

Республиканская олимпиада Юниоры-2019.

Заключительный этап.

Регламент:

- Время выполнения: 240 минут
- **Разрешается** пользоваться калькулятором
- **Запрещается** пользоваться любыми справочными материалами, в том числе любыми таблицами, кроме периодической таблицы, предоставленной ниже.
- Суммарный балл за работу – 42 балла.

1																18	
1 H 1.008	2											13	14	15	16	17	2 He 4.003
3 Li 6.94	4 Be 9.01											5 B 10.81	6 C 12.01	7 N 14.01	8 O 16.00	9 F 19.00	10 Ne 20.18
11 Na 22.99	12 Mg 24.31	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 Al 26.98	14 Si 28.09	15 P 30.97	16 S 32.06	17 Cl 35.45	18 Ar 39.95
19 K 39.10	20 Ca 40.08	21 Sc 44.96	22 Ti 47.87	23 V 50.94	24 Cr 52.00	25 Mn 54.94	26 Fe 55.85	27 Co 58.93	28 Ni 58.69	29 Cu 63.55	30 Zn 65.38	31 Ga 69.72	32 Ge 72.63	33 As 74.92	34 Se 78.97	35 Br 79.90	36 Kr 83.80
37 Rb 85.47	38 Sr 87.62	39 Y 88.91	40 Zr 91.22	41 Nb 92.91	42 Mo 95.95	43 Tc -	44 Ru 101.1	45 Rh 102.9	46 Pd 106.4	47 Ag 107.9	48 Cd 112.4	49 In 114.8	50 Sn 118.7	51 Sb 121.8	52 Te 127.6	53 I 126.9	54 Xe 131.3
55 Cs 132.9	56 Ba 137.3	57-71	72 Hf 178.5	73 Ta 180.9	74 W 183.8	75 Re 186.2	76 Os 190.2	77 Ir 192.2	78 Pt 195.1	79 Au 197.0	80 Hg 200.6	81 Tl 204.4	82 Pb 207.2	83 Bi 209.0	84 Po -	85 At -	86 Rn -
87 Fr -	88 Ra -	89-103	104 Rf -	105 Db -	106 Sg -	107 Bh -	108 Hs -	109 Mt -	110 Ds -	111 Rg -	112 Cn -	113 Nh -	114 Fl -	115 Mc -	116 Lv -	117 Ts -	118 Og -

57 La 138.9	58 Ce 140.1	59 Pr 140.9	60 Nd 144.2	61 Pm -	62 Sm 150.4	63 Eu 152.0	64 Gd 157.3	65 Tb 158.9	66 Dy 162.5	67 Ho 164.9	68 Er 167.3	69 Tm 168.9	70 Yb 173.0	71 Lu 175.0
89 Ac -	90 Th 232.0	91 Pa 231.0	92 U 238.0	93 Np -	94 Pu -	95 Am -	96 Cm -	97 Bk -	98 Cf -	99 Es -	100 Fm -	101 Md -	102 No -	103 Lr -

Раздел №1. Материя (8 баллов)

Масс-спектрометрия – незаменимый инструмент в руках современного химика-исследователя. Данный инструмент позволяет находить точную массу молекул, находящихся в растворе (бывают настолько точные инструменты, что пренебрегать массой электронов становится невозможным!).

Например, если поместить жидкий гексан (C_6H_{14}) в масс-спектрометр, можно увидеть молекулярный пик (M) величиной в 86 единиц.

Аналогично для воды – $M = 18$ единиц.

В природе чаще всего встречаются два изотопа углерода: ^{12}C и ^{13}C (относительная частота 1.1%). Несмотря на то, что изотоп углерод-12 очевидно преобладает, при наличии большого количества атомов углерода в молекуле в масс спектрометре начинает появляться маленький пик $M+1$.

1. Сколько атомов углерода в неизвестном соединении **X**, если относительные частоты пиков $M:M+1$ равны 4.289:1. (1 балл)

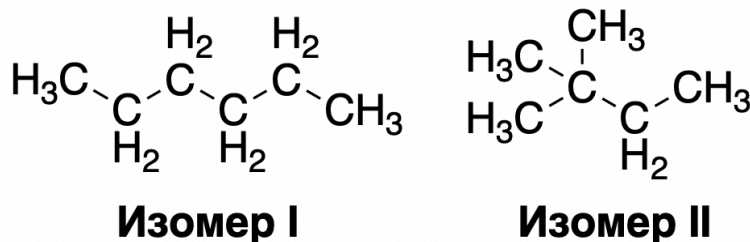
В таблице ниже приведены относительные частоты изотопов часто встречающихся элементов.

Изотоп	^{32}S	^{34}S	^{35}Cl	^{37}Cl	^{79}Br	^{81}Br	^{14}N	^{15}N
Относительная частота (%)	94.93	4.29	75.76	24.24	50.69	49.31	99.64	0.36

Юный химик-исследователь Ануар получил четыре образца: **S1**, **S2**, **S3**, **S4**. Первым делом он пошел к масс-спектрометру и получил следующие данные:

- В спектре **S1** наблюдается два молекулярных пика с относительной частотой 1:1 ($M:M+2$)
 - В спектре **S2** наблюдается два молекулярных пика с относительной частотой 3:1 ($M:M+2$)
 - В спектре **S3** наблюдается три молекулярных пика с относительной частотой 9:6:1 ($M:M+2:M+4$)
 - В спектре **S4** наблюдается три молекулярных пика с относительной частотой 1:2:1 ($M:M+2:M+4$)
2. Что вы можете сказать об атомном составе **S1**? (1 балл)
 3. Что вы можете сказать об атомном составе **S2**? (1 балл)
 4. Что вы можете сказать об атомном составе **S3**? (2 балла)
 5. Что вы можете сказать об атомном составе **S4**? (2 балла)

Изомерия – это феномен в органической химии, когда два соединения с одинаковой химической формулой могут иметь разную структуру. Например, у гексана (C₆H₁₄) есть по меньшей мере два изомера:



6. Используя ваши знания о природе межмолекулярных взаимодействий, предположите, какой изомер будет обладать более низкой температурой кипения? (1 балл)

Раздел №2. Структура, свойства и функции (7 баллов)

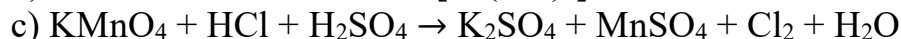
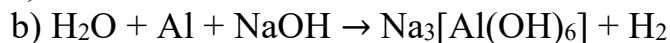
Хром является довольно распространённым элементом в земной коре. В свободном виде голубовато-белый металл с кубической объемно-центрированной решёткой. Устойчив на воздухе за счёт пассивирования. Для хрома характерны степени окисления +2, +3 и +6. Степень окисления +3 соответствует амфотерный гидроксид Cr(OH)₃. Благодаря амфотерным свойствам легко происходят реакции с растворами щелочей, но в их избытке образуется растворимый гидроксокомплекс. Хром, полученный при электролизе раствора нитрата хрома(III) обработали соляной кислотой, после чего раствор оставили на воздухе. Затем к этому раствору постепенно прилили раствор NaOH до полного растворения выпавшего вначале осадка. При этом израсходовано 228,6 см³ раствора NaOH с массовой долей 30 % (ρ = 1,40 г/см³).

7. Напишите уравнения реакций и рассчитайте массу выделенного на катоде хрома. Определите объем (н.у.) выделившегося газа на аноде.

Раздел №3. Взаимодействие материи (10 баллов)

8. Рассчитайте осмотическое давление раствора, содержащего 3.6 г/л глюкозы. Сделайте то же самое для 0.1М раствора сахарозы. Теперь предположим, что мы взяли стеклянный контейнер и поставили мембранную перегородку, способную пропускать только воду, прямо посередине. Затем мы одновременно налили предыдущие растворы глюкозы и сахарозы в разные отсеки контейнера. Что будет происходить в данном случае? Рассчитайте конечные концентрации двух растворов. (Все расчеты проводить для комнатной температуры). (4 балла)

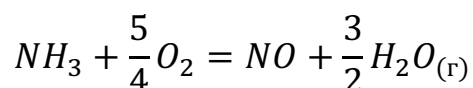
9. Уравняйте следующие реакции с помощью окислительно-восстановительного баланса: (4 балла)



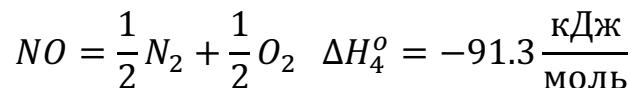
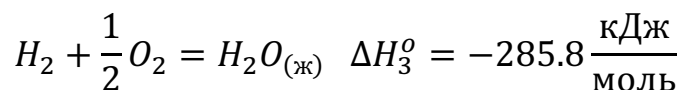
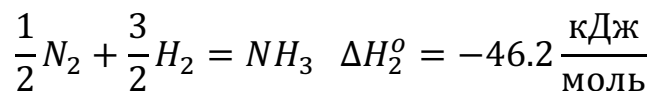
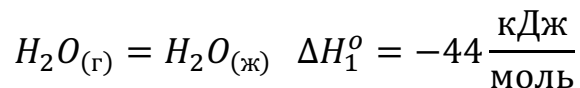
10. Для реакции в пункте (а) обычно используется катализатор в виде мелкодисперсного железа. Рассчитайте во сколько раз реакция в пункте (а) будет быстрее при 600°C, чем при 500°C. Энергию активации данной реакции в присутствии катализатора примите равной 31 ккал/моль. Рассчитайте во сколько раз упадет скорость той же реакции при 500°C, если убрать катализатор. Энергию активации данной реакции без катализатора примите равной 52 ккал/моль. (1 ккал = 4.18 кДж) (2 балла)

Раздел №4. Общие задачи (7 баллов)

11. Рассчитайте тепловой эффект реакции (3 балла)



Если известны следующие данные:

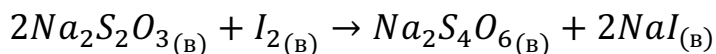
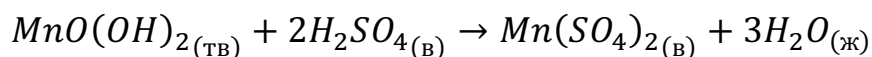
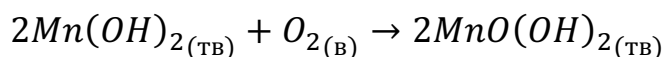
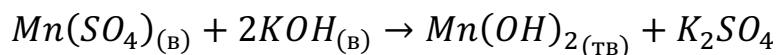


Одной из самых важных химических характеристик любых водоемов является количество Растворенного Кислорода (РК). Кислород может поступать в водоемы путем диффузии напрямую из атмосферы или вырабатываться местными продуцентами, обитающими на дне водоема. К таким продуцентам чаще всего относится фитопланктон. Уровень РК находится в здоровых для флоры и фауны пределах в нормальных условиях, однако, поступление большого количества удобрений в

результате человеческой деятельности приводит к бурному росту растительности, в том числе водорослей. Отмирание и дальнейшее разложение водорослей потребляет большое количество кислорода и тем самым уровень РК понижается, что может приводить к гибели рыб.

Уровень РК в водном образце можно определить с помощью титрования по методике Винклера с добавлением азида натрия. Азид натрия добавляется для «нейтрализации» присутствующих нитрит ионов, которые могут мешать определению кислорода. Методика действий следующая:

К образцу воды с водоема добавляется 2 мл 2.15М раствора сульфата марганца. Затем, добавляется 2 мл щелочного раствора смеси азида и йодида. Колба с образцом закрывается и переворачивается несколько раз после каждого оседания осадка. Затем аккуратно вводятся 2 мл концентрированной серной кислоты, что приводит к растворению осадка. Раствор в дальнейшем титруется стандартизированным раствором тиосульфата натрия. Уравнения реакций представлены ниже:



12. Напишите суммарное уравнение реакции в ионной форме (1 балл)
13. Объясните необходимость добавления сульфата марганца с последующим растворением при добавлении серной кислоты (1 балл)
14. На титрование 200 мл водного образца обработанного согласно процедуре выше ушло 6.3 мл 0.02500М раствора $Na_2S_2O_3$. Определите уровень РК в г/мл (2 балла)

Раздел №5. Экспериментальная часть (10 баллов)

В шести пронумерованных пробирках содержатся следующие растворы: нитрат серебра $AgNO_3$, гидроксид бария $Ba(OH)_2$, хлорид натрия $NaCl$, карбонат натрия Na_2CO_3 , нитрат свинца $Pb(NO_3)_2$ и иодид калия KI . Не используя дополнительных реагентов, определите содержимое каждой пробирки. Заполните теоретическую таблицу. Напишите все молекулярные и ионные реакции.