

МАТЕРИАЛЫ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ ПО ХИМИИ

2019-2020 УЧЕБНЫЙ ГОД

ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП

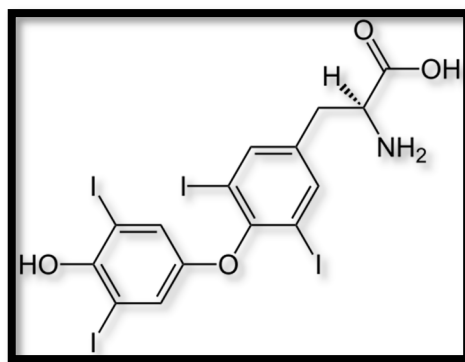
Задания заключительного этапа включают **5** заданий. На его выполнение отводится **4 астрономических часа (240 минут)**. При выполнении работы вы можете пользоваться периодической системой химических элементов Д.И. Менделеева, таблицей растворимости солей, кислот и оснований в воде, электрохимическим рядом напряжений металлов, а также непрограммируемым калькулятором.

Желаем удачи!

8-9 КЛАССЫ ВАРИАНТ 1

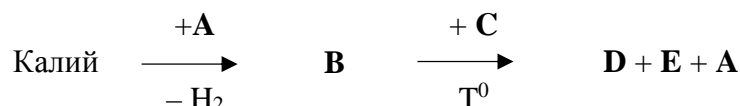
Задание 1.

Иододефицит – заболевание, связанное с дефицитом йода в организме человека – по данным Всемирной организации здравоохранения является самым распространенным заболеванием неинфекционного характера в мире, которым страдает около 2 млрд человек. Основной причиной данного расстройства считается недостаток йода в потребляемых продуктах, соответственно, чаще всего этим недугом страдают жители отдаленных от моря регионов. Иододефицит может привести к таким тяжелым последствиям, как зоб и умственная отсталость.



тироксин

В организме йод находится в основном в виде органического соединения тирокина, которое выделяется щитовидной железой. Недостаток йода в организме решается путем употребления искусственно йодированной поваренной соли. Для производства такой соли в обычную поваренную соль добавляют необходимое количество или вещества **D**, или вещества **E**. Однако в последнее время для этой цели используют преимущественно **D** в виду его большей устойчивости при хранении. Вещества **D** и **E** можно получить которые можно по схеме:



1. Расшифруйте вещества **A-D**, **X**. Назовите их.
2. Какую массу I_2 можно получить из 1 г тирокина?

Задание 2.

В заливе Кара-Богаз-Гол Каспийского моря находятся богатейшие запасы минерала мирабилита кристаллогидрат соли **X**. Каждый год в конце ноября, когда температура воды падает до 6°C , вода оказывается насыщенной этой солью, и мирабилит начинает выделяться в виде бесцветных кристаллов, оседающих на дно залива и на его берегах. Эти кристаллы содержат в своем составе соль и воду.

Для определения формулы мирабилита растворили 3,22 г минерала в воде. К полученному раствору прилили избыток раствора хлорида бария. Выпавший осадок, нерастворимый в кислотах, был отфильтрован, промыт и взвешен. Его масса оказалась равной 2,33 г. При добавлении к раствору мирабилита раствора кислой калиевой соли ортосурьмяной кислоты образуется белый кристаллический осадок.

На основе химического анализа определите формулу минерала мирабилита. Запишите уравнение реакции.

Задание 3.

При обработке 19,1 г смеси двух металлов с максимальной степенью окисления катионов равной +3 соляной кислотой выделилось 19,04 л газа (н.у.). Другая навеска той же смеси металлов с такой же массой может поглотить 20,16 л Cl_2 (н.у.). Определите качественный и количественный состав смеси в массовых долях.

Задание 4.

Нахот – месторождение минеральных вод с геотермальным источником, находящееся в Якутии в 600 км южнее г. Якутска. Его воды имеют уникальный химический состав, выражающийся в наличии в нефтяных, жирных и аминокислот, а также фенола, что делает этот источник не имеющим аналогов в мире. По своему катионному составу вода относится к сульфатно-натриево-кальциевым.

Вопрос 1. Концентрацию кальция и магния обычно определяют титриметрически методом комплексонометрии. Титрантом при этом служит раствор трилона Б (этилендиаминтетраацетатдинатрия, сокр. ЭДТА), который при титровании в сильнощелочной среде связывает ионы кальция (индикатор *мурексид*), а в присутствии аммиачного буферного раствора связывает ионы магния (индикатор *эриохром черный Т*). С тем и другим катионом трилон Б реагирует в мольном соотношении 1:1.

На титрование образца минеральной воды «Нахот» объемом 100 мл израсходовалось 30,00 мл раствора трилона Б в присутствии индикатора мурексида и 3,40 мл раствора трилона Б в присутствии индикатора эриохрома черного Т. Концентрация трилона Б в обоих случаях составляла 0,0500 М. Рассчитайте молярную концентрацию Ca^{2+} и Mg^{2+} в исследованном образце.

Вопрос 2. Суммарное количество катионов Ca^{2+} и Mg^{2+} обычно именуется общей жесткостью воды. В данное время в России принят стандарт, по которому величина общей жесткости (ОЖ), измеряемая в градусах, соотносится с концентрациями металлов (в ммоль/л) по уравнению:

$$1^\circ\text{ОЖ} = \frac{1}{2} C(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$$

В соответствии с принятой классификацией мягкой считается вода при ее ОЖ < 2°, средней жесткости при ОЖ = 2-10° и жесткой – при ОЖ > 10°. Рассчитайте, к какому типу по данной классификации относится вода, содержащая 1000 мг (Ca^{2+}) и 400 мг (Mg^{2+})?

Вопрос 3. Кальций и магний играют важную роль в жизнедеятельности организмов всех уровней. Для человека их суточная потребность составляет 1000 мг (Ca^{2+}) и 400 мг (Mg^{2+}). Рассчитайте, какой максимальный объем воды с содержанием кальция 12,5 ммоль/л и магния 2,5 ммоль/л необходимо выпить человеку, чтобы не превысить норму потребления ни по одному из этих элементов?

Вопрос 4. С помощью каких реактивов можно отличить друг от друга 10% водные растворы CaCl_2 и MgCl_2 ? Приведите один пример и напишите уравнения реакций.

Задание 5.

Одежда, в которой вымокли под дождем, впитала 1 кг воды, затем сухой ветер высушил ее.

Задания:

1. Какое количество потерянной теплоты необходимо возместить организму?
2. Какую массу глюкозы $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ нужно потребить, чтобы восполнить эту потерю? Предположите, что в организме **полное** окисление глюкозы протекает с образованием газообразных продуктов реакции.
3. Предположим, что организм не возместил потерю этого количества теплоты. Какова будет температура тела после высыхания одежды? Предположите, что теплоемкость тела равна теплоемкости жидкой воды.

Указание: во всех расчетах пренебрегайте зависимостью энтальпии и теплоемкости от температуры.

Справочные данные:

$\Delta_f H^0$ ($\text{H}_2\text{O}_{\text{жид}}$)	-285,8 кДж/моль
$\Delta_f H^0$ ($\text{H}_2\text{O}_{\text{газ}}$)	-241,8 кДж/моль
$\Delta_f H^0$ (CO_2 газ)	-393,5 кДж/моль
$\Delta_f H^0$ ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ тв)	-1264 кДж/моль
C ($\text{H}_2\text{O}_{\text{жид}}$)	4,2 кДж/кг·К
Масса тела	60 кг
Начальная температура тела	36,6 °С

Максимальный балл за все задания -50 баллов

СЕВЕРО-ВОСТОЧНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ХИМИИ ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП 8-9 КЛАССЫ

ВАРИАНТ 2

Задание 1.

«...На окраине города находится несколько огромных ям, называемых в народе «селитрянницами», которые местными трудягами заполняются гниющей ботвой, скотским навозом и прочими нечистотами. По прошествии месяца содержимое ям, в котором образовалось значительное количество вещества **A**, извлекается и отправляется на «селитроварню».

Недалеко от «селитроварен» расположена «поташня», где мастер – «поташник», вываривая древесную золу, сначала получает «шадрик» (загрязненное вещество **B**), затем, перекаливая его, выделяет чистое вещество **B**.

Вещество **В** также отправляется на «селитроварню», где мастер – «селитряник», смешав его с содержимым из ям, варит до полного испарения воды. С помощью обработки полученного сухого остатка водой выделяется вещество **С**...»

Великий Новгород, 1804 г.

Определите вещества **А-С** и укажите их тривиальные названия; напишите схемы описанных процессов их получения.

Задание 2.

Мелантерит был открыт в 1850 году. Этот минерал является кристаллогидратом соли **Х**. Мелантерит в очень небольших количествах встречается в ряде месторождений Сибири, Средней Азии и Казахстана. В Блявинском колчеданном месторождении (Южный Урал) он в виде прожилков и скоплений в пустотах наблюдается в верхних горизонтах полуразложившихся пиритовых руд. Раствор минерала даёт темно-синий осадок с красной кровяной солью.

Для определения формулы мелантерита растворили 5,56 г минерала в воде. К полученному раствору прилили избыток раствора хлорида бария. Выпавший осадок, нерастворимый в кислотах, был отфильтрован, промыт и взвешен. Его масса оказалась равной 4,66 г.

На основе химического анализа определите формулу минерала мелантерита. Запишите уравнения реакций.

Задание 3.

57,4 г смеси двух простых веществ с максимальной степенью окисления равной +6 прокалили в токе кислорода до установления постоянной массы, которая составила 83 г. Такую же навеску этой смеси обработали избытком концентрированной азотной кислоты. После окончания протекания реакции осадок отфильтровали и высушили. Ее масса оказалась равной 41,6 г. Определите качественный и количественный состав исходной смеси в массовых долях.

Задание 4.

Нахот – месторождение минеральных вод с геотермальным источником, находящееся в Якутии в 600 км южнее г. Якутска. Его воды имеют уникальный химический состав, выражающийся в наличии в нефтяных, жирных и аминокислот, а также фенола, что делает этот источник не имеющим аналогов в мире. По своему катионному составу вода относится к сульфатно-натриево-кальциевым.

Вопрос 1. Концентрацию кальция и магния обычно определяют титриметрически методом комплексонометрии. Титрантом при этом служит раствор трилона Б (этилендиаминтетраацетатдинатрия, сокр. ЭДТА), который при титровании в сильнощелочной среде связывает ионы кальция (индикатор *мурексид*), а в присутствии аммиачного буферного раствора связывает ионы магния (индикатор *эриохром черный Т*). С тем и другим катионом трилон Б реагирует в мольном соотношении 1:1.

На титрование образца минеральной воды «Нахот» объемом 100 мл израсходовалось 30,00 мл раствора трилона Б в присутствии индикатора мурексида и 3,40 мл раствора трилона Б в присутствии индикатора эриохрома черного Т. Концентрация трилона Б в обоих случаях составляла 0,0500 М. Рассчитайте молярную концентрацию Ca^{2+} и Mg^{2+} в исследованном образце.

Вопрос 2. Суммарное количество катионов Ca^{2+} и Mg^{2+} обычно именуется общей жесткостью воды. В данное время в России принят стандарт, по которому величина общей жесткости (ОЖ), измеряемая в градусах, соотносится с концентрациями металлов (в ммоль/л) по уравнению:

$$1^\circ\text{ОЖ} = \frac{1}{2} C(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$$

В соответствии с принятой классификацией мягкой считается вода при ее ОЖ < 2°, средней жесткости при ОЖ = 2-10° и жесткой – при ОЖ > 10°. Рассчитайте, к

какому типу по данной классификации относится вода, содержащая 1000 мг (Ca^{2+}) и 400 мг (Mg^{2+})?

Вопрос 3. Кальций и магний играют важную роль в жизнедеятельности организмов всех уровней. Для человека их суточная потребность составляет 1000 мг (Ca^{2+}) и 400 мг (Mg^{2+}). Рассчитайте, какой максимальный объем воды с содержанием кальция 12,5 ммоль/л и магния 2,5 ммоль/л необходимо выпить человеку, чтобы не превысить норму потребления ни по одному из этих элементов?

Вопрос 4. С помощью каких реактивов можно отличить друг от друга 10% водные растворы CaCl_2 и MgCl_2 ? Приведите один пример и напишите уравнения реакций.

Задание 5.

Одежда, в которой вымокли под дождем, впитала 1 кг воды, затем сухой ветер высушил ее.

Задания:

1. Какое количество потерянной теплоты необходимо возместить организму?
2. Какую массу глюкозы $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ нужно потребить, чтобы восполнить эту потерю? Предположите, что в организме **полное** окисление глюкозы протекает с образованием газообразных продуктов реакции.
3. Предположим, что организм не возместил потерю этого количества теплоты. Какова будет температура тела после высыхания одежды? Предположите, что теплоемкость тела равна теплоемкости жидкой воды.

Указание: во всех расчетах пренебрегайте зависимостью энтальпии и теплоемкости от температуры.

Справочные данные:

$\Delta_f H^0$ ($\text{H}_2\text{O}_{\text{жид}}$)	-285,8 кДж/моль
$\Delta_f H^0$ ($\text{H}_2\text{O}_{\text{газ}}$)	-241,8 кДж/моль
$\Delta_f H^0$ ($\text{CO}_2_{\text{газ}}$)	-393,5 кДж/моль
$\Delta_f H^0$ ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6_{\text{тв}}$)	-1264 кДж/моль
C ($\text{H}_2\text{O}_{\text{жид}}$)	4,2 кДж/кг·К
Масса тела	60 кг
Начальная температура тела	36,6 °С