

მთავრობის შესავალი
სამინისტრო

ფიზიკის შესავალი

ლექცია 9

მოლეკურები, ატომები, ელემენტარული ნაწილაკები
დიფუზია, ბროუნის მოძრაობა

ფიზიკის შესავალი, აღ. თემაზე, 2012

ლექცია/გვერდი: 9/1

წინა ლექციაში

გრავიტაციული მიზიდულობის ძალა
თავისუფალი ვარდნის აჩქარება

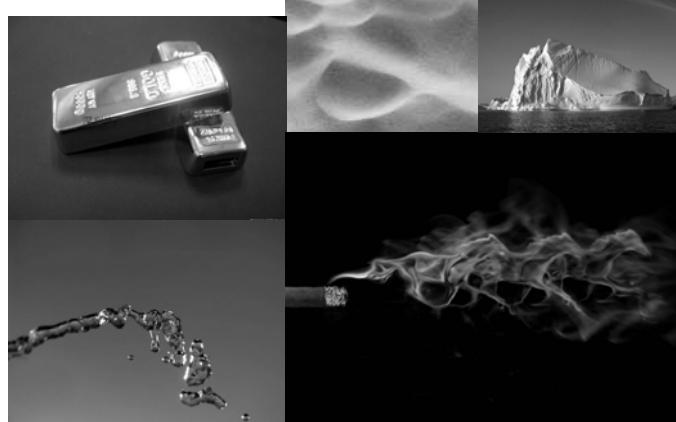
მოძრაობა ორბიტაზე
პირველი კოსმოსური სიჩქარე
მეორე კოსმოსური სიჩქარე

წონა და უწონობა

ფიზიკის შესავალი, აღ. თემაზე, 2012

ლექცია/გვერდი: 9/2

მატერია
რისგან შედგება მატერია?



ფიზიკის შესავალი, აღ. თემაზე, 2012

ლექცია/გვერდი: 9/3

მატერია

ძველი ბერძნული წარმოდგენები
სამყაროში წებისმიერი სხეული შედგება ოთხი
ძირითადი სუბსტანციისაგან:
მიწა, წყალი, ჰაერი, ცეცხლი

არისტოტელეს ფილოსოფია

არსებობს უმცირესი ზომის ნაწილაკი,
რომლისგანაც შედგება წებისმიერი მატერია: ატომი
შეიძლება მატერიის დაშლა ატომებამდე
ატომის დაშლა შეუძლებელია

მატერია მიკროსკოპში

მატერიის
მიკრო სტრუქტურა:

დაკვირვება
მიკროსკოპით
(ოპტიკური, ელექტრონული)

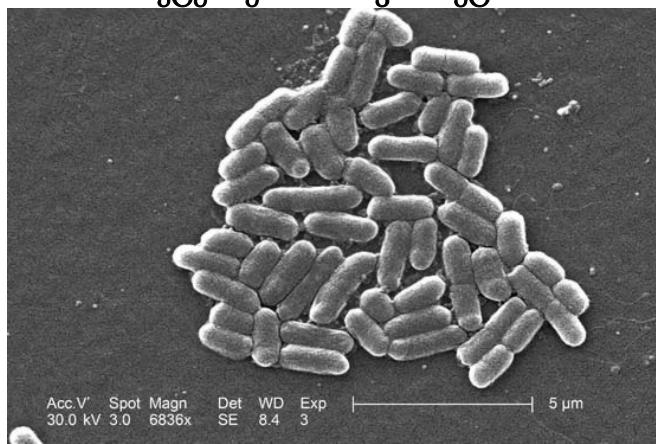


სხვადასხვა გადიდების გამოსახულებები

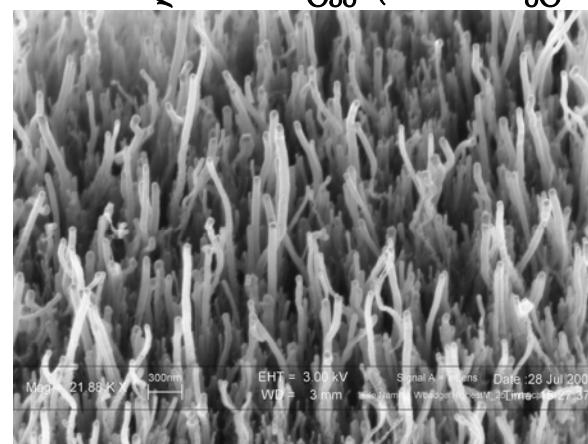
მასშტაბი: 10^{-3} მეტრი
თოვლის ფანტელი: 1 მილიმეტრი



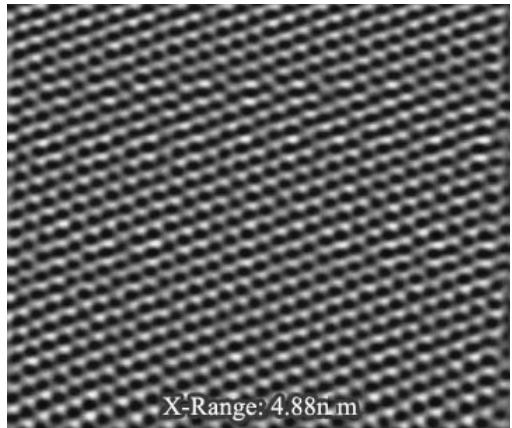
მასშტაბი: 10^{-5} მეტრი
ბაქტერიები: 10 მიკრო მეტრი



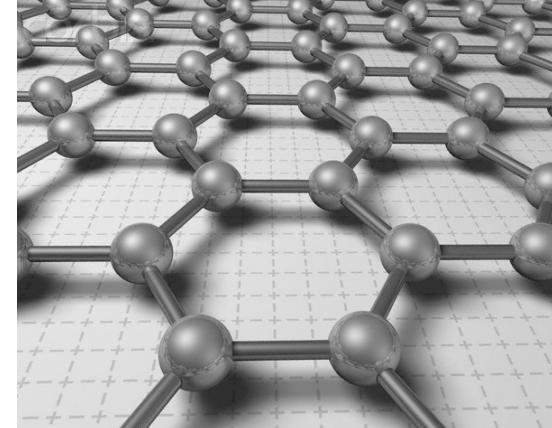
მასშტაბი: 10^{-7} მეტრი
ნახშირბადის “ნანო-ტყე” (300 ნანო მეტრი)



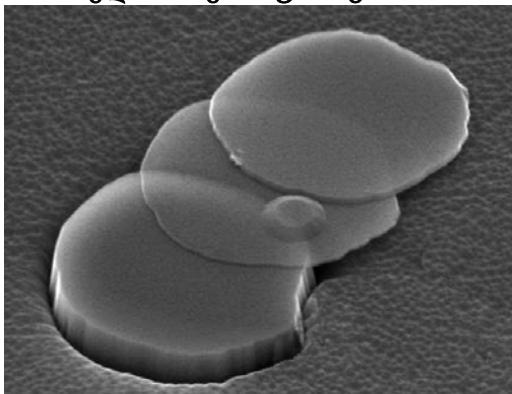
მასშტაბი: 10^{-9} მეტრი
ატომები გრაფიტის ზედაპირზე (1 ნანო მეტრი)



ატომური სტრუქტურა
გრაფიტი სქემატურად: ნახშირბადის ატომები



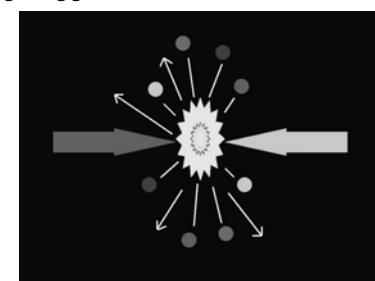
გრაფენი
ნობელის პრემია ფიზიკაში – 2010



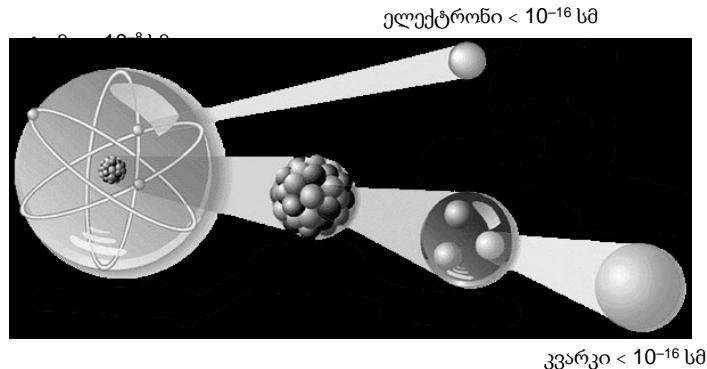
რისგან შედგება ნივთიერება?
რა არის ატომის ბირთვში?
რისგან შედგება პროტონი?

**დაჯახებები მაღალ სიჩქარეზე და დაშლის
 პროდუქტების დაკვირვება**

**ექსპერიმენტები
 ამაჩქარებელზე**



ნივთიერება მიკროსკოპულ მასშტაბში



რისგან შედგება ნივთიერება?

მატერია შედგება ელემენტარული ნაწილაკებისაგან:

სტანდარტული მოდელი გვაძლევს დღეს ცნობილი ელემენტარული ნაწილაკების ოჯახებს

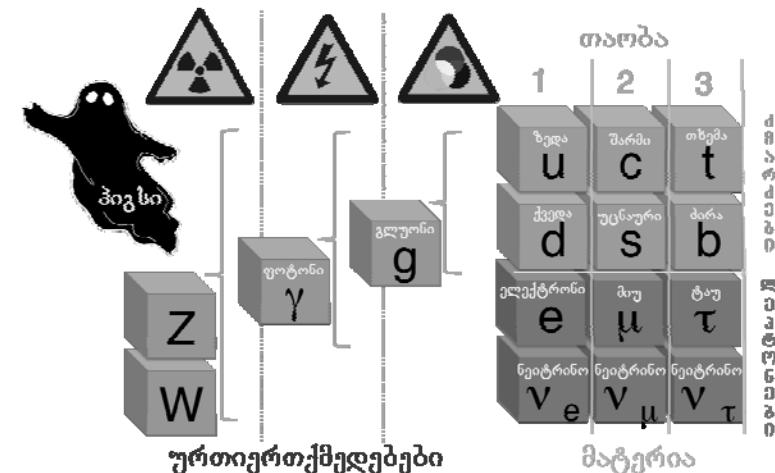
- ლეპტონები (ელექტრონი, ნეიტრინო, ...);
- კვარკები;
- ბოზონები (ფოტონი, გლუონი, W და Z ბოზონი);
- ჰაიპოთეზის ბოზონი:
- აღმოვაჩენთ დიდ ადრონულ ამაჩქარებელზე?

ელემენტარული ნაწილაკები

ფერმიონები და
ბოზონები;

Quarks	$\frac{2}{3}$ u	$\frac{1}{3}$ c	$\frac{1}{3}$ t	0 γ
	up	charm	top	photon
	4.8 MeV	104 MeV	171.2 GeV	
	$\frac{1}{3}$ d	$\frac{1}{3}$ s	$\frac{1}{3}$ b	0 g
	down	strange	bottom	gluon
Leptons	< 2.2 eV	< 0.17 MeV	< 15.5 MeV	91.2 GeV 0 Z
	$\frac{1}{2}$ e	$\frac{1}{2}$ ν_e	$\frac{1}{2}$ ν_τ	weak force
	electron neutrino	electron neutrino	tau neutrino	
	0.511 MeV	105.7 MeV	177.7 GeV	± 1 W
	$\frac{1}{2}$ e	$\frac{1}{2}$ μ	$\frac{1}{2}$ τ	weak force
	electron	muon	tau	
Bosons (Forces)				

სტანდარტული მოდელი

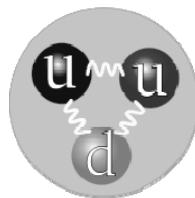


პროტონი

სამი კვარკისაგან შედგენილი ნაწილაკი

კვარკები: u u d

კვარკების შემაკავებელი ძალა:

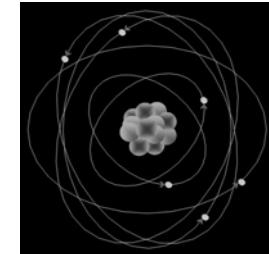


გლუონები

(ძლიერი ურთიერთქმედება)

ატომი: ზომა

ატომი შედგება ატომ-ბირთვისა და მის გარშემო
მბრუნავი ელექტრონებისაგან



$$R_{\text{ატომი}} = 100\ 000 R_{\text{ბირთვი}}$$

$R_{\text{ატომი}}$ – გარე ელექტრონული შრის რადიუსი

$R_{\text{ბირთვი}}$ – ბირთვის რადიუსი

$$R_{\text{ატომი}} \sim 1 \text{ \AA}, \quad 1 \text{ \AA} (\text{ანგსტრომი}) = 10^{-10} \text{ \AA} = 0.1 \text{ nm}$$

ატომი: მასა

მასის განაწილება წყალბადის ატომში

$$M_{\text{ბირთვი}} = 0.9995 M_{\text{ატომი}}$$

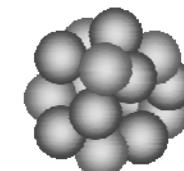
$M_{\text{ატომი}}$ – ატომის სრული მასა

$M_{\text{ბირთვი}}$ – ბირთვის მასა

წყალბადის ატომის მასის 99.95% თავმოყრილია
ბირთვში. უფრო მძიმე ქიმიური ელემენტებისათვის
ეს პროცენტული თანაფარდობა უფრო დიდია

ატომის ბირთვი

ატომის ბირთვი შესაძლებელია
დავშალოთ ნუკლონებათ



არსებობს ორი ტიპის ნუკლონი:

- დადებითად დამუხტული პროტონი
- ნეიტრალური ნეიტრონი

ატომის ელექტრონული გარსი

ატომის ბირთვის ირგვლივ დიდი სიჩქარით
ბრუნავენ ელექტრონები, ანუ ქმნიან ე.წ.
ელექტრონულ ღრუბელს

ელექტრონი უარყოფითად დამუხტული
ელემენტარული ნაწილაკია;

نىيىرىقالىعىر اتىمىشى ئەلەكەتىرىنەبىسى راۋدەنەبا
ئەدەرەس اتىمىسى ۋىرەتىۋەسى پىرىنەبىسى راۋدەنەباسى;

ატომის ელექტრონული გარსის თვისებები
განაპირობებს ნივთიერების ქიმიურ თვისებებს;

ატომები

სხვადასხვა ტიპის ატომები

სხვადასხვა ქიმიური ელემენტები;

ის, თუ რომელი ქიმიური ელემენტია ატომი,
განისაზღვრება ატომის ბირთვში პროტონების
რაოდენობით;

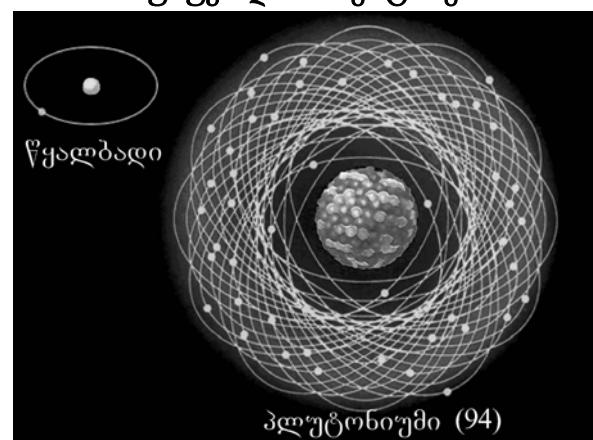
ବ୍ୟାଲ୍ବାଦୀ (H) – 1 ପରିଚୟ

ଶେଷିଲ୍ପମି (He) – 2 ଶରୀରକାରୀ

ქანგბადი (O) – 8 პროტონი

ქიმიური ელემენტები
(მენდელიევის) პერიოდული სისტემა

ქიმიური ელემენტები მსუბუქი და მძიმე ატომები



იზოტოპები

ორ ატომს ეწოდება ერთიდაიგივე ქიმიური ელემენტის იზოტოპი, თუკი მათში პროტონების რაოდებობა ტოლია, ხოლო ნეიტრონების რაოდენობა – განსხვავებული

წყალბადის იზოტოპები:

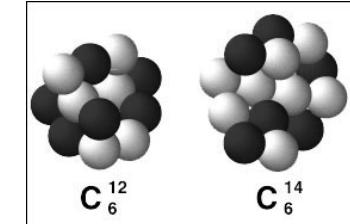
დეიტერიუმი (1 პროტონი + 1 ნეიტრონი)
თრითოიუმი (1 პროტონი + 2 ნეიტრონი)



იზოტოპები

სხვადასხვა ქიმიურ ელემენტს შეიძლება გააჩნდეს სხვადასხვა რაოდენობით იზოტოპი:

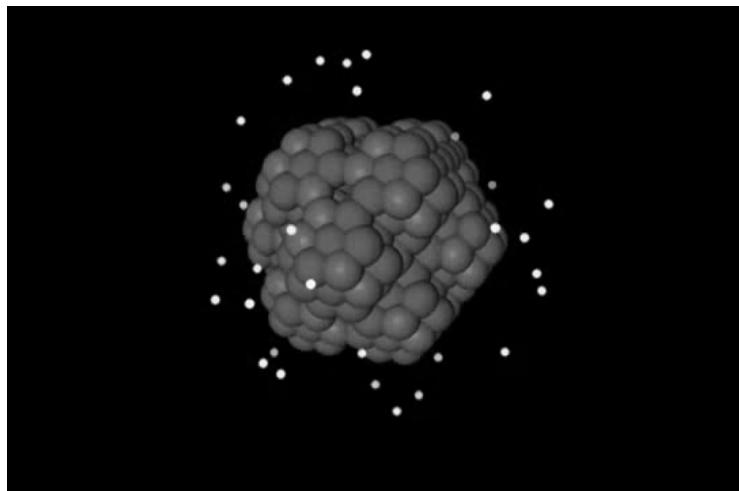
ნახშირბადი:



ურანი: U234, U235, U238

იზოტოპებს გააჩნიათ ერთიდაიგივე ქიმიური თვისებები, მაგრამ განსხვავებული თვისებები ბირთვული რეაქციებისას (ძაგ. ბირთვის სპონტანური დაშლა: რადიაქტივობა)

ურანი (U235)



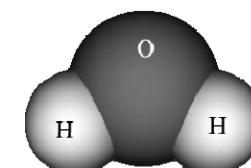
მოლეკულები

შესაძლებელია რამოდენიმე ატომი შეერთდეს და მოგვცეს ქიმიური ნაერთი - მოლეკულა.

მაგალითად:

წყალი

H_2O



წყლის მოლეკულა:

ჟანგბადის და ორი

წყალბადის ატომის

ნაერთი

ნივთიერების მდგომარეობები

მყარ სხეულებში ატომები ირხევიან ქაოსურად ფიქსირებული მდგომარეობის ირგვლივ;

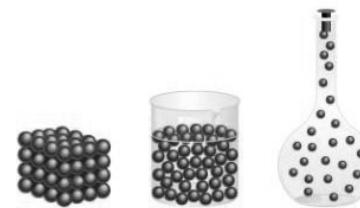
სითხეებში მოლეკულები განლაგებული არიან მჭიდროდ, მაგრამ გადაადგილდებიან ქაოსურად;

აირებში მოლეკულები დაფრინავენ თავისუფლად და ეხაჯებიან ერთმანეთს ქაოსურად;

ნივთიერების აგრეგატული მდგომარეობები

ნივთიერების მდგომარეობები

- მყარი სხეული ინარჩუნებს ფორმას და მოცულობას;
- სითხე ინარჩუნებს მოცულობას;
- აირი ავსებს ნებისმიერი ფორმის და მოცულობის ჭურჭელს;

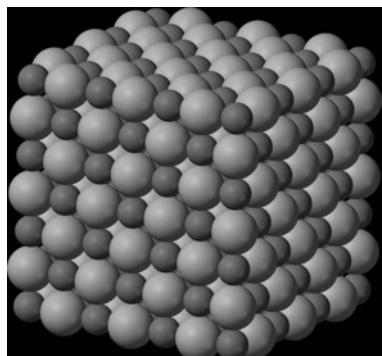


მყარი სხეული

სუფრის მარილის: Na Cl

ნატრიუმის და ქლორის ატომების კრისტალური სტრუქტურა

ატომები
ირხევიან
წონასწორული
მდგომარეობის
ირგვლივ



სითხე

წყალის მოლეკულები (H_2O) სითხეში:
მოლეკულებს არ
გააჩნიათ ფიქსირებული
მდგომარეობა და
შეუძლიათ
გადაადგილება
თავისუფლად
სითხის
მოცულობაში



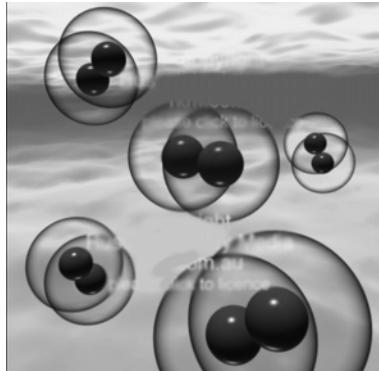
ჰაერი

ჰაერი შედგება ძირითადად აზოტისა და ჟანგბადისაგან:

N_2 (78%)

O_2 (21%)

აზოტის და ჟანგბადის
მოლეკულების
ქაოსური მოძრაობა



მიკრო და მაკრო სამყარო

მიკროსამყარო:

ატომები და მოლეკულები;

ქაოსური მოძრაობა და დაჯახებები;

მაკროსამყარო:

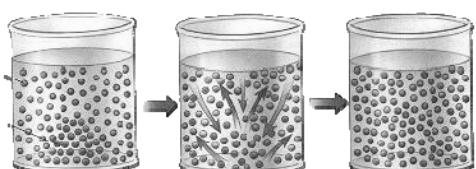
მყარი სხეული, სითხე, აირი;

სიმკვრივე, წნევა, ტემპერატურა;

მიკრო სამყაროს ფიზიკა განაპირობებს მაკრო
სამყაროს თვისებებს: მაგალითად დიფუზია

დიფუზია

შეხებაში მყოფი ორი სხვადასხვა ნივთიერების
მოლეკულები დროთა განმავლომაში ერთმანეთში
ირევა. ამ პროცესს ფიზიკური დიფუზია ეწოდება.



დიფუზიის მიზეზია ნივთიერებებში მოლეკულების
ქაოსური მოძრაობა

დიფუზია

დიფუზია დაიკვირვება როგორც მყარ სხეულებში,
ისე სითხეებსა და აირებში

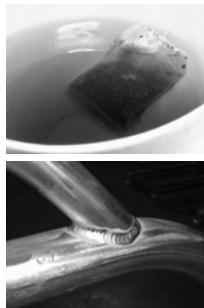
დიფუზიის სიჩქარე დამოკიდებულია
მოლეკულების ქაოსური მოძრაობის სიჩქარესა და
მანძილზე, რომელზედაც მოლეკულები
გადადგილდებიან

დიფუზია ყველაზე სწრაფად მიმდინარეობს
აირებში, შემდეგ სითხეებში, ხოლო ყველაზე ნელია
მყარ სხეულებში;

დიფუზია

დიფუზიური პროცესების მაგალითები ყოფით ცხოვრებაში

ჩაის ფერის ცხელ წყალში გახსნა



მეტალების შედუღება

ყავის ან სიგარეტის სუნის ჰაერში გავრცელება და ა.შ.

დიფუზია სხვადასხვა სითხეში



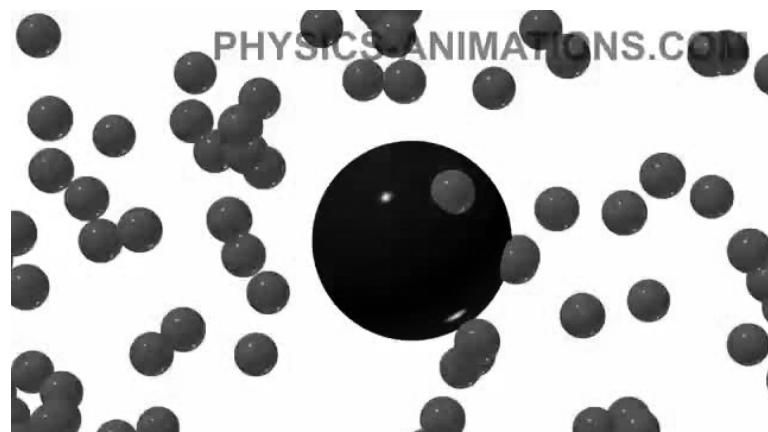
ბროუნის მოძრაობა

სითხეებში და გაზებში სხეულს სხვადასხვა მხრიდან ქაოსურად ეჯახებიან მოლეკულები ან ატომები.

თუკი სხეულის მასა დიდია, მაშის ჯამური ძალა გაწონასწორებულია – ყოველი მხრიდან მოქმედი ძალა საშუალოდ ერთმანეთს უდრის და ტოლქმედი ნულია.

თუკი სხეულის ზომა პატარაა, მაშინ დაჯახებების რიცხვი ნაკლებია და შეიძლება წარმოიშვას ძალთა ტოლქმედი, რომელიც მოქმედებს სხეულზე ცვალებადი მიმართულებით.

ბროუნის მოძრაობა

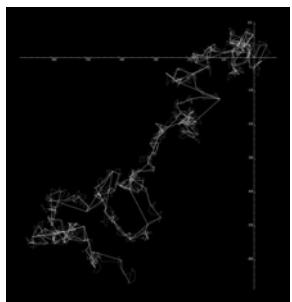


ბროუნის მოძრაობა

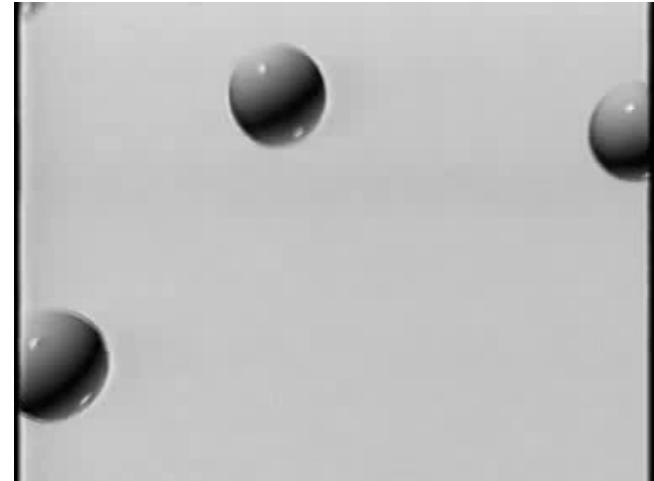
ბროუნის მოძრაობა არის მაკროსკოპული სხეულის მოძრაობაში მიკროსკოპული ქაოსური ძალების გამოვლენა

სხეულის მოძრაობის
ტრაექტორია: ქაოსური

მიკროსკოპული;
მაკროსკოპული;
საშუალებო: მეზოსკოპური ეფექტი



ბროუნის მოძრაობა: ექსპერიმენტი



ნივთიერების აგებულება

ატომები
ატომის ბირთვი
ელემენტარული ნაწილაკები
სტანდარტული მოდელი

აგრეგატული მდგომარეობები
დიფუზია
ბროუნის მოძრაობა

www.tevza.org/home/course/phys2012