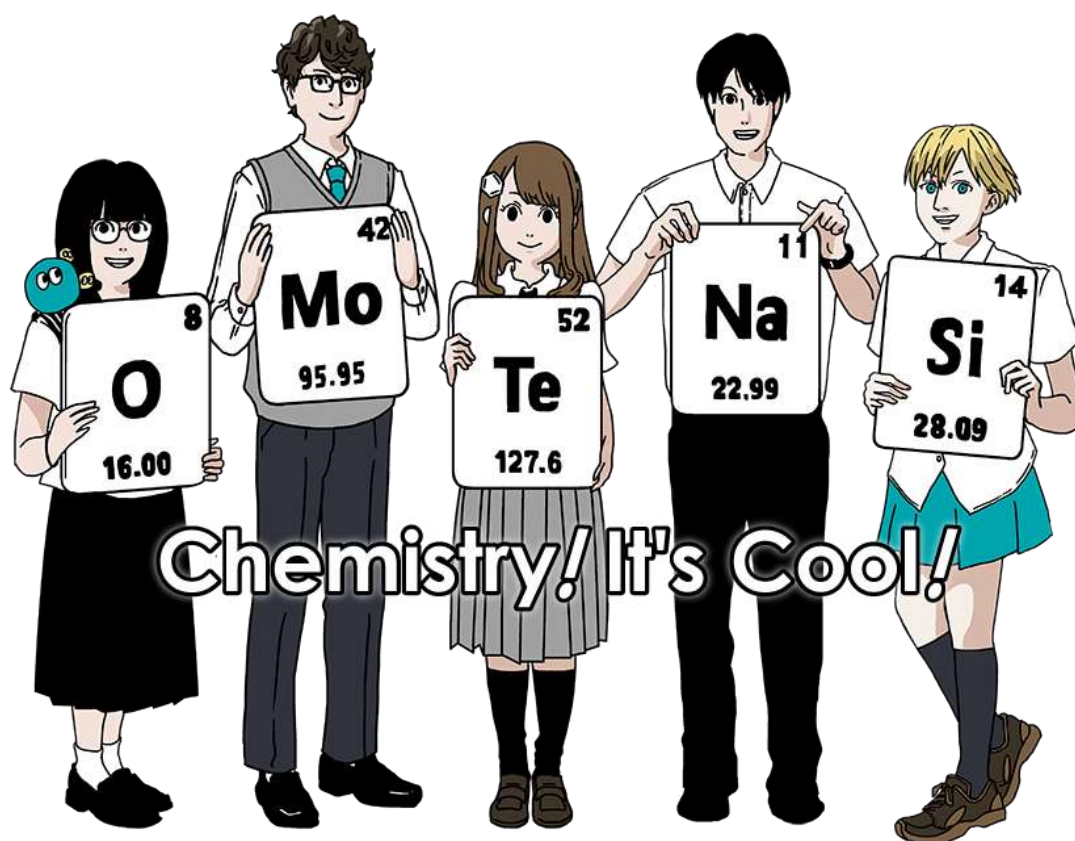


# 53 Международная олимпиада школьников по химии

## Отборочная олимпиада

### Теоретический тур



Химический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова

20 июня 2021 г.

## Общие указания

- Данный комплект заданий теоретического тура содержит 8 задач и занимает 31 страницу.
- Максимально возможная сумма баллов – 80.
- Олимпиада проводится дистанционно с использованием системы прокторинга.
- На выполнение заданий Вам отводится **5 часов**.
- Задание появится на сервере в Вашем Личном кабинете ровно в 10:00 мск. Вы можете распечатать задание, оставаясь в поле зрения проктора. Время печати не входит в 5 часов, отведенные на решение.
- Начинайте работу после команды проктора «Старт» («**Start**»).
- Везде, где это требуется, подкрепляйте Ваши ответы расчетами.
- На рабочем месте могут присутствовать только листы, на которых Вы выполняете задание, ручки, линейка, калькулятор, вода, шоколадка. Запрещены любые электронные устройства, кроме тех, что обеспечивают связь с проктором.
- **Записывайте решение только в листы ответов. Обратную сторону листов с заданиями можно использовать в качестве черновика. Черновики не сканируются и не оцениваются.**
- Вы должны немедленно прекратить работать после того, как прозвучит команда «Стоп». Если Вы не прекратите писать в течение 1 минуты, Ваш результат за всю олимпиаду будет аннулирован.
- После того, как прозвучит команда «Стоп», только получив указание проктора, начните фотографировать или сканировать все страницы чистовика. После этого соберите все фотографии или скан-копии в единый файл с наименованием, содержащим Вашу фамилию и инициалы, и загрузите файл на сервер. Не покидайте конференцию, пока проктор не скажет Вам, что файл успешно загружен и читаем.

Желаем Вам удачи!

# Периодическая таблица

	1																		18			
	1 H 1.008	2	<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <span>атомный номер</span> <span><b>Символ</b></span> <span>атомная масса</span> </div>														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. Комплексы кобальта (10 баллов)

Вопрос	1	2	3	4	5	6	7	Всего:
Очки	2.5	0.5	2	1	3	0.5	0.5	<b>10</b>
Оценка								

Через солянокислый раствор хлорида кобальта(II), содержащий этилендиамин, пропустили кислород. Затем раствор охладил. Из него выделились игольчатые кристаллы  $X_1$ , содержащие 15.47 % кобальта по массе. При выдерживании в эксикаторе над твердой щелочью образовалось вещество  $X_2$  и масса кристаллов уменьшилась на 9.44 %. Из маточного раствора удалось выделить небольшое количество кристаллов  $Y$ , содержащих 15.45 % кобальта, водный раствор которых имеет слабокислотную реакцию среды. Длительное выдерживание их над твердой щелочью приводит к образованию вещества  $X_2$ .

1. Определите структурные формулы веществ  $X_1$  и  $Y$ . Запишите уравнение реакции образования  $X_1$ .

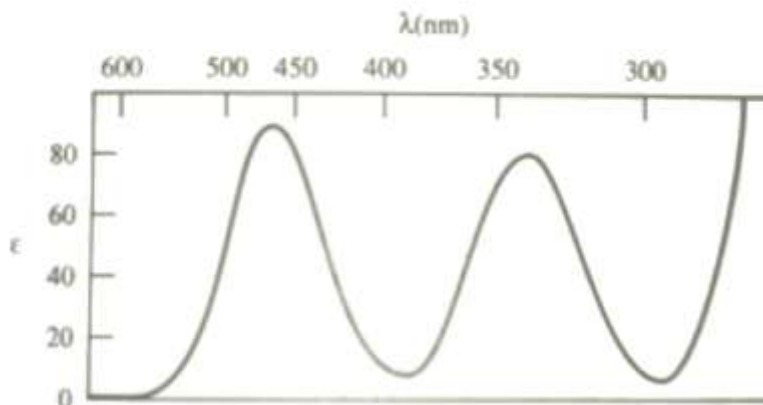
Расчет:

$X_1$  –

$Y$  –

Уравнение реакции:

2. На рис. приведен спектр поглощения раствора  $X_1$ . Предскажите окраску этого вещества.





5. Запишите схемы реакций и структурные формулы веществ  $Z_1 - Z_3$

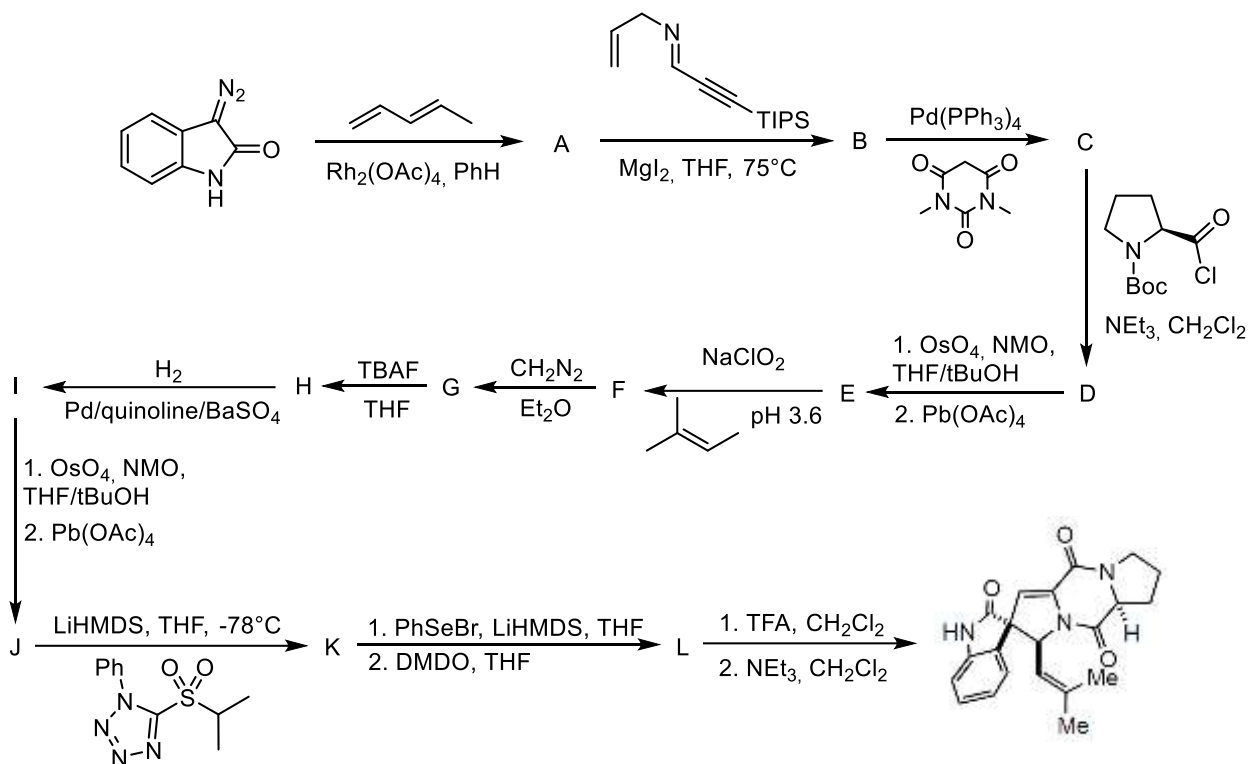
6. По какому механизму происходит вторая реакция?

7. К какому типу относится третья реакция?

## Задача 2. Органический синтез (10 баллов)

Вопрос	1	2	3	4	5	Сумма
Очки	12	2	2	5	4	25
Оценка						

Карбеноиды и малые циклы находят широкое применение в качестве ценных интермедиатов органического синтеза. Примером такого применения является представленный ниже полный синтез некоторого природного алкалоида, продуцируемого грибами рода *Aspergillus*:



1. Определите вещества **A-L** и изобразите их структурные формулы с указанием стереохимии для веществ **D-L**:

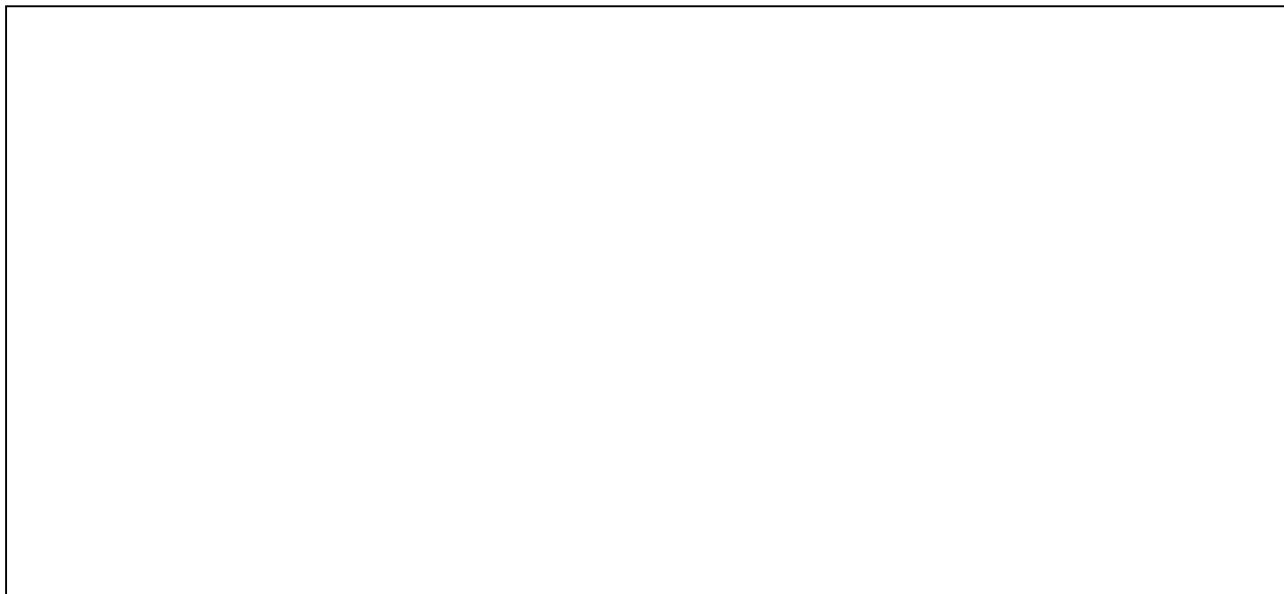
<b>A</b>	<b>B</b>
<b>C</b>	<b>D</b>

<b>E</b>	<b>F</b>
<b>G</b>	<b>H</b>
<b>I</b>	<b>J</b>
<b>K</b>	<b>L</b>

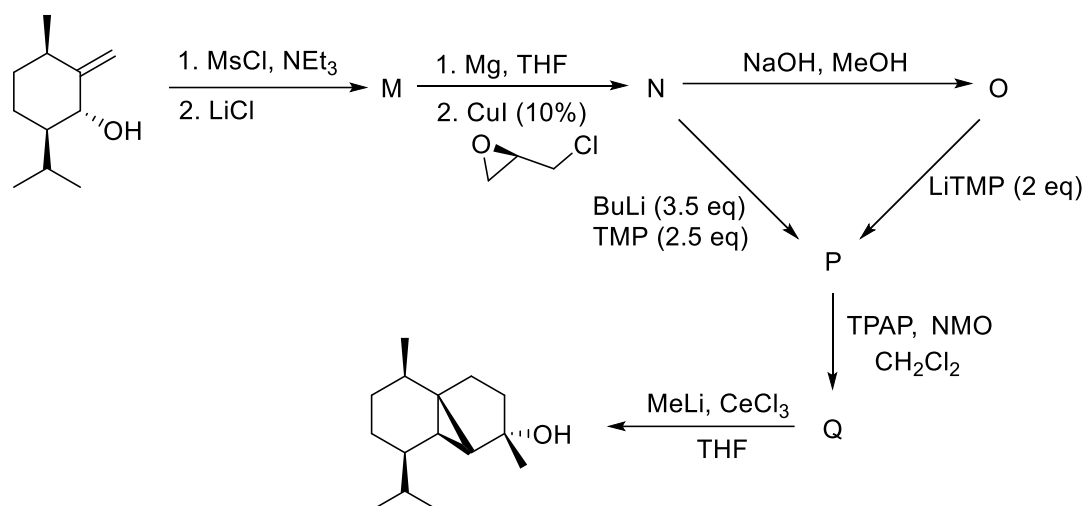
2. Выход целевого продукта на стадии синтеза вещества **D** составил всего 45%. С чем, с вашей точки зрения, связан такой низкий выход целевого продукта в столь простой реакции? Какого максимального выхода можно достичь в данном превращении?



3. Предложите синтез исходного соединения из изатина (1H-индол-2,3-диона).



Оригинальный способ генерации карбеноида был предложен в полном синтезе некоторого терпеноида. Фрагмент данного синтеза приведен ниже:

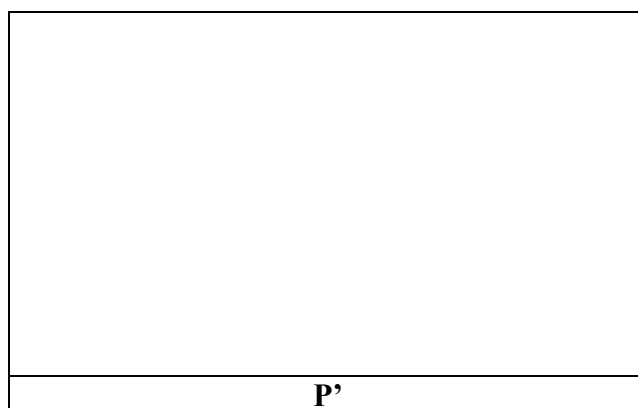


4. Определите вещества **M-Q** и изобразите их структурные формулы с указанием стереохимии:

<b>M</b>	<b>N</b>

<b>O</b>	<b>P</b>
<b>Q</b>	

5. При получении вещества **P** из соединения **O** наблюдается образование значительного количества бициклического побочного продукта **P'**. Изобразите структуру **P'** с указанием стереохимии. К какому типу относится реакция образования **P'**?



Тип реакции: \_\_\_\_\_

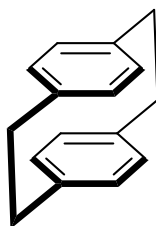
**Использованные обозначения:**

DMDO – диметилдиоксиран  
 NMO – N-метилморфолин-N-оксид  
 TPAP – перрутат тетрапропиламмония  
 TIPS – триизопропилсилил  
 TMP – 2,2,6,6-тетраметилпиперидин  
 TFA – трифторуксусная кислота  
 quinoline – хинолин  
 TBAF – фторид тетрабутиламмония  
 LiHMDS – гексаметилдисилазид лития

### Задача 3. Парациклофаны и планарная хиральность (10 баллов)

Вопрос	1	2	3	4	5	Всего:
Очки	4	6	2	2	6	<b>20</b>
Оценка						

[2.2]Парациклофаны представляют собой наиболее простой тип парациклофанов. Введение заместителей в ароматические кольца парациклофанов может привести к возникновению планарной хиральности.



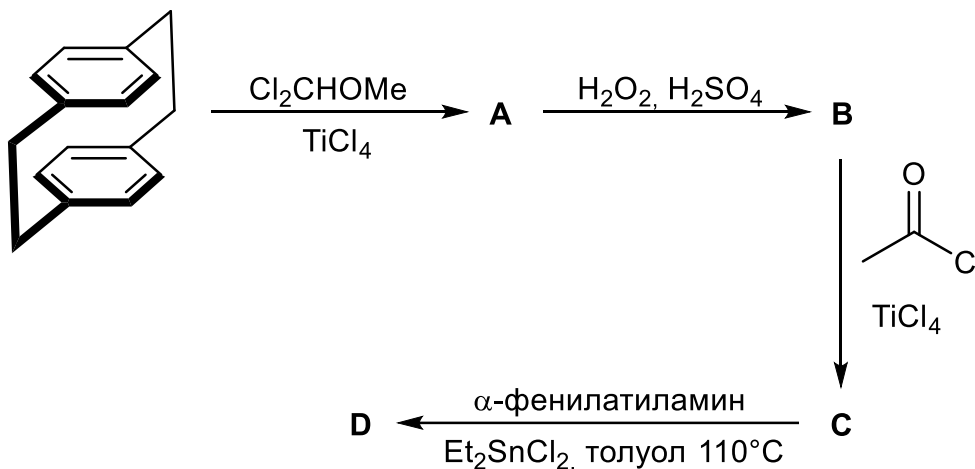
[2.2]парациклофан

1. Сколько существует различных дихлорзамещенных [2.2]парациклофанов, если хлорирование протекало только по бензольным кольцам? Сколько из них являются хиральными?

Общее количество изомеров дихлор[2.2]парациклофана: \_\_\_\_\_

Из них хиральными являются \_\_\_\_\_

[2.2]Парациклофан ввели в приведенную ниже последовательность реакций:



2. Изобразите пространственное строение соединений **A-D**, если известно, что целевое соединение **D** имеет конфигурацию (pR,S)

<b>A</b>	<b>B</b>
<b>C</b>	<b>D</b>

3. Какого максимального выхода соединения **D** теоретически можно достичь, если  $\alpha$ -фенилэтиламин используется в виде рацемической смеси? Ответ поясните.

4. В качестве чего может использоваться соединение **D**?

5. При взаимодействии (pS)-метил[2.2]парацклофана с  $[\text{Ru}(\text{C}_6\text{H}_6)(\text{ацетон})_3](\text{BF}_4)_2$  были получены два набора  $\pi$ -комплексов, не содержащих в своем составе бензол и ацетон, причем заряд внутренней сферы комплексов первого набора составляет  $2+$ , а второго набора  $4+$ . Изобразите все возможные структуры комплексных ионов каждого из наборов, принимая во внимание, что во всех комплексах рутений имеет 18-электронную конфигурацию.

Набор структур с зарядом  $2+$

Набор структур с зарядом  $4+$

#### Задача 4. Адсорбция на двух центрах (10 баллов)

Вопрос	1	2	3	4	5	6	Всего:
Очки	2	2	5	6	1	4	20
Оценка							

Некоторые адсорбенты могут иметь несколько сайтов связывания. Кинетика адсорбции на одном из таких адсорбентов может быть описана следующей схемой:



где  $S_1$  и  $S_2$  – свободные адсорбционные центры первого и второго типа,  $A_1$  и  $A_2$  – молекулы А, связанные с адсорбционными центрами первого и второго типа,  $A_g$  – газообразный А. При этом известно, что  $k_1, k_{-1} \gg k_2, k_{-2}$ .

1. Предположите, в каких случаях катализатор может иметь два вида адсорбционных центров, при этом адсорбция на одном из них может происходить только в результате перемещения молекул с других центров, а не из газовой фазы.

2. Составьте систему дифференциальных уравнений и уравнений материального баланса, описывающих процессы, происходящие на адсорбенте.

3. Получите выражение для степеней заполнения адсорбционных центров первого и второго типа. Упростите выражение с помощью констант равновесия  $K_1 = k_1/k_{-1}$  и  $K_2 = k_2/k_{-2}$ .

Для изучения свойств одного из таких адсорбентов была проведена серия экспериментов, в которых измеряли количество молей адсорбированного вещества. При этом измерения проводили дважды: практически сразу после начала эксперимента и после длительного выдерживания адсорбента в атмосфере газа А. Результаты эксперимента приведены в таблице,  $v_i$  – результат первого измерения,  $v_f$  – результат второго измерения.

p, бар	0.200	0.400	0.600	0.800	1.000
$v_i$ , ммоль	0.427	0.627	0.772	0.845	0.919
$v_f$ , ммоль	0.911	1.212	1.378	1.486	1.562

4. Определите количество адсорбционных центров первого и второго типа в образце, а также константы равновесия  $K_1 = k_1/k_{-1}$  и  $K_2 = k_2/k_{-2}$ .

$K_1 =$   $K_2 =$

$v_{1max} =$  ммоль  $v_{2max} =$  ммоль

*Указание. Если по каким-то причинам Вы не смогли рассчитать константы равновесия и количества адсорбционных центров, для последующих расчетов примите  $K_1 = 4$ ,  $K_2 = 10$ ,  $v_{1max} = 2$  ммоль,  $v_{2max} = 0.5$  ммоль*

5. Каковы будут степени заполнения при давлении А, равном 0.5 бар, в случае малого времени эксперимента? В случае длительного выдерживания?

Малое время эксперимента	
$\theta_1 =$	$\theta_2 =$
Длительное время эксперимента	
$\theta_1 =$	$\theta_2 =$

6. Оцените чисто статистическую энтропию, соответствующую двум случаям из предыдущего пункта. При оценке считайте, что количество микросостояний складывается из перестановок между занятыми и свободными центрами каждого вида, а также из перестановок между молекулами, адсорбированными центрами одного и другого типа.

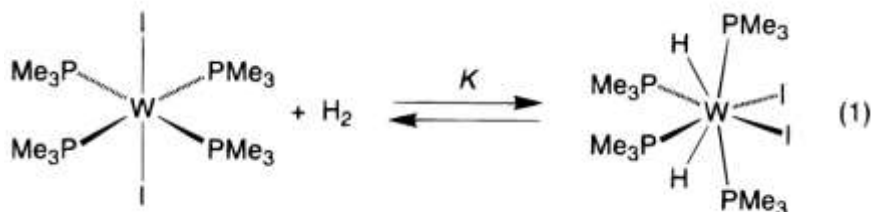
Малое время эксперимента	
S =	Дж/К
Длительное время эксперимента	
S =	Дж/К



### Задача 5. Необычные изотопные эффекты в комплексах вольфрама (10 баллов)

Вопрос	1	2	3	4а	4б	5	6а	6б	Всего
Очки	2	4	2	2	2	5	2	2	21
Оценка									

Окислительное присоединение молекулы водорода к шестикоординированным комплексам вольфрама  $W(PMe_3)_4I_2$



является одним из редких примеров проявления отрицательного равновесного изотопного эффекта. Попробуем вслед за авторами оригинальной работы (JACS, 1999, 121, 11402) разобраться причинах такого необычного поведения.

Константа равновесия реакции (1) была определена для  $WH_2(PMe_3)_4I_2$  при различных температурах:

T, °C	40	50	60	70	80	90
K, M <sup>-1</sup>	$6.7 \cdot 10^3$	$2.5 \cdot 10^3$	$1.0 \cdot 10^3$	$4.5 \cdot 10^2$	$2.0 \cdot 10^2$	$0.8 \cdot 10^2$

1. Определите  $\Delta_r H^\circ(333)$  и  $\Delta_r S^\circ(333)$  для реакции (1). Зависимостью энтальпии и энтропии от температуры можно пренебречь.

$$\Delta_r H^\circ(333) =$$

$$\Delta_r S^\circ(333) =$$

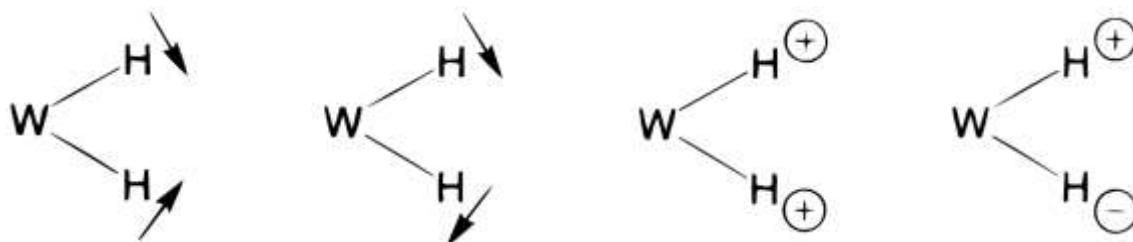
2. Оцените энергию связи W–H, если параметры потенциала Морзе для молекулы H<sub>2</sub> равны:  $\omega_e = 4401 \text{ cm}^{-1}$ ,  $\omega_e x_e = 125.5 \text{ cm}^{-1}$ .

$E(\text{W-H}) =$

3. Считая, что при изотопном замещении в комплексе изменяются только частоты дважды вырожденных валентных колебаний связей W–H(D), оцените отношение констант  $K_H/K_D$ .  
Здесь и далее для всех расчетов примите температуру, равной 333 К.  
Частота колебаний W–H в комплексе равна  $1961 \text{ cm}^{-1}$ .

$K_H/K_D =$

Если в п.3 вы все сделали правильно, то ваш результат не сошелся с экспериментальными данными. Объяснить наблюдаемое расхождение можно тем, что в продукте изменяются не только частоты валентных колебаний, но и частоты четырех деформационных колебаний [WH<sub>2</sub>], показанных ниже:



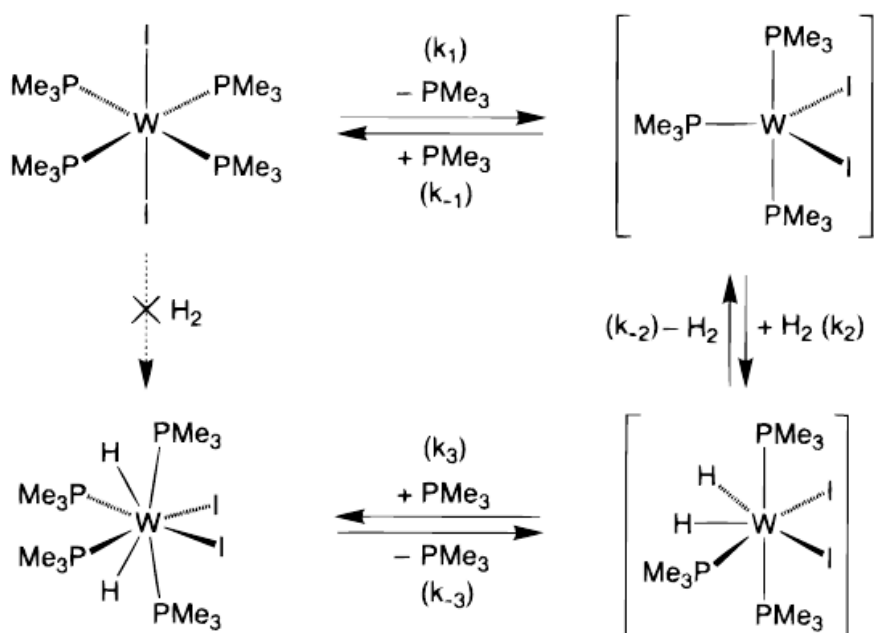
4.а. Оцените отношение констант  $K_H/K_D$  с учетом дополнительных колебаний. Примите их одинаковыми для всех четырех колебаний и равными  $600\text{ см}^{-1}$  для  $[\text{WH}_2]$  и  $425\text{ см}^{-1}$  для  $[\text{WD}_2]$ .

$K_H/K_D =$

4.б. Более точные расчеты предсказывают, что нулевой колебательный уровень  $\text{WD}_2(\text{PMe}_3)_4\text{I}_2$  на  $720\text{ см}^{-1}$  ниже, чем нулевой колебательный уровень  $\text{WH}_2(\text{PMe}_3)_4\text{I}_2$ . Рассчитайте отношение констант  $K_H/K_D$  на основе этих данных.

$K_H/K_D =$

Достаточно любопытен и механизм реакции (1):



5. Начальную скорость реакции диссоциации  $\text{WH}_2(\text{PMe}_3)_4\text{I}_2$  можно представить в виде

$$d[\text{WH}_2(\text{PMe}_3)_4\text{I}_2]/dt = k_{\text{eff}}[\text{WH}_2(\text{PMe}_3)_4\text{I}_2].$$

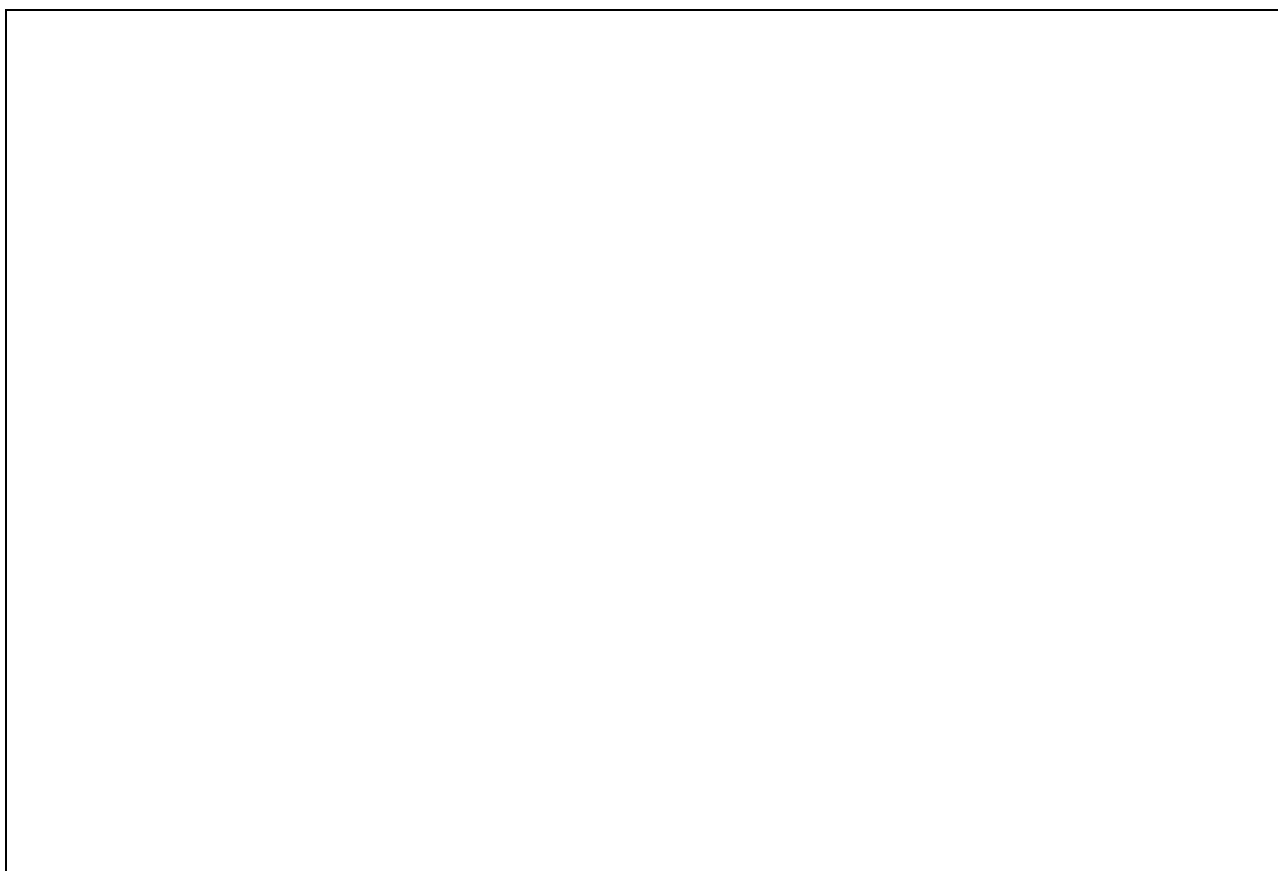
Получите выражение для  $k_{\text{eff}}$ , используя квазистационарное приближение по обоим интермедиатам. Примите, что  $[\text{W}(\text{PMe}_3)_4\text{I}_2] \approx 0$ ,  $[\text{H}_2] \neq 0$ .

$k_{\text{eff}} =$

6. а. В каких координатах можно линеаризовать зависимость  $k_{\text{eff}}$  от  $[\text{PMe}_3]$ ?

Ответ:

6.б. Качественно изобразите эту зависимость в выбранных координатах для  $\text{WH}_2(\text{PMe}_3)_2$  и  $\text{WD}_2(\text{PMe}_3)_2$  для системы, в которой не только  $[\text{W}(\text{PMe}_3)_4\text{I}_2] \approx 0$ , но  $[\text{H}_2] \approx 0$ . Известно, что  $k_{2\text{H}}/k_{2\text{D}} = 1.2$ .



*Необходимые постоянные и формулы:*

Скорость света  $c = 3.00 \cdot 10^8$  м/с;

Постоянная Планка  $h = 6.63 \cdot 10^{-34}$  Дж·с;  $\hbar = h/2\pi$

Энергия  $n$ -го колебательного уровня осциллятора Морзе:  $E_n = \hbar\omega_e(n+1/2) - \hbar\omega_e x_e(n+1/2)^2$

Глубина потенциальной ямы осциллятора Морзе ( $D_e$ ) связана с  $x_e$  следующим образом:

$$x_e = \hbar\omega_e/(4D_e)$$

### Задача 6. Удаление ржавчины (10 баллов)

Вопрос	1	2	3	4	5	Всего
Очки	20	20	10	20	10	80
Оценка						

Одним из веществ, позволяющих удалять следы коррозии или ее последствия (например, позволяющих открывать ржавые навесные замки), является фосфорная кислота. Её эффективность обусловлена двумя факторами: 1) низким значением pH её водных растворов (что способствует растворению оксидов/гидроксидов железа), 2) возможностью образовать комплексы между ионами железа (III) и различными формами фосфат-анионов. В реальности продукты коррозии имеют сложный химический состав, но для простоты можно предположить, что они состоят только из гидроксида железа (III),  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ .

1. Рассчитайте pH водного раствора 0.1 М фосфорной кислоты. Определите степень диссоциации этой кислоты и рассчитайте концентрации всех форм фосфата в этом растворе:  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ,  $\text{HPO}_4^{2-}$  и  $\text{PO}_4^{3-}$ .

Константы кислотности для  $\text{H}_3\text{PO}_4$ :  $K_{a1} = 6 \cdot 10^{-3}$ ;  $K_{a2} = 6 \cdot 10^{-8}$ ;  $K_{a3} = 5 \cdot 10^{-13}$ .

Ответ: \_\_\_\_\_

2. В 0.1 М раствор фосфорной кислоты (п.1) был добавлен нитрат железа (III) до общей концентрации ионов железа (III)  $10^{-4}$  М. Рассчитайте мольные доли (%) (по отношению к общему количеству ионов железа (III) в растворе) комплексных частиц  $\text{Fe}(\text{HPO}_4)^+$ ,  $\text{Fe}(\text{H}_2\text{PO}_4)^{2+}$  и акватированных ионов  $\text{Fe}^{3+}$ .

Константы устойчивости для комплексов  $\text{Fe}^{3+}$ : с одной группой  $\text{HPO}_4^{2-}$   $\beta_1 = 2 \cdot 10^8$ , с одной группой  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$   $\beta^*_1 = 3 \cdot 10^3$ .

Ответ: \_\_\_\_\_

3. Рассчитайте молярную растворимость (в моль/л) гидроксида железа (III) в чистой воде и рН насыщенного  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  раствора. При необходимости делайте разумные допущения.

Произведение растворимости  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ :  $K_s = 2 \cdot 10^{-39}$ .

Ответ: \_\_\_\_\_

4. Выведите уравнение, позволяющее рассчитать молярную растворимость  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  в растворе  $0.1 \text{ M H}_3\text{PO}_4$  (предположите, для простоты, что ни pH, ни концентрация любых форм фосфата не меняется в результате растворения  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ).

Ответ: \_\_\_\_\_



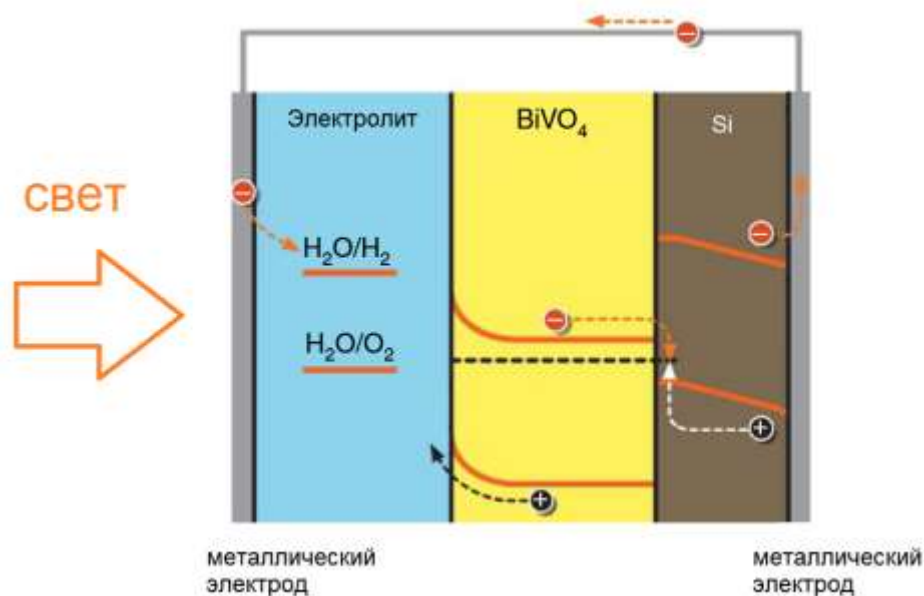
5. Проверьте расчетным путем, можно ли полностью растворить 0.10 г образца  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  в 1 л. 0.1 М раствора  $\text{H}_3\text{PO}_4$ .

Ответ: \_\_\_\_\_

### Задача 7. Фотоэлектрохимическая ячейка (10 баллов)

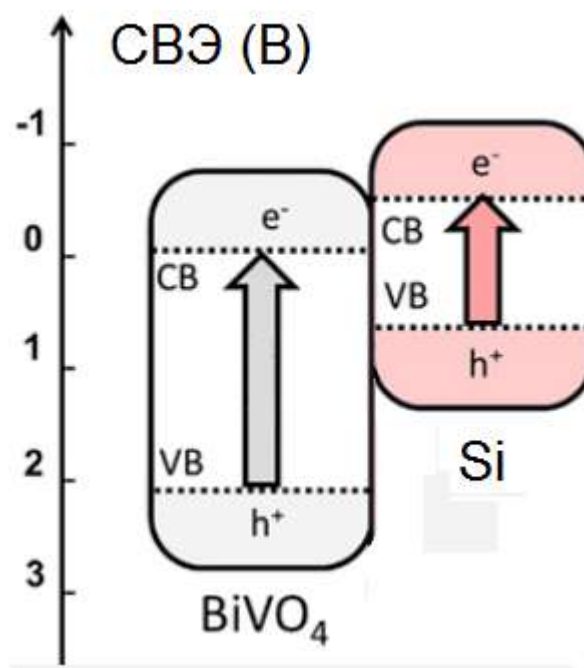
Вопрос	1	2	3	4	Всего
Очки	4	6	3	2	15
Оценка					

Интересным примером фотоэлектрохимической ячейки, предназначенной для разложения воды на простые вещества, является комбинированная ячейка  $\text{BiVO}_4/\text{Si}$ , схема которой показана на рисунке.



Ее особенностью является наличие двух полупроводников (кремния и ванадата висмута) и, соответственно, двух запрещенных зон, каждую из которых электрон может преодолеть только поглотив фотон. Преимуществом такой ячейки является более полное использование энергии света благодаря небольшой ширине запрещенной зоны кремния.

При ответе на все вопросы считайте, что солнечное излучение равномерно распределено по длинам волн в диапазоне от 350 до 1150 нм (иначе говоря, плотность излучения в фотонах/нм одинакова в этом диапазоне). Считайте также, что молярный коэффициент экстинкции полупроводников не зависит от длины волны, если энергия фотона достаточна для переноса электрона из валентной зоны в зону проводимости. Границы запрещенной зоны вы можете определить по диаграмме, изображенной справа. Стандартный потенциал пары  $\text{O}_2, \text{H}^+/\text{H}_2\text{O}$  равен 1.23 В.



1. Определите по диаграмме границы запрещенных зон кремния и ванадата висмута относительно СВЭ, запишите ответ в ячейки:

$\text{BiVO}_4$ - ВЗ	$\text{BiVO}_4$ - ЗП	Si - ВЗ	Si - ЗП

2. Какой минимальный поток падающего солнечного излучения (в Вт) необходим, чтобы такая ячейка производила 1 кг водорода в час?

*Указание: Если вы не смогли ответить на предыдущий вопрос, используйте далее 100 кВт как значение мощности излучения.*

3. Рассчитайте минимальную требуемую законами термодинамики мощность (в Вт) для производства 1 кг водорода в час.

4. Используя ответы на вопросы 2-3, рассчитайте КПД данной фотоэлектрохимической ячейки.

Справочная информация:

$$2\pi\hbar = h = 6.626 \cdot 10^{-34} \text{ Дж}\cdot\text{с}$$

$$c = 2.998 \cdot 10^8 \text{ м/с}$$

$$e = 1.602 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$$

$$\int_a^b \frac{1}{x} dx = \ln \frac{b}{a}$$

**Задача 8. Азотсодержащие биологически активные соединения (10 баллов)**

Вопрос	1	2	3	4	5	6	7	Всего
Очки	1	1	2	2	1	2	1	10
Оценка								

Принято считать, что в биомолекулах азот преимущественно встречается в аминокислотах и азотистых основаниях. На самом деле, он также присутствует в некоторых липидах, производных углеводов, витаминах и т.п. Ниже мы рассмотрим ряд азотсодержащих биологически важных соединений.

Каноническая  $\alpha$ -аминокислота **A** (54.94 мас.% C, 10.68 мас.% N, 24.39 мас.% O) и соединение **B**, являющееся азот-содержащим производным распространенной альдогексозы **C**, различаются количеством атомов только одного элемента (разница равна 3). Количество атомов азота в **A** и **B** одинаково, а массовая доля азота в **A** на 2.86% больше, чем в **B**.

1. Изобразите **A**, если известно, что в боковом заместителе этой аминокислоты нет асимметрических атомов углерода. Ответ подтвердите расчетом.

Расчет:	Структура <b>A</b>

2. Изобразите **B** в линейной и циклической форме, если известно, что **C** входит в состав самого распространенного биополимера на Земле, а атом азота в **B** находится в 2' положении. Ответ подтвердите расчетом.

Расчет:	Линейная форма <b>B</b>	Циклическая форма <b>B</b>

3. В состав каких полимеров входит остаток **C**? Изобразите 2 полимера.

Первый полимер:	Второй полимер

Соединение **B** и каноническая  $\alpha$ -аминокислота **D** имеют сходные брутто-формулы: различия в массовой доле каждого элемента составляют менее 2% (по абсолютной величине), разница в количестве атом углерода в **B** и **D** составляет 1, разница в количестве атомов кислорода в **B** и **D** также составляет 1, а атомов азота в **B** и **D** поровну.

4. Изобразите **D**. Ответ подтвердите расчетом. Выберите диапазон значений pH, в котором лежит pI **D**.

Расчет:	Структура <b>D</b>	Диапазон значений pH (поставьте галочку)
		<input type="checkbox"/> от 2 до 6 <input type="checkbox"/> от 6 до 8 <input type="checkbox"/> от 8 до 12

Модификация бокового заместителя **D** приводит к соединению **E** с существенно более высокой (на 6.73 мас.%) долей кислорода, а количество атомов углерода в **E** на 1 больше, чем в **D**. **E** существенно более эффективно связывает ионы  $Ca^{2+}$ , чем **D**. В боковом заместителе **E** нет асимметрических атомов углерода.

5. Изобразите **E**. Ответ подтвердите расчетом.

Расчет:	Структура <b>E</b>

Каноническая  $\alpha$ -аминокислота **F** (34.29 мас.% С, 13.33 мас.% N, 45.67 мас.% O), содержащая 1 атом азота, является предшественником двух распространенных компонентов липидов **G** (39.33 мас.% С, 22.93 мас.% N, 26.19 мас.% O) и **H**. Превращение **F** в **G** протекает в одну ферментативную стадию и формально является обращением реакции, приводящий от **D** к **E**. **H** получается из **G** в результате троекратного повторения одной и той же реакции, в результате чего существенно возрастает (на 10. 23 мас.%) доля углерода. **H** положительно заряжено во всем диапазоне значений pH.

6. Изобразите **G** и **H**. Ответ подтвердите расчетом.

Расчет:	Структура <b>G</b>	Структура <b>H</b>

7. Рассчитайте суммарный заряд молекул фосфоглицеридов, содержащих в качестве полярной «головы» остатки **G** и **H**:

- А) при pH 4
- Б) при pH 7

Суммарный заряд фосфолипида
Остаток <b>G</b> , pH 4 _____
Остаток <b>H</b> , pH 4 _____
Остаток <b>G</b> , pH 7 _____
Остаток <b>H</b> , pH 7 _____