

绪论

一、化工原理的性质与内容

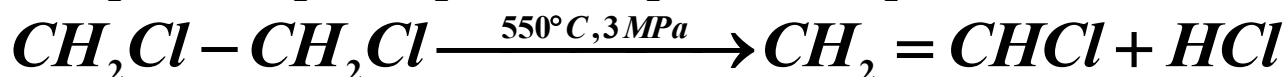
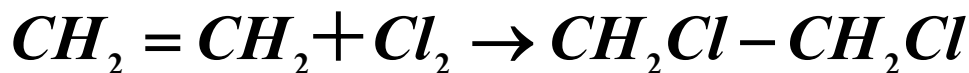
性质：基础技术学科

化工生产过程：

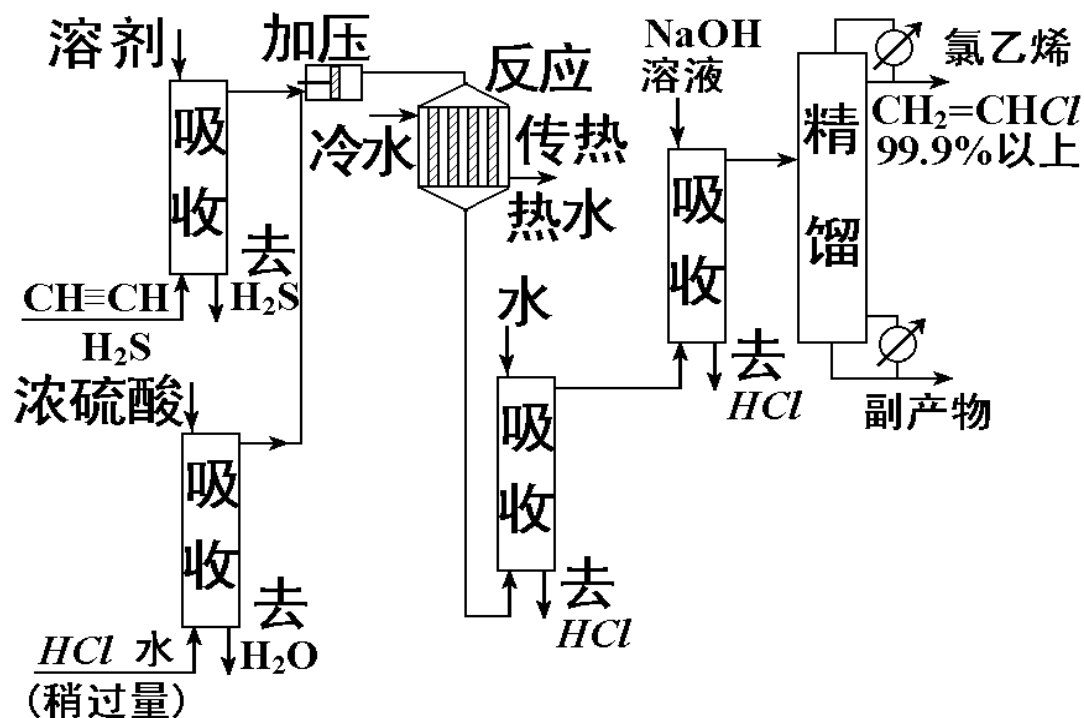
用化工手段将原料加工成产品的生产过程。

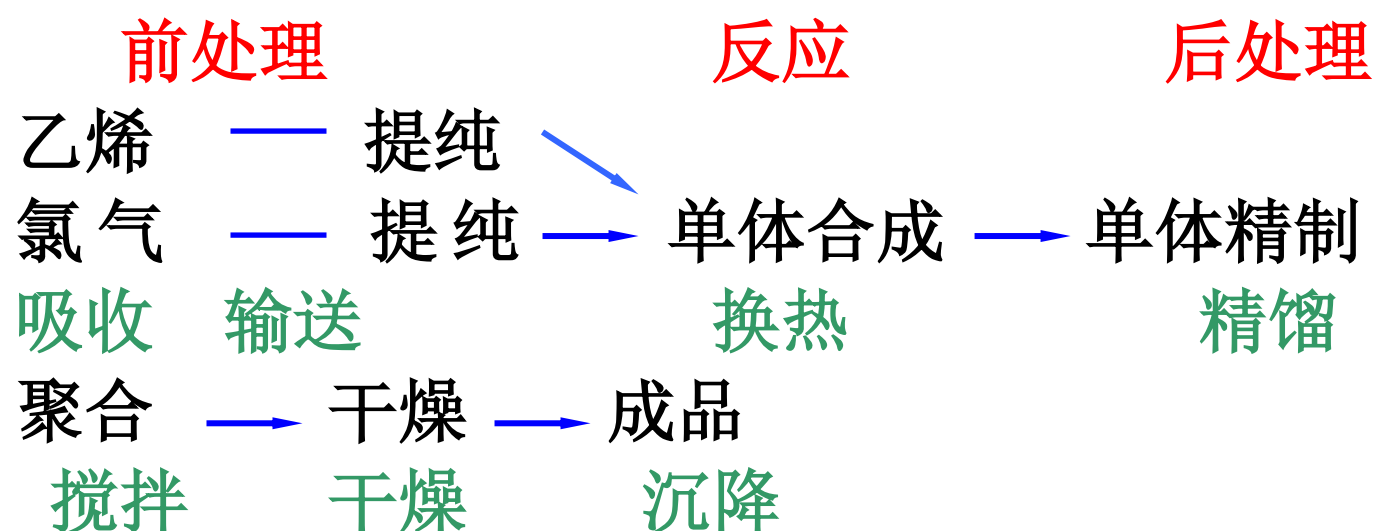
以生产聚氯乙烯（PVC）为例：

对工艺要求在实验室中完成：



但对化学工程师来讲，必须要能实现大规模的生产，因而有这样的流程：



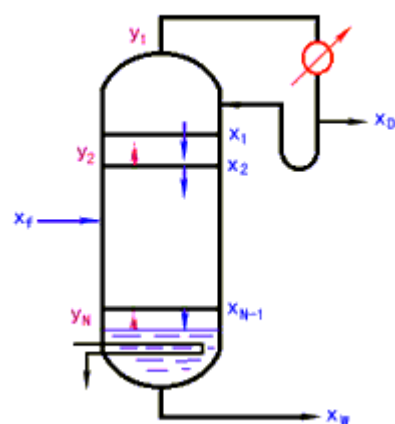


如何完成前后处理是化工原理要解决的问题

内容:

完成应用: 包括

(1) 如何在工业上实施



例: 从物理化学中我们可知: 不同液体的挥发度是不同的, 依据这个原理可以使液体组分进行分离。但是怎样才能得到高精度的产品? 学完化工原理便可知, 需要有一个塔, 在塔顶有回流, 有一定的塔板数等等。

(2) 设计

例如: 塔板数有多少, 塔高是多少?

(3) 操作

例如: 回流量多少为好?

从化工原理完整的内容上讲, 当然还包括对理论上的研究。

二、课程的特点与任务

有别于自然学科，因而对同学来说，必须掌握工程处理问题的方法：

——对复杂问题简化处理

贯穿两条主线：

统一研究对象 { 原理：传递过程
设备：

流体输送,搅拌,过滤,沉降,流态化
换热，蒸发

吸收，精馏，萃取，干燥

结晶，吸附，膜分离

动量传递

热量传递

质量传递

统一研究方法 { 经验法
数学模型法

任务：

树立：工程观点

学以致用：设计，操作，开发

- 选择合理的过程,设备。
- 强化化工过程,设备。
- 将实验室成果放大到工业规模。
- 发展新技术,新设备。

1 流体流动

1.1 概述

1.1.1 流体流动的考察方法

1. 连续性假定

在流动规律的研究中，人们感兴趣的不是单分子的微观运动，而是流体宏观的机械运动。

质点:

足够大：与分子自由程相比 使质点连续

足够小：与设备尺寸相比 使质点具有共性

连续性假定:

假定流体是由大量质点组成的，彼此间没有空隙，完全充满所占空间的连续介质。

目的: 可用微积分来描述流体的各种参数。

该假定只在高真空稀薄气体的情况下不成立。

2. 运动的描述方法

a. 拉格朗日法: 选定一个流体质点，对其跟踪观察，描述其运动参数（如位移，速度等）与时间的关系。 → 轨线

轨线: 同一质点不同时间

b. 欧拉法: 固定空间位置，考察经过此地的流体运动参数。

流线: 同一时间，不同质点

控制体: 划定一固定的空间体积来考察问题。与外界可有质量

交换。

化工原理常用欧拉法作为考察方法。

3. 定态流动

运动空间的状态不随时间而变化。



定态流动时流线与轨线重合。

1.1.2 流体流动中的作用力

1. 体积力

重力场: $F = mg = \rho V g$

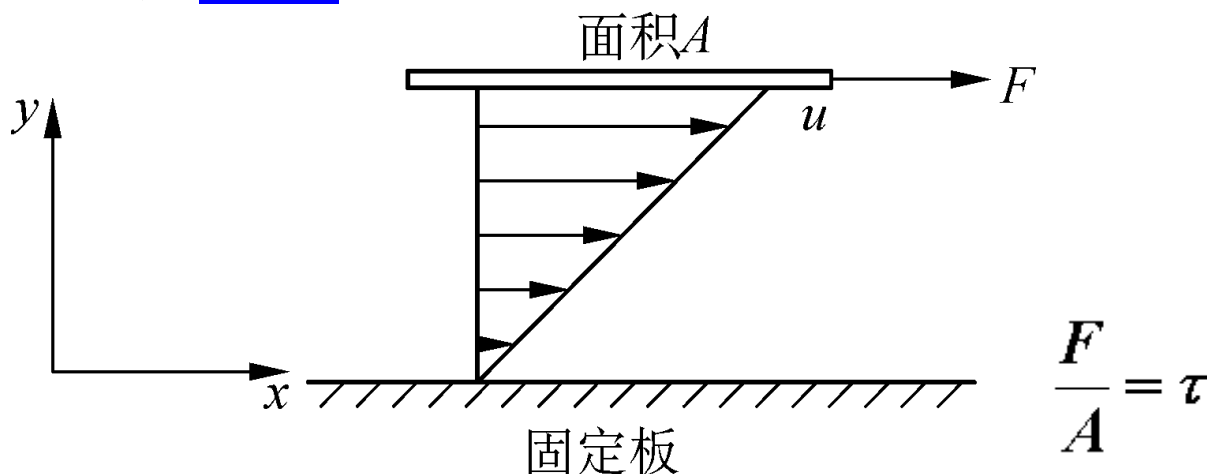
离心场: $F = m \frac{u^2}{r} = \rho V \omega^2 r$

2. 表面力

法向力: 压力 $\xrightarrow{\text{单位面积}}$ 压强

切向力: 剪力 $\xrightarrow{\text{单位面积}}$ 剪应力 (τ)

3. 流体黏性



牛顿黏性定律:

$$\tau = \mu \frac{du}{dy}$$

y 为垂直板向
 u 为 u_x , $\frac{du}{dy}$ 为 u_x 在 y 方向的
数量梯度

(能量守恒)

流线: $\oint \rho q_i = 0$

↓ 定态流动

轨线: 伯努利方程

(微元状态分析)

↑ 基于微元力分析得到
在定态条件下有能量意义

由牛顿黏性定律可知：

剪应力 (τ) 与物体的黏度和速度梯度有关，与法向力无关。
这是与固体物质的摩擦力不同的。

剪应力也称为内摩擦力。

a. 黏性的物理本质：

分子间引力和分子热运动，碰撞。

b. 黏度的单位

Pa.s ($1\text{cP}=10^{-3}\text{Pa.s}$)

c. 黏度的大小

i) $\mu_{\text{液}} > \mu_{\text{气}}$

ii) $T \uparrow$ $\mu_{\text{液}} \downarrow$, $\mu_{\text{气}} \uparrow$

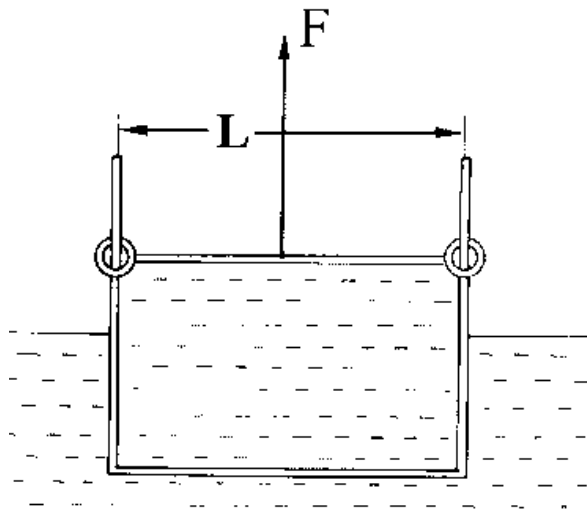
理想流体: $\text{def: } \eta = 0$

☆ d. 流体有无黏性是区别流体理想与实际流体的标志。

同样: $\rho \approx \text{常数}$, 不可压缩流体

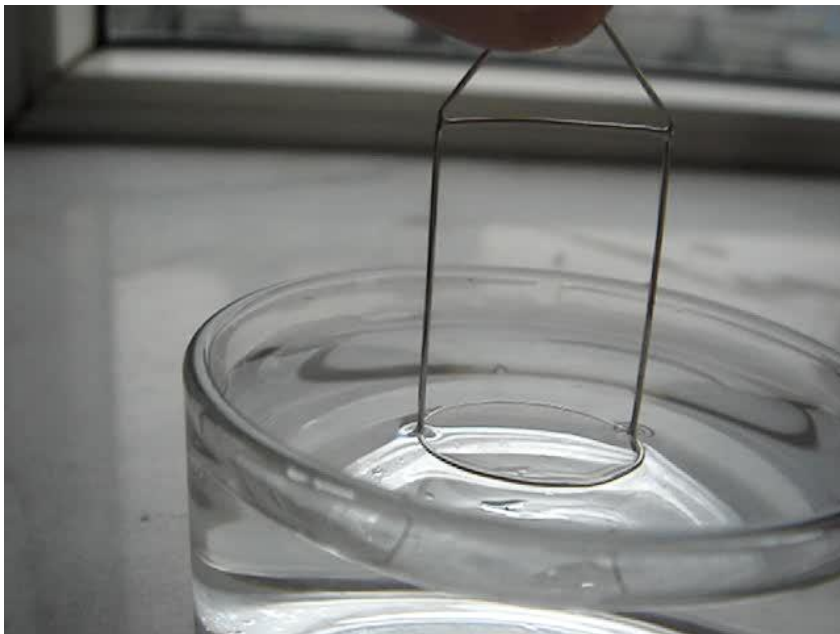
$\rho \neq \text{常数}$, 可压缩流体

4.液体的表面张力



$$\sigma = \frac{F}{2L}$$

重要现象：
毛细管压、表面浸润、吸附、 沸腾过热、
结晶熟化、干燥降速



纳米海绵用第四代新型纳米技术研发的特殊开孔结构泡体，是 21 世纪新型环保清洁产品，具有无味、无毒、无害的特性，纯白色是“纳米海绵”的主要颜色。

可有效清洁茶垢、污垢、水垢、皂垢等污垢，对坚硬光滑表面（如陶瓷、塑料板、玻璃、不锈钢），更能发挥良好的去污效果，使用该产品只需用水，不需清洁剂，轻轻擦拭就能去除污渍，具省时/省力/省钱、便利、环保、健康等特点；在美欧、日本、韩国等国家已大量进入家庭使用。

表面张力是由液体分子间很大的内聚力引起的。处于液体表面层中的分子比液体内部稀疏，所以它们受到指向液体内部的力的作用，使得液体表面层犹如张紧的橡皮膜，有收缩趋势。表面张力产生的一个重要现象是毛细现象。也就是说浸润液体在细管里上升，不浸润液体在管里下降。

何谓毛细管现象呢？它是指液体不受重力以及上下左右的影响，会在纤维与纤维之间存在着像【空隙】那样的很细小的空间进行渗透的现象。具体来说，把毛细管插入液体内，因液体的附着力和表面张力与管内表面的相互作用，会发生液面沿毛细管上升或下降的现象。

厦门思航纳米科技有限公司研制的高密度纳米海绵，比普通海绵的密度更高，使其每个小颗粒比头发丝的万分之一还小。将其浸水后，在水的表面张力作用下，其内部就会形成无数个毛细管开孔结构，当用浸水的一抹净擦拭污垢时，毛细管现象可自动吸附物体表面的污渍，从而去污。

综上所述纳米海绵采用物理去污的机理，依靠海绵内的纳米级毛细管开孔结构，在抹拭过程自动吸附物体表面的污渍，完全不依赖任何化学洗涤剂去帮助降解。