

1. (Гощанський р-н) На вагу поїзда впливає його обертання навколо земної осі по коловій орбіті радіуса $r = R \cos \varphi$, де R – радіус Землі, φ – географічна широта:

$$P = m \left(g - \frac{v^2}{r} \right), P = m \left(g - \frac{v^2}{r} \right).$$

g – прискорення вільного падіння, обумовлене гравітацією, m – маса поїзда. Швидкості обертання поїздів навколо земної осі будуть відрізнятися: $v_c = v_o + v_n$ $v_c = v_o + v_n$ для поїзда, що рухається на схід, в напрямку обертання Землі, і $v_c = v_o - v_n$ $v_c = v_o - v_n$ для поїзда, що рухається на захід (v_o v_o – швидкість обертання точки земної поверхні, v_n v_n – швидкість руху поїзда). Різниця у вазі поїздів (з урахуванням математичного спрощення)

$$\Delta P = P_z - P_c = \frac{m}{r(v_c^2 - v_z^2)} = \frac{4m v_o v_n}{r}.$$

Враховуючи, що $v_o = \frac{2\pi r}{T}$ $v_o = \frac{2\pi r}{T}$, маємо $\Delta P = \frac{8 \pi m v_n}{T}$ $\Delta P = \frac{8 \pi m v_n}{T}$, де T – період обертання Землі навколо осі (1 доба або 86 400 с). Виконавши

$$\Delta P = \frac{8 \times 3,14 \times 3 \times 10^6 \times 20}{86400} \approx 17 \text{ кН.}$$

Примітка: Район, який прислав розв'язок допустив помилку. Даний розв'язок правильний для руху поїздів вздовж екватора, а не вздовж паралелі. Для 60 паралелі пропонуємо відкоригувати розв'язок самостійно.

2. (Дубенський р-н) Подібність:

- а) однакові форма і розміри в проекції на небесну сферу;
- б) їх видимий рух в одну і ту ж сторону;
- в) Сонце і Місяць виділяються своїм свіченням на фоні темнішого неба;
- г) і в Сонця, і в Місяця бувають затемнення.

Відмінність:

- а) Сонце – зірка, розпечена газова куля, має власне джерело свічення, а Місяць тверде тіло, подібне планетному, світить лише відбитим сонячним світлом;
- б) Сонце має атмосферу (хромосфера, корона), а Місяць атмосфери немає;
- в) ці тіла знаходяться на істотно різних віддальх від Землі, і, насправді, вони суттєво відрізняються по розмірах;
- г) Місяць обертається навколо Землі і разом з нею обертається навколо Сонця;
- д) Місяць – холодне тіло, на поверхні має мінусову (в градусах Цельсія) температуру, а Сонце на поверхні має температуру ~6000 градусів;

3. Розв'язок:

На схематичному рисунку:

С – Сонце,
 α – висота Сонця над горизонтом Місяця,
 h – висота валу,
 l – довжина тіні.

З рисунка видно, що $\frac{h}{l} = \frac{h}{l} = \text{tg}\alpha$.
 Звідси $h = l_{\text{км}} * \text{tg}\alpha$. (1)

l (в км) знайдемо з пропорції: $l_{\text{км}} : l'' = D_{\text{км}} : D''$;
 Підставивши цей вираз у формулу (1),
 отримаємо вираз для обчислення висоти
 місячного валу:

$$h = (l'' * D_{\text{км}} / D'') * \text{tg}\alpha$$

Врахувавши, що $31'26'' = 1886''$ і підставивши
 інші числові значення, отримаємо: $h \approx 6,4$ км.

Відповідь: 6,4 км.

4. (м.Острог) Оскільки різниця середніх сонячних часів у двох пунктах дорівнює різниці їх довгот, виражених в годинній мірі, то у Луганську, довгота якого більше, ніж довгота Києва, істинний полудень настане раніше на ΔT :

$\Delta T = \lambda_{\text{л}} - \lambda_{\text{к}} \Delta T = \lambda_{\text{л}} - \lambda_{\text{к}}$, де $\Delta \lambda$ повинно бути вираженим у часовій мірі,
 тоді $\Delta T = 39^{\circ}21,5' - 30^{\circ}34' = 8^{\circ}57,5' = 35^{\text{м}}50^{\text{с}}$

$\Delta T = 39^{\circ}21,5' - 30^{\circ}34' = 8^{\circ}57,5' = 35^{\text{м}}50^{\text{с}}$. У Луганську істинний полудень настане раніше, ніж у Києві, на 35 хвилин 50 секунд. Аналогічно для Києва маємо:

$\Delta T = \lambda_{\text{к}} - \lambda_{\text{уж}} \Delta T = \lambda_{\text{к}} - \lambda_{\text{уж}} =$
 $30^{\circ}30' - 22^{\circ}19' = 8^{\circ}11'$. Виразимо отримане значення у часовій мірі $32^{\text{м}}44^{\text{с}}$
 $30^{\circ}30' - 22^{\circ}19' = 8^{\circ}11'$. Виразимо отримане значення у часовій мірі $32^{\text{м}}44^{\text{с}}$.

У Києві істинний полудень настане раніше, ніж в Ужгороді на $32^{\text{м}}44^{\text{с}}$.

Аналогічно для Луганська і Ужгорода $\Delta T = \lambda_{\text{л}} - \lambda_{\text{уж}} \Delta T = \lambda_{\text{л}} - \lambda_{\text{уж}} =$
 $39^{\circ}21,5' - 22^{\circ}19' = 17^{\circ}2,5' =$

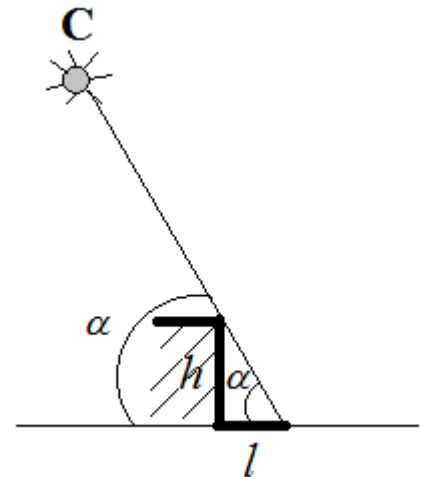
$1^{\text{ч}}18^{\text{м}}10^{\text{с}}$. У Луганську істинний полудень настане раніше, ніж в Ужгороді на 1 год

$39^{\circ}21,5' - 22^{\circ}19' = 17^{\circ}2,5' =$

$1^{\text{ч}}18^{\text{м}}10^{\text{с}}$. У Луганську істинний полудень настане раніше, ніж в Ужгороді на 1 год

18 хвилин 10 секунд. Таким чином, істинний полудень в Луганську настане раніше, ніж в Ужгороді на 1 год 18 хвилин 10 секунд і раніше, ніж у Києві на 35 хвилин 50 секунд, а в Києві раніше, ніж в Ужгороді на 32 хвилини 44 секунд і пізніше, ніж в Луганську на 35 хвилин 50 секунд.

5. (Рівненський р-н) Рік залежно від того високосний чи ні містить 365 або 366 днів. Це складає 52 повних тижні і один або два дні (два для високосного). Тому можливі варіанти будуть 1+1+1+2+1+1 (6 років) 2+1+1+1+2 (5 років)



1+1+2+1+1+1 (6 років) 1+2+1+1+1+2+1+1+1+2+1 (10 років)

Тому мінімальна кількість років 5, а максимальна 10.

6. 6.1 – В 6.2 – А 6.3 – В 6.4 – Г 6.5 – В
6.6 – Г 6.7 – Б 6.8 – Б 6.9 – А 6.10 – Г

Розв'язки. 11 клас

1. (Гошанський р-н) Розв'язок.

$$h_{max} = 90^\circ + \varphi - \delta \quad (1) \quad h_{max} = 90^\circ + \varphi - \delta \quad (1)$$

$$h_{min} = \delta - 90^\circ + \varphi \quad (2) \quad h_{min} = \delta - 90^\circ + \varphi \quad (2)$$

До виразу (1) додаємо (2), отримаємо: $\varphi = \frac{h_{max} + h_{min}}{2} \quad \varphi = \frac{h_{max} + h_{min}}{2} = 51,1^\circ$

Із формули (1) визначимо: $\delta = 90^\circ + \varphi - h_{max} = 74,6^\circ$
 $\delta = 90^\circ + \varphi - h_{max} = 74,6^\circ$

2. (Дубенський р-н) Сонячна доба довша від зоряної на 3хв.56,55с. за рік ця різниця складає цілу добу. Отже середня тривалість року становить 365,25 сонячних або **366,25** зоряних діб. У столітті налічується **36625** зоряних діб.

3. (м.Кузнецовськ) Відповідь. 3,63 року, 1,38 року, 19,37 км/с, 2,152 а.о., 2,572 а.о., $\approx 1,2$

4. (Володимирецький р-н) Зорі знаходяться на віддалі 2R одна від одної, де R – радіус

орбіти. Тоді сила гравітаційної взаємодії між ними $F_{\text{грав.}} = G \cdot \frac{m^2}{(2R)^2}$. З іншого боку,

доцентрова сила $F = \frac{mV^2}{R}$. Прирівняємо праві частини, виразивши попередньо швидкість колового руху через період обертання ($V = 2\pi R/T$), звідки одержимо:

$$R = \sqrt[3]{\frac{GmT^2}{16\pi^2}} \approx 8,1 \times 10^8 \text{ м} \approx 8,1 \times 10^5 \text{ км} \approx 810 \text{ тис. км}$$

. Тоді віддаль між зорями буде 1,62 млн. км,

що більш ніж в 4 рази перевищує віддаль між Землею та Місяцем, але майже в 100 разів менше віддалі від Землі до Сонця.

5. (Зарічненський р-н) Прийmemo середню яскравість вказаних слабких зірок за $m_1 = 5,5^m$. Тоді їх сумарний блиск відповідає одній зорі, яка у 1600 разів

яскравіша за m_1 , тобто $\frac{I_m}{I_{m_1}} = 1600 \quad \frac{I_m}{I_{m_1}} = 1600$ у формулі

$m = m_1 - 2,5 \cdot \lg\left(\frac{I_m}{I_{m_1}}\right) \quad m = m_1 - 2,5 \cdot \lg\left(\frac{I_m}{I_{m_1}}\right)$. Підставимо значення і
отримаємо: $m = 5,5 - 2,5 \cdot \lg(1600) = -2,5^m$. $m = 5,5 - 2,5 \cdot \lg(1600) = -2,5^m$.

Отже відмінність у зоряних величинах даних зір і Сіріуса 1, що відповідає відмінності у видимому блиску у 2,5 разів. Бачимо, що зорі від 5^m до 6^m освітлюють Землю у 2,5 рази яскравіше, ніж один Сіріус.

6.

6.1. - Б 6.2. - Б 6.3. - А 6.4. - Г 6.5. - Сонячний

6.6 - Юпітер 6.7. - Оріон 6.8 - Протуберанець

6.9 - Z -зеніт, Z' - надир, 6.10 - червоні карлики.