

40ste Vlaamse Chemieolympiade 2022-2023

2de ronde 1 maart 2023

Georganiseerd door het VCO-comité
in samenwerking met
de sectie 'Onderwijs & Opleidingen' van de Koninklijke Vlaamse Chemische Vereniging
en
UAntwerpen, UHasselt, UGent, VUB, KU Leuven en KU Leuven Kulak



- 1 Deze toets bestaat uit **25 meerkeuzevragen** en **5 open vragen**. Bij de meerkeuzevragen is er telkens 1 en slechts 1 antwoord juist.
- 2 De antwoorden op de meerkeuzevragen vul je in op een speciaal **antwoordformulier**. Op dit antwoordformulier zijn je **naam** en **codenummer** (Leerling-ID) voorgedrukt. Noteer deze 'Leerling-ID' ook op de eerste pagina van de bundel met open vragen. De antwoorden op de open vragen schrijf je in de open ruimte bij de vraag of – bij gebrek aan plaats – op de achterzijde van het voorgaande blad.
- 3 Het antwoordformulier van de meerkeuzevragen wordt optisch gelezen en heeft 3 kolommen. In de 1ste kolom noteer je je antwoord, je kunt daar steeds in corrigeren. In de **2de kolom noteer je je definitieve antwoord**. Mocht blijken dat dit niet correct is dan breng je de verbetering aan in de 3de kolom.
Opgelet:
 - 1) De 1ste kolom wordt niet in rekening gebracht voor je score;
 - 2) Als je in de 3de kolom een vakje kleurde, is dat het definitieve antwoord;
 - 3) Er wordt **uitsluitend** gebruik gemaakt van een **zwarte balpen, GEEN potlood**;
 - 4) Er mag **geen Tipp-Ex** of dergelijke worden gebruikt.
- 4 Het periodiek systeem bevindt zich op een geplastificeerd blad en wordt terug ingeleverd. Nuttige gegevens vind je op pagina 2 en pagina 3, vlak voor de vragenreeks.
- 5 Je mag de aangereikte zakrekenmachine gebruiken. Deze zakrekenmachine wordt ook terug ingeleverd bij het afgeven van je antwoordformulier MKV, je ingevulde bundel open vragen en het PSE.
- 6 Volg nauwgezet de instructies van de verantwoordelijke van de Vlaamse Chemieolympiade.
- 7 Voor elk juist antwoord op een meerkeuzevraag scoor je 6 punten. Niet antwoorden levert 1,5 punten en een fout antwoord betekent 0. De open vragen staan in totaal op 50 punten.

Gouden sponsors



Zilveren sponsors



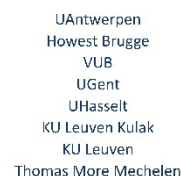
Bronzen sponsors



Verenigingen



Onderwijsinstellingen



Nuttige gegevens:

universele gasconstante:	$R = 8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$
avogadroconstante:	$N_A = 6,022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
normomstandigheden:	$\theta = 0 \text{ }^\circ\text{C}$ $p = 101,33 \text{ kPa}$
molair volume van een ideaal gas onder normomstandigheden:	$22,41 \text{ L mol}^{-1}$
zuur-base-indicator fenolftaleïne:	zuur en neutraal midden: kleurloos basisch midden: paars
lakmoes:	zuur midden: rood basisch midden: blauw
broomthymolblauw:	zuur midden: geel neutraal midden: groen basisch midden: blauw

aggregatietoestanden zijn waar nodig als volgt **in subscript** aangegeven: (s) voor vast, (l) voor vloeibaar, (g) voor gas en (aq) voor opgelost in water

Oplosbaarheidstabel

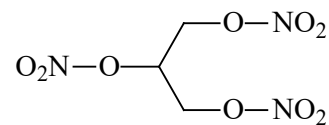
	<i>Goed oplosbaar</i>	<i>Slecht oplosbaar</i>
Verbindingen met		
Na ⁺	alle	
K ⁺	alle	
Zouten van		
ammonium (NH ₄ ⁺)	alle	
acetaten (CH ₃ -COO ⁻)	alle	
chloraten (ClO ₃ ⁻)	alle	
nitraten (NO ₃ ⁻)	alle	
bromiden (Br ⁻)	alle, behalve →	Ag ⁺ , (Hg ⁺ , Pb ²⁺ : matig)
chloriden (Cl ⁻)	alle, behalve →	Ag ⁺ , (Hg ⁺ , Pb ²⁺)
jodiden (I ⁻)	alle, behalve →	Ag ⁺ , (Hg ⁺ , Hg ²⁺ en Pb ²⁺)
sulfaten (SO ₄ ²⁻)	alle, behalve →	Ba ²⁺ , (Pb ²⁺ , Ca ²⁺ : matig)
sulfiden (S ²⁻)	Na ⁺ , K ⁺ , NH ₄ ⁺ , Mg ²⁺ , Ba ²⁺ , Ca ²⁺	alle andere
fosfaten (PO ₄ ³⁻)	Na ⁺ , K ⁺ , NH ₄ ⁺	alle andere
carbonaten (CO ₃ ²⁻)	Na ⁺ , K ⁺ , NH ₄ ⁺	alle andere
Hydroxiden (OH⁻)	Groep I _A , beperkter voor groep II _A	andere groepen

Zuur- en baseconstanten (bij $T = 298 \text{ K}$)

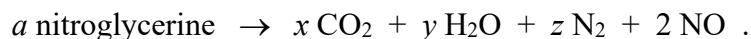
Base	K_b	pK_b	Zuur	K_z	pK_z
ClO_4^-	10^{-23}	23	HClO_4	10^9	-9
I^-	10^{-23}	23	HI	10^9	-9
Br^-	10^{-20}	20	HBr	10^6	-6
Cl^-	10^{-17}	17	HCl	10^3	-3
HSO_4^-	10^{-17}	17	H_2SO_4	10^3	-3
NO_3^-	10^{-16}	16	HNO_3	10^2	-2
ClO_3^-	$1,26 \times 10^{-16}$	15,90	HClO_3	$7,94 \times 10^2$	-1,90
IO_3^-	$5,88 \times 10^{-14}$	13,23	HIO_3	$1,70 \times 10^{-1}$	0,77
HOOC-COO^-	$1,78 \times 10^{-13}$	12,73	HOOC-COOH	$5,35 \times 10^{-2}$	1,27
HSO_3^-	$5,81 \times 10^{-13}$	12,24	H_2SO_3	$1,72 \times 10^{-2}$	1,76
H_2PO_3^-	$6,33 \times 10^{-13}$	12,20	H_3PO_3	$1,58 \times 10^{-2}$	1,80
SO_4^{2-}	$8,33 \times 10^{-13}$	12,08	HSO_4^-	$1,20 \times 10^{-2}$	1,92
ClO_2^-	$1,00 \times 10^{-12}$	12,00	HClO_2	$1,00 \times 10^{-2}$	2,00
H_2PO_4^-	$1,32 \times 10^{-12}$	11,88	H_3PO_4	$7,59 \times 10^{-3}$	2,12
$\text{Fe}(\text{OH})(\text{H}_2\text{O})_5^{2+}$	$1,66 \times 10^{-12}$	11,78	$\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6^{3+}$	$6,03 \times 10^{-3}$	2,22
$\text{H}_2\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7^-$	$1,26 \times 10^{-11}$	10,90	$\text{H}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$ citroenzuur	$7,94 \times 10^{-4}$	3,10
F^-	$1,39 \times 10^{-11}$	10,86	HF	$7,20 \times 10^{-4}$	3,14
NO_2^-	$1,96 \times 10^{-11}$	10,71	HNO_2	$5,10 \times 10^{-4}$	3,29
HCOO^-	$5,65 \times 10^{-11}$	10,25	HCOOH	$1,77 \times 10^{-4}$	3,75
$^- \text{OOC-COO}^-$	$1,56 \times 10^{-10}$	9,81	HOOC-COO^-	$6,40 \times 10^{-5}$	4,19
$\text{C}_6\text{H}_5\text{-COO}^-$	$1,58 \times 10^{-10}$	9,80	$\text{C}_6\text{H}_5\text{-COOH}$	$6,31 \times 10^{-5}$	4,20
$\text{C}_6\text{H}_5\text{-NH}_2$	$5,01 \times 10^{-10}$	9,30	$\text{C}_6\text{H}_5\text{-NH}_3^+$	$2,00 \times 10^{-5}$	4,70
$\text{CH}_3\text{-COO}^-$	$5,71 \times 10^{-10}$	9,24	$\text{CH}_3\text{-COOH}$	$1,75 \times 10^{-5}$	4,76
$\text{Al}(\text{OH})(\text{H}_2\text{O})_5^{2+}$	$7,08 \times 10^{-10}$	9,15	$\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6^{3+}$	$1,41 \times 10^{-5}$	4,85
$\text{C}_2\text{H}_5\text{-COO}^-$	$7,76 \times 10^{-10}$	9,11	$\text{C}_2\text{H}_5\text{-COOH}$	$1,29 \times 10^{-5}$	4,89
HPO_3^{2-}	$1,41 \times 10^{-8}$	7,85	H_2PO_3^-	$7,08 \times 10^{-7}$	6,15
HCO_3^-	$2,25 \times 10^{-8}$	7,65	H_2CO_3	$4,45 \times 10^{-7}$	6,35
SO_3^{2-}	$1,56 \times 10^{-7}$	6,81	HSO_3^-	$6,43 \times 10^{-8}$	7,19
HPO_4^{2-}	$1,58 \times 10^{-7}$	6,80	H_2PO_4^-	$6,34 \times 10^{-8}$	7,20
HS^-	$1,74 \times 10^{-7}$	6,76	H_2S	$5,75 \times 10^{-8}$	7,24
ClO^-	$3,47 \times 10^{-7}$	6,46	HClO	$2,88 \times 10^{-8}$	7,54
$\text{Pb}(\text{OH})(\text{H}_2\text{O})_{n-1}^+$	$6,30 \times 10^{-7}$	6,20	$\text{Pb}(\text{H}_2\text{O})_n^{2+}$	$1,58 \times 10^{-8}$	7,80
$\text{Cu}(\text{OH})(\text{H}_2\text{O})_5^+$	$1,00 \times 10^{-6}$	6,00	$\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_6^{2+}$	$1,00 \times 10^{-8}$	8,00
NH_3	$1,76 \times 10^{-5}$	4,75	NH_4^+	$5,68 \times 10^{-10}$	9,25
CN^-	$2,00 \times 10^{-5}$	4,70	HCN	$5,00 \times 10^{-10}$	9,30
$\text{Zn}(\text{OH})(\text{H}_2\text{O})_5^+$	$4,57 \times 10^{-5}$	4,34	$\text{Zn}(\text{H}_2\text{O})_6^{2+}$	$2,19 \times 10^{-10}$	9,66
$\text{C}_6\text{H}_5\text{-O}^-$	$1,00 \times 10^{-4}$	4,00	$\text{C}_6\text{H}_5\text{-OH}$	$1,00 \times 10^{-10}$	10,00
CO_3^{2-}	$2,00 \times 10^{-4}$	3,70	HCO_3^-	$5,00 \times 10^{-11}$	10,30
IO^-	$4,36 \times 10^{-4}$	3,36	HIO	$2,30 \times 10^{-11}$	10,64
PO_4^{3-}	$2,38 \times 10^{-2}$	1,62	HPO_4^{2-}	$4,20 \times 10^{-13}$	12,38
S^{2-}	$8,33 \times 10^{-1}$	0,08	HS^-	$1,20 \times 10^{-14}$	13,92
$\text{CH}_3\text{-O}^-$	$3,16 \times 10^1$	-1,50	$\text{CH}_3\text{-OH}$	$3,16 \times 10^{-16}$	15,50
$\text{C}_2\text{H}_5\text{-O}^-$	$7,94 \times 10^1$	-1,90	$\text{C}_2\text{H}_5\text{-OH}$	$1,26 \times 10^{-16}$	15,90
H^-	$1,00 \times 10^{14}$	-14	H_2	$1,00 \times 10^{-28}$	28
O^{2-}	$1,00 \times 10^{15}$	-15	OH^-	$1,00 \times 10^{-29}$	29
NH_2^-	$1,00 \times 10^{21}$	-21	NH_3	$1,00 \times 10^{-35}$	35

Meerkeuzevragen

- 1 Nitroglycerine is een zeer explosieve vloeistof, die bij ontploffing wordt omgezet in CO_2 , H_2O , N_2 en NO . De reactievergelijking, met slechts één ingevulde coëfficiënt, wordt als volgt geschreven:



nitroglycerine



Wat is de waarde van coëfficiënt z ?

- A 2
B 3
C 4
D 5
- 2 Een isotoop van Ar en een isotoop van een element voorgesteld door X hebben hetzelfde massagetal A .
De verhouding tussen het aantal neutronen van het Ar-isotoop en het aantal neutronen van het X-isotoop is 11:10.
Welk element wordt voorgesteld door X?
- A Ar
B Ca
C Cl
D S
- 3 Welk ion in de gasfase heeft het grootste aantal ongepaarde elektronen in zijn grondtoestand?
- A Fe^{3+}
B Co^{3+}
C Ni^{3+}
D Cu^{3+}
- 4 Welk element kan in de formule van het apolaire XCl_3 voorgesteld worden door X?
- A B
B Be
C N
D P

- 5 De stikstofatomen in NH_3 , NH_2^- en NH_4^+ hebben allemaal een octetstructuur.

Welke volgorde is juist wanneer de drie deeltjes van links naar rechts gerangschikt worden volgens toenemende grootte van de H-N-H-bindingshoek?

- A NH_3 NH_2^- NH_4^+
- B NH_4^+ NH_2^- NH_3
- C NH_3 NH_4^+ NH_2^-
- D NH_2^- NH_3 NH_4^+

- 6 Hoeveel π -bindingen zijn er in één molecule cyanogeen NCCN ?

- A 2
- B 4
- C 6
- D 7

- 7 Een verbinding voorgesteld door X_2Y_3 bevat 66,7 m% X.

Welke verhouding tussen de atoommassa's in die verbinding stemt overeen met $A_r(\text{X}):A_r(\text{Y})$?

- A 2:3
- B 3:2
- C 1:3
- D 3:1

- 8 Een bepaalde massa $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ werd gedurende 12 uur verhit op 155 °C. Al het kristalwater verdampste en de damp nam bij 100 °C en 1013 hPa een volume in van 7,38 L. Wat was de oorspronkelijke massa $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$?

- A 6,75 g
- B 6,97 g
- C 8,48 g
- D 9,44 g

- 9 De concentratie van Pb in het kraantjeswater van een bepaalde gemeente bedraagt 0,300 ppm (1 ppm = 1 $\mu\text{g g}^{-1}$).

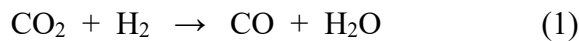
Stel dat een inwoner per dag 2 liter kraantjeswater (dichtheid = 1,00 kg L^{-1}) zou drinken, wat is dan de totale massa lood die hij in één jaar binnenkrijgt?

- A 21,9 g
- B 2,19 g
- C 0,219 g
- D 0,0219 g

- 10 Waterstofgas - verkregen door elektrolyse van water met behulp van zonne- en windenergie – vormt als energiebron (deels) een oplossing voor de opwarming van de aarde. Waterstofgas is echter niet alleen brandbaar maar ook zeer explosief. Het gebruik in wagens of vliegtuigen is dus niet zonder risico.

Hierdoor wordt veel onderzoek gedaan naar de synthese van brandstof (e-fuel) uit waterstofgas en atmosferisch CO₂.

Een bepaalde onderzoeksweg bestaat uit twee stappen:



Tijdens de tweede stap ontstaan er meerdere koolwaterstoffen die kunnen gebruikt worden als brandstof. Octaan is één van deze koolwaterstoffen.

Welke massa H₂ is nodig voor de synthese van 1,00 liter octaan (massa 703 g)?

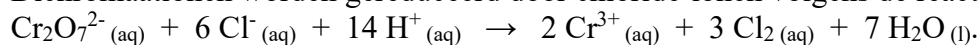
- A 99 g
- B 154 g
- C 211 g
- D 310 g

- 11 In een afgesloten vat bevindt zich een gasmengsel (Xe en F₂) dat 80 V% Xe bevat. Bij 400 °C treedt de aflopende reactie $\text{Xe}_{(g)} + \text{F}_{2(g)} \rightarrow \text{XeF}_{2(g)}$ op.

Wat is het volumepercent van Xe in het gasmengsel NA de reactie?

- A 25 V%
- B 40 V%
- C 60 V%
- D 75 V%

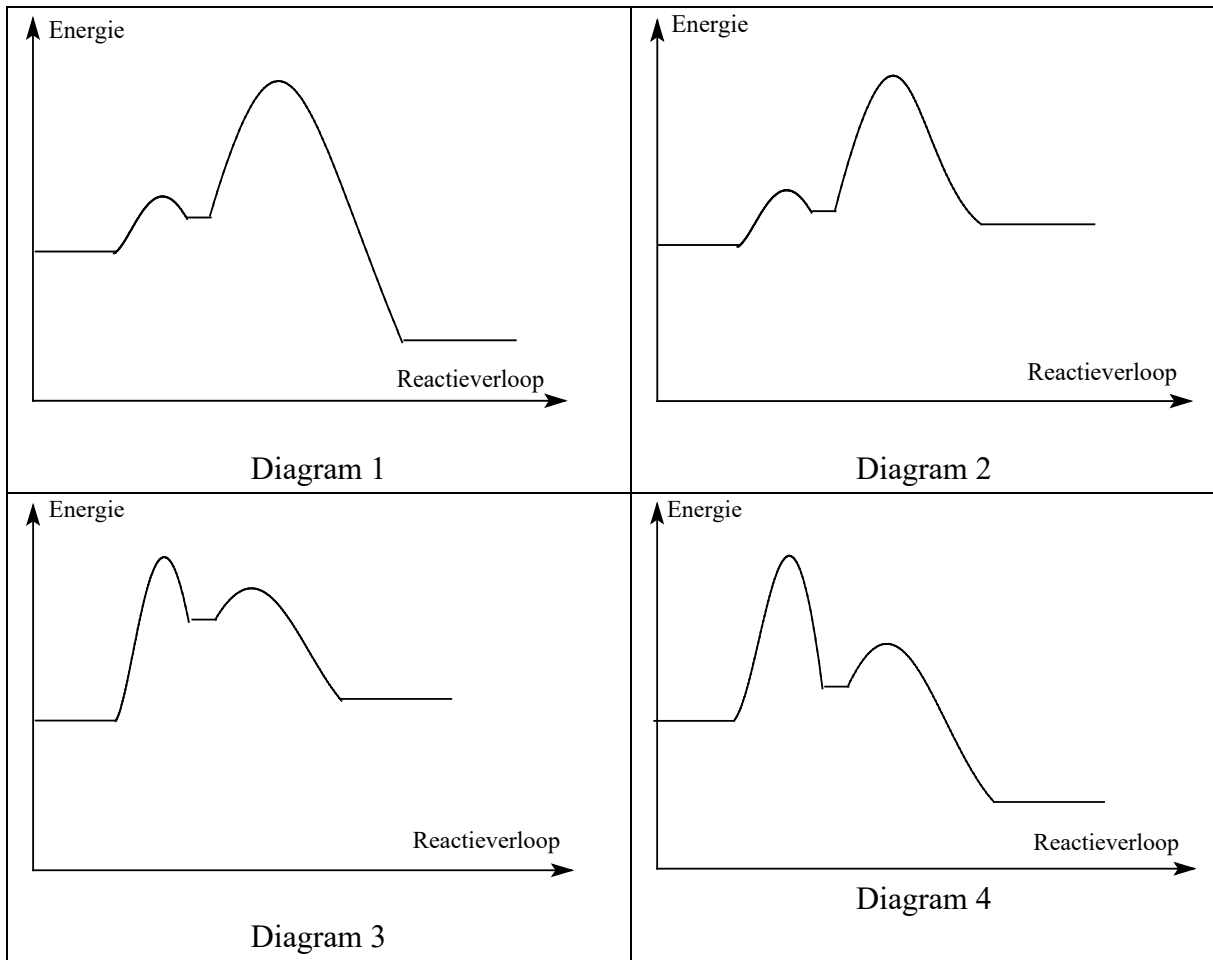
- 12 Dichromaationen worden gereduceerd door chloride-ionen volgens de reactievergelijking



Hoe verandert de concentratie van Cr³⁺_(aq)-ionen op het ogenblik dat de concentratie van Cl⁻_(aq) daalt met een snelheid van 0,37 mol L⁻¹ min⁻¹?

- A De [Cr³⁺_(aq)] stijgt met een snelheid van 0,12 mol L⁻¹ min⁻¹.
- B De [Cr³⁺_(aq)] stijgt met een snelheid van 1,11 mol L⁻¹ min⁻¹.
- C De [Cr³⁺_(aq)] daalt met een snelheid van 0,12 mol L⁻¹ min⁻¹.
- D De [Cr³⁺_(aq)] daalt met een snelheid van 1,11 mol L⁻¹ min⁻¹.

- 13 Welk van onderstaande energiediagrammen is in overeenstemming met een exotherme tweestapsreactie waarvan de tweede stap de trage snelheidsbepalende stap is?



- A Diagram 1
 B Diagram 2
 C Diagram 3
 D Diagram 4
- 14 In een afgesloten reactievat met constant volume van 1,00 L bevindt zich een gasmengsel bestaande uit 1,00 mol $\text{Cl}_2(\text{g})$, 1,00 mol $\text{CO}(\text{g})$ en 1,00 mol $\text{COCl}_2(\text{g})$.

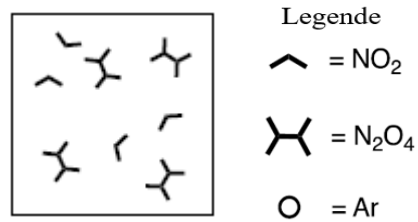
Het evenwicht $\text{CO}(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{COCl}_2(\text{g})$ heeft zich ingesteld.

Aan dit evenwichtsmengsel wordt 0,100 mol $\text{CO}(\text{g})$, 0,100 mol $\text{Cl}_2(\text{g})$ en 0,100 mol $\text{COCl}_2(\text{g})$ toegevoegd terwijl de temperatuur constant blijft.

Welke uitspraak in verband met het evenwicht in het reactievat is correct?

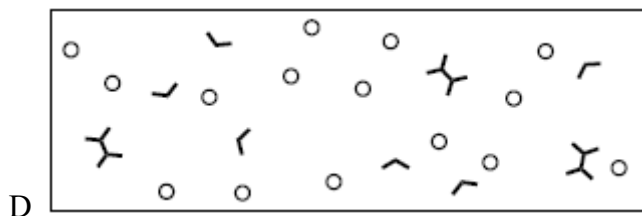
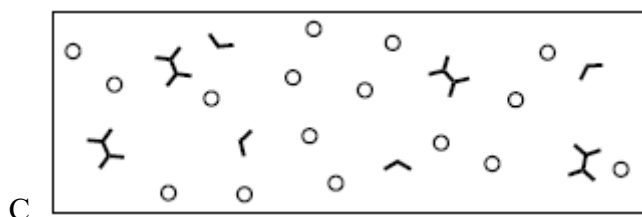
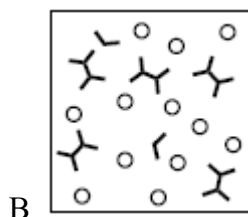
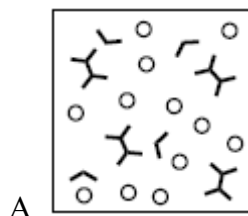
- A Het evenwicht verschuift niet omdat er van elk gas eenzelfde hoeveelheid wordt toegevoegd.
 B Het evenwicht verschuift niet omdat de temperatuur in het reactievat constant blijft.
 C Het evenwicht verschuift naar links.
 D Het evenwicht verschuift naar rechts.

- 15 Hieronder wordt een reactievat met een evenwichtsmengsel van NO_2 (g) en N_2O_4 (g) bij een bepaalde temperatuur en een totale druk van 1000 hPa voorgesteld.



Op een bepaald moment wordt een hoeveelheid argongas toegevoegd aan het reactievat. Hierbij blijven de temperatuur en de totale druk constant.

Welke voorstelling stelt het best het systeem bij evenwicht voor na die toevoeging van argongas?



- 16 De formule van wit koper(II)sulfaat is CuSO_4 , die van blauw koper(II) sulfaat is $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$.
Bij het oplossen van 1,00 mol wit koper(II)sulfaat komt 67 kJ aan warmte vrij, maar bij het oplossen van 1,00 mol blauw koper(II)sulfaat wordt 11 kJ aan warmte uit de omgeving opgenomen.
Ook de omzetting van wit koper(II)sulfaat in blauw koper(II)sulfaat gaat gepaard met een merkbaar warmte-effect.

Hoeveel bedraagt ΔH bij de omzetting van 1,00 mol wit koper(II)sulfaat met net voldoende water in 1,00 mol blauw koper(II)sulfaat?

- A -78 kJ
B -56 kJ
C +56 kJ
D +78 kJ
- 17 Bij volledige verbranding van 16,0 g CS_2 komt 184 kJ vrij. De vormingsenthalpieën van SO_2 en CO_2 bedragen respectievelijk -297 kJ mol^{-1} en -394 kJ mol^{-1} .

Wat is de vormingsenthalpie van CS_2 ?

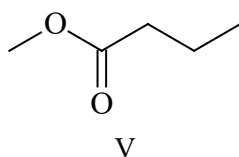
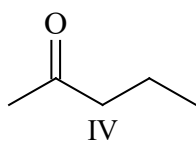
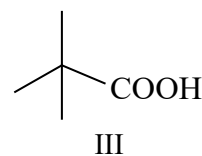
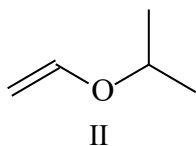
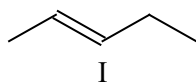
- A -112 kJ mol^{-1}
B $-1864 \text{ kJ mol}^{-1}$
C -603 kJ mol^{-1}
D $-1172 \text{ kJ mol}^{-1}$
- 18 Vetzuren zijn onvertakte ketenvormige carbonzuren met een even aantal koolstofatomen. Arachidonzuur ($\text{C}_{20}\text{H}_{32}\text{O}_2$) is een vetzuur dat onverzadigd is door de aanwezigheid van meerdere dubbele koolstof-koolstofbindingen.

Wat is het totaal aantal dubbele koolstof-koolstofbindingen in arachidonzuur?

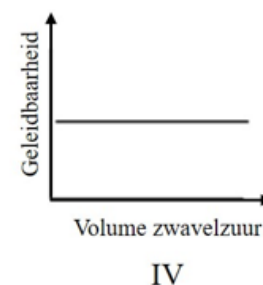
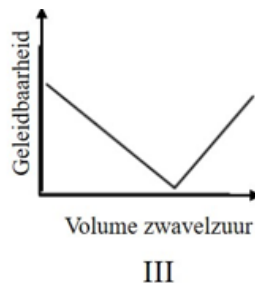
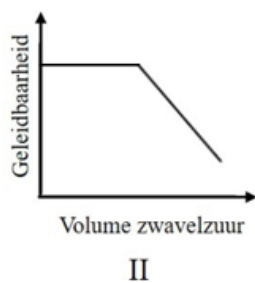
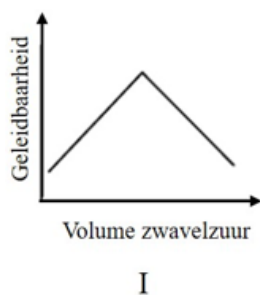
- A 3
B 4
C 5
D 6

- 19 Een organische stof bevat vijf koolstofatomen per molecule. Eén mol van die stof reageert bij volledige verbranding met 7 mol zuurstofgas met vorming van gelijke (mol)hoeveelheden koolstofdioxide en water.

Welke van onderstaande moleculen zijn hiermee in overeenstemming?



- A Enkel I, II en IV
 B Enkel III en V
 C Enkel I en II
 D Enkel II en IV
- 20 Welke grafiek toont het best de verandering in geleidbaarheid die optreedt wanneer een 0,10 mol L⁻¹ bariumhydroxide-oplossing getitreerd wordt met een 0,10 mol L⁻¹ zwavelzuuroplossing?



- A Grafiek I
 B Grafiek II
 C Grafiek III
 D Grafiek IV
- 21 Welke van volgende oplossingen heeft bij 25 °C de hoogste concentratie (mol L⁻¹)?
- A Een NH₃-oplossing met pH = 11,00
 B Een HCOOH-oplossing met pH = 3,00
 C Een HCl-oplossing met pH = 3,00
 D Een NaOH-oplossing met pH = 11,00

22 Gegeven de niet-uitgebalanceerde ontledingsreactie van salpeterigzuur:



Hoeveel mol NO-gas kunnen zo maximaal ontstaan uit 0,50 mol salpeterigzuur?

- A 0,10
- B 0,17
- C 0,33
- D 0,75

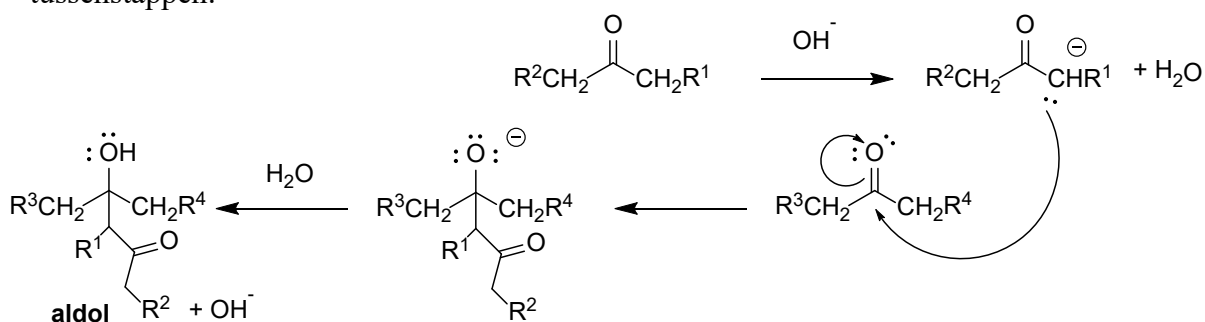
23 Gegeven zijn 5 uitspraken over de reactie van een bepaald zuur met koperkrullen.

- I. Bij de reactie met geconcentreerd zwavelzuur ontstaat SO_2 .
- II. Bij de reactie met verdund zwavelzuur ontstaat H_2 .
- III. Bij de reactie met geconcentreerd salpeterzuur ontstaat NO_2 .
- IV. Bij de reactie met verdund salpeterzuur ontstaat NO .
- V. Er gebeurt geen reactie met zoutzuur.

Welke uitspraak/uitspraken is/zijn NIET juist?

- A II én III
- B Enkel II
- C Enkel V
- D I én IV

24 Ketonen kunnen onder invloed van een base de zogenaamde aldoladditie aangaan. Twee ketonmoleculen reageren hierbij tot een aldol volgens onderstaande opeenvolging van tussenstappen:



Hoeveel verschillende aldolen kunnen ontstaan als moleculen butanon onderling aldoladditie ondergaan? Laat stereo-isomeren buiten beschouwing.

- A 1
- B 2
- C 3
- D 4

- 25 In onderstaande tabel staat een aantal pH-indicatoren met hun kleuromslaggebied en bijhorende kleurverandering. In het omslaggebied heeft de indicator een mengkleur.

Indicator	Kleur bij pH onder het omslaggebied	Omslaggebied bij 25 °C	Kleur bij pH boven het omslaggebied
Methylrood	Rood	4,4 – 6,2	Geel
Broomthymolblauw	Geel	6,0 – 7,6	Blauw
Fenolrood	Geel	6,4 – 8,0	Rood
Neutraalrood	Rood	6,8 – 8,0	Geel

Mattias bepaalt met methylrood, broomthymolblauw en neutraalrood telkens opnieuw zo nauwkeurig mogelijk de pH van een oplossing:

- methylrood kleurt de oplossing geel;
- broomthymolblauw kleurt de oplossing groen;
- neutraalrood kleurt de oplossing oranje.

Tenslotte voegt hij fenolrood toe aan de oorspronkelijke oplossing.

Welke bewering over de pH van de oplossing is juist én welke kleur heeft fenolrood zeker in deze oplossing?

- A $\text{pH} < 6,0$ en fenolrood kleurt geel.
- B $6,0 < \text{pH} < 8,0$ en fenolrood kleurt oranje.
- C $\text{pH} < 6,8$ en fenolrood kleurt geel.
- D $6,8 < \text{pH} < 7,6$ en fenolrood kleurt oranje.