# Opgaven Eindronde Nationale Chemieolympiade

23 JUNI 1992

Deze eindronde bestaat uit 17 vragen. De tijdsduur van de eindronde is maximaal 4 klokuren

Benodigde hulpmiddelen:

elektronisch rekenapparaat

BINAS tabellenboek

In de kantlijn is vóór elke vraag het aantal punten vermeld dat een juist antwoord op die vraag oplevert



DRUIPSTEENFORMATIES

Evenwichtvoorwaarden voor de oplosbaarheid van positieve ionen in water spelen een belangrijke rol bij de beschrijving van chemische processen die zich in de aardkorst voordoen. Een bekend voorbeeld van zo’n proces is de vorming van druipstenen in kalksteengrotten. Voor de beschrijving van dit verschijnsel is de waarde van de partiële druk van CO2 (*p*CO2) belangrijk. Deze is namelijk bepalend voor de mate van oplossen van CaCO3 volgens onderstaand evenwicht:

CaCO3(s) + CO2(aq) + H2O(l) $⇄$ Ca2+(aq) + 2 HCO3−(aq)

Hieronder is een kalksteengrot schematisch weergegeven



Door de grot loopt een riviertje. Het daarin opgeloste CO2 is in evenwicht met de lucht in de grot, en ook met het kalksteen uit de rivierbodem (CaCO3). Tevens beweegt grondwater, dat door de grond boven de grot is gesijpeld, zich via scheuren en kanalen in het kalksteen naar het plafond van de grot. In de grond heeft CO2(g) een veel hogere partiële druk dan in de grot. Dat komt doordat in de grond CO2 wordt gevormd door ontleding van organisch materiaal. Het gevolg van dit verschil in *p*CO2 is, dat in druppels die aan het plafond van de grot blijven hangen, CaCO3 wordt teruggevormd door verschuiving van bovengenoemd evenwicht. Ook wordt CaCO3 gevormd wanneer het grondwater in contact komt met water uit het riviertje.

1. Toon met behulp van een berekening aan, dat CaCO3 neerslaat als het naar beneden druppelende grondwater in het rivierwater terecht komt. Maak daarbij gebruik van de volgende gegevens: 9

partiële druk van CO2 in bodem boven de grot = 1,2⋅10−1 atm

partiële druk van CO2 in de grot = 1,8⋅10−3 atm

constante uit de wet van Henry voor CO2 bij 20 °C = 3,38⋅10−2 mol L−1 atm−1

CO2 + H2O →← H2CO3 *K*(CO2) = 10−1,41

H2CO3 →← H+ + HCO3− *K*1 = 10−6,38

HCO3− →← H+ + CO32− *K*2 = 10−10,38

[Ca2+] [CO32−] = *K*s = 10−8,38

1. Schietkever

Er bestaat een soort kever die belagers op een afstand houdt door ze met irriterende chemicaliën te beschieten. Als drijfgas gebruikt de kever zuurstof, die hij zelf aanmaakt via gekatalyseerde ontleding van in water opgelost waterstofperoxide. De redoxkoppels voor deze redoxreactie en standaard elektrodepotentialen zijn hieronder gegeven:

H2O2 + 2 H+ + 2 e− →← 2 H2O(l) *V*o= + 1,77 V

O2(g) + 2 H+ + 2 e− →← H2O2 *V0* = + 0,68 V

1. Stel met behulp van bovenstaande redoxkoppels de reactievergelijking voor de ontleding van waterstofperoxide op en bereken de bronspanning *V*bron voor deze redoxreactie onder standaard condities. 1

Onderzoek heeft uitgewezen dat [H2O2] in de ruimte waarin de ontleding plaats vindt, ongeveer 0,80 M is. De partiële druk van zuurstof in deze ruimte is dezelfde als in lucht, namelijk 0,20 atm.

1. Bereken uit deze gegevens de bronspanning voor deze onder de condities die gelden ‘in de kever’. Neem aan dat *T* = 298 K. 2
2. Bereken de waarden van de volgende grootheden voor de hierboven genoemde ontleding van waterstofperoxide (bij 298 K): 4

de enthalpieverandering *H*

de entropieverandering *S* (de absolute entropie van H2O2 bedraagt 110 J mo1−1 K−1)

de vrije enthalpieverandering *G*

de evenwichtsconstante *K*ev

1. Leg uit dat de resultaten van de berekeningen voor de voorgaande vragen er op wijzen, dat de ontleding van waterstofperoxide spontaan zal verlopen. 1

Hoewel de reactie spontaan verloopt, is de snelheid ervan niet groot genoeg voor de explosieve toename van zuurstofdruk, die de kever nodig heeft om zijn chemicaliën af te schieten. Om dit effect te bereiken moet de reactie gekatalyseerd worden. Er zijn aanwijzingen dat dit zou kunnen gebeuren door ijzerionen, die bij de ontleding van waterstofperoxide betrokken raken.

1. Laat met behulp van halfreacties zien hoe ijzerionen zodanig bij de ontleding van waterstofperoxide betrokken kunnen dat sprake is van katalyse. 3
2. Ozon

In de stratosfeer bestaat een ingewikkeld netwerk van chemische reacties waarin de stof ozon is betrokken. Om meer inzicht in dit netwerk te verkrijgen worden in laboratoria eenvoudige deelreacties bestudeerd. Een voorbeeld is de bestudering van de snelheid van de ontleding van ozon onder invloed van ultraviolet licht:

O3(g)  O(g) + O2(g)

Uit experimenten bleek dat de reactieconstante voor deze reactie bij een temperatuur van 227 K (dat is de temperatuur op 30 km boven het aardoppervlak) gelijk is aan 3,16⋅10−4 s−1. In één van deze experimenten was de beginconcentratie aan ozon 1,0⋅1013 moleculen per cm3.

1. Bereken de ozonconcentratie bij dit experiment na drie uur bestraling. 2
2. Bereken de halfwaardetijd van deze reactie bij 227 K. 2

De activeringsenergie van deze reactie is 4,1⋅104 J mol−1.

1. Bereken de reactieconstante bij 240 K. 3
2. Myrceen

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 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

Door de isopreenregel toe te passen 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. Cadaleen

Carvon, een stof die in munt en karwijzaad voorkomt, heeft bijgaande structuurformule.

Hieronder is de route voor de omzetting van carvon in cadaleen, een naftaleenderivaat met de formule C15H18, weergegeven:

Carvon + BrCH2COOC2H5  A (C14H22O3)

A + zuur  B  C (C12H16O2)

B is een tussenproduct, dat niet wordt geïsoleerd. C is een benzeenderivaat

C + C2H5OH + H2SO4 → D (C14H20O2)

D  E (C12H18O)  F (C12H17Br)

F + [CH3C(COOC2H5)2]Na → G (C20H30O4)

G  H (C15H22O2)  I (C15H16OCl)

I  J (C15H20O)  K (C15H22O)

K  cadaleen

1. Geef de structuurformules van de verbindingen A tot en met K, en van cadaleen. 10
2. Mineralen

Negatieve ionen die bestaan uit de elementen silicium en zuurstof (silicaationen) kunnen worden voorgesteld als opgebouwd uit Si4+-ionen, omringd door O2−-ionen. onder de aanname dat deze ionen bolvormig zijn, kan uit de stralen ervan (5,4⋅10−11 resp. 1,26⋅10−10 m) worden afgeleid dat het coördinatiegetal voor silicium in dit soort ionen gelijk aan 6 zou moeten zijn.

1. Geef deze afleiding 2

Als in silicaationen telkens één Si4−-ion omringd zou zijn door zes O2-ionen, dan hadden deze ionen de formule SiO68−. Veel soorten silicaten hebben echter formules die duiden op de aanwezigheid van SiO32−-ionen, bijvoorbeeld Be3Al2(SiO3)6 (beryl), en CsA1(SiO3)2 (polluciet). In deze verbindingen heeft Si het coördinatiegetal 4. Geochemici geven de negatieve ionen die in deze mineralen voorkomen, vaak weer als opgebouwd uit tetraëders, met in het centrum Si en op de hoekpunten O. Zo’n tetraëder kan schematisch worden weergegeven als: 

Twee van dergelijke tetraëders kunnen steeds één hoekpunt met elkaar delen.

1. Geef met behulp van de hierboven afgebeelde tetraëder twee mogelijke voorstellingen voor de silicaationen zoals die kunnen voorkomen in beryl en polluciet. 4

Bij een onderzoek aan het mineraal orthoklaas, K[A1O2⋅(SiO2)3], wordt geconstateerd dat in sommige monsters ‘isomorfe substitutie’ heeft plaatsgevonden: de plaats van bepaalde ionen in het orthoklaas is ingenomen door andere, zonder dat daarbij de structuur van het kristalrooster is verstoord.

1. Geef van de hieronder gegeven formules aan, of zij een mineraal kunnen voorstellen dat, als gevolg van isomorfe substitutie, opgelost in vast orthoklaas kan voorkomen. 4

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| A | BaAl2Si2O8 | E | KYSi3O8 |
| B | RbAlSi3O8 | F | KA1Si3S8 |
| C | NaA1Si3O8 | G | NaAl2Si2O8 |
| D | BaAlSi3O8 |  |  |

Geef telkens een verklaring voor je antwoord en maak daarbij onder andere gebruik van de volgende gegevens over ionstralen (zie volgende pagina):

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| ion | straal (⋅1012 m) | ion | straal (⋅1012 m) |
| Na+ | 116 | Ce3+ | 115 |
| K+ | 152 | Y3+ | 104 |
| Rb+ | 166 | Si4+ | 54 |
| Ba2+ | 149 | O2− | 126 |
| Al3+ | 67 | S2− | 170 |
| Bi3+ | 117 |  |  |

Het element yttrium (Y) is momenteel zeer in trek vanwege zijn toepasbaarheid in ‘hoge-temperatuur’ supergeleiders. vandaar dat men ijverig op zoek is naar nieuwe vindplaatsen van dit element.

1. Geef van onderstaande mogelijke vindplaatsen aan of ze de moeite waard zijn om onderzocht te worden op de aanwezigheid van het element yttrium. Geef telkens een verklaring voor je antwoord. 3

A In Bi2S3, als Y2S3

B In CePO4, als YPO4

C In zeewater als Y(H2O)n3+

D In de kern van de aarde (deze bestaat voornamelijk uit metallisch ijzer en nikkel) als metallisch Y

E In afzettingen van Ca2Mg5(OH)2(Si4O11)2 als Y2Mg5(OH)2 (Al2Si2O11)2

## EINDE

**Correctievoorschrift Eindronde Nationale Chemieolympiade**

23 JUNI 1992

De maximumscore voor dit werk bedraagt 60 punten

1. Druipsteenformaties
2. Maximumscore 9

Het juiste antwoord moet zijn gebaseerd op berekening van [Ca2+] in grondwater en [CO32−] in het water van het riviertje, vergelijking van het product van deze twee met het oplosbaarheidsproduct van CaCO3, en de conclusie dat CaCO3 neerslaat indien de waarde van het eerste product groter is dan die van het tweede.

* berekening van waarde van de evenwichtsconstante van het evenwicht 2

CaCO3 + CO2 + H2O →← Ca2+ + 2 HCO3−:

 = 10−5,79

* berekening van Ca2~ in grondwater: 2

[CO2] = 1,2⋅10−1 ⋅ 3,38⋅10−2 = 4,06⋅10−3 mol L−

stel [Ca2+] = *x*, dan = 10−5,79

*x*= 1,2⋅10−3

* berekening [CO32]: 10−8,38/ 1,2⋅10−3 = 3,5⋅10−6, en constatering dat het stellen van [HCO3−] = 2*x* een correcte benadering is omdat [Ca2~] »[CO32−] 2
* berekening van Ca2+ in het water in het riviertje (analoog aan bovenstaande berekening): 2

[CO2] = 1,8⋅10−3 ⋅ 3,38⋅10−2 = 6,08⋅10−5 mol L−1

stel [Ca2+] = x, dan  = 10−5,79; *x* = 2,9⋅10−4

* berekening [CO32−] in het riviertje: 1

[CO32−] = 10−8,38/2,9⋅10−4 = 1,4⋅10−5 en constatering dat verwaarlozing nog steeds is toegestaan

* berekening product [Ca2+]grondw [CO32−]rjyierw = 1,7⋅10−8 en conclusie dat dit groter is dan *K*s (4,2⋅10−9) 2
1. SCHIETKEVER
2. Maximumscore 1
* Optelling vangegeven halfreacties leidt tot 2 H2O2 → O2(g) + 2 H2O(l); *V0* = 1,09 V 2
1. Maximumscore 2
* Vergelijking van Nernst voor deze reactie: *V =* 1
* Correct invullen in deze vergelijking: 1,09 − 0.059/2 × log 0,2/(0,8)2 = 1,10 V 1
1. Maximumscore 4
* berekening enthalpieverandering: *H* = vormingsenthalpieën producten −  vormingsenthalpieën reactanten = 2 × −2,86 − 2 × (−1,88)⋅10−5 = −1,96⋅105 J mol−1 1
* berekening entropieverandering: *S* =  absolute entropieën producten −  absolute entropieën reactanten = 205 + 2 × 70 − 2 × 110 = 125 J mol−1K−1 1
* berekening vrije enthalpieverandering: *G* = *H* − *T**S* = −1,96⋅105 − 298 × 125 = −2,33⋅105 J mol-1 1
* berekening *K*ev: *G* = −*RT* ln *K*; ln *K* = 2,33⋅105 / (8,31 × 298) 94,1; *K* = 7,3⋅1040 1
1. Maximumscore 1

Een positieve bronspanning, een negatieve *G* en *Kev* » 1 wijzen alle op een thermodynamisch spontane reactie.

1. Maximumscore 3
* H2O2 + 2 H+ + 2 e− →← 2 H2O(l) (1) *V*o= +1,77 V

Fe2+ = Fe3+ + e− (2) *V*o= +0,77 V

H2O2 + 2 H+ + 2 Fe2+ →← 2 H2O + 2 Fe3+ *V* = 1,00 V

* H2O2 →← O2(g) + 2 H+ + 2 e− (1) *V*o= +0,68 V

Fe3+ + e−.→← Fe2+ (2) *V*o= +0,77 V

H2O2+2 Fe3~→← O2+2 H++2 Fe2+ *V* = 0,09V

* constatering dat door het gelijktijdig verlopen van deze twee reacties het netto resultaat gelijk is aan de ontleding van waterstofperoxide in zuurstof en water (bijv. door het optellen van de twee reacties), en dat de netto concentraties van de ijzerionen niet veranderen, zoals dat voor een katalysator hoort. 1

*Opmerking*

*Een verklaring voor de versnelling van de reactie door betrokkenheid van ijzerionen hoeft (uiteraard) niet te worden gegeven*

1. OZON
2. Maximumscore 2

Een juiste berekening leidt tot de uitkomst 3,3⋅1011 moleculen cm−1 (= 5,5⋅10−10 mol L−1)

* [O3]*t* = [O3]*t* =0 e−*kt* (hoeft niet te worden afgeleid) 1
* rest van de berekening: 1013⋅ 1
1. Maximumscore 2

een juiste berekening leidt tot de uitkomst 2,2⋅103 s

* *t* ½ = ln2 /*k* (hoeft niet te worden afgeleid) 1
* rest van de berekening: ln 2/3,16⋅10−4 s 1
1. Maximumscore 3

Een juiste berekening leidt, afhankelijk van de berekeningswijze, tot de uitkomst *k*240= 1,02⋅10−3 s−1 of 1,03⋅10−3 s−1

* juiste formule, al dan niet met afleiding:  2
* rest van de berekening:  + ln 3,16⋅10−4 s−1 1

ln *k*240= −6,883; *k*240= 1,02 ⋅ 10−3 s−1

1. MYRCEEN
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. Maximumscore 10

Antwoordmodel nader te bepalen aan de hand van de antwoorden van kandidaten. De stapsgewijze synthese van cadaleen met de gevraagde structuurformules staat hieronder.



1. MINERALEN
2. Maximumscore 2
* berekening straal Si4+/ straal O2− = 54/126 = 0,429 1
* vergelijking van quotiënt met grenswaarde 0,414 tussen coördinatiegetallen 4 en 6, en conclusie 1
1. Maximumscore 4



* 6 tetraëders in een ring, met 6 gemeenschappelijke hoekpunten 2
* een aantal met hoekpunten aaneengeschakelde tetraëders, met de opmerking dat wanneer het aantal eenheden maar groot is, de verhouding Si : 0 bij benadering 1 : 3 is. 2
1. Maximumscore 4

Te volgen redeneringen:

* K+ (152 pm) is vervangen door Ba2+ (149 pm), en Si4+ (54 pm) door Al3+ (67 pm); voor beide gevallen blijven de stralen van de vervangende ionen voldoende bij elkaar in de buurt (criterium is 10 à 20%, dus men kan ook tot de conclusie komen dat Al3+ eigenlijk te groot is). Verder wordt 5+ vervangen door 5+, dus elektroneutraliteit is verzekerd
* K+ vervangen door bijna even grote (en gelijk geladen) Rb+, dus dat kan
* K+ vervangen door veel kleinere Na+, dus dat kan niet
* K+ vervangen door Ba2+, dat kan niet vanwege elektroneutraliteit
* Al3+ vervangen door veel grotere Y3+*,* dus dat kan niet
* O2− vervangen door veel grotere S2−, dus dat kan niet
* Si4+ vervangen door Al3+, dat kan niet vanwege elektroneutraliteit
* correcte toepassing van redenering dat vervangende ionen in straal niet meer dan 10-20% van het oorspronkelijke ion mogen afwijken bij A, B, C, E en F 2
* toepassing van het elektroneutraliteitscriterium bij A, D en G 2
1. Maximumscore 3
* Y3+ is weliswaar ongeveer even groot als Bi3+, maar het is, in i.t.t. Bi3+, een hard zuur en zal dus waarschijnlijk niet voorkomen in combinatie met een zachte base als S2−.
* Y3+ en Ce3+ hebben ongeveer dezelfde stralen en komen in de natuur vaak samen voor.
* Y(H2O)n3+ is door zijn hoge lading erg zuur en zal daardoor in water van nature nauwelijks als zodanig voorkomen. Het slaat met tal van negatieve ionen neer.
* Yttrium is erg elektropositief, en is dus chemisch te reactief om in elementaire vorm op (in dit geval ‘in de’) aarde voor te komen
* Dit zou een geval van isomorfe substitutie, n.l. twee Ca2+ en twee Si4+ vervangen door twee Y3+ en twee Al3+, kunnen zijn en dus een mogelijke vindplaats
* vier goede redeneringen 2
* drie goede redeneringen 1

**Practicumtoets Chemieolympiade**

*vrije* Universiteit *amsterdam* 24 juni 1992, duur 4klokuren

Deze practicumtoets bestaat uit 2 experimenten.

Volgorde waarin de experimenten uitgevoerd worden is vrij.

Het is van belang de tijd zo gunstig mogelijk in te delen.

* De resultaten moeten worden vermeld op bijgevoegd formulier. Alleen deze resultaten tellen mee voor de beoordeling.
* De maximumscore voor deze practicumtoets is 40 punten (de theorietoets leverde maximaal 60 punten op).

EXAMENEXPERIMENT 1: BEPALING VAN ZINK(II)

ALGEMEEN

Een groot aantal metaalionen waaronder Zn(II) kan worden bepaald d.m.v. visuele complexometrische titraties met EDTA (= ethyleendiaminetetra-acetaat). EDTA is een meertandig ligand (6 coördinatieplaatsen) en vormt een 1 : 1 complex met Zn(II). Als indicator wordt eriochroom zwart T gebruikt dat evenals EDTA complexeert met Zn(II). Deze indicator heeft in de vrije vorm een andere kleur dan in het metaal-indicatorcomplex. Verder vormt het vanzelfsprekend een minder stabiel complex met Zn(H) dan EDTA.

In dit experiment wordt aan de hand van een EDTA-titratie het massapercentage zink bepaald in een monster zinksulfaat dat een onbekende hoeveelheid kristalwater bevat.

UITVOERING

1. Voorbereiding

• Vul een buret met de 0,01 M EDTA-standaardoplossing.

• Maak in de zuurkast een buffer door 2,7 g ammoniumchloride en 17,5 mL geconcentreerde ammonia aan te vullen tot 50 mL met demiwater.

• Weeg exact ± 0,3 g zinksulfaat af, breng het in een 100 mL maatkolf, los op in demiwater en vul aan.

2. Titratie

• Pipetteer 10,00 mL zinksulfaatoplossing in een 200-300 mL erlenmeyer en verdun tot 100 mL met demi-water. Doe dit in duplo.

• Voeg zoveel eriochroom zwart T toe (zeer weinig!) dat de oplossing goed lila kleurt, maar wel transparant blijft.

• Voeg 1 mL buffer toe en meng.

• Titreer de oplossing met de EDTA-titrant (omslag lilarood naar blauw).

OPGAVEN

• Bereken het massapercentage Zn(II) in het verstrekte zinksulfaat.

• Vul het examenformulier behorende bij dit experiment in.

EXAMENEXPERIMENT 2: BEREIDING VAN EEN ESTER

VOORSCHRIFT

a. Breng 10,5 mL (0,14 mol) 1-propanol in een 100 mL driehalskolf. Voeg hierbij *voorzichting* 20 mL (0,35 mol) ijsazijn gevolgd door 2 mL geconcentreerd zwavelzuur (met een steekpipet) en zwenk de driehals om de lagen te mengen. (OPGELET: wees voorzichtig met geconcentreerde zuren)

b. Breng enkele kooksteentjes in de driehals, plaats een refluxkoeler en verhit het reactiemengsel gedurende 1 uur. Laat daarna afkoelen tot kamertemperatuur.

c. Breng het reactiemengsel over naar een 100 mL scheitrechter en voeg 50 mL gedestilleerd water toe. Schud krachtig en laat de lagen scheiden. Scheid de waterlaag af en was de organische laag een tweede keer met 25 mL gedestilleerd water.

d. Verwijder de overmaat azijnzuur door het product (de organische laag) te wassen met 25 mL 5% NaHCO3 oplossing. Herhaal deze bewerking tot de waterlaag niet langer zuur is (controle met universeel indicatorpapier). Pas op voor overdruk in de scheitrechter door C02-ontwikkeling

e. Was de organische laag met 5 mL verzadigde zoutoplossing (brijn) en breng het product over naar een erlenmeyer van 50 mL. Droog op watervrij magnesiumsulfaat en filtreer over een vouwfilter.

f. Weeg het product en bepaal de opbrengst.

Enkele kookpunten:

ijsazijn 120 °C

1-propanol 97 °C

propylethanoaat 102 °C

Chemieolympiade Vrije Universiteit 24 JUNI 1992

EXAMENFORMULIER NAAM:

EXAMENEXPERIMENT 1: BEPALING VAN ZINK (II)

Afgewogen hoeveelheid zinksulfaat gram (stof + weegpapier)

 gram (weegpapier) −

 gram

Titratie: volume EDTA-oplossing (1) mL

 (2) mL

Berekening massapercentage Zn(II) (volledige berekening vermelden)

(1)

(2)

EXAMENEXPERIMENT 2: BEREIDING VAN EEN ESTER

Hoeveelheid uitgangsstof gram

Hoeveelheid product gram (stof + telpotje)

 gram (telpotje) −

 gram

Berekening opbrengst in procenten (volledige berekening vermelden)

Lever de gemaakte ester in (potje met etiket, naam vermelden).

Zuiverheid (in te vullen door assistent):