



**ПЛЕХАНОВСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ПО РУССКОМУ ЯЗЫКУ 2017/18 гг.
Очный (заключительный) тур**

Вариант №1.

Задача 1. (1 балл)

Какие процессы лежат в основе крекинга нефти? Опишите с помощью соответствующих уравнений , как из нефти можно получить : а) этиловый спирт, б) полистирол, в) искусственный каучук.

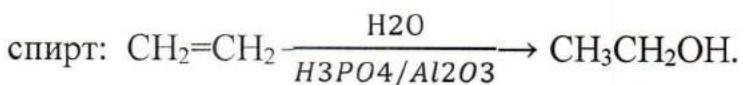
Решение:

В процессе крекинга происходит расщепление молекул с большой молекулярной массой на более мелкие молекулы, входящие в состав бензинов, и газообразные продукты (газы крекинга нефти). Наряду с этим в указанных условиях протекают также и др. реакции (полимеризация, циклизация, дегидрирование и др.).

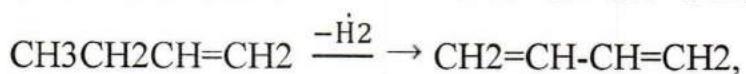
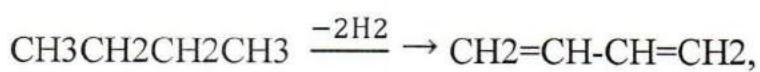
Схематически процесс крекинга может быть описан уравнением:

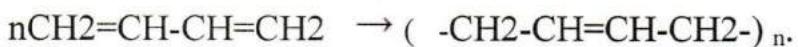
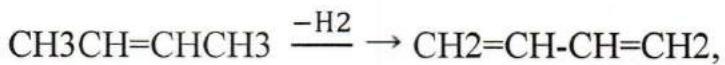


А.Газы, образующиеся при крекинге нефти, наряду с другими непредельными соединениями содержат значительное количество этилена, из которого в результате каталитической гидратации можно получить этиловый



В. В результате дегидрирования бутана и бутиленов, содержащихся в газах крекинга нефти, образуется бутадиен. Полимеризация бутадиена ведет к искусственному каучуку:





Задача 2. (2 балла)

К 2 л. раствору серной кислоты количеством 2 л добавили 1 моль SO_3 и 54,7 г хлористого водорода.

Какой объем (в литрах) 9%-ного раствора NaOH плотностью 1,1 г/мл потребуется для нейтрализации полученного таким образом раствора?

Ответ: 3,03 л

Решение:

2 л 2 н. раствора H_2SO_4 содержат 4 г-экв кислоты, 1 моль SO_3 образует 2 г-экв кислоты; $54,7 \text{ г} : 36,46 = 1,5$ моля HCl ($M = 36,46$) дают 1,5 г-экв кислоты.

Всего в растворе содержит 7,5 г-экв кислоты, на нейтрализацию которой необходимо также 7,5 г-экв, или $7,5 \times 40 = 300$ г NaOH ($\mathcal{E} = 40$).

1 л 9%-ного раствора щелочи плотностью 1,1 г/мл имеет массу $1000 \times 1,1 = 1100$ г и содержит $1100 \times 0,09 = 99$ г NaOH .

300 г NaOH содержатся в $300 : 99 = 3,03$ л 9%-ного раствора щелочи.

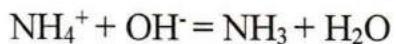
Задача 3. (3 балла)

Сколько литров амиака (условия нормальные) можно получить при действии 2 л 1,5 н. раствора щелочи на соль аммония?

Ответ: 67,2 л

Решение:

В 2 л 1,5 н. раствора щелочи содержится $2 \times 1,5 = 3$ моля гидроксид-ионов, которые при реакции



смогут выделить 3 моля аммиака (67,2 л при нормальных условиях).

Задача 5 (5 баллов)

Сульфид исследуемого элемента содержит 28,84% серы. Водородное единение этого элемента представляет собой газ, плотность которого при нормальных условиях равна 3,614 г/л.

Установите, о каком элементе идет речь. Приведите его название и атомную массу. На основе положения этого элемента в периодической системе опишите его свойства и важнейшие химические соединения.

Ответ: селен Se.

Решение:

100 г сульфида содержат 28,84 г серы и 71,16 г элемента X.

Эквивалент серы в сульфидах (S^{2-}) равен $A/2=16$, при этом эквивалент неизвестного элемента Э можно найти из соотношения

$$71,16:28,84 = \text{Э}:16, \quad \text{Э}=39,47.$$

Молекулярная масса водородного соединения элемента X

$$M=3,614 \times 22,4=80,95.$$

В водородном соединении на 1 г-экв элемента приходится 1 г-экв водорода, т.е. 1 г-экв водородного соединения

$$\text{Э}_{\text{Хн}} = 39,47 + 1 = 40,47$$

Поскольку $M_{\text{Хн}}=80,95$, то $\text{Э}_{\text{Хн}} = M/2$, т.е. в состав водородного соединения входят два атома водорода AH_2 - элемент двухвалентен, и его атомная масса

$$A=2 \times 39,47=78,94.$$

Такую атомную массу имеет аналог серы – селен Se.

Задача 6. (7 баллов)

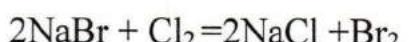
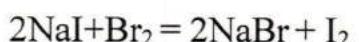
Водный раствор иодида натрия с примесью бромида натрия встряхивают с бромной водой, а затем подвергают упариванию и кристаллизации. В результате получается продукт, масса которого на m г меньше, чем масса использованного для опыта препората. Этот продукт вновь растворяют в воде, через раствор пропускают хлор, упаривают и опять проводят кристаллизацию. Масса образовавшегося вещества оказывается также на m г меньше массы препарата, полученного в предыдущем опыте.

Предполагая, что все проведенные операции выполнены количественно, установите процентное содержание бромида натрия в исходном препарате.

Ответ: 3,715 %.

Решение:

Последовательно протекали следующие реакции:



Если принять, что молекулярные массы имеют округленные значения

$$M_{\text{NaI}} = 150, \quad M_{\text{NaBr}} = 103, \quad M_{\text{NaCl}} = 59,5$$

и в состав смеси входит x молей NaI и y молей NaBr , то

$$\Delta m_1 = 150x - 103x = 47x,$$

$$\Delta m_2 = 103(x+y) - 58,5(x+y) = 44,5(x+y).$$

По условию $\Delta m_1 = \Delta m_2$, т.е. $47x = 44,5(x+y)$, $2,5x = 44,5y$

$$X = 89/5 \cdot y.$$

Первоначальная масса смеси

$$m_0 = 150x + 103y = 150 \cdot 89/5y + 103y = 2773y,$$

в ней содержится $103y$ г NaBr , следовательно, процентное содержание NaBr равно $(103y : 2773y) \cdot 100 = 3,715\%$

Задача 4. (4 балла)

Анализ природной воды показал, что в 1 л ее содержатся следующие количества солей: 130,5 мг CaCO₃; 21,5 мг MgCO₃; 12,3 мг CaSO₄ и 1,8 мг MgSO₄ (наличие в воде MgCO₃ и CaCO₃ надо понимать как формальный результат пересчета концентраций Mg(HCO₃)₂ и Ca(HCO₃)₂).

Вычислите жесткость этой воды в немецких градусах, зная, что один немецкий градус соответствует жесткости воды, в 1 л которой содержится 10 мг CaO.

Ответ: Временная жесткость – 8,7 немецких градуса;

Постоянная жесткость – 0,6 немецких градуса;

Общая жесткость – 9,3 немецких градуса.

Решение:

По результатам анализа 1 л воды содержит 130,5 мг CaCO₃. Для перевода содержание CaCO₃ на CaO имеемущее соотношение:

$$\frac{\text{CaCO}_3}{\text{CaO}} = \frac{100,1}{56,1} = \frac{130,5}{x}$$

$$x = \frac{130,5 \cdot 56,1}{100,1} = 73,1 \text{ мг CaO}$$

(исчезнувшие ионы соединений в растворах обозначены отсутствием).

Приблизите образовавшиеся пересчитанные градусы CaO на CaO!

$$\frac{\text{MgCO}_3}{\text{CaO}} = \frac{84,3}{56,1} = \frac{21,5}{y}$$

$$y = \frac{56,1 \cdot 21,5}{84,3} = 14,3 \text{ мг CaO.}$$

Общее содержание этих соединений составляет
 $43,1 + 14,3 = 57,4$ в % CaO в 1 кг багн. Поставлену
 100 кг CaO в 1 кг соды ведет к тому, что избыточный градус
 не превышает избытка исходящей багн. Равна
 8,7 избыточных градуса.

В 1 кг багн. содержится 12,3 кг CaSO₄.
 Аналогично тому, как это делалось выше,
 определим содержание CaSO₄ на CaO:

$$\frac{\text{CaSO}_4}{\text{CaO}} = \frac{136,1}{56,1} = \frac{12,3}{y},$$

$$y = \frac{56,1 \cdot 12,3}{136,1} = 5,1 \text{ кг CaO}.$$

Таким образом получается 5,1 кг CaO:

$$\frac{\text{CaO}}{\text{CaO}} = \frac{120,4}{56,1} = \frac{18}{y},$$

$$y = \frac{56,1 \cdot 18}{120,4} = 0,8 \text{ кг CaO}.$$

При этом избыточное исходящее избыточность, которая
 равна сумме $5,1 + 0,8 = 5,9$ в % CaO, что соответствует
 0,6 избыточных градуса.

Общая избыточность багн. равна сумме приведенной и
 неприведенной избыточности, вычитаемо, она составляет
 $8,7 + 0,6 = 9,3$ избыточных градуса.

Задача 7. (8 баллов)

Для определения содержания серы в стали пробу стали массой 20,73 г сожгли в электрической печи в токе кислорода. Образовавшиеся при этом газы пропустили через систему промывных склянок, содержащих 1 н. раствор NaOH . Содержимое промывных склянок количественно перенесли в мерную колбу емкостью 1000 см^3 , нейтрализовали 1 н. раствором H_2SO_4 и разбавили водой до метки; 100 см^3 полученного раствора оттитровали в присутствии крахмала $3,35 \text{ см}^3$ 0,01125 н. раствора иода в иодистом калии до появления синей окраски.

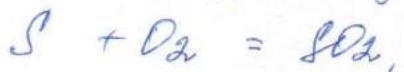
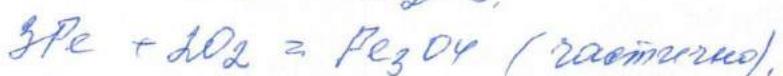
А. Напишите уравнение реакций, происходящих при определении серы в анализируемой стали, считая, что сера окисляется только до SO_2 .

Б. Вычислите процентное содержание серы в стали.

Ответ: 0,029%

Решение:

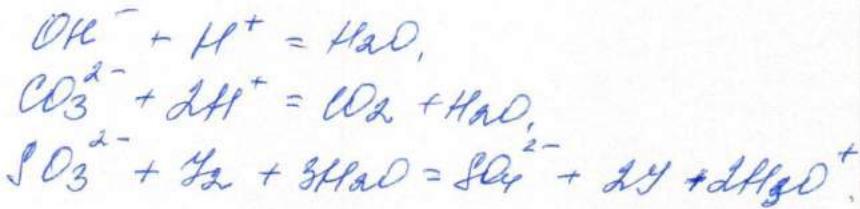
При сжигании образуются газы, содержащиеся в количестве, равном содержанию в ее составе элементов до окислов



Лучшее изображение (CO_2 и SO_2) показано в виде



В дальнейшем продукты цепочкой нейтрализуются и содержание сульфат-иона в нейтрализованной среде определяется методом



(При нейтрализации щелочного пакта гидрокарбонатом в цирокарбонат или свободную двуокись углерода, так как это в цислических растворах прецедентнее еще по себе окислительно-восстановительное претрансформа-



Поэтому подавлированное определение в форме аммиачной сыворотки в свободном виде.

Использованная проба раствора содержала $10^{-3} \times 3,35 \times 0,01125 \times 10 = 0,3768 \times 10^{-3}$ 2-мягкое серог (IV) и, следовательно, $0,3768 \cdot 10^{-3} \cdot 32,06/2 = 6,04 \cdot 10^{-3}$ 2-серог.

Продешевленное содержание (по массе) серы в стакане сосудов

$$(6,04 \cdot 10^{-2} : 20,43) \cdot 100 = 0,029\%.$$



**ПЛЕХАНОВСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ПО РУССКОМУ ЯЗЫКУ 2017/18 гг.
Очный (заключительный) тур**

Вариант №2

Задача 1. (1 балл)

Выведите структурные формулы изомерных эфиров , которые можно получить в результате реакции монокарбоновых кислот (содержащих по 5 атомов углерода) с одноатомными спиртами (имеющими в молекуле по 4 атома углерода).

Решение:

Существует 4 кислоты состава C_4H_9COOH и 4 спирта состава C_4H_9OH , которые могут образовывать между собой 16 сложных эфиров, например: $CH_3CH_2CH_2CH_2COOCH(CH_3)CH_2CH_3$.

Задача 2. (2балла)

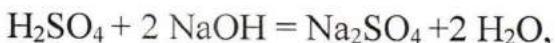
Для нейтрализации 40 мл раствора $NaOH$ требуется 24 мл 0,5 н. раствора серной кислоты.

А. вычислите нормальность раствора $NaOH$.

Б. Определите , какой объем 0,5 н. раствора соляной кислоты необходим для нейтрализации раствора $NaOH$.

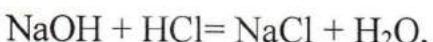
Ответ: 24 мл

Решение:



$$V_1 \cdot H_1 = V_2 \cdot H_2,$$

$$H_2 = 0,5n \cdot 24 \text{ мл} / 40 \text{ мл} = 0,3n,$$



$$V_3 \cdot 0,5n = 40 \text{ мл} \cdot 0,3n,$$

$$V_3 = 24 \text{ мл.}$$

Задача 3. (3 балла)

В химической лаборатории имеется стальной баллон, заполненный кислородом.

Какой объем займет кислород при той же температуре и давлении 1 атм, если емкость баллона равна 4 л, а избыточное давление в баллоне, под которым находится кислород, составляет 135 атм?

Ответ: 540 л

Решение:

По закону Бойля – Мариотта при постоянной температуре

$$p_1V_1 = p_2V_2,$$

откуда объем кислорода равен :

$$V_2 = \frac{p_1V_1}{p_2} = \frac{135 \cdot 4}{1} = 540 \text{ л}$$

Задача 6. (7 баллов)

Смесь карбонатов железа (II) и свинца прокалили при температуре 500 °С. В результате термической диссоциации было получено 0,9 моля двуокиси углерода. Образовавшуюся при разложении смесь оксидов обработали серной кислотой, при этом в осадок выпало 151,635 г нерастворимого сульфата.

Напишите уравнения происходящих реакций и установите состав исходной смеси карбонатов (в граммах и процентах по массе).

Ответ: 74,5% PbCO₃; 25,5 % FeCO₃

Задача 7 (8 баллов)

Даны три элемента: А, В и С. Простые вещества А и В при нагревании до высокой температуры образуют между собой соединение, которое гидролизуется водой с выделением горючего газа, обладающего неприятным

запахом. Элементы А и С образуют соединение, которое принадлежит к числу наиболее твердых веществ. Элементы В и С образуют газ, растворимый в воде, причем в растворе этого соединения лакмус приобретает красную окраску.

Соединения всех трех элементов представляет бесцветную, растворимую в воде соль, которая гидролизуется в водном растворе.

Назовите элементы А, В и С . Напишите уравнения реакций, упомянутых в задаче. Расскажите более подробно об этих элементах и их соединениях.

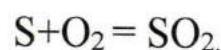
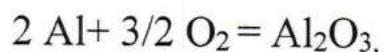
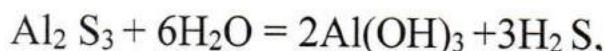
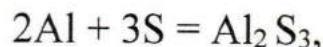
Ответ: А – алюминий, В – сера, С – кислород.

Решение:

Соединение, содержащее элементы А и В, под действием воды гидролизуется с выделением газа, обладающего неприятным запахом. A_xB_y может представлять собой либо соль слабой кислоты и сильного основания, либо соль сильной кислоты и слабого основания.

Соединение A_nC_m принадлежит к числу самых твердых веществ, из которых наиболее известны корунд Al_2O_3 и карборунд SiC (карбид кремния).

Элементы В и С образуют газообразное соединение B_aC_b растворимое в воде и обладающее кислым характером (покраснение лакмусовой бумаги). Возможно, данным соединением являются оксиды SO_2 или CO_2 . В этом случае С – кислород, тогда A_tC_m оксид алюминия Al_2O_3 (корунд). Следовательно , А- алюминий, В – сера и С – кислород.





(гидролиз $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ - соединения А, В, С)

Задача 4. (4 балла)

Общая жесткость воды складывается из временной и постоянной жесткостей.

Вычислите общую, временную и постоянную жесткости минеральной воды в немецких градусах, если, согласно химическому анализу, в 1 л этой воды, находится в перерасчете на оксиды : 0,0024 г K₂O; 1,100 г Na₂O; 0,1486 г CaO; 0,129 г MgO ; а также 0,460 г хлорид-иона и 0,015 г сульфат-иона (SO₄²⁻).

*Немецкий градус жесткости равен 10 мг CaO в 1 л воды.

Ответ: Общая жесткость – 32,74 немецких градуса;

Временная жесткость – 11,96 немецких градуса;

Постоянная жесткость – 20,78 немецких градуса.

Решение:

Вычисление общей жесткости воды:

$$\text{CaO} = 148,6 \text{ дес.}$$

$$\text{MgO} = \frac{129 \text{ мг} \cdot 56}{40,3} = 129 \text{ мг} \cdot 1,39 = 178,8 \text{ мг CaO}$$

Общая жесткость:

$$\frac{(148,6 + 178,8) \text{ мг}}{10 \text{ мг/дес.}} = 32,74 \text{ немецких градуса}$$

Общее содержание солей в пересчете на CaO:

2,4 дес. CaO соответствующий

$$\frac{2,4 \cdot 56}{94} = 1,43 \text{ дес. CaO},$$

$$1100 \text{ мг Na}_2\text{O} - \frac{1100 \cdot 56}{62} = 993,6 \text{ мг CaO},$$

$$460 \text{ м Cl} - \frac{460,56}{41} = 362,8 \text{ м ClD},$$

$$0,0152 \cdot \text{навоз} \quad \text{SO}_4^{2-} - \frac{1440 \cdot 56}{41} = 840 \text{ м ClD}.$$

Потребная массаность $(840 + 362,8) - (995,6 + 1,43) = 1202,8 - 995,03 = 207,77 \text{ м ClD}$, resto
составляет массаности 20,77 кг/км³.
Временная массаность $T_{\text{fp.}} = 32,74 - 20,78 = 11,96 \text{ кг-секунд}$ гравуса.

Масса носки, выраженная в миллиметрах - отно-
биваемых единицах ClD на метр пути, составляет:

$$\frac{324,4 \text{ кг}}{28} = 11,6 \text{ кг-мм. / м.}$$

Задача 5. (5 баллов)

При сгорании 5,3416 г чистого органического вещества с формулой $M(C_6H_5)_3$ получено 2,8276 г трехокиси M_2O_3 элемента M, входящего в состав исходного вещества.

Вычислите атомную массу элемента M. Назовите этот элемент и опишите его свойства.

Ответ: Висмут (Bi)

Решение:

Моль трехокиси металла M_2O_2 можно получить из двух молей $(C_6H_5)_3M$. Молекулярная масса трех групп C_6H_5 равна $3 \cdot 77,1 = 231,3$.

Из 5,3416 г $(C_6H_5)_3M$ получается 2,8276 г M_2O_2 ,

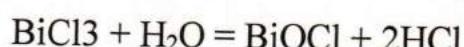
Из 2 ($A+231,3$) г $(C_6H_5)_3M$ – $(2A+48)$ г M_2O_2 ,

$$(2A+48) \cdot 5,3416 = 2(A+231,3) \cdot 2,8276, \text{ откуда } A = 209,1.$$

Атомную массу, равную 209,1, имеет висмут Bi, который расположен в V группе периодической системы элементов и по строению атома является аналогом азота и фосфора.

Из всех элементов этой группы висмут обладает наиболее ярко выраженными металлическими свойствами, но одновременно проявляет в соединениях и свойства неметалла.

Его оксиды Bi_2O_3 и Bi_2O_5 относятся к кислотным оксидам (ангидридам кислот), причем гидроксид висмута (III) обладает основными свойствами в более заметной степени, чем кислотными, и его формулу обычно записывают в виде $Bi(OH)_3$. Кроме указанных оксидов висмут, как и азот, образует оксид Bi_2O_4 . Известно водородное соединение висмута BiH_3 . Соли висмута (III) в водородных растворах сильнейшим образом гидролизованы с образованием солей висмута



висмутхлорид

Сгорание трифенвлвисмута Bi происходило по уравнению



Задача 6. (7 баллов)

Смесь карбонатов железа (II) и свинца прокалили при температуре 500 °C. В результате термической диссоциации было получено 0,9 моля двуокиси углерода. Образовавшуюся при разложении смесь оксидов обработали серной кислотой, при этом в осадок выпало 151,635 г нерастворимого сульфата.

Напишите уравнения происходящих реакций и установите состав исходной смеси карбонатов (в граммах и процентах по массе).

Ответ: 74,2% PbCO₃; 25,8% FeCO₃

Решение:

(74,2% PbCO₃) (25,8% FeCO₃)

При прокаливании карбонатов происходит реакция



При обработке оксидов серной кислотой образующиеся сульфаты



Но тащев выделяющееся CO₂ образует 1 тащев сульфата, причем в отщепе от сульфата между сульфатом свинца и оксидом железа в разбавленной серной кислоте 1 тащев PbCO₃ - 1 тащев PbO - 1 тащев PbSO₄,

$$M = 267 \quad \text{1 тащев} \quad M = 303$$



$$\chi = 133,1, \text{ PbCO}_3, \quad n = 0,5 \text{ тащев PbO}.$$

на долю CO₂, выделившееся из FeCO₃, приходится

0,9 - 0,5 = 0,4 тащев, следовательно, в состав смеси входило 0,4 тащев, или $116 \cdot 0,4 = 46,4$ г FeCO₃ ($M = 116$).

Общая масса смеси $133,1 + 46,4 = 179,5$ г, ее процентный состав $\frac{133,1 \cdot 100}{179,5} = 74,2\% \text{ PbCO}_3; \frac{46,4 \cdot 100}{179,5} = 25,8\%$

$$\text{или } 100 - 74,2 = 25,8\% \text{ FeCO}_3.$$