

МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА
НАЦИОНАЛНА КОМИСИЯ ЗА ОРГАНИЗИРАНЕ НА ОЛИМПИАДАТА ПО АСТРОНОМИЯ
XXVIII НАЦИОНАЛНА ОЛИМПИАДА ПО АСТРОНОМИЯ
<http://astro-olymp.org>

I кръг
Ученици от 7-8 клас – Решения

Задача 1. Deep sky обекти. На отделна страница след условията на задачите ви е дадена таблица, в първата колона на която са написани обозначенията на осем обекта от „дълбокото небе“ (deep sky обекти) според каталога на Месие или NGC (New General Catalogue). В следващите три колони попълнете липсващата информация за всеки от тези обекти. Във втората колона трябва да посочите какъв тип е всеки обект (запишете колкото е възможно повече детайли). В третата напишете разстоянието от нас до дадения обект, като посочите мерните единици, а в последната напишете съзвездието, в което той се наблюдава.

Решение.

Обозначение	Тип	Разстояние	Съзвездие
M 42	Емисионна и отражателна мъглявина и област на звездообразуване	1 300 – 1 600 ly (400 – 500 pc)	Орион
M 1	Мъглявина – остатък от избухването на свръхнова	6 500 ly (2 000 pc)	Бик
NGC 1300	Пресечена спирална галактика	61 Mly (18,8 Mpc)	Еридан
M 27	Планетарна мъглявина	1 240 – 1 300 ly (380 – 400 pc)	Лисиче (Лисичка, Лисица се приемат)
M 51	Двойка взаимодействащи си спирални галактики	16 – 30 Mly (5 – 9 Mpc)	Ловджийски кучета
NGC 6946	Спирална галактика	24-26 Mly (7,4 – 8,0 Mpc)	Цефей и Лебед
M 13	Кълбовиден звезден куп	22 kly (6,8 kpc)	Херкулес
NGC 604	Н II област (област на йонизиран водород) в галактиката M 33 (Триъгълник)	3,2 Mly (970 kpc)	Тригълник

Критерии за оценяване (общо 10 т.):

За всеки небесен обект се присъждат 1,25 т., които се разпределят както следва:

За правилно и пълно посочен тип – 0,75 т.

За правилно посочено разстояние (в една от двете мерни единици) – 0,25 т.

За правилно посочено съзвездие – 0,25 т.

Задача 2. Да отидеш пеша до Луната.

• А) Определете средната скорост, с която вървите пеша, без да бързате за някъде. За целта можете да измерите за колко време изминавате някакво разстояние, което ви е известно. За по-добра точност можете да повторите измерването няколко пъти и дори да използвате различни разстояния, които да изминавате. Ако получавате

различни стойности всеки път, трябва да пресметнете тяхната средноаритметична стойност. [4 т.]

• Б) Средната продължителност на живота в световен мащаб е около 75 години. Пресметнете какво разстояние бихте изминали, ако се движите за толкова време непрекъснато с изчислената от вас средна скорост. [3 т.]

• В) По колко часа на ден трябва да ходим с пресметнатата скорост, за да успеем в рамките на един 75-годишен човешки живот да извървим средното разстояние между Земята и Луната? [3 т.]

Решение.

А) В таблицата са дадени резултатите от неколнократното измерване на интервала от време Δt , за които авторът на задачата изминава разстояние от $s = 100$ m, без да бърза:

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Δt [s]	36,32	35,98	37,01	35,77	36,11	36,52	36,74	36,12	37,12	36,43

Използвайки тези данни, можем да изчислим, че средната стойност на Δt е

$$\Delta t_{\text{cp}} \approx 36,41 \text{ s.}$$

Средната скорост, с която авторът на задачата се движи, е:

$$V_{\text{cp}} = s/\Delta t_{\text{cp}} \approx 2,7 \text{ m/s.}$$

Б) Използвайки получената средна скорост, изчисляваме, че ако се движим с нея, за време $t = 75$ уг бихме изминали разстояние

$$d = V_{\text{cp}} t \approx 6\,500\,000 \text{ km.}$$

В) Разстоянието до Луната е $r = 384\,000$ km.

За да го изминем за 75 години, движейки се с постоянна скорост, равна на изчислената V_{cp} , то времето, през което трябва да вървим всеки ден, е

$$\tau = \left(\frac{r}{d}\right) \cdot 24\text{h} \approx 1 \text{ h } 25 \text{ min.}$$

Критерии за оценяване (общо 10 т.):

А) За извършени измервания (поне едно разстояние s и поне три измервания на времето, за което то се изминава от ученика) – 2 т.

За пресмятане на средното време, за което се изминава съответното разстояние – 1 т.

За правилно намиране на средната скорост и верен числен резултат – 1 т.

При проверката трябва да се има предвид, че дадените стойности са примерни. Използваните от учениците разстояния и получените интервали от време могат съществено да се различават от авторските.

Б) За правилна формула, по която се изчислява разстоянието, изминавано за 75 години – 2 т.

За правилен числен отговор при конкретната получена средна скорост – 1 т.

В) За правилен метод, по който се изчислява времето, за което участникът трябва да ходи всеки ден – 2 т.

За правилен числен резултат – 1 т.

Задача 3. Пълнолуние в Колорадо. На снимката, дадена на отделна страница след условията, виждате пълната Луна над планините в щата Колорадо (САЩ). Представете си, че сте на Луната и гледате към Земята.

• А) Намерете информация за диаметрите на Луната и на Земята. Пресметнете колко пъти по-голяма ще ви изглежда Земята в лунното небе в сравнение с Луната, както я виждаме на земното небе. Върху снимката начертайте около Луната кръг с такива размери, с каквито бихте виждали Земята от Луната. [6 т.]

• Б) Ако вие сте били на Луната точно в същия момент, когато е направена снимката, в каква фаза би била за вас и как би изглеждала нашата планета? Обяснете вашия отговор. [4 т.]

Решение.

А) Диаметрите на Земята и на Луната са съответно $D_T = 12\,742\text{ km}$ и $D_L = 3\,475\text{ km}$. Намираме отношението на тези диаметри:

$$D_T/D_L \approx 3,67.$$

Следователно ако се намираме на Луната, Земята в небето ще ни изглежда 3,67 пъти по-голяма, отколкото ни изглежда Луната на земното небе.

Измерваме диаметъра на изображението на Луната върху снимката и получаваме 15 mm. За да изобразим Земята, както ще я виждаме от Луната, трябва да я представим като кръг с диаметър $15 \times 3,67 = 55\text{ mm}$. Начертаваме такъв кръг около центъра на Луната върху снимката.

Б) На снимката Луната е в пълнолуние. Обърнатата към Земята страна на Луната е изцяло осветена от Слънцето. При това положение Луната, Земята и Слънцето, в реда, в който са изброени, лежат с известно приближение на една права линия (ако центърът на Земята беше достатъчно близко до правата Слънце – Луна, щеше да се наблюдава лунно затъмнение). Следователно Земята е обърната към Луната с тъмната си, неосветена от Слънцето страна – фазата на Земята за лунния наблюдател би могла да се нарече „новоземие“.



Критерии за оценяване (общо 10т.):

А) За намиране на данни за диаметрите на Земята и Луната и определяне на тяхното отношение – 2 т.

За измервания по снимката – 1 т.

За пресмятане на размера и начертаване на кръга, изобразяващ Земята – 3 т.

Поради различните мащаби на отпечатване на снимката и неточностите при измерванията участниците в олимпиадата могат да получат леко различаващи се числени отговори. Следва да се оценява правилният метод на работа преди всичко.

Б) За правилни обяснения относно фазата на Земята – **2 т.**

За правилно определяне на фазата – **2 т.**

Задача 4. Нептун и Плутон. Плутон обикаля около Слънцето за 248 години. Орбиталните периоди на Плутон и Нептун са в резонанс 3:2, т.е. времето за обиколка на Нептун около Слънцето е $2/3$ от времето за обиколка на Плутон около Слънцето. Нептун се движи около Слънцето по кръгова орбита с радиус 30,1 au (астрономически единици). Средното разстояние Слънце-Плутон е 39,5 au. Ексцентрицитетът на орбитата на Плутон е 0,25, т.е. максималното разстояние Слънце-Плутон е с 25% повече от средното, а минималното – с 25% по-малко от средното.

• **А)** През кои години от предстоящите 1000 г. Нептун и Плутон ще са едновременно в същите положения по орбитите си като през 2025 г.? **[3 т.]**

• **Б)** С колко процента минималното разстояние Слънце-Плутон е по-малко от разстоянието Слънце-Нептун? **[2 т.]**

• **В)** Нарисувайте орбитите на Нептун и Плутон в мащаб. **[3 т.]**

• **Г)** На чертежа Ви изглежда, че орбитите на Нептун и Плутон се пресичат. Защо е невъзможно Плутон да се блъсне в Нептун? **[2 т.]**

Решение.

А) Орбиталният период на Нептун е $2/3$ от този на Плутон:

$$T_N = \left(\frac{2}{3}\right) T_P \approx 165 \text{ години.}$$

Периодът, през който две планети повтарят взаимната си конфигурация със Слънцето, се нарича синодичен период. Можем да пресметнем синодичния период по формулата

$$\frac{1}{T_N} = \frac{1}{T_P} + \frac{1}{T_{\text{syn}}}.$$

В тази формула от лявата страна стои реципрочната стойност на най-краткия от трите периода – в случая това е периодът на Нептун. Оттук

$$T_{\text{syn}} = \frac{T_P T_N}{T_P - T_N} = 3T_N = 2T_P = 496 \text{ години.}$$

Получава се, че синодичният период за конфигурацията Слънце-Нептун-Плутон е цял брой периоди на Нептун и Плутон, тоест за такова време и двете планети се връщат на същите точки по орбитите си. В случая можеше да съобразим това и по по-лесен начин: за времето, за което Нептун прави 3 обиколки около Слънцето, Плутон ще прави точно 2 обиколки.

Това време е $2 \cdot 248 \text{ yr} = 496 \text{ yr}$. Тъй като това време е малко под 500 години, в следващите 1000 години Нептун и Плутон ще повторят конфигурацията си от 2025 г. два пъти:

- през $2025 + 496 = \mathbf{2521}$ година

- през $2025 + 2 \cdot 496 = \mathbf{3017}$ година

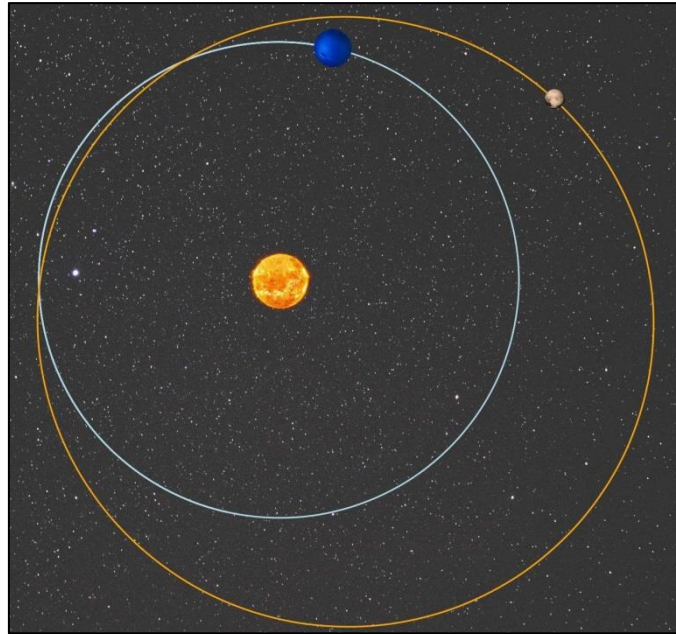
В действителност това е приближение, тъй като отношението на периодите не е точно равно на 2:3.

Б) Средното разстояние Слънце-Плутон е 39,5 au. Ексцентрицитетът на орбитата на Плутон е 0,25, т.е. минималното разстояние е с 25% по-малко от средното. То се нарича перихелийно разстояние:

$$r_P = (1 - 0,25) \cdot 39,5 \text{ au} = 29,625 \text{ au.}$$

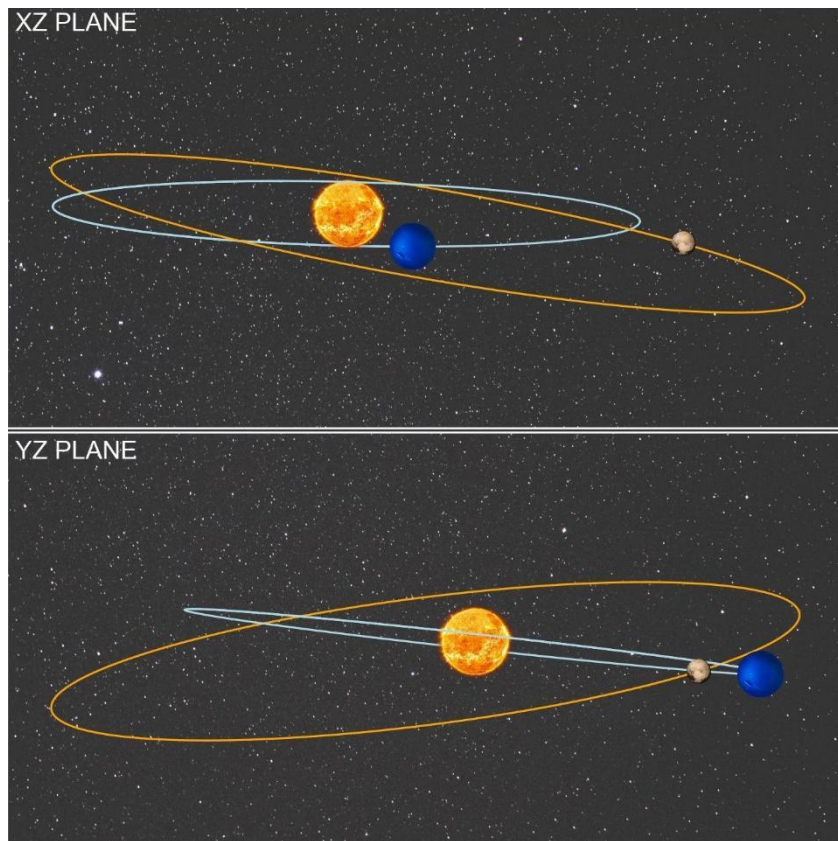
Разликата между него и разстоянието Слънце-Нептун е $30,1 - 29,625 = 0,475$ аи или около **1,6%** (тъй като $0,475/30,1 = 0,016$).

В) Орбитите в мащаб изглеждат по подобен начин (размерите на планетите са силно преувеличени на картинката):



Г) Орбитите не се пресичат в пространството поради това, че не лежат в една и съща плоскост. Орбитата на Нептун е наклонена само на $1,8^\circ$ спрямо земната орбита, докато наклонът на орбитата на Плутон е цели 17° . Затова двете планети не могат да се ударят.

Погледнато от страни, орбитите изглеждат така:



Критерии за оценяване (общо 10 т.):

- А) Общо – 3 т.**
- Б) Общо – 2 т.**
- В) Общо – 3 т.**
- Г) Общо – 2 т.**



Пълнолуние в Колорадо – към Задача 3.