Вказівки, розв'язки, критерії оцінювання до завдань 10 клас

1.Проведено аналіз умови та здійснений її запис 1 бал
2.Здійснений опис всіх дій (поетапний розпис з аналізом/виведення формул з їх аналізом, виведена робоча формула) 3 бали
3.Кінцеві висновки, запис кінцевого (остаточного) результату 1 бал

1. Можна спостерігати сонячні затемнення (Землею), комети, штучні супутники. Решта всіх явищ (метеори, полярні сяйва, веселка і сріблясті хмари) пов'язана з атмосферою, якої на Місяці немає, так що їх спостерігати не можна.

   Основною причиною порівняно невеликого добового перепаду температури на Землі є наявність у неї атмосфери, а точніше парниковий ефект в цій атмосфері. Поверхня планети, нагріта вдень, охолоджується в нічний час, випромінюючи інфрачервоне випромінювання. На Місяці, де атмосфера відсутня, це випромінювання безперешкодно покидає поверхню. На Землі водяна пара і вуглекислий газ, що входять до складу атмосфери, роблять атмосферу малопрозорою для інфрачервоного випромінювання поверхні, значна частина енергії, що випромінюється, затримується атмосферою і перевипромінюється назад до поверхні. Таким чином, Земля в нічний час охолоджується істотно слабше, ніж Місяць.
   Другою за значимістю причиною є велика тривалість дня і ночі на Місяці – і та, і інша складають приблизно півмісяця.

2. Очевидно, що фази Місяця не можуть повторюватися в лютому – його тривалість навіть у високосні роки менша, ніж найменше можливе значення синодичного місяця. Всі останні місяці в календарі, навпаки, завжди довші за синодичний місяць, тому в кожному з цих місяців можуть існувати фази Місяця, що повторюються по два рази. Це буде для 1 числа місяця і 1+29,5=30 числа місяця, або для 2 і 31. Якщо це буде січень, то завдяки, тому, що в лютому 28 або 29 днів, такої фази в лютому не буде. (для високосного року обов'язково випадок для січня 2 і 31 число) і така ж фаза повториться у березні 1 і 30 числа, або 2 і 31 (для невисокосного року у випадку для січня 2 і 31 число). Тобто одна і та ж фаза по два рази повториться в двох календарних місяцях: січні і березні. Інших таких місяців бути не може. Причому такі випадки реалізуються в кожному році, звичайно для різних фаз Місяця.

3. Для руху супутника на невеликій висоті $m\frac{v^2}{R} = G\frac{Mm}{R^2}$. Період обертання $T = \frac{2\pi R}{v}$.

   З цих співвідношень: $T = 2\pi\sqrt{\frac{R^3}{GM}}$.

   Для невідомої планети і Землі: $\frac{T_X}{T_З} = \sqrt{\frac{R_X^3 M_З}{R_З^3 M_X}} = \frac{1}{4} = 0{,}25$.

4. Верхня і нижня кульмінація визначають момент перетину світилом небесного меридіану над точками Півночі та Півдня. В момент верхньої кульмінації зоряний час рівний прямому сходженню світила: $\alpha = t = 3^h34^m$.

   Зенітна відстань і висота світила пов´язані співвідношенням: $h = 90^o - z$.

   Висота світила у верхній кульмінації обчислюється за формулою: $h = 90^o - \varphi + \delta$.

Прирівнявши два останні рівняння, отримаємо: $90^o - z = 90^o - \varphi + \delta$; $\delta = \varphi - z$.
$\delta = 25^o42'$.

5. Київський час – це час другого годинного поясу, тому $T_K = T_2 = T_0 + 2 = 9$ год. Відстань між основними меридіанами сусідніх поясів 15^o, тому 78^o східної довготи належить п’ятому годинному поясу. $T_5 = 12$ год – полудень.

Вказівки, розв'язки, критерії оцінювання до завдань 11 клас

1.Проведено аналіз умови та здійснений її запис 1 бал
2.Здійснений опис всіх дій (поетапний розпис з аналізом/виведення формул з їх аналізом, виведена робоча формула) 3 бали
3.Кінцеві висновки, запис кінцевого (остаточного) результату 1 бал

1. Сонячне затемнення виникає, коли Місяць опиняється між Сонцем і Землею, затуляючи сонячне світло повністю або частково. В певний момент край Сонця, край Місяця і око спостерігача знаходяться на одній прямій. Як швидко після цього спостерігач побачить перші сонячні промені?

Відповідь
Спостерігач побачить перші сонячні промені через проміжок часу, який необхідний для світла, щоб пройти відстань від Місяця до ока спостерігача, тобто приблизно через 1,3 с .

2. Потрібно, щоб годинник на міжзоряному кораблеві після повернення на Землю показував удвічі менший час, ніж годинник на Землі. Щоб досягти даного результату, завдання дослідників надати даному кораблеві відповідну кінетичну енергію. Обрахуйте її. Яка при цьому буде швидкість корабля? Масу корабля вважати рівною 10^4 кг. Яка повинна бути маса Урану, щоб виділилась відповідна кількість енергії? Враховуємо, що при поділі одного атома Урану виділяється 170 МеВ енергії.

Відповідь
$E = mc^2 = 9 \cdot 10^{20}$ Дж; $M = 13 \cdot 10^3$ т; $v = c\sqrt{3/2} = 2{,}6 \cdot 10^5$ км/с

3. Подвійна зоряна система — це дві гравітаційно пов'язані зорі. Будемо вважати обидві зорі однаковими. Необхідно визначити відстань між ними та їх маси. Відомо, що відносне максимальне зміщення спектральних ліній $2{,}08 \cdot 10^{-3}$, а період розщеплення ліній становить 3 дні 2 години і 46 хвилин.

Відповідь
Період обертання зірок навколо їх спільного центра мас удвічі більший від періоду розширення спектральних ліній. Знаючи орбітальну швидкість і період, можна визначити радіус орбіти: $R = \vartheta T / 2\pi$. Потім за законом всесвітнього тяжіння $GM^2 / (2R)^2 = M\vartheta^2 / R$, звідки $M = 4\vartheta^2 R / \nu = 2\vartheta^3 T / \pi\nu$.

4. Вважаючи, що пульсар – це зоря, яка складається практично цілком з нейтронів, визначити кінетичну енергію нейтронів. Маса пульсара дорівнює масі Сонця ($2 \cdot 10^{30}$ кг), а його радіус приблизно рівний 10 км.

Відповідь

Визначимо спочатку кількість нейтронів і їх концентрацію:

$N = 2 \cdot 10^{30}/1{,}67 \cdot 10^{-27} = 1{,}2 \cdot 10^{57}$; $n = N/(4/3 \cdot \square\square^3) = 3 \cdot 10^{44}$ м$^{-3}$

Область локалізації нейтрона $a^{-1/3} = 1{,}5 \cdot 10^{-15}$м. Імпульс нейтрона $p \geq h/a \approx 7 \cdot 10^{-20}$кг·м/с; релятивістський множник $p/m_0c = 7 \cdot 10^{-20}/1{,}67 \cdot 10^{-27} \cdot 3 \cdot 10^8 = 0{,}14$

Отже, нейтрон не є релятивістською частинкою.

Його кінетична енергія $E_к \approx h^2n^{2/3}/2m \approx 1{,}3 \cdot 10^{-12}$ Дж≈9 МеВ

5. Відомо наступні дані: Радіус Землі R=6400 км , густина Землі ρ =5,6 · 10 ^{3} кг / м^3 . Відстань від Землі до Сонця r = 1,5 ·10^{11} м . Період обертання Землі навколо Сонця T = 365 діб . Оцініть середнє значення сили притягання F , яка діє з боку Сонця на Землю.

Відповідь

Доцентрове прискорення Землі $a = v^2/r = 4\pi^2r^2/rT^2 = 4\pi^2r/T^2$; за другим законом Ньютона $F = Ma = 4\pi^2Mr/T^2$, де $M = 4\pi\rho R^3/3$. Отже $F = (16\pi^3/3) \cdot (\rho R^3 r/T^2) \approx 4 \cdot 10^{22}$Н.