

Grundlæggende Nanokemi

Eksamenstræning 6

Bemærkninger:

- Denne opgave er udleveret gennem Digital Eksamen, bemærk at der kan være flere filer.
- **Eksamensbesvarelsen udarbejdes individuelt.**
- Det er tilladt at bruge alle hjælpemidler.
- Det er en forudsætning at Python kan benyttes.
- Det er **ikke** tilladt at modtage hjælp til at udarbejde eksamensbesvarelsen.
- Der er 4 opgaver på i alt 2 sider.
- I opgaven anvendes dansk decimalkomma.
- Hvert enkelt svar begrundes.
- Der må kun svares ved indsætning af billede, grafer og anden grafik, hvor det er anført.
- Passende argumentation skal indføres i det medfølgende skema.
- Pointantal ud af et total på 100 er angivet for hver opgave.
- Alle delopgaver vægter ens.
- Det endelige svar på hver opgave indføres i den korrekte tekstboks i det medfølgende skema.
- Numeriske svar markeres med gul overstregning.
- Besvarelsen skrives/kopieres ind i tekstboksene i det medfølgende skema.
- Der må ikke ændres (tekststørrelse, linjeafstand, tekstbokse mv.) i det medfølgende skema.
- Eksamensopgaven afleveres som en enkelt pdf i Digital Eksamen.
- **Husk at mærke besvarelsen med navn og/eller eksamensnummer.**

Eksamenstræning 6

Opgave 1. Ligevægte – 24 point

Opløselighedsproduktet for magnesiumhydroxid er $K_{SP} = 1,5 \cdot 10^{-11} \text{ M}^3$. Ammoniak har $K_B = 1,8 \cdot 10^{-5} \text{ M}$.

- Beregn pH når 2,00 g ammoniumklorid opløses i 250 mL 0,10 M ammoniakvand
- Til ovenstående tilsættes 0,50 g magnesium sulfat, beregn hvor meget magnesiumhydroxid der udfældes.

Opløselighedsproduktet for sølvklorid er $K_{SP} = 1,0 \cdot 10^{-10} \text{ M}^2$, mens dannelsen af tetrakloroargentat(I) sker med ligevægtskonstanten $K = 10^{5,3} \text{ M}^{-4}$

- Hvor stort et volumen 10 M saltsyre skal der til at opløse 0,1 mmol sølv(I)klorid

Opløselighedsproduktet for sølv(I)cyanid er $K_{SP} = 1,2 \cdot 10^{-16} \text{ M}^2$, mens dannelsen af dicyanoargentat(I) sker med ligevægtskonstanten $K = 1,0 \cdot 10^{20} \text{ M}^{-2}$.

- Opskriv ligevægten for reaktionen fra sølv(I)cyanid til dicyanoargentat(I)
- Beregn ligevægtskonstanten og ΔG for reaktionen

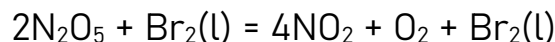
Opgave 2. pH – 24 point

I skal fremstille en buffer med en bufferstyrke på 0,222 M, som kan holde pH = 2,0. I har følgende reagenser til rådighed: 1M saltsyre, 1M NaOH, svovlsyre, svovlsyrting, citronsyre, 0,1 M fosforsyre.

- Hvilke to reagenser kan I ikke bruge, svaret begrundes uden brug af pK_A
- For alle de svage syrer plottes et Bjerrum diagram. Den ønskede pH angives på plottet. Der må bruges én graf i besvarelsen.
- Forslå en opskrift på bufferen.

Opgave 3. Termodynamik og kinetik – 30 point

I har denne ligevægt, der indstiller sig når N_2O_5 opløses i brom:

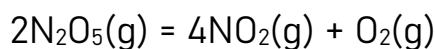


- Udregn ΔH og ΔS for reaktionen ud fra tabelværdierne.
- Opskriv funktionen for $\Delta G(T)$ og beregn ligevægtskonstanten ved 298K
- Angiv ved hvilken temperatur, hvor der ingen drivkraft er for reaktionen.

t [s]	0	200	400	600	1000
$[\text{N}_2\text{O}_5] - \text{M}$	0,110	0,073	0,048	0,032	0,014

- Brug ovenstående kinetiske data til at bestemme reaktionsordenen og hastighedskonstanten. Der må bruges tre grafer i besvarelsen

Reaktionen kan også forløbe i gasfase:



t [s]	0	1000	2000	3000	4000
$p(\text{N}_2\text{O}_5)/p_0(\text{N}_2\text{O}_5)$	1	0,698	0,487	0,339	0,237

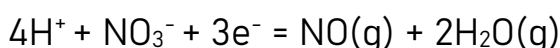
- Brug ovenstående kinetiske data til at bestemme reaktionsordenen og hastighedskonstanten. Der må bruges tre grafer i besvarelsen.

Opgave 4. Elektrokemi – 22 point

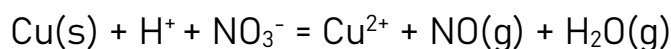
Overvej reduktionen af $\text{Cu}(\text{II})$, protoner og $\text{Al}(\text{III})$ til de korresponderende grundstoffer.

- Opskriv halvcellereaktionerne og angiv standard elektrodepotentialerne.
- Beregn den elektromotoriske kraft og Gibbs energi i en halvcelle med 0,050 M $\text{Cu}(\text{II})$ ioner.
- Beregn den elektromotoriske kraft og Gibbs energi i en halvcelle med 0,025 M $\text{Al}(\text{III})$ ioner.
- Opskriv redoxreaktionen der foregår når de to halvceller samlet i et galvanisk element, der leverer strøm.
- Beregn den elektromotoriske kraft af elementet.

Standard reduktionspotentialer for denne reaktion er +0,96 V:



- Afstem følgende reaktion:



- Beregn ligevægtskonstanten for reaktionen.

Data på ligevægte

Standard reduktionspotentialer

25°C, 1 atm

Sølv(I) (aq) til sølv (s)	0,7996 V
Sølv(II) til sølv(I)	1,980 V
Sølv(acetat) til sølv (s) og acetat	0,643 V
Sølv(I)bromid til sølv (s) og bromid	0,07133 V
Sølv(I)bromat til sølv (s) og bromat	0,546 V
Sølv(I)oxalat til sølv (s) og oxalat	0,4647 V
Sølv(I)chlorid til sølv (s) og chlorid	0,22233 V
Sølv(I)cyanid til sølv (s) og cyanid	-0,017 V
Sølv(I)karbonat til sølv (s) og carbonat	0,47 V
Sølv(I)chromat til sølv (s) og chromat	0,4470 V
Sølv(I)fluorid til sølv (s) og fluorid	0,779 V
Sølv(I)iodid til sølv (s) og iodid	-0,15224 V
Sølv(I)iodat til sølv (s) og iodat	0,354 V
Sølv(I)nitrat til sølv (s) og nitrat	0,564 V
Sølv(I)oxid til sølv (s) og hydroxid	0,564 V
Sølv(I)diammin til sølv (s) og ammoniak	-0,373 V
Sølv(III)oxid til sølv(II)oxid (s) og hydroxid	0,739 V
Sølv(II)oxid til sølv(I)oxid og hydroxid	0,607 V
Aluminium(III) (aq) til aluminium (s)	-1,662 V
Aluminium(III)hydroxid til aluminium (s) og hydroxid	-2,31 V
tetrahydroxyaluminat(III) til aluminium (s) og hydroxid	-2,328 V
Brom(aq) til bromid	1,0873 V
Brom(l) til bromid	1,066 V
Hypobromit til bromid (surt)	1,331 V
Hypobromit til bromid (basisk)	0,761 V
Bromat til bromid (surt)	1,423 V
Bromat til bromid (basisk)	0,61 V
Hypobromit til $\frac{1}{2}$ brom(aq) (surt)	1,574 V
Bromat til $\frac{1}{2}$ brom(aq) (surt)	1,482 V
Kuldioxid til myresyre	-0,199 V
Cerium(III) (aq) til cerium (s)	-2,336 V
Cerium(IV) (aq) til cerium(III) (aq)	1,72 V
Cerium(IV)hydroxid til cerium(III)	1,715 V
Chlor til chlorid	1,35827 V
Hypochlorit til chlorid (surt)	1,482 V
Hypochlorit til chlorid (basisk)	0,81 V
Chlorit til chlorid (surt)	1,570 V
Chlorit til chlorid (basisk)	0,76 V
Chlorat til chlorid (surt)	1,451 V
Chlorat til chlorid (basisk)	0,62 V
Perchlorat til chlorid (surt)	1,389 V
Cobolt(II) (aq) til cobalt (s)	-0,28 V
Cobolt(III) (aq) til cobolt(II) (aq)	1,92 V
Cobolt(III)hexaamin til cobolt(II)hexaamin	0,108 V

Cobolt(II)hydroxid til cobolt (s) og hydroxid	-0,73 V
Cobolt(III)hydroxid til cobolt(II)hydroxid og hydroxid	0,17 V
Krom(II) (aq) til krom (s)	-0,913
Krom(III) (aq) til krom(II) (aq)	-0,407
Krom(III) (aq) til krom (s)	-0,744
Dichromat til krom(III) (surt)	1,232 V
Chromat til krom(III) (surt)	1,350 V
Krom(III)hydroxid til krom (s) og hydroxid	-1,48 V
Jern(II) (aq) til jern (s)	-0,447 V
Jern(III) (aq) til jern (s)	-0,037 V
Jern(III) (aq) til jern(II) (aq)	-0,771 V
Protoner (aq) til brint (g)	0.00000V
Hydrogenperoxid til vand (surt)	1,776 V
Mangan(II) (aq) til mangan (s)	-1,185 V
Mangan(III) (aq) til mangan(II) (aq)	1,5415 V
Mangan(IV)oxid/brunsten (s) til mangan(II) (aq)	1,224 V
Permanganat til brunsten (surt)	1,679 V
Permanganat til brunsten (basisk)	0,595 V
Permanganat til mangan(II) (aq) (surt)	1,507 V
Mangan(II)hydroxid til mangan (s) og hydroxid	-1,56 V
Mangan(III)hydroxid til mangan(II)hydroxid og hydroxid	0,15 V
Mangan(III)oxid til mangan(II) (aq)	1,485 V
Deuterium(I) til deuterium(g)	-0,013 V
Dysprosium(III) (aq) til dysprosium (s)	-2,295 V
Dysprosium(II) (aq) til dysprosium (s)	-2,2 V
Dysprosium(III) (aq) til dysprosium(II) (aq)	-2,0 V
Einsteinium(III) (aq) til einsteinium (s)	-1,91 V
Einsteinium(II) (aq) til einsteinium (s)	-2,23 V
Einsteinium(III) (aq) til einsteinium(II) (aq)	-1,3 V
Erbium(III) (aq) til erbium (s)	-2,331 V
Erbium(II) (aq) til erbium (s)	-2,0 V
Erbium(III) (aq) til erbium(II) (aq)	-3,0 V
Europium(III) (aq) til europium (s)	-1,991 V
Europium(II) (aq) til europium (s)	-2,812 V
Europium(III) (aq) til europium(II) (aq)	-0,36 V
Fluor(g) til fluorid (surt)	3,053 V
Fluor(g) til fluorid (neutral & basisk)	2,866 V
Kvælstof(g) til ammoniumhydroxid (obs pH)	0,092 V
Kvælstof(g) til azid (surt)	-3,09 V
Lattergas til kvælstof (surt)	1,766 V
Nitrogenmonooxid til lattergas (surt)	1,591 V
Nitrogenmonooxid til lattergas (basisk)	0,76 V
Nitrit til lattergas (surt)	1,297 V
Nitrit til nitrogenmonooxid (basisk)	-0,46 V
Nitrit til lattergas (basisk)	0,15 V
Nitrat til nitrit (surt)	0,934 V
Nitrat til nitrogenmonooxid (surt)	0,957 V
Nitrat til nitrit (basisk)	0,01 V
Natrium(I) (aq) til natrium(s)	-2,71 V
Nikkel(II) (aq) til nikkel(s)	-0,257 V

Nikkel(II)hydroxid(s) til nikkel(s)	-0,72 V
Nikkel(IV)oxid(s) til nikkel(II) (aq) (surt)	1,678 V
Nikkel(IV)oxid(s) til nikkel(II)hydroxid (s) (basisk)	-0,490 V
Ilt til hydrogenperoxid (surt)	0,695 V
Ilt til vand	1,229 V
Ilt til hydrogenperoxid (basisk)	-0,076 V
Ilt til hydroxid	0,401 V
Ozon til ilt (surt)	2,076 V
Ozon til ilt (basisk)	1,24 V
Bly(II) (aq) til bly (s)	-0,1262 V
Bly(II)bromid til bly (s)	-0,284 V
Bly(II)klorid til bly (s)	-0,2675 V
Bly(II)fluorid til bly (s)	-0,3444 V
Bly(II)iodid til bly (s)	-0,365 V
Bly(II)oxid til bly(s) (basisk)	-0,580 V
Bly(IV)oxid til bly(II) (aq) (surt)	1,455 V
Bly(IV)oxid til bly(II)oxid (basisk)	0,247 V
Rubidium(I) (aq) til rubidium (s)	-2,98 V
Samarium(III) (aq) til samarium (s)	-2,304 V
Samarium(II) (aq) til samarium (s)	-2,68 V
Samarium(III) (aq) til samarium(II) (aq)	-1,55 V
Svovl til sulfid	-0,47627 V
Svovl til dihydrogensulfid (aq)	0,142 V
Svovl til hydrogensulfid (basisk)	-0,478 V
Sulfat(aq) til sulfit(aq)	-0,93 V
Sulfit(aq) til svovl(s) (surt)	0,449 V
Tetratationat $S_4O_6^{2-}$ (aq) til thiosulfat $S_2O_3^{2-}$ (aq) (surt)	0,080 V
Tin(II) (aq) til tin(s)	-0,1375 V
Tin(IV) (aq) til tin(II) (aq)	0,151 V
Iod(aq) til iodid(aq)	0,5355 V
Triiodid(aq) til iodid(aq)	0,536 V
Iodat(aq) til hypoiodit(aq)	0,15 V
Iodat(aq) til iodid (aq)	1,085 V
Iodat(aq) til iod(s)	1,439 V
Zink(II) (aq) til zink(s)	-0,7618 V
Zink(II)sulfat (aq) til zink(s)	-0,7993 V
Zink(II)hydroxid (aq) til zink(s)	-1,249 V
Tetrahydroxozinkat(II) (aq) til zink(s)	-1,199 V

Data på ligevægte

Dannelses Gibbs energier

25°C, 1 atm

AgCl(s)	-109,789 kJ/mol
AgN ₃ (s)	591,0 kJ/mol
Ag ₂ O(s)	-11,2 kJ/mol
Al ₂ O ₃ (s)	-1582,3 kJ/mol
Br ₂ (l)	0,0 kJ/mol
Br ₂ (g)	3,110 kJ/mol
CaO(s)	-604,03 kJ/mol
CaCO ₃ (s)	-1128,79 kJ/mol
C grafit	0,0 kJ/mol
C diamant	2,9 kJ/mol
CH ₄ (g)	-50,72 kJ/mol
C ₂ H ₂ (g)	209,2 kJ/mol
C ₂ H ₄ (g)	68,15 kJ/mol
C ₂ H ₆ (g)	-32,82 kJ/mol
C ₆ H ₆ (l)	124,5 kJ/mol
CO(g)	-137,168 kJ/mol
CO ₂ (g)	-394,359 kJ/mol
CuO(s)	-129,7 kJ/mol
Fe ₂ O ₃ (s)	-742,2 kJ/mol
HBr(g)	-53,45 kJ/mol
HCl(g)	-95,299 kJ/mol
HI(g)	1,7 kJ/mol
H ₂ O(g)	-228,572 kJ/mol
H ₂ O(l)	-237,129 kJ/mol
H ₂ O ₂ (l)	-120,35 kJ/mol
H ₂ S(g)	-33,56 kJ/mol
HgO(s)	-58,539 kJ/mol
I ₂ (s)	0,0 kJ/mol
I ₂ (g)	19,327 kJ/mol
KCl(s)	-409,14 kJ/mol
KBr(s)	-380,66 kJ/mol
MgO(s)	-569,43 kJ/mol
MgH ₂ (s)	76,1 kJ/mol
NH ₃ (g)	-16,45 kJ/mol
NO(g)	86,55 kJ/mol
NO ₂ (g)	51,31 kJ/mol
N ₂ O ₄ (g)	97,89 kJ/mol
NF ₃ (g)	-83,2 kJ/mol
NaCl(s)	-384,138 kJ/mol
NaBr(s)	-348,983 kJ/mol
O ₃ (g)	163,2 kJ/mol
SO ₂ (g)	-300,194 kJ/mol
SO ₃ (g)	-371,06 kJ/mol
ZnO(s)	-318,3 kJ/mol

Standard dannelses Enthalpi

25°C, 1 atm

O ₂ (g)	0 kJ/mol
C(graphite)	0 kJ/mol
CO(g)	-110,5 kJ/mol
CO ₂ (g)	-393,5 kJ/mol
N ₂ O ₅	11,30 kJ/mol
NO ₂	33,10 kJ/mol
H ₂ (g)	0 kJ/mol
H ₂ O(g)	-241,8 kJ/mol
H ₂ O ₂ (g)	-136,11 kJ/mol
HO·	38,99 kJ/mol
H·	218,0 kJ/mol
I·	106,76 kJ/mol
I ₂ (g)	62,42 kJ/mol
HF(g)	-271,1 kJ/mol
NO(g)	90,25 kJ/mol
NO ₂ (g)	33,18 kJ/mol
N ₂ O ₄ (g)	9,16 kJ/mol
SO ₂ (g)	-296,8 kJ/mol
SO ₃ (g)	-395,7 kJ/mol
Fe(s)	0 kJ/mol
Fe(l)	12,4 kJ/mol
FeO(l)	-249,53 kJ/mol
FeO(s)	-272,04 kJ/mol
Cu(s)	33,15 kJ/mol
Cu(l)	11,86 kJ/mol
Cu ₂ O(s)	-170,71 kJ/mol
Cu ₂ O(l)	-112,00 kJ/mol
CuO(s)	-156,06 kJ/mol
Zn(l)	6,52 kJ/mol
Zn(s)	0 kJ/mol
ZnO(s)	-350,46 kJ/mol
Al(s)	0 kJ/mol
Al(l)	10,56 kJ/mol
Al ₂ O ₃ (s)	-1675,7 kJ/mol
Al ₂ O ₃ (l)	-1620,57 kJ/mol
Ca(s)	0 kJ/mol
Ca(l)	7,79 kJ/mol
CaO(s)	-634,92 kJ/mol
CaO(l)	-557,33 kJ/mol
Mg(s)	0 kJ/mol
Mg(l)	4,79 kJ/mol
MgO(s)	-601,6 kJ/mol
MgO(l)	-532,6 kJ/mol
Ti(s)	0 kJ/mol
Ti(l)	13,65 kJ/mol
TiO ₂ (s, rutile)	-944,0 kJ/mol
TiO ₂ (s, anatase)	-938,72 kJ/mol
TiO ₂ (l, anatase)	-894,05 kJ/mol

Standard Entropi

25°C, 1 atm

H ₂ (g)	131,0 J/K·mol
H·	114,72 J/K·mol
O ₂ (g)	205,0 J/K·mol
H ₂ O(l)	69,9 J/K·mol
H ₂ O(g)	188,7 J/K·mol
H ₂ O ₂ (g)	232,95 J/ K·mol
HO·	183,71 J/K·mol
C(graphite)	5,69 J/K·mol
C(diamond)	2,4 J/K·mol
CO(g)	197,66 J/K·mol
CO ₂ (g)	213,5 J/K·mol
N ₂ O ₅	346,55 /K·mol
NO ₂	240,04 kJ/mol
I·	180,79 J/K·mol
I ₂ (g)	260,69 J/K·mol
Fe(l)	34,76 J/K·mol
FeO(l)	75,40 J/K·mol
FeO(s)	60,75 J/K·mol
Cu(s)	33,17 J/K·mol
Cu(l)	41,62 J/K·mol
Cu ₂ O(s)	92,37 J/K·mol
Cu ₂ O(l)	129,96 J/K·mol
CuO(s)	42,59 J/K·mol
Zn(s)	41,72 J/K·mol
Zn(l)	50,79 J/K·mol
ZnO(s)	43,65 J/K·mol
Al(s)	28,27 J/K·mol
Al(l)	39,55 J/K·mol
Al ₂ O ₃ (s)	50,92 J/K·mol
Al ₂ O ₃ (l)	67,24 J/K·mol
Ca(s)	41,59 J/K·mol
Ca(l)	45,51 J/K·mol
CaO(s)	38,1 J/K·mol
CaO(l)	62,31 J/K·mol
Mg(s)	32,62 J/K·mol
Mg(l)	34,46 J/K·mol
MgO(s)	26,95 J/K·mol
MgO(l)	48,34 J/K·mol
Ti(s)	30,72 J/K·mol
Ti(l)	39,18 J/K·mol
TiO ₂ (s, rutile)	50,62 J/K·mol
TiO ₂ (l, anatase)	72,32 J/K·mol

Data på syrer

pK_A-værdier

Borsyre	9,14 12,74, 13,80
Iodsyre	-9,5
Bromsyre	-8,00
Saltsyre	-7,00
Flussyre	3,45
Periodsyre	1,64
Perchlorsyre	1,77
Hydrogencyanid	9,31
Salpetersyre	-1,35
Salpetersyring	3,37
Svovlsyre	-3,0, 1,9
Svovlsyring	1,81, 6,91
Phosphorsyre	2,12, 7,21, 12,67
Ammonium	9,24
Eddikesyre	4,75
Mælkesyre	3,08
Myresyre	3,75
Oxalsyre	1,23, 4,19
Benzoesyre	4,19
Phenol	9,89
Citronsyre	3,14, 4,77, 6,39
Tris(2-hydroxyethyl)amine (TRIS)	8,06
MES	6,10
HEPES	7,48
CHES	9,49
Kulsyre	6,77, 9,93
Malonsyre	2,83, 5,69

pK_B-værdier

Methylamin	10,657
Ethylamin	10,807
Dimethylamin	10,732
Ethylene-diamin	7,564, 10,712
Pyridin	5,25
Imidazolium	6,953
Urinstof	0,10
Phosphat	1,62
Carbonat	3,68
cyanid	4,69
ammoniak	4,75
borat	4,76
hypobromit	5,4
hypochlorit	6,46
sulfit	6,75

hydrogenphosphat	6,79
hydrogensulfid	7,04
hydrogencarbonat	7,63
iodit	9,0
nitrit	10,65
bromit	11,0
fluorid	11,83