

## IV Российская олимпиада школьников по астрономии и космической физике

### Условия задач теоретического тура.

г. Троицк,  
7-11 апреля 1997 г.

#### 8-9 класс.

1. Две звезды имеют одно и то же прямое восхождение и разные склонения. На какой географической широте они восходят и заходят одновременно?

2. Эксцентриситет эллиптической орбиты Плутона составляет  $e_v = 0,249$  (в отличие от большинства других планет, для которых - кроме Меркурия - эксцентриситет не превышает 0,1, то есть орбиты являются практически круговыми). Во сколько раз афелий Плутона больше его перигелия? Нарисуйте в удобном масштабе орбиты Плутона и планет-гигантов, положение Солнца по отношению к ним.

3. Почему на Земле или любой другой планете происходит смена дня и ночи? Конечно, скажете вы, потому что она вращается вокруг оси. Но это далеко не полный ответ. Подумайте:

-может ли так быть, что планета вращается вокруг оси, а смены дня и ночи не происходит?

-может ли так быть, что планета не вращается вокруг оси, а смена дня и ночи происходит?

Если хотя бы один раз вы скажете "да", то вам придется поискать новый, более полный ответ на вопрос, при каких условиях нигде на планете не происходит смена дня и ночи.

4. Во время полного солнечного затмения 9 марта 1997 года в Читинской области видимые угловые радиусы Луны и Солнца составляли  $\rho_l = 16'41''$  и  $\rho_o = 16'07''$  соответственно. Используя эти данные, оцените, какое максимальное время можно было наблюдать полное солнечное затмение. Как следует выбирать точку (или местность) наблюдений, чтобы в этом месте затмение наблюдалось наиболее продолжительное время? Эффекты, связанные с суточным вращением Земли, не учитывайте.

5-6. Вам даны некоторые сведения об орбите и эфемеридах кометы Хейла-Боппа 1995 O1 (файл из сети Internet), а также географические координаты города Троицка:

$$\varphi = 55^\circ 30' \text{ с.ш.}, \lambda = 37^\circ 15' \text{ в.д.}$$

5. Определите, в течение какого периода времени комета является незаходящей в городе Троицке.

6. Когда (дата, время) комета поднялась (поднимется) на максимальную высоту? Какова эта максимальная высота: можно ли в течение тех суток наблюдать комету невооруженным глазом?

## Эфемериды и параметры орбиты кометы Hale-Bopp (1995 O1)

Don Yeomans - JPL, 04.03.1997

Объект: Комета Hale-Bopp (1995 O1)  
Число наблюдений: 1892  
Период наблюдений: 01.01.1996 - 03.03.1997

Элементы орбиты: Эксцентриситет:  $e$  0.995103273  
Время прохождения перигелия Tr 1997 Апрель, 1.13843

### Эфемериды для кометы Hale-Bopp (1995 O1)

Date (UT)	R.A. J2000	Dec.	Delta	Deldot	r	Theta	Beta	Moon	TMag
1997 Mar 1	21 21 58.51	+33 17 10.4	1.489	-25.61	1.067	45.7	41.7	96	0.7
1997 Mar 3	21 33 24.71	+34 48 23.2	1.460	-23.93	1.050	46.0	42.7	80	0.6
1997 Mar 5	21 45 43.35	+36 19 00.2	1.434	-22.08	1.033	46.1	43.8	64	0.5
1997 Mar 7	21 58 58.18	+37 47 56.4	1.409	-20.06	1.018	46.2	44.7	51	0.4
1997 Mar 9	22 13 12.31	+39 13 55.2	1.387	-17.88	1.003	46.2	45.7	45	0.3
1997 Mar 11	22 28 27.81	+40 35 29.3	1.368	-15.54	0.989	46.2	46.5	50	0.2
1997 Mar 13	22 44 45.16	+41 51 03.0	1.352	-13.06	0.976	46.1	47.2	62	0.2
1997 Mar 15	23 02 02.69	+42 58 55.2	1.338	-10.45	0.964	46.0	47.9	76	0.1
1997 Mar 17	23 20 16.06	+43 57 25.1	1.328	-7.74	0.953	45.7	48.4	90	0.1
1997 Mar 19	23 39 17.88	+44 44 58.2	1.320	-4.96	0.944	45.5	48.8	104	0.0
1997 Mar 21	23 58 57.57	+45 20 13.8	1.316	-2.14	0.936	45.2	49.0	117	0.0
1997 Mar 23	00 19 01.77	+45 42 12.1	1.315	0.70	0.929	44.8	49.1	129	0.0
1997 Mar 25	00 39 15.11	+45 50 19.9	1.318	3.50	0.923	44.4	49.1	138	-0.1
1997 Mar 27	00 59 21.42	+45 44 34.0	1.323	6.25	0.919	43.9	48.9	141	-0.1
1997 Mar 29	01 19 05.04	+45 25 21.1	1.332	8.92	0.916	43.4	48.5	134	-0.1
1997 Mar 31	01 38 12.12	+44 53 34.6	1.344	11.46	0.914	42.9	48.0	120	0.0
1997 Apr 3	01 56 31.49	+44 10 28.9	1.359	13.86	0.914	42.3	47.4	101	0.0
1997 Apr 4	02 13 55.10	+43 17 31.9	1.376	16.11	0.916	41.7	46.6	80	0.0
1997 Apr 6	02 30 18.03	+42 16 18.2	1.396	18.17	0.918	41.1	45.7	57	0.0
1997 Apr 8	02 45 38.20	+41 08 22.5	1.418	20.05	0.922	40.4	44.7	37	0.1
1997 Apr 10	02 59 55.78	+39 55 14.6	1.442	21.75	0.928	39.7	43.6	26	0.2
1997 Apr 12	03 13 12.67	+38 38 16.4	1.468	23.26	0.935	39.0	42.5	35	0.2
1997 Apr 14	03 25 31.96	+37 18 39.9	1.496	24.58	0.943	38.3	41.3	52	0.3
1997 Apr 16	03 36 57.43	+35 57 26.8	1.525	25.73	0.952	37.6	40.0	72	0.4
1997 Apr 18	03 47 33.25	+34 35 28.4	1.555	26.71	0.962	36.8	38.7	92	0.4
1997 Apr 20	03 57 23.66	+33 13 26.6	1.586	27.54	0.974	36.1	37.4	113	0.5
1997 Apr 22	04 06 32.83	+31 51 54.7	1.619	28.21	0.987	35.3	36.0	135	0.6
1997 Apr 24	04 15 04.70	+30 31 18.6	1.651	28.75	1.001	34.5	34.7	156	0.7
1997 Apr 26	04 23 02.98	+29 11 57.7	1.685	29.17	1.015	33.7	33.4	167	0.8
1997 Apr 28	04 30 31.06	+27 54 06.3	1.719	29.47	1.031	32.9	32.1	148	0.9
1997 Apr 30	04 37 32.03	+26 37 54.3	1.753	29.66	1.047	32.1	30.8	123	1.0
1997 May 2	04 44 08.68	+25 23 27.9	1.787	29.76	1.065	31.4	29.5	96	1.1
1997 May 4	04 50 23.48	+24 10 50.7	1.822	29.77	1.083	30.6	28.3	69	1.2
1997 May 6	04 56 18.66	+23 00 03.9	1.856	29.70	1.102	29.8	27.1	41	1.3
1997 May 8	05 01 56.16	+21 51 06.8	1.890	29.56	1.121	29.1	25.9	15	1.4
1997 May 10	05 07 17.73	+20 43 57.6	1.924	29.37	1.141	28.3	24.8	12	1.5
1997 May 12	05 12 24.90	+19 38 33.2	1.958	29.12	1.161	27.6	23.8	35	1.5
1997 May 14	05 17 19.06	+18 34 50.1	1.992	28.82	1.182	26.9	22.8	58	1.6
1997 May 16	05 22 01.43	+17 32 44.1	2.025	28.49	1.204	26.3	21.8	81	1.7
1997 May 18	05 26 33.10	+16 32 10.7	2.057	28.12	1.226	25.6	20.9	104	1.8
1997 May 20	05 30 55.05	+15 33 05.3	2.090	27.72	1.248	25.0	20.0	128	1.9
1997 May 22	05 35 08.15	+14 35 23.2	2.121	27.30	1.271	24.4	19.2	152	2.0

R.A. J2000 Dec. = Прямое восхождение и склонение (эпоха 2000)  
 Поправки, связанные с временем прохождения света, учтены  
 Delta = Геоцентрическое расстояние до объекта в а.е.  
 Deldot = Геоцентрическая радиальная скорость объекта в км/с  
 r = Гелиоцентрическое расстояние до объекта в а.е.  
 Theta = Угол Солнце-Земля-Объект в градусах  
 Beta = Угол Солнце-Объект-Земля в градусах  
 Moon = Угол Объект-Земля-Луна в градусах  
 TMag = Ожидаемая Звёздная величина

## IV Российская олимпиада школьников по астрономии и космической физике

### Условия задач теоретического тура.

г. Троицк,  
7-11 апреля 1997 г.

#### 10 класс

1. Путешествуя по Крымскому полуострову (грубая карта Крыма прилагается), группа любителей астрономии захотела пронаблюдать центр шарового скопления  $\omega$  Центавра  $\{\alpha = 13^{\text{h}}27^{\text{m}}, \delta = -47^{\circ}30'\}$ . Смогут ли они это сделать? Если да, то где и как, если нет, то почему. Рефракцию вблизи горизонта считать равной  $1^{\circ}$ .

2. Определите максимально возможную скорость ледяного метеорита, с которой он влетает в земную атмосферу с начальной температурой  $-50^{\circ}\text{C}$ , чтобы хотя бы небольшая часть его, потеряв скорость, могла достичь поверхности Земли в твёрдой форме. Считать, что вся энергия движения уходит на нагрев и плавление. Пренебречь изменением потенциальной энергии при движении в атмосфере. Удельная теплота плавления льда  $\lambda = 3,3 \cdot 10^5$  Дж/кг, теплоёмкость воды  $c_{\text{в}} = 4,2 \cdot 10^3$  Дж/(кг·К), теплоёмкость льда  $c_{\text{л}} = 2,1 \cdot 10^3$  Дж/(кг·К), удельная теплота парообразования  $r = 2,3 \cdot 10^6$  Дж/кг.

3. Обе компоненты двойной звезды принадлежат спектральному классу A3 (температура 9500 K). Спутник на 8 звёздных величин слабее. Главная звезда с массой 2 массы Солнца видна в фокусе эллипса, который описывает спутник. Большая полуось эллипса видна под углом  $2,5^{\circ}$ . Период обращения звезды – 177 лет. Оцените приблизительно расстояние до звёзд.

4. Во время полного солнечного затмения 9 марта 1997 года в Читинской области видимые угловые радиусы Луны и Солнца составляли  $\rho_{\text{л}} = 16'41''$  и  $\rho_{\text{о}} = 16'07''$  соответственно. Используя эти данные, оцените, какое максимальное время можно было наблюдать полное солнечное затмение. Как следует выбирать точку (или местность) наблюдений, чтобы в этом месте затмение наблюдалось наиболее продолжительное время? Эффекты, связанные с суточным вращением Земли, при вычислениях не учитывайте, однако качественно объясните, как они повлияют на продолжительность затмения.

5-6. Вам даны некоторые сведения об орбите и эфемеридах кометы Хейла-Боппа 1995 O1 (файл из сети Internet), а также географические координаты города Троицка:

$$\varphi = 55^{\circ}30' \text{ с.ш.}, \lambda = 37^{\circ}15' \text{ в.д.}$$

5. Взяв необходимые данные, вычислите период обращения кометы вокруг Солнца.

6. Когда (дата, время) комета поднялась (поднимется) на максимальную высоту? Какова эта максимальная высота; можно ли в течение тех суток наблюдать комету невооружённым глазом?

## Эфемериды и параметры орбиты кометы Hale-Bopp (1995 O1)

Don Yeomans - JPL, 04.03.1997

Объект: Комета Hale-Bopp (1995 O1)  
Число наблюдений: 1892  
Период наблюдений: 01.01.1996 - 03.03.1997

Элементы орбиты: Эксцентриситет: e 0.995103273  
Время прохождения перигелия Tr 1997 Апрель, 1.13843

### Эфемериды для кометы Hale-Bopp (1995 O1)

Date (UT)	R.A. J2000	Dec.	Delta	Deldot	r	Theta	Beta	Moon	TMag
1997 Mar 1	21 21 58.51	+33 17 10.4	1.489	-25.61	1.067	45.7	41.7	96	0.7
1997 Mar 3	21 33 24.71	+34 48 23.2	1.460	-23.93	1.050	46.0	42.7	80	0.6
1997 Mar 5	21 45 43.35	+36 19 00.2	1.434	-22.08	1.033	46.1	43.8	64	0.5
1997 Mar 7	21 58 58.18	+37 47 56.4	1.409	-20.06	1.018	46.2	44.7	51	0.4
1997 Mar 9	22 13 12.31	+39 13 55.2	1.387	-17.88	1.003	46.2	45.7	45	0.3
1997 Mar 11	22 28 27.81	+40 35 29.3	1.368	-15.54	0.989	46.2	46.5	50	0.2
1997 Mar 13	22 44 45.16	+41 51 03.0	1.352	-13.06	0.976	46.1	47.2	62	0.2
1997 Mar 15	23 02 02.69	+42 58 55.2	1.338	-10.45	0.964	46.0	47.9	76	0.1
1997 Mar 17	23 20 16.06	+43 57 25.1	1.328	-7.74	0.953	45.7	48.4	90	0.1
1997 Mar 19	23 39 17.88	+44 44 58.2	1.320	-4.96	0.944	45.5	48.8	104	0.0
1997 Mar 21	23 58 57.57	+45 20 13.8	1.316	-2.14	0.936	45.2	49.0	117	0.0
1997 Mar 23	00 19 01.77	+45 42 12.1	1.315	0.70	0.929	44.8	49.1	129	0.0
1997 Mar 25	00 39 15.11	+45 50 19.9	1.318	3.50	0.923	44.4	49.1	138	-0.1
1997 Mar 27	00 59 21.42	+45 44 34.0	1.323	6.25	0.919	43.9	48.9	141	-0.1
1997 Mar 29	01 19 05.04	+45 25 21.1	1.332	8.92	0.916	43.4	48.5	134	-0.1
1997 Mar 31	01 38 12.12	+44 53 34.6	1.344	11.46	0.914	42.9	48.0	120	0.0
1997 Apr 3	01 56 31.49	+44 10 28.9	1.359	13.86	0.914	42.3	47.4	101	0.0
1997 Apr 4	02 13 55.10	+43 17 31.9	1.376	16.11	0.916	41.7	46.6	80	0.0
1997 Apr 6	02 30 18.03	+42 16 18.2	1.396	18.17	0.918	41.1	45.7	57	0.0
1997 Apr 8	02 45 38.20	+41 08 22.5	1.418	20.05	0.922	40.4	44.7	37	0.1
1997 Apr 10	02 59 55.78	+39 55 14.6	1.442	21.75	0.928	39.7	43.6	26	0.2
1997 Apr 12	03 13 12.67	+38 38 16.4	1.468	23.26	0.935	39.0	42.5	35	0.2
1997 Apr 14	03 25 31.96	+37 18 39.9	1.496	24.58	0.943	38.3	41.3	52	0.3
1997 Apr 16	03 36 57.43	+35 57 26.8	1.525	25.73	0.952	37.6	40.0	72	0.4
1997 Apr 18	03 47 33.25	+34 35 28.4	1.555	26.71	0.962	36.8	38.7	92	0.4
1997 Apr 20	03 57 23.66	+33 13 26.6	1.586	27.54	0.974	36.1	37.4	113	0.5
1997 Apr 22	04 06 32.83	+31 51 54.7	1.619	28.21	0.987	35.3	36.0	135	0.6
1997 Apr 24	04 15 04.70	+30 31 18.6	1.651	28.75	1.001	34.5	34.7	156	0.7
1997 Apr 26	04 23 02.98	+29 11 57.7	1.685	29.17	1.015	33.7	33.4	167	0.8
1997 Apr 28	04 30 31.06	+27 54 06.3	1.719	29.47	1.031	32.9	32.1	148	0.9
1997 Apr 30	04 37 32.03	+26 37 54.3	1.753	29.66	1.047	32.1	30.8	123	1.0
1997 May 2	04 44 08.68	+25 23 27.9	1.787	29.76	1.065	31.4	29.5	96	1.1
1997 May 4	04 50 23.48	+24 10 50.7	1.822	29.77	1.083	30.6	28.3	69	1.2
1997 May 6	04 56 18.66	+23 00 03.9	1.856	29.70	1.102	29.8	27.1	41	1.3
1997 May 8	05 01 56.16	+21 51 06.8	1.890	29.56	1.121	29.1	25.9	15	1.4
1997 May 10	05 07 17.73	+20 43 57.6	1.924	29.37	1.141	28.3	24.8	12	1.5
1997 May 12	05 12 24.90	+19 38 33.2	1.958	29.12	1.161	27.6	23.8	35	1.5
1997 May 14	05 17 19.06	+18 34 50.1	1.992	28.82	1.182	26.9	22.8	58	1.6
1997 May 16	05 22 01.43	+17 32 44.1	2.025	28.49	1.204	26.3	21.8	81	1.7
1997 May 18	05 26 33.10	+16 32 10.7	2.057	28.12	1.226	25.6	20.9	104	1.8
1997 May 20	05 30 55.05	+15 33 05.3	2.090	27.72	1.248	25.0	20.0	128	1.9
1997 May 22	05 35 08.15	+14 35 23.2	2.121	27.30	1.271	24.4	19.2	152	2.0

R.A. J2000 Dec. = Прямое восхождение и склонение (эпоха 2000)  
 Поправки, связанные с временем прохождения света, учтены  
 Delta = Геоцентрическое расстояние до объекта в а.е.  
 Deldot = Геоцентрическая радиальная скорость объекта в км/с  
 r = Гелиоцентрическое расстояние до объекта в а.е.  
 Theta = Угол Солнце-Земля-Объект в градусах  
 Beta = Угол Солнце-Объект-Земля в градусах  
 Moon = Угол Объект-Земля-Луна в градусах  
 TMag = Ожидаемая Звёздная величина

## IV Российская олимпиада школьников по астрономии и космической физике

### Условия задач теоретического тура.

г. Троицк,  
7-11 апреля 1997 г.

#### 11 класс

1. Звезда находится на расстоянии  $R_0 = 8$  кпк от центра сферической галактики и имеет скорость  $V_0 = 450$  км/с, направленную строго от центра. Полный радиус галактики  $R_g = 30$  кпк. Круговая скорость (т.е. скорость движения по круговой орбите) на расстояниях 8 и 30 килопарсек равна соответственно  $V_8 = 250$  км/с и  $V_g = 150$  км/с. На какое максимальное расстояние от центра галактики удалится звезда? Какую скорость должна иметь звезда, чтобы навсегда покинуть галактику? При вычислениях для простоты считать, что сила притяжения в галактике в интервале расстояний от  $R_0$  до  $R_g$  изменяется по линейному закону.

2. Определите максимально возможную скорость ледяного метеорита, с которой он влетает в земную атмосферу с начальной температурой  $-50^\circ\text{C}$ , чтобы хотя бы небольшая часть его, потеряв скорость, могла достичь поверхности Земли в твердой форме. Считать, что вся энергия движения уходит на нагрев и плавление. Пренебречь изменением потенциальной энергии при движении в атмосфере. Удельная теплота плавления льда  $\lambda = 3,3 \cdot 10^5$  Дж/кг, теплоёмкость воды  $c_w = 4,2 \cdot 10^3$  Дж/(кг·К), теплоёмкость льда  $c_l = 2,1 \cdot 10^3$  Дж/(кг·К), удельная теплота парообразования  $r = 2,3 \cdot 10^6$  Дж/кг.

3. Обе компоненты двойной звезды принадлежат спектральному классу A3 (температура 9500 К). Спутник на 8 звёздных величин слабее. Главная звезда с массой 2 массы Солнца видна в фокусе эллипса, который описывает спутник. Большая полуось эллипса видна под углом  $2,5''$ . Период обращения звезды – 177 лет. Оцените приблизительно расстояние до звёзд и видимую звёздную величину этой двойной системы.

4. Во время полного солнечного затмения 9 марта 1997 года в Читинской области видимые угловые радиусы Луны и Солнца составляли  $\rho_L = 16'41''$  и  $\rho_S = 16'07''$  соответственно. Используя эти данные, оцените, какое максимальное время можно было наблюдать полное солнечное затмение. Как следует выбирать точку (или местность) наблюдений, чтобы в этом месте затмение наблюдалось наиболее продолжительное время? Эффекты, связанные с суточным вращением Земли, при вычислениях не учитывайте, однако качественно объясните, как они повлияют на продолжительность затмения.

5. Вам даны некоторые сведения об орбите и эфемеридах кометы Хейла-Боппа 1995 O1 (файл из сети Internet). Взяв необходимые данные, вычислите (оцените) период обращения кометы вокруг Солнца. Насколько точной можно считать Вашу оценку?

6. Наблюдаемая астрономами на Земле разность звёздных величин в синей и жёлтой областях спектра, называемая показателем цвета звезды B-V, равна 0,22, но этот показатель цвета искажён поглощением межзвёздной пылью, которое ослабляет свет звезды. В спектральном диапазоне В свет ослабляется в  $\alpha_b = 2,5$  раза, в диапазоне V – в  $\alpha_v = 2$  раза. Найдите истинный показатель цвета звезды (в отсутствие поглощения). К какому классу может принадлежать эта звезда?

## Эфемериды и параметры орбиты кометы Hale-Bopp (1995 O1)

Don Yeomans - JPL, 04.03.1997

Объект: Комета Hale-Bopp (1995 O1)  
Число наблюдений: 1892  
Период наблюдений: 01.01.1996 - 03.03.1997

Элементы орбиты: Эксцентриситет: e 0.995103273  
Время прохождения перигелия Tr 1997 Апрель, 1.13843

### Эфемериды для кометы Hale-Bopp (1995 O1)

Date (UT)	R.A. J2000	Dec.	Delta	Deldot	r	Theta	Beta	Moon	TMag
1997 Mar 1	21 21 58.51	+33 17 10.4	1.489	-25.61	1.067	45.7	41.7	96	0.7
1997 Mar 3	21 33 24.71	+34 48 23.2	1.460	-23.93	1.050	46.0	42.7	80	0.6
1997 Mar 5	21 45 43.35	+36 19 00.2	1.434	-22.08	1.033	46.1	43.8	64	0.5
1997 Mar 7	21 58 58.18	+37 47 56.4	1.409	-20.06	1.018	46.2	44.7	51	0.4
1997 Mar 9	22 13 12.31	+39 13 55.2	1.387	-17.88	1.003	46.2	45.7	45	0.3
1997 Mar 11	22 28 27.81	+40 35 29.3	1.368	-15.54	0.989	46.2	46.5	50	0.2
1997 Mar 13	22 44 45.16	+41 51 03.0	1.352	-13.06	0.976	46.1	47.2	62	0.2
1997 Mar 15	23 02 02.69	+42 58 55.2	1.338	-10.45	0.964	46.0	47.9	76	0.1
1997 Mar 17	23 20 16.06	+43 57 25.1	1.328	-7.74	0.953	45.7	48.4	90	0.1
1997 Mar 19	23 39 17.88	+44 44 58.2	1.320	-4.96	0.944	45.5	48.8	104	0.0
1997 Mar 21	23 58 57.57	+45 20 13.8	1.316	-2.14	0.936	45.2	49.0	117	0.0
1997 Mar 23	00 19 01.77	+45 42 12.1	1.315	0.70	0.929	44.8	49.1	129	0.0
1997 Mar 25	00 39 15.11	+45 50 19.9	1.318	3.50	0.923	44.4	49.1	138	-0.1
1997 Mar 27	00 59 21.42	+45 44 34.0	1.323	6.25	0.919	43.9	48.9	141	-0.1
1997 Mar 29	01 19 05.04	+45 25 21.1	1.332	8.92	0.916	43.4	48.5	134	-0.1
1997 Mar 31	01 38 12.12	+44 53 34.6	1.344	11.46	0.914	42.9	48.0	120	0.0
1997 Apr 3	01 56 31.49	+44 10 28.9	1.359	13.86	0.914	42.3	47.4	101	0.0
1997 Apr 4	02 13 55.10	+43 17 31.9	1.376	16.11	0.916	41.7	46.6	80	0.0
1997 Apr 6	02 30 18.03	+42 16 18.2	1.396	18.17	0.918	41.1	45.7	57	0.0
1997 Apr 8	02 45 38.20	+41 08 22.5	1.418	20.05	0.922	40.4	44.7	37	0.1
1997 Apr 10	02 59 55.78	+39 55 14.6	1.442	21.75	0.928	39.7	43.6	26	0.2
1997 Apr 12	03 13 12.67	+38 38 16.4	1.468	23.26	0.935	39.0	42.5	35	0.2
1997 Apr 14	03 25 31.96	+37 18 39.9	1.496	24.58	0.943	38.3	41.3	52	0.3
1997 Apr 16	03 36 57.43	+35 57 26.8	1.525	25.73	0.952	37.6	40.0	72	0.4
1997 Apr 18	03 47 33.25	+34 35 28.4	1.555	26.71	0.962	36.8	38.7	92	0.4
1997 Apr 20	03 57 23.66	+33 13 26.6	1.586	27.54	0.974	36.1	37.4	113	0.5
1997 Apr 22	04 06 32.83	+31 51 54.7	1.619	28.21	0.987	35.3	36.0	135	0.6
1997 Apr 24	04 15 04.70	+30 31 18.6	1.651	28.75	1.001	34.5	34.7	156	0.7
1997 Apr 26	04 23 02.98	+29 11 57.7	1.685	29.17	1.015	33.7	33.4	167	0.8
1997 Apr 28	04 30 31.06	+27 54 06.3	1.719	29.47	1.031	32.9	32.1	148	0.9
1997 Apr 30	04 37 32.03	+26 37 54.3	1.753	29.66	1.047	32.1	30.8	123	1.0
1997 May 2	04 44 08.68	+25 23 27.9	1.787	29.76	1.065	31.4	29.5	96	1.1
1997 May 4	04 50 23.48	+24 10 50.7	1.822	29.77	1.083	30.6	28.3	69	1.2
1997 May 6	04 56 18.66	+23 00 03.9	1.856	29.70	1.102	29.8	27.1	41	1.3
1997 May 8	05 01 56.16	+21 51 06.8	1.890	29.56	1.121	29.1	25.9	15	1.4
1997 May 10	05 07 17.73	+20 43 57.6	1.924	29.37	1.141	28.3	24.8	12	1.5
1997 May 12	05 12 24.90	+19 38 33.2	1.958	29.12	1.161	27.6	23.8	35	1.5
1997 May 14	05 17 19.06	+18 34 50.1	1.992	28.82	1.182	26.9	22.8	58	1.6
1997 May 16	05 22 01.43	+17 32 44.1	2.025	28.49	1.204	26.3	21.8	81	1.7
1997 May 18	05 26 33.10	+16 32 10.7	2.057	28.12	1.226	25.6	20.9	104	1.8
1997 May 20	05 30 55.05	+15 33 05.3	2.090	27.72	1.248	25.0	20.0	128	1.9
1997 May 22	05 35 08.15	+14 35 23.2	2.121	27.30	1.271	24.4	19.2	152	2.0

R.A. J2000 Dec. = Прямое восхождение и склонение (эпоха 2000)  
 Поправки, связанные с временем прохождения света, учтены  
 Delta = Геоцентрическое расстояние до объекта в а.е.  
 Deldot = Геоцентрическая радиальная скорость объекта в км/с  
 r = Гелиоцентрическое расстояние до объекта в а.е.  
 Theta = Угол Солнце-Земля-Объект в градусах  
 Beta = Угол Солнце-Объект-Земля в градусах  
 Moon = Угол Объект-Земля-Луна в градусах  
 TMag = Ожидаемая Звёздная величина

## IV Российская олимпиада школьников по астрономии и космической физике

### Условия задач практического тура.

г. Троицк,  
7-11 апреля 1997 г.

#### 8-9 класс.

По двум предложенным фотоснимкам кометы Хейла–Боппа, полученным специально для IV Российской астрономической олимпиады Данилой Чичмарем с интервалом ровно в 24 часа (соответственно 3 и 4 марта 1997 г.) на наблюдательной базе в Звенигороде, определить ее тангенциальную и лучевую скорости (в км/с). Известно, что фокусное расстояние объектива астрографа 500 мм, а фотоснимок представляет собой увеличенный в 6 раз полный фотокадр, имеющий размеры  $25,2 \times 35,7$  мм. Расстояние от Земли до головы кометы 3 марта составляло 1.461 а.е., а 4 марта она приблизилась к Земле на 0,0124 а.е.

Дополнительные материалы: математические вычислительные таблицы.

Дополнительные принадлежности: калька, карандаш, линейка.

### Эфемериды и параметры орбиты кометы Hale-Bopp (1995 O1)

Don Yeomans - JPL, 04.03.1997

Объект: Комета Hale-Bopp (1995 O1)  
Число наблюдений: 1892  
Период наблюдений: 01.01.1996 - 03.03.1997

Элементы орбиты: Экцентриситет:  $e$  0.995103273  
Время прохождения перигелия  $T_p$  1997 Апрель, 1.13843

### Эфемериды для кометы Hale-Bopp (1995 O1)

Date (UT)	R.A. J2000	Dec.	Delta	Deldot	r	Theta	Beta	Moon	TMag
1997 Mar 1	21 21 58.51	+33 17 10.4	1.489	-25.61	1.067	45.7	41.7	96	0.7
1997 Mar 3	21 33 24.71	+34 48 23.2	1.460	-23.93	1.050	46.0	42.7	80	0.6
1997 Mar 5	21 45 43.35	+36 19 00.2	1.434	-22.08	1.033	46.1	43.8	64	0.5
1997 Mar 7	21 58 58.18	+37 47 56.4	1.409	-20.06	1.018	46.2	44.7	51	0.4
1997 Mar 9	22 13 12.31	+39 13 55.2	1.387	-17.88	1.003	46.2	45.7	45	0.3
1997 Mar 11	22 28 27.81	+40 35 29.3	1.368	-15.54	0.989	46.2	46.5	50	0.2
1997 Mar 13	22 44 45.16	+41 51 03.0	1.352	-13.06	0.976	46.1	47.2	62	0.2
1997 Mar 15	23 02 02.69	+42 58 55.2	1.338	-10.45	0.964	46.0	47.9	76	0.1
1997 Mar 17	23 20 16.06	+43 57 25.1	1.328	-7.74	0.953	45.7	48.4	90	0.1
1997 Mar 19	23 39 17.88	+44 44 58.2	1.320	-4.96	0.944	45.5	48.8	104	0.0
1997 Mar 21	23 58 57.57	+45 20 13.8	1.316	-2.14	0.936	45.2	49.0	117	0.0
1997 Mar 23	00 19 01.77	+45 42 12.1	1.315	0.70	0.929	44.8	49.1	129	0.0
1997 Mar 25	00 39 15.11	+45 50 19.9	1.318	3.50	0.923	44.4	49.1	138	-0.1
1997 Mar 27	00 59 21.42	+45 44 34.0	1.323	6.25	0.919	43.9	48.9	141	-0.1

R.A. J2000 Dec. = Прямое восхождение и склонение (эпоха 2000)

Поправки, связанные с временем прохождения света, учтены

Delta = Геоцентрическое расстояние до объекта в а.е.

Deldot = Геоцентрическая радиальная скорость объекта в км/с

r = Гелиоцентрическое расстояние до объекта в а.е.

Theta = Угол Солнце-Земля-Объект в градусах

Beta = Угол Солнце-Объект-Земля в градусах

Moon = Угол Объект-Земля-Луна в градусах

TMag = Ожидаемая Звёздная величина

## IV Российская олимпиада школьников по астрономии и космической физике

### Условия задач практического тура.

г. Троицк,  
7-11 апреля 1997 г.

#### 10 класс.

По двум предложенным фотоснимкам кометы Хейла–Боппа, полученным специально для IV Российской астрономической олимпиады Данилой Чичмарем с интервалом ровно в 24 часа (соответственно 3 и 4 марта 1997 г.) на наблюдательной базе в Звенигороде, определить ее тангенциальную и лучевую скорости (в км/с). Известно, что фокусное расстояние объектива астрографа 500 мм, а фотоснимок представляет собой увеличенный полный фотокадр, имеющий размеры  $25.2 \times 35,7$  мм.

Оцените с какой погрешностью Вами выполнено предложенное задание.

Дополнительные материалы: эфемериды кометы, математические вычислительные таблицы.

Дополнительные принадлежности: калька, карандаш, линейка, транспортир.

### Эфемериды и параметры орбиты кометы Hale-Bopp (1995 O1)

Don Yeomans - JPL, 04.03.1997

Объект: Комета Hale-Bopp (1995 O1)  
Число наблюдений: 1892  
Период наблюдений: 01.01.1996 - 03.03.1997

Элементы орбиты: Эксцентриситет:  $e$  0.995103273  
Время прохождения перигелия Тр 1997 Апрель, 1.13843

### Эфемериды для кометы Hale-Bopp (1995 O1)

Date (UT)	R.A. J2000	Dec.	Delta	Deldot	r	Theta	Beta	Moon	TMag
1997 Mar 1	21 21 58.51	+33 17 10.4	1.489	-25.61	1.067	45.7	41.7	96	0.7
1997 Mar 3	21 33 24.71	+34 48 23.2	1.460	-23.93	1.050	46.0	42.7	80	0.6
1997 Mar 5	21 45 43.35	+36 19 00.2	1.434	-22.08	1.033	46.1	43.8	64	0.5
1997 Mar 7	21 58 58.18	+37 47 56.4	1.409	-20.06	1.018	46.2	44.7	51	0.4
1997 Mar 9	22 13 12.31	+39 13 55.2	1.387	-17.88	1.003	46.2	45.7	45	0.3
1997 Mar 11	22 28 27.81	+40 35 29.3	1.368	-15.54	0.989	46.2	46.5	50	0.2
1997 Mar 13	22 44 45.16	+41 51 03.0	1.352	-13.06	0.976	46.1	47.2	62	0.2
1997 Mar 15	23 02 02.69	+42 58 55.2	1.338	-10.45	0.964	46.0	47.9	76	0.1
1997 Mar 17	23 20 16.06	+43 57 25.1	1.328	-7.74	0.953	45.7	48.4	90	0.1
1997 Mar 19	23 39 17.88	+44 44 58.2	1.320	-4.96	0.944	45.5	48.8	104	0.0
1997 Mar 21	23 58 57.57	+45 20 13.8	1.316	-2.14	0.936	45.2	49.0	117	0.0
1997 Mar 23	00 19 01.77	+45 42 12.1	1.315	0.70	0.929	44.8	49.1	129	0.0
1997 Mar 25	00 39 15.11	+45 50 19.9	1.318	3.50	0.923	44.4	49.1	138	-0.1
1997 Mar 27	00 59 21.42	+45 44 34.0	1.323	6.25	0.919	43.9	48.9	141	-0.1

R.A. J2000 Dec. = Прямое восхождение и склонение (эпоха 2000)

Поправки, связанные с временем прохождения света, учтены

Delta = Геоцентрическое расстояние до объекта в а.е.

Deldot = Геоцентрическая радиальная скорость объекта в км/с

r = Гелиоцентрическое расстояние до объекта в а.е.

Theta = Угол Солнце-Земля-Объект в градусах

Beta = Угол Солнце-Объект-Земля в градусах

Moon = Угол Объект-Земля-Луна в градусах

TMag = Ожидаемая Звёздная величина

## IV Российская олимпиада школьников по астрономии и космической физике

### Условия задач практического тура.

г. Троицк,  
7-11 апреля 1997 г.

#### 11 класс.

По двум предложенным фотоснимкам кометы Хейла–Боппа, полученным специально для IV Российской астрономической олимпиады Данилой Чичмарем с интервалом ровно в 24 часа (соответственно 3 и 4 марта 1997 г.) на наблюдательной базе в Звенигороде, определить ее тангенциальную и лучевую скорости (в км/с). Известно, что фокусное расстояние объектива астрографа 500 мм, а фотоснимок представляет собой увеличенный полный фотокадр, имеющий размеры  $24 \times 36$  мм.

Оцените с какой погрешностью Вами выполнено предложенное задание.

Дополнительные материалы: эфемериды кометы, математические вычислительные таблицы.

Дополнительные принадлежности: калька, карандаш, линейка, транспортир.

### Эфемериды и параметры орбиты кометы Hale-Bopp (1995 O1)

Don Yeomans - JPL, 04.03.1997

Объект: Комета Hale-Bopp (1995 O1)  
Число наблюдений: 1892  
Период наблюдений: 01.01.1996 - 03.03.1997

Элементы орбиты: Эксцентриситет:  $e$  0.995103273  
Время прохождения перигелия Тр 1997 Апрель, 1.13843

### Эфемериды для кометы Hale-Bopp (1995 O1)

Date (UT)	R.A. J2000	Dec.	Delta	Deldot	r	Theta	Beta	Moon	TMag
1997 Mar 1	21 21 58.51	+33 17 10.4	1.489	-25.61	1.067	45.7	41.7	96	0.7
1997 Mar 3	21 33 24.71	+34 48 23.2	1.460	-23.93	1.050	46.0	42.7	80	0.6
1997 Mar 5	21 45 43.35	+36 19 00.2	1.434	-22.08	1.033	46.1	43.8	64	0.5
1997 Mar 7	21 58 58.18	+37 47 56.4	1.409	-20.06	1.018	46.2	44.7	51	0.4
1997 Mar 9	22 13 12.31	+39 13 55.2	1.387	-17.88	1.003	46.2	45.7	45	0.3
1997 Mar 11	22 28 27.81	+40 35 29.3	1.368	-15.54	0.989	46.2	46.5	50	0.2
1997 Mar 13	22 44 45.16	+41 51 03.0	1.352	-13.06	0.976	46.1	47.2	62	0.2
1997 Mar 15	23 02 02.69	+42 58 55.2	1.338	-10.45	0.964	46.0	47.9	76	0.1
1997 Mar 17	23 20 16.06	+43 57 25.1	1.328	-7.74	0.953	45.7	48.4	90	0.1
1997 Mar 19	23 39 17.88	+44 44 58.2	1.320	-4.96	0.944	45.5	48.8	104	0.0
1997 Mar 21	23 58 57.57	+45 20 13.8	1.316	-2.14	0.936	45.2	49.0	117	0.0
1997 Mar 23	00 19 01.77	+45 42 12.1	1.315	0.70	0.929	44.8	49.1	129	0.0
1997 Mar 25	00 39 15.11	+45 50 19.9	1.318	3.50	0.923	44.4	49.1	138	-0.1
1997 Mar 27	00 59 21.42	+45 44 34.0	1.323	6.25	0.919	43.9	48.9	141	-0.1

R.A. J2000 Dec. = Прямое восхождение и склонение (эпоха 2000)

Поправки, связанные с временем прохождения света, учтены

Delta = Геоцентрическое расстояние до объекта в а.е.

Deldot = Геоцентрическая радиальная скорость объекта в км/с

r = Гелиоцентрическое расстояние до объекта в а.е.

Theta = Угол Солнце-Земля-Объект в градусах

Beta = Угол Солнце-Объект-Земля в градусах

Moon = Угол Объект-Земля-Луна в градусах

TMag = Ожидаемая Звёздная величина

## IV Российская олимпиада школьников по астрономии и космической физике

### Решения задач практического тура

г. Троицк,  
7-11 апреля

1. Определяется коэффициент  $K$  увеличения фотоснимка относительно фотокадра (размеры: фотокадра  $24 \times 36$  мм, фотоснимка  $151 \times 214$  мм):

- по одной из сторон 5.94;
- по другой стороне 6.29;
- по диагонали 6.00.

$$K_{\max} = 6.29; K_{\min} = 5.94; K_{\text{cp}} = 6.11.$$

Принимается:  $K = 6.00$ , как наиболее вероятный коэффициент для фотоувеличительной машины.

2. Определяется расстояние  $L$  (в мм), на которое переместилась голова кометы на фотоснимке в течение суток; построение производится на кальке относительно одной из звезд, имеющейся на одном фотоснимке.  $L = 70$  мм.

3. Рассчитывается суточный параллакс кометы:

$$L/K = 2 \cdot F \cdot \text{tg}(a/2); \quad L = 2 \cdot K \cdot F \cdot \text{tg}(a/2);$$

$$\text{tg}(a/2) = L / (2 \cdot F \cdot K) = 1.0116(6);$$

$$a/2 = 0.06684^\circ; \quad a = 1.3368^\circ.$$

4. Зная расстояние до кометы 3 марта 1997 года (по таблицам эфемерид:  $R = 1.461$  а.е.), рассчитывается суточное перемещение кометы (тангенциальная составляющая):

$$y = R \cdot \text{tg}(a), \quad y = 0.03409 \text{ а.е.}$$

5. Определяется суточное перемещение лучевой составляющей (по таблицам эфемерид):

$$x = (1.3990 - 1.4610) / 5 = -0.0124 \text{ а.е.}$$

6. Определяется лучевая скорость:

$$V_x = x \cdot 150 \cdot 10^6 / 24 \cdot 3600 = -21.52 \text{ км/с}$$

7. Определяется тангенциальная скорость:

$$V_y = y \cdot 150 \cdot 10^6 / 24 \cdot 3600 = 59.18 \text{ км/с}$$

8. Оценивается погрешность измерений:

Средний размер головы (комы) кометы приблизительно равен 5 мм, т.е. ошибка нахождения ядра кометы составляет:

$$dL = \pm 2.5 \text{ мм.}$$

Максимальная погрешность в определении суточного параллакса зависит от величины измерения центра кометы и от величины коэффициента увеличения, причем, чем меньше коэффициент увеличения, тем больше величина погрешности:

$$\text{tg}(a/2) = dL / (2 \cdot F \cdot K_{\min}) = (\pm 2.5) / (2 \cdot 500 \cdot 5.94) = 0.000421;$$

$$\pm a/2 = \pm 0.02411;$$

$$\pm a = \pm 0.0482;$$

$dy = \pm 0.00123$  для 3 марта – максимальное значение,

$dy = \pm 0.00122$  для 4 марта.

Ошибка измерений составляет:

$$dL = \pm 0.00123 \cdot 100\% / 1461 = \pm 0.08\%;$$

$$dV = dy \cdot 150 \cdot 10^6 / 24 \cdot 3600 = \pm 0.0123 \cdot 150 \cdot 10^6 / 24 \cdot 3600 = \pm 2.13 \text{ км/с.}$$

Следовательно:

$$V = 59.18 \pm 2.13 \text{ км/с}$$