

1. КОВАЛЕНТНАЯ СВЯЗЬ. ГИБРИДИЗАЦИЯ. СПОСОБЫ ИЗОБРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРОННОГО И ПРОСТРАНСТВЕННОГО СТРОЕНИЯ МОЛЕКУЛ, ИОНОВ, РАДИКАЛОВ

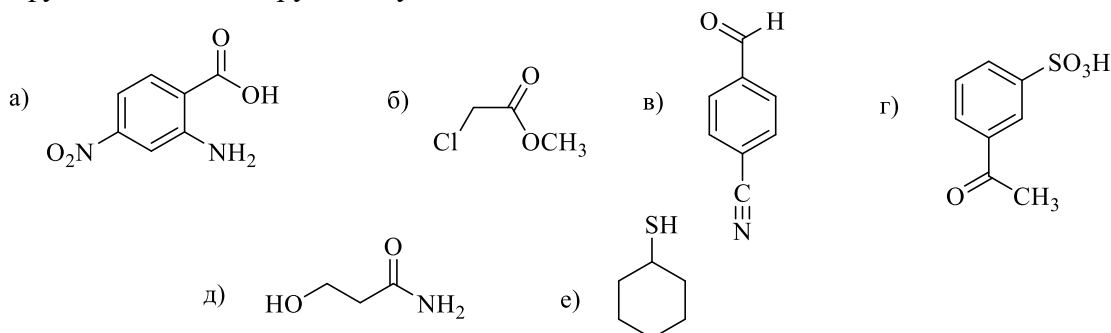
Бакалавры: № 2, 3, 5, 6, 14, 15, 16, 18, 20, 25, 34, 44, 46, 53.

Специалисты: № 1, 4, 6, 9а-и, 17 а-з, 18, 24, 34, 36, 40, 46, 53, 58.

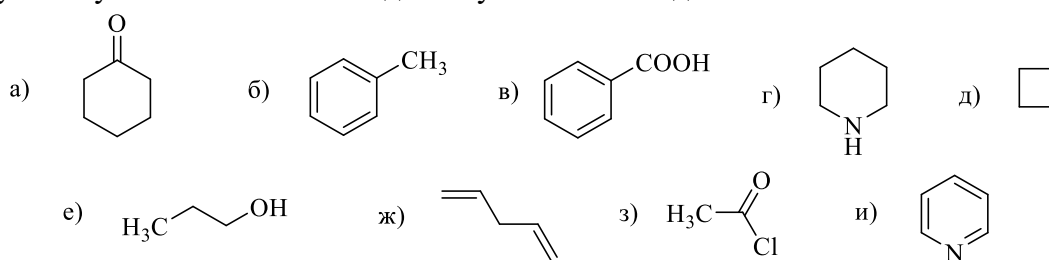
1. Приведите структурные формулы соединений, имеющих следующие брутто-формулы: а) CH_5N ; б) CH_2O_3 (два варианта); в) $\text{C}_3\text{H}_7\text{Br}$ (два варианта); г) $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$ (три варианта).

2. Напишите все возможные структурные формулы изомеров, которым соответствуют следующие брутто-формулы: а) $\text{C}_4\text{H}_9\text{Br}$; б) $\text{C}_3\text{H}_8\text{S}$; в) C_5H_{10} .

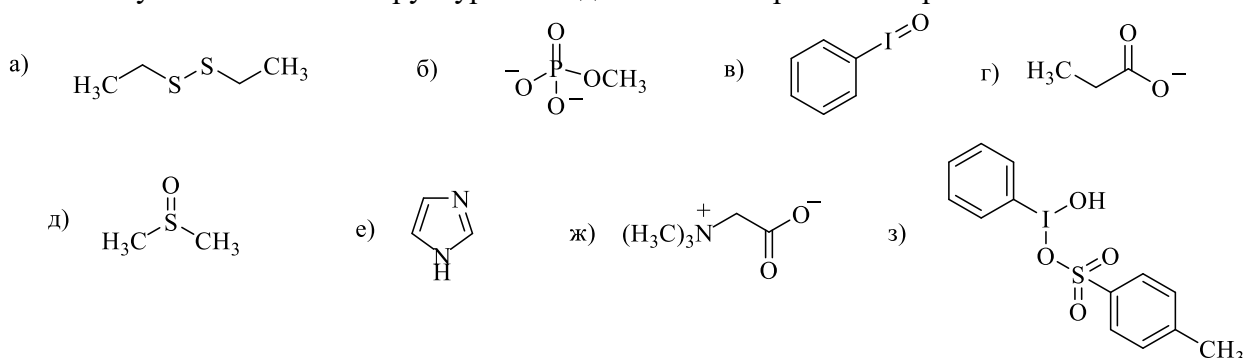
3. Назовите функциональные группы в указанных ниже соединениях:



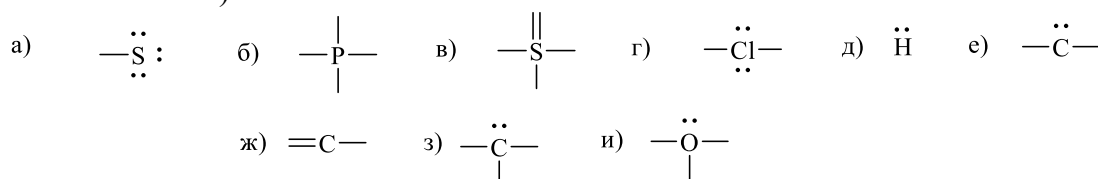
4. К какому классу можно отнести каждое из указанных соединений:



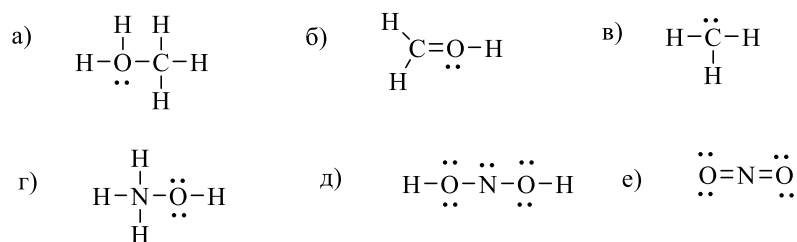
5. Дополните указанные ниже структуры неподеленными парами электронов:



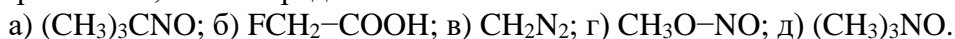
6. Укажите формальные заряды фрагментов молекул (каждый валентный штрих символизирует связь с каким-либо атомом):



7. Дополните структуры Льюиса формальными зарядами:

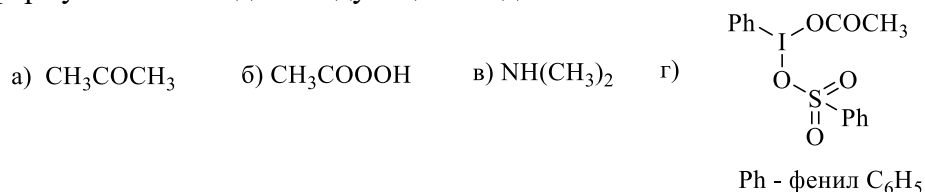


8. Напишите формулы Льюиса для приведённых соединений. Поставьте на всех атомах, не являющихся нейтральными, знаки зарядов.

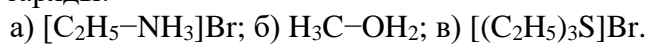


9. Представьте структуры Льюиса для следующих молекул и частиц: а) $\text{Cl}_2\text{C=O}$; б) SO ; в) F_2O ; г) F_3BNH_3 ; д) C_2^{2-} ; е) CN^- ; ж) $\text{CH}_3\text{OOCCH}_3$; з) BrCN ; и) N_2O ; к) N_2H_2 ; л) SOCl_2 ; м) CH_3ONO_2 ; н) $\text{Cl}_2\text{CH}\cdot$ (дихлорметильный радикал); о) $(\text{CH}_3)_3\text{SiCl}$; п) CH_3OF ; р) $\text{CF}_3\text{SO}_3\text{H}$; с) CH_3NHNa ; т) Br_3^- ; у) C_2N_2 .

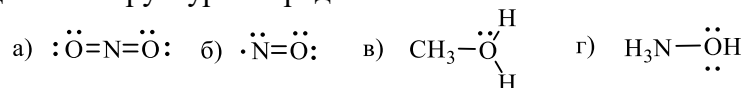
10. Представьте формулы Льюиса для следующих соединений:



11. Дополните атомы в указанных соединениях неподелёнными электронными парами и поставьте, где необходимо, заряды:

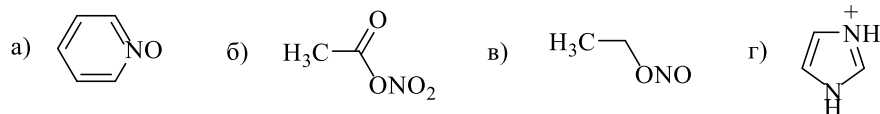


12. Определите в приведённых структурах заряды:

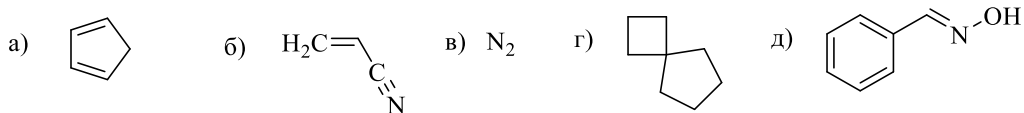


13. Напишите формулы Льюиса для следующих соединений: а) $\text{CH}_2=\text{C=O}$; б) $\text{CH}_3\text{-NO}_2$; в) $(\text{NH}_2)_2\text{CS}$; г) $\text{CH}_3\text{-CN}$.

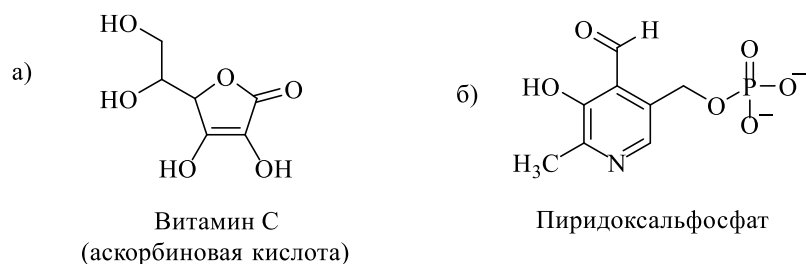
14. Укажите структуры, в которых присутствуют семиполярные связи:



15. Определите число π - и σ -связей в следующих молекулах:

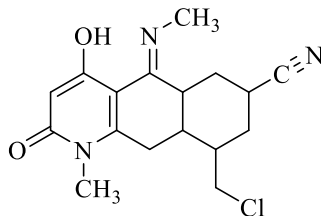


16. Определите гибридизацию атомов в следующих соединениях:

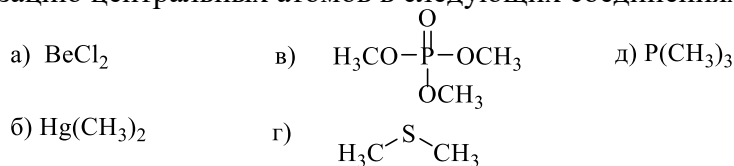


17. Определите гибридизацию атомов в следующих структурах: а) $\text{Be}(\text{CH}_3)_2$; б) BCl_3 ; в) BH_4^- ; г) CO ; д) CO_2 ; е) H_2NCN ; ж) NO^+ ; з) $(\text{CH}_3)_3\text{O}^+$; и) $(\text{CH}_3)_2\text{BOCH}_3$; к) $(\text{CH}_3)_2\text{BN}(\text{CH}_3)_2$; л) CH_3N_3 ; м) CH_3CN .

18. В приведенной ниже молекуле выявите: а) полярные ковалентные одинарные связи; б) полярные ковалентные двойные связи; в) малополярные ковалентные связи; г) атомы азота в sp^2 - и sp -гибридизации; д) атом углерода в sp -гибридизации; е) самую длинную связь в молекуле; ж) самую короткую связь в молекуле (не считая связей $\text{C}-\text{H}$).



19. Определите гибридизацию центральных атомов в следующих соединениях:

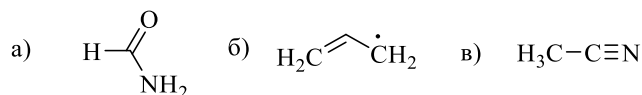


20. Предскажите геометрическую форму следующих молекул: а) CBr_4 ; б) ClCN ; в) CHF_3 ; г) $\text{H}_2\text{C}=\text{C}=\text{O}$; д) $\text{H}_2\text{C}=\text{C}=\text{CH}_2$; е) $\text{HC}\equiv\text{C}-\text{C}\equiv\text{CH}$.

21. Укажите гибридизацию атомов углерода в следующих молекулах и частицах:

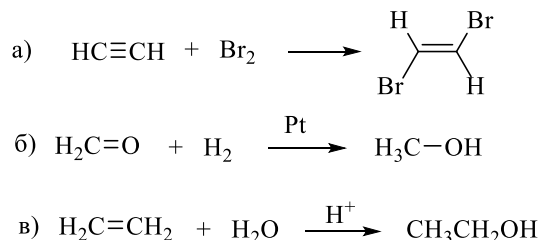


22. Укажите, какие из связей в нижеприведённых соединениях относятся к σ - или к π -типу, а также орбитали, участвующие в их образовании. В каких из приведённых структур все атомы лежат в одной плоскости?

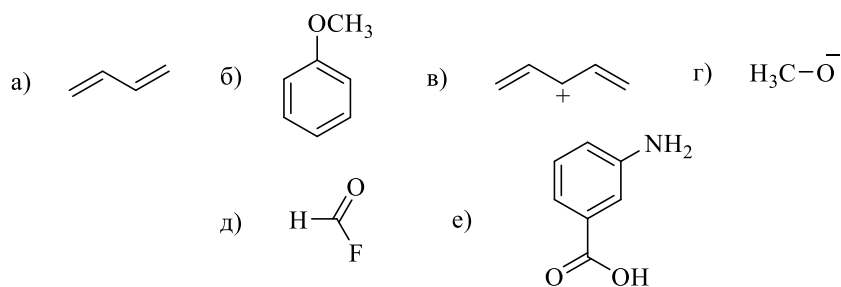


23. Определите примерные значения валентных углов в следующих структурах: а) $(\text{CH}_3)_2\text{Mg}$; б) $\text{H}_2\text{C}=\text{C}=\text{CH}_2$; в) $\text{H}_3\text{C}-\text{NO}_2$; г) $\text{HC}\equiv\text{C}-\text{CH}=\text{CH}_2$; д) O_3 ; е) $(\text{CH}_3)_3\text{O}^+$; ж) $(\text{CH}_3)_3\text{SiCl}$.

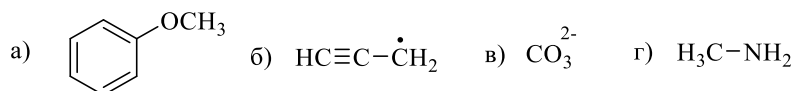
24. Как меняется гибридизация атомов при протекании следующих реакций:



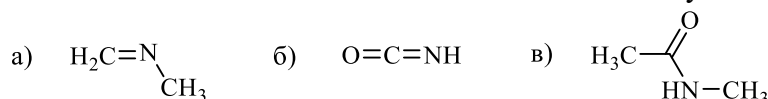
25. Укажите структуры, все атомы которых лежат в одной плоскости.



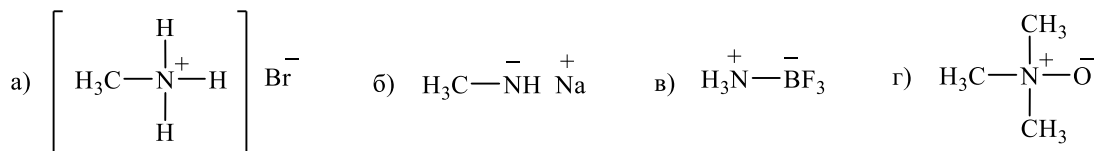
26. Укажите частицы, все атомы в которых лежат в одной плоскости:



27. Приведите атомно-орбитальные модели и дайте анализ связей для следующих соединений:

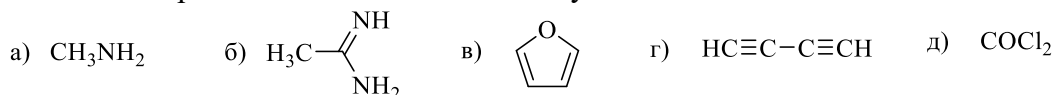


28. В каком случае донорно-акцепторное взаимодействие приводит к семиполярной связи? В чем ее отличие от ионной и ковалентной? Какие из приведенных соединений имеют семиполярную связь?



29. Длина связи $\text{C}=\text{C}$ составляет 0.134 нм, связи $\text{H}-\text{H}$ – 0.06 нм. Вычислите длину связи $\text{C}-\text{H}$ при втором углеродном атоме в соединении $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3$. Короче она или длиннее, чем одна из связей $\text{C}-\text{H}$ при атоме C_3 ? Почему?

30. Приведите атомно-орбитальные модели для следующих соединений:

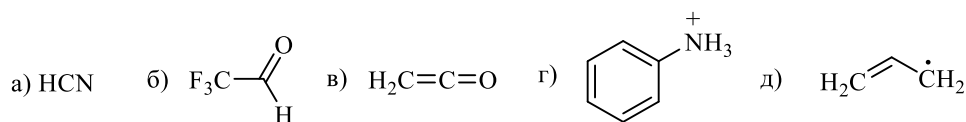


Дайте анализ связей.

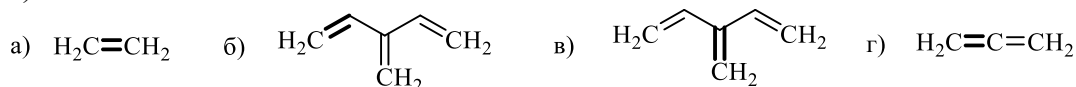
31. Диметилртуть $(\text{CH}_3)_2\text{Hg}$ – соединение, опасное с точки зрения загрязнения водоемов ртутью. Нарисуйте атомно-орбитальную модель диметилртути, дайте анализ связей.

32. Приведите атомно-орбитальные модели для следующих соединений: а) $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{O}-\text{CH}=\text{CH}_2$; б) CH_3-NO_2 ; в) $\text{H}_2\text{C}=\text{C}=\text{O}$.

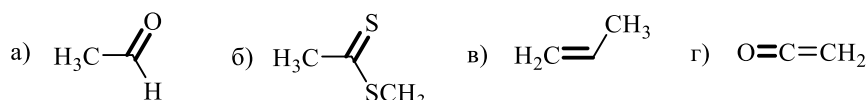
33. Укажите структуры, все атомы в которых лежат в одной плоскости:



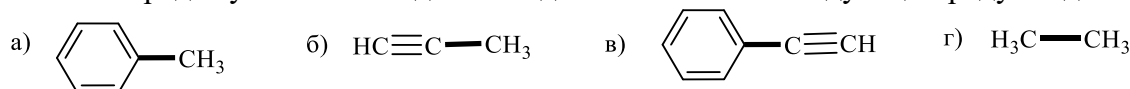
34. В каком порядке уменьшается длина выделенной связи в следующем ряду соединений (разьясните):



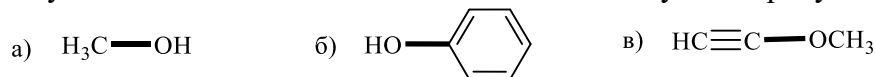
35. Расположите соединения в порядке увеличения длины выделенной связи:



36. В каком порядке уменьшается длина выделенной связи в следующем ряду соединений:



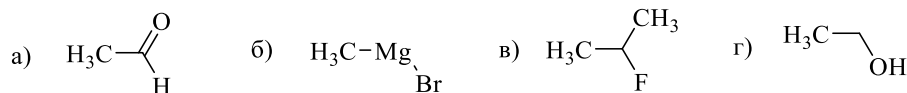
37. В каком порядке уменьшается длина выделенной связи в следующем ряду соединений:



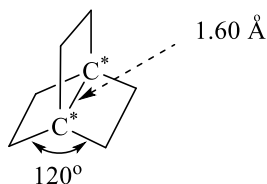
38. Учитывая, что ковалентный радиус атома углерода в sp^3 -гибридизации равен 0.767 \AA , в sp^2 -гибридизации 0.742 \AA , а в sp -гибридизации 0.668 \AA , рассчитайте длину одинарной связи C-C в следующих молекулах: а) $\text{HC}\equiv\text{C}-\text{C}\equiv\text{CH}$; б) $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$.

39. Как изменяется поляризуемость связей C-X: а) C-F, C-I, C-Cl; б) C-O, C-Se, C-S ?

40. Расставьте частичные заряды на атомах, соединенных наиболее полярными связями.

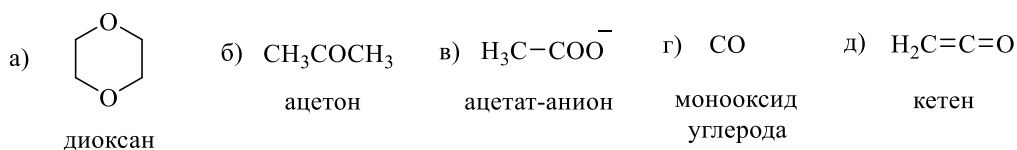


41. Исходя из структурных параметров молекулы [2.2.2]пропеллана, какой тип гибридизации соответствует атомам углерода, отмеченным звездочками? Какие орбитали участвуют в образовании связи между ними? Прочнее или слабее эта связь по сравнению с другими C-C связями?

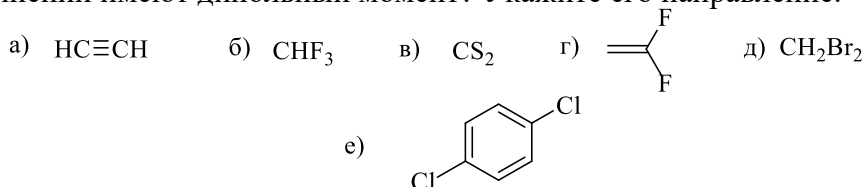


42. Какое из соединений – *o*-нитрофенол или *m*-нитрофенол – имеет большее значение R_f (фактора удерживания) (элюент – CHCl_3 , сорбент – силикагель) и объясните почему.

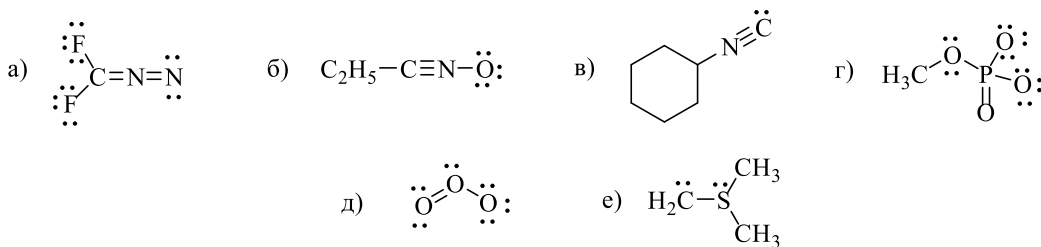
43. Расположите соединения в порядке увеличения длины связи между атомами углерода и кислорода:



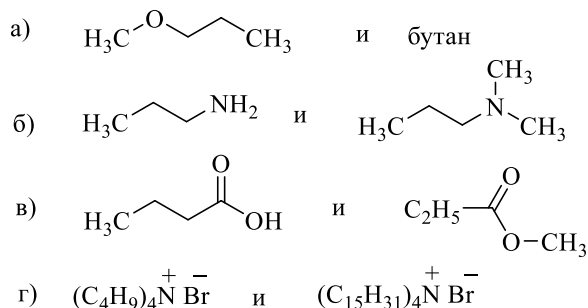
44. Какие из соединений имеют дипольный момент? Укажите его направление.



45. Расставьте формальные заряды в следующих структурах:



46. Сравните растворимость в воде соединений в следующих парах:



47. Для каждой пары соединений предскажите, какое соединение будет лучше растворимо в воде: а) бутанол-1 и хлорэтан; б) бутановая кислота и бутилацетат.

48. Диэтиловый эфир и *n*-бутанол примерно одинаково растворимы в воде (~80 г/л), но у спирта температура кипения значительно выше, чем у эфира (118 и 35 °С соответственно). Дайте объяснение этим фактам.

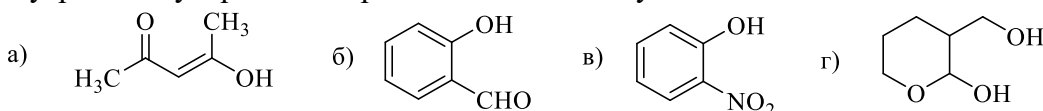
49. Учитывая, что дипольный момент связи O–H составляет 1.52 D, а валентный угол в молекуле воды равен 104.45°, рассчитайте ее дипольный момент.

50. Хотя в молекуле фосгена $Cl_2C=O$ присутствуют два электроотрицательных атома хлора, ее дипольный момент меньше, чем у молекулы формальдегида $H_2C=O$. Объясните данный факт.

51. Несмотря на то, что электроотрицательность фтора выше, чем хлора, дипольный момент хлорметана CH_3Cl ($\mu = 1.87 D$) выше, чем фторметана CH_3F ($\mu = 1.81 D$). Объясните данный факт.

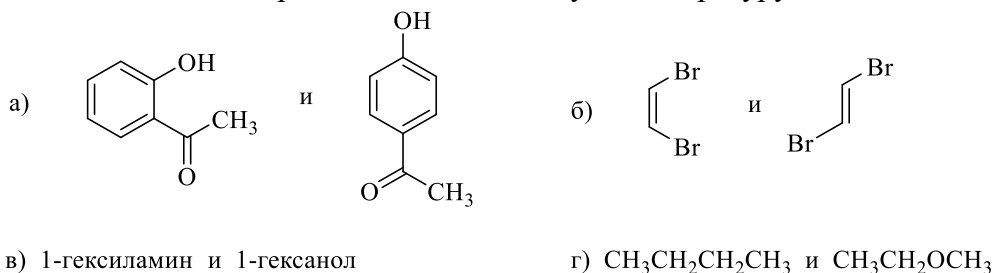
52. Укажите, какое соединение будет лучше растворяться в гексане: иодметан или метанол?

53. Укажите внутримолекулярные водородные связи в следующих соединениях:

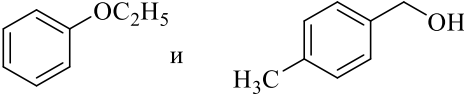
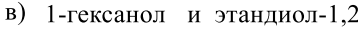


54. Один из изомеров (*o*-, *m*-, *p*-) гидроксибензальдегида значительно хуже растворим в воде и имеет более низкую температуру кипения, чем два других. Определите, какой это изомер.

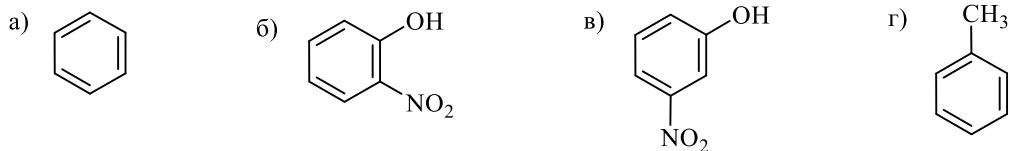
55. Какое из соединений в каждой паре имеет более высокую температуру кипения:



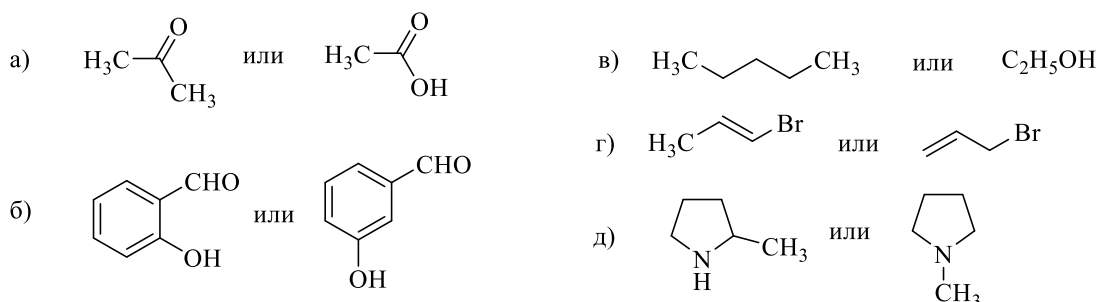
56. В каждой паре соединений укажите более высококипящее:

- а)  и 
 б) $C_2H_5NH_2$ и C_2H_5OH в) 1-гексанол и этандиол-1,2
 г) пропановая кислота и пропилацетат

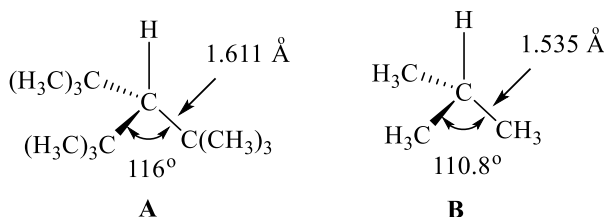
57. Расположите соединения в ряд по увеличению температуры кипения:



58. Укажите более высококипящее вещество в каждой паре:



59. Как можно объяснить тот факт, что в соединении **A** длина указанной связи C–C и валентный угол значительно больше, чем в соединении **B**?



60. Степень ионности ковалентной связи можно рассчитать по уравнению:

$$\% \text{ ионного характера} = 16 \cdot |\chi_A - \chi_B| + 3.5 \cdot |\chi_A - \chi_B|^2,$$

где χ_A и χ_B – электроотрицательности атомов, образующих связь. Рассчитайте степень ионности связей C–H, C–F, H–F, C–O, C–Li [$\chi(C)=2.55$, $\chi(H)=2.2$, $\chi(F)=4.0$, $\chi(Li)=0.98$, $\chi(O)=3.5$].

61. Почему диметилсульфоксид $(CH_3)_2SO$ смешивается с водой в любых соотношениях, а диметилсульфид $(CH_3)_2S$ в ней плохо растворим?

62. Несмотря на то, что электроотрицательность углерода и серы почти одинакова, метантиол CH_3SH обладает существенным дипольным моментом ($\mu = 1.52 D$). Объясните данный факт.