

36ste Vlaamse Chemieolympiade 2018-2019

2de ronde 27 februari 2019

Georganiseerd door het VCO-comité
in samenwerking met
de sectie 'Onderwijs & Opleidingen' van de Koninklijke Vlaamse Chemische Vereniging
en
UAntwerpen, UHasselt, UGent, VUB, KULeuven en KULeuven 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** voorgedrukt. 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.
- 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 punten. De open vragen staan in totaal op 50 punten.

Gouden sponsors



Bronzen sponsors

EOS ** Nationaal Geografisch Instituut ** NewScientist ** PONTOn ** Vlaams Instituut voor Biotechnologie

Zilveren sponsors



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

Verenigingen: BNV, KVCV, 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	
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

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 Syngas, een mengsel van CO en H₂, kan via het fischer-tropschproces katalytisch worden omgezet in een mengsel van alkanen en water.
Hexadecaan kan op deze wijze gevormd worden. Het wordt gebruikt als referentiebrandstof voor het bepalen van het cetaangetal van dieselbrandstof als maat voor zelfontbrandbaarheid.

Wat is de stoichiometrische molaire verhouding CO : H₂ in de fischer-tropschreactie waarin enkel hexadecaan en water gevormd worden?

- A 6 : 13
- B 16 : 33
- C 8 : 17
- D 16 : 25

- 2 In welke reeks staan de ionen gerangschikt volgens afnemende ionstraal?

- A N³⁻ > O²⁻ > F⁻ > Na⁺
- B N³⁻ > Na⁺ > O²⁻ > F⁻
- C Na⁺ > O²⁻ > N³⁻ > F⁻
- D O²⁻ > F⁻ > Na⁺ > N³⁻

- 3 Op onderstaand diagram worden vier mogelijke elektronenovergangen tussen energieniveaus binnen eenzelfde atoom weergegeven.

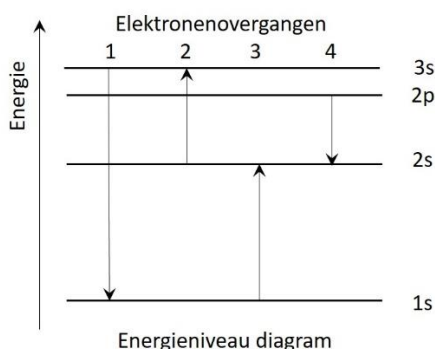
Energie van een foton: $E = h \cdot \frac{c}{\lambda}$.

c = voorplantingssnelheid van het licht.

λ = golflengte van het licht.

$h = 6,6 \cdot 10^{-34}$ J.s (constante van Planck).

Bij welke van deze overgangen is de golflengte van het geabsorbeerde licht het grootst?

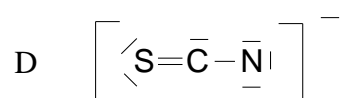
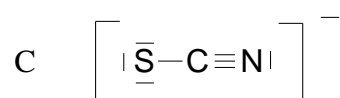
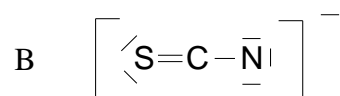
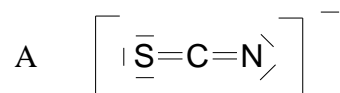


- A Overgang 1 (3s → 1s)
- B Overgang 2 (2s → 3s)
- C Overgang 3 (1s → 2s)
- D Overgang 4 (2p → 2s)

4 Welke molecuule bezit de kleinste hoek tussen de covalente bindingen?

- A HCN
- B SO₃
- C CCl₄
- D H₂O

5 Welke lewisformule is het meest waarschijnlijk voor het thiocynaation SCN⁻ ?



6 De massaprocenten van C, H en Cl in een verbinding zijn respectievelijk 52,2 % C, 3,8 % H en 44,0 % Cl.

Wat kan het aantal koolstofatomen zijn in één molecuule van deze verbinding?

- A 3
- B 4
- C 6
- D 7

7 Een organisch gas dat ooit als anestheticum werd gebruikt, heeft een dichtheid van 1,50 g.L⁻¹ bij 50,0 °C en 960 hPa.

Wat is de correcte formule van dat gas ?

- A C₄H₈
- B C₆H₁₂
- C C₃H₆
- D C₄H₆

- 8 Een oplossing van een binair zuur HX in water heeft een massaprocent van 2,62 %. De massadichtheid van deze oplossing bedraagt $1,10 \text{ g.mL}^{-1}$. Men lengt 10,0 mL van die oplossing aan met water tot 500 mL. De concentratie van de verdunde oplossing bedraagt $4,50 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$.

Welk element wordt voorgesteld door X?

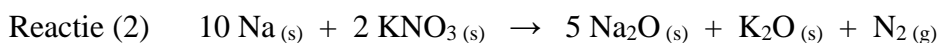
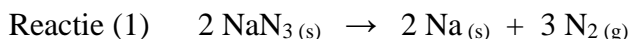
- A Fluor
- B Chloor
- C Broom
- D Jood

- 9 Drie bekers bevatten elk eenzelfde massa van één van volgende metalen Mg, Al en Zn. Door in elke beker een overmaat HCl-oplossing toe te voegen, ontstaat er telkens waterstofgas.

Hoe moeten de metalen worden gerangschikt volgens dalende hoeveelheid van het gevormde waterstofgas?

- A Al - Mg - Zn
- B Mg - Al - Zn
- C Al - Zn - Mg
- D Mg - Zn - Al

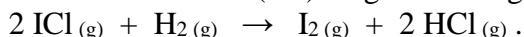
- 10 Airbags kunnen als gevolg van een hevige schok door stikstofgas opgeblazen worden. Dit gas wordt dan zeer snel gevormd door de thermische ontbinding van NaN_3 (natriumazide) en een verdere reactie van al het gevormde $\text{Na}_{(s)}$ met $\text{KNO}_3_{(s)}$.



Welke hoeveelheden NaN_3 en KNO_3 moeten voor deze reacties beschikbaar zijn opdat bij een hevige schok de airbag tot 50 L (bij 27°C en $1,6 \cdot 10^5 \text{ Pa}$) zou opgeblazen worden?

	$n(\text{NaN}_3)$	$n(\text{KNO}_3)$
A	2,0 mol	0,40 mol
B	2,0 mol	0,20 mol
C	1,0 mol	0,80 mol
D	1,0 mol	0,40 mol

11 Joodmonochloride (ICl) reageert in de gasfase met waterstofgas volgens de reactie



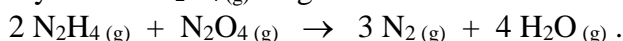
Bij een reactiesnelheidsonderzoek zijn de volgende resultaten verkregen:

Proef	[ICl] (mol.L ⁻¹)	[H ₂] (mol.L ⁻¹)	v (mol.L ⁻¹ .s ⁻¹)
1	0,10	0,10	0,030
2	0,30	0,050	0,045
3	0,10	0,020	0,0060

Welke snelheidsvergelijking kan hieruit worden afgeleid?

- A $v = k \cdot [\text{ICl}] \cdot [\text{H}_2]^{0,5}$
- B $v = k \cdot [\text{ICl}] \cdot [\text{H}_2]$
- C $v = k \cdot [\text{ICl}]^2 \cdot [\text{H}_2]^{0,5}$
- D $v = k \cdot [\text{ICl}]^2 \cdot [\text{H}_2]$

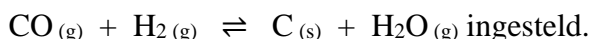
12 Hydrazine N₂H_{4(g)} reageert met distikstoftetraoxide N₂O_{4(g)} volgens de reactie



Als hydrazine wordt omgezet met een snelheid van 0,12 mol.L⁻¹.min⁻¹, met welke snelheid verandert dan de totale hoeveelheid van de vier gassen samen die betrokken zijn bij deze reactie?

- A 0,42 mol.L⁻¹.min⁻¹
- B 0,18 mol.L⁻¹.min⁻¹
- C 0,24 mol.L⁻¹.min⁻¹
- D 0,36 mol.L⁻¹.min⁻¹

13 In een reactievat met constant volume heeft zich bij 1000 °C het evenwicht



Wanneer de temperatuur op 1500 °C gebracht wordt, ontstaat een nieuw evenwicht met een kleinere hoeveelheid CO.

Hieruit worden twee conclusies getrokken:

- 1 $K_{1500 \text{ °C}} < K_{1000 \text{ °C}}$;
- 2 De reactie naar rechts is endotherm.

Welke conclusie(s) is/zijn correct?

- A Allebei
- B Enkel 1
- C Enkel 2
- D Geen van beide

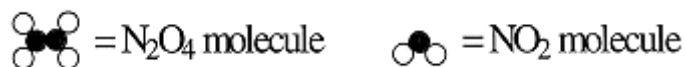
14 Bij oplossen van een weinig dibroom in water ontstaat een roodbruine oplossing waarin het evenwicht $\text{Br}_2(\text{aq}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{Br}^-(\text{aq}) + \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) + \text{HBrO}(\text{aq})$ zich instelt.

Welke stof doet bij toevoeging aan deze oplossing de hoeveelheid dibroom afnemen?

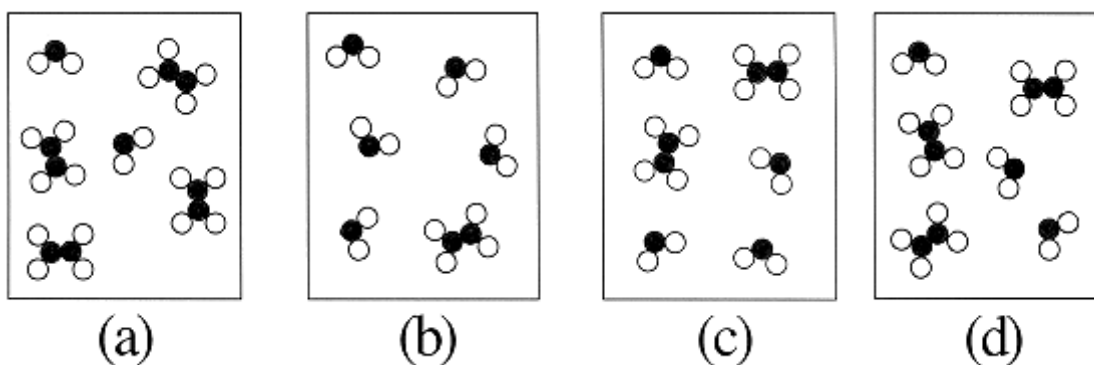
- A Br_2
- B HCl
- C KBr
- D NaOH

15 Voor het evenwicht $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NO}_2(\text{g})$ is in bepaalde omstandigheden de evenwichtsconstante $K_c = 8$.

De moleculen worden voorgesteld zoals in de tekeningen



Welke van de onderstaande afbeeldingen stelt een klein gedeelte van het evenwichtssysteem voor?



- A (a)
- B (b)
- C (c)
- D (d)

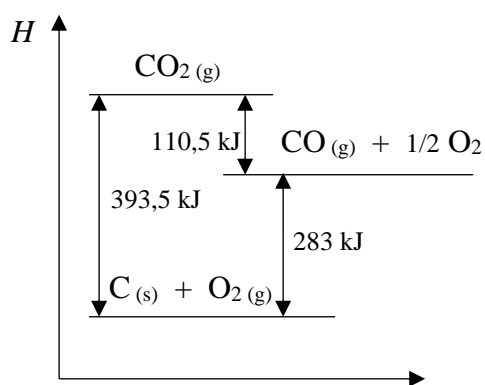
16 Tot welke stofklasse kan de organische stof met brutoformule $\text{C}_6\text{H}_{14}\text{O}$ behoren?

- A Alcoholen
- B Ketonen
- C Esters
- D Aldehyden

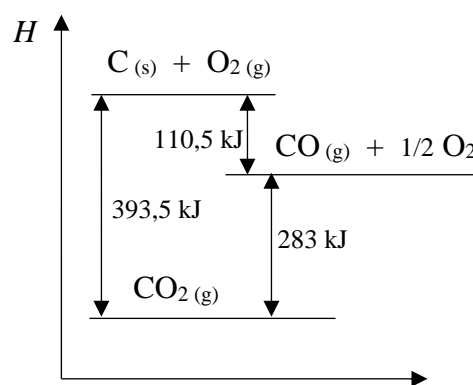
17 In de onderstaande tabel zijn de vormingsenthalpieën van $\text{CO}_2(\text{g})$ en $\text{CO}(\text{g})$ gegeven:

	vormingsenthalpie
$\text{CO}_2(\text{g})$	-393,5 kJ/mol
$\text{CO}(\text{g})$	-110,5 kJ/mol

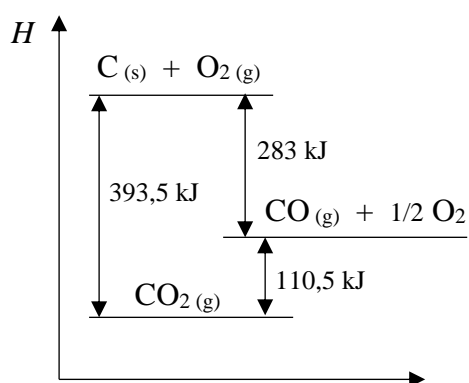
In welk diagram zijn de enthalpieverschillen correct weergegeven?



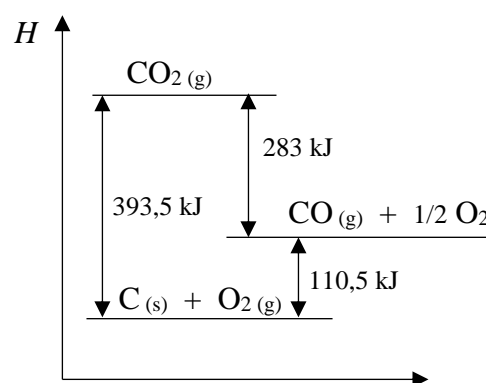
A



B



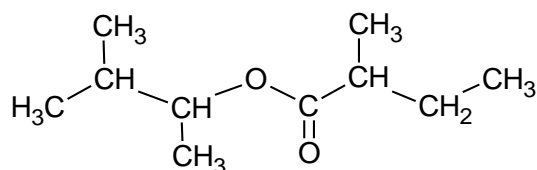
C



D

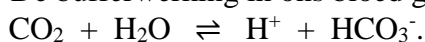
- A In diagram A
- B In diagram B
- C In diagram C
- D In diagram D

18 Uit welke twee stoffen kan onderstaand ester zijn ontstaan door afsplitsing van water?



- A 2-Methylbutaanzuur en pentaan-2-ol
- B 3-Methylpropaan-2-ol en 2-methylpropaanzuur
- C 2-Methylpropaanzuur en 3-methylbutaan-2-ol
- D 3-Methylbutaan-2-ol en 2-methylbutaanzuur

19 De bufferwerking in ons bloed gebeurt o.a. door de reactie



De concentratie van HCO_3^- in ons bloed is vrij constant.

De concentratie van CO_2 kan daarentegen wel variëren, vooral als gevolg van in- en uitademen van lucht. Ingeademde lucht bevat immers minder CO_2 dan uitgeademde lucht.

In dit verband worden volgende beweringen gedaan:

- 1 Het waterstofcarbonaation speelt in deze buffer de rol van het zwak zuur;
- 2 Door sneller in en uit te ademen kan de pH van ons bloed stijgen;
- 3 Als de CO_2 -concentratie in het bloed stijgt, dan zal de concentratie van HCO_3^- dalen.

Welk van die beweringen is correct?

- A Alle drie
- B Enkel 1 en 3
- C Enkel 1 en 2
- D Enkel 2

20 Van welk zout heeft een waterige oplossing een $\text{pH} > 7$?

- A CH_3COOK
- B $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$
- C NaHSO_4
- D NH_4Cl

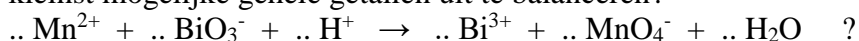
21 Een waterige oplossing met een volume van 2,6 L bevat 0,60 mol CH_3COOH en 0,20 mol CH_3COONa .

Men voegt 0,30 L KOH $2,0 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ toe aan die oplossing.

Welke pH-stijging mag worden verwacht?

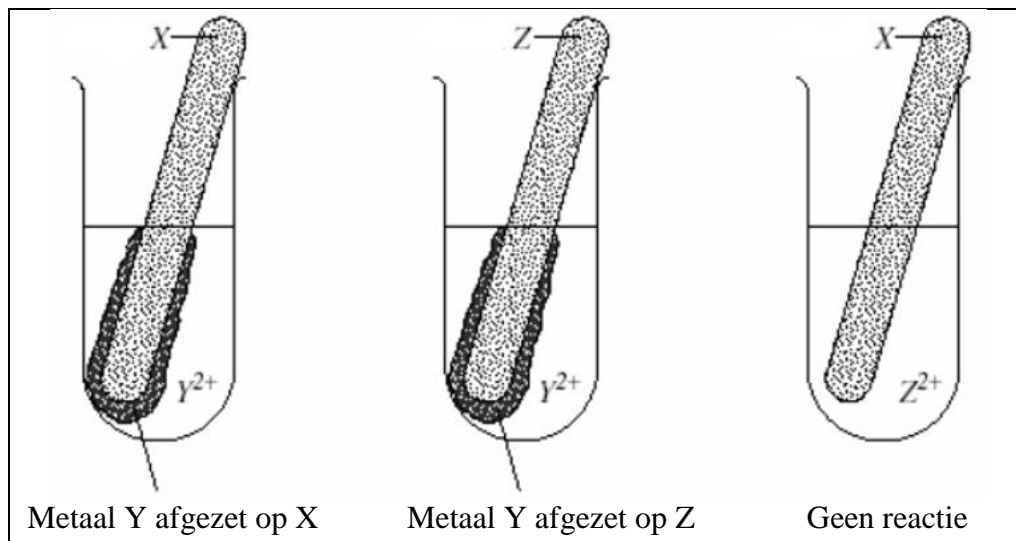
- A 9,1
- B 5,9
- C 4,8
- D 3,7

22 Welke coëfficiënt moet voor H^+ geschreven worden om de redoxreactievergelijking met de kleinst mogelijke gehele getallen uit te balanceren?



- A 3
- B 4
- C 7
- D 14

23 In het onderzoek naar de reductorsterkte van de metalen X, Y en Z brengt een leerling een van de metalen in een oplossing van ionen van een ander metaal. De waarnemingen staan afgebeeld in onderstaande figuur.



Welke rangschikking voor de reductorsterkte van deze metalen geldt op basis van deze waarnemingen?

- A $X > Z > Y$
- B $Y > X > Z$
- C $Z > Y > X$
- D $Z > X > Y$

24 Het sulfide van element X is giftig en levert na oplossen in water een zure oplossing.

Welk element kan X zijn?

- A Koolstof
- B Kwik
- C Natrium
- D Waterstof

25 Het element röntgenium (Rg) werd in 1994 voor het eerst bereid in het Duitse stadje Darmstadt. De bereiding vond plaats door het beschieten van bismut (^{209}Bi) met versnelde nikkelkernen (^{64}Ni). Daarbij wordt per gevormd röntgeniumatoom 1 neutron uitgestoten.

Welke van onderstaande beweringen is juist?

- A Het gevormde röntgenium bevat 273 nucleonen.
- B Het element röntgenium bevat 272 protonen.
- C Een neutraal röntgeniumatoom bevat 110 elektronen.
- D Het gevormde röntgenium bevat 161 neutronen.