

KJEMIOLYMPIADEN 2000

2. UTTAKINGSPRØVE.

Dato: 17. februar 2000
Varighet: 180 minutter (3 timer)
Tillatte hjelpemidler: Kalkulator og Tabeller i kjemi 1998 fra RVO/Gyldendal

OBS! Du klarer antakelig ikke alle oppgavene.
Les raskt gjennom oppgavene og merk av de du synes ser greie ut. Løs disse først, og bruk den tiden du har igjen til de “mer kompliserte”.

Oppgave 1.

(For hver deloppgave svar med tall og riktig bokstav.)

1. Når man skal fordøye kasein, proteinet i melk, er det første som skjer at:
 - a) glykosidbindinger hydrolyseres
 - b) peptidbindinger hydrolyseres
 - c) esterbindinger hydrolyseres
 - d) disulfidbroer reduseres.
2. Når frisører permanentkrøller hår, endrer de bindinger mellom peptidkjeder. Disse bindingene er:
 - a) kovalente disulfidbroer
 - b) hydrogenbindinger, disulfidbroer og ionebindinger
 - c) ionebindinger og kovalente C-C-bindinger
 - d) disulfidbroer og kovalente C-C-bindinger.
3. Du har valgt en svak enprotisk syre, HA, som utgangspunkt for å lage en buffer ($\text{pH}=\text{pK}_a$). Du må da tilsette:
 - a) samme stoffmengde av den korresponderende basen
 - b) dobbel stoffmengde av den korresponderende basen
 - c) den korresponderende basen, stoffmengden er ikke kritisk
 - d) samme stoffmengde av en sterk base.
4. Sammenlign ioneradiene til de to kationene Fe^{2+} og Fe^{3+} .
 - a) Fe^{2+} er minst
 - b) Fe^{2+} er størst
 - c) de er like
 - d) størrelsen avhenger av hvilket anion de er bundet til.
5. Et metall som har et negativt reduksjonspotensial
 - a) danner alltid anoden i en elektrokjemisk celle
 - b) er ikke løselig i en sur løsning
 - c) er løselig i en løsning med $\text{pH}=0$, idet hydrogen avgis
 - d) danner alltid katoden i en elektrokjemisk celle.

6. Peroksider er oksider som inneholder:
- a) oksygen og hydrogen i stoffmengdeforholdet 1:1
 - b) to atomer av O for hvert atom av et annet stoff
 - c) O-atomer som er kovalent bundet sammen
 - d) atomer av O med ionebinding mellom.
7. Hvilken av disse syrene har den sterkeste korresponderende basen:
- a) H_2SO_4
 - b) H_3PO_4
 - c) H_2O
 - d) CH_3COOH
8. Et glass inneholder 20 cm^3 0,5 M NH_3 og et annet glass inneholder 20 cm^3 0,5 M HCl . Innholdet i de to glassene helles sammen. Da er den omtrentlig pH-verdien i løsningen:
- a) 7
 - b) 1
 - c) 10
 - d) 5.
9. Hvilken av disse organiske forbindelsene er den sterkeste syren:
- a) Butan-1-ol
 - b) Butansyre
 - c) Maursyre (metansyre)
 - d) Triklorediksyre.
10. Salisylsyre (2-hydroksybenzosyre) reagerer med eddiksyre (etansyre) og danner acetylsalisylsyre. Reaksjonen som da skjer, er en:
- a) Redoksreaksjon
 - b) Kondensasjonsreaksjon
 - c) Syrebasereaksjon
 - d) Addisjonsreaksjon.
11. Et alken med 6 C-atomer reagerer med en sur løsning av KMnO_4 . Reaksjonsproduktet består bare av en forbindelse, med formel CH_3COCH_3 . Hvilket alken var det som reagerte:
- a) 2,3-dimetylbut-2-en
 - b) 3-metylpent-2-en
 - c) 2-metylbuta-1,3-dien
 - d) heks-3-en.

Oppgave 2.

En jern(II)sulfatløsning lages ved å løse 9,830 g $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (s) i fortynnet svovelsyre og deretter fortynne til $250,0\text{ cm}^3$.

- a) Finn konsentrasjonen av jern(II)-ioner i løsningen

Løsningen fylles på en flaske som rommer $0,50\text{ dm}^3$. Flasken forsegles med en kork. I kontakt med luft vil jern(II) oksideres langsomt til jern(III) av tilstedeværende oksygen.

- b) Skriv balansert ligning for oksidasjon av jern(II)-ioner og jern(III)-ioner ved

hjelp av oksygen.

Etter ca. 3 måneder åpnes flasken med jernsulfat. Man tar ut 25,00 cm³ av løsningen titrerer mot en sur løsning av kaliumpermanganat, KMnO₄, med konsentrasjon 0,02000 mol/dm³. Ved titreringen dannes det jern(III)-ioner og mangan(II)-ioner. Det forbrukes 26,20 cm³ permanganatløsning.

- c) Når korken på flasken tas av høres et tydelig "svupp". Forklar.
- d) Skriv balansert ligning for titreringsreaksjonen mellom jern og mangan.
- e) Beregn konsentrasjonen av jern(II)-ioner i løsningen i flasken. Hvor stor del av de opprinnelige jern(II)-ionene var blitt oksidert til jern(III) i løpet av de 3 månedene?

Oppgave 3.

- a) Isomere forbindelser har alltid samme molekylformel, men skiller seg fra hverandre på andre måter. Molekylformelen C₂H₆O representerer to ulike strukturer. Hvilke? Tegn strukturformler, skriv navn og angi hvilke stoffklasser strukturene tilhører.
- b) Molekylformelen C₃H₆O representerer også ulike strukturer. Hvilke? Tegn formler, skriv navn og angi stoffklasser.

Oppgave 4.

Det lages en sur løsning av 0,10 mol FeSO₄, 0,05 mol Fe₂(SO₄)₃ og 0,05 mol Ag₂SO₄. Det tilsettes også 0,10 mol Ag-pulver. I sur løsning er konsentrasjonene av sulfat så lave at det ikke i noe tilfelle felles ut sølvsulfat.

- a) I hvilken retning vil reaksjonen $\text{Ag(s)} + \text{Fe}^{3+} \leftrightarrow \text{Ag}^+ + \text{Fe}^{2+}$ gå når stoffene blandes?
- b) Vil likevekten bli forskjøvet, og i tilfelle i hvilken retning, hvis blandingen deretter tilsettes
 - i) FeSO₄-løsning
 - ii) H₂SO₄-løsning
 - iii) Ag-pulver
 - iv) NaCl-løsning

Begrunn svarene.

Oppgave 5.

En forbindelse, A, er isolert etter en fraksjonert destillasjon (kp. 38,6° C ved 1 atm.) av våtgass fra Ekofisk. Den ble undersøkt på følgende måte:

Forbrenningsanalyse ga som resultat at A inneholdt 14,4% H og 85,6% C.

A hadde en molmasse som var ca. 2,5 ganger høyere enn gjennomsnittlig molmasse for luft.

Tilsetning av brom løst i karbontetraklorid til A ga rask avfarging av bromløsningen.

Det ble dannet en forbindelse B som viste seg å være en blanding av to optisk aktive isomerer.

Oksidasjon av A med kaliumdikromat i surt miljø (oksiderer C=C-bindinger slik at de brytes) ga karbondioksid og en forbindelse C. Denne ga et rødbrunt bunnfall ved tilsetning av 2,4-dinitrofenylhydrazin (2,4-D), men den reagerte ikke med Fehlings løsning.

- a) Skriv empirisk formel og molekylformel for forbindelsen A.
- b) Skriv formel for B, og formel og navn på forbindelsen C.
- c) Skriv balanserte reaksjonsligninger for reaksjonen med brom, for oksidasjonsreaksjonen, og for reaksjonen mellom B og 2,4-D.

Oppgave 6.

Bæreraketene i romferger drives ved hjelp av en eksplosiv blanding av finfordelt aluminium Al(s) og ammoniumperklorat $\text{NH}_4\text{ClO}_4(\text{s})$.

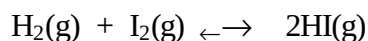
- a) Hva er oksidasjonstallene til N og Cl i ammoniumperklorat?

Anta at det bare dannes $\text{N}_2(\text{g})$, $\text{HCl}(\text{g})$, $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ og $\text{Al}_2\text{O}_3(\text{s})$ ved forbrenningen.

- b) Skriv balansert reaksjonsligning. (NB! Husk at forbrenning krever oksygen).
- c) Hvor mange mol gass produseres dersom ett tonn Al(s) omdannes til $\text{Al}_2\text{O}_3(\text{s})$?
Hvor mange kubikkmeter gass tilsvarer dette ved 0°C og 1 atm trykk (STP)?

Oppgave 7.

En 1 dm^3 kolbe blir fylt med 0,50 mol hydrogenjodid. Deretter blir den lukket igjen og varmet opp til 448°C . Ved denne temperaturen er likevektskonstanten $K_c = 50,5$ for reaksjonen



Beregn konsentrasjonene av H_2 , I_2 og HI i kolben når reaksjonen er kommet i likevekt.

Oppgave 8.

Denne oppgaven handler om stoffer du antakelig ikke kjenner fra før. Prøv å komme frem til svar på spørsmålene ut fra kjennskap til det periodiske system, elektronegativiteter, oksidasjonstall, og sammenligning med kjente forbindelser. Gi kort begrunnelse for svarene.

For hver av forbindelsene PBr_3 , PH_3 og Li_3N angis:

- a) Hva slags kjemiske bindinger som holder stoffene sammen ved romtemperatur. Oppgi mellom hvilke partikler bindingskreftene virker.
- b) I hvilken aggregattilstand (s), (l) eller (g) du venter å finne stoffet ved romtemperatur.
- c) Hvilke produkter som dannes ved en eventuell reaksjon med vann. (Det vil ikke skje noen redoksreaksjoner. Du behøver ikke skrive reaksjonsligninger.)

Oppgave 9.

Dannelsesentalpien ΔH° for en forbindelse er den varmemengden som forbrukes ved dannelse av 1 mol av stoffet fra grunnstoffene ved standardbetingelser.

I denne oppgaven har du bruk for følgende verdier for dannelsesentalpier:

$\text{CO}_2(\text{g})$ (fra grafitt)	$\Delta H^\circ = -394 \text{ kJ/mol}$
$\text{H}_2\text{O}(\text{l})$	$\Delta H^\circ = -286 \text{ kJ/mol}$
Glukose, $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{s})$	$\Delta H^\circ = -1260 \text{ kJ/mol}$
Sukrose, $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}(\text{s})$	$\Delta H^\circ = -2221 \text{ kJ/mol}$

- a) Sammenlign varmemengden som blir produsert ved forbrenning til $\text{CO}_2(\text{g})$ og $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ av 1,00 g glukose og 1,00 g sukrose.

Oppgave 10.

Den amerikanske oppfinneren Thomas Edison brukte et "sink coulombmeter" til å måle strømforbruket til noen kunder som han leverte strøm til. Edison lot en liten kjent prosentdel av kundens strøm passere "sink-coulombmeteret". Dette instrumentet besto av en elektrokjemisk celle hvor strømgjennomgangen ble brukt til reduksjon av en sinkløsning (Zn^{2+}) til elementært sink. Ved å veie det utfelte sinkmetallet kunne Edison regne ut hvor mye strøm som hadde passert cellen, og dermed hvor mye strøm kunden hadde brukt.

- a) Skriv balansert halvreaksjon for reduksjon av Zn^{2+} til $\text{Zn}(\text{s})$.

Strømstyrke er definert ved ligningen $I = Q/t$

hvor Q = ladning overført og t = tid for overføring. Ladning Q måles i enheten Coulomb (C) og enheten for strøm blir da Ampere (A) = Coulomb/sekund.

Ett mol elektroner tilsvarer $96,5 \text{ kC} = 96500 \text{ C}$.

En gjennomsnittlig norsk husholdning bruker ca. 20000 kWh pr. år. Dette tilsvarer en midlere strømstyrke på 10 A.

- b) Hvor stor ladning tilsvarer en strømstyrke på 10 A over en måned (30 dager)?
- c) Hvor mange mol elektroner overføres på disse 30 dagene?
- d) Anta at 1% av dette strømforbruket ble ledet gjennom Edisons "sink-coulombmeter". Hvor mye sink (i gram) ville bli produsert på disse 30 dagene?