



Chemistry

ОСНОВЫ ХИМИЧЕСКОЙ НАУКИ

Химия - наука о веществах, их превращениях и явлениях, которые сопровождают эти превращения.

Обзор занятия

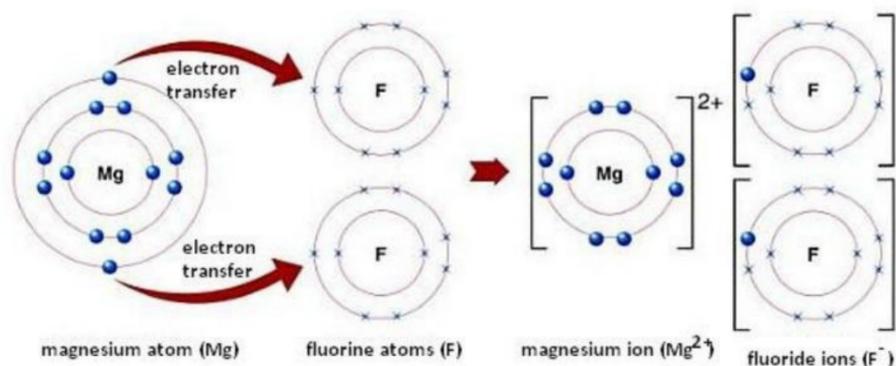
02

ОСНОВНЫЕ ТЕМЫ

- Атомы и молекулы (атомно-молекулярная теория).
 - Основные законы химии.
 - Химия элемента, знакомство с таблицей Менделеева, таблицей растворимости.
 - Вещества.
 - Агрегатные состояния веществ.
 - Работа в химической лаборатории.
- Индивидуальные вещества и смеси веществ
- Разделение смесей. Закон постоянства состава веществ молекулярного строения.

1. атомы и молекулы

03



В химии кроме терминов “атом” и “молекула” часто употребляется понятие “элемент”. Что общего и чем эти понятия различаются?

Химический элемент – это атомы одного и того же вида. Так, например, все атомы водорода – это элемент водород; все атомы кислорода и ртути – соответственно элементы кислород и ртуть.

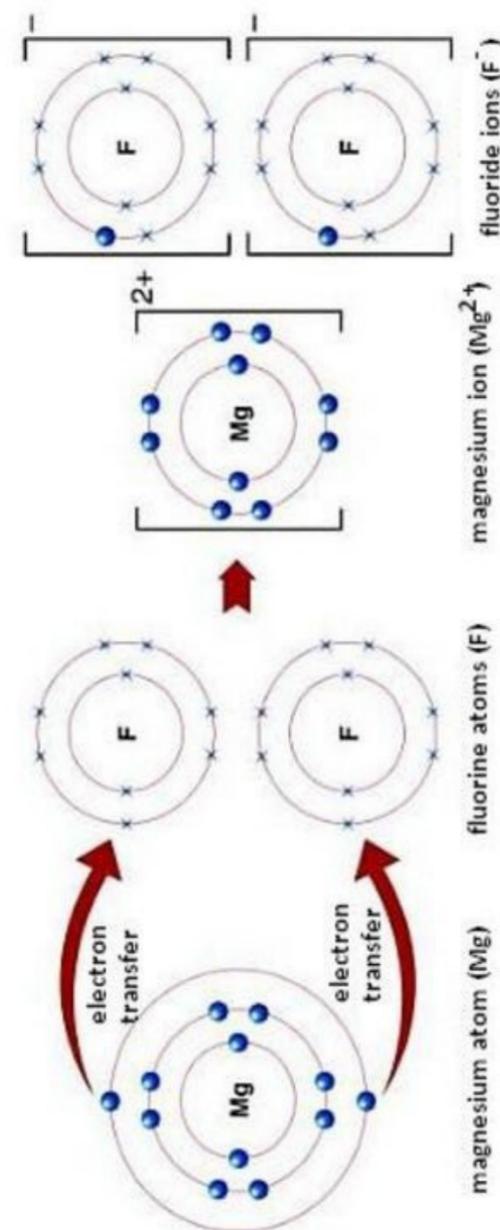
Нужно различать понятия “химический элемент”, “атом” и “простое вещество”

1

•Атомно-молекулярное учение.

этот закон объясняет следующим образом: в результате химических реакций атомы не исчезают и не возникают, а происходит их перегруппировка (т.е.химическое превращение- это процесс разрыва одних связей между атомами и образование других, в результате чего из молекул исходных веществ получаются молекулы продуктовреакции). Поскольку число атомов до и после реакции остается неизменным, то их общая масса также изменяться не должна. Под массой понимали величину, характеризующую количество материи.

Исходя из закона сохранения массы, можно составлять уравнения химических реакций и по ним производить расчеты. Он является основой количественного химического анализа.





ЗАКОН ПОСТОЯНСТВА СОСТАВА

Все индивидуальные химические вещества имеют постоянный качественный и количественный состав и определенное химическое строение, независимо от способа получения.

Из закона постоянства состава следует, что при образовании сложного вещества элементы соединяются друг с другом в определенных массовых соотношениях.

Закон Авогадро ди Кваренья (1811 г.)

З

в равных объемах различных газов при одинаковых условиях (температура, давление и т.д.) содержится одинаковое число молекул. (закон справедлив только для газообразных веществ.)

следствия:

1. одно и то же число молекул различных газов при одинаковых условиях занимает одинаковый объем
2. при нормальных условиях ($0^{\circ}\text{C} = 273^{\circ}\text{K}$, $1 \text{ атм} = 101,3 \text{ кПа}$) 1 моль любого газа занимает объем 22,4 л.

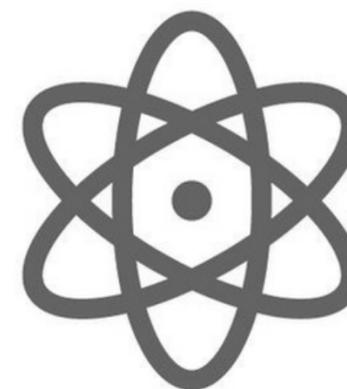
4

Скорость химической реакции прямо пропорциональна произведению концентраций реагирующих веществ.



$$V = k \cdot [A]^a \cdot [B]^b \cdot \dots$$

Материя существует в форме вещества и поля
. Химия изучает окружающий нас мир
объединяемым понятием материи
существующей
вне и независимо от сознания человека.



07

Закон действующих масс

5

энергия изолированной системы (не обменивающейся с окружающей средой ни веществом, ни энергией) остается постоянной, возможны лишь переходы ее из одного вида в другой.

6

Закон сохранения электрического заряда: алгебраическая сумма электрических зарядов в изолированной системе сохраняется

Chem. Mary

Что такое элемент . Химия элемента .



Водород



Литий



Натрий

Знакомство с таблицей Менделеева

Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева

		Г р у п п ы										
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII			
П е р и о д ы	1	1 H 1,008 Водород						(H)				2 He 4,00 Гелий
	2	3 Li 6,94 Литий	4 Be 9,01 Бериллий	5 10,81 B Бор	6 12,01 C Углерод	7 14,00 N Азот	8 16,00 O Кислород	9 19,00 F Фтор				10 Ne 20,18 Неон
	3	11 Na 22,99 Натрий	12 Mg 24,31 Магний	13 26,98 Al Алюминий	14 28,09 Si Кремний	15 30,97 P Фосфор	16 32,06 S Сера	17 35,45 Cl Хлор				18 Ar 39,95 Аргон
	4	19 K 39,10 Калий	20 Ca 40,08 Кальций	21 44,96 Sc Скандий	22 47,90 Ti Титан	23 50,94 V Ванадий	24 52,00 Cr Хром	25 54,94 Mn Марганец	26 55,85 Fe Железо	27 58,93 Co Кобальт	28 58,69 Ni Никель	
		29 63,55 Cu Медь	30 65,39 Zn Цинк	31 69,72 Ga Галлий	32 72,59 Ge Германий	33 74,92 As Мышьяк	34 78,96 Se Селен	35 79,90 Br Бром				36 Kr 83,80 Криптон
	5	37 85,47 Rb Рубидий	38 87,62 Sr Стронций	39 88,91 Y Иттрий	40 91,22 Zr Цирконий	41 92,91 Nb Ниобий	42 95,94 Mo Молибден	43 98,91 Tc Технеций	44 101,07 Ru Рутений	45 102,91 Rh Родий	46 106,42 Pd Палладий	
		47 107,87 Ag Серебро	48 112,41 Cd Кадмий	49 114,82 In Индий	50 118,69 Sn Олово	51 121,75 Sb Сурьма	52 127,60 Te Теллур	53 126,90 I Иод				54 Xe 131,29 Ксенон
6	55 132,91 Cs Цезий	56 137,33 Ba Барий	57 138,91 La* Лантан	72 178,49 Hf Гафний	73 180,95 Ta Тантал	74 183,85 W Вольфрам	75 186,21 Re Рений	76 190,2 Os Осмий	77 192,22 Ir Иридий	78 195,08 Pt Платина		
	79 196,97 Au Золото	80 200,59 Hg Ртуть	81 204,38 Tl Таллий	82 207,2 Pb Свинец	83 208,98 Bi Висмут	84 [209] Po Полоний	85 [210] At Астат				86 Rn [222] Радон	
7	87 Fr [223] Франций	88 226 Ra Радий	89 Ac** [227] Актиний	104 Rf [261] Резерфордий	105 Db [262] Дубний	106 Sg [266] Сиборгий	107 Bh [264] Борий	108 Hs [269] Хассий	109 Mt [268] Мейтнерий	110 Ds [271] Дармштадтий		
	111 [280] Rg Рентгений	112 [285] Cn Коперниций	113 [286] Nh Нихоний	114 [289] Fl Флеровий	115 [290] Mc Московский	116 [293] Lv Ливерморий	117 [294] Ts Теннесси				118 Og [294] Оганесон	

* Лантаноиды

58 Ce 140 Церий	59 Pr 141 Празеодим	60 Nd 144 Неодим	61 Pm [145] Прометий	62 Sm 150 Самарий	63 Eu 152 Европий	64 Gd 157 Гадолиний	65 Tb 159 Тербий	66 Dy 162,5 Диспрозий	67 Ho 165 Гольмий	68 Er 167 Эрбий	69 Tm 169 Тулий	70 Yb 173 Иттербий	71 Lu 175 Лютеций
------------------------------	----------------------------------	-------------------------------	-----------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	----------------------------------	-------------------------------	------------------------------------	--------------------------------	------------------------------	------------------------------	---------------------------------	--------------------------------

** Актиноиды

90 Th 232 Торий	91 Pa 231 Протактиний	92 U 238 Уран	93 Np 237 Нептуний	94 Pu [244] Плутоний	95 Am [243] Америций	96 Cm [247] Кюрий	97 Bk [247] Берклий	98 Cf [251] Калифорний	99 Es [252] Эйнштейний	100 Fm [257] Фермий	101 Md [258] Менделеевий	102 No [259] Нобелий	103 Lr [262] Лоуренсий
------------------------------	------------------------------------	----------------------------	---------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	--------------------------------	----------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	----------------------------------	---------------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------------

Знакомство с таблицей растворимости и рядом активности металлов

РАСТВОРИМОСТЬ КИСЛОТ, СОЛЕЙ И ОСНОВАНИЙ В ВОДЕ																				
	H ⁺	Li ⁺	K ⁺	Na ⁺	NH ₄ ⁺	Ba ²⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Sr ²⁺	Al ³⁺	Cr ³⁺	Fe ²⁺	Fe ³⁺	Mn ²⁺	Zn ²⁺	Ag ⁺	Hg ²⁺	Pb ²⁺	Sn ²⁺	Cu ²⁺
OH ⁻		P	P	P	P	P	M	H	M	H	H	H	H	H	H	-	-	H	H	H
F ⁻	P	M	P	P	P	M	H	H	H	M	H	H	H	P	P	P	-	H	P	P
Cl ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	H	P	M	P	P
Br ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	H	M	M	P	P
I ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	P	?	P	P	H	H	H	M	?
S ²⁻	P	P	P	P	P	-	-	-	H	-	-	H	-	H	H	H	H	H	H	H
HS ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
SO ₃ ²⁻	P	P	P	P	P	H	H	M	H	?	-	H	?	?	M	H	H	H	?	?
SO ₄ ²⁻	P	P	P	P	P	H	M	P	H	P	P	P	P	P	P	M	-	H	P	P
HSO ₄ ⁻	P	P	P	P	P	?	?	?	-	?	?	?	?	?	?	?	?	H	?	?
NO ₃ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	-	P
NO ₂ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	?	?	?	?	M	?	?	?	?
PO ₄ ³⁻	P	H	P	P	-	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
HPO ₄ ²⁻	P	?	P	P	P	H	H	M	H	?	?	H	?	H	?	?	?	M	H	?
H ₂ PO ₄ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	P	?	P	P	P	?	-	?	?
CO ₃ ²⁻	P	P	P	P	P	H	H	H	H	?	?	H	-	H	H	H	H	H	?	H
HCO ₃ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	P	?	?	?	?	?	P	?	?
CH ₃ COO ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	-	P	P	-	P	P	P	P	P	-	P
SiO ₃ ²⁻	H	H	P	P	?	H	H	H	H	?	?	H	?	H	H	?	?	H	?	?
MnO ₄ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	?	?	P	?	?	?	?	?
Cr ₂ O ₇ ²⁻	P	P	P	P	P	M	P	?	H	?	?	?	P	?	?	H	H	M	?	P
CrO ₄ ²⁻	P	P	P	P	P	H	P	P	H	?	?	?	H	H	H	H	H	H	H	H
ClO ₃ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	P	P	P	P	P	?	P
ClO ₄ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	P

«P» – растворяется (> 1 г на 100 г H₂O);

«M» – мало растворяется (от 0,1 г до 1 г на 100 г H₂O)

«H» – не растворяется (меньше 0,01 г на 1000 г воды); «-» – в водной среде разлагается

«?» – нет достоверных сведений о существовании соединений

РЯД АКТИВНОСТИ МЕТАЛЛОВ / ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ РЯД НАПРЯЖЕНИЙ

Li Rb K Ba Sr Ca Na Mg Al Mn Zn Cr Fe Cd Co Ni Sn Pb (H₂) Sb Bi Cu Hg Ag Pt Au

активность металлов уменьшается →

Вещества . Виды веществ .

12

Вещество в химии - любая совокупность атомов и молекул.
Вещества в химии подразделяются на простые и сложные.

Простые и сложные вещества

Простые вещества состоят из атомов одного химического элемента, то есть их образуют два и более одинаковых атома:

H_2 , N_2 , O_2 , O_3 (озон), Mn, Fe.

Сложные вещества состоят из атомов двух и более видов:

$KMnO_4$, H_2SO_4 , HCl .

1. Твердое
2. Жидкое
3. Газообразное

The Three States of Water



SOLID

LIQUID

GAS



СМЕСИ ВЕЩЕСТВ

Смесь – это совокупность из двух или большего числа различных веществ, химически не соединённых между собой. Вещества в смеси могут находиться в любых соотношениях.

Пример. Атмосферный воздух представляет собой смесь газов, состоящую из кислорода, азота и других газов.

ВИДЫ СМЕСЕЙ

Гомогенные

ЭТО СМЕСИ, В КОТОРЫХ НЕВООРУЖЁННЫМ ГЛАЗОМ ИЛИ ДАЖЕ С ПОМОЩЬЮ МИКРОСКОПА НЕЛЬЗЯ ОБНАРУЖИТЬ КОМПОНЕНТЫ, ВХОДЯЩИЕ В СОСТАВ СМЕСИ

Растворы

Гетерогенные

ЭТО СМЕСИ, В КОТОРЫХ НЕВООРУЖЁННЫМ ГЛАЗОМ ИЛИ ПРИ ПОМОЩИ МИКРОСКОПА МОЖНО УВИДЕТЬ КОМПОНЕНТЫ, ВХОДЯЩИЕ В СОСТАВ СМЕСИ.

ЭМУЛЬСИИ, СУСПЕНЗИИ

Вода с песком, живые ткани, мутная вода, молоко – неоднородные смеси

В неоднородных смесях физические свойства компонентов сохраняются.

17



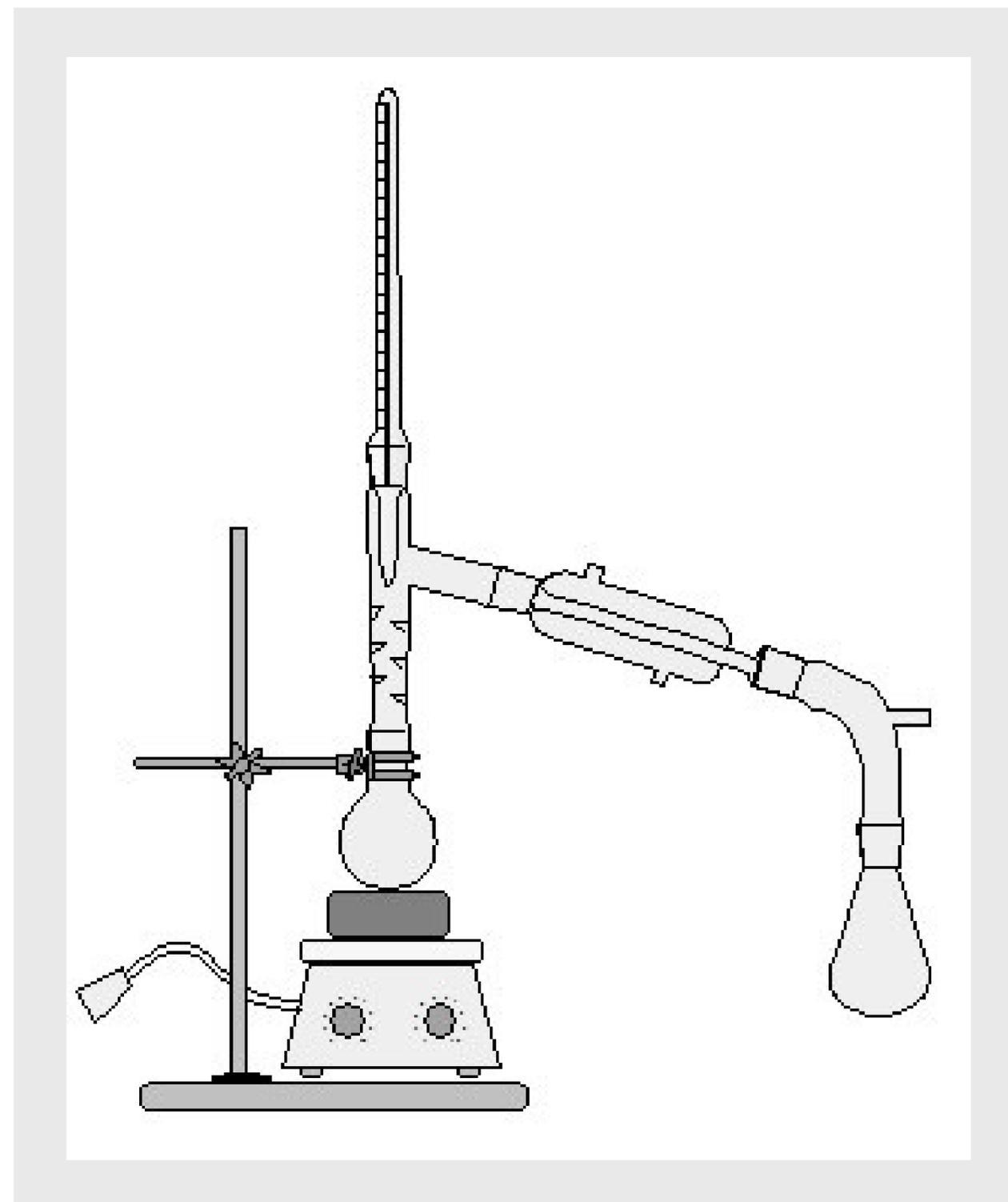
Способы разделения смесей

1. Разделение жидкостей

Перегонка – разделение жидкостей, различающихся по температуре кипения.

Перегонку проводят в приборе, состоящем из колбы Вюрца (или круглодонной колбы с газоотводной трубкой), прямого холодильника, колбы-приемника, аллонжа, термометра и нагревательного прибора.

Смесь жидкостей нагревают в перегонной колбе до температуры кипения каждого компонента, пары отводят в холодильник и собирают сконденсировавшуюся жидкость в приемник, отдельно каждый компонент смеси.



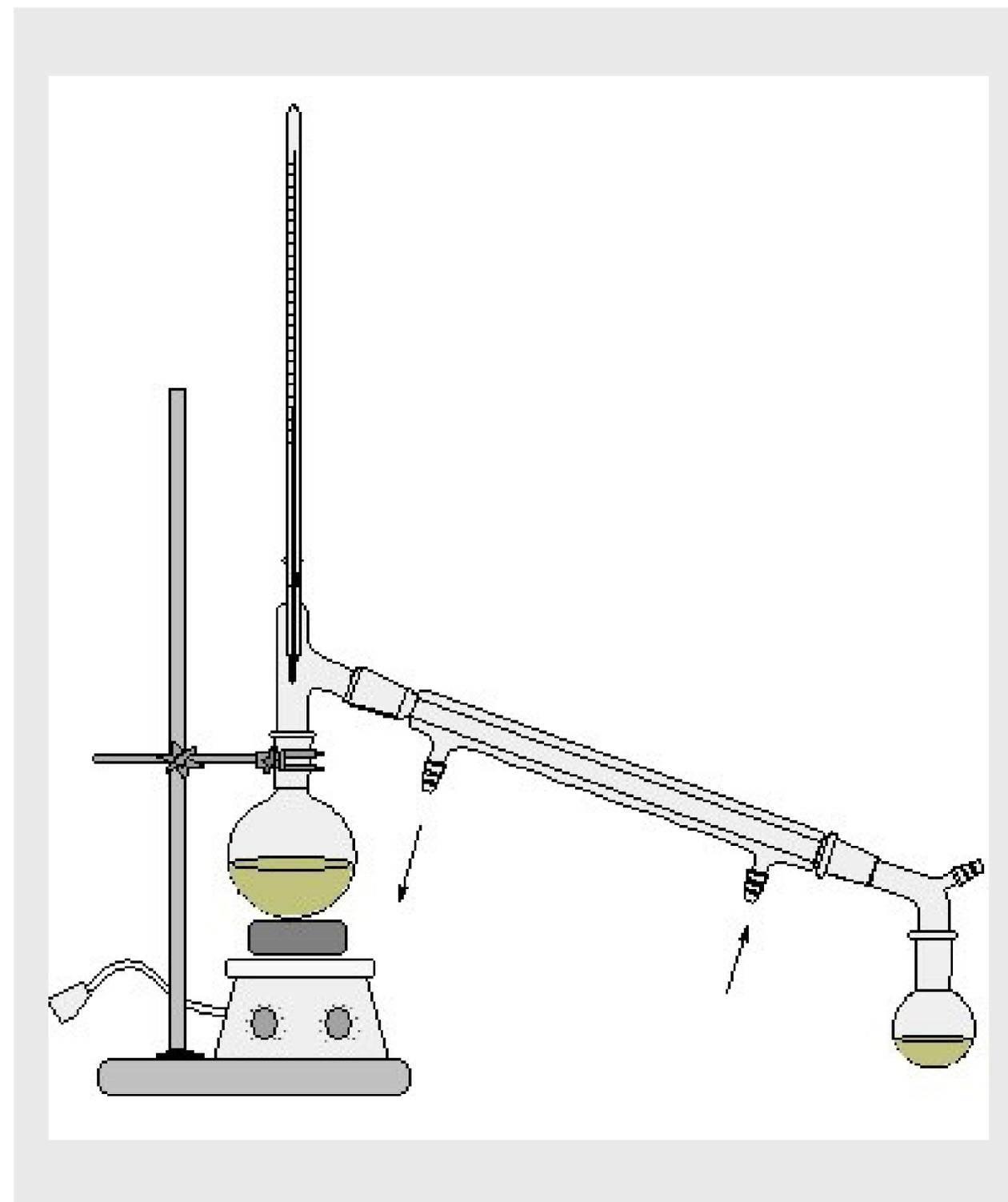
Chem. Mary

Способы разделения смесей

1. Разделение жидкостей

Дистилляция – очистка воды от твердых примесей.

Загрязненную жидкость нагревают в перегонной колбе до температуры кипения, пары отводят в холодильник и собирают сконденсировавшуюся жидкость в приемник.



Chem Mary

2. Разделение жидкостей и твердых веществ

Фильтрация – метод разделения жидкостей и твердых веществ.

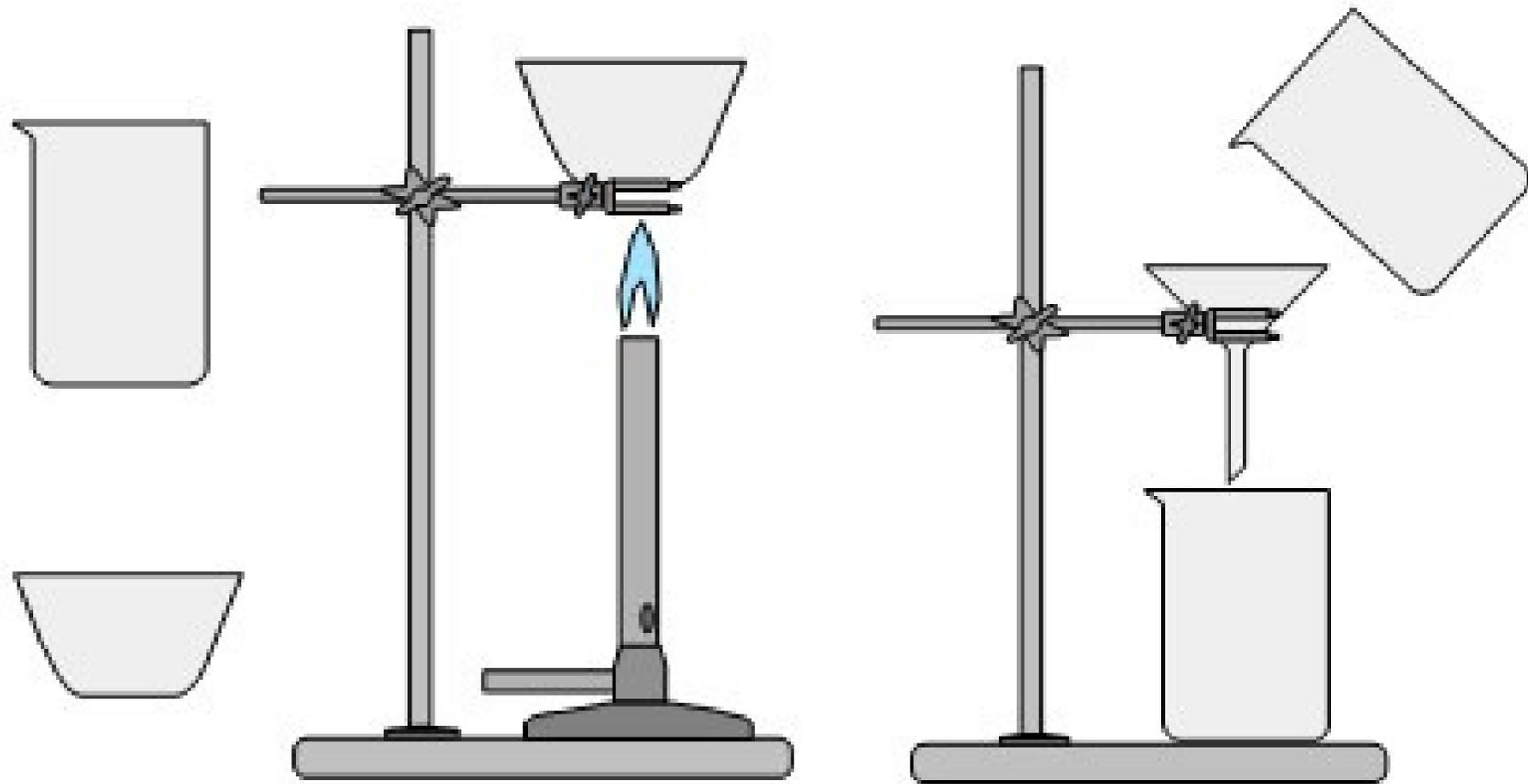
Фильтрацией отделяют нерастворимые твердые вещества от жидкости

Выпаривание – метод разделения жидкостей и твердых веществ.

Выпариванием отделяют воду от растворенных в ней веществ.

Декантация – сливание жидкости с отстоявшегося осадка.

К ней целесообразно прибегать в тех случаях, когда в сравнительно большом количестве жидкости находится немного твердого вещества, которое легко оседает на дно.



Выпаривание и фильтрование

3. Разделение смесей ТВЕРДЫХ ВЕЩЕСТВ



Отстаивание Магнитная сепарация

Например, смесь хлорида натрия и карбоната кальция можно разделить растворением в воде и последующим отстаиванием

Например, смесь серы и железных опилок можно разделить с помощью магнита

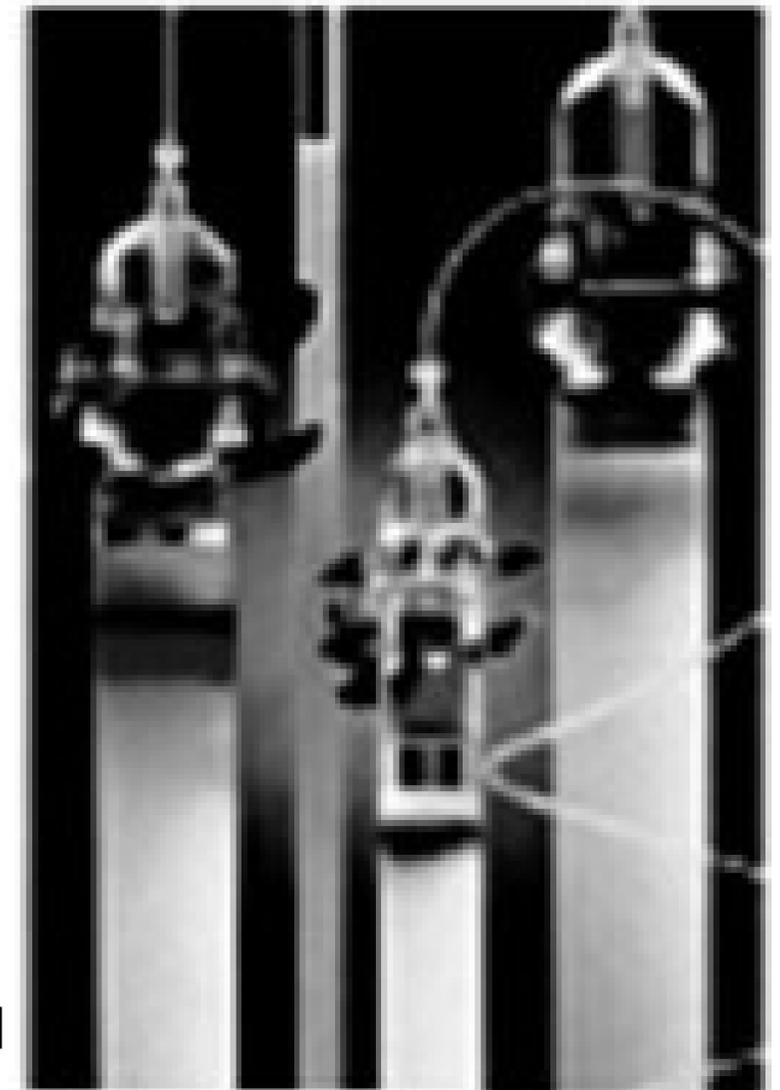
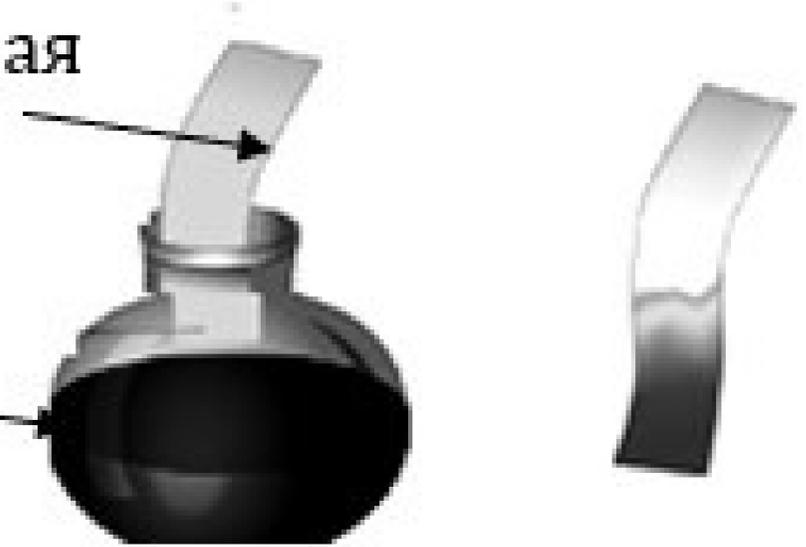
Сублимация (возгонка) — очистка твердых веществ, способных при нагревании переходить непосредственно из твердой фазы в газообразную, минуя жидкую фазу. Образующийся газ конденсируется охлаждаемой частью прибора. Сублимацию обычно проводят при температуре, близкой к температуре плавления вещества. Возгонкой можно очистить йод, серу, хлорид аммония.

Перекристаллизация. При повышенной температуре готовят насыщенный раствор очищаемого вещества, затем для удаления нерастворимых примесей раствор фильтруют через воронку для горячего фильтрования и охлаждают до низкой температуры. При понижении температуры растворимость вещества понижается, и основная часть очищаемого вещества выпадает в осадок, растворимые примеси остаются в растворе.

Хроматография. Метод разделения и анализа смесей веществ, который основан на распределении веществ между двумя фазами – неподвижной (твердая фаза или жидкость, связанная на носителе) и подвижной (газовая или жидкая фаза, элюент).

Фильтровальная хроматография

Фильтровальная
бумага
Смесь
красителей



Колоночная хроматография

24

Способы хроматографии

**Всякое чистое вещество
независимо от способа его
получения всегда имеет
постоянный качественный и
количественный состав.**

Состав соединений молекулярной структуры, т.е. состоящих из молекул, - является постоянным независимо от способа получения. Состав же соединений с немолекулярной структурой (с атомной, ионной и металлической решеткой) не является постоянным и зависит от условий получения.

Расчёты на основе закона постоянства состава

Задача №1. В каких массовых отношениях соединяются химические элементы в серной кислоте, химическая формула которой H_2SO_4 ?

Решение:

Используя ПСХЭ найдём относительные атомные массы химических элементов:

$$Ar(H)=1, Ar(S)=32, Ar(O)=16.$$

Определим массовые отношения этих элементов в формуле H_2SO_4

$$m(H) : m(S) : m(O) = 2Ar(H) : Ar(S) : 4Ar(O) = 2 : 32 : 64 = 1 : 16 : 32$$

Таким образом, чтобы получить 49 г серной кислоты ($1+16+32=49$), необходимо взять 1 г - H, 16 г - S и 32 г - O.



weriyt_1



weriyt_1



weriyt_1

