

# 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  $\Theta$  (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,  $\rho$  – плотность,  $\eta$  – 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](http://klink.21202s01.edusite.ru)
- Спасибо за внимание!