



**FI-1101**

**FISIKA DASAR 1B**

**INSTITUT TEKNOLOGI SUMATERA**

Pertemuan ke - 10

Osilasi harmonik dan Elastisitas

# Tujuan Instruksional Khusus

Setelah kuliah ini mahasiswa diharapkan:

- Mampu menyelesaikan persoalan Osilasi harmonik sederhana.
- Mampu menyelesaikan persoalan Elastisitas Bahan

# Pegas Ideal

- Gaya yang dibutuhkan untuk menarik atau menekan sebuah pegas sebanding dengan perpindahan dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$F_x^{\text{Applied}} = kx$$

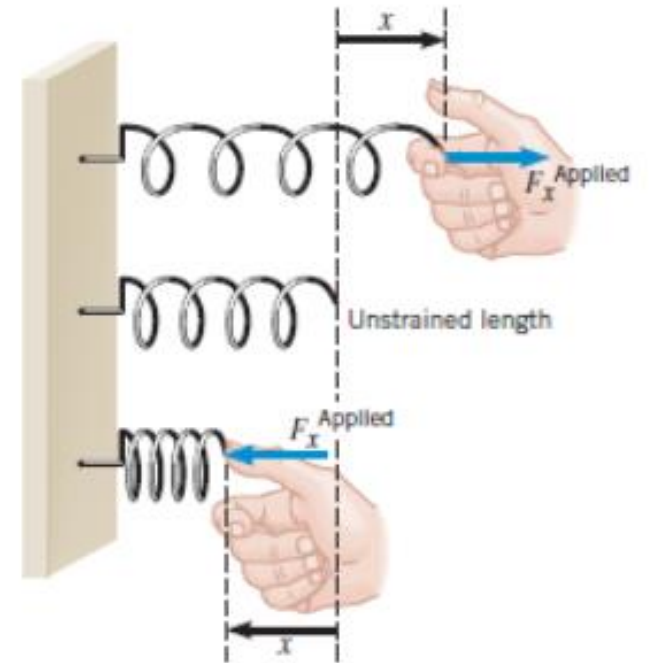
- Dengan  $k$  sebagai konstanta pegas

$x$  adalah jarak(perpindahan) dari posisi kesetimbangan pegas sebelum ditarik/ditekan

Gaya pemulih dari gas ideal

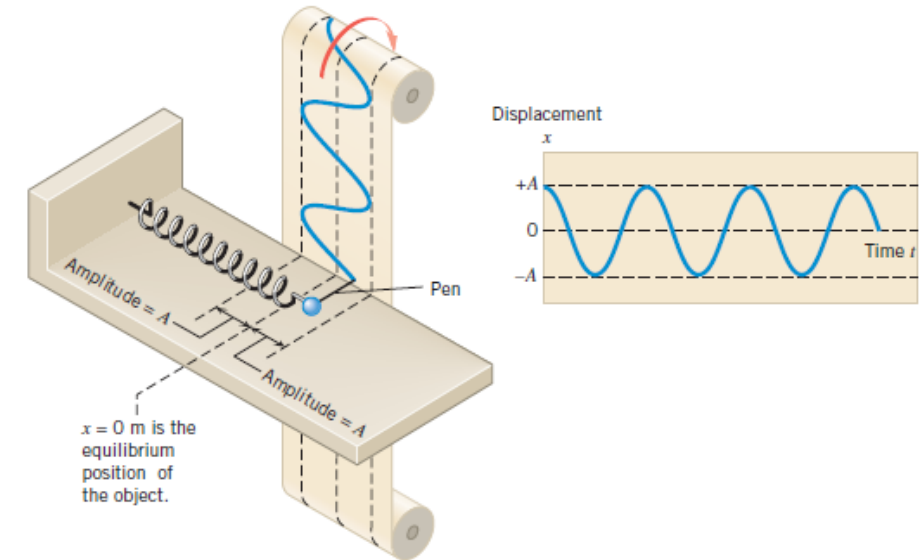
$$F_x = -kx$$

Note : Tanda minus bermakna gaya pemulih selalu berarah pada posisi setimbang



# Pegas Ideal dan Osilasi Harmonik

- Rekaman grafik posisi terhadap waktu untuk sebuah objek yang berosilasi harmonik dapat digambarkan dalam fungsi sin atau fungsi cos (sinusoidal)
- Amplitudo  $A$  merupakan nilai maksimum dari perpindahan posisi benda relatif terhadap posisi setimbang.



# Gerak Harmonik Sederhana

- Perpindahan dalam gerak harmonik dapat dinyatakan sebagai berikut :

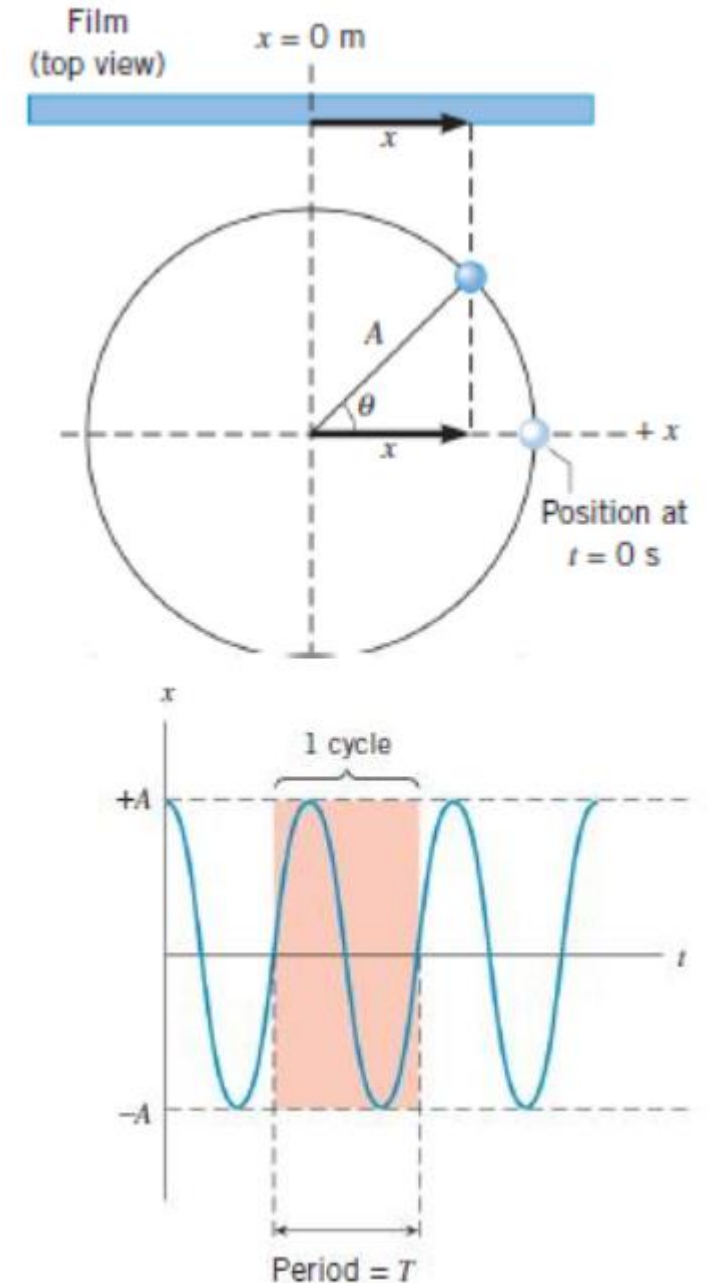
$$x = A \cos \theta = A \cos \omega t$$

- Periode adalah waktu yang dibutuhkan benda untuk menyelesaikan satu siklus,  $T$
- Hubungan antara  $\omega$  dan  $T$

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

- Frekuensi adalah jumlah siklus per detik,

$$f = \frac{1}{T}$$



# Gerak Harmonik Sederhana

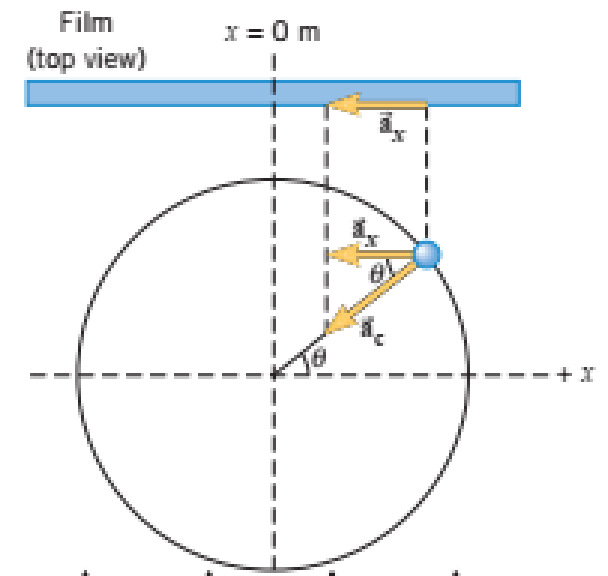
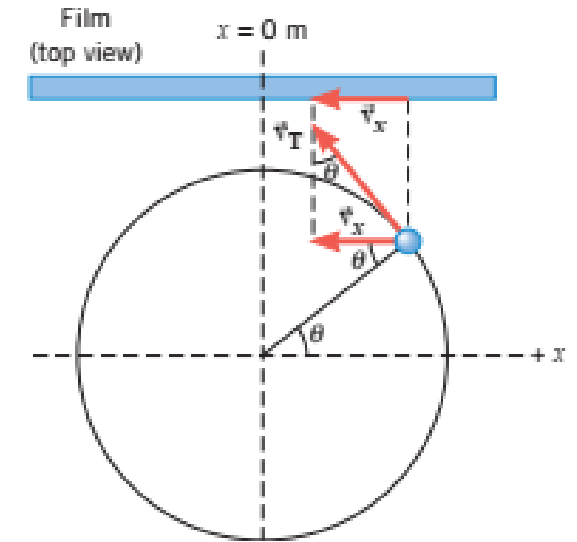
- Kecepatan benda yang bergerak dalam harmonik sederhana dapat dituliskan :

$$v_x = v_T \sin \omega t = -\omega A \sin \omega t$$

- Kecepatan maks,  $v_{\max} = \omega A$
- Percepatan dalam gerak harmonik,

$$a_x = -a_c \cos \theta = -\omega^2 A \cos \omega t$$

- Percepatan maks,  $a_{\max} = \omega^2 A$
- Frekuensi getaran,  $\sum F_x = -kx = ma_x$   
 $-k(A \cos \omega t) = m(-\omega^2 A \cos \omega t)$   
 $\Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$



# Energi Gerak Harmonik Sederhana

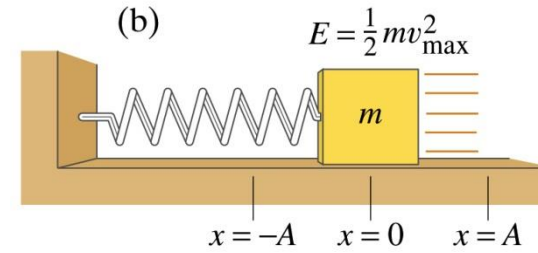
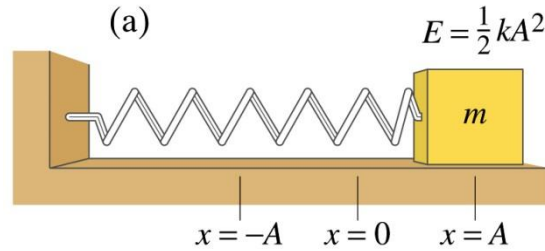
- Energi Potensial Elastik dari benda yang melekat pada pegas ideal adalah

$$U_{\text{spring}} = \frac{1}{2}kx^2$$

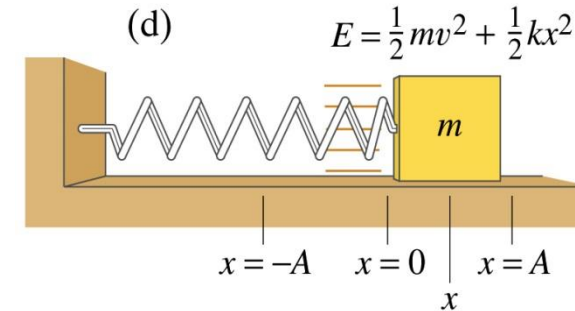
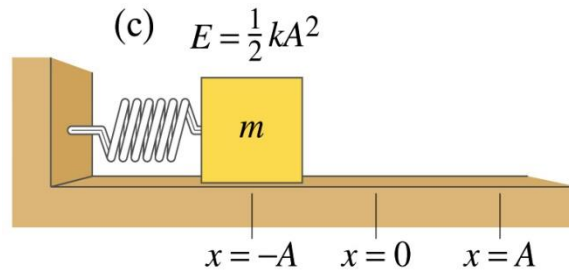
- Gaya Pegas termasuk Gaya Konservatif
- Jika tidak ada gaya non konservatif luar seperti gaya gesek bekerja pada sistem maka total energi mekanik dari sistem tersebut adalah kekal.
- Dengan melibatkan energi potensial pegas dan energi kinetik gerak rotasi, total energi mekanik dari sistem dinamikanya

$$\underbrace{E}_{\text{total mechanical energy}} = \underbrace{\frac{1}{2}mv^2}_{\text{translational kinetic energy}} + \underbrace{\frac{1}{2}I\omega^2}_{\text{rotational kinetic energy}} + \underbrace{mgh}_{\text{gravitational potential energy}} + \underbrace{\frac{1}{2}kx^2}_{\text{elastic potential energy}}$$

# Energi Gerak Harmonik



$$E = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}kA^2$$

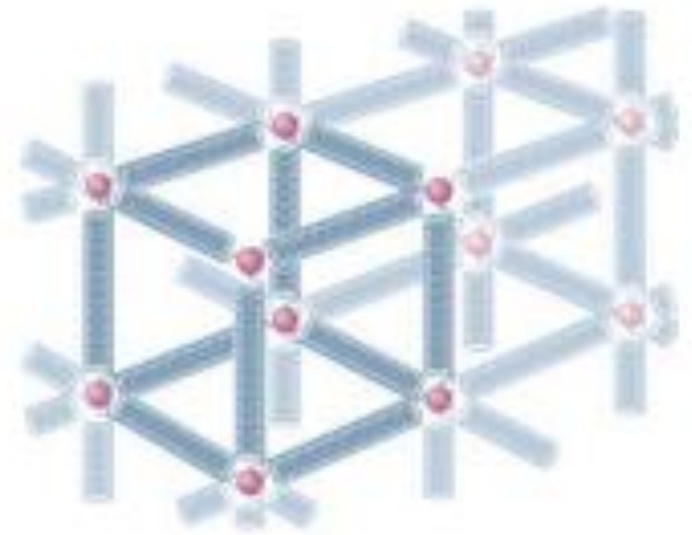


$$v = \pm \sqrt{\frac{k}{m}(A^2 - x^2)}$$



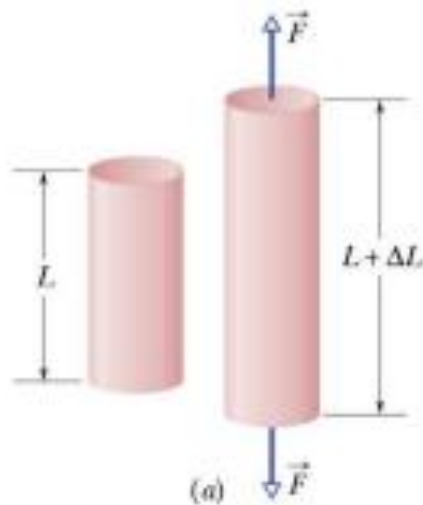
# Benda Padat

- Benda padat terdiri dari atom-atom yang tersusun dalam ruang
- Tiap atom mempunyai posisi kesetimbangan yang jelas dan tetap
- Antar atom terdapat gaya interaksi yang dimodelkan sebagai sebuah pegas dengan konstanta yang besar (sehingga kondisi benda tegar dapat dipenuhi)

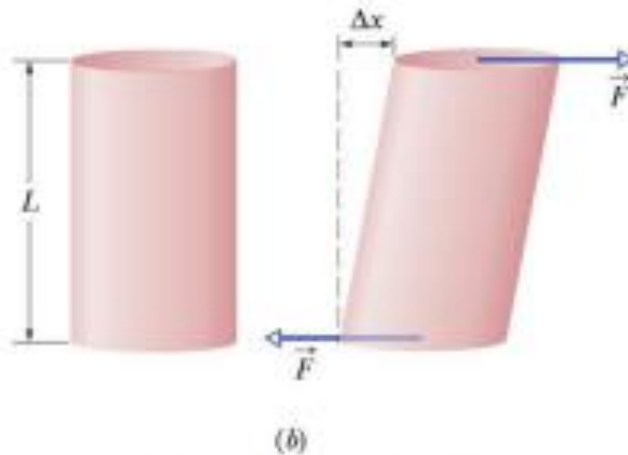


# Benda Padat

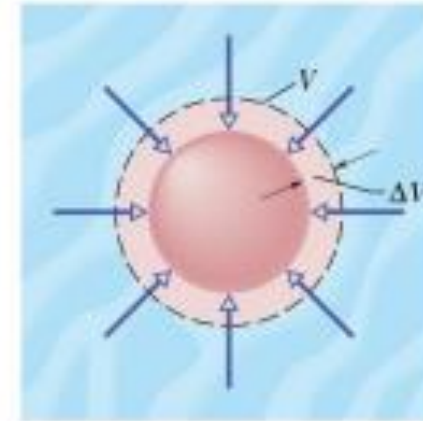
- Benda padat dapat mengalami perubahan bentuk(deformasi) bila diberi gaya  $\rightarrow$  *tidak benar-benar tegar*



a. Benda teregang karena gaya yang searah sumbu silinder



a. Benda terdeformasi karena gaya yang tegak lurus sumbu silinder



(c)  
a. Benda tertekan dalam seluruh arah (arah radial)

# Deformasi (perubahan bentuk)

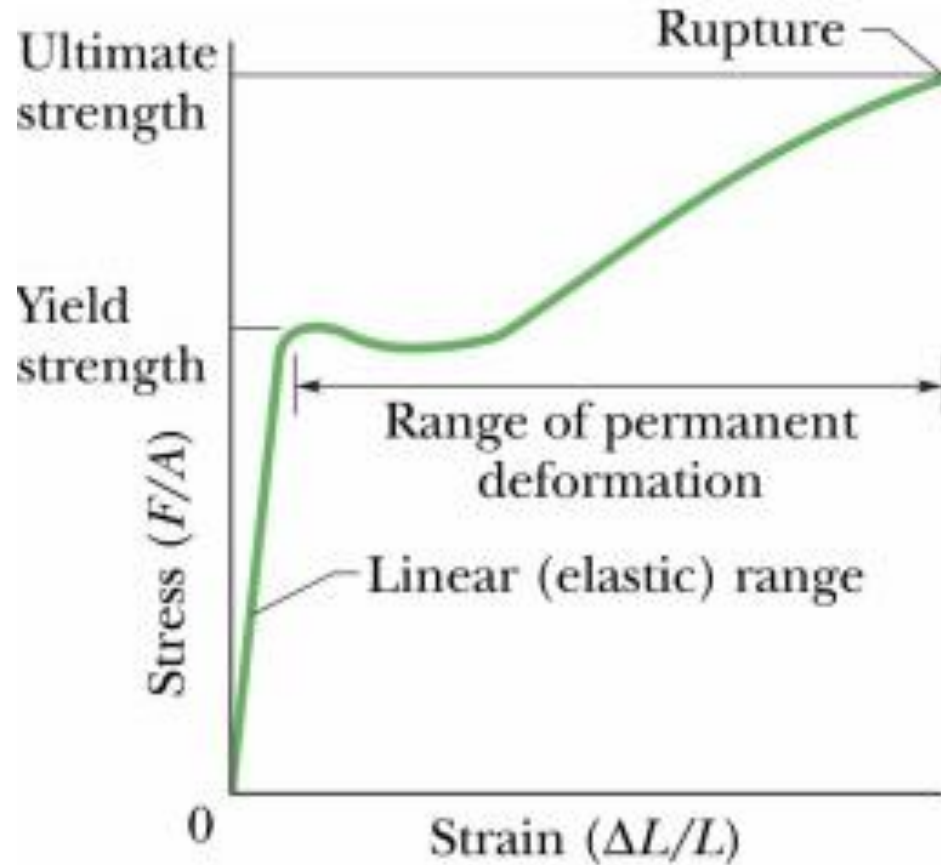
- Untuk membicarakan deformasi benda digunakan konsep *stress* dan *strain*.
- *Stress* menyatakan gaya eksternal yang bekerja persatuan penampang lintang suatu permukaan
- *Strain* meruoakan ukuran perubahan bentuk (deformasi) benda bila dikenai *stress*
- Untuk *stress* yang relatif kecil, *strain* sebanding dengan *stress* yang diberikan

# Modulus Elastisitas

$$\text{Modulus elastisitas} = \frac{\text{stress}}{\text{strain}}$$

- Modulus Young (E) → perubahan dalam arah panjang benda
- Modulus Geser(G) → pergeseran antar bagian pada benda
- Modulus Bulk(B) → perubahan dalam volume

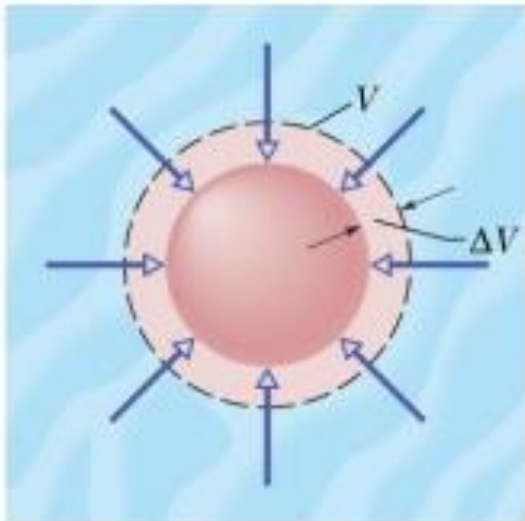
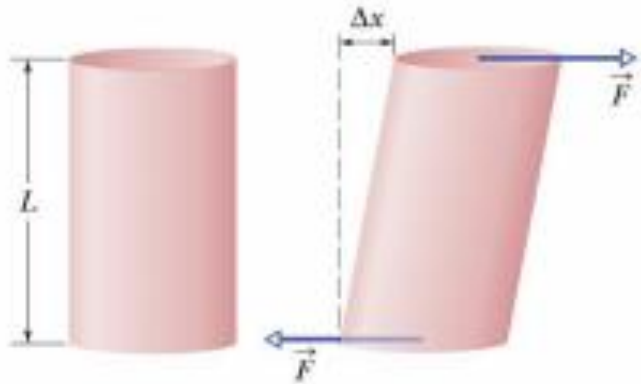
# Modulus Elastisitas



- Stress adalah gaya persatuan luas
- Strain =  $\Delta L/L$
- Terdapat kondisi di mana hubungan stress dan strain linier biasanya benda kembali ke keadaan semula bila stress dihilangkan → daerah linier (elastik)
- Bila stress terus bertambah, terdapat daerah deformasi permanen dan kemudian benda putus
- Untuk daerah linier (elastik) :

$$\frac{F}{A} = E \frac{\Delta L}{L} \quad E : \text{modulus Young}$$

# Modulus Elastisitas



- $\frac{F}{A} = G \frac{\Delta x}{L}$
- $G$  : shear modulus  
(modulus geser)
- $\frac{F}{A} = p = B \frac{\Delta V}{V}$
- $B$  : bulk modulus

# Properti Elastik Beberapa Bahan

Typical Values for Elastic Moduli			
Substance	Young's Modulus (N/m <sup>2</sup> )	Shear Modulus (N/m <sup>2</sup> )	Bulk Modulus (N/m <sup>2</sup> )
Tungsten	$35 \times 10^{10}$	$14 \times 10^{10}$	$20 \times 10^{10}$
Steel	$20 \times 10^{10}$	$8.4 \times 10^{10}$	$6 \times 10^{10}$
Copper	$11 \times 10^{10}$	$4.2 \times 10^{10}$	$14 \times 10^{10}$
Brass	$9.1 \times 10^{10}$	$3.5 \times 10^{10}$	$6.1 \times 10^{10}$
Aluminum	$7.0 \times 10^{10}$	$2.5 \times 10^{10}$	$7.0 \times 10^{10}$
Glass	$6.5\text{--}7.8 \times 10^{10}$	$2.6\text{--}3.2 \times 10^{10}$	$5.0\text{--}5.5 \times 10^{10}$
Quartz	$5.6 \times 10^{10}$	$2.6 \times 10^{10}$	$2.7 \times 10^{10}$
Water	—	—	$0.21 \times 10^{10}$
Mercury	—	—	$2.8 \times 10^{10}$

- **The End of Slide**

**Thank you**