

Voor dit examen zijn maximaal 68 punten te behalen; het examen bestaat uit 24 vragen. Voor elk vraagnummer is aangegeven hoeveel punten met een goed antwoord behaald kunnen worden.
Bij dit examen hoort een informatieboekje.

Als bij een vraag een verklaring, uitleg, berekening of afleiding gevraagd wordt, worden aan het antwoord meestal geen punten toegekend als deze verklaring, uitleg, berekening of afleiding ontbreekt.

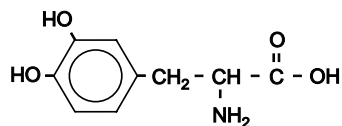
Geef niet meer antwoorden (redenen, voorbeelden e.d.) dan er worden gevraagd. Als er bijvoorbeeld twee redenen worden gevraagd en je geeft meer dan twee redenen, dan worden alleen de eerste twee in de beoordeling meegeteld.

Parkinson

De ziekte van Parkinson is een neurologische aandoening. Wanneer van een bepaalde soort hersencellen een aanzienlijk deel is afgestorven, komt deze ziekte tot uiting. Deze hersencellen produceren de stof dopamine. Dopamine speelt een rol in de overdracht van impulsen vanuit de hersenen naar het ruggenmerg.

In deze hersencellen wordt dopamine gevormd via twee opeenvolgende reacties.

In de eerste reactie wordt uit L-tyrosine met behulp van een enzym L-dopa gevormd. De structuurformule van L-dopa is:



In de tweede reactie ontstaat dopamine uit L-dopa, onder invloed van het enzym L-dopadecarboxylase. Bij deze reactie ontleedt L-dopa tot dopamine en koolstofdioxide. De aanduiding 'L' in L-tyrosine en L-dopa geeft informatie over de ruimtelijke structuur van de moleculen van deze stoffen. In de naam van dopamine is de aanduiding 'L' niet nodig.

- 3p **1** Geef de reactievergelijking voor de ontleding van L-dopa tot dopamine en koolstofdioxide. Gebruik daarbij structuurformules voor L-dopa en voor dopamine.
- 2p **2** Leg aan de hand van de structuurformules uit waarom in L-dopa de aanduiding 'L' wel nodig is en waarom die aanduiding in de stofnaam dopamine ontbreekt.

L-dopa wordt vaak aan Parkinson-patiënten toegediend. De bedoeling is dat het toegediende L-dopa in de hersenen wordt omgezet tot dopamine. Het enzym L-dopadecarboxylase komt echter ook in de bloedbaan voor, zodat de omzetting van L-dopa tot dopamine al voor een groot deel buiten de hersenen plaatsvindt. Om dit te voorkomen, wordt het L-dopa vaak samen met een zogenoemde enzymremmer toegediend. Deze enzymremmer bestaat uit moleculen die niet tot de hersencellen kunnen doordringen.

- 2p **3** Stel een hypothese op waarmee kan worden verklaard dat de enzymremmer de omzetting van L-dopa tot dopamine in de bloedbaan tegengaat.

Over de oorzaak van het afsterven van dopamine-producerende hersencellen bestaan verschillende theorieën. Veel onderzoek wordt gedaan naar een mogelijk genetische oorsprong van deze ziekte.

In een artikel in NRC Handelsblad wordt melding gemaakt van de ontdekking van een gen dat bij de ziekte van Parkinson is betrokken: het gen DJ-1. Dit gen bevat de code voor een eiwit, dat ook de naam DJ-1 heeft. De functie van dit eiwit is nog niet geheel duidelijk. Wel heeft men aanwijzingen gevonden dat verlies van de functie van DJ-1 leidt tot het afsterven van de dopamine-producerende hersencellen.

Een Italiaanse onderzoeksgroep heeft onderzoek gedaan binnen één familie waarin de ziekte van Parkinson veel voorkomt. In het artikel waarin dit onderzoek wordt beschreven, staat onder andere het volgende:

tekst-
fragment

Mensen uit deze familie bleken een fout in hetzelfde gen te hebben. Dat was een puntmutatie. Het veranderde basenpaar leidt bij die patiënten tot een ander aminozuur in het eiwit DJ-1. Het aminozuur proline werd ingebouwd op de plaats van een leucine. Dat verstoort de kokervorm (α -helix) die het eiwitmolecuul daar heeft.

naar: NRC Handelsblad

In het normale eiwit DJ-1 komt het fragment ~ Ala – Leu – Ala ~ voor, in het afwijkende eiwit het fragment ~ Ala – Pro – Ala ~. Dit zijn de aminozuren 165, 166 en 167 van het eiwit.

In het tekstfragment wordt verwezen naar de secundaire structuur van het eiwit: de 'kokervorm' of α -helix. Deze structuur wordt door een bepaalde soort bindingen in stand gehouden. Blijkbaar heeft het inbouwen van het aminozuur proline invloed op deze bindingen.

- 3p **4** Geef het fragment ~ Ala – Pro – Ala ~ in een structuurformule weer.
- 2p **5** Leg mede aan de hand van deze structuurformule uit dat de aanwezigheid van proline op de plaats van leucine de 'kokervorm' van het eiwit kan verstoren. Noem in je uitleg ook de soort bindingen die de 'kokervorm' in stand houdt.

Een DNA molecuul is opgebouwd uit twee ketens (strengen): de coderende streng en de matrijsstreng. Aan de matrijsstreng wordt bij de eiwitsynthese het messenger-RNA (m-RNA) gevormd.

In het tekstfragment wordt het begrip puntmutatie genoemd. Men spreekt van een puntmutatie wanneer één basenpaar op het betreffende gen afwijkend is. Onder een gen wordt hier verstaan de verzameling basenparen op het DNA die de informatie voor de volgorde van de aminozuren in een eiwit bevat.

De code voor het eerste aminozuur van een bepaald eiwit begint bij het eerste basenpaar (basenpaar nummer 1) op het gen dat codeert voor dat eiwit.

- 3p **6** Leid met behulp van Binas-tabel 70E en gegevens uit deze opgave af wat het nummer is van het basenpaar van de puntmutatie op het gen dat codeert voor het (foute) eiwit DJ-1.
- 3p **7** Leid met behulp van Binas-tabel 70E en gegevens uit deze opgave af wat het basenpaar van de puntmutatie is op het afwijkende gen en wat het overeenkomstige basenpaar op het normale gen is.

Vermeld in je antwoord:

- de base die op de matrijsstreng zit met het gebruikelijke symbool;
- de base die daartegenover op de coderende streng zit met het gebruikelijke symbool.

Doe dit zowel voor het afwijkende gen als voor het normale gen.

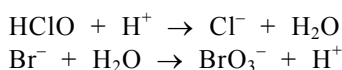
Broom in het bad

Deze opgave gaat over het artikel 'Bromaat in kuurbad bedreigt heilzaam imago' dat gedeeltelijk is afgedrukt in het informatieboekje dat bij dit examen is verstrekt. Lees dit artikel en maak vervolgens de vragen van deze opgave.

Het werkzame bestanddeel van het desinfectiemiddel chloorbleekloog is onderchlorigzuur, een zwak zuur met de formule HClO. Om de vorming van bromaat te verklaren, veronderstelt een leerlinge, Jos, dat het bromaat ontstaat doordat onderchlorigzuur in een evenwichtsreactie reageert met bromide. De vergelijking voor deze evenwichtsreactie is:



In de reactie naar rechts van dit evenwicht treedt HClO als oxidator op. De vergelijkingen van de halfreacties voor de reactie naar rechts zijn hieronder gedeeltelijk weergegeven:



- 3p **8** □ Maak de vergelijkingen van beide halfreacties af door op de juiste plaats coëfficiënten en aantallen elektronen te zetten.

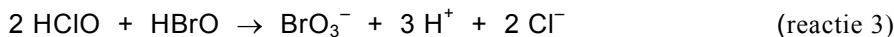
Behalve het artikel gebruikt Jos de brochure 'Broom in het bad', waarnaar in de literatuurlijst bij het artikel wordt verwezen. Daarin staat het volgende:

brochure

Voor de vorming van bromaat (BrO_3^-) bij de chlorering van zeewater is een aantal reacties voorgesteld. De primaire stap is de vorming van onderbromigzuur (HBrO) volgens:



Bij hoge doses chloorbleekloog treedt de vorming van bromaat op volgens:

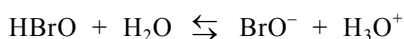


Bij chlorering verloopt de vorming van bromaat vanuit onderbromigzuur, dus bij lage pH. Hier zou een verhoging van de pH deze vormingsreactie onderdrukken. Of vermindering van de vorming van bromaat in de praktijk inderdaad optreedt, dient experimenteel te worden vastgesteld: de literatuur wijst niet uit of de voorgestelde reactie 3 inderdaad de juiste en enige route is voor de vorming van bromaat bij chlorering.

Hypobromiet (BrO^-) is echter pas bij pH groter dan 9 de overheersende vorm. Dit is hoger dan de maximaal toegestane pH van het badwater. Wettelijk ligt de pH van zwembadwater tussen 6,8 en 7,8. Ook bij pH = 7,8 is circa 90% van het broom in de vorm van onderbromigzuur aanwezig; de rest komt voor in de vorm van hypobromiet. De mogelijkheden om bij de behandeling van zwembadwater de pH te variëren zijn dus beperkt.

naar: 'Broom in het bad', Chemiewinkel RU Groningen

Onderbromigzuur is een zwak zuur:



Met behulp van gegevens uit bovenstaand tekstfragment uit de brochure kan een waarde voor de K_z van onderbromigzuur worden berekend.

- 4p **9** □ Geef die berekening.

Als de veronderstelling van Jos juist is dat de vorming van het bromaat via reactie 1 verloopt, komt zij tot een andere conclusie met betrekking tot de invloed van de pH op de vorming van bromaat dan de conclusie die in de brochure staat over de invloed van de pH.

3p **10** Leg dit uit aan de hand van een evenwichtsbeschouwing aan reactie 1.

Na het lezen van de brochure weet Jos nog steeds niet hoe de vorming van het bromaat verloopt. Daarom besluit zij een onderzoek uit te voeren om meer inzicht te verkrijgen over de invloed van de pH op de vorming van bromaat.

3p **11** Beschrijf hoe zij zo'n onderzoek kan uitvoeren.

De normen voor bromaat die in het artikel 'Bromaat in kuurbad bedreigt heilzaam imago' voor drinkwater en voor zwembadwater zijn genoemd, mogen worden opgevat als MAC-waarden. Het lijkt alsof de norm voor zwembadwater veel soepeler is dan de norm voor drinkwater. Toch is de hoeveelheid bromaat die een gebruiker van het kuurbad jaarlijks binnen mag krijgen aanzienlijk minder dan de hoeveelheid bromaat die men jaarlijks via het drinkwater binnen mag krijgen.

4p **12** Bereken:

- hoeveel μg bromaat men jaarlijks maximaal via het drinkwater volgens de norm binnen mag krijgen;

- hoeveel μg bromaat een gebruiker van het kuurbad via het zwembadwater jaarlijks maximaal volgens de norm binnen mag krijgen.

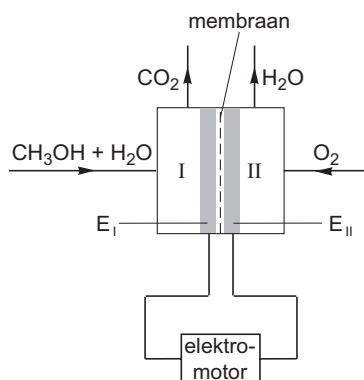
Gebruik gegevens uit het artikel 'Bromaat in kuurbad bedreigt heilzaam imago'. Neem daarnaast aan dat men gemiddeld 2,0 L water per dag consumeert en dat het volume van een slok 25 mL is.

2p **13** Leg uit waarom de bromaatnorm voor zwembadwater zo is gesteld dat de hoeveelheid bromaat die een gebruiker van het kuurbad via het zwembadwater jaarlijks binnen mag krijgen aanzienlijk kleiner is dan de hoeveelheid bromaat die men jaarlijks via het drinkwater binnen mag krijgen.

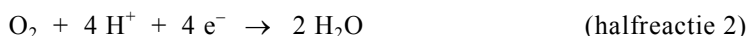
Ky-auto

Personenauto's die op benzine rijden, produceren koolstofdioxide. In december 1997 is in Kyoto (Japan) afgesproken dat in 2012 de hoeveelheid koolstofdioxide per gereden km gemiddeld met minstens 40% moet zijn teruggebracht. Daarom doet de auto-industrie uitgebreide research om de uitstoot van koolstofdioxide te verlagen. Eén van de onderzoeken richt zich op een auto uitgerust met een elektromotor. De elektrische stroom voor de elektromotor wordt geleverd door een zogenoemde directe methanol-brandstofcel. In figuur 1 is de directe methanol-brandstofcel met elektromotor schematisch weergegeven. In het vervolg van deze opgave duiden we zo'n cel kortheidshalve aan met brandstofcel.

figuur 1



In compartiment I van de brandstofcel wordt een mengsel van methanol en water geleid. In compartiment II wordt zuurstof (lucht) geleid. Aan de poreuze platina-elektroden (E_I en E_{II}) treden de volgende halfreacties op:



Tussen de poreuze elektroden bevindt zich een membraan dat alleen H^+ ionen doorlaat. Koolstofdioxide en waterdamp worden uit de brandstofcel afgevoerd.

- 3p **14** □ Leg uit of de elektronen via de elektromotor stromen van E_I naar E_{II} of van E_{II} naar E_I .

Een auto die is uitgerust met deze brandstofcel hoeft alleen methanol te tanken. Het water dat voor halfreactie 1 nodig is, wordt geleverd door halfreactie 2. Omdat er in compartiment II meer water ontstaat dan voor halfreactie 1 nodig is, wordt een deel van dat water afgevoerd.

- 3p **15** □ Leid aan de hand van de gegeven halfreacties af hoeveel procent van het in compartiment II gevormde water moet worden afgevoerd.

Een personenauto, uitgerust met een brandstofcel en een elektromotor, gaat waarschijnlijk evenveel kilometers op 1,0 L methanol rijden, als een vergelijkbare benzineauto op 1,0 L benzine.

In het informatieboekje dat bij dit examen hoort, staat het zogenoemde brandstofetiket afgebeeld van een Nissan Primera, bouwjaar 2003. Een dergelijk etiket zit sinds 2001 op elke nieuwe auto. Volgens de dealer zijn de prestaties van deze auto wat betreft benzineverbruik en koolstofdioxide-uitstoot sinds 1997 vrijwel niet veranderd. Mede met behulp van gegevens uit het informatieboekje kan worden nagegaan of de uitstoot van koolstofdioxide per gereden kilometer gemiddeld minstens 40% minder is wanneer zo'n personenauto wordt uitgerust met deze brandstofcel en een elektromotor.

- 3p **16** Bereken hoeveel gram koolstofdioxide ontstaat wanneer 1,0 L vloeibare methanol volledig wordt verbrand (293 K).
- 4p **17** Ga na of de Nissan Primera van het brandstofetiket de in Kyoto gemaakte afspraak haalt (gemiddeld minstens 40% minder uitstoot van koolstofdioxide per gereden kilometer) wanneer hij wordt uitgerust met een directe methanol-brandstofcel en elektromotor.

Op een internetsite over de mogelijkheden van dit nieuwe type auto staat de volgende uitspraak: „Als de methanol waarop deze auto rijdt, uit biomassa (suikerriet, gft-afval, houtsoorten, enz.) wordt bereid, dan rijdt de auto CO₂ neutraal.”

- 2p **18** Leg uit wat met deze uitspraak wordt bedoeld.

Waterbepaling

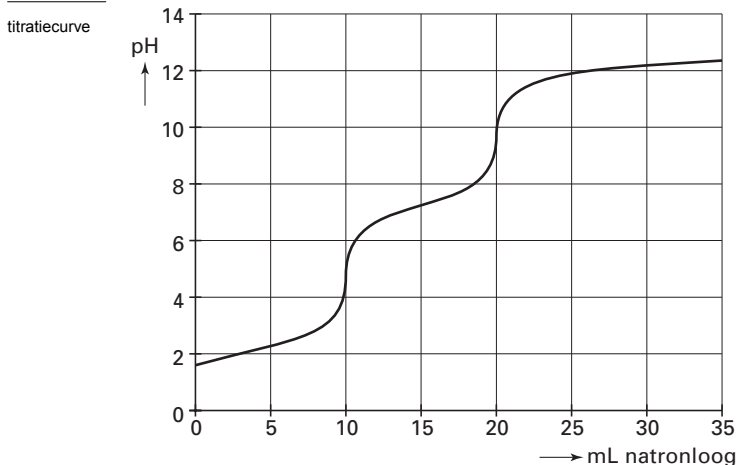
Geconcentreerd fosforzuur is in de handel verkrijgbaar in de vorm van een oplossing die circa 85 massaprocent H₃PO₄ (15 M) bevat. De rest is water. Een groepje leerlingen kreeg als opdracht het fosforzuurgehalte van geconcentreerd fosforzuur door middel van een zuur-base titratie te controleren. Ze moesten daarbij gebruik maken van een 0,1000 M oplossing van natriumhydroxide. De leerlingen stelden een werkplan op. In hun werkplan stond het volgende:

- we brengen 10,00 mL van het geconcentreerde fosforzuur in een erlenmeyer;
- we voegen een paar druppels indicator toe;
- we vullen een 50 mL buret met de natriumhydroxide-oplossing;
- we titreren tot de kleur van de indicator verandert.

Toen de docent dit werkplan had bekeken, was zijn eerste reactie: „Dat redden jullie nooit met één buret!”

- 2p **19** Laat met behulp van gegevens uit deze opgave zien dat de inhoud van één buret niet voldoende is om deze titratie uit te voeren.

De docent wilde ook weten welke indicator de leerlingen van plan waren te gebruiken. Om hen wat op weg te helpen, vertelde hij dat de leerlingen de titratiecurve moesten gebruiken om een goede keus te kunnen maken. Ze vonden op het internet de volgende titratiecurve voor een titratie van fosforzuur met een 0,1 M natriumhydroxide-oplossing.



- 2p **20** Leg aan de hand van bovenstaande titratiecurve uit welke indicator je kunt gebruiken voor de titratie van een oplossing van fosforzuur met een oplossing van natriumhydroxide.

Let op: de laatste vragen van dit examen staan op de volgende pagina.

Je kunt het fosforzuurgehalte van geconcentreerd fosforzuur ook bepalen door het watergehalte ervan te bepalen. Dan weet je ook het gehalte aan fosforzuur. Het Australische bedrijf Multitrator heeft een methode ontwikkeld om watergehaltes van mengsels te bepalen door middel van titratie met een oplossing van 2,2-dimethoxypropan (DMP) in cyclohexaan. DMP reageert met water in de molverhouding 1 : 1 onder vorming van propanon en methanol.

- 4p **21** □ Geef de vergelijking van deze reactie van DMP met water. Noteer daarin de koolstofverbindingen in structuurformules.

Het eindpunt van de titratie wordt bij deze methode bepaald door gebruik te maken van het feit dat de reactie tussen DMP en water endotherm is.

- 2p **22** □ Leg uit hoe je, door gebruik te maken van het feit dat de reactie tussen DMP en water endotherm is, het eindpunt van de titratie kunt bepalen.

Geconcentreerd fosforzuur mengt niet goed met een oplossing van DMP in cyclohexaan. Wanneer men een oplossing van DMP in cyclohexaan toevoegt aan geconcentreerd fosforzuur, vormen zich twee vloeistoflagen: de oplossing van DMP in cyclohexaan ‘drijft’ op het geconcentreerde fosforzuur. De snelheid van de reactie tussen DMP en water is in dat geval niet groot.

Bij een titratie is het van belang dat de reactie, die tijdens de titratie optreedt, snel verloopt. Door flink te roeren tijdens het toevoegen van de oplossing van DMP in cyclohexaan aan het geconcentreerde fosforzuur kan men de reactie tussen DMP en water sneller laten plaatsvinden.

- 2p **23** □ Leg uit dat de reactie tussen DMP en water sneller verloopt wanneer men flink roert dan wanneer men niet zou roeren. Gebruik in je uitleg het ‘botsende-deeltjes-model’.

Ook met roeren verloopt de reactie echter niet snel genoeg. Daarom wordt bij de bepaling van het watergehalte van geconcentreerd fosforzuur voorafgaand aan de titratie het geconcentreerde fosforzuur opgelost in het oplosmiddel acetonitril. Alle stoffen die bij de titratie zijn betrokken, lossen in acetonitril goed op.

De gehele bepaling bestaat uit drie afzonderlijke titraties. De resultaten van zo’n bepaling staan hieronder vermeld.

- 1 Titratie van acetonitril met de oplossing van DMP in cyclohexaan.
Deze titratie is nodig omdat het acetonitril een (geringe) hoeveelheid water kan bevatten. Hiervoor werd 25,00 mL acetonitril getitreerd met de oplossing van DMP in cyclohexaan. Voor deze titratie was 0,300 mL DMP-oplossing nodig.
- 2 IJking van de oplossing van DMP in cyclohexaan.
Hiervoor werd aan 25,00 mL acetonitril 3,000 mL van een 2,015 M oplossing van water in 2-propanol toegevoegd. Het aldus verkregen mengsel werd getitreerd met de DMP-oplossing. Voor deze titratie was 3,216 mL van de DMP-oplossing nodig.
- 3 Titratie van het geconcentreerde fosforzuur.
Hiervoor werd 1,023 g van het geconcentreerde fosforzuur opgelost in 25,00 mL acetonitril. Deze oplossing werd getitreerd met de oplossing van DMP in cyclohexaan. Hiervan was 4,352 mL nodig.

Bij alle drie de titraties werd acetonitril gebruikt uit dezelfde voorraadfles. Ook de oplossing van DMP in cyclohexaan die bij de drie titraties werd gebruikt, kwam uit één fles.

- 5p **24** □ Bereken het massapercentage water in het onderzochte geconcentreerde fosforzuur.

Einde