

# TOETS CTD voor 1<sup>ste</sup> jaars MST

(4051CHTHEY, MST1211TA1, LB1541)

**10 maart 2015**

**14.00-15.30 uur**

Docenten: L. de Smet, B. Dam

Naam:.....

Studentnummer Leiden: .....

En/of Studentnummer Delft: .....

- Dit tentamen bestaat uit 30 multiple-choice vragen
- Hiermee zijn in totaal 20 punten te verdienen
- Voor elke fout wordt 1 punt afgetrokken
- Het cijfer voor deze toets is gelijk aan het aantal behaalde punten gedeeld door 2. Bij 18 fouten of meer is het cijfer voor de toets gelijk aan 1
- Vul in de tabel hieronder de antwoorden (A, B, C, of D) in
- Geef altijd een antwoord: geen antwoord is niet beter dan een fout antwoord

- Dit is een gesloten boek tentamen
- Studiemateriaal mag niet worden geraadpleegd, behalve het bijgevoegde formuleblad
- Een grafische rekenmachine is niet toegestaan
- We gebruiken de engelse notatie: 3.5 betekent drie en een half!
- Maak dit tentamen in blauwe of zwarte inkt. Geen potlood!

<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>

<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>20</b>

<b>21</b>	<b>22</b>	<b>23</b>	<b>24</b>	<b>25</b>	<b>26</b>	<b>27</b>	<b>28</b>	<b>29</b>	<b>30</b>

**Vraag 1: Alle gassen gedragen zich als een ideaal gas in de limiet van**

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

**Vraag 2: De drukafhankelijkheid van de enthalpie van een ideaal gas is**

- A. 0.
- B. afhankelijk van het molaire volume.
- C. afhankelijk van de temperatuur.
- D. Geen van genoemde opties A,B,C is correct.

**Vraag 3: In een ideaal gasmengsel**

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

**Vraag 4: Als ik een ideaal gas bij constante druk reversibel laat expanderen tot 10x het originele volume dan geldt:**

- A.  $q = 0$ ,  $\Delta U \neq 0$ ,  $\Delta S = \text{neg.}$
- B.  $q = 0$ ,  $\Delta U = 0$ ,  $\Delta S = \text{pos.}$
- C.  $q \neq 0$ ,  $\Delta U \neq 0$ ,  $\Delta S = \text{neg.}$
- D.  $q \neq 0$ ,  $\Delta U \neq 0$ ,  $\Delta S = \text{pos.}$

**Vraag 5: Als ik de reversibele expansie van een ideaal gas bij constante temperatuur vergelijk met de irreversibele expansie bij constante temperatuur dan geldt voor het systeem gas:**

- A.  $q_{\text{rev}} < q_{\text{irrev}}$
- B.  $U_{\text{rev}} < U_{\text{irrev}}$
- C.  $W_{\text{rev}} > W_{\text{irrev}}$
- D.  $|W_{\text{rev}}| > |W_{\text{irrev}}|$

**Vraag 6: Wat zijn de waarden van  $\Delta U$  and  $\Delta H$  als 1.00 mol van een ideaal gas verwarmd wordt van 300 tot 400 K bij een constante druk van 1 bar?**

Gegeven  $C_{V,m} = 3/2 R$ .

- A.  $\Delta U = -1.25 \text{ kJ}$  en  $\Delta H = -2.08 \text{ kJ}$ .
- B.  $\Delta U = 1.25 \text{ kJ}$  en  $\Delta H = 0.42 \text{ kJ}$ .
- C.  $\Delta U = 1.25 \text{ kJ}$  en  $\Delta H = 2.08 \text{ kJ}$ .
- D.  $\Delta U = -1.25 \text{ kJ}$  en  $\Delta H = -0.42 \text{ kJ}$ .

**Vraag 7: Bij een reversibele isenthalpische expansie geldt:**

- A.  $\Delta U = 0$ .
- B.  $\Delta H = 0$ .
- C.  $\Delta q = 0$ .
- D.  $\Delta w = 0$ .

**Vraag 8: Bij een adiabatische expansie is**

- A.  $\Delta U = 0$ .
- B.  $\Delta S = 0$ .
- C.  $\Delta q = 0$ .
- D.  $\Delta w = 0$ .

**Vraag 9: De cel van een plant beschouwen we thermodynamisch als een**

- A. geïsoleerd systeem.
- B. gesloten systeem.
- C. open systeem.
- D. systeem waarvan  $\Delta U$  altijd nul is.

**Vraag 10: De tweede hoofdwet geeft aan**

- A. dat de totale energie behouden is.
- B. hoeveel warmte er bij een chemische reactie vrijkomt.
- C. dat de entropie van een systeem constant is.
- D. welke richting een reactie opgaat.

**Vraag 11: In de Van der Waals vergelijking is**

- A.  $b$  een maat voor de grootte van de atomen/moleculen.
- B. de druk altijd kleiner dan de ideale gasdruk.
- C. de druk altijd groter dan de ideale gasdruk.
- D.  $a$  een maat voor de grootte van de atomen/moleculen.

**Vraag 12: Als de warmtecapaciteit van een stof over een groot temperatuurbereik constant is, mogen we concluderen dat**

- A. er een constant aantal vrijheidsgraden thermisch geëxciteerd kan worden.
- B. het aantal vrijheidsgraden dat geëxciteerd kan worden, geleidelijk toeneemt met de temperatuur.
- C. de interne energie van de stof niet afhangt van de temperatuur.
- D. de entropie van deze stof niet afhangt van de temperatuur.

**Vraag 13: De kringintegraal van**

- A.  $q_{\text{rev}} = 0$ .
- B.  $q = 0$ .
- C.  $q/T = 0$ .
- D.  $q_{\text{rev}}/T = 0$ .

**Vraag 14: De interne energie van een ideaal gas is alleen afhankelijk van  $T$  en niet van  $P$  of  $V$ , omdat in een ideaal gas**

- A. de druk geen effect heeft op de bindingen tussen de moleculen.
- B. het volume effect heeft op de bindingen tussen de moleculen.
- C. de temperatuur geen effect heeft op de kinetische energie van de moleculen.
- D. de temperatuur geen effect heeft op de vibratoire energie van moleculen.

**Vraag 15: Als we 1 mol van een ideaal gas bij 300 K en 1 bar druk isotherm en reversibel laten uitzetten totdat de druk is gehalveerd, dan geldt:**

- A.  $w = 1.73$  kJ en  $q = -1.73$  kJ.
- B.  $w = -1.73$  kJ en  $q = 1.73$  kJ.
- C.  $w = -1.73$  kJ en  $q = 0$  kJ.
- D.  $w = 0$  en  $q = 0$  kJ.

**Vraag 16: Gegeven de condities van de vorige vraag, wat is dan de waarde van  $\Delta S$  van het gas?**

- A.  $\Delta S = -5.76$  J/K.
- B.  $\Delta S = 0$ .
- C.  $\Delta S = 5.76$  J/K.
- D.  $\Delta S = 5.76$  kJ/K.

**Vraag 17: Welke van de volgende uitspraken voor een proces in een gesloten systeem is correct?**

- A. Een endotherm proces kan niet spontaan zijn.
- B. Exotherme processen zijn irreversibel.
- C. Voor een spontaan proces moet de entropie toenemen.
- D. Ieder systeem streeft naar een minimum in de energie.

**Vraag 18: 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 verandert zolang**

- A. zowel de warmte als de arbeid aan het systeem worden toegevoegd
- 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 onttrokken.

**Vraag 19: Met een cyclisch proces kan warmte kan nooit volledig in arbeid worden omgezet omdat dan de**

- A. entropie toeneemt.
- B. entropie afneemt.
- C. enthalpie toeneemt.
- D. enthalpie afneemt.

**Vraag 20: In een gesloten systeem stroomt warmte spontaan van hoge naar lage temperatuur, omdat**

- A. daarmee de entropie van het systeem toeneemt.
- B. daarmee de entropie van het systeem afneemt.
- C. de entropie van de omgeving toeneemt.
- D. Geen van bovenstaande beweringen A,B,C is waar.

**Vraag 21: Bereken op basis van de getabelleerde standaardwaardes de reactie-entropie bij 475.0K van:  $\text{CO (g)} + \frac{1}{2} \text{O}_2 \text{(g)} \rightarrow \text{CO}_2 \text{(g)}$**

	$S_{298K}^0$ (J/mol.K)	$C_p$ (J/mol.K)
CO (g)	197.7	35.1
O <sub>2</sub> (g)	205.1	33.6
CO <sub>2</sub> (g)	213.7	29.4

- A.  $\Delta S_{rx}(475) = -108 \text{ J/(mol.K)}$ .
- B.  $\Delta S_{rx}(475) = -97 \text{ J/(mol.K)}$ .
- C.  $\Delta S_{rx}(475) = -297 \text{ kJ/(mol.K)}$ .
- D.  $\Delta S_{rx}(475) = +297 \text{ kJ/(mol.K)}$ .

**Vraag 22: Als een perfect geïsoleerde koelkast in een niet geventileerde keukenkast staat, zal in dat geval**

- A. de efficiëntie van de koelkast hoger zijn dan als hij vrij staat.
- B. de efficiëntie van de koelkast lager zijn dan als hij vrij staat.
- C. maakt dat voor de efficiëntie van de koelkast niet uit, want hij is perfect geïsoleerd.
- D. Geen van bovenstaande beweringen A,B,C is waar.

**Vraag 23: Voor een gesloten en geïsoleerd systeem is de inwendige energie**

- A. constant.
- B. minimaal.
- C. maximaal.
- D. een toenemende functie.

**Vraag 24: Voor welke van de volgende stoffen is de standaard enthalpie van vorming 0 kJ/mol?**

- A. O (g).
- B. O<sub>2</sub> (g).
- C. O<sub>3</sub> (g).
- D. O (g), O<sub>2</sub> (g) en O<sub>3</sub> (g).

**Vraag 24: Bij het smeltpunt**

- A. verandert de functie  $H(T)$  van helling als je de vaste fase met de vloeistoffase vergelijkt.
- B. verandert de functie  $C_p(T)/T$  van helling als je de vaste fase met de vloeistoffase vergelijkt.
- C. verandert de functie  $S(T)$  van helling als je de vaste fase met de vloeistoffase vergelijkt.
- D. Geen van de beweringen in A, B, en C is correct.

**Vraag 26: "Water gas" is een industriële brandstof bestaande uit een mengsel van CO en H<sub>2</sub>. Bij verbranding ontstaat CO<sub>2</sub> en waterdamp. Bepaal de enthalpie van de verbrandingsreactie uitgaande van 1 mol CO en 1 mol H<sub>2</sub> gegeven de volgende vormingsenthalpieën:**

CO <sub>2</sub> (g)	-393.5 kJ/mol
H <sub>2</sub> O(g)	-241.8 kJ/mol

**en gegeven het feit dat bij de verbranding van 1 mol CO 283 kJ vrijkomt.**

- A. -141.8 kJ/mol.
- B. -341.8 kJ/mol.
- C. -644.8 kJ/mol.
- D. -524.8 kJ/mol.

**Vraag 27 Gegeven de reactie: CO (g) + 0.5 O<sub>2</sub> (g) → CO<sub>2</sub> (g), hoeveel mol O<sub>2</sub> zijn er nodig om 80 L CO<sub>2</sub> te maken bij T = 48 °C en P = 2 bar?**

- A. 1.5
- B. 2
- C. 3
- D. 6

**Vraag 28: Een mol gas wordt in een adiabatische cilinder samengedrukt in twee stappen. Van 25 liter tot 9.5 liter met een externe druk van 3 bar in de eerste stap, en van 9.5 tot 6 liter met een externe druk van 6 bar in de tweede stap. Bereken ΔU van dit proces.**

- A. 6817 J.
- B. 0 J.
- C. -6817 J.
- D. niet genoeg data om een conclusie te trekken.

**Vraag 29: 1 mol ijs van -10°C wordt aan 10 mol vloeibaar water van 80°C toegevoegd bij 1 bar druk in een geïsoleerde container. Bereken de temperatuur van het systeem als thermisch evenwicht is bereikt.**

C<sub>p</sub> = 2.1 J/g (ijs), C<sub>p</sub> = 4.2 J/g (vloeibaar water), ΔH = 333.5 J/g (smeltwarmte ijs) en M(H<sub>2</sub>O) = 18 g/mol.

- A. 0 °C.
- B. 40 °C.
- C. 65 °C.
- D. 75 °C.

**Vraag 30: De Joule-Thomson coëfficiënt**

- A. geeft aan hoe de temperatuur van een ideaal gas verandert als het uitzet.
- B. geeft aan hoe de temperatuur van een niet-ideaal gas verandert als het uitzet.
- C. geeft aan hoe de temperatuur van een niet-ideaal gas verandert als het uitzet onder isenthalpische condities.
- D. Geen van bovenstaande uitdrukkingen is correct.

# Formula sheet

Chemical Thermodynamics — Exam  
version Wednesday 2<sup>nd</sup> April, 2014 13:37h

## List of Thermodynamic Formulae

**Table 1:** Selected Thermodynamic Formulae

Name	Expression
Van der Waals equation of state	$P = \frac{nRT}{V - nb} - \frac{n^2a}{V^2}$
First Law of Thermodynamics	$\Delta U = q + w$
Second Law of Thermodynamics	$dS = \frac{\delta q_{\text{rev}}}{T}$
Enthalpy	$H = U + PV$
Gibbs free energy	$G = H - TS = U + PV - TS$
Volume expansion	$w = - \int_{V_i}^{V_f} P_{\text{external}} dV$
Heat capacity	$C = \lim_{\Delta T \rightarrow 0} \frac{q}{T_f - T_i} = \frac{\delta q}{dT}$ $C_V = \frac{\delta q_V}{dT} = \left( \frac{\partial U}{\partial T} \right)_V$ $C_P = \frac{\delta q_P}{dT} = \left( \frac{\partial H}{\partial T} \right)_P = C_V + TV \frac{\beta^2}{\kappa}$ $C_P - C_V = nR$
Thermodynamic equilibrium constant	$\ln K_P = \frac{-\Delta G_R^\circ}{RT}$
Isobaric volum. isotherm. exp. coeff.	$\beta = \frac{1}{V} \left( \frac{\partial V}{\partial T} \right)_P$
Isothermal compressibility	$\kappa = -\frac{1}{V} \left( \frac{\partial V}{\partial P} \right)_T$
Potential energy	$E_{\text{pot}} = mgh$
Carnot efficiency	$\varepsilon = \frac{ w_{\text{cycle}} }{q_{\text{hot}}} = \frac{T_{\text{hot}} - T_{\text{cold}}}{T_{\text{hot}}}$
Coeff. of performance heat pump	$\eta_{\text{hp}} = \frac{q_{\text{hot}}}{w} = \frac{T_{\text{hot}}}{T_{\text{hot}} - T_{\text{cold}}}$
Coeff. of performance Carnot fridge	$\eta_{\text{r}} = \frac{q_{\text{cold}}}{w} = \frac{T_{\text{cold}}}{T_{\text{hot}} - T_{\text{cold}}}$
Phase rule	$F = C - p + 2$
Compression factor	$z = \frac{V_m}{V_m^{\text{ideal}}} = \frac{PV_m}{RT}$
Universal law of corresponding states	$P_r = \frac{8T_r}{3V_{mr} - 1} - \frac{3}{V_{mr}^2}$
Gibbs free energy of mixing	$\Delta G_{\text{mix}} = nRT \sum_i x_i \ln x_i$

De Joule Thomson coefficient is:

$$\mu_{J-T} = \left( \frac{\partial T}{\partial P} \right)_H$$

Voor een ideaal gas geldt:

$$\Delta S = -nR \ln \frac{P_f}{P_i} + nC_{P,m} \ln \frac{T_f}{T_i}$$

$$\Delta S = nR \ln \frac{V_f}{V_i} + nC_{V,m} \ln \frac{T_f}{T_i}$$