



выход 13³² - 13³⁵
Ba
выход 14⁴¹ - 14⁴⁴
Bney

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 1

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников "Ломоносов"
наименование олимпиады

по космонавтике
профиль олимпиады

Велиева Данила Эльдаровича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата
«01» марта 2025 года

Подпись участника
ДВМ

Задача

№ 6

Числовой

 $T_{sp} - ?$

$T_0 = 5780 K$

$a = 1 \text{ а.е.}$

$A_3 = 0.306$

$T_\oplus = 14^\circ C$

$R_0 = 6.96 \cdot 10^8 \text{ км}$

светимость

$$L_\odot = S_\odot \sigma T_\odot^4 = \underbrace{4\pi R_\odot^2}_{\text{площадь сферы}} \sigma T_\odot^4$$

$$\sigma = 5.67 \cdot 10^{-8} \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \text{К}^4}$$

взаимо

обмен энергии

$$E = \frac{L_\odot}{4\pi a^2} = \frac{4\pi R_\odot^2 \sigma T_\odot^4}{4\pi a^2} = \frac{R_\odot^2 \sigma T_\odot^4}{a^2}$$

$$= \frac{1}{(1 \text{ а.е.})^2} \frac{(6.96 \cdot 10^8 \text{ м})^2 \cdot 5.67 \cdot 10^{-8} \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \text{К}^4} \cdot (5780 \text{ К})^4}{1} \approx$$

$$\approx 1369.87 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$$

(Е принято считать равной $1360 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$. Получили
немного ~~меньше~~ другой ответ из-за погрешностей)
поток, приходящий на всю Землю

$$J = E \cdot \pi R_\oplus^2 = \frac{\pi R_\odot^2 \sigma T_\odot^4 R_\oplus^2}{a^2}$$

"светимость" Земли

(так как на сфере
Земля примерно
занимает круг)

$$L_\oplus = J(1 - A) = \frac{\pi R_\odot^2 \sigma T_\odot^4 R_\oplus^2 (1 - A)}{a^2}$$

Предположим, что Земля - АЧТ:

Здесь все "примерно",
а в точности. Но
ошибка не
выравнивается
температурой

$$L_\oplus \approx 4\pi R_\oplus^2 \sigma T_{sp}^4 \quad (\text{считаем, что атмосфера и поверхность облучаются})$$

$$T_{sp} \approx \sqrt[4]{\frac{L_\oplus}{4\pi R_\oplus^2 \sigma}} = \sqrt[4]{\frac{\pi R_\odot^2 \sigma T_\odot^4 R_\oplus^2 (1 - A)}{a^2 \cdot 4\pi R_\oplus^2 \sigma}}$$

$$= T_{\odot} \sqrt{\frac{R_{\odot}^2 (1 - A_3)}{4a^2}} \approx 5780 \text{ K} \sqrt{\frac{(6.96 \cdot 10^8 \text{ м})^2 (1 - 0.306)}{4 \cdot (1.496 \cdot 10^{11} \text{ м})^2}}$$

$$\approx 254.44 \text{ K} = -18.7^{\circ}\text{C}$$

$T_{3p} < T_{\odot}$. Расхождение этих значений можно объяснить тем, что Земля не является АЧТ, так как она не излучает свет самостоятельно, а отражает его от Солнца. Ещё, Земля отражает свет, который приходит от Солнца не со всей своей поверхности (как мы считаем, что атмосфера и поверхность Земли обеспечивают полное выравнивание температуры по поверхности), а только со своей дневной стороны. Ещё, в расчёте приближённо считается, не учитывается атмосфера Земли и её влияние на поток энергии, приходящий на поверхность. Например, температура дневной стороны должна быть равна $T_{3p} \sqrt{2} = 36.7^{\circ}\text{C}$ (так как в таком случае излучение равно с полушария), но это тоже не так.

Итого: $T_{3p} = -18.7^{\circ}\text{C}$; $T_{3p} < T_{\odot}$.

Верный вывод
это не повод

(from Python)
s = input()
def find_words(

(из Python)

sample

sample = input()

def find_words(s: str) → list:

~~for i in range(len(s))~~

for i in range(1, len(s)+1):

(из Python)

sample = input()

def construct_words(s: str) → list:

repr = list(s)

n = len(repr)

for i in range(~~len~~):

repr.append("") # добавляет пустую строку в список символов

for j in range(len(repr)):

var = repr.copy()

var = [0] * n

~~for i in range(n * len(repr)):~~ # итерация по созданию var, максимальная комбинация символов

ans = []

for _ in range(n * len(repr)):

var = next(var, n)

~~v = " ".join([repr[i] for i in var])~~

v = " ".join([repr[i] for i in var])

ans.append(v)

return list(set(ans)) # убираем повторяющиеся элементы

Презентация есть! Через несколько страниц

Возможно,

101?

или iter([...])

Ошибка типов:

'Var' - это list,

но не iterator

N1

Luchnikov

$$P(x) = x^3 + ax^2 + bx + c$$

$$P(1) = 1 + a + b + c = 1 \Rightarrow a + b + c = 0$$

у $P(x)$ 3 корня:

$$P(x) = (x - x_1)(x - x_2)(x - x_3) = x^3 - x^2x_1 - x^2x_2 - x^2x_3 + x x_1 x_2 + x x_1 x_3 + x x_2 x_3 - x_1 x_2 x_3$$

$$\begin{cases} P(1) = 1 \\ x_1 + x_2 + x_3 = x_1 x_2 x_3 \end{cases}$$

$$\begin{cases} 1 - x_1 - x_2 - x_3 + x_1 x_2 + x_1 x_3 + x_2 x_3 - x_1 x_2 x_3 = 1 \\ x_1 + x_2 + x_3 = x_1 x_2 x_3 \end{cases}$$

$$1 - x_1 - x_2 - x_3 + x_1 x_2 + x_1 x_3 + x_2 x_3 - x_1 - x_2 - x_3 = 1$$

$$\boxed{2x_1 + 2x_2 + 2x_3 - x_1 x_2 - x_1 x_3 - x_2 x_3 = 0} \quad \text{верно}$$

$$P(2) = 8 - 4x_1 - 4x_2 - 4x_3 + 2x_1 x_2 + 2x_1 x_3 + 2x_2 x_3 - x_1 x_2 x_3 = 8 - 5x_1 - 5x_2 - 5x_3 + 2x_1 x_2 + 2x_1 x_3 + 2x_2 x_3$$

$$x_1 x_2 + x_1 x_3 + x_2 x_3 = 2x_1 + 2x_2 + 2x_3$$

$$\begin{aligned} P(2) &= 8 - 5x_1 - 5x_2 - 5x_3 + 2(x_1 x_2 + x_1 x_3 + x_2 x_3) \\ &= 8 - 5x_1 - 5x_2 - 5x_3 + 4x_1 + 4x_2 + 4x_3 \\ &= 8 - x_1 - x_2 - x_3 \end{aligned}$$

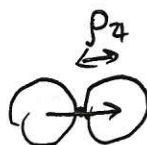
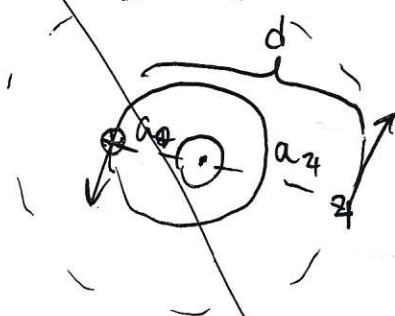
$$P(0) = -x_1 x_2 x_3 = -x_1 - x_2 - x_3$$

Числовая

$$P(2) - P(0) = 8 - x_1 - x_2 - x_3 + x_1 + x_2 + x_3 = 8$$

Ответ: $P(2) - P(0) = 8$. *ошиб* *верный*

N4



$$\varepsilon_4 \approx 0 \text{ (конденсатор)}$$

τ - ?

$$R_4 \approx 70000 \text{ м} \quad i_4 \approx 0 \text{ (магнитное поле)}$$

$$a_0 = 1 \text{ а.е.}$$

$$a_4 = 5.2 \text{ а.е.}$$

$$M_0 = 2 \cdot 10^{30} \text{ кг}$$

(масса ядра)



расстояние r_0

$$\tan \rho_4 = \frac{d}{R_4} = \frac{a_0 + a_4}{R_4} \approx \rho_4 \text{ (уг-за малост угла)}$$

ω_4 - угловая скорость

его радиус r_0 и скорость v_4

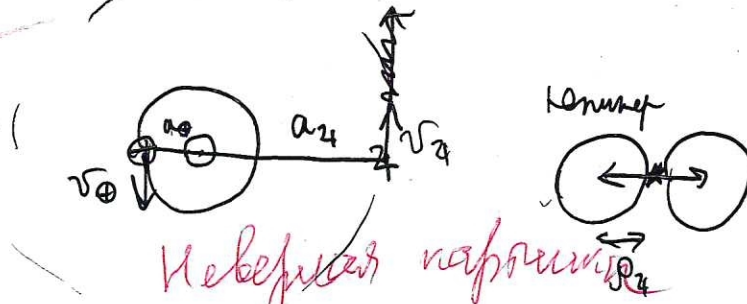
$$\omega_4 = \frac{v_4}{d} = \frac{v_4 + v_0}{a_0 + a_4} = \frac{\sqrt{\frac{GM_0}{R_4}} + \sqrt{\frac{GM_0}{a_0}}}{a_0 + a_4}$$

$$\tau \approx \frac{2\rho_4}{\omega_4} \approx \frac{2a_0 + 2a_4}{R_4} \cdot \frac{a_0 + a_4}{\sqrt{\frac{GM_0}{a_0}} + \sqrt{\frac{GM_0}{a_4}}} =$$

$$\approx \frac{2 \cdot 1 \text{ а.е.} + 2 \cdot 5.2 \text{ а.е.}}{70000 \text{ м}} \cdot \frac{1 \text{ а.е.} + 5.2 \text{ а.е.}}{\sqrt{\frac{6.67 \cdot 10^{-11} \cdot 2 \cdot 10^{30}}{5.2 \text{ а.е.}}} + 19.8 \frac{\text{м}}{\text{с}}} =$$

№4

Земля



$\tau - ?$ $a_0 = 1 \text{ а.е.}$ $a_2 \approx 5.2 \text{ а.е.}$ $M_0 \approx 2 \cdot 10^{30} \text{ кг}$

$\epsilon_2 \approx 0$ (поклон или Юпитер) $i \approx 0$ (поклон или Юпитер)

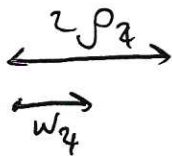
уг. радиус ρ_2

$$\text{tg } \rho_2 = \frac{R_2}{d} = \frac{R_2}{a_0 + a_2} \approx \rho$$

неверно, для Юпитера - ρ (из расчета угл. радиуса " - "

углов. скорость ω_2

$$\omega_2 = \frac{v_{\tau 2}}{d_{22}} = \frac{\sqrt{\frac{GM_0}{a_0}} + \sqrt{\frac{GM_0}{a_2}}}{a_0 + a_2} \approx \frac{29.8 + 13.08 \text{ км/с}}{6.2 \cdot 150 \cdot 10^6 \text{ м}} \approx 34.24^\circ/\text{с}$$



$$\tau \approx \frac{2\rho_2}{\omega_2 - \omega_0} = \frac{2\rho_2 - 2\arctg \frac{R_2}{a_0 + a_2}}{\omega_2 - \omega_0} = \frac{2\arctg \frac{R_2}{a_0 + a_2}}{\omega_2 - \omega_0} \approx 31.05^\circ$$

неверно

формула неверная, не учитывать вращение Земли

$$\tau \approx \frac{2R_2}{\sqrt{\frac{GM_0}{a_0}} + \sqrt{\frac{GM_0}{a_2}}} \approx \frac{140000 \text{ км}}{29.8 \frac{\text{км}}{\text{с}} + 13.08 \frac{\text{км}}{\text{с}}} \approx 3265 \text{ с} \approx 54 \text{ мин } 25 \text{ с}$$

Ответ: $\tau = 54 \text{ мин } 25 \text{ с}$

N3

Турбина



$$M_s < M_{\oplus} \text{ или } M_s \sim 10^{22} \text{ кг}$$

I космическая для Луны

$$v_I = \sqrt{\frac{GM_{\oplus}}{R_{\oplus}}} \sim 0.7 \frac{\text{км}}{\text{с}}$$

$$v > v_I \Rightarrow \text{да}$$

II космическая для Луны:

$$v_{II} = v_I \sqrt{2} \sim$$

$$M_{\oplus} = 6 \cdot 10^{24} \text{ кг}$$

$$M_s < M_{\oplus}$$

$$\text{или } M_s \sim 10^{23} \text{ кг}$$

(оценка M_s сверху)

II космическая для Луны:

$$v_{II} = \sqrt{\frac{2GM_{\oplus}}{R_{\oplus}}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 6.67 \cdot 10^{-11} \cdot 10^{23} \frac{\text{кг}^3}{\text{с}^2}}{1340 \text{ км}}} \sim 3.16 \frac{\text{км}}{\text{с}}$$

не вполне точно

$v > v_{II}$ точно при оценке M_s сверху.

Значит, совершенно точно:

$v > v_{II} \Rightarrow$ лунный аппарат по гиперболической траектории $\rightarrow$ он никогда не вернется на

всегда
вернется

Луну. Более того, он вылетит из системы Земля-Луна, так как:

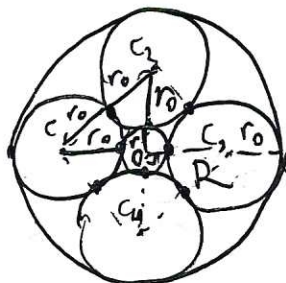
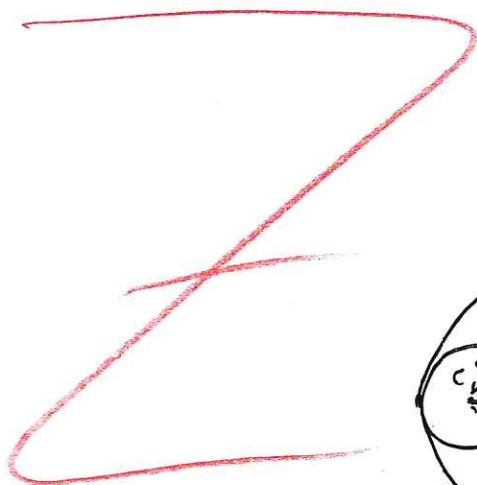
$$v_{II\oplus} = \sqrt{\frac{2GM_{\oplus}}{R_{\oplus}}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 6.67 \cdot 10^{-11} \cdot 6 \cdot 10^{24} \frac{\text{кг}^3}{\text{с}^2}}{384400 \text{ км}}} = 1.44 \frac{\text{км}}{\text{с}}$$

$$v_{\oplus} + v > v_{II\oplus}$$

Ответ: никогда.

Условие

N 2



$r = ?$

$R = 5 \text{ cm}$

Найти r_0 ,
радиус ~~каждого~~ из
кругов C_1, C_2, C_3, C_4 ,
когда они касаются
друг друга, внутренне
и внешне круг:

$$r_0 = \frac{R-r}{2}$$

Круги симметричны относительно осей $\overleftrightarrow{C_1 C_3}$ и $\overleftrightarrow{C_2 C_4}$. Рассмотрим $\triangle C_1 O C_2$:

$$C_1 C_2^2 = OC_1^2 + OC_2^2$$

$$4r_0^2 = 2(r+r_0)^2$$

$$4r_0^2 = 2r^2 + 4rr_0 + 2r^2$$

$$2r_0^2 - 4$$

$$2r_0^2 - 4rr_0 - 2r^2 = 0$$

$$r_0^2 - 2rr_0 - r^2 = 0$$

$$D = 4r^2 + 4r^2 = 8r^2$$

$$r_0 = \frac{2r \pm 2\sqrt{2}r}{2} = r \pm r\sqrt{2}$$

$$r_0 > 0 \Rightarrow r_0 = r + r\sqrt{2}$$

$$r_0 = r + r\sqrt{2} = \frac{R-r}{2} \quad | \cdot 2 \quad \text{исходно}$$

$$2r + 2r\sqrt{2} = R - r$$

$$3r + 2r\sqrt{2} = R$$

$$r(3 + 2\sqrt{2}) = R \quad \checkmark$$

$$r = \frac{R}{3 + 2\sqrt{2}} = \frac{5 \text{ см}}{3 + 2\sqrt{2}} = \frac{-5 + 5\sqrt{2}}{3} \text{ см} \approx 6.9 \text{ мм}$$

2 Описки

Остальные круги будут касаться наших же
образов из-за симметрии картины

$$\text{Ответ: } r = \frac{-5 + 5\sqrt{2}}{3} \text{ см} \approx 6.9 \text{ мм.} \quad \text{исверно}$$

Не описано расположение
точек - центров кругов

№ 5
(программирование)

listbox

def next (a: list, n: int) -> list:

""" Возвращает следующие индексы для букв
в итерации """

< . .
pr

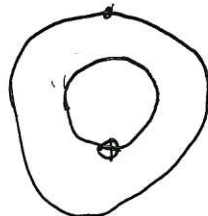
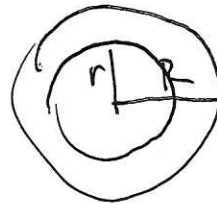
Программа
не дописана

Зерновка

hello

for j in range(3):

n4



def rec(a):
return

$$N1 \quad P(x) = x^3 + ax^2 + bx + c$$

[0, 0, 0]

n3

[0, 0, 1]

$$P(1) = 1 + a + b + c = 1$$

$$a + b + c = 0$$

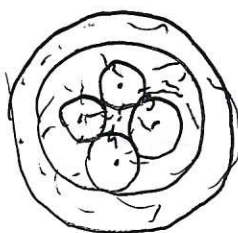


$$P(x) = (x - x_1)(x - x_2)(x - x_3) =$$

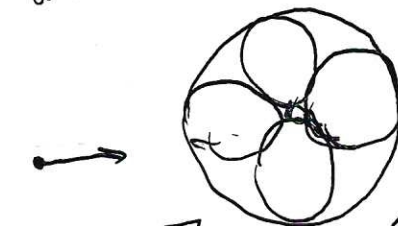
$$= x^3 - x$$

parad

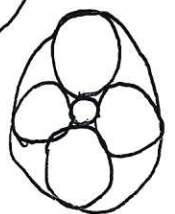
$$v_p = \sqrt{\frac{GM}{a}}$$



1, 2, 3



$$\sqrt{GM}$$



(hello, 1):

'h', 'e', 'l', 'l', 'o'

(hello, 3):

hel hlo
hel hl
leo
hlo

$1C1 + 2C1 + 1C1 + 2C2$ *Переворот*

solon

a aa aaa aaaa

$\frac{4!}{2!}$

aaaa

$\frac{8!}{2! \cdot 4!} = \frac{8 \cdot 7 \cdot 6 \cdot 5}{2} =$

12345
123

01234

012 013 014 015 01

4 1 1 1 1

023 024

034 123 124

$\frac{8 \cdot 7 \cdot 6 \cdot 5}{2! \cdot 4!} - 1 = 34 \quad 134 \quad 234$

abracadabra

~~$22 \cdot 21 \cdot 20 \cdot 19 \cdot 18 \cdot 17 \cdot 16 \cdot 15$~~

$\frac{22!}{11! \cdot 5! \cdot 2! \cdot 2! \cdot 11!} =$

*for i
for j
for k*

solon

for i in range(len(str)+1):

~~*solon*~~

c

C_n^k

$4C1 + 4C2 + 4C1 +$

$1C1 + 2C1 + 1C1 +$