NATIONALE SCHEIKUNDEOLYMPIADE

**OPGAVEN VOORRONDE 2**

**(de week van)**

**woensdag 14 april 2010**

 ****

* **Deze voorronde bestaat uit 36 meerkeuzevragen verdeeld over 8 onderwerpen en 4 open vragen met in totaal 18 deelvragen en een antwoordblad voor de meerkeuzevragen**
* **Gebruik voor elke opgave (met open vragen) een apart antwoordvel, voorzien van naam**
* **De maximumscore voor dit werk bedraagt 108 punten**
* **De voorronde duurt maximaal 3 klokuren**
* **Benodigde hulpmiddelen: rekenapparaat en BINAS 5e druk**
* **Bij elke opgave is het aantal punten vermeld dat juiste antwoorden op de vragen oplevert**

1. Meerkeuzevragen (totaal 54 punten)

**normering: 1½ punt per juist antwoord (Vul bij elke vraag je antwoord(letter) op het antwoordblad in.)  
Let op: fout antwoord: −¼ pt; geen antwoord: 0 pt.**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | **Experiment** |
| 1 |  | Met welke van onderstaande stoffen kan koolstofdioxide het best geabsorbeerd worden? |
|  | **A** | HCl(aq) |
|  | **B** | KOH(s) |
|  | **C** | NaF(aq) |
|  | **D** | SiO2(s) |
|  |  |  |
| 2 |  | Men wil in een experiment de twee vaste stoffen NaOH en NH4NO3 onderscheiden. Welke van onderstaande waarnemingen geeft een juist resultaat van zo’n experiment? |
|  | **A** | NaOH geeft in de vlamtest een groene vlam, NH4NO3 een kleurloze. |
|  | **B** | NaOH is oplosbaar in H2O, maar NH4NO3 is dat niet. |
|  | **C** | NaOH(aq) kleurt lakmoes blauw en NH4NO3(aq) niet. |
|  | **D** | NaOH (aq) reageert met koper, maar NH4NO3(aq) niet . |
|  |  |  |
| 3 |  | Wat gebeurt er als je aan een 0,1 M Ag(NH3)2Cl oplossing een overmaat 6 M salpeterzuur toevoegt? |
|  | **A** | er ontwijkt ammoniakgas |
|  | **B** | er ontwijkt waterstofgas |
|  | **C** | er vormt zich een neerslag van zilver |
|  | **D** | er vormt zich een neerslag van zilverchloride |
|  |  |  |
| 4 |  | Hieronder staan vier paren 0,2 M zoutoplossingen. In welk geval ontstaat bij het samenvoegen van het paar zoutoplossingen een neerslag dat weer oplost bij toevoegen van 6 M salpeterzuur? |
|  | **A** | Al(NO3)3 en K2SO4 |
|  | **B** | Ba(NO3)2 en Na2CO3 |
|  | **C** | Cu(NO3)2 en NH4Cl |
|  | **D** | Pb(NO3)2 en NaBr |
|  |  |  |
|  |  | **Rekenen** |
| 5 |  | Een 0,500 molaal (mol kg−1) calciumnitraatoplossing heeft een dichtheid van 1,045 g mL−1. Wat is de molariteit van deze oplossing? |
|  | **A** | 0,478 M |
|  | **B** | 0,500 M |
|  | **C** | 0,523 M |
|  | **D** | 0,567 M |
|  |  |  |
| 6 |  | Een verbinding met de formule X2O5 bevat 34,8 massa% zuurstof. Element X is: |
|  | **A** | arseen |
|  | **B** | bismut |
|  | **C** | fosfor |
|  | **D** | mangaan |
|  |  |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 7 |  | Hoeveel g Ba3(PO4)2 kan er maximaal gevormd worden uit 0,00240 mol Ba(NO3)2 en  0,131 g Na3PO4? |
|  | **A** | 0,240 |
|  | **B** | 0,480 |
|  | **C** | 1,44 |
|  | **D** | 7,22 |
|  |  |  |
|  |  | **Fysische Chemie** |
| 8 |  | Welk traject in het temperatuurverloop tijdens gelijkmatig opwarmen (diagram links) komt overeen met de verandering die in het fasediagram (rechts) met de pijl aangegeven is? |
|  | **A** | a |
|  | **B** | b |
|  | **C** | c |
|  | **D** | d |
|  |  |  |
| 9 |  | Wat is de molaire massa van een gas met een dichtheid van 5,66 g L−1 (35 °C; 745 mm Hg)? Gebruik bij deze vraag o.a. Binas-tabellen 5, 7 en 35C3. |
|  | **A** | 127 g mol−1 |
|  | **B** | 141 g mol−1 |
|  | **C** | 143 g mol−1 |
|  | **D** | 146 g mol−1 |
|  |  |  |
| 10 |  | De kookpuntsverhoging van een oplossing is evenredig met het aantal opgeloste deeltjes. In welk van onderstaande rijtjes zijn de 0,1 M oplossingen gerangschikt naar toenemend kookpunt? |
|  | **A** | Al(NO3)3, Mg(NO3)2, (NH2)2CO, NaNO3 |
|  | **B** | Mg(NO3)2, (NH2)2CO, NaNO3, Al(NO3)3 |
|  | **C** | (NH2)2CO, NaNO3, Mg(NO3)2, Al(NO3)3 |
|  | **D** | NaNO3, Mg(NO3)2, Al(NO3)3, (NH2)2CO |
|  |  |  |
|  |  | **Thermo** |
| 11 |  | Met behulp van gegevens uit de Binas-tabellen 56 en 57 A en 57 B is de vormingsenthalpie van melkzuur (C3H6O3(s)) te berekenen. De uitkomst is: |
|  | **A** | −6,75⋅105 J mol−1 |
|  | **B** | −5,43⋅105 J mol−1 |
|  | **C** | −3,16⋅105 J mol−1 |
|  | **D** | + 5,43⋅105 J mol−1 |
|  | **E** | + 6,75⋅105 J mol−1 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 12 |  | Het kookpunt van diethylether is 34,6 °C. Welke van onderstaande (on)gelijkheden is waar voor de verdamping van diethylether bij 25,0 °C? (Het subscript verd betekent verdamping.) |
|  | **A** | *G*°verd > 0 |
|  | **B** | *H*°verd < 0 |
|  | **C** | *K*verd =1 |
|  | **D** | *S*°verd < 0 |
|  |  |  |
| 13 |  | Je kunt m.b.v. bindingsenergieën de waarde van de verbrandingsenthalpie van pentaan benaderen (bij standaardomstandigheden, dus herleid op 25 °C en *p* = *p*°). De beste benadering is (gebruik Binas-tabel 58): |
|  | **A** | −75⋅105 J mol−1 |
|  | **B** | −36⋅105 J mol−1 |
|  | **C** | −33⋅105 J mol−1 |
|  | **D** | −32⋅105 J mol−1 |
|  | **E** | + 42⋅105 J mol−1 |
|  |  |  |
| 14 |  | Bij welke van onderstaande reacties is de entropieverandering positief? |
|  | **A** | Ag+(aq) + Br−(aq) → AgBr(s) |
|  | **B** | 2 C2H6(g) + 3 O2(g) → 4 CO2(g) + 6 H2O(l) |
|  | **C** | 2 H2O2(l) → 2 H2O(l) + O2(g) |
|  | **D** | N2(g) + 2 H2(g) → N2H4(g) |
|  |  |  |
| 15 |  | Onder welke voorwaarde (I, II , III) is bij een reactie die bij constante druk wordt uitgevoerd de reactie-energie gelijk aan de reactie-enthalpie? I. constant aantal mol; II constante temperatuur; III constant volume |
|  | **A** | alleen I |
|  | **B** | alleen II |
|  | **C** | alleen III |
|  | **D** | alleen I en II |
|  |  |  |
|  |  | **Kinetiek** |
| 16 |  | Welke van onderstaande factoren heeft/hebben invloed op de reactiesnelheidsconstante? I. temperatuur II concentratie van de reactanten III. gebruik van een katalysator |
|  | **A** | alleen I |
|  | **B** | alleen II |
|  | **C** | alleen I en III |
|  | **D** | I, II en III |
|  |  |  |
| 17 |  | Van welke orde is reactie A → B waarvan hieronder een grafiek is gegeven? |
|  | **A** | nulde |
|  | **B** | eerste |
|  | **C** | tweede |
|  | **D** | derde |
| 18 |  | Reactie A → B is eerste orde in A. De reactiesnelheidsconstante is 2,08⋅10−2 s−1. Hoeveel seconden duurt het voor [A] veranderd is van 0,100 M tot 0,0450 M? |
|  | **A** | 0,0166 |
|  | **B** | 16,7 |
|  | **C** | 38,4 |
|  | **D** | 107 |
|  |  |  |
| 19 |  | Voor de reactie tussen de stoffen X en Y zijn de volgende gegevens verkregen:   |  |  |  | | --- | --- | --- | | X (M) | Y (M) | snelheid: [Z]/*t* (M min−1) | | 1,00 | 1,00 | 2,36⋅10−4 | | 2,00 | 2,00 | 1,89⋅10−3 | | 2,00 | 4,00 | 3,78⋅10−3 |   Welke van onderstaande snelheidsvergelijkingen is juist? |
|  | **A** | snelheid = *k*[X][Y] |
|  | **B** | snelheid = *k*[X][Y]2 |
|  | **C** | snelheid = *k*[X]2[Y] |
|  | **D** | snelheid = *k*[X]2[Y]2 |
|  |  |  |
| 20 |  | Een mogelijk mechanisme voor de omzetting in de stratosfeer van ozon in zuurstof is O3(g) ⇆ O2(g) + O(g) (snel evenwicht) O(g) + O3(g) → 2 O2(g) (langzaam) Welke van onderstaande snelheidsuitdrukkingen is in overeenstemming met het mechanisme? |
|  | **A** | snelheid = *k*[O3][Y] |
|  | **B** | snelheid = *k*[O3][O] |
|  | **C** | snelheid = *k*[O3]2 |
|  | **D** | snelheid = *k*[O3]2[O2]−1 |
|  |  |  |
|  |  | **Evenwichten** |
| 21 |  | In een 0,055 M oplossing van een zwak zuur is het zuur voor 5,5% geïoniseerd. De waarde van *K*z is: |
|  | **A** | 5,5⋅10−2 |
|  | **B** | 3,0⋅10−3 |
|  | **C** | 1,8⋅10−4 |
|  | **D** | 1,7⋅10−4 |
|  |  |  |
| 22 |  | Welke van onderstaande paren oplossingen vormt/vormen na menging een bufferoplossing? I. 100 mL 0,200 M HF en 200 mL 0,200 M NaF II. 200 mL 0,200 M HCl en 200 mL 0,400 M CH3COONa III. 300 mL 0,100 M CH3COOH en 100 mL 0,300 M CH3COONa |
|  | **A** | alleen I |
|  | **B** | alleen III |
|  | **C** | alleen II en III |
|  | **D** | I, II en III |
|  |  |  |
| 23 |  | Gegeven: de evenwichtsconstanten van de volgende reacties: HF(aq) + H2O(l) ⇆ H3O+(aq) + F−(aq) *K*z = 6,3⋅10−4 NH3(aq) + H2O(l) ⇆ NH4+(aq) + OH−(aq) *K*b = 1,8⋅10−5 H2O(l) ⇆ H3O+(aq) + OH−(aq) *K*w = 1,0⋅10−14 De waarde van de evenwichtsconstante van HF(aq) + NH3(aq) ⇆ NH4+(aq) + F−(aq) is: |
|  | **A** | 1,1⋅10−8 |
|  | **B** | 9,1⋅10−7 |
|  | **C** | 1,1⋅106 |
|  | **D** | 9,1⋅107 |
|  |  |  |
| 24 |  | Voor welke van onderstaande evenwichten is *Kp = Kc*? |
|  | **A** | 2 C(s) + O2(g) ⇆ 2 CO(g) |
|  | **B** | H2(g) + I2(g) ⇆ 2 HI(g) |
|  | **C** | 2 H2(g) + O2(g) ⇆ 2 H2O(g) |
|  | **D** | N2(g) + 3 H2(g) ⇆ 2 NH3(g) |
|  |  |  |
| 25 |  | *K*s van CaF2 is 1,5⋅10−11 bij 25 °C. Wat is de concentratie van de fluorideionen (mol L−1) in een verzadigde oplossing van CaF2 bij  25 °C? Ga er van uit dat de hoeveelheid fluoride die doorreageert in de reactie F− + H2O ⇆ HF + OH− te verwaarlozen is. De fluorideconcentratie is: |
|  | **A** | 1,6⋅10−4 |
|  | **B** | 2,5⋅10−4 |
|  | **C** | 3,1⋅10−4 |
|  | **D** | 5,0⋅10−4 |
|  |  |  |
|  |  | **Redox** |
| 26 |  | Als de reactievergelijking Cl− + ClO3− + H+ → Cl2 + H2O kloppend is, is de molverhouding Cl− / ClO3−: |
|  | **A** | 1 / 1 |
|  | **B** | 2 / 1 |
|  | **C** | 3 / 1 |
|  | **D** | 5 / 1 |
|  |  |  |
| 27 |  | Voor de reactie Fe(s) + 2 M+(aq) → Fe2+(aq) +2 M(s) is *V*° gelijk aan 0,93 V. De standaard elektrodepotentiaal (in V) voor de halfreactie M+ + e− ⇆ M is: |
|  | **A** | +0,49 |
|  | **B** | +0,69 |
|  | **C** | +0, 98 |
|  | **D** | −1,37 |
|  |  |  |
|  |  |  |
| 28 |  | Welk tweetal producten wordt gevormd bij elektrolyse van een magnesiumbromideoplossing? |
|  | **A** | H2 en Br2 |
|  | **B** | H2 en O2 |
|  | **C** | Mg en H2 |
|  | **D** | Mg en O2 |
|  |  |  |
|  |  | **Structuur** |
| 29 |  | Welke van onderstaande sets kwantumgetallen is NIET toegestaan?   |  |  |  | | --- | --- | --- | | *n* | *l* | *ml* | |
|  | **A** | |  |  |  | | --- | --- | --- | | 1 | 0 | 0 | |
|  | **B** | |  |  |  | | --- | --- | --- | | 2 | 2 | 1 | |
|  | **C** | |  |  |  | | --- | --- | --- | | 3 | 1 | 1 | |
|  | **D** | |  |  |  | | --- | --- | --- | | 4 | 3 | −3 | |
|  |  |  |
| 30 |  | Hoeveel ongepaarde elektronen heeft een Co2+ ion in de gasfase in zijn grondtoestand? |
|  | **A** | 2 |
|  | **B** | 3 |
|  | **C** | 4 |
|  | **D** | 5 |
|  |  |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 31 |  | Welk van onderstaande deeltjes heeft rond het centrale atoom dezelfde ruimtelijke omringing als SiF4? |
|  | **A** | SF4 |
|  | **B** | XeF4 |
|  | **C** | ClF4+ |
|  | **D** | BF4− |
|  |  |  |
| 32 |  | Welke van onderstaande deeltjes heeft/hebben een dipoolmoment? I. SF2 |
|  |  | II. SF4 |
|  |  | III. SF6 |
|  | **A** | alleen I |
|  | **B** | alleen III |
|  | **C** | alleen I en II |
|  | **D** | alleen II en III |
|  |  |  |
| 33 |  | Wat is de formele lading van het middelste atoom in de elektronenformule van ozon? |
|  | **A** | −2 |
|  | **B** | −1 |
|  | **C** | 0 |
|  | **D** | +1 |
|  |  |  |
| 34 |  | In welk van onderstaande rijtjes zijn de verbindingen gerangschikt naar toenemende C−O bindingslengte? |
|  | **A** | Na2CO3, HCOONa, CH3ONa |
|  | **B** | CH3ONa, HCOONa, Na2CO3 |
|  | **C** | HCOONa, Na2CO3, CH3ONa |
|  | **D** | Na2CO3, CH3ONa, HCOONa |
|  |  |  |
| 35 |  | Hoeveel onverzadigde verbindingen (dus geen ringstructuren) zijn er met de formule C4H8? |
|  | **A** | 1 |
|  | **B** | 2 |
|  | **C** | 3 |
|  | **D** | 4 |
|  |  |  |
| 36 |  | Welke methode voor het karakteriseren van organische verbindingen is gebaseerd op trillingen van de atomen in een molecuul? |
|  | **A** | IR-spectrometrie |
|  | **B** | NMR-spectrometrie |
|  | **C** | UV-Vis-spectrometrie |
|  | **D** | Röntgendiffractie |

# Open opgaven (totaal 54 punten)

1. Myrceen 10 pt

Myrceen is een terpeen dat geïsoleerd kan worden uit laurierbladeren. De formule van myrceen is C10H16. Het reageert met waterstof tot de verbinding C10H22. Ozonolyse[[1]](#footnote-1) van myrceen levert de onderstaande verbindingen op:



op grond van deze gegevens kunnen voor myrceen verschillende structuurformules worden opgesteld.

1. Geef alle structuurformules voor myrceen, die in overeenstemming zijn met deze gegevens. 4

Alle terpenen zijn opgebouwd uit bouwstenen isopreen (methyl-1,3-butadieen). Deze zogenoemde isopreenregel kan ook op myrceen worden toegepast. Zo kan uit deze structuurformules de meest waarschijnlijke structuurformule voor myrceen worden gekozen.

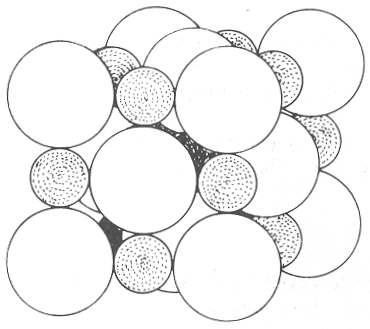
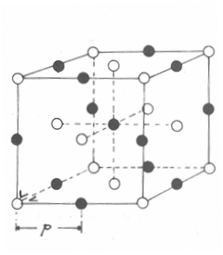
1. Leg met behulp van de isopreenregel uit, welke dat is. 3

Tijdens het ophelderen van de structuurformule van myrceen werd de verbinding dihydromyrceen (C10H18) geïsoleerd. Deze stof reageert, evenals myrceen, met waterstof tot de verbinding C10H22. Dihydromyrceen reageert met KMnO4 tot de volgende producten:



1. Leg met behulp van deze gegevens uit welke structuurformule dihydromyrceen heeft. 3
2. De eenheidscel 17 pt

Een kristal keukenzout kunnen we beschrijven als een regelmatige stapeling van Na+ ionen en   
Cl− ionen. In is de stapeling van dit ionrooster weergegeven. In zijn slechts de posities van de ionen in dit rooster aangegeven; de getekende lijnen dienen ter verduidelijking van de ruimtelijke structuur.

figuur figuur

Als we veronderstellen dat de ionen in dit rooster zich gedragen als harde bollen, dan kunnen we aan elke ionsoort een bepaalde straal *r* toekennen.  
Omdat positieve ionen en negatieve ionen elkaar raken, is  
 + = *p* (zie ).

Men kan *p* berekenen uit het volume van een mol keukenzout met behulp van *N*A, het getal van Avogadro.

1. Bereken het volume, alsmede de lengte van de ribbe van een kubusvormig kristal keukenzout dat 58,5 gram weegt. De soortelijke massa van natriumchloride bedraagt 2,17 gram cm−3. 2
2. Geef aan hoe je p kunt berekenen, uitgaande van je antwoord in . 5

Uit *p* kan echter  of  niet worden berekend. Om deze ionstralen toch te kunnen berekenen heeft men meer gegevens nodig: beschrijft ook het ionrooster van andere alkalihalogeniden; in onderstaande tabel is voor een aantal van deze zouten *p* vermeld, zoals die uit nauwkeuriger gegevens is berekend.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *p* in 10−8 cm | | | | | |
| LiF | 2,01 | LiCl | 2,57 | LiBr | 2,75 |
| NaF | 2,40 | NaCl | 2,82 | NaBr | 2,99 |
| KF | 2,69 | KCl | 3,15 | KBr | 3,30 |
| LiI | 3,17 | NaI | 3,24 | KI | 3,53 |

Berekent men de verschillen tussen de *p*-waarden van de natriumhalogeniden en de overeenkomstige kaliumhalogeniden, dan volgt daaruit dat de straal van het natriumion ongeveer 0,31⋅10−8cm kleiner is dan die van het kaliumion.

De straal voor een natriumion kan hieruit echter nog niet worden afgeleid.

Stellen we  = *x*⋅10−8 cm, dan kunnen  en  hierin worden uitgedrukt.

1. Druk  en  uit in x. 4

De verschillen tussen de *p*-waarden van de natriumhalogeniden en de overeenkomstige lithiumhalogeniden lopen sterk uiteen.

Als we aannemen dat ionen harde bollen zijn met een straal die niet afhankelijk is van de verbinding waarin ze voorkomen, moeten we voor een aantal lithiumverbindingen aannemen dat *p* groter is dan de som van de ionstralen.

We kunnen veronderstellen dat in bijvoorbeeld lithiumjodide de positieve ionen zoveel kleiner zijn dan de negatieve ionen, dat negatieve ionen elkaar raken.

1. Geef deze situatie weer in een tekening, analoog aan het voorvlak van figuur 1. Welk verband bestaat er dan tussen p en de straal van het negatieve ion? 2
2. Bereken en ook en 4
3. De koolzuurkringloop 14 pt

Diatomeeën zijn microscopisch kleine organismen, die in de oceanen voorkomen. Ze vormen een rijke voedselbron doordat zij via fotosynthese uit koolstofdioxide en water koolhydraten vormen:

6 CO2 + 6 H2O  C6H12O6 + 6 O2

Diatomeeën worden onder andere gegeten door ‘krill’, een verzamelnaam voor plankton en andere kleine, in zee levende organismen. Het krill is op zijn beurt weer voedsel voor de blauwe vinvis, een walvissoort. Er is 10 kg diatomeeën nodig voor de productie van 1,0 kg krill. Gedurende de eerste vijf jaar van zijn leven neemt de massa van een blauwe vinvis met 75 kg per dag toe door het eten van krill. Deze walvis eet tien maal deze massa aan krill per dag.  
Neem aan dat de massatoename van deze walvis in de eerste vijf jaar van zijn leven geheel valt toe te schrijven aan het eten van koolhydraten (C6H12O6).

1. Bereken met behulp van de algemene gaswet (Binas tabel 35C3 en tabel 7)  
   het aantal m3 CO2 (0 °C, 101 kPa) dat door diatomeeën wordt gebruikt om de koolhydraten te produceren die door een blauwe vinvis in de eerste vijf jaar van zijn leven worden verorberd. 5
2. Bereken het aantal m3 zeewater dat door diatomeeën verwerkt wordt om de hoeveelheid koolhydraten te produceren die een blauwe vinvis nodig heeft gedurende de eerste vijf jaar van zijn leven?  
   In 1,00 liter zeewater van 24 °C en 101 kPa is 0,23 mL CO2 opgelost. Neem aan dat diatomeeën al het CO2 uit het zeewater halen en dit CO2 volledig omzetten in koolhydraten. 2
3. Welke fractie van het totale volume van de oceanen is nodig om te voorzien in de CO2 die voor de groei van 1000 blauwe vinvissen gedurende de eerste vijf jaar van hun leven nodig is? Het totale volume van de oceanen is 1,37⋅1018 m3. 2

Van de massa van een volwassen walvis bestaat 18,0% uit koolstof. Koolstof kan terugkeren in de atmosfeer als koolstofdioxide, en vervolgens weer uit de atmosfeer verdwijnen door verwering van gesteenten die calciumsilicaat bevatten:

CaSiO3(s) + 2 CO2(g) + 3 H2O(l) → Ca2+(aq) + 2 HCO3−(aq) + H4SiO4(aq)

1. Hoeveel gram CaSiO3 kan maximaal verweren door reactie met het CO2 dat ontstaat door het vergaan van 1000 blauwe vinvissen van 9,1⋅104 kg elk (het aantal dat er naar schatting per jaar sterft)? 5
2. Biologische zuivering van afvalwater 13 pt

In een waterzuiveringsinstallatie wordt afvalwater biologisch gezuiverd. In deze opgave gaan we er vanuit dat de verontreiniging uitsluitend uit koolhydraten bestaat. Verder wordt in deze opgave voor een koolhydraat de algemene formule ‘CH2O’ gehanteerd.

In de zuiveringsinstallatie wordt een deel van de koolhydraten omgezet tot koolstofdioxide en water (de aerobe afbraak):  
CH2O + O2 → CO2 + H2O (reactie 1)  
Een ander deel wordt vergist tot methaan en koolstofdioxide (de anaerobe afbraak):  
2 CH2O → CH4 + CO2 (reactie 2)De rest van de koolhydraten wordt niet omgezet.

Het vrijkomende methaan zou je kunnen gebruiken voor de energievoorziening van de installatie. Daarvoor is het van belang dat het gasmengsel dat uit de installatie komt zoveel mogelijk wordt ontdaan van koolstofdioxide.

1. Hoe kun je uit het gasmengsel dat de installatie verlaat de koolstofdioxide verwijderen? Geef ook de reactievergelijking die bij de door jou genoemde methode hoort. 3

Als de koolstofdioxide uit het gasmengsel is verwijderd, is methaan echter nog steeds niet het hoofdbestanddeel van het overblijvende gasmengsel.

1. Geef de naam van het gas dat, behalve methaan, nog steeds als hoofdbestanddeel in het gasmengsel zit. 1

De koolhydraatvervuiling van het water kun je uit het zogenoemde ‘chemisch zuurstofverbruik’ (COD) van het water afleiden. De COD waarde is de hoeveelheid zuurstof die nodig is om alle organische verontreiniging in het afvalwater volledig om te zetten tot koolstofdioxide en water.  
De COD waarde wordt uitgedrukt in mg O2 L–1.

1. Bereken de COD waarde van afvalwater met een gehalte van 500 mg ‘CH2O’ L–1. 2

Bij de bepaling van de COD waarde laat men de koolhydraten uit een watermonster reageren met een aangezuurde oplossing van kaliumdichromaat (K2Cr2O7). Het dichromaat zet, net als zuurstof, de koolhydraten om tot koolstofdioxide en water. Door middel van een titratie kan men bepalen hoeveel dichromaat voor de omzetting van de koolhydraten nodig is. Daaruit wordt de COD waarde berekend. Hierbij moet je het aantal mol Cr2O72– met behulp van een vermenigvuldigingsfactor, *F*, omzetten naar een aantal mol O2 dat daarmee overeenkomt.

1. Leid af hoe groot de vermenigvuldigingsfactor *F* is. 2

In de zuiveringsinstallatie is men geïnteresseerd in een aantal zaken. Eén daarvan is de hoeveelheid koolhydraten die per dag wordt omgezet. Die kan men afleiden uit de COD waardes van het water dat de zuiveringinstallatie ingaat en weer verlaat en nog een gegeven.

1. Welk gegeven is nog meer nodig? 1

Bovendien wil men graag weten welk deel van de hoeveelheid koolhydraten wordt omgezet via reactie 1 en welk deel via reactie 2. Dit is af te leiden uit het dagelijkse verschil tussen het volume lucht dat in de installatie wordt gebruikt en het totale volume van de gassen die de installatie verlaten en uit de totale hoeveelheid koolhydraten die dagelijks wordt omgezet.

1. Beschrijf hoe je uit dit volumeverschil, in m3, kunt berekenen hoeveel g koolhydraten dagelijks via reactie 1 en via reactie 2 wordt omgezet. Geef van elke berekeningsstap aan hoe die wordt uitgevoerd. Ga ervan uit dat de het totale aantal g koolhydraten dat dagelijks wordt omgezet, bekend is. 4

# naam:

**Antwoordblad meerkeuzevragen van voorronde 2 van de 31e Nationale Scheikundeolympiade 2010**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| nr. | keuze  letter | (score) |
| 1 |  |  |
| 2 |  |  |
| 3 |  |  |
| 4 |  |  |
| 5 |  |  |
| 6 |  |  |
| 7 |  |  |
| 8 |  |  |
| 9 |  |  |
| 10 |  |  |
| 11 |  |  |
| 12 |  |  |
| 13 |  |  |
| 14 |  |  |
| 15 |  |  |
| 16 |  |  |
| 17 |  |  |
| 18 |  |  |
| 19 |  |  |
| 20 |  |  |
| 21 |  |  |
| 22 |  |  |
| 23 |  |  |
| 24 |  |  |
| 25 |  |  |
| 26 |  |  |
| nr. | keuze letter | (score) |
| 27 |  |  |
| 28 |  |  |
| 29 |  |  |
| 30 |  |  |
| 31 |  |  |
| 32 |  |  |
| 33 |  |  |
| 34 |  |  |
| 35 |  |  |
| 36 |  |  |
|  | totaal |  |

NATIONALE SCHEIKUNDEOLYMPIADE

**CORRECTIEMODEL VOORRONDE 2**

**(de week van)**

**woensdag 14 april 2010**

* **Deze voorronde bestaat uit 36 meerkeuzevragen verdeeld over 8 onderwerpen en 4 open vragen met in totaal 18 deelvragen**
* **De maximumscore voor dit werk bedraagt 108 punten (geen bonuspunten)**
* **Bij elke opgave is het aantal punten vermeld dat juiste antwoorden op de vragen oplevert**
* **Bij de correctie van het werk moet bijgaand antwoordmodel worden gebruikt.  
  Daarnaast gelden de algemene regels, zoals die bij de correctievoorschriften voor het CSE worden verstrekt.**

1. Meerkeuzevragen (totaal 54 punten)

# Per juist antwoord: 1½ punt

**Let op: fout antwoord: −¼ pt; geen antwoord: 0 pt**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | **Experiment** |
| 1 | **B** | CO2 (apolair, slecht wateroplosbaar) reageert met hydroxide tot waterstofcarbonaat (ionair, goed wateroplosbaar) |
| 2 | **C** | NaOH is basische stof, NH4NO3 een zure stof |
| 3 | **D** | salpeterzuur zet het diamminezilverion om in een gehydrateerd zilverion dat op zijn beurt met chloride-ionen een neerslag van zilverchloride vormt |
| 4 | **B** | er wordt eerst bariumcarbonaat(s) gevormd dat in overmaat zuur weer in oplossing gaat onder vorming van koolstofdioxide |
|  |  |  |
|  |  | **Rekenen** |
| 5 | **C** |  |
| 6 | **A** | stel atoommassa element X is x; ⇒ x = = 74,94 ⇒ X = As / arseen |
| 7 | **A** | er is = 7,99⋅10−4 mol PO43− en 2,40⋅10−3 Ba2+ (overmaat) er wordt maximaal = 0,240 g bariumfosfaat gevormd |
|  |  | **Fysische chemie** |
| 8 | **B** | dit is de faseovergang s → l; voor het smelten is energie nodig ⇒ temperatuur blijft constant ⇒ traject b |
| 9 | **D** | = 0,0388 mol; = 146 |
| 10 | **C** | de ionaire stoffen splitsen in meer deeltjes, (NH2)2CO is moleculair; hier heb je dus achtereeenvolgens 1, 2, 3 en 4 mol deeltjes per mol verbinding |
|  |  |  |
|  |  | **Thermo** |
| 11 | **A** | stel: vormingsenthalpie van melkzuur = *x*  zoals uit fig. blijkt: *x* = 3 × −3,935 + 3 × −2,86 + 13,64 = −6,75 ⇒ vormingsenthalpie = −6,75⋅105 J mol−1 |
| 12 | **A** | verdamping kost energie (**B** is onjuist), bij deze lagere temperatuur is er geen evenwicht (**C** is onjuist), bij verdampen neemt de entropie toe (**D** is onjuist), bij lagere temperatuur is verdampen niet spontaan (**A** is juist) |
| 13 | **B** | C5H12 + 8 O2 → 5 CO2 + 6 H2O (−4 × −3,5 −12 × −4,1 −8 × −4,98 + 10 × −8,04 + 12 × (−4,635 −0,22))⋅105 = −36⋅105 J per mol |
| 14 | **C** | de reactie waarbij het aantal vrijheidsgraden toeneemt (vorming gassen) |
| 15 | **C** | als er geen volumearbeid verricht wordt door het systeem: bij constant volume |
|  |  |  |
|  |  | **Kinetiek** |
| 16 | **C** | temperatuur veroorzaakt meer beweging waardoor de deeltjes zelf instabieler zijn, vaker botsen en harder botsen een katalysator vermindert de activeringsenergie, waardoor het rendement van de botsing toeneemt |
| 17 | **C** | zie Binas-tabel 37A |
| 18 | **C** | = 2,08⋅10−2 *t*; *t* = 38,4 s |
| 19 | **C** | uit xp. 2 en 3 blijkt dat verdubbeling [Y] verdubbeling in *s* betekent ⇒ *s* ~ [Y]1 uit xp. 1 en 2 blijkt dat verdubbeling van [X] en [Y] een factor 8 in *s* scheelt: factor 2 door [Y] en factor 4 = 22 door [X] ⇒ *s* ~ [X]2 |
| 20 | **D** | *s*tot = *s*langzaam ~ [O][O3]; uit het eerste evenwicht blijkt [O] ~ ; vervolgens substitueren |
|  |  |  |
|  |  | **Evenwicht** |
| 21 | **C** | 5,5% ionisatie ⇒ [H3O+] = 3,0(3)⋅10−3; = 1,8⋅10−4 |
| 22 | **D** | I en III: zwak zuur met geconjugeerde base; II: ondermaat sterk zuur en zwakke base geeft zwak zuur met geconjugeerde base |
| 23 | **C** | = 1,1⋅106 |
| 24 | **B** | als er links en rechts evenveel gasdeeltjes staan vallen de referentiedrukken (en -concentraties) tegen elkaar weg |
| 25 | **C** | x × (2x)2 = 4 x3 = 1,5⋅10−11; [F−] = 2x = 2 × 1,55⋅10−4 = 3,1⋅10−4 |
|  |  |  |
|  |  | **Redox** |
| 26 | **D** | de lading van Cl− als reductor neemt toe met 1, die van Cl in ClO3− als oxidator af met 5; 5 Cl− reageert dus met 1 ClO3− |
| 27 | **A** | *V*°(Fe/Fe2+) = −0,44; stel *V*°(M/M+) = x; −(−0,44) + x = 0,93 ⇒ x = 0,93 −0,44 = 0,49 V |
| 28 | **A** | beste reductor Br−, beste oxidator H2O ⇒ Br2 en H2 |
|  |  |  |
|  |  | **Structuur** |
| 29 | **B** | *l* < *n* ⇒ combinatie **B** is onjuist |
| 30 | **B** | Co2+: [Ar] 3d7, er zijn 5 d-orbitalen: dus 3 d-orbitalen met ongepaard elektron |
| 31 | **D** |  |
| 32 | **C** | SF2 en SF4 hebben een dipoolmoment |
| 33 | **D** | het middelste zuurstofatoom heeft 3 bindende elektronenparen en heeft dus een formele lading 1+ |
| 34 | **C** | volgens de elektronenformules heeft de C−O-binding in HCOONa, Na2CO3 en CH3ONa achtereenvolgens een (afnemend) bindingsgetal van 1½ , 1 en 1 ⇒ toenemende bindingslengte |
| 35 | **D** |  |
| 36 | **A** | strek- en buigvibraties |

1. Myrceen 10 pt
2. Maximumscore 4

* constatering dat in de producten slechts 9 C-atomen aanwezig zijn, en dus, naast de andere twee moleculen, twee moleculen HCHO moeten worden gevormd uit één molecuul myrceen. 1
*  1
*  1
*  1

1. Maximumscore 3

* notie dat isopreenregel inhoudt ‘het kunnen opgebouwd denken uit  eenheden 1
* toepassing van deze regel op de drie bovenstaande mogelijkheden voor myrceen, en identificatie van  als juiste structuurformule 2

1. Maximumscore 3

uitgaande van het skelet voor myrceen (zie hierboven) moeten de brokstukken die ontstaan bij de reactie met permanganaat als volgt worden samengevoegd:



1. De eenheidscel 17 pt
2. maximumscore 2

* 1 cm3 NaCl(s) heeft een massa van 2,17 gram. 58,5 gram (= 1 mol) heeft dus een volume van  
   = 27,0 cm3 (afgerond). 1
* De ribbe van de kubus is dan:  cm3 = 3 cm lang. 1

1. maximumscore 5

Een juiste berekening leidt tot het antwoord: 2,82⋅10−8 cm

Twee alternatieve oplossingen: 1. Ruimtelijk 2. Rekenkundig

* 1. De getekende eenheidscel van het kristal heeft een volume van (2*p*)3 = 8*p*3 cm3 1
* Hierin bevinden zich 4 'gehele' Na+ ionen en 4 'gehele' Cl− ionen, want een 'hoekpunt' ion bevindt zich slechts voor  deel binnen de kubus, een 'ribbe' ion voor  deel en een 'vlak' ion voor de helft 2
* 4 Na+ ionen en 4 Cl− ionen nemen een volume in van 8*p*3 cm3; 6,02⋅1023 (1 mol) Na+ en Cl− ionen nemen een volume in van  × 6,02⋅1023 cm3. 1
* Volgens is dit 27,0 cm3 ⇒ 2*p*3 × 6,02⋅1023 = 27 ⇒ *p*3 =  cm3 ⇒ *p* = 2,82⋅10−8 cm. 1

of

* 2. 58,5 g NaCl (1 mol) bevat 6⋅1023 Na+ ionen en 6⋅1023 Cl− ionen, die om en om de kubische stapeling vormen. 2
* Als er 12⋅1023 ionen in een kubus voorkomen, is dat een kubus met  ionen langs elke ribbe 1
* Elk ion draagt een stukje *p* bij aan de totale ribbe (van 3cm) ⇒ *p* ×  = 3 1
* 1,06⋅108 × *p* = 3 ⇒ *p* = 2,82⋅10−8 cm. 1

1. maximumscore 4



*  +  = 3,15⋅10−8 cm, = x 1
*  = (3,15−x)⋅10−8 cm 1
*  +  = 2,82⋅10−8 cm 1
*  = (2,82 − 3,15 + x)⋅10−8 cm = (x − 0,33)⋅10−8 cm. 1

1. maximumscore 2

Uit de tekening volgt direct:

* 2 *r*− = *p* 1
* *r*− = ½ *p* 1

1. maximumscore 4

*  = ½ × 3,17⋅10−8 ×  cm = 2,24⋅10−8 cm 2
*  +  = 3,24⋅10−8 cm ⇒  = (3,24 − 2,24)10−8 cm = 1,00⋅10−8 cm 1
*  +  = = 2,82⋅10−8 cm ⇒  = (2,82 − 1,00)⋅10−8 cm = 1,82⋅10−8 cm 1

1. De koolzuurkringloop 14 pt
2. maximumscore 5

Een juiste berekening leidt tot het antwoord: 1,0⋅107 m3 CO2

*  = 1,4⋅105 kg C6H12O6 1
* C6H12O6 van krill = 10 ×⋅1,4⋅105 kg = 1,4⋅106 kg 1  
  C6H12O6 van diatomeeën = 10 × 1,4⋅106 kg = 1,4⋅107 kg
* 1,4⋅107 kg × = 1,0⋅107 m3 CO2 3

1. maximumscore 2

 = 4,7⋅1010 m3

(De factor 297/273 zorgt voor omrekening van het aantal L CO2 van 0 °C naar 24 °C.)

1. maximumscore 2

 = 3,5⋅10−5 van het totale oceaanvolume

1. maximumscore 5

Een juiste berekening leidt tot het antwoord: 7,8⋅1010 g of 7,9⋅1010 g

* massa C per walvis = 0,18 × 9,1⋅104 kg = 1,6⋅104 kg 1
* mol C = mol CO2 =  1
* mol verweerd CaSiO3 = × 1,33⋅106 mol = 6,7⋅105 mol CaSiO3 1
* massa CaSiO3 verweerd per walvis = 6,7⋅105 mol × 116  = 7,77⋅107 g 1
* massa CaSiO3 verweerd door de dood van 1⋅103 walvissen =  = 7,8⋅1010 g 1

1. Biologische zuivering van afvalwater 13 pt
2. maximumscore 3

Een voorbeeld van een juist antwoord is:  
Leid het gasmengsel door kalkwater. De volgende reactie treedt dan op:  
CO2 + Ca2+ + 2 OH– → CaCO3 + H2O

* juiste methode genoemd 1
* in de reactievergelijking de formules voor en na de pijl juist 1
* juiste coëfficiënten in de reactievergelijking 1

1. maximumscore 1

stikstof

1. maximumscore 2

= 533 (mg L−1)

* berekening van het aantal mmol O2 dat nodig is voor de omzetting van alle koolhydraten in een liter afvalwater (is gelijk aan het aantal mmol koolhydraat per liter): 500 (mg L–1) delen door de massa van een mol koolhydraat (30,03 g mol–1) 1
* omrekening van het aantal mmol O2 dat nodig is voor de omzetting van alle koolhydraten in een liter afvalwater naar de COD waarde: vermenigvuldigen met de massa van een mol O2 (32,00 g mol–1) 1

1. maximumscore 2

Een juiste afleiding leidt tot de conclusie *F* = 1,5.

* een dichromaation neemt zes elektronen op, een zuurstofmolecuul vier 1
* conclusie 1

1. maximumscore 1

het volume / aantal m3 afvalwater dat de installatie binnenkomt

1. maximumscore 4

Een voorbeeld van een juist antwoord is:  
Je berekent het aantal mol gas dat in reactie 2 ontstaat door het volumeverschil (in m3) te delen door het molaire volume (in m3mol–1). Het aantal mol koolhydraat dat in reactie 2 reageert is gelijk aan het aantal mol gas dat in reactie 2 ontstaat. Het aantal g koolhydraat dat in reactie 2 reageert, vind je door het aantal mol te vermenigvuldigen met 30,03 (gmol–1) / de molaire massa. Het aantal g koolhydraat dat in reactie 1 reageert, vind je door het aantal g koolhydraat dat in reactie 2 reageert af te trekken van het totale aantal g koolhydraat dat reageert.

* het aantal mol gas dat in reactie 2 ontstaat, bereken je door het volumeverschil te delen door het molaire volume 1
* het aantal mol koolhydraat dat in reactie 2 reageert, is gelijk aan het aantal mol gas dat in reactie 2 reageert 1
* het aantal g koolhydraat dat in reactie 2 reageert, is het aantal mol vermenigvuldigd met   
  30,03 (gmol–1) / de molaire massa 1
* het aantal mol koolhydraat dat in reactie 1 reageert, is het totale aantal g koolhydraat dat reageert verminderd met het aantal g dat in reactie 2 reageert 1

Indien een antwoord is gegeven waarin geen rekening is gehouden met de zuurstof die in reactie 1 reageert, bijvoorbeeld door het aantal mol koolhydraat dat in reactie 1 reageert te stellen op *x* en het aantal mol koolhydraat dat in reactie 2 reageert op *y*, leidend tot de conclusie dat het volgende stelsel van 2 vergelijkingen met 2 onbekenden zou moeten worden opgelost:

(*x* + *y*) × 30,03 = het totale aantal g koolhydraat dat reageert  
(*x* + *y*) × *V*m = het volumeverschil (in m3)

Met als toevoeging de opmerking dat hieruit *x* en *y* niet zijn op te lossen 3

Indien een antwoord is gegeven waarin geen rekening is gehouden met de zuurstof die in reactie 1 reageert, bijvoorbeeld door het aantal mol koolhydraat dat in reactie 1 reageert te stellen op *x* en het aantal mol koolhydraat dat in reactie 2 reageert op *y*, leidend tot de conclusie dat het volgende stelsel van 2 vergelijkingen met 2 onbekenden zou moeten worden opgelost:

(*x* + *y*) × 30,03 = het totale aantal g koolhydraat dat reageert  
(*x* + *y*) × *V*m = het volumeverschil (in m3)

Zonder de opmerking dat hieruit *x* en *y* niet zijn op te lossen 2

1. Als men een alkeen laat reageren met ozon en vervolgens met Zn/H2O, dan gaat de verbinding verbreken bij de dubbele band, zodanig dat er aan beide kanten van het breukvlak een C=O groep ontstaat  
   (C=C → C=O + O=C ). Dit proces wordt een ozonolyse genoemd.  
   Bij behandeling met KMnO4 treedt dezelfde splitsing op als bij de ozonolyse, maar treedt daarna nog eventueel verdere oxidatie op (van een aldehydgroep naar een carbonzuurgroep). [↑](#footnote-ref-1)