

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Заключительный этап
профиль "Арктика"

Междисциплинарные задачи

11 класс
Вариант 1

Задача 1

Для контроля нефтяных и газовых месторождений используется метод гравитационно-измерительного контроля. Для этого на поверхности ставится постамент на котором измеряется ускорение свободного падения. По мере истощения нефтяного месторождения нефть в полостях замещается на воду из-за чего меняется гравитационное поле. При измерениях ускорения свободного падения необходимо учесть снежный слой на поверхности. Оказалось, что увеличение гравитационного поля за счет истощения месторождения оказалось таким же, что и от слоя снега толщиной 40 см плотностью $\rho_c = 0,4 \text{ г/см}^3$. Месторождение можно представить в виде губчатой породы в форме сферы радиусом 100 м, наполовину по объему заполненной нефтью плотностью $\rho_H = 0,88 \text{ г/см}^3$, которая при истощении была заполнена водой. Определите глубину центра месторождения.

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Заключительный этап
профиль "Арктика"
Междисциплинарные задачи

Задача 2

С поверхности нагретого до температуры T тела испускается энергия в виде электромагнитного излучения. Мощность излучения с единицы площади поверхности:

$$J = \epsilon\sigma T^4,$$

$\sigma = 5,7 \cdot 10^{-8} \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}^4)$ — постоянная Стефана-Больцмана, ϵ_s — степень черноты, безразмерная величина меньшая единицы, характеризующая свойства поверхности тела. Кроме излучательной способности, степень черноты описывает и поглощательную способность тела, она равна отношению поглощенной поверхностью энергии $J_{\text{пог}}$ к падающей $J_{\text{пад}}$.

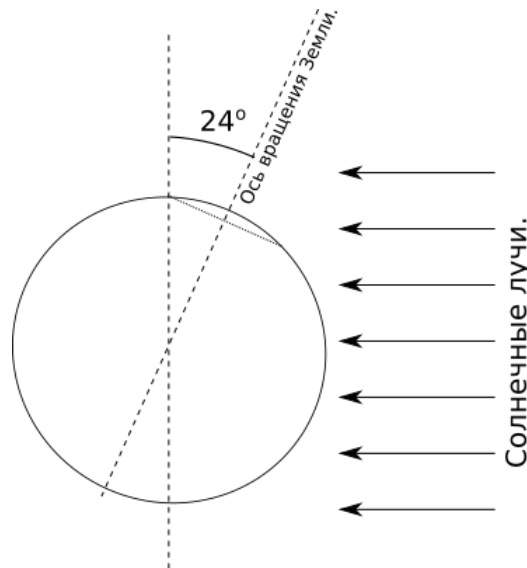
- 1) Определите мощность излучения с единицы поверхности Солнца, если $\epsilon_s = 1$, $T_s = 5327^\circ \text{С}$.
- 2) Найдите полную мощность излучения Солнца, если его радиус $R_s = 7 \cdot 10^8 \text{ м}$.
- 3) Какая мощность излучения падает на единицу площади поверхности перпендикулярной лучам Солнца на расстоянии от Солнца, равном радиусу орбиты Земли $R_0 = 1,5 \cdot 10^{11} \text{ м}$?
- 4) Какая мощность излучения падает на единицу площади поверхности нормаль которой составляет с лучами Солнца 60 градусов на расстоянии от Солнца равной радиусу орбиты Земли $R_0 = 1,5 \cdot 10^{11} \text{ м}$.

В день летнего солнцестояния Солнце круглосуточно освещает поверхность Арктики (регион северней 66° параллели северной широты — полярного круга). В этот день лучи солнца касаются поверхности земли 66° параллели.

5) Найдите мощность излучения падающего на поверхность Арктики в день летнего солнцестояния. Радиус Земли принять равным $R_0 = 6,4 \cdot 10^6 \text{ м}$. Арктику считать кругом с площадью равной площади сектора, имеющую постоянный наклон в 24 градуса относительно перпендикуляра к лучам Солнца.

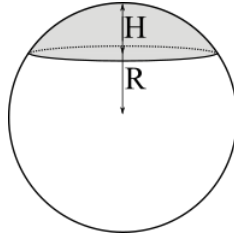
6) Найти, при какой температуре излучение с поверхности Арктики в открытый космос компенсирует падающее от Солнца излучение.

Математическая справка: площадь сектора сферы $S = 2\pi RH$; $\sin 24^\circ = 0,41$; $\cos 24^\circ = 0,91$.



МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Заключительный этап
профиль "Арктика"
Междисциплинарные задачи



Задача 3

Автоматическая арктическая станция оборудована автономным роботом. Станцию также обслуживает спутник, который с помощью спектральных камер способен находить залежи ценных ископаемых. Напишите программу для робота, которая по полученной от спутника карте (станция в координате $(0, 0)$) находит ближайшее ископаемое и отправляет робота забрать и привезти его на базу. Также программа должна возвращать энергию, затраченную роботом на забор всех грузов, учитывая, что у робота 100% эффективность. Считайте, что масса робота 1000 кг.

Если расстояния до ископаемых одинаковы — предпочтительнее тот который западнее.

У робота есть три функции:

1) `convert8(a)` — функция конвертации восьмеричных координат a от спутника в десятичные для робота

2) `retrieve(x, y)` — команда роботу забрать из определенных координат груз (координаты только десятичные) и вернуться с ним на станцию

3) `measure()` — функция возвращает вес забранного груза

Входные данные

N пронумерованных грузов, их координат в восьмеричной системе и их массы

1) координата X_1 , координата Y_1 , масса ископаемых M_1 кг

2) координата X_2 , координата Y_2 , масса ископаемых M_2 кг

...

N) координата X_N , координата Y_N , масса ископаемых M_N кг

Выходные данные

Порядковые номера грузов в порядке их обработки роботом.

Общее количество потраченной роботом энергии

Напишите реализацию функции `convert8(a)` по переводу из восьмеричной системы отсчета спутника в десятичную.

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Заключительный этап
профиль "Арктика"
Междисциплинарные задачи

Вариант 2

Задача 1

Для контроля нефтяных и газовых месторождений используется метод гравитационно-измерительного контроля. Для этого на поверхности ставится постамент на котором измеряется ускорение свободного падения. По мере истощения нефтяного месторождения нефть в полостях замещается на воду из-за чего меняется гравитационное поле. При измерениях ускорения свободного падения необходимо учесть снежный слой на поверхности. Оказалось, что увеличение гравитационного поля за счет истощения месторождения оказалось таким же, что и от слоя снега толщиной 40 см плотностью $\rho_c = 0,4 \text{ г/см}^3$. Месторождение можно представить в виде губчатой породы в форме сферы радиусом 100 м, наполовину по объему заполненной нефтью плотностью $\rho_H = 0,88 \text{ г/см}^3$, которая при истощении была заполнена водой. Определите глубину центра месторождения.

Задача 2

С поверхности нагретого до температуры T тела испускается энергия в виде электромагнитного излучения. Мощность излучения с единицы площади поверхности:

$$J = \epsilon \sigma T^4,$$

где $\sigma = 5,7 \cdot 10^{-8} \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К}^4)$ — постоянная Стефана-Больцмана, ϵ — степень черноты, безразмерная величина меньшая единицы, характеризующая свойства поверхности тела. Кроме излучательной способности, степень черноты описывает и поглощательную способность тела, она равна отношению поглощенной поверхностью энергии $J_{\text{пог}}$ к падающей $J_{\text{пад}}$.

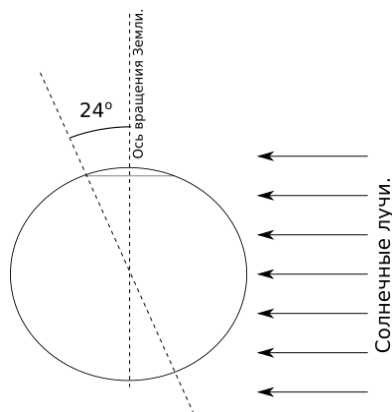
- 1) Определите мощность излучения с единицы поверхности Солнца, если $\epsilon_s = 1$, $T_s = 5327^\circ \text{С}$.
- 2) Найдите полную мощность излучения Солнца, если его радиус $R_s = 7 \cdot 10^8 \text{ м}$.
- 3) Какая мощность излучения падает на единицу площади поверхности перпендикулярной лучам Солнца на расстоянии от Солнца равной радиусу орбиты Земли $R_0 = 1,5 \cdot 10^{11} \text{ м}$?
- 4) Какая мощность излучения падает на единицу площади поверхности нормаль которой составляет с лучами Солнца 60 градусов на расстоянии от Солнца равной радиусу орбиты Земли $R_0 = 1,5 \cdot 10^{11} \text{ м}$.

В день равноденствия ось вращения Земли перпендикулярна солнечным лучам. В последующих пунктах рассмотрим солнечные лучи падающие на Арктику (регион северной 66° параллели северной широты — полярного круга).

5) Найдите мощность излучения падающего на поверхность Арктики в день равноденствия. Радиус Земли принять равным $R_0 = 6,4 \cdot 10^6 \text{ м}$. Арктику считать кругом с площадью равной площади сектора, имеющую постоянный наклон в 24 градуса относительно перпендикуляра к лучам Солнца.

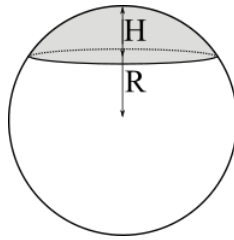
6) Найти, при какой температуре излучение с поверхности Арктики в открытый космос компенсирует падающее от Солнца излучение.

Математическая справка: площадь сектора сферы $S = 2\pi RH$; $\sin 24^\circ = 0,41$; $\cos 24^\circ = 0,91$.



МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Заключительный этап
профиль "Арктика"
Междисциплинарные задачи



Задача 3

Автоматическая арктическая станция оборудована автономным роботом. Станцию также обслуживает спутник, который с помощью спектральных камер способен находить залежи ценных ископаемых. Напишите программу для робота, которая по полученной от спутника карте (станция в координате $(0, 0)$) находит самое дальнее ископаемое и отправляет робота забрать и привезти его на станцию. Также программа должна возвращать энергию, затраченную роботом на забор всех грузов, учитывая, что у робота 100% эффективность. Считайте, что масса робота 1000 кг.

Если расстояния до ископаемых одинаковы — предпочтительнее тот который южнее.

У робота есть три функции:

- 1) `convert4(a)` — функция конвертации четверичных координат a от спутника в десятичные для робота
- 2) `retrieve(x, y)` — команда роботу забрать из определенных координат груз (координаты только десятичные) и вернуться с ним на станцию
- 3) `measure()` — функция возвращает вес забранного груза

Входные данные

N пронумерованных грузов, их координат в четверичной системе и их массы

1) координата X_1 , координата Y_1 , масса ископаемых M_1 кг

2) координата X_2 , координата Y_2 , масса ископаемых M_2 кг

...

N) координата X_N , координата Y_N , масса ископаемых M_N кг

Выходные данные

Порядковые номера грузов в порядке их обработки роботом

Общее количество потраченной роботом энергии

Напишите реализацию функции `convert4(a)` по переводу из четверичной системы отсчета спутника в десятичную.