

Константы

Число Авогадро, N_A	6.022×10^{23} моль ⁻¹
Элементарный заряд, e	1.602×10^{-19} Кл
Универсальная газовая постоянная, R	8.314 Дж моль ⁻¹ К ⁻¹
Постоянная Фарадея, F	$96\,485$ Кл моль ⁻¹
Постоянная Планка, h	6.626×10^{-34} Дж с
Температура в Кельвинах (К)	$T_K = T_{\circ C} + 273.15$
Ангстрем, Å	1×10^{-10} м
пико, п	$1 \text{ пм} = 1 \times 10^{-12}$ м
нано, н	$1 \text{ нм} = 1 \times 10^{-9}$ м
микро, мк	$1 \text{ мкм} = 1 \times 10^{-6}$ м

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 -



Республиканская юниорская олимпиада по химии
 Заключительный этап (2022-2023).
 Официальный комплект заданий 8-класса.

Регламент олимпиады:

Перед вами находится комплект задач республиканской олимпиады 2022 года по химии. **Внимательно** ознакомьтесь со всеми нижеперечисленными инструкциями и правилами. У вас есть **5 астрономических часов (300 минут)** на выполнение заданий олимпиады. Ваш результат – сумма баллов за каждую задачу, с учетом весов каждой из задач.

Вы можете решать задачи в черновике, однако, не забудьте перенести все решения на листы ответов. Проверяться будет **только то, что вы напишете внутри специально обозначенных квадратиков**. Черновики проверяться **не будут**. Учтите, что вам **не будет выделено** дополнительное время на перенос решений на бланки ответов.

Вам **разрешается** использовать графический или инженерный калькулятор.

Вам **запрещается** пользоваться любыми справочными материалами, учебниками или конспектами.

Вам **запрещается** пользоваться любыми устройствами связи, смартфонами, смарт-часами или любыми другими гаджетами, способными предоставлять информацию в текстовом, графическом и/или аудио формате, из внутренней памяти или загруженную с интернета.

Вам **запрещается** пользоваться любыми материалами, не входящими в данный комплект задач, в том числе периодической таблицей и таблицей растворимости. На **титульной странице** предоставляем единую версию периодической таблицы.

Вам **запрещается** общаться с другими участниками олимпиады до конца тура. Не передавайте никакие материалы, в том числе канцелярские товары. Не используйте язык жестов для передачи какой-либо информации.

За нарушение любого из данных правил ваша работа будет **автоматически** оценена в **0 баллов**, а прокторы получат право вывести вас из аудитории.

На листах ответов пишите **четко и разборчиво**. Рекомендуется обвести финальные ответы карандашом. **Не забудьте указать единицы измерения (ответ без единиц измерения будет не засчитан)**. Соблюдайте правила использования числовых данных в арифметических операциях. Иными словами, помните про существование значащих цифр.

Если вы укажете только конечный результат решения без приведения соответствующих вычислений, то Вы получите **0 баллов**, даже если ответ правильный.

Решения этой олимпиады будут опубликованы на сайте www.qazcho.kz.

Рекомендации по подготовке к олимпиадам по химии есть на сайте www.kazolymp.kz.

Задача №1. Тест

За каждый верный ответ	Всего	Вес(%)
1	10	10

1. Какой цвет приобретает лакмус в растворах серной и азотной кислоты?
 - A. Фиолетовый
 - B. Желтый
 - C. Бесцветный
 - D. Красный
2. Каково процентное содержание серы в серной кислоте?
 - A. 32.7%
 - B. 35.8%
 - C. 31.2%
 - D. 37.2%
3. Какого цвета раствор перманганата калия?
 - A. Синий
 - B. Желтый
 - C. Малиновый
 - D. Бесцветный
4. Историческое название гидроксида натрия
 - A. Натриевая селитра
 - B. Едкий натр
 - C. Гашеная известь
 - D. Поташ
5. Низкая активность азота объясняется
 - A. Величиной молекулы
 - B. Радиусом атома
 - C. Электроотрицательностью атома
 - D. Прочностью связи
6. На какой газ известковая вода является качественным реактивом?
 - A. Углекислый газ
 - B. Сернистый газ
 - C. Угарный газ
 - D. Хлор
7. Какой инертный газ присутствует в воздухе?
 - A. Криптон
 - B. Гелий
 - C. Ксенон
 - D. Аргон
8. В трех молекулах углекислого газа содержится атомов
 - A. 9

B. 8

C. 6

D. 4

9. Для какого вещества характерно явление адсорбции?

A. Алмаз

B. Уголь

C. Серебро

D. Графит

10. Какая медаль пострадает в результате попадания в соляную кислоту?

A. Золотая

B. Серебряная

C. Бронзовая

D. Ни одна из вышеперечисленных

Задача №2. Несостыковка

2.1	2.2	Всего	Вес(%)
4	5	9	21

Юный химик Ансар решил изучить эксперимент по растворению меди в концентрированной серной кислоте. Из-за выделения газа в процессе реакции, Ансар решил проводить эксперимент в закрытом шкафу, давление в котором при 25°C составляло 0 Па, а объём — 25 литров. Поместив в шкаф всё необходимое оборудование, юный химик приступил к эксперименту. Погрузив медную пластинку в концентрированный раствор серной кислоты, Ансар начал нагревать пробирку, после чего реакция началась. В момент, когда вся медь растворилась, давление в шкафу составляло 28 кПа. После окончания эксперимента юный химик понял, что совершенно забыл взвесить медную пластинку, из-за чего продолжил проводить эксперимент. Предварительно нейтрализовав остатки кислоты, Ансар опустил в голубой раствор никелевую пластинку, масса которой после полного выделения меди **увеличилась** на 1.458 г.

1. Запишите уравнение протекающей реакции. Считая, что давление в шкафу создаётся только газообразным продуктом реакции, вычислите массу меди, используя уравнение состояния идеального газа, приведённое ниже:

$$pV = nRT$$

где p — давление газа, V — его объём, n — количество газа, R — универсальная газовая постоянная, равная $8.314 \text{ Дж моль}^{-1} \text{ К}^{-1}$, а T — температура газа (К).

2. Вычислите массу меди, используя информацию про никелевую пластинку. Объясните различие в массе медной пластинки с первым пунктом задачи.

Задача №3. Записи

3.1	Всего	Вес(%)
18	18	25

Химик Бауыржан нашел на столе рваную тетрадь неизвестного химика, на котором были написаны химические реакции, с помощью которых можно было узнать химические свойства соединения меди. Однако тетрадь настолько испортился, что во всех реакциях не были написаны формулы соединения, поэтому Бауыржану пришлось собирать все по кусочкам. В итоге он получил 6 основных реакции и 29 надписей соединения:

1) ... + ... + ... = ... + ... + ...

- 2) ... + ... = ... + ... + ...
3) ... + ... = ... + ... + ...
4) ... = ... + ... + ...
5) ... = ... + ... + ...
6) ... + ... = ... + ... + ...

Надпись соединения	CuCl ₂	Na ₂ CO ₃	H ₂ O	NaCl	(CuOH) ₂ CO ₃	CO ₂	Cu	O ₂	H ₂ SO ₄
Кол-во надписей	1	1	4	1	3	3	1	2	2
Надпись соединения	CuI	I ₂	CuSO ₄	Cu(NO ₃) ₂	Na ₂ SO ₄	NO ₂	CuO	NaI	
Кол-во надписей	1	1	3	1	1	1	2	1	

В тетради Бауыржан также нашел записи условия и наблюдения каждой реакции:

«Первая реакция включает в себя смешивание двух растворов, один из них синий, который дает белый творожистый осадок при смешивании с раствором нитрата серебра, а другой прозрачный, при этом наблюдается образование синего осадка и выделение газа, которая по своей видимости не имела запаха и цвета.

Полученный осадок был отфильтрован, и дальше использован во второй реакции, в которой я его обрабатывал прозрачным раствором. Во время второй реакции, осадок полностью растворился, образовав синий раствор и газ без запаха и цвета.

В третьей реакции я провел электролиз синего раствора, которая образовала коричневый твердый продукт, газ и кислый раствор. Кстати, этот же кислый раствор можно использовать во второй реакции.

В четвертой реакции нагрел синий осадок, полученный из первой реакции. Наблюдалось окрашивание твердого остатка в черный цвет и выделение газов.

В пятой реакции также провел нагрев соли до некоторой температуры, при этом цвет твердого вещества менялся в черный цвет и наблюдалось выделение коричневого газа.

В шестой реакции, я попробовал добавить бесцветный раствор в синий раствор. В реакционной смеси образовалась смесь двух осадков. Отделив осадок, я попробовал нагревать его в закрытой колбе до проявления каких-либо изменений. Над твердым веществом началось скапливаться тяжелый фиолетовый газ.»

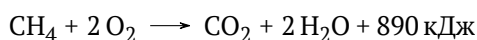
1. Распишите все шесть неизвестных реакции и уравняйте их.

Задача №4. Физика в химии

4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	Всего	Вес(%)
2	4	2	2	2	3	5	20	22

Знания физики играют важную роль в изучении химии, так как химия является наукой об изучении свойств веществ, используя принципы и законы физики. В этой задаче вы увидите несколько примеров, где физика переплетается с химией.

Химические реакции сопровождаются поглощением либо выделением определенного количества энергии — тепловым эффектом реакции. Метан является одним из главных составляющих природного газа. Ниже приведено уравнение реакции сгорания метана с тепловым эффектом реакции.

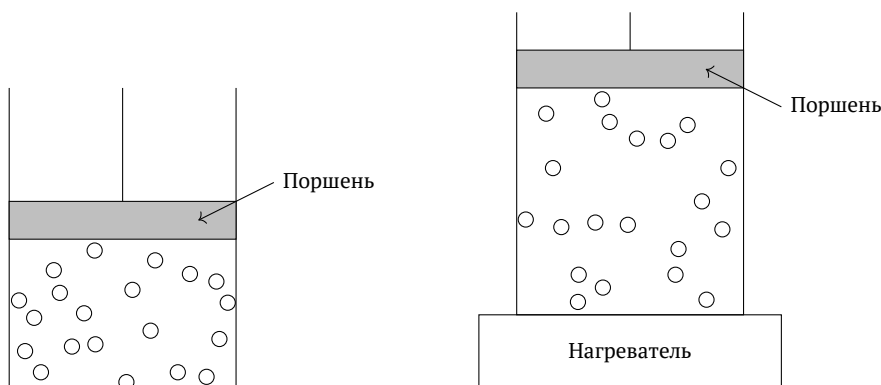


1. К какому типу реакций относится реакция сгорания метана? (Экзотермическая или эндотермическая реакция.) Определите количество сгоревшего метана если известно, что выделено 9.5 кДж тепла.

Юный химик Ильяс узнал, что при сгорании метана, тепло выделяется. Он решил использовать этот факт, чтобы заварить себе чай.

2. Какой объем (при н.у.) метана нужен Ильясу, чтобы вскипятить 1.7 литров воды для чая? Удельная теплоемкость воды равна $4184 \text{ Дж кг}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$. Плотность воды равна 1 г см^{-3} . Примите, что Ильясу нужно разогреть воду от 20°C до 95°C .

В отличие от жидкостей и твердых веществ, газы имеют хорошо выраженную способность расширяться и сжиматься. Благодаря этому свойству газы нашли применение, например, в тепловых двигателях и в двигателях внутреннего сгорания.



На рисунке приведен контейнер, внутри которого находится газ, а сам контейнер закрыт с помощью поршня. Изначально система находится в состоянии равновесия и поршень не движется, так как давление газа равно внешнему давлению. Но если подключить к контейнеру нагреватель, температура газа повысится, что повлечет за собой поднятие поршня — расширение газа. Таким образом, мы можем трансформировать тепловую энергию нагревателя в работу, совершенную газом, которую можно будет использовать далее для нужных целей.

3. Используя молекулярно-кинетическую теорию, объясните, почему при нагревании газ расширяется.

По схожему принципу работает и тепловой двигатель. Но поскольку двигатель должен работать непрерывно, тратится некоторое количество энергии на то, чтобы вернуть поршень и газ в исходное состояние, после чего газ можно будет снова нагреть и снова получить полезную работу.

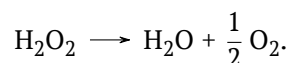
4. Приняв, что все полученное тепло преобразуется в работу газа, рассчитайте КПД теплового двигателя за один цикл, если в каждом цикле от нагревателя газу сообщается 1300 кДж тепла и тратится 780 кДж энергии на то, чтобы вернуть газ в исходное состояние.

Для процессов, происходящих при постоянном давлении, можно использовать изменение энергии Гиббса для определения их самопроизвольности. Высчитывается оно следующим образом:

$$\Delta_r G = \Delta_r H - T \Delta_r S,$$

где $\Delta_r G$ — это изменение энергии Гиббса в ходе реакции, $\Delta_r H$ — изменение энтальпии реакции (равна тепловому эффекту реакции с обратным знаком), $\Delta_r S$ — изменение энтропии реакции, а T — абсолютное значение температуры, при которой проходит реакция. Процесс будет происходить самопроизвольно если изменение энергии Гиббса отрицательное.

В лаборатории химии оставили открытую колбу с раствором пероксида водорода. Пероксид водорода может разлагаться согласно следующему уравнению:



5. Если пероксид водорода будет разлагаться в данных условиях, можно ли считать, что процесс проходит при постоянном давлении? Почему?

6. Предположим, что давление в этом процессе действительно постоянное. Определите, будет ли в этом случае пероксид водорода самопроизвольно разлагаться на воду и газообразный кислород при температуре 25 °С. Каким является этот процесс (эндо- или экзотермический)? Примите, что для данной реакции $\Delta_r H = -98$ кДж моль⁻¹, $\Delta_r S = 63$ Дж моль⁻¹ К⁻¹.

Что такое энтропия? Довольно часто юным химикам описывают энтропию как “меру беспорядка”. Не секрет, что изолированная система всегда стремится к уменьшению энергии ее состояния. Ровно по этой причине все самопроизвольные процессы повышают энтропию вселенной — таким образом достигается минимум энергии. Из-за всего этого можно услышать выражения наподобие: “Вселенная стремится к хаосу; человек стремится к порядку”. Как бы красиво не звучали эти слова, вселенная не всегда стремится к хаосу. Нередко минимум энергии достигается при “более упорядоченном” распределении частиц. Приведем пример.

7. Если поместить газ в контейнер, на который не действуют внешние силы, для него действительно минимум энергии будет достигаться при равномерном, “хаотичном” распределении частиц. Но что будет наблюдаться если на контейнер будет действовать внешняя сила, которая тянет молекулы в сторону одной из стенок контейнера? Приведите пример из жизни, в котором можно наблюдать похожую на этот пример ситуацию.

Задача №5. pH

5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	Всего	Бес(%)
2	1	1	3	3	10	22

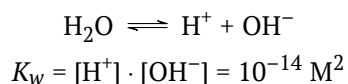
Для описания среды химии используют pH, то есть отрицательный логарифм по основанию 10 молярной (М, моль на литр) концентрации растворенных ионов водорода:

$$\text{pH} = -\log_{10}[\text{H}^+]$$

Логарифм это обратная функция возведения в степень, то есть концентрацию растворенных ионов водорода можно выразить через pH следующим образом:

$$[\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}}$$

Даже без добавления кислот и оснований, вода претерпевает автопротолиз, при этом про-изведение концентраций ионов водорода и гидроксида всегда равно константе автопротолиза, означая что при увеличении концентрации водорода гидроксидов становится меньше и наоборот:



1. Определите pH чистой воды, в которой все ионы образуются за счет автопротолиза воды.
2. В условиях нашей планеты, pH чистой воды составляет около 6 вследствие растворения углекислого газа, который дает небольшое количество угольной кислоты, что и обуславливает кислую среду. Рассчитайте концентрации ионов водорода и гидроксида в такой воде.
3. Гораздо более кислая среда создается в желудочном соке за счет действия протонной помпы эпителия, которая закачивает 0.01 М соляной кислоты. Рассчитайте pH желудочного сока, если соляная кислота сильная и диссоциирует полностью на ионы водорода и хлорида.
4. Уксусная кислота является слабой кислотой, в отличие от соляной, она не диссоциирует полностью, и pH достаточно концентрированных растворов слабых кислот описывается формулой ниже, где $\text{p}K_a$ это отрицательный логарифм константы кислотности, C — концентрация кислоты

$$\text{pH} = \frac{1}{2} \cdot (\text{pK}_a - \log_{10} C)$$
$$\text{pK}_a = 4.75$$

Рассчитайте pH 0.1 М раствора уксусной кислоты.

5. Переваривание пищи в желудке происходит благодаря ферментам, а не кислой среде, но кислая среда необходима для работы пепсина, одного из основных ферментов желудочного сока. В активном центре этого белка находится аспартат 215, который должен быть протонирован для работы фермента. Используя уравнение Гендерсона-Хассельбаха, рассчитайте соотношение протонированной и депротонированной форм пепсина при pH 2 (желудочный сок) и 7 (12-перстная кишка), если pK_a аспартата 215 равен 4.

$$\frac{[\text{протонирован}]}{[\text{депротонирован}]} = 10^{\text{pK}_a - \text{pH}}$$