

11. Солнечный инсайд

На графиках приведены зависимости плотности солнечного вещества (рис. 1) и частоты вращения слоёв Солнца на разных широтах (рис. 2) от расстояния r до центра светила.

а. Оцените момент инерции Солнца. Во сколько раз он отличается от момента инерции [модельного] однородного Солнца с теми же массой и радиусом?

б. Считая, что при $r \leq 0.5R_{\odot}$ вращение звезды твёрдотельное, оцените момент импульса Солнца.

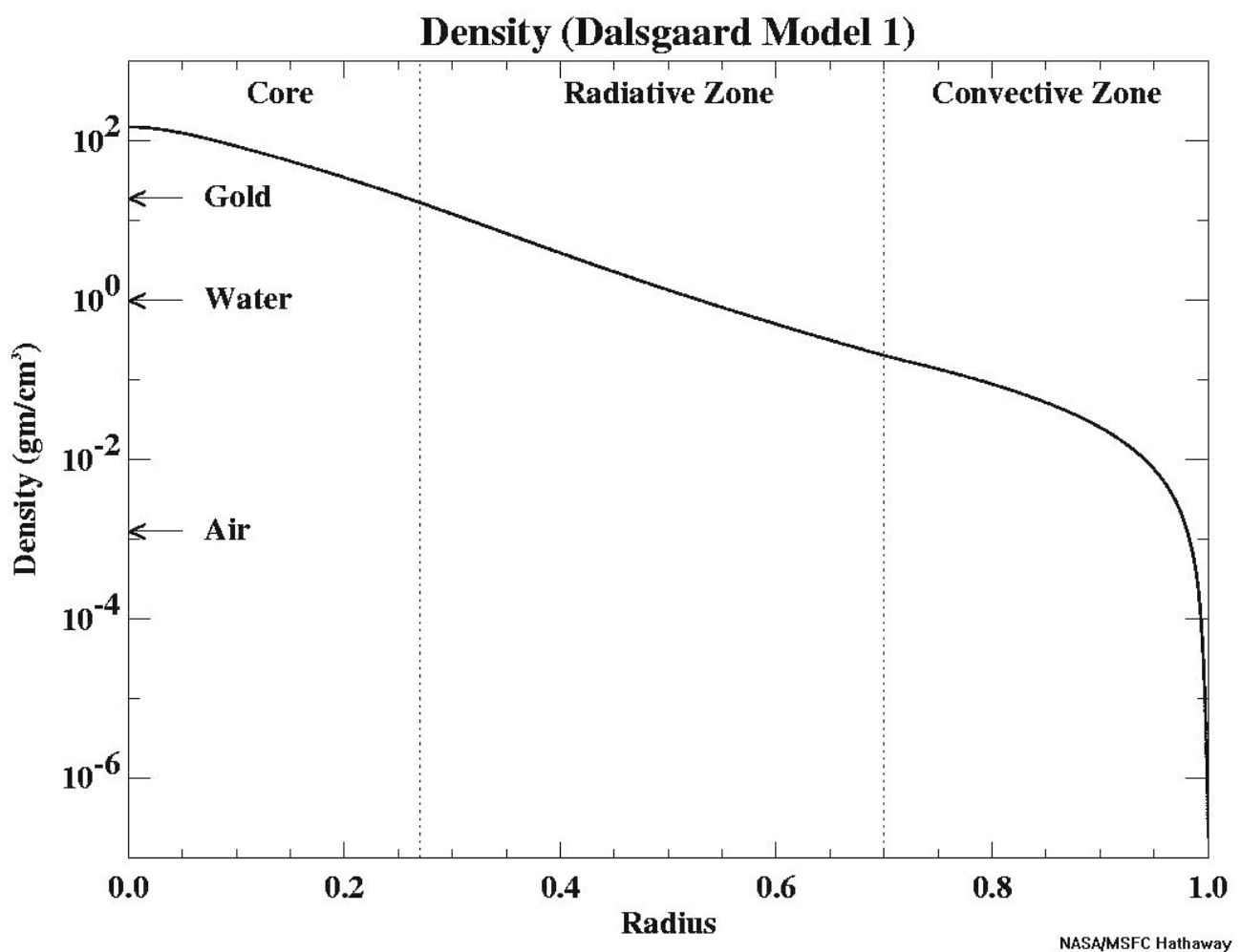


Рис. 1: Плотность солнечного вещества в зависимости от расстояния до центра (модель). Christensen-Dalsgaard et al., *Science* (1996)

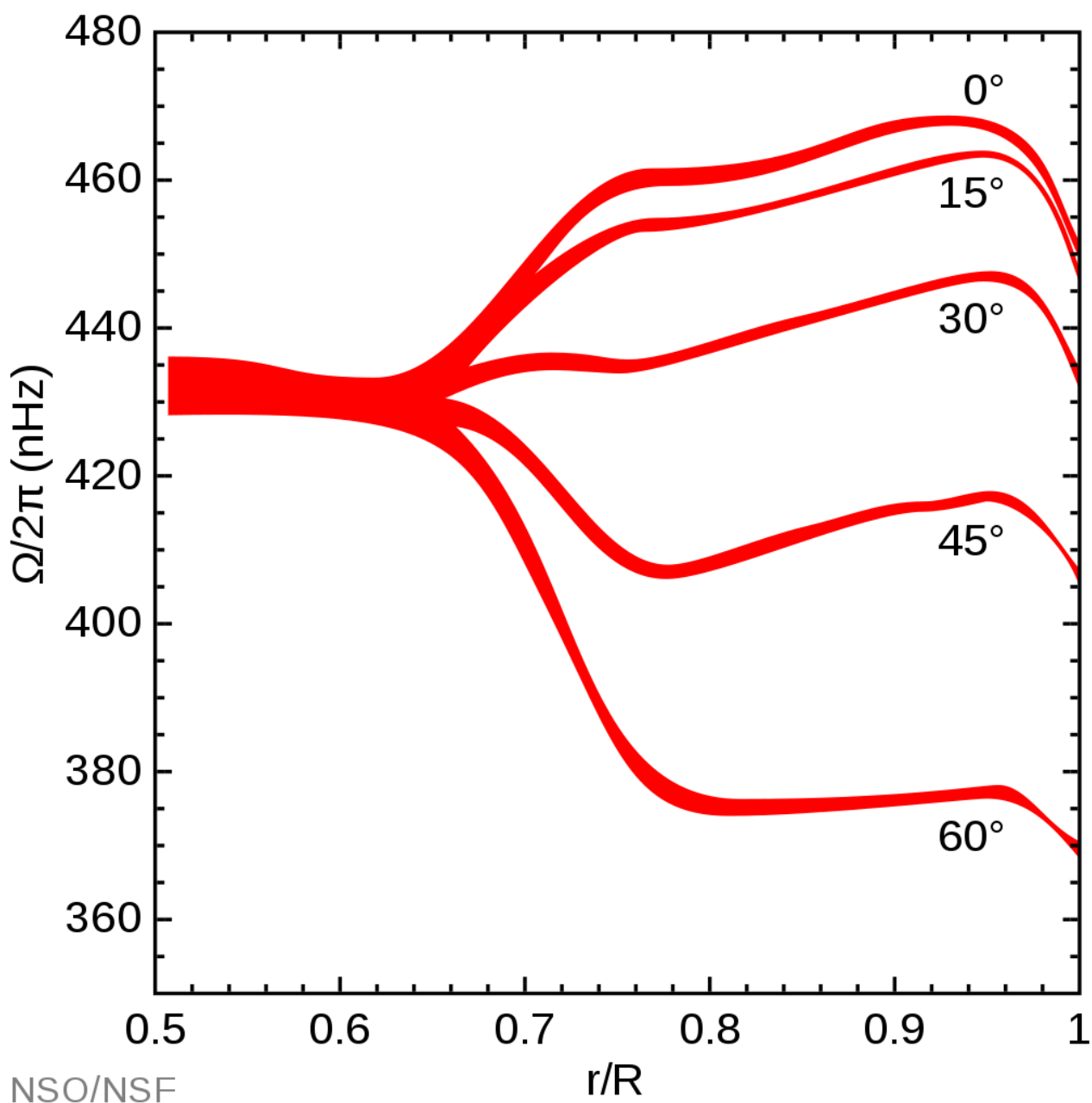


Рис. 2: **Внутреннее вращение Солнца:** во внешней конвективной зоне вращение дифференциальное (0° соответствует экватору), в центральной области лучистого переноса — почти равномерное. Частоты приведены **в наногерцах**.

12. Вооружённый глаз

Рассмотрим модель телескопа, составленного из двух цилиндров (рис. 3). Пренебрегая аберрациями оптической системы и потерями света в ней, определите:

- поле зрения телескопа;
- проницание телескопа в центре поля зрения;
- проницание телескопа на краю поля зрения;
- ожидаемое количество звёзд, которые можно увидеть в пределах поля зрения телескопа при наблюдении случайной области неба.

13. Классика релятивизма

Перед вами отрывок записки Оле Рёмера, содержащий данные наблюдений затмений Ио (рис. 4). Известно, что Юпитер вступал в противостояние с Солнцем 2 марта 1672 г. и 2 апреля 1673 г.

По представленным данным оцените:

- величину астрономической единицы в световых секундах;
- скорость света (используя современное значение астрономической единицы в километрах).

Большая полуось орбиты Ио $a_I = 421.8 \cdot 10^3$ км.

14. Экзопланеты

В таблице 1 представлены характеристики экзопланет из нескольких планетных систем. Центральные светила этих систем относятся к классу светимости V.

- Определите минимально возможное число планетных систем, к которым могут принадлежать данные экзопланеты.
- Изобразите строение систем на диаграмме, отложив расстояния до центрального светила в едином удобном масштабе.
- Отметьте границы зоны жизни для каждой из планетных систем. Какие из планет, по-видимому, находятся в зоне жизни?
- Как масса экзопланеты зависит от её расстояния до звезды?

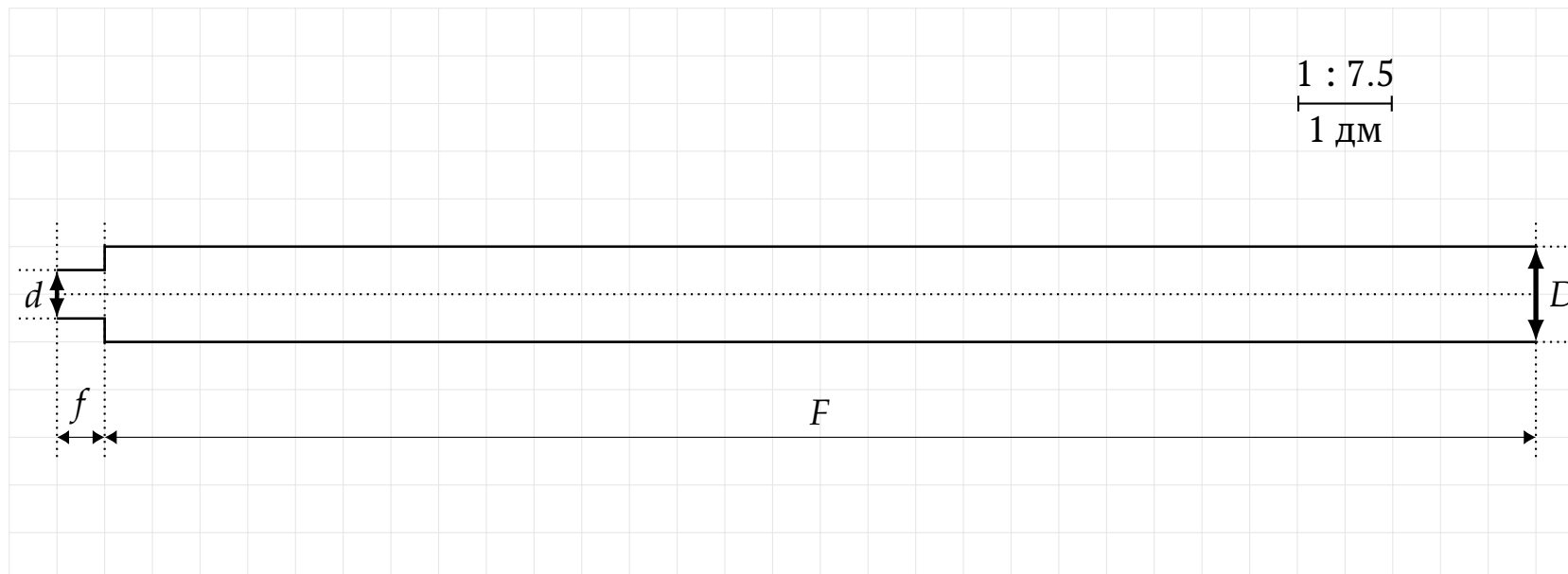


Рис. 3: Оптическая схема телескопа.

$$D = 10 \text{ см}, d = 5.08 \text{ см}, F = 1.5 \text{ м}, f = 5 \text{ см}$$

1668. <i>Exclusio J. Labele</i>			
Oct. 22	H 1 11	Immersion	in umbra
1669.			
No. 26	H 26 46	Imm	
1671.			
Mar. 19	H 1 44	Emergio	in umbra
Apr. 27	7 42 30	Em.	
Maij 4	9 41 30	Emer.	
Oct. 18	18 15 0	Imm	
Oct. 24	18 15 0	Imm	
Oct. 18	18 15 0	Imm	
1672.			
Jan. 3	12 42 36	Imm	
Jan. 10	14 32 14	Imm	
Jan. 12	8 59 22	Imm	
Feb. 11	10 57 6	Imm. dub.	
Feb. 20	7 20 26	Imm. dub.	
Mar. 7	7 58 25	Emer.	
Mar. 14	9 52 30	Emer.	
Mar. 23	6 18 14	Emer.	
Mar. 28	13 45 30	Emer.	
Mar. 30	8 14 46	Emer.	
Apr. 6	10 11 22	Emer.	
Apr. 13	12 8 8	Emer.	
Apr. 22	8 34 28	Emer.	
Apr. 29	20 30 6	Emer.	
Nov. 28	5 37 5	Imm.	
1673.			
Feb. 4	17 31 10	Imm.	
Feb. 6	12 0 0	Imm.	
Feb. 13	13 53 20	Imm.	
Feb. 27	17 40 10	Imm.	
Mar. 1	12 9 1	Imm.	
Mar. 15	16 0 48	Imm.	
Mar. 17	20 28 16	Imm.	
Mar. 24	12 24 30	Imm.	
1673.			
Apr. 18	H 1 11	Emergio	
Apr. 25	11 18 5	Emer.	
Maij 2	13 12 40	Emer.	
Maij 11	9 17 39	Emer.	
Maij 18	11 32 44	Emer.	
Aug. 4	8 30 41	Emer.	
Decem. 17	6 39 14	Imm.	
1674.			
Mai. 23	16 47 12	Emer.	
Jul. 31	9 19 2	Emer.	
1675.			
Jul. 20	8 22 42	Emer.	
Julij 27	10 17 31	Emer.	
Oct. 29	6 7 22	Emer.	
1676.			
Maij 12	14 42 42	Imm.	
Jun. 13	10 56 11	Imm.	
Aug. 7	9 49 50	Emer.	
Aug. 14	11 45 55	Emer.	
Aug. 23	8 11 13	Emer.	
Nov. 9	15 45 35	Em.	
1677.			
Junij 9	12 23 24	Imm.	
Junij 16	14 16 14	Imm.	
Jul. 9	14 21 54	Imm.	
Jul. 19	10 47 0	Emer. e facie	
Jul. 25	12 37 10	Imm.	
Aug. 26	11 31 50	Emer.	
Sept. 11	9 54 30	Emer.	
Sept. 18	8 41 0	Contactus prim.	
	8 46 0	totus latet	
	11 51 46	Emer.	
Sept. 29	8 14 0	Contactus facies	
	8 18 30	totus latet	
No. 5	6 59 0	Emer.	
1678.			
Jan. 6	5 25 47	Emer.	

Рис. 4: Записка Рёмера. В таблице указаны даты, моменты времени (часы, минуты, секунды) и типы событий: погружение (immersion) Ио в тень Юпитера и появление (emergence) по окончании затмения

Таблица 1: Характеристики экзопланет

№	M, M_J	R, R_J	P , сут	a , а. е.	e
1	0.0085		39.03	0.156	0.030
2	0.0085		62.24	0.213	0.020
3	0.1784		44.37	0.237	0.072
4	0.0120		28.14	0.125	0.020
5		0.16	5.670	0.068	
6		0.40	41.03	0.254	
7	0.0160		91.61	0.276	0.030
8	0.0176		7.200	0.051	0.130
9	0.8400		14.65	0.113	0.002
10		0.36	31.78	0.214	
11		0.18	3.350	0.037	
12		0.20	28.46	0.154	
13	3.8600		4867.	5.446	0.027
14		0.48	21.78	0.166	
15	0.0145		256.2	0.549	0.080
16		0.29	13.18	0.119	
17	0.1479		260.9	0.773	0.080
18	0.0270	0.17	0.740	0.015	0.028
19		0.19	6.880	0.060	