

Республиканская олимпиада Юниоры-2021.

Заключительный этап

7 класс

Регламент:

- Время выполнения: 180 минут
- **Разрешается** пользоваться калькулятором
- **Запрещается** пользоваться любыми справочными материалами, в том числе любыми таблицами, кроме периодической таблицы и таблицы растворимости предоставленных ниже.
- Суммарный балл за работу – 40 баллов.

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 -

Электрохимический ряд напряжений металлов

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

РАСТВОРИМОСТЬ НЕКОТОРЫХ ВЕЩЕСТВ В ВОДЕ (при t=25°C) И ИХ МОЛЕКУЛЯРНЫЕ ИЛИ ФОРМУЛЬНЫЕ МАССЫ

АНИОНЫ \ КАТИОНЫ	H ⁺	NH ₄ ⁺	Li ⁺	Rb ⁺	K ⁺	Ba ²⁺	Sr ²⁺	Ca ²⁺	Na ⁺	Mg ²⁺	Be ²⁺	Al ³⁺	Mn ²⁺	Zn ²⁺	Cr ²⁺	Cr ³⁺	Fe ²⁺	Fe ³⁺	Cd ²⁺	Co ²⁺	Co ³⁺	Ni ²⁺	Sn ²⁺	Pb ²⁺	Cu ²⁺	Ag ⁺	Hg ²⁺
ОН ⁻ ГИДРОКСИД-	18	35	24	102	56	171	122	74	40	58	43	78	89	99	86	103	90	107	146	93	110	93	153	241	98	125	235
F ⁻ ФТОРИД-	20	37	26	104	58	175	126	78	42	62	47	84	93	103	90	109	94	113	150	97	116	97	157	245	102	127	238
Cl ⁻ ХЛОРИД-	36,5	53,5	42,5	121	74,5	208	159	111	58,5	95	80	133	126	136	123	158	127	162	183	130	165	130	190	278	134	143	272
Br ⁻ БРОМИД-	81	98	87	165	119	297	247	200	103	184	169	267	215	225	212	292	216	296	272	219	299	219	279	367	223	188	360
I ⁻ ИОДИД-	128	145	134	212	166	391	341	294	150	278	263	408	309	319	306	433	310	?	366	313	440	313	373	461	317	235	454
S ²⁻ СУЛЬФИД-	34	68	46	203	110	169	120	72	78	56	41	150	87	97	84	200	88	208	144	91	214	91	151	239	96	248	233
SO ₄ ²⁻ СУЛЬФАТ-	98	132	110	267	174	233	184	136	142	120	105	342	151	161	148	392	152	400	208	155	406	155	215	303	160	312	297
HSO ₄ ⁻ ГИДРОСУЛЬФАТ-	98	115	104	182	136	?	282	?	120	?	?	?	249	259	?	?	?	?	?	?	?	?	?	401	?	205	?
SO ₃ ²⁻ СУЛЬФИТ-	82	116	94	251	158	217	168	120	126	104	89	294	135	145	?	344	136	?	192	139	?	139	199	287	144	296	281
ClO ₄ ⁻ ПЕРХЛОРАТ-	100	117	106	185	138	336	287	239	122	223	208	325	254	264	251	350	255	354	311	258	357	258	?	406	262	207	400
ClO ₃ ⁻ ХЛОРАТ-	84	101	90	169	122	304	255	207	106	191	176	277	222	232	?	302	?	?	279	226	?	226	?	374	230	191	368
NO ₃ ⁻ НИТРАТ-	63	80	69	147	101	261	212	164	85	148	133	213	179	189	?	238	180	242	236	183	245	183	243	331	188	170	325
NO ₂ ⁻ НИТРИТ-	47	64	53	131	85	229	180	132	69	116	101	?	147	157	?	?	?	?	?	151	?	151	?	299	156	154	293
PO ₄ ³⁻ (ОРТО)ФОСФАТ-	98	149	116	351	212	602	453	310	164	263	217	122	355	386	346	147	357	151	527	367	?	366	546	812	381	419	792
HPO ₄ ²⁻ ГИДРОФОСФАТ-	98	132	?	267	174	233	184	136	142	120	105	342	151	161	?	392	152	?	?	155	?	?	215	303	160	312	297
H ₂ PO ₄ ⁻ ДИГИДРОФОСФАТ-	98	115	104	182	136	331	282	234	120	218	203	318	249	259	?	?	250	?	306	?	?	?	313	401	?	205	395
CH ₃ COO ⁻ АЦЕТАТ-	60	77	66	144	98	255	206	158	82	142	127	204	173	183	170	229	174	233	230	177	236	177	237	325	182	167	319
Cr ₂ O ₇ ²⁻ ДИХРОМАТ-	218	252	230	387	294	353	304	256	262	240	225	?	?	335	?	?	272	760	?	?	?	?	335	423	280	432	417
CrO ₄ ²⁻ ХРОМАТ-	118	152	130	287	194	253	204	156	162	140	125	?	171	181	?	?	?	460	228	175	?	175	235	323	180	332	317
MnO ₄ ⁻ ПЕРМАНГАНАТ-	120	137	126	204	158	375	326	278	142	262	247	384	?	303	?	?	?	?	350	?	?	297	?	?	?	227	?
CO ₃ ²⁻ КАРБОНАТ-	62	96	74	231	138	197	148	100	106	84	69	?	115	125	112	284	116	292	172	119	298	119	179	267	124	276	261
HCO ₃ ⁻ ГИДРОКАРБОНАТ-	62	79	68	146	100	259	210	162	84	146	?	?	?	187	174	235	178	?	234	?	?	181	?	329	?	169	?
SiO ₃ ²⁻ (МЕТА)СИЛИКАТ-	78	?	90	247	154	213	164	116	122	100	85	282	131	141	?	332	132	340	189	?	?	?	195	283	140	292	277

МОЛЕКУЛЯРНЫЕ МАССЫ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ										РАСТВОРЯЕТСЯ (>1 г на 100 г воды)		НЕ РАСТВОРЯЕТСЯ (<0,1 г на 100 г воды)		249		НЕТ ДАННЫХ О РАСТВОРИМОСТИ		
РАДИКАЛЫ	ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ГРУППЫ									МАЛО РАСТВОРЯЕТСЯ (от 0,1 г до 1 г на 100 г воды)		РАЗЛАГАЕТСЯ В ВОДЕ		?		НЕТ ДАННЫХ О СУЩЕСТВОВАНИИ ВЕЩЕСТВА		
	-H	-Cl	-Br	-OH	-NO ₂	-NH ₂	-CHO	-COOH	-C ₆ H ₅									
CH ₃ - МЕТИЛ-	16	50	95	32	61	31	44	60	92									
C ₂ H ₅ - ЭТИЛ-	30	65	109	46	75	45	58	74	106									
C ₃ H ₇ - ПРОПИЛ-	44	79	123	60	89	59	72	88	120									
C ₄ H ₉ - БУТИЛ-	58	93	137	74	103	73	86	102	134									
CH ₂ =СН-ВИНИЛ-	28	63	107	-	73	43	56	72	104									
C ₆ H ₅ - ФЕНИЛ-	78	113	157	94	123	93	106	122	154									
CH ₃ CO- АЦЕТИЛ-	44	78	123	60	89	59	72	88	120									

РЯД ЭЛЕКТРООТРИЦАТЕЛЬНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ																																	
эл.-ты	Cs	K	Ba	Sr	Na	Ca	Li	Mg	Cd	Ag	Zn	Cu	Be	Hg	Al	Pb	Sn	Au	Si	B	As	P	H	Cr	S	Mn	C	I	Br	N	Cl	O	F
χ	0,63	0,69	0,72	0,80	0,82	0,86	0,86	1,08	1,22	1,28	1,29	1,29	1,31	1,35	1,43	1,57	1,63	1,66	1,82	1,86	1,92	1,98	2,07	2,27	2,41	2,45	2,50	2,58	2,60	2,82	2,86	3,14	2,9
Е _с	46	48	0	0	53	0	60	0	0	126	0	119	0	0	43	35	107	223	134	27	78	72	73	64	200	0	122	295	325	0	349	141	328

χ – ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ ВЕЛИЧИНЫ ЭЛЕКТРООТРИЦАТЕЛЬНОСТИ
 по А.С.ПОВАРЕННЫХ (для УГЛЕРОДА χ=2,5)
 Е_с – СРОДСТВО К ЭЛЕКТРОНУ, в кДж/МОЛЬ

Составитель – Г.Л. Лалаев;
 © Осталение, дизайн – Г.Л. Лалаев, 1997
 Компьютерный набор – Р.Р. Файзулин

129041, Москва, Проспект мира, д.68
 ООО "Каллиграф", 2002
 Подл. в печать 02.09.2002. Печать офс. Зак. 542
 Тип. "Р-Мастер". Изд. 2", испр. и доп.

ТЕСТ (7 баллов)

1. Вычислите молекулярную массу $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$.
А) 160 Б) 250 В) 90 Г) 193
2. Какой из ниже перечисленных металлов не является щелочным?
А) К Б) Na В) Mg Г) Cs
3. Какой из ниже приведенных веществ является кислотой?
А) H_2O Б) NaOH В) HNO_3 Г) K_2SO_4
4. Какова масса 11.2 л O_2 при н.у?
А) 8 Б) 16 В) 32 Г) 48
5. Ковалентная полярная связь в молекуле....
А) NaCl Б) Cl_2 В) CaCl_2 Г) NH_3
6. Какой объем займет аммиак массой 51г при температуре 20°C и давлении 250 кПа?
А) 23,6 л Б) 29,2 В) 17,3 л Г) 37,1 л
7. В какой реакции выделяется газ ?
А) $\text{CaO} + \text{CO}_2 \rightarrow$ Б) $\text{CaCl}_2 + \text{AgNO}_3 \rightarrow$
В) $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{HCl} \rightarrow$ Г) $\text{CaCO}_3 + \text{HCl} \rightarrow$
8. Какова концентрация элементов в молекуле MgSO_4 ?
А) Mg=20% , S= 26.7% , O= 53.3%
Б) Mg=24% , S= 22.7% , O= 53.3%
В) Mg=25% , S= 36.7% , O= 43.3%
Г) Mg=20% , S= 30% , O= 50%
9. Чему равна относительная плотность хлора по водороду?
А) 35,5 Б) 2 В) 71 Г) 17,75
10. Уравняйте реакцию и найдите сумму коэффициентов.
 $\text{P} + \text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4 + \text{NO}$
А) 12 Б) 14 В) 18 Г) 20

Задача 1. Воздушный шар (6 баллов)

Шарльер — воздушный шар, наполненный водородом, гелием или другими газами. Назван по имени французского учёного и изобретателя Жака Александра Сезара Шарля. Шар объёмом 25000 литров (н.у.) совершил свой первый полёт 27 августа 1783 года при стечении 300 тыс. зрителей на Марсовом поле в Париже. Французский профессор физики Жак Шарль считал, что дымный воздух — это не лучшее решение, ведь горячий воздух, остывая, теряет подъёмную силу, чего нельзя сказать о водороде.

1. Объясните, почему именно водород использовал профессор Шарль. (2 балла)
2. Предложите два метода получения водорода из металла и путем электролиза. (2 балла)
3. В методе с металлом, если использовать цинк, посчитайте, сколько цинка потребуется для заполнения шара в 25000 л при н.у. (2 балла)

Задача 2. Растворимость (7 баллов)

Растворимость сульфата калия в воде при 100°C 24 грамма на 100 грамм воды и при 25°C 12 грамм на 100 грамм воды. При охлаждении до 25°C 400г насыщенного раствора при 100°C выпадает осадок в виде кристаллогидрата ($K_2SO_4 \cdot 6H_2O$).

1. Вычислите массовую долю безводной соли в кристаллогидрате. (1 балл)
2. Определите массу осадка. (3 балла)
3. Найдите молярную концентрация растворимого вещества если плотность полученного раствора равна 1.13г/мл. (3 балла)

Задача 3. Дивный мир изотопов (9 баллов)

1. Что такое «изотопы»? (1 балл)
2. Нам известно о существовании 25 изотопов хлора, но лишь два из них стабильны: хлор-35 и хлор-37. Если относительная частота хлора-35 равна 75.76%, а хлора-37 равна 24.24%, чему равна относительная атомная масса хлора? Ответ укажите с двумя цифрами после запятой (и подтвердите расчетом) (1 балл)
3. Изотопы есть даже у тех элементов, у которых, на первый взгляд их нет. Например, в природе существует три изотопа атома водорода: протий (1_1H), дейтерий (2_1H) и тритий (3_1H). Если относительная атомная масса водорода равна 1.0078, какова относительная частота изотопов протия и дейтерия (мы не учитываем тритий, т.к. он радиоактивен)? (2 балла)

4. Некий элемент А имеет два стабильных изотопа ${}^n\text{A}$ и ${}^{n+2}\text{A}$ с относительными частотами 51.84% и 48.16%. Аналогично, некий элемент В имеет два стабильных изотопа ${}^m\text{B}$ и ${}^{m+2}\text{B}$ с относительными частотами 50.69% и 49.31%. Молекулярная масса соединения АВ равна 187.95. Еще один элемент С тоже имеет два стабильных изотопа ${}^p\text{C}$ и ${}^{p+2}\text{C}$ с относительными частотами 57.21% и 42.79%. Молекулярная масса соединения CB_3 равна 361.83, а аниона $[\text{CB}_6]^{3-}$ равна 601.8. Определите элементы А, В и С (5 баллов)

Задача 4. Неизвестные вещества (11 баллов)

Элемент **X** образует большое количество кислородсодержащих кислот и их солей. При нагревании элемента **X** с кальцием образуется вещество **A** (реакция 1), взаимодействие которого с водой приводит к выделению газа **B** (реакция 2). Газ **C** (плотность по гелию равна 16.5) имеет тот же качественный, но другой количественный состав, что и газ **B**. Самовоспламенение газа **C** на воздухе приводит к образованию смеси кислот, в том числе и кислоты **D** (реакция 3). При взаимодействии 240 мл раствора хлорида бария с массовой долей 5% и плотностью 1.04 г/мл с точно рассчитанным количеством кислоты **D** (реакция 4) выпадает 13.44 г осадка бариевой соли **E** ($\omega(\text{O}) = 25\%$). Другой способ получения соли **E** – нагревание соединения **F** (реакция 5), представляющего собой кислую бариевую соль кислоты **G**, также содержащей **X** в своем составе. Известно, что 0.5 моль соли **F** содержит $3.13 \cdot 10^{25}$ электронов.

Установите элемент **X**, формулы веществ **A-G**, а также напишите уравнения реакций 1-5.