

# Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

ip.

Место проведения

90 56-86

шифр

← Не заполнять  
Заполняется  
ответственным  
работником

Вариант № 47091

ФАМИЛИЯ Андреев

ИМЯ Арсен

ОТЧЕСТВО Викторович

Дата рождения 11.03.2002

Класс: 96

Предмет комплекс

Этап: заочная олимпиада

Работа выполнена на 1 листах

Дата выполнения работы: 17.02.18  
(число, месяц, год)

Подпись участника олимпиады: Арсен

Впишите свою фамилию имя и отчество печатными буквами, дату рождения, класс, название предмета, этапа Олимпиады, общее количество листов, на которых выполнена работа и дату выполнения работы.



ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

$M = 50 \text{ кг} = 1 \text{ т}$  - масса всей цепочки  
 $g = 9,81 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$ ;  $D = 0,02 \text{ м}$ ;  $F_{\text{тр}} = 0,1 \text{ Н}$ ;  $v_0 = 0$

1)  $v_1$  -?  $v_2$  -?

2)  $v_{\text{из}}$  -?

3)  $t_{\text{обс}}$  -?

по II закону Ньютона:  
 $M a_n = Mg + 2(50-n) F_{\text{тр}}$ , где  $n$  - количество шариков уже выскользнувших шариков  
 проекция на  $Oy$ :  $M a_n = Mg - 2(50-n) F_{\text{тр}}$   
 $F_{\text{тр}} \Rightarrow a_n = g - \frac{(100-2n) F_{\text{тр}}}{M}$

Расстояние между шариками  $= D = \text{const} \Rightarrow D = \frac{v_{n+1}^2 - v_n^2}{2a_n} =$   
 $\Rightarrow v_{n+1} = \sqrt{2a_n D + v_n^2} = \sqrt{2D(g - \frac{(100-2n)F_{\text{тр}}}{M}) + v_n^2}$   
 $v_1 = \sqrt{2 \cdot 0,02(9,81 - \frac{98 \cdot 0,1}{1}) + 0^2} = \sqrt{2 \cdot 0,02 \cdot 0,01} = 0,02 \frac{\text{м}}{\text{с}}$   
 $v_2 = \sqrt{2 \cdot 0,02(9,81 - 96 \cdot 0,1) + 0,02^2} \approx 0,09381$   
 $D = \frac{(v_{n+1} + v_n) t_n}{2} \Rightarrow t_n = \frac{2D}{v_{n+1} + v_n}$

Напишем программу: переменные:  $g = 9,81$ ;  $D = 0,02$ ;  $F_{\text{тр}} = 0,1$ ;  
 $v_1 = 0$ ;  $v_2 = 0$ ;  $t = 0$ ;  $M = 1$ ;  $n = 1$ ;

```
while (n <= 49) {
  вывести(n, " ")
  u2 = sqrt(2 * D * (g - (100 - 2 * n) * Ftr / M) + u1 * u1);
  t += 2 * D / (u2 + u1);
  вывести(n, " шаг: ", u = " ", u2, " t = ", t);
  u1 = u2;
  n++;
}
```

эта программа выводит скорости и общее время на шаге  $n$  в последний шаг 49. т.к. не поле этого шага все цепь упадет  
 запуская эту программу я получил, что на 49 шаге  $v \approx 3,07 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ , а время  $t \approx 3,44 \text{ с}$

Ответ: 1)  $v_1 = 0,02 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ ;  $v_2 \approx 0,09381 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

2)  $v_{\text{из}} \approx 3,07 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

3)  $t_{\text{обс}} \approx 3,44 \text{ с}$

# Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

СОШ №20

Место проведения

W0754-78

шифр

← Не заполнять  
Заполняется  
ответственным  
работником

Вариант № 47101

ФАМИЛИЯ ГНЕДИЦКИЙ

ИМЯ ВЯЧЕСЛАВ

ОТЧЕСТВО ИВАНОВИЧ

Дата рождения 23.11.2000

Класс: 10

Предмет КОМПЛЕКС

Этап: ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ

Работа выполнена на 4 листах

Дата выполнения работы: 17.02.2018  
(число, месяц, год)

Подпись участника олимпиады:

Г.И.И.

Впишите свою фамилию имя и отчество печатными буквами, дату рождения, класс, название предмета, этапа Олимпиады, общее количество листов, на которых выполнена работа и дату выполнения работы.



ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

$g = 9,81 \text{ м/с}^2$ ;  $m = 0,02 \text{ кг}$ ;  $H = 2 \text{ м}$ , где  $H$  — расстояние от потолка до пола.

В программе будут использоваться переменные, хранящие состояние системы в конкретной момент времени:

$N$  — количество уже выключившихся бусин (исходно 0)

$F_{тр}$  — сила трения, действующая на бусы ( $0,98 \text{ Н}$ )

$t$  — счётчик, показывающий, сколько секунд прошло с момента начала ( $0_0$ )

$a$  — ускорение бус

$v$  — скорость бус ( $0 \text{ м/с}$ )

$y$  — расстояние между нижней точкой нити бусины и потолком ( $0,01 \text{ м}$ )

Также создайте переменные для сохранения ответов:

$v_2$  и  $v_3$  для I вопроса

$v_{50}$  для II вопроса

$t_{max}$  для III

$v_{hit}$  для IV

Также две переменные будут хранить состояние флага соответствующих или не соответствующих им:

$N_{new}$  — для  $N$

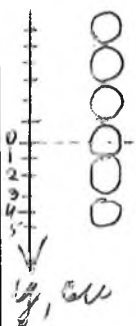
$y_{new}$  — для  $y$ .

Цело программные переменные бусинки, который выполняется со тех пор, пока нижняя бусина не ударится в пол:

while  $y < 2$ :



ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



Заметим, что количество уже воспользованных маркеров можно посчитать как число от  $\frac{y+1}{2}$ .

Поскольку количество уже не воспользованных  $N$  равно разности 50 и этого числа. Однако это выражение ~~только пока~~ только пока  $N \geq 0$ , то есть соблюдается

количество невоспользованных ~~буре~~ не может быть отрицательным. Также надо сохранять  $N$  при каждой итерации. Получаем следующие строки:

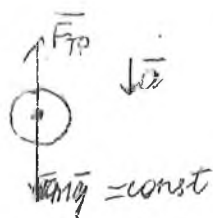
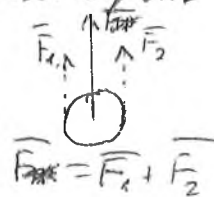
$$N_{\text{нов}} = N$$

$$N = \max(50 - (100y + 1) // 2, 0)$$

100y вместо y, потому что расчеты проводим в СИ, где используются метры, а не сантиметры.

На каждый уже не воспользованный маркер действуют две силы трения по 0,1 Н, которые можно считать одной силой  $F = 0,2$  Н.

Тогда сила трения, действующая на все буре  $F_{\text{тр}} = 0,2 \cdot N$  Н



Буре в этот конкретный момент можно рассмотреть как материальную точку в фиксированном  $a$ , на которую действуют силы 50 мН и  $F_{\text{тр}}$

$$\text{По II закону Ньютона } 50 \text{ мН} = 50 \text{ мН} - F_{\text{тр}}$$

$$a = g - \frac{F_{\text{тр}}}{50 \text{ м}}$$

По формуле  $v_y = v_{0y} + at$ . Вместо  $t$  мы будем использовать  $\Delta t$ , значение которой позже будем подбирать, пока не получим точность, которая нас устраивает.



ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

Аналогично найдем выражение для  $y$ .

$$y_{prev} = y$$

$y = y + v \cdot \Delta t$  (Мы считаем движение между шагами цикла равномерным, т.к.  $\Delta t$  будет сравнительно мало)

В конце цикла обновимся счетчик:

$$t += \Delta t$$

После основных расчетов идет проверка, которую в финальной момент сохранить ответ.

\* Здесь происходит подбор  $\Delta t$ , см. код.

Первый вопрос:

$$\text{if } N == 48 \text{ and } N_{prev} != N:$$

$$v_2 = v$$

$$\text{if } N == 47 \text{ and } N_{prev} != N:$$

$$v_3 = v$$

Второй вопрос:

$$\text{if } y \geq 0,49 \text{ and } y_{prev} < 0,99:$$

$$v_{50} = v$$

$$t_{hole} = t$$

Ответы на третий и пятый вопросы после завершения цикла:

$$v_{hit} = v$$

Полученные ответы (округлены мной):

$$v_2 \approx 0,0204 \text{ м/с}$$

$$v_3 \approx 0,09463 \text{ м/с}$$

$$v_{50} \approx 3,0637 \text{ м/с}$$

$$t_{hole} \approx 3,4714 \text{ с}$$

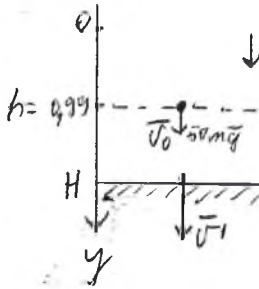
$$v_{hit} \approx 5,4013 \text{ м/с}$$

Можно проверить правильность нашей модели.



ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

Заметим, что после того, как все шары выскочат,  $N$  перестают двигаться,  $N=0$ , поэтому  $\bar{a} = \bar{g}$ , значит



можно считать скорость при ударе нижнего шарика  $0$  пол уже после того, как последний шарик выскочит

$$y = y_0 + v_{0y}t + \frac{gt^2}{2}$$

$$H = h + v_0 t' + \frac{gt'^2}{2}$$

$$\frac{g}{2}t'^2 - v_0 t' + (h - H) = 0$$

Решаем квадратное уравнение.

$$D = v_0^2 - 2g(h - H)$$

$$t' = \frac{-v_0 + \sqrt{v_0^2 - 2g(h - H)}}{g}, \text{ т.к. } t' \text{ не может быть меньше } 0.$$

$v_0$  — скорость в момент, когда выскочивают последний шарик, поэтому  $v_0 = v_{50}$  (ответ на II вопрос)

$$t' \approx 0,2386 \text{ c}$$

$$v_y = v_{0y} + at$$

$$v' = v_{50} + gt'$$

$v' \approx 5,4043 \text{ c}$  — полученное значение приблизительно совпадает с ответом, данным программой, значит модель выложена правильно.

\* Подбор  $\Delta t$ .

Начинаем с довольно большого значения — единицы и уменьшаем его так пор, пока  $y$  на шкале, в которой выскочивает последний шарик, не приблизится достаточно к  $0,99$  и (считаем, что шарик выскочил) выложит так: Да с каждым разом уменьшал  $\Delta t$  в два раза пока не удовлетворительным результатом  $y$  при  $\Delta t = 0,0010953125$

# Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

г. Губев - Хрустальный МБОУ "СОШ №2"

Место проведения

ИИ53-48

шифр

← Не заполнять  
Заполняется  
ответственным  
работником

Вариант № 47101

ФАМИЛИЯ

Козлов

ИМЯ

Виктор

ОТЧЕСТВО

Николовский

Дата

рождения

23.10.2000

Класс:

10

Предмет

Компьютер

Этап:

Заключительный

Работа выполнена на 3 листах

Дата выполнения работы:

17.02.2018

(число, месяц, год)

Подпись участника олимпиады:

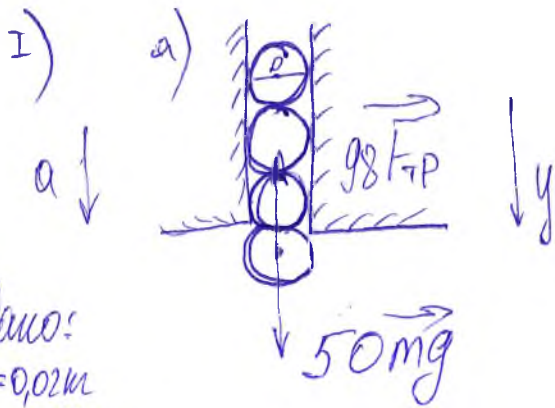
Коз

Впишите свою фамилию имя и отчество печатными буквами, дату рождения, класс, название предмета, этапа Олимпиады, общее количество листов, на которых выполнена работа и дату выполнения работы.





ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



Дано:  
 $m = 0,02 \text{ м}$   
 $D = 0,02 \text{ м}$   
 $F_{тр} = 0,1 \text{ Н}$   
 $g = 9,81 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

Т.к. масса остаётся неизменной,  
 то  $50m = M = 50 \cdot 0,02 = 1 \text{ кг}$

$F_{тр \text{ об } y} = 98 F_{тр}$  т.к. в двух сторонах по  $y$  и эти силы равны, а шариков, которые соприкасаются  $49 \text{ шт}$

$$\vec{Mg} + 98 \vec{F}_{тр} = M \vec{a}$$

$$\text{по } y: Mg - 98 F_{тр} = Ma,$$

$$a = g - \frac{98 F_{тр}}{M} \quad \text{— это ускорение будет действовать на расстояние } S = D$$

$$\delta) v_0 = 0 \Rightarrow 2aS = v^2 \Rightarrow v_1 = \sqrt{2a_1 S} \quad \text{— скорость вылета 1-го шарика}$$

II) когда вылетит 2-ой шарик, ур-е приобретёт вид:

$$Mg - 96 F_{тр} = Ma_2$$

$$a_2 = g - \frac{96 F_{тр}}{M} \Rightarrow v_0 = v_1 \Rightarrow$$

$$v_2 = 0,094 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$2a_2 S = v_2^2 - v_0^2 \Rightarrow v_2 = \sqrt{2a_2 S + v_0^2} \quad \text{и т.д.}$$



ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

iii)  $v_{\text{кон}} = 3,07 \frac{\text{м}}{\text{с}}$   
Зная ускорение и скорости:

$$a = \frac{v - v_0}{t}; t = \frac{v - v_0}{a}$$

$$t_{\text{общ}} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + \dots + t_n = 3,44 \text{ с}$$

iv)  $H = 100 \text{ D}$ ; т.к шариков всего 50, то

$$H_{\text{ост}} = 50 \text{ D} = 1 \text{ м.}$$

нам известна  $v$  вылета последнего шарика ⇒

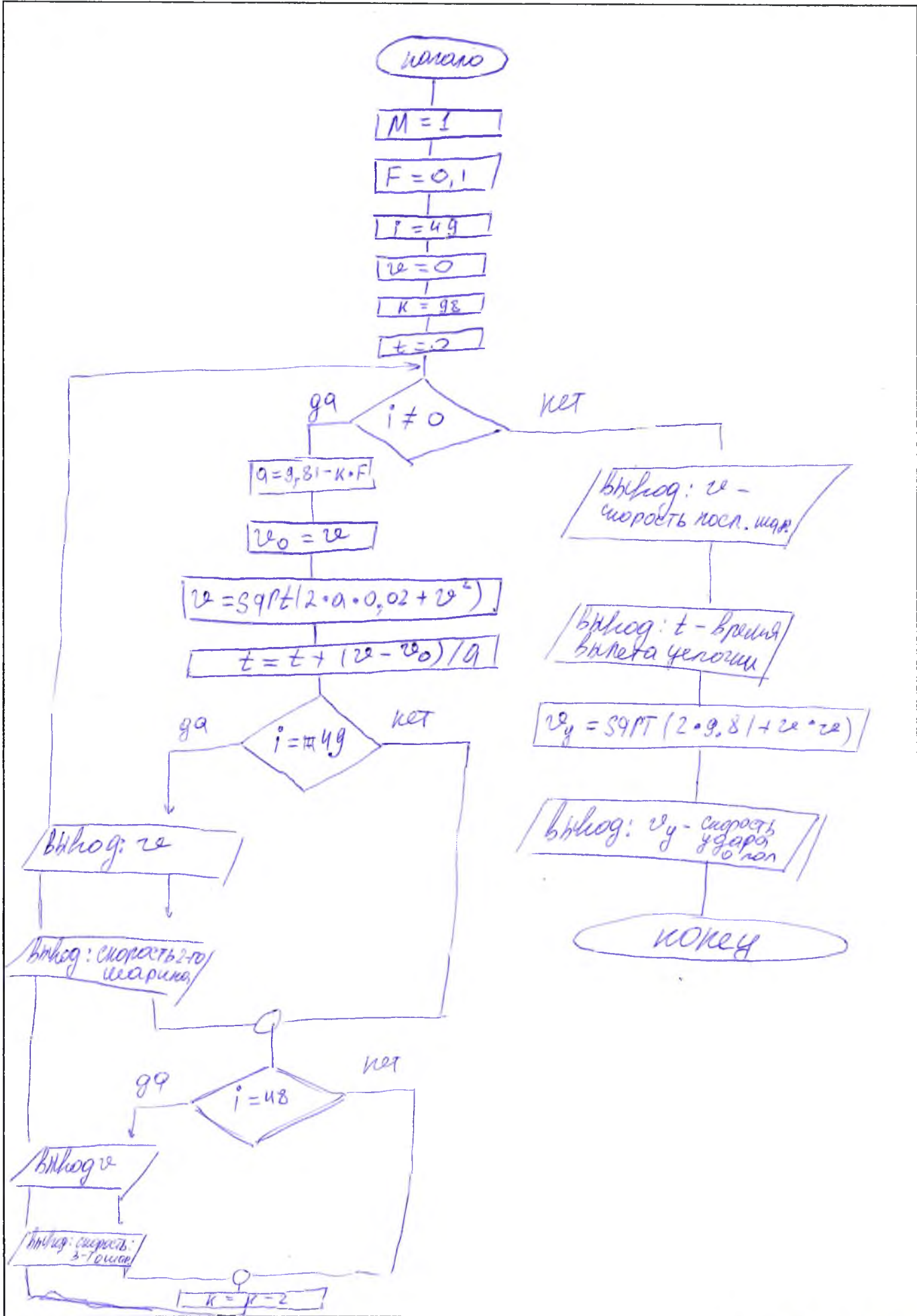
$2 H_{\text{ост}} g = v^2 - v_0^2$ ; где  $v_0$  - вылет последнего шарика

$$v = \sqrt{2 H_{\text{ост}} g + v_0^2} = \sqrt{H g + v_0^2} = 5,39 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

v) Блок - схема (следующий шаг)



ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



# Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Место проведения

РЧ 56-12

шифр

← Не заполнять  
Заполняется  
ответственным  
работником

Вариант № 47091

ФАМИЛИЯ Коханов

ИМЯ Алексей

ОТЧЕСТВО Валерьевич

Дата рождения 15.04.2002

Класс: 9


Предмет комплекс

Этап: заключительный

Работа выполнена на 2 листах

Дата выполнения работы: 17.02.2018  
(число, месяц, год)

Подпись участника олимпиады:



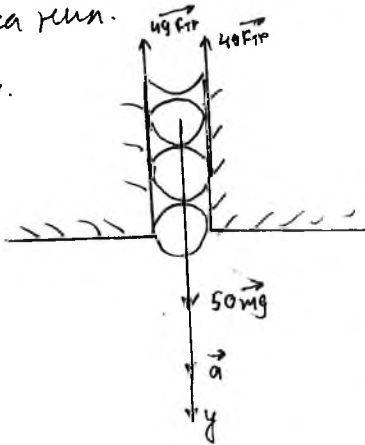
Впишите свою фамилию имя и отчество печатными буквами, дату рождения, класс, название предмета, этапа Олимпиады, общее количество листов, на которых выполнена работа и дату выполнения работы.



ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

Баскетбольный мяч падает на пол. Бус и расставим силы действующие на нее.

рис. 1.



$$\begin{aligned} \text{II } \vec{g} \cdot \text{H.} : 50 m \vec{a} &= 50 m \vec{g} + 2 \cdot 49 F_{TP} \\ \text{Oy} : 50 m a &= 50 m g - 2 \cdot 49 F_{TP} \\ a &= g - \frac{2 \cdot 49 F_{TP}}{50 m} \end{aligned}$$

$$S_y = \frac{v_y^2 - v_{0y}^2}{2a}$$

$$D = \frac{v^2}{2g - \frac{2 \cdot 2 \cdot 49 F_{TP}}{50 m}}$$

$$v = \sqrt{2D \left( g - \frac{2 \cdot 49 \cdot F_{TP}}{50 m} \right)} = 0,02 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Теперь рассмотрим падение бус, когда  $i$  шариков уже выпали.

$$\begin{aligned} \text{II } \vec{g} \cdot \text{H.} : 50 m \vec{a}_i &= 50 m \vec{g} + 2 \cdot (50 - i) F_{TP} \\ \text{Oy} : 50 m a_i &= 50 m g + 2 (50 - i) F_{TP} \end{aligned}$$

$$a_i = g - \frac{2(50 - i) F_{TP}}{50 m}, \text{ используя}$$

такую формулу мы сможем найти ускорения

бус после выпадения каждого шарика

$$S_y = \frac{v_y^2 - v_{0y}^2}{2a_y}$$

$$D = \frac{v_i^2 - v_{i-1}^2}{2a_i}$$

$$v_i = \sqrt{2a_i D + v_{i-1}^2}, \text{ если выразим скорости } v_i \text{ через } v_{i-1}, \text{ то мы}$$

объемем, зная  $v_1$ , найти найдем  $v_2, v_3$  и т.д. при помощи этой формулы найдем каждую скорость на момент выпадения 2, 3, 4 и т.д. шарика

Примеры: • скорость чепочки, когда из канала выпадет 2 шарика:

$$v_2 \approx 0,02 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

• скорость чепочки, когда из канала выпадет 3 шарика:

$$v_3 \approx 0,0938083 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

• скорость чепочки, когда из канала выпадет последний шарик  $v_{50} \approx 3,0704 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

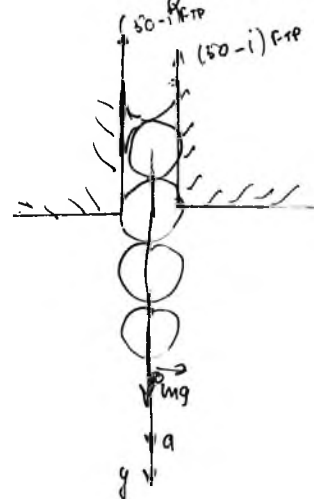


рис. 2



ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

Теперь найдём время, ~~за~~ за которое человек выскочит из ямы.

• Когда  $i$  шариков уже выскочили (рис. 2)

$$s_y = v_{0y} t + \frac{a_y t^2}{2}$$

$$D = v_i t_i + \frac{a_i}{2} \cdot t_i^2$$

$$\frac{a_i}{2} t_i^2 + v_i t_i - D = 0$$

$$D = v_i^2 + 2 a_i D$$

$$t_i = \frac{-v_i + \sqrt{v_i^2 + 2 a_i D}}{a_i}$$

Получим формулу где знаем  $v_i$  и  $a_i$  можно вычислить  $t$ , когда из ямы выскочит  $i$  шарик. Просуммировав эти значения получим общее время  $t \approx 1,9562$  с.

Ответ: 1)  $v_1 \approx 0,02 \frac{м}{с}$   
 $v_3 \approx 0,938083 \frac{м}{с}$

2)  $v_{50} \approx 3,0704 \frac{м}{с}$

3)  $t \approx 1,9562$  с.

# Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Место проведения

01 57-33

шифр

← Не заполнять  
Заполняется  
ответственным  
работником

Вариант № 47111

ФАМИЛИЯ Муравьев

ИМЯ Руслан

ОТЧЕСТВО Александрович

Дата рождения 3 декабря 1999

Класс: 11

Предмет КОМПЛЕКС

Этап: заключительный

Работа выполнена на \_\_\_\_\_ листах

Дата выполнения работы: 17.02.18  
(число, месяц, год)

Подпись участника олимпиады: Se -

Впишите свою фамилию имя и отчество печатными буквами, дату рождения, класс, название предмета, этапа Олимпиады, общее количество листов, на которых выполнена работа и дату выполнения работы.

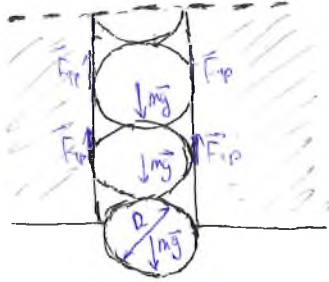


ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

Дано:  $N=50$  $D=2\text{ см}$  $m=20\text{ г}$  $F_{\text{тр}}=0,1\text{ Н}$  $g=9,81\frac{\text{ м}}{\text{ с}^2}$ 1.  $v_3, v_4$  - ?2.  $v_{51}$  - ?3.  $t$  - ?4.  $v$  - ?5.  $F_{\text{тр}}$  - ?

Решение:

I. Рассмотрим момент когда 1-ый шарик выскочил:

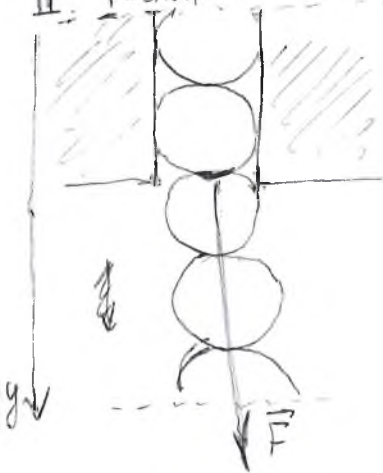


1) На вылете вылетевший шарик не действует сила трения от платформы т.к. она не касается

2) На невылетевшие шары действует одна и та же сила трения состоящая из двух сил трения: о левую плоскость и о правую.

назовем Обозначим её для удобства  $F_{2\text{тр}}$ .  $F_{2\text{тр}} = F_{\text{тр}} + F_{\text{сп}} = 0,1 + 0,1 = 0,2\text{ Н}$ .

Также для удобства проведем всё в системе СИ:  $D=2\text{ см} = 0,02\text{ м}$   
 $m=20\text{ г} = 0,02\text{ кг}$

II. Рассмотрим момент когда  $n$  шар выскочил:

Обозначим за  $F$  всю силу действующую на цепочку;  $F$  равно сумме действующей тяжести на каждый шар и сумме сил трения действующей на невылетевшие шары.

$$\vec{F} = N \cdot m \vec{g} + \vec{F}_{2\text{тр}} \cdot (N-n)$$

$$0y: F = Nmg - F_{2\text{тр}}(N-n)$$

$F_n$  - зависит от  $n \Rightarrow$  обозначим  $F_n$  - суммарно

действующая сила на цепочку при  $n$ -ом вылете шаров.

$a_n$  - ускорение цепочки при временном интервале от вылета шаров  $n-1$  до вылета шаров  $n$ -го шара. (Т)

$v_n$  - скорость цепочки при вылете шаров  $n-1$ .

По 2-му закону Ньютона:  $a_n \cdot (m \cdot N) = F_{n-1} \Rightarrow a_n = \frac{F_{n-1}}{mN} =$

$$= \frac{Nmg - F_{2\text{тр}}(N-n+1)}{mN} \quad (\text{Шар } n \text{ не выскочил}) \quad (2)$$

$$v_n = v_{n-1} + a_{n-1} t_{n-1} \text{ где } t_{n-1} - \text{временной интервал (Т)} \quad (1)$$

$$v_2 = 0 \text{ - дано}$$





ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

$$S_x = v_0 t + \frac{a_n t^2}{2} \Rightarrow D = v_0 t_n + \frac{a_n t_n^2}{2} \Rightarrow t_n^2 a_n + 2v_0 t_n - 2D = 0$$

$$D = 4v_0^2 + 8a_n D = 4(v_0^2 + 2a_n D) = 2^2(v_0^2 + 2a_n D)$$

$$t_n = \frac{-2v_0 + 2\sqrt{v_0^2 + 2a_n D}}{2a_n} = \frac{-v_0 + \sqrt{v_0^2 + 2a_n D}}{a_n} \quad (\text{Ф3})$$

(Если вынести  $\Rightarrow$  получим отриц. время)

$\tau$  - время вылета всех шариков (когда все шары выскочили)

$$\tau = \sum_{n=2}^{50} t_n \quad (\text{Ф4})$$

Напишем алгоритм по которому ~~задач~~ программа позволит ответить на

первые 3 пункта:

```

1 const int N=50;
2 const double m=0.020, Fтр=0.1, Fзтр=2*Fтр, g=9.81, D=0.02;
3 double U[52], a[52], t[52];
4 double taum=0; int n=2; // taum - τ.
5 while (n!=52)
6 {
7   n==2 ? U[2]=0 : U[n]=U[n-1]+a[n-1]*t[n-1]; // (Ф1)
8   // если n=2 вставим начальную скорость 0, в ином случае описанное
9   // время tn вычислится по формуле Ф1)
10  a[n]=(N*m*g - Fзтр*(N-n+1))/(n*N); // вычисление an по Ф. 2
11  t[n]=(-U[n]+sqrt(U[n]*U[n]+2*a[n]*D))/a[n];
12  // вычисление tn по Ф3 (sqrt - корень из (числа))
13  taum += t[n]; if (n==51) taum -= t[n]; // Ф4
14  n++;
15 }

```

Массивы  $U$ ,  $a$ ,  $t$  будем хранить нужное нам значение (которые можно вывести на консоль)  $U[3], U[4], U[51], \tau$   
 $U_3, U_4, U_{51}$

1. Ответ:  $0,02 \frac{M}{c}$  и  $0,0938083 \frac{M}{c}$

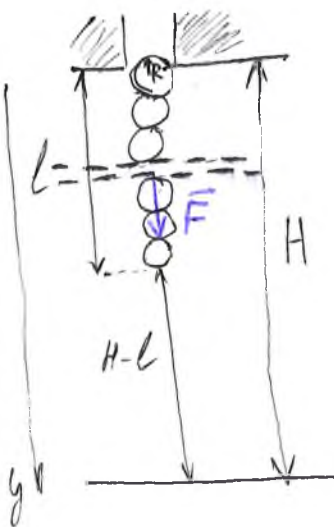
2. Ответ:  $3,07044 \frac{M}{c}$

3. Ответ:  $3,44209 c$



ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

Дано:  $H = 2M$  - 4.



$v_{51}$  - начальная скорость падения

~~$v_{51}$~~

Т.к. все шары висели на нитях:

$$\text{ог: } F = Nmg - 0 = a \cdot mN \text{ по II з. Ньютона}$$

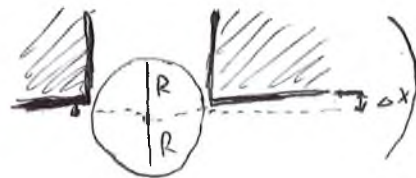
$$\Rightarrow a = g = 9.81 \frac{M}{c^2}$$

$$H - l = v_{51} t + \frac{g t^2}{2} \Rightarrow g t^2 + 2 v_{51} t - (H - l) = 0$$

$$\Delta l = (N-1) \cdot D + R = (N-1)D + \frac{D}{2} =$$

$$= 49 \cdot 0.02 + 0.01 = 0.99$$

(Последняя буква шар:  
по условию вылета  
 $\Delta x \rightarrow 0$ )



$$H - l = 2 - 0.99 = 1.01 M$$

$$g t^2 + 2 v_{51} t - (H - l) = 0$$

$$D^2 = 4 v_{51} + 4 \cdot g \cdot 1.01 = 4 \cdot 3.07044 + 4 \cdot 9.81 \cdot 1.01 = 51.91416$$

$$t = \frac{-2 \cdot 3.07044 + \sqrt{51.91416}}{2 \cdot 9.81} = 0.0542440448 \text{ c}$$

$$v = v_{51} + g t = 3.07044 + 0.5321340797 = 3.60257408 \frac{M}{c}$$

4. Ответ:  $3.6025708 \frac{M}{c}$

5. go 5 см. алгоритм на листе

5 double delta = 0.0002; Fir = delta;

do

{  
time = 0;

{ ... } // пока самое на листе

5 → 15

while F > Fir + 2 \* delta;

}

while (time <= 3.4709/2)

Искать такое  $F_{ip}$

либо максимальное приближение к нужному времени, если оно не такое, добавить к  $F_{ip}$  малое значение - delta (использовать  $F_{ip}$  - мало)

либо подставить в исходный код на листе 2 свои значения и определить с помощью бинарного поиска нужное  $F_{ip}$ .

5. Ответ:  $0.09534$

# Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

МБОУ «СОШ №20»

Место проведения

W0754-72

шифр

← Не заполнять  
Заполняется  
ответственным  
работником

Вариант № 47101

ФАМИЛИЯ Цупкин

ИМЯ Данил

ОТЧЕСТВО Сергеевич

Дата рождения 12.06.2001

Класс: 10

Предмет Комплекс

Этап: Заключительный

Работа выполнена на 4 листах

Дата выполнения работы: 17.02.18  
(число, месяц, год)

Подпись участника олимпиады:

Цупкин

Впишите свою фамилию имя и отчество печатными буквами, дату рождения, класс, название предмета, этапа Олимпиады, общее количество листов, на которых выполнена работа и дату выполнения работы.



ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

Дано:

$50 \text{ бус}$

$D = 2 \text{ см} = 0,02 \text{ м}$

$m = 20 \text{ г} = 0,02 \text{ кг}$

$F_{\text{тр}} = 0,1 \text{ Н}$

$g = 9,81 \text{ м/с}^2$

Найти:

1.  $v_2$  — скорость цепочки, когда выскальзнет 2 шарик.

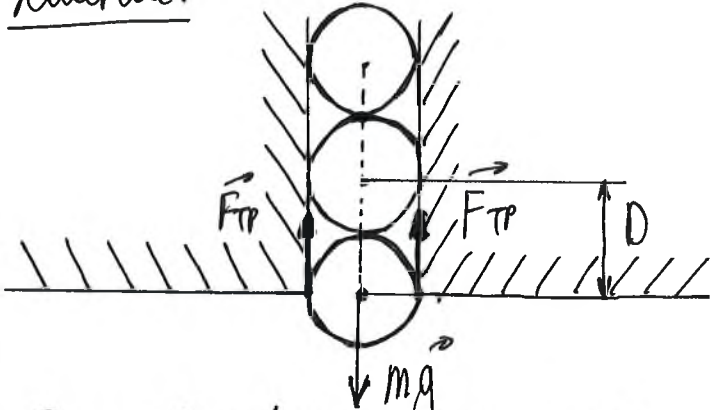
$v_3$  — скорость цепочки, когда выскальзнет 3 шарик.

2.  $v_{50}$  — скорость цепочки, когда выскальзнет 50 шарик.

3.  $T$  — время, за которое цепочка полностью выскальзнет.

4. Если  $H = 2 \text{ м}$ , где  $H$  — расстояние от нижнего края пластины до пола, определим  $v_i$  — скорость нижнего шарика ( $i$ ) при ударе о пол.

$Q$  — работа силы трения, она отрицательна, так как работа силы трения переходит в тепло, то есть эта работа — затраченная.

Решение:

$$S = 49D + \frac{1}{2}D = 49,5D = 49D$$

$S$  — расстояние, которое занимают бусы

$M = 50m$ ,  $M$  — это общая масса цепочки.

$$F_{\text{тр}0} = 2 \cdot 50 \cdot F_{\text{тр}} = 100F_{\text{тр}}, \quad F_{\text{тр}0} - \text{общая сила трения}$$

$$F_{\text{тяж}} = 50mg, \quad F_{\text{тяж}} - \text{общая сила тяжести.}$$

Эти все расчёты были расчёты расстояния для начального положения цепочки.

$$v_0 = 0 \text{ м/с}, \quad v_0 - \text{стартовая скорость.}$$

Применим закон сохранения полной энергии:  $E_p + E_k + Q = 0$

$$E_p + E_k = -Q$$

$E_p$  — потенциальная энергия,  $Q$  —

$E_k$  — кинетическая энергия,

— затраченная.



ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

Мы хотим применить ЗС полной энергии, потому что здесь присутствует  $E_k$ ,  $E_p$  и  $A_{тр}$ .  $A_{тр}$  — работа силы трения

$$-Q = -A_{тр} \quad A_{тр} = \frac{k F_{тр} D}{2} \quad E_p = \frac{k m g D}{2} \quad E_k = \frac{k m v^2}{2}$$

Тогда:  $k^2 m g D + \frac{k m v^2}{2} = 2 k F_{тр} \cdot k D$ ,  $k=50$ ,  $k$  — это число бус.

~~$$k^2 m g D + \frac{k m v^2}{2} = 2 k^2 F_{тр} D + 2 F_{тр} \cdot 0,5$$~~

Тогда:  $\frac{k m v^2}{2} + \frac{k^2 m g D}{2} = \frac{k^2 F_{тр} D}{2}$ ,  $k=50$ ,  $k$  — это число бус.

$$k m v^2 + k m g D = k F_{тр} D$$

$$m v^2 + m g D = F_{тр} D$$

$$m v^2 = -F_{тр} D - m g D$$

$$m v^2 = D (F_{тр} - m g)$$

$$v^2 = \frac{D}{m} (-F_{тр} - m g)$$

$$v^2 = D \left( -\frac{F_{тр}}{m} - g \right)$$

$v$  — это скорость сужания

бус, когда выкажут только 1

бус. Чтобы создать чини

ничего составим зависимость скорости от какого-либо числа  $k$ .

~~$$\frac{k m v^2}{2} + \frac{k m g D}{2} =$$~~

$$25 m v^2 + 25 m g D = \frac{(50 - k) F_{тр} D}{2}$$

где  $k$  — число бус, которые выкажут.

$$25 m v^2 = \frac{-(50 - k) F_{тр} D}{2} + 25 m g D$$

$$v^2 = \frac{-(50 - k) F_{тр} D + 25 m g D}{2} = \frac{-(50 - k) F_{тр} D + 50 m g D}{50 m}$$

$$= \frac{D ((50 - k) \cdot F_{тр} + m g \cdot 50)}{50 m} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{D ((50 - k) \cdot F_{тр} + 50 m g)}{50 m}}$$



ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

1. Тогда:  $v_2$  при  $K=2$  будет равно:  $v_2 = \sqrt{\frac{D(-48F_{TP} + 50mg)}{50m}}$

$v_3$  при  $K=3$  будет равно:  $v_3 = \sqrt{\frac{D(-47F_{TP} + 50mg)}{50m}}$

2. Тогда:  $v_{50}$  при  $K=50$  будет равно:  $v_{50} = \sqrt{+gD}$

это получится когда бусы полностью вылетят, а шарика расклимана, что последний шарик на грани вылета, то есть  $v_{50}$  при  $K=49$  будет равно:

$$v_{50} = \sqrt{\frac{D(-1 \cdot F_{TP} + 50mg)}{50m}}$$

3. Время  $T$  мы найдём по сумме времён  $t$ , то есть  $t$  — это время, за которое спускается выскальзывает 1 шарик, самый нижний.

$t = \frac{D}{v_{01}}$ , где  $v_{01}$  — это скорость вылета одного шарика,

это тоже самое, что и в скорости движения всей цепочки. Мы берём  $D$ , вот как расстояние, которое пройдёт 1 шарик, после вылета до этого шарика.

4.  $H = 2 \text{ м}$ ;  $D = 0,02 \text{ м}$

$\frac{H}{D} = \frac{2 \text{ м}}{0,02 \text{ м}} = 100 \Rightarrow 100$  шариков — это расстояние от нижнего края пластины до пола.

По ЗСЭ:  ~~$\frac{Mv_{50}^2}{2} + MgH = \frac{Mv_1^2}{2}$~~

$$\frac{Mv_{50}^2}{2} + mg(H - S) = \frac{Mv_1^2}{2}$$



ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

$$\frac{v_{00}^2}{2} + g(H-S) = \frac{v_1^2}{2}$$

$$\frac{v_1^2}{2} = v_{00}^2 + 2g(H-S)$$

$$v_1 = \sqrt{v_{00}^2 + 2g(H-S)} = \sqrt{v_{00}^2 + 2g(H-490)}$$

Мы применяем ЗСЭ так как нет потерь энергии, но есть нет силы трения.

Ответы: ~~1.  $v_2 = 0,540055$  м/с; 3.  $T = 1,98002$  с~~  
~~2.  $v_3 = 0,538702$  м/с; 4.  $v_1 = 4,49562$  м/с~~  
~~2.  $v_{00} = 0,440187$  м/с;~~

Ответ: 1.  $v_2 = 0,316544$  м/с      2.  $v_{00} = 0,440681$  м/с  
 $v_3 = 0,319687$  м/с      3.  $T = 2,60089$  с  
 4.  $v_1 = 4,49158$  м/с.

Алгоритм и структура программы.

1. Вводятся переменные, значения.
2. Записываются формулы:  $S = 49 * d$ ;  $M = 50 * m$ ;  
 $ft_0 = 98 * ft_1$ ;  $ft = 50 * g * m$
3. Подключается цикл, который высчитывает скорость человека по формуле:  $v = \sqrt{d * (50 * m * g - (50 - k) * ft)}$  /  $(50 * m)$ ; выводятся ответы на 1, 2, 3 вопроса.  
 Также считается время по формуле:  $t = d / v_0$ ;
4. Считается скорость в 4 вопросе, по формуле:  $T = T + t$ .  
 $v_1 = \sqrt{v_{00}^2 + 2 * g * (H - 49 * d)}$ ;
5. Выводятся ответы на 3, 4 вопроса.
6. Конец. Программа выполнена на C++.