

Тула – 2023

9 К Л А С С

Задача 9.1 (20 баллов). На чашах весов уравновешены 2 колбы, содержащие одинаковые объёмы соляной кислоты с одной и той же молярной концентрацией растворенного вещества. В каждую колбу внесли одинаковые по массе навески твёрдых веществ: в первую колбу - магний, во вторую – мрамор. Изменится ли равновесие после окончания реакций и от чего это зависит? Ответ подтвердите расчётом.

Решение:

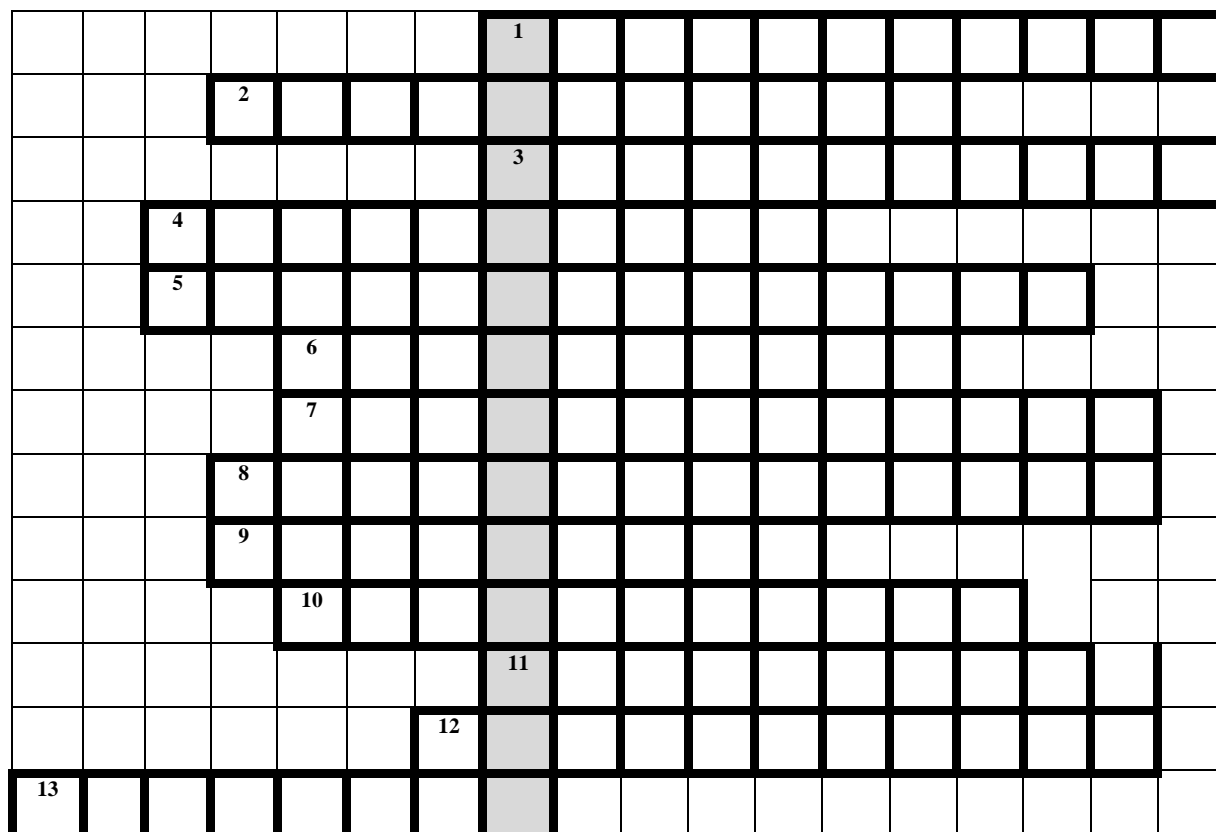
<i>Элементы ответа</i>	<i>Баллы</i>
Составлены уравнения химических реакций (по 2 балла за каждое): $Mg + 2HCl \rightarrow MgCl_2 + H_2$ $CaCO_3 + 2HCl \rightarrow CaCl_2 + CO_2 + H_2O$	4
Указано, что на равновесие влияет масса выделившегося газа.	2
Приведены расчёты: 1) расчёт ведём по хлороводороду, если магний и карбонат кальция находятся в избытке: $n(HCl) = c(HCl) \cdot V(HCl)$, $n_1(HCl) = n_2(HCl) = k$ моль $m(H_2) = 2k/2 = k$ (г), $m(CO_2) = 44k/2 = 22k$ (г) $m(H_2) < m(CO_2)$ Сделан вывод: так как масса улетучившегося водорода меньше, чем углекислого газа, то равновесие нарушится: 2-ая колба с содержимым станет легче.	5
2) расчёт ведём по добавленным реагентам: Пусть $m(Mg) = m(CaCO_3) = x$ г $n(Mg) = m(Mg)/M(Mg) = x/24$ (моль) $m(H_2) = 2x/24 = 0,083x$ (г) $n(CaCO_3) = m(CaCO_3)/M(CaCO_3) = x/100 = 0,01x$ (моль) $m(CO_2) = 44x/100 = 0,44x$ (г) $m(H_2) < m(CO_2)$ Сделан вывод: так как масса улетучившегося водорода меньше, чем углекислого газа, то равновесие нарушится: 2-ая колба с содержимым станет легче.	2
	5
	2
Итого:	20

Задача 9.2 (40 баллов). Внесите ответы в горизонтальные строки кроссворда «Методы очистки веществ и разделения смесей»:

1. Один из компонентов прибора для перегонки.
2. Выделение растворённого вещества из раствора при нагревании.
3. Разделение смесей, основанное на различной плотности веществ.
4. Переход вещества из твёрдого состояния в газообразное, минуя жидкую фазу.
5. Выделение растворённого вещества в виде кристаллов из насыщенного раствора при охлаждении.
6. Метод, широко используемый для получения ароматических веществ и эфирных масел из растительного сырья.
7. Выделение в твёрдом виде одного из компонентов жидкой или газовой смеси при охлаждении до температур ниже температуры плавления.
8. Способ разделения смесей, основанный на способности некоторых веществ притягиваться к магниту.
9. Процесс разделения смесей на составляющие их компоненты, которые могут отличаться по размерам частиц, массе, плотности и т.д.

10. Процесс удаления летучего растворителя при нагревании.
11. Способ разделения гетерогенных смесей, основанный на различных размерах частиц.
12. Процесс отделения компонентов из жидкой смеси посредством испарения с последующим охлаждением и конденсацией паров.
13. Процесс разделения мелких твёрдых частиц, основанный на различной смачиваемости водой.

Правильно указав ответы, вы получите в выделенном столбце ключевое слово, обозначающее физико-химический метод разделения смесей, который был открыт при пропускании смеси растительных пигментов через слой сорбента.



Приведите три примера использования различных методов разделения смесей в производстве продуктов питания.

Решение:

Элементы ответа	Баллы
<p>Указаны ответы на вопросы кроссворда и определено ключевое слово: по 1 баллу за каждый термин.</p> <p>1. холодильник; 2. выпаривание; 3. отстаивание; 4. сублимация; 5. кристаллизация; 6. экстракция; 7. вымораживание; 8. намагничивание; 9. сепарация; 10. выпаривание; 11. фильтрация; 12. дистилляция; 13. флотация; ключевое слово – хроматография.</p>	28
<p>Приведены 3 примера использования различных методов разделения смесей в производстве продуктов питания: по 2 балла за каждый пример.</p> <p>Возможные варианты ответов: сепарация – в производстве сливок, сливочного масла; экстракция – в производстве растворимого кофе, растительного масла; вымораживание – в производстве растительного масла; сублимация – в производстве растворимого кофе; кристаллизация – в производстве сахара, соли и т.д.</p>	12
Итого:	40

Задача 9.3 (20 баллов). Предложите способ распознавания растворов солей сульфата натрия, сульфита натрия, сульфида натрия, карбоната натрия и силиката натрия с использованием только одного реактива. Приведите уравнения химических реакций и укажите признаки их протекания.

Указанные соли соответствуют кислотам различной силы. Расположите кислоты, соответствующие данным солям, в ряд в порядке ослабления способности вытеснять другие кислоты из их солей в водных растворах (вытеснительный ряд кислот).

Решение:

<i>Элементы ответа</i>	<i>Баллы</i>
Обоснован выбор реагента для распознавания: сильная кислота (соляная или серная) вытесняет из растворов солей более слабые кислоты, которые можно распознать в условиях эксперимента.	2
Составлены молекулярные и краткие ионные уравнения химических реакций (по 2 балла за каждое уравнение); указаны соответствующие признаки реакций или их отсутствие (по 1 баллу для каждого опыта): при добавлении соляной кислоты к раствору сульфата натрия реакция не происходит – признаков реакции не наблюдается. $\text{Na}_2\text{SO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow 2\text{NaCl} + \text{SO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$ $\text{SO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{SO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$ выделяется газ с резким запахом. $\text{Na}_2\text{S} + 2\text{HCl} \rightarrow 2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{S}\uparrow$ $\text{S}^{2-} + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{H}_2\text{S}\uparrow$ выделяется газ с запахом тухлых яиц. $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow 2\text{NaCl} + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$ $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$ выделяется газ без цвета и запаха. $\text{Na}_2\text{SiO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow 2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{SiO}_3\downarrow$ $\text{SiO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{H}_2\text{SiO}_3\downarrow$ выпадает белый студенистый осадок.	8 5
Приведён ряд кислот: H_2SO_4 H_2SO_3 H_2CO_3 H_2S H_2SiO_3 $\xrightarrow{\hspace{10em}}$ ослабление вытеснительной способности кислот в водных растворах	5
Итого:	20

Задача 9.4 (20 баллов). При синтезе аммиака из простых веществ давление в реакторе упало на 10%. Рассчитайте выход аммиака и его объемную долю в смеси после реакции, если исходные реагенты взяты в стехиометрическом соотношении.

Решение:

<i>Элементы ответа</i>	<i>Баллы</i>
Долю выхода аммиака обозначим переменной x . Взяли, моль: a $3a$ Вступило, моль: ax $3ax$ $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightarrow 2\text{NH}_3$ $1 \text{ моль} \quad 3 \text{ моль} \quad 2 \text{ моль}$ После реакции, моль: $(a-ax)$ $(3a-3x)$ $2ax$	10

Изменение давления в закрытом сосуде прямо пропорционально изменению количества вещества (моль) смеси: $4a/(4a-2ax) = 1/0,9 ; x = 0,2$	5
Объемная доля в конечной смеси равна: $\varphi(\text{NH}_3) = 2ax/(4a - 2ax) = 0,111 = 11,1\%$	5
Итого:	20