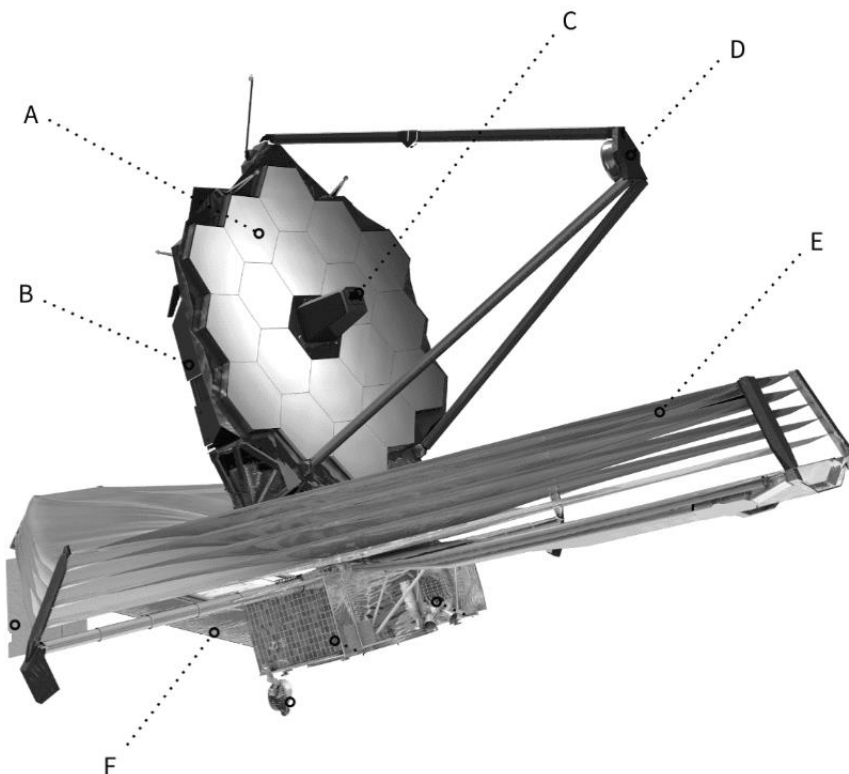


Всероссийская олимпиада школьников по астрономии

Муниципальный этап 2023–2024 учебный год

10–11 класс (Максимум – 48 баллов)

Задача 1



Космический телескоп имени Дж. Уэбба, запущенный в декабре 2021 года — один из важнейших астрономических инструментов нашего времени. Назовите его основные компоненты, обозначенные буквами на рисунке выше.

Максимум – 8 баллов.

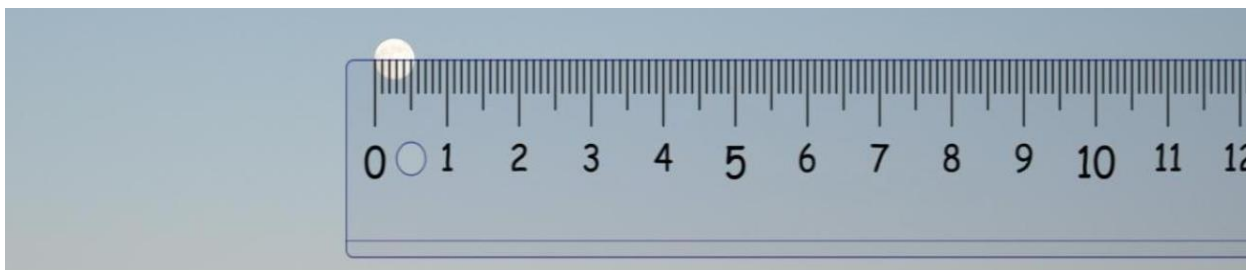
Задача 2

В далёкой звездно-планетной системе взорвалась сверхновая. Взрывная волна распространяется в пространстве со скоростью 25000 км/с. В момент взрыва на расстоянии 15 а.е. проходил исследовательский космический корабль. Чтобы спастись, экипаж корабля принимает решение включить специальный ускоритель, придающий космическому судну ускорение 150 м/с^2 в направлении, противоположном надвигающемуся фронту взрывной волны. Оцените, сможет ли спастись экипаж.

Максимум – 8 баллов.

Задача 3

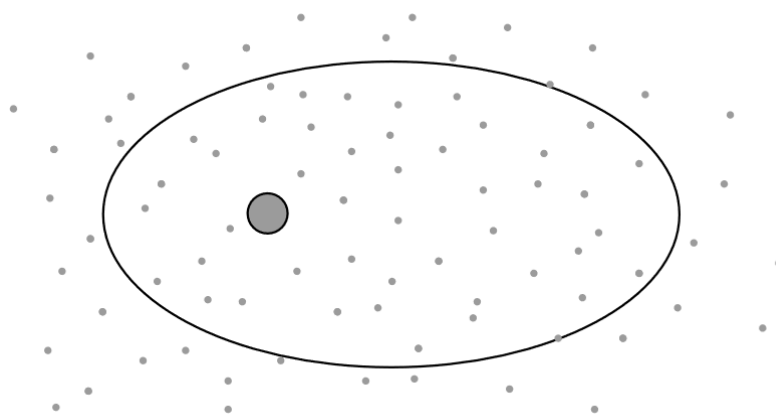
Днём, держа прозрачную линейку на расстоянии 60 см от глаз, вы оцениваете размер лунного диска как 5.5 мм (см. рисунок). В ночное время, используя телескоп, вы определяете, что истинный диаметр Луны составляет 3500 км.



Определите по этим данным расстояние до Луны.

Максимум – 8 баллов.

Задача 4



Обитатели далёкой галактики проживают на планете с эллиптической орбитой вращения вокруг местного солнца. Также в их «солнечной системе» есть много астероидов, равномерно распределенных в пространстве. Астрономы этой цивилизации используют свет от их солнца, чтобы сосчитать количество астероидов, находящихся на прямой линии между звездой и планетой. В первый период измерений длительностью 60 дней они детектировали 1000 астероидов. Некоторое время спустя они начали второй период измерений длиной в 80 дней. Сколько астероидов будет найдено во время второго периода?

Максимум – 8 баллов.

Задача 5

Светимость Солнца составляет 3.828×10^{26} Вт. Его энергия питает множество процессов и обеспечивает температуру, необходимую для существования жизни на Земле. Рассчитайте, сколько энергии поступает на поверхность Земли за сутки.

Задача 6

Максимум – 8 баллов.

Расстояние до Сириуса (2,7 пк) уменьшается на 8 км ежесекундно. Через сколько лет блеск Сириуса возрастет вдвое?

Максимум – 8 баллов.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2.
СПРАВОЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ, РАЗРЕШЁННАЯ К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ
НА ОЛИМПИАДЕ

Основные физические и астрономические постоянные

Гравитационная постоянная $G = 6,672 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3 \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{с}^{-2}$

Скорость света в вакууме $c = 2,998 \cdot 10^8 \text{ м/с}$

Постоянная Больцмана $k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ м}^2 \cdot \text{кг} \cdot \text{с}^{-2} \cdot \text{К}^{-1}$

Универсальная газовая постоянная $\mathcal{R} = 8,31 \text{ м}^2 \cdot \text{кг} \cdot \text{с}^{-2} \cdot \text{К}^{-1} \cdot \text{моль}^{-1}$

Постоянная Стефана—Больцмана $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ кг} \cdot \text{с}^{-3} \cdot \text{К}^{-4}$

Постоянная Планка $h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ кг} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{с}^{-1}$

Масса протона $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$

Масса электрона $m_e = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$

Элементарный заряд $e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$

Астрономическая единица 1 а.е. = $1,496 \cdot 10^{11} \text{ м}$

Парсек 1 пк = 206 265 а.е. = $3,086 \cdot 10^{16} \text{ м}$

Постоянная Хаббла $H = 72 \text{ (км/с)/Мпк}$

Данные о Солнце

Радиус 697 000 км

Масса $1,989 \cdot 10^{30} \text{ кг}$

Светимость $3,88 \cdot 10^{26} \text{ Вт}$

Спектральный класс G2

Видимая звёздная величина $-26,78^m$

Абсолютная болометрическая звёздная величина $+4,72^m$

Показатель цвета (B–V) $+0,67^m$

Эффективная температура 5800 К

Средний горизонтальный параллакс $8,794''$

Интегральный поток энергии на расстоянии Земли 1360 Вт/м^2

Поток энергии в видимых лучах на расстоянии Земли 600 Вт/м^2

Данные о Земле

Эксцентриситет орбиты 0,0167

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: $23^{\circ} 26' 21,45''$
Экваториальный радиус 6378,14 км
Полярный радиус 6356,77 км
Масса $5,974 \cdot 10^{24}$ кг
Средняя плотность $5,52 \text{ г} \cdot \text{см}^{-3}$
Объёмный состав атмосферы: N_2 (78%), O_2 (21%), Ar (~1%).

Данные о Луне

Среднее расстояние от Земли 384 400 км
Минимальное расстояние от Земли 356 410 км
Максимальное расстояние от Земли 406 700 км
Средний эксцентриситет орбиты 0,055
Наклон плоскости орбиты к эклиптике $5^{\circ}09'$
Сидерический (звёздный) период обращения 27,321 662 суток
Синодический период обращения 29,530 589 суток
Радиус 1738 км
Период прецессии узлов орбиты 18,6 лет
Масса $7,348 \cdot 10^{22}$ кг или 1/81,3 массы Земли
Средняя плотность $3,34 \text{ г} \cdot \text{см}^{-3}$
Визуальное геометрическое альbedo 0,12
Видимая звёздная величина в полнолуние $-12,7^{\text{m}}$
Видимая звёздная величина в первой/последней четверти $-10,5^{\text{m}}$

ФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СОЛНЦА И ПЛАНЕТ

Планета	Масса		Радиус		Плотность	Период вращения вокруг оси	Наклон экватора к плоскости орбиты	Географическая широта	Вид. звездная величина*
	кг	массы Земли	км	радиусы Земли					
Солнце	1,989·10 ³⁰	332946	697000	109,3	1,41	25,380 сут.	7,25	–	–26,8
Меркурий	3,302·10 ²³	0,05271	2439,7	0,3825	5,42	58,646 сут.	0,00	0,10	–0,1
Венера	4,869·10 ²⁴	0,81476	6051,8	0,9488	5,20	243,019 сут.**	177,36	0,65	–4,4
Земля	5,974·10 ²⁴	1,00000	6378,1	1,0000	5,52	23,934 час	23,45	0,37	–
Марс	6,419·10 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	5,685·10 ²⁶	95,181	60268	9,4494	0,69	10,656 час	26,73	0,47	0,4
Уран	8,683·10 ²⁵	14,535	25559	4,0073	1,32	17,24 час**	97,86	0,51	5,7
Нептун	1,024·10 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.

** – обратное вращение.

ХАРАКТЕРИСТИКИ ОРБИТ ПЛАНЕТ

Планета	Большая полуось		Эксцентриситет	Наклон к плоскости эклиптики	Период обращения	Синодический период
	млн км	а.е.				
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.	—
Марс	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

ХАРАКТЕРИСТИКИ НЕКОТОРЫХ СПУТНИКОВ ПЛАНЕТ

Спутник	Масса	Радиус	Плотность	Радиус орбиты	Период обращения	Геометрич. альbedo	Видимая звёздная величина*
	<i>кг</i>	<i>км</i>	<i>г/см³</i>	<i>км</i>	<i>сут.</i>		<i>m</i>
Земля							
Луна	$7,348 \cdot 10^{22}$	1738	3,34	384400	27,32166	0,12	-12,7
Марс							
Фобос	$1,08 \cdot 10^{16}$	~10	2,0	9380	0,31910	0,06	11,3
Деймос	$1,8 \cdot 10^{15}$	~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
Сатурн							
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	$6,33 \cdot 10^{19}$	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	$1,27 \cdot 10^{21}$	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.

** – обратное направление вращения.