

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет  
им. Н.И. Лобачевского»**

Физический  
(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. декана  
физического факультета \_\_\_\_\_

Малышев А.И.

« 7 » \_\_\_\_\_ июня 2018г.

**Рабочая программа дисциплины (модуля)**

Решение физических задач

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования

бакалавриат

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность

03.03.02 «Физика»

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы

Физика конденсированного состояния

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Квалификация (степень)

бакалавр

(бакалавр / магистр / специалист)

Форма обучения

очно-заочная

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижний Новгород

2018

год набора 2018

### 1. Место и цели дисциплины (модуля) в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.ДВ.02.02 «Решение физических задач» относится к группе дисциплин по выбору вариативной части.

#### Цель:

Овладение основами методики обучения и формирование опыта решения физических задач.

### 2. Требования к результатам освоения дисциплины

*Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:*

ПК-4 способность применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин.

ПК-9 способность проектировать, организовывать и анализировать педагогическую деятельность, обеспечивая последовательность изложения материала и междисциплинарные связи физики с другими дисциплинами.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

**Таблица 1**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине**

Код формируемой компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций
ПК-4	<p>Знать</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методы решения физических задач различного типа (качественных и расчетных, графических, экспериментальных и др.)</li> </ul> <p>Уметь</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выбирать физические задачи и их последовательность в соответствии с целями обучения и составом коллектива учащихся;</li> </ul> <p>Владеть</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- приемами решения физических задач различного типа и степени сложности.</li> </ul>
ПК-9	<p>знать – последовательность деятельности учителя при организации уроков решения физических задач; – методические основы организации уроков решения физических задач;</p> <p>уметь – строить образовательный процесс, ориентированный на достижение целей школьного физического образования базового уровня; – выбирать разноуровневые задачи с целью изучения физических процессов, явлений и законов;</p> <p>владеть – приемами проектирования и проведения учебных занятий по физике с использованием решения физических задач с учетом возрастных особенностей учащихся и уровня изучения учебного материала; – приемами обучения учащихся решению физических задач</p>

### 3. Структура и содержание дисциплины (модуля) «Решение физических задач»

Объем дисциплины (модуля) составляет 7 зачетных единиц, всего 252 часа, из которых 50 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (16 часов занятия лекционного типа, 32 часа занятия семинарского типа (семинары, научно-практические занятия, лабораторные работы и т.п.), в том числе 2 часа - мероприятия текущего контроля успеваемости, 2 часа - мероприятия промежуточной аттестации), 166 часов составляет самостоятельная работа обучающегося.

**Содержание дисциплины (модуля)**

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе				
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них				Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Всего	
	Очно-заочное	Очно-заочное	Очно-заочное	Очно-заочное	Очно-заочное	Очно-заочное
<b>Тема 1</b> Решение задач как цель и метод обучения физике	36	2	4		6	30
<b>Тема 2</b> Виды учебных задач по физике	42	4	8		12	30
<b>Тема 3</b> Основные методы обучения решению задач	42	4	8		12	30
<b>Тема 4</b> Задачи по физике базового уровня	42	4	8		12	30
<b>Тема 5</b> Методика обучения решению олимпиадных задач по физике	52	2	4		6	46
В т.ч. текущий контроль	2		2		2	
Промежуточная аттестация - Экзамен						

**5. Образовательные технологии:**

*Общие методы:* методы анализа профессиональных ситуаций, информационно-коммуникативные технологии, включая дистанционное обучение, активные образовательные технологии (семинары, практики, самостоятельная работа обучающихся, рефераты).

*Технология проектного обучения:*

получение углубленных знаний по: отдельным темам; формирование общеучебных умений студентов; развитие творческой самостоятельности; формирование интереса к учебной деятельности, что достигается на основе целенаправленной, управляемой деятельности студентов по изучению той или иной проблемы, которая осуществляется в несколько этапов: 1) определение темы и целей проекта, 2) планирование работы, 3) сбор необходимой информации, 4) анализ информации, 5) представление и оценка результатов.

*Технология обучения как учебного исследования:* Формирование у обучающихся процедур учебного исследования, подготовка к последующей исследовательской деятельности. Основой является использование и усвоение студентами следующих процедур: знакомство с литературой, выявление проблем, формулировка проблем, прояснение неясных вопросов, формулировка гипотезы, планирование учебных действий, сбор данных, анализ и синтез данных, выводы, обобщение, оформление и представление результатов, переосмысление результатов в ходе ответов на вопросы и дискуссий.

*Практическая работа по проведению и обработке результатов эксперимента.*

**6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспирантов.**  
**Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

Обучение проводится в лаборатории методики обучения физике с доступом к лабораторному оборудованию, приборам, базам данных, к ресурсам Интернет. База для педагогического эксперимента – классы университетского кластера школ и физмат школа ННГУ.

Выбранная форма контроля знаний – экзамен. Вопросы приведены в приложении 1. При выставлении оценки преподаватель оценивает умение анализировать содержание обучения, владение основами техники и методики обучения решению задач по физике, заинтересованность вопросами развития науки и научного познания, способность самостоятельно обозначить проблемные точки учебного процесса решения задач, проблемные ситуации при организации решения задач обучаемыми, способность критически анализировать и сравнивать существующие подходы в решении физических задач.

Учитываются следующие **основные критерии**:

- уровень теоретических знаний (подразумевается не только формальное воспроизведение информации, но и понимание предмета, которое подтверждается правильными ответами на дополнительные, уточняющие вопросы, заданные членами комиссии);
- умение использовать теоретические знания при анализе конкретных проблем, ситуаций;
- качество изложения материала, то есть обоснованность, четкость, логичность ответа, а также его полнота (то есть содержательность, не исключающая сжатости);
- способность устанавливать внутри- и межпредметные связи,
- оригинальность мышления, знакомство с дополнительной литературой и другие факторы.

**«Плохо»** – обучающийся не продемонстрировал никаких знаний об основных теоретических разделах курса, не показал никаких умений и навыков выполнения практических заданий;

**«Неудовлетворительно»** – обучающийся не продемонстрировал представления об основных теоретических разделах курса, не показал минимально допустимый уровень умений и навыков выполнения практических заданий;

**«Удовлетворительно»** – обучающийся продемонстрировал изложение формулировок основных теоретических положений курса и успешно показал умения и навыки выполнения практических заданий базового уровня сложности;

**«Хорошо»** – обучающийся продемонстрировал связное изложение основных теоретических положений курса и успешно показал умения и навыки выполнения стандартных практических заданий;

**«Очень хорошо»** – обучающийся продемонстрировал связное изложение практически всех теоретических положений курса и успешно показал умения и навыки выполнения

стандартных практических заданий;

**«Отлично»** – обучающийся продемонстрировал связное изложение всех теоретических положений курса и успешно показал умения и навыки выполнения практических заданий повышенного уровня сложности;

**«Превосходно»** – обучающийся продемонстрировал уровень знаний в объеме, превышающем стандартную программу подготовки, и продемонстрировал творческий подход к выполнению практических заданий повышенного уровня сложности.

### **Критерии оценок рефератов:**

Оценка *отлично* – исчерпывающее владение программным материалом, понимание сущности рассматриваемых процессов и явлений, твёрдое знание основных положений дисциплины, умение применять концептуальный аппарат при анализе актуальных проблем. Логически последовательные, содержательные, конкретные ответы на все вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы членов комиссии, свободное владение источниками. Реферат принят без замечаний.

Оценка *хорошо* – достаточно полные знания программного материала, правильное понимание сути вопросов, знание определений, умение формулировать тезисы и аргументы. Ответы последовательные и в целом правильные, хотя допускаются неточности, поверхностное знакомство с отдельными теориями и фактами, достаточно формальное отношение к рекомендованным для подготовки материалам. Реферат принят без существенных замечаний.

Оценка *удовлетворительно* – фрагментарные знания, расплывчатые представления о предмете. Ответ содержит как правильные утверждения, так и ошибки, возможно, грубые. Испытуемый плохо ориентируется в учебном материале, не может устранить неточности в своем ответе даже после наводящих вопросов членов комиссии. Реферат принят с небольшими замечаниями.

Оценка *неудовлетворительно* – отсутствие ответа хотя бы на один из основных вопросов, либо грубые ошибки в ответах, полное непонимание смысла проблем, не достаточно полное владение терминологией. Реферат не принят

## **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

а) основная литература:

1. Балаш В. А. - Задачи по физике и методы их решения: пособие для учителя. - М.: Просвещение, 1983. - 432 с. (<http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=68235&DB=1>)
2. Молдавский Д. Ф. - Как решить задачу по физике?: учеб. пособие. - Н. Новгород: Изд-во Нижегород. гос. ун-та, 2004. - 126 с. (<http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=53374>)
3. Фаддеев М. А., Лебедева О. В. - Механика материальной точки: учеб. пособие по решению задач. - Н. Новгород: Изд-во ННГУ, 2013. - 232 с. (<http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=451472>)
4. Фаддеев М. А., Лебедева О. В. - Молекулярная физика: учеб. пособие по решению задач. - Н. Новгород: Изд-во ННГУ, 2012. - 232 с. (<http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=451464>)
5. Фаддеев М. А., Лебедева О. В. - Электричество и магнетизм: учеб. пособие по решению задач. - Н. Новгород: Изд-во ННГУ, 2014. - 348 с.

(<http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=456038&DB=1>)

Б)Дополнительная литература

1. Шарыгин И. Ф. - Факультативный курс по математике: Решение задач : учеб. пособие для 10-го кл. сред. шк. - М.: Просвещение, 1989. - 350, [1] с. (<http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=89184>)
2. 4. Каменецкий С. Е., Орехов В. П. - Методика решения задач по физике в средней школе: кн. для учителя. - М.: Просвещение, 1987. - 335 с. 2. (<http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=67444>)
3. Методы решения задач по физике [Электронный ресурс] / Кондратьев А.С., Ларченкова Л.А., Ляпцев А.В. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2012. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922113656.html>

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

[fizika.ru](http://fizika.ru)

<http://college.ru/physics/> - «Открытая Физика»

<http://metodist.i1.ru/> - Методист.ru

**8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Лабораторное оборудование, компьютерный класс с доступом в интернет, базовые школы и физмат классы ННГУ.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 03.03.02 – «Физика».

Автор (ы)	_____	д.п.н., проф. Гребенев И.В.
Рецензент (ы)	_____	
Зав. кафедрой кристаллографии и экспериментальной физики	_____	д.ф.-м.н. профессор Чупрунов Е.В.
Программа одобрена на заседании методической комиссии физического факультета		
от « 7 » июня 2018 г.,	протокол №	б/н
Председатель учебно-методической комиссии физического факультета ННГУ		_____ Перов А.А.

## Приложение 1

## Фонд оценочных средств

## Тестирование и практические задания

1. Более абстрактным является: а) закон Ома для полной цепи; б) закон Ома для участка цепи; г) модель идеального газа.
2. Установите соответствие: Категория величины Величина 1. Скалярная неаддитивная а) длина б) сила в) площадь 2. Аддитивная, но не скалярная г) твердость д) скорость 3. Скалярная и аддитивная ж) температура
3. Установите соответствие: Ближайший род понятия Понятие 1. Векторная физическая величина а) перемещение 15 б) путь в) координата г) индукция магнитного поля 2. Скалярная физическая величина д) сила тока е) сила
4. Расположите понятия в порядке увеличения степени их общности: скорость, мгновенная скорость, физическая величина, векторная величина, скорость неравномерного движения, начальная скорость.
5. Понятия «равномерное движение» и «равномерное прямолинейное движение» считать тождественными: а) можно (по объему понятия одинаковые); б) нельзя (по объему понятия разные).
6. Установите соответствие: Уровень обученности Наблюдаемые действия учащегося 1. Воспроизведение а) ученик основательно владеет содержанием изучаемого материала 2. Понимание б) ученик может рассказать материал параграфа учебника 3. Творчество в) ученик поглощен изучением предмета 4. Одаренность г) ученик отвечает на любой вопрос учителя
7. Установите соответствие: Тип вопроса Пример сформулированного вопроса Простой а) Что тебя навело на такую мысль? Уточняющий б) Что изменилось бы в природе (быту), если бы не существовало трения? Вопрос-интерпретация в) Что ты чувствуешь, решив эту задачу? Оценивающий г) Какое движение называется 16 колебательным? д) А не кажется ли тебе, что здесь лучше выбрать другое тело отсчета? Практический е) Что такое резонанс? ж) Зачем лично тебе нужно знать закон всемирного тяготения? Творческий з) Как показать, что на тело действует сила тяжести
8. Установите соответствие: Задание Цель 1. Используйте закон Ампера в конкретной практической ситуации а) анализ 2. Сформулируйте закон Кулона б) применение 3. Найдите ошибку в рассуждениях в) понимание 4. Решите задачу другим способом г) знание
9. Учитель физики решил организовать групповую форму работы учащихся на занятии по теме «Законы Ньютона». Работа в группе пройдет эффективнее, если у учеников будут сформированы следующие умения (отберите все верные варианты): а) доказывать свою точку зрения; б) задавать уточняющие вопросы; в) критиковать предложенные идеи; г)



воздерживаться от моментальной оценки идей, предложенных другими учениками.  
воздерживаться от моментальной оценки идей, предложенных другими учениками.

10. В поурочный план учитель записал: Тема. Температура. Тепловое равновесие. Цель: рассказать о термодинамических параметрах, тепловом равновесии и ввести понятие температуры. Проведите анализ цели, сформулированной учителем, и определите свои цели урока по этой теме.

11. Часто ученики дают следующие определения ускорения: а) изменение скорости тела в единицу времени; б) векторная физическая величина, равная изменению скорости тела в единицу времени; в) векторная физическая величина, равная отношению изменения скорости тела ко времени, за которое это изменение произошло. векторная физическая величина, равная отношению изменения скорости тела ко времени, за которое это изменение произошло. Дайте анализ выделенных определений.

12. Установите соответствие: Основание для классификации цели Формулировка цели  
1. Через изучаемое содержание а) формировать умение анализировать явление дифракции света  
2. Через деятельность учителя б) выделить причинно-следственную связь наблюдаемого явления дифракции света и размера препятствия  
3. Через развитие ученика в) продемонстрировать явление дифракции света  
4. Через учебную деятельность учащихся г) изучить явление дифракции света  
д) исследовать условия наблюдения дифракции света  
5. Через результаты обучения ученика е) ознакомить учащихся с принципом действия барометра

13. У доски отвечает ученик: «По мере движения точки её состояние непрерывно меняется - меняются её координаты и скорость. Мгновенная и средняя скорости являются характеристиками состояния движущейся точки». Учитель, оценивая ответ ученика, отметил (определите верное утверждение): а) Действительно, выделенные скорости характеризуют состояние движущейся точки; «Действительно, выделенные скорости характеризуют состояние движущейся точки»; б) Мгновенная скорость характеризует состояние точки, а средняя скорость характеризует процесс изменения состояния точки за некоторое время; «Мгновенная скорость характеризует состояние точки, а средняя скорость характеризует процесс изменения состояния точки за некоторое время»; в) Мгновенная и средняя скорости характеризуют только процесс изменения состояния движущейся точки «Мгновенная и средняя скорости характеризуют только процесс изменения состояния движущейся точки»; г) Мгновенная скорость характеризует состояние точки в данный момент времени, а средняя скорость характеризует процесс изменения состояния точки в данный момент времени.

14. Скорость тела равна 5 м/с. В тетрадях учащиеся должны записать: а)  $v = 5$  м/с; б)  $v = 5$  м/с; в)  $V = 5$  м/с

15. На уроках математики учеников учили тому, что формулу вида  $y = kx$  надо читать как пропорциональную зависимость  $y$  от  $x$ . По аналогии ребята указали на пропорциональную зависимость величины  $F_x$  от величины  $a_x$  в формуле  $F_x = m a_x$  и величины  $F_x$  от  $x$  в формуле  $F_x = kx$ . Вы считаете, что: а) это утверждение верное; б) формулу  $F_x = m a_x$  можно читать как прямо пропорциональную зависимость величины  $F_x$  от величины  $a_x$ , а формулу  $F_x = kx$  так читать нельзя; в) формулу  $F_x = m a_x$  нельзя читать как прямо

пропорциональную зависимость величины  $F_x$  от величины  $ax$ , а формулу  $F_x = kx$  можно читать как зависимость величин.

16. Учитель показал опыт и изобразил на доске его схематический рисунок отметив, что массой нити и блоков можно пренебречь и система находится в равновесии. Вопрос классу: «Если точку А крепления нити передвинуть вправо (в точку В), то равновесие системы»: а) нарушится, т.к. увеличивается угол между нитями; б) нарушится, т.к. уменьшается угол между нитями; в) не нарушится, т.к. соотношение между силами останется прежним. А вы как думаете?

17. Ниже приведены определения инерции, которые можно услышать от учащихся. Наиболее полно отражает суть этого физического понятия следующее определение: а) явление сохранения скорости движения тела при отсутствии внешних воздействий на него со стороны других тел; б) свойства тела сохранять относительный покой или равномерное прямолинейное движение при отсутствии действия на него других тел; в) способность тела, свободного от всяких внешних воздействий, двигаться неограниченно долго; г) свойство тела изменять свою скорость под действием других тел не мгновенно, а постепенно за определенное, конечное время действия; д) свойство тела изменять свою скорость при любом, даже сколь угодно малом взаимодействии с другими телами за время, достаточное для этого; е) свойство тела изменять свое состояние не сразу, а постепенно.

18. Ученики на занятии обобщили справедливость законов Ньютона. Они верны: а) для всех тел, движущихся с любыми скоростями; б) для любых тел, скорости которых малы по сравнению со скоростью тела; в) для не слишком малых тел (например, по сравнению с электроном), движущихся со скоростями, намного меньшими скорости тела; г) лишь в определенных принципиальных границах, устанавливаемых теорией относительности и квантовой теорией. 20

19. Если ученик начинает отвечать с фразы: «Сила, приложенная к телу...», то он: а) отвечает верно; б) отвечает верно, если подразумевает точечное тело (материальную точку); в) допускает небрежность в ответе, так как сила, будучи приложена в разных точках тела, производит разное действие.

20. Установите соответствие: а) скорость волны 1. Свойство волны б) длина волны в) повторяемость формы волны г) частота колебаний 2. Характеристика волны д) колебание частиц среды е) распространение в пространстве

21. Учитель: «Если вместо твердого тела, закрепленного в горизонтальной плоскости с обеих сторон упругими пружинами, взять кусок льда такого же объема, то как будет меняться его период колебания, если лед будет постепенно таять?» Ученики дали следующие ответы: а) увеличится; б) не изменится; в) уменьшится; г) однозначно ничего нельзя сказать. Какой ответ верный?

22. На обобщающем занятии по разделу «Термодинамика» учитель сказал учащимся: «Открытие первого и второго законов термодинамики привело ученых к целому ряду важных следствий». Приведите примеры основных следствий (не менее двух).

23. На уроке учитель показал опыт с металлическим шариком, который после нагревания застревает в кольце из того же металла, находящемся при комнатной температуре. Идет беседа, учитель задает вопросы, а учащиеся предлагают варианты решения. Пройдет ли не нагретый шарик через кольцо, если его нагреть? а) нет, при нагревании кольца происходит его расширение по всем направлениям, следовательно, и в сторону центра кольца, что должно вызвать уменьшение диаметра отверстия; б) да, при нагревании кольца происходит его расширение по всем направлениям, и поэтому диаметр отверстия увеличится.

Примеры задач. Описать методику решения и применения в уроке

Задачи по теме: динамика материальной точки

1. Материальная точка движется в плоскости  $XOY$  и уравнение ее движения имеет вид:  $x=4t$ ,  $y=12t$ . Найти вид траектории.
2. Материальная точка движется согласно уравнениям  $x=4t+2$  см,  $y=t^2$  см. Проходит ли ее траектория через точки  $x_1=8$  см и  $y_1=16$  см? Напишите уравнение траектории точки.
3. Уравнение движения материальной точки  $x=4+2t+t^2$  (м). Найти среднюю скорость точки за вторую секунду.
4. Автомобиль прошел за 2 минуты расстояние 4 км. Какое расстояние он пройдет за 0,5 ч? Движение в обоих случаях равномерное и прямолинейное.
5. Мотоциклист проходит некоторое расстояние в 3 раза быстрее, чем велосипедист. Насколько скорость мотоциклиста больше скорости велосипедиста, если скорость велосипедиста равна 8 м/с.
6. Автомобиль прошел путь 10 км за 6 минут с ускорением 0,1 м/с<sup>2</sup>. Чему равны начальная и конечная скорости автомобиля?
7. Конец минутной стрелки часов на Спасской башне Кремля за 1 минуту прошел путь 0,4 м. Определить длину минутной стрелки кремлевских часов (рис. 1).
8. Частота вращения винта самолета 1800 об/минуту. Какой путь пролетит самолет двигаясь прямолинейно и равномерно за время, в течение которого винт сделал 5·10<sup>4</sup> оборотов при скорости самолета 270 км/ч.
9. Автомобиль через 20 с от начала движения приобретает скорость 1,8 км/ч. Через сколько времени от начала движения его скорость станет равна 2 м/с? Ускорение постоянно.
10. При увеличении в 4 раза радиуса круговой орбиты искусственного спутника Земли его период увеличивается 8 раз. Во сколько раз изменится скорость спутника на орбите и его центростремительное ускорение.
11. Электросварщик уронил остаток сгоревшего электрода, который в момент удара о Землю имел скорость 28 м/с. На какой высоте работает электросварщик?
12. Сигнальная ракета запущена вертикально вверх, вспыхнула через 6 с после запуска в наивысшей точке своей траектории. На какую высоту поднялась ракета. С какой начальной скоростью ее запустили.
13. Определите глубину колодца, если свободно падающий в нее камень достигает поверхности воды за 4 с. Какую скорость имеет камень в момент удара о поверхность воды?

## Задачи по теме: электростатика

1. Два шарика расположенные на расстоянии 10 см друг от друга, имеют одинаковые отрицательные заряды и взаимодействуют силой 0,23 мН. Найти число избыточных электронов на каждом шарике.
2. Найти значение каждого из двух одинаковых зарядов, если в масле на расстоянии 6 см друг от друга они взаимодействуют силой 0,4 мН.
3. Два шарика, расположенных на расстоянии 20 см друг от друга, имеют одинаковые по модулю заряды и взаимодействуют в воздухе силой 0,3 мН. Найти число нескомпенсированных электронов на каждом шарике.
4. Два металлических шарика имеют массу 10 г каждый. Какое число электронов надо удалить с каждого шарика, чтобы сила их кулоновского отталкивания стала равна силе их гравитационного тяготения друг к другу?
5. Определить потенциал точки поля, находящейся на расстоянии 9 см от поверхности заряженного шара радиусом 1 см, если поверхностная плотность зарядов на шаре  $10^{-11}$  Кл/см<sup>2</sup>. Среда – воздух.
6. Между двумя горизонтальными плоскостями заряженными равномерно и расположенными на расстоянии 5 мм друг от друга находится в равновесии капелька масла массой 20 нг. Найти число избыточных электронов на этой капельке. Среда воздух. Разность потенциалов между плоскостями 2 кВ.
7. Емкость плоского воздушного конденсатора  $10^{-9}$  Ф, расстояние между пластинами 4 мм. На помещенный между пластинами конденсатора заряд  $4,9 \cdot 10^{-9}$  Кл действует сила  $9,8 \cdot 10^{-5}$  Н. Площадь пластины конденсатора 100 см<sup>2</sup>. Определить: 1) напряженность поля и разность потенциалов между пластинами; 2) плотность энергии и энергию поля конденсатора.
8. Заряженный проводящий шар диаметром 4 см обладает электрической энергией 1 Дж. Определить потенциал шара. Среда воздух.
9. Напряжение на стальном проводнике 100В, его длина 200м. Средняя скорость упорядоченного движения свободных электронов в проводнике  $5 \cdot 10^{-4}$  м/с. Найти концентрацию свободных электронов в этом проводнике. Удельное сопротивление стали  $\rho = 1,7 \cdot 10^{-7}$  Ом·м. Модуль заряда электрона  $1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл.
10. Определите напряженность электрического поля в серебряном проводнике с радиусом поперечного сечения 0,5мм при силе тока 2А. Удельное сопротивление серебра  $\rho = 1,6 \cdot 10^{-8}$  Ом·м.
11. Какое количество электронов проходит через поперечное сечение проводника площадью 1мм<sup>2</sup> за 2 мин, если плотность тока в проводнике  $150 \cdot 10^4$  А/м<sup>2</sup>.
12. Гальванический элемент с ЭДС 5В и внутренним сопротивлением 0,2Ом замкнуть на проводник сопротивлением 40Ом. Чему равно напряжение в этом проводнике?
13. Участок цепи состоит из стальной проволоки длиной 2м и площадью поперечного сечения 0,48мм<sup>2</sup>, соединенной последовательно с никелиновой проволокой длиной 1м и площадью поперечного сечения 0,21мм<sup>2</sup>. Какое напряжение надо подвести к участку, чтобы получить силу тока 0,6А.
14. Резисторы сопротивлениями 10Ом, 20Ом, 40Ом соединены параллельно и подключены к источнику тока с напряжением 120В. Найти общее сопротивление участка цепи и силу тока.
15. Определить количество теплоты, которое выделяется за 20мин в проводнике с током, если его сопротивление равно 40Ом, и через его сечение каждую секунду проходит заряд 4Кл.
16. Для покрытия цинком металлических изделий в электролитическую ванну помещен цинковый электрод массой 0,01кг. Какой заряд должен пройти через ванну, чтобы

электрод полностью израсходовался. Электрохимический эквивалент цинка равен  $3,4 \cdot 10^{-7}$  кг/Кл.

**17.** При электролитическом получении алюминия используются ванны, работающие под напряжением 5В при силе тока 40кА. Сколько требуется времени для получения 1т алюминия и каков при этом расход энергии?

**18.** За какое время при электролизе водного раствора хлорной меди ( $\text{CuCl}_2$ ) ( $A=64 \cdot 10^3$  кг/моль) ( $k=332,8 \cdot 10^{-9}$  кг/Кл) на катоде выделится масса меди 4,74г, если ток 2А.

**19.** При электролизе раствора  $\text{HCl}$  на аноде выделилось 35г хлора ( $k=0,0367 \cdot 10^{-6}$  кг/Кл) ( $k=0,01 \cdot 10^{-6}$  кг/Кл). Найти массу водорода, выделившегося на катоде за это же время.