

**Приветствуем участников первой дистанционной учебной смены
по подготовке к участию в республиканской олимпиаде
по учебному предмету «ХИМИЯ» для обучающихся и учителей!**

Обратите внимание, что проверка ответов проходит в автоматическом режиме. Для этого вам необходимо зарегистрироваться в системе Moodle и заполнить бланк ответов.

Также всем участникам обязательно нужно прикрепить к бланку файл с подробными решениями в формате PDF. Они будут оцениваться членами жюри для подтверждения результатов и при разрешении спорных ситуаций. Бланки ответов, к которым не прикреплены решения, рассматриваться не будут.

Пошаговая инструкция:

- 1) **Выполнение заданий.** Решите задачи. Подробные решения и пояснения напишите от руки на белых листах формата А4. В работе четко указывайте номера задач и вопросов!
- 2) **Подготовка файла.** Сфотографируйте или отсканируйте листы с решениями и объедините их в один файл формата PDF (размер файла – не более 10 Мб).
- 3) **Регистрация.** Зарегистрируйтесь на обучающем портале
<https://moodletest.bsu.by>
- 4) **Отправка.** До **18:00 20 сентября 2026 года** заполните электронный бланк ответов по ссылке
<https://moodletest.bsu.by/mod/quiz/view.php?id=4>
и прикрепите к нему ваш PDF-файл с решениями. *Будьте внимательны: на заполнение бланка ответов дается только одна попытка!*

**Задания первой дистанционной учебной смены
по подготовке к участию в республиканской олимпиаде
по учебному предмету «ХИМИЯ»**

Задача 1

Водородоподобными атомами принято называть частицы, состоящие из положительно заряженного ядра и одного электрона. К ним относятся атом водорода (H), а также ионы He^+ , Li^{2+} , Be^{3+} и т. д.

Согласно теории Нильса Бора, электрон в водородоподобном атоме может находиться только в определенных стационарных состояниях ($n = 1, 2, 3$ и т.д.), каждому из которых соответствует орбита определенного радиуса (r_n) и определенное значение энергии (E_n).

Энергия орбиты вычисляется по формуле Бора:

$$E_n = -13,6 \frac{Z^2}{n^2} \quad (\text{эВ})$$

где Z – порядковый номер элемента, а n – номер орбиты.

Радиус орбиты вычисляется по формуле:

$$r_n = a_0 \frac{n^2}{Z}$$

где $a_0 = 0,0529$ нм (боровский радиус).

Константы:

элементарный заряд	$1,60 \cdot 10^{-19}$ Кл
постоянная Планка (h)	$6,626 \cdot 10^{-34}$ Дж·с
скорость света (c)	$3,00 \cdot 10^8$ м/с
Постоянная Авогадро	$6,02 \cdot 10^{23}$

Вопрос 1.1

Рассчитайте энергию электрона (в Дж) на первой Боровской орбите в атоме водорода.

- A) -13,6
- B) -370
- C) $-2,18 \cdot 10^{-18}$
- D) $-8,50 \cdot 10^{-18}$
- E) 13,6

Вопрос 1.2

Рассчитайте энергию ионизации (в кДж/моль) атома водорода.

- A) 1310
- B) 3710
- C) 10,22
- D) 985,3
- E) 27,12

Вопрос 1.3

Рассчитайте длину волны (λ , нм) испускаемого фотона, который излучает атомарный водород при переходе электрона с четвертой на вторую Боровскую орбиту. Связь энергии и длины волны определяется формулой Планка:

$$E = \frac{hc}{\lambda}$$

- A) 121
- B) 658
- C) 487
- D) 985
- E) 648

Вопрос 1.4

Рассчитайте второй потенциал ионизации (в эВ) гелия.

- A) 27,2
- B) 33,0
- C) 34,2
- D) 24,6
- E) 54,4

Вопрос 1.5

Определите, во сколько раз радиус атома водорода больше радиуса иона He^+ .

- A) 2
- B) 3,5
- C) 4,2
- D) 4
- E) 4,4

Вопрос 1.6

С какой орбиты осуществляется переход электрона на третью Боровскую орбиту в атоме водорода, если при этом излучается фотон с длиной волны 1285 нм?

- A) 1
- B) 2
- C) 4
- D) 5
- E) 6

К сожалению, классическая формула Бора неприменима для расчета спектров многоэлектронных атомов. Однако спектры щелочных металлов можно рассчитать, используя модифицированную формулу Бора. Для этого полагают, что внутренние электроны атома щелочного металла частично нейтрализуют положительный заряд, действующий со стороны ядра на единственный внешний электрон. Этот эффект называется эффектом экранирования. Из-за него на внешний электрон действует не полный заряд ядра Z , а эффективный заряд ядра: $Z_{\text{эф}} = Z - S_{\text{экр}}$, где $S_{\text{экр}}$ — константа экранирования. Таким образом в модифицированной формуле Бора Z заменяется на $Z_{\text{эф}}$.

Известно, что первый потенциал ионизации атома лития равен 5,39 эВ.

Вопрос 1.7

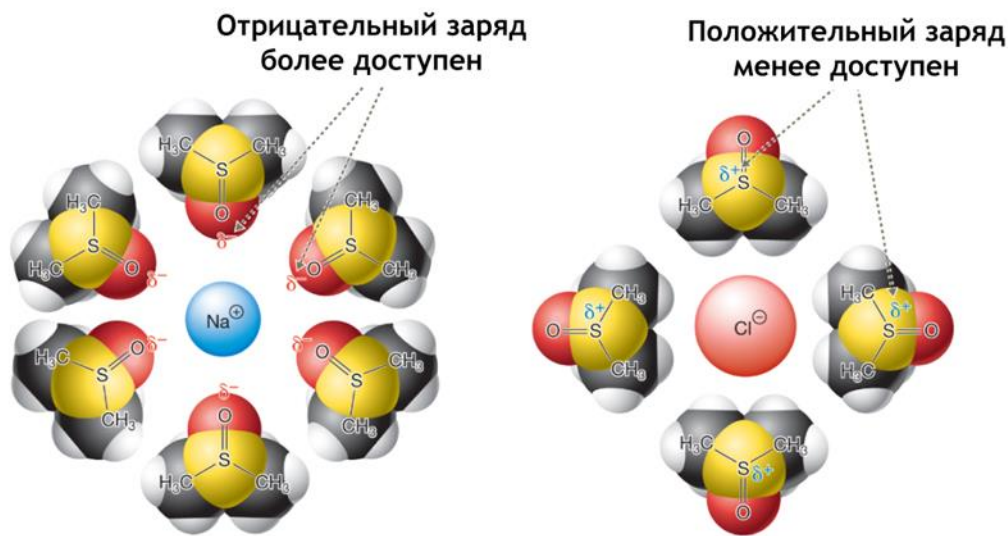
Пользуясь модифицированной формулой Бора и экспериментальным значением первого потенциала ионизации, определите константу экранирования для внешнего $2s$ -электрона атома лития.

- A) 1,56
- B) 1,26
- C) 2,12
- D) 2,08
- E) 1,74

Задача 2

На протекание органических реакций влияет множество факторов: соотношение реагентов, концентрация, температура, продолжительность, растворитель, катализатор и т.д. В данной задаче на каждой схеме приведены две реакции, отличающиеся лишь одним из вышеперечисленных условий. Тем не менее изменение даже одного параметра способно кардинально изменить ход процесса. Для определения основных продуктов представленных в задаче реакций вам иногда будет достаточно знаний школьной программы. Но для большинства реакций потребуются более глубокие знания и навыки мышления. Нижеприведенная информация также может вам помочь. Удачи!

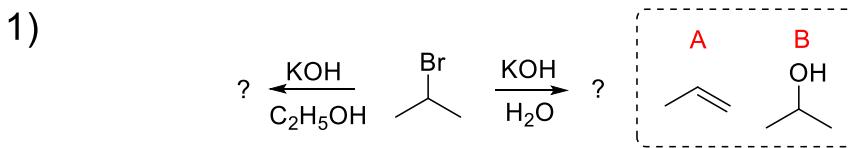
Сольватация влияет как на растворимость веществ, так и на реакционную способность отдельных частиц. Растворители бывают полярные протонные (например, CH_3COOH , $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, H_2O), полярные апротонные (например, ДМСО (диметилсульфоксид), ацетон) и неполярные (например, бензол, толуол, гексан). Малополярные соединения хорошо сольватируются неполярными растворителями. Катионы сольватируются за счет неподеленных электронных пар атомов, а анионы – за счет свободных и подвижных (то есть “кислых”) протонов.

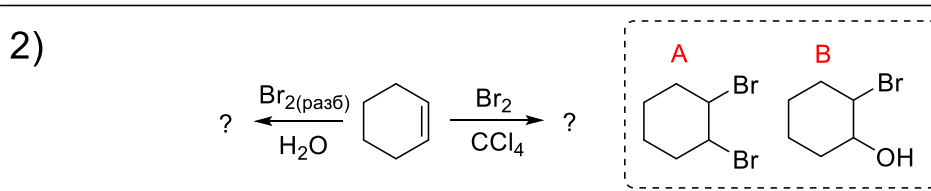


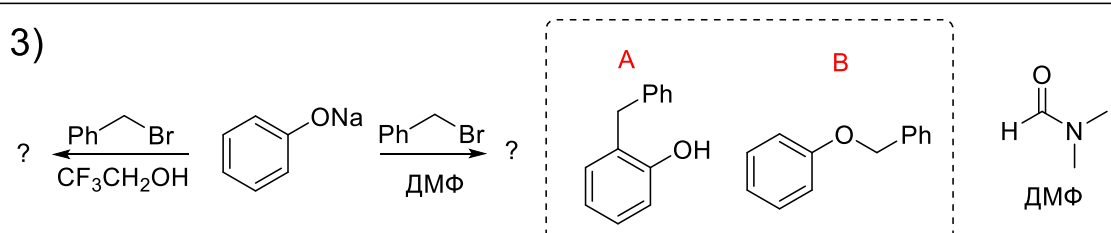
Выше представлена иллюстрация сольватации диметилсульфоксидом (он же ДМСО) катионов натрия и анионов хлора. Так, диметилсульфоксид хорошо сольватирует катионы натрия за счет неподеленных электронных пар атомов кислорода, но в то же время плохо сольватирует хлорид-анионы, поскольку не имеет подвижных протонов.

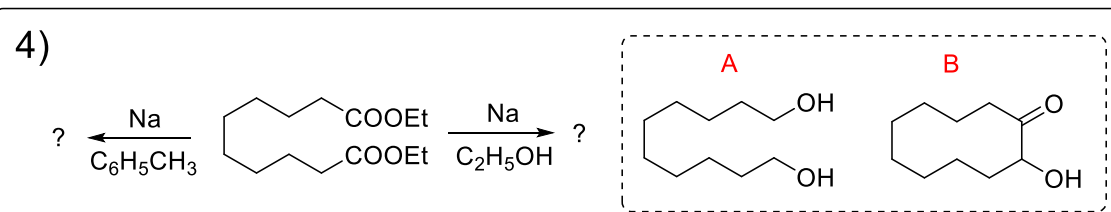
Вопрос 2.1

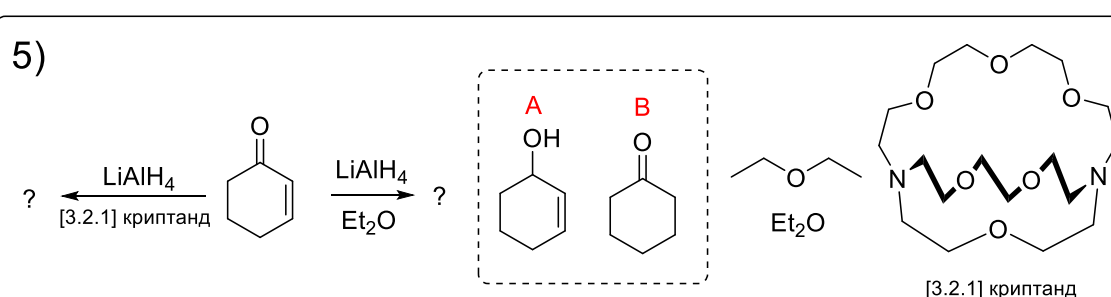
Выберите ряд, в котором правильно указаны продукты соответствующих реакций. Для каждой схемы в ответах первая буква соответствует продукту «левой» реакции, а вторая буква – «правой».

1) 

2) 

3) 

4) 

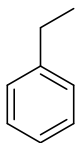
5) 

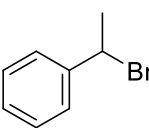
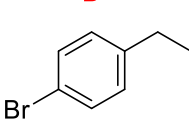
- A) 1) BA; 2) AB; 3) BA; 4) AB; 5) AB
 B) 1) AB; 2) BA; 3) AB; 4) BA; 5) BA
 C) 1) AB; 2) BA; 3) BA; 4) BA; 5) AB
 D) 1) AB; 2) AB; 3) AB; 4) AB; 5) AB
 E) 1) AB; 2) AB; 3) AB; 4) AB; 5) BA

Катализаторы используются для ускорения реакций. Несмотря на то, что катализатор в первом приближении не расходуется, он участвует в реакции, изменяя ее механизм.

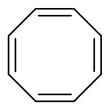
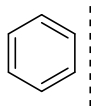
Вопрос 2.2

Выберите ряд, в котором правильно указаны продукты соответствующих реакций.

1) $?\xleftarrow[h\nu]{\text{Br}_2}$  $\xrightarrow[\text{Fe}]{\text{Br}_2}$?

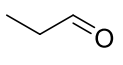
A  **B** 

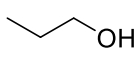
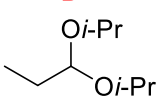
2) $?\xleftarrow[\text{CaC}_2, t^\circ, \text{P}]{\text{Ni(CN)}_2}$ $\equiv$ $\xrightarrow[t^\circ]{\text{C}_{\text{акт}}}$?

A  **B** 

3) $?\xleftarrow[\text{PdCl}_2, \text{CuCl}_2]{\text{O}_2, t^\circ}$ $\equiv$ $\xrightarrow[\text{Ag}]{\text{O}_2, t^\circ}$?

A  **B** 

4) $?\xleftarrow[\text{H}^+]{i\text{-PrOH}}$  $\xrightarrow[\text{Al(Oi-Pr)}_3]{i\text{-PrOH}}$?

A  **B** 

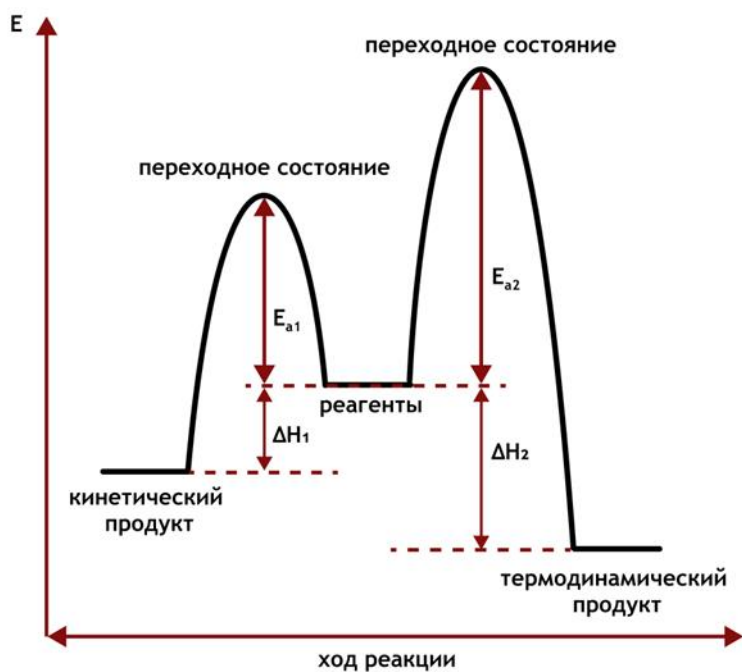
$i\text{-Pr} =$ 

5) $?\xleftarrow{\text{NaCN}}$ $\text{CH}_3\text{I} \xrightarrow{[(\text{CH}_3)_4\text{N}]^+ [\text{Ag(CN)}_2]^-}$?

A $\text{H}_3\text{C}-\text{C}\equiv\text{N}$ **B** $\text{H}_3\text{C}-\text{N}\equiv\text{C}^{\oplus}\ominus$

- A) 1) BA; 2) BA; 3) AB; 4) AB; 5) BA
 B) 1) AB; 2) BA; 3) BA; 4) AB; 5) AB
 C) 1) AB; 2) AB; 3) BA; 4) BA; 5) AB
 D) 1) AB; 2) AB; 3) AB; 4) AB; 5) AB
 E) 1) AB; 2) AB; 3) BA; 4) AB; 5) BA

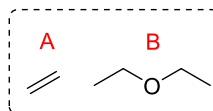
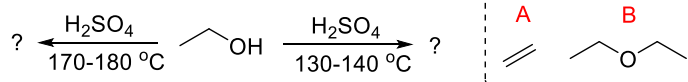
Органические реакции могут “подчиняться” термодинамическому либо кинетическому контролю. В условиях кинетического контроля преимущественно образуется продукт реакции с меньшей энергией активации (см. рисунок). Как правило, кинетический контроль реализуется при низких температурах. Термодинамический контроль, наоборот, реализуется при более высоких температурах. В таком случае главным продуктом становится наиболее термодинамически устойчивое вещество.



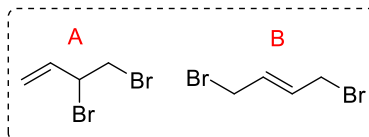
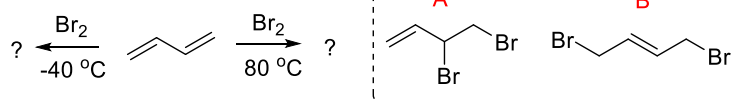
Вопрос 2.3

Выберите ряд, в котором правильно указаны продукты соответствующих реакций.

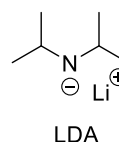
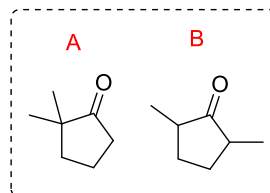
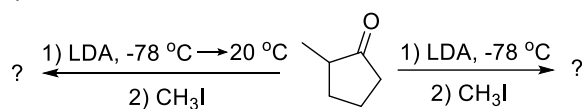
1)



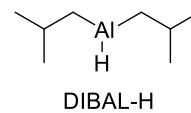
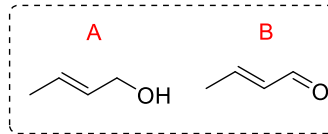
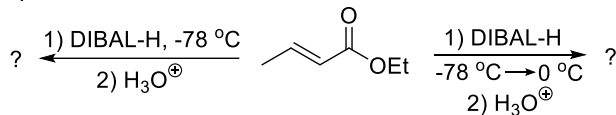
2)



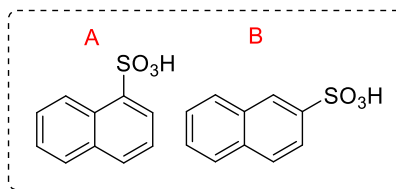
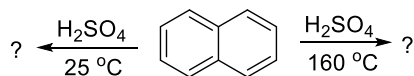
3)



4)



5)



A) 1) AB; 2) AB; 3) AB; 4) AB; 5) AB

B) 1) BA; 2) BA; 3) BA; 4) AB; 5) BA

C) 1) AB; 2) BA; 3) AB; 4) BA; 5) BA

D) 1) AB; 2) AB; 3) AB; 4) BA; 5) AB

E) 1) AB; 2) AB; 3) BA; 4) BA; 5) AB

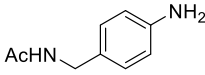
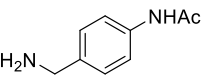
pH часто заметно влияет на ход неорганических реакций, в частности окислительно-восстановительных, изменяя окислительные и восстановительные свойства реагентов. В органической химии кислотно-основной катализ влияет на свойства функциональных групп.

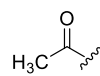
Вопрос 2.4

Выберите ряд, в котором правильно указаны продукты соответствующих реакций. Стадии обработки реакционной смеси, при выделении продуктов реакций, подразумеваются.

1) $\text{?} \xleftarrow[\text{pH} = 11.25]{\text{Ac}_2\text{O}} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{C}_6\text{H}_4-\text{NH}_2 \xrightarrow[\text{pH} = 4.15]{\text{Ac}_2\text{O}} \text{?}$

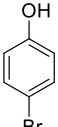
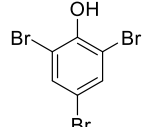
A B

Ac = 

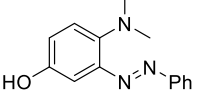
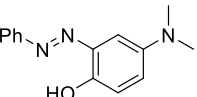
2) $\text{?} \xleftarrow[\text{H}_2\text{O}]{\text{Br}_2} \text{C}_6\text{H}_5\text{OH} \xrightarrow[\text{HBr}]{\text{Br}_2} \text{?}$

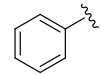
A B

3) $\text{?} \xleftarrow[\text{pH} = 10]{\text{Ph}-\text{N}^+\equiv\text{N}} \text{HO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{N}(\text{CH}_3)_2 \xrightarrow[\text{pH} = 6]{\text{Ph}-\text{N}^+\equiv\text{N}} \text{?}$

A B

Ph = 

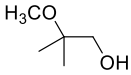
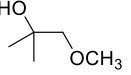
4) $\text{?} \xleftarrow[\text{NaOH}]{\text{Br}_2} \text{CH}_3\text{COCH}_2\text{CH}_3 \xrightarrow[\text{CH}_3\text{COOH}]{\text{Br}_2} \text{?}$

A B




5) $\text{?} \xleftarrow[\text{CH}_3\text{ONa}]{\text{CH}_3\text{OH}} \text{C}_2\text{H}_5\text{O} \xrightarrow[\text{H}^+]{\text{CH}_3\text{OH}} \text{?}$

A B

- A) 1) BA; 2) AB; 3) AB; 4) AB; 5) AB
 B) 1) AB; 2) AB; 3) BA; 4) AB; 5) BA
 C) 1) BA; 2) BA; 3) BA; 4) BA; 5) BA
 D) 1) AB; 2) BA; 3) BA; 4) BA; 5) BA
 E) 1) AB; 2) BA; 3) AB; 4) AB; 5) BA

Хемоселективность – способность химической реакции протекать преимущественно по одной определенной функциональной группе в присутствии других родственных или реакционноспособных функциональных групп.

Вопрос 2.5

Выберите ряд, в котором правильно указаны продукты соответствующих реакций.

1)

2)

3)

4)

5)

- A) 1) BA; 2) BA; 3) BA; 4) AB; 5) AB
 B) 1) AB; 2) BA; 3) BA; 4) AB; 5) AB
 C) 1) BA; 2) AB; 3) AB; 4) BA; 5) BA
 D) 1) AB; 2) AB; 3) BA; 4) BA; 5) AB
 E) 1) BA; 2) BA; 3) AB; 4) AB; 5) BA