



ფიზიკის შესავალი

ლექცია 9

მოლეკურები, ატომები, ელემენტარული ნაწილაკები
დიფუზია, ბროუნის მოძრაობა

ფიზიკის შესავალი, ალ. თევზაძე, 2011

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, ალ. თევზაძე, 2011

ლექცია/გვერდი: 9/2

მატერია

რისგან შედგება მატერია?



ფიზიკის შესავალი, ალ. თევზაძე, 2011

ლექცია/გვერდი: 9/3

მატერია

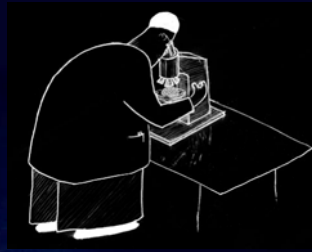
ძველი ბერძნული წარმოდგენები
სამყაროში ნებისმიერი სხეული შედგება ოთხი
ძირითადი სუბსტანციისაგან:
მიწა, წყალი, ჰაერი, ცეცხლი

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

მატერია მიკროსკოპში

მატერიის
მიკრო სტრუქტურა:

დაკვირვება
მიკროსკოპით
(ოპტიკური, ელექტრონული)

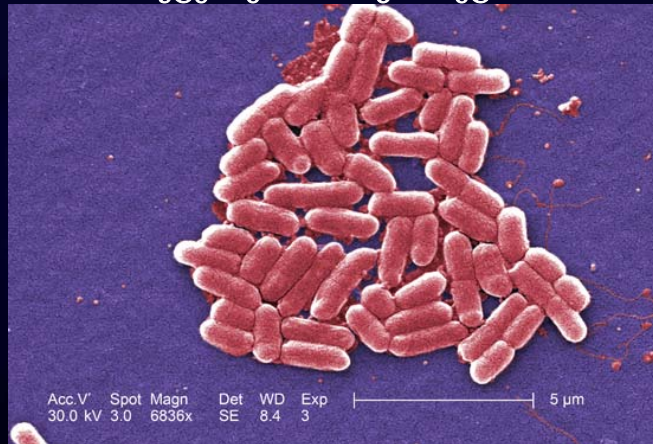


სხვადასხვა გადიდების გამოსახულებები

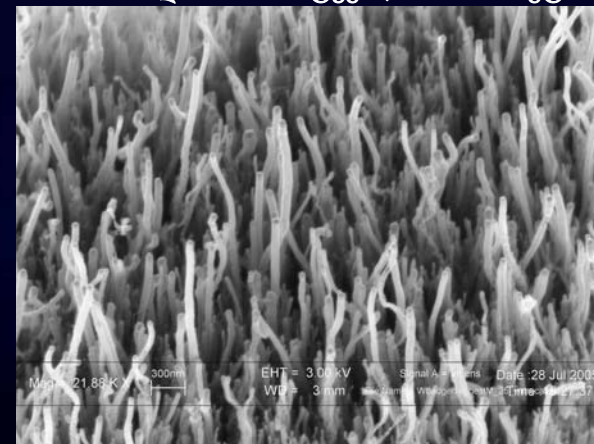
მასშტაბი: 10^{-3} მეტრი
თოვლის ფანტელი: 1 მილიმეტრი



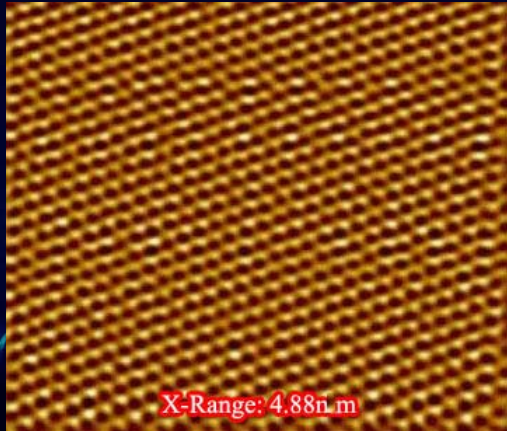
მასშტაბი: 10^{-5} მეტრი
ბაქტერიები: 10 მიკრო მეტრი



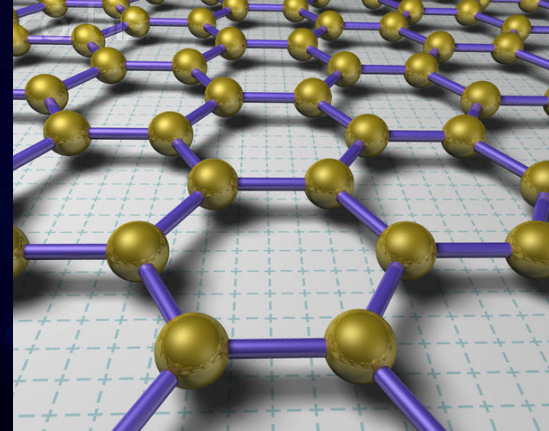
მასშტაბი: 10^{-7} მეტრი
ნახშირბადის “ნანო-ტყე” (300 ნანო მეტრი)



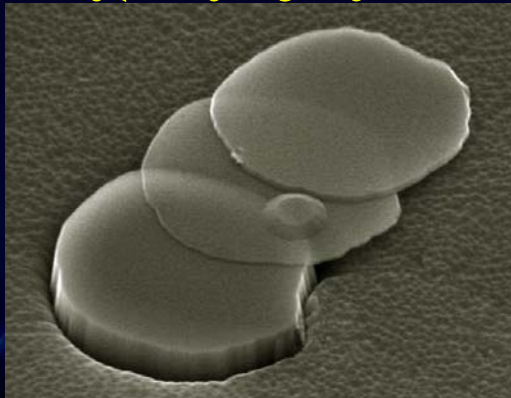
მასშტაბი: 10^{-9} მეტრი
ატომები გრაფიტის ზედაპირზე (1 ნანო მეტრი)



ატომური სტრუქტურა
გრაფიტი სქემატურად: ნახშირბადის ატომები



გრაფენი
ნობელის პრემია ფიზიკაში – 2010

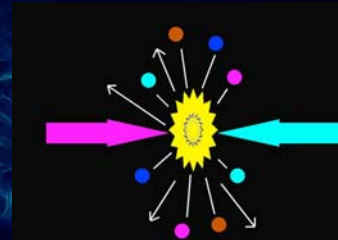


ა. გეიმი, კ. ნოვოსელოვი

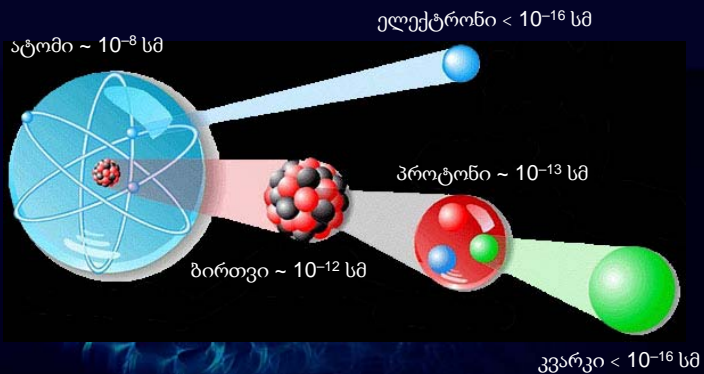
რისგან შედგება ნივთიერება?
რა არის ატომის ბირთვში?
რისგან შედგება პროტონი?

დაჯახებები მაღალ სიჩქარეზე და დაშლის პროდუქტების დაკვირვება

ექსპერიმენტები
ამაჩქარებელზე



ნივთიერება მიკროსკოპულ მასშტაბში



რისგან შედგება ნივთიერება?

მატერია შედგება ელემენტარული ნაწილაკებისაგან:

სტანდარტული მოდელი გვამლევს დღეს ცნობილი ელემენტარული ნაწილაკების ოჯახებს

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

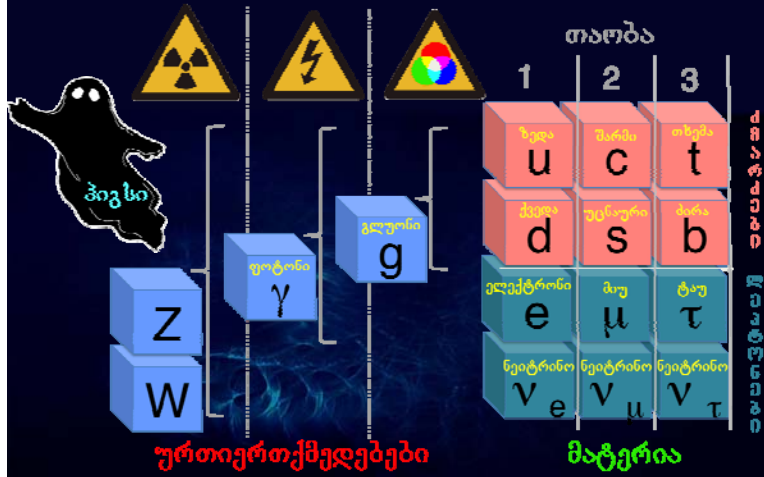
ელემენტარული ნაწილაკები

ფერმიონები და ბოზონები;

	I	II	III	
mass	2.4 MeV	1.27 GeV	171.2 GeV	0
charge	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	0
spin	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1
name	u	c	t	γ
	up	charm	top	photon
	4.8 MeV	104 MeV	4.2 GeV	0
	$-\frac{1}{3}$	$-\frac{1}{3}$	$-\frac{1}{3}$	0
	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1
	d	s	b	g
	down	strange	bottom	gluon
	< 2.2 eV	< 0.17 MeV	< 15.5 MeV	81.2 GeV
	0	0	0	0
	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1
	ν_e	ν_μ	ν_τ	Z^0
	electron neutrino	muon neutrino	tau neutrino	weak force
	0.511 MeV	105.7 MeV	1.777 GeV	80.4 GeV
	-1	-1	-1	1
	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1
	e	μ	τ	W^\pm
	electron	muon	tau	weak force

Quarks
 Leptons
 Bosons (Forces)

სტანდარტული მოდელი



პროტონი

სამი კვარკისაგან შედგენილი ნაწილაკი

კვარკები: $u u d$

კვარკების შემაკავებელი ძალა:

გლუონები

(ძლიერი ურთიერთქმედება)



ატომი: ზომა

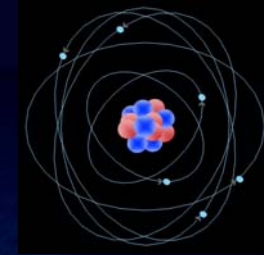
ატომი შედგება ატომ-ბირთვისა და მის გარშემო მბრუნავი ელექტრონებისაგან

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

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

$R_{\text{ბირთვი}}$ – ბირთვის რადიუსი

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



ატომი: მასა

მასის განაწილება წყალბადის ატომში

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

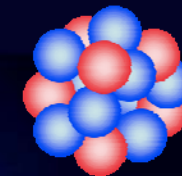
$M_{\text{ატომი}}$ – ატომის სრული მასა

$M_{\text{ბირთვი}}$ – 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 დრუბელს

ელექტრონი უარყოფითად დამუხტული ელემენტარული ნაწილაკია;

ნეიტრალურ ატომში ელექტრონების რაოდენობა უდრის ატომის ბირთვში პროტონების რაოდენობას;

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;

წყალბადი (H) – 1 პროტონი

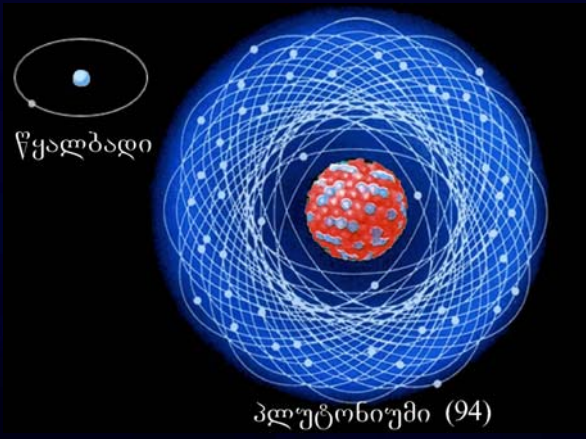
ჰელიუმი (He) – 2 პროტონი

ჟანგბადი (O) – 8 პროტონი

ქიმიური ელემენტები (მენდელეევის) პერიოდული სისტემა

ქიმიურ ელემენტთა პერიოდული სისტემა																VII (H)		VIII		VII (He)	
1	H											F	Ne								
2	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne													
3	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar													
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni											
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd											
6	Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt											
7	Fr	Ra	Ac	(Ku)	(Ns)																
* ზანდბერგები																					
Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu								
** აქტინიდები																					
Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	(No)	(Lr)								

ქიმიური ელემენტები მსუბუქი და მძიმე ატომები



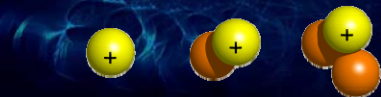
იზოტოპები

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

წყალბადის იზოტოპები:

დეიტერიუმი (1 პროტონი + 1 ნეიტრონი)

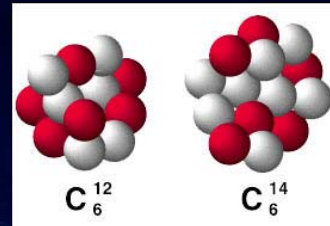
თრიტიუმი (1 პროტონი + 2 ნეიტრონი)



იზოტოპები

სხვადასხვა ქიმიურ ელემენტს შეიძლება გააჩნდეს სხვადასხვა რაოდენობით იზოტოპი:

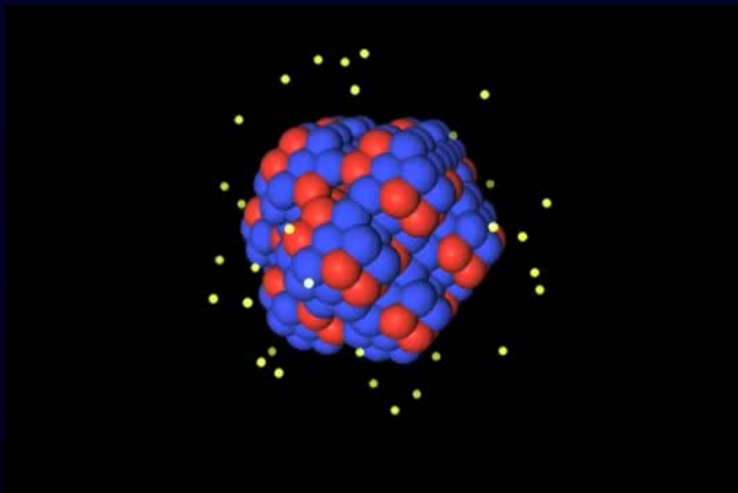
ნახშირბადი:



ურანი: U234, U235, U238

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

ურანი (U235)



მოლეკულები

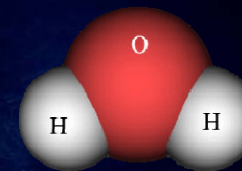
შესაძლებელია რამოდენიმე ატომი შეერთდეს და მოგვცეს ქიმიური ნაერთი - მოლეკულა.

მაგალითად:

წყალი

H₂O

წყლის მოლეკულა: ჟანგბადის და ორი წყალბადის ატომის ნაერთი



ნივთიერების მდგომარეობები

მყარ სხეულებში ატომები ირხევიან ქაოსურად ფიქსირებული მდგომარეობის ირგვლივ;

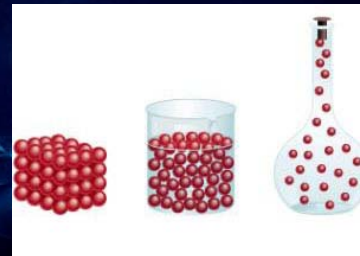
სითხეებში მოლეკულები განლაგებული არიან მჭიდროდ, მაგრამ გადაადგილდებიან ქაოსურად;

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;

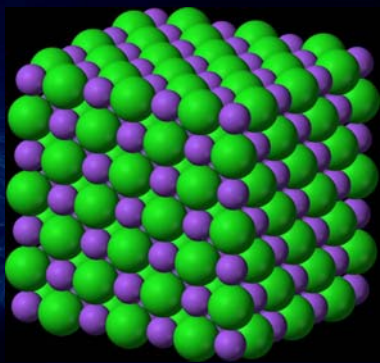


მყარი სხეული

სუფრის მარილის: Na Cl

ნატრიუმის და ქლორის ატომების კრისტალური სტრუქტურა

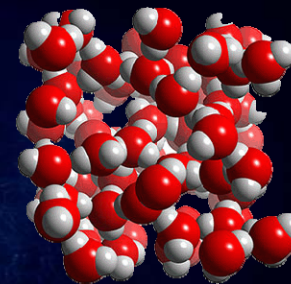
ატომები ირხევიან წონასწორული მდგომარეობის ირგვლივ



სითხე

წყლის მოლეკულები (H₂O) სითხეში:

მოლეკულებს არ გააჩნიათ ფიქსირებული მდგომარეობა და შეუძლიათ გადაადგილება თავისუფლად სითხის მოცულობაში



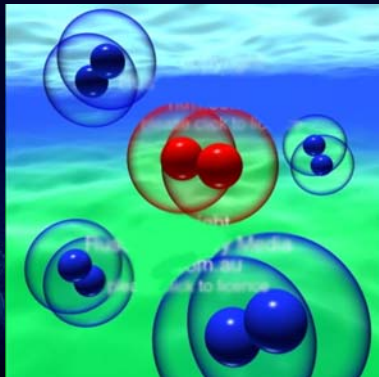
ჰაერი

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;

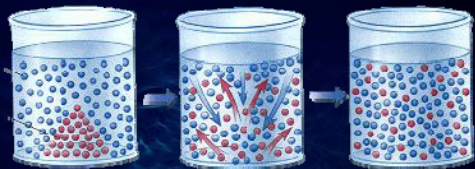
მაკროსამყარო:

მყარი სხეული, სითხე, აირი;
სიმკვრივე, წნევა, ტემპერატურა;

მიკრო სამყაროს ფიზიკა განაპირობებს მაკრო სამყაროს თვისებებს: *მაგალითად დიფუზია*

დიფუზია

შეხებაში მყოფი ორი სხვადასხვა ნივთიერების მოლეკულები დროთა განმავლობაში 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 გადაადგილდებიან

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



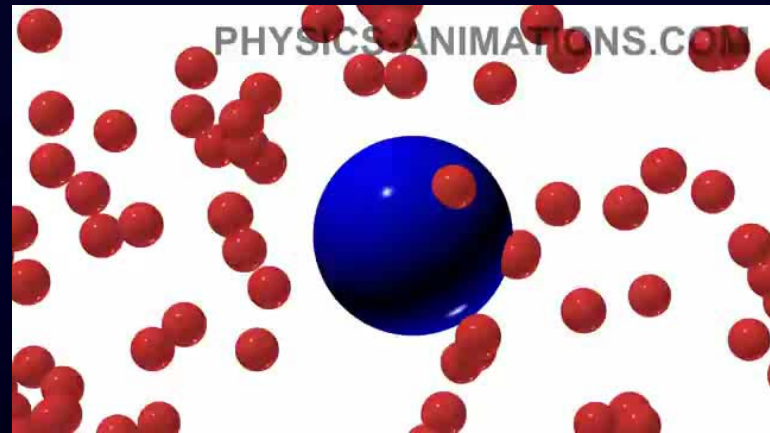
ბროუნის მოძრაობა

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



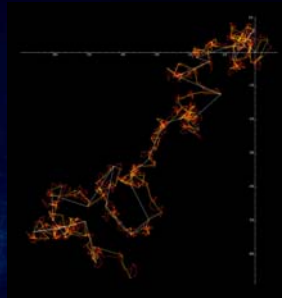
ბროუნის მოძრაობა

ბროუნის მოძრაობა არის მაკროსკოპული სხეულის მოძრაობაში მიკროსკოპული ქაოსური ძალების გამოვლენა

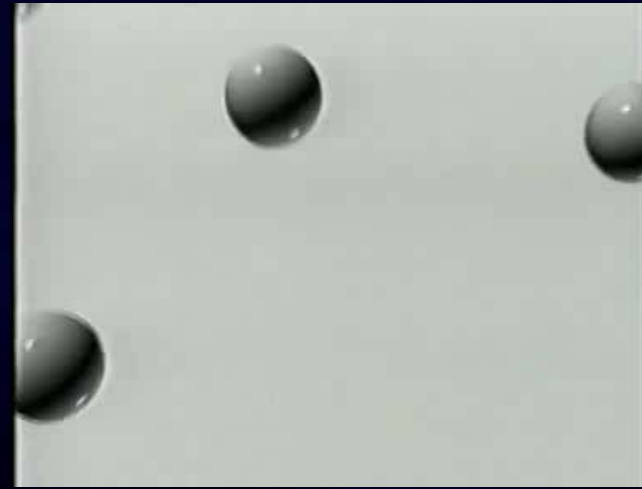
სხეულის მოძრაობის ტრაექტორია: ქაოსური

მიკროსკოპული; მაკროსკოპული;

საშუალებდო: მეზოსკოპული ეფექტი



ბროუნის მოძრაობა: ექსპერიმენტი



ნივთიერების აგებულება

ატომები

ატომის ბირთვი

ელემენტარული ნაწილაკები

სტანდარტული მოდელი

აგრეგატული მდგომარეობები

დიფუზია

ბროუნის მოძრაობა

www.tevza.org/home/course/phys2011