

**Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Московский физико-технический институт  
(национальный исследовательский университет)»**

**УТВЕРЖДЕНО**

**и.о. директора физтех-школы  
физики и исследований им.  
Ландау**

**А.А. Воронов**

	<b>Рабочая программа дисциплины (модуля)</b>
<b>по дисциплине:</b>	Олимпиадные задачи по физике
<b>по направлению:</b>	Прикладные математика и физика
<b>профиль подготовки:</b>	Физика и педагогика Физтех-школа физики и исследований им. Ландау кафедра инновационной педагогики
<b>курс:</b>	3
<b>квалификация:</b>	бакалавр

Семестры, формы промежуточной аттестации:

6 (весенний) - Дифференцированный зачет

7 (осенний) - Экзамен

Аудиторных часов: 120 всего, в том числе:

лекции: 60 час.

семинары: 60 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 75 час.

Подготовка к экзамену: 30 час.

Всего часов: 225, всего зач. ед.: 5

Программу составил: Д.А. Александров

Программа обсуждена на заседании кафедры инновационной педагогики 20.04.2020

## Аннотация

Программа «Олимпиадные задачи по физике» нацелена на формирование фундаментальных навыков решения школьных олимпиадных задач разного уровня. В ходе обучения по программе закладывается фундамент для самостоятельного развития и самообразования студента, а также создаются возможности для дальнейшего повышения квалификации.

В программе углубленно рассматриваются два наиболее важных раздела школьной физики – «механика» и «электричество и магнетизм», на материале которых излагаются базовые методы, способы и приемы решения олимпиадных задач, а также вырабатываются и закрепляются навыки самостоятельного решения задач. Для разделов «молекулярно-кинетическая теория» и «оптика» обзорно излагаются специфические для этих тем методы и приемы решения задач.

## 1. Цели и задачи

### Цель дисциплины

Изложить студентам основы решения школьных олимпиадных задач по физике и выработать навыки их самостоятельного решения.

### Задачи дисциплины

Познакомить студентов со спецификой школьной олимпиадной физики.

Дать студентам представление об основных типах олимпиадных задач по физике, способах и методах их решения.

Сформировать у студентов навыки самостоятельного решения нестандартных физических задач.

Научить студентов оптимально выбирать и применять разные методы и способы решения олимпиадных задач.

Выработать у студентов навыки проведения доказательных рассуждений, логического обоснования выводов при решении олимпиадных задач по физике.

## 2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 Анализирует задачу, выделяя этапы ее решения, действия по решению задачи
	УК-1.2 Находит, критически анализирует и выбирает информацию, необходимую для решения поставленной задачи
	УК-1.3 Рассматривает различные варианты решения задачи, оценивает их преимущества и недостатки
	УК-1.4 Грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения и оценки
	УК-1.5 Определяет и оценивает практические последствия возможных вариантов решения задачи
ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области физико-математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ОПК-1.1 Способен анализировать поставленную задачу, намечать пути ее решения
	ОПК-1.2 Способен строить математические модели, производить количественные расчеты и оценки
	ОПК-1.3 Способен определять границы применимости полученных результатов
ПК-4 Способен критически оценивать применимость используемых методик и методов	ПК-4.1 Знает численные порядки величин, характерных для соответствующей профессиональной области
	ПК-4.3 Способен обосновать причинно-следственные отношения используемых понятий и моделей

ПК-8 Способен к преподаванию физико-математических дисциплин в образовательном учреждении общего образования, дополнительного образования	ПК-8.3 Способен применять различные методы обучения и образовательные технологии, исходя из особенностей содержания учебного материала, возраста и образовательных потребностей обучаемых; планировать и комплексно применять различные средства обучения
ПК-9 Способен организовывать совместную и индивидуальную учебную деятельность обучающихся, осуществлять педагогическую поддержку обучающихся с выдающимися способностями	ПК-9.2 Способен осуществлять индивидуальную работу с обучающимися в зависимости от их способностей, образовательных возможностей и потребностей; разрабатывать индивидуально ориентированные программы, материалы с учетом индивидуальных особенностей обучающихся
	ПК-9.4 Умеет осуществлять отбор учебного и методического материала для реализации в различных формах обучения физико-математическим дисциплинам в соответствии с дидактическими целями и возрастными особенностями обучающихся

### 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны знать:

Основные типы олимпиадных задач по физике;  
способы и методы решения олимпиадных задач по физике;  
приемы анализа нестандартных задач.

уметь:

Выбирать методы и способы решения олимпиадных задач по физике;  
решать олимпиадные задачи по физике (региональный этап ВсОШ).

владеть:

Навыками проведения доказательных рассуждений, логического обоснования выводов при решении олимпиадных задач по физике.

### 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

#### 4.1. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкости по видам учебных занятий

№	Тема (раздел) дисциплины	Трудоемкость по видам учебных занятий, включая самостоятельную работу, час.			
		Лекции	Семинары	Лаборат. работы	Самост. работа
1	Принцип относительности. Выбор системы отсчета.	4	4		4
2	Блоки. Анализ размерности и предельные случаи.	4	4		4
3	Движения со связями.	6	6		6
4	Импульс. Центр масс.	4	4		4
5	Совместное применение законов сохранения.	6	6		6
6	Статика и гидростатика.	4	4		4
7	Молекулярно-кинетическая теория.	2	2		2
8	Поле неподвижных зарядов.	4	3		4
9	Поток в электростатике.	2	3		4
10	Электростатика проводников.	4	3		4
11	Схемы из резисторов и конденсаторов.	4	3		4

12	Цепи постоянного тока.	2	3		2
13	Электромагнитная индукция.	4	3		4
14	Колебания.	4	3		6
15	LCR-цепи. Переходные процессы в LCR-цепях.	4	3		6
16	Оптика.	2	6		11
Итого часов		60	60		75
Подготовка к экзамену		30 час.			
Общая трудоёмкость		225 час., 5 зач.ед.			

#### 4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

##### Семестр: 6 (Весенний)

##### 1. Принцип относительности. Выбор системы отсчета.

Основные виды задач, примеры, способы решения.

##### 2. Блоки. Анализ размерности и предельные случаи.

Основные виды задач, примеры, способы решения.

##### 3. Движения со связями.

Основные виды задач, примеры, способы решения.

##### 4. Импульс. Центр масс.

Основные виды задач, примеры, способы решения.

##### 5. Совместное применение законов сохранения.

Основные виды задач, примеры, способы решения.

##### 6. Статика и гидростатика.

Основные виды задач, примеры, способы решения.

##### 7. Молекулярно-кинетическая теория.

Обзор специфических для раздела задач, способов решения.

##### Семестр: 7 (Осенний)

##### 8. Поле неподвижных зарядов.

Основные виды задач, примеры, способы решения.

##### 9. Поток в электростатике.

Основные виды задач, примеры, способы решения.

##### 10. Электростатика проводников.

Основные виды задач, примеры, способы решения.

11. Схемы из резисторов и конденсаторов.

Основные виды задач, примеры, способы решения.

12. Цепи постоянного тока.

Основные виды задач, примеры, способы решения.

13. Электромагнитная индукция.

Основные виды задач, примеры, способы решения.

14. Колебания.

Основные виды задач, примеры, способы решения.

15. LCR-цепи. Переходные процессы в LCR-цепях.

Основные виды задач, примеры, способы решения.

16. Оптика.

Обзор специфических для раздела задач, способов решения.

## **5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Учебная аудитория, оснащенная мультимедиа проектором, экраном и микрофоном. Для проведения занятий в формате видеоконференции – ноутбук или персональный компьютер, оснащенный микрофоном и видеокамерой, имеющий выход в сеть Интернет с достаточной для участия в видеоконференции пропускной способностью.

## **6.Перечень рекомендуемой литературы**

### **Основная литература**

1. Козел. С.М., Слободянин В.П. Всероссийские олимпиады школьников по физике. 1992-2001. - М.: Вербум-М, 2002. - 392 с.
2. Задачи Московских городских олимпиад по физике.1986 – 2005. / Под ред. Семенова М.В., Якуты А.А., – М.: Изд. МЦНМО, 2006. — 616 с.
3. Задачи по физике: Учеб. пособие. / Под ред. О. Я. Савченко. -. Новосибирск: Новосибирский государственный университет, 2008. - 370 с.
4. Сборник задач по элементарной физике. / Буховцев Б.Б., Мякишев Г.Я. и др. 5-е изд., перераб. - М.: Наука, Физматлит, 1987. - 416 с
5. Буздин А.И., Зильберман А.Р., Кротов С.С. Раз задача, два задача... - М.: Наука, 1990. – 240 с.

### **Дополнительная литература**

1. Физика в примерах и задачах [Текст], учеб. пособие для подгот. отд-ний вузов /Е. И. Бутиков, А. А. Быков, А. С. Кондратьев. М., Наука, 1989
1. Бутиков Е.И., Быков А.Л., Кондратьев А.С. Физика для поступающих в вузы. - М.: Наука, 1982. - 608с.

## **7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

<https://olimpiada.ru/> - Портал олимпиад школьников Олимпиада.ру.

<http://ilib.mccme.ru> - Интернет-библиотека Виталия Арнольда

<http://kvant.ras.ru> - Научно-популярный физико-математический журнал «Квант» (архив номеров)

<http://4ipho.ru> - Сайт подготовки национальных команд Российской Федерации к

Международной олимпиаде по физике IPhO и Международной естественнонаучной олимпиаде юниоров IJSO

## **8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

На лекционных занятиях могут использоваться мультимедийные технологии, включая демонстрацию презентации. Также лекции могут проходить в дистанционном режиме посредством видеоконференций и вебинаров.

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

В структуре учебного плана значительное время отводится на самостоятельное решение задач. В рабочей программе приведено примерное распределение часов аудиторной и внеаудиторной нагрузки по различным темам дисциплины.

Успешное освоение курса требует напряжённой самостоятельной работы студента. В программе курса приведено минимально необходимое время для работы студента над темой.

Для успешного освоения данной дисциплины студенту необходимо:

- посещать семинары, конспектировать материал;
- выполнять задания, задаваемые преподавателем на семинарах;
- выполнить итоговые письменные задания по дисциплине.

Показателем владения материалом служит умение решать олимпиадные задачи регионального уровня ВсОШ.

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

**по направлению:** Прикладные математика и физика  
**профиль подготовки:** Физика и педагогика  
Физтех-школа физики и исследований им. Ландау  
кафедра инновационной педагогики  
**курс:** 3  
**квалификация:** бакалавр

Семестры, формы промежуточной аттестации:

6 (весенний) - Дифференцированный зачет  
7 (осенний) - Экзамен

**Разработчик:** Д.А. Александров

## 1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 Анализирует задачу, выделяя этапы ее решения, действия по решению задачи
	УК-1.2 Находит, критически анализирует и выбирает информацию, необходимую для решения поставленной задачи
	УК-1.3 Рассматривает различные варианты решения задачи, оценивает их преимущества и недостатки
	УК-1.4 Грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения и оценки
	УК-1.5 Определяет и оценивает практические последствия возможных вариантов решения задачи
ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области физико-математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ОПК-1.1 Способен анализировать поставленную задачу, намечать пути ее решения
	ОПК-1.2 Способен строить математические модели, производить количественные расчеты и оценки
	ОПК-1.3 Способен определять границы применимости полученных результатов
ПК-4 Способен критически оценивать применимость используемых методик и методов	ПК-4.1 Знает численные порядки величин, характерных для соответствующей профессиональной области
	ПК-4.3 Способен обосновать причинно-следственные отношения используемых понятий и моделей
ПК-8 Способен к преподаванию физико-математических дисциплин в образовательном учреждении общего образования, дополнительного образования	ПК-8.3 Способен применять различные методы обучения и образовательные технологии, исходя из особенностей содержания учебного материала, возраста и образовательных потребностей обучаемых; планировать и комплексно применять различные средства обучения
ПК-9 Способен организовывать совместную и индивидуальную учебную деятельность обучающихся, осуществлять педагогическую поддержку обучающихся с выдающимися способностями	ПК-9.2 Способен осуществлять индивидуальную работу с обучающимися в зависимости от их способностей, образовательных возможностей и потребностей; разрабатывать индивидуально ориентированные программы, материалы с учетом индивидуальных особенностей обучающихся
	ПК-9.4 Умеет осуществлять отбор учебного и методического материала для реализации в различных формах обучения физико-математическим дисциплинам в соответствии с дидактическими целями и возрастными особенностями обучающихся

## 2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Олимпиадные задачи по физике» обучающийся должен:

### знать:

Основные типы олимпиадных задач по физике;  
способы и методы решения олимпиадных задач по физике;  
приемы анализа нестандартных задач.

### уметь:

Выбирать методы и способы решения олимпиадных задач по физике;  
решать олимпиадные задачи по физике (региональный этап ВсОШ).

### владеть:

Навыками проведения доказательных рассуждений, логического обоснования выводов при решении олимпиадных задач по физике.



### **3. Перечень типовых (примерных) вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю**

### **4. Перечень типовых (примерных) вопросов и тем для проведения промежуточной аттестации обучающихся**

#### **Критерии оценивания**

Оценка отлично 10 баллов - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины, проявляющему интерес к данной предметной области, продемонстрировавшему умение уверенно и творчески применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка отлично 9 баллов - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка отлично 8 баллов - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, правильное обоснование принятых решений, с некоторыми недочетами.

Оценка хорошо 7 баллов - выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но недостаточно грамотно обосновывает полученные результаты.

Оценка хорошо 6 баллов - выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности.

Оценка хорошо 5 баллов - выставляется студенту, если он в основном знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач достаточно большое количество неточностей.

Оценка удовлетворительно 4 балла - выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он освоил основные разделы учебной программы, необходимые для дальнейшего обучения, и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации.

Оценка удовлетворительно 3 балла - выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, допускающему ошибки в формулировках базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, слабо владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и с трудом применяет полученные знания даже в стандартной ситуации.

Оценка неудовлетворительно 2 балла - выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных принципов и не умеет использовать полученные знания при решении типовых задач.

Оценка неудовлетворительно 1 балл - выставляется студенту, который не знает основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубейшие ошибки в формулировках базовых понятий дисциплины и вообще не имеет навыков решения типовых практических задач.

### **5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

Промежуточная аттестация по дисциплине «Олимпиадные задачи по физике» осуществляется в форме дифференцированного зачета в 6 семестре. Диф.зачет проводится в письменной форме. Длительность зачета не превышает 2 астрономических часа.

Итоговая аттестация по дисциплине «Олимпиадные задачи по физике» осуществляется в форме устного экзамена по билетам. В каждом билете представлено четыре задачи, которые необходимо решить. При проведении зачёта и экзамена обучающемуся предоставляется 1 астрономический час на подготовку. Опрос обучающегося не должен превышать одного астрономического часа.

## 11. Фонд оценочных средств

### 11.1. Перечень типовых (примерных) вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю

*Пример домашнего задания:*

Самостоятельно решить не менее 10-ти задач по пройденной теме из задачников в предложенном списке литературы. Изучить архив олимпиадных задач, найти вызывающие вопросы задачи. Если такие задачи найдены, сформулировать вопросы по ним для дополнительного разбора.

### 11.2. Перечень типовых (примерных) вопросов и тем для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Промежуточная аттестация по дисциплине «Олимпиадные задачи по физике» осуществляется в форме дифференцированного зачета. Диф.зачет проводится в письменной форме. Длительность зачета не превышает 2 астрономических часа.

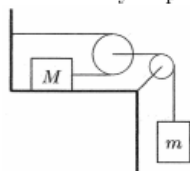
#### Перечень контрольных вопросов дифференцированного зачета (6 семестр):

1. Сформулируйте закон сложения скоростей. Дайте определения всем входящим в него величинам.
2. Сформулируйте закон сложения ускорений для поступательно движущихся систем отсчёта. Приведите пример, показывающий, что условие поступательности существенно.
3. Напишите основные формулы равноускоренного движения.
4. Как связаны начальная и конечная скорости на оптимальной траектории?
5. От чего и как зависят нормальное и касательное ускорения?
6. Перечислите известные вам кинематические связи. Для каждой из них сформулируйте соответствующее соотношение.
7. Каким может быть мгновенное распределение скоростей в твёрдом теле?
8. Сформулируйте законы Ньютона.
9. Как найти положение, скорость и ускорение центра масс?
10. Сформулируйте теорему о движении центра масс.
11. При каких условиях справедлив закон сохранения импульса?
12. Приведите несколько примеров задач, требующих совместного применения двух законов сохранения.
13. Перечислите открытые экспериментально газовые законы.
14. Запишите уравнение состояния идеального газа.
15. Что такое идеальный газ?
16. От чего и как зависит внутренняя энергия идеального газа?
17. Сформулируйте первое начало термодинамики. При каких условиях оно верно?
18. При каких условиях работа равна  $PdV$ ?
19. Приведите несколько формулировок второго начала термодинамики.
20. Сформулируйте теоремы Карно.

#### Примеры контрольных заданий дифференцированного зачета (6 семестр):

1.

7. Найти ускорение  $a_m$  груза  $m$ , если  $m = 2$  кг,  $M = 2$  кг.



2.

28. В некоторой точке на плоском склоне горы, составляющем угол  $\alpha = 30^\circ$  с горизонтом, произошёл взрыв. Множество осколков снаряда разлетаются от места взрыва с одинаковыми по модулю скоростями  $v = 10$  м/с во всевозможных направлениях. Через какое время после взрыва упадёт последний осколок? На каком расстоянии от места взрыва он упадёт?

3.

16. Вертикально расположенный цилиндр, закрытый с обеих сторон, разделён тяжёлым теплонепроницаемым поршнем на две части; обе части сосуда содержат одинаковое количество воздуха. При одинаковой температуре воздуха в обеих частях  $T_1 = 400$  К давление в нижней части сосуда вдвое больше давления в верхней части. До какой температуры  $T_2$  надо нагреть воздух в нижней части сосуда, чтобы объёмы верхней и нижней частей стали одинаковыми?

4.

10. Как должна измениться мощность насоса, чтобы он стал перегонять через узкое отверстие вдвое большее количество воды в единицу времени?

5.

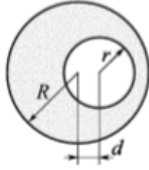
3. Оцените среднюю кинетическую энергию и среднеквадратичную скорость частичек тумана диаметром 10 мкм, находящихся в воздухе при температуре  $5^\circ\text{C}$ .

6

6. Сферический резервуар, стоящий на земле, имеет радиус  $R = 2$  м. При какой наименьшей скорости  $v_0$  брошенный с земли камень может перелететь через резервуар, лишь коснувшись его вершины?

7.

21. Где находится центр масс: однородного прута, согнутого посередине под прямым углом; однородной треугольной пластинки; гардеробного номерка в виде диска с круглым отверстием.



**Перечень контрольных вопросов экзамена (7 семестр):**

1. Приведите несколько способов получить поле равномерно заряженной плоскости.
2. Каким методом можно найти форму силовой линии?
3. Как найти энергию системы зарядов?
4. Перечислите свойства проводников в электростатике.
5. Получите закон Ома в модели Друде.
6. Как находить выделившееся после замыкания ключа тепло? Приведите примеры задач.
7. Приведите типичные примеры задач с индуктивностями и расскажите о методах их решения.
8. Получите формулу линзы в параксиальном приближении.
9. Докажите, что в идеальной линзе изображение существует точно.
10. Получите формулу Ньютона.
11. Получите формулы для поперечного и продольного увеличений оптической системы.
12. Как рассчитать многолинзовую систему?

**Примеры билетов экзамена (7 семестр):**

**Билет №1**

1.

7. Четыре точечных заряда  $q = 10^{-5}$  Кл находятся на большом расстоянии друг от друга. Какую работу необходимо совершить, чтобы расположить их в вершинах квадрата со стороной  $l = 1$  м?

2.

15. К батарее с пренебрежимо малым внутренним сопротивлением подключены последовательно друг к другу два одинаковых миллиамперметра, которые показывают ток  $I_1 = 1$  мА. Параллельно одному из них подключают вольтметр, при этом показания этого миллиамперметра уменьшаются до  $I_2 = 0,8$  мА, а вольтметр показывает напряжение  $U = 0,3$  В. Что показывает второй миллиамперметр? Чему равно напряжение батареи? Каковы сопротивления приборов?

3.

37. Электрическая цепь состоит из идеальной батареи с ЭДС  $\mathcal{E} = 12$  В, катушки индуктивностью  $L = 1$  Гн, конденсатора ёмкостью  $C = 1$  Ф и резистора с неизвестным сопротивлением. Ключ замыкают на время  $\tau = 1$  с, а затем размыкают. За время, пока ключ был замкнут, через источник протёк заряд  $q = 10$  Кл.

1. Какое количество теплоты выделилось в цепи за время, пока ключ был замкнут?

2. Какое количество теплоты выделилось в цепи после размыкания ключа?

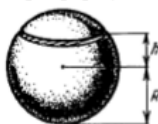
4.

1. Трапеция  $ABCD$  расположена так, что её основания  $AB$  и  $CD$  перпендикулярны оптической оси тонкой линзы. Линза создаёт мнимое изображение трапеции  $ABCD$  в виде трапеции с теми же самыми углами. Если повернуть трапецию  $ABCD$  на  $180^\circ$  вокруг большего основания  $AB$ , то линза создаёт её изображение в виде прямоугольника. С каким увеличением изображается сторона  $AB$ ?

**Билет №2**

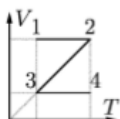
1.

36. Равномерно заряженная зарядом  $Q = 8$  мкКл сфера радиуса  $R = 10$  см разрезана на две части по плоскости, отстоящей на расстоянии  $h = 5,5$  см от центра сферы. Найдите силу, с которой отталкиваются друг от друга эти части. Какой минимальный заряд нужно поместить в центр сферы, чтобы её части не разлетались?



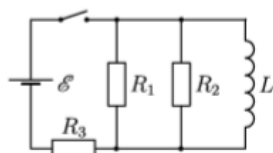
2.

8. Моль идеального одноатомного газа переводится в тепловом процессе из начального состояния в конечное как указано на рисунке. Определить подведённое газу тепло, если разность начальной и конечной температур  $\Delta T = 100^\circ\text{C}$ .



3. В электрической схеме ключ в начальный момент замкнут. После размыкания ключа в цепи выделяется количество тепла  $Q = 8 \text{ мкДж}$ .  $R_1 = R_3 = 3 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = 1 \text{ Ом}$ ,  $L = 100 \text{ мкГн}$ .

1. Чему равна ЭДС батареи?
2. Какое количество тепла выделится на каждом из резисторов?



4. 24. Положительная линза с фокусным расстоянием  $6\sqrt{2} \text{ см}$  создаёт изображение предмета, находящегося на расстоянии  $d$ , с увеличением  $\Gamma_1$ . Отрицательная линза с таким же фокусным расстоянием создаёт изображение предмета, находящегося на том же расстоянии  $d$ , с увеличением  $\Gamma_2 = \Gamma_1^{-1}$ . Определить  $d$ .