0 235966 540004
23-59-66-54
(61.1)

Выход: 13:59 – 14:08

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант ____________

Место проведения Усть-Лабинск
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников "Ломоносов"
наменование олимпиады

по Космонавтике
профиль олимпиады

Климентьева Романа Андреевича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

сдала 15:17
Карнухина С.Л.

Дата

«14» марта 2026 года

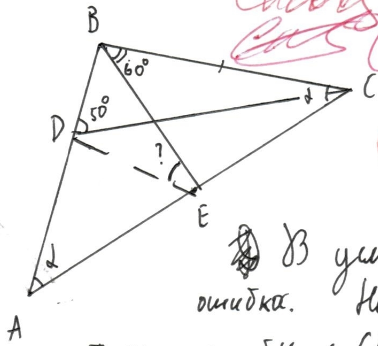
Подпись участника

23-59-66-54 (61.1)

чистовик

66 (шестьдесят шесть)

задача 2 (В.2)



Дано:
$\triangle ABC$
$AB = BC$
$\angle\alpha = 20°$
$\angle CBD = 50°$
$\angle CBE = 60°$
$\angle PEB$ - ?

В условии присутствует ошибка. На стороне AB нет такой точки, чтобы $\angle CBD = 50°$. т.к. если точка D лежит на стороне AB, $\angle CBD = \angle CBA$. верно

Но $\angle CBA = 180 - 2\alpha = 140°$. Вопросы по условиям непредусмотрены. Но вероятно, задача решалось через теорему косинусов, записанную несколько раз.
(т.к. даны углы, и 2 стороны равны).
В связи с ошибкой в условии, и вследствии невозможности решить задачу, прошу засчесть за неё полный балл.

~~предположим, что подразумевалось $\angle CDB = 50°$.~~

~~Тогда: $\angle ABC = 140° = 180 - 2\alpha$; $\angle BCD = 180 - (\angle ABC + \angle BDC)$~~

~~$\angle DBE =$~~

чистовик

Задача 4 (Вар. 3)

Дано:
$a_{\oplus} = 1$ а.е.
$A_з = 0,37$

$A - ?$

обычно под ~~за~~ годичным парралаксом подразумевается разница в угловых расстояниях объекта на небе за половину периода вращения планеты.
численно он равен:

$\frac{a}{r}$ где a – расстояние до звезды (солнца)

r – расстояние до наблюдаемого объекта.

это верно, т.к. дева эклиптическое созвездие. считаем, что тело N тоже у эклиптики ← важно!

По условию: $\frac{a_{\oplus}}{r} = \frac{a_N}{r} \cdot \frac{1}{2} \Rightarrow a_N = 2a_0 = 2$ а.е.

Или $a_N = \frac{1}{2} a_{\oplus}$

т.к. ~~...~~ планеты шар свет на нее падает под разными углами (на поверхность). чтобы это учесть площадь планет, ~~будем счит~~ собирающую свет будем считать как πR^2
излучают они по зак-ну Стефана-Больцмана:
$L = 4\pi R^2 \sigma T^4$. тогда можно за~~...~~писать уравнение теплового баланса:

$$\frac{L_0}{4\pi a_{\oplus}^2} \cdot \pi R_з^2 \cdot (1 - A_з) = 4\pi R_з^2 \sigma T_з^4$$

$R_з$ – радиус земли
(L_0 – светимость солнца)

$$T_з = \sqrt[4]{\frac{L_0(1-A_з)}{16\pi a_{\oplus}^2 \sigma}}$$ абсолютно аналогично для N:

$$T = \sqrt[4]{\frac{L_0 \cdot (1-A)}{16\pi a_N^2 \sigma}}$$ тогда, т.к. $T_з = T$:

$$\frac{T_з}{T} = 1 = \sqrt[4]{\frac{\frac{(1-A_з)}{a_{\oplus}^2}}{\frac{(1-A)}{a_N^2}}} = 1 = \frac{a_N^2}{a_{\oplus}^2} \cdot \frac{(1-A_з)}{(1-A)}$$

$$A = 1 - \frac{a_N^2}{a_{\oplus}^2} \cdot (1 - A_з) = -1,52.$$

т.е. на этом объекте не может быть температура как у земли. Перепутаны

доп. пояснения:
$\frac{L_0}{4\pi a^2}$ – кол-во $\frac{Вт}{м^2}$ у планеты. $\pi R_з^2$ – сечение; $(1-A)$ – доля поглощенного света.

планеты

23-59-66-54 (61.1)

чистовик

задача 6.

Дано:
$T_л = 27{,}32$ сут.
$M_л = 7{,}348 \cdot 10^{22}$ кг
$M_з = 5{,}95 \cdot 10^{24}$ кг
$R_л = 1737{,}5$ км
$K = 384000$ км

Чтобы проекция тени на луну была постоянна, очевидно $T = T_л$.
по третьему закону Кеплера: ~~$M_з$~~ ~~T~~

$$\frac{T^2 \cdot M_з}{a^3} = \frac{4\pi^2}{G} \quad (\text{в СИ})$$

$$a = \sqrt[3]{\frac{T^2 \cdot M_з \cdot G}{4\pi^2}} = 8{,}84 \cdot 10^{8}\ м = 50{,}9 \cdot R_л$$

7

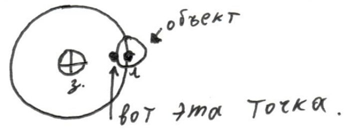
А/м фм-я ошибка

даже если вывести спутник на такую орбиту, возникнут сложности. рассмотрим ~~...~~ ближнюю к земле точку орбиты. расстояние до земли r, до луны a

$$g_з = \frac{G \cdot M_з}{r^2} = 1{,}58 \cdot 10^{-3}\ \frac{м}{с^2} \qquad g_л = \frac{G \cdot M_л}{a^2} = 6{,}27 \cdot 10^{-6}\ \frac{м}{с^2}$$

(в предположении что орбита круг, т.е.:

$r = (k - a)$



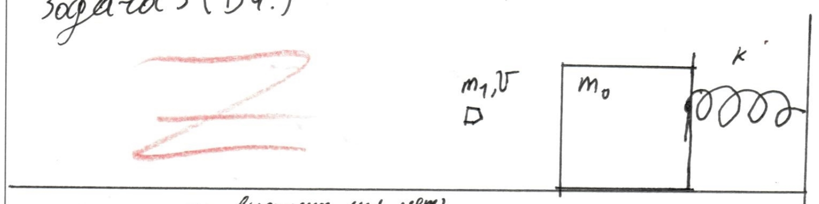
$g_з \gg g_л$. То есть пренебречь землей мы не можем, a слишком велико. т.е. у нас задача трех тел. Она не решаема, но т.к. скорость объекты меньше 1 космической, ~~если грав. маневром спутник не улетит, что бер~~ орбита станет эллипсом с одним из фокусов в земле. т.е. траектория спутника с окружности быстро перейдет в эллипс у земли.

кстати, еще проверка: $V = \frac{2\pi a}{T_л} = 2353\ \frac{м}{с}$ ~~...~~ $V = \sqrt{\frac{GM_0}{r'}} \Rightarrow$
$\Rightarrow r' = 7 \cdot 10^{7}$ м. ч.т.д., это примерная оценка расстояния до земли. в прочем крайне грубая, ~~в задаче трех тел предсказать подобное нельзя~~, ~~поль~~ но порядок ± такой. (± пару порядков)

в) лучше всего низкие: у луны нет атмосферы, поэтому будет справедливо следующее уравнение: $\beta = 1{,}22 \frac{\lambda}{D}$ где D - диаметр объектива камеры
β - разрешающая способность. наиболее мелкие λ - длина волны ~~...~~
детали можно соответственно рассмотреть на более низкой орбите. ~~удобно~~ Так же ~~за луной~~ есть точка лагранжа, но ~~она не стабильна~~ низкие орбиты лучше из-за ~~углового разрешения~~ линейного разрешения
~~т.к. луна в приливном захвате, возможно орбиты будут~~ $l = \beta \cdot h$; h - высота

Задача 3 (В4.)

чистовик



Дано:
$m_0 = 990$ г
$k = 100$ Н/м
$m_1 = 10$ г
$V = 100$ м/с

Δt

ЗСИ: (т.к. внешних сил нет)

$m_1 V + 0 = (m_1 + m_0) V' \Rightarrow V' = \frac{m_1}{m_1 + m_0} \cdot V = 1$ м/с

$m = m_1 + m_0 = 1$ кг; $p_0 = m_0 V = 1 \frac{кг \cdot м}{с}$

$F = k\Delta x$ – закон Гука.

$F\Delta t = \Delta p$ при малых Δt (т.к. в момент остановки $\Delta p = p_0$)

$\Delta t = \frac{\Delta p}{k\Delta x} = \frac{m}{k} \cdot \frac{\frac{\Delta x}{\Delta t}}{\Delta x} \Rightarrow \Delta t^2 = \frac{m}{k} \Rightarrow \Delta t = \sqrt{\frac{m}{k}} = 0,1$ сек.

Δt мало, поэтому приближение верно

~~Отв: $\Delta t = 0,1$ сек.~~

при максимальном сжатии $p = 0$ (т.к. $V = 0$), поэтому $\Delta p = p_0$

Более точно можно получить через формулу колебаний:

$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$

$\Delta t = \frac{1}{4} T =$ ~~0,1027 сек~~ 0,157 сек. Верно

Т.к. Δt – четверть периода колебаний.

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

23-59-66-54
(61.1)

чистовик ~~1~~ задание 1 Вар. 1

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

сложив все 3 уравнения:

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

~~откуда из симметрии~~ $\cancel{x^2 = ([x]^2+1)(\{x\}^2+1)}$

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

~~представим как~~ $\cancel{x^2}$

рассмотрим для числа x в общем случае

св-ва: $\cancel{v = [v]+\{v\}}$ $x=$

$$\cancel{v^2 = ([v]+\{v\})^2 = [v]^2+2[v]\{v\}+\{v\}^2}$$

~~у нас:~~ $\cancel{2\cdot[v]^2\cdot\{v\}^2+[v]^2+\{v\}^2+1)}$

$$x = [x]+\{x\}$$

$$x^2 = ([x]+\{x\})^2 = [x]^2+2[x]\cdot\{x\}+\{x\}^2 \Rightarrow$$

правая часть ур-ия два:

$$2\cdot([x]^2+1)(\{x\}^2+1) = ([x]^2+1+\{x\}^2+[x]^2\cdot\{x\}^2)\cdot 2$$

$$\Rightarrow [x]\cdot\{x\} = \frac{x^2-[x]^2-\{x\}^2}{2} \to 2[x]^2+2+2\{x\}^2+x^2-[x]^2-\{x\}^2$$

$$= [x]^2+\{x\}^2+2$$

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

сразу виден 1 корень: при ~~x=y~~ $z=x=y=\sqrt{2}$

~~$x=y=\sqrt{2}$, $z=1$ и т.д.~~

неверно

Ответ не получен

чистовик
задача 5 (Вар. 1)

python:

```
A=float(input())
R= int(input())
n= int(input())
p= int(input())
M= int(input())
K=0      # (K-если P=0.) суммарное кол-во жертв без жицн.
N=0      # кол-во жертв суммарно, когда жицн. есть
P=P      # кол-во жицнеков

for i in range(0; M)
    K=K+NR
    K= k+k*R                     (N*R.) (умножить)
    N= N+ N*R/pow(2,A*P)         # т.к. 2^0 = 1
    P=P+(N-N/pow(2,A*P))
print (N-K)
```

программа просто считает по данным формулам.

черновик:

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

$\vdots$

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

для любого действ. v, $v = [v] + \{v\}$

$([v]^2+1)(\{v\}^2+1) = [v]^2\{v\}^2 + [v]^2 + \{v\}^2 + 1$

$v^2 = ([v] + \{v\})^2 = [v]^2 + 2\cdot[v]\cdot\{v\} + \{v\}^2$

отсюда можно выраз.

$[v]\cdot\{v\}$

$[v]^2\cdot\{v\}^2 + (v^2 - 2\cdot\{v\}\cdot[v]) + 1 = ([v]^2\cdot\{v\}^2 - 2\cdot[v]\cdot\{v\} + 1) + v^2 = ([v]\cdot\{v\} - 1)^2 + v^2$

введем $h(v) := ([v]\cdot\{v\} - 1)^2$

$x^2+y^2 = h(z) + z^2$

$x^2+z^2 = h(y) + y^2$

$y^2+z^2 = h(x) + x^2$

$\Rightarrow \begin{cases} x^2+y^2-z^2 = h(z) \\ x^2+z^2-y^2 = h(y) \\ y^2+z^2-x^2 = h(x) \end{cases}$

$2x^2 = h(y) + h(z)$

$2y^2 = h(x) + h(z)$

$2z^2 = h(x) + h(y)$

$x^2+y^2+z^2 = h(x)+h(y)+h(z)$

берем $g(v) = h(v) - v^2$

$\sum g = 0$

$h(v) - v^2 = 0$

$(\{v\}\cdot[v] - 1)^2 - v^2 = 0$

$\{v\}\cdot[v] - 1 = \pm v$

2 случ.

1: $[v]\cdot\{v\} - 1 = -[v] - \{v\}$

~~единств. ... $=2$~~

~~$[v]+1 = 2$~~

~~$[v] = 1$~~