



## ფიზიკის შესავალი - 2

### ლექცია 1

ერთეულთა სისტემა,  
სივრცე და დრო,  
მოძრაობა, გადაადგილება, სიჩქარე, აჩქარება

[www.tevza.org/home/course/phys2014](http://www.tevza.org/home/course/phys2014)

Phys1.ppt ლექციის პრეზენტაცია ანიმაციებით  
Handout1.pdf ლექციის საბეჭდი ვერსია

.../home/course/phys2013/video ვიდეო ფაილები  
.../home/course/phys2011/Books წიგნები (RUS+ENG)

+ კოლოქვიუმის საკითხები  
+ საგამოცდო საკითხები

კონსულტაციები: (წინასწარი შეთანხმებით)  
alexander.tevzadze@tsu.ge (235, II კორპუსი)

## კურსის ფორმატი და შეფასება

**ESTC: 5 კრედ. 2 სთ ლექცია + 2 სთ პრაქტ.**

1 კრედიტი = 25 სამუშაო საათი (საკონტაქტო + დამოუკიდებელი)

### შეფასება:

კოლოქვიუმები:	(15+15)	30 ქულა
საკონტროლოები:	(10+10)	20 ქულა
დასწრება:		10 ქულა
საბოლოო გამოცდა:		40 ქულა

## სასწავლო კურსის შინაარსი

1.	შესავალი. ერთეულთა სისტემა. გადაადგილება. სიჩქარე. აჩქარება.
2.	თანაბარაჩქარებული მოძრაობის კინემატიკა. თავისუფალი ვარდნა.
3.	ვექტორები. ათვის სისტემები. გალილეის გარდაქმნები.
4.	თანაბარი წრიული მოძრაობა. კუთხური სიჩქარე და აჩქარება.
5.	ნიუტონის კანონები
6.	იმპულსი. დაჯახებები ერთ განზომილებაში. იმპულსის შენახვის კანონი.
7.	ენერჯის შენახვის კანონი. მუშაობა, სიმძლავრე.
8.	მსოფლიო მიზიდულობის კანონი.
9.	მოლეკულები და ატომები. ბროუნის მოძრაობა.
10.	გაზების სიმკვრივე და წნევა. იდეალური გაზი. ავოგადროს კანონი.
11.	ტემპერატურა და კინეტიკური ენერჯია. ფაზური გადასვლები
12.	ჰიდროსტატიკა. პასკალის კანონი. წნევა სითხეებში. არქიმედეს კანონი.
13.	სითხეების დინამიკა. ბერნულის განტოლება.
14.	ელექტრული მუხტი. კულონის კანონი. ელექტრული ველი.
15.	ელექტრული დენი. დენის ძალა. წინაღობა. ომის კანონი. ზეგამტარობა.

## ფიზიკა ფუნდამენტური მეცნიერებაა

*ყველა მეცნიერება იყენებს იდეებს ფიზიკიდან*

### საინჟინრო მეცნიერებები:

- რა პრინციპებზე მუშაობს ბრტყელი ეკრანი?
- როგორ დაფრინავს თვითმფრინავი?
- როგორ აწარმოებს გამოთვლებს კომპიუტერი?

- ქიმია: მოლეკულების სტრუქტურა;
- კლიმატოლოგია: ადამიანის გავლენა კლიმატზე;
- პალეონტოლოგია: დინოზავრების გავრცელება;

## ფიზიკა როგორც მეცნიერება

ფიზიკა *ექსპერიმენტული* მეცნიერებაა  
 ფიზიკა ეფუძვნება *ემპირიულ* ფაქტებს

ექსპერიმენტის/მოვლენის ახსნა:  
ფიზიკური თეორია

კარგად ჩამოყალიბებული ფიზიკური თეორია:  
ფიზიკური კანონი

## ფიზიკა როგორც მეცნიერება

- ↓
1. რაციონალური გონება
  2. აბსტრაქტული სილამაზე
  3. ესთეტიკა

### საინტერესო შეკითხვები:

- რატომ არის ცა ცისფერი?
- როგორ ვრცელდებიან რადიო ტალღები?
- რატომ ბრუნავს მთვარე დედამიწის ირგვლივ? ...

## ფიზიკური თეორიები

ფიზიკა არ არის მხოლოდ ემპირიული ფაქტების,  
 ექსპერიმენტების და კანონების კრებული

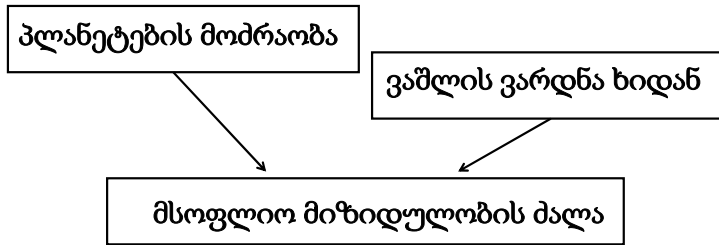
ფიზიკაა ასევე პროცესი, რომელსაც მივყავართ  
 სამყაროს აღმწერ ზოგად პრინციპებთან;

არ არსებობს აბსოლუტურად სწორი და  
 დასრულებული ფიზიკური თეორია;

*ახალმა ექსპერიმენტულმა ფაქტებმა შეიძლება  
 მოითხოვონ ნებისმიერი თეორიის შესწორება,  
 დაზუსტება ან სრულიად უარყოფა;*

### ფიზიკური თეორიები

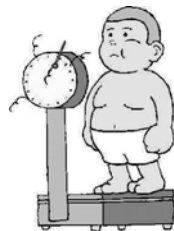
ფიზიკა ცდილობს მიაკვლიოს იმ ზოგად პრინციპებს რომელთა საშუალებითაც შესაძლებელი იქნება სამყაროში დაკვირვებადი პროცესების აღწერა



### ფიზიკური სიდიდეები

ექსპერიმენტი მოითხოვს გაზომვას  
ექსპერიმენტში იზომება ფიზიკური სიდიდეები

მაგალითად ექსპერიმენტში შეიძლება გავზომოთ ადამიანის ორი ფიზიკური სიდიდე:

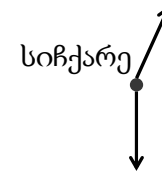
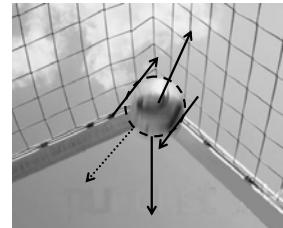


მასა და სიმაღლე

### ფიზიკური იდეალიზაცია

ფიზიკური მოდელი: იდეალიზაცია;

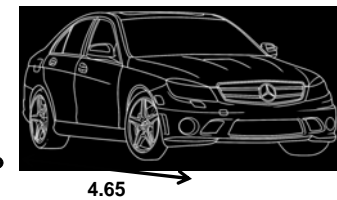
იდეალიზირებული მოდელი:  
ამოცანის გამარტივება და ამოხსნა



მუდმივი სიჩქარის ძალა

### ფიზიკური ერთეულები

თუკი მანქანის სიგრძეა  
4.65 მეტრი, მაშინ მის  
კორპუსის გასწვრივ ჩაეტევა  
4 ერთი მეტრის  
სიგრძის ჯოხი და მისი 0.64 ნაწილი



გაზომვის ერთეული: მეტრი

4.65 ერთეულის მითითების გარეშე აზრს კარგავს

## ძირითადი ერთეულები

სიგრძე: L  
 მასა: M  
 დრო: T

კლასიკური მექანიკის ყველა სიდიდე შეიძლება გამოისახოს ამ სამ ძირითად ერთეულში:

სიჩქარე: L / T  
 ძალა: M L / T<sup>2</sup>

L M T შეიძლება გაიზომოს სხვადასხვა ერთეულებში

L – მტკაველი, გოჯი ...

## ფიზიკური ერთეულთა სისტემა

ფიზიკურ ერთეულთა სისტემა:  
 SI (*Le Systeme International, 1791 - 1960*)

ძირითადი ერთეულები:

სიგრძე: L მეტრი  
 მასა: M კილოგრამი  
 დრო: T წამი

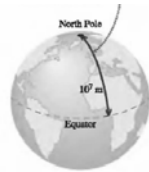
სხვა სისტემები: მაგ. CGS: სანტიმეტრი–გრამი–წამი

## სიგრძე: მეტრი (მ)

მეტრის სტანდარტიზაცია :

- ეკვატორსა და პოლუსს შორის მანძილის 10 მეტილიონედი (1791)

- პლათინა–ირიდიუმის ეტალონი (1889)



თანამედროვე სტანდარტი (1983):

მანძილი რომელსაც გადის სინათლე ვაკუუმში წამის 1/299792458–ში

ფუნდამენტური მუდმივა: სინათლის სიჩქარე

## მასა: კილოგრამი (კგ)

პლათინა–ირიდიუმის შენადნობისაგან დამზადებული ეტალონი



მასისა და სიგრძის ეტალონების საერთაშორისო ბიურო, პარიზი

მიმდინარეობს მასის ეტალონზე დამოუკიდებელი განსაზღვრების ძიება

**დრო: წამი (წ)**

ისტორიული განსაზღვრება:

დღეღამე: 24 სთ, 1 საათი: 60 წუთი, 1 წთ – 60 წამი;

დღეღამე: 86400

მექანიკური საათები: 16 საუკუნე – უზუსტო

**თანამედროვე სტანდარტი:**

ცეზიუმის ატომის ატომურ დონეებს შორის გადასვლის სიხშირის შებრუნებული სიდიდე

გამრავლებული 9 192 631 770–ზე

(ატომური ფიზიკა, პლანკის მუდმივა)

**ფიზიკური ერთეულების პრეფიქსები**

კილოგრამი  
(კილო) გრამი  
1000 გრ  
10<sup>3</sup> გრ

10 <sup>-24</sup>	yocto-
10 <sup>-21</sup>	zepto-
10 <sup>-18</sup>	atto-
10 <sup>-15</sup>	femto-
10 <sup>-12</sup>	pico-
10 <sup>-9</sup>	nano-
10 <sup>-6</sup>	micro-
10 <sup>-3</sup>	milli-
10 <sup>-2</sup>	centi-

მილიმეტრი  
0.001 მეტრი  
10<sup>-3</sup> მეტრი

10 <sup>3</sup>	kilo-
10 <sup>6</sup>	mega-
10 <sup>9</sup>	giga-
10 <sup>12</sup>	tera-
10 <sup>15</sup>	peta-
10 <sup>18</sup>	exa-
10 <sup>21</sup>	zetta-
10 <sup>24</sup>	yotta-

**განზომილებიანი და უგანზომილებო სიდიდეები**

მიმატება /გამოკლებისას ოპერაციები ტარდება ერთიდაიგივე განზომილების სიდიდეებზე

$$L_1 (\text{მეტრი}) + L_2 (\text{მეტრი}) = L_3 (\text{მეტრი})$$



უგანზომილებო

სიდიდეები, მაგალითად: π

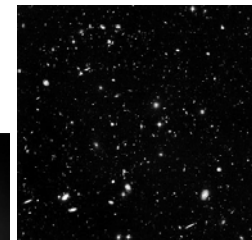


$$\text{წრის პერიმეტრი} / \text{წრის დიამეტრი} = 3.141592\dots$$

**სამყარო სხვადასხვა მასშტაბებში**

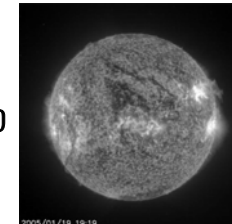
10<sup>26</sup> მეტრი

დაკვირვებადი სამყაროს ზომა



10<sup>11</sup> მეტრი

მანძილი მზემდე



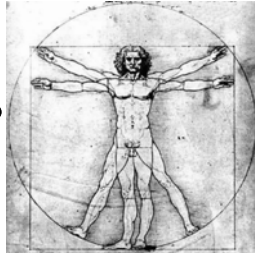
10<sup>7</sup> მეტრი

დედამიწის რადიუსი

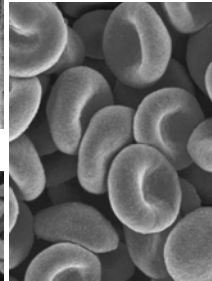


### სამყარო სხვადასხვა მასშტაბებში

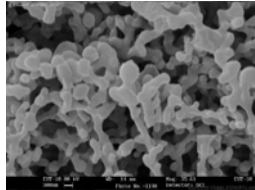
1 მეტრი  
ადამიანის მასშტაბი



$10^{-5}$  მეტრი  
სისხლის წითელი  
სხეულების ზომა



$10^{-10}$  მეტრი  
ატომური ზომა



### განზომილებათა ანალიზი

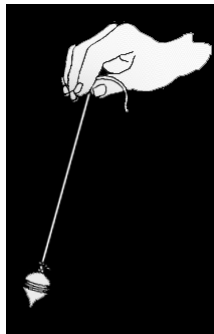
ქანქარის რხევის პერიოდი:  $P$  (T)

ქანქარის სიგრძე

$d$  (L)

თავისუფალი ვარდნის აჩქარება

$g$  ( $L/T^2$ )



რომელია სწორი ამონახსნი?

a)

b)

c)

### 10-ის ხარისხები და სამყაროს მასშტაბები



### განზომილების შემოწმება

a)

$$T = (L L/T^2)^2 = L^4/T^4 \text{ (არა!)}$$

b)

$$T = L / (L/T^2) = T^2 \text{ (არა!)}$$

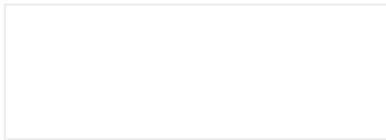
c)

$$T = (L / (L/T^2))^{1/2} = T$$

## განზომილებათა ანალიზი

დავუშვათ ზოგადად:

განზომილებები:



## სიჩქარე

მატერიალური წერტილი: სხეული, რომლის ზომის უგულოვებლყოფა შესაძლებელია განვიღო მანძილთან შედარებით;

ათვის სისტემა: ათვის სათავე, საწყისი და საბოლოო წერტილის კოორდინატები;

თანაბარი მოძრაობა წრფის გასწვრივ:

გადაადგილების სიჩქარე:  $V = \Delta x / \Delta t$

## მოძრაობა

სხეულის მოძრაობა ეწოდება დროის განმავლობაში მისი მდებარეობის ცვლილებას სივრცეში.

სხეულის მოძრაობის დასახასიათებლად შესაძლებელია გავზომოთ მანძილი, რომელიც სხეულმა გაიარა და ის დრო, რომლის განმავლობაშიც სხეული მოძრაობდა

მანძილი:  $\Delta x = x_2 - x_1$

დრო:  $\Delta t = t_2 - t_1$

## საშუალო სიჩქარე

ხშირად მოძრაობის სიჩქარე ცვალებადია:

მაგალითად სპრინტერის სირბილის სიჩქარე 100 მეტრიან დისტანციაზე



საშუალო სიჩქარე:

(გავლილი მანძილი) / (გავლილი დრო)

## მყისიერი სიჩქარე

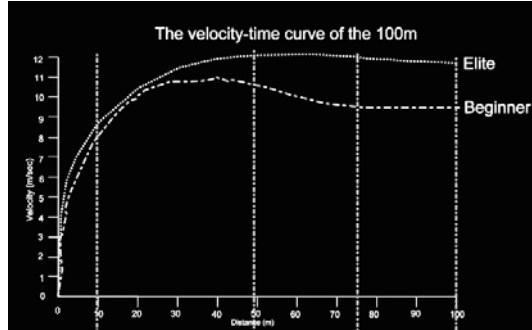
სპრინტერის სიჩქარე იცვლება დროში

სიჩქარის გაზომვა ძალიან მცირე დროის ინტერვალში:

$$V = \Delta x / \Delta t$$

( $\Delta x \rightarrow 0$ )

$$V = dx/dt$$



## გადაადგილების საშუალო სიჩქარე

ოლიმპიელი მცურავის სიჩქარე:

100 მეტრი / 46.74 წამი

მოდრაობის საშუალო სიჩქარე

2.14 მ/წ



გადაადგილება: 25 მეტრი ერთი მიმართულებით, 25 –მეორე. ჯამური გადაადგილება – 0მ.

გადაადგილების სიჩქარე – 0 მ/წ.

## გადაადგილება

განვლილი მანძილი – დაგაადგილება

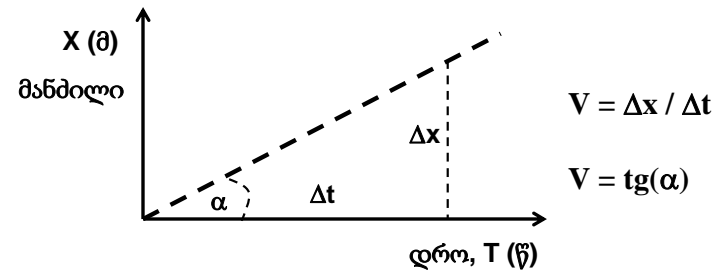


მოდრაობა ტრაექტორიაზე: გავლილი მანძილი განსხვავდება გადაადგილებისაგან

მოდრაობის სიჩქარე და გადაადგილების სიჩქარე განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან

## X-T დიაგრამა

გადაადგილება ერთ განზომილებაში

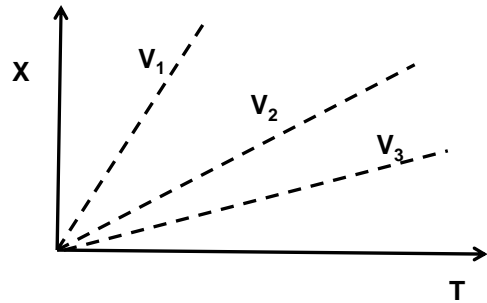


სიჩქარის გრაფიკული ექვივალენტი: დახრის კუთხე



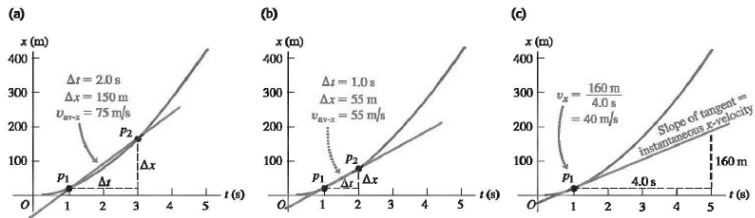
### X-T დიაგრამა

სიჩქარეების გრაფიკული შედარება



$$V_1 > V_2 > V_3$$

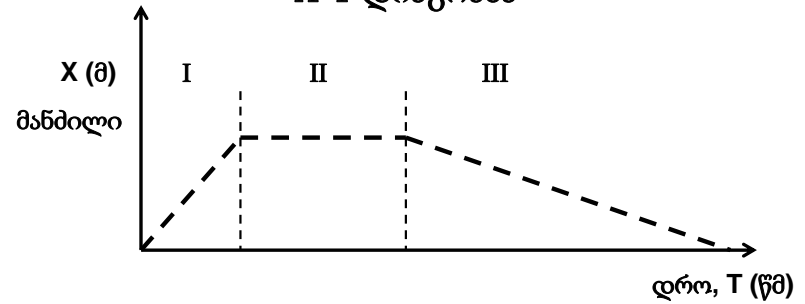
### მყისი და საშუალო სიჩქარე



საშუალო სიჩქარე განისაზღვრება გადაადგილების ვექტორის დახრის კუთხით;

მყისი სიჩქარე განისაზღვრება დროის მოცემულ მომენტში გრაფიკის მხების დახრის კუთხით

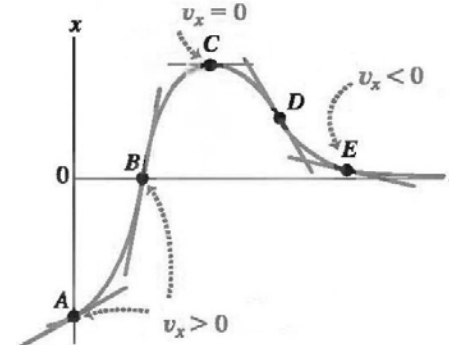
### X-T დიაგრამა



დროით ინტერვალში:

- I – მოძრაობა X ღერძის მიმართულებით
- II – სხეული უძრავია
- III - მოძრაობა X ღერძის საპირისპირო მიმართულებით

### მოძრაობა ცვალებადი სიჩქარით



- A) B) დადებითი სიჩქარე (ნელი/სწრაფი მოძრაობა)
- C) ნულოვანი სიჩქარე
- D) E) უარყოფითი სიჩქარე (ნელი/სწრაფი მოძრაობა)

## სიჩქარეები

მოდრაობის დასაშვები სიჩქარე:  
თქვენ გაიარეთ 50 კმ 1 საათში ...



იღებთ ჯიდეო ჯარიმას  
სიჩქარის გადაჭარბება

საშუალო სიჩქარე  
< 60 კმ/სთ  
მყისი სიჩქარე ...



[www.tevza.org/home/course/phys2014](http://www.tevza.org/home/course/phys2014)

## კინემატიკის საფუძვლები

- საშუალო სიჩქარე
- მყისიერი სიჩქარე
- გადაადგილება
- ტრაექტორია
- X-T დიაგრამა
- მყისი და საშუალო სიჩქარის გამოთვლის გეომეტრიული მეთოდები