Выход: 14<sup></sup>

48-24-82-51
(59.1)

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант ____________

Место проведения Москва
город

# ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов ~~по Космонавтике~~
наменование олимпиады

по Космонавтике
профиль олимпиады

Скопина Романа Витальевича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата

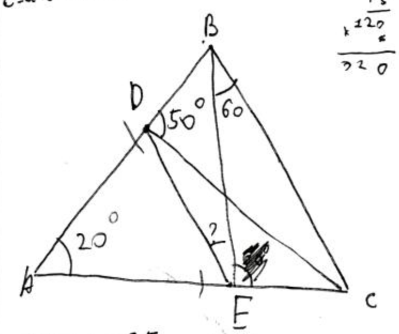
«14» марта 2026 года

Подпись участника

48-24-82-51
(59.1)

70 (семьдесят)

$c^2=a^2+b^2-2ab\cos(\gamma)$



N1

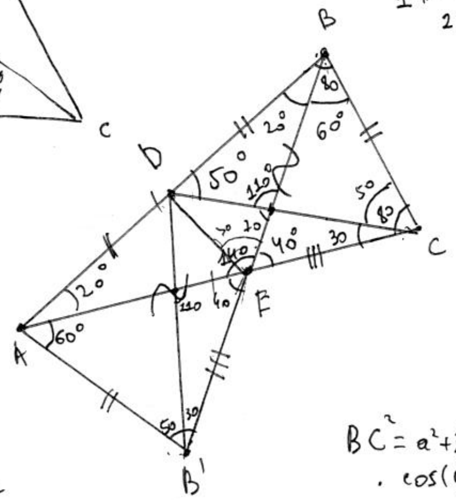
$AB=AC$

$DB=BC$

$AE=EB$

1,047

$\frac{20\cdot\pi}{180}\approx 0{,}349$ рад



$\frac{40\cdot\pi}{180}=0{,}698$

$-0{,}137+0{,}003=0{,}866$

$-\frac{0{,}144}{6}+\frac{0{,}039}{120}$

0,083
0,1156
0,1986

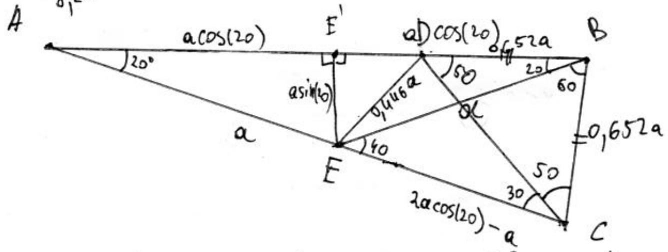
0,139
0,425
0,774
0,832

0,132
0,264

$2\cos(20)-1\approx$

$\sin(20)=\sqrt{1-\cos(20)^2}=0{,}34$

$BC^2=a^2+a^2(2\cos(20)-1)^2-2\cdot a\cdot a(2\cos(20)-1)\cdot\cos(40)$



$1-\frac{0{,}349^2}{2!}+\frac{0{,}349^4}{4!}=$

$=1-\frac{0{,}122}{2}+\frac{0{,}015}{24}=$

$=1-0{,}061+0{,}001=0{,}94$

$\cos(20)=0{,}94$

$1-\frac{0{,}698^2}{2}+\frac{0{,}698^4}{24}=$

$=1-\frac{0{,}487}{2}+\frac{0{,}237}{24}=$

$=1-0{,}2435+0{,}01=$

$=0{,}7665$

$\cos(40)=0{,}7665$

$-\frac{1{,}09}{2}+\frac{1{,}2}{24}$

$-0{,}545+0{,}05$

$E'D=0{,}288a$

$EE'=0{,}34a$

$ED=\sqrt{E'D^2+EE'^2}=$

$=0{,}446a$

$BC^2=a^2\left(1+\underbrace{(2\cdot0{,}94-1)^2}_{0{,}88^2=0{,}7744}-\overbrace{2\cdot(2\cdot0{,}94-1)\cdot0{,}7665}^{1{,}349}\right)$

$BC^2=0{,}4254\,a^2$

$BC=0{,}652a$

$\boxed{\text{Ответ: }30^\circ}$

Ответ верный, решение верное

$\cos(\angle DEB)=\frac{0{,}446^2+1^2-0{,}652^2}{2\cdot0{,}446}=$

$=0{,}868=1-\frac{\angle DEB^2}{2}$

$\angle DEB=0{,}514$ рад $=30^\circ$

N 3

1 св. мсек / 1 сек = $3\cdot10^{8}\cdot10^{-3} = 3\cdot10^{5}$ м = 300 км/с неверно.

ч g

$g = 10$ м/с$^2$

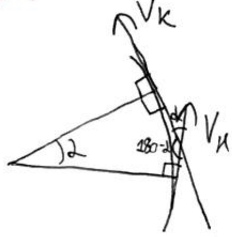
$a = \frac{V^2}{R} = g = 10$ м/с$^2$ неверно.

$R = \frac{300000^2}{10} = \frac{(3\cdot10^5)^2}{10} = \frac{9\cdot10^{10}}{10} = 9\cdot10^9$ м

неверно

$\alpha = 360\cdot\frac{V\cdot t}{2\pi R} = \frac{3\cdot10^5\cdot10\cdot60}{2\cdot\pi\cdot9\cdot10^9}\cdot360 = \frac{10^7}{10^3\cdot\pi}\cdot360 = \frac{3,6}{\pi} \approx$

$\approx 1,146^\circ$




перегрузка не учтено

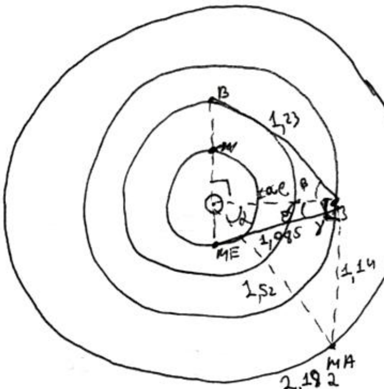
Ответ: $1,146^\circ$ ответ неверный

N 5

2,31 1,3 2,01 3,01

$0,72 + 0,42 = 1,14$ ае

1) Если Меркурий находится между Венерой и Солнцем, то расстояние между ними равно 0,3 ае, что не может быть равно расстоянию между Марсом и Землёй, значит Меркурий находится за Солнцем, расстояние между Венерой и Меркурием равно 1,14 ае




2) $\cos(\alpha) = \frac{1,52^2+1-1,14^2}{2\cdot1,52} \approx 0,66 \approx 1-\frac{\alpha^2}{2}$

$\alpha \approx 0,825$ рад $\approx 47,2^\circ$

$\cos(\beta) \approx \frac{1}{1,23} \approx 0,813 \approx 1-\frac{\beta^2}{2}$

$\beta \approx 35^\circ$

$\cos(\gamma) = \frac{1+1,14^2-1,52^2}{2\cdot1,14} \approx 0$

$\gamma \approx 90^\circ$

$\cos(\beta+\gamma) = \cos(125^\circ) =$

$= 1 - \frac{4,76}{2} + \frac{22,67}{24} - \frac{108}{720} + \frac{514}{40320} =$

$= 1 - 2,38 + 0,945 - 0,15 + 0,13 =$

$= -0,455$

$\cos(\delta) = \frac{1}{1,085} = 0,92 =$

$= 1 - \frac{\delta^2}{2}$

$\delta = 0,4$ рад $\approx 23^\circ$

$M_A B^2 = 1,23^2 + 1,14^2 - 2\cdot1,23\cdot1,14\cdot(-0,455) =$

$= 1,513 + 1,3 + 1,276 = 4,1$ ае

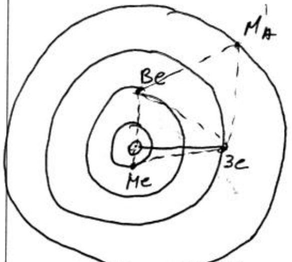
$M_A ME^2 = 1,085^2 + 1,14^2 - 2\cdot1,085\cdot1,14\cdot0,393 =$

$= 1,177 + 1,3 - 0,972 \approx 1,5$ ае.

48-24-82-51
(59.1)

$\cos(\gamma-\delta) = \cos(62^\circ) = \cos(1{,}17) = 1 - \frac{1{,}17^2}{2} + \frac{1{,}17^4}{24} = 1 - \frac{1{,}37}{2} + \frac{1{,}87}{24} =$
$= 1 - 0{,}685 + 0{,}078 = 0{,}393$

Если Марс находится в противоположной точке:




$M_A'B^2 = 1{,}23^2 + 1{,}14^2 - 2\cdot 1{,}23\cdot 1{,}14\cdot 0{,}575 = 1{,}513 + 1{,}3 - 1{,}613 =$
$= 1{,}2$ а.е.

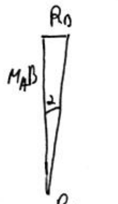
$M_A'Me = 1{,}085^2 + 1{,}14^2 - 2\cdot 1{,}085\cdot 1{,}14\cdot(-0{,}335) = 1{,}18 + 1{,}3 + 0{,}98 =$
$= 3{,}46$ ае

$\cos(\gamma-\beta) = \cos(55^\circ) =$
$= \cos(0{,}96) = 1 - \frac{0{,}96^2}{2} + \frac{0{,}96^4}{24} =$
$= 1 - \frac{0{,}92}{2} + \frac{0{,}85}{24} =$
$= 1 - 0{,}46 + 0{,}035 =$
$= 0{,}575$

$\cos(\gamma+\delta) = \cos(113^\circ) =$
$= \cos(1{,}97) =$
$= 1 - \frac{3{,}88}{2} + \frac{15}{24} - \frac{58{,}5}{720} =$
$= 1 - 1{,}94 + 0{,}625 - 0{,}08 =$
$= -0{,}395$

Итого:

| $M_AB$ | $M_AM_E$ | $M_A'B$ | $M_A'M_E$ |
|---|---|---|---|
| 2,02ае | 1,22ае | 1,1ае | 1,86ае |
| 8,2" | 5,4" | 15,1" | 3,5" |




$\alpha \approx \frac{R_B}{M_AB} =$

$R_B'' \approx \frac{6052\cdot 180\cdot 3600}{2{,}02\cdot 1{,}5\cdot 10^{8}\,\pi} \approx 4{,}12''$

$Q_B'' = 2R_B''$

ответ верный, решение верное

Ответ: $M_AB = 8{,}2''$ | $M_AM_E = 5{,}4''$ | $M_A'B = 15{,}1''$ | $M_A'M_E = 3{,}5''$

N6

$T_{сид} = 27{,}32$ дня

$V = \sqrt{GM/R} = \frac{2\pi R}{T}$

$T = \frac{2\pi\sqrt{R^3}}{\sqrt{GM}}$ $\quad R = \sqrt[3]{\frac{T^2\cdot G\cdot M}{4\pi^2}} = \sqrt[3]{\frac{27{,}32^2\cdot 24^2\cdot 3600^2\cdot 6{,}67\cdot 10^{-11}\cdot 7{,}348\cdot 10^{22}}{4\cdot \pi^2}} =$

$= \sqrt[3]{9266\cdot 10^{11}\cdot 24^2\cdot 3600^2} = \sqrt[3]{9{,}266\cdot 10^{12}\cdot 24^2\cdot 3600^2} = \sqrt[3]{92{,}66\cdot 24^2\cdot 3600^2}\cdot 10^4$ м $= \sqrt[3]{92{,}66\cdot 24^2\cdot 3{,}6^2\cdot 10^6}\cdot 10^4 =$

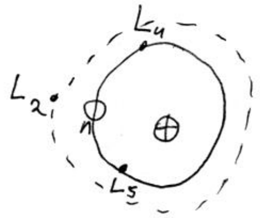
$= \sqrt[3]{691703}\cdot 10^4\cdot 10^2 = \sqrt[3]{0{,}6917}\cdot 10^2\cdot 10^6 = \sqrt[3]{0{,}6917}\cdot 10^8$ м $= 0{,}8844\cdot 10^8$ м $=$
$= 0{,}8844\cdot 10^5$ км $= 88440$ км

Это будет неверным ответом, т.к. мы не учитываем влияние Земли. Спутник не сможет долго оставаться на ~~стабильной~~ такой орбите.

Если мы хотим, чтобы он висел над определённой точкой над Луной, то он должен находиться в точке Лагранжа $L_1, L_2, L_3, (L_4, L_5)$ ?

$L_3$ не подходит, т.к. мы не видим Луну.

$L_1$ бессмысленна, т.к. мы и так постоянно видим Луну с одной из сторон. Проблема $L_2$ заключается в том, что орбита в этой точке поте не может быть достаточно стабильна. Проблема $L_4, L_5$ в том, что они слишком далеко от Луны и их нельзя назвать селеностационарными.




Вычислим расстояние между $L_2$ и центром

$F = G\frac{M_л}{R^2} = ma$

$a = G\frac{M}{R^2}$

$a_{сп} = a_л \Leftrightarrow$

$$G\frac{M_\oplus}{(L+\Delta R)^2} + G\frac{M_л}{(\Delta R)^2} = G\frac{M_\oplus}{L^2}$$

$$\cancel{M_\oplus \cdot \Delta R^2 + M_л \cdot L^2 + 2\Delta R \cdot L \cdot M_л + \Delta R^2 \cdot M_л = M_\oplus \cdot \Delta R^2}$$

$$\frac{M_\oplus}{L^2\left(1+\frac{\Delta R}{L}\right)^2} + \frac{M_л}{\Delta R^2} = \frac{M_\oplus}{L^2}$$

$$\frac{M_\oplus}{L^2+2\Delta R L} + \frac{M_л}{\Delta R^2} = \frac{M_\oplus}{L^2}$$

$$\cancel{M_\oplus L^2 \Delta R^2 + M_л L^2 L^2 + M_л L^2 2\Delta R L = M_\oplus \Delta R^2 L^2 + M_\oplus \Delta R^2 2\Delta R L}$$

$$\cancel{M_\oplus \Delta R^2 + M_л L^2 + M_л 2\Delta R L = \frac{M_\oplus}{L^2}\Delta R^2 L^2 + \frac{M_\oplus}{L^2} 2\Delta R L}$$

$$\cancel{M_\oplus \Delta R^2 + M_л 2\Delta R L - M_\oplus \Delta R^2 - M_\oplus 2\Delta R = M_л L^2}$$

$$\cancel{2\Delta R(M_\oplus - M_л L) = M_л L^2}$$

$$\cancel{\Delta R = \frac{M_л L^2}{2(M_\oplus/L - M_л L)}}$$

$$\cancel{\Delta R^2 M_\oplus L^2}$$

$$\cancel{\Delta R^2 L^2 M_\oplus + \Delta R^3 2 L M_\oplus \Delta R^2 M_\oplus L^3}$$

$$\frac{M_\oplus}{L^2+2\Delta R L} + \frac{M_л}{\Delta R^2} = \frac{M_\oplus}{L^2}$$

$$M_\oplus \Delta R^2 + M_л \cdot L^2 + M_л \cdot 2\Delta R L = \frac{M_\oplus}{\cancel{L^2}} \cancel{L^2} \cdot \Delta R^2 + M_\oplus \cdot \Delta R^2 \cdot 2\Delta R^2/L$$

$$M_\oplus \cdot \Delta R^2 + 2M_\oplus/L \cdot \Delta R^3 - M_\oplus \cdot \Delta R^2 - M_л \cdot 2\Delta R \cdot L = M_л \cdot L^2$$

$$\cancel{M_\oplus \cdot \left(\frac{\Delta R}{L}\right)^2} + 2M_\oplus \cdot \left(\frac{\Delta R}{L}\right)^3 - \cancel{M_\oplus \cdot \left(\frac{\Delta R}{L}\right)^2} - 2M_л \cdot \left(\frac{\Delta R}{L}\right) = M_л$$

$$2M_\oplus x^3 - 2M_л \cdot x = M_л$$

малая

$$\cancel{2x}\left(\cancel{M_\oplus \cdot x^2} - M_л - \frac{M_л}{2x}\right) = 0$$

$$M_л - \frac{M_л}{2x} = 0$$

$$M_л\left(1 - \frac{1}{2x}\right) = 0$$

$$1 - \frac{1}{2x} = 0$$

$$2x = 1$$

$$x = \frac{1}{2}$$

$$\frac{\Delta R}{L} = \frac{1}{2}$$

$$\Delta R = \frac{1}{2} L$$

$$R = \Delta R + L = \frac{3}{2} L = 576600 \text{ км}$$

Ответ: 576600 км

```
n, k= map(int, input().split()) N4
num= []
for i in range(n):
    num.append(int(input()))

l=0
r= max(num)+1
h=0
while (r-l)>1:
    cnt=0
    for i in num:
        cntt=i//h
    if cnt≥k:
        l=h
    elif cnt<k:
        r=h

    h= (r-l)//2+l
print(l)
```

N 2

$(a+b)^3 = a^3+3ab^2+3a^2b+b^3$

$$\begin{cases} ([x]+\{x\})^2 + ([y]+\{y\})^2 = 2([z]^2+1)(\{z\}^2+1) \\ ([y]+\{y\})^2 + ([z]+\{z\})^2 = 2([x]^2+1)(\{x\}^2+1) \\ ([x]+\{x\})^2 + ([z]+\{z\})^2 = 2([y]^2+1)(\{y\}^2+1) \end{cases}$$

$$\cancel{[x]^2+2[x]\{x\}+\{x\}^2+[y]^2+2[y]\{y\}+\{y\}^2 = 2(\{z\}^2[z]^2+\{z\}^2+[z]^2+1)}$$

$$\begin{cases} a^2+2\alpha a+\alpha^2+b^2+2\beta b+\beta^2 = 2(c^2+1)(\gamma^2+1) \\ b^2+2\beta b+\beta^2+c^2+2c\gamma+\gamma^2 = 2(a^2+1)(\alpha^2+1) \\ a^2+2\alpha a+\alpha^2+c^2+2c\gamma+\gamma^2 = 2(b^2+1)(\beta^2+1) \end{cases} \Bigg| -$$

$$a^2+2\alpha a+\alpha^2-c^2-2c\gamma-\gamma^2 = 2(c^2\gamma^2+\gamma^2+c^2-a^2\alpha^2-\alpha^2-a^2)$$

$$a^2+2\alpha a+\alpha^2-c^2-2c\gamma-\gamma^2 = 2c^2\gamma^2+2\gamma^2+2c^2-2\alpha^2a^2-2\alpha^2-2a^2$$

$$3a^2+3\alpha^2+2\alpha a+2\alpha^2a^2 = 3\gamma^2+3c^2+2c\gamma+2c^2\gamma^2$$

$2(b^2+1)(\beta^2+1) = \cancel{2b^2+\beta^2}$

Черновик

```
n, k = map(int, input().split())
~~#~~ num = []
for i in range(n):
    num.append(int(input()))
~~max_num = max(num)~~

l = 0
r = max(num) n=0
while (r-l)>1:
    ~~count=k(num)~~
    cnt=0
    for i in num:
        cnt+= i//n
    if cnt ≥ k:
        l = n
    elif cnt<k:
        r=n
    n=(r-l)//2
print(n)
```

-1

| kx+b | |
|---|---|
| -1 | |
| -0,9 | 2 |
| -0,1 | 2 |
| 0 | 1 |
| 0,1 | 1 |
| 0,9 | 1 |
| 1 | 2 |
| 1,1 | 2 |
| 1,9 | 2 |
| 2 | 5 |

$x = [x]^2+1$

$\sqrt{1} = 1+1=2$

$2x^2 = 2([x]^2+1)^2$

$x^2 = ([x]^2+1)^2$

$x = \pm([x]^2+1)$

$2 = ( 2)^2$

4+3+2+2 =

$2\sqrt{2}$

$3 \cdot 3 \cdot 2 = 18$ 16

0 1 2 3 4 5 6 7

Черновик

| $n$ | $[n]$ | $[n]^2+1$ | $-[n]^2-1$ |
|---|---|---|---|
| -0,1 | -1 | 2 | -2 |
| -0,9 | -1 | 2 | -2 |
| -1 | -1 | 2 | -2 |
| -1,1 | -2 | 5 | -5 |
| -1,9 | -2 | 5 | -5 |
| -2 | -2 | 5 | -5 |
| -2,1 | -3 | 10 | -10 |
| -2,9 | -3 | 10 | -10 |
| -3 | -3 | 10 | -10 |
| 0 | 0 | 1 | -1 |
| 0,1 | 0 | 1 | -1 |
| 0,9 | 0 | | |
| 1 | 1 | 2 | -2 |
| 1,1 | 1 | 2 | -2 |
| 1,9 | 1 | 2 | -2 |
| 2 | 2 | 5 | -5 |
| 3 | 3 | 10 | -10 |
| 4 | 4 | 17 | -17 |
| 5 | 5 | 26 | -26 |

$\frac{3}{5}$

$2 = 2 \cdot 2 \cdot 2$

$z = 0$

$2 = 2 \cdot 1 \cdot 1$

$x = -2$

$y =$

$x^2 + y^2 =$

$y^2 - x^2 = 2\left(([x]^2+1)^2 - ([y]^2+1)^2\right) =$

$= 2\left([x]^2+2+[y]^2\right)\left([x]^2-[y]^2\right)$