

Национальный институт образования

---

**Компетентный  
подход**

---

**Физика**

---

**10**

---

класс

**Дидактические  
и диагностические  
материалы**

(базовый и повышенный уровни)

Пособие для учителей  
учреждений общего среднего образования  
с белорусским и русским языками обучения

*Рекомендовано Научно-методическим учреждением  
«Национальный институт образования» Министерства образования  
Республики Беларусь*

М о з ы р ь  
«Выснова»  
2 0 2 1

## ВВЕДЕНИЕ

### Методические рекомендации по обеспечению профильной подготовки учащихся в контексте компетентностного подхода на III ступени общего среднего образования по учебному предмету «Физика»

#### 1. Общие положения

Дидактические материалы по физике представляют разработанный набор физических задач с усиленной направленностью в отношении:

- а) практической значимости;
- б) экспериментального характера;
- в) межпредметных связей;
- г) оценочной компетенции;
- д) проектной деятельности;
- е) графического подхода к решению;
- ж) работы со справочниками;
- з) использования компьютерных технологий;
- и) подготовки к участию в международном исследовании PISA.

Под физической задачей понимают ситуацию, требующую от учащихся мыслительных и практических действий на основе законов и методов физики, направленную на овладение знаниями, умениями и навыками, развитие мышления.

Физические задачи являются обязательным звеном учебного процесса, без которых знания учащихся будут формальными, без понимания сущности явлений, их реального смысла. Задачи конкретизируют знания. Учащиеся в процессе решения задач развивают способность рассуждать, устанавливать причинно-следственные связи, выделять существенное. Знания учащихся становятся не формальными, реализуется творческий подход к описываемым проблемам. Решение задач развивает логическое мышление, формирует умение делать дедуктивные и индуктивные умозаключения, использовать аналогии и эвристические приемы.

Кроме всего вышесказанного, решение задач влияет на воспитание личности учащегося. Сам вид деятельности требует проявления воли, настойчивости, самостоятельности.

Решение задач — один из важнейших методов обучения физике. Умение решать задачи говорит о высокой степени осознанности

и прочности знаний. Именно при решении физических задач определяется глубина понимания тех или иных физических закономерностей, умения применить их к анализу физических явлений и использованию в практических целях.

Технология решения задач — это совокупность приемов и операций, приводящих к ответу на вопрос задачи. Логические приемы, используемые при решении задач, включают в себя анализ и синтез. При аналитическом подходе решение задачи начинают с анализа величины, которую надо найти, и последовательно приходят к общей формуле связи искомой величины с заданными.

При синтетическом приеме решение начинается с установления связей величин, заданных в условии задачи с другими, до получения формулы, в которой будет присутствовать искомая величина.

На наш взгляд, на повышенном уровне изучения физики предпочтительнее аналитический подход.

Задачи могут с успехом использоваться как при изложении нового учебного материала и его закреплении, так и при проведении лабораторных работ (суперзадания) и повторении материала дома. Задачи являются эффективным средством контроля (текущего и итогового) учебных достижений учащихся по физике.

## 2. Дидактические цели физических задач

### Классификация задач

Признаки классификации	Виды задач
По характеру и методу исследования	Расчетные (количественные); логические (качественные)
По характеру формулировки условия	Текстовые; графические; задачи-рисунки; на основе схем, фотографий, таблиц; на основе экспериментальных данных
По способу решения	Экспериментальные; вычислительные; логические
По содержанию	Конкретные; абстрактные; ситуативные;

Признаки классификации	Виды задач
	политехнического содержания; исторические; занимательные; задачи с лабораторного стола
По степени трудности	Простые; тренировочные; сложные
По дидактическим целям	Тренировочные; познавательные; творческие

По дидактическим целям задачи классифицируются как:

1. Простые задачи или тренировочные. Их основная функция — закрепить изученное на уроке понятие, формулу. Они требуют лишь репродуктивного воспроизведения знаний, но тем не менее, как начальный этап усвоения знаний, они полезны. В дидактике такие задачи относят к первому уровню усвоения (I, II уровни сложности).

2. Задачи III—IV уровней сложности — это задачи, требующие анализа физического явления, понимания физической закономерности, которая характеризует явление, умения видеть связь явления с изученным ранее, выразить закономерности математически. Данные задачи требуют от учащегося деятельности по самостоятельной адаптации знаний к условию конкретной задачи.

3. Задачи V уровня сложности — это задачи, в условии которых содержится ситуация менее знакомая, чем та, что рассматривалась на уроке. А также задачи с переносом знаний из одной предметной области в другую. Такие задачи побуждают к высокопродуктивной мыслительной деятельности, требуют большого умственного напряжения.

Задачи проблемного характера — это задачи, решение которых приведет к получению новых дополнительных знаний.

Важное значение имеют творческие задачи. Это задачи подобны тем, с которыми человек встречается в своей практической и исследовательской деятельности. При их решении формируется самый высокий уровень мышления.

Творческие задачи могут быть исследовательскими и конструкторскими. Первые дают ответ на вопрос «Почему?», а вторые — «Как сделать?».

Для повышенного уровня изучения физики будут полезны комбинированные задачи, решение которых требует использования знаний из разных разделов курса физики и даже из разных учебных предметов, что способствует формированию продуктивного мышления.

Задачи V уровня сложности помогут учащимся подготовиться к олимпиадам, разного рода турнирам, реализовать профильную подготовку, повысить интерес к физике, быть готовым к участию в международном исследовании PISA.

По способам задания условия все вышеуказанные задачи можно разделить на текстовые, графические и экспериментальные, которые в свою очередь можно классифицировать на качественные и расчетные.

### **3. Методические особенности задач по физике**

#### *а) Качественные задачи.*

Эти задачи не требуют вычислений. Учащиеся применяют изученные физические закономерности для объяснения явления, описанного в задаче.

Методические достоинства качественных задач в том, что:

- примеры из окружающей жизни, приведенные в задаче, усиливают интерес к физике;
- способствуют развитию наблюдательности;
- формируют умения строить логические умозаключения;
- развивают мышление;
- учат практическому применению знаний;
- развивают умение начинать решение любой задачи с анализа ее физического содержания, что необходимо для расчетных задач.

Качественные задачи могут использоваться как при изложении нового материала, так и при устной проверке его усвоения, а также при итоговом контроле. Качественные задачи могут представлять любую из пяти степеней сложности. Содержание задачи может быть выражено с помощью рисунков, графиков, таблиц, диаграмм. Качественную задачу можно перевести в экспериментальную. Решение задачи, полученное путем логических умозаключений, можно проверить экспериментально.

#### *б) Расчетные задачи.*

В число расчетных задач входят как простые тренировочные (I, II уровней сложности), так и задачи III—V уровней сложности. Расчетные задачи:

- формируют у учащихся действенные знания;
- помогают запомнить формулу, научить подстановке в нее значений физических величин в соответствующих единицах измерения;
- имеют огромное значение для усвоения количественных закономерностей в физике;
- объединяют понятия из разных разделов физики;
- отрабатывают умения проводить вычисления с использованием основных положений теории приближенных вычислений.

#### в) Графические задачи.

Графические задачи, выражая функциональную зависимость между величинами, отражают взаимную связь и взаимозависимость явлений в науке, технике и природе. График наглядно раскрывает физическую закономерность. Графики показывают тесную межпредметную связь физики с математикой.

#### з) Экспериментальные задачи.

Задачи данного вида:

- повышают активность и самостоятельность учащихся в решении физических проблем;
- осуществляют проверку правильности расчетного решения задачи;
- развивают неформальный подход к решению задачи, требуют детального осмысления физического процесса;
- создают устойчивый интерес к непосредственной связи опыта с жизнью;
- формируют экспериментально-исследовательскую компетенцию;
- дают толчок к проектной деятельности.

#### д) Задачи с неполным содержанием.

Данные задачи близки к тем, которые встречаются в жизни. Их полезность, прежде всего, в том, что они:

- учат добывать недостающие данные путем измерений, таблиц, справочников, интернета;
- развивают самостоятельность в работе учащегося;
- развивают умения делать оценки результата.

#### е) Задачи-проекты.

Их методические достоинства в том, что они формируют у учащегося исследовательское мышление, обеспечивают возможность овладения методами научного познания. При разработке любой

проектной задачи активно формируется познавательная компетенция, результатом которой являются следующие умения: анализ условия проекта, составление плана и этапов решения задачи проекта, формулировка гипотезы, проверка полученного решения.

ж) Задачи с использованием электронных образовательных ресурсов (ЭОР).

Компьютер в изучении физики выступает как инструмент моделирования реального мира. Важной особенностью компьютерного моделирования является возможность представлять процессы в идеальных условиях, с ярко выраженным акцентом на тот признак, который в данной задаче является наиболее существенным, и уйти от влияния несущественных признаков. В реальном эксперименте исключить влияния этих признаков не удастся, что мешает пониманию сути явления или закона. При решении задач компьютерные программы (интерактивные модели) могут обеспечить индивидуальную самостоятельную работу по практическому закреплению знаний, лишают возможности «списывания», расширяют диапазон значений параметров заданий и тем самым способствуют более глубокому пониманию изученного материала.

Интегрируя возможности компьютера с традиционными средствами обучения, можно реализовать контаминацию (перестановка, смешение) текстовой, графической, схематической и другой информации.

Предлагаемые дидактические материалы — это качественные, расчетные, экспериментальные и графические задачи, а также задачи-оценки.

#### **4. Структура и методические особенности изучения физики в X классе**

Учебный материал физики X класса можно объединить в два основных раздела: «Молекулярная физика» и «Электродинамика». Первый раздел включает главы: «Основы молекулярно-кинетической теории», «Основы термодинамики». Второй раздел содержит главы: «Электростатика», «Постоянный электрический ток», «Магнитное поле. Электромагнитная индукция».

Раздел «Молекулярная физика», изучаемый в 10 классе, представляет качественно новый предмет изучения системы большого числа частиц, с новой формой движения и присущей этому движению виду энергии — внутренней энергии.

Система в молекулярной физике описывается статистическими закономерностями. Но кроме статистического подхода к описанию системы большого числа частиц, есть еще термодинамический метод описания системы, не интересующийся молекулярным строением системы, базирующийся на эмпирических закономерностях.

Задача учителя при изучении тепловых явлений и процессов показать оба метода в единстве: термодинамический, основанный на понятии «внутренняя энергия», и статистический, основанный на молекулярно-кинетических представлениях о строении вещества.

С основными понятиями молекулярно-кинетической теории (МКТ), такими как давление, температура, количество теплоты, внутренняя энергия, учащиеся познакомились, изучая физику на II ступени обучения (7—8 классы). Это было качественное описание фактически на уровне представлений. На III ступени изучения МКТ необходимо эти понятия актуализировать, дать их количественное описание.



Структура изучения физики X класса

Тема МКТ изучается сразу после раздела «Механика», что дает возможности показать усложнение формы движения материи. Механическое движение — это более простая форма. Кроме того, знания из механики (массы, скорости, силы, импульса и др.) позволяют



изучать микроявления в МКТ на качественно новом уровне. При этом учитель должен сделать акцент на том, что, несмотря на то, что движение отдельной молекулы подчиняется законам классической механики, поведение всей совокупности молекул в системе описывается другими статистическими закономерностями, математическую основу которых составляют случайные величины и их средние значения: средняя скорость  $\langle v \rangle$ , средняя энергия  $\langle E \rangle$ , средняя концентрация  $\langle n \rangle$ .

В термодинамике имеют дело не с отдельными молекулами, а с макроскопическими телами, состоящими из огромного числа частиц. Эти тела называются термодинамическими системами. В термодинамике тепловые явления описываются макроскопическими величинами: давление, температура, объем, которые не применимы к отдельным молекулам и атомам. В термодинамике учащиеся изучают внутреннюю энергию одноатомного газа, работу сил газа и первый закон термодинамики, а также КПД тепловых двигателей.

Электродинамика, которая изучается в 10 классе, включает в себя следующие главы: «Электростатика», «Постоянный ток», «Магнитные явления».

# ДИДАКТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

## Базовый уровень

### ОСНОВЫ МОЛЕКУЛЯРНО-КИНЕТИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ

1. Определите количество вещества и число молекул воды массой  $m = 250$  г, налитой в стакан (рис. 1).



Рис. 1

2. Сравните массы протона, нейтрона и электрона. Объясните, почему массу атома определяют как массу всех протонов и нейтронов.

3. Таня утверждает, что вода, лед и водяной пар состоят из молекул воды. А вы согласны с утверждением Тани? Как грамотно определить, из каких молекул состоят эти вещества?

4. Золотое (рис. 2) и серебряное (рис. 3) кольца содержат одинаковое количество вещества. Определите массу серебряного кольца, если масса золотого кольца  $m_1 = 10$  г.



Рис. 2



Рис. 3

5. Для воздуха, находящегося при нормальных условиях, число Лошмидта  $n_0 = 2,7 \cdot 10^{25} \frac{1}{\text{м}^3}$ . Отличается ли физический смысл числа Лошмидта и числа Авогадро? Ответ поясните.

6. Оцените число молекул воздуха, содержащегося в литровой бутылке при нормальных условиях. Плотность воздуха  $\rho = 1,29 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ . Молярная масса воздуха  $M = 29 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$ . Сравните ответ с числом Лошмидта.

7. В каких слоях атмосферы воздух ближе к модели «идеальный газ»: у поверхности Земли или в верхних слоях атмосферы?

8. Атмосферный воздух в основном состоит из азота и кислорода. Одинакова ли средняя квадратичная скорость движения молекул этих газов при одной и той же температуре воздуха?

9. Определите среднюю квадратичную скорость движения молекул углекислого газа на северном полюсе Земли, где температура  $t = -40$  °С.

10. Сколько молекул содержится в капле масла объемом  $V = 3,0$  мм<sup>3</sup>, если эффективный радиус молекулы масла  $R = 3 \cdot 10^{-7}$  см?

11. Значение массы атома, определенной экспериментально,  $m_0 = 6,66 \cdot 10^{-27}$  кг. Определите, какому химическому элементу принадлежит атом.

12. Длина столбика жидкости в трубке комнатного термометра увеличилась. Изменилось ли при этом число молекул жидкости? Увеличился ли объем каждой молекулы жидкости в трубке термометра?

13. В салоне самолета, летящего в Нью-Йорк, вам сообщают, что температура воздуха в Нью-Йорке  $t = 68$  °F по шкале Фаренгейта. Чему равна эта температура по шкале Цельсия?

14. Если помыть стакан горячей водой и поставить его вверх дном на стол, то будет слышен характерный шум, вызванный движением воздуха между столом и стаканом. Проведите этот опыт и объясните наблюдаемое явление.

15. Примерное значение температуры внутри Земли и внутри Солнца соответственно равно  $t_3 = 4 \cdot 10^3$  °С и  $t_C = 1,5 \cdot 10^7$  °С. Выразите эти значения температур по шкале Кельвина.

16. Современная вакуумная техника (рис. 4) позволяет получать очень низкое давление газов. Сколько молекул содержится в объеме  $V = 1$  см<sup>3</sup> газа при давлении  $p = 1 \cdot 10^{-12}$   $\frac{\text{Н}}{\text{М}^2}$  и температуре  $t = 23$  °С?

17. При накачке шин автомобиля манометр (рис. 5) показал давление  $p = 200$  кПа. Определите давление воздуха в шине.

18. Мальчик надул щеки (рис. 6). При этом давление и объем воздуха во рту возросли, а температура осталась неизменной. Не противоречит ли это закону Бойля-Мариотта?



Рис. 4



Рис. 5



Рис. 6

19. На рисунке 7 представлен график циклического процесса 1—2—3—1, протекающего в идеальном одноатомном газе. Какие изопроцессы были проведены с газом? Постройте этот цикл на диаграмме  $(p, T)$  и  $(V, T)$ .

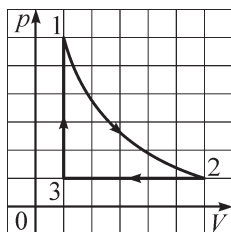


Рис. 7

20. Идеальный газ изобарно охлаждается. При этом объем газа уменьшается в три раза. Затем газ изотермически расширяется до тех пор, пока его объем не станет равным первоначальному. Изобразите эти процессы в координатах  $(p, V)$ .

21. Объем воздуха в котедже  $V = 400 \text{ м}^3$ . Определите массу этого воздуха при нормальных условиях. Молярная масса воздуха  $M = 29 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$ .

22. Воздушный пузырек, находящийся в озере на глубине  $h_1 = 10 \text{ м}$ , где температура  $t_1 = 10 \text{ }^\circ\text{C}$ , имеет объем  $V_1 = 3 \text{ мм}^3$ . Пузырек начинает подниматься к поверхности воды, где температура  $t_2 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ . Определите объем пузырька у поверхности воды.

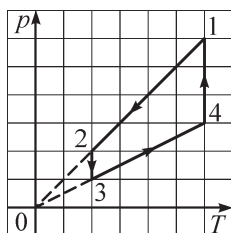


Рис. 8

23. График циклического процесса, проведенного с одноатомным идеальным газом, представлен на рисунке 8. На каком участке цикла газ расширялся?

24. Повысится или понизится относительная влажность воздуха ночью в период «бабьего лета»? Почему?

25. Сухой и влажный термометры психрометра показывают одинаковую температуру (рис. 9). Какова влажность воздуха?

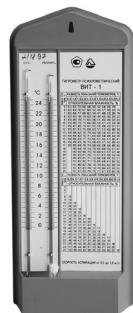


Рис. 9

26. Влажный термометр психрометра, находящегося в комнате, показывает температуру  $t_1 = 18 \text{ }^\circ\text{C}$ , а сухой — температуру  $t_2 = 24 \text{ }^\circ\text{C}$ . Определите относительную влажность и парциальное давление воздуха в комнате.

27. Почему капли росы на листьях растений приобретают форму, близкую к шарообразной (рис. 10)?

28. Почему радиолубители перед тем, как спать металлические предметы, места пайки обрабатывают канифолью (рис. 11)?



Рис. 10



Рис. 11



Рис. 12



Рис. 13

29. Какие силы действуют на металлическую скрепку, плавающую на поверхности воды (рис. 12)?

30. Объясните назначение фитиля, используемого в спиртовках (рис. 13). Какой материал можно использовать в качестве фитиля?

## ОСНОВЫ ТЕРМОДИНАМИКИ

1. Идеальный газ может перейти из состояния 1 в состояние 2 двумя различными способами (1a2 и 1б2) (рис. 14). Сравните изменения внутренней энергии газа при этих переходах.

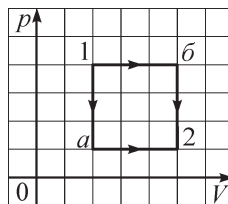


Рис. 14

2. Из баллона израсходовали половину гелия, надувая воздушные шарик. Изменилась ли внутренняя энергия гелия, оставшегося в баллоне, если его температура не изменилась?

3. На рисунке 15 представлен график зависимости давления  $p$  идеального газа от его объема  $V$  при трех процессах: 1—2, 2—3 и 3—4. На каком процессе силой давления газа совершена наибольшая работа?

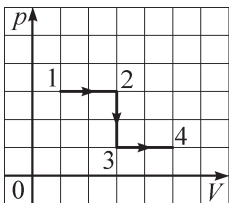


Рис. 15

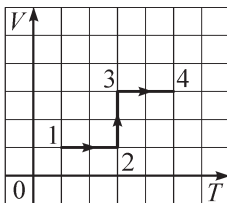


Рис. 16

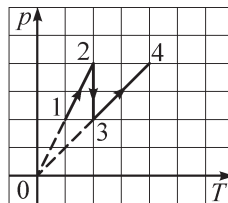


Рис. 17

4. На рисунке 16 представлен график зависимости объема  $V$  идеального газа от его абсолютной температуры  $T$  при трех процессах: 1—2, 2—3 и 3—4. На каком процессе силой давления газа совершена наибольшая работа?

5. На рисунке 17 представлен график зависимости давления  $p$  идеального газа от его абсолютной температуры  $T$  при трех процессах: 1—2, 2—3 и 3—4. На каком процессе силой давления газа совершена наибольшая работа?

6. Докажите, что работа, совершаемая силой давления идеального газа за цикл (рис. 18), численно равна площади, ограниченной графиком цикла.

7. В каких тепловых процессах выделялась энергия: 1) кристаллизация воды; 2) испарение воды; в) таяние снега; г) конденсация паров эфира?

8. Почему высшая и низшая годовые температуры воздуха на берегу моря (океана) отличаются друг от друга меньше, чем соответствующие рекордные температуры воздуха далеко от берегов?

9. Назовите процессы, при протекании которых энергия поглощалась:

- а) отвердевание олова при пайке;
- б) испарение воды;
- в) образование кристаллов соли из расплава;
- г) гниение листьев в почве.

10. Учащиеся провели эксперимент по измерению количества теплоты, идущего на нагревание латунных цилиндров. Результаты прямых измерений массы цилиндров, начальной и конечной температуры и косвенного измерения количества теплоты, поглощенной цилиндрами, представлены в таблице.

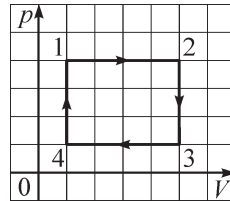


Рис. 18

№ опыта	Масса цилиндра, $m$ , кг	Начальная температура $t_0$ , °C	Конечная температура $t_k$ , °C	Количество теплоты $Q$ , кДж
1	0,10	18	88	2,7
2	0,20	18	88	5,3
3	0,20	18	53	2,71
4	0,30	18	43	2,9

Какие выводы относительно зависимости количества теплоты от физических величин, представленных в таблице, смогут сделать учащиеся?

**11** Почему пар при кипении воды, попав на человека, оставляет более сильные ожоги, чем кипящая вода, хотя температуры их одинаковы?

**12.** В стеклянную чашку (рис. 19) массой  $m = 200$  г наливают горячий чай, температура которого  $t_1 = 90$  °С, а объем  $V = 200$  мл. Оцените температуру чашки с чаем после установления теплового равновесия. Теплообмен с окружающей средой не учитывать.



Рис. 19

**13.** Почему весной, если ожидаются ночные заморозки, растения для защиты от вымерзания следует вечером полить водой?

**14.** Выполняя физические упражнения (рис. 20), человек может затратить за  $\tau = 1$  ч количество теплоты  $Q = 80$  кДж, идущее на испарение пота. Какую массу воды теряет за это время человек? Удельную теплоту испарения воды примите  $L = 2,26 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$ .



Рис. 20

**15.** Измеряя температуру воды в пластмассовом и алюминиевом стаканах через равные промежутки времени, десятиклассник получил два графика (рис. 21) зависимости температуры  $t$  воды от времени  $\tau$ . Масса воды в обоих стаканах одинакова. Как объяснить различие в графиках I и II?

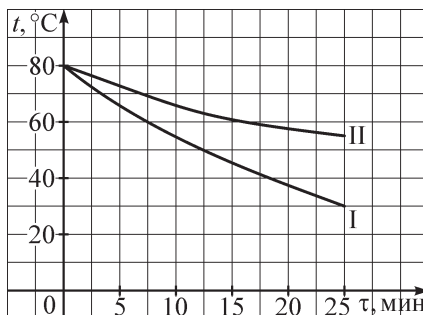
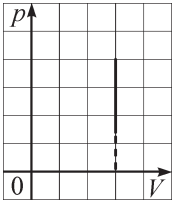
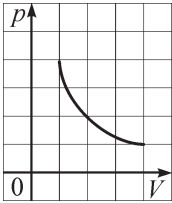
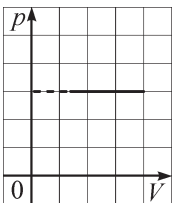


Рис. 21

**16.** Соедините стрелками ячейки, в которых указаны характеристики одного и того же изопроцесса (таблица).

Название процесса	Постоянный параметр	Формула процесса	График процесса	Уравнение первого закона термодинамики для данного процесса
Изотермический	$V = \text{const}$	$V = \text{const} \cdot T$		$Q = A$
Изохорный	$p = \text{const}$	$p = \frac{\text{const}}{V}$		$Q = \Delta U + A$
Изобарный	$T = \text{const}$	$p = \text{const} \cdot T$		$Q = \Delta U$

17. Используя первый закон термодинамики, докажите, что при сжатии температура газа постоянной массы не всегда повышается.

18. Можно ли повысить температуру газа, не сообщая ему количества теплоты? Ответ аргументируйте.

19. При изотермическом расширении сила давления идеального газа совершила работу  $A = 500$  Дж. Достаточно ли этих данных для определения изменения внутренней энергии газа и количества теплоты, поглощенной им? Ответ аргументируйте.



20. В баллоне, находящемся на складе, содержится идеальный газ — аргон (рис. 22). В результате повышения температуры воздуха в помещении склада аргон получил количество теплоты  $Q = 600$  Дж. Определите работу, совершенную силой давления газа, и изменение внутренней энергии этого газа. Изменением объема баллона пренебречь.



Рис. 22

21. Сила давления гелия, количество вещества которого  $\nu = \frac{1}{8,31}$  моль, совершила работу  $A = 28$  Дж. Определите количество теплоты, полученное гелием, если при совершении работы его температура уменьшилась на  $|\Delta t| = 10$  °С.

22. При изотермическом процессе газ совершил работу  $A = 120$  Дж. Насколько изменится внутренняя энергия газа, если ему сообщить в два раза большее количество теплоты, чем в первом случае, а процесс провести изохорно?

23. При изобарном расширении сила давления криптона совершила работу  $A = 600$  Дж. Определите количество теплоты, переданное криптону.

24. В вертикальном цилиндре под гладким поршнем находится кислород массой  $m = 2,0$  кг. Для повышения температуры кислорода на  $\Delta T = 48$  К ему сообщили количество теплоты  $Q = 87,15$  кДж. Определите увеличение внутренней энергии кислорода. Молярная масса кислорода  $M = 32 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$ .

25. В сосуде объемом  $V = 3,0$  л находился идеальный одноатомный газ при температуре  $t_1 = 17$  °С и давлении  $p_1 = 100$  кПа. Газ изохорно нагрели на  $\Delta T = 174$  К. Какое количество теплоты было передано газу в этом процессе?

26. Идеальный одноатомный газ, количество вещества которого  $\nu = 3,0$  моль, перевели из состояния 1 в состояние 3 (рис. 23), сообщив ему количество теплоты  $Q_{13} = 2,6$  кДж. При изотермическом расширении газ совершил работу  $A_{23} = 0,60$  кДж. Определите изменение температуры газа на процессе 1—2.

27. Может ли тепловой двигатель эффективно работать без холодильника? Ответ аргументируйте.

## Содержание

Введение .....	3
----------------	---

### **ДИДАКТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ**

#### **Базовый уровень**

Основы молекулярно-кинетической теории .....	11
Основы термодинамики .....	14
Электростатика .....	19
Постоянный электрический ток .....	24
Магнитное поле. Электромагнитная индукция .....	29

#### **Повышенный уровень**

Основы молекулярно-кинетической теории .....	35
Основы термодинамики .....	39
Электростатика .....	44
Постоянный электрический ток .....	49
Магнитное поле. Электромагнитная индукция .....	53

### **ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ**

Дидактические рекомендации по использованию диагностических материалов .....	60
Контрольно-диагностические материалы .....	63

#### **Базовый уровень**

Входной тест .....	63
Основы молекулярно-кинетической теории .....	65
Основы термодинамики .....	69
Электростатика .....	73
Постоянный электрический ток .....	76
Магнитное поле. Электромагнитная индукция .....	79
Итоговый тест .....	84

#### **Повышенный уровень**

Входной тест .....	87
Основы молекулярно-кинетической теории .....	89
Основы термодинамики .....	95
Электростатика .....	99
Постоянный электрический ток .....	103
Магнитное поле. Электромагнитная индукция .....	107
Итоговый тест .....	112
Ответы .....	115
Литература .....	126