

Задание теоретического тура РХО-2006 для 11 класса

№11-1-2006респ.

- 1) Раствор сахара $C_{12}H_{22}O_{11}$ оказывает при $27^{\circ}C$ осмотическое давление, равное 156 кПа. Принимая плотность раствора равной единице, вычислите температуру его кристаллизации.
- 2) При растворении 0,4 г некоторого вещества в 10 г воды температура кристаллизации раствора понижается на $1,24^{\circ}C$. Вычислите молекулярную массу растворенного вещества.
- 3) Раствор сахара в воде показывает повышение температуры кипения на $0,312^{\circ}C$. Вычислите величину понижения температуры кристаллизации этого раствора.

№11-2-2006респ. Газовая смесь, выходящая из контактного аппарата в процессе синтеза аммиака, содержит аммиак, водород и азот. После того как проба этой смеси была помещена над ртутью в эвдиометр и через нее в течение длительного времени пропускали искровой электрический разряд, объем газа увеличился на 25%. Этот газ пропустили над нагретой окисью меди затем через трубку, заполненную обезвоженным хлористым кальцием. После завершения описанных операций измерили объем оставшегося газа, при этом было установлено, что он уменьшился на 75% по сравнению с предшествующим, (все измерения объемов газов проводились при постоянных температуре и давлении).

- 1) Какой состав (в процентах по объему) имела газовая смесь, выходящая из контактного аппарата?
- 2) Какова степень превращения газовой смеси в аммиак?

№11-3-2006респ.

А) Найдите точное значение постоянной Авогадро исходя из табличных данных о параметрах решетки и плотности кристалла кальцита, для которого при $20^{\circ}C$: постоянная решетки $d = 3,0357 \cdot 10^{-8}$ см, плотность $\rho = 2,7103$ г/см³, $\alpha = 105^{\circ}7/2^1$ $\beta = 101^{\circ}54^1$.

Примечание: так как ответ известен, требуется привести ход рассуждений, все применяемые формулы и результаты промежуточных вычислений.

Б) Определите число Авогадро по скорости испускания α -частиц и скорости образования гелия при распаде радия. Скорость испускания α -частиц радием равна $3,4 \cdot 10^{10}$ 1/(г·сек). После предварительном очистки радиевой соли от продуктов ее распада был измерен объем гелия, получившийся за определенный промежуток времени. Количество радия в образце определялось путем измерения интенсивности γ -излучения, обусловленного наличием радия С, после установления радиоактивного равновесия. В результате этих исследований было найдено, что при нормальных условиях из 192 мг радия за 83 дня образуется 6,58 мм гелия, а за 132 дня - 10,38 мм³. Период полураспада радона равен 3,83 дня.

Примечание: так как ответ известен, требуется привести ход рассуждений, все применяемые формулы и результаты промежуточных вычислений.

В) Приблизительно оцените молекулярный радиус и число Авогадро по коэффициенту диффузии вещества. Коэффициент диффузии D сахара в воде при $20^{\circ}C$ равен $0,36$ см² в сутки. Вязкость воды при $20^{\circ}C$ равна $1,01 \cdot 10^{-2}$ г/(см·сек), плотность сахара – $1,59$ г/см³.

Примечание: так как ответ известен, требуется привести ход рассуждений, все применяемые формулы и результаты промежуточных вычислений.

№11-4-2006респ.

- А) Какие растворы называются буферными?
- В) Приведите составы и объясните механизм действия ацетатной и аммиачной буферной систем.

- С) Приведите уравнение Гендерсона-Гассельбаха и рассчитайте рН раствора, содержащего в 1 л 0,1 моль кислоты и 0,2 моль сопряженного основания (термины приведены в рамках теории Бренстеда-Лоури).
- Д) Чему равен рН чистой воды при 25°C. Как и во сколько раз изменится рН чистой воды, если к 1 л воды добавить 1 мл 1М раствора соляной кислоты?
- Е) Столько же кислоты добавили к 1 л раствора, содержащего по 0,1 моль хлорида аммония и аммиака. Как изменится рН раствора?
- Ф) Что такое буферная емкость? Как зависит буферная емкость от соотношения компонентов буферного раствора?
- Г) Объясните принципы действий главных буферных систем, функционирующих в организме человека.
- Н) Как связано буферное действие крови связано с воздействием угольной кислоты на процессы поглощения кислорода гемоглобином и высвобождения его оксигемоглобином.

№11-5-2006респ. Дана обратимая реакция: $2\text{NO}_2(\text{г}) \leftrightarrow \text{N}_2\text{O}_4(\text{г})$. В таблице приведены термодинамические характеристики оксидов. Зависимость изобарного потенциала от температуры описывается уравнением; $\Delta G = \Delta H - T\Delta S = -57320 + 176T$

Вещество	$\Delta H^\circ(\text{обр})$ кДж/моль	S° Дж/(К·моль)
$\text{NO}_2(\text{г})$	33,47	240,2
$\text{N}_2\text{O}_4(\text{г})$	9,62	303,8

Вопросы:

- 1) Как можно сместить равновесие в ту или иную сторону?
- 2) Как можно судить о смещении химического равновесия в ту или иную сторону?
- 3) Напишите выражение для константы равновесия данной реакции.
- 4) Вычислите изменение энтальпии, энтропии, изобарного потенциала реакции и константы равновесия в стандартных условиях, а также при 0°C и 100°C.
- 5) При какой температуре состав исходной газовой смеси с $p(\text{NO}_2) = p(\text{N}_2\text{O}_4) = 1$ атм не изменяется и равен составу равновесной газовой смеси?
- 6) Сформулируйте принцип Берто-Томсена. При какой температуре направление реакции соответствует принципу Берто-Томсена?
- 7) Систематизируйте результаты своих термодинамических расчетов и представьте их в виде таблицы, удобной для анализа. Какие выводы можно сделать на основании полученных данных?

№11-6-2006респ. Основная частота колебаний молекулы H^{35}Cl равна 2989 см^{-1} (в волновых числах).

1. Определить приведенную массу и силовую постоянную (в н/м) молекулы.
2. Определить изотопный сдвиг (в А) длин волн поглощения в ИК-спектре в молекуле H^{37}Cl по отношению к молекуле H^{35}Cl . В коротковолновую или длинноволновую области происходит изотопный сдвиг?
3. Рассчитать основную частоту колебаний в см^{-1} D^{35}Cl , полагая, что силовая постоянная не изменяется при изотопном сдвиге.
4. Используя распределение Больцмана, найти долю молекул H^{35}Cl , находящихся в первом возбужденном колебательном состоянии по отношению к основному состоянию, при температуре 300 К.

№11-7-2006респ. При обработке 1 моль 2-метил -1,4 - дихлорбутана водным раствором, содержащим 2 моль КОН, получается вещества А. При действии фосфорной кислоты на вещество А, образуется легколетучее вещество Б, которое не обесцвечивает бромную воду и в

обычных условиях не реагирует с натрием. В присутствии Al_2O_3 при повышенной температуре вещество А превращается В. Это вещество присоединяет 1 моль водорода. При этом может образоваться несколько изомерных продуктов, среди которых преобладает изомер Г, являющийся термодинамически более устойчивым среди остальных. Изомер Г в разбавленном водном растворе $KMnO_4$ превращается в соединение Д, обладающее следующими свойствами. Под действием 30%-ной серной кислоты оно дегидратируется и перегруппировывается в соединение Е. При окислении тетраацетатом свинца соединение Д расщепляется на два вещества - Ж и З, являющихся продуктами крупнотоннажного органического синтеза. Вещество Ж дает реакцию серебряного зеркала, а вещество З - нет, но оба реагирует с соединением Д с образованием циклических продуктов И и К. Напишите уравнения всех протекающих реакций. Приведите механизм перегруппировки вещества Д в вещество Е при действии 30%-ной H_2SO_4 . Напишите изомеры вещества Г.

№11-8-2006респ. Неизвестный газ А получают из воды, угля и природной извести. При пропускании А через никельорганический катализатор (при высоком давлении и при температуре $70^\circ C$) получают нерастворимая воде ядовитое вещество В, с характерным запахом. Хлорирование на свету В дает вещество С. Полученный из вещества С реактив Гриньяра (Д) обрабатывают альдегидом, который широко применяется в полимерной промышленности. При действии на продукт данной реакции разбавленным раствором кислоты получают кислородсодержащее органическое вещество Е. Мягкое окисление Е бихроматом натрия в кислой среде образуется продукт Ж. При обработке вещества Ж концентрированным раствором щелочи в результате реакции диспропорционирования образуются вещества З и Е в эквимольном количестве.

1. Определите молекулярные формулы соединений А- З.
2. Напишите уравнения реакции получения вещества А из исходных веществ.
3. Напишите уравнения всех упомянутых в тексте реакций и подберите стехиометрические коэффициенты методом электронного баланса или методом полуреакций.
4. Объясните механизм реакции диспропорционирования. Приведите соответствующие схемы.