

7 класс

① Один день решает судьбу империи

В биографии одного выдающегося исторического деятеля указано, что он родился 13 (24) ноября, а скончался 6 (18) мая. Известно, что он умер в последний год уходящего века на 70-м году жизни.

- Почему в условии задачи указаны двойные даты?
- Определите годы жизни этого человека.
- Не оценивается:* попробуйте угадать, о ком идёт речь.

② Труба на Европу

Однажды вечером скучающий инопланетянин Гигос XZ решил полететь на Землю, чтобы познакомиться с местными жителями. Гигос XZ живет на планете Терра, вращающейся вокруг звезды Гли, похожей на Солнце. Расстояние от Гли до Солнца составляет 10 парсек.

До Земли Гигос планирует добраться так:

- До Европы (спутника Юпитера) он двигается по гиперпространственной транспортной трубе «Квантовый поток» со скоростью $v_0 = 4$ световых года в час.
- После выхода из трубы Гигосу понадобится 3 часа на перезарядку систем корабля и улаживание таможенных формальностей.
- Далее Гигос продолжает движение по Солнечной системе на своём корабле со скоростью $u_0 = 1$ астрономическая единица в час.

Задания:

- Сколько времени может занять вышеописанное путешествие Гигоса до Земли? Рассмотрите все возможные варианты.
- На корабле Гигоса есть k -ускоритель, который позволяет передвигаться в гипертрубе со скоростью $v = kv_0$, где $k > 0$. Однако после использования ускорителя скорость вне трубы из-за усталости двигателей также изменится и станет равной $u = \frac{1}{k}u_0$. Найдите оптимальное (то есть позволяющее достигнуть Земли за наименьшее время) значение настройки k , если Юпитер находится на минимально возможном расстоянии от Земли.

Подсказка: минимум функции $y(x) = ax + \frac{b}{x}$ при $a, b, x > 0$ достигается при $x = \sqrt{\frac{b}{a}}$.

- Вычислите среднюю скорость движения Гигоса на протяжении всего путешествия без ускорителя и со включённым k -ускорителем при оптимальной настройке при том же положении Юпитера. Выразите ответы в единицах скорости света.

3 Трое на орбите ждут Рассветы

Искусственные спутники Земли (ИСЗ) «Полюс-1» ($\bigcirc$ Π_1) и «Полюс-2» ($\bullet$ Π_2) обращаются по круговым орбитам, проходящим над Северным и Южным полюсами Земли, так, что плоскости их орбит взаимно перпендикулярны друг другу. Искусственный спутник «Экватор» ($\odot$ $\mathcal{E}$) обращается по круговой орбите, проходящей над экватором Земли. В некоторый начальный момент времени все три спутника оказались над экватором (рис. 1, слева). Направления движения спутников «Полюс-2» и «Экватор» в этот момент показаны стрелками. Спустя время, равное периоду обращения спутника «Полюс-1» вокруг Земли, спутники оказались в положении, изображенном на рис. 1 справа.

Зная, что период обращения спутника «Полюс-1» вокруг Земли равен 9.9 часам и что за каждые 9 оборотов спутника «Полюс-2» спутник «Экватор» совершает 11 оборотов, определите наибольшие возможные значения периодов этих спутников.

Примечание. Радиусы орбит спутников изображены на рисунке одинаковыми для удобства восприятия. В действительности они различны.

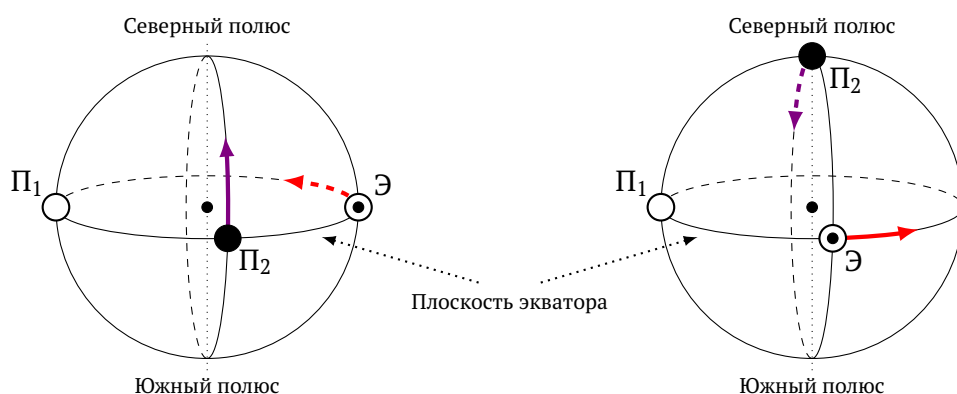


Рис. 1: Положения ИСЗ в начальный момент времени (слева) и через орбитальный период ИСЗ «Полюс-1» (справа)

4 Вне Земли от счастья

Вокруг звезды радиусом 2.3 радиуса Солнца по круговой орбите радиусом 1.2 а. е. движется планета радиусом 1.5 радиуса Земли. Наклон плоскости экватора к плоскости орбиты составляет 25° . Атмосфера у планеты отсутствует. На некоторой широте в день зимнего солнцестояния диск звезды в полдень касается горизонта нижним краем.

- Определите широту места наблюдения.
- Определите наибольшую высоту центра звезды, достигаемую в течение местного года на этой широте.
- Определите расстояние от пункта наблюдения до северного тропика.

5) Да-да, созвездие Кота

В далёком будущем исследователи космоса проводят наблюдения звёздного неба на землеподобной планете. Звезда γ Мыши имеет в момент наблюдения координаты ($\alpha = 1^{\text{h}} 10^{\text{m}} 0.00^{\text{s}}$, $\delta = +1^{\circ} 10' 00.00''$), при этом каждый год её прямое восхождение изменяется на $\mu_{\alpha} = 10.00''$, а склонение — на $\mu_{\delta} = -10.00''$. Звезда β Ленивого Котика имеет координаты ($\alpha = 1^{\text{h}} 10^{\text{m}} 0.00^{\text{s}}$, $\delta = +1^{\circ} 0' 0.00''$) и неподвижна на небе. Считая системы небесных координат на планете аналогичными земным, определите:

- а) Какое угловое расстояние разделяет звёзды на момент наблюдения?
- б) Какое угловое расстояние будет разделять их через 100 лет?
- в) На каком минимальном расстоянии γ Мыши пройдет от β Ленивого Котика?

Для решения задачи можно использовать выданный лист с заготовкой чертежа.

6) Чашу огня в небо поднять

На фотографии (рис. 2) запечатлена знаменитая скульптура «Родина-мать зовёт!» (высота от подножия до кончика меча — 85 м) на фоне заката. Мамаев курган отмечен на карте (рис. 4) знаком $\blacktriangle$. Известно, что его географический азимут для точки съёмки оказался равен 246.5° .

- а) Определите азимут центра диска Солнца и знак его склонения (+ или –).
- б) Оцените расстояние от скульптуры до точки съёмки и отметьте точку съёмки на карте знаком $\times$.



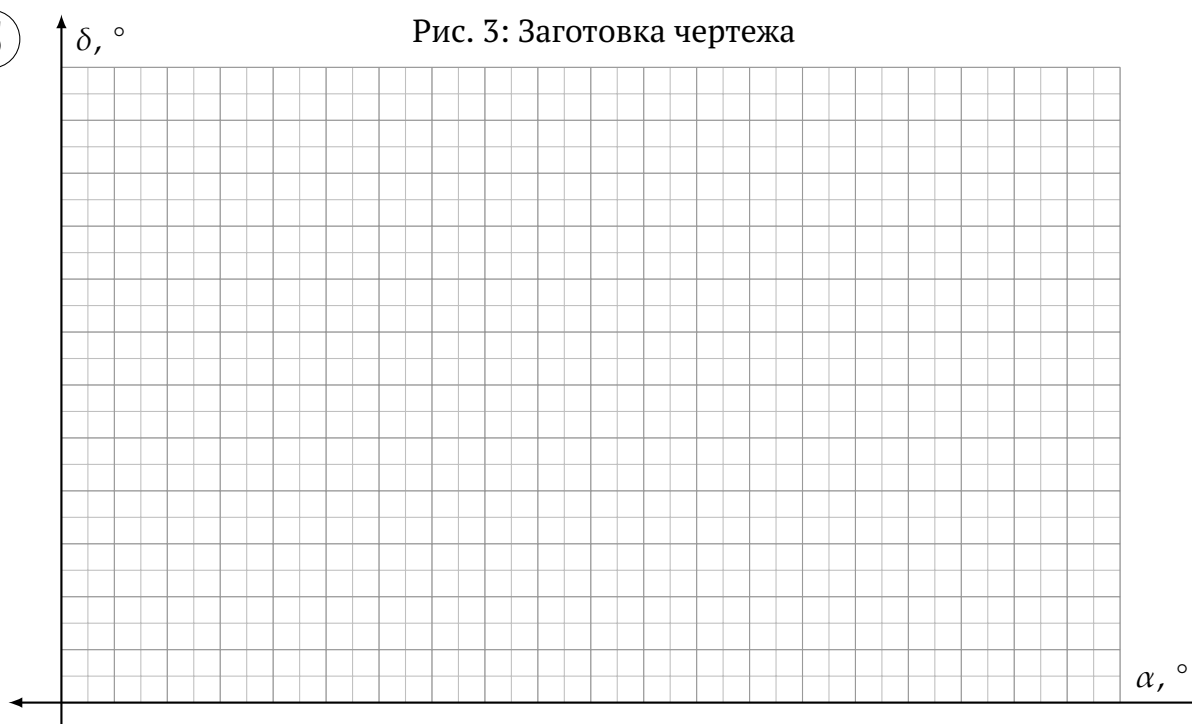
Рис. 2: «Родина-мать зовёт!» на фоне заката

Андрей Поручаев

Андрей Поручаев, vk.com/horizontsobityi. Фрагмент изображения адаптирован для печати

Решения заданий будут опубликованы на сайте **struve.astroedu.ru**.

5



6



Рис. 4: Карта Волгограда (Сталинграда) с окрестностями

Справочные данные

Некоторые основные физические и астрономические постоянные

Гравитационная постоянная	$G = 6.674 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3 \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{с}^{-2}$
Скорость света в вакууме	$c = 2.998 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
Масса протона	$m_p = 1.673 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
Масса электрона	$m_e = 9.109 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$
Астрономическая единица	$1 \text{ а. е.} = 1.496 \cdot 10^{11} \text{ м}$
Парсек	$1 \text{ пк} = 206\,265 \text{ а. е.} = 3.086 \cdot 10^{16} \text{ м}$
Световой год	$1 \text{ св. год} = 365.25 \text{ сут.} \times c = 9.461 \cdot 10^{15} \text{ м}$

Данные о Солнце, Земле и Луне

Видимая звёздная величина Солнца	$m_{\odot} = -26.8^{\text{m}}$
Эффективная температура Солнца	$T_{\odot, \text{eff}} = 5.8 \cdot 10^3 \text{ К}$
Поток энергии на расстоянии Земли	$E_{\odot} = 1.4 \cdot 10^3 \text{ Вт/м}^2$
Тропический год	$= 365.24219 \text{ сут.}$
Сидерический (орбитальный) период	$= 365.25636 \text{ сут.}$
Средняя орбитальная скорость	$= 29.8 \text{ км/с}$
Звёздные сутки	$= 23 \text{ ч } 56 \text{ мин } 04 \text{ с}$
Наклон экватора к эклиптике	$\varepsilon = 23.44^{\circ}$
Сидерический месяц	$= 27.32 \text{ сут.}$
Синодический месяц	$= 29.53 \text{ сут.}$
Ускорение свободного падения на поверхности Земли	$g = 9.8 \text{ м/с}^2 = 9.8 \text{ Н/кг}$

Характеристики Солнца, планет Солнечной системы и Луны

	Радиус орбиты, а. е.	Орбитальный период	Масса, кг	Радиус, 10^3 км	Осевой период
☉ Солнце			$1.989 \cdot 10^{30}$	697	25.38 сут.
☿ Меркурий	0.3871	87.97 сут.	$3.302 \cdot 10^{23}$	2.44	58.65 сут.
♀ Венера	0.7233	224.70 сут.	$4.869 \cdot 10^{24}$	6.05	243.02 сут.
⊕ Земля	1.0000	<i>см. выше</i>	$5.974 \cdot 10^{24}$	6.37	23.93 ч
☾ ↪ Луна	0.0026	27.32 сут.	$7.348 \cdot 10^{22}$	1.74	<i>синхр.</i>
♂ Марс	1.5237	686.98 сут.	$6.419 \cdot 10^{23}$	3.40	24.62 ч
♃ Юпитер	5.2028	11.862 лет	$1.899 \cdot 10^{27}$	71.5	9.92 ч
♄ Сатурн	9.5388	29.458 лет	$5.685 \cdot 10^{26}$	60.3	10.66 ч
♅ Уран	19.1914	84.01 лет	$8.683 \cdot 10^{25}$	25.6	17.24 ч
♆ Нептун	30.0611	164.79 лет	$1.024 \cdot 10^{26}$	24.7	16.11 ч