

Пример тестовых заданий
по вступительному испытанию
в магистратуру по направлению подготовки

18.04.01 Химическая технология



**ЯРОСЛАВСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

Список тем по
дисциплине:
Процессы и аппараты
химической
технологии

Раздел 1
Основы гидравлики.
Перемещение
жидкости (насосы)

1. Жидкости и их основные физические свойства.
2. Гидростатическое давление и его основные свойства.
3. Дифференциальные равновесия жидкости (Уравнения Эйлера). Основное уравнение гидростатики.
4. Гидродинамика. Уравнение расхода жидкости в трубопроводах и каналах. Уравнение неразрывности (сплошности) потока. Численные значения оптимальных скоростей жидкостей и газов.
5. Уравнение Бернулли для идеальной и реальной жидкостей. Практическое применение уравнения Бернулли.
6. Режимы движения жидкостей и газов в трубопроводах и каналах. Критерий Рейнольдса.
7. Гидравлическое сопротивление в трубопроводах.
8. Истечение жидкости через отверстие в тонкой стенке при постоянном напоре – теоретический и действительный случаи.
9. Классификация трубопроводов. Основные уравнения для расчета простых и сложных трубопроводов.
10. Насосы. Основные параметры насосов.

Раздел 2. Гидромеханические процессы

1. Разделение неоднородных систем. Материальный баланс процесса разделения.
2. Закономерности осаждения частиц в поле силы тяжести. Расчет скорости осаждения частиц в поле силы тяжести. Расчет отстойников. Аппараты для отстаивания.
3. Закономерности осаждения частиц в поле центробежных сил. Центробежная сила и фактор разделения. Конструкции циклонов и центрифуг
4. Очистка газов от пыли.
5. Фильтрование. Аппаратура для фильтрования.
6. Эффективность и интенсивность перемешивания. Способы перемешивания. Устройство мешалок. Расчет мощности, затрачиваемой на перемешивание.
7. Применение зернистых материалов. Кривая псевдооживления. Режим пневмотранспорта.

Раздел 3. Тепловые процессы

Раздел 4. Выпаривание

1. Основы теплопередачи. Теплообмен. Общие понятия. Теплопередача. Три способа распространения тепла.
 2. Теплопередача. Основное уравнение теплопередачи. Коэффициент теплопередачи.
 3. Определение движущей силы тепловых процессов. Уравнения теплового баланса.
 4. Конструкции теплообменных аппаратов. Расчет теплообменных аппаратов.
 5. Нагревающие агенты и способы нагревания.
 6. Охлаждающие агенты, способы охлаждения и конденсации
 7. Сложный теплообмен.
-
1. Общие сведения процесса. Однократное выпаривание. Материальный и тепловой балансы.
 2. Общая и полезная разность температур. Температурные депрессии.
 3. Многократное выпаривание. Материальный и тепловой балансы. Выбор числа корпусов.
 4. Законы распределения полезной разности температур по корпусам.
 5. Порядок расчета выпарного аппарата.
 6. Устройство выпарных аппаратов.

Раздел 5.

Основы массопередачи

1. Общие сведения и общие признаки массообменных процессов. Основные массообменные процессы.
2. Способы выражения состава фаз. Основные законы фазового равновесия.
3. Движущая сила процессов массопередачи.
4. Материальный баланс массообменного процесса.
5. Графическое изображение процессов массообмена. Механизм процессов массопереноса. Направление массопередачи.
6. Диффузия. Дифференциальные уравнения диффузии. Коэффициент массоотдачи.
7. Основное уравнение массопередачи. Определение коэффициента массопередачи через коэффициенты массоотдачи.
8. Средняя движущая сила массообменного процесса и число единиц переноса. Модифицированное уравнение массопередачи. Число теоретических тарелок.
9. Расчет основных размеров массообменных аппаратов.

Раздел 6.

Абсорбция

1. Процесс абсорбции, общие сведения. Равновесие в процессах абсорбции.
2. Материальный баланс и кинетические закономерности процесса абсорбции.
3. Диаграмма $y - x$ для процесса абсорбции. Построение равновесной и рабочей линий.
4. Материальный и тепловой балансы процесса.
5. Принципиальные схемы абсорбции. Определение расхода абсорбента.
6. Устройство абсорбционных аппаратов.
7. Насадочные колонны.
8. Тарельчатые колонны
9. Расчет абсорберов.

Раздел 7. Ректификация

Раздел 8. Сушка

1. Общие сведения процесса.
2. Характеристика двухфазных систем жидкость-пар.
3. Простая перегонка.
4. Принцип ректификации. Схема ректификационной установки непрерывного действия.
5. Материальный баланс ректификации. Рабочие линии. Построение рабочих линий на диаграмме $y - x$.
6. Процесс ректификации. Флегмовое число. Минимальное и оптимальное флегмовое число. Определение флегмового числа.
7. Тепловой баланс процесса ректификации.
8. Расчет насадочных и тарельчатых ректификационных аппаратов.

1. Общие сведения процесса. Основные параметры влажного воздуха.
2. Виды сушки. Формы связи влаги с материалом.
3. Равновесие при сушке. $I - x$ диаграмма (диаграмма Рамзина). Определение основных параметров влажного воздуха с использованием диаграммы Рамзина.
4. Материальный и тепловой балансы конвективной сушки.
5. Определение расхода воздуха и тепла на сушку.
6. Изображение процесса сушки на $I - x$ диаграмме. Движущая сила процесса сушки.
7. Устройство сушилок.

Литература для ПОДГОТОВКИ

1. Касаткин, А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии : учебник для вузов / А. Г. Касаткин. - 12-е изд., стер. и дораб. ; [Перепечатка с изд. 1973 г.]. - М. : Альянс, 2005. - 750 с.
2. Плановский, А. Н. Процессы и аппараты химической технологии : учебник для учащихся техникумов / А. Н. Плановский, В. М. Рамм, С. З. Каган. - 5-е изд., стер. - М. : Химия, 1968. - 848 с.
3. Плановский, А. Н. Процессы и аппараты химической и нефтехимической технологии : учебник для вузов по спец. "Машины и аппараты хим. пр-в" / А. Н. Плановский, П. И. Николаев. - 3-е изд., испр. и доп. - М. : Химия, 1987. - 496 с.
4. Сугак, А. В. Процессы и аппараты химической технологии : учеб. пособие для образоват. учреждений нач. проф. образования / А. В. Сугак, В. К. Леонтьев, В. В. Туркин. - М. : Академия, 2005. - 224 с.
5. Леонтьев, В. К. Примеры расчетов по гидростатике, гидродинамике и гидравлическим машинам : учеб. пособие / В. К. Леонтьев, О. Н. Кораблева ; Яросл. гос. техн. ун-т. - Ярославль : ИД ЯГТУ, 2017. - 151 с.

Список тем по
дисциплине
Общая химическая
технология

1. Химическое производство и химико-технологический процесс. Показатели и параметры химико-технологического процесса.
2. Теоретические основы химико-технологических процессов (химическая термодинамика, кинетика, учение о химическом равновесии).
3. Гомогенные процессы. Скорость гомогенных химических реакций. Способы изменения скорости простых и сложных реакций.
4. Гетерогенные процессы. Гетерогенный процесс в системе газ- твердое
5. вещество. Гетерогенный процесс в системе газ-жидкость.
6. Водоподготовка на химическом предприятии.
7. Общие сведения о химических реакторах. Классификация химических реакторов и режимов их работы

Литература для ПОДГОТОВКИ

1. Основы химической технологии : учеб. для хим.-технол. спец. вузов / И. П. Мухленов [и др.] ; под ред. И. П. Мухленова. - 4-е изд., перераб. и доп. - М. : Высш. шк., 1991. - 463 с.
2. Кутепов, А. М. Общая химическая технология : учебник для студ. вузов, обуч. по спец. хим.-технол. профиля / А. М. Кутепов, Т. И. Бондарева, М. Г. Беренгартен. - 3-е изд., перераб. - М. : Академкнига, 2007. - 528 с.

Пример заданий

Какие частицы жидкости испытывают наибольшее напряжения сжатия от действия гидростатического давления?

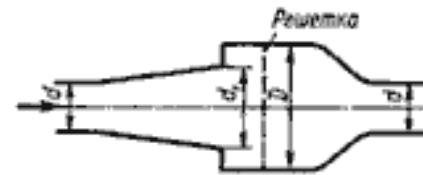
- А) находящиеся на дне резервуара;
- Б) находящиеся на свободной поверхности;
- В) находящиеся у боковых стенок резервуара;
- Г) находящиеся в центре тяжести рассматриваемого объема жидкости

▶ **Ответ на вопрос**

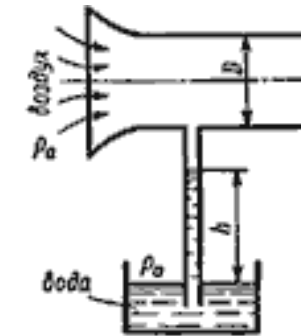
Правильный ответ – А

Пример заданий

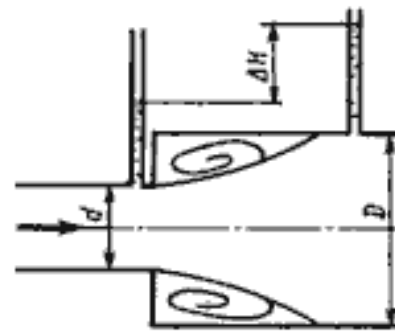
Укажите, на каком рисунке изображен расходомер Вентури



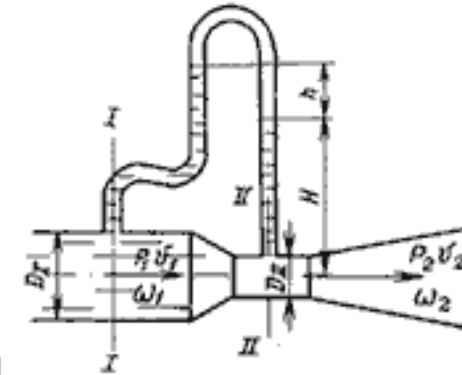
а)



б)



в)



г)

► **Ответ на вопрос**

Правильный ответ – г

Пример заданий

Неоднородные системы, состоящие из жидкости и взвешенных в ней твердых частиц, называются

- а) Эмульсии
- б) Суспензии
- в) Пены
- г) Туманы

▶ **Ответ на вопрос**

Правильный ответ – б

Пример заданий

Формула $P = P_0 + \rho gh$ - это

- а) основное уравнение гидравлики
- б) основное уравнение гидродинамики
- в) основное уравнение гидростатики
- г) уравнение Бернулли

▶ **Ответ на вопрос**

Правильный ответ – в

Пример заданий

Теплообменные аппараты, в которых две жидкости с различными температурами текут называются

- А) регенеративными
- Б) смесительными
- В) рекуперативными
- Г) с внутренними источниками теплоты

▶ **Ответ на вопрос**

Правильный ответ – В

Пример заданий

Чему равно количество теплоты в адиабатном процессе?

А) $q = c_v \cdot (T_2 - T_1)$

Б) $q = 0$

В) $q = c_p \cdot (T_2 - T_1)$

Г) $q = R \cdot T \cdot \ln \frac{P_1}{P_2}$

► **Ответ на вопрос**

Правильный ответ – Б

Пример заданий

Динамическое равновесие между паром и жидкостью наступает...

- А) когда масса пара делается равной массе жидкости
- Б) когда число молекул, вылетающих из жидкости, становится равным числу молекул пара, возвращающихся в нее
- В) когда число молекул пара становится столь большим, что испарение прекращается

▶ **Ответ на вопрос**

Правильный ответ – Б

Пример заданий

Движущая сила массообменных процессов

1. Разность температур;
2. Разность концентраций;
3. Разность потенциалов;
4. Разность скоростей;
5. Разность движений;
6. Разность высот;

► **Ответ на вопрос**

Правильный ответ – 2

Пример заданий

Сущность процесса абсорбции

1. Смещение газов;
2. Разделение жидкостей, имеющих различные температуры кипения;
3. Разделение жидкостей и паров, основанных на поглощении пористым твердым веществом;
4. Разделение газов, основанный на поглощении жидким веществом;
5. Процесс разделения, состоящий в выходе газа из жидкой фазы;
6. Процесс, состоящий в превращении вещества из газа в жидкость

▶ **Ответ на вопрос**

Правильный ответ – 4

Пример заданий

Критерий, характеризующий физические свойства веществ, при подобии тепловых процессов

1. Критерий Рейнольдса;
2. Критерий Эйлер;
3. Критерий Фруда;
4. Критерий Прандтля;
5. Критерий Нуссельта;
6. Критерий Архимеда

▶ **Ответ на вопрос**

Правильный ответ – 4

Пример заданий

Сублимационная сушка

1. Отвод паров влаги из влажного материала за счет нагрева;
2. Отвод паров влаги за счет снижения давления над влажным материалом;
3. Отвод паров влаги за счет снижения температуры;
4. Перенос влаги внутри влажного материала;
5. Отвод влаги за счет охлаждения и снижения давления;
6. Диффузия паров при низкой температуре;

► **Ответ на вопрос**

Правильный ответ – 5

Пример заданий

Вода вытекает из закрытого резервуара в атмосферу через отверстие диаметром $d = 20$ мм и коэффициентом расхода $\mu = 0,62$. Глубина погружения центра отверстия $h = 0,45$ м, избыточное давление на поверхности жидкости $p_{0и} = 8,3$ кПа. Определить расход жидкости. Как изменится избыточное давление для пропуска того же расхода, если к отверстию присоединить внешний насадок длиной $l = 0,1$ м.

Решение:

Расход при истечении жидкости через отверстие определяется по формуле

$$Q = \mu \cdot S_0 \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H},$$

где $H = h + \frac{\Delta p}{\rho \cdot g}$ - расчетный напор,

Δp - перепад давления на отверстии ($\Delta p = p_{0и}$, т.к. за отверстием давление равно атмосферному);

$S_0 = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$ - площадь отверстия.

Вычислим расход воды через отверстие

$$Q = \mu \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot \left(h + \frac{p_{0и}}{\rho \cdot g} \right)} =$$

$$0,62 \cdot \frac{3,14 \cdot 0,02^2}{4} \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot \left(0,45 + \frac{8,3 \cdot 10^3}{1000 \cdot 9,81} \right)} = 0,98 \cdot 10^{-3} \frac{\text{м}^3}{\text{с}}.$$

Пример заданий

Пример заданий

Решение:

Если к отверстию в дне резервуара присоединить цилиндрический насадок длиной l того же диаметра, то формула примет следующий вид

$$Q = \mu \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot \left(h + l + \frac{p_{0и}}{\rho \cdot g} \right)}$$

тогда избыточное давление

$$p_{0и} = \left(\frac{8 \cdot Q^2}{\pi^2 \cdot g \cdot \mu^2 \cdot d^4} - h - l \right) \rho g =$$

$$\left(\frac{8 \cdot (0,98 \cdot 10^{-3})^2}{3,14^2 \cdot 9,81 \cdot 0,82^2 \cdot 0,02^4} - 0,45 - 0,1 \right) 1000 \cdot 9,81 = 1830 \text{ кПа}$$

Пример заданий

Определить время опорожнения цистерны с мазутом при следующих данных: объем мазута в цистерне $W = 50 \text{ м}^3$; диаметр цистерны $D = 2,8 \text{ м}$; диаметр сливного патрубка $d = 0,1 \text{ м}$; кинематическая вязкость мазута $\nu = 0,69 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2/\text{с}$.

Пример заданий

Решение:

Для определения времени опорожнения при известном объеме наполнения резервуара воспользуемся формулой

$$t = \frac{W}{\mu S_0 \sqrt{2g \cdot 0,694r}}$$

где $S_0 = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,1^2}{4} = 0,00785 \text{ м}^2$ – площадь сливного патрубка; r – радиус цистерны.

Коэффициент расхода определим по графику в зависимости от числа Рейнольдса. Число Рейнольдса определим по теоретической скорости

$$Re = \frac{\sqrt{2gHd}}{v}$$

Пример заданий

Решение:

в начале истечения при $H = 2,8$ м:

$$Re = \frac{\sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 2,8} \cdot 0,1}{0,69 \cdot 10^{-4}} = 10700$$

в конце истечения при $H = 0,01$ м:

$$Re = \frac{\sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 0,01} \cdot 0,1}{0,69 \cdot 10^{-4}} = 642$$

По графику определяем, что соответствующие коэффициенты расхода будут: $\mu_1 = 0,64$ (в начале истечения), $\mu_2 = 0,60$ (в конце истечения).

Принимая для расчета среднее значение $\mu_{ср} = 0,61$ и подставляя его в формулу, получим:

$$t = \frac{50}{0,61 \cdot 0,007854 \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 0,694 \cdot 1,4}} = 2180 \text{ с.}$$