

щесся критерием гомохронности для массопередачи. Здесь k — коэф. массопередачи, Δx — характерная разность молярных долей вещества в смеси, $\beta' = -\rho^{-1}(d\rho/dx)_{T,p}$.

Основными П. к. в магн. гидродинамике являются магн. число Прандтля $Pr_m = \nu \mu_a \sigma_a$, магн. число Рейнольдса $Re_m = \nu \mu_a \sigma_a = Re \cdot Pr$, Альвена число $Al = v/v_A$, Гартмана число $Ha = Bl(\sigma_a/\rho\nu)^{1/2}$, числа Каулинга $Co_1 = Ha^2/Re$ и $Co_2 = Al^{-2}$ и критерий магнито-динамич. гомохронности $Ho_m = t/\sigma_a \mu_a l^2$. В этих выражениях μ_a — абс. магн. проницаемость, σ_a — уд. проводимость, B — плотность магн. потока (магн. индукция), $v_A = B(\rho \mu_a)^{-1/2}$ — альвеоновская скорость.

В электротехнике в случае подобия электрич. цепей с распределёнными параметрами основными П. к. являются L/Rt и C/Gt , где L — индуктивность, R — электрич. сопротивление, C — ёмкость, G — электрич. проводимость.

Построены и используются П. к. для гидродинамики стратифицир. сред (число Ричардсона), газожидкостных (число Марангони) и дисперсных систем, лучистого теплообмена (числа Плянка, Бугера, Больцмана) и др. физ. процессов.

Лит.: Обозначения, единицы измерения и терминология в физике, «УФН», 1979, т. 129, с. 291; Кутателадзе С. С., Анализ подобия и физическое моделирование, Новосиб., 1986; см. также лит. при ст. *Подобия теория, Моделирование*.

С. Л. Вышневецкий.

ПОДОБИЯ ТЕОРИЯ — учение об условиях подобия физ. явлений. П. т. основана на учении о размерностях физ. величин (см. *Размерностей анализ*) и служит основой *моделирования*. П. т. устанавливает критерии подобия разл. физ. явлений, позволяющие с их помощью изучать свойства самих явлений. Явные и неявные функциональные связи между критериями подобия, к-рые получают с помощью П. т. (т. н. критерияльные зависимости) способствуют пониманию сложных физ. процессов и помогают интерпретировать результаты как эксперим. исследований, так и числ. расчётов, объём к-рых прогрессивно возрастает по мере развития числ. методов и совершенствования ЭВМ. П. т. позволяет формулировать физ. закономерности и извлекать идеи из огромной массы расчётных или эксперим. результатов.

Физ. процесс (явление) может определяться полем характеризующих его физ. величин φ , т. е. распределением этих величин в пространстве с координатами x_1, x_2, x_3 и во времени t :

$$\varphi = f(x_1, x_2, x_3, t).$$

В безразмерной форме поле описывается зависимостью

$$\bar{\varphi} = f^*(\bar{x}_1, \bar{x}_2, \bar{x}_3, \bar{t}),$$

где безразмерная зависимая переменная $\bar{\varphi}$ может представлять собой либо отношение φ к нек-рому характерному её значению φ_0 , либо безразмерную комбинацию, в к-рую обязательно входит величина φ . То же относится к безразмерным величинам $\bar{x}_1, \bar{x}_2, \bar{x}_3, \bar{t}$. Переход к безразмерным переменным позволяет устанавливать подобие полей физ. величины.

Физ. явления, процессы или системы подобны, если в сходственные моменты времени в сходственных точках пространства значения переменных величин, характеризующих состояние одной системы, пропорц. соответствующим величинам другой системы. Физ. подобие является обобщением элементарного и наглядного понятия геом. подобия, при к-ром существует пропорциональность (подобие) сходственных геом. элементов подобных фигур или тел. При физ. подобии поля соответствующих (одноимённых) параметров двух систем подобны в пространстве и во времени. Напр., при кинематич. подобии существует подобие полей скорости для двух рассматриваемых движений; при динамич. подобии реализуется подобие систем действующих сил или силовых полей разл. физ. природы (сил тяжести, сил давле-

ния, сил вязкости и т. п.); механич. подобие (подобие двух потоков жидкости или газа, подобие двух упругих систем и т. п.) предполагает наличие геом., кинематич. и динамич. подобий; при подобии тепловых процессов подобны соответствующие поля темп-р и тепловых потоков, при электродинамич. подобии — поля токов, нагрузок, мощностей, эл.-магн. сил. Все перечисленные виды подобия — частные случаи физ. подобия.

Физ. процесс полностью описывается нек-рой (замкнутой в матем. смысле) системой осн. ур-ний, т. е. системой зависимостей между физ. величинами вида

$$y_i = f_i(x_1, x_2, \dots, x_n),$$

где y_i — искомая (неизвестная) переменная, x_j — независимые переменные. Величины x_j разбиваются на две группы: в первую (x_1, x_2, \dots, x_k) входят k определяющих величин x независимыми размерностями, а во вторую (y_i, x_{k+1}, \dots, x_n) — величины, размерности к-рых выражаются через размерности величин первой группы. В силу т. н. П-теоремы всякая зависимость размерной физ. величины от размерных определяющих параметров может быть представлена в виде зависимости безразмерной величины Π от безразмерных комбинаций определяющих параметров $\Pi_1, \Pi_2, \dots, \Pi_{n-k}$, причём число этих безразмерных комбинаций $n - k$ меньше, чем общее число размерных определяющих параметров, на число определяющих параметров x независимыми размерностями. Числ. значения безразмерных величин $\Pi_1, \Pi_2, \dots, \Pi_{n-k}$ при переходе от одной системы единиц измерений к другой (внутри данного класса явлений) остаются неизменными. Безразмерные комбинации определяющих параметров являются *подобия критериями*. Любая комбинация из критериев подобия также представляет собой критерий подобия, но существенными для построения функциональных (критерияльных) зависимостей являются лишь $n - k$ независимых критериев подобия.

Напр., установившееся обтекание тела произвольной формы (самолёт, подводная лодка) потоком несжимаемой вязкой жидкости определяется (при скоростях, не близких к скорости звука) характерным размером тела l , скоростью v невозмущённого потока далеко впереди тела и кинематич. коэффициентом вязкости жидкости ν . Т. к. в системе СИ ν измеряется в $\text{м}^2/\text{с}$, т. е. его размерность выражается через размерности l и v , то из трёх размерностей определяющих параметров l, v, ν лишь две независимы. Т. о., $n = 3, k = 2, n - k = 1$, т. е. имеется лишь один безразмерный критерий подобия — Рейнольдса число $Re = vl/\nu$. Все безразмерные параметры, характеризующие обтекание тела, являются ф-циями этого критерия, напр. безразмерные *аэродинамические коэффициенты* лобового сопротивления C_x и подъёмной силы C_y . Если эти коэф. определяются путём испытания моделей в аэродинамич. трубах или гидротрубах, то необходимо, чтобы величина Re при испытаниях модели, геометрически подобной натурному объекту, была такой же, как при движении натурального объекта.

Два физ. процесса или явления подобны, если по заданным характеристикам одного можно получить характеристики другого простым пересчётом, к-рый аналогичен переходу от одной системы единиц измерения к другой. Для осуществления пересчёта необходимы коэф. пропорциональности (коэф. подобия) — «переходные масштабы». Размерные физ. параметры, входящие в критерии подобия, могут принимать для подобных систем сильно различающиеся значения, одинаковыми должны быть лишь безразмерные критерии подобия. Это свойство подобных систем и составляет основу моделирования.

С развитием исследований сложных физ. и физ.-хим. процессов, включающих механич., тепловые, хим. и иные явления, развиваются и методы П. т. для этих процессов; напр., устанавливаются условия подобия процессов трения и износа узлов и деталей машин, ки-