

Важнейшие правила

- На любой тур олимпиады запрещается брать с собой любые средства связи и источники информации (шпаргалки). В случае нарушения этого правила, Ваша работа будет аннулирована;
- Тетрадь с решениями заданий олимпиады следует сдать дежурным сразу после объявления об окончании времени. Если вы будете продолжать решение или оформление задач после объявления об окончании времени, организаторы имеют права Вашу работу не принимать и аннулировать;
- Значения атомных масс химических элементов берите из выданной вам периодической таблицы (IUPAC);
- Если вы укажете только конечный результат решения без приведения соответствующих вычислений, то Вы получите ноль баллов, если даже ответ правильный;
- При оформлении решений Вы должны обязательно должны приводить введенные Вами **обозначения**, использованные Вами **расчетные формулы**, а затем численные значения переменных и констант, использованные для расчетов (в том порядке, как Вы написали в формуле), а ответы - с учетом значащих цифр и указанием размерностей; За отсутствие формул расчета Вы потеряете половину баллов (за данный пункт), а за отсутствие размерностей (в добавок) – еще половину от половины; таким образом за правильное решение задачи можете получить только 25% баллов (за данный пункт), если не выполните эти условия;
- Максимально разборчиво должны быть приведены окончательные численные значения ответов (положение запятой, значение степени и т.п.), индексы в химических формулах и др. Если они приведены не разборчиво, то они могут не оцениваться из-за неопределенности!).

Маңызды ережелер

- Олимпиада турына өзіңізбен бірге қандай да болмасын байланыс құралдары мен ақпарат көздерін (шпаргалка) алып кіруге болмайды; Ережені бұзған қатысушылардың жұмыстары қабылданбайды;
- Егер сіз берілген уақыт біткенін хабарлағаннан кейін де есеп шығару мен жауап жазуды тоқтатпай, одан әрі жалғастыратын болсаңыз, жұмысыңыз қабылданбайды;
- Химиялық элементтердің атомдық массаларын мәндерін сізге берілген периодтық кестеден (IUPAC) алыңыз;
- Егер есептердің жауаптарын дәлелсіз (есептеулерсіз) келтіретін болсаңыз, оған дұрыс болса да ұпай қойылмайды. Шешулерді жазған кезде міндетті түрде алдымен қай белгісізді **қалай белгілегендеріңізді**, өздеріңіз қолданған **есептеу формулаларын**, сосын формуладағы физикалық шамалардың сан мәндерін (өзіңіз жазған кезекпен) қойып көрсету міндетті. Сандық жауаптар маңызды (мәнді) цифрлар сандарын ескере отырылып келтірілуі міндетті. Егер соңғы шарт орындалмаса тиісті ұпайдың жартысынан, ал оған қоса өлшем бірліктері жазылмаса, онда қалғанының жартысынан тағы айырыласыз; сонымен, бұл талаптарды орындамасаңыз, дұрыс шығарылған есебіңізге тиісті ұпайдың тек ширегін (25%) ғана аласыз;
- Жауаптардың соңғы нұсқалары (үтір орны, дәрежелер, химиялық формулалар индекстері және т.б.) мейлінше анық көрсетілуі міндетті. Олар анық болмаған жағдайда бағаланбауы мүмкін!

Periodic table of elements

with atomic masses / u

1 H 1.01	2 He 4.00																																		
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	13 Al 26.98	14 Si 28.09	15 P 30.97	16 S 32.07	17 Cl 35.45	18 Ar 39.95	19 K 39.10	20 Ca 40.08	21 Sc 44.96	22 Ti 47.88	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 65.39	31 Ga 69.72	32 Ge 72.61	33 As 74.92	34 Se 78.96	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 95.94	43 Tc 98.91	44 Ru 101.07	45 Rh 102.91	46 Pd 106.42	47 Ag 107.87	48 Cd 112.41	49 In 114.82	50 Sn 118.71	51 Sb 121.76	52 Te 127.60	53 I 126.90	54 Xe 131.29	55 Cs 132.91	56 Ba 137.3	57-71	72 Hf 178.49	73 Ta 180.95	74 W 183.84	75 Re 186.21	76 Os 190.23	77 Ir 192.22	78 Pt 195.08	79 Au 196.97	80 Hg 200.59	81 Tl 204.38	82 Pb 207.19	83 Bi 208.98	84 Po 208.98	85 At 209.99	86 Rn 222.02
87 Fr 223	88 Ra 226	89-103	104 Rf 261	105 Db 262	106 Sg 263	107 Bh 264	108 Hs 265	109 Mt 268												104 La 138.91	105 Ce 140.12	106 Pr 140.91	107 Nd 144.24	108 Pm 144.92	109 Sm 150.36	110 Eu 151.96	111 Gd 157.25	112 Tb 158.93	113 Dy 162.50	114 Ho 164.93	115 Er 167.26	116 Tm 168.93	117 Yb 173.04	118 Lu 174.97	
																				89 Ac 227	90 Th 232	91 Pa 231	92 U 238	93 Np 237	94 Pu 244	95 Am 243	96 Cm 247	97 Bk 247	98 Cf 251	99 Es 252	100 Fm 257	101 Md 258	102 No 259	103 Lr 262	

Задание теоретического тура ОблХО-2020 для 11 класса.

Время для выполнения – 300 минут. 70 баллов.

(Можно использовать Периодическую таблицу и микрокалькулятор)

№11-1-2020 обл. 5 баллов.

$\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ добавили к 200,0 мл 35%-ного раствора H_2SO_4 ($\rho = 1,30$ г/мл). В полученном растворе массовая доля серной кислоты равна 15%.

1. Найдите массу H_2SO_4 в исходном растворе. (1 балл)
2. Какая масса $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ была добавлена? (2 балла)
3. Найдите массу H_2SO_4 в конечном растворе. (2 балла)

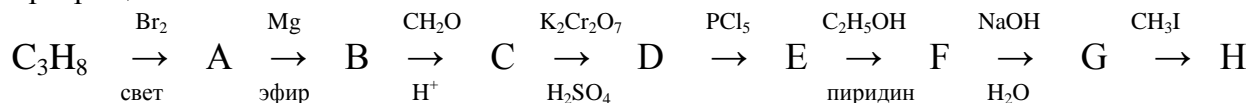
№11-2-2020 обл. 6 баллов.

В соответствии с продуктами и, сохраняя коэффициенты, восстановите уравнения реакций:

- 1) $\dots + \dots + \dots = 3\text{H}_3\text{PO}_4 + 5\text{NO}$
- 2) $\dots + \dots + \dots = \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{MnSO}_4 + 2\text{H}_2\text{SO}_4$
- 3) $\dots + \dots = 5\text{KI} + \text{KIO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$
- 4) $\dots + \dots = 2\text{N}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 4\text{H}_2\text{O}$
- 5) $\dots + \dots + \dots = 4\text{H}_2 + \text{Na}_2\text{SiO}_3$
- 6) $\dots + \dots = 3\text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4 + 8\text{MnO}_2 + 2\text{KOH} + 2\text{H}_2\text{O}$

№11-3-2020 обл. 7 баллов.

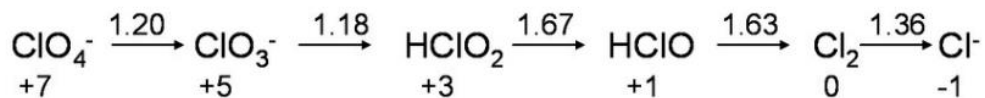
Напишите уравнения реакций, соответствующие следующей последовательности превращений:



Определите неизвестные соединения и напишите их структурные формулы.

№11-4-2020 обл. 7 баллов.

Дана диаграмма Латимера для хлора при $\text{pH} = 0$.



Рассчитайте потенциалы всевозможных переходов. Приведите уравнения реакций диспропорционирования, если есть таковые.

№11-5-2020 обл. 8 баллов.

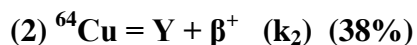
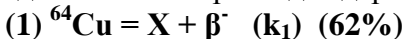
Некое органическое вещество содержит в своем составе только углерод, водород и азот. Известно, что массовая доля углерода в этом соединении равна сумме массовых долей водорода и азота.

1. Приведите общую формулу данного соединения (индексами элементов будут неизвестные переменные). (1 балл)
2. Напишите уравнение, показывающее соотношение числа атомов углерода, водорода и азота. (1 балл)
3. Четным или нечетным является число атомов водорода в молекуле:
а) метиламина? б) метиленамина? (1 балл)

4. Определите молекулярную формулу вещества если известно, что его молярная масса не превышает 100 г/моль. (3 балла)
5. Приведите возможные структуры данного вещества если известно, что вещество циклическое и все атомы, кроме водорода, участвуют в образовании цикла. (2 балла)

№11-6-2020 обл. 11 баллов.

Радиоактивный распад – спонтанное изменение внутреннего состава, строения ядра одного элемента, сопровождающееся испусканием элементарных частиц, гамма-лучей или других ядерных фрагментов. Зачастую радиоактивный распад ядер одного элемента приводит к образованию ядер другого элемента. В данной задаче мы рассмотрим с вами один из путей параллельного радиоактивного распада ядер ^{64}Cu :



Распад ядер меди-64 подчиняется закону радиоактивного распада (кинетика первого порядка). Период полураспада меди $t_{1/2} = 12.8$ часов.

1. Определите нуклиды X и Y, запишите соответствующие уравнения распадов. Что из себя представляют β^- и β^+ частицы? (1 балла)
2. Запишите дифференциальные уравнения скорости образования X, Y и скорости расходования меди. (1.5 балл)
3. Чему равно отношение k_1/k_2 ? (0.5 балла)

Решением дифференциального уравнения для параллельной реакции из п.2 является уравнение, устанавливающее зависимость между количеством ядер, временем и k_1, k_2 .

4. Интегрируя выражение из пункта 2, выведите эту зависимость. (1 балла)
5. Используя полученное уравнение, получите зависимость между константой скорости реакции и периодом полураспада. (1 балл)
6. Рассчитайте константы скоростей отдельных путей распада k_1 и k_2 . (2 балла)
7. У ученого Химики Химиковича имеется образец ^{64}Cu массой 3 грамма. Этот образец подвергается параллельному распаду, определите количество ядер X и Y, образующихся в результате распада, через 20 часов. (2 балла)

Ученый решил продолжить наблюдать за остатком образца. Для этого он составил следующую таблицу для замера массы, но случайно пролил кофе на свои записи...

Время (ч)	Теоретическая масса (г)	Практическая масса (г)	Разница (Пр.-Теор.)
	0.817		+0.011
12			-0.022
15			-0.002
20		0.345	
23		0.290	

8. Помогите Химику Химиковичу восстановить записи. (2 балла)

№11-7-2020 обл. 12 баллов.

Юный химик Рустем начал растворять гипс $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, и неожиданно для себя обнаружил, что гипс плохо растворяется в воде. Тогда он решил определить произведение растворимости K_{sp} сульфата кальция, используя насыщенный раствор. Для комплексонометрического титрования 20.00 мл аликвоты насыщенного раствора, он израсходовал 7.82 мл 0.02М раствора ЭДТА.

1. Вычислите константу произведения растворимости K_{sp} (ПР) сульфата кальция и растворимость сульфата кальция в граммах на литр. (2 балла)

Увлечшись этим экспериментом, Рустем решил изучить термодинамику растворения гипса.

Для этого он приготовил насыщенные растворы при температурах 2°C, 10°C, 25°C, 40°C, 80°C, а затем титровал аликвоты объемом 25.00 мл. Результаты эксперимента он занес в таблицу ниже.

Температура	Объем 0,0100М ЭДТА
2°C	25,00 мл
10°C	22,50 мл
25°C	18,53 мл
40°C	15,63 мл
80°C	10,63 мл

2. Используя данные из таблицы, графически определите значения изменения энтальпии ΔH^0 и энтропии ΔS^0 для реакции растворения сульфата кальция. При этом можно допустить, что эти термодинамические параметры не зависят от температуры. (8 баллов)

Подсказка: выразите $\ln(K_{\text{sp}})$ как линейную функцию от $f(T)$. Вам может пригодиться выражение ниже.

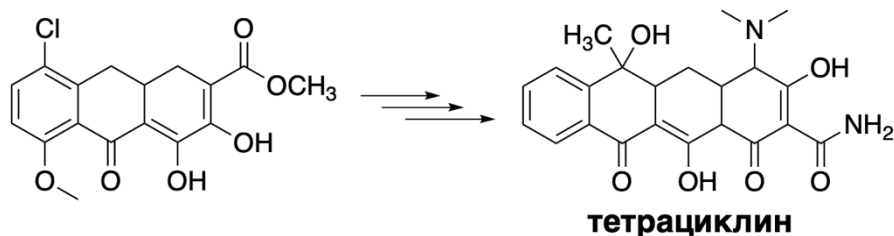
$$\Delta G^0 = -RT \ln K = \Delta H^0 - T \Delta S^0$$

После того как Рустем вышел из лаборатории он случайно поскользнулся и повредил ногу. В медпункте было решено наложить ему гипс.

3. Какой температуры должна быть вода, чтобы в ней растворилось максимальное количество гипса? Свой ответ обоснуйте рассуждениями из пункта (2). (2 балла)
 - (a) Температура воды должна быть приближена к температуре кипения
 - (б) Температура воды должна быть приближена к температуре замерзания
 - (в) Температура воды не влияет на растворимость гипса

№11-8-2020 обл. 14 баллов.

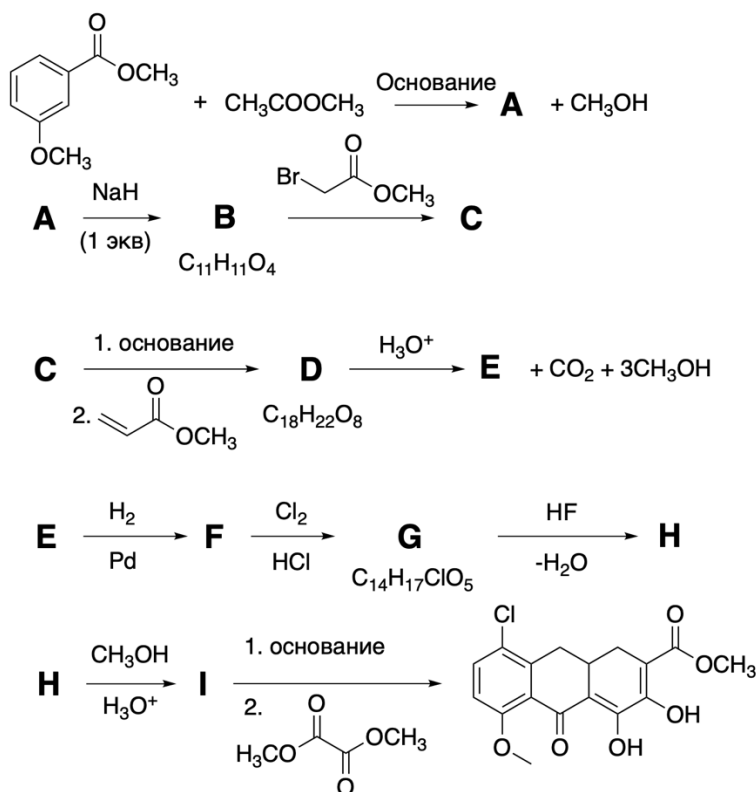
Тетрациклин – распространенный антибиотик, применяемый против бактерий, устойчивых к пенициллину. Впервые тетрациклин был синтезирован профессором Вудвардом и фармацевтической компанией Pfizer в 1962 году.



Тетрациклин был получен из прекурсора с тремя кольцами

В этой задаче мы предлагаем рассмотреть самые первые этапы синтеза прекурсора тетрациклина. Несмотря на то, что молекула тетрациклина выглядит довольно сложной и большой, реакции, используемые в синтезе, вам наверняка знакомы.

Известно, что образование **A** является конденсацией Кляйзена, **B** – карбанион. HF является катализатором реакции Фриделя-Крафтса. Превращение **F** в **G** в ином случае требовало бы присутствия кислоты Льюиса (например $AlCl_3$), но благодаря наличию MeO-заместителя в бензольном кислоте, реакция протекает даже без нее. В соединении **H** – два кольца.



1. Нарисуйте структуры соединений **A-I**. (9 баллов)

2. Нарисуйте механизм первой стадии (1 балл)
3. Укажите две резонансные структуры иона **B** (1 балл)
4. Нарисуйте механизм превращения **H** в **I**. В чем заключается роль ионов H^+ ? (2 балла)
5. Предложите альтернативный реагент для превращения **E** в **F** (1 балл)

Важнейшие правила

- На любой тур олимпиады запрещается брать с собой любые средства связи и источники информации (шпаргалки). В случае нарушения этого правила, Ваша работа будет аннулирована;
- Тетрадь с решениями заданий олимпиады следует сдать дежурным сразу после объявления об окончании времени. Если вы будете продолжать решение или оформление задач после объявления об окончании времени, организаторы имеют права Вашу работу не принимать и аннулировать;
- Значения атомных масс химических элементов берите из выданной вам периодической таблицы (IUPAC);
- Если вы укажете только конечный результат решения без приведения соответствующих вычислений, то Вы получите ноль баллов, если даже ответ правильный;
- При оформлении решений Вы должны обязательно должны приводить введенные Вами **обозначения**, использованные Вами **расчетные формулы**, а затем численные значения переменных и констант, использованные для расчетов (в том порядке, как Вы написали в формуле), а ответы - с учетом значащих цифр и указанием размерностей; За отсутствие формул расчета Вы потеряете половину баллов (за данный пункт), а за отсутствие размерностей (в добавок) – еще половину от половины; таким образом за правильное решение задачи можете получить только 25% баллов (за данный пункт), если не выполните эти условия;
- Максимально разборчиво должны быть приведены окончательные численные значения ответов (положение запятой, значение степени и т.п.), индексы в химических формулах и др. Если они приведены не разборчиво, то они могут не оцениваться из-за неопределенности!).

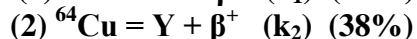
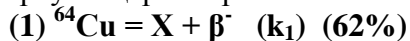
Маңызды ережелер

- Олимпиада турына өзіңізбен бірге қандай да болмасын байланыс құралдары мен ақпарат көздерін (шпаргалка) алып кіруге болмайды; Ережені бұзған қатысушылардың жұмыстары қабылданбайды;
- Егер сіз берілген уақыт біткенін хабарлағаннан кейін де есеп шығару мен жауап жазуды тоқтатпай, одан әрі жалғастыратын болсаңыз, жұмысыңыз қабылданбайды;
- Химиялық элементтердің атомдық массаларын мәндерін сізге берілген периодтық кестеден (IUPAC) алыңыз;
- Егер есептердің жауаптарын дәлелсіз (есептеулерсіз) келтіретін болсаңыз, оған дұрыс болса да ұпай қойылмайды. Шешулерді жазған кезде міндетті түрде алдымен қай белгісізді **қалай белгілегендеріңізді**, өздеріңіз қолданған **есептеу формулаларын**, сосын формуладағы физикалық шамалардың сан мәндерін (өзіңіз жазған кезекпен) қойып көрсету міндетті. Сандық жауаптар маңызды (мәнді) цифрлар сандарын ескере отырылып келтірілуі міндетті. Егер соңғы шарт орындалмаса тиісті ұпайдың жартысынан, ал оған қоса өлшем бірліктері жазылмаса, онда қалғанының жартысынан тағы айырыласыз; сонымен, бұл талаптарды орындамасаңыз, дұрыс шығарылған есебіңізге тиісті ұпайдың тек ширегін (25%) ғана аласыз;
- Жауаптардың соңғы нұсқалары (үтір орны, дәрежелер, химиялық формулалар индекстері және т.б.) мейлінше анық көрсетілуі міндетті. Олар анық болмаған жағдайда бағаланбауы мүмкін!

4. Қосылыстың молярлық массасы 100 г/моль-ден аспайды; қосылыстың молекулалық формуласын анықтаңыз. (3 балл)
5. Қосылыс циклді қосылысқа жатады, сутегіден басқа барлық атомдар цикл түзуге қатысады. Осы заттың мүмкін болатын құрылымдық формулаларын келтіріңіз. (2 балл)

№11-6-2020 обл. 11 балл.

Радиоактивті ыдырау - бұл элементар бөлшектердің, гамма-сәулелердің немесе басқа ядролық бөлшектердің шығарылуымен бірге жүретін бір элемент ядросының ішкі құрылымының өздігінен өзгеруі. Көбінесе, бір элементтің ядроларының радиоактивті ыдырауы басқа элементтің ядроларының пайда болуына әкеледі. Бұл есепте біз ^{64}Cu ядроларының радиоактивті ыдырауын қарастырамыз:



Мыс-64 ядроларының ыдырауы радиоактивті ыдырау заңына бағынады (бірінші ретті кинетика). Мыстың жартылай ыдырау периоды $t_{1/2} = 12.8$ сағат.

1. X және Y нуклидтерін анықтап, ыдырау теңдеулерін жазыңыз. β^- және β^+ бөлшектер дегеніміз нелер? (1 балл)
2. X, Y-тің түзілу жылдамдығы мен мысты тұтыну жылдамдығының дифференциалдық теңдеулерін жазыңыз. (1,5 балл)
3. k_1/k_2 қатынасы неге тең? (0,5 балл)

2-ші пункттегі параллель реакциялар үшін дифференциалдық теңдеудің шешімі - ядро саны, уақыт және k_1, k_2 арасындағы қатынасы орындалатын теңдеу болып табылады.

4. 2-пунктегі өрнектерді біріктіру арқылы осы тәуелділікті қорытып шығарыңыз (1 балл)
5. Алынған теңдеуді қолдана отырып, реакция жылдамдығының константасы мен жартылай ыдырау периоды арасындағы қатынасты табыңыз. (1 балл)
6. k_1 мен k_2 жеке ыдырау реакцияларының жылдамдық константаларын есептеңіз. (2 балл)
7. Химик Химиковичте массасы 3 грамм болатын 2 түрлі ^{64}Cu сынамалары бар. Екі сынаманың бірі (1) реакциямен, екіншісі (2) реакция бойынша ыдырайды деп есептейік. Екі сынаманың ыдырауынан 20 сағат өткеннен кейін X және Y ядроларының қанша қалғанын анықтаңыз. (2 балл)

Ғалым үлгінің қалған бөлігімен жұмыс істеуге шешім қабылдады. Ол массаны өлшеу үшін келесі кестені құрастырды, бірақ жазбаға кездейсоқ кофе төгіп алды ...

Уақыт (сағат)	Теориялық масса (г)	Практикалық масса (г)	Айырымы (Пр.-Теор.)
	0.817		+0.011
12			-0.022
15			-0.002
20		0.345	
23		0.290	

8. Химик Химиковичке жазбаларды қалпына келтіруге көмектесіңіз (2 балл)

№11-7-2020 обл. 12 балл.

Жас химик Рүстем гипсті $\text{CaSO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$ суда ерітті, *күтпеген жерден* ол гипстің суда нашар еритінін анықтады. Содан кейін ол кальций сульфатының қаныққан ерітіндісін пайдаланып, ерігіштік көбейтіндіні K_{sp} анықтауға шешім қабылдады. Қаныққан ерітіндінің 20,00 мл аликвосын комплекстометриялық титрлеу үшін ол 7,82 мл 0,02М ЭДТА ерітіндісін жұмсады.

1. Кальций сульфатының ерігіштік константасын K_{sp} ЕК және кальций сульфатының ерігіштігін г/л-мен есептеңіз. (2 балл)

Осы тәжірибеге қызығып кеткен Рүстем гипсті ерітудің термодинамикасын зерттеуді ұйғарды.

Осы мақсатта ол 2°C, 10°C, 25°C, 40°C, 80°C, температураларда қаныққан ерітінділерді дайындады, және олардың 25,00 мл аликвоталарын титрледі. Эксперимент нәтижелерін төмендегі кестеге енгізді.

Температура	0,0100 М ЭДТА көлемі
2°C	25,00 мл
10°C	22,50 мл
25°C	18,53 мл
40°C	15,63 мл
80°C	10,63 мл

2. Кестеден алынған мәліметтерді қолдана отырып, кальций сульфатын ерітуге арналған ΔH^0 энтальпиясы мен ΔS^0 энтропиясының мәндерінің өзгеруін графикалық түрде анықтаңыз. Бұл термодинамикалық параметрлер температурадан тәуелсіз деп есептеңіз. (8 балл)

Көмек ретінде: $\ln(K_{sp})$ -ны $f(T)$ сызықты функциясынан алып көрсетуге болады. Ол үшін мына өрнекті қолдануға болады:

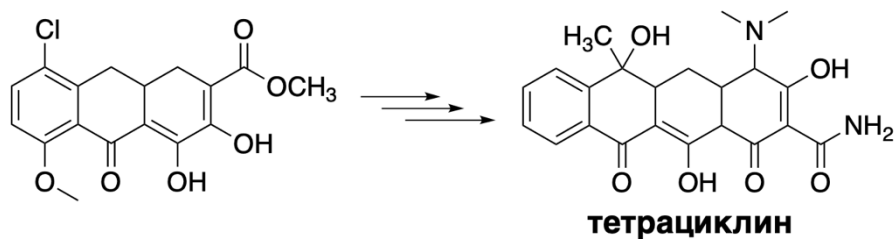
$$\Delta G^0 = -RT \ln K = \Delta H^0 - T \Delta S^0$$

Рүстем зертханадан шыққаннан кейін байқаусызда тайып құлап, аяғын жаракаттады. Жедел жәрдем пунктінде оның аяғына гипс салды.

3. Гипстің максималды мөлшері еруі үшін судың температурасы қандай болуы керек? Жауабыңызды (2) пунктың негіздемесімен дәлелдеңіз. (2 балл)
 - (a) Судың температурасы қайнау температурасына жақын болуы керек.
 - (б) Судың температурасы судың қату температурасына жақын болуы керек.
 - (в) Судың температурасы гипстің ерігіштігіне әсер етпейді.

№11-8-2020обл. 14 балл.

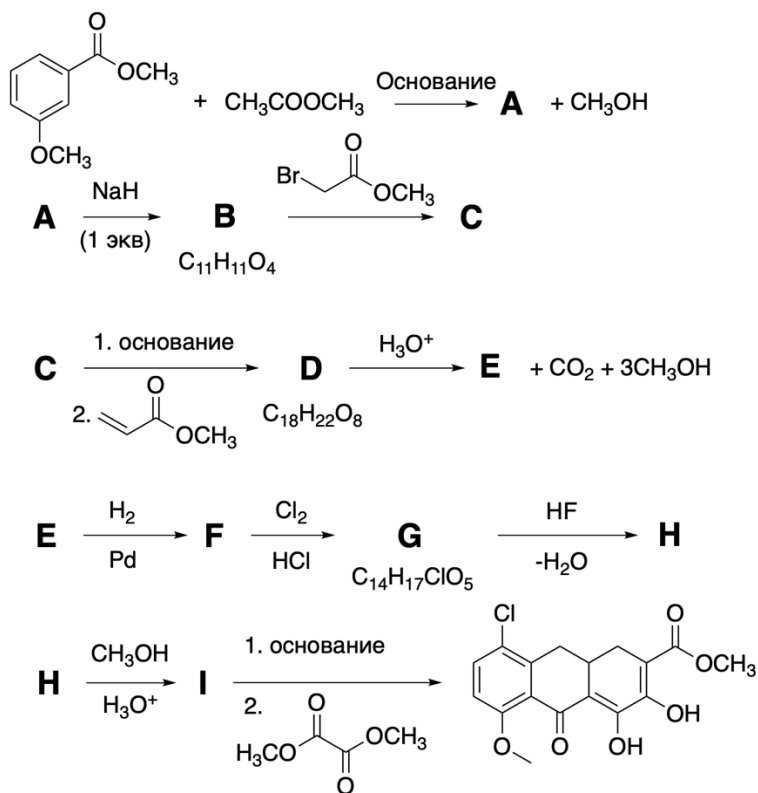
Тетрациклин - пенициллинге төзімді бактерияларға қарсы қолданылатын антибиотик. Тетрациклинді алғаш рет 1962 жылы профессор Вудворд пен Pfizer фармацевтикалық компаниясы синтездеді.



Тетрациклин үш сақиналы прекурсордан алынды

Бұл тапсырмада біз тетрациклин прекурсорының синтезінің алғашқы кезеңдерін қарастырамыз. Тетрациклин молекуласы өте күрделі және үлкен болып көрінгеніне қарамастан, синтезде қолданылатын реакциялар сізге таныс болуы мүмкін.

A затының түзілуі - Клейсен конденсациясы бойынша жүреді, **B** - карбанион екендігі белгілі. **HF** - Фридель-Крафт реакциясының катализаторы. **F**-ті **G**-ге айналдыру сатысы Льюис қышқылы (мысалы, $AlCl_3$) қатысында жүре алады, бірақ бензой қышқылында MeO алмастырғышының болуына байланысты реакция онсыз да жүре алады. **H** қосылысы құрамында екі сақина бар.



1. **A-I** қосылыстарының құрылымдық формулаларын салыңыз. (9 балл)
2. Бірінші кезеңнің механизмін жазыңыз (1 балл)

3. **В** ионының екі резонанстық құрылымын көрсетіңіз. (1 балл)
4. **Н**-тың **I**-ге түрлендірудің механизмін жазыңыз. Бұл жерде H^+ иондарының рөлі қандай? (2 балл)
5. **Е** затын **F**-ке түрлендірудің балама реагентін ұсыныңыз (1 балл)