

# Geometrický a skutečný povrch

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

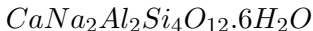
Metal	Surface/shape	$A_p/A_g$	Reference
Pt	Bright foil	2.2	}
	Bright foil, acid cleaned, flame	3.3	
	Platinized	1830	
Ni	Polished, new	75	} Dushman (1949)
	Polished, old	9.7	
	Oxidized and reduced	46	
	Rolled, new	5.8	
Ag	Freshly etched dilute nitric acid	51	}
	Etched, after 20 hr.	37	
	Finely sandpapered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

# Sorbenty

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

## Zeolitové vývěvy

- zeolity, molekulová síta - přírodní, umělé (až 1000 m<sup>2</sup>/g)
- typické chlazení pomocí LN<sub>2</sub>
- Přírodní zeolit



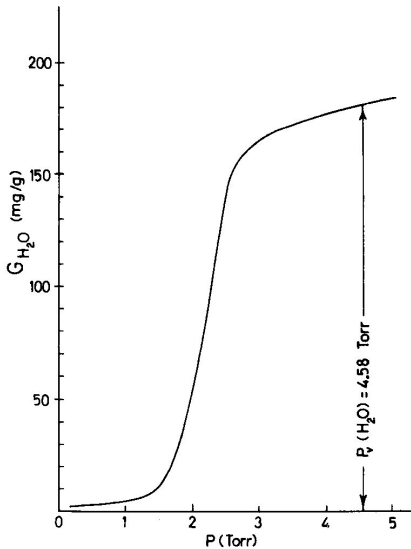


Fig. 4.25 Sorption of water vapour on charcoal at  $0^\circ\text{C}$ ,  $G_{H_2O}$  —mg of water vapour, sorbed per gram of charcoal. After Dushman (1949).

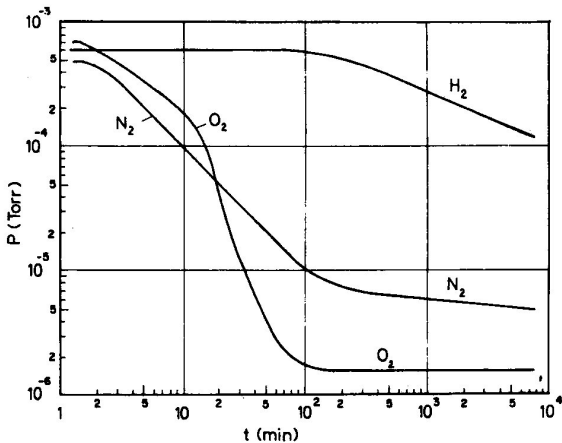


Fig. 4.26 Pressure against time curves on pumping  $H_2$ ,  $N_2$ ,  $O_2$  by a liquid air cooled charcoal trap. After Espe (1955).

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 ( $\text{g cm}^{-3}$ )	odplyněný 1,55, vodou nasycený 2,0						
Porozita (obj.%)	45				51		

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

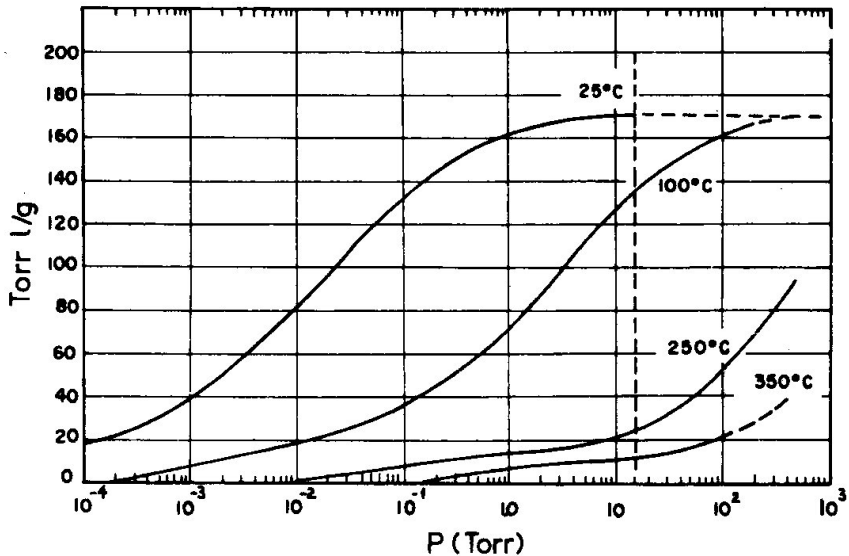
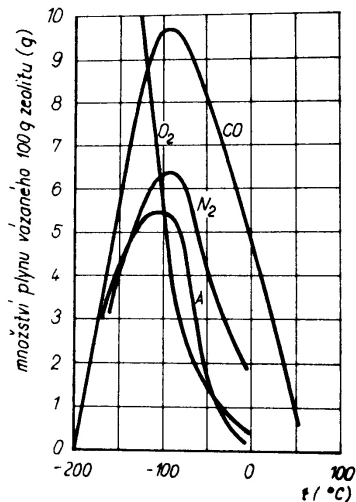
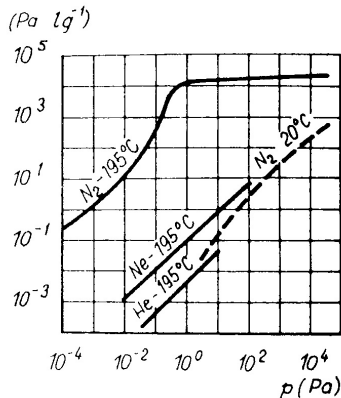


Fig. 4.27 Water vapour sorption by molecular sieve 5A.

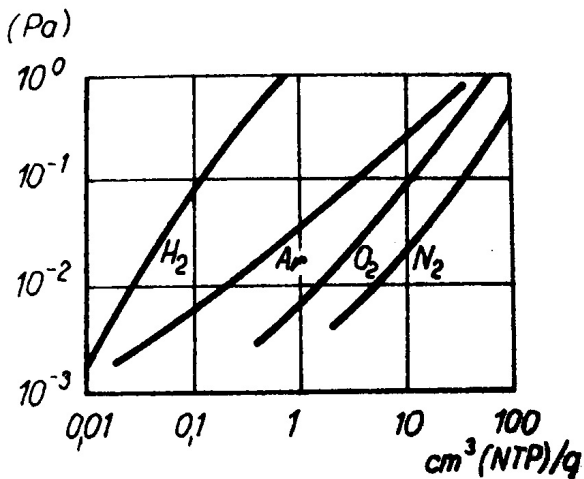


Obr. 4.105. Množství plynu (CO, O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> a Ar) adsorbovaného na zeolitu typu 4A při tlaku 90 kPa v závislosti na teplotě (podle Espeho, 1965 a Thomase a Masseye, 1961)

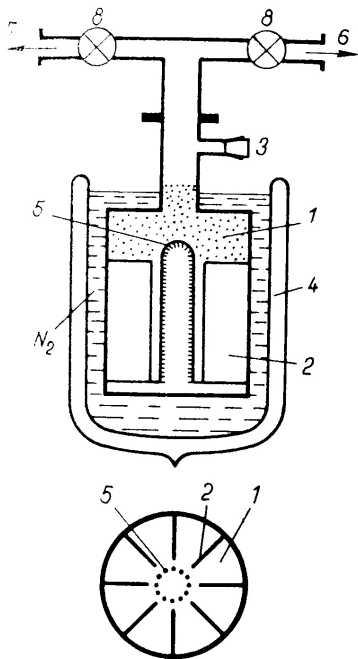




Obr. 4.106. Závislost množství plynu adsorbovaného na zeolitu typu 5A na pracovním tlaku  $p$  (podle Turnera a Feinleba, 1961): 293 K (čárkovaně), 78 K (plně)

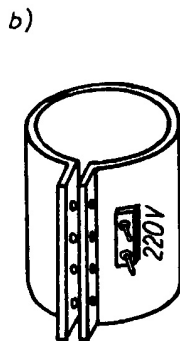
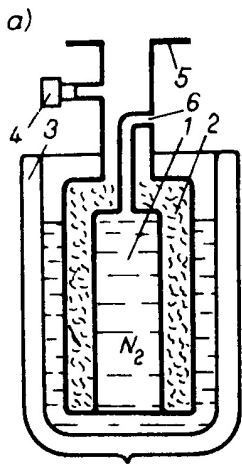


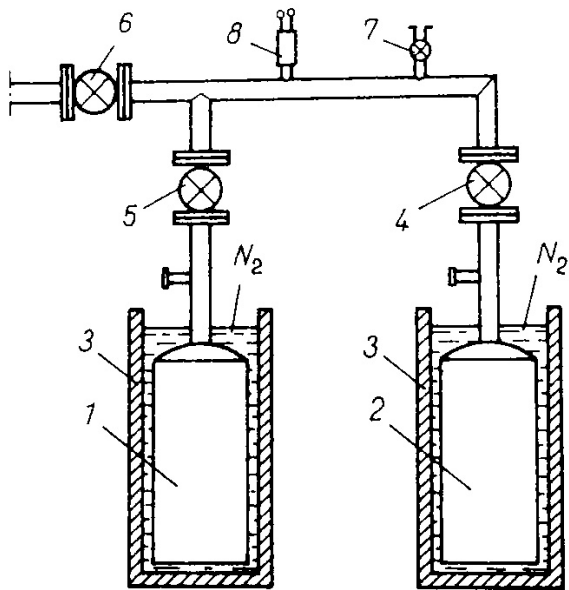
Závislost rovnovážného tlaku na množství adsorbovaného plynu, zeolit 5A při teplotě 77 K



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)

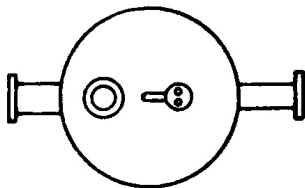
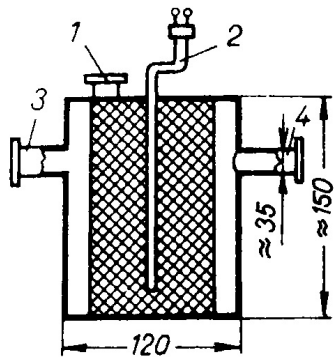


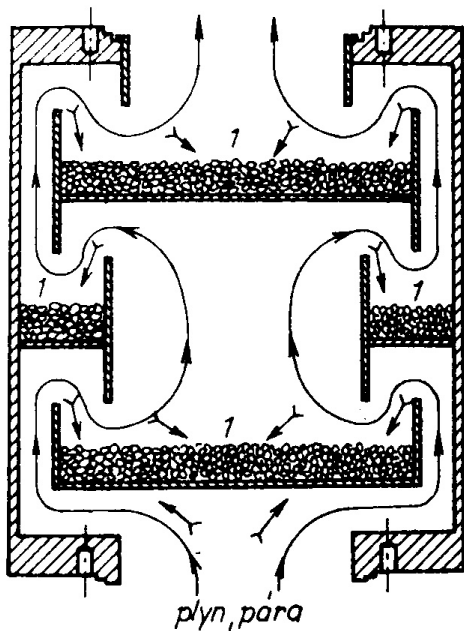


Tab. 4.15. Parciální tlaky plynů a par (v procentech celkového tlaku) při čerpání jednou, dvěma a třemi zeolitovými vývěvami a systémem dvou zeolitových vývěv a olejové rotační vývěvy (Magielko, 1970)

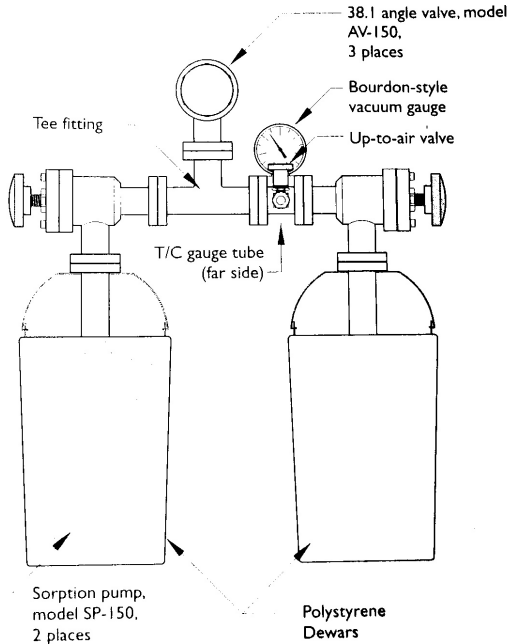
Plyn (pára)	Zeolitové vývěvy (počet)			Zeolitová a olejová rotační vývěva
	1	2	3	
CO <sub>2</sub>	0,5	0,1	0,1	0,2
Ar	0,5	0,1	0,2	0,1
O <sub>2</sub>	1	1	4	0,6
N <sub>2</sub> + CO	0,5	1	2	1
Ne	58	64	53	57
H <sub>2</sub> O	6	4	7	28
He	28	22	26	0,1
H <sub>2</sub>	5,5	8	8	13
$p_{\text{cel}} \text{ (Pa)}$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

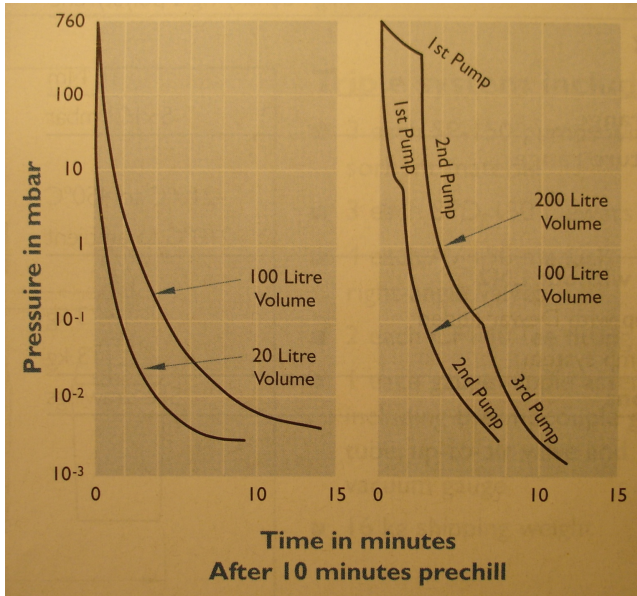
Náplň každé zeolitové vývěvy byla tvořena 450 g zeolitu 5A. Tento zeolit dobře čerpá různé plyny, zejména vodní páru, dusík, kyslík a kysličník uhličitý, méně čerpá argon; neon, helium, vodík nečerpá vůbec, takže jejich tlak zůstává v systému po čerpání týž jako v atmosféře







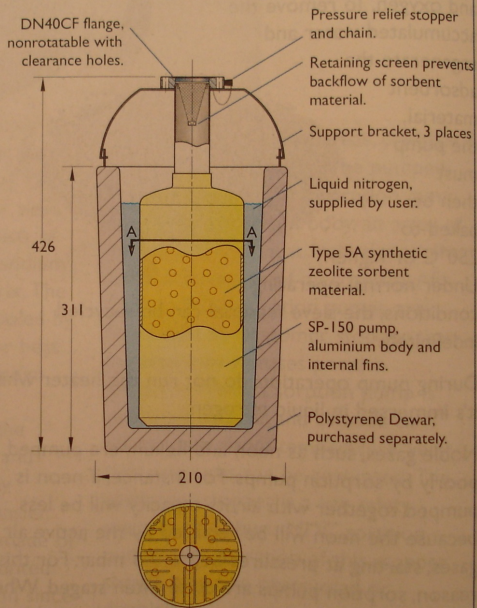






## Sorption pump model SP-150

Shown installed in polystyrene Dewar

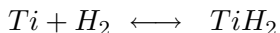
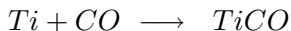
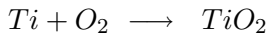


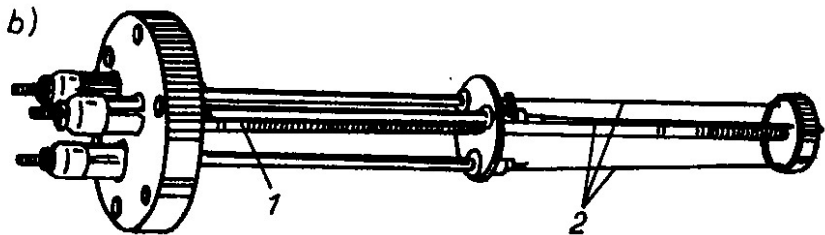
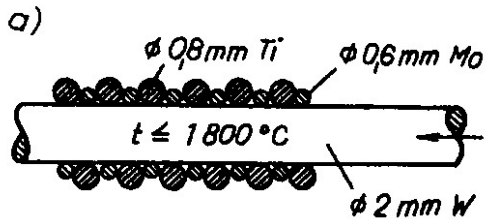
- dominantní proces je fyzisorbce
- dobře čerpá  $H_2O$ ,  $N_2$ ,  $O_2$ , uhlovodíky
- špatně čerpá  $Ne$ ,  $He$ ,  $H_2$ , ...
- velký povrch,  $1g \sim 1000 m^2$ , pracuje od  $\sim 10^5 Pa$
- dutiny a kanálky  $\sim 1 nm$
- dá se regenerovat při vysoké teplotě
- zvětšení účinnosti snížením teploty 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  $10^{-4} Pa$ .



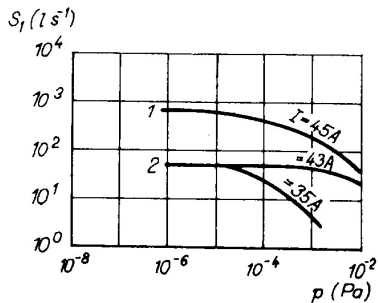


Teploty tání: Mo - 2623 °C, Ti - 1668 °C, W - 3422 °C



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

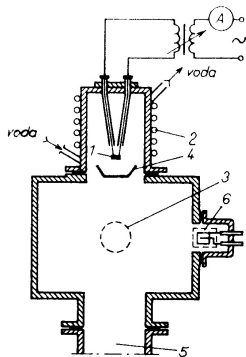
$S$ $(\text{l s}^{-1} \text{ cm}^{-2})$	Plyn (pára)						
	CO	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O	N <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	Ar, He, CH <sub>4</sub>
při 20 °C	6	5	3	3	2,5	1,5	0
při -196 °C	11	10	6	15	6	6	0



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  $700 \text{ l s}^{-1}$ , plně vývěva s čerpací rychlostí  $50 \text{ l s}^{-1}$

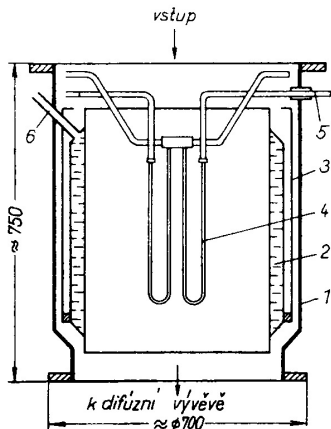
Tab. 4.18. Prodleva při rozprašování titanu 90sekundovými pulsy v sublimační vývěvě v závislosti na tlaku

$p$ (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	<b>24 h</b>



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)

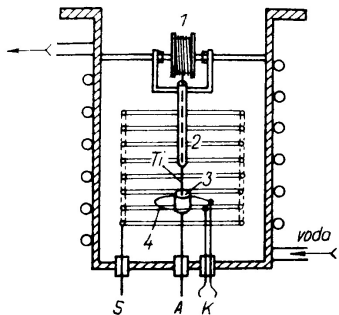
1 – plášť; 2 – chlazení kapalným dusíkem;  
 3 – stínění pro tepelnou izolaci; 4 – zdroj par titanu; 5 – přívod proudu; 6 – otvor pro plnění dusíkem

- dominantní proces je chemisorbce
- dobře čerpá  $H_2, H_2O, N_2, CO, CO_2, O_2$
- nečerpá inertní plyny např.  $Ne, Ar, \dots$
- 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

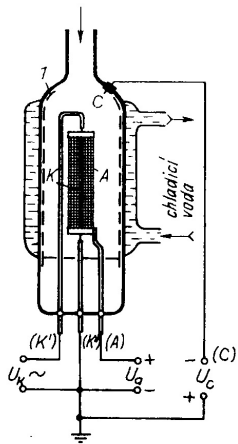
ionizace plynu - čerpá i inertoní plyny, rozprašování Ti



Obr. 4.123. Ionová sublimační vývěva

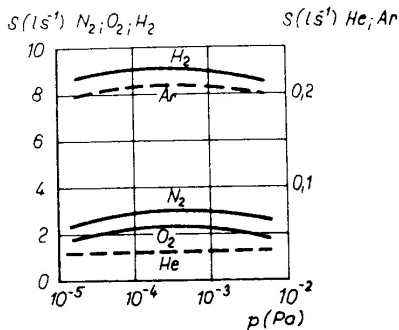
1 – cívka s titanovým drátem; 2 – trubička;  
 3 – tyglíková anoda; K – katoda; S – mřížka;  
 A – přívod anody



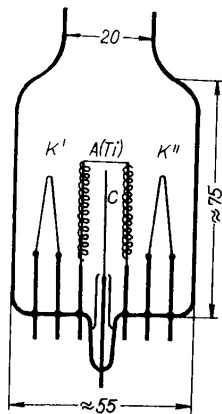


Obr. 4.124. Schéma skleněné iontové sublimační vývěvy

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