0 876488 980000

87-64-88-98
(35.3)

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 1

Место проведения Калининград
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников „Ломоносов"
наменование олимпиады

по космонавтике
профиль олимпиады

Колошкова Артёма Евгеньевича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата
«01» марта 2025 года

Подпись участника
АК

71 (семьдесят один) ЛИСТ-ВКЛАДЫШ [подпись] /А.Ш. Савиц/

87-64-88-98
(35.3)

Чистовик Сдвиг № 1 лист 1

Дано: $p(x)=x^3+ax^2+bx+c$; $x_1+x_2+x_3=x_1x_2x_3$;

$p(1)=1$;

Найти: $p(2)-p(0)$

Решение:

1) $p(1)=(1)^3+a\cdot(1)^2+b\cdot(1)+c=1 \Rightarrow 1+a+b+c=1 \Rightarrow$

$\Rightarrow a+b+c=0$ верно

2) $p(2)-p(0)=(2)^3+a\cdot(2)^2+b(2)+c-(0)^3-a\cdot(0)^2-b\cdot(0)-c=$

$=8+4a+2b$ верно

3) Пусть $x_1+x_2+x_3=x_1x_2x_3=k$

4) $p(x)=(x-x_1)(x-x_2)(x-x_3)$ – разложим по корням:

$p(x)=x^3-x^2x_1-x^2x_2-x^2x_3+xx_1x_2+xx_1x_3+xx_2x_3-x_1x_2x_3=$

$=x^3-x^2(x_1+x_2+x_3)+x(x_1x_2+x_1x_3+x_2x_3)-(x_1x_2x_3)=$

$=x^3-kx^2+x(x_1x_2+x_1x_3+x_2x_3)-k=x^3+ax^2+bx+c \Rightarrow$ верно

$\Rightarrow a=-k$; $b=x_1x_2+x_1x_3+x_2x_3$; $c=-k \Rightarrow a=c=-k$

5) Из ①: $a+b+c=-k+b-k=b-2k=0 \Rightarrow b=2k$

6) Из ②: $p(2)-p(0)=8+4a+2b=8+4\cdot(-k)+2\cdot(2k)=$

$=8-4k+4k=8$

Ответ: 8 Ответ верный

См. лист 2

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

Чистовик №6 лист 2

Дано: $T_C = 5780 K$; $R_C = 6,96 \cdot 10^5$ км; $a = 1,496 \cdot 10^8$ км;

$A_З = 0,306$; $t_{ср} = +14°C$

Найти: $T_{Зр}$ — ?

Решение: здесь 4

1) По з. ~~Стефана~~-Больцмана: $L_C = 4\pi R_C^2 \sigma T_C^4$

2) $L_З = \cancel{4} 2 \pi R_З^2 \sigma T_{Зр}^4$ — коэф. 2, а не 4, т.к. освещаем не целиком.

3) $\frac{L_C}{4\pi a^2} \cdot \pi R_З^2 (1-A_З) = L_З$, где $\pi R_З^2$ — это площадь окружности Земли (берём без коэффициента 2, так как некоторые лучи падают под углом) Сколь́зкое объяснение

4) $\frac{4\pi R_C^2 \sigma T_C^4}{4\pi a^2} \pi R_З^2 (1-A_З) = 2\pi R_З^2 \sigma T_{Зр}^4 \Rightarrow$

$\Rightarrow \frac{R_C^2 T_C^4}{2a^2} R_З^2 (1-A_З) = R_З^2 T_{Зр}^4 \Rightarrow \frac{R_C^2 T_C^4 (1-A_З)}{2a^2} = T_{Зр}^4 \Rightarrow$

$\Rightarrow T_{Зр} = T_C \cdot \sqrt{\frac{R_C}{\sqrt{2}a} \cdot \sqrt{1-A_З}} = 5780 \cdot \sqrt{\frac{6,96 \cdot 10^5}{\sqrt{2} \cdot 1,496 \cdot 10^8} \cdot \sqrt{1-0,306}} =$

$= ~~207,34K~~ = 302,6K = 29,5°C$

5) Но всё же $T_{Зр} > t_{ср}$

Ответ: 29,5°C

$T_{Зр} > 14°C$, т.к. 1) свет еще поглощается атмосферой;
2) Не вся энергия, поглощённая Землей обязательно излучается, некоторая часть нагревает саму Землю;
3) Также обязательно энергию может излучать сама атмосфера.

Верного объяснения нет

См. лист 3

87-64-88-98 (35.3)

Чистовик № 4 лист 3

Дано: $a_\oplus = 1$ ае; $a_4 = 5,2$ ае; $v_\oplus = 29,8$ км/с

Найти: t – ?

Решение:

1) Найдём скорость Юпитера вокруг Солнца:

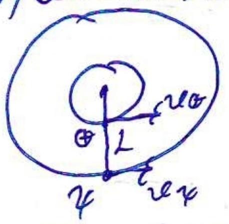
$v_4 = \sqrt{\frac{GM_\odot}{a_4}} = \frac{v_\oplus}{\sqrt{a_4}} = \frac{29,8 \text{ км/с}}{\sqrt{5,2}} = 13,1$ км/с ✓

2) Воспользуемся методом остановки =>

=> $v_{юз} = v_\oplus - v_4 = 29,8 - 13,1 = 16,7$ км/с ✓

нужно вычитать угловые скорости

3) Расстояние от Земли до Юпитера $l = a_4 - a_\oplus = 5,2 - 1 = 4,2$ ае., т.к. Юпитер наход. в противостоянии



3) Угловая скорость Юпитера: $\omega = \frac{v_{юз}}{l} = \frac{16,7 \text{ км/с}}{4,2 \text{ ае}} =$

$= \frac{16,7 \text{ км/с}}{4,2\cdot 149,6\cdot 10^6 \text{ км}} = (\cancel{19,74''/час})\ 2,66\cdot 10^{-8}$ рад/с $=$

$2,66\cdot10^{-8}\cdot\frac{180}{\pi}\cdot 60\cdot 60\cdot 60\cdot 60\ ''/час = 19,74''/час$ неверно

4) Вспомним, что $R_4 \approx 200.000$ км => $\sigma = \frac{2R_4}{l} = \frac{2\cdot 200.000 \text{ км}}{4,2 \text{ ае}} =$

=> Угловой размер Юпитера:

$= \frac{2\cdot 200.000 \text{ км}}{4,2\cdot 149,6\cdot 10^6 \text{ км}} = 6,37\cdot 10^{-4}$ рад $= 6,37\cdot 10^{-4}\cdot\frac{180}{\pi}\cdot 60\cdot 60'' =$

неточно

$= 131,3''$

5) $t = \frac{\sigma}{\omega} = \frac{131,3''}{19,74''/час} = 6,65$ ч

– т.к. для затмения Юпитеру нужно пройти свой угловой размер

Ответ неверный, но близкий по порядку

Ответ: 6,65 ч.

См. лист 4

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

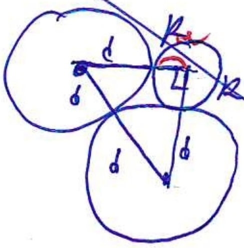
Черновик №2 лист 4

Дано: C_1, C_2, C_3, C_4; r; $R = 5$ см

Найти: r - ?;

Решение:

1) Рассмотрим, что нужно чтобы когда круги достигли внешней границы они розорно коснулись:



Можем понять, что в сумме круги должны образовать квадрат, то есть отрезки, проведённые из их центров в центр среды, должны быть перпендикулярны, => где d - радиус этих кругов

=> По т. Пифагора: $(d+R)^2 + (d+R)^2 = (2d)^2$ =>

=> $2(d+R)^2 = 4d^2$ => $d + R = \sqrt{2} d$ => $R = d(\sqrt{2}-1)$ =>

=> $d = \frac{R}{\sqrt{2}-1} = \frac{5}{\sqrt{2}-1} \approx$ ~~12,0~~ 12,1 см =>

то есть точки входа должны быть удалены от центра среды на расстояние $d+R = 17,1$ см

1) ~~Ес~~ Можно понять, что почти всегда расположены в окружности с радиусом r

2) Рассмотрим, что нужно чтобы, когда круги достигнут внешней границы они розорно коснулись:

Получается, что центры кругов должны образовывать квадрат в центре центра среды => пусть радиус кругов получается d, тогда расстояние от центра до окружности R будет равно:

$L = \sqrt{2} d + d = d(\sqrt{2}+1) = R$ => $d = \frac{R}{\sqrt{2}+1} = \frac{5}{\sqrt{2}+1} \approx$

$\approx 2,1$ см

Верно

См. лист 5

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

87-64-88-98
(35.3)

Черновик   лист 5

3) А значит центры кругов не должны быть дальше от центра среды, чем на r, т.е.

$\sqrt{2}\,d \le r \Rightarrow r \ge \sqrt{2}\cdot d = \sqrt{2}\cdot\frac{5}{\sqrt{2}+1} \approx 2{,}9$ см

r – это внутренний радиус

Ответ: $r \ge 2{,}9$ см; точки долевы надо расположить так, чтобы они образовывали квадрат с центром в центре питательной среды (~~и не дальше от центра среды, чем на 2,9 см~~). и на расстоянии 2,см от центра среды.

верно

Неверно понято условие, но

при таком подходе

описание верное

См лист 6

Чистовик №3 Лист 6

Дано: $v_0 = 4\ \frac{км}{с}$; $M_{\leftmoon} = 7{,}348\cdot10^{22}$ кг; $R_{\leftmoon} = 1738$ км;

$M_{\oplus} = 5{,}974\cdot10^{24}$ кг; $a_{\leftmoon} = 384.400$ км

Найти: t − ?

Решение:

1) Найдём чему равна первая и вторая космическая на Луне:

$$v_{1к\leftmoon} = \sqrt{\frac{GM_{\leftmoon}}{R_{\leftmoon}}} = \sqrt{\frac{2\cdot6{,}67\cdot10^{-11}\cdot7{,}348\cdot10^{22}кг}{1.738.000м}} \approx 1{,}7\ \frac{км}{с}$$

$$v_{2к\leftmoon} = \sqrt{2}\,v_{1к\leftmoon} = \sqrt{2}\cdot1{,}7 = 2{,}4\ \frac{км}{с}$$ верно

2) $v_0 > v_{2к\leftmoon}$ => значит мяч улетит с Луны.

3) Найдём чему будет равна его скорость после вылета из зоны грав. притяж. Луны:

По З.С.Э: $\frac{mv_0^2}{2} - \frac{GM_{\leftmoon}m}{R_{\leftmoon}} = \frac{mv_{\infty\leftmoon}^2}{2}$ => $v_{\infty\leftmoon} = \sqrt{v_0^2 - \frac{2GM_{\leftmoon}}{R_{\leftmoon}}} =$

$= \sqrt{v_0^2 - v_{2к\leftmoon}^2} = \sqrt{4^2 - 2{,}4^2} = 3{,}2\ \frac{км}{с}$

4) Найдём вторую космическую относительно Земли на расстоянии Луны: $v_{2к\oplus} = \sqrt{\frac{2GM_{\oplus}}{a_{\leftmoon}}} =$

$= \sqrt{\frac{2\cdot6{,}67\cdot10^{-11}\cdot5{,}974\cdot10^{24}кг}{384.400.000м}} = 1{,}4\ \frac{км}{с}$; $v_{1к\oplus} = 1\ \frac{км}{с}$

~~5) $v_{\infty\leftmoon} > v_{2к\oplus}$ => значит мяч улетит от Земли:~~

~~6)~~ 5) После вылета от Луны, Луна передаст свою скорость => $v = v_{\infty\leftmoon} \pm v_{1к\oplus} = 4{,}2\ \frac{км}{с}$ или $2{,}2\ \frac{км}{с}$ — возьмём наименьшую, то есть $v = 2{,}2\ \frac{км}{с}$

$v > v_{2к\oplus}$ => значит мяч улетит от Земли

6) Скорость после вылета из зоны грав. притяж. Земли:

$v_{\infty\oplus} = \sqrt{v^2 - v_{2к\oplus}^2} = \sqrt{2{,}2^2 - 1{,}4^2} = 1{,}7\ \frac{км}{с}$

7) После вылета Земля передаст мячу свою скорость и полную скорость мяча вокруг Солнца будет равна $v_1 = v_{\oplus} \pm v_{\infty\oplus}$

См. лист 7

Чистовик лист 7

8) Возьмём минимальную скорость: $v_1 = v_\oplus - v_{co\oplus}$

А $v_\oplus = 29,8\ \frac{км}{с} \Rightarrow v_1 = 29,8 - 1,7 = 28,1\ \frac{км}{с}$ — можно понять, что эта скорость не сильно ~~можно понять, что эта скорость не сильно~~ отличается от $v_\oplus$, т.е. мяч будет вращаться по круговой орбите вокруг Солнца с радиусом орбиты, равным радиусу орбиты Земли)

9) Получается мяч будет отставать от Земли ~~на~~ 1,7 км в секунду => Земля и мяч встретятся через $t = \frac{2\pi a_\oplus}{v_{co\oplus}} =$

$= \frac{2\pi \cdot 149,6 \cdot 10^6\ км}{1,7\ км/с} \approx 553 \cdot 10^6\ с \approx 9,2 \cdot 10^6\ мин$

Ответ: $9,2 \cdot 10^6$ мин.

См. лист 8

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

Чистовик №5 лист 8

Решение:

1) Я выбрал язык программирования Python

2) Сам код:

```
a=str(input())
a=list(a)
len_a=len(a)
n=0  #сколько кол-во раз эти буквы повторяются.
k=0  #сколько букв повторяется

for i in a:
    a_new = a
    a_new.delete(i)
    if i in a_new:
        k+=1
        while i in a_new:
            a.delete(i)
            n+=1
a_new=a
len_a_new=len(a_new)
N=0  # искомое кол-во слов.
for j in range(1; len_a+1):
    if j = 1:
        N=len_a_new
    else:
```

Программа недописана.
Алгоритм неизвестен.

Черновик:

```
import numpy as np.
a = str(input())
a = list(a)
len_a = len(a)
for i in a:
```

$n=4$

1 _ 3 $\quad n - \sum n_i$

2 _ $\frac{4!}{2!} + \frac{2!}{2!} = 2 \quad \frac{n!}{(n-i)!}$

3 _ $\frac{4!}{2!} + \frac{n!}{(i+1)!} = 12$

4 _ $\frac{4!}{0!}$

000

0

00

000 6

1 _ 1

2 _ $(3-1)! = 2! = 2$

3 _ $\frac{3!}{2!} = 3$

1 _ | 3 − 1 = 2

vv00

v0 2

vv 00 0v v0 4

v0v vv0 0vv v00 0v0 00v 6

vv00 v00v v0vv 00vv vov0 0v0v 0vv0 6

$k=2$

$n=2$

$len=4$

v00

v0 2

v0 0v 00 3

v00 0v0 00v 3

$k=1$

$n=2$

$len=3$

if len%2==0 $\frac{len!}{n\,n} = \frac{2 \cdot 3 \cdot 4}{2 \cdot 2} = 6$ $\quad \frac{2!}{12}$

$3! = 6$

if len%2!=0

if len%2!=0 i N=

len − 4

Черновик:

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

$(x-x_1)(x-x_2)(x-x_3)=p(x)=x^3-x^2x_3-x^2x_2+xx_2x_3$

$x_1+x_2+x_3=x_1\cdot x_2\cdot x_3=k$

$a+b+c=0 \quad b-2k=0 \Rightarrow b=2k$

$1+a+b+c=1$

$p(2)-p(0)=8+4a+2b+\cancel{c}-\cancel{c}=8+4a+2b=8-4k+2b=$
$8-4k+2k=8$

$(x^2-xx_2-xx_1+x_1x_2)(x-x_3)=$

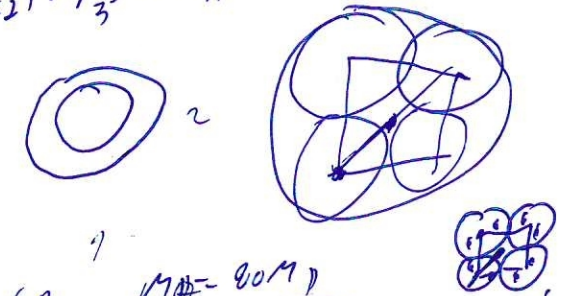
$=x^3-x^2x_3-x^2x_2+xx_2x_3-x^2x_1+xx_1x_3+xx_1x_2-x_1x_2x_3$

$x^3-x^2\underbrace{(x_3+x_2+x_1)}_{k}-\underbrace{(x_1x_2x_3)}_{k}+x(x_1x_2+x_1x_3+x_2x_3)$

$x^3-kx^2+x(x_1x_2+x_1x_3+x_2x_3)-k=p(x)$

$a=-k$

$c=-k$



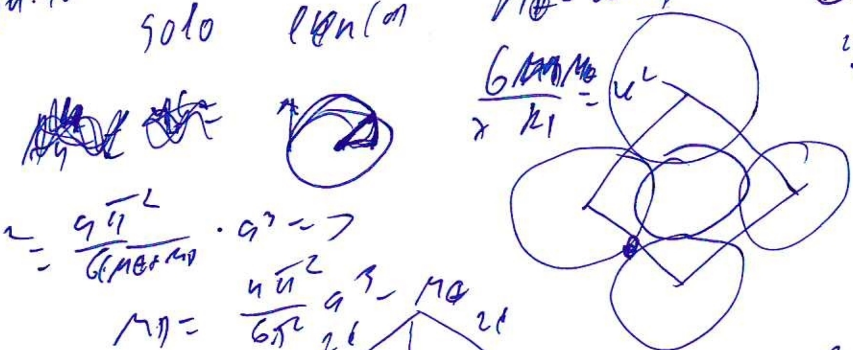
$1{,}2\ldots\cdot10^{12}\ \ 3378\cdot10^{12}$

$5{,}9734\cdot10^{24}$

5010

$M=80M_\text{Л}$

$\frac{GMm}{r\ R_1}=u^2$



$T^2=\frac{4\pi^2}{G(M_З+M_Л)}\cdot a^3=T$

$M_Л=\frac{4\pi^2}{G T^2}a^3-M_З$

2r 2r

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

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

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

$R=r(\sqrt{2}-1)$

$r=12$ см

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

$2\sqrt{2}r$

$R=(\sqrt{2}-1)r$

$\frac{GMm}{r}=\frac{mc^2}{2}$