

РЕШЕНИЯ

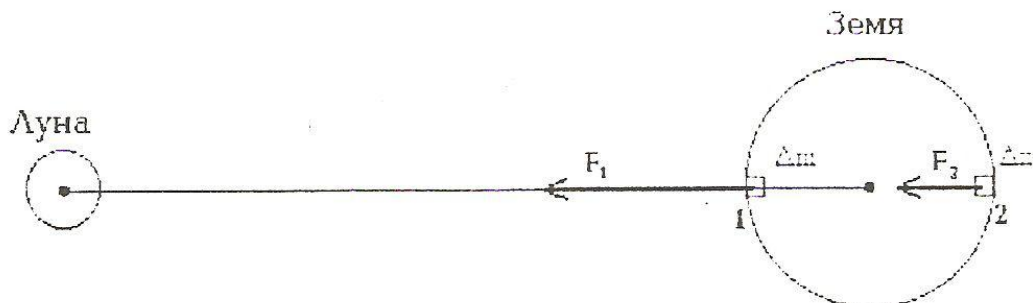
на задачите от втория кръг на НАЦИОНАЛНАТА ОЛИМПИАДА ПО АСТРОНОМИЯ

• ученици X ÷ XII клас

1. /15 точки/ (А) При условие, че еклиптиката минава през зенита. Това се случва в определени моменти от денонощието за всички точки по земното кълбо, разположени в зоната от приблизително -23° до приблизително $+23^\circ$ географска ширина. За всяка такава точка еклиптиката минава през зенита два пъти в денонощието — когато при въртенето на Земята около нейната ос тази точка пресича равнината на еклиптиката. (4 т.)
- (Б) Продължителността на тропичната година ($\approx 365^d,25$) не съответства на цяло число денонощия. Затова според нашата календарна система на всеки 4 години 3 са обикновени и съдържат по 365 дни, а една е високосна с 366 дни. Ето защо пролетното равноденствие (а също и есенното равноденствие, лятното и зимното слънцестояние) не настъпва на една и съща дата всяка година. Датата, на която настъпва то, зависи от броя години, изминали от последната високосна година. (3 т.)
- (В) 1. Ако космическият кораб се движи по инерция, далеч от всякакви масивни космически тела — планети, Слънце, звезди — то на него практически не му действат никакви сили и затова и телата, намиращи се вътре в него, са в безтегловност.
2. Ако корабът се движи с изключени двигатели към центъра на едно космическо тяло, то той се намира в състояние на свободно падане. На телата в него не им действа сила на реакцията на опората и те са в безтегловност.
3. Ако корабът се движи с изключени двигатели в орбита около някое космическо тяло, то той също се намира в състояние на свободно падане, при това независимо дали траекторията му представлява затворена или отворена крива. Затова телата в него също са в безтегловност.

С други думи, що се отнася до случаите 2 и 3, относно неинерциалната отправна система, неподвижно свързана с кораба, на всяка част от него действат две сили — сила на привличане от космическото тяло и инерчна сила. Резултатната от двете сили е нула и телата в кораба са в безтегловност. Най-общо казано, в резултат от действието на гравитационните сили както на кораба, така и на всички тела в него се придават еднакви ускорения. (4 т.)

- (Г) Щом лунният сърп е обърнат с изпъкналата си част надясно и е близо до хоризонта, значи Слънцето е вдясно от Луната.
 - а) Ако при тази ситуация се намераме в северното полукълбо, Луната е растяща. Ако е ден (Слънцето е над хоризонта), то Луната е в източната част на хоризонта. Ако е нощ, Луната е в западната част на хоризонта. (2 т.)
 - б) В Южното полукълбо е обратното. Там Луната, при обърнат с изпъкналата си част надясно сърп, е намаляваща. Ако е ден, тя е в западната част на хоризонта. Ако е нощ, е в източната част на хоризонта. (2 т.)
2. /7 точки/ Явлението приливи и отливи възниква вследствие на това, че даденото небесно тяло (Луната, Слънцето) придава различни ускорения на различни части от земното кълбо. Съгласно закона на Нютон за всеобщото привличане, ускорението, което придава тяло с маса M на друго тяло, намиращо се от първото на разстояние r , е $g = \gamma M / r^2$, където γ е гравитационната константа. Следователно приливното действие на небесните тела се определя от разликата на получените ускорения от различни части на земното кълбо. (2 т.)



Фиг. 1

В точки 1 и 2, показани на фиг. 1 нека разгледаме две малки части от Земята с маса Δm . Силите на привличане, с които им действат Луната, са:

$$F_1 = \gamma \frac{M_{\text{Л}} \cdot \Delta m}{(a - R_{\oplus})^2} ; \quad F_2 = \gamma \frac{M_{\text{Л}} \cdot \Delta m}{(a + R_{\oplus})^2} ,$$

където $M_{\text{Л}}$ е масата на Луната, a — разстоянието от Земята до Луната, и $R_{\oplus}$ е радиусът на Земята.

Разликата между тези сили, както вече казахме, служи за мярка на приливната сила:

$$\Delta F_A = \gamma \frac{M_A \cdot \Delta m}{(a - R_\oplus)^2 (a + R_\oplus)^2} 4aR_\oplus \quad (1 \text{ т.})$$

Тъй-като $R_\oplus \ll a$, то

$$\Delta F_A \approx \gamma M_A \cdot \Delta m R_\oplus \cdot \frac{4a}{a^4} = 4\gamma M_A \cdot \Delta m R_\oplus \cdot \frac{1}{a^3} \quad (1 \text{ т.})$$

С аналогични разсъждения за приливната сила, която се получава от въздействието на Слънцето, намираме:

$$\Delta F_c \approx \gamma M_c \cdot \Delta m R_\oplus \cdot \frac{4A}{A^4} = 4\gamma M_c \cdot \Delta m R_\oplus \cdot \frac{1}{A^3}$$

където A е разстоянието между Слънцето и Земята, а M_c е масата на Слънцето. Като сравним двете сили ΔF_A и ΔF_c получаваме:

$$\frac{\Delta F_A}{\Delta F_c} = \frac{M_A \cdot A^3}{M_c \cdot a^3} \quad (2 \text{ т.})$$

Като заместим в горната формула известните данни, окончателно получаваме:

$$\frac{\Delta F_A}{\Delta F_c} \approx 2,7 \quad (1 \text{ т.})$$

т.е. лунната приливна сила е 2,7 пъти по-голяма от слънчевата. Затова приливите и отливите се предизвикват главно от Луната, а не от Слънцето.

6 точки/Съгласно закона на Стефан-Болцман:

$$L_S = 4\pi R_S^2 \sigma T^4 = \pi D_S^2 \sigma T^4 \quad (1 \text{ т.})$$

$$L = 4\pi R^2 \sigma T^4 = \pi D^2 \sigma T^4 \quad (1 \text{ т.})$$

Тук L_S и D_S са съответно светимостта и диаметърът на Слънцето; L и D – съответно светимостта и диаметърът на звездата, а σ е константата на Стефан-Болцман. Тогава можем да напишем:

$$\frac{L}{L_S} = \frac{D^2}{D_S^2} \quad (2 \text{ т.})$$

или

$$D = D_S \cdot \sqrt{L/L_S} \quad (1 \text{ т.})$$

По условие имаме: $R/R_S = 100$. Като вземем това предвид, окончателно получаваме:

$$D = 10 D_S \quad (1 \text{ т.})$$

5 точки/Слънчевото денонощие е периодът между две последователни едноименни кулминации на Слънцето. Звездното денонощие е периодът между две едноименни кулминации на пролетната равноденствена точка (или, в първо приближение, на някоя звезда, ако не се отчита препесията). За координатна система, свързана със Земята и участваща в нейното околоосно въртене, слънчевото денонощие е периодът на видимото обикаляне на Слънцето около Земята, а звездното денонощие е периодът на видимото денонощно въртене на звездното небе. Околосветското пътешествие продължава известно време, през което са станали N видими завъртания на Слънцето около Земята, от изток на запад, а експедицията е извършила една обиколка около Земята в същата посока. Следователно участниците в експедицията са наблюдавали $N-1$ видими завъртания и им се губи едно слънчево денонощие. По същия начин се стига до извода, че трябва да се губи и едно звездно денонощие. (5 т.)

7 точки/Цефеидите са звезди с висока светимост, които се наблюдават на големи разстояния. Като се изследва периодът на изменение на блясъка на една цефеида и се използва предварително известната зависимост период–светимост, може да се определи светимостта ѝ. От нея може да се пресметне абсолютната ѝ звездна величина и като се сравни с видимата ѝ звездна величина, може да се изчисли разстоянието до цефеидата. (2 т.)

Поглъщането на светлината в междузвездното пространство води до намаляване на видимия блясък на звездата, т.е. до повишаване на видимата ѝ звездна величина. Следователно, ако не се отчита този фактор, разстоянието до звездата ще бъде надценено. Ако цефеидата е в друга галактика, то за разстоянието до тази галактика ще бъде получена стойност, по-голяма от истинската. Тази стойност, заедно с наблюдавания видим ъглов диаметър на галактиката, ще бъде използвана за определяне на нейния линейен диаметър. Така той също ще бъде надценен – истинската му стойност ще е по-малка от получената. (5 т.)

ЗА ТРЕТИЯ КРЪГ СЕ ДОПУСКАТ НАБРАЛИТЕ НАЙ-МАЛКО 25 ТОЧКИ