

Piketon, Ohio

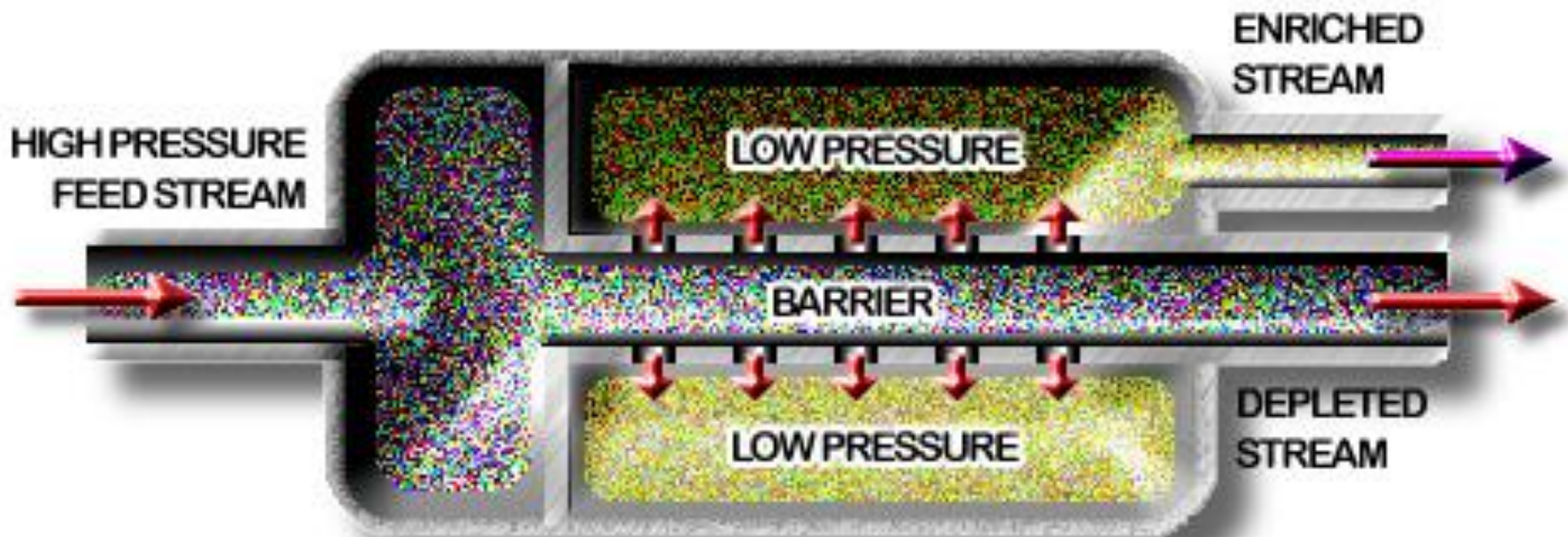
Enrichment Technology Demonstration (American Centrifuge Plant)

- Centrus Energy Corp.
(formerly USEC Inc.)
- Építés kezdete: 2007
- 260 ha, 11500
centrifuga, 3,8
MSWU/év
- Finanszírozási
problémák

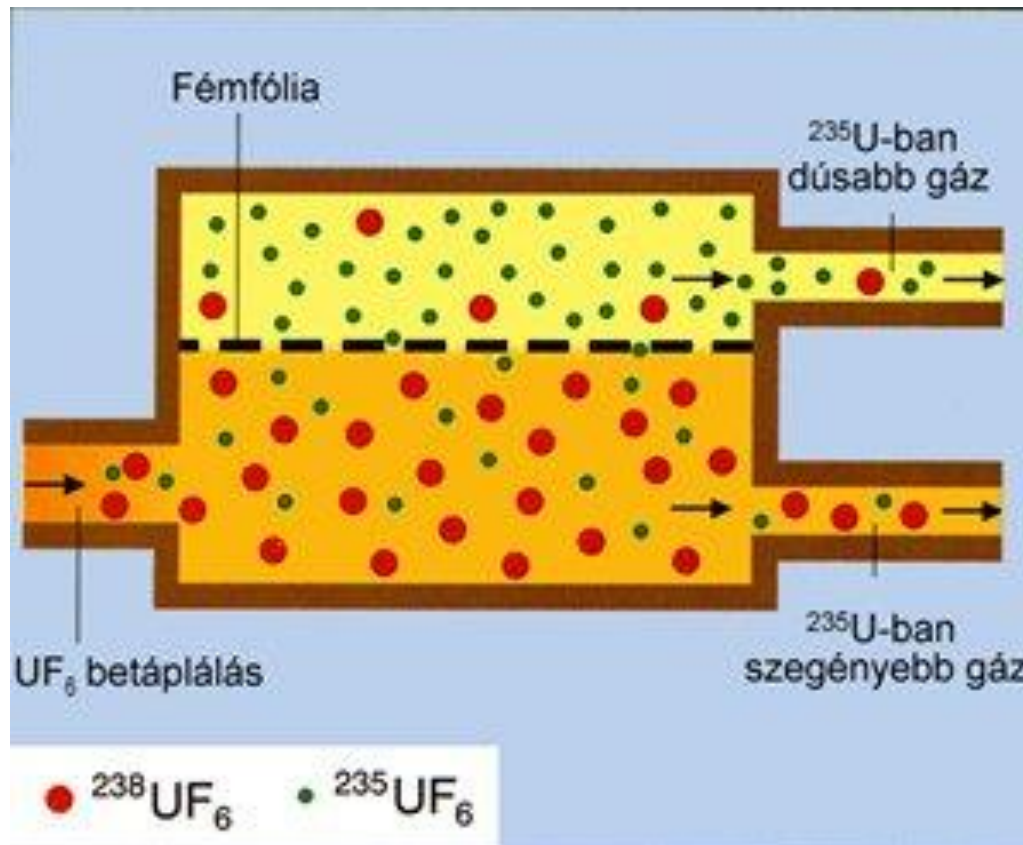


Gázdifúziós eljárás

GASEOUS DIFFUSION STAGE



Gázdifúziós eljárás



Gázdifúziós eljárás

Alapelv: $1/2M_L v_L^2 = 1/2M_H v_H^2$ (L = lighter, H = heavier)

Szeperációs tényező elméleti maximuma:

$$\alpha = v_L/v_H = (M_H/M_L)^{1/2}$$

A szeperációs tényezőt befolyásoló további paraméterek:

- szabad úthossz
- membrán pórusainak hossza, átmérője
- nyomáskülönbség

Membrán

- 10 – 100 nm pórusátmérő
- Több millió pórus négyzetcentiméterenként
- Mechanikailag el kell bírnia a nagy nyomáskülönbséget
- Kerámia, nikkal

Csövek, edények

- Nikkel ötvözet, teflon bevonattal

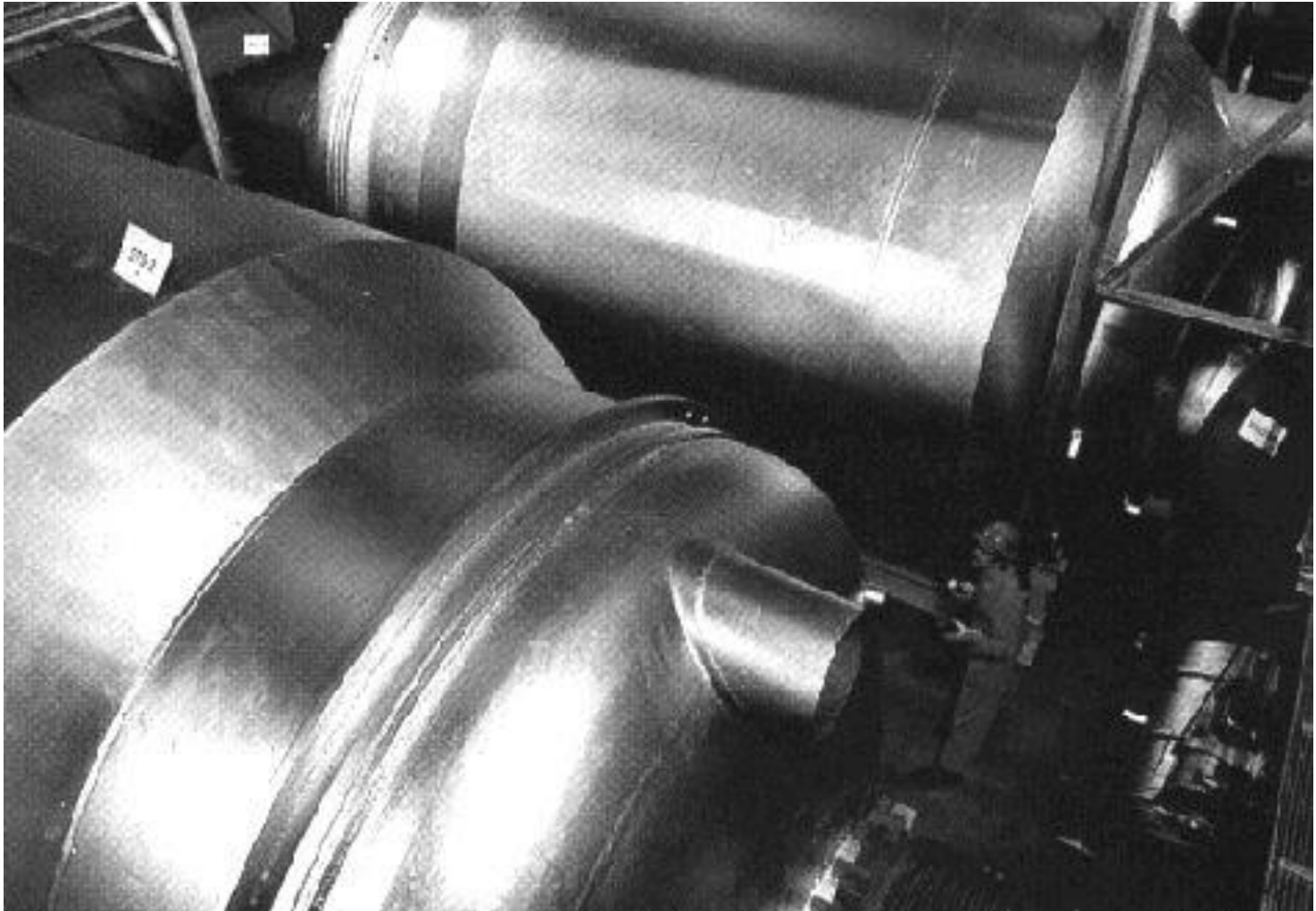
Energiaigény

- Nagy gázmennyiség transzportálása
- Nagy nyomáskülönbség
- Kiemelkedően nagy kompresszási, hűtési és ebből adódó villamosenergia-igény (a 3-4%-ra dúsított urán előállítási költségének ~70%-a)
- Gazdasági, gazdaságossági következmények

Gázdifúziós eljárás



Gázdifúziós eljárás



Gázdifúziós dúsítóművek a világban

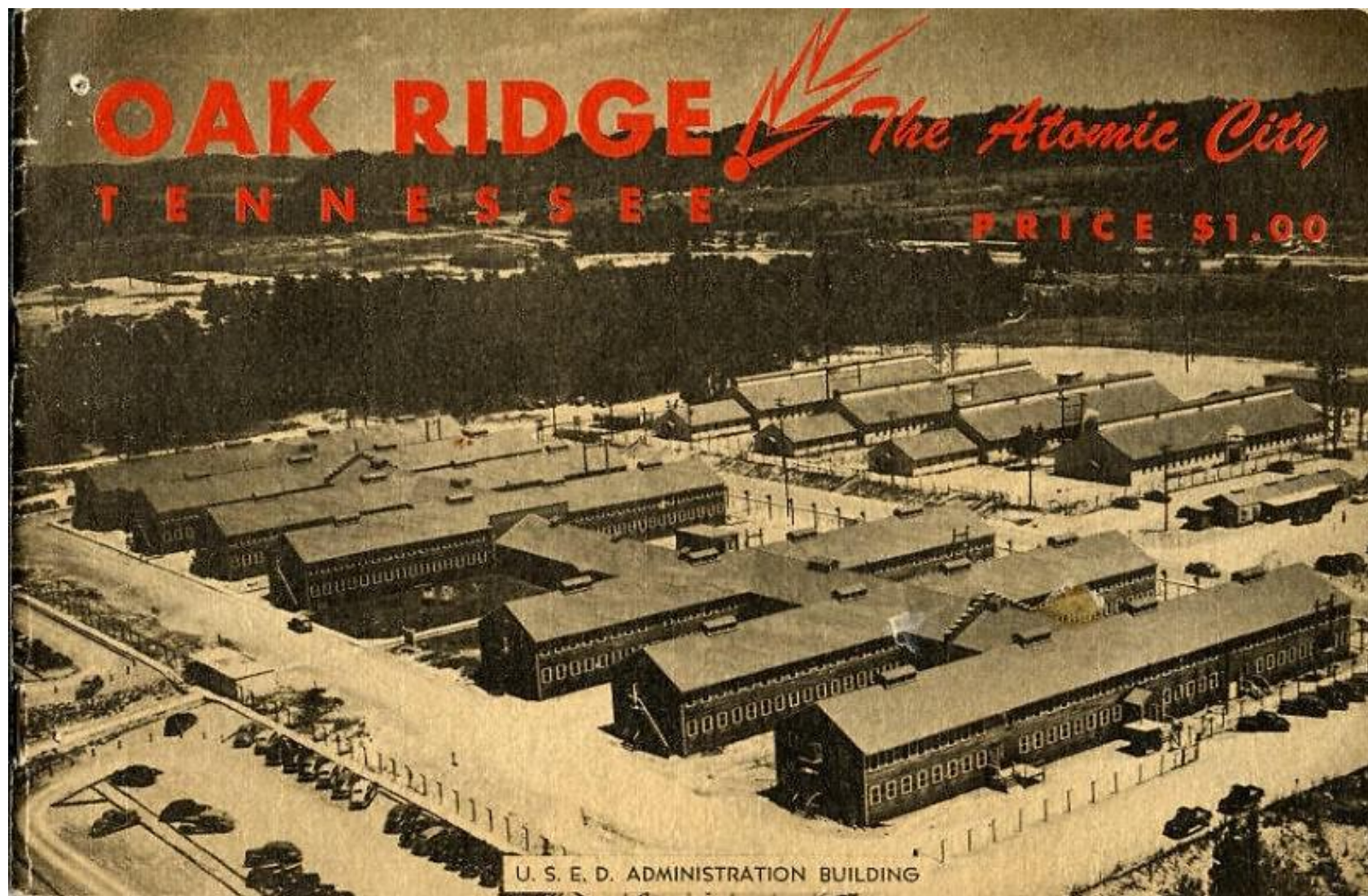
- Egyesült Államok (2013 nyaráig)
- Oroszország (1992-ig)
- Franciaország (2012-ig)
- Kína
- Argentína

Együttes kapacitás (2012-ig) > 30 MSWU/év

2012-ben működő művek:

- Egyesült Államok (11,3 MSWU/év)
- Franciaország (8,5 MSWU/év)

Történelem



Történelem

- Oak Ridge (Tennessee) K-25
(Kellex Corporation, U-235)
- Építés: 1943. június – 1945. eleje
 - Építkezés előbb indult a dúsítási technológia tényleges kidolgozásánál
- 6,3 milliárd dollár (mai áron)
- 12000 építőmunkás
 - Oak Ridge 13000 → 50000 lakos, „Happy Valley”
- K-25: >300 méteres épület, 200000 m²
- Leállítás: 1987

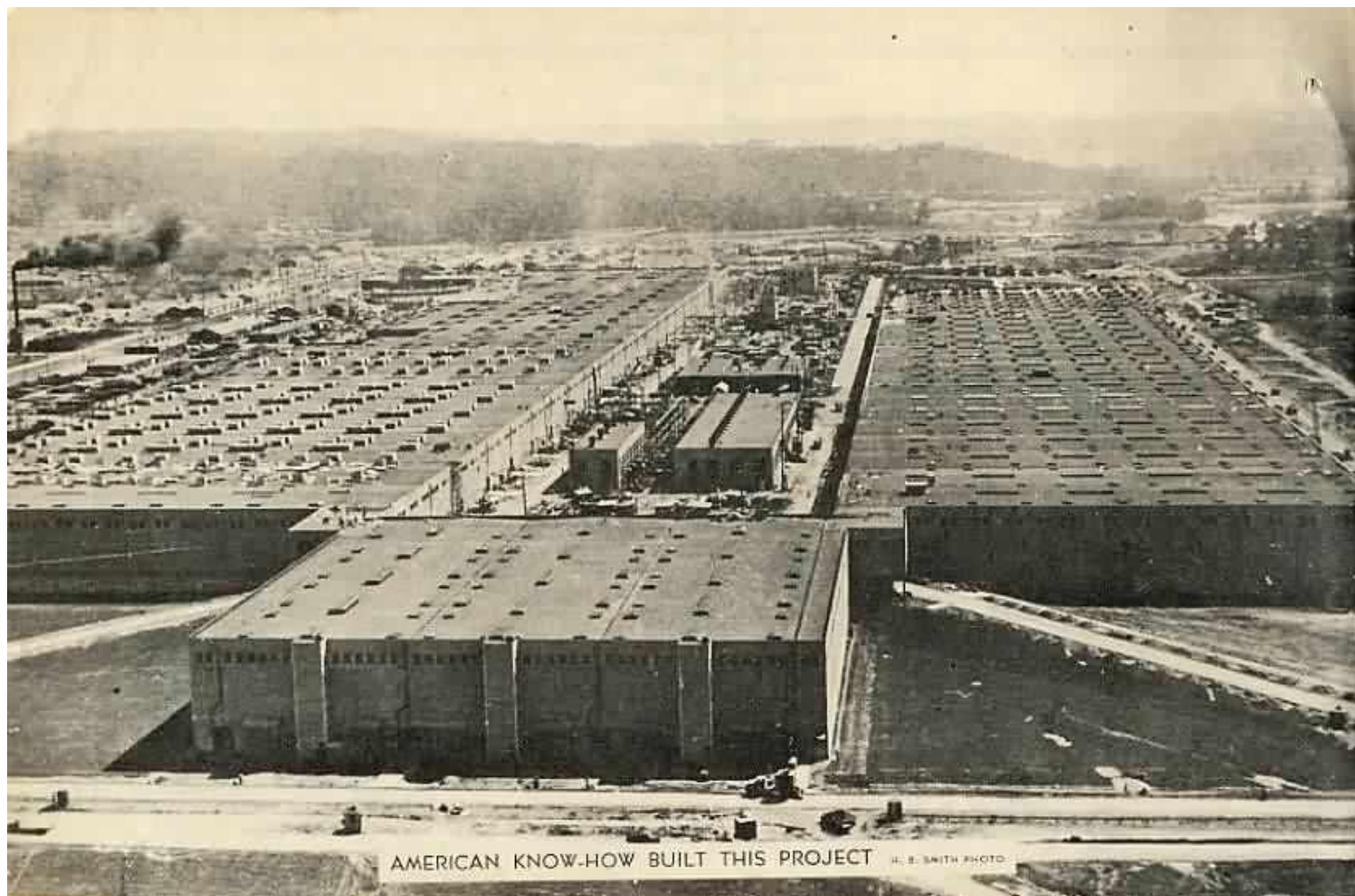
Történelem



THE GATE . . . FIRST LOOK AT ATOM TOWN

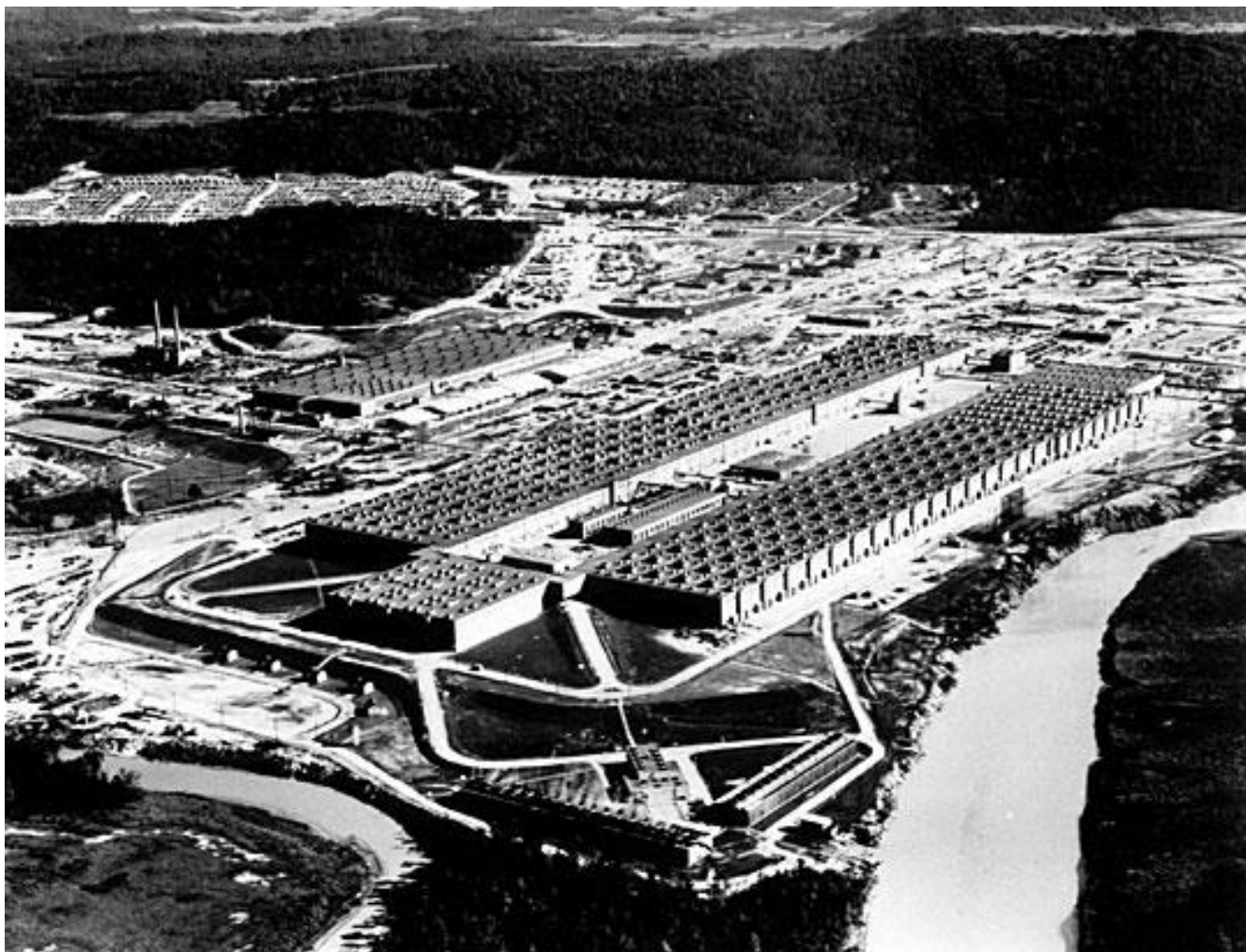
Történelem

Oak Ridge, K-25



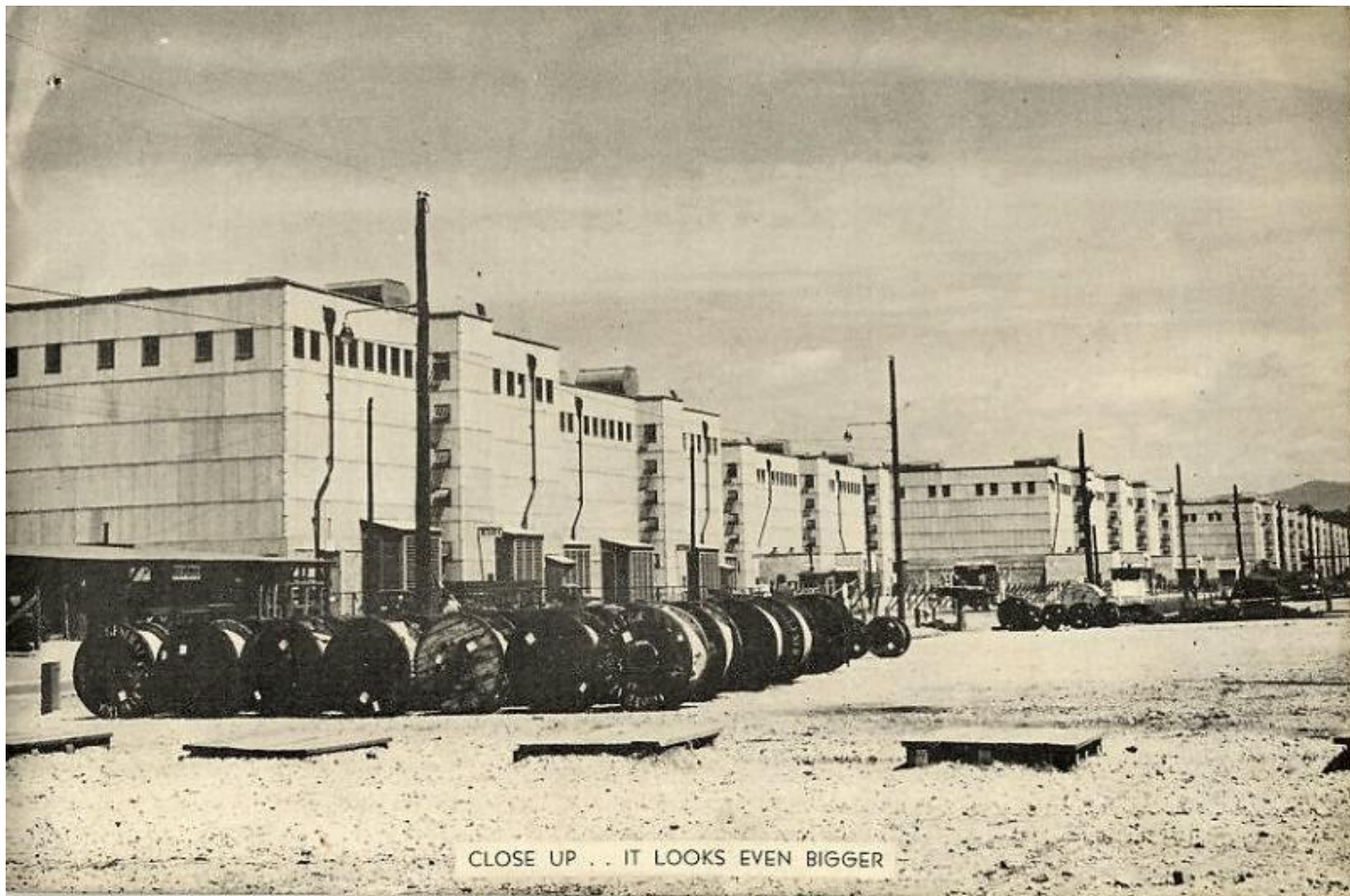
Történelem

Oak Ridge, K-25



Történelem

Oak Ridge, K-25



Történelem



Történelem



THE PATTERN OF A WELL-PLANNED TOWN

A történelmi helyszín - ma



Franciaország

Tricastin



Paducah Gaseous Diffusion Plant

Kentucky, USA

1952-től katonai célú
dúsítás, 1960-as
évektől energetikai célú
dúsítás (DOE tulajdon),
2013-ban leállításra
került.

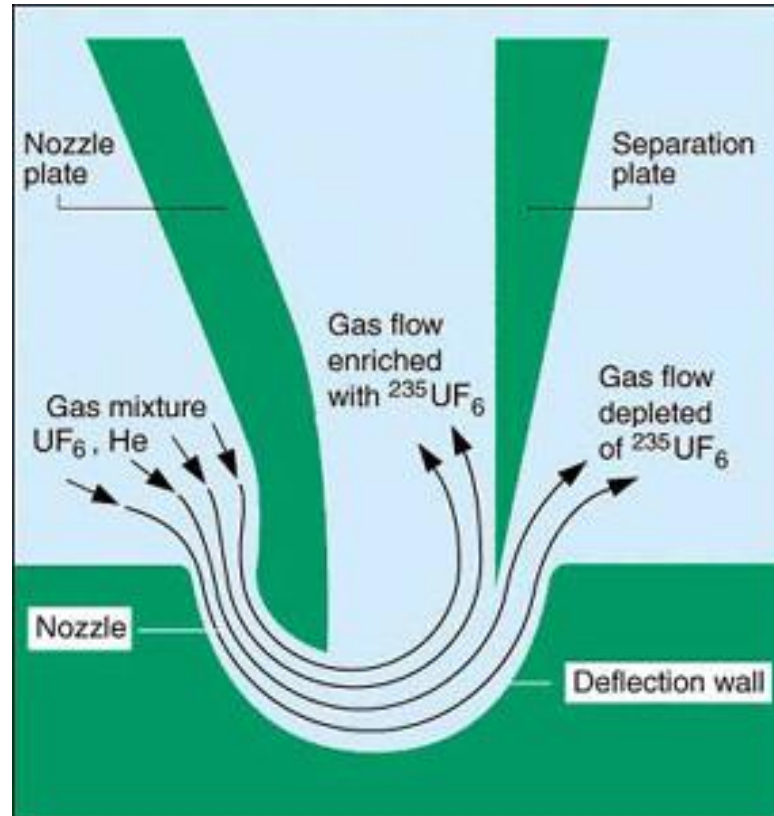
300 ha, 3040 MW,
1812 fokozat,
11,3 MSWU/év



Egyéb izotópdúsítási eljárások

- Aerodinamikai (más néven: fúvókás vagy „állófalú centrifugás”) módszer
- Lézeres eljárások

Aerodinamikai eljárás



Német találmány (E.W. Becker)

Aerodinamikai eljárás

- Fontosabb jellemzők:
 - Ív sugara: 0,3-0,6 mm
 - tipikus szeparációs tényező: 1,01 – 1,03
 - $\text{term}U \rightarrow 3\% \text{ dús}U$ (0,2% dús. maradék):
~500 lépcső (gázdifúziónál: ~1300 lépcső)
 - energiaigény: hasonló a gázdifúzióséhoz
(~3000 kWh/SWU 10 MSWU/év kapacitásnál)

Aerodinamikai eljárás

- Németországban és Brazíliában üzemelt ilyen elven működő demonstrációs dúsítómű, jelenleg mindkettő áll.
- Dél-Afrikában egy kissé módosított változatát (HELIKON) fejlesztették.

Spirális áramlású (HELIKON) eljárás

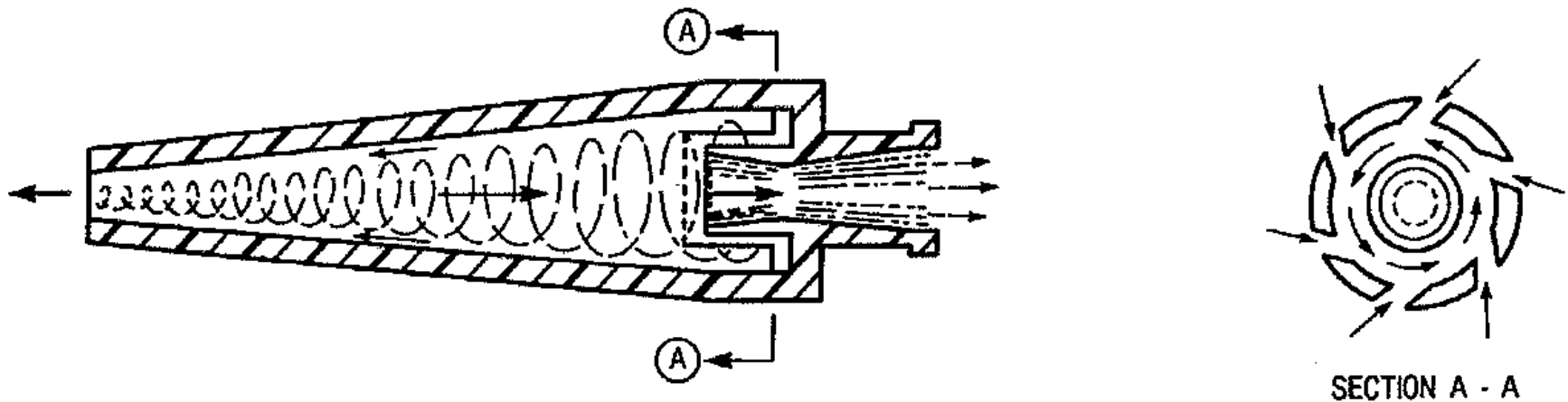


Fig. 9. Vortex tube separation principle, showing a cross section of a tangential end-drive tapered vortex tube (from Wikdahl patent).

Kémiai, ioncserélős eljárások

- U-III és U-IV oxidációs állapotok között jelentkező izotópeffektuson alapulnak
- ^{235}U az U-III, ^{238}U az U-IV állapotot preferálja kismértékben jobban

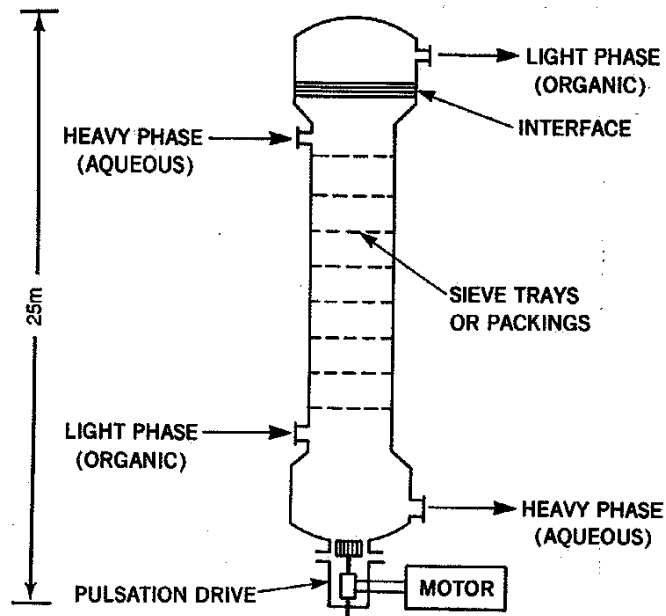


Fig. 10. Chemical exchange process.

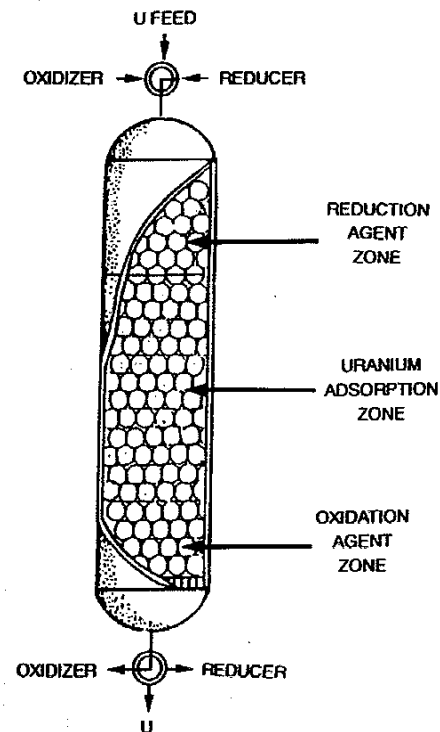


Fig. 11. Ion exchange process.

Lézeres izotópdúsítási eljárások I.

- Alapelv: az eltérő tömegű atomok vagy molekulák lézerrel történő energiaszelektív gerjesztése, illetve ionizálása
- Előnyök: kisebb energiaigény (10 - 40 kWh/SWU), kis beruházási költség, alacsony U-235 tartalom a dúsítási maradékban. Ezek eredőjeként: gazdaságosság
- A kutatások változó intenzitással folynak évtizedek óta
- Módszerek csoportosítása:
 - Atomi (gőz-) eljárások
 - Molekuláris eljárások
- Egy lépéses szeparálás (α nem értelmezhető, de gyakorlatilag: 10-100)
- Proliferációs kockázatok