



**Skriftlig eksamen**

**Bokmål**

Emne: KJEM110 / FARM 110 Kjemi og energi	Semester: Vår 2014
Dato: 28. mai 2014	Kl. (fra- til): 9-13
Tillatte hjelpemidler (i samsvar med emnebeskrivelsen): Godkjent kalkulator.	Antall sider: 5 medregnet periodesystemet.
Annen informasjon:  1 atm = 760 mmHg = 760 torr = 101 325 Pa  0 K = - 273,15°C  Gasskonstanten $R = 0,08206 \text{ L atm K}^{-1} \text{ mol}^{-1} = 8,314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$  Faradays konstant $F = 96500 \text{ C mol}^{-1}$  Lyshastigheten $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$  Plancks konstant $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J s}$  Avogadros tall $N_A = 6,022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$  $K_w = 1,0 \times 10^{-14}$ (ved 25°C)  Integrerte hastighetslover: $\ln[A] = \ln[A]_0 - kt$ $1/[A] = 1/[A]_0 + kt$  Nernstligningen: $E_{\text{celle}} = E^{\circ}_{\text{celle}} - (RT/nF)\ln Q$  Arrheniusligningen $k = A e^{-E_a/RT}$  Gibbs fri energi: $\Delta G = \Delta G^{\circ} + RT \ln Q$  Henderson-Hasselbalch-ligningen: $\text{pH} = \text{pK}_a + \log([\text{base}]/[\text{syre}])$	



### Oppgave 1

3,0 g fast  $\text{CO}_2$  slippes ned i ei flaske på 0,75 liter hvor det er et lufttrykk på 1,0 atm. Deretter settes korken på. All  $\text{CO}_2$  vil da sublimere. Hva vil dette si? Hvor stort blir trykket i flasken når all  $\text{CO}_2$  er sublimert? Molmassen for  $\text{CO}_2$  er 44,01 g/mol. Anta at temperaturen er  $25^\circ\text{C}$ .

Beregn molbrøk og molar konsentrasjon av  $\text{CO}_2$  gassen i flasken.

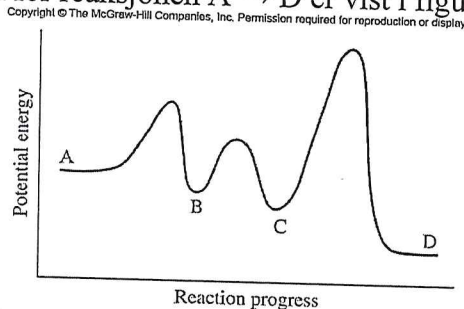
### Oppgave 2

Hva er et kalorimeter? Hvilke to typer av kalorimetre kjenner du?

I et kalorimeter blir 0,100 mol  $\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{s})$  løst i vann. Hva blir den molare løsningsentalpien for  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  når temperaturen minker med  $5,8^\circ\text{C}$  og massen av løsningen er 108 gram? Anta at den spesifikke varmekapasiteten for løsningen er den samme som for vann;  $4,184 \text{ J g}^{-1}\text{K}^{-1}$ . Se bort fra varmekapasiteten til kalorimeteret. Oppgi svaret med feilgrenser når usikkerheten i temperaturen er  $0,1^\circ\text{C}$  og vi ser bort fra andre feilkilder ved forsøket.

### Oppgave 3

Energiprofilen for reaksjonen  $\text{A} \rightarrow \text{D}$  er vist i figuren:



Hvor mange elementærtrinn består reaksjonen av?  
Hvilket elementærtrinn er hastighetsbestemmende? Begrunn svaret.  
Hvilke mellomprodukter dannes i reaksjonen?  
Er totalreaksjonen eksoterm eller endoterm? Begrunn svaret.

### Oppgave 4

Hva er en bufferløsning?

En 1,00 L løsning består av 0,10 M av syren HF og 0,10 M av saltet NaF. Syrekonstanten er  $K_a = 7,2 \times 10^{-4}$ . Bestem pH i løsningen.

Hva blir pH når løsningen blir tilsatt 0,05 mol NaOH?

### Oppgave 5

Skriv ned termodynamikkens tre lover.

Bruk termodynamikkens 2. lov til å vise at forandringen i Gibbs fri energi for systemet blir negativ for en spontan prosess ( $\Delta G_{\text{syst}} < 0$ ). Entropiforandringen for omgivelsene kan settes lik  $\Delta S_{\text{omg}} = -\Delta H_{\text{syst}}/T$ .

Bruk Boltzmanns definisjon av entropi ( $S = k \ln W$ ) til å forklare termodynamikkens 3. lov.

### Oppgave 6

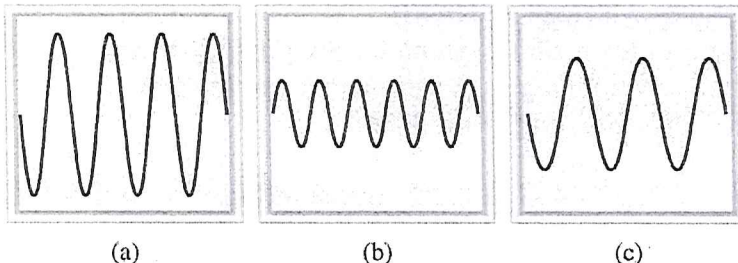
PET (Positron-Emisjons-Tomografi) er en kjernemedisinsk metode for å påvise kreft. Det vanligste radiofarmasøytiske preparatet for kliniske PET-undersøkelser er  $^{18}\text{F}$ -FDG (fluorodioksyglukose).  $^{18}\text{F}$ -isotopen dannes ved å bestråle  $^{18}\text{O}$  med et proton. Hva er en isotop? Skriv en balansert ligning for denne kjernereaksjonen. Hva dannes i tillegg til  $^{18}\text{F}$ ?

$^{18}\text{F}$ -isotopen sender ut et positron og har en halveringstid på 109 min. Hvilken type kinetikk følger denne reaksjonen? Beregn hastighetskonstanten til desintegrasjonen.

### Oppgave 7

Figuren viser en tegning av tre bølger a, b og c der bølgene beveger seg langs x-aksen. Aksene har like store enheter.

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display



Hvilken bølge har størst amplitude?  
Hvilken bølge har lengst bølgelengde?  
Hvilken bølge har høyest frekvens?  
Begrunn svarene.

Kobolt-60 er en radioaktiv isotop som blir brukt til kreftbehandling. Isotopen sender ut  $\gamma$ -stråling. Hva er  $\gamma$ -stråling? Beregn frekvens og bølgelengde til strålingen i nanometer når energien til  $\gamma$ -strålen er  $3,4 \times 10^{-13}$  J/foton.

### Oppgave 8

Skriv fullstendige elektronkonfigurasjoner for karbon-, nitrogen- og oksygenatomene ved hjelp av orbitaldiagrammer (boksdiagrammer). Forklar hvordan Pauliprinsippet og Hunds regel bestemmer elektronfordelingen i orbitalene.



Hva er hybridisering? Vis orbitaldiagrammene for karbon, nitrogen og oksygen når atomene er  $sp^3$ -hybridiserte.

### Oppgave 9

Tegn Lewis-strukturene for  $CH_4$ ,  $NH_3$  og  $H_2O$ . Bruk VSEPR teorien til å bestemme geometrien til de tre molekylene. Hva er den største og den minste av vinklene H-C-H, H-N-H og H-O-H i molekylene  $CH_4$ ,  $NH_3$  og  $H_2O$ ? Har noen av molekylene et dipolmoment? Begrunn svarene.

### Oppgave 10

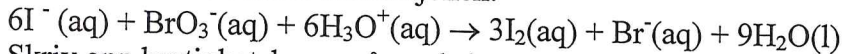
Når vi løser HCl og NaOH i vann, vil vannmolekylene samle seg rundt de oppløste ionene. Hva kaller vi denne prosessen? Hvilke intermolekylære krefter er det mellom vannmolekylene, og mellom ionene og vannmolekylene?

For syre-base reaksjonen  $H^+(aq) + OH^-(aq) \rightarrow H_2O(l)$  er  $\Delta H^0 = -55,7 \text{ kJ/mol}$  og  $\Delta S^0 = 80,8 \text{ J/molK}$ . Hvordan vil du forklare at  $\Delta S^0$  er positiv?

Hva blir  $\Delta G^0$  for reaksjonen ved  $25^\circ\text{C}$ ? Er reaksjonen spontan? Begrunn svaret.

### Oppgave 11

På laboratoriet studerer vi reaksjonen:



Skriv opp hastighetsloven når reaksjonens orden med hensyn på  $I^-$ ,  $BrO_3^-$  og  $H_3O^+$  er henholdsvis m, n og p. I øvelsen bestemmer vi m, n og p eksperimentelt ved hjelp av starthastighetsmetoden og isolasjonsmetoden. Hva innebærer dette?

Aktiveringsenergien for reaksjonen er bestemt til  $44 \text{ kJ/mol}$ . Når reaksjonsblandingen tilsettes en katalysator øker hastighetskonstanten fra  $34 \text{ L}^3\text{mol}^{-3}\text{s}^{-1}$  til  $400 \text{ L}^3\text{mol}^{-3}\text{s}^{-1}$ . Hva blir aktiveringsenergien for den katalyserte reaksjonen når temperaturen er  $25^\circ\text{C}$ ? Anta at frekvensfaktoren er den samme med og uten katalysator.

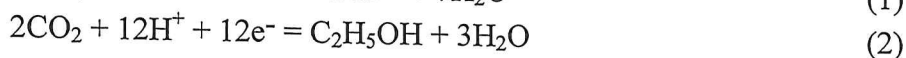
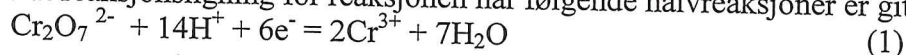
### Oppgave 12

På laboratoriet blir etanol oksidert i surt miljø ved hjelp av kaliumdikromat



Hvilken fargeforandring blir observert? Hva er oksidasjonstallene for Cr i  $Cr_2O_7^{2-}$  og  $Cr^{3+}$ , og for C i  $CO_2$ ?

Skriv en balansert reaksjonsligning for reaksjonen når følgende halvreaksjoner er gitt:





PERIODIC CHART OF THE ELEMENTS

IA	IIA	IIIB	IVB	VB	VIB	VIIIB	IB	IIB	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	GASES	INERT			
1 <b>H</b> 1.00797													1 <b>H</b> 1.00797	2 <b>He</b> 4.0026				
3 <b>Li</b> 6.939	4 <b>Be</b> 9.0122												9 <b>F</b> 18.9984	10 <b>Ne</b> 20.183				
11 <b>Na</b> 22.9898	12 <b>Mg</b> 24.312												17 <b>Cl</b> 35.453	18 <b>Ar</b> 39.948				
19 <b>K</b> 39.102	20 <b>Ca</b> 40.08	21 <b>Sc</b> 44.956	22 <b>Ti</b> 47.88	23 <b>V</b> 50.942	24 <b>Cr</b> 51.996	25 <b>Mn</b> 54.938	26 <b>Fe</b> 55.847	27 <b>Co</b> 58.9332	28 <b>Ni</b> 58.71	29 <b>Cu</b> 63.54	30 <b>Zn</b> 65.37	31 <b>Ga</b> 69.72	32 <b>Ge</b> 72.59	33 <b>As</b> 74.9216	34 <b>Se</b> 78.96	35 <b>Br</b> 79.909	36 <b>Kr</b> 83.80	
37 <b>Rb</b> 85.47	38 <b>Sr</b> 87.62	39 <b>Y</b> 88.905	40 <b>Zr</b> 91.22	41 <b>Nb</b> 92.906	42 <b>Mo</b> 95.94	43 <b>Tc</b> (99)	44 <b>Ru</b> 101.07	45 <b>Rh</b> 102.905	46 <b>Pd</b> 106.4	47 <b>Ag</b> 107.870	48 <b>Cd</b> 112.40	49 <b>In</b> 114.82	50 <b>Sn</b> 118.69	51 <b>Sb</b> 121.75	52 <b>Te</b> 127.60	53 <b>I</b> 126.904	54 <b>Xe</b> 131.30	
55 <b>Cs</b> 132.905	56 <b>Ba</b> 137.34	*57 <b>La</b> 138.91	72 <b>Hf</b> 178.49	73 <b>Ta</b> 180.948	74 <b>W</b> 183.85	75 <b>Re</b> 186.2	76 <b>Os</b> 190.2	77 <b>Ir</b> 192.2	78 <b>Pt</b> 195.09	79 <b>Au</b> 196.967	80 <b>Hg</b> 200.59	81 <b>Tl</b> 204.37	82 <b>Pb</b> 207.19	83 <b>Bi</b> 208.980	84 <b>Po</b> [210]	85 <b>At</b> [210]	86 <b>Rn</b> [222]	
87 <b>Fr</b> [223]	88 <b>Ra</b> [226]	†89 <b>Ac</b> [227]	104 <b>Rf</b> [261]	105 <b>Db</b> [262]	106 <b>Sg</b> [266]	107 <b>Bh</b> [262]	108 <b>Hs</b> [265]	109 <b>Mt</b> [266]	110 <b>? </b> [271]	111 <b>? </b> [272]	112 <b>? </b> [277]							

\* Lanthanide Series

Numbers in parenthesis are mass numbers of most stable or most common isotope.

Atomic weights corrected to conform to the 1963 values of the Commission on Atomic Weights.

The group designations used here are the former Chemical Abstract Service numbers.

58 <b>Ce</b> 140.12	59 <b>Pr</b> 140.907	60 <b>Nd</b> 144.24	61 <b>Pm</b> (147)	62 <b>Sm</b> 150.35	63 <b>Eu</b> 151.96	64 <b>Gd</b> 157.25	65 <b>Tb</b> 158.924	66 <b>Dy</b> 162.50	67 <b>Ho</b> 164.930	68 <b>Er</b> 167.26	69 <b>Tm</b> 168.934	70 <b>Yb</b> 173.04	71 <b>Lu</b> 174.97
90 <b>Th</b> 232.038	91 <b>Pa</b> (231)	92 <b>U</b> 238.03	93 <b>Np</b> [237]	94 <b>Pu</b> [242]	95 <b>Am</b> [243]	96 <b>Cm</b> [247]	97 <b>Bk</b> [247]	98 <b>Cf</b> [249]	99 <b>Es</b> [254]	100 <b>Fm</b> [253]	101 <b>Md</b> [256]	102 <b>No</b> [256]	103 <b>Lr</b> [257]

† Actinide Series



NYNORSK

# UNIVERSITETET I BERGEN

## EKSAMEN I MATEMATISK-NATURVITSKAPELEGE FAG

EMNE KJEM110 / FARM110 - KJEMI OG ENERGI  
TORS DAG 4. JUNI 2009, 0900 – 1300

Oppgavesettet er på 4 sider medrekna periodesystemet.

Tillette hjelpemiddel: Godkjend kalkulator.

Gasskonstanten  $R = 0,08206 \text{ L atm K}^{-1} \text{ mol}^{-1} = 8,314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$

Faradays konstant  $F = 96500 \text{ C mol}^{-1}$

Lysfarten  $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$

Plancks konstant  $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J s}$

Integrerte fartslover:  $\ln[A] = \ln[A_0] - kt$

$1/[A] = 1/[A]_0 + kt$

Gibbs fri energi:  $\Delta G = \Delta G^0 + RT \ln Q$

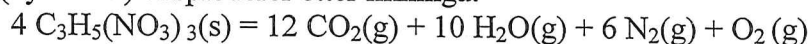
$\Delta G = -nFE_{\text{celle}}$

Henderson-Hasselbalch-ligningen:  $\text{pH} = \text{pK}_a + \log([\text{base}]/[\text{syre}])$

---

### Oppgave 1

Nitroglyserin (dynamitt) eksploderer etter likninga:

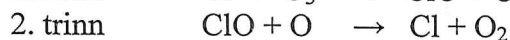
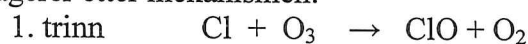


Rekn ut volumet av gassen som blir danna ved  $100^\circ\text{C}$  og  $1,0 \text{ atm}$  når  $2,0 \text{ mol}$  nitroglyserin eksploderer. Gå ut frå at reaksjonen går fullstendig mot høgre.

Kva blir partialtrykket av  $\text{CO}_2(\text{g})$  i produktblandinga?

### Oppgave 2

Nedbrytinga av ozonlaget i stratosfæren aukar kraftig ved utslepp av klorfluorkarbon der klorradikal reagerer etter mekanismen:



Kva blir totalreaksjonen? Kva er katalysator og kva er mellomprodukt i reaksjonsmekanismen for dekomponeringa av ozon? Grunngi svara.

Kva er aktiveringsenergi? Korleis påverkar ein katalysator aktiveringsenergien til reaksjonen?

### Oppgave 3

Eddiksyre ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) blir titrert med  $\text{NaOH}$ . Korleis kan du bruke titrerkurva til å finne syrekonstanten til eddiksyre? Forklar kvifor løysninga blir basisk ved ekvivalenspunktet. Syrekonstanten til eddiksyre er  $1,8 \times 10^{-5}$ . Kva blir basekonstanten for den korresponderande basen?

Ein student skal lage ei bufferløysning med  $\text{pH} = 4,00$  ved å blande eddiksyre og natriumacetat. Kva må forholdet mellom konsentrasjonane,  $[\text{CH}_3\text{COONa}]/[\text{CH}_3\text{COOH}]$ , vere for å få dette til?

**Oppgave 4**

Skriv ned termodynamikken sine tre lover.

Bruk termodynamikken si 2. lov til å vise at endringa i Gibbs fri energi for systemet blir negativ for ein spontan prosess ( $\Delta G_{\text{syst}} < 0$ ). Entropiendringa for omgjevnadane kan setjast lik  $\Delta S_{\text{omg}} = -\Delta H_{\text{syst}}/T$ .

Kva er kravet for at systemet skal vere i jamvekt?

**Oppgave 5**

Americium-241 ( $^{241}_{95}\text{Am}$ ) blir ofte brukt i røykvarslarar fordi isotopen har lang halveringstid (458 år), og fordi han sender ut alfapartiklar som har nok energi til å ionisere luftmolekyl. Kva for isotop blir danna ved den radioaktive prosessen? Skriv ei balansert likning for kjernereaksjonen.

Rekn ut fartskonstanten for desintegrasjonen. Kor lang tid vil det ta før mengda av Americium er redusert med 10%?

**Oppgave 6**

Den radioaktive Co-60 isotopen blir brukt innan nukleærmedisin for behandling av visse krefttypar. Isotopen sender ut gammastråling med energi  $2,4 \times 10^{-13}$  J/foton. Rekn ut frekvens (i Hz) og bylgjelengd (i nanometer) for denne strålinga.

Jamfør gammastråling med alfa- og betastråling.

**Oppgave 7**

Skriv fullstendig elektronkonfigurasjon for eit fluoratom ved hjelp av eit orbitaldiagram (boksdiagram). Kva for kvantetal er moglege for eit 2p elektron? Kva for prinsipp avgjer elektronfordelinga i orbitalane til fluor? Gjer greie for desse prinsippa. Er fluoratomet paramagnetisk?

**Oppgave 8**

Elektronegativiteten til H er 2,1 og til F 4,0. Kva betyr dette for elektronfordelinga i HF molekylet? Kva type binding er det i molekylet? Har molekylet eit dipolmoment? Grunngi svara.

Teikn Lewis-strukturen til HF molekylet. Kva formelle ladningar får atoma i molekylet etter denne teorien? Medfører dei formelle ladningane eit dipolmoment for molekylet?

Korleis vil du skildre bindinga i HF molekylet ved hjelp av valensbindingsteorien?

**Oppgave 9**

Kva for intermolekylære krefter er til stades i væsker? Korleis blir kokepunktet til ei sambinding definert?



Sambindingane dimetyleter ( $\text{CH}_3\text{-O-CH}_3$ ), propan ( $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_3$ ) og etanol ( $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$ ) har alle omlag same molmasse, men svært ulike kokepunkt. Kva er grunnen til dette? Kva for sambinding vil ha høgast og kva for ei vil ha lågast kokepunkt? Grunngi svaret.

### Oppgave 10

Forklar korleis løysningsevna av gassar er avhengig av trykk og temperatur.

Ein colaboks inneheld  $\text{CO}_2$  gass under trykk. Gå ut frå at  $\text{CO}_2$  gassen fylgjer Henrys lov ( $c = kP$ ) og rekn ut løysningsevna (mol/L) i boksen ved  $25\text{ }^\circ\text{C}$  når  $\text{CO}_2$  trykket er  $4,0\text{ atm}$ . Henrys konstant for  $\text{CO}_2$  ved  $25\text{ }^\circ\text{C}$  er  $0,034\text{ mol/L atm}$ .

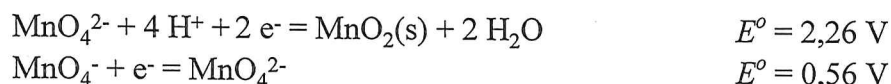
### Oppgave 11

Ein målesylinder med  $100\text{ g}$   $1,00\text{ M NaOH}$  ved ein temperatur på  $20,4\text{ }^\circ\text{C}$  blir tømnd over i eit kalorimeter. Kalorimeteret inneheld  $100\text{ g}$   $1,00\text{ M HCl}$  med ein temperatur på  $21,0\text{ }^\circ\text{C}$ . Temperaturen i kalorimeteret etter blandinga blir  $27,0\text{ }^\circ\text{C}$ . Finn reaksjonsentalpien pr. mol mellom  $\text{HCl}$  og  $\text{NaOH}$  når kalorimeterkonstanten er  $40,9\text{ J K}^{-1}$  og den spesifikke varmekapasiteteten til vatn er  $4,184\text{ J g}^{-1}\text{ K}^{-1}$ .

$\Delta H_f^\circ$  for  $\text{H}^+(\text{aq})$ ,  $\text{OH}^-(\text{aq})$  og  $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$  er respektive,  $0$ ,  $-230,1$ , og  $-285,8\text{ kJ/mol}$ . Kva blir reaksjonsvarmen for  $\text{HCl}(\text{aq}) + \text{NaOH}(\text{aq})$  etter dette?

### Oppgave 12

På laboratoriet blir nokre red-oks reaksjonar med mangansambindingar undersøkt. I eit av forsøka blir ei basisk løysning av  $\text{MnO}_4^{2-}$  surgjort med  $2,5\text{ M H}_2\text{SO}_4$ . Etter at sentrifugerøyret har stått ei stund i vassbad, blir blandinga sentrifugert. Skriv ei balansert reaksjonslikning når halvreaksjonar og standard halvcellepotensial er gitt:



Finn  $E^\circ_{\text{celle}}$  for reaksjonen og gjer greie for fargeendringa. Kva blir ein slik reaksjon kalla? Rekn også ut  $\Delta G^\circ$  og jamvektskonstanten for reaksjonen ved  $25,0\text{ }^\circ\text{C}$ .

# PERIODIC CHART OF THE ELEMENTS

IA	IIA	IIIB	IVB	VB	VIB	VIIB	VIII	IB	IIB	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	INERT GASES			
1 <b>H</b> 1.00797										2 <b>He</b> 4.0026								
3 <b>Li</b> 6.939	4 <b>Be</b> 9.0122									9 <b>F</b> 18.9984	10 <b>Ne</b> 20.183							
11 <b>Na</b> 22.9898	12 <b>Mg</b> 24.312									13 <b>Al</b> 26.9815	14 <b>Si</b> 28.086	15 <b>P</b> 30.9738	16 <b>S</b> 32.064	17 <b>Cl</b> 35.453	18 <b>Ar</b> 39.948			
19 <b>K</b> 39.102	20 <b>Ca</b> 40.08	21 <b>Sc</b> 44.956	22 <b>Ti</b> 47.90	23 <b>V</b> 50.942	24 <b>Cr</b> 51.996	25 <b>Mn</b> 54.9380	26 <b>Fe</b> 55.847	27 <b>Co</b> 58.9332	28 <b>Ni</b> 58.71	29 <b>Cu</b> 63.54	30 <b>Zn</b> 65.37	31 <b>Ga</b> 69.72	32 <b>Ge</b> 72.59	33 <b>As</b> 74.9216	34 <b>Se</b> 78.96	35 <b>Br</b> 79.909	36 <b>Kr</b> 83.80	
37 <b>Rb</b> 85.47	38 <b>Sr</b> 87.62	39 <b>Y</b> 88.905	40 <b>Zr</b> 91.22	41 <b>Nb</b> 92.906	42 <b>Mo</b> 95.94	43 <b>Tc</b> (99)	44 <b>Ru</b> 101.07	45 <b>Rh</b> 102.905	46 <b>Pd</b> 106.4	47 <b>Ag</b> 107.870	48 <b>Cd</b> 112.40	49 <b>In</b> 114.82	50 <b>Sn</b> 118.69	51 <b>Sb</b> 121.75	52 <b>Te</b> 127.60	53 <b>I</b> 126.904	54 <b>Xe</b> 131.30	
55 <b>Cs</b> 132.905	56 <b>Ba</b> 137.34	*57 <b>La</b> 138.91	72 <b>Hf</b> 178.49	73 <b>Ta</b> 180.948	74 <b>W</b> 183.85	75 <b>Re</b> 186.2	76 <b>Os</b> 190.2	77 <b>Ir</b> 192.2	78 <b>Pt</b> 195.09	79 <b>Au</b> 196.967	80 <b>Hg</b> 200.59	81 <b>Tl</b> 204.37	82 <b>Pb</b> 207.19	83 <b>Bi</b> 208.980	84 <b>Po</b> (210)	85 <b>At</b> (210)	86 <b>Rn</b> (222)	
87 <b>Fr</b> (223)	88 <b>Ra</b> (226)	†89 <b>Ac</b> (227)	104 <b>Rf</b> (261)	105 <b>Db</b> (262)	106 <b>Sg</b> (266)	107 <b>Bh</b> (262)	108 <b>Hs</b> (265)	109 <b>Mt</b> (266)	110 <b>? </b> (271)	111 <b>? </b> (272)	112 <b>? </b> (277)							
* Lanthanide Series																		
58 <b>Ce</b> 140.12	59 <b>Pr</b> 140.907	60 <b>Nd</b> 144.24	61 <b>Pm</b> (147)	62 <b>Sm</b> 150.35	63 <b>Eu</b> 151.96	64 <b>Gd</b> 157.25	65 <b>Tb</b> 158.924	66 <b>Dy</b> 162.50	67 <b>Ho</b> 164.930	68 <b>Er</b> 167.26	69 <b>Tm</b> 168.934	70 <b>Yb</b> 173.04	71 <b>Lu</b> 174.97					
† Actinide Series																		
90 <b>Th</b> 232.038	91 <b>Pa</b> (231)	92 <b>U</b> 238.03	93 <b>Np</b> (237)	94 <b>Pu</b> (242)	95 <b>Am</b> (243)	96 <b>Cm</b> (247)	97 <b>Bk</b> (247)	98 <b>Cf</b> (249)	99 <b>Es</b> (254)	100 <b>Fm</b> (253)	101 <b>Md</b> (256)	102 <b>No</b> (256)	103 <b>Lr</b> (257)					

Numbers in parenthesis are mass numbers of most stable or most common isotopes.

Atomic weights corrected to conform to the 1963 values of the Commission on Atomic Weights.

The group designations used here are the former Chemical Abstract Service numbers.

**UNIVERSITETET I BERGEN**  
EKSAMEN I MATEMATISK-NATURVITENSKAPELIGE FAG

*EMNE KJEM110 / FARM110 - KJEMI OG ENERGI*

MANDAG 9. JUNI 2008, 0900 – 1300

Oppgavesettet er på 4 sider medregnet periodesystemet.

Tillatte hjelpemidler: Godkjent kalkulator.

Gasskonstanten  $R = 0,08206 \text{ L atm K}^{-1} \text{ mol}^{-1} = 8,314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$

Faradays konstant  $F = 96500 \text{ C mol}^{-1}$  Lyshastigheten  $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$

Plancks konstant  $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J s}$

Integrerte hastighetslover:  $\ln[A] = \ln[A_0] - kt$   $1/[A] = 1/[A]_0 + kt$

Clausius-Clapeyrons ligning:  $\ln P = -\Delta H/RT + C$

Gibbs energi:  $\Delta G = \Delta G^\circ + RT \ln Q$   $\Delta G = -nFE_{\text{celle}}$

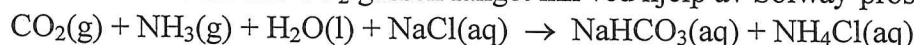
---

### Oppgave 1

En prøve av naturgass fra Nordsjøen inneholder 8,24 mol  $\text{CH}_4$ , 0,421 mol  $\text{C}_2\text{H}_6$  og 0,116 mol  $\text{C}_3\text{H}_8$ . Finn molbrøken til  $\text{C}_2\text{H}_6$ . Hvis totaltrykket til gassene i rørledningen er 4,00 atm, hva er partialtrykket til etan ( $\text{C}_2\text{H}_6$ )?

### Oppgave 2

I enkelte varmekraftverk blir  $\text{CO}_2$  gassen fanget inn ved hjelp av Solway-prosessen:



Hvor mange kg  $\text{NaHCO}_3$  blir dannet når 1000 liter  $\text{CO}_2$  fanges inn?

Anta at trykket er 1,00 atm og at temperaturen er 25 °C. Molmassen for  $\text{NaHCO}_3$  er 84,01 g/mol.

Vil entropien øke eller minke for denne prosessen? Begrunn svaret. Hvorfor må prosessen være eksoterm for at reaksjonen skal være spontan?

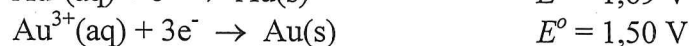
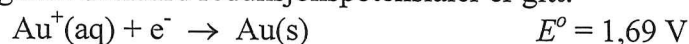
### Oppgave 3

For reaksjonen  $\text{C}(\text{diamant}) \rightarrow \text{C}(\text{grafitt})$  er  $\Delta G^\circ = -2,9 \text{ kJ/mol}$  ved 25 °C. Hva blir likevektskonstanten for reaksjonen?

Hvorfor observerer vi aldri at diamanter blir omdannet til grafitt ved denne temperaturen?

### Oppgave 4

Følgende standard reduksjonspotensialer er gitt:





Hva blir  $\Delta G^\circ$  for reaksjonen  $3\text{Au}^+(\text{aq}) = 2\text{Au}(\text{s}) + \text{Au}^{3+}(\text{aq})$  ved  $25^\circ\text{C}$ ?  
Hva kalles en slik reaksjon?

Et metallstykke blir gullforgylt ved elektrolyse av  $\text{AuCl}_3$  løst i vann. Beregn hvor mange gram gull som blir avsatt på 3,0 minutter når strømstyrken er konstant og lik 10 A.

### Oppgave 5

PET (Positron-Emisjons-Tomografi) er en kjernemedisinsk metode for å påvise kreft. Det vanligste radiofarmasøytiske preparatet for kliniske PET-undersøkelser er  $^{18}\text{F}$ -FDG (fluorodioksyglukose).  $^{18}\text{F}$  isotopen sender ut et positron og har en halveringstid på 109 min. Beregn hastighetskonstanten for desintegrasjonen. Hvor lang tid vil det ta før mengden av  $^{18}\text{F}$  isotopen er redusert til en tredjedel av opprinnelig mengde?

### Oppgave 6

Ved kliniske PET-undersøkelser vil positronet treffe et elektron i vevet og det sendes ut to høyenergetiske gammastråler ( $^0_0\gamma$ ) i stikk motsatt retning. Skriv en ligning for denne prosessen. Hva er karakteristisk for gammastråling sammenlignet med alfa og beta stråling?

Energien til gammastrålingen er  $8,187 \times 10^{-14}$  J/foton. Beregn frekvens og bølgelengde i nanometer for denne strålingen.

### Oppgave 7

Benytt formelle ladninger til å finne de mest sannsynlige Lewis-strukturene for ozon,  $\text{O}_3$ , og azidionet,  $\text{N}_3^-$ . Bruk VSEPR teorien til å bestemme geometriene til  $\text{O}_3$  og  $\text{N}_3^-$ . Har forbindelsene dipolmoment? Begrunn svaret.

### Oppgave 8

Bruk molekylorbitalteorien til å tegne et energinivådiagram for  $\text{H}_2$  molekylet. Vis på figuren posisjonen til bindende og antibindende molekylorbitaler. Er bindingen mellom hydrogenatomene en sigma- eller pi-binding?

Bruk molekylorbitaldiagrammet for  $\text{H}_2$  til å bestemme bindingsorden for  $\text{H}_2^+$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{He}_2^+$  og  $\text{He}_2$ . Hvilke av forbindelsene er paramagnetiske?

### Oppgave 9

Hvordan kan du forklare den empiriske regelen om at like forbindelser løser seg lett i hverandre? Gi to eksempler på denne regelen.

Hvilke faktorer bestemmer løsningsentalpien for en forbindelse? Når ammoniumnitrat ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ) løser seg i vann minker temperaturen. Hvordan kan du forklare at forbindelsen likevel løser seg?



**Oppgave 10**

Ved 1,0 atm trykk sublimerer CO<sub>2</sub> ved -78°C. Trippelpunktet for CO<sub>2</sub> er ved 5,2 atm og -57°C. Skissér fasediagrammet (P,T diagrammet) for CO<sub>2</sub>. Merk av på figuren områdene for fastfase, væskefase og gassfase.

Hva vil det si at CO<sub>2</sub> sublimerer? Bruk de oppgitte verdiene til å beregne sublimeringsvarmen for CO<sub>2</sub>. Anta at Clausius-Clapeyrons ligning gjelder.

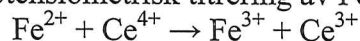
**Oppgave 11**

På laboratoriet blir eddiksyre CH<sub>3</sub>COOH titrert med NaOH. Lag en skisse av titerkurven for denne titreringen. Merk av bufferområdet og ekvivalenspunktet på kurven. Beregn konsentrasjonen av utlevert eddiksyre når 25,0 ml CH<sub>3</sub>COOH blir titrert med 0,1000 M NaOH og forbruket av NaOH ved ekvivalenspunktet er 26,0 ml.

Hvordan kan du benytte titerkurven til å finne syrekonstanten til eddiksyre? Forklar hvorfor løsningen blir basisk ved ekvivalenspunktet. Hvilket krav må vi stille til en indikator som skal brukes til denne titreringen?

**Oppgave 12**

I en potensiometrisk titrering av Fe<sup>2+</sup> med Ce<sup>4+</sup> skjer følgende reaksjon:



Hva er [Ce<sup>4+</sup>] konsentrasjonen i byretten når antall mol Fe<sup>2+</sup> i løsningen ved starten er 3,11x10<sup>-3</sup> mol og forbruket av Ce<sup>4+</sup> fra byretten ved ekvivalenspunktet er 26,3 ml?

Beregn cellepotensialet ved ekvivalenspunktet når følgende informasjon er gitt:

$$E_{\text{celle}} = E_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}}^{\circ} - 0,05916 \log\left(\frac{[\text{Fe}^{2+}]}{[\text{Fe}^{3+}]}\right) - E_{\text{ref}}$$

$$E_{\text{celle}} = E_{\text{Ce}^{4+}/\text{Ce}^{3+}}^{\circ} - 0,05916 \log\left(\frac{[\text{Ce}^{3+}]}{[\text{Ce}^{4+}]}\right) - E_{\text{ref}}$$

der  $E_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}}^{\circ} = 0,68\text{V}$ ,  $E_{\text{Ce}^{4+}/\text{Ce}^{3+}}^{\circ} = 1,44\text{V}$  og  $E_{\text{ref}} = 0,23\text{V}$ ?

# PERIODIC CHART OF THE ELEMENTS

IA	IIA	IIIB	IVB	VB	VIB	VIIB	VIII	IIB	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	GASES	INERT			
1 <b>H</b> 1.00797	2 <b>He</b> 4.0026																	
3 <b>Li</b> 6.939	4 <b>Be</b> 9.0122																	
11 <b>Na</b> 22.9898	12 <b>Mg</b> 24.312																	
19 <b>K</b> 39.102	20 <b>Ca</b> 40.08	21 <b>Sc</b> 44.956	22 <b>Ti</b> 47.88	23 <b>V</b> 50.942	24 <b>Cr</b> 51.996	25 <b>Mn</b> 54.938	26 <b>Fe</b> 55.847	27 <b>Co</b> 58.933	28 <b>Ni</b> 58.71	29 <b>Cu</b> 63.54	30 <b>Zn</b> 65.37	31 <b>Ga</b> 69.72	32 <b>Ge</b> 72.59	33 <b>As</b> 74.9216	34 <b>Se</b> 78.96	35 <b>Br</b> 79.909	36 <b>Kr</b> 83.80	
37 <b>Rb</b> 85.47	38 <b>Sr</b> 87.62	39 <b>Y</b> 88.905	40 <b>Zr</b> 91.22	41 <b>Nb</b> 92.906	42 <b>Mo</b> 95.94	43 <b>Tc</b> (99)	44 <b>Ru</b> 101.07	45 <b>Rh</b> 102.905	46 <b>Pd</b> 106.4	47 <b>Ag</b> 107.870	48 <b>Cd</b> 112.40	49 <b>In</b> 114.82	50 <b>Sn</b> 118.69	51 <b>Sb</b> 121.75	52 <b>Te</b> 127.60	53 <b>I</b> 126.904	54 <b>Xe</b> 131.30	
55 <b>Cs</b> 132.905	56 <b>Ba</b> 137.34	57 <b>*La</b> 138.91	72 <b>Hf</b> 178.49	73 <b>Ta</b> 180.948	74 <b>W</b> 183.85	75 <b>Re</b> 186.2	76 <b>Os</b> 190.2	77 <b>Ir</b> 192.2	78 <b>Pt</b> 195.09	79 <b>Au</b> 196.967	80 <b>Hg</b> 200.59	81 <b>Tl</b> 204.37	82 <b>Pb</b> 207.19	83 <b>Bi</b> 208.980	84 <b>Po</b> (210)	85 <b>At</b> (210)	86 <b>Rn</b> (222)	
87 <b>Fr</b> (223)	88 <b>Ra</b> (226)	89 <b>*Ac</b> (227)	104 <b>Rf</b> (261)	105 <b>Db</b> (262)	106 <b>Sg</b> (265)	107 <b>Bh</b> (262)	108 <b>Hs</b> (265)	109 <b>Mt</b> (266)	110 <b>?</b> (271)	111 <b>?</b> (272)	112 <b>?</b> (277)							

\* Lanthanide Series

Numbers in parenthesis are mass numbers of most stable or most common isotopes.

Atomic weights corrected to conform to the 1963 values of the Commission on Atomic Weights.

The group designations used here are the former Chemical Abstract Service numbers.

58 <b>Ce</b> 140.12	59 <b>Pr</b> 140.907	60 <b>Nd</b> 144.24	61 <b>Pm</b> (147)	62 <b>Sm</b> 150.35	63 <b>Eu</b> 151.96	64 <b>Gd</b> 157.25	65 <b>Tb</b> 158.924	66 <b>Dy</b> 162.50	67 <b>Ho</b> 164.930	68 <b>Er</b> 167.26	69 <b>Tm</b> 168.934	70 <b>Yb</b> 173.04	71 <b>Lu</b> 174.97
90 <b>Th</b> 232.038	91 <b>Pa</b> (231)	92 <b>U</b> 238.03	93 <b>Np</b> (237)	94 <b>Pu</b> (242)	95 <b>Am</b> (243)	96 <b>Cm</b> (247)	97 <b>Bk</b> (247)	98 <b>Cf</b> (249)	99 <b>Es</b> (254)	100 <b>Fm</b> (253)	101 <b>Md</b> (256)	102 <b>No</b> (256)	103 <b>Lr</b> (257)

† Actinide Series