

<b><math>V = \text{const}</math></b>	<b>Сравнение режимов вытекания <math>p = \text{const}</math> и <math>V = \text{const}</math></b>
<p style="text-align: center;">График зависимости ускорения «ракеты» от времени</p> <div style="border: 1px solid black; height: 150px; width: 100%;"></div>	<p style="text-align: center;">График зависимости ускорения «ракеты» от времени</p> <div style="border: 1px solid black; height: 150px; width: 100%;"></div>

Из графика:  $a(0) = \underline{\hspace{2cm}} \text{ м/с}^2$

Скорость истечения газа (из графика):  $u =$

$(M_p = \underline{\hspace{1cm}} \text{ кг}, m_{\text{max}} = \underline{\hspace{1cm}} \text{ кг}, V_{\text{max}} = \underline{\hspace{1cm}} \text{ м}^3, S = \underline{\hspace{1cm}} \text{ м}^2)$

**Теоретическое значение скорости истечения газа**

$u =$

$(T = \underline{\hspace{1cm}} \text{ К}, \mu = \underline{\hspace{1cm}} \text{ кг/моль}, S_0 = \underline{\hspace{1cm}} \text{ м}^2, S = \underline{\hspace{1cm}} \text{ м}^2)$

**Теоретическое значение максимальной скорости «ракеты»**

$v_{\text{max}} =$

**Выводы:** \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

## Отчет по лабораторной работе МодМ – 06

### РЕАКТИВНОЕ ДВИЖЕНИЕ

Студент(ка) \_\_\_\_\_ гр. \_\_\_\_\_  
Фамилия И.О.

ДОПУСК	ДАННЫЕ	РЕЗУЛЬТАТЫ
дата, подпись преподавателя	дата, подпись преподавателя	дата, подпись преподавателя

**Цель работы:** изучение реактивного движения как движения тела с переменной массой. Исследование зависимости кинематических характеристик (координаты, скорости, ускорения) прямолинейного реактивного движения в вакууме от массы тела и законов их изменения в процессе движения.

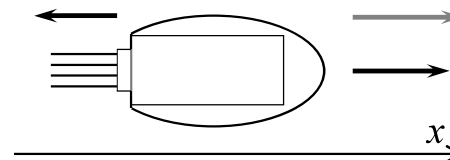
#### Краткое теоретическое содержание работы

Реактивное движение – это \_\_\_\_\_

Движение тела переменной массы описывается на основе \_\_\_\_\_

Уравнение Мещерского в отсутствии внешних сил:

где \_\_\_\_\_



Реактивная сила характеризует \_\_\_\_\_

и равна  $\vec{F}_p =$

При постоянной скорости истечения газа ( $u = \text{const}$ ) скорость прямолинейно движущегося тела равна:

$$u(t) =$$

Формула Циолковского:

где  $u_{\max}$  – \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Скорость истечения газа из цилиндрического сосуда через отверстие (соплю) площадью  $S$

$$u =$$

где \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Зависимость от времени в случае вытекания *при постоянном давлении*:

- массы газа
- скорости ракеты
- ускорения ракеты
- координаты ракеты
- где

Зависимость от времени в случае вытекания *при постоянном объеме*:

- массы газа
- скорости ракеты
- ускорения ракеты
- координаты ракеты
- где

### Рабочие формулы

$$a(0) = \quad \Rightarrow u =$$

$$u_{\max} = \quad \Rightarrow u =$$

при  $\_\_\_ = \text{const}$        $t_{\max} = \quad \Rightarrow u =$

$x, \text{ м}$	$t, \text{ с}$	$u, \text{ м/с}$	$\bar{t}, \text{ с}$	$a, \text{ м/с}^2$	$\bar{t}, \text{ с}$

**Сравнение режимов вытекания «топлива»**  
 Максимальная скорость «ракеты»:  
 при  $p = \text{const}$   
 $u_{\max} = \_\_\_\_\_\_ \text{ м/с}$   
 при  $V = \text{const}$   
 $u_{\max} = \_\_\_\_\_\_ \text{ м/с}$

**$V = \text{const}$**

**График зависимости координат «ракеты» от времени**

**График зависимости скорости «ракеты» от времени**

**Сравнение режимов вытекания  $p = \text{const}$  и  $V = \text{const}$**

**График зависимости координат «ракеты» от времени**

**График зависимости скорости «ракеты» от времени**

## 2. Вытекание при постоянном объеме ( $V = \text{const}$ )

Зависимость кинематических характеристик движения «ракеты» от массы «ракеты» (при  $V = \text{const}$ )

Диаметр сопла:		мм	Площадь сопла:		м <sup>2</sup>
----------------	--	----	----------------	--	----------------

Масса «ракеты»:		кг	Масса «ракеты»:		кг
-----------------	--	----	-----------------	--	----

$x, \text{ м}$	$t, \text{ с}$	$v, \text{ м/с}$	$\bar{t}, \text{ с}$	$a, \text{ м/с}^2$	$\bar{t}, \text{ с}$	$t, \text{ с}$	$v, \text{ м/с}$	$\bar{t}, \text{ с}$	$a, \text{ м/с}^2$	$\bar{t}, \text{ с}$
0,0	0,0000	0,0000	0,0000			0,0000	0,0000	0,0000		

Масса «ракеты»:		кг
-----------------	--	----

$x, \text{ м}$	$t, \text{ с}$	$v, \text{ м/с}$	$\bar{t}, \text{ с}$	$a, \text{ м/с}^2$	$\bar{t}, \text{ с}$
0,0	0,0000	0,0000	0,0000		

## Эксперимент

В данной работе с помощью средств компьютерной графики моделируется реактивное движение «ракеты» в горизонтальном направлении за счет вытекания «топлива» (газа).

Начальные данные

Вариант № \_\_\_\_\_

«Топливо»: газ \_\_\_\_\_

Масса $m_2, \text{ кг}$	Молярная масса $\mu, \text{ г/моль}$	Температура $T, \text{ К}$	Объем $V, \text{ л}$	Давление $p, \text{ атм}$	Длина топливного бака $L, \text{ см}$

Площадь поперечного сечения топливного бака  $S_0 = \text{_____ см}^2$

### 1. Вытекание при постоянном давлении ( $p = \text{const}$ )

Зависимость кинематических характеристик движения «ракеты» от диаметра сопла (при  $p = \text{const}$ )

Масса «ракеты» \_\_\_\_\_

Диаметр сопла:		мм	Диаметр сопла:		мм
Площадь сопла:		м <sup>2</sup>	Площадь сопла:		м <sup>2</sup>

$x, \text{ м}$	$t, \text{ с}$	$v, \text{ м/с}$	$\bar{t}, \text{ с}$	$a, \text{ м/с}^2$	$\bar{t}, \text{ с}$	$t, \text{ с}$	$v, \text{ м/с}$	$\bar{t}, \text{ с}$	$a, \text{ м/с}^2$	$\bar{t}, \text{ с}$
0,0	0,0000	0,0000	0,0000			0,0000	0,0000	0,0000		

$x, \text{ м}$	$t, \text{ с}$	$v, \text{ м/с}$	$\bar{t}, \text{ с}$	$a, \text{ м/с}^2$	$\bar{t}, \text{ с}$	$t, \text{ с}$	$v, \text{ м/с}$	$\bar{t}, \text{ с}$	$a, \text{ м/с}^2$	$\bar{t}, \text{ с}$

$x, \text{ м}$	$t, \text{ с}$	$v, \text{ м/с}$	$\bar{t}, \text{ с}$	$a, \text{ м/с}^2$	$\bar{t}, \text{ с}$

**Вывод:**  
 скорость истечения газа  
 \_\_\_\_\_  
 от массы «ракеты»

<b>Диаметр сопла:</b>		<b>мм</b>	<b>Диаметр сопла:</b>		<b>мм</b>
Площадь сопла:		$\text{м}^2$	Площадь сопла:		$\text{м}^2$

$x, \text{ м}$	$t, \text{ с}$	$v, \text{ м/с}$	$\bar{t}, \text{ с}$	$a, \text{ м/с}^2$	$\bar{t}, \text{ с}$	$t, \text{ с}$	$v, \text{ м/с}$	$\bar{t}, \text{ с}$	$a, \text{ м/с}^2$	$\bar{t}, \text{ с}$
0,0	0,0000	0,0000	0,0000			0,0000	0,0000	0,0000		

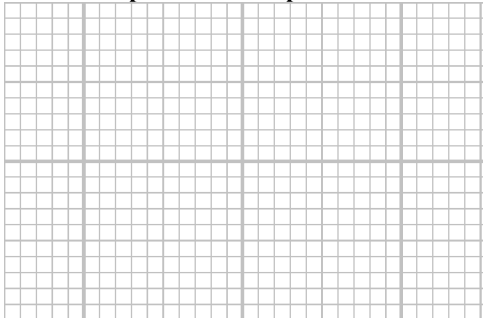
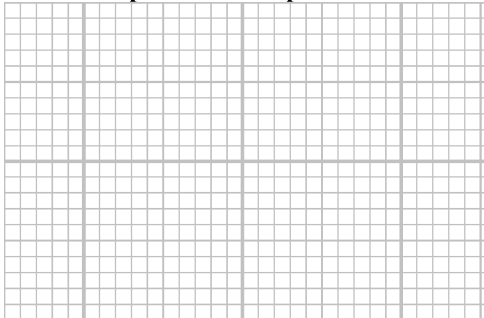
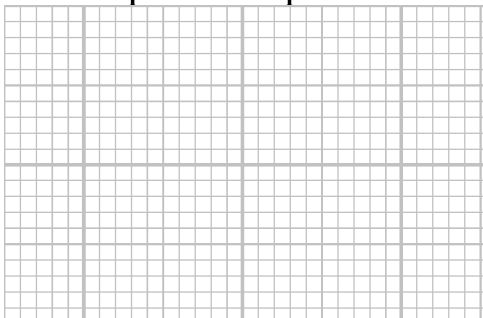
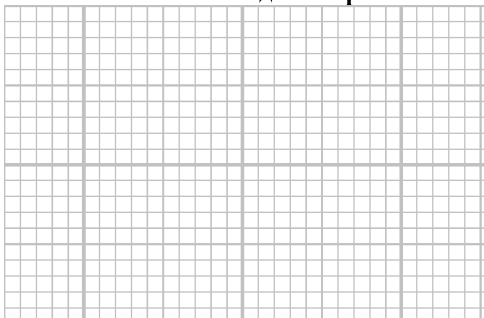
$p = const$

График зависимости координат «ракеты» от времени 	График зависимости скорости «ракеты» от времени 
График зависимости ускорения «ракеты» от времени 	График зависимости максимальной скорости «ракеты» от массы 



$x, \text{ м}$	$t, \text{ с}$	$v, \text{ м/с}$	$\bar{t}, \text{ с}$	$a, \text{ м/с}^2$	$\bar{t}, \text{ с}$

$p = \text{const}$

<b>График зависимости координат «ракеты» от времени</b> 	<b>График зависимости скорости «ракеты» от времени</b> 
<b>График зависимости ускорения «ракеты» от времени</b> 	<b>График зависимости времени истечения газа от диаметра сопла</b> 

**Зависимость кинематических характеристик движения «ракеты» от массы «ракеты» (при  $p = \text{const}$ )**

Диаметр сопла:		мм	Площадь сопла:		$\text{м}^2$
----------------	--	----	----------------	--	--------------

Масса «ракеты»:		кг	Масса «ракеты»:		кг
-----------------	--	----	-----------------	--	----

$x, \text{ м}$	$t, \text{ с}$	$v, \text{ м/с}$	$\bar{t}, \text{ с}$	$a, \text{ м/с}^2$	$\bar{t}, \text{ с}$	$t, \text{ с}$	$v, \text{ м/с}$	$\bar{t}, \text{ с}$	$a, \text{ м/с}^2$	$\bar{t}, \text{ с}$
0,0	0,0000	0,0000	0,0000			0,0000	0,0000	0,0000		

$x, \text{ м}$	$t, \text{ с}$	$v, \text{ м/с}$	$\bar{t}, \text{ с}$	$a, \text{ м/с}^2$	$\bar{t}, \text{ с}$	$t, \text{ с}$	$v, \text{ м/с}$	$\bar{t}, \text{ с}$	$a, \text{ м/с}^2$	$\bar{t}, \text{ с}$

Масса «ракеты»:		кг	Масса «ракеты»:		кг
-----------------	--	----	-----------------	--	----

$x, \text{ м}$	$t, \text{ с}$	$v, \text{ м/с}$	$\bar{t}, \text{ с}$	$a, \text{ м/с}^2$	$\bar{t}, \text{ с}$	$t, \text{ с}$	$v, \text{ м/с}$	$\bar{t}, \text{ с}$	$a, \text{ м/с}^2$	$\bar{t}, \text{ с}$
0,0	0,0000	0,0000	0,0000			0,0000	0,0000	0,0000		