



Выход: 14³⁵ - 14³⁸ Гоголь

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

Вариант _____

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наименование олимпиады

по КОСМОНАВТИКЕ
профиль олимпиады

Гоголева Сергея Николаевича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

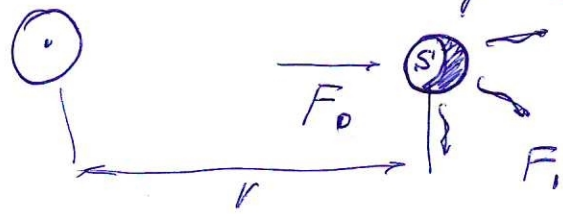
Дата
«17» февраля 2024 года

Подпись участника

78-55-23-89
(15.1)

№3

86 (ВОСЕМДЕСЯТ ШЕСТЬ)
~~Савву~~
Савву (Садвинга)
F [Вт]



(полагаем ~~этот~~ космический аппарат ~~единицей~~ абсолютно черным телом)

ЗСЭ: $F_0 = F_1$

$$F_0 = \frac{L_0}{4\pi r^2} \cdot S$$

$$F_1 = 4\pi \sigma S_0 T^4$$

- 3-й Стефана - Больцмана

проекция
где S - площадь освещенной пов-ти аппарата на перпендикуляр лучей
 S_0 - полная ^{площадь} пов-ти аппарата

$$\frac{L_0 S}{4\pi r^2} = \sigma S_0 T^4$$

$$\frac{L_0 S}{4\pi \sigma S_0} = r^2 T^4 = \text{const}$$

$$r_{\sigma} T_{\sigma}^2 = r_{\phi} T_{\phi}^2$$

$$T_{\phi} = T_{\sigma} \sqrt{\frac{r_{\sigma}}{r_{\phi}}}$$

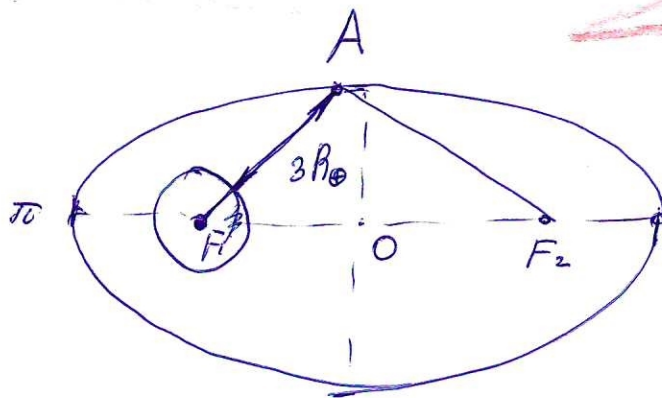
верно

$$T_{\sigma} = 273 - 30 = 243 \text{ (K)}$$

$$T_{\phi} = 480 \text{ K} = 206,8^{\circ}\text{C}$$

Отв: ~~$T_{\phi} = 479,2 \text{ K}$~~ $T_{\phi} = 480 \text{ K}$
ответ верный

Задача 5



$a = 4R_{\oplus}$
 $e = 0,6$
 $\frac{t}{T} [h = 3R_{\oplus}] - ?$

По I-му з-ку Кеплера: движение происходит по эллипсу с Землей в одной из фокусов.

(-) A: A - точка на орбите, где $h = 3R_{\oplus}$.

$$F_1 A + F_2 A = \text{const} = 2a$$

$$F_1 A = R_{\oplus} + h = 4R_{\oplus}$$

$$F_1 A + F_2 A = 4R_{\oplus} + F_2 A = 2 \cdot 4R_{\oplus} \Rightarrow F_2 A = F_1 A = a = 4R_{\oplus}$$

(-) A - находится на малой полуоси

По II-му з-ку Кеплера:

$$\frac{t}{T} = \frac{\frac{\pi a b}{2} - 2 S_{\Delta F_1 O A}}{\pi a b}, \text{ где } t - \text{ время надежной связи}$$

T - период орбиты

$$S_{\Delta F_1 O A} = \frac{1}{2} a c b$$

$$b = \sqrt{a^2 - c^2} = \sqrt{a^2 - a^2 e^2} = a \sqrt{1 - e^2}$$

$$\frac{t}{T} = \frac{\frac{\pi a^2 \sqrt{1 - e^2}}{2} - a^2 e \sqrt{1 - e^2}}{\pi a^2 \sqrt{1 - e^2}} = \frac{1}{2} - \frac{e}{\pi}$$

$$\frac{t}{T} = 0,309$$

Отв.: $\frac{t}{T} = 0,309$
 ответ верный

Задача 1

10^7 - найти вос-е:

$$10^7 = 17n + 5$$

$$2024 = 17k + 1$$

$$10^4 = 17q + 4$$

, где $n, k, q \in \mathbb{Z}$

Для получения числа нужно найти такое v :

$$10^7 + v10^4 + 2024 = 7 \cdot 17$$

$$\begin{aligned} 7 &\in \mathbb{Z} \\ v &\in \mathbb{Z} \end{aligned}$$

$$\frac{5+4+5+1+4 \cdot v}{17} = \text{цел. число} \quad \text{и } v \in \mathbb{Z}$$

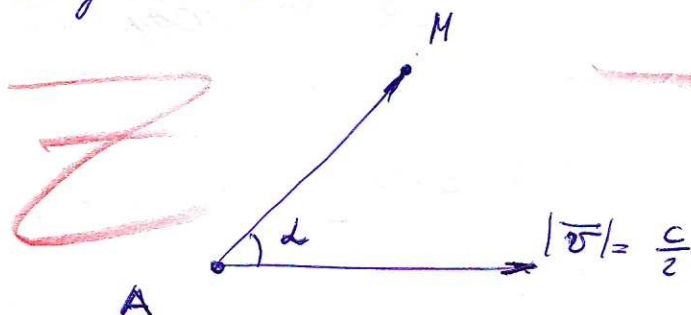
$$v = \frac{17u - 6}{4}$$

$$v_{\text{наш}} = 7$$

$$10^7 + 7 \cdot 10^4 + 2024 = 10072024$$

Отв.: 10072024 *ответ верный*

Задача 6

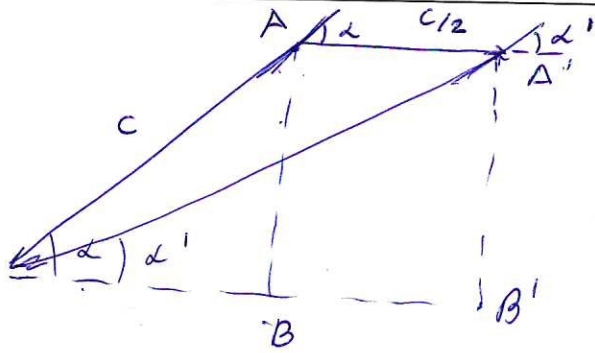


1. Положение звезд на небе сместится из-за *огр. скорости света*:

$$\vec{v}_a = \vec{v}_0 + \vec{v}_n \quad |\vec{v}_0| = c \quad |\vec{v}_n| = \frac{c}{2}$$



Переход в СО, связ. с кораблем для фотона.



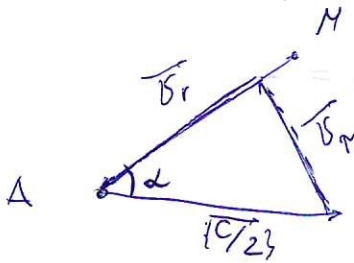
$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{AB}{c \cos \alpha} \quad \operatorname{tg} \alpha' = \frac{A'B'}{c(\cos \alpha + \frac{c}{2})} \quad AB = A'B'$$

$$\operatorname{tg} \alpha \cdot c \cos \alpha = \operatorname{tg} \alpha' \cdot c(\cos \alpha + \frac{c}{2})$$

$$\alpha' = \arctg \left(\operatorname{tg} \alpha \frac{\cos \alpha}{\cos \alpha + \frac{c}{2}} \right)$$

Нет вывода
Формула для эффекта
абerrации

2. Эффект Доплера



$$\frac{\Delta \lambda}{\lambda} = \frac{v_r}{c}$$

$$\Delta \lambda = \lambda \frac{c/2 \cos \alpha}{c}$$

$$\Delta \lambda = \lambda \frac{\cos \alpha}{2}$$

Ответ: 1. звезда смещается по коду движения корабля на угол $\Delta \alpha$

$\Delta \alpha = \alpha - \arctg \left(\operatorname{tg} \alpha \frac{\cos \alpha}{\cos \alpha + \frac{v_r}{c}} \right)$, где α - начальное угловое расстояние от луча напр. движения до звезды

2. спектр звезд, летящих ближе к напр. движения (или противоположно ему) изменяется, за счет чего могут быть увидены новые объекты (с λ_{max} в УФ-диапазоне), по коду движения, с λ_{max} в ИК-диапазоне - против кода. Для тех же звезд могут и исчезнуть по той же причине

Сдвиг не в ту сторону

(для наблюдения без невоор. глаз) Солнце
станет красным и тусклым, а Луна - синим и ярким)

Задача 4 (Python)

```
def f(s):
    for l in s
    a = []
    for l in s:
        a.append(int(l))
    return a
```

разбивает строку
на цифры и записывает
ими массив

```
a = []
m = 0
p = 0 b = False c = set(+'')
```

```
for x in range(1000, 10000):
```

```
a = [] a = f(str(x))
m = 0
```

Неверный синтаксис

```
n = 9999 < b = False
```

```
for i in range(0;
```

```
while not b:
    for i in range(0; 3)
        if a[i] < a[i+1]
```

упорядочение мас-
сива по убыванию.
Цикл завершится,
когда за проход
по массиву не произо-
ит перестановка

```
    p = a[i+1]
    a[i+1] = a[i]
    a[i] = p
    b = False
```

```
m = a[3]*1000 + a[2]*100 + a[1]*10 + a[0]
n = a[0]*1000 + a[1]*100 + a[2]*10 + a[4]
```

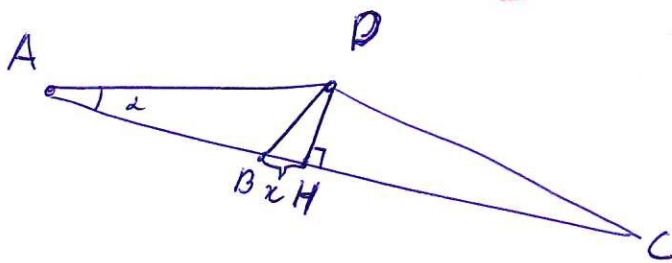
```
print(x, '-', (n-m))
```

```
c.add(n-m)
```

```
print(len(c))
```

множество с содер-
жит все значения преобразованных кардиналов

Задача 2.



$AD = 10 \text{ км}$
 $AC = 50 \text{ км}$
 $\alpha = 60^\circ$
 $v = 1^{\text{ч}} 50^{\text{м}}$
 $U = 5 \text{ км/ч}$
 $u = 50 \text{ км/ч}$

1) по т. кос.:

$$DC = \sqrt{AD^2 + AC^2 - 2AD \cdot AC \cos \alpha} : DC \approx 45,8 \text{ км}$$

$t_{ACD} = \frac{50 + 45,8}{50} > v$ - то только на машине доехать нельзя.

2) DH ($DH \perp AC$) - расстояние от п. D до дороги

$$t_{AHD} = \frac{AH}{u} + \frac{DH}{v} = \frac{AD \cos \alpha}{u} + \frac{AD \sin \alpha}{v} : \begin{matrix} AH = 5 \\ DH = 5\sqrt{3} \end{matrix}$$

$t_{AHD} = 1^{\text{ч}} 49,9^{\text{м}}$ - Алексей успеет на поезд

3) Отметим некоторую (-) B: $B \in AC, BM = x$

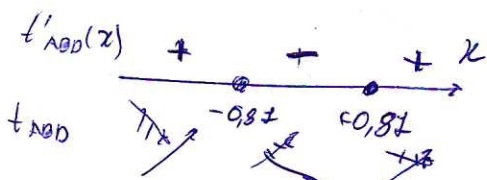
Если Андрей вырывается из машины в (-) B:

$$t_{ABD}(x) = \frac{5-x}{50} + \frac{\sqrt{75+x^2}}{5}$$

$$t'_{ABD}(x) = -\frac{1}{50} + \frac{1}{5} \cdot \frac{2x}{2\sqrt{75+x^2}} = \frac{10x - \sqrt{75+x^2}}{50\sqrt{75+x^2}}$$

$$t'_{ABD}(x) = 0 : \begin{cases} 10x = \sqrt{75+x^2} \\ 50\sqrt{75+x^2} \neq 0 \end{cases} \leftarrow \text{при } \forall x \in \mathbb{R}$$

$$100x^2 = 75 + x^2 \quad x = \pm \sqrt{\frac{75}{99}} \quad x = \pm 0,87$$



$$t_{\min} = t_{ABD}(0,87)$$

$$t_{\min} = 1^{\text{ч}} 49,4^{\text{м}}$$

78-55-23-89
(15.1)

Ответ: Алексей может успеть на поезд.

Чтобы добраться за минимальное время,
Алексею необходимо проехать 4,13 км на машине,
затем идти в п. Д пешком.

~~ответ верный~~

def $f(x)$:

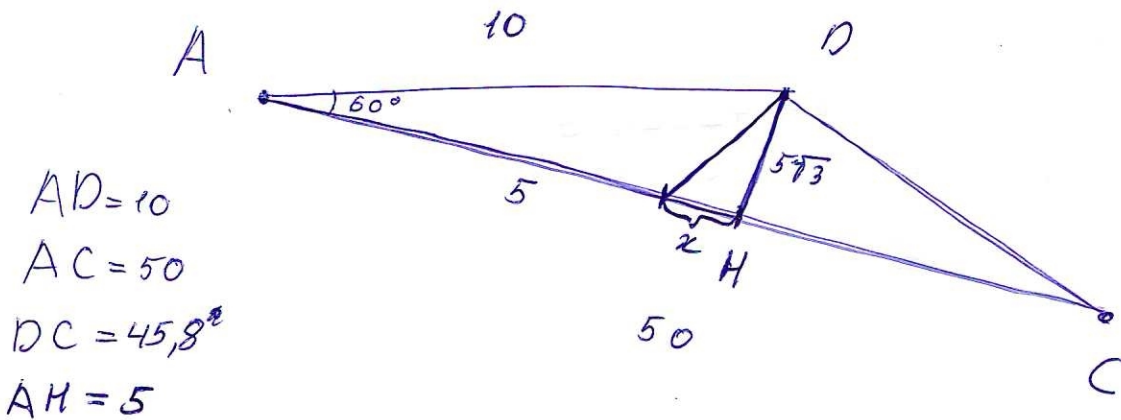
$a = []$

for $int(x)$ in S do:

$a.append(int(x))$

return a

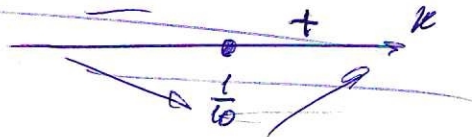
for i in \mathbb{R}
if



$$t(x) = \frac{5-x}{50} + \frac{\sqrt{(5\sqrt{3})^2 + x^2}}{5} = \frac{5-x + 10\sqrt{75+x^2}}{50}$$

$$t'(x) = -\frac{1}{50} + \frac{1}{5} \frac{x + 2x}{2\sqrt{75+x^2}} = \frac{x}{5\sqrt{75+x^2}} - \frac{1}{50} = \frac{10x-1}{50\sqrt{75+x^2}}$$

~~$t'(x) = 0: x = \frac{1}{10}$~~



$$\frac{10x - \sqrt{75+x^2}}{50\sqrt{75+x^2}} = 0$$

$$10x = \sqrt{75+x^2}$$

$$100x^2 = 75 + x^2$$

$$x^2 = \frac{75}{99} \quad x = \sqrt{\frac{75}{99}} = 0,87$$

$$t = \frac{5-0,87}{50} + \frac{\sqrt{(5\sqrt{3})^2 + 0,87^2}}{5} = 1,823$$

№1

17 — 17
34

2024 // 17 = 119 · 17 + 1

10000000 // 17 = 588235 · 17 - 5

10000 // 17 = 588 · 17 - 4

нужен $n(17-1)$

$n = 16 \cdot 18$

- 1 - 9
- 2 - 13
- 3 - 17
- 4 - 21
- 5 - 25
- 6 - 29
- 7 - 33 + 1
- 8 - 37
- 9

- 1 - 4+
- 2 - 8
- 3 - 12
- 4 - 16. 17-1
- 5 - 20
- 6 - 24
- 7 - 28
- 8 - 32 2(17-1)
- 9 - 36

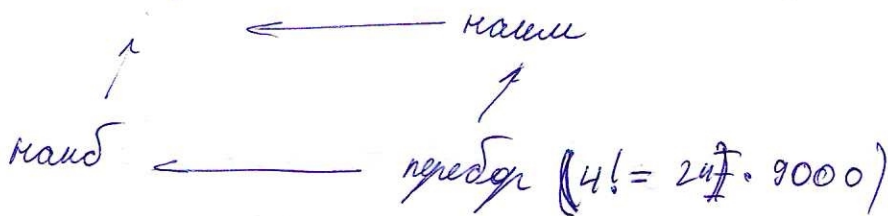
$10^8 + 10^4 \cdot 16 \cdot 4 + 2024 =$

$\frac{6+425}{17}$



От v

6
4 · 3 · 2 · 1



$a = [0; 1; 2; 4]$

Список
↑
int

```
for i in a
  for h in
```

$$100 - 10x + x^2 = 100(5-x)^2$$

$$100 - 10x + x^2 = 100(25 - 10x + x^2)$$

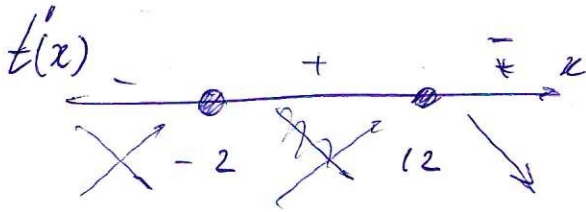
$$99x^2 - 990x - 100 \cdot 24 = 0$$

$$33x^2 - 330x - 800 = 0$$

$$x = \frac{330 \pm \sqrt{330^2 + 4 \cdot 800 \cdot 33}}{2 \cdot 33} \neq$$

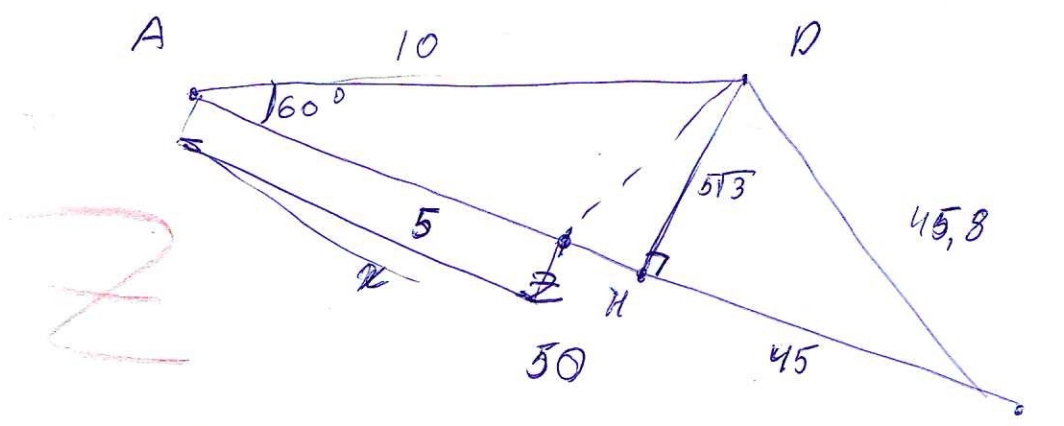
$$x = -2$$

$$x = 12$$



$$\sqrt{50} = \sqrt{25+25}$$

N2



$$\sqrt{45^2 + 5\sqrt{3}^2} \approx 45 =$$

$$t(H-C-D) \neq > 1^h 50^m$$

$$t(A-H-D) = \frac{1}{10}^h + \sqrt{3}^h \neq < 1^h 50^m$$

$$t(A-Z-D) = \frac{x}{50} + \frac{\sqrt{(5\sqrt{3})^2 + (5-x)^2}}{5}$$

$$\frac{x}{50} + \frac{\sqrt{75 + 25 - 2 \cdot 5x + x^2}}{5} =$$

$$= \frac{x}{50} + \frac{\sqrt{100 - 10x + x^2}}{5}$$

$$t'(x) = \frac{1}{50} + \frac{1}{5} (\sqrt{100 - 10x + x^2})'$$

$$(\sqrt{100 - 10x + x^2})' = \frac{2x - 10}{2\sqrt{100 - 10x + x^2}}$$

$$t'(x) = \frac{1}{50} + \frac{2x - 10}{5\sqrt{100 - 10x + x^2}} = \frac{1}{5} \frac{x - 5}{\sqrt{100 - 10x + x^2}}$$

$$t'(x) = 0:$$

$$\frac{\sqrt{100 - 10x + x^2} + 10(x - 5)}{50\sqrt{100 - 10x + x^2}}$$

$$\sqrt{100 - 10x + x^2} = (5 - x)10$$

45 h
28