



Комплект задач
Beyond Olympiad #2
по Химии
I тур
9 класс
26 февраля 2022

Регламент олимпиады

На выполнение олимпиады Вам дается 3 часа. Начало олимпиады: 11:00 по времени г. Алматы (GMT +6), конец олимпиады – 14:00. По завершении ваши решения необходимо отправить с помощью платформы Gradescope.com. (Инструкции по отправке см. ниже)

Инструкция по выполнению и оформлению:

Выполнять задания Вы можете в любом порядке, при этом **необходимо**

- Оформлять каждую задачу **на отдельном листе**
- Вверху листа писать номер задачи, но при этом **запрещается** писать ваше имя, фамилию, инициалы или какие-либо другие личные идентификаторы
- Если решение задачи требует больше одного листа, то в конце страницы следует написать (Продолжение задачи номер __ на следующей странице). При этом вверху следующей страницы необходимо пометить, что это является продолжением определенной задачи
- **Рекомендуется** придерживаться понятного и разборчивого почерка, избегать излишних зачеркиваний

Инструкции по отправке решений:

Необходимо завершить выполнение заданий не позднее 14:00 по времени Алматы. По окончанию работы, вам необходимо объединить сканы ваших решений в один pdf-файл. Отметим, что в Google Play и AppStore есть множество приложений (PDF scanner, scanner app, scanbot и другие), предназначенных для этих целей. PDF-файл необходимо загрузить на сайт Gradescope.com. Решения первого тура Олимпиады по химии принимаются в течение **20 минут** после окончания олимпиады. Код курса: **P536BW**.

Памятка участнику:

- Из канцелярских принадлежностей **разрешаются**: карандаши, ручки, ластик, линейка.
- **Разрешается** пользоваться калькулятором (простым, инженерным или графическим), периодической таблицей (на пятой странице) и таблицей растворимости.
- Ответы **следует** округлять до четырех значащих цифр.
- **Строго запрещается** пользоваться помощью посторонних людей и дополнительной литературой, включая интернет-источники и учебные пособия.
- Попытки списывания и нарушения академической честности повлекут к **дисквалификации** участника, а также к **запрету на участие** во всех последующих Beyond Olympiad.

Результаты будут оглашены в течении 21 дня после окончания Олимпиады.

При наличии вопросов по проведению олимпиады следует также писать на почту chemistry@bcedu.kz или olympiads@bc-pf.org или в официальные аккаунты соц. сетей BEYOND CURRICULUM.

Организаторы, составители задач и жюри олимпиады:

- Альмуханов Амир, ученик НИШ ХБН г. Караганда
- Бисенали Санжар, ученик НИШ ФМН г. Астана
- Касымалы Мадияр, ученик БИЛ г. Караганда
- Молдагулов Галымжан, студент KAIST
- Мужубаев Абильмансур, студент NU
- Нурланова Альмира, ученица НИШ ХБН г. Павлодар
- Тайшыбай Айдын, студент NU
- Турсын Нуржан, студент PTE
- Черданцев Владислав, студент MIT

Желаем успехов!

Данный комплект состоит из 5 задач:

Задача 1. Кислоты и основания.....	6
Задача 2. А такое возможно?.....	7
Задача 3. Отравление на усадьбе Кэмпбеллов	8
Задача 4. А вдруг железо.....	9
Задача 5. Удивительный минерал	10

Номер задачи	Максимальный балл за задачу	Вес задачи
1	21	25
2	12	15
3	14	20
4	20	15
5	24	25

Что означает эта таблица?

Исходя из этой таблицы, Вы можете видеть, что каждая задача имеет свой удельный вес. То есть, один балл одной задачи не эквивалентен одному баллу другой задачи. Внутри каждой задачи подсчитывается ваш балл, согласно разбалловке составителя, затем по пропорции находится ваш окончательный балл за задачу.

Удельный вес каждой задачи согласован каждым членом жюри.

Периодическая таблица

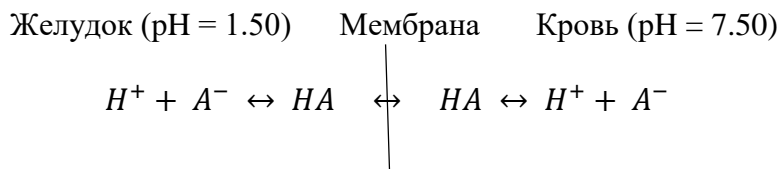
1 H 1.008												13	14	15	16	17	2 He 4.003	
3 Li 6.94	4 Be 9.01												5 B 10.81	6 C 12.01	7 N 14.01	8 O 16.00	9 F 19.00	10 Ne 20.18
11 Na 22.99	12 Mg 24.31	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 Al 26.98	14 Si 28.09	15 P 30.97	16 S 32.06	17 Cl 35.45	18 Ar 39.95	
19 K 39.10	20 Ca 40.08	21 Sc 44.96	22 Ti 47.87	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 -

Задача 1. Кислоты и основания

1.1	1.2	2.1	2.2	2.3	Всего	% от общего
3	2	5	8	3	21	25

1. Теория кислот и оснований начала развиваться еще в XVII веке. До нынешнего момента были предложены несколько теории и понятия этих соединений. Сейчас химики пользуются более расширенным понятием кислоты по теории Льюиса. В зависимости от степени диссоциации кислоты определяется ее сила. По категории принято делить кислоты на два: сильные и слабые.
 - a. Рассчитайте pH раствора HCl с концентрацией 6.00×10^{-8} М. Используйте уравнение электронейтральности.
 - b. Рассчитайте pH раствора CH_3COOH с концентрацией 1.00×10^{-2} М. Константа диссоциации кислоты $= 1.74 \times 10^{-5}$.
2. Фармацевтика бесспорно одна из самых важных и нужных отраслей в нашей жизни. Она очень тесно связана с аналитической химией, ведь даже 1 лишний грамм вещества может изменить ситуацию и состояние человека на 180 градусов.
 - a. Пациенту Пете выписали антацидные таблетки, которые предназначены для увеличения pH желудочного сока за счет нейтрализации кислотности. В состав таких таблеток могут входить гидрокарбонат натрия, гидроксид алюминия, гидроксид магния, карбонат кальция и прочие. Примите, что в таблетке встречается только карбонат кальция, чья массовая доля составляет 75.0%. Если принять желудочный сок за водный раствор объемом 250.0 мл одноосновной сильной кислоты HA с $pH = 0.560$ до принятия препарата, то какую минимальную и максимальную массу антацида за раз должен принять Петя чтобы увеличить pH желудочного сока до приемлемых значений в 1.50 – 2.00. Установите верхнюю и нижнюю границы. Примите, что объем раствора не меняется.
 - b. Выведите функцию и график функции зависимости pH от массы таблетки.
 - c. Способность лекарств попадать в кровь очень сильно влияет на их эффективность. Рассмотрим ситуацию с одним из наиболее популярных лекарств – ацетилсалициловая кислота (аспирин). $pK_a = 3.52$



Примите, что только нейтральные молекулы могут проходить через мембрану. Также примите, что концентрация недиссоциированной формы HA в желудке и в крови равны. Найдите соотношение концентрации общего количества всех форм аспирина в крови к концентрации в желудке.

Задача 2. А такое возможно?

2.1	2.2	2.3	2.4	Всего	% от общего
2	2	5	5	14	15

Гомогенная реакция: $\text{CO}_2(\text{г}) + \text{H}_2(\text{г}) \rightarrow \text{CO}(\text{г}) + \text{H}_2\text{O}(\text{г})$

1. Вычислить энергию реакции Гиббса ΔG для реакции водяного газа при 1300 К. И ответьте на вопрос: самопроизвольна ли реакция? Такое возможно?

Если энтальпия реакции при данной температуре: 42500 Дж/моль

Энтропия реакции: 30.8 Дж/моль*К

2. Вычислите константу равновесия реакции при 1300 К
3. Смесь газов, содержащая (по объёму): 10% H_2 ; 45% CO и 45% H_2O пара нагревается до 1300 К. Каков состав смеси после установление равновесия воды и газа?
4. Как измениться равновесие если:

Увеличить температуру?

Уменьшить содержание воды? А если увеличить?

Уменьшить содержание углекислого газа? А если увеличить?

Задача 3. Отравление на усадьбе Кэмпбеллов

3.1	3.2	3.3	Всего	% от общего
8	2	2	12	20

За всю свою двадцатитрёхлетнюю карьеру в качестве детектива Шерлоку Холмсу не раз приходилось иметь дело с поиском подозреваемых по их «химическим» следам. В одном из таких дел на усадьбе знатного предпринимателя Д. Кэмпбелла Шерлок Холмс наткнулся на кашемировый платок на котором были бурые пятна, и полупустую склянку с 18.6 г пахучей жидкости. Шерлок Холмс предположил что этим веществом преступник пропитал платок и задушил господина Кэмпбелла. Холмс тут же обратился к своему приятелю химику, что бы узнать чем был пропитан зловещий платок. При сжигании половины образца было получено 26.4 г углекислого газа, 6.3 г паров воды и 1.4 г азота (*реакция 1*). При полном испарении остальной половины был получен газ объёмом 3.0 л при температуре 227 °С и давлении 138.5 кПа, а для полного её гидрирования при той же температуре, но при давлении 166.2 кПа им потребовалось 7.5 л водорода (*реакция 2*). В ходе химического анализа химик определил формулу вещества и предоставил четыре изомера искомого вещества.

1. Определите какие изомерные вещества химик предложил Холмсу. Покажите ход решения. Коротко объясните как вышеупомянутые факты помогли вам определить структурные особенности.
2. Запишите упомянутые в задаче химические реакции.
3. Кратко поясните какие дальнейшие действия может предпринять наш любимый сыщик?

Задача 4. А вдруг железо...

4.1	4.2	4.3	4.4	Всего	% от общего
7	6	5	2	20	15

Образец железной руды массой 1 кг состоящий из смеси оксидов железа Fe_2O_3 и FeO нагрели в избытке монооксида углерода. Получившееся чистое железо выплавляли в железный слиток, а смесь газообразных продуктов пропустили через избыток известковой воды, в результате чего выпало 1510,42 г осадка. Затем железный слиток поместили в 30% процентный по массе раствор сульфата меди в ходе чего масса слитка увеличилась на 40 г, а в растворе образовался раствор с равными массовыми долями солей. Для растворения такого же количества исходной смеси понадобилось 1437,1 мл концентрированной серной кислоты с плотностью 1,03 г/мл.

- 4.1. Напишите все вышеупомянутые реакции.
- 4.2. Рассчитайте массы исходных веществ в смеси.
- 4.3. Определите массу раствора сульфата меди.
- 4.4. Какая доля (в процентах) слитка прореагировала с раствором сульфата меди?

Задача 5. Удивительный минерал

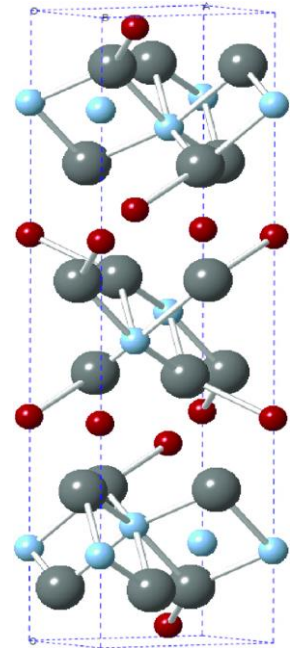
1.1	1.2	2.1	Всего	% от общего
8	1	15	24	25

1. Некий минерал **Z**, впервые найденный в России на Южном Урале, является важным сырьем в производстве переходного металла **X** и его производных (оксидов, галогенидов и тд).

Известно что

- Один из элементов (**Y**) в составе этого минерала является металл, известный нам с давних пор, в честь которого была названа эпоха в истории. Соли этого металла окрашивают пламя горелки в светло-желтый цвет.
- Кислород входит в состав минерала. Массовая доля кислорода составляет 31.64%.

Кристаллическая ячейка минерала приведена справа. Ключ: серые атомы – O, голубые – **X**, красные – **Y**.



- 1.1. Определите металлы **X** и **Y**, а также формулу искомого минерала **Z**. Приведите ваши расчёты.

- 1.2. Сколько формульных единиц содержится в кристаллической ячейке минерала?

2. При растворении минерала **Z** в концентрированной серной кислоте при 110 – 120 °С приводит к образованию белого вещества **A** ($w_X = 29.93\%$) и сульфата металла **Y** (**реакция 1**). Если обработать **A** каустической содой то образуется соединение **B** (**реакция 2**), содержащего 49.04% кислорода по массе. Нагрев вещества **B** приводит к образованию **C** (**реакция 3**) – оксид металла **X**, для получения которого данный минерал служит сырьем. Реакция соединения **B** с пероксидом водорода и водой дает необычный кристаллогидрат **D**, содержащий в себе пероксоанион (**реакция 4**). Возьмите, что стехиометрические коэффициенты в этой реакции – 1:1:1. Массовая доля металла **X** в **D** = 31.93%.

- 2.1. Определите формулы зашифрованных веществ **A** – **D**, а также запишите уравнения реакций **1** – **4**. Покажите ваши расчёты.