

Grundlæggende Nanokemi

Eksamensstræning 3

Det første fulde eksamenssæt

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 tekstdoks i det medfølgende skema.
- Numeriske svar markeres med gul overstregning.
- Besvarelsen skrives/kopieres ind i tekstdoksene i det medfølgende skema.
- Der må ikke ændres (tekststørrelse, linjeafstand, tekstdoks mv.) i det medfølgende skema.
- Eksamensopgaven afleveres som en enkelt pdf i Digital Eksamen.
- **Husk at mærke besvarelsen med navn og/eller eksamensnummer.**

Eksamensstrøening 3

Opgave 1. Ligevægte – 24 point

Ascorbinsyre har sumformlen $C_6H_8O_6$ og er måske bedre kendt som C-vitamin. Det er en divalent syre med $K_A = 4,27 \cdot 10^{-5}$ M og $K_A = 4,57 \cdot 10^{-12}$ M, vands ionprodukt er $K_V = 1,0 \cdot 10^{-14}$ M². I vitaminpiller indgår en blanding af ascorbinsyre og natriumhydrogenascorbat, samt fyldstoffer.

- Skriv reaktionsligninger op for den første deprotonisering af ascorbinsyre ved brug af sumformlen og ved brug af de generiske HA.
- Beregn pH i en vandig opløsning af 0,400 g ascorbinsyre i 0,100 L.
- Argументer for at det er OK du kun har regnet på første deprotonering i b).
- Beregn forholdet mellem stofmængdern i en vitamenpille, der vil give pH = 5 i vandig opløsning, og omregn stofmængderne til masserne, når vi ved at den totale masse i en stærk C-vitaminpille er 500 mg.
- Ascorbinsyre er en antioxidant, da stoffet selv oxideres til $C_6H_6O_6$ af opløst ilt, det sker i en redox ligevægt der har en elektromotorisk kraft på $E^{\circ}_{cell} = 0,758$ V, opskriv og afstem ligevægten.
- Opskriv reaktionsbrøken og udregn K og ΔG. For reaktionen.

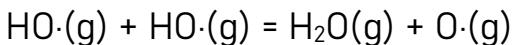
Opgave 2. pH – 24 point

I skal fremstille en buffer med en bufferstyrke på 0,020 M, som kan holde pH = 3,95. I har følgende reagenser til rådighed: 1 N saltsyre, 2 M NaOH, Oxalsyre, Citronsyre, 80% w/w fosforsyre, Natron.

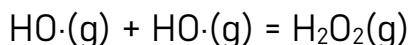
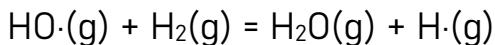
- Hvilke to reagenser kan I ikke bruge, svaret begrundes alene ved brug af pK_A
- For alle de svage syrer plottes et Bjerrum diagram. Den ønskede pH angives på plottet. Der må bruges én graf i besvarelsen.
- Forslå en opskrift på bufferen.

Opgave 3. Termodynamik og kinetik – 30 point

I har disse tre ligevægte:



t [s]	0	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,1
[OH]	1,20E-06	7,44E-08	3,84E-08	2,59E-08	1,95E-08	1,57E-08	1,31E-08	1,12E-08	9,84E-09	8,75E-09	7,88E-09



t [h]	0	24	48	168	720	8760	35040	140160	560640	2242560	8970240
[OH]	1,00E-01	1,00E-01	1,00E-01	1,00E-01	1,00E-01	9,99E-02	9,97E-02	9,89E-02	9,57E-02	8,47E-02	5,81E-02

- Plot de to dataserier og vis om reaktionerne er af 0., 1. eller 2. orden. Der må bruges seks grafer i besvarelsen.
- Opskriv hastighedsudtrykkene for alle tre reaktioner, antag at reaktionen mellem brint og hydroxyl-radikaler forløber med samme reaktionsorden.
- Bestem de to hastighedskonstanter.
- Hvad kan man antage om en reaktion mellem brint og hydroxyl-radikaler, hvis radikalkoncentrationen er nM og koncentrationen af brint er mM?
- Argументer for hvilken reaktion, du forventer at der vil ske når to hydroxyl-radikaler mødes i atmosfæren

Opgave 4. Elektrokemi – 22 point

Ascorbinsyre ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$) kan oxideres til dehydroascorbinsyre ($\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_6$), som igen kan reduceres til ascorbinsyre. Når ascorbinsyre oxideres, kan mange andre metaller reduceres:

- Beregn den elektromotoriske kraft i elementet, når potentialerne for reduktion og oxidation er $E_{red} = +1,23 \text{ V}$ og $E_{ox} = +0,472 \text{ V}$:
- $\text{Pt(s)} \parallel \text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6 \text{ (aq, 0,15 M)}, \text{C}_6\text{H}_6\text{O}_6 \text{ (aq, 0,10 M)} \text{ HCl (aq, 0,11 M)} \parallel \text{O}_2 \text{ (g, 0,20 bar)} \parallel \text{HCl (aq, 0,11 M)} \parallel \text{Pt(s)}$
- Svovl kan indgå i en redox reaktion med dehydroascorbinsyre, og skriv ligevægten og beregn ligevægtskonstanten for reaktionen mellem dehydroascorbinsyre og hydrogensulfid.
 - Opskriv og afstem redoxligevægtene for reaktionen mellem ascorbinsyre og jern(III).
 - Opskriv og afstem redoxligevægtene for reaktionen mellem ascorbinsyre og sølvnitrat.
 - Beregn drivkraften (ΔG°) for reaktionerne i en opløsning indeholdende 0,22 M ascorbinsyre og 0,1 M sølvnitrat ved $\text{pH} = 2$.
 - Hvor meget fast sølv dannes der fra 100 mL af opløsningen beskrevet under e).
 - Beregn hvor mange ampere, der i gennemsnit løber gennem det galvaniske element, hvis 7 L af ovenstående opløsning skal reagere over en time.

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 ½brom(aq) (surt)	1,574 V
Bromat til ½brom(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(III) (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)iiodid 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 sulfat(aq)	-0,93 V
Sulfit(aq) til svovl(s) (surt)	0,449 V
Tetrationat $S_4O_6^{2-}$ (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 J/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
Iodsyre	12,74
Bromsyre	13,80
Saltsyre	-9,5
Flussyre	-8,00
Periodsyre	-7,00
Perchlorsyre	3,45
Hydrogencyanid	1,64
Salpetersyre	1,77
Salpetersyrling	9,31
Sfovlsyre	-1,35
Sfovlsyrling	3,37
Phosphorsyre	-3,0
Ammonium	1,9
Eddikesyre	6,91
Mælkesyre	2,12
Myresyre	4,75
Oxalsyre	7,21
Benzoesyre	3,08
Phenol	12,67
Citronsyre	3,75
Tris(2-hydroxyethyl)amine (TRIS)	9,89
MES	1,23
HEPES	4,19
CHES	8,06
Kulsyre	7,48
Malonsyre	6,10
	9,49
	6,77
	9,93
	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	10,732
Phospat	0,10
Carbonat	1,62
cyanid	3,68
ammoniak	4,69
borat	4,75
hypobromit	4,76
hypochlorit	5,4
sulfit	6,46
	6,75

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