

Student no.:

**Institutt for kjemi**  
**NTNU**  
Kontaktperson:  
Professor Per Carlsen  
Tlf: 73 59 39 68

**Eksamen i fag TKJ4102 og TKJ4100**  
**Organisk kjemi-grunnkurs**

**3. Desember 2010**  
**kl. 0900 - 13.00**

**Bokmål**

- Tillatte hjelpemidler:** Godkjent lommekalkulator er tillatt. Andre elektroniske hjelpemidler (MP3, iPod, Mobiltelefon og lignende) må ikke medbringes til eksamen. Molekylmodeller og SI er tillatt. Ingen andre trykte eller håndskrevne hjelpemidler er tillatte.
- Besvarelsen:** Svar på oppgavene innføres i de avsatte områdene i oppgavene. Hvis det blir behov for mer plass til dette formålet, benyttes ekstra ark, som skal merkes klart med fag, dato og sidenummer og student-no.

Sensurfrist: xx. Januar 2011

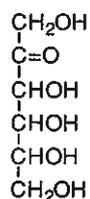
**Oppgave 1.**

Dette er en multiple choice oppgave med 50 forskjellige spørsmål, som vil dekke stort sett hele pensum. Molekylmodeller kan være nyttige ved besvarelsen av noen av spørsmålene. Hvert spørsmål teller 10 poeng. Det vil *ikke* bli gjort fradrag av poeng for gale svar.

Hvert spørsmål besvares klart med A, B, C eller D

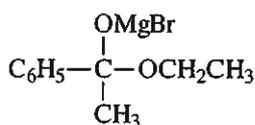
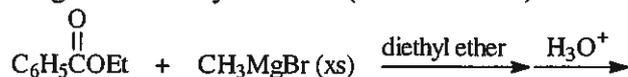
**Spørsmål:**

1. Hvor mange mulige stereoisomere er mulige for følgende struktur?

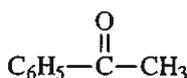


- A) Fire  
 B) Seks  
 C) Otte  
 D) To

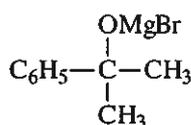
2. Hvilke av følgende intermediater dannes når overskudd metylmagnesium bromid reageres med etylbenzoat (vist nedenfor) under dannelse av 2-fenyl-2-propanol?



A



B



C

- A) A og B  
 B) A og C  
 C) B og C  
 D) A, B og C

3. Syklopentadien er uventet sur av å være et hydrokarbon. Hvorfor?

- A) Syklopentadien er aromatisk.  
 B) Den konjugerte basen til syklopentadien er aromatisk.  
 C) Syklopentadien er en ustabil diradikal.  
 D) En konjugerte basen til syklopentadien er en ustabil diradikal.

Student no.:

4. Hvilke(n) metode eller metoder vil gi kvantitativ omdannelse til natrium etoksid?

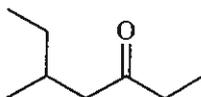
- (A)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + \text{NaOH}$   
(B)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + \text{NaH}$   
(C)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + \text{Na}$

- A) A og B  
B) A og C  
C) B og C  
D) A, B og C

5. Hvilken av de viste reaksjonssekvensene vil best kunne omdanne 3-pentanol til 2,3-dibromopentan?

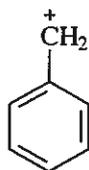
- A) (1)  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , varme (2)  $\text{HBr}$  (3)  $\text{Br}_2$ , lys  
B) (1)  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , varme (2)  $\text{H}_2/\text{Pt}$  (3)  $2 \text{Br}_2$ , lys  
C) (1)  $\text{Br}_2$ , lys (2)  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , varme (3)  $\text{H}_2/\text{Pt}$   
D) (1)  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , varme (2)  $\text{Br}_2$

6. Hva er IUPAC navnet til følgende forbindelse?



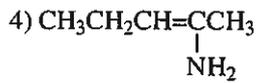
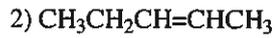
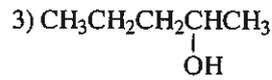
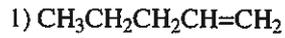
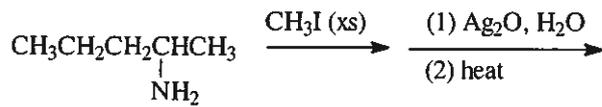
- A) 3-metyl-5-heptanon  
B) 5-etyl-3-heksanon  
C) 5-metyl-3-heptanon  
D) 2-etyl-4-heksanon

7. Benzyl karbeniumionen er vist nedenfor. Foruten på benzyllkarbonatomet, identifiser hvilke andre karbonatomer, basert på resonansteorien, som har en partiell positive ladning.



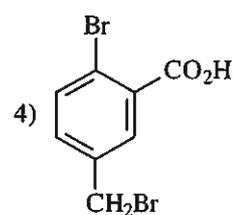
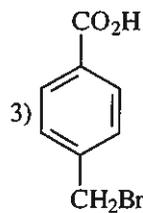
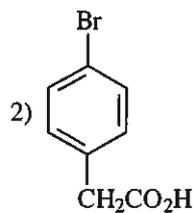
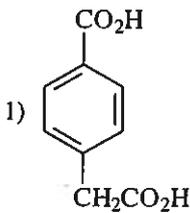
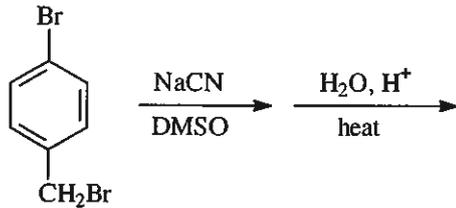
- A) *orto* og *para* karbonatomene  
B) *meta* karbonatomene  
C) *meta* og *para* karbonatomene  
D) *orto*, *meta* og *para* karbonatomene

8. Hvilket hovedprodukt dannes i følgende reaksjonsfrekvens?



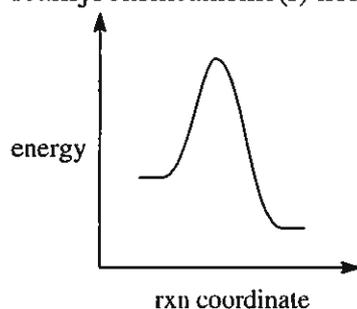
- A) 1 blir dannet  
 B) 2 blir dannet  
 C) 3 blir dannet  
 D) 4 blir dannet

9. Hvilket produkt blir dannet i følgende reaksjon?

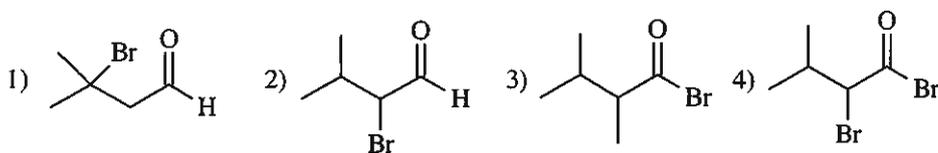
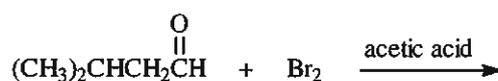


- A) 1 blir dannet  
 B) 2 blir dannet  
 C) 3 blir dannet  
 D) 4 blir dannet

10. Idet  $S_N1$ ,  $S_N2$ , E1 og E2 er mulige reaksjonsmekanismer, hvilke(n) reaksjonsmekanisme(r) korresponderer til det viste energidiagram?

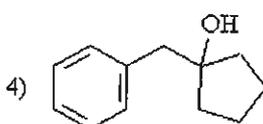
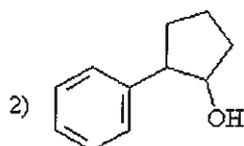
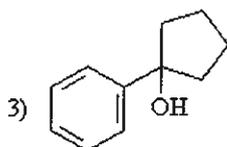
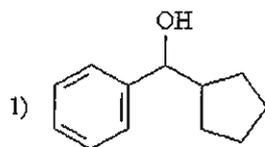
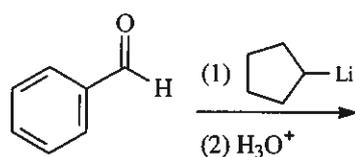


- A) bare  $S_N1$  mekanismen  
 B) bare  $S_N2$  mekanismen  
 C) både  $S_N1$  og E1 mekanismene  
 D) både  $S_N2$  og E2 mekanismene
11. Det er ikke fri rotasjon omkring karbon-karbon dobbeltbindinger i motsetning til karbon-karbon enkeltbindingen. Hvorfor?
- A) Dobbeltbindinger er sterkere og derfor vanskeligere å rotere..  
 B) Overlappet mellom de to 2p orbitaler i  $\pi$  bindingen vil forsvinne.  
 C) Dobbeltbindinger er kortere, hvilket gjør det vanskeligere for grupper på dobbeltbindinger å passere hverandre.  
 D) Overlappet mellom  $sp^2$  orbitalene i karbon-karbon  $\sigma$  bindingen vil forsvinne.
12. Hvilket produkt dannes i følgende reaksjon?



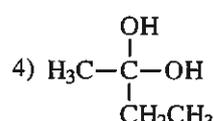
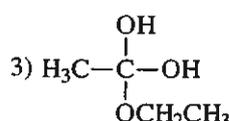
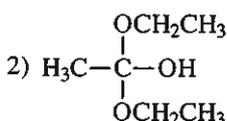
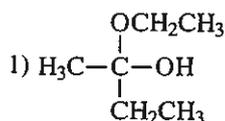
- A) 1 blir dannet  
 B) 2 blir dannet  
 C) 3 blir dannet  
 D) 4 blir dannet

13. Hvilket produkt blir dannet i følgende reaksjon?



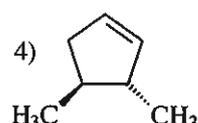
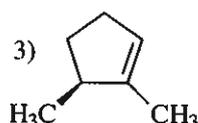
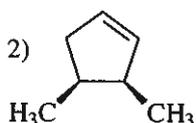
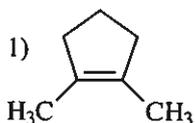
- A) 1 blir dannet  
 B) 2 blir dannet  
 C) 3 blir dannet  
 D) 4 blir dannet

14. Hvilket av følgende tetraedriske intermedtiater dannes i syrekatalyserte Fischer esteriseringen mellom eddiksyre,  $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$ , og etanol,  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ ?



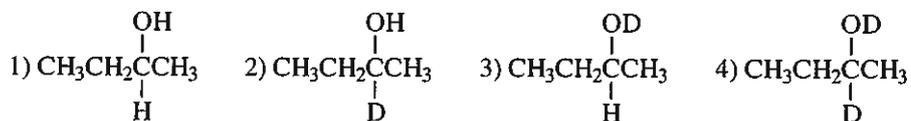
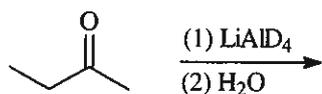
- A) 1 blir dannet  
 B) 2 blir dannet  
 C) 3 blir dannet  
 D) 4 blir dannet

15. Forbindelse X ( $\text{C}_7\text{H}_{12}$ ) er optisk aktiv. Hydrogenering av forbindelse X gir to isomere 1,2-dimetylsyklopentaner, en som er optisk aktiv og en som er optisk inaktiv. Hvilken av følgende forbindelser stemmer med disse data?



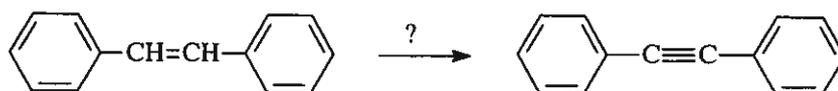
- A) forbindelse 1  
 B) forbindelse 2  
 C) forbindelse 3  
 D) forbindelse 4

16. Angi produktet som dannes i følgende reaksjon..



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

17. Hvilken av reaksjonssekvensene er best for å utføre følgende transformasjon?

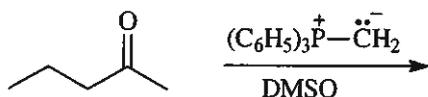


- A) (1) HBr                                    (2) overskudd NaNH<sub>2</sub>  
 B) (1) Br<sub>2</sub>                                    (2) overskudd NaNH<sub>2</sub>  
 C) (1) Br<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O                            (2) overskudd NaNH<sub>2</sub>  
 D) (1) H<sub>2</sub>O, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>(kat.)            (2) overskudd NaNH<sub>2</sub>

18. Hvilken av følgende forbindelser vil raskest undergå solvolyse i metanol?

- A) (*E*)-1-brom-1-buten  
 B) 2-brom-1-buten  
 C) 3-brom-1-buten  
 D) 4-brom-1-buten

19. Hvilket produkt dannes denne reaksjon?



- A) 2-metyl-1-penten  
 B) 2-methyl-2-propyloxiran  
 C) 4-metyl-1-penten  
 D) 1-penten

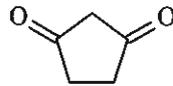
20. Arranger følgende forbindelser etter avtakende syrestyrke.



A



B



C

- A) C>B>A  
 B) C>A>B  
 C) A>B>C  
 D) A>C>B

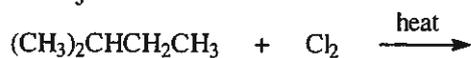
21. For følgende tre forbindelser:

- (A)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_3$   
 (B)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$   
 (C)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$

De to med nær ens kokepunkter er \_\_\_\_\_ og de to med nær ens løselighet i vann er \_\_\_\_\_.

- A) A og C, B og C  
 B) A og B, A og C  
 C) B og C, A og B  
 D) A og C, A og C

22. Hvor mange monoklorinerte produkter forventer du kan bli dannet i følgende reaksjon?



- A) Et produkt  
 B) To produkter  
 C) Tre produkter  
 D) Fire produkter  
 E) Fem produkter

23. Hvilket forhold er det mellom følgende to Newman projeksjoner?

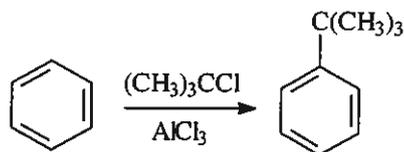


- A) identiske
- B) stereoisomere
- C) forskjellige konformasjoner av den same forbindelse
- D) konstitusjonsisomere

24. Addisjon av brom, Br<sub>2</sub>, til *trans*-2-buten gir:

- A) (2R,3R)-2,3-dibrombutan
- B) (2S,3S)-2,3-dibrombutan
- C) Racemisk blanding av 1 and 2
- D) *meso*-2,3-dibrombutan

25. Hva er elektrofilen i den viste Friedel-Crafts alkyleringsreaksjon vist her?



- A) AlCl<sub>3</sub>
- B) Cl<sup>-</sup>
- C) benzen
- D) (CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>C<sup>+</sup>

26. Hvilke av følgende grupper er *orto* / *para* dirigerende?

- (A) -NO<sub>2</sub>
- (B) -OCH<sub>3</sub>
- (C) -CO<sub>2</sub>CH<sub>3</sub>
- (D) -CH<sub>3</sub>

- A) A og C
- B) B og C
- C) B og D
- D) C og D

Student no.:

27. Hvilke av følgende løsemidler kan brukes med Grignard reagenser?

1)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_3$ , Dietyleter

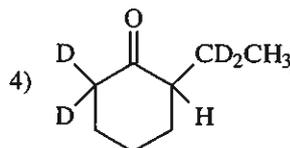
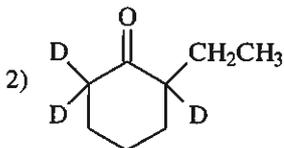
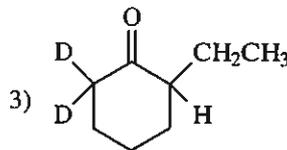
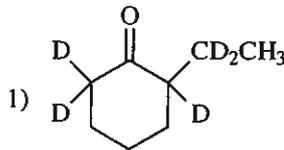
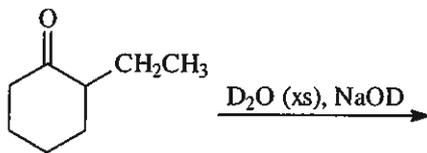
2)  tetrahydrofuran, THFT

3)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ , etanol

4) Alle disse løsemidler kan brukes

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

28. Hvilket deuterert forbindelse dannes i følgende reaksjon i  $\text{D}_2\text{O}$ ?



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

29. Hva er hovedproduktet dannes ved Friedel-Crafts alkylering av benzen med  $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{Cl}$  og  $\text{AlCl}_3$ ?

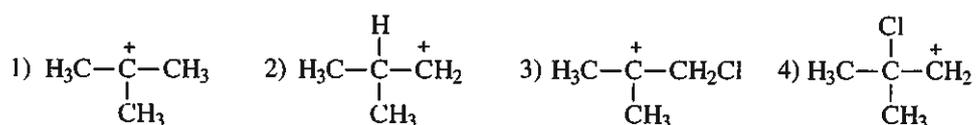
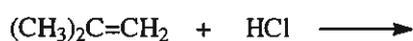
- A) isobutylbenzen
- B) *tert*-butylbenzen
- C) *sec*-butylbenzen
- D) butylbenzen

30. Hvilke utsagn er i overensstemmelse med aromatisitet?

- (A) et system med delokaliserte  $\pi$  elektroner i en ring.  
 (B)  $4n$   $\pi$  elektroner i ringen.  
 (C) Alle ring atomer skal være karbon  
 (D)  $(4n + 2)$   $\pi$  elektroner i ringen.

- A) A og B  
 B) A og D  
 C) A, B og C  
 D) A, C og D

31. Hvilket er intermedietet i følgende reaksjon?



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

32. Hvilken av følgende forbindelser har den største syrelikevekt konstant,  $K_a$ ?

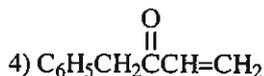
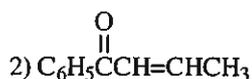
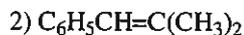
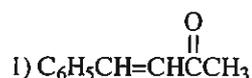
- A)  $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$   
 B)  $\text{CH}_2\text{ClCO}_2\text{H}$   
 C)  $\text{CHCl}_2\text{CO}_2\text{H}$   
 D)  $\text{CCl}_3\text{CO}_2\text{H}$

33. Hvilken av følgende alkener vil gi 1-brom-2-methyl-2-pentanol ved reaksjon med  $\text{Br}_2/\text{H}_2\text{O}$ ?

- 1)  $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCH}(\text{CH}_3)_2$     3)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{C}(\text{CH}_3)_2$   
 2)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}\text{CH}=\text{CH}_2$     4)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}=\text{CH}_2$

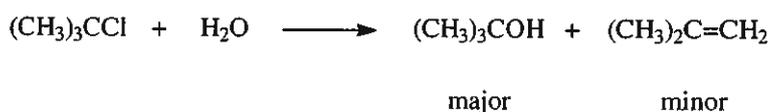
- A) 1  
 B) 2  
 C) 3  
 D) 4

34. Benzalaceton er kryssaldol kondensasjonproduktet mellom benzaldehyd og aceton..  
Hvilken av følgende strukturer er benzalaceton?



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

35. Ved solvolyse av *t*-butyl klorid, dannes 2-methylpropene som biprodukt, som er resultatet av:



- A) E2 mekanisme med  $\text{OH}^-$  fungerende som base.  
B) E2 mekanisme med  $\text{H}_2\text{O}$  fungerende som base  
C) E1 mekanisme med  $\text{OH}^-$  fungerende som base  
D) E1 mekanisme med  $\text{H}_2\text{O}$  fungerende som base

36. Reaksjonen mellom fenylmagnesium bromid ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{MgBr}$ ) og propanal ( $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{O}$ ), fulgt av hydrolyse gir som produkt:

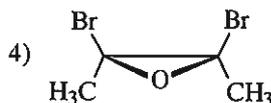
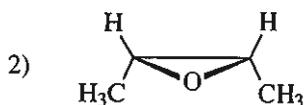
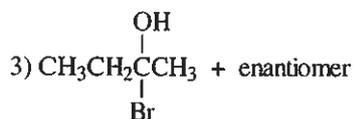
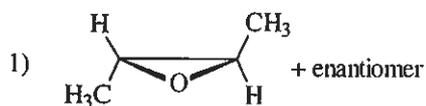
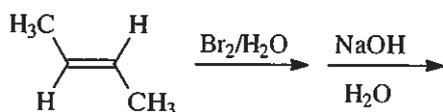
- A) 2-fenyl-1-propanol  
B) 1-fenyl-1-propanol  
C) 2-fenyl-2-propanol  
D) 3-fenyl-1-propanol

37. I hvilke(n) av følgende forbindelser er oksidasjonstrinnet til karbon høyere enn oksidasjonstrinnet til karbon i formaldehyd,  $\text{H}_2\text{C}=\text{O}$ ?

- (A)  $\text{CH}_3\text{OH}$   
(B)  $\text{HCO}_2\text{H}$   
(C)  $\text{H}_2\text{CO}_3$

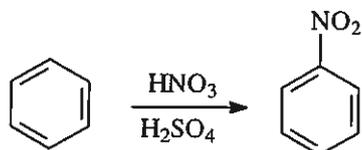
- A) A  
B) C  
C) B and C  
D) A, B, and C

38. Hvilket produkt dannes i følgende reaksjonssekvens?



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

39. Hva er elektrofilen i den viste reaksjonen?



- A) benzen  
B)  $\text{NO}_3^-$   
C)  $\text{NO}_2^+$   
D)  $\text{H}_2\text{SO}_4$

40. Arranger følgende isomere alkaner etter økende kokepunkter..

- (A) *n*-heptan  
(B) 2,3-dimetylpentan  
(C) 2,2,3-trimetylbutan

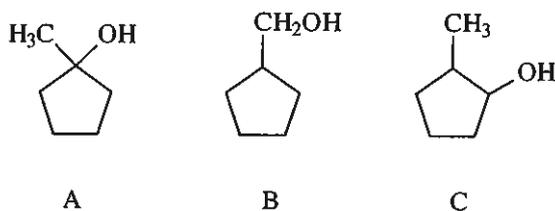
- A)  $A < B < C$   
B)  $B < C < A$   
C)  $C < A < B$   
D)  $C < B < A$

41. Velg den sterkeste basen fra følgende forbindelser.

- 1)  $\text{NaNH}_2$     2)  $\text{CH}_3\text{Li}$     3)  $\text{NaOCH}_2\text{CH}_3$     4)  $\text{HC}\equiv\text{CNa}$

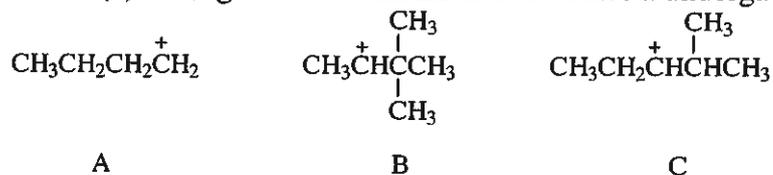
- A) 1  
B) 2  
C) 3  
D) 4

42. Arranger følgende alkoholer etter avtakende reaktivitet med  $\text{HBr}$  (den mest reaktive først).



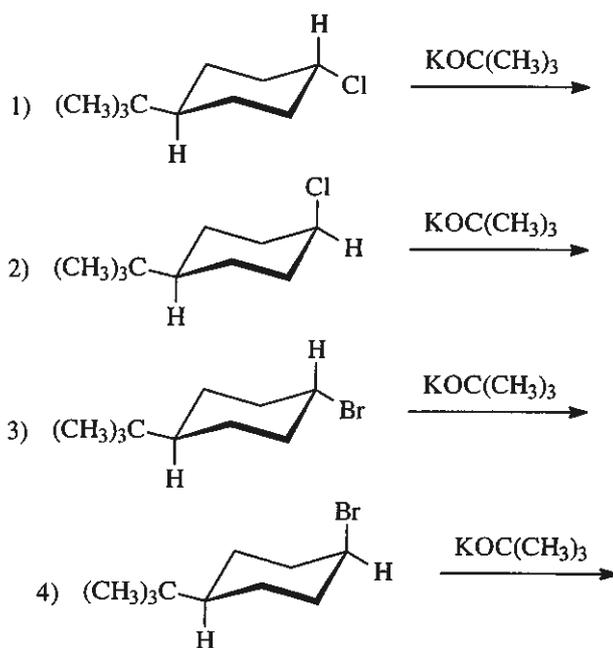
- A)  $\text{A} > \text{B} > \text{C}$   
B)  $\text{A} > \text{C} > \text{B}$   
C)  $\text{C} > \text{A} > \text{B}$   
D)  $\text{B} > \text{C} > \text{A}$

43. Hvilke(n) av følgende karbeniumioner forventes å undergå omleiringsreakjoner?



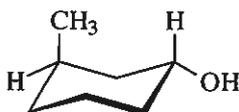
- A) bare A  
B) A og C  
C) B og C  
D) A, B og C

44. Hvilken av følgende halider vil reagere raskest og danne 4-*tert*-butylsykloheksen?



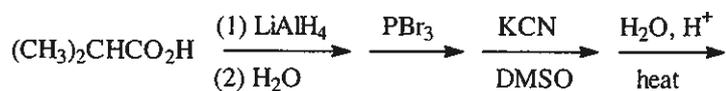
- A) 1  
B) 2  
C) 3  
D) 4

45. Gi IUPAC navnet til følgende forbindelse.



- A) *cis*-3-metylsykloheksanol  
B) *trans*-3-metylsykloheksanol  
C) *cis*-5-metylsykloheksanol  
D) *trans*-5-metylsykloheksanol

46. Hvilket produkt dannes i følgende reaksjonssekvens?

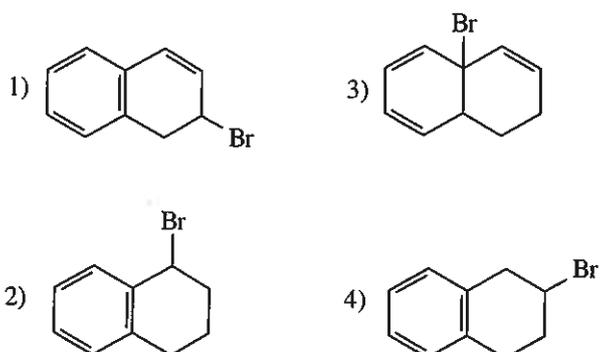
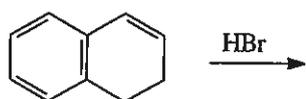


- A)  $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$   
B)  $(\text{CH}_3)_2\text{C}=\text{CHCO}_2\text{H}$   
C)  $(\text{CH}_3)_2\text{CHCHBrCO}_2\text{H}$   
D)  $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{CO}_2\text{H}$

47. Hvilke av følgende reagenser vil omdanne sykloheksen til *cis*-1,2-sykloheksandiol?

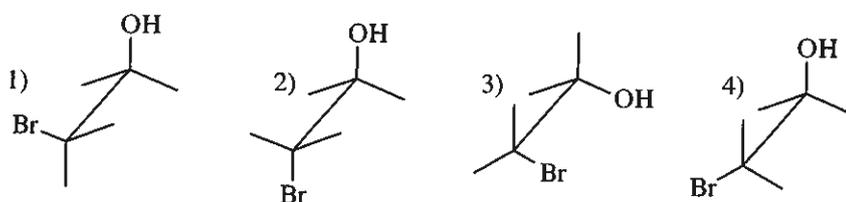
- A)  $\text{OsO}_4$ ,  $(\text{CH}_3)_3\text{COOH}$ ,  $(\text{CH}_3)_3\text{COH}$ ,  $\text{OH}^-$
- B)  $\text{HIO}_4$
- C)  $\text{O}_3$  fulgt av  $\text{Zn}/\text{H}_2\text{O}$
- D)  $\text{CH}_3\text{CO}_3\text{H}$  (pereddiksyre)

48. Forutsi hovedproduktet i følgende reaksjon.



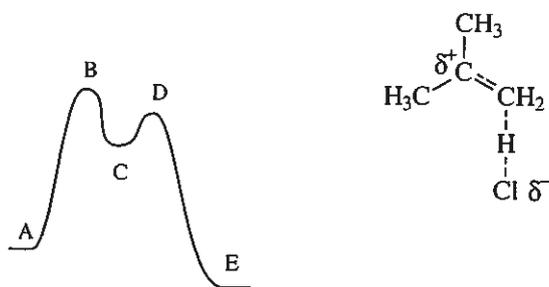
- A) 1
- B) 2
- C) 3
- D) 4

49. Hvilken av følgende konformasjoner er foretrukket for epoxiddannelse? (Det er en base til rådighet).



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

50. Hvilket punkt i potensial energidiagrammet vist her korresponderer til den viste formelen for reaksjonen med mellom og 2-metylpropen med hydrogenklorid?

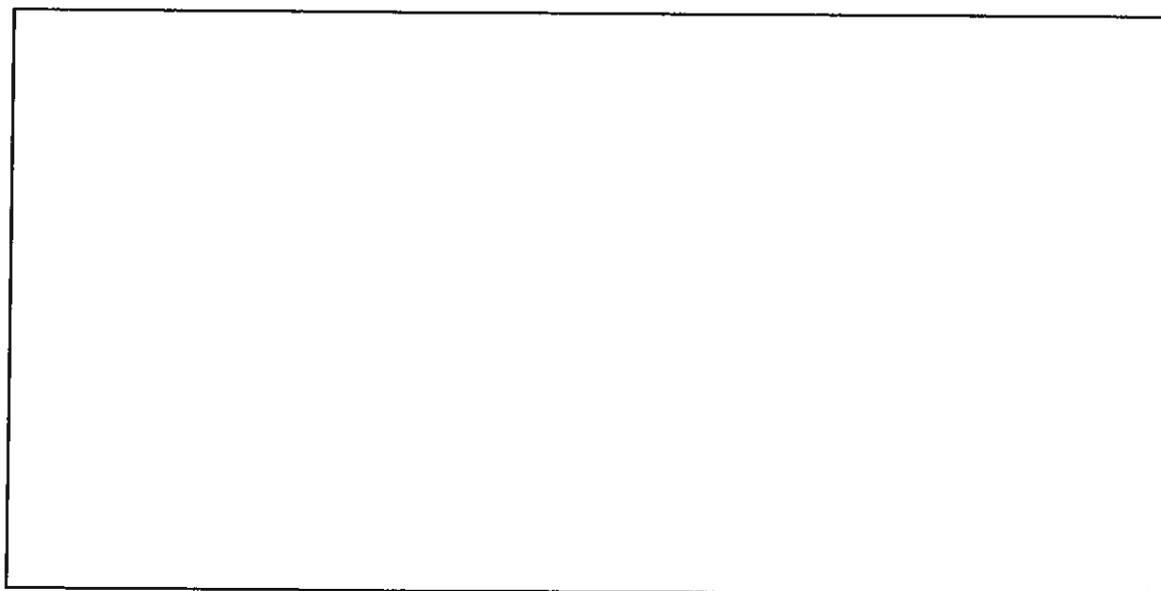
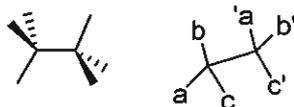


- A) A  
B) B  
C) C  
D) D  
E) E

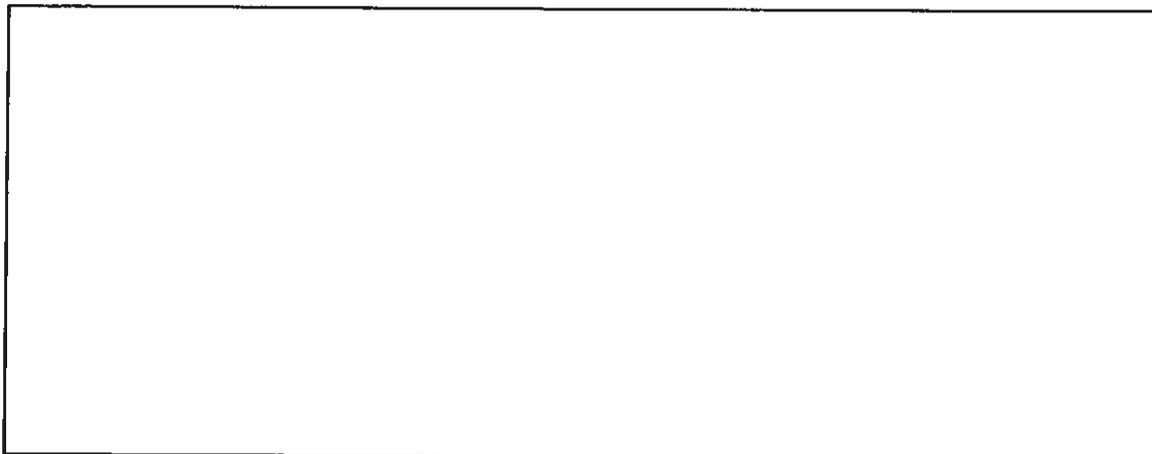
### Oppgave 2.

Den optisk aktive forbindelsen (*2R,3R*)-2-klor-3-metyl-pentan, **2-1**, er et sekundært alkylhalid og forventes derfor å undergå så vel monomolekulære som bimolekulære substitusjons- og eliminasjonsreaksjoner. Det er denne kjemien vi skal eksplorere i denne oppgaven, hvor **2-1** reageres med  $\text{CH}_3\text{O}^- \text{Na}^+$  i metanol.

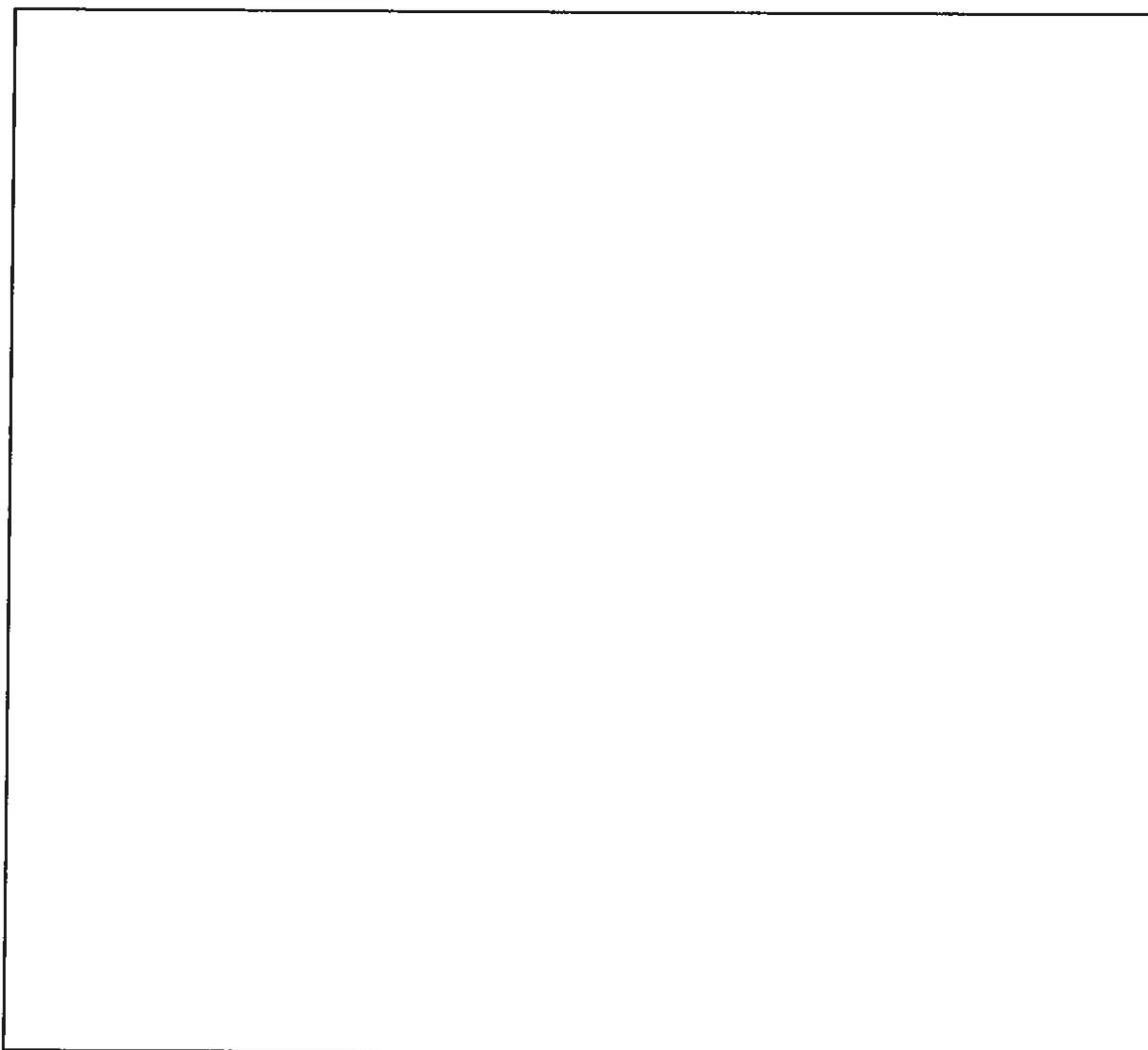
- a) Først, tegn klare romlige representasjoner av utgangsstoffet, (**2-1**), både som "wedge-", "sagbukk-" og Newman strukturer:



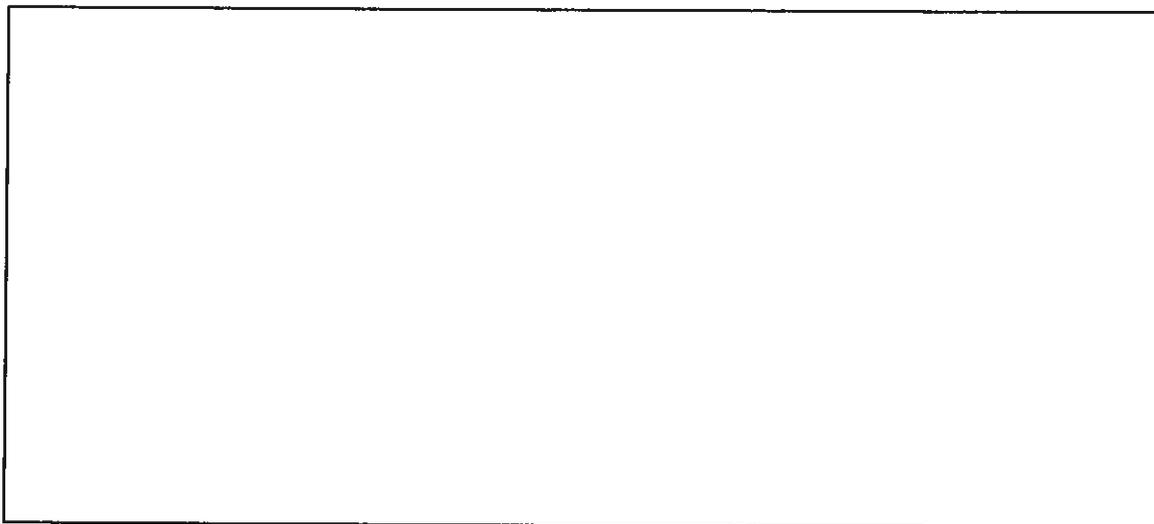
b) Vis minimum-konformasjonene til **2-1**. Bruk Newman formler.



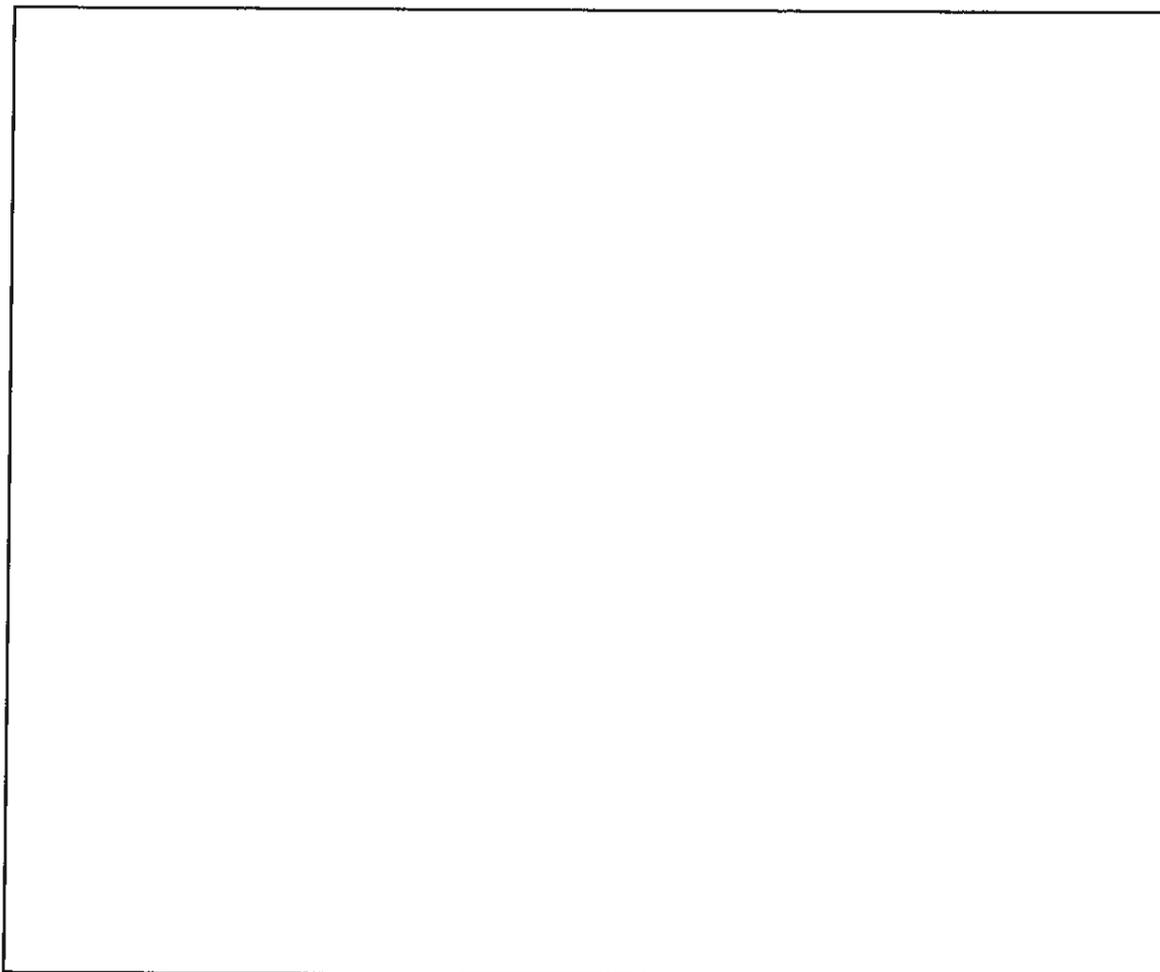
c) skriv monomolekulære substitusjonstransformasjoner, med detaljerte reaksjonsmekanismer, når **2-1** reageres med  $\text{CH}_3\text{O}^- \text{Na}^+$  i metanol. Hvilke produkt(er) forventes dannet. Angi stereokjemien til produkt(ene) ), (*R/S*- og *E/Z*-nomenklatur). Navngi reaksjonen.



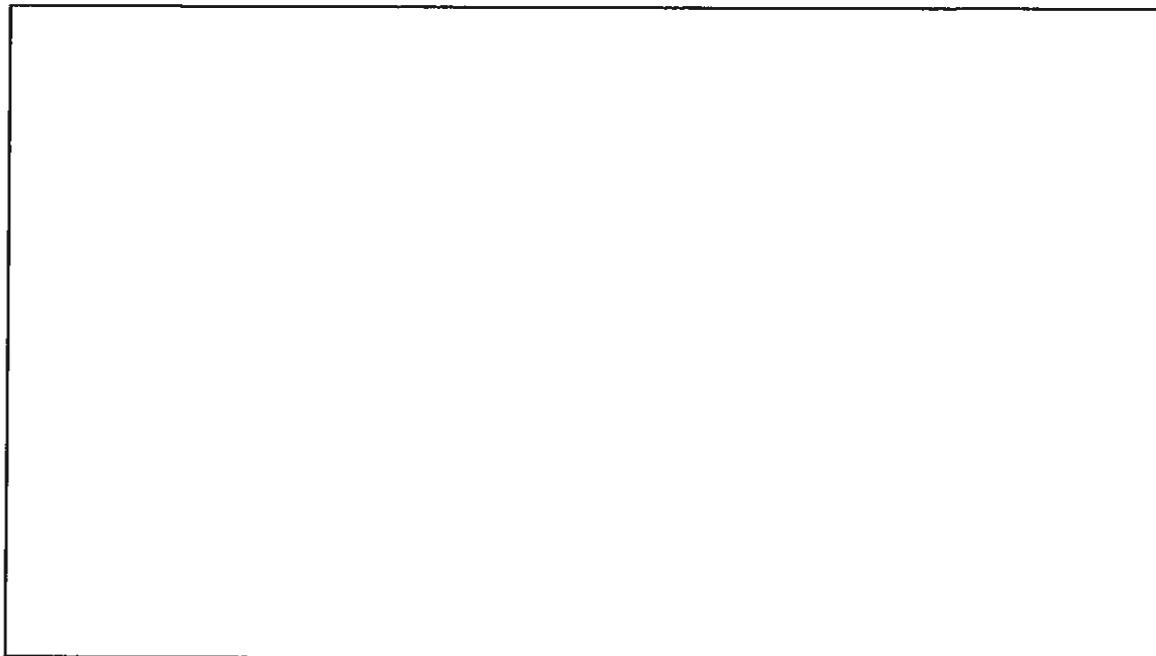
- d) Beskriv den bimolekylære substitusjonsreaksjonen med detaljert reaksjonsmekanisme, når **2-1** reageres med  $\text{CH}_3\text{O}^- \text{Na}^+$  i metanol. Skisser herunder strukturen til overgangstilstanden, (TS). Hvilke produkt(er) forventes dannet? Angi stereokjemien til produkt(ene), (*R/S*- og *E/Z*-nomenklatur). Navngi reaksjonen.



- e) Beskriv monomolekylær eliminasjon, med detaljerte reaksjonsmekanisme, for **2-1** ved reaksjon med  $\text{CH}_3\text{O}^- \text{Na}^+$  i metanol. Hvilke(t) produkt(er) forventes dannet. Angi stereokjemien til produkt(ene), (*R/S*- og *E/Z*-nomenklatur). Navngi reaksjonen.

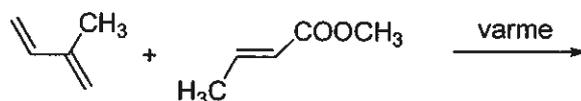


- f) Beskriv bimolekylære eliminasjon, med detaljerte reaksjonsmekanismer, for 2-1 ved reaksjon med  $\text{CH}_3\text{O}^- \text{Na}^+$  i metanol. Hvilke produkt(er) det forvente blir dannet. Angi stereokjemien til produkt(ene), (*R/S*- og *E/Z*-nomenklatur). Navngi reaksjonen.

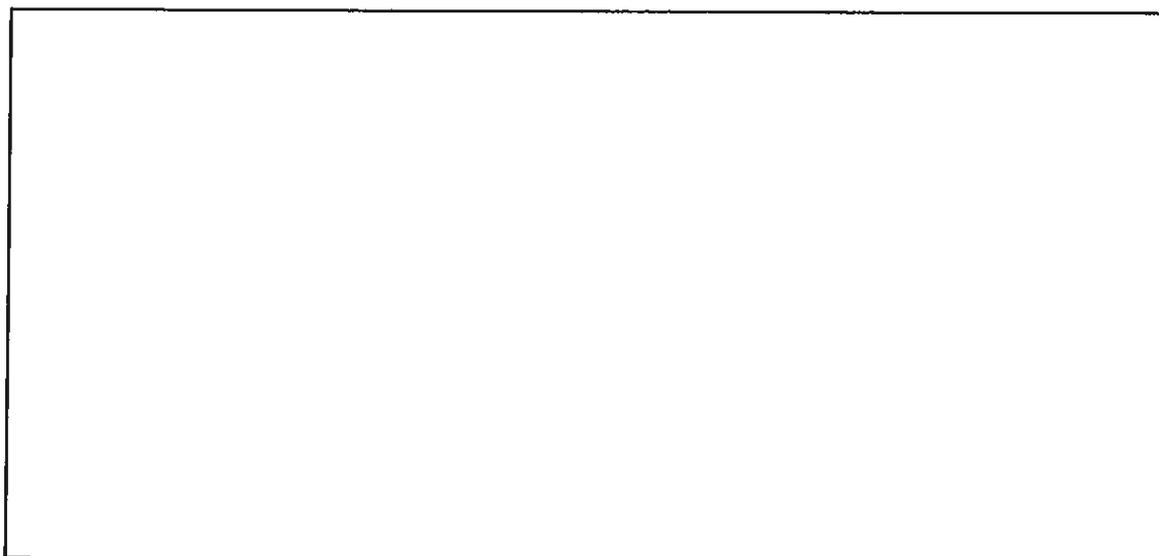


### Oppgave 3.

- a) Hvilke produkter forventes dannet ved reaksjonen mellom isopren og metylkrotonat. Vis en mekanisme som angir hvordan produktet blir dannet. Husk å angi stereokjemien til produkt(ene), (*cis* / *trans*).



- b) Dette er en navnereaksjon. Hva kalles reaksjonen?



**Student no.:**

A large, empty rectangular box with a thin black border, occupying most of the page. It is intended for the student to write their identification number.

**Student no.:**