**10 клас**

|  |  |
| --- | --- |
| 1 | Назвіть вид об’єкту на фото. Наведіть приклад такого об’єкту, який можна спостерігати неозброєним оком або в бінокль. Укажіть його номер у каталозі Месьє. Назвіть сузір’я, в якому він розміщується.  **(5 балів)** |
|  | Розв’язок Туманність Адромеди, М 31, сузір’я Андромеди. |
| 2 | Серед знімків виберіть пару, на якій зображено явища, що мають зв’язок між собою. Обгрунтуйте цей зв’язок.      Фото 5  **(5 балів)** |
|  | **Розв’язок**.  На знімках зображено: 1 – злиття галактик; 2 – метеорний потік; 3 – полярне сяйво; 4 – комета; 5 – спіральна галактика.  2 явища, які мають зв'язок між собою, зображені на фото 2 та 4.  Метеорний потік виникає в результаті проходження Землі через шлейф частинок, які випаровуються з тіла комети та утворюють її хвіст. |
| 3 | З якої планети Сонячної системи можна побачити неозброєним оком супутники двох сусідніх планет? Відповідь обґрунтуйте.  **(5 балів)** |
|  | **Розв`язок:**  У шуканої планети повинно бути дві сусідні планети. Тому Меркурій та Нептун одразу виключаються. Крім того, у двох сусідніх планет повинні бути супутники. Отже, Венера (в Меркурія супутників немає) і Земля (у Венери теж немає супутників) також не підходять.  Чим більший супутник за розмірами, тим він помітніший. Тому, доречно розглянути Місяць, Галілеєві супутники Юпітера, супутник Сатурна Титан і Нептуна Тритон. Супутники Марса з Юпітера не побачити (оскільки їх не видно і з Землі, яка ближче до Марса), в Урана таких великих супутників немає. Тому Юпітер і Сатурн також виключаються.  Залишається дві планети: Марс і Уран.  Чим ближче планета до Сонця, тим яскравіші її супутники. Радіуси орбіт планет із збільшенням порядкового номера планети дуже швидко ростуть, тому й мінімальні відстані між сусідніми планетами теж збільшуються з віддаленням від Сонця. Крім того, Тритон – найменший з великих супутників, і побачити його з Урана було б складно. Перелічені факти призводять до однозначного висновку: шуканою планетою є Марс, з якого неозброєним оком видно Місяць та Галілеєві супутники Юпітера. |
| 4 | Назвіть планету та космічний апарат, який пролетів поблизу планети літом 2016 року. Яка місія зонду?  **(5 балів)** |
|  | **Розв’язок.** 27 серпня 2016 року відбувся перший проліт апарату «Юнона» поблизу Юпітера, який отримав знімки атмосфери Юпітера, північного та південного полюсів планети. «Юнона» – це перша місія, яка присвячена вивченню надр Юпітера. Космічний апарат буде досліджувати магнітне та гравітаційне поля планети, кількість водяного пару в атмосфері планети для того, щоб визначити найбільш імовірну теорію формування планети. Зонд здійснить подорож в областях, розташованих вище полюсів, щоб дослідити електромагнітне поле та його вплив на високоенергетичні частинки оточуючого середовища. |
| 5 | Розрахуйте швидкість і доцентрове прискорення точки земної поверхні на широті м. Суми (50° пн.ш.). Вважайте, що Земля має сферичну поверхню з радіусом 6400 км. Що ви знаєте про справжню форму нашої планети?  **(10 балів)** |
|  | **Розв’язок** Точка на широті м. Суми описує коло радіусом 𝑟 = 𝑅 cos𝜑, де 𝑅 – радіус Землі. Тоді лінійна швидкість обертання 𝑣 = 2𝜋𝑅 cos 𝜑 𝑇 , де 𝑇 = 24 год = 86400 с – період обертання Землі навколо власної осі. Доцентрове прискорення 𝑎 = 𝑣 2 𝑅 cos 𝜑 . У процесі розв`язання багатьох задач припускається, що Земля є однорідною кулею, але, якщо необхідно точніше знання розмірів і форми Землі, то Земля вважається еліпсоїдом обертання з неоднорідним розподілом мас. Така форма має назву геоїда. |
| 6 | Оцініть масу атмосфери Венери, якщо тиск на її поверхні складає 100 атм. (земних). При необхідності скористайтесь наступними характеристиками Венери: радіус 6052км, маса 4,91024кг, густина 5,2 г/см3.  **(10 балів)** |
|  | ***Розв’язок.*** За означенням, тиск – це сила, що діє на одиницю площі поверхні: *P = F/S*.  Сила, що діє на всю поверхню планети *F = mg*, де *m* – шукана маса атмосфери, *g = GM/R2* – прискорення вільного падіння на поверхні Венери, а площа поверхні планети *S = πR2.*  З урахуванням вищезазначеного  *m =4πPR4/(GM)*  або в іншому варіанті (після представлення маси Венери через густину  *M = ρ(4/3)πR3, m =3PR/(Gρ).*  Розрахунки за останньою формулою простіші. В обох випадках отримуємо *m* = 5,2\*1020кг. |
| 7 | Подорожуючи чи то різними містами, чи в різних країнах ми завжди намагаємося привезти з цих місць сувеніри – магнітики, чашки, шоколад…Але іноді можна знайти і незвичайні сувеніри, наприклад банку з законсервованим повітрям міста чи країни, в якому ми побували (а можливо і планети!?).  Визначити в скільки разів маса нетто (тобто без упаковки) такої банки об’ємом 0,3 л із звичайним повітрям буде більша за масу такої ж банки з газом, який взято з фотосфери Сонця  (T = 6000 K, p = 0,1 атм., хімічний склад: Н-75%, Не-25%). Густина повітря =1,225 кг/м³. Вважати, що речовина фотосфери не йонізована.  **(10 балів)** |
|  | **Розв’язання.**  Відповідно до закону Дальтона тиск в фотосфері Сонця є сумою парціального тиску водню і гелію. Виділимо в фотосфері певний об’єм V. Температура обох газів в цьому об’ємі однакова.  Використовуючи рівняння Менделєєва - Клапейрона, отримаємо    Знайдемо густину речовини фотосфери, за допомогою рівняння стану ідеального газу    0,1 атм ≈ 104 Па |

**11 клас**

|  |  |
| --- | --- |
| 1 | &Kcy;&icy;&tcy;Космічний корабель майбутнього перебуває на першій половині шляху до зорі τ Кита. В якому сузір’ї космонавти бачать Сонце? Вважайте, що швидкість корабля набагато менша від швидкості світла. Відповідь обґрунтуйте.  *Для розв’язання скористайтесь рухомою картою зоряного неба.* |
|  | **(5 балів)** |
| 2 | З якої планети Сонячної системи можна побачити неозброєним оком супутники двох сусідніх планет? Відповідь обґрунтуйте.  **(5 балів)** |
|  | **Розв`язок:**  У шуканої планети повинно бути дві сусідні планети. Тому Меркурій та Нептун одразу виключаються. Крім того, у двох сусідніх планет повинні бути супутники. Отже, Венера (в Меркурія супутників немає) і Земля (у Венери теж немає супутників) також не підходять.  Чим більший супутник за розмірами, тим він помітніший. Тому, доречно розглянути Місяць, Галілеєві супутники Юпітера, супутник Сатурна Титан і Нептуна Тритон. Супутники Марса з Юпітера не побачити (оскільки їх не видно і з Землі, яка ближче до Марса), в Урана таких великих супутників немає. Тому Юпітер і Сатурн також виключаються.  Залишається дві планети: Марс і Уран.  Чим ближче планета до Сонця, тим яскравіші її супутники. Радіуси орбіт планет із збільшенням порядкового номера планети дуже швидко ростуть, тому й мінімальні відстані між сусідніми планетами теж збільшуються з віддаленням від Сонця. Крім того, Тритон – найменший з великих супутників, і побачити його з Урана було б складно. Перелічені факти призводять до однозначного висновку: шуканою планетою є Марс, з якого неозброєним оком видно Місяць та Галілеєві супутники Юпітера. |
| 3 | Перша зоря у п’ятеро гарячіша за другу, удвічі дальша від Землі та виглядає на дві зоряні величини яскравішою, ніж друга. Знайдіть співвідношення розмірів зір.  **(5 балів)** |
|  |  |
| 4 | Подорожуючи чи то різними містами, чи в різних країнах ми завжди намагаємося привезти з цих місць сувеніри – магнітики, чашки, шоколад…Але іноді можна знайти і незвичайні сувеніри, наприклад банку з законсервованим повітрям міста чи країни, в якому ми побували (а можливо і планети!?).  Визначити в скільки разів маса нетто (тобто без упаковки) такої банки об’ємом 0,3 л із звичайним повітрям буде більша за масу такої ж банки з газом, який взято з фотосфери Сонця  (T = 6000 K, p = 0,1 атм., хімічний склад: Н-75%, Не-25%). Густина повітря =1,225 кг/м³. Вважати, що речовина фотосфери не йонізована.  **(10 балів)** |
|  | **Розв’язання.**  Відповідно до закону Дальтона тиск в фотосфері Сонця є сумою парціального тиску водню і гелію. Виділимо в фотосфері певний об’єм V. Температура обох газів в цьому об’ємі однакова.  Використовуючи рівняння Менделєєва - Клапейрона, отримаємо    Знайдемо густину речовини фотосфери, за допомогою рівняння стану ідеального газу    0,1 атм ≈ 104 Па |
| 5 | Можливо пройде ще зовсім не багато часу і люди матимуть змогу подорожувати не тільки земним транспортом, а й космічним. Під час космічних подорожей туристи зможуть оглядати об’єкти в поясі астероїдів своєї планетної системи. На огляд кожного об’єкту відводиться однаковий час. Спочатку туристи підлітають до астероїду радіусом 300 км, космічний корабель вимикає двигуни та переходить на колову орбіту висотою 30 км. Після одного оберту вони перелітають до астероїда радіусом 100 км. Астероїди мають однакову густину. Яку висоту повинна мати орбіта другого астероїда, щоб політ тривав скільки ж часу?. Астероїди можна вважати сферичними.  **(10 балів)** |
|  | З ІІІ закону Кеплера |
| 6 | Світність Сонця становить Вт. Обчислити вартість сонячного випромінювання, що падає на Землю за рік, якщо вважати, що сонячна енергія згідно «зеленого» тарифу з 1 січня 2020 року буде коштувати 486,03 коп/кВтгод.  **(10 балів)** |
|  | Доля енергії Сонця що падає на Землю, дорівнює відношенню площини земної поверхні що освітлюється до площі сфери з радіусом 1 а.о. Оскільки це відношення істотно мале, можна вважати що освітлювана поверхня Землі являє собою плоский диск з радіусом, рівним земному. Таким чином, за 1 секунду на Землю падає    В році приблизно 3·107 секунд, отже річна вартість сонячного випромінювання, що падає на Землю за рік:  (5•1010)•(3•107) •486,03=7290,45•1017коп |
|  |  |
| 7 | У яких межах може змінюватися кут максимальної елонгації Меркурія, якщо велика піввісь його орбіти дорівнює 0,387, а ексцентриситет ~ 0,2 (ексцентриситетом орбіти Землі знехтувати)?  **(10 балів)** |
|  | **Розв’язок** .  Учень обов'язково повинен представити малюнок. Знайдемо відстань від Сонця до точок афелію і перигелію орбіти Меркурія:  𝑟𝑚𝑖𝑛 = 𝑎 ∙ (1 − 𝑒) = 0.31 𝑎. 𝑒.  𝑟𝑚𝑎𝑥 = 𝑎 ∙ (1 + 𝑒) = 0.46 𝑎. 𝑒.  Це катети, протилежні Землі в трикутнику Земля-Сонце-Меркурій. Гіпотенузою в обох випадках виступає відстань від Землі до Сонця. Тобто sin 𝛼𝑚𝑖𝑛 = 𝑟𝑚𝑖𝑛 1 𝑎.𝑒. → 𝛼𝑚𝑖𝑛 = 18°;  sin 𝛼𝑚𝑎𝑥 = 𝑟𝑚𝑎𝑥 1 𝑎. 𝑒. → 𝛼𝑚𝑎𝑥 = 27.5°  Відповідь: приблизно від 18° до 27.5°. |