

# Олимпиада школьников «Будущее медицины» 2023

## ХИМИЯ 11 класс

### эталоны ответов интернет-тура

Проверка выполненных заданий и присуждение баллов проводится в автоматизированном режиме. Все задания представлены в тестовой форме с вводом свободного ответа, а также с однозначным и множественным выбором ответа.

1. Поглощением антиоксидантом <b>Z</b> при 50° С газа <b>Y</b> , который используется для стерилизации стоматологических инструментов, получают кристаллическое соединение <b>X</b> с массовой долей углерода 0,58335. При полном сгорании соединения <b>X</b> в кислороде образуются пары воды и смесь газов с плотностью 1,95378 г·л <sup>-1</sup> (н.у.). Универсальная газовая постоянная ( <i>R</i> ) — 8,314 Дж·моль·К <sup>-1</sup> ; нормальные условия: <i>T</i> — 273,15 К, <i>p</i> — 101325 Па; 1.1. Определите молярную массу <b>X</b> (г·моль <sup>-1</sup> ). Введите число в строку ввода с точностью до сотых, например, 46,66				
ключ ответа	370,28			
решение	$M = (\rho \cdot R \cdot T) / p = 43,790$ ; $40x + 44(1-x) = 43,790$ ; $x = 0,0525$ ; $n(\text{CO}_2) = 1-x = 0,9475$ ; $n(\text{CO}_2)/x = 18$ ; $n(\text{CO}_2) = n(\text{C}) = 18$ ; $M(\text{X}) = 18 \cdot 12 / 0,58335 = 370,28$ ; $\text{Ar} \cdot 3\text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})_2$			
баллы	3			
1.2. Определите название вещества <b>Y</b> . Введите слово в русской транслитерации в именительном падеже, в единственном числе, прописными буквами в строку ввода, например, МЕТАН				
ключ ответа	АРГОН			
баллы	3			
1.3. Из предложенных вариантов ответа кликом выберите те свойства, которые соответствуют соединению <b>Z</b>				
вариант ответа	1	2	3	4
	окислитель	ингибитор	восстановитель	катализатор
ключ ответа	23 (за каждый правильно выбранный ответ 1 балл)			
баллы	1; 2			
1.4. Из предложенных вариантов ответа кликом выберите значение рН 0,01 М водного раствора соединения <b>Z</b>				
вариант ответа	1	2	3	4
	12	7	6	2
ключ ответа	3			

решение	$pK_a(C_6H_4(OH)_2) = 10$ ; $pH(C_6H_4(OH)_2_{(p-p)}) = 0,5 \cdot (pK_a - \lg C_b) = 0,5 \cdot (10 - (-2)) = 6$			
баллы	3			
1.5. Определите соединение <b>Е</b> в соответствии с приведённой схемой:				
$Z \xrightarrow{KBrO_3, H_2SO_4} D \xrightarrow{2KI} L \xrightarrow{CO_2, 400 K, 100 atm} E$				
и из предложенных вариантов ответов выберите фармакологические свойства данного вещества				
вариант ответа	1	2	3	4
	<b>анальгетик</b>	<b>антисептик</b>	<b>антацид</b>	<b>антагонист</b>
ключ ответа	1			
решение	$(Z) \quad 3 \text{HO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{OH} + KBrO_3 \xrightarrow{H_2SO_4} 3 \text{O}=\text{C}_6\text{H}_4=\text{O} + KBr + 3H_2O \quad (D)$			
	$(D) \quad \text{O}=\text{C}_6\text{H}_4=\text{O} + 2KI \xrightarrow{H_2O, H^+} KO-\text{C}_6\text{H}_4-OK + I_2 \quad (L)$			
	$(L) \quad KO-\text{C}_6\text{H}_4-OK + CO_2 \xrightarrow{100 atm, 400 K, H_2SO_4} \text{HO}-\text{C}_6\text{H}_3(\text{OH})_2-\text{C}(=\text{O})\text{OH} + K_2SO_4 \quad (E)$			
баллы	4			
Всего:	15 баллов			

2. 100 лет назад советский врач Михаил Павлович Демьянович разработал метод, который отлично помогал при лечении чесотки; этот метод за рубежом до сих пор называется «русским способом лечения чесотки». По методу Демьяновича обработку заражённого участка тела проводят двумя растворами: №1 (60 % раствор тиосульфата натрия) и №2 (6 % раствор хлороводородной кислоты). Метод основан на акарицидном действии серы и сернистого ангидрида, выделяющихся при взаимодействии тиосульфата натрия с соляной кислотой.

2.1. Определите вещество-окислитель в данном процессе и введите в строку ввода его молярную массу ( $\text{г}\cdot\text{моль}^{-1}$ ) с точностью до десятых, например, 133,3

ключ ответа	158,1
решение	Окислитель — $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ , $M(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 158,1 \text{ г}\cdot\text{моль}^{-1}$
баллы	2

2.2. Определите вещество-восстановитель в этом процессе и введите в строку ввода его молярную массу ( $\text{г}\cdot\text{моль}^{-1}$ ) с точностью до десятых, например, 133,3

ключ ответа	158,1
решение	Восстановитель — $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ , $M(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 158,1 \text{ г}\cdot\text{моль}^{-1}$
баллы	2

2.3. В таблице приведены экспериментальные данные прохождения реакции при различных концентрациях реагентов:

№ опыта	Концентрация натрия тиосульфата $C(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)$ , $\text{моль}\cdot\text{л}^{-1}$	Концентрация соляной кислоты $C(\text{HCl})$ , $\text{моль}\cdot\text{л}^{-1}$	Время прохождения реакции $\tau$ , с
1	0,05	0,05	120
2	0,10	0,10	59
3	0,20	0,20	28
4	0,20	0,05	29
5	0,10	0,20	58
6	0,05	0,10	119

По экспериментальным данным определите общий кинетический порядок данной реакции и введите в строку ввода соответствующее число, например, 3

ключ ответа	1
решение	$v_r = k \cdot C(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)$
баллы	4

2.4. Из предложенных вариантов ответа кликом выберите фармакологические свойства тиосульфата натрия:

вариант ответа	1	2	3	4
	антидот	антацид	антигельминт	аноректик
ключ ответа	1			
баллы	1			

2.5. Тиосульфат натрия используют в одном из самых точных методов титриметрического анализа — иодометрии. Из предложенного перечня кликом выберите индикатор, используемый при проведении анализа данным методом:

вариант ответа	1	2	3	4
	лакмус	фенолфталеин	крахмал	ферроин
ключ ответа	3			
баллы	1			
Всего:	10 баллов			

**3.** Углекислый газ является неотъемлемой частью воздушной смеси. Его содержание на улице не превышает 400-450 ppm (миллионные доли, parts per million), что соответствует 0,04 % всего газового объёма. Чем больше углекислого газа в воздушном пространстве класса, тем сложнее воспринимать информацию и справляться с учебной нагрузкой. Так, в России по действующим стандартам предельная концентрация диоксида углерода для учебных помещений, равна 800 ppm.

**3.1.** Определите время периодичности проветривания классной комнаты в минутах, т.е. время достижения предельной концентрации диоксида углерода, если в классе без доступа свежего воздуха находится 25 учеников и на одного ученика приходится  $20 \text{ м}^3$  воздуха, а человек без физической нагрузки вдыхает примерно  $10 \text{ л} \cdot \text{мин}^{-1}$  воздуха, и содержание  $\text{CO}_2$  в выдыхаемом воздухе составляет 4 %. Введите в строку ввода целое число минут, например, 20

ключ ответа	40
решение	800 ppm тождественно $0,8 \text{ л } \text{CO}_2$ на $1 \text{ м}^3$ воздушного пространства, следовательно, для объёма $500 \text{ м}^3$ предельный объём углекислого газа составит 400 л; человек без физической нагрузки в 1 мин вдыхает и выдыхает примерно 10 л воздуха, содержание углекислого газа во вдыхаемом воздухе составляет 0,03 %, а содержание $\text{CO}_2$ в выдыхаемом воздухе составляет 4 %, т.е. 25 человек за 1 мин выдыхают около 10 л углекислого газа, следовательно, углекислый газ достигнет предельно допустимой концентрации в кабинете через 40 мин
баллы	3

**3.2.** Определите массовую долю углекислого газа в газированной воде в %, если давление в 1,5 л бутылке с напитком при  $25^\circ \text{C}$  составляет 2 атм, а коэффициент растворимости диоксида углерода при данной температуре равен 0,759 л на 1 л воды. Введите в строку ввода число с точностью до десятых, например, 1,5

ключ ответа	0,5
решение	1) При $25^\circ \text{C}$ и давлении 2 атм в 1,5 л воды максимально может раствориться: $0,759 \text{ атм}^{-1} \cdot 2 \text{ атм} \cdot 1,5 \text{ л} = 2,277 \text{ л}$ углекислого газа, что составляет: $n = pV/RT$ ; $2 \cdot 101325 \text{ Па} \cdot 0,002277 \text{ м}^3 / 8,314 \text{ Дж} \cdot \text{К}^{-1} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot 298,15 \text{ К} = 0,1862 \text{ моль}$ ; или: $0,1862 \text{ моль} \cdot 44 \text{ г} \cdot \text{моль}^{-1} = 8,1928 \text{ г}$ . 2) Массовая доля диоксида углерода в 1,5 л водного раствора составит: $8,1928 \text{ г} / 1508,1928 \text{ г} = 0,0054$ или 0,5 %.
баллы	3

**3.3.** Системы химической регенерации воздуха предназначены для поддержания в воздухе помещений объёмной доли кислорода не менее 19 % и не более 25 %, и углекислого газа не более 0,8 %. Из предложенного перечня кликом выберите вещества, которые могут быть использованы для химической регенерации воздуха

вариант ответа	1	2	3	4	5	6
	$\text{NH}_3$	$\text{KO}_2$	$\text{Ca(OH)}_2$	$\text{Na}_2\text{O}_2$	$\text{H}_2\text{O}_2$	$\text{H}_2$
ключ ответа	234 (за каждый правильно выбранный ответ 1 балл)					

баллы	1; 2; 3					
3.4. Высокочистый углекислый газ востребован в ряде медикаментозных, хирургических, косметологических и оздоровительных процессов. Из предложенного перечня кликом выберите области, в которых может быть использован диоксид углерода						
вариант ответа	1	2	3	4	5	
	оперативная хирургия	повышение артериального давления	электролитный баланс	дезинтоксикационная терапия	иммуномодулирующее действие	
ключ ответа	1234 (за каждый правильно выбранный ответ 1 балл)					
баллы	1; 2; 3; 4					
3.5. Около двадцати веков известна человечеству «Собачья пещера» возле Неаполя. В ней диоксид углерода стелется по дну пещеры слоем до полуметра. Собаки и другие невысокие животные, попадающие в эту пещеру, задыхаются и погибают, но для человека пребывание в пещере относительно безопасно. Из предложенного перечня кликом выберите вещества, которые могут быть использованы для химической идентификации углекислого газа в выдыхаемом воздухе						
вариант ответа	1	2	3	4	5	6
	тлеющий уголь	крахмал	Ca(OH) <sub>2</sub> фенолфталеин	фенолфталин	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub> фенолфталеин
ключ ответа	36 (за каждый правильно выбранный ответ 1 балл)					
баллы	1; 2					
Всего:	15 баллов					

4. Два газа **А** и **Б** реагируют при комнатной температуре в присутствии воды, образуя смесь солей **В** и **Г** с одинаковым качественным, но разным количественным составом. Полученная смесь при осторожном нагревании выделяет газы **Д** и **Е**, при этом газ **Д** может реагировать с водородом с образованием газа **А**, а в избытке кислорода при высокой температуре и давлении с последующим охлаждением смеси с образованием газа **Б**.

4.1. Определите молярную массу **A** (г·моль<sup>-1</sup>). Введите в строку ввода целое число, например, 20

[illegible]

баллы	2			
4.4. Из предложенных вариантов ответа кликом выберите физиологическое действие вещества А:				
вариант ответа	1	2	3	4
	пульмонотоксикант	антисептик	канцероген	мутаген
ключ ответа	12 (за каждый правильно выбранный ответ 1 балл)			
баллы	1; 2			
4.5. Из предложенных вариантов ответа кликом выберите следствие физиологического действия вещества Б:				
вариант ответа	1	2	3	4
	ботулизм	метгемоглобинемия	билирубинемия	хлоракне
ключ ответа	23 (за каждый правильно выбранный ответ 1 балл)			
баллы	1; 2			
Всего:	10 баллов			