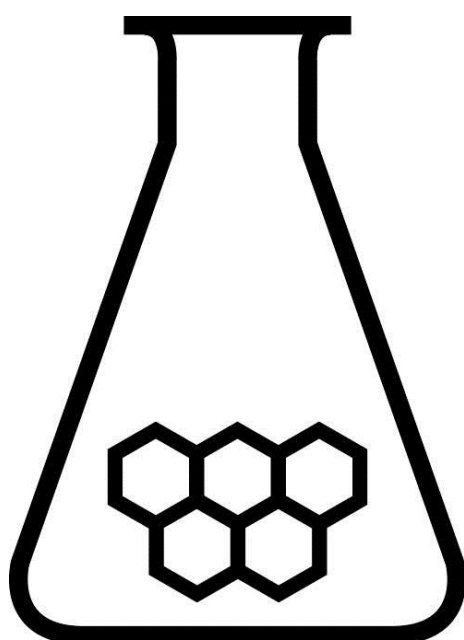


# 43<sup>e</sup> Nationale Scheikundeolympiade

Eindronde 2022

Meerkeuzetoets  
Opgavenboekje

2 juni 2022



**SCHEIKUNDE  
OLYMPIADE**



**54<sup>th</sup> IChO 2022**  
International Chemistry Olympiad



TIANJIN, CHINA



- Deze toets bestaat uit 20 meerkeuzevragen verdeeld over 8 onderwerpen.
- Gebruik voor de beantwoording van de meerkeuzevragen het antwoordblad.
- De maximumscore voor dit werk bedraagt 40 punten.
- Benodigde hulpmiddelen: (grafisch) rekenapparaat en BINAS 6<sup>e</sup> druk of ScienceData 1<sup>e</sup> druk.

Deze toets is tot stand gekomen dankzij de medewerking van de volgende personen:

Olav Altenburg  
Alex Blokhuis  
Johan Broens  
Martin Groeneveld  
Mees Hendriks  
Jacob van Hengst  
Thijs Hoevenaars  
Marijn Jonker  
Emiel de Kleijn  
Jasper Landman  
Bob Lefeber  
Marte van der Linden  
Piet Mellema  
Han Mertens  
Anna Reinhold  
Geert Schulpen  
Nena Slaats  
Niels Vreeswijk  
Eveline Wijbenga  
Benjamin Zadeh  
Emmy Zeetsen

De eindredactie was in handen van:  
Kees Beers en Dick Hennink

## Meerkeuzevragen

(totaal 40 punten)

Schrijf bij elke vraag je antwoord (letter) op het antwoordblad. Dit antwoordblad vind je aan het eind van dit opgavenboekje.

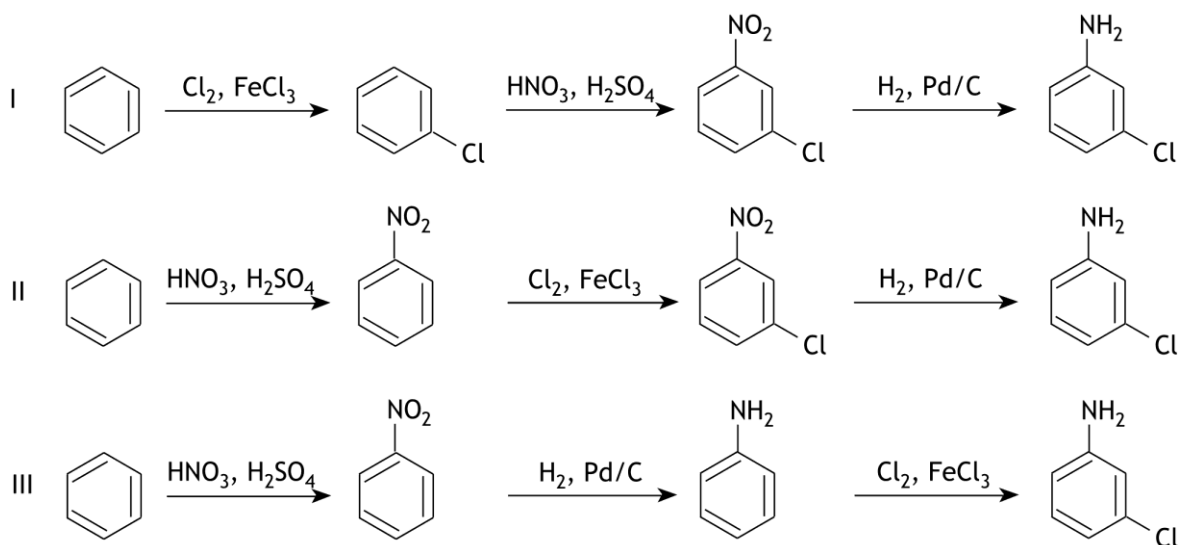
Normering: 2 punten per juist antwoord.

### Koolstofchemie

- 1 Welke van de hieronder genoemde reagentia kan/kunnen worden gebruikt om butaanzuur ( $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{COOH}$ ) om te zetten tot butaan-1-ol ( $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2\text{OH}$ )?

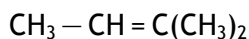
Reagentia:  $\text{RMgX}$  (Grignardreagens),  $\text{LiAlH}_4$ ,  $\text{Zn} / \text{HCl}$ .

- A alleen  $\text{RMgX}$   
B alleen  $\text{LiAlH}_4$   
C alleen  $\text{Zn} / \text{HCl}$   
D  $\text{RMgX}$  en  $\text{LiAlH}_4$   
E  $\text{RMgX}$  en  $\text{Zn} / \text{HCl}$   
F  $\text{LiAlH}_4$  en  $\text{Zn} / \text{HCl}$   
G  $\text{RMgX}$  en  $\text{LiAlH}_4$  en  $\text{Zn} / \text{HCl}$
- 2 Welke van onderstaande manieren om, uitgaande van benzeen, de stof 3-chloorbenzeenamine te bereiden, is/zijn juist?



- A alleen I  
B alleen II  
C alleen III  
D I en II  
E I en III  
F II en III  
G alle drie

3 Marijn wil, via een Wittig-reactie, het volgende alkeen synthetiseren:

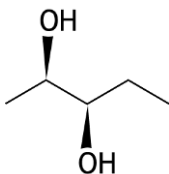


Hij heeft de beschikking over het Wittig-reagens  $(\text{Ph})_3\text{P} = \text{C}(\text{CH}_3)_2$  en over ethaanzuur, ethanal en ethanol.

Met welke stof(fen) kan hij het Wittig-reagens laten reageren om het gewenste alkeen te synthetiseren?

- A alleen met ethaanzuur
- B alleen met ethanal
- C alleen met ethanol
- D met ethaanzuur en met ethanal
- E met ethaanzuur en met ethanol
- F met ethanal en met ethanol
- G met ethaanzuur en met ethanal en met ethanol

4



Hierboven staat een van de stereo-isomeren van pentaan-2,3-diol.

Wat is de weergave volgens de *R/S* nomenclatuur van deze stereo-isomeer?

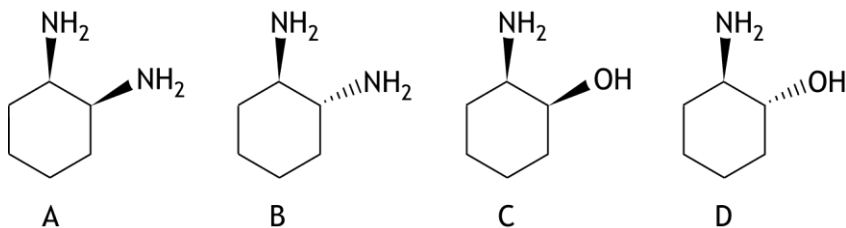
- A (2*R*,3*R*)-pentaan-2,3-diol
- B (2*R*,3*S*)-pentaan-2,3-diol
- C (2*S*,3*R*)-pentaan-2,3-diol
- D (2*S*,3*S*)-pentaan-2,3-diol

### Structuren en formules

5 Welke orbitaal kan *niet* bestaan?

- A 2*p*
- B 2*d*
- C 3*d*
- D 4*f*

- 6 Welke bewering(en) over de onderstaande verbindingen is/zijn juist?



- I A en B zijn enantiomeren.  
II C en D zijn diastereomeren.

- A geen van beide  
B alleen I  
C alleen II  
D beide

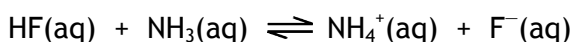
### pH / zuur-base

- 7 Aan 4 L 0,2 M natriumoxalaatoplossing ( $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ) wordt 3 L 0,2 M oxaalzuuroplossing ( $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ) toegevoegd.

Wat is de pH van de ontstane oplossing (298 K)?

- A 0,5  
B 1,1  
C 1,4  
D 2,0  
E 3,0  
F 3,3  
G 4,3  
H 4,6

- 8 Wat is de waarde van de evenwichtsconstante voor het onderstaande evenwicht bij 298 K?



- A  $3,5 \cdot 10^{-13}$   
B  $8,9 \cdot 10^{-7}$   
C  $1,1 \cdot 10^6$   
D  $2,8 \cdot 10^{12}$

- 9 Men heeft 0,10 M oplossingen van HCl,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  en  $\text{H}_3\text{PO}_4$ .

Wat is de rangschikking naar opklimmende pH van deze oplossingen?

- A  $\text{pH}(\text{HCl}) < \text{pH}(\text{H}_2\text{SO}_4) < \text{pH}(\text{H}_3\text{PO}_4)$   
B  $\text{pH}(\text{HCl}) < \text{pH}(\text{H}_3\text{PO}_4) < \text{pH}(\text{H}_2\text{SO}_4)$   
C  $\text{pH}(\text{H}_2\text{SO}_4) < \text{pH}(\text{HCl}) < \text{pH}(\text{H}_3\text{PO}_4)$   
D  $\text{pH}(\text{H}_2\text{SO}_4) < \text{pH}(\text{H}_3\text{PO}_4) < \text{pH}(\text{HCl})$   
E  $\text{pH}(\text{H}_3\text{PO}_4) < \text{pH}(\text{HCl}) < \text{pH}(\text{H}_2\text{SO}_4)$   
F  $\text{pH}(\text{H}_3\text{PO}_4) < \text{pH}(\text{H}_2\text{SO}_4) < \text{pH}(\text{HCl})$

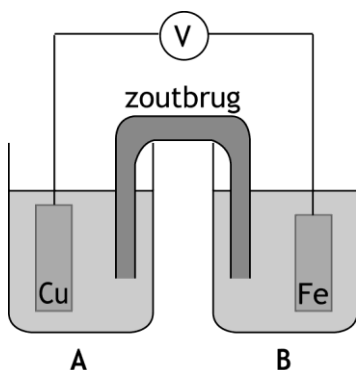
## Redox en elektrochemie

- 10 Een oplossing van aluminiumjodide wordt geëlektrolyseerd met platina-elektroden (298 K,  $p = p_0$ ).

Welke stof ontstaat aan welke elektrode?

	negatieve elektrode	positieve elektrode
A	Al	I <sub>2</sub>
B	Al	O <sub>2</sub>
C	H <sub>2</sub>	I <sub>2</sub>
D	H <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>
E	I <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>
F	I <sub>2</sub>	Al

- 11 In onderstaande elektrochemische cel bevindt zich in halfcel A een 1,00 M koper(II)sulfaatoplossing. In halfcel B bevindt zich een suspensie van ijzer(II)hydroxide in natronloog. Er heeft zich een evenwicht ingesteld tussen het vaste ijzer(II)hydroxide en de Fe<sup>2+</sup> ionen en OH<sup>-</sup> ionen in de oplossing. De pH in halfcel B is 12,00.



Hoe groot is de bronspanning van deze elektrochemische cel (298 K)?

- A 0,43 V
- B 0,47 V
- C 0,79 V
- D 0,92 V
- E 0,95 V
- F 1,15 V
- G 1,21 V
- H 1,52 V

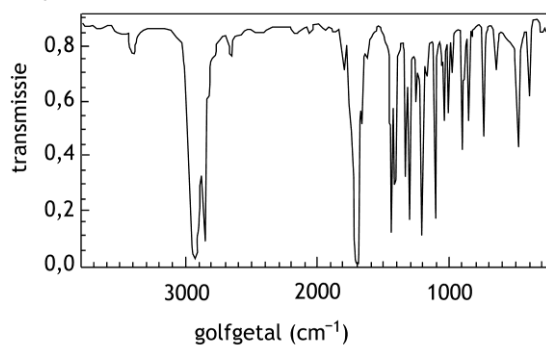
## Reactiesnelheid en evenwicht

- 12 In een reactor bevindt zich bij een bepaalde temperatuur een evenwichtsmengsel van  $\text{N}_2\text{O}_4$  en  $\text{NO}_2$ :
- $$\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NO}_2(\text{g})$$
- Van de oorspronkelijke hoeveelheid  $\text{N}_2\text{O}_4$  is 20% gedissocieerd en de totale druk van het evenwichtsmengsel is  $1,01 \cdot 10^5$  Pa.
- Hoe groot is de evenwichtsconstante  $K_p$  van dit evenwicht?
- A  $5,0 \cdot 10^3$  Pa
  - B  $1,7 \cdot 10^4$  Pa
  - C  $2,0 \cdot 10^4$  Pa
  - D  $2,5 \cdot 10^4$  Pa
  - E  $3,4 \cdot 10^4$  Pa
  - F  $5,0 \cdot 10^4$  Pa
- 13 Bij een bepaalde nulde orde reactie is bij  $40^\circ\text{C}$  in 15 minuten een omzettingspercentage van 20 procent bereikt.
- Bij dezelfde reactie is bij  $60^\circ\text{C}$  in 1,5 minuten een omzettingspercentage van 10 procent bereikt.
- Wat is de activeringsenergie van deze reactie?
- A  $1,0 \cdot 10^3$  J mol<sup>-1</sup>
  - B  $1,6 \cdot 10^3$  J mol<sup>-1</sup>
  - C  $7,0 \cdot 10^4$  J mol<sup>-1</sup>
  - D  $1,0 \cdot 10^5$  J mol<sup>-1</sup>
- 14 In de bovenste lagen van de atmosfeer wordt ozon omgezet tot zuurstof:
- $$2 \text{O}_3(\text{g}) \rightarrow 3 \text{O}_2(\text{g})$$
- Een mogelijk mechanisme voor deze omzetting is:
- $$\text{O}_3(\text{g}) \rightleftharpoons \text{O}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \quad (\text{snel})$$
- $$\text{O}(\text{g}) + \text{O}_3(\text{g}) \rightarrow 2 \text{O}_2(\text{g}) \quad (\text{langzaam})$$
- Welke reactiesnelheidsvergelijking is in overeenstemming met dit mechanisme?
- A  $s = k[\text{O}_3]$
  - B  $s = k \frac{[\text{O}_3]}{[\text{O}_2]}$
  - C  $s = k[\text{O}_3]^2$
  - D  $s = k \frac{[\text{O}_3]^2}{[\text{O}_2]}$

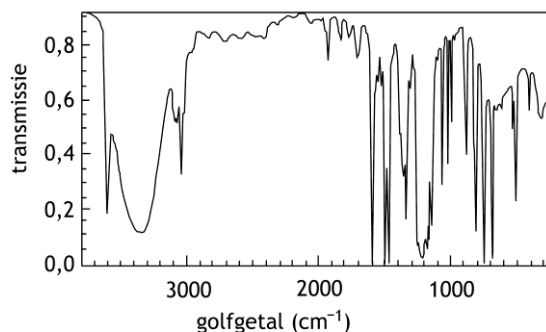
## Analyse

15 Hieronder zijn de IR-spectra van benzenol, cyclohexanol en cyclohexanon afgebeeld.

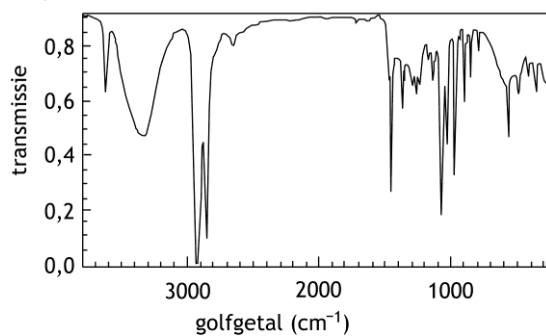
IR spectrum I



IR spectrum II



IR spectrum III



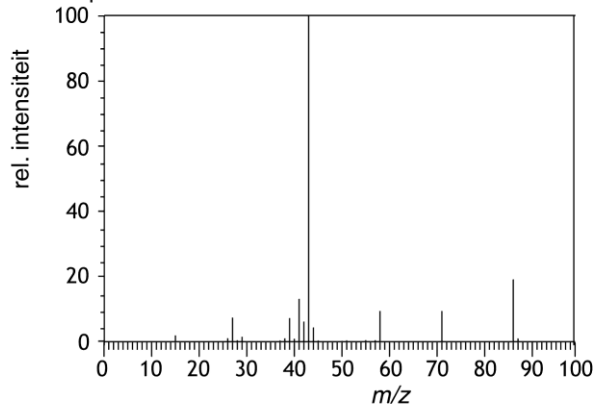
Welk spectrum hoort bij welke stof?

	IR spectrum I	IR spectrum II	IR spectrum III
A	benzenol	cyclohexanol	cyclohexanon
B	benzenol	cyclohexanon	cyclohexanol
C	cyclohexanol	benzenol	cyclohexanon
D	cyclohexanol	cyclohexanon	benzenol
E	cyclohexanon	benzenol	cyclohexanol
F	cyclohexanon	cyclohexanol	benzenol

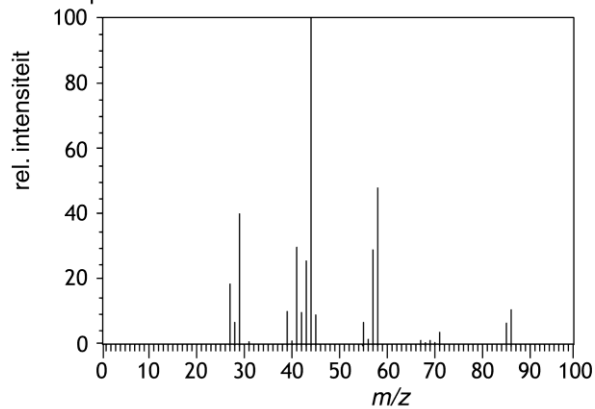


16 Hieronder zijn de massaspectra van pentaan-2-on, pentaan-3-on en pentanal afgebeeld.

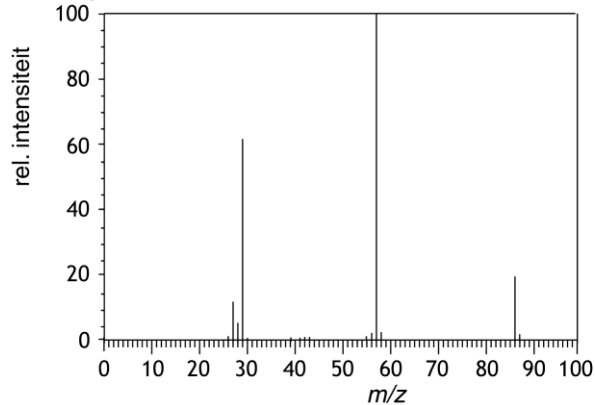
massaspectrum I



massaspectrum II



massaspectrum III



Welk spectrum hoort bij welke stof?

- |   | massaspectrum I | massaspectrum II | massaspectrum III |
|---|-----------------|------------------|-------------------|
| A | pentaan-2-on    | pentaan-3-on     | pentanal          |
| B | pentaan-2-on    | pentanal         | pentaan-3-on      |
| C | pentaan-3-on    | pentaan-2-on     | pentanal          |
| D | pentaan-3-on    | pentanal         | pentaan-2-on      |
| E | pentanal        | pentaan-2-on     | pentaan-3-on      |
| F | pentanal        | pentaan-3-on     | pentaan-2-on      |

- 17 Kaliumpermanganaat ( $\text{KMnO}_4$ ) is een paarse stof. Een oplossing van kaliumpermanganaat absorbeert licht met een golflengte van 525 nm.  
Wanneer een aangezuurde oplossing van kaliumpermanganaat reageert met een oxaalzuuroplossing, wordt  $\text{MnO}_4^-$  omgezet tot  $\text{Mn}^{2+}$  en wordt  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  omgezet tot  $\text{CO}_2$ .  
Aan 1,00 mL van een aangezuurde  $x$  M kaliumpermanganaatoplossing wordt 1,00 mL  $y$  M oxaalzuuroplossing toegevoegd.  
Na afloop van de reactie wordt de extinctie van de oplossing gemeten: 0,600.  
Daarna wordt aan 1,00 mL aangezuurde  $x$  M kaliumpermanganaatoplossing 1,50 mL  $y$  M oxaalzuuroplossing toegevoegd.  
Na afloop van de reactie is de extinctie 0,320.  
Bij beide extinctiemetingen wordt een cuvet gebruikt met weglengte 1,00 cm.  
Met welk stelsel van twee vergelijkingen met twee onbekenden zijn  $x$  en  $y$  te berekenen?  
Ga ervan uit dat alleen het  $\text{MnO}_4^-$  licht absorbeert bij 525 nm.

- A  $1,00x - 0,400y = 3,00 \cdot 10^{-4}$   
 $1,00x - 0,600y = 1,60 \cdot 10^{-4}$
- B  $1,00x - 0,400y = 6,00 \cdot 10^{-4}$   
 $1,00x - 0,600y = 4,00 \cdot 10^{-4}$
- C  $1,00x - 1,00y = 3,00 \cdot 10^{-4}$   
 $1,00x - 1,50y = 1,60 \cdot 10^{-4}$
- D  $1,00x - 1,00y = 6,00 \cdot 10^{-4}$   
 $1,00x - 1,50y = 4,00 \cdot 10^{-4}$
- E  $1,00x - 2,50y = 3,00 \cdot 10^{-4}$   
 $1,00x - 3,75y = 1,60 \cdot 10^{-4}$
- F  $1,00x - 2,50y = 6,00 \cdot 10^{-4}$   
 $1,00x - 3,75y = 4,00 \cdot 10^{-4}$

## Rekenen

- 18 Betonrot ontstaat wanneer het ijzer in gewapend beton roest. De wapening zet uit doordat roest een groter volume inneemt dan het ijzer waaruit het is ontstaan. Daardoor kunnen er scheuren in het beton ontstaan. In ernstige gevallen kan het beton zelfs afbrokkelen.

Van een stukje ijzer met een oorspronkelijk volume van  $10,0 \text{ cm}^3$  is 10% geroest.

Hoe groot is het volume na roesten geworden?

Ga uit van de volgende gegevens:

- roest is  $\text{Fe}_2\text{O}_3$
- de dichtheid van ijzer is  $7,87 \text{ g cm}^{-3}$
- de dichtheid van roest is  $5,24 \text{ g cm}^{-3}$

- A  $11,1 \text{ cm}^3$   
B  $12,1 \text{ cm}^3$   
C  $13,2 \text{ cm}^3$   
D  $14,2 \text{ cm}^3$

- 19 Men mengt in een reactievat met een vast volume van  $1,00 \text{ dm}^3$  125 mmol xenon en 275 mmol fluor en verhoogt de temperatuur tot  $130^\circ\text{C}$ . Bij de reacties die dan optreden, ontstaan uitsluitend  $\text{XeF}_4$  en  $\text{XeF}_6$ . Na afloop van de reacties zijn geen ongereageerd xenon en fluor meer aanwezig.

Hoe groot is de druk in het reactievat?

- A  $1,35 \cdot 10^5 \text{ Pa}$
- B  $4,19 \cdot 10^5 \text{ Pa}$
- C  $1,34 \cdot 10^6 \text{ Pa}$
- D  $4,32 \cdot 10^6 \text{ Pa}$

## Thermochemie

- 20 Het element zwavel is een gele vaste stof. Het bestaat uit cyclische moleculen  $\text{S}_8$ . Als zwavel verbrandt, ontstaat zwaveldioxide.

Hoe groot is de bindingsenergie (de energie die vrijkomt bij de vorming van een mol bindingen) van de binding tussen een zwavelatoom en een zuurstofatoom in moleculen  $\text{SO}_2$ ? Ga ervan uit dat beide bindingen in een  $\text{SO}_2$  molecuul even sterk zijn.

- A  $-1,49 \cdot 10^5 \text{ J mol}^{-1}$
- B  $-3,98 \cdot 10^5 \text{ J mol}^{-1}$
- C  $-4,03 \cdot 10^5 \text{ J mol}^{-1}$
- D  $-4,37 \cdot 10^5 \text{ J mol}^{-1}$
- E  $-4,44 \cdot 10^5 \text{ J mol}^{-1}$
- F  $-5,30 \cdot 10^5 \text{ J mol}^{-1}$
- G  $-5,35 \cdot 10^5 \text{ J mol}^{-1}$
- H  $-5,76 \cdot 10^5 \text{ J mol}^{-1}$



**43<sup>e</sup> Nationale Scheikundeolympiade 2022 Eindronde**  
**Antwoorden meerkeuzevragen**

nr.	keuze letter
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	

**NAAM:**