

## 2. Almenna landskeppnin í efnafræði

5. nóvember 2002, kl. 8:00-10:00 (120 mín.)

**Nafn:** \_\_\_\_\_

**Kennitala:** \_\_\_\_\_

**Sími:** \_\_\_\_\_

**Tölvupóstfang:** \_\_\_\_\_

**Heimili:** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Skóli:** \_\_\_\_\_

**Braut/áfangi:** \_\_\_\_\_

**Námsár:** 1. ár      2. ár      3. ár      4. ár

### Almennar leiðbeiningar

- Opnið ekki spurningaheftin fyrr en ykkur er sagt að gera það.
- Spurningarnar eru alls 28 og eru á 15 tölusettum blaðsíðum, auk forsíðu og formúlublaðs. Athugið að svo sé.
- Spurningunum er skipt í þrennt; 15 tveggja stiga fjölvalsspurningar, 10 fjögurra stiga fjölvalsspurningar og 3 stærri spurningar sem gefa tíu stig hver. Heildarstigafjöldi spurninganna er því 100.
- Ekki er gert ráð fyrir að allir geti svarað öllum spurningunum. Þó þið getið ekki svarað nema hluta spurninganna, þarf það ekki að þýða að þið standið ykkur ekki vel. Sumar spurningarnar eru mjög erfiðar.
- Einu leyfilegu hjálþargögnin eru óforritanlegar reiknivélar og næsta blaðsíða, en á henni eru formúlur, fastar og lotukerfið.
- Í fjölvalsspurningunum skal setja kross yfir viðeigandi bókstaf, en í síðustu þremur spurningunum skal svarið skrifað fyrir neðan spurninguna. Ef plássið er ekki nægjanlegt, skal skrifa aftan á blaðsíðuna fyrir framan og merkja greinilega um hvaða lið er að ræða. Ekki verður farið yfir laus blöð sem kunna að fylgja verkefninu.
- Sumar spurningarnar eru í nokkrum liðum. Ef einhverjum lið er svarað rangt og svarið notað í síðari liðum verður ekki dregið frá í seinni liðunum svo framarlega sem útreikningarnir séu réttir.

## Helstu formúlur og fastar

$\Delta x$	$= \sum_{myndefni} x - \sum_{hvarfefni} x$	$pV$	$= nRT$
$\Delta G$	$= \Delta H - T\Delta S$	$p$	$= \sum_i p_i$
$\Delta G^\circ$	$= \Delta H^\circ - T\Delta S^\circ$	$q$	$= C\Delta T$
$\Delta G$	$= \Delta G^\circ + RT \ln Q$	$pH$	$= -\log [H_3O^+]$
$\Delta G^\circ$	$= -RT \ln K$	$pK_a$	$= -\log K_a$
$E$	$= E^\circ - \frac{RT}{nF} \ln Q$	$[H_3O^+]$	$= \frac{K_a}{2} \left( -1 + \sqrt{1 + \frac{4C_0}{K_a}} \right)$
$k$	$= A e^{-\frac{E_a}{RT}}$	$pH$	$= pK_a + \log \frac{[A^-]}{[HA]}$

$N_A$	$= 6,0223 \times 10^{23} \text{ mól}^{-1}$
$R$	$= 8,3144 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mól}^{-1}$
	$= 0,08206 \text{ L}\cdot\text{atm}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mól}^{-1}$
$F$	$= 96485 \text{ J}\cdot\text{V}^{-1}\cdot\text{mól}^{-1}$
1 bar	$= 0,9869 \text{ atm}$
1 atm	$= 760 \text{ torr}$
$K_w$	$= 1,00 \times 10^{-14} \text{ M}^2$

## Lotukerfið

1													18																						
1 H 1.0079	2													2 He 4.0026																					
3 Li 6.941	4 Be 9.0122																																		
11 Na 22.990	12 Mg 24.305	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17																			
19 K 39.098	20 Ca 40.078	21 Sc 44.956	22 Ti 47.867	23 V 50.942	24 Cr 51.996	25 Mn 54.938	26 Fe 55.845	27 Co (98)	28 Ni 58.933	29 Cu 58.693	30 Zn 63.546	31 Ga 65.409	32 Ge 69.723	33 As 72.64	34 Se 74.922	35 Br 78.96	36 Kr 79.904	37 Rb 85.468	38 Sr 87.62	39 Y 88.906	40 Zr 91.224	41 Nb 92.906	42 Mo 95.94	43 Tc (98)	44 Ru 101.07	45 Rh 102.91	46 Pd 106.42	47 Ag 107.87	48 Cd 112.41	49 In 114.82	50 Sn 118.71	51 Sb 121.76	52 Te 127.60	53 I 126.90	54 Xe 131.29
55 Cs 132.91	56 Ba 137.33	57-71 *	72 Hf 178.49	73 Ta 180.95	74 W 183.84	75 Re 186.21	76 Os 190.23	77 Ir 192.22	78 Pt 195.08	79 Au 196.97	80 Hg 200.59	81 Tl 204.38	82 Pb 207.2	83 Bi 208.98	84 Po (209)	85 At (210)	86 Rn (222)																		
87 Fr (223)	88 Ra (226)	89-103 #	104 Rf (261)	105 Db (262)	106 Sg (266)	107 Bh (264)	108 Hs (277)	109 Mt (268)	110 Uun (281)	111 Uuu (272)	112 Uub (285)		114 Uuq (289)																						
* Lanthanide series		57 La 138.91	58 Ce 140.12	59 Pr 140.91	60 Nd 144.24	61 Pm (145)	62 Sm 150.36	63 Eu 151.96	64 Gd 157.25	65 Tb 158.93	66 Dy 162.50	67 Ho 164.93	68 Er 167.26	69 Tm 168.93	70 Yb 173.04	71 Lu 174.97																			
# Actinide series		89 Ac (227)	90 Th 232.04	91 Pa 231.04	92 U 238.03	93 Np (237)	94 Pu (244)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (247)	98 Cf (251)	99 Es (252)	100 Fm (257)	101 Md (258)	102 No (259)	103 Lr (262)																			

## I. hluti - tveggja stiga spurningar

### 1. dæmi.

Siggi sæti og Nenni níski frá Latabæ voru í rímnaleik. Siggi þurfti að finna orð sem rímaði á móti sól og datt í hug orðið mól. Nenna níska leist illa á þetta orð og sagði að mól væri ekki til. Hvert af eftirfarandi á mest sameiginlegt með hugtakinu *mól*?

- (a) Kíló af sykri.
- (b) Lítri af vatni.
- (c) Kók og pulsa með öllu.
- (d) Par af skóm.

### 2. dæmi.

Hvert eftirfarandi frumefna hefur enga óparaða rafeind í grunnástandi?

- (a) Li.
- (b) Be.
- (c) B.
- (d) C.

### 3. dæmi.

Hver eftirfarandi fullyrðinga um natríum (Na) og klór (Cl) er rétt?

- (a) Natríum er rafneikvæðara og hefur hærri jónunarorku.
- (b) Natríum er stærra atóm og hefur hærri jónunarorku.
- (c) Klór er rafneikvæðari og hefur hærri jónunarorku.
- (d) Klór er stærra atóm og hefur hærri jónunarorku.

### 4. dæmi.

Bikarglas inniheldur 50,0 mL af 0,20 M  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  lausn. Ef 50,0 mL af 0,10 M  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$  lausn er bætt í bikarglassið myndast botnfall. Hver er lokastyrkur súlfatjóna í lausninni?

- (a) 0,20 M.
- (b) 0,10 M.
- (c) 0,050 M.
- (d) 0,025 M.

**5. dæmi.**

Hvert eftirtalinna efna hefur hæst suðumark?

- (a) Pentan.
- (b) 1-bútanól.
- (c) Própansýra.
- (d) Cyclopentan.

**6. dæmi.**

Hverja eftirtalinna sýrna er heppilegast að nota ef búa á til stuðpúðalausn með  $pH = 4$ ?

- (a) Oxalsýru,  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ,  $K_a = 5,6 \times 10^{-2}$ .
- (b) Fosfórsýru,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $K_a = 7,1 \times 10^{-3}$ .
- (c) Maurasýru,  $\text{HCOOH}$ ,  $K_a = 1,8 \times 10^{-4}$ .
- (d) Bórsýru,  $\text{H}_3\text{BO}_3$ ,  $K_a = 5,8 \times 10^{-10}$ .

**7. dæmi.**

Klukkan 18:45 föstudaginn 23. mars árið 1962 hvarfaði Neil Bartlett við háskólann í bresku Kólumbíu, rauðt  $\text{PtF}_6$  við frumefnið  $\text{X}(g)$  og fékk gult fast efni,  $\text{XPtF}_6$ . Petta var fyrsta efnasamband frumefnisins X. Massaprósenta Pt í gula efninu reyndist vera 44,3%. Hvert er frumefnið X?

- (a) Kr.
- (b) I.
- (c)  $\text{ClF}_5$ .
- (d) Xe.

**8. dæmi.**

Hvert eftirfarandi efnasambanda er ekki í samræmi við regluna um áttuhvolf?

- (a)  $\text{OF}_2$ .
- (b)  $\text{NF}_3$ .
- (c)  $\text{PF}_5$ .
- (d)  $\text{AsF}_3$ .

**9. dæmi.**

Hver eru formerki  $\Delta G^\circ$  og gildi  $K$  fyrir rafhlöðu með  $E_{cell}^\circ = 0,80$  V?

- (a)  $\Delta G^\circ < 0, K > 1.$
- (b)  $\Delta G^\circ > 0, K > 1.$
- (c)  $\Delta G^\circ < 0, K < 1.$
- (d)  $\Delta G^\circ > 0, K < 1.$

**10. dæmi.**

Fyrir hvert eftirfarandi ferla má búast við að  $\Delta S^\circ$  sé stærst?

- (a)  $O_2(g) + 2 H_2(g) \longrightarrow 2 H_2O(g).$
- (b)  $H_2O(s) \longrightarrow H_2O(l).$
- (c)  $H_2(g) + I_2(g) \longrightarrow 2 HI(g).$
- (d)  $N_2O_4(g) \longrightarrow 2 NO_2(g).$

**11. dæmi.**

Í lotukerfinu er gefinn upp massi eins móls fyrir hvert frumefni í einingunni *grömm* (g). Þessi sama tala er einnig massi eins atóms í einingunni *amu* (e. atomic mass unit). Hvert er sambandið á milli amu einingarinar og tölu Avogadrosar ( $N_A$ )?

- (a)  $amu = N_A.$
- (b)  $amu = N_A + 1.$
- (c)  $amu = \frac{1}{N_A}.$
- (d)  $amu = 1.$

**12. dæmi.**

Í íláti er blanda af súrefnispáni og helíumgasi við 0,900 atm þrýsting. Blandan er búin til úr 40,0 g af hvoru efni. Hver er hlutþrýstingur súrefnis í blöndunni?

- (a) 0,100 atm.
- (b) 0,123 atm.
- (c) 0,751 atm.
- (d) 0,850 atm.

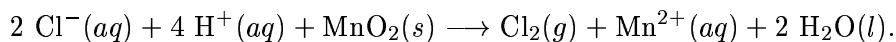
**13. dæmi.**

Öll eftirtalin sölt hafa sama leysnimargfeldi, nefnilega  $K_{sp} = 1,0 \times 10^{-10}$ . Hvert þeirra er torleystast?

- (a) XY.
- (b) XY<sub>2</sub>.
- (c) X<sub>3</sub>Y.
- (d) X<sub>2</sub>Y<sub>3</sub>.

**14. dæmi.**

Klórgas má mynda með hvarfinu

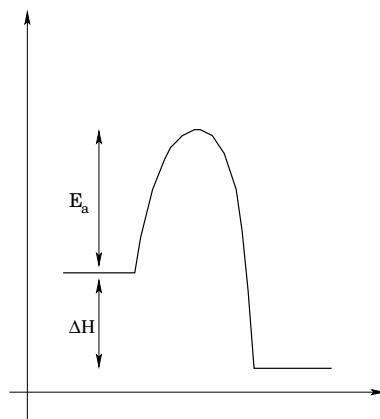


Hvert hvarfefnanna er afoxarinn?

- (a) Cl<sup>-</sup>.
- (b) H<sup>+</sup>.
- (c) Mn(IV).
- (d) O<sub>2</sub>.

**15. dæmi.**

Hvað gerist á þessari mynd þegar hvarf er hvatað?



- (a)  $\Delta H$  minnkar.
- (b)  $\Delta H$  eykst.
- (c)  $E_a$  minnkar.
- (d)  $E_a$  og  $\Delta H$  stækka.

## II. hluti - fjögurra stiga spurningar

### 16. dæmi.

Niturgas má mynda með því að leiða ammóníak yfir fast koparoxíð við háan hita. Efna-hvarfið er:

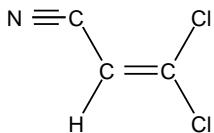


Ef 18,1 g af  $\text{NH}_3$  hvarfast við 90,4 g af  $\text{CuO}$ , hversu mörg grömm af  $\text{N}_2$  myndast?

- (a) 14,8 g.
- (b) 10,6 g.
- (c) 29,7 g.
- (d) 31,9 g.

### 17. dæmi.

Hversu mörg  $\sigma$ - og  $\pi$ -tengi eru í eftirfarandi sameind?



- (a)  $5\sigma$  og  $4\pi$ .
- (b)  $6\sigma$  og  $3\pi$ .
- (c)  $7\sigma$  og  $2\pi$ .
- (d)  $8\sigma$  og  $1\pi$ .

### 18. dæmi.

40,00 mL af vatnslausn daufrar einvirkrar sýru eru titraðir með 0,1000 M  $\text{NaOH}$  lausn. Eftir að búið er að bæta 20,00 mL af basa út í er sýrustigið  $pH = 5,75$ . Jafngildispunkti er náð þegar búið er að bæta 35,00 mL af basanum út í lausnina. Hver er klofningsfasti sýrunnar,  $K_a$ ?

- (a)  $K_a = 7,9 \times 10^{-5}$ .
- (b)  $K_a = 1,3 \times 10^{-6}$ .
- (c)  $K_a = 2,4 \times 10^{-6}$ .
- (d)  $K_a = 7,9 \times 10^{-6}$ .

**19. dæmi.**

Tveir 25 mL skammtar af blöndu sýrnanna HCl og H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> ( $pK_{a_1} = 2,12$ ,  $pK_{a_2} = 7,21$ ,  $pK_{a_3} = 12,67$ ) voru titraðir með 0,10 M NaOH lausn. Í fyrra skiptið var litvísirinn brómkresólgrænn notaður, en hann skiptir úr gulum lit í bláan á sýrustigsbilinu 4,0-5,5. Í seinna skiptið var litvísirinn thymolphthalein notaður, en hann skiptir úr litleysu í bláan lit á sýrustigsbilinu 9,5-10,5. Í fyrri titrunina þurfti 12 mL af basa að jafnvægispunkti, en 16 mL í þá seinni. Hvert er móhlutfallið HCl : H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> í blöndunni?

(a) 2 : 1.

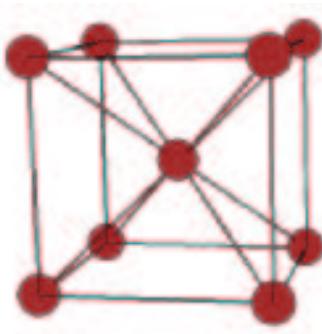
(b) 1 : 2.

(c) 3 : 1.

(d) 1 : 3.

**20. dæmi.**

Natríum kristall (Na(s)) hefur byggingu sem nefnist miðlægur teningur (e. body centered cubic), þar sem eitt Na atóm er inni í miðjum teningu og eitt Na atóm er á sérhverju horni teningsins (sjá mynd). Takið eftir að hvert hornatóm er aðeins að 1/8 hluta inn í teningnum. Ef kantlengd teningsins er 429,06 pm, hver er þá eðlismassi Na kristals?



(a) 0,97 g/cm<sup>3</sup>.

(b) 1,22 g/cm<sup>3</sup>.

(c) 1,57 g/cm<sup>3</sup>.

(d) 2,39 g/cm<sup>3</sup>.

**21. dæmi.**

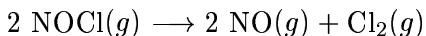
Varminn sem myndast við bruna glúkósa ( $C_6H_{12}O_6$ ) er mældur í brunavarmamæli (varmaeinangrað ílát sem er fyllt með þekktu magni af vatni). Varmarýmd ílásins er  $2,21 \text{ kJ}/^\circ\text{C}$  og varmarýmd vatns er  $4,18 \text{ J/g}^\circ\text{C}$ . Þegar  $3,00 \text{ g}$  af glúkósa eru brennd í brunavarmamæli með  $1,20 \text{ kg}$  af vatni þá hækkar hitastig kerfisins frá  $19,00^\circ\text{C}$  í  $25,50^\circ\text{C}$ . Hversu mikill varmi myndast við bruna á  $1,00 \text{ móli}$  af glúkósa? Efnahvarfið er:



- (a)  $1,01 \cdot 10^3 \text{ kJ}$ .
- (b)  $2,82 \cdot 10^3 \text{ kJ}$ .
- (c)  $3,19 \cdot 10^3 \text{ kJ}$ .
- (d)  $3,87 \cdot 10^3 \text{ kJ}$ .

**22. dæmi.**

Efnahvarfið

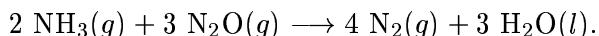


hefur hraðafastann  $k$  við  $100^\circ\text{C}$ . Virkjunarorka hvarfsins er  $E_a = 98,0 \text{ kJ/mól}$ . Hversu mikið þarf að hækka hitann til að hvarfið gangi tvöfalt hraðar?

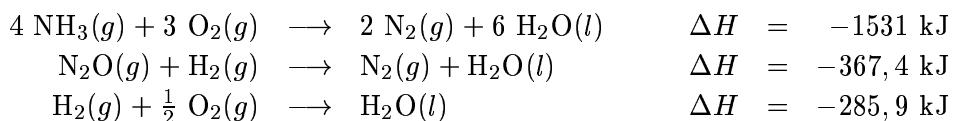
- (a)  $8^\circ\text{C}$ .
- (b)  $18^\circ\text{C}$ .
- (c)  $80^\circ\text{C}$ .
- (d)  $180^\circ\text{C}$ .

**23. dæmi.**

Notið eftirfarandi efnahvörf til þess að finna  $\Delta H$  fyrir efnahvarfið



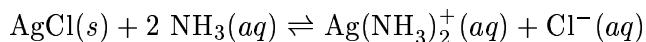
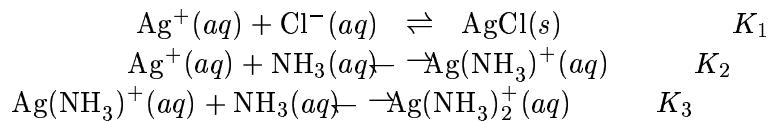
Notist við hvörfin:



- (a)  $-1509,1 \text{ kJ}$ .
- (b)  $-1010,0 \text{ kJ}$ .
- (c)  $-807,1 \text{ kJ}$ .
- (d)  $-2793,3 \text{ kJ}$ .

**24. dæmi.**

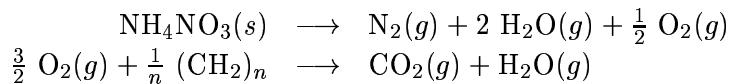
Efnajafnvægið

hefur jafnvægisfastann  $K$ . Það er samsett úr jafnvægjunumHvert er gildi  $K$ ?

- (a)  $K_1 \cdot K_2 \cdot K_3$ .
- (b)  $\frac{K_2 \cdot K_3}{K_1}$ .
- (c)  $\frac{K_3}{K_1}$ .
- (d)  $K_1 \cdot K_2^2 \cdot K_3$ .

**25. dæmi.**

Ammóniumnítrat ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ) blandað með steinolíu er ódýr blanda og mikið notuð sem sprengiefni. Olían er úr löngum kolvettniskeðjum,  $((\text{CH}_2)_n, n = 8 - 15)$  og brennur í súrefrinu sem myndast þegar ammóniumnítratið sundrast og myndar  $\text{H}_2\text{O}(g)$  og  $\text{CO}_2(g)$ . Mikill varmi myndast og fjöldi gassameinda, en hvort tveggja stuðlar að auknum krafti sprengingarinnar. Finnið það massahlutfall olíunar sem eykur kraftinn mest. Notist við eftirfarandi efnahvörð:



- (a) 2,0%.
- (b) 5,5%.
- (c) 8,5%.
- (d) 10,0%.

### **III. hluti - tíu stiga spurningar**

#### **26. dæmi.**

Hydrasín ( $\text{H}_2\text{N-NH}_2$ ) sýður við  $113,5^\circ\text{C}$  og hefur gufunarvarma  $\Delta H_{vap} = 45,3 \text{ kJ/mól}$ . Etan ( $\text{C}_2\text{H}_6$ ) sem hefur sama fjölda rafeinda og nánast sama massa sýður við  $-88,6^\circ\text{C}$  og hefur  $\Delta H_{vap} = 14,64 \text{ kJ/mól}$ . Svarið eftirfarandi spurningum:

- (a) Útskýrið muninn á suðumarki og gufunarvarma fyrir efnin tvö.
- (b) Reiknið óreiðu (e. entropy) efnanna tveggja við suðumark (1 atm) og útskýrið muninn.
- (c) Hydrasín leysist í vatni en etan ekki. Hvers vegna er það?

(framhald á næstu síðu)

- (d) Hydrasín er minna basískt en ammóníak og  $\text{NF}_3$  er ennþá minna basískt. Setjið fram reglu sem skýrir getu niturs til þess að taka við H atómi eftir því hvaða sethópar eru á því fyrir.
- (e) Samkvæmt reglunni þinni, er hydroxylamín ( $\text{NH}_2\text{OH}$ ) meira eða minna basískt en  $\text{NH}_3$ ?

27. dæmi.

*Kjörgas* samanstendur af punktmössum sem ferðast með föstum hraða eftir beinum línum. Agnirnar víxlverka ekki innbyrðis, að því undanskildu að þær lenda í alfjaðrandi árekstrum. Ástandsjafna kjörgass er

$$pV = nRT.$$

Að meðhöndla gas sem kjörgas er yfirleitt góð nálgun en stundum gefur hún ranga niðurstöðu, einkum við lág hitastig eða háan þrýsting. Algeng leiðréttung á kjörgassjöfnunni er svokölluð *van der Waals* jafna:

$$\left( p + \frac{n^2 a}{V^2} \right) (V - nb) = nRT$$

þar sem búið er að bæta við hana leiðréttigarstuðlunum  $a$  og  $b$ , sem fundnir eru með samanburði við tilraunaniðurstöður.

- (a) Hver er líkleg merking stuðlanna  $a$  og  $b$ ?

(b) Reiknið þrýstinginn í 10,0 L íláti sem inniheldur 2,00 mól af  $\text{Cl}_2(g)$  við 273 K samkvæmt kjörgassjöfnunni.

(c) Fyrir  $\text{Cl}_2(g)$  er  $a = 6,49 \text{ atm}\cdot\text{L}^2\cdot\text{mól}^{-2}$  og  $b = 0,0562 \text{ L}\cdot\text{mól}^{-1}$ . Reiknið þrýstinginn í 10,0 L íláti sem inniheldur 2,00 mól af  $\text{Cl}_2(g)$  við 273 K samkvæmt van der Waals jöfnunni.

(framhald á næstu síðu)

(d) Sýna má fram á að radíus sameindarinnar sé háður  $b$  samkvæmt

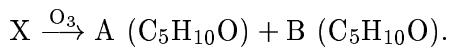
$$r = \sqrt[3]{\frac{3b}{16\pi N_A}}.$$

Reiknið rúmmál klórsameindar.

(e) Hversu hátt hlutfall heildarrúmmáls klórgass við staðalaðstæður er rúmmál sameindanna?

**28. dæmi.**

Ketónar og aldehýð innihalda karbonýlhóp. Alken X var ósonrofnn og mynduðust þá tveir ketónar, A og B, samkvæmt:

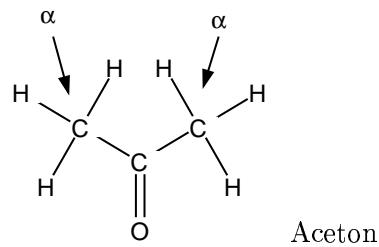


Í mælitæki sem getur greint fjölda mismunandi kolefnisumhverfa (C-umhverfa) í sameind greindust fimm C-umhverfi í A en fjögur C-umhverfi í B.

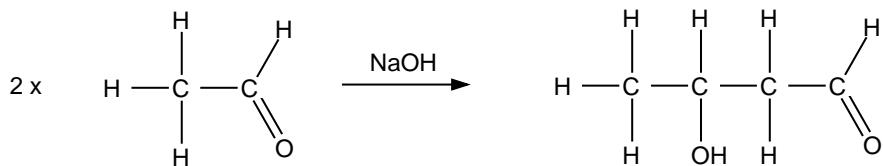
- (a) Ritið byggingarformúlur og IUPAC nöfn allra ketóna með efnaformúluna  $C_5H_{10}O$  og tilgreinið hverjir þeirra eru A og B. Sýnið jafnframt byggingarísómeru(r) X.

(framhald á næstu síðu)

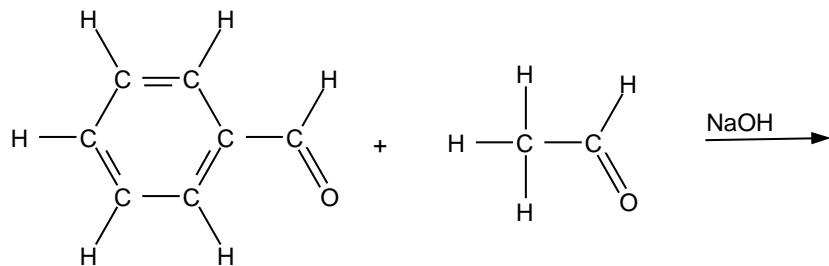
Í sumum tilfellum veldur tilvist karbonylhóps auknum súrleika vetrnisatómannna á  $\alpha$ -kolefnunum, þ.e. kolefnunum við hliðina á karbonylhópnum (sjá t.d. mynd af acetoni hér að neðan).



Þessi aukni súrleiki gefur möguleika á mörgum basahvötuðum efnahvörfum. Til dæmis hvarfast tvær etanalsameindir (acetaldehyð) á eftirfarandi hátt við basískar aðstæður:



(b) Hvert yrði myndefnið úr eftirfarandi hvarfi?



(framhald á næstu síðu)

(c) Í raun og veru eru myndast ekki alkóhólið sem maður ætti von á í lið (b), heldur myndast efni með sameindarformúluna  $C_9H_8O$ .

(i) Hvers kyns er ferlið sem veldur myndun þessa efnis,  $C_9H_8O$ ?

- |   |          |   |               |
|---|----------|---|---------------|
| 1 | afoxun   | 4 | oxun          |
| 2 | vötnun   | 5 | hringmyndun   |
| 3 | afvötnun | 6 | arómatamyndun |

(ii) Hver er líkleg bygging efnisins  $C_9H_8O$ ?