



*აგრეთვე ჭრეხნიშვილის ხეცვლამბის
ბძილას ხეცვლმწიგნო ანავერსიტიეტი*

ფიზიკის შესავალი

ლექცია 2

აჩქარება,

თანაბრადაჩქარებული მოძრაობის კინემატიკა,
თავისუფალი ვარდნა

წინა ლექციაში

ფიზიკურ ერთეულთა სისტემა: SI
ფიზიკური ერთეულების პრეფიქსები
განზომილებათა ანალიზი

მოძრაობა

საშუალო და მყისი სიჩქარე

X-T დიაგრამა

აჩქარება

აჩქარება არის სიდიდე, რომელიც აღწერს სიჩქარის ცვლილების სისწრაფეს

$$a = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{V_2 - V_1}{t_2 - t_1}$$

უძრავი ან მუდმივი სიჩქარით მოძრავი სხეული:

$$\underline{a = 0}$$

აჩქარება

აჩქარებული ეწოდება მოძრაობას ცვალებადი სიჩქარით.

აჩქარებულია მოძრაობა **ზრდადი** სიჩქარით;
აჩქარებულია მოძრაობა **კლებადი** სიჩქარით;

ფიზიკური თვალსაზრისით სხეული მოძრაობს **აჩქარებით** თუკი იგი ან **ჩქარდება**, ან **ნელდება**;

აჩქარებას შეიძლება იყოს დადებითი ან უარყოფითი

აჩქარება და სიჩქარე

სიჩქარე და აჩქარება თანამიმართულია:

სიჩქარე მატულობს (მოდრაობა დადებითი აჩქარებით)



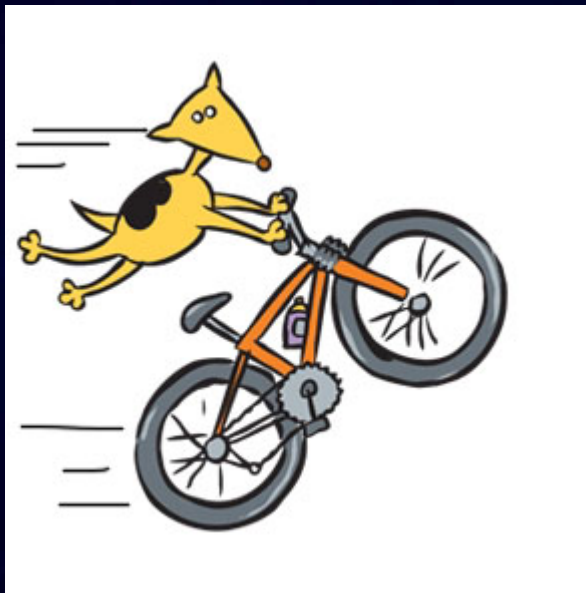
სიჩქარე და აჩქარება უკუმიმართულია:



სიჩქარე იკლებს (მოდრაობა უარყოფითი აჩქარებით)

აჩქარება

სიჩქარის ცვლილების შეგრძნება მოძრაობაში



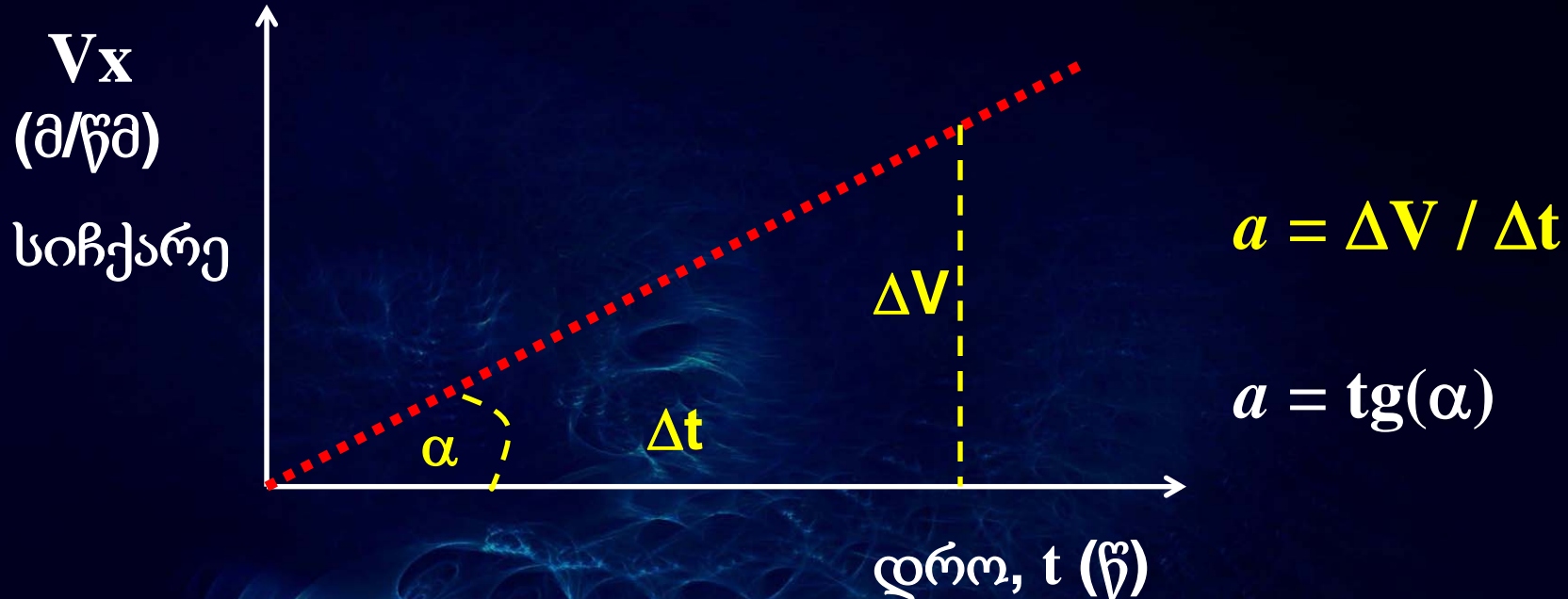
სიჩქარის ზრდა ($a > 0$)



სიჩქარის კლება ($a < 0$)

V_x - T დიაგრამა

წრფივი თანაბრად აჩქარებული მოძრაობა



აჩქარების გრაფიკული ექვივალენტი:
დახრის კუთხე

მოდრაობა მუდმივი აჩქარებით

სიჩქარის ცვლილება: $\mathbf{a} = \Delta \mathbf{V} / \Delta t$, $\Delta \mathbf{V} = \mathbf{V} - \mathbf{V}_0$

$$\mathbf{V} = \mathbf{V}_0 + \mathbf{a} \Delta t$$

მოდრაობის საშუალო სიჩქარე: $\mathbf{V}_{\text{საშ}} = (\mathbf{V}_0 + \mathbf{V}) / 2$

განვლილი მანძილი: $\Delta \mathbf{S} = \mathbf{V}_{\text{საშ}} \Delta t$

$$\begin{aligned} \Delta \mathbf{S} &= (\mathbf{V}_0 + \mathbf{V}) / 2 \Delta t = (\mathbf{V}_0 + \mathbf{V}_0 + \mathbf{a} \Delta t) / 2 \Delta t = \\ &= \mathbf{V}_0 \Delta t + \mathbf{a} \Delta t^2 / 2 \end{aligned}$$

მოძრაობა მუდმივი აჩქარებით

საწყისი დროის მომენტი: $t_0 = 0$ მაშინ: $\Delta t = t - t_0 = t$

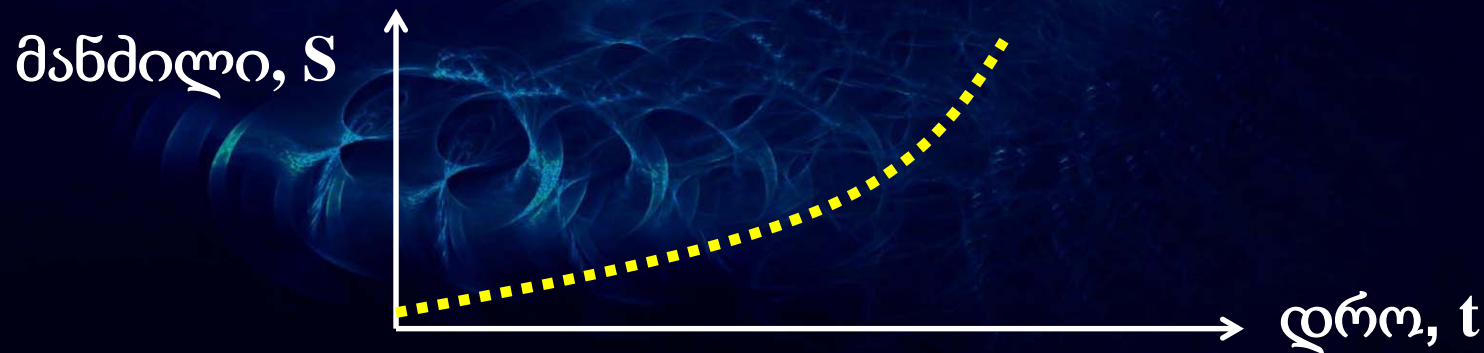
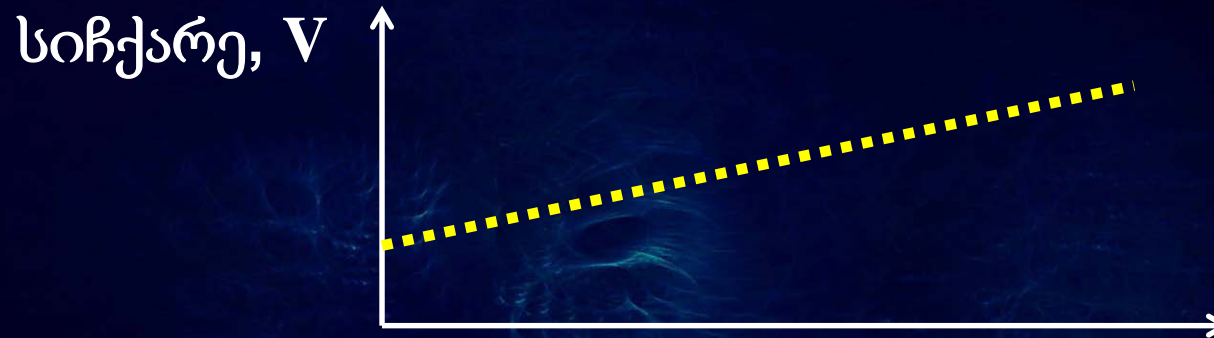
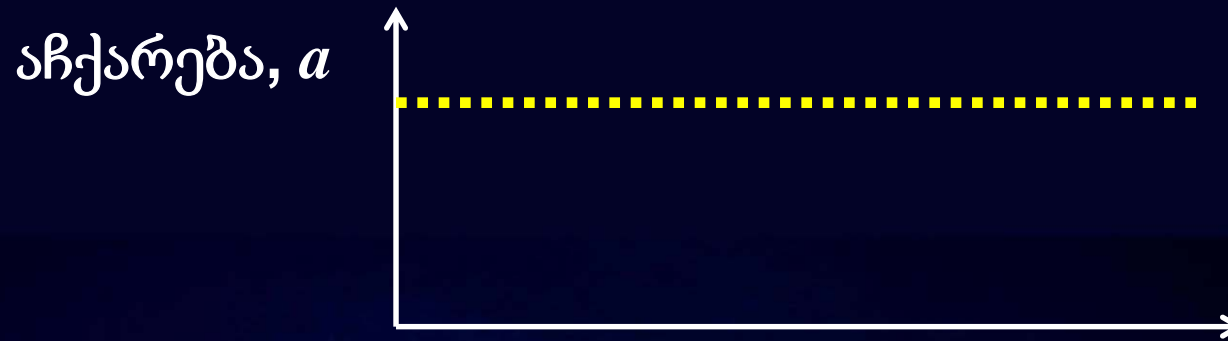
გადაადგილება: $\Delta S = S - S_0$

სიჩქარე და გადაადგილება თანაბრადაჩქარებული მოძრაობისას:

$$V(t) = V_0 + a t$$

$$S(t) = S_0 + V_0 t + a t^2/2$$

მოდრაობა მუდმივი აჩქარებით



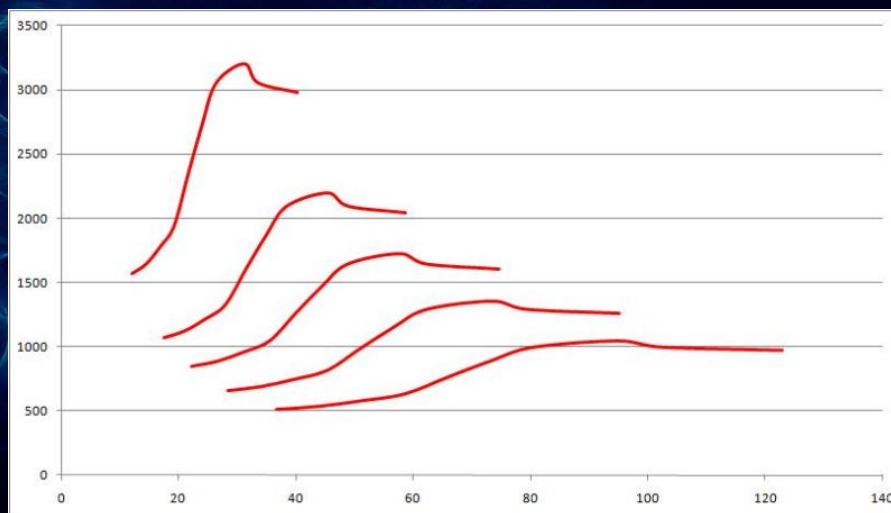
მოდრაობა ცვალებადი აჩქარებით

ფორმულა-1 სტარტი



მოდრაობა ცვალებადი აჩქარებით

აჩქარება



გადაცემათა

კოლოფი: 1,2,3,4,5

მოდრაობა ცვალებადი აჩქარებით

საშუალო აჩქარება: $\mathbf{a} = (\mathbf{V}_2 - \mathbf{V}_1) / (t_2 - t_1)$

მყისიერი აჩქარება:

$$\mathbf{a} = \Delta \mathbf{V} / \Delta t$$

$$(\Delta t \rightarrow 0)$$

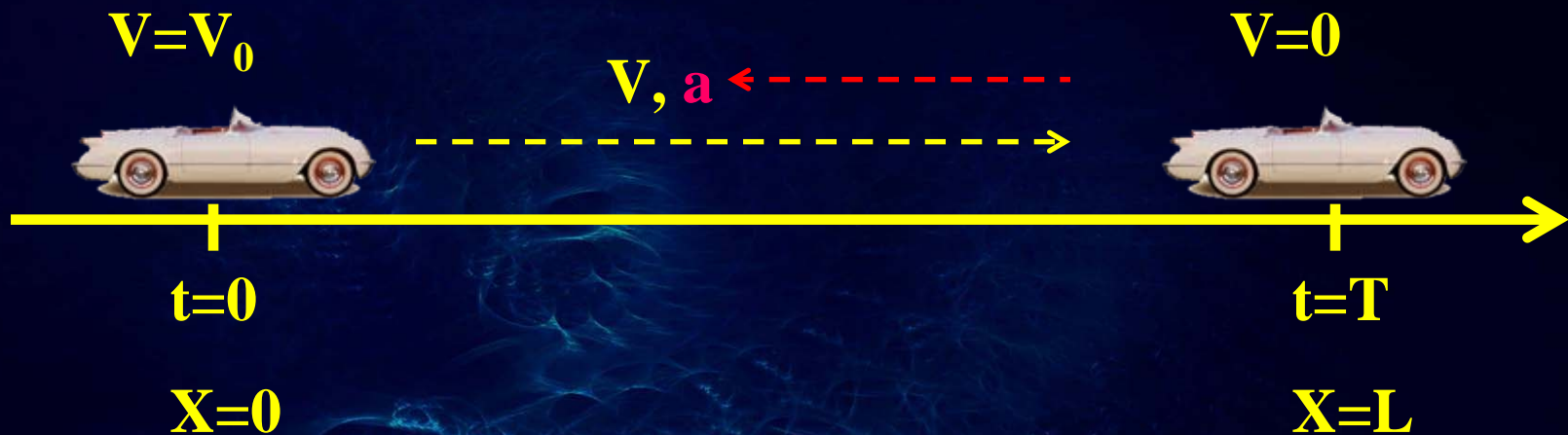
დიფერენციალური ფორმით: $\mathbf{a} = d^2\mathbf{V}/dt^2$

აჩქარება და დამუხრუჭება



დამუხრუჭების კინემატიკა

რა დროში და რა მანძილში გაჩერდება მანქანა თუკი იგი იწყებს დამუხრუჭებას V_0 სიჩქარეზე. მოძრაობა ხდება თანაბარი აჩქარებით $-a_0$.



მანქანის გაჩერების დრო: T მანძილი: L

დამუხრუჭების კინემატიკა

$$(V = V_0 + a t)$$

$$0 = V_0 - a_0 T$$

მანქანის გაჩერების დრო:

$$T = V_0 / a_0$$

განვლილი მანძილი:

$$(X = X_0 + V_0 t + a t^2 / 2)$$

$$L = V_0 T - a_0 T^2 / 2 = V_0 V_0 / a_0 - a_0 (V_0 / a_0)^2 / 2$$

$$L = V_0^2 / (2a_0)$$

ამოცანის ამოხსნის სტრატეგია

ფიზიკური ამოცანის დამოუკიდებლად ამოხსნა

1. ამოცანის შეფასება;
 2. ამოცანის ფორმულირება;
 3. ამოხსნა;
 4. შედეგის შემოწმება;
- 

ამოცანის ამოხსნის სტრატეგია

1. ამოცანის შეფასება

ყურადღებით წაიკითხეთ ამოცანა;

შეაფასეთ ფიზიკური მოდელი;
(წრფივი მოძრაობა? მუდმივი აჩქარება?)



ამოცანის ამოხსნის სტრატეგია

2. ამოცანის ფორმულირება;

აირჩიეთ: კოორდინატთა ღერძის მიმართულება, კოორდინატთა სათავე, დროში საწყისი მომენტი.

ჩამოწერეთ ამოცანაში მონაწილე ფიზიკური ცვლადები ($V_0, V_1, t_0, t_1, X_0, X_1, a, \dots$)

რომელი ცვლადია ცნობილი და რომელი უცნობი?

ამოცანის ამოხსნის სტრატეგია

3. ამოხსნა

გამოიყენეთ კინემატიკის განტოლებები და ცნობილი ცვლადების საშუალებით გამოსახეთ (გამოთვალეთ) უცნობი ცვლადები;

პროცესი შეიძლება მოიცავდეს რამოდენიმე შუალედურ საფეხურს;

ამოცანის ამოხსნის სტრატეგია

4. შედეგის შემოწმება

შეამოწმეთ ფორმალურად მიღებული შედეგის განზომილება. ემთხვევა საძიებელი ფიზიკური სიდიდის განზომილებას?

შეაფასეთ შედეგი პრაგმატული მოსაზრებებით. რამდენად რეალისტურია მიღებული რიცხვითი შედეგი.

ამოცანა # 1

მოტოციკლისტი იწყებს თანაბრადაჩქარებულ მოძრაობას როგორც კი გასცდება ქალაქის საზღვრის მაჩვენებელ ნიშანს. მისი აჩქარებაა 4მ/წმ^2 .

$t=0$ მომენტში იგი 5 მეტრით გასცდა ნიშანს და მოძრაობს 15მ/წმ სიჩქარით.

ა) იპოვეთ მოტოციკლისტის ადგილმდებარეობა და სიჩქარე $t=2\text{წმ}$ მომენტისათვის.

ბ) იპოვეთ მოტოციკლისტის ადგილმდებარეობა როდესაც მისი სიჩქარე იქნება 25მ/წმ .

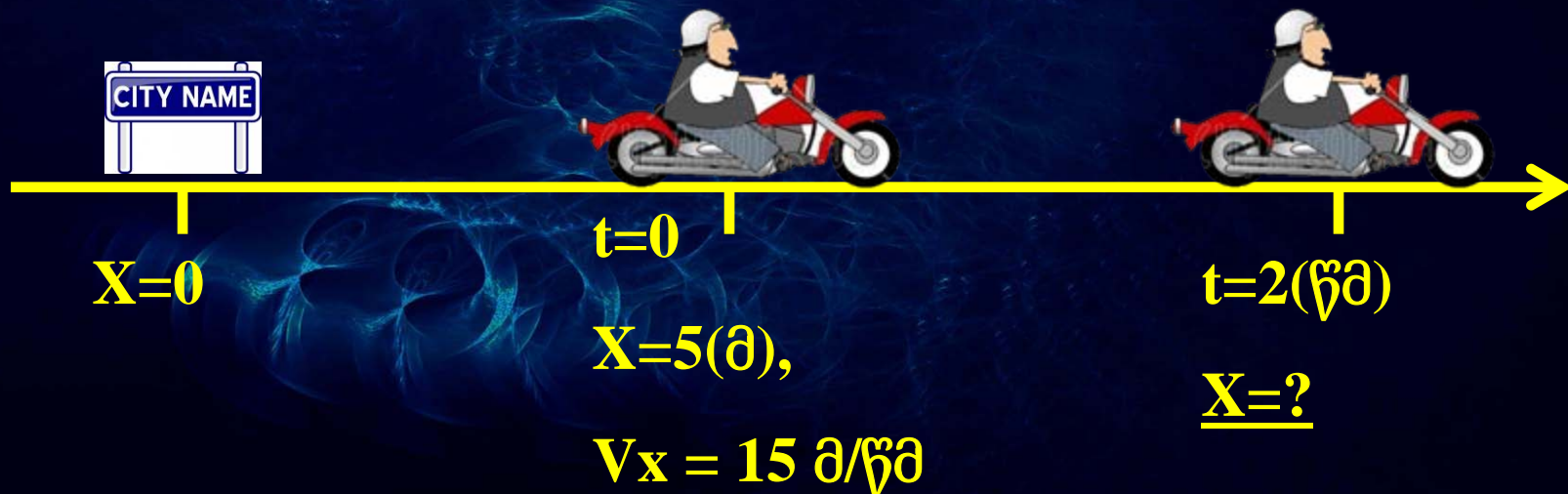
ამოცანა # 1

1. ამოცანის შეფასება

მოდრაობა წრფის გასწვრივ;

მოდრაობა თანაბარი აჩქარებით;

2. ამოცანის ფორმულირება;



ამოცანა # 1

3. ამოხსნა

$$X = X_0 + V_0 t + a t^2 / 2$$

$$\begin{aligned} X &= 5 \text{ (მ)} + 15 \text{ (მ/წმ)} 2 \text{ (წმ)} + 4 \text{ (მ/წმ}^2\text{)} 2^2 \text{ (წმ}^2\text{)} / 2 = \\ &= (5 + 30 + 8) \text{ (მ)} = 43 \text{ (მ)} \end{aligned}$$

მანძილი 2 წამის შემდეგ:

$$X = 43 \text{ მ}$$

ამოცანა # 1

სასარგებლო ფორმულა

$$X = X_0 + V_0 t + a t^2 / 2 , V = V_0 + a t$$

$$t = (V - V_0)/a$$

$$X = X_0 + V_0 (V - V_0)/a + a (V - V_0)^2 / (2a^2)$$

$$X - X_0 = (V^2 - V_0^2) / (2a)$$

$$V^2 - V_0^2 = 2a (X - X_0)$$

ამოცანა # 1

$$V^2 - V_0^2 = 2a (X - X_0)$$

$$(25 \text{ მ/წმ})^2 - (15 \text{ მ/წმ})^2 = 2 \cdot 4 (\text{მ/წმ}^2) (X - 5 (\text{მ}))$$

$$X - 5(\text{მ}) = (625 - 225) (\text{მ/წმ})^2 / (8 \text{ მ/წმ}) = 400 / 8 (\text{მ})$$

$$X = 5(\text{მ}) + 50(\text{მ}) = 55(\text{მ})$$

ადგილმდებარეობა 25მ/წმ სიჩქარისას:

$$X = 55 \text{ მ}$$

ამოცანა # 1

4. შედეგის შემოწმება

ა) $X = 43 \text{ მ}$

ბ) $X = 55 \text{ მ}$

განზომილება +

მანძილის შეფასება +

ამოცანა #2

ორი მოძრავი სხეულის კინემატიკა

ავტომობილი გაივლის შუქნიშნის წითელ შუქზე მუდმივი 15 მ/წმ სიჩქარით. დარღვევას ამჩნევს პოლიციელი მოტოციკლზე და იწყებს აჩქარებულ მოძრაობას დამრღვევის შესაჩერებლად. პოლიციელის აჩქარება მუდმივია და უდრის 3 მ/წმ^2 . რამდენ ხანში დაეწევა პოლიციელი დამრღვევს?

ამოცანა #2

დამრღვევი: ინდექსი 1;

პოლიციელი: ინდექსი 2;

$$X = X_0 + V_0 t + a t^2 / 2$$

$$X_1 = 0 + V_1 t + 0 t^2 / 2 = V_1 t$$

$$X_2 = 0 + 0 t + a t^2 / 2 = a t^2 / 2$$

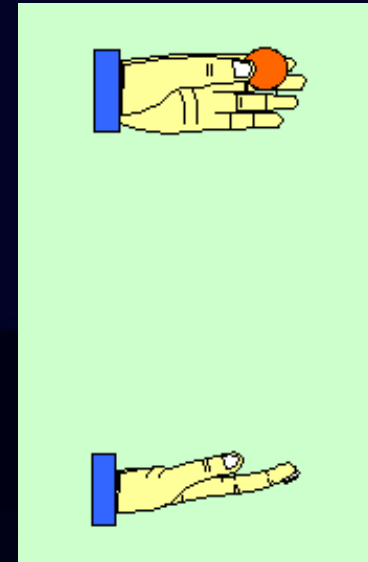
დაწევა: $X_1 = X_2$ $V_1 t = a t^2 / 2$; $t = 2 V_1 / a$;

$$t = 2 \cdot 15 \text{ (მ/წმ)} / (3 \text{ მ/წმ}^2) = 30/3 \text{ (წმ)} = 10 \text{ (წმ)}$$

$$t = 10 \text{ (წმ)}$$

თავისუფალი ვარდნა

დედამიწის სიმძიმის ველში
თავისუფალი ვარდნა: მაგ. მონეტის
ჩამოგდება ერთი ხელიდან მეორეში



მველი წარმოდგენებით მძიმე
სხეული ვარდება უფრო სწრაფად;

გალილეის ექსპერიმენტებმა აჩვენეს
რომ თავისუფალური ვარდნის აჩქარება

მუდმივია



თავისუფალი ვარდნა

სხეულის ვარდნა დედამიწის სიმძიმის ველში

თავისუფალი ვარდნის აჩქარება: $g = 9.8 \text{ მ/წმ}^2$

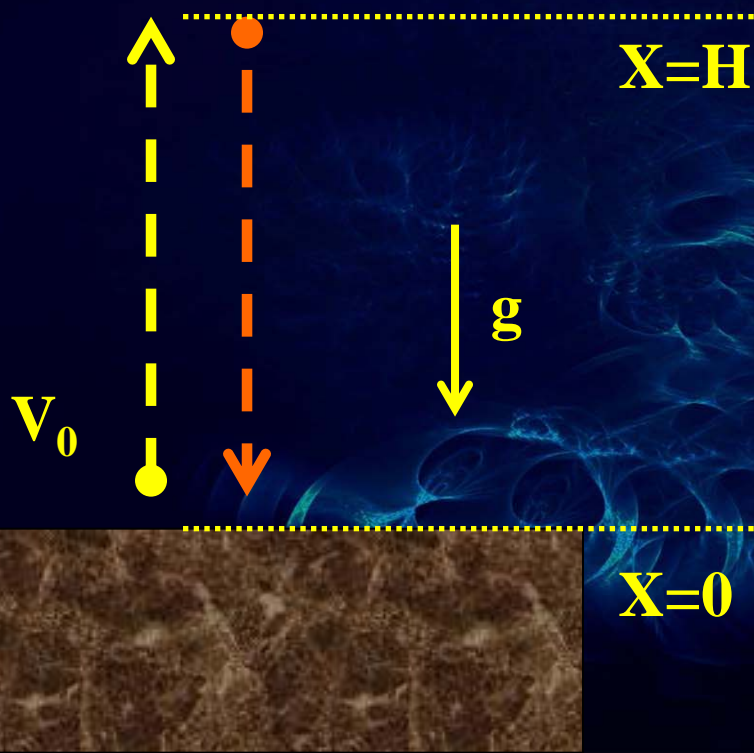
- დედამიწის ზედაპირთან ახლოს;
- ჰაერის წინააღმდეგობა უმნიშვნელოა;
(დაბალი სიჩქარეები)

ბილიარდის ბურთის ვარდნის ფოტოები
გადაღებული დროის ტოლ ინტერვალებში



ამოცანა #3

რა სიმაღლეზე ავა და რა დროში ჩამოვარდება ვერტიკალურად ზემოთ 15 მ/წმ სიჩქარით ატყორცნილი ბურთი?



აღმავალი ტრაექტორია;
ვარდნის ტრაექტორია;

ამოცანა #3

$$V^2 - V_0^2 = 2a (X - X_0)$$

აღმავალი ტრაექტორია: $a = -g$

$$0 - (15 \text{ მ/წმ})^2 = -2 g H$$

$$H = 15^2 (\text{მ/წმ})^2 / (2 \times 9.8 \text{ მ/წმ}^2) = 225 / 19.6 (\text{მ})$$

$$H = 11.48 (\text{მ})$$

$$V = V_0 + a t \quad 0 = 15 (\text{მ/წმ}) - 9.8 (\text{მ/წმ}^2) t$$

$$T1 = 15/9.8 (\text{წმ}) = 1.53 (\text{წმ})$$

ამოცანა #3

ვარდნის ტრაექტორია:

$$X = X_0 + V_0 t + a t^2 / 2$$

$$0 = H + 0 T_2 - g T_2^2 / 2$$

$$T_2 = (2H/g)^{1/2}$$

ვარდნის დრო:

$$T_2 = (2 \times 11.48 / 9.8) = 1.53 \text{ (წმ)}$$

$$T_1 = T_2$$

აღმავალ და დაღმავალ ტრაექტორიებზე მოძრაობა მიმდინარეობს დროში სიმეტრიულად

კინემატიკა

აჩქარებული მოძრაობა
ამოცანის ამოხსნის სტრატეგია
ამოცანები და მაგალითები
თავისუფალი ვარდნა



www.tevza.org/home/course/phys2010

