

Министерство образования и науки Российской Федерации
Ивановский государственный химико-технологический университет

В.Ю. Прокофьев, Н.Н. Смирнов

**СБОРНИК ТЕСТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ
ТЕХНОЛОГИИ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ»**

Иваново 2011

УДК 541.1:661.2/6:631.8(07)

Прокофьев, В.Ю. Сборник тестов по дисциплине «Теоретические основы технологии неорганических веществ» / В.Ю. Прокофьев, Н.Н. Смирнов; Иван. гос. хим.-технол. ун-т. – Иваново, 2011. – 52 с.

Сборник включает типовые тестовые задания по основным разделам курса «Теоретические основы технологии неорганических веществ». Содержание вопросов полностью соответствует Государственному образовательному стандарту по дисциплине «Теоретические основы технологии неорганических веществ».

Предназначен в помощь студентам направления 240100 «Химическая технология» по профилю «Химическая технология неорганических веществ» всех форм обучения для проверки ими усвоения учебного материала и подготовке к контрольным мероприятиям, проводимым с использованием ЭВМ, по дисциплине «Теоретические основы технологии неорганических веществ».

Печатается по решению редакционно-издательского совета Ивановского государственного химико-технологического университета.

Рецензенты:

доктор технических наук, профессор Н.В. Ксандров (Дзержинский филиал Нижегородского государственного технического университета)

доктор технических наук В.А. Падохин (Институт химии растворов РАН)

ISBN 978-5-9616-0417-7

© Ивановский государственный
химико-технологический
университет, 2011

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	4
ПРИНЯТЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ.....	6
ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ.....	7
I. СВОЙСТВА ГАЗОВ И ЖИДКОСТЕЙ.....	7
II. МНОГОКОМПОНЕНТНЫЕ СИСТЕМЫ.....	15
III. РАВНОВЕСИЕ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ.....	22
IV. КИНЕТИКА ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ.....	38
V. КИНЕТИКА ГЕТЕРОГЕННЫХ РЕАКЦИЙ.....	47
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	51

ПРЕДИСЛОВИЕ

Курс «Теоретические основы технологии неорганических веществ» (ТОТНВ) является одной из фундаментальных дисциплин при подготовке студентов по специальности 240301 «Химическая технология неорганических веществ» по направлению 240110 «Химическая технология и биотехнология». Содержание курса определяется Государственным образовательным стандартом и включает в себя такие разделы: свойства реальных газов и жидкостей, равновесие в многокомпонентных системах, равновесие химических реакций, гетерогенно-каталитические процессы, кинетика в гетерогенных системах. При этом принимаются во внимание те реальные условия, в которых физико-химические процессы проводятся в промышленности. В частности, учитываются отклонения от идеального состояния термодинамических свойств газов и жидкостей, влияние массопереноса при протекании гетерогенных процессов и т.д.

Изучение дисциплины ТОТНВ, кроме лекционного курса, предполагает прохождение лабораторного практикума, где основной формой контрольных мероприятий являются коллоквиумы по всем разделам курса. Составной частью коллоквиума является компьютерное тестирование, которое проводится с использованием пакета программ «SunRay TestOfficePro». Разработанные тестовые задания позволяют быстро и объективно оценить знания студентов по всему материалу раздела. Задания составлены таким образом, что для успешного их выполнения требуется не столько механическое запоминание формул и определений, сколько навык правильного их использования в конкретных ситуациях.

Большая часть заданий тестов составлена в форме закрытых вопросов, где необходимо указать правильные ответы. Как правило, предлагается сделать множественный выбор, т.е. на поставленный вопрос может быть более одного верного ответа. Имеются также задания, в которых необходимо установить соответствие между элементами двух множеств. Обращаем

внимание, что в случае, если на вопрос не указан хотя бы один из правильных ответов или вместе с правильными отмечен один неверный, то весь вопрос не засчитывается и оценивается как «0» баллов. Отметим, что вопросы в тесте имеют разный уровень сложности, что учитывается соответствующим количеством баллов (за более сложный вопрос дается, естественно, большее количество баллов). В целом, при выполнении теста студент всегда получает одно и то же количество вопросов разного уровня сложности, т.е. тесты всегда равнозначны и максимальная оценка всегда одинакова.

В настоящем пособии приведены не все задания, которые могут быть предложены при выполнении теста, а только наиболее типичные из них. Например, при расчете парциальной мольной величины с использованием уравнения Гиббса–Дюгема будут предлагаться иные численные значения. Другой случай: для расчета химического равновесия при выполнении теста вероятнее всего будет предложена другая реакция или другие исходные данные. Это сделано с целью по возможности минимизировать роль механического запоминания, повысив при этом значимость понимания студентом изучаемого материала.

Разработанные тестовые задания могут быть использованы при проведении контрольных мероприятий (коллоквиумы, зачеты, экзамены) у студентов всех форм обучения по специальности 240301 «Химическая технология неорганических веществ», а их содержание полностью соответствует лекционному курсу по дисциплине ТОТНВ.

За основу тестов были взяты вопросы, которые предлагались при проведении государственной аттестации университета в 2007 году и были апробированы при приеме коллоквиумов и экзаменов в 2007/2008 и 2008/2009 учебных годах, а также обсуждены на научно методической конференции [1].

Желаем успехов!

ПРИНЯТЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

a	константа	y	концентрация компонента в газовой фазе, мол. доля
b	константа	z	коэффициент сжимаемости
H	энтальпия	α	степень превращения
K	константа равновесия	α	интегральный дроссельный эффект
k	константа скорости	γ	коэффициент фугитивности
M	молярная масса	δ	приведенный объем
m	масса	η	динамическая вязкость
N	концентрация, мол. доля	ν	стехиометрический коэффициент
P	давление	π	приведенное давление
R	универсальная газовая постоянная	τ	приведенная температура
r	скорость химической реакции	τ	время
T	температура	ω	фактор ацентричности
V	объем		

Обозначения индексов

sat	насыщение	набл	наблюдаемый
г	газ, газовый	кнудс	кнудсеновская
д	диффузионный	кр	критический
ж	жидкий, жидкость	п	пар
исп	испарение	пл	плавление
ист	истинная	эф	эффективная

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

I. СВОЙСТВА ГАЗОВ И ЖИДКОСТЕЙ

1. Какой вид имеет уравнение состояния газа Ван-дер-Ваальса?

а) $PV = \frac{m}{M}RT$; б) $\left(P + \frac{a}{V^2}\right) \cdot (V - b) = RT$;

в) $P = \frac{RT}{V - b} - \frac{a}{T^{0.5}V(V - b)}$; г) $P = \frac{RT}{V - b} - \frac{a\alpha}{V(V + b)}$.

2. Какой вид имеет уравнение состояния газа Ван-дер-Ваальса?

а) $\left(\pi + \frac{3}{\delta^2}\right)(3\delta - 1) = 8\tau$; б) $\left(P + \frac{a}{V^2}\right) \cdot (V - b) = RT$;

в) $P = \frac{RT}{V - b} - \frac{a}{T^{0.5}V(V - b)}$; г) $\pi = \frac{3\tau}{\delta - 3 \cdot 0,08664} - \frac{9 \cdot 0,42748}{\tau^{0.5}\delta(\delta - 3 \cdot 0,08664)}$.

3. Какой вид имеет уравнение состояния газа Редлиха–Квонга?

а) $\left(\pi + \frac{3}{\delta^2}\right)(3\delta - 1) = 8\tau$; б) $\left(P + \frac{a}{V^2}\right) \cdot (V - b) = RT$;

в) $P = \frac{RT}{V - b} - \frac{a}{T^{0.5}V(V - b)}$; г) $\pi = \frac{3\tau}{\delta - 3 \cdot 0,08664} - \frac{9 \cdot 0,42748}{\tau^{0.5}\delta(\delta - 3 \cdot 0,08664)}$.

4. Как рассчитывается приведенная температура?

а) $T/T_{\text{критическая}}$; б) $T/T_{\text{кипения}}$; в) $T/T_{\text{плавления}}$; г) $T/T_{\text{испарения}}$.

5. Как рассчитывается приведенное давление?

а) $P/P_{\text{плавления}}$; б) $P/P_{\text{кипения}}$; в) $P/P_{\text{критическое}}$; г) $P/P_{\text{испарения}}$.

6. Что такое критическая температура?

- а) температура, выше которой вещество не может быть сжижено одним давлением;
- б) температура, выше которой вещество испаряется;
- в) температура, ниже которой вещество не может быть сжижено одним давлением;
- г) температура, ниже которой вещество испаряется.

7. Какое значение имеет критическая температура для смеси газов, если количество компонента (1) 1 моль $T_{кр,(1)} = 100 \text{ K}$, а количество компонента (2) 3 моль $T_{кр,(2)} = 200 \text{ K}$?

- а) 300 K; б) 175 K; в) 150 K; г) 125 K.

8. Какое значение имеет фактор ацентричности для смеси газов, если количество компонента (1) 3 моль $\omega_{(1)} = 0,4$, а количество компонента (2) 1 моль $\omega_{(2)} = 0,2$?

- а) 0,25; б) 0,35; в) 0,30; г) 0,20.

9. Что такое критическое давление?

- а) наименьшее давление, которым производится сжижение;
- б) наибольшее давление, которым производится сжижение;
- в) наименьшее давление кипения;
- г) наибольшее давление кипения.

10. Какое значение может иметь коэффициент фугитивности реального газа?

- а) 1; б) 0; в) >1 ; г) <1 .

11. По каким параметрам можно определить, что газ является идеальным?

- а) коэффициент фугитивности = 1; б) фактор ацентричности = 1;
- в) коэффициент сжимаемости = 1; г) приведенное давление = 1.

12. Какое значение может иметь коэффициент сжимаемости реального газа?

- а) 1; б) 0; в) >1; г) <1.

13. Какую формулу можно использовать для расчета теплоемкости газовой смеси?

а) $c_p^{cm} = a + bT + cT^2 + \frac{c'}{T^2}$; б) $c_p^{cm} = \sum c_i y_i$;

в) $c_p^{cm} = T \sum \left(\frac{a}{T} + b + cT + \frac{c'}{T^3} \right)$; г) $c_p^{cm} = \sum \left(y_i a + y_i bT + y_i cT^2 + y_i \frac{c'}{T^2} \right)$.

14. Для расчета каких свойств реального газа используется уравнение Ли-Кеслера?

- а) фугитивность; б) теплоемкость;
- в) вязкость; г) теплопроводность.

15. Что такое точка инверсии?

- а) критические параметры = 1; б) дроссельный эффект = 0;
- в) критические параметры = 0; г) дроссельный эффект = 1.

16. Какая цель дросселирования?

- а) повышение давления; б) повышение температуры;
- в) понижение давления; г) понижение температуры.

17. Какое значение имеет дроссельный эффект для идеального газа?

- а) >0; б) <0; в) 0; г) 1.

18. Какое условие отвечает точке инверсии?

а) $T \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_P - V = 0$; б) $\Delta T = \int_{P_1}^{P_2} \alpha_i dP = 0$;

$$в) \alpha = \frac{RT}{P} - V = 0;$$

$$г) V^3 - V^2 \left(b + \frac{RT}{P} \right) + V \frac{a}{P} - \frac{ab}{P} = 0.$$

19. По какой формуле рассчитывается дроссельный эффект?

$$а) T \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_P - V = 0;$$

$$б) \Delta T = \int_{P_1}^{P_2} \alpha_i dP;$$

$$в) \alpha = \frac{RT}{P} - V;$$

$$г) V^3 - V^2 \left(b + \frac{RT}{P} \right) + V \frac{a}{P} - \frac{ab}{P} = 0.$$

20. В каком методе расчета параметров реального газа используется фактор ацентричности?

- а) метод линейного разложения; б) метод нелинейного разложения;
в) метод ацентричного разложения; г) метод центричного разложения.

21. Для расчета какого параметра реального газа используется интеграл столкновений, рассчитанный с помощью потенциала Штокмайера?

- а) коэффициент диффузии; б) вязкость;
в) энтальпия; г) энтропия.

22. Для расчета какого параметра реального газа используется интеграл столкновений, рассчитанный с помощью потенциала Ленарда–Джонса?

- а) вязкость; б) энтальпия;
в) коэффициент диффузии; г) энтропия.

23. Какой параметр (X) при температуре T_2 рассчитывают по формуле

$$X(T_2) = X(T_1) \frac{T_2}{T_1} \cdot \frac{\eta_1(T_1)}{\eta_2(T_2)} ?$$

- а) теплопроводность; б) коэффициент диффузии;
в) вязкость; г) дроссельный эффект.

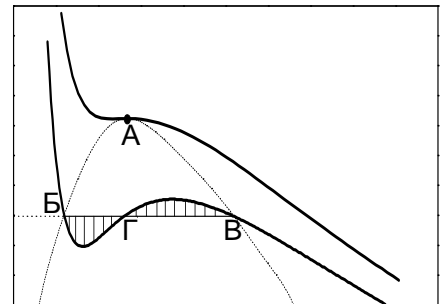
24. Какой параметр (X) смеси рассчитывают по формуле

$$X_{см} = \frac{R \left(\sum_j y_j z_{кр,j} T_{кр,j} \right)}{\sum_j y_j V_{кр,j}} ?$$

- а) критический коэффициент сжимаемости; б) критический объем;
 в) коэффициент диффузии; г) критическое давление.

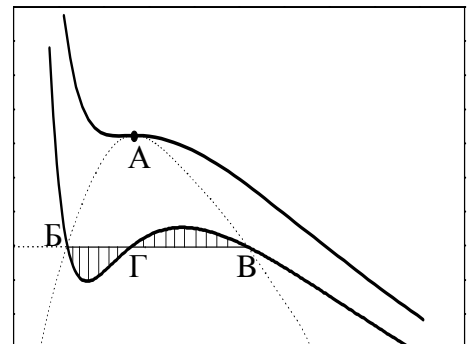
25. Какие точки являются критическими точками?

- а) А; б) Б;
 в) В; г) Г.



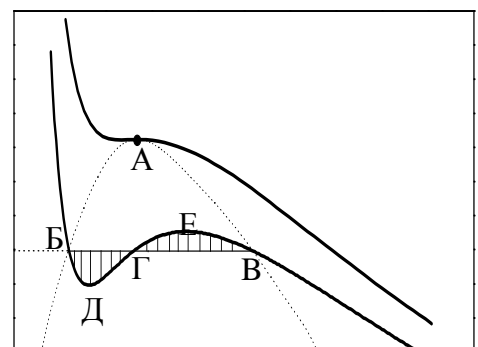
26. Укажите точки, одна из координат которых соответствует давлению насыщения.

- а) А; б) Б;
 в) В; г) Г.



27. Какие отрезки отвечают перегретой жидкости?

- а) ДГ; б) БД;
 в) ВЕ; г) ГЕ.



28. Какое значение имеет парциальное давление кислорода в воздухе при давлении 1 атм?

- а) 0,21 МПа; б) 0,021 МПа; в) 0,021 атм; г) 0,21 атм.

29. Какое значение имеет парциальное давление диоксида серы в смеси 1 моль SO_2 + 1 моль SO_3 + 1 моль O_2 при давлении 1,5 атм?

- а) 0,5 МПа; б) 0,5 атм; в) 0,05 МПа; г) 0,05 атм.

30. Какие значения имеет парциальное давление CO в смеси $\text{CO} + \text{H}_2\text{O}$ с соотношением пар газ = 2 при давлении 3МПа?

- а) 1 МПа; б) 10 атм; в) 2 МПа; г) 20 атм.

31. Псевдокритические свойства – это критические свойства ...

- а) переохлажденной жидкости; б) перегретой жидкости;
в) насыщенной жидкости; г) смеси веществ.

32. Принцип соответственных состояний определяет зависимость между ...

- а) термодинамическими величинами; б) критическими параметрами;
в) физико-химическими свойствами; г) приведенными параметрами.

33. По каким формулам рассчитываются псевдокритические свойства системы?

- а) $P_{\text{псевд.кр}} = \sum y_i P_{\text{кр.,i}}$; б) $T_{\text{псевд.кр}} = \sum y_i T_{\text{кр.,i}}$;
в) $V_{\text{псевд.кр}} = \sum y_i V_{\text{кр.,i}}$; г) $Z_{\text{псевд.кр}} = \sum y_i Z_{\text{кр.,i}}$.

34. Какие параметры определяются с использованием принципа Максвелла и уравнения состояния газа?

- а) границу двухфазной области; б) объем насыщенной жидкости;
в) критические параметры; г) давление насыщения.

35. По каким формулам рассчитывается фактор ацентричности?

а) $\omega = 1 - \lg \frac{P_{\text{sat}}}{P_c}$;

б) $\omega = 1 + \lg \frac{P_{\text{sat}}}{P_c}$;

в) $\omega = 1 - \lg \frac{P_c}{P_{\text{sat}}}$;

г) $\omega = 1 + \lg \frac{P_c}{P_{\text{sat}}}$.

36. Какие условия должны выполняться при расчете фактора ацентричности?

а) $T/T_{\text{кр}}=0,7$; б) $T/T_{\text{кр}}=1,0$; в) $T/T_{\text{кр}}=0,5$; г) $T/T_{\text{кр}}=0,9$.

37. Положительный дроссельный эффект – это, когда при расширении газа ...

- а) температура повышается; б) температура понижается;
в) тепло выделяется; г) тепло поглощается.

38. Расширение газа в турбодетандере сопровождается...

- а) повышением температуры; б) понижением температуры;
в) уменьшением энтальпии; г) увеличением энтальпии.

39. Какую размерность имеет универсальная газовая постоянная?

а) $\frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$; б) $\frac{\text{кал}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$; в) $\frac{\text{Дж}}{\text{моль}}$; г) $\frac{\text{эрг}}{\text{моль}}$.

40. Какую размерность имеет дифференциальный дроссельный эффект?

а) $\frac{^\circ\text{С}}{\text{атм}}$; б) $\frac{^\circ\text{С}}{\text{кПа}}$; в) $^\circ\text{С}$; г) $\frac{\text{кДж}}{\text{атм}}$.

41. Какую размерность имеет интегральный дроссельный эффект?

а) $\frac{^\circ\text{С}}{\text{бар}}$; б) $\frac{^\circ\text{С} \cdot \text{м}^2}{\text{Н}}$; в) $^\circ\text{С}$; г) $\frac{^\circ\text{С}}{\text{эрг}}$.

42. Какие размерности имеют следующие величины?

- | | |
|---------------------------|---|
| а) теплоемкость | 1) $\frac{\text{Н} \cdot \text{с}}{\text{М}^2}$; |
| б) теплопроводность | 2) $\frac{\text{ккал}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$; |
| в) температуропроводность | 3) $\frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$; |
| г) динамическая вязкость | 4) $\frac{\text{М}^2}{\text{с}}$. |
- а) ___; б) ___; в) ___; г) ___.

43. Какие размерности имеют следующие величины?

- | | |
|--|--|
| а) дифференциальный дроссельный эффект | 1) $\frac{\text{М}^3}{\text{моль}}$; |
| б) универсальная газовая постоянная | 2) $\frac{\text{см}^2}{\text{с}}$; |
| в) температуропроводность | 3) $\frac{^\circ\text{С} \cdot \text{см}^2}{\text{кгс}}$; |
| г) мольный объем | 4) $\frac{\text{атм} \cdot \text{см}^3}{\text{моль} \cdot ^\circ\text{С}}$. |
- а) ___; б) ___; в) ___; г) ___.

II. МНОГОКОМПОНЕНТНЫЕ СИСТЕМЫ

1. Каким образом изменяется растворимость реальных газов с увеличением общего давления?

- а) уменьшается;
- б) увеличивается;
- в) не изменяется;
- г) имеет экстремум.

2. Какие уравнения являются частным случаем уравнения Клапейрона–Клаузиуса?

а) $\ln N_i = -\frac{\Delta H_{пл}(T_{пл} - T)}{RT_{пл}T}$;

б) $\Delta H_{пл} = T(V_{ж} - V_{п})\frac{\partial P}{\partial T}$;

в) $\Delta H_{исп} = T(V_{п} - V_{ж})\frac{\partial P}{\partial T}$;

г) $\ln \alpha_2 N_2 = \frac{\Delta H_f}{RT} \left(1 - \frac{T}{T_{пл}}\right)$.

3. Укажите уравнения Шредера.

а) $\ln N_i = -\frac{\Delta H_{пл}(T_{пл} - T)}{RT_{пл}T}$;

б) $\Delta H_{пл} = T(V_{ж} - V_{п})\frac{\partial P}{\partial T}$;

в) $\Delta H_{исп} = T(V_{п} - V_{ж})\frac{\partial P}{\partial T}$;

г) $\ln N_i = \frac{\Delta H_{пл}}{R} \left(-\frac{1}{T}\right) \Big|_{T_1}^{T_2}$.

4. Какой вид имеют уравнения Праусница?

а) $\ln N_i = -\frac{\Delta H_{пл}(T_{пл} - T)}{RT_{пл}T}$;

б) $\Delta H_{пл} = T(V_{ж} - V_{п})\frac{\partial P}{\partial T}$;

в) $\Delta H_{исп} = T(V_{п} - V_{ж})\frac{\partial P}{\partial T}$;

г) $\ln \alpha_2 N_2 = \frac{\Delta H_f}{RT} \left(1 - \frac{T}{T_{пл}}\right)$.

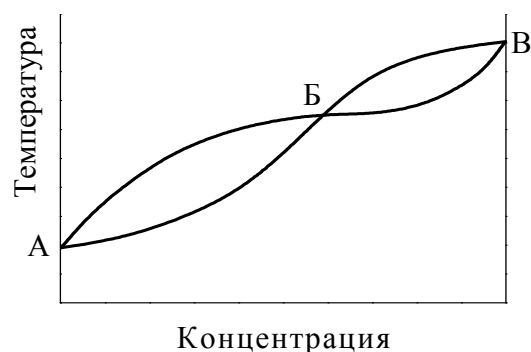
5. Что такое азеотропная точка?

- а) давления компонентов равны;
- б) температуры кипения компонентов равны;
- в) температуры плавления компонентов равны;

г) температуры конденсации компонентов равны.

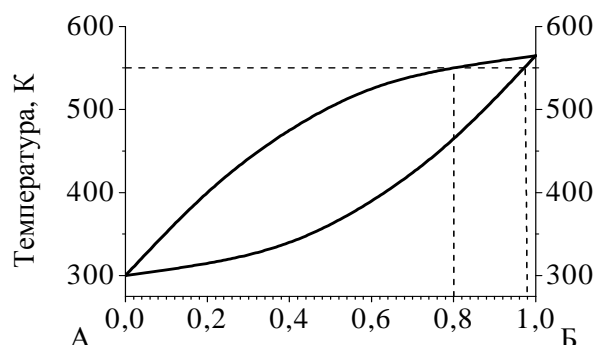
6. Укажите азеотропные точки.

- а) А; б) Б;
в) В; г) А и В.



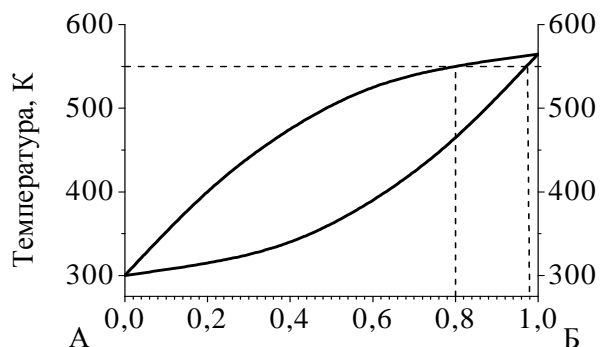
7. Какой состав имеет газовая фаза?

- а) 0,8 А и 0,2 Б;
б) 0,2 А и 0,8 Б;
в) 0,98 А и 0,02 Б;
г) 0,02 А и 0,98 Б.



8. Какой состав имеет жидкая фаза?

- а) 0,8 А и 0,2 Б;
б) 0,2 А и 0,8 Б;
в) 0,98 А и 0,02 Б;
г) 0,02 А и 0,98 Б.



9. Какое уравнение характеризует давление насыщенного пара над неидеальным раствором?

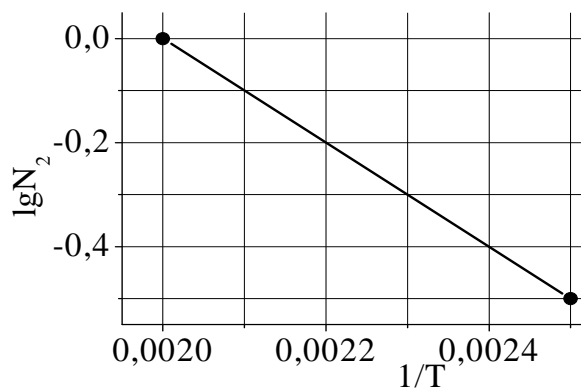
- а) Рауля; б) Дальтона; в) Гиббса–Дюгема; г) Генри.

10. Укажите математическое описание закона Рауля.

- а) $P_i = P_i^0 N_i^{\text{ж}}$; б) $P_i = P_i^0 N_i^{\text{г}}$; в) $N_2^{\text{ж}} = \frac{1}{K} P_2$; г) $N_2^{\text{ж}} = K P_2$.

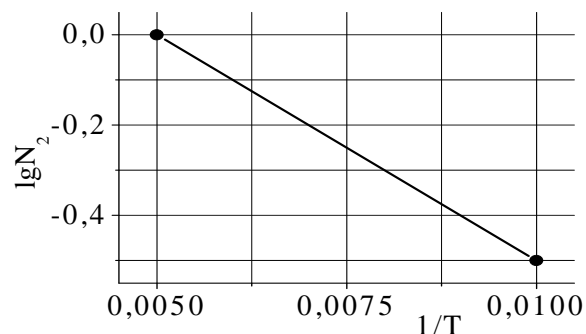
11. Используя уравнение Шредера, определите температуру плавления.

- а) 500 К; б) 500 °С;
в) 227 °С; г) 227 К.



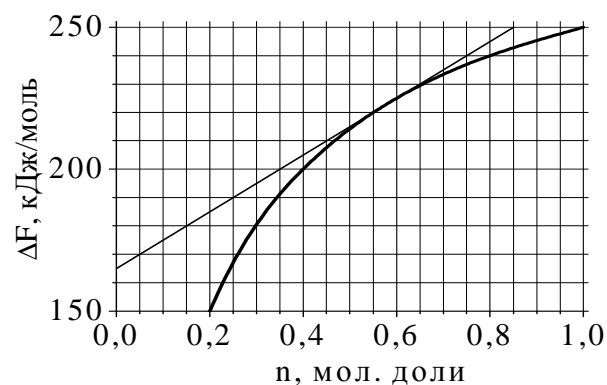
12. Используя уравнение Шредера, определите температуру плавления.

- а) 100 К; б) 200 К;
в) -73 °С; г) -100 °С.



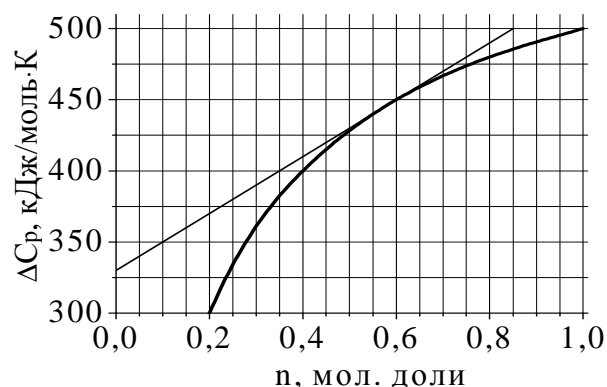
13. Используя уравнение Гиббса–Дюгема, рассчитайте парциальную мольную свободную энергию одного из компонентов при его концентрации 0,6 мол.дол.

- а) 225 кДж/моль;
в) 165 кДж/моль;
б) 100 кДж/моль;
г) 250 кДж/моль.



14. Используя уравнение Гиббса–Дюгема, рассчитайте парциальную мольную теплоемкость одного из компонентов при его концентрации 0,6 мол.дол.

- а) 450 кДж/моль·К;
в) 330 кДж/моль·К;
б) 200 кДж/моль·К;
г) 500 кДж/моль·К.



15. Каким образом можно изменить состав твердой фазы при кристаллизации многокомпонентного раствора?

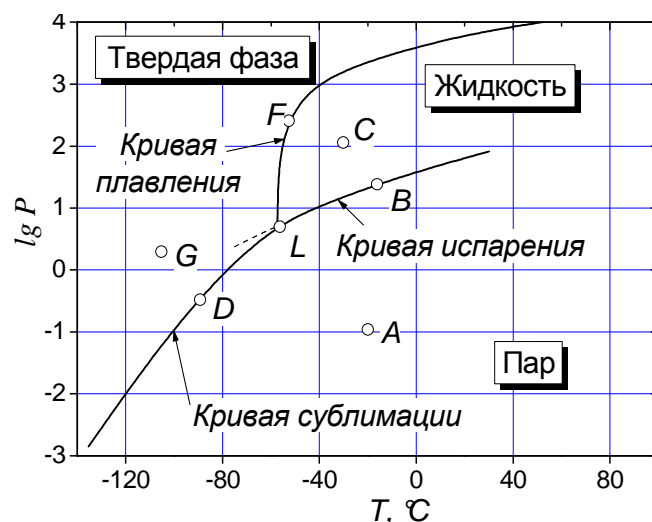
- а) изменение температуры;
- б) упаривание;
- в) изменение давления;
- г) разбавление.

16. Что такое галургия?

- а) раздел технологии по производству соединений галлия;
- б) раздел технологии по производству минеральных солей;
- в) раздел технологии по производству галлов;
- г) раздел технологии по производству сжиженных газов.

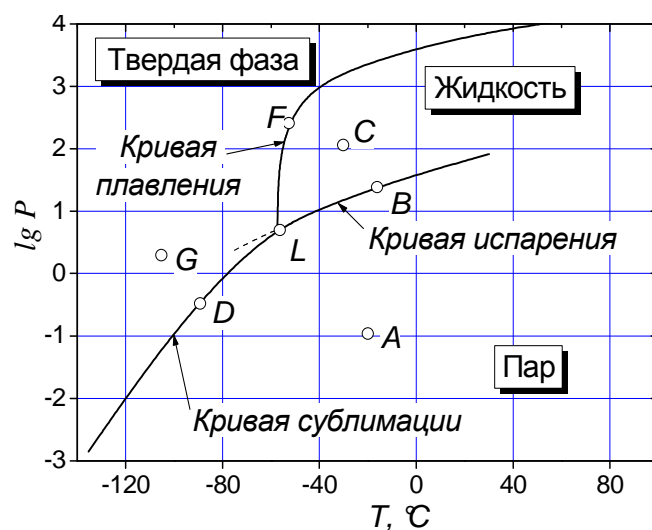
17. Определите с помощью правила фаз Гиббса $\Phi + C = K + 2$ число степеней свободы в точке А.

- а) 0;
- б) 1;
- в) 2;
- г) 3.



18. Определите с помощью правила фаз Гиббса $\Phi + C = K + 2$ число степеней свободы в точке L.

- а) 0;
- б) 1;
- в) 2;
- г) 3.



19. Движущей силой процесса конденсации аммиака является

- а) $P_{\text{NH}_3}^{\Gamma} - P_{\text{NH}_3}^{\text{Ж}} > 0$; б) $P_{\text{NH}_3}^{\Gamma} - P_{\text{NH}_3}^{\text{Ж}} < 0$;
 в) $P_{\text{NH}_3}^{\text{Ж}} - P_{\text{NH}_3}^{\Gamma} > 0$; г) $P_{\text{NH}_3}^{\text{Ж}} - P_{\text{NH}_3}^{\Gamma} = 0$.

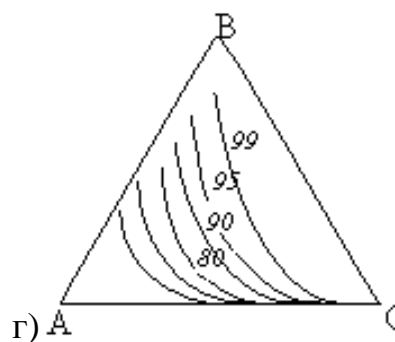
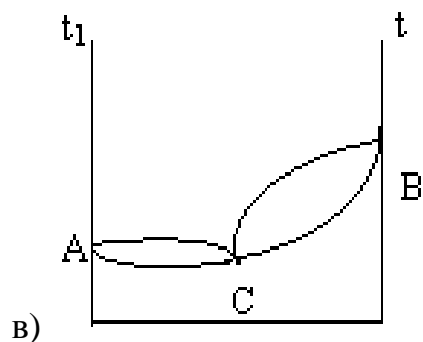
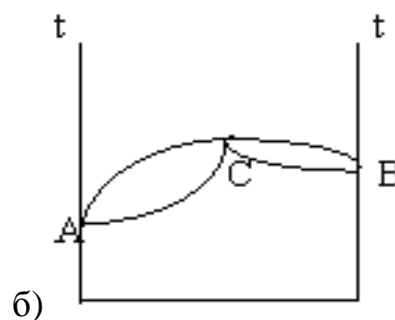
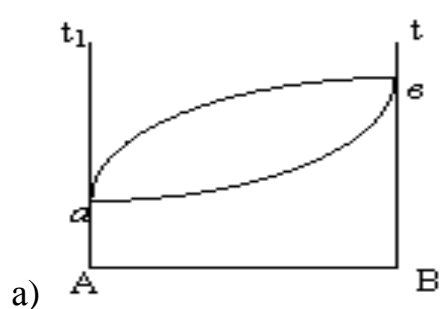
20. Упариванием нельзя сконцентрировать слабую азотную кислоту, т.к. ...

- а) азотная кислота с водой образует азеотропную смесь;
 б) при выпаривании происходит выделения NH_3 ;
 в) при выпаривании образуется трудноулавливаемый туман HNO_3 ;
 г) при выпаривании происходит разложение HNO_3 .

21. Концентрирование азотной кислоты с помощью водоотнимающих средств основано ...

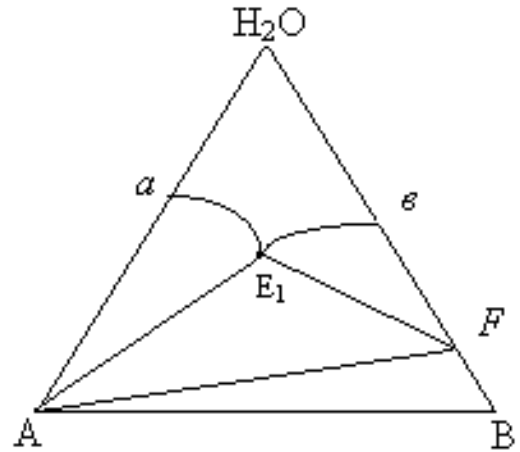
- а) на повышении давления паров воды над раствором HNO_3 ;
 б) на понижении давления паров азотной кислоты над раствором HNO_3 ;
 в) на понижении давления паров воды над раствором HNO_3 ;
 г) на понижении давления паров водоотнимающего средства над раствором HNO_3 .

22. Изображение равновесия в трехкомпонентной системе жидкость-пар

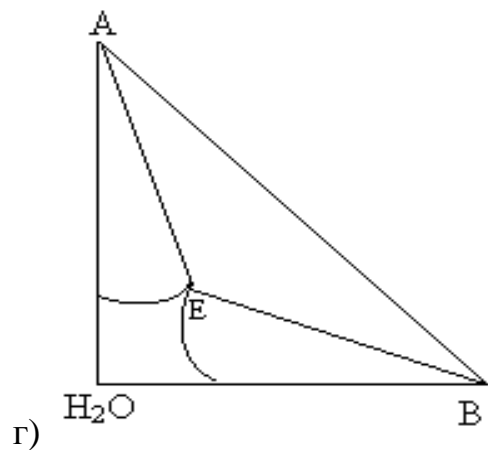
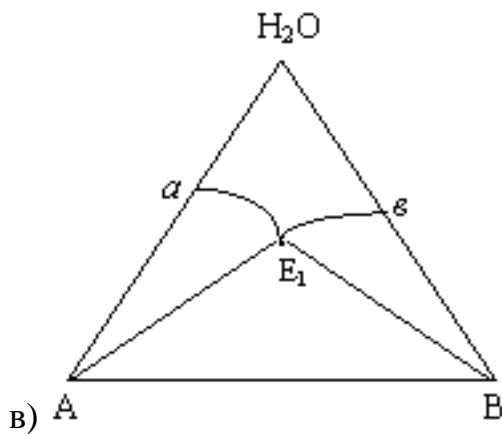
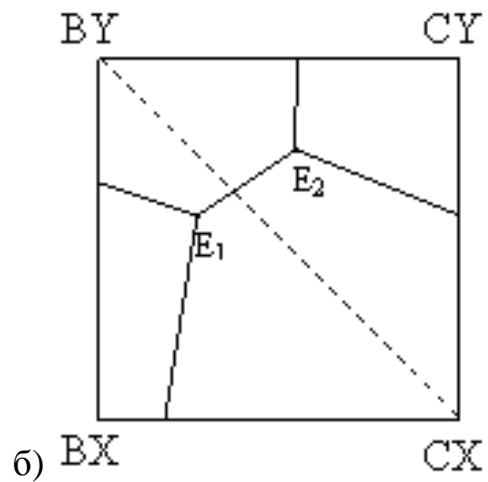
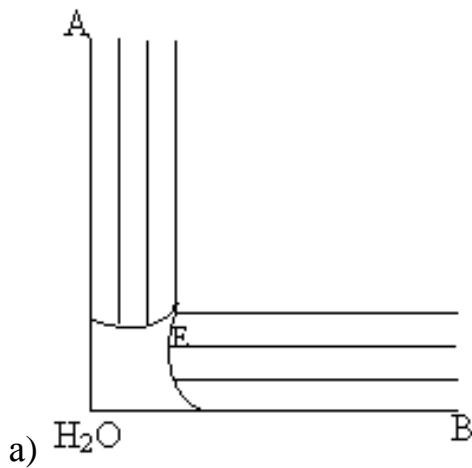


23. Укажите область совместной кристаллизации соли А и кристаллогидрата F.

- а) H_2O в $E_1 a$; б) AE_1F ;
 в) $a A E_1$; г) в $E_1 F$.



24. Укажите диаграмму, по которой нельзя определить количество образовавшихся твердых фаз.

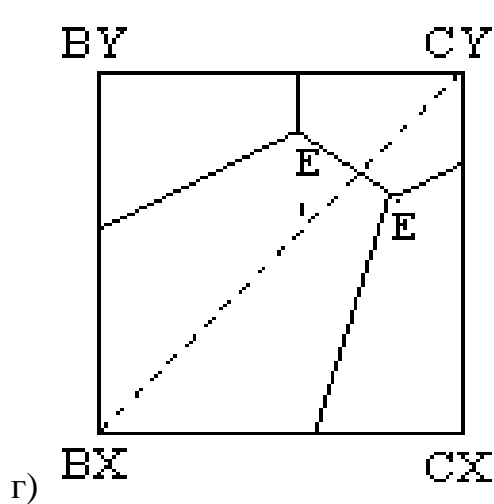
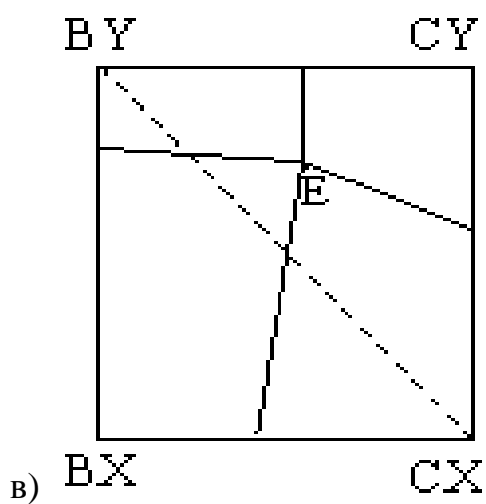
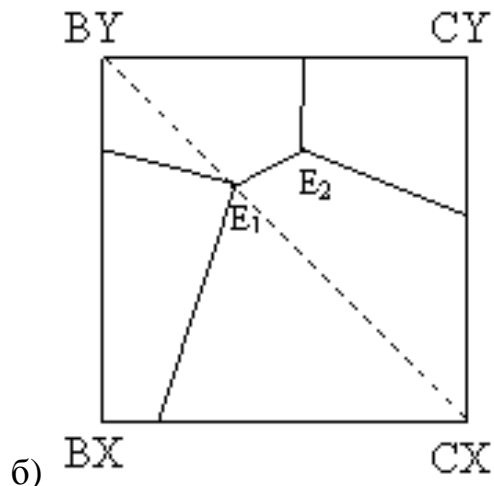
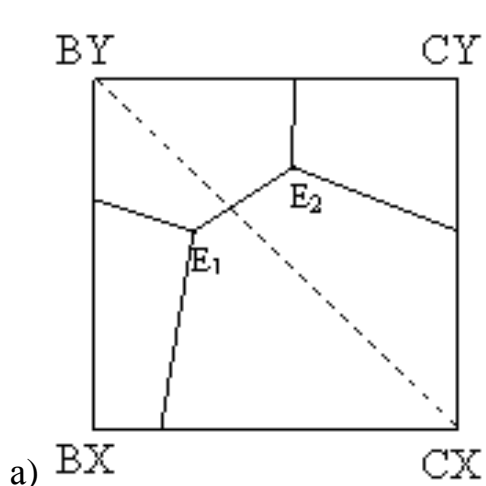


25. В системе $NaCl + NH_4HCO_3 = NaHCO_3 + NH_4Cl$ при $t = 0^\circ C$ произведения растворимости равны $C_{NaCl} \cdot C_{NH_4HCO_3} = 6,1 \cdot 1,5 = 9,15$ и $C_{NaHCO_3} \cdot C_{NH_4Cl} = 0,82 \cdot 5,57 = 4,57$. Какая пара при $t = 0^\circ C$ является стабильной?

а) NaCl и NH_4HCO_3 ;

б) NaHCO_3 и NH_4Cl .

26. Укажите диаграмму взаимной системы солей, в которой одна из эвтоник инконгруэнтна.



III. РАВНОВЕСИЕ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ

1. Как влияет избыток O_2 на равновесие реакции $SO_2 + 0.5O_2 = SO_3$?

- а) смещает равновесие вправо; б) смещает равновесие влево;
в) не влияет; г) имеет экстремум.

2. Как влияет присутствие H_2 в исходной газовой смеси на равновесие реакции $CH_4 + H_2O = 3H_2 + CO$?

- а) смещает равновесие вправо; б) смещает равновесие влево;
в) не влияет; г) имеет экстремум.

3. Как влияет увеличение давления на равновесие реакции

$CO + H_2O = CO_2 + H_2$ (давление 5 МПа)?

- а) смещает равновесие вправо; б) смещает равновесие влево;
в) не влияет; г) практически не влияет.

4. Как влияет увеличение давления на равновесие реакции $CO + 2H_2 = CH_3OH$ (общее давление 20 МПа)?

- а) смещает равновесие вправо; б) смещает равновесие влево;
в) имеет экстремум; г) не влияет.

5. Как влияет увеличение температуры на равновесие реакции

$CO + H_2O = CO_2 + H_2$?

- а) смещает равновесие вправо; б) смещает равновесие влево;
в) не влияет; г) практически не влияет.

6. Как влияет увеличение температуры на равновесие реакции

$CH_4 + H_2O = 3H_2 + CO$ (общее давление 4 МПа)?

- а) смещает равновесие вправо; б) смещает равновесие влево;
в) не влияет; г) имеет экстремум.

7. От чего зависит значение константы равновесия химической реакции?

- а) состава газовой смеси;
- б) давления;
- в) температуры;
- г) наличия катализатора.

8. От каких параметров зависит константа равновесия реакции синтеза метанола, протекающей при высоком давлении?

- а) температуры;
- б) давления;
- в) состава смеси;
- г) наличия катализатора.

9. От каких факторов зависит псевдоконстанта Ларсона–Джоджа при расчете равновесия реакции синтеза аммиака?

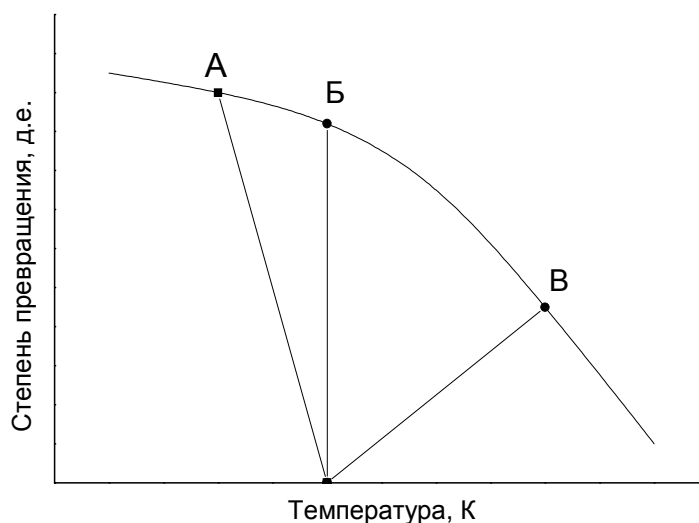
- а) давления;
- б) температуры;
- в) состава газовой смеси;
- г) катализатора.

10. В каком режиме равновесная степень превращения экзотермической реакции будет выше?

- а) изотермический;
- б) адиабатический;
- в) изобарный;
- г) политропный.

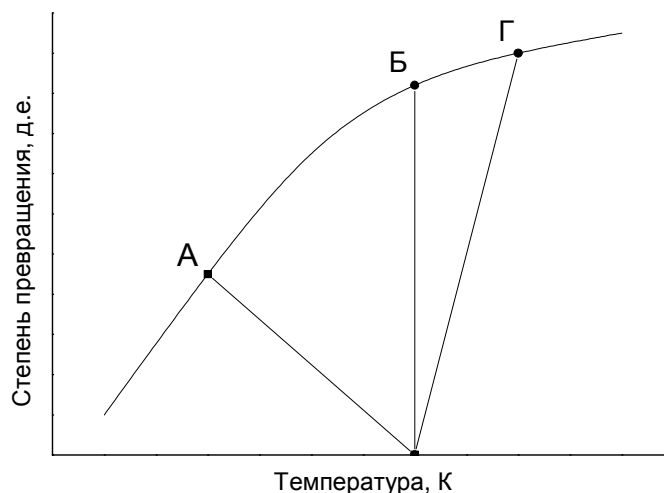
11. Какая точка отвечает равновесию экзотермической реакции, протекающей в адиабатическом режиме?

- а) А;
- б) Б;
- в) В.



12. Какая точка отвечает равновесию эндотермической реакции, протекающей в изотермическом режиме?

- а) А;
- б) Б;
- в) В.



13. Как влияет увеличение содержания инертных примесей на равновесный выход реакции?

- а) уменьшает; б) увеличивает; в) не влияет; г) зависит от знака Δv .

14. Как влияет увеличение содержания инертных примесей на равновесный выход реакции, идущей с уменьшением объема?

- а) уменьшает; б) увеличивает; в) не влияет; г) зависит от знака Δv .

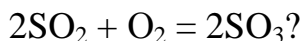
15. Чему равна термодинамическая сумма количества молей при протекании реакции $\nu_A A + \nu_B B = \nu_C C + \nu_D D$?

- а) $(\nu_C n_C + \nu_D n_D) + (\nu_A n_A + \nu_B n_B)$; б) $(\nu_C n_C + \nu_D n_D) + (-\nu_A n_A - \nu_B n_B)$;
- в) $(\nu_C n_C + \nu_D n_D) - (-\nu_A n_A - \nu_B n_B)$; г) $(\nu_C n_C + \nu_D n_D) - (\nu_A n_A + \nu_B n_B)$.

16. Чему равно термодинамическое произведение коэффициентов фугитивности при протекании реакции $\nu_A A + \nu_B B = \nu_C C + \nu_D D$?

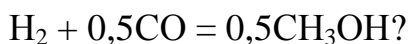
- а) $\frac{\gamma_A^{\nu_A} \cdot \gamma_B^{\nu_B}}{\gamma_C^{\nu_C} \cdot \gamma_D^{\nu_D}}$; б) $(\gamma_C^{\nu_C} \cdot \gamma_D^{\nu_D}) \cdot (\gamma_A^{-\nu_A} \cdot \gamma_B^{-\nu_B})$;
- в) $\frac{\gamma_C^{\nu_C} \cdot \gamma_D^{\nu_D}}{\gamma_A^{\nu_A} \cdot \gamma_B^{\nu_B}}$; г) $(\gamma_D^{-\nu_D} \cdot \gamma_C^{-\nu_C}) \cdot (\gamma_A^{\nu_A} \cdot \gamma_B^{\nu_B})$.

177. Какое значение имеет $\Delta\nu$ в уравнении $K^0 = K_n K_\gamma \left(\frac{P}{\Sigma n_i} \right)^{\Delta\nu}$ для реакции



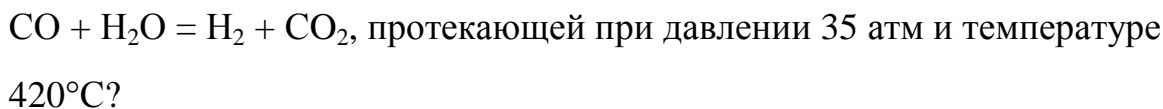
- а) 1; б) -1; в) -2; г) 2.

18. Какое значение имеет $\Delta\nu$ в уравнении $K^0 = K_n K_\gamma \left(\frac{P}{\Sigma n_i} \right)^{\Delta\nu}$ для реакции



- а) -1; б) 1; в) 0,5; г) -0,5.

19. Какое значение имеет K_γ в уравнении $K^0 = K_n K_\gamma \left(\frac{P}{\Sigma n_i} \right)^{\Delta\nu}$ для реакции



- а) 1; б) 0; в) ≈ 1 ; г) ≈ 0 .

20. Какое значение имеет $\Delta\nu$ в уравнении $K^0 = K_n K_\gamma \left(\frac{P}{\Sigma n_i} \right)^{\Delta\nu}$ для реакции,

протекающей без изменения числа молей?

- а) > 0 ; б) < 0 ; в) $= 0$; г) $= 1$.

21. Какое значение может иметь K_γ при расчете равновесия химической реакции при высоких давлениях?

- а) 1; б) < 1 ; в) > 1 ; г) 0.

22. Какое значение имеет K_γ в уравнении $K^0 = K_n K_\gamma \left(\frac{P}{\Sigma n_i} \right)^{\Delta\nu}$ для реакции



- а) 1; б) ≈ 1 ; в) 0; г) ≈ 0 .

23. Какое значение имеет Δv в уравнении $K^0 = K_n K_\gamma \left(\frac{P}{\Sigma n_i} \right)^{\Delta v}$ для реакции



- а) -1 ; б) 0; в) $-0,5$; г) 1.

24. Определите общее число молей Σn_i в равновесной смеси при протекании реакции $\text{SO}_2 + 0,5\text{O}_2 = \text{SO}_3$

Состав исходной газовой смеси, об. %: $\text{SO}_2 - 15$, $\text{O}_2 - 10$, $\text{N}_2 - 75$,

x – равновесная степень превращения.

- а) $\Sigma n_i = 1 - 0,5x$; б) $\Sigma n_i = 1 + 0,5x$;
в) $\Sigma n_i = 1 - x$; г) $\Sigma n_i = 1 - 1,5x$.

25. Определите общее число молей Σn_i в равновесной смеси при протекании реакции $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} = \text{CO}_2 + \text{H}_2$.

Состав исходной газовой смеси, об. %: $\text{CO} - 15$, $\text{CO}_2 - 20$, $\text{H}_2 - 30$, $\text{N}_2 - 35$,
отношение пар:газ – 2.

- а) $\Sigma n_i = 3$; б) $\Sigma n_i = 4$; в) $\Sigma n_i = 1$; г) $\Sigma n_i = 2$.

26. Определите общее число молей Σn_i в равновесной смеси при протекании реакции $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 = 2\text{NH}_3$.

Состав исходной газовой смеси, об. %: $\text{N}_2 - 20$, $\text{H}_2 - 60$, $\text{NH}_3 - 10$, $\text{Ar} - 10$;

x – равновесная степень превращения.

- а) $\Sigma n_i = 1 - 2x$; б) $\Sigma n_i = 1 + 2x$;
в) $\Sigma n_i = 2 - x$; г) $\Sigma n_i = 2 + x$.

27. Определите общее число молей Σn_i в равновесной смеси при протекании реакции $2\text{H}_2\text{S} + 3\text{O}_2 = 2\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$.

Состав исходной газовой смеси, м.д.: $\text{H}_2\text{S} - 0,10$, $\text{O}_2 - 0,20$, $\text{N}_2 - 0,70$;

x – равновесная степень превращения.

а) $\Sigma n_i = 1 - x$;

б) $\Sigma n_i = 1 - 2x$;

в) $\Sigma n_i = 1 - 1,5x$;

г) $\Sigma n_i = 1 - 0,5x$.

28. Определите общее число молей Σn_i в равновесной смеси при протекании реакции $4\text{NH}_3 + 3\text{O}_2 = 2\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$.

Состав исходной газовой смеси, м.д.: $\text{NH}_3 - 0,10$, $\text{O}_2 - 0,20$, $\text{N}_2 - 0,70$;

x – равновесная степень превращения.

а) $\Sigma n_i = 1 - x$;

б) $\Sigma n_i = 1 + 4x$;

в) $\Sigma n_i = 1 + 0,25x$;

г) $\Sigma n_i = 1 + x$.

29. Определите общее число молей Σn_i в равновесной смеси при протекании реакции $2\text{NO}_2 + 4\text{H}_2 = \text{N}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$.

Состав исходной газовой смеси, об. %: $\text{NO}_2 - 5$, $\text{H}_2 - 10$, $\text{N}_2 - 70$, $\text{H}_2\text{O} - 15$;

x – равновесная степень превращения.

а) $\Sigma n_i = 1 + 2x$;

б) $\Sigma n_i = 1 - 2x$;

в) $\Sigma n_i = 2 + x$;

г) $\Sigma n_i = 1 - x$.

30. Определите общее число молей Σn_i в равновесной смеси при протекании реакции $2\text{CH}_3\text{OS} + 5\text{H}_2 = 2\text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$.

Состав исходной газовой смеси, об. %: $\text{CH}_3\text{OS} - 5$, $\text{H}_2 - 10$, $\text{N}_2 - 5$, $\text{CH}_4 - 80$;

x – равновесная степень превращения.

а) $\Sigma n_i = 1 + 2x$;

б) $\Sigma n_i = 1 - 2x$;

в) $\Sigma n_i = 2 + x$;

г) $\Sigma n_i = 1 - x$.

31. Каким образом можно рассчитать состав равновесной смеси при протекании реакции $\text{SO}_2 + 0,5\text{O}_2 = \text{SO}_3$?

Состав исходной газовой смеси, об. %: $\text{SO}_2 - 15$, $\text{O}_2 - 10$, $\text{N}_2 - 75$;

x – равновесная степень превращения.

$$\text{а) } K = \frac{x}{(0,15 - x)(0,1 - 0,5x)^{0,5}} \left(\frac{P}{1 - 0,5x} \right)^{-0,5};$$

$$\text{б) } K = \frac{x}{(0,15 - x)(0,1 - 0,5x)^{0,5}} \left(\frac{P}{1 - 0,5x} \right)^{0,5};$$

$$\text{в) } K = \frac{x}{(0,15 - x)(0,1 - 0,5x)^{0,5}} \left(\frac{1 - 0,5x}{P} \right)^{0,5};$$

$$\text{г) } K = \frac{x}{(0,15 - x)(0,1 - 0,5x)^{0,5}} \left(\frac{1 - 0,5x}{P} \right)^{-0,5}.$$

32. Каким образом можно рассчитать состав равновесной смеси при протекании реакции $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} = \text{CO}_2 + \text{H}_2$?

Состав исходной газовой смеси, об. %: $\text{CO} - 15$, $\text{CO}_2 - 20$, $\text{H}_2 - 30$, $\text{N}_2 - 35$,
отношение пар:газ – 2;

x – равновесная степень превращения CO .

$$\text{а) } K = \frac{(0,2 + x)(0,3 + x)}{(0,15 - x)(0,3 - x)};$$

$$\text{б) } K = \frac{(1 + x)(1 + x)}{(1 - x)(2 - x)};$$

$$\text{в) } K = \frac{(0,2 + x)(0,3 + x)}{(0,15 - x)(2 - x)};$$

$$\text{г) } K = \frac{(1 - x)(1 - x)}{(1 + x)(2 + x)}.$$

33. Каким образом можно рассчитать состав равновесной смеси при протекании реакции $0,5\text{N}_2 + 1,5\text{H}_2 = \text{NH}_3$?

Состав исходной газовой смеси, об. %: $\text{N}_2 - 20$, $\text{H}_2 - 60$, $\text{NH}_3 - 10$, $\text{Ar} - 10$;

x – равновесная степень превращения.

$$\text{a) } K = \frac{(0,1+x)(1-x)}{P(0,6-1,5x)^{1,5}(0,2-0,5x)^{0,5}} K_{\gamma};$$

$$\text{б) } K = \frac{(0,1+x)}{(0,6-1,5x)^{1,5}(0,2-0,5x)^{0,5}} \left(\frac{P}{1-x}\right)^{-1};$$

$$\text{в) } K = \frac{P\gamma_{\text{ам}}(0,1+x)}{[P\gamma_{\text{вод}}(0,6-1,5x)]^{1,5}[P\gamma_{\text{аз}}(0,2-0,5x)]^{0,5}} \left(\frac{1}{1-x}\right)^{-1};$$

$$\text{г) } K = \frac{P\gamma_{\text{ам}}x}{[P\gamma_{\text{вод}}(1,5-1,5x)]^{1,5}[P\gamma_{\text{аз}}(0,5-0,5x)]^{0,5}} \left(\frac{1}{1-x}\right)^{-1}.$$

34. Каким образом можно рассчитать состав равновесной смеси при протекании реакции $\text{CO} + 2\text{H}_2 = \text{CH}_3\text{OH}$?

Состав исходной газовой смеси, об. %: $\text{CO} - 30$, $\text{H}_2 - 60$, $\text{CH}_3\text{OH} - 5$, $\text{Ar} - 5$;

x – равновесная степень превращения.

$$\text{a) } K = \frac{(0,05+x)(1-2x)^2}{P^2(0,3-x)(0,6-2x)^2} K_{\gamma};$$

$$\text{б) } K = \frac{x}{(1-x)(2-2x)^2} K_{\gamma} \left(\frac{P}{1-2x}\right)^{-2};$$

$$\text{в) } K = \frac{(0,05+x)}{(0,3-x)(0,6-2x)^2} K_{\gamma} \left(\frac{P}{2-2x}\right)^{-2};$$

$$\text{г) } K = \frac{P^2(0,05+x)}{(0,3-x)(0,6-2x)^2(1-2x)^2} K_{\gamma}.$$

35. Каким образом можно рассчитать состав равновесной смеси при протекании реакции $\text{NO} + 0,5\text{O}_2 = \text{NO}_2$?

Состав исходной газовой смеси, об. %: $\text{NO} - 15$, $\text{O}_2 - 10$, $\text{N}_2 - 75$;

x – равновесная степень превращения.

$$\text{a) } K = \frac{x}{(0,15-x)(0,1-0,5x)^{0,5}} \left(\frac{P}{1-0,5x}\right)^{-0,5};$$

$$\text{б) } K = \frac{x}{(0,15 - x)(0,1 - 0,5x)^{0,5}} \left(\frac{P}{1 - x} \right)^{-0,5};$$

$$\text{в) } K = \frac{x}{(1 - x)(0,5 - 0,5x)^{0,5}} \left(\frac{P}{1 - 0,5x} \right)^{-0,5};$$

$$\text{г) } K = \frac{x}{(1 - x)(0,5 - 0,5x)^{0,5}} \left(\frac{P}{1 - x} \right)^{-0,5}.$$

36. Каким образом можно рассчитать состав равновесной смеси при протекании реакции $\text{CO}_2 + 4\text{H}_2 = \text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$?

Состав исходной газовой смеси, м.д.: $\text{CO}_2 - 0,05$, $\text{H}_2 - 0,65$, $\text{N}_2 - 0,25$, $\text{CH}_4 - 0,05$;

x – равновесная степень превращения.

$$\text{а) } K = \frac{(0,05 + x) \cdot 4x^2}{(0,05 - x)(0,65 - 4x)^4} \left(\frac{P}{1 - 2x} \right)^{-2};$$

$$\text{б) } K = \frac{x \cdot (2x)^2}{(1 - x)(4 - 4x)^4} \left(\frac{P}{1 - 2x} \right)^{-2};$$

$$\text{в) } K = \frac{(0,05 + x) \cdot 4x^2}{(0,05 - x)(0,65 - 4x)^4} \left(\frac{P}{1 - x} \right)^{-2};$$

$$\text{г) } K = \frac{(0,05 + x) \cdot (2x)^2}{(0,05 - x)(0,65 - 4x)^4} \left(\frac{1}{1 - 2x} \right)^{-2};$$

37. Каким образом можно рассчитать состав равновесной смеси при протекании реакции $\text{NO} + \text{H}_2 = 0,5\text{N}_2 + \text{H}_2\text{O}$?

Состав исходной газовой смеси, об. %: $\text{NO} - 5$, $\text{H}_2 - 10$, $\text{N}_2 - 70$, $\text{H}_2\text{O} - 15$;

x – равновесная степень превращения.

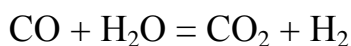
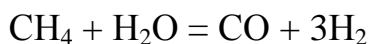
$$\text{а) } K = \frac{\sqrt{(0,7 + 0,5x)}(0,15 + x)}{(0,05 - x)(0,1 - x)} \left(\frac{P}{1 - 0,5x} \right)^{-0,5};$$

$$\text{б) } K = \frac{(0,7 + 0,5x)^{0,5} (0,15 + x)}{(0,05 - x)(0,1 - x)} \left(\frac{P}{1 - x} \right)^{-0,5};$$

$$\text{в) } K = \frac{(0,7 + 0,5x)^{0,5} (0,15 + x)}{(0,05 - x)(0,1 - x)} \left(\frac{1}{1 - 0,5x} \right)^{-0,5};$$

$$\text{г) } K = \frac{(0,5 + 0,5x)^{0,5} (1 + x)}{(1 - x)(1 - x)} \left(\frac{P}{1 - 0,5x} \right)^{-0,5}.$$

38. Определите суммарное число молей в равновесной газовой смеси при протекании реакций:

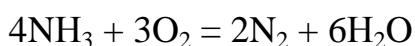
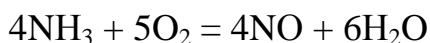


Состав исходной газовой смеси: CH_4 – 2 моль; отношение пар:газ – 3;

x – число молей CH_4 , прореагировавших по 1-й реакции, y – число молей CO , прореагировавших по 2-й реакции.

$$\text{а) } \Sigma n_i = 8 + 2x; \quad \text{б) } \Sigma n_i = 3 + 2x; \quad \text{в) } \Sigma n_i = 6 + 2x; \quad \text{г) } \Sigma n_i = 6 + 4x.$$

39. Определите суммарное число молей в равновесной газовой смеси при протекании реакций:

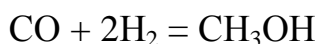


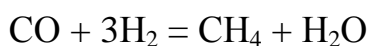
Состав исходной газовой смеси: NH_3 – 1 моль; O_2 – 1,5 моль; N_2 – 5 моль;

x – число молей NH_3 , прореагировавших по 1-й реакции, y – число молей NH_3 , прореагировавших по 2-й реакции

$$\begin{array}{ll} \text{а) } \Sigma n_i = 7,5 + 0,25x + 0,25y; & \text{б) } \Sigma n_i = 1 + 0,25x + 0,25y; \\ \text{в) } \Sigma n_i = 4 + 0,25x + 0,25y; & \text{г) } \Sigma n_i = 2,5 + 0,25x + 0,25y. \end{array}$$

40. Определите суммарное число молей в равновесной газовой смеси при протекании реакций:





Состав исходной газовой смеси, об. %: CO – 30; H₂ – 70;

x – число молей CO, прореагировавших по 1-й реакции, y – число молей CO, прореагировавших по 2-й реакции

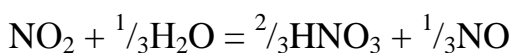
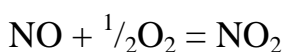
а) $\Sigma n_i = 3 - 2x - 2y$;

б) $\Sigma n_i = 3 + 2x - 2y$;

в) $\Sigma n_i = 1 - 2x - 2y$;

г) $\Sigma n_i = 1 + 2x - 2y$.

41. Определите суммарное число молей в равновесной газовой смеси при протекании реакций:



Состав исходной газовой смеси, об. %: NO – 30; O₂ – 20, H₂O – 10; N₂ – 40;

x – число молей NO, прореагировавших по 1-й реакции, y – число молей NO₂, прореагировавших по 2-й реакции

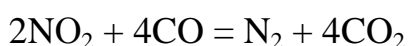
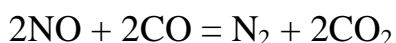
а) $\Sigma n_i = 2 - 0,5x - \frac{1}{3}y$;

б) $\Sigma n_i = 2 - 0,5x - \frac{1}{3}y$;

в) $\Sigma n_i = 1 - 0,5x - \frac{1}{3}y$;

г) $\Sigma n_i = 1 - x + \frac{1}{3}y$.

42. Определите суммарное число молей в равновесной газовой смеси при протекании реакций:



Состав исходной газовой смеси, об. %: NO – 10; NO₂ – 10; CO – 20, H₂O – 10; N₂ – 50;

x – число молей NO, прореагировавших по 1-й реакции, y – число молей NO₂, прореагировавших по 2-й реакции

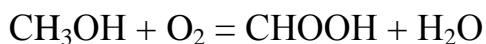
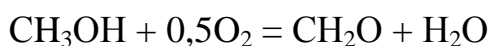
а) $\Sigma n_i = 1 - x + y$;

б) $\Sigma n_i = 1 - x - y$;

в) $\Sigma n_i = 1 - 2x - y$;

г) $\Sigma n_i = 1 - x - 2y$.

43. Определите суммарное число молей в равновесной газовой смеси при протекании реакций:



Состав исходной газовой смеси, об. %: $\text{CH}_3\text{OH} - 50$; $\text{O}_2 - 30$, $\text{H}_2\text{O} - 5$, $\text{N}_2 - 15$;

x – число молей CH_3OH , прореагировавших по 1-й реакции, y – число молей

CH_3OH , прореагировавших по 2-й реакции

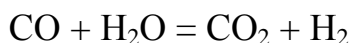
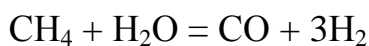
а) $\Sigma n_i = 0,5 - 0,5x$;

б) $\Sigma n_i = 0,5 + 0,5x$;

в) $\Sigma n_i = 1 + 0,5x$;

г) $\Sigma n_i = 1 + 0,5y$.

44. По каким уравнениям необходимо вести расчет равновесия при протекании реакций:



Состав исходной газовой смеси: $\text{CH}_4 - 2$ моль; отношение пар:газ – 3;

x – число молей CH_4 , прореагировавших по 1-й реакции, y – число молей CO ,

прореагировавших по 2-й реакции

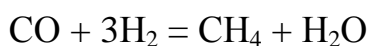
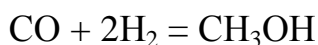
а) $K_1 = \frac{(x-y)(3x+y)}{(2-x)(6-x-y)} \left(\frac{P}{8+2x} \right)^2$ $K_2 = \frac{y(3x+y)}{(x-y)(6-x-y)}$;

б) $K_1 = \frac{(x-y)(3x+y)}{(1-x)(3-x-y)} \left(\frac{P}{8+2x} \right)^2$ $K_2 = \frac{y(3x+y)}{(x-y)(3-x-y)}$;

в) $K_1 = \frac{(x-y)(3x+y)}{(2-x)(6-x-y)} \left(\frac{P}{8+2x} \right)^2$ $K_2 = \frac{(1-y)(3x+y)}{(x-y)(6-x-y)}$;

г) $K_1 = \frac{(x-y)(3x+y)}{(2-x)(3-x-y)} \left(\frac{P}{4+2x} \right)^2$ $K_2 = \frac{y(3x+y)}{(x-y)(3-x-y)}$.

45. По каким уравнениям необходимо вести расчет равновесия при протекании реакций:



Состав исходной газовой смеси: $\text{CO} - 1$ моль; $\text{H}_2 - 2$ моль;

x – число молей CO , прореагировавших по 1-й реакции, y – число молей CO , прореагировавших по 2-й реакции

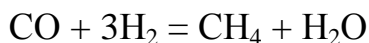
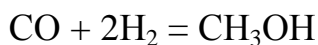
$$\text{а) } \begin{cases} K_1 = \frac{K_{\gamma_1} x}{(1-x-y)(2-2x-3y)^2} \left(\frac{P}{3-2x-2y} \right)^{-2} \\ K_2 = \frac{K_{\gamma_2} y^2}{(1-x-y)(2-2x-3y)^3} \left(\frac{P}{3-2x-2y} \right)^{-2} \end{cases} ;$$

$$\text{б) } \begin{cases} K_1 = \frac{x}{(1-x-y)(2-2x-3y)^2} \left(\frac{P}{3-2x-2y} \right)^{-2} \\ K_2 = \frac{y^2}{(1-x-y)(2-2x-3y)^3} \left(\frac{P}{3-2x-2y} \right)^{-2} \end{cases} ;$$

$$\text{в) } \begin{cases} K_1 = \frac{x}{(1-x-y)(2-2x-3y)^2} \left(\frac{K_{\gamma_1} P}{3-2x-2y} \right)^{-2} \\ K_2 = \frac{y^2}{(1-x-y)(2-2x-3y)^3} \left(\frac{K_{\gamma_2} P}{3-2x-2y} \right)^{-2} \end{cases} ;$$

$$\text{г) } \begin{cases} K_1 = \frac{K_{\gamma_1} x}{(1-x-y)(2-2x-3y)^2} \left(\frac{P}{1-2x-2y} \right)^{-2} \\ K_2 = \frac{K_{\gamma_2} y^2}{(1-x-y)(2-2x-3y)^3} \left(\frac{P}{1-2x-2y} \right)^{-2} \end{cases} .$$

46. По каким уравнениям необходимо вести расчет равновесия при протекании реакций:



Состав исходной газовой смеси: CO – 2 моль; H_2 – 3 моль;

x – число молей CO , прореагировавших по 1-й реакции, y – число молей CO , прореагировавших по 2-й реакции

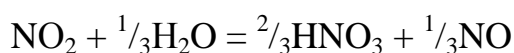
$$а) \left\{ \begin{array}{l} K_1 = \frac{\gamma_{\text{метанол}} x}{[\gamma_{\text{CO}} (2-x-y)][\gamma_{\text{водород}} (3-2x-3y)]^2} \left(\frac{P}{5-2x-2y} \right)^{-2} \\ K_2 = \frac{\gamma_{\text{метан}} \gamma_{\text{вода}} y^2}{[\gamma_{\text{CO}} (2-x-y)][\gamma_{\text{водород}} (3-2x-3y)]^3} \left(\frac{P}{5-2x-2y} \right)^{-2} \end{array} \right. ;$$

$$б) \left\{ \begin{array}{l} K_1 = \frac{\gamma_{\text{метанол}} x}{\gamma_{\text{CO}} (2-x-y) \gamma_{\text{водород}} (3-2x-3y)^2} \left(\frac{P}{5-2x-2y} \right)^{-2} \\ K_2 = \frac{\gamma_{\text{метан}} \gamma_{\text{вода}} y^2}{\gamma_{\text{CO}} (2-x-y) \gamma_{\text{водород}} (3-2x-3y)^3} \left(\frac{P}{5-2x-2y} \right)^{-2} \end{array} \right. ;$$

$$в) \left\{ \begin{array}{l} K_1 = \frac{f_{\text{метанол}} x}{[f_{\text{CO}} (2-x-y)][f_{\text{водород}} (3-2x-3y)]^2} \left(\frac{1}{5-2x-2y} \right)^{-2} \\ K_2 = \frac{f_{\text{метан}} f_{\text{вода}} y^2}{[f_{\text{CO}} (2-x-y)][f_{\text{водород}} (3-2x-3y)]^3} \left(\frac{1}{5-2x-2y} \right)^{-2} \end{array} \right. ;$$

$$г) \left\{ \begin{array}{l} K_1 = \frac{f_{\text{метанол}} x}{f_{\text{CO}} (2-x-y) f_{\text{водород}} (3-2x-3y)^2} \left(\frac{1}{5-2x-2y} \right)^{-2} \\ K_2 = \frac{f_{\text{метан}} f_{\text{вода}} y^2}{f_{\text{CO}} (2-x-y) f_{\text{водород}} (3-2x-3y)^3} \left(\frac{1}{5-2x-2y} \right)^{-2} \end{array} \right. .$$

47. По каким уравнениям необходимо вести расчет равновесия при протекании реакций:



Состав исходной газовой смеси, об. %: NO – 30; O₂ – 20, H₂O – 10; N₂ – 40;

x – число молей NO, прореагировавших по 1-й реакции, y – число молей NO₂, прореагировавших по 2-й реакции

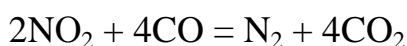
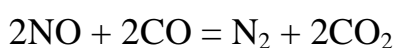
$$a) \left\{ \begin{array}{l} K_1 = \frac{x-y}{(0,3-x+\frac{1}{3}y)\sqrt{(0,2-0,5x)}} \left(\frac{P}{1-0,5x-\frac{1}{3}y} \right)^{-0,5} \\ K_2 = \frac{\sqrt[3]{(0,3-x+\frac{1}{3}y)} \cdot \sqrt[3]{(\frac{2}{3}y)^2}}{(x-y)\sqrt[3]{(0,1-\frac{1}{3}y)}} \left(\frac{P}{1-0,5x-\frac{1}{3}y} \right)^{\frac{1}{3}} \end{array} \right. ;$$

$$б) \left\{ \begin{array}{l} K_1 = \frac{x-y}{(0,3-x+\frac{1}{3}y)(0,2-0,5x)^{0,5}} \sqrt{\left(\frac{1-0,5x-\frac{1}{3}y}{P} \right)} \\ K_2 = \frac{(0,3-x+\frac{1}{3}y)^{\frac{1}{3}} \cdot (\frac{2}{3}y)^{\frac{2}{3}}}{(x-y)(0,1-\frac{1}{3}y)^{\frac{1}{3}}} \sqrt[3]{\left(\frac{1-0,5x-\frac{1}{3}y}{P} \right)} \end{array} \right. ;$$

$$в) \left\{ \begin{array}{l} K_1 = \frac{x-y}{(0,3-x+\frac{1}{3}y)(0,2-0,5x)^{0,5}} \sqrt{\left(\frac{P}{1-0,5x-\frac{1}{3}y} \right)} \\ K_2 = \frac{(0,3-x+\frac{1}{3}y)^{\frac{1}{3}} \cdot (\frac{2}{3}y)^{\frac{2}{3}}}{(x-y)(0,1-\frac{1}{3}y)^{\frac{1}{3}}} \sqrt[3]{\left(\frac{P}{1-0,5x-\frac{1}{3}y} \right)} \end{array} \right. ;$$

$$г) \left\{ \begin{array}{l} K_1 = \frac{x-y}{(0,3-x+\frac{1}{3}y)\sqrt{(0,2-0,5x)}} \sqrt{\left(\frac{P}{1-0,5x-\frac{1}{3}y} \right)} \\ K_2 = \frac{\sqrt[3]{(0,3-x+\frac{1}{3}y)} \cdot \sqrt[3]{(\frac{2}{3}y)^2}}{(x-y)\sqrt[3]{(0,1-\frac{1}{3}y)}} \sqrt[3]{\left(\frac{P}{1-0,5x-\frac{1}{3}y} \right)} \end{array} \right. .$$

48. По каким уравнениям необходимо вести расчет равновесия при протекании реакций:



Состав исходной газовой смеси, об.%: NO – 10; NO₂ – 10; CO – 20, H₂O – 10; N₂ – 50;

x – число молей NO , прореагировавших по 1-й реакции, y – число молей NO_2 , прореагировавших по 2-й реакции

$$\text{а) } \begin{cases} K_1 = \frac{(0.5 + x + y)(2x + 4y)^2}{(0.1 - 2x)^2 (0.2 - 2x - 4y)^2} \left(\frac{P}{1 - x - y} \right)^{-1} \\ K_2 = \frac{(0.5 + x + y)(2x + 4y)^4}{(0.1 - 2y)^2 (0.2 - 2x - 4y)^4} \left(\frac{P}{1 - x - y} \right)^{-1}; \end{cases}$$

$$\text{б) } \begin{cases} K_1 = \frac{(0.5 + x + y)(2x + 4y)^2 (1 - x - y)}{P(0.1 - 2x)^2 (0.2 - 2x - 4y)^2} \\ K_2 = \frac{(0.5 + x + y)(2x + 4y)^4 (1 - x - y)}{P(0.1 - 2y)^2 (0.2 - 2x - 4y)^4}; \end{cases}$$

$$\text{в) } \begin{cases} K_1 = \frac{(0.5 + x + y)(2x + 4y)^2}{(0.1 - 2x)^2 (0.2 - 2x - 4y)^2} \left(\frac{P}{1 - 2x - 2y} \right)^{-1} \\ K_2 = \frac{(0.5 + x + y)(2x + 4y)^4}{(0.1 - 2y)^2 (0.2 - 2x - 4y)^4} \left(\frac{P}{1 - 2x - 2y} \right)^{-1}; \end{cases}$$

$$\text{г) } \begin{cases} K_1 = \frac{(x + y)(2x + 4y)^2}{(2 - 2x)^2 (2 - 2x - 4y)^2} \left(\frac{P}{1 - x - y} \right)^{-1} \\ K_2 = \frac{(x + y)(2x + 4y)^4}{(2 - 2y)^2 (4 - 2x - 4y)^4} \left(\frac{P}{1 - x - y} \right)^{-1}. \end{cases}$$

11. Оптимальная температура – это температура, при которой скорость процесса ...

- а) максимальная; б) минимальная; в) равна 0; г) отрицательная.

12. Каким образом изменяется скорость химической реакции, протекающей с уменьшением числа молей, при увеличении давления?

- а) уменьшается; б) увеличивается;
в) не изменяется; г) проходит через максимум.

13. Каким образом изменяется скорость эндотермической обратимой химической реакции при увеличении температуры?

- а) уменьшается; б) увеличивается;
в) не изменяется; г) проходит через максимум.

14. Каким образом изменяется скорость экзотермической обратимой химической реакции при уменьшении температуры?

- а) уменьшается; б) увеличивается;
в) не изменяется; г) проходит через максимум.

15. Каким образом влияет повышение температуры на область протекания реакции?

- а) переход из кинетической области в диффузионную;
б) переход из диффузионной области в кинетическую;
в) не влияет; г) однозначно указать невозможно.

16. Как соотносятся коэффициенты диффузии?

- а) $D_{\text{ист}} > D_{\text{эф}} > D_{\text{кнудс}}$; б) $D_{\text{ист}} > D_{\text{кнудс}} > D_{\text{эф}}$;
в) $D_{\text{ист}} < D_{\text{эф}} < D_{\text{кнудс}}$; г) $D_{\text{ист}} = D_{\text{эф}} > D_{\text{кнудс}}$.

17. Как изменяется наблюдаемая скорость химической реакции при уменьшении размера зерна катализатора?

- а) проходит через максимум;
- б) уменьшается;
- в) не изменяется;
- г) увеличивается.

18. Каким образом изменяется степень использования зерна катализатора при увеличении его размеров?

- а) увеличивается;
- б) уменьшается;
- в) не изменяется;
- г) проходит через максимум.

19. Каким образом изменяется степень использования зерна катализатора при переходе от внутридиффузионной области к внешнедиффузионной?

- а) увеличивается;
- б) уменьшается;
- в) не изменяется;
- г) проходит через максимум.

20. Каким образом изменяется степень использования зерна катализатора при переходе от кинетической области к внутридиффузионной?

- а) увеличивается;
- б) уменьшается;
- в) не изменяется;
- г) проходит через максимум.

21. Кнудсеновская диффузия – это ...

- а) диффузия в порах, когда свободный пробег молекулы меньше диаметра пор;
- б) диффузия в порах, когда свободный пробег молекулы больше диаметра пор;
- в) диффузия молекул из объема потока к поверхности катализатора;
- г) диффузия растворенного вещества в растворителе.

22. Что характеризует модуль Тиле?

- а) диффузию в порах катализатора;
- б) кинетику адсорбции;

- в) кинетику химической реакции;
- г) диффузию в объеме газового потока.

23. Каким образом изменяется концентрация исходных веществ по длине пор катализатора при протекании реакции в кинетической области?

- а) увеличивается;
- б) уменьшается;
- в) не изменяется;
- г) имеет экстремум.

24. Какие значения может иметь степень использования зерна катализатора, если реакция протекает в диффузионной области?

- а) больше 0, но меньше 1;
- б) равно 0;
- в) равно 1;
- г) больше 1.

25. Каким образом соотносятся энергия активации E реакции и разность температуры достижения равновесия и оптимальной температуры ΔT ?

- а) с увеличением E ΔT увеличивается;
- б) с увеличением E ΔT уменьшается;
- в) изменение E не влияет на ΔT ;
- г) с увеличением E ΔT проходит через максимум.

26. Чем можно охарактеризовать активность катализатора?

- а) температурой достижения заданной степени превращения;
- б) температурой достижения оптимальной степени превращения;
- в) температурой достижения равновесной степени превращения;
- г) температурой достижения максимальной степени превращения.

27. Удельная каталитическая активность – это ...

- а) скорость реакции, отнесенная к объему катализатора;
- б) константа скорости, отнесенная к объему катализатора;
- в) энергия активации, отнесенная к объему катализатора;
- г) концентрация целевого продукта, отнесенная к объему катализатора.

28. Каким образом связаны между собой энергии активации прямой (E_1) и обратной (E_2) реакций и константы равновесия (K^0)?

а) $K^0 = k_0 \exp\left(-\frac{E_1 - E_2}{RT}\right)$;

б) $K^0 = k_0 \exp\left(-\frac{E_2 - E_1}{RT}\right)$;

в) $K^0 = k_0 \exp\left(\frac{E_1 - E_2}{RT}\right)$;

г) $K^0 = k_0 \exp\left(-\frac{E_1 + E_2}{RT}\right)$.

29. Какими могут быть стехиометрические числа стадий химической реакции?

а) натуральными;

б) дробными;

в) отрицательными;

г) равными нулю.

30. Как изменяется оптимальная температура экзотермической реакции с увеличением степени превращения?

а) уменьшается;

б) увеличивается;

в) не изменяется;

г) проходит через максимум.

31. Как изменяется оптимальная температура эндотермической реакции с увеличением степени превращения?

а) уменьшается;

б) увеличивается;

в) не изменяется;

г) проходит через максимум.

32. Что делают в случае частичного отравления катализатора для сохранения производительности реактора?

а) увеличивают температуру;

б) уменьшают температуру;

в) увеличивают нагрузку;

г) уменьшают нагрузку.

33. Какое условие отвечает оптимальной температуре реакции?

$$a) \left(\frac{\partial(dx/d\tau)}{\partial T} \right)_x = 0;$$

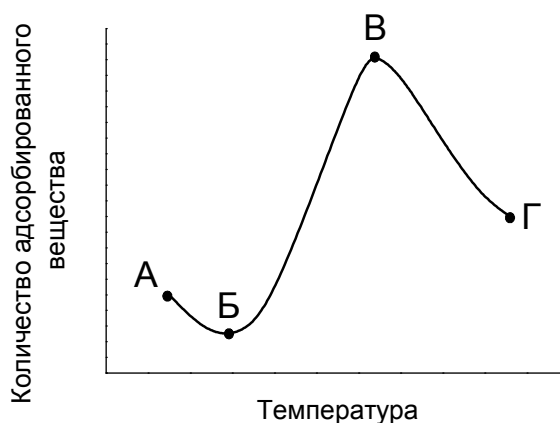
$$б) \left(\frac{\partial(dx/d\tau)}{\partial T} \right)_T = 0;$$

$$в) \left(\frac{\partial(dx/d\tau)}{\partial T} \right)_P = 0;$$

$$г) \left(\frac{\partial(dx/d\tau)}{\partial T} \right)_C = 0.$$

34. К какому типу относятся связи между адсорбентом и адсорбтивом на участке БВ?

- а) Ван-дер-Ваальсовские;
- б) химические;
- в) конденсационные;
- г) механические.



35. Чему равна степень заполнения поверхности, рассчитанная по уравнению Ленгмюра $\theta = \frac{bC}{1 + bC}$, в случае $bC \ll 1$?

- а) $\theta = bC$;
- б) $\theta = 1$;
- в) $\theta = 0$;
- г) $\theta = 1 + bC$.

36. Каким образом изменяется степень заполнения поверхности θ с увеличением давления (давление высокое)?

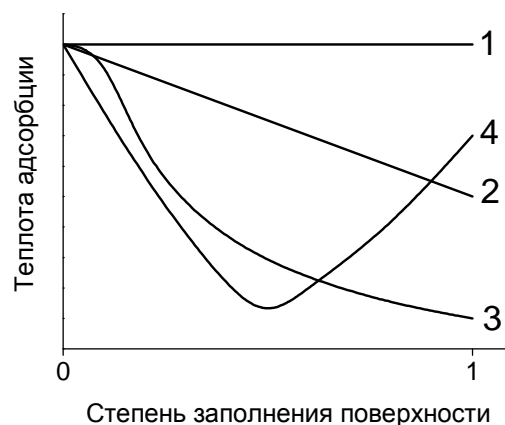
- а) увеличивается;
- б) уменьшается;
- в) имеет максимум;
- г) имеет минимум.

37. Если теплота адсорбции уменьшается по логарифмическому закону от степени заполнения поверхности, то этот процесс адсорбции описывается уравнением ...

- а) Ленгмюра;
- б) Фрейндлиха;
- в) Темкина;
- г) Аррениуса.

38. Каким уравнением описывается процесс адсорбции, соответствующий зависимости «2»?

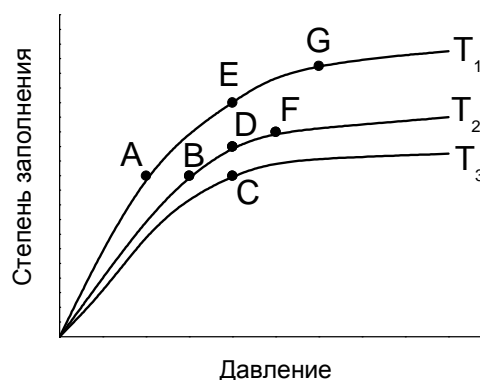
- а) Ленгмюра;
- б) Фрейндлиха;
- в) Темкина;
- г) Аррениуса.



39. В каком случае степень заполнения поверхности с увеличением давления будет уменьшаться?

- а) мольный объем газа больше мольного объема адсорбированного вещества;
- б) мольный объем газа меньше мольного объема адсорбированного вещества;
- в) мольный объем газа равен мольному объему адсорбированного вещества;
- г) мольный объем газа равен мольному объему адсорбента.

40. Дайте соответствие между набором точек и изолинией адсорбции.



- | | | |
|-------------|--------------|--------------|
| а) ABC; | б) CDE; | в) BDF. |
| 1) изобара; | 2) изостера; | 3) изотерма. |
| а) ___; | б) ___; | в) ___. |

41. Какую размерность имеет константа скорости реакции, если кинетическое уравнение имеет вид:

$$\frac{dx}{d\tau} = \frac{Pk}{a} \cdot \frac{b - \frac{ax}{2}}{1 - \frac{ax}{2}} \cdot \frac{1-x}{1-0,2x} \left(1 - \left[\frac{x}{318,3K^0(1-x)} \right]^2 \cdot \frac{1 - \frac{ax}{2}}{b - \frac{ax}{2}} \right)$$

Концентрации выражены в объемных долях.

- а) Па⁻¹·с⁻¹; б) Па·с; в) Па·с⁻¹; г) Па⁻¹·с.

42. Какую размерность имеет константа скорости реакции k, если кинетическое уравнение имеет вид:

$$r = k \frac{P_{CO} - P'_{CO}}{P_{H_2}} \sqrt{P_{H_2O}}$$

Давление выражено в Па.

- а) Па⁻¹·с⁻¹; б) Па^{-0,5}·с⁻¹; в) Па^{0,5}·с⁻¹; г) Па·с⁻¹.

43. Какую размерность имеет константа скорости реакции k, если кинетическое уравнение имеет вид:

$$r = k \frac{b_1 P_{H_2O} P_{CO} - K^{-1} b_3 P_{CO_2} P_{H_2}}{1 + b_1 P_{H_2O} + b_3 P_{CO_2}}$$

Давление выражено в Па.

- а) Па⁻¹·с⁻¹; б) Па⁻²·с⁻¹; в) Па²·с⁻¹; г) Па·с⁻¹.

44. Какую размерность имеет константа скорости реакции k, если кинетическое уравнение имеет вид:

$$r = k \frac{P_{CH_4} P_{H_2O}}{P_{H_2}^2}$$

Давление выражено в Па.

- а) Па⁻¹·с⁻¹; б) с⁻¹; в) с; г) Па·с⁻¹.

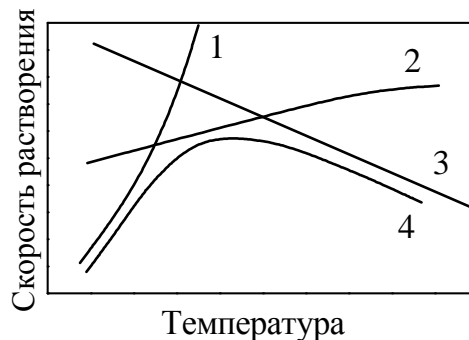
V. КИНЕТИКА ГЕТЕРОГЕННЫХ РЕАКЦИЙ

1. Движущей силой процесса хемосорбции является ...

- а) $P_A^\Gamma - P_A^{\text{Ж}} > 0$; б) $P_A^{\text{Ж}} - P_A^\Gamma > 0$; в) $P_A^{\text{Ж}} = P_A^\Gamma$; г) $P_A^\Gamma - P_A^{\text{Ж}} < 0$.

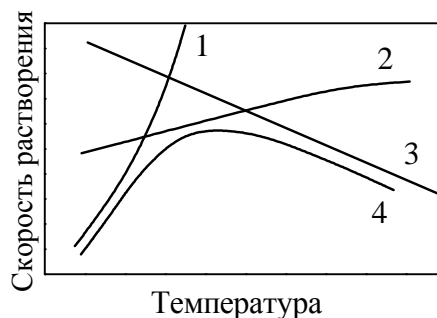
2. Скорость растворения
лимитируется диффузией
газообразного вещества через слой
продукта. Какая эта кривая?

- а) 1; б) 2;
в) 3; г) 4.



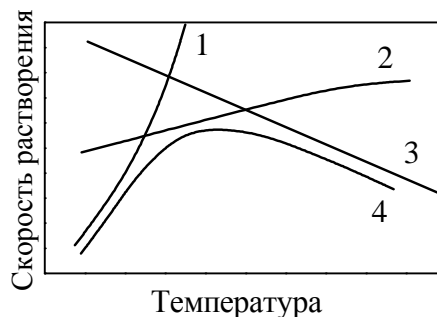
3. Скорость растворения
лимитируется химической реакцией.
Какая эта кривая?

- а) 1; б) 2;
в) 3; г) 4.



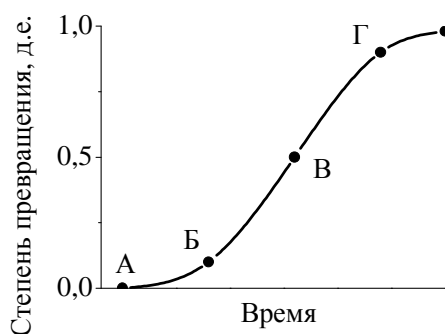
4. Скорость растворения
лимитируется диффузией через
пленку газа. Какая эта кривая?

- а) 1; б) 2;
в) 3; г) 4.



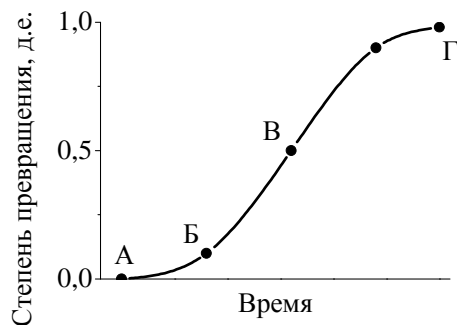
5. Какая точка соответствует
индукционному периоду
топхимической реакции?

- а) А; б) Б;
в) В; г) Г.



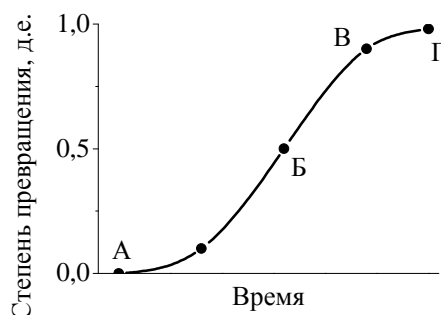
6. Какая точка соответствует началу зародышеобразования топохимической реакции?

- а) А;
- б) Б;
- в) В;
- г) Г.



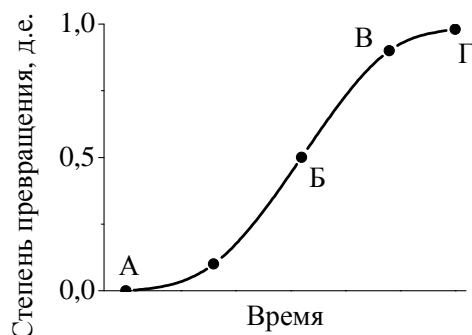
7. Какая точка соответствует максимальной скорости топохимической реакции?

- а) А;
- б) Б;
- в) В;
- г) Г.



8. В каких точках скорость топохимической реакции равна нулю?

- а) А;
- б) Б;
- в) В;
- г) Г.



9. Что такое индукционный период топохимической реакции?

- а) время окончания реакции;
- б) время начала реакция;
- в) время максимальной скорости реакции;
- г) время зародышеобразования.

10. Каким образом изменяется скорость топохимической реакции в зависимости от увеличения дисперсности?

- а) уменьшается;
- б) увеличивается;
- в) не изменяется;
- г) имеет экстремум.

11. Каким образом изменяется скорость топохимической реакции при уменьшении дисперсности?

- а) уменьшается; б) увеличивается;
в) не изменяется; г) имеет максимум.

12. Укажите последовательность стадий взаимодействия твердого вещества с кислотой.

- а) химическое взаимодействие в растворе и кристаллизация новой фазы;
б) взаимодействия протона с поверхностью апатита;
в) диффузия протона к поверхности частиц апатита;
г) диффузия продуктов реакции в объем жидкой фазы;
д) растворение твердой фазы с химическим взаимодействием.

13. Дайте соответствие между кинетическим уравнением топохимической реакции и ее порядком.

- а) $d\alpha/d\tau = k \cdot (1 - \alpha)^3$; б) $d\alpha/d\tau = k \cdot (1 - \alpha)^2$; в) $d\alpha/d\tau = k(1 - \alpha)$.
1) Первый; 2) Второй; 3) Третий.
а) ___; б) ___; в) ___.

14. Дайте соответствие между кинетическим уравнением топохимической реакции и ее порядком.

- а) $k\tau = -\ln(1 - \alpha)$; б) $k\tau = (1 - \alpha)^{-1}$; в) $k\tau = (1 - \alpha)^{-2}$.
1) Первый; 2) Второй; 3) Третий.
а) ___; б) ___; в) ___.

15. Укажите уравнение ускоряющегося типа топохимической реакции.

- а) $d\alpha/d\tau = k(1 - \alpha)$; б) $d\alpha/d\tau = k\alpha$; в) $d\alpha/d\tau = -\ln(1 - \alpha)$.

16. Укажите уравнение ускоряющегося типа топохимической реакции.

а) $k\tau = (1 - \alpha)^{-1}$; б) $k\tau = \alpha$; в) $k\tau = -\ln(1 - \alpha)$.

17. Укажите уравнение сжимающейся площади топохимической реакции.

а) $d\alpha/d\tau = k \cdot (1 - \alpha)^3$; б) $d\alpha/d\tau = k \cdot (1 - \alpha)^{1/2}$; в) $d\alpha/d\tau = k \cdot (1 - \alpha)^{2/3}$.

18. Укажите уравнение сжимающейся площади топохимической реакции.

а) $k\tau = 1 - (1 - \alpha)^{1/2}$; б) $k\tau = 1 - (1 - \alpha)^{1/3}$; в) $k\tau = (1 - \alpha)^{-2}$.

19. Укажите уравнение сжимающегося объема топохимической реакции.

а) $d\alpha/d\tau = k \cdot (1 - \alpha)^3$; б) $d\alpha/d\tau = k \cdot (1 - \alpha)^{1/2}$; в) $d\alpha/d\tau = k \cdot (1 - \alpha)^{2/3}$.

20. Укажите уравнение сжимающегося объема топохимической реакции.

а) $k\tau = 1 - (1 - \alpha)^{1/2}$; б) $k\tau = 1 - (1 - \alpha)^{1/3}$; в) $k\tau = (1 - \alpha)^{-2}$.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ильин, А.П. Опыт использования программы «SUNRAV TEST OFICEPRO» для тестирования студентов специальности «Химическая технология неорганических веществ» / А.П. Ильин, В.Ю Прокофьев, А.В. Кунин, Н.Н. Смирнов // Инновационные технологии в образовании. Матер. науч.-метод. конф. – Иваново, 2008. – С. 68.
2. Широков, Ю.Г. Теоретические основы технологии неорганических веществ: учеб. пособие / Ю.Г. Широков; Иван.гос.хим.-технол.ун-т. – Иваново, 1999. – 116 с.
3. Широков, Ю.Г. Теоретические основы технологии неорганических веществ. Сборник лабораторных работ с применением ЭВМ: учеб. пособие / Ю.Г. Широков, Н.Н. Смирнов, В.Ю. Прокофьев; Иван.гос.хим.-технол.ун-т. – Иваново, 1999. – 116 с.
4. Рид, Р. Свойства газов и жидкостей: справ. пособие / Р. Рид, Дж. Праусниц, Т. Шервуд; пер.с англ.; под ред. Б.И.Соколова. - 3-е изд. - Л.: Химия, 1982. - 592 с.
5. Позин, М.Е. Физико- химические основы неорганической технологии.: учеб. пособие для вузов / М.Е. Позин, Р.Ю. Зинюк. - 2-е изд., перераб. - СПб: Химия, 1993. - 440 с.
6. Карапетьянц, М.Х. Химическая термодинамика: учеб. пособие для вузов / М.Х. Карапетьянц. 3-е изд. - М.: Химия, 1975. - 522 с.
7. Соколовский, А.А. Применение равновесных диаграмм растворимости в технологии минеральных солей: / А.А. Соколовский, Е.А. Яхонтова. - М.: Химия, 1982. - 264 с.

Учебное издание

Прокофьев Валерий Юрьевич
Смирнов Николай Николаевич

**СБОРНИК ТЕСТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ
ТЕХНОЛОГИИ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ»**

Редактор В.Л. Родичева

Подписано в печать 13.10.2011. Формат 60x84 1/16. Бумага писчая.

Усл. печ. л. 3,02. Уч.-изд.л.3,35. Тираж 100 экз. Заказ

Ивановский государственный химико-технологический университет

Отпечатано на полиграфическом оборудовании
кафедры экономики и финансов ИГХТУ
153000, г. Иваново, пр. Ф. Энгельса, 7