Задачи к муниципальному этапу Всероссийской олимпиады школьников по астрономии 2017-2018 учебного года

9 класс

Задача № 1.

Параллакс Канопуса (α Киля) равен **10,43** угловых миллисекунды. Найдите расстояние до этой звезды в парсеках. Сколько лет займёт полёт до этой звезды, если скорость космического корабля составляет 3% от скорости света?

Задача № 2.

Во сколько раз меняется угловой диаметр Юпитера при наблюдении с Земли? Орбиты Юпитера и Земли считать круговыми.

Задача № 3.

В шаровом звездном скоплении шесть миллионов двести пятьдесят тысяч одинаковых звезд, каждая из которых имеет блеск $23^{\rm m}$. Какова видимая звёздная величина всего скопления?

Задача № 4.

27 октября в Липецке Солнце взошло в 8 часов 10 минут, а в Москве в 8 часов 26 минут. Заход же Солнца в Липецке и в Москве произойдет практически в одно и то же время - в 18 часов 03 минуты. Почему моменты восхода различаются, а моменты захода совпадают?

Задача № 5.

Вычислите максимальную и минимальную высоту верхней кульминации Луны в Липецке. Широта Липецка $\phi = 52^{\circ}37'$.

Задача № 6.

Спутник, всё время находящийся над одной и той же точкой поверхности Земли называют геостационарным. Оцените время пребывания такого спутника в тени Земли. Считать, что атмосфера у Земли отсутствует.

Перечень справочных данных.

§1. Основные физические и астрономические постоянные

Гравитационная постоянная $G = 6.672 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3 \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{c}^{-2}$

Скорость света в вакууме $c = 2.998 \cdot 10^8 \text{ м/c}$

Универсальная газовая постоянная $\mathbf{R} = 8.31 \text{ м}^2 \cdot \mathbf{K} \cdot \mathbf{c}^{-2} \cdot \mathbf{K}^{-1} \cdot \mathbf{M0лb}^{-1}$

Постоянная Стефана-Больцмана $\sigma = 5.67 \cdot 10^{-8} \text{ кг} \cdot \text{c}^{-3} \cdot \text{K}^{-4}$

Масса протона $m_p = 1.67 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$

Масса электрона $m_e = 9.11 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$

Астрономическая единица 1 а.е. = $1.496 \cdot 10^{11}$ м

Парсек 1 пк = 206265 a.e. = $3.086 \cdot 10^{16}$ м

Постоянная Хаббла H = 68 (км/c)/Мпк

§2. Данные о Солнце

Радиус 695 000 км

Масса 1.989·10³⁰ кг

Светимость 3.88·10²⁶ Вт

Спектральный класс G2

Видимая звездная величина -26.78^т

Абсолютная болометрическая звездная величина +4.72^m

Показатель цвета (B-V) +0.67^m

Эффективная температура 5800К

Средний горизонтальный параллакс 8.794"

Интегральный поток энергии на расстоянии Земли 1360 Bт/м²

Поток энергии в видимых лучах на расстоянии Земли 600 Вт/м²

§3. Данные о Земле

Эксцентриситет орбиты 0.017

Тропический год 365.24219 суток

Средняя орбитальная скорость 29.8 км/с

Период вращения 23 часа 56 минут 04 секунды

Наклон экватора к эклиптике на эпоху 2000 года: 23° 26′ 21.45″

Экваториальный радиус 6378.14 км

Полярный радиус 6356.77 км

Macca 5.974·10²⁴ кг

Средняя плотность $5.52 \, \Gamma \cdot \text{см}^{-3}$

Объемный состав атмосферы: N_2 (78%), O_2 (21%), Ar (~1%).

§4. Данные о Луне

Среднее расстояние от Земли 384400 км

Минимальное расстояние от Земли 356410 км

Максимальное расстояние от Земли 406700 км

Эксцентриситет орбиты 0.055

Наклон плоскости орбиты к эклиптике 5° 09'

Сидерический (звездный) период обращения 27.321662 суток

Синодический период обращения 29.530589 суток

Радиус 1738 км

Масса 7.348·10²² кг или 1/81.3 массы Земли

Средняя плотность 3.34 г ⋅ см⁻³

§5. Физические характеристики Солнца и планет

Планета	Macca		Радиус		Плот-	Период	Наклон	Гео-	Вид.
					ность	вращения	экватора	метр.	звезд-
						вокруг оси	К	аль-	ная
							плоскости	бедо	вели-
							орбиты		чина*
	КГ	массы	КМ	радиусы	г•см ⁻³		градусы		
		Земли		Земли					
	70								
Солнце	$1.989 \cdot 10^{30}$	332946	695000	108.97	1.41	25.380 сут	7.25	_	–26.8
Меркурий	$3.302 \cdot 10^{23}$	0.05271	2439.7	0.3825	5.42	58.646 сут	0.00	0.10	-0.1
Венера	$4.869 \cdot 10^{24}$	0.81476	6051.8	0.9488	5.20	243.019 сут**	177.36	0.65	-4.4
Земля	$5.974 \cdot 10^{24}$	1,00000	6378.1	1.0000	5.52	23.934 час	23.45	0.37	-
Mapc	$6.419 \cdot 10^{23}$	0.10745	3397.2	0,5326	3.93	24.623 час	25.19	0.15	-2.0
Юпитер	1.899·10 ²⁷	317.94	71492	11.209	1.33	9.924 час	3.13	0.52	-2.7
Сатурн	$5.685 \cdot 10^{26}$	95,181	60268	9,4494	0,69	10.656 час	25.33	0.47	0.4
Уран	$8.683 \cdot 10^{25}$	14.535	25559	4.0073	1.32	17.24 час**	97.86	0.51	5.7
Нептун	$1.024 \cdot 10^{26}$	17.135	24746	3.8799	1.64	16.11 час	28.31	0.41	7.8

^{*} – для наибольшей элонгации внутренних планет и среднего противостояния внешних планет.

§6. Характеристики орбит планет

Планета	Большая полуось		Эксцент-	Наклон к	Период	Синодический
			рисит е т	плоскости	обращения	период
				эклиптики		
	млн.км	a.e.		градусы		сут
Меркурий	57.9	0.3871	0.2056	7.004	87.97 сут	115.9
Венера	108.2	0.7233	0.0068	3.394	224,70 сут	583.9
Земля	149.6	1.0000	0.0167	0.000	365.26 сут	_
Mapc	227.9	1.5237	0.0934	1.850	686.98 сут	780.0
Юпитер	778.3	5.2028	0.0483	1.308	11.862 лет	398.9
Сатурн	1429.4	9.5388	0.0560	2.488	29.458 лет	378.1
Уран	2871.0	19,1914	0.0461	0.774	84.01 лет	369.7
Нептун	4504.3	30,0611	0.0097	1.774	164.79 лет	367.5

^{** –} обратное вращение.

§7. Характеристики некоторых спутников планет

Спутник	Macca	Радиус	Плотность	Радиус	Период	Геомет-	Видимая			
				орбиты	обращения	рич.	звездная			
						альбедо	величина*			
	кг	КМ	г/см ³	км	сут		m			
Земля										
Луна	7.348·10 ²²	1738	3.34	384400	27.32166	0.12	-12.7			
Mapc										
Фобос	$1.08 \cdot 10^{16}$	~10	2.0	9380	0.31910	0.06	11.3			
Деймос	1.8·10 ¹⁵	~6	1.7	23460	1.26244	0.07	12.4			
Юпитер										
Ио	$8.94 \cdot 10^{22}$	1815	3.55	421800	1.769138	0.61	5.0			
Европа	$4.8 \cdot 10^{22}$	1569	3.01	671100	3.551181	0.64	5.3			
Ганимед	$1.48 \cdot 10^{23}$	2631	1.94	1070400	7.154553	0.42	4.6			
Каллисто	$1.08 \cdot 10^{23}$	2400	1.86	1882800	16.68902	0.20	5.7			
			Ca	турн						
Тефия	$7.55 \cdot 10^{20}$	530	1.21	294660	1.887802	0.9	10.2			
Диона	$1.05 \cdot 10^{21}$	560	1.43	377400	2.736915	0.7	10.4			
Рея	$2.49 \cdot 10^{21}$	765	1.33	527040	4.517500	0.7	9.7			
Титан	$1.35 \cdot 10^{23}$	2575	1.88	1221850	15.94542	0.21	8.2			
Япет	$1.88 \cdot 10^{21}$	730	1.21	3560800	79.33018	0.2	~11.0			
Уран										
Миранда	6.33·10 ¹⁹	235.8	1.15	129900	1.413479	0.27	16.3			
Ариэль	$1.7 \cdot 10^{21}$	578.9	1.56	190900	2.520379	0.34	14.2			
Умбриэль	1.27·10 ²¹	584.7	1.52	266000	4.144177	0.18	14.8			
Титания	$3.49 \cdot 10^{21}$	788.9	1.70	436300	8.705872	0.27	13.7			
Оберон	$3.03 \cdot 10^{21}$	761.4	1.64	583500	13.46324	0.24	13.9			
Нептун										
Тритон	$2.14 \cdot 10^{22}$	1350	2.07	354800	5.87685**	0.7	13.5			

^{* –} для полнолуния или среднего противостояния внешних планет.

§8. Формулы приближенного вычисления

$$\sin x \approx \operatorname{tg} x \approx x;$$

$$\sin(\alpha + x) \approx \sin \alpha + x \cdot \cos \alpha;$$

$$\cos(\alpha + x) \approx \cos \alpha - x \cdot \sin \alpha;$$

$$\operatorname{tg}(\alpha + x) \approx \operatorname{tg} \alpha + \frac{x}{\cos^2 \alpha};$$

$$(1 + x)^n \approx 1 + n \cdot x;$$

 $(x \ll 1, y$ глы выражаются в радианах).

^{** -} обратное направление вращения.