

## Huvudansökan, kandidatprogrammet i kemi

Urvalsprov 29.5.2017

Texta dina person- och kontaktuppgifter.

Skriv ditt namn med latinska bokstäver (abcd...), inte t.ex. med kyrilliska bokstäver (абгд...).

Om du inte har en finsk personbeteckning, skriv i stället ditt födelsedatum.

Efternamn	
Samtliga förnamn	
Personbeteckning	
E-postadress	
Telefonnummer	

Kontrollera med hjälp av sidnumren att du har fått alla sidor.

Skriv ditt namn och din personbeteckning på varje sida, även om du svarar inte på uppgiften på sidan.

Skriv din namnteckning i nedanstående låda som tecken på att du har kontrollerat de detaljer som nämns ovan.

Namnteckning	
--------------	--

Om du vill att dina svar på uppgifterna bedöms, lämna nedanstående låda tom.

Om du vill att dina svar på uppgifterna inte bedöms, skriv följande text i nedanstående låda:

*"Jag vill att mina svar inte bedöms"*. I det här fallet får du noll poäng för dina svar.

Avstående från bedömning	
--------------------------	--

Tekniska anteckningar: KEMI A (A)

Namn: \_\_\_\_\_

Personbeteckning: \_\_\_\_\_

Den här sidan är avsedd för universitetets anteckningar. Gör inga egna anteckningar på den här sidan.

A large, empty rectangular box with a thin black border, occupying most of the page below the header. It is intended for technical notes, as indicated by the text above it.

**Urvalsprovet i kemi vid Helsingfors universitet**  
**Måndagen den 29.5.2017 kl. 14-17.**

Namn:

Personbeteckning:

**Allmänna anvisningar**

1. Behövliga naturkonstanter finns på provpapprets sida 1 och det periodiska systemet finns på sidan 2.
2. Det finns fem uppgifter i provet (1-5). Varje uppgift är värd 10 poäng.

Avogadros konstant  $N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

Allmänna gaskonstanten  $R = 8,314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1} = 0,08314 \text{ bar dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$

Normalförhållanden (NTP): Normaltemperatur  $T_0 = 273,15 \text{ K} = 0 \text{ }^\circ\text{C}$

Normaltryck  $p_0 = 101,3 \text{ kPa} = 1,013 \text{ bar}$

Vattnets jonprodukt  $K_w = 1,0 \cdot 10^{-14}$ .

---

IA 1	IIA 2	IIIA 3	IVA 4	VA 5	VIA 6	VIIA 7	VIII 8 9 10			IB 11	IIB 12	IIIB 13	IVB 14	VB 15	VIB 16	VIIIB 17	0 18
1 <b>H</b> 1.0079																	2 <b>He</b> 4.0026
3 <b>Li</b> 6.941	4 <b>Be</b> 9.0122											5 <b>B</b> 10.811	6 <b>C</b> 12.011	7 <b>N</b> 14.007	8 <b>O</b> 15.999	9 <b>F</b> 18.998	10 <b>Ne</b> 20.180
11 <b>Na</b> 22.990	12 <b>Mg</b> 24.305											13 <b>Al</b> 26.982	14 <b>Si</b> 28.086	15 <b>P</b> 30.974	16 <b>S</b> 32.065	17 <b>Cl</b> 35.453	18 <b>Ar</b> 39.948
19 <b>K</b> 39.098	20 <b>Ca</b> 40.078	21 <b>Sc</b> 44.956	22 <b>Ti</b> 47.867	23 <b>V</b> 50.942	24 <b>Cr</b> 51.996	25 <b>Mn</b> 54.938	26 <b>Fe</b> 55.845	27 <b>Co</b> 58.993	28 <b>Ni</b> 58.693	29 <b>Cu</b> 63.546	30 <b>Zn</b> 65.409	31 <b>Ga</b> 69.723	32 <b>Ge</b> 72.64	33 <b>As</b> 74.922	34 <b>Se</b> 78.96	35 <b>Br</b> 79.904	36 <b>Kr</b> 83.798
37 <b>Rb</b> 85.468	38 <b>Sr</b> 86.72	39 <b>Y</b> 88.906	40 <b>Zr</b> 91.224	41 <b>Nb</b> 92.906	42 <b>Mo</b> 95.94	43 <b>Tc</b> (98)	44 <b>Ru</b> 101.07	45 <b>Rh</b> 102.91	46 <b>Pd</b> 106.42	47 <b>Ag</b> 107.87	48 <b>Cd</b> 112.41	49 <b>In</b> 114.82	50 <b>Sn</b> 118.71	51 <b>Sb</b> 121.76	52 <b>Te</b> 127.60	53 <b>I</b> 126.90	54 <b>Xe</b> 131.29
55 <b>Cs</b> 132.91	56 <b>Ba</b> 137.33	57 <b>La*</b> 1138.91	72 <b>Hf</b> 178.49	73 <b>Ta</b> 180.95	74 <b>W</b> 183.84	75 <b>Re</b> 186.21	76 <b>Os</b> 190.23	77 <b>Ir</b> 192.22	78 <b>Pt</b> 195.08	79 <b>Au</b> 196.97	80 <b>Hg</b> 200.59	81 <b>Tl</b> 204.38	82 <b>Pb</b> 207.2	83 <b>Bi</b> 208.98	84 <b>Po</b> (209)	85 <b>At</b> (210)	86 <b>Rn</b> (222)
87 <b>Fr</b> (223)	88 <b>Ra</b> (226)	89 <b>Ac**</b> (227)	104 <b>Rf</b> (261)	105 <b>Db</b> (262)	106 <b>Sg</b> (266)	107 <b>Bh</b> (264)	108 <b>Hs</b> (277)	109 <b>Mt</b> (268)	110 <b>Ds</b> (281)	111 <b>Rg</b> (272)	112 <b>Uub</b> (285)	113 <b>Uut</b> (284)	114 <b>Uuq</b> (289)	115 <b>Uup</b> (288)			

\*Lantanidit

58 <b>Ce</b> 140.12	59 <b>Pr</b> 140.91	60 <b>Nd</b> 144.24	61 <b>Pm</b> (145)	62 <b>Sm</b> 150.36	63 <b>Eu</b> 151.96	64 <b>Gd</b> 157.25	65 <b>Tb</b> 158.93	66 <b>Dy</b> 162.50	67 <b>Ho</b> 164.93	68 <b>Er</b> 167.26	69 <b>Tm</b> 168.93	70 <b>Yb</b> 173.04	71 <b>Lu</b> 174.97
---------------------------	---------------------------	---------------------------	--------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------

\*Aktinidit

90 <b>Th</b> 242.04	91 <b>Pa</b> 231.03	92 <b>U</b> 238.03	93 <b>Np</b> (237)	94 <b>Pu</b> (244)	95 <b>Am</b> (243)	96 <b>Cm</b> (247)	97 <b>Bk</b> (247)	98 <b>Cf</b> (251)	99 <b>Es</b> (252)	100 <b>Fm</b> (257)	101 <b>Md</b> (258)	102 <b>No</b> (259)	103 <b>Lf</b> (262)
---------------------------	---------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------

Namn:

Personbeteckning:

1. Skriv reaktionslikheterna:

a) Metalliskt natrium reagerar med vatten

b) Metalliskt koppar upplöses i salpetersyra och kväveoxid bildas.

c) Permanganatjonen oxiderar glukos ( $C_6H_{12}O_6$ ) till koldioxid. ( $Mn^{2+}$  joner bildas)

d) Klor framställs genom oxidation av väteklorid med kaliumpermanganat. ( $Mn^{2+}$  joner bildas)

Namn:	Personbeteckning:
-------	-------------------

2. Definiera eller förklara:

a) Elektronegativitet

b) Hunds regel

c) Kiralitet

d) Karboxylsyraanhydrid

e)  $sp^3$ - hybridisering

Namn:

Personbeteckning:

3. Beräkna lösligheten för följande ämnena i rent vatten, då löslighetsproduterna ( $K_s$ ) är kända.

- a) FeS  $K_s = 3,7 \times 10^{-19}$   
b) Pb(OH)<sub>2</sub>  $K_s = 1,2 \times 10^{-15}$   
c) Ba<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>  $K_s = 6,0 \times 10^{-39}$

Namn:	Personbeteckning:
-------	-------------------

4. Rita strukturformeln för följande föreningar (a och b). Om namnet inte är entydigt, ge exakta namnet för den förening du har väljat.

a. 2-klor-2-metylpentan

b. Butanon

Rita strukturformeln för två föreningar ur båda föreningsklasserna (c och d) samt namnge föreningarna.

c. Tertiär amin

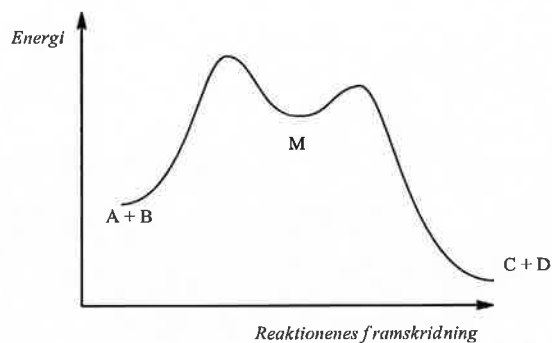
d. Sekundär alkohol

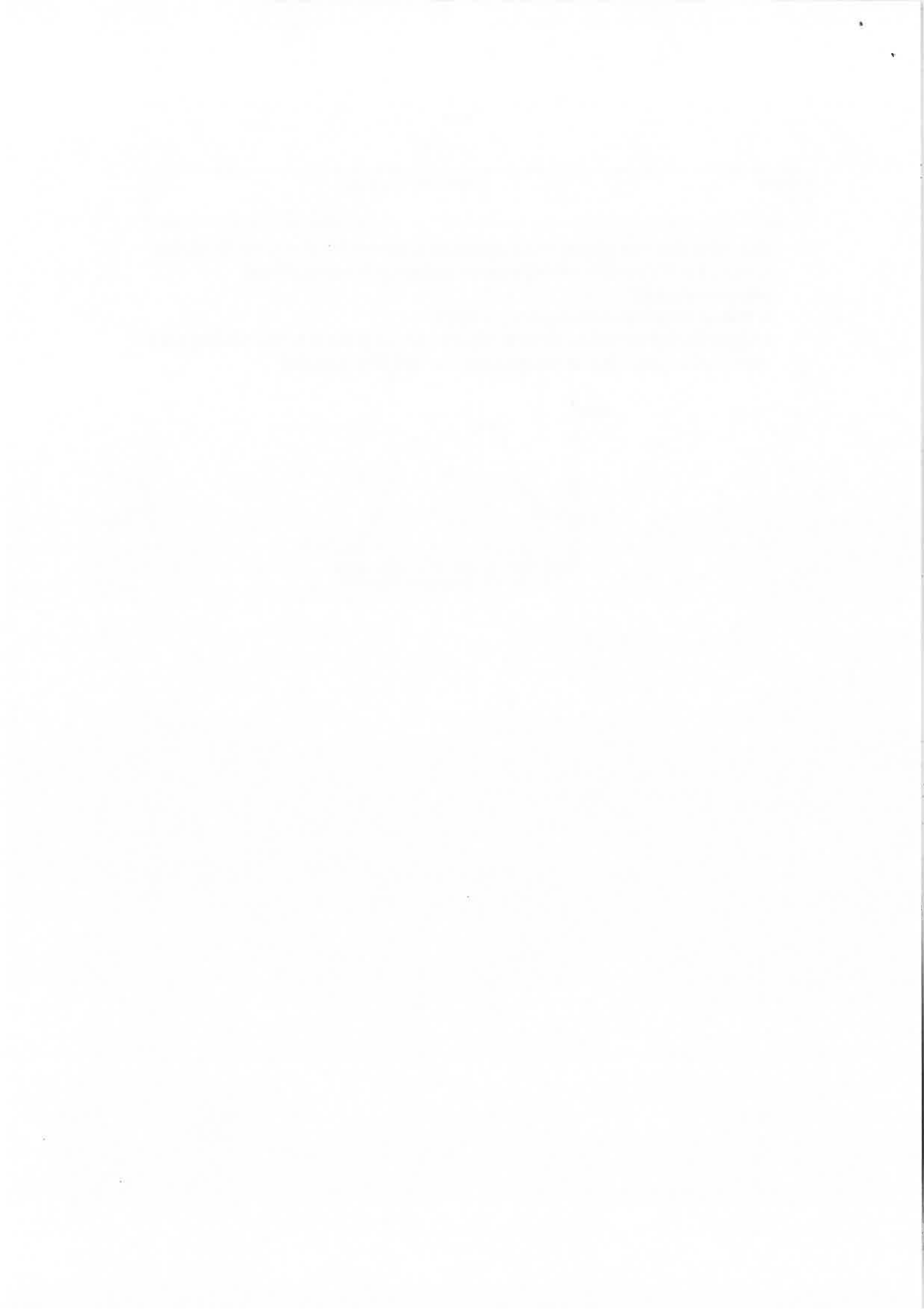


Namn:

Personbeteckning:

5. I figur nedan visas med hjälp av en energiprofil hur reaktionen  $A + B \rightarrow C + D$  framskrider.
- Ange på grafen det ställe som representerar reaktionens övergångstillstånd (transitionstillstånd).
  - Märk ut reaktionens aktiveringsenergi i figuren.
  - Ur profilen kan det märkas, att det är fråga om en tvåstegs reaktion. Kan man på grund av denna profil avgöra, vilken av reaktionstegen sker med större hastighet?





**Helsingin yliopiston kemian valintakoe: Mallivastaukset.**  
**Maanantaina 29.5.2017 klo 14-17**

Avogadron vakio  $N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

Yleinen kaasuvakio  $R = 8,314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1} = 0,08314 \text{ bar dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$

Normaaliolosuhteet (NTP): Normaalilämpötila  $T_0 = 273,15 \text{ K} = 0 \text{ }^\circ\text{C}$

Normaalipaine  $p_0 = 101,3 \text{ kPa} = 1,013 \text{ bar}$

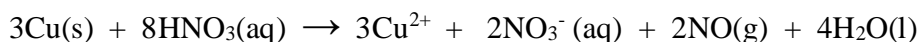
Veden ionitulo  $K_w = 1,0 \cdot 10^{-14}$ .

1. Kirjoita reaktioyhtälö.

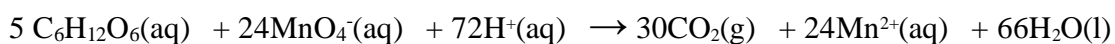
a) Metallinen natrium reagoi veden kanssa.



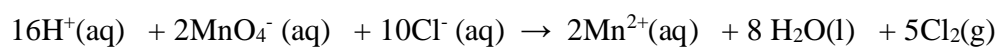
b) Metallinen kupari liukenee typpihappoon ja muodostuu typpimonoksidia.



c) Permanganaatti-ioni hapettaa glukoosin ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ) hiilidioksidiksi. (Syntyy  $\text{Mn}^{2+}$  -ioneja)



d) Klooria valmistetaan hapettamalla vetykloridia kaliumpermanganaatilla. (Syntyy  $\text{Mn}^{2+}$  -ioneja)



## 2. Määrittele tai selitä:

## a) Elektronegatiivisuus

Elektronegatiivisuus on alkuaineen, eli yksittäisen atomin, kyky vetää puoleensa elektroneja *yhdisteessä*. Paulingin lukuarvot vaihtelevat välillä 0,7 - 4,0. Sidoksessa kahden atomin elektronegatiivisuusero kuvaa ioniluonnetta. Suuri elektronegatiivisuusero (esim. 2,5 - 3,2) tarkoittaa ionisidosta ja pieni (esim. 0,0 - 0,7) kovalenttista sidosta.

## b) Hundin sääntö

Yhdellä orbitaalilla voi olla enintään kaksi elektronia. Hundin säännön mukaan elektronit kuitenkin sijoittuvat samanenergisille orbitaaleille yksittäin samansuuntaisin spinein niin monelle orbitaalille kuin mahdollista.

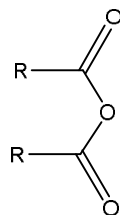
## c) Kiraalisuus

Kiraalinen molekyyli on *epäsymmetrinen* eli *asymmetrinen*. Tällainen molekyyli on epäidenttinen peilikuvansa kanssa. Kiraalisia voivat olla esimerkiksi orgaanisen yhdisteen molekyylit joissa on yksi tai useampi *asymmetrinen hiiliatomi* (kiraliakeskus), eli hiiliatomi, johon on sitoutunut neljä keskenään erilaista atomia tai atomiryhmää.

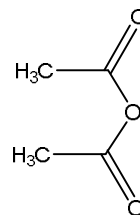
(Kiraalisuuteen perustuvat erilaiset *stereoisomerian* tyypit: enantiomeria eli peilikuvaisomeria ja diastereoisomeria. Optinen isomeria tarkoittaa, että kiraalisen yhdisteen liuos kääntää tasopolaroidun valon polarisaatiotasoa, ja peilikuvaisomeerit kääntävät tasoa keskenään vastakkaisiin suuntiin mutta yhtä paljon.)

## d) Karboksyylihapon anhydridi

Anhydridi on karboksyylihapon johdos, joka muodostuu kahden happomolekyylin liittyessä kondensaatioreaktiolla (anhydridi: vettä on poistunut)



Karboksyylihapon RCOOH  
anhydridi

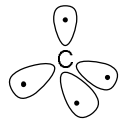
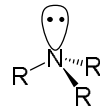
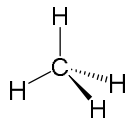
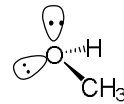


Etikkahapon anhydridi  
eli asetanhydridi

e)  $sp^3$ -hybridisaatio

Hybridisaatiolla tarkoitetaan atomin erilaisten orbitaalien yhdistymistä keskenään samanarvoisiksi orbitaaleiksi sidosten muodostuessa. Näin muodostuneilla hybridiorbitaaleilla on keskenään sama energia ja sama muoto. Hybridisaatiomalli liittyy *valenssisidosteoriaan*.  $sp^3$ -hybridisaatioissa yksi pallonmuotoinen  $s$ -orbitaali ja tätä korkeammalla energiatasolla olevat kolme keskenään suorakulmaisesti suuntautunutta  $p$ -orbitaalia muodostavat neljä keskenään samanlaista  $sp^3$ -hybridiorbitaalia.  $sp^3$ -orbitaalit suuntautuvat atomiytimestä kuvitellun tetraedrin kärkiä kohti. Puhtaiden  $sp^3$ -orbitaalien välinen kulma on  $109^\circ$ .

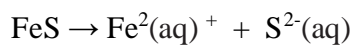
Esimerkkejä

Tyydyttynyt hiilivety:  $sp^3$ -hybridisoitunut hiiliatomiAmiini:  $sp^3$ -hybridisoitunut typpi-atomiAlkoholi tai vesi:  $sp^3$ -hybridisoitunut happiatomi

3. Laske seuraavien aineiden liukoisuudet puhtaaseen veteen kun liukoisuustulot ( $K_s$ ) tunnetaan.

Merkitään ja ratkaistaan,  $s$ , molaarinen liukoisuus.

a)  $\text{FeS} \quad K_s = 3,7 \times 10^{-19}$

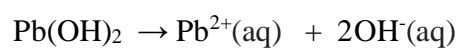


$$s \qquad \qquad s$$

$$K_s = [\text{Fe}^{2+}][\text{S}^{2-}] = s^2 = 3,7 \times 10^{-19}$$

$$s^2 = 3,7 \times 10^{-19}$$

$$s = 6,1 \times 10^{-10}$$

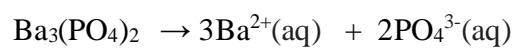


$$K_s = [\text{Pb}^{2+}][\text{OH}^-]^2 = 4s^3 = 1,2 \times 10^{-15}$$

$$4s^3 = 1,2 \times 10^{-15}$$

$$s^3 = 3,0 \times 10^{-16}$$

$$s = 6,6 \times 10^{-6}$$



$$K_s = [\text{Ba}^{2+}]^3[\text{PO}_4^{3-}]^2 = (3s)^3(2s)^2 = 6,0 \times 10^{-39}$$

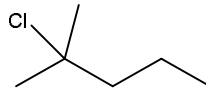
$$108s^5 = 6,0 \times 10^{-39}$$

$$s^5 = 5,55 \times 10^{-41}$$

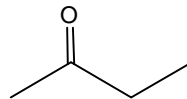
$$s = 8,9 \times 10^{-8}$$

4. Piirrä seuraavien yhdisteiden (a ja b) rakennekaava. Mikäli nimi ei ole yksiselitteinen, anna valitsemallesi yhdisteelle tarkka nimi.

- a. 2-kloori-2-metyylipentaani



- b. Butanoni

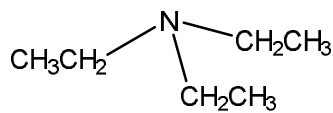


(Huomaa, että paikkanumeroa funktionaaliselle ryhmälle ei tässä tarvita)

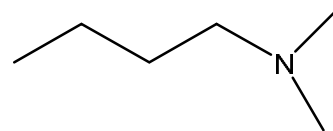
Piirrä kummastakin yhdistetyypistä (c ja d) kahden yhdisteen rakennekaava ja nimeä kyseiset yhdisteet.

- c. Tertiäärinen amiini

*Tertiäärisen amiinin typpiin on sitoutunut kolme hiiliatomia (hiiliketjua).*



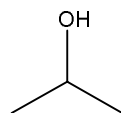
Trietyyliamiini



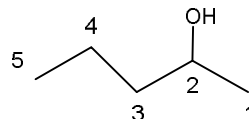
Dimetyylibutyyliamiini  
tai N,N-dimetyyliaminobutaani

- d. Sekundäärinen alkoholi

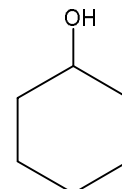
*Sekundäärisessä alkoholissa hydroksyyliiryhmän sitovaan hiiliin on liittynyt kaksi muuta hiiliatomia. Esimerkkejä:*



Nimi: propan-2-oli  
tai 2-propanoli  
tai isopropanoli

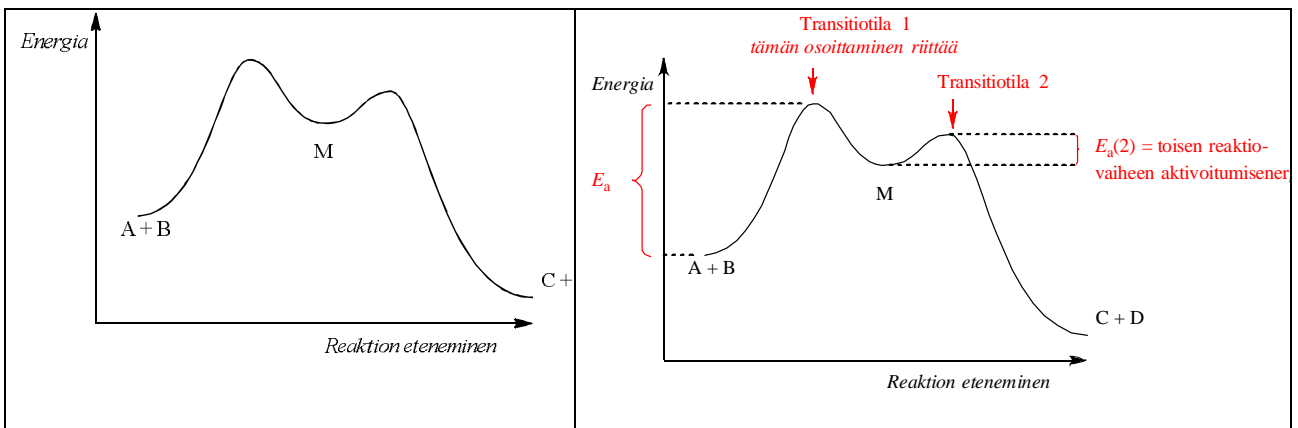


Pentan-2-oli  
tai 2-pentanoli



Sykloheksanoli

5. Ohessa on kuvattu reaktion  $A + B \rightarrow C + D$  kulkua energiaprofiilin avulla.
- Merkitse kuvaajaan kohta, joka edustaa reaktion siirtymätilaa (transitiotila).
  - Merkitse kuvaajaan reaktion aktivoitumisenergia.
  - Kuvaajasta nähdään, että reaktiossa on kaksi vaihetta. Voidaanko kuvaajan perusteella päätellä, kumpi näistä vaiheista on nopeampi?



- c) Reaktion nopeus on verrannollinen aktivoitumisenergiaan: mitä suurempi aktivoitumisenergia, sitä hitaampi reaktio. Kaavio kuvaa tilannetta, jossa ensimmäinen vaihe on hidas ja toinen vaihe nopea (aktivoitumisenergia 1 on selvästi suurempi kuin aktivoitumisenergia 2. Tällöin välituote M reagoi heti muodostuttuaan tuotteiksi C+D).