

1. uttakingsprøve til den 34. Internasjonale Kjemiolympiaden

Dato: En dag i ukene 38 – 40.

Varighet: 100 minutter.

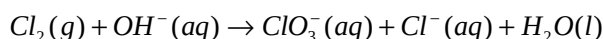
Hjelpemidler: Kalkulator og tabeller i kjemi (RVO/Gyldendal).

Oppgave 1

Oppgave 1 er en flervalgsoppgave der du bare skal svare med tallet som viser riktig alternativ.

A)

Klorater inngår i produksjonen av fyrstikker, fyrverkeri og sprengstoff. Kaliumklorat framstilles ved elektrolyse av en varm, vandig kaliumkloridløsning. Ved elektrolysen dannes det klorgass ved anoden og hydroksidioner ved katoden. Disse elektrolyseproduktene reagerer med hverandre under dannelse av klorat:



Den **balanserte** reaksjonsligningen for framstilling av klorat er:

- 1) $\text{Cl}_2(g) + 4\text{OH}^-(aq) \rightarrow \text{ClO}_3^-(aq) + \text{Cl}^-(aq) + 2\text{H}_2\text{O}(l)$
- 2) $\text{Cl}_2(g) + 6\text{OH}^-(aq) \rightarrow \text{ClO}_3^-(aq) + \text{Cl}^-(aq) + 3\text{H}_2\text{O}(l)$
- 3) $3\text{Cl}_2(g) + 6\text{OH}^-(aq) \rightarrow \text{ClO}_3^-(aq) + 5\text{Cl}^-(aq) + 3\text{H}_2\text{O}(l)$
- 4) $2\text{Cl}_2(g) + 6\text{OH}^-(aq) \rightarrow \text{ClO}_3^-(aq) + 3\text{Cl}^-(aq) + 3\text{H}_2\text{O}(l)$

B)

Den empiriske formelen til en naturlig forekommende forbindelse som bare inneholder karbon (60,00%), hydrogen (4,48%) og oksygen er:

- 1) $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}$
- 2) $\text{C}_9\text{H}_8\text{O}_4$
- 3) $\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_2$
- 4) $\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_2$

C)

BCl_3 - molekylet er:

- 1) veldig polart
- 2) plant og svakt polart
- 3) pyramideformet og svakt polart
- 4) upolart

D)

I hvilken av disse fire gruppene har alle partiklene samme elektronkonfigurasjon?

- 1) Mg, Ca, Sr
- 2) Mg^{2+} , Ca^{2+} , Sr^{2+}
- 3) S^{2-} , Cl^- , K^+
- 4) Na^+ , Mg^{2+} , Cl^-

E)

Hvilken av følgende forbindelser er en ioneforbindelse?

- 1) ICl
- 2) NCl₃
- 3) CCl₄
- 4) BaCl₂

F)

Reaksjonshastigheten for en katalysert reaksjon der alle reaktantene og produktene foreligger i gassfase øker dersom

- 1) katalysatoren fjernes
- 2) volumet økes
- 3) temperaturen økes
- 4) konsentrasjonen av en av reaktantene avtar

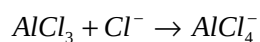
G)

Gitt to saltsyreløsninger, den ene med pH = 1 og den andre med pH = 3, hva blir pH i en blanding bestående av 500 mL av hver av løsningene?

- 1) 4
- 2) 2
- 3) 1,3
- 4) 8

H)

Hva slags type reaksjon er reaksjonen beskrevet av følgende reaksjonsligning?



- 1) hydrolyse av et anion
- 2) en Arrhenius nøytraliseringsreaksjon
- 3) en Lewis syre-base reaksjon
- 4) en Brønsted syre-base reaksjon

I)

De seks første ioniseringsenergiene (i kJ/mol) til et bestemt grunnstoff er gitt i tabellen under. Hvor mange elektroner har dette grunnstoffet i det ytterste elektronskallet?

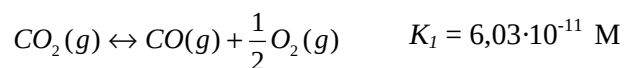
I ₁	I ₂	I ₃	I ₄	I ₅	I ₆
738	1450	7730	10500	13600	18000

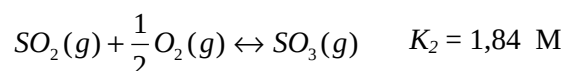
- 1) 1
- 2) 2
- 3) 5
- 4) 6

Oppgave 2

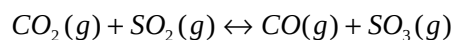
A)

Gitt følgende opplysninger





bestem likevektskonstanten K for reaksjonen



B)

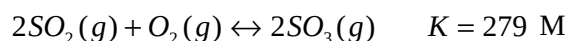
Følgende stoffmengder av SO_2 , SO_3 og O_2 føres inn i en reaksjonsbeholder med volum 1 L,

$$n_{\text{SO}_2} = 0,005 \text{ mol}$$

$$n_{\text{SO}_3} = 0,0069 \text{ mol}$$

$$n_{\text{O}_2} = 0,0019 \text{ mol}$$

Vil reaksjonsblandingen måtte forskyve seg mot venstre eller høyre for å nå likevekt?



Oppgave 3

Til inn på 1800- tallet var svartkrutt det eneste sprengstoffet menneskeheten kjente til. Følgelig ble det i mange år brukt til militære formål. I dag brukes det hovedsakelig i fyrverkeri og i patroner.

Sammensetningen av svartkrutt varierer noe, men det inneholder alltid følgende tre komponenter; salpeter (kaliumnitrat), svovel og trekull. En prøve med svartkrutt ble analysert og det ble funnet at kruttet inneholdt 75% salpeter, 13% kull og 12% svovel.

(NB: tallene angir masseprosenten av de ulike komponentene)

A)

Skriv reaksjonsligningen for den kjemiske reaksjonen som finner sted når svartkrutt med denne sammensetningen detonerer.

B)

2,15 kJ energi frigjøres som varme når 1,00 g av dette svartkruttet detonerer. Skriv den balanserte termokjemiske reaksjonsligningen for prosessen, dvs. en ligning som inkluderer den støkiometriske energiutviklingen.

C)

Et geværløp inneholder 2,0 g svartkrutt og en kule med masse 5,0 g. Bestem farten kula får når svartkruttet detonerer, dersom 35% av reaksjonsenergien går med til å akselerere kula.

Formelen for kinetisk energi er $E_k = \frac{1}{2}mv^2$.

Oppgave 4

A)

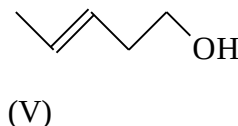
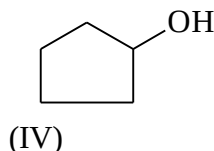
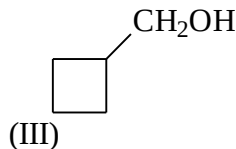
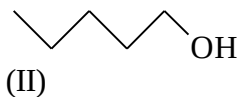
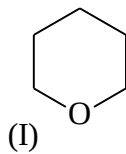
Kloroform og tri er trivialnavn for henholdsvis triklormetan og trikloretan. Tegn strukturformlene til disse forbindelsene.

B)

Ifølge «Handbook of Chemistry and Physics» er den molare massen til brom 160 g/mol, men dersom en analyserer brom i et massespektrometer (instrument som måler massen til enkeltpartikler) får en tre signaler på henholdsvis 158, 160 og 162 u. Hva er årsaken til dette?

C)

Alle molekylene under har fem karbonatomer. Hvilken av forbindelsene tror du har det laveste kokepunktet. Hvorfor?



Oppgave 5

En ung kjemiker bestemmer seg for å måle volumet til en vanddråpe. Han lar 3,00 mL vann dryppe fra en byrette og teller antall dråper (110). Ifølge kjemiboken er et vannmolekyl ca. 1,50 Å ($1\text{Å} = 10^{-10}\text{m}$) langt. Vannets tetthet er 1,00 g/mL og Avogadros konstant er lik $6,02 \cdot 10^{23}$ molekyler/mol.

A)

Beregn

- i) volumet til én vanddråpe
- ii) massen til én vanddråpe
- iii) stoffmengden vann i én dråpe
- iv) antall vannmolekyler i én dråpe

B)

Bruk resultatene fra A) til å bestemme vannets molare konsentrasjon.

C)

Tenk deg at vi legger alle vannmolekylene i en vanddråpe etter hverandre i en kjede. Hvor lang vil denne kjeden bli? Sammenlign med avstanden fra jorda til sola (150 millioner kilometer).

Oppgave 6

En innsjø har blitt forurenset av sur nedbør, tilsvarende 1000 kg H_2SO_4 og 500 kg HNO_3 . Innsjøen ble nøytralisert ved tilsetning av kalsiumoksid.

A)

Skriv reaksjonsligninger for nøytraliseringen.

B)

Beregn den mengde kalsiumoksid som må tilsettes for å bringe innsjøen tilbake til pH = 7,0.

Oppgave 7

Et ukjent metall foreligger som et diklorid (MCl_2). Av dette ble 0,5250 g løst i vann og klorid ble felt ut som sølvklorid (alt klorid ble felt ut). Det ble dannet 0,5070 g AgCl . Hva er atommassen til det ukjente metallet?

Kjemiolympiaden 2002.

2. uttakingsprøve

Onsdag 13. februar 2002.

Tid: 180 minutter

Tillatte hjelpemidler: Tabeller i kjemi og lommeregner.

Dette oppgavesettet er på 4 sider.

Oppgave 1

Hvert av spørsmålene i denne oppgaven skal besvares ved å angi bokstavkoden til det alternativet som er korrekt. *Kun ett svar* er korrekt for hvert spørsmål.

- 1) Hvilken stoffgruppe tilhører produktet når $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ reagerer med $\text{CH}_3\text{COOCOCH}_3$ (etansyreanhydrid)?

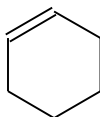
A) aldehyd B) keton C) ester D) eter

- 2) Hvilket av disse ionene er størst?

A) H^- B) Cl^- C) Ca^{2+} D) Al^{3+}

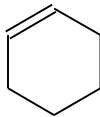
- 3) Hvilket av disse alkenene danner en tertiær alkohol ved reaksjon med fortynnet svovelsyre?

A) $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2$ B) $(\text{CH}_3)_2\text{C}=\text{CH}_2$
C) $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCH}_3$ D)



- 4) Ved reaksjon med ozon etterfulgt av Zn^{2+} i surt miljø (ozonolyse) spaltes et alken i dobbeltbindingen og hver del oksideres. Hvilket av disse alkenene gir både et aldehyd og et keton ved ozonolyse?

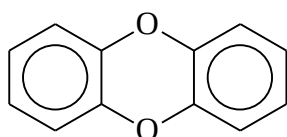
A) $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2$ B) $(\text{CH}_3)_2\text{C}=\text{CH}_2$
C) $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCH}_3$ D)



- 5) Hvilket av disse faste stoffene er *ikke* mer løselig i en vandig syre enn i vann:

A) CaSO_4 B) BaCO_3 C) Ag_3PO_4 D) Mg

- 6) Karbondioksid bobles gjennom en løsning som holdes på pH = 8,7. På hvilken form vil vi i hovedsak kunne finne CO_2 i løsningen?
- A) H_2CO_3 B) H_2CO_3 og HCO_3^-
 C) HCO_3^- D) HCO_3^- og CO_3^{2-}
- 7) Hvilket av disse oksidene danner salpetersyre, HNO_3 , ved reaksjon med vann?
- A) N_2O B) NO C) N_2O_3 D) N_2O_5
- 8) Når ett eller flere hydrogenatomer i dibenso-p-dioksin erstattes av kloratomer dannes klorerte dioksiner. Hvor mange mulige diklorete dioksiner med molekylformel $\text{C}_{12}\text{H}_6\text{Cl}_2\text{O}_2$ finnes?



- A) 8 B) 10 C) 13 D) 26

Oppgave 2

- a) i) Hvilke hovedtyper bindinger finner vi i faste stoffer som ikke består av isolerte enkeltmolekyler? Tegn en trekant og skriv en slik bindingstype i hvert hjørne.
- ii) Før også på en fast forbindelse som du mener er typisk for hver av bindingstypene.
- iii) Foreslå to faste forbindelser som har innslag av minst to av de tre bindingstypene, og skriv dem på passende sted i trekanten din. Velg helst eksempler med ulike bindingstyper.
- b) i) Eddiksyremolekyler danner lett dimerer. Hva slags bindinger vil du anta at det er som holder to og to eddiksyremolekyler sammen?
- ii) Tegn en strukturformel som viser bindingene i en dimer.
- c) Hva er konsentrasjonen til en eddiksyreløsning der protolysegraden er 99 %?
- d) Følgende reaksjon skjer i sur løsning. Balanser reaksjonsligningen.
- $$\text{BiO}_3^- + \text{Mn}^{2+} \rightarrow \text{Bi}^{3+} + \text{MnO}_4^-$$
- e) i) Molekylformelen $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$ passer for flere forbindelser. Hvilke? Tegn strukturformler for alle. Skriv navn på forbindelsene og angi hvilke stoffgrupper hver enkelt forbindelse tilhører.

ii) Molekylformelen C_3H_6O passer også for flere forbindelser. Hvilke? Tegn strukturformler for alle, skriv navn på forbindelsene og angi hvilke stoffgrupper hver enkelt forbindelse tilhører.

- f) Hvilke av disse stoffgruppene er syrer, baser eller nøytrale forbindelser. Begrunn for syrer og baser ved å skrive reaksjonsligning.

Fenoler

Aldehyder

Hydrokarboner

Estere

Aminer

Karboksylsyrer

Oppgave 3

Man blander 50 cm^3 2,0 M ammoniakk og 50 cm^3 2,0 M ammoniumklorid.

- a) Beregn pH i løsningen.

b) Man tilsetter 100 cm^3 1,0 M magnesiumklorid til løsningen i a). Beregn konsentrasjonen av hydroksidioner ved sammenblandingen og avgjør om det dannes en felling av $Mg(OH)_2$.

- c) Beregn løseligheten av $Mg(OH)_2$ i løsningen i a). Gi svaret i g/dm^3 .

Oppgave 4

Fem flasker inneholder 250 cm^3 løsning av hvert av følgende stoffer: hydrogenklorid, natriumhydroksid, ammoniumklorid, sølvnitrat og kobber(II)klorid. Masseprosenten av hvert av de oppløste stoffene er 5 %.

Beskriv hvordan hver enkelt løsning kan identifiseres ved å blande dem innbyrdes. Vanlig glassutstyr kan brukes, men ingen andre hjelpemidler og ingen andre kjemiske stoffer, heller ikke indikatorer.

Oppgave 5

En organisk forbindelse **A** ble funnet å ha molekylformel C_6H_{12} . Den ble videre funnet å være asyklisk (ikke syklisk).

- a) Skriv alle mulige strukturformler for **A**. (Det er 13 i alt, stereoisomere ikke medregnet.)
- b) Angi om noen av disse kan opptre som stereoisomere, og i tilfelle hva slags isomeri det dreier seg om.

Ved oksidasjon av **A** med kaliumdikromat i surt miljø (eller eventuelt med en sur løsning av kaliumpermanganat) ble det isolert to forbindelser. Den ene gav et brunrødt bunnfall med 2,4-D (dinitrofenylhydrazin), men reagerte ikke med Fehlings løsning. Den andre reagerte surt.

Av den sure forbindelsen ble det veiet ut 1,814 g som ble løst i vann og fortynnet til 100,0 cm³. Av denne ble det utpipetert 10,00 cm³ som ble titrert med 0,1040 M NaOH. Forbruket var 23,6 cm³.

- c) Hvilken strukturformel har forbindelsen **A**?
- d) Skriv en balansert reaksjonslikning for oksidasjonen av **A**.

Oppgave 6

En krukke inneholder natriummetall som er forurensset med natriumoksid, Na₂O, og natriumklorid. En prøve av det forurensede metallet med masse 0,500 g ble løst i vann.

- a) Skriv ligninger for de to reaksjonene som skjer når stoffprøven ble løst i vann.

Ved oppløsning av prøven i vann ble det dannet hydrogengass. Volumet av hydrogen tilsvarte 220,6 cm³ ved STP. Løsningen ble fortynnet med vann til totalt volum 250,0 cm³. 25,0 cm³ av denne løsningen ble så titrert med 0,112 M saltsyre. Det gikk med 18,2 cm³ saltsyre i titreringen.

- b) Beregn stoffmengden hydrogengass som ble dannet.
- c) Skriv reaksjonsligning for titrerreaksjonen og beregn hvilken stoffmengde av NaOH som dannes ved reaksjon mellom prøven og vann.
- d) Beregn stoffmengdene av henholdsvis natrium og natriumoksid i prøven.
- e) Beregn prosentvis innhold (masseprosent) av natrium, natriumoksid og natriumklorid i prøven.

Oppgave 7

En 1,00 dm³ prøve av innsjøvann som inneholder kalsiumioner ble behandlet med en natriumkarbonatløsning slik at alle kalsiumionene ble utfelt. Kalsiumkarbonatet som var felt ut ble vasket med vann, og deretter løst i 10,00 cm³ 0,1000 M saltsyre. Da ble karbondioksid avgitt.

For å bestemme overskuddet av saltsyre titrerte man med 0,1000 M natriumhydroksid. Forbruket var 4,98 cm³.

- a) Skriv reaksjonsligninger for de reaksjonene som skjer.
- b) Beregn stoffmengden av kalsiumioner i 1,00 dm³ innsjøvann.
- c) Beregn kalsiuminnholdet i innsjøvannet uttrykt som mg kalsiumoksid pr dm³.
- d) Beregn kalsiuminnholdet som hardhetsgrad, °dH. (1°dH tilsvarer 10 mg CaO pr dm³).