

Все, что нужно знать про кислые и основные соли

Кислые соли состоят из катионов металла (или аммония), водорода и кислотного остатка. В школьном курсе обычно рассматриваются кислые соли, образованные металлами из I и II групп (главные подгруппы) и кислые соли аммония. Растворимость наиболее распространенных кислых солей можно проверить по таблице растворимости.

Чтобы назвать такую соль, нужно добавить к кислотному остатку приставку *гидро-* (один атом водорода) или *дигидро-* (два атома водорода):

NH_4HCO_3 – гидрокарбонат аммония

KH_2PO_4 – **дигидро**фосфат калия

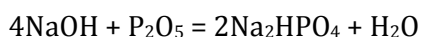
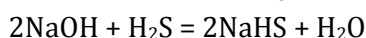
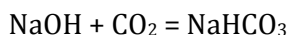
Основные соли содержат катионы металла, гидроксогруппы и кислотный остаток. Чтобы назвать такую соль, нужно добавить к названию металла приставку *гидроксо-* (одна гидроксогруппа) или *дигидроксо-* (две гидроксогруппы). Большинство основных солей нерастворимо (основные карбонаты) или малорастворимо (основные хлориды, бромиды, сульфаты, нитраты) в воде.

$(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$ – карбонат гидроксомеди (II)

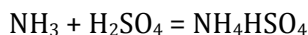
$\text{Al}(\text{OH})_2\text{Cl}$ – хлорид **дигидроксо**алюминия

Получение кислых и основных солей из оснований (или амфотерных гидроксидов)

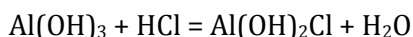
Кислые соли образуются при взаимодействии кислоты или кислотного оксида (CO_2 , SO_2 , P_2O_5 ...) с недостатком щелочи:



Кислые соли аммония получают по аналогичной схеме:



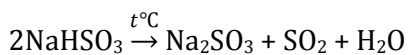
Некоторые основные соли образуются при взаимодействии двух- или трехкислотных оснований (или АГ) с недостатком кислоты:



Химические свойства основных и кислых солей

1. Термическое разложение основных и кислых солей

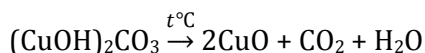
Кислые соли, образованные летучими кислотами, обычно разлагаются с образованием средних солей



Кислые соли аммония разлагаются с образованием смеси газообразных веществ:



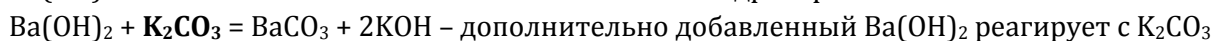
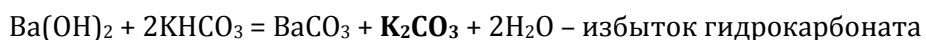
Основные карбонаты разлагаются с образованием оксидов металлов



2. Генетическая связь средних, основных и кислых солей

кислая соль	<div><div><div>+ щелочь</div><div>→</div></div><div><div>←</div><div>+ кислота</div></div></div>	средняя соль	<div><div><div>+ щелочь</div><div>→</div></div><div><div>←</div><div>+ кислота</div></div></div>	основная соль
<p>Переход «кислая соль → средняя соль»</p> <p>Кислые соли нейтрализуются щелочами:</p> <p>$\text{NaOH} + \text{NaHCO}_3 = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$</p> <p>Если использовать щелочь, в состав которой входит другой катион, образуются две соли:</p> <p>$3\text{NaH}_2\text{PO}_4 + 6\text{KOH} = 2\text{K}_3\text{PO}_4 + \text{Na}_3\text{PO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$</p> <p>Из дигидрофосфатов можно получить гидрофосфаты (менее кислую соль):</p> <p>$\text{NaH}_2\text{PO}_4 + \text{NaOH} = \text{Na}_2\text{HPO}_4 + \text{H}_2\text{O}$</p> <p>Среднюю соль с <u>другим кислотным остатком</u> можно получить из кислой соли по реакциям обмена с солями и кислотами:</p> <p>$\text{NaHS} + \text{HCl} = \text{H}_2\text{S}\uparrow + \text{NaCl}$</p> <p>$\text{Ba}(\text{HCO}_3)_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4 = 2\text{NaHCO}_3 + \text{BaSO}_4\downarrow$</p> <p>$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 + 2\text{KF} = \text{CaF}_2\downarrow + 2\text{KHCO}_3$</p>		<p>Переход «средняя соль → основная соль»</p> <p>Реакцию можно осуществить, если исходная соль растворима:</p> <p>$\text{FeCl}_2 + \text{KOH} = \text{FeOHCl} + \text{KCl}$</p> <p>$\text{Al}(\text{NO}_3)_3 + 2\text{NaOH} = 2\text{NaNO}_3 + \text{Al}(\text{OH})_2\text{NO}_3$</p> <p>Основные карбонаты можно получить в результате <u>совместного гидролиза</u>:</p> <p>$2\text{CuCl}_2 + 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} = (\text{CuOH})_2\text{CO}_3 + 4\text{NaCl} + \text{CO}_2$</p> <p>Образование основных карбонатов можно объяснить их меньшей растворимостью по сравнению с соответствующими основаниями. Аналогично реагируют с растворимыми карбонатами соли многих Me^{2+} (кроме Ca, Ba, Sr, Fe).</p>		
<p>Переход «средняя соль → кислая соль»</p> <p>Добавляем одноименную кислоту</p> <p>$\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{NaHSO}_3$</p> <p>$\text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$</p> <p>Можно добавить кислоту с другим кислотным остатком</p> <p>$\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{HCl}_{\text{(нед., по каплям)}} = \text{NaHCO}_3 + \text{NaCl}$</p> <p>$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_{4\text{ (к.)}} \rightarrow 2\text{CaSO}_4 + \text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$</p> <p>Кислые соли предпочтительно писать, когда газы (CO_2, SO_2, H_2S) пропускают через раствор силикатов:</p> <p>$\text{Na}_2\text{SiO}_3 + 2\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{NaHCO}_3 + \text{H}_2\text{SiO}_3$</p> <p>$\text{K}_2\text{SiO}_3 + 2\text{H}_2\text{S} = 2\text{KHS} + \text{H}_2\text{SiO}_3$</p>		<p>Переход «основная соль → средняя соль»</p> <p>Добавляем одноименную кислоту</p> <p>$\text{Al}(\text{OH})_2\text{Cl} + 2\text{HCl} = \text{AlCl}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$</p> <p>$\text{ZnOHNO}_3 + \text{HNO}_3 = \text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}$</p> <p>Можно добавить кислоту с другим кислотным остатком. Основные карбонаты будут полностью разлагаться сильными кислотами.</p> <p>$3\text{Al}(\text{OH})_2\text{Cl} + 6\text{HBr} = \text{AlCl}_3 + 2\text{AlBr}_3 + 6\text{H}_2\text{O}$</p> <p>$(\text{CuOH})_2\text{CO}_3 + 4\text{HCl} = 2\text{CuCl}_2 + \text{CO}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$</p>		

!!! Важное дополнение. В задачах иногда ЕГЭ встречается уточнение: гидрокарбонат калия вступил в реакцию с избытком раствора гидроксида бария.



Будьте бдительны и проверяйте, возможна ли еще одна реакция при добавлении дополнительной порции реагента.

Тренажер для отработки реакций

Задание 1. Пользуясь таблицей генетической связи солей, осуществите превращения. Для превращений, отмеченных *, предложите две принципиально разные реакции.

$\text{CaSO}_3 \rightarrow \text{Ca}(\text{HSO}_3)_2$	
* $\text{NaHSO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_3$	
* $\text{NaOH} \rightarrow \text{NaH}_2\text{PO}_4$	
$\text{Al}(\text{OH})_2\text{Br} \rightarrow \text{AlBr}_3$	
$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \rightarrow \text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$	
* $\text{Li}_2\text{S} \rightarrow \text{LiHS}$	
$\text{Li}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{LiHCO}_3$	
$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \rightarrow \text{FeOHSO}_4$	
$\text{ZnSO}_4 \rightarrow (\text{ZnOH})_2\text{CO}_3$	
$\text{NaHS} \rightarrow \text{Na}_2\text{S}$	

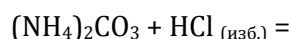
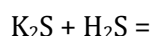
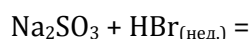
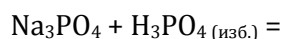
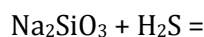
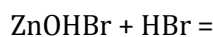
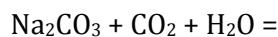
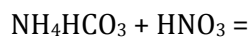
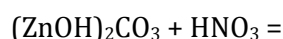
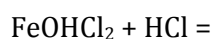
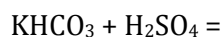
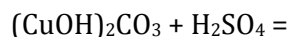
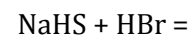
Задание 2. Определите, какая соль образуется при взаимодействии указанных веществ. Составьте уравнения реакций.

$\text{NaOH}_{(\text{изб.})} + \text{H}_2\text{S} =$	$\text{NaOH} + \text{SO}_2_{(\text{изб.})} =$
$2\text{NH}_3 + \text{H}_3\text{PO}_4 =$	$6\text{KOH} + \text{P}_2\text{O}_5 =$
$\text{Al}(\text{OH})_3 + 2\text{HNO}_3 =$	$\text{Cu}(\text{OH})_2 + \text{HCl}_{(\text{нед.})} =$
$\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_{2(\text{изб.})} =$	$\text{Ba}(\text{OH})_2 + 2\text{H}_3\text{PO}_4 =$
$\text{LiOH}_{(\text{нед.})} + \text{SO}_3 =$	$2\text{NaOH} + \text{P}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O} =$
$\text{NaH}_2\text{PO}_4 + \text{Na}_3\text{PO}_4 =$	$2\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{P}_2\text{O}_5 =$

Задание 3. Допишите уравнения реакций, протекающих между кислыми солями и щелочами.

$\text{NaHSO}_4 + \text{NaOH} =$	$\text{NaHS} + \text{LiOH} =$
$\text{LiHSO}_4 + \text{Ba}(\text{OH})_{2(\text{изб.})} =$	$\text{KHSO}_3 + \text{RbOH} =$
$\text{CaHPO}_4 + \text{Ca}(\text{OH})_2 =$	$\text{NH}_4\text{HCO}_3 + \text{KOH}_{(\text{изб.})} =$
$\text{Ca}(\text{HSO}_3)_2 + \text{LiOH} =$	$\text{NH}_4\text{HS} + \text{NaOH}_{(\text{изб.})} =$
$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4 + \text{KOH}_{(\text{изб.})} =$	$\text{NaH}_2\text{PO}_4 + \text{KOH}_{(\text{нед.})} =$
$\text{Ca}(\text{HSO}_3)_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 =$	$\text{LiHSO}_3 + \text{Ba}(\text{OH})_2 =$

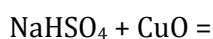
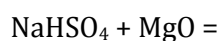
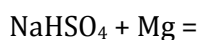
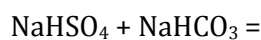
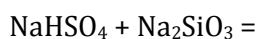
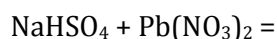
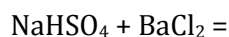
Задание 4. Закончите уравнения реакций, протекающих между солями и кислотами.



Для тех, кто хочет знать больше: тренажер по гидросульфатам

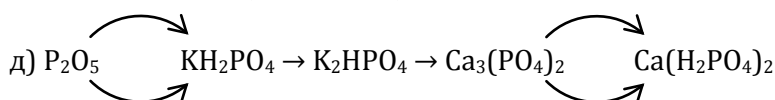
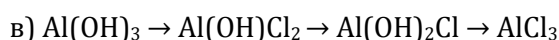
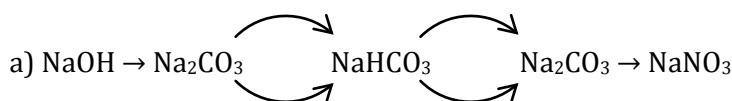
Гидросульфат-ион в растворе диссоциирует, за счет этого в растворах гидросульфатов щелочных металлов создается кислая среда. Оба этих фактора обуславливают особые свойства гидросульфатов.

Задание 5. Допишите уравнения реакций, протекающих между гидросульфатом натрия и данными веществами.



Тренировочные задания и цепочки

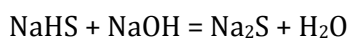
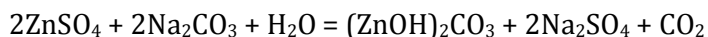
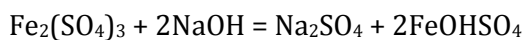
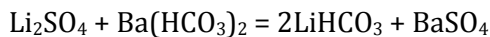
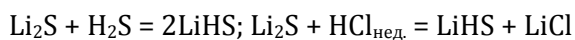
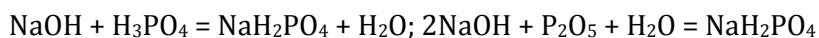
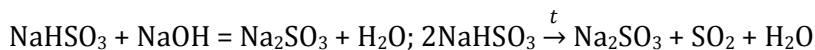
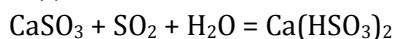
- Опишите последовательность превращений, протекающих при медленном добавлении
 - избытка фосфорной кислоты к раствору гидроксида калия
 - избытка гидроксида калия к раствору фосфорной кислоты
 Как меняется при этом кислотность среды?
- Осуществите превращения:



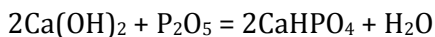
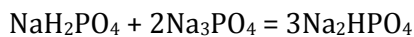
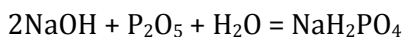
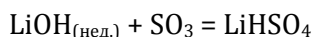
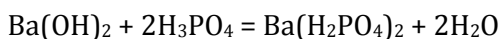
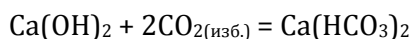
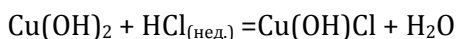
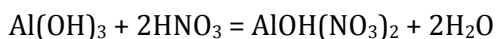
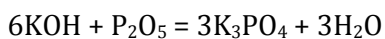
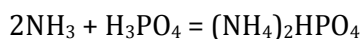
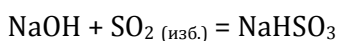
3. На кристаллический хлорид натрия действовали концентрированной серной кислотой. Полученную соль нейтрализовали раствором гидроксида натрия. Продукт нейтрализации, взятый в избытке, внесли в раствор гидрокарбоната бария. Выпавший осадок отфильтровали, фильтрат прокипятили. Составьте уравнения четырех описанных реакций.
4. Нитрат гидроксицинка растворили в азотной кислоте. Полученную соль отделили и поместили в раствор карбоната натрия, при этом выпал осадок и выделился газ. Осадок отфильтровали и растворили в соляной кислоте, а газ пропустили через известковую воду и наблюдали выпадение, а затем растворение осадка. Составьте уравнения пяти описанных реакций.
5. Карбонат гидроксомеди (II) растворили в серной кислоте. Выделившийся газ пропустили через раствор силиката натрия, а к раствору полученной соли меди по каплям добавили небольшое количество раствора гидроксида натрия. Составьте уравнения четырех описанных реакций.
6. Сульфат цинка поместили в раствор карбоната калия. Выпавший осадок отделили и прокалили. Полученный газ пропустили через суспензию карбоната кальция и наблюдали образование прозрачного раствора. К этому раствору добавили гидроксид лития. Составьте уравнения четырех описанных реакций.

Ответы к тренажеру

Задание 1.

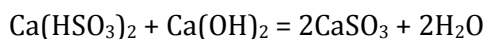
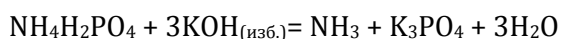
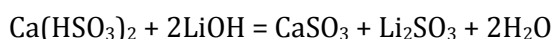
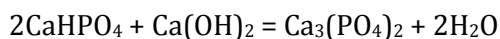
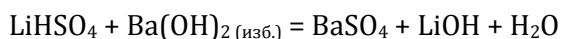
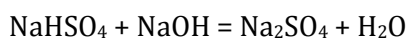


Задание 2.

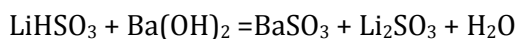
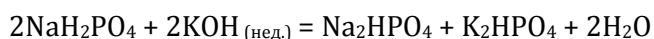
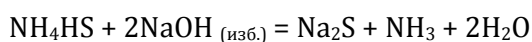
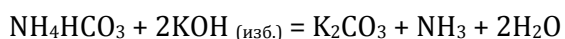
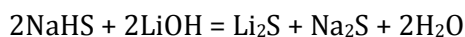


Задание 3.

Первый столбик



Второй столбик



Задание 4

