Efnafræðifélag Íslands **Félag raungreinakennara**

4. almenna landskeppnin í efnafræði

9. febrúar 2005, 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 15 tölusettum blaðsíðum, auk forsíðu og formúlublaðs. Athugið að svo sé.
3. Spurningunum er skipt í þrennt; 10 þriggja stiga fjölvalsspurningar, 8 fimm stiga fjölvalsspurningar 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 yfir viðeigandi bókstaf, en í síðustu þremur spurningunum skal úrlausn skrifuð fyrir neðan spurninguna og svarið að lokum ritað skýrt og strikað undir það. 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 séu réttir.

Helstu formúlur og fastar

$$\Delta x = \sum_{myndefni} x - \sum_{hvarfefni} x$$

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

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

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

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

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

$$k = A\, e^{-\frac{E_a}{RT}}$$

$$pV = nRT$$

$$p = \sum_i p_i$$

$$\Delta Q = I\Delta t$$

$$pH = -\log\left[H_3O^+\right]$$

$$pK_a = -\log K_a$$

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

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

$$N_A = 6,0223 \times 10^{23}\ \text{mól}^{-1}$$

$$R = 8{,}3144\ \text{J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mól}^{-1}$$

$$= 0{,}08206\ \text{L}\cdot\text{atm}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mól}^{-1}$$

$$F = 96485\ \text{J}\cdot\text{V}^{-1}\cdot\text{mól}^{-1}$$

$$1\ \text{bar} = 0{,}9869\ \text{atm}$$

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

$$K_w = 1,00 \times 10^{-14}\ \text{M}^2$$

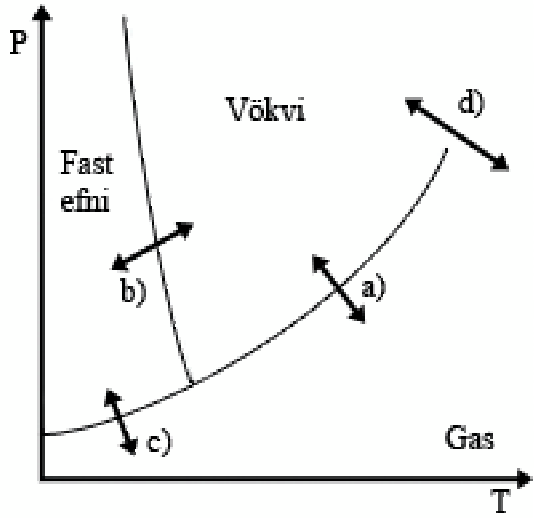
Lotukerfið

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1 **H** 1.0079																	2 **He** 4.0026
3 **Li** 6.941	4 **Be** 9.0122											5 **B** 10.811	6 **C** 12.011	7 **N** 14.007	8 **O** 15.999	9 **F** 18.998	10 **Ne** 20.180
11 **Na** 22.990	12 **Mg** 24.305											13 **Al** 26.982	14 **Si** 28.086	15 **P** 30.974	16 **S** 32.065	17 **Cl** 35.453	18 **Ar** 39.948
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** 58.933	28 **Ni** 58.693	29 **Cu** 63.546	30 **Zn** 65.409	31 **Ga** 69.723	32 **Ge** 72.64	33 **As** 74.922	34 **Se** 78.96	35 **Br** 79.904	36 **Kr** 83.798
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 - þriggja stiga spurningar

1. dæmi.



Hvar á fasalínuriti gerist þurrgufun (e. sublimation)?

(a)

(b)

(c)

(d)

2. dæmi.

5.1 ml af vatni ($\rho = 1,0g/mL$) og 4,8 mL af olíu ($\rho = 1,3g/mL$) eru settir í tilraunaglas, það hrist og látið sitja í 1,2 klukkustundir. Síðan er 1mL af etanóli hellt varlega í tilraunaglasið. Hvað gerist?

(a) Etanólið leysist í neðri fasanum

(b) Etanólið leysist í efri fasanum

(c) Etanólið myndar nýjan fasa

(d) Tilraunaglasið springur

3. dæmi.
Hver af eftirfarandi er <u>ekki</u> forsenda fyrir kjörgasi (ideal gas):

(a) Agnirnar hafa ekki rúmmál

(b) Agnirnar hafa ekki massa

(c) Agnirnar tapa ekki orku við árekstra

(d) Engin kraftverkun er milli agnanna

4. dæmi.
Acrýlónítríl (C_3H_3N) er mikið framleitt efnasamband og m.a. notað sem byrjunarefni í pólýacrýlónítríl trefjar og í hin ýmsu plastefni. Acrýlónítríl er myndað með hvarfi propen gass, ammóníaks og súrefnis. Hver er stuðullinn við vatn ef efnahvarfið fyrir myndun acrýlónítríls er stillt með heiltölustuðlum?

$$_C_3H_6(g) + _NH_3(g) + _O_2(g) \rightarrow _C_3H_3N(g) + _H_2O(g)$$

(a) 2

(b) 3

(c) 4

(d) 6

5. dæmi.
Hver er rafeindaskipan áls?

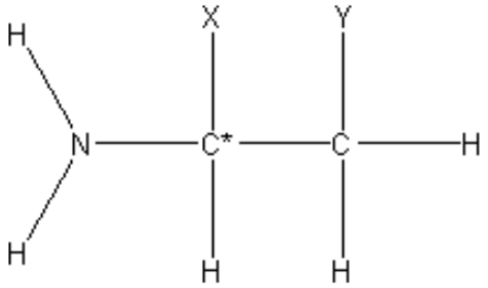
(a) $[Ar]$

(b) $1s^2 2s^2 2p^6$

(c) $[Ne]3s^2 3p^1$

(d) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$

6. dæmi.



Tiltekið kolefni, C*, í keðjunni hér að ofan er hendið ef X og Y eru (í þessari röð)?

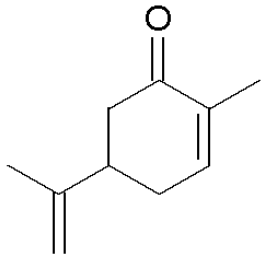
(a) Cl & NH_2

(b) NH_2 & Cl

(c) H & CH_3

(d) H & Cl

7. dæmi.
Carvone er ilmolía úr hrokkinmintu. Hver er sameindaformúla þess?



(a) $C_{10}H_{14}O$

(b) $C_9H_{14}O$

(c) $C_{10}H_{13}O$

(d) $C_9H_{13}O$

8. dæmi.
Efnafræðingurinn Benjamín Hængilsson er að mæla jónunarorkur þriggja frumefna: Na, Al og P. Vegna lélegra vinnubragða man Benjamín ekki hvaða mælingar eiga við hvaða efni. Hjálpaðu nú Benjamíni svo hann verði ekki rekinn. Hvaða frumefni er efni B?

Efni	Fyrsta jónunarorka [kJ/mól]	Önnur jónunarorka [kJ/mól]
A	580	1815
B	495	4560
C	1060	1890

(a) Na

(b) Al

(c) P

(d) Ar

9. dæmi.
Hvert erftirfarandi er afleiðing β^--geislunar?

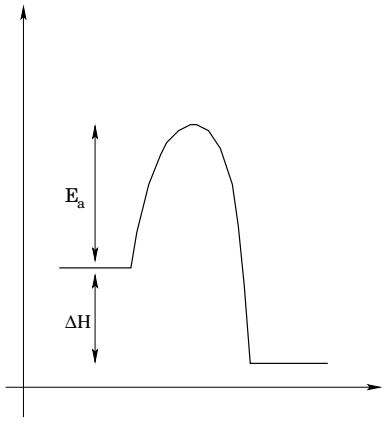
(a) Myndefni er orkuríkara en hvarfefni

(b) Sætistala hvarfefnisins lækkar um 1

(c) Helíumkjarni skýtst út

(d) Nifteind breytist í róteind

10. dæmi.
Hvað gerist á þessari mynd þegar hvarf er hvatað?



(a) ΔH minnkar

(b) ΔH eykst

(c) E_a minnkar

(d) E_a og ΔH stækka

II. hluti - fimm stiga spurningar

11. dæmi.
Jafnvægisfasti edikssýru (CH_3COOH) er $1,75 \times 10^{-5}$ við 25°C m.t.t. hvarfsins

$$CH_3COOH \rightarrow CH_3COO^- + H^+.$$

Efnafræðingurinn, Benjamín Hængilsson, útbjó 0,100 M lausn af ediksýru í vatni. Benjamín er fljótfær og gleymdi að setja lok á flöskuna sem innihélt lausnina. Nokkrum dögum síðar mældi hann sýrustig lausnarinnar sem var þá 2,58. Hve mikill hluti vatnsins var eftir?
Gerum ráð fyrir að engin hvörf gerist í lausninni önnur en klofnunarhvafið að ofan.

(a) Allt

(b) Helmingur

(c) Þriðjungur

(d) Fjórðungur

12. dæmi.
Útbúa á stuðpúðalausn (e. buffersolution) með pH = 7. Hver eftirfarandi sýra væri besti valkosturinn í verkið?
Innan sviga er jafnvægifasti sýrunnar.

(a) $HClO_2$ (1.2×10^{-2})

(b) HF (7.2×10^{-4})

(c) $HOCl$ (3.5×10^{-8})

(d) HOC_6H_5 (1.6×10^{-10})

13. dæmi.
Hve mikil vatnsgufa er í 1,00L rúmi fyrir ofan sjóðandi vatn?

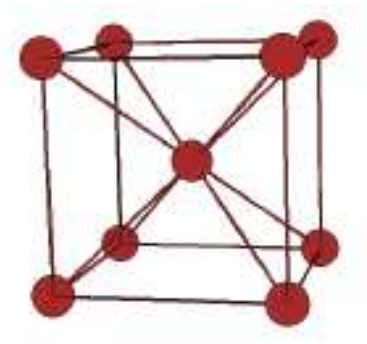
(a) $0,803g$

(b) $0,588g$

(c) $0,597g$

(d) $0,673g$

14. dæmi.
Kalíum kristallast í miðlæga kúbíska einingasellu (bcc) með hliðarlengd $5,33$Å. Hver er eðlismassi þessa kalíum kristals?



Athugið að ekki eru 9 atóm í hverri einingasellu eins og mætti halda í fyrstu.

(a) $3,71 \times 10^2 \text{kg/m}^3$

(b) $4,28 \times 10^2 \text{kg/m}^3$

(c) $8,56 \times 10^2 \text{kg/m}^3$

(d) $1,71 \times 10^3 \text{kg/m}^3$

15. dæmi.
15,0 mL af saltsýru með óþekktan mólstyrk er blandað við 18,0 mL af 1M natríum hýdroxíð. Lausnin er síðan eimuð til að skilja frá það salt sem myndast. Saltið er svo sett á hafragraut og hann borðaður. Því næst er bætt ofgnógt af silfur nítrati í lausnina sem eftir stendur. Hvíta botnfallið sem myndast vegur 0,943g. Hvað var saltsýran sterk?

(a) $0,89M$

(b) $1,35M$

(c) $1,63M$

(d) $1,99M$

16. dæmi.
Gefið er:

$$H_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow H_2O(l) \qquad \Delta H = -285,8kJ$$
$$N_2O_5(g) + H_2O(l) \rightarrow 2HNO_3(l) \qquad \Delta H = -76,6kJ$$
$$\frac{1}{2}N_2(g) + \frac{3}{2}O_2(g) + \frac{1}{2}H_2(g) \rightarrow HNO_3(l) \qquad \Delta H = -174,1kJ$$

Notið lögmál Hess til að reikna ΔH fyrir hvarfið:

$$2N_2(g) + 5O_2(g) \rightarrow 2N_2O_5(g)$$

(a) $28,4kJ$

(b) $188,3kJ$

(c) $-56,8kJ$

(d) $-159,9kJ$

17. dæmi.
Hve mörg sp^3 kolefni fyrirfinnast í sameindinni fenýletanal?

(a) 1

(b) 2

(c) 6

(d) 8

18. dæmi.

Hér að neðan sjáum við hvarf brennisteinstríoxíðs en það myndast rólega þegar súrefnisgas og brennisteinstvíoxíð eru hituð saman. Hvarfið er leitt út við herbergishita (25°C) og 1 atm þrýsting.

$$2SO_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2SO_3(g)$$

Í von um frama skilgreindi efnafræðingurinn Benjamín Hængilsson stærðina ξ°, Bengilshitastig, sem $\xi^\circ = \frac{\Delta H^\circ + \Delta G^\circ}{\Delta S^\circ}$. Reiknið Bengilshitastig fyrir hvarfið hér að ofan með upplýsingarnar hér að neðan til hliðsjónar.

Efnasamband	$\Delta H_f^\circ[kJ/mol]$	$\Delta S^\circ[J/(K \times mol)]$
$SO_2(g)$	-297	248
$SO_3(g)$	-396	257
$O_2(g)$	0	205

(a) $1818K$

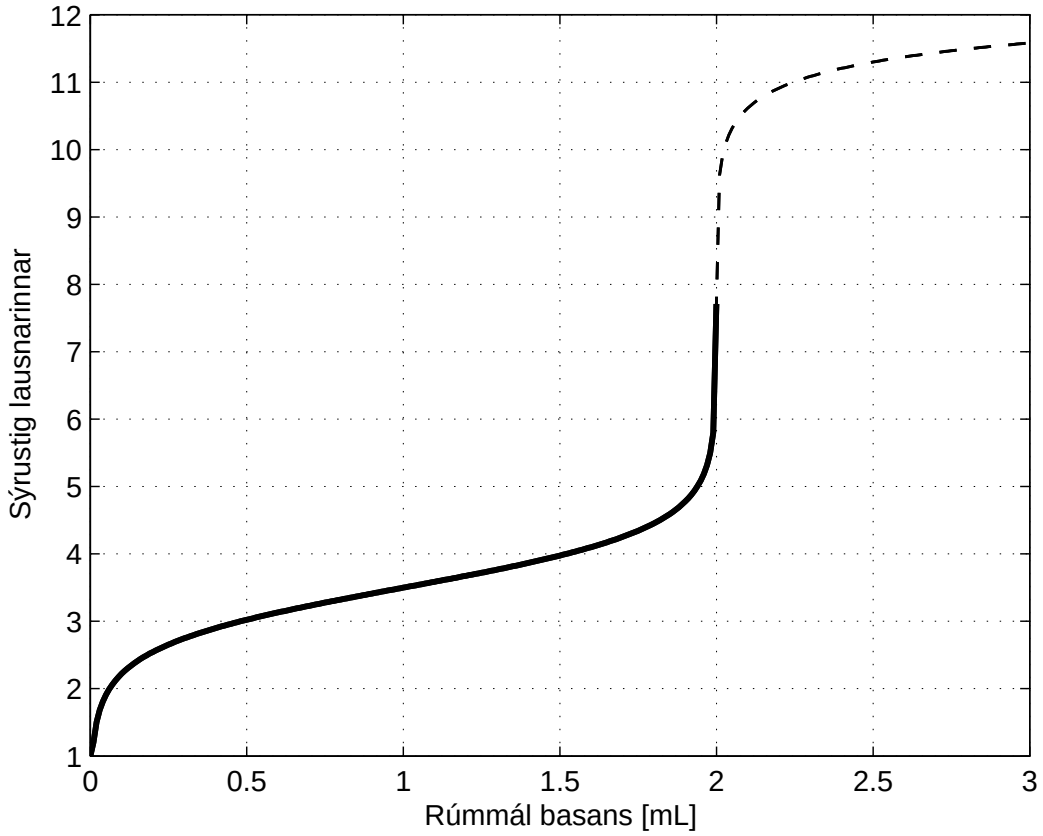
(b) $2718K$

(c) $-1360K$

(d) $-3142K$

III. hluti - tíu stiga spurningar

19. dæmi.
10,0mL af 0,01M sýrulausn voru hlutleystir með títrun af sterkum basa. Títrunarferillinn er sýndur hér að neðan.



Heila línan sýnir ferilinn sem var farinn en sú brotna sýnir þann feril sem myndast hefði ef haldið hefði verið áfram með títrunina.

(a) Hver er jafnvægisfasti tilsvarandi basa sýrunnar?

(b) Hver er styrkur basans ef stuðlar við hvarfefni eru: 1 sýra, 1 basi?

(c) Nú er sýra með tífallt lægri jafnvægisfasta títruð á sama máta. Hvert verður sýrustig þessarar lausnar eftir að 1mL af basa hefir verið settur út í?

(d) Hvern þessara litvísa væri heppilegast að nota og hvers vegna? Litskiptabil þeirra er skrifað innan sviga.

I Cresol red (1,0 til 2,0 og 7,0 til 8,8)

II Methyl red (4,2 til 6,2)

III 2,4-dinitrophenol (2,6 til 4,0)

IV Thymolphthalein (9,5 til 10,5)

20. dæmi.

Fyrsta apríl árið 2000 var ákveðið að breyta hluftallinu e/k_b (hleðsla rafeindar deilt með Boltzmanns fasta) til að valda smá usla í vísindaheiminum. Til að ákvarða nýja hlutfallið fyrir sem minnstan kostnað tók Benjamín Hængilsson það á sig að rafgreina vatn og mæla vetnið sem myndast sem fall af tíma. Tilraunin var framkvæmd við 25°C (T) og við 1 atm (P). Vetninu var safnað í fullkomlega sívalningslaga tilraunaglas sem hafði innri geisla (r) 1 cm og straumurinn (I) sem var notaður var 200mA.

Hálfhvörfin eru:

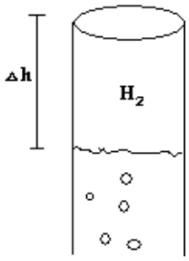
$$2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$$

$$O^{2-} \rightarrow \frac{1}{2}O_2 + 2e^-$$

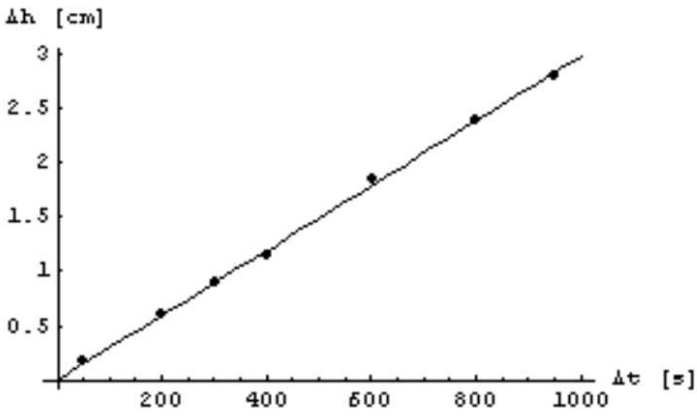
(a) Leiðið út sambandið

$$I\Delta t = \frac{e}{k_b}\frac{2P\pi r^2}{T}\Delta h$$

þar sem Δh er hæðin í tilraunaglasinu sem er full af vetni



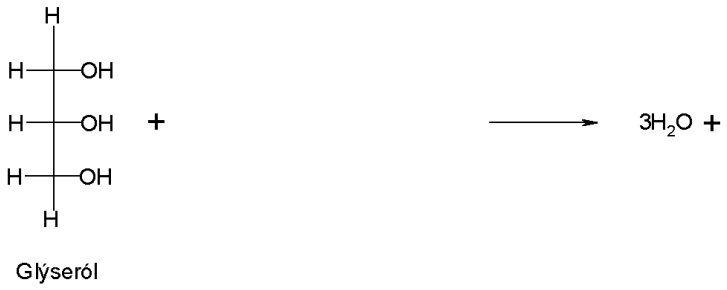
(b) Δh var mælt sem fall af Δt og niðurstöðunar settar á graf:



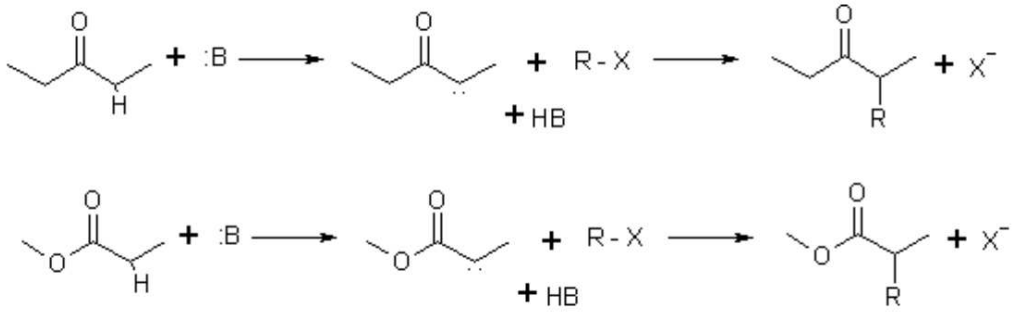
Hvert er nýja e/k_b hlutfallið?

21. dæmi.

(a) Algengustu dýra og plöntu fituefnin sem notuð eru í iðnaði eru flokkuð sem tríasýlglýseról. Þau myndast úr glýseróli og þremur fitusýrum sem eru karboxýlsýrur (R-COOH) áfastar löngum alkan/alken keðjum (á milli C14-C24 á lengd), og yfirleitt með jöfnum fjölda kolefna. Teiknaðu almenna byggingu mögulegra efna sem geta uppfyllt eftirfarandi estrunar hvarf og fituefnið sem það myndar.



(b) Stjórna má fasa fituefna, hvort þau séu vökvi eða fast efni með fjölda tvítengja í kolefniskeðjunum. T.d. má breyta plöntuolíu í smjörlíki með því að leggja vetni á tvítengin í olíunni, en þá liggja kolefniskeðjur hver betur að annari. Hvað heita kraftarnir sem verka kolefniskeðjanna á milli?

(c) Frumuhimnur eru uppbyggðar af fituefnum mjög áþekkum tríasýlglýseróli. Einnig má finna kólesteról inni á milli fitusameindanna, og er þetta talið stjórna sveigjanleika eða fljótanleika himnunar við hitabreytingar. Hvort gerir kólesteról himnuna minna eða meira seigfljótandi? Rökstyðjið.

(d) Oft má nota upplýsingar um sýru og basaeiginleika efna til þess að spá fyrir um hvarfgirni þeirra. pK_a estersins hér að neðan er u.þ.b. 24, en u.þ.b. 20 fyrir ketóninn. Hvort af eftirfarandi hvörfum gerist hraðar? Rökstyðjið.