

Grundlæggende Nanokemi

Eksamenstræning 5

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 5

Opgave 1. Ligevægte – 24 point

Der kan opløses 0,584 g bly(II)klorid i 100 mL vand ved 298K.

- Beregn opløselighedsproduktet af bly(II)klorid.
- Beregn opløseligheden af bly(II)klorid i en opløsning af 0,0010 M bly(II)nitrat.

Tin(II) og bly(II) danner amfotere hydroxider, der går i opløsning i et overskud af base.

Opløselighedsprodukterne for de to hydroxider er Sn(OH)_2 : $K_{\text{SP}} = 1 \cdot 10^{-26} \text{ M}^3$ og Pb(OH)_2 : $K_{\text{SP}} = 1 \cdot 10^{-16} \text{ M}^3$.

I et overskud af base danner bly(II) ioner trihydroxoplumbat(II) komplekser med en ligevægt på $K = 2 \cdot 10^{14} \text{ M}^{-3}$. Mens tin(II) ioner danner trihydroxostannat(II) komplekser med en ligevægt på $K = 5 \cdot 10^{22} \text{ M}^{-3}$.

- Opskriv de to kompleksligevægte, bemærk enheden.
- Beregn $[\text{Pb(OH)}_3^-]$ i en 1,0 M NaOH opløsning mættet med Pb(OH)_2 .
- Beregn hvor stort et volumen af 0,5 M NaOH der skal til for at opløse 0,10 mol Pb(OH)_2 .
- Beregn $[\text{Sn}^{2+}]$, $[\text{Sn(OH)}_3^-]$ og $[\text{OH}^-]$ i en opløsning mættet med Pb(OH)_2 .

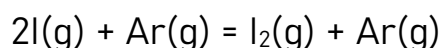
Opgave 2. pH – 24 point

I skal fremstille en buffer med en bufferstyrke på 0,035 M, som kan holde pH = 7,4. I har følgende reagenser til rådighed: 2M saltsyre, cæsium acetat, yttrium(III)karbonat, 1 M kulsyre og 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

Betrakt ligevægten:



- Udregn ΔH og ΔS for reaktionen ud fra tabelværdierne.
- Opskriv funktionen for $\Delta G(T)$ for reaktionen og plot $\Delta G(T)$ fra $T = 0\text{K}$ til $T = 400\text{K}$. Der må bruges én graf i besvarelsen.

$v(t=0) - \text{M/s}$	8,7e-4	3,48e-3	1,39e-2	3,13e-2	4,35e-3	1,74e-2	6,96e-2	1,54e-1	8,69e-3	3,47e-2	1,38e-1	3,13e-1
$[\text{I}]_0 - \text{M}$	1,0e-5	2,0e-5	4,0e-5	6,0e-5	1,0e-5	2,0e-5	4,0e-5	6,0e-5	1,0e-5	2,0e-5	4,0e-5	6,0e-5
$[\text{Ar}] - \text{M}$	1,0e-3	1,0e-3	1,0e-3	1,0e-3	5,0e-3	5,0e-3	5,0e-3	5,0e-3	1,0e-2	1,0e-2	1,0e-2	1,0e-2

- Bestem hastighedsudtrykket for reaktionen.
- Bestem hastighedskonstanten for reaktionen.
- Argumenter hvorvidt reaktionen kan se uden argon til stede med udgangspunkt i de bestemte ΔH for reaktionen.

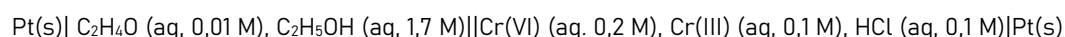
Opgave 4. Elektrokemi – 22 point

I et alkometer måles den elektriske strøm, der produceres i en oxygen/alkohol brændselscelle, hvor alkohol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) omdannes til CO_2 og ilt omdannes til vand

- Opskriv og afstem reaktionen
- Opskriv og afstem de to halvcellereaktioner
- Hvis standard reduktionspotential for reduktionen af CO_2 til alkohol er 0,080 V, hvad er ligevægtskonstanten så for processen.

I en gammeldags alko-tester bruges reaktionen mellem alkohol og dichromat-ioner, hvor alkohol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) oxideres til acetaldehyd ($\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$) og den gule chrom(VI) bliver til grøn chrom(III).

- Opskriv og afstem reaktionen.
- Beregn hvor mange gram alkohol der skal til at omdanne en ampul med 100 mg kaliumdichromat bliver helt grøn.
- Beregn cellepotetialet for reaktionen når standard reduktionspotential for reaktionen alkohol til acetaldehyd er -0,197 V.
- Beregn den elektromotoriske kraft for det galvaniske element:



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·	180,79J/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
Salpetersyrning	3,37
Svovlsyre	-3,0, 1,9
Svovlsyrning	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