

Тұрақтылар

Авогадро саны, N_A	$6.022 \times 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
Элементар заряд, e	$1.602 \times 10^{-19} \text{ Кл}$
Әмбебап газ тұрақтысы, R	$8.314 \text{ Дж моль}^{-1} \text{ К}^{-1}$
Фарадей тұрақтысы, F	$96\,485 \text{ Кл моль}^{-1}$
Планк тұрақтысы, h	$6.626 \times 10^{-34} \text{ Дж с}$
Кельвиндегі температура (К)	$T_K = T_{\text{°C}} + 273.15$
Ангстрем, Å	$1 \times 10^{-10} \text{ м}$
пико, п	$1 \text{ пм} = 1 \times 10^{-12} \text{ м}$
нано, н	$1 \text{ нм} = 1 \times 10^{-9} \text{ м}$
микро, мк	$1 \text{ мкм} = 1 \times 10^{-6} \text{ м}$

1																	18
1 H 1.008	2											13	14	15	16	17	2 He 4.003
3 Li 6.94	4 Be 9.01											5 B 10.81	6 C 12.01	7 N 14.01	8 O 16.00	9 F 19.00	10 Ne 20.18
11 Na 22.99	12 Mg 24.31	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 Al 26.98	14 Si 28.09	15 P 30.97	16 S 32.06	17 Cl 35.45	18 Ar 39.95
19 K 39.10	20 Ca 40.08	21 Sc 44.96	22 Ti 47.87	23 V 50.94	24 Cr 52.00	25 Mn 54.94	26 Fe 55.85	27 Co 58.93	28 Ni 58.69	29 Cu 63.55	30 Zn 65.38	31 Ga 69.72	32 Ge 72.63	33 As 74.92	34 Se 78.97	35 Br 79.90	36 Kr 83.80
37 Rb 85.47	38 Sr 87.62	39 Y 88.91	40 Zr 91.22	41 Nb 92.91	42 Mo 95.95	43 Tc -	44 Ru 101.1	45 Rh 102.9	46 Pd 106.4	47 Ag 107.9	48 Cd 112.4	49 In 114.8	50 Sn 118.7	51 Sb 121.8	52 Te 127.6	53 I 126.9	54 Xe 131.3
55 Cs 132.9	56 Ba 137.3	57-71	72 Hf 178.5	73 Ta 180.9	74 W 183.8	75 Re 186.2	76 Os 190.2	77 Ir 192.2	78 Pt 195.1	79 Au 197.0	80 Hg 200.6	81 Tl 204.4	82 Pb 207.2	83 Bi 209.0	84 Po -	85 At -	86 Rn -
87 Fr -	88 Ra -	89-103	104 Rf -	105 Db -	106 Sg -	107 Bh -	108 Hs -	109 Mt -	110 Ds -	111 Rg -	112 Cn -	113 Nh -	114 Fl -	115 Mc -	116 Lv -	117 Ts -	118 Og -

Республикалық химия олимпиадасы
Облыстық кезең (2024-2025).
10-сыныпқа арналған ресми тапсырмалар жинағы.

№1 Есеп. Молекулалық Трансформация

Автор: Мадиева М.

1.1	1.2	Барлығы	Үлесі(%)
5	10	14	6

1.1 (5 ұпай)

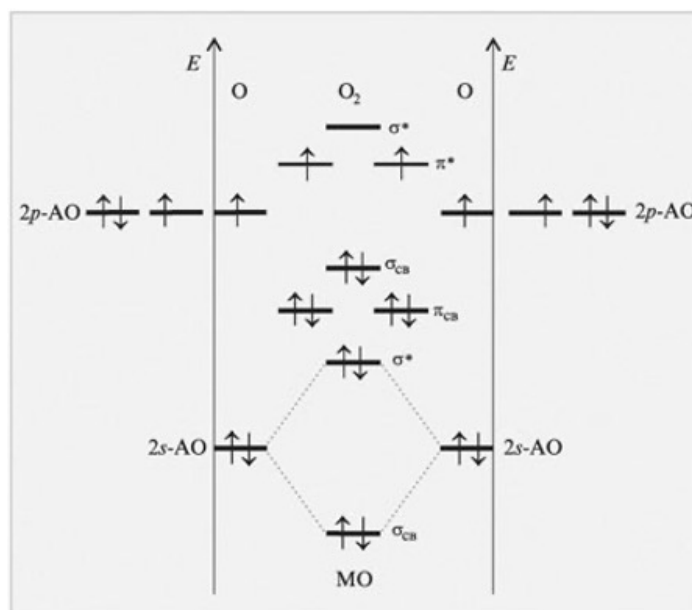
Мәселенің соңынан бастайық. Өткір иісі бар ашық көк газ – озон O_3 , оны өнеркәсіпте озонаторларда электрлік разрядты пайдалану арқылы оттегінен алады:



Сәйкесінше түссіз зат O_2 газ тәрізді оттегі болып табылады, ол $-183^\circ C$ температурада сұйық фазаға өтеді. Сұйық оттегі өзіне тән ашық көк түске ие және парамагниттік қасиеттер көрсетеді, бұл оның молекуласында жұпталмаған екі электронның болуымен түсіндіріледі. Толық дұрыс жауап және реакция теңдеуі үшін – 5 ұпай.

1.2 (10 ұпай)

Оттегінің 16 электроны бар және оның молекулалық орбитальдары келесідей толтырылған:



Соңғы екі орбиталь (π_{2px} және π_{2py}) әрқайсысында бір жұпталмаған электрон бар. Бұл оттегі молекуласының неге парамагниттік екенін түсіндіреді: жұпталмаған электрондар сыртқы магнит өрісімен әрекеттесетін магниттік момент жасайды.

№2 Есеп. Екі біреуінің бағасына

Барлығы	Үлесі(%)
5	7

Автор: Молдағұл Ә.

2.1 (5 ұпай)

Димеризация процесінің схемасы: $2 \text{C}_6\text{H}_5\text{COOH} \rightarrow (\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH})_2$

Бензой қышқылының мөлшері:

$$n(\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}) = \frac{1.22 \text{ г}}{122.12 \text{ г моль}^{-1}} = 0.01 \text{ моль}$$

Изотониялық коэффициентті табайық:

$$i = \frac{0.24 \text{ К}}{5.12 \text{ К кг моль}^{-1} \cdot 0.01 \text{ моль} \cdot \frac{1}{0.128 \text{ кг}}} = 0.6$$

Енді қанша қышқыл димерленгенін анықтауға болады:

$$0.6 = \frac{0.01 \text{ моль} - 2n((\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH})_2) + n((\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH})_2)}{0.01 \text{ моль}}$$

$$n((\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH})_2) = 0.004 \text{ моль}$$

Енді димерлену дәрежесін анықтайық:

$$\alpha = \frac{2 \cdot 0.004 \text{ моль}}{0.01 \text{ моль}} = 0.8$$

Изотониялық коэффициент үшін **2 ұпай**

Бензой қышқылы димерінің мөлшеріне **1 ұпай**

Димеризация дәрежесі үшін **2 ұпай**

Жалпы **5 ұпай**

Ескертпе:

Егер студент димеризация дәрежесін басқа жолмен тапса, тапсырма үшін толық 5 ұпай беріледі.

№3 Есеп. Белгісіз Металл

3.1	3.2	3.3	3.4	Барлығы	Үлесі(%)
3	2.5	1.5	1	8	12

Автор: Алқабаев Қ.

3.1 (3 ұпай)

Химиялық эрудиция негізінде бірнеше болжамдар жасауға болады. Оттегінің қатысуымен калий гидроксидімен әрекеттесіп, сары түсті ерітінді түзетін жасыл түсті қатты зат – Cr_2O_3 . Сонымен **А** металы хром болып табылады. **В** сары қосылысы - калий хроматы. Ескі алкотестерде қолданылатын **Г** заты - калий дихроматы. **Д** – Хром (III) сульфаты. Кешен **Е** – $\text{K}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6]$.

Жоғарыда келтірілген болжамдарды сандық түрде тексеруге болады. Калий хроматының молярлық массасы 194 г/моль, ал калий дихроматының молярлық массасы 294 г/моль.

Хлорсутекпен реакцияда бір моль калий дихроматына екі моль калий хроматы сәйкес келеді.

$$n(\text{KCrO}_4) = \frac{10}{194} = 0.05155 \text{ моль}$$

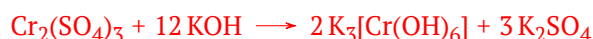
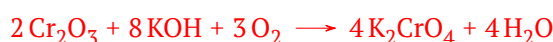
$$n(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = \frac{7.58}{294} = 0.02578 \text{ моль}$$

Және олардың қатынасы теңдеудегідей дәл 2 болады (2-тармақты қараңыз). **В** қосылысындағы металдың массалық үлесін де білеміз:

$$\omega(\text{O}) = \frac{16 \cdot 4}{194} \cdot 100\% = 33\%$$

Бұл шартқа толық сәйкес келеді. Әрбір дұрыс зат үшін 0.5 ұпай.

3.2 (2.5 ұпай)



3.3 (1.5 ұпай)

Хромда алты валенттік электрон бар: бір электрон s орбиталында және бес электрон d орбиталында. d орбитальдарындағы бес электрон бес d орбитальдары арасында біркелкі бөлінген, әрқайсысында бір электрон бар, бұл жүйеге симметрия және энергияны азайту арқылы қосымша тұрақтылық береді. Егер хромның s орбиталында екі электроны және сәйкесінше d орбиталында төрт электроны болса, d орбитальдарының біреуі бос қалады, бұл жүйені асимметриялық (электрон тығыздығының таралуын білдіреді) және тұрақтылығы азырақ етеді.

3.4 (1 ұпай)

Хромның тотығу дәрежесі 0 болған кезде оның алты валенттік электроны бар, демек, хромның +3 тотығу дәрежесінде үш валенттік электроны болады (0.5 ұпай).

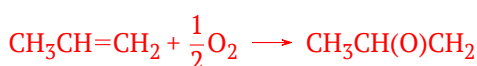
Әрбір OH^- лиганд екі электроннан береді, яғни барлығы $3 + 6 \cdot 2 = 15$ электрон болады (0,5 балл).

№4 Есеп. Органикалық оксид

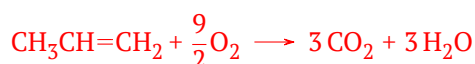
4.1	4.2	4.3	4.4	Барлығы	Үлесі(%)
4	2	1	3	10	15

Автор: Бекхожин Ж.

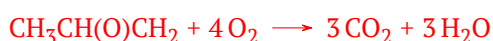
4.1 (4 ұпай)



$$\Delta H = E(\text{C}=\text{C}) + \frac{1}{2}E(\text{O}=\text{O}) - 2E(\text{C}-\text{O}) - E(\text{C}-\text{C}) = -207 \text{ кДж моль}^{-1}$$



$$\Delta H = E(\text{C}-\text{C}) + E(\text{C}=\text{C}) + 6E(\text{C}-\text{H}) + \frac{9}{2}E(\text{O}=\text{O}) - 6E(\text{C}=\text{O}) - 6E(\text{O}-\text{H}) = -1877 \text{ кДж моль}^{-1}$$



$$\Delta H = 2E(\text{C}-\text{C}) + 6E(\text{C}-\text{H}) + 2E(\text{C}-\text{O}) + 4E(\text{O}=\text{O}) - 6E(\text{C}=\text{O}) - 6E(\text{O}-\text{H}) = -1670 \text{ кДж моль}^{-1}$$



$$\Delta H = 0 \text{ кДж моль}^{-1}$$

Әр дұрыс энтальпия үшін 1 ұпай.

4.2 (2 ұпай)

$$\Delta H_{\text{теор}} - \Delta H_{\text{эксп}} = -207 - (-120) = -87 \text{ кДж моль}^{-1}$$

$$(\Delta H_{\text{теор}}(\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2) - \Delta H_{\text{эксп}}(\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2)) - (\Delta H_{\text{теор}}(\text{CH}_3\text{CH}(\text{O})\text{CH}_2) - \Delta H_{\text{эксп}}(\text{CH}_3\text{CH}(\text{O})\text{CH}_2)) = (-1877 - (-2058)) - (-1670 - (-2010)) = -159 \text{ кДж моль}^{-1}$$

Әр дұрыс айырмашылық үшін 1 ұпай; екі жағдайда да оң белгісі бар мәндер ұпай жоғалтпай қабылданады.

4.3 (1 ұпай)

$$W = -P_f * V_f * \ln\left(\frac{V_f}{V_i}\right) = P_f * V_f * \ln\left(\frac{P_f}{P_i}\right) = 24.5 \text{ кДж}$$

Дұрыс мән үшін 1 ұпай.

4.4 (3 ұпай)

Қысым айырмасы және идеал газ теңдеуі арқылы әрекеттесетін пропилен оксидінің моль санын табайық:

$$n = \frac{\Delta P * V}{R * T} = \frac{(50 - 6) \cdot 10^5 \cdot 10^{-5}}{8.31 \cdot 373} = 1.42 \text{ моль}$$

Содан кейін, PV мүшесінің энтальпияға шамалы үлесін елемей, біз мынаны аламыз:

$$\Delta H = \frac{-Q}{n} = -77.5 \text{ кДж моль}^{-1}$$

Мольдердің дұрыс саны үшін 1 ұпай, молярлық энтальпияның дұрыс мәні үшін 1 ұпай, дұрыс таңба үшін 1 ұпай.

№5 Есеп. Кинетика

Автор: Жақсылықов А.

5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	Барлығы	Үлесі(%)
3	2	4	2	4	15	15

5.1 (3 ұпай)

Бірінші және бесінші эксперименттерде реакцияның бастапқы жылдамдықтары бірдей екені байқалады. Демек, NO бастапқы концентрациясының 2 есе артуы O₂ бастапқы концентрациясының 4 есе кемуімен өтеледі, бұл NO бойынша реакция реттілігі O₂ бойынша реттіліктен екі есе жоғары екенін білдіреді. Ал олардың бүтін сандар екені айтылғандықтан, олар тиісінше O₂ бойынша 1-ге және NO бойынша 2-ге тең болуы керек.

Реттіліктердің өзара байланысы туралы түсінік үшін — 1 ұпай. Әрбір дұрыс табылған реттілік үшін — 1 ұпай. Жалпы тармақ үшін — 3 ұпай.

5.2 (2 ұпай)

NO және O₂ реакцияларының ретін біле отырып, реакция жылдамдығының тұрақты мәнін таба аламыз:

$$k = \frac{r_0}{[\text{NO}]_0^2 [\text{O}_2]} = \frac{7.37 \times 10^{-5} \text{ моль л}^{-1} \text{ с}^{-1}}{(0.0020 \text{ моль л}^{-1})^2 \times (0.200 \text{ моль л}^{-1})} = 92.125 \text{ л}^2 \text{ моль}^{-2} \text{ с}^{-1}$$

Жылдамдық константасының табылған мәнін пайдаланып, жетіспейтін мәндерді толтыра аламыз.

№	[O ₂] ₀ , моль л ⁻¹	[NO] ₀ , моль л ⁻¹	r ₀ , моль л ⁻¹ с ⁻¹
1	0.200	0.0020	7.37 × 10 ⁻⁵
2	0.055	<u>0.0025</u>	3.17 × 10 ⁻⁵
3	<u>0.060</u>	0.0035	6.77 × 10 ⁻⁵
4	0.100	0.0025	<u>5.76 × 10⁻⁵</u>
5	0.050	0.0040	7.37 × 10 ⁻⁵
6	<u>0.035</u>	0.0060	1.16 × 10 ⁻⁴
7	0.075	<u>0.0075</u>	3.89 × 10 ⁻⁴

Әрбір дұрыс толтырылған мән үшін — 0.4 ұпай. Тармақ бойынша барлығы — 2 ұпай.

5.3 (4 ұпай)

Дұрыс жауаптар: (с), (f), (h) и (i).

Әр дұрыс жауап үшін +1 ұпай, әр қате жауап үшін — 1 ұпай. Тармақ үшін максималды ұпай саны — 4, а минималды — 0.

5.4 (2 ұпай)

320 К температурада жылдамдық тұрақтысының мәнін табайық:

$$k = \frac{1.27 \times 10^{-3} \text{ моль л}^{-1} \text{ с}^{-1}}{(0.045 \text{ моль л}^{-1}) \times (0.0050 \text{ моль л}^{-1})^2} = 1129 \text{ л}^2 \text{ моль}^{-2} \text{ с}^{-1} \approx 1130 \text{ л}^2 \text{ моль}^{-2} \text{ с}^{-1}$$

Аррениус теңдеуіндегі алдын ала экспоненциалдық коэффициент температураға тәуелді өзгермейтіндіктен, келесі өрнек орынды болады

$$\ln \frac{k_2}{k_1} = \frac{E_a}{R} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right).$$

Мәселенің бірінші тармағынан бізге 298 К температурасындағы k мәні белгілі. Демек, жоғарыдағы өрнекке қажетті мәндерді қойып, $E_a = 90.3 \text{ кДж моль}^{-1}$ екенін есептеуге болады.

Егер реакцияның NO бойынша бірінші ретті және O₂ бойынша екінші ретті екені қабылданса, сондай-ақ 298 К температурасында жылдамдық тұрақтысының мәні $81.5 \text{ л}^2 \text{ моль}^{-2} \text{ с}^{-1}$ деп алынған болса, келесі мәндер шығуы тиіс еді:

$$k = \frac{1.27 \times 10^{-3} \text{ моль л}^{-1} \text{ с}^{-1}}{(0.045 \text{ моль л}^{-1})^2 \times (0.0050 \text{ моль л}^{-1})} = 125 \text{ л}^2 \text{ моль}^{-2} \text{ с}^{-1}$$
$$E_a = 15.5 \text{ кДж моль}^{-1}$$

Активтену энергиясын табу үшін — 2 ұпай.

5.5 (4 ұпай)

Бұл тармақты шешу үшін концентрация логарифмінің уақытқа тәуелділігі сызықтық екенін ескеру қажет. Есептің соңындағы ескертуді көре отырып, концентрацияның уақыт бойынша өзгерісі тек бірінші ретті заңға сәйкес болған жағдайда ғана орын алатынын байқауға болады. Бұл реакция үшін әрекеттесуші массалар заңы келесі түрде жазылады:

$$r = k[\text{NO}]^2[\text{O}_2].$$

Бұл заң бойынша тек оттегі концентрациясы өзгеруі мүмкін деп болжауға болады. Бірақ бұл үшін ерекше шарт қажет, ал бұл шарттың нұсқауын тапсырманың үшінші тармағынан байқауға болады — NO концентрациясы O₂ концентрациясынан әлдеқайда жоғары болуы тиіс. Мұндай жағдайда NO концентрациясы уақыт бойынша өзгермейді деп қабылдауға болады. Бұл жағдайда әрекеттесуші массалар заңы келесі түрде жазылады:

$$r = k[\text{NO}]_0^2[\text{O}_2] = k_{\text{eff}}[\text{O}_2].$$

Бұл жағдайда шынымен оттегі бойынша бірінші реттілік шығады, ал тиімді жылдамдық тұрақтысы $k_{\text{eff}} = k[\text{NO}]_0^2$ -ке тең болады.

Есепте жазылған ескертуден бірінші ретті заңның өрнегін түрлендіріп, келесі теңдеуді алуға болады:

$$\ln[A] = \ln[A]_0 - kt.$$

Бұл жерден осыны түсінуге болады: $\ln \left(\frac{[\text{O}_2]_0}{[\text{O}_2]} \right) = -6.502$, а $k_{\text{eff}} = 0.0449 \text{ с}^{-1} = k[\text{NO}]_0^2$.

Осыдан $[\text{O}_2]_0 = 0.0015 \text{ моль л}^{-1}$, а $[\text{NO}]_0 = 0.250 \text{ моль л}^{-1}$ екені шығады (алдыңғы тармақтағы шешімнің өрнегін және 298 К температурадағы жылдамдық тұрақтысының мәнін

пайдаланып, 263 K температурадағы жылдамдық тұрақтысының мәнін табуға болады — $0.721 \text{ л}^2 \text{ моль}^{-2} \text{ с}^{-1}$).

Уақыт өте келе оттегінің концентрациясы өлшенді деген қорытынды үшін — 2 ұпай ($[\text{O}_2]_0$ мәнін тапқаны үшін — 0.5 ұпай. 263 K температурадағы k мәнін тапқаны үшін — 0.5 ұпай. $[\text{NO}]_0$ тапқаны үшін — 1 ұпай).

Егер 4-тармақтағы балама мәндер қолданылған болса, онда NO концентрациясы өлшенді деген қорытынды жасау қажет еді. Бұл жағдайда k_{eff} $k[\text{O}_2]_0^2$ -ге тең болып, келесі мәндер алынар еді:

$$\begin{aligned}[\text{NO}]_0 &= 0.0015 \text{ моль л}^{-1} \\ k(298 \text{ K}) &= 81.5 \text{ л}^2 \text{ моль}^{-2} \text{ с}^{-1} \\ E_a &= 15.5 \text{ кДж моль}^{-1} \\ k(263 \text{ K}) &= 35.45 \text{ л}^2 \text{ моль}^{-2} \text{ с}^{-1} \\ [\text{O}_2]_0 &= 0.036 \text{ моль л}^{-1}\end{aligned}$$

Бұл жағдайда NO концентрациясы үшін 0.5 ұпай және O_2 концентрациясы үшін 1 ұпай берілетінін ескеріңіз.

Егер қандай да бір таңғаларлық себеппен 4-ші тармақ шешілмеген болса, бірақ оқушы реакцияның активтену энергиясының балама мәнін қолданып, 5-ші тармақты шеше алған болса, онда NO концентрациясы өлшенді деген қорытынды жасау керек еді және келесі мәндер алынатын еді:

$$\begin{aligned}[\text{NO}]_0 &= 0.0015 \text{ моль л}^{-1} \\ k(298 \text{ K}) &= 81.5 \text{ л}^2 \text{ моль}^{-2} \text{ с}^{-1} \\ E_a &= 80.0 \text{ кДж моль}^{-1} \\ k(263 \text{ K}) &= 1.11 \text{ л}^2 \text{ моль}^{-2} \text{ с}^{-1} \\ [\text{O}_2]_0 &= 0.201 \text{ моль л}^{-1}\end{aligned}$$

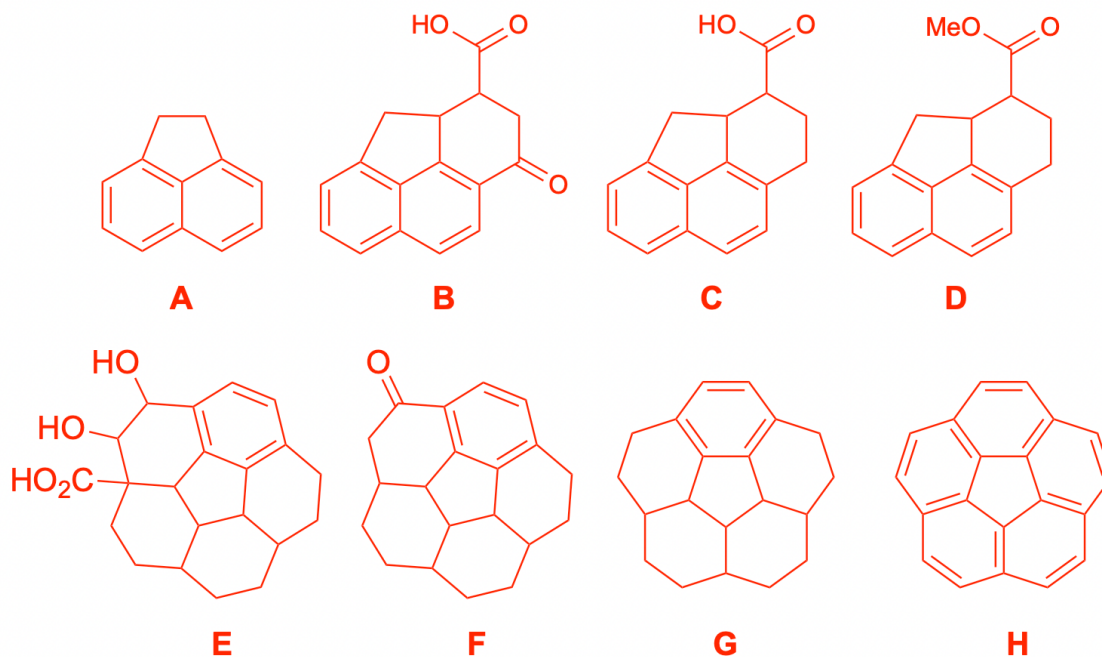
Тармақ бойынша барлығы — 4 ұпай.

№6 Есеп. Органикалық Синтез

6.1	6.2	Барлығы	Үлесі(%)
8	2	10	15

Автор: Молдағұл Ғ.

6.1 (10 ұпай)



(1) По 1 баллу за каждую правильную структуру.
Частичные баллы не присуждаются. Итого 8 баллов за пункт.

(2) Ввиду высокой симметрии структура **H** будет иметь

всего 1 пик на ^1H -ЯМР спектре (1 балл),

и 3 пика на ^{13}C -ЯМР спектре (1 балл).

Итого 2 балла за пункт.

1. Әрбір дұрыс құрылым үшін 1 ұпай. Жартылай ұпайлар берілмейді. Тармаққа барлығы 8 ұпай.
2. Өзінің жоғары симметриясының арқасында H құрылымы ^1H -ЯМР спектрінде тек 1 шыңға және ^{13}C -ЯМР спектрінде 3 шыңға ие болады. Тармаққа барлығы 2 ұпай.