

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕОРИИ РАЗМЕРНОСТЕЙ ДЛЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ ОСНОВ ФИЗИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ

Н.Ю.Клинк, учитель физики МОУ «Лицей
№3» г.Чебоксары,
победитель конкурса лучших учителей РФ-
2006 г.

Актуальность:

- В школьной физике по стандарту используется система СИ, однако в научных исследованиях допускается применение гауссовой системы единиц (СГС), и часто применяются внесистемные единицы.
- Анализ ответа, полученного при решении любой физической задачи, включает в себя как проверку на физическую состоятельность, так и анализ размерности полученного выражения.

Цели занятия:

- объяснить принципы построения различных систем единиц;
- познакомить с правилами теории размерностей;
- потренировать в определении размерностей величин, смоделированных искусственно.

Принципы Гаусса (лежат в основе любой системы единиц) :

- а) выделяется несколько основных единиц, несколько дополнительных, через которые выражаются все остальные;
- б) отношение единиц в системе кратно 10 (за исключением единиц времени).

- **Размерность физической величины есть выражение, устанавливающее связь единицы этой величины с основными единицами.**
- Понятие размерности лежит в основе любой системы единиц.
- Обозначение размерности – \dim (от английского ***dimension*** - размер).

Основные единицы системы СИ:

- длина L (м, метр);
 - масса M (кг, килограмм);
 - время T (с, секунда);
 - количество вещества N (моль);
 - температура Θ (К, кельвин);
 - сила тока I (А, ампер);
 - сила света J (кд, кандела).
-
- Дополнительные: радиан, рад. (плоский угол) и стерадиан, ср. (телесный угол).

Для обозначения числовых значений используются фигурные, а для единиц измерения- квадратные скобки.

- Если энергия равна 50 Дж, это может быть записано и таким образом:
- $\{W\}=50;$
- $[W]= \text{Дж};$

$$[W] = \frac{\text{кг} \cdot \text{м}^2}{\text{с}^2}$$

В теории размерностей символы обычно записываются в одну строчку в определенном порядке: **LMTNΘIJ**.

- Например, размерность энергии

$$\dim W = L^2 M^1 T^{-2} N^0 \Theta^0 I^0 J^0 = L^2 M T^{-2}$$

Для определения размерности любой физической величины необходимо руководствоваться следующими правилами:

- размерности правой и левой части равенства должны быть одинаковы;
- с размерностями производятся все те же математические действия, что и с числами, кроме сложения и вычитания;
- показатели степени, логарифмы, аргументы тригонометрических функций считаются безразмерными.

Знание размерностей необходимо при:

- анализе решений задач на размерность;
- установлении соотношений между единицами в различных системах;
- установлении безразмерных чисел или критериев подобия;
- определении единиц произвольных физических величин.

Пример использования теории размерностей для вывода числа Рейнольдса

$Re = f(V, D, \rho, \eta)$, где: V – скорость, D – диаметр, ρ – плотность, η – вязкость.

$$\dim Re = \dim(V^\alpha D^\beta \rho^\gamma \eta^\delta) = 1.$$

$$F_{\text{вязк}} = \eta \frac{\Delta V}{\Delta z} S \Rightarrow \dim \eta = LMT^{-2} \cdot L \cdot L^{-1}T \cdot L^{-2} = L^{-1}MT^{-1}$$

$$1 = (LT^{-1})^\alpha \cdot L^\beta \cdot (ML^{-3})^\gamma \cdot (L^{-1}MT^{-1})^\delta$$

Решая систему уравнений, получаем соотношение между показателями степеней:

$$L : 0 = \alpha + \beta - 3\gamma - \delta$$

$$M : 0 = \gamma + \delta$$

$$T : 0 = -\alpha - \delta$$

$$\alpha = -\delta; \gamma = -\delta; \beta = -\delta$$

ТО ЕСТЬ:

$$\dim\left(\frac{\eta}{VD\rho}\right)^\delta = 1$$

Приравнивая

$$\delta = -1$$

$$\text{Re} = \frac{VD\rho}{\eta}$$

Мнемоническое правило для запоминания формулы числа Рейнольдса:

- « Ве-де-ро на нутро »
- Переход от ламинарного течения к турбулентному происходит при критическом значении

$$Re_{кр} \cong 2300$$

Затем следует практическая часть.

- Разбирается пример на доске.
- Выполняется самостоятельная работа по карточкам.
- Для ее выполнения ученикам необходимо вспомнить основные формулы и определения.

- Таким образом, использование теории размерностей имеет большое значение не только для закрепления физических знаний, но и носит познавательный характер с точки зрения ознакомления с теорией подобия.
- Подробнее с опытом работы автора можно ознакомиться на сайте: klink.21202s01.edusite.ru
- Спасибо за внимание!