



*აგრეთვე ჭრებნიშუაღანს ხახვლმანს
ნძილანს ხახვლმნიშუა ანახვენსიქეფი*

ფიზიკის შესავალი

ლექცია 9

მოლეკურები, ატომები, ელემენტარული ნაწილაკები
დიფუზია, ბროუნის მოძრაობა

წინა ლექციაში

გრავიტაციული მიზიდულობის ძალა
თავისუფალი ვარდნის აჩქარება

მოდრაობა ორბიტაზე
პირველი კოსმოსური სიჩქარე
მეორე კოსმოსური სიჩქარე

წონა და უწონობა

მატერია

რისგან შედგება მატერია?



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

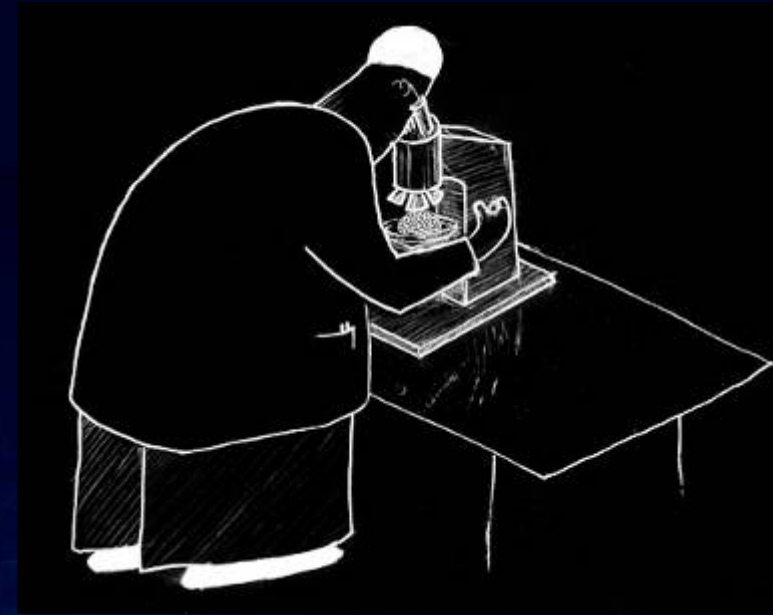
მატერიის

მიკრო სტრუქტურა:

დაკვირვება

მიკროსკოპით

(ოპტიკური, ელექტრონული)



სხვადასხვა გადიდების გამოსახულებები

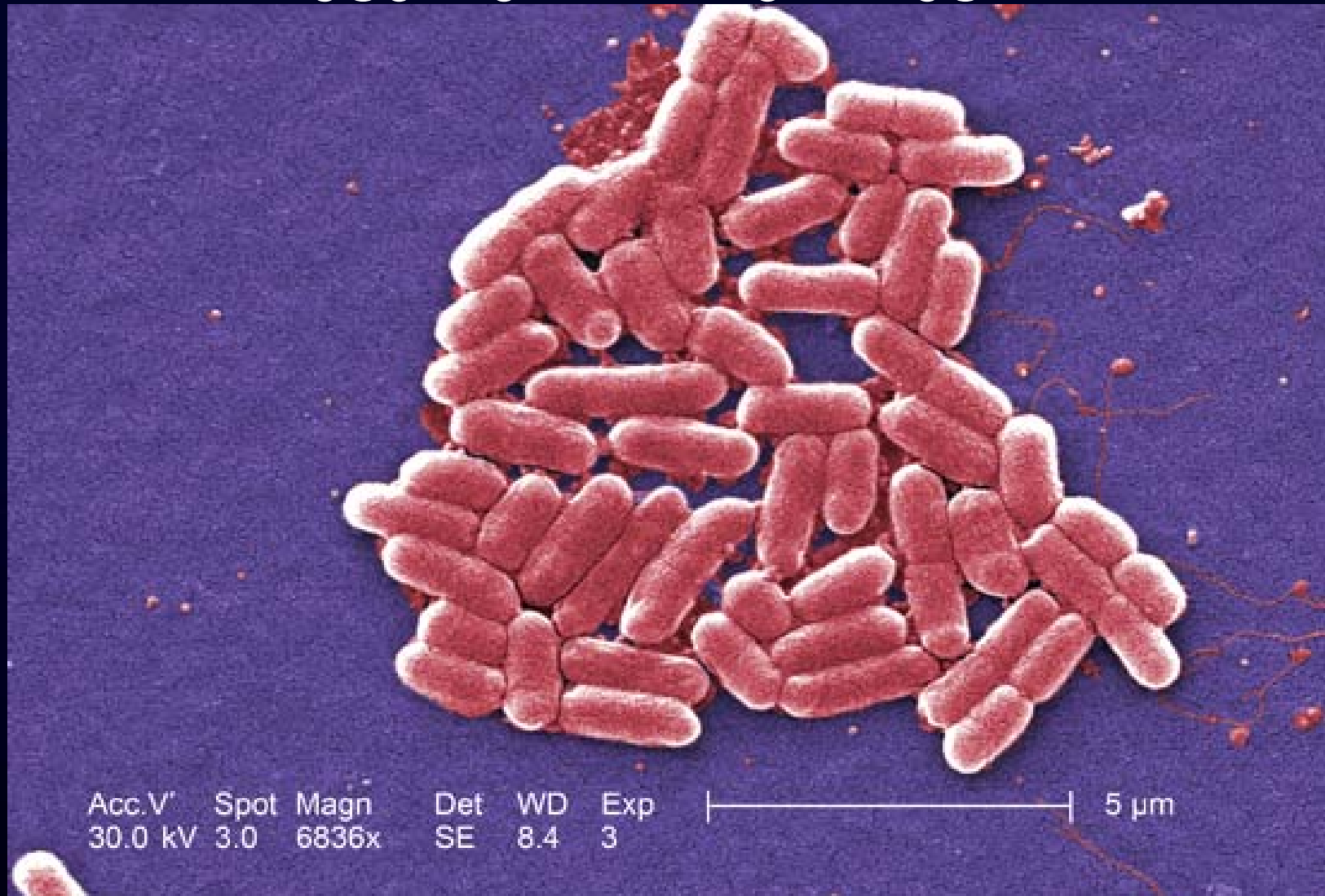
მასშტაბი: 10^{-3} მეტრი

თოვლის ფანტელი: 1 მილიმეტრი



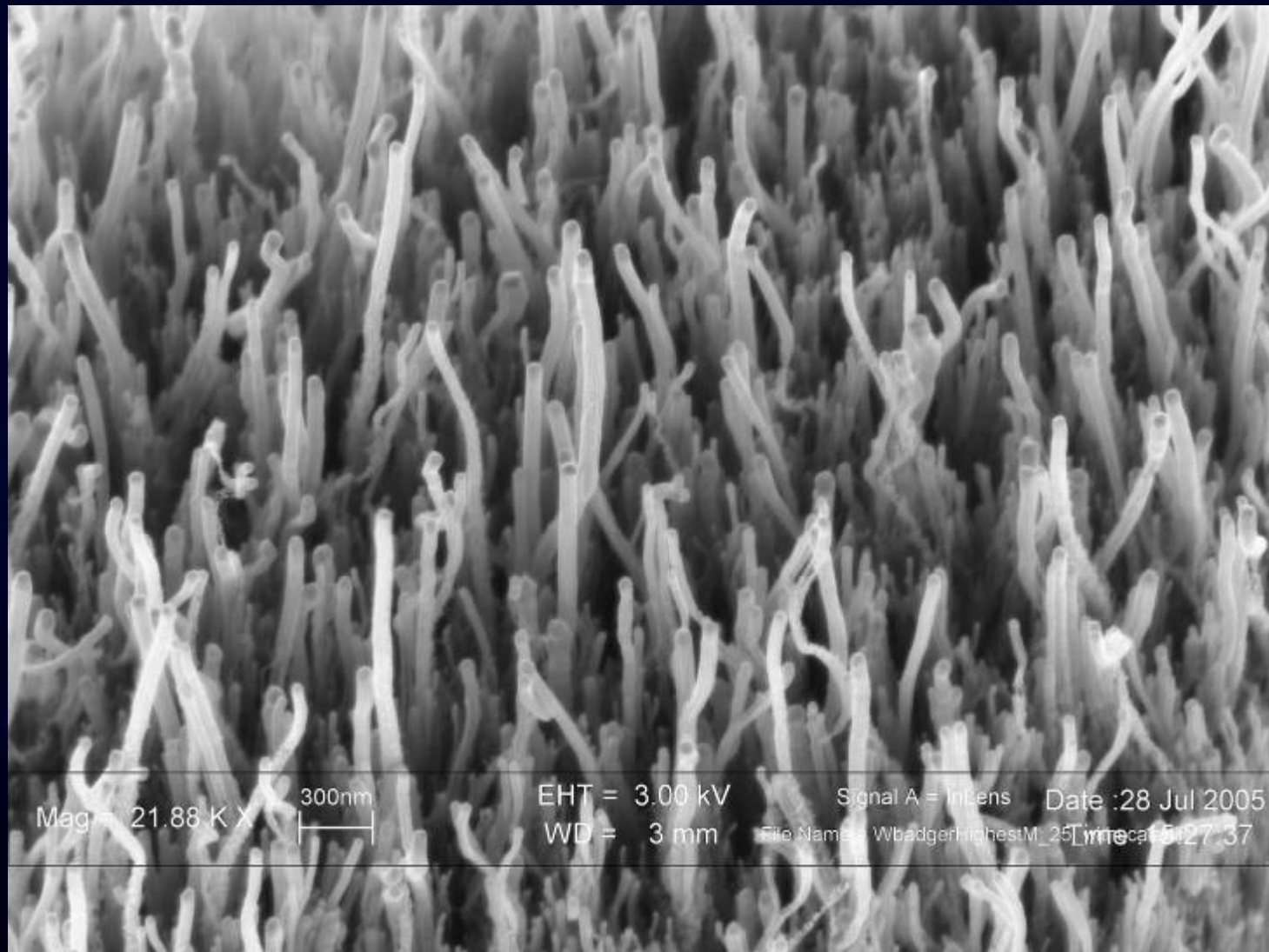
მასშტაბი: 10^{-5} მეტრი

ბაქტერიები: 10 მიკრო მეტრი



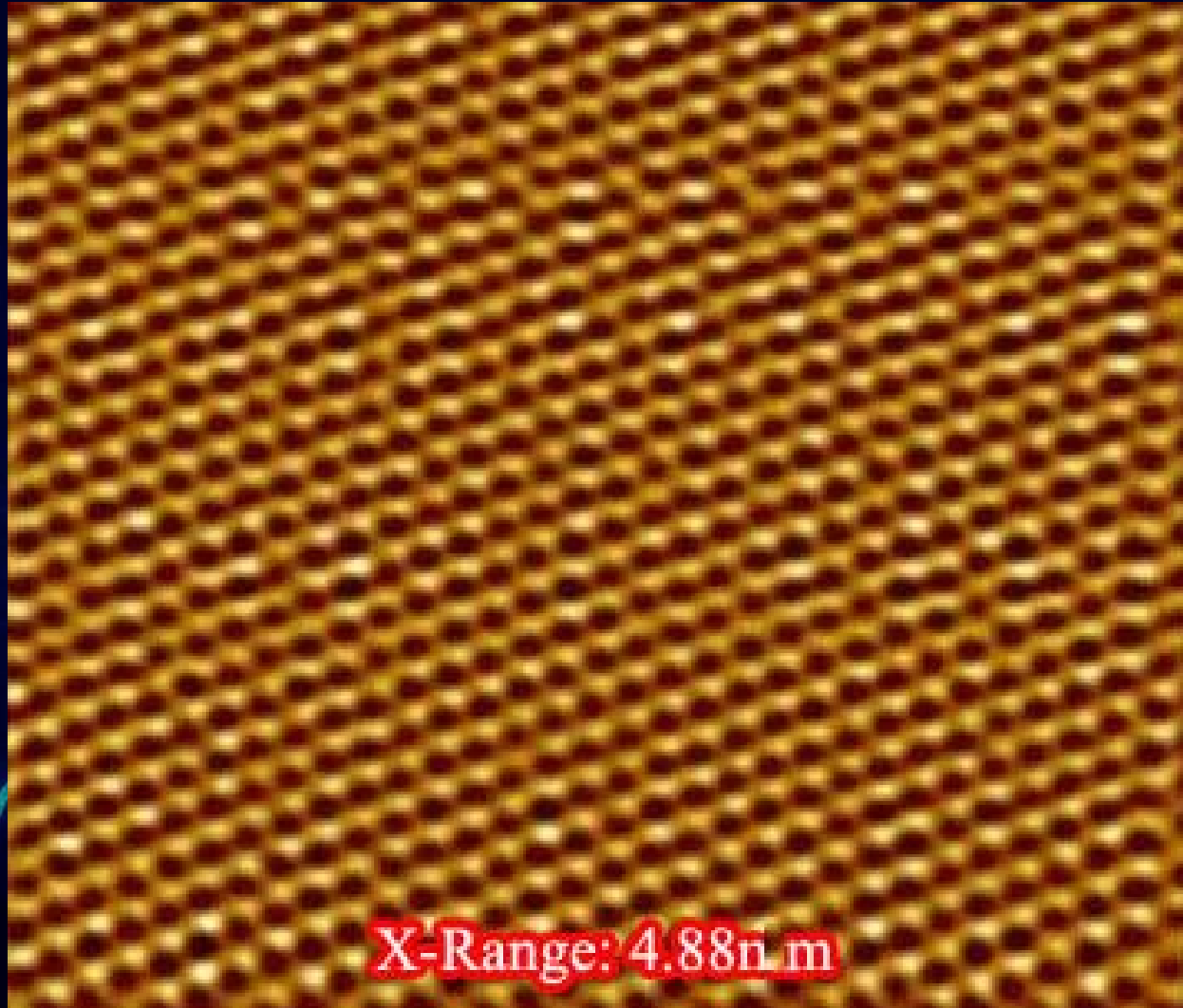
მასშტაბი: 10^{-7} მეტრი

ნახშირბადის “ნანო-ტყე” (300 ნანო მეტრი)



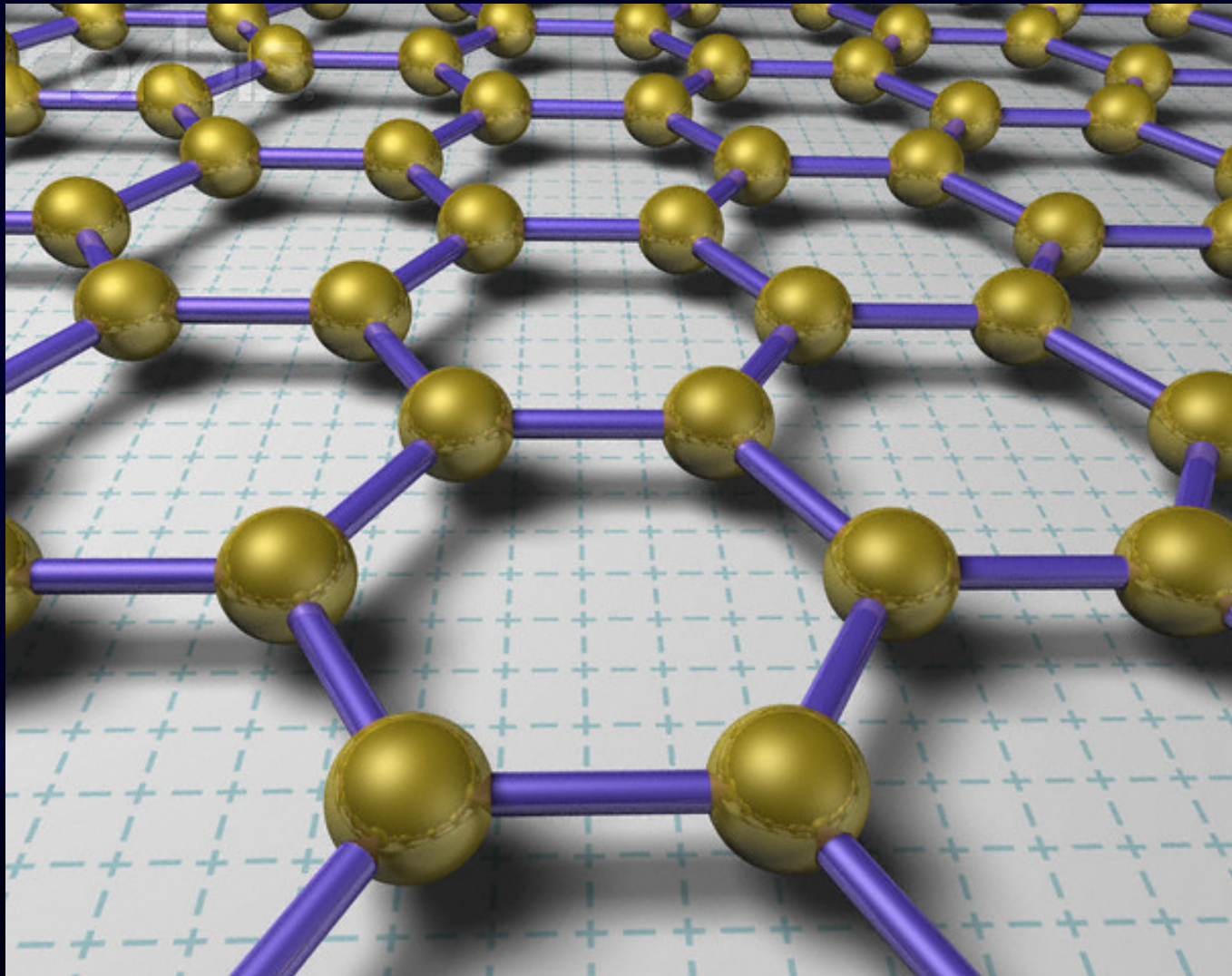
მასშტაბი: 10^{-9} მეტრი

ატომები გრაფიტის ზედაპირზე (1 ნანო მეტრი)



ატომური სტრუქტურა

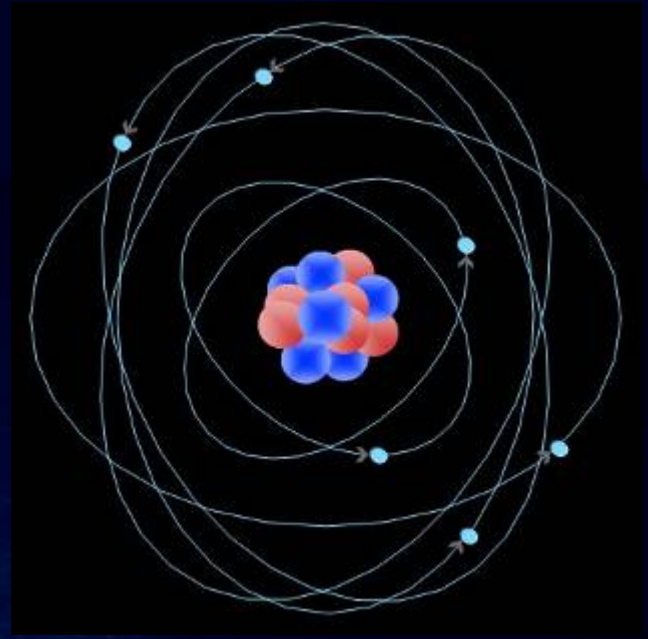
გრაფიტი სქემატურად: ნახშირბადის ატომები



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

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

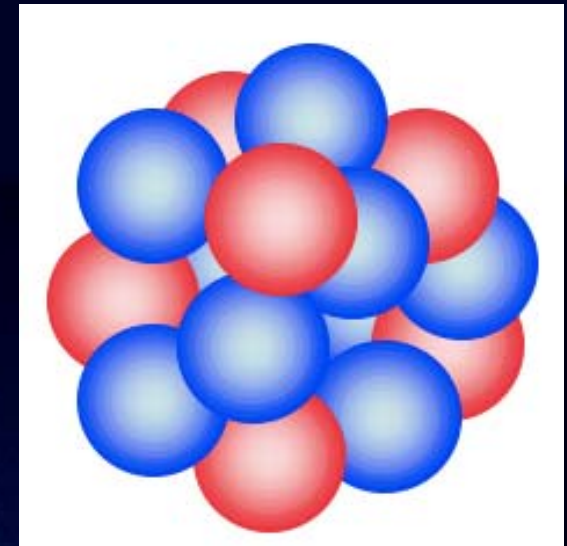
$M_{\text{ატომი}}$ – ატომის სრული მასა

$M_{\text{ბირთვი}}$ – 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 ღრუბელს

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															
		II		III	IV	V	VI	VII (H)		VIII							
1	H წყალბადი											2	He ჰელიუმი				
2	Li ლითიუმი	Be ბერილიუმი	5	B ბორი	6	C ნახშირბადი	7	N აზოტი	8	O ოქსიგენი	9	F ფთორი	10			Ne ნეონი	
3	Na ნატრიუმი	Mg მაგნიუმი	13	Al ალუმინი	14	Si სილიციუმი	15	P ფოსფორი	16	S გოგირდი	17	Cl ქლორი	18			Ar არგონი	
4	K პოტაშუმი	Ca კალციუმი	Sc სკანდიუმი	Ti ტიტანი	V ვანადიუმი	Cr ქრომი	Mn მანგანუმი	Fe რკინა	Co კობალტი	Ni ნიკელი							
	29	Cu სპილენძი	30	Zn ცინკი	31	Ga გალიუმი	32	Ge გერმანიუმი	33	As არსენი	34	Se სელენი	35			Br ბრომი	36
5	Rb რუბიდიუმი	Sr სტრონციუმი	Y იტრიუმი	Zr ციროკონიუმი	Nb ნიობიუმი	Mo მოლიბდენი	Tc ტექნეციუმი	Ru რუთენიუმი	Rh როლიდიუმი	Pd პალადიუმი							
	47	Ag ვერცხვი	48	Cd კადმიუმი	49	In ინდიუმი	50	Sn სპილენძი	51	Sb ანტიმონი	52	Te ტელური	53			I იოდი	54
6	Cs ცეზიუმი	Ba ბარიუმი	La [*] ლანთანიდი	Hf ჰაფნიუმი	Ta ტანტალი	W ვოლფრამი	Re რენიუმი	Os ოსმიუმი	Ir ირიდიუმი	Pt პლატინა							
	79	Au ოქრო	80	Hg მERCURY	81	Tl თალიუმი	82	Pb ბიზმუტი	83	Bi ბიზმუტი	84	Po პოლონიუმი	85	At ასტატი	86	Rn რადონი	
7	Fr ფრანსიუმი	Ra რადიუმი	Ac ^{**} აქტინიდი	(Ku) ¹⁰⁴	(Ns) ¹⁰⁵	106	107										

s-ელემენტი
 d-ელემენტი
 p-ელემენტი
 f-ელემენტი

* ლანთანიდიები

** აქტინიდიები

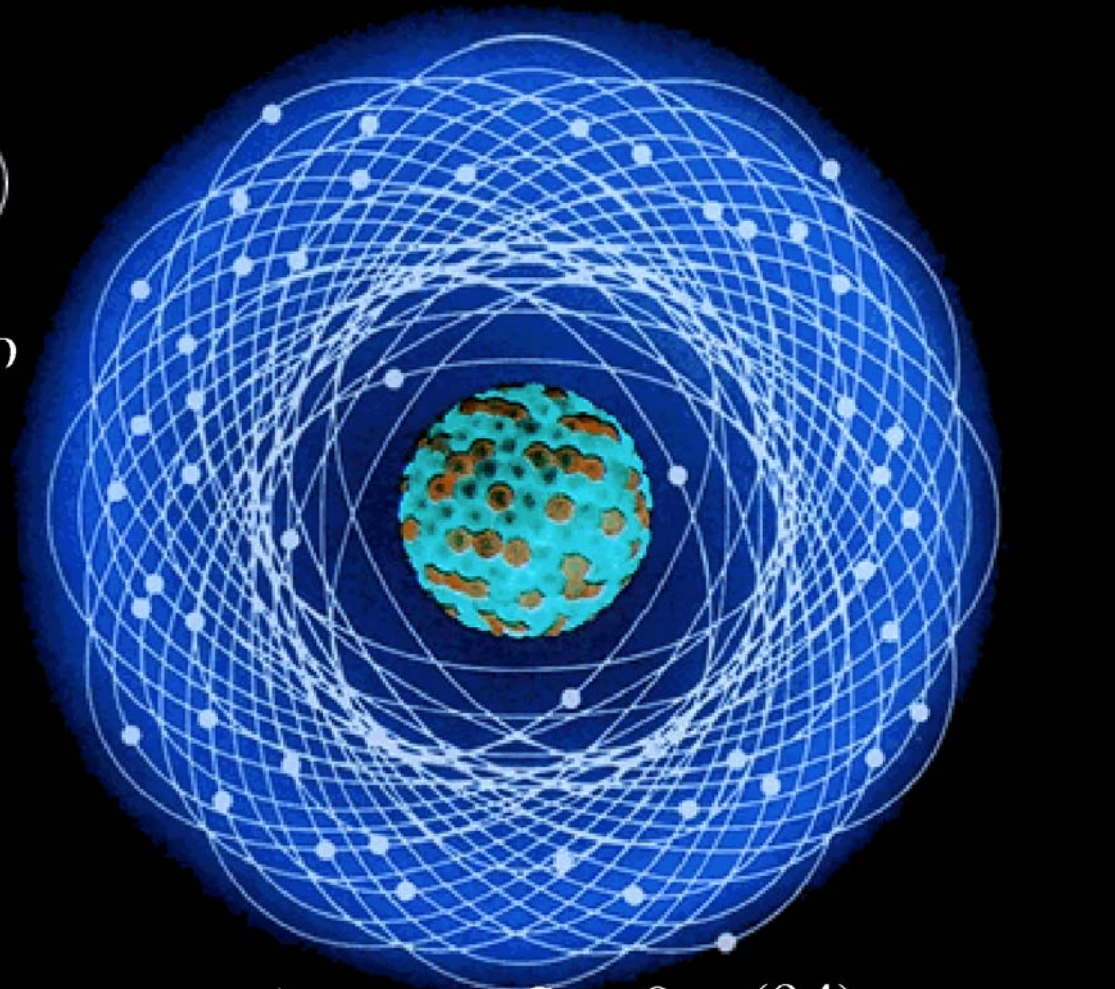
Ce ⁵⁸ ცერიუმი	Pr ⁵⁹ პრომიტიუმი	Nd ⁶⁰ ნეოდიმი	Pm ⁶¹ პრომიტიუმი	Sm ⁶² სამარიუმი	Eu ⁶³ ევროპიუმი	Gd ⁶⁴ გადოლიუმი	Tb ⁶⁵ თერბიუმი	Dy ⁶⁶ დისპროსიუმი	Ho ⁶⁷ ჰოლიმი	Er ⁶⁸ ერიტიუმი	Tm ⁶⁹ თულუმი	Yb ⁷⁰ იბერიუმი	Lu ⁷¹ ლუთეციუმი
------------------------------------	---------------------------------------	------------------------------------	---------------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------------	-------------------------------------	--	-----------------------------------	-------------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------------	--------------------------------------

Th ⁹⁰ თორიუმი	Pa ⁹¹ პროტაქტინიუმი	U ⁹² ურანი	Np ⁹³ ნეპტუნიუმი	Pu ⁹⁴ პლუტონიუმი	Am ⁹⁵ ამერიციუმი	Cm ⁹⁶ კიურიუმი	Bk ⁹⁷ ბერკლიუმი	Cf ⁹⁸ კალიფორნიუმი	Es ⁹⁹ ეისენსტაინი	Fm ¹⁰⁰ ფერმიუმი	Md ¹⁰¹ მადონა	(No) ¹⁰²	(Lr) ¹⁰³
------------------------------------	--	---------------------------------	---------------------------------------	---------------------------------------	---------------------------------------	-------------------------------------	--------------------------------------	---	--	--------------------------------------	------------------------------------	------------------------------	------------------------------

ქიმიური ელემენტები მსუბუქი და მძიმე ატომები



წყალბადი



პლუტონიუმი (94)

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)

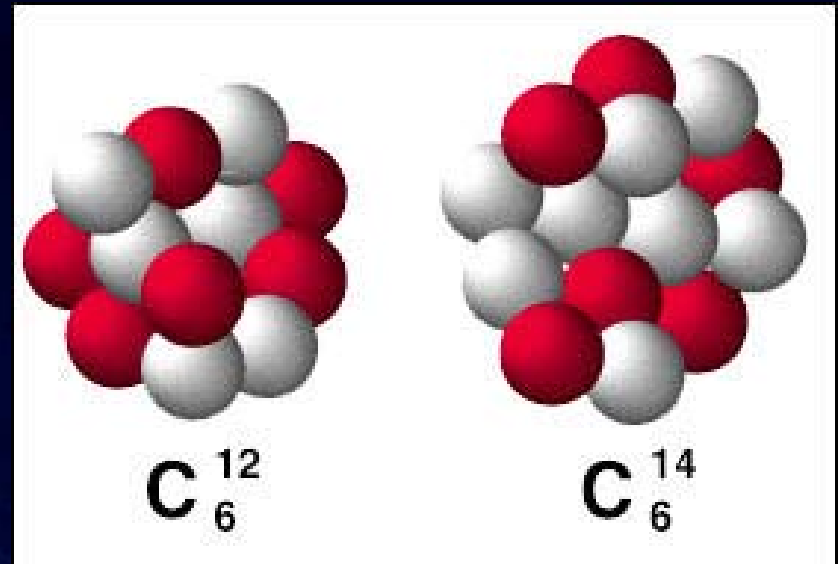


იზოტოპები

სხვადასხვა ქიმიურ ელემენტს შეიძლება გააჩნდეს სხვადასხვა რაოდენობით იზოტოპი:

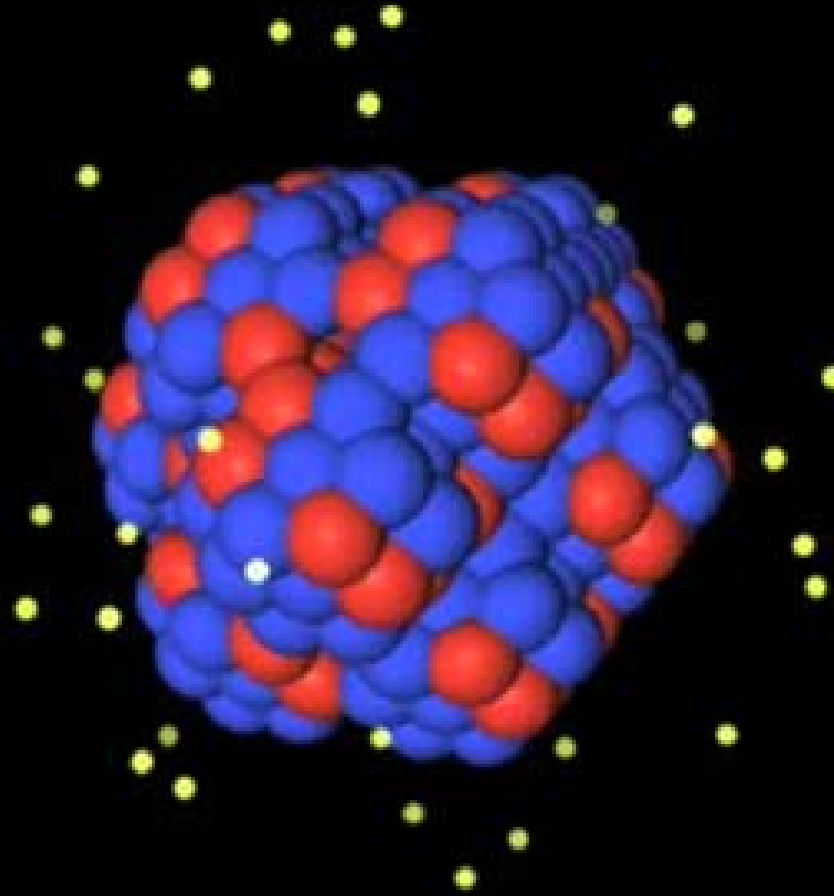
ნახშირბადი:

ურანი: U234, U235, 238



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

ურანი (U235)



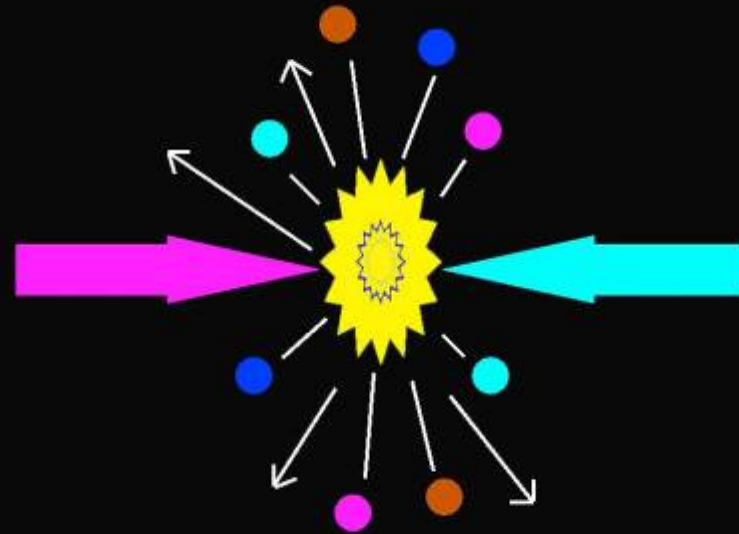
რისგან შედგება ნივთიერება?

რა არის ატომის ბირთვი?

რისგან შედგება პროტონი?

დაჯახებები მაღალ სიჩქარეზე და დაშლის პროდუქტების დაკვირვება

ექსპერიმენტები
ამაჩქარებელზე



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);
- 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 up	c charm	t top	γ photon
Quarks	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 down	s strange	b bottom	g gluon
Leptons	<2.2 eV	<0.17 MeV	<15.5 MeV	91.2 GeV
	0	0	0	0
	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1
	ν_e electron neutrino	ν_μ muon neutrino	ν_τ tau neutrino	Z⁰ 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 electron	μ muon	τ tau	W[±] weak force

Bosons (Forces)



მოლეკულები

შესაძლებელია რამოდენიმე ატომი შეერთდეს და მოგვცეს ქიმიური ნაერთი - მოლეკულა.

მაგალითად:

წყალი

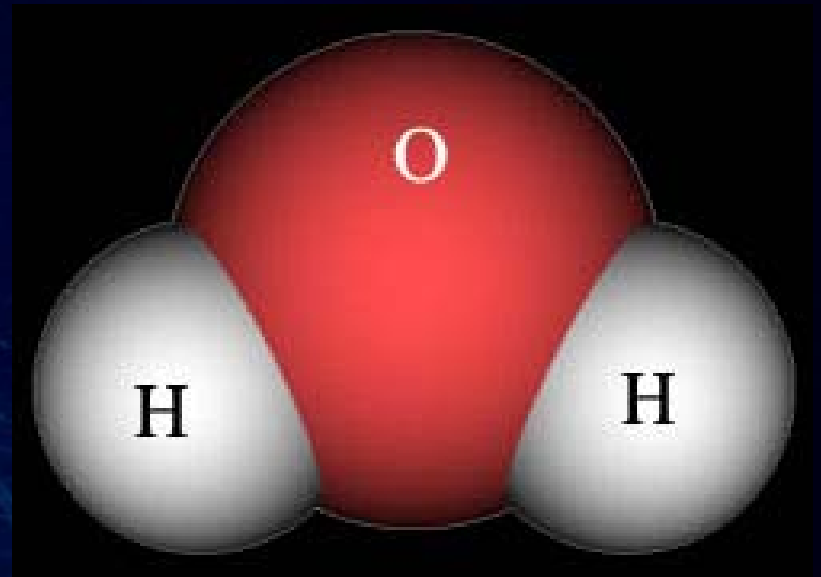
H_2O

წყლის მოლეკულა:

ჟანგბადის და ორი

წყალბადის ატომის

ნაერთი



ნივთიერების მდგომარეობები

მყარ სხეულებში ატომები ირხევიან ქაოსურად ფიქსირებული მდგომარეობის ირგვლივ;

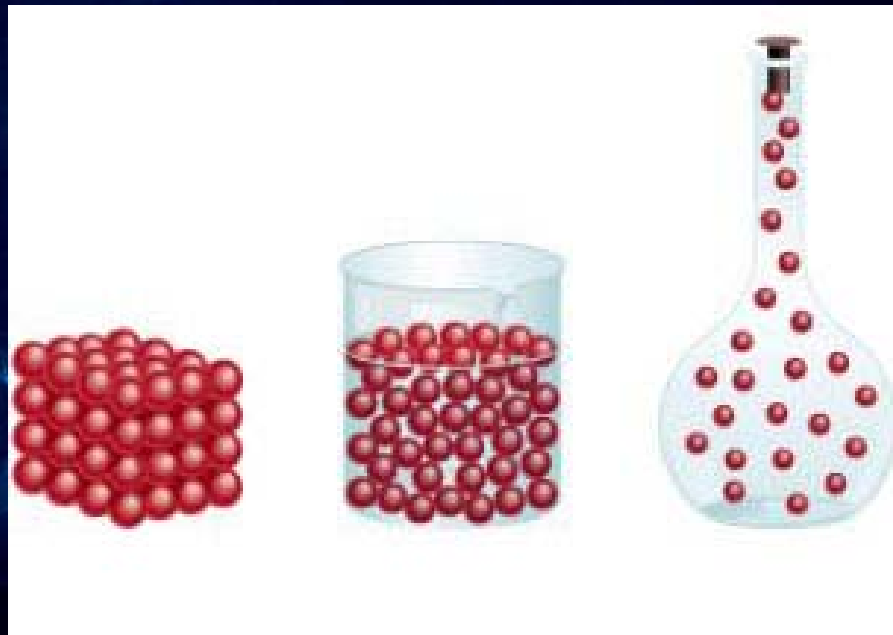
სითხეებში მოლეკულები განლაგებული არიან მჭიდროდ, მაგრამ გადაადგილდებიან ქაოსურად;

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;

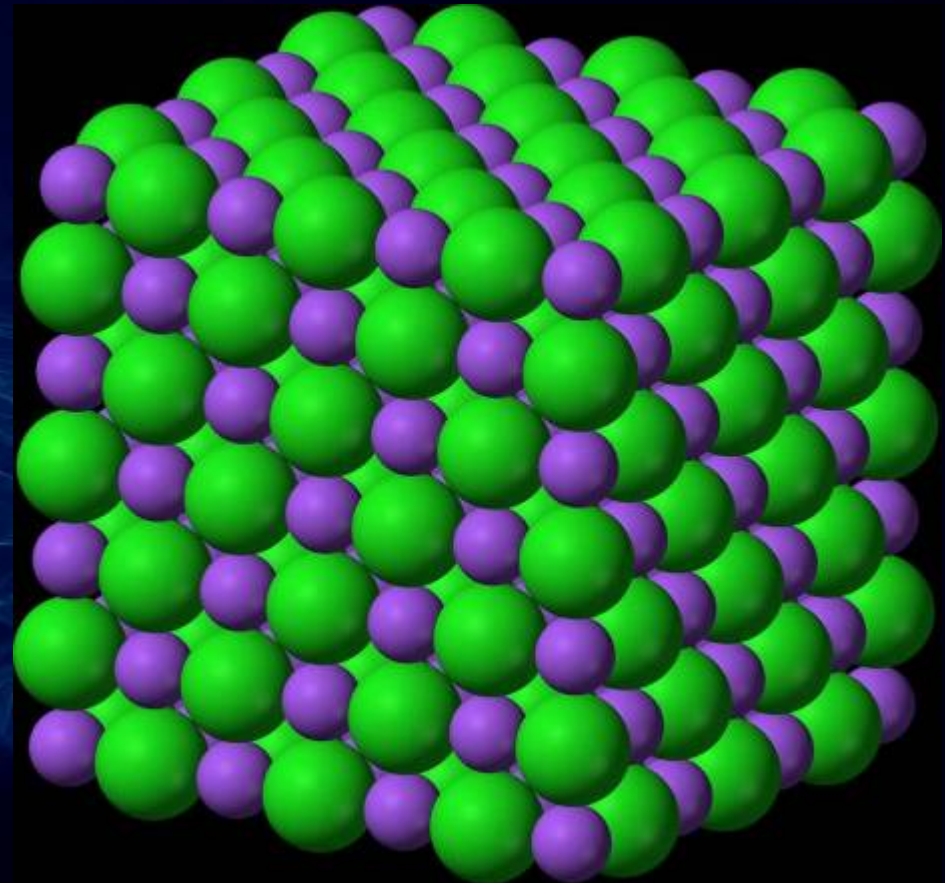


მყარი სხეული

სუფრის მარილის: Na Cl

ნატრიუმის და ქლორის ატომების კრისტალური სტრუქტურა

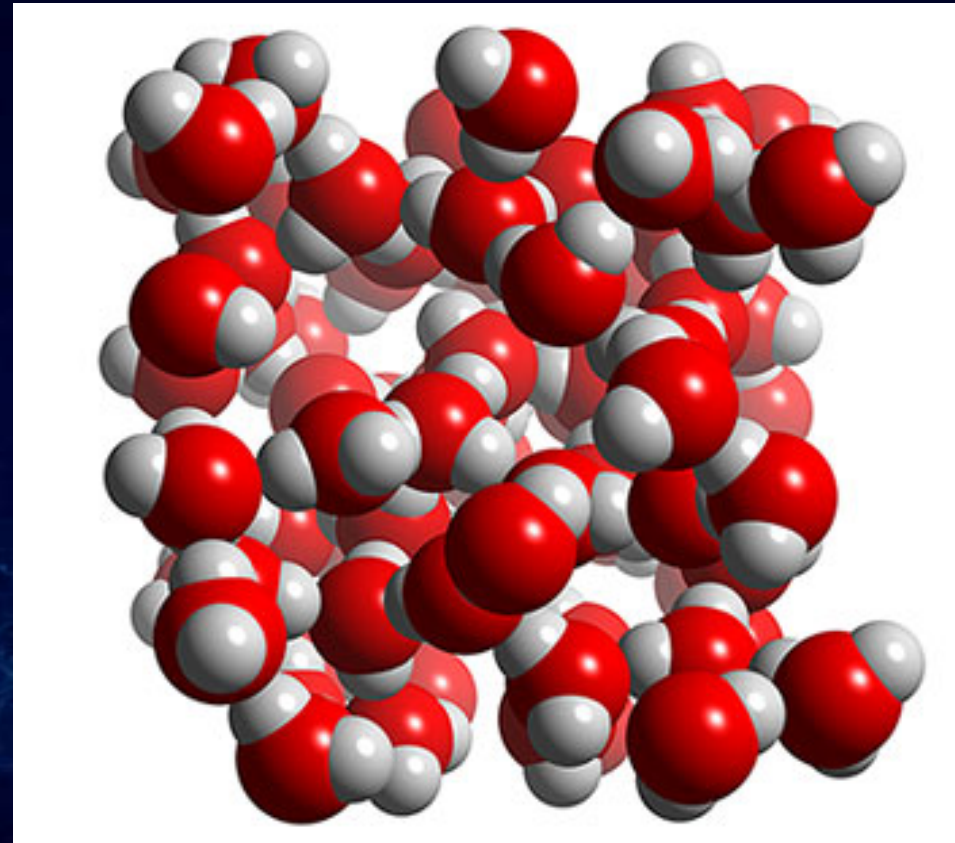
ატომები
ირხევიან
წონასწორული
მდგომარეობის
ირგვლივ



სითხე

წყლის მოლეკულები (H_2O) სითხეში:

მოლეკულებს არ
გააჩნიათ ფიქსირებული
მდგომარეობა და
შეუძლიათ
გადაადგილება
თავისუფლად
სითხის
მოცულობაში



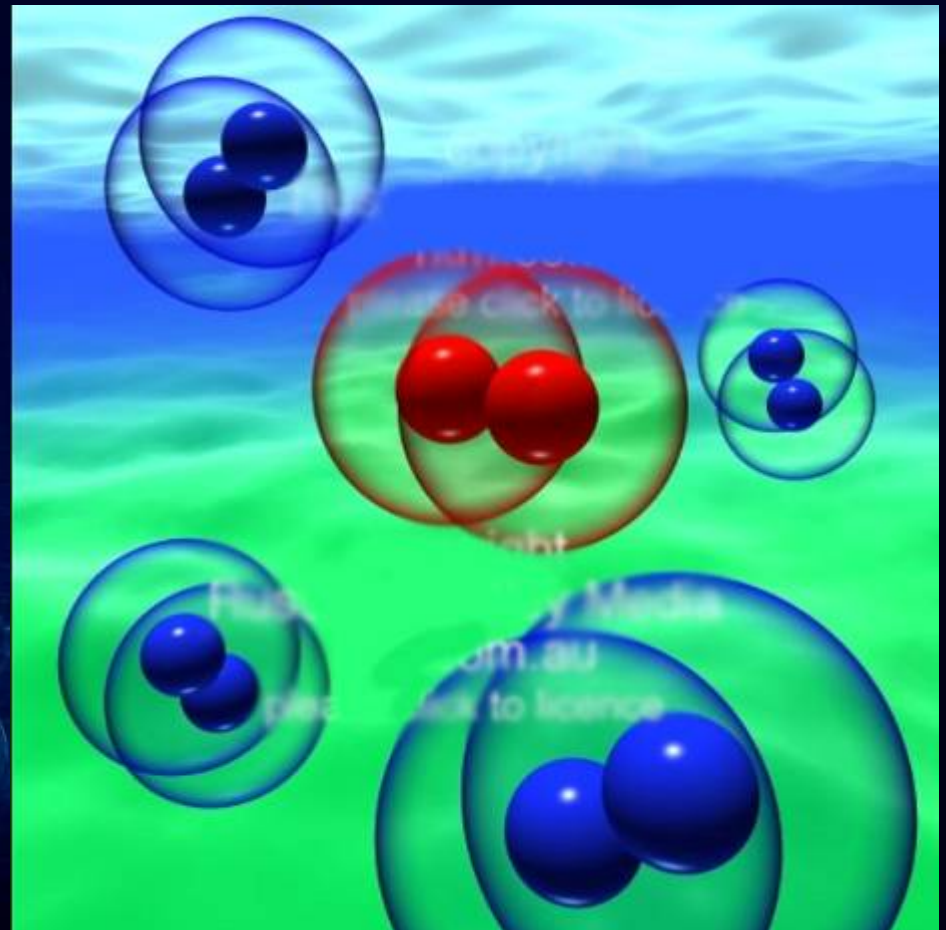
ჰაერი

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;

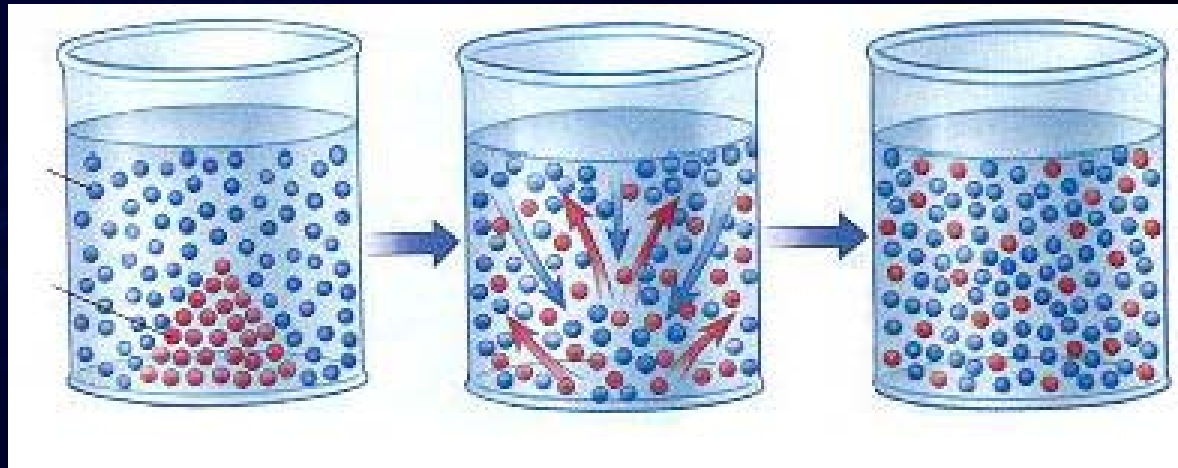
მაკროსამყარო:

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

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

დიფუზია

შეხებაში მყოფი ორი სხვადასხვა ნივთიერების მოლეკულები დროთა 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 **მანძლიზე**, 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



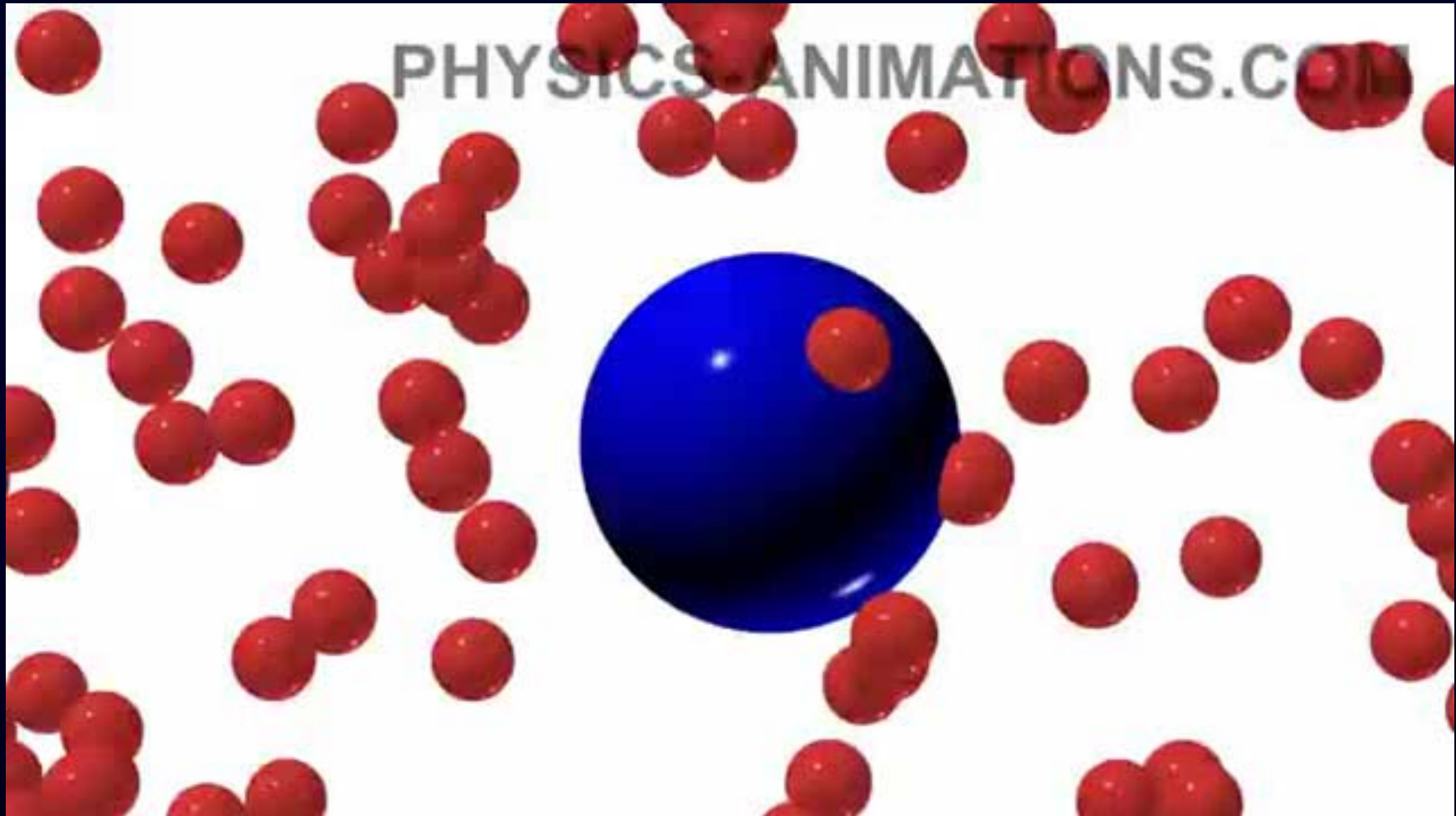
ბროუნის მოძრაობა

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

თუკი სხეულის მასა დიდია, მაშის ჯამური ძალა გაწონასწორებულია – ყოველი მხრიდან მოქმედი ძალა შაშალოდ 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

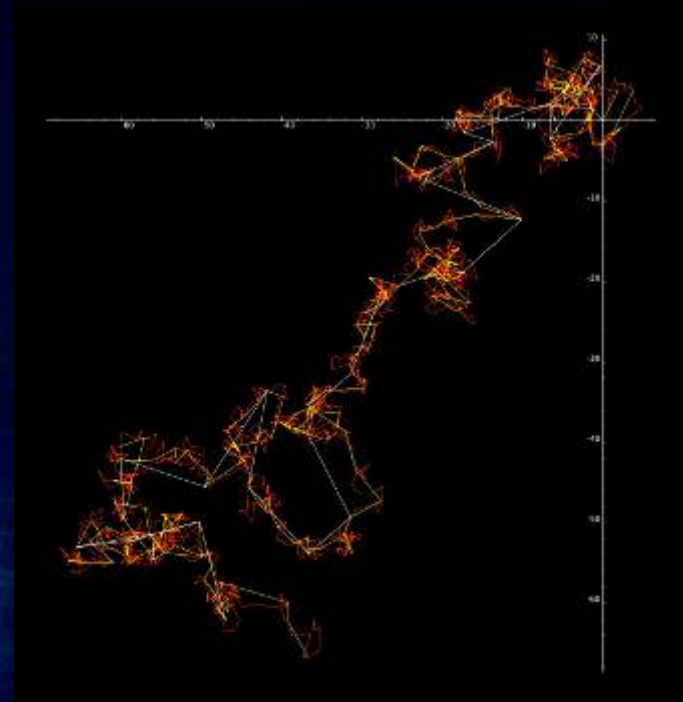
ბროუნის მოძრაობა არის მაკროსკოპული სხეულის მოძრაობაში მიკროსკოპული ქაოსური ძალების გამოვლენა

სხეულის მოძრაობის ტრაექტორია: ქაოსური

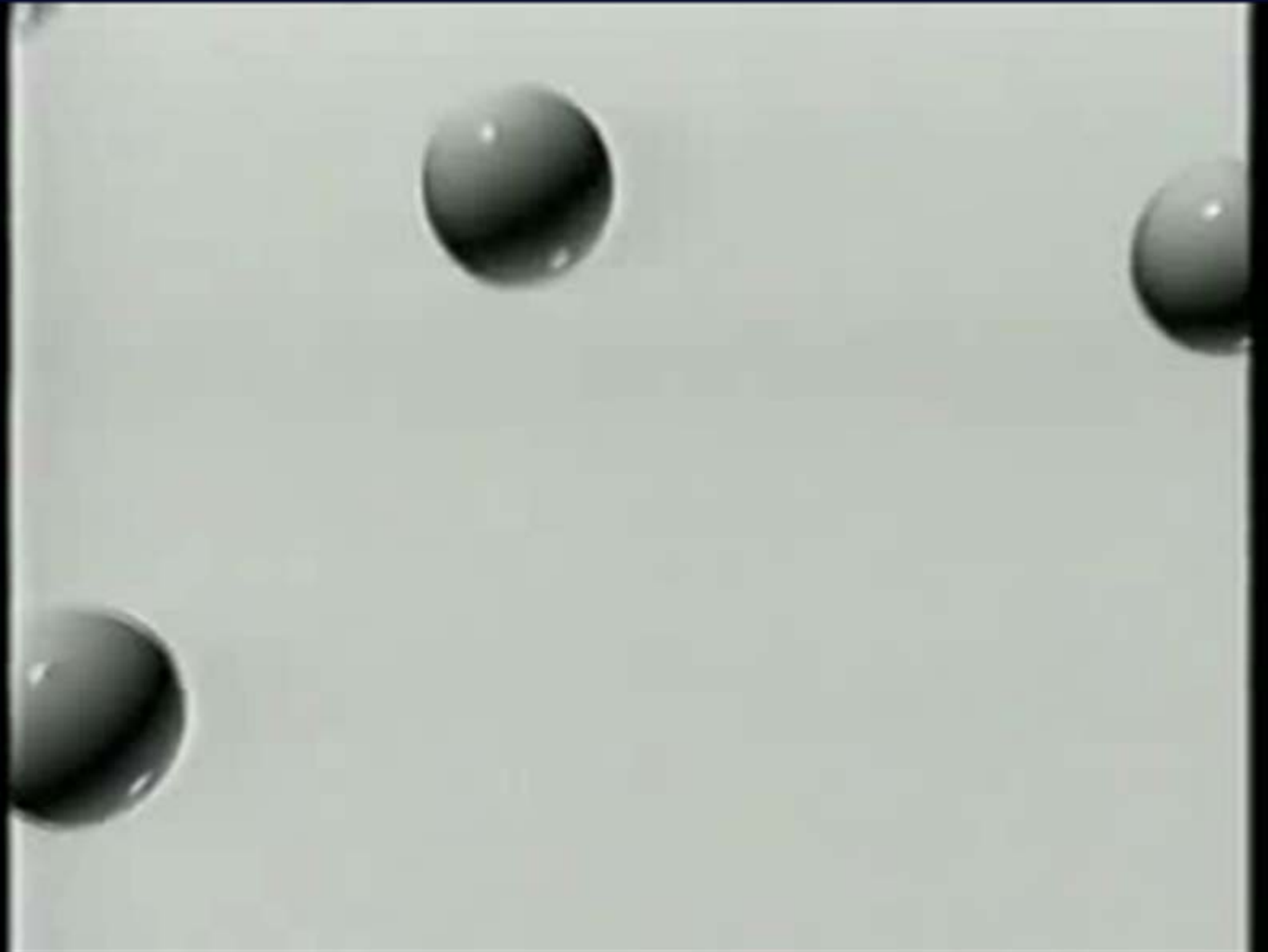
მიკროსკოპული;

მაკროსკოპული;

საშუალოდ: მეზოსკოპური ეფექტი



ბროუნის მოძრაობა: ექსპერიმენტი



ნივთიერების აგებულება

ატომები

ატომის ბირთვი

ელემენტარული ნაწილაკები

აგრეგატული მდგომარეობები

დიფუზია

ბროუნის მოძრაობა

www.tevza.org/home/course/phys2010

