

Úloha: Pulsary

Jméno: Artem Gerasimov

Datum odevzdání: 18.04

Shrnutí úkolů:

- Na obr. 13 oměřte pětkrát dolní i horní měřítka u každého ze tří záznamů pulsaru. Měřte s přesností na desetiny milimetru. Měření zapište do tabulky 9. Pokud nebude obrázek 13 nějak výrazně deformován, předpokládejte, že dolní i horní měřítka u každého obrázku jsou stejná. Spočítejte pro každý pulsar velikost měřítka, to znamená kolik milimetrů odpovídá jedné sekundě. Výsledky opět zapište do tabulky.

Tabulka 9: Měřítka obrázku 13. $\sigma_{\text{měř}} = 0,1$

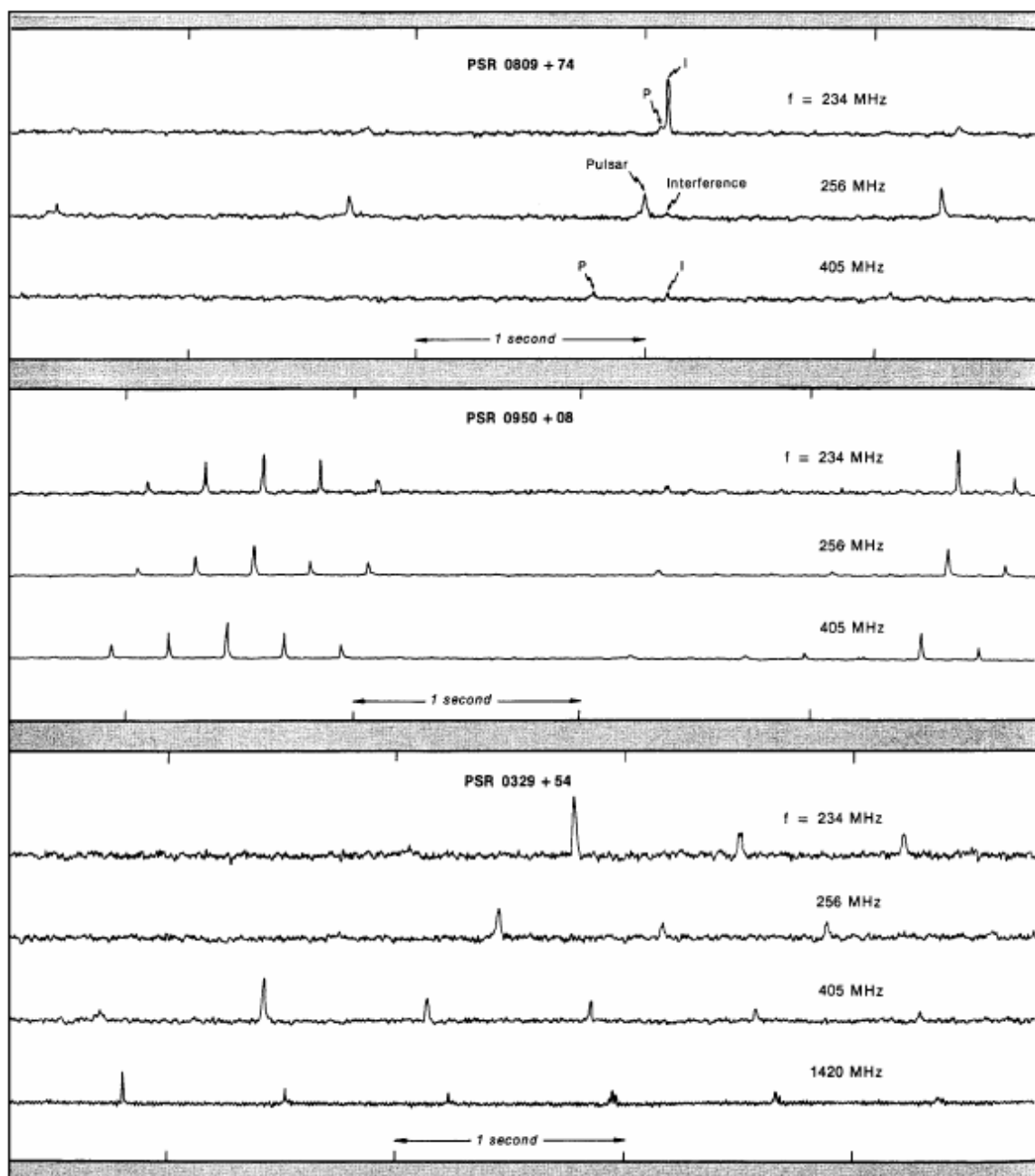
Pulsar	0809+74		0950+08		0329+54	
Měření	škála [mm]		škála [mm]		škála [mm]	
	dolní	horní	dolní	horní	dolní	horní
1	33,1	33,2	33,1	33,4	33,2	33,2
2	33,5	33,3	32,8	32,9	33,4	33,3
3	33,3	33,3	33,6	33,6	33,3	33,3
4	33,1	33,2	33,1	33,5	33,2	33,2
5	33,5	33,3	32,8	32,9	33,4	33,3
Průměr [mm]	$33,3 \pm 0,03$		$33,3 \pm 0,06$		$33,3 \pm 0,03$	
Měřítko* [mm/s]	$33,3 \pm 0,03$		$33,3 \pm 0,06$		$33,3 \pm 0,03$	

*) Měřítka vyjadřuje, kolik milimetrů odpovídá jedné sekundě.

- Na obr. 13 změřte s přesností na desetiny milimetru vzdálenosti mezi impulsy. Pokud možno neměřte sousední impulsy, ale impulsy od sebe vzdálenější (a měřenou vzdálenost dělte počtem period mezi impulsy). U pulsaru PSR 0809+74 odlišujte pravé impulsy (označené na obr. 13 písmenem P) od pozemního rušení (I – Interference). Pomocí měřítka zjištěného v bodě 1 převed'te naměřené vzdálenosti z délkové do časové škály. Výsledky měření a převodu zapisujte do tabulky 10.

Tabulka 10: Vzdálenost impulsů, periody pulsarů.

Pulsar	Perioda pro frekvenci								Průměrná per. ze všech frekv.
	234 MHz		256 MHz		405 MHz		1420 MHz		
	[mm]	[s]	[mm]	[s]	[mm]	[s]	[mm]	[s]	[s]
0809+74	42,5	1,28	43,0	1,29	43,4	1,29	—	—	1,28 ± 0,001
0950+08	8,5	0,26	8,7	0,26	8,3	0,25	—	—	0,26 ± 0,001
0329+54	24,0	0,72	23,9	0,72	23,8	0,71	23,7	0,71	0,72 ± 0,002



Obr. 13: Registrace záření tří pulsarů (National Radio Astronomy Observatory, Green Bank, USA).

3. Změřte na obrázku 13 zpoždění pulsů pro rozdílné frekvence. Naměřené hodnoty převed'te podle zjištěných měřítek na časy Δt v sekundách a pomocí vztahu 2 spočítejte střední disperzní míru nr pro jednotlivé pulsary. Výsledky zapisujte do tabulky 11.

Disperzní míra by měla být pro daný pulsar pro všechny kombinace frekvencí stejná. Ve skutečnosti se bude mírně lišit v důsledku chyb měření. V každém případě je ale nutné dávat pozor na to, abyste proměřovali odpovídající pulsy. Zejména u pulsaru PSR 0329+54 je třeba vybrat ke třem impulsům na prvních třech frekvencích odpovídající čtvrtý na frekvenci 1420 MHz.

4. Pomocí vztahu 2 spočítejte vzdálenosti pulsarů. Předpokládejte přitom, že průměrná koncentrace elektronů v mezihvězdném prostředí je $3 \cdot 10^{-8} \text{ m}^{-3}$. Nejistotu určete statistickým zpracováním dat. Výsledky запиšte do tabulky 12.

5. Jak velkou nejistotu v hodnotě vzdálenosti znamená nepřesnost měření 0,2 mm v záznamech na obrázku 13? Jaký vliv na výsledek by měla nejistota 20 % v koncentraci elektronů? Obě hodnoty porovnejte s nejistotami z tabulky 12.

Chyba délky 0,2 mm by ještě značně snížila celkovou chybu vzdálenosti.

Chyba 20% koncentrace elektronů by celkovou chybu značně zvýšila.

V tomto případě se zvýšením nejistoty nr nejistota výsledku se výrazně zvýšila.

Byly získány následující hodnoty:

$$\begin{array}{l|l} r_1(0809+74) = (200 \pm 10) \text{ pc} & r_1(0809+74) = (200 \pm 5) \text{ pc} \\ r_2(0950+08) = (108 \pm 22) \text{ pc} & r_2(0950+08) = (108 \pm 1) \text{ pc} \\ r_3(0329+54) = (352 \pm 70) \text{ pc} & r_3(0329+54) = (352 \pm 2) \text{ pc} \end{array}$$

6. Jak už víme, je v označení pulsaru zakódována jeho poloha na hvězdné obloze. Pomocí mapy hvězdné oblohy zjistěte, ve kterém souhvězdí a poblíž které jasnější hvězdy se pulsar nachází. Popište také, kdy je nejlépe příslušná část hvězdné oblohy pozorovatelná pro pozorovatele v Brně. Stačí uvést měsíce nebo roční období. Výsledky запиšte do tabulky 12.

7. Pomocí rovnice 3 a obrázku 12 určete rotační periodu pulsaru v Krabí mlhovině a energii vyzařenou magnetickým dipólem hvězdy. Na jaké frekvenci se nachází maximum tohoto záření?

$$P = (33,5 \pm 0,6) \text{ ms}$$

$$\dot{E} = \cdot (108 \pm 5) \text{ kL}_{\odot}$$

Tabulka 11: Zpoždění a míra disperze

Frekvence		0809+74			0950+08			0329+54		
ν_1	ν_2	[mm]	$\Delta t [\mu\text{s}]$	$nr \cdot 10^6 [\frac{\text{pc}}{\text{ms}}]$	[mm]	$\Delta t [\mu\text{s}]$	$nr \cdot 10^6 [\frac{\text{pc}}{\text{ms}}]$	[mm]	$\Delta t [\mu\text{s}]$	$nr \cdot 10^6 [\frac{\text{pc}}{\text{ms}}]$
234	256	2,6	0,08	6,2	1,4	0,04	3,4	11,2	0,34	2,7
234	405	10,0	0,30	5,9	5,3	0,16	3,2	21,6	0,65	1,3
234	1420	—	—	—	—	—	—	42,3	1,27	$3,6 \cdot 10^{-3}$
256	405	7,5	0,22	5,9	4,0	0,12	3,1	10,4	0,31	$8,2 \cdot 10^{-1}$
256	1420	—	—	—	—	—	—	31,2	0,94	1,5
405	1420	—	—	—	—	—	—	20,9	0,63	$3,1 \cdot 10^{-3}$
Průměr:		—	—	6,0	—	—	3,3	—	—	1,1

Tabulka 12: Vzdálenosti pulsarů

Pulsar	r [pc]	σ_r [pc]	Souhvězdí	Jasná hvězda v okolí	Viditelnost
0809+74	200	5	Cam (Žirafa)	Polaris, Mincida	Prosinec - Duben
0950+08	108	1	Leo (Lev)	Regulus	Březen - Červenec
0329+54	352	2	Cam (Žirafa)	Mirfak	Prosinec - Duben