

РЕШЕНИЯ НА ЗАДАЧИТЕ за 7-9 клас

ЗА III КРЪГ НА II НАЦИОНАЛНА ОЛИМПИАДА ПО АСТРОНОМИЯ

1 задача. Ако α_1 е ректасцензията на δ Сеп, а α_2 - на RZ Cas, то ъгълът между деклинационните кръгове, на които лежат двете звезди, е $\Delta\alpha = \alpha_2 - \alpha_1$, или в случай, че нулевият меридиан е между двете звезди, $\Delta\alpha = (24^h + \alpha_2) - \alpha_1$. Като изразим $\Delta\alpha$ в ъглови часове, минути и секунди, стойността му ще е равна на интервала от звездно време между моментите на горна кулминация на δ Сеп и на RZ Cas в звездни часове, минути и секунди. Ако t_1 и t_2 са тези моменти в UT (средно слънчево време), то интервалът от време между двете кулминации е $\Delta t = t_2 - t_1$, или тъй като $0^h UT$ е между двата момента от време, то $\Delta t = (24^h + t_2) - t_1$. От връзката между средно слънчево и звездно време следва, че:

$$\Delta\alpha/\Delta t = 24^h/23^h 56^m 04^s = 1.0027$$

$$\Delta\alpha = 1.0027\Delta t$$

Ако $t_1 = 22^h 40^m 46^s$, а $t_2 = 03^h 01^m 11^s$, то $\Delta t = 04^h 20^m 25^s$ и $\Delta\alpha = 1.0027\Delta t = 04^h 21^m 07^s$.

Ректасцензията на RZ Cas е $\alpha_2 = 02^h 48^m 53^s$. Щом кулминацията на δ Сеп е била с $04^h 21^m 07^s$ по-рано по звездно време от кулминацията на RZ Cas, то δ Сеп се намира на $04^h 21^m 07^s$ по ректасцензия източно от RZ Cas, т.е. нулевият деклинационен кръг минава между двете звезди. Следователно $\alpha_2 = 22^h 27^m 46^s$.

2 задача. а) Избухването на свръхновата е било наблюдавано през **1054 г.** Ако сега сме **1999 г.**, то мъглявината се е разширявала в продължение на период от време $T = 1999 - 1054 = 945$ г. Средната скорост на видимо ъглово разширение на мъглявината от избухването на свръхновата досега е:

$$w = \delta/T$$

$$w = 6'/945г. = 0''.38/г.$$

Характерният линейен размер на Ракооб-разната мъглявина е $d = R\delta$.

Средната скорост на разширение на газовете от центъра на мъглявината е:

$$v = 0.5d/T = 0.5R\delta/T$$

$$v = 0.5 \times 2000pc \times 6'/945г. = 1800km/s.$$

б) Стойността на изчислената средна скорост на ъглово разширение w е значително по-голяма от наблюдавана сега скорост на ъглово разширение на мъглявината $w_0 = 0''.23/г.$ Причината за тази разлика е, че веднага след експлозията разширението на мъглявината е ставало с много по-голяма скорост, отколкото сега. С течение на времето скоростта на разширение на газовете намалява, поради взаимодействието им с междувъздушното вещество, а също и поради гравитационното им взаимодействие с пулсара и вътрешните части на мъглявината.

3 задача. За да пада по права линия към Слънцето, корабът трябва да има начална скорост относно Слънцето, която е насочена към него, или е равна на нула. Тъй като изискването е за минимален разход на енергия, приемаме, че началната скорост на кораба спрямо Слънцето трябва да е 0 . Относно Земята на кораба трябва да се придаде скорост, равна по големина и обратна по посока на скоростта на орбитално движение на Земята около Слънцето. Корабът трябва да се изстреля близо до времето, когато Земята е в афелий, защото тогава орбиталната ѝ скорост е най-малка. Това се случва в първите дни на юли. За нашата приблизителна оценка можем да приемем, че Земята се движи около Слънцето равномерно по кръгова орбита. Скоростта ѝ е $v_g = 2\pi a/T_g$ (1), където

$a = 1AU$ е радиуса на земната орбита, а $T_g = 1$ година е орбиталния период на Земята.

Може да се използва околоосното въртене на Земята, за да се намали необходимата скорост на изстрелване на кораба спрямо земната повърхност. Той трябва да се изстреля в момента на местно пладне, понеже тогава посоката на линейната скорост на околоосно въртене на точка от земната повърхност е противоположна на посоката на орбиталното движение на Земята около Слънцето. Корабът трябва да се изстреля от екватора, защото там линейната скорост на околоосно въртене на точките от земната повърхност е най-голяма. Тя е $v_p = 2\pi R_g/T_d$ (2), където $R_g = 6378 km$ е екваториалния радиус на Земята, а $T_d = 23^h 56^m$ е продължителността на звездното денонощие. Корабът трябва да се изстреля при зимното или лятното слънцестояние, защото само тогава векторът на скоростта на околоосно въртене на точка от земния екватор в момента на местно пладне и векторът на скоростта на орбиталното движение на Земята около Слънцето сключват ъгъл 180° - ефектът от намаляването на необходимата скорост на изстрелване на кораба в резултат на околоосното въртене на Земята е най-голям. Тъй като лятното слънцестояние е по-близо до датата на преминаване на Земята през афелия, най-подходящият момент за изстрелване е между лятното слънцестояние и преминаването на Земята през афелия.

От (1) и (2) получаваме приблизителна оценка за скоростта на кораба:

$$v = v_g - v_p = (2\pi a/T_g) - (2\pi R_g/T_d)$$

$$v = 2\pi[a/T_g - (R_g/T_d)]$$

$$v = 29.39 km/s = 106000 km/h.$$

Времето, за което корабът ще стигне до Слънцето, може да се оцени, като се приеме отсечката, по която той се движи, за елипса с ексцентрицитет 1 и голяма полуос, равна на половината от нейната дължина, т.е. от разстоянието между Земята и Слънцето a . Според третия закон на Кеплер, записан за Земята и кораба $a^3/T_g^2 = (a/2)^3/T_k^2$, където T_k е периода на „обикаляне“ на кораба по тази „елипса“. И $T_k = T_g/[2(2)^{1/2}]$.

Времето за падане на кораба към Слънцето t е половината от T_k : $t = T_k/2 = T_g/[4(2)^{1/2}]$

$$t = 0.18г. = 65 денонощия.$$

4 задача. Тъй като кометата описва една завивка на спиралата за една година, то нейното видимодвижение е аналогично на годишното паралактично отместване на звездите в резултат на обикалянето на Земята около Слънцето. Завивките на спиралата стават все по-големи, т.е. моментният паралакс на кометата расте. Следователно, тя се приближава към нас. С течение на времето размерите на спиралата, описвана от кометата, растат равномерно във всички посоки. Това означава, че тя лети към Слънцето по права линия, перпендикулярна на равнината на еклиптика. В края на краищата, кометата ще се срещне със Слънцето и ще бъде погълната от него. Центърът на спиралата се намира в един от полюсите на еклиптика. Тъй като кометата се движи по посока на часовниковата стрелка, то можем да заключим, че то-

ва е северният еклиптичен полюс. Гледано от него, Земята обикаля около Слънцето в посока обратна на часовниковата стрелка - същото бихме видели от падащата към Слънцето комета. Т.е. като гледаме от Земята, паралактичното отместване на кометата, идваща от северния еклиптичен полюс, ще става по посока на часовниковата стрелка.

Оста на Земята е наклонена на $23^\circ.5$ спрямо оста на еклиптика. Северният еклиптичен полюс се намира на $23^\circ.5$ от северния небесен полюс. Следователно, деклинацията на северния еклиптичен полюс е $d = 90^\circ - 23^\circ.5 = 66^\circ.5$. Отместването на северния еклиптичен полюс спрямо северния небесен полюс е по посока на най-южната точка на еклиптика. Следователно, северният еклиптичен полюс има същата ректасцензия, както тази точка. Тя е с 6^h по-голяма от ректасцензията на есенната равноденствена точка, която е 12^h . Така, ректасцензията на северния еклиптичен полюс е 18^h .

5 задача. Построяваме калибровъчна крива, изразяваща зависимостта на диаметъра D на ирисовата диафрагма от звездната величина m на звездите, като използваме данните за звездите от таблицата. С помощта на тази крива графично получаваме звездните величини на звездите 1-7. Те са:

Звезда 1 2 3 4 5 6 7

m 3.55 3.40 5.70 6.10 6.65 6.95 4.20

След това построяваме диаграма, даваща зависимостта на звездната величина от спектралния клас. Тъй като всички звезди са от звездния куп Плеяди, можем да считаме, че те са на едно и също разстояние от нас. Ето защо, разликите между наблюдаваните звездни величини на тези звезди са същите, както разликите между техните абсолютни звездни величини и взаимните положения на звездите върху диаграмата се определят само от абсолютните им звездни величини, т.е. от тяхната светимост. Следователно графиката, която сме построили, представлява диаграма на Херцшпрунг-Ръсел. Нанесените звезди ясно очертават горната лява част от Главната последователност, където са горещите сини и бели звезди. Съществуването на такива звезди на Главната последователност означава, че звездният куп е много млад, защото времето им на живот е относително кратко. Над горния ляв край на Главната последователност са четирите звезди гиганти, т.е. с клас светимост III . Те вече са преминали етапа на Главната последователност и следователно или са по-масивни от останалите, поради което тяхната еволюция е протекла по-бързо, или са се образували по-рано, или и двете. Като очертаем приблизително Главната последователност по звездите с клас светимост V , можем да определим спектралните класове, които трябва да имат двете звезди от купа с допълнително зададени звездни величини:

m	7.8	8.6
спектрален клас	A4	A8



НАОП "Николай Коперник" Варна