

КОНСПЕКТ УРОКА ПО ТЕМЕ «СКОРОСТЬ ХИМИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ» (11 класс, физико-химический профиль)

Автор: учитель химии
МБОУ «Лицей №67» г. Иваново
Шепелев М.В.

Цель урока: изучить понятие «скорость химической реакции» и факторы, влияющие на скорость химических реакций, отработать навыки решения практико-ориентированных заданий по теме урока.

Задачи урока:

- актуализировать понятие скорости в физике и биологии, а также понятие «время» в других направлениях науки;
- сформулировать понятие «скорость химической реакции»;
- с использованием химического эксперимента и учебных материалов выделить факторы, влияющие на скорость химических реакций, рассмотреть их особенности;
- рассмотреть часто встречаемые типы практико-ориентированных заданий по теме урока и предложить алгоритмы их решения;
- провести комплексную рефлексию.

Место урока в курсе химии 11 класса физико-химического профиля: представленный урок является первым из двух уроков, отведенным на изучение темы «Скорость химической реакции» (УМК Габリエляна О.С. и др.).

Тип занятия: изучение нового материала.

Используемое оборудование: компьютер, мультимедийный проектор, пробирки, гранулы цинка, разбавленная серная кислота, спиртовка, запись песни Аллы Пугачевой «Делу время» (авторы – Раймонд Паулс и Илья Резник).

Ход урока (45 минут):

Номер слайда	Деятельность учителя (слова учителя на уроке)	Деятельность ученика
1. Организационный этап (продолжительность – 1 минута)		
<i>Цель этапа: создание доброжелательной атмосферы в классе для активной работы на уроке.</i>		
Слайд 1	Здравствуйте, ребята!	Ребята приветствуют учителя.
2. Актуализация знаний, мотивация учебной деятельности (продолжительность – 5 минут)		
<i>Цель этапа: актуализация опорных знаний и способов действий, формирование устойчивой мотивации для успешного усвоения материала урока в течение всего урока.</i>		
Слайд 2	А знаете ли вы, что такое время? С чем связано понятие времени? Как и в чем эта	Учащиеся предлагают свои варианты ответов.

	связь проявляется в нашей жизни?	
Слайды 3, 4	Отгадайте кроссворд, объединяющий слова, связанные с понятием «время». (Звучит песня Аллы Пугачевой «Делу время»).	Учащиеся выполняют задание учителя.
3. Целеполагание (продолжительность – 8 минут)		
<i>Цель этапа: формулирование темы, цели и задач урока.</i>		
Слайды 5, 6	Как вы уже успели заметить, разгадывая кроссворд, понятие «время» встречается практически во всех областях знаний, однако, нас сегодня будет интересовать это понятие применительно к естественным наукам – химии, физике и биологии. Приведите как можно больше понятий, ассоциируемых у вас со временем в химии, физике и биологии. Ответ на вопрос оформите в виде таблицы.	Учащиеся выполняют задание учителя.
	Понятие времени неразрывно связано с другим понятием, которое в физике, например, определяет пройденный физическим телом путь за определенный интервал времени к величине этого интервала. Как называется эта физическая величина?	Учащиеся предлагают свои варианты ответов, среди которых присутствует понятие «скорость».
Слайд 7	В химии и биохимии понятие «скорость» находит свое приложение к химическим и биохимическим процессам, протекающим в окружающей среде или живом организме. Попробуйте сформулировать тему и цель урока применительно к нашему предмету.	Учащиеся самостоятельно формулируют и записывают в тетрадь тему и цель урока.
Слайд 8	Какие задачи нужно решить на уроке для достижения поставленной цели.	Учащиеся самостоятельно формулируют и записывают в тетрадь задачи урока.
4. Основное содержание урока (продолжительность – 20 минут)		
<i>Цель этапа: включение новых знаний в систему знаний, повторение и закрепление ранее изученного.</i>		
Слайд 9	В основе определения скорости химической реакции лежит изменение концентраций реагирующих веществ и продуктов реакции в течение времени, отнесенное к величине этого времени. Найдите в тексте учебника по химии и запишите в тетрадь следующую информацию: выра-	Учащиеся работают с текстом учебника по химии, выписывая необходимую информацию.

	жение для скорости химической реакции, различие гомогенных и гетерогенных реакций, определение энергии активации реакции, уравнения Аррениуса и Вант-Гоффа, особенности величин, входящих в них, определение катализатора.	
Слайд 10	Большое значение в кинетике имеют факторы, оказывающие влияние на скорость химической реакции. Выделим и рассмотрим эти факторы. Перед проведением химического эксперимента по теме урока предлагаю вспомнить правила техники безопасности, которые могут нам сегодня пригодиться. Посмотрите на оборудование на ваших столах и сформулируйте эти правила.	Учащиеся вспоминают правила техники безопасности.
Проектор выключен	В две пробирки поместим по одной грануле цинка и добавим немного разбавленной серной кислоты, одну из пробирок нагреем на пламени спиртовки. Что вы наблюдаете?	Учащиеся работа в группах (или парах), выполняя химический эксперимент. Учащиеся отвечают, что в обеих пробирках происходит выделение газа, но в пробирке, где осуществляется нагревание содержимого, газ выделяется более интенсивно.
	Сделайте вывод о влиянии температуры на скорость химической реакции.	Учащиеся отвечают, что с увеличением температуры скорость химической реакции, а значит, и интенсивность выделения газа в нашем случае, увеличивается.
Слайд 11	Объясним влияние температуры на скорость химических реакций на основании уравнения Вант-Гоффа. Для этого предлагаю решить задачу №1.	Учащиеся совместно с учителем записывают решение задачи и объясняют влияние температуры на скорость химической реакции.
Слайд 12	Выполним гимнастику для глаз с использованием специального тренажера, расположенного на экране. (Учитель вместе с учениками выполняет гимнастику для	Ученики выполняют гимнастику для глаз.

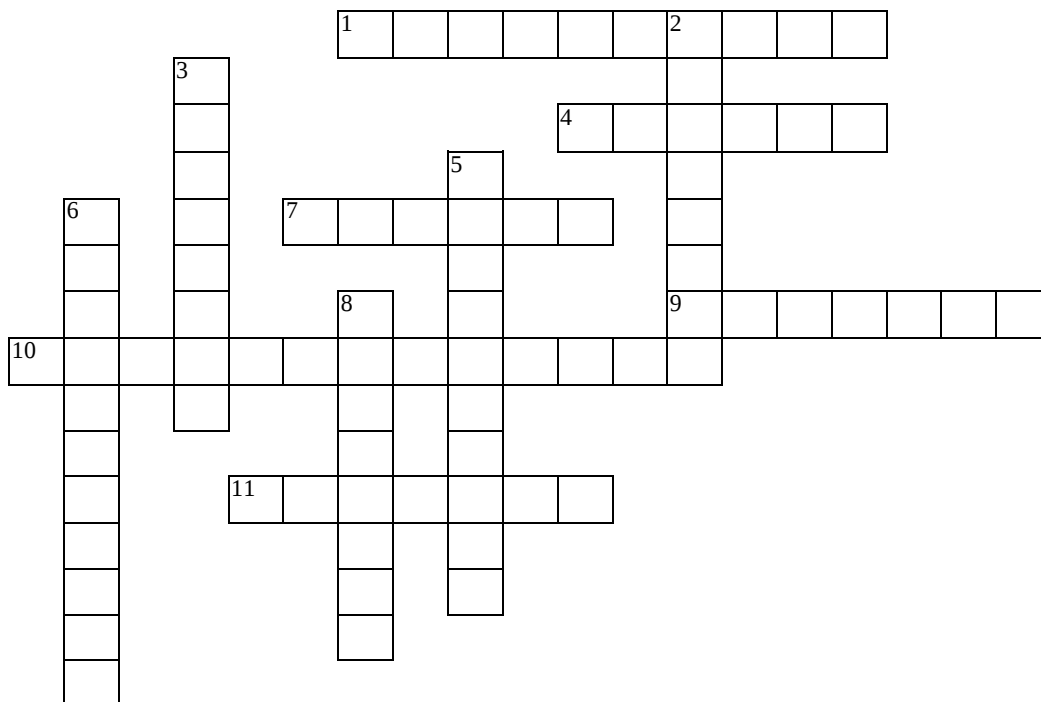
	глаз.)	
Слайд 13	Кроме температуры, на скорость химических реакций могут оказывать влияние следующие факторы: природа реагирующих веществ, изменение концентраций реагирующих веществ, изменение давление в реакционной системе, наличие катализатора, изменение площади поверхности твердого вещества. Найдите в тексте учебника по химии информацию о влиянии названных выше факторов на скорость химических реакций, приведите примеры, ответ оформите в виде таблицы.	Учащиеся выполняют задание учителя, заполняя таблицу.
Слайды 14, 15	Попробуем ответить на следующие тестовые вопросы, которые встречаются в КИМ ЕГЭ в разделе «Скорость химической реакции».	Учащиеся устно выполняют задание учителя.
5. Рефлексия (продолжительность – 10 минут)		
<i>Цель этапа: организация рефлексии и самооценки учениками собственной учебной деятельности.</i>		
Слайд 16	Предлагаю составить эссе ¹ на одну из следующих тем: «Что мне дало это занятие?», «Как я оцениваю результаты сегодняшнего урока?», «Мои мысли по поводу содержания урока».	Ученики выполняют задание учителя и по желанию демонстрируют эссе одноклассникам. Одноклассники пробуют оценить содержание эссе, соотнося свою оценку с самооценкой выступающего.
6. Домашнее задание (продолжительность – 1 минута)		
<i>Цель этапа: активизация познавательной деятельности к объекту изучения.</i>		
Слайд 17	Самостоятельно оцените свой уровень усвоения материала на уроке и выберите задачу базового (№2) или профильного уровня (№3) для домашнего решения. Для тех, кто собирается сдавать ЕГЭ по химии, предлагаю отработать решение	Ученики записывают домашнее задание.

¹ Прием «Эссе» предполагает осуществление учащимися подготовки мини-сочинения, записи мыслей по поводу содержания нового учебного материала в свободной форме. В качестве рефлексивного приема эссе не предполагает никаких строгих требований к структуре записей, что значительно упрощает задачу. Еще более простой вариант предъявления задания, связанного с написанием эссе, предполагает направление мыслей учащихся в определенное русло с помощью вопроса или фразы, которые могут быть предложены, например, в качестве заголовка.

	тестовых задания из банка заданий ЕГЭ на сайте ФИПИ - http://www.fipi.ru/content/otkrytyy-bank-zadaniy-ege .	
	Все вы молодцы и хорошо сегодня поработали. (Учитель аргументирует и представляет оценки за урок с учетом взаимного оценивания и самооценивания). Я люблю химию! А вы?	Ученики прощаются с учителем.

Предлагаемые задания

1. Кроссворд «Время».



По горизонтали:

1. Автор музыкального цикла «Времена года».
4. Сплав меди и олова, названием которого обозначается целый этап развития человечества.
7. Одна из многочисленных единиц измерения времени.
9. Автор трилогии «Детство. Отрочество. Юность».
10. Повторяемость явлений через определенные промежутки времени.
11. Группа низкомолекулярных органических соединений, объединенная по признаку необходимости их для организма в качестве составной части пищи. В переводе с греческого языка это слово означает «жизнь».

По вертикали:

2. Величина, характеризующая быстроту перемещения и направление движения материальной точки в пространстве относительно выбранной системы отсчета.
3. Понятие, характеризующее изменение наследственных признаков популяции организмов в течение нескольких поколений, неразрывно связанное с Чарльзом Дарвином.
5. Прибор для измерения времени.
6. Временной этап политических и экономических реформ, осуществлявшихся в СССР в 1986–1991 годах.
8. Раздел физики и химии, изучающий закономерности протекания процессов во времени.

2. Приведите как можно больше понятий, ассоциируемых у вас со временем в химии, физике и биологии (ответ на вопрос оформить в виде таблицы).

Химия	Физика	Биология
...	...	...

3. Задачи по химии.

1) Как изменится скорость реакции при повышении температуры от 70°C до 100°C, если температурный коэффициент реакции равен 2?

2) Как изменится скорость химической реакции при понижении температуры от 200°C до 180°C, если температурный коэффициент реакции равен 3? (**Домашнее задание базового уровня.**)

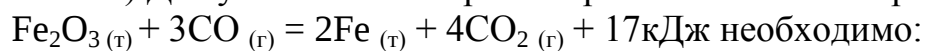
3) При 30°C реакция протекает за 4 мин. За какое время будет протекать данная реакция при 50°C, если температурный коэффициент скорости реакции равен 2? (**Домашнее задание профильного уровня.**)

4. Найдите в тексте учебника по химии информацию о влиянии природы реагирующих веществ, изменения концентраций реагирующих веществ, изменения давления в реакционной системе, наличия катализатора и изменения площади поверхности твердого вещества на скорость химических реакций, приведите примеры, ответ оформите в виде таблицы.

Фактор	Особенности влияния на скорость химической реакции	Примеры
Природа реагирующих веществ		
Изменение концентраций реагирующих веществ		
Изменение давления в реакционной системе		
Наличие катализатора		
Изменение площади поверхности твердого вещества		

5. Тестовые вопросы.

1) Для увеличения скорости прямой химической реакции

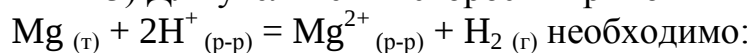


- а) увеличить концентрацию CO_2 ;
- б) уменьшить концентрацию CO ;
- в) уменьшить температуру;
- г) увеличить степень измельчения Fe_2O_3 .

2) Как изменится скорость реакции при уменьшении температуры на 40°C , если температурный коэффициент скорости реакции $\gamma = 3$?

- а) уменьшится в 9 раз;
- б) уменьшится в 27 раз;
- в) увеличится в 9 раз;
- г) уменьшится в 81 раз.

3) Для увеличения скорости прямой химической реакции



- а) уменьшить концентрацию ионов водорода;
- б) увеличить концентрацию ионов водорода;
- в) уменьшить температуру;
- г) повысить давление.

Новый учебный материал урока [2]

Если химические реакции протекают в растворе или в газовой фазе (гомогенные реакции), то взаимодействие реагирующих веществ происходит во всем объеме. В этом случае скорость реакции ($v_{\text{гом}}$) связана с изменением количества или концентраций реагирующих веществ уравнениями:

$$v_{\text{гом}} = \pm \frac{\Delta n}{V \cdot \Delta \tau} \quad (1),$$

где $v_{\text{гом}}$ – скорость гомогенной реакции, Δn – изменение количества исходных веществ или продуктов реакции, $\Delta \tau$ – интервал времени, в течение которого происходит это изменение, V – объем системы.

Т.к. изменение количества реагирующих веществ к объему системы представляет собой молярную концентрацию, то уравнение (1) можно записать в виде (2):

$$v_{\text{гом}} = \pm \frac{\Delta c}{\Delta \tau} \quad (2).$$

Таким образом, скорость гомогенной реакции определяется как изменение количества одного из реагирующих веществ в единице объема (уравнение 1) или как изменение концентрации реагирующих веществ за единицу времени (уравнение 2). При этом знак “–” относится к исходным веществам, т.к. их количество (концентрация) в ходе реакции уменьшается, а знак “+” – к продуктам реакции, т.к. их количество (концентрация) в ходе реакции увеличивается. Скорость реакции величина всегда положительная.

Если в реакции участвуют вещества, находящиеся в разных агрегатных состояниях (гетерогенные реакции), то она протекает на поверхности соприкосновения реагирующих веществ. В этом случае выражение для скорости гетерогенной реакции имеет вид (3):

$$v_{\text{гет}} = \pm \frac{\Delta c}{S \cdot \Delta \tau} \quad (3),$$

где S – площадь поверхности соприкосновения реагентов.

Таким образом, скорость гетерогенной реакции определяется как изменение количества одного из реагирующих веществ за единицу времени на единице поверхности.

Изменение концентрации реагирующих веществ, по которому определяют скорость реакции, – это внешний фактор, наблюдаемый исследователем. По сути, все процессы осуществляются на микроуровне. Очевидно, для того чтобы какие-то частицы прореагировали, они прежде всего должны столкнуться. Однако не все столкновения реагирующих частиц приводят к акту химического взаимодействия. Необходимо, чтобы связи в исходных частицах ослабли и разорвались и возникли новые связи в продуктах реакции, но для этого частицы должны обладать достаточной энергией. Если бы все столкновения реагирующих частиц были эффективными, то реакции должны были бы идти мгновенно. Однако оказывается, что лишь очень небольшая часть молекул обладает необходимой энергией, приводящей к эффективному столкновению.

Таким образом, для того чтобы произошел акт химического взаимодействия, реагирующие частицы должны преодолеть энергетический барьер, равный энергии активации (E_a). Энергия активации – минимальная энергия, которой должны обладать реагирующие молекулы сверх своей нулевой энергии, чтобы между ними произошло химическое взаимодействие.

Известно, что при повышении температуры в большинстве случаев скорость химической реакции значительно увеличивается. Обычно для объяснения влияния температуры на скорость химической реакции используют эмпирическое правило Вант-Гоффа, согласно которому при увеличении температуры на каждые 10°C скорость реакции возрастает в 2-4 раза.

Математически эта зависимость выражается соотношением (4):

$$\gamma^{\frac{t_2 - t_1}{10}} = \frac{v(t_2)}{v(t_1)} \quad (4),$$

где $v(t_2)$ и $v(t_1)$ – скорости реакций при температурах t_2 и t_1 соответственно, γ – температурный коэффициент скорости реакции, который показывает, во сколько раз увеличивается скорость реакции с повышением температуры на каждые 10°C .

Правило Вант-Гоффа является приближенным и применимо лишь для ориентировочной оценки влияния температуры на скорость реакции.

При повышении температуры увеличивается скорость движения частиц и соответственно общее число столкновений, следовательно, возрастает число эффективных соударений, что приводит к увеличению скорости реакции. Однако, согласно молекулярно-кинетической теории, число соударений пропорционально $\sqrt{T}$. Поэтому увеличение числа столкновений при повышении температуры на 10°C может вызвать возрастание скорости реакции только на 1-2%, но никак не на 100-200%, что наблюдается в действительности. С другой стороны, установлено, что с ростом температуры увеличивается доля молекул, обладающих более высокой энергией, следовательно им легче преодолеть энергетический барьер, т.е. число эффективных столкновений, приводящих к акту химического взаимодействия возрастает, что соответственно влияет на увеличение скорости реакции.

Влияние температуры на скорость реакции можно объяснить на основании термодинамически обоснованного уравнения Аррениуса (5):

$$K = K_0 \cdot e^{\frac{-E_a}{RT}} \quad (5).$$

С ростом температуры увеличивается общее число столкновений реагирующих частиц (K_0) и, соответственно, увеличиваются константа скорости и скорость реакции. При повышении температуры величина $e^{\frac{-E_a}{RT}}$ становится менее отрицательной, что приведет к увеличению константы скорости реакции.

Значение энергии активации (E_a) является тем фактором, посредством которого сказывается влияние природы реагирующих веществ на скорость реакции.

Если энергия активации мала ($E_a < 40 \text{ кДж/моль}$), это означает, что значительная часть реагирующих частиц может преодолеть энергетический барьер, что приведет к увеличению числа эффективных столкновений реагирующих частиц и скорость такой реакции будет высокой.

Если энергия активации велика ($E_a > 120 \text{ кДж/моль}$), это означает, что лишь незначительная часть реагирующих частиц может преодолеть энергетический барьер, что приведет к уменьшению числа эффективных столкновений реагирующих частиц и скорость такой реакции будет низкой.

Скорость реакции можно увеличить, используя специальные вещества, которые могут изменить механизм реакции и направить ее по энергетически более выгодному пути с меньшей энергией активации (E_a). Эти вещества называют катализаторами. Катализаторы – это вещества, участвующие в химической реакции и изменяющие ее скорость или направление, но по окончании реакции остающиеся химически неизменными и в том же количестве, что и до реакции.

Как следует из уравнения Аррениуса (5), чем больше число столкновений реагирующих частиц (K_0), тем выше константа скорости (K), а значит и скорость реакции. Согласно закону действующих масс скорость реакции пропорциональна произведению концентраций реагирующих веществ в степенях, равных их стехиометрическим коэффициентам в уравнении реакции.

Поэтому для обратимой реакции $aA(г) + bB(г) \xrightleftharpoons[v_{-1}]{v_1} dD(г)$ скорость прямой реакции рассчитывается по формуле (6), а для обратной реакции – по формуле (7):

$$v_1 = K_1 \cdot C_A^a \cdot C_B^b \quad (6),$$

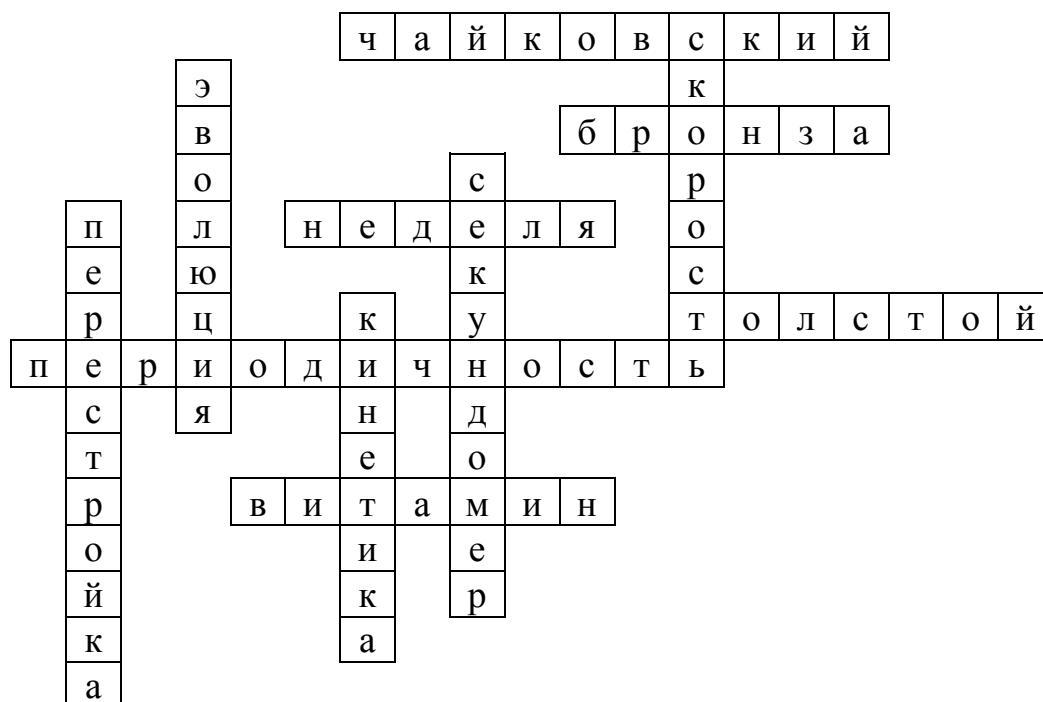
$$v_{-1} = K_{-1} \cdot C_D^d \quad (7),$$

где K_1 и K_{-1} – константы скорости прямой и обратной реакций соответственно, C_A , C_B и C_D – концентрации реагирующих веществ в момент времени τ .

Из уравнений 6 и 7 следует, что константа скорости – это коэффициент пропорциональности между скоростью реакции и концентрацией реагирующих веществ. Константа скорости реакции численно равна скорости реакции, если концентрации всех реагирующих веществ равны единице. Константа скорости не зависит от концентрации реагирующих веществ, от давления (если в реакции участвуют газообразные вещества), она определяется природой реагирующих веществ, температурой и присутствием катализатора.

Ответы к заданиям

1. Ответы на кроссворд.



2. Результат выполнения задания представлен в таблице.

Химия	Физика	Биология
Скорость химической реакции	Скорость движения	Эмбриональное развитие
Разложение вещества	Ускорение движения	Старение
Ржавление железа	Период колебания	Витамин
Брожение	Маятник	Жизнь
Кристаллизация	Период полураспада	Эволюция
...	...	...

3. Решение задачи №1 по химии.

Дано:

$$T_1 = 70^\circ\text{C},$$

$$T_2 = 100^\circ\text{C},$$

$$\gamma = 2.$$

Найти:

$$\frac{v(T_2)}{v(T_1)} - ?$$

Решение:

В соответствии с правилом Вант–Гоффа для скоростей химических реакций $\gamma^{\frac{T_2-T_1}{10}} = \frac{v(T_2)}{v(T_1)}$ полу-

$$\text{чаем, что } \frac{v(T_2)}{v(T_1)} = 2^{\frac{100-70}{10}} \text{ и } \frac{v(T_2)}{v(T_1)} = 2^3 = 8.$$

Таким образом, при понижении температуры скорость химической реакции увеличится в 8 раз.

$$\text{Ответ: } \frac{v(T_2)}{v(T_1)} = 8.$$

4. Результат выполнения задания представлен в таблице.

Фактор	Особенности влияния на скорость химической реакции	Примеры
Природа реагирующих веществ	Чем вещество более химически активно, тем скорость химической реакции выше	Натрия активнее реагирует с водой, чем магний
Изменение концентраций реагирующих веществ	С ростом концентраций веществ скорость химической реакции возрастает (для веществ в газообразном и жидком агрегатных состояниях)	Снижение объемной доли кислорода в воздухе при подъеме в горах снижает скорость обменных процессов в организме человека
Изменение давления в реакционной системе	С ростом давления в реакционной системе скорость химической реакции возрастает (для веществ в газообразном агрегатном состоянии)	Увеличение давления в газовой системе ускоряет процесс гидрирования алкенов
Наличие катализатора	Введение катализатора увеличивает скорость химической реакции	Закваска ускоряет процесс брожения молочных продуктов
Изменение площади поверхности твердого вещества	Увеличение площади твердого вещества увеличивает скорость гетерогенной химической реакции	Интенсивность горения дров в костре возрастает при их измельчении

5. Ответы на тестовые вопросы.

1 – г;

2 – г;

3 – б.

Список использованной литературы

1. Габриелян, О.С. Химия. 11 класс. Профильный уровень: учебник для общеобразовательных учебных заведений / О.С. Габриелян, Г.Г. Лысова. – М.: Дрофа, 2009. – 400 с.
2. Гуськов, И.П. Термодинамика и кинетика химических реакций. Химическое равновесие: методическое пособие / И.П. Гуськов, М.В. Шепелев. – 2-е изд., перераб. и доп. – Иваново: Изд-во Автономного учреждения «Институт развития образования Ивановской области», 2014. – 51 с.
3. Киселева, Е.Е. Сборник примеров и задач по физической химии Е.Е. Киселева, Г.С. Каретников, М.В. Кудряшов. – М.: Высшая школа, 1991. – 455 с.
4. Открытый банк заданий ЕГЭ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.fipi.ru/content/otkrytyy-bank-zadaniy-ege> (дата обращения: 21.10.2018).
5. Шепелев, М.В. Инновационные технологии в работе с одаренными детьми / М.В. Шепелев // Химия в школе. – 2013. – №1. – С. 19–21.
6. Шепелев, М.В. Интегрированные уроки: из опыта работы с одаренными детьми / М.В. Шепелев // Химия в школе. – 2013. – №2. – С. 30–34.
7. Шепелев, М.В. Феномен времени в дисциплинах естественнонаучного цикла: химия, физика, биология / М.В. Шепелев // Опыт проведения Дня науки с использованием метода «погружения»: сборник методических материалов. – Иваново: Изд-во МОУ методического центра в системе дополнительного педагогического образования (повышения квалификации), 2009. – С. 38–43.