



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»
(ФГБОУ ВО «КНИТУ»)

Утверждаю

Зав.кафедрой ТТХВ

 Базотов В.Я.

**Программа вступительного испытания по программе подготовки
научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре
по специальности «1.3.17 Химическая физика, горение и взрыв, физика
экстремальных состояний вещества »**

Казань, 2022

Программа вступительного испытания сформирована на основе федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования по программам специалитета или магистратуры.

1. Вопросы вступительного испытания

1. Свойства материи

1.1. Какая разница между материей и излучением?

1.2. Приблизительно сколько энергии (в единицах СИ) необходимо для нагревания 1 л (1 кг) воды в жидком состоянии от 273,15 К до 373,15 К?

1.3. Для каждой из описанных ниже систем (а-в)

1) определите число фаз в данной системе;

2) укажите, является ли каждая фаза чистым веществом или же смесью;

3) назовите составные части (фазы) данной системы:

а) в сосуде находится насыщенный раствор соли и несколько кристаллов этой соли;

б) в вакуированной и запаянной кварцевой трубке объемом 100 мл заключено 10 г чистого цинка; трубка нагрета до такой температуры, что половина цинка расплавилась;

в) в условиях, описанных в пункте «б», находится не 10 г цинка, а 10 г сплава золота с медью.

2. Атомное и молекулярное строение вещества

2.1. В чем различие между гипотезой, теорией, законом и фактом? Определите, что представляют собой приводимые ниже утверждения - гипотезу, теорию, закон или факт:

а) глубинные породы Луны состоят из гранита и подобных ему силикатов;

б) водород, азот, кислород и неон при обычных условиях газы;

в) сила f , действующая на тело массой m , вызывает его ускорение величиной $f \cdot m^{-1}$;

г) свойства газов можно объяснить на основании рассмотрения движения его молекул;

д) все кристаллы состоят из атомов или молекул, расположенных в определенном порядке.

2.2. Алмаз имеет кубическую кристаллическую ячейку с $a = 3,56 \text{ \AA}$. Ячейка образована восемью атомами, имеющими координаты: $0 \ 0 \ 0$; $0 \ \frac{1}{2} \ \frac{1}{2}$; $\frac{1}{2} \ 0 \ \frac{1}{2}$; $\frac{1}{2} \ \frac{1}{2} \ 0$; $\frac{1}{4} \ \frac{1}{4} \ \frac{1}{4}$; $\frac{3}{4} \ \frac{3}{4} \ \frac{3}{4}$; $\frac{3}{4} \ \frac{1}{4} \ \frac{3}{4}$; $\frac{3}{4} \ \frac{3}{4} \ \frac{1}{4}$. Сколько ближайших соседних атомов имеет каждый атом? Каково расстояние до каждого из них? (ответ: 4; $1,54 \text{ \AA}$)

2.3. Кристалл хлорида натрия имеет кубическое кристаллическое строение с $a = 5,628 \text{ \AA}$. В каждой кристаллической ячейке имеется четыре атома натрия (иона натрия) с координатами $0 \ 0 \ 0$; $0 \ \frac{1}{2} \ \frac{1}{2}$; $\frac{1}{2} \ 0 \ \frac{1}{2}$; $\frac{1}{2} \ \frac{1}{2} \ 0$. Ячейка содержит также четыре атома хлора (иона хлора) с координатами $\frac{1}{2} \ \frac{1}{2} \ \frac{1}{2}$; $\frac{1}{2} \ 0 \ 0$; $0 \ \frac{1}{2} \ 0$; $0 \ 0 \ \frac{1}{2}$. Нарисуйте схему кубической ячейки с указанием положений отдельных атомов. Сколько ближайших соседних атомов имеет каждый из атомов? Каковы расстояния между соседними атомами? Какой многогранник

они образуют (находясь в вершинах)? Такой тип расположения атомов, называемый типом хлорида натрия, является обычным для солей.

2.4. Кристалл хлорида цезия имеет кубическое строение, причем $a = 4,11 \text{ \AA}$, и в кристаллической ячейке Cs имеет координаты 0 0 0, а Cl - $\frac{1}{2} \frac{1}{2} \frac{1}{2}$. Сколько ближайших соседей имеет каждый из атомов? На каком расстоянии они находятся?

2.5. Давление насыщенного пара твердой двуокиси углерода при температуре плавления ($-56,5 \text{ }^\circ\text{C}$) равно, 5 атм. Чем можно объяснить тот факт, что твердая двуокись углерода, используемая при упаковке мороженого, не тает и не образует жидкой двуокиси углерода? Что надо сделать, чтобы получить двуокись углерода в виде жидкости?

3. Элементы и соединения

3.1. Что такое элемент? Можно ли химическими методами строго доказать что то или иное вещество представляет собой элемент? Можно ли химическими методами строго доказать, что исследуемое вещество представляет собой соединение?

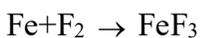
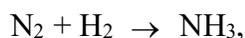
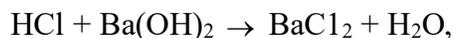
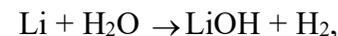
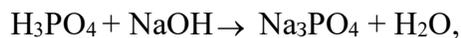
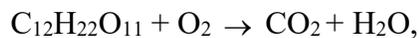
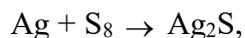
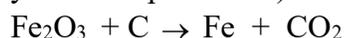
3.2. Опишите два химических опыта, которые доказывали бы, что вода не является элементом. Можно ли привести химическое доказательство того, что кислород является элементом?

3.3. При горении бензина образуется вода и двуокись углерода. Может служить это достаточным подтверждением того, что бензин не является элементом?

3.4. Аргон, калий и кальций имеют нуклиды с массовым числом 40. Сколько протонов и сколько нейтронов содержится в каждом из этих трех ядер.

3.5. Какие относительные преимущества имеют химические шкалы атомных весов, основанные на $H = 1,000$, $^{16}\text{O} = 16,00000$ и $^{12}\text{C} = 12,00000$?

3.6. Составьте уравнения следующих химических реакций (формулы молекул указаны правильно)



3.7. Сколько угля (считая его чистым углеродом) потребуется для восстановления одной тонны Fe_2O_3 до железа? Сколько железа при этом будет получено?

3.8. Молекула закиси азота N_2O , используемой в качестве анестезирующего средства, состоит из двух атомов азота и одного атома кислорода. Пользуясь числом Авогадро и атомным весом азота и кислорода, вычислите вес в килограммах одного атома кислорода и соответственно вес двух атомов азота. Рассчитайте также вес молекулы закиси азота. Сколько кислорода и азота (в процентах по массе) содержится в закиси азота?

4. Строение атомов и периодическая система элементов

4.1. Пользуясь правилом частот Бора и уравнением Бора, определяющим энергию, покажите, что вторая линия серии Бальмера (длина волны $4862,7 \text{ \AA}$) в спектре атомарного водорода соответствует изменению квантового числа от $n = 4$ до $n = 2$.

4.2. Значение первой энергии ионизации гелия равно $24,58 \text{ эВ}$, второй - $54,40 \text{ эВ}$. В обоих случаях атом лишается $1s$ -электрона. Как объяснить, почему второй $1s$ -электрон удерживается значительно прочнее первого?

4.3. Какова электронная конфигурация Li^+ и Be^+ ? Почему в случае лития вторая энергия ионизации значительно больше, чем в случае бериллия? Каковы значения квантовых чисел для исходных и конечного состояний спектральных линий серии Бальмера в спектре атома водорода? Начертите диаграмму энергетических уровней для атома водорода и покажите на ней переходы, соответствующие частотам линий серии Бальмера в спектре испускания.

4.4. Какова зависимость размера орбит по теории Бора от главного квантового числа и от порядкового номера данного атома (от заряда ядра)?

4.5. Опишите электронную структуру атомов водорода, гелия и лития в нормальном состоянии, пользуясь представлениями об орбитах Бора, спине электрона и принципом запрета Паули.

5. Газы: квантовая механика и статистическая механика.

5.1. Уравнение состояния для идеального газа .

5.2. Квантовая механика одноатомного газа.

5.3. Волновое уравнение.

5.4. Кинетическая теория газов.

5.5. Закон распределения молекул по скоростям.

5.6. Закон распределения Больцмана.

5.7. Отклонения реальных газов от идеального поведения.

6. Химическая термодинамика

6.1. Теплота и работа. Энергия и энтальпия.

6.2. Первый закон термодинамики.

6.3. Теплоемкость. Теплоты плавления: парообразования и фазовых переходов.

6.4. Энтропия. Вероятность состояния изолированной системы.

6.5. Абсолютная энтропия идеального газа.

6.6. Обратимые и необратимые изменения состояния.

6.8. Изменение энтропии системы с изменением температуры.

6.9. Теплоемкость двухатомных газов (324).

7. Химическое равновесие

7.1. Термодинамические условия химического равновесия.

7.2. Давление насыщенного пара над жидкостью и над кристаллом.

7.3. Энтропия фазового перехода, плавления и парообразования.

7.4. Вандерваальсовы силы. Точки плавления и точки кипения.

7.5. Химическое равновесие в газах.

7.6. Влияние изменения температуры на равновесие.

7.7. Равновесие в гетерогенных системах.

7.8. Принцип Ле Шателье.

7.9. Правило фаз - метод классификации всех систем, находящихся в состоянии равновесия.

7.10. Условия, при которых реакция протекает до конца.

8. Скорость химических реакций

8.1. Факторы, влияющие на скорость реакций.

8.2. Скорость реакций первого порядка при постоянной температуре.

8.3. Реакции высшего порядка.

8.4. Механизм реакций. Зависимость скорости реакции от температуры.

8.5. Катализ.

8.6. Цепные реакции

9. Гидродинамика

9.1. Идеальная жидкость. Уравнение Бернулли.

9.2. Вязкая жидкость. Ламинарное течение. Турбулентное течение.

9.3. Акустика. Звуковые волны.

9.4. Ударные волны. Поверхность разрыва. Ударная адиабата.

10. Гидродинамика горения.

10.1. Медленное горение.

10.2. Детонация.

11. Энергонасыщенные системы

11.1. Иницирующие взрывчатые вещества.

11.2. Бризантные

11.3. Пороха и твердые ракетные топлива.

11.2. Жидкие ракетные топлива.

11.3. Пиротехнические составы.

11.4. Взрывчатые газовые и газодисперсные системы.

2. Учебно-методическое и информационное обеспечение

2.1. Литература

а) основная литература:

1. Селиванов В.В. Взрывные технологии : учебник для студ. вузов, обуч. по напр. "Машиностроение" / ; .— 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014 .— 518 с.
2. Теория горения и взрыва: Учебник/В.А.Девисилов, Т.И.Дроздова, А.И.Скушников - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 262 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат) (Переплёт 7БЦ) ISBN 978-5-16-010477-5, 500 экз.
3. Ландау Л. Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. Учебное пособие. В 10 т. Т. VI. Гидродинамика. – 4-е изд. стер. – М.: Наука. Гл. ред. физ. мат. лит. 1988. – 736 с.
4. Физика взрыва / Ф.А. Баум, Л.П. Орленко, К.П. Станюкович и др. М.: Наука, 1975.
5. Эмануэль Н.М., Кнорре Д.Г. Курс химической кинетики. М.: Высш. школа, 1974.
6. Франк-Каменецкий Д.А. Диффузия и теплопередача в химической кинетике. М.: Наука, 1987.
7. Денисов Е.Т., Саркисов О.М., Лихтенштейн Г.И. Химическая кинетика. М.: Химия, 2000.
8. Физика взрыва/Под ред. Л.П. Орленко. – Изд. 3-е, переработанное. – В 2-х т. Т.1.-М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002. – 832 с.
9. Термическое разложение и горение взрывчатых веществ и порохов / Г.Б. Манелис, Г.М. Назин, Ю.И. Рубцов, В.А. Струнин. М.: Наука, 1996.
10. Математическая теория горения и взрыва / Я.Б. Зельдович, Г.И. Баренблатт, В.Б. Либрович, Г.М. Махвиладзе. М.: Наука, 1980.
11. Переход горения конденсированных систем и взрыв / А.Ф. Беляев, В.К. Боболев и др. М.: Наука, 1973.
12. Бахман Н.Н., Беляев А.Ф. Горение гетерогенных конденсированных систем. М.: Наука, 1967.
13. Новожилов Б.Н. Нестационарное горение твердых ракетных топлив. М.: Наука, 1973.
14. Ударно-волновые явления в конденсированных средах / Г.И. Канель, С.В. Разоренов, А.В. Уткин, В.Е. Фортов. М.: Янус-К, 1996.

б) дополнительная литература:

15. Цирельсон В.Г. Квантовая химия. Молекулы. Молекулярные системы. М.: Бином. Лаборатория знаний. 2010. – 496 с.
16. Избранные труды : в 4 т. / РАН, Ин-т хим. физики им. Н.Н. Семенова ; отв. ред. А.Е. Шилов, Г.Б. Сергеев. Т.1, Кн.1: Цепные реакции .— М. : Наука, 2004 .— 392 с.
17. Гайнутдинов Р.Ш. Основы технологической безопасности производств энергонасыщенных материалов [Монографии] : монография / Казан. гос. технол. ун-т .— Казань, 2010 .— 476 с. : ил., табл. — Библиогр.: с.461-471 (118 назв.).

2.2. Программное обеспечение и Интерне-ресурсы

1. ЭБС «Znanium.com» » – Режим доступа: <http://znanium.com/>
2. ЭБС «[Университетская библиотека Онлайн](http://biblioclub.ru/)» – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/>
3. ЭБС «[Книгафонд](http://www.knigafund.ru/books/)» - Режим доступа: <http://www.knigafund.ru/books/>
4. Электронный каталог УНИЦ КНИТУ – Режим доступа: <http://ruslan.kstu.ru/>
5. Электронная библиотека УНИЦ КНИТУ – режим доступа: <http://ft.kstu.ru/ft>

3. Критерии оценки

Оценка знаний проводится в форме устного/письменного ответа на вопросы экзаменационной комиссии. Уровень знаний поступающего оценивается экзаменационной комиссией по стобалльной системе.

Минимальное количество баллов, подтверждающее успешное прохождение вступительного испытания – «60».

Билет вступительного испытания включает два вопроса. Каждый из вопросов билета оценивается баллами от 0 до 50 в соответствии с таблицей.

Критерии	Баллы
Ответ полный, логичный, конкретный, продемонстрированы полные знания	50-41
Ответ полный, с незначительными замечаниями и ошибками	40-31
Ответ неполный, существенные замечания, наличие ошибок и некоторых пробелов в знаниях	30-21
Неполный ответ, наличие ошибок и пробелов в знаниях	20-11
Ответ на поставленный вопрос не дан или несодержателен	10-0