

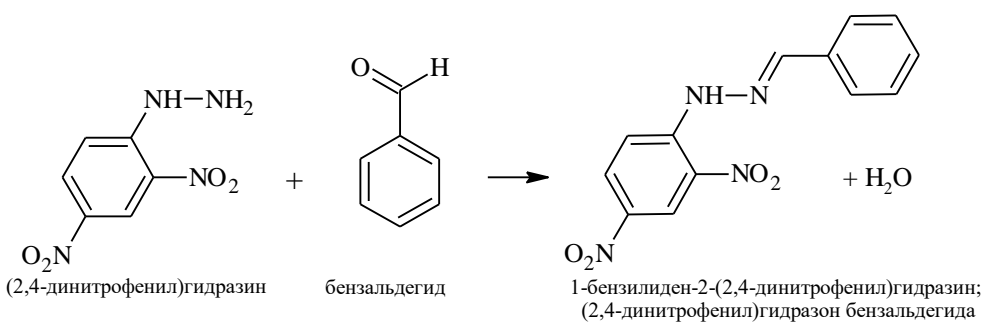
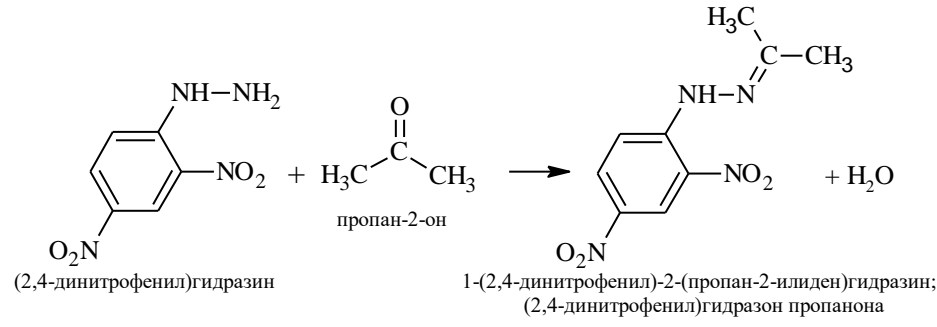
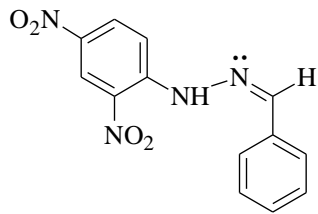
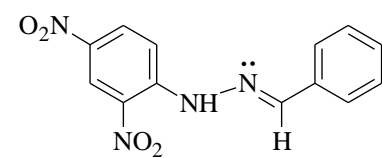
РЕСПУБЛИКАНСКАЯ ОЛИМПИАДА ПО ХИМИИ
ПРАКТИЧЕСКИЙ ТУР, 15 марта 2026 года, XI-ый КЛАСС

Решения и схема оценивания

TOTAL: 40 puncte

Nr.	Выполнение задания	Баллы
Задание 1	1) Рассчитайте значения R_f для 4 анализируемых веществ.	25 б.
	Значение R_f для <i>контрольного вещества</i> : (2,4-динитрофенил)гидразина. Примечание: Значения R_f оцениваются с погрешностью $\pm 0,02 - 0,04$, в соответствии с экспериментальными отклонениями в ТСХ: если значение R_f находится в интервале 0,30 - 0,40 - 5 б. если значение R_f находится в интервале 0,27 - 0,29 или 0,41 - 0,43 - 4 б. если значение R_f находится в интервале 0,24 - 0,26 или 0,44 - 0,46 - 3 б. если значение R_f находится в интервале 0,21 - 0,23 или 0,47 - 0,49 - 2 б. Для других значений R_f – 1 б. Значение R_f для данной системы: R_f (ДНФГ) = 0,34	
	Значение R_f для <i>контрольного вещества</i> M_1 : (2,4-динитрофенил)гидразон бензальдегида. Примечание: Значения R_f оцениваются с погрешностью $\pm 0,02 - 0,04$, в соответствии с экспериментальными отклонениями в тонкослойной хроматографии: если значение R_f находится в интервале 0,90 – 0,95 - 5 б. если значение R_f находится в интервале 0,87 – 0,89 или 0,96 – 0,98 - 4 б. если значение R_f находится в интервале 0,84 – 0,86 или 0,99 – 1,00 - 3 б. если значение R_f находится в интервале 0,81 – 0,83 - 2 б. Для других значений R_f – 1 б. Значение R_f для данной системы: R_f (M_1) = 0,92	
	Значение R_f для <i>контрольного вещества</i> M_2 : (2,4-динитрофенил)гидразон пропанона. Примечание: Значения R_f оцениваются с погрешностью $\pm 0,02 - 0,04$, в соответствии с экспериментальными отклонениями в тонкослойной хроматографии: если значение R_f находится в интервале 0,80 – 0,90 - 5 б. если значение R_f находится в интервале 0,77 – 0,79 или 0,91 – 0,98 - 4 б. если значение R_f находится в интервале 0,74 – 0,76 или 0,99 – 1,00 - 3 б. если значение R_f находится в интервале 0,71 – 0,73 - se acordă 2 p. Для других значений R_f – 1 б. Значение R_f для данной системы: R_f (M_2) = 0,86	
	Значение R_f для карбонильного соединения (2,4-динитрофенил)гидразона – CC – анализируемое вещество: CC_1 вариант: Значение R_f для (2,4-динитрофенил)гидразона $CC_1 = 0,92 \approx R_f$ (2,4-динитрофенил)гидразон бензальдегида - $M_1 = 0,92 \Rightarrow CC_1$ –	

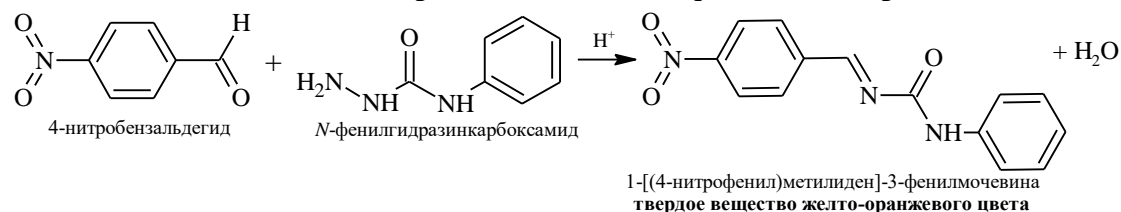
	бензальдегид.													
	CC₂ вариант: Значение R_f для (2,4-динитрофенил)гидразона CC₂ = 0,90 ≈ R_f : (2,4-динитрофенил)гидразон пропанона - M₂ = 0,86 => CC₂ - пропанон.													
	Заполняется таблица значениями R_f (с точностью до двух знаков после запятой): <table><tr><th>Вещество</th><th>Значение R_f</th></tr><tr><td>контрольное вещество: (2,4-динитрофенил)гидразин</td><td>0,34</td></tr><tr><td>контрольное вещество M₁: (2,4-динитрофенил)бензальдегидгидразон</td><td>0,92</td></tr><tr><td>контрольное вещество M₂: (2,4-динитрофенил)гидразон пропанона</td><td>0,86</td></tr><tr><td rowspan="2">анализируемое вещество: (2,4-динитрофенил)гидразон карбонильного соединения - СС:</td><td>СС₁ - 0,92</td></tr><tr><td>СС₂ - 0,90</td></tr></table>	Вещество	Значение R_f	контрольное вещество: (2,4-динитрофенил)гидразин	0,34	контрольное вещество M₁ : (2,4-динитрофенил)бензальдегидгидразон	0,92	контрольное вещество M₂ : (2,4-динитрофенил)гидразон пропанона	0,86	анализируемое вещество: (2,4-динитрофенил)гидразон карбонильного соединения - СС :	СС₁ - 0,92	СС₂ - 0,90	1 б.	
Вещество	Значение R_f													
контрольное вещество: (2,4-динитрофенил)гидразин	0,34													
контрольное вещество M₁ : (2,4-динитрофенил)бензальдегидгидразон	0,92													
контрольное вещество M₂ : (2,4-динитрофенил)гидразон пропанона	0,86													
анализируемое вещество: (2,4-динитрофенил)гидразон карбонильного соединения - СС :	СС₁ - 0,92													
	СС₂ - 0,90													
	Примечание: Выдается только одна пластина из силуфола. Запрос второй пластины влечет за собой штраф в 10 баллов.													
	Значение R_f для карбонильного соединения (2,4-динитрофенил)гидразона – СС – анализируемое вещество. СС₁ вариант: Значение R_f для карбонильного соединения (2,4-динитрофенил)гидразона – анализируемое вещество должно быть равно или приблизительно равно значению R_f (M₁) - (2,4-динитрофенил)гидразона бензальдегида. R_f для СС₁ : (2,4-динитрофенил)гидразон бензальдегид ≈ R_f (2,4-динитрофенил)гидразон бензальдегида => СС₁ это бензальдегид. <div><div><div>O</div><div>C=O</div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div>бензальдегид</div></div> СС₂ вариант: Значение R_f для карбонильного соединения (2,4-динитрофенил)гидразона– анализируемое вещество должно быть равно или приблизительно равно значению R_f (M₂) - (2,4-динитрофенил)гидразон пропанона. R_f для СС₂ : (2,4-динитрофенил)гидразон пропанона ≈ R_f (2,4-динитрофенил)гидразон пропанона => СС₂ это пропанон. <div><div><div>O</div><div></div><div></div></div><div><div></div><div>C=O</div><div></div></div><div><div>H₃C</div><div></div><div>CH₃</div></div><div>пропан-2-он</div></div>	4 б.												
Задание	Уравнение реакции между (2,4-динитрофенил)гидразином и	и	2 б.											

2	<p>идентифицированным карбонильным соединением. Назовите полученный гидразон.</p> <p>СС₁ вариант:</p> <div style="text-align: center;">  <p>(2,4-динитрофенил)гидразин + бензальдегид → 1-бензилиден-2-(2,4-динитрофенил)гидразин; (2,4-динитрофенил)гидразон бензальдегида + H₂O</p> </div> <p>СС₂ вариант:</p> <div style="text-align: center;">  <p>(2,4-динитрофенил)гидразин + пропан-2-он → 1-(2,4-динитрофенил)-2-(пропан-2-илиден)гидразин; (2,4-динитрофенил)гидразон пропанона + H₂O</p> </div> <p>Примечание: 1 б. за уравнение реакции конденсации (2,4-динитрофенил)гидразина с идентифицированным карбонильным соединением СС; 1 б. – за верное название полученного гидразона. Принимаются как систематические, так и тривиальные названия.</p>	
<p>Задание 3</p>	<p>Какие из предложенных контрольных образцов обладают стереоизомерией? Представьте структурные формулы и названия стереоизомеров. Стереоизомерией обладает только 1-бензилиден-2-(2,4-динитрофенил)гидразин:</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-end;"> <div style="text-align: center;">  <p>(Z)-1-бензилиден-2-(2,4-динитрофенил)гидразин</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>(E)-1-бензилиден-2-(2,4-динитрофенил)гидразин</p> </div> </div> <p>Примечание: 2 б. ра каждый стереоизомер (1 б. – за верную структурную формулу, 1 б. – верное название).</p>	4 б.
<p>Задание 4</p>	<p>Как с помощью метода тонкослойной хроматографии (ТСХ) можно определить окончание химической реакции между органическими соединениями? Кратко обоснуйте ответ.</p> <p>Вариант ответа:</p> <p>С помощью метода тонкослойной хроматографии (ТСХ) можно контролировать ход химической реакции путем сравнения пятен исходных реагентов и образующегося продукта на хроматографической пластинке. На начальной стадии реакции на хроматограмме наблюдается пятно реагента. По мере протекания реакции появляется пятно продукта, тогда как интенсивность пятна исходного реагента постепенно уменьшается. О завершении реакции свидетельствует исчезновение пятна реагента и наличие на хроматограмме только пятна продукта, характеризующегося иным значением R_f.</p>	5 б.

	<p>Таким образом, метод ТСХ позволяет оперативно и достоверно определить момент завершения реакции без применения дополнительных аналитических методов.</p> <p>Примечание: За другую правильную и логичную интерпретацию – 5 б.</p>	
Задание 5	<p>Предложите два других химических метода идентификации карбонильных соединений. Напишите уравнения реакций, используя в качестве примера 4-нитробензальдегид.</p> <p>Химические методы идентификации карбонильных соединений основаны на специфических реакциях, генерирующих характерные аналитические сигналы. Помимо идентификации методом тонкослойной хроматографии (ТСХ), карбонильные соединения могут быть идентифицированы физико-химическими и химическими методами, включая: реакцию присоединения бисульфита натрия, реакции конденсации и окисления.</p> <p>1. Присоединение бисульфита натрия к 4-нитробензальдегиду:</p> <p>Альдегиды и некоторые алифатические кетоны образуют бисульфитные соединения, которые являются твердыми, стабильными соединениями и используются для характеристики, разделения и очистки карбонильных соединений. Бисульфитные соединения, при действии кислот или оснований разлагаются с образованием исходных карбонильных соединений.</p> <div style="text-align: center;"> <p>4-нитробензальдегид + NaHSO₃ → 4-нитрогидрокси(фенил)метан сульфонат натрия</p> </div> <p>К распространенным названиям этих продуктов относятся: бисульфит пропанона, бисульфит бензальдегида и др.</p> <p>2. Карбонильные соединения (альдегиды и кетоны) реагируют с аммиаком и его производными: H₂N-Y и приводят к образованию продуктов присоединения-элиминирования, имеющих общую формулу >C=N-Y.</p> <p>Более важными являются реакции конденсации с гидразином, фенилгидразином, семикарбазидами, гидроксиламином и конденсация альдегидов с первичными ароматическими аминами с образованием оснований Шиффа.</p> <p>Реакция конденсации 4-нитробензальдегида с гидразином:</p> <div style="text-align: center;"> <p>4-нитробензальдегид + H₂N-NH₂ $\xrightarrow{H^+}$ 1-(4-нитробензилиден)гидразин + H₂O</p> <p>твердое вещество желто-оранжевого цвета</p> </div> <p>Для этих продуктов конденсации также используются общепринятые названия: гидразон пропанона, гидразон бензальдегида и т. д. Гидразоны представляют собой хорошо кристаллизованные твердые соединения, обладающие характерными и четко определенными температурами плавления, свойством, часто используемым для идентификации карбонильных соединений.</p> <p>Реакция конденсации 4-нитробензальдегида с фенилгидразином:</p> <div style="text-align: center;"> <p>4-нитробензальдегид + фенилгидразин $\xrightarrow{H^+}$ 1-(4-нитробензилиден)-2-фенилгидразин + H₂O</p> <p>твердое вещество красно-оранжевого цвета</p> </div> <p>Фенилгидразоны - это хорошо кристаллизованные твердые соединения,</p>	4 б.

обладающие характерными и четко определенными температурами плавления, свойством, часто используемым для идентификации карбонильных соединений. Для этих продуктов конденсации также используются общепринятые названия: фенилгидразон пропанона, фенилгидразон бензальдегида и т. д.

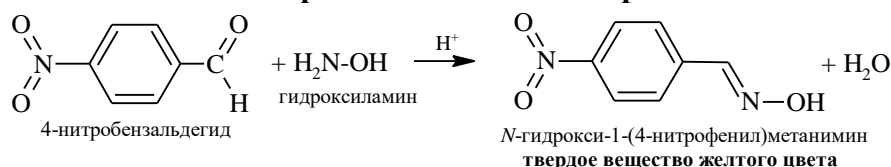
Реакция конденсации 4-нитробензальдегида с фенилсемикарбазидом:



Фенилсемикарбазоны представляют собой хорошо кристаллизованные твердые соединения, обладающие характерными и четко определенными температурами плавления, свойством, часто используемым для идентификации карбонильных соединений.

Для этих продуктов конденсации также используются общепринятые названия: 4-нитрофенилсемикарбазон бензальдегида, 4-нитрофенилсемикарбазон пропанона и др.

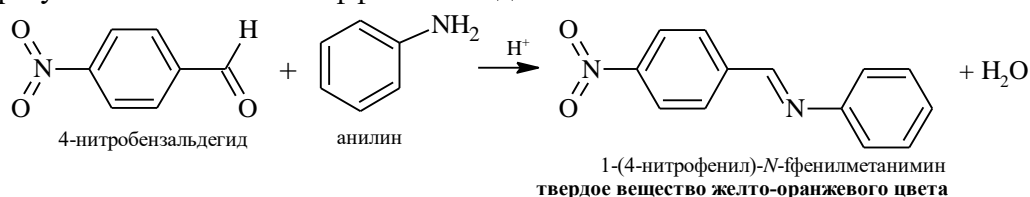
Реакция конденсации 4-нитробензальдегида с гидроксиламином:



Оксимы, как правило, представляют собой хорошо кристаллизованные твердые соединения с характерными температурами плавления. Это свойство позволяет использовать их для идентификации соответствующих карбонильных соединений.

Для этих продуктов конденсации также используются общепринятые названия: оксим пропанона, оксим бензальдегида и т. д.

Реакция конденсации ароматических альдегидов (4-нитробензальдегида) с первичными ароматическими аминами (анилином), в результате которой образуются основания Шиффа или альдимины:



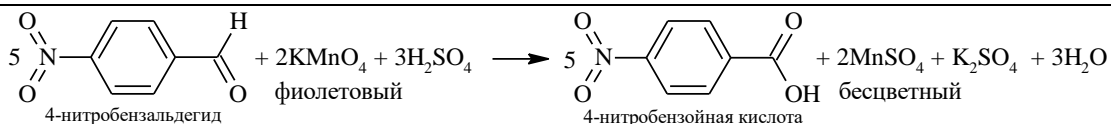
Для этих продуктов конденсации (оснований Шиффа) также используются общепринятые названия: альдимин бензальдегида с анилином, альдимин пропан-2-она с анилином и т. д.

Вывод: Все эти соединения конденсации служат для идентификации, характеристики и дозирования карбонильных соединений.

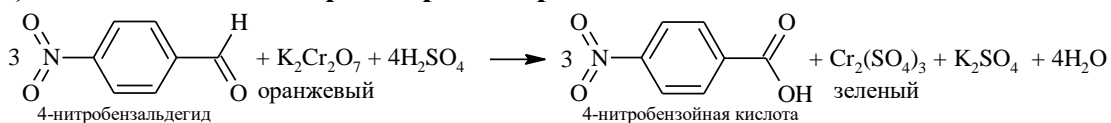
3. Окисление альдегидов

Благодаря своим восстановительным свойствам альдегиды легко окисляются с образованием соответствующих карбоновых кислот.

а) Окисление подкисленным раствором перманганата калия:

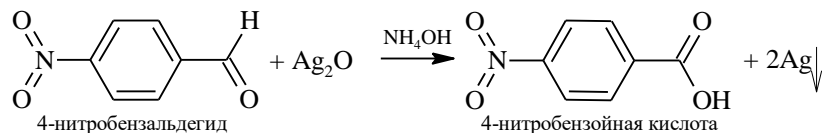


Альдегиды восстанавливают фиолетовый ион MnO_4^- до бесцветного иона Mn^{2+} .

б) Окисление кислым раствором дихромата калия:

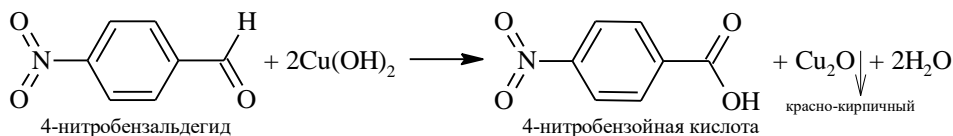
Альдегиды восстанавливают оранжевый ион $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ до зеленого иона Cr^{3+} .

с) Окисление раствором гидроксида диамина серебра(I), $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$, также называемым реактивом Толленса:



Альдегиды восстанавливают серебро из Ag_2O .

d) Окисление с помощью $\text{Cu}(\text{OH})_2$, также называемый реактивом Фелинга:



Альдегиды восстанавливают $\text{Cu}(\text{OH})_2$ до оксида меди(I) Cu_2O – коричневый осадок.

Примечание: 1,5 б. за каждое правильное уравнение реакции с использованием полуразвернутых структурных формул для органических соединений; 0 баллов – если используются молекулярные формулы органических соединений; 0,5 б. за все правильные коэффициенты.

Вывод:

Для идентификации карбонильных соединений часто используется комбинация методов (физических, химических и физико-химических), поскольку каждый метод имеет свои преимущества и ограничения.