

Республиканская олимпиады Юниоры-2019.

Областной этап. Теоретический тур

Регламент:

- Время выполнения: 180 минут
- **Разрешается** пользоваться калькулятором
- **Запрещается** пользоваться любыми справочными материалами, в том числе любыми таблицами, кроме периодической таблицы, предоставленной ниже.
- Суммарный балл за работу – 31 балл.

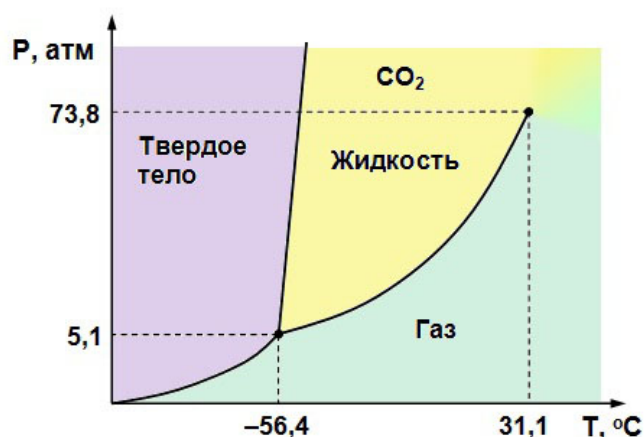
1																	18																				
1 H 1.008	2																13																14	15	16	17	2 He 4.003
3 Li 6.94	4 Be 9.01																	5 B 10.81	6 C 12.01	7 N 14.01	8 O 16.00	9 F 19.00	10 Ne 20.18														
11 Na 22.99	12 Mg 24.31	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 Al 26.98	14 Si 28.09	15 P 30.97	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 (7 баллов)

Республика Казахстан славится своими нефтяными месторождениями. Особенностью нашей нефти является сравнительно высокое содержание соединений серы. В природе существует 4 стабильных изотопа серы – ^{32}S (94.93%), ^{33}S (0.76%), ^{34}S (4.29%) и ^{36}S (0.02%).

1. Найдите точную атомную массу серы (1 балл)

Ниже приведена фазовая диаграмма для углекислого газа:



Одно из определений тройной точки (также известна как точка росы) звучит следующим образом: точка росы – это максимальные значения температуры и давления при которых возможна сублимация (также известная как возгонка).

2. Укажите тройную точку углекислого газа (1 балл)

Критическая точка определяется как температура и давление выше которых невозможно существование жидкой фазы. Иными словами, выше этой точки становится невозможным отличить фазы жидкости и газа.

3. Укажите критическую точку для углекислого газа (1 балл)

Практически все вещества имеют схожую форму фазовой диаграммы. Единственным исключением является вода.

4. Используя бытовые знания о свойствах воды изобразите схематически фазовую диаграмму для воды (2 балла)

Та фаза, которая образуется выше критической точки называется сверхкритической жидкостью. Одним из применений данной жидкости является экстракция с помощью сверхкритической жидкости. Такой процесс широко используется для декаффеинирования зеленых кофейных зерен. Такая экстракция возможна благодаря тому, что сверхкритическая

жидкость одновременно обладает двумя свойствами, одно из которых характерно исключительно для жидкостей, а другое для газов.

5. Укажите свойство характерное для жидкостей, и свойство характерное для газов (2 балла)

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

Известно, что кислоты диссоциируют в воде на ионы водорода (протония) и анионы кислотных остатков. Ионы водорода, образующиеся в процессе диссоциации кислот влияют на такой фактор как показатель кислотности, также известный как pH. Принято, что сильные кислоты полностью распадаются на соответствующие ионы, в то время как слабые – не полностью и степень диссоциации последних определяется константой равновесия. Также кислоты могут быть классифицированы на одноосновные и двухосновные, в зависимости от количества ионов водорода, выделяемых при диссоциации.

Соляная кислота является главным компонентом кислотности в среде желудка человека. В этом пункте мы рассмотрим 0.1М раствор соляной кислоты (*раствор №1*).

6. Рассчитайте pH данного раствора (*раствор №1*), если соляная кислота является сильной одноосновной кислотой (1 балл)

При очень низких концентрациях соляной кислоты, мы вынуждены рассматривать также и автопротолиз воды, которым мы пренебрегли в предыдущем пункте. Допустим, мы приготовили разбавленный раствор соляной кислоты с концентрацией 1×10^{-8} М (*раствор №2*). Известно, что в данном растворе соблюдается следующее равенство:

$$[H^+] = [Cl^-] + [OH^-]$$

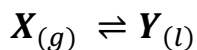
7. Рассчитайте pH *раствора №2*. (3 балла)

Уксусная кислота – наиболее распространенный пример слабой одноосновной кислоты. Формула уксусной кислоты CH_3COOH , а ее pK_a равен 4.76.

8. Рассчитайте pH 0.1М раствора уксусной кислоты (3 балла)

Раздел №3. Взаимодействие материи (10 баллов)

При гидролизе карбида содержащего 37.47% углерода по массе образуется газ X, при нагревании которого в присутствии правильного катализатора можно получить Y по следующей схеме (коэффициенты не указаны):



9. Найдите формулы и назовите соединения **X** и **Y** (2 балла)

Известны следующие термодинамические данные:

	$\Delta_c H^\circ_{298}$ (кДж/моль)	S°_{298} (Дж/(К*моль))
$X_{(g)}$	-1299	200.9
$Y_{(l)}$	-3267	173.4

10. Определите при какой температуре возможно превращение **X** в **Y** (3 балла). Если вы не решили предыдущий пункт, можете считать, что при образовании 1 моль **Y** используется 4 моля **X**.

Столкновение химических соединений в ходе химической реакции можно смоделировать при помощи эластичных шариков. Известно, что скорость реакции прямо пропорциональна вероятности столкновения шариков (в случае химических реакций мы используем концентрации вместо вероятности), а константа пропорциональности в этом случае называется константой скорости. Так если в нашей модели сталкиваются два шарика **A** и **B** и дают при этом продукт **C**, скорость данной реакции будет иметь следующий вид:

$$v = k[A][B],$$

Где v – скорость реакции, k – константа скорости, а $[A]$ и $[B]$ являются концентрациями шариков **A** и **B** соответственно.

11. Напишите выражения для скоростей следующих реакций (3 балла):

- $2A \rightarrow 3B$, константа скорости k_1
- $2B \rightarrow C$, константа скорости k_2
- $C \rightarrow 2D$, константа скорости k_3

Предположим, что шарики **A** – среднего размера, **B** – малого, **C** – большого.

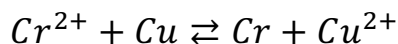
12. Расставьте в порядке возрастания величины скоростей реакций, указанных в предыдущем пункте. Для рассуждений используйте только вероятности столкновения частиц (2 балла)

Раздел №4. Общие задачи (7 баллов)

Активность металлов можно оценивать электрохимическим путем. Например, можно сделать гальванический элемент с одной стороны

состоящий из хромовой пластинки, погруженной в раствор сульфата хрома, а с другой стороны состоящий из медной пластинки, погруженной в сульфат меди. Затем, можно измерить ЭДС данного элемента.

Мы предполагаем, что реакция будет протекать следующим путем:

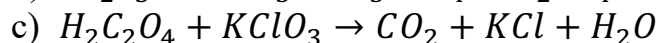
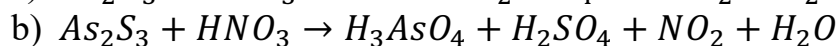
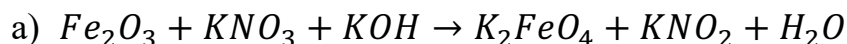


Известно, что $E^{\circ}_{Cr^{2+}/Cr} = -0.852V$, $E^{\circ}_{Cu^{2+}/Cu} = -0.338V$

13. Напишите уравнения полуреакций, происходящих в данном гальваническом элементе. Укажите, какая из этих реакций протекает на катоде, а какая на аноде (2 балла)

14. Посчитайте ЭДС данного элемента (1 балл)

Существует пословица: плох тот химик, который забывает расставить коэффициенты в химических реакциях.



Выше предоставлены 4 уравнения реакций.

15. Расставьте коэффициенты в каждой реакции методом электронного или ионного баланса. Коэффициенты расставленные без использования любого из этих методов оцениваться не будут. (4 балла).