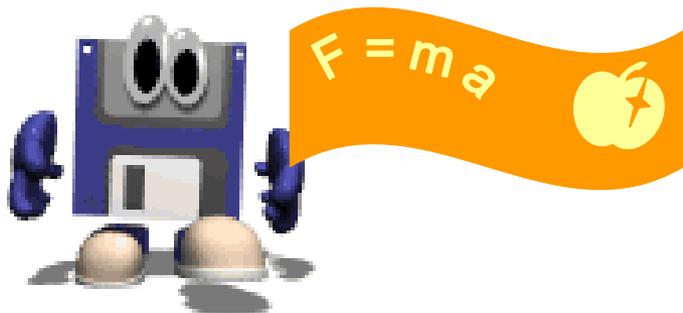


# Технологии интегрированного обучения: моделирование физических процессов

Свободное программное обеспечение в школе



Купцова Е.Н., учитель физики  
МБОУ «СОШ № 26» г. Владивостока  
2012 г.

## Новые государственные образовательные стандарты по информатике и ИКТ и физике –

- предполагают *развитие* познавательных интересов и творческих способностей учащихся средствами указанных предметов;
- определяют естественнонаучные дисциплины как одну из образовательных областей *приоритетного освоения*;
- указывают на необходимость создания в школе информационно-образовательной среды, обучение в которой должно обеспечиваться *системой современных педагогических технологий*.

# Компьютерное моделирование

- универсальность метода (независимость от программного обеспечения);
- интеграция во все предметы;
- максимальное раскрытие потенциала учащихся;
- расширение спектра учебного материала.

Условие максимальной эффективности метода - разработка модели учителем-предметником.

## Подготовительный этап

- выбор задачи и разработка модели учителем;
- оформление технологических карт и листов отчетов для учащихся;
- разработка и тестирование контролирующей программы;
- копирование файлов-заготовок на компьютеры учащихся;
- подготовка тестового варианта табличной модели.

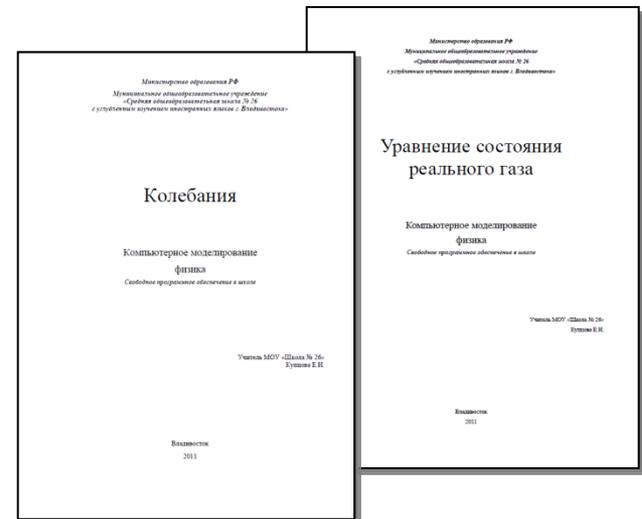
# Реализация метода моделирования на уроках информатики

## Этапы урока:

- организационный момент;
- *введение в тему;*
- постановка задачи;
- анализ задачи;
- построение модели в среде электронных таблиц;
- тестирование модели;
- исследование модели, заполнение листа отчета;
- *работа с контролирующей программой;*
- самоанализ работы учащихся на уроке.

# Блок «Моделирование физических процессов»

- «Применение законов Ньютона»;
- «Применение закона сохранения импульса в механике»;
- «Затухающие колебания»;
- «Уравнение состояния реального газа»;
- «Последовательное и параллельное соединение проводников»;
- «Закон Ома для полной цепи»;
- «Переменный ток».



# Затухающие колебания

Текст исходной задачи

Уравнение затухающих колебаний дано в виде

$$x = 5 e^{-0,25t} \sin (\pi/2 t) \text{ м.}$$

Найти скорость колеблющейся точки в моменты времени  $t$ , равные:  $0$ ,  $T$ ,  $2T$ ,  $3T$  и  $4T$ .

На колеблющуюся точку массой 400 г действует сила трения. Построить и исследовать модель физического процесса по следующим данным:

начальная амплитуда колебаний - 5 м;

циклическая частота колебаний -  $\pi/2$ ;

коэффициент трения в системе принять равным 0,2.

Постройте модель колебательного процесса и ответьте на вопросы:

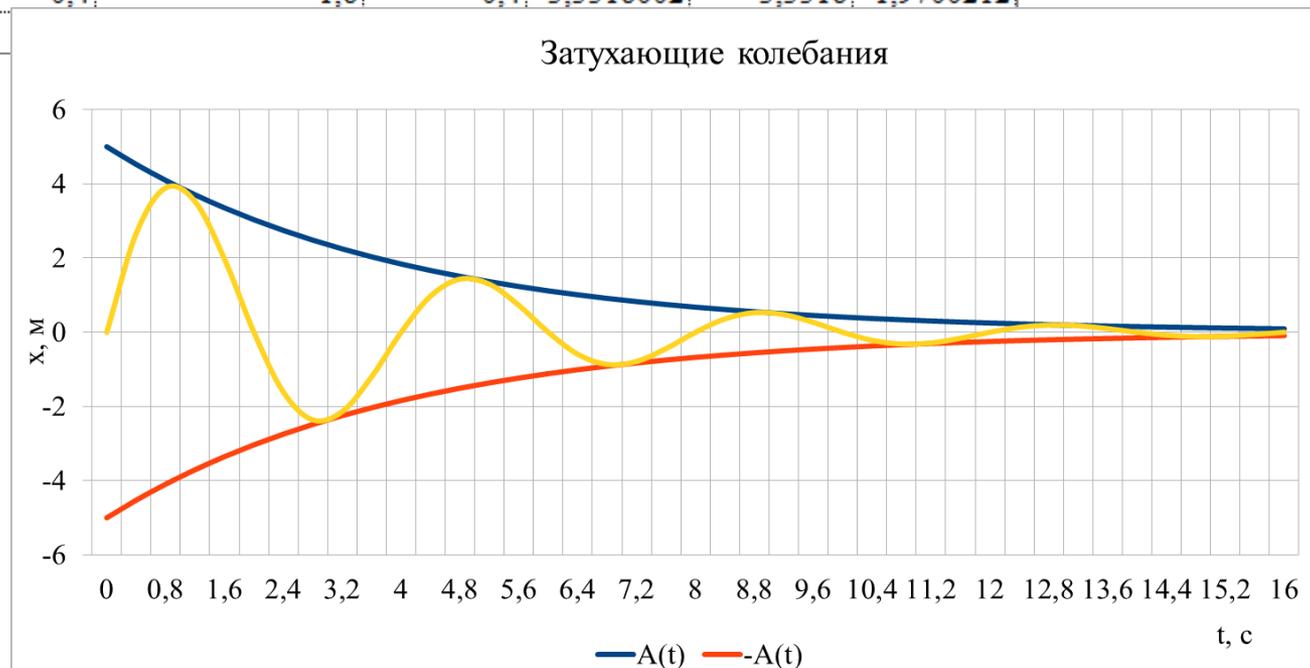
1. Определите координату точки через 1,4 периода после начала колебаний при уменьшении коэффициента трения в 4 раза и увеличении массы точки в 5 раз.
2. Определите отношение начальной амплитуды к амплитуде спустя 9,2 с после начала колебаний.
3. Установите соответствие: при увеличении массы колеблющейся точки...

a	b	c
Коэффициент затухания	Период колебаний	Время затухания

1	2	3
Не изменяется	Увеличивается	Уменьшается

4. Используя команду *Сервис/Подбор параметра...*, подберите такую массу точки, чтобы при коэффициенте трения 0,1 колебания затухли за 10 с (считать, что для затухания значение  $A(t)$  должно составлять 0,1% от начального значения). Ответ запишите в граммах.

	A	B	C	D	E	F
1	<b>Модель затухающих колебаний</b>					
2	<b>Данные:</b>					
3	Константа $\rho$	3,141592654				
4	Амплитуда колебаний, м	5				
5	Коэффициент трения	0,2				
6	Циклическая частота колебаний	1,570796327				
7	Масса точки	0,4				
8						
9	<b>Результаты:</b>					
10	Коэффициент затухания, 1/с	$t, c$	$n (t=n*T)$	$A(t)$	$-A(t)$	$x, m$
11	0,25	0	0	5	-5	0
12	Период колебаний, с	0,4	0,1	4,5241871	-4,524187	2,6592505
13	4	0,8	0,2	4,0936538	-4,093654	3,8932961
14	Шаг времени, с	1,2	0,3	3,7040911	-3,704091	3,5228
15	0,4	1,6	0,4	3,3516002	-3,3516	1,9700212
16						



# Вариант контролирующей программы, выполненный в среде визуального программирования Lazarus

Затухающие колебания

Определите координату точки через 1,4 периода после начала колебаний при уменьшении коэффициента трения в 4 раза и увеличении массы точки в 5 раз.

*Внимание! В качестве разделителя в программе используется точка.*

Определите отношение начальной амплитуды к амплитуде спустя 9,2 с после начала колебаний.

Установите соответствие:  
при увеличении массы колеблющейся точки... Ответ запишите в виде последовательности латинских букв и цифр в нижнем регистре и без пробелов.

a — коэффициент затухания;	1 — не изменяется;
b — период колебаний;	2 — увеличивается;
c — время затухания;	3 — уменьшается.

Используя команду Сервис/Подбор параметра, подберите такую массу точки, чтобы при коэффициенте трения 0,1 колебания затухли за 10 с (считать, что для затухания значение  $A(t)$  должно составлять 0,1 % от начального значения). Ответ запишите в граммах без единиц измерения.

Оценка: **5**

Компьютерная версия - Кулцова Е.Н., МОУ СОШ № 26 г. Владивостока

# Уравнение состояния реального газа

Текст исходной задачи

Построить изотермы  $p=f(V)$  для 1 кмоль углекислого газа при температуре  $t = 0$  °С.

Газ рассматривать как:

а) идеальный; б) реальный.

Требуется построить и исследовать модель изотермического процесса для углекислого газа, считая газ реальным. Сравнить его поведение с идеальным.

Данные:

молярная масса углекислого газа — 0,044 кг/моль,

универсальная газовая постоянная — 8,31 Дж/(К моль),

масса газа — 44 кг,

критические значения температуры и давления — 304 К и 7380000 Па соответственно,

постоянные  $a$  и  $b$  — *считаются по уже введенным формулам,*

текущая температура — 0 °С.

Объем газа изменять от 0,07 до 0,4 с шагом 0,01 м<sup>3</sup>.

Для построения изотерм в осях  $P(V)$  требуется выразить давление реального и идеального газа.

1) Определите по графику отношение давлений идеального и реального газов при значении объема  $0,15 \text{ м}^3$ . Ответ округлите до целых.

2) Используя график, выберите такое значение массы газа, при котором изотермы будут начинаться из одной точки. Ответ округлите до целых и запишите согласно правилам синтаксиса в основных единицах измерения.

3) Установите соответствие:

при увеличении температуры (в пределах  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ ) давления реального и идеального газов при фиксированном значении объема и разность между начальными значениями давлений...

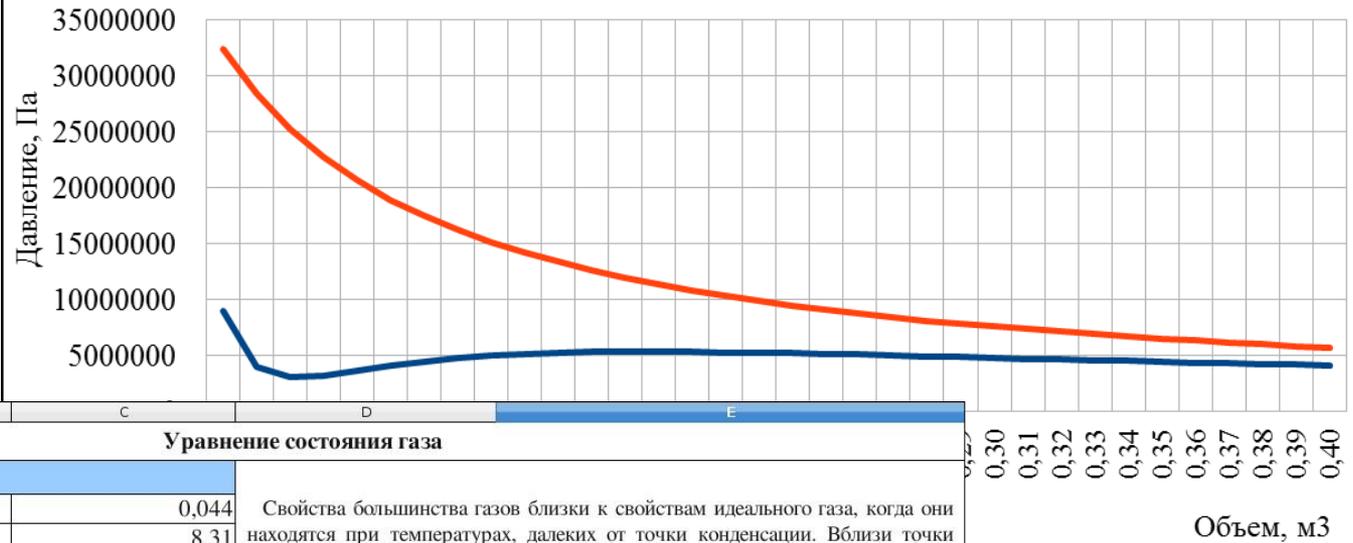
а	б	с
Давление реального газа	Давление идеального газа	Разность между начальными значениями давлений

1	2	3
Не изменяется	Увеличивается	Уменьшается

Ответ запишите в виде последовательности латинских букв и цифр в нижнем регистре и без пробелов.

4) Используя команду *Сервис/Подбор параметра...*, определите, какой массы азот ( $T_{кр} = 126 \text{ К}$ ,  $P_{кр} = 3,4 \text{ МПа}$ ) при объеме  $0,2 \text{ м}^3$  и температуре  $-140 \text{ }^\circ\text{C}$  будет оказывать давление  $6 \text{ МПа}$ . Газ считайте реальным. Ответ запишите в граммах без единиц измерения.

# Изотермы



	A	B	C	D	E
1	<b>Уравнение состояния газа</b>				
2	<b>Данные:</b>				
3	Молярная масса	М, кг/моль	0,044	Свойства большинства газов близки к свойствам идеального газа, когда они находятся при температурах, далеких от точки конденсации. Вблизи точки конденсации (при высоком давлении и низкой температуре) свойства газов значительно отличаются от свойств идеального газа. В этом случае говорят о реальных газах. Макроскопические параметры реального газа связаны уравнением Ван-дер-Ваальса. Точке перегиба изотермы реального газа соответствуют критические значения давления и температуры, от которых зависят <i>a</i> и <i>b</i> .	
4		R, Дж / (К моль)	8,31		
5					
6	<b>Критические значения</b>				
7	Температура	T <sub>кр</sub> , К	304		
8	Давление	P <sub>кр</sub> , Па	7380000		
9				Давление следует увеличить на величину внутреннего давления, а объем уменьшить на величину собственного объема молекул.	
10	<b>Условия:</b>				
11	Масса газа	m, кг	44		
12	Температура	t, °C	0	<i>a</i> и <i>b</i> — постоянные Ван-дер-Ваальса для данного газа.	
13					
14	<b>Решение:</b>				
15	Постоянные		Кол-во вещества	Абсолютная температура	
16	<i>a</i> , Па м <sup>6</sup> /моль <sup>2</sup>	<i>b</i> , м <sup>3</sup> /моль	<i>v</i> , моль	Т, К	
17	0,365	0,0000428	1000	273	
18					
19			Реальный газ		Идеальный газ
20	Объем газа	Молярный объем	$\left(P + \frac{a}{V_0^2}\right)(V_0 - b) = RT$		$PV_0 = RT, V_0 = \frac{V}{v}$
21	V, м <sup>3</sup>	$V_0 = \frac{V}{v}, \text{ м}^3/\text{моль}$	$P_p = \frac{RT}{V_0 - b}, \text{ Па}$	$P = P_p - \frac{a}{V_0^2}, \text{ Па}$	$P = \frac{RT}{V_0}, \text{ Па}$
22	0,07	0,00007	83370627	8917908	32409000
23	0,08	0,00008	60966024	3963161	28357875

0,30 0,31 0,32 0,33 0,34 0,35 0,36 0,37 0,38 0,39 0,40

Объем, м3

# Вариант контролирующей программы, выполненный в среде визуального программирования Lazarus

Уравнение состояния реального газа

Определите по графику отношение давления идеального и реального газов при значении объема  $0,15 \text{ м}^3$ . Ответ округлите до целых.

Используя график, подберите такое значение массы газа, при котором изотермы будут начинаться из одной точки. Ответ округлите до целых и запишите согласно правилам синтаксиса в основных единицах измерения.

Установите соответствие:  
при увеличении температуры (в пределах  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ ) давления реального и идеального газов при фиксированном значении объема и разность между начальными значениями давлений... Ответ запишите в виде последовательности латинских букв и цифр в нижнем регистре и без пробелов.

a — давление реального газа;	1 — не изменяется;
b — давление идеального газа;	2 — увеличивается;
c — разность между начальными значениями давлений;	3 — уменьшается.

Используя команду Сервис/Подбор параметра, определите, какой массы азот ( $T_{кр} = 126 \text{ К}$ ,  $P_{кр} = 3,4 \text{ МПа}$ ) при объеме  $0,2 \text{ м}^3$  и температуре  $-140 \text{ }^\circ\text{C}$  будет оказывать давление  $6 \text{ МПа}$ . Ответ запишите в граммах без единиц измерения. Газ считать реальным.

Компьютерная версия - Курцова Е.Н., МОУ СОШ № 26 г. Владивостока

Оценка:

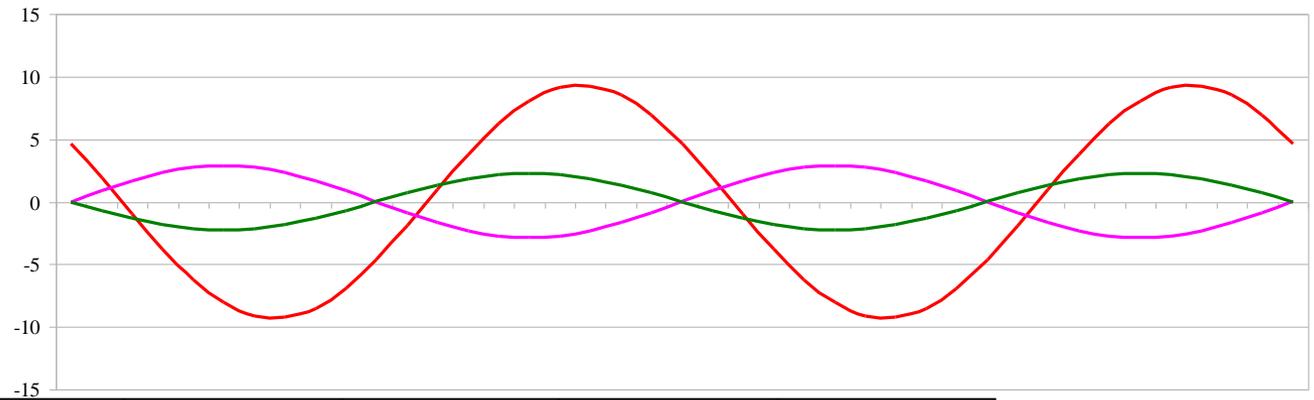
# Переменный ток

## Текст исходной задачи

В цепь колебательного контура, содержащего катушку индуктивностью  $0,2$  Гн и активным сопротивлением  $9,7$  Ом, а также конденсатор емкостью  $40$  мкФ, подключено внешнее переменное напряжение с амплитудным значением  $180$  В и частотой  $314$  рад/с. Определить:

- 1) амплитудное значение силы тока в цепи;
- 2) разность фаз между током и внешним напряжением;
- 3) амплитудное значение напряжения на катушке;
- 4) амплитудное значение напряжения на конденсаторе.

Колебания в цепи переменного тока



	A	B	C	D	E	F
1	<i>Компьютерное моделирование по теме «Переменный ток»</i>					
2						
3	<i>Данные:</i>					
4	Индуктивность катушки, Гн	L	0,2			
5	Емкость конденсатора, Ф	C	0,000040			
6	Активное сопротивление, Ом	R	9,7			
7	Амплитуда внешнего переменного напряжения, В	$U_{\text{max}}$	180			
8	Частота переменного напряжения, рад/с	$\omega$	314,16			
9						
10	<i>Результаты</i>					
11	Индуктивное сопротивление катушки, Ом	$X_L$	62,83			
12	Емкостное сопротивление конденсатора, Ом	$X_C$	79,58			
13	Полное сопротивление колебательного контура, Ом	Z	19,35			
14	Сдвиг фаз между напряжением и силой тока, рад	$\Delta\phi$	-1,05			
15						
16	Время, с	Фаза колебаний, рад	Внешнее переменное напряжение, В	Сила тока в цепи контура (на активном сопротивлении), А	Ток на катушке индуктивности, А	Ток на конденсаторе, А
17	t	$\phi$	U	I	$I_L$	$I_C$
18	0,000	0	180	4,66	0	0
19	0,001	0,31	171,19	1,95	0,89	-0,7

10.1 10.7 11.3 11.9 12.6

В цепь колебательного контура, содержащего последовательно соединенные катушку индуктивностью L, активное сопротивление R, а также конденсатор емкостью C, подключено переменное напряжение с амплитудным значением  $U_{\text{max}}$  и частотой  $\omega$ . Исследуйте данную систему и ответьте на вопросы.

При построении модели требуется учесть, что в случае отрицательного сдвига фаз ток в цепи контура опережает внешнее напряжение на  $\Delta\phi$ , ток на конденсаторе опережает внешнее напряжение на  $\pi/2$ , а ток на катушке индуктивности отстает от внешнего напряжения на  $\pi/2$ .

- 1) Определите градусную меру сдвига фаз между внешним напряжением и силой тока. *(Ответ округлите до целых и запишите с полученным знаком (+ или -) без пробелов и единиц измерения.)*
- 2) Определите по графику значение силы тока в цепи в момент времени, соответствующий фазовому интервалу  $[\pi; 2\pi]$ , когда токи на конденсаторе и катушке индуктивности достигают максимума. *(Ответ округлите до целых и запишите без единиц измерения.)*
- 3) Используя графики, установите соответствие:

При увеличении емкости конденсатора в 3 раза и индуктивности катушки в 2 раза амплитуда колебаний...

a – силы тока в цепи контура;

b – силы тока на катушке индуктивности;

c – силы тока на конденсаторе;

d – напряжения;

1 – увеличивается;

2 – уменьшается;

3 – остается неизменной.

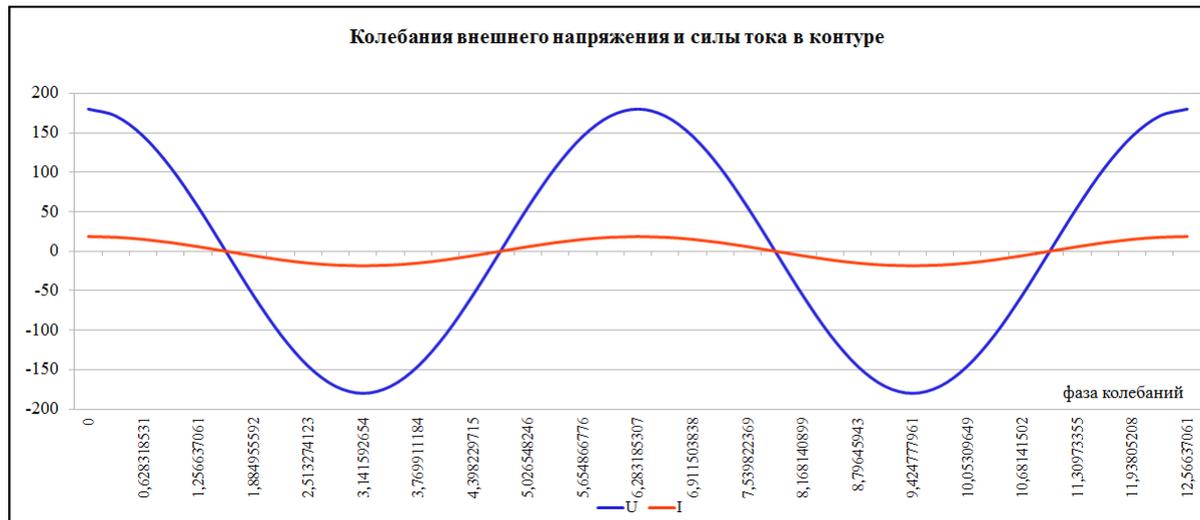
a	b	c	d

*(Ответ запишите в виде последовательности цифр без пробелов и запятых.)*

4) Верните исходные данные.

а) Используя команду *Сервис/Подбор параметра...*, подберите такую индуктивность катушки, чтобы произошел резонанс напряжений (условие равенства индуктивного и емкостного сопротивлений или случай, когда полное сопротивление цепи определяется только активным сопротивлением). (*Ответ округлите до десятых и умножьте на 10.*)

б) Ниже запишите значение фазы колебаний, соответствующее резонансу на промежутке  $(0; 2\pi)$ , определив его по графику Колебаний внешнего напряжения и силы тока в контуре. (*Результат умножьте на 100 и запишите целым числом.*)



# Вариант контролирующей программы, выполненный в среде визуального программирования Lazarus

Переменный ток

Определите градусную меру сдвига фаз между внешним напряжением и силой тока. (Ответ округлите до целых и запишите с полученным знаком (+ или -) без пробелов и единиц измерения.)

Определите по графику значение силы тока в цепи в момент времени, соответствующий фазовому интервалу  $[\pi; 2\pi]$ , когда токи на конденсаторе и катушке индуктивности достигают максимума. (Ответ округлите до целых и запишите без единиц измерения.)

Используя графики, установите соответствие:  
При увеличении емкости конденсатора в 3 раза и индуктивности катушки в 2 раза амплитуда колебаний...

a – силы тока в цепи контура;	1 – увеличивается;
b – силы тока на катушке индуктивности;	2 – уменьшается;
c – силы тока на конденсаторе;	3 – остается неизменной.
d – напряжения;	

(Ответ запишите в виде последовательности цифр без пробелов и запятых.)

а) Используя команду Сервис/Подбор параметра..., подберите такую индуктивность катушки, чтобы произошел резонанс напряжений. (Ответ округлите до десятых и умножьте на 10.)

б) Запишите значение фазы колебаний, соответствующее резонансу на промежутке  $(0; 2\pi)$ , определив его по графику Колебаний внешнего напряжения и силы тока в контуре. (Результат умножьте на 100 и запишите целым числом.)

Компьютерная версия - Кутцова Е.Н., МБОУ "СОШ № 26" г. Владивостока

Оценка:

# Реализация метода моделирования на уроках физики

в среде разработки  
уроков для  
интерактивной доски

**Внимание, эксперимент!**

Компьютерный эксперимент

Домашний эксперимент

Закон сохранения энергии: эксперимент

**Данные:**

Высота, h:	<input type="text" value="0.76"/>	м
Горизонтальная дальность полета, s:	<input type="text" value="0.5"/>	м
Время полета, t:	<input type="text" value="0.4"/>	с

**Считать**

Компьютерная версия -  
Купцова Е.Н. МБОУ  
СОШ № 26  
г.Владивостока

**Выход**

**Результаты:**

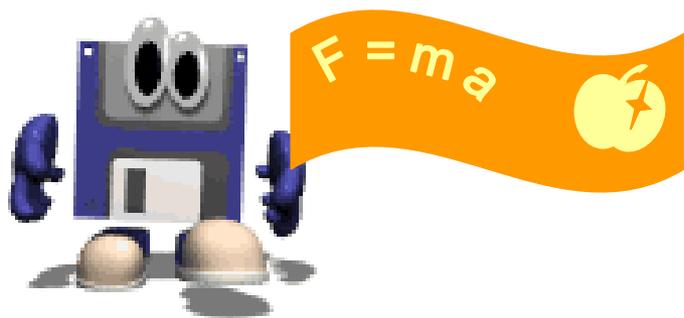
Начальная скорость тела, $V_0$ :	<input type="text" value="1,25"/>	м/с
Конечная скорость тела, V:	<input type="text" value="4,114474"/>	м/с
$E_0 = mgh + \frac{mV_0^2}{2}$ :	<input type="text" value="8,22925"/>	* м, Дж
$E = \frac{mV^2}{2}$ :	<input type="text" value="8,464449"/>	* м, Дж

Полная механическая энергия

Elite Panaboard  
Book

Муниципальное  
бюджетное общеобразовательное учреждение  
«Средняя общеобразовательная школа № 26  
с углубленным изучением иностранных языков  
г. Владивостока»

[mou.school26@gmail.com](mailto:mou.school26@gmail.com),  
[school26@vlc.ru](mailto:school26@vlc.ru)



*Спасибо за внимание!*