

**МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА**

**XXVI НАЦИОНАЛНА ОЛИМПИАДА ПО АСТРОНОМИЯ**

**5-7 май 2023 г., Пловдив**

Тест 11-12 клас

*Време за работа: 90 min*

***Не предавайте този лист!***

**1. E) M**

Водата е молекула. За да не е дисоциирана на водород и кислород, трябва температурата в атмосферата да е ниска. Затова силни молекулни ивици се наблюдават само в спектрите на клас M.

**2. E) M8, M17, M20, M28, M70**

На всеки от останалите редове има поне два обекта, които не са в Стрелец.

**3. B)  $A = 0.2 \text{ mag}$ ,  $P = 9 \text{ h}$**

Затъмнително-двойните от тип W UMa са контактни звезди в обща атмосфера, т.е. са много близо една до друга и не могат да имат периоди над 2 дни (отпадат C и E). Тъй като са съставени от две звезди, без компактен обект, голямата полуос трябва да е над един звезден радиус и по III закон на Кеплер не могат да имат и прекалено кратки периоди (под 2-3h, отпада A). Тъй като са контактни, температурата на двете компоненти е приблизително еднаква. Максимална амплитуда имат, когато двете звезди са приблизително еднакви ( $A < 0.9 \text{ mag}$ , отпада D). Единственият възможен отговор е B).

**4. A) Пещ и Дева**

Купът в Дева (Virgo cluster, разст. 16.5 Mpc) и купът в Пещ (Fornax cluster, разст. 19 Mpc) са двата най-близки големи галактични купа.

**5. B) Варуна**

20000 Varuna е голям транснептунов обект (TNO) с размер, оценен на 700 km. Останалите са големи спътници: Миранда на Уран, Амалтея на Юпитер, Хиперион на Сатурн, Нереида на Нептун.

**6. C) Мимоза**

Мимоза ( $\beta \text{ Cru}$ ) е ярка звезда в съзвездие Южен кръст, което не изгрява за България.

**7. D)  $23.2^\circ$**

За да се наблюдава точка от Слънцето в зенит, деклинацията на центъра на Слънцето трябва да е в рамките на един видим слънчев радиус ( $0.27^\circ$ ) от географската ширина. За да стане това в най-много дни от годината, трябва Слънцето да е близо до слънцестояние

(деклинация  $23.44^\circ$ ), където мени деклинацията си най-бавно, тъй като участъкът от еклиптиката там е почти успореден на екватора. За да се покрият най-много такива дни максимизираме допустимия интервал по деклинации при географски ширини  $\pm 23.44^\circ - 0.27^\circ = \pm 23.17^\circ$ . Тоест, оптимално е при слънцестоене слънчевият диск да докосва зенита с ръба си. Но деклинация  $+23.2^\circ$  е предпочитана пред деклинация  $-23.2^\circ$ , тъй като лятното слънцестоене е близо до афелий, когато Слънцето има най-ниска ъглова скорост по еклиптиката и променя деклинацията си още по-бавно. Разликата между двете географски ширини е над 1 ден Слънце в зенит.

### 8. Е) Няма известни екзопланети, по-горещи от звезди.

Има открити горещи Юпитери с температури над 3000 К. Но те не могат да се формират на такова малко разстояние от звездата (не и в сегашната си форма). Водещата теория е, че са се формирали на по-големи разстояния и са мигрирали навътре.

### 9. 67                    2т.: 67-67

Числото на Волф е

$$k(10g + s) = 67$$

Тук  $k = 1$  е индивидуален коефициент за наблюдателя,  $g$  е броят групи от петна,  $s$  – общият брой петна.

### 10. 228 000                    2т.: 200 000 – 250 000

Условието за критичната скорост на околоосно въртене на екватора е

$$v = \sqrt{\frac{GM}{R}} = \frac{2\pi R}{T_{ROT}}$$

$$\frac{M}{R^3} = \frac{4\pi^2}{GT_{ROT}^2} = \frac{4\pi\rho}{3}$$

$$\rho = \frac{3\pi}{GT_{ROT}^2} = 2.28 \times 10^8 \text{ kg/m}^3 = 2.28 \times 10^5 \text{ g/cm}^3$$

### 11. 0.0041                    2т.: 0.0028-0.0050                    1т.: 0.0005-0.0100

Слънцето се движи в Галактиката с кръгова скорост  $v = 230 \text{ km/s}$ . Масата, заключена в  $r = 8200 \text{ pc}$  е

$$M = \frac{v^2 r}{G} = 101 \times 10^9 M_{SOL}$$

Свръхмасивната черна дупка в центъра на Млечния път има маса  $4.15 \times 10^6 M_{SOL}$ . Ако работим в милиони слънчеви маси, това е  $(4.15/101000) \times 100\% = 0.0041\%$  от масата в дадения обем.

**12. 0.384**                      **2т.: 0.34-0.43**

Скоростта на отдалечаване е

$$v = zc = 12300 \text{ km/s}$$

По закона на Хъбъл разстоянието до галактиката е

$$r = \frac{v}{H_0} = 175.7 \text{ Mpc}$$

Ъгловият размер на галактиката е

$$\delta = \frac{2R}{r} = \frac{2 \left( \frac{32000}{3.26} \right)}{175.7 \times 10^6} \left( \frac{180^\circ}{\pi} \right) 60' /^\circ = 0.384'$$

**13. 5490**                      **2т.: 5200-5600**

Броят синодични периоди за един Метонов цикъл е

$$\frac{19 \times 365.2425}{29.530589} = 234.99726$$

Използваният метод за предсказване на фазите използва приближението, че един Метонов цикъл е равен на 235 синодични месеца. Натрупаната грешка за един Метонов цикъл, в дни, е

$$235 \times 29.530589 - 19 \times 365.2425 = 0.080915 \text{ d}$$

За да предскажем пълнолуния на датите на новолунията, натрупаната грешка трябва да достигне половин синодичен период (14.7653 d). Броят години, за който това ще стане, е

$$\left( \frac{14.7653}{0.080915} \right) \times 19 = 3467 \text{ yr}$$

Започвайки от 2023 г., това ще се случи около  $2023+3467 = 5490$  година.

**14. 2.3 – 2.8**                      **2т.: 2.0-3.0**    **1т.: 1.0-4.0**

Нептун в опозиция е на 29 au от Земята и е с видима звездна величина 7.8. Втората и третата по яркост звезди от квадрата на Пегас са Шеат (2.4) и Маркаб (2.5). За да наблюдаваме Нептун като звезда от звездна величина 2.45, трябва той да повиши блясъка си с фактор

$$10^{0.4(7.8-2.45)} = 138$$

За да стане това, трябва да го доближим  $138^{1/2}$  пъти, т.е. да сме на разстояние

$$\frac{29 \text{ au}}{\sqrt{138}} = 2.47 \text{ au}$$

Тъй като Шеат е полуправилна променлива с амплитуда 2.3-2.7, възможните отговори са 2.3 – 2.8 au.