**Correctievoorschrift VWO 2016** voorbeeldexamen

**scheikunde (nieuw programma)**

## Papieren batterij

1. maximumscore 3

*n* C4H5N → H‑(C4H3N)*n*‑H + (2*n*–2) H+ + (2*n*–2) e–

* juiste molecuulformule pyrrol voor de pijl 1
* uitsluitend H–(C4H3N)*n*‑H, H+ en e– na de pijl 1
* juiste coëfficiënten 1

Opmerking
Wanneer een antwoord is gegeven als: n C4H5N → H–(C4H3N)n–H + 2n H+ + 2n e–
dit goed rekenen.

1. maximumscore 2

Fe3+ + e– → Fe2+ (× 2*n–*2)

*n* C4H5N → H–(C4H3N)*n*–H + (2*n*–2) H+ + (2*n*–2) e– (×1)

(2*n*–2) Fe3+ + *n* C4H5N → (2*n*–2) Fe2+ + H–(C4H3N)*n*–H + (2*n*–2) H+

* juiste halfreactie voor ijzer(III) 1
* beide halfreacties vermenigvuldigd met de juiste factor en juist opgeteld 1

Opmerkingen

* Wanneer op vraag 1 een antwoord is gegeven als n C4H5N → H–(C4H3N)n–H + 2n H+ + 2n e–
en hiermee op een juiste wijze in vraag 2 is verder gewerkt, dit goed rekenen.
* Wanneer een onjuist antwoord op vraag 2 het consequente gevolg is van een onjuist antwoord op vraag 1, dit hier niet aanrekenen.
1. maximumscore 2

Een juist antwoord kan als volgt geformuleerd zijn:

Tussen de NH groepen van PPy-moleculen en de OH groepen van cellulosemoleculen kunnen waterstofbruggen gevormd worden. (Dit is een sterke binding. Hierdoor hecht PPy goed aan de cellulosevezels.)

* PPy-moleculen bevatten NH groepen en cellulosemoleculen bevatten OH groepen 1
* er kunnen dus waterstofbruggen gevormd worden 1

Indien een antwoord is gegeven als: ‘Zowel de PPy-moleculen als de cellulosemoleculen zijn erg
lang, dus is de vanderwaalsbinding tussen deze moleculen sterk. (Hierdoor hecht PPy goed aan de cellulosevezels.)’ 1
Indien een antwoord op macro-niveau is gegeven als: ‘PPy en cellulose zijn beiden hydrofiel
(hierdoor hecht PPy goed aan de cellulosevezels.)’ 0

1. maximumscore 2

Voorbeelden van een juist antwoord zijn:







* bindingen juist geplaatst 1
* positieve ladingen op juiste plaatsen weergegeven 1
1. maximumscore 2

Een juist antwoord kan als volgt geformuleerd zijn:

De elektronen zullen van de negatieve naar de positieve elektrode bewegen.

Om het ladingsverschil dat zo ontstaat te compenseren, zullen de chloride-ionen van de positieve naar de negatieve elektrode bewegen.

* notie dat de elektronen in een stroom leverende batterij van de negatieve naar de positieve
elektrode bewegen 1
* conclusie 1

Indien een antwoord is gegeven als: ‘De Cl– ionen worden aangetrokken door de positieve elektrode,
dus ze bewegen van de negatieve naar de positieve elektrode.’ 0

1. maximumscore 1

Voorbeelden van een juist antwoord zijn:

* Als PPy het maximale aantal positieve ladingen heeft, kan er door een/ de positieve elektrode geen (negatieve) lading worden afgestaan, (dus kan de batterij niet meer worden opgeladen.)
* Het is dan niet mogelijk om één van beide platen nog positieve lading te laten krijgen door het opladen.

Indien een antwoord is gegeven als: ‘Het is dan niet mogelijk ladingsverschil te laten
ontstaan door het opladen.’ 0

1. maximumscore 2

Een voorbeeld van een juist antwoord is:

De composiet moet zolang met de ijzer(III)chloride-oplossing reageren dat 50% van het maximaal aantal positieve ladingen op de PPy-moleculen gevormd wordt. De ene plaat zal dan bij opladen het maximaal aantal positieve ladingen verkrijgen, (terwijl de andere plaat neutraal wordt). (Hierdoor wordt de maximaal haalbare spanning bereikt.)

* notie dat de composiet zolang met de ijzer(III)chloride-oplossing moet reageren dat 50% van het maximaal aantal positieve ladingen op de PPy-moleculen gevormd wordt 1
* de ene plaat zal dan bij opladen het maximaal aantal positieve ladingen verkrijgen, (terwijl de andere plaat neutraal wordt) 1

Indien het antwoord 50% is gegeven zonder uitleg of met een onjuiste uitleg 0

## Biodiesel uit plantaardig afval

1. maximumscore 2

Een voorbeeld van een juist antwoord is:

De verbrandingswarmte van 1,0 L ethaanzuur bedraagt

 × 8,72⋅105 × 10−6 = 15 MJ). (Dit is kleiner dan 24 MJ L–1.)

* berekening van het aantal mol ethaanzuur in 1,0 L:
1,0 (L) vermenigvuldigen met 1,05 (kg L–1) en met 103 (g kg–1) en delen door de molaire massa van ethaanzuur (bijvoorbeeld via Binas-tabel 98: 60,053 g mol–1) 1
* berekening van de verbrandingswarmte van 1,0 L ethaanzuur: het aantal mol ethaanzuur vermenigvuldigen met de verbrandingswarmte van ethaanzuur
(via Binas-tabel 56: 8,72·105 J mol–1) en vermenigvuldigen met 10–6 (J MJ–1) (en conclusie) 1

Indien een antwoord is gegeven als: „De dichtheid en de molaire massa van ethanol zijn beiden ongeveer 20% kleiner dan die van ethaanzuur. Per liter vloeistof is er dus ongeveer evenveel mol van beide stoffen aanwezig. De verbrandingswarmte van ethanol is daarentegen veel hoger, dus de verbrandingswarmte van ethaanzuur is kleiner dan die van ethanol.” 1

1. maximumscore 3

Een voorbeeld van een juist antwoord is:

De verbranding van 1 mol hexaanzuur: (C6H12O2 + 8 O2 → 6 CO2 + 6 H2O)

∆*E* = – ( –1,2·105) + 6⋅(–3,935·105) + 6·(–2,86·105) = –39,6·105 (J mol–1)

De verbranding van 2 mol ethanol:

∆*E* = –2·(–13,66·105) = –27,32·105 (J mol–1)

* juiste verwerking van de vormingswarmtes van hexaanzuur, koolstofdioxide en water (via Binastabel 57A):
respectievelijk – (–1,2·105) (J mol–1), –3,935·105 (J mol–1) en –2,86·105 (J mol–1) 1
* juiste verwerking van de molverhouding in de berekening van de verbrandingswarmte van hexaanzuur 1
* juiste verwerking van de verbrandingswarmte van ethanol (via Binastabel 56): –2·( –13,66·105) (J mol–1) 1

Indien in een overigens juist antwoord de factor 105 niet is opgenomen 2
Indien in een overigens juist antwoord alle plus- en mintekens zijn verwisseld 2
Indien in een overigens juist antwoord één plus- of minteken is verwisseld 1
Indien in een overigens juist antwoord twee plus- of mintekens zijn verwisseld 0

Opmerking
Wanneer voor de berekening van de reactiewarmte van de verbranding van hexaanzuur een berekening is gegeven als ∆E = – ( –1,2) + 6·( –3,935) + 6·( –2,86) = –39,6·105 (J mol–1),
dit goed rekenen.

1. maximumscore 4

Een voorbeeld van een juiste berekening is:

 = 16(%)

* berekening van de [H3O+]: 10–pH 1
* juiste evenwichtsvoorwaarde, bijvoorbeeld genoteerd als = *K*z
(eventueel reeds gedeeltelijk ingevuld) 1
* uitwerken van de berekening tot = = 0,19 (eventueel impliciet) 1
* omwerken van de verhouding naar het percentage 1

Opmerking
Wanneer in een overigens juiste berekening de [hexanoaat] is gelijkgesteld aan de [H3O+], dit goed rekenen.

1. maximumscore 2

Een voorbeeld van een juist antwoord is:

Hexaanzuur bevat een COOH groep, deze is polair / kan waterstofbruggen vormen met water.
Maar omdat hexaanzuur een apolaire staart / lange CH keten bevat, zal het matig oplossen in water.

* hexaanzuur bevat een COOH groep, deze is polair / kan waterstofbruggen vormen met water 1
* hexaanzuur bevat een apolaire staart / lange CH keten en zal daarom matig in water oplossen 1
1. maximumscore 2

Een voorbeeld van een juist antwoord is:

***Methode 1:*** hexaanzuur is na de extractie opgelost in het oplosmiddel. Dit kan gescheiden worden door destillatie, hetgeen (veel) energie kost.

*Methode 2:* bij de scheiding / het filtreren wordt geen/weinig energie verbruikt. Methode 2 verdient dus de voorkeur.

* notie dat de destillatie van het mengsel van hexaanzuur en het oplosmiddel energie kost 1
* notie dat de scheiding/filtratie van Methode 2 geen/weinig energie kost en conclusie 1
1. maximumscore 2

Een voorbeeld van een juist antwoord is:

***Methode 1:*** Van het toegevoegde zoutzuur komt de Cl– (en eventuele overmaat zoutzuur) (en de aanwezige Na+ uit het reactiemengsel) in de afvalstroom terecht.

***Methode 2:*** (Natronloog, een overmaat calciumchloride-oplossing en zoutzuur worden toegevoegd.) Van de toegevoegde oplossingen komen Na+ ionen en de overmaat calciumchloride in de afvalstroom terecht.

* in Methode 1 komt het toegevoegde Cl– (en de aanwezige Na+ uit het reactiemengsel) in de afvalstroom terecht 1
* in Methode 2 komen de toegevoegde Na+ ionen en de overmaat calciumchloride (en eventuele overmaat zoutzuur) in de afvalstroom terecht 1

Opmerking
Wanneer in plaats van de namen/formules van ionen/stoffen de namen of formules van atoomsoorten worden gebruikt, dit goed rekenen.

1. maximumscore 3

Voorbeelden van een juist antwoord zijn:



* voor de pijl de structuurformule van hexaanzuur en na de pijl CO2 en H2O 1
* na de pijl de structuurformule van undecaan-6-on 1
* juiste coëfficiënten 1
1. maximumscore 3

Een voorbeeld van een juist antwoord is:

De vorming van het keton heeft een hoge activeringsenergie. Hierdoor verloopt de vorming van het keton pas bij hogere temperaturen.

(De vorming van de ester is een evenwicht. Bij hogere temperaturen ligt dit evenwicht rechts.) Doordat het keton (in een aflopende reactie) wordt gevormd uit één van de beginstoffen van het evenwicht, zal het evenwicht aflopen naar links / de kant van de beginstoffen. (Hierdoor zal na afloop van de reactie bij hogere temperaturen alleen het keton worden aangetroffen en geen ester.)

* notie dat de activeringsenergie van de vorming van het keton hoog is / het keton pas bij hogere temperaturen gevormd kan worden 1
* notie dat de aflopende reactie de stoffen aan de linker kant van de evenwichtspijl weghaalt 1
* notie dat het evenwicht afloopt naar links / de kant van de beginstoffen (en conclusie) 1

## Twee syntheses van ibuprofen

1. maximumscore 3

Een voorbeeld van een juiste berekening is:

 = 41 (gram)

* berekening van de molaire massa’s van isobutylbenzeen en van ibuprofen: (bijvoorbeeld via
Binastabel 99:) 134,21 (g mol–1) respectievelijk 206,27 (g mol–1) 1
* berekening van het aantal mol isobutylbenzeen in 50,0 g isobutylbenzeen: 50,0 (g) delen door de berekende molaire massa van isobutylbenzeen 1
* omrekening van het aantal mol isobutylbenzeen in 50,0 g isobutylbenzeen naar het aantal g ibuprofen dat kan ontstaan:
vermenigvuldigen met de berekende molaire massa van ibuprofen en met 53(%) en delen door 102(%) 1
1. maximumscore 3

Een voorbeeld van een juiste berekening is:

 = 4,4

* berekening van de *m*beginstoffen: de molaire massa van ibuprofen delen door de atoomeconomie 1
* berekening van de *m*werkelijke opbrengst product: de molaire massa van ibuprofen vermenigvuldigen met 53(%) en delen door 102(%) 1
* rest van de berekening 1

Opmerking
Wanneer in vraag 16 een onjuiste molaire massa van ibuprofen is gebruikt, dit in vraag 17 niet opnieuw aanrekenen.

1. maximumscore 2

Voorbeelden van een juist antwoord zijn:

* In stap 2 ontstaat voor het eerst een mengsel van stereo-isomeren. In een molecuul van het reactieproduct van stap 2 komt namelijk een asymmetrisch koolstofatoom voor (en dat koolstofatoom was nog niet asymmetrisch in het molecuul dat als beginstof van stap 2 reageerde).
* In stap 2 ontstaat voor het eerst een mengsel van stereo-isomeren. Want (in een molecuul van de beginstof van stap 2 komt geen asymmetrisch koolstofatoom / koolstofatoom met vier verschillende groepen voor en) in (een molecuul van) het reactieproduct van stap 2 komt voor het eerst een asymmetrisch koolstofatoom / koolstofatoom met vier verschillende groepen voor.
* vermelding dat in stap 2 voor het eerst een mengsel van stereo-isomeren ontstaat 1
* vermelding dat een asymmetrisch koolstofatoom / een koolstofatoom met vier verschillende
groepen ontstaat 1

Indien een antwoord is gegeven als: ‘In stap 1, want de groepen in het reactieproduct van stap 1 kunnen aan dezelfde kant of aan weerszijden van de benzeenring komen te zitten.’ 1

1. maximumscore 2

Een voorbeeld van een juist antwoord is:

Slechts één van beide stereo-isomeren past in het actieve centrum van het enzym.

* notie dat het enzym een actief centrum heeft 1
* notie dat slechts één stereo-isomeer de juiste ruimtelijke bouw heeft (om in het actief centrum te passen) 1
1. maximumscore 2

Een voorbeeld van een juist antwoord is:

(In stap 1 ontstaat) ethaanzuur/azijnzuur. Dit kan worden gebruikt voor de productie van azijnzuuranhydride (die in stap 1 nodig is). Dus ethaanzuur kan worden gerecycled.

* ethaanzuur/azijnzuur 1
* dit kan worden gebruikt voor de productie van azijnzuuranhydride (die in stap 1 nodig is), dus het kan worden gerecycled 1

## Vitamine A

1. maximumscore 3

Een voorbeeld van een juist antwoord is:

In de structuur van vitamine A zijn C=C bindingen aanwezig, waarbij de omringende atomen/atoomgroepen op twee manieren kunnen voorkomen (*cis*-*trans/Z-E*) (en er zijn geen asymmetrische C atomen).

De C=C bindingen waar dit voor geldt bevinden zich bij de atomen C7/C8 en C9/C10 en C11/C12 en C13/C14.

Dit betekent dat er theoretisch 2× 2× 2× 2 = 16 stereo-isomeren mogelijk zijn (dus naast retinol nog 15 andere stereo-isomeren).

* notie dat de atomen/atoomgroepen rondom een C=C bindingen op twee manieren voor kunnen komen (*cis*-*trans/Z-E*) (en er geen asymmetrische C atomen zijn) 1
* bij de C=C bindingen bij de atomen C7/C8 en C9/C10 en C11/C12 en C13/C14 is dit het geval 1
* berekening van het theoretisch maximale aantal stereo-isomeren 1

Indien in een overigens juist antwoord ook de C=C binding bij de atomen C5/C6 is genoemd 1
Indien in een overigens juist antwoord een C atoom als een asymmetrisch C atoom is vermeld 1

1. maximumscore 2

Een voorbeeld van juiste antwoord is:

(Als 1 mol bètacaroteen wordt omgezet tot retinol ontstaat 2 mol retinol.) Bij de omzetting van bètacaroteen tot retinol wordt de middelste C=C binding verbroken, waarbij (ter plaatse van C15 in retinol) geen (nieuwe) stereo-isomeren worden gevormd. In bètacaroteen bevinden zich alle C=C bindingen in dezelfde configuratie als in retinol. (Omdat alle andere bindingen in dezelfde configuratie blijven zal er maar één stereo-isomeer zal ontstaan.)

* notie dat (2 mol retinol wordt gevormd uit 1 mol bètacaroteen en dat) bij het verbreken van de middelste C=C binding in bètacaroteen geen (nieuwe) stereo-isomeren worden gevormd (ter plaatse van C15 in retinol) 1
* notie dat in bètacaroteen zich alle C=C bindingen in dezelfde configuratie bevinden als in retinol 1
1. maximumscore 2



Indien de molecuulformule van propanon is gegeven 1
Indien de structuurformule van propaan-2-ol is gegeven 1

Opmerking
Wanneer de structuurformule van propeen-2-ol is gegeven, dit goed rekenen.

1. maximumscore 3

Een juist antwoord kan als volgt zijn weergegeven:



* de ontbrekende niet-bindende elektronenparen op alle O atomen juist weergegeven 1
* juiste weergave van de pijlen 1
* na de pijl de Lewisstructuur van methanol 1
1. maximumscore 3



* juiste aantal C atomen in de keten 1
* C=O groep op plaats 2 1
* C=C op plaats 5 en rest van de structuur 1
1. maximumscore 1

Voorbeelden van een juist antwoord zijn:

* Door de warmte heeft een deel van de vitamine A gereageerd met zuurstof.
* In vitamine A zijn (veel) dubbele bindingen aanwezig. Hierdoor is de stof (extra) gevoelig voor UV-licht.

Een voorbeeld van een onjuist antwoord is:

Een deel van de vitamine A is gepolymeriseerd door het UV-licht.

1. maximumscore 4

Een voorbeeld van een juiste berekening is:

 = 66(%)

* berekening van het aantal gram vitamine A per liter in de hexaanoplossing: 89 delen door 934 en vermenigvuldigen met 1996 (g L–1) en met·10–6 (g g–1) 1
* berekening van het aantal gram vitamine A per liter waterige oplossing: het aantal gram per liter vitamine A in de hexaanoplossing vermenigvuldigen met 750 (mL) en vermenigvuldigen met
10–3 (L mL–1) en delen door 1,00 (L) 1
* berekening van het aantal gram vitamine A per gram poedermelk na transport: het aantal gram vitamine A per liter waterige oplossing delen door 140 (g) 1
* berekening van het percentage vitamine A dat is omgezet:
het aantal gram vitamine A per gram poedermelk na transport aftrekken van 3,0·10–6 (g g–1) en het antwoord delen door 3,0·10–6 (g g–1) en vermenigvuldigen met 102(%) 1

**Toelichting bij het voorbeeldexamen scheikunde vwo 2016**

Dit voorbeeldexamen sluit aan op de syllabus scheikunde vwo 2016 die te vinden is op [www.examenblad.nl](http://www.examenblad.nl). Het voorbeeldexamen is gebaseerd op bestaande opgaven uit (pilot-)examens aangevuld met een nieuwe opgave. De bestaande opgaven zijn aangepast aan de nieuwe syllabus en aan nieuwe inzichten naar aanleiding van ervaringen in de pilot. De voorliggende selectie is gemaakt in samenspraak tussen CvE en Cito.

**Toelichting per opgave**

Bij nieuwe vragen is het (sub)domein uit de nieuwe syllabus aangegeven, dat bij de vraag hoort.

Papieren batterij

Vragen 1 en 2 zijn redoxvragen die in het nieuwe programma alleen gesteld kunnen worden binnen de context van elektrochemische cellen. (Domein C1). In vraag 4 wordt een nieuw soort vraag geïntroduceerd. Een macro-eigenschap moet verklaard worden m.b.v. begrippen uit de microwereld. Het bestaan van mesomere grensstructuren (B1.12 en C4.5) wordt gebruikt om elektrische geleiding te begrijpen.

Biodiesel uit plantaardig afval

In vraag 8 en 9 worden voorbeelden gegeven van nieuwe vragen rondom berekeningen aan reactiewarmte (o.a. C6). Vraag 10 vraagt op een iets andere manier dan voorheen naar een mengsel van een zwak zuur en zijn geconjugeerde base. De vragen 12 en 13 zijn vragen die te maken hebben met inzicht in hoe een proces verloopt. Het analyseren van stof- en energiestromen is onderdeel van het nieuwe programma (o.a. F2).

Twee syntheses van ibuprofen

Vraag 16 en 17 zijn twee voorbeelden van nieuwe vragen die gesteld kunnen worden rondom de begrippen rendement, atoomeconomie en E-factor (C2 en F2). In vraag 20 wordt een analyse van het proces bevraagd, met de nadruk op recycling.

Vitamine A

Vraag 24 en 25 gaan in op analyse van een reactiemechanisme. Met en zonder Lewisstructuren een

reactie analyseren geeft nieuwe mogelijkheden tot vragen (o.a. C1.17).

Domein Chemie van het leven

In het voorbeeldexamen zijn weinig vragen uit Domein G1 te vinden. Hiervoor is gekozen omdat

Domein G1 niet veel verschilt van het oude Domein Biochemie. Alle vragen die in oude examens

voorkomen, kunnen nog steeds gesteld worden.

Op deze wijze kwam er wat meer ruimte voor de nieuwe (sub)domeinen.

**Nieuwe vakspecifieke regels**

Met ingang van 2016 zullen in de correctievoorschriften bij de VWO examens twee nieuwe vakspecifieke regels worden opgenomen.

Deze staan ook in het correctievoorschrift bij dit voorbeeldexamen: de nummers 6 en 7 van onderdeel 3.

Nummer 6 is in de toelichting van de oude syllabus reeds beschreven en kon derhalve bij de correctie gehanteerd worden.

Nummer 7 is geheel nieuw.

**Toelichting**: Het al dan niet toekennen van deelscores voor ‘juiste coëfficiënten’ / ‘elementbalans’ bleek vaak aanleiding tot discussies tussen eerste en tweede corrector. Verschillen van interpretatie konden leiden tot verschillende scores voor gelijke/gelijkwaardige prestaties.

De nieuwe regel 7 beoogt deze ongewenste ongelijkheid te voorkomen.