

# ФИЗИКА

## Предавање #1

Понедељак, 8. октобар, 2012.

- Информације о предмету

---

---

---

---

---

---

---

---

## О наставнику

- Име: Љубиша Нешић
- Кабинет: број 306 и лабораторија 508
- Локал : 100, E-mail: [nesiclj@junis.ni.ac.rs](mailto:nesiclj@junis.ni.ac.rs)
- Веб адреса:  
<http://www.pmf.ni.ac.rs/people/nesiclj>
- Консултације, уторак 10:00-12:00
- Место: просторија број 306. III спрат и 508. V спрат

---

---

---

---

---

---

---

---

## Информације и комуникација

- Моја web страна: <http://www.pmf.ni.ac.rs/people/nesiclj/>
  - Контакт информације
  - Наставни план и програм
  - Презентације предавања
  - Друге информације
- Област научног рада: математичка физике, физика високих енергија, космологија (р-адични и аделични модели), методика наставе физике, ...

---

---

---

---

---

---

---

---

## О предмету ФИЗИКА

- Један семестар, 2+1+2
- 2 часа предавања и 3 часа вежби
- Асистенти:
  - Лабораторијске вежбе
    - Лана Пантић – понедељак
    - Весна Манић – среда
  - Рачунске вежбе
    - Жељко Младеновић – среда
- Вежбе- израда задатака (1 час) и лабораторијске (2 часа)
- Начин полагања предмета. Усмено. Потребно је урадити предиспитне обавезе.

4

---

---

---

---

---

---

---

---

## Програм предмета Физика

- Основни елементи механике.
  - кинематика и динамика, гравитација
- Елементи механике флуида .
  - статика и динамика флуида.
- Термофизика.
  - термичке појаве, гасни закони, термодинамика
- Механичке осцилације и таласи.
  - акустика.
- Електромагнетне појаве.
  - електростатика, електродинамика, магнетизам.
- Оптичке појаве.
  - светлост, оптички инструменти.
- Физичке појаве у микросвету.
  - атомска и нуклеарна физика
- Елементи космологије.

5

---

---

---

---

---

---

---

---

## Литература

- Уџбеник
- у продаји у копирници “Урана” на факултету



---

---

---

---

---

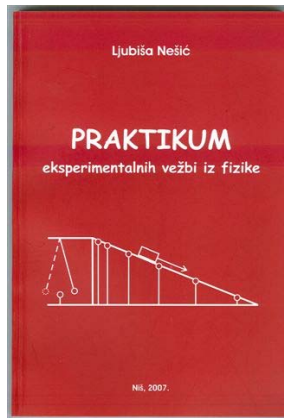
---

---

---

## Лабораторијске вежбе

- Свеска за писање извештаја
- Првог часа се ради "нулта" вежба: рад са цифрама, правила заокруживања и обрада резултата мерења
- Литература за припрему вежби:
  - Основна литература: Љубиша Нешић, *Практикум експерименталних вежби из физике*, Природно-математички факултет у Нишу, 2007. (у продаји у копијарници "Урана" на факултету)
  - Допунска литература: В. Вучић, *Основна мерења у физици*, Научна књига, Београд, 1988.



---

---

---

---

---

---

---

---

## Лабораторијске вежбе

- 10 вежби:
  - Одређивања убрзања Земљине теже математичким клатном.
  - Одређивање коефицијента вискозности Стоксовом методом.
  - Проверавање Gay-Lussac-овог закона.
  - Одређивање релативне влажности ваздуха.
  - Провера Ohm-овог закона.
  - Одређивање електрохемијског еквивалента бакра.
  - Одређивање температуре термоелемента.
  - Одређивање жижне даљине сочива.
  - Одређивање коефицијента апсорпције гама зрачења.
  - Одређивање таласне дужине ласерске светлости помоћу оптичке решетке.

8

---

---

---

---

---

---

---

---

## Шема прикупљања поена

Предиспитне обавезе

- Активност у току предавања = 5 поена (са више од 3 одсуствовања са предавања се не могу добити)
  - Лабораторијске вежбе = 10 поена – обавезни сви поени – односно све вежбе
  - Излазни колоквијум – максимално 5 поена
  - Домаћи задаци = максимално 5 поена
  - Рачунске вежбе = максимално 10 поена (ради се тест са задацима на крају вежби)
  - Семинарски радови = 5 поена – предају се до првог термина за испит најкасније
  - 2 колоквијума (теста) из градива (након шесте и дванаесте недеље предавања) по 10 поена = 20 поена
  - Предиспитне обавезе = максимално 60 поена (студент је у обавези да оствари најмање 30%, односно 18 поена да би изашао на испит)
- 
- испит се полагаје усмено (у испитном року) = 40 поена
  - Студенти који на датом колоквијуму освоје више од 5 поена немају питања из тог дела на усменом испиту
  - Укупно = 100 поена

9

---

---

---

---

---

---

---

---

## Оцењивање успеха студената

- Студент је положио ако оствари бар 51 поена од 100 (предиспитне обавезе су 60% предмета).
- Оцена зависи од броја поена
  - 51-60 поена, оцена 6 (довољан)
  - 61-70 поена, оцена 7 (добар)
  - 71-80 поена, оцена 8 (врло добар)
  - 81-90 поена, оцена 9 (одличан)
  - 91-100 поена, оцена 10 (изузетан)

10

---

---

---

---

---

---

---

---

## Питања:

- ?
- ?
- ?

11

---

---

---

---

---

---

---

---

## Механика

- Физика и мерења
  - стандардни дужине, масе и времена
  - структура материја
  - густина
  - димензионална анализа
  - конверзија јединица
  - процена реда величине
  - значајне цифре. Заокруживање
- Кинематика
  - Кинематика кретања у једној димензији
  - време и брзина
  - кинематика кретања у 2 димензије

12

---

---

---

---

---

---

---

---

## Физика и мерења

- основа физике – резултати експеримената
- циљ – формулисање коначног броја фундаменталних закона којима се описују постојеће појаве и предвиђају нове
- математика – мост између теорије и експеримента
- када се појави несклад - нова теорија.

13

---

---

---

---

---

---

---

---

## Развој физике

- Класична физика – физика до 1900. године (класична механика, термодинамика, електродинамика). – физика "великих" и "спорих" тела
  - 17. век, Њутн – основе механике и једне нове области математике (диференцијални и интегрални рачун – виша математика)
  - други део 19. века – термодинамика, електрицитет и магнетизам
- Модерна физике
  - крај 19. века и почетак 20. века
    - Ајнштајнова теорија релативности – физика "брзих" тела
    - Квантна механика – физика "малих" тела (Планк, Бор, Шредингер, Хајзенберг,...)

14

---

---

---

---

---

---

---

---

## Стандарди и јединице. Да ли су нам потребни?

- Три основне величине у мерењима у области механике
  - Дужина ( $l$ , length), маса ( $m$ , mass) и време ( $t$ , time)
  - Све остале се могу изразити преко њих (брзина, импулс, сила, притисак, рад, снага, енергија, ...)
- Када их измеримо треба да их прикажемо
- Потребан је језик на којем сви људи могу да се разумеју
  - Конзистентност је кључна за физичка мерења
  - Иста величина коју је неко измерио мора да буде разумљива и за неког другог и мора да буде репродуктабилна
- Уводе се стандарди
  - лако доступни
  - лака и поуздана репродукција
- 1960. Међународни комитет – скуп стандарда дужине, масе и времена
- Остали стандарди за
  - температуру, електричну струју, јачину светлости и количину супстанције

15

---

---

---

---

---

---

---

---

## MCO (Mars Climate Orbiter)

### Lansiran:

11 decembra 1998. Marsu.

### Misija:

Dizajniran je za ispitivanje klime i atmosfere Marsa.



Konačno nakon više meseci MCO se približio Marsu.

23 septembra 1999. MCO satelit je izgubljen

**Šta se desilo?**



16



---

---

---

---

---

---

---

---



17



---

---

---

---

---

---

---

---

Nakon nekoliko meseci istraživanja....

Softver i unutrašnjost raketnog sistema dizajnirala je i izgradila jedna grupa inženjera (*Lockheed Martin*) kod kompjuterskog programa koristio je **engleske jedinice**

Softver za navođenje MCO satelita, koristio drugi tim iz druge institucije (*Jet Propulsion Laboratory*) Upotrebljavali su **SI sistem**



18



---

---

---

---

---

---

---

---

## ISTORIJSKI OSVRT



Prvi poznati zvanično usvojen etalon dužine:

Egipatski kraljevski **KUBIT**.



- **Dužina** - jednaka dužini podlaktice od lakta do vrha ispruženog srednjeg prsta vladajućeg faraona.
- **Primarni standard** "*Royal Cubit Master*" - izgrađen od crnog granita da "izdrži sva vremena"...
- **Realizacija**: štap od drveta ili običnog kamena
  - merilo su koristile hiljade radnika.
  - Prema odluci vladajućeg faraona morao se svaki taj štap porediti sa kraljevskim kubitom svakog punog meseca a ako se to ne uradi sledila je brutalna kazna...



19



---

---

---

---

---

---

---

---

## ISTORIJSKI OSVRT



1120 – Kralj  
stavlja  
ya  
no

kraj 17

1760 - 17



ije  
govog



King Henry I  
(1068 - 1135)

ncuskoj  
na kao  
IV



ma



Prva Wattova mašina  
(1769)



---

---

---

---

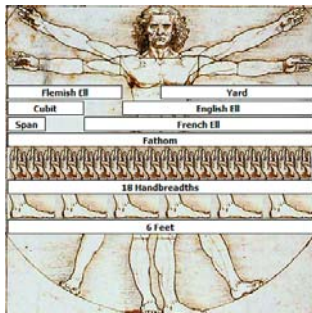
---

---

---

---

## Да Винчи и Витруви



21

---

---

---

---

---

---

---

---

## Дужина

- 1799. Француска, Метар = десетомилионити део од екватора до северног пола дуж линије кроз Париз
- 1960. растојање између два зареза на полузи од платине и иридијума
- наредна дефиниција – 1 650 763,73 таласних дужина наранџасто-црвене светлости коју емитује лампа са криптоном-86
- Октобар 1983: **растојање које пређе светлост у вакууму за 1/299 792 458 секунди**

22

---

---

---

---

---

---

---

---

	Dužina (m)
Rastojanje od Zemlje do najdaljeg poznatog kvazara	$1,4 \times 10^{26}$
Rastojanje od Zemlje do najdalje galaksije	$9 \times 10^{25}$
Rastojanje od Zemlje do najbliže galaksije (M31, Andromeda)	$2 \times 10^{22}$
Rastojanje od Sunca do najbliže zvezde (Proxima Centauri)	$4 \times 10^{16}$
Jedna svetlosna godina	$9,46 \times 10^{15}$
Srednja vrednost poluprečnika Zemljine orbite oko Sunca	$1,5 \times 10^{11}$
Srednje rastojanje od Zemlje do Meseca	$3,84 \times 10^8$
Rastojanje od ekvatora do Severnog Pola	$1 \times 10^7$
Srednji poluprečnik Zemlje	$6,37 \times 10^6$
Tipična visina orbitiranja satelita oko Zemlje	$2 \times 10^5$
Dužina fudbalskog igrališta	$\times 10^2$
Dužina kućne muve	$5 \times 10^{-3}$
Veličina najmanjih čestice prašine	$\sim 10^{-4}$
Veličina ćelija u većini živih organizama	$\sim 10^{-5}$
Prečnik vodonikovog atoma	$\sim 10^{-10}$
Prečnik jezgra atoma	$\sim 10^{-14}$
Prečnik protona	$\sim 10^{-15}$

Tabela 1.1: Približne vrednosti nekih merenih dužina u metrima (m).

23

---

---

---

---

---

---

---

---

## Маса

- 1 кг је маса посебног еталона направљеног од платине и иридијума који се чува у Међународном бироу за мере и тегове у Севру (крај Париза)

24

---

---

---

---

---

---

---

---





---

---

---

---

---

---

---

---



---

---

---

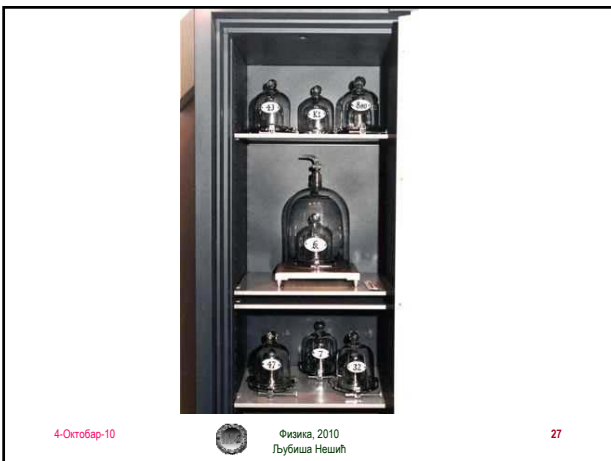
---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---



ф. в.	озн.	јединица	ознака ј.	димензија
дужина	$l$	метар	m	L
маса	$m$	килограм	kg	M
време	$t$	секунда	s	T
јачина струје	$I$	ампер	A	I
апсолутна температура	$T$	келвин	K	$\theta$
јачина светлости	$I_v$	кандела	cd	
количина супстанце	$N$	мол	mol	

31

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Основне и изведене физичке величине

- Физичка величина: параметар који квантитативно описује неки (физички) процес. Постоје *основне* и *изведене* ф.в.

- кинематика ( $l, t$ )  $\rightarrow v, a, \omega, \alpha$
- динамика ( $m, l, t$ )  $\rightarrow p, F, L, M, E, A, P, \dots$

32

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Предмеци

Stepen	Prefiks	Oznaka	Stepen	Prefiks	Oznaka
$10^{-24}$	yocto	y	$10^1$	deka	da
$10^{-21}$	zepto	z	$10^3$	kilo	k
$10^{-18}$	atto	a	$10^6$	mega	M
$10^{-15}$	femto	f	$10^9$	giga	G
$10^{-12}$	pico	p	$10^{12}$	tera	T
$10^{-9}$	nano	n	$10^{15}$	peta	P
$10^{-6}$	mikro	$\mu$	$10^{18}$	eksa	E
$10^{-3}$	mili	m	$10^{21}$	zeta	Z
$10^{-2}$	centi	c	$10^{24}$	yota	Y
$10^{-1}$	deci	d			

Tabela 1.4: Prefiksi SI jedinica.

33

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Предмети

- Растојање од Земље до најближе звезде, 40 Pm
- Средњи полупречник Земље 6 Mm
- Дужина кућне муве 5 mm
- Величина ћелије 10  $\mu$ m
- Величина атома 0.1 nm

34

---

---

---

---

---

---

---

---

## Структура материје



- коцка злата масе 1 кг (3,73 цм)
- каква јој је унутрашња структура?
- да ли има празног простора?
- ако је пресечемо на 2 једнака дела, да ли они имају исте особине?
- шта ако наставимо даље да сецкамо?

35

---

---

---

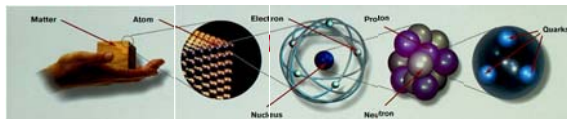
---

---

---

---

---



- Леукип и Демокрит – нема дељења до у бесконачност – на крају се добију атоми
  - уствари  $10^{-9}$  м молекули
  - на  $10^{-10}$  м атоми
  - атоми се састоје из електрона и језгра  $10^{-14}$  м
  - језгро од нуклеона
  - они од кваркова  $10^{-19}$  м (up, down, strange, charm, bottom, top)

36

---

---

---

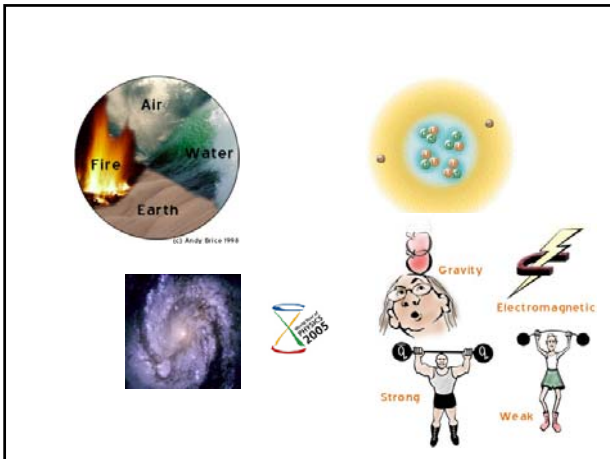
---

---

---

---

---




---

---

---

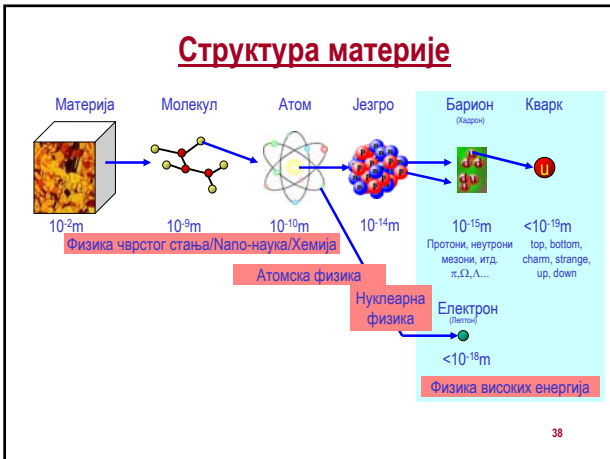
---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

---

---

---

### Густина

- маса у јединичној запремини
- $\rho = m / V$
- алуминијум  $2,70 \text{ g/cm}^3 = 2,70 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$
- олово  $11,3 \text{ g/cm}^3$
- Маса по  $10 \text{ cm}^3$  су 27, односно 113 грама
- Маса по  $1 \text{ m}^3$  су 2 700, односно 11 300 килограма

39

---

---

---

---

---

---

---

---

Supstanca	Gustina $\rho$ ( $10^3 \text{ kg/m}^3$ )
Zlato	19,3
Uranijum	18,7
Olovo	11,3
Bakar	8,92
Gvoždje	7,86
Aluminijum	2,70
Magnezijum	1,75
Voda	1,00
Vazduh	0,0012

Tabela 1.5: Gustina nekih supstanci.

40

## Густина

- Зашто постоје разлике у густинама?
- разлика у густинама различитих супстанци је последица различитих **атомских маса**.
- Атомска маса – средња маса једног атома у узорку тог елемента који садржи све изотопе у износу коме се налазе у природи
- Јединица атомске масе је *атомска јединица масе  $u$* .
  - $1 u = 1,6605402 \times 10^{-27} \text{ kg}$
  - атомска маса олова је 207  $u$ ,
  - алуминијума 27,0  $u$
- Месе језгара се мере у односу на масу изотопа угљеника  $^{12}\text{C}$  (редни број 6).
- Маса угљеника је 12  $u$

41

- 1 мол – количина супстанције у којој има онолико елементарних јединки (атома, молекула и других честица) колико има атома у 0,012 кг атома  $^{12}\text{C}$
- Број честица у 1 молу је Авогадров број  $N_A$ 
  - $N_A = 6,022137 \times 10^{23}$  честица/мол
- 1 мол угљеника  $^{12}\text{C}$  има масу од 12 грама! (то је моларна маса)
- Ако се зна моларна маса, маса једног атома је

$$m_{\text{атома}} = \frac{\text{molarna masa}}{N_A}$$

42

- Пример: Коцка алуминијума (густина  $2,7 \text{ g/cm}^3$ ) има запремину  $0,20 \text{ cm}^3$ . Колико атома алуминијума има у њој?
- Маса ове коцке је  
 $m = \rho V = (2,7 \text{ g/cm}^3) (0,20 \text{ cm}^3) = 0,54 \text{ g}$
- број молова ће бити однос ове масе и моларне за алуминијум ( $27 \text{ g/mol}$ )
  - $n = m/M = 0,54 \text{ g} / (27 \text{ g/mol}) = 0,02 \text{ mola}$
- број атома у овој запремини је
  - $N = n \times N_A = 0,02 \times 6,022137 \times 10^{23} = 1,2 \times 10^{22}$  атома

43

---

---

---

---

---

---

---

---

## Димензионалност

- У оквиру механике свака величина може да се изрази преко три основне величине: дужине ( $l$ ), масе ( $m$ ) и времена ( $t$ )
- Димензионалност се означава угластим заградама [ ]
- Примери
  - брзина  $[v] = L/T = LT^{-1}$
  - површина  $[S] = L^2$
  - запремина  $[V] = L^3$
  - убрзање  $[a] = L/T^2 = LT^{-2}$

44

---

---

---

---

---

---

---

---

## Димензионалност

- Димензија ф. величине = њена физичка природа
- Физички закон – формула којом је изражен не смеју да зависе од система јединица
  - систем јединица ми бирамо а закони постоје независно од тога
- Последица: **лева и десна страна једначине којом изражавамо везу величина мора да имају исте димензије**

45

---

---

---

---

---

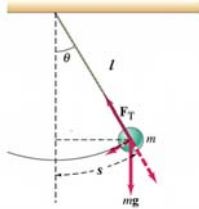
---

---

---

### Димензионална анализа - примери

- “Решавање” физичког проблема без детаљног рачуна потребног за комплетно решење.
  - Одређивање фреквенце клатна  $\nu$ . Параметри клатна: маса  $m$ , дужина нити  $l$ , убрзање гравитационог поља  $g$ .



46

---

---

---

---

---

---

---

---

### Димензионална анализа, примери

- Везу физичких величина претпостављамо у облику
  - $v = C m^\alpha l^\beta g^\gamma$ ,  $C = \text{const}$
- Димензионална анализа
  - $[v] = [C] [m]^\alpha [l]^\beta [g]^\gamma$
- Лева страна,  $[v] = 1/T$
- Десна страна,  $[m]^\alpha [l]^\beta [g]^\gamma = M^\alpha L^\beta (L/T^2)^\gamma$
- Укупно
$$M^0 L^0 T^{-1} = M^\alpha L^{\beta+\gamma} T^{-2\gamma}$$

Физика, 2010  
Љубиша Нешић

47

---

---

---

---

---

---

---

---

### Димензионална анализа, примери

$$M^0 L^0 T^{-1} = M^\alpha L^{\beta+\gamma} T^{-2\gamma}$$

- Систем једначина

$$0 = \alpha,$$

$$0 = \beta + \gamma$$

$$-1 = -2\gamma$$

- Решење

$$\alpha = 0, \gamma = 1/2, \beta = -1/2$$

- Фреквенција

$$v = \text{const} \times \left(\frac{g}{l}\right)^{1/2} \equiv \text{const} \sqrt{\frac{g}{l}}$$

48

---

---

---

---

---

---

---

---



## Димензиона анализа - још један користан пример

- Претпоставите да је убрзање  $a$  кружног кретања честице пропорционално брзини кретања  $v$  и полупречнику кружне путање  $r$  као  $r^\alpha$  и  $v^\beta$ . Које су тачне вредности степена  $\alpha$  и  $\beta$ ?



$$a = kr^\alpha v^\beta$$

Бездимензионална константа

дужина

брзина

$$L^1 T^{-2} = (L)^\alpha \left(\frac{L}{T}\right)^\beta = L^{\alpha+\beta} T^{-\beta}$$

$$1 = \alpha + \beta, \quad -2 = -\beta$$

$$\alpha = -1, \beta = 2$$

$$a = kr^{-1} v^2 = \frac{v^2}{r}$$

49

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Димензионална анализа

- Не добија се увек комплетан израз – већ до на бездимензионалну константу.
- По правилу су константе облика:  $\frac{1}{2}$ ,  $\pi$ ,  $2^{1/2}$ , ...
- Можемо на основу тога да проценимо ред величине

50

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Конверзија јединица

- један тип јединица у други: метре у километре, ...
  - $80 \text{ m} = (80 \text{ m}) / (1000 \text{ m}) = 0,080 \text{ km}$
- Пример
  - $1 \text{ km} = 1000 \text{ m}$
  - $1 \text{ дан} = 86400 \text{ s}$
  - $1 \text{ година} = 3,16 \times 10^7 \text{ s}$

51

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Конверзија јединица

- Пример. Возач из Европе, возећи путевима кроз САД је видео да крај пута стоји знак за ограничење брзине на коме пише да је максимална брзина 75 миља на час (1 миља = 1 609 метра). Коликој брзини у км на час одговара та брзина?

– Конверзини фактор је 1,609 км/миља

$$75 \frac{mi}{h} \times \frac{1,609 km}{1 mi} = 137 \frac{km}{h}$$

52

---

---

---

---

---

---

---

---

## Процена реда величине

- не потпуно тачна вредност величине већ степен броја 10

$$0,086 \sim 10^{-2}$$

$$0,021 \sim 10^{-3}$$

$$720 \sim 10^3$$



53

---

---

---

---

---

---

---

---

## Број удисаја током живота

- Колико пута човек у просеку удахне ваздух?
- Просечан животни век, око 70 година
- Колико удисаја се уради током 1 минута?
  - око 10
- Број минута у години
  - 1 година x (400 дана) x 25 сати x 60 минута = 6 x 10<sup>5</sup> минута
- Рачун је са грешком !!! намерном
- У 70 година има 70 x 6 x 10<sup>5</sup> минута = 4 x 10<sup>7</sup> минута
- Сваког минута по 10 удисаја
- За просечан животни век 4 x 10<sup>8</sup> удисаја
- Домаћи- израчунајте вредност са тачним бројем дана у години и тачним бројем сати у дану! Колика је разлика?

54

---

---

---

---

---

---

---

---

## Значајне цифре. Заокруживање

- Мерења – са грешком
- вредност која се очита има одређен број цифара
- нпр. мерење дужина правоугаоника је дало 5,5 цм и 6,4 цм, са грешком +/-0,1 цм
- Имамо две значајне цифре, једна је сигурна а друга несигурна
- Површина правоугаоника
  - (5,5 cm)(6,4 cm) = 35,2 cm<sup>2</sup>



55

---

---

---

---

---

---

---

---

## Правила

- При множењу и дељењу величина, број значајних цифара у коначном резултату је исти као и број значајних цифара у величини која има најмањи број значајних цифара.
- Површина правоугаоника је дакле
  - (5,5 cm)(6,4 cm) = 35,2 cm<sup>2</sup> = 35 cm<sup>2</sup>

56

---

---

---

---

---

---

---

---

## Правила

- $2,30 \times 10^{-4} = 0,000230$
- Значајне цифре у запису резултата мерења су сигурне цифре (различите од 0 која се користи за одређивање места децималног зареза) и прва несигурна цифра
- Када се сабирају или одузимају бројеви, број децималних места у резултату треба да буде једнак броју децималних места у сабирку који их има најмање
  - $123+5,35=128$
  - $1,0001+0,0003=1,0004$  (5 значајних цифара!!!)
  - $1,002-0,998=0,004$  (1 значајна цифра!!!)

57

---

---

---

---

---

---

---

---

## Значајне цифре

- Значајне цифре су оне које су поуздано познате у експерименту, рачуну, ...
- Све ненулте цифре су значајне
- Нуле су значајне када
  - се налазе између ненултих цифара
  - су иза децималне запете и неке друге значајне цифре
  - истакнуте су у запису преко експонената

$$17400 = 1.74 \times 10^4$$

3 значајне цифре

$$17400. = 1.7400 \times 10^4$$

5 значајних цифара

$$17400.0 = 1.74000 \times 10^4$$

6 значајних цифара

58

---

---

---

---

---

---

---

---

## Правила заокруживања

- Ако је прва цифра иза последње значајне цифре мања од 5, претходна цифра остаје непромењена;
- Када је одбачена цифра већа од 5, претходна се повећава за 1;
- У случају када одбачена цифра има вредност 5, претходна остаје непромењена ако је паран број, док се повећава за 1 ако је непаран број;

59

---

---

---

---

---

---

---

---

## Домаћи задатак

1. Мерењем је добијено да су странице правоугаоника  $4.5 \text{ cm}$  и  $7.3 \text{ cm}$ . Одредити његову површину.
2. Показати да је израз  $v = at$ , који повезује брзину  $v$ , убрзање  $a$  и време  $t$ , димензионално коректан. Да ли је то случај и са једначином  $v = at^2$ ?

60

---

---

---

---

---

---

---

---

## Домаћи задатак

3. Маса коцке дужине странице 5,35 цм је 856 грама. Одредити њену густину у основним јединицама СИ.
4. Проценити колико корака треба начинити од вашег стана до факултета уколико живите у Нишу. Наведи место становања, приближну удаљеност стана од факултета у километрима, а за дужину просечног корака узети 0,6 метара. Уколико не живите у Нишу узмите за полазну тачку аутобуску станицу на којој силазите из аутобуса када стигнете у град.

61

---

---

---

---

---

---

---

---

## Ред величине

- апроксимација заснована на низу претпоставки
- Задатак: Мек Доналдс прода годишње око 250 милиона великих кутија сезонских пита (у свакој их има 30). Дужина једне пите је 3 инча. Ако се пите наређају једна уз другу докле могу досећи?
  - $30 \times 250 \times 10^6 \times 3 \text{ inch} \sim 2 \times 10^{10} \text{ inch} \sim 5 \times 10^8 \text{ m}$
- Растојање од Земље до Месеца је  $3,84 \times 10^8 \text{ m}$ . Ово растојање је веће али је истог реда величине (ред величине је  $10^8$ ).

62

---

---

---

---

---

---

---

---

## Грешке које се јављају у мерењима

- Нема сасвим тачног мерења:

Статистика {  
Систематске грешке }  
– Број мерења  
– Квалитет инструмената  
– Искуство особе која мери  
– Итд.  
– Врло је битно одредити средњу вредност и проценити грешку са којом су вршена мерења

63

---

---

---

---

---

---

---

---