

Id	Titel opgave	nr opg	Klas	NOVA	Chemie	Chemie Overall
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	Minisyn gasgenerator	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 zuurstof 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,H11/5v,H20
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 aarbeiën 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 aarbeiën 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 soap	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 verandert in alcohol I	1702-06 I	3hv	3h,H3/3v,H4	3h,H3/3v,H3	3h,H4/3v,H4
245b	CO ₂ verandert 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	Investerings 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 betraapt	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 schaaft 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 stuiten 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 het gas 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,H7/6v,H19
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
430	Zink-zuurstofbatterij voor Afrika	1902-01	5hv	5h,H8/5v,H9	5h,H11/5v,H11	5h,H9/5v,H11
431	Accu's van PLA	1902-02	5v	5v,H9	5v,H11	5v,H11
432	Mummificeren in het oude Egypte I	1902-03I	3hv	3h,H2/3v,H2	3h,H2/3v,H2	3h,H4/3v,H4
433	Mummificeren in het oude Egypte II	1902-03II	4hv	4h,H4/4v,H4	4h,H4/4v,H5	4h,H5/4v,H4
434	Polymeer haalt CO ₂ uit lucht	1902-04	5,6v	6v,H12	6v,H15	6v,H18
435	Ijzer als opslagmedium duurzane energie versie 1	1902-05I	3hv	3h,H2/3v,H2	3h,H2/3v,H2	3h,H4/3v,H4
436	Ijzer als opslagmedium duurzane energie versie 2	1902-05II	4,5hv	4h,H6/4v,H5	5h,H9/4v,H7	5h,H9/4v,H7
437	Simpel 3D-printen met metaal	1902-06	4v	4v,H2	4v,H5	4v,H4
438	Een korte geschiedenis van bier	1902-07	3hv	3h,H2/3v,H2	3h,H2/3v,H2	3h,H4/3v,H4
439	Betonrot	1902-08	5v	5v,H9	5v,H11	5v,H11
439	PLA uit wei dichtbij	1902-09	5hv	5h,H9/6v,H12	5h,H12/6v,H15	5h,H10/6v,H18
440	Nederlandse startup NUUD revolutie in deodorantwereld	1902-10	4hv	4h,H3/4v,H2	4h,H2/4v,H6	4h,H4/4v,H3

[illegible]

[illegible]

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, K_a
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 structuurformules
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; Industriële 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, zuren 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, innovatief 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	Informatie	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 vakmethoden	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
Industriële 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-isomerie, 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	Brandstoffen
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 Groene 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 eigenschappen	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
Industriële 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 reacties	Informatie	Redox
Bindigen, structuren en eigenschappen	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 eigenschappen	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	Kristalrooster, Rekenen
Bindingen, structuren en eigenschappen; Chemisch rekenen	Informatie	Kristalrooster, 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; Ontwikkeling nieuwe toepassingen
Processen en reacties	Informatie	Brandstofcel
Processen en 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
Industriële 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	Informatie	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 eigenschappen	Informatie	Oplosbaarheid, ontleding, roosters
Processen en reacties	Informatie	Organische reacties
Processen en reacties	Informatie	Organische reacties
Processen en reacties	Informatie	Verbranding
Energie	Informatie	Energiediagram
Industriële processen en Groene Chemie	Informatie	Risico en veiligheid
Industriële chemie	Informatie	Groene chemie
Processen en reacties	Informatie	Polyadditie
Processen en reacties	Informatie	Polycondensatie
Processen en reacties	Informatie	Polycondensatie

Deeltjesmodellen; 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
Processen en reacties	Informatie	Batterijen
Processen en reacties	Informatie	Batterijen
Processen en reacties	Informatie	Beginstoffen-reactieproducten
Bindingen, structuren en eigenschappen	Informatie	Zouten
Processen en reacties	Informatie	Polyadditie
Processen en reacties	Informatie	Verbrandingen; Beginstoffen-reactieproducten
Energie	Informatie	Energiediagram
Bindingen, structuren en eigenschappen	Informatie	Roosters en bindingen
Processen en reacties	Informatie	Blokschema
Processen reacties	Informatie	Elektrochemische cel; Redox
Processen en reacties	Informatie	Organische reacties
Bindingen, structuren en eigenschappen	Informatie	Stofeigenschappen, macro-micro; hydrofiel-hydrofoob

[illegible]

[illegible]

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, ontwerp opdrachten	-
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, aroma, fenol, bio-based, vanilline, sinapylalcohol, kraken, atoomeconomie, E-factor	Informatieselectievraag
Bio-aroma, 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, aroma, 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, isobutyronitril, 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
Copolymeer, 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

Azobenzeeen, cistrans, stereo-isomerie	Informatiebegripsvraag
Pykrete, brosheid, vezels, hout, papier	Informatieverwerkingsvraag
Pykrete, brosheid, vezels, hout, papier	Informatiebewerkingsvraag; Conclusievraag
PET, polycondensatie, groene chemie, pyrolyse, MEG, tereftaalzuur, aroma	Informatiebegripsvraag
Waterstofbruggen, smelttemperatuur, reactiemechanisme, nucleofiel	Informatiebewerkingsvraag
Organische reacties, initiatie, propagatie, generaties grondstoffen, radicaal, biobased	Informatiebewerkingsvraag; Argumentenvraag
Stikstof, amoniak, katalysator, elektronenformule, elektride	Informatiebegripsvraag
Pyrolyse, verbranding, reactievergelijking, 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, elektronensstructuurformules	Informatiebewerkingsvraag
Isotopen, aardkorst, aardkern	Conclusievraag
Water, membraan, elektrolyse, opschaling, corrosie, pH	Informatiebegripsvraag
Bioplastic, biobased, hydrolyse, ringvorming, recyclebaar	Informatiebewerkingsvraag
Ijs, sublimeren, nano, satelliet	Informatiebegripsvraag
Lewisstructuur, zuurbasis, hydrofoob, vanderwaalsbinding	Informatiebegripsvraag
Kristalvorming, verdampen. Kristallisatie, Pruisisch blauw, blauwsel, natriumchloride	Werkplanvraag
Kristalvorming, verdampen. Kristallisatie, Pruisisch blauw, blauwsel, natriumchloride	Probleemstellingsvraag
Explosie, koolstofverbindingen, katalysator, veiligheidseisen	Informatiebegripsvraag
Reactiemechanisme, reactor, katalysator	Informatiebegripsvraag
Ethylbenzeen, propaan, 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, aroma	Informatiebegripsvraag
Organokobalt, CO ₂ , 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, xylene	Informatiebegripsvraag
Hout, cellulose, hemicellulose, lignine, bio-ethanol	Informatiebegripsvraag
OCI Nitrogen, kunstmest, ammoniak, ureum, urean, melamine	Informatiebegripsvraag
Diesel, katalysator, vervuiling	Informatiebegripsvraag
Recycling, afvalverwerking, synthesesgas	Informatiebegripsvraag
waterstof, brandstofcel, milieu	Informatiebegripsvraag
Raketten, sorbitol, lachgas	Informatiebegripsvraag
ethaan-dinitril, dikoolstof, komeet	Informatiebegripsvraag
Fotosynthese, vergisting, suiker, alcohol, destillatie	Informatiebegripsvraag

Massapercentage, biobased economy, waardepiramide	Informatieverwerkingsvraag
Zoetstof, koolstofchemie, smaakreceptoren, eiwit, diterpenen	Informatiebegripsvraag
CO ₂ , eierdoos, absorptie, milieu, broeikasgas	Informatiebegripsvraag
Kerosine, brandgevaar, polymeren, isoftaalzuur, tertiair amine	Informatiebegripsvraag
Strontiumcarbonaat, reactievergelijking, energie-omzetting	Informatiebewerkingsvraag
Strontiumcarbonaat, reactievergelijking, energie-omzetting	Informatiebewerkingsvraag
Thermochemische batterij, duurzaamheid	Informatiebewerkingsvraag
NO _x , 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, ununtrium	Informatiebegripsvraag
radio-actief verval, bouw atoom	Informatiebegripsvraag
Nylon-6, caprolactam, recycling, visnetten, milieu, monomeer	Informatiebegripsvraag
Chloor, bleekmiddel, pH, evenwicht, giftige dampen	Informatiebegripsvraag
FeS, FEOH, 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, supervazel, 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 fruit, 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, cyaanuurzuur, adenine, nanovezel, waterstofbruggen	Informatiebegripsvraag

Tyrosine, dityrosine, grensstructuren	Informatiebegripsvraag
Staalproductie, endotherm, blokschema, waterstof, CO ₂ -uitstoot	Informatiebewerkingsvraag
IJzerproductie, staal, hoogoven, CO ₂ , 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, DeNO _x , 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, halfreacties	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, synthesesgas, 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, duurzaamheid, polyester, fermentatie, berekening	Informatiebegripsvraag
Autoband, PET, viscose, rubber, para-aramide, rolweerstand, Eco	Informatiebegripsvraag
Polyurethaan, CO ₂ , mesomerie, duurzaam, polyether, polycarbonaat, PPP	Informatieselectievraag
PUR, polymeren, schuim, duurzaamheid, procesverbetering	Informatiebegripsvraag
Methaan, benzeen, Mo ₂ C, 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, wolframoxide, nanokristallen, hexagonaal	Informatiebegripsvraag
Melamine, ureum, industrie, DSM, OCI Nitrogen, thermoharder	Informatiebegripsvraag
Kalk, zware metalen, nikkellonen, 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	Informatiebegripsvraag
salpeterzuur, zzwavelzuur, ammoniak, calciumoxide, pH, mestverwerking	Informatiebegripsvraag
koffiedrab, biodiesel, blokschema	Informatiebewerkingsvraag
melkzuur, schimmel, PLA, <i>Monascus ruber</i> , suikers	Informatiebegripsvraag
hooibroei, branddriehoek, exotherm, blussen	Informatiebewerkingsvraag
Geosmine, structuurisomerie, reactiemechanisme, elektronenverplaatsingen	Informatieverwerkingsvraag
Ammoniak, Haber-Boschproces, stikstof, waterstof, ruthenium, katalysator, duurzaam	Informatiebegripsvraag
C8, perfluorooctaanzuur, PFAS, PFOA, F-18, radioisotoop, halfwaardetijd	Informatiebegripsvraag
Hard water, ontharding, kalk, calcië, calciumcarbonaat, entmateriaal	Informatiebegripsvraag
Titaanwit, lijnolie, schilderij, radicaalpolymerisatie, micro- en macroniveau	Informatiebegripsvraag
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	Informatiebegripsvraag
Polyacrylamide, crosslinks, water, waterstofbruggen	Informatiebegripsvraag
Propaan, butaan, aardgas	Informatiebegripsvraag
CO ₂ , fotosynthese, verbranding, gehalte, ppm, kastuinbouw	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, elektrolyser, 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	Informatiebegripsvraag

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	Informatiebegripsvraag
Suikerbiet, FDCA, HMF, PEF, duurzaam, atomeconomie, <i>E</i> -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, stijfheid, polymeer, amorf	Informatieverwerkingsvraag
Thymidine, mannose, desoxyribose, carbonaatgroep, stijfheid, polymeer	Informatieverwerkingsvraag
Ammoniak, stallucht wassen, chemische water, biologische water, zwavelzuur, nitriet, nitraat, milieu, halfreactie	Informatiebegripsvraag
Elektroreductie, koolstofcyclus, katalysator	Informatiebegripsvraag
Hout, lignine, cellulose, hydrotroop, <i>p</i> -TsOH	Informatiebegripsvraag

Waterstof, groene brandstof, elektrolyse, brandstof, energiedrager	Informatiebegripsvraag
Tonerpoeder, koolstof, ijzeroxide, ijzer, reactievergelijkingen, formuletaal	Informatiebegripsvraag
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	Informatiebegripsvraag
Koperverbinding, cupriet, azuriet, malachiet, chalcopryiet, 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, duurzaamheid	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	Informatiegebrripsvraag
Atoombinding, eenheidscel, volume bol, tetraëder, mol	Informatiebegripsvraag
Atoombinding, eenheidscel, volume bol, tetraëder, mol	Informatiebegripsvraag
Interstellaire ruimte, benzonitril, IR-spectroscopie	Informatiebegripsvraag
FDCA, HMF, FDCE, fructose, biotechnologie, 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 gypies, scheidingsmethoden, chemische reacties	Informatiebegripsvraag
Kauwgom, recyclen, nieuwe gypies, oude kauwgom, crosslinks, poly-etheenvinylacetaat, poly-isopreen, poly-styreenvinylacetaat	Informatiebegripsvraag
Afval, methanol, synthesesgas, 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	Informatiebegripsvraag
Waterstof, duurzaam, brandstofcel, chloorfabriek, milieu	Informatiebegripsvraag
Aardolie, kraken, katalysator, brandstoffen, alkenen, micro. Macro, blokschema	Informatiebegripsvraag
Vorinostat, medicijn, octrooi, resistentie, melanoom, antioxidant, atomeconomie, <i>E</i> -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, initator, monomeer, cortisol, geleiding, ester, crosslink, radicaalmechanisme, membraan	Informatiebegripsvraag
Methionine, methional, enzymen, methylmercaptan, HCN, essentieel aminozuur, decarboxylering, pratische 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, atomeconomie, 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 water, waterstofperoxide, massapercentage	Informatiebegripsvraag
Halfreacties, elektrolyse, oplaadbaar, zink, zuurstof, bronspanning, zonne-energie, duurzaamheid	Informatiebewerkingsvraag
PLA, melkzuur, 3D-printer, lithium-ionbatterij, nano, grafeen, LiClO ₄ , lithiumtitaanaat, koolstofnanobuisjes	Informatiebegripsvraag
Voorwaarden voor mummificeren, drogen, massabehoud	Informatiebegripsvraag
Dubbelzout, hydraat, drogen, antibacteriële stoffen, biodegradeerbaarheid	Informatiebegripsvraag
Halfreactie, waterstofbrug, IR, amidegroep, gel, bladgroenkorrel, zetmeel, maltose, glucose	Informatieselectievraag
Ijzer, roest, reactievergelijking, recycling, metaalbrandstof, Tata Steel, kringloopschema, duurzame energie	Informatieselectievraag
Berekening, ijzer, verbranding, verdelingsgraad, roest, Fe ₂ O ₃ , vormingswarmte, reactiewarmte, duurzame energie	Informatieselectievraag
3D-printen, klegering, amorf, kristallijn, rekenen met gehalten	Informatiebegripsvraag
Bierbereiding, reactievergelijking, zetmeel, fermentatie	Informatiebewerkingsvraag
Ijzer, roesten, corrosie, pH, halfreacties, betonrot	Informatiebegripsvraag
Melkzuur, PLA, lactide, oligomeer, polyester, katalysator	Informatiebegripsvraag
Duurzaamheid, deodorant, plantaardig	Informatiebegripsvraag

[illegible]

[illegible]

1. Introduction

2. Background

3. Methodology

4. Results

5. Discussion

6. Conclusion

7. References

8. Appendix

9. Acknowledgments

10. Contact Information

11. Disclaimer

12. Glossary

[Redacted text block]

[Redacted text block]

[Redacted text block]

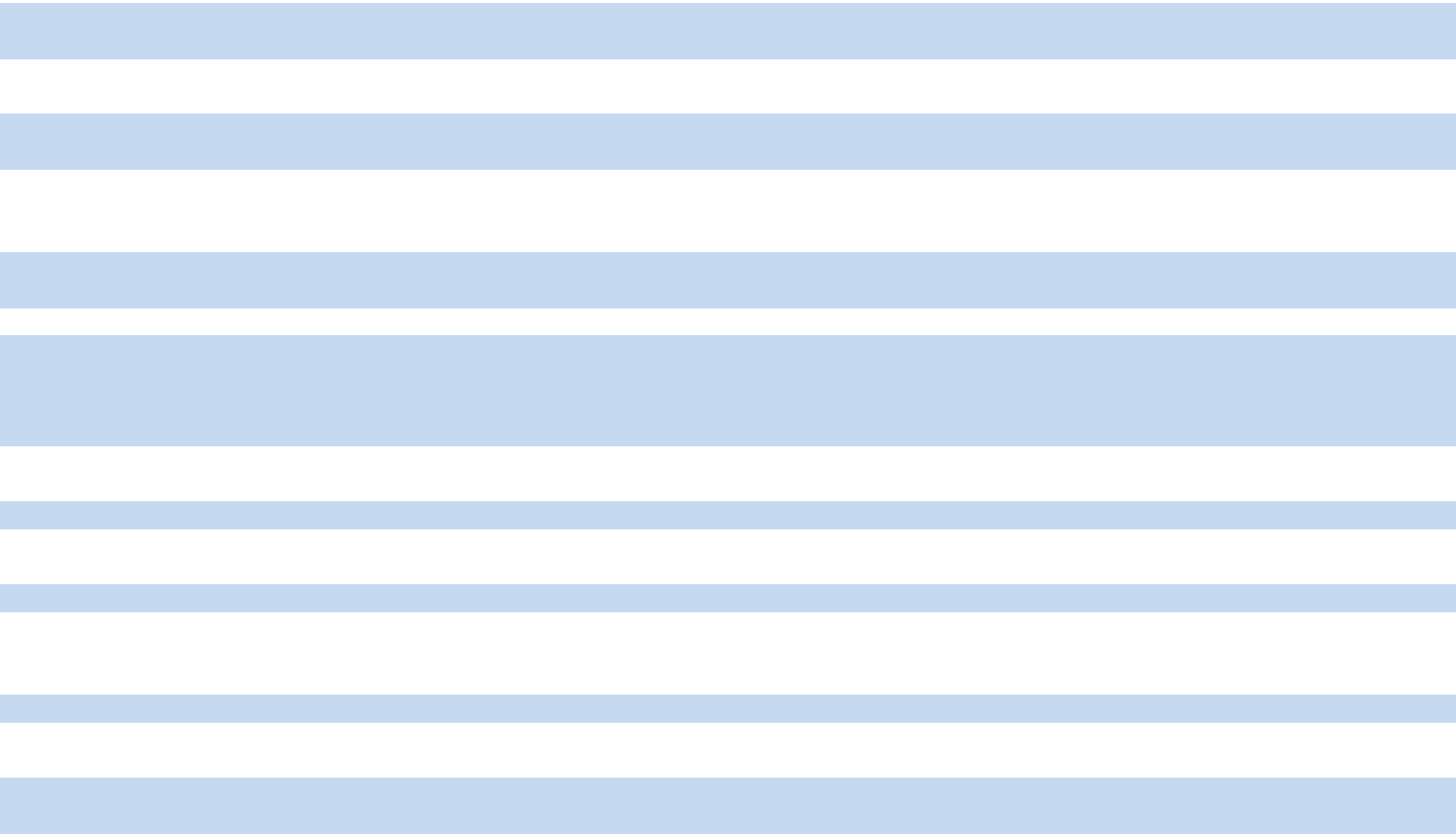
[Redacted text block]

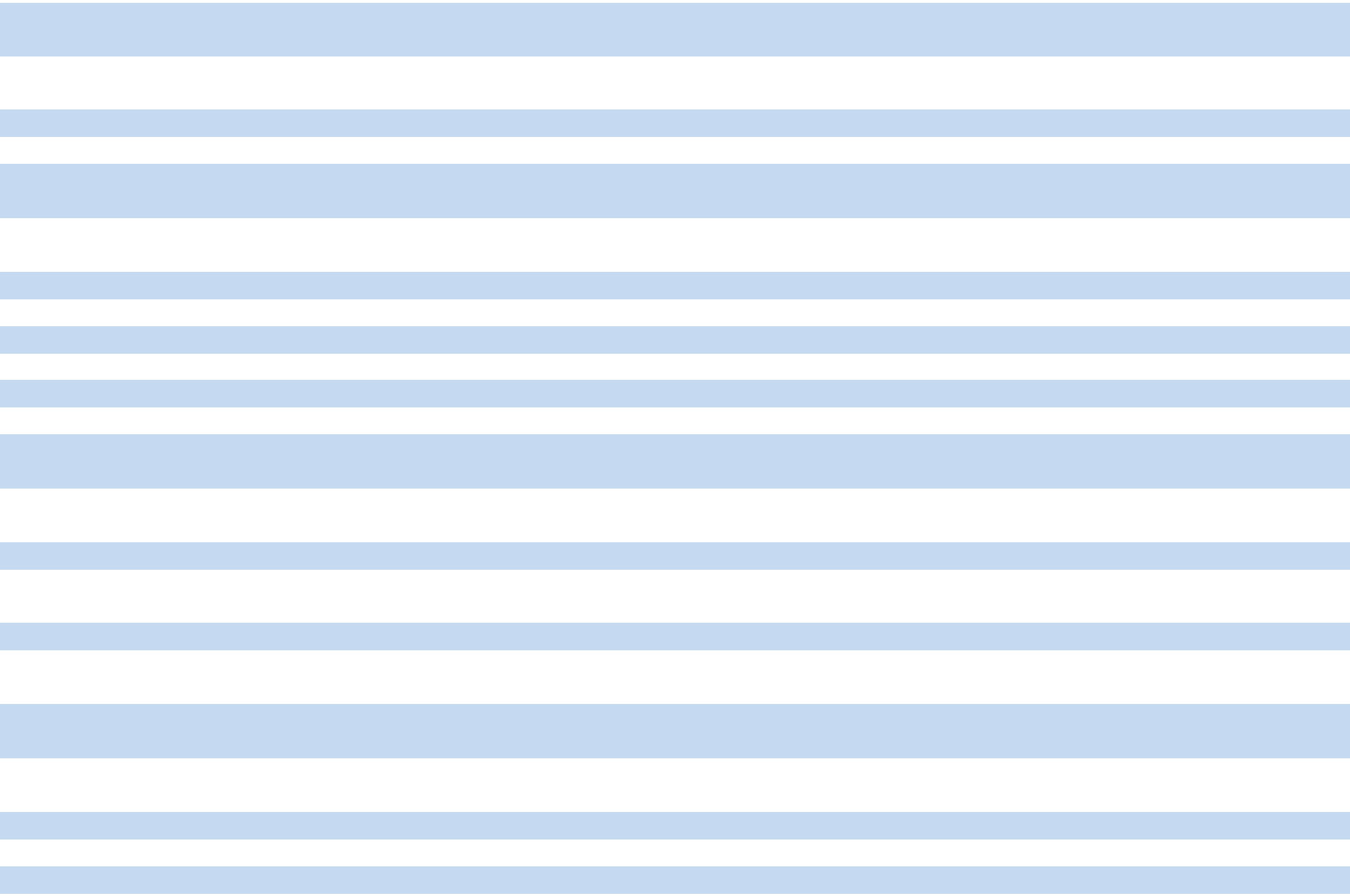
[Redacted text block]

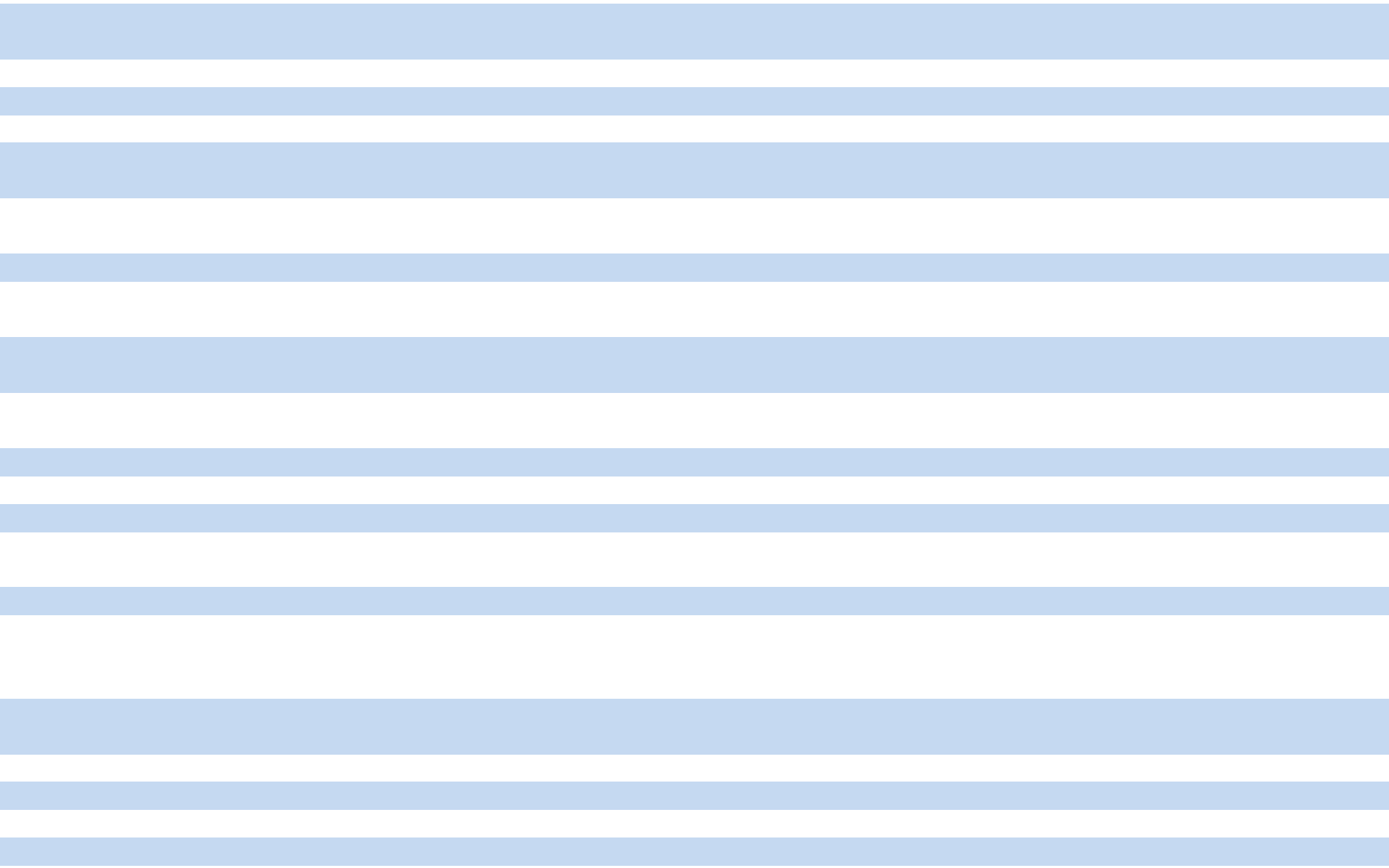
[Redacted text block]

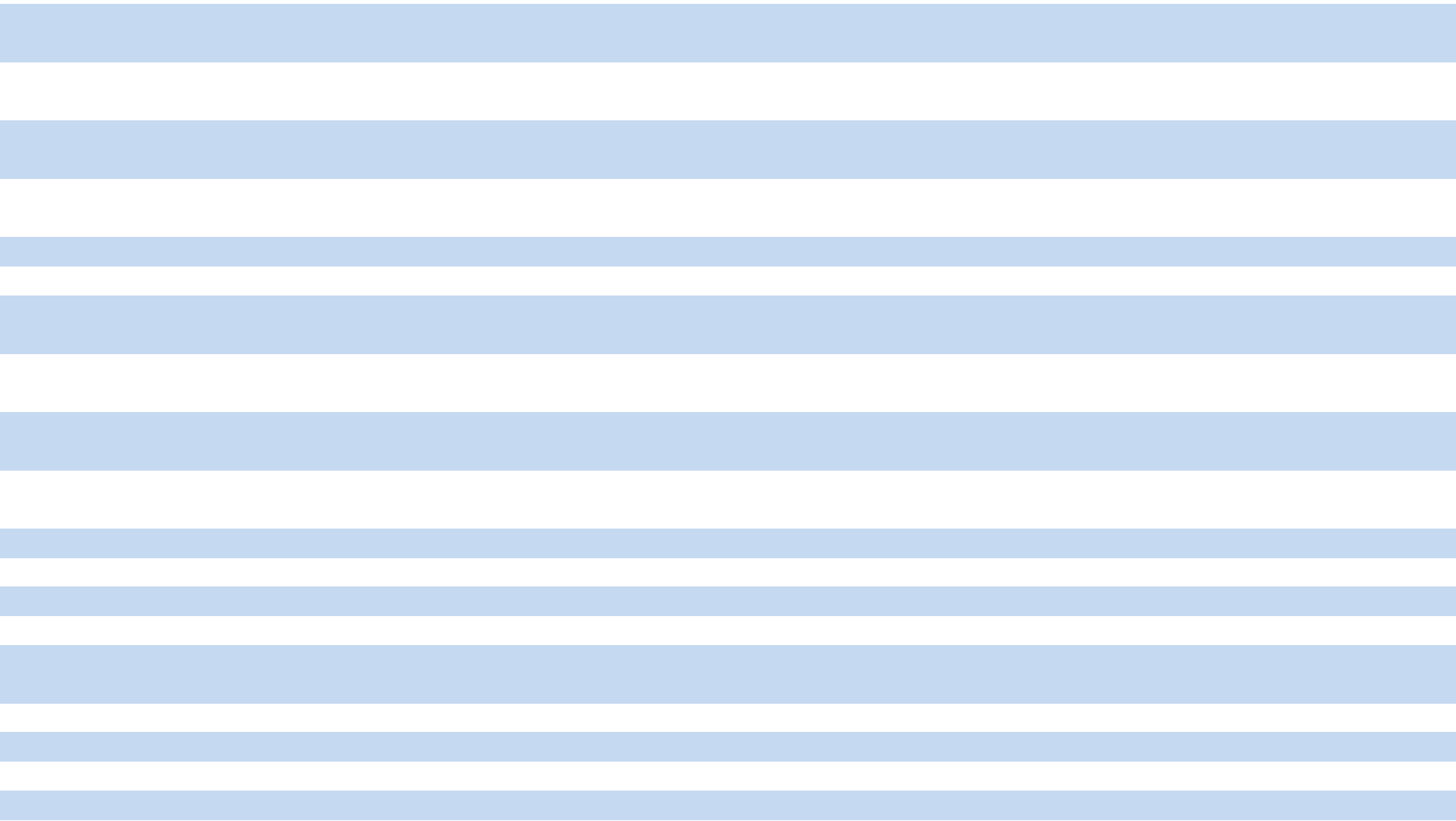
[Redacted text block]

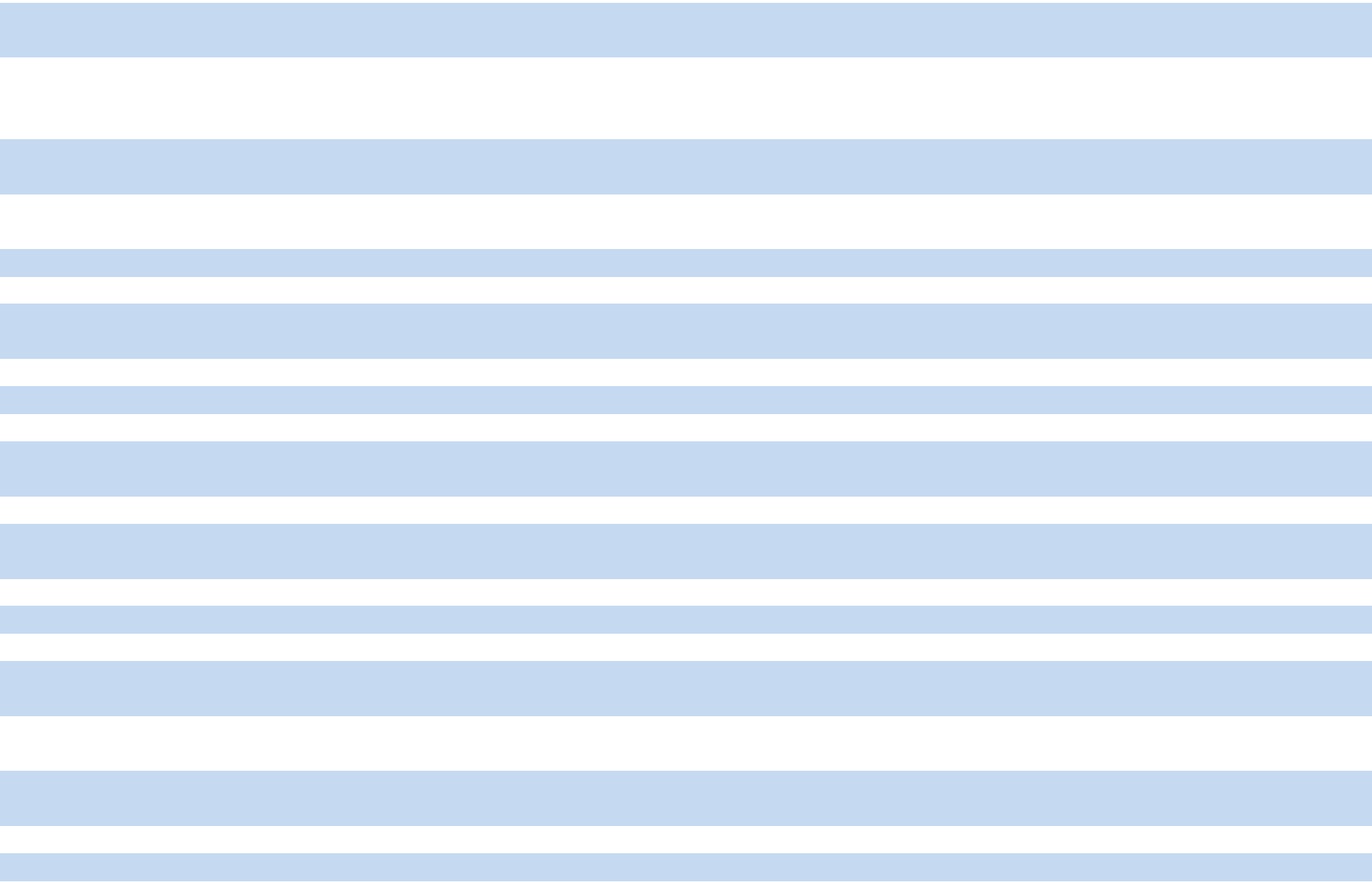
[Redacted text block]

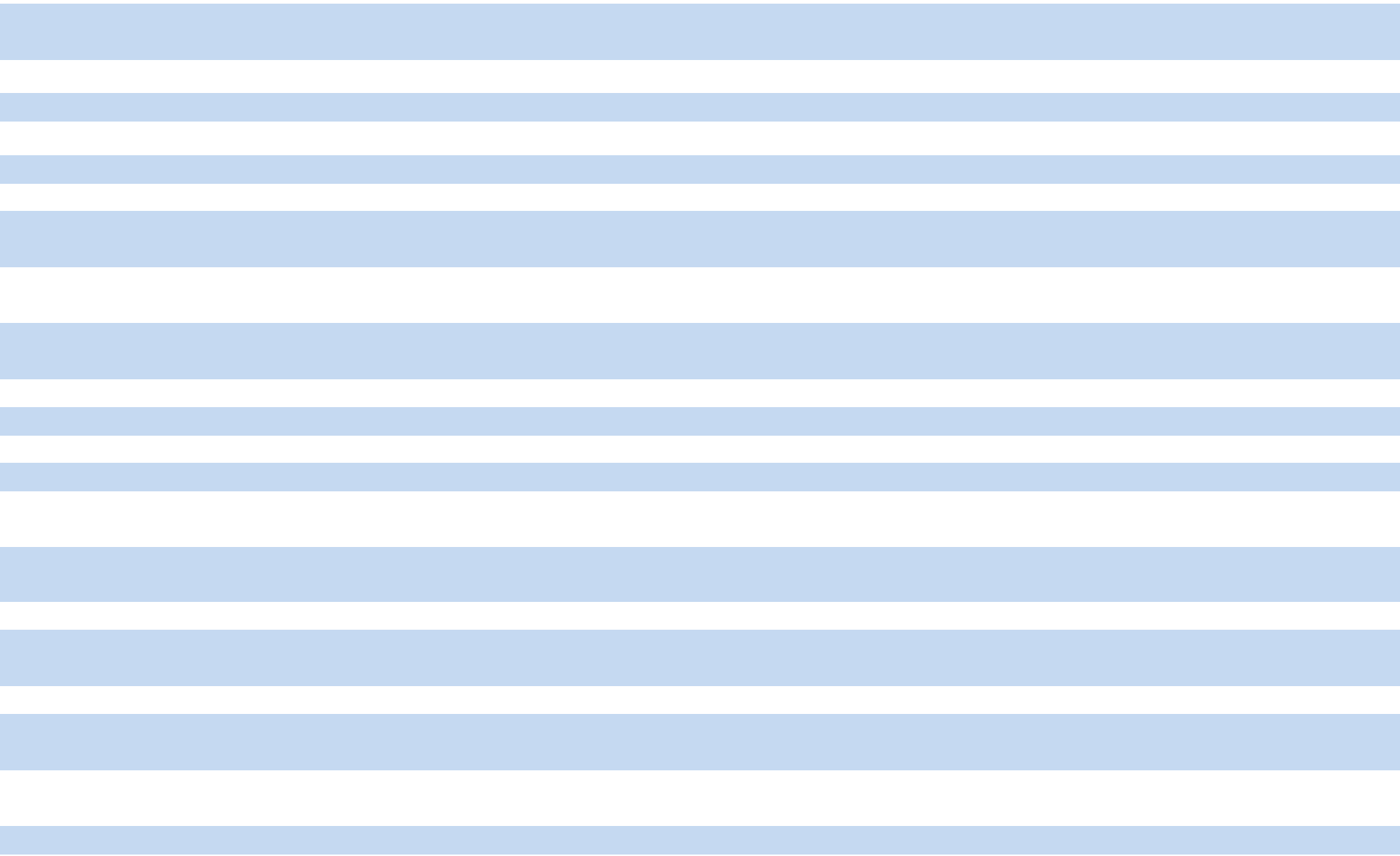












[Redacted text line]

[Redacted text line]

[Redacted text line]

[Redacted text line]

[Redacted text line]

[Redacted text line]

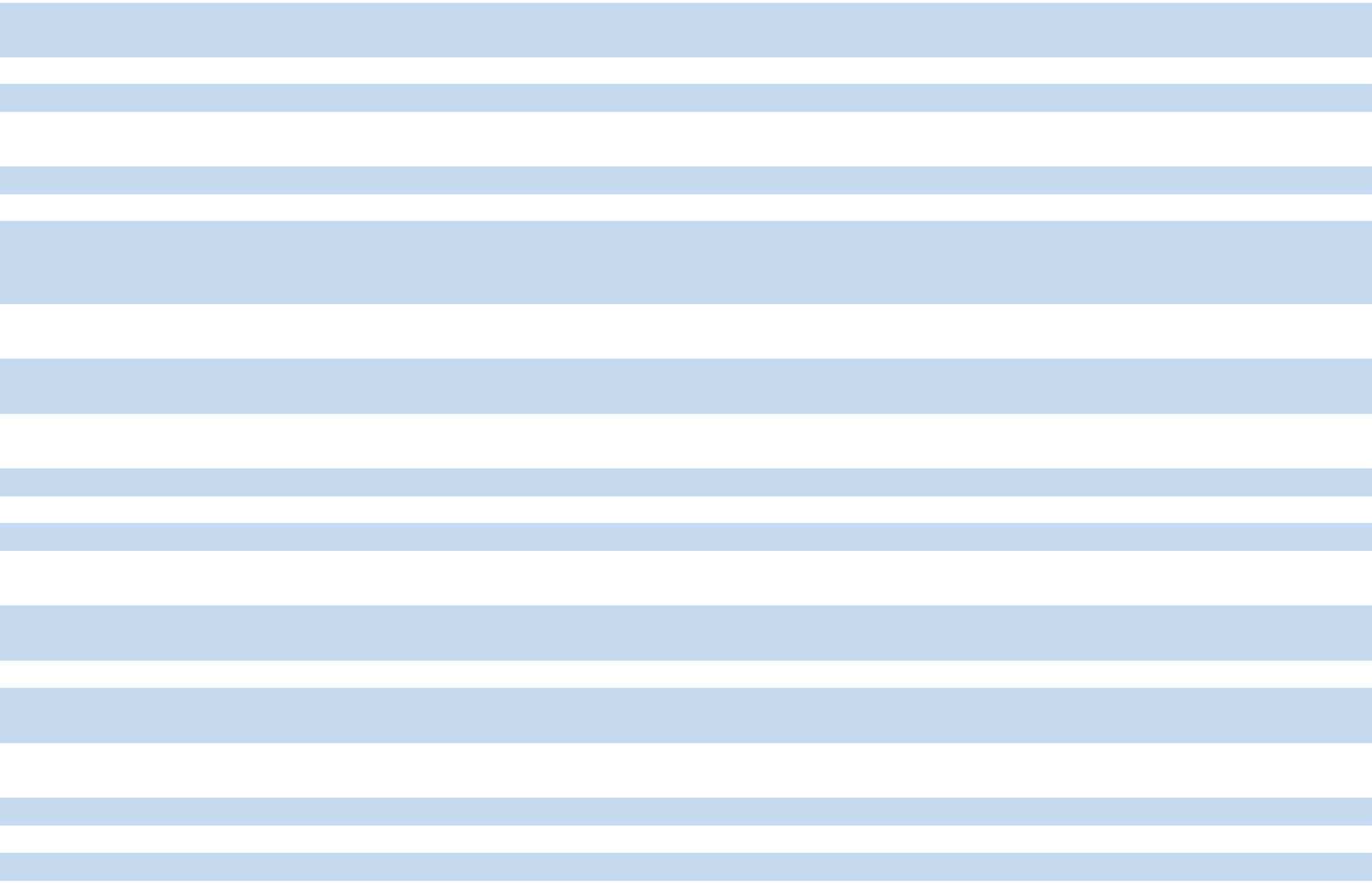
[Redacted text block]

[Redacted text line]

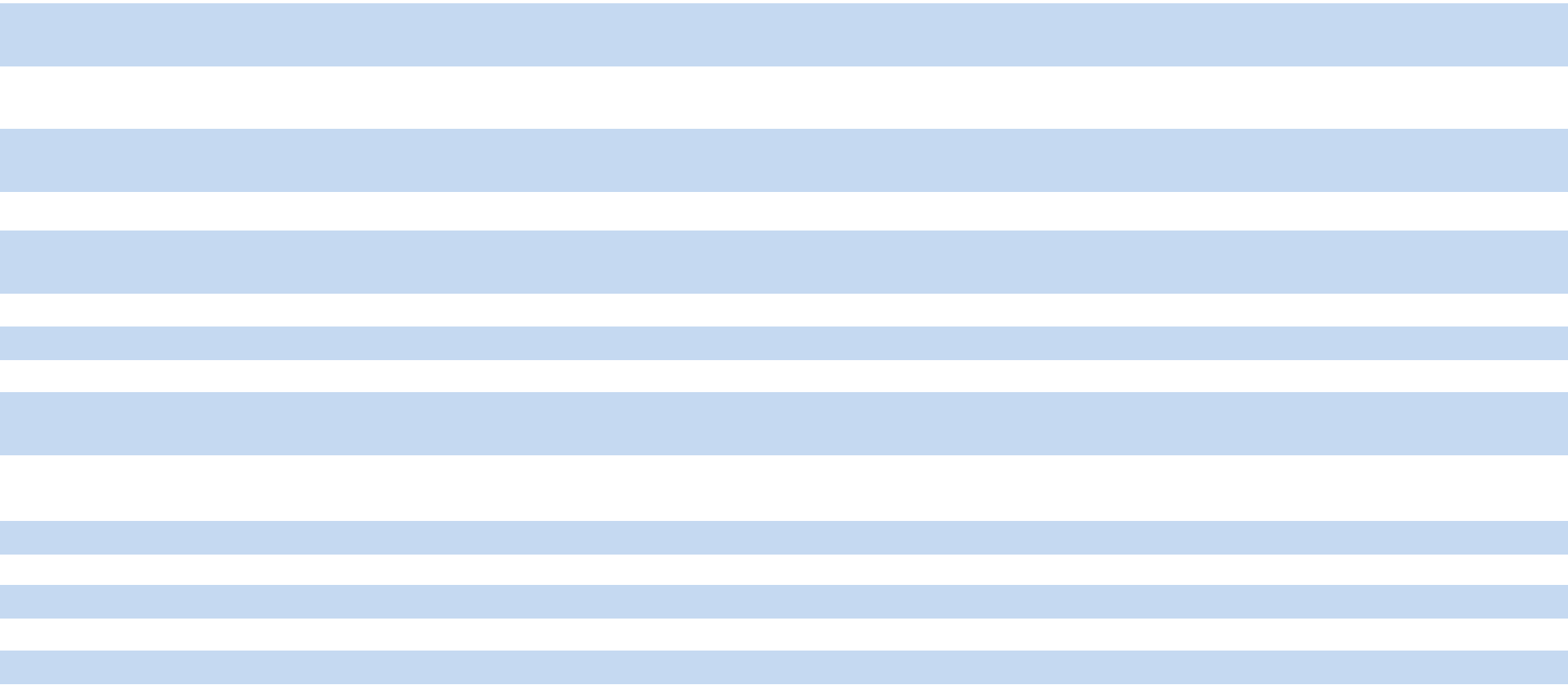
[Redacted text line]

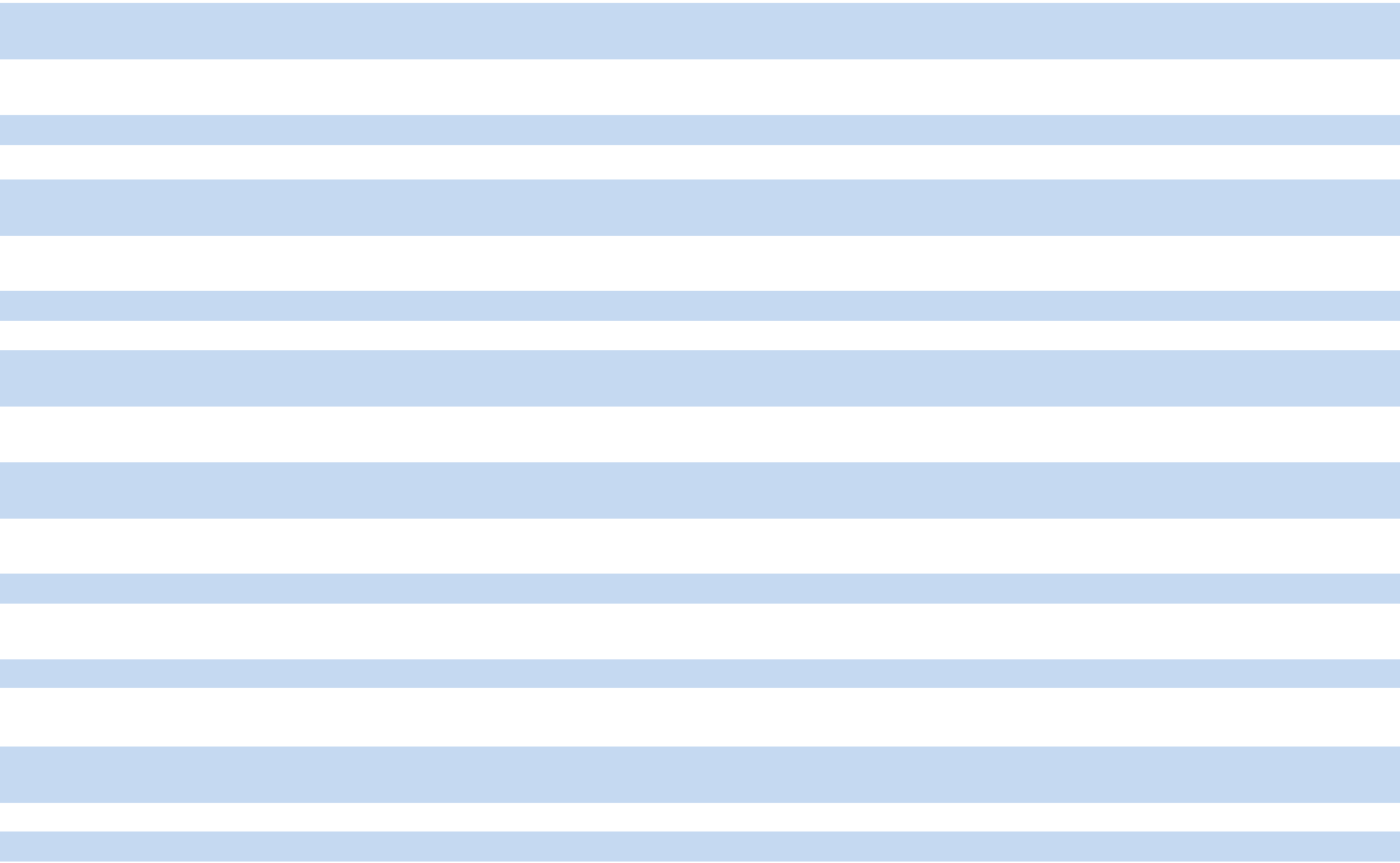
[Redacted text line]

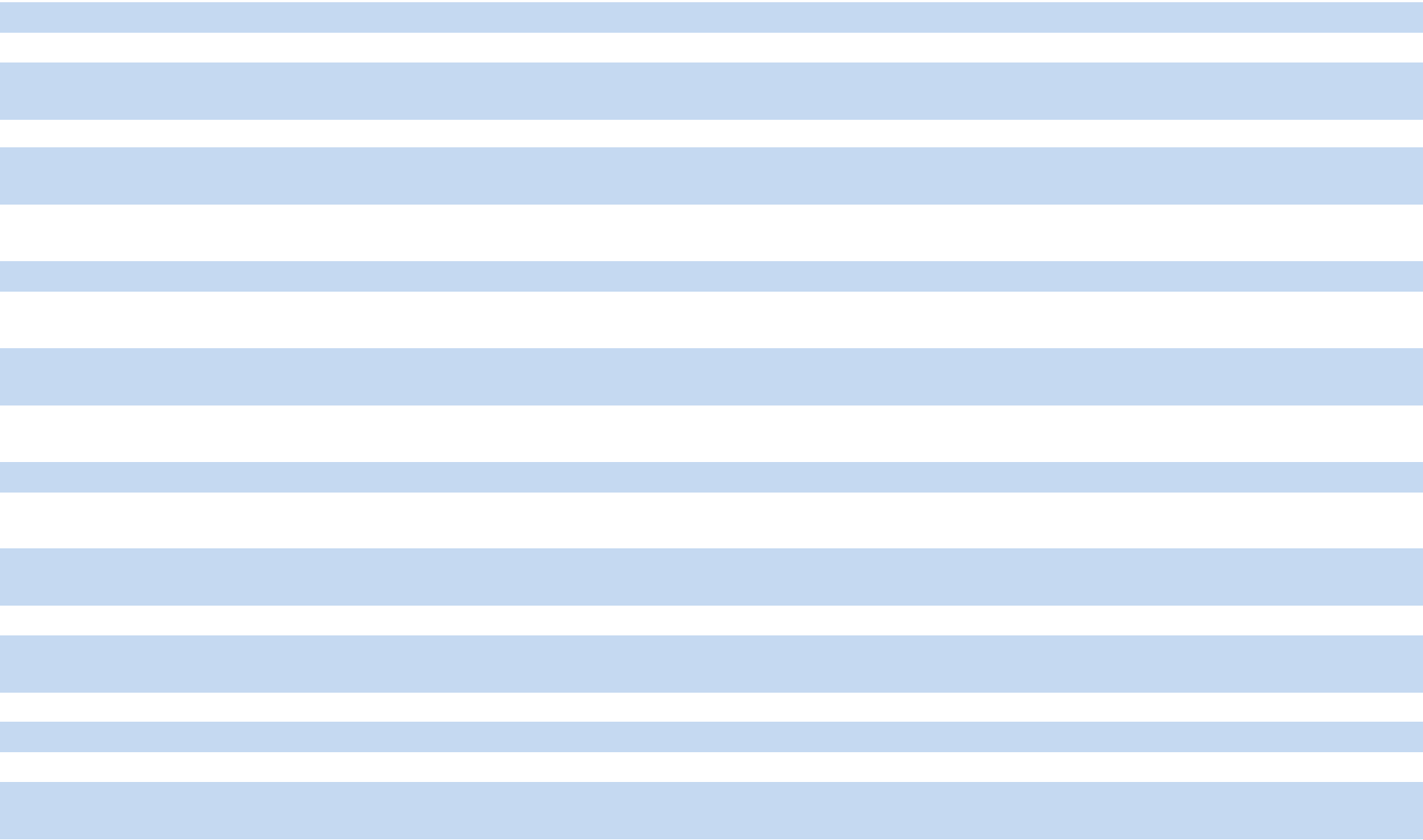
[Redacted text line]

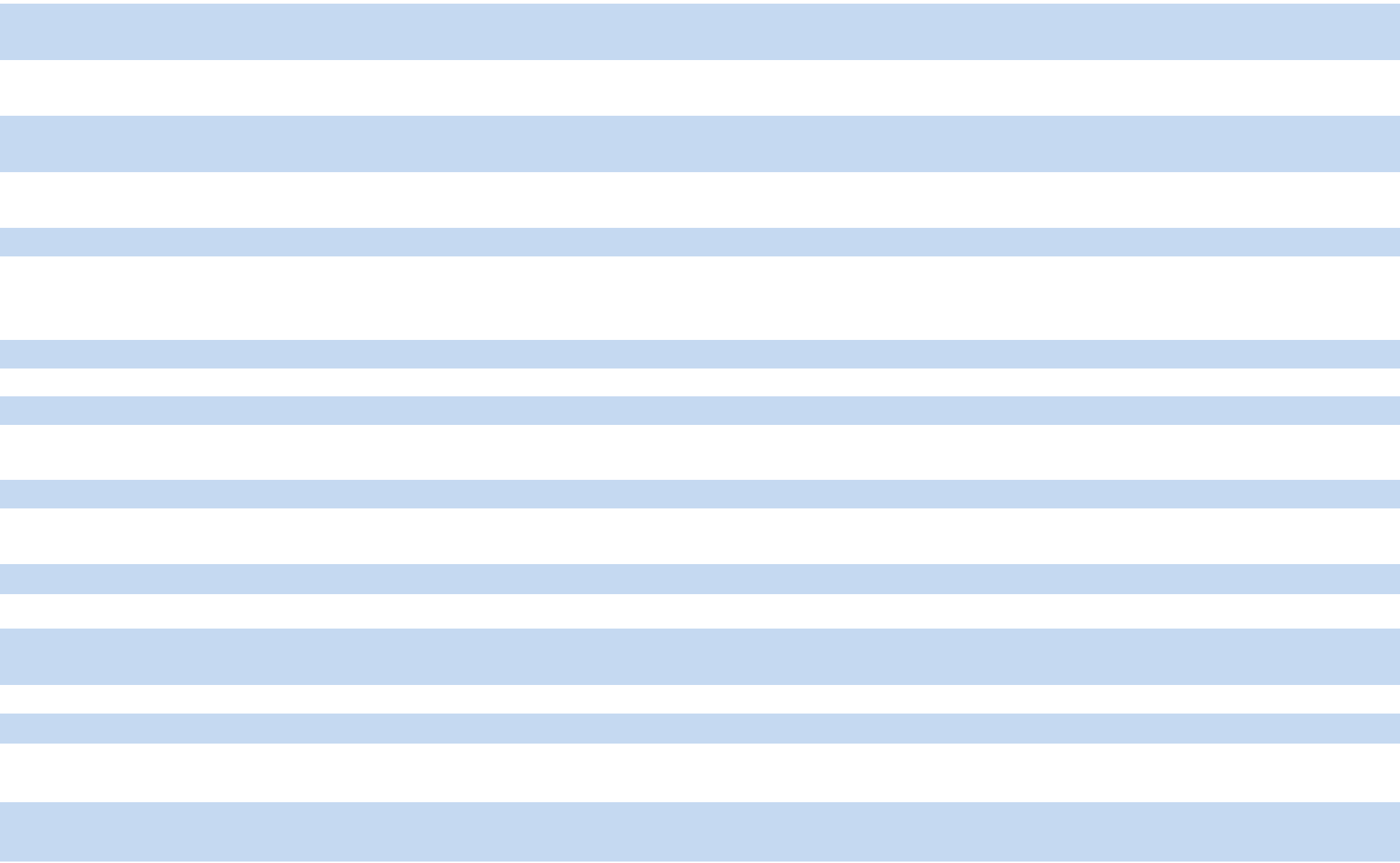


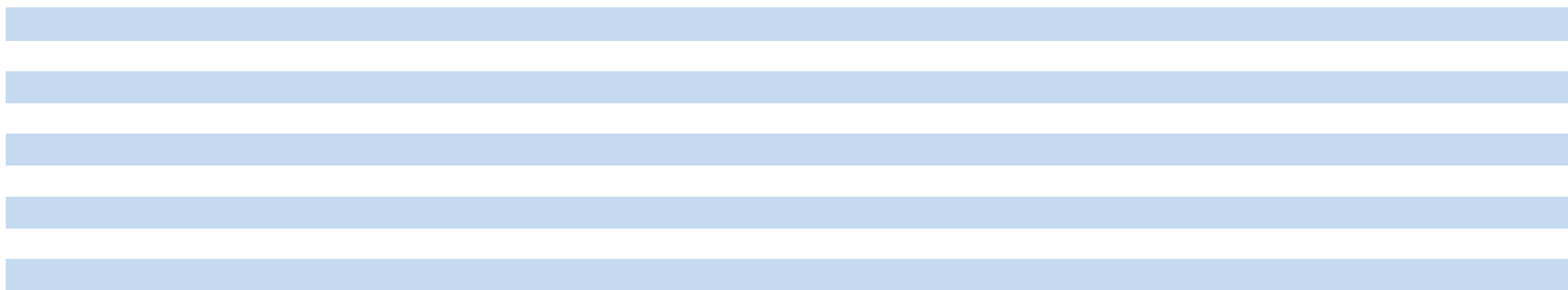


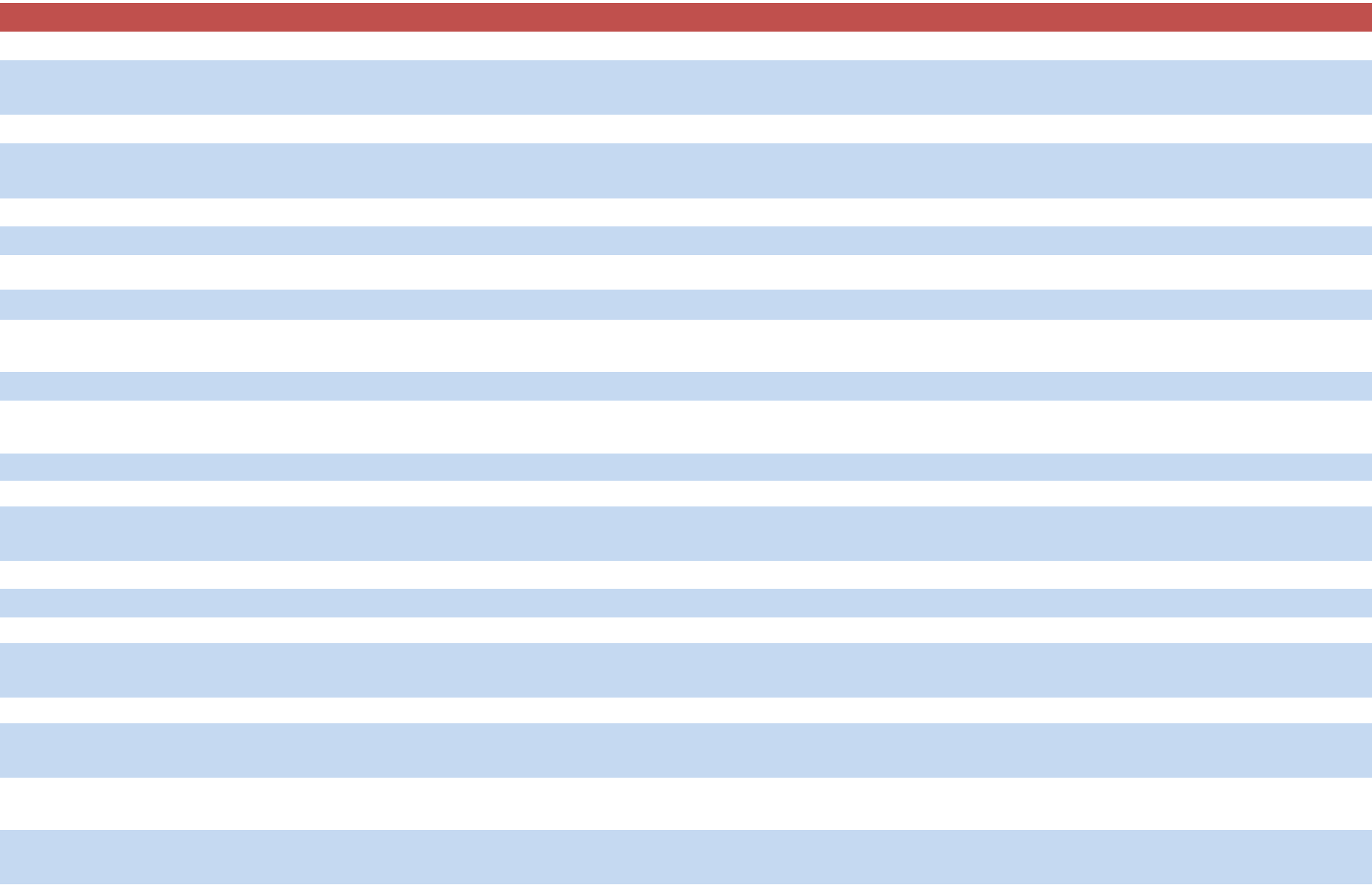












[Redacted text]

[Redacted text]

[Redacted text]

[Redacted text]

[Redacted text]

[Redacted text]

[Redacted text]

[Redacted text]

[Redacted text]

[Redacted text]

[Redacted text]

[Redacted text]

[Redacted text]

[Redacted text]

[Redacted text]

[illegible]

[illegible]

[Redacted text line]

[Redacted text line]

[Redacted text line]

[Redacted text line]

[Redacted text line]

[Redacted text line]

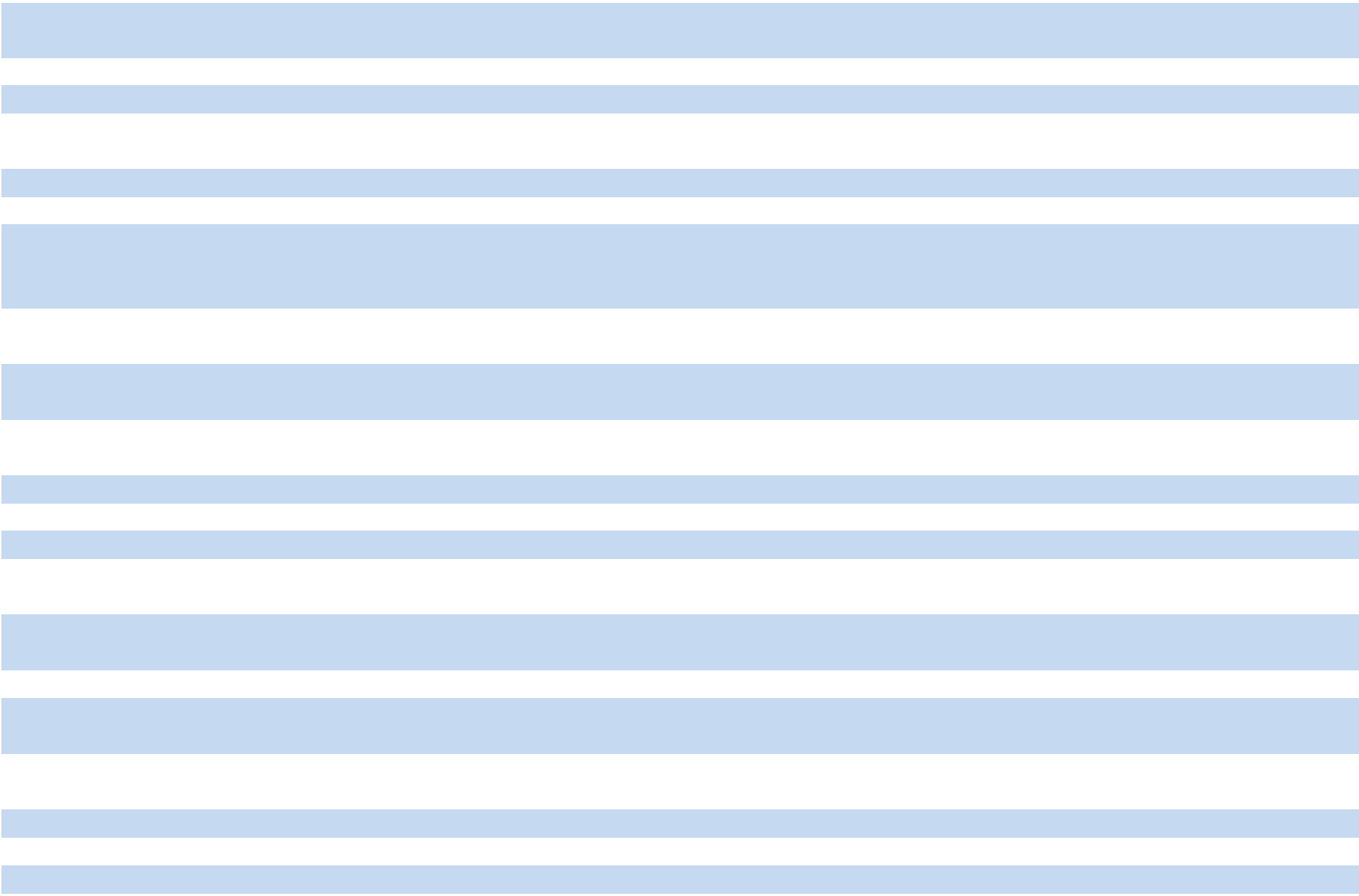
[Redacted text block]

[Redacted text line]

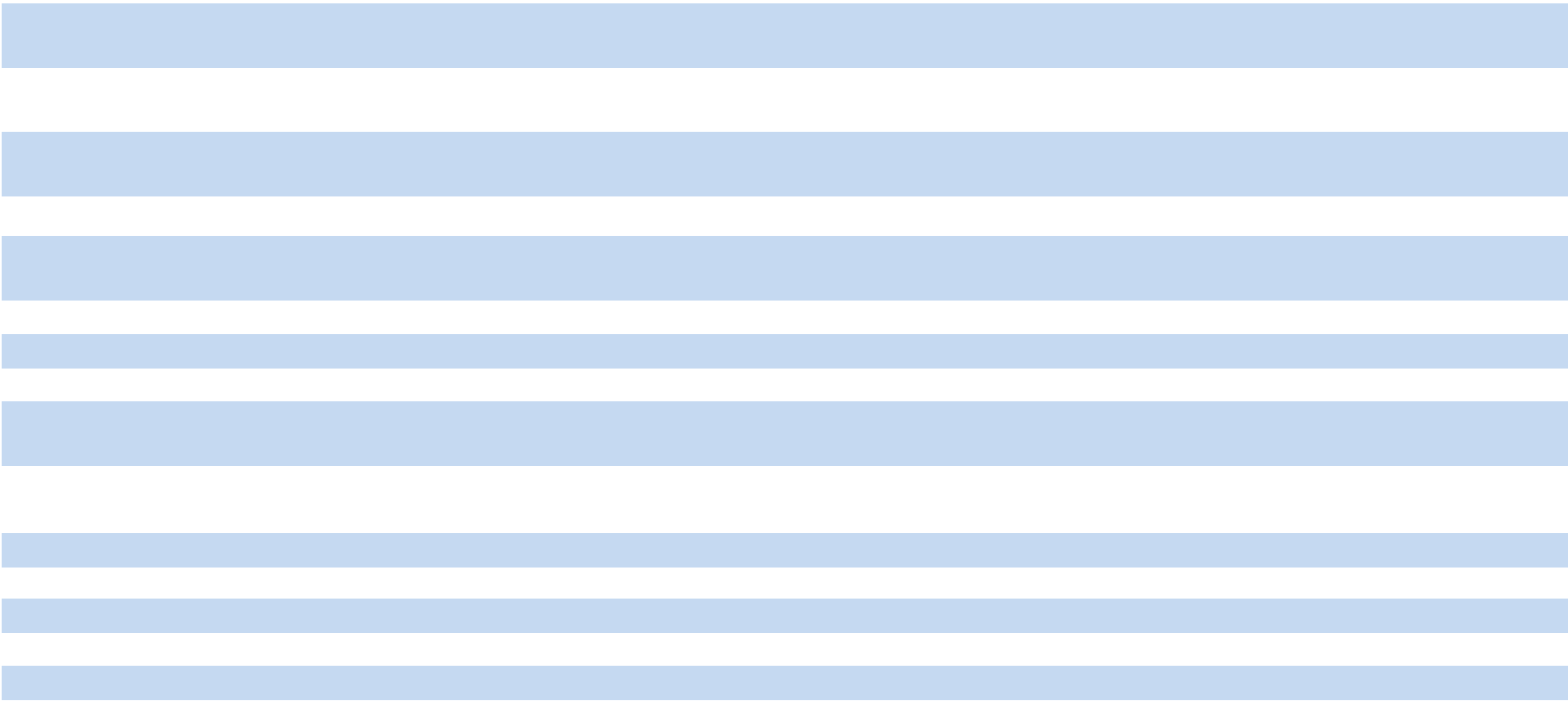
[Redacted text line]

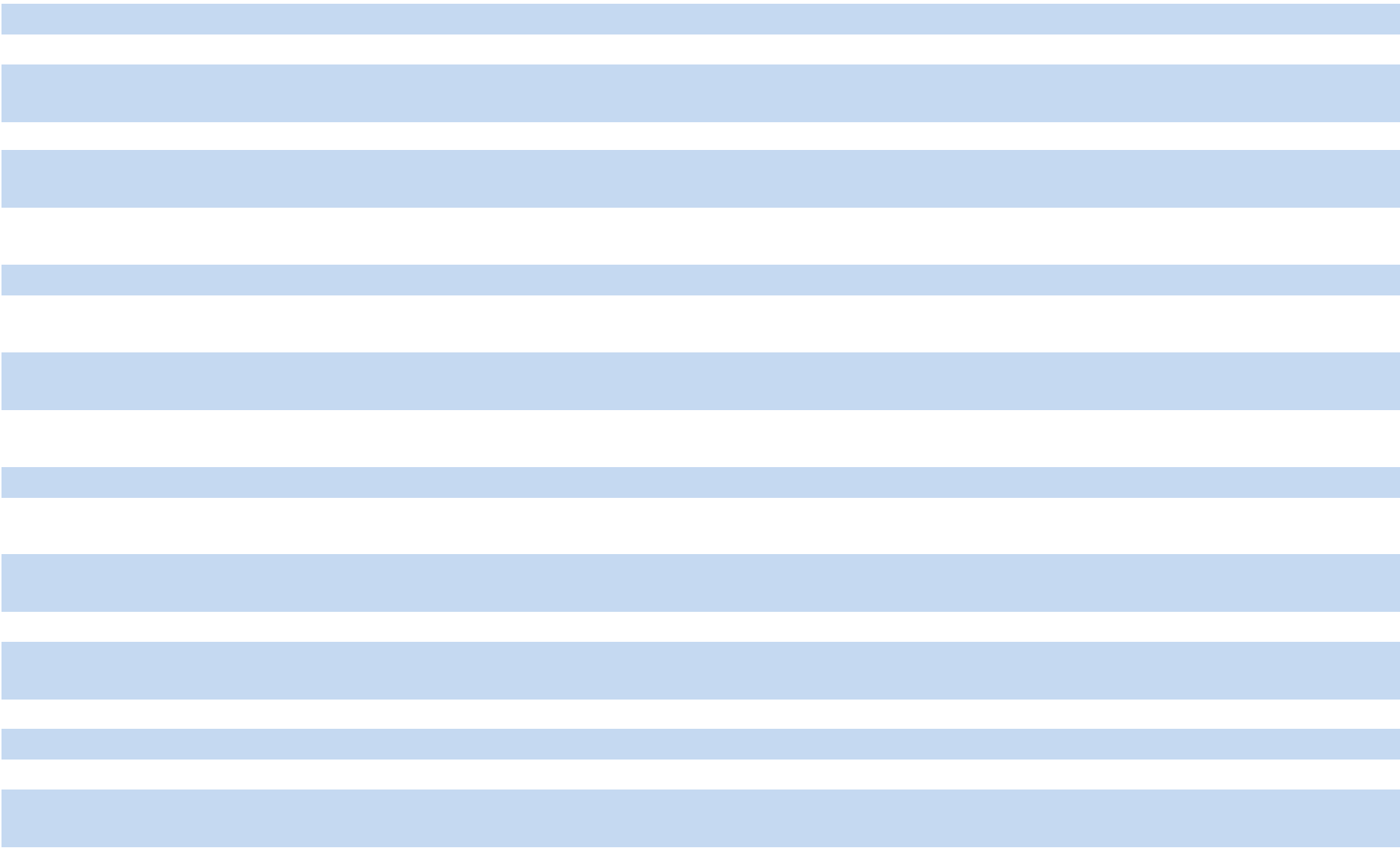
[Redacted text line]

[Redacted text line]









[Redacted text]

[Redacted text]

[Redacted text]

[Redacted text]

[Redacted text]

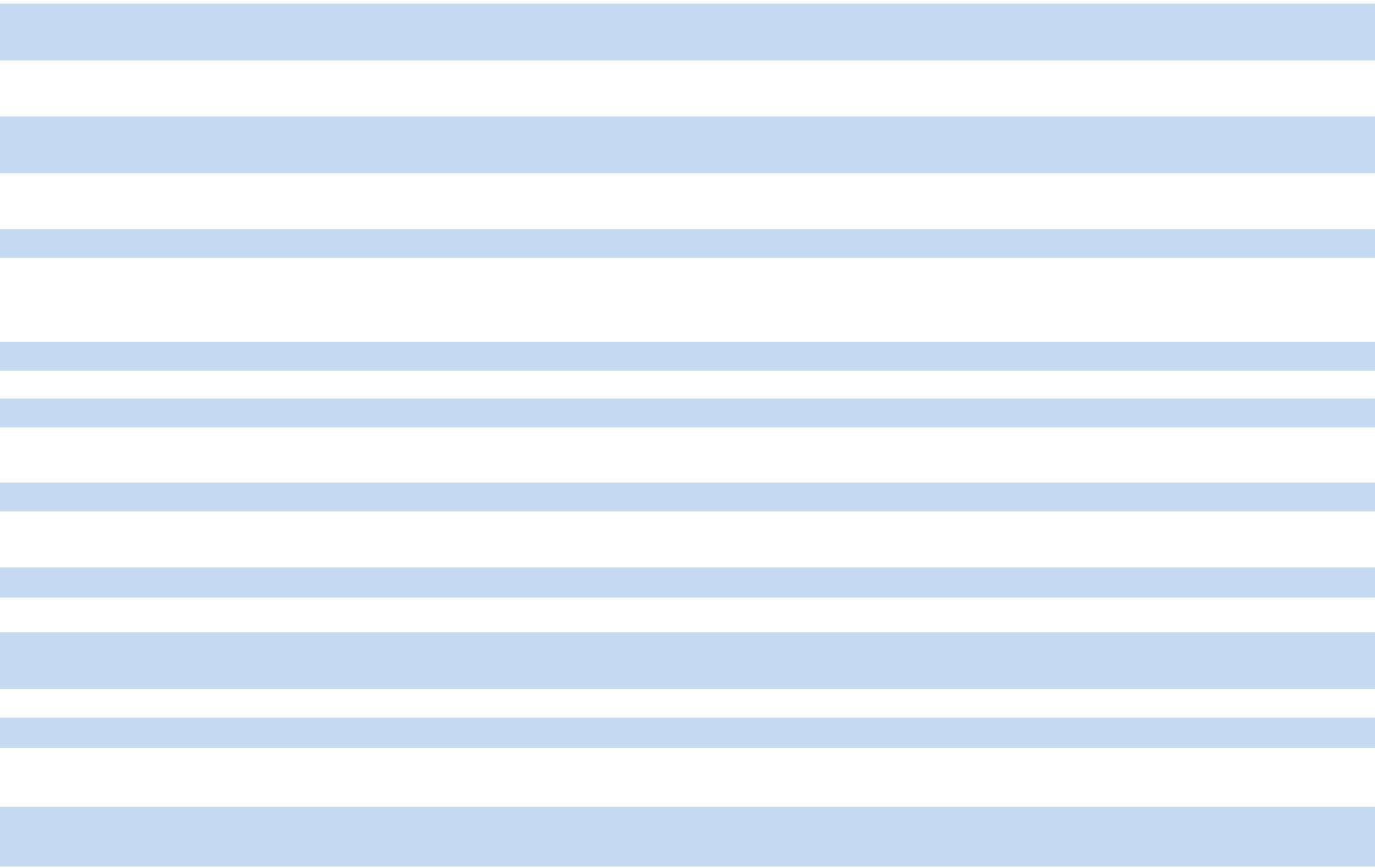
[Redacted text]

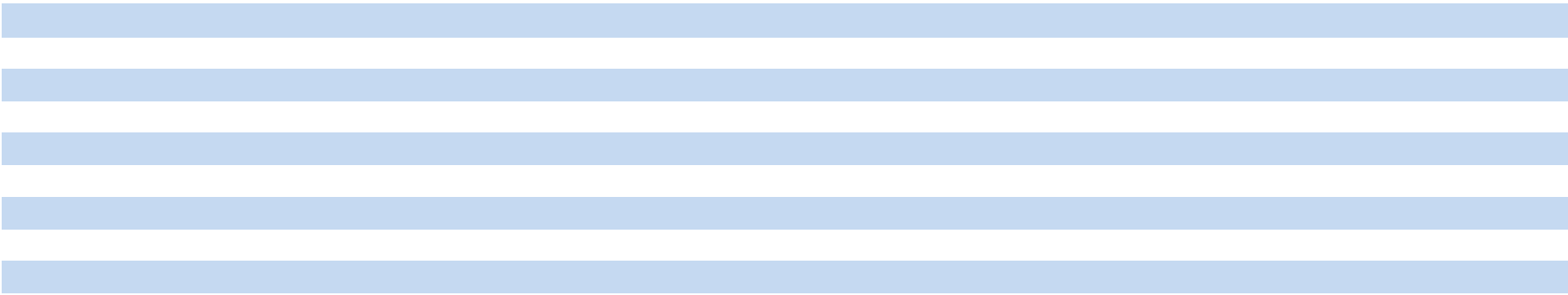
[Redacted text]

[Redacted text]

[Redacted text]

[Redacted text]





[Redacted text]

[Redacted text]

[Redacted text]

[Redacted text]

[Redacted text]

[Redacted text]

[Redacted text]

[Redacted text]



[Redacted text]

[Redacted text]

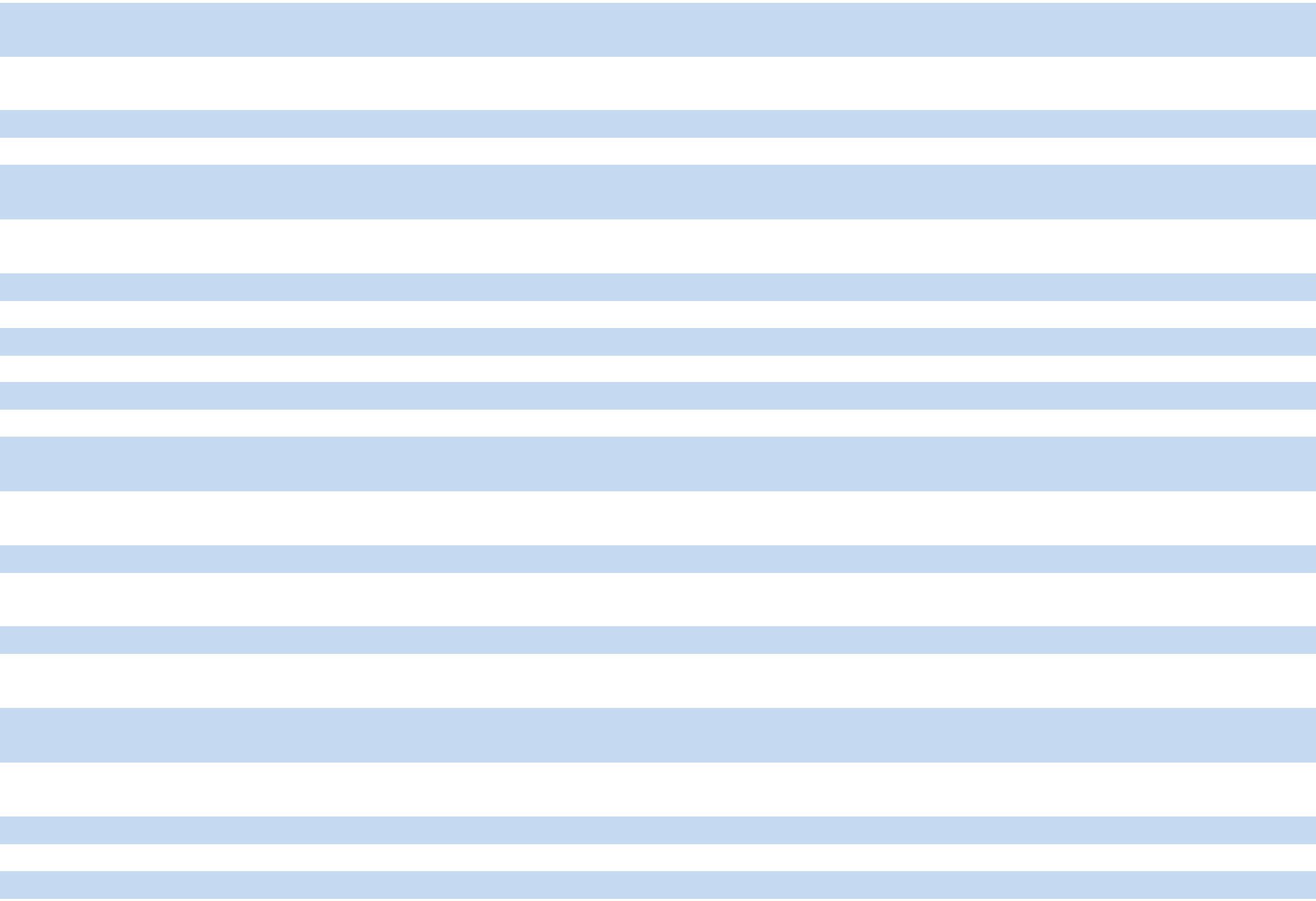
[Redacted text]

[Redacted text]

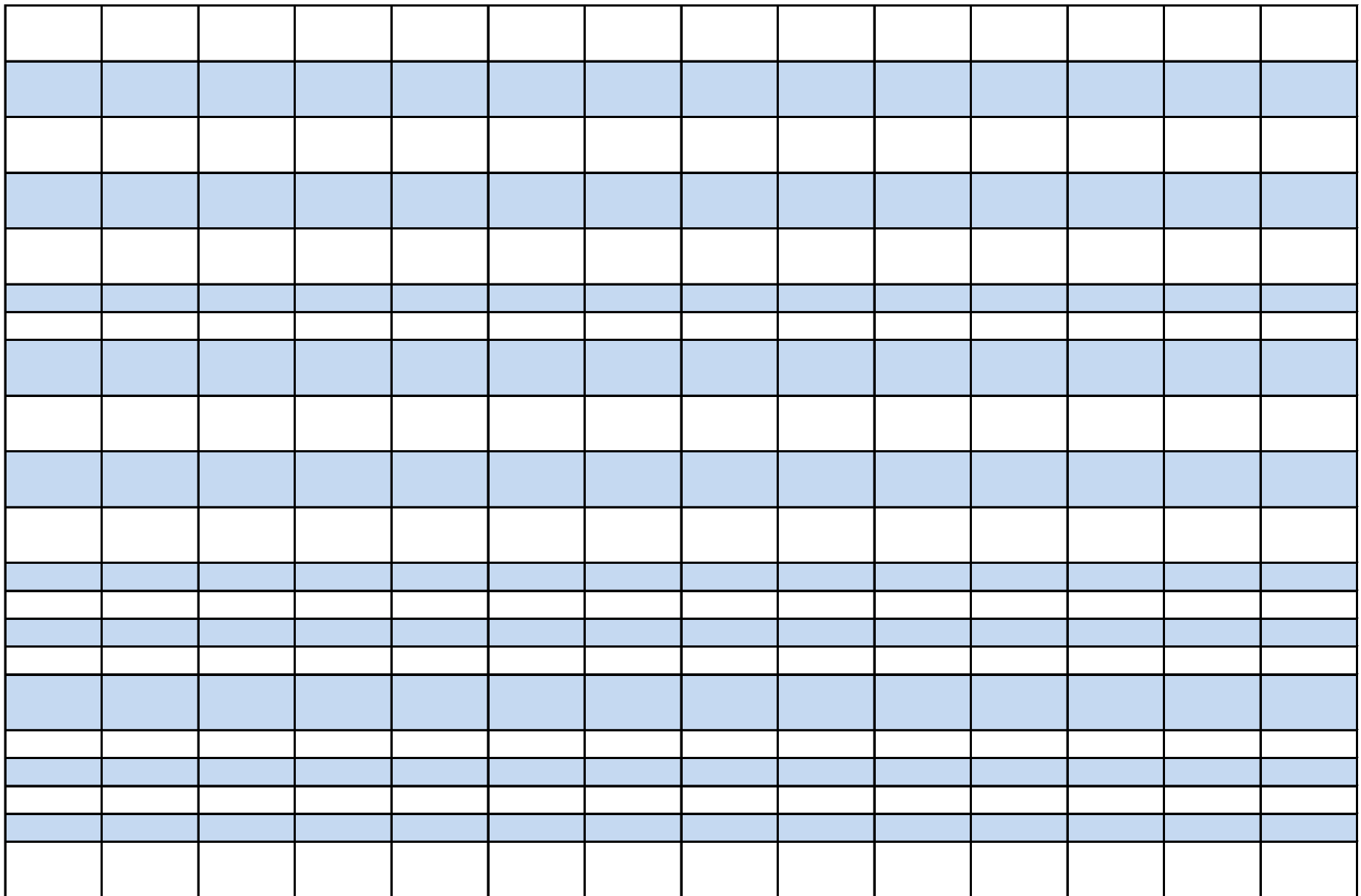
[Redacted text]

[Redacted text]

[Redacted text]



[illegible]



[illegible]

[Redacted text]

[Redacted text]

[Redacted text]

[Redacted text]

[Redacted text]

[Redacted text]

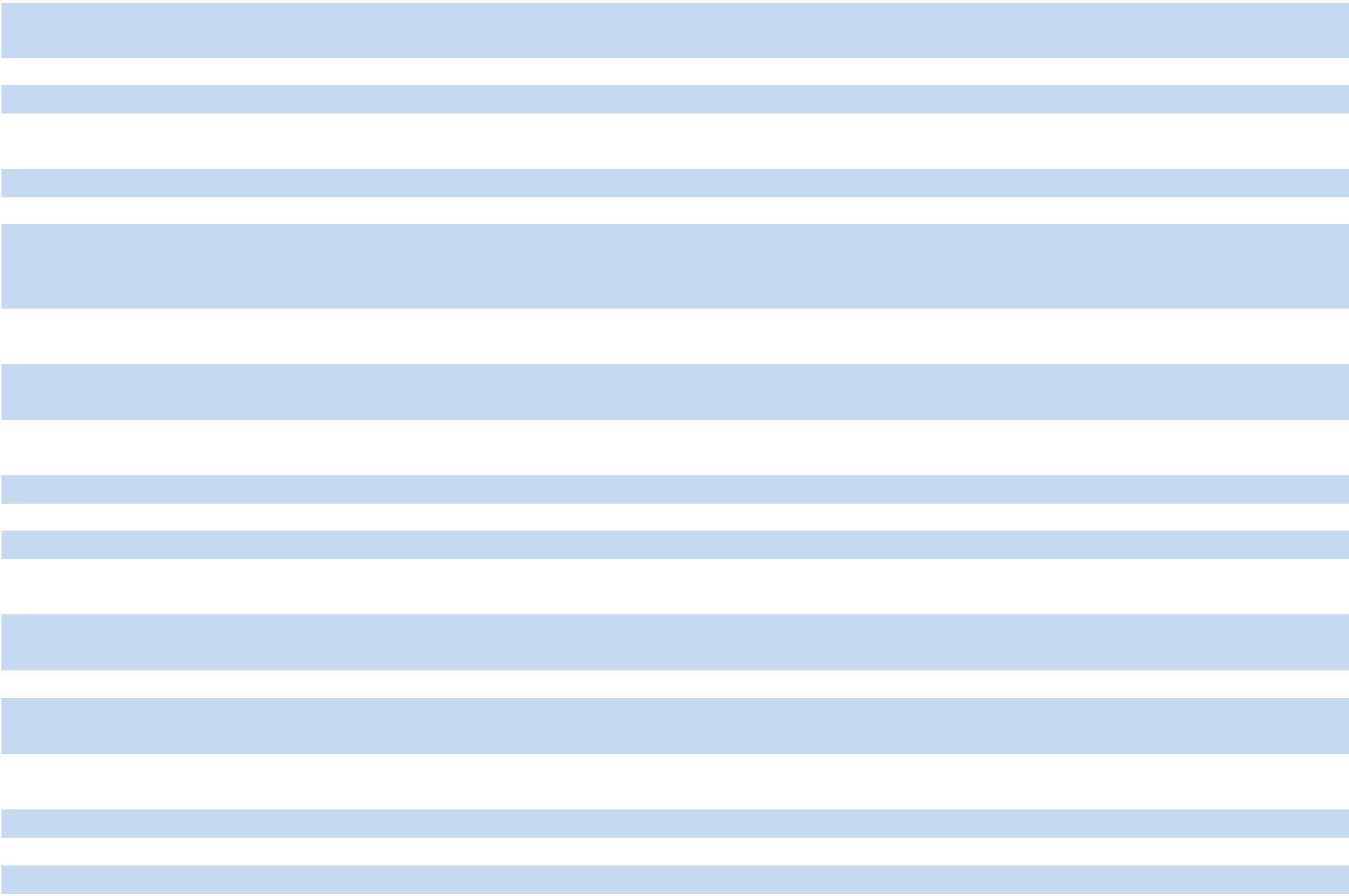
[Redacted text]

[Redacted text]

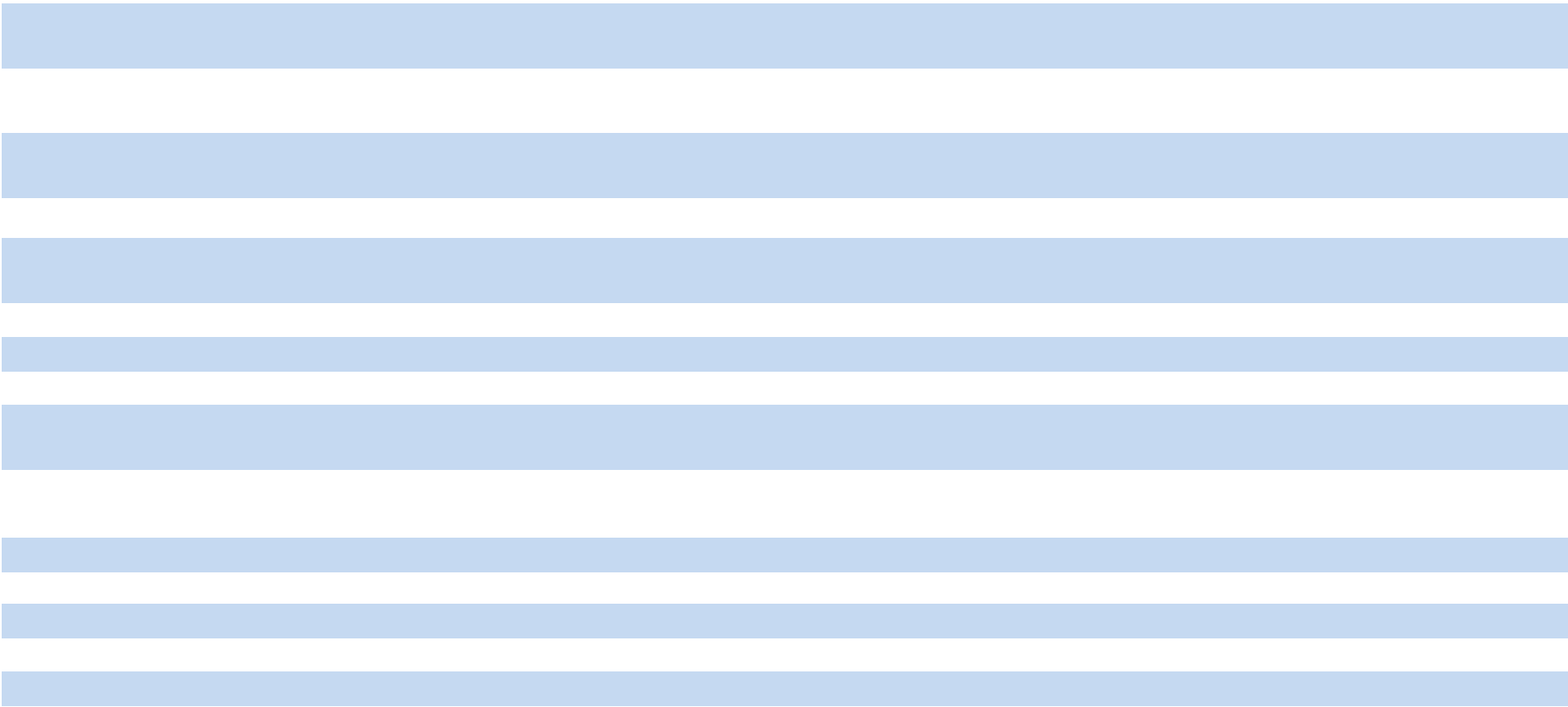
[Redacted text]

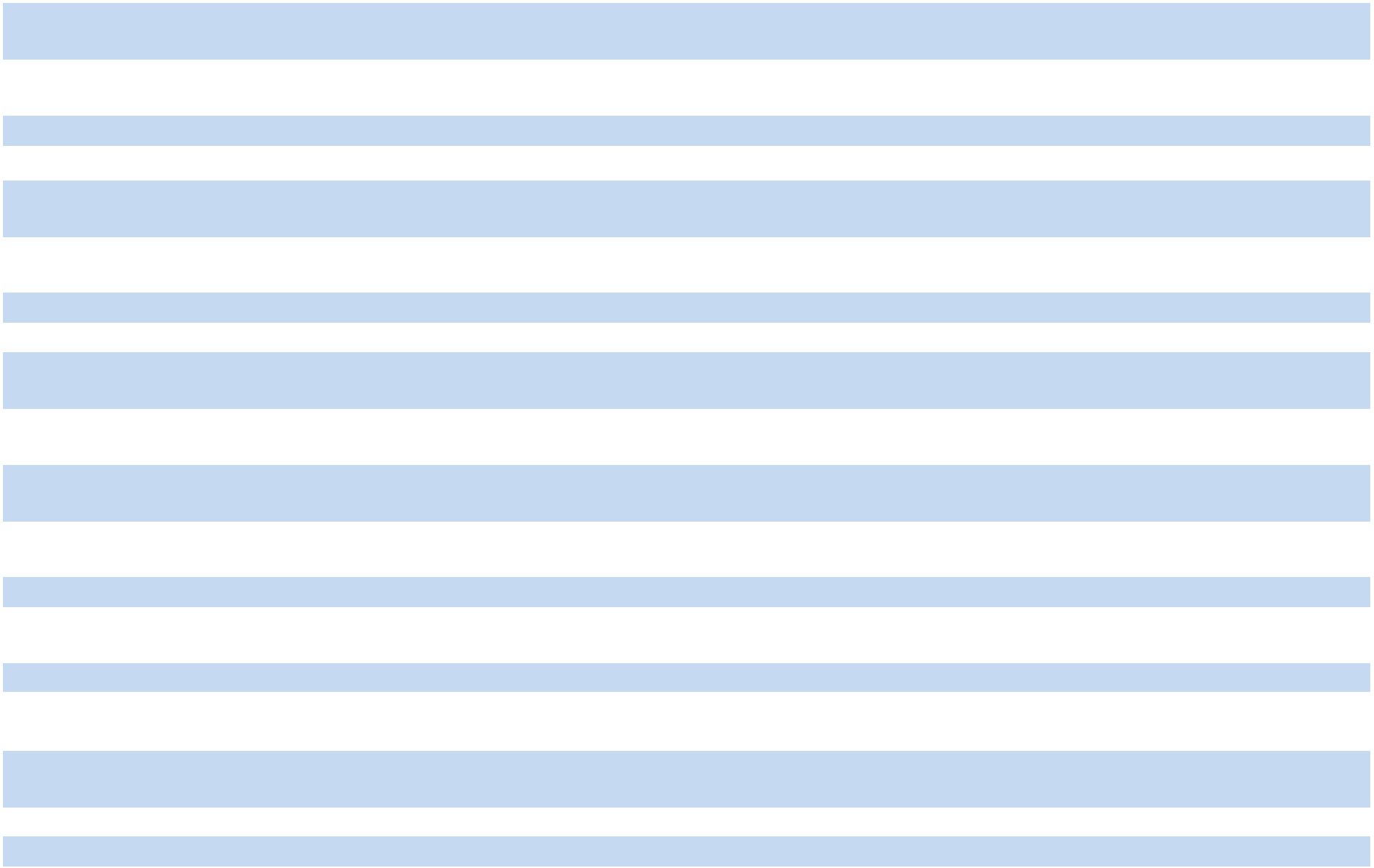
[Redacted text]

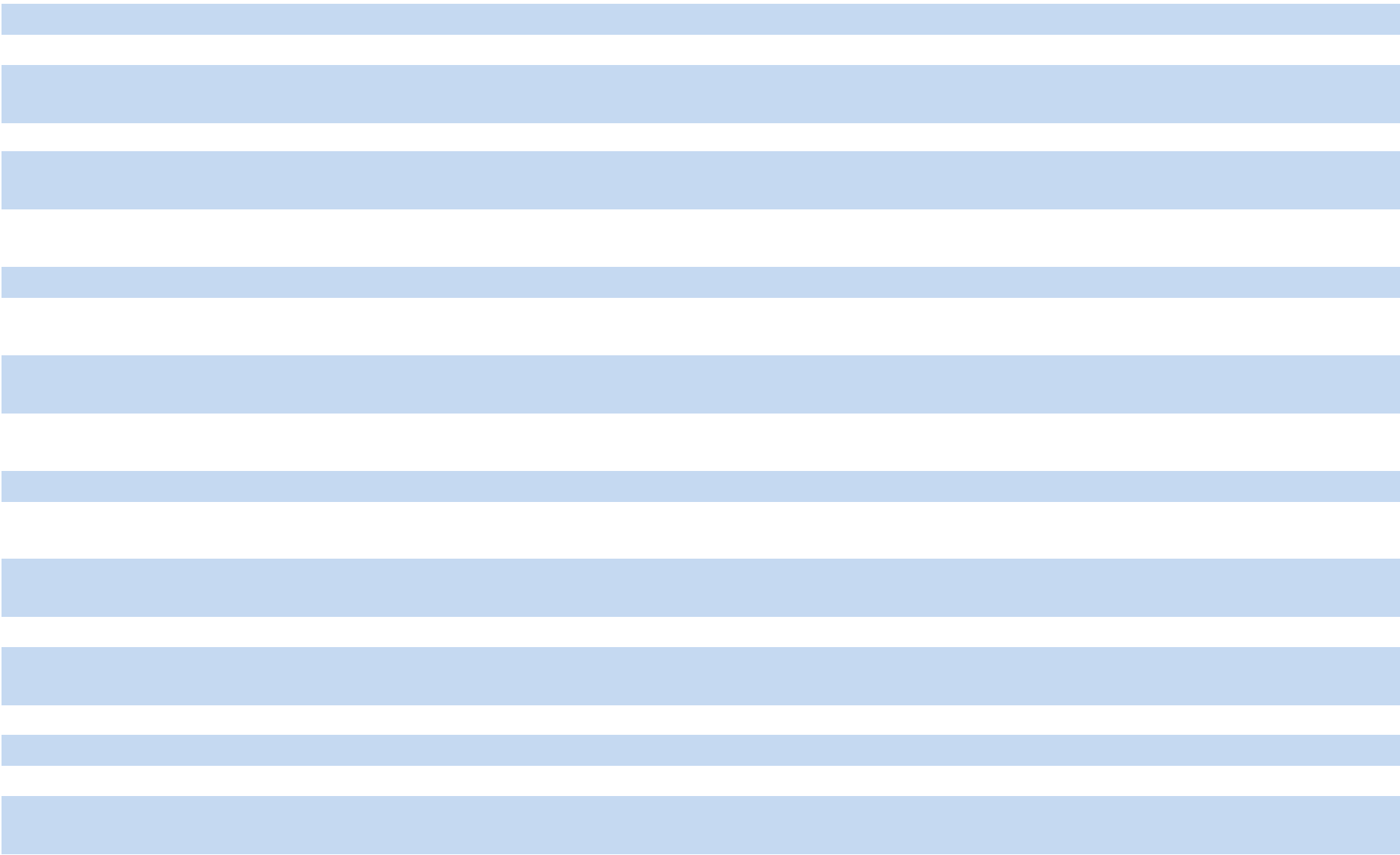
[Redacted text]

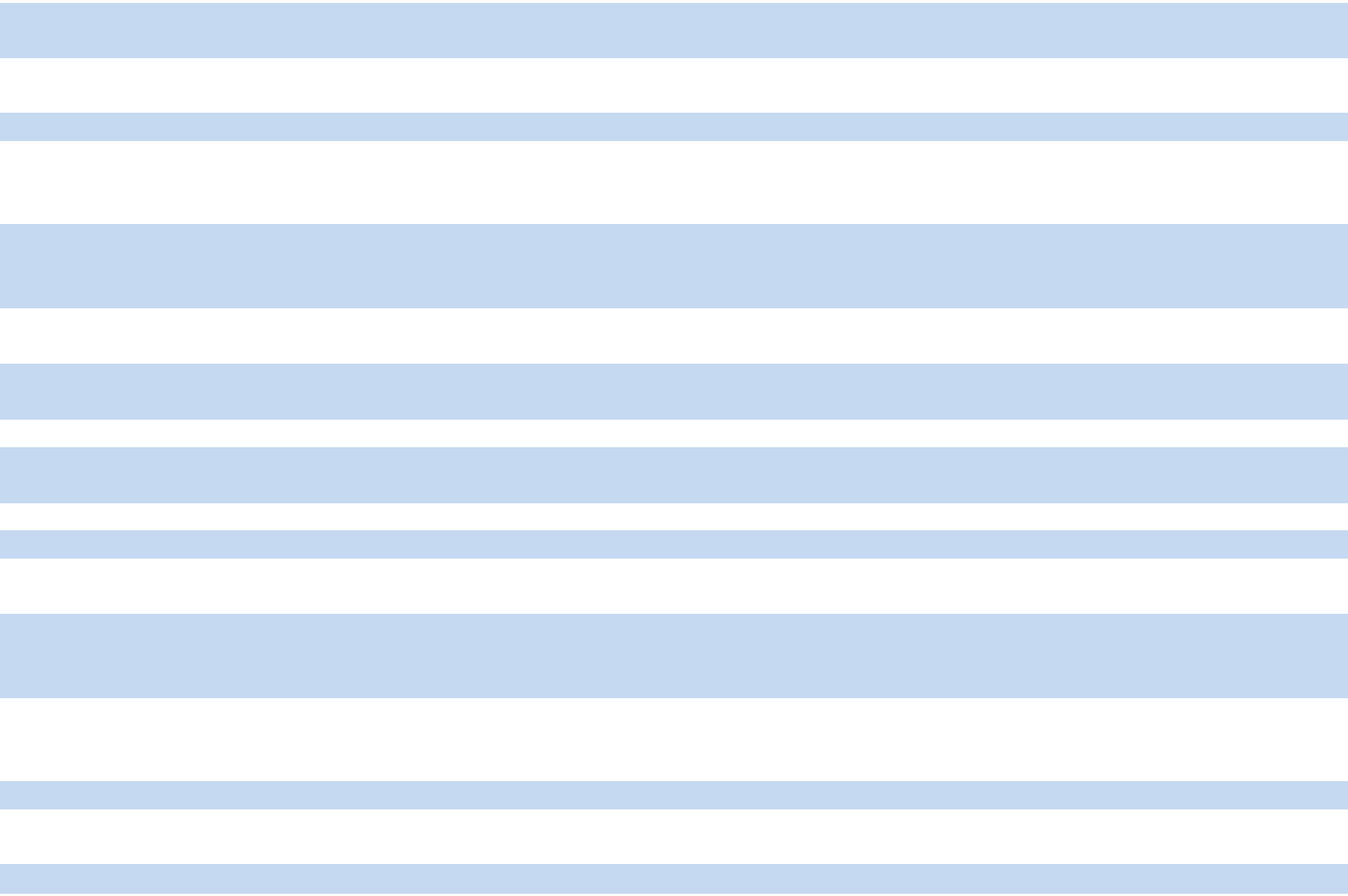


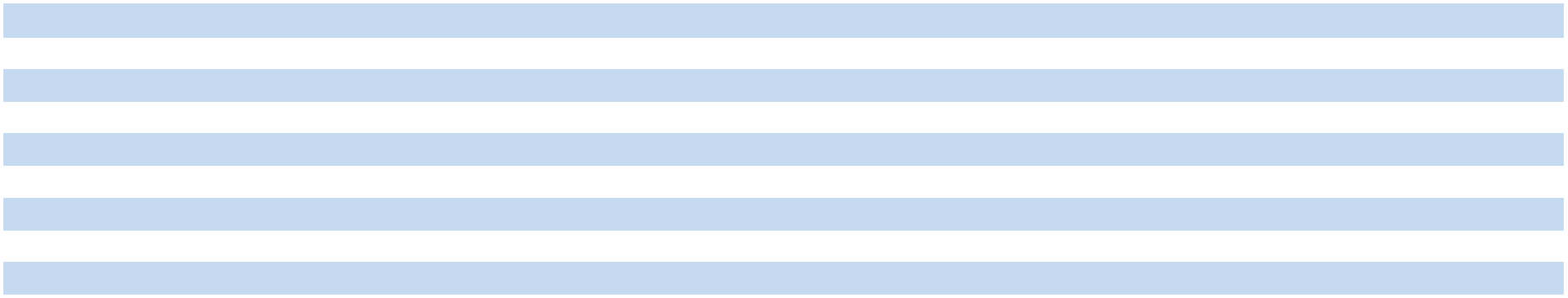












[Redacted text block]

[Redacted text block]

[Redacted text block]

[Redacted text block]

[Redacted text block]

[Redacted text block]

[Redacted text block]

[Redacted text block]



[Redacted text]

[Redacted text]

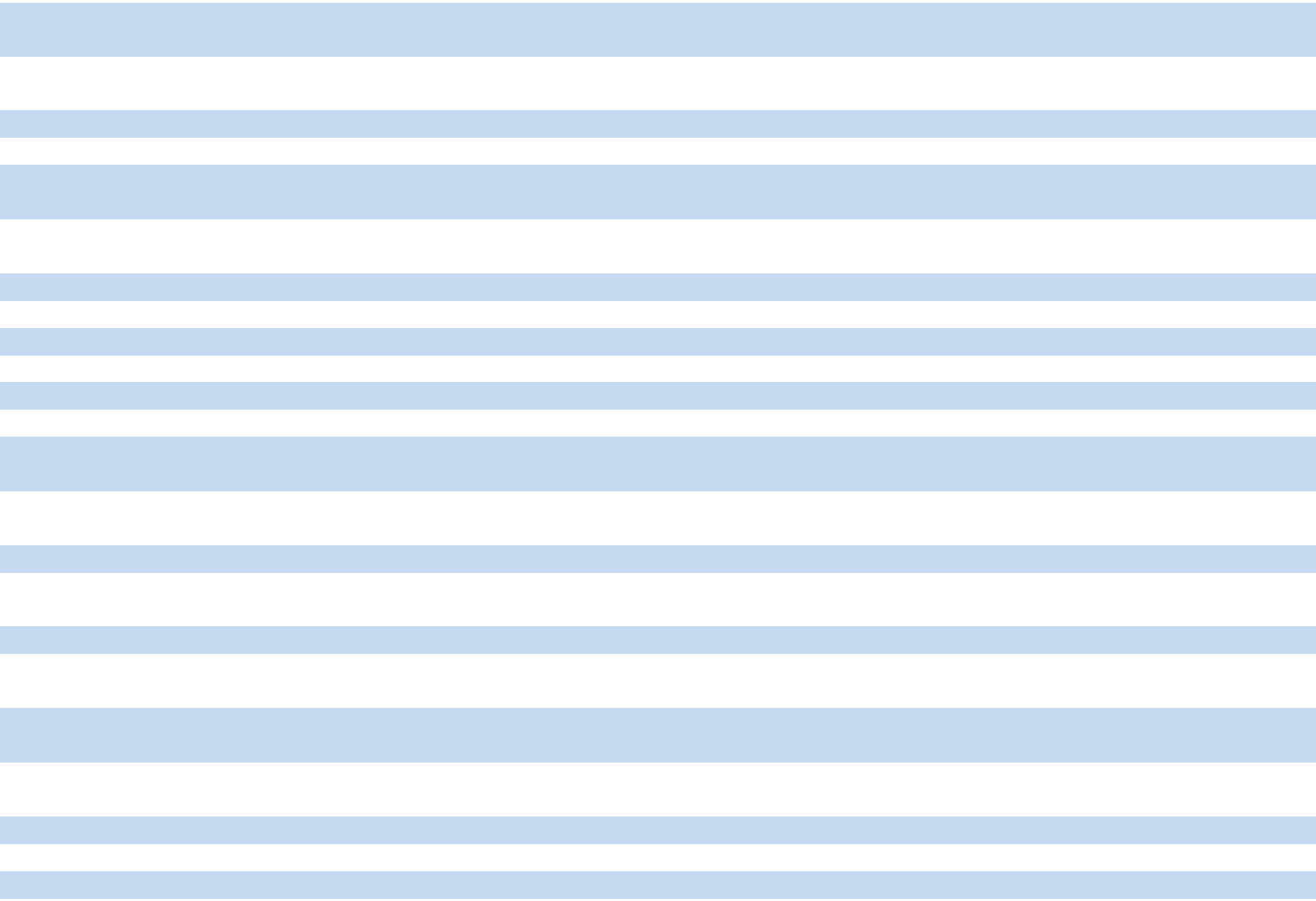
[Redacted text]

[Redacted text]

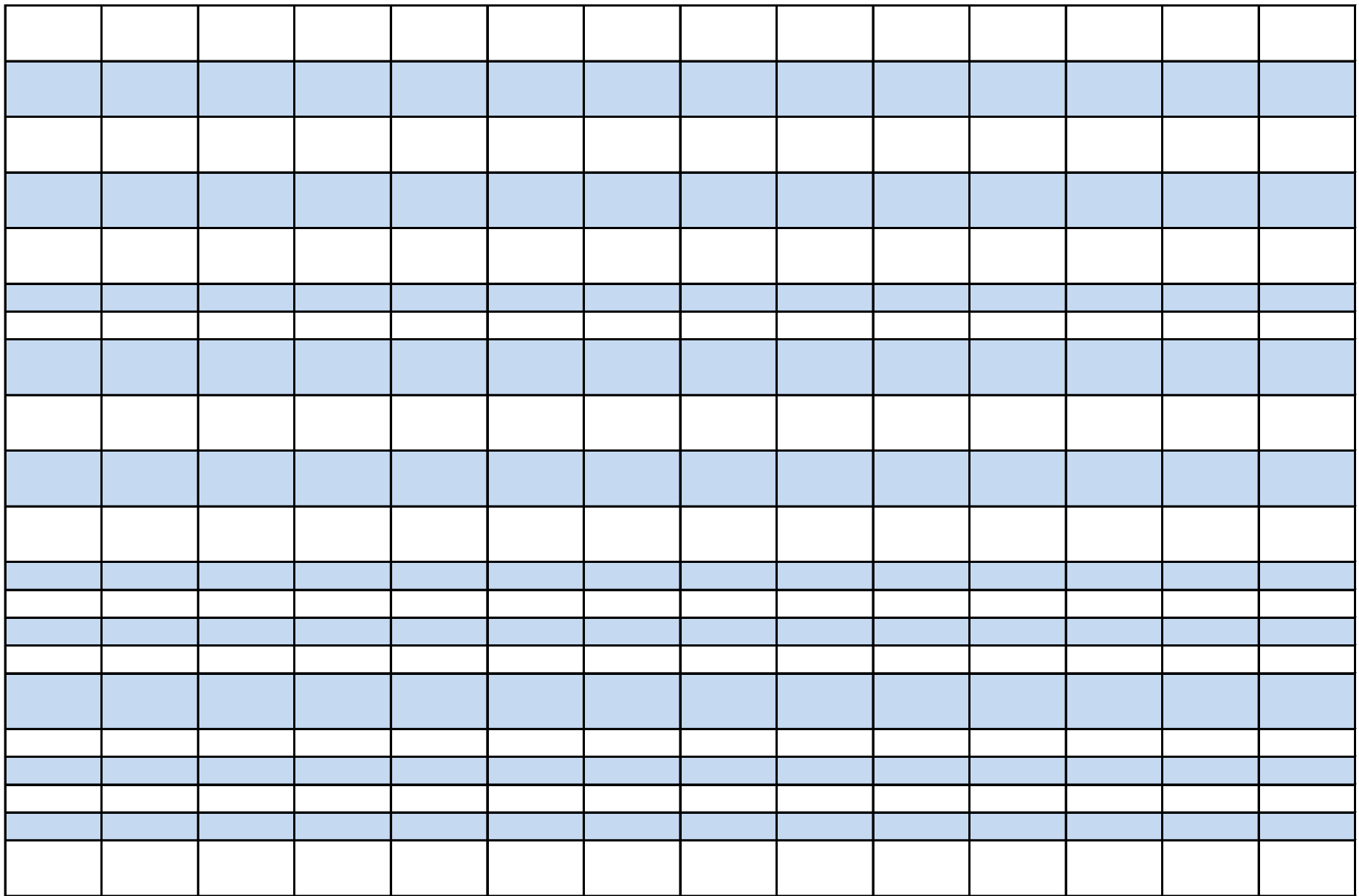
[Redacted text]

[Redacted text]

[Redacted text]



[illegible]



[illegible]

[Redacted text line]

[Redacted text line]

[Redacted text line]

[Redacted text line]

[Redacted text line]

[Redacted text line]

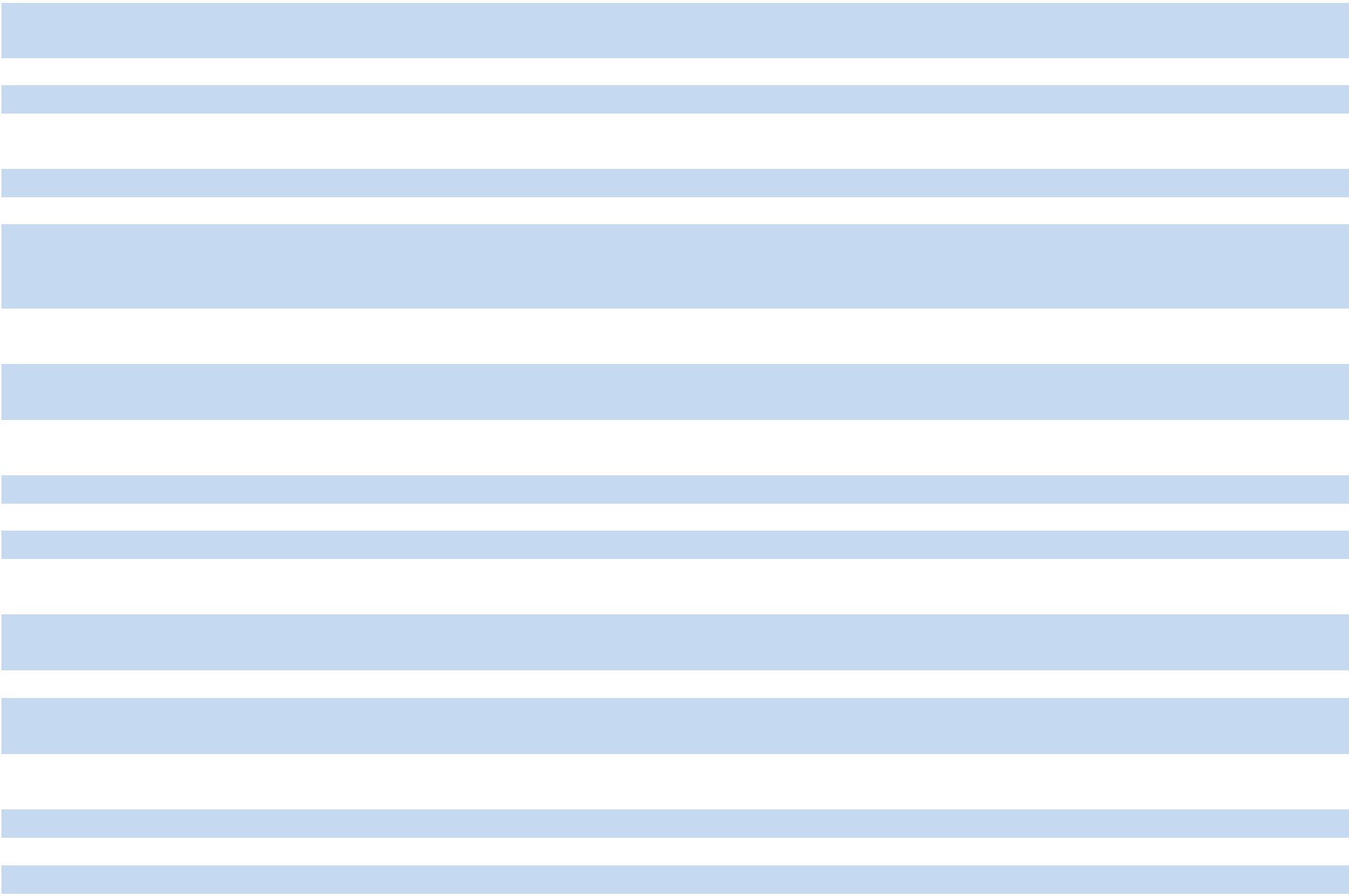
[Redacted text line]

[Redacted text line]

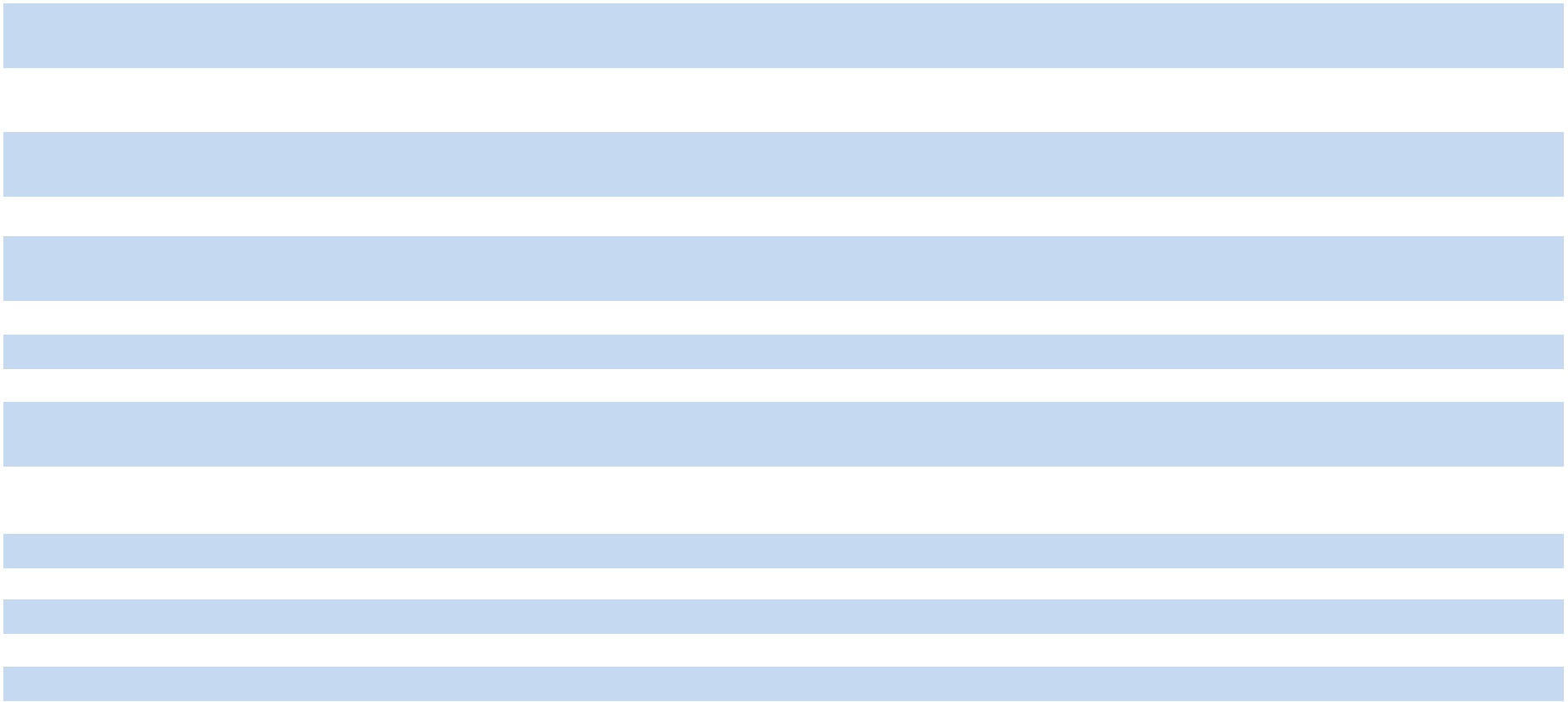
[Redacted text line]

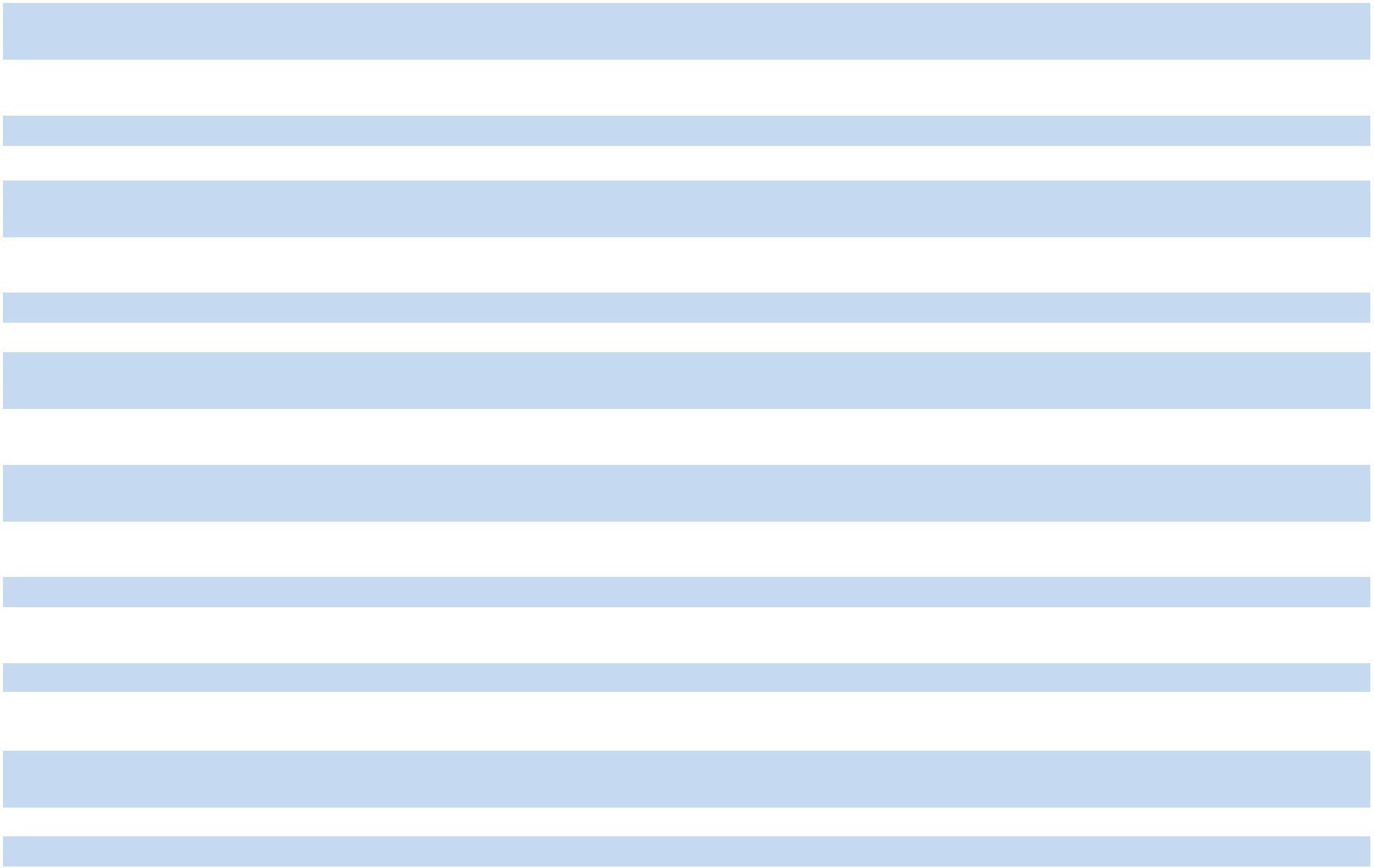
[Redacted text line]

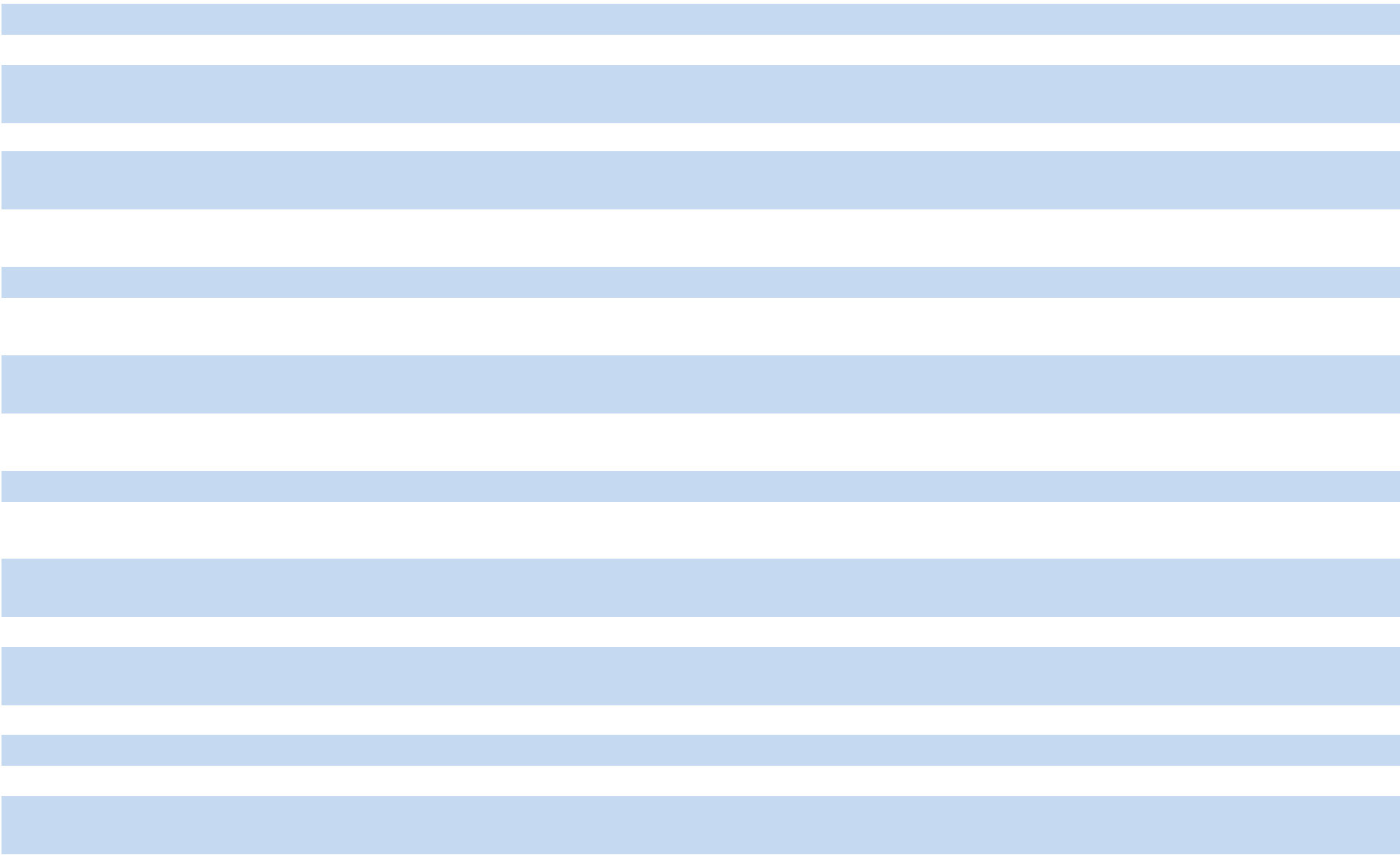
[Redacted text line]

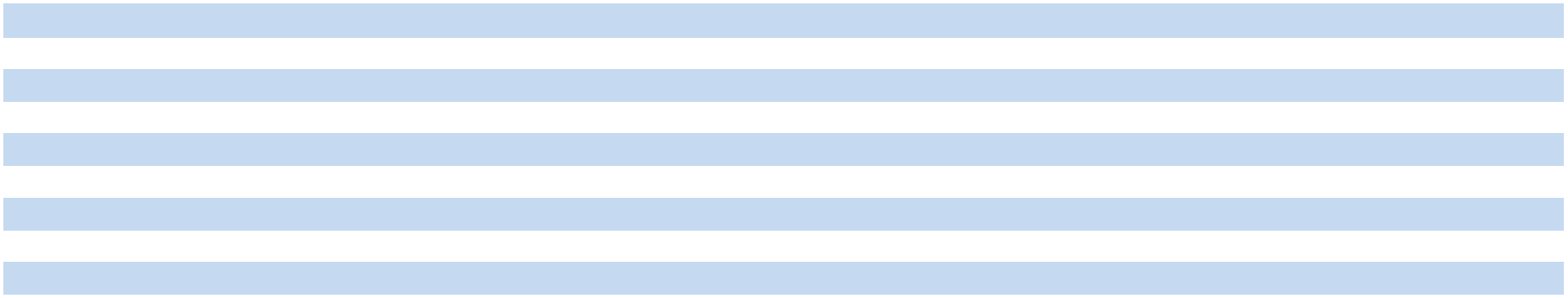












[Redacted text block]

[Redacted text block]

[Redacted text block]

[Redacted text block]

[Redacted text block]

[Redacted text block]

[Redacted text block]

[Redacted text block]

[Redacted text]

[Redacted text]

[Redacted text]

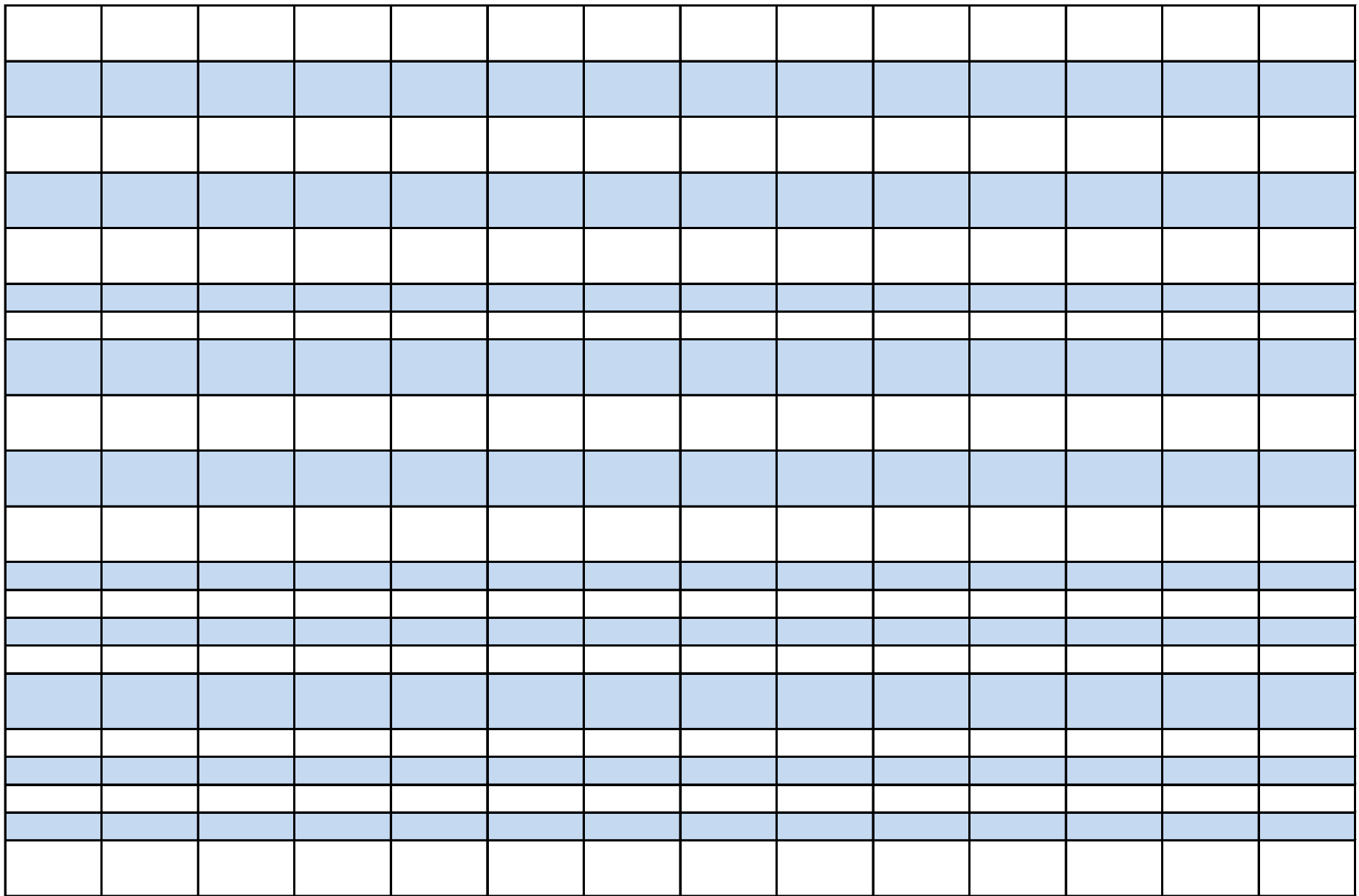
[Redacted text]

[Redacted text]

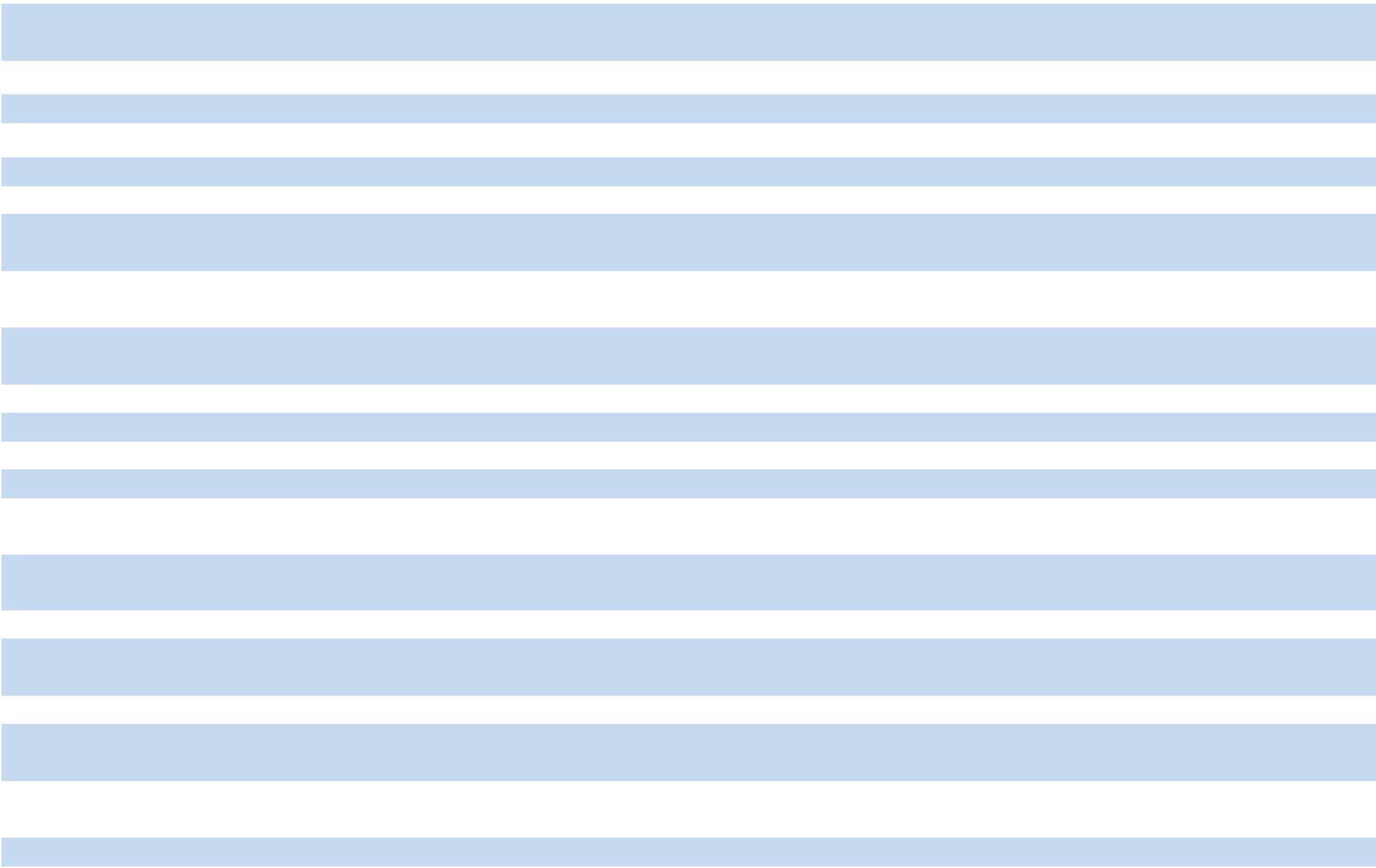
[Redacted text]

[Redacted text]

[illegible]



[illegible]



[Redacted text line]

[Redacted text line]

[Redacted text line]

[Redacted text line]

[Redacted text line]

[Redacted text line]

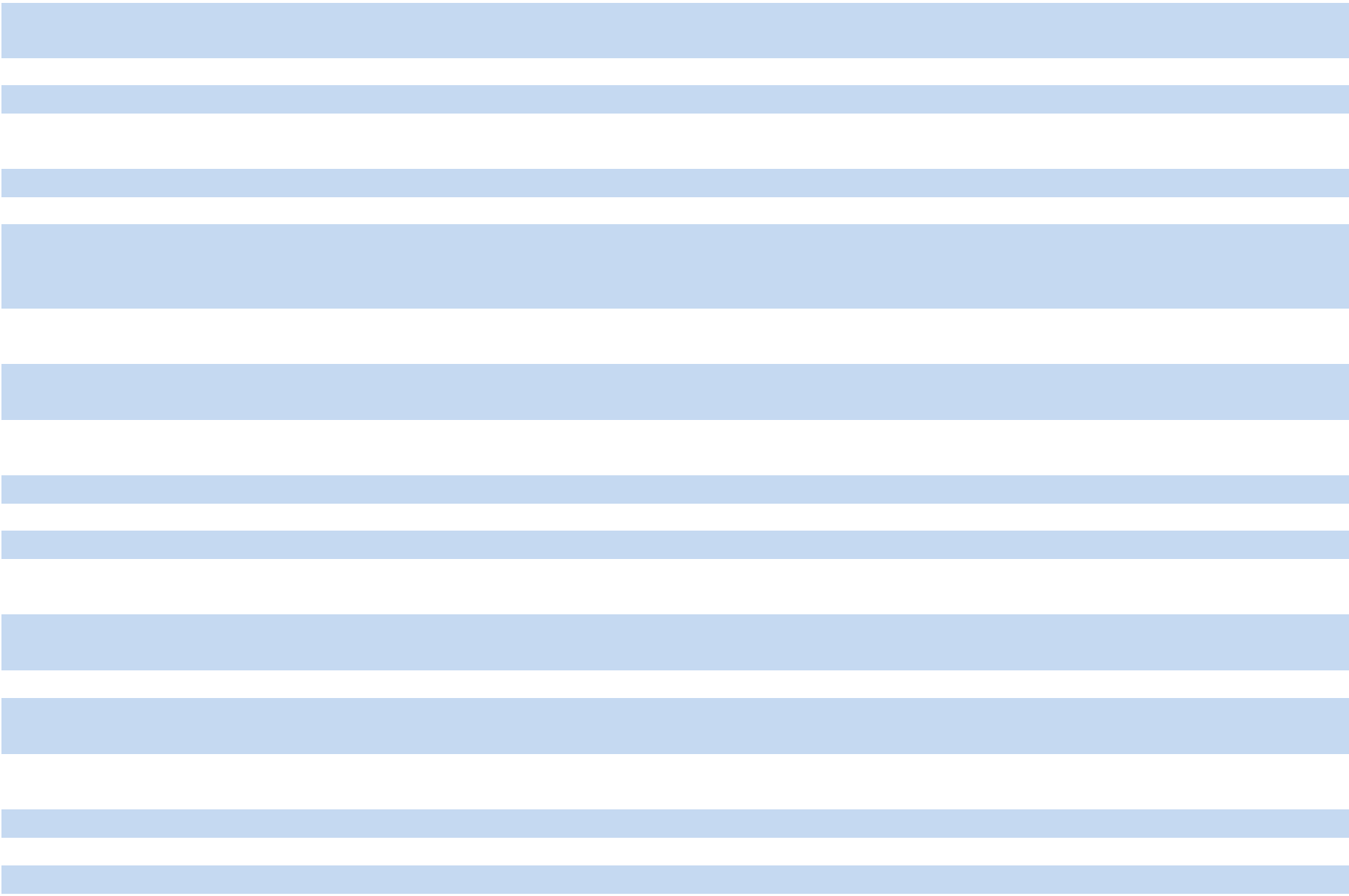
[Redacted text line]

[Redacted text line]

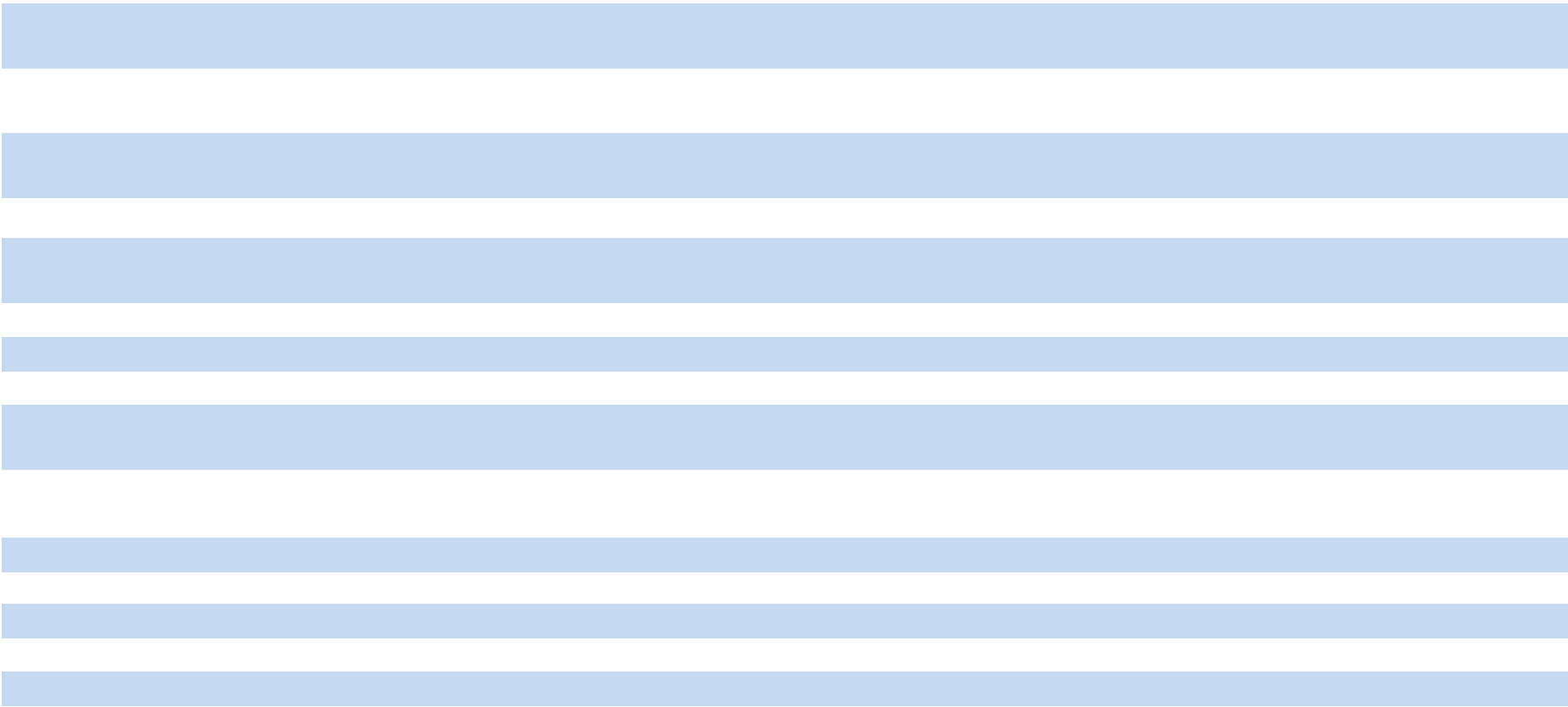
[Redacted text line]

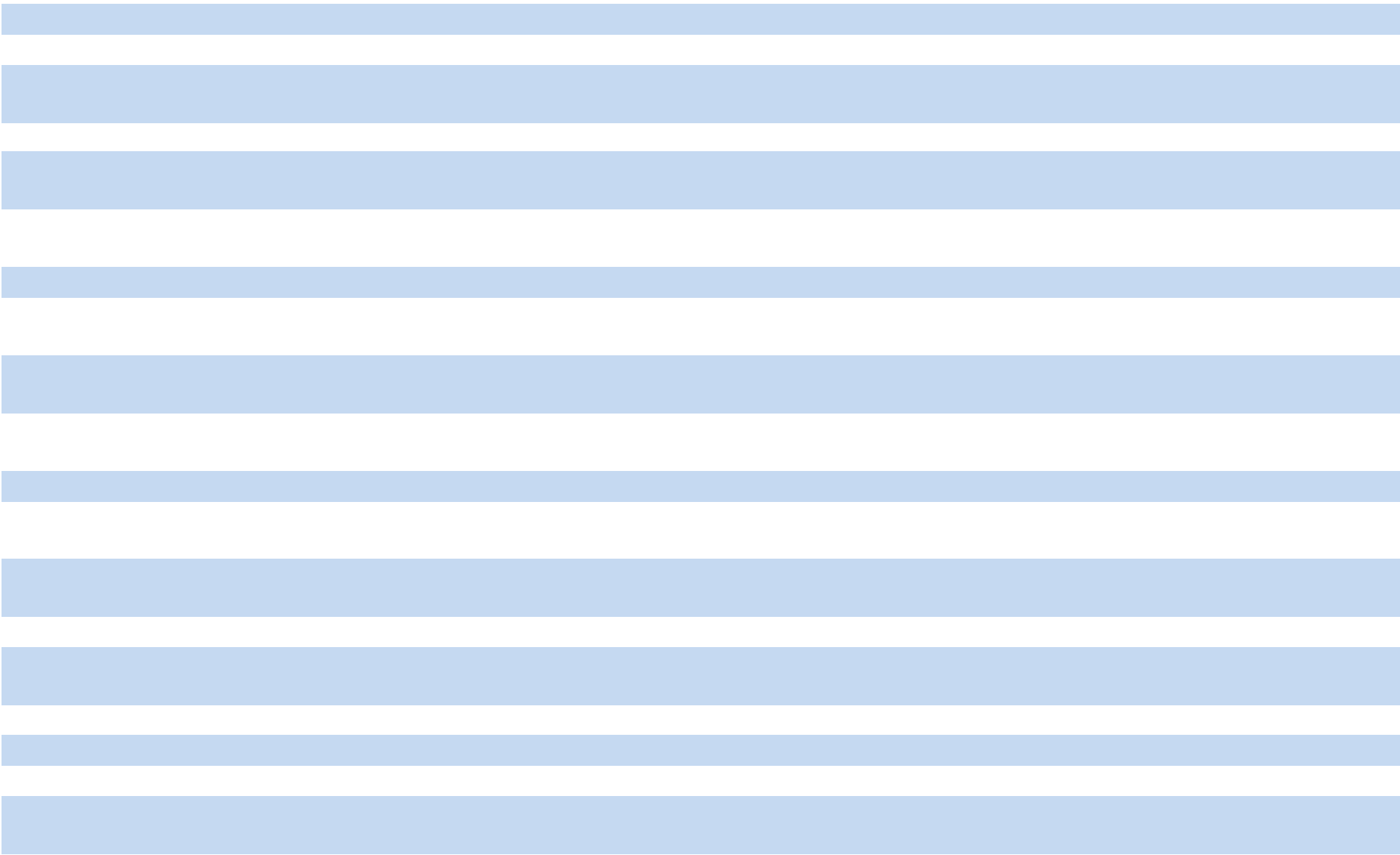
[Redacted text line]

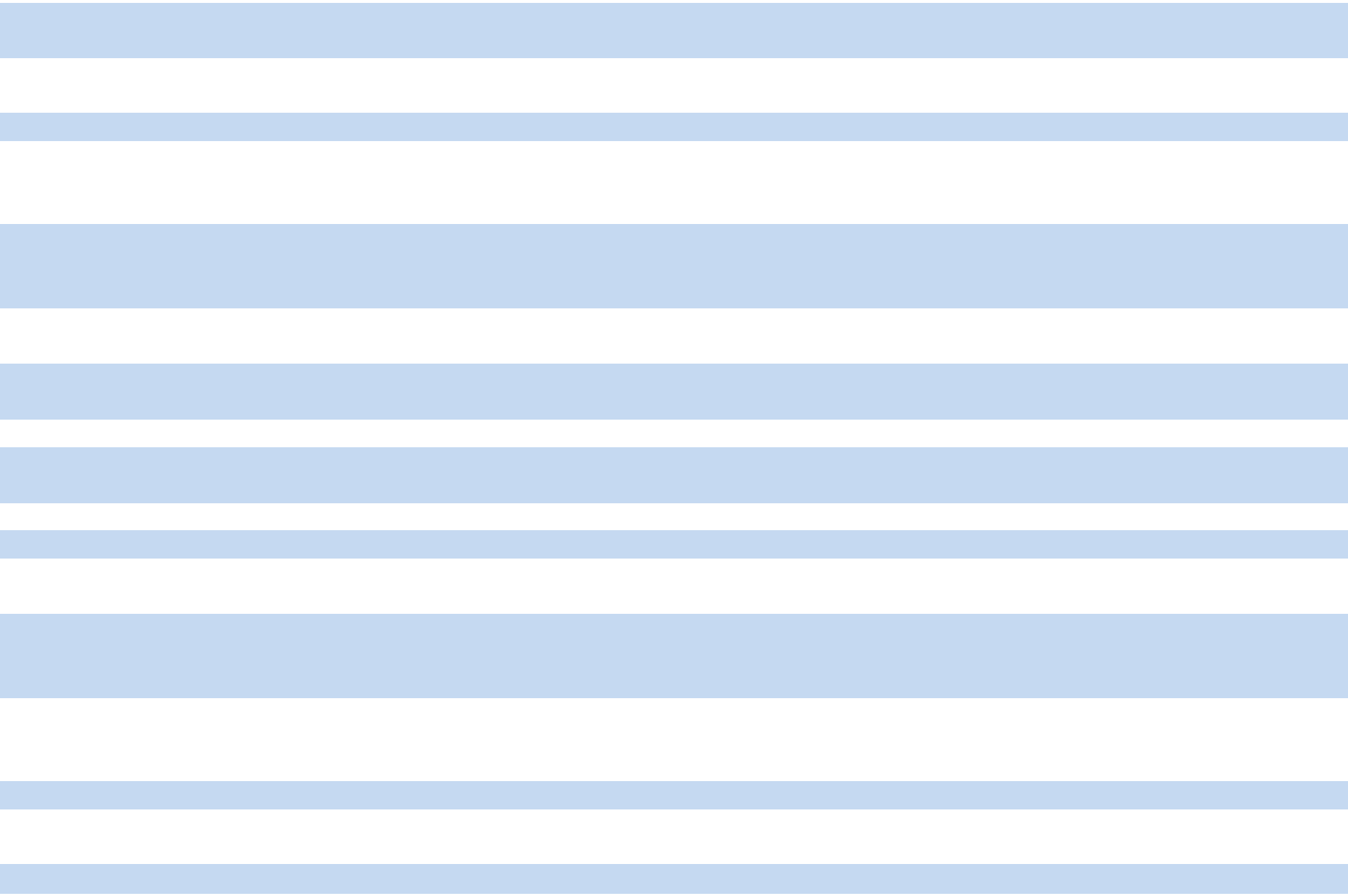
[Redacted text line]

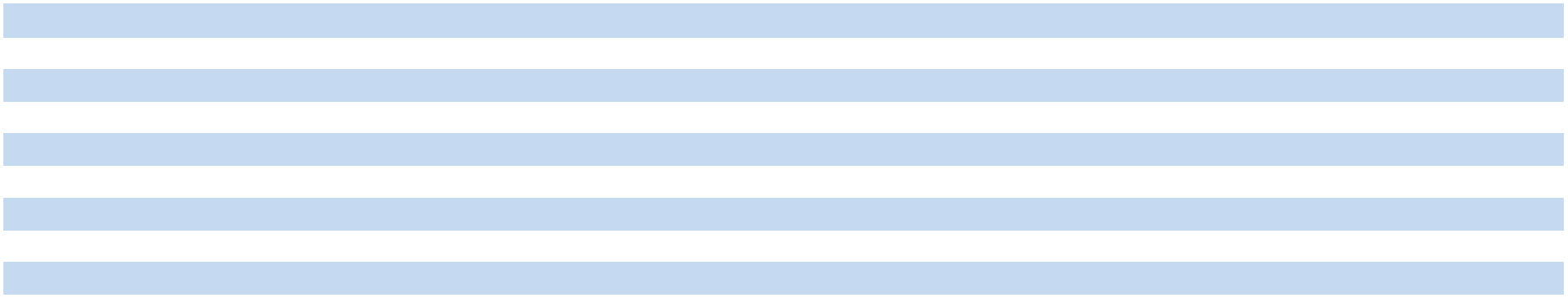












1. Introduction

2. Background

3. Methodology

4. Results

5. Discussion

6. Conclusion

7. References

8. Appendix

9. Acknowledgments

10. Contact Information

11. Disclaimer

12. Glossary

13. Index

14. Bibliography

15. Endnotes

[Redacted text block]

[Redacted text block]

[Redacted text block]

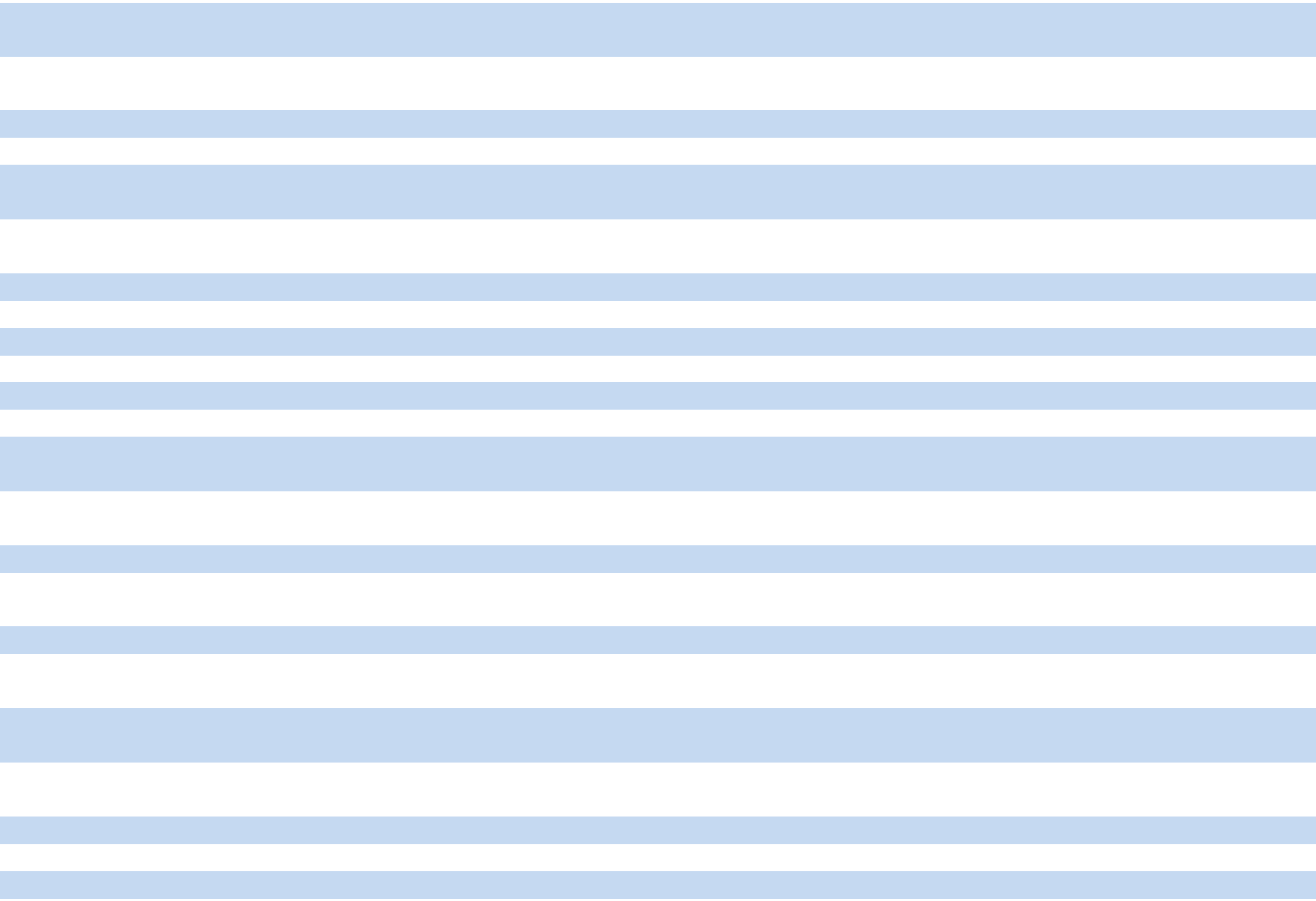
[Redacted text block]

[Redacted text block]

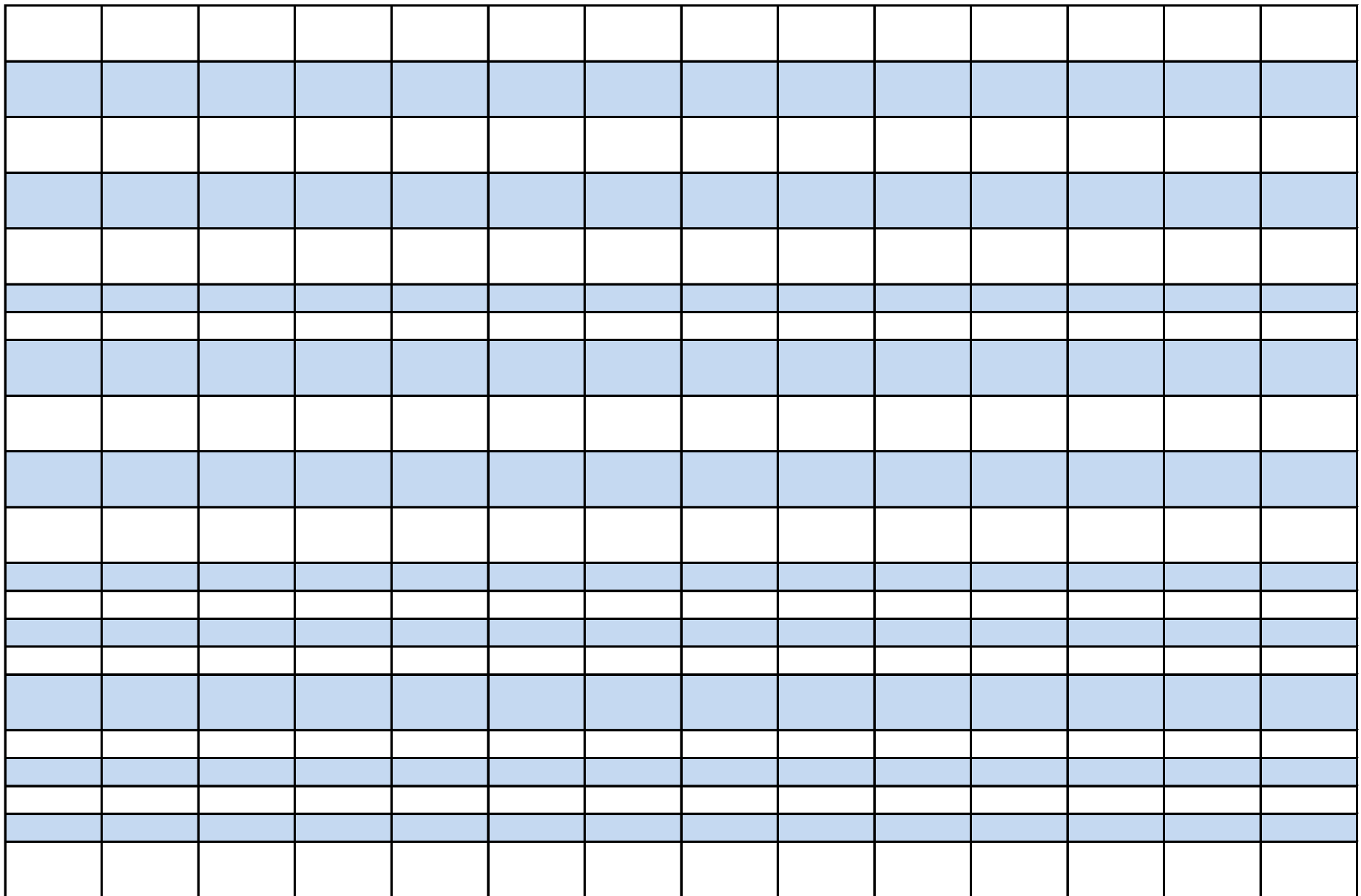
[Redacted text block]

[Redacted text block]

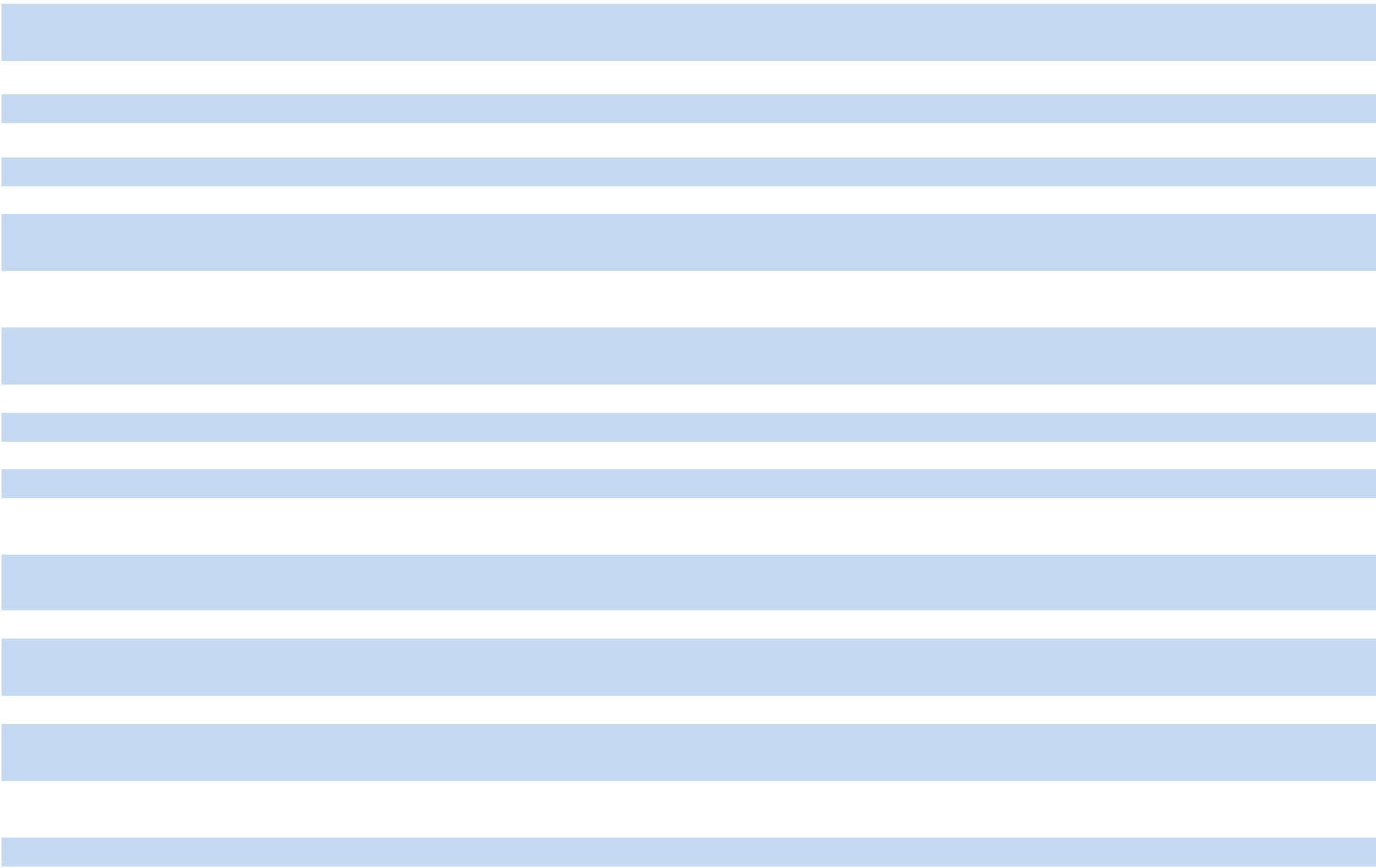
[Redacted text block]



[illegible]



[illegible]



[Redacted text line]

[Redacted text line]

[Redacted text line]

[Redacted text line]

[Redacted text line]

[Redacted text line]

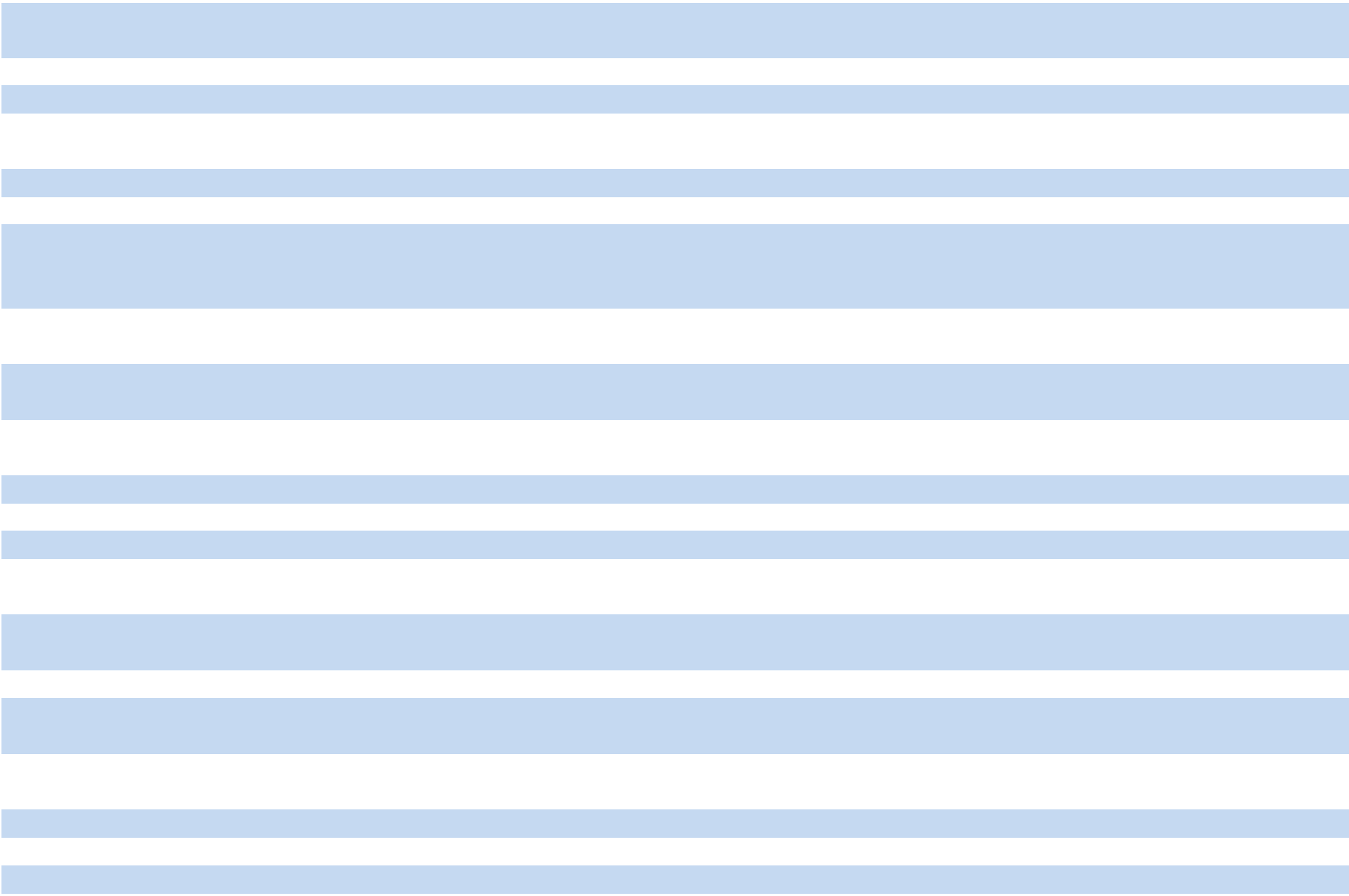
[Redacted text block]

[Redacted text line]

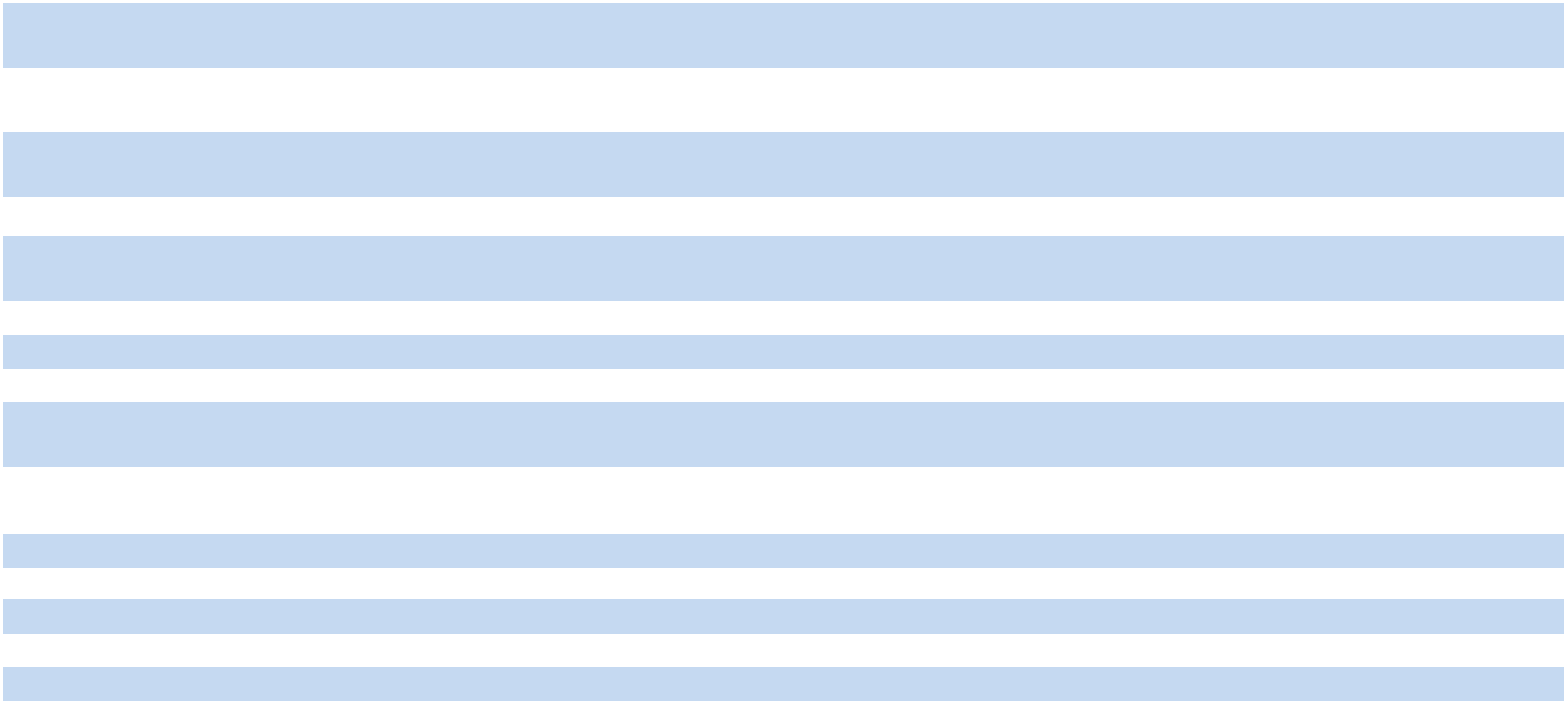
[Redacted text line]

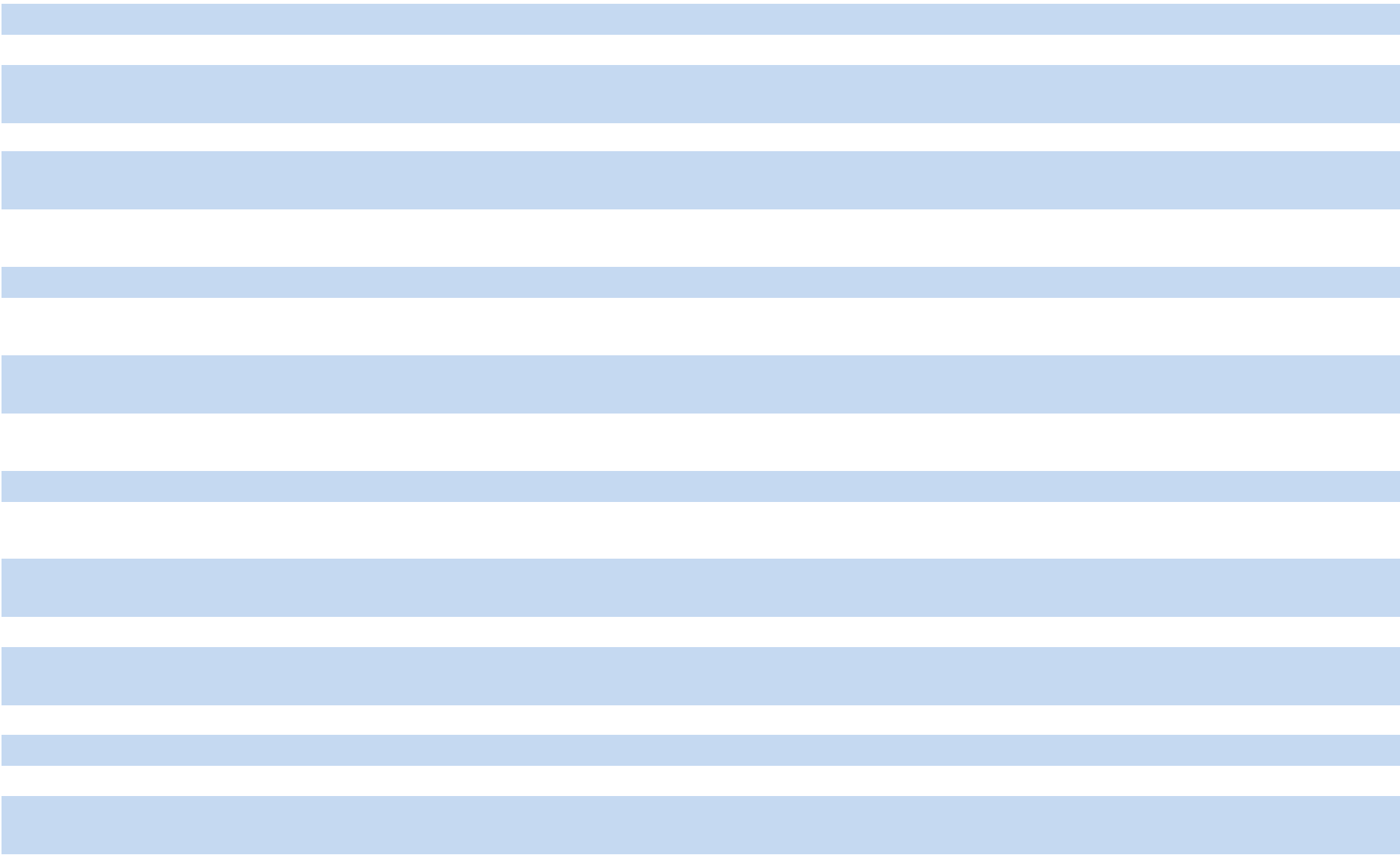
[Redacted text line]

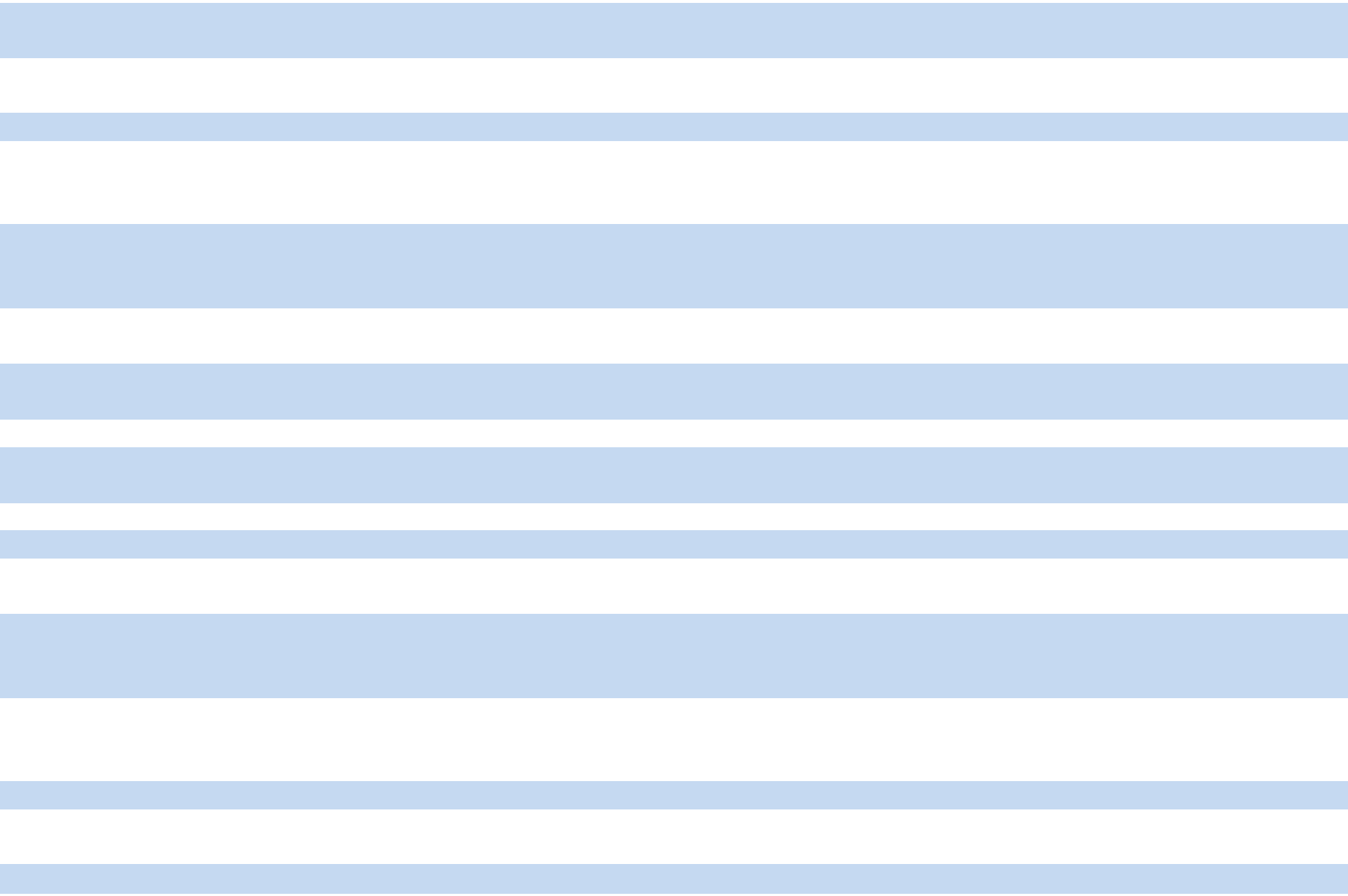
[Redacted text line]

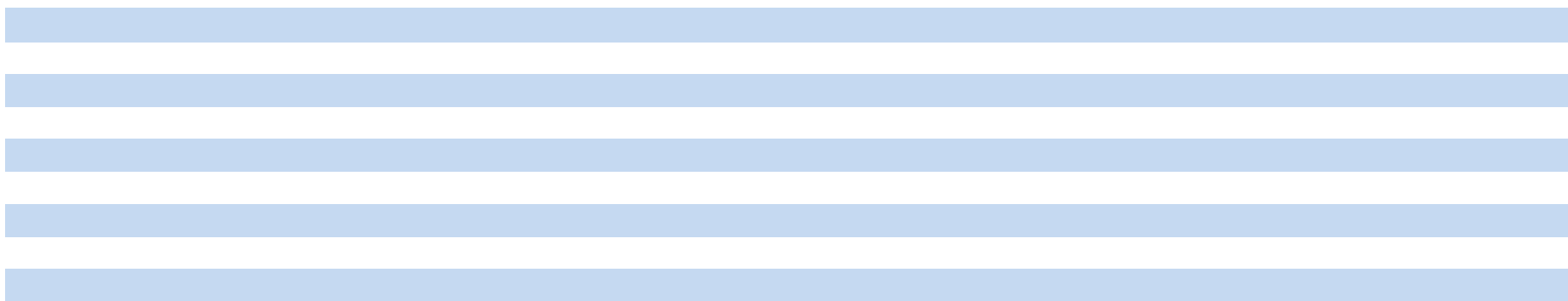














1. Introduction

2. Background

3. Methodology

4. Results

5. Discussion

6. Conclusion

7. References

8. Appendix

ZINK-ZUURSTOF BATTERIJ VOOR AFRIKA

Klas	5 hv
Subdomein	Processen en reacties
Vaardigheid	Informatie
Specificaties	Batterijen
Trefwoorden	Halfreacties, elektrolyse, oplaadbaar, zink, zuurstof, bronspanning, zonne-energie, duurzaamheid
Vaardigheidsvraag	Informatiebewerkingsvraag

www.tw.nl, 2 oktober 2018

Zink-zuurstof batterij voor Afrika



© NantEnergy

Gerald Schut

In de afgelopen jaren zijn lithium-ion batterijen de standaard geworden, maar als het aan het Amerikaanse NantEnergy ligt, schakelen ontwikkelingslanden massaal over op zink-zuurstof batterijen. In de batterij wordt onder invloed van elektriciteit zinkoxide op een reversibele manier gescheiden in zink en zuurstof.

De zink-lucht batterij is per kWh drie keer goedkoper dan lithium-batterijen. Met een prijs van minder dan \$100 per kWh wordt opslag plotseling toegankelijk voor veel meer toepassingen. Zink-batterijen zijn niet brandgevaarlijk en bevatten geen kobalt, dat vaak onder problematische omstandigheden in Congo gewonnen wordt. De technologie wordt inmiddels in meer dan honderd Afrikaanse dorpen en meer dan duizend gsm-zendmasten toegepast. NantEnergy is 6 jaar geleden opgericht door de Californische biotech-miljardair Patrick Soon-Shiong.

Zink-zuurstof batterijen worden steeds meer gebruikt in Afrikaanse ontwikkelingslanden.

In het artikel staat dat de zink-lucht batterij goedkoper is dan de lithium-ion batterij. De benamingen 'zink-zuurstof' en 'zink-lucht' worden door elkaar gebruikt.

- 1 Waardoor zal een zink-lucht batterij goedkoper zijn dan een lithium-ion batterij? Noem twee redenen.

Het artikel noemt nog twee voordelen van de zink-luchtbatterij ten opzichte van de lithium-ion batterij.

- 2 Noteer die twee voordelen.

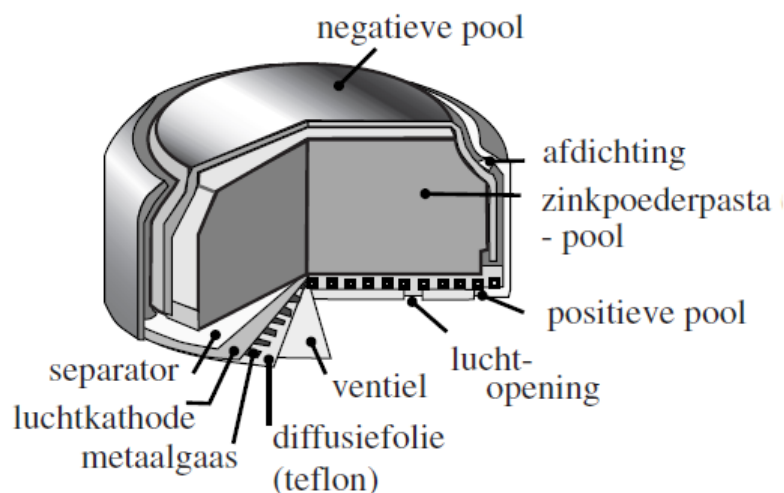
In het artikel staat: "In de batterij wordt onder invloed van elektriciteit zinkoxide op een reversibele manier gescheiden in zink en zuurstof."

- 3 Leg uit wat men hier bedoelt met het woord reversibel.

In deze zin is 'gescheiden' chemisch gezien niet het juiste woord om te gebruiken.

- 4 Welk woord kun je gebruiken dat chemisch gezien wel op zijn plaats is in deze zin?
- 5 Welke energiesoort gebruikt men in Afrika nu vaak om de benodigde elektriciteit op te wekken?
- 6 Geef de vergelijking van de reactie die optreedt in de zink-lucht batterij onder invloed van elektriciteit.

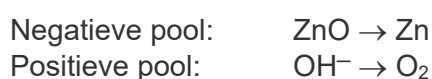
In figuur 1 staat schematisch een zink-lucht (zuurstof) cel afgebeeld.



Figuur 1 Zink-lucht cel schematisch.

Opladen

Door toevoer van elektriciteit laadt de zink-zuurstof batterij op. Aan de elektroden van de zink-zuurstof batterij heb je dan te maken met de volgende onvolledige halfreacties:



- 7 Neem de onvolledige halfreacties over en maak ze kloppend.
- 8 Geef de naam van het proces dat onder invloed van toevoer van elektriciteit optreedt.

Ontladen

Als de zink zuurstof batterij stroom levert, ontladst hij. Aan de elektroden van de zink-zuurstof batterij heb je dan te maken met de volgende onvolledige halfreacties:

Negatieve pool: $\text{Zn} \rightarrow \text{Zn(OH)}_4^{2-}$

Positieve pool: $\text{O}_2 \rightarrow \text{OH}^-$

9 Neem de onvolledige halfreacties over en maak ze kloppend.

In het elektrolyt dat in de batterij aanwezig is, wordt Zn(OH)_4^{2-} omgezet in ZnO .

10 Noteer de vergelijking van deze omzetting.

11 Leid op basis van je antwoorden op vraag 9 en 10 af wat de totaalvergelijking is tijdens stoomlevering door de zink-zuurstofbatterij.

12 Bereken de bronspanning van de zink zuurstof batterij onder standaardomstandigheden.

Luchtopeningen

13 Leg uit waarom men luchtopeningen in zink-zuurstofbatterijen heeft gemaakt.

De luchtopeningen in de zink-zuurstof batterij kan men afsluiten.

14 Wat is hier het voordeel van?

Oplaadbaar

De zink-zuurstof batterij is oplaadbaar.

15 Leg uit waardoor de zink-zuurstof batterij inderdaad oplaadbaar is. Licht dit toe door de voorwaarden voor oplaadbaarheid voor de zink-zuurstof batterij te benoemen.

Zink-zuurstof batterij voor Afrika

- 1 Er is meer zink dan lithium aanwezig op de aarde en zink (uit zinkertsen) is makkelijker te winnen.
- 2 Geen brandgevaar en milieuvriendelijker door de afwezigheid van kobalt.
- 3 Dat de reactie beide kanten op kan verlopen.
- 4 Ontleed.
- 5 Zonne-energie.
- 6 $2 \text{ ZnO} \rightarrow 2 \text{ Zn} + \text{O}_2$
- 7 $4 \text{ OH}^- \rightarrow \text{O}_2 + 2 \text{ H}_2\text{O} + 4 \text{ e}^-$
 $2 \text{ ZnO} + 2 \text{ H}_2\text{O} + 4 \text{ e}^- \rightarrow 2 \text{ Zn} + 4 \text{ OH}^-$
- 8 Elektrolyse.
- 9 $\text{Zn} + 4 \text{ OH}^- \rightarrow \text{Zn(OH)}_4^{2-} + 2 \text{ e}^-$
 $\text{O}_2 + 2 \text{ H}_2\text{O} + 4 \text{ e}^- \rightarrow 2 \text{ OH}^-$
- 10 $\text{Zn(OH)}_4^{2-} \rightarrow \text{ZnO} + \text{H}_2\text{O} + 2 \text{ OH}^-$
- 11 $\text{Zn} + 4 \text{ OH}^- \rightarrow \text{Zn(OH)}_4^{2-} + 2 \text{ e}^-$ x2
 $\text{O}_2 + 2 \text{ H}_2\text{O} + 4 \text{ e}^- \rightarrow 2 \text{ OH}^-$
 $\text{Zn(OH)}_4^{2-} \rightarrow \text{ZnO} + \text{H}_2\text{O} + 2 \text{ OH}^-$ x2
Totaalvergelijking: $2 \text{ Zn} + \text{O}_2 + 2 \text{ H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{ ZnO} + 2 \text{ H}_2\text{O}$, ofwel $2 \text{ Zn} + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{ ZnO}$
- 12 $\text{Zn} + 4 \text{ OH}^- \rightarrow \text{Zn(OH)}_4^{2-} + 2 \text{ e}^-$ met $E_0 = -1.20 \text{ V}$
 $\text{O}_2 + 2 \text{ H}_2\text{O} + 4 \text{ e}^- \rightarrow 2 \text{ OH}^-$ met $E_0 = 0.40 \text{ V}$
Dus bronspanning = $0,40 - (-1,20) = 1,6 \text{ V}$.
- 13 Dan kan de benodigde zuurstof bij ontladen worden aangevoerd en de ontstane zuurstof bij opladen worden afgevoerd.
- 14 Als er geen zuurstof kan worden aangevoerd, zal de batterij niet kunnen ontladen.
- 15 Oplaadbaar want ZnO die bij opladen omgezet wordt, wordt weer gevormd bij stroomlevering. Vanwege het overal aanwezig zijn van OH^- ionen kan de omgekeerde reactie ook plaatsvinden bij de zuurstofhalfcel.

Artikel: <https://www.technischweekblad.nl/nieuws/zink-zuurstof-batterij-voor-afrika/item12277>

Animatie zink-luchtbatterij op: https://en.wikipedia.org/wiki/Zinc%E2%80%93air_battery

ACCU'S VAN PLA

Klas	5 v
Subdomein	Processen en reacties
Vaardigheid	Informatie
Specificaties	Batterijen
Trefwoorden	PLA, melkzuur, 3D-printer, lithium-ionbatterij, nano, grafeen, LiClO_4 , lithiumtitanaat, koolstofnanobuisjes
Vaardigheidsvraag	Informatiebegripsvraag

C2W, november 2018

Accu's van PLA

Voor het eerst is een lithium-ionaccu uit een goedkope 3D-printer gerold. Zo zit je niet meer aan platte of ronde standaardmodellen vast, stellen Christopher Reyes, Benjamin Wiley en collega's van Duke University. In *ACS Applied Energy Materials* leggen ze uit hoe je ionengeleiding kunt creëren in 3D-prints uit polymelkzuur (PLA) door ze een tijdje te laten weken in een oplossing van LiClO_4 in ethylmethylcarbonaat. Het elektrolyt trekt dan in de kunststof en laat die enigszins zwellen.



Voor een Li-ionaccu moeten er tevens nanokristallen doorheen van een lithiumzout, waarbij je moet zien te voorkomen dat de printkop verstopt of de kunststof te bros wordt. De kathode en de anode moeten elektronen geleiden, wat je bereikt door er voor het printen geleidende deeltjes aan toe te voegen. Uiteindelijk kwamen de onderzoekers uit op een anode met lithiumtitanaat en grafeenvlokken, en een kathode met lithiummangaanoxide en koolstofnanobuisjes. Als bewijs hebben ze een armbandje met ledverlichting geprint. Jammer is wel dat de accu in hun 3D-geprinte armbandje met LED-verlichting na één minuut al leeg is. Maar het gaat om het principe.

bron: *American Chemical Society*

Voor het eerst is een lithium-ionaccu uit een goedkope 3D-printer gerold, zegt het artikel. Het basismateriaal van de accu is polymelkzuur (PLA), een polyester.

- 1 Geef de structuurformule van melkzuur. Zie Binas tabel 66A.
- 2 Geef de repeterende eenheid van een PLA-keten weer.

Het gebruikte elektrolyt is een oplossing van LiClO_4 in ethylmethylcarbonaat.

- 3 Wat is de functie van het elektrolyt?
- 4 Geef de oplosvergelijking van LiClO_4 weer. Er ontstaan twee soorten ionen.
- 5 Geef de formule van het oplosmiddel ethylmethylcarbonaat.

Er moeten ook nanokristallen doorheen van een lithium-zout.

- 6 Wat geeft de aanduiding 'nano' aan?

Dit toevoegen van een lithium-zout is nodig om te voorkomen dat het materiaal te bros wordt.

7 Wat gebeurt er als een materiaal te bros wordt?

Het elektrodemateriaal moet elektronen kunnen geleiden. De anode bestaat uit lithiومتitanaat, Li_2TiO_3 , en grafeen. De kathode bestaat uit lithiummangaanoxide, Li-MnO_2 , en koolstofnanobuisjes.

8 Leid de formule van het titanaation af uit de formule van lithiومتitanaat.

9 Leg uit hoe grafeen en koolstofnanobuisjes elektronen kunnen geleiden.

De 3D-lithiumaccu kan niet in één keer geprint worden.

10 Leg uit waarom niet.

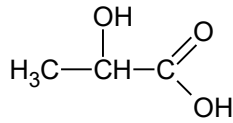
Bij stroomlevering is de anode de positieve pool en de kathode de negatieve pool. Bij beide halfreacties is lithium betrokken.

11 Geef de mogelijke halfreacties aan anode en kathode bij stroomlevering.

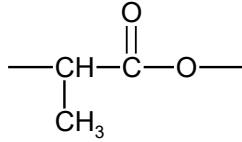
12 Leg ook uit welke halfreacties zullen optreden bij opladen van deze accu.

Accu's van PLA

1



2



- 3 Het elektrolyt dient als geleidend materiaal in de accu.
- 4 $\text{LiClO}_4 \rightarrow \text{Li}^+ + \text{ClO}_4^-$.
- 5 $\text{C}_2\text{H}_5\text{CH}_3\text{CO}_3$.
- 6 Nano geeft een orde van grootte aan: 10^{-9} m.
- 7 Te bros betekent dat het materiaal breekt als je het buigt.
- 8 Lithiumtitanaat heeft als formule Li_2TiO_3 met lithiumion Li^+ . Dus het titanaation heeft als formule TiO_3^{2-} .
- 9 Ze hebben beide een zogenaamd geconjugeerd systeem waarbij dubbele bindingen en dus elektronen verspringen.
- 10 Na het printen van PLA moet de elektrolyt in de kunststof trekken. Ook is de samenstelling van kathode en anode is verschillend.
- 11 Anode: $\text{Li}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Li}$. Kathode: $\text{Li-MnO}_2 \rightarrow \text{Li}^+-\text{MnO}_2 + \text{e}^-$.
- 12 Bij opladen zullen de omgekeerde reacties plaats vinden.

MUMMIFICEREN IN HET OUDE EGYPTE I

Klas	3 hv
Subdomein	Processen en reacties
Vaardigheid	Informatie
Specificaties	Beginstoffen-reactieproducten
Trefwoorden	Voorwaarden voor mummificeren, drogen, massabehoud
Vaardigheidsvraag	Informatiebegripsvraag

de Volkskrant, 24 november 2018

Wat is een mummie eigenlijk?

In een graftombe in Egypte zijn gemummificeerde mestkevers gevonden. Wij vroegen ons af: wat is een mummie eigenlijk?

MUMMIFICEREN IN HET OUDE EGYPTE

Het lichaam van een overledene moest 'intact' blijven om eeuwig in het hiernamaals te kunnen blijven leven.

ORGANEN VERWIJDEREN

➔ **Wat?**
De hersenen worden met een haak via de neus...



...en alle ingewanden behalve het hart via een snee in de linkerzij verwijderd en apart in vazen bewaard.

➔ **Waarom?**
Bacteriën die betrokken zijn bij de ontbinding komen vaak uit de organen. Bovendien zijn organen te nat voor het uitdrogen.

(UIT)DROGEN

➔ **Wat?**
De lichaamsholtes worden tijdelijk met **zakjes natron** gevuld waarna het lichaam zo'n **35 à 40 dagen bedekt** wordt met **natron**.



➔ **Waarom?**
Natron, een zout dat de Egyptenaren uit de woestijn wonnen, droogt het lichaam uit en ontbindt het niet.

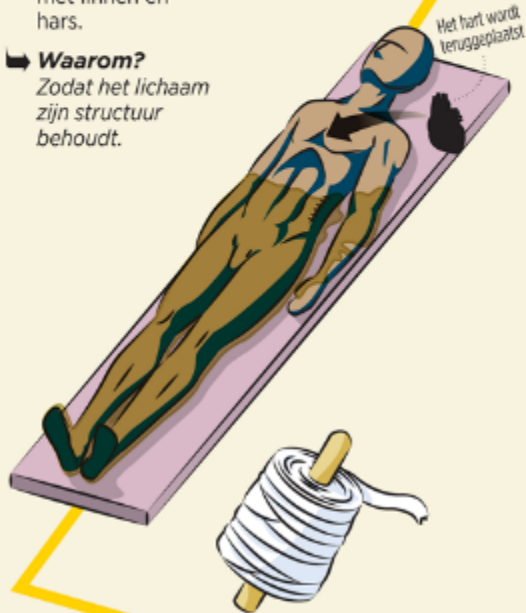
OPVULLEN

Wat?

Lichaamsholtes worden (vooral in latere eeuwen) opnieuw gevuld: met linnen en hars.

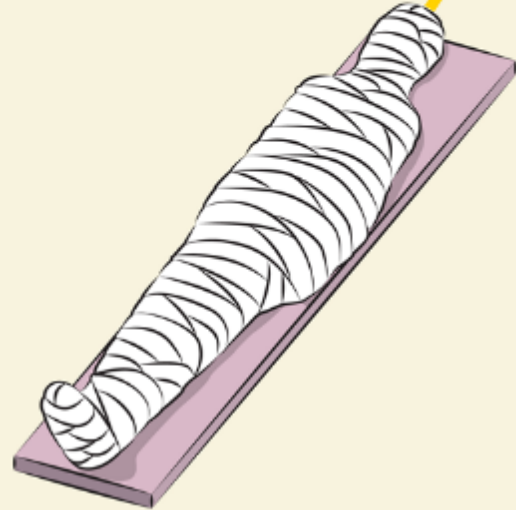
Waarom?

Zodat het lichaam zijn structuur behoudt.



Waarom?

Ter bescherming: de hard geworden stroken zorgen dat het lichaam zijn vorm behoudt en niet inzakt of uit elkaar valt.



AFSLUITEN

Wat?

Het lichaam wordt met hars ingesmeerd.

Waarom?

Om vocht en zuurstof te weren.



INWIKKELEN

Wat?

Als laatste wordt het lichaam in met hars gedrenkte linnen stroken gewikkeld.



Het ontbindingsproces van het lichaam wordt uitgevoerd door bacteriën. Die hebben drie dingen nodig om te functioneren:



Warmte



Vocht



Zuurstof

Haal je één van die drie weg, dan blokkeert de ontbinding.

SPONTANE MUMMIES In sommige natuurlijke omstandigheden blijven lichamen goed bewaard. ÖTZI IJsmummie uit de kopertijd.  Foto: AFP MEISJE VAN YDE Veenlijk uit de late ijzertijd.  Foto: Harry Cock	 Foto: Hiroki Ogawa TARIM-MUMMIES Gevonden in de woestijn in de provincie Xinjiang in China. Bron: Lara Weiss (Rijksmuseum van Oudheden) 241118 © de Volkskrant
--	---

Een lijk ontbindt niet zomaar.

- 1 Welke drie voorwaarden zijn nodig om het ontbindingsproces van een lichaam te laten verlopen?

De drie voorwaarden voor het ontbindingproces lijken wel op de drie voorwaarden voor een verbranding.

- 2 Leg uit of ontbinden hetzelfde is als verbranden.

In het oude Egypte geloofde men sterk in een leven na de dood. Het lichaam moest daarom goed geconserveerd worden. Hierbij komt veel chemie kijken.

Na het verwijderen van hersenen en organen moest het lichaam gedroogd worden. Dit deed men in eerste instantie met natron, een mengsel van natriumwaterstofcarbonaat en natriumcarbonaat.

- 3 Leg uit waarom de organen verwijderd moesten worden.

Natriumcarbonaat komt in twee vormen voor: Na_2CO_3 en $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$.

- 4 Beredeneer welke vorm van natriumcarbonaat gebruikt zal zijn om het lichaam te drogen.

Neem aan dat een mens gemiddeld 50 massa % vocht bevat. Als natriumcarbonaat maximaal water opneemt, is de massaverhouding natriumcarbonaat : water = 10 : 17.

- 5 Bereken hoeveel kg natriumcarbonaat nodig is om een lichaam van 70 kg van al zijn vocht te ontdoen.

Na het drogen worden de holtes van het lichaam gevuld met allerlei stoffen zoals linnen, zodat het lichaam weer de normale vormen aanneemt. Daarna wordt het lichaam nog afgesloten en ingewikkeld.

- 6 Leg uit wat de oude Egyptenaren deden om de drie voorwaarden voor het ontbindingsproces tegen te gaan.

In het artikel staan ook drie mummies genoemd die toevallig mummie zijn geworden terwijl niet aan alle voorwaarden voor het ontbindingsproces voldaan was.

- 7 Geef de voorwaarde voor het ontbindingsproces waaraan niet werd voldaan bij Ötzi, bij het meisje van Yde en bij de Tarim-mummies

Mummificeren in het oude Egypte I

- 1 Er zijn warmte, zuurstof en vocht nodig.
- 2 Bij verbranden zijn de drie voorwaarden: brandstof, zuurstof en (minimale) ontbrandingstemperatuur. Er wordt een brandstof omgezet in koolstofdioxide en water. Hier ontleden de stoffen onder invloed van water en zuurstof in andere stoffen. Er zijn ook bacteriën nodig.
- 3 De organen bevatten teveel vocht om op te kunnen nemen met behulp van natron.
- 4 Het Na_2CO_3 zal gebruikt zijn. Dit kan heel veel water opnemen en de andere heeft al veel water opgenomen.
- 5 Een lichaam van 70 kg bevat 35 kg water. Voor 1,00 kg water heb je $10/17 = 0,588$ kg Na_2CO_3 nodig, dus voor 35 kg water heb je $35 \times 0,588 = 21$ kg natriumcarbonaat nodig.
Of:

Stoffen	Massaverhouding	Massaverhouding
natriumcarbonaat	10	?
water	17	35

$? = (10 \times 35) / 17 = 21$ kg natriumcarbonaat.

- 6 Eerst haalden ze zoveel mogelijk vocht weg met natron.
Dan vulden ze het lichaam om de vorm zoveel mogelijk te behouden en ze deden er stoffen in die eventueel nog aanwezige bacteriën doodden.
Vervolgens wikkelden ze het lichaam in hars en linnen om het nog af te sluiten van zuurstof en vocht. Aan de temperatuur viel niets te doen. Vriezers kenden ze nog niet.
- 7 Ötzi is een ijsmummie: de temperatuur was te laag om het lichaam te laten ontbinden.
Meisje van IJde zat in het veen: temperatuur is normaal, veen is normaal gesproken erg vochtig. Dan kon er geen zuurstof bij.
Tarim-mummies: in de woestijn is geen vocht.

MUMMIFICEREN IN HET OUDE EGYPTE II

Klas	4 hv
Subdomein	Bindingen, structuren en eigenschappen
Vaardigheid	Informatie
Specificaties	Zouten
Trefwoorden	Dubbelzout, hydraat, drogen, antibacteriële stoffen, biodegradeerbaarheid
Vaardigheidsvraag	Informatiebegripsvraag

de Volkskrant, 24 november 2018

Wat is een mummie eigenlijk?

In een graftombe in Egypte zijn gemummificeerde mestkevers gevonden. Wij vroegen ons af: wat is een mummie eigenlijk?

MUMMIFICEREN IN HET OUDE EGYPTE

Het lichaam van een overledene moest 'intact' blijven om eeuwig in het hiernamaals te kunnen blijven leven.

ORGANEN VERWIJDEREN

➡ **Wat?**
De hersenen worden met een haak via de neus...



...en alle ingewanden behalve het hart via een snee in de linkerzij verwijderd en apart in vazen bewaard.

➡ **Waarom?**
Bacteriën die betrokken zijn bij de ontbinding komen vaak uit de organen. Bovendien zijn organen te nat voor het uitdrogen.

(UIT)DROGEN

➡ **Wat?**
De lichaamsholtes worden tijdelijk met **zakjes natron** gevuld waarna het lichaam zo'n **35 à 40 dagen bedekt** wordt met **natron**.



➡ **Waarom?**
Natron, een zout dat de Egyptenaren uit de woestijn wonnen, droogt het lichaam uit en ontbindt het niet.

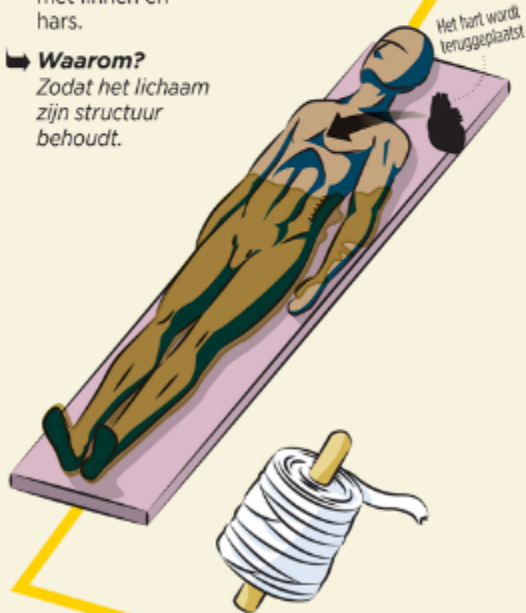
OPVULLEN

Wat?

Lichaamsholtes worden (vooral in latere eeuwen) opnieuw gevuld: met linnen en hars.

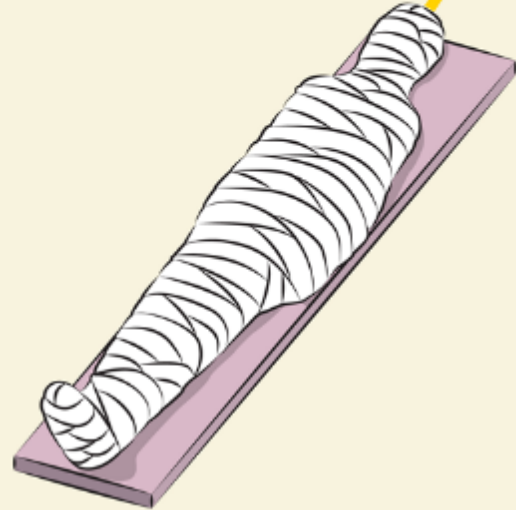
Waarom?

Zodat het lichaam zijn structuur behoudt.



Waarom?

Ter bescherming: de hard geworden stroken zorgen dat het lichaam zijn vorm behoudt en niet inzakt of uit elkaar valt.



AFSLUITEN

Wat?

Het lichaam wordt met hars ingesmeerd.

Waarom?

Om vocht en zuurstof te weren.



INWIKKELEN

Wat?

Als laatste wordt het lichaam in met hars gedrenkte linnen stroken gewikkeld.



Het ontbindingsproces van het lichaam wordt uitgevoerd door bacteriën. Die hebben drie dingen nodig om te functioneren:



Warmte



Vocht



Zuurstof

Haal je één van die drie weg, dan blokkeert de ontbinding.

SPONTANE MUMMIES In sommige natuurlijke omstandigheden blijven lichamen goed bewaard. ÖTZI IJsmummie uit de kopertijd. <i>Intact gebleven door gebrek aan warmte.</i> Foto: AFP  MEISJE VAN YDE Veenlijk uit de late ijzertijd. <i>Gemummificeerd door ontbreken zuurstof.</i> Foto: Harry Cock 	 TARIM-MUMMIES Gevonden in de woestijn in de provincie Xinjiang in China. <i>Niet ontbonden door droogte.</i> Foto: Hiroki Ogawa Bron: Lara Weiss (Rijksmuseum van Oudheden) 241118 © de Volkskrant
--	--

Het ontbindingsproces is een chemisch proces.

- 1 Leg uit of ontbinden een verbranding of ontleding is.

In het oude Egypte geloofde men sterk in een leven na de dood. Het lichaam moest daarom goed geconserveerd worden. Hierbij komt veel chemie kijken.
Na het verwijderen van hersenen en organen moest het lichaam gedroogd worden.

- 2 Leg uit waarom de organen verwijderd moesten worden.

Natron

Dit drogen deed men in eerste instantie met natron, een mengsel van natriumwaterstofcarbonaat en natriumcarbonaat.

Natriumcarbonaat komt in twee vormen voor: Na_2CO_3 en het hydraat $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$.

- 3 Bereken de massaverhouding waarin het natriumcarbonaat en water in $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ voorkomen.

Neem aan dat een mens gemiddeld 50 massa % water bevat.

- 4 Bereken hoeveel kg natriumcarbonaat nodig is om een lichaam van 70 kg van al zijn water te ontdoen.

Men schrijft natron, dat water opgenomen heeft, ook wel als $\text{Na}_3\text{H}(\text{CO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Dit is een dubbelzout.

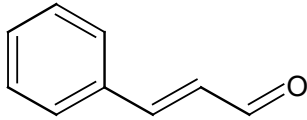
- 5 Geef de juiste formule van het dubbelzout.
- 6 Bereken voor natron hoeveel kg je nodig hebt om een lichaam van 70 kg van al zijn vocht te ontdoen. Ga er van uit dat natron vochtvrij is en maximaal 2 mol water per mol natron kan opnemen.

Je hebt veel meer natron nodig om een bepaalde hoeveelheid water te binden dan bij gebruik van zuiver natriumcarbonaat.

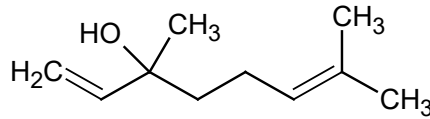
7 Waarom gebruikten de oude Egyptenaren toch natron?

Geurstoffen

In mummies zijn stoffen gevonden als cinnamaldehyde en linalool.



cinnamaldehyde



linalool

Cinnamaldehyde en linalool zijn geurstoffen met anti-bacteriële werking.

8 Leg uit waarom deze stoffen ook nuttig zijn bij het mummificeren.

De stoffen cinnamaldehyde en linalool worden beide onverzadigd genoemd.

9 Waaraan zie je dat?

10 Wat voor soort reactie kunnen deze twee stoffen door het onverzadigde karakter aangaan?

Omwikkelen

Tenslotte wordt het lichaam met hars ingesmeerd en met linnen omwikkeld.

11 Welke functie heeft dit insmeren en omwikkelen?

12 Aan welke voorwaarde die nodig is om het lichaam te laten ontbinden, kon in Egypte niets worden gedaan?

Mummificeren in het oude Egypte II

- 1 Het is een reactie onder invloed van zuurstof én water, dus geen verbranding. Het is ook geen ontleding, want je hebt andere stoffen nodig. De koolstofverbindingen in het lichaam worden omgezet in andere stoffen.
- 2 De organen bevatten teveel vocht om te kunnen verwijderen met natron.
- 3 De molecuulmassa van $\text{Na}_2\text{CO}_3 = 2 \times 22,99 + 12,01 + 3 \times 16,00 = 105,99 \text{ u}$
 $10 \text{ H}_2\text{O}$ heeft een massa van $10 \times (2 \times 1,008 + 16,00) = 180,16 \text{ u}$
De massaverhouding $= 105,99 : 180,16 = 1,00 : 1,70$
- 4 Een lichaam van 70 kg bevat 35 kg water. Dan heb je nodig $= (1,00/1,70) \times 35 = 21 \text{ kg}$ natriumcarbonaat.
- 5 $\text{NaHCO}_3 \cdot \text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 2 \text{ H}_2\text{O}$
- 6 De massaverhouding $\text{Na}_3 \text{H}(\text{CO}_3)_2 : \text{H}_2\text{O} =$
 $(3 \times 22,99 + 1,008 + 2 \times 12,01 + 6 \times 16,00) : 2 \times 18,016 = 189,998 : 36,032 = 5,27 : 1$
Voor 35 kg vocht heb je $35 \times 5,27 = 185 \text{ kg}$ natron nodig.
- 7 De Egyptenaren haalden dit zout uit de woestijn. Ze waren niet in staat om de twee zouten van elkaar te scheiden.
- 8 Er zijn nog bacteriën aanwezig in het lichaam. Deze stoffen doden de bacteriën.
- 9 Er zitten C=C in beide moleculen. Dit betekent dat ze onverzadigd zijn.
- 10 Onverzadigde moleculen kunnen additiereacties aangaan.
- 11 De hars trekt in het linnen en wordt hard. Het lichaam wordt beschermd tegen zuurstof en vocht.
- 12 De temperatuur, het is nu eenmaal warm in Egypte.

THE CHEMISTRY OF MUMMIFICATION

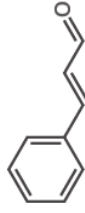
Dressing up as a mummy for Halloween is easy; actually becoming one is a little more complicated. This graphic looks at the chemistry behind embalming.

DRYING THE BODY

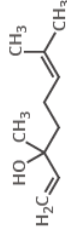


After the organs were removed, the empty cavities were stuffed with natron, a naturally occurring mixture of sodium carbonate and sodium bicarbonate, and small quantities of sodium chloride and sodium sulfate. This caused rapid desiccation of the body and saponification of fats, preventing decomposition.

FILLING BODY CAVITIES



Present in cinnamon and cassia



Present in cassia and mastic

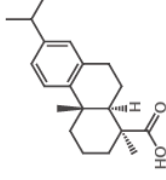
After drying the body could be stuffed with a range of materials before embalming. Along with sawdust and linen, these included myrrh, cinnamon, frankincense, cassia, mastic resin, and even onions! Some of these substances contained compounds with antimicrobial activity that could aid the preservation of the body.

EMBALMING MATERIALS

Mummies were bandaged with linen, and after every layer oils, resins and balms were applied. Compounds found in mummy wrappings give hints as to some substances used, which included coniferous, cedar, and pistacia resins, beeswax, and bitumen. When dried, these materials formed a water-resistant seal.

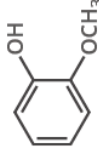
DEHYDROABIETIC ACID

Derivatives of abietic acid are common indicators of the use of coniferous resins in the embalming process.



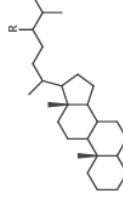
GUAIACOL

Phenolic compounds found in some resins, such as cedar oil, have bactericidal effects and inhibit decomposition.



STERANE (GENERAL STRUCTURE)

Compounds called steranes and hopanes can show whether bitumen was used during embalming.



The use of bitumen is often linked to the black appearance of some mummies, but this can also be caused by resin degradation products.



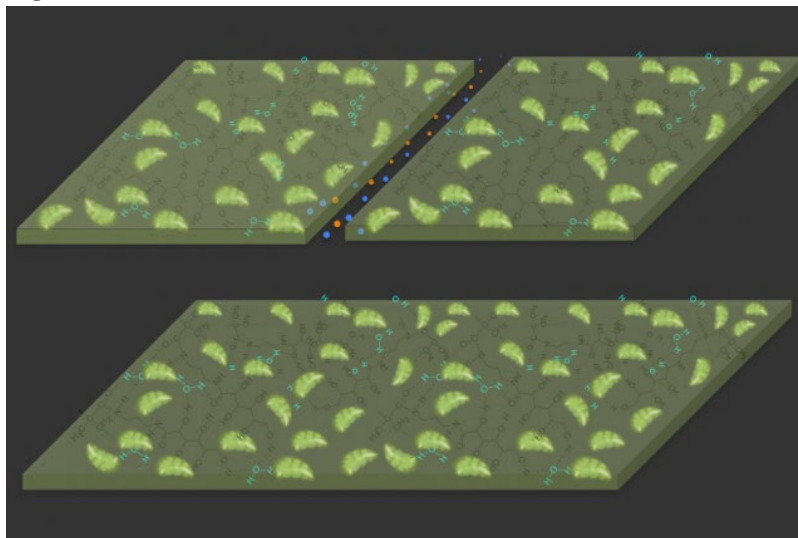
© COMPOUND INTEREST 2016 - WWW.COMPOUNDCHEM.COM | Twitter: @compoundchem | Facebook: www.facebook.com/compoundchem
This graphic is shared under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives International 4.0 licence.

POLYMEER DAT CO₂ UIT DE LUCHT HAALT

Klas	5,6 v
Subdomein	Processen en reacties
Vaardigheid	Informatie
Specificaties	Polyadditie
Trefwoorden	Halfreactie, waterstofbrug, IR, amidegroep, gel, bladgroenkorrel, zetmeel, maltose, glucose
Vaardigheidsvraag	Informatieselectievraag

www.biobasedeconomy.nl, 25 oktober 2018

Amerikaanse wetenschappers ontwikkelen polymeer dat CO₂ uit de lucht haalt



Amerikaanse wetenschappers hebben een nieuw materiaal ontwikkeld dat reageert met CO₂ in de lucht, waardoor het groeit, versterkt en zichzelf kan repareren.

Het nieuwe polymeer bestaat uit een synthetische gelsubstantie die een chemisch proces uitvoert dat vergelijkbaar is met de fotosynthese van planten, die koolstofdioxide (CO₂) uit de lucht halen om nieuw materiaal te groeien.

Het materiaal zou bijvoorbeeld verwerkt kunnen worden in een lichtgewicht matrix van panelen die naar een bouwplaats getransporteerd worden, waar ze na installatie stollen en hard worden door blootstelling aan zonlicht en de CO₂ in de lucht. Dat zou volgens de wetenschappers van de Amerikaanse MIT-universiteit energie en transportkosten kunnen besparen.

Volgens de MIT-onderzoekers gaat het om een compleet nieuwe klasse materialen die CO₂ met behulp van zonlicht kunnen omzetten naar een solide, stabiele vorm. "Stel je een synthetisch materiaal voor dat kan groeien als een boom door de koolstof uit de koolstofdioxide te halen en deze te verwerken in de ruggengraat van het materiaal", aldus MIT-hoogleraar chemie Michael Strano.

Bladgroenkorrels

Het team gebruikte chloroplasten, ook wel bladgroenkorrels genoemd, uit spinaziebladeren. Bladgroenkorrels spelen een grote rol bij de fotosynthese in een plant. Maar buiten de plant om hebben deze bladgroenkorrels verwerkt in het polymeer een zeer korte levensduur. Het team vond een manier om de levensduur te verlengen, maar streeft ernaar om de bladgroenkorrels in de toekomst te vervangen met een niet-biologische versie die langer meegaat.

Hoewel het team al een methode ontwikkelde om het zelfhelende materiaal in grote hoeveelheden te maken, werken de wetenschappers nu vooral aan verbeterde materiaaleigenschappen. Daardoor moet het daadwerkelijk inzetbaar als bouw materiaal worden. Op dit moment is het materiaal nog niet sterk genoeg.

Zichzelf repareren

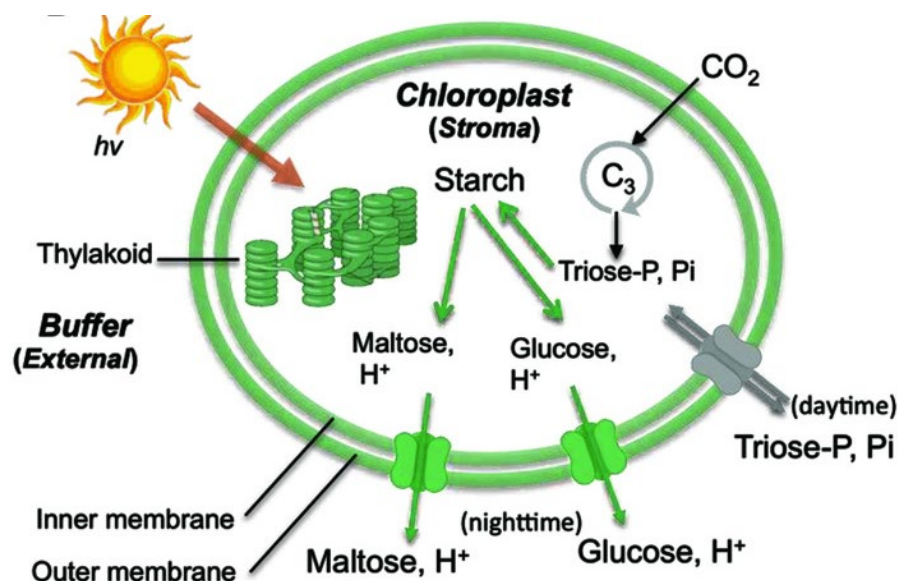
Volgens Strano kan dit nieuwe materiaal al wel als coating of vulmateriaal gebruikt worden. Als het bekrast raakt of scheurt, kan het zichzelf namelijk repareren. De huidige zelfhelende materialen hebben altijd een externe bron zoals warmte, uv-licht of een chemische middel nodig om te functioneren. Dit materiaal gebruikt twee ingrediënten – zonlicht en CO_2 – die we in overvloed hebben.

Wetenschappers van het Massachusetts Institute of Technology (MIT) in Amerika melden dat ze een nieuw soort zelfreparerend materiaal hebben ontwikkeld dat gemaakt wordt met CO_2 uit de atmosfeer.

- 1 Wat is het voordeel dat er CO_2 uit de atmosfeer voor het nieuwe polymeer wordt gebruikt?
- 2 Wat is het voordeel van dit nieuwe zelf reparerende materiaal in vergelijking met de huidige zelfhelende materialen?

Bladgroenkorrel

De wetenschappers maken in het materiaal gebruik van bladgroenkorrels uit spinaziebladeren om CO_2 om te zetten.

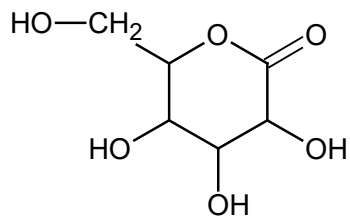


Figuur 1 Bron: Kwak S-Y, 2018

In figuur 1 staan schematisch de processen die optreden in de bladgroenkorrel. Daarin wordt CO_2 omgezet in zetmeel (Engels: starch) dat vervolgens weer wordt omgezet in maltose en glucose.

- 3 Geef de reactievergelijking, in molecuulformules, van de vorming van zetmeel, molecuulformule $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$, uit CO_2 .
- 4 Vindt deze reactie tijdens licht of tijdens donker plaats? Licht toe.
- 5 Geef de reactievergelijking, in molecuulformules, van de omzetting van zetmeel in maltose ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$).
- 6 Hoe heet het type reactie van de omzetting van zetmeel in maltose.

De gevormde maltose wordt omgezet in glucose door het enzym α -glucosidase. Ook wordt in de bladgroenkorrel uit zetmeel direct glucose gevormd. Deze glucose wordt met behulp van het enzym glucoseoxidase omgezet in glucono-1,5-lacton (figuur 2). Een oxidase is een enzym dat zuurstof bindt en kan vervoeren waarbij het een redoxreactie in gang zet. In dit geval wordt de zuurstof omgezet waterstofperoxide (H_2O_2).

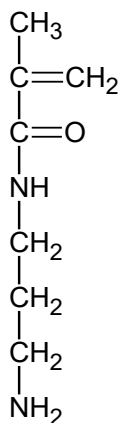


Figuur 2 Structuurformule glucono-1,5-lactonmolecuul

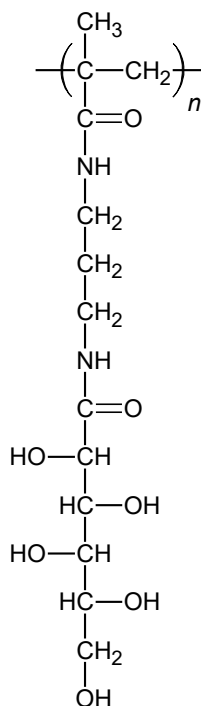
- 7 Stel de halfreactie op voor de omzetting van glucose in glucono-1,5-lacton in structuurformules.
- 8 Noteer de halfreactie van het redoxkoppel $\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}_2$.

Polymerisatie

Het ontstane glucono-1,5-lacton heeft men onder invloed van licht laten reageren met de stof 3-aminopropylmethacrylamide (APMA, structuurformule figuur 3). Hierbij ontstaat een glucosehoudend polymethylmethacrylamide (GPMAA, structuurformule figuur 4).



Figuur 3 structuurformule APMA molecuul



Figuur 4 Structuurformule polymeer GPMAA

Bij de vorming van het polymeer GPMAA zijn twee typen reacties opgetreden: één voor de vorming van de hoofdketen van het polymeer en één om de zijketen langer te maken.

- 9 Geef de naam van het type reactie voor de vorming van de hoofdketen.
- 10 Leg uit waarom men deze reactie met licht moet uitvoeren.
- 11 Geef de naam van de kenmerkende groep die is ontstaan bij de verlenging van de zijketen.
- 12 Geef de naam van het type reactie voor de verlenging van de zijketen.
- 13 Leg uit wat in het gehele proces een snelheidsbepalende stap voor de vorming van het polymeer zal zijn.
- 14 Wat is op dit moment nog een zeer beperkende factor in het gehele proces?

De onderzoekers hebben met behulp van infraroodmetingen aangetoond dat het polymeer GPMAA gevormd is. In Binas staan in tabel 39 C frequenties van IR-spectrometrie. In de bijlage staat verder een tabel met IR frequenties van pieken specifiek voor karakteristieke groepen met C=O.

- 15 Leg uit dat minimaal vier frequenties van pieken na de polymerisatie zullen zijn verdwenen of waarvan de pieken kleiner geworden zijn.
- 16 Leg uit dat minimaal twee frequenties van pieken na de polymerisatie zullen zijn verschenen of waarvan de pieken groter geworden zijn.

Tussen de ketens van GPMAA treedt crosslinking op.

- 17 Leg uit welk type binding tussen de GPMAA ketens hiervoor verantwoordelijk zal zijn.

In het artikel is er sprake van dat het materiaal een hydrogel is.

- 18 Geef de definitie van hydrogel.

Op het antwoordblad van vraag 19 staan stukjes van de polymeerketens afgebeeld.

19 Geef op het antwoordblad aan hoe de gelvorming optreedt.

We zijn het CO₂ een beetje uit het oog verloren.

20 Waar wordt bij de vorming van het nieuwe materiaal de CO₂ opgenomen?

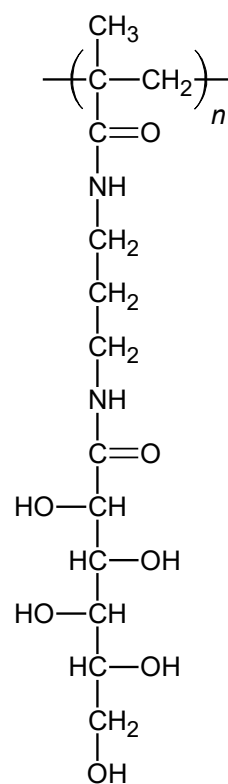
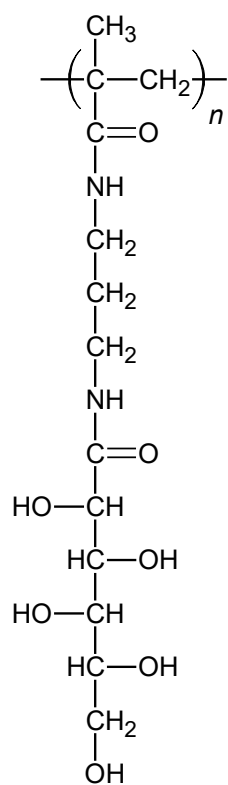
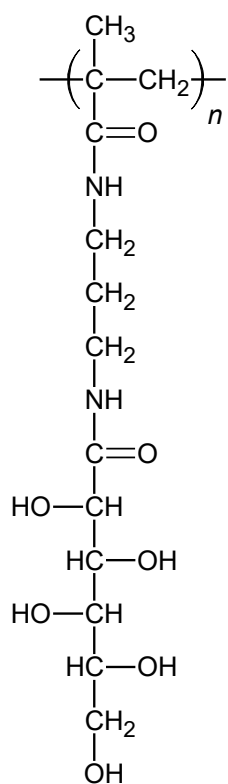
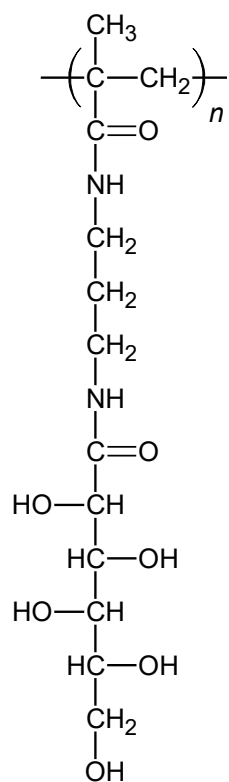
21 Waar zijn (is een deel van) de zijketens van afkomstig?

22 Geef je commentaar op de titel van het artikel.

Bijlage

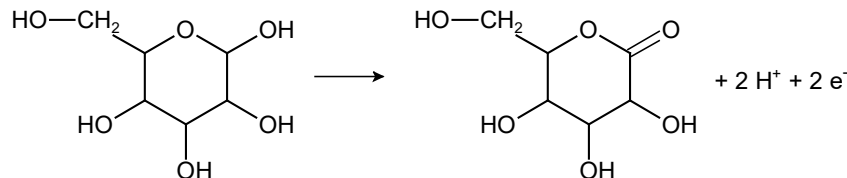
IR Absorption Frequencies of Functional Groups Containing a Carbonyl (C=O)			
Functional Group	Type of Vibration	Characteristic Absorptions (cm⁻¹)	Intensity
Carbonyl			
C=O	stretch	1670-1820	strong
Acid			
C=O	stretch	1700-1725	strong
O-H	stretch	2500-3300	strong, very broad
C-O	stretch	1210-1320	strong
Aldehyde			
C=O	stretch	1740-1720	strong
=C-H	stretch	2820-2850 & 2720-2750	medium, two peaks
Amide			
C=O	stretch	1640-1690	strong
N-H	stretch	3100-3500	unsubstituted have two bands
N-H	bending	1550-1640	
Ester			
C=O	stretch	1735-1750	strong
C-O	stretch	1000-1300	two bands or more
Ketone			
acyclic	stretch	1705-1725	strong
cyclic	stretch	3-membered - 1850 4-membered - 1780 5-membered - 1745 6-membered - 1715 7-membered - 1705	strong

Bijlage antwoord 19

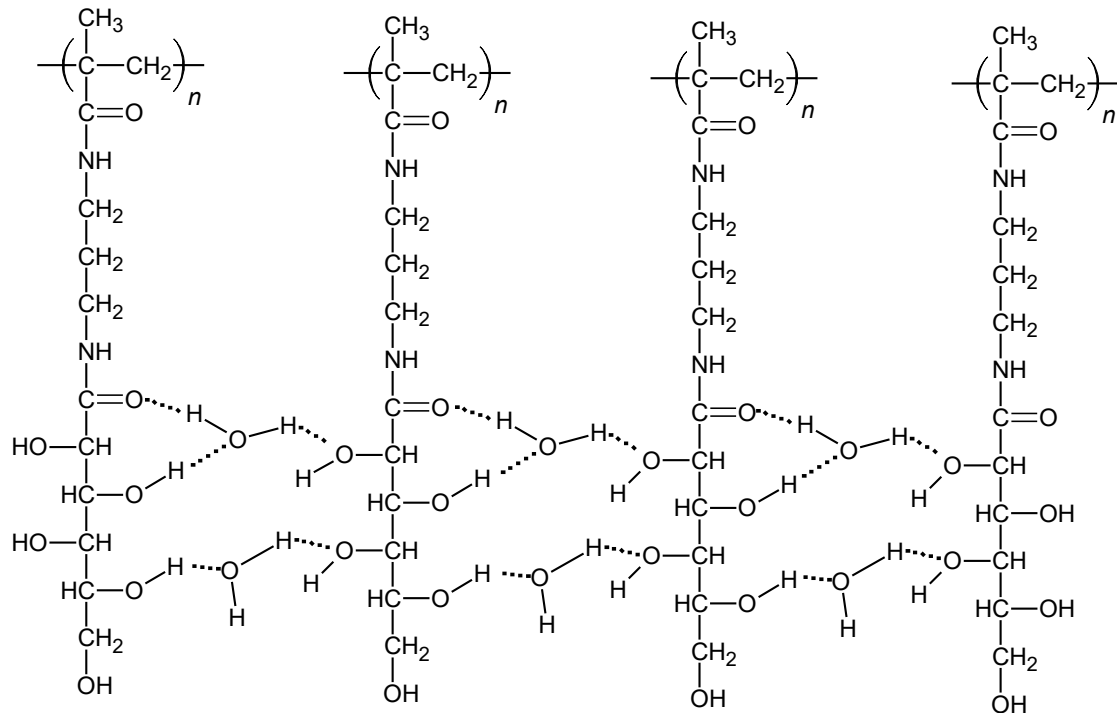


Polymeer dat CO₂ uit de lucht haalt

- 1 CO₂ draagt bij aan het versterkt broeikaseffect. Als je dit dus kunt gebruiken voor het maken van een materiaal, leidt dit tot verkleining van het versterkt broeikaseffect.
- 2 Het materiaal heeft bij zelfreparatie geen speciale toevoegingen/externe bronnen (zoals warmte, uv-licht of chemisch) nodig, maar alleen zonlicht en CO₂.
- 3 $6n \text{ CO}_2 + 5n \text{ H}_2\text{O} \rightarrow (\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n + 6n \text{ O}_2$
- 4 In het licht want er is energie nodig.
- 5 $2 (\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n + n \text{ H}_2\text{O} \rightarrow n \text{ C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$
- 6 Hydrolyse (de splitsing van een chemische verbinding onder opname van water).
- 7



- 8 $\text{O}_2 + 2 \text{ H}^+ + 2 \text{ e}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}_2$
- 9 (Poly)additie
- 10 De additiereactie is een reactie met radicalen. Deze radicalen vorm je met behulp van licht.
- 11 Amidegroep
- 12 Condensatiereactie (een reactie waarbij moleculen met elkaar reageren tot grotere moleculen, terwijl tegelijkertijd een klein molecuul wordt afgesplitst. Dit is meestal een watermolecuul).
- 13 Glucose export uit chloroplast is snelheidsbepalend, want als er geen glucose wordt aangevoerd, kan de ketenverlenging niet plaats vinden.
- 14 Chloroplast buiten een plantencel is geen lang leven beschoren.
- 15 C-H strek van een alkeen bij ongeveer 3000-3100 cm⁻¹. Piek voor C=C. Piek van primair amine. Piek van cyclisch keton (zesring) bij 1715 cm⁻¹.
- 16 CH strek van alkaan, tussen 2800-3000 cm⁻¹. Piek van C=O van amidegroep is groter geworden.
- 17 Waterstofbruggen tussen de N-H en O-H groepen en de O-H groepen onderling.
- 18 Er zijn heel veel watermoleculen ingekapseld in het polymeernetwerk van de gel.



- 20 In de bladgroenkorrel waar CO_2 wordt omgezet in zetmeel.
 21 Van de reactie met de stof APMA.
 22 Het polymeer haalt geen CO_2 uit de lucht. CO_2 wordt in de bladgroenkorrel omgezet in zetmeel en daarna in maltose en glucose. De glucose vormt de zijketen van het polymeer.

Artikel: <https://www.biobasedeconomy.nl/2018/10/25/amerikaanse-wetenschappers-ontwikkelen-polymeer-die-co2-uit-de-lucht-haalt/>

Literatuur: Kwak S-Y, 2018, Polymethacrylamide and Carbon Composites that Grow, Strengthen, and Self-Repair using Ambient Carbon Dioxide Fixation, *Advanced Materials*, 30 (46), 1804037

IJZER ALS OPSLAGMEDIUM DUURZAME ENERGIE

Versie 1

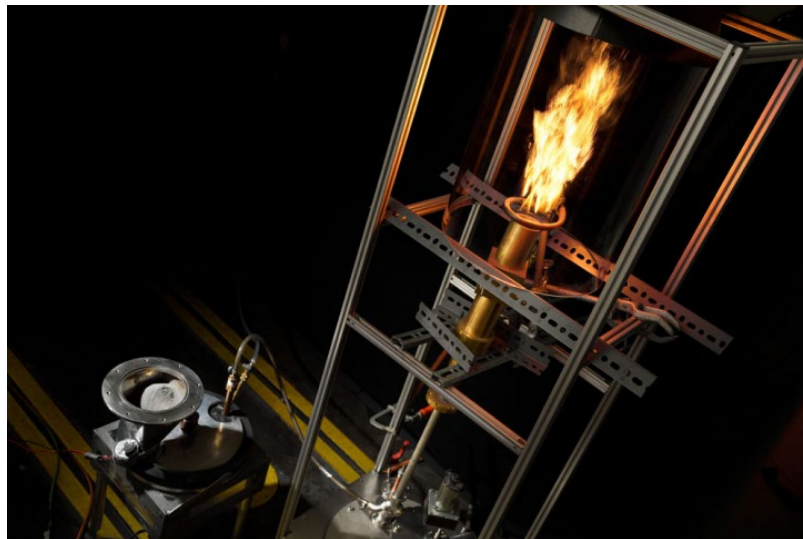
Klas	3 hv
Subdomein	Processen en reacties
Vaardigheid	Informatie
Specificaties	Verbrandingen, beginstoffen-reactieproducten
Trefwoorden	IJzer, roest, reactievergelijking, recycling, metaalbrandstof, Tata Steel, kringloopschema, duurzame energie
Vaardigheidsvraag	Informatieselectievraag

Versie 2

Klas	4,5 hv
Subdomein	Energie
Vaardigheid	Informatie
Specificaties	Energiediagram,
Trefwoorden	Berekening, ijzer, verbranding, verdelingsgraad, roest, Fe_2O_3 , vormingswarmte, reactiewarmte, duurzame energie
Vaardigheidsvraag	Informatieselectievraag

www.technischweekblad.nl, 2 oktober 2018

IJzer als opslagmedium duurzame energie



© Bart van Overbeeke

Mischa Brendel

Geen fossiele brandstoffen, geen waterstof, maar ijzer als brandstof voor de productie van warmte en eventueel ook elektriciteit. Team SOLID van de TU/e ontwikkelde een proof-of-concept-installatie met een vermogen van 20 kW die ijzerpoeder verbrandt.

Het principe van de installatie is eenvoudig: ijzerpoeder wordt met lucht gemengd, waarna het naar een verbrandingskamer gaat. De hitte van de vlam die bij de verbranding ontstaat wordt vervolgens bijvoorbeeld afgegeven aan een warmtewisselaar, al kan er ook een stirlingmotor mee worden aangedreven, om elektriciteit op te wekken. 'Maar we richten ons in eerste instantie op warmte op industriële schaal, vertelt Geert Vergoossen, captain van Team SOLID. Hij vervolgt: 'Bij warmteproductie ligt de efficiëntie rond de 50 %, bij elektriciteitsproductie rond de 20 %. Ter vergelijking, die van de kolencentrales op de Maasvlakte ligt rond de 47 %.'

Het restproduct van de ijzerverbranding is ijzeroxide, ofwel roest. Deze kan weer omgezet worden in ijzerpoeder. Vergoossen: 'Daar bestaan al langer technieken voor; de meest gebruikte is degene die Tata Steel ook gebruikt, waarbij veel CO₂ vrijkomt.' Bij dat proces wordt ijzererts – in feite ook ijzeroxide – gemengd met koolstof (doorgaans steenkool) en sterk verhit. Hierbij ontstaat weer ijzer, met daarin opgelost een hoeveelheid koolstof (welke stevigheid verschaft).

Er zijn echter ook schonere methoden, volgens Vergoossen, bijvoorbeeld met behulp van waterstof. 'En dan kunnen we ook duurzame energie gebruiken voor dit proces.' Een voordeel van ijzerpoeder als opslagmedium voor energie ten opzichte van waterstof, is dat het gemakkelijker te bewaren is en, mits luchtdicht bewaard, de energie die erin is gestopt niet verloren gaat over de tijd. De kleine moleculen van waterstof ontsnappen langzaam over de tijd. Het geheel van de ijzerverbranding en reductie van ijzeroxide vormt een sluitende kringloop. Beide processen kunnen, maar hoeven niet op dezelfde locatie plaats te vinden. 'Dat is juist een voordeel: zo kun je het gereduceerde ijzer opslaan waar je wilt', aldus Vergoossen.

Momenteel zoekt Team SOLID een industriële partner met een geschikte stookinstallatie om een groter systeem met een vermogen van 100 kW te testen.

Versie 1

Studenten van Team Solid van de TU Eindhoven willen ijzer gebruiken als opslagmedium voor duurzame energie.

- 1 Waarom vinden de studenten van Team Solid ijzer een geschikt opslagmedium voor energie?
- 2 Leg uit waarom je het proces kunt zien als opslag voor duurzame energie.

Roesten

De studenten laten ijzer daarbij reageren met lucht.

- 3 Leg met een gegeven uit het artikel uit of je te maken hebt met een endotherme of exotherme reactie.
- 4 Geef de vergelijking voor de reactie die optreedt in de verbrandingskamer. Neem als formule voor roest Fe₂O₃.
- 5 Leg uit of waarom men *ijzerpoeder* gebruikt in het proces.

Team Solid richt zich op warmte op industriële schaal.

- 6 Waardoor is het proces van Team Solid bruikbaar voor industriële processen?

Omzetten roest

Bij het bedrijf Tata Steel zet men ook ijzeroxide, roest, om in ijzer.

- 7 Geef de juiste systematische naam voor roest, Fe_2O_3 .
- 8 Noteer de reactievergelijking voor het proces van omzetting van roest in ijzer bij Tata Steel.

Er is een schonere methode: de reactie van roest met waterstof.

- 9 Geef de naam van het proces waarmee men, op duurzame manier, waterstof kan maken.
- 10 Noteer de vergelijking van de reactie van roest met waterstof. Hierbij ontstaat ook water.
- 11 Leg uit waarom Geert Vergoossen van Team Solid dit een schonere methode noemt.
- 12 Waarom moet men het ijzer luchtdicht bewaren?

In het artikel staat: "Het geheel van de ijzerverbranding en reductie van ijzeroxide vormt een sluitende kringloop."

- 13 Maak een schematische tekening van deze kringloop
- 14 Wat is het voordeel van ijzer als opslagmedium voor energie ten opzichte van waterstof?

Versie 2

Studenten van Team Solid van de TU Eindhoven willen ijzer gebruiken als opslagmedium voor duurzame energie.

- 1 Waarom vinden de studenten van Team Solid ijzer een geschikt opslagmedium voor energie?
- 2 Leg uit waarom je het proces kunt zien als opslag voor duurzame energie.

Roesten

Bij de verbranding van ijzer ontstaat roest, 'ijzeroxide'. Een mogelijke formule voor roest is Fe_2O_3 .

- 3 Geef de systematische/rationele naam voor Fe_2O_3 .
- 4 Leg uit waarom men het ijzer in de vorm van poeder (fijngemalen) gebruikt.
- 5 Leg uit tegen welk probleem men in de verbrandingsinstallatie kan aanlopen als men ijzer gebruikt in plaats van olie of gas.

In Binas tabel 57A staan de vormingswarmten van stoffen vermeld.

- 6 Leg uit dat de vormingswarmte van Fe_2O_3 hetzelfde is als de verbrandingswarmte van Fe.
- 7 Teken het energiediagram voor de vorming van Fe_2O_3 .

Team Solid richt zich op warmte op industriële schaal.

- 8 Waardoor is het proces van Team Solid bruikbaar voor industriële processen?

Omzetten roest

Bij het bedrijf Tata Steel zet men ook 'ijzeroxide', roest, om in ijzer.

- 9 Noteer de reactievergelijking voor dit proces van Tata Steel.
- 10 Bereken de reactiewarmte voor dit proces.

Er is een schonere methode: de reactie van roest met waterstof.

- 11 Noteer de vergelijking van de reactie van roest met waterstof. Ga er vanuit dat het water dat ook ontstaat vrijkomt als waterdamp.
- 12 Teken het energiediagram voor deze reactie. Bereken hiervoor tevens de reactiewarmte.
- 13 Leg uit waarom Geert Vergoossen van Team Solid dit een schonere methode noemt dan de methode van Tata Steel.
- 14 Leg uit waarom men voor dit proces duurzame energie kan gebruiken.
- 15 Waarom moet men het geproduceerde ijzer luchtdicht bewaren?

- 16 Wat is het voordeel van ijzer als opslagmedium voor energie ten opzichte van waterstof?

In een artikel op Nemo Kennislink staat: "In een dm^3 ijzer zit ruim 2700 keer meer energie dan in een dm^3 waterstofgas."

In Binas tabel 28B staat de verbrandingswarmte (stookwaarde) van waterstof.

- 17 Controleer de uitspraak uit het artikel op Nemo Kennislink. Bereken hiervoor de verbrandingswarmte van ijzer in J/m^3 . Ga hierbij uit van de vorming van Fe_2O_3 .

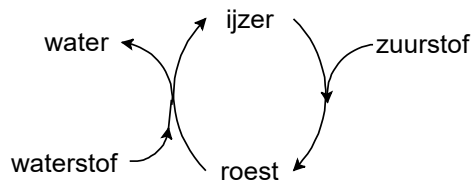
Team Solid wil het proces gaan opschalen.

- 18 Tegen welke uitdaging kunnen ze hierbij oplopen?

IJzer als opslagmedium duurzame energie

Versie 1

- 1 Omdat de warmteproductie net iets hoger ligt dan die van de kolencentrales op de Maasvlakte.
- 2 Met duurzame energie kun je water omzetten in waterstof dat je vervolgens gebruikt om roest om te zetten in ijzer. De oorspronkelijke energie is dan opgeslagen in ijzer.
Of: Ze verbranden het metaal ijzer en de vrijkomende energie wordt gebruikt voor het genereren van warmte en/of elektriciteit. Het is dus een alternatief voor de energie-opwekking met fossiele brandstoffen zoals kolen, olie of gas
- 3 Exotherm er is een grote vlam zichtbaar. De hitte van de vlam afgegeven aan een warmtewisselaar.
- 4 $4 \text{ Fe} + 3 \text{ O}_2 \rightarrow 2 \text{ Fe}_2\text{O}_3$
- 5 Men zal poeder gebruiken omdat de verbranding dan sneller verloopt en de energie ook sneller vrij komt.
- 6 Bij industriële processen is veel warmte nodig. Het proces van Team Solid levert ook veel warmte.
- 7 IJzer(III)oxide.
- 8 $2 \text{ Fe}_2\text{O}_3 + 3 \text{ C} \rightarrow 4 \text{ Fe} + 3 \text{ CO}_2$. Of: $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3 \text{ C} \rightarrow 2 \text{ Fe} + 3 \text{ CO}$.
- 9 Elektrolyse van water
- 10 $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3 \text{ H}_2 \rightarrow 2 \text{ Fe} + 3 \text{ H}_2\text{O}$
- 11 Er komt water(damp) vrij terwijl bij het Tata Steel proces het broeikasgas CO_2 vrijkomt.
- 12 Anders reageert het ijzer met zuurstof en verliest men de energie die daar bij vrij komt.
- 13

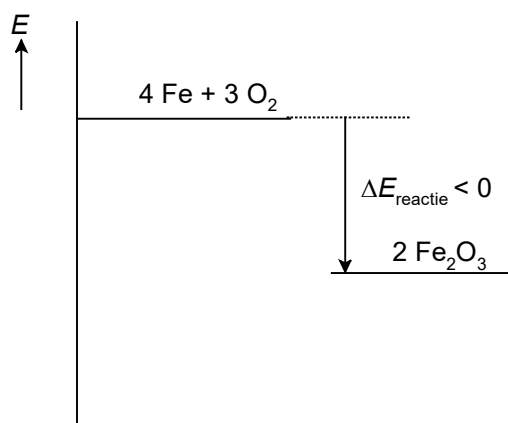


- 14 Wasserstoff kann leichter entweichen als ijzer, wodurch er bei Wasserstoff in den Lauf von der Zeit Energie verloren geht. Dies tritt nicht bei Ijzer auf.

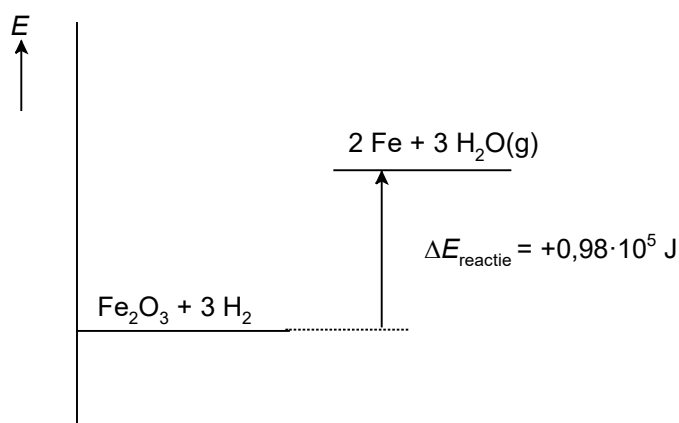
Opmerking: Zie ook: Chemie Aktueel 1703 01 I: Stoppen we straks ijzer in de tank? I

Versie II

- 1 Omdat de warmteproductie net iets hoger ligt dan die van kolencentrale op de Maasvlakte.
- 2 Met duurzame energie kun je water omzetten in waterstof dat je vervolgens gebruikt om roest om te zetten in ijzer. De oorspronkelijke energie is dan opgeslagen in ijzer.
Of: Ze verbranden het metaal ijzer en de vrijkomende energie wordt gebruikt voor het genereren van warmte en/of elektriciteit. Het is dus een alternatief voor de energie-opwekking met fossiele brandstoffen zoals kolen, olie of gas
- 3 IJzer(III)oxide.
- 4 Bij een fijnere verdelingsgraad van een vaste stof, poeder, is het reactieoppervlak groter en zal de reactie dus sneller verlopen en komt de energie dus sneller vrij.
- 5 Poeder zal makkelijker leidingen/buizen verstopen dan een gas of vloeistof.
- 6 De vergelijking van de vormingsreactie is: $4 \text{ Fe} + 3 \text{ O}_2 \rightarrow 2 \text{ Fe}_2\text{O}_3$. Dit is ook de vergelijking voor de verbrandingsreactie van Fe: $4 \text{ Fe} + 3 \text{ O}_2 \rightarrow 2 \text{ Fe}_2\text{O}_3$
- 7 De vormingswarmte is $-8,24 \cdot 10^5 \text{ J/mol Fe}_2\text{O}_3$. Dus een exotherme reactie.



- 8 Bij industriële processen is vaak veel warmte nodig. Het proces van Team Solid levert ook veel warmte.
- 9 $2 \text{ Fe}_2\text{O}_3 + 3 \text{ C} \rightarrow 4 \text{ Fe} + 3 \text{ CO}_2$. Of: $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3 \text{ C} \rightarrow 2 \text{ Fe} + 3 \text{ CO}$.
- 10 $\Delta E_{\text{reactie}} = 3 \times -3,935 \cdot 10^5 - 2 \times (-8,24 \cdot 10^5) = +4,68 \cdot 10^5 \text{ J}$
- 11 $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3 \text{ H}_2 \rightarrow 2 \text{ Fe} + 3 \text{ H}_2\text{O}$
- 12 $\Delta E_{\text{reactie}} = 3 \times -2,42 \cdot 10^5 - (-8,24 \cdot 10^5) = +0,98 \cdot 10^5 \text{ J}$



- 13 Er komt water vrij terwijl bij het Tata Steel proces het broeikasgas CO_2 vrijkomt.
- 14 De benodigde waterstof kan men maken uit water met behulp van elektrolyse. De benodigde energie hiervoor kan men maken uit bijvoorbeeld windenergie of zonne-energie zijn
- 15 Anders reageert het ijzer met zuurstof en verliest men de energie die er bij vrij komt.
- 16 Waterstof kan makkelijker ontsnappen dan ijzer, waardoor er bij waterstof in de loop van de tijd energie verloren gaat. Dit treedt niet op bij ijzer.
- 17 Stookwaarde waterstof = $10,8 \cdot 10^6 \text{ J m}^3$. Bij 273 K!

Mogelijkheid 1

Dichtheid waterstof $0,09 \cdot 10^{-3} \text{ g/cm}^3$ (tabel 8: $0,090 \text{ kg/m}^3$).

Verbrandingswarmte H_2 = vormingswarmte $\text{H}_2\text{O}(\text{l}) = -2,42 \cdot 10^5 \text{ J/mol H}_2 =$

$\equiv -2,42 \cdot 10^5 / 2,016 \text{ J/g H}_2 = -1,20 \cdot 10^5 \text{ J/g H}_2 \equiv$

$-1,20 \cdot 10^5 \times 0,090 \cdot 10^{-3} \text{ J/cm}^3 \text{ H}_2 = -10,8 \text{ J/cm}^3 \text{ H}_2$

Mogelijkheid 2

Dichtheid ijzer $7,87 \text{ g/cm}^3$ (tabel 8: $7,87 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$).

Verbrandingswarmte $\text{Fe} = \frac{1}{2} \times$ vormingswarmte $\text{Fe}_2\text{O}_3 = \frac{1}{2} \times -8,24 \cdot 10^5 \text{ J/mol Fe} =$

$-4,12 \cdot 10^5 \text{ J/mol Fe} \equiv -4,12 \cdot 10^5 / 55,85 \text{ J/g Fe} = -7,38 \cdot 10^3 \text{ J/g Fe} \equiv$

$-7,38 \cdot 10^3 \times 7,87 \text{ J/cm}^3 \text{ Fe} = -5,81 \cdot 10^4 \text{ J/cm}^3 \text{ Fe} - 5,81 \cdot 10^4 \times 10^6 \text{ J/m}^3 \text{ Fe} =$

$-5,81 \cdot 10^{10} \text{ J/m}^3 \text{ Fe}$.

— $10,8 \text{ J/cm}^3 \text{ H}_2 = -10,8 \cdot 10^3 \text{ J/dm}^3 \text{ H}_2$ en — $5,81 \cdot 10^{10} \text{ J/m}^3 \text{ Fe} = -5,81 \cdot 10^7 \text{ J/dm}^3 \text{ Fe}$.
Dus bevat ijzer $5,81 \cdot 10^7 / 10,8 \cdot 10^3 = 4,38 \cdot 10^3 \times$ zoveel energie per dm^3 .

Na contact met team Solid: het verschil tussen het antwoord en het genoemde getal in het artikel (factor 2) kun je toeschrijven aan het verschil in de dichtheid van ijzer.

IJzerpoeder (dat in het proces gebruikt wordt) heeft een dichtheid die ongeveer tweemaal kleiner is dan die van een blok ijzer (dichtheid Binas).

- 18 Bij opschaling van het proces wordt het behandelen van de uitstoot van het proces belangrijk. Bij dergelijke hoge temperaturen komt namelijk NO_x vrij (en mogelijk fijnstof), en dat zal moeten worden afgevangen.

Artikel: <https://www.technischweekblad.nl/nieuws/ijzer-als-opslagmedium-duurzame-energie/item12276>

Bron Nemo Kennislink:

<https://www.nemokennislink.nl/publicaties/studenten-gebruiken-ijzer-als-brandstof/>

Opmerking: zie ook: Chemie Aktueel 1703 01 II: Stoppen we straks ijzer in de tank? II

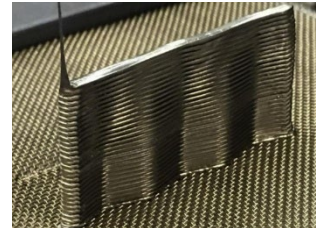
SIMPEL 3D-PRINTEN MET METAAL

Klas	4 v
Subdomein	Bindingen, structuren en eigenschappen
Vaardigheid	Informatie
Specificaties	Roosters en bindingen
Trefwoorden	3D-printen, legering, amorf, kristallijn, rekenen met gehalten
Vaardigheidsvraag	Informatiebegripsvraag

C2W, oktober 2018

Simpel 3D-printen met metaal

3D-printen met metaal is niet veel moeilijker dan printen met kunststof, mits je een amorfe metaallegering uitzoekt, schrijft Yale-onderzoeker Jan Schroers in *Materials Today*.



Zo'n amorfe legering of *bulk metallic glass* bestaat gewoonlijk uit een mix van atomen met sterk uiteenlopende diameters. In theorie kunnen die wel uitkristalliseren maar het kost ze zo veel moeite om de juiste positie in het kristalrooster te vinden, dat het ze alleen lukt wanneer de smelt maar heel langzaam afkoelt. Gaat het sneller, dan blijft het materiaal amorf.

De materiaaleigenschappen zijn duidelijk anders dan die van kristallijn metaal, en op sommige punten beter. Vlak boven het smeltpunt is het materiaal net zo stroperig als de gesmolten kunststof waarmee goedkope filamentprinters werken, met het verschil dat de temperatuur van de printkop een compromis moet zijn tussen de viscositeit en de maximale tijd die je het materiaal kunt gunnen om af te koelen. Bij 460 °C wist Schroers met succes te printen met filament, gemaakt van de legering $\text{Zr}_{44}\text{Ti}_{11}\text{Cu}_{10}\text{Ni}_{10}\text{Be}_{25}$. De viscositeit ligt dan rond de 10^5 Pa.s, en je hebt na het smelten 100 s voordat je de eerste kristallisatieverschijnselen ziet. Het is zeker simpeler dan de huidige 3D-metaalprinttechnologie, die werkt met een pasta van metaalkorrels en een organisch bindmiddel die je na het printen nog moet sinteren – alleen is zo'n legering nogal duur.

bron: *Materials Today*

Het 3D-printen van allerlei materialen is sterk in opkomst. 3D-printen met metaal lukt mits je een amorfe legering gebruikt.

- 1 Wat versta je onder een amorfe legering?
- 2 Welke voorwaarden zijn nodig om een amorfe legering te laten ontstaan?

In het artikel staat '*vlak boven het smeltpunt*'.

- 3 Geef commentaar op deze uitspraak.

Bij het printen is er een compromis tussen viscositeit en de maximale tijd van toegestane afkoeling.

- 4 Leg uit waarom dit een compromis is.

Een geschikte legering om 3D-prints mee te maken heeft als samenstelling $\text{Zr}_{44}\text{Ti}_{11}\text{Cu}_{10}\text{Ni}_{10}\text{Be}_{25}$.

5 Laat zien dat aan een voorwaarde voor de deeltjes in de legering voldaan is.

Om de genoemde legering te maken, moet je rekenen met massa's, niet met deeltjes.

6 Bereken hoeveel gram van elk van de metalen nodig is om 500 g van de genoemde legering te maken.

Simpel 3D-printen met metaal

- 1 Amorf betekent dat de deeltjes in de vaste toestand willekeurig gestapeld zijn. Legering betekent dat het een mengsel van metalen is.
- 2 De deeltjes moeten een groot verschil in diameter hebben en de smelt moet snel afgekoeld worden.
- 3 Een legering is een mengsel van metalen, dus geen zuivere stof. Een mengsel heeft een smelttraject, geen smeltpunt.
- 4 Het te printen materiaal moet een voldoende lage viscositeit hebben, dus een voldoende hoge temperatuur hebben. De temperatuur mag niet te hoog zijn want dan duurt het afkoelen te lang waardoor wel weer ongewenste kristallisatie gaat optreden.
- 5

<i>Metaal</i>	<i>Atoomstraal ($\times 10^{-12}$ m)</i>	<i>Diameter ($\times 10^{-12}$ m)</i>
Zirkonium, Zr	157	314
Titaan, Ti	146	292
Koper, Cu	128	256
Nikkel, Ni	124	248
Beryllium, Be	112	224

(Bron: Binas tabel 40A)

Er is duidelijk een groot verschil in diameter tussen de diverse metaalatomen in de legering.

- 6 De totale massa van 1 'deeltje' van de legering $\text{Zr}_{44}\text{Ti}_{11}\text{Cu}_{10}\text{Ni}_{10}\text{Be}_{35}$ is $M = 44 \times 91,22 + 11 \times 47,87 + 10 \times 63,55 + 10 \times 58,69 + 25 \times 9,012 = 5987,95$ u. De molaire massa is dan 5987,95 g. Om 500 g legering te maken moet je dan samenvoegen:

$$\frac{44 \times 91,22}{5987,95} \times 500 = 335,15 \text{ g Zr}, \quad \frac{11 \times 47,87}{5987,95} \times 500 = 43,97 \text{ g Ti}, \quad \frac{10 \times 63,55}{5987,95} \times 500 = 53,06 \text{ g Cu},$$
$$\frac{10 \times 58,69}{5987,95} \times 500 = 49,01 \text{ g Ni en } \frac{25 \times 9,012}{5987,95} \times 500 = 18,81 \text{ g Be}.$$

EEN KORTE GESCHIEDENIS VAN BIER

Klas	3 hv
Subdomein	Processen en reacties
Vaardigheid	Informatie
Specificaties	Blokschema
Trefwoorden	Bierbereiding, reactievergelijking, zetmeel, fermentatie
Vaardigheidsvraag	Informatiebewerkingsvraag

de Volkskrant, Sir Edmund, 6 oktober 2018

Een korte geschiedenis van bier

De mens dronk al veel vroeger bier dan werd gedacht, blijkt uit archeologische vondsten. Wij vroegen ons af: hoe maakten ze toen bier? En nu?

Door Graphic Izaak Besuijen, research Mickey Steijaert

EEN KORTE GESCHIEDENIS VAN BIER

OUDHEID

De oude Egyptenaren en Mesopotamiërs brouwen een papperig bier door geweekt brood te laten fermenteren. Naar verluidt dronken Soemeriërs het bier met een rietje, om geen vieze prut binnen te krijgen.



MIDDELEEUWEN

Vanaf de 13de eeuw werd bier met hop gebrouwen. In Noord-Duitse Hanzesteden werden de eerste grote, commerciële brouwerijen geopend.



RENAISSANCE

In Noord-Beieren werd een koeltechniek uitgevonden die lage gisting mogelijk maakte. Op deze manier werd pils gebrouwen, dat in de 19de eeuw in industriële brouwerijen werd gemaakt en de wereld veroverde.



MODERNE TIJD

Industrialisering van het bier: door betere koeltechnieken en meetapparatuur als de hydrometer kon pils op grote schaal worden gemaakt. In 1876 ontdekte Louis Pasteur zuivere gist, waardoor standaard dezelfde gistsoort kon worden gebruikt.



Bron: Leen Alberts (Hogeschool Utrecht)

Egyptenaren

De Egyptenaren bereidden hun "bier" van brood. Ze lieten dat brood fermenteren. Daarbij wordt eerst zetmeel, $(C_{12}H_{22}O_{11})_n$, in water omgezet in glucose.

1 Geef de vergelijking van de omzetting van zetmeel in glucose.

Daarna vindt de fermentatie van de glucose plaats, waarbij ethanol (C_2H_6O) en koolstofdioxide ontstaan.

2 Geef de vergelijking van deze fermentatiereactie.

Ondergisting of **lage gisting** is een manier van gisten die gebruikt wordt bij het brouwen van bier, waarbij de gist gedurende het proces naar de bodem van de kuip zakt. De gebruikte gistsoort is *Saccharomyces carlsbergensis*. Ondergisting vindt plaats bij lage temperaturen, tussen de 4 en de 12 °C, al naargelang de biersoort.

Bovengisting of **hoge gisting** is een manier van gisten die gebruikt wordt bij het brouwen van bier, waarbij de gist boven op het wort blijft drijven. De gebruikte gistsoort is *Saccharomyces cerevisiae*. Bovengisting vindt plaats bij een temperatuur van 15-25 °C, al naargelang de biersoort.

Bron: Wikipedia

Renaissance

In Zuid-Europa paste men vroeger alleen de techniek van de bovengisting toe, terwijl men in Noord- en Midden Europa de techniek van de ondergisting al toepaste.

3 Waarom kon men vroeger in Zuid-Europa alleen de bovengisting toepassen?

Voor de uitvinding van de koeltechniek in Noord-Beieren (Duitsland) kon men alleen in de (strengere) winter bier brouwen met ondergisting.

4 Waarom kon men toen alleen in de winter bier met ondergisting brouwen?

Ondergisting duurt langer dan bovengisting.

5 Leg uit waardoor dat komt.

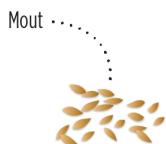
Bij bovengisting kreeg men niet altijd hetzelfde, gewenste, resultaat, terwijl men bij ondergisting het bier kreeg dat men wilde en ook steeds opnieuw.

6 Leg uit wat de oorzaak kan zijn geweest van dit verschil tussen onder- en bovengisting.

TEGENWOORDIG: BIER BROUWEN STAP VOOR STAP

1 MOUTEN

Graankorrels worden geweekt en in een kiemkast gelegd, waarbij enzymen worden aangemaakt. Gedroogde, gekiemde korrels zijn mout. Hoe langer en intenser de verhitte, hoe donkerder de mout.



2 SCHROTEN

Vermalen van de mout tot 'geschrote mout', om zetmeel los te laten komen.



3 MAISCHEN

Geschrote mout wordt in water opgelost en tot verschillende temperaturen verhit. De enzymen zetten zetmeel om in suikers.



4 KLAREN

De zoete vloeistof wordt gefilterd van vaste bestanddelen. Het overblijfsel heet wort.



5 KOKEN

Het wort wordt gekookt, hop wordt toegevoegd.

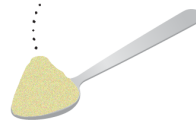
Tegenwoordig worden geen koperen maar roestvrijstalen (RVS) brouwketels gebruikt



6 GISTEN

Gist wordt toegevoegd, waarna suikers in het wort worden omgezet in alcohol en koolzuurgas.

Gist



SPONTANE GISTING

Geen toevoeging van gist: gebruikt gistcellen uit open lucht

LAGE GISTING

Tussen 5 en 10 graden Celsius

HOGHE GISTING

Tussen 15 en 20 graden Celsius



7 BOTTELEN

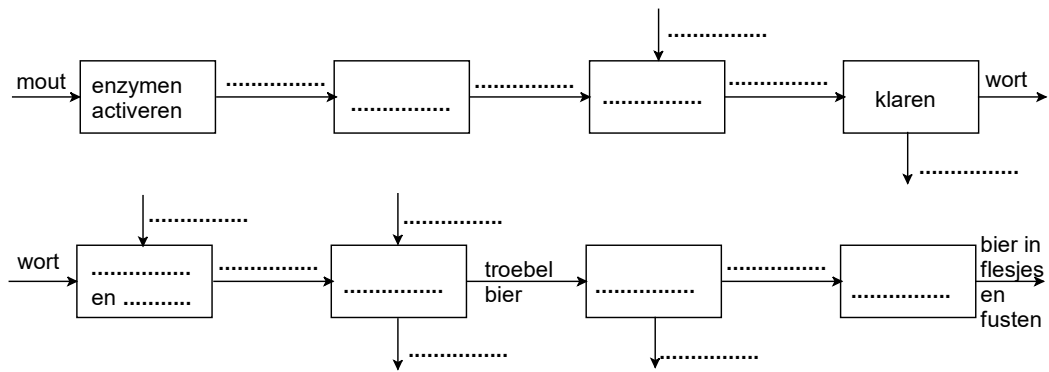
Na (meestal) een laatste filtering wordt het bier in flesjes of fusten geschonken.



Tegenwoordig
Havo

In het stuk 'Tegenwoordig' uit het artikel staan de stappen bij het brouwen van bier beschreven.

- 7 In de bijlage staat onderstaand onvolledig blokschema weergegeven. Vul op de stippeltjes het ontbrekende aan de hand van het bovenstaande verhaal in.

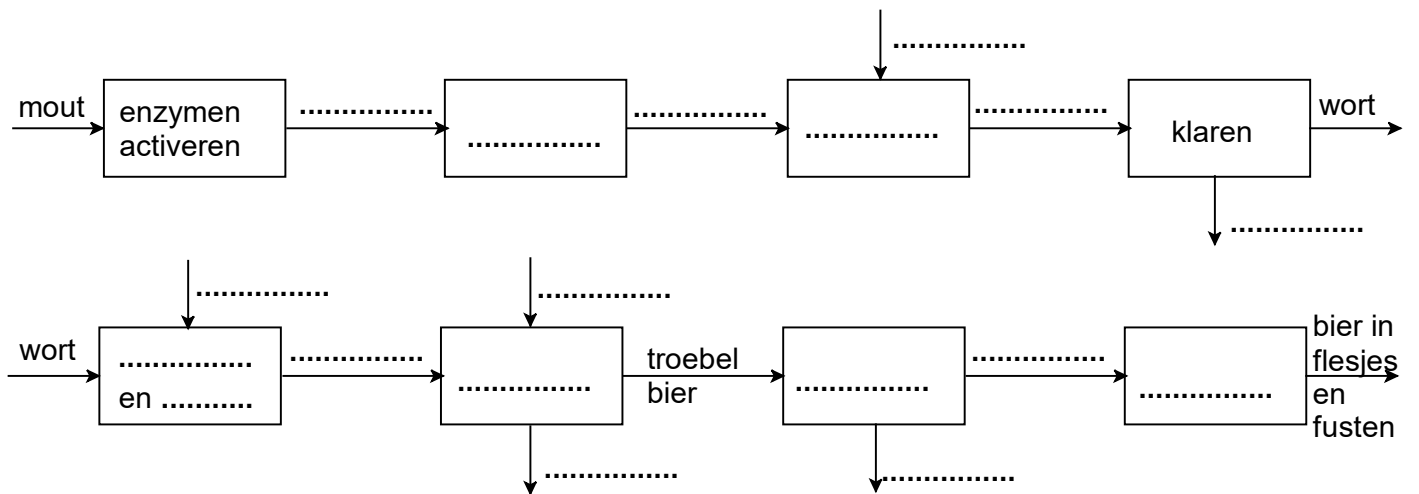


Vwo

In het stuk 'Tegenwoordig' uit het artikel staan de stappen bij het brouwen van bier beschreven.

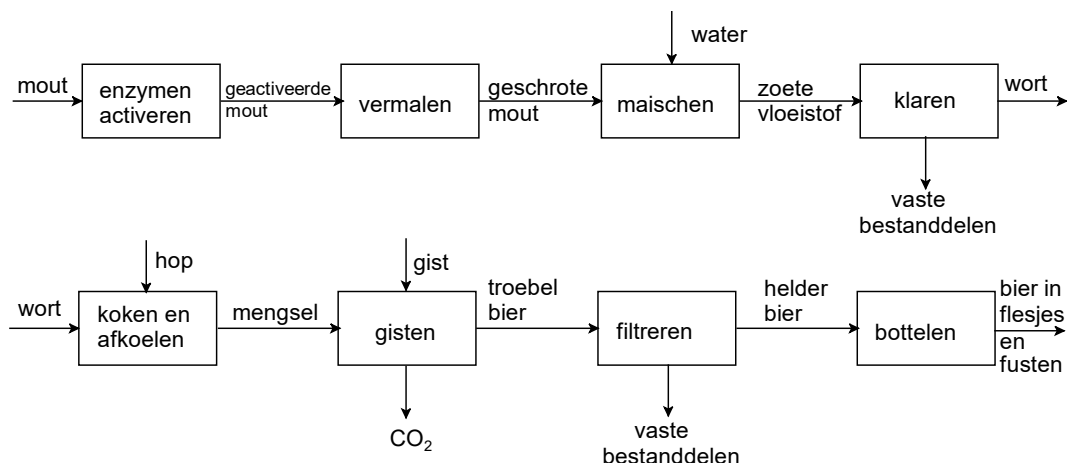
7 Geef de stappen van het beschreven proces in een blokschema weer.

Bijlage vraag 7 havo



Een korte geschiedenis van bier

- 1 $(C_{12}H_{22}O_{11})_n + n H_2O \rightarrow 2n C_6H_{12}O_6$.
- 2 $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2 C_2H_5OH + 2 CO_2$.
- 3 In Zuid-Europa heersen hogere temperaturen dan in Noord-en Midden Europa. Toen er nog geen sprake was van koeltechnieken, kon men de benodigde lage temperaturen voor ondergisting niet voor elkaar krijgen.
- 4 Alleen tijdens de winter was de temperatuur laag genoeg om met ondergisting te brouwen.
- 5 Bij lagere temperaturen verlopen reacties langzamer.
- 6 Als de gist bovenin drijft en aan de lucht is bloot gesteld kunnen er makkelijk bacteriën en andere gisten in komen die het proces negatief beïnvloeden.
- 7



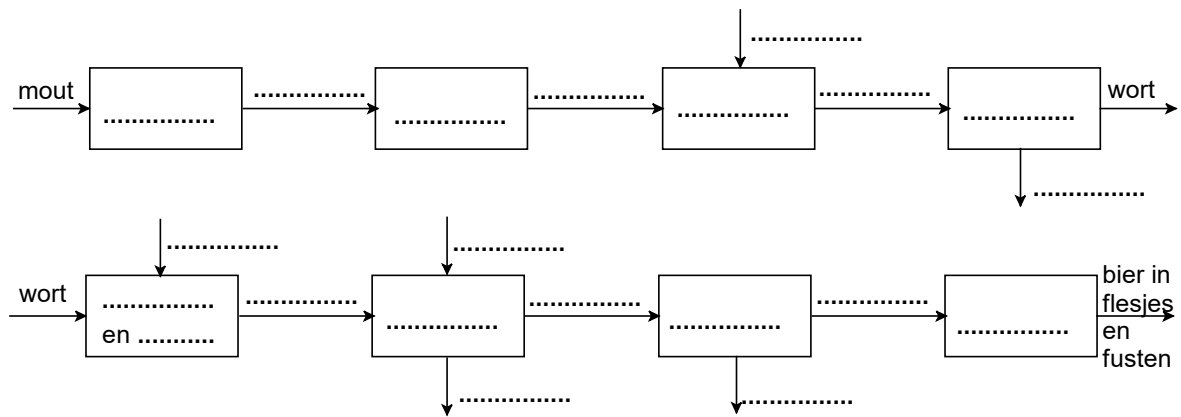
Vraag 7 havo: U kunt eventueel een lijstje met de woorden die in het blokschema nodig zijn toevoegen.

- 7 In de bijlage staat onderstaand onvolledig blokschema weergegeven. Vul op de stippeltjes de hieronder staande ontbrekende woorden in aan de hand van het verhaal.

Ontbrekende woorden in het blokschema:	
Filtreren CO ₂ Vermalen Water Gist Bottelen Maischen Koken Vermalen	Hop Geactiveerde mout Zoete vloeistof Vaste bestanddelen 2x Mengsel Geschrote mout Afkoelen Helder bier

Tip vraag 7 vwo: laat leerlingen in een duo de opdracht uitvoeren. Laat ze daarna hun uitwerking laten bekijken/ becommentariëren door een andere duo (vice versa), uiteindelijk in de groep van vier bespreken.

Leeg blokschema om eventueel voor vwo te gebruiken (zie volgende pagina):



GISTING EN BIERSOORTEN



Gisting

PILS

LAAG

Licht gekleurde mout. Transparant en goed doordrinkbaar

WITBIER

HOOG

Wordt vaak niet gefilterd voor het bottelen, daardoor is het troebel

BOK

LAAG/HOOG

Hoge dichtheid van het wort vereist

DUBBEL

HOOG

Donker mout. Gist soms nog door op fles



TRIPEL

HOOG

Zwaar bier. Hergist op fles door toevoeging suiker

AMBER

HOOG

Krijgt typische kleur door kleine hoeveelheden toegevoegd donkerder mout

IPA

HOOG

Wordt extra hop aan toegevoegd ná het koken

BETONROT

Klas	5 v
Subdomein	Processen en reacties
Vaardigheid	Informatie
Specificaties	Elektrochemische cel ; Redox
Trefwoorden	IJzer, roesten, corrosie, pH, halfreacties, betonrot
Vaardigheidsvraag	Informatiebegripsvraag

C2W, november 2018

Betonrot

Sierlijke hangbruggen profileren het beeld boven vele rivieren en valleien. In de 20^e eeuw verving gewapend beton daarbij de eerdere ijzeren constructies. Een zak cement, twee zakken zand en bijna de helft in volume van water geeft een goede mix voor mortelspecie. Na toevoeging van steenslag gieten in de gietvorm waar ook een netwerk van staaldraad in ligt: gewapend beton. Het uitharden van beton is een traag proces waarbij cement met zand en water reageert tot langdradige Si-O-Si-O-ketens, samen met calciumionen en Ca(OH)_2 . Verse mortel is dus sterk alkalisch (pH 12).

Roest komt van binnen

Corrosie is een elektrochemisch proces dat zich op twee verschillende plaatsen afspeelt. De drijvende kracht is zuurstof uit de lucht. Per atoom kan dat twee elektronen opnemen en met water reageren tot hydroxide-ionen. De benodigde elektronen worden geleverd door ijzeratomen die twee elektronen per atoom afstaan. De ijzerionen migreren daarna naar de negatieve hydroxide-ionen en vormen daarbij Fe(OH)_2 . Tenslotte volgt met zuurstof (en water) een verdere elektronenruil en ontstaan Fe(OH)_3 en Fe_3O_4 , het herkenbare bruine roest. Deze elektronenopname is sterk pH-afhankelijk en valt stil bij pH 10.

Zeelucht

Corrosie begint op plaatsen waar het ijzerwerk vlak onder het oppervlak zit. Ondiepe barstjes zijn dan al heel schadelijk. Om te beginnen ontstaan die barstjes wanneer het alkalische cement reageert met CO_2 uit de lucht, en calciumcarbonaat ontstaat. Daardoor daalt de pH, zij het heel traag, en dat bevordert de corrosie van ijzer. Zoute zeelucht en zoutbestrooiing in de winter versnellen het corrosieproces sterk.

Het mengsel van cement, zand en water wordt 'mortel' genoemd. Verse mortel is sterk alkalisch.

- 1 Bereken de $[\text{OH}^-]$ in verse mortel.

Vast calciumhydroxide is in verse mortel in evenwicht met de oplossing van calciumhydroxide.

- 2 Geef de vergelijking voor de evenwichtsreactie.
- 3 Bereken de calciumionenconcentratie in verse mortel.

Corrosie wordt mogelijk als koolstofdioxide reageert met 'het alkalische cement' waarbij calciumcarbonaat ontstaat.

- 4 Geef de vergelijking van deze reactie weer.
- 5 Leg uit waarom daardoor de pH daalt.
- 6 Leg uit op welke manier zout het corrosieproces versnelt.

Corrosie is een elektrochemisch proces.

- 7 Geef de vergelijkingen van de halfreacties die optreden als ijzer omgezet wordt in ijzer(II)ionen.
- 8 Leg uit dat bij migratie van de gevormde ijzer(II)ionen $\text{Fe}(\text{OH})_2$ ontstaat.

Het gevormde ijzer(II)hydroxide is slechts een tussenproduct. Het reageert verder tot $\text{Fe}(\text{OH})_3$ en Fe_3O_4 .

- 9 Geef de reactievergelijking van de vorming van $\text{Fe}(\text{OH})_3$.
- 10 Leg uit welke ionsoorten in Fe_3O_4 aanwezig zijn.

Betonrot

- 1 $\text{pH} = 12$, dus $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-12} \text{ mol L}^{-1}$. Dan is $[\text{OH}^-] = 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$.
- 2 $\text{Ca}(\text{OH})_2 \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+} + 2 \text{OH}^-$.
- 3 $K_s = [\text{Ca}^{2+}][\text{OH}^-]^2 = 5,0 \cdot 10^{-6}$, dus $[\text{Ca}^{2+}] \times (10^{-2})^2 = 5,0 \cdot 10^{-6}$. $[\text{Ca}^{2+}] = 5,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$.
- 4 $\text{CO}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$.
- 5 Je vervangt een sterke base, OH^- , door een zwakke base, CO_3^{2-} .
- 6 Zout heeft de functie van katalysator. Het laat dus reacties makkelijker en sneller verlopen. Verder speelt zout, vanwege zijn ionen, een rol bij de geleiding.
- 7 Negatieve elektrode: $\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + 2 \text{e}^-$. Positieve elektrode: $\text{O}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} + 4 \text{e}^- \rightarrow 4 \text{OH}^-$.
- 8 De Fe^{2+} ionen migreren naar de positieve elektrode waar ze neerslaan met hydroxide-ionen tot het slecht oplosbare ijzer(II)hydroxide.
- 9 $4 \text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 4 \text{Fe}(\text{OH})_3$.
- 10 Er zijn vier O^{2-} ionen aanwezig, dus totaal 8- aan negatieve lading. Maar dan ook 8+ aan positieve lading voor de drie ijzerdeeltjes. Combinatie van 2 Fe^{3+} en 1 Fe^{2+} .

PLA UIT WEI DICHTBIJ

Klas	5 hv
Subdomein	Processen en reacties
Vaardigheid	Informatie
Specificaties	Organische reacties
Trefwoorden	Melkzuur, PLA, lactide, oligomeer, polyester, katalysator
Vaardigheidsvraag	Informatiebegripsvraag

C2W, oktober 2018

PLA uit wei dichtbij

Vlaamse bio-ingenieurs ontwierpen een fundamenteel nieuwe route om lactide te synthetiseren. Die kan een revolutie teweegbrengen in de productie van het bioplastic polymelkzuur.



‘Voor ons chemici is het al heel interessant dat we nu hebben bewezen dat het op labschaal kan, maar om echt impact te hebben moet het natuurlijk toe naar een proces op industriële schaal.’ Aan het woord is onderzoeker Michiel Dusselier, die begin dit jaar samen met promovendus Rik De Clercq in *Angewandte Chemie* een nieuwe katalysator beschreef die melkzuuresters efficiënt omzet naar lactide.

Zijn team van bio-ingenieurs van het Centrum voor Oppervlaktechemie en Katalyse van de KU Leuven, met naast Dusselier en De Clercq onder meer ook Ekaterina Makshina en Bert Sels, ontdekte een fundamenteel nieuwe katalytische syntheseroute voor de PLA-voorloper lactide. Met de juiste katalytische actie van een specifiek gekorrelde $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$ -katalysator bleken de onderzoekers in staat alkylesters van melkzuur in een continue gasstroom in een keer om te zetten naar lactide. Daarmee lijkt de katalysetechnologie, die vooral bekend was uit de petrochemie en basischemie, nu ook de productie van bioplastics voorwaarts te helpen.

Opschalen

Als bioplastic lijkt polymelkzuur (*polylactic acid*, PLA) een veelbelovend alternatief voor petrochemische polymeren. Maar het productieproces ervan is tot op heden een kostbaar meerstapsproces: meestal zet je suikers om in achtereenvolgens melkzuur, zeer grote oligomeren van melkzuur, en uiteindelijk het cyclische melkzuurdimeer lactide. Via ringopeningspolymerisering zet je dat om in polymelkzuur.

De onderzoekers gaan het nieuwe proces de komende maanden verder opschalen binnen het project AgriChemWhey, waarin elf partners uit vijf Europese landen met Europese Horizon2020-subsidie onder meer een kostenefficiënte PLA-productie uit afvalstromen van de kaasproductie gaan aanpakken. Dusselier: ‘De kleine labreactor waarop onze eerste publicaties zijn gebaseerd, levert bij twaalf uur doorlopend werken ongeveer 5 g lactide.’ Zijn groep gaat trachten dat op te schalen naar het tien- tot twintigvoudige. ‘Op die schaal kunnen we ook zinvol kijken naar slim afscheiden en recycleren van grondstof die niet

reageerde. De huidige reactor levert ongeveer 40 % zuiver lactide. Daar zit dus nog ruimte voor verbetering.'

Goede mogelijkheden

Een uitgebreide technisch-economische analyse maakt tevens onderdeel uit van het AgriChemWhey-project. Maar in klad ziet Dusselier voorlopig goede mogelijkheden. 'Het gaat om een proces in de gasfase. Daarmee zijn sommige industrieën beter vertrouwd dan met vloeistofprocessen. Ook als het gaat om procesoptimalisatie. Je zit niet met reststromen van oplosmiddelen.' De katalysator bestaat uit commercieel goed verkrijgbare elementen en Dusselier stelt dat hij hem in zijn eigen lab in voldoende hoeveelheden volgens de juiste specificaties kan samenstellen.

Een van de uiteindelijke doelen van het AgriChemWhey-project is om PLA-zuivelverpakkingen te produceren uit reststromen weipermeaat, een waterige vloeistof met nog wat lactose, eiwitresten en mineralen die overblijft van kaasbereiding. 'Voor een uiteindelijk productieproces op echt grote schaal dragen wij te zijner tijd de bevindingen van ons universitaire onderzoek graag over aan industriële partners', besluit Dusselier.

De plastic PLA wordt gezien als alternatief voor petrochemische polymeren. Maar het productieproces van PLA is tot nu toe een kostbaar meertraps proces. In het artikel worden die stappen genoemd.

- 1 Wat versta je onder petrochemische polymeren?
- 2 Welke deelstappen voor de productie van PLA worden genoemd?
- 3 Geef de structuurformule van melkzuur. Gebruik Binas tabel 66A.
- 4 Geef de reactievergelijking in molecuulformules van de eerste deelstap. Neem voor de formule van lactose die van suiker (sacharose).

PLA staat voor *PolyLacticAcid*, polymelkzuur. Bij de vorming van PLA reageren melkzuurmoleculen met elkaar waarbij een polyester, PLA, ontstaat.

- 5 Leg uit dat er uit melkzuurmoleculen een polyestermolecuul kan ontstaan.
- 6 Teken de repeterende eenheid van een PLA-keten.

Er wordt gesproken van zeer grote oligomeren van melkzuur. Een oligomeer lijkt op een polymeer maar heeft veel minder eenheden dan een polymeer.

- 7 Geef de repeterende eenheid van een oligomeer van melkzuur.

Uit het oligomeer ontstaat een *cyclisch* dimeer van melkzuur, het lactide.

- 8 Teken de structuurformule van het dimeer van melkzuur.
- 9 Geef de reactievergelijking van de vorming van PLA uit het lactide in structuurformules weer.

In het nieuwe proces zijn de onderzoekers erin geslaagd om met behulp van een specifieke katalysator in een continue gasstroom alkylesters van melkzuur om te zetten in lactide.

- 10 Geef de reactievergelijking in structuurformules van de omzetting van de ethylester van melkzuur in lactide.

- 11 Welk voordelen heeft het uitvoeren van het nieuwe proces ten opzichte van het oude proces voor de vorming van PLA?

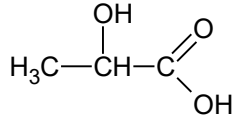
Om het proces op industriële schaal te kunnen uitvoeren is opschaling nodig.

- 12 Wat versta je onder opschaling?
- 13 Verklaar de titel '*PLA uit wei dichtbij*'.

PLA uit wei dichtbij

- 1 Polymeren waarbij als grondstof aardolie is gebruikt.
- 2 Stap 1: suiker omzetten in melkzuur. Stap 2: melkzuur omzetten in zeer grote oligomeren van melkzuur. Stap 3: omzetten van oligomeren in lactide. Stap 4: vorming van PLA uit lactide.

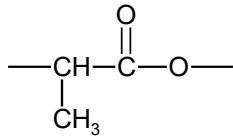
3



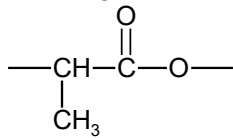
- 4 Lactose is melksuiker. Reactievergelijking: $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 4 \text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$.

- 5 Melkzuur heeft een hydroxylgroep en een carboxylgroep.

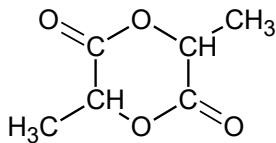
6



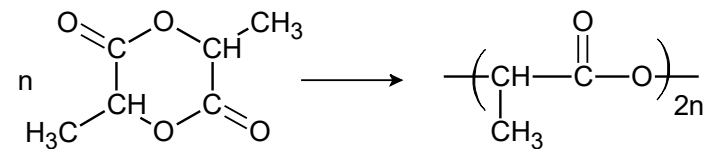
- 7 Een oligomeer heeft dezelfde repeterende eenheid als een PLA-keten, dus ook



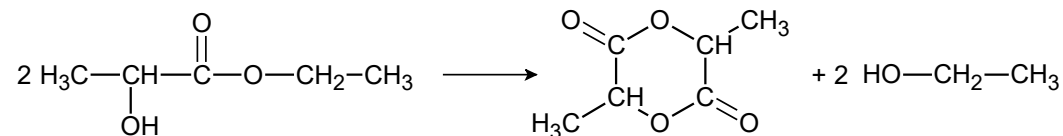
8



9



10



- 11 Het is veel goedkoper, verloopt sneller, minder deelstappen, afvalstromen zoals wei beter bruikbaar.
- 12 Opschaling betekent dat je het proces in steeds grotere reactoren uitvoert om te bekijken of een industrieel proces mogelijk is.
- 13 Wei, afval van de kaasbereiding, bevat lactose die in het nieuwe proces omgezet kan worden in uiteindelijk PLA.

NEDERLANDSE STARTUP NUUD START REVOLUTIE IN DE DEODORANTWERELD

Klas	4 hv
Subdomein	Bindingen, structuren en eigenschappen
Vaardigheid	Informatie
Specificaties	Stofeigenschappen; macro/micro; hydrofiel/hydrofoob;
Trefwoorden	Duurzaamheid; deodorant; plantaardig;
Vaardigheidsvraag	Informatiebegripsvraag

www.duurzaam-ondernemen.nl, 23 november 2018

Nederlandse startup Nuud start revolutie in de deodorantwereld



Tijd voor verandering in de deodorantbranche, vonden de oprichters van de Nederlandse startup Nuud. Met een revolutionaire deodorantformule lossen zij in één klap alle grote nadelen rondom deodorantgebruik op. De hypergeconcentreerde crème op basis van natuurlijke ingrediënten en verpakt in een tube van suikerriet, heeft een minimale impact op het milieu en is desondanks extreem effectief.

Aan deodorantgebruik kleven allerlei nadelen. De verpakkingen en drijfgassen vormen een flinke belasting voor het milieu. Ook bevatten deodoranten tal van stoffen die bij een groeiende groep bewuste consumenten ter discussie staan. Dit komt omdat de onschuldigheid betwist wordt, ze irritatie van de huid opleveren, of eveneens vanwege de significante milieu-invloed.

“Met Nuud willen we al die discussies vermijden. We gebruiken daarom slechts 10 natuurlijke, onschuldige, ingrediënten. Maar die natuurlijke formule moet wel heel goed werken. Want als er de mogelijkheid bestaat naar zweet te (gaan) ruiken, stappen mensen heel makkelijk over alle nadelen van conventionele deo heen. Dat vormde de basis van Nuud; de deo die je zorgeloos kunt gebruiken, maar toch extreem goed zijn werk doet”, aldus de oprichters van Nuud.

Het werkende bestanddeel in Nuud is (Ecocert-gecertificeerd) microzilver, dat op natuurlijke wijze de bacteriën die zweetgeur veroorzaken neutraliseert. Natuurlijke oliën (amandel, kokos en wonderolie) werken verzorgend en houden het microzilver op z'n plek.* Nuud is aluminium, parabenen- en zoutenvrij en bevat geen kunstmatige geurstoffen of alcohol. Dat maakt de deodorant bij uitstek geschikt voor de gevoelige huid. Nuud is bovendien geurvrij en laat geen strepen of vlekken achter in kleding. De crème komt in een handzaam formaat en is zo geconcentreerd dat je slechts een zeer

kleine hoeveelheid (zo groot als een erwt) nodig hebt. Dit houdt je na iedere keer aanbrengen meerdere dagen (gemiddeld drie tot vijf) geurvrij.

Nuud is niet alleen goed voor je lichaam, maar ook voor de planeet. Doordat je zó weinig van Nuud nodig hebt hoeft er minder van gemaakt te worden, minder verscheept te worden en is er minder verpakkingsmateriaal nodig. De deodorant bevat bovendien geen dierlijke ingrediënten en is daarmee volledig vegan. De tube van suikerriet is 100% recyclebaar en verpakt in een doosje van ongebleekt biologisch afbreekbaar FSC-karton. Door de uitstoot ontstaan uit postbezorging te compenseren, verzendt Nuud alle pakketten klimaatneutraal.

Aan het gebruik van traditionele deodorants kleven allerlei nadelen volgens het artikel.

- 1 Noem drie van de nadelen, die het artikel vermeld.

Nuud bevat tien natuurlijke, onschuldige stoffen.

- 2 Leg uit waarom het woord 'onschuldig' gebruikt wordt in deze zin.

Zilver

Op de site van Nuud staat de volgende informatie over Ecocert zilver.

Ecocert zilver

Wat is het?

Zilver is er in alle soorten en maten. Vaak wordt, om kosten te besparen, gebruik gemaakt van zilver oplossingen of zilver in deeltjes zo klein dat ze door het huidoppervlak kunnen dringen (nano zilver). In Nuud hebben we in plaats daarvan gebruik gemaakt van Ecocert micro zilver; veel grotere zilver deeltjes (die dus niet door de huid kunnen dringen) en daarbij is ons zilver geen oplossing; het zilver in Nuud is 99,9% puur.

Wat is de werking?

Zilver heeft een natuurlijke antibacteriële werking. Het remt bacteriën dus op natuurlijke wijze.

Waarom in Nuud?

Om de bacteriën die transpiratiegeur veroorzaken te remmen zodat transpiratiegeur voorkomen wordt.

Bron: <https://nuudcare.nl/>

- 3 Leg uit wat precies het verschil is tussen *nanozilver* en Ecocert *microzilver*.
- 4 Leg uit in welke vorm het zilver aanwezig zal zijn: als ongeladen zilver of als zilverionen.
- 5 Leg uit wat het voordeel is van het feit dat het zilver niet is opgelost.

Zinkoxide

Een andere stof die in Nuud zit is zinkoxide. Dit wordt gemaakt door gesmolten zink te laten reageren met zuurstof uit de lucht.

- 6 Geef de reactie van gesmolten zink met zuurstof weer.
- 7 Leg uit welke bewering van de producent niet klopt.

Kokosolie

Er zit ook kokosolie in de deodorant. Dit is een 100 % natuurlijk product. Het is een olie, die niet oplost in water en die de smeerbaarheid van producten verhoogt.

- 8 Bedenk twee redenen waarom Nuud kokosolie in zijn deodorant stopt. Gebruik hierbij gegevens uit het artikel.

Kokosolie verkrijg je door het witte vruchtvlees van een kokosnoot uit te persen. Kokosolie heeft een smelttraject van 24-26 °C.

- 9 Leg uit wat de fase is van de kokosolie, nadat je het als deodorant hebt aangebracht.

Kokosolie bestaat uit een tri-ester van glycerol en vetzuren als laurinezuur, myristinezuur en palmitinezuur.

- 10 Teken met behulp van *Binas* de structuurformules van glycerol en palmitinezuur.

Laurinezuur heeft de molecuulformule $C_{12}H_{24}O_2$ en myristinezuur $C_{14}H_{28}O_2$.

- 11 Leg uit of de drie genoemde vetzuren verzadigd of onverzadigd zijn.

Klei

Er zitten ook twee kleisoorten in de crème. Die zorgen ervoor dat de smeerbaarheid en stroperigheid verbeteren. De gemiddelde formule van één van deze twee kleisoorten is:



Een van de negatieve ionen is $Si_7O_{20}^{x-}$.

- 12 Bereken de grootte van x.

- 13 Leg uit dat hier sprake is van een dubbelzout.

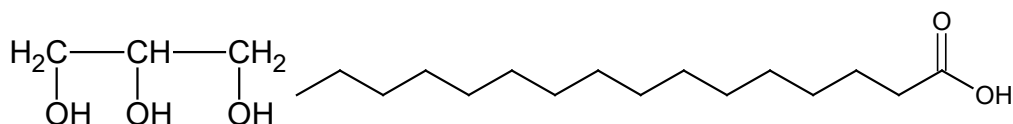
Tube

De creme is verpakt in een tube van 'suikerriet'. Nuud bedoelt met suikerriet dat ze de restanten van suikerriet gebruiken nadat de suiker er uit is gehaald. Je kunt uit suikerrietafval plastics maken. Je kunt plastics onderscheiden op bioplastics, composteerbaarheid en recyclebaarheid.

- 14 Leg uit of en zo ja hoe je de tube van Nuud kunt indelen met gegevens uit het artikel.

Nederlandse startup Nuud start revolutie in de deodorantwereld

- 1 De verpakkingen en drijfgassen zijn een belasting voor het milieu.
De stoffen in de deodorant kunnen schadelijk zijn voor de mens, of de huid irriteren of schadelijk voor het milieu.
- 2 Niet alle stoffen die in de natuur voorkomen zijn onschuldig. Er zijn veel giftige stoffen in de natuur.
- 3 Nanozilver heeft deeltjes zilver op nanoschaal (10^{-9} m) Het Ecocert microzilver heeft deeltjes op microschaal (10^{-6} m). Het scheelt een factor 1000 qua grootte.
- 4 Zilver lost niet op. Sommige zilverzouten kunnen wel oplossen. Dus het zal het metaal zilver zijn.
- 5 Het voordeel van vast zilver is dat het beter blijft zitten op de plek waar het is aangebracht.
- 6 $2 \text{Zn} + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{ZnO}$
- 7 ZnO wordt gemaakt en komt dus niet in de natuur voor.
- 8 In het artikel staat dat de deodorant van drie tot vijf dagen werkt. Dan moet het niet oplossen in douchewater of transpiratievocht.
In het artikel staat dat het om een crème gaat, die moet je goed kunnen smeren.
- 9 De kokosolie zal gesmolten zijn, omdat de temperatuur in je oksel toch hoger zal zijn dan 26°C .
- 10



- 11 De algemene formule van een verzadigd vetzuur is $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{COOH} = \text{C}_{n+1}\text{H}_{2n+2}\text{O}_2$.
Hieraan voldoen de molecuulformules van alle drie de genoemde zuren.
(Palmitinezuur = $\text{C}_{16}\text{H}_{32}\text{O}_2$)
- 12 De totale lading moet 0 zijn. Er is aan positieve lading $(1+) + 5 \cdot (3+) = 16+$
Aan negatieve lading is er $4 \cdot (1-) + (x-) = (x+4)-$. De waarde van x moet dus 12 zijn.
- 13 Er zijn twee positieve en minstens twee negatieve ionen aanwezig.
- 14 Het is een bioplastic, omdat het gemaakt wordt uit suikerriet, een hernieuwbare grondstof.
Het is te recyclen, zoals het artikel zegt.
Of het composteerbaar is, is niet af te leiden uit de tekst.

Artikel: <https://www.duurzaam-ondernemen.nl/nederlandse-startup-nuud-start-revolutie-in-de-deodorantwereld/>

Site Nuud: <https://nuudcare.nl/pages/wat-zit-er-in-nuud>

PROPAAN WORDT HET NIEUWE PROPEEN

Klas	5 hv
Subdomein	Processen en reacties
Vaardigheid	Informatie
Specificaties	Organische reacties
Trefwoorden	Propaan, propeen, polypropreen, reactiewarmte, endotherm, kraken, katalysator, dehydrogenering, blokschema
Vaardigheidsvraag	Informatiebegripsvraag

C2W, november 2018

Propaan wordt het nieuwe propeen

Petrochemieconcern Borealis gaat voor € 1 miljard een tweede propaandehydrogeneringsfabriek (PDH) bouwen op zijn site in Kallo, in het Antwerpse havengebied. Vanaf 2022 produceert die 750.000 ton propeen per jaar, als grondstof voor polypropreen, dat vooral wordt verwerkt tot auto-onderdelen en verpakkingen. Volgens Borealis-woordvoerder Patrick Laureys heeft de keuze voor Kallo te maken met de bestaande infrastructuur: havenfaciliteiten, een polypropreenfabriek en aansluiting op het West-Europese propeenleidingnetwerk. Maar wat ook meespeelt is dat er al sinds 1992 jaarlijks 400.000 ton propaan wordt gedehydrogeneerd. Ze weten er hoe het moet.



Schaliegas

De zogeheten Dehy-fabriek (Borealis-jargon voor PDH) was tot voor kort een rariteit. Aardolie en aardgas bevatten slechts een beetje propaan en dus komt traditioneel vrijwel alle propeen uit stoomkrakers, die langere koolwaterstofketens uit aardolie verknippen. Maar het belangrijkste product van zo'n kraker is niet propeen, maar etheen. De etheenvraag bepaalt het aantal krakers, de samenstelling van de voeding bepaalt de etheen-proppeenverhouding, en die voeding hangt weer af van wat beschikbaar is. Dat merk je met name in de VS, waar ze steeds meer krakers voeden met overvloedig ethaan uit schaliegas, een perfect recept voor een propeentekort. Gelukkig bevat schaliegas ook propaan, en dus schieten dehydrogeneringsfabrieken daar als paddenstoelen uit de grond.

Platina

Borealis past het Oleflex-proces van Honeywell UOP toe. De voeding stroomt door vier reactoren in serie, afgewisseld door verwarmingselementen omdat dehydrogenering een endotherme reactie is. De katalysatordeeltjes, met platina als actieve stof, circuleren met de voeding mee maar buiten de verwarming om; na afloop passeren ze een regenerator die vocht en roetaanslag wegbrandt, waarna ze teruggaan naar de eerste reactor. Ondanks het endotherme karakter vallen de netto CO₂-emissies volgens Laureys erg mee. Dat polypropreen het gewicht van auto's vermindert en dus ook het brandstofverbruik, is een bekend argument. Laureys wijst erop dat de dehydrogenering voldoende waterstof oplevert om de eigen behoeftes én die van 180.000 personenauto's te dekken.

Propeen kun je maken uit propaan door het te dehydrogeneren. Het concern Borealis gaat een tweede propaandehydrogeneringsfabriek bouwen in het Antwerpse havengebied. Borealis past in die fabriek het Oleflex-proces toe.

- 1 Geef de reactievergelijking van de dehydrogenering van propaan in structuurformules weer.
- 2 Waarom zal men een katalysator gebruiken?
- 3 Waarom is het geen probleem om een kostbare stof zoals platina als katalysator te gebruiken?
- 4 Geef het Oleflex-proces in een blokschema weer. Zie bijlage voor leeg blokschema.

De dehydrogenering is een endotherm proces.

- 5 Laat met behulp van een berekening zien dat de dehydrogenering van propaan een endotherm proces is.

Propeen is steeds meer een gewild product, want het gebruik van polypropreen vermindert de massa van auto's.

- 6 Licht dit toe.

Propeen wordt traditioneel gewonnen bij het kraakproces in de raffinaderij. Daarbij worden grote alkanen afgebroken tot kleinere alkanen en alkenen.

- 7 Geef de reactievergelijking waarbij uit bijvoorbeeld decaan, $C_{10}H_{22}$, propreen en heptaan gevormd worden.
- 8 Leg uit waarom de hoeveelheid etheen ten opzichte van de hoeveelheid propreen bij het kraakproces toeneemt als extra ethaan aan de voeding voor de krakers toegevoegd wordt.

Propeen wordt bij polymerisatie omgezet in polypropreen.

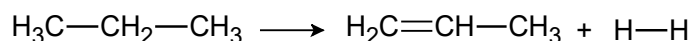
- 9 Teken een stukje uit het midden van een polypropreenketen. Teken minstens drie eenheden.

De waterstof die ontstaat bij de dehydrogenering van propaan kan als brandstof toegepast worden.

- 10 Laat met een berekening zien dat bij de verwachte jaarproductie van 750.000 ton propreen uit propaan in de nieuwe fabriek 35900 ton waterstof ontstaat.
- 11 Bereken hoeveel energie deze hoeveelheid waterstof bij verbranding oplevert. Gebruik Binas tabellen 35B en 57A en vergelijk beide uitkomsten met elkaar. Gegeven: het volume van 1,00 mol gas, onder standaardomstandigheden, is $22,4 \text{ dm}^3$.
- 12 Leg uit of deze hoeveelheid energie voldoende is om aan de eigen vraag te voldoen.

Propaan wordt het nieuwe propeen

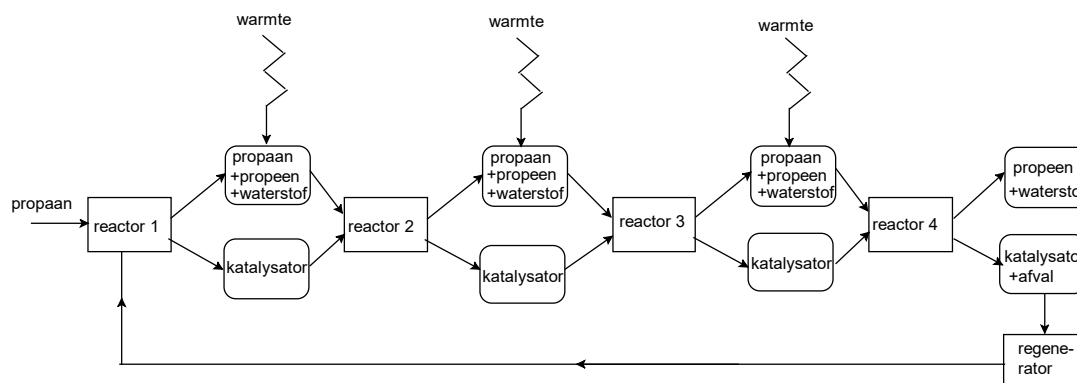
1



2 Een katalysator zorgt ervoor dat onder mildere omstandigheden de reactie toch even snel verloopt.

3 De katalysator kan steeds opnieuw gebruikt worden.

4



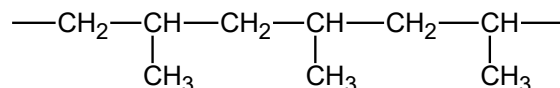
5 Propaan wordt omgezet in propeen: $\text{C}_3\text{H}_8 \rightarrow \text{C}_3\text{H}_6 + \text{H}_2$. Reactiewarmte = vormingswarmte propeen – vormingswarmte propaan = $+0,20 \cdot 10^5 - (-1,04 \cdot 10^5) = +1,24 \cdot 10^5 \text{ J mol}^{-1}$.

6 Polypropeen vervangt onderdelen die eerst van staal gemaakt werden. Staal heeft een veel grotere dichtheid dan polypropeen.

7 $\text{C}_{10}\text{H}_{22} \rightarrow \text{C}_3\text{H}_6 + \text{C}_7\text{H}_{16}$.

8 Als extra ethaan wordt toegevoegd is de kans dat er extra etheen ontstaat ook groter, terwijl de kans op vorming van propeen even groot blijft.

9



10 De reactie is: $\text{C}_3\text{H}_8 \rightarrow \text{C}_3\text{H}_6 + \text{H}_2$. 750.000 ton propeen $\equiv 750.000/42,08 = 17800$ tonmol propeen. Er ontstaat dan evenveel mol waterstof, dus 17800 tonmol $\text{H}_2 \equiv 17800 \times 2,016 = 35900$ ton H_2 .

11 Binas tabel 25B: 17800 tonmol $\text{H}_2 = 1,78 \cdot 10^{10} \text{ mol H}_2 \equiv 1,78 \cdot 10^{10} \times 22,4 = 3,99 \cdot 10^{11} \text{ dm}^3 = 3,9 \cdot 10^8 \text{ m}^3$. Stookwaarde waterstof = $10,8 \cdot 10^6 \text{ J m}^{-3}$. Er wordt dus $3,9 \cdot 10^8 \times 10,8 \cdot 10^6 = 4,31 \cdot 10^{15} \text{ J}$ aan energie geleverd.

Binas tabel 57A (water komt vrij als waterdamp): 17800 tonmol = $1,78 \cdot 10^{10} \text{ mol}$ levert aan energie $1,78 \cdot 10^{10} \times 2,42 \cdot 10^5 = 4,31 \cdot 10^{15} \text{ J}$.

12 Eigen vraag van het bedrijf: 17800 tonmol propeen uit 17800 tonmol propaan kost aan energie $1,78 \cdot 10^{10} \times 1,24 \cdot 10^5 = 2,21 \cdot 10^{15} \text{ J}$. Dus ja, voldoet aan de eigen vraag.

Bijlage bij opgave 4

