**Werkblad**

**Vraag 1**

Op tijdstip to wordt in een vat van 100 liter 30 mol H2 (g) en 10 mol N2 (g) gemengd. Onder invloed van een katalysator wordt op tijdstip t2 evenwicht bereikt. Er blijkt na onderzoek 3,4 mol NH3 in het reactievat aanwezig te zijn.

1. Geef de evenwichtsreactie van deze reactie.
2. Geef de evenwichtsvoorwaarde.
3. Bereken de grootte van de evenwichtsconstante K onder deze omstandigheden. Maak een tabel waarin je de hoeveelheden stof verwerkt.
4. Berken de omzettingsgraad in procenten van waterstof in deze reactie.

**Vraag 2**

Bij 4500C heeft de evenwichtsconstante K van onderstaande evenwichtsreactie een waarde van 1,6\*102.

2 SO2(g) + O2(g) ⮀ 2 SO3(g)

Ga na of er evenwicht is op een bepaald tijdstip in een reactievat wanneer dan de gemeten concentraties van SO2, O2 en SO3 respectievelijk 0,15; 0,50 en 0,90 M zijn.

**Vraag 3**

Een mengsel van CO (g) en H2 (g) in de molverhouding 1 : 2 wordt synthesegas genoemd. Het kan gebruikt worden voor de productie van methanol:

CO (g) + 2 H2 (g) ⮀ CH3OH (g)

1. Leg uit dat verhoging van de druk zorgt voor een hogere opbrengst aan methanol.
2. Bereken met behulp van BINAS tabel 57A en 57B of de vorming van methanol exotherm of endotherm is.
3. Leg vervolgens uit wat het effect is van temperatuursverhoging op de ligging van dit evenwicht.

Bij een bepaalde temperatuur is de [H2] 2,0 mol/l en de [CO] 1,0 mol/l, de waarde van K bedraagt 1,5\*10-2.

1. Bereken de [CH3OH].

Het volume van het reactievat wordt verkleind zodanig dat er een nieuw evenwicht ontstaat waarin de concentratie H2 3,2 mol/l bedraagt bij dezelfde temperatuur.

1. Leg uit wat er gebeurt met de [CH3OH] als het volume wordt verkleind.
2. Bereken de [CH3OH] nadat het nieuwe evenwicht zich heeft ingesteld.

**Vraag 4**

Een oplossing van ammoniak in water is basisch.

1. Geef de vergelijking van de evenwichtsreactie van ammoniak in water (=reactie 1).

Wanneer we aan een kopernitraatoplossing langzaam de oplossing van ammoniak toe druppelen dan ontstaat er eerst een lichtblauw neerslag van koperhydroxide.

1. Het ontstaan van vast koperhydroxide is ook een evenwichtsreactie. Geef van deze evenwichtsreactie ook de reactievergelijking (= reactie 2).

Wanneer we meer ammoniakoplossing toevoegen aan de troebele vloeistof, wordt deze vloeistof weer helder met een donkerblauwe kleur. Dit is een gevolg van onderstaande evenwichtsreactie waarvan de ligging geheel rechts is:

Cu2+ (aq) + 4 NH3 (aq) ⮀ Cu(NH3)42+ (aq)

1. Leg uit met behulp van een evenwichtsbeschouwing, waardoor het vaste koperhydroxide van evenwichtsreactie 2 weer in oplossing gaat als er een overmaat ammoniakoplossing wordt toegevoegd.

Belangrijke les uit deze opgave: wanneer twee verschillende evenwichten aan elkaar gekoppeld zijn door een gemeenschappelijk deeltje, kun je het eerste evenwicht beïnvloeden met de ligging van het tweede evenwicht.

**Vraag 5**

Gegeven het onderstaande evenwicht:

N2 (g) + O2 (g) ⮀ 2 NO (g)

In de hete verbrandingsmotor van een auto wordt benzine verbrand tot CO2 (g) en H2O (g). Er ontstaat daarnaast ook stikstofmonoxide.

Vanwege milieunormen wil men de opbrengst aan N2 en O2 zo hoog mogelijk maken. Men kiest daarom voor een hoge druk en een vrij hoge temperatuur in aanwezigheid van platina.

1. Leg uit of een hoge druk gunstig is voor de opbrengst aan N2 en O2.
2. Leg uit of een hoge temperatuur gunstig is voor de ligging van bovengenoemd evenwicht. (Gebruik Binas57A)
3. Leg uit wat de rol is van het platina.
4. Bij de ammoniaksynthese probeert men met veel moeite waardeloos stikstofgas om te zetten in een bruikbare stikstofverbinding. Bij bovenstaand evenwicht gebeurt het omgekeerde, kortom dat lijkt tegenstrijdig.

Leg uit dat het afbreken van NO (g) een schijnbare tegenstelling (paradox) is. Gebruik in je antwoord ook het begrip milieunorm.

**Vraag 6**

Kolendamp is een synoniem voor koolstofmonoxidegas. Dit is een kleurloos en reukloos gas dat in een verstopte, met roet beklede, schoorsteen kan ontstaan:

C(s) + CO2 (g) ⮀ 2 CO (g) (ΔE ≥ 0)

1. Wanneer de schoorsteen verstopt raakt kunnen de hete gassen niet meer verdwijnen. Er ontstaat dan extra veel koolstofmonoxide. Leg dit uit aan de hand van een evenwichtsverschuiving.
2. Geef van het bovenstaande evenwicht de evenwichtsvoorwaarde en leg vervolgens uit wat er gebeurt als aan bovenstaand evenwicht extra vast koolstof wordt toegevoegd.

**Vraag 7**

Waterstoffluoride kookt bij 293 K (p=po). In waterstoffluoride van t=293 K en p=po stelt zich het volgende evenwicht in:

(HF)6 (g) ⮀ 6 HF(g)

De dichtheid van het gasmengsel van (HF)6 en HF van T=293 K en p=po bedraagt 4,8 g/dm3. Onder die omstandigheden is het volume van 1,0 mol gas 24 dm3.

1. Laat met een berekening aan de hand van deze gegevens zien welke van de soorten moleculen, (HF)6 of HF, het meeste voorkomt in het gasmengsel T=293 K en p=po .

Als bij gelijkblijvende temperatuur de druk van een gas twee maal zo klein wordt, zal de dichtheid van het gas in het algemeen ook tweemaal zo klein worden. Bij bovenstaand gasmengsel wordt de dichtheid niet 2,4 g/dm3 wanneer de druk tweemaal zo klein wordt, maar kleiner dan 2,4 g/dm3.

1. Leg uit hoe het komt dat die dichtheid in dat geval kleiner dan 2,4 g/dm3 is.

**Vraag 8**

Het giftige gas fosgeen (COCl2) ontleedt al bij lage temperatuur in koolstofmonoxidegas (CO (g) en chloorgas (Cl2 (g) ).

In een vat van 1,00 l brengen we 0,20 mol fosgeen. Bij een bepaalde temperatuur ontstaat een evenwichtsmengsel met 4,0. 10-2 mol Cl2.

1. Bereken de waarde van de evenwichtsconstante onder bovenstaande omstandigheden.
2. We verhogen de druk door het reactievat te verkleinen. Na de drukverhoging is de concentratie van Cl2 8,0. 10-2 mol/l. Bereken de concentraties van de andere twee stoffen in het nieuwe evenwichtsmengsel. (Hint: stel de verandering op X mol/l)
3. Leg uit dat er een evenwichtsverschuiving is opgetreden als gevolg van de drukverhoging.