

NORGES TEKNISK-NATURVITENSKAPELIGE UNIVERSITET
INSTITUTT FOR MATERIALTEKNOLOGI

Eksempel på semesterprøve TMT4110 KJEMI (kap 9-11)

Hjelpemidler: B2-Typegodkjent kalkulator, med tomt minne, i henhold til utarbeidet liste.
Aylward & Findlay: SI Chemical Data

**Det er kun ett riktig svar for hver oppgave. Sett derfor kun ett kryss for hver oppgave.
Dersom to eller flere svar er avgitt for en oppgave bedømmes denne med null poeng.**

1. Termodynamikkens første lov kan uttrykkes som	
a) Energien i universet er konstant	<input type="checkbox"/>
b) Energien i universet øker med tiden	<input type="checkbox"/>
c) Energien for et system er konstant	<input type="checkbox"/>
d) Entropien i verden er konstant	<input type="checkbox"/>

2. Den eksoterme reaksjonen $\frac{1}{2} \text{O}_2 + \text{H}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}$ foregår i en lukket beholder med konstant volum. Energiutvekslingen med omgivelsene fører til at	
a) den indre energi til beholderen er uendret	<input type="checkbox"/>
b) den indre energi til beholderen avtar	<input type="checkbox"/>
c) den indre energi til beholderen øker	<input type="checkbox"/>
d) Energi fra omgivelsene tilføres beholderen	<input type="checkbox"/>

3. En lukket gassbeholder ekspanderer mot et konstant ytre trykk. Arbeidet som utføres på omgivelsene tilsvarer	
a) $P\Delta V$	<input type="checkbox"/>
b) $-P\Delta V$	<input type="checkbox"/>
c) $-V\Delta P$	<input type="checkbox"/>
d) $V\Delta P$	<input type="checkbox"/>

4. Standard molar entalpi for diamant (karbon) er	
a) 0 J/mol	<input type="checkbox"/>
b) 2 J/mol	<input type="checkbox"/>
c) -2000 J/mol	<input type="checkbox"/>
d) 2000 J/mol	<input type="checkbox"/>

5 Standard dannelsesentalpi for $\text{C}_2\text{H}_2(\text{g})$ og $\text{C}_6\text{H}_6(\text{l})$ er henholdsvis 227 og 49 kJ/mol. Beregn entalpi for reaksjonen $\text{C}_6\text{H}_6(\text{l}) \rightarrow 3 \text{C}_2\text{H}_2(\text{g})$

- a) 632 kJ
- b) 730 kJ
- c) 234 kJ
- d) 178 kJ

6. Fordampningsentalpien for vann ved 373,3 K er 40,66 kJ/mol. Spesifikk varmekapasitet for vann og vanndamp er henholdsvis $4,184 \text{ JK}^{-1}\text{g}^{-1}$ og $2,02 \text{ JK}^{-1}\text{g}^{-1}$. Anta at disse verdiene er uavhengig av temperaturen. Hva er fordampningsentalpien for vann ved 340,2 K?

- a) 40,95 kJ/mol
- b) 42,15 kJ/mol
- c) 41,95 kJ/mol
- d) 39,37 kJ/mol

7. Standard dannelsesentalpi for $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ ved 298 K er - 285,8 kJ/mol. Beregn endring i indre energi (E) for prosessen $\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g})$ ved 298 K og 1 atm.

- a) - 285,8 kJ
- b) 282,1 kJ
- c) - 289,5 kJ
- d) 285,8 kJ

8. Gassen A_2 reagerer med gassen B_2 til gassen AB. Bindingsenergien for AB er langt større enn for de to reaktantene. Hvilke av følgende utsagn for reaksjonen er korrekt

- a) $\Delta H > 0$, $\Delta S > 0$
- b) $\Delta H > 0$, $\Delta S < 0$
- c) $\Delta H < 0$, $\Delta S \gg 0$
- d) $\Delta H < 0$, $\Delta S \approx \text{uforandret}$

9. Hvilke av følgende prosesser trenger energitilførsel

- a) Jern rustet
- b) Oppløsning av salt i vann
- c) En satellitt faller tilbake på jorden
- d) Oppløsning av saft i vann

10. Beregn entropiendringen for omgivelsene (ΔS_{surr}) for følgende prosess ved 25°C hvor $\Delta H^\circ = -2221 \text{ kJ}$: $\text{C}_3\text{H}_8(\text{g}) + 5 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 3 \text{CO}_2(\text{g}) + 4 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$

- a) 7453 J/K
- b) 88840 J/K
- c) 2221 kJ/K
- d) - 7453 J/K

11. Beregn ΔG° for reaksjonen $\text{CH}_4(\text{g}) + 2 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$. ΔG°_f for henholdsvis CH_4 , CO_2 , H_2O er -51, -394, -237 kJ/mol	
a) - 974 kJ	<input type="checkbox"/>
b) 817 kJ	<input type="checkbox"/>
c) - 580 kJ	<input type="checkbox"/>
d) -817 kJ	<input type="checkbox"/>

12. For flytende kvikksølv er entalpi og entropi for fordampning henholdsvis 58,51 kJ/mol og 92,92 $\text{JK}^{-1}\text{mol}^{-1}$. Hva er kokepunktet for kvikksølv?	
a) 629,7 K	<input type="checkbox"/>
b) 639,7 K	<input type="checkbox"/>
c) 529,7 K	<input type="checkbox"/>
d) 723,1 K	<input type="checkbox"/>

13. Ved likevekt ved 800 K for reaksjonen $\text{N}_2(\text{g}) + 3 \text{F}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{NF}_3(\text{g})$ er partialtrykkene for $\text{N}_2(\text{g})$, $\text{F}_2(\text{g})$ og $\text{NF}_3(\text{g})$ 0,021, 0,063, 0,48 atm. ΔG° for reaksjonen ved 800 K er	
a) - 85,7 kJ	<input type="checkbox"/>
b) -71,1 kJ	<input type="checkbox"/>
c) 71,1 kJ	<input type="checkbox"/>
d) 85,7 kJ	<input type="checkbox"/>

14. ΔH° og ΔS° er -58,03 kJ/mol og -176,6 $\text{JK}^{-1}\text{mol}^{-1}$ for reaksjonen $2 \text{NO}_2(\text{g}) \rightarrow \text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$. Likevektskonstanten for reaksjonen ved 100°C er	
a) $4,5 \times 10^{-18}$	<input type="checkbox"/>
b) 12,7	<input type="checkbox"/>
c) 0,079	<input type="checkbox"/>
d) $2,2 \times 10^{17}$	<input type="checkbox"/>

15. Forskjellen i Gibbs energi mellom en ideell gass som endres fra 1 til 0,1 atm ved 298 K er	
a) - 5,70 kJ	<input type="checkbox"/>
b) 5700 kJ	<input type="checkbox"/>
c) 5,7 kJ	<input type="checkbox"/>
d) - 5700 kJ	<input type="checkbox"/>

16. Hvilken av H_2 , F^- , Na , Fe^{2+} er det beste reduksjonsmiddelet under standard betingelser?	
a) H_2	<input type="checkbox"/>
b) F^-	<input type="checkbox"/>
c) Na	<input type="checkbox"/>
d) Fe^{2+}	<input type="checkbox"/>

17. Hvilken av følgende reaksjoner kan benyttes til å lage en galvanisk celle	
a) $\text{NaF(aq)} \rightarrow \text{Na} + \frac{1}{2} \text{F}_2(\text{g})$	<input type="checkbox"/>
b) $\text{NaCl(aq)} + \text{AgNO}_3(\text{aq}) \rightarrow \text{AgCl(s)} + \text{NaNO}_3(\text{aq})$	<input type="checkbox"/>
c) $\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + \text{Mg(s)} \rightarrow \text{Mg}^{2+}(\text{aq}) + \text{Cu(s)}$	<input type="checkbox"/>
d) $\text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + \text{Ni(s)} \rightarrow \text{Ni}^{2+}(\text{aq}) + \text{Zn(s)}$	<input type="checkbox"/>

18. Beregn standard cellepotensial for reaksjonen $\text{CH}_3\text{OH(l)} + 3/2\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O(l)}$ når Gibbs energi for reaksjonen er -702 kJ .	
a) $-2,43\text{ V}$	<input type="checkbox"/>
b) $-1,21\text{ V}$	<input type="checkbox"/>
c) $2,43\text{ V}$	<input type="checkbox"/>
d) $1,21\text{ V}$	<input type="checkbox"/>

19. Gitt følgende galvanisk celle: $\text{Al} \mid \text{Al}^{3+}(1,0\text{ M}) \parallel \text{Pb}^{2+}(1,0\text{ M}) \mid \text{Pb}$. Beregn cellespenningen for cellen etter at $[\text{Al}^{3+}]$ er endret med $0,6\text{ M}$ pga av den galvaniske reaksjonen. Standard cellepotensial for cellen er $1,53$.	
a) $-1,50\text{ V}$	<input type="checkbox"/>
b) $1,50\text{ V}$	<input type="checkbox"/>
c) $1,56\text{ V}$	<input type="checkbox"/>
d) $-1,56\text{ V}$	<input type="checkbox"/>

20. Cellepotensialet for cellen $\text{Pb} \mid \text{Pb}^{2+}(1,8\text{ M}) \parallel \text{Ag}_2\text{SO}_4(\text{M}) \mid \text{Ag}$ er $0,83\text{ V}$. I den høyre del av cellen ble det tilsatt overskudd $\text{Ag}_2\text{SO}_4(\text{s})$ slik at løsningen er mettet på $\text{Ag}_2\text{SO}_4(\text{s})$. Hva er løselighetsproduktet for Ag_2SO_4 ? Standard cellepotensial for cellen er $0,93$.	
a) $1,02 \times 10^{-5}$	<input type="checkbox"/>
b) $2,04 \times 10^{-6}$	<input type="checkbox"/>
c) $1,04 \times 10^{-4}$	<input type="checkbox"/>
d) $1,03 \times 10^{-10}$	<input type="checkbox"/>

FORMEL	KOMMENTAR
$PV = nRT$	Ideell gass
$P_i = n_i RT/V \quad (P_T = \sum_i P_i)$	Partialtrykk av i
$C = q / \Delta T$	Varmekapasitet
$E = q + w$	Endring i indre energi
$H = E + PV$	Entalpi
$\Delta H = q_p$	Konstant P . Bare volumarb.
$\Delta H^\circ = \sum \Delta H_f^\circ (\text{produkter}) - \sum \Delta H_f^\circ (\text{reaktanter})$	Husk støkiometriske koeffisienter
$\Delta H_T^\circ = \Delta H_{298}^\circ + \Delta C_p^\circ \times \Delta T$	ΔC_p° konstant
$\ln \left(\frac{K_2}{K_1} \right) = \frac{\Delta H}{R} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$	ΔH og ΔS konstant
$dS = \frac{dq_{\text{rev}}}{T}$	Entropiendring
$\Delta S_T^\circ = \Delta S_{298}^\circ + \Delta C_p^\circ \ln \left(\frac{T}{298,15} \right)$	ΔC_p° konstant
$G = H - TS$	Gibbs energi. Fri energi.
$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$	Endring i fri energi ved konstant T
$\Delta G_T^\circ = \Delta H_{298}^\circ - T\Delta S_{298}^\circ$ $\Delta G = \Delta G^\circ + RT \ln Q$	$\Delta C_p^\circ \approx 0$ Reaksjonskvotient, Q
$G = G^\circ + RT \ln a$	Aktivitet (relativ), a
$\Delta G^\circ = -RT \ln K$	Likevektskonstant, K
$\Delta G = -nFE$	Cellepotensial, E
$Q = It = neF$	Elektrisk ladning
$E = E^\circ - \frac{RT}{nF} \ln Q = E^\circ - \frac{0,0592}{n} \log Q, \quad 25^\circ \text{C}$	Nernsts ligning
$r = -\frac{1}{a} \frac{d[A]}{dt} = -\frac{1}{c} \frac{d[C]}{dt} = k[A]^l [B]^m [C]^n [D]^p$	Reaksjonshastighet for $aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$
Total orden = $l + m + n + p$	
$k = A e^{-\frac{E_a}{RT}}$	Hastighetskonstant, k Aktiveringsenergi, E_a