

37ste Vlaamse Chemieolympiade 2019-2020

2de ronde 19 februari 2020

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 aangerekte 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 score 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



Vlaamse
overheid



Dicht bij
Wetenschap



STEM



innoviris
brussels



Covalent

Bronzen sponsors

EOS ** Nationaal Geografisch Instituut ** Pelckmans ** NewScientist ** Plantyn

Zilveren sponsors



van in



SOLVAY



WETENSCHAP
IN BEELD



Interrail



Pearson



BASF



TEXAS
INSTRUMENTS



museum



TECHNOPSIS



PEARSON



SOLVAY



WETENSCHAP
IN BEELD



Interrail



Pearson



BASF



TEXAS
INSTRUMENTS



museum



TECHNOPSIS

Onderwijsinstellingen: UAntwerpen, Howest Brugge, VUB, UGent, UHasselt, KU Leuven Kulak, KU Leuven en Thomas More Mechelen

Verenigingen: BNV, KVVCV, VLA, VOB en VeLeWe

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 IA, beperkter voor groep IIA	andere groepen

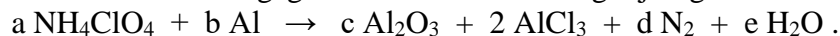
Zuur- en baseconstanten (bij $T = 298 \text{ K}$)

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

Meerkeuzevragen

- 1 Aluminium is een mogelijke brandstof in een vastebrandstofmotor. Als oxidator kan ammoniumperchloraat worden gebruikt.

De reactie wordt weergegeven met de reactievergelijking



Welke waarde heeft coëfficiënt b?

- A 6
 B 8
 C 10
 D 12
- 2 Hieronder worden vijf elektronenconfiguraties voorgesteld.

Elektronen- configuratie	1s	2s	2p	3s	3p
I	↑↓	↑↓	↑↓ ↑ ↑		
II	↑	↑↓	↑ ↑ ↑	↑	
III	↑↓	↑↓	↓ ↑↓ ↓		
IV	↑	↓	↑ ↓ ↑	↑↓	↑
V	↑↓	↑↓	↑ ↑ ↑↓		

Welke elektronenconfiguraties zijn toegelaten grondtoestanden van een zuurstofatoom?

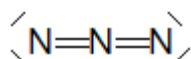
- A Enkel I
 B I en V
 C I, III en V
 D Alle vijf
- 3 Een zuivere stof bevat 60 m% A en 40 m% B waarbij A en B chemische elementen voorstellen. De atoommassa van A is driemaal groter dan deze van B.

$$x = \frac{\text{aantal atomen A}}{\text{aantal atomen B}}$$

In welke verhouding x komen de elementen A en B voor in deze zuivere stof?

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

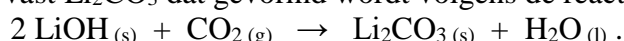
- 4 Wat is de brutoformule van het deeltje (molecule of ion) waarvan de lewisformule (zonder de eventuele formele ladingen) hieronder staat afgebeeld?



- A N_3^+
B N_3
C N_3^-
D N_3^{2-}
- 5 Gegeven de stoffen butaan, propaan, methylpropaan en propanon.
Wat is een correcte rangschikking van laag naar hoog kookpunt van deze 4 stoffen?
- A Butaan, methylpropaan, propaan, propanon
B Propaan, methylpropaan, butaan, propanon
C Methylpropaan, butaan, propaan, propanon
D Methylpropaan, propaan, propanon, butaan
- 6 Hünigbase is een monobasisch amine dat 74,34 m% C, 14,82 m% H en 10,84 m% N bevat.

Hoeveel H-atomen bevat één molecule hünigbase?

- A 8
B 14
C 15
D 19
- 7 De bepaling van het CO_2 -gehalte in de lucht kan gebeuren door de lucht door een filterbus met LiOH te sturen. Daarbij reageert het CO_2 met LiOH en wordt het ontstane water geabsorbeerd door het vast Li_2CO_3 dat gevormd wordt volgens de reactie



Tijdens zo'n meting werd 50,0 L lucht – afwijkend in samenstelling van normale omgevingslucht – door de filterbus gestuurd bij 25 °C en 110 kPa. De massa van de filterbus met haar inhoud nam daarbij toe met 0,782 g.

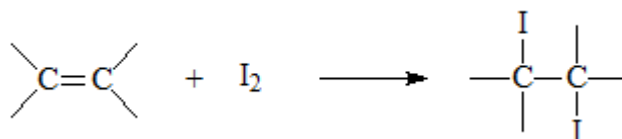
Hoeveel bedroeg het CO_2 -gehalte van die lucht?

- A 0,040 V%
B 0,080 V%
C 0,40 V%
D 0,80 V%

8 Tot welk volume moet 10,0 mL HCl-oplossing (35,0 m% , $\rho = 1,18 \text{ g.cm}^{-3}$) met water worden aangelengd om een oplossing met $c = 1,00 \text{ mol.L}^{-1}$ te bekomen?

- A 11,3 mL
- B 41,3 mL
- C 113 mL
- D 413 mL

9 Dijood wordt volgens onderstaande reactie geaddeerd aan dubbele koolstof-koolstofbindingen die ook in onverzadigde vetzuren voorkomen. Hierdoor wordt een onverzadigde verbinding omgezet in een verzadigde:



Hoeveel dubbele koolstof-koolstofbindingen bevat een molecule van arachidonzuur ($M = 304,5 \text{ g.mol}^{-1}$) als 0,417 g dijood nodig zijn om 0,125 g van dit vetzuur te verzadigen?

- A 2
- B 3
- C 4
- D 8

10 50,0 mL ammoniakgas en 60,0 mL zuurstofgas reageren bij een bepaalde temperatuur en druk volgens de reactie $4 \text{ NH}_3(\text{g}) + 5 \text{ O}_2(\text{g}) \rightarrow 4 \text{ NO}(\text{g}) + 6 \text{ H}_2\text{O}(\text{g})$.

Welk volume waterdamp, gemeten bij dezelfde temperatuur en druk, zal hierdoor ontstaan?

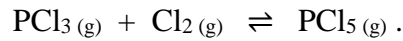
- A 33,3 mL
- B 50,0 mL
- C 72,0 mL
- D 75,0 mL

11 Gegeven de reactie $2 \text{ ICl}(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{ HCl}(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g})$. De snelheidsconstante k voor deze reactie is $1,63 \cdot 10^{-6} \text{ mol}^{-1} \cdot \text{L} \cdot \text{s}^{-1}$.

Wat is de orde van deze reactie?

- A 0
- B 1
- C 2
- D 3

- 12 In een afgesloten ruimte worden bij 500 K 1,0 mol $\text{PCl}_3(\text{g})$ en 1,0 mol $\text{Cl}_2(\text{g})$ gebracht. Daarna stelt volgend evenwicht zich in:

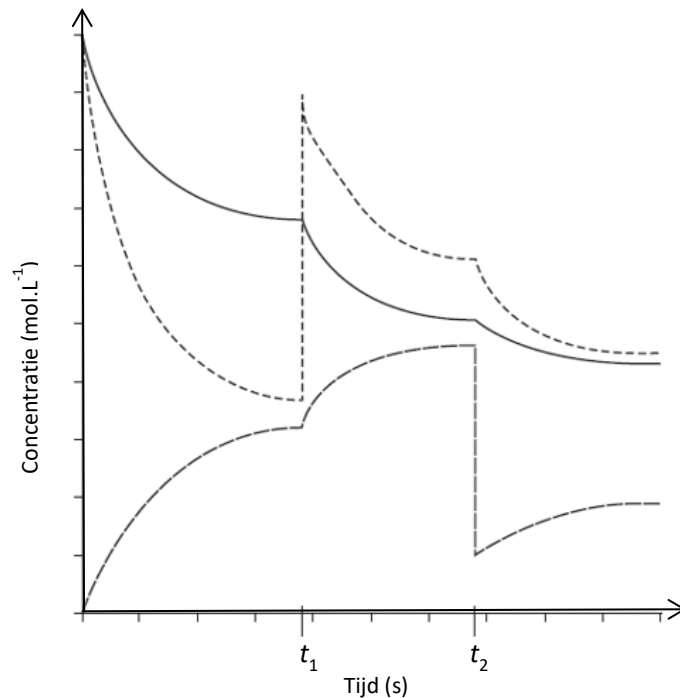


Vervolgens wordt het evenwichtsmengsel isotherm samengedrukt tot de helft van het oorspronkelijk volume.

Hoe veranderen door deze samendrukking de concentratie van Cl_2 en de hoeveelheid Cl_2 ?

	$[\text{Cl}_2]$	$n(\text{Cl}_2)$
A	neemt toe	neemt toe
B	neemt toe	neemt af
C	neemt af	neemt toe
D	neemt af	neemt af

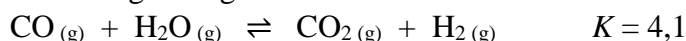
- 13 De grafiek toont de concentraties van de stoffen CO , H_2 en CH_3OH in functie van de tijd voor het evenwichtssysteem $\text{CO}(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}(\text{g})$.



Wat is er gebeurd op de momenten t_1 en t_2 ?

	Moment t_1	Moment t_2
A	H_2 toegevoegd	CH_3OH verwijderd
B	CO toegevoegd	CH_3OH verwijderd
C	H_2 toegevoegd	CO verwijderd
D	CO toegevoegd	CO en H_2 verwijderd

- 14 Door reactie van koolstofmonoxide met stoom ontstaat bij 800 K een mengsel van koolstofdioxide en waterstofgas volgens de evenwichtsreactie



In de tabel hieronder staan de waarden van de vormingsenthalpieën van stoffen betrokken in het evenwicht.

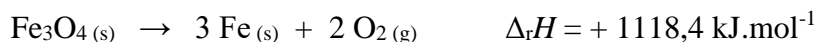
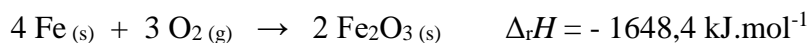
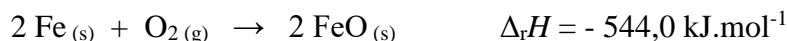
	$\Delta_f H^\circ$ (kJ.mol ⁻¹)
CO _(g)	-110,5
H ₂ O _(g)	-241,8
CO ₂ _(g)	-393,5

Wat gebeurt er als de reactie wordt uitgevoerd met dezelfde beginconcentraties van CO en H₂O maar bij een temperatuur van 1000 K in plaats van bij 800 K

- met de tijdsduur nodig om het evenwicht te bereiken?
- met de waarde van de evenwichtsconstante?

	Tijdsduur	Evenwichtsconstante
A	wordt korter.	wordt groter.
B	wordt korter.	wordt kleiner.
C	wordt langer.	wordt groter.
D	wordt langer.	wordt kleiner.

- 15 Gegeven de reactie-enthalpieën $\Delta_r H$ voor de onderstaande reacties:

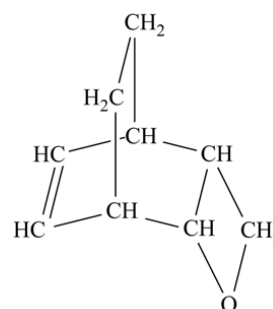


Wat is de reactie-enthalpie $\Delta_r H$ voor de reactie $\text{FeO}_{(s)} + \text{Fe}_2\text{O}_3_{(s)} \rightarrow \text{Fe}_3\text{O}_4_{(s)}$?

- A - 1074,0 kJ.mol⁻¹
 B - 22,2 kJ.mol⁻¹
 C + 249,8 kJ.mol⁻¹
 D + 2214,6 kJ.mol⁻¹

- 16 Hoeveel asymmetrische koolstofatomen bevat de hiernaast afgebeelde molecule?

- A 2
 B 4
 C 5
 D 6



17 Wat is het hoogste aantal atomen dat in een molecule propyn in éénzelfde vlak ligt?

- A 3
- B 4
- C 5
- D 6

18 Welke van de onderstaande basen heeft een geconjugeerd zuur dat zwakker is dan een zuur met een $pK_z = 6,23$?

	Base 1	Base 2	Base 3
pK_b	3,12	10,13	7,89

- A Enkel base 1
- B Enkel base 2
- C Enkel basen 1 en 3
- D Enkel basen 2 en 3

19 Van welk zout heeft een waterige oplossing een $pH < 7$?

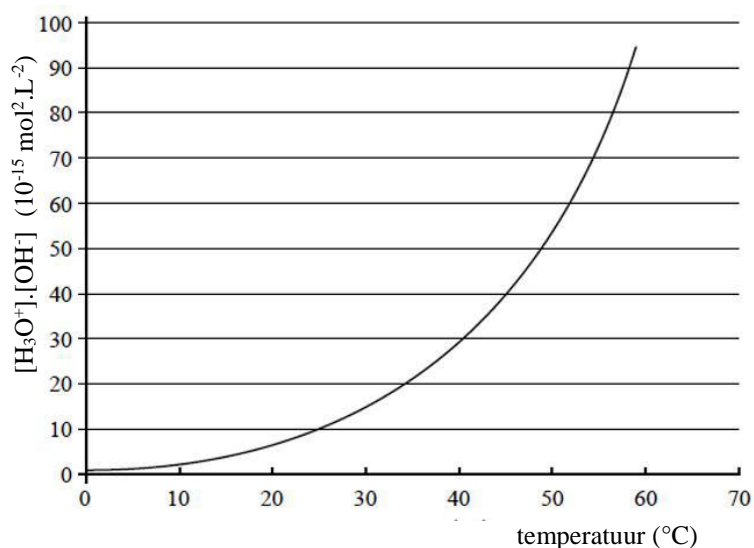
- A CH_3COOK
- B $Fe(NO_3)_3$
- C Na_3PO_4
- D K_2S

20 Een hydroxyalkaanzuur is een verzadigd carbonzuur waarin er naast een carboxylgroep ook nog een hydroxylgroep voorkomt.

Wat is de algemene formule van de hydroxyalkaanzuren?

- A $C_nH_{2n}O_3$
- B $C_nH_{2n+1}O_3$
- C $C_{n+1}H_{3n}O_3$
- D $C_nH_{2n-1}O_3$

- 21 De waarde van het product van $[\text{H}_3\text{O}^+]$ en $[\text{OH}^-]$ in zuiver water is afhankelijk van de temperatuur.
In onderstaande grafiek wordt de waarde van dat product weergegeven in functie van de temperatuur.



Welke van onderstaande beweringen zijn correct wat betreft het effect van een temperatuurstijging op de pH en op het zuurkarakter van zuiver water?

- A De pH blijft gelijk en het water blijft neutraal.
 - B De pH daalt en het water blijft neutraal.
 - C De pH daalt en het water wordt zuur.
 - D De pH stijgt en het water blijft neutraal.
- 22 Een eerste stap bij het roesten van ijzer is de vorming van Fe^{2+} -ionen door reactie met water. Daarna wordt er onder invloed van dizuurstof Fe_2O_3 gevormd.
Om ijzer tegen het roesten te beschermen kan het bedekt worden met een laagje van een ander metaal.

Welk metaal beschermt met zo'n laagje toch nog het best het ijzer tegen roestvorming wanneer dit ijzer blootgesteld wordt aan de lucht als gevolg van een kras doorheen het deklaagje?

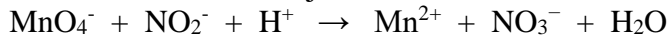
Spanningsreeks van metalen volgens dalend reducerend vermogen: Zn - Fe - Ni - Cu - Au.

- A Goud
- B Koper
- C Nikkel
- D Zink

23 Hoe verandert tijdens de omzetting van ethanol naar ethanal het oxidatiegetal van het koolstofatoom dat aan het zuurstofatoom is gebonden?

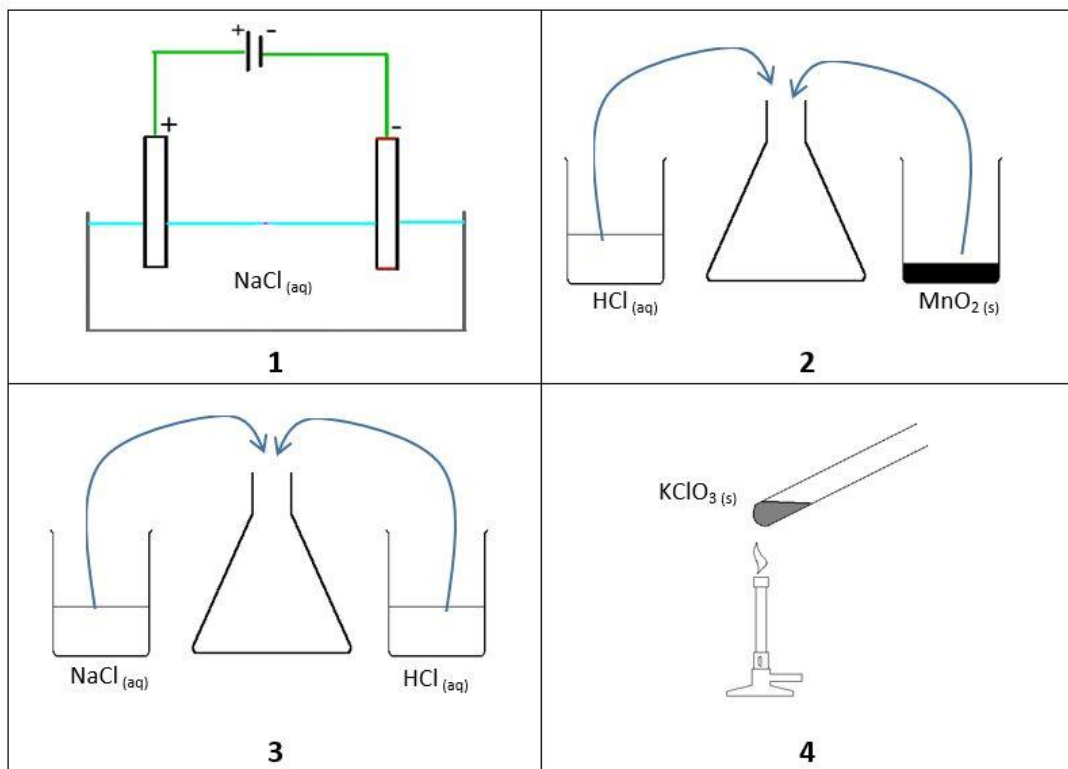
- A Van 0 naar +II
- B Van +I naar +III
- C Van -I naar +I
- D Van +I naar -I

24 Welke coëfficiënt hoort bij H^+ na uitbalanceren van onderstaande reactievergelijking?



- A 1
- B 6
- C 8
- D 16

25 Met welke hieronder afgebeelde methode(n) is het mogelijk om chloorgas te bereiden?



- A Met alle vier
- B Enkel met 1, 2 en 4
- C Enkel met 1 en 2
- D Enkel met 1