

## Chemische Thermodynamica – Meerkeuze Opgaven

### Processen

#### Thermometrie

De thermodynamische temperatuur kan gemeten worden met een gasthermometer mits

- A. het gas een voldoende grote dichtheid heeft.
- B. de temperatuur niet te hoog is.
- C. **het gas niet condenseert.**
- D. het molair volume van het gas niet te groot is.

Alle gassen gedragen zich als een ideaal gas in de limiet van

- A. **groot molair volume.**
- B. grote temperatuur.
- C. grote dichtheid.
- D. grote druk.

De viriaalexpanctie (hieronder gegeven) kan gezien worden als een correctie op de ideale gaswet. De grootte van de correctie door de eerste term  $B_2/V_m$  voor lucht bij kamertemperatuur en omgevingsdruk is ongeveer:

$$p = \frac{RT}{V_m} \left\{ 1 + \frac{B_2}{V_m} + \dots \right\}$$

- A. 10%.
- B. 100%.
- C. **< 0.1%.**
- D. 1%.

Het molair volume van lucht bij kamertemperatuur en omgevingsdruk kan, bij benadering, berekend worden als:

- A.  $RT/p \approx 25 \text{ cm}^3/\text{mol}$
- B.  **$RT/p \approx 25 \text{ dm}^3/\text{mol}$**
- C.  $RT/p \approx 2,5 \text{ m}^3/\text{mol}$
- D.  $RT/p \approx 25 \text{ m}^3/\text{mol}$

Bij de Boyle-temperatuur

- A. **gedraagt een willekeurig gas zich als een ideaal gas.**
- B. domineren de aantrekkende moleculaire krachten.
- C. gedraagt een gas zich als een "boiling fluid".
- D. domineren de afstotende moleculaire krachten.

### Gibbs Energie

De uitdrukking  $dG = Vdp - SdT + \sum_j \mu_j dn_j$  houdt in dat voor het Gibbs energieverval tussen twee toestanden A en B van een vloeistof waarbij alleen de samenstelling verschilt geldt

- A.  $G_B \approx G_A + \sum_j (\mu_{j,B} - \mu_{j,A}) \Delta n_j$
- B.  $G_B \approx G_A + \sum_j (\mu_{j,B} - \mu_{j,A}) n_j$
- C.  $G_B \approx G_A + \sum_j \Delta \mu_j (n_{j,B} - n_{j,A})$
- D.  $G_B \approx G_A + \sum_j \mu_j (n_{j,B} - n_{j,A})$

Voor een mengsel van twee componenten met molfracties  $x_A$  en  $x_B$  geldt voor de molaire Gibbs vormingsenergie:

- A.  $G_m \approx RT (x_A \ln x_A + x_B \ln x_B)$
- B.  $G_m \approx x_A \cdot \mu_A^\ominus + x_B \cdot \mu_B^\ominus + RT (x_A \ln x_A + x_B \ln x_B)$
- C.  $G_m \approx x_A \cdot \mu^\ominus + RT (x_A \ln x_A + x_B \ln x_B)$
- D.  $G_m \approx x_A \cdot \mu_A^\ominus + x_B \cdot \mu_B^\ominus$

De uitdrukking  $dG = Vdp - SdT + \sum_j \mu_j dn_j$  houdt in dat voor het Gibbs energieverval tussen twee toestanden A en B van een vloeistof waarbij alleen de temperatuur verschilt geldt:

- A.  $G_B \approx G_A - (S_B - S_A)T$
- B.  $G_B \approx G_A - S(T_B - T_A)$
- C.  $G_B \approx G_A - (S_B - S_A)\Delta T$
- D.  $G_B \approx G_A - \Delta S(T_B - T_A)$

De arbeid  $W$  die een proces, dat verloopt van toestand A naar toestand B, kan leveren is gegeven door het verschil  $\Delta G = G_B - G_A$  als

- A.  $|W| = |\Delta G|$
- B.  $|W| \geq |\Delta G|$
- C.  $|W| \leq |\Delta G|$
- D.  $|W| \approx |\Delta G|$

De Gibbs energie is een toestandfunctie die niet van waarde verandert bij constante

- A. druk, volume en dichtheid.
- B. druk, entropie en samenstelling.
- C. **druk, temperatuur en samenstelling.**
- D. druk, temperatuur en molair volume.

Een proces kan spontaan verlopen van een toestand A naar een toestand B als voor de Gibbs energie geldt

- A.  $G_A = G_B$
- B.  $G_A < G_B$
- C.  $G_A > G_B$
- D.  $G_A \approx G_B$

De uitdrukking  $dG = Vdp - SdT + \sum_j \mu_j dn_j$  houdt in dat voor het Gibbs energieverval tussen twee toestanden A en B van een vloeistof waarbij alleen de druk verschilt geldt:

- A.  $G_B \approx G_A + \Delta V(\rho_B - \rho_A)$
- B.  $G_B \approx G_A + (V_B - V_A)p$
- C.  $G_B \approx G_A + V(\rho_B - \rho_A)$
- D.  $G_B \approx G_A + (V_B - V_A)\Delta p$

### Enthalpie

De Eerste Hoofdwet van de Thermodynamica houdt in dat wanneer zowel niet-expansie-arbeid als warmte met een systeem wordt uitgewisseld de enthalpie van het systeem niet veranderd zolang

- A. zowel de warmte als de arbeid aan het systeem worden onttrokken.
- B. **de aan het systeem toegevoegde arbeid volledig wordt omgezet in warmte.**
- C. de aan het systeem toegevoegde arbeid volledig wordt omgezet in expansie-arbeid.
- D. zowel de warmte als de arbeid aan het systeem worden toegevoegd.

De uitspraak "de enthalpie  $H(p, T, \{n_j\})$  is een toestandsfunctie" houdt in, dat er geen enthalpieverschil is tussen twee toestanden van een systeem bij gelijkblijvende:

- A. volume, temperatuur en chemische samenstelling.
- B. **druk, chemische samenstelling en temperatuur.**
- C. druk, temperatuur en entropie.
- D. druk, volume en temperatuur.

De uitdrukking  $dH = c_p dT + (1-\alpha T) Vdp + \sum_j \Delta_f H_j^0 dn_j$  houdt in dat voor het enthalpieverschil tussen twee toestanden A en B van een vloeistof waarbij alleen de temperatuur verschilt geldt:

- A.  $H_B \approx H_A + \Delta c_p (T_B - T_A)$
- B.  $H_B \approx H_A + c_p (T_B - T_A)$
- C.  $H_B \approx H_A + (c_{p,B} - c_{p,A})T$
- D.  $H_B \approx H_A + (c_{p,B} - c_{p,A})\Delta T$

In de uitdrukking  $dH = (1-\alpha_T) \cdot Vdp + c_p dT + \sum_j \Delta_f H_j \cdot dn_j$  is  $\alpha_T = (1/V) \cdot dV/dT$  de thermische uitzettingscoëfficiënt. Voor vloeistoffen en vaste stoffen is daardoor de drukafhankelijkheid van de enthalpie:

- A. **afhankelijk van het molair volume.**
- B. temperatuur-onafhankelijk.
- C. onafhankelijk van het molair volume.
- D. 0.

Voorbeelden van niet-expansie arbeid zijn:

- A. gasturbine-aandrijving, elektrische ontsteking van vuurwerk en zwarte straling.
- B. **spiercontractie, elektrische ontsteking van vuurwerk en chemiluminescentie.**
- C. gasturbine-aandrijving, elektrische ontsteking van vuurwerk en chemiluminescentie.
- D. gasturbine-aandrijving, spiercontractie en chemiluminescentie.

In de uitdrukking  $dH = (1-\alpha_T) \cdot Vdp + c_p dT + \sum_j \Delta_f H_j \cdot dn_j$  is  $\alpha_T = (1/V) \cdot dV/dT$  de thermische uitzettingscoëfficiënt. Voor gassen – ver van het condensatiepunt – is daardoor de drukafhankelijkheid van de enthalpie:

- A.  $\infty$ .
- B. **klein in vergelijking met een vloeistof.**
- C. 0.
- D. groot in vergelijking met een vloeistof.

### Entropie & Rendement

De minimale grootte van de verloren arbeid van een endotherm proces met Gibbs energieverandering  $\Delta G$  en enthalpieverandering  $\Delta H$  is:

- A.  $|\Delta G/\Delta H| - 1$ .
- B.  $1 - |\Delta G/\Delta H|$ .
- C. 1.
- D. **0.**

De uitdrukking van Boltzmann voor de entropie,  $S = k \ln W$ , betekent dat entropie gerelateerd is aan:

- A. de informatie in het systeem.
- B. **de verdeling van energie in een systeem.**
- C. de moleculaire snelheidsverdeling in een systeem.
- D.  $N!$ , waarin  $N$  het aantal deeltjes voorstelt.

Het maximale rendement van een spontaan verlopend endotherm proces met Gibbs energieverandering  $\Delta G$  en enthalpieverandering  $\Delta H$  is:

- A.  $|\Delta H/\Delta G|$ .
- B. 0.
- C.  $|\Delta G/\Delta H|$ .
- D. **1.**

De uitspraak "de entropie van het heelal neemt constant toe" is:

- A. **waar omdat elk proces entropie produceert.**
- B. waar omdat elk proces entropie met de omgeving uitwisselt.
- C. pertinent onjuist.
- D. waar omdat elk proces energie met de omgeving uitwisselt.

De relatie van *Gibbs-Helmholtz* en de ongelijkheid van *Clausius* zijn:

- A. twee verschillende uitspraken.
- B. gelijk voor irreversibele processen.
- C. **gelijk voor reversibele processen.**
- D. identiek.

## **Evenwichten**

### **Chemische Evenwichten**

De reactie Gibbs energie geeft:

- A. de hoeveelheid chemische energie die nodig is om de producten van een reactie te vormen.
- B. aan of een chemische reactie exotherm of endotherm is.
- C. **de verandering van de Gibbs energie met de reactievoortgang.**
- D. het verschil tussen begin- en eindtoestand van een chemische reactie.

De formule voor de molaire reactie Gibbs energie is  $\Delta_r G = \sum_j \nu_j \mu_j$  waarin:

- A.  $\nu_j$  de molfractie en  $\mu_j$  de standaard chemische potentiaal van component  $j$ .
- B.  $\nu_j$  de stoichiometrische coëfficiënt en  $\mu_j$  de standaard chemische potentiaal van component  $j$ .
- C.  $\nu_j$  het aantal mol en  $\mu_j$  de chemische potentiaal van component  $j$ .
- D.  **$\nu_j$  de stoichiometrische coëfficiënt en  $\mu_j$  de chemische potentiaal van component  $j$ .**

In evenwicht is de molaire reactie Gibbs energie  $\Delta_r G$  gelijk aan:

- A. 8.314... J/(K mol).
- B. 1 J/mol.
- C. **0 J/mol.**
- D. 1 J/(K mol).

De evenwichtsconstante van een chemische reactie is gelijk aan:

- A.  $\exp \{-\Delta_r G^\circ / (RT)\}$ .
- B.  $\exp \{-\Delta_r G / (RT)\}$ .
- C.  $\exp \{-\Delta_r G / T\}$ .
- D.  $\exp \{-\Delta_r G^\circ / R\}$ .

De dimensie van de evenwichtsconstante van een chemische reactie:

- A. **is er niet (dimensieloos).**
- B. hangt af van de reactie zelf.
- C. is kg/mol.
- D. is mol/L.

Drukafhankelijkheid van de evenwichtsconstante van een chemische reactie:

- A. vindt alleen plaats als er gassen bij de reactie betrokken zijn.
- B. vindt alleen plaats bij spontane reacties.
- C. **is niet aanwezig.**
- D. speelt een rol als bij de omzetting meer of minder moleculen ontstaan dan er gecreëerd worden.

Voor verdunde oplossingen is de chemische evenwichtsconstante gegeven door:

- A. het product van de concentraties verheven tot de molfracties.
- B. het product van de concentraties verheven tot de stoichiometrische coëfficiënt.
- C. **het product van de molfracties verheven tot de stoichiometrische coëfficiënt.**
- D. het product van de massafracties verheven tot de molfracties.

Uit de temperatuurafhankelijkheid van de chemische evenwichtsconstante herleidt men:

- A. de vormings-enthalpie.
- B. de standaard-enthalpie.
- C. de verdampings-enthalpie.
- D. **de reactie-enthalpie.**

### Fysische Evenwichten

De Wet van de Corresponderende Toestanden zegt dat:

- A. de fasendiagrammen van vloeistof-dampsystemen op elkaar afgebeeld kunnen worden als de kookpunten gelijk worden gelegd.
- B. alle vloeistof-dampsystemen zich hetzelfde gedragen.
- C. een systeem zich overal in de wereld op dezelfde manier gedraagt.
- D. **de fasendiagrammen van vloeistof-dampsystemen identiek zijn mits zij worden geschaald met de kritische temperatuur, druk en molair volume.**

Met de Clapeyron vergelijking kan met de helling van de fasenlijn:

- A. **de aard van de molaire volumeverandering bepaald worden.**
- B. de orde van de fasenovergang bepaald worden.
- C. het teken van de fasenovergang bepaald worden.
- D. de stabiliteit van de fasen bepaald worden.

De wet van Raoult geeft voor een vloeistof-dampevenwicht:

- A. de partiële druk van een component in de dampfase in termen van zijn dampspanning.
- B. **de partiële druk van een component in de dampfase in termen van zijn dampspanning en de molfractie in de vloeistoffase.**
- C. de dampspanning van een gas.
- D. de verhouding tussen de molfractie in de dampfase en in de vloeistoffase.

De kooklijn ligt ten opzichte van de damplijn:

- A. hoger in een  $T_x$ -diagram en lager in een  $p_x$  diagram.
- B. hoger in een  $T_x$ -diagram en hoger in een  $p_x$  diagram.
- C. lager in een  $T_x$ -diagram en lager in een  $p_x$  diagram.
- D. **lager in een  $T_x$ -diagram en hoger in een  $p_x$  diagram.**

Bij een eutectisch punt in een vast-vloeistof diagram:

- A. **zijn vloeistof en vaste stof in evenwicht bij dezelfde compositie.**
- B. gaat vloeistof over in vaste stof zonder volumeverandering.
- C. verandert de druk niet tijdens een fasenovergang.
- D. treedt spontane fasenscheiding op.

Een fasengrens is:

- A. een lijn die twee fasengebieden snijdt.
- B. de verbindingslijn tussen twee fasengebieden.
- C. **de verzameling evenwichtstoestanden waarbij de twee naastliggende fasen dezelfde Gibbs energie hebben.**
- D. de energiebarrière tussen twee fasen.

Bij een congruent smeltpunt:

- A. **ontstaat een vaste verbinding met dezelfde samenstelling als de smelt.**
- B. ontstaat een vaste stof met dezelfde samenstelling als de smelt.
- C. lopen de fasenlijnen symmetrisch uiteen.
- D. ontspringen de fasenlijnen onder dezelfde hoek.

Een coëxistentiegebied is:

- A. de verzameling niet-evenwichtstoestanden waarbij twee fasen naast elkaar bestaan zonder in evenwicht te zijn.
- B. het gebied waarin met de hefboomregel de compositie van de fasen bepaald kan worden.
- C. de projectie van een tweefasenlijn op een extensieve variabele.
- D. **de verzameling evenwichtstoestanden waarbij twee fasen naast elkaar in evenwicht kunnen bestaan.**

In de Van der Waalsvergelijking (hieronder) staan de coëfficiënten  $a$ ,  $b$  en  $V_m$  voor:

$$p = \frac{RT}{V_m - b} - \frac{a}{V_m^2}$$

- A. de attractie, repulsie en uitgesloten volume van de gasmoleculen.
- B. **de attractie en uitgesloten volume van de gasmoleculen en het molair volume van het gas.**
- C. de repulsie, attractie en molair volume van de gasmoleculen.
- D. de attractie en het molair volume van de gasmoleculen en het uitgesloten volume van het gas.

Uit een vloeistof-vloeistof fasendiagram kan men:

- A. de maximale oplosbaarheid van een vaste stof in een mengsel van twee vloeistoffen bij een bepaalde mengverhouding vinden.
- B. de gemiddelde dichtheid van een vloeistof-vloeistof mengsel bepalen.
- C. **de maximale oplosbaarheid van de ene vloeistof in de andere bij een bepaalde temperatuur vinden.**
- D. de oppervlaktespanning tussen de twee vloeistoffen bepalen.

Met de Clausius-Clapeyronvergelijking berekent men:

- A. **de dampspanning bij een andere temperatuur dan de standaard temperatuur.**
- B. de stollingsenthalpie.
- C. de logarithme van de helling van de smeltlijn.
- D. de smelttemperatuur.

Een fasendiagram is een:

- A. diagram waaruit voor elke evenwichtstoestand de fase met de hoogste Gibbs energie is aangegeven.
- B. grafiek waaruit het fasegedrag van een stof blijkt.
- C. **diagram waaruit voor elke evenwichtstoestand, bepaald door toestandsvariabelen zoals druk en temperatuur, de voorkeursfase is af te lezen.**
- D. verzameling punten die aangeven wanneer een stof zich in de laagste Gibbs energietoestand bevindt.



Voorbeelden van fasepunten zijn:

- A. **kritisch punt, tripelpunt en eutectisch punt.**
- B. kookpunt, tripelpunt en eutectisch punt.
- C. vriespunt, kookpunt en dauwpunt.
- D. kritisch punt, dauwpunt en tripelpunt.

De oplosbaarheidslijn(en) in een Tx-diagram geeft:

- A. de minimale oplosbaarheid als functie van de druk.
- B. de maximale oplosbaarheid als functie van de druk.
- C. **de maximale oplosbaarheid als functie van de temperatuur.**
- D. de minimale oplosbaarheid als functie van de temperatuur.

Volgens de wet van Dalton:

- A. zijn alle gassen gelijk.
- B. **draagt elke gascomponent bij aan de totaal druk evenredig met de molfractie van die component.**
- C. mag men geen onderscheid maken tussen verschillende gascomponenten.
- D. is de som van de molfracties gelijk aan de totale druk van het gasmengsel.

Volgens Trouton's regel is:

- A. **de standaard verdampingsentropie voor een willekeurige stof ongeveer  $85 \text{ J}/(\text{K mol})$ .**
- B. de standaard verdampingsenthalpie voor een willekeurige stof ongeveer  $85 \text{ J/mol}$ .
- C. de standaard verdampingsenthalpie voor een willekeurige stof ongeveer  $85 \text{ Watt}$ .
- D. de standaard verdampingsentropie voor een willekeurige stof ongeveer  $85 \text{ J/K}$ .

De hefboomregel toegepast in een tweefasengebied geeft:

- A. de verhouding van de samenstellingen van de coëxisterende fasen.
- B. **de verhouding van de hoeveelheden materiaal in de coëxisterende fasen.**
- C. de druk die de ene fase uitoefent op de andere fase.
- D. de stabiliteit van het evenwicht.

### Colligatieve Verschijnselen

Vriespuntsverlaging is evenredig met

- A. de molmassa van het oplosmiddel.
- B. de vriestemperatuur van de opgeloste stof.
- C. **de molfractie opgeloste stof.**
- D. het molaire volume van de opgeloste stof.

Van 't Hoff's wet voor de osmotische druk geldt voor:

- A. ideale oplossingen.
- B. **verdunde oplossingen.**
- C. gassen bij de Boyle-temperatuur.
- D. ideale gassen.

Een verdunde oplossing is in vergelijking tot het zuivere oplosmiddel:

- A. **het vriespunt lager en het kookpunt hoger.**
- B. het vriespunt lager en het kookpunt lager.
- C. het vriespunt hoger en het kookpunt hoger.
- D. het vriespunt hoger en het kookpunt lager.

In een ideaal mengsel van twee componenten A en B is de mengentropie gegeven door  $\Delta_{mix}S = -nR(x_A \ln x_A + x_B \ln x_B)$

De grootste waarde van de mengentropie treedt op als één van de molfracties gelijk is aan:

- A. 0.
- B. **0.5**
- C.  $\ln 2 \approx 0,7$ .
- D. 1.

In een verdunde oplossing is:

- A. **de molaire Gibbs energie van het oplosmiddel lager dan die van de zuivere vloeistof.**
- B. de molaire Gibbs energie van de opgeloste stof lager dan die van het zuivere oplosmiddel.
- C. de molaire Gibbs energie van de opgeloste stof hoger dan die van het zuivere oplosmiddel.
- D. de molaire Gibbs energie van het oplosmiddel hoger dan die van de zuivere vloeistof.

Scheiding van mengsels is niet mogelijk als:

- A. zij regulier zijn.
- B. zij verdund zijn.
- C. **zij ideaal zijn.**
- D. zij niet ideaal zijn.

Kookpuntsverhoging is evenredig met

- A. **De molfractie opgeloste stof.**
- B. Het molair volume van de opgeloste stof.
- C. De verdampingsenthalpie van de opgeloste stof.
- D. De molaire massa van het oplosmiddel.

Voor ideale menging is de enthalpieverandering:

- A. **0.**
- B. evenredig met de oplosbaarheidsparameter.
- C. evenredig met het aantal moleculaire AB-paren.
- D. 1.

Voor ideale menging is de Gibbs energieverandering:

- A. **negatief, dus mengen verloopt spontaan.**
- B. negatief, dus mengen verloopt niet spontaan.
- C. positief, dus mengen verloopt niet spontaan.
- D. positief, dus mengen verloopt spontaan.

Een mengsel is regulier als:

- A. de Gibbs mengenergie die is van een ideaal mengsel.
- B. de mengenthalpie die is van een ideaal mengsel.
- C. de mengtemperatuur die is van een ideaal mengsel.
- D. **de mengentropie die is van een ideaal mengsel.**

#### Niet-ideale mengsels

De Debye afschermingslengte is klein bij:

- A. bij demiwater.
- B. lage concentraties zout.
- C. **bij hoge concentraties zout.**
- D. bij zuiver water.

De ionsterkte van een oplossing van een 1-1 zout is gelijk aan:

- A. de massa van het zout.
- B. de molfractie van het zout.
- C. het gewicht van het zout.
- D. **de molaliteit van het zout.**

De activiteitscoëfficiënten van ionen variëren exponentieel met de wortel uit:

- A. de zoutconcentratie.
- B. **de ionsterkte.**
- C. de oplosbaarheid.
- D. de zuurgraad.

De Henderson-Hasselbalch vergelijking beschrijft:

- A. de K-waarde van een zuur of base.
- B. **de potentiometrische titratiecurve van een zuur of base.**
- C. de oplosbaarheid van een zuur of base.
- D. de opladingsgraad van een polyelectrolyet.

De fugaciteit van een gas wordt bij lagere druk gelijk aan:

- A. **de partiële druk van het gas.**
- B. de fugaciteitscoëfficiënt van het gas.
- C. 0.
- D. 1.

Door de electroneutraliteit van elektrolyten is het onmogelijk:

- A. de pH en pK van een zure oplossing tegelijkertijd te bepalen.
- B. **de activiteitscoëfficiënten van de ionen afzonderlijk te bepalen.**
- C. de concentraties van de ionen afzonderlijk te bepalen.
- D. de oplosbaarheid en de zuurgraad van een oplossing tegelijkertijd te bepalen.

De activiteit van een component in een oplossing heeft:

- A. de dimensie mol/kg.
- B. dezelfde dimensie als de concentratie.
- C. **geen dimensie.**
- D. de dimensie mol/L.

### ***Gedistribueerde systemen***

#### **Gedistribueerde systemen**

Voor een gesloten en geïsoleerd systeem is de inwendige energie

- maximaal.
- minimaal.
- constant.**
- een toenemende functie.

De entropie van een gesloten en geïsoleerd systeem

- neemt af.
- streeft naar een minimum.
- streeft naar een maximum.**
- neemt toe.

Met Legendre transformaties kan men

- Maxwell relaties vinden.
- overgaan van een gesloten naar een open systeem.
- van toestandsfunctie veranderen.**
- toestandsvariabelen manipuleren.

De natuurlijke variabelen van de inwendige energie zijn

- warmte, arbeid en volume.
- entropie, volume en deeltjesaantallen.**
- druk, volume en tijd.
- deeltjesaantallen, druk en volume.

Met behulp van Euler's theorema kan

- een integraalvorm naar de extensieve variabelen gedifferentieerd worden.
- een differentiaalvergelijking geïntegreerd worden.
- een differentiaalvorm over de intensieve variabelen geïntegreerd worden.
- een differentiaalvorm over de extensieve variabelen geïntegreerd worden.**

De Gibbs-Duhem relatie voor de chemische potentiaal luidt

- $\sum_k \mu_k dn_k = 0$  bij constant volume en entropie
- $\sum_k \mu_k dn_k = 0$  bij constant volume en temperatuur.
- $\sum_k \mu_k dn_k = 0$  bij constante druk en temperatuur.**
- $\sum_k \mu_k dn_k = 0$  bij constante druk en entropie.

De fasenregel van Gibbs geeft

- het aantal (toestands)functies bij gegeven aantal fasen en kritieke punten.
- het aantal fasen bij gegeven aantal fasengrenzen en fasengebieden.
- het aantal (toestands)functies bij gegeven aantal fasen en componenten.
- het aantal vrijheidsgraden bij gegeven aantal componenten en fasen.**

Maxwell relaties geven verbanden tussen

- thermodynamische variabelen van verschillende systemen.
- extensieve thermodynamische variabelen van een systeem.
- thermodynamische variabelen van een toestandsfunctie.**
- intensieve thermodynamische variabelen van een toestandsfunctie.

De uitspraak: De entropieproductie binnen een levende cel kan negatief zijn

- kan waar zijn als de intern gegenereerde entropie negatief is en groter is dan de entropie-uitwisseling met de omgeving.
- is in strijd met de Eerste en Tweede Hoofdwet van de Thermodynamica.
- kan nooit waar zijn want het is in strijd met de energiebehoudswet.
- kan waar zijn; in dat geval is de entropie-uitwisseling met de omgeving groter dan de intern gegenereerde entropie.**

De inwendige entropieproductie van een systeem

- is de som van producten van intensieve en extensieve thermodynamische variabelen en is altijd positief.
- is de som van producten van thermodynamische stromen en krachten en is nooit negatief.**
- is de som van producten van thermodynamische stromen en krachten en is nooit positief.
- is de som van producten van intensieve en extensieve thermodynamische variabelen en is altijd negatief.

Het theorema van Gouy en Stodola legt een verband tussen

- verloren arbeid en de totale entropieproductie van het systeem.
- nuttige arbeid en de totale entropieproductie van het systeem.
- verloren arbeid en de inwendige entropieproductie van het systeem.**
- nuttige arbeid en de inwendige entropieproductie van het systeem.

Het Carnot -rendement van een warmtemachine waarvan de warmtestroom van reservoir A naar reservoir B loopt is gegeven door

- $\eta \geq 1 - T_B/T_A$
- $\eta \leq 1 - T_A/T_B$
- $\eta \geq 1 - T_A/T_B$
- $\eta \leq 1 - T_B/T_A$**

Een stationair verlopend proces dat heel dicht bij evenwicht wordt bedreven streeft naar

- maximale entropieproductie.
- minimale entropieproductie.**
- minimale arbeid.
- maximale arbeid.

De massabehoudswet voor een stationair doorstroomproces houdt in dat

- de inkomende massastroom omgekeerd evenredig is met de uitgaande massastroom.
- de inkomende massastroom gelijk is aan de uitgaande massastroom.**
- de inkomende vloeistofsnelheid omgekeerd evenredig is met de uitgaande vloeistofsnelheid.
- de inkomende vloeistofsnelheid gelijk is aan de uitgaande vloeistofsnelheid.

De energiebalansvergelijking voor een stationair stromingsproces houdt in dat veranderingen in de lokale energiedichtheid

- niet optreden zolang er evenveel energie instroomt als uitstroomt.
- optreden tenzij er een chemische reactie zoals verbranding plaatsvindt.
- optreden bij een stationair proces.
- niet optreden bij een stationair proces.**