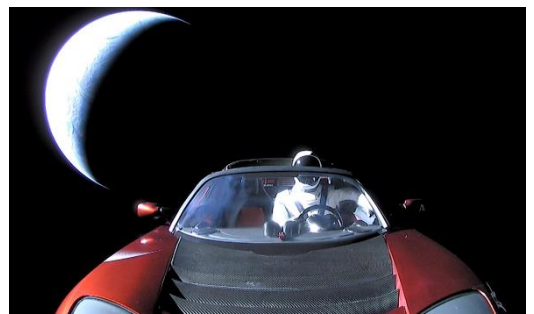


1. Самая яркая звезда созвездия Возничего имеет координаты  $\alpha = 5^h 18^m$ ,  $\delta = 46^\circ 01'$ , а самая яркая звезда Ориона –  $\alpha = 5^h 16^m$ ,  $\delta = -8^\circ 11'$ .

- а) Напишите собственные имена этих звезд.
- б) Считая, что они имеют одинаковые прямые восхождения, укажите диапазон широт на Земле, где эти звезды могут наблюдаться одновременно над горизонтом.
- в) Как известно, Орион и Возничий – это зимние созвездия. Во сколько по белорусскому времени указанные звезды будут наблюдаться в Минске в верхней кульминации в день зимнего солнцестояния? Под словами «белорусское время» имеется в виду поясное летнее время для нашего пояса. Считайте, что в это время Солнце будет ровно в точке зимнего солнцестояния, а прямое восхождение обеих звезд в точности равно  $5^h 17^m$ .

2. 6 февраля 2018 года компания SpaceX при помощи новой ракеты Falcon Heavy запустила в космос автомобиль своего директора Илона Маска – Tesla Roadster. Безусловно, запуск электромобиля был абсолютно бессмысленным действием даже по словам самого Маска. Однако запускать полезную нагрузку на ракете, летящей впервые, было бы слишком рискованно. Кроме того, разработчики хотели сделать таким образом рекламу своему продукту, показав, что ракета может доставлять нагрузку даже на марсианскую орбиту.



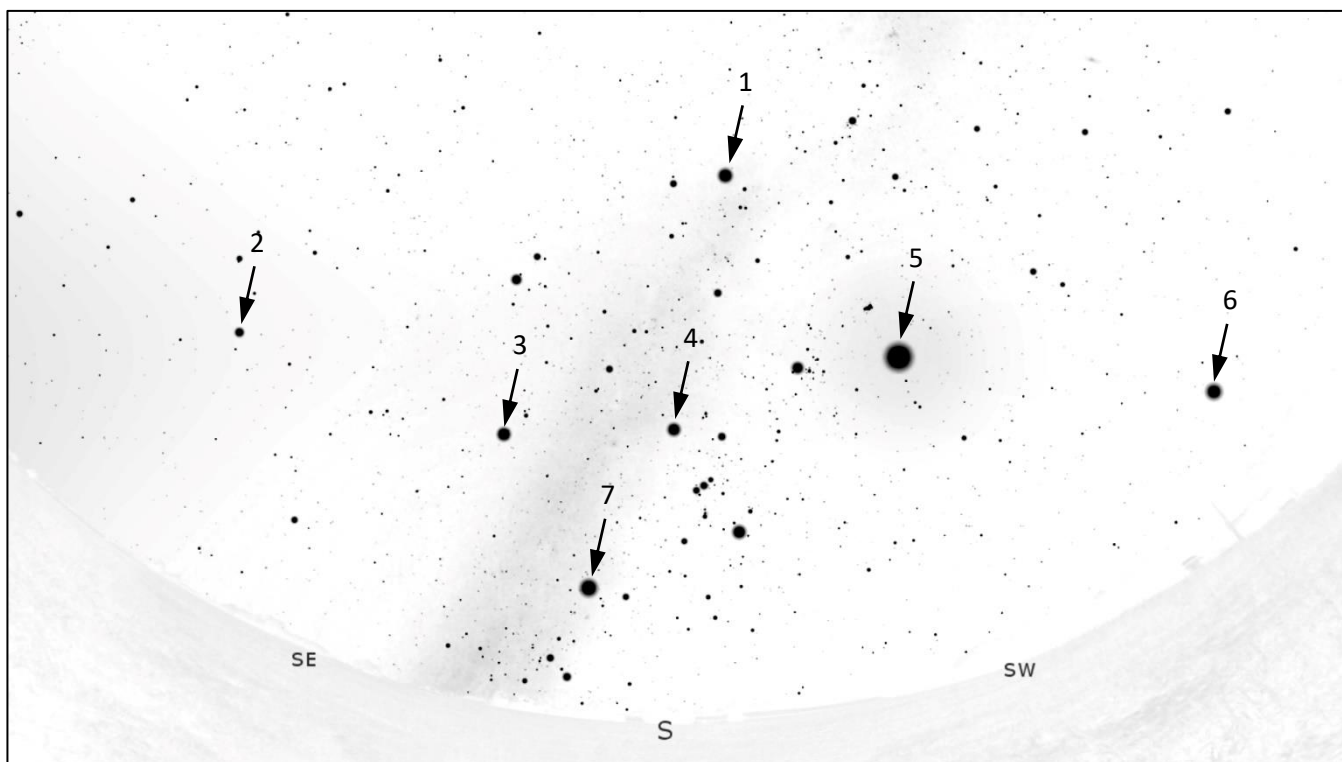
На данный момент Tesla Roadster летает по эллипсу вокруг Солнца с перигелийным и афелийным расстоянием, соответственно, 1,67 а. е. и 0,98 а. е. 7 октября этого года автомобиль сблизился с Марсом, пройдя всего в 0,05 а. е. от него.

- а) Определите период обращения «Теслы» вокруг Солнца.
  - б) Точка перигелия орбиты автомобиля очень близка к орбите Земли. Если допустить, что она в точности касается земной орбиты, то однажды «Тесла» обязательно столкнется с Землей. Какова будет скорость этого столкновения относительно земного центра? Орбиту Земли считайте окружностью, наклоном орбит пренебречь.
  - в) Какую видимую звездную величину имела «Тесла» в тот момент, когда она сближалась с Марсом? Допустим, что отражательная способность кузова автомобиля и Марса примерно одинаковы. Размеры машины оцените сами. Марс в это время как раз был в противостоянии и имел звездную величину  $-2,6^m$ .
  - г) Можно ли было бы зафиксировать столь необычный космический аппарат рядом с Марсом при помощи крупнейших земных телескопов?
3. Проксима Центавра – ближайшая к нам звезда (после Солнца, конечно). Ее годовой параллакс составляет  $0,769''$ , видимая болометрическая (т. е. измеренная по всему спектру) величина  $7,3^m$ , температура поверхности равна 3000 К, а масса составляет  $0,123 M_{\odot}$ .
- а) Сколько времени потребовалось бы воображаемому самолету, летящему постоянно со скоростью 800 км/ч, чтобы покрыть расстояние до Проксимы Центавра? Считайте, что звезда все это время будет оставаться неподвижной относительно Солнца.
  - б) К какому типу звезд относится Проксима? Варианты ответов: желтая звезда главной последовательности, белый карлик, красный карлик, нейтронная звезда, красный гигант.
  - в) Определите светимость этой звезды в светимостях Солнца.
  - г) Найдите радиус Проксимы в радиусах Солнца.

- д) У Проксимы удалось открыть как минимум одну планету, которая получила название Проксима Центавра b. Большая полуось ее орбиты составляет 0,05 а. е., а эксцентриситет орбиты равен 0,35. Сколько времени длится звездный год на этой планете?
- е) Допустим, что планета имеет землеподобную атмосферу, которая отражает 30% падающего на нее света. Определите среднюю температуру планеты, пренебрегая парниковым эффектом и считая орбиту круговой. Можно считать, что все тепло, полученное планетой, сразу же равномерно распределяется по всей ее поверхности.

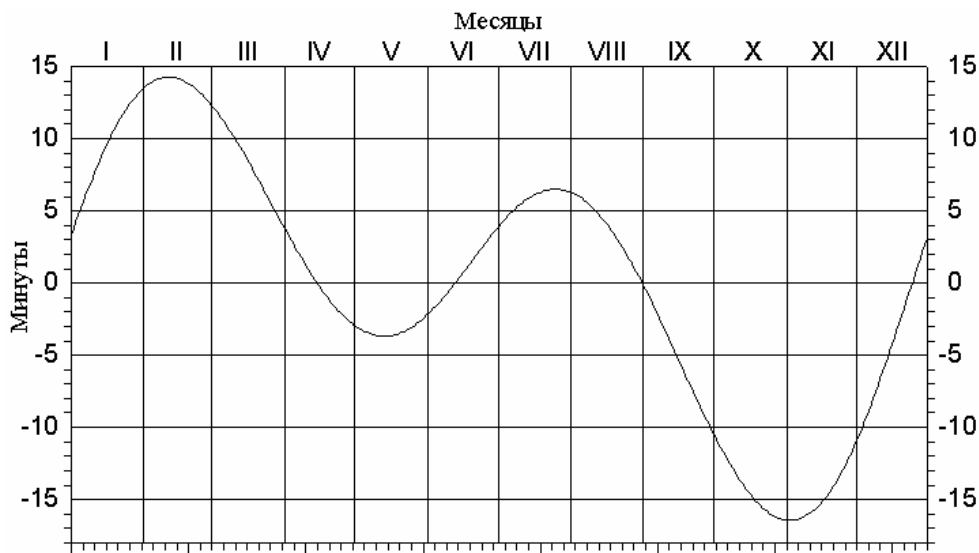
4. Примерно такое небо можно увидеть из окрестностей Минска в 4:20 утра 2 ноября 2020 года.

- а) Укажите названия объектов, обозначенных стрелками.
- б) Напишите названия созвездий, в которых расположены эти объекты.
- в) Перечислите все возможные звездные скопления, туманности и галактики на этой карте, которые можно увидеть невооруженным глазом на темном небе.
- г) Вставать в 4:20 утра, чтобы все это увидеть – так себе удовольствие. В какой день года такая же картина неба будет наблюдаться вечером в 21:00?



## Справочные данные

Широта Минска	$53^{\circ}54'$
Долгота Минска	$27^{\circ}35'$
Гравитационная постоянная	$6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$
Масса Солнца	$2,0 \cdot 10^{30} \text{ кг}$
Светимость Солнца	$3,83 \cdot 10^{26} \text{ кг}$
Видимая звездная величина Солнца	$-26,8^m$
Абсолютная звездная величина Солнца	$+4,8^m$
1 а. е. =	149,6 млн км
1 пк =	206 265 а. е.
Средний радиус Земли	6371 км
Масса Земли	$5,97 \cdot 10^{24} \text{ кг}$
Средний радиус Марса	3390 км
Постоянная Стефана-Больцмана	$5,67 \cdot 10^{-8} \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{К}^4$

График уравнения времени ( $\eta = T_{\text{ср}} - T_{\odot}$ )