

# Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Лисий № 18

Место проведения

FT 46-52

шифр

← Не заполнять  
Заполняется  
ответственным  
работником

Вариант № 47001

ФАМИЛИЯ Гнелицкий

ИМЯ ВЯЧЕСЛАВ

ОТЧЕСТВО ИВАНОВИЧ

Дата рождения 23.11.2000

Класс: 9

Предмет Комплекс

Этап: Заключительный

Работа выполнена на 3 листах

Дата выполнения работы: 19.02.2017  
(число, месяц, год)

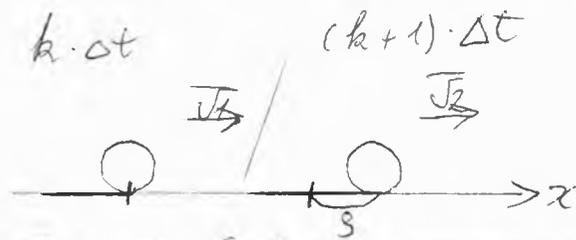
Подпись участника олимпиады: 

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

Рассмотрим два следующих случая за короткий момент:



За  $\Delta t$  бобина прошла  $s$  метров, значит, её масса уменьшилась на  $\frac{s \cdot m}{L}$ , так как  $\frac{m}{L}$  — масса 1 м провода, а  $s$  — количество „потерянных“ метров

$$\Delta m = \frac{s \cdot m}{L}$$

По закону сохранения импульса

$$\overline{p_1} = \overline{p_2}$$

$$m_1 v_1 = m_2 v_2$$

$$\text{Отсюда: } m_1 v_1 = m_2 v_2$$

$$v_2 = \frac{m_1 v_1}{m_2}$$

$$m_2 = m_1 - \Delta m = m_1 - \frac{v_1 \Delta t \cdot m}{100}$$

Инициализируем константы:

$m_1 = 1$  — начальная масса

$v_0 = 0,1$  — начальная скорость

$\Delta t = 0,5$  — шаг времени

Переменные:

$v = v_0$  — скорость в текущий момент времени

$s = 0$  — пройденное расстояние

$m = m$  — масса бобины в текущий момент времени

$M_{pr} = m$  — масса в предыдущий момент

$t = 0$  — счетчик времени

Далее функции повторяют следующий цикл, пока не сможет дать ответ на интересующий вас вопрос.

Привыкли к счету пути криво, расстояние, пройденное за  $\Delta t$ .  $s += v \cdot dt$



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

Увеличиваем шагчик времени:  $t += dt$

Сокращаем значение массы:  $M_{pr} = M$

Рассчитываем новую массу:  $M = (v \cdot dt \cdot mf) / 100$

Рассчитываем новую скорость:  $v = (v \cdot M_{pr}) / M$

Получаем следующие ответы:

- 1) Когда будет разматана  $\frac{1}{4}$  кабеля, минимальная скорость изменится приблизительно в 1,3 раза (увеличится)
- 2) Когда будет разматана  $\frac{1}{2}$  кабеля, минимальная скорость изменится в 2 раза (увеличится)
- 3) Процесс разматывания половины кабеля займёт приблизительно 375 секунд.

Key (Pascal ABC NET)

const

mf = 1;  
v0 = 0.1;  
dt = 0.5;

var

v, s, M, Mpr, t: real;  
ans: array [1..3] of real;  
flag: boolean;

begin

flag := flag := True;

v := v0;

s := 0;

M = mf;

Mpr := M;

while s < 50.0 do

begin

if (abs(s - 25.0) < 0.1) and (flag = True) then

begin

flag := false;

ans[1] := v/v0;

end;

s := s + v \* dt;

t := t + dt;



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

```
Mpr := M;  
M := (V * dt * m * t) / 100;  
V = V * Mpr / M;  
writeln('s = ', s, ' ; t = ', t, ' ; m = ', M, ' ; v = ', V);
```

```
end;  
ans[2] = V / V0;  
ans[3] = t;  
writeln();  
writeln();  
writeln(ans[1]);  
writeln(ans[2]);  
writeln(ans[3]);
```

end

# Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

МЭУ

Место проведения

QE 95-46

шифр

← Не заполнять  
Заполняется  
ответственным  
работником

Вариант № 47001

ФАМИЛИЯ Киселев

ИМЯ Алексей

ОТЧЕСТВО Андреевич

Дата рождения 26.02.2000

Класс: 10

Предмет комплекс

Этап: заключительный

Работа выполнена на 2 листах

Дата выполнения работы: 19.02.17  
(число, месяц, год)

Подпись участника олимпиады: Киселев

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



Относительно части кабеля, касающейся бобины, та неподвижна, следовательно ~~трения~~ трения между ними нет, а значит, единственной, что действует на бобину, кроме опоры - кусок кабеля, в данный момент находящийся с бобины. Примем т.к. радиус бобины = 0,75 м, то масса этого куска в любой момент  $m = 0,75 \text{ м}$ . Следовательно, бобина будет раскручиваться с ускорением

$$0,75 \text{ г}$$

$$v = v_0 + 0,75 \text{ г} t$$

$$S_1 = v_0 t + \frac{0,75 \text{ г} t^2}{2}$$

$$\frac{1}{4} \text{ кабеля} = 25 \text{ м}, \text{ поэтому } S_1 = 25 \text{ м}$$

$$t = \frac{v - v_0}{0,75 \text{ г}}$$

$$S_1 = \frac{v_0(v - v_0)}{0,75 \text{ г}} + \frac{0,75 \text{ г} (v - v_0)^2}{2 \cdot 0,75^2 \text{ г}^2} = \frac{0,1(v - 0,1)}{7,5} + \frac{(v - 0,1)^2}{15}$$

$$v - 0,1 + 5(v - 0,1)^2 = 75 S_1 = 1875$$

~~$$v - 0,1 = t$$~~

~~$$5t^2 + t = 1875 = 0$$~~

~~$$D = 1 + 37500 = 37501$$~~

~~$$v - 0,1 + 5v^2 - v + 0,05 - 1875 = 0$$~~

~~$$5v^2 = 1875,05$$~~

~~$$v^2 = 375,01$$~~

~~$$v = 19,365$$~~

т.е. скорость увеличится в 19,365 раз



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

При  $s_2 = 50$  м:

$$v - 0,1 + 5v^2 - v + 0,05 - 45 \cdot 50 = 0$$

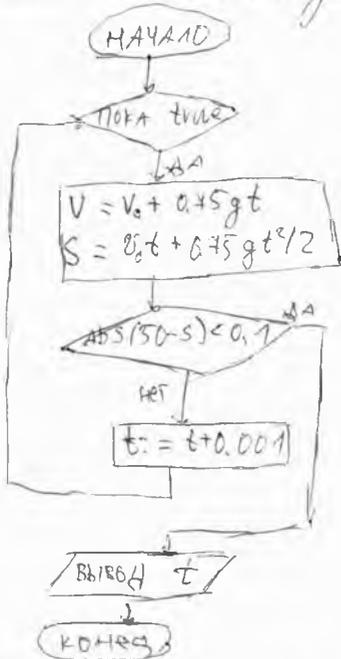
$$5v^2 = 3750,05$$

$$v^2 = 750,01$$

$$v = 27,386$$

т.е. скорость увеличивается в 273,86 раз

Для нахождения времени:



При шаге больше 0,009  
ответ не определяется,  
при шаге меньше 0,001  
различия между ответами  
очень малы, а увеличение  
шага увеличивает время работы  
программы, поэтому я взял  
 $\Delta t = 0,001$  с.

Получается  $t = 3,6423$  с.

Также если рассчитать  $v_1$  и  $v_2$  с учетом  $g = 9,81$ ,  
то  $v_1 = 19,1 \frac{м}{с}$ , скорость увеличивается в 191 раз,  
 $v_2 = 27,1 \frac{м}{с}$ , скорость увеличивается в 271 раз.

# Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Лицей №18

Место проведения

FT 46-33

шифр

← Не заполнять  
Заполняется  
ответственным  
работником

Вариант № 47004

ФАМИЛИЯ

Нестеров

ИМЯ

НИКИТА

ОТЧЕСТВО

Александрович

Дата  
рождения

13.01.2001

Класс: 9

Предмет

комплекс ФМКИ

Этап: ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ

Работа выполнена на 3 листах

Дата выполнения работы: 19.02.2017

(число, месяц, год)

Подпись участника олимпиады:



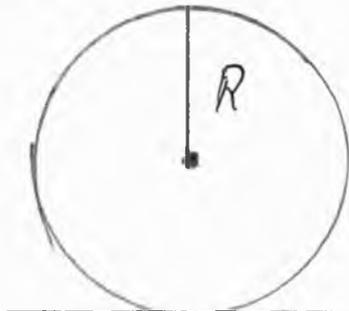
Впишите свою фамилию имя и отчество печатными буквами, дату рождения, класс, название предмета, этапа Олимпиады, общее количество листов, на которых выполнена работа и дату выполнения работы.



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

Дано:  
 $R = 0,75 \text{ м}$   
 $m = 1 \text{ кг}$   
 $L = 100 \text{ м}$   
 $v_0 = 0,1 \text{ м/с}$   
 $\Delta v, \Delta r, t - ?$

Решение.



А Бобина движется с начальной скоростью  $v_0 = 0,1 \text{ м/с}$ .  
 Ускорение - а<sub>ц</sub> возникает и замедляет ее. Ускорение Бобины совместно с ускорением свободного падения.

Внимание здесь отписывается формулы:

$$S = v_0 t + \frac{a t^2}{2} \quad (1)$$

Будет возникать кинетическая и потенциальная энергия и совершаться работа.

Чтобы понять, какое ускорение будет учитывать в формуле (1) проверим:

$$E_k = \frac{m v_0^2}{2}, \quad E_p = mgh, \quad A = FS; \quad F = ma \Rightarrow k = \frac{maL}{2}$$

$$E_k = k E_p \Rightarrow \frac{m v_0^2}{2} = \frac{maL}{2} \Rightarrow v_0^2 = aL \Rightarrow a = \frac{v_0^2}{L} = \frac{0,01}{100} = \frac{1}{10000}$$

Ускорение чрезвычайно мало,  $\Rightarrow$  можно считать, что ускорение равно нулю, где  $v = \sqrt{4gR} = 5,5 \text{ м/с}$ , т.е. ускорение свободного падения - либо центростремительная ускорение.



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

Далее в условии сказано, что векторы скорости вычисляем по формуле  $v = v_0 + at$ , где  $v_0$  — начальная скорость,  $a$  — ускорение.

$$a_y = \frac{v_0^2}{R} = \frac{0,01}{0,75} = \frac{1}{75} \text{ м/с}^2.$$

3) Д. Предположим время ~~как в задаче~~, где  $s = \frac{L}{2}$ , как в от. За от времени  $\frac{1}{2} \text{ с} = 0,5 \text{ с}$ .

Итого:

$$\frac{L}{2} = v_0 t + \frac{a t^2}{2}; \quad \frac{L}{2} = v_0 k t + \frac{a k t^2}{2}$$

$$\frac{L}{2} = \frac{2v_0 k t + a k^2 t^2}{2}$$

$$a k^2 t^2 + 2v_0 k - L = 0.$$

$$k^2 + 30k - 30000 = 0.$$

$$k \approx 158,9.$$

$$t = k \cdot \Delta t = 158,9 \cdot 0,5 = 79,43 \text{ с}.$$

2) ~~...~~  $v = v_0 + at$ ;

$$v = \frac{1}{10} \text{ м/с} + \frac{1}{75} \text{ м/с}^2 \cdot 79,43 \text{ с} =$$

$$\Delta v = \frac{v}{v_0} = \frac{0,823}{0,1} = 8,23 \text{ раза}.$$

$$\frac{L}{4} = v_0 k_1 t + \frac{a k_1^2 t^2}{2}$$

$$k_1^2 + 30k_1 - 45000 = 0.$$

$$k_1 \approx 108,4$$

$$t_1 = k_1 \cdot \Delta t = 108,4 \cdot 0,5 = 54,2 \text{ с}.$$



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

$$v = v_0 + at$$

$$v = 0,9 + \frac{1}{75} \cdot 54,2 = 1,16 \text{ м/с}$$

$$\Delta v = \frac{v}{v_0} = \frac{1,16}{0,9} = \text{т.т. } 1,6 \text{ раз}$$

Решение

$R, L, m, v_0$

Обозначим неизвестные  
длины, находим  $k$  и  $t$   
или найдем  $k$

$$k^2 + 30k - 30000 = 0$$

$k$  - находим  $k$   
 $t = k \cdot a$ , находим  $v = v_0 + at$

$$\Delta v = \frac{v}{v_0}$$

$$k_1 + 30k_1 - 15000 = 0$$

находим  $k_1$   
 $t_1 = k_1 \cdot a$ , находим  $v_1$

$$v_1 = \frac{v_1}{v_0}$$

Ответ:

- Ответ:
- 1)  $\Delta v = 1,6$  раз
  - 2)  $\Delta v = 8,23$  раз
  - 3)  $t = 49,43$  с.

# Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

МЭИ

Место проведения

ДС 24-56

шифр

← Не заполнять  
Заполняется  
ответственным  
работником

Вариант № 47001

ФАМИЛИЯ Филатов

ИМЯ Андрей

ОТЧЕСТВО Алексеевич

Дата рождения 23.11.99

Класс: 11

Предмет КОМПЛЕКС

Этап: ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ

Работа выполнена на 2 листах

Дата выполнения работы: 19.02.2017  
(число, месяц, год)

Подпись участника олимпиады:

Филатов

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

1. Напишем закон сохранения энергии для бобины:  
(так как она едет по горизонтальной поверхности, потенциальная энергия не меняется, то есть ее мы учитывать не будем)

$$\frac{M_1 \cdot v_1^2}{2} = \frac{M_2 \cdot v_2^2}{2}$$

$$\frac{Lm \cdot v_1^2}{2} = \frac{(L - \frac{1}{4}L)m \cdot v_2^2}{2}$$

$$v_1^2 = \frac{3}{4} v_2^2$$

$$v_2 = \sqrt{\frac{4}{3}} v_1$$

Ответ: в  $\sqrt{\frac{4}{3}}$  раз.

2. Напишем аналогичные рассуждения и получим:

$$v_1^2 = \frac{1}{2} v_2^2$$

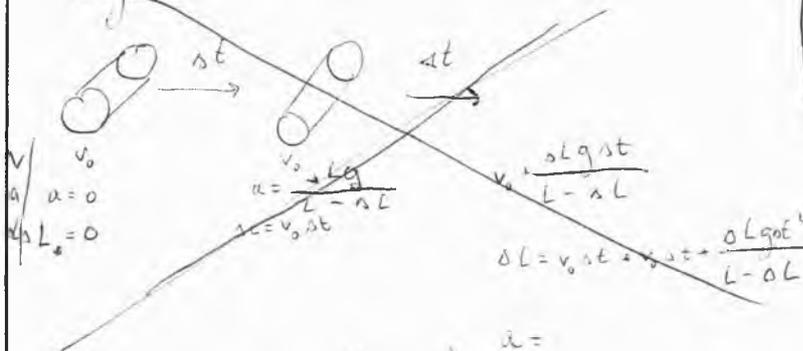
$$v_2 = \sqrt{2} v_1$$

Ответ: в  $\sqrt{2}$  раз.

3. Перейдем к дискретному времени

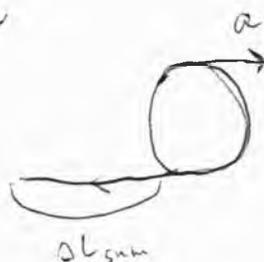
Пусть в момент времени  $t$  можно считать, что движение идет равномерно, а масса бобины и ее ускорение меняется мгновенно на новые значения.

Тогда:



$$\Delta L g = (L - \Delta L) a$$

$$\frac{\Delta L g}{L - \Delta L} = a$$



Заметим, что ускорение мгновенно зависит от массы (почему от длины) уже начального участка:

$$M_n g = (M - M_n) a$$

$$a = \frac{L_n g}{L - L_n}$$

