

Основи на енергетиката

#1: Мерни системи и единици мерки Димензиска анализа

Вонр. проф. д-р Ана Лазаревска
Каб. Анекс А1-6

Преглед на Предавање #1

- Системи на единици мерки
- System International (SI) – Интернационален систем за единици мерки
- Основни единици мерки во SI
- Основни физички закони во врска со енергија, работа, сила, момент, моќност и сл.
- Изведени единици мерки
- Единици мерки поврзани со енергијата/енергетиката

Системи на единици мерки

- **CGS System:**
должина (cm), маса (g), време (s)
- **MKS System:**
должина (m), маса (kg), време (s)
- **Технички:** должина m, маса-тежина (kp), време (s), сила (kp), енергија (kp m)
- **Англосаксонски FPS System:**
должина (foot), маса (pound), време (s)
- **Меѓународен систем за единици мерки**
System International (SI)
<http://www.bipm.org/en/CGPM/db/11/12/>,
<http://physics.nist.gov/cuu/Units/units.html>,
<https://www.unc.edu/~rowlett/units/sipm.html>,
https://en.wikipedia.org/wiki/International_System_of_Units
-

Единици мерки во System International (SI)

- Основни ед. мерки врз кои се заснова SI
- Префикси: за означување на помали и/или поголеми вредности од основните единици мерки
- Изведени ед. мерки: од основните, а врз база на соодветни физички закони

Основни единици мерки во SI

Физичка големина	Назив на единицата мерка	Симбол
Должина	метар	m
Маса	килограм	kg
Време	секунда	s
Јачина на електричната струја	ампер	A
Термодинамичка температура	келвин	K
Количество на супстанција	мол	mol
Интензитет (јачина) на светлина	кандела	cd

Префикси во SI за изведените ед. мерки (мултипли) поголеми од 10^0

Име на префикс	Латинична (меѓународна) ознака	Симбол	Фактор/ мултипл
дека	deka	da	10^1
хекто	hecto	h	10^2
кило	kilo	k	10^3
мега	mega	M	10^6
гига	giga	G	10^9
тера	tera	T	10^{12}
пета	peta	P	10^{15}
екса	exa	E	10^{18}
цета	zeta	Z	10^{21}
јота	yota	Y	10^{24}

Префикси во SI за изведените ед. мерки (мултипли) помали од 10^0

Име на префикс	Латинична (меѓународна) ознака	Симбол	Фактор/ мултипл
деци	deci	d	10^{-1}
центи/санџи	centi	c	10^{-2}
мили	milli	m	10^{-3}
микро	micro	μ	10^{-6}
нано	nano	n	10^{-9}
пико	pico	p	10^{-12}
фемто	femto	f	10^{-15}
ато	atto	a	10^{-18}
цепто	zepto	z	10^{-21}
јокто	yocto	y	10^{-24}

Некои основни физички закони, својства и појави

во врска со:

- движење:
- сила:
- момент:
- притисок:
- густина на материја:

во врска со:

- работа:
- енергија:
- моќност:
- и сл.

Кинематика

- Изминат пат

- Брзина $\vec{v} = \frac{d\vec{s}}{dt}$

- Забрзување

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}$$

- Изминат агол

- Аголна брзина $\omega = \frac{d\varphi}{dt}$

- Аголно забрзување $\varepsilon = \frac{d\omega}{dt}$

Работа, енергија, моќност

- Сила
- Момент од сила
- Работа
- Енергија
- Потенцијална
- Кинетичка
- Хемиска
- Топлинска
- и сл.

Р-ките беа напишани на табла и објаснети во текот на наставата

Енергија, моќ(ност) и единици мерки поврзани со нив

Физичка големина	Назив на единицата мерка	Симбол
Енергија	џул/џаул	J
Сила	њутн	N
Моќ(ност)	ват	W
електрична		W_e
инсталирана		W_{ei}
максимална (врвна)		W_p
Притисок	паскал	Pa
Температура	степен Целзиусов	°C

Вообичаени/прифатени конверзии што се однесуваат на енергијата

Име	Латинична (меѓународна) ознака	Симбол	Вредност
Барел	barrel	(bbl)	0,159 m ³
Калорија	calorie	(cal)	4,187 J
Коњска сила	horsepower Pferdestärke	(hp) (PS)	745,7 W
Лумен	lumen	(lm)	1,496 mW
Еквивалент на енергија на тон од јаглен	tonne of coal equivalent	(tce)	29,3 GJ
Еквивалент на енергија на тон од нафта	tonne of oil equivalent	(toe)	41,9 GJ
Тон на TNT	tonne of TNT	(t TNT)	4,184 GJ

Димензиска анализа

Димензиска анализа (1)

- е дел од физиката која се бави со конзистентност на димензиите во рамки на математички запишана физичка законитост
- е алатка со чија помош може да се определуваат релации меѓу физичките големини поврзани со некоја физичка појава или законитост
- може да биде и средство – алатка за проверка на некои математички изрази или резултати од испитување

Димензиска анализа (2)

- Оваа метода се заснова на принципот дека во рамки на еден математички израз НЕ СМЕЕ да се собираат или одземаат големини кои имаат различни димензии, т.е. не смее да се собираат „баби и жаби“ или „крушки и јаболка“.
Т.е. → левата и десната страна на равенството, но и сите членови собироци, **МОРА ДА ИМААТ ИСТА ДИМЕНЗИЈА** – т.е. → да е запазена димензиската конзистентност на равенката

Димензиска анализа (3)

- За да може да се применуваат принципите на димензиската анализа, потребно е да се дефинира **множество (сет) на основни единици мерки** (аналог на координатите во математиката кои еднозначно ја дефинираат позицијата во просторот)
- Имајќи предвид дека со SI се дефинирани основните единици мерки, во понатамошната анализа основниот сет (множество) за димензиската анализа ќе го дефинираме врз основа на соодветните основни единици мерки

Димензиска анализа (4)

Димензиска ознака	Физичка големина	Примена
M	димензија на маса	механика
L	димензија на должина	механика
T	димензија на време	механика
Θ	димензија на температура	термодинамика
Q	димензија на електричен полнеж	електромагнетика

- Во други подрачја на науката и техниката се користат и дополнителни димензии соодветни на основните единици мерки во SI или соодветно од некој друг мерен систем.

Димензиска анализа (5)

- Сепак, треба да се има предвид дека :

исто како што во математиката е можно и дозволено **преминување (трансформација) од еден во друг координатен систем**, преку точно дефинирани математички врски за трансформација на координатните системи,

така и во димензиската анализа е можно и е дозволен **премин од едно во друго множество на основни единици мерки**, се' додека истите меѓусебе не се редундантни

математички аналог на нередундантноста:

се' додека одбраните координати меѓу себе се линеарно независни

Димензиска анализа (6)

- Решавање примери

Димензиска анализа (6)

- **Прв чекор:** препознавање комплетно множество (сет) на меѓусебе независни големини $Q_1 \dots Q_n$ со кои се определува вредноста на Q_o

$$Q_o = f(Q_1, Q_2, \dots, Q_n)$$

- За множеството се вели дека е **комплетно** ако, откако вредностите на неговите членови се специфизирани, ниту една големина може да повлијае врз вредноста на Q_o додека
- За множеството се вели дека е **независно** ако вредноста на секој член на множеството може да се подесува произволно, без да се влијае врз вредноста на кој било друг член.

Димензиска анализа (6)

$$[Q_i] = L^{l_i} \cdot M^{m_i} \cdot T^{t_i}$$

- Каде експонентите l_i, m_i, t_i се бездимензиски броеви (нумерички вредности) кои произлегуваат од секоја од поединечните равенки што ја дефинираат димензиската конзистентност на р-ките

Димензиска анализа (6)

- **Втор чекор:** Од претходно определеното множество се бира комплетно независно подмножество на големини

$$[Q_i] = [Q_1^{N_{i1}} \cdot Q_2^{N_{2i}} \cdot Q_3^{N_{ik}}]$$

$$l_i = \sum_{j=1}^3 N_{ij} l_j \quad m_i = \sum_{j=1}^3 N_{ij} m_j \quad t_i = \sum_{j=1}^3 N_{ij} t_j$$

- Трет чекор: овие р-ки се решаваат по непознатите N_{ij}

Димензиска анализа (7)

Домашна работа:

- Од лит. 2 т.е. 3:
Задачи: 1.8, 1.9, 1.11, 1.12
- Од лит. 4:
решени примери на стр. 7-17

Литература кон предавање #1

1. Предавања од вонр. проф. д-р Ана Лазаревска
2. Џон Ендрјуз, Ник Џели, „Наука за енергетиката: Принципи, технологии и влијанија“, Датапонс, 2009 (одобрен превод од Oxford University Press, 2007), стр. 1-17
3. Andrews J. & Jolley N., Energy science: Principles, Technologies and Impacts, Oxford University Press, 2007
4. Ношпал, А.Т., „Струјнотехнички мерења и инструменти“, 2004, МБ-3, стр. 1-27 (Гл. 1)
<http://www.mf.edu.mk/mk/content/%D0%BD%D0%BE%D1%88%D0%BF%D0%B0%D0%BB-%D0%B0%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%81%D0%B0%D0%BD%D0%B4%D0%B0%D1%80-0>