



выход 13:14 - 13:18

**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА**

Вариант 4

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников „Ломоносов-2023“
наименование олимпиады

по космонавтике
профиль олимпиады

Савчук Дарья Артемовны
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата
« 4 » марта 2023 года

Подпись участника

[Подпись]

07-15-02-44

(30.2)

Чистовик

Задача 1

Подставим x_1 в $x_2 = \frac{x_1}{\sqrt[3]{(x_1)^3 - 1}}$

$$\begin{aligned}
 x_2 &= \frac{x_0}{\sqrt[3]{(x_0)^3 - 1}} = \frac{x_0 \cdot \sqrt[3]{(x_0)^3 - 1}}{\sqrt[3]{(x_0)^3 - 1} \cdot \sqrt[3]{(x_0)^3 - 1}} = \\
 &= \frac{x_0 \cdot \sqrt[3]{(x_0)^3 - 1}}{\sqrt[3]{(x_0)^3 - 1} \cdot \sqrt[3]{(x_0)^3 - 1}} = \frac{x_0 \cdot \sqrt[3]{(x_0)^3 - 1}}{\sqrt[3]{(x_0)^3 - 1} \cdot \sqrt[3]{(x_0)^3 - 1}} = \\
 &= \frac{x_0}{\sqrt[3]{(x_0)^3 - 1} \cdot \sqrt[3]{(x_0)^3 - 1}} = \frac{x_0 \cdot \sqrt[3]{(x_0)^3 - 1}}{\sqrt[3]{(x_0)^3 - 1} \cdot \sqrt[3]{(x_0)^3 - 1}} = x_0
 \end{aligned}$$

верно

Значит, $x_3 = \frac{x_0}{\sqrt[3]{(x_0)^3 - 1}} = x_1$, $x_4 = x_0$ и т.д.

Т.е. все числа с чётными индексами равны x_0 , а с нечётными равны $\frac{x_0}{\sqrt[3]{(x_0)^3 - 1}}$

В сумме $(x_0 + x_1 + \dots + x_{2023})$ 2024 слагаемых. Из них 1012 чётных и 1012 нечётных.

$$\begin{aligned}
 \text{Тогда } x_0 + x_1 + \dots + x_{2023} &= 1012 \cdot x_0 + 1012 \cdot \frac{x_0}{\sqrt[3]{(x_0)^3 - 1}} = \\
 &= 1012 \left(x_0 + \frac{x_0}{\sqrt[3]{(x_0)^3 - 1}} \right)
 \end{aligned}$$

Мы знаем, что x_0 - корень ур-я $x + \frac{1}{\sqrt[3]{x^3 - 1}} = 2023$

$$\Rightarrow 1012 \cdot \left(x_0 + \frac{x_0}{\sqrt[3]{(x_0)^3 - 1}} \right) = 1012 \cdot 2023 = 2047276$$

↑
т.к. это то же самое ур-е, а x_0 - его корень

Ответ: 2047276

верно

Чисовен

Задача 4 Пусть 1 строка - a, вторая - b

Нужно найти в строке a индекс символа, совпадающего с первым символом в строке b.

Далше проверять, до конца строки a, совпадают ли эти символы с соответствующими в строке b.

Если окажется, что нет, то удалить из строки a первый слева символ, совпадающий с первым в строке b. Если окажется, что удалены все такие символы, то повтора нет, и нужно просто соединить строки. Если найдётся совпадающий кусок, то удалить его из строки a и соединим с b.

```
a, b = input().split(" ")
```

```
a1 = a
```

```
flag = False t = len(a)
```

```
while a.index(b[0]) != -1:
```

```
    t = a.index(b[0])
```

```
    ch = 0
```

```
    flag = True
```

```
    for i in range(t, len(a)):
```

```
        if a[i] != b[ch]:
```

```
            a = a.replace(b[0], "", 1) # удалим символ, не
```

```
            flag = False
```

```
            break
```

```
        else: ch += 1
```

```
if flag:
```

```
    a = a[t:] # удалим повтор из строки a
```

```
res = a + b
```

```
print(res)
```

07-15-02-44

(30.2)

Чистовик

Задача 3Первая орбита: спутник движется с центрострем. ускорением $a_1 = \frac{V_1^2}{R_3+h}$. Сила, с которой на него действует

$$\text{Земля } F_1 = G \frac{m M_3}{(R_3+h)^2}$$

По II закону Ньютона:

$$F_1 = ma \Rightarrow G \frac{m M_3}{(R_3+h)^2} = \frac{V_1^2 m}{R_3+h} \Rightarrow V_1 = \sqrt{\frac{G M_3}{R_3+h}}$$

Аналогично для второй орбиты:

$$V_2 = \sqrt{\frac{G M_3}{R_3+h+\Delta h}}$$

$$E_{k1} = \frac{m V_1^2}{2} = \frac{m G M_3}{2(R_3+h)}$$

$$E_{k2} = \frac{m V_2^2}{2} = \frac{m G M_3}{2(R_3+h+\Delta h)}$$

$$\eta = E_{k2} - E_{k1} = \frac{m G M_3}{2} \left(\frac{1}{6400+250+25} - \frac{1}{6400+250} \right) =$$

$$= \frac{m G M_3}{2} \cdot \frac{1}{177550}$$

$$\frac{\eta}{E_{k1}} = \frac{m G M_3 \cdot 2 \cdot 6650}{2 \cdot 177550 \cdot m G M_3} = -\frac{266}{71022} = -\frac{133}{35511} \approx -0,0038$$

$$\left| \frac{\eta}{E_{k1}} \right| \approx 0,0038$$

$$\text{Ответ: } \frac{\eta}{E_{k1}} \approx -0,0038 \text{ вниз}$$

Подписывать лист-вкладыш запрещается! Писать на полях листа-вкладыша запрещается!

Чистовик
Задача 6

не указана причина

В невесомости мозг не может определить ориентацию человека в пространстве. На Земле глаза автоматически поворачиваются вместе с головой.

В невесомости же это надо контролировать, потому что ~~мозг~~ мозг не сразу понимает, куда именно повернулась голова. *неверно!*

Так происходит, потому что ~~у человека~~ у человека есть органы, в которых находится определенная жидкость. Под действием силы тяжести она не летает в этих органах, а притягивается "к полу". В невесомости же она летает и ориентация в пространстве нарушается. *Верная мысль*

Самому космонавту стоит совершать любые движения медленнее. Чтобы мозг успевал ~~же~~ понять, куда человек поворачивает голову.

Теоретически, можно сделать небольшую цветную записку/точку на шлеме скафандра, чтобы при повороте человек мог фиксировать взгляд на ней. Если он не в скафандре, то очки с такой запиской. Возможно, какие-то тренировки для космонавтов, чтобы научиться сначала переключать глаза, а затем доворачивать голову.



07-15-02-44
(30.2)

Чистовик

Задача 5

а) На экваторе планеты уровень воды выше, чем у полюсов. Поэтому от широты 0, до широты -90 он должен уменьшаться.

Однако на широте -54 уровень перестает уменьшаться. Это широта, прошедшая через крайнюю точку шара тяжёлых металлов.

На широте -60 уровень воды экстремально большой, значит, там лежит центр шара, и шар касается планеты. Т.е. центр Земли лежит на широте -60.

~~Зонг, видимо, измеряет не глубину именно воды, а расстояние от точки на поверхности твёрдого тела планеты до точки на пов-ти воды на конкретной широте.~~

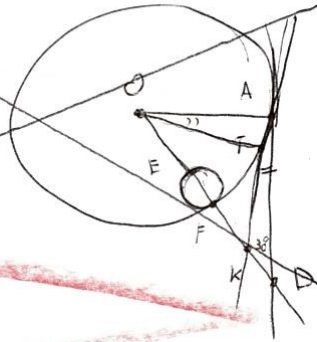
а расстояние от пов-ти воды, до точки, где перестаёт меняться плотность (и становится равной плотности планеты).

~~б) Плотность твёрдого тела планеты:~~

~~$$\rho_n = \frac{M}{V} = \frac{M \cdot 3}{4\pi R^3} = \frac{5,97 \cdot 10^{24} \cdot 3}{4 \cdot 3,14 \cdot 6,37^3 \cdot 10^8} \approx 5517 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$~~

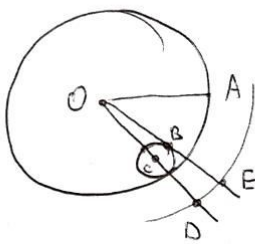
~~$$\rho_w = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \text{ плотность воды}$$~~

~~$EK = 1022,41$
 $\angle AOF = 60^\circ$
 $OA = R$
 $EF = ?$~~



Чистовик

в)

Тогда, $\angle AOB = 60^\circ$, $\angle AOE = 54^\circ \Rightarrow$ $\Rightarrow \angle BOE = 6^\circ$

(т.к. широты - углы в плоскости экватора)

При этом, $BE = 1002,36$

$$CD = r_{\text{шара}} + 1002,36 = 1022,41$$

т.к. BE и $CD \approx$ равны, весь вода тоже образует шар)Значит, диаметр шара $D = (1022,41 - 1002,36) \cdot 2 =$

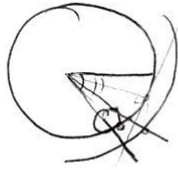
$$= 40,1 \text{ (м)}$$

Плотность твердого тела планеты:

$$\rho_T = \frac{M}{V} = \frac{3M}{4\pi R^3} \approx 5517 \left(\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}\right)$$

$$\rho_B = 1000 \left(\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}\right) - \text{плотность воды}$$

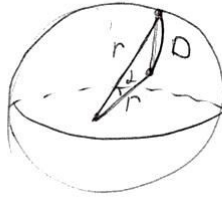
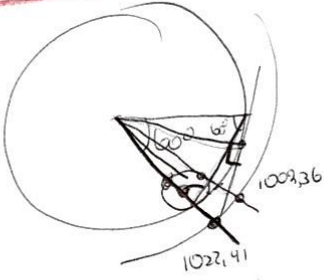
Черновики



$$M = V \cdot \rho = \frac{4}{3} \pi R^3 \cdot \rho \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \rho_{\text{нн}} = \frac{3M}{4\pi R^3} = \frac{17,91 \cdot 10^{20}}{3246,4 \cdot 10^{18}}$$

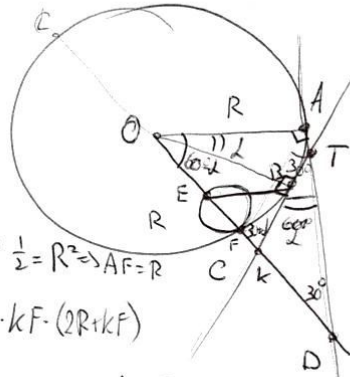
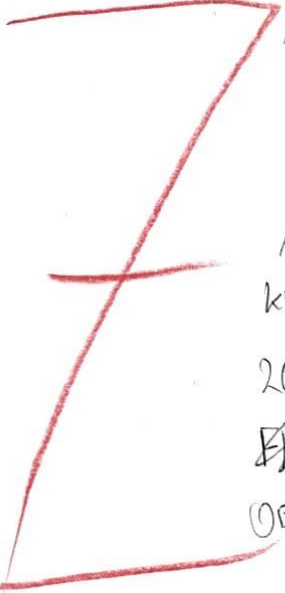
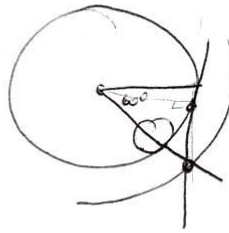
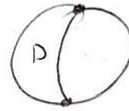
$$= \frac{1791 \cdot 10^2}{3246,4} \cdot 10^4 \approx 5517 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$



$$M = \rho_{\text{нн}} \cdot V = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$D = \pi r$$

② $L = 2D = 2\pi r$



$$AF^2 = R^2 + R^2 - 2R^2 \cos 120^\circ = R^2 \Rightarrow AF = R$$

$$kR^2 = kF \cdot k = kF \cdot kF \cdot (2R + kF)$$

$$2OA = OP \Rightarrow FD = OA = R$$

$$FR = OF \cdot FR$$

$$OE =$$

$$\angle AFD = 120^\circ$$

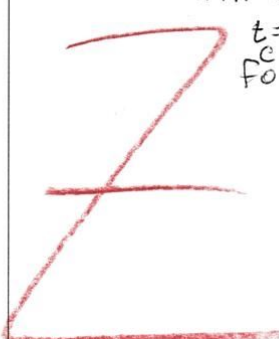


Черковик

$$k = E_k' - E_k = \frac{mGM_3}{2} \left(\frac{1}{6675} - \frac{1}{6650} \right) = \frac{mGM_3}{2} \cdot \frac{25}{17750}$$

$$\eta = \frac{k}{E_k} = \frac{mGM_3}{2 \cdot 17750} \cdot \frac{25}{mGM_3} = \frac{266}{7102} = \frac{133}{3551} \approx 0.038$$

④ ~~221~~ `a, b = input().split(" ")` `a = kowka`
`a1 = a` `flag = False`
`while a.index(b[0]) != -1:` `b = kApach`

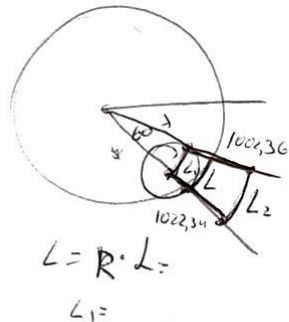


```

t = a.index(b[0])
ch = 0
flag = True
for i in range(t, len(a)):
    if a[i] != b[ch]:
        a.pop(i)
        a = a.replace(b[0], "", 1)
        flag = False
        break
    else:
        ch += 1
    
```

```

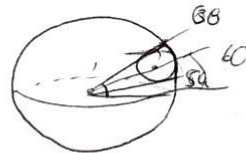
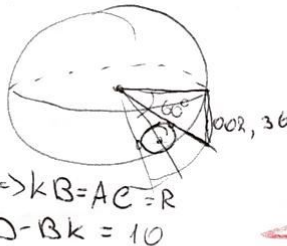
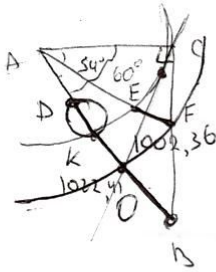
if flag:
    a1 = a1
    a1 = a1[t:]
    res = a1 + b
    print(res)
    
```



либо закон сохранения энергии

$$\frac{mV_1^2}{2} + mgh = \frac{mV_2^2}{2} + mg(h + \Delta h) \quad \text{KCT}$$

д) шар находится на -54° широте и заканчивается на -62° широте.



Черковик

$$\textcircled{1} X_2 = \frac{x_0}{\sqrt[3]{x_0^3 - 1}} = \frac{x_0}{\sqrt[3]{x_0^3 - 1} \cdot \frac{1}{x_0^3 - 1}} = \frac{x_0 \sqrt[3]{x_0^3 - 1}}{\sqrt[3]{x_0^3 - 1}} = x_0$$

$$X_3 = \frac{x_0}{\sqrt[3]{x_0^3 - 1}} \quad \text{т.е. все чётные} = x_0$$

$$\text{все нечётные} = \frac{x_0}{\sqrt[3]{x_0^3 - 1}}$$

Всего 1012 чётных и 1012 нечётных

$$\text{т.е. сумма} = 1012 x_0 + \frac{1012 x_0}{\sqrt[3]{x_0^3 - 1}} =$$

$$= 1012 \left(x_0 + \frac{x_0}{\sqrt[3]{x_0^3 - 1}} \right) = 1012 \cdot 2023 = 2047276$$

$$\textcircled{2} F_3 = ma$$

$$G \frac{m M_3}{(R_3 + h)^2} = m \frac{V^2}{(R_3 + h)} \Rightarrow V = \sqrt{\frac{G \cdot M_3}{R_3 + h}}$$

$$E_k = \frac{mV^2}{2} = \frac{m G M_3}{(R_3 + h) \cdot 2}$$

$$F_3' = ma'$$

$$G \frac{M_3 m}{(R_3 + h + \Delta h)^2} = m \frac{V'^2}{R_3 + h + \Delta h} \Rightarrow E_k' = \frac{m G M_3}{(R_3 + h + \Delta h) \cdot 2}$$

$$\eta = \frac{E_k'}{E_k} = \frac{m G M_3 \cdot 2(R_3 + h)}{2(R_3 + h + \Delta h) \cdot m G M_3} = \frac{R_3 + h}{R_3 + h + \Delta h} =$$

$$= \frac{6400 + 250}{6400 + 250 + 25} = \frac{6650}{6675}$$