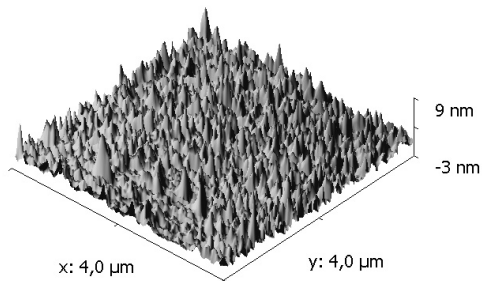


Geometrický a skutečný povrch

Table 4.6.
Ratio of physical (true) surface A_p , to geometric (apparent) surface A_g

| Metal | Surface/shape | A_p/A_g | Reference | |
|-----------------|-----------------------------------|-----------|------------------|--------------------------------|
| Pt | Bright foil | 2.2 | } Dushman (1949) | |
| | Bright foil, acid cleaned, flame | 3.3 | | |
| | Platinized | 1830 | | |
| Ni | Polished, new | 75 | | |
| | Polished, old | 9.7 | | |
| | Oxidized and reduced | 46 | | |
| | Rolled, new | 5.8 | | |
| Ag | Freshly etched dilute nitric acid | 51 | | |
| | Etched, after 20 hr. | 37 | | |
| | Finely sandpapered | 16 | | |
| Al | Very thin foil | 6 | } Schram (1963) | |
| | Anodically oxidized (20 μ) | 900 | | |
| Cu | Plate (1 mm) | 14 | | |
| Steel | — | 16 | | |
| Stainless steel | Plate (1 mm) | 8 | | |
| Mo | Foil | 173 | | } Brennan and Graham (1965) |
| Ta | Foil | 38 | | |
| W | Foil | 40 | | |
| Ti | Foil | 15 | | |

Geometrický a skutečný povrch

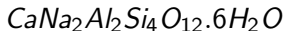


Sorbenty

- zeolity, molekulová síta - přírodní, umělé (až $1000 \text{ m}^2/\text{g}$)
- mikroporézní sklo
- aktivní uhlí ($400 - 1500 \text{ m}^2/\text{g}$)

Zeolitové vývěvy

- zeolity, molekulová síta - přírodní, umělé (až 1000 m²/g)
- typické chlazení pomocí LN₂
- Přírodní zeolit



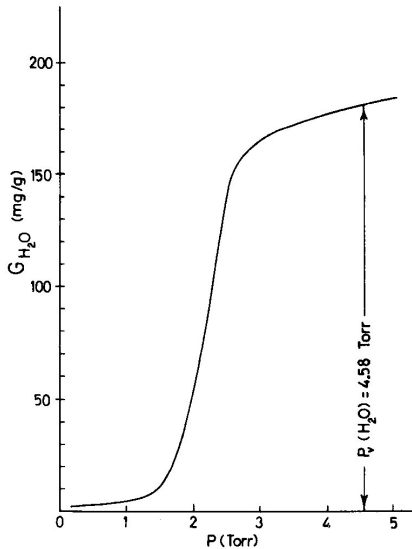


Fig. 4.25 Sorption of water vapour on charcoal at 0°C , G_{H_2O} —mg of water vapour, sorbed per gram of charcoal. After Dushman (1949).

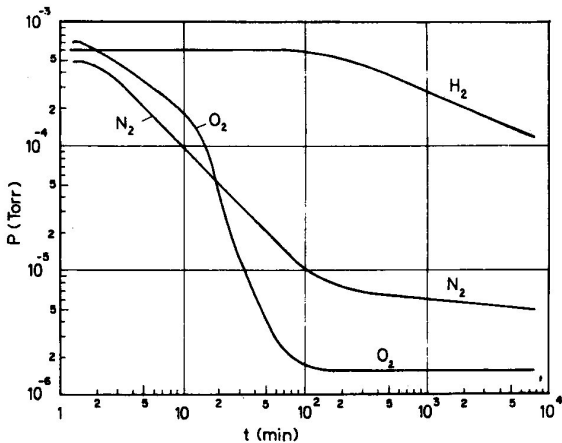


Fig. 4.26 Pressure against time curves on pumping H_2 , N_2 , O_2 by a liquid air cooled charcoal trap. After Espe (1955).

Tab. 4.14. Některé důležitější charakteristiky zeolitů a aktivních sorbentů

| Průměr kanálků (nm) | 0,38 | 0,4 | 0,5 | 0,7 | 0,9 | 1 | 1,8 |
|--------------------------------|--|-------------|------------|----------------------|--------------|--------------|----------------------|
| Označení podle Lindeho | 3,8A | 4A (NaA) | 5 (CaA) | mikroporézní sklo | 10X (CaX) | 13X (nAX) | mikroporézní sklo |
| Měrný sorpční povrch | 700–800 | | | 100–200 | 1 050 | | 100–200 |
| Zrnitost | granule o průměru 1,5 nebo 3 mm ($0,7 \text{ kg l}^{-1}$) | | | | | | |
| Hustota (g cm^{-3}) | odplyněný 1,55, vodou nasycený 2,0 | | | | | | |
| Porozita (obj.%) | 45 | | | | 51 | | |

průměr kanálku udává max. průměr molekuly, která může přes mol. síto projít

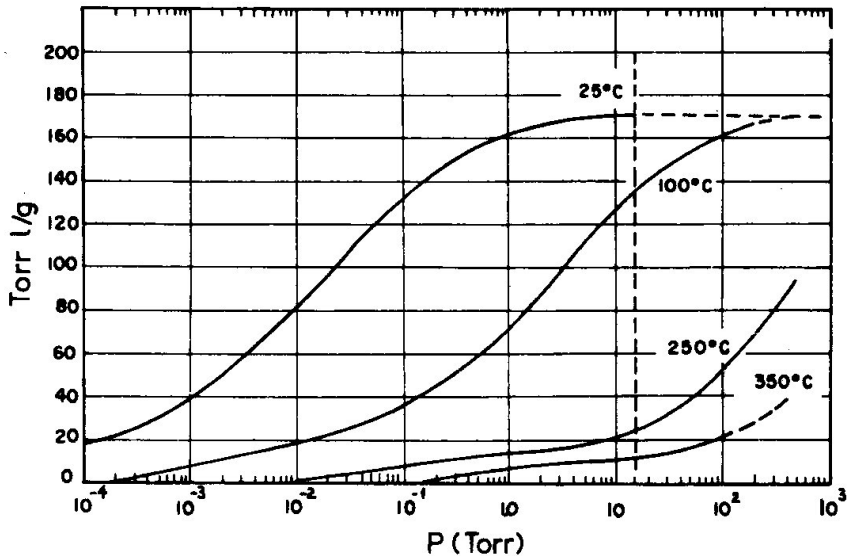
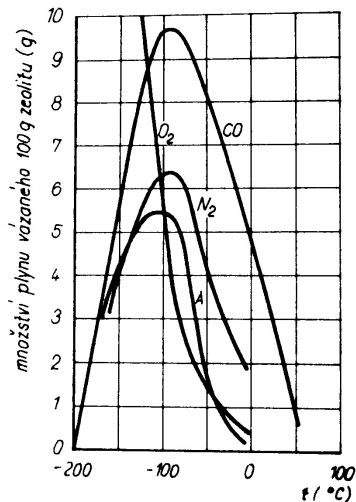
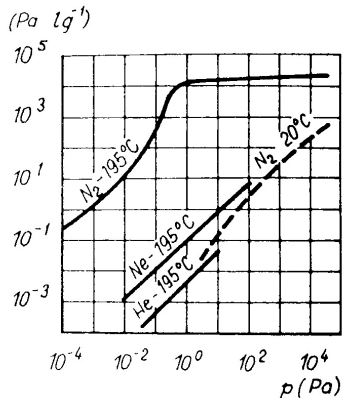


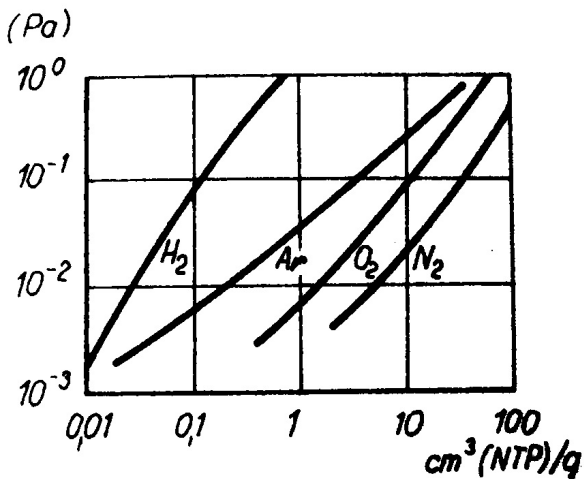
Fig. 4.27 Water vapour sorption by molecular sieve 5A.



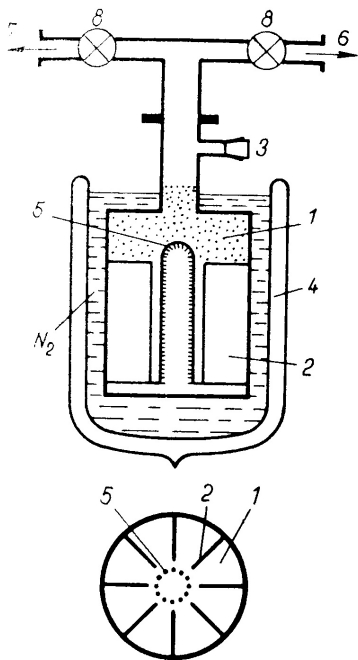
Obr. 4.105. Množství plynu (CO, O₂, N₂ a Ar) adsorbovaného na zeolitu typu 4A při tlaku 90 kPa v závislosti na teplotě (podle Espeho, 1965 a Thomase a Masseye, 1961)



Obr. 4.106. Závislost množství plynu adsorbovaného na zeolitu typu 5A na pracovním tlaku p (podle Turnera a Feinleba, 1961): 293 K (čárkovaně), 78 K (plně)

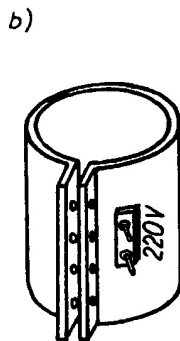
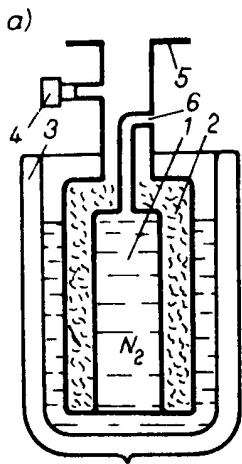


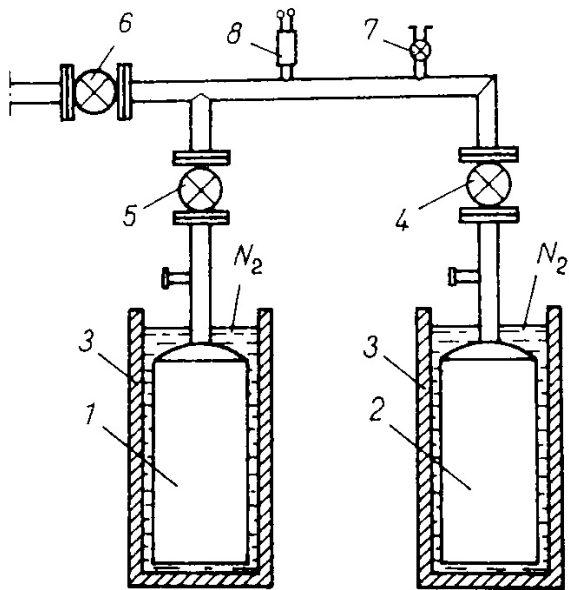
Závislost rovnovážného tlaku na množství adsorbovaného plynu, zeolit 5A
při teplotě 77 K



Obr. 4.108. Zeolitová vývěva

1 – zeolit; 2 – přepážky; 3 – přetlakový ventil; 4 – Dewarova nádoba; 5 – síťka; 6 – potrubí k rotační vývěvě; 7 – potrubí k vakuovému systému; 8 – ventily; 9 – hrdlo vývěvy z materiálu s malou tepelnou vodivostí (např. z nerezavějící oceli)

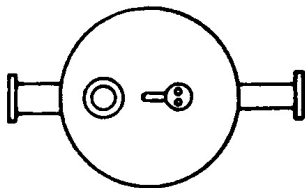
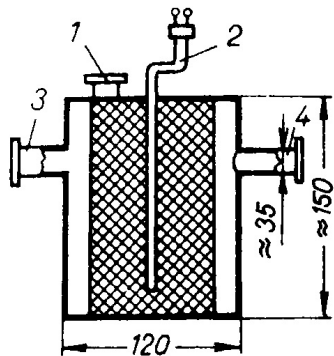


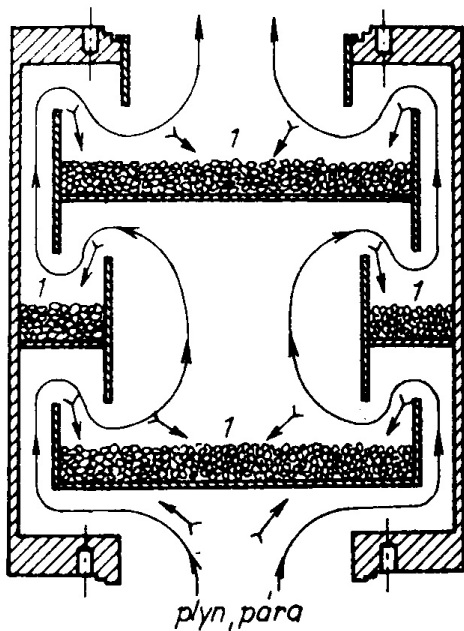


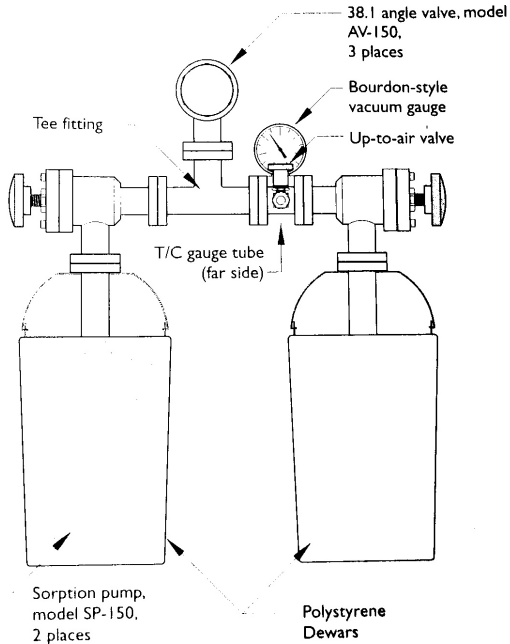
Tab. 4.15. Parciální tlaky plynů a par (v procentech celkového tlaku) při čerpání jednou, dvěma a třemi zeolitovými vývěvami a systémem dvou zeolitových vývěv a olejové rotační vývěvy (Magielko, 1970)

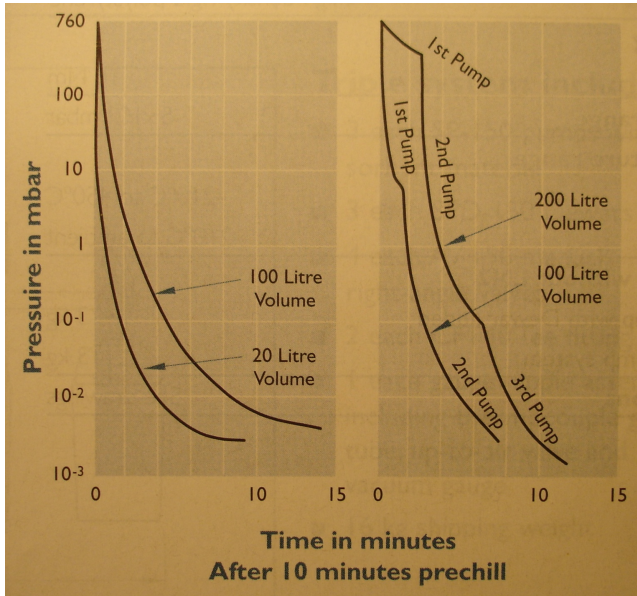
| Plyn (pára) | Zeolitové vývěvy (počet) | | | Zeolitová a olejová rotační vývěva |
|-------------------------------|--------------------------|---------------------|---------------------|---------------------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | |
| CO ₂ | 0,5 | 0,1 | 0,1 | 0,2 |
| Ar | 0,5 | 0,1 | 0,2 | 0,1 |
| O ₂ | 1 | 1 | 4 | 0,6 |
| N ₂ + CO | 0,5 | 1 | 2 | 1 |
| Ne | 58 | 64 | 53 | 57 |
| H ₂ O | 6 | 4 | 7 | 28 |
| He | 28 | 22 | 26 | 0,1 |
| H ₂ | 5,5 | 8 | 8 | 13 |
| $p_{\text{cel}} \text{ (Pa)}$ | 1,4 | $3,7 \cdot 10^{-1}$ | $9,3 \cdot 10^{-2}$ | $5,3 \cdot 10^{-2}$ |

Náplň každé zeolitové vývěvy byla tvořena 450 g zeolitu 5A. Tento zeolit dobře čerpá různé plyny, zejména vodní páru, dusík, kyslík a kysličník uhličitý, méně čerpá argon; neon, helium, vodík nečerpá vůbec, takže jejich tlak zůstává v systému po čerpání týž jako v atmosféře





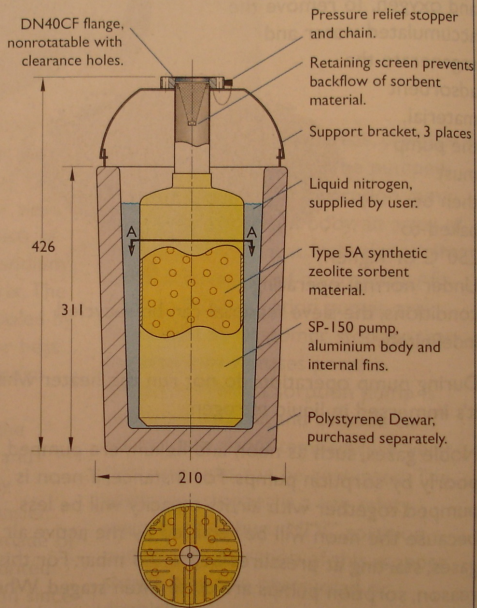






Sorption pump model SP-150

Shown installed in polystyrene Dewar

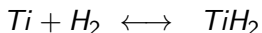
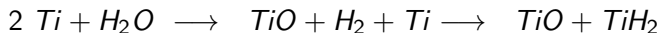
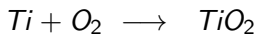


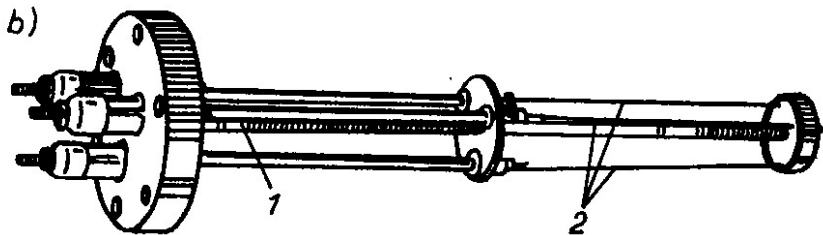
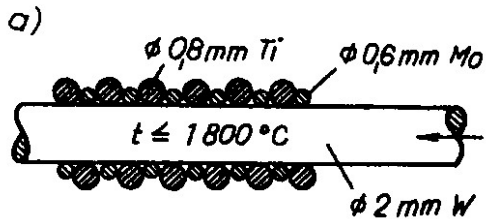
- dominantní proces je fyzisorbce
- dobře čerpá H_2O , N_2 , O_2 , uhlovodíky
- špatně čerpá Ne , He , H_2 , ...
- velký povrch, $1g \sim 1000 m^2$, pracuje od $\sim 10^5 Pa$
- dutiny a kanálky $\sim 1 nm$
- dá se regenerovat při vysoké teplotě
- zvětšení účinnosti snížením teploty zeolitu (tekutý dusík 77 K)
- žádné vibrace

Sublimační vývěvy

Princip - opakované vytváření povrchu čistého kovu (napařování, napařování,...), nejčastěji se používá Ti.

Teoreticky mohou pracovat od atmosférického tlaku, prakticky asi od $10^{-4} Pa$.





Teploty tání: Mo - 2623 °C, Ti - 1668 °C, W - 3422 °C

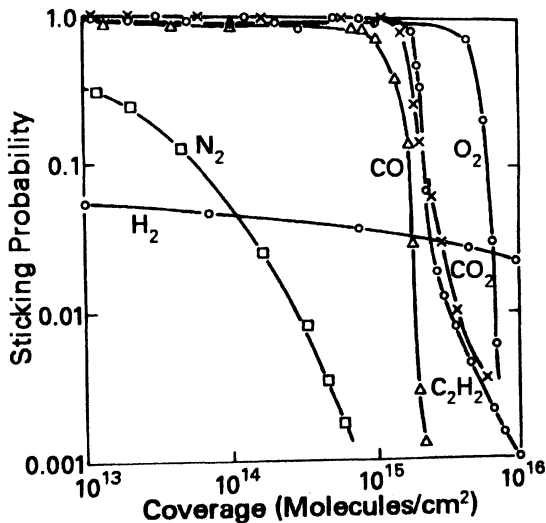
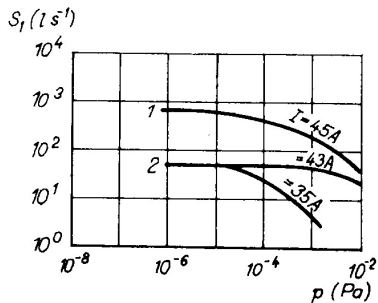


Fig. 14.2 Room-temperature sorption characteristics for pure gases on batch evaporated clean titanium films. Reprinted with permission from *Vacuum*, **25**, p. 362, A. K. Gupta and J. H. Leck. Copyright 1975, Pergamon Press, Ltd.

Tab. 4.17. Čerpací rychlost (měrná) čistého titanového povrchu

| S $(\text{l s}^{-1} \text{ cm}^{-2})$ | Plyn (pára) | | | | | | |
|--|-------------|-----------------|----------------|------------------|----------------|----------------|-------------------------|
| | CO | CO ₂ | H ₂ | H ₂ O | N ₂ | O ₂ | Ar, He, CH ₄ |
| při 20 °C | 6 | 5 | 3 | 3 | 2,5 | 1,5 | 0 |
| při -196 °C | 11 | 10 | 6 | 15 | 6 | 6 | 0 |



Obr. 4.118. Čerpací charakteristiky sublimačních vývěv pro dusík při teplotě 293 K a pro různé hodnoty proudu sublimačního elementu titanu: čárkovaně vývěva s čerpací rychlostí 700 l s^{-1} , plně vývěva s čerpací rychlostí 50 l s^{-1}

Tab. 4.18. Prodleva při rozprašování titanu 90sekundovými pulsy v sublimační vývěvě v závislosti na tlaku

| p (Pa) | 10^{-3} | 10^{-4} | 10^{-5} | 10^{-6} | 10^{-7} | 10^{-8} | 10^{-8} |
|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Prodleva | 0 | 5 min | 15 min | 30 min | 1 h | 8 h | 24 h |

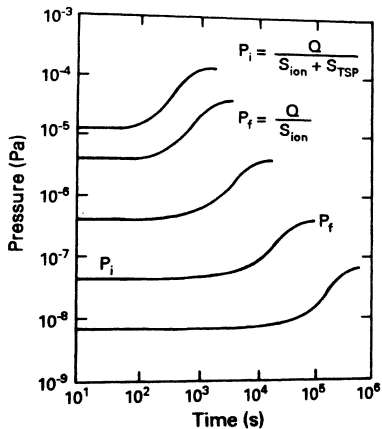
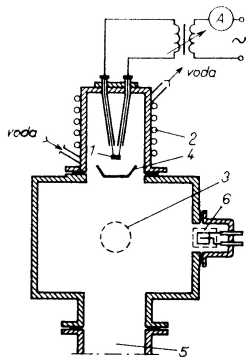
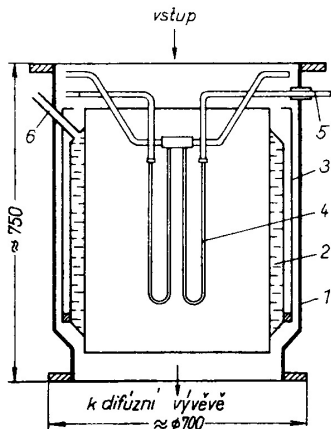


Fig. 14.4 Typical pressure rise due to decrease in pumping speed as a titanium film saturates. Reprinted with permission from *General Characteristics of Titanium Sublimation Pumps*, B. E. Keitzmann, 1965, Varian Associates, 611 Hansen Way, Palo Alto, CA 94303



Obr. 4.120. Sublimační vývěva

- 1 – zdroj titanových par (sublimační element); 2 – plášť vývěvy chlazený vodou; 3 – zdroj plynu; 4 – stínění; 5 – potrubí k difúzní vývěvě čerpající netečné plyny; 6 – ionizační vakuometr (částečně stíněný)



Obr. 4.122. Velká kryogenní sublimační vývěva s čerpací rychlostí $S_{\text{H}_2} = 150\,000\text{ l s}^{-1}$ (podle Prévota a Sledziewského, 1964)

1 – plášť; 2 – chlazení kapalným dusíkem;
 3 – stínění pro tepelnou izolaci; 4 – zdroj par titanu; 5 – přívod proudu; 6 – otvor pro plnění dusíkem

Table 14.2 Initial Sticking Coefficient and Quantity Sorbed for Various Gases on Titanium

| Gas | Initial Sticking Coefficient | | Quantity Sorbed ^a ($\times 10^{15}$ molecules/cm ²) | |
|------------------|------------------------------|--------|--|--------|
| | (300 K) | (78 K) | (300 K) | (78K) |
| H ₂ | 0.06 | 0.4 | 8-230 ^b | 7-70 |
| D ₂ | 0.1 | 0.2 | 6-11 ^b | — |
| H ₂ O | 0.5 | — | 30 | — |
| CO | 0.7 | 0.95 | 5-23 | 50-160 |
| N ₂ | 0.3 | 0.7 | 0.3-12 | 3-60 |
| O ₂ | 0.8 | 1.0 | 24 | — |
| CO ₂ | 0.5 | — | 4-24 | — |
| He | 0 | 0 | | |
| Ar | 0 | 0 | | |
| CH ₄ | 0 | 0.05 | | |

Source. Reprinted with permission from *J. Vac. Sci. Technol.*, 13, p. 471, D. J. Harra. Copyright 1976, The American Vacuum Society.

^a For fresh film thickness of 10^{15} Ti atoms/cm².

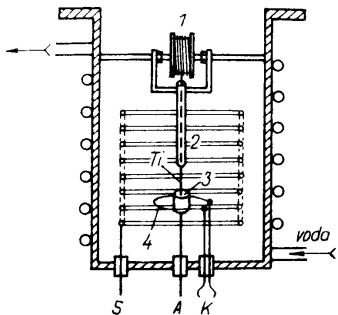
^b The quantity of hydrogen or deuterium sorbed at saturation may exceed the number of Ti atoms/cm² in the fresh film through diffusion into the underlying films at 300 K.

- dominantní proces je chemisorbce
- dobře čerpá H_2 , H_2O , N_2 , CO , CO_2 , O_2
- nečerpá inertní plyny např. Ne , Ar , ...
- opakované vytváření čistého povrchu kovu, pracuje od $\sim 10^{-4} Pa$
- získávání vysokého a extrémně vysokého vakua
- zvětšení účinnosti snížením teploty pohlcujícího povrchu

Iontové vývěvy

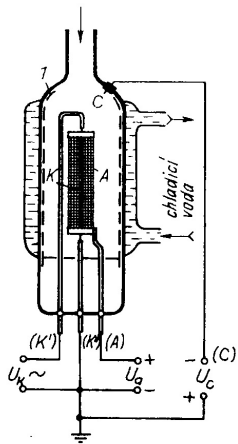
Iontově sublimační vývěvy

ionizace plynu - čerpá i inertní plyny, rozprašování Ti



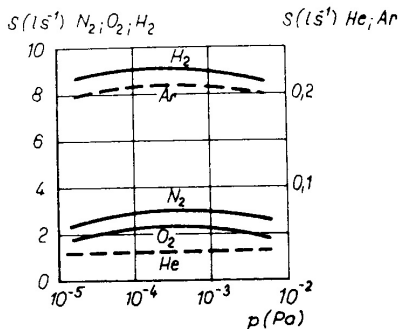
Obr. 4.123. Ionová sublimační vývěva

1 – cívka s titanovým drátem; 2 – trubička;
 3 – tyglíková anoda; K – katoda; S – mřížka;
 A – přívod anody

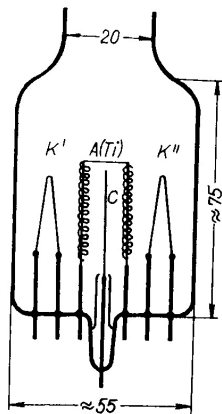


Obr. 4.124. Schéma skleněné iontové sublimační vývěvy

C – kolektor (vrstva naprášeného titanu je znázorněna čárkovaně); A – anoda pokrytá vrstvou titanu; K – katoda



Obr. 4.125. Závislost čerpací rychlosti na tlaku pro různé plyny



Obr. 4.126. Malá skleněná iontová
sublimační vývěva

K' , K'' katody; C – kolektor; A (Ti) –
anoda z wolframu ovinutá titanovým
vlákem