



Försättsblad Prov Original

Kurskod	Provkod	Tentamensdatum
K E 0 3 0 G	T 1 0 0	2 0 1 8 - 0 3 - 2 1
Kursnamn	Kemi GR (B), Kemisk dynamik	
Provnamn	Tentamen	
Ort	Sundsvall	
Termin	V18	
Ämne	Kemi	

MITTUNIVERSITETET

Avdelningen kemiteknik

Ida Svanedal (070-6675586)

TENTAMEN

2018-03-21

Studiekurs:	Kemisk dynamik
Program/Kurs	Kemi Gr(B), KE030G, 6 hp
Moment:	Teori
Skrivtid:	5 timmar
Hjälpmedel:	Miniräknare, <i>Matematisk formelsamling</i> (kompendium), bifogade tabeller samt periodiskt system
Maxpoäng:	62
Observera:	<p>För godkänd tentamen krävs att samtliga lärandemål är uppfyllda samt minst 50 % av poängen.</p> <p>Lämna in tydliga och utförliga beräkningar och motiveringar så att tankegången kan följas och skriv din kod på varje blad som lämnas in. Tänk på att redovisa enheter och att använda korrekt antal värdesiffror.</p> <p>Skriv endast en uppgift per blad och skriv endast på en sida av varje blad.</p>

Uppgift 1.

- a) Vad betyder begreppen diffusion och viskositet? Finns det några generella skillnader mellan gaser och vätskor vad gäller dessa två fenomen? (6p)
- b) Sukros diffunderar i ljummen (20 °C) Coca cola i vårsolen, med en diffusionskoefficient på $2,3 \cdot 10^{-10} \text{ m}^2/\text{s}$. Bestäm den hydrodynamiska radien för sukros. Coca colans viskositet är 1,4 cP. (2p)

Uppgift 2.

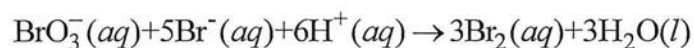
Efter en intravenös injektion av blodtrycksmedicin analyseras patientens blodplasma vid olika tider efter injektionen, detta för att bestämma hur mycket av medicinen som finns kvar i blodet. Resultatet visas i nedanstående tabell.

Tid (min)	50	100	150	200	250	300	400	500
Koncentration medicin ($10^{-9} \text{ g cm}^{-3}$)	650	445	304	208	142	97	45	21

- a) Avgör direkt från data i tabellen om reaktionen för nedbrytning av medicinen i blodet är av nollte, första eller andra ordningen, motivera ditt svar. Beräkna ett ungefärligt värde på hastighetskonstanten k_r för reaktionen. (5p)
- b) Beskriv en annan strategi för att grafiskt bestämma reaktionsordningen samt värdet på hastighetskonstanten k_r . (3p)

Uppgift 3.

Bromatjoner (BrO_3^-) reagerar med bromidjoner (Br^-) i sur miljö (H^+) och bildar brom (Br_2) enligt reaktionen nedan



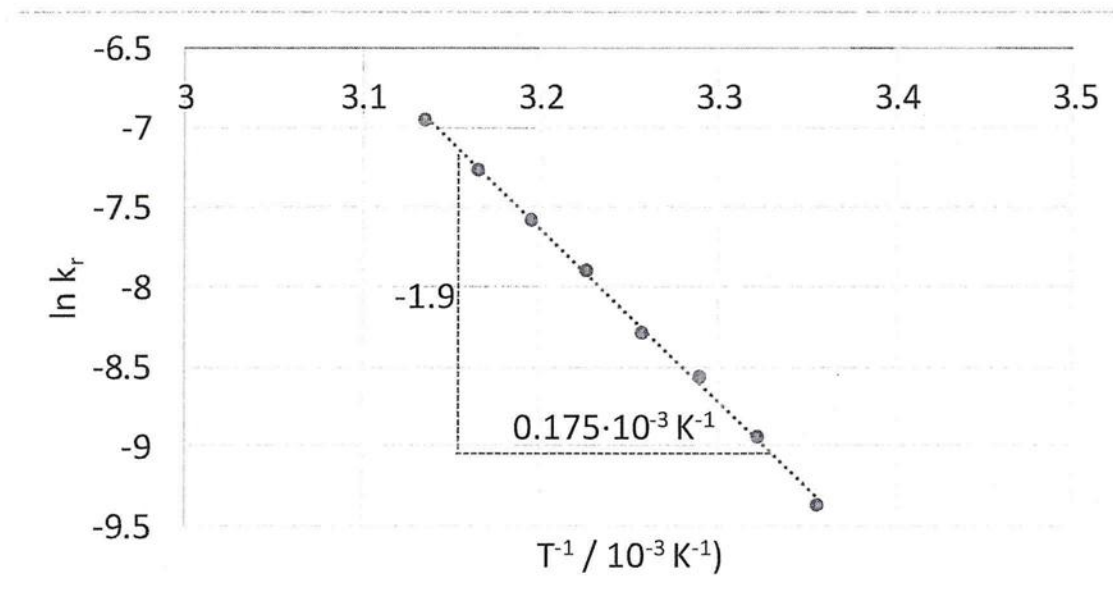
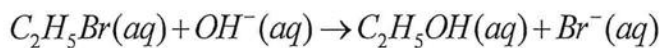
Fyra olika reaktionsblandningar undersöktes vid 298K. Genom att studera koncentrationen av bromatjoner (BrO_3^-) bestämdes den initiala reaktionshastigheten för varje reaktionsblandning enligt tabellen nedan

Experiment	Initialkoncentration (mol dm^{-3})			Initialhastighet ($\text{mol dm}^{-3} \text{ s}^{-1}$)
	$[\text{BrO}_3^-]$	$[\text{Br}^-]$	$[\text{H}^+]$	
1	0,1	0,1	0,1	$1,2 \cdot 10^{-3}$
2	0,2	0,1	0,1	$2,4 \cdot 10^{-3}$
3	0,1	0,3	0,1	$3,6 \cdot 10^{-3}$
4	0,2	0,1	0,2	$9,6 \cdot 10^{-3}$

- Uttryck reaktionshastigheten för reaktionen på alla olika sätt du kan tänka dig genom att använd reaktanter och produkter för att ställa upp reaktionshastigheten. (2p)
- Beräkna den initiala bildningshastigheten av $\text{Br}_2(aq)$ i experiment 1. (2p)
- Bestäm reaktionsordningen med avseende på varje reaktant, samt den totala reaktionsordningen. (5p)
- Teckna ett uttryck för hastighetsekvationen för reaktionen. (1p)

Uppgift 4.

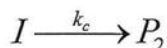
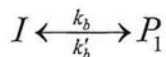
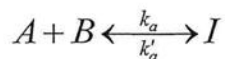
Hastighetskonstanten (k_r) för hydrolys av brommetan i basisk miljö bestämdes vid ett flertal olika temperaturer (T) varefter nedanstående graf ritades upp



- Bestäm reaktionens aktiveringsenergi. (3p)
- Hur förändras aktiveringsenergin när vi ökar temperaturen? (1p)
- Vid 25 °C var hastighetskonstanten $k_r = 8,5 \cdot 10^{-5} \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$. Beräkna hastighetskonstanten för reaktionen vid 80 °C. (3p)
- Föreslå en teori som skulle kunna användas för att beskriva reaktionen. (1p)

Uppgift 5.

Reaktanterna A och B bildar intermediären I, som kan bilda två olika produkter P₁ och P₂ enligt elementärreaktionerna nedan, där P₂ är den termodynamiskt stabila produkten



a) Teckna totalreaktionen. (2p)

b) Para ihop 1-4 med A-D nedan. (4p)

1: $k'_a \gg k_b$ och $k'_a \gg k_c$

2: $k_b \gg k_c$

3: $k_a \ll k_b$ och $k_a \ll k_c$

4: $k'_a \ll k_a$

A: Hög halt av P₁ innan termodynamisk jämvikt

B: Snabb inledande jämvikt, reaktionens första steg (pre-equilibria)

C: $K_a = \frac{[I]}{[A][B]} \gg 1$

D: Steady-state approximationen kan användas

c) Ge exempel på två saker som kännetecknar det hastighetsbestämmande steget i en reaktion som sker i flera steg. (2p)

Uppgift 6.

- a) Ange förutsättningarna för reaktion mellan två molekyler enligt kollisionsteori, du kan använda nedanstående uttryck som stöd om du vill

$$k_r = P \sigma N_A \overbrace{\left(\frac{8kT}{\pi\mu} \right)^{1/2}}^B \overbrace{e^{-E_a/RT}}^C \quad (3p)$$

- b) Beskriv generella skillnader mellan reaktiva kollisioner i gasfas och i lösningsfas. Använd följande begrepp; diffusion, aktivering/aktiveringsenergi, lösningsmedelsbur (eller cage effect på engelska), komplex. (4p)
- c) Antag att en reaktion mellan två molekyler i lösning är diffusionsstyrd och av andra ordningen. Molekylerna diffunderar med en diffusionskoefficient på $6 \cdot 10^{-9} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$ vid $25 \text{ }^\circ\text{C}$ och reaktionen sker då molekylerna kommer inom ett avstånd av $0,5 \text{ nm}$ från varandra. Beräkna hastighetskonstanten för reaktionen. (3p)

Uppgift 7.

- a) Vad är skillnaden mellan fysisorption och kemisorption, samt hur förhåller de sig till varandra. (3p)
- b) Reaktionen $A + B \rightarrow P$ sker på en katalysatoryta (heterogen katalys) enligt Langmuir-Hinshelwood (LH) mekanismen. Reaktionshastigheten ges av $v = k_r \theta_A \theta_B$. Beskriv hur reaktionen sker enligt LH mekanismen, samt ange reaktionsordningen. Referera till A och B. (4p)
- c) Antag att du vet hastighetskonstanten för reaktionen, beskriv hur du ska gå till väga för att ta reda på reaktionshastigheten? (3p)

Formelsamling kemisk dynamik

Fundamental constants

Constant	Symbol	Value	unit
Elementary charge	e	$1.6022 \cdot 10^{-19}$	C
Planck's constant	h	$6.6261 \cdot 10^{-34}$	J s
Boltzmann's constant	k	$1.3806 \cdot 10^{-23}$	J K ⁻¹
Avogadro's constant	N_A	$6.0221 \cdot 10^{23}$	mol ⁻¹
Gas constant	$R = N_A k$	8.3145	J K ⁻¹ mol ⁻¹
Faraday's constant	$F = N_A e$	$9.6485 \cdot 10^4$	C mol ⁻¹

Selected units

1 N	1 kg m s ⁻²
1 Pa	1 kg m ⁻¹ s ⁻²
1 V	1 J C ⁻¹

1 J	1 kg m ² s ⁻²
1 W	1 J s ⁻¹
1 P	10 ⁻¹ kg m ⁻¹ s ⁻¹

Conversion factor

1 atm	$1.0133 \cdot 10^5$ Pa	760 Torr
$\theta/^{\circ}\text{C} = T/\text{K} - 273,15$		

Mathematical relation

π	3.141592...
-------	-------------

Topic 1B and 19 Key Equations

Property	Equation	Comment
Pressure of a perfect gas from the kinetic model	$pV = \frac{1}{3}nMv_{\text{rms}}^2$	Kinetic model
Maxwell distribution of speeds	$f(v)$ $= 4\pi(M/2\pi RT)^{3/2}v^2e^{-Mv^2/2RT}$	
Root mean square speed in a perfect gas	$v_{\text{rms}} = (3RT/M)^{1/2}$	
Mean speed in a perfect gas	$v_{\text{mean}} = (8RT/\pi M)^{1/2}$	
Most probable speed in a perfect gas	$v_{\text{mp}} = (2RT/M)^{1/2}$	
Relative mean speed in a perfect gas	$v_{\text{rel}} = (8RT/\pi\mu)^{1/2}$ $\mu = M_A M_B / (M_A + M_B)$	
The collision frequency in a perfect gas	$z = \sigma v_{\text{rel}} p / kT, \sigma = \pi d^2$	
Mean free path in a perfect gas	$\lambda = v_{\text{rel}} / z$	
Mean free path in a perfect gas	$\lambda = kT / \sigma p$	
Fick's first law of diffusion	$J = -D dN/dz$	
Flux of energy of thermal motion	$J = -\kappa dT/dz$	
Flux of momentum	$J = -\eta dv_x/dz$	
Diffusion coefficient of a perfect gas	$D = \frac{1}{3}\lambda v_{\text{mean}}$	KMT*
Coefficient of thermal conductivity of a perfect gas	$\kappa = \frac{1}{3}v_{\text{mean}}\lambda [C_{V,m}]$	KMT and equipartition
Coefficient of viscosity of a perfect gas	$\eta = \frac{1}{3}v_{\text{mean}}\lambda m \mathcal{N}$	KMT
Coefficient of viscosity of a perfect gas	$\eta = pMD/RT$	KMT
Viscosity of a liquid	$\eta = \eta_0 e^{E_a/RT}$	Narrow temperature range
Conductivity	$\kappa = Gl/A, G = 1/R$	Definition
Molar conductivity	$\Lambda_m = \kappa/c$	Definition
Stokes' law	$F_{\text{fric}} = fs \quad f = 6\pi\eta a$	Hydrodynamic radius
Drift speed	$s = uE$	Defines u
Ion mobility	$u = ze/6\pi\eta a$	Assumes Stokes' law
Conductivity and mobility	$\lambda = zuF$	
Drift speed	$s = DF/RT$	
Einstein relation	$u = zDF/RT$	
Stokes-Einstein relation	$D = kT/f$	

*KMT indicates that the equation is based on the kinetic theory of gases

