

## 2 закон Кеплера

Бычков Георгий(Егор)

4 марта 2022 г.

### Теор. справка

#### Закон сохранения момента импульса

В замкнутой системе момент импульса сохраняется:  $\sum_{i=1}^n \vec{L}_i = const$ . Момент импульса (момент импульса относительно точки, также: кинетический момент, угловой момент, орбитальный момент, момент количества движения) — физическая величина, характеризующая количество вращательного движения и зависящая от того, сколько массы вращается, как она распределена в пространстве и с какой угловой скоростью происходит вращение. Выражается как векторное произведение импульса на радиус вектор:

$$\vec{L} = \vec{r} \times \vec{p} = \vec{r} \times m\vec{v} \quad (1)$$

$$|\vec{L}| = mvr \sin \alpha \quad (2)$$

$\alpha$  - угол между радиус вектором и скоростью.

Второй закон Кеплера

Каждая планета движется в плоскости, проходящей через центр Солнца, причём за равные промежутки времени радиус-вектор, соединяющий Солнце и планету, описывает собой равные площади.

$$\frac{dS}{dt} = const = \frac{S_{элл}}{T} = \frac{\pi ab}{T} \quad (3)$$

### Задачи

1. Спутник на эллиптической орбите проходит путь длиной в  $2^\circ$  вблизи перигея в 1.5 раза быстрее, чем путь длиной в  $2^\circ$  вблизи апогея. Определите эксцентриситет орбиты спутника, считая его малым. (747)
2. Звезда – спутник шарового звездного скопления сначала движется по эллиптической орбите вне скопления, а потом пролетает сквозь скопление, не испытывая тесных сближений с его отдельными звездами. Отметьте галочками, какие элементы орбиты звезды после вылета из скопления останутся такими же, какими они были до попадания в скопление. Элементы орбиты отсчитываются относительно некоторой фиксированной плоскости  $S$ , проходящей через центр скопления, и некоторого направления в этой плоскости  $\gamma$  (для долготы восходящего узла), аналогично плоскости эклиптики и направлению на точку весеннего равноденствия для элементов орбит в Солнечной системе. Графическое объяснение элементов дано на рисунке. (Рис 1) Распределение плотности внутри скопления сферически симметрично. Действие тел вне скопления на звезду не учитывать. (Всерос 2017)
3. Звезда - красный гигант обладает системой из очень большого количества планет, движущихся по орбитам с одинаковыми эксцентриситетами. В один момент звезда быстро сбрасывает оболочку, уносящую ровно половину массы гиганта. Тем не менее, 70% планет в итоге остались в системе звезды. Определите эксцентриситет орбит планет до сброса оболочки. Считать, что оболочка рассеивается очень быстро, ее взаимодействие с планетами с момента сброса, а также взаимодействие планет между собой не учитывать. Все планеты несравнимо меньше звезды по массе. (Всерос 2021)
4. Нейтронная звезда движется со скоростью 100 км/с через облако молекулярного водорода с температурой 10 К и плотностью  $10^{-3}$ . Оцените скорость, с которой нейтронная звезда будет набирать массу вследствие аккреции. Столкновения между частицами облака не учитывать. (Всерос 2012)

5. Двойная система состоит из одинаковых компонент, подобных Солнцу. На графике приведена зависимость углового расстояния между ними (в угловых секундах) в небе Земли от времени. Определите эксцентриситет орбиты, наклон плоскости орбиты к лучу зрения и расстояние до системы. (О.С. Угольников) (Регион 2019)
6. Планета обращается по эллиптической орбите с большой полуосью  $a_1$  и эксцентриситетом  $e$  вокруг звезды - красного гиганта. В один момент звезда быстро сбрасывает оболочку, уносящую ровно половину массы гиганта. Тем не менее, эксцентриситет орбиты планеты остался без изменений. Считая процесс сброса оболочки и ее ухода из системы мгновенным, определите расстояние от планеты до звезды  $r$  в этот момент и новую большую полуось орбиты  $a_2$ . Обе величины выразить как функции эксцентриситета  $e$ . При каких эксцентриситетах орбиты такое вообще возможно? Взаимодействие оболочки с планетой с момента сброса не учитывать, планета несравнимо меньше звезды по массе. (Всерос 2021)
7. Орбитальная станция обращается вокруг Марса по экваториальной орбите с выключенными двигателями и каждые полчаса фотографирует поверхность планеты точно под собой (в надире). В таблице приведены моменты съемки по бортовым часам аппарата (Всемирное время на Земле) и марсианская долгота центра кадра. Определите наибольшее и наименьшее расстояние аппарата от центра Марса. (Всерос 2017)

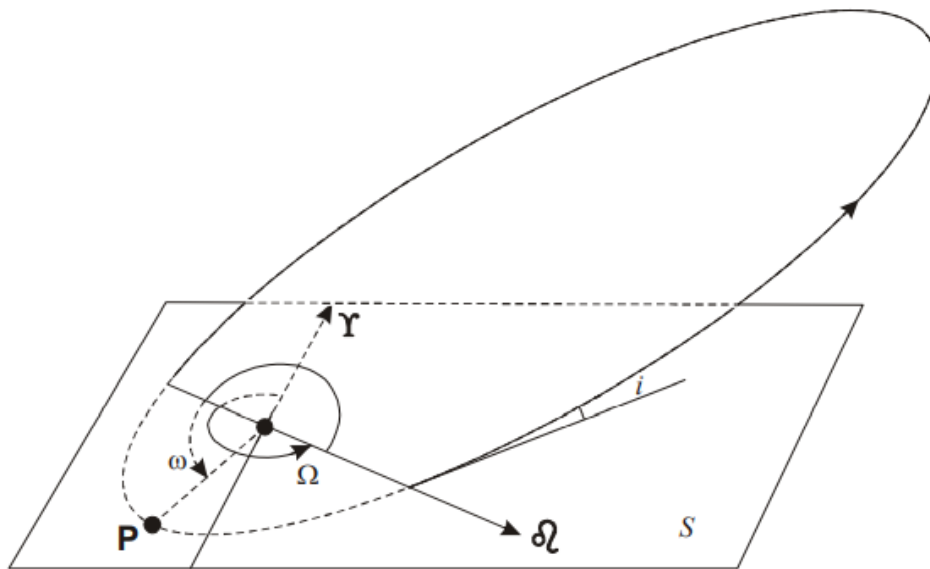


Рис. 1:

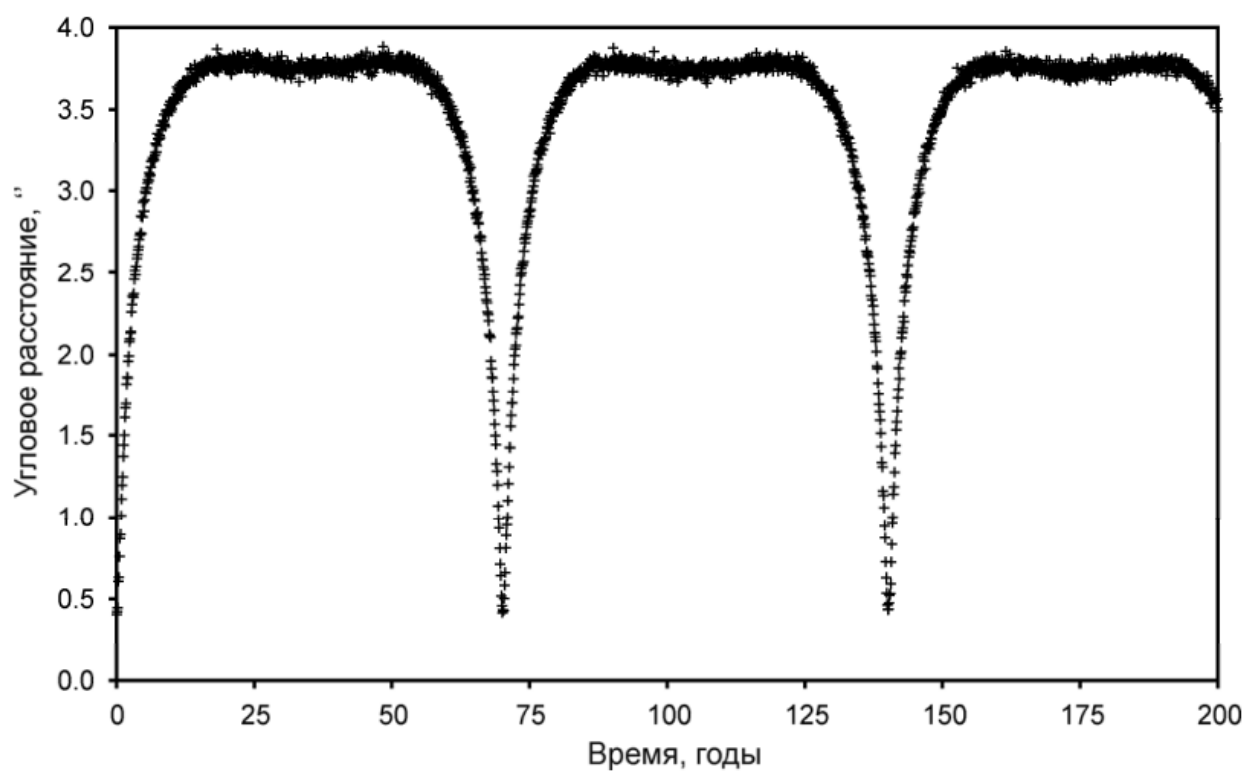


Рис. 2:

Час (UT)	Долгота	Час (UT)	Долгота	Час (UT)	Долгота	Час (UT)	Долгота
0.0	-159.09	6.0	-20.01	12.0	13.14	18.0	110.98
0.5	-159.03	6.5	-6.32	12.5	12.57	18.5	135.99
1.0	-158.38	7.0	2.71	13.0	12.29	19.0	154.60
1.5	-156.88	7.5	8.53	13.5	12.45	19.5	167.22
2.0	-154.17	8.0	12.19	14.0	13.25	20.0	175.50
2.5	-149.73	8.5	14.36	14.5	14.96	20.5	-179.18
3.0	-142.76	9.0	15.48	15.0	17.97	21.0	-175.87
3.5	-132.05	9.5	15.86	15.5	22.84	21.5	-173.94
4.0	-115.98	10.0	15.73	16.0	30.45	22.0	-172.99
4.5	-93.33	10.5	15.27	16.5	42.10	22.5	-172.73
5.0	-65.98	11.0	14.60	17.0	59.45	23.0	-172.94
5.5	-39.98	11.5	13.85	17.5	83.35	23.5	-173.45

Рис. 3: