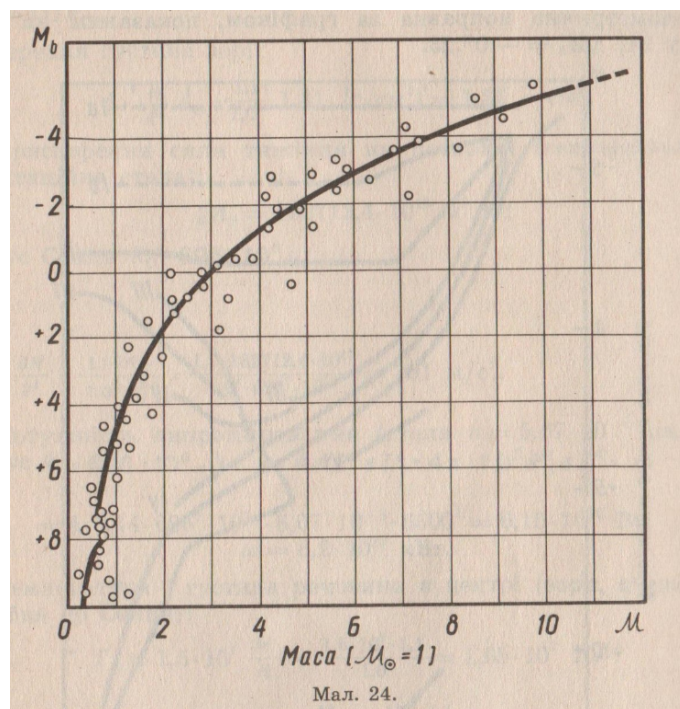
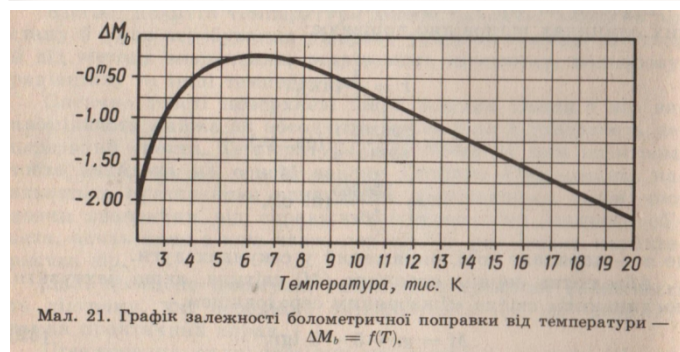


**3. Зорі у Водолії.** Зоря 18 Aqr — зоря спектрального класу F0V із сузір'я Водолія, паралакс якої  $\pi_1 = 0.021''$ . Видима зоряна величина 18 Aqr така ж, як в зорі 21 Aqr (паралакс 21 Aqr  $\pi_2 = 0.008''$  та абсолютна зоряна величина  $M_2 = -0.01^m$ ). Використовуючи подані нижче таблиці та графіки для зір на головній послідовності, знайдіть світність  $L$ , середню густину зорі  $\rho$  та прискорення вільного падіння на поверхні зорі  $g$ .

**Вказівка:** в таблиці наведена відповідність спектрального класу зорі та її температури поверхні; на мал. 21 зображена залежність болометричної поправки від температури поверхні зорі; на мал. 24 - залежність болометричної зоряної величини від маси зорі. Болометрична зоряна величина  $M_b$  - зоряна величина, яка включає випромінювання всіх спектральних діапазонів, а не лише видимого діапазону. Ця величина відрізняється від абсолютної зоряної величини на значення болометричної поправки  $\Delta M_b$ . (25 балів)

Відповідність «спектр—температура—колір» для зір

Спектр	Температура, К	Колір, його оцінка в балах	Спектр	Температура, К	Колір, його оцінка в балах
B0	25000	Біло-голубий . . . . 2	G0	6000	Чисто-жовтий . . . . 4
B5	15600	Голубувато-білий -1	G5	5500	Темно-жовтий . . . 5
A0	11000	Білий . . . . . 0	K0	5100	Червонувато-жовтий . . . . . 6
A5	8700	Жовтувато-білий 1	K5	4400	Оранжевий . . . . . 7
F0	7600	Білувато-жовтий 2	M0	3600	Жовтувато-червоний . . . . . 8
F5	6600	Світло-жовтий . . . 3	M5	3000	Червоний . . . . . 9



#### Розв'язання:

1) Знайдемо абсолютну зоряну величину  $M_1$  зорі 18 Aqr з формул

$$M_1 = m_1 + 5 + 5 \log \pi_1$$

$$M_2 = m_2 + 5 + 5 \log \pi_2,$$

врахувавши, що за умовою  $m_1 = m_2$ .

З цих рівнянь знаходимо

$$M_1 = 2.09^m \quad (5 \text{ балів})$$

Тоді світність зорі 18 Aqr у світностях Сонця дорівнює

$$\frac{L}{L_\odot} = 10^{0.4(M_\odot - M_1)} = 10^{0.4(4.75 - 2.09)} = 11.6 \quad (2 \text{ бали})$$

2) З умови відомо, що зоря 18 Aqr знаходиться на головній послідовності, та має спектральний клас F0. З таблиць знаходимо температура поверхні зорі

$$T = 7600 \text{ K} \text{ (2 бали)}$$

Використовуючи мал. 21, знаходимо болометричну поправку  $\Delta M_b \approx -0.3$  (2 бали).

Це дозволяє знайти болометричну зоряну величину

$$M_b = M_1 + \Delta M_b = 1.79^m \text{ (3 бали)}$$

Використовуючи мал. 24, знаходимо масу зорі:

$$\mu = 2 \mu_{\odot} \text{ (2 бали)}$$

Тобто маса зорі в 2 рази більша за масу Сонця. (Якщо для пошуку маси не враховувалася болометрична поправка, а використовувалося  $M_1$ , то за правильну масу учасник може отримати лише 1 бал. Також за результати у наступних обчисленнях, де використовується маса зорі, учасник може отримати не більше половини максимальної кількості балів).

Використовуємо закон Стефана-Больцмана для знаходження радіусу зорі

$$L = 4 \pi R^2 \sigma T^4,$$

звідки знаходимо

$$R = \sqrt{\frac{L}{4 \pi \sigma T^4}} = 1.4 \cdot 10^9 \text{ м. (3 бали)}$$

Нарешті знаходимо середню густину зорі

$$\rho = \frac{\mu}{\frac{4}{3} \pi R^3} = 370 \text{ кг/м}^3 \text{ (3 бали)}$$

3) прискорення вільного падіння на поверхні зорі

$$g = \frac{G \mu}{R^2} = 140 \text{ м/с}^2 \text{ (3 бали)}$$