

19. Almenna landskeppnin í efnafræði fyrir nemendur framhaldsskóla

Miðvikudagur 19. febrúar 2020

kl: 8-10 (120 mín.)



HÁSKÓLI ÍSLANDS



Háskóli Íslands

Tandur hf

19. ÚRSLITAKEPPNIN Í EFNAFRÆÐI

19. FEBRÚAR 2020

Nafn: _____
Kennitala: _____
Sími: _____
Tölvupóstfang: _____
Skóli: _____
Námsár: 1. ár 2. ár 3. ár 4. ár

Almennar leiðbeiningar

1. Spurningarnar eru alls 21 og eru á 15 tölusettum blaðsíðum, auk forsíðu, formúlublaðs og lotukerfis. Athugið að svo sé.
Fyrstu 10 spurningarnar veга 3 stig hver, næstu 8 gilda 5 stig hver og loks gilda 3 seinustu 10 stig hver.
2. Svара skal öllum spurningum í svarhefti (þetta hefti). Ekki verður farið yfir þær lausnir sem eru á krassblöðum.
3. Ekki verður dregið frá fyrir rangt svar.
4. Einu leyfilegu hjálpargögnin eru óforritanlegar reiknivélar og næstu tvær blaðsíður, en á þeim eru formúlur, fastar og lotukerfið. Þið megið rífa formúlublöðin frá verkefninu.
5. Í krossaspurningunum er aðeins eitt rétt svar við hverri spurningu.
6. 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

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

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

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

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

$$p = \sum_i p_i$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{K_a}{2} \left(-1 + \sqrt{1 + \frac{4C_0}{K_a}} \right)$$

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

$$\ln\left(\frac{k_1}{k_2}\right) = -\frac{E_a}{R} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right) \quad E = E^\circ - \frac{RT}{nF} \ln Q$$

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

$$q = C\Delta T$$

$$q = mc\Delta T$$

$$pH = -\log[\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$pK_a = -\log K_a$$

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

$$A = \epsilon bc$$

$$PV = nRT$$

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

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

$$F = 96485 \frac{\text{C}}{\text{mól } e^-}$$

$$T_K = T_{\text{°C}} + 273,15$$

$$1 \text{atm} = 760 \text{torr} = 101325 \text{Pa}$$

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

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

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

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

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

$$A = A_0 \cdot e^{-kt}$$

$$1 \text{J} = 1 \text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$$

$$1 \text{kaloría} = 4,184 \text{J}$$

$$ax^2 + bx + c = 0 \Rightarrow x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

1 H hydrogen 1,008	2 He helium 4,003																																																																																																																		
3 Li lithium 6,941	4 Be beryllium 9,012	5 B boron 10,81	6 C carbon 12,01	7 N nitrogen 14,01	8 O oxygen 16,00	9 F fluorine 19,00	10 Ne neon 20,18	11 Na sodium 22,99	12 Mg magnesium 24,31	13 Al aluminum 26,98	14 Si silicon 28,09	15 P phosphorus 30,97	16 S sulfur 32,07	17 Cl chlorine 35,45	18 Ar argon 39,95	19 K potassium 39,10	20 Ca calcium 40,08	21 Sc scandium 44,96	22 Ti titanium 47,88	23 V vanadium 50,94	24 Cr chromium 52,00	25 Mn manganese 54,94	26 Fe iron 55,85	27 Co cobalt 58,93	28 Ni nickel 58,69	29 Cu copper 63,55	30 Zn zinc 65,39	31 Ga gallium 69,72	32 Ge germanium 72,61	33 As arsenic 74,92	34 Se selenium 78,96	35 Br bromine 79,90	36 Kr krypton 83,80	37 Rb rubidium 85,47	38 Sr strontium 87,62	39 Y yttrium 88,91	40 Zr zirconium 91,22	41 Nb niobium 92,91	42 Mo molybdenum 95,94	43 Tc technetium (98)	44 Ru ruthenium 101,1	45 Rh rhodium 102,9	46 Pd palladium 106,4	47 Ag silver 107,9	48 Cd cadmium 112,4	49 In indium 114,8	50 Sn tin 118,7	51 Sb antimony 121,8	52 Te tellurium 127,6	53 I iodine 126,9	54 Xe xenon 131,3	55 Cs cesium 132,9	56 Ba barium 137,3	57 La lanthanum 138,9	58 Ce cerium 140,1	59 Pr praseodymium 140,9	60 Nd neodymium 144,2	61 Pm promethium (145)	62 Sm samarium 150,4	63 Eu europium 152,0	64 Gd gadolinium 157,3	65 Tb terbium 158,9	66 Dy dysprosium 162,5	67 Ho holmium 164,9	68 Er erbium 167,3	69 Tm thulium 168,9	70 Yb ytterbium 173,0	71 Lu lutetium 175,0	72 Hf hafnium 178,5	73 Ta tantalum 180,9	74 W tungsten 183,8	75 Re rhenium 186,2	76 Os osmium 190,2	77 Ir iridium 192,2	78 Pt platinum 195,1	79 Au gold 197,0	80 Hg mercury 200,6	81 Tl thallium 204,4	82 Pb lead 207,2	83 Bi bismuth 209,0	84 Po polonium (209)	85 At astatine (210)	86 Rn radon (222)	87 Fr francium (223)	88 Ra radium 226	89 Ac actinium (227)	90 Th thorium 232,0	91 Pa protactinium 231,0	92 U uranium 238,0	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)	103 Lr lawrencium (262)	104 Rf rutherfordium (261)	105 Db dubnium (262)	106 Sg seaborgium (266)	107 Bh bohrium (264)	108 Hs hassium (269)	109 Mt meitnerium (268)	110 Ds darmstadtium (281)	111 Rg roentgenium (272)	112 Cn copernicium (285)	113 Uut ununtrium (289)	114 Fl flerovium (289)	115 Uup ununpentium (293)	116 Lv livermorium (293)	117 Uus ununseptium (293)	118 Uuo ununoctium (293)

I. hluti - Þriggja stiga spurningar

1. dæmi

Hvert eftirtalinna frumefna er jarðalkalímálmur?

- Sink (Zn)
- Silfur (Ag)
- Magnesíum (Mg)
- Litíum (Li)
- Nikkel (Ni)

2. dæmi

Valgerður vísindamaður þarf að hella 20,0 mL af rammri sýrulausn út í hvarfblönduna sína. Sýrulausnin er geymd í stórrí glerflösku. Hvernig er best fyrir Valgerði að mæla rúmmálið sem hún þarf?

- Hella úr flöskunni í bikarglas og lesa af kvarðanum
- Pípetta upp úr flöskunni með belgpípettu
- Hella úr flöskunni í bikarglas og þaðan í mæliglas
- Hella úr flöskunni beint í hvarfblönduna
- Hella úr flöskunni í mæliflösku og fylla að marki með afjónuðu vatni

3. dæmi

Í Jörðinni er ál að mestu á formi súrals. Súral er einnig kallað áloxíð. Hver er efnaformúla áloxíðs?

- Al_2O
- Al_3O_2
- AlO_3
- Al_2O_3
- Al_2O

4. dæmi

Nautið Guttormur er sennilega ástsælasta naut Íslandssögunnar. Svo ástsæll að sumir vildu meina að hann hafi verið þyngdar sinnar virði í gulli. Þegar Guttormur var upp á sitt þyngsta var hann 942 kg. Hve margra móla virði af gulli (Au) var Guttormur?

- 4780 mól
- $1,86 \cdot 10^8$ mól
- $1,86 \cdot 10^5$ mól
- 4,78 mól
- $2,09 \cdot 10^{-4}$ mól

5. dæmi

Kvikasilfur (Hg) er eini málmurinn sem er á vökvaformi við stofuhita. Þegar málmurinn hvarfast við klórgas myndast HgCl_2 , en það er aftur á móti á föstu formi við stofuhita.

Hver er fjöldi róteinda (p), nifteinda (n) og rafeinda (e) kvikasilfurjónarinnar $^{200}\text{Hg}^{2+}$, í efnasambandinu HgCl_2 ?

- 80 p, 120 n, 80 e
- 80 p, 120 n, 82 e
- 78 p, 200 n, 78 e
- 80 p, 120 n, 78 e
- 82 p, 200 n, 78 e

6. dæmi

Gunnar þarf að útbúa stuðpúðalausn (búffer) með pH kringum 4,7. Hvaða efnum gæti hann blandað saman til að útbúa slíka lausn?

- HCl og NaOH
- Ediksýru (CH_3COOH) og HCl
- NH_3 og NaOH
- NaCl og NaOH
- Ediksýru (CH_3COOH) og NaOH

7. dæmi

Rafsegulgeislar sem hafa orku á bilinu $6,63 \cdot 10^{-17}$ J til $6,63 \cdot 10^{-15}$ J eru flokkaðir sem röntgengeislar. Á hvaða bili er bylgjulengd slíkra geisla?

- 0,03 til 3,00 nm
- $1,00 \cdot 10^{17}$ til $1,00 \cdot 10^{19}$ nm
- 0,03 til 3,00 m
- 450 til 700 nm
- 3 til 300 nm

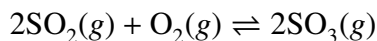
8. dæmi

Slökkvitæki innihalda koldíoxíð (CO_2) undir háum þrýstingi og þá er efnið á vökvaformi, en þegar koldíoxíðinu er sprautað úr slökkvitækinu verður það að gasi. 5 L slökkvitæki inniheldur 2,00 kg af CO_2 . Hvert verður rúmmál gassins við 25 °C og 1,00 atm eftir að öllu efninu hefur verið sprautað úr slökkvitækinu?

- 93,3 L
- $9,50 \cdot 10^3$ L
- $1,12 \cdot 10^5$ L
- $1,11 \cdot 10^3$ L
- 473 L

9. dæmi

Eftirfarandi efnahvarf er útvermið. Hvaða breyting mun hliðra jafnvæginu til hægri?



- Hækka hitastig
- Bæta við SO_2
- Fjarlægja O_2
- Allt ofantalið
- Ekkert ofantalið

10. dæmi

Silfurberg, þrátt fyrir nafnið, inniheldur ekkert silfur, heldur er það hreint kristallað kalsíumkarbónat (CaCO_3). Til þess að geta flokkast sem kristall verður kristall að hafa að lágmarki $1 \cdot 10^{14}$ CaCO_3 einingar. Hver er minnsti mögulegi massi silfurbergs sem flokka má sem kristal?

- 11,31 ng
- 16,62 ng
- 11,31 g
- $6,809 \cdot 10^{15}$ g
- $1,001 \cdot 10^{16}$ g

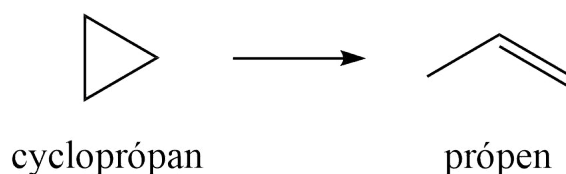
II. hluti - Fimm stiga spurningar

11. dæmi

Stuðpúðalausn (búffer) er 0,100 M CH_3COONa og 0,100 M CH_3COOH . Nú er 12,36 mL af 0,134 M HCl bætt út í 25,00 mL af lausninni. Hvert er pH gildið eftir viðbótina? $pK_a(\text{CH}_3\text{COOH}) = 4,76$.

- 4,07
 4,29
 4,76
 5,07
 5,23

12. dæmi



Hraðamælingar voru gerðar á umbreytingu cycloprópanns í própen. Hraðafasti hvarfsins var skráður við mismunandi hitastig. Tvær mæliniðurstöður voru notaðar til að ákvarða virkjunarorku hvarfsins. Við 750 K var hraðafastinn $k = 0,00018 \text{ s}^{-1}$ og við 850 K var hraðafastinn $k = 0,030 \text{ s}^{-1}$. Hver er virkjunarorka hvarfsins?

- $6,7 \cdot 10^{-3} \text{ J/mól}$
 17 kJ/mól
 33 kJ/mól
 $1,2 \cdot 10^2 \text{ kJ/mól}$
 $2,7 \cdot 10^2 \text{ kJ/mól}$

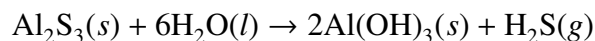
13. dæmi

65% af massa mannlíkamans er súrefni (O), en ef skoðuð er atómprósenta súrefnis í líkamanum þá eru 24% af öllum atómum líkamans súrefnisatóm. Hver er heildarfjöldi allra atóma í manneskju sem er 62 kg?

- $6,32 \cdot 10^{30}$ atóm
- $1,62 \cdot 10^{30}$ atóm
- $6,32 \cdot 10^{27}$ atóm
- $1,62 \cdot 10^{27}$ atóm
- $1,52 \cdot 10^{27}$ atóm

14. dæmi

Gefið er eftirfarandi efnahvarf

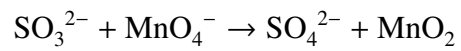


Ef 0,133 mól af Al_2S_3 og 0,111 mól af H_2O hvarfast, hversu mikill afgangur er þá af Al_2S_3 að hvarfi loknu?

- 17,2 g
- 28,3 g
- 14,0 g
- 8,33 g
- 19,8 g

15. dæmi

Þegar súlfít hvarfast við permanganat fer af stað eftirfarandi óstillt oxunar- afoxunarhvarf:

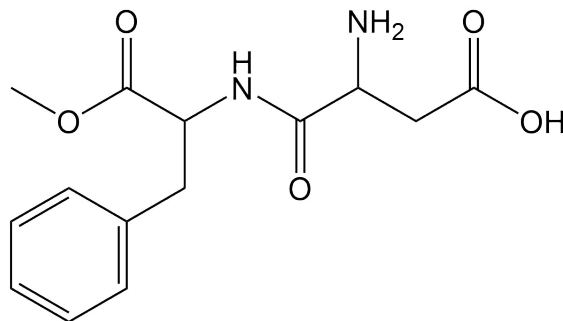


Skrifaðu stillta efnajöfnu fyrir hvarf súlfíts og permanganats í basískri lausn.

Stillt efnajafna: _____

16. dæmi

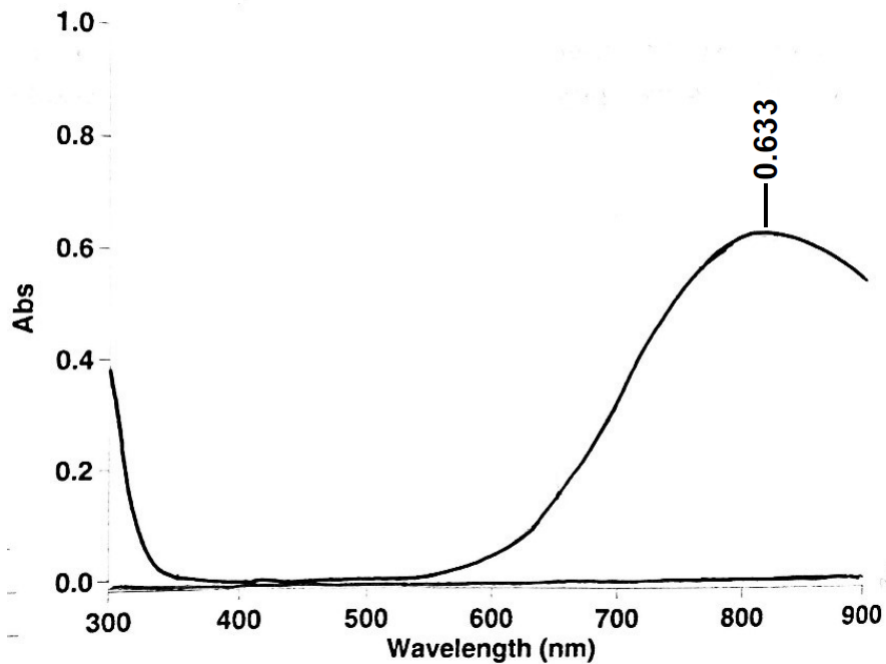
Aspartame er sætuefni sem er 200 sinnum sætari en sykur. Í aspartame sameind má finna fimm virkni-
hópa. **Dragðu hring** um virknihöpana og segðu til um hvað þeir kallast.



Aspartame

17. dæmi

Hægt er að ákvarða styrk lausna með ljósgleypnimælingum. Fanney efnafræðinemi kannaði gleypni CuCl_2 lausnar til að ákvarða styrk Cu^{2+} í lausninni. Við mælinguna notaði hún kúvettu með hliðarlengdir 1 cm. Grafið hér að neðan sýnir gleypni (Abs) sýnisins sem fall af bylgjulengd. Við hámarks-gleypni var eðlisgleypni lausnarinnar $\epsilon = 12,39 \frac{\text{L}}{\text{mól}\cdot\text{cm}}$.



a) Notið lögmál Beers ($A = \epsilon bc$) til að reikna mólstyrk Cu^{2+} í lausninni.

$$C_{\text{Cu}^{2+}} = \text{_____ M}$$

b) Hver er rafeindaskipan Cu^{2+} jónar?

18. dæmi

Gunnar efnafræðingur er áhugasamur um hraðafraði og ákvað að skoða eftirfarandi hvarf:



Hann mældi upphafshraða hvarfsins miðað við mismunandi upphafsstyrki á HgCl_2 og $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ og skráði mælingar í eftirfarandi töflu:

Mæling nr	$[\text{HgCl}_2]$ [M]	$[\text{C}_2\text{O}_4^{2-}]$ [M]	Upphafshraði $[\text{mól L}^{-1}\text{mín}^{-1}]$
1	0,105	0,15	$1,8 \cdot 10^{-5}$
2	0,052	0,30	$7,1 \cdot 10^{-5}$
3	0,052	0,15	$8,9 \cdot 10^{-6}$

Hraðalögmál hvarfsins er á forminu

$$\text{hraði} = k[\text{HgCl}_2]^a[\text{C}_2\text{O}_4^{2-}]^b$$

Ákvarðaðu gildin á a og b í hraðajöfnunni.

$$a = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$b = \underline{\hspace{2cm}}$$

III. hluti - Tíu stiga spurningar

19. dæmi Metanól

Í sumum farartækjum er metanól (CH_3OH) notað sem eldsneyti. Vilji maður hanna vél sem gengur á metanóli þarf að skilja varmafræði þess.

Staðalmyndunarvermi nokkurra efnasambanda er gefinn í töflu

Efnasamband	ΔH_f° [kJ/mól]
$\text{CH}_3\text{OH}(l)$	-238,66
$\text{CH}_3\text{OH}(g)$	-200,66
$\text{CO}_2(g)$	-393,51
$\text{CO}_2(aq)$	-413,80
$\text{H}_2\text{O}(l)$	-285,83
$\text{H}_2\text{O}(g)$	-241,82

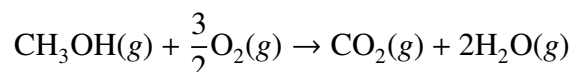
- a) Þegar metanól brennur í bílvél þarf það á vera á gasfasa. Reiknið varmann (í kJ) sem þarf til að hita 1,00 kg af metanóli úr $25,0^\circ\text{C}$ upp að suðumarki þess, $65,0^\circ\text{C}$. Mólar eðlisvarmi metanóls á vökvaformi er $81,6 \text{ J K}^{-1} \text{ mól}^{-1}$.

$$q = \text{_____ kJ}$$

- b) Reiknið varmann sem þarf til að láta 1,00 kg af metanóli gufa upp. Mólar uppgufunarvermi metanóls er 38 kJ mól^{-1} .

$$q = \text{_____ kJ}$$

- c) Loks þegar metanólið er komið á gasfasa brennur það í súrefni samkvæmt efnahvarfinu



Reiknið brennsluvermi metanóls (í kJ/mól), þ.e. ΔH° fyrir hvarfið.

$$\Delta H^\circ = \frac{\text{kJ}}{\text{mól}}$$

- d) Reiknið varmann sem losnar þegar 1,00 kg af metanóli á gasfasa brennur í súrefni við fastan þrýsting.

$$q = \text{kJ}$$

- e) Gerum ráð fyrir að metanól sé brennt í strokki (cylinder) bílvélar. Radíus strokksins er 4,0 cm og fjarlægðin sem bullan fer í einu slagi er 12 cm. Orkan sem fer í að þrýsta bullunni upp nefnist vinna (w) og er gefin með formúlunni $w = -P\Delta V$, þar sem P er ytri þrýstingur og ΔV er rúmmálsbreyting. Reiknaðu orkuna (í J) sem fer í eitt slag ef gasið þenst gegn 1,00 atm ytri þrýstingi. (1 L · atm = 101,3 J og rúmmál sívalnings er $\pi r^2 h$)

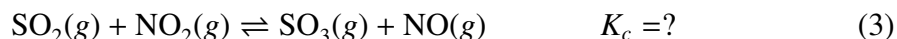
$$w = \text{J}$$

20. dæmi Jafnvægisfasti

NO, NO₂ og SO₂ eru loftmengandi efni og losna við bruna á eldsneyti. Jafnvægisfasti eftirfarandi efnahvarfa er þekktur við 25 °C:



Jafnvægisfasti fyrir hvarf SO₂ og NO₂, K_c , er óþekktur:



- a) Notaðu upplýsingarnar úr hvörfum (1) og (2) til að segja til um hver jafnvægisfastinn er í hvarfi (3) við 25 °C.

$$K_c = \underline{\hspace{10em}}$$

- b) Tengsl K_p og K_c eru gefin með sambandinu $K_p = K_c(RT)^{\Delta n}$, þar sem Δn er breyting á fjölda gassameinda í efnajöfnunni. Reiknaðu jafnvægisfastann K_p fyrir hvarf (3) við 25 °C. Ef þú gast ekki reiknað a)-lið notaðu þá gildið $K_c = 10$.

$$K_p = \underline{\hspace{10em}}$$

- c) Nú var SO_2 og NO_2 komið fyrir í tómu hvarfíláti við 25°C og leyft að hvarfast þar til jafnvægi komst á. Í töflunni hér að neðan er gefinn hlutþrýstingur efnanna við jafnvægi:

Efni	Hlutþrýstingur, P_i
SO_2	0,20 atm
NO_2	0,15 atm
SO_3	0,30 atm

Reiknaðu hlutþrýsting NO við jafnvægið. Ef þú gast ekki reiknað b)-lið notaðu þá gildið $K_p = 12$.

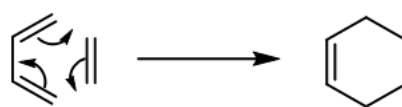
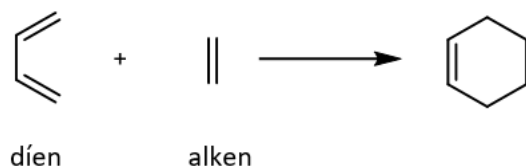
$$P_{NO} = \text{_____ atm}$$

- d) Aftur var SO_2 og NO_2 komið fyrir í tómu hvarfíláti við 25°C . Upphafsprýstingur SO_2 var 0,20 atm og upphafsprýstingur NO_2 var 0,10 atm. Reiknaðu hver hlutþrýstingur NO er þegar hvarfið hefur náð jafnvægi. Ef þú gast ekki reiknað b)-lið notaðu þá gildið $K_p = 12$.

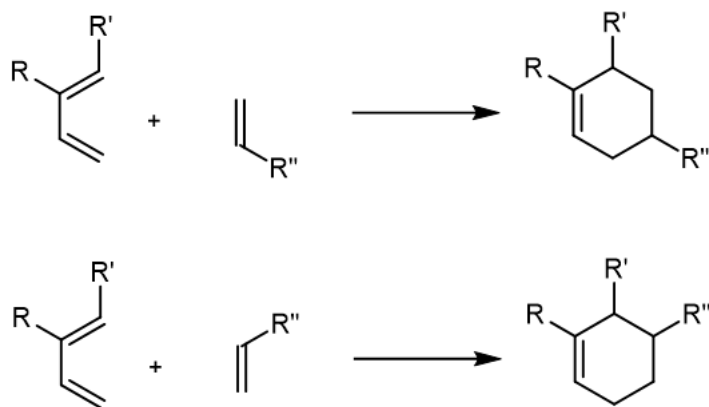
$$P_{NO} = \text{_____ atm}$$

21. dæmi Lífræn efnafræði

Í lífrænni efnafræði er Diels-Alder efnahvarfið mikilvæg leið til að mynda hringlaga sameindir. Annað upphafsefnið er svokallað díen, efni sem hefur tengd tvítengi. Díenið hvarfast við annað tvítengi til að mynda hring. Hvarfgangurinn er sýndur hér að neðan. Sveigðu örvarnar sýna flutning rafeinda við efnahvarfið.

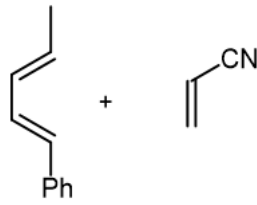


Ef díenið eða alkeninn hafa hliðarhópa (R), þá helst afstaða þeirra fyrir og eftir efnahvarfið eins og sýnt er hér að neðan.

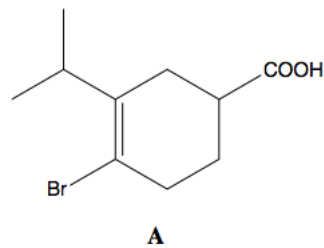


Við sjáum að alkeninn getur hvarfast við díenið á tvo vegu, eftir því hvernig alkeninn snýr

a) Hvaða tvö myndefni geta myndast við hvarf eftirfarandi efna? Teiknið myndefnin.



Efni **A** var smíðað með Diels-Alder efnahvarfinu.



b) Teiknaðu efnin tvö sem sem notuð voru til að smíða **A**.

c) Hvert er nafnið á efni **A** samkvæmt IUPAC nafnakerfinu?