

# ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5

## СВОЙСТВА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ

В табл. 1 приведены кислородсодержащие производные углеводородов, анализ которых необходимо провести в данной лабораторной работе.

Таблица 1

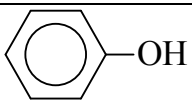
### Анализируемые соединения

Класс органического соединения	Представитель класса	Номер, соответствующий веществу в штативе-лаборатории
Карбоновые кислоты	Уксусная кислота	16
Фенолы	Фенол	17
Кетоны	Ацетон	18
Спирты многоатомные	Этиленгликоль (этан-1,2-диол)	19
Спирты одноатомные	Этиловый спирт (этанол)	20
Сложные эфиры	Этилацетат	21
Альдегиды	Уксусный альдегид	41
Нитросоединение (первичное)	Нитрометан	33
Ароматический первичный амин	Анилин	36
Алифатический первичный амин	Циклогексиламин	44

Лабораторную работу № 5 оформляют в соответствии с табл. 2, не переписывая условия опытов.

Таблица 2

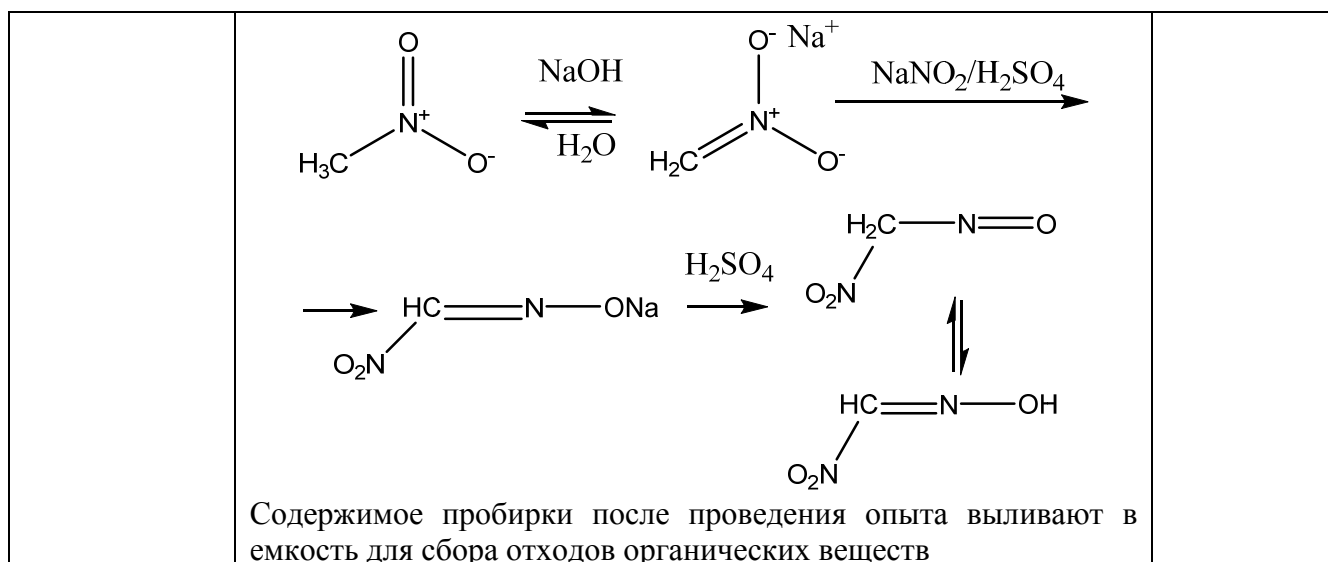
### Свойства кислородсодержащих производных углеводородов

Исследуемые вещества	Последовательность выполнения опытов. Физические свойства. Уравнения реакций. Замечания	Наблюдаемый результат
<i>1. Исследование физических свойств веществ. Внешний вид вещества, растворимость в воде</i>		
Уксусная кислота	<p>В пробирку вносят 2–3 капли органического вещества, анализируют цвет, вязкость, запах. Добавляют 1 мл холодной воды (1) и смесь встряхивают. Если вещество нерастворимо, то добавляют еще 5 капель воды и пробирку нагревают на водяной бане.</p> $\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH}$	
Фенол		
Уксусный альдегид	$\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{H}$	
Ацетон	$\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_3$	
Этиленгликоль	$\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}_2 \\   \quad   \\ \text{OH} \quad \text{OH} \end{array}$	

Спирт этиловый  Этилацетат	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$  $\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$  Пробирки, содержащие растворы уксусной кислоты и фенола используют в опытах 2, 3 и 4 соответственно. Пробирку с этилацетатом оставляют в штативе для проведения опыта 11. Пометьте эти пробирки с указанием номеров предстоящих опытов, в которых они будут использованы	
2. <i>Определение кислотности (pH водного раствора). Открытие карбоновых кислот</i>		
Уксусная кислота	В пробирку с уксусной кислотой из предыдущего опыта помещают стеклянную палочку, с помощью которой наносят каплю вещества на универсальную индикаторную бумажку (47), и сравнивают ее цвет со шкалой pH универсального индикатора, определяя значение pH.  $\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}^\ominus + \text{H}_3\text{O}^\oplus$	
3. <i>Реакция с гидрокарбонатом натрия (открытие карбоновых кислот)</i>		
Уксусная кислота	В ту же пробирку с уксусной кислотой наливают 1 мл раствора гидрокарбоната натрия (5) и наблюдают изменения.  $\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH} + \text{NaHCO}_3 \longrightarrow \text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{ONa} + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$ <p style="text-align: center;">ацетат натрия</p>	
4. <i>Реакция с бромной водой (открытие фенолов)</i>		
Фенол	К водному раствору фенола из опыта 1 добавляют при встряхивании по каплям бромную воду. При наличии фенола сначала наблюдается обесцвечивание бромной воды, а при дальнейшем прибавлении реагента – образование мути и выпадение белого или окрашенного осадка.  $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + 3\text{Br}_2 \longrightarrow \text{C}_6\text{H}_2(\text{OH})(\text{Br})_3 + 3\text{HBr}$ <p style="text-align: center;">2,4,6-трибромфенол</p> Содержимое пробирки после проведения опыта выливают в емкость для сбора отходов органических веществ	
5. <i>Реакция с хлоридом железа (III) (открытие фенолов)</i>		
Фенол	К 5 каплям водного раствора фенола (17) добавляют при встряхивании 1–2 капли 1%-ного раствора $\text{FeCl}_3$ (8)  $6\text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + \text{FeCl}_3 \longrightarrow \left[ \text{C}_6\text{H}_5\text{O} \right]_3^\ominus + \text{Fe}^{3+} \cdot 3\text{C}_6\text{H}_5\text{OH} - 3\text{HCl}$ Содержимое пробирки после проведения опыта выливают в емкость для сбора отходов органических веществ	

6. Окисление альдегидов гидроксидом меди (II) (открытие альдегидов)		
	<p>Предварительно получают гидроксид меди. В пробирку помещают 10 капель 5%-ного раствора NaOH (6) и добавляют 1–2 капли 5%-ного раствора CuSO<sub>4</sub> (7). К выпавшему осадку Cu(OH)<sub>2</sub> добавляют 2–3 капли альдегида (41), полученный раствор тщательно встряхивают. Затем пробирку медленно нагревают в пламени горелки до начала кипения, при этом постоянно встряхивая.</p> <p>В случае альдегида первоначально образуется гидроксид меди (I) желтого цвета, который при нагревании превращается в оксид меди (I) красного цвета</p>	
Уксусный альдегид	$\text{CH}_3-\text{C} \begin{array}{l} \text{O} \\ // \\ \text{H} \end{array} + \text{Cu}(\text{OH})_2 \xrightarrow[t^{\circ}\text{C}]{-\text{H}_2\text{O}} \text{CH}_3-\text{C} \begin{array}{l} \text{O} \\ // \\ \text{OH} \end{array} + \text{CuOH}$ $\text{CuOH} \downarrow \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ <p>Содержимое пробирки после проведения опыта выливают в емкость для сбора отходов солей меди. При необходимости пробирку промывают водой с добавлением соляной кислоты</p>	
7. Реакция с гидросульфитом натрия (открытие альдегидов и метилкетонов)		
Ацетон	<p>На предметное стекло помещают 1 каплю насыщенного раствора бисульфита натрия (25) и прибавляют 1 каплю ацетона (18). Образовавшуюся смесь перемешивают стеклянной палочкой. При наличии кетона или альдегида образуются кристаллы.</p> $\text{H}_3\text{C} \begin{array}{l} \text{C}=\text{O} \\ / \quad \backslash \\ \text{H}_3\text{C} \end{array} + \text{NaHSO}_3 \longrightarrow \text{H}_3\text{C} \begin{array}{l} \text{OH} \\ / \quad \backslash \\ \text{C} \\ / \quad \backslash \\ \text{H}_3\text{C} \quad \text{SO}_3\text{Na} \end{array} \downarrow$	
8. Реакция с гидросиламином солянокислым (открытие альдегидов и кетонов)		
Ацетон	<p>В пробирку помещают 7 капель 3%-ного раствора HO–NH<sub>2</sub> · HCl (28), прибавляют 2–3 капли ацетона (18) и раствор нагревают на водяной бане. Затем добавляют 1 каплю метилового оранжевого (50)</p> $\text{H}_3\text{C} \begin{array}{l} \text{C}=\text{O} \\ / \quad \backslash \\ \text{H}_3\text{C} \end{array} + \text{NH}_2-\text{OH} \cdot \text{HCl} \xrightarrow{\text{метилоранжевый}} \text{H}_3\text{C} \begin{array}{l} \text{C}=\text{N}-\text{OH} \\ / \quad \backslash \\ \text{H}_3\text{C} \end{array} + \text{HCl} + \text{H}_2\text{O}$ <p>оксим ацетона</p> <p>Содержимое пробирки после проведения опыта выливают в емкость для сбора отходов органических веществ</p>	
9. Образование гликоксидов с Cu(OH) <sub>2</sub> (открытие многоатомных спиртов с вицинальным расположением гидроксильных групп)		
	<p>Вначале готовят гидроксид меди. В пробирку помещают 3 капли 5%-ного раствора CuSO<sub>4</sub> (7) и 8 капель 5%-ного раствора NaOH (6). Немедленно выпадает голубой осадок гидроксида меди Cu(OH)<sub>2</sub>. Затем добавляют 1–2 капли этиленгликоля (19) и раствор встряхивают</p>	

1	2	3
<i>10. Реакция с металлическим натрием. (открытие одноатомных спиртов)</i>		
Этиленгликоль	$2 \begin{array}{c} \text{CH}_2\text{—OH} \\   \\ \text{CH}_2\text{—OH} \end{array} + \text{Cu(OH)}_2 \xrightarrow[-\text{H}_2\text{O}]{\text{NaOH}} \begin{array}{c} \text{CH}_2\text{—O} \\   \\ \text{CH}_2\text{—O} \\   \\ \text{H} \end{array} \text{—Cu—} \begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{O—CH}_2 \\   \\ \text{O—CH}_2 \end{array}$ <p>Содержимое пробирки после проведения опыта выливают в емкость для сбора отходов солей меди</p>	
<i>10. Реакция с металлическим натрием. (открытие одноатомных спиртов)</i>		
Спирт этиловый	<p>Первоначально проводят реакцию обезвоживания этилового спирта. Для этого в сухую пробирку помещают 10 капель этилового спирта (20), добавляют 0,1 г безводного сульфата меди (43), взбалтывают и дают отстояться. В другую сухую пробирку помещают маленький кусочек натрия металлического (42) и осторожно из первой пробирки приливают несколько капель обезвоженной жидкости, сливая ее с осадка.</p> $2\text{H}_3\text{C—CH}_2\text{—OH} + 2\text{Na} \rightarrow 2\text{H}_3\text{C—CH}_2\text{—ONa} + \text{H}_2 \uparrow$ <p style="text-align: center;">этилат натрия</p> <p>К содержимому пробирки после проведения опыта добавляют еще 10 капель спирта (20) для дезактивации непрореагировавшего натрия. Только при отсутствии газовыделения пробирку промывают водой</p>	
<i>11. Щелочной гидролиз сложного эфира в присутствии фенолфталеина (открытие сложного эфира)</i>		
Этилацетат	<p>В пробирку с этилацетатом после опыта 1 приливают 5 капель воды (1), 1 каплю фенолфталеина (49), а затем добавляют 1 каплю 5%-ного раствора NaOH (6) (не допускать избытка щелочи). Появляется малиновое окрашивание. Пробирку осторожно нагревают на пламени горелки, периодически встряхивая. Если окраска не изменяется, то пробирку выносят из пламени, чуть охлаждают и добавляют еще несколько капель этилацетата (21). Наблюдают изменение окраски.</p> $\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C—C=O} \\ \diagdown \\ \text{O—CH}_2\text{—CH}_3 \end{array} + \text{NaOH} \xrightarrow{\text{фенолфта-}} \begin{array}{c} \text{H}_3\text{C—C=O} \\ \diagdown \\ \text{ONa} \end{array} + \text{H}_3\text{C—CH}_2\text{—OH}$ <p style="text-align: center;">ацетат натрия</p> <p>Содержимое пробирки после проведения опыта выливают в емкость для сбора отходов органических веществ</p>	
<i>12. Обнаружение первичных алифатических нитросоединений реакцией с азотистой кислотой</i>		
Нитрометан	<p>К 3-5 каплям нитрометана (33) добавляют 1 мл конц. раствора NaOH (23), прибавляют 0,5 мл 20% раствора NaNO<sub>2</sub> (24). Затем к бесцветному раствору по каплям приливают серную кислоту (30) до появления оранжево-красного окрашивания. Дальнейшее добавление кислоты вновь вызывает обесцвечивание раствора (почему?). При добавлении щелочи окраска снова появляется (почему?).</p>	

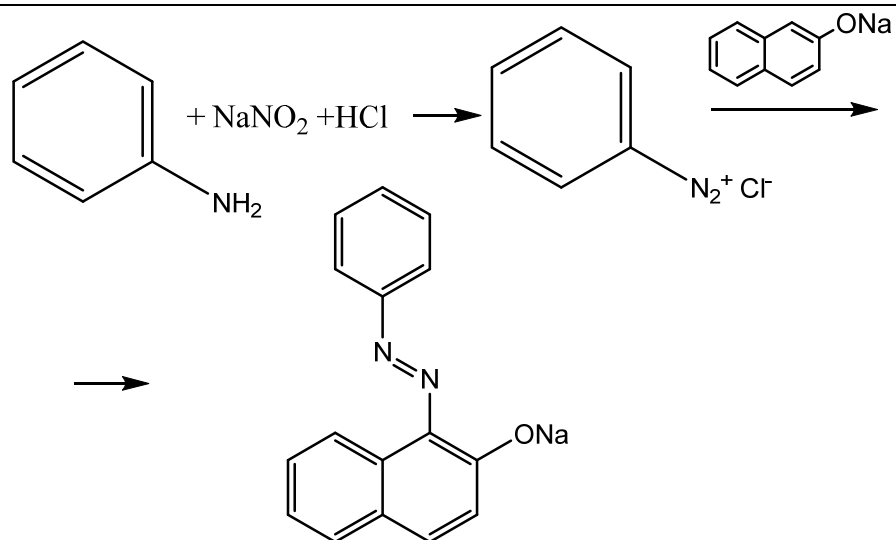


*13. Обнаружение первичных алифатических и ароматических аминов*

<p>Циклогексил-амин</p> <p>Анилин</p>	<p>А) На основе основных свойств аминов</p> <p>К 3-5 каплям алифатического амина (44) прибавляют 1 мл воды и погружают стеклянную палочку после чего используя индикаторную бумагу определяют рН раствора. Опыт повторяют аналогично для ароматического амина (анилина) (36) и сравнивают результаты.</p>	
Циклогексил-амин		
<p>Содержимое пробирок после проведения опытов используют для следующей реакции.</p>		
Циклогексил-амин	<p>Б) Реакцией с азотистой кислотой</p> <p>К содержимому пробирки с алифатическим амином (44) прибавляют 5 капель конц. соляной кислоты (под тягой находится) до кислой реакции среды. Пробирку охлаждают в стакане со льдом и прибавляют 5 капель раствора NaNO<sub>2</sub> (24). Наблюдают выделение газа (холодное вскипание)</p>	

*14. Обнаружение первичных ароматических аминов через диазониевые соли реакцией азосочетания*

Анилин	<p>К содержимому пробирки из опыта 13Б прибавляют 5 капель конц. соляной кислоты (под тягой находится) до сильно кислой реакции среды. Пробирку охлаждают в стакане со льдом после чего добавляют 5 капель раствора NaNO<sub>2</sub> (24). Затем содержимое пробирки осторожно приливают в другую пробирку, содержащую 5 капель щелочного раствора β-нафтола (38). Фиксируем окрашивание за счет образования азокрасителя.</p>	
--------	--	--



Содержимое пробирки после проведения опыта выливают в емкость для сбора отходов органических веществ