

## Folyadékok és szilárd anyagok

- 3-1 Intermolekuláris erők, folyadékok tulajdonságai
  - 3-2 Folyadékok gőztenziója
  - 3-3 Szilárd anyagok néhány tulajdonsága
  - 3-4 Fázisdiagram
  - 3-5 Van der Waals kölcsönhatások
  - 3-6 Hidrogén kötés
  - 3-7 A kémiai kötés mint rácsösszetartó erő atomrácok
  - 3-8 Kristályok
  - 3-8 Kristályok energiája, rácsenergia
- Fókusz: Folyadékkristályok*

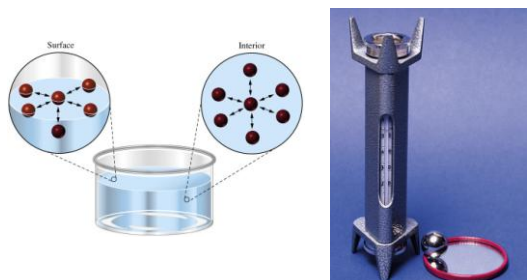
Dia (1)

## 3-1 Intermolekuláris erők, folyadékok tulajdonságai

- Kohézív erők
  - Azonos molekulák közötti erők.
- Adhézív erők
  - Különböző molekulák közötti erők.
- Felületi feszültség
  - A felület növeléséhez szükséges munka.
- Viskozitás (légnemű v. folyadék)
  - Csúsztató feszültséggel szembeni ellenállás
  - Dinamikai (Pa·s), jele:  $\eta$
  - Kinematikai ( $\text{m}^2/\text{s}$ ), jele:  $\nu (= \eta/\rho)$

2

## Molekulák közötti erők



Slide 3

## A felületi feszültség

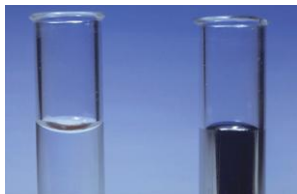


Slide 4

## Molekulák közötti erők



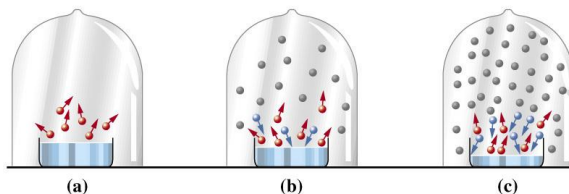
Nedvesítés



Slide 5 of 35

## 3-2 Folyadékok gőztenziója

- Molecules in vapor state
- Molecules undergoing vaporization
- Molecules undergoing condensation



Slide 6 of 35

## Párolgási entalpia

$$\Delta H_{\text{párolgás}} = H_{\text{vapor}} - H_{\text{liquid}} = -\Delta H_{\text{kondenzáció}}$$

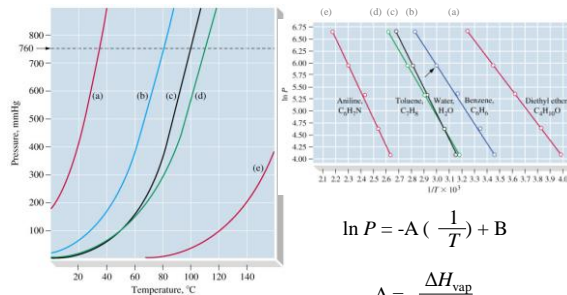
TABLE 13.1 Some Enthalpies of Vaporization at 298 K<sup>a</sup>

Liquid	$\Delta H_{\text{vap}}$ , kJ/mol
Diethyl ether, (C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>2</sub> O	29.1
Methyl alcohol, CH <sub>3</sub> OH	38.0
Ethyl alcohol, CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> OH	42.6
Water, H <sub>2</sub> O	44.0

<sup>a</sup> $\Delta H_{\text{vap}}$  values are somewhat temperature-dependent (see Exercise 96).

Slide 7 of 35

## Gőznyomás és forráspont



Altalános Kémia: Chapter 3

Slide 8 of 35

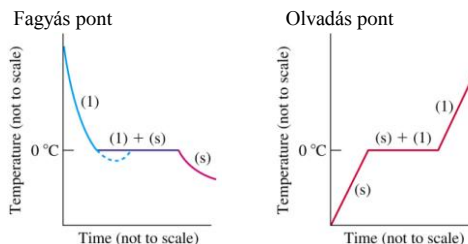
## Clausius-Clapeyron egyenlet

$$\ln P = -A \left( \frac{1}{T} \right) + B$$

$$\ln \frac{P_2}{P_1} = -\frac{\Delta H_{\text{vap}}}{R} \left( \frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$$

Slide 9 of 35

## 3-3 Szilárd anyagok néhány tulajdonsága



$$\Delta H_{\text{fagy}}(\text{H}_2\text{O}) = -6.01 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_{\text{olv}}(\text{H}_2\text{O}) = +6.01 \text{ kJ/mol}$$

Slide 10 of 35

## Szublimáció

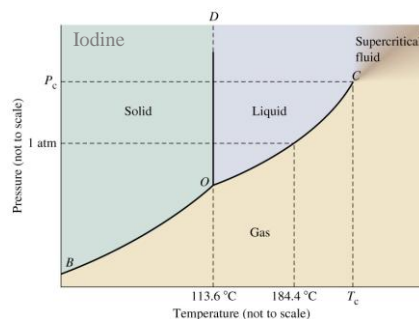


Molekulárcsós anyagok:  
Jód, kámfor, ...

$$\begin{aligned} \Delta H_{\text{sub}} &= \Delta H_{\text{olv}} + \Delta H_{\text{pár}} \\ &= -\Delta H_{\text{dep}} \end{aligned}$$

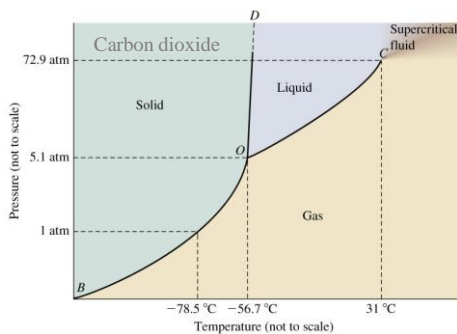
Slide 11 of 35

## 3-4 Fázisdiagram (tiszta anyag)



Slide 12 of 35

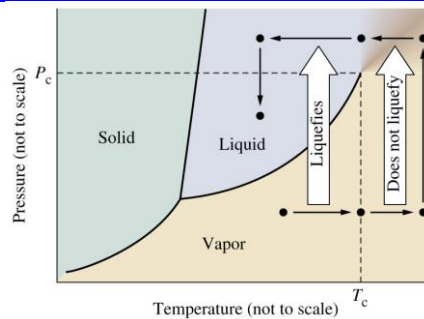
### CO<sub>2</sub>



General Chemistry: Chapter 13

Slide 13 of 35

### Superkritikus Fluid



General Chemistry: Chapter 13

Slide 14 of 35

### A kritikus pont



About 10 °C below  $T_c$

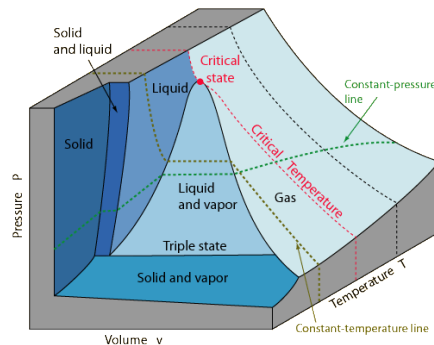
About 1 °C below  $T_c$

Critical temp  $T_c$

General Chemistry: Chapter 13

Slide 15 of 35

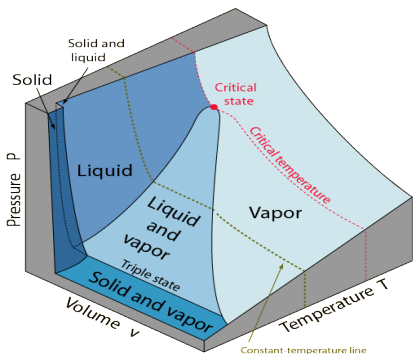
### 3 dimenziós p-V-T felület



Általános kémia: 3. fejezet

Dia:16

### A víz 3 dimenziós p-V-T felülete



### Kritikus hőmérséklet és nyomás

TABLE 13.3 Some Critical Temperatures,  $T_c$ , and Critical Pressures,  $P_c$

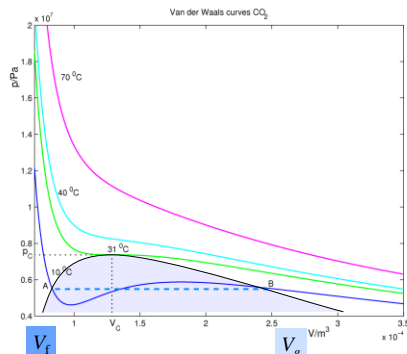
Substance	$T_c$ , K	$P_c$ , atm
<b>"Permanent" gases<sup>a</sup></b>		
H <sub>2</sub>	33.3	12.8
N <sub>2</sub>	126.2	33.5
O <sub>2</sub>	154.8	50.1
CH <sub>4</sub>	191.1	45.8
<b>"Nonpermanent" gases<sup>b</sup></b>		
CO <sub>2</sub>	304.2	72.9
HCl	324.6	82.1
NH <sub>3</sub>	405.7	112.5
SO <sub>2</sub>	431.0	77.7
H <sub>2</sub> O	647.3	218.3

<sup>a</sup>"Permanent" gases cannot be liquefied at 25 °C (298 K).  
<sup>b</sup>"Nonpermanent" gases can be liquefied at 25 °C.

General Chemistry: Chapter 13

Slide 18 of 35

### CO<sub>2</sub> van der Waals izotermái



Csonka Gábor © 2008

Általános kémia: 3. fejezet

Dia:19

### Van der Waals konstansok

- A Van der Waals egyenlet állandói a kritikus állapot jellemzőinek segítségével nyerhetők a következő összefüggés alapján:

$$a = 3p_k V_k^2 \quad \text{és} \quad b = V_k/3$$

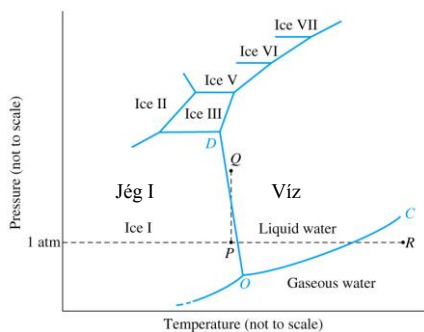
$$p_k = \frac{a}{27 \cdot b^2}$$

Csonka Gábor © 2008

Általános kémia: 3. fejezet

Dia:20

### Víz



General Chemistry: Chapter 13

Slide 21 of 35

### 3-5 Van der Waals kölcsönhatások

Dipól-dipól: 0.5-2 kJ/mol

Dipól-indukált dipól: 1 kJ/mol

London diszperzió: 2 kJ/mol

Befolyásolják a forráspontot és az olvadáspontot .

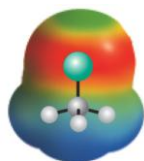
Nemesgáz atomok közötti vonzás: csak London diszperzió.

General Chemistry: Chapter 13

Slide 22 of 35

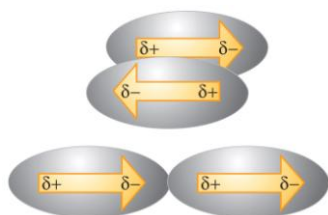
### Dipól dipól kölcsönhatás

Poláris molekula



2 Chloromethane, CH<sub>3</sub>Cl

Dipólok elrendeződése



General Chemistry: Chapter 13

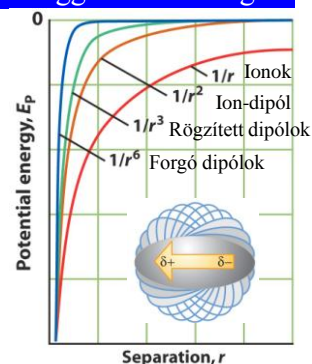
Slide 23 of 35

### A potenciális energia függése a távolságtól

Két ion potenciális energiája:

$q_1$  és  $q_2$  töltések

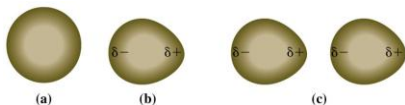
$$E_p = \frac{q_1 \cdot q_2}{4\pi \cdot \epsilon_0 \cdot r}$$



General Chemistry: Chapter 3

Slide 24 of 35

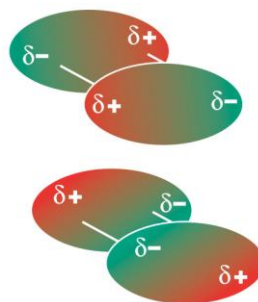
### Pillanatnyi és indukált dipól



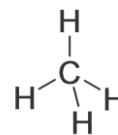
Apoláros atomokban (a) spontán keletkezik dipól (b)  
Dipól egy másik atom elektron felhőjét polarizálja, dipólt  
Indukál (c)  
**Polarizálhatóság:** milyen könnyen deformálható az elektronfelhő

### London diszperzió

pillanatnyi dipólus vonzás

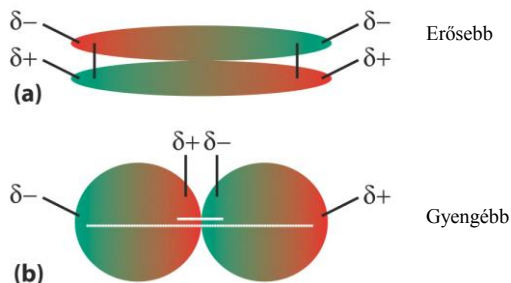


Nem poláris molekulák között



Slide 26 of 35

### A London diszperzió függ az alaktól

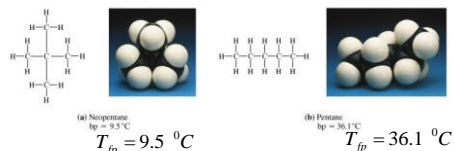


Csonka Gábor © 2008

Általános kémia: 3. fejezet

Dia:27

### A polarizálhatóság függése a molekula alakjától

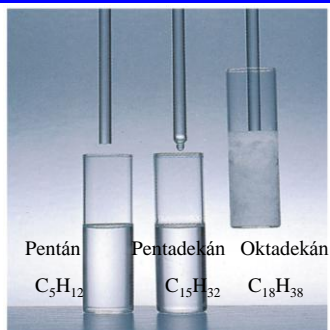


A hosszú n-pentán könnyebben polarizálható, mint a kompakt neopentán, ezért magasabb a forráspontja.  
(London diszperzió)

General Chemistry: Chapter 3

Slide 28 of 35

### London diszperzió szénhidrogénekben



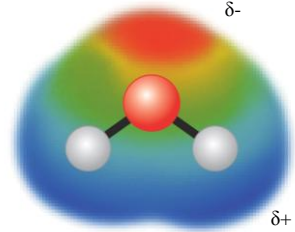
Slide 29 of 35

	Debyes $10^{-24} \text{ cm}^3$	
	Dipólus	Polarizálhatóság
Ar	0	1.66
H <sub>2</sub>	0	0.82
CO <sub>2</sub>	0	2.63
CH <sub>4</sub>	0	2.60
CCl <sub>4</sub>	0	10.5
H <sub>2</sub> O	1.85	1.48
NH <sub>3</sub>	1.47	2.22

### A víz molekula (dipól)

Dipólus momentum :  $\mu = 1.85$  Debye

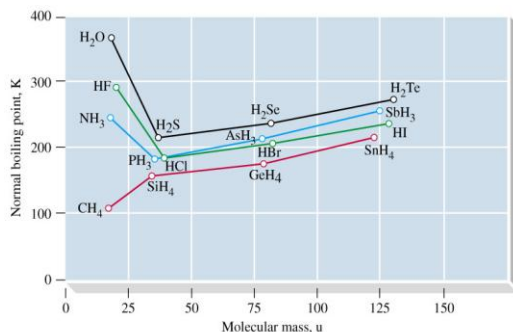
Polarizálhatóság:  $\alpha = 1.48 \times 10^{-24} \text{ cm}^3$   
 $\delta^-$



## 1 Water, H<sub>2</sub>O

Slide 31 of 35

### 3-6 Hidrogén kötés – forráspont

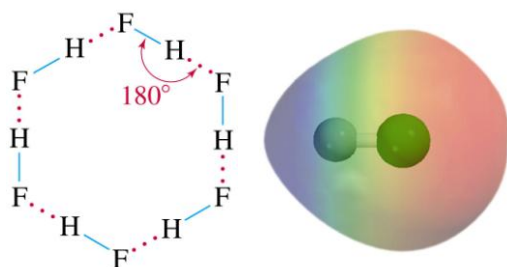


Prentice-Hall © 2002

General Chemistry: Chapter 13

Slide 32 of 35

### Hidrogénkötés: HF(g)

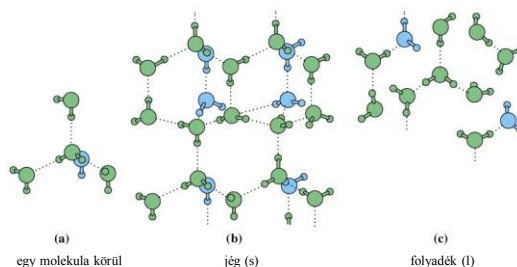


Prentice-Hall © 2002

General Chemistry: Chapter 13

Slide 33 of 35

### Hidrogénkötés: víz

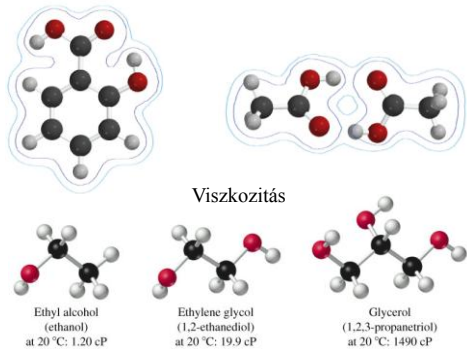


(a) egy molekula körül

(b) jég (s)

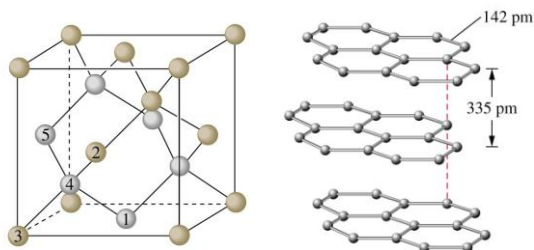
(c) folyadék (l)

### Hidrogénkötés, további példák



Slide 35 of 35

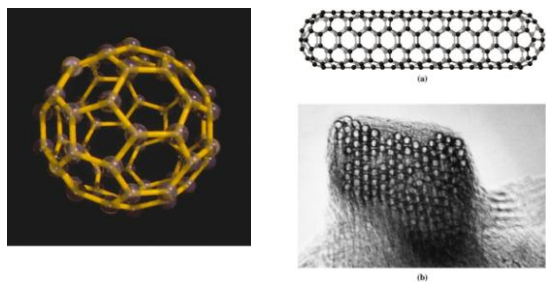
### 3-7 A kémiai kötés mint rácsösszetartó erő atomrácok



General Chemistry: Chapter 13

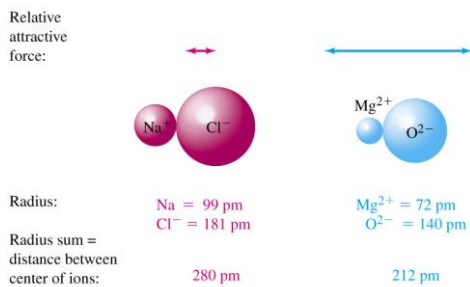
Slide 36 of 35

### Más szén allotrópok

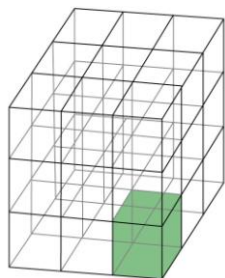


Slide 37 of 35

### Ionok közötti kölcsönhatás



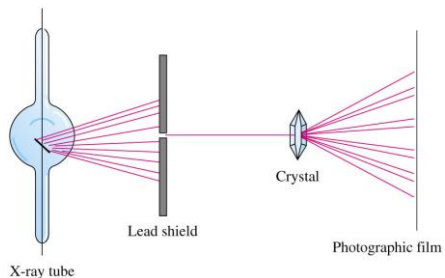
### 3-8 Kristályok



General Chemistry: Chapter 13

Slide 39 of 35

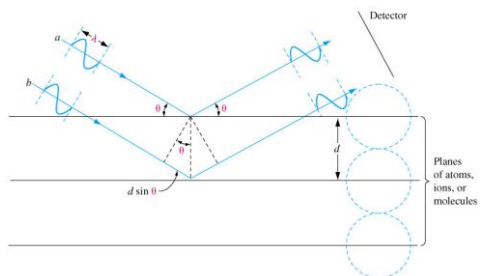
### Röntgen diffrakció



General Chemistry: Chapter 13

Slide 40 of 35

### Röntgen diffrakció

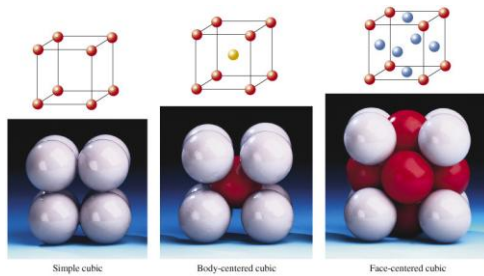


Prentice-Hall © 2002

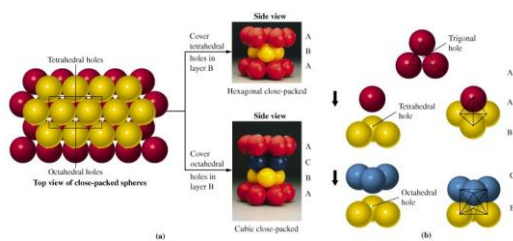
General Chemistry: Chapter 13

Slide 41 of 35

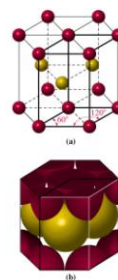
### Köbös kristályok elemi cellái



## Üregek a kristályokban



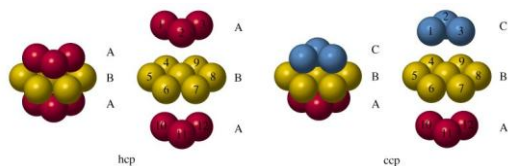
## Hexagonális (hcp)



General Chemistry: Chapter 13

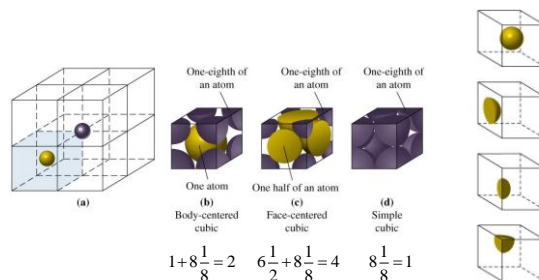
Slide 44 of 35

## Koordinációs szám



Slide 45 of 35

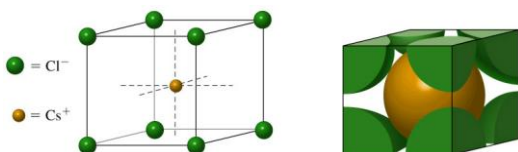
## Az elemi cellák betöltöttsége



General Chemistry: Chapter 13

Slide 46 of 35

## Cézium klorid

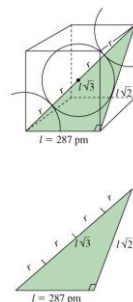


Prentice-Hall © 2002

General Chemistry: Chapter 13

Slide 47 of 35

## Atomsugár meghatározása kristályokban



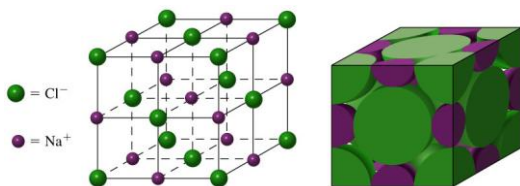
Prentice-Hall © 2002

General Chemistry: Chapter 13

Slide 48 of 35



## NaCl

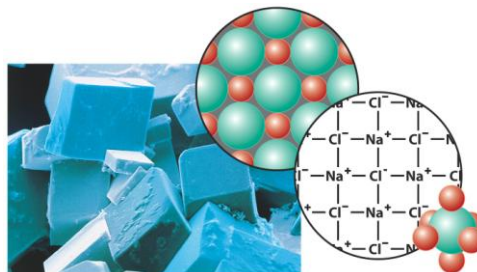


Prentice-Hall © 2002

General Chemistry: Chapter 13

Slide 49 of 35

## NaCl

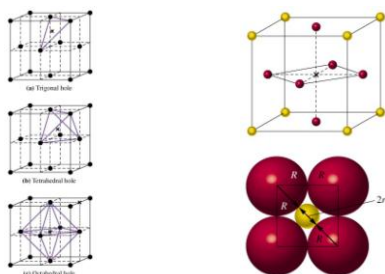


Csonka Gábor © 2008

Általános kémia: 3. fejezet

Dia:50

## Üregek kristályokban

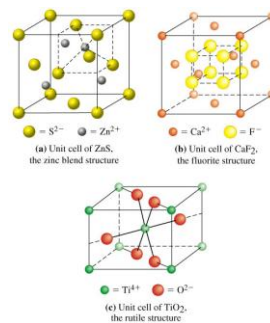


Prentice-Hall © 2002

General Chemistry: Chapter 13

Slide 51 of 35

## További példák

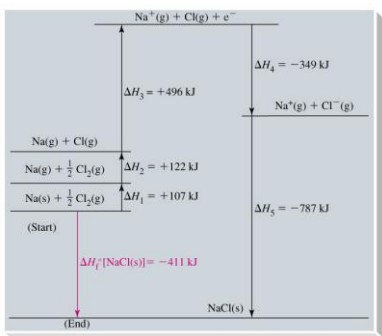


Prentice-Hall © 2002

General Chemistry: Chapter 13

Slide 52 of 35

## 3-9 Ionos kristályok rácsenergiája



## Folyadékkristály

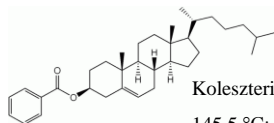
- A **folyadékkristályok** molekuláinak alakja: hosszúkas vagy banánhoz hasonló.
- Folyik, de doménekből rendezett, mint egy kristály.
- A domének között eltérő az orientáció.
- Melegítéskor úgy viselkedik, mintha több olvadáspontja lenne.
- A folyadékkristályok különböző hőmérsékleten különböző színűek lehetnek.

Csonka Gábor © 2008

Általános kémia: 3. fejezet

Dia:54

## Folyadékkristály (2)



Koleszteril benzoát

145.5 °C: egy homályos folyadékká olvad

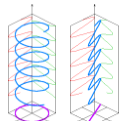
178.5 °C: kitisztul. A folyamat reverzibilis

Visszaveri a cirkulárisan polarizált fényt.

Elforgatja polarizált fényt.

80 évig nem kutatták a felfedezés (1888) után.

Nobel díj 1991: Pierre-Gilles de Gennes (1932-2007)

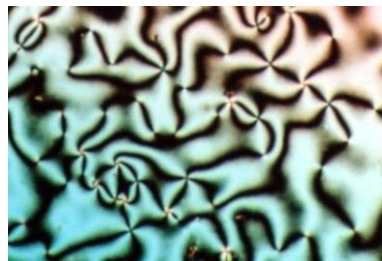


Csonka Gábor © 2008

Általános kémia: 3. fejezet

Dia:55

## Folyadékkristály (3)



Forrás: Wikipédia

Csonka Gábor © 2008

Általános kémia: 3. fejezet

Dia:56

## Felhasználás - LCD

- [Csavart elrendezés](#) Az LCD TFT képernyőket rövidesen kiszoríthatják az OLED képernyők (2008-)
- [A fény áthaladása és visszaverődése.](#)
- [A csavart elrendezés megszüntetése, a fény nem halad át.](#) Alan J. Heeger, Alan G. MacDiarmid & Hideki Shirakawa received the [2000 Nobel Prize in Chemistry](#) for "The discovery and development of conductive organic polymers".

Csonka Gábor © 2008

Általános kémia: 3. fejezet

Dia:57