gebruik in je uitleg de elektronenstructuurformule van ClO.
5 Stel dat het reactiemechanisme uit twee stappen bestaat, geef dan de tweede stap in dit mechanisme.

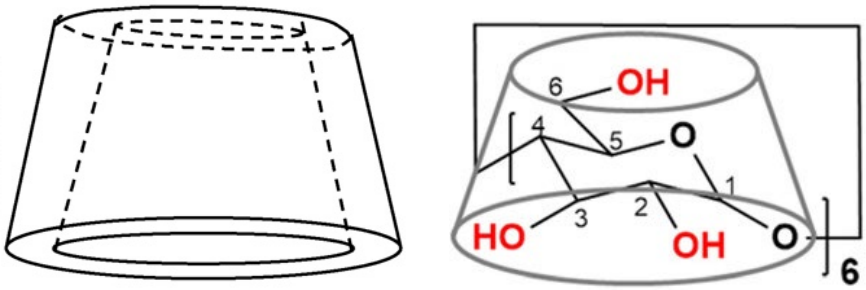
α-Cyclodextrine
Freon-11 lijkt onschadelijk gemaakt te kunnen worden. Het gemodificeerde cyclische suikermolecuul waarmee de Duitse onderzoekers uit Mainz hebben gewerkt is gebaseerd op cyclodextrine.
Cyclodextrines zijn organische verbindingen die horen tot de cyclische oligosachariden. De moleculen van deze stoffen bestaan uit vijf of meer suikereenheden die in een ringvorm met elkaar verbonden zijn. De kleinste cyclodextrine is α-cyclodextrine: een ring van zes dezelfde eenheden (figuur 1).



Figuur 1 α-cyclodextrine (α-CD), een cyclisch suikermolecuul

6 Geef de naam van de eenheid waaruit α-cyclodextrine is opgebouwd.
7 Geef de naam van de karakteristieke groep die de binding vormt tussen de eenheden.

Een α-cyclodextrine molecuul vormt een soort kokertje met een hydrofobe binnenkant en hydrofiele buitenkant (zie figuur 2).

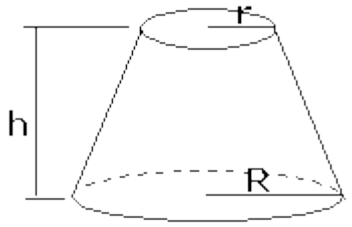


Figuur 2, Ruimtelijke structuur α-cyclodextrine

Het α-cyclodextrine molecuul kan fungeren als gastheer: in de holte kunnen ‘gastmoleculen’ worden opgenomen.

8 Leg op microniveau uit dat een molecuul freon-11 in de holte kan worden opgenomen.

Grootte van de holte
De holte van een cyclodextrinemolecuul heeft de vorm van een afgeknotte kegel (figuur3).



Figuur 3 Afgeknotte kegel

Voor de inhoud van een afgeknotte kegel geldt de volgende formule:
$I = 1/3 \cdot \pi \cdot h \cdot (R^2 + rR + r^2)$

Voor een α-cyclodextrinemolecuul geldt:

- binnen**diameter** bovenkant holte: 0,47 nm (2r)
- binnen**diameter** onderkant holte: 0,58 nm (2R)
- hoogte: 0,80 nm (h).

9 Toon aan dat de inhoud van de holte van een α-cyclodextrine molecuul 0,174 nm^3 is.

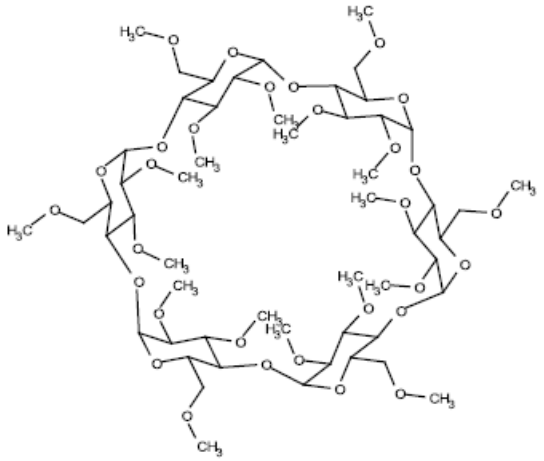
Volume freon-11 molecuul
Voor freon-11 geldt: molaire massa = 137,37 g/mol en de dichtheid = 1,49 g/cm³.

10 Bereken het volume van 1 mol freon-11.

1 mol stof bevat $6{,}02.10^{23}$ moleculen.

11 Bereken het volume van één molecuul freon-11.
12 Leg uit of één freon-11 molecuul in de holte van een α-cyclodextrine molecuul past.

Gemodificeerde suikermolecuul
De onderzoekers uit Mainz hebben een volledig gemethyleerd α-cyclodextrine molecuul gemaakt (figuur 4).



Figuur 4 volledig gemethyleerd α-cyclodextrine molecuul

13 Leg uit welke verbinding men hiervoor naast α-cyclodextrine gebruikt zal hebben.

Het gemethyleerde α-cyclodextrine molecuul kan in de holte één freon-11 molecuul bevatten. De holte van het gemethyleerde α-cyclodextrine molecuul is niet hydrofober dan het niet-gemethyleerde cyclodextrine.

14 Leg uit waardoor het gemethyleerde α-cyclodextrine molecuul toch nog beter dan het niet-gemethyleerde α-cyclodextrine molecuul een freon-11 molecuul kan bevatten.

Opname freon-11
Toen de onderzoekers vast gemethyleerd α-cyclodextrine mengden met vloeibaar freon-11 ontstond een vaste stof. Het bleek dat de verhouding in de vaste stof was: per gemethyleerd α-cyclodextrine molecuul zijn vier freon-11 moleculen aanwezig, waarvan één opgenomen in de holte. In formule: MCD-G.3G (waarin MCD-G: gemethyleerd α-cyclodextrine met in de holte één freon-11 molecuul, en 3 G de andere freon-11 moleculen).

Je kunt de opname van freon-11 dan schrijven als een evenwicht:
$MCD(s) + 4\ G\ (l) \leftrightarrows MCD\text{-}G.3G(s)$ Reactiewarmte > 0

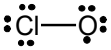
In het artikel staat: “Het proces is reversibel en het teruggewonnen materiaal kan zelfs worden hergebruikt.”.

15 Leg uit hoe men het materiaal kan terug winnen.

Selectiviteit
Om te kijken of het gemethyleerde cyclodextrine selectief werkte voor freon-11 hebben de onderzoekers een mengsel van freon-11 en dichloormethaan in de volumeverhouding 5 : 95 gemengd met het gemethyleerde cyclodextrine. Een dichloormethaanmolecuul heeft ongeveer dezelfde afmetingen als een freon-11 molecuul.

16 Leg uit welke waarneming de onderzoekers moeten hebben gedaan om te kunnen concluderen dat gemethyleerd cyclodextrine selectief is met betrekking tot freon-11.

Kunnen suikermoleculen de opnieuw bedreigde ozonlaag misschien redden?

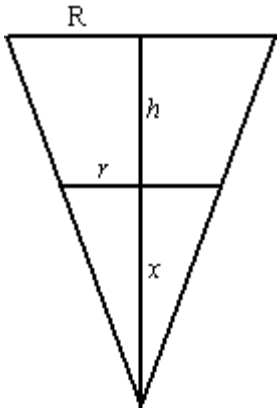
1 CCl_3F
2 Ja, want toevoeging van mono voor fluor niet nodig want er kan naast drie chlooratomen slechts één fluor atoom aanwezig zijn.
3 Freon-11 heeft een groot vernietigend effect op de kwetsbare ozonlaag.
4 Er is een ongepaard elektron aanwezig want een Cl-atoom heeft 7 valentie-elektronen en een O-atoom 6 valentie-elektronen. Samen een oneven aantal valentie-elektronen.

5 $ClO + O_3 \rightarrow Cl\bullet + 2\ O_2$
6 Glucose
7 Ethergroep
8 Een freon-11 molecuul is net als de holte ook hydrofoob, het bevat geen OH of NH groep, dus kan geen waterstofbruggen vormen.
9 $I = 1/3\pi h \bullet (R^2 + rR + r^2) = 1/3\pi.\ 0{,}80 \bullet (0{,}29^2 + 2{,}35.\ 0{,}29 + 0{,}235^2) = 0{,}174\ nm^3$
10 $M/\rho = 137{,}37/1{,}49 \equiv 92{,}2\ cm^3/mol$
11 $92{,}2\ cm^3/mol \equiv 92{,}2/6{,}02.10^{23} = 15{,}3.10^{-23}\ cm^3 = 0{,}153\ nm^3$
12 Ja, want het volume van een molecuul freon is kleiner dan het volume van de holte.
13 CH_3OH, methanol. $R\text{-}OH + CH_3\text{-}OH \rightarrow R\text{-}O\text{-}CH_3 + H_2O$
14 Door de methylgroepen zal de ruimte kleiner zijn geworden, waardoor het freon-11 molecuul beter in de ruimte vast zit.
15 Voor het evenwicht geldt de reactie naar rechts is endotherm. Bij temperatuurverlaging wordt de exotherme reactie meer bevoordeeld dan de endotherme reactie en verschuift het evenwicht naar de linkerkant. Dus temperatuur verlagen.
16 Dat de molecuulverhouding freon-11: dichloormethaan in de holte groter is dan in het oorspronkelijke mengsel dat men toevoegde aan de gemethyleerde cyclodextrine.

Artikel: https://www.scientias.nl/kunnen-suikermoleculen-de-opnieuw-bedreigde-ozonlaag-misschien-redden/

Literatuur: Dimitrij Ryvlin et al. Methyl-Substituted α-Cyclodextrin as Affinity Material for Storage, Separation, and Detection of Trichlorofluoromethane, Global Challenges (2018).

Afgeknotte kegel

Afleiding formule



Uit de verhouding van de driehoeken geldt: $R/(h+x) = r/x$

$Rx = r(h + x)$

$Rx = rh + rx$

$Rx - rx = rh$

$x(R - r) = rh$

$x = rh/(R - r)$

Hele kegel: $1/3 \bullet \pi \bullet R^2 \bullet (x + h)$

Onderste deel: $1/3 \bullet \pi \bullet r^2 \bullet x$

Afgeknotte kegel: $1/3\pi R^2 (x + h) - 1/3\pi r^2 x = 1/3\pi(R^2 x + R^2 h - r^2 x)$

Vul nu voor x de waarde hierboven in:

$$\tfrac{1}{3}\pi\left(\frac{R^2rh}{R-r} + R^2h - \frac{r^2rh}{R-r}\right) = \tfrac{1}{3}\pi\left(\frac{R^2rh + R^2h(R-r) - r^3h}{R-r}\right) = \tfrac{1}{3}\pi\frac{R^3h - r^3h}{R-r} = \tfrac{1}{3}\pi h\frac{R^3 - r^3}{R-r}$$

De laatste breuk moet gelijk zijn aan $R^2 + Rr + r^2$

En dat klopt, want $(R - r)(R^2 + Rr + r^2) = R^3 - r^3$.

KETCHUP-AFSTOTEND PLASTIC

Klas	5 hv
Subdomein	Bindingen, structuren en eigenschappen
Vaardigheid	Informatie
Specificaties	Polair-apolair
Trefwoorden	Waterafstotendheid, polair, micro, meso, macro, structuur, impregneersnelheid, polymeermolecuul
Vaardigheidsvraag	Informatiebegripsvraag

Chemisch2Weekblad, september 2018

Ketchup-afstotend plastic

Scheelt een hoop geklieder

Jonathan Boreyko en collega's van Virginia Tech hebben octrooi aangevraagd op ketchup- en yoghurtverpakkingen waar de inhoud helemaal uitloopt zonder dat je hoeft te knijpen. Ze baseren zich op Joanna Aizenbergs extreem waterafstotende SLIPS-materialen (*slippery liquid-infused porous surfaces*) geïmpregneerd met een soort smeerolie die door capillaire krachten in de poriën blijft zitten.

Als wegwerpvoedselverpakking zijn SLIPS veel te duur, maar in *Scientific Reports* schrijft Boreyko dat de polymeermoleculen in goedkoop *ultra-low density polyethylene* (ULDPE) ook ver genoeg uit elkaar zitten om er oliemoleculen tussen te laten passen. Het lukt alleen met oliën die even apolair zijn als polyetheen, zoals katoenzaad-, koolzaad- en sojaolie. Zelfs dan verloopt het impregneren uiterst langzaam: na tien uur zit het vloeistoffront 1 mm onder het oppervlak. Maar de SLIPS-laag hoeft maar iets meer dan 1 μm dik te zijn als coating van een zwaardere polyetheen folie, en dan ben ja na 0,05 s al klaar. Het resultaat is volledig compatibel met voedingswaren die er vanzelf afglijden als je het schuin houdt.
bron: Virginia Tech

Ketchup-afstotende materialen bestaan al veel langer, maar worden in wegwerpvoedselverpakkingen nauwelijks toegepast.

1 Waarom worden ze nauwelijks toegepast in wegwerpvoedselverpakkingen?

De polymeer ULDPE lijkt een betaalbare toepassing te zijn voor de coating in bijvoorbeeld yoghurtverpakkingen.

2 Leg uit wanneer de beschrijving van ULDPE over macro-, over meso- en wanneer over microniveau gaat.
3 Leg uit waarom de 'normale' PE niet en de ULDPE wel geschikt is als afstotende laag.

Het ULDPE moet worden geïmpregneerd. Het vloeistoffront zit na tien uur pas op 1 mm diepte van de ULDPE-laag. Echter, een diepte van 1 μm is al na 0,05 s bereikt.

4 Welk vloeistoffront wordt hier bedoeld?
5 Laat via een berekening zien dat bij gelijkblijvende impregneersnelheid voor een diepte van 1 μm meer dan 0,05 s nodig is.
6 Leg een verschil met de werkelijk gemeten tijdsduur uit.

Het resultaat van de behandeling is een materiaal waarbij voedingswaren als yoghurt er vanzelf afglijden.

7 Leg uit dat yoghurt er vanzelf afglijdt.

De ULDPE heeft een zeer lage dichtheid.

8 Leg uit welke verklaring daarover gegeven wordt.
9 Leg uit hoe de structuur van de polymeermoleculen moet zijn om tot een stof met zeer lage dichtheid te komen.

Ketchup-afstotend plastic

1 Ze zijn veel te duur.

2 Als het over moleculen gaat: microniveau. Als het over stofeigenschappen als dichtheid gaat: macroniveau. Als het over het inpassen van oliemoleculen tussen de polymeermoleculen gaat: mesoniveau.

3 De apolaire oliemoleculen moeten in de ruimte tussen de polymeermoleculen passen. De ruimte is bij ULDPE wel groot genoeg, bij PE niet.

4 Het vloeistoffront van de gebruikte olie.

5 Diepte 1 mm in 10 uur = 36000 s. Diepte 1 μm = $1 \cdot 10^{-3}$ mm. Bij gelijkblijvende impregneersnelheid zou dat dan na 36000/1000 = 36 s bereikt zijn, niet na 0,05 s!

6 De impregneersnelheid neemt steeds verder af. Er stelt zich een evenwicht in tussen doordringbaarheid en capillaire werking.

7 Yoghurt bevat veel water dus wordt afgestoten door de geïmpregneerde laag.

8 De polymeermoleculen zitten op relatief grote afstand van elkaar dus per volume-eenheid veel minder materiaal.

9 De polymeermoleculen zullen vrij veel (relatief lange) zijketens hebben.

INDUSTRIËLE SYMBIOSE

Klas	4 hv
Subdomein	Processen en reacties, Energie
Vaardigheid	Informatie
Specificaties	Beginstoffen-reactieproducten, Duurzaamheid
Trefwoorden	Elektrolyse, waterstof, symbiose, CO_2-reductie, energie, berekening
Vaardigheidsvraag	Informatiebegripsvraag

Chemie Magazine, oktober 2018

VOORBEELD VAN INDUSTRIËLE SYMBIOSE

De weg naar duurzaamheid die het Zeeuwse chemiecluster in de Deltaregio kan gaan, staat beschreven in de *Roadmap towards a climate neutral industry in the Delta region*, opgesteld door adviesbureau CE Delft in opdracht van Smart Delta Resources (SDR).
Met het oog op langetermijnplanning en verwachte bijdragen aan CO_2-reductie vertaalt de roadmap de klimaatopgave in drie projectlijnen: energie (infrastructuren voor elektriciteit en waterstof; productie van waterstof), grondstoffen (circulariteit van plastics) en CO_2 (afvangen, opslaan en transporteren).

Energie

Het verduurzamen van de energievraag schept alleen al in Zeeuws-Vlaanderen een extra energiebehoefte van 1000 megawatt (MW). Daar zijn nieuwe hoogspanningslijnen nodig, stelt Daniël Goedhuis, programmamanager van SDR. De extra capaciteit is nodig voor elektrificatie van de productieprocessen en ter compensatie van het afbouwen van de gasgestookte warmtekrachtinstallaties. “Dus de opwekking neemt af en de vraag neemt toe.” Die 1000 MW extra moet voor de industrie echter 24/7 beschikbaar zijn, wat in de praktijk neerkomt op de beschikbaarheid van niet 1000 maar 2000 MW extra windvermogen. Daarnaast is de verwachting dat de vraag naar elektrolyse (waterstof uit elektriciteit) fors zal toenemen in de Deltaregio.

Waterstof

Ook de toekomstige behoefte aan duurzame waterstof is groot. Waterstof uit elektrolyse is momenteel echter nog altijd vier tot vijf keer duurder dan uit aardgas. Goedhuis: “Ik zou dolgraag een duurzame, grootschalige waterstofelektrolyser neerzetten van bijvoorbeeld 1000 megawatt. Maar die bestaat nog niet.” Er wordt wel studie naar gedaan onder auspiciën van ISPT (Institute for Sustainable Process Technology), in samenwerking met enkele universiteiten en met Zeeland Refinery, Yara en staalproducent ArcelorMittal in Gent. Deze maand komt, gebruikmakend van een voormalige gasleiding van Gasunie, de eerste waterstofuitwisseling tot stand van Dow in Terneuzen naar Yara. Yara zal de reststroom waterstof van Dow inzetten voor de productie van kunstmest. Door deze waterstofuitwisseling wordt een CO_2-besparing van 10 kiloton bewerkstelligd.

Grondstoffen en CO_2

(…) Verbindingen tussen bedrijven voor het uitwisselen van grondstoffen, afvalstromen en restwarmte moeten de CO_2-emissies terugdringen. De voorbeelden stapelen zich op, zoals het project ‘slim gas’ van Delta en Dow: lng aangeland in Zeebrugge wordt in drie fracties gescheiden om de waarde te vergroten. Verder levert Yara CO_2 aan een tuinbouwkassencomplex ten zuiden van Sluiskil en levert Zeeland Refinery restwarmte aan bedrijven in het Sloegebied bij Walcheren.

De titel van het artikel spreekt van industriële symbiose.

1 Wat wordt bedoeld met deze symbiose? Geef in je uitleg voorbeelden uit het artikel.

Waterstof
Het produceren van waterstof door middel van elektrolyse staat hoog op de agenda. Deze manier van produceren zou de vorming van waterstof uit aardgas moeten gaan vervangen.

2 Geef de elektrolyse van water in een reactievergelijking weer.

Waterstof moet dan wel met behulp van groene stroom geproduceerd worden om de CO_2-uitstoot te verminderen.

3 Wat versta je onder groene stroom?
4 Leg uit wanneer elektrolyse van water toch zou kunnen leiden tot uitstoot van CO_2.

De waterstof wordt tot nu toe vrijwel altijd uit aardgas gemaakt. Als je methaan en waterdamp met elkaar laat reageren ontstaat de waterstof daarbij naast koolstofdioxide.

5 Geef de vergelijking van de reactie tussen methaan en waterdamp.

De een kan gebruiken wat de ander over heeft. Er vindt al waterstofuitwisseling plaats: het bedrijf Yara dat kunstmest produceert, neemt de reststroom waterstof van het bedrijf Dow over.

6 Leg uit dat hiermee dan de CO_2-uitstoot gereduceerd wordt.
7 Bereken met behulp van de reactievergelijking van vraag 5 hoeveel ton waterstof het bedrijf Yara overneemt van Dow.

Programmamanager Daniël Goedhuis zou graag een duurzame waterstofelektrolyser van 1000 MW willen inzetten.

8 Bereken hoeveel ton waterstof er jaarlijks geproduceerd zou kunnen worden met een waterstofelektrolyser van 1000 MW. Gegeven: 1 W = 1 J/s. Ontledingsenergie van water is $+2{,}86 \cdot 10^5$ J mol^{-1}.

Het maken van waterstof met behulp van elektriciteit heeft momenteel nog wel een nadeel.

9 Welk nadeel heeft waterstof uit elektrolyse (momenteel) ten opzichte van waterstof uit aardgas?

Industriële symbiose

1 Symbiose betekent dat door onderling samenwerken voordelen bewerkstelligd kunnen worden. Voorbeelden: waterstofproductie via elektrolyse met groene stroom; rest waterstof van Dow naar Yara; CO_2 uit fabrieken naar kassen; restwarmte van chemische bedrijven naar bedrijven Sloegebied.

2 $2\ H_2O \rightarrow 2\ H_2 + O_2$.

3 Stroom die duurzaam opgewekt is, bijvoorbeeld door windenergie.

4 Als je elektrische stroom gebruikt die opgewekt is in een gascentrale.

5 $CH_4 + 2\ H_2O \rightarrow CO_2 + 4\ H_2$.

6 Het bedrijf Yara hoeft dan niet zelf de waterstof te produceren uit aardgas.

7 Een besparing van 10 kiloton CO_2 = 10.10^6 kg dus 10.10^6 /44,010 = $2{,}3\cdot10^5$ kmol CO_2. Uit de reactievergelijking volgt dat 1 mol CO_2 overeenkomt met 4 mol H_2, dus $2{,}3\cdot10^5$ kmol CO_2 komt dan overeen met $4\times2{,}3\cdot10^5 = 9{,}1\cdot10^5$ kmol $H_2 \equiv 9{,}1\cdot10^5 \times 2{,}018 = 1{,}8\cdot10^6$ kg = 1,8 kiloton H_2.

8 1000 MW = $1\cdot10^9$ W = $1\cdot10^9$ J s^{-1}. 1 jaar = 365 × 24 × 3600 = $3{,}2\cdot10^7$ s, dus 1000 MW komt overeen met $1\cdot10^9\times3{,}2\cdot10^7 = 3{,}2\cdot10^{16}$ J. Ontledingswarmte van water is $+2{,}86\cdot10^5$ J mol^{-1} dus er kan $3{,}2\cdot10^{16}/2{,}86\cdot10^5 = 1{,}1\cdot10^{11}$ mol water worden ontleed, dus ook $1{,}1\cdot10^{11}$ mol waterstof $\equiv 1{,}1\cdot10^{11}\times2{,}018 = 2{,}2\cdot10^{11}$ g H_2 = $2{,}2\cdot10^5$ ton H_2 worden geproduceerd.

9 Het is vier tot vijf keer duurder.

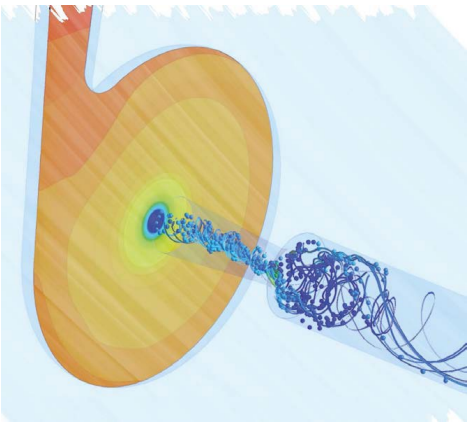
WITTE TORNADO BREEKT AFVALSTOFFEN AF

Klas	5 v
Subdomein	Processen en reacties
Vaardigheid	Informatie
Specificaties	Organische reacties
Trefwoorden	Cavitatie, afvalwater, OH-radicaal, splitsing water, waterstofperoxide, massapercentage
Vaardigheidsvraag	Informatiebegripsvraag

Chemie Magazine, september 2018

'WITTE TORNADO' BREEKT SCHOON AFVALSTOFFEN AF

WATER KNIGHT INTRODUCEERT NIEUWE ZUIVERINGSTECHNIEK VoDCa



Water Knight heeft de cavitatie (turbulente stroming van water) weten te 'temmen' en past die toe om organische verbindingen op te splitsen, inclusief de niet-biologisch afbreekbare.

"Als een scheepsschroef een bepaalde kritische draaisnelheid bereikt, ontstaan er ultrafijne dampbelletjes in de turbulente stroming rondom de schroef. Binnen enkele microseconden imploderen ze weer, waardoor het oppervlak van de schroef langzaam maar zeker beschadigd raakt. Datzelfde gebeurt ook bij de waaiers van pompen in de industrie", legt Rahul Dahule, mede-oprichter van Water Knight, uit.

Reactorontwerp

Het reactorontwerp van VoDCa (*Vortex Device for Cavitation*) bevat een tangentiële inlaat, een schijfvormige kamer en een cilindrische uitlaat. Cavitatie vindt in de VoDCa plaats, zodra de drukval (drukverschil – red.) over de reactor voldoende groot is. Vuil afvalwater komt de VoDCa binnen via de tangentiële inlaat en gaat dan door de schijfkamer, waarin het in een sterke draaikolk terechtkomt. Deze draaikolk of vortex strekt zich uit tot in de cilindrische uitlaat, waar hij cavitatie opwekt. Hierbij ontstaan, ook al bij een lage temperatuur van bijvoorbeeld 20 °C, waterdampbelletjes die binnen een fractie van een seconde weer samenklappen. Daardoor kan de temperatuur lokaal oplopen tot 5000 à 10000 °C, vergelijkbaar met temperaturen op de zon, en de druk tot 1000 atmosfeer. Onder deze extreme omstandigheden splitsen watermoleculen zich in een hydroxideradicaal (met één elektron minder dan een gewoon hydroxide-ion) en een waterstofproton. Het hydroxideradicaal is zeer reactief en valt op de organische verbindingen aan, waardoor deze ontleden in kleinere verbindingen met een lager koolstofgehalte en CO_2. Het proton vormt met een ander watermolecuul waterstofperoxide, dat bij de afbraak een handje meehelpt. De afbraakproducten bestaan uit gemineraliseerde producten of biologisch afbreekbare tussenproducten, die eenvoudig kunnen worden toegevoegd aan de bioreactor voor verdere verwijdering.

Afvalwater wordt bij het bedrijf Knight op en nieuwe manier gereinigd. Het principe van deze reiniging van het afvalwater berust op cavitatie.

1 Leg uit wat het gevolg is voor de reactieomstandigheden bij cavitatie.

Onder deze reactieomstandigheden splitsen watermoleculen zich door het verbreken van de atoombinding O–H in water.

2 Geef de reactievergelijking van deze splitsingsreactie in structuurformules weer. Geef daarbij ook aan waar de elektronen van de O–H binding blijven.
3 Laat zien dat het OH-radicaal één elektron minder heeft dan een hydroxide-ion.

Het OH-radicaal is zeer reactief. Het valt organische verbindingen aan waardoor deze verbindingen ontleden in kleinere verbindingen en CO_2. Zo kan bijvoorbeeld glycerol afgebroken worden.

4 Geef de reactie tussen OH-radicalen en glycerol, $C_3H_8O_3$, waarbij methanol, water en CO_2 ontstaan in molecuulformules weer.

Het artikel zegt: "…. ontleden in kleinere verbindingen met een lager koolstofgehalte ….".

5 Laat zien dat het methanolmolecuul een lager koolstofgehalte heeft dan het glycerolmolecuul.

Het artikel zegt ook: "Het proton vormt met een watermolecuul waterstofperoxide….". Bovendien ontstaat hierbij waterstof.

6 Leg aan de hand van een reactievergelijking uit hoe dit mogelijk is.

De reactieproducten zijn daarbij zo reactief dat ze direct omgezet worden in water.

7 Geef deze reactie in een vergelijking met molecuulformules weer.

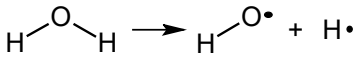
Ook is de vorming van waterstofperoxide uit OH-radicalen mogelijk.

8 Geef de reactievergelijking van de vorming van waterstofperoxide uit OH-radicalen in structuurformules weer.
9 Leg uit dat waterstofperoxide mee kan helpen met de reiniging van het afvalwater.
10 Geef de reactievergelijking tussen waterstofperoxide en methanol in molecuulformules weer waarbij CO_2 en H_2O ontstaan.
11 Wat is er zo bijzonder aan deze manier van reinigen?

Witte tornado breekt afvalstoffen af

1 De temperatuur loopt zeer plaatselijk op tot wel 10000 °C en de druk tot 1000 atmosfeer.

2



3 OH-radicaal is ongeladen en bevat dus evenveel protonen als elektronen, dus 7 protonen en 7 elektronen. Een hydroxide-ion bevat 1 elektron meer dan het aantal protonen want is negatief geladen, bevat dus 7 protonen en 8 elektronen.

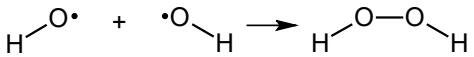
4 $C_3H_8O_3 + 2\ OH\bullet \rightarrow 2\ CH_4O + CO_2 + H_2O$.

5 Massa% C in $C_3H_8O_3$ = $\frac{36,03}{92,094} \times 100\% = 39,12\%$. Massa% C in CH_4O = $\frac{12,01}{32,042} \times 100\% = 37,15\%$.

6 Proton is H•, watermolecuul is H_2O. Reactie waarbij waterstofperoxide ontstaat: $2\ H\bullet + 2\ H_2O \rightarrow H_2O_2 + 2\ H_2$.

7 $H_2O_2 + H_2 \rightarrow 2\ H_2O$.

8



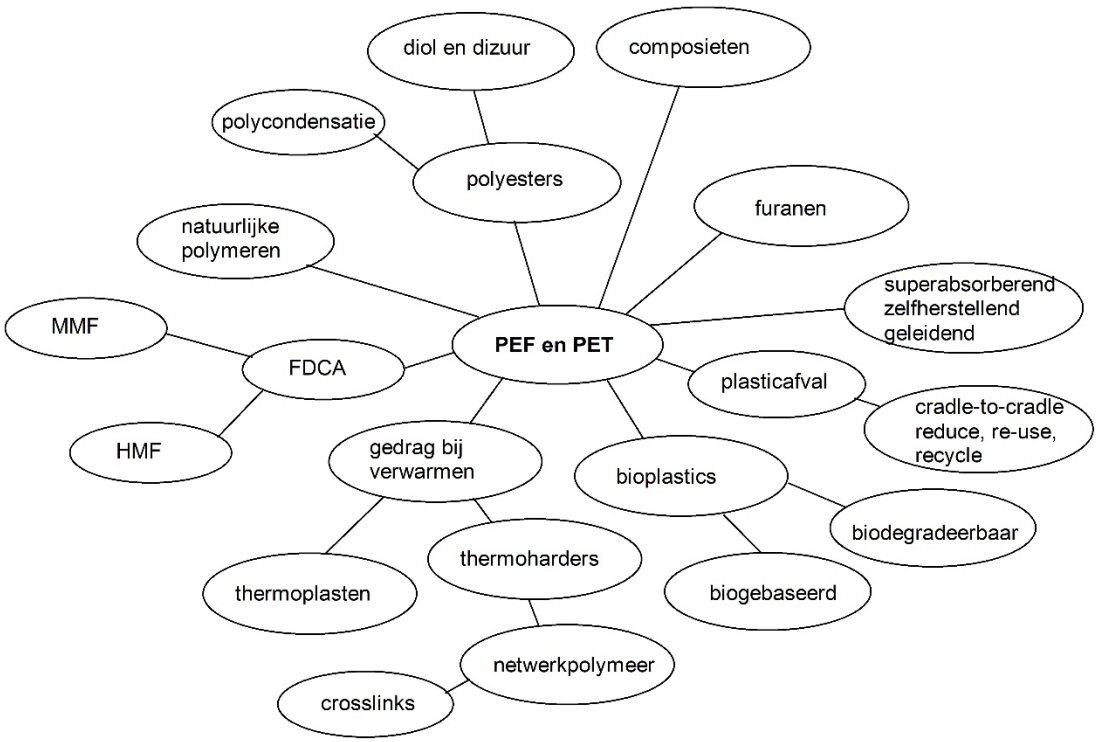
9 Waterstofperoxide is een vrij sterke oxidator die met organische verbindingen een reactie kan aangaan waarbij water en koolstofdioxide ontstaan.

10 $CH_4O + 3\ H_2O_2 \rightarrow CO_2 + 5\ H_2O$.

11 Dat er geen stoffen worden toegevoegd aan het afvalwater.

Thema PEF en PET

Inleiding
Polymeren, ook vaak plastics of kunststoffen genoemd, zijn niet meer weg te denken uit onze samenleving. Wat bestaat tegenwoordig niet allemaal uit kunststoffen?
Kunststoffen worden nog vaak uit grondstoffen bereid die eindig zijn, denk daarbij aan aardolie. Maar het percentage dat uit hernieuwbare bronnen gemaakt wordt, neemt steeds meer toe. Je spreekt dan van biobased kunststoffen. Kunststofafval is nog steeds een probleem als het in het milieu terecht komt, denk daarbij bijvoorbeeld aan de plastic soep in de oceanen. Slechts een klein deel van het plasticafval is afbreekbaar: biodegradeerbaarheid. Belangrijke termen die bij verwerking van plasticafval gebezigd worden zijn reduce, re-use en recycle (downcyclen en upcyclen).
In figuur 1 is een mindmap weergegeven met PEF en PET als uitgangspunt.



Figuur 1 Mindmap PEF en PET

Opgaven over PEF en PET in Chemie Aktueel
Polymeren is bij Chemie Aktueel altijd een belangrijk onderwerp geweest en zal dat in de toekomst ook blijven. Ook zullen polymeren bij het CSE zeker vaker als thema de aandacht krijgen.
Bij het samenstellen van dit themanummer zijn we bij de papieren versie de nummers 70 tot en met 75 gaan bekijken. En bij de digitale opgaven hebben we vanaf het begin de opgaven gescreend op de naam PEF en PET.
Zeker als herhaling is het gebruik van een mindmap als visueel overzicht een sterk didactisch middel. Het daarbij maken van contextgerichte opgaven geeft dat de leerling nogmaals een breed scala aan chemische vakconcepten doorloopt. En u weet: herhaling is de kracht van onderwijs!

Kunststoffen worden nog vaak uit grondstoffen bereid die eindig zijn, denk daarbij aan aardolie. Maar het percentage dat uit hernieuwbare bronnen gemaakt wordt, neemt steeds meer toe. Je spreekt dan van biobased kunststoffen. Kunststofafval is nog steeds een probleem als het in het milieu terecht komt, denk daarbij bijvoorbeeld aan de plastic soep in de oceanen. Slechts een klein deel van het plasticafval is afbreekbaar: biodegradeerbaarheid. Belangrijke termen die bij verwerking van plasticafval gebezigd worden zijn reduce, re-use en recycle (downcyclen en upcyclen).

Corbion – Plastictransitie: van PET naar PEF

PET is een fossiel plastic dat de biosfeer aantast door uitstoot en vervuiling. Het PEF van Corbion is een biobased alternatief. Corbion wil de enorme PET-markt in z'n geheel vervangen met PEF.

We moeten af van fossiele plastics als PET, vindt Corbion. Het bioplastic van Corbion (PEF) is het uitverkoren materiaal voor de circulaire transitie in de kunststoffensector. Naast de ecologische houdbaarheid van dit bioplastic, is ook het voedsel hierin langer houdbaar. Corbion hoopt de 35 miljoen ton die de PET-markt beslaat, te vervangen door PEF.

PEF versus PET

Het behoort tot de top drie van meest gebruikte plastics in de wereld: PET. Met circa 35 miljoen ton aan plastic is de PET-markt een enorm lichaam van fossiele materialen. Hoewel makkelijk recyclebaar, blijft PET een fossiel plastic dat bij verbranding een hoge CO_2-emissie creëert. Bovendien is PET, zoals fossiele plastics in het algemeen, een abiotisch materiaal dat de biosfeer maar moeilijk kan afbreken. PET dat zwerfafval wordt, resulteert in grote schade voor ecosystemen – denk bijvoorbeeld aan de plasticsoep. Daarom is de ontkoppeling van fossiele grondstoffen een van de belangrijkste doelstellingen van de circulaire transitie in de kunststoffensector. Met het PEF van Corbion, dat biobased, recyclebaar en biologisch afbreekbaar is, is er echter een ontkoppeling gaande: we zijn onderweg van PET naar PEF.

Bron: https://www.circulairondernemen.nl/oplossingen/corbion-transitie-pet-pef-bioplastic

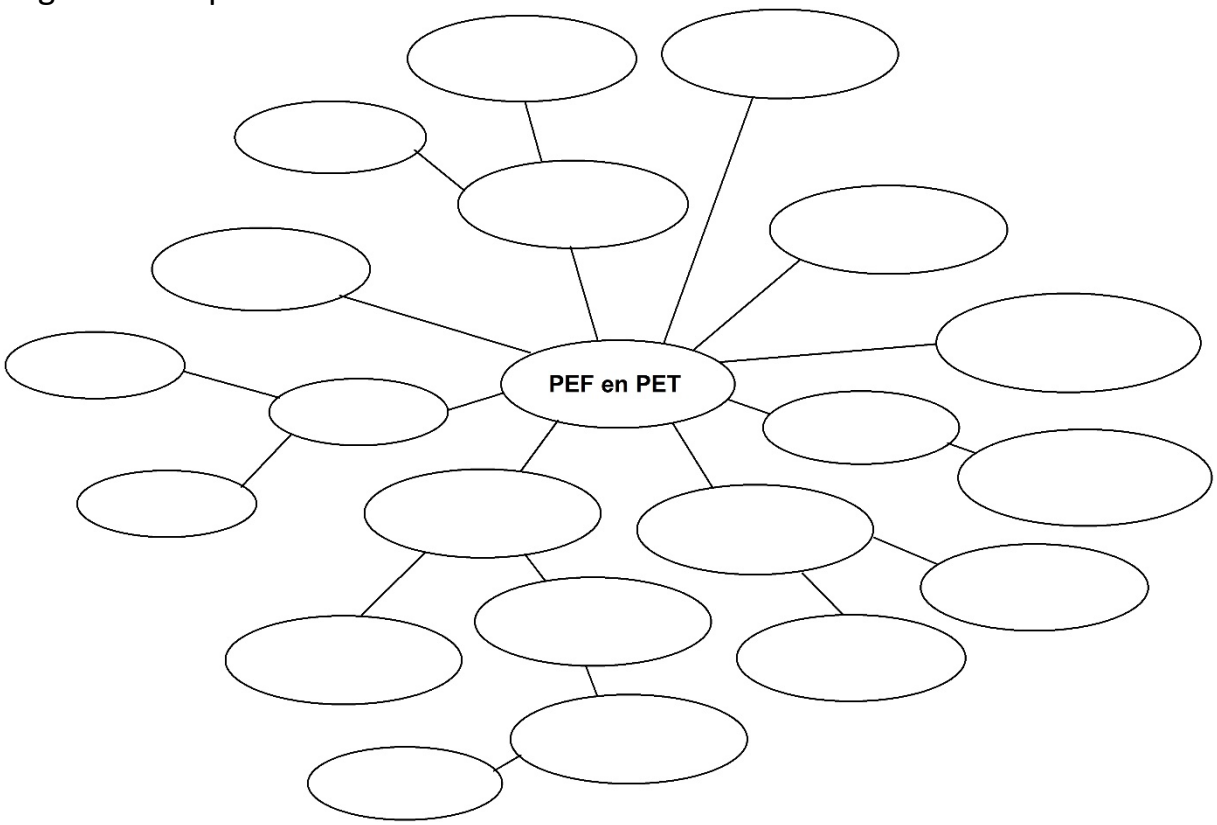
Contextgerichte opgaven met PEF en PET als hoofdthema of als deelthema

Nr CA	Titel opgave	Leerjaar	Steekwoorden uit mindmap
CA71	Flessen uit biologische grondstoffen	5,6v	Bioplastics; diol en dizuur; polyester; FDCA; HMF; MMF
CA71	Petflessen uit planten	5v	Bioplastics; polyester
CA73	Onderweg naar biobased kunststoffles	5,6v	Bioplastics; polyester; FDCA; MMF; biobased; biodegradeerbaar
CA75	Back to feedstock	5v	Plasticafval; recycle; polyadditie; polyester
CA75	Kunststofrecycling in de bocht	4hv	Plasticafval; recycle

Nr digi	Titel opgave	Leerjaar	Steekwoorden uit mindmap
1410-09	Bioaromaten in opmars	5,6v	PEF. PET
1509-02	Groene PETfles uit afvalhout	5hv	PET, polycondensatie
1602-06	Aardolievrije PETfles komt eraan	5hv	Bioplastic; polyester; recycle
1605-05	Flesjes maken uit fructose	5,6v	Bioplastics; polyester; thermoplast; hydrolyse; recycle
1703-03	Milieuvriendelijke autoband	5v	PET;
1705-05	Bioplastic oogst grote doorbraak	3hv	Bioplastics; recycle
1801-10	Suikers, het nieuwe zwarte goud	5h 5,6v	Bioplastics; polyester; FDCA; HMF; furanen
1805-11	FDCA-race naar de markt	5,6v	Polyester; biobased; FDCA; HMF; recycle
1810-02	Gaat de natuur ons een handje helpen om plasticafval op te ruimen?	5,6v	PET; hydrolyse;
1811-03	Nieuwe methode om PEF te maken	5,6v	PET; PEF; biomassa
1901-02	Cumapol bouwt bouwt pilotplant voor chemische PETrecycling	5v	PET; recycling

Zie voor de bestelling van oude nummers/jaargangen van Chemie Aktueel, de bijlage bij de e-mail met opgaven voor januari 2019. Of vraag de bestelmogelijkheden aan via chemieaktueel@gmail.com of info@chemieaktueel.nl

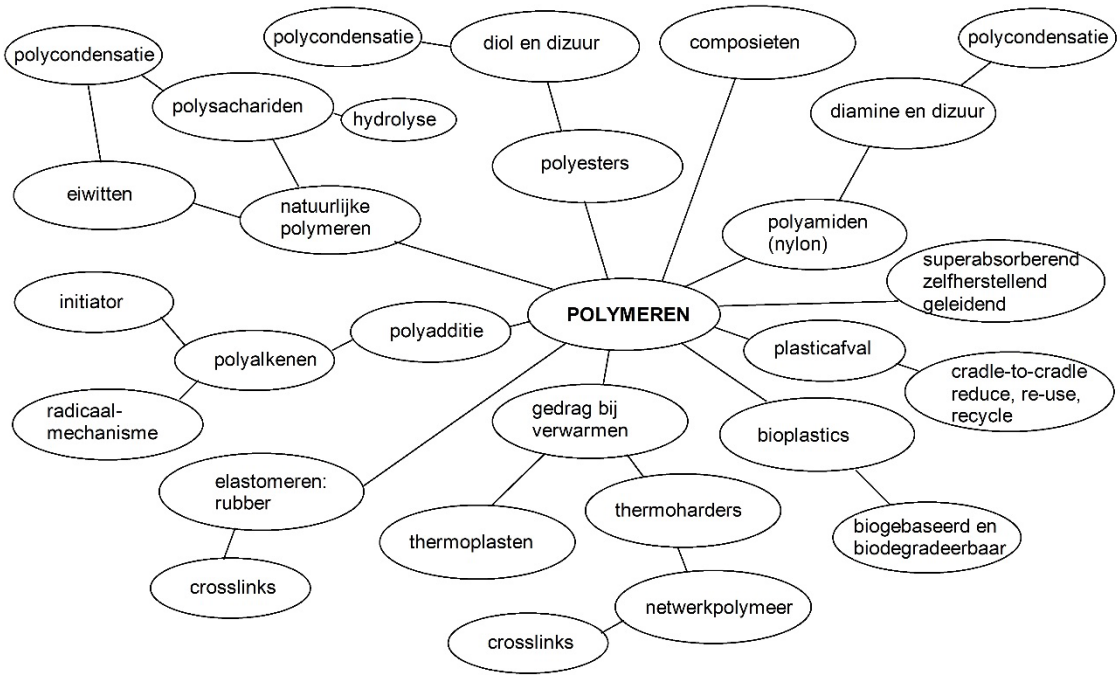
Lege mindmap:



Thema polymeren

Inleiding
Polymeren, ook vaak plastics of kunststoffen genoemd, zijn niet meer weg te denken uit onze samenleving. Wat bestaat tegenwoordig niet allemaal uit kunststoffen? Kunststoffen als polyalkenen, rubber, polyester, polyamide (nylon), superabsorberende, geleidende, zelfherstellende, composieten. Soms een chemische naam als polyester, soms ook handelsnaam als nylon. Ook kom je combinaties tegen die we composieten noemen.

In figuur 1 is een mindmap weergegeven met polymeren als uitgangspunt, gebaseerd op opgaven uit Chemie Aktueel.

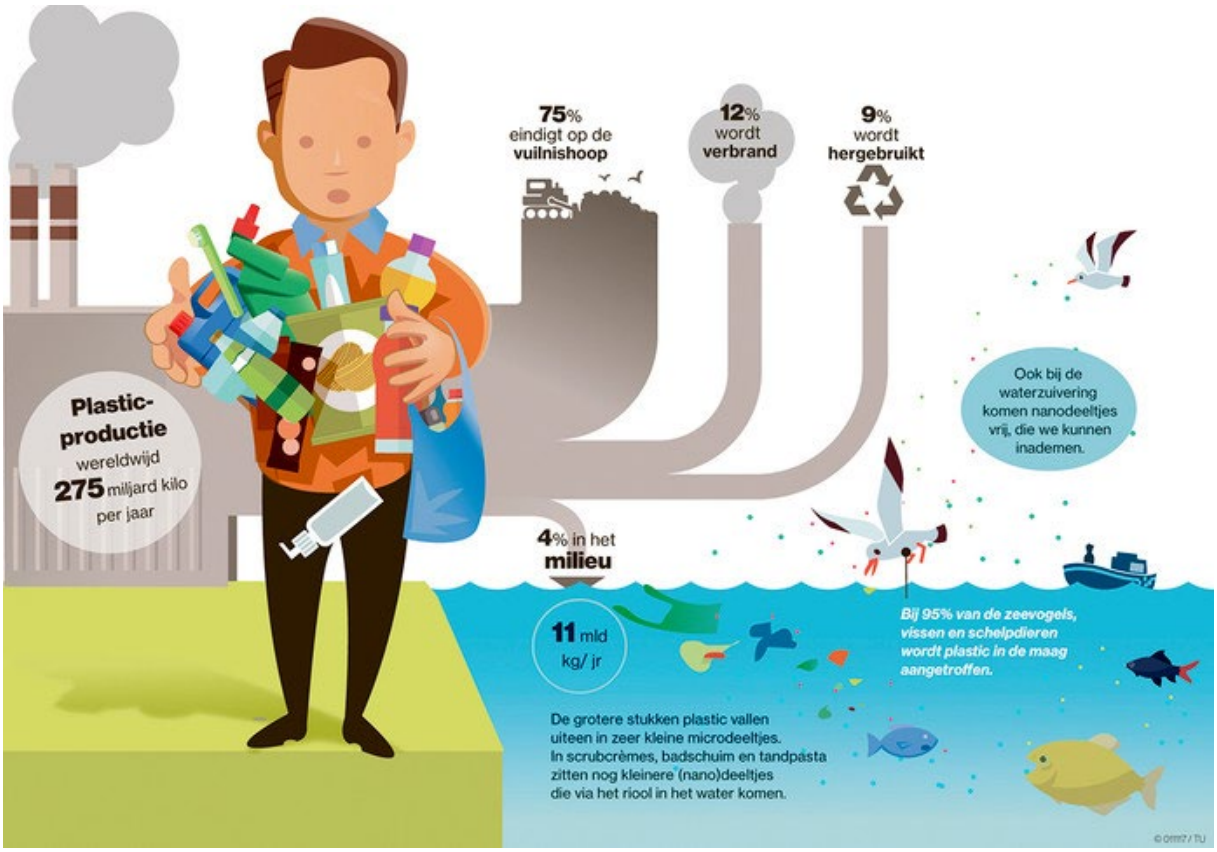


Figuur 1 Mindmap polymeren

Opgaven polymeren in Chemie Aktueel
Polymeren is bij Chemie Aktueel altijd een belangrijk onderwerp geweest en zal dat in de toekomst ook blijven. Ook zullen polymeren bij het CSE zeker vaker als thema de aandacht krijgen.
Bij het samenstellen van dit themanummer zijn we bij de papieren versie de nummers 70 tot en met 75 gaan bekijken. En bij de digitale opgaven hebben we vanaf het begin de opgaven gescreend op de naam polymeer. Je krijgt dan een lijst waarbij vele aspecten van de schoolchemie de revue passeren. In de mindmap staan tien takken waarop ingezoomd kan worden. Na bespreking van de mindmap kunt u één of meer van de tien takken via het maken van opgaven uit Chemie Aktueel aan bod laten komen. Ook de samenhang tussen die takken kan ter sprake komen.
Zeker als herhaling is het gebruik van een mindmap als visueel overzicht een sterk didactisch middel. Het daarbij maken van contextgerichte opgaven geeft dat de leerling nogmaals een breed scala aan chemische vakconcepten doorloopt. En u weet: herhaling is de kracht van onderwijs!

Kunststoffen worden nog vaak uit grondstoffen bereid die eindig zijn, denk daarbij aan aardolie. Maar het percentage dat uit hernieuwbare bronnen gemaakt wordt, neemt steeds meer toe. Je spreekt dan van biobased kunststoffen. Kunststofafval is nog steeds een probleem als het in het milieu terecht komt, denk daarbij bijvoorbeeld aan de plastic soep in de oceanen. Slechts een klein deel van het plasticafval is afbreekbaar: biodegradeerbaarheid. Belangrijke termen die bij verwerking van plasticafval gebezigd worden zijn reduce, re-use en recycle (downcyclen en upcyclen).

We eten plastic, we ademen plastic en het regent plastic



Contextgerichte opgaven met polymeren als hoofdthema of als deelthema

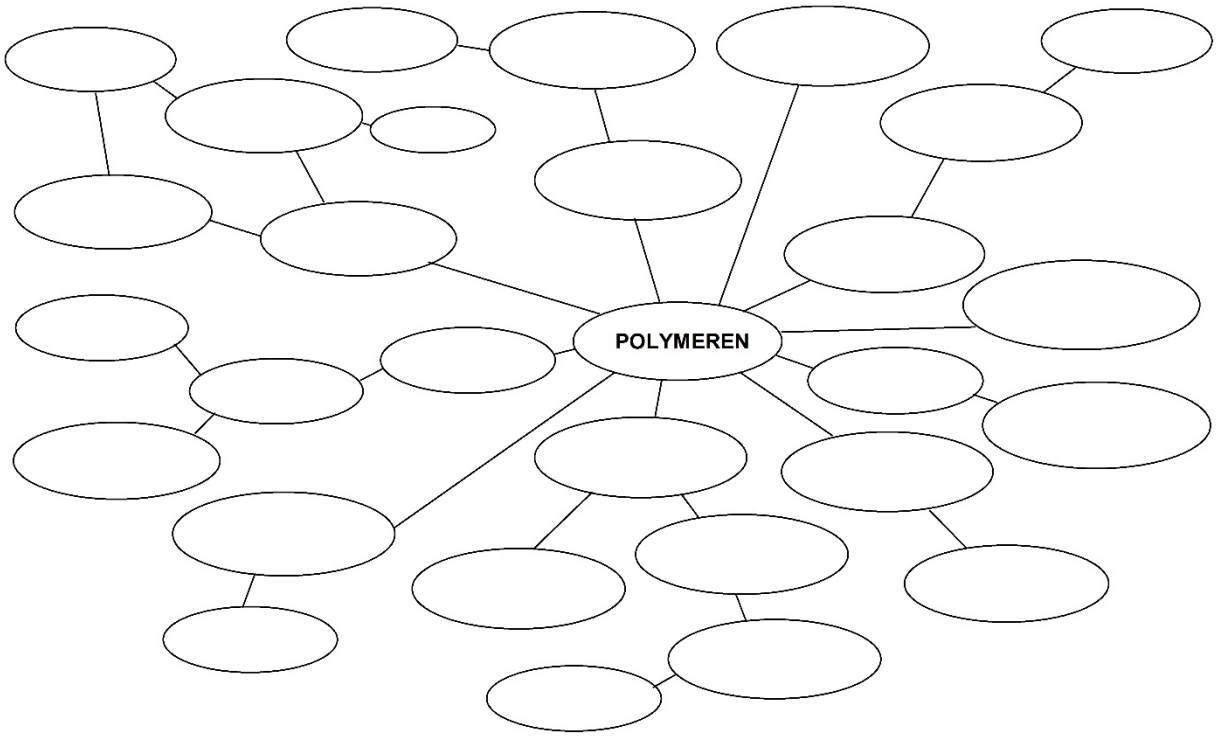
Nr CA	Titel opgave	Leerjaar	Steekwoorden uit mindmap
CA71	Nylonproductie kan groener	5,6v	Nylon; polyamide
CA71	Flessen uit biologische grondstoffen	5,6v	Bioplastics; diol en dizuur; polyester
CA71	Rubber uit paardenbloem en heester	5hv	Rubber; crosslinks
CA71	Chemicaliën uit groenafval	5v	Bioplastics
CA71	Petflessen uit planten	5v	Bioplastics; polyester
CA72	Superflexibele hydrogel	5,6v	Netwerkpolymeer

CA73	Speciaal katoen haalt water uit de lucht	5,6v	Polyadditie; polyalkenen
CA73	Superslurpende katoen	5,6v	Polyadditie; polyalkenen
CA73	Polyolefinen slurpen olie	5h 5,6v	Polyadditie; polyalkenen; netwerkpolymeer
CA73	Zelfhelend polymeer blijft fascineren	5h 5,6v	Zelfherstellend; polyester
CA73	Onderweg naar biobased kunststoffles	5,6v	Bioplastics; polyester
CA73	Meetfout oorzaak hoge uitstoot DuPont	5hv	Polyadditie; polyalkenen
CA73	Synthetisch cytoskelet	5hv	Polyester
CA73	Teflon	5hv	Polyadditie; polyalkenen
CA73	Enzym in maïs breekt cellulose af	5hv	Natuurlijke polymeren; polysachariden
CA74	Jaar van de waarheid voor cellulose-ethanol	5hv	Natuurlijke polymeren; polysachariden
CA74	Veelzijdig barnsteenzuur in trek	5v	Bioplastics; polyester; diol en dizuur
CA75	Spons zuivert water	5v	Polyadditie; polyalkenen
CA75	Vlaamse gist houdt van hout	5v	Natuurlijke polymeren
CA75	Back to feedstock	5v	Plasticafval; recycle; polyadditie; polyester
CA75	Kunststofrecycling in de bocht	4hv	Plasticafval; recycle
CA75	Bakeliet	5,6v	Thermoharder; netwerkpolymeer; crosslinks

Nr digi	**Titel opgave**	**Leerjaar**	**Steekwoorden uit mindmap**
1408-03	Lignineprobleem opgelost	5v	Natuurlijke polymeren; hydrolyse
1408-04	Serieus afbreekbaar bioplastic	5v	Bioplastics; biodegradeerbaar; polyester; netwerkpolymeer; composiet
1410-06	Centraal verwarmd nanodeeltje	5,6v	Polyester; thermoplast
1410-08	Doodzonde om op te stoken	5,6v	Natuurlijke polymeren; additiepolymerisatie
1501-04	Een boodschappentas van vissenslijm	5,6v	Polypetide; eiwit
1502-01	Bandje om membraaneiwit	5v	Polyadditie; natuurlijke polymeren; eiwitten
1503-05A	De suikerbiet als het nieuwe goud	3hv	Bioplastics; natuurlijke polymeren
1503-03B	De suikerbiet als het nieuwe goud	5hv	Bioplastics; natuurlijke polymeren
1503-07	Slimme polymeren repareren je knie	5hv	Composiet; polyester
1503-10	Polymeer trouwt spiegelbeeld	5,6v	Polyadditie; initiator; radicaalmechanisme; polyester
1505-08	Recept voor groenere nylon	5,6v	Nylon; polyamide
1509-11	Knieschijf uit de printer	5h 5,6v	Bioplastic; polyester; radicaalmechanisme

1511-01	Biobased smartphone	5,6v	Bioplastics; biobased; hydrolyse; polyester
1602-04	Plasticdoppen omsmelten tot skateboard	5h 5,6v	Plasticafval; recycle; poyalkenen
1602-06	Aardolievrije PETfles komt eraan	5hv	Bioplastic; polyester
1603-06	Polymeer tegen kerosinebrand	4hv	Polymeren
1604-04	Van visnet tot bikini	5hv	Plasticafval; recycle; polyamiden
1605-05	Flesjes maken uit fructose	5,6v	Bioplastics; polyester; thermoplast; hydrolyse
1605-10	Pyrolysefabriek voor duurzame recycling autobanden	5,6v	Rubber; recycle
1609-03	DSM levert voor materiaal voor smartwatch	3hv	Elastomeer; thermoplast; recycle
1611-02	Groene polyamides stap dichterbij	5hv	Polyamide; biobased
1611-04	Zetmeel geeft PE betere eigenschappen	4hv	Polyalkenen; natuurlijke polymeren; polysachariden; hydrolyse; biobased
1611-05	Folie van zetmeel en polyethyleen	5hv	Polyalkenen; natuurlijke polymeren; polysachariden
1611-08	Methathese tegen plastic soep	5v	Plasticafval; polyalkenen
1701-08	Self healing aircaft wings	5,6v	Zelfherstellend; composiet; thermoharder; netwerkpolymeer; crosslinks
1702-10	Partij kiezen voor cellulose	5hv	Natuurlijke polymeren; polysachariden; hydrolyse
1703-02	Corbion en Total werken samen in bioplastic	5hv	Bioplastics; polyester; natuurlijke polymeren; hydrolyse
1703-03	Milieuvriendelijkere autoband	5v	Polyamide; polyester; diol en dizuur
1703-04A	Kooldioxide als grondstof voor plastic	5,6v	Polyamide
1703-04B	PUR kan een stuk groener	5,6v	Polymeren
1704-04	Reststromen van kerstbomen gebruiken voor duurzaam plastic	5,6v	Natuurlijke polymeren; polyester
1705-05	Bioplastic oogst grote doorbraak	3hv	Bioplastics; recycle
1705-11	Vijftig jaar melamine	5hv	Thermoharder; netwerkpolymeer; crosslinks
1709-01A	Rupsje nooit genoeg plastic	4,5h 4-6v	Polyalkenen
1709-01B	Plastic-etende rups	5v	Polyalkenen; polyester
1709-05	Schimmel maakt melkzuur	5v	Bioplastics; polyester; thermoplast
1710-11	Zoveel meer dan antiaanbaklaag	5,6v	Polyadditie; polyalkenen; elastomeer
1801-04	PLA van gecertificeerd suikerriet	5hv	Bioplastics; biobased; polyester
1801-10	Suikers, het nieuwe zwarte goud	5h 5,6v	Bioplastics; polyester; natuurlijke polymeren; polysachariden
1804-03I	Zelf herstellend glas binnen handbereik	5h	Zelfherstellend

1804-03II	Zelf herstellend glas binnen handbereik	5,6v	Zelfherstellend
1805-01I	Kameleonprint door nieuwe techniek	5h	Polyalkenen; initiator; netwerkpolymeer; crosslinks
1805-01II	Kameleonprint door nieuwe techniek	5,6v	Polyalkenen; initiator; netwerkpolymeer; crosslinks
1805-11	FDCA-race naar de markt	5,6v	Polyester; biobased; recycle
1809-02II	Net zo lang kauwgom blijven kauwen	5,6hv	Crosslinks, polyetheenvinylacetaat
1809-08	Nieuw plastic helemaal recyclebaar	5,6hv	Polymeren, recyclen, GBL
1810-02	Gaat de natuur een handje helpen om plasticafval op te ruimen?	5,6v	PET, PETase, enzym
1810-07	Pleister meet stress	5,6v	Polyadditie, copolymeer, radicaalmechanisme
1811-03	Nieuwe methode om PEF te maken	5,6v	PET, PEF, MeFDCA, biomassa, polymerisatiegraad
1811-05	Plastic produceert methaan	4-6hv	Plastic, afbraak, polymeren, mechanisme

Zie voor de bestelling van oude nummers/jaargangen van Chemie Aktueel, de bijlage bij de e-mail met opgaven voor januari 2019. Of vraag de bestelmogelijkheden aan via chemieaktueel@gmail.com of info@chemieaktueel.nl

Lege mindmap: