

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
INSTITUTIONEN FÖR KEMI- OCH BIOTEKNIK

Skrivning i Termodynamik och Biokemi
för Bt1 (KOO041), K1 (KOO042) och Kf1 (KOO081)

Måndag 101213

Lämna in dina lösningar på separata blad,
och skrivningssidan med dina svar på Biokemidelen
Skriv ditt namn på alla inlämnade blad.

Del 1. Termodynamik (30p)
(se lösningar nedan)

Instruktioner: Egen miniräknare av valfri typ. För godkänt krävs minst 15 poäng (ett bonuspoäng). För VG (tre bonuspoäng) krävs minst 22 poäng och för MVG (fem bonuspoäng) krävs minst 25 poäng. Alla lösningar och svar skall motiveras och lämnas in på utdelade papper.

1. Butanon ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COCH}_3$) har ångtrycket 100 torr vid 298 K och vid samma temperatur har aceton (CH_3COCH_3) ångtrycket 222 Torr.

- a) Om man har 350.0 gram butanon, hur många gram aceton måste butanonen blandas med för att det totala ångtrycket ska bli 135 Torr? Antag att vätskorna beter sig idealt, dvs att Raoult's lag kan tillämpas på båda ämnena. (5p)
- b) Acetons kokpunkt är 329.4 K och dess entropi ökar med $88.3 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ vid förångning om trycket är 1 bar. Vad är $\Delta H_{\text{vap}}^\circ$? (5p)

2. Reaktionen $\text{I}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{g})$ har jämviktskonstanten $K = 54$ vid 700 K.

- a) Vad blir ΔG° för reaktionen vid 700 K? (4p)
- b) Om partialtrycken är I_2 : 0.35 bar, H_2 : 0.18 bar och HI: 2.85, vad blir ΔG för reaktionen vid 700K (5p)
- c) Åt vilket håll går reaktionen under betingelserna i b)? (1p)

3.

Silverkarbonat, Ag_2CO_3 , har löslighetsprodukten $6.22 \cdot 10^{-12}$

- a) Vad blir koncentrationerna av silver- och karbonatjoner i en mättad vattenlösning? (4p)

H_2CO_3 är en två-protonig syra med $\text{pK}_{\text{a}1} = 6.37$ och $\text{pK}_{\text{a}2} = 10.25$.

- b) Vilken kvot mellan koncentrationerna av CO_3^{2-} och HCO_3^- behövs i en vattenlösning för att den skall få pH 11? (3p)
- c) Vilken massa av saltet $\text{K}_2\text{CO}_3(\text{s})$ behöver tillsättas till 1.0 liter av 0.1M $\text{KHCO}_3(\text{aq})$ för att få en buffert med pH 11? (3p)

Lösningar:**1a**

molmassor: butanon (b) 72 g/mol, aceton (a) 58 g/mol

Rauolts lag: $P_{\text{tot}} = x_a \cdot 222 + (1 - x_a) \cdot 100$ (Torr) (summan av molbråken = 1)

$P_{\text{tot}} = 135$ torr ger $x_a = 0.287$ och därmed $x_b = 1 - x_a = 0.713$

$n_b = 350/72 = 4.86$ g/mol

$x_a = n_a / (n_a + n_b)$ ger att $n_a = 1.95$ mol, och det ger in sin tur 113 g aceton

1b

$$\Delta H_{\text{vap}} = T \cdot \Delta S_{\text{vap}} = 329.4 \cdot 88.3 = 29.1 \text{ kJ/mol}$$

2a

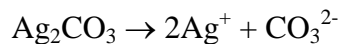
$$\Delta G^\circ = -RT \cdot \ln K = -8.314 \cdot 700 \cdot \ln 54 = -23.2 \text{ kJ/mol}$$

2b

$$\Delta G = \Delta G^\circ + RT \cdot \ln Q = -23200 + 8.314 \cdot 700 \cdot \ln(2.85^2 / (0.35 \cdot 0.18)) = +5.1 \text{ kJ/mol}$$

2c

ΔG är positiv så reaktionen går åt vänster (HI förbrukas).

3a

$$K_{\text{sp}} = [\text{Ag}^+]^2 \cdot [\text{CO}_3^{2-}]$$

	$[\text{Ag}^+]$	$[\text{CO}_3^{2-}]$
Start	-	-
Jämvikt	2x	x

$$K_{\text{sp}} = (2x)^2 \cdot x = 6.22 \cdot 10^{-12} \Rightarrow x = 1.16 \cdot 10^{-4} \text{ mol/l} = [\text{CO}_3^{2-}], [\text{Ag}^+] = 2.3 \cdot 10^{-4} \text{ mol/l}$$

3b

Den relevanta syra/bas-jämvikten är $\text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_3\text{O}^+$ med $K_a = K_{a2}$

Henderson-Hasselbalch ger $\text{pH} = \text{p}K_{a2} + \log([\text{CO}_3^{2-}]/[\text{HCO}_3^-])$, och med $\text{p}K_{a2} = 10.25$ fås att $[\text{CO}_3^{2-}]/[\text{HCO}_3^-] = 5.6$

3c

Volymändringen på grund av det tillsatta fasta saltet försummas.

$$[\text{HCO}_3^-] = 0.1 \text{ M}$$

$$[\text{CO}_3^{2-}] = 5.6[\text{HCO}_3^-] = 0.56 \text{ M}$$

$$n(\text{K}_2\text{CO}_3) = n(\text{CO}_3^{2-}) = 0.56 \text{ M} \cdot 1 \text{ liter} = 0.56 \text{ mol.}$$

$$m(\text{K}_2\text{CO}_3) = 0.56 \text{ mol} \cdot 138.21 \text{ g/mol} = 77 \text{ g K}_2\text{CO}_3$$

Del 2. Biokemi (50p) (med svar och rättningsexempel)

(för Bt, K och Kf som valt Biokemi)

Instruktioner: Det finns 50 delfrågor/påstående som har svaret Ja eller Nej. Ringa in ditt val invid varje fråga. Rätt val ger 1 poäng på delfrågan, fel val ger 0 poäng. För godkänt krävs minst 41 poäng och för VG (ett bonuspoäng) krävs 47 poäng.

1. Vilken/vilka av följande reaktioner är spontana i vatten vid 37°C?

- | | | | |
|--|----|-----|-----|
| a. Dubbelsträngat DNA till enkelsträngat DNA | Ja | Nej | Nej |
| b. Enkelsträngat DNA till nukleotider | Ja | Nej | Ja |
| c. Aminosyror till polypeptid | Ja | Nej | Nej |
| d. Fosfolipider till cellmembran | Ja | Nej | Ja |
| e. ADP till ATP | Ja | Nej | Nej |

Exempel på rättning:

Inringat [Ja, Ja, Ja, Ja, Ja] ger 2p (rätt val på b och d)

Inringat [Nej, Ja, Nej, Ja, Nej] ger 5p (rätt val på a,b,c,d,e)

Inringat [Nej, Nej, Nej, Nej, Nej] ger 3p (rätt val på a, c, e)

2. För hydrolysis av ATP till ADP ($\text{ATP} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{ADP} + \text{P}_i$)

är $\Delta G_r^\circ = -31 \text{ kJ/mol}$. Typiska koncentrationer i cellen är $[\text{ATP}] = 8 \text{ mM}$, $[\text{ADP}] = 1 \text{ mM}$ och $[\text{P}_i] = 8 \text{ mM}$. Under dessa cellulära betingelser, hur stor är ΔG_r ?

- | | | | |
|----------------|----|-----|-----|
| a. +30 kJ/mol | Ja | Nej | Nej |
| b. -20 kJ/mol | Ja | Nej | Nej |
| c. -50 kJ/mol | Ja | Nej | Ja |
| d. -100 kJ/mol | Ja | Nej | Nej |
| e. +200 kJ/mol | Ja | Nej | Nej |

3. ATP är cellens främsta energibärare

- | | | | |
|---|----|-----|-----|
| a. ATP består av en DNA-bas, ett socker och en trifosfatgrupp | Ja | Nej | Ja |
| b. Energin utvinns genom hydrolysis av socker-adenosin bindningen | Ja | Nej | Nej |
| c. Energin utvinns genom hydrolysis av socker-fosfat bindningen | Ja | Nej | Nej |
| d. Energin utvinns genom hydrolysis av fosfat-fosfat bindningen | Ja | Nej | Ja |
| e. ATP betyder alleo tri-fosfatas och är ett enzym som bygger på fosfatgrupper i skelletet. | Ja | Nej | Nej |

4. I DNA-helixen

- | | | | |
|---|----|-----|-----|
| a. Hålls vardera kedjan ihop med kovalenta socker-fosfat bindningar. | Ja | Nej | Ja |
| b. Hålls vardera kedjan ihop med kovalenta socker-bas bindningar. | Ja | Nej | Nej |
| c. Hålls vardera kedjan ihop med vätebindningar i basparen. | Ja | Nej | Nej |
| d. Hålls de två kedjorna ihop med vätebindningar i basparen, så de bildar en dubbelspiral. | Ja | Nej | Ja |
| e. Hålls de två kedjorna ihop med jon-jon bindningar i basparen så de bildar en dubbelspiral. | Ja | Nej | Nej |

5. Om DNA helixen

- | | | | |
|---|----|-----|-----|
| a. DNA är negativt laddad eftersom baserna är anjoner till organiska syror. | Ja | Nej | Nej |
| b. DNA är positivt laddad eftersom baserna är protonerade vid pH=7. | Ja | Nej | Nej |
| c. DNA är negativt laddad eftersom fosfatgrupperna är anjoniska. | Ja | Nej | Ja |
| d. DNA är negativt laddad eftersom fosfatgrupperna är katjoniska. | Ja | Nej | Nej |
| e. DNA är en oladdad molekyl | Ja | Nej | Nej |

6. När ett proteins tertiär-struktur visas på bild består den av korvliknande spiraler (α -helixar) och avlånga plan (β -flak). För dessa två sekundär-strukturer gäller att:

- | | | | |
|---|----|-----|-----|
| a. α -helixar bildas genom växelverkan mellan fosfatgrupper. | Ja | Nej | Nej |
| b. β -flak bildas av sulfidbindningar | Ja | Nej | Nej |
| c. α -helixar bildas genom växelverkan mellan aminosyrornas R-grupper. | Ja | Nej | Nej |
| d. α -helixar bildas genom vätebindningar mellan karbonyl-grupper (C=O) och väten i aminggrupper (N-H ₂) | Ja | Nej | Ja |
| e. β -flak bildas av vätebindningar mellan karbonylgrupper och väte bundna till kolatomer (C-H). | Ja | Nej | Ja |

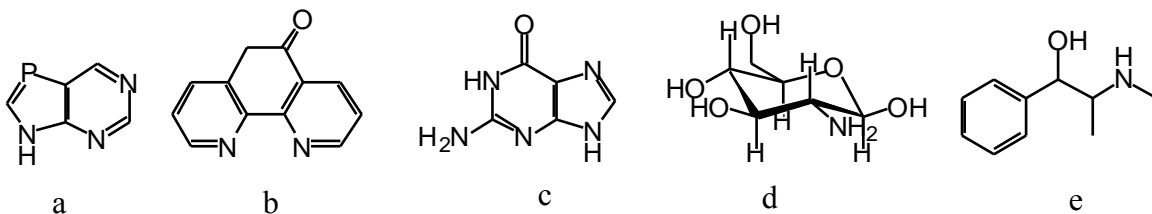
7. När ett protein veckas i vatten:

- | | | | |
|--|----|-----|-----|
| a. Är de alifatiska R-grupperna ofta vända utåt. | Ja | Nej | Nej |
| b. Är de alifatiska R-grupperna ofta vända inåt. | Ja | Nej | Ja |
| c. Om de alifatiska R-grupperna vänds inåt så ökar vattnets entropi | Ja | Nej | Ja |
| d. Om de alifatiska R-grupperna vänds inåt så minskar vattnets entropi | Ja | Nej | Nej |
| e. Är polära och laddade R-grupper ofta vända utåt mot vattnet. | Ja | Nej | Ja |

8. I ett visst protein:

- | | | | |
|--|----|-----|-----|
| a. Är alla R-grupperna desamma. | Ja | Nej | Nej |
| b. Är alla R-grupperna av samma typ. | Ja | Nej | Nej |
| c. Kan det förekomma högst 10 olika R-grupper. | Ja | Nej | Nej |
| d. Vilka R-grupper som finns och den ordning de kommer i bestämmer proteinets tredimensionella struktur. | Ja | Nej | Ja |
| e. Proteinets tredimensionella struktur är oberoende av vilka R-grupper som finns. | Ja | Nej | Nej |

9. Vilken av följande strukturer är en komponent i DNA eller RNA?



- | | | |
|-------|-----|-----|
| a. Ja | Nej | Nej |
| b. Ja | Nej | Nej |
| c. Ja | Nej | Ja |
| d. Ja | Nej | Nej |
| e. Ja | Nej | Nej |

10. Vilket/vilka påståenden om DNA i den vanliga dubbelspiralformen är sanna:

- | | | | |
|---|----|-----|-----|
| a. DNA-baserna vätebinder till andra baser som sitter på samma kedja | Ja | Nej | Nej |
| b. DNA-baserna vätebinder till baser på den motsatta kedjan | Ja | Nej | Ja |
| c. DNA-baserna vätebinder till fosfatjonerna | Ja | Nej | Nej |
| d. DNA-baserna packar sig plant i förhållande till varandra i DNA-helixen | Ja | Nej | Ja |
| e. DNA-baserna packar sig vinkelrätt mot varandra i DNA-helixen | Ja | Nej | Nej |

KONSTANTER OCH OMRÄKNINGSFAKTORER

Internationellt (av Codata) rekommenderade värden baserade på mätresultat tillgängliga 1986

$$\begin{aligned}
 c &= 2.99792 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1} \\
 h &= 6.6261 \cdot 10^{-34} \text{ J s} \\
 N_A &= 6.0221 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1} \\
 e &= 1.6022 \cdot 10^{-19} \text{ C} \\
 F &= 96485 \text{ C mol}^{-1} = 96.485 \text{ kJ V}^{-1} \text{ mol}^{-1} \\
 m_e &= 9.10939 \cdot 10^{-31} \text{ kg} = 5.48580 \cdot 10^{-4} \text{ u} \\
 m_p &= 1.67262 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 1.00728 \text{ u} \\
 m_n &= 1.67493 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 1.00866 \text{ u} \\
 R &= 8.3145 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} = 0.083145 \text{ l bar K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \\
 &= 0.082058 \text{ l atm K}^{-1} \text{ mol}^{-1} = 62.364 \text{ l Torr K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \\
 1 \text{ bar} &= 10^5 \text{ Pa} = 10^5 \text{ N m}^{-2} \\
 1 \text{ atm} &= 1.01325 \text{ bar} = 101.325 \text{ kPa} \\
 1 \text{ Torr} &= 1/760 \text{ atm} = 1.333224 \text{ mbar} = 133.3224 \text{ Pa} \\
 1 \text{ \AA} &= 10^{-10} \text{ m} \\
 1 \text{ l} &= 10^{-3} \text{ m}^3 \\
 0 \text{ }^\circ\text{C} &= 273.15 \text{ K}
 \end{aligned}$$

Ekvivalenta energier

E/kJ mol ⁻¹	E/kcal mol ⁻¹	E/eV	E/J	T/K	vågta/ cm ⁻¹
1	0.23901	0.010364	1.6605 · 10 ⁻²¹	120.27	83.59
4.1840	1	4.3364 · 10 ⁻²	6.948 · 10 ⁻²¹	503.2	349.8
96.49	23.061	1	1.6022 · 10 ⁻¹⁹	1.1604 · 10 ⁴	8066
6.022 · 10 ²⁰	1.4393 · 10 ²⁰	6.242 · 10 ¹⁸	1	7.243 · 10 ²²	5.034 · 10 ²²
8.314 · 10 ⁻³	1.9872 · 10 ⁻³	8.617 · 10 ⁻⁵	1.3807 · 10 ⁻²³	1	0.6950
1.196 · 10 ⁻²	2.859 · 10 ⁻³	1.240 · 10 ⁻⁴	1.986 · 10 ⁻²³	1.439	1

Termodynamiska formler

$$H = U + PV$$

$$G = H - TS$$

$$\Delta U = q + w$$

$$dw = -P_{\text{ex}} dV$$

$$C = q/\Delta T$$

$$\ln(P_2/P_1) = (\Delta H^\circ_{\text{vap}}/R) \cdot (1/T_1 - 1/T_2)$$

$G_i = G_i^\circ + RT \cdot \ln a_i$; ämnet i har aktiviteten $a_i = P_i/P^\circ$ (gaser) eller $[i]/c^\circ$ (ämnen i utspädd lösning) eller x_i (blandningar). För rena kondenserade faser är $a_i = 1$.

$$\Delta_r G = \Delta_r G^\circ + RT \ln Q$$

$$P_i = x_i \cdot P_i(\text{pure}) \text{ (Raoult's lag)}$$

$$s = k_H \cdot P \text{ (Henry's lag)}$$

$$\Delta T_f = i k_f [a], \text{ där } [a] \text{ uttrycks i mol/kg}$$

$$\Delta T_b = i k_b [a], \text{ där } [a] \text{ uttrycks i mol/kg}$$

$$\Pi = iRT \cdot [a], \text{ där } [a] \text{ uttrycks i mol/dm}^3$$

ATOMVIKTER

aluminium	26,98154	magnesium	24,305
antimon	121,75	mangan	54,9380
argon	39,948	molybden	95,94
arsenik	74,9216	natrium	22,98977
barium	137,34	neodym	144,24
beryllium	9,01218	neon	20,179
bly	207,2	nickel	58,71
bor	10,81	niob	92,9064
brom	79,904	osmium	190,2
cerium	140,12	palladium	106,4
cesium	132,9054	platina	195,09
dysprosium	162,50	praseodym	140,9077
erbiium	167,26	rhenium	186,2
europium	151,96	rodium	102,9055
fluor	18,99840	rubidium	85,4678
fosfor	30,97376	rutenium	101,07
gadolinium	157,25	samarium	150,4
gallium	69,72	selen	78,96
germanium	72,59	silver	107,868
guld	196,9665	skandium	44,9559
hafnium	178,49	strontium	87,62
helium	4,00260	svavel	32,06
holmium	164,9304	syre	15,9994
indium	114,82	tallium	204,37
iridium	192,22	tantal	180,9479
jod	126,9045	tellur	127,60
järn	55,847	tenn	118,69
kadmium	112,40	terbium	158,9254
kalций	40,08	titan	47,90
kalium	39,098	torium	232,0381
kisel	28,086	tulium	168,9342
klor	35,453	uran	238,029
kobolt	58,9332	vanadin	50,9414
kol	12,011	vismut	208,9804
koppar	63,546	volfram	183,85
krom	51,996	väte	1,0079
krypton	83,80	xenon	131,30
kvicksilver	200,59	ytterbium	173,04
kväve	14,0067	yttrium	88,9059
lantan	138,9055	zink	65,38
litium	6,941	zirkonium	91,22
lutetium	174,9		