

# **A levegő cseppfolyósításától az űrtávcsövekig**

**Mészáros Sándor  
MTA Atommagkutató Intézete**

# Hőtani ismeretek

**A hőmérséklet az anyag egyik fontos jellemzője: a rendezetlen molekuláris mozgás mértéke**

**A hő az energia közlésének egyik formája.**

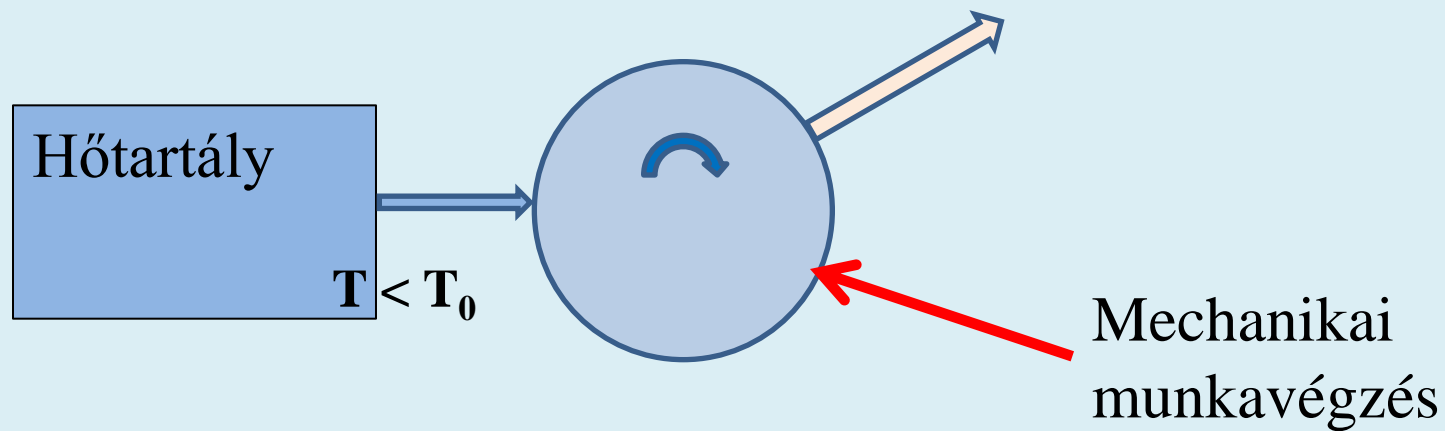
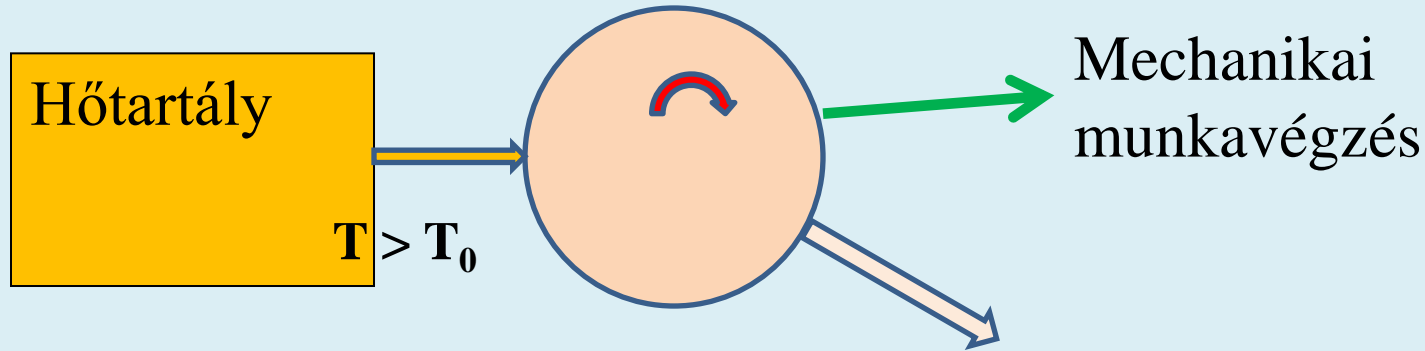
**A hőtani főtételek.**

**A hőerőgép:       a gőzgép  
                          belsőégésű motor  
                          gázturbina, sugárhajtómű**

**Halmazállapotok**

**Hűtőfolyamatok**

# A hőerőgép:



*Hideg-meleg*

# A „permanens” gázok története

Cseppfolyósítás nyomás alá helyezéssel: pl. széndioxid

Hűtés a folyadék elpárolgztatásával: háztartási hűtő

A levegőt alkotó gázoknál **nem működött!**

A kritikus hőmérséklet felfedezése:

Víz:  $T_k = 347 \text{ °C}$   $p_k = 217,7 \text{ bar}$

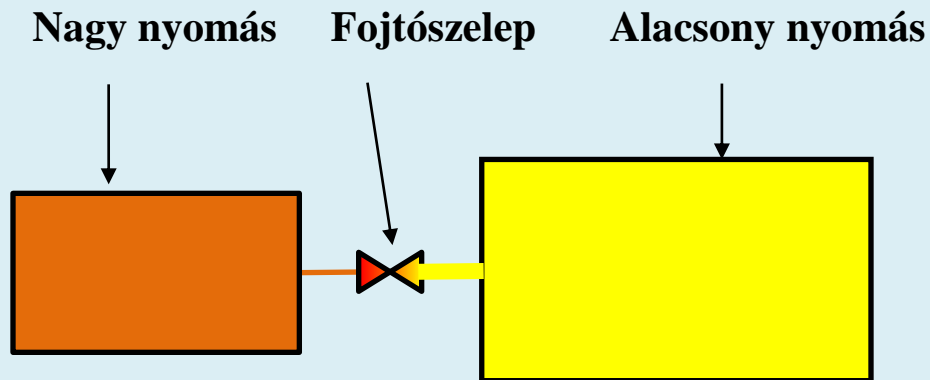
Oxigén:  $T_k = -119 \text{ °C}$   $p_k = 49,7 \text{ bar}$

# További hűtési lehetőségek:

**Expanziós hűtőgép**

**Joule-Thompson effektus**

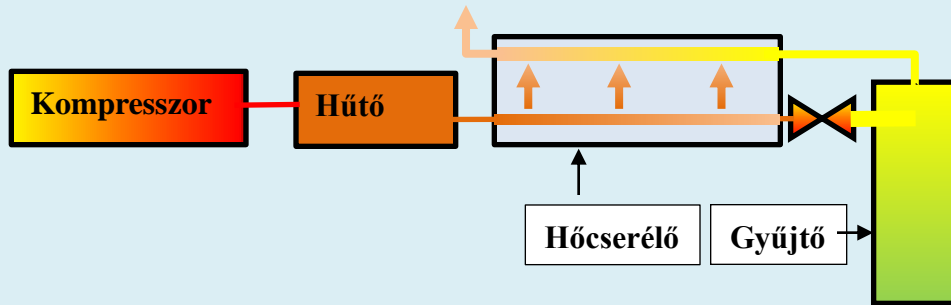
**Az inverziós hőmérséklet felfedezése.**



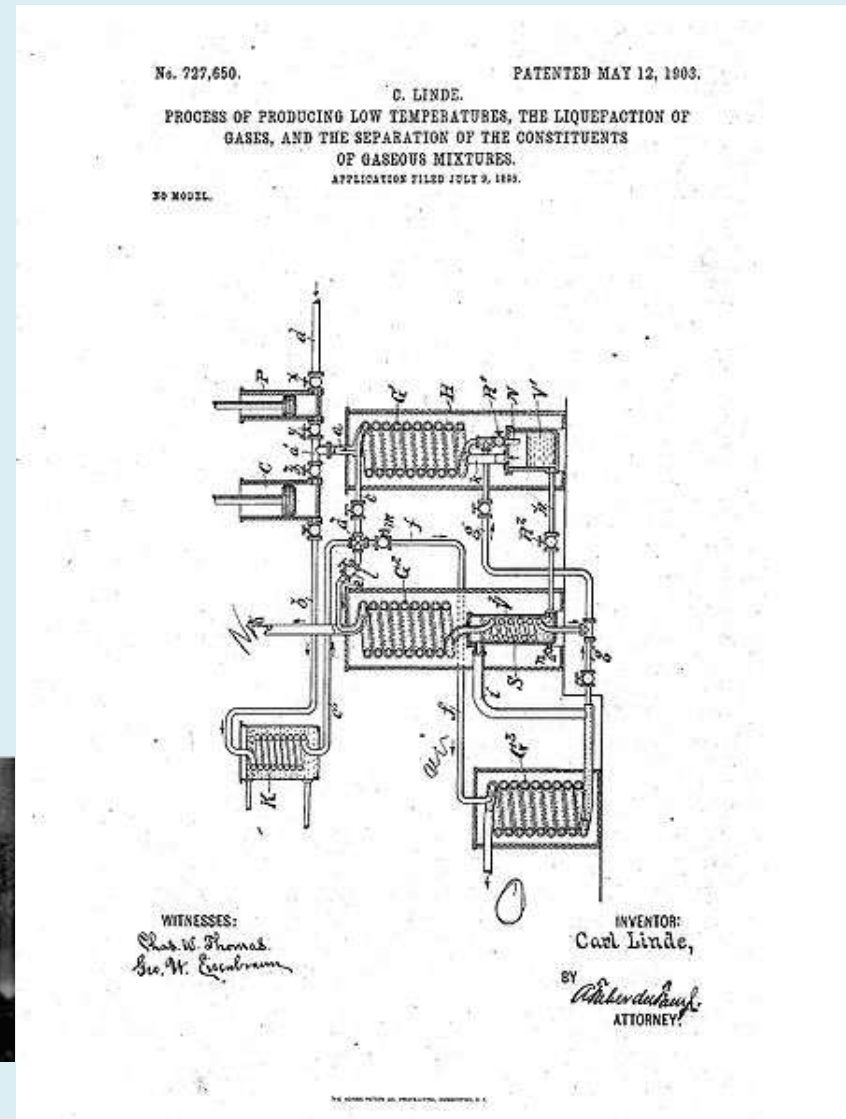
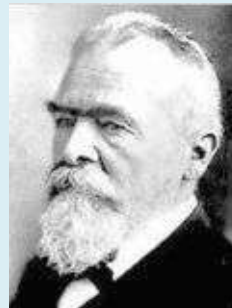
*Hideg-meleg*

# A levegő ipari szintű cseppfolyósítása

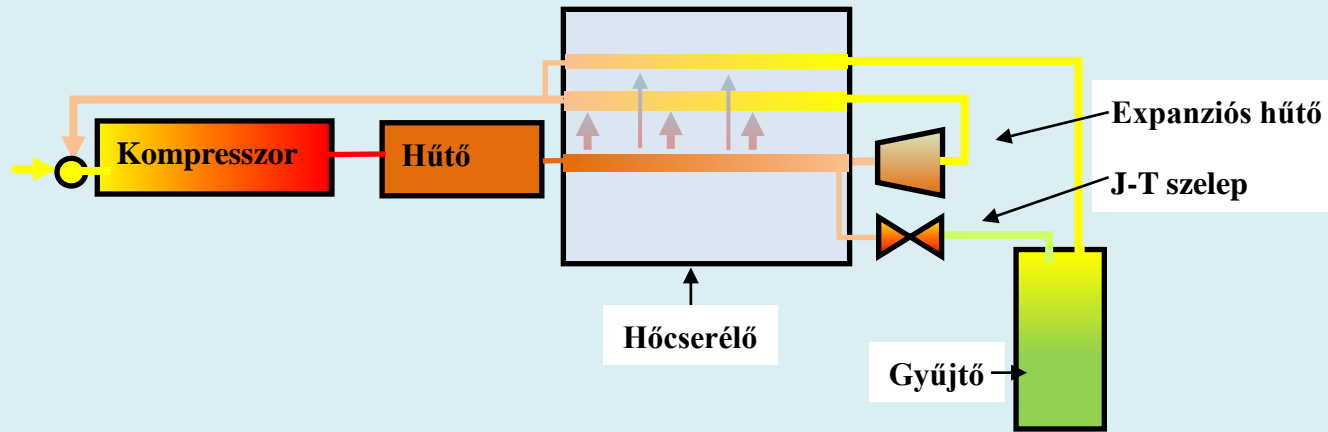
Linde és Hampson, 1895.



Carl Paul Gottfried von Linde  
1842-1934



# Cseppfolyósítás ipari módszere



*Hideg-meleg*

# A gázszeparációs ipar kialakulása és annak technikai következményei.

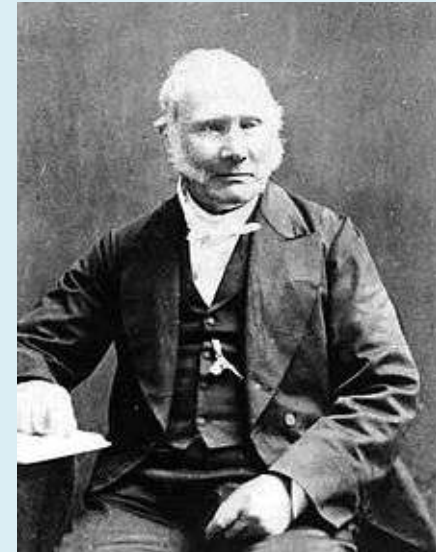
Levegő összetevői:

<i>Név</i>	<i>Arány</i>	<i>Forráspont atmoszférán</i>	<i>Inverziós hőmérséklet</i>
<b>Nitogén</b>	<b>78,09 %</b>	<b>-195,8 °C</b>	<b>348,0 °C</b>
<b>Oxigén</b>	<b>20,93 %</b>	<b>-183,0 °C</b>	<b>488,0 °C</b>
<b>Argon</b>	<b>0,93 %</b>	<b>-185,9 °C</b>	<b>521,0 °C</b>
<b>Hélium</b>	<b>5,0 ppm</b>	<b>-269,0 °C</b>	<b>-233,0 °C</b>
<b>Kripton</b>	<b>1,14 ppm</b>	<b>-153,3 °C</b>	



# A Stirling gép

**Robert Stirling**  
(1790-1878)



A szokásos hőerőgépekkel ellentétben a munkaközeg állandó.

Nagyon jó hatásfok. Biztonságos.  
Kis hőmérséklet különbség esetén

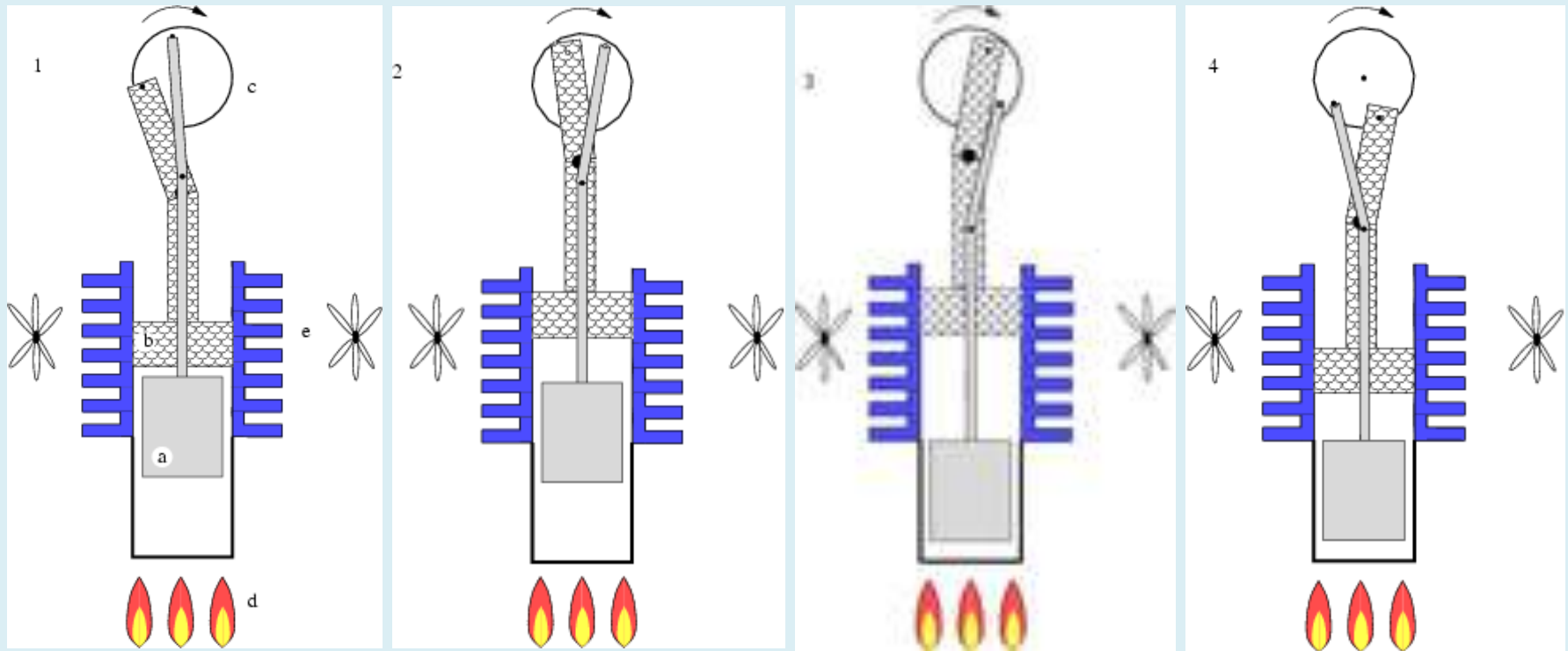
is működik.

Megfordítható.

Kicsi energiasűrűség.

Sokféle változat.

# A Stirling gép működése hőerőgépként:



**Munkaütem**

**Átáramoltatás**

**Hűtés**

**Visszáramoltatás**

*Hideg-meleg*

# Korszerű kriohűtők:

Stirling hűtő

Gifford-McMahon hűtő

Impulzus-cső hűtő

**Munkaközeg:** hélium gáz zárt ciklusban

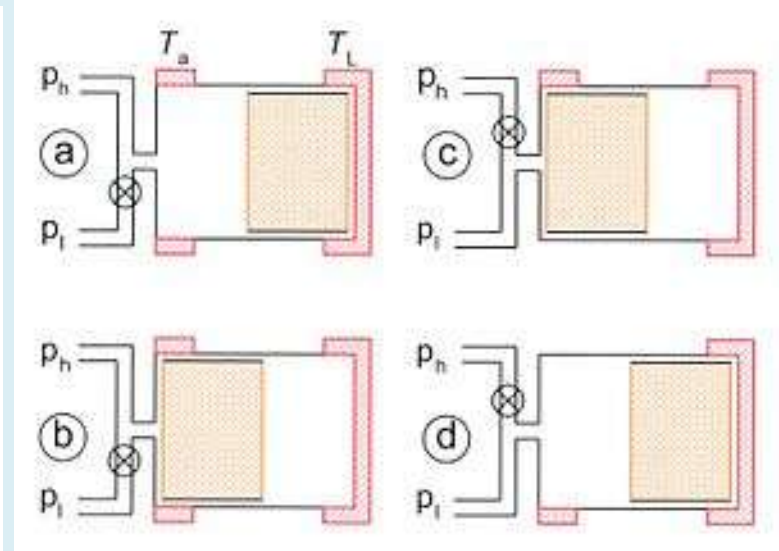
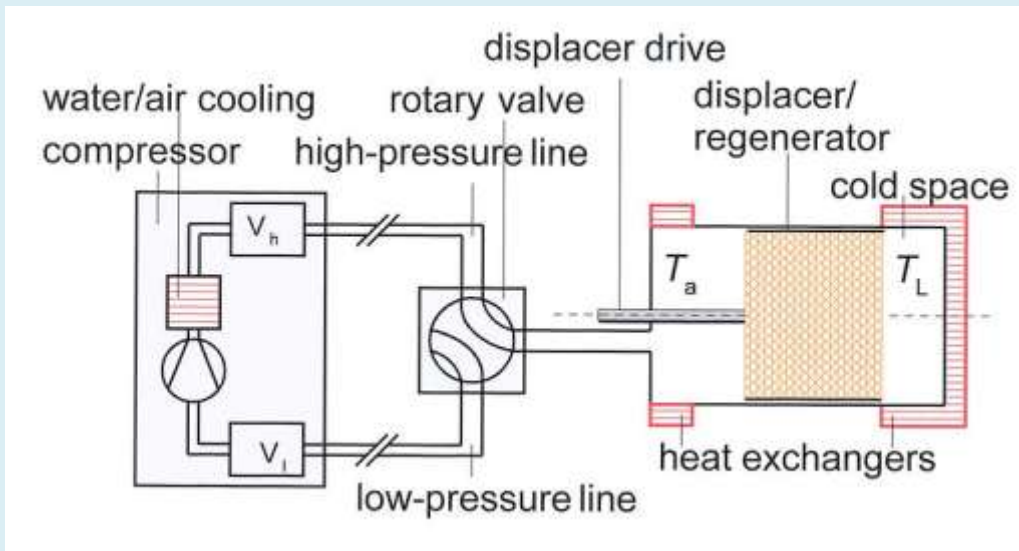
## **Alkalmazások:**

Érzékeny detektorok hűtése (pl. infravörös detektorok)

Szupravezető mágnes tartalmazó rendszerek hűtése (MRI)

Vákuumtechnika

# Gifford-McMahon hűtő felépítése és működése:



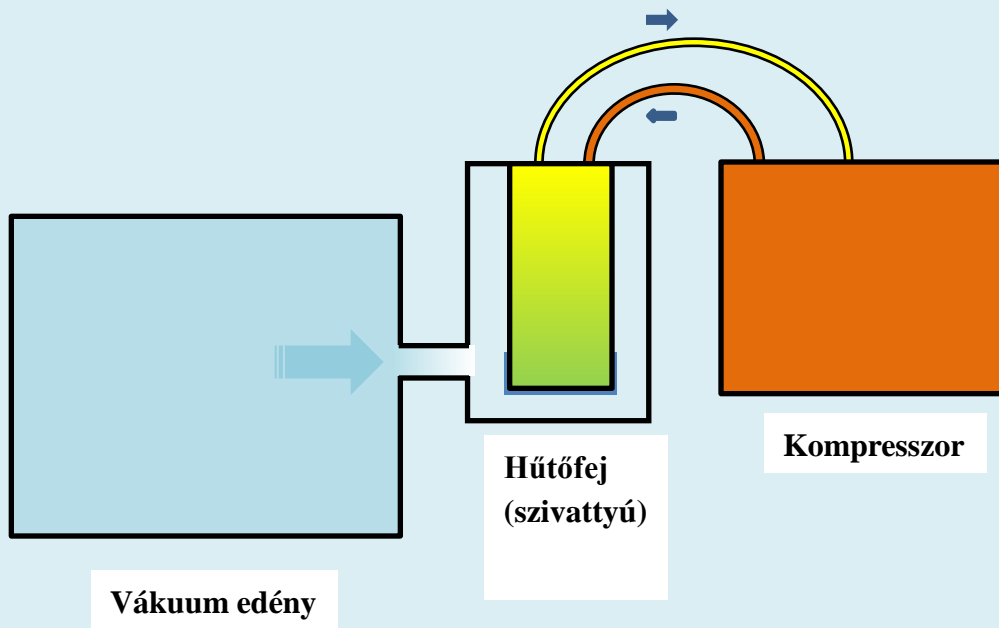
**a: töltés**

**b: terelés**

**c: expanzió (hűtés)**

**d: visszaterelés**

# Krioszivattyúk



*Hideg-meleg*

## ATL Advanced technology liquefiers

### Automated Helium liquefiers



Specification	ATL 80	ATL 160
Average liquefaction rate	12 liters/day (0.5 liters/hour)	22 liters/day (0.92 liters/hour)
Dewar capacity	80 liters	160 liters
System dimensions (L x W x H)	137 x 53 x 145 cm	178 x 79 x 155 cm
Compressor package model	Air-cooled	Split-air-cooled or water-cooled
Typical power consumption and voltage rate	3.8 – 5.4 KW High and low voltage available	6.5 – 7.5 KW High and low voltage available
Gaseous Helium requirement	Flow rate: 0 – 25 standard liter/minute Industrial quality He (99.99%); 0 – 0,69 bar	Flow rate: 0 – 25 standard liter/minute Industrial quality He (99.99%); 0 – 0,69 bar
Liquefaction rate vary based on input Helium quality and pressure.		

## Herschel űrtávcső:

- **3,5 m-es tükör (szinterelt boroszilikát)**
- **55-672  $\mu\text{m}$  hullámhossz**
- **Működési periódus: 2009. május – 2013. április**
- **Detektorok hűtése: 2300 l folyékony hélium (1,4 K)**

### Mit vizsgált?

- **Galaxisok és csillagok keletkezése**
- **Csillagközi felhők anyaga**
- **Bolygók légkörének összetétele**
- **Kozmikus kémia**



## **ATOMKI aktivitása a kriotechnika területén:**

- **Folyékony nitrogén szolgáltatás laboratóriumi célokra**
- **Hélium cseppfolyósítás 1973-tól**
- **Folyékony hélium ellátás (Linde Magyarország Zrt.)**
- **Egyedi kriotechnikai eszközök tervezése, gyártása**
- **Szupravezető mérőeszközök tervezése és építése**