

МОСКОВСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
ПО АСТРОНОМИИ. 2018–2019 уч. г.  
ОЧНЫЙ ЭТАП. 10–11 КЛАССЫ

**Задача 1**

Две соседние на небе звезды при наблюдении невооружённым глазом имеют одинаковый блеск  $6^m$ , а при наблюдении в крупный бинокль первая звезда выглядит ярче второй. Какая из звёзд имеет большую температуру? Межзвёздным и атмосферным поглощением света пренебречь.

**Задача 2**

Иногда в сувенирных магазинах можно найти необычный подарок – банку с законсервированным воздухом, например, какого-нибудь города. Оцените, во сколько раз масса нетто (т. е. без упаковки) такой банки объёмом  $V = 0,3$  л с обычным воздухом будет больше массы такой же банки с газом, взятым из фотосферы Солнца ( $T = 6000$  К,  $p = 0,1$  атм, хим. состав: Н 75%, Не 25%). Считать, что вещество фотосферы не ионизовано. Плотность воздуха  $\rho_0$  равна  $1,225$  кг/м<sup>3</sup>.

**Задача 3**

Две галактики расположены на расстоянии  $20^\circ$  друг от друга на небе и имеют красные смещения 0.001 и 0.002 соответственно. Оцените звёздную величину и красное смещение одной галактики при наблюдении с другой, считая, что это типичные спиральные галактики, подобные Млечному Пути. Постоянную Хаббла считать равной  $70$  км/с/Мпк

#### Задача 4

В 2019 году уже произошли или произойдут следующие события:

- 21 января – полное лунное затмение, во время которого Луна пересекла северную часть земной тени вскоре после прохождения узла своей орбиты;
- 5 февраля – покрытие Меркурия Луной;
- 11 апреля – Меркурий окажется в максимальной западной элонгации на угловом расстоянии  $27^{\circ}43'$ ;
- 11 ноября – прохождение Меркурия по диску Солнца.

Исходя из этих данных определите:

- 1) Вблизи какой конфигурации находился Меркурий 5 февраля?
- 2) Как он будет располагаться 11 апреля относительно небесного экватора, севернее или южнее?
- 3) Севернее или южнее эклиптики он окажется 11 апреля?

Большая полуось орбиты Меркурия равна 0,387 а.е., эксцентриситет – 0,2. Наклонение орбиты –  $7^{\circ}$ .

#### Задача 5

Международная космическая станция (МКС) движется по круговой орбите высотой  $H = 415$  км, плоскость которой наклонена к плоскости земного экватора на угол  $i_0 = 51^{\circ}$ . В тот момент, когда МКС достигла самой северной точки орбиты, ей был сообщён импульс, изменивший её орбиту так, что станцию стало возможным наблюдать из любой точки Земли. Определите величину и направление минимального импульса (относительно предыдущего направления скорости), если орбита осталась круговой. Масса МКС  $m = 4,2 \cdot 10^5$  кг.

#### Задача 6

Звезда с видимой звёздной величиной  $m = 14^m$  находится в точке с галактическими координатами  $l = 180^{\circ}$ ,  $b = 0^{\circ}$ . Её абсолютная звёздная величина  $H = 3.4^m$ . Сколько оборотов вокруг центра Галактики она совершила за всю свою жизнь? Считать, что в её недрах водорода осталось уже очень мало. Расстояние от центра Галактики до Солнца принять равным  $R_0 = 8.2$  кпк. Массу Галактики внутри такого радиуса принять порядка  $10^{11} M_{\odot}$ .

### Задача 7

Находясь в Кавказской горной обсерватории МГУ ( $43^{\circ}44'10''$  с.ш.,  $42^{\circ}40'03''$  в.д., высота над уровнем моря  $h = 2061$  м) астроном сделал фотографию Эльбруса с длительной экспозицией. На полученной фотографии он смог отождествить треки наиболее ярких звёзд созвездия Эридан:

1) Тхеемин ( $\nu^2$  Eri):  $\alpha = 4^{\text{h}} 35^{\text{m}} 18^{\text{s}}$ ,  $\delta = -30^{\circ}31'31''$

2) Тимим (Беемин II,  $\nu^3$  Eri):  $\alpha = 4^{\text{h}} 24^{\text{m}} 46^{\text{s}}$ ,  $\delta = -33^{\circ}58'27''$

3) Беемин I ( $\nu^4$  Eri):  $\alpha = 4^{\text{h}} 18^{\text{m}} 38^{\text{s}}$ ,  $\delta = -33^{\circ}45'12''$

Считая, что нижняя сторона фотографии соответствует положению математического горизонта, оцените высоту западной вершины г. Эльбрус над уровнем моря. Географические координаты западной вершины:  $43^{\circ}20'45''$  с.ш.,  $42^{\circ}26'55''$  в.д. В решении обязательно необходимо указать, какая именно из вершин является западной.



### Задача 8

Вот как Уильям Хаггинс в заметке 1878 г. (отрывок из неё на языке оригинала для справки приведён ниже) описывает первые в истории наблюдения звёзд в инфракрасном диапазоне, проведённые с помощью болометра: «количество тепла, полученное от Арктура, наблюдавшегося на высоте 25 градусов, оказалось таким же, как наблюдается с расстояния 360 м от заполненного кипящей водой [зачернённого] металлического куба с ребром 76 мм». Подтвердите или опровергните это высказывание расчётами, если известно, что звёздная величина Арктура в инфракрасном диапазоне  $-3^m$ . На рисунках дано распределение энергии в спектре Веги за пределами атмосферы Земли и кривая пропускания атмосферы Земли в ИК-диапазоне.

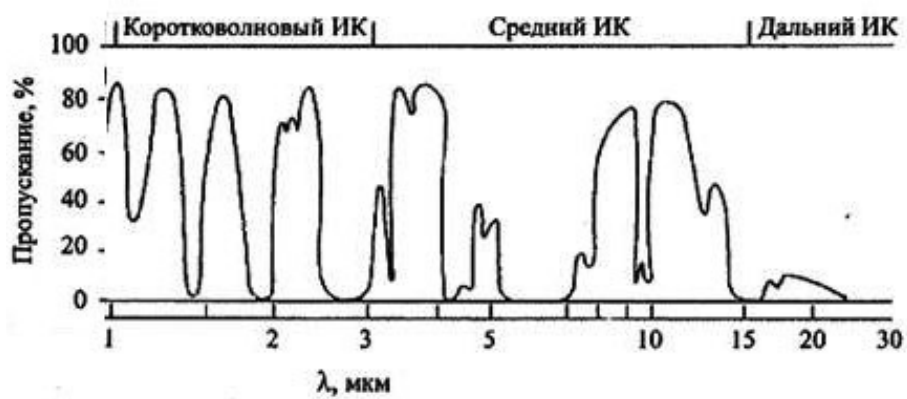
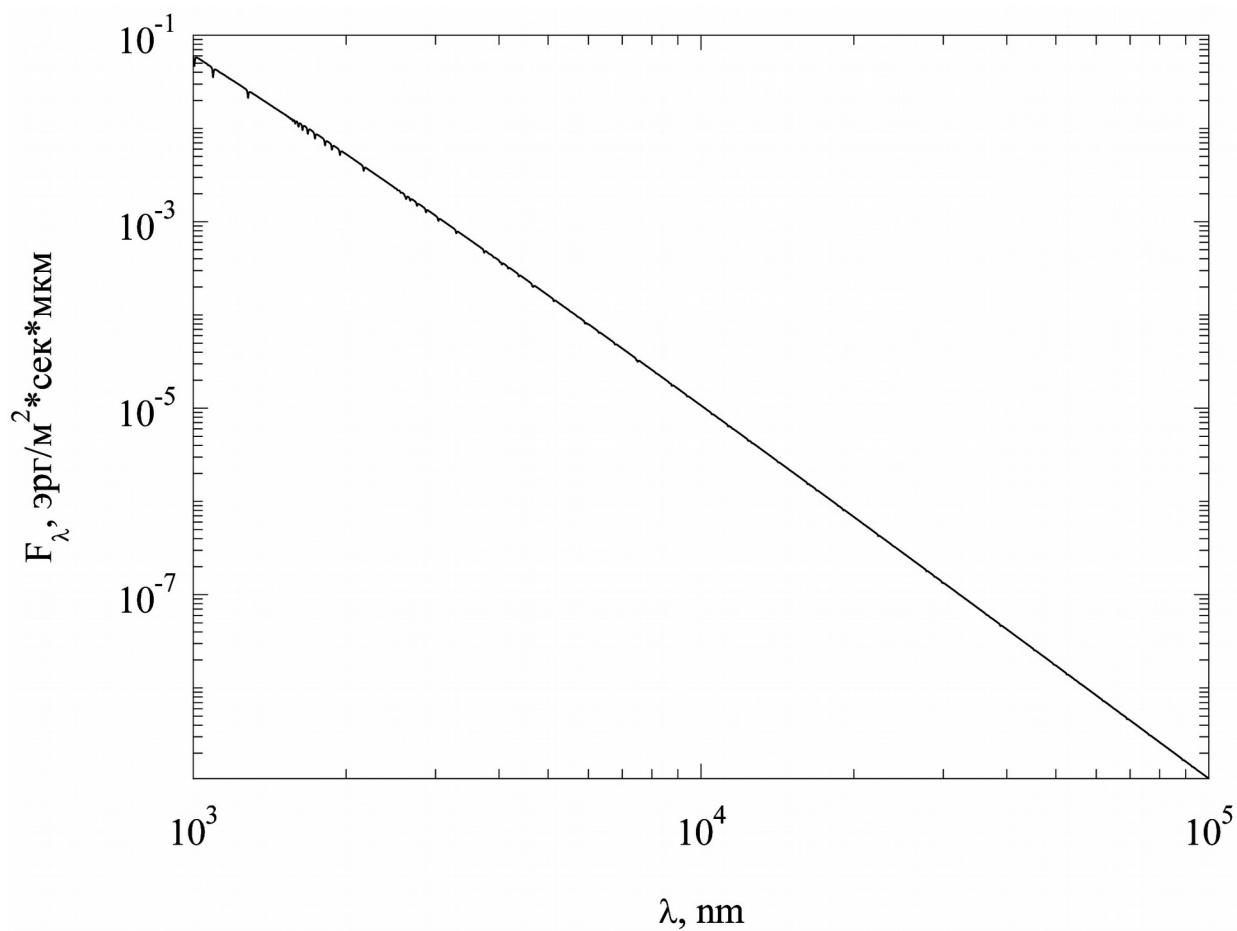
**The Government astronomer at the Cape of Good Hope, Mr. Stone, then first assistant at Greenwich, also successfully observed the heat of some stars, and further gave a rough estimate of the heating power of Arcturus and  $\alpha$  Lyræ, in a communication to the Royal Society in January, 1870. He makes the amount of heat received from Arcturus, at an altitude of  $25^\circ$ , to be about equal to that of a three-inch cube containing boiling water at a distance of 400 yards; the heat from  $\alpha$  Lyræ, at an altitude of  $60^\circ$ , to that of a similar cube at about 600 yards.**

Upper Tulse Hill, S.W. :

Oct. 29.

Your obedient servant,

**WILLIAM HUGGINS.**



**Всего за работу 60 баллов.**