

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства»
(ПГУАС)

ФИЗИКА

Методические указания
к расчетно-графической работе
по направлению подготовки
23.03.01 «Технология транспортных процессов»

Пенза 2016

УДК 53(075)
ББК 22.3я7
Ф50

Рекомендовано Редсоветом университета
Рецензент – кандидат физико-математических
наук, доцент кафедры физики и химии П.П. Мельниченко (ПГУАС)

Физика: метод. указания к расчетно-графической работе по направлению подготовки 23.03.01 «Технология транспортных процессов»/ Т.С. Шмарова. – Пенза: ПГУАС, 2016. – 28 с.

Приведены задания к расчетно-графической работе и рекомендации к ее выполнению.

Методические указания разработаны на кафедре «Физика и химия» с учетом компетентностного подхода к процессу обучения и предназначены для выполнения расчетно-графической работы студентами направления подготовки 23.03.01 «Технология транспортных процессов».

© Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства, 2016
© Шмарова Т.С., 2016

ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящие методические указания разработаны в соответствии с программой курса «Физика» для направления подготовки 23.03.01 «Технология транспортных процессов» и имеют целью совершенствование компетенций как в процессе овладения студентами знаниями о явлениях природы, так и в последующей профессиональной и научной деятельности.

Методические указания содержат задания по основным разделам физики: механике, электричеству и магнетизму, молекулярной физике, термодинамике, оптике и квантовой физике.

Решение задач при выполнении расчетно-графической работы помогает уяснить физический смысл явлений, закрепляет в памяти основные физические законы, прививает навыки практического применения теоретических знаний, знакомит с характерными масштабами явлений и порядками физических величин, встречающихся на практике. Построение функциональных зависимостей физических величин помогает развить навыки работы с графиками, умение работать с масштабом.

Выполнение расчетно-графической работы способствует формированию компетенций:

- **Способность к самоорганизации и самообразованию.**

Показатели достижения заданного уровня освоения компетенции:

знать:

- предмет и историю физики, фундаментальные законы природы;
- основные общие проблемы (особенности организации материи на физическом уровне).

уметь:

- приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии;
- ставить цель, выбирать пути ее достижения и анализировать полученные результаты;
- ставить задачу исследования и решать ее на основе современного программного обеспечения современных персональных компьютеров.

владеть:

- навыками логического, творческого, системного мышления и самостоятельной работы с литературой для поиска информации об отдельных определениях, понятиях и терминах;
- способами решения теоретических и практических типовых и системных задач, связанных с профессиональной деятельностью;
- приемами осуществления экспериментальных исследований с использованием современной аппаратуры и компьютерных средств обработки результатов (в процессе выполнения лабораторных работ).

- **Способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности.**

Показатели достижения заданного уровня освоения компетенции:

знать:

– информационно-коммуникационные технологии, применяемые для решения стандартных задач профессиональной деятельности.

уметь:

– учитывать основные требования информационной безопасности при решении профессиональных задач.

владеть:

– способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности.

- **Способность применять систему фундаментальных знаний (математических, естественнонаучных, инженерных и экономических) для идентификации, формулирования и решения технических и технологических проблем в области технологии, организации, планирования и управления технической и коммерческой эксплуатацией транспортных систем.**

Показатели достижения заданного уровня освоения компетенции:

знать:

– фундаментальные основы естествознания (основные физические явления и основные физические законы в области механики, термодинамики, электричества и магнетизма, оптики и атомной физики);

– границы их применимости;

– применение законов физики в важнейших практических приложениях;

– современные достижения и проблемы естествознания

уметь:

– указывать, какие физические законы описывают данное явление или процесс;

– истолковывать смысл физических величин и понятий;

– объяснить основные наблюдаемые природные и техногенные явления и эффекты с позиций фундаментальных физических взаимодействий;

– работать с приборами и оборудованием в современной физической лаборатории;

– интерпретировать результаты исследований и делать выводы;

– использовать методы физического моделирования, применять методы физико-математического анализа к решению конкретных естественнонаучных и технических проблем.

владеть:

- основными законами физики применительно к проблемам защиты окружающей среды, использования современных методов получения энергии;
- навыками использования физических методов в экспериментальном исследовании окружающей среды;
- приемами правильной эксплуатации основных приборов и оборудования современной физической лаборатории;
- методами обработки и интерпретирования результатов эксперимента;
- приемами использования методов физического моделирования в производственной практике.

1. ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

Вариант задания для каждого студента определяется преподавателем. Числовые значения заданных величин в каждой задаче выбираются студентом из таблицы по номеру варианта.

Студент должен дать полное решение каждой из задач варианта и заполнить сводную таблицу исходных данных и ответов.

Правила оформления расчетно-графической работы:

1. Решение каждой задачи представлять на отдельной странице.
2. Текстовые условия задач записывать обязательно; они могут быть написаны от руки или напечатаны.
3. При оформлении задачи:
 - а) кратко записать её условие;
 - б) выполнить перевод значений физических величин в единицы системы СИ;
 - в) для решения задачи сделать необходимые рисунки;
 - г) вывести расчетную формулу (решить задачу в общем виде);
 - д) подробно выполнить расчеты; при вычислении полученные значения округлять до двух цифр после запятой;
 - е) ответы записать в системе СИ.
4. Графики выполнять на миллиметровой бумаге.

Пример 1. В процессе прямолинейного движения материальной точки ее координата изменяется по закону $x = A + Bt + Ct^2 + Dt^3$. Найдите:

1. Координату в момент времени t_1 .
2. Скорость точки в момент времени t_2 .
3. Ускорение в момент времени t_3 .
4. Среднюю скорость в интервале времени $t_4 - t_2$.
5. Среднее ускорение в интервале времени $t_5 - t_3$.
6. Путь, пройденный точкой в интервале времени $t_4 - t_5$.
7. Постройте графики зависимости координаты, скорости и ускорения от времени.

Таблица 1.1

№ вар	$A, \text{ м}$	$B, \text{ м/с}$	$C, \text{ м/с}^2$	$D, \text{ м/с}^3$	$t_1, \text{ с}$	$t_2, \text{ с}$	$t_3, \text{ с}$	$t_4, \text{ с}$	$t_5, \text{ с}$
1	10	-4	2	1	2	4	6	8	10

Дано:

$$x = A + Bt + Ct^2 + Dt^3$$

$$A = 10 \text{ м}$$

$$B = -4 \text{ м/с}$$

$$C = 2 \text{ м/с}^2$$

$$D = 1 \text{ м/с}^3$$

$$t_1 = 2 \text{ с}$$

$$t_2 = 4 \text{ с}$$

$$t_3 = 6 \text{ с}$$

$$t_4 = 8 \text{ с}$$

$$t_5 = 10 \text{ с}$$

$$x - ?$$

$$v - ?$$

$$a - ?$$

$$S - ?$$

$$v_{\text{cp}} - ?$$

$$a_{\text{cp}} - ?$$

Решение.

1. Координату в момент времени t_1 найдем, подставив это время в заданное уравнение координаты: $x = A + Bt_1 + Ct_1^2 + Dt_1^3$.

2. Скорость – это производная координаты по времени: $v = \frac{dx}{dt} = B + 2Ct + 3Dt^2$. Скорость в момент времени t_2 : $v = B + 2Ct_2 + 3Dt_2^2$.

3. Ускорение – это производная скорости по времени: $a = \frac{dv}{dt} = 2C + 6Dt = 2(C + 3Dt)$. Ускорение в момент времени t_3 : $a = 2(C + 3Dt_3)$.

4. Среднюю скорость можно найти, зная весь пройденный путь и все время движения:

$$v_{\text{cp}} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_4 - x_2}{t_4 - t_2}$$

Подставив координаты в моменты времени t_4 и t_2 , получим:

$$v_{\text{cp}} = \frac{B(t_4 - t_2) + C(t_4^2 - t_2^2) + D(t_4^3 - t_2^3)}{t_4 - t_2}$$

Упростим выражение: $v_{\text{cp}} = B + C(t_4 + t_2) + D(t_4^2 + t_4t_2 + t_2^2)$.

5. Среднее ускорение найдем как изменение скорости за интервал времени к этому интервалу:

$$a_{\text{cp}} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_5 - v_3}{t_5 - t_3} = \frac{2C(t_5 - t_3) + 3D(t_5^2 - t_3^2)}{t_5 - t_3} = 2C + 3D(t_5 + t_3)$$

6. Путь найдем как разность координат в соответствующие моменты времени: $S = |x_5 - x_4| = |B(t_5 - t_4) + C(t_5^2 - t_4^2) + D(t_5^3 - t_4^3)|$.

Расчет: выполним расчеты для варианта 1 (табл. 1.1):

$$1. x = 10 - 4 \cdot 2 + 2 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^3 = 18 \text{ м};$$

$$2. v = -4 + 2 \cdot 2 \cdot 4 + 3 \cdot 1 \cdot 4^2 = 60 \text{ м/с};$$

$$3. a = 2 \cdot (2 + 3 \cdot 1 \cdot 6) = 40 \text{ м/с}^2;$$

$$4. v_{\text{cp}} = -4 + 2 \cdot (8 + 4) + 1 \cdot (8^2 + 8 \cdot 4 + 4^2) = 132 \text{ м/с};$$

$$5. a_{\text{cp}} = 2 \cdot 2 + 3 \cdot 1 \cdot (10 + 6) = 52 \text{ м/с}^2;$$

$$6. S = |-4 \cdot (10 - 8) + 2 \cdot (10^2 - 8^2) + 1 \cdot (10^3 - 8^3)| = 552 \text{ м}.$$

Ответы занесем в сводную таблицу (табл. 1.2).

Таблица 1.2

№ вар	$A, \text{ м}$	$B, \text{ м/с}$	$C, \text{ м/с}^2$	$D, \text{ м/с}^3$	$t_1, \text{ с}$	$t_2, \text{ с}$	$t_3, \text{ с}$	$t_4, \text{ с}$	$t_5, \text{ с}$
1	10	-4	2	1	2	4	6	8	10
$x, \text{ м}$		$v, \text{ м/с}$		$a, \text{ м/с}^2$		$S, \text{ м}$		$v_{\text{ср}}, \text{ м/с}$	
18		60		40		552		132	

7. Построим графики зависимости координаты, скорости и ускорения от времени, пользуясь уравнениями: $x = A + Bt + Ct^2 + Dt^3$ (рис. 1), $v = B + 2Ct + 3Dt^2$ (рис. 2), $a = 2(C + 3Dt)$ (рис. 3).

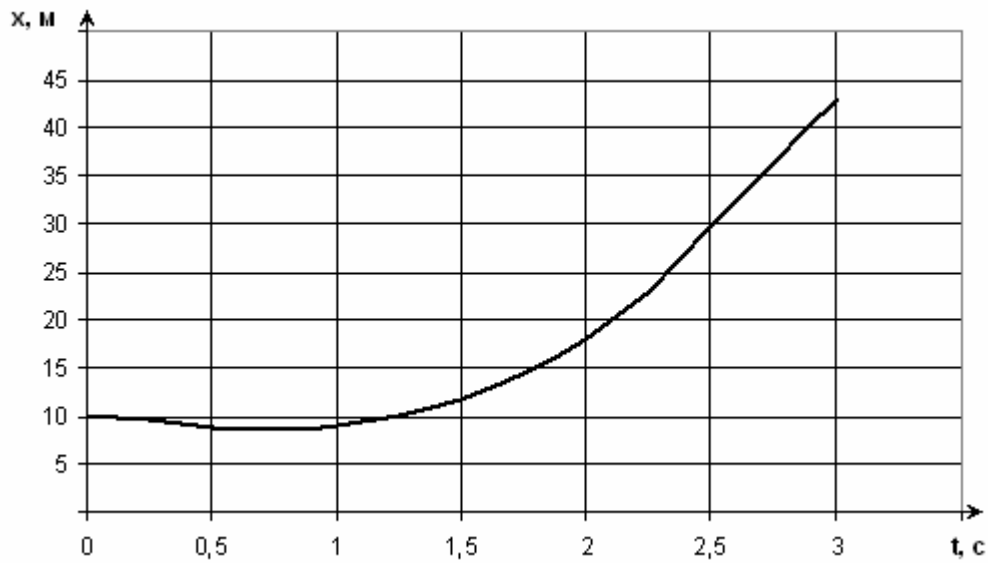


Рис. 1

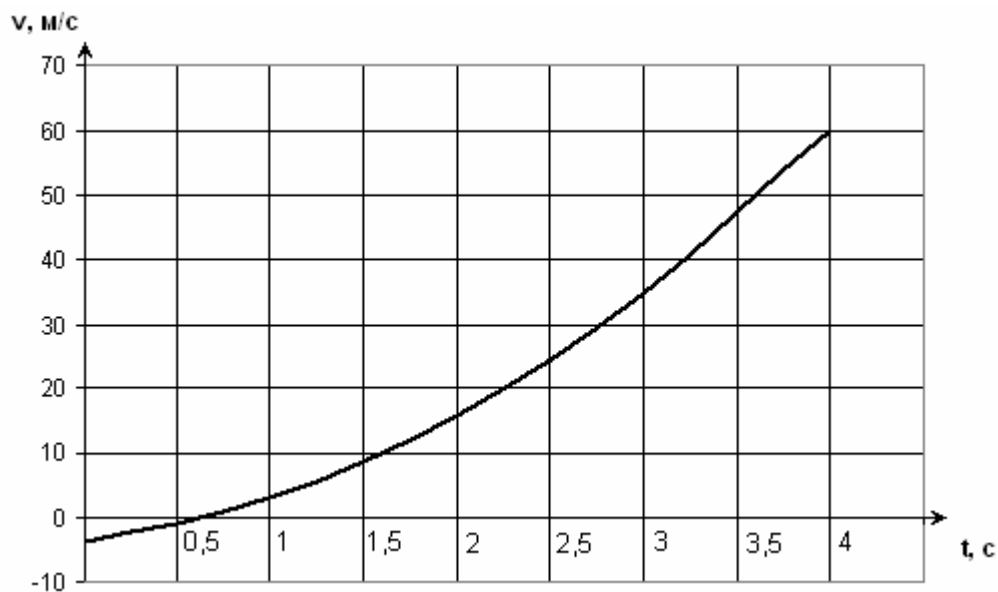


Рис. 2

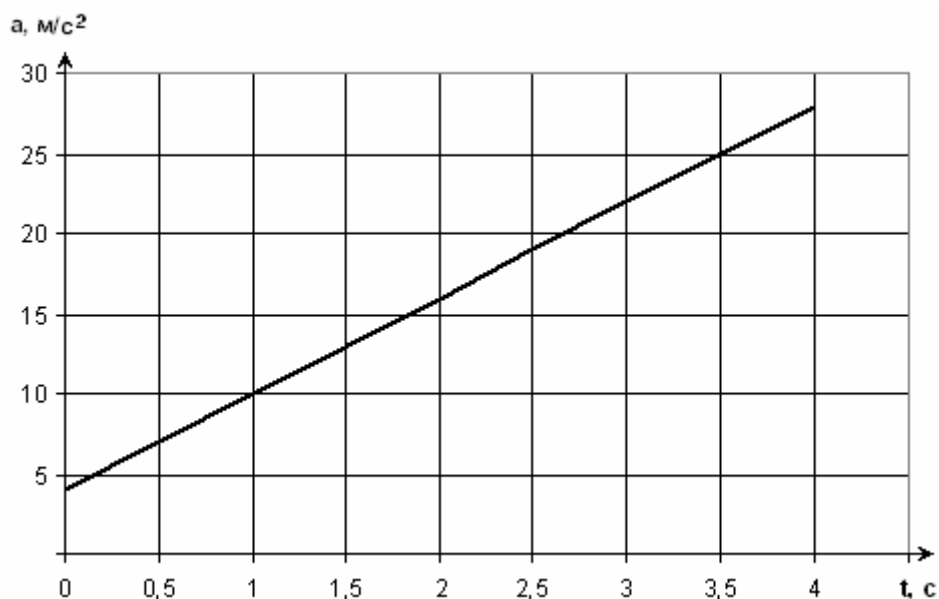


Рис. 3

Пример 2. Точечный заряд q перемещается в электростатическом поле, потенциал которого зависит от координат точки по закону $\varphi = Bx^2 + Cy^2 + Dz^3$. Найдите:

1. Потенциал в точке $M(x_1, y_1, z_1)$.
2. Напряженность поля в точке $N(x_2, y_2, z_2)$.
3. Потенциальную энергию взаимодействия заряда и поля в точке N .
4. Работу поля по перемещению заряда q из точки M в точку N .
5. Работу внешней силы по удалению заряда q из точки M поля в бесконечность.
6. Изменение потенциальной энергии при перемещении заряда q из бесконечности в точку N .

Т а б л и ц а 1.3

№ вар	q , мкКл	B , В/м ²	C , В/м ²	D , В/м ³	x_1 , м	y_1 , м	z_1 , м	x_2 , м	y_2 , м	z_2 , м
1	16	-4	2	5	1	3	6	0	8	1

Дано:

$$\varphi = Bx^2 + Cy^2 + Dz^3$$

$$q = 16 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}$$

$$B = -4 \text{ В/м}^2$$

$$C = 2 \text{ В/м}^2$$

$$D = 5 \text{ В/м}^3$$

$$x_1 = 1 \text{ м}$$

Решение.

1. Потенциал в точке M найдем, подставив ее координаты в заданное выражение для потенциала: $\varphi = Bx_1^2 + Cy_1^2 + Dz_1^3$.
2. Связь напряженности и потенциала: $\vec{E} = -\text{grad } \varphi$. Найдем проекции вектора напряженно-

$y_1=3$ м
 $z_1=6$ м
 $x_2=0$
 $y_2=8$ м
 $z_2=1$ м

сти на оси координат: $E_x = -\frac{\partial\varphi}{\partial x} = -2Bx,$

$$E_y = -\frac{\partial\varphi}{\partial y} = -2Cy, \quad E_z = -\frac{\partial\varphi}{\partial z} = -3Dz^2.$$

Тогда модуль вектора напряженности в точке N равен: $E = \sqrt{E_x^2 + E_y^2 + E_z^2} = \sqrt{4B^2x_2^2 + 4C^2y_2^2 + 9D^2z_2^4}.$

$\varphi - ?$
 $E - ?$
 $W_3 - ?$
 $A_1 - ?$
 $A_2 - ?$
 $\Delta W_3 - ?$

3. Потенциальная энергия взаимодействия заряда и поля равна произведению заряда и потенциала в данной точке: $W_3 = q\varphi = q(Bx_2^2 + Cy_2^2 + Dz_2^3).$

4. Найдем работу поля по перемещению заряда q из точки M в точку N : $A_1 = q(\varphi_M - \varphi_N),$

$$A_1 = q(Bx_1^2 + Cy_1^2 + Dz_1^3 - Bx_2^2 - Cy_2^2 - Dz_2^3).$$

Упростим выражение: $A_1 = q(B(x_1^2 - x_2^2) + C(y_1^2 - y_2^2) + D(z_1^3 - z_2^3)).$

5. Работа внешней силы по удалению заряда q из точки M поля в бесконечность: $A_2 = -\Delta W = W_M - W_\infty = W_M = q\varphi_M = q(Bx_1^2 + Cy_1^2 + Dz_1^3).$

6. Изменение потенциальной энергии при перемещении заряда q из бесконечности в точку N : $\Delta W_3 = W_N - W_\infty = W_N = q\varphi_N = q(Bx_2^2 + Cy_2^2 + Dz_2^3).$

Расчет: выполним расчеты для варианта 1 (табл. 1.3):

- $\varphi = -4 \cdot 1^2 + 2 \cdot 3^2 + 5 \cdot 6^3 = 1094$ В;
- $E = \sqrt{4 \cdot (-4)^2 \cdot 0 + 4 \cdot 2^2 \cdot 8^2 + 9 \cdot 5^2 \cdot 1^4} = 35,3$ В/м;
- $W_3 = 16 \cdot 10^{-6} \cdot (-4 \cdot 0 + 2 \cdot 8^2 + 5 \cdot 1^3) = 0,00213$ Дж;
- $A_1 = 16 \cdot 10^{-6} \cdot (-4 \cdot (1^2 - 0^2) + 2 \cdot (3^2 - 8^2) + 5 \cdot (6^3 - 1^3)) = 0,0154$ Дж;
- $A_2 = 16 \cdot 10^{-6} \cdot (-4 \cdot 1^2 + 2 \cdot 3^2 + 5 \cdot 6^3) = 0,0175$ Дж;
- $\Delta W_3 = 16 \cdot 10^{-6} \cdot (-4 \cdot 0 + 2 \cdot 8^2 + 5 \cdot 1^3) = 0,00213$ Дж;

Ответы занесем в сводную таблицу (табл. 1.4).

Таблица 1.4

№ вар	$q,$ мкКл	$B,$ В/м ²	$C,$ В/м ²	$D,$ В/м ³	$x_1,$ м	$y_1,$ м	$z_1,$ м	$x_2,$ м	$y_2,$ м	$z_2,$ м
1	16	-4	2	5	1	3	6	0	8	1
$\varphi,$ В		$E,$ В/м		$W_3,$ Дж		$A_1,$ Дж		$A_2,$ Дж		$\Delta W_3,$ Дж
1094		35,3		0,00213		0,0154		0,0175		0,00213

Пример 3. Кислород массой m занимает объем V_1 при температуре t_1 . Газ изотермически сжимают до объема V_2 , затем изобарно расширяют до первоначального объема V_1 . Найдите:

1. Работу газа.
2. Изменение внутренней энергии газа.
3. Количество теплоты, полученное газом в процессе.
4. Конечное давление газа.
5. Конечную температуру газа.
6. Постройте график зависимости давления от объема.

Таблица 1.5

№ вар.	m , г	t_1 , °С	V_1 , л	V_2 , л
1	32	17	20	15

Дано:

$M = 32 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$

$m = 32 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$

$t_1 = 17^\circ\text{C}$

$V_1 = 20 \text{ л}$

$V_2 = 2 \text{ л}$

1) $T = \text{const}$

2) $p = \text{const}$

$A - ?$

$\Delta U - ?$

$Q - ?$

$p_2 - ?$

$T_2 - ?$

Решение.

1. Работа газа складывается из двух частей – работы в изотермическом процессе и работы в изобарном процессе (рис. 4):

$$A = A_{12} + A_{23} = \frac{m}{M} RT_1 \ln \frac{V_2}{V_1} + p_2(V_1 - V_2).$$

Из уравнения Менделеева-Клапейрона найдем конечное давление: $p_2 V_2 = \frac{m}{M} RT_1$; $p_2 = \frac{mRT_1}{MV_2}$.

Для работы газа получим:

$$A = \frac{m}{M} RT_1 \left(\ln \frac{V_2}{V_1} + \frac{V_1 - V_2}{V_2} \right).$$

2. Изменение внутренней энергии газа: $\Delta U = \Delta U_{12} + \Delta U_{23}$. В изотермическом процессе изменение внутренней энергии $\Delta U_{12} = 0$.

Тогда: $\Delta U = \Delta U_{23} = \frac{i}{2} \frac{m}{M} R(T_2 - T_1)$, где $i = 5$ – число степеней свободы

двухатомного газа. Процесс 2-3 – изобарный, поэтому: $\frac{V_2}{T_1} = \frac{V_1}{T_2}$. Выразим

отсюда T_2 : $T_2 = \frac{V_1 T_1}{V_2}$. Подставим полу-

ченную температуру в выражение для внутренней энергии:

$$\Delta U = \frac{i}{2} \frac{m}{M} R \left(\frac{V_1 T_1}{V_2} - T_1 \right) = \frac{i}{2} \frac{m}{M} RT_1 \left(\frac{V_1}{V_2} - 1 \right).$$

3. Чтобы найти количество теплоты, воспользуемся первым началом термодинамики: $Q = \Delta U + A$.

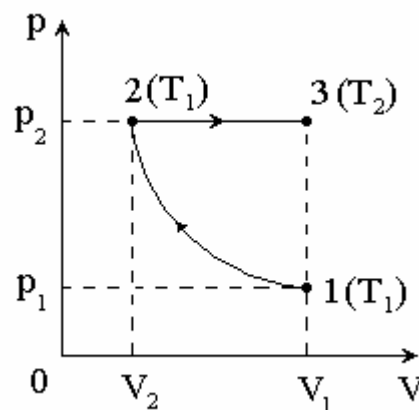


Рис. 4

4. Конечное давление найдем по формуле: $p_2 = \frac{mRT_1}{MV_2}$.

5. Конечную температуру газа найдем по полученной ранее формуле:

$$T_2 = \frac{V_1 T_1}{V_2}.$$

Расчет: выполним расчеты для варианта 1 (табл. 1.5):

$$1. A = \frac{32 \cdot 10^{-3}}{32 \cdot 10^{-3}} \cdot 8,31 \cdot (17 + 273) \cdot \left(\ln \frac{15}{20} + \frac{20-15}{15} \right) = 110 \text{ Дж};$$

$$2. \Delta U = \frac{5}{2} \cdot \frac{32 \cdot 10^{-3}}{32 \cdot 10^{-3}} \cdot 8,31 \cdot (17 + 273) \cdot \left(\frac{20}{15} - 1 \right) = 2008 \text{ Дж};$$

$$3. Q = 2008 + 110 = 2118 \text{ Дж};$$

$$4. p_2 = \frac{32 \cdot 10^{-3} \cdot 8,31 \cdot (17 + 273)}{32 \cdot 10^{-3} \cdot 15 \cdot 10^{-3}} = 160,7 \text{ кПа};$$

$$5. T_2 = \frac{20 \cdot (17 + 273)}{15} = 386,7 \text{ К}.$$

Ответы занесем в сводную таблицу (табл. 1.6).

Таблица 1.6

№ вар.	m , г	t_1 , °С	V_1 , л	V_2 , л
1	32	17	20	15
A , Дж	ΔU , Дж	Q , Дж	p_2 , кПа	T_2 , К
110	2008	2118	160,7	386,7

6. Построим графики процессов (рис. 5).

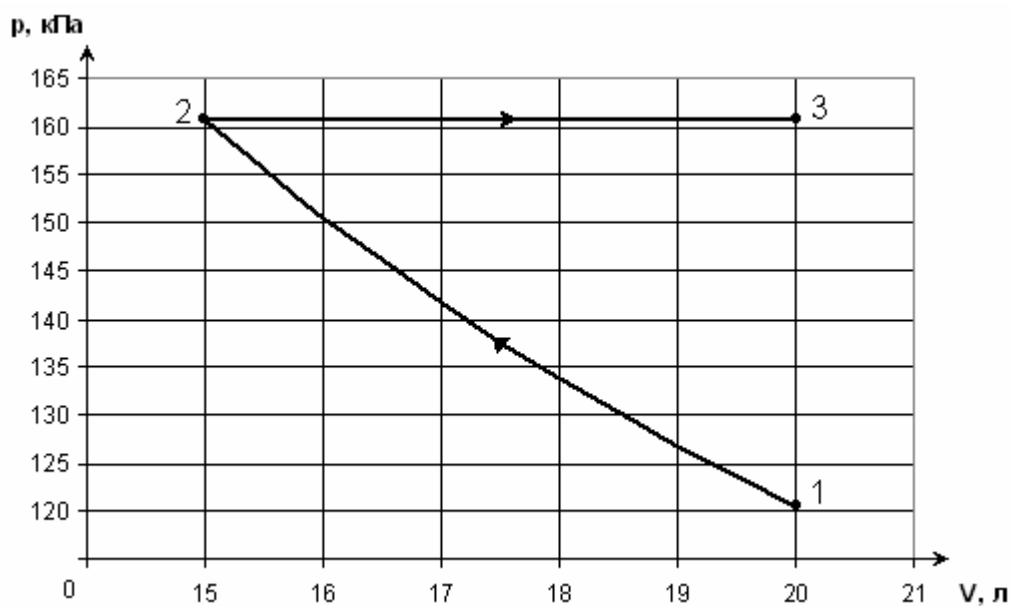


Рис. 5

2. ЗАДАНИЯ К РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЕ

Задача 1. Вагон массой m движется с постоянной скоростью v_0 . В момент времени $t_0 = 0$ на него начинает действовать тормозящая сила, изменяющаяся по закону: $F = F_0 + kt + bt^2$. Найдите:

1. Ускорение вагона в момент времени t_1 .
2. Скорость вагона в момент времени t_2 .
3. Импульс вагона в момент времени t_3 .
4. Изменение импульса вагона в интервале времени $t_3 - t_2$.
5. Путь, пройденный вагоном за время t_4 .
6. Постройте график зависимости импульса вагона от времени.

Т а б л и ц а 2.1

№ вар.	F_0 , кН	k , кН/с	b , кН/с ²	m , т	v_0 , км/ч	t_1 , с	t_2 , с	t_3 , с	t_4 , с
1	10	-4	2	100	36	2	4	6	8
2	20	5	-1	80	18	1	3	5	7
3	40	0	2	24	90	1	2	3	4
4	30	-1	0	16	54	1	3	5	7
5	50	-10	5	40	72	1	2	3	4
6	90	1	0	62	36	2	4	6	8
7	70	0	-5	120	18	1	2	3	4
8	100	2	-4	60	90	1	3	5	7
9	60	6	0	48	54	2	4	6	8
10	80	0	1	50	72	1	3	5	7

Т а б л и ц а 2.2

№ вар.	F_0 , кН	k , кН/с	b , кН/с ²	m , т	v_0 , км/ч	t_1 , с	t_2 , с	t_3 , с	t_4 , с
	a , м/с ²	v , м/с		p , кг·м/с		Δp , кг·м/с		S , м	

Задача 2. На тележку массой m , двигавшуюся с постоянной скоростью v_0 , начинает действовать разгоняющая сила, изменяющаяся по закону: $F = F_0 + kt + bt^2$. Найдите:

1. Работу, совершенную силой к моменту времени t_1 .
2. Кинетическую энергию в момент времени t_2 .
3. Мгновенную мощность в момент времени t_3 .

4. Изменение кинетической энергии в интервале времени $t_3 - t_2$.

5. Путь, пройденный тележкой за время t_3 .

Т а б л и ц а 2.3

№ вар.	F_0 , Н	k , Н/с	b , Н/с ²	m , кг	v_0 , м/с	t_1 , с	t_2 , с	t_3 , с
1	60	-4	2	100	20	2	4	6
2	200	5	-1	480	16	1	3	5
3	140	0	2	240	10	1	2	3
4	80	-1	0	160	24	1	3	5
5	300	-10	5	240	26	1	2	3
6	240	1	0	160	14	2	4	6
7	160	0	-5	120	22	1	2	3
8	300	2	-4	360	18	1	3	5
9	360	6	0	380	12	2	4	6
10	380	0	1	250	28	1	3	5

Т а б л и ц а 2.4

№ вар.	F_0 , Н	k , Н/с	b , Н/с ²	m , кг	v_0 , м/с	t_1 , с	t_2 , с	t_3 , с
	A , Дж	E_k , Дж	N , Вт		ΔE_k , Дж		S , м	

Задача 3. Однородный цилиндр радиусом R и массой m вращающийся с частотой n , начинает останавливаться под действием тормозящего момента внешних сил, изменяющегося по закону $M = A + Bt + Ct^2$. Найдите:

1. Угловое ускорение цилиндра в момент времени t_1 .
2. Угловую скорость в момент времени t_2 .
3. Угол поворота цилиндра в момент времени t_3 .
4. Момент импульса цилиндра в момент времени t_3 .
5. Изменение момента импульса цилиндра в интервале времени $t_3 - t_2$.

Т а б л и ц а 2.5

№ вар.	A , Н·м	B , Н·м/с	C , Н·м/с ²	m , кг	R , м	t_1 , с	t_2 , с	t_3 , с	n , об/мин
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	10	-4	2	10	0,1	2	4	6	300
2	0	5	-2	12	0,2	1	3	5	600
3	20	0	4	20	0,3	1	2	3	900
4	40	5	0	16	0,4	1	3	5	1200

Окончание табл. 2.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5	30	-10	5	32	0,5	1	2	3	1500
6	0	8	0	24	0,6	2	4	6	1800
7	0	0	5	28	0,7	1	2	3	2100
8	0	20	-4	40	0,8	1	3	5	2400
9	50	-5	0	48	0,9	2	4	6	3000
10	60	0	4	50	1,0	1	3	5	3600

Таблица 2.6

№ вар.	A , Н·м	B , Н·м/с	C , Н·м/с ²	m , кг	R , м	t_1 , с	t_2 , с	t_3 , с	n , об/мин
	α , рад/с ²	ω , рад/с		φ_3 , рад		L , кг·м ² /с		ΔL , кг·м ² /с	

Задача 4. Пружина, закрепленная одним концом, под действием внешней силы F_1 растягивается на величину x_1 . Начальное положение пружины соответствует деформации $x_0 = 0$. Найдите:

1. Значение внешней силы F_2 , растягивающей пружину на x_2 .
2. Потенциальную энергию пружины при ее растяжении на x_2 .
3. Изменение потенциальной энергии пружины при растяжении ее от x_1 до x_2 .
4. Работу внешней силы, сжимающей недеформированную пружину на x_3 .
5. Работу внешней силы, дополнительно сжимающей пружину еще на Δx .
6. Работу силы упругости при изменении деформации от x_3 до x_4 .
7. Изменение потенциальной энергии пружины при растяжении ее от x_3 до x_2 .
8. Построить график зависимости потенциальной энергии пружины от величины её деформации.

Таблица 2.7

№ вар.	F_1 , Н	x_1 , см	x_2 , см	x_3 , см	Δx , см
1	2	3	4	5	6
1	16	2	12	1	10
2	48	4	10	2	12
3	32	1	4	2	14
4	64	2	10	1	13
5	80	4	12	3	5
6	16	1	6	5	7

Окончание табл. 2.7

1	2	3	4	5	6
7	80	2	8	2	6
8	32	2	20	1	9
9	48	1	7	4	8
10	64	4	14	1	11

Таблица 2.8

№ вар.		$F_1, \text{Н}$		$x_1, \text{см}$		$x_2, \text{см}$		$x_3, \text{см}$		$\Delta x, \text{см}$	
$F_2, \text{Н}$	$E_{п2}, \text{Дж}$	$\Delta E_{п21}, \text{Дж}$		$A_3, \text{Дж}$		$A_4, \text{Дж}$		$A_{34}, \text{Дж}$		$\Delta E_{п32}, \text{Дж}$	

Задача 5. Расстояние между точечными зарядами q_1 и q_2 равно l . Заряд q_3 размещен на прямой, соединяющей заряды q_1 и q_2 , на расстоянии S от первого заряда. Найдите:

1. Напряженность поля в точке M , лежащей на прямой правее заряда q_2 и удаленной от него на расстояние b .

2. Силу, действующую на заряд q_3 .

3. Силу взаимодействия зарядов q_1 и q_2 .

4. На каком расстоянии d от заряда q_1 находится точка, в которой заряд q_3 будет находиться в равновесии.

5. Потенциал поля в точке N , лежащей на прямой левее заряда q_1 и удаленной от него на расстояние a .

Таблица 2.9

№ вар.	$q_1, \text{мкКл}$	$q_2, \text{мкКл}$	$q_3, \text{нКл}$	$l, \text{м}$	$S, \text{м}$	$a, \text{м}$	$b, \text{м}$
1	6,4	16	480	2	1	5	6
2	80	4,8	320	4	2	4	7
3	1,6	32	64	6	3	3	8
4	8,0	6,4	80	8	4	2	9
5	3,2	80	160	10	5	1	10
6	4,8	1,6	48	2	1	6	5
7	64	8,0	32	4	3	7	4
8	16	3,2	640	6	5	8	3
9	4,8	4,8	800	8	6	9	2
10	32	64	96	10	8	10	1

Таблица 2.10

№ вар.	q_1 , мкКл	q_2 , мкКл	q_3 , нКл	l , м	S , м	a , м	b , м
	E , В/м	F_3 , Н	F_{12} , Н		d , м		φ , В

Задача 6. Плоский конденсатор с пластинами площадью S и расстоянием между пластинами d , заполнен диэлектриком с диэлектрической проницаемостью ε . Пластины подключены к источнику тока, на выходных клеммах которого поддерживается постоянная разность потенциалов $\Delta\phi_0$.

Найдите:

1. Электрическую емкость конденсатора.
2. Заряд конденсатора.
3. Напряженность поля между пластинами.
4. Энергию заряженного конденсатора.
5. Разность потенциалов между пластинами, если конденсатор отключить от источника тока и увеличить расстояние между пластинами в n раз.
6. Количество теплоты, которое выделится в этом процессе.
7. Разность потенциалов, которая установится между пластинами, если конденсатор отключить от источника тока и удалить диэлектрик.

Таблица 2.11

№ вар	d , м	S , м ²	$\Delta\phi_0$, В	ε	n
1	0,002	1	500	6	2
2	0,004	0,2	400	7	4
3	0,006	0,3	300	8	6
4	0,008	0,4	200	2	8
5	0,01	0,5	180	4	10
6	0,002	0,1	360	5	2
7	0,004	0,9	320	4	4
8	0,006	0,7	480	3	6
9	0,008	0,6	240	2	8
10	0,010	0,8	100	7	10

Таблица 2.12

№ вар	d , м	S , м ²	$\Delta\phi_0$, В	ε	n	
C , мкФ	q , мкКл	E , В/м	W_3 , Дж	$\Delta\phi_1$, В	Q , Дж	$\Delta\phi_2$, В

Задача 7. Электрический ток в проводнике сопротивлением R изменяется по закону $I = I_0 + kt + bt^2$. Найдите:

1. Напряжение на концах проводника в момент времени t_1 .
2. Мощность тока в проводнике в момент времени t_2 .
3. Момент времени t_4 , когда ток в проводнике увеличится в n раз.
4. Количество теплоты, выделившейся в проводнике в интервале времени $t_3 - t_2$.
5. Работу тока за время t_1 .
6. Среднюю мощность за время t_1 .
7. Построить график зависимости мощности тока и количества теплоты, выделившейся в проводнике от времени.

Т а б л и ц а 2.13

№ вар.	I_0, A	$k, \text{A/c}$	$b, \text{A/c}^2$	$R, \text{Ом}$	n	$t_1, \text{с}$	$t_2, \text{с}$	$t_3, \text{с}$
1	1	0	0,2	100	4	2	4	6
2	2	3	0	80	3	1	3	5
3	4	0	-0,2	240	0,4	1	2	3
4	3	-1	0	160	0,5	1	3	5
5	5	0	0,5	400	20	1	2	3
6	9	2	0	60	10	2	4	6
7	7	0	-0,1	120	0,8	1	2	3
8	10	-2	0	360	0,2	1	3	5
9	6	1	0	480	5	2	4	6
10	8	0	0,1	50	2	1	3	5

Т а б л и ц а 2.14

№ вар.	I_0, A	$k, \text{A/c}$	$b, \text{A/c}^2$	$R, \text{Ом}$	n	$t_1, \text{с}$	$t_2, \text{с}$	$t_3, \text{с}$
	$U_1, \text{В}$	$P, \text{Вт}$	$t_4, \text{с}$	$Q, \text{Дж}$		$A, \text{Дж}$	$P_{\text{ср}}, \text{Вт}$	

Задача 8. Точка совершает гармонические колебания с начальной фазой φ_0 . В момент времени t_1 , когда смещение точки от положения равновесия x_1 , скорость точки равна v_1 . В момент времени t_2 смещение точки x_2 , а скорость точки равна v_2 . Найдите:

1. Амплитуду колебаний A .
2. Период колебаний T .
3. Ускорение точки в момент времени t_1 .
4. Фазу колебаний в момент времени t_2 .

5. Кинетическую энергию в момент времени t_1 .
6. Потенциальную энергию в момент времени t_2 .
7. Полную механическую энергию колеблющейся точки.

Т а б л и ц а 2.15

№ вар.	x_1 , мм	v_1 , м/с	x_2 , мм	v_2 , м/с	t_1 , с	t_2 , с
1	30	2	50	5	2,25	2,5
2	50	3	80	7	3,7	8
3	100	15	150	25	2,5	5
4	60	8	40	12	10	4
5	30	5	10	6	4	2
6	20	4	25	5	2,8	0,32
7	8	1	6	4	0,32	0,5
8	6	0,5	10	1,5	0,24	0,16
9	0,2	0,2	0,5	2	0,7	0,02
10	0,1	0,5	0,2	0,4	0,5	0,03

Т а б л и ц а 2.16

№ вар.	x_1 , мм	v_1 , м/с	x_2 , мм	v_2 , м/с	t_1 , с	t_2 , с
A , мм	T , с	a_1 , м/с ²	ϕ_2 , рад	E_k , Дж	$E_{п}$, Дж	E_m , Дж

Задача 9. В опыте Юнга параллельные узкие щели освещаются светом с длиной волны λ . Расстояние между источниками света d , а расстояние от источников света до экран равно l . Найдите:

1. Смещение второго максимума относительно центрального.
2. Смещение третьего минимума относительно центрального максимума.
3. Расстояние между первыми яркими полосами на экране.
4. Смещение первого максимума относительно центрального, если между экраном и источниками установить стеклянную пластину с показателем преломления n .

Т а б л и ц а 2.17

№ вар.	λ , нм	d , мм	l , м	n
1	2	3	4	5
1	600	4	3	1,51
2	500	5	2	1,52
3	400	1	1	1,53
4	550	3	5	1,54
5	450	2	4	1,55
6	600	5	5	1,56

Окончание табл. 2.17

1	2	3	4	5
7	500	4	4	1,57
8	400	3	3	1,58
9	550	2	2	1,59
10	450	1	1	1,60

Таблица 2.18

№ вар.	λ , нм	d , мм	l , м	n
	x_2 , м	x_3 , м	Δx , м	x_1 , м

Задача 10. Раскаленная металлическая поверхность площадью S излучает за время t_1 энергию W . Температура поверхности T . Найдите:

1. Мощность излучения Φ_e .
2. Энергетическую светимость M_e .
3. Энергетическую светимость абсолютно черного тела M_e^0 .
4. Какую мощность будет излучать поверхность абсолютно черного тела такой же площади Φ_e^0 ?
5. Отношение энергетической светимости этой поверхности и абсолютно черного тела.
6. Длину волны, на которую приходится максимум спектральной плотности энергетической светимости λ_{\max} .

Таблица 2.19

№ вар	S , м ²	t_1 , мин	W , МДж	T , К
1	6	3	20	1700
2	2	2	2	2600
3	4	10	46	2500
4	1	2	15	3600
5	0,8	1	24	2500
6	2	3	5	1700
7	0,4	4	24	3600
8	4	2	38	2500
9	0,1	4	200	4600
10	0,05	5	100	5500

Т а б л и ц а 2.20

№ вар	$S, \text{ м}^2$	$t_1, \text{ мин}$	$W, \text{ МДж}$		$T, \text{ К}$
$\Phi_e, \text{ Вт}$	$M_e, \text{ Вт/м}^2$	$M_e^0, \text{ Вт/м}^2$	$\Phi_e^0, \text{ Вт}$	k	$\lambda_{\text{max}}, \text{ нм}$

Задача 11. Для классической модели атома водорода по Бору. Найдите:

1. Радиус n -й боровской орбиты.
2. Линейную скорость электрона на ней.
3. Период обращения электрона.
4. Потенциальную энергию взаимодействия электрона и ядра атома.
5. Кинетическую энергию электрона.
6. Длину волны излучения при переходе электрона с n -й на k -ю орбиту.

Т а б л и ц а 2.21

№ вар.	k	n
1	3	4
2	2	5
3	1	3
4	5	8
5	4	5
6	5	6
7	4	8
8	3	5
9	2	4
10	1	5

Т а б л и ц а 2.22

№ вар.		k			n
$R, \text{ м}$	$v, \text{ м/с}$	$T, \text{ с}$	$E_k, \text{ Дж}$	$E_{\text{п}}, \text{ Дж}$	$\lambda, \text{ нм}$

Задача 12. Кислород массой m находится под давлением p_1 при температуре t_1 . Газ нагревают, в результате чего он расширяется при постоянном давлении до объема V_2 . Найдите:

1. Первоначальный объем V_1 .
2. Температуру газа после расширения t_2 .
3. Плотность газа до расширения ρ_1 .
4. Плотность газа после расширения ρ_2 .
5. Число молекул N газа.

Таблица 2.23

№ вар	m , г	t_1 , °С	p_1 , кПа	V_2 , л
1	32	17	100	20
2	160	27	500	100
3	64	37	250	50
4	640	47	1000	500
5	96	117	400	80
6	16	127	120	40
7	320	-13	1200	400
8	48	-23	500	50
9	480	-33	1800	600
10	80	-43	800	280

Таблица 2.24

№ вар	m , г	t_1 , °С	p_1 , кПа	V_2 , л
V_1 , л	t_2 , °С	ρ_1 , кг/м ³	ρ_2 , кг/м ³	N

Задача 13. В баллоне находится кислород массой m_1 и азот массой m_2 . Смесь газов находится под давлением $p_{см}$, при температуре t_1 . Найдите:

1. Плотность смеси газов ρ .
2. Парциальное давление кислорода p_1 .
3. Парциальное давление азота p_2 .
4. Концентрацию молекул кислорода n_1 в баллоне.
5. Число молекул азота N_2 в баллоне.

Таблица 2.25

№ вар.	m_1 , г	m_2 , г	$p_{см}$, кПа	t_1 , °С
1	16	28	300	17
2	32	56	800	27
3	320	140	500	37
4	48	14	200	47
5	64	28	800	117
6	160	84	100	127
7	96	42	500	137
8	32	14	400	-23
9	64	42	120	-33
10	80	56	160	-43

Т а б л и ц а 2.26

№ вар.	$m_1, \text{Г}$	$m_2, \text{Г}$	$p_{\text{см}}, \text{кПа}$	$t_1, \text{°С}$
$\rho, \text{г/см}^3$	$p_1, \text{кПа}$	$p_2, \text{кПа}$	$n_1, 1/\text{М}^3$	N_2

Задача 14. Идеальный n -атомный газ в количестве ν моль находится под давлением p_1 . Газ расширяется от объема V_1 до объема V_2 , так, что его параметры состояния связаны уравнением $pV^2 = \text{const}$. Найдите:

1. Работу газа.
2. Изменение внутренней энергии газа.
3. Количество теплоты, полученное газом в процессе.
4. Конечное давление газа.
5. Конечную температуру газа.
6. Постройте график зависимости давления от объема.

Т а б л и ц а 2.27

№ вар.	n	$\nu, \text{кмоль}$	$p_1, \text{кПа}$	$V_1, \text{м}^3$	$V_2, \text{м}^3$
1	1	2	300	20	200
2	2	16	800	50	400
3	3	4	500	5	150
4	2	6	200	100	500
5	1	10	800	12	480
6	1	1	100	40	240
7	2	3	500	4	400
8	3	2	400	50	450
9	2	8	120	8	560
10	1	4	160	80	800

Т а б л и ц а 2.28

№ вар.	n	$\nu, \text{кмоль}$	$p_1, \text{кПа}$	$V_1, \text{м}^3$	$V_2, \text{м}^3$
$A, \text{Дж}$	$\Delta U, \text{Дж}$	$Q, \text{Дж}$	$p_2, \text{кПа}$		$T_2, \text{К}$

Задача 15. Азот массой m занимает объем V_1 при температуре t_1 . Газ изохорно нагревается до температуры t_2 , затем изотермически расширяется до объема V_2 . Найдите:

1. Работу газа.
2. Изменение внутренней энергии газа.
3. Количество теплоты, полученное газом в процессе.

4. Изменение энтропии ΔS газа.

5. Постройте график зависимости давления от объема.

Т а б л и ц а 2.29

№ вар	m , г	t_1 , °С	V_1 , л	t_2 , °С	V_2 , л
1	28	17	2	167	20
2	140	27	10	177	50
3	112	37	5	187	25
4	840	47	50	197	100
5	56	117	8	317	40
6	14	127	4	327	12
7	420	137	4	337	24
8	98	-23	5	267	50
9	560	-33	16	277	80
10	280	-43	8	287	48

Т а б л и ц а 2.30

№ вар	m , г	t_1 , °С	V_1 , л	t_2 , °С	V_2 , л
A , Дж	ΔU , Дж		Q , Дж		ΔS , Дж/К

3. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

Оценка «отлично» ставится, если работа выполнена полностью без ошибок; для решения задач выбраны рациональные способы; грамотно выполнены рисунки и графики, правильно применены физические законы; решение задач сделано в общем виде; приведены необходимые математические преобразования и расчеты.

Оценка «хорошо» ставится, если работа выполнена полностью; при решении задач правильно применены физические законы; но допущены неточности в построении графиков, не указаны или записаны неверно единицы измерения величин.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если правильно выполнено не менее 2/3 всей работы; правильно применены физические законы, но отсутствуют решения задач в общем виде, т.е. в буквенных обозначениях; имеются неточности в построении графиков; не указаны или записаны неверно единицы измерения величин.

Если правильно выполнено менее 2/3 всей работы, то работа возвращается студенту для исправления.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература

1. Трофимова, Т.И. Курс физики [Текст] / Т.И. Трофимова. – М.: Издательский центр «Академия», 2014.
2. Савельев, И.В. Курс общей физики [Текст]: в 3 т. / И.В. Савельев. – М.: КноРус, 2012.
3. Касаткина, И.Л. Физика. Справочник по основным формулам общей физики [Текст] / И.Л. Касаткина. – Ростов: Феникс, 2016. – 288с.

Дополнительная литература

1. Трофимова, Т.И. Сборник задач по курсу физики с решениями [Текст] / Т.И. Трофимова, З.Г. Павлова. – М.: Абрис, 2012
2. Никеров, В.А. Механика и молекулярная физика [Текст] / В.А. Никеров – М.: Дашков и К, 2012.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Трофимова, Т.И. Курс физики [Текст] / Т.И. Трофимова. – М.: КноРус, 2015. – 592 с.
2. Трофимова, Т.И. Сборник задач по курсу физики с решениями [Текст] / Т.И. Трофимова, З.Г. Павлова. – М.: Абрис, 2012. – 312 с.
3. Калашников, Н.П. Графические методы решения задач по молекулярно-кинетической теории и термодинамике идеальных газов [Текст] / Н.П. Калашников, В.П. Красин. – СПб.: Лань, 2011. – 192 с.
4. Миронова, Г.А. Молекулярная физика в вопросах и задачах [Текст] / Г.А. Миронова, Н.Н. Брандт, А.М. Салецкий. – СПб.: Лань, 2012. – 352 с.
5. Брандт, Н.Н. Электростатика в вопросах и задачах [Текст] / Н.Н. Брандт, Г.А. Миронова, А.М. Салецкий. – СПб.: Лань, 2011. – 288 с.
6. Крамм, М.Н. Сборник задач по основам электродинамики [Текст] / М.Н. Крамм. – СПб.: Лань, 2011. – 256 с.

О Г Л А В Л Е Н И Е

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
1. ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ.....	6
2. ЗАДАНИЯ К РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЕ.....	13
3. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ.....	24
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	25
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	26

Учебное издание

Шмарова Татьяна Сергеевна

ФИЗИКА

Методические указания к расчетно-графической работе
по направлению подготовки 23.03.01 «Технология транспортных
процессов»

В авторской редакции
Верстка Н.А. Сазонова

Подписано в печать 17.08.16. Формат 60×84/16.
Бумага офисная «Снегурочка». Печать на ризографе.
Усл. печ. л. 1,63. Уч.-изд. л. 1,75. Тираж 80 экз.
Заказ № 482.

Издательство ПГУАС.
440028, г.Пенза, ул. Г.Титова, 28