

FYZIKÁLNÍ PRAKTIKUM

Praktikum z elektroniky

Zpracoval: Radek Žemlička

Obor: Fy PLAZ

Naměřeno: 30. Listopadu 2010

Testováno:

Úloha č. 5: Měření čerpací rychlosti metodou konstantního tlaku

1 Teoretická část

Měření čerpací rychlosti metodou konstantního tlaku probíhá tak, že do aparatury, která je vyčerpávána vývěvou, natéká známou rychlostí plyn. Po určité době se ustálí v aparatuře tlak p . Natékání plynu měříme jako objem plynu přicházející do aparatury za jednotku času. Tuto veličinu zanáčíme S_v . Čerpací rychlost vývěvy S pak stanovíme na základě vztahu:

$$S = S_v \frac{p_{atm}}{p} \quad (1)$$

kde p_a je atmosférický tlak.

Přestane-li za výše popsaných podmínek vývěva odčerpávat, začne tlak v aparatuře růst - za čas Δt vzroste jeho odnota o Δp . Objem aparatury V lze potom určit podle vztahu:

$$V = S_v P_{atm} \frac{\Delta t}{\Delta p} \quad (2)$$

2 Měření a výsledky

2.1 Měření čerpací rychlosti metodou konstantního tlaku

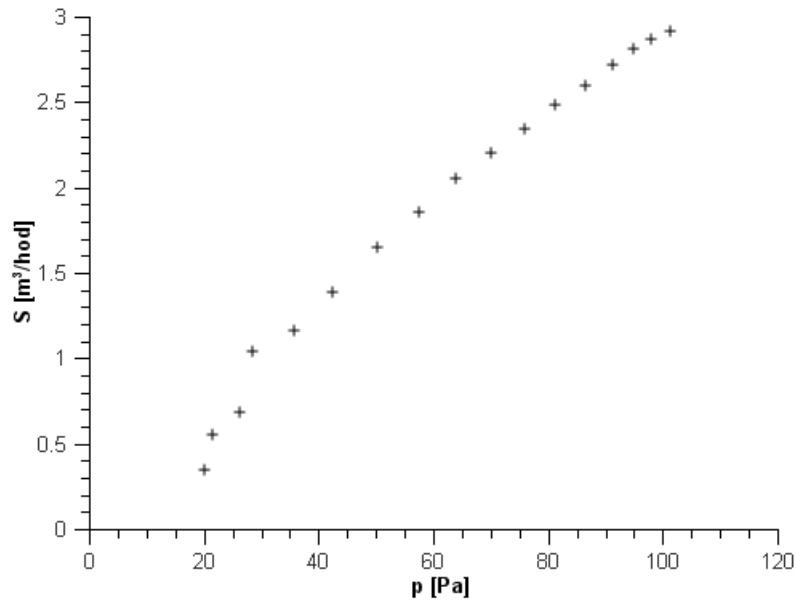
Byl změřen atmosférický tlak:

$$p_a = 987 \text{ hPa}$$

Děle bylo měřeno natékání plynu S_v a tlak v aparatuře. Z těchto hodnot byla pomocí vztahu 1 vypočítána čerpací rychlost vývěvy S . Naměřené a vypočítané hodnoty shrnuje tabulka 1. Závislost čerpací rychlosti na tlaku v aparatuře zobrazuje graf na obrázku 1.

$p[Pa]$	$S_v[\frac{m^3}{hod}]$	$S[\frac{m^3}{hod}]$
20.2	0.0000720	0.35
21.4	0.0001200	0.55
26.2	0.0001800	0.68
28.6	0.0003000	1.04
35.6	0.0004200	1.16
42.5	0.0006000	1.39
50.2	0.0008400	1.65
57.4	0.0010800	1.86
64	0.0013320	2.05
70	0.0015600	2.2
75.8	0.0018000	2.34
81.2	0.0020400	2.48
86.4	0.0022800	2.6
91.34	0.0025200	2.72
95	0.0027000	2.81
98	0.0028500	2.87
101.3	0.0030000	2.92

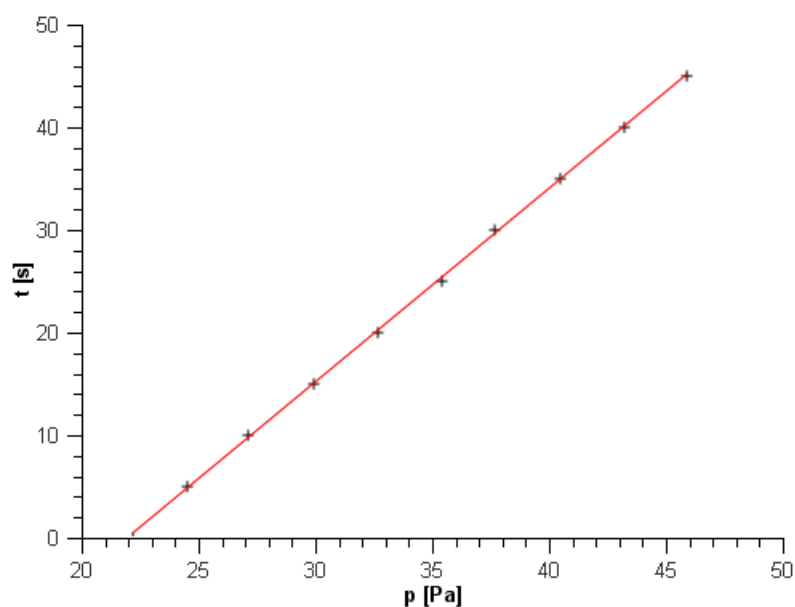
Tabulka 1: Měření čerpací rychlosti metodou konstantního tlaku



Obrázek 1: Závislost čerpací rychlosti na tlaku v aparatuře

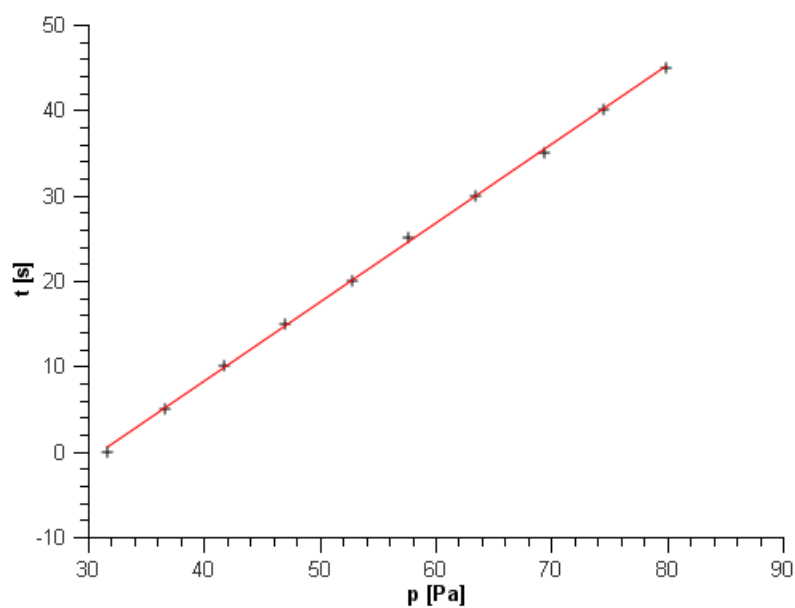
2.2 Měření objemu vakuové aparatury

Pro čtyři různé hodnoty S_v byly měřeny hodnoty tlaku p v závislosti na čase t . Naměřené hodnoty byly vyneseny do grafu a numericky - metodou nejmenších čtverců - fitovány jako závislost $t(p) = k \cdot p + const$. Numericky vypočítána směrnice $k = \frac{dt}{dp}$ byla dosazena do vztahu 2 jako $\frac{\Delta t}{\Delta p}$. Měření shrnují grafy na obrázcích 2 až 5 a příslušné výsledky jsou uvedeny pod každým z grafů



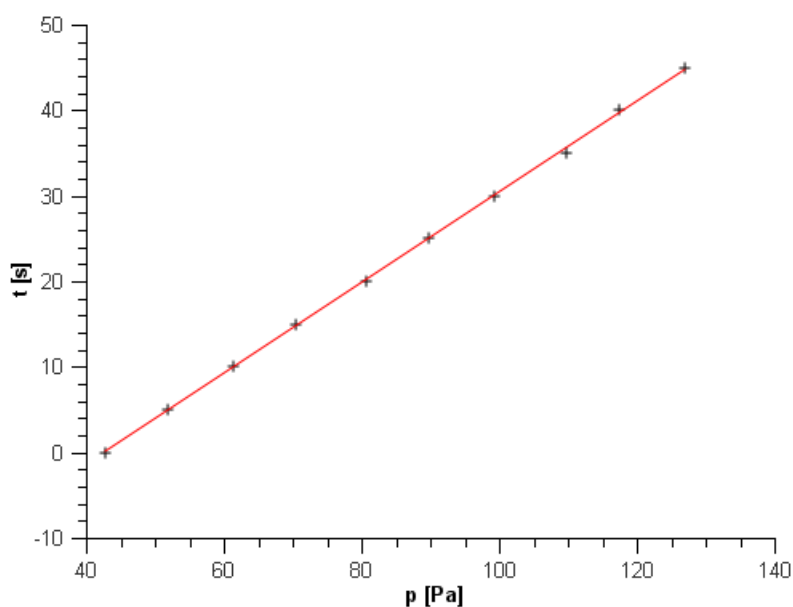
Obrázek 2: Graf zobrazující měřený tlak p a čas t jako funkci $t(p) = k \cdot p + const$ pro $S_v = 3.0 \cdot 10^{-8} \frac{m^3}{s}$

$$\begin{aligned} \frac{dt}{dp} &= 1.89 \pm 0.02 \frac{s}{Pa} \\ V &= 5.6 \cdot 10^{-3} m^3 = 5.6 l \end{aligned}$$



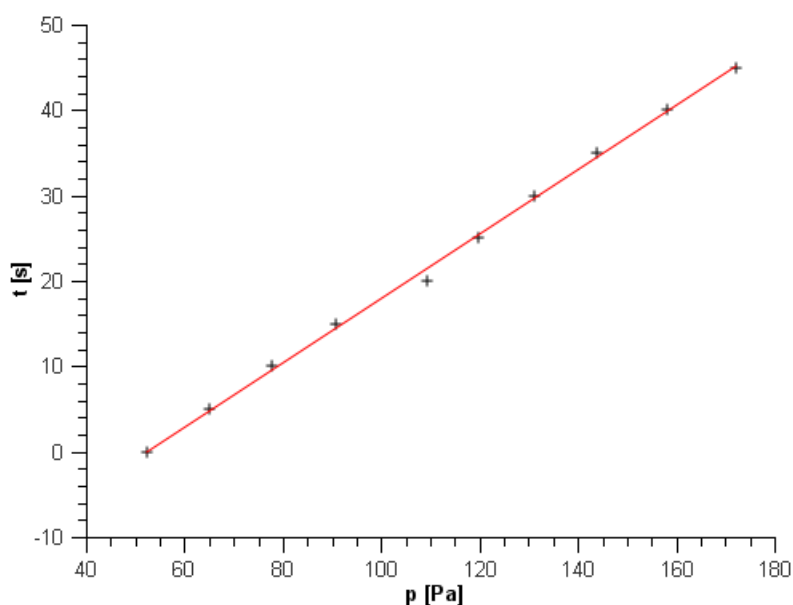
Obrázek 3: Graf zobrazující měřený tlak p a čas t jako funkci $t(p) = k \cdot p + const$ pro $S_v = 8.3 \cdot 10^{-8} \frac{m^3}{s}$

$$\begin{aligned} \frac{dt}{dp} &= (9.25 \pm 0.07) \cdot 10^{-1} \frac{s}{Pa} \\ V &= 7.57 \cdot 10^{-3} m^3 = 7.57 l \end{aligned}$$



Obrázek 4: Graf zobrazující měřený tlak p a čas t jako funkci $t(p) = k \cdot p + const$ pro $S_v = 1.7 \cdot 10^{-7} \frac{m^3}{s}$

$$\begin{aligned} \frac{dt}{dp} &= (5.31 \pm 0.04) \cdot 10^{-1} \frac{s}{Pa} \\ V &= 8.91 \cdot 10^{-3} m^3 = 8.91 l \end{aligned}$$



Obrázek 5: Graf zobrazující měřený tlak p a čas t jako funkci $t(p) = k \cdot p + const$ pro $S_v = 2.5 \cdot 10^{-7} \frac{m^3}{s}$

$$\begin{aligned} \frac{dt}{dp} &= (3.76 \pm 0.06) \cdot 10^{-1} \frac{s}{Pa} \\ V &= 9.78 \cdot 10^{-3} m^3 = 9.78 l \end{aligned}$$

3 Závěr

Čerpací rychlost rotační vývěvy byla naměřena v rádech desetin až jednotek m^3/hod , což odpovídá běžným parametrům těchto přístrojů. Se snižujícím se tlakem v aparatuře čerpací rychlost vývěvy pochopitelně klesá.

Stanovený objem aparatury se pro jednotlivá měření liší (pohybuje se v řádech litrů). Příčinou může být nepřesné odečítání tlaku při rychlém tatíkání spojené i s tím, že systém nemusel být při vyšších přítocích v úplné rovnováze. Proto považuji za nejpřesnější provné měření s nejnižším přítokem.