

МАМАЕВА И.А.

**ФИЗИКА. МЕХАНИКА.
МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ
РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ**

КАРАБАЕВО

2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	5
1. Общие рекомендации	6
1.1. Структура задания.....	9
1.2. Правила оформления	9
1.3. Требования к защите.....	11
2. Практические задания	12
2.1. Исследование криволинейного движения материальной точки (кинематика).....	12
2.2. Исследуем вращение твердого тела (кинематика)	24
2.3. Исследуем поступательное движение твердого тела (кинематика и динамика)	30
2.4. Исследуем вращательное движение твердого тела (динамика).....	34
2.5. Исследуем движения связанных тел (кинематика и динамика)	39
2.6. Исследуем равновесие тела (статика)	41
3. Теоретические задания	42
3.1. Определение центра масс плоского тела.....	42
3.2. Абсолютно упругое и абсолютно неупругое соударения.....	42
Список рекомендуемых источников.....	43
Приложение	44

ВВЕДЕНИЕ

Название расчетно-графическая работа (РГР) пришло в физику из математических дисциплин, где выполнение подобных индивидуальных работ предусматривает проведение математических операций (расчетов), построение графиков функций и исследование их. Для физики подобная работа должна была бы получить название «самостоятельное решение комплекса задач по физике» или «самостоятельное практическое исследование физических явлений». Оставим название «расчетно-графическая работа (РГР) по физике» с пониманием, что акцент при выполнении РГР необходимо сделать не только на математических расчетах, но и на анализе физических явлений и законов, методов решения задач, а также на результатах вычислений физических величин.

Задания в РГР по физике сформированы в соответствии с содержанием рабочей программы дисциплины «Физика». В первой части методических указаний содержатся индивидуальные задания к РГР по разделу «Механика», во второй части – индивидуальные задания по разделам «Колебания» и «Волны», во всех частях приведен методический материал, помогающий самостоятельно выполнить задания.

В помощь студенту в методических указаниях представлены:

1) специально разработанная таблица-подсказка, позволяющая обобщить типы решаемых задач, определить, какие методы и законы могут быть применены к решению задач, какие темы учебных занятий содержат примеры решения подобных задач; 2) *специальные предложения-подсказки, набранные курсивом*, которые указывают, какие действия приводят к результату, они расположены непосредственно под текстом задания; 3) планы конспектов.

Методические указания для выполнения РГР предназначены для студентов инженерно-технологического факультета направления подготовки 35.03.06, профили «Технические системы в агробизнесе», «Технологии оборудования для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции» и «Технический сервис в АПК» очной и заочной форм обучения.

1. ОБЩИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Выполнение РГР по физике учит применять физические законы к решению типовых физических задач, формирует навык проводить математические операции (расчеты), анализировать получаемые в ходе решения задач результаты, строить графики и анализировать их.

Рекомендация №1 – определяем о каком явлении идет речь и каким образом будем его представлять (аналитически и(или) графически).

Определите, о каком явлении идет речь в задании и какими будут физические законы, которые отражают закономерности движения. Обратите внимание, что изменение состояния физического объекта может быть описано в аналитическом и(или) графическом видах. Если решаем задачу в аналитическом виде — получаем уравнения и анализируем их, если в графическом виде — строим графики и анализируем их. Существуют особенности каждого из этих подходов:

- аналитическое представление физических зависимостей (формула) позволяет находить оптимальные и граничные условия протекания процесса, определять искомые величины в рассматриваемые моменты времени в рассматриваемой точке пространства и др.;
- графическое представление физических зависимостей (график) позволяет делать интересные выводы и заключения, которые не всегда можно обнаружить в математических формулах, определять искомые величины не только в определенные моменты времени в определенной точке пространства, но и наглядно отражает изменение состояния физического объекта во времени и в пространстве и др.

Рекомендация №2 – изучаем конспект лекций и практических занятий.

Для того, чтобы выполнить задания РГР необходимо:

1. Прочитать конспект лекции, на которой рассматривались физические понятия и законы, соответствующие тематике задачи. Изучить физическое явление, его законы и понятия, необходимые для описания явления.
2. Решить или разобрать примеры решения задач данной тематики, используя подобные задачи на практическом занятии. Изучить метод решения задач данного класса.
3. Приступить к самостоятельному решению индивидуальной задачи.

Этот процесс можно представить такой цепочкой:

«ЛЕКЦИЯ → ПРАКТИКА (МЕТОД + ПРИМЕР) → РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ»

Приведем пример.

1. Предварительным шагом к решению задач раздела «Механика» является поиск ответа на вопросы, о каком явлении идет речь в ней (поступательное или вращательное движение совершает твердое тело), какие методы (обобщенные подходы) можно использовать для ее решения (законы кинематики поступательного или вращательного движения, второй закон Ньютона, основной закон динамики вращательного движения, закон сохранения энергии или др.). Путеводителем в этом процессе может стать специальная таблица-подсказка (см.табл. 1).
2. Если само явление или его законы не понятны, необходимо вернуться «на шаг назад»:
 - a. изучить явление по материалам лекций и(или) учебника,
 - b. внимательно прочитать методы решения задач (обобщенные подходы к решению),
 - c. разобрать примеры решения аналогичных задач по материалам практических занятий,
 - d. приступить к самостоятельному решению индивидуальной задачи.

Рекомендация №3 – используем подсказки, расположенные в каждом задании.

В помощь, чтобы выполнить задание (решить задачу), в каждом пункте исследования движения приведены методические подсказки, уточняющие требование задачи или детально расписывающие шаги, которые необходимо сделать, чтобы получить ответ или выполнить расчет. Подсказки указаны с помощью букв А, Б, В и т.д.

Таблица 1. Подсказки к решению задач РГР

Задача	Предмет исследования в задаче	Номер и тема практических занятий	Методы решения задач
Задача 1	Криволинейное движение материальной точки – кинематические характеристики движения	1. Криволинейное движение материальной точки – кинематические характеристики и уравнения движения	Обобщенный подход к исследованию движения материальной точки и движения твердого тела в кинематике. Алгоритм применения законов (уравнений) движения в случае, если закон движения задан или не задан
Задача 2	Криволинейное движение материальной точки – законы (уравнения) движения в кинематике		
Задача 3	Вращательное движение тел – кинематические характеристики движения		
Задача 4	Вращательное движение тела – законы (уравнения) движения в кинематике		
Задача 5	Поступательное движение тел – законы Ньютона. Силы в механике	3. Поступательное движение тел – 2-й закон Ньютона	Алгоритм применения 2-го закона Ньютона
Задача 5	Кинетическая энергия, работа и теорема об изменении кинетической энергии. Потенциальная энергия и закон сохранения механической энергии	4. Поступательное движение тел – теорема об изменении кинетической энергии и закон сохранения механической энергии	Обобщенный подход к исследованию энергий механических состояний
Задача 6	Момент силы. Момент инерции тел. Основной закон динамики вращательного движения. Теорема об изменении кинетической энергии	5. Вращательное движение тел – основной закон динамики вращательного движения и теорема об изменении кинетической энергии	Алгоритм применения основного закона динамики вращательного движения. Обобщенный подход к исследованию энергий механических состояний
Задача 7	Связанное движение тел		
Задача 8	Равновесие тел – условия равновесия тел	6. Равновесие тел — условия равновесия тел	Обобщенный подход к исследованию равновесия тела

Примечание. Если Вы не сможете применить данную таблицу-подсказку к решению задачи — обратитесь за консультацией к преподавателю.

1.1. Структура задания

В расчетно-графической работе — два вида заданий.

Первый вид заданий — *восемь индивидуальных задач* для самостоятельного решения. Это задачи, цель которых – научить применять физические законы к практическим исследованиям явлений. В них мы определяем значения величин, строим графики с указанием масштабов явления и др.

Второй вид заданий — *два теоретических задания*, требующие подготовки конспектов. Подготовка конспектов позволяет увидеть, как применяются физические законы в теоретическом исследовании явлений. При составлении конспекта необходимо обратить внимание на метод исследования явления. Как правило, в конспекте отражаются по плану следующие моменты:

- 1) модель явления («механизм» протекания явления), условия его возникновения;
- 2) величины, которые используют для описания явления;
- 3) законы и закономерности явления;
- 4) применение законов к исследованию явления, практические выводы.

Для составления конспектов рекомендуется использовать литературу: Детлаф А.А., Яворский Б.М. Курс физики. — М. : Высшая школа, 2015.

1.2. Правила оформления

РГР должна выполняться студентами самостоятельно по вариантам. Номер варианта — это номер студента в журнале группы. Работа должна быть выполнена на листах формата А4. Образец титульного листа приведен в приложении.

Второй страницей РГР должна быть страница заданий. Образец страницы заданий на примере 7-го варианта 1-й группы приведен в приложении 2.

Задачи в работе следует располагать строго по порядку, не переписывая условие, а только делая его краткую запись. Ниже приведен пример оформления задачи. Схема моделирования решения учит выбирать метод решения задачи, она изображается по желанию.

Образец оформления задачи

Задача №1

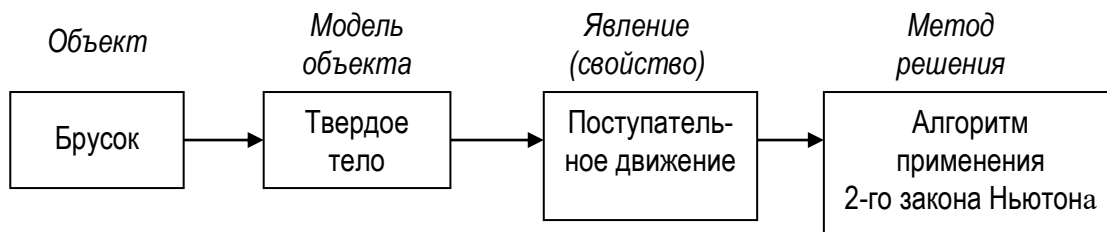


Схема моделирования решения

$m = 4 \text{ кг}$
$\alpha = 30^\circ$
$F_{\text{тр}} = 10 \text{ Н}$
$a = ?$

Решение:

Ответ:

Решение задач следует излагать подробно. Все записи должны быть аккуратными, четкими и разборчивыми.

Графики должны быть построены с использованием масштабной сетки.

Страницы нумеруются. Рисункам и графикам желательно присвоить сквозную нумерацию.

Взаимное расположение конспектов и задач — произвольное:

- 1) конспекты и задачи;
- 2) задачи и конспекты.

Таким образом, в РГР должно быть:

- Титульный лист.
- Лист заданий.
- Решения практических задач с обязательным представлением краткого условия и требований, желательно представить схемы моделирования решения задачи. В конце решения обязательно должен быть представлен ответ к задаче.

- Графики в тех задачах, где требуется их построить (обязательны).
- Конспекты по самостоятельно изучаемым темам.

Обратите внимание, что удовлетворительная оценка может быть получена в том случае, если студент покажет понимание решения задач на базовом уровне, для этого необходимо представить:

- 1) решение задачи № 1 по пунктам 1, 2, 3, 5, построение всех графиков, кроме графика уравнения траектории;
- 2) решение задачи № 3 по пунктам 1, 2, 4;
- 4) решение задачи № 4 полностью;
- 5) решение задачи № 5 по пунктам 1, 4, 5;
- 6) решение задачи № 6 по пунктам 1, 4;

7) решение задачи № 7 полностью;

8) решение задачи № 8 полностью.

Кроме задач необходимо ответить на первые три вопроса конспекта.

1.3. Требования к защите

Выполненная работа защищается во внеурочное время (баллы и дата защиты отражены в рейтинг-плане). Защита проходит в форме устного собеседования. За РГР выставляется одна оценка.

При защите РГР необходимо продемонстрировать:

- 1) *умение* объяснять, о каком явлении идет речь в задаче или конспекте, пояснять методы (общие подходы) решения задач (какие законы помогают исследовать явления, как и в каком порядке они используются при решении задач), а также умение анализировать результаты решения, представленные в аналитическом и/или графическом виде.
- 2) *знание* законов (математической записи, физического смысла, формулировки), которые легли в основу метода решения конкретной задачи, знание определений величин, используемых в решении задачи, а также уравнений связи между ними.

Для успешного ответа на вопросы при подготовке к защите необходимо понять, в чем заключается рассматриваемое в задаче или конспекте явление, в чем его особенности, выучить законы, на основе которых решаются задачи, разобрать и понять методы решения задач.

2. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ

2.1. Исследование криволинейного движения материальной точки (кинематика)

Задача № 1¹. Движение материальной точки (MT) в плоскости подчиняется закону или законам, представленным в таблицах 2-6. Исследуйте криволинейное движение материальной точки и проанализируйте результаты исследования.

Требуется определить:

1. Уравнение движения в векторной форме или в проекциях.

А. Если задан закон изменения радиус-вектора MT по времени $r(t)$, то запишите зависимости его проекций от времени $x(t)$ и $y(t)$. Если заданы зависимости проекций радиус-вектора от времени $x(t)$ и $y(t)$, то запишите закон изменения радиус-вектора по времени $r(t)$.

Б. Зависимость модуля перемещения MT от времени $r(t)$ определяется с помощью корня квадратного из суммы квадратов проекций перемещения в направлениях координатных осей.

2. Вектор и модуль скорости.

А. Зависимость вектора скорости $v(t)$ MT от времени определяется с помощью производной от вектора перемещения.

Б. Зависимость модуля скорости $v(t)$ MT от времени определяется с помощью корня квадратного из суммы квадратов проекций скорости в направлениях координатных осей.

3. Вектор и модуль ускорения.

А. Зависимость вектора ускорения $a(t)$ MT от времени определяется с помощью производной от вектора скорости.

Б. Зависимость модуля ускорения $a(t)$ MT от времени определяется с помощью корня квадратного из суммы квадратов проекций ускорения в направлениях координатных осей.

4. Уравнение траектории движения MT .

А. Определить зависимость $y(x)$ или $x(y)$ можно, используя прием исключения параметра t (времени).

5. Кинематические величины в момент времени t_1 (исходные данные в таблице 2).

А. Координаты MT и радиус-вектор MT в момент времени t_1 определяются простой подстановкой значения времени в уравнения (в пунктах Б-Г также).

Б. Определяем проекции вектора скорости MT в момент времени t_1 и скорость MT в момент времени t_1 .

В. Определяем проекции вектора ускорения MT в момент времени t_1 и ускорение MT в момент времени t_1 .

¹ Физический объект — одинаковый для всех студентов. Практические данные — индивидуальные для студента. Требования задачи — общие для всех студентов.

6. Кинематические характеристики движения МТ за время от t_1 до t_2 .

А. Перемещение и модуль перемещения MT за время от t_1 до t_2 определяются строгим использованием формул-определений кинематических величин, потребуется определить некоторые величины в момент времени t_2 , в момент времени t_1 кинематические величины определены.

Б. Средняя скорость $\langle v \rangle$ MT за время от t_1 до t_2 и ее модуль определяются строгим использованием формул-определений средних значений кинематических величин, потребуется определить радиус-вектор в заданные моменты времени, определить перемещение (разность радиус-векторов) и разделить ее на заданный промежуток времени (разность заданных значений времени).

В. Среднее ускорение $\langle a \rangle$ MT за время от t_1 до t_2 и его модуль определяются строгим использованием формул-определений средних значений кинематических величин, потребуется определить скорость в два заданных момента времени, определить приращение скорости (разность этих скоростей) и разделить его на заданный промежуток времени (разность заданных значений времени).

7. Исследуйте движение МТ с помощью графиков. Графики необходимо построить на миллиметровой бумаге или на разлинованном листе белой бумаги, на каждом графике необходимо указать уравнение, для которого построен график, обозначения осей, масштаб. Строим следующие графики:

А. Необходимо построить графики движения МТ $r(t)$, $v(t)$, $a(t)$.

Б. Необходимо построить график траектории движения МТ $y(x)$ или $x(y)$.

В. На графике траектории движения в момент времени t_1 изобразите в выбранном самостоятельно масштабе вектор скорости и его проекции МТ (можно одним цветом), в момент времени t_2 вектор ускорения МТ и его проекции (можно другим цветом).

8. Охарактеризуйте исследуемое движение МТ:

А. Укажите, криволинейное или прямолинейное это движение (подскажет вид траектории).

Б. Укажите, равномерное, равноускоренное, равнопеременное или с переменными скоростью и ускорением (докажите это с помощью графиков или уравнений движения, обратите внимание на вид зависимости законов движения от времени). Опишите, какое движение MT совершает в горизонтальном и вертикальном направлениях (докажите это с помощью графиков или уравнений движения, обратите внимание на вид зависимости законов движения от времени в проекциях на выбранные оси координат).

9. Определите путь движения МТ (задание не обязательное):

А. Путь S за время от t_1 до t_2 графически вычисляют по площади под интегральной кривой, аналитически с помощью интегрирования зависимости скорости от времени.

Таблица 2. Исходные данные к задаче 1 для 1-й группы

№ варианта	Уравнения	t_1, c	t_2, c	№ варианта	Уравнение	t_1, c	t_2, c
1-я группа							
1	$\begin{cases} x = 1 \cdot t^2, \\ y = 1 \cdot t^2 \end{cases}$	1	4	2	$\vec{r} = t\vec{i} + t\vec{j}$	2	10
3	$\begin{cases} x = 1 \cdot t, \\ y = 1 \cdot t(1+t) \end{cases}$	0	20	4	$\vec{r} = t\vec{i} - t \cdot \vec{j}$	4	6
5	$\begin{cases} x = 1 \cdot t^2, \\ y = 1 \cdot t^2 \end{cases}$	1	6	6	$\vec{r} = t\vec{i} - t(1-t)\vec{j}$	1	8
7	$\begin{cases} x = 1 \cdot e^t, \\ y = t \cdot e^{-t} \end{cases}$	0	5	8	$\vec{r} = t \cdot \vec{i} - t\vec{j}$	1	7
9	$\begin{cases} x = 1 - 1t, \\ y = 1 - t^2 \end{cases}$	1	5	10	$\vec{r} = t \cdot \vec{i} + t(1+t)\vec{j}$	1	4
11	$\begin{cases} x = t - \pi, \\ y = t(t+1) \end{cases}$	5	10	12	$\vec{r} = (t+1)\vec{i} + t \cdot \vec{j}$	4	10
13	$\begin{cases} x = t, \\ y = \frac{t+1}{t} \end{cases}$	2	4	14	$\vec{r} = t(1-t)\vec{i} + t\vec{j}$	0	10
15	$\begin{cases} x = t - \pi, \\ y = t(t+1) \end{cases}$	1	7	16	$\vec{r} = t(t-1)\vec{i} - t \cdot \vec{j}$	1	6
17	$\begin{cases} x = t, \\ y = \frac{t+1}{t} \end{cases}$	1	5	18	$\vec{r} = (t+1)\vec{i} + t \cdot \vec{j}$	2	15

№ варианта – это порядковый номер фамилии в журнальном списке группы.

Таблица 3. Исходные данные к задаче 1 для 2-й группы

№ варианта	Уравнения	t_1, c	t_2, c	№ варианта	Уравнение	t_1, c	t_2, c
2-я группа							
1	$\begin{cases} x = 1 \cdot t^2, \\ y = 1 \cdot t^2 \end{cases}$	0	2	2	$\vec{r} = t\vec{i} + t\vec{j}$	0	20
3	$\begin{cases} x = 1 \cdot t, \\ y = 1 \cdot t(1+t) \end{cases}$	2	12	4	$\vec{r} = t\vec{i} - t \cdot \vec{j}$	2	10
5	$\begin{cases} x = 1 \cdot t^2, \\ y = 1 \cdot t^2 \end{cases}$	1	6	6	$\vec{r} = t\vec{i} - t(1-t)\vec{j}$	1	4
7	$\begin{cases} x = 1 \cdot e^t, \\ y = t \cdot e^{-t} \end{cases}$	0	4	8	$\vec{r} = t \cdot \vec{i} - t\vec{j}$	0	8
9	$\begin{cases} x = 1 - 1t, \\ y = 1 - t^2 \end{cases}$	1	8	10	$\vec{r} = t \cdot \vec{i} + t(1+t)\vec{j}$	1	9
11	$\begin{cases} x = t - \pi, \\ y = t(t+1) \end{cases}$	2	10	12	$\vec{r} = (t+1)\vec{i} + t \cdot \vec{j}$	2	5
13	$\begin{cases} x = t, \\ y = \frac{t+1}{t} \end{cases}$	1	3	14	$\vec{r} = t(1-t)\vec{i} + t\vec{j}$	0	10
15	$\begin{cases} x = t - \pi, \\ y = t(t+1) \end{cases}$	1	4	16	$\vec{r} = t(t-1)\vec{i} - t \cdot \vec{j}$	1	6
17	$\begin{cases} x = t, \\ y = \frac{t+1}{t} \end{cases}$	2	9	18	$\vec{r} = (t+1)\vec{i} + t \cdot \vec{j}$	0	4

№ варианта – это порядковый номер фамилии в журнальном списке группы.

Таблица 4. Исходные данные к задаче 1 для 3-й группы

№ варианта	Уравнения	t_1, c	t_2, c	№ варианта	Уравнение	t_1, c	t_2, c
3-я группа							
1	$\begin{cases} x = 1 \cdot t^2, \\ y = 1 \cdot t^2 \end{cases}$	0	7	2	$\vec{r} = t\vec{i} + t\vec{j}$	0	5
3	$\begin{cases} x = 1 \cdot t, \\ y = 1 \cdot t(1+t) \end{cases}$	1	10	4	$\vec{r} = t\vec{i} - t \cdot \vec{j}$	1	20
5	$\begin{cases} x = 1 \cdot t^2, \\ y = 1 \cdot t^2 \end{cases}$	1	16	6	$\vec{r} = t\vec{i} - t(1-t)\vec{j}$	1	8
7	$\begin{cases} x = 1 \cdot e^t, \\ y = t \cdot e^{-t} \end{cases}$	0	4	8	$\vec{r} = t \cdot \vec{i} - t\vec{j}$	0	7
9	$\begin{cases} x = 1 - 1t, \\ y = 1 - t^2 \end{cases}$	1	8	10	$\vec{r} = t \cdot \vec{i} + t(1+t)\vec{j}$	1	9
11	$\begin{cases} x = t - \pi, \\ y = t(t+1) \end{cases}$	2	10	12	$\vec{r} = (t+1)\vec{i} + t \cdot \vec{j}$	2	12
13	$\begin{cases} x = t, \\ y = \frac{t+1}{t} \end{cases}$	1	3,5	14	$\vec{r} = t(1-t)\vec{i} + t\vec{j}$	0	4,4
15	$\begin{cases} x = t - \pi, \\ y = t(t+1) \end{cases}$	1	4	16	$\vec{r} = t(t-1)\vec{i} - t \cdot \vec{j}$	1	6
17	$\begin{cases} x = t, \\ y = \frac{t+1}{t} \end{cases}$	2	9	18	$\vec{r} = (t+1)\vec{i} + t \cdot \vec{j}$	0	3,14

№ варианта – это порядковый номер фамилии в журнальном списке группы.

Таблица 5. Исходные данные к задаче 1 для 4-й группы

№ варианта	Уравнения	t_1, c	t_2, c	№ варианта	Уравнение	t_1, c	t_2, c
4-я группа							
1	$\begin{cases} x = 1 \cdot t^2, \\ y = 1 \cdot t^2 \end{cases}$	1	4	2	$\vec{r} = t\vec{i} + t\vec{j}$	2	10
3	$\begin{cases} x = 1 \cdot t, \\ y = 1 \cdot t(1+t) \end{cases}$	0	20	4	$\vec{r} = t\vec{i} - t \cdot \vec{j}$	4	6
5	$\begin{cases} x = 1 \cdot t^2, \\ y = 1 \cdot t^2 \end{cases}$	1	6	6	$\vec{r} = t\vec{i} - t(1-t)\vec{j}$	1	8
7	$\begin{cases} x = 1 \cdot e^t, \\ y = t \cdot e^{-t} \end{cases}$	0	5	8	$\vec{r} = t \cdot \vec{i} - t\vec{j}$	1	7
9	$\begin{cases} x = 1 - 1t, \\ y = 1 - t^2 \end{cases}$	1	5	10	$\vec{r} = t \cdot \vec{i} + t(1+t)\vec{j}$	1	4
11	$\begin{cases} x = t - \pi, \\ y = t(t+1) \end{cases}$	5	10	12	$\vec{r} = (t+1)\vec{i} + t \cdot \vec{j}$	4	10
13	$\begin{cases} x = t, \\ y = \frac{t+1}{t} \end{cases}$	2	4	14	$\vec{r} = t(1-t)\vec{i} + t\vec{j}$	0	10
15	$\begin{cases} x = t - \pi, \\ y = t(t+1) \end{cases}$	1	7	16	$\vec{r} = t(t-1)\vec{i} - t \cdot \vec{j}$	1	6
17	$\begin{cases} x = t, \\ y = \frac{t+1}{t} \end{cases}$	1	5	18	$\vec{r} = (t+1)\vec{i} + t \cdot \vec{j}$	2	15

№ варианта – это порядковый номер фамилии в журнальном списке группы.

Таблица 6. Исходные данные к задаче 1 для 5-й группы

№ варианта	Уравнения	t_1, c	t_2, c	№ варианта	Уравнение	t_1, c	t_2, c
5-я группа							
1	$\begin{cases} x = 1 \cdot t^2, \\ y = 1 \cdot t^2 \end{cases}$	1	4	2	$\vec{r} = t\vec{i} + t\vec{j}$	2	10
3	$\begin{cases} x = 1 \cdot t, \\ y = 1 \cdot t(1+t) \end{cases}$	0	20	4	$\vec{r} = t\vec{i} - t \cdot \vec{j}$	4	6
5	$\begin{cases} x = 1 \cdot t^2, \\ y = 1 \cdot t^2 \end{cases}$	1	6	6	$\vec{r} = t\vec{i} - t(1-t)\vec{j}$	1	8
7	$\begin{cases} x = 1 \cdot e^t, \\ y = t \cdot e^{-t} \end{cases}$	0	5	8	$\vec{r} = t \cdot \vec{i} - t\vec{j}$	1	7
9	$\begin{cases} x = 1 - 1t, \\ y = 1 - t^2 \end{cases}$	1	5	10	$\vec{r} = t \cdot \vec{i} + t(1+t)\vec{j}$	1	4
11	$\begin{cases} x = t - \pi, \\ y = t(t+1) \end{cases}$	5	10	12	$\vec{r} = (t+1)\vec{i} + t \cdot \vec{j}$	4	10
13	$\begin{cases} x = t, \\ y = \frac{t+1}{t} \end{cases}$	2	4	14	$\vec{r} = t(1-t)\vec{i} + t\vec{j}$	0	10
15	$\begin{cases} x = t - \pi, \\ y = t(t+1) \end{cases}$	1	7	16	$\vec{r} = t(t-1)\vec{i} - t \cdot \vec{j}$	1	6
17	$\begin{cases} x = t, \\ y = \frac{t+1}{t} \end{cases}$	1	5	18	$\vec{r} = (t+1)\vec{i} + t \cdot \vec{j}$	2	15

№ варианта – это порядковый номер фамилии в журнальном списке группы.

1-я группа

Задача № 2². Снаряд выпущен со скоростью V под углом α к горизонту из пушки, стоящей на холме высотой 100 метров.

Общее требование: исследуйте криволинейное движение материальной точки (движение MT в поле тяжести) и проанализируйте результаты исследования.

Требуется:

1. Изобразить движение снаряда с помощью графика траектории (не забудьте пронумеровать рисунки и графики в РГР).

2. Определить:

а) *дальность полета снаряда* (расстояние от основания снаряда до точки падения в долине, используйте для этого уравнения движения в проекции на ось Ox);

б) *время полета* (используйте для этого условие — координата $Y = 0$ в уравнении движения в проекции на ось Ox),

в) *скорость в момент $\frac{3}{4}$ всего времени полета* (от момента запуска до момента касания земли);

с) *угол падения* (угол между вектором скорости и горизонтом в момент касания земли).

Таблица 7. Исходные данные к задаче 2 для 1 группы

№ варианта	V , м/с	α , град
1	10	30
2	20	45
3	30	60
4	40	30
5	50	45
6	60	60
7	10	30
8	20	45
9	30	60
10	40	30
11	50	45
12	60	60
13	10	30
14	20	45
15	30	60
16	40	30
17	60	60
18		

2 Физический объект — одинаковый для всех студентов. Исходные данные — индивидуальные для студента. Требования задачи — разные для групп.

2-я группа

Задача № 2³. Снаряд выпущен со скоростью V под углом α к горизонту из пушки, стоящей на холме высотой 200 метров.

Общее требование: исследуйте криволинейное движение материальной точки (движение МТ в поле тяжести) и проанализируйте результаты исследования.

Требуется:

1. Изобразить движение снаряда с помощью графика траектории (не забудьте пронумеровать рисунки и графики в РГР).

2. Определить:

- а) дальность полета снаряда (расстояние от основания снаряда до точки падения в долине, используйте для этого уравнения движения в проекции на ось Ox);
- б) время полета (используйте для этого условие: координата $Y = 0$ в уравнении движения в проекции на ось Ox);
- в) скорость снаряда в момент времени, равный $1/3$ всего времени полета (от момента запуска до момента касания земли);
- с) угол между вектором скорости и вектором ускорения в момент касания земли.

Таблица 8. Исходные данные к задаче 2 для 2 группы

№ варианта	V , м/с	α , град
1	10	30
2	20	45
3	30	60
4	40	30
5	50	45
6	60	60
7	10	30
8	20	45
9	30	60
10	40	30
11	50	45
12	60	60
13	10	30
14	20	45
15	30	60
16	40	30
17	50	45
18	60	60

³ Физический объект — одинаковый для всех студентов. Исходные данные — индивидуальные для студента. Требования задачи — разные для групп.

3-я группа

Задача № 2⁴. Снаряд выпущен со скоростью V под углом α к горизонту из пушки, стоящей на холме высотой 300 метров.

Общее требование: исследуйте криволинейное движение материальной точки (движение МТ в поле тяжести) и проанализируйте результаты исследования.

Требуется:

1. Изобразить движение снаряда с графика траектории (не забудьте пронумеровать рисунки и графики в РГР).

2. Определите:

а) дальность полета снаряда (расстояние от основания снаряда до точки падения в долине, используйте для этого уравнения движения в проекции на ось OX);

б) время полета (используйте для этого условие: координата $Y = 0$ в уравнении движения в проекции на ось OX),

в) время движения до самой верхней точки,

с) угол между вектором скорости и вектором ускорения в момент времени, равный $3/4$ всего времени полета снаряда (от момента запуска до момента касания земли).

Таблица 9. Исходные данные к задаче 2 для 3 группы

№ варианта	V , м/с	α , град
1	10	30
2	20	45
3	30	60
4	40	30
5	50	45
6	60	60
7	10	30
8	20	45
9	30	60
10	40	30
11	50	45
12	60	60
13	10	30
14	20	45
15	30	60
16	40	30
17	50	45
18	60	60

4 Физический объект — одинаковый для всех студентов. Исходные данные — индивидуальные для студента. Требования задачи — разные для групп.

4-я группа

Задача № 2⁵. Снаряд выпущен со скоростью V под углом α к горизонту из пушки, стоящей на холме высотой 400 метров.

Общее требование: исследуйте криволинейное движение материальной точки и проанализируйте результаты исследования.

Требуется:

1. Изобразить движение снаряда с помощью графика траектории (не забудьте пронумеровать рисунки и графики в РГР).

2. Определить:

а) дальность полета снаряда (расстояние от основания снаряда до точки падения в долине, используйте для этого уравнения движения в проекции на ось Ox);

б) время полета (используйте для этого условие: координата $Y = 0$ в уравнении движения в проекции на ось Ox);

в) время, когда скорость станет равной половине начальной скорости;

с) угол падения (угол между вектором скорости и горизонтом в момент касания земли).

Таблица 10. Исходные данные к задаче 2 для 4 группы

№ варианта	V , м/с	α , град
1	10	30
2	20	45
3	30	60
4	40	30
5	50	45
6	60	60
7	10	30
8	20	45
9	30	60
10	40	30
11	50	45
12	60	60
13	10	30
14	20	45
15	30	60
16	40	30
17	50	45
18	60	60

⁵ Физический объект — одинаковый для всех студентов. Исходные данные — индивидуальные для студента. Требования задачи — разные для групп.

5-я группа

Задача № 2^б. Снаряд выпущен со скоростью V под углом α к горизонту из пушки, стоящей на холме высотой 500 метров.

Общее требование: исследуйте криволинейное движение материальной точки и проанализируйте результаты исследования.

Требуется:

1. Изобразить движение снаряда с помощью графика траектории (не забудьте пронумеровать рисунки и графики в РГР).

2. Определите

а) дальность полета снаряда (расстояние от основания снаряда до точки падения в долине, используйте для этого уравнения движения в проекции на ось Ox);

б) время полета (используйте для этого условие: координата $Y = 0$ в уравнении движения в проекции на ось Ox);

в) скорость снаряда в момент времени, равный $1/2$ времени полета (от момента запуска до момента касания земли);

с) угол между вектором тангенциального ускорения и вектором полного ускорения в этот момент времени.

Таблица 11. Исходные данные к задаче 2 для 5 группы

№ варианта	V , м/с	α , град
1	10	30
2	20	45
3	30	60
4	40	30
5	50	45
6	60	60
7	10	30
8	20	45
9	30	60
10	40	30
11	50	45
12	60	60
13	10	30
14	20	45
15	30	60
16	40	30
17	50	45
18	60	60

б Физический объект — одинаковый для всех студентов. Исходные данные — индивидуальные для студента. Требования задачи — разные для групп.

2.2. Исследуем вращение твердого тела (кинематика)

Задача № 3⁷. Вращение точек тела вокруг неподвижной оси задано уравнением $\varphi(t)$, единица угла поворота — радиан. Положительный угол отсчитываем против часовой стрелки (от горизонтального направления).

Общее требование: исследуйте вращение твердого тела и проанализируйте результаты исследования.

Требуется:

1. Изобразите с помощью рисунка вращение точек тела (не забудьте пронумеровать рисунки и графики в РГР) и изобразите на нем векторы линейной скорости и угловой скорости, углового ускорения, нормального ускорения, тангенциального ускорения, полного ускорения для точек, отстоящих на расстоянии R от оси вращения для выбранного вами момента времени

2. Определите:

a) угловую скорость и угловое ускорение тела.

- Зависимость угловой скорости вращающегося тела от времени определяется с помощью производной от углового перемещения.
- Зависимость углового ускорения вращающегося тела от времени определяется с помощью производной от угловой скорости.

b) угловую скорость и угловое ускорение тела в момент времени t_1 (см. исходные данные в таблицах 12-16).

- Угловую скорость вращающегося тела в момент времени t_1 , подставляя значение времени в уравнение угловой скорости.
- Угловое ускорение вращающегося тела в момент времени t_1 , подставляя значение времени в уравнение углового ускорения.

c) среднее угловое ускорение за промежуток времени от t_1 до t_2 (см. исходные данные в таблицах 12-16).

- Угловую скорость вращающегося тела в момент времени t_1 (оно уже определено выше).
- Угловую скорость вращающегося тела в момент времени t_2 , подставляя значение времени в уравнение угловой скорости.
- Среднее угловое ускорение за промежуток времени от t_1 до t_2 , используя формулу для определения средней угловой скорости.

d) тангенциальное, нормальное, полное ускорения точек тела, отстоящих на расстояние R от оси.

- Зависимость от времени тангенциальных ускорений точек тела определяется строгим использованием формулы-определения этого ускорения.
- Зависимость от времени нормальных ускорений точек тела определяется строгим использованием формулы-определения этого ускорения.

⁷ Физический объект — одинаковый для всех студентов. Практические данные — индивидуальные для студента. Требования задачи — общие для всех студентов.

- Зависимость от времени вектора и модуля ускорения точек тела определяются строгим использованием формул-определений для этого ускорения.
- е) существует ли момент времени, когда изменяется направление вращения тела, тело повернет в другую сторону?
- Проанализируйте, существует ли момент времени, когда скорость обращается в ноль, для анализа используйте уравнение угловой скорости, приравняв ее к нулю.

1-я группа

Таблица 12. Исходные данные к задаче 3

№ варианта	Уравнение	t_1, c	t_2, c	R, cm
1	$\varphi = 2t - 4t^3$	1	3	10
2	$\varphi = 4 \sin \pi t$	0.5	1.25	12
3	$\varphi = 4t - t^2$	1	2	20
4	$\varphi = 2\pi (6t - 3t^2)$	0.5	3	4
5	$\varphi = t^2 - 2t^3$	0.5	1	10
6	$\varphi = 3 \sin(\pi t/2)$	1	2	6
7	$\varphi = 5t - t^3$	0,2	2	28
8	$\varphi = 2 \sin(\pi t/4)$	0,5	4	16
9	$\varphi = \pi (3t - 6t^2)$	1	2	15
10	$\varphi = 7t - t^3$	0.2	2	20
11	$\varphi = \pi (5t - 2t^2)$	1	3	10
12	$\varphi = 2t - 4t^3$	0,5	1,5	20
13	$\varphi = 5t - t^3$	1	4	10
14	$\varphi = 0,5\pi (4t - 2t^2)$	3	5	25
15	$\varphi = t^2 - 2t^3$	1	4	12
16	$\varphi = 3 \sin(\pi t/2)$	2	8	26

2-я группа

Таблица 13. Исходные данные к задаче 3

№ варианта	Уравнение	t_1, c	t_2, c	R, cm
1	$\varphi = 2t - 2t^3$	1	3	10
2	$\varphi = 3 \sin \pi t$	0,5	1,25	15
3	$\varphi = 2t^3 - t$	1	1,25	8
4	$\varphi = 2\pi(6t - 3t^2)$	0,5	3	14
5	$\varphi = t^2 - 2t^3$	0,5	1	10
6	$\varphi = 3 \sin (\pi t/2)$	1	2	16
7	$\varphi = 7t + t^3$	0,6	4	22
8	$\varphi = 3t - 2t^3$	1	2	14
9	$\varphi = 0,5\pi (4t - 2t^2)$	2	5	18
10	$\varphi = 5t - t^3$	1	4	10
11	$\varphi = 2 \sin (\pi t/4)$	0,8	1,6	20
12	$\varphi = 4t + t^2$	1	2	24
13	$\varphi = 3t^2 - 2t^3$	0,6	2,4	30
14	$\varphi = 6\pi (t - 2t^3)$	5	7	80
15	$\varphi = t^3 - 3t$	2	3	36
16	$\varphi = 10\pi (t^3 - 2t)$	2	6	40
17	$\varphi = 3t + 2t^3$	1	2	12
18	$\varphi = t - 2t^3$	0,5	1	10

3-я группа

Таблица 14. Исходные данные к задаче 3

№ варианта	Уравнение	t_1, c	t_2, c	R, cm
1	$\varphi = 2t - 4t^3$	1	3	60
2	$\varphi = 4 \sin \pi t$	0,5	1,25	30
3	$\varphi = 4t - t^2$	1	2	20
4	$\varphi = 2\pi (6t - 3t^2)$	0,5	3	40
5	$\varphi = t^2 - 2t^3$	0,5	1	30
6	$\varphi = 3 \sin (\pi t/2)$	1	2	60
7	$\varphi = 5t - t^3$	0,2	2	50
8	$\varphi = 2 \sin (\pi t/4)$	0,5	4	80
9	$\varphi = \pi (3t - 6t^2)$	1	2	90
10	$\varphi = 7t - t^3$	0,2	2	20
11	$\varphi = \pi (5t - 2t^2)$	1	3	10
12	$\varphi = 2t - 4t^3$	0,5	1,5	70
13	$\varphi = 5t - t^3$	1	4	10
14	$\varphi = 0,5\pi (4t - 2t^2)$	3	5	25
15	$\varphi = t^2 - 2t^3$	1	4	40
16	$\varphi = 3 \sin (\pi t/2)$	2	8	50

4-я группа

Таблица 15. Исходные данные к задаче 3

№ варианта	Уравнение	t_1, c	t_2, c	R, cm
1	$\varphi = 2t - 2t^3$	1	3	15
2	$\varphi = 3 \sin \pi t$	0,5	1,25	40
3	$\varphi = 2t^3 - t$	1	1,25	30
4	$\varphi = 2\pi(6t - 3t^2)$	0,5	3	30
5	$\varphi = t^2 - 2t^3$	0,5	1	20
6	$\varphi = 3 \sin (\pi t/2)$	1	2	80
7	$\varphi = 7t + t^3$	0,6	4	90
8	$\varphi = 3t - 2t^3$	1	2	60
9	$\varphi = 0,5\pi (4t - 2t^2)$	2	5	50
10	$\varphi = 5t - t^3$	1	4	70
11	$\varphi = 2\sin (\pi t/4)$	0,8	1,6	20
12	$\varphi = 4t + t^2$	1	2	20
13	$\varphi = 3t^2 - 2t^3$	0,6	2,4	40
14	$\varphi = 6\pi (t - 2t^3)$	5	7	50
15	$\varphi = t^3 - 3t$	2	3	70
16	$\varphi = 10\pi (t^3 - 2t)$	2	6	80
17	$\varphi = 3t + 2t^3$	1	2	12
18	$\varphi = t - 2t^3$	0,5	1	10

5 группа

Таблица 16. Исходные данные к задаче 3

№ варианта	Уравнение	t_1, c	t_2, c	R, cm
1	$\varphi = 2t - 4t^3$	1	3	25
2	$\varphi = 4 \sin \pi t$	0,5	1,25	60
3	$\varphi = 4t - t^2$	1	2	20
4	$\varphi = 2\pi (6t - 3t^2)$	0,5	3	80
5	$\varphi = t^2 - 2t^3$	0,5	1	30
6	$\varphi = 3 \sin (\pi t/2)$	1	2	30
7	$\varphi = 5t - t^3$	0,2	2	50
8	$\varphi = 2 \sin (\pi t/4)$	0,5	4	70
9	$\varphi = \pi (3t - 6t^2)$	1	2	90
10	$\varphi = 7t - t^3$	0,2	2	40
11	$\varphi = \pi (5t - 2t^2)$	1	3	40
12	$\varphi = 2t - 4t^3$	0,5	1,5	50
13	$\varphi = 5t - t^3$	1	4	20
14	$\varphi = 0,5\pi (4t - 2t^2)$	3	5	20
15	$\varphi = t^2 - 2t^3$	1	4	60
16	$\varphi = 3 \sin (\pi t/2)$	2	8	10

Задача № 4⁸. Электродвигатель вращается с определенной частотой. После отключения его от источника питания, он останавливается через t , с. Исследуйте вращение твердого тела и проанализируйте результаты исследования. Исходные данные приведены в таблицах 17-21.

Требуется определить:

1. Кинематический закон (уравнение) движения тела.
 - Это уравнения движения тела для угла-поворота и угловой скорости с числовыми коэффициентами, записанные для любого момента времени.
2. Угловое ускорение (оно здесь неизменно) и угол поворота до остановки.
 - Перепишите уравнения движения тела для углового перемещения и угловой скорости для момента остановки и проанализируйте, какую величину можно найти из них.
 - Определите угловое ускорение из полученного на предыдущем шаге уравнения для угловой скорости.
 - Определите угловое перемещение (угол поворота) из полученных для момента остановки уравнений движения.
3. Число оборотов до остановки.
 - Используйте уравнение связи между углом поворота и числом оборотов для определения числа оборотов.

1-я группа

Таблица 17. Исходные данные к задаче 4

№ варианта	Частота, об/мин	t , с	№ варианта	Частота, об/мин	t , с
1	120	1	9	122	9
2	124	2	10	154	10
3	128	3	11	160	11
4	136	4	12	156	12
5	130	5	13	144	13
6	140	6	14	158	14
7	142	7	15	138	15
8	150	8	16	146	16

⁸ Физический объект — одинаковый для всех студентов. Практические данные — индивидуальные для студента. Требования задачи — общие для всех студентов.

2-я группа

Таблица 18. Исходные данные к задаче 4

№ варианта	Частота, об/мин	t , с	№ варианта	Частота, об/мин	t , с
1	120	1	9	122	9
2	124	2	10	154	10
3	128	3	11	160	11
4	136	4	12	156	12
5	130	5	13	144	13
6	140	6	14	158	14
7	142	7	15	138	15
8	150	8	16	146	16

3 группа

Таблица 19. Исходные данные к задаче 4

№ варианта	Частота, об/мин	t , с	№ варианта	Частота, об/мин	t , с
1	120	1	9	122	9
2	124	2	10	154	10
3	128	3	11	160	11
4	136	4	12	156	12
5	130	5	13	144	13
6	140	6	14	158	14
7	142	7	15	138	15
8	150	8	16	146	16

4 группа

Таблица 20. Исходные данные к задаче 4

№ варианта	Частота, об/мин	t , с	№ варианта	Частота, об/мин	t , с
1	120	1	9	122	9
2	124	2	10	154	10
3	128	3	11	160	11
4	136	4	12	156	12
5	130	5	13	144	13
6	140	6	14	158	14
7	142	7	15	138	15
8	150	8	16	146	16

2.3. Исследуем поступательное движение твёрдого тела (кинематика и динамика)

Физический объект – разный для групп.

Практические данные – индивидуальные для студента.

Требования задачи – общие для всех студентов.

Задача № 5. Два бруска соскальзывают с наклонных плоскостей, расположенных под углом 30 и 45 градусов, без начальной скорости (см. рисунки). Если трением пренебречь нельзя, то коэффициент трения для первого бруска равен 0,15. Исходные данные на рисунках и в таблицах 21-22.

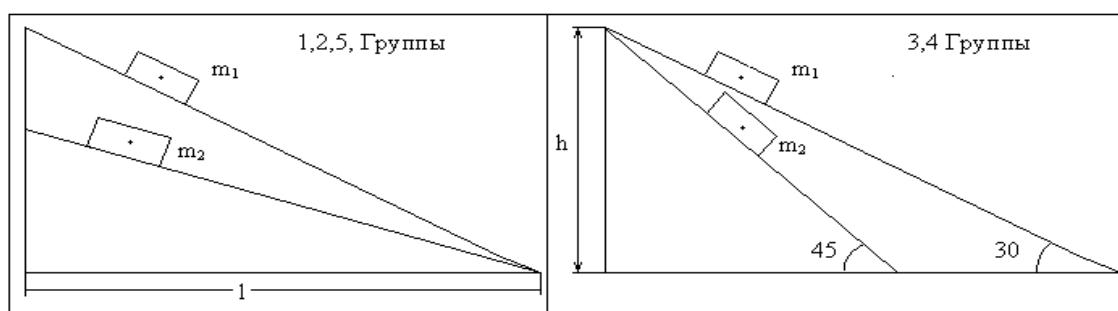


Рис. 1.

Рис. 2.

Общее требование к описываемой ситуации: исследуйте поступательное движение тел и проанализируйте результаты исследования.

Требуется:

1. Изобразить движение тел на наклонных плоскостях для вашего варианта и группы;

2. Определить:

а) скорость в точке касания горизонтальной поверхности и время движения по наклонной плоскости каждого бруска в случае, когда силами трения можно пренебречь (решите задачу двумя способами — с помощью 2-го закона Ньютона и с помощью закона сохранения энергии).

- Запишите Первый закон Ньютона для исследуемого движения брусков в векторной форме и в проекциях на выбранные оси. Какие величины в уравнениях имеют заданное значение? Что позволяют найти уравнения?
- Решите полученную систему уравнений и определите ускорения брусков.
- Запишите уравнения поступательного движения тела по наклонной плоскости в проекции на выбранную ось (для любого момента времени).
- Запишите уравнения поступательного движения тела по наклонной плоскости в проекции на выбранную ось для момента касания горизонтальной поверхности.

- Решите полученную систему уравнений и определите скорость в точке касания горизонтальной поверхности и время движения брусков по наклонной плоскости.
 - Запишите закон сохранения механической энергии для исследуемого движения брусков. Какие величины в уравнениях имеют практическое значение? Что позволяют найти уравнения?
 - Определите скорость в точке касания горизонтальной поверхности (с помощью закона сохранения энергии).
- б) коэффициент трения для силы трения, действующей на второй брусок, в случае, когда силами трения нельзя пренебречь (брусочки достигают оснований клина не одновременно — время движения второго бруска в 1,4 раза больше времени движения первого бруска).
- Запишите законы, полученные в п.1 с учетом силы трения для каждого бруска. Какие законы позволяют найти коэффициент трения?
 - Запишите уравнения движения для перемещения (пути) и скорости (они не изменяются по отношению к п.1.) для каждого бруска. Как учесть в этих уравнениях тот факт, что время движения разное?
 - Решите полученную систему уравнений и определите коэффициент трения.
- с) путь, пройденный одним из брусков (любого, на Ваш выбор) в случае, когда силами трения нельзя пренебречь (*коэффициенты трения на горках и горизонтальных участках обоих тел одинаковы*).
- Запишите уравнения движения для перемещения (пути) и скорости (они не изменяются по отношению к п.1.). Какие величины в уравнениях имеют практическое значение? Что позволяют найти уравнения?
 - Решите полученную систему уравнений и определите путь бруска (можно использовать полученную из системы уравнений движения формулу для определения пути).
- д) постройте графики изменения энергий бруска в случае, когда силами трения можно пренебречь (изобразите на одном графике, как изменяются три вида энергии от величины, указанной в таблице 23).
- Запишите уравнение и постройте график изменения потенциальной энергии от времени, или от высоты, или от длины основания.
 - Запишите уравнение и постройте график изменения кинетической энергии от времени, или от высоты, или от длины основания.
 - Запишите уравнение и постройте график полной механической энергий от времени, или от высоты, или от длины основания. Или используйте для определения полной механической энергии закон ее сохранения.
- е) объясните, как изменятся графики (*строить графики для этого не надо*), если тела втаскивать на наклонные плоскости, а также если учитывать силы трения.

Обозначения в таблицах 21-23:

h — высота для каждого тела,

l — основание клина,

t — время движения от вершины до основания клина (могут быть разными).

Четные варианты

Таблица 21. Исходные данные к задаче 5

1-я группа				2-я группа			
№ вар-та	l , м	m_1 , кг	m_2 , кг	№ вар-та	h , м	m_1 , кг	m_2 , кг
1	5	0,5	1	1	5	0,5	1
2	10	1	2	2	10	1	4
4	20	2	4	4	20	2	4
6	30	3	4	6	30	3	6
8	40	4	6	8	40	4	6
10	50	5	6	10	50	5	8
12	60	6	8	12	60	6	8
14	70	7	8	14	70	7	10
16	80	8	10	16	80	8	10
18	90	9	10	18	90	9	12
3-я группа				4-я группа			
1	50	5	10	1	50	5	14
2	100	10	12	2	100	10	14
4	110	11	12	4	110	11	14
6	120	12	14	6	120	12	16
8	130	13	14	8	130	13	16
10	140	14	16	10	140	14	18
12	150	15	16	12	150	15	18
14	160	16	18	14	160	16	20
16	170	17	18	16	170	17	20
18	180	18	20	18	180	18	22
5-я группа							
1	100	10	12	1	100	10	14
2	190	19	20	10	190	19	24
4	200	20	22	12	200	20	26
6	210	21	22	14	210	21	26
8	220	22	24	16	220	22	28

Нечетные варианты

Таблица 22. Исходные данные к задаче 5

1-я группа				2-я группа			
№ вар-та	l , м	m_1 , кг	m_2 , кг	№ вар-та	h , м	m_1 , кг	m_2 , кг
1	10	1	3	1	10	1	5
3	20	2	3	3	20	2	5
5	30	3	5	5	30	3	7
7	40	4	5	7	40	4	7
9	50	5	7	9	50	5	9
11	60	6	7	11	60	6	9
13	70	7	9	13	70	7	11
15	80	8	9	15	80	8	11
17	90	9	11	17	90	9	13
3-я группа				4-я группа			
1	100	10	11	1	100	10	11
3	110	11	13	3	110	11	13
5	120	12	15	5	120	12	15
7	130	13	15	7	130	13	15
9	140	14	17	9	140	14	17
11	150	15	17	11	150	15	17
13	160	16	19	13	160	16	19
15	170	17	19	15	170	17	19
17	180	18	19	17	180	18	19
5-я группа							
1	190	19	21	9	190	19	23
3	200	20	21	11	200	20	23
5	210	21	23	13	210	21	25
7	220	22	23	15	220	22	25

Таблица 23. К задаче № 5

№ вар-та	Группы						
	1	2	3	4	5	6	7
1	<i>h</i>	<i>l</i>	<i>t</i>	<i>h</i>	<i>l</i>	<i>h</i>	<i>l</i>
2	<i>t</i>	<i>h</i>	<i>t</i>	<i>l</i>	<i>h</i>	<i>t</i>	<i>h</i>
3	<i>l</i>	<i>t</i>	<i>h</i>	<i>l</i>	<i>t</i>	<i>l</i>	<i>t</i>
4	<i>h</i>	<i>l</i>	<i>t</i>	<i>h</i>	<i>l</i>	<i>h</i>	<i>l</i>
5	<i>t</i>	<i>h</i>	<i>l</i>	<i>t</i>	<i>h</i>	<i>t</i>	<i>h</i>
6	<i>l</i>	<i>t</i>	<i>h</i>	<i>l</i>	<i>t</i>	<i>l</i>	<i>t</i>
7	<i>h</i>	<i>l</i>	<i>h</i>	<i>t</i>	<i>l</i>	<i>h</i>	<i>l</i>
8	<i>t</i>	<i>h</i>	<i>l</i>	<i>t</i>	<i>h</i>	<i>t</i>	<i>h</i>
9	<i>h</i>	<i>l</i>	<i>h</i>	<i>l</i>	<i>t</i>	<i>h</i>	<i>l</i>
10	<i>t</i>	<i>h</i>	<i>l</i>	<i>t</i>	<i>h</i>	<i>t</i>	<i>h</i>
11	<i>l</i>	<i>t</i>	<i>h</i>	<i>l</i>	<i>t</i>	<i>l</i>	<i>t</i>
12	<i>h</i>	<i>l</i>	<i>t</i>	<i>h</i>	<i>l</i>	<i>h</i>	<i>l</i>
13	<i>t</i>	<i>h</i>	<i>l</i>	<i>t</i>	<i>h</i>	<i>t</i>	<i>h</i>
14	<i>h</i>	<i>l</i>	<i>t</i>	<i>h</i>	<i>l</i>	<i>h</i>	<i>l</i>
15	<i>t</i>	<i>h</i>	<i>l</i>	<i>t</i>	<i>h</i>	<i>t</i>	<i>h</i>
16	<i>l</i>	<i>t</i>	<i>h</i>	<i>l</i>	<i>t</i>	<i>l</i>	<i>t</i>
17	<i>h</i>	<i>l</i>	<i>t</i>	<i>h</i>	<i>l</i>	<i>h</i>	<i>l</i>
18	<i>t</i>	<i>h</i>	<i>l</i>	<i>t</i>	<i>h</i>	<i>t</i>	<i>h</i>
19	<i>l</i>	<i>t</i>	<i>h</i>	<i>l</i>	<i>t</i>	<i>l</i>	<i>t</i>
20	<i>h</i>	<i>l</i>	<i>t</i>	<i>h</i>	<i>l</i>	<i>h</i>	<i>l</i>
21	<i>t</i>	<i>h</i>	<i>l</i>	<i>t</i>	<i>h</i>	<i>t</i>	<i>h</i>
22	<i>l</i>	<i>t</i>	<i>h</i>	<i>l</i>	<i>t</i>	<i>l</i>	<i>t</i>

2.4. Исследуем вращательное движение твёрдого тела (динамика)

Внимание! Для решения задачи № 6 используйте исходные данные и результаты задачи № 3.

Физический объект – индивидуальный для студента.

Практические данные – индивидуальные для студента.

Требования задачи – общие для всех студентов.

Задача № 6 (продолжение задачи № 3). Исследуем вращение тела вокруг своей оси симметрии и вокруг оси, не совпадающей с осью симметрии. Закон вращения тела вокруг своей оси задан (см. условие задачи № 3 для материальной точки, примем данную точку за точку вращающегося твёрдо-

го тела). Форма тела и его размеры заданы в таблицах 24-33. Общее требование задания: исследуйте вращение тела и проанализируйте результаты.

Требуется:

1. Изобразить с помощью рисунка вращающееся тело для случая его вращения только вокруг оси, совпадающей с осью симметрии.

2. Определить:

a) энергетические характеристики вращения тела вокруг оси симметрии и их изменение в течение рассматриваемого времени. А также работу сил, вызвавших изменение их.

- Момент инерции тела.
- Кинетическую энергию тела (для любого момента).
- Кинетическую энергию тела в моменты времени t_1 и t_2
- Изменение кинетической энергии тела за промежуток времени от t_1 до t_2 .
- Работу внешних сил, вызвавших это изменение.

b) изобразите с помощью рисунка вращающееся тело для случая, когда оно одновременно вращается вокруг оси, совпадающей с осью симметрии, и вокруг оси, не совпадающей с осью симметрии, но параллельной ей. Учтите, что ось, параллельная оси симметрии тела, отстоит от нее на расстоянии D (значение D равно 0,5 м). Закон движения вокруг этой оси для всех вариантов $\varphi = 5t$ рад.

c) определите энергетические характеристики одновременного вращения тела вокруг оси симметрии и вокруг оси, не совпадающей с осью симметрии. А также работу сил, вызвавших изменение их.

- Определите то же, что и в п. 2 с учетом теоремы Штейнера.
- Сравните, полученные результаты вращения тела вокруг оси, не совпадающей с осью симметрии, с результатами расчета вращения тела только вокруг оси симметрии. Проанализируйте, разными ли будут в рассмотренных случаях вращения моменты инерции тела, кинетические энергии тела, изменения кинетических энергий тела за промежуток времени от t_1 до t_2 , работа внешних сил, вызвавших эти изменения.

d) постройте графики зависимости момента силы от времени и углового перемещения для случая вращения тела только вокруг своей оси симметрии и проанализируйте, какой вид они имеют.

- График зависимости момента силы от времени $M(t)$. Может ли возникнуть необходимость знать момент силы в определенный момент времени?
- График зависимости момента силы от углового перемещения $M(\varphi)$, используя прием исключения параметра t (времени). Может ли возникнуть необходимость знать момент силы при определенном угле поворота?

Обозначения в таблицах 24-33:

m — масса тела.

1-я группа. Нечетные варианты

Таблица 24. Исходные данные к задаче 6

№ варианта	Тело	m , кг
1	Диск	1
3	Стержень закреплённый концом	0,8
5	Цилиндр	9
7	Шар	3
9	Стержень закреплённый посередине	4
11	Обруч	5
13	Стержень закреплённый концом	6
15	Диск	10

1-я группа. Четные варианты

Таблица 25. Исходные данные к задаче 6

№ варианта	Тело	m , кг
2	Обруч	1
4	Шар	0.8
6	Цилиндр	2
8	Диск	3
10	Стержень, закреплённый посередине	4
12	Цилиндр	
14	Стержень закреплённый концом	
16	Обруч	7

2 группа. Нечетные варианты

Таблица 26. Исходные данные к задаче 6

№ варианта	Тело	m , кг
1	Диск	1
3	Стержень закреплённый концом	0.8
5	Цилиндр	9
7	Шар	3
9	Стержень закреплённый посередине	4
11	Обруч	5
13	Стержень закреплённый концом	6
15	Диск	10

2 группа. Четные варианты

Таблица 27. Исходные данные к задаче 6

№ варианта	Тело	<i>m</i> , кг
2	Обруч	1
4	Шар	0.8
6	Цилиндр	2
8	Диск	3
10	Стержень, закреплённый посередине	4
12	Цилиндр	
14	Стержень закреплённый концом	
16	Обруч	7

3 группа. Нечетные варианты

Таблица 28. Исходные данные к задаче 6

№ варианта	Тело	<i>m</i> , кг
1	Диск	1
3	Стержень закреплённый концом	0.8
5	Цилиндр	9
7	Шар	3
9	Стержень закреплённый посередине	4
11	Обруч	5
13	Стержень закреплённый концом	6
15	Диск	10

3 группа. Четные варианты

Таблица 29. Исходные данные к задаче 6

№ варианта	Тело	<i>m</i> , кг
2	Обруч	1
4	Шар	0.8
6	Цилиндр	2
8	Диск	3
10	Стержень, закреплённый посередине	4
12	Цилиндр	2
14	Стержень закреплённый концом	5
16	Обруч	7

4 группа. Нечетные варианты

Таблица 30. Исходные данные к задаче 6

№ варианта	Тело	<i>m</i> , кг
1	Диск	1
3	Стержень закреплённый концом	0.8
5	Цилиндр	9
7	Шар	3
9	Стержень закреплённый посередине	4
11	Обруч	5
13	Стержень закреплённый концом	6
15	Диск	10

4 группа. Четные варианты

Таблица 31. Исходные данные к задаче 6

№ варианта	Тело	<i>m</i> , кг
2	Обруч	1
4	Шар	0.8
6	Цилиндр	2
8	Диск	3
10	Стержень, закреплённый посередине	4
12	Цилиндр	2
14	Стержень закреплённый концом	5
16	Обруч	7

5 группа. Нечетные варианты

Таблица 32. Исходные данные к задаче 6

№ варианта	Тело	<i>m</i> , кг
1	Шар	1
3	Цилиндр	0.8
5	Стержень закреплённый концом	9
7	Диск	3
9	Обруч	4
11	Стержень закреплённый посередине	5
13	Стержень закреплённый концом	6
15	Диск	10

5 группа. Четные варианты

Таблица 33. Исходные данные к задаче 6

№ варианта	Тело	m , кг
2	Шар	1
4	Цилиндр	0.8
6	Стержень закреплённый концом	2
8	Диск	3
10	Обруч	4
12	Стержень закреплённый посередине	2
14	Стержень закреплённый концом	5
16	Диск	7

**2.5. Исследуем движения связанных тел
(кинематика и динамика)**

Физический объект – одинаковый для всех студентов.

Практические данные – индивидуальные для студента.

Требования задачи – общие для всех студентов.

Задача № 7. К нити, перекинутой через блок, подвесили грузы мас-
сами m_1 и m_2 , радиус блока R , масса блока $m_б$.

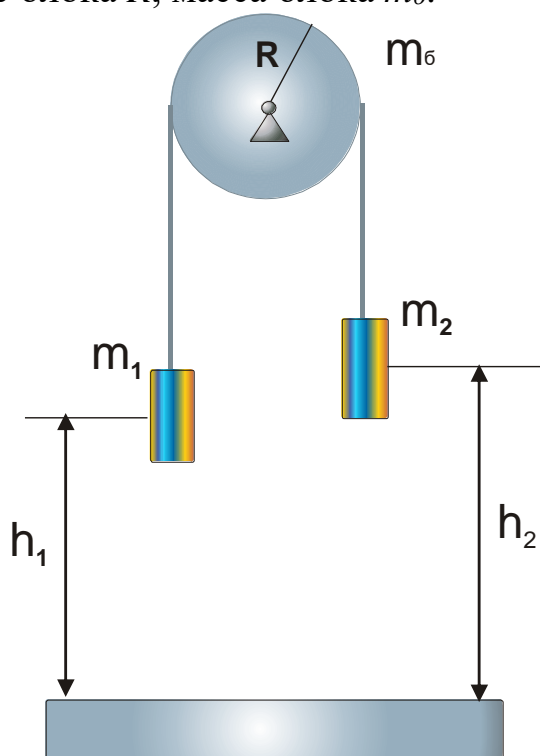


Рис. 3

Общее требование к описываемой ситуации: исследуйте движения связанных тел и проанализируйте результаты.

Требуется определить:

1. Момент сил, действующих на блок, вращающийся без трения, и ускорение блока.

А. Изобразите рисунок и укажите на нем силы, действующие на тела.

Б. Запишите уравнение моментов сил для блока в векторном виде и в проекции на ось, перпендикулярную плоскости рисунка.

В. Запишите формулу-определение и определите момент инерции для блока.

Г. Определите момент сил, действующих на блок.

Д. Запишите уравнение связи между тангенциальным ускорением точек на ободе блока и линейным ускорением грузов.

Е. Решите полученную систему уравнений и определите ускорение блока.

2. Одну из кинематических величин, которая стоит под знаком вопроса в варианте вашего задания (*время поворота t , или угол поворота, или скорость v_1 первого груза, или скорость второго груза v_2*) для момента времени, когда один из грузов коснется опоры (*используйте методы и приемы, которым научились при решении предыдущих задач*).

Таблица 34. Исходные данные к задаче 7

1-, 3-, 5-я группы ($R = 0,4$ м)							2-, 4-я группы ($R = 0,2$ м)						
№ в-та	m_0 , кг	m_1 , кг	m_2 , кг	h_1 , м	h_2 , м	?	№ в-та	m_0 , кг	m_1 , кг	m_2 , кг	h_1 , м	h_2 , м	?
1	1	5	1	1	5	t	1	2	5	1	1	4	v_1
2	2	4	2	2	4	$\Delta\varphi$	2	3	4	2	2	4	v_2
3	3	10	2	1	5	v_1	3	4	10	2	1	5	t
4	4	10	4	1	2	v_2	4	5	10	4	1	2	$\Delta\varphi$
5	5	10	5	1	3	t	5	6	10	5	1	3	v_2
6	6	10	1	0,5	2	$\Delta\varphi$	6	7	10	1	0,5	2	t
7	7	12	2	0,6	3	v_1	7	8	12	1	0,4	3	$\Delta\varphi$
8	8	15	5	0,5	2	v_2	8	9	15	4	0,3	2	v_1
9	9	20	5	0,8	4	$\Delta\varphi$	9	10	20	12	0,5	3	t
10	10	20	6	0,4	5	v_1	10	11	20	4	0,4	5	$\Delta\varphi$
11	11	20	2	0,5	4	v_2	11	12	20	2	0,6	2	v_1
12	12	25	5	1	4	t	12	13	25	4	1	4	v_2
13	13	25	6	1	5	$\Delta\varphi$	13	14	25	8	1	6	t
14	14	30	5	1	4	v_1	14	15	25	4	2	8	$\Delta\varphi$
15	15	30	10	2	6	v_2	15	16	25	10	1	10	v_1
16	16	30	12	2	10	t	16	17	30	14	1	8	v_2
17	17	30	20	1	10	$\Delta\varphi$	17	18	30	8	2	10	t
18	18	32	12	0,5	10	v_1	18	19	35	4	1	10	$\Delta\varphi$
19	19	30	10	1	10	v_2	19	20	38	4	0,4	6	v_1
20	20	35	4	1	8	t	20	21	48	5	0,2	3	v_2

2.6. Исследуем равновесие тела (статика)

Физический объект – одинаковый для всех студентов.

Практические данные – индивидуальные для студента.

Требования задачи – общие для всех студентов.

Задача № 8. К идеально гладкой стене приставлена лестница под углом 60° к горизонту. Массой лестницы можно пренебречь. Если для решения задачи будет необходима масса человека, возьмите в качестве заданной величины массу своего тела.

Требование к описываемой ситуации: исследуйте равновесие лестницы и проанализируйте полученные результаты.

Требуется определить:

1. При какой силе трения лестница не будет скользить.

2. На какое расстояние может подняться вдоль лестницы человек.

А. Для решения необходимо записать условия равновесия тела в общем случае.

Б. Переписать условия равновесия тела для рассматриваемого конкретного случая и ответить на вопрос, какие величины можно определить из условий равновесия?

Обозначения в таблице 35:

L — длина лестницы; μ — коэффициент трения между лестницей и полом.

Таблица 35. Исходные данные к задаче 8

№ варианта	2-я группа		3-я группа		4-я группа		5-я группа	
	L , м	μ	L , м	μ	L , м	μ	L , м	μ
1	4,1	0,32	4,1	0,33	4,1	0,34	4,1	0,35
2	4,2	0,32	4,2	0,33	4,2	0,34	4,2	0,35
3	4,3	0,32	4,3	0,33	4,3	0,34	4,3	0,35
4	4,4	0,32	4,4	0,33	4,4	0,34	4,4	0,35
5	4,5	0,32	4,5	0,33	4,5	0,34	4,5	0,35
6	4,6	0,32	4,6	0,33	4,6	0,34	4,6	0,35
7	4,7	0,32	4,7	0,33	4,7	0,34	4,7	0,35
8	4,8	0,32	4,8	0,33	4,8	0,34	4,8	0,35
9	4,9	0,32	4,9	0,33	4,9	0,34	4,9	0,35
10	5,0	0,32	5,0	0,33	5,0	0,34	5,0	0,35
11	5,1	0,32	5,1	0,33	5,1	0,34	5,1	0,35
12	5,2	0,32	5,2	0,33	5,2	0,34	5,2	0,35
13	5,3	0,32	5,3	0,33	5,3	0,34	5,3	0,35
14	5,4	0,32	5,4	0,33	5,4	0,34	5,4	0,35
15	5,5	0,32	5,5	0,33	5,5	0,34	5,5	0,35
16	5,6	0,32	5,6	0,33	5,6	0,34	5,6	0,35
17	5,7	0,32	5,7	0,33	5,7	0,34	5,7	0,35
18	5,8	0,32	5,8	0,33	5,8	0,34	5,8	0,35

3. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ

3.1. Определение центра масс плоского тела

1. Что такое центр масс (укажите формулу, что характеризует центр масс, какова единица измерения, скалярная или векторная величина, если векторная, то как направлена)?
2. Какая формула определяет радиус-вектор центра масс, какие проекции радиус-вектора центра масс, что в них входит?
3. Какие величины нужны для расчета центра масс любого тела?
4. Какие есть способы определения центра масс (подсказка: геометрический и аналитический), в чем они заключаются?
5. Как рассчитать центр масс не сплошного тела (придумайте задачу с таким телом и определите его центр масс)?

3.2. Абсолютно упругое и абсолютно неупругое соударения

1. Какова «сущность» (отличительные признаки) абсолютно упругого соударения, как создать абсолютно упругое соударение?
2. Каковы основные законы абсолютно упругого соударения, в чем их физический смысл?
3. Какие величины входят в законы абсолютно упругого соударения?
4. Какие можно получить уравнения-следствия на основе законов абсолютно упругого соударения, проанализируйте их (примените законы сохранения импульса и энергии к исследованию соударения)?
5. Какова «сущность» (отличительные признаки) абсолютно неупругого соударения, как создать абсолютно неупругое соударение?
6. Каковы основные законы абсолютно неупругого соударения, в чем их физический смысл?
7. Какие величины входят в законы абсолютно неупругого соударения?
8. Какие можно получить уравнения-следствия на основе абсолютно неупругого соударения, проанализируйте их (примените законы сохранения импульса и энергии к исследованию соударения)?
9. Сравните результаты, полученные для абсолютно упругого и абсолютно неупругого соударений, какие выводы об импульсе и энергии можно сделать для них?

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Фирганг, Е.В. Руководство к решению задач по курсу общей физики [Текст] : учеб. пособие для вузов / Е.В. Фирганг. — 4-е изд., испр. — СПб. : Лань, 2009. — 352 с. : ил. — (Учебники для вузов. Специальная литература).

2. Корявов, В.П. Методы решения задач в общем курсе физики. Термодинамика и молекулярная физика [Текст] : учеб. пособие для вузов / В.П. Корявов. — М. : Высшая школа, 2009. — 358 с. : ил.

3. Решение задач по курсу общей физики [Текст] : учеб. пособие для вузов / Рогачев Н.М., ред. — 2-е изд., испр. — СПб. : Лань, 2008. — 304 с. : ил. — (Учебники для вузов. Специальная литература).

4. Бухман, Н.С. Упражнения по физике [Текст] : учеб. пособие для вузов / Н.С. Бухман. — 2-е изд., испр. и доп. — СПб. : Лань, 2008. — 96 с. : ил. — (Учебники для вузов. Специальная литература).

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Департамент научно-технологической политики и образования
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Костромская государственная сельскохозяйственная академия»
Факультет инженерно-технологический
Направление подготовки 35.03.06 «Агроинженерия»
Профиль: «_____»

Кафедра физики и автоматики

РАСЧЁТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА №1 ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ФИЗИКА» ПО РАЗДЕЛУ «МЕХАНИКА»

1. Криволинейное движение материальной точки (кинематика):
 1. расчет кинематических характеристик движения (уравнение движения задано);
 2. расчет кинематических характеристик движения тела в поле Земли (уравнение движения не задано).
2. Вращательное движение тела (кинематика):
 1. расчет кинематических характеристик движения точек тела (уравнение движения задано);
 2. расчет кинематических характеристик движения точек тела (уравнение движения не задано);
3. Поступательное движение тела (кинематика и динамика):
4. Вращательное движение тела (динамика).
5. Движение связанных тел (кинематика и динамика).
6. Равновесие тел.

Выполнил:

Студент _____ группы _____
Подпись _____ Фамилия И.О. _____

Проверил:

Доцент кафедры физики и автоматики _____ Мамаева И.А.

Оцениваемый компонент	Результат проверки и защиты работы*	Итоговый балл
Теория явлений (<i>знание самостоятельно изучаемого явления и его законов</i>)		
Методы решения задач (<i>верное применение, знание и умение объяснить способ применения законов к решению задач</i>)		
Формулировка законов (<i>знание формул и формулировок законов, на основе которых решены задачи</i>)		

* «+» – оцениваемый компонент сформирован, «+-» – существуют замечания по формированию оцениваемого компонента, «-» – оцениваемый компонент не сформирован (студент получает рекомендацию работы над ним).

Караваяево 20__ г.

Образец оформления листа заданий

1-я группа, вариант 7

Задача № 1

№	Нечетные варианты	t_1, c	t_2, c
7	$\begin{cases} x = 1 \cdot e^t, \\ y = t \cdot e^{-t}. \end{cases}$	0	4

Задача № 2

№ варианта	$V, m/c$	$\alpha, \text{град}$	H, m
7	10	30	100

Задача № 3

№	Уравнение	t_1, c	t_2, c	$R, \text{см}$
7	$\varphi = 5t - t_3$	0,2	2	28

Задача № 6

Тело	$m, \text{кг}$
Шар	3

Задача № 4

№	Частота, об/мин	t, c
7	142	7

Задача № 5

№	l, m	$m_1, \text{кг}$	$m_2, \text{кг}$	1-я группа
7	70	7	8	h

Задача № 7

№	$m_6, \text{кг}$	$m_1, \text{кг}$	$m_2, \text{кг}$	h_1, m	h_2, m	?
7	7	12	2	0,6	3	v_1

Задача № 8

№	L, m	μ
7	4,7	0,32