

## 2. UTTAKSPRØVE



til den  
**51. Internasjonale kjemiolympiaden**  
**2019**

**i Paris, Frankrike**



**Dag:** 30. januar 2019

**Varighet:** 180 minutter.

**Hjelpemidler:** Lommeregner og Udir sin Tabeller og formler i kjemi.

**Maksimal poengsum:** 100 poeng.

Oppgavesettet er på **12** sider (inklusive forsiden og svararkene)  
og har **7** oppgaver:

Oppgave 1 skal besvares på det vedlagte Svarark 1,  
og du må fylle ut det andre som etterspørres på svararket.

Oppgave 5c skal besvares på det vedlagte Svarark 2

[www.kjemiolympiaden.no](http://www.kjemiolympiaden.no)

# SVARARK 1

## 2. UTTAKSPRØVE

Navn: \_\_\_\_\_

Skole: \_\_\_\_\_

Fødselsdato: \_\_\_\_\_

Hjemmeadresse: \_\_\_\_\_

E-postadresse: \_\_\_\_\_

Mobilnummer: \_\_\_\_\_

Vi legger ut resultatliste med de 50 beste i 2. runde på våre hjemmesider, de resterende resultatene publiseres ikke. **Hvis du er blant de 50 beste i 2. runde er det greit at navnet ditt står på resultatlista?**

Sett kryss:

|    |                          |
|----|--------------------------|
| JA | <input type="checkbox"/> |
|----|--------------------------|

|     |                          |
|-----|--------------------------|
| NEI | <input type="checkbox"/> |
|-----|--------------------------|

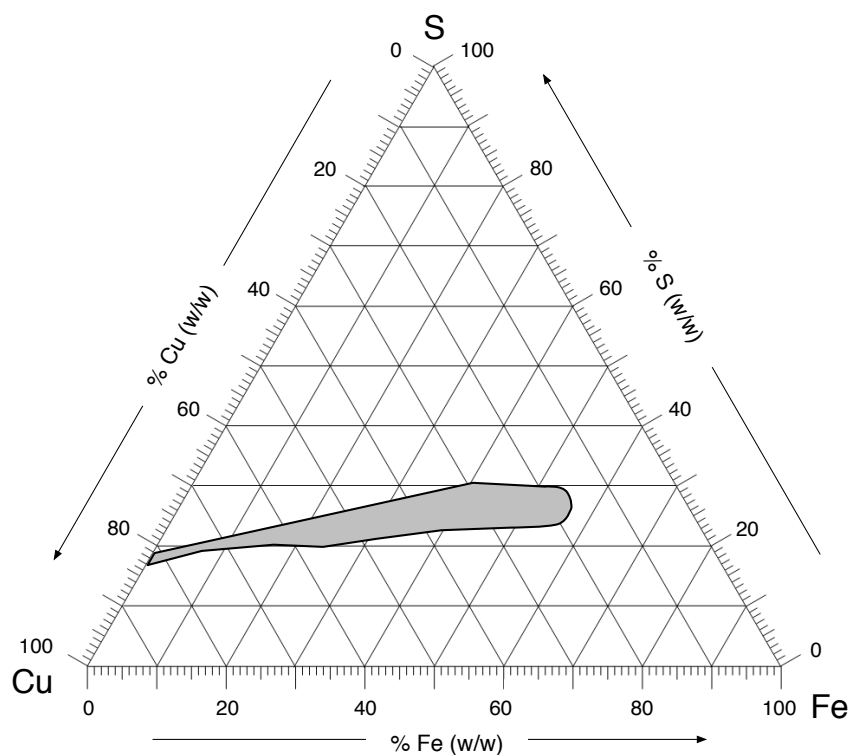
**For oppgave 1 setter du kryss for svaralternativet du velger i tabellen under. De andre oppgavene besvarer du på egne ark.**

| Oppgave 1 | A                        | B                        | C                        | D                        |
|-----------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1)        | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2)        | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3)        | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4)        | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 5)        | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 6)        | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 7)        | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 8)        | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 9)        | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 10)       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

# SVARARK 2

## 2. UTTAKSPRØVE

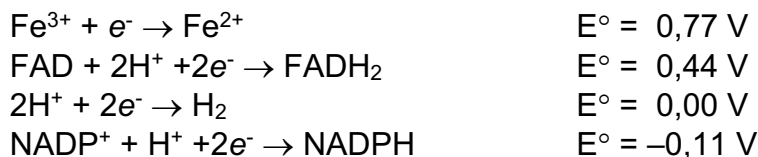
Navn: \_\_\_\_\_



## Oppgave 1 (25 poeng – 2,5 per deloppgave)

Hvert av spørsmålene i denne oppgaven skal besvares ved å krysse av i tabellen på Svarark 1 for det alternativet som er korrekt. *Kun ett svar* er korrekt for hvert spørsmål.

1) Hvilken påstand er korrekt gitt følgende standard reduksjonspotensialer?



- A)  $\text{Fe}^{2+}$  kan redusere FAD i en spontan reaksjon.
- B)  $\text{FADH}_2$  kan redusere  $\text{NADP}^+$  i en spontan reaksjon.
- C)  $\text{NADPH}$  kan oksidere  $\text{FADH}_2$  i en spontan reaksjon.
- D) FAD kan oksidere  $\text{NADPH}$  i en spontan reaksjon.

2) Du måler pH i en løsning av valeriansyre ( $\text{p}K_a = 4,8$ ) til å være 5,2. Hva er forholdet  $[\text{C}_4\text{H}_9\text{COOH}]/[\text{C}_4\text{H}_9\text{COO}^-]$  i løsningen?

- A) Ca. 0,4
- B) Ca. 1
- C) Ca. 2
- D) Ca. 2,5

3) Du varmer opp 4,43 g  $\text{BeCl}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$  til alt vannet har fordampet. Det vannfrie saltet har massen 2,32 g. Hva er x?

- A) 1
- B) 2
- C) 3
- D) 4

4) I en Daniellcelle er sinkelektroden den begrensende reaktanten. Massen av sink i cellen er 6,5 g. Hva er batterikapasiteten til cellen?

- A) 2,7 Ah
- B) 5,3 Ah
- C) 6,5 Ah
- D) 10 Ah

5) Hvor mange hovedsignaler vil 1,4-dimetylbenzen ha i et  $^1\text{H}$ -NMR-spekter?

- A) 2
- B) 3
- C) 4
- D) 5

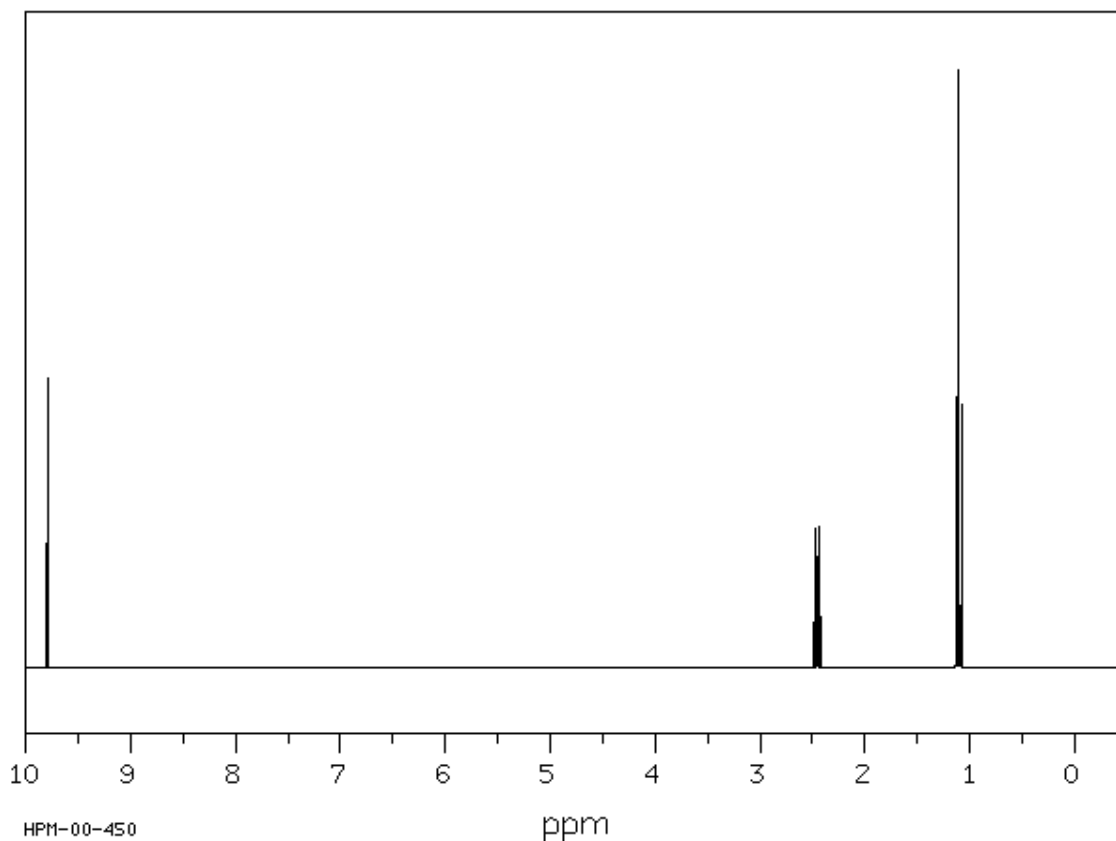
6) Du blander  $\text{Mn}^{2+}$  og  $\text{MnO}_4^-$ . Da dannes det flere stoffer, men alle manganatomene som reagerer ender opp som  $\text{Mn}^{3+}$ . Hvilket forhold mellom stoffmengden til  $\text{Mn}^{2+}$  og  $\text{MnO}_4^-$  må vi starte med for å få alle manganatomene som  $\text{Mn}^{3+}$  etter reaksjonen? (Forholdet  $\text{Mn}^{2+} : \text{MnO}_4^-$ )

- A) 2:1
- B) 3:1
- C) 4:1
- D) 5:2

7) 25 g av en forbindelse inneholder små mengder av en forurensning og skal renses ved omkrystallisering. Ved høy temperatur løses 5 g stoff i 100 mL vann. Ved lav temperatur løses 0,6 g stoff i 100 mL vann. Omtrent hvor mye rent stoff vil vi kunne få fra renseprosessen?

- A) Omtrent 25 g
- B) Omtrent 24 g
- C) Omtrent 22 g
- D) Omtrent 20 g

8) Hvilket av stoffene nedenfor gir  $^1\text{H}$ -NMR-spektret vist i figuren?



SDBSWeb : <https://sdfs.db.aist.go.jp> (National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, January 2019)

- A) Propan-1-ol
- B) Butanon
- C) Propansyre
- D) Propanal

9) I hvilken forbindelse har krom oksidasjonstall +III?

- A)  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$
- B)  $\text{Cr}_2\text{O}_3$
- C)  $\text{CrSO}_4$
- D)  $\text{CrO}_2$

10) I en elektrolysecelle skjer følgende reaksjon:



Hvilken påstand er sann?

- A) Det dannes en gass ved den positive elektroden.
- B) Det legger seg et lag av brom på den positive elektroden.
- C) Det dannes en gass ved begge elektrodene.
- D) Det dannes en gass ved den ene elektroden og en brun væske ved den andre.

## Oppgave 2 (12 poeng)

I et forsøk gjør noen elever elektrolyse av en løsning av  $\text{CuCl}_2$ .

- a) Skriv opp en balansert ligning for det som skjer under elektrolysen.
- b) Hva er den minste spenningen som må til for å få elektrolysen til å gå?
- c) Hvor mange gram kobber dannes når det går 0,70 A strøm gjennom cellen i 45 minutter?
- d) Klorgassen som dannes i forsøket brukes til å danne hypokloritt,  $\text{ClO}^-$ , etter ligningen



Hva blir konsentrasjonen av hypokloritt i den ferdige løsningen når totalvolumet er 200 mL?

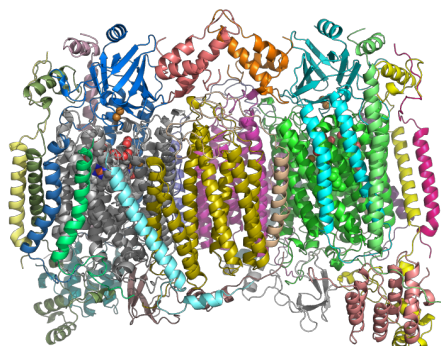
## Oppgave 3 (6 poeng)

En buffer lages ved å løse fast sitronsyre ( $M_m = 192 \text{ g/mol}$ ) og fast natriumhydroksid ( $M_m = 40,0 \text{ g/mol}$ ) i vann og justere volumet til 1,00 L. Bufferen har  $\text{pH} = 6,80$  og konsentrasjonen av den sure komponenten er  $0,500 \text{ mol/L}$ .

- a) Hvor stor masse sitronsyre og natriumhydroksid trengs for å få den ønskede bufferen?
- b) Hvor mange mol sterk base kan tilsettes før man overskrider bufferkapasiteten?

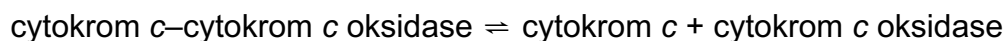
## Oppgave 4 (11 poeng)

I celleåndingen er cytochrom c oksidase proteinet som i siste trinn bruker elektronene fra oksidasjonen av næringsstoffer til å redusere molekylært oksygen. Elektronene kommer til cytochrom c oksidase fra et annet protein som heter cytochrom c. For å overføre elektronene mellom seg, binder disse to proteinene til hverandre. Den molare massen for cytochrom c oksidase er 125 000 g/mol, for cytochrom c er den 12 400 g/mol.



Cytochrom c oksidase

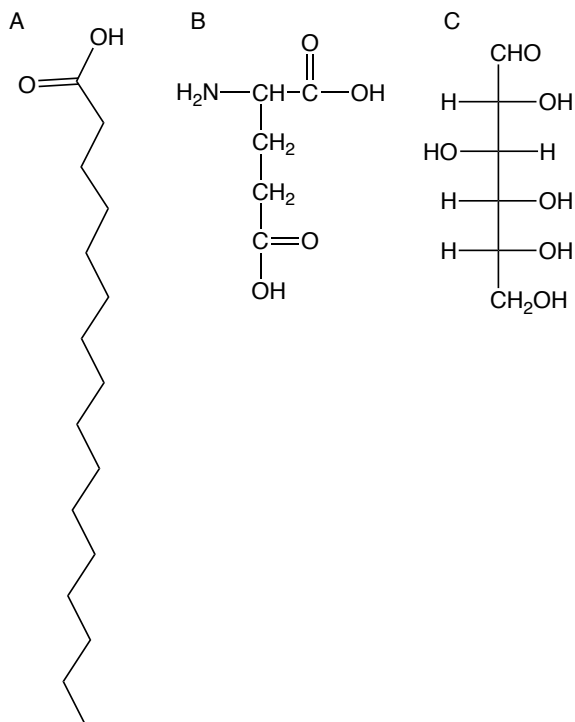
Reaksjonen som skjer når bindingen mellom de proteinene brytes kan skrives:



- Du blander 1,0 mL 2,0 mM cytochrom c oksidase og 1,0 mL 2,0 mM cytochrom c. Hva er likevektskonstanten for likevekten over hvis konsentrasjonen av komplekset ved likevekt er 0,969 mM? (Denne likevektskonstanten kalles som regel dissosiasjonskonstanten,  $K_d$ )
- Hva er konsentrasjonen av komplekset i mg/mL?
- Hvordan vil mengden kompleks ved likevekt påvirkes av tilsetning av mer cytochrom c?

Under ser du tre forskjellige biologiske molekyler.

- Angi hvilken klasse/type de forskjellige biologiske molekylene tilhører.



## Oppgave 5 (16 poeng)

Hovedkilder for produksjon av kobber er mineralene  $\text{Cu}_2\text{S}$ ,  $\text{CuFeS}_2$  og  $\text{Cu}_5\text{FeS}_4$ . Produksjon av kobber fra  $\text{Cu}_5\text{FeS}_4$  skjer blant annet ved følgende trinn:

1. **Røsting:**  $\text{Cu}_5\text{FeS}_4$  varmes opp under tilføring av oksygen. Det dannes  $\text{Cu}_2\text{S}$ ,  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  og  $\text{SO}_2$ .
2. **Smelting:**  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  reagerer med CO og forbindelse **X**, som er et annet mineral som finnes i store mengder. Det dannes **Y** og  $\text{CO}_2$ . **X** inneholder 53,25 masseprosent oksygen og bare ett annet grunnstoff. Dette grunnstoffet er industrielt viktig for elektronikk og også overgang til en bestemt form for fornybar energi. Grunnstoffet kan danne nettverksforbindelser, slik som forbindelse **X**, og Norge er en stor produsent av dette grunnstoffet i ren form. **X** har et meget høyt smeltepunkt.  
  
**Y** inneholder 31,41 masseprosent oksygen, 54,81 masseprosent jern og bare ett annet grunnstoff. I flytende form er forbindelsen **Y** ikke blandbar med  $\text{Cu}_2\text{S}$ , slik at **Y** lett kan skilles ut som slagg.
3. **Fjerne svovel:** Noe av  $\text{Cu}_2\text{S}$  som dannes ved røstingen omdannes videre til  $\text{Cu}_2\text{O}$  i røsteprosessen.
4. **Dannelse av rent kobber:**  $\text{Cu}_2\text{S}$  og  $\text{Cu}_2\text{O}$  er nå tilgjengelig i støkiometriske forhold og kan reagerer med hverandre under dannelse av kobber og svoveldioksid.

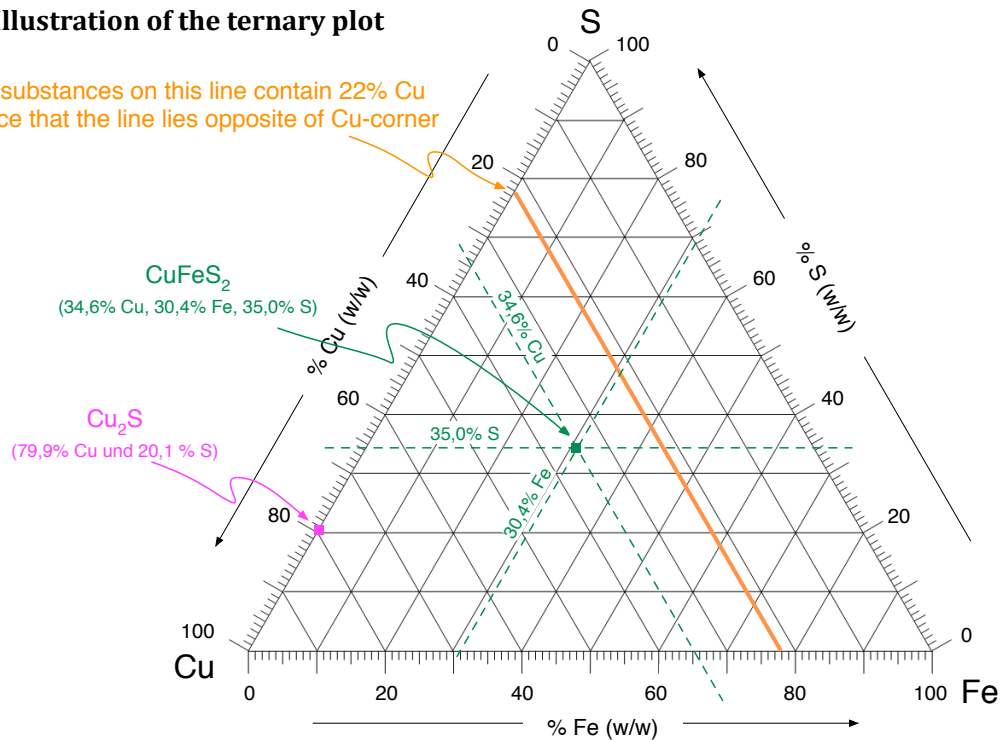
a) Finn formel for forbindelsene **X** og **Y**.

b) Skriv balanserte reaksjonslikninger for stegene 1 – 4 over (en likning per trinn).

For å få en oversikt over egenskaper til tre-komponent systemer brukes såkalte ternære fasediagrammer. I et slikt diagram er masseprosent av hvert grunnstoff angitt langs hver side av en trekant, og de rene grunnstoffene vil da være i hvert sitt hjørne av diagrammet. Langs linjen mellom to hjørner finnes det da blandinger av de to grunnstoffene i ulike forhold, mens punkter inne i trekanten viser blandinger av alle tre grunnstoffene. Nedenfor ser du diagrammet for Cu-Fe-S systemet, samt plassering av mineralene  $\text{CuFeS}_2$  og  $\text{Cu}_2\text{S}$ . En rett linje som viser alle blandinger med 22 % Cu er også tegnet inn i diagrammet.

### Illustration of the ternary plot

All substances on this line contain 22% Cu  
Notice that the line lies opposite of Cu-corner



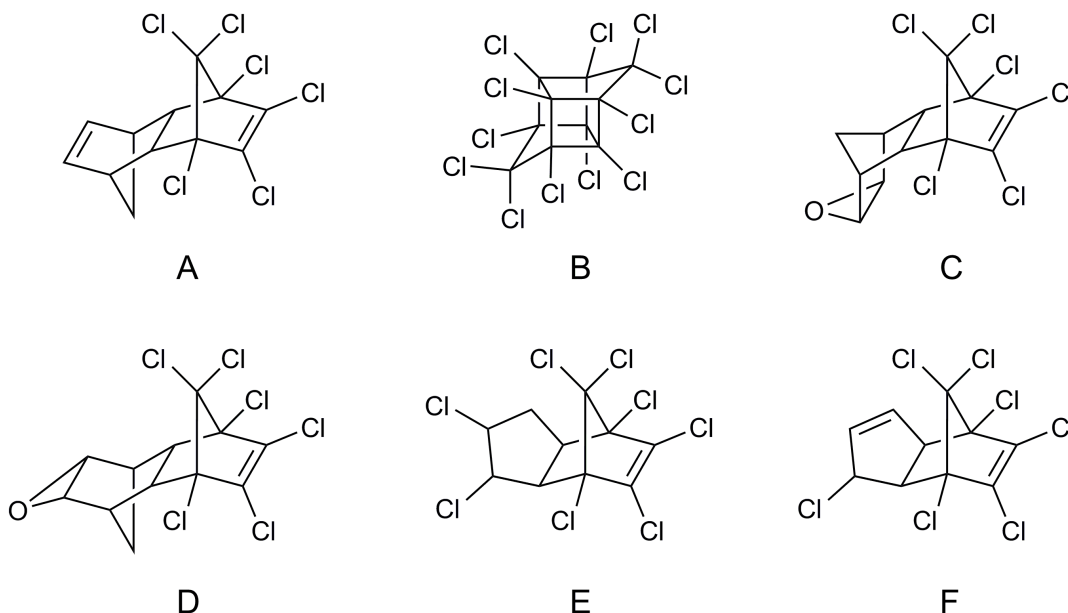
- c) Bruk diagrammet på Svarark 2 og indiker omtrentlig hvor du finner mineralene  $\text{FeS}_2$  (pyritt/svovelkis = narregull) og  $\text{CuFe}_2\text{S}_3$  (cubanitt).

Det grå området i diagrammet i Svarark 2 viser sammensetninger i Cu-Fe-S-systemet som er brukbare for utvinning av kobber gjennom prosessen vi så på tidligere i oppgaven.

- d) Hva er maksimal masseprosent jern i materiale som kan brukes til fremstilling av kobber gjennom pyrometallurgisk prosess?
- e) Hva er minimal masseprosent svovel i materiale som kan brukes til fremstilling av kobber gjennom pyrometallurgisk prosess?

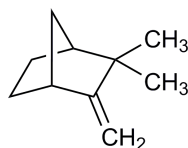
## Oppgave 6 (16 poeng)

Stockholmskonvensjonen er en miljøavtale som er utarbeidet i regi av FN om organiske forurensninger som brytes sakte ned. En gruppe med seks miljøskadelige, klororganiske insektmidler står spesielt sentralt i Stockholmskonvensjonen: aldrin, dieldrin, endrin, heptaklor, klordan og mirex. Kjemiske strukturer for disse seks forbindelsene er gitt – i en vilkårlig rekkefølge – i figuren nedenfor.



- Felles for alle de seks insektmidlene angitt ovenfor er at de syntetiseres med utgangspunkt i stoffet heksaklorsyklopentadien ( $C_5Cl_6$ ). Tegn den kjemiske strukturen til dette utgangsstoffet.
- Er insektmidlene **A** til **F** ovenfor hovedsakelig vannløselige (hydrofile) eller fettløselige (lipofile)? Hvordan påvirker dette i så fall måten disse stoffene eventuelt hoper seg opp i mennesker, dyr og fisk?
- Identifiser navnene til forbindelsene **A** til **F** ved hjelp av følgende opplysninger:
  - Aldrin har molekylformel  $C_{12}H_8Cl_6$ .
  - Dieldrin lages fra aldrin ved at én av dobbeltbindingene i aldrin omgjøres til et såkalt epoksid (treleddet ring med to karbonatomer og ett oksygenatom).
  - Endrin er en isomer av dieldrin.
  - Heptaklor inneholder like mange kloratomer som navnet antyder.
  - Strukturen til klordan ligner veldig på heptaklor, men klordan har én dobbeltbinding mindre og ett kloratom mer.
  - Mirex lages ved at to molekyler heksaklorsyklopentadien går sammen og danner en såkalt dimer.
- Hvor mange kirale karbonatomer er det i den kjemiske strukturen til **D**? Er **C** og **D** speilbildeisomerer?

- e) Et annet klororganisk insektmiddel regulert gjennom Stockholmskonvensjonen er toksafen. Denne forbindelsen lages ved å reagere hydrokarbonet kamfen (tegnet nedenfor) med klorgass til det totale klorinnholdet er blitt 67–69% (på vektbasis). Klor kan reagere med dobbeltbindingen og/eller substituere med hydrogen.



Hva er det gjennomsnittlige antallet kloratomer som er introdusert per molekyl kamfen i insektmiddelet toksafen? Oppgi svaret ditt i nærmeste heltall.

## Oppgave 7 (14 poeng)

Kjemien til svovel har vært kjent siden antikken. Tidligere ble svovel utvunnet fra gruver på steder der svovel fantes, gjerne i områder med vulkansk aktivitet. Arbeidsvilkårene i slike gruver er ofte grusomme og produksjonsmetoden gikk på slutten av 1900-tallet over til å basere seg på biprodukter fra olje- og naturgassutvinning. Svovel kan foredles videre til mange viktige kjemikalier.

- a) Den vanligste formen for fast svovel har formel  $S_8$ . Bruk oktettregelen og foreslå strukturen til dette molekylet.

På neste side er det gitt en oversikt over reaksjoner med svovel og noen enkle forbindelser med svovel. Hvis flere produkter dannes, er det bare den ukjente som reagerer videre. Alle sideprodukter er oppgitt, men ikke med riktige støkiometriske koeffisienter

- b) Identifiser stoffene **A-F**.
- c) **G** blir dannet ved å blande **E** med fast svovel i basisk løsning. I **G** har svovel oksidasjonstall +IV. Identifiser **G**.
- d) **G** er et reduksjonsmiddel og reduserer  $I_2$  til  $I^-$ . Da omdannes **G** til **H**. Identifiser **H**.
- e) Gi oksidasjonstallet til svovel i forbindelsene **A-C**.

**Forurensing i  
naturgass/olje**

**Naturlig  
forekomst**

