

С. М. Андрюшечкин
Г. Бойко
(Первый лицей, г. Петропавловск)

О развитии приема «Составим задачу»

«Решение задач служит прекрасным и ничем не заменимым средством для развития сообразительности, самостоятельности в суждениях и любви к серьезному и полезному труду»

Пениожкевич. Систематический сборник задач по элементарной физике. 1912.

В настоящее время одним из существенных факторов повышения качества школьного образования является организация деятельности учителя, направленной на развитие учащихся – их мышления, самостоятельности, воображения, умения моделировать и применять знания на практике. При изучении физики в средней школе указанная цель – развитие ученика, достигается различными способами, в том числе и путем решения учебных задач.

Известно, что решение задач играет крайне важную роль в обучении физике. На это указывают в своих работах ученые-дидакты, методисты. Так академик РАО А. В. Усова отмечает, что задачи «имеют большое значение для конкретизации знаний учащихся, для привития им умения видеть различные конкретные проявления общих законов. Без такой конкретизации знания остаются книжными, не имеющими практической ценности. Решение задач способствует более ... развитию логического мышления, сообразительности, инициативы, воли и настойчивости в достижении поставленной цели...служит незаменимым средством для развития самостоятельности в суждениях» [1, с.92-93]. В работах Л. М. Фридмана дан логико-психологический анализ школьных учебных задач [2], отмечено, что «физическую задачу можно рассматривать как словесно-символическое описание реальной или воображаемой ситуации» [3, с.25] и говорится, что «**для осознания учащимися сущности, структуры и особенностей физических задач, механизмов их решения важное значение имеет составление ими физических задач самостоятельно...**Прежде чем предложить учащимся самостоятельно составить... физические задачи, надо проанализировать возможный процесс выполнения этого задания, установить, владеют ли учащиеся всеми теми знаниями, которые они должны иметь для составления задачи...» [3, с.27].

На страницах журнала «Физика в школе», этой сложной педагогической проблеме – научить решать физические задачи, тем самым, реализовав ее функции по овладению учащимся системой знаний по учебному предмету и формированию его личности, уделяется особое внимание. (Некоторые из публикаций журнала по данной тематике приведены в приложении к статье.) Так В. Е. Володарский в своей статье «О классификации учебных задач по физике», до настоящего времени сохранившей свою актуальность, рассматривает **эффективность такого метода развития мышления учащихся, как обучение их составлению физических задач.** «Такой прием организации работы позволяет учащимся получить самое полное представление о физической задаче и процессе работы с ней в три последовательных этапа: 1) составление условия, 2) решение, 3) анализ результатов. В существующей практике большей частью ограничиваются вторым из этих этапов и неоправданно мало внимания уделяют третьему и особенно первому. Не предусмотрены задания по составлению физических задач и в школьных сборниках задач» [4, с.68-69].

Составление задач интересно ученикам, активизирует их знания, будит воображение и фантазию. Еще больший интерес, по нашему мнению, появится, если ученик, составляя физическую задачу, знает, что она в дальнейшем может быть предложена для решения кому-то еще, например, одноклассникам. А это требует определенной систематизации таких задач, составления сборника. Для усиления методической эффективности приема «Составь задачу» при его систематическом использовании авторами статьи было решено **организовать составление сборника учебных**

физических задач силами учащихся. К работе были привлечены ученики десятого класса Первого Лицея г. Петропавловска (Республика Казахстан).

Поставив перед собой эту цель, мы решили первоначально выяснить – а каким представляют себе такой сборник его наиболее активные «потребители» - ученики и учителя физики? Было проведено анкетирование и учеников, и учителей. Ниже приводятся вопросы этих анкет:

Анкета для учащегося

1. Что такое физическая задача?
2. Если бы Вы проводили классификацию задач, то на какие типы Вы бы их разделили?
3. Нужно ли решать задачи при изучении физики?
4. Что даёт Вам решение задач по физике?
5. Согласны ли Вы с тем, что некоторые умения и навыки, полученные при решении физических задач, могут быть использованы и на других предметах?
6. Каким должен быть сборник задач по физике? Должен ли он содержать
 - краткие теоретические сведения,
 - перечень основных формул,
 - примеры решения задач,
 - задачи разного уровня трудности,
 - справочные данные?

Просьба обосновать Вашу точку зрения.

Анкета для преподавателя физики

1. Что такое физическая задача?
2. Если бы Вы проводили классификацию задач, то на какие типы Вы бы их разделили?
3. Нужно ли решать задачи при изучении физики? Если да, то, какие именно? Обоснуйте Вашу точку зрения.
4. Какие знания, умения и навыки, приобретаемые учениками при изучении других учебных дисциплин, в первую очередь необходимы им при решении физических задач?
5. Какие знания, умения и навыки, по Вашему мнению, развиваются (должны развиваться) у учеников при решении физических задач?
6. Каким должен быть сборник задач по физике? Должен ли он содержать
 - краткие теоретические сведения,
 - перечень основных формул,
 - примеры решения задач,
 - задачи разного уровня трудности,
 - комбинированные задачи,
 - справочные данные?

Просьба обосновать Вашу точку зрения.

Каковы же результаты анкетирования? Оказалось, что во многом требования к сборнику задач со стороны анкетированных совпадали. Большинство считает, что содержание сборника задач по физике зависит от его назначения. Если сборник предназначен для самостоятельной работы учащегося, то он должен содержать краткие теоретические сведения, перечень основных формул, примеры решения задач, задачи разного уровня трудности, комбинированные задачи и справочные данные.

Поскольку было запланировано составление сборника задач для учеников 10 класса, а не пособия, например, для самообразования, то исходили из того, что необходимые теоретические сведения, и примеры решения задач можно найти или в учебнике по физике, или получив консультацию у преподавателя. А если все вышеперечисленное собрать «под одну обложку», то проблемы поиска необходимой информации упростятся до такой степени, что ученик и не научится извлекать эту информацию из учебной литературы. Поэтому в сборнике мы ограничились только тем, что привели указания – какие основные понятия, законы, формулы необходимо знать ученику, прежде чем приступать к решению задач из данного раздела; имеются необходимые табличные данные, есть оглавление.

Задачи сборника составлялись учениками в течение учебного года по мере изучения ими курса физики. Составление задач по изучаемой теме было одним из элементов выполняемого учеником домашнего задания. Предложенная учеником задача засчитывалась (и оценивалась преподавателем) только если вместе с условием задачи предоставлялось и ее решение. Конечно, большинство из предложенных учениками задач не являются оригинальными и они на собственном творческом опыте убедились в том, что «составить задачу по физике – это трудная задача, даже более трудная, чем

решить ее». Однако цель, поставленная нами при организации данной работы – развить мышление учащихся, их умение создавать и анализировать физические ситуации была достигнута.

О степени активизации знаний учащихся можно было судить по ответам на вопросы итоговой анкеты, проведенной в конце учебного года. Ответы на вопросы анкеты говорят о том, что, действительно, составление учебных физических задач и создание сборника задач как результата совместной деятельности учащихся способствовало развитию их физического мышления. Об этом свидетельствует и «повышение качества» задач, предложенных учениками в течение учебного года. Проиллюстрируем это утверждение примерами задач, составленными учениками во второй половине учебного года. (Полный вариант сборника в желающие могут получить, отправив заявку по адресу ASM57@mail.ru).

Примеры задач

1. На рис.1 показаны вольт-амперные характеристики (ВАХ) двух ламп накаливания. Какова будет сила тока в цепи, если лампы включить последовательно в сеть с напряжением 220 В?

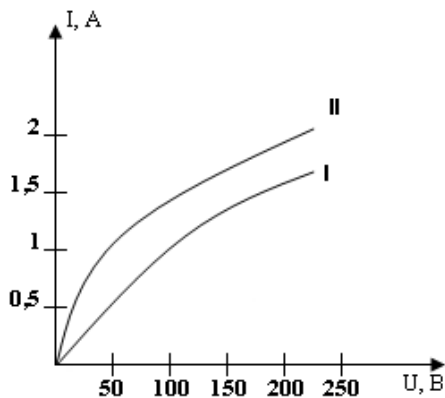


Рис.1

3. Силу тока в цепи (рис.2) изменяют, перемещая скользящий контакт реостата. График зависимости показаний амперметра от времени приведен на рис.3. Определите, какое количество теплоты выделится на резисторе сопротивлением 10 Ом за 5 минут.

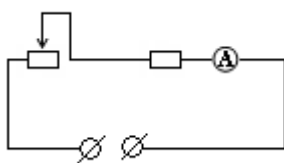


Рис.2

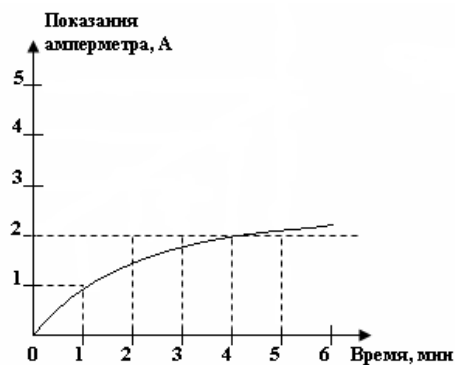


Рис.3

4. К источнику с ЭДС 12 В и внутренним сопротивлением 2 Ом подключен реостат. Перемещением скользящего контакта реостата меняют силу тока в цепи. При каком значении силы тока мощность, выделяющаяся во внешней цепи, максимальна?

Приложение

1. *Позойский С. В., Дубаневич Т. С.* Задачи, отражающие содержание фундаментальных физических экспериментов // 1979., №5. – с. 78-80. Авторы указывают, что «Среди исторических задач особое место занимают задачи, отражающие содержание фундаментальных опытов. Они дают возможность познакомить учащихся с работой выдающихся физиков – экспериментаторов и историей физики».

2. *Володарский В. Е., Янцен В. Н.* Задачи и вопросы по физике межпредметного содержания //1984., №2. – с. 80.

3. *Дубенский Ю. П.* Познавательные и воспитательные возможности физических задач //1985., №3. – с. 80-81.

4. *Голин Г. М., Истаров В. В.* Использование метода размерностей в школьной физике //1990., №2. – с. 36-39.

5. *Дроздов В. Б.* Задачи с астрономическим и географическим содержанием //1994., №2. – с. 69-70. Автор отмечает, что «Предметные задачи межпредметного характера имеют такие особенности: интересен числовой результат многих из них, в ряде задач изменена традиционная формулировка...»

6. *Минибаев Ф. Ш.* Решение задач конструкторского характера на уроках физики //1994., №2. – с. 73-75. Приводятся решения задач с производственным содержанием. «Такой подход к решению задач, взятых из самой жизни, делает работу учащегося творческой».

7. *Королев Ю. А.* Задачи исторического содержания //1994., №2. – с. 71-73. Автор считает, что «Решение таких задач активизирует познавательную деятельность школьников, повышает их интерес к физике, играет важную роль в воспитании...»

8. *Шейман В. М., Хаит А. М.* Технология поэтапного обучения решению задач //1994., №5. – с. 33-37. Авторы описывают разработанную ими технологию обучения решению задач «при которой ученики сначала овладевают ее отдельными элементами, учатся конкретным действиям (а не всему циклу сразу). И только тогда, когда большинство овладевает необходимыми действиями, учим решать задачу целиком». При организации работы реализуется деятельностный подход, когда «Каждую задачу каждый ученик решает только сам».

9. *Анциферов Л. И.* Задачи-сравнения в обучении физики //1994., №5. – с. 37-40. Автор определяет задачу-сравнение, как задачу, которая содержит «по крайней мере два способа измерения физической величины...» и делает вывод, что «Решение задач-сравнений важно для двух основных целей: развития мышления учащихся и формирования умений оперировать с экспериментальными данными».

10. *Чиколова В. М.* Некоторые приемы, развивающие интерес к решению задач //1999., №1. – с. 24-26. Автор описывает ряд методических приемов, которые способствуют вовлечению учащихся в процесс решения задач и поддержания к нему интереса («задача без вопроса – найти все, что можно», «сочини задачу», «задачи в виде таблицы» и т. д.).

11. *Володарский В. Е.* Обучение школьников решению задач //2002., №7. – с. 42-44. Автор статьи напоминает - чтобы научить школьников решать задачи, им следует «дать представление о том, что их работа должна состоять из трех последовательных этапов: 1) анализа условия задачи (что дано, что требуется найти, как связаны между собой данные и искомые величины и т. д.), 2) собственно решения (составление плана поиска нужных величин и его осуществление), 3) анализа результата решения».

12. *Журавлева С. Ю.* Формирование общего метода решения типовых задач //2002., №7. – с. 44-47. Автор предлагает знакомить учеников с общим планом решения физических задач, т. е. фактически формировать их умения и навыки как обобщенные.

13. *Красин М. С.* Тематические уроки решения качественных задач //2003., №1. – с. 18-26. Автор верно отмечает, что «Появление интереса к изучаемому – мощнейший фактор успешной работы. Один из эффективных способов его становления – систематическое проведение тематических уроков решения качественных задач» и утверждает, что «Главное при проведении такого урока – не получение ответов на предложенные задачи, а развитие умения учеников мыслить».

14. *Ишменева Л. Н.* Домашний практикум по задачам //2003., №2. – с. 29-30. Предлагается проводить домашний практикум по задачам, этот прием результативен, но довольно трудоемок для учителя. Со своей стороны заметим, что для реализации этого приема можно предложить использовать многовариантные задачи, которые приведены в сборнике «Многовариантные контрольные работы по физике» [5]. Для отработки базовых знаний, умений и навыков можно также предложить использовать сборник «Многовариантные самостоятельные работы по физике» [6].

15. *Кондакова Е. В., Маркова С. Н., Спажин В. А.* О роли задач в обучении физике //2005., №5. – с. 32-34. Авторы указывают на то, что «результаты социологических опросов свидетельствуют о резком снижении интереса к физике как учебному предмету... Одна из причин неприятия физики... - искусственность предлагаемых на уроках задач, их оторванность от знакомой повседневности. Однако именно задачи могут и должны пробуждать и стимулировать познавательную активность и интерес у учащихся».

16. *Спажин В. А., Маркова С. Н.* Задачи с неполным условием //2005., №6. – с. 66-67. Авторы предостерегают, что решение задач не должно сводиться «к бездумному использованию формул без анализа условий, при которых их можно применять, хотя именно такой анализ и составляет одну из сущностей физики!» и предлагают «и в классе, и в качестве домашнего задания чаще использовать качественные задачи с неполным условием, в которых требуется подробно объяснить ситуацию, связанную с объектом исследования, и описать дальнейшее ее развитие».

Использованная литература

1. Методика преподавания физики в 7-8 классах средней школы: Пособие для учителя (А. В. Усова, В. П. Орехов, С. Е. Каменецкий и другие); Под ред. А. В. Усовой. – 4-е изд., перераб. – М.: Просвещение, 1990.
2. Фридман Л. М. Логико-психологический анализ школьных учебных задач. – М.: Педагогика, 1977.
3. Фридман Л. М. О методике обучения решению физических задач. ж. «Физика в школе», 1994., №6. – С.24
4. Володарский В. Е. О классификации учебных задач по физике. ж. «Физика в школе», 1979., №4. –С. 68.
5. Андриюшечкин С. М., Слухаевский А. С. Многовариантные контрольные работы по физике/Редактор-составитель Чеботарева А. В. Москва, Школа-Пресс, 1998, (библиотека журнала «Физика в школе», выпуск 11).
6. Андриюшечкин С. М. Многовариантные самостоятельные работы по физике. – Петропавловск, 2005.

Физические
учебные задачи
10 класс



Физические учебные задачи: Для 10 класса общеобразовательной школы.
/ Сост. Г. Бойко. – Петропавловск, 2005 г.

Настоящий сборник физических учебных задач составлен на основе задач, предложенных учащимися 10 класса Первого городского общеобразовательного лицея (г. Петропавловск) при изучении ими курса физики 10 класса в 2004 – 2005 учебном году. Отбор задач, редакция текста и составление сборника проведены учащейся Первого лицея Г. Бойко, общая редакция – учителем физики С. М. Андриюшечкиным.

Предисловие

Говорят, что для того, чтобы научиться что-то делать по-настоящему, вначале нужно решать задачи, которые решены уже давно и многими, затем нужно решать задачи, которые решались не так давно и немногими. И после этого Вы будете готовы решать задачи, которые еще не решались никем.

Умение решать физические задачи очень важно для каждого человека, так как это развивает мышление и помогает решать в будущем более сложные – жизненные задачи. Интересно решать такие физические задачи, которые составил сам, или которые предложили твои сверстники, поэтому мы попробовали подготовить сборник физических учебных задач, предложенных учениками 10 класса. Задачи различны по своей трудности – от упражнений по использованию формул, до задач, которые требуют ясного понимания физических процессов и применения знаний ученика в нестандартной ситуации.

В тексте задач использованы обозначения:

P – давление

T – абсолютная температура

V – объем

q – электрический заряд

E – напряженность поля

S – площадь

σ – объемная плотность заряда

r – радиус шара

m – масса

C – емкость

U – напряжение

τ – время

ρ – удельное сопротивление

j – плотность тока

R – сопротивление

Задачи сборника были предложены следующими учениками 10 класса Первого лицея (г. Петропавловск):

Андреев С. (1.7, 1.11, 1.16, 1.17, 4.1, 4.5, 4.10)

Антонова Е. (1.1, 1.13, 1.14, 2.5, 2.10, 4.11, 4.22, 5.3, 6.5)

Горьков Н. (6.3, 6.4)

Жабин А. (3.7, 4.2, 4.6, 4.7, 4.25, 5.15, 6.8, 6.9)

Жаркова А. (6.2)

Зайцев А. (3.1, 3.8)

Ковшова Е. (3.6)

Кожевников С. (2.4, 4.4)

Костоломова Е. (1.3, 1.5, 1.12, 2.2, 2.9, 3.2, 3.12, 6.1)

Котов Е. (4.20, 4.21, 4.14)

Макеев К. (1.4, 1.8, 1.10, 2.1, 2.7, 2.8, 5.1, 5.8)

Мозгель С. (3.4, 3.11, 4.19, 4.9)

Нурахметов Д. (3.9, 3.10, 3.16, 4.8, 5.13, 6.10, 6.11)

Пенчукова Е. (5.2, 5.10)

Сайко С. (6.14, 6.15)

Смоляк В. (3.5, 3.14, 3.15, 4.23, 4.13, 4.24, 5.11, 5.12, 6.6, 6.7, 6.16)

Соколова В. (5.7)

Тарасенко Т. (3.3, 5.16)

Фомкин Н. (1.2, 1.6, 1.9, 1.15, 4.18, 5.14)

Чепукавичус Д. (6.12, 6.13)

Чередник С. (2.6, 4.3, 4.12, 4.15)

Яковлев Р. (3.13, 4.16, 4.17, 5.9)

1. Основы молекулярно-кинетической теории идеального газа

Для решения задач этого раздела Вам необходимо знать:

- a) Определение молярной массы
- b) Основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеального газа
- c) Зависимость давления газа от его концентрации молекул и температуры
- d) Связь средней кинетической энергии молекул с абсолютной температурой
- e) Уравнение состояния идеального газа
- f) Газовые законы

1.1. Определите концентрацию азота, если плотность газа равна $1,4 \text{ кг/м}^3$.

1.2. Оцените, сколько атомов водорода содержится в стакане воды? Масса воды 200 г.

1.3. Какова средняя кинетическая энергия движения молекулы идеального газа, если при концентрации $3,5 \cdot 10^{12} \text{ см}^{-3}$ он производит давление 50 кПа?

1.4. Как изменилось давление газа, если его концентрация уменьшилась вдвое, а средняя квадратичная скорость движения молекул газа возросла в три раза?

1.5. Какое давление производит газ массой 500 г, заполняющий баллон объемом 100 л, если среднеквадратичная скорость движения молекул газа составляет $0,2 \text{ км/с}$?

1.6. Газ массой 6 кг занимает объем 10 м^3 и производит давление 250 кПа. Определите среднеквадратичную скорость движения молекул газа.

1.7. Водород находится при температуре 200 К и давлении 400 кПа. Газ нагревают до температуры 10000 К, при которой молекулы водорода практически полностью распадаются на атомы. Определите давление газа при этой температуре. Объем, занимаемый газом и его масса неизменны.

1.8. При какой температуре 10 молей газа, занимающие объем 1 м^3 , будут производить давление в 200 кПа?

1.9. Воздушный шар объемом 2000 м^3 заполнен гелием при температуре $0 \text{ }^\circ\text{C}$. Такой шар способен поднять груз массой 1700 кг. Какой груз сможет поднять шар, если его заполнить не гелием, а горячим воздухом при температуре $100 \text{ }^\circ\text{C}$?

1.10. Каким станет давление газа, если его объем уменьшить с 10 до 7 литров, а температуру газа увеличить с 100 до $200 \text{ }^\circ\text{C}$? Первоначальное давление газа 80 кПа. Масса газа остается неизменной.

1.11. Баллон объемом $0,02 \text{ м}^3$ содержащий воздух под давлением 400 кПа, соединяют с баллоном вместимостью $0,06 \text{ м}^3$, из которого воздух предварительно откачан. Найдите давление, установившееся в баллонах. Температуру считать неизменной.

1.12. Температура газа в баллоне возросла от 30 до $100 \text{ }^\circ\text{C}$. На сколько изменилось давление газа? Первоначально давление газа составляло 150 кПа.

1.13. Футбольный мяч накачали утром при температуре $10 \text{ }^\circ\text{C}$. На сколько процентов увеличится давление воздуха в мяче, если днем под лучами солнца он прогреется до температуры $27 \text{ }^\circ\text{C}$?

1.14. При сжигании газа его объем уменьшился в 4 раза, а абсолютная температура возросла на 10%. Давление газа при этом увеличилось на 200 кПа. Чему было равно начальное давление газа?

1.15. Объем идеального газа увеличился в три раза в процессе, в котором давление P и объемом V газа связаны соотношением: $P \cdot V^3 = \text{const}$. Как при этом изменилась температура газа?

1.16. На рис.1 показаны графики зависимости давления газа от температуры. Газ заключен в баллон неизменного объема. В каком случае (I или II) масса газа была больше?

1.17. На рис.1 показаны графики зависимости давления двух различных газов от температуры. Газы заключены в одинаковые баллоны неизменного объема, массы газов в

баллонах одинаковы. Какой из графиков (I или II) соответствует газу, имеющему большую молярную массу?

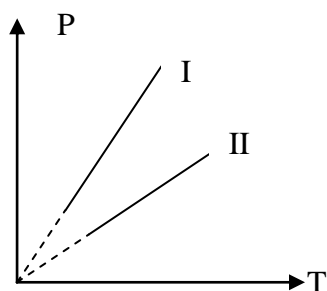


Рис. 1

1.18. В баллон объемом 44,8 литра, содержащий смесь газов – один моль кислорода и один моль водорода, вмонтированы электроды. При подаче на электроды высокого напряжения проскакивает электрическая искра и происходит взрыв смеси газов, в результате которого образуется вода. Чему будет равно давление газов после реакции? Первоначально давление в баллоне равно атмосферному. Температуру считать постоянной.

2. Свойства жидкостей и твердых тел

Для решения задач этого раздела Вам необходимо знать:

- а) Определение влажности воздуха
- б) Формулу для расчета силы поверхностного натяжения
- в) Как вычисляется механическое напряжение и формулу закона Гука

2.1. Чему равна масса водяного пара в комнате объемом 100 м^3 при влажности воздуха 60%? Температура воздуха в комнате 20°C .

2.2. В абсолютно сухом помещении размером $5 \times 5 \times 3$ метра разлили 1 литр воды. Определите, какова будет влажность воздуха в помещении. Температура воздуха 23°C .

2.3. Утром измерили температуру воздуха сухим и влажным термометрами, она составила 26 и 20°C , соответственно. Вечером эту процедуру повторили и получили такой результат: сухой термометр показал 29°C , а влажный – 25°C . Во сколько раз изменилось давление водяного пара?

2.4. Каков диаметр капилляра, если масса жидкости, поднявшейся по капилляру равна m . Коэффициент поверхностного натяжения жидкости σ .

2.5. В капиллярной трубке площадью поперечного сечения $0,08 \text{ мм}^2$ неизвестная жидкость поднялась на такую высоту, на которую бы поднялась вода в капиллярной трубке диаметром $0,25 \text{ мм}$. Найти плотность неизвестной жидкости, если ее коэффициент поверхностного натяжения равен 22 мН/м .

2.6. На сколько удлинится стальная проволока длиной $4,5 \text{ м}$ и диаметром $1,5 \text{ мм}$, если к обоим концам проволоки приложить силы по 120 Н ?

2.7. Металлический стержень диаметром 2 см растягивают, приложив силу 5 кН . Чему равно относительное удлинение стержня? Модуль Юнга для данного металла $2 \cdot 10^{11} \text{ Па}$.

2.8. Имеется полоска плоской резины, школьный лабораторный динамометр и линейка. Предложите способ, как определить модуль упругости резины.

2.9. Один конец резинового жгута длиной 40 см и с площадью поперечного сечения 20 мм^2 закрепили в лапке лабораторного штатива, а к другому концу жгута прикрепили груз массой 200 г . При этом жгут удлинился на 20 мм . Чему равен модуль упругости резины? Груз какой массы необходимо прикрепить к жгуту, чтобы он порвался? Предел прочности резины $1,5 \text{ МПа}$

2.10. К концу проволоки длиной 4 метра и диаметром 1,5 миллиметра подвесили груз массой 20 кг. Под действием приложенной силы проволока удлинилась на 2 мм. Определите механическое напряжение, испытываемое проволокой и модуль Юнга материала проволоки.

3. Основы термодинамики

Для решения задач этой группы Вам необходимо знать:

- a) Формулу для расчета внутренней энергии идеального газа
- b) Как рассчитывается работа в термодинамике
- c) Первый закон термодинамики и его применение к различным процессам
- d) Определение коэффициента полезного действия тепловых двигателей

3.1. В алюминиевый калориметр массой 40 г (температура калориметра $20\text{ }^{\circ}\text{C}$) налили 120 мл воды (температура воды $30\text{ }^{\circ}\text{C}$). Определите температуру воды после установления теплового равновесия.

3.2. В стакан с горячей водой объемом 150 см^3 бросили кусочек льда массой 5 г. Чему будет равна температура воды после плавления льда? Начальная температура воды $70\text{ }^{\circ}\text{C}$, начальная температура льда $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Теплообмен с окружающей средой можно не учитывать.

3.3. Один аэростат объемом 600 м^3 заполнен гелием при давлении 10^5 Па , а второй аэростат объемом 400 м^3 заполнен гелием при давлении 120 кПа . В каком из аэростатов внутренняя энергия больше и во сколько раз?

3.4. На графике (рис.2) изображена зависимость давления газа от его объема при расширении газа от 20 дм^3 до 100 дм^3 . Какая работа совершена газом при этом?

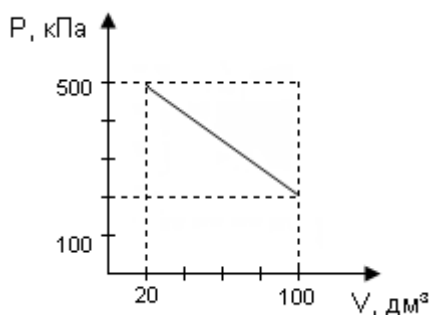


Рис.2

3.5. В калориметре находится лед при температуре $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$. В калориметр наливают 0,5 литра воды, имеющей температуру $10\text{ }^{\circ}\text{C}$. Определите первоначальную массу льда, если известно, что после установления теплового равновесия масса льда увеличилась и масса воды, оставшейся в калориметре, вдвое меньше массы льда. Теплоемкость калориметра не учитывать.

3.6. Азот массой 0,1 кг находится в газообразном состоянии в цилиндре, замкнутом герметичным подвижным поршнем. Какая работа будет совершена газом при его нагревании на $70\text{ }^{\circ}\text{C}$?

3.7. В процессе изобарного охлаждения 0,2 моль идеального газа внешними силами над газом совершена работа 20 Дж. На сколько уменьшилась температура газа? Во сколько раз уменьшился объем газа?

3.8. При адиабатном расширении 0,1 моля идеального одноатомного газа его температура уменьшилась с 2000 К до 1350 К . Найти совершенную газом работу.

3.9. Оцените, какая максимальная работа может быть совершена при адиабатном расширении 29 г гелия, первоначально имевшем температуру 300 К. Если эта работа будет использована для подъема пудовой гири, то на какую высоту можно будет поднять гирю?

3.10. Какое количество теплоты будет получено одноатомным газом при изобарном расширении от объема 1 до объема 3 л? Давление газа 150 кПа.

3.11. Температура нагревателя идеальной тепловой машины 500 К, а температура холодильника 300 К. Какая работа совершена машиной, если холодильником получено количество теплоты 9 кДж?

3.12. В тепловой машине, работающей по циклу Карно, идеальный газ за цикл совершает работу 0,5 кДж и отдает холодильнику количество теплоты 1,5 кДж. Определите КПД тепловой машины и температуру нагревателя. Температура холодильника 27 °С.

3.13. На сколько километров пути хватит автомобилю 40 литров бензина, если КПД двигателя 32%, масса автомобиля 3,5 тонны, а сила сопротивления при движении автомобиля составляет 3% от веса автомобиля.

3.14. В идеальной тепловой машине количество теплоты, передаваемое за цикл холодильнику, в четыре раза больше работы, совершаемой машиной. Во сколько раз температура нагревателя в такой тепловой машине больше температуры холодильника?

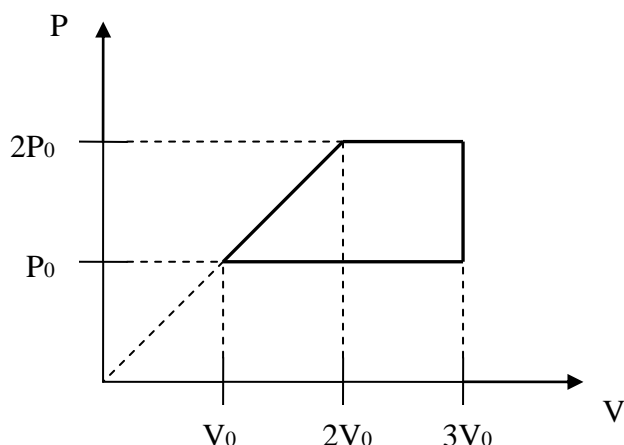


Рис.3

3.15. Определите КПД термодинамического цикла, произведенного с одноатомным идеальным газом. График цикла показан на рис.3.

3.16. Коэффициент полезного действия идеальной тепловой машины, имеющей температуру нагревателя 1200 К, составляет 30%. Чему равна температура нагревателя? Какая работа будет совершена тепловой машиной при поступлении от нагревателя количества теплоты 40 кДж?

4. Электростатика

Для решения задач этой группы Вам необходимо знать:

- a) Закон Кулона
- b) Формулу для расчета напряженности электрического поля. Принцип суперпозиции
- c) Как рассчитывается потенциальная энергия заряженного тела в однородном электрическом поле
- d) Потенциал электрического поля и разность потенциалов
- e) Формулу для расчета емкости при параллельном и последовательном соединении

4.1. Два одинаковых одноименных заряда q находятся в вершинах равностороннего треугольника со стороной a . Чему равна напряженность электрического поля в вершине треугольника, свободной от зарядов?

4.2. Чему равна сила притяжения между заряженными пластинами плоского воздушного конденсатора, если напряженность поля в конденсаторе E , а площадь каждой из пластин S ?

4.3. Электрон, двигаясь в электрическом поле из точки с потенциалом 100 В , уменьшает свою скорость от 3 Мм/с до 1 Мм/с . Найти потенциал конечной точки. Отношение заряда электрона к его массе равно $1,76 \cdot 10^{11}\text{ Кл/кг}$.

4.4. Шар радиусом r равномерно заряжен с объемной плотностью заряда σ . Определите потенциал поля, создаваемого заряженным шаром, в точке, отстоящей на расстоянии $2r$ от поверхности шара.

4.5. В одной из точек электрического поля потенциальная энергия заряда $1,6 \cdot 10^{-10}\text{ Кл}$ составляет $3,2\text{ мкДж}$, а вторая точка имеет потенциал 8 кВ . Определите, какова разность потенциалов между этими точками?

4.6. Две одинаковые металлические пластины площадью S каждая расположены параллельно друг - другу на расстоянии ℓ , малом по сравнению с размерами пластин. Определите разность потенциалов между пластинами, если одной из них сообщен заряд q , а другой – заряд в 2 раза больший. Рассмотрите случай, когда заряды одноименны и когда заряды разноименны.

4.7. В кинескопе телевизора электроны ускоряются электрическим полем. Разность потенциалов между начальной и конечной точками равна 10 кВ . Какую работу совершает электрическое поле при ускорении электрона? Какую скорость будет иметь электрон в момент удара об экран кинескопа? Начальную скорость электрона считать равной нулю.

4.8. Рассчитайте потенциал электрического поля, создаваемого электроном, в точке, удаленной от электрона на расстояние 10^{-7} см .

4.9. Напряженность электрического поля металлического шара, обладающего зарядом $0,01\text{ мкКл}$ на его поверхности равна $2,25\text{ кН/Кл}$. Какова разность потенциалов между поверхностью шара и точкой, удаленной от поверхности на расстояние, равное радиусу шара?

4.10. Небольшой металлический шарик массой m , подвешенный на нити длиной ℓ , находится в однородном направленном горизонтально электрическом поле с напряженностью E . Какой заряд q следует сообщить шару, чтобы нить, на которой подвешен шарик, отклонилась от вертикали на угол α ?

4.11. Разность потенциалов между двумя точками однородного электрического поля равна 30 В , напряженность поля $0,5\text{ кН/Кл}$. Чему станет равна напряженность электрического поля, если разность потенциалов между этими точками возрастет до 120 В ?

4.12. Разность потенциалов между обкладками конденсатора емкостью 2 мкФ изменилась на 50 В . На сколько изменился заряд конденсатора?

4.13. Протон, прошедший ускоряющую разность потенциалов 500 кВ, движется в направлении неподвижного протона (вектор скорости движущегося протона направлен по линии, проходящей через центры частиц). Определите, до какого минимального расстояния сблизятся частицы, чему будут равны их скорости в этот момент?

4.14. Точечный положительный заряд q_0 находится на расстоянии ℓ_1 от точечного положительного заряда q_1 и на расстоянии ℓ_2 от точечного отрицательного заряда q_2 . Найдите энергию взаимодействия заряда q_0 с электрическим полем зарядов q_1 и q_2 .

4.15. До какого напряжения следует зарядить конденсатор емкостью 10 мкФ, чтобы он обладал энергией 50 мДж?

4.16. Определить емкость конденсатора состоящего из двух полосок: алюминиевой фольги длиной 15 см и шириной 90 мм и парафинированной бумаги толщиной 0,1 мм. Какова энергия конденсатора, если он заряжен до напряжения 40 В?

4.17. Плоский конденсатор состоит из двух пластин площадью 62 см^2 каждая, расположенных на расстоянии 0,5 мм, между которыми находится слой слюды с относительной диэлектрической проницаемостью равной 6. Определите емкость конденсатора. Чему будет равна разность потенциалов между пластинами конденсатора и напряженность электрического поля в конденсаторе при сообщении конденсатору заряда 40 нКл.

4.18. Два точечных заряда, находящиеся в вакууме на расстоянии x , действуют друг на друга с силой F . Чему равна энергия взаимодействия зарядов?

4.19. Два одинаковых конденсатора состоят из пластин с площадью 100 см^2 каждая, находящихся на расстоянии 1 мм друг от друга. Пространство между пластинами заполнено диэлектриком с диэлектрической проницаемостью равной 2,5. Конденсаторы соединяют параллельно. От источника с каким напряжением следует зарядить конденсаторы, чтобы их общая энергия составляла 2 мкДж? Каким должно быть напряжение источника при последовательном соединении конденсаторов, при условии, что их общая энергия должна остаться прежней?

4.20. Общая емкость двух параллельно соединенных конденсаторов 20 мкФ. Если батарею конденсаторов подключить к источнику с напряжением 12 В, то заряд на одном из конденсаторов будет равен 0,06 мКл. Определите емкость каждого из конденсаторов.

4.21. Рассчитайте емкость системы трех параллельно соединенных конденсаторов и емкость каждого из них, если при подаче напряжения 220 В заряды на конденсаторах равны, соответственно, $4,4 \cdot 10^{-5}$ Кл; $8,8 \cdot 10^{-5}$ Кл; $2,2 \cdot 10^{-5}$ Кл.

4.22. Площадь каждой из пластин плоского конденсатора 200 см^2 , а расстояние между пластинами 1,5 мм. Конденсатор заполнен парафином. Какова энергия электрического поля конденсатора, если напряженность электрического поля конденсатора 5 кВ/м?

4.23. Во сколько раз изменится емкость, энергия заряженного конденсатора и напряжение на нем при увеличении расстояния между пластинами конденсатора в два раза?

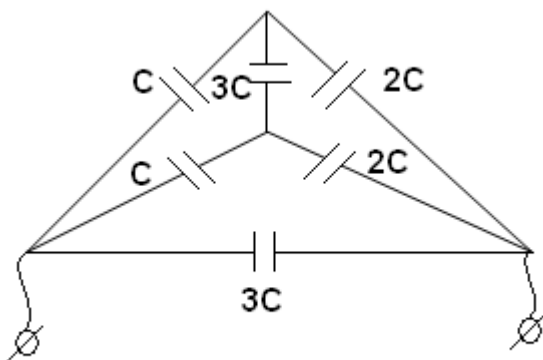


Рис.4

4.24. Определить емкость батареи конденсаторов, схема соединения которых изображена на рис.4

4.25. Плоский воздушный конденсатор электроемкостью C подключен к клеммам источника с разностью потенциалов U . Определите изменение энергии электрического поля конденсатора при увеличении расстояния между пластинами в 2 раза.

5. Сила тока. Закон Ома для участка цепи

Для решения задач этой группы Вам необходимо знать:

- a) Определение силы тока
- b) Закон Ома для участка цепи
- c) Последовательное и параллельное соединения проводников
- d) Формулы для расчета работы и мощности постоянного тока

5.1. Разность потенциалов на концах проводника длиной ℓ равна U . Какой заряд пройдет через поперечное сечение проводника за время τ , если диаметр проводника d , а удельное сопротивление материала проводника ρ ?

5.2. Падение напряжения на алюминиевом проводнике длиной 5 Ом и площадью поперечного сечения $1,5 \text{ мм}^2$ составляет 1,4 В. Какова сила тока в проводнике?

5.3. Диаметр алюминиевого проводника $0,7 \text{ мм}^2$, объем 75 см^3 . Найти сопротивление проводника. Какое напряжение будет на концах проводника при силе тока $0,8 \text{ А}$?

5.4. Какое наибольшее напряжение может быть подано на алюминиевый проводник длиной 10 м, если плотность тока в нем не должна превосходить 2 А/мм^2 . (Плотность тока j равна отношению силы тока в проводнике к площади поперечного сечения проводника).

5.5. Какой может быть максимальная напряженность электрического поля в алюминиевом проводнике, если плотность тока в нем не должна превосходить 2 А/мм^2 . (Плотность тока j равна отношению силы тока в проводнике к площади поперечного сечения проводника).

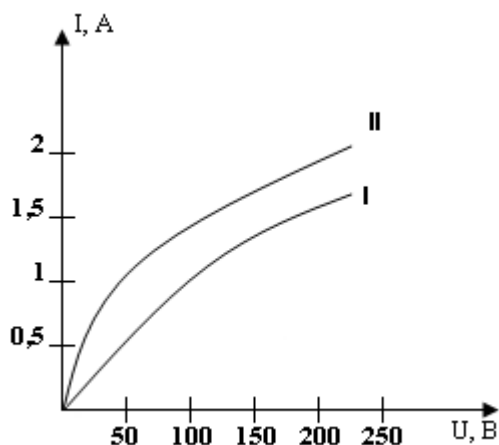


Рис.5

5.6. Лампы I и II имеют вольт – амперные характеристики, показанные на рис.5. Какова будет сила тока в цепи, если лампы включить последовательно в сеть напряжением 220 В?

5.7. Найти общее сопротивление цепи, изображенной на рис.6, если сопротивление каждого резистора равно 0,2 кОм.

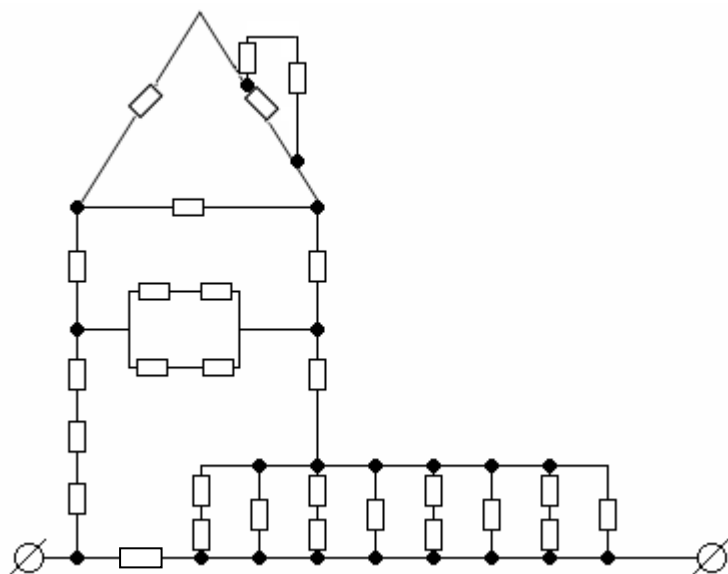


Рис.6

5.8. Найти сопротивление участка цепи (рис.7), состоящего из одинаковых резисторов по 100 Ом.

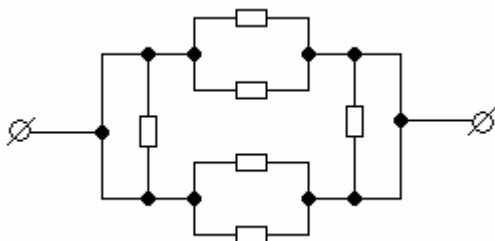


Рис.7

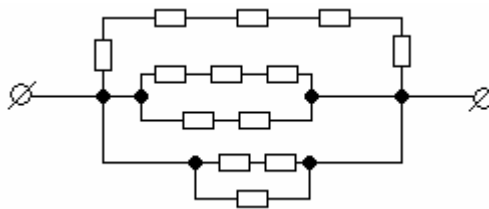


Рис.8

5.9. Рассчитать сопротивление цепи, схема которой изображена на рис.8. Сопротивление всех резисторов одинаково и равно 10 Ом.

5.10. Три резистора соединены параллельно и сопротивление данного участка цепи равно 2,4 Ом. Сопротивление первого резистора – 4 Ом, второго резистора – 12 Ом, а сила тока в третьем резисторе – 0,5 А. Определите силу в проводящем проводнике и напряжение на данном участке цепи.

5.11. Определите общее сопротивление участка цепи, схема которого изображена на рис.9. Сопротивления всех резисторов одинаковы и равны R.

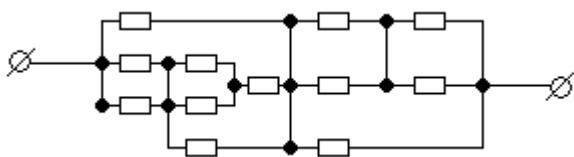


Рис.9

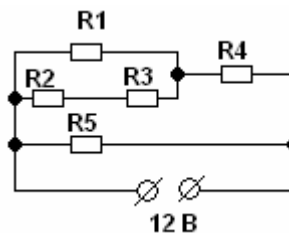


Рис.10

5.12. В схеме, изображенной на рис.10, резисторы имеют сопротивления: $R_1 = 5 \text{ Ом}$, $R_2 = 2 \text{ Ом}$, $R_3 = 3 \text{ Ом}$, $R_4 = 1,5 \text{ Ом}$, $R_5 = 4 \text{ Ом}$. Напряжение на клеммах источника 12 вольт. Определите силу тока и напряжение на каждом из резисторов.

5.13. Проводники, имеющие сопротивление 2, 4, 5, 8 Ом, соответственно, соединены параллельно и включены в электрическую цепь. Сила тока в первом проводнике 1 А. Рассчитайте силу тока в остальных проводниках и общее сопротивление данного участка цепи.

5.14. В электрической цепи, схема которой изображена на рис.11, показание вольтметра составляет 5,5 вольт, а миллиамперметра – 3 миллиампера. Определите сопротивление резистора R, если сопротивление вольтметра 27 кОм, а сопротивление амперметра – 2 Ом.

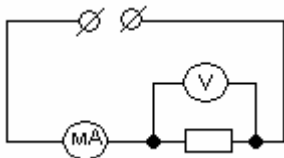


Рис.11

5.15. Электрическое сопротивление вольфрамовой нити лампы при температуре $24 \text{ }^\circ\text{C}$ равно 4,2 Ом. Каким будет электрическое сопротивление нити лампы при температуре $2400 \text{ }^\circ\text{C}$? Во сколько раз изменится сила тока в лампе и мощность, выделяющаяся на лампе, если напряжение, питающее лампу неизменно? Температурный коэффициент электрического сопротивления вольфрама $0,005 \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$.

5.16. К гальваническому элементу подключен реостат с таким сопротивлением, что сила тока в цепи 0,6 А. При этом за некоторое время сторонними силами в гальваническом элементе совершается работа 9 Дж. Какова будет работа сторонних сил за такое же время при силе тока в цепи 0,8 А?

5.17. Силу тока в цепи (рис.12) изменяют, перемещая скользящий контакт реостата. График зависимости показаний амперметра от времени приведен на рис.13. Определите, какое количество теплоты выделится на резисторе сопротивлением 10 Ом за 5 минут.

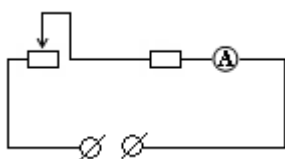


Рис.12

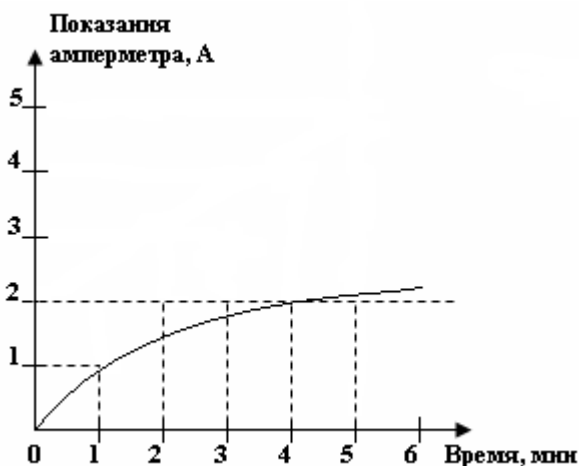


Рис.13

6. Закон Ома для полной цепи

Для решения задач этой группы Вам необходимо знать:

- а) Определение электродвижущей силы
- б) Закон Ома для полной цепи

6.1. При подключении к батарее гальванических элементов резистора сопротивлением 4 Ом сила тока в цепи составила 0,2 А, а при подключении резистора сопротивлением 7 Ом сила тока 0,14 А. Какова будет сила тока при коротком замыкании?

6.2. Замкнутая цепь состоит из источника тока и резистора. Рассчитайте сопротивление резистора, если сила тока в цепи 0,5 А, ЭДС источника 4,5 В, а его внутреннее сопротивление 1 Ом.

6.3. Чему равно напряжение на клеммах гальванического элемента с ЭДС 1,5 В, если он включен в электрическую цепь, сопротивление которой равно внутреннему сопротивлению гальванического элемента?

6.4. К источнику ЭДС которого 12 В и внутреннее сопротивление 1 Ом подключен реостат сопротивлением 5 Ом. Найдите силу тока в цепи и напряжение на зажимах источника.

6.5. Найти электродвижущую силу и внутреннее сопротивление источника тока, если при силе тока 30 ампер во внешней цепи, подключенной к источнику, выделяется мощность 180 ватт, а при силе тока 10 ампер мощность составляет 100 ватт.

6.6. К источнику тока с ЭДС 60 вольт и внутренним сопротивлением 3 ома подключен нагревательный элемент, имеющий такое сопротивление при котором мощность, выделяющаяся во внешней цепи, максимальна. Когда этот нагревательный элемент опущен в воду объемом два литра, то за минуту температура воды повышается на 3 градуса. Определите КПД нагревателя, то есть отношение количества теплоты, пошедшей на нагревание воды, к работе внешних сил в источнике тока.

6.7. При подключении к источнику тока резистора сопротивлением 2 Ом напряжение на резисторе составляет 4 В, а при подключении резистора сопротивлением 1 Ом напряжение 3 В. Найдите ЭДС и внутреннее сопротивление источника тока.

6.8. При подключении к гальваническому элементу резистора сопротивлением 14 Ом сила тока в цепи была равна 0,1 А. При коротком замыкании гальванического элемента сила тока составила 1,5 А. Определите ЭДС и внутреннее сопротивление гальванического элемента.

6.9. К источнику тока с электродвижущей силой 12 вольт и внутренним сопротивлением 2 ома подключена спираль сопротивлением 10 Ом. Чему равна мощность, выделяющаяся в спирали?

6.10. Генератор поддерживает напряжение во внешней цепи 110 В. Определите электродвижущую силу генератора, если КПД, то есть отношение работы тока во внешней цепи к работе сторонних сил, составляет 80%

6.11. Клеммы гальванического элемента с ЭДС 1,53 вольта и внутренним сопротивлением 1,5 ома замкнуты железным проводником длиной 10 м. Определите диаметр проводника, если сила тока в нем равна 0,51 А.

6.12. К источнику тока с внутренним сопротивлением 10 м подключили некоторый резистор. При этом вольтметр, подсоединенный к клеммам источника, показывал напряжение 20 В. Затем параллельно резистору подсоединили точно такой же резистор и стрелка вольтметра опустилась до 15 В. Чему равно сопротивление резистора?

6.13. Клеммы аккумулятора замыкают резистором с сопротивлением 1 Ом. При этом напряжение, падающее на резисторе, составляет 2 В. Если же клеммы аккумулятора замкнуть

резистором сопротивлением 2 Ом, то падение напряжения составит 2,4 В. Определите внутреннее сопротивление аккумулятора.

6.14. К аккумулятору с ЭДС 6 вольт и внутренним сопротивлением 0,2 Ом подключен резистор сопротивлением 5,8 Ом. Чему равно напряжение на резисторе?

6.15. К источнику тока с ЭДС 12 вольт и внутренним сопротивлением 0,3 ома подключена внешняя цепь сопротивлением 15 Ом. Какое количество теплоты выделится во внешней цепи и внутри источника тока за 2 минуты?

6.16. К источнику с ЭДС 12 В и внутренним сопротивлением 2 Ом подключен реостат. Перемещением скользящего контакта реостата меняют силу тока в цепи. При каком значении силы тока мощность, выделяющаяся во внешней цепи максимальна?

Приложения

1. Некоторые основные физические постоянные

Число Авогадро	$N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$ моль ⁻¹
Универсальная газовая постоянная	$R = 8,31$ Дж/(К · моль)
Постоянная Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23}$ Дж/К
Элементарный заряд	$e = 1,60 \cdot 10^{-19}$ Кл
Электрическая постоянная	$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м

2. Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Отношение к главной единице	Наименование	Обозначение	Отношение к главной единице
пико	п	10^{-12}	тера	Т	10^{12}
нано	н	10^{-9}	гига	Г	10^9
микро	мк	10^{-6}	мега	М	10^6
милли	м	10^{-3}	кило	к	10^3

3. Физические свойства наиболее распространенных веществ Твердые тела

Величина Вещество	Плотность, * 10^3 кг/м ³	Предел прочности на растяжение, МПа	Модуль упругости, ГПа	Удельная теплоемкость, кДж/(кг · К)	Температура плавления, °С	Удельная теплота плавления, кДж/кг
Алюминий	2,7	100	70	0,88	660	380
Лед	0,9	-	-	2,1	0	330
Медь	8,9	400	120	0,38	1083	180
Олово	7,3	20	50	0,23	232	59
Свинец	11,3	15	15	0,13	327	25
Серебро	10,5	-	80	0,21	960	87
Сталь	7,8	500	200	0,46	1400	82

Жидкости

Величина Вещество	Плотность, * 10^3 кг/м ³	Удельная теплоемкость, кДж/(кг · К)	Коэффициент поверхностного натяжения, * 10^{-2} Н/м при 20 °С	Температура кипения при нормальном давлении, °С	Удельная теплота парообразования при нормальном давлении, МДж/кг
Вода	1,0	4,2	7,2	100	2,3
Керосин	0,80	2,1	2,4	-	-
Нефть	0,80	-	-	-	-
Ртуть	13,6	0,13	47	357	0,29
Спирт	0,79	2,4	2,1	78	0,85

Газы

Вещество \ Величина	Плотность при нормальных условиях, кг/м ³	Удельная теплоемкость при постоянном давлении, кДж/(кг · К)	Температура конденсации при нормальном давлении, °С
Азот	1,25	1,0	1196
Водород	0,09	14	-253
Воздух	1,29	1,0	-
Кислород	1,43	0,92	-183

4. Удельная теплота сгорания топлива, МДж/кг

Бензин	46	Нефть	43
Дерево	10	Порох	3
Дизельное топливо	42	Спирт	29
Каменный уголь	29	Условное топливо	29
Керосин	46		

5. Зависимость давления насыщенных паров от абсолютной температуры

T, К	273	275	277	279	281	283	285	287	289	291	293
P, кПа	0,609	0,704	0,811	0,933	1,07	1,22	1,40	1,59	1,81	2,06	2,33

6. Психрометрическая таблица

Показания сухого термометра	Разность показаний сухого и влажного термометров										
	0°	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°
	Относительная влажность, %										
0	100	81	63	45	28	11	-	-	-	-	-
2	100	84	68	51	35	20	-	-	-	-	-
4	100	85	70	56	42	28	14	-	-	-	-
6	100	86	73	60	47	35	23	10	-	-	-
8	100	87	75	63	51	40	29	18	7	-	-
10	100	88	76	65	54	44	34	24	14	4	-
12	100	89	78	68	57	48	38	29	20	11	-
14	100	90	79	70	60	51	42	34	25	17	9
16	100	90	81	71	62	54	45	37	30	22	15
18	100	91	82	73	65	56	49	41	34	27	20
20	100	91	83	74	66	59	51	44	37	30	24
22	100	92	83	76	68	61	54	47	40	34	28
24	100	92	84	77	69	62	56	49	43	37	31
26	100	92	85	78	71	64	58	51	46	40	34
28	100	93	85	78	72	65	59	53	48	42	37
30	100	93	86	79	73	67	61	55	50	44	39

7. Диэлектрические проницаемости веществ

Вода	81	Парафин	2,1
Керосин	2,1	Слюда	6
Масло	2,5	Стекло	7

8. Удельные сопротивления ρ ($\cdot 10^{-8}$ Ом \cdot м при 20 °С)

Вещество	ρ
Алюминий	2,8
Вольфрам	5,5
Латунь	7,1
Медь	1,7
Никелин	42
Нихром	110
Свинец	21
Серебро	1,6
Сталь	12

Оглавление

Предисловие _____	3
Основы молекулярно-кинетической теории идеального газа _____	4
Свойства жидкостей и твердых тел _____	5
Основы термодинамики _____	6
Электростатика _____	7
Сила тока. Закон Ома для участка цепи _____	9
Закон Ома для полной цепи _____	12
Приложения _____	14