Efnafræðifélag Íslands
The Icelandic Chemical Society

∞∞∞

10. Almenna landskeppnin í efnafræði

15. febrúar 2011, 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

1. Opnið ekki spurningaheftin fyrr en ykkur er sagt að gera það.
2. Spurningarnar eru alls 21 og eru á 14 tölusettum blaðsíðum, auk forsíðu. Athugið að svo sé.
3. Spurningunum er skipt í þrennt; 10 þriggja stiga fjölvalsspurningar, 8 fimm stiga spurningar og 3 stærri spurningar sem gefa tíu stig hver. Heildarstigafjöldi spurninganna er því 100.
4. 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.
5. Einu leyfilegu hjálpargögnin eru óforritanlegar reiknivélar og næsta blaðsíða, en á henni eru formúlur, fastar og lotukerfið.
6. Í fjölvalsspurningunum skal setja kross í viðeigandi kassa, en í öðrum spurningum 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.
7. 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 eru réttir.

Helstu formúlur og fastar

$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$

$\Delta G^\circ = \Delta H^\circ - T\Delta S^\circ$

$\Delta G = \Delta G^\circ + RT \ln Q$

$\Delta x = \sum_{mynd} x - \sum_{hvarf} x$

$p = \sum_i p_i$

$[\mathrm{H_3O^+}] = \frac{K_a}{2}\left(-1 + \sqrt{1 + \frac{4C_0}{K_a}}\right)$

$k = Ae^{-\frac{E_a}{RT}}$

$E = E^\circ - \frac{RT}{nF} \ln Q$

$pH = pK_a + \log \frac{[A^-]}{[HA]}$

$\Delta G^\circ = -RT \ln K = -nFE^\circ$

$q = C\Delta T$

$PV = nRT$

$pH = -\log [\mathrm{H_3O^+}]$

$pK_a = -\log K_a$

$E = \frac{hc}{\lambda}$

$N_A = 6{,}0223 \cdot 10^{23}\mathrm{mól}^{-1}$

$F = 96485 \frac{\mathrm{J}}{\mathrm{V \cdot mól}}$

$1\mathrm{bar} = 10^5\mathrm{Pa} = 0{,}9869\mathrm{atm}$

$1\mathrm{atm} = 760\mathrm{torr}$

$K_w = 1{,}00 \cdot 10^{-14}$

$R = 8{,}3144 \frac{\mathrm{J}}{\mathrm{K \cdot mól}} = 0{,}08206 \frac{\mathrm{L \cdot atm}}{\mathrm{K \cdot mól}}$

$h = 6{,}626 \cdot 10^{-34}\mathrm{J \cdot s}$

$c = 3 \cdot 10^8\mathrm{m/s}$

1 kaloría = 4,184J

Lotukerfið

1 H hydrogen 1,00794																	2 He helium 4,003
3 Li lithium 6,941	4 Be beryllium 9,012182											5 B boron 10,811	6 C carbon 12,0107	7 N nitrogen 14,00674	8 O oxygen 15,9994	9 F fluorine 18,9984032	10 Ne neon 20,1797
11 Na sodium 22,989770	12 Mg magnesium 24,3050											13 Al aluminum 26,981538	14 Si silicon 28,0855	15 P phosphorus 30,973761	16 S sulfur 32,066	17 Cl chlorine 35,4527	18 Ar argon 39,948
19 K potassium 39,0983	20 Ca calcium 40,078	21 Sc scandium 44,955910	22 Ti titanium 47,867	23 V vanadium 50,9415	24 Cr chromium 51,9961	25 Mn manganese 54,938049	26 Fe iron 55,845	27 Co cobalt 58,933200	28 Ni nickel 58,6934	29 Cu copper 63,546	30 Zn zinc 65,39	31 Ga gallium 69,723	32 Ge germanium 72,61	33 As arsenic 74,92160	34 Se selenium 78,96	35 Br bromine 79,904	36 Kr krypton 83,80
37 Rb rubidium 85,4678	38 Sr strontium 87,62	39 Y yttrium 88,90585	40 Zr zirconium 91,224	41 Nb nubidium 92,90638	42 Mo molybdenum 95,94	43 Tc technetium (98)	44 Ru ruthenium 101,07	45 Rh rhodium 102,90550	46 Pd palladium 106,42	47 Ag silver 107,8682	48 Cd cadmium 112,411	49 In indium 114,818	50 Sn tin 118,710	51 Sb antimony 121,760	52 Te tellurium 127,60	53 I iodine 126,90447	54 Xe xenon 131,29
55 Cs caesium 132,90545	56 Ba barium 137,327	71 Lu lutetium 174,967	72 Hf hafnium 178,49	73 Ta tantalum 180,9479	74 W tungsten 183,84	75 Re rhenium 186,207	76 Os osmium 190,23	77 Ir iridium 192,217	78 Pt platinum 195,078	79 Au gold 196,96655	80 Hg mercury 200,59	81 Tl thallium 204,3833	82 Pb lead 207,2	83 Bi bismuth 208,98038	84 Po polonium (209)	85 At astatine (210)	86 Rn radon (222)
87 Fr francium (223)	88 Ra radium 226	103 Lr lawrencium (262)	104 Rf rutherfordium (261)	105 Db dubnium (262)	106 Sg seaborgium (263)	107 Bh bohrium (262)	108 Hs hassium (265)	109 Mt meitnerium (266)	110 Ds darmstadtium (269)	111 Rg roentgenium (272)	112 Cn copernicium (277)	113 Uut ununtrium	114 Uuq ununquadium	115 Uup ununpentium	116 Uuh ununhexium	117 Uus ununseptium	118 Uuo ununoctium
				57 La lanthanum 138,9055	58 Ce cerium 140,116	59 Pr praseodymium 140,90765	60 Nd neodymium 144,24	61 Pm promethium (145)	62 Sm samarium 150,36	63 Eu europium 151,964	64 Gd gadolinium 157,25	65 Tb terbium 158,92534	66 Dy dysprosium 162,50	67 Ho holmium 164,93032	68 Er erbium 167,26	69 Tm thulium 168,93421	70 Yb ytterbium 173,04
				89 Ac actinium (227)	90 Th thorium 232,0381	91 Pa protactinium 231,03588	92 U uranium 238,0289	93 Np neptunium (237)	94 Pu plutonium (244)	95 Am americium (243)	96 Cm curium (247)	97 Bk berkelium (247)	98 Cf californium (251)	99 Es einsteinium (252)	100 Fm fermium (257)	101 Md mendelevium (258)	102 No nobelium (259)

I. hluti - Þriggja stiga spurningar

1. dæmi

Raðið eftirfarandi efnum eftir lækkandi oxunartölu niturs.

$$NO_3^-, NH_3, N_2, N_2O, N_2H_4$$

- ☐ $NO_3^- > N_2O > N_2H_4 = NH_3 > N_2$
- ☐ $NO_3^- > N_2O > N_2 > N_2H_4 > NH_3$
- ☐ $NO_3^- > NH_3 > N_2H_4 > N_2O > N_2$
- ☐ $NH_3 = N_2H_4 > N_2O > NO_3^- > N_2$

2. dæmi

Veljið liðinn hér að neðan sem sýnir rétta rafeindahýsingu (rafeindaskipan) jónarinnar Fe^{3+}.

- ☐ $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^6$
- ☐ $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^3$
- ☐ $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^5$
- ☐ $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^1\ 3d^4$

3. dæmi

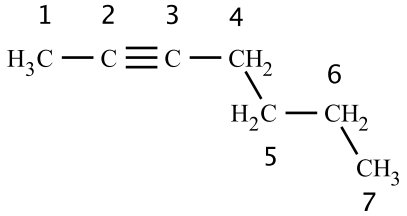
Hver eru sennilegustu myndefni hvarfs kalsíumkarbónats við saltsýru?

$CaCO_{3\,(s)} + 2\,HCl_{(aq)} \longrightarrow$

- ☐ $Ca_{(s)} + CO_{(g)} + 2\,HClO_{(aq)}$
- ☐ $CaCl_{2\,(aq)} + CO_{2\,(g)} + H_2O_{(l)}$
- ☐ $Ca(ClO)_{2\,(aq)} + H_{2\,(g)} + CO_{(g)}$
- ☐ $Ca_{(s)} + Cl_{2\,(g)} + H_2CO_{3\,(aq)}$

4. dæmi

Hver er svigrúmablöndun kolefnisatóma nr. 2 og 4 á meðfylgjandi mynd?



- ☐ Atóm 2 er sp^2-svigrúmablandað en atóm 4 sp^3-svigrúmablandað
- ☐ Atóm 2 er sp^3-svigrúmablandað en atóm 4 sp^2-svigrúmablandað
- ☐ Atóm 2 er sp-svigrúmablandað en atóm 4 sp^3-svigrúmablandað
- ☐ Atóm 2 er sp^3-svigrúmablandað en atóm 4 sp-svigrúmablandað

5. dæmi

Hver sameind af komplexa efnasambandinu hexaferrósenýlbensen inniheldur 6 járnatóm. Massaprósenta járns í efninu er 28,34%. Hver er mólmassi hexaferrósenýlbensens?

- ☐ 1182 $^{g}/_{mól}$
- ☐ 197 $^{g}/_{mól}$
- ☐ 95 $^{g}/_{mól}$
- ☐ 591 $^{g}/_{mól}$

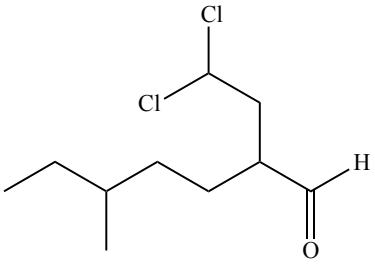
6. dæmi

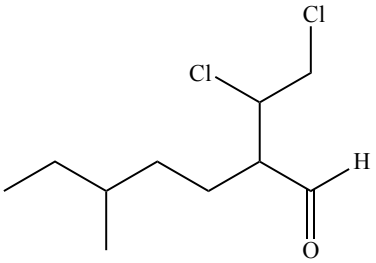
Hver eftirtalinna lausna er EKKI stuðpúðalausn (buffer)?

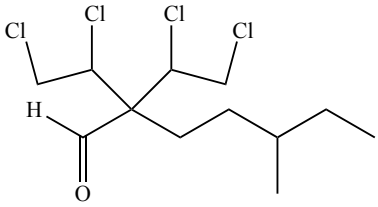
- ☐ KCN / HCN
- ☐ Na_2SO_4 / $NaHSO_4$
- ☐ NH_3 / NH_4NO_3
- ☐ $NaClO_4$ / $HClO_4$

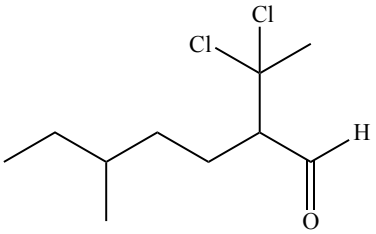
7. dæmi

Hvert eftirtalinna efna ber IUPAC nafnið 2-(2,2-díklóróetýl)-5-metýlheptanal?

☐ 

☐ 

☐ 

☐ 

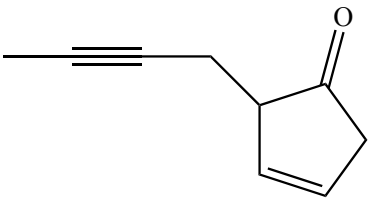
8. dæmi

Herra Baun þarf að útbúa 2,00L af 0,108M $BaCl_2$ lausn og notar til þess $BaCl_2 \cdot 2H_2O$. Hann vigtar x af $BaCl_2 \cdot 2H_2O$, færir í 2,00L mæliflösku og fyllir að marki. Hvað er x?

- ☐ 26,4g
- ☐ 45,0g
- ☐ 52,8g
- ☐ 22,5g

9. dæmi

Hversu mörg σ og π tengi eru í eftirfarandi sameind?



- ☐ 10 σ og 4 π
- ☐ 10 σ og 3 π
- ☐ 20 σ og 4 π
- ☐ 20 σ og 3 π

10. dæmi

Við eina loftþyngd (1 atm) sýður bensen við 80,1°C.

$$C_6H_{6\,(l)} \rightleftharpoons C_6H_{6\,(g)} \qquad \Delta H_{vap} = 31{,}0\ {}^{kJ}/_{mól}$$

Hver er óreiðubreytingin þegar 625g af benseni fer úr vökvafasa yfir í gasfasa?

- ☐ $3096\ {}^{J}/_{K}$
- ☐ $702\ {}^{J}/_{K}$
- ☐ $87{,}8\ {}^{J}/_{K}$
- ☐ $2483\ {}^{J}/_{K}$

II. hluti - Fimm stiga spurningar

11. dæmi

Gefin eru hálfhvörfin:

$$Zn^{2+}_{(aq)} + 2\,e^- \rightleftharpoons Zn_{(s)} \qquad E^\circ = -0{,}76V$$

$$Ag^{+}_{(aq)} + e^- \rightleftharpoons Ag_{(s)} \qquad E^\circ = 0{,}80V$$

Hver er íspenna eftirfarandi rafhlöðu við 25°C?

$$\ominus\ Zn/Zn^{2+}(0{,}02M) \parallel Ag^{+}(0{,}40M)/Ag\ \oplus$$

- ☐ $1{,}56V$
- ☐ $0{,}07V$
- ☐ $2{,}39V$
- ☐ $1{,}59V$

12. dæmi

Staðalvarmabreyting fyrir hvarfið

$$3\,O_{2\,(g)} \longrightarrow 2\,O_{3\,(g)}$$

er $\Delta_r H^\circ = 285{,}4\,{}^{kJ}/_{mól}$ við 298K og 1bar.

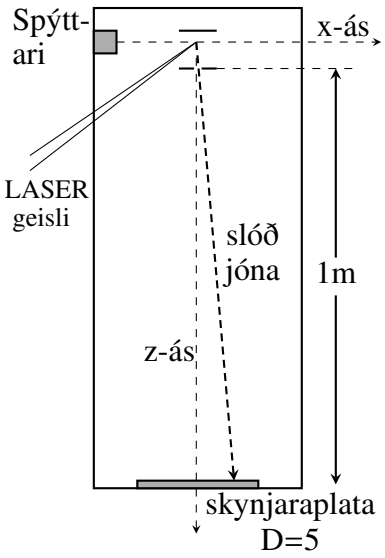
Hver er varmabreyting hvarfsins við 380K og óbreyttan þrýsting?

(Gerum ráð fyrir að varmarýmd ($\bar{C}_p$) efnanna sé óháð hitastigi og sé $29{,}4\,{}^{J}/_{K\cdot mól}$ fyrir O_2 og $38{,}2\,{}^{J}/_{K\cdot mól}$ fyrir O_3)

- ☐ $286{,}1\,{}^{kJ}/_{mól}$
- ☐ $284{,}4\,{}^{kJ}/_{mól}$
- ☐ $286{,}4\,{}^{kJ}/_{mól}$
- ☐ $1252{,}4\,{}^{kJ}/_{mól}$

13. dæmi

Niturmónoxíð (NO) á gasformi, við stofuhita og 1 loftþyngd, var látið þenjast út um spýttara í jónunarklefa, sem haldið var við 10^{-4}torra þrýsting. Þar voru sameindirnar jónaðar í NO^+ með leysigeisla og þeim hraðað milli spennuplatna með 1kV spennu. Eftir hröðunina var sameindunum beint inn í 1m langan massagreini þar sem þær voru numdar með hringlaga skynjaraplötu, 5cm í þvermál, staðsettri eins og sýnt er á meðfylgjandi mynd.



Við spýtinguna umbreytist öll hreyfiorka NO sameindanna í færsluorku ($E = \frac{1}{2}mv^2$) í eina stefnu frá úðara (x-ás á mynd). Gefið er að færsluorka NO sameindanna í stefnu x-áss er $E_x = 1{,}029 \cdot 10^{-20} J$. Hreyfiorka sameindanna eftir z-ás er gefin með $E_z = q \cdot \phi$ þar sem ϕ er spennan milli platnanna og q er hleðsla einnar róteindar, mælt í einingunni Coulomb.

Hve langt frá miðju skynjaraplötunnar lenda NO^+ sameindirnar?

- ☐ 8,015mm
- ☐ 0,253mm
- ☐ 6,640mm
- ☐ Sameindirnar hitta ekki á plötuna

14. dæmi

Fosfórsýra (H_3PO_4) er þríprótísk sýra og heyrir til eftirfarandi jafnvægishvarfa:

$$H_3PO_{4\,(aq)} \rightleftharpoons H^+_{(aq)} + H_2PO^-_{4(aq)} \qquad K_{a_1} = 7{,}5 \cdot 10^{-3}$$

$$H_2PO^-_{4(aq)} \rightleftharpoons H^+_{(aq)} + HPO^{2-}_{4(aq)} \qquad K_{a_2} = 6{,}2 \cdot 10^{-8}$$

$$HPO_4^{2-}(aq) \rightleftharpoons H^+_{(aq)} + PO^{3-}_{4(aq)} \qquad K_{a_3} = 4{,}8 \cdot 10^{-13}$$

Ef 1L af 0,20M H_3PO_4 lausn er blandað saman við 1L 0,20M NaOH lausn. Hvert verður pH-gildi lausnarinnar?

- ☐ 3,95
- ☐ 1,62
- ☐ 4,10
- ☐ 7,00

15. dæmi

Gefin eru eftirfarandi efnahvörf:

$$CH_{4\,(g)} + 2\,O_{2\,(g)} \longrightarrow CO_{2\,(g)} + 2\,H_2O_{(l)} \qquad \Delta H = -891kJ$$

$$H_{2\,(g)} + \tfrac{1}{2}O_{2\,(g)} \longrightarrow H_2O_{(l)} \qquad \Delta H = -286kJ$$

$$C_{(s)} + O_{2\,(g)} \longrightarrow CO_{2\,(g)} \qquad \Delta H = -394kJ$$

Hve mikil orka losnar þegar 1,00kg af metani myndast úr frumefnum sínum?

- ☐ $4675kJ$
- ☐ $75kJ$
- ☐ $1857kJ$
- ☐ $115.750kJ$

16. dæmi

Leysnimargfeldi PbI_2 er $1 \cdot 10^{-9}$. Reiknið massa þess PbI_2 sem leysist í 500mL af lausn sem inniheldur 1,33g af $Pb(NO_3)_2$ fyrir.

- ☐ $0{,}04g$
- ☐ $0{,}08g$
- ☐ $1{,}4 \cdot 10^{-5}g$
- ☐ $0{,}15g$

17. dæmi

Sýnilegt svið rafsegulrófsins nær frá $390nm$ til $750nm$ að bylgjulengd. Ef 1g vetnisatóma losa $120kJ$ af orku á formi rafsegulgeislunar við tilfærslu rafeindar úr 3s í 2s, hver er orka hverrar ljóseindar og hver er bylgjulengd rafsegulbylgjunnar?

- ☐ $2{,}0 \cdot 10^{-22}J$ og $1000\mu m$
- ☐ $4{,}0 \cdot 10^{-19}J$ og $500nm$
- ☐ $2{,}0 \cdot 10^{-19}J$ og $1000nm$
- ☐ $4{,}0 \cdot 10^{-22}J$ og $500\mu m$

18. dæmi

Hver er eðlismassi $NH_{3\,(g)}$ við 0,800atm og 75,0°C ef gert er ráð fyrir kjörgashegðun?

- ☐ $2{,}21\,{}^{g}/_{L}$
- ☐ $4{,}71\,{}^{g}/_{L}$
- ☐ $0{,}48\,{}^{g}/_{L}$
- ☐ $0{,}022\,{}^{g}/_{L}$

III. hluti - Tíu stiga spurningar

19. dæmi - Sístöðuhraðafræði (*Steady state kinetics*)

Hraðafræði lýsir hversu hratt efnahvörf ganga og gegnir m.a. mikilvægu hlutverki í ákvörðun hvarfganga efnahvarfa. Eitt af einfaldari líkönum hraðafræði er hraðalögmál 2° efnahvarfs. T.d. hefur efnahvarfið

$$\mathrm{A} + \mathrm{B} \xrightarrow{k} \mathrm{C}$$

hraðalögmálið

$$\textit{hraði} = k[\mathrm{A}]^x[\mathrm{B}]^y$$

þar sem k er hraðafasti hvarfsins (gefinn í s^{-1}), [A] og [B] eru styrkir hvarfefnanna A og B, og x og y eru heiltölustuðlar og tákna stig efnahvarfsins m.t.t. hvarfefnanna A og B. Ef t.a.m. $x = 1$, er efnahvarfið fyrsta stigs efnahvarf m.t.t. A. Hraðafræði, í meginatriðum felst svo í ákvörðun á hraðafastanum k og stuðlunum x og y fyrir hin ýmsu efnahvörf.

Hins vegar flækjast málin ef efnahvörf fela í sér fleiri en eitt skref. T.d.

$$\mathrm{A} + \mathrm{B} \xrightarrow{k_1} \mathrm{I} \quad - \textit{hratt}$$

$$\mathrm{I} + \mathrm{B} \xrightarrow{k_2} \mathrm{C} \quad - \textit{hægt}$$

Þetta efnahvarf gerist í tveimur skrefum, einu hröðu og einu hægu. Við segjum þá hæga skrefið vera hraðatakmarkandi þrepið svo hraðalögmál efnahvarfsins er

$$\textit{hraði} = k_2[\mathrm{I}][\mathrm{B}]$$

Þessi líking er hins vegar ekki fullnægjandi ef við viljum finna hraðalögmálið m.t.t. styrkja A og B. Við getum því beitt nálgun sem kallast sístöðuaðferðin (*steady state kinetics*). Sístöðuaðferðin felst í þeirri nálgun að styrkur milliefnisins I breytist ekki ($\mathrm{d}[I]/\mathrm{d}t = 0$). Þ.e. um leið og eitthvað af milliefninu I myndast, þá hvarfast það strax aftur.

$$k_1[\mathrm{A}][\mathrm{B}] - k_2[\mathrm{I}][\mathrm{B}] = 0$$

Hvarfgangur niðubrots ózons (O_3) í súrefni (O_2) er eftirfarandi:

$$\mathrm{O_3} \xrightarrow{k_1} \mathrm{O_2} + \mathrm{O} \quad - \textit{hratt}$$

$$\mathrm{O_2} + \mathrm{O} \xrightarrow{k_{-1}} \mathrm{O_3} \quad - \textit{hratt}$$

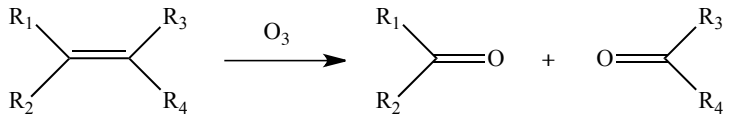
$$\mathrm{O} + \mathrm{O_3} \xrightarrow{k_2} 2\,\mathrm{O_2} \quad - \textit{hægt}$$

i) Notið sístöðuaðferðina til að leiða út hraðalögmál hvarfsins.

ii) Sýnið fram á að ef síðasta skrefið er mjög hægt (k_2 mjög lítið), þá sé hraði ózoneyðingarinnar annars stigs m.t.t. $[O_3]$.

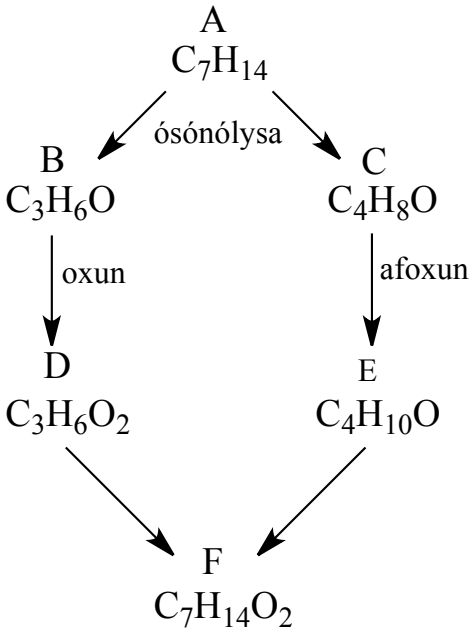
20. dæmi - Lífræn efnahvörf

Ósónólýsa er aðferð sem beita má til að kljúfa tvítengi alkens og myndast við það efni með karbónýlhópa, ýmist endastæða (aldehýð) eða inná keðju (ketónar). Ósónólýsu má lýsa þannig:



Til að greina hvort tiltekið myndefni ósónólýsu er aldehýð eða ketón má framkvæma svokallað Fehlingspróf, en það gefur jákvæða svörun við endstæðum karbónýlhóp en enga við karbónýlhóp inná keðju.

Þegar tiltekið lífrænt efnasamband **A** (C_7H_{14}) er klofið með ósónólýsu myndast tvö efnasambönd, **B** (C_3H_6O) og **C** (C_4H_8O). Fehlingspróf gefur jákvæða svörun við B en enga svörun við C. B er nú oxað og myndast þá efnið **D** ($C_3H_6O_2$), en **C** er afoxað og myndast þá efnið **E** ($C_4H_{10}O$). Þegar **D** og **E** eru soðin saman og hvarfið hvatað með óþynntri brennisteinssýru myndast vatn og lífræna efnið **F** ($C_7H_{14}O_2$).



i) Ritið rétt stillt hvarfið B ⟶ D. Veljið sjálf þau efni sem til þarf. Skráið skilmerkilega oxunartölur þeirra atóma sem oxast/afoxast við hvarfið.

ii) Teiknið byggingarformúlur og gefið nafn öllum efnunum **A**, **B**, **C**, **D**, **E** og **F** og segið til um hvaða flokki lífrænna efna hvert þeirra tilheyrir.

21. dæmi - Kjörgas/raungas

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 þó ranga niðurstöðu. Kjörgasjafnan bregst helst við lágt hitastig eða háan þrýsting. Algeng leiðrétting á kjörgassjöfnunni er svokölluð *van der Waals* jafna:

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

þar sem a og b eru leiðréttingarstuðlar sem fundnir eru með tilraunum.

i) Hver er líkleg merking stuðlanna a og b?

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

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

iv) Sýna má fram á að radíus sameindarinnar sé háður b samkvæmt

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

Reiknið rúmmál klórsameindar.

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