

1. UTTAKSPRØVE



til den

42. Internasjonale Kjemiolympiaden 2010 i Tokyo, Japan



The 42nd
International Chemistry Olympiad
2010, Japan

第 42 回 国際化学オリンピック
日本大会 (2010 年)

Dag: En dag i ukene 42-44.

Varighet: 90 minutter.

Hjelpemidler: Lommeregner og "Tabeller og formler i kjemi".

Maksimal poengsum: 100 poeng

Oppgavesettet er på **7** sider (inklusive forsiden) og har **6** oppgaver

www.kjemiolympiaden.no

Oppgave 1 (26 poeng)

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. **Alle oppgavene gir 2 poeng hver.**

1. Hvilken løsning har størst elektrisk ledningsevne ?

- A) 0,1 M HCl
- B) 0,1 M NH₃
- C) 0,1 M H₃BO₃
- D) 0,1 M CH₃COOH

2. Hva er K_{sp} til saltet Ag₂CrO₄ dersom løseligheten er funnet å være $3,0 \cdot 10^{-4}$ mol/L ?

- A) $3,0 \cdot 10^{-4}$
- B) $9,0 \cdot 10^{-8}$
- C) $1,1 \cdot 10^{-10}$
- D) $2,7 \cdot 10^{-11}$

3. Hvilket grunnstoff har elektronkonfigurasjon $1s^2 2s^2 2p^4$?

- A) Be
- B) C
- C) O
- D) Ne

4. Hvilket molekyl er ikke en dipol?

- A) eten, C₂H₄
- B) ammoniakk, NH₃
- C) diklormetan, CH₂Cl₂
- D) dimetyleter, CH₃-O-CH₃

5. Løselighetsproduktet for saltet MX er $K_{sp} = 1,0 \cdot 10^{-10}$ (mol/L)². Hva blir $[M^+]$ i en mettet vannløsning av saltet?

- A) 1,0 mol/L
- B) $1,0 \cdot 10^{-2}$ mol/L
- C) $1,0 \cdot 10^{-5}$ mol/L
- D) $1,0 \cdot 10^{-10}$ mol/L

6. Likevekten $HA(aq) + OH^-(aq) \rightleftharpoons A^-(aq) + H_2O$ for nøytralisasjon av en svak syre HA er:

- A) sterkt forskjøvet mot venstre
- B) sterkt forskjøvet mot høyre
- C) ikke forskjøvet (HA og A⁻ til stede i omtrent like store mengder)
- D) umulig å avgjøre uten å kjenne K_a -verdien for syren.

7. Den kjemiske reaksjonen $2 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons 2 \text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$ har standard cellepotensial $E^\circ = -2,06 \text{ V}$. Hva kan vi derfor si om denne reaksjonen?
- A) Den er spontan
 - B) Den kan aldri skje
 - C) Den kan skje ved elektrolyse
 - D) Den er eksoterm
8. Løseligheten av $\text{AgI}(\text{s})$ vil helt sikkert være større i
- A) $\text{AgNO}_3(\text{aq})$ enn i vann
 - B) vann enn i $\text{KI}(\text{aq})$
 - C) $\text{KI}(\text{aq})$ enn i vann
 - D) syre enn i vann
9. Hvilken formel er ikke formelen for et salt?
- A) $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$
 - B) AlCl_3
 - C) $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$
 - D) SiO_2
10. Vi betrakter likevekten $\text{N}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NO}(\text{g})$ der reaksjonen mot høyre er endoterm. Vi forskyver likevekten mot høyre ved å
- A) senke temperaturen
 - B) øke trykket
 - C) minske konsentrasjonen av NO
 - D) bruke katalysator
11. En reaksjon $A \rightarrow B$ har en aktiveringsenergi på $100,0 \text{ kJ/mol}$. Etter å ha tilsatt en katalysator er aktiveringsenergien redusert til $60,0 \text{ kJ/mol}$. Hva har samtidig skjedd med aktiveringsenergien for reaksjonen $B \rightarrow A$?
- A) 40 kJ/mol lavere
 - B) uendret
 - C) 40 kJ/mol høyere
 - D) umulig å si noe om
12. En vandig løsning fortynnes med vann, og pH avtar. Da kan løsningen inneholde:
- A) HCl
 - B) CH_3COONa
 - C) NaCl
 - D) NH_4Cl

13. 1,0 gram $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ løses i 50 mL 0,1 M HCl. pH i løsningen blir:

- A) 1,0
- B) 1,4
- C) 11,1
- D) 12,4

Oppgave 2 (24 poeng)

Den "enkleste" av karboksylsyrene er metansyre. Den forekommer naturlig i maur, og ble tidligere fremstilt ved å destillere maur. På norsk kalles den da også for maursyre. På engelsk het den *formic acid* etter det latinske ordet *formica* som betyr maur.

Når en maur biter injiserer den typisk ca. 6,0 mikroliter ($1 \mu\text{L} = 10^{-6} \text{ L}$) av en løsning inneholdende 50 volumprosent med maursyre.

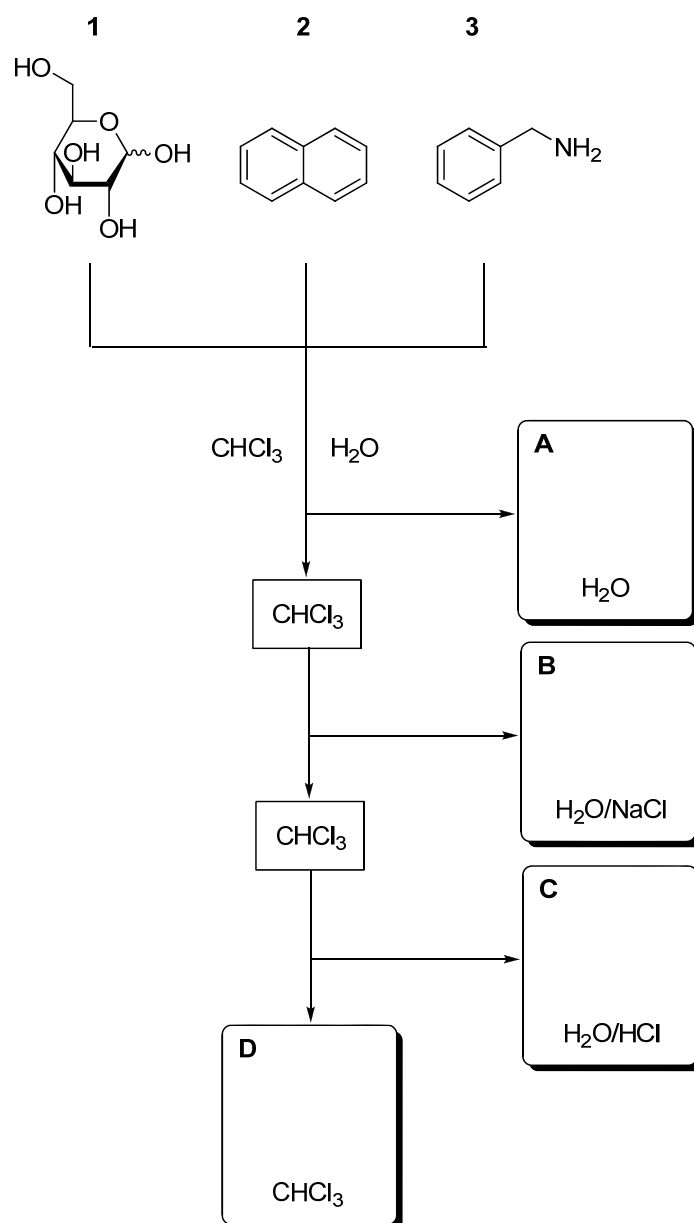
Når en maur biter injiserer den ikke all sin maursyre, men beholder en liten reserve. Anta at en typisk maur injiserer 80% av sin maursyre.



- a) Hva er det totale volumet av ren maursyre som en typisk maur inneholder?
 - b) Hvor mange typiske maur må destilleres for å produsere 1,0 L ren maursyre?
- Natriumbikarbonat (natriumhydrogenkarbonat) brukes ofte mot maurbitt.
- c) Skriv reaksjon mellom natriumhydrogenkarbonat og maursyre.
 - d) Gitt at tettheten til maursyre er 1,2 g/mL. Hvor mange mol maursyre injiserer en typisk maur?
 - e) Hvilken masse natriumhydrogenkarbonat trengs for å nøytralisere fullstendig bittet fra denne mauren?
- Så fort maursyren er blitt injisert løser den seg i vann i kroppen og danner en løsning av maursyre. Anta at den løser seg umiddelbart i 1,0 mL vann i kroppen.
- f) Beregn konsentrasjonen i mol/L av maursyreløsningen som dannes. [Du kan se bort fra volumet av den rene maursyren i denne beregningen].
 - g) Skriv reaksjonsligningen for protolysen av maursyre i vann, og sett opp likevektsuttrykket.
 - h) pH i denne maursyreløsningen er 2,43. Beregn konsentrasjonen av hydrogenioner i løsningen?
 - i) Beregn prosenten maursyremolekyler som er ionisert i denne løsningen.
 - j) Beregn likevektskonstanten for maursyre fra dataene oppgitt i denne oppgaven.

Oppgave 3 (8 poeng)

Vi har laget en blanding av forbindelsene glukose (**1**), naftalen (**2**) og benzylamin (**3**). Vi tilsetter vann og kloroform (CHCl_3) til denne blandingen og rister godt. Vi lar så fasene separere og isolerer vannfasen **A** fra CHCl_3 -fasen. Vi rister deretter CHCl_3 -fasen med en koksaltløsning og isolerer vannfasen **B** på samme måte. Vi rister til slutt CHCl_3 -fasen med tynn vandig saltsyre og isolerer vannfasen **C**. Vi sitter da igjen med CHCl_3 -fasen **D**.



- Hvilke av forbindelsene **1-3** (om noen) finnes i hver av de tre vannfasene **A-C**?
- Hvilken forbindelse finnes i den organiske fasen **D**?
- Hva hadde sammensetningen av vannfasen **A** vært hvis vi også hadde tilsatt vinsyre (2,3-dihydroksybutandisyre) til blandingen av **1, 2** og **3**?

Oppgave 4 (10 poeng)

Vi har en flaske med 380 gram 18,5 % K_2SO_4 -løsning. Flasken tilsettes en ekvivalent mengde fast $Ba(NO_3)_2$. Vi blander godt, varmer opp, og filtrerer så blandingen ved 60 °C. Filtratet blir så kjølt til 10 °C, og står til krystallisering ved denne temperaturen. Løseligheten til KNO_3 i 100 g vann ved 10 °C er 20,9 g, og løseligheten ved 100 °C er 246 g. Anta at alle reaksjoner skjer kvantitativt.

- a) Skriv reaksjonsligning for fellingsreaksjonen som skjer i blandingen. Hvorfor gjøres filtreringen ved 60 °C?
- b) Hvor mye fast $Ba(NO_3)_2$ tilsettes?
- c) Hvilken masse har stoffet som ble filtrert ut?
- d) Hva er igjen i filtratet? Angi alle stoffer som er igjen i den varme løsningen etter filtreringen, og bestem massene til hvert enkelt stoff.
- e) Hva er massen av salt som krystalliserer ut når filtratet holdes avkjølt ved 10 °C?

Oppgave 5 (18 poeng)

Vi undersøker en organisk forbindelse som er en fargeløs væske ved romtemperatur. En grunnstoffanalyse viser at den inneholder 14,40 % hydrogen. Når 0,870 g av forbindelsen forbrennes fullstendig i oksygen og forbrenningsproduktene blåses gjennom et stort overskudd av kalkvann, dannes 6,20 g av et hvitt bunnfall. En analyse av forbindelsen med massespektrometri viser at molekylmassen er ~70 g/mol.

- a) Hvilket bunnfall dannes og hvilket grunnstoff i forbindelsen påvises på denne måten?
- b) Hvor stor andel (i %) av forbindelsen utgjøres tilsammen av hydrogen og grunnstoffet identifisert i oppgavens del a?
- c) Bestem den empiriske formelen til forbindelsen.
- d) Bestem totalformelen.
- e) Tegn alle mulige ikke-sykliske isomere forbindelser som svarer til formelen (5 stykker)
- f) Tegn alle mulige sykliske isomere forbindelser som svarer til formelen (5 stykker)
- g) Gi IUPAC-navn til forbindelsene.
- h) Luft inneholder 20,8 % (volumprosent) oksygen. Hvilket volum luft kreves for fullstendig å forbrenne 10,4 g av den organiske forbindelsen?

Oppgave 6 (14 poeng)

Jern(II)sulfid dannes ved å blande jernpulver og svovel i passende forhold og varme blandingen. I et forsøk blander man 1,50 g jernpulver med 1,00 g svovel. Blandingen helles i et reagensrør og varmes til det ikke lenger skjer en reaksjon i røret. Da lar man røret avkjøles.

- Skriv reaksjonsligning for dannelse av jern(II)sulfid fra jern og svovel.
- Beregn den største massen av jern(II)sulfid som kan dannes i reaksjonen.
- Når man veier reagensrøret etter at det er avkjølt, finner man at massen til innholdet er mindre enn før oppvarmingen. Hva er grunnen til dette?
- I dette forsøket finner man at massen til innholdet i reagensrøret etter oppvarming og etterfølgende avkjøling bare er 2,22 g. Beregn massen til det jern(II)sulfidet som er dannet.
- Svovelsulfid, eller pyritt, er et mineral med kjemisk formel $\text{FeS}_2(\text{s})$. Hva er oksidasjonstallet til jern i denne forbindelsen?



Pyritt – også kjent som "Fools gold"