

Datum: 31.3.2005

Vypracoval: Tomáš Henych

Název: Vakuová technika a výboje v plynech

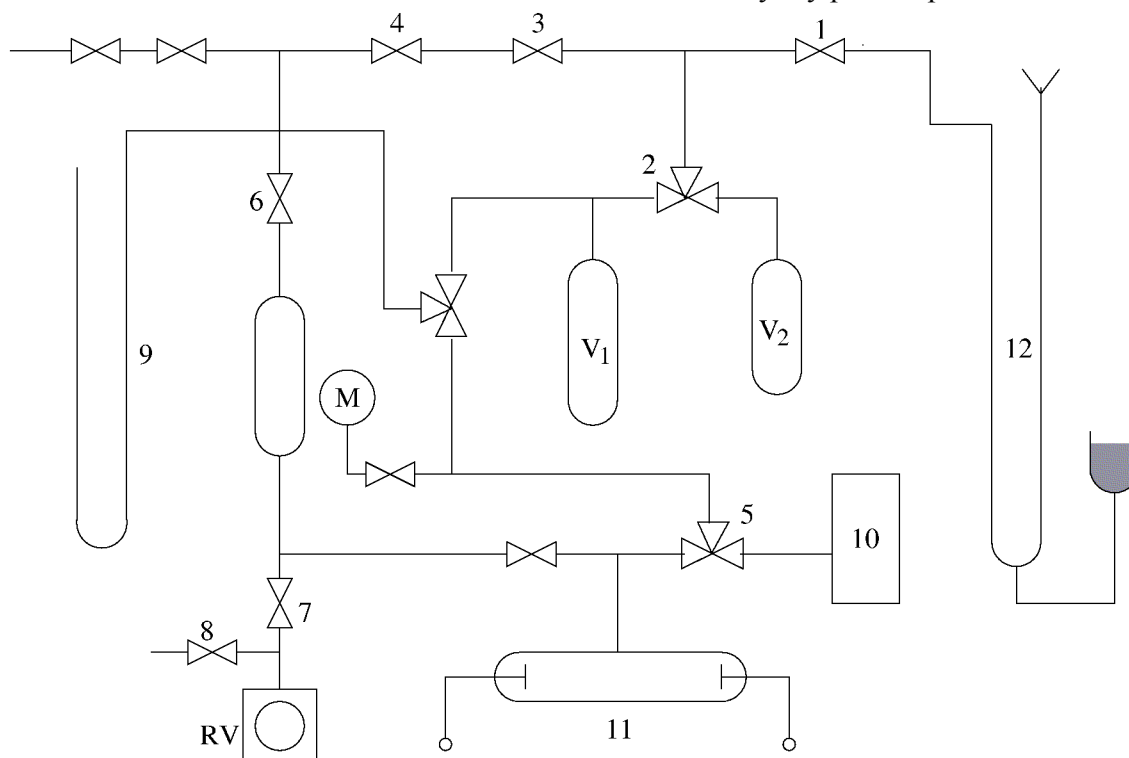
Úkol:Pomocí plynové byrety změřte velikosti objemů V_1 a V_2 .Teorie úlohy:

1. Měření objemu plynovou byretou

Plynová byreta (12) pracuje na stejném principu jako otevřený rtuťový U-manometr. Jedno rameno byrety (ocejchované v objemových jednotkách), je připojeno k měřenému objemu, druhé rameno ústí do atmosféry. Dole je pryžovou hadicí připojen zásobník se rtuť, lze tedy měnit polohu hladin rtuti v obou ramenech byrety. Zvedáním zásobníku se rtuť komprimujeme vzduch v měřeném objemu, takže měníme tlak v tomto objemu z původní hodnoty p_{atm} na hodnotu $p_{atm} + p_1$, a zároveň měřený objem V_x zmenšíme o objem ocejchovaného ramene byrety zaplněného rtuťí při kompresi na hodnotu $(V_x - V_1)$ (V_1 odečteme přímo na byretě). Pokud vyjdeme z Boyle-Mariottova zákona, dostaneme vztah pro neznámý objem:

$$V_x = V_1 \left(\frac{p_{atm} + p_1}{p_1} \right)$$

Hodnotu tlaku P_1 určíme z rozdílu hladin rtuti v obou ramenech byrety při kompresi.



Obrázek 1: Vakuová aparatura

2. Ověření Boyle-Mariottova zákona

Schéma vakuové aparatury na které bude měření prováděno je na obr. 1. Pomocí Boyle-Mariottova zákona můžeme určit velikost jednoho z objemů, budeme-li předpokládat, že druhý objem známe. Vyčerpáme objem V_1 na tlak $p_0 \ll p_{atm}$, objem V_2 bude pod atmosférickým tlakem. Po spojení obou objemů bude výsledný tlak p_1 . Totéž uděláme pro objem V_2 (tlak v objemu V_1 bude p_{atm}), výsledný tlak po spojení objemů je p_2 . Poměr objemů V_1 a V_2 bude vztahem:

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{p_1}{p_2}$$

Tlak v objemech V_1 a V_2 měříme MacLeodovým manometrem.

3. Určování tlaku podle tvaru doutnavého výboje

Rotační vývěvou čerpáme výbojovou trubicí (11) postupně na různé hodnoty tlaku a pozorujeme tvar doutnavého výboje mezi elektrodami. Z tvaru výboje odhadneme hodnotu tlaku. Ověření lze provést vhodným manometrem.

Výpočet chyb:

Všechny chyby jsou počítány ze zákona šíření chyb. Při odečítání parazitního objemu vypočteme

chybu jako $s_V = \sqrt{s_{V_x}^2 + s_{V_3}^2}$, při určování chyby podílu dvou veličin je relativní chyba výsledku

$$\delta_n = \sqrt{\delta_1^2 + \delta_2^2}.$$

Použité hodnoty:

$$p_{\text{atm}} = 739,5 \text{ mm Hg}$$

Výsledky:

ad 1. Měření objemu plynovou byretou

V_{par}			V_1			V_2			$V_1 + V_2$		
$\frac{\Delta V}{cm^3}$	$\frac{\Delta p}{mm Hg}$	$\frac{V_{par}}{cm^3}$	$\frac{\Delta V}{cm^3}$	$\frac{\Delta p}{mm Hg}$	$\frac{V_1 + V_{par}}{cm^3}$	$\frac{\Delta V}{cm^3}$	$\frac{\Delta p}{mm Hg}$	$\frac{V_2 + V_{par}}{cm^3}$	$\frac{\Delta V}{cm^3}$	$\frac{\Delta p}{mm Hg}$	$\frac{V_1 + V_2 + V_{par}}{cm^3}$
29,5	15,4	116	18,8	-6,4	313	23,9	7,4	278	19,8	-3,4	589
31,6	13,4	116	19,9	-6,2	312	26,4	6,8	271	21,5	-3,3	572
33,4	11,9	116	21,3	-5,8	319	26,5	6,5	281	23,2	-3,7	478
34,7	10,7	117	22,3	-5,7	314	28,3	6,0	278	25,2	-3,4	480
35,5	9,9	119	23,7	-5,2	328	30,6	5,3	278	27,1	-3,0	502
36,0	9,4	120	25,6	-4,8	330	33,3	4,5	277	29,7	-2,9	458
37,5	8,0	123	27,3	-4,5	327	35,0	4,0	276	33,1	-2,3	475
39,0	6,8	126	28,7	-4,2	329	36,8	3,6	267	35,0	-2,0	480
40,5	5,6	129	30,9	-3,8	325	39,0	2,8	278	36,4	-1,8	479
43,0	3,7	140	32,4	-3,3	344	40,8	3,5	187	39,3	-1,6	413
49,0	-0,4		49,5	-0,2		49,5	0,1		49,0	0,1	

Na zvýrazněném řádku jsou nulové hodnoty objemu v U-trubicí a tlaku

$$V_{par} = (122 \pm 3) \text{ cm}^3$$

$$V_{1+par} = (324 \pm 4) \text{ cm}^3$$

$$V_{2+par} = (267 \pm 9) \text{ cm}^3$$

$$V_{1+2+par} = (493 \pm 17) \text{ cm}^3$$

$$V_1 = (202 \pm 5) \text{ cm}^3$$

$$V_2 = (145 \pm 10) \text{ cm}^3$$

poměr objemů (po odečtení parazitního objemu): $1,39 \pm 0,11$

součet změřených objemů (po odečtení parazitního objemu): 469 ± 19

ad 2. Ověření Boyle-Mariottova zákona

V_1	$\frac{P_0}{Torr}$	$\frac{P_2}{cm Hg}$	V_2	$\frac{P_0}{Torr}$	$\frac{P_1}{cm Hg}$
	$1,5 \cdot 10^{-1}$	65,2		$5,0 \cdot 10^{-2}$	38,9

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{V_1}{V_2} = 1,67 \pm 0,03$$

Závěr: Většina měření byla provedena poměrně přesně. Jen poměr objemů z prvního měření vyšel s relativní chybou 8 %. Poměr objemů z prvního a druhého měření vychází docela odlišně, což je zřejmě dáno zanedbáním parazitního objemu u druhého měření.