

UITWERKING CCVS-TENTAMEN 21 juli 2017

Frank Povel

NB1. Deze uitwerking is door mij gemaakt en is niet de uitwerking die de CCVS hanteert. Er kunnen dan ook geen rechten aan deze uitwerking ontleend worden. Na het vraagnummer staat steeds tussen haakjes het door mij ingeschatte aantal punten die te krijgen zijn voor die vraag. Dat heb ik ingeschat op grond van het totaal per opgave zoals op het voorblad van het tentamen gegeven is en op grond van wat ik denk dat een redelijke verdeling is. De CCVS kan een andere verdeling hanteren.

NB2. In cursief staat bij sommige vragen wat verduidelijking gegeven. Het is bedoeld voor mensen die oefenen met dit tentamen. Het cursieve hoeft niet in het antwoord vermeld te worden.

NB3. Als je vragen hebt over of naar aanleiding van deze uitwerking, aarzel dan niet om contact op te nemen: f.povel@planet.nl of 06 18 44 22 03.

OPGAVE 1 –ammoniak

a.(3) 100 L ammonia is ongeveer 4 mol ($V_m = 24,5$ L), terwijl 1 L water ongeveer 56 mol is. Dus is ongeveer 7% van de moleculen een NH_3 molecuul. Aangezien zowel NH_3 als H_2O waterstofbruggen kunnen vormen, nestelen de NH_3 moleculen zich tussen de water moleculen. Omdat een NH_3 molecuul ongeveer even groot is als een watermolecuul, zal je op het oog nauwelijks volume toename kunnen zien.

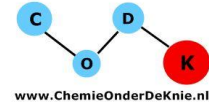
(1. Als een opgave over gassen gaat, denk dan altijd meteen aan het molair volume V_m . Er is een goede kans dat je dat nodig hebt of kunt gebruiken.)

2. Hoe weet je dat water ongeveer 56 mol/L is? 1 liter water heeft een massa van ongeveer 1 kg = 1000 g (Binas, tabel 11). De molmassa van water is ongeveer 18 g. $1000/18 = 55,6$. Voor deze opgave is het voldoende om te zeggen dat de concentratie van water in water ongeveer 56 mol/L is.

3. N staat naast O in het Periodiek Systeem, dus NH_3 en H_2O verschillen niet veel van elkaar wat grootte betreft.)

b.(3)

V=1L	$\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$		
B	0,1	0	0
O	-x	+x	+x
E	$0,1 - x$	x	x
C	$0,1 - x$	x	x



$$K_b = x^2 / (0,1 - x) = 1,8 \cdot 10^{-5} \quad c/K_b = 0,1 / 1,8 \cdot 10^{-5} > 100 \text{ dus verwaarlozen mag.}$$

Verwaarlozing van x ten opzichte van $0,1$ geeft:

$$x^2 = 1,8 \cdot 10^{-6} \quad \text{en} \quad x = 1,34 \cdot 10^{-3}$$

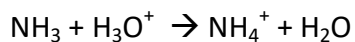
Dus $[\text{OH}^-] = 1,34 \cdot 10^{-3}$ zodat $\text{pOH} = 2,87$ en $\text{pH} = 11,13$ (2 cijfers achter de komma).

(1. De regel mbt significantie bij pH is dat het aantal significante cijfers van de $[\text{H}_3\text{O}^+]$ is gelijk aan het aantal cijfers achter de komma in de pH.

2. Er is nog een ander criterium om te bepalen of verwaarlozen mag namelijk. Of de berekende x kleiner is dan 10% van de molariteit van het zuur of de base.

3. Als verwaarlozen niet mag, dan moet je eigenlijk de abc formule gebruiken (Binas, tabel 36C) maar, zoals ik elders betoog, raad ik dat af als je het ccvs tentamen doet: Het kost veel tijd, het is gepriegel en dus rekenfoutgevoelig).

c.(3) In het equivalentiepunt is alles omgezet in NH_4^+ , vanwege



NH_4^+ is een zuur en dus is de $\text{pH} < 7$.

(1. Bij zuur/base reacties is het equivalentiepunt bereikt als de hoeveelheid H^+ ionen die het zuur kan afstaan evengroot is als de hoeveelheid H^+ ionen die de base kan opnemen.

Bij redoxreacties is het een analoog verhaal maar dan met elektronen..

2. Een zuur/base reactie met een sterk zuur (H_3O^+) of een sterke base (OH^-) is altijd aflopend.)

d.(3) $25/1000 \times 0,1 \text{ mol NH}_3 = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol NH}_3$ dus ook $2,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol H}_3\text{O}^+$ (HCl) en dat zit in $20,0 \text{ mL}$. Dus $[\text{H}_3\text{O}^+] = 2,5 \cdot 10^{-3} / 20 \cdot 10^{-3} = 0,125 \text{ mol/L}$.

Oftewel molariteit zoutzuur is $0,125$.

e.(2) Er is sprake van een buffer omdat in dat stuk een redelijke hoeveelheid van de zwakke base NH_3 is omgezet in haar geconjugeerde zuur NH_4^+ , zodat beide in een redelijke hoeveelheid aanwezig zijn en er dus sprake is van een buffer. Een eigenschap van een buffer is dat de pH maar weinig verandert als er zuur of base wordt toegevoegd.

(De samenstelling van een buffer is een zwak zuur en zijn geconjugeerde base (wat gelijk is aan een zwakke base en zijn geconjugeerde zuur) beide in redelijke hoeveelheden. In dit geval is de zwakke base NH_3 omgezet in haar geconjugeerde zuur NH_4^+ .)

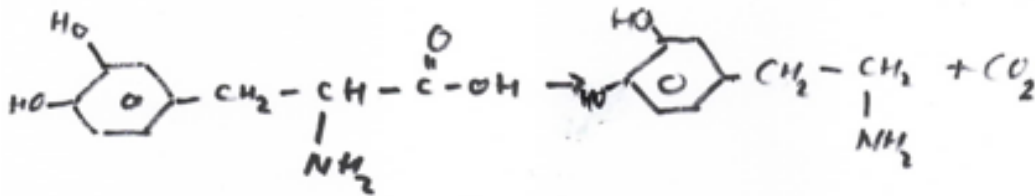
f.(2) Precies halverwege de titratie is de helft van het NH_3 omgezet in NH_4^+ .

Dus $[\text{NH}_3] = [\text{NH}_4^+]$

g.(3) $K_z = [\text{H}_3\text{O}^+] \times [\text{NH}_3] / [\text{NH}_4^+] = [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-9,3} = 5 \cdot 10^{-10}$ (1 significant cijfer)

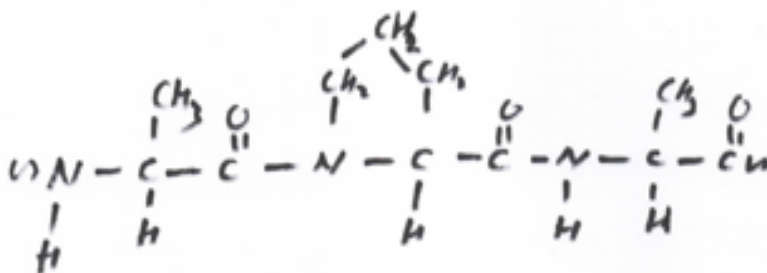
OPGAVE 2 - Parkinson

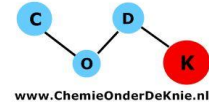
a.(2)



b.(3) Koolstofatoom 2 in L-dopa is asymmetrisch. Dus is dopa optisch actief. Het overeenkomstige koolstofatoom in dopamine is niet asymmetrisch en daarom is dopamine niet optisch actief.

c.(3)





(Denk eraan dat het om een fragment gaat en dat dus de keten links en rechts doorloopt. Anders zou het een molecuul zijn, een zogenaamde tripeptide.)

d.(3) Terwijl de N-C binding in alanine in principe vrij draaibaar is, is die in proline dat niet doordat de binding een deel is van een cyclische structuur.

De vrije draaibaarheid is nodig voor het aangaan van de alfa-helix.

Bovendien wordt de helix gevormd door waterstofbruggen tussen de N-H's en de C=O van het aminozuur steeds drie aminozuren verderop in de keten. Bij proline in het eiwit is er geen H-atom meer op de N die die waterstofbrug kan vormen.

e.(3) 496-497-498 want het is nr. 166 waar het afwijkende aminozuur wordt ingebouwd. Omdat het allemaal triplets zijn, zijn er $3 \times 165 = 495$ nucleotides geweest vóór de eerste nucleotide van triplet 166 en dan nog twee om het een triplet te laten zijn.

f.(4) Het gaat om basenpaar 497, want in Leu en Pro is de tweede base van het triplet in mRNA verschillend (U resp. C).

Voor Leu in het normale gen wordt het basenpaar 497 dus T voor de coderende streng en A voor de matrijs streng.

Voor Pro in het afwijkende gen wordt dit paar dus C voor de coderende streng en G voor de matrijsstreng.

In schema

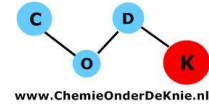
	Leu	Pro
Coderende streng	T	C
Matrijsstreng	A	G
mRNA	U	C

(1. Het gaat om een puntmutatie volgens de opgave. Dus om een verschil van één nucleotide. De triplets die daarvoor in aanmerking komen zijn in Leucine CUA, CUG, CUU en CUC en in Proline CCA, CCG, CCU. Dus steeds een verschil alleen van het tweede nucleotide.

2. Om je eraan te herinneren wat de namen van de strengen zijn, zie Binas tabel 71E).

OPGAVE 3 – chloor-waterdamp evenwicht

a.(1) $K = \frac{[\text{HCl}]^4 \times [\text{O}_2]}{([\text{Cl}_2]^2 \times [\text{H}_2\text{O}]^2)}$



b.(3)	V=5L	$2\text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{HCl} + \text{O}_2$			
B		2	2	0	0
O		-0,8	-0,8	+1,6	+0,4
E		1,2	1,2	1,6	0,4
C		0,24	0,24	0,32	0,08

Dus $\text{Cl}_2 = 1,2 \text{ mol}$ $\text{H}_2\text{O} = 1,2 \text{ mol}$ $\text{HCl} = 1,6 \text{ mol}$ $\text{O}_2 = 0,4 \text{ mol}$

c.(2) $K = 0,32^4 \times 0,08 / (0,24^2 \times 0,24^2) = 0,25$

d.(3) Het evenwicht is dus naar rechts verschoven (want er is minder Cl_2). Dat is naar de endotherme kant. Dus de temperatuur is verhoogd. (Principe van Le Chatelier – Van 't Hoff).

(Principe of regel van Le Chatelier-van 't Hoff zegt dat als een bestaand evenwicht verstoord wordt, het evenwicht verschuift in de richting die de verstoring tegenwerkt (dat is niet hetzelfde als opheffen). Hier is de verstoring energietoevoer en dat wordt tegengewerkt door energie in de stoffen op te nemen, dus verschuiving naar de endotherme kant).

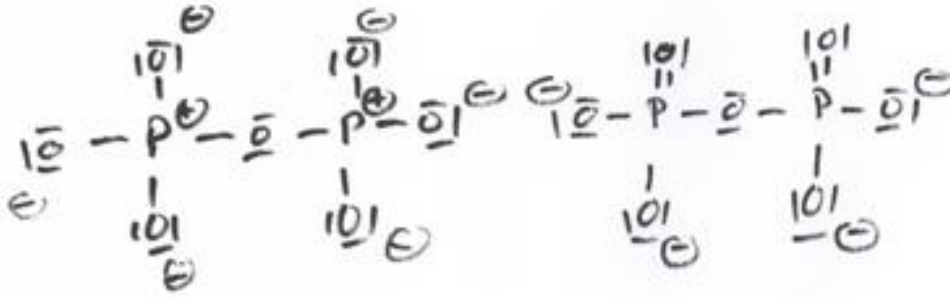
OPGAVE 4 – twee vanadiumzouten

a.(2) $\text{V}_2\text{O}_2\text{P}_2\text{O}_7$ heeft in totaal 8- dus V=4+
 $\text{V}_2\text{OP}_2\text{O}_7$ heeft in totaal 6- dus V=3+

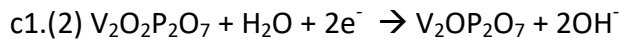
(In zouten of samengestelde ionen waar een metaal in voorkomt (zoals MnO_4^-) is O altijd 2-)

b.(3) Er zijn in totaal $7 \times 6 + 2 \times 5 + 4 = 56$ valentie elektronen in het ion. Dus $56/2=28$ elektronenparen. Twee mogelijke manieren van tekenen van de Lewisstructuur:

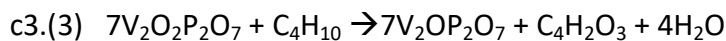
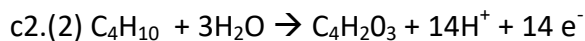
of



(Beide zijn goed. De rechter is in principe wat beter omdat daar minder ladingen en ladingsverschillen zijn. Het feit dat in de rechter Lewisstructuur P 5-bindingen aangaat is niet tegen de octetregel omdat in de derde periode van het Periodiek Systeem het om de derde schil gaat waar ook het 3d niveau kan participeren en elektronen ontvangen. De 3s en de 3p zijn dan nog steeds met 8 elektronen gevuld (de basis voor de octetregel). Het wordt ook wel een uitgebreid octet genoemd.)



$\text{V}_2\text{O}_2\text{P}_2\text{O}_7$ fungeert als oxidator.

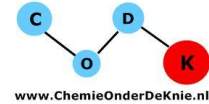


(De eerste 7 keer en de tweede 1 keer bij elkaar optellen, H^+ en OH^- tot H_2O samenvoegen en vervolgens de H_2O links wegstrepen tegen rechts.)

d1.(1) Omdat het $\text{V}_2\text{O}_2\text{P}_2\text{O}_7$ weer terug gevormd wordt.

d2.(1) Omdat het $\text{V}_2\text{O}_2\text{P}_2\text{O}_7$ weer terug gevormd wordt in een reactie elders (reactor 2).

d3.(1) Gijs, omdat volgende de definitie van een katalysator de katalysator in de reactie die hij katalyseert weer terug gevormd wordt, als er al iets aan veranderd zou zijn.



OPGAVE 5 - explosief

a.(3)

$$\Delta E_{\text{reactie}} = \Delta E_{\text{vorming}}(\text{reactieproducten}) - \Delta E_{\text{vorming}}(\text{beginstoffen})$$

Gebruik Binas tabel 57.

Dus $\Delta E_{\text{reactie}} = 12 \times (-3,935 \cdot 10^5) + 10 \times (-2,42 \cdot 10^5) - 4 \times (-3,56 \cdot 10^5) = -57,18 \times 10^5 \text{ J}$. Dit is per 4 mol glyceryltrinitraat. Dus per mol glyceryltrinitraat is dat $-14,3 \times 10^5 \text{ J}$.

(1. In de berekening van de reactiewarmte wordt uiteraard rekening gehouden met de coëfficiënten van de stoffen in de reactievergelijking. Dat betekent in dit geval dat de berekende reactiewarmte in dit geval per 4 mol glyceryltrinitraat en per 12 mol CO₂ en per 10 mol H₂O (g) en per 6 mol stikstof en per mol zuurstof is. Vaak wordt in zo'n vraag om de reactiewarmte per mol van één van de deelnemende stoffen gevraagd.

2. De vormingswarmte van de elementen is per definitie 0 omdat de vormingswarmte gedefinieerd is als de reactiewarmte wanneer de stof gevormd wordt uit de elementen.

3. Het kan handig zijn om voor de overzichtelijkheid bij het rekenen de 10⁵ weg te laten en die op het einde pas toe te voegen.)

b.(3) 100 kg glycerol (C₃H₈O₃) = 10⁵ / 92,11 = 1086 mol, dus ook 1086 mol glyceryltrinitraat (C₃H₅O₉N₃), dat is 1086 x 227,11 = 246,6 · 10³ g = 246,6 kg

Dus massapercentage is:

$$246,6 / (100 + 250 + 150) \times 100\% = 49,3 \%$$

(Hier moet je de wet van massabehoud toepassen. De massa van de inhoud van de reactor blijft hetzelfde wat er ook gebeurt in de reactor zolang er geen stoffen in of uit kunnen.)

c.(3) Cellulose in deze structuurformule heeft als molecuulformule C₆H₁₀O₅ per eenheid. Per eenheid worden netto drie H's vervangen door NO₂ (zie structuurformule glyceryltrinitraat boven in de opgave) dus C₆H₇O₁₁N₃.

Zodat de molecuulformule van schietkatoen wordt: (C₆H₇O₁₁N₃)_n

(De gegeven structuurformule van glucose is niet helemaal correct omdat de OH-groepen trans tegenover elkaar moeten staan (Binas tabel 67F))

d.(3) Voor 6n CO₂ is 12n O nodig. Voor 7n H is 3,5n O nodig.

Dus in totaal 15,5n O. Er is maar 11n O dus niet genoeg voor een volledige interne verbranding van schietkatoen tot CO₂ en H₂O en N₂. Er is overigens ook al niet genoeg om alle C-atomen tot CO₂ te laten reageren.

EINDE