

РОСЖЕЛДОР
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Ростовский государственный университет путей сообщения»
(ФГБОУ ВО РГУПС)
Тихорецкий техникум железнодорожного транспорта
(ТТЖТ – филиал РГУПС)

Н.А. Гришина

Учебное пособие
по выполнению заданий по дисциплине
«Физика»

Тихорецк
2024

Рецензенты: кандидат педагогических наук, доцент Алдакимова О.В. (ФГБОУ ВО «Армавирский государственный педагогический университет»), преподаватель высшей категории Бурняшева Е.В. (ТТЖТ - филиал РГУПС).

Гришина Н.А.,

Пособие по выполнению заданий по дисциплине «Физика»: учеб. пособие /Н.А. Гришина; ТТЖТ - филиал РГУПС. - Тихорецк, 2024. - 60 с.

В учебном пособии рассмотрены общие правила решения задач по дисциплине «Физика»; даны подробные методические указания по решению задач различной степени сложности для разделов: «Механика», «Молекулярная физика и термодинамика», «Электродинамика», «Колебания и волны», «Оптика», «Квантовая физика»; приведены примеры решения задач; задачи для самостоятельного решения, которые можно использовать в качестве самостоятельной подготовки к контрольным и проверочным работам, закреплению пройденного материала и подготовке к итоговой аттестации по данной дисциплине.

Предназначено для студентов 1 курса всех специальностей, изучающих дисциплину «Физика».

Одобрено к изданию методическим советом ТТЖТ - филиала РГУПС и цикловой комиссией № 2 «Математических и общих естественнонаучных дисциплин».

© Гришина Н.А., 2024
© ТТЖТ - филиал РГУПС, 2024

Содержание	Стр.
Введение	4
Общие правила решения задач	5
Раздел 1. Механика	
Тема 1.1 Кинематика механического движения	
Методические указания к решению задач	6
Задачи для самостоятельного решения	6
Тема 1.2 Динамика	
Методические указания к решению задач	12
Задачи для самостоятельного решения	12
Тема 1.3 Законы сохранения в механике	
Методические указания к решению задач	16
Задачи для самостоятельного решения	16
Раздел 2. Молекулярная физика и термодинамика	
Тема 2.1 Основы молекулярно-кинетической теории	
Методические указания к решению задач	20
Задачи для самостоятельного решения	21
Тема 2.2. Основы термодинамики	
Методические указания к решению задач	23
Задачи для самостоятельного решения	24
Раздел 3. Электродинамика	
Тема 3.1. Электрическое поле	
Методические указания к решению задач	28
Задачи для самостоятельного решения	29
Тема 3.2 Законы постоянного тока	
Методические указания к решению задач	31
Задачи для самостоятельного решения	33
Тема 3.3 Магнитное поле. Электромагнитная индукция	
Методические указания к решению задач	40
Задачи для самостоятельного решения	41
Раздел 4. Колебания и волны	
Тема 4.1 Механические и электромагнитные колебания и волны	
Методические указания к решению задач	45
Задачи для самостоятельного решения	45
Раздел 5. Оптика	
Тема 5.1 Природа света. Волновые свойства света	
Методические указания к решению задач	49
Задачи для самостоятельного решения	49
Раздел 6. Квантовая физика	
Тема 6.1 Квантовая оптика. Физика атома и атомного ядра	
Методические указания к решению задач	53
Задачи для самостоятельного решения	53
Приложение	57
Список литературы	60

Введение

Достичь требуемого качества знаний при первом сообщении нового материала, естественно невозможно. Успешность обучения окончательно обеспечивается только при закреплении, в результате которого приобретаются качественные характеристики знаний и умений (высокая степень освоения, прочность, возможность использовать при решении творческих задач). Формирование умений и навыков студентов, развитие их творческих способностей можно проводить различными путями. Одним из таких путей является решение задач.

Особенностью формирования задач при изучении дисциплины «Физика» для системы среднего профессионального образования заключается в необходимости реализации профессиональной направленности решаемых задач, учёта особенностей сферы деятельности будущих специалистов.

По содержанию, целям, способам представления задачи весьма разнообразны. Поэтому, в данном пособии, первоначально рассмотрены общие правила решения задач по дисциплине «Физика». Затем, даны подробные методические указания по решению задач различной степени сложности для разделов: «Механика», «Молекулярная физика и термодинамика», «Электродинамика», «Колебания и волны», «Оптика», «Квантовая физика», приведены примеры решения задач. К каждому из вышеперечисленных разделов подобраны задачи для самостоятельного решения, которые можно использовать в качестве самостоятельной подготовки к контрольным и проверочным работам, закреплению пройденного материала и подготовке к итоговой аттестации по данной дисциплине.

Учебное пособие заканчивается приложением, содержащим табличные данные и полезную справочную информацию общенаучного характера.

Особенностью данного пособия является его гибкость, вариативность и заложенный в основу дифференцированный подход к обучению, что позволяет решать поставленные задачи в рамках одной группы студентов с разной подготовкой и мотивацией.

Учебное пособие предназначено для студентов 1 курса всех специальностей СПО, а также для лиц, интересующихся физикой.

Общие правила решения задач

Достичь высокого уровня знаний при изучении дисциплины «Физика» возможно только при закреплении изучаемого материала. В результате, студенты приобретают качественные характеристики знаний и умений. Умение решать разные типы задач – лучший критерий успешности и глубины изучения материала. На какие основные моменты следует обратить внимание при решении и оформлении задач:

1) Краткое условие задачи.

В кратком условии должны быть записаны все имеющиеся в задаче значения физических величин. Кроме того, в «Дано» необходимо внести постоянные и справочные величины, которые необходимы для решения задачи (Приложение 1). Например: ускорение свободного падения во многих задачах по механике, удельную теплоёмкость веществ в задачах на теплообмен и т.д. Если в условии задачи приведён график, рисунок или таблица, и данные из них необходимы для решения задачи, то в «Дано» необходимо записать нужные значения величин. Кроме того, следует перевести все используемые значения величин в СИ, если это необходимо.

2) Уравнения и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи.

В настоящее время при решении задач не требуется записи каких-либо комментариев об используемых законах или формулах. Не требуется расшифровки используемых в решении обозначений.

3) Математические преобразования.

Часть расчётных задач можно решить только в общем виде: провести преобразования и получить общую формулу. Часть задач можно решать по действиям. В этом случае необходимы промежуточные вычисления, промежуточные расчёты величин и запись значения этих величин с единицами измерений.

4) Расчёт.

В полученную общую формулу должны быть подставлены числовые значения величин (можно без единиц измерения).

5) Ответ.

В настоящее время при решении задач не требуется проверки полученного ответа «в общем виде» по единицам измерения входящих в неё величин. Обратите внимание, что ответ должен содержать числовое значение и единицы измерения величины.

Раздел 1. Механика

Тема 1.1 Кинематика механического движения

Методические указания к решению задач

1. Прочитав условие задачи, необходимо выбрать систему отсчета, направление осей координат, установить начало отсчёта времени.
2. Сделать схематический чертёж, на котором изобразить траекторию движения точки, вектора перемещения, скорости, ускорения.
3. Записать уравнения движения в векторном виде, найти проекции всех входящих в уравнение векторов на координатные оси и записать уравнения в проекциях на оси.
4. Составить систему уравнений.
5. Решить систему уравнений в общем виде, относительно искомых величин.
6. Получить ответ, подставив численные значения величин в единицах СИ.
7. Проанализировать полученный результат, проверить наименование единиц физической величины.

Анализ решения графических задач

1. Установить, как изменяется скорость тела со временем: если возрастает, то движение – ускоренное, уменьшается – замедленное, остается постоянной – равномерное.
2. Определить, как изменяется ускорение $\vec{a} = \frac{\Delta \vec{V}}{\Delta t}$, если график скорости – прямая линия, наклонённая к оси времени, то для любой точки ускорение – величина постоянная и движение неравномерное.
3. Записать формулу скорости в виде $V_x = V_{0x} + a_x \cdot t$; или перемещения $S_x = V_{0x} \cdot t + \frac{a_x \cdot t^2}{2}$
4. По графику определить постоянные величины.
5. Значения подставить в общую формулу.

Задачи для самостоятельного решения

1. Путь или перемещение мы оплачиваем при поездке в такси? самолёте?
2. Мяч упал с высоты 3 м, отскочил от пола и был пойман на высоте 1 м. Найти путь и перемещение мяча.
3. На рисунке 1 изображён план футбольного поля на пришкольном участке. Найти координаты угловых флажков (О, В, С, D), мяча (Е), зрителей (К, L, М).

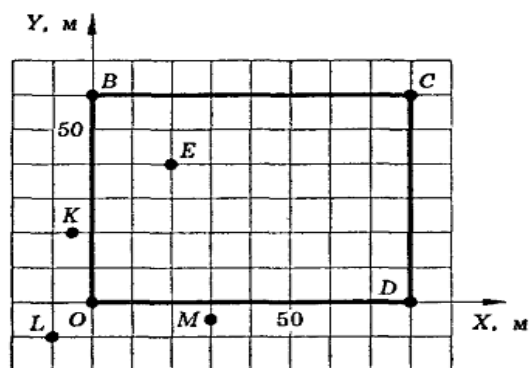


Рис. 1.

4. На рисунке 2 показаны перемещения пяти материальных точек. Найти проекции векторов перемещения на оси координат.

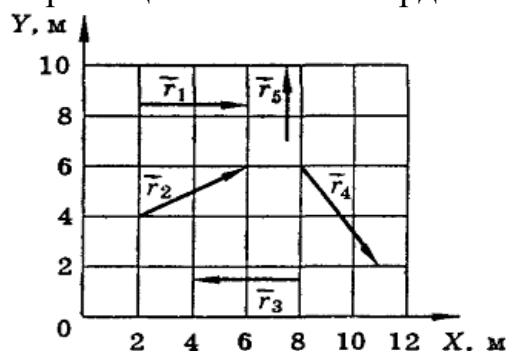


Рис. 2.

5. На рисунке 3 показана траектория движения материальной точки из А в В. Найдите координаты точки в начале и конце движения, проекции перемещения на оси координат, модуль перемещения.

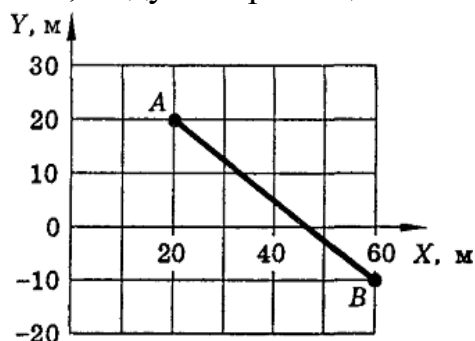


Рис. 3.

6. На рисунке 4 показана траектория ABCD движения материальной точки из А в D. Найдите координаты точки в начале и конце движения, проекции перемещения на оси координат, модуль перемещения.

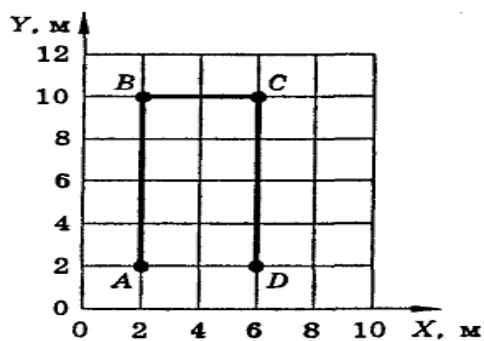


Рис. 4.

7. Тело переместилось из точки с координатами $x_1=0$, $y_1=2$ м в точку с координатами $x_2=4$ м, $y_2=-1$ м. Сделать чертёж, найти перемещение и его проекции на оси координат.

8. Вертолёт, пролетев в горизонтальном полёте по прямой 40 км, повернул под углом 90° и пролетел ещё 30 км. Найти путь и перемещение вертолёта.

9. По уравнению движения тела найти: начальную координату тела, проекцию начальной скорости, проекцию ускорения. Определить вид движения: а) $x=2t+4t^2$; б) $x=1-2t^2$.

10. Постройте в одной системе координат графики скоростей двух тел: первое тело начало двигаться из состояния покоя с ускорением 2 м/с^2 , а второе 2 с двигалось равномерно со скоростью 4 м/с , а затем равнозамедленно с ускорением -1 м/с^2 .

11. Лыжник спускается с горы с начальной скоростью 6 м/с и ускорением $0,5 \text{ м/с}^2$. Какова длина горы, если спуск с неё занял 12 с ?

12. По заданным на рисунке 5 графикам написать уравнения $v_x = v_x(t)$.

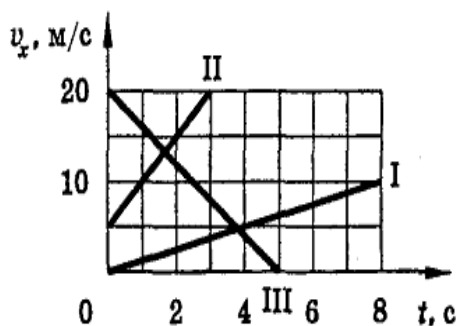


Рис. 5.

13. На рисунке 6 приведен график зависимости скорости движения тела от времени. Укажите соответствующий ему график зависимости пути от времени (рисунок 7).

1) 1; 2) 2; 3) 3; 4) 4.

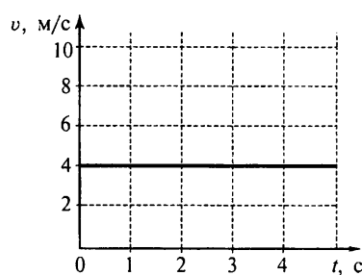


Рис. 6.

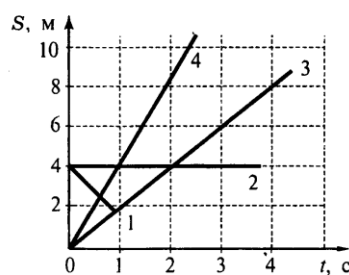


Рис. 7.

14. Пассажирский поезд, двигаясь равномерно, за $0,5 \text{ ч}$ проехал 45 км . Чему равна скорость поезда?

1) $22,5 \text{ м/с}$; 2) 25 м/с ; 3) 90 м/с ; 4) 100 м/с .

15. На рисунке 8 приведен график зависимости скорости движения тела от времени. Как движется тело в промежутках времени от 2 до 4 с ?

- 1) равноускоренно с отрицательным ускорением;
- 2) ускоренно с переменным ускорением;
- 3) равноускоренно с положительным ускорением;
- 4) движется равномерно;

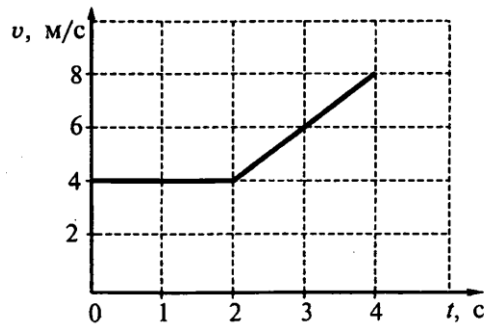


Рис. 8.

16. Используя график зависимости скорости движения тела от времени (рисунок 9), определите его ускорение.

- 1) 6 м/с^2 ; 2) -6 м/с^2 ; 3) $1,5\text{ м/с}^2$; 4) $-1,5\text{ м/с}^2$.

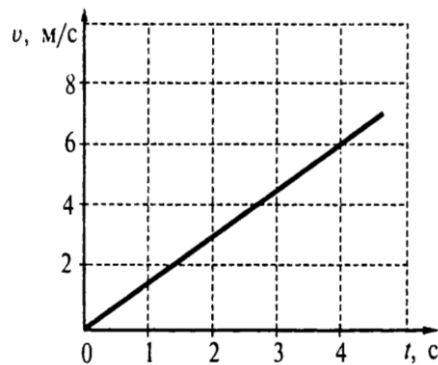


Рис. 9.

17. Движение велосипедиста описывается уравнением: $x = 120 - 10t$. Чему равна проекция скорости движения велосипедиста?

- 1) 120 м/с ; 2) 10 м/с ; 3) -12 м/с ; 4) -10 м/с ;

18. На рисунке 10 представлен график зависимости модуля скорости тела от времени. Найдите ускорение тела в интервале времени от 0 до 2 с.

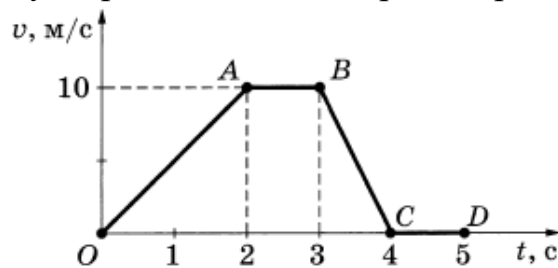


Рис. 10.

19. На рисунке 10 представлен график зависимости модуля скорости тела от времени. Найдите ускорение тела в интервале времени от 3 до 4 с.

20. По графику зависимости скорости движения тела от времени (рисунок 11), определите его ускорение в интервале от 30 до 40 с.

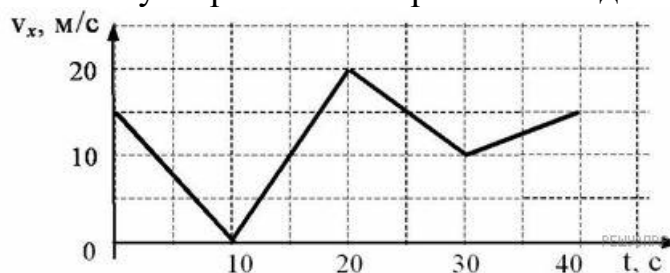


Рис. 11.

21. По графику зависимости скорости движения тела от времени (рисунок 11), определите его ускорение в интервале от 20 до 30 с.

22. По графику зависимости скорости движения тела от времени (рисунок 11), определите его ускорение в интервале от 10 до 20 с.

23. Используя график зависимости скорости движения тела от времени (рисунок 12), определите его ускорение в первые 10 секунд движения.

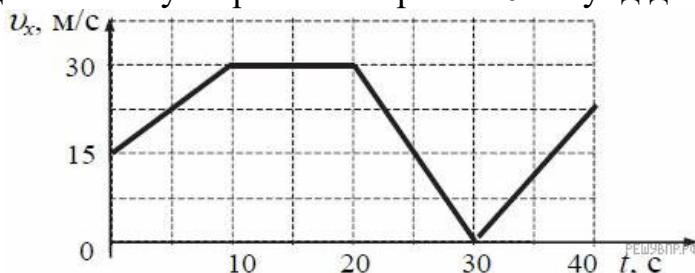


Рис. 12.

24. На рисунке 13 представлен график зависимости координаты x прямолинейно движущегося тела от времени t . Определите путь, пройденный телом в интервале времени от 0 до 5 с.



Рис. 13.

25. На рисунке 14 представлен график зависимости скорости прямолинейно движущегося тела от времени t . Определите путь, пройденный телом в интервале времени от 0 до 1 с; от 1 до 5 с.

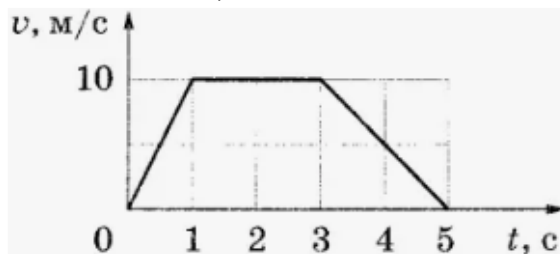


Рис. 14.

26. На рисунке 15 представлен график зависимости проекции скорости от времени t для поезда, тормозящего на прямолинейном участке пути вдоль оси Ox . Чему равен тормозной путь?

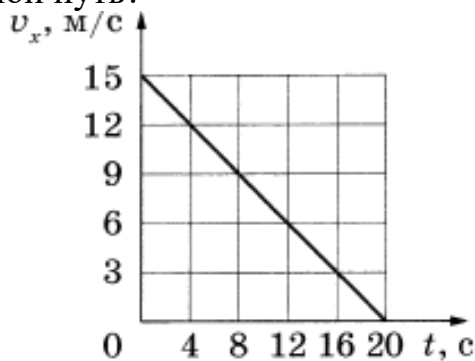


Рис. 15.

27. Водитель автомобиля, ехавшего по прямой улице со скоростью 36 км/ч, начал торможение на красный сигнал светофора. Через 8 секунд после начала торможения автомобиль остановился. Какой путь прошёл автомобиль за это время? Движение считать равнозамедленным.

28. На рисунке 14 представлен график зависимости скорости прямолинейно движущегося тела от времени t . Определите среднюю скорость тела в интервале времени от 0 до 5 с после начала движения.

29. Вращающийся диск сделал за 20 с 50 оборотов. Определить период и частоту его вращения.

30. Луна движется вокруг Земли на расстоянии 384000 км от неё, совершая один оборот за 27,3 сут. Определить центростремительное ускорение Луны.

31. Чему равно ускорение поезда, движущегося по закруглению радиусом 1000 м со скоростью 54 км/ч?

32. Радиус движения тела по окружности уменьшили в 2 раза, его линейную скорость не изменилась. Как изменилось центростремительное ускорение тела?

- 1) увеличилось в 2 раза
- 2) увеличилось в 4 раза
- 3) не изменилось
- 4) уменьшилось в 2 раза

33. Чему равен модуль линейной скорости автомобиля, движущегося по окружности радиусом 40 м с ускорением $2,5 \text{ м/с}^2$?

34. Тело движется вдоль оси Ox . Установите соответствие между физическими величинами и формулами для расчёта этих величин. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца.

35. Координата тела, движущегося вдоль оси Ox , изменяется по формуле $x=10-4t-2t^2$ (единицы СИ). Как меняется модуль ускорения и модуль скорости автомобиля с течением времени? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:
1) увеличивается; 2) уменьшается; 3) не изменяется.

Физические величины	
А) координата равномерно движущегося тела в момент времени t	
Б) проекция перемещения равноускоренного движения тела в момент времени t	

Формулы
1) $x_0 + v_{0x}t + \frac{at^2}{2}$
2) $x_0 + \frac{at^2}{2}$
3) $x_0 + v_{0x}t$
4) $v_{0x}t + \frac{at^2}{2}$

Тема 1.2 Динамика

Методические указания к решению задач

1. В соответствии с условием задачи сделать схематический чертёж, указать все силы, действующие на тело в данной задаче, вектора ускорения.
2. Записать уравнение движения тел (второй закон Ньютона) в векторном виде.
3. Выбрать направление осей координат и записать второй закон Ньютона в проекциях на эти оси.
4. Решить полученную систему уравнений в общем виде получив ответ в буквенном выражении.
5. Проверить правильность размерности полученного ответа, произвести численные расчёты.

Задачи для самостоятельного решения

1. Тело массой 10 кг движется с ускорением 2 м/с^2 . Какова равнодействующая всех сил приложенных к телу?
1) 40 Н; 2) 20 Н; 3) 5 Н; 4) 50 Н.
2. На тело действуют три силы, модули которых: $F_1 = 4 \text{ Н}$; $F_2 = 6 \text{ Н}$ и $F_3 = 12 \text{ Н}$. Направление действия сил показаны на рисунке 16. Чему равен модуль равнодействующей этих трёх сил?

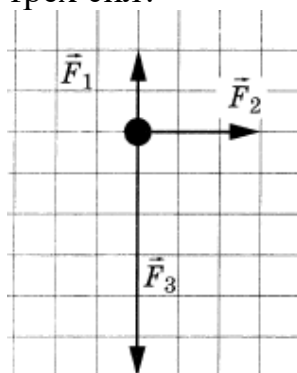


Рис. 16.

3. Автомобиль массой 1000 кг, разгоняясь с места равноускоренно, движется с ускорением 2 м/с^2 . Чему равна равнодействующая всех сил, действующих на автомобиль?
1) 200 Н; 2) 2 кН; 3) 20 кН; 4) 20 Н.
4. Тело массой 2 кг в течение 10 с изменило свою скорость с 3 м/с до 5 м/с. Сила, действующая на тело, равна
1) 80 Н; 2) 150 Н; 3) 0,4 Н; 4) 1,6 Н.
5. Тело массой 18 кг разгоняется на прямолинейном участке пути, при этом зависимость пройденного телом пути S от времени t имеет вид: $S = 3t + 1,5 t^2$. Чему равна равнодействующая всех сил приложенных к телу?
6. Найдите проекцию силы, действующей на тело массой 14 кг, если его координата в направлении действия силы изменяется по закону: $x = 4 + 3t + 3t^2$.
7. Зависимость координаты x тела массой 23 кг от времени t имеет вид: $x = 2 + 4t + 6t^2$. Вычислите равнодействующую, действующую на тело.

8. Найдите проекцию силы, действующей на тело массой 6 кг, если его координата в направлении действия силы изменяется по закону: $x = 1 + 2t + t^2$.

9. При прямолинейном движении зависимость координаты тела x , массой 11 кг от времени t имеет вид: $x = 10 - 2t + 4t^2$. Найдите силу, действующую на тело.

10. Скорость автомобиля изменяется по закону: $v = 10 + 2t$. Найдите результирующую силу, действующую на него, если масса автомобиля равна 1,7 т.

11. Под действием силы 0,5 Н пружина удлинилась на 5 см. Чему равна жесткость пружины?

12. Определите силу, под действием которой пружина жесткостью 150 Н/м удлинится на 3 см.

13. Под действием силы 12 Н пружина растянулась на 0,3 см. Чему равна жесткость пружины?

14. На рисунке 17 представлен график зависимости модуля силы упругости, возникающей при растяжении пружины, от ее деформации. Какова жесткость этой пружины? (Ответ дайте в ньютонах на метр.)

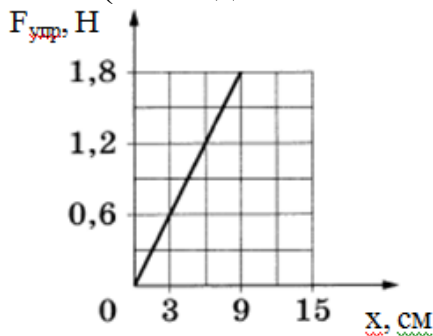


Рис. 17.

15. Жесткость пружины равна 7500 Н/м. Чему равна сила упругости при её растяжении на 4 см?

16. Расстояние между центрами двух однородных шаров уменьшили в 2 раза. Сила тяготения между ними

- | | |
|--------------------------|--------------------------|
| 1) увеличилась в 4 раза; | 3) увеличилась в 2 раза; |
| 2) уменьшилась в 4 раза; | 4) уменьшилась в 2 раза. |

17. На рисунке 18 приведён график зависимости модуля скорости тела массой 100 г, совершающего на некоторой планете свободное падение с высоты H , от времени. Чему равна сила тяжести, действующая на тело вблизи поверхности этой планеты?

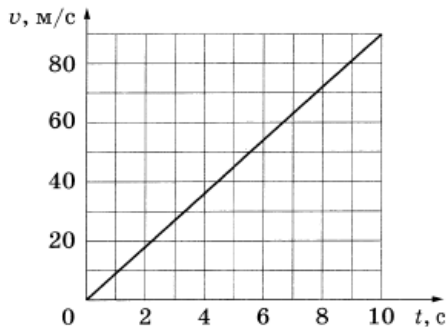


Рис. 18.

18. На рисунке 19 представлен график зависимости модуля силы трения от модуля силы нормального давления. Чему равен коэффициент трения?

- 1) 0,5; 2) 2; 3) 5; 4) 1/3.

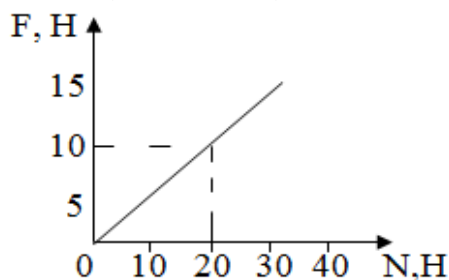


Рис. 19.

19. При исследовании зависимости силы трения скольжения $F_{\text{тр}}$ деревянного бруска по горизонтальной поверхности стола от массы m бруска получен график, представленный на рисунке 20. Чему равен коэффициент трения скольжения в этом исследовании?

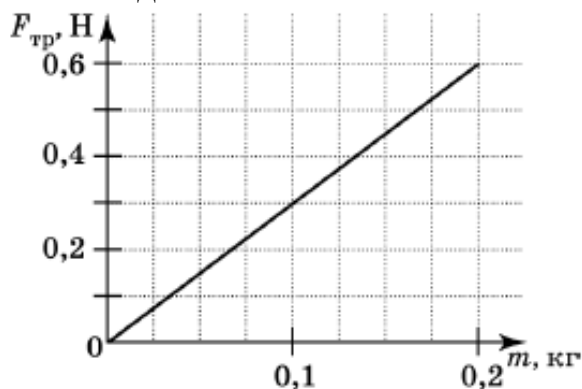


Рис. 20.

20. Груз массой 73 кг перемещают по горизонтальной поверхности. Сила тяги, приложенная к грузу равна 150 Н, сила трения, действующая на груз, равна 70 Н. С каким ускорением движется груз? (Ответ округлите до десятых).

21. На парашютиста массой 75 кг действует сила сопротивления воздуха 490 Н. Рассчитайте ускорение, с которым движется парашютист? (Ответ округлите до десятых).

22. Чему равно ускорение груза массой 30 кг, который опускают с помощью троса, если сила натяжения троса 210 Н? Сопротивлением воздуха пренебречь.

23. На парашютиста массой 60 кг действует сила сопротивления воздуха 480 Н. Рассчитайте ускорение, с которым движется парашютист.

24. Груз массой 71 кг перемещают по горизонтальной поверхности. Сила тяги, приложенная к грузу равна 145 Н, сила трения, действующая на груз, равна 70 Н. С каким ускорением движется груз? (Ответ округлите до десятых).

25. Чему равно ускорение груза массой 20 кг, который поднимают с помощью троса, если сила натяжения троса 250 Н? Сопротивлением воздуха пренебречь.

26. Шарик равномерно движется по окружности по часовой стрелке на горизонтальной поверхности стола (см. рисунок 21, вид сверху). Какой из изображённых векторов совпадает по направлению с равнодействующей сил, приложенных к телу в точке А?

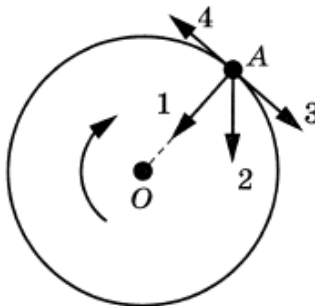


Рис. 21.

27. Мяч бросили под углом к горизонту со скоростью v_0 (см. рисунок 22). Если сопротивление воздуха пренебрежимо мало, то какому из векторов 1-4 будет сонаправлена равнодействующая сил, действующих на мяч в точке А?

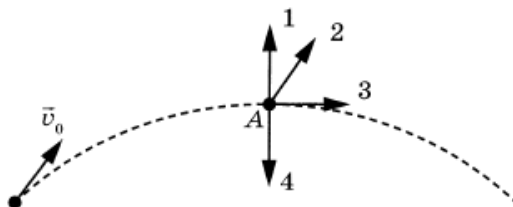


Рис. 22.

28. С какой наибольшей скоростью может двигаться автомобиль массой 1 т на повороте радиусом 100 м, чтобы его не занесло на этом повороте? Максимальная сила трения равна 4 кН.

29. Вагон массой 60 т подходит к неподвижной платформе со скоростью 0,3 м/с и ударяет её буферами, после чего платформа получает скорость 0,4 м/с. Какова масса платформы, если после удара скорость вагона уменьшилась до 0,2 м/с?

30. Сила 60 Н сообщает телу ускорение 0,8 м/с². Какая сила сообщит этому телу ускорение 2 м/с²?

31. Мяч массой 0,5 кг после удара, длящегося 0,02 с, приобретает скорость 10 м/с. Определить среднюю силу удара.

32. На наклонной плоскости, составляющей угол 30° с горизонтом, лежит груз массой 100 кг. Коэффициент трения покоя равен 0,2. Найти силу трения. Будет ли тело покоиться или соскальзывать вниз?

33. Пружина жесткостью 4,7·10³ Н/м деформирована на 26 мм. Какое ускорение она сообщит закрепленному на пружине телу массой 62 кг?

34. Поезд, масса которого 4000 т, движущийся со скоростью 36 км/ч, начал торможение. За 1 минуту поезд проехал 510 м. Чему равна сила трения, действующая на поезд?

35. Два маленьких шарика массой m каждый находятся на расстоянии R друг от друга и притягиваются с силой F . Чему равна сила гравитационного притяжения двух других шариков, если масса одного 2 m , масса другого $m/2$, а расстояние между их центрами 2 R ?

Тема 1.3 Законы сохранения в механике

Методические указания к решению задач:

- ✚ на закон сохранения импульса
1. Убедиться, что система замкнута.
 2. Записать в векторном виде начальный и конечный импульс системы.
 3. Установить, изменяется сила или нет, и соответствующее значение подставить в формулу.
 4. Выбрать направление координатных осей и записать закон сохранения импульса в векторном и скалярном виде.

- ✚ на закон сохранения механической энергии
1. Убедиться, что система консервативна.
 2. Записать значение механической энергии в начальном и конечном состоянии.
 3. Применить закон сохранения механической энергии.

Важно! При упругих ударах механическая энергия сохраняется, а при неупругих ударах часть переходит во внутреннюю энергию. Если система неконсервативна, то $\Delta E_{\text{мех}} = A_{\text{непотенциал}}$.

Примеры решения задач

Шар массой 2 кг, движущийся со скоростью 4 м/с, соударяется с шаром массой 3 кг, движущийся ему навстречу по той же прямой со скоростью 2 м/с. После удара шары движутся вместе. Определите, какое количество теплоты выделилось в результате соударения.

Возможный вариант решения

<u>Дано:</u> $m_1 = 2 \text{ кг}$ $m_2 = 3 \text{ кг}$ $v_1 = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ $v_2 = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$	Согласно закону сохранения импульса $m_1 v_1 - m_2 v_2 = u (m_1 + m_2)$ $u = \frac{m_1 v_1 - m_2 v_2}{m_1 + m_2}; u = \frac{2 \cdot 4 - 3 \cdot 2}{2 + 3} = 0,4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ Согласно закону сохранения энергии $Q = \left(\frac{m_1 v_1^2}{2} + \frac{m_2 v_2^2}{2} \right) - \frac{(m_1 + m_2) u^2}{2}$ $Q = \left(\frac{2 \cdot 4^2}{2} + \frac{3 \cdot 2^2}{2} \right) - \frac{(2 + 3) \cdot 0,4^2}{2} = 21,6 \text{ Дж}$
$Q - ?$	Ответ: $Q = 21,6 \text{ Дж}$

Задачи для самостоятельного решения

1. Установите соответствие между физическими величинами и единицами этих величин в СИ. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца.

Физические величины

Единицы

- А) объём
Б) масса
В) энергия

- 1) литр
2) кубический метр
3) калория
4) килограмм
5) джоуль

2. На рисунке 23 представлен график зависимости скорости электровоза от времени. Во сколько раз увеличится модуль импульса электровоза за первые 2 с?

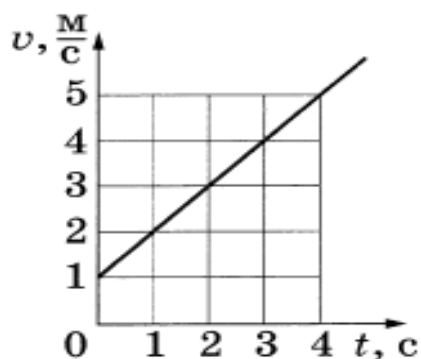


Рис. 23.

3. Два железнодорожных вагона, двигаясь по горизонтальному участку пути, сталкиваются, испытывая абсолютно неупругое соударение. В каком случае (см. рисунок 24) модуль скорости вагонов после сцепки будет максимальным?

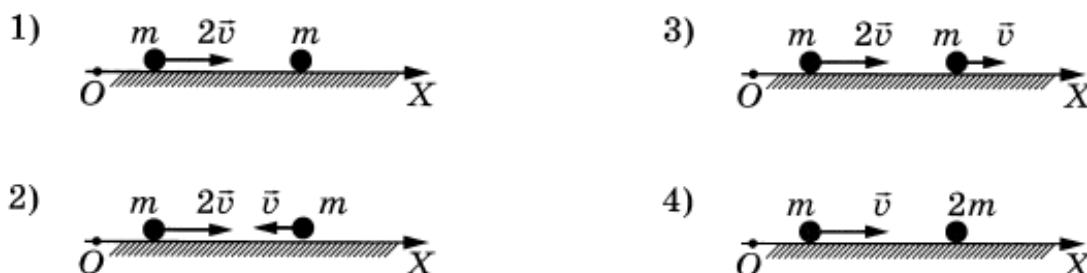


Рис. 24.

4. Шар массой 6 кг, движущийся со скоростью 10 м/с, соударяется с неподвижным шаром массой 4 кг. Определите скорость шаров после удара, если они стали двигаться как единое целое.

5. Железнодорожную платформу массой 20 т, движущуюся по горизонтальному участку пути со скоростью 0,5 м/с, догоняет платформа массой 10 т, имеющая скорость 2 м/с. Определить скорость платформ после сцепления.

6. На вагонетку массой 800 кг, катящуюся по горизонтальному пути со скоростью 0,2 м/с, насыпали сверху 200 кг щебня. На сколько при этом уменьшилась скорость вагонетки?

7. С какой скоростью должна лететь хоккейная шайба массой 160 г, чтобы её импульс был равен импульсу пули массой 8 г, летящей со скоростью 600 м/с?

8. Поезд массой 2000 т, двигаясь прямолинейно, увеличил скорость от 36 до 72 км/ч. Найти изменение импульса.

9. Движение материальной точки описывается уравнением $x=5-8t+4t^2$. Приняв её массу равной 2 кг, найти импульс через 2с и через 4с после начала отсчёта времени, а также силу, вызвавшую это изменение импульса.

10. Тело массой m_1 , проекция скорости которого на ось X равна v_{1x} , взаимодействует с телом массой m_2 , проекция скорости которого v_{2x} . Найти проекцию скорости тел после взаимодействия v_x , если они стали двигаться как одно целое. Траектория движения тел совпадает с осью X.

№	m_1 , кг	v_{1x} , м/с	m_2 , кг	v_{2x} , м/с
1	0,8	4	0,8	0
2	0,8	2	0,8	-2
3	0,673	-21,4	0,824	11,2
4	0,673	-21,4	0,824	-11,2
5	21400	8,26	0,11	-11,2

11. Вагон массой 20 т, движущийся по горизонтальному пути со скоростью 2 м/с, сталкивается с другим вагоном такой же массы, движущийся ему навстречу со скоростью 1 м/с, и автоматически с ним сцепляется. С каким ускорением будут двигаться вагоны после сцепки, если они пройдут до полной остановки 25 м?

12. Брусок равномерно и прямолинейно перемещают по горизонтальной поверхности, прикладывая силу тяги в 0,4 Н. Чему равна работа, совершаемая силой тяжести, если известно, что брусок переместили по горизонтальной поверхности на расстояние в 50 см?

- 1) 0,2 Н; 2) 20 Н; 3) -0,2 Н; 4) 0 Н.

13. Пружину жёсткостью 40 Н/м сжали на 4 см, Какую работу при этом совершили?

- 1) 80 Дж; 2) 160 Дж; 3) 320 Дж; 4) 0,032 Дж.

14. Тело массой 2 кг переместилось с высоты 8 м до высоты 2 м относительно земли. Чему равна работа силы тяжести?

- 1) 12 Дж; 2) 32 Дж; 3) 120 Дж; 4) 16 Дж.

15. В каком из перечисленных случаев происходит преимущественно превращение потенциальной энергии в кинетическую?

- 1) автомобиль ускоряется после светофора на горизонтальной дороге;
2) футбольный мяч после удара летит вверх;
3) с крыши дома на землю падает камень;
4) спутник вращается на постоянной орбите вокруг Земли.

16. Тело, брошенное вертикально вверх с поверхности земли, достигает наивысшей точки и падает на землю. Если сопротивление воздуха не учитывать, то полная механическая энергия тела

- 1) максимальна в момент достижения наивысшей точки;
2) максимальна в момент начала движения;
3) одинакова в любые моменты движения тела;

4) максимальна в момент падения на землю.

17. Два шара разной массы подняты на разную высоту (см. рисунок 25) относительно поверхности стола. Сравните потенциальные энергии шаров E_1 и E_2 . Считать, что потенциальная энергия отсчитывается от уровня крышки стола. 1) $E_1=2E_2$ 2) $2E_1=E_2$ 3) $4E_1=E_2$ 4) $E_1=4E_2$

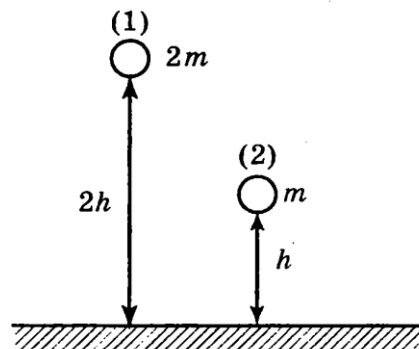


Рис. 25.

18. Детская хоккейная шайба массой 89 г летит со скоростью 18 м/с без вращения. Какова её кинетическая энергия? (Ответ дайте в джоулях.)

19. Хоккейная шайба массой 150 г летит со скоростью 15 м/с без вращения. Какова ее кинетическая энергия? (Ответ дайте в джоулях.)

20. Скорость груза массой 0,3 кг равна 2,5 м/с. Чему равна кинетическая энергия груза?

21. Чему равна потенциальная энергия тела массой 62 кг на высоте 6 м относительно поверхности земли?

22. Чему равна потенциальная энергия тела массой 2 кг, поднятого на высоту 12 м относительно поверхности Земли?

1) 24 Дж; 2) 60 Дж; 3) 600 Дж; 4) 240 Дж.

23. На какой высоте от поверхности земли находится тело массой 4 кг, обладающее потенциальной энергией 160 Дж?

24. Какова масса человека, если на высоте 13 м он обладает потенциальной энергией 6,5 кДж?

25. Чему равна скорость камня при ударе о землю, если он упал с высоты 5 м?

1) 5 м/с; 2) 10 м/с; 3) 25 м/с; 4) 2,5 м/с.

Раздел 2. Молекулярная физика и термодинамика

Тема 2.1 Основы молекулярно-кинетической теории

Методические указания к решению задач

Задачи, в которых требуется определить параметры, характеризующие состояние газа, условно можно разделить на три группы.

1 группа

Задачи, в которых идеальный газ переходит из одного состояния в другое, причём масса газа не дана. Меняется один из трёх параметров, характеризующих состояние газа (давление, объём, температура). Такие задачи удобно решать с помощью уравнения состояния идеального газа.

$$\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2}$$

или частные случаи

$$\left[\begin{array}{l} p \cdot V = const \\ p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2 \end{array} \right] \quad \left[\begin{array}{l} \frac{V}{T} = const \\ \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \end{array} \right] \quad \left[\begin{array}{l} \frac{p}{T} = const \\ \frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2} \end{array} \right]$$

2 группа

Состояние газа не меняется, но изменяется масса, плотность или количество вещества. В этом случае удобно применять уравнение Менделеева-Клапейрона.

$$p \cdot V = \frac{m}{M} \cdot R \cdot T \quad \begin{array}{l} \nu = \frac{N}{N_A} \\ \nu = \frac{m}{M} \end{array}$$

3 группа

Изменяется состояние газа и его масса (газ расходуется и его подкачивают). Такие задачи требуют индивидуального подхода. При решении таких задач рекомендуется:

1. Внимательно проанализировать условие задачи и исходные данные.
2. Установить какой газ участвует в процессе, какие параметры газа изменяются, а какие остаются постоянными.
3. По возможности сделать чертёж, на котором указать параметры, характеризующие каждое состояние газа.
4. Обратить внимание на параметры, которые заданы неявно. Например, для нахождения давления использовать закон Паскаля; для нахождения объёма - геометрические формулы.
5. Для каждого состояния газа записать нужные соотношения и решить полученную систему уравнений.

Задачи для самостоятельного решения

1. При охлаждении газа в замкнутом сосуде...
 - 1) увеличивается средний модуль скорости движения молекул;
 - 2) уменьшается средний модуль скорости движения молекул;
 - 3) увеличивается среднее расстояние между молекулам;
 - 4) уменьшается среднее расстояние между молекулами.
2. Определить число молекул, находящихся в 1 г углекислого газа при нормальных условиях.
3. Найти массу молекулы аммиака.
4. Установите соответствие между физическими величинами и приборами, с помощью которых эти величины измеряются. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца.

Приборы	Физические величины
1) термометр	А) температура воздуха
2) гигрометр	Б) относительная влажность
3) мензурка	В) объём жидкости
4) весы	
5) калориметр	

5. Плотность алмаза 3500 кг/м^3 . Какой объём займут 10^{32} атомов этого вещества?
6. Какова масса 50 моль углекислого газа?
7. Доказать, что молярная масса M связана с относительной молекулярной соотношением $M = M_r \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$.
8. Средняя кинетическая энергия поступательного движения молекул газа равна $5 \cdot 10^{-21} \text{ Дж}$, число молекул в 1 см^3 составляет $3 \cdot 10^{12}$. Определить давление газа.
9. Найти среднюю квадратичную скорость молекул газа, имеющего плотность $1,8 \text{ кг/м}^3$ при давлении 152 кПа .
10. Средняя квадратичная скорость молекулы газа, находящегося при температуре 100°C равна 540 м/с . Определить массу молекулы?
11. Определить давление, при котором 1 м^3 газа содержит $2,4 \cdot 10^{22}$ молекул; температура газа равна 60°C .
12. В лабораторных условиях создан высокий вакуум, т.е. очень малое давление, равное $1,33 \text{ нПа}$. Сколько молекул останется при этом в 1 см^3 газа? Температуру принять равной 293 К .
13. В каких единицах измеряется универсальная газовая постоянная?
 - 1) $\text{Дж} \cdot \text{моль} \cdot \text{К}$
 - 2) $(\text{Дж/моль}) \cdot \text{К}$
 - 3) Дж/моль
 - 4) $\text{Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$
14. Процесс изменения состояния термодинамической системы при постоянном давлении называется
 - 1) Изотермическим;
 - 2) Адиабатным;
 - 3) Изобарным;
 - 4) Изохорным.
15. Изохорным процессом называется процесс изменения состояния термодинамической системы при постоянном
 - 1) Давлении;
 - 2) Температуре;
 - 3) Объёме;
 - 4) Массе.

16. Процесс изменения состояния термодинамической системы при постоянном объёме называется

1) Изотермическим; 2) Адиабатным; 3) Изобарным; 4) Изохорным.

17. Изотермическим процессом называется процесс изменения состояния термодинамической системы при постоянном

1) Давлении; 2) Температуре; 3) Объёме; 4) Массе.

18. Процесс изменения состояния термодинамической системы при постоянной температуре называется

1) Изотермическим; 2) Адиабатным; 3) Изобарным; 4) Изохорным.

19. Изобарным процессом называется процесс изменения состояния термодинамической системы при постоянном

1) Давлении; 2) Температуре; 3) Объёме; 4) Массе.

20. Какое давление создают 40 л кислорода при температуре 103°C , если при нормальных условиях этот же газ занимает объём 13,65 л? Чему равна масса газа?

21. Газ находится в баллоне при температуре 288 К и давлении 1,8 МПа. При какой температуре давление газа станет равным 1,55 МПа? Вместимость баллона считать неизменной.

22. Газ, занимавший объём 12,32 л, охладили при постоянном давлении на 45 К, после чего его объём стал равен 10,52 л. Какова была первоначальная температура газа?

23. В сосуде находится газ под давлением 0,6 МПа. Какое установится давление, если из сосуда выпустить $\frac{3}{8}$ содержащегося там газа? Температуру считать постоянной.

24. На рисунке 26 изображено изменение состояния постоянной массы разреженного аргона. Температура газа в состоянии 1 равна 27°C . Какая температура соответствует состоянию 2?

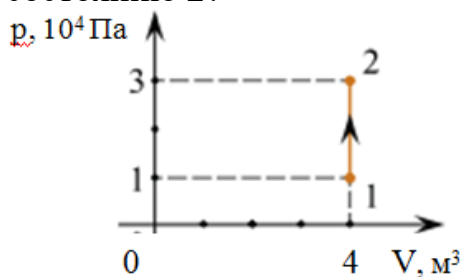


Рис. 26.

25. Гелий переводят из состояния 1 в состояние 2 (см. рисунок 27). Какое количество теплоты необходимо сообщить газу, чтобы его внутренняя энергия увеличилась на 300 кДж?

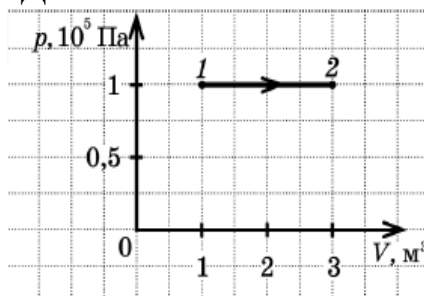


Рис. 27.

Тема 2.2 Основы термодинамики

Методические указания к решению задач

Все задачи термодинамики можно разделить на пять групп:

1 группа

Задачи на уравнение теплового баланса. Задачи, в которых рассматривается теплообмен в изолированной системе тел.

Используются формулы: $Q = C \cdot m \cdot \Delta t$; $Q = \pm \lambda \cdot m$; $Q = \pm r \cdot m$; $Q = q \cdot m$;

$$Q = \frac{m}{M} \cdot C_m \cdot \Delta T$$

Рекомендуется следующий порядок решения задач:

1. Установить какие тела нагреваются, какие - охлаждаются, происходит ли агрегатные превращения тел.

2. Составить уравнение теплового баланса в виде

$$Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n = 0 \quad \text{или} \quad \sum Q_{\text{получ}} = \sum Q_{\text{отд}}$$

2 группа

Задачи, в которых рассматриваются процессы, связанные с превращением одного вида энергии в другой. В отсутствии теплообмена внутренняя энергия изменяется вследствие работы над телом или самим телом.

Используется уравнение: $A = - \Delta U$

Рекомендуется следующий порядок решения задач:

1. Убедиться, что теплообмен отсутствует: $Q = 0$.

2. Выяснить: само тело совершает работу или над телом совершается работа (это влияет на знак $A = - \Delta U$).

3. Учесть значение КПД, если оно задается.

- Если тело совершает работу, то $\eta \cdot \Delta U = A$.

- Если над телом совершается работа, то $\Delta U = \eta \cdot A$.

Для нахождения неизвестной величины использовать формулу работы и внутренней энергии.

3 группа

Задачи, в которых за счёт передачи количества теплоты, совершается работа и изменяется внутренняя энергия.

Используется первый закон термодинамики:

$$Q = \Delta U + A, \text{ где } A = p \cdot \Delta V; Q = C \cdot m \cdot (T_2 - T_1) = C \cdot m \cdot \Delta T =$$

$$\frac{m}{M} \cdot C_m \cdot \Delta T$$

4 группа

Это комбинированные задачи, при решении которых добавляются необходимые формулы из механики, молекулярной физики.

5 группа

Задачи на процессы, происходящие в тепловых машинах.

Используются формулы:

$$\eta = \frac{A}{Q_H} = \frac{Q_H - Q_X}{Q_H} \cdot 100\%, \text{ где}$$

A – работа теплового двигателя (Дж),
 Q_n – количество теплоты от нагревателя (Дж),
 Q_x – количество теплоты, отданное холодильнику (Дж).

$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \cdot 100\%$$

, где

T_1 – температура нагревателя (К),
 T_2 – температура холодильника (К).

Задачи для самостоятельного решения

1. В справочнике физических свойств различных материалов представлена таблица 1.

Таблица 1.

Физические свойства твёрдых тел

Вещество	Плотность в твёрдом состоянии*, $\frac{\text{г}}{\text{см}^3}$	Температура плавления, °С	Удельная теплота плавления, $\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$
Алюминий	2,7	660	380
Медь	8,9	1083	180
Свинец	11,35	327	25
Серебро	10,5	960	87
Цинк	7,1	420	120

* Плотность расплавленного металла считать практически равной его плотности в твёрдом состоянии.

Используя данные таблицы, выберите из предложенного перечня два верных утверждения.

- 1) Кольцо из серебра нельзя расплавить в алюминиевой посуде.
- 2) Алюминиевая проволока утонет в расплавленном цинке.
- 3) Для плавления 3 кг цинка, взятого при температуре плавления, потребуется такое же количество теплоты, что и для плавления 2 кг меди при её температуре плавления.
- 4) Свинцовый шарик будет плавать в расплавленной меди при частичном погружении.
- 5) Плотность алюминия почти в 3 раза больше плотности меди.

2. Установите соответствие между названиями физических величин и формулами для расчёта этих величин. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца.

Физические величины

А) удельная теплоёмкость вещества

Б) удельная теплота парообразования

Формулы

- 1) $\frac{Q}{m}$
- 2) $c \cdot m \cdot (t_2 - t_1)$
- 3) $\frac{Q}{c \cdot m}$
- 4) $\frac{Q}{m \cdot (t_2 - t_1)}$

3. После того как в калориметр с водой, имеющей температуру 32°C , поместили металлический брусок, имеющий температуру 46°C , внутренняя энергия калориметра..., бруска...

4. После того как пар, имеющий температуру 139°C , впустили в воду при температуре 7°C , внутренняя энергия пара..., воды...

5. В изолированной системе тело А имеет температуру $+42^{\circ}\text{C}$, а тело Б — температуру $+64^{\circ}\text{C}$. Эти тела привели в тепловой контакт друг с другом. Через некоторое время наступило тепловое равновесие. Как изменилась внутренняя энергия тел А и Б?

6. После того как железный брусок температурой 21°C , приводят в контакт со свинцовым бруском температурой 90°C , внутренняя энергия железа..., свинца...

7. На рисунке 28 представлен график зависимости температуры твёрдого тела от полученного им количества теплоты. Масса тела 2 кг. Чему равна удельная теплоёмкость вещества этого тела?

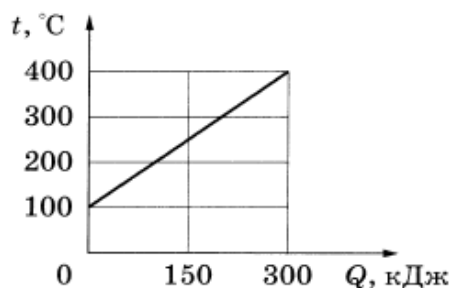


Рис. 28.

8. Воду какой массы можно нагреть от 20°C до кипения, сообщив ей 1,68 МДж теплоты?

9. На рисунке 29 представлен график зависимости температуры шарика массой 200 г от получаемого количества теплоты. Чему равна удельная теплоёмкость вещества шарика?

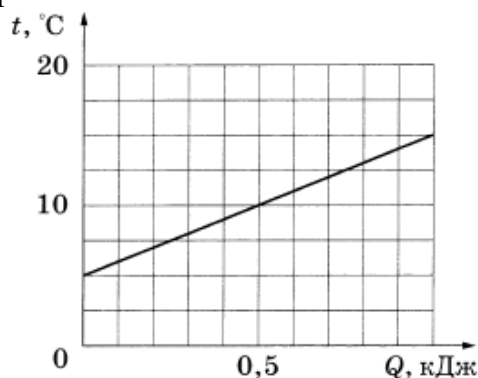


Рис. 29.

10. При нагревании металлического бруска массой 3 кг от 20°C до 30°C потребовалось энергия 12 кДж. Чему равна удельная теплоёмкость вещества бруска?

11. При охлаждении стальной детали массой 200 г до температуры 52°C выделилось 10 кДж энергии. Чему была равна температура стали до охлаждения? ($C_{\text{ст}}=462 \text{ Дж/кг}\cdot^{\circ}\text{C}$)

1) 100°C ; 2) 152°C ; 3) 160°C ; 4) 260°C .

12. При нагревании металлического цилиндра от 40°C до 80°C его внутренняя энергия увеличилась на 6400 Дж. Чему равна удельная теплоёмкость металла, если его масса равна 400 г?

1) 200 Дж/кг $\cdot^{\circ}\text{C}$; 2) 400 Дж/кг $\cdot^{\circ}\text{C}$; 3) 600 Дж/кг $\cdot^{\circ}\text{C}$; 4) 800 Дж/кг $\cdot^{\circ}\text{C}$.

13. Рассчитайте, какое количество теплоты отдаст кирпичная печь, сложенная из 300 кирпичей, при остывании от 70 до 20°C . Масса одного кирпича 5 кг.

14. Какое количество теплоты выделилось при охлаждении чугунной болванки массой 32 кг, если её температура изменилась от 1115 до 15°C ?

15. Для нагревания 100 г свинца от 15 до 35°C надо сообщить 260 Дж теплоты. Найдите удельную теплоёмкость свинца.

16. Медному бруску массой 200 г, имеющему температуру 20°C , сообщили 8 кДж энергии. Какой стала температура бруска?

17. По результатам нагревания вещества массой 5 кг построен график зависимости температуры этого вещества от подводимого количества теплоты (см. рисунок 30). Первоначально вещество находилось в твёрдом состоянии.

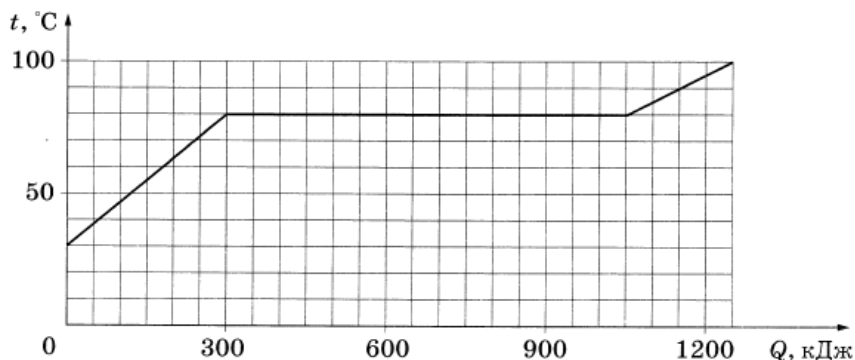


Рис. 30.

Какова была масса вещества в жидком состоянии в тот момент, когда веществу сообщили 675 кДж энергии? Потерями энергии можно пренебречь.

18. Смешали воду массой 0,8 кг, имеющую температуру 25°C , и воду массой 0,2 кг, имеющую температуру 100°C . После перемешивания температура полученной смеси оказалась равной 40°C . Какое количество энергии при перемешивании получила холодная вода?

19. На рисунке 31 изображены графики изменения температуры двух тел в зависимости от подводимого количества теплоты. Какова начальная и конечная температура каждого тела? Каковы их удельные теплоемкости, если масса каждого из них равна 2 кг?

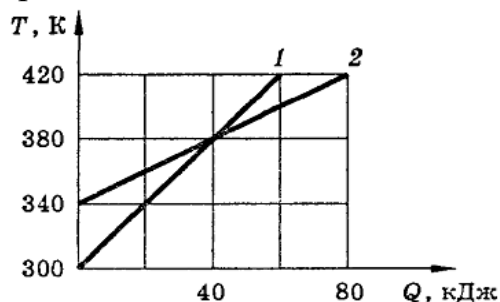


Рис. 31.

20. В воду массой m при температуре t опустили металлическое тело, массой m_1 и температурой t_1 . Найдите установившуюся температуру Θ . Теплоёмкостью сосуда и испарением воды пренебречь.

Металл	m , кг	t , °C	m_1 , кг	t_1 , °C
Медь	2	17	0,3	200
Свинец	0,63	17	0,25	208
Алюминий	3,68	22	0,48	240
Сталь	0,47	4	0,32	100
Олово	0,86	48	0,37	14

21. Для приготовления ванны вместимостью 200 л смешали холодную воду при 10°C с горячей при 60°C. Какие объёмы той и другой воды надо взять, чтобы температура установилась 40°C?

22. В сосуд, содержащий 1,5 кг воды при 15°C, впускают 200 г водяного пара при 100°C. Какая общая температура установится после конденсации пара?

23. Алюминиевый чайник массой 400 г, в котором находится 2 кг воды при 10°C, помещают на газовую горелку с КПД 40%. Какова мощность горелки, если через 10 мин вода закипит, причём 20 г воды выкипело?

24. Какое количество теплоты необходимо для плавления металла массой m , взятого при температуре t ?

Металл	t , °C	m , кг
Олово	17	0,022
Свинец	26	0,053
Сталь	72	8220
Алюминий	11	580
Серебро	48	0,004

25. Сколько дров надо сжечь в печке с КПД 40%, чтобы получить из 200 кг снега, взятого при температуре -10°C, воду при 20°C?

26. Газ, находящийся под давлением $p=10^5$ Па, изобарно расширился, совершив работу $A=25$ Дж. Насколько увеличился объём газа?

27. Какое количество теплоты необходимо для изохорного нагревания гелия массой 4 кг на 100 K?

28. При изотермическом расширении газ совершил работу, равную 20 Дж. Какое количество теплоты сообщено газу?

29. Вычислите увеличение внутренней энергии водорода массой 2 кг при изобарном его нагревании на 10 K. (Удельная теплоёмкость водорода при постоянном давлении равна 14 кДж/(кг·K)).

30. КПД тепловой машины равен 35%. Рабочее тело тепловой машины за цикл получает от нагревателя количество теплоты, равное 100 Дж. Какую полезную работу при этом совершает машина?

31. Рабочее тело тепловой машины за цикл получает от нагревателя количество теплоты, равное 200 Дж и совершает работу 80 Дж. Каков КПД тепловой машины?

32. Определите КПД двигателя автомобиля, которому для выполнения работы 55,2 МДж потребовалось 4 кг бензина.

33. Чему равен КПД бензинового двигателя подъёмника, если известно, что при равномерном подъёме груза массой 300 кг на высоту 30 м потребовалось сжечь 9 г бензина?

Раздел 3. Электродинамика

Тема 3.1 Электрическое поле

Методические указания к решению задач

1. Сделать рисунок, показать на нём заряды, проводники, ёмкости.
2. Изобразить направление силовых линий, а так же все силы, действующие на заряженные тела.
3. Определить силу по закону Кулона, только если заряды точечные.
4. Для определения числовых значений зарядов после соприкосновения применять закон сохранения электрического заряда.
5. При действии нескольких сил или полей применять принцип суперпозиции.
6. В случае равновесия системы заряженных тел использовать условия равновесия $\Sigma \vec{F} = 0$; $\Sigma M = 0$.
7. При расчёте перемещений, скоростей, ускорений и масс электрических зарядов использовать формулы кинематики, второй закон Ньютона и закон сохранения энергии.

Примеры решения задач

Пример 1. С каким ускорением движется электрон в поле с напряжённостью 10 кВ/м?

Дано:

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл};$$

$$E = 10 \text{ кВ/м} = 10^4 \text{ В/м};$$

$$m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$$

Решение.

$$qE = ma;$$

$$a = \frac{qE}{m} = \frac{eE}{m}$$

$$a = \frac{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \cdot 10^4 \text{ В/м}}{9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}} = 1,76 \cdot 10^{15} \text{ м/с}^2.$$

Найти a .

Ответ:

$$a = 1,76 \cdot 10^{15} \text{ м/с}^2.$$

Пример 2. Найти напряжённость поля заряда 36 нКл в точках, удалённых от заряда на 9 и 18 см.

Дано:

$$q = 36 \text{ нКл} =$$

$$= 3,6 \cdot 10^{-8} \text{ Кл};$$

$$r_1 = 9 \text{ см} = 0,09 \text{ м};$$

$$r_2 = 18 \text{ см} = 0,18 \text{ м}.$$

Решение.

$$E_1 = k \frac{|q|}{r_1^2} = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2} \cdot \frac{3,6 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}}{(0,09 \text{ м})^2} =$$

$$= 4 \cdot 10^4 \text{ В/м} = 40 \text{ кВ/м}$$

$$E_2 = k \frac{|q|}{r_2^2} = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2} \cdot \frac{3,6 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}}{(0,18 \text{ м})^2} =$$

$$= 10^4 \text{ В/м} = 10 \text{ кВ/м}$$

Найти E_1, E_2 .

Ответ:

$$E_1 = 40 \text{ кВ/м},$$

$$E_2 = 10 \text{ кВ/м}.$$

Задачи для самостоятельного решения

1. В процессе электризации нейтральный атом превратился в положительный ион. Как при этом изменилось число протонов и число электронов атома? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения: 1) увеличилось; 2) уменьшилось; 3) не изменилось.

2. С какой силой взаимодействуют два заряда по 10 нКл, находящиеся на расстоянии 3 см друг от друга?

3. На каком расстоянии друг от друга заряды 1 мКл и 10 нКл взаимодействуют с силой 9 мН?

4. Во сколько раз надо изменить расстояние между зарядами при увеличении одного из них в 4 раза, чтобы сила взаимодействия осталась прежней?

5. Два шарика, расположенные на расстоянии 10 см друг от друга, имеют одинаковые отрицательные заряды и взаимодействуют с силой 0,23 мН. Найти число «избыточных» электронов на каждом шарике.

6. Одинаковые металлические шарики, заряженные одноименно зарядами q и $4q$, находятся на расстоянии r друг от друга. Шарики привели в соприкосновение. На какое расстояние x надо их развести, чтобы сила взаимодействия осталась прежней?

7. Определить во сколько раз сила притяжения двух электронов меньше, чем их сила отталкивания.

8. С какой силой взаимодействуют два заряда $2 \cdot 10^{-8}$ Кл и $-9 \cdot 10^{-8}$ Кл, находясь на расстоянии 9 см в парафине ($\epsilon=2$).

9. Два одинаковых положительных заряда находятся на расстоянии 10 мм друг от друга. Они взаимодействуют с силой $7,2 \cdot 10^{-4}$ Н. Найти заряд каждого шарика.

10. В некоторой точке поля на заряд 2 нКл действует сила $0,4 \text{ мкН}$. Найти напряжённость поля в этой точке.
11. Какая сила действует на заряд 12 нКл , помещенный в точку, в которой напряженность электрического поля равна 2 кВ/м ?
12. Какую работу совершает поле при перемещении заряда 20 нКл из точки с потенциалом 700 В в точку с потенциалом 200 В ?
13. В однородном электрическом поле с напряженностью 1 кВ/м переместили заряд 25 нКл в направлении силовой линии на 2 см . Найти работу поля.
14. Определить разность потенциалов между двумя точками поля, если для перемещения между этими точками заряда $8 \cdot 10^{-7} \text{ Кл}$ пришлось совершить работу $4 \cdot 10^{-5} \text{ Дж}$.
15. Напряжение между двумя точками, лежащими на одной линии напряжённости однородного поля, равно 2 кВ . Расстояние между этими точками 10 см . Какова напряжённость поля?
16. В некоторых точках поля у точечного заряда напряжённость отличается в 4 раза. Во сколько раз отличается потенциал в этих точках?
17. Площадь каждой пластины конденсатора 401 см^2 . Заряд пластин $1,42 \text{ мкКл}$. Найти напряженность поля между пластинами.
18. Какова ёмкость конденсатора, если при его зарядке до напряжения $1,4 \text{ кВ}$ он получает заряд 28 нКл ?
19. На конденсаторе написано: 100 пФ ; 300 В . Можно ли использовать этот конденсатор для накопления заряда 50 нКл ?
20. Во сколько раз изменится ёмкость конденсатора при уменьшении рабочей площади пластин в 2 раза и уменьшении расстояния между ними в 3 раза?
21. Конденсатору ёмкостью 10 мкФ сообщили заряд 4 мкКл . Какова энергия заряженного конденсатора?
22. Во сколько раз изменится энергия конденсатора при увеличении напряжения на нём в 4 раза?
23. Площадь каждой из пластин плоского конденсатора 200 см^2 , а расстояние между ними 1 см . Какова энергия поля, если напряжённость поля 500 кВ/м ?
24. При увеличении напряжения, поданного на конденсатор ёмкостью 20 мкФ , в 2 раза энергия поля возросла на $0,3 \text{ Дж}$. Найти начальные значения напряжения и энергии поля.

Тема 3.2 Законы постоянного тока

Методические указания к решению задач

Условно все задачи можно разделить на шесть групп.

1 группа

Задачи на вычисление сопротивления проводника.

Использовать формулу расчёта сопротивления с учётом геометрических размеров проводника, при необходимости учитывая его массу, плотность, объём.

2 группа

Задачи на расчёт сопротивления проводников при различных способах их соединения. При решении таких задач следует пользоваться следующим порядком:

1. Установить, если возможно, какие проводники соединены последовательно, а какие параллельно.
2. Заменить эти сопротивления эквивалентными и получить более простую схему.

Если не удастся выделить ни последовательного, ни параллельного соединения проводников, то используется следующий приём:

1. Найти точки, имеющие одинаковые потенциалы.
2. Соединить или разъединить их, что приведет к упрощению схемы.

Точки с одинаковыми потенциалами всегда есть в схемах, имеющих ось или плоскость симметрии относительно клемм подключения схемы к полюсам источника.

3 группа

Задачи на расчёт силы тока и напряжения на различных участках цепи.

При решении таких задач необходимо:

1. Начертить схему, указав на ней все элементы цепи.
2. По возможности, упростить схему, заменяя группы соединений проводников на эквивалентные.
3. Использовать необходимые формулы и решить уравнения относительно искомой величины.

4 группа

Задачи на определение работы, мощности, теплового действия тока.

При решении таких задач, важно выяснить о какой мощности идет речь. О той, на которую рассчитан потребитель или мощность, которую он потребляет. Если требуется, использовать формулу КПД.

5 группа

Задачи на превращение электрической энергии в другие виды энергии с учётом КПД.

При необходимости следует применять законы механики, молекулярной физики, термодинамики и т.д.

6 группа

Задачи на электролиз.

При решении задач этой группы следует использовать законы Фарадея. При необходимости используются формулы массы, плотности, объёма и т.п.

Если речь идёт об электролизе двух и более веществ, то закон Фарадея записывается для каждого из них.

Примеры решения задач

Пример 1.

На рисунке (см. рисунок 32) приведён график зависимости силы тока в реостате от напряжения на его концах. Обмотка реостата изготовлена из железной проволоки длиной 7,5 м. Чему равна площадь поперечного сечения проволоки?

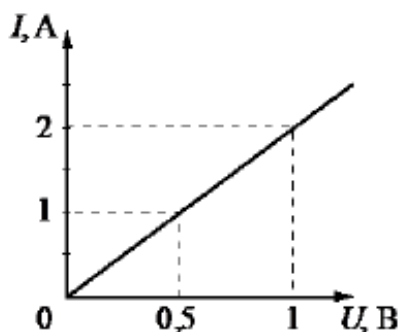


Рис. 32.

Возможный вариант решения

Дано:

$$l = 7,5 \text{ м}$$

$$\rho = 0,1 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$$

$$I = 1 \text{ А}$$

$$U = 0,5 \text{ В}$$

$$I = \frac{U}{R}; R = \rho \frac{l}{S} \Rightarrow I = \frac{US}{\rho l};$$

$$S = \frac{I \rho l}{U} = \frac{1 \cdot 0,1 \cdot 7,5}{0,5} = 1,5 \text{ (мм}^2\text{)}$$

$$S - ?$$

$$\text{Ответ: } S = 1,5 \text{ мм}^2$$

Здесь в дано внесены необходимые данные с графика, включено значение удельного сопротивления железа из справочных данных; записаны необходимые для решения формулы (закон Ома и формула для расчета сопротивления); проведены преобразования, получена общая формула для площади поперечного сечения проволоки; в общую формулу подставлены числовые значения и получен верный ответ; ответ записан с единицами измерения.

Пример 2.

Нагревательный элемент сделан из нихромовой проволоки длиной 8 м и площадью поперечного сечения 0,05 мм². Определите мощность, потребляемую нагревателем, при включении его в сеть с постоянным напряжением 220 В.

Возможный вариант решения

<u>Дано:</u> $U = 220 \text{ В}$ $\rho = 1,1 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$ $l = 8 \text{ м}$ $S = 0,05 \text{ мм}^2$	$P = \frac{U^2}{R}; R = \frac{\rho \cdot l}{S}$ $P = \frac{U^2 S}{\rho l} = \frac{220^2 \cdot 0,05}{1,1 \cdot 8} = 275 \text{ В}$
$P = ?$	Ответ: $P = 275 \text{ Вт}$

Пример 3.

В электропечи полностью расплавили слиток стали массой 1 т за 2,3 ч. Какова мощность электропечи, если известно, что до начала плавления сталь необходимо было нагреть на 1500°C? Потерями энергии пренебречь.

Возможный вариант решения

<u>Дано:</u> $m = 1000 \text{ кг}$ $c = 500 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{С}}$ $\lambda = 78\,000 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$ $t_2 - t_1 = 1500 ^\circ\text{С}$ $\tau = 8280 \text{ с}$	$A = Q$ $Q = cm(t_2 - t_1) + \lambda m$ $A = P \cdot \tau$ $P = \frac{cm(t_2 - t_1) + \lambda m}{\tau}$ $P = \frac{500 \cdot 1000 \cdot 1500 + 78\,000 \cdot 1000}{8280} = 100\,000 \text{ Вт}$
$P = ?$	Ответ: $P = 100\,000 \text{ Вт} = 100 \text{ кВт}$

Задачи для самостоятельного решения

1. Установите соответствие между физическими величинами и единицами этих величин в СИ. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца.

Физические величины

Единицы физических
величин

- А) электрическое напряжение
- Б) электрическое сопротивление
- В) электрический заряд

- 1) Ом (1 Ом)
- 2) Кулон (1 Кл)
- 3) Джоуль (1 Дж)
- 4) Паскаль (1 Па)
- 5) Вольт (1 В)

2. Установите соответствие между физическими величинами и единицами этих величин в СИ. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца.

Физические величины	Единицы физических величин
А) сила тока	1) Ньютон (1 Н)
Б) работа тока	2) Джоуль (1 Дж)
В) мощность тока	3) Ампер (1 А)
	4) Вольт (1 В)
	5) Ватт (1 Вт)

3. Установите соответствие между формулами для расчёта физических величин и названиями этих величин. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца.

Формулы	Физические величины
А) $\frac{q}{t}$	1) Работа электрического тока
	2) Электрическое сопротивление
	3) Удельное электрическое сопротивление
Б) $q \cdot U$	4) Сила электрического тока

4. Установите соответствие между формулами для расчёта физических величин и названиями этих величин. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца.

Формулы	Физические величины
1) $\frac{q}{t}$	А) Сила электрического тока
2) $q \cdot U$	Б) Мощность электрического тока
3) $\frac{RS}{L}$	
4) $U \cdot I$	

5. Установите соответствие между формулами для расчёта физических величин и названиями этих величин. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца.

Формулы	Физические величины
1) $\frac{q}{t}$	А) Удельное электрическое сопротивление
	Б) Электрическое сопротивление
2) $\frac{U}{I}$	
3) $\frac{RS}{L}$	
4) $U \cdot I$	

6. Установите соответствие между техническими устройствами и физическими закономерностями, лежащими в основе принципа их действия. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца.

Технические устройства
 А) Амперметр
 Б) Электромметр

Физические закономерности
 1) зависимость силы, действующей на проводник с током в магнитном поле, от силы тока в проводнике.
 2) зависимость силы отталкивания одноименных зарядов от их величины.
 3) зависимость сопротивления проводника от его длины.
 4) зависимость силы тока в цепи от её сопротивления.

7. Какой из амперметров, изображённых на рисунке 33, подойдёт для измерения силы тока в цепи, если известно, что сила тока не превышает 5 А?

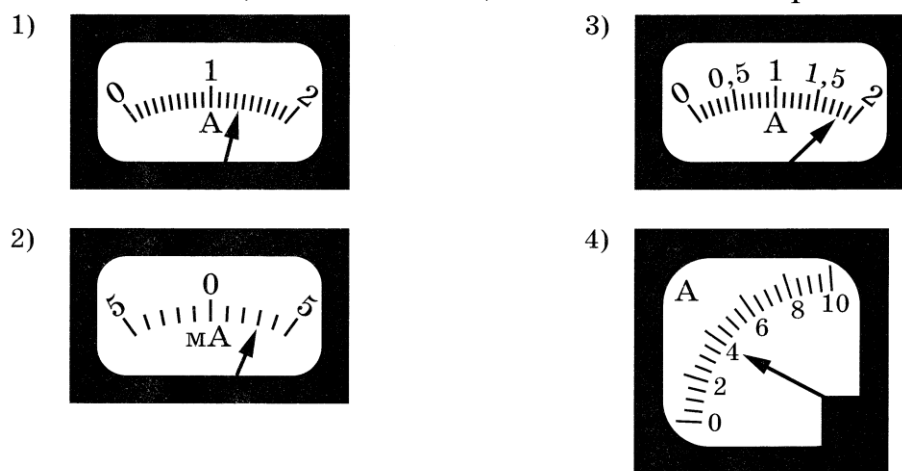


Рис. 33.

8. С помощью амперметра необходимо измерить силу тока, протекающего в резисторе R (см. рисунок 34). Какой (-ие) из случаев 1-3 (см. рисунок 35) соответствует(-ют) правильному подключению амперметра?

1) 1; 2) 2; 3) 3; 4) 2 и 3.

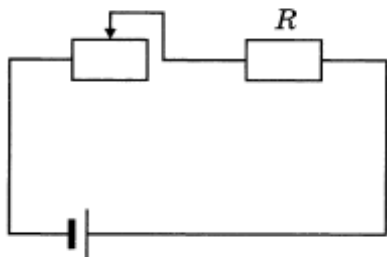


Рис. 34.

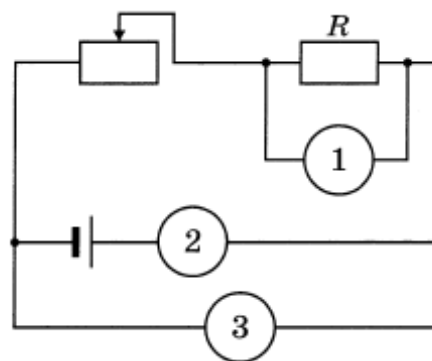


Рис. 35.

9. Электрическая схема включает два последовательно соединённых резистора R_1 и R_2 . На каком рисунке (см. рисунок 36) верно изображено включение прибора для измерения напряжения на резисторе R_2 ?

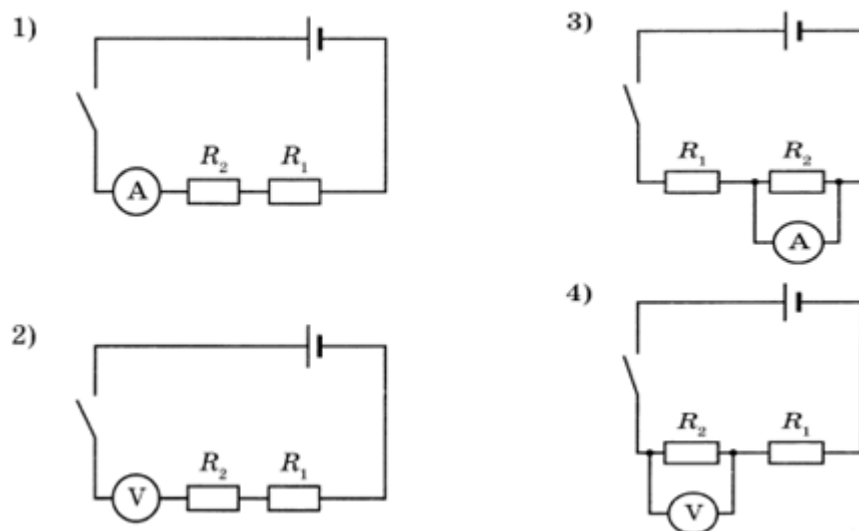


Рис. 36.

10. На рисунке 37 представлен график зависимости силы тока в проводнике от времени. Какой заряд прошёл по проводу за 8 с?

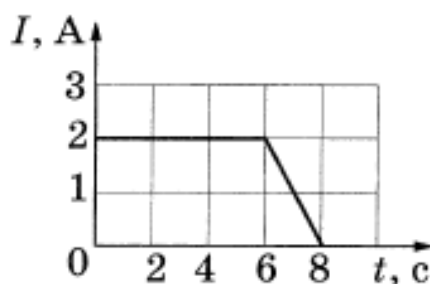


Рис. 37.

11. По проводнику течёт постоянный электрический ток. На рисунке 38 представлен график зависимости величины заряда, проходящего через поперечное сечение проводника, от времени. Чему равна сила тока в проводнике?

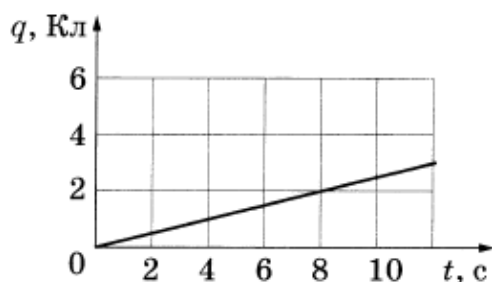


Рис. 38.

12. Сила тока в проводнике постоянна и равна 0,45 А. За сколько секунд заряд 61 Кл пройдет по проводнику?

13. При какой силе тока через поперечное сечение проводника за 1,2 с проходит заряд 7 Кл?

14. Сила тока в проводнике постоянна и равна 0,9 А. Какой заряд пройдёт по проводнику за 35 минут? (Ответ дайте в кулонах.)

15. При какой силе тока через поперечное сечение проводника за 18 с проходит заряд 4 Кл?

16. Сила тока в проводнике постоянна и равна 1,7 А. За сколько секунд заряд 62 Кл пройдет по проводнику?

17. Сила тока в проводнике постоянна и равна 0,14 А. Какой заряд пройдёт по проводнику за 11 минут? (Ответ дайте в кулонах.)

18. Два проводника сопротивлением $R_1 = 63 \text{ Ом}$ и $R_2 = 33 \text{ Ом}$ соединены параллельно. Чему равно их общее сопротивление?

19. Электрическая цепь состоит из пяти одинаковых проводников по 15 Ом каждый, соединённых последовательно. Чему равно полное сопротивление цепи?

20. Электрическая цепь состоит из трёх одинаковых проводников по 6 Ом каждое, соединённых последовательно. Чему равно полное сопротивление цепи?

21. Два проводника сопротивлением $R_1 = 12 \text{ Ом}$ и $R_2 = 30 \text{ Ом}$ соединены параллельно. Чему равно их общее сопротивление?

22. Электрическая цепь состоит из девяти одинаковых проводников по 12 Ом каждое, соединённых последовательно. Чему равно полное сопротивление цепи?

23. Чему равно общее сопротивление участка цепи, изображённого на рисунке 39, если $R_1 = 8 \text{ Ом}$, $R_2 = 8 \text{ Ом}$, $R_3 = 10 \text{ Ом}$, $R_4 = 10 \text{ Ом}$?



Рис. 39.

24. Чему равно общее сопротивление участка цепи, изображённого на рисунке 40, если $R_1 = R_2 = 1 \text{ Ом}$, $R_3 = 4 \text{ Ом}$?

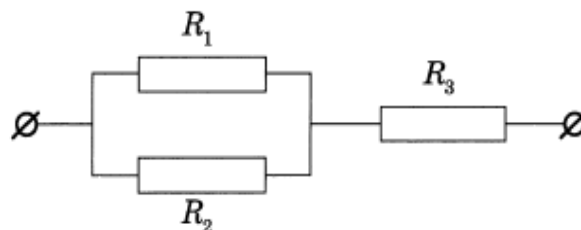


Рис. 40.

25. Электрическое сопротивление каждой из лампочек, изображённых на рисунке 41, равно 20 Ом. Чему равно общее электрическое сопротивление внешнего участка цепи?

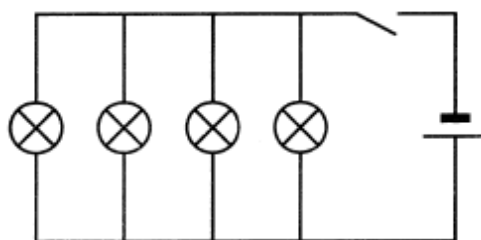


Рис. 41.

26. При замыкании цепи сила тока в каждой из одинаковых лампочек, изображённых на рисунке 42, равна 2 А. Чему равна при этом общая сила тока в неразветвлённом участке цепи?

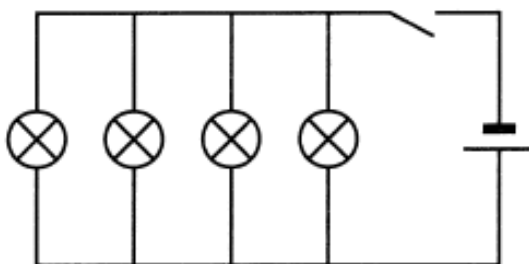


Рис. 42.

27. В электрической цепи (см. рисунок 43) амперметр A_1 показывает силу тока 1,5 А, амперметр A_2 - силу тока 0,5 А. Чему равна сила тока, протекающего через лампу?

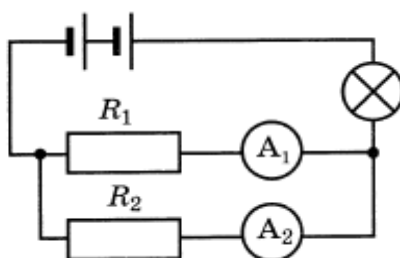


Рис. 43.

28. Определите показания амперметра (см. рисунок 44), если показания вольтметра равны 6 В?

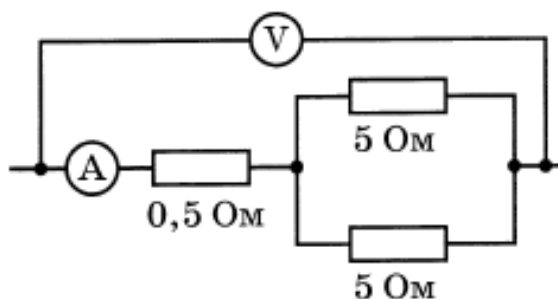


Рис. 44.

29. Результаты измерения силы тока в резисторе при разных напряжениях на его клеммах показаны в таблице 2. Чему равно сопротивление резистора?

Таблица 2.

U, В	0,4	0,6	1,0	1,4	2,0
I, А	0,2	0,3	0,5	0,7	1,0

30. На рисунке 45 показаны два графика зависимости напряжения на концах двух проводников-1 и 2- от силы тока в них. Чему равно электрическое сопротивление первого проводника? Второго проводника?

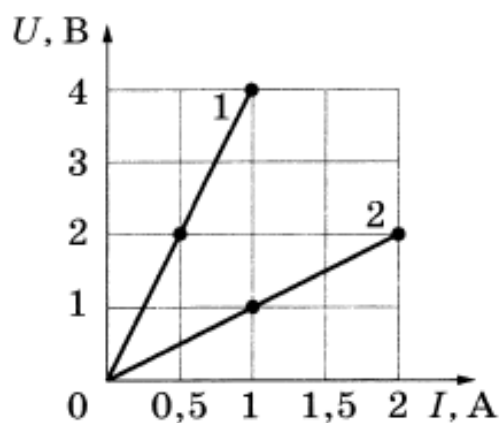


Рис. 45.

31. Меняя электрическое напряжение на участке цепи, состоящем из никелинового проводника площадью поперечного сечения $0,4 \text{ мм}^2$, студент, в ходе лабораторной работы, по полученным данным построил график зависимости силы тока от напряжения (см. рисунок 46). Чему равна длина проводника?

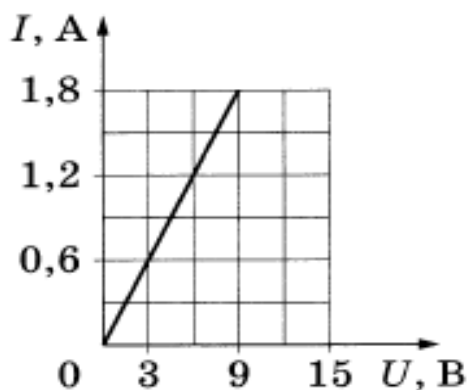


Рис. 46.

32. Чему равно время прохождения тока силой 7 А по проводнику, если при напряжении на его концах 136 В в проводнике выделяется количество теплоты, равное 530 кДж ? (Ответ дайте в секундах.)

33. В электрической цепи вольтметр показывает значение напряжения 9 В , а амперметр — значение силы тока $1,2 \text{ А}$. Какое количество теплоты выделится в резисторе за 1 секунду? (Ответ дайте в джоулях.)

34. Какое количество теплоты выделит за 32 мин спираль электроплитки сопротивлением 24 Ом , если сила тока в цепи $1,1 \text{ А}$?

35. Какое количество теплоты выделится за 20 минут в электрическом чайнике сопротивлением 100 Ом , включённом в сеть с напряжением 220 В ?

36. Какое количество теплоты выделится за 1 ч проводником сопротивлением $0,5 \text{ кОм}$ при силе тока 100 мА ?

37. В таблице 3 приведена зависимость заряда, протёкшего через резистор сопротивлением 3 Ом , от времени. Какое количество теплоты выделится в резисторе за первые 5 секунд, если сила протекающего тока постоянна?

Таблица 3.

t, с	0	1	2	3	4	5
q, Кл	0	3	6	9	12	15

38. Определите плотность никелиновой проволоки площадью поперечного сечения 1 мм^2 и массой 176 г , из которой изготовлен реостат, если при напряжении на его концах 24 В сила протекающего тока равна 3 А .

39. К источнику постоянного тока подсоединили две одинаковые лампы (см.рисунок 47). Чему равна мощность электрического тока, потребляемая каждой лампой, если показания амперметра и вольтметра равны соответственно 2 А и 24 В ?

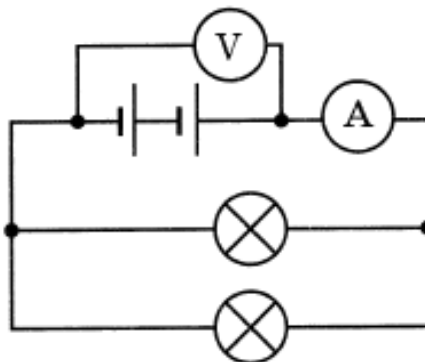


Рис. 47.

40. Электровоз, работающий при напряжении 3 кВ и потребляющий силу тока $1,6 \text{ кА}$, развивает силу тяги 340 кН при скорости равномерного движения 43 км/ч . Определите КПД электровоза.

Тема 3.3 Магнитное поле. Электромагнитная индукция

Методические указания к решению задач

1. Сделать схематический чертёж, на котором указать направление тока в проводнике (или направление вектора скорости или направление вектора магнитной индукции).

2. Используя правило левой руки, определить направление силы Ампера (или силы Лоренца). При нахождении силы Лоренца обязательно учесть знак заряда.

3. Составить уравнение динамики в векторном виде.

4. Записать уравнение в скалярном виде и решить полученную систему уравнений.

5. При необходимости использовать законы постоянного тока.

Задачи для самостоятельного решения

1. На рисунке 48 изображены картины линий магнитного поля, полученные от немаркированных полосовых магнитов с помощью железных опилок.

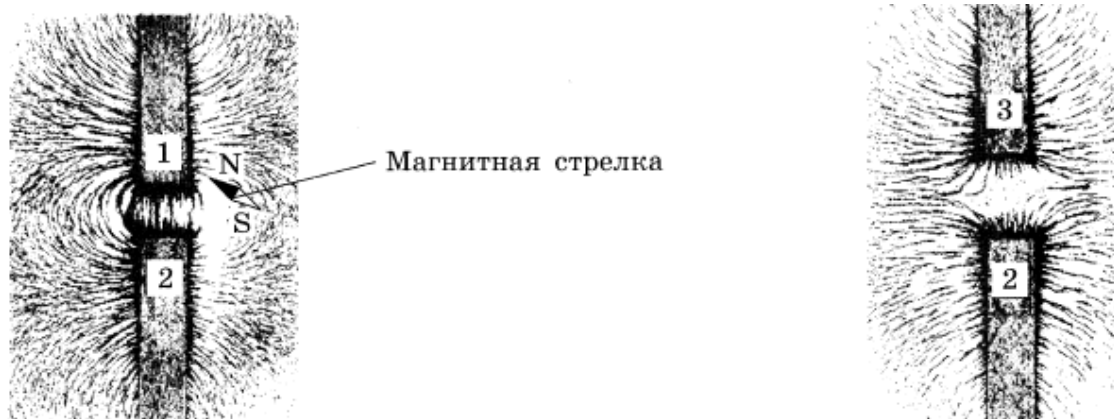


Рис. 48.

Выберите из предложенного перечня два утверждения, которые соответствуют результатам анализа.

- 1) Магниты 1 и 2 приближены друг к другу одноимёнными полюсами;
- 2) Магнитное действие магнитов зависит от материала, из которого изготовлен магнит.

- 3) Магниты 3 и 2 приближены друг к другу одноимёнными полюсами;
- 4) Магнит 1 приближен к магниту 2 южным полюсом;
- 5) Магнитное взаимодействие магнитов зависит от свойств среды.

2. На рисунке 49 изображено, как в плоскости вокруг постоянного полосового магнита расположены магнитные стрелки (1-4). Расположение какой из стрелок указано неверно?

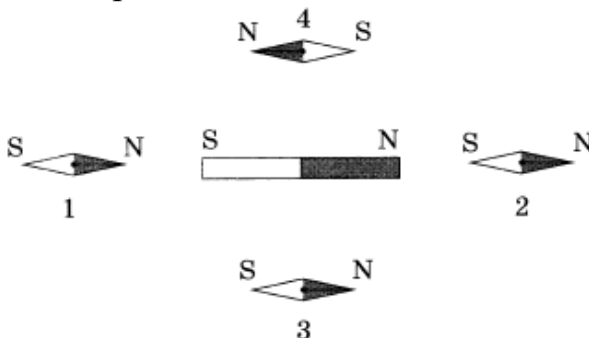


Рис. 49.

3. На рисунке 50 показаны траектории движения четырёх частиц, влетающих в однородное магнитное поле с одинаковой скоростью, перпендикулярно линиям магнитного поля. Используя данные рисунка, выберите из предложенного перечня два верных утверждения.

- 1) Частица 2 является электрически нейтральной;
- 2) Частицы 3 и 4 имеют положительный электрический заряд;
- 3) Модуль заряда частицы 1 больше модуля заряда частицы 3;
- 4) За счёт взаимодействия заряженных частиц с магнитным полем изменяется направление движения частиц;

5) при движении в магнитном поле модуль скорости всех частиц увеличивается.

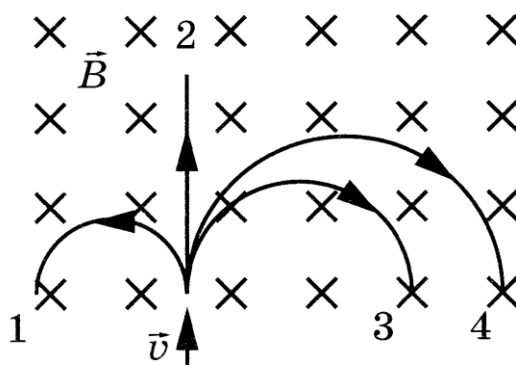


Рис. 50.

4. В отсутствие тока в проводнике 1, расположенном перпендикулярно плоскости чертежа, магнитная стрелка располагается в плоскости чертежа так, как показано на рисунке 51. Изменится ли, положение магнитной стрелки, если по проводнику пропустить электрический ток?

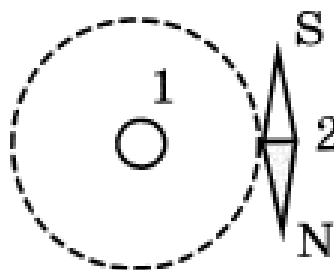


Рис. 51.

5. Установите соответствие между примерами и физическими явлениями, которые эти примеры иллюстрируют. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца.

Примеры

Физические явления

- | | |
|--|---|
| А) возникновение тока в катушке при опускании в неё постоянного магнита; | 1) электромагнитная индукция; |
| Б) принцип действия двигателя постоянного тока. | 2) действие магнитного поля на проводник с током; |
| | 3) взаимодействие постоянных магнитов; |
| | 4) электростатическое взаимодействие электрических зарядов. |

6. На рисунке 52 изображены направления движения трёх электронов в однородном магнитном поле. На какой из электронов не действует сила со стороны магнитного поля?

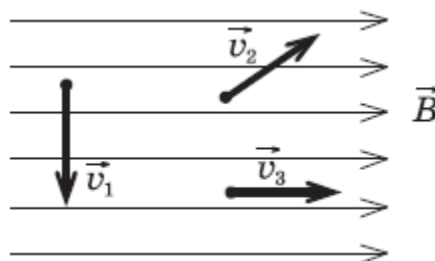


Рис. 52.

7. По какой из приведённых ниже формул можно вычислить магнитный поток?

- 1) $\Phi = B \cdot I \cdot l \cdot \sin \alpha$; 2) $\Phi = B S \cos \alpha$; 3) $\Phi = B \cdot q \cdot v \cdot \sin \alpha$; 4) $\Phi = B S \sin \alpha$.

8. На рисунке 53 изображён проводник с током, помещённый в магнитное поле. Стрелка указывает направление тока в проводнике. Вектор магнитной индукции направлен перпендикулярно плоскости рисунка от нас. Какому из векторов (1-4) сонаправлена сила, действующая на проводник с током?

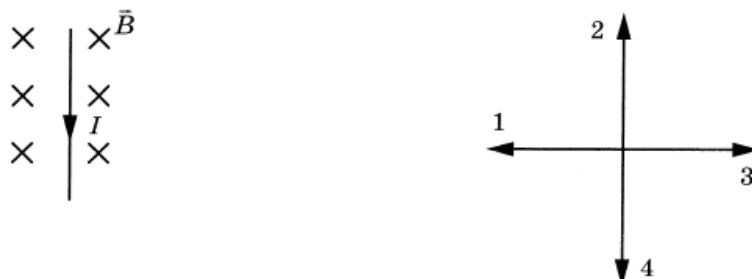


Рис. 53.

9. На рисунке 54 изображён проводник с током, помещённый в магнитное поле. Стрелка указывает направление тока в проводнике. Вектор магнитной индукции направлен перпендикулярно плоскости рисунка к нам. Какому из векторов (1-4) сонаправлена сила, действующая на проводник с током?



Рис. 54.

10. На рисунке 55 представлены различные случаи взаимодействия магнитного поля с током. Сформулировать задачу для каждого из приведённых случаев и решить её.

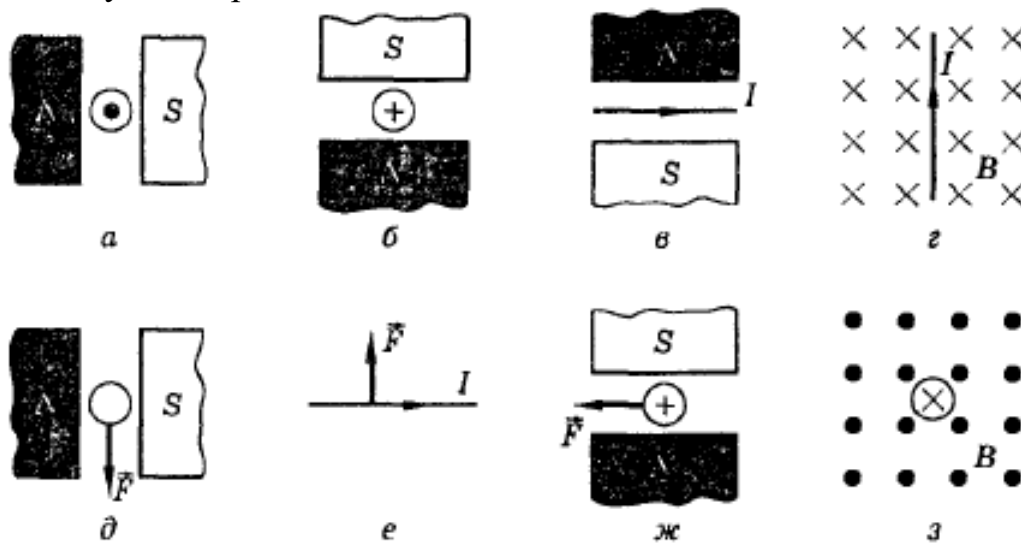


Рис. 55.

11. По какой из приведённых ниже формул можно вычислить силу Ампера?
- 1) $F = K \cdot |q_1| |q_2| / r^2$; 2) $F = B \cdot I \cdot l \cdot \sin \alpha$; 3) $F = B \cdot q \cdot v \cdot \sin \alpha$; 4) $F = G \cdot m_1 \cdot m_2 / r^2$.
12. Прямолинейный проводник длиной 0,2 м находится в однородном магнитном поле с индукцией 4 Тл и расположен под углом 30° к вектору индукции. Чему равен модуль силы, действующей на проводник со стороны магнитного поля при силе тока в нём 2 А?
13. Прямолинейный проводник длиной 0,5 м, по которому течёт ток 6А, находится в однородном магнитном поле. Модуль вектора магнитной индукции 0,2 Тл, проводник расположен под углом 45° к вектору магнитной индукции. Какова сила, действующая на проводник со стороны магнитного поля?
14. Прямолинейный проводник длиной 0,2 м, по которому течёт электрический ток, расположен в однородном магнитном поле с индукцией 0,6 Тл под углом 30° к вектору магнитной индукции. Сила, действующая на проводник со стороны магнитного поля, равна 0,12 Н. Чему равна сила тока в проводнике?
15. На прямолинейный проводник длиной 0,1 м, расположенный перпендикулярно направлению магнитного поля, действует сила 8Н. Определите магнитную индукцию, если ток в проводнике 5 А.
16. Прямолинейный проводник длиной 0,1 м, по которому течёт ток силой 5 А, расположен в однородном магнитном поле под углом 90° к линиям его магнитной индукции. Каков модуль индукции данного магнитного поля, если сила, действующая на этот проводник со стороны магнитного поля, равна 0,2 Н?
17. По какой из приведённых ниже формул вычисляется сила Лоренца?
- 1) $F = K |q_1| |q_2| / r^2$; 2) $F = B \cdot q \cdot v \cdot \sin \alpha$; 3) $F = B \cdot I \cdot l \cdot \sin \alpha$; 4) $F = G \cdot m_1 \cdot m_2 / r^2$.
18. Электрон влетает в однородное магнитное поле, индукция которого 0,5 Тл, со скоростью 20 000 км/с перпендикулярно линиям индукции. Определить силу, с которой магнитное поле действует на электрон.
19. В однородное магнитное поле перпендикулярно линиям индукции влетают с одинаковой скоростью протон и электрон. Определите отношение модулей сил Лоренца, действующих на протон и электрон со стороны магнитного поля.
20. Единицей измерения индуктивности является:
- 1) В·с/А²; 2) Тл; 3) Гн; 4) Вб.
21. Единицей измерения ЭДС самоиндукции является:
- 1) Вб. 2) В; 3) В/м; 4) Гн.
22. За 5мс магнитный поток, пронизывающий контур, убывает с 9 до 4 мВб. Найти ЭДС индукции в контуре.
23. Найти скорость изменения магнитного потока в соленоиде из 2000 витков при возбуждении в нём ЭДС индукции 120 В.

Раздел 4. Колебания и волны

Тема 4.1 Механические колебания и волны. Электромагнитные колебания и волны.

Методические указания к решению задач по теме: «Механические колебания и волны»

1. Записать заданное в задаче уравнение и уравнение гармонических колебаний в общем виде.
2. Сопоставить эти уравнения и определить основные характеристики (смещение, амплитуду, частоту, фазу).
3. Скорость и ускорение материальной точки, а также их максимальные значения определить из соответствующих уравнений и соотношений.
4. Использовать закон сохранения и превращения энергии в задачах о пружинном и математическом маятниках.

Методические указания к решению задач по теме: «Электромагнитные колебания и волны»

1. Использовать закон сохранения и превращения энергии в колебательном контуре.
2. Использовать те же указания, что и при решении задач на гармонические механические колебания (учитывая аналогию с электромагнитными колебаниями).
3. Учитывать, что переменный ток – вынужденные электрические колебания, для которых применимы те же характеристики, что и для механических колебаний.
4. Помнит, что скорость распространения электромагнитных колебаний в вакууме равна скорости света $c=3\cdot 10^8$ м/с, а в среде, со скоростью $v=c/n$, где n – показатель преломления среды.

Задачи для самостоятельного решения

1. По графику, приведённому на рисунке 56, найти амплитуду, период и частоту колебаний.

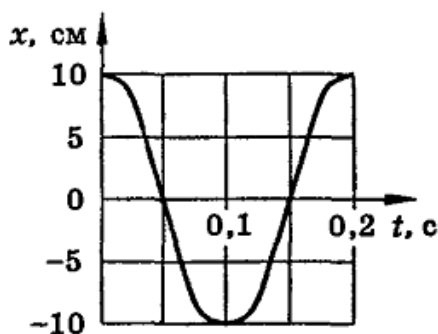


Рис. 56.

2. Во сколько раз изменится частота колебаний математического маятника при увеличении длины нити в 3 раза?
3. На рисунке 57 изображён график колебаний одной из точек струны. Согласно этому графику период колебаний равен?

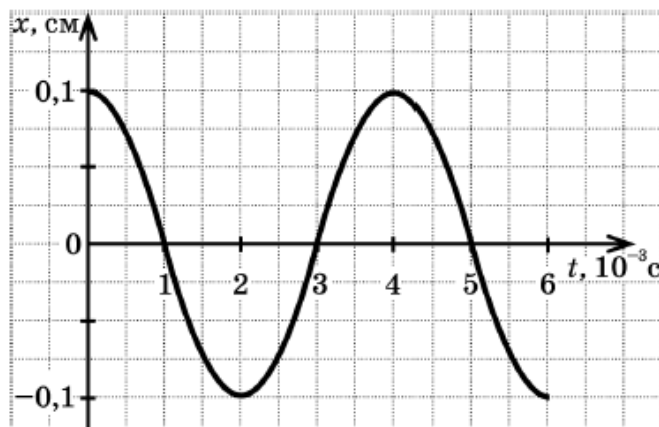


Рис. 57.

4. Найти период и частоту колебаний груза массой m на пружине, жёсткость которой равна k .

№	m , кг	k , Н/м
1	0,143	9,22
2	0,211	12,3
3	0,387	74,3
4	1,44	166
5	1,97	93,2

5. Найти массу груза, который на пружине жёсткостью 250 Н/м делает 20 колебаний за 16 с.

6. На рисунке 58 представлен график зависимости координаты x от времени t при колебаниях пружинного маятника. Чему равна частота колебаний?

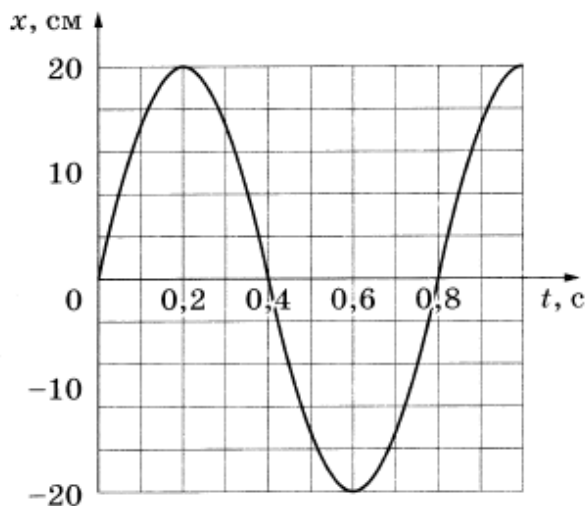


Рис. 58.

7. Шарик массой m , подвешенный на нити длиной l и совершающий гармонические колебания, проходит через положение равновесия со скоростью v . Установите соответствие между физическими величинами и формулами для расчёта этих величин. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца.

Физические величины

- А) полная механическая энергия шарика относительно положения равновесия;
 Б) модуль ускорения шарика при прохождении положения равновесия;

Формулы

- 1) $\frac{v^2}{l}$
 2) $g + \frac{v^2}{l}$
 3) $\frac{mv^2}{2}$
 4) mg

8. Установите соответствие между формулами для расчёта физических величин и названиями этих величин. В формулах использованы обозначения: v – скорость волны, T – период колебаний. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца.

Формулы

А) vT

Б) $\frac{1}{T}$

Физические величины

- 1) частота колебаний;
 2) период колебаний;
 3) длина волны;
 4) амплитуда колебаний.

9. Радиостанция работает на волне длиной 25 м. Какова частота радиосигнала?

10. На какую длину волны нужно настроить радиоприёмник, чтобы слушать радиостанцию, которая вещает на частоте 106,2 МГц? (Ответ округлите до тысячных).

11. На рисунке 60 показан профиль волны. Какова длина волны?

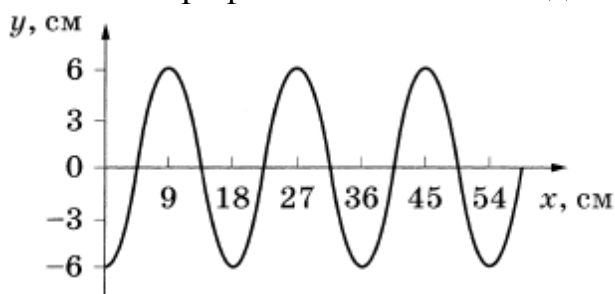


Рис. 59.

12. На рисунке 61 изображён график колебаний плотности воздуха в звуковой волне. Согласно графику амплитуда колебаний плотности равна...

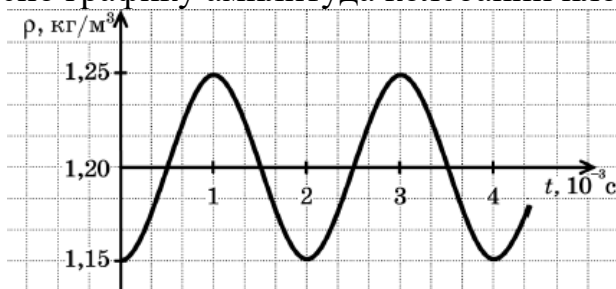


Рис. 60.

13. Колебательный контур радиоприёмника настроен на станцию, передающую радиовещание на длине волны 100 м. как нужно изменить (увеличить, уменьшить) ёмкость конденсатора колебательного контура

радиоприёмника, чтобы он был настроен на длину волны 25 м? Индуктивность катушки считать неизменной.

14. На рисунке 61 приведён график гармонических колебаний тока в колебательном контуре. Если катушку в этом контуре заменить на другую катушку, индуктивность которой в 4 раза больше, то каков будет период колебаний?

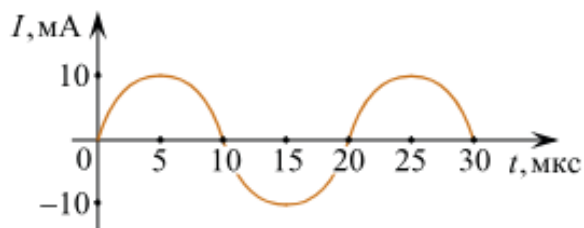


Рис. 61.

15. На рисунке 62 приведён график гармонических колебаний тока в колебательном контуре. Если конденсатор в этом контуре заменить на другой конденсатор, ёмкость которого в 4 раза больше, то каков будет период колебаний?

16. В наборе для изготовления простого колебательного контура имеются две катушки с индуктивностями $L_1 = 1$ мкГн и $L_2 = 2$ мкГн, а также два конденсатора, ёмкости которых $C_1 = 30$ пФ и $C_2 = 40$ пФ. С какой наибольшей собственной частотой можно составить колебательный контур из двух элементов этого набора?

17. Найти период T и частоту ν колебаний в контуре, ёмкость конденсатора в котором C , индуктивность катушки L .

№	C, Φ	$L, \text{Гн}$
1	$5,81 \cdot 10^{-7}$	0,161
2	$4,19 \cdot 10^{-8}$	$2,32 \cdot 10^{-2}$
3	$8,39 \cdot 10^{-9}$	$1,42 \cdot 10^{-3}$
4	$7,47 \cdot 10^{-10}$	$9,41 \cdot 10^{-4}$
5	$9,11 \cdot 10^{-11}$	$3,11 \cdot 10^{-5}$

18. По графику (см. рисунок 62) найти амплитудное значение переменной ЭДС, её период и частоту. Записать формулу изменения ЭДС от времени.

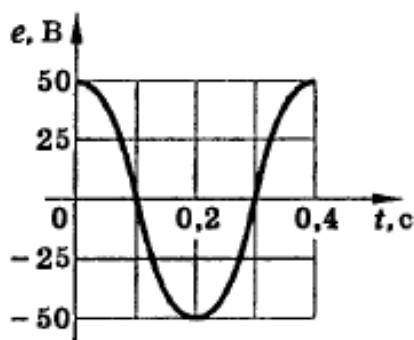


Рис. 62.

19. каково сопротивление конденсатора ёмкостью 4 мкФ в цепях с частотой переменного тока 50 и 400 Гц?

20. Каково индуктивное сопротивление катушки индуктивностью 0,2 Гн при частоте тока 50 Гц? 400 Гц?

Раздел 5. Оптика

Тема 5.1 Природа света. Волновые свойства света

Методические указания к решению задач

При решении задач по геометрической оптике

1. Изобразить ход лучей в оптической системе. Сплошными линиями показать лучи, дающие действительное изображение, а пунктирными линиями - продолжение лучей, которые образуют мнимые изображения.

2. Записать формулы, выражающие законы геометрической оптики и при необходимости соотношения, которые вытекают из геометрических построений.

3. Составить уравнения для нахождения неизвестной величины. Решить уравнения относительно искомой величины.

При решении задач по волновой оптике

1. Найти оптическую разность хода лучей при интерференции. Записать условия максимума и минимума. Определить искомую величину.

2. Записать условие максимума для дифракции на дифракционной решётке. При необходимости использовать соотношения, вытекающие из геометрических построений.

3. Решить относительно искомой величины.

Задачи для самостоятельного решения

1. Установите соответствие между физическими понятиями и примерами этих понятий. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца.

Физические понятия

- А) физическая величина;
- Б) физическое явление;
- В) физический закон (закономерность).

Примеры

- 1) дифракционная решётка;
- 2) световой луч на границе воздух-стекло меняет направление своего распространения;
- 3) для луча, отражённого на границе двух сред, угол падения равен углу отражения;
- 4) длина световой волны;
- 5) солнечный спектр.

2. Установите соответствие между физическими понятиями и примерами этих понятий. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца.

Физические понятия

- А) физическая величина;
- Б) единица физической величины;
- В) физический прибор.

Примеры

- 1) фокальная плоскость линзы;
- 2) фокусное расстояние линзы;
- 3) диоптрия;
- 4) дисперсия;
- 5) телескоп.

3. Установите соответствие между техническими устройствами и физическими явлениями, лежащими в основе их работы. К каждому техническому устройству из первого столбца подберите физическое явление из второго столбца.

Технические устройства	Физические явления
А) зеркальный перископ;	1) преломление света;
Б) проекционный аппарат.	2) отражение света;
	3) дисперсия света;
	4) поглощение света.

4. На границе воздух – стекло световой луч частично отражается, частично преломляется (см.рисунок 63). Какой цифрой обозначен преломлённый луч? 1) 1; 2) 2; 3) 3; 4) 2 или 3.

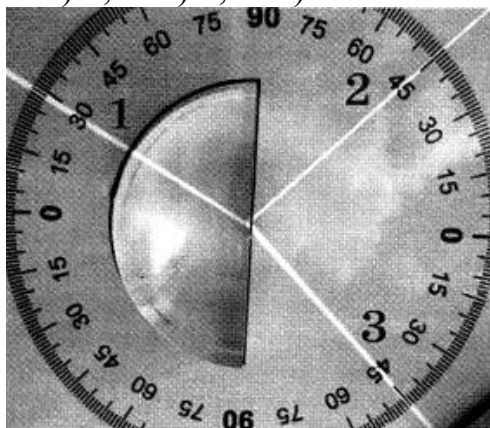


Рис. 63.

5. Луч света, выходя из воздуха, преломляется на границе воздух – стекло (см.рисунок 64). Какой из лучей (1-4) соответствует преломлённому лучу?

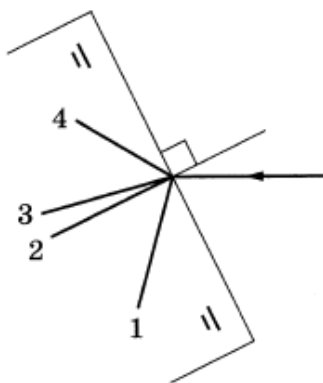


Рис. 64.

6. Каким должен быть угол падения, чтобы отраженный луч составлял с падающим лучом угол 50° ?

- 1) 20° ; 2) 50° ; 3) 25° ; 4) 100° .

7. Луч света падает на плоское зеркало. Угол отражения равен 120° . Угол между падающим лучом и зеркалом равен

- 1) 120° ; 2) 1020° ; 3) 240° ; 4) 780° .

8. Луч света падает на плоское зеркало. Угол отражения равен 16° . Угол между падающим лучом и зеркалом...

9. Каким должен быть угол падения, чтобы отраженный луч составлял с падающим лучом угол 74° ?

10. Каким должен быть угол отражения, чтобы отраженный луч составлял с падающим лучом угол 68° ?

11. Луч света падает на плоское зеркало. Угол падения равен 22° . Угол между падающим лучом и зеркалом...

12. Каким должен быть угол падения, чтобы отраженный луч составлял с падающим лучом угол 110° ?

13. Луч света падает на плоское зеркало. Угол отражения равен 54° . Угол между падающим лучом и зеркалом...

14. На границе воздух – стекло световой луч частично отражается, частично преломляется (см.рисунок 65). Чему равен угол преломления?

- 1) 35° ; 2) 40° ; 3) 65° ; 4) 70° .

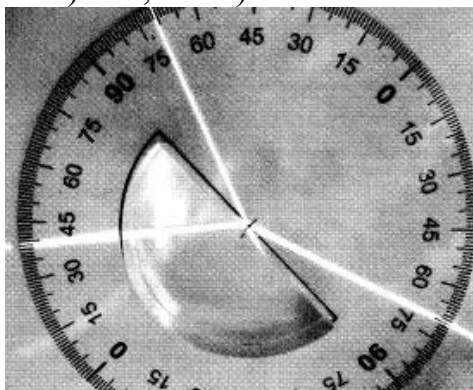


Рис. 65.

15. Для определения показателя преломления стекла узкий пучок света (световой луч) направили на стеклянный полуцилиндр, закреплённый на оптической шайбе (см.рисунок 66). По результатам эксперимента изобразили ход падающего и преломлённого световых лучей. Показатель преломления стекла оказался равным?

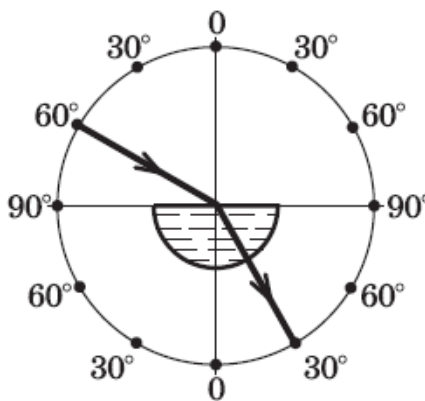


Рисунок 66.

16. Собирающая линза, используемая в качестве лупы, дает изображение:

- 1) действительное увеличенное;
2) мнимое уменьшенное;
3) мнимое увеличенное;
4) действительное уменьшенное.

17. Параллельный пучок лучей, падающих на линзу, всегда пересекается в одной точке, находящейся...

- 1) в оптическом центре;

- 2) в фокусе;
- 3) на фокальной плоскости;
- 4) в удвоенном фокусе.

18. На рисунке 67 изображены оптическая ось OO_1 тонкой линзы, предмет A и его изображение A_1 , а также ход двух лучей, участвующих в образовании изображения. В какой точке находится оптический центр линзы?

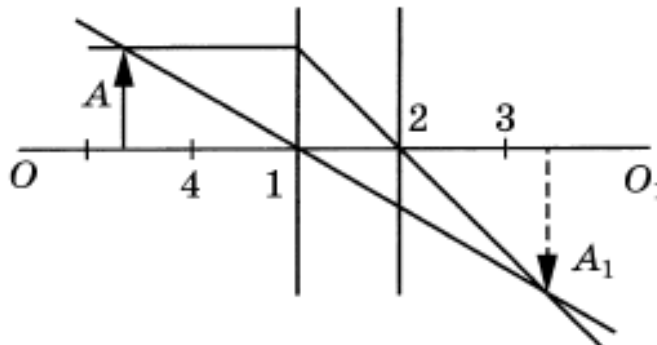


Рис. 67.

19. На рисунке 68 показан ход лучей, преломленных собирающей линзой. В какой точке находится фокус этой линзы?

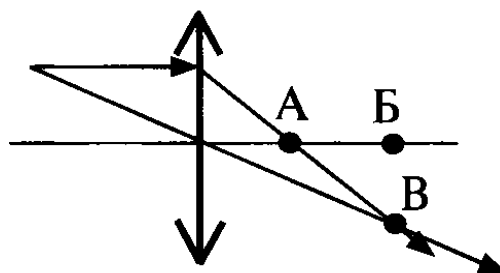


Рис. 68.

20. Явление отклонения от прямолинейного распространения волн, огибания волнами препятствий, называют...

- 1) дисперсией; 2) интерференцией; 3) дифракцией; 4) поляризацией.

Раздел 6. Квантовая физика

Тема 6.1 Квантовая оптика. Физика атома и атомного ядра

Методические указания к решению задач

При решении задач по квантовой оптике

1. Установить связь между волновыми и квантовыми характеристиками частиц.

2. Применить законы сохранения энергии и импульса при взаимодействии фотонов с другими частицами.

При решении задач по теме: «Физика атома и атомного ядра»

1. Учитывать квантовый характер энергии атома, энергии поглощённых и излученных квантов света (фотонов).

2. При любых ядерных взаимодействиях учитывать законы сохранения энергии, импульса, зарядного и массового числа.

3. при расчёте энергии, выделяющейся при ядерных взаимодействиях, применять закон взаимосвязи массы и энергии.

Задачи для самостоятельного решения

1. Энергия кванта выражается формулой:

1) $E = h\nu$; 2) $E = h\lambda/c$; 3) $E = h\nu/\lambda$; 4) $E = h\lambda$.

2. Какое из приведенных ниже уравнений определяет красную границу фотоэффекта с поверхности которой, работа выхода электронов равна A ?

1) $E + \frac{A}{h}$; 2) $\nu = \frac{A}{h}$; 3) $h\nu = E + A$; 4) $A = E - h\nu$; 5) $E = h\nu - A$.

3. Что называется «красной границей» фотоэффекта?

1) Максимальная частота волны для каждого вещества, при которой наблюдается фотоэффект;

2) Минимальная частота волны для каждого вещества, при которой наблюдается фотоэффект.

4. Какой из перечисленных ниже величин пропорциональна энергия кванта?

1) длине волны;

2) частоте колебаний;

3) времени излучения;

4) электрическому заряду ядра;

5) скорости фотона.

5. Как называется коэффициент пропорциональности между энергией кванта и частотой колебаний?

1) постоянная Больцмана;

2) постоянная Ридберга;

3) постоянная Авогадро;

4) постоянная Фарадея;

5) постоянная Планка.

6. Минимальная порция энергии, излучаемой или поглощаемой телом, называется:

1) атомом; 2) квантом; 3) эфиром; 4) кварком.

7. Возникнет ли фотоэффект в цинке под действием облучения, имеющего длину волны 450 нм?

8. Какую максимальную кинетическую энергию имеют электроны, вырванные из оксида бария, при облучении светом частотой 1 ПГц?

9. Какой длины волны надо направить свет на поверхность цезия, чтобы максимальная скорость фотоэлектронов была 2 Мм/с?

10. Каков импульс фотона ультрафиолетового излучения с длиной волны 100 нм?

11. Установите соответствие между физическими понятиями и их определениями. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца.

Физические понятия

Определения

- | | |
|-------------|--|
| А) нейтрон | 1) отрицательно заряженная элементарная частица; |
| Б) электрон | 2) частица, имеющая нулевую массу; |
| В) молекула | 3) наименьшая частица вещества, несущая его химические свойства; |
| | 4) положительно заряженная элементарная частица; |
| | 5) частица, входящая в состав атомного ядра. |

12. Сколько нейтронов содержит ядро атома железа $^{56}_{26}\text{Fe}$?

13. В ядре нейтрального атома с массовым числом $A=58$ содержится 32 нейтрона. Сколько электронов содержится в электронной оболочке этого атома?

14. На рисунке 69 представлен фрагмент Периодической системы химических элементов. Используя данные, выберите два верных утверждения.

- 1) ядро лития содержит 3 протона;
- 2) ядро положительного иона фтора содержит 10 протонов;
- 3) ядро бора содержит 10 нейтронов;
- 4) нейтральный атом бериллия содержит 9 электронов;
- 5) в результате электронного бета-распада ядра углерода-14 образуется ядро азота-14.

Li	3	Be	4	5	B	6	C	7	N	8	O	9	F
Литий		Бериллий			Бор		Углерод		Азот		Кислород		Фтор
6,94		9,013		10,82		12,011		14,008		16		19	

Рисунок 69.

15. На рисунке 69 представлен фрагмент Периодической системы химических элементов. Используя данные, выберите два верных утверждения.

- 1) ядро лития содержит 7 нейтронов;
- 2) ядро положительного иона фтора содержит 9 протонов;
- 3) ядро бора содержит 10 нейтронов;
- 4) нейтральный атом бериллия содержит 4 электрона;
- 5) в результате электронного бета-распада ядра углерода-14 образуется ядро бора-10.

16. Используя фрагмент Периодической системы химических элементов, представленный на рисунке 70, определите, сколько протонов содержится в ядре свинца-206.

79 Au Золото 197	80 Hg Ртуть 200,61	81 Ta Таллий 204,39	82 Pb Свинец 207,21	83 Bi Висмут 209	84 Po Полоний [210]	85 At Астатин [210]	86 Rn Радон [222]
------------------------	--------------------------	---------------------------	---------------------------	------------------------	---------------------------	---------------------------	-------------------------

Рисунок 70.

17. Сколько протонов Z и сколько нейтронов N в ядре атома урана ${}^{238}_{92}\text{U}$?

1) $Z=92, N=92$; 2) $Z=146, N=146$; 3) $Z=238, N=92$; 4) $Z=92, N=146$.

18. Сколько протонов Z и сколько нейтронов N в ядре атома углерода ${}^{14}_6\text{C}$?

1) $Z=6, N=14$; 2) $Z=14, N=6$; 3) $Z=6, N=8$; 4) $Z=8, N=6$.

19. Чему равно зарядовое и массовое число частицы X , которая выделяется в результате ядерной реакции: ${}^{14}_7\text{N} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^{17}_8\text{O} + X$?

20. В результате β -распада из атомного ядра вылетел электрон. Как в результате изменилось число протонов и число нейтронов в ядре?

21. Атомное ядро претерпело альфа-распад. Как в результате изменилось число протонов и число нейтронов в ядре?

22. Ядро урана ${}^{238}_{92}\text{U}$ претерпевает один бета-распад и один альфа-распад. Чему равно зарядовое и массовое число получившегося в результате обоих распадов ядра?

23. На рисунке 71 дан график изменения числа ядер находящегося в пробирке радиоактивного изотопа с течением времени. Каков период полураспада этого изотопа?

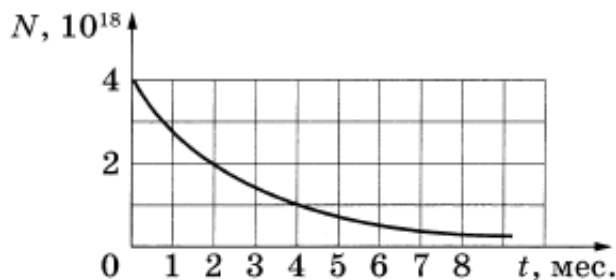
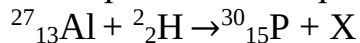


Рисунок 71.

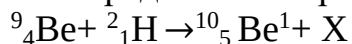
24. активность радиоактивного элемента уменьшилась в 4 раза за 8 суток. Найти период полураспада.

25. Определить второй продукт X ядерной реакции:



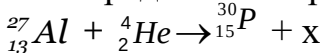
1) α - частица ${}^4_2\text{He}$; 2) нейтрон 1_0n ; 3) протон 1_1p .

26. Определить второй продукт X ядерной реакции



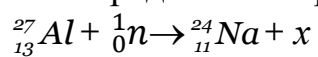
1) α - частица; 2) электрон; 3) нейтрон.

27. Определите второй продукт X ядерной реакции:



1) α - частица; 2) электрон; 3) нейтрон.

28. Определите второй продукт X ядерной реакции:



1) α - частица; 2) электрон; 3) нейтрон.

29. В результате какого радиоактивного распада плутоний ${}_{94}^{239}\text{Pu}$ превращается в уран ${}_{92}^{235}\text{U}$?

30. Написать реакцию α -распада урана ${}_{92}^{238}\text{U}$ и β -распада свинца ${}_{82}^{209}\text{Pb}$?

Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
мега	М	10^6	милли	м	10^{-3}
кило	к	10^3	микро	мк	10^{-6}
гекто	г	10^2	нано	н	10^{-9}
деци	д	10^{-1}	пико	п	10^{-12}
санتي	с	10^{-2}	фемто	ф	10^{-15}

Константы

Ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
Гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$
Газовая постоянная	$R = 8,31 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)}$
Постоянная Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
Постоянная Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ 1/моль}$
Скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
Коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$
Заряд электрона	$e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
Постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

Плотность

бензин	$710 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	древесина (сосна)	$400 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
спирт	$800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	парафин	$900 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
керосин	$800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	лёд	$900 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
масло машинное	$900 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	алюминий	$2700 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
вода	$1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	мрамор	$2700 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
молоко цельное	$1030 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	цинк	$7100 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
вода морская	$1030 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	сталь, железо	$7800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
глицерин	$1260 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	медь	$8900 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
ртуть	$13\ 600 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	свинец	$11\ 350 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$

Температура плавления		Температура кипения	
свинца	327 °С	воды	100 °С
олова	232 °С	спирта	78 °С
льда	0 °С		

Нормальные условия: давление 10^5 Па, температура 0 °С

Удельная

теплоёмкость воды	$4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{С}}$	теплота парообразования воды	$2,3 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
теплоёмкость спирта	$2400 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{С}}$	теплота парообразования спирта	$9,0 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
теплоёмкость льда	$2100 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{С}}$	теплота плавления свинца	$2,5 \cdot 10^4 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
теплоёмкость алюминия	$920 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{С}}$	теплота плавления стали	$7,8 \cdot 10^4 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
теплоёмкость стали	$500 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{С}}$	теплота плавления олова	$5,9 \cdot 10^4 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
теплоёмкость цинка	$400 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{С}}$	теплота плавления льда	$3,3 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
теплоёмкость меди	$400 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{С}}$	теплота сгорания спирта	$2,9 \cdot 10^7 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
теплоёмкость олова	$230 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{С}}$	теплота сгорания керосина	$4,6 \cdot 10^7 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
теплоёмкость свинца	$130 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{С}}$	теплота сгорания бензина	$4,6 \cdot 10^7 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
теплоёмкость бронзы	$420 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{С}}$		

Удельное электрическое сопротивление, $\frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$ (при 20 °С)

серебро	0,016	никелин	0,4
медь	0,017	нихром (сплав)	1,1
алюминий	0,028	фехраль	1,2
железо	0,10		

Астрономические постоянные

Масса Земли	$6 \cdot 10^{24}$ кг
Масса Солнца	$2 \cdot 10^{30}$ кг
Расстояние между Землёй и Солнцем 1 астрономическая единица	1 а.е. $\approx 1,5 \cdot 10^{11}$ м
Примерное число секунд в году	$3 \cdot 10^7$ с

Соотношения между различными единицами

Температура	$0 \text{ К} = -273 \text{ }^{\circ}\text{С}$
Атомная единица массы	$1 \text{ а.е.м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
1 атомная единица массы эквивалентна	931,5 МэВ
Электронвольт	$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$

Нормальные условия: давление 10^5 Па , температура $0 \text{ }^{\circ}\text{С}$

Масса частиц

электрона	$9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} \approx 5,5 \cdot 10^{-4} \text{ а.е.м.}$
протона	$1,673 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,007 \text{ а.е.м.}$
нейтрона	$1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,009 \text{ а.е.м.}$

Библиографический список:

Интернет-ресурсы:

<http://gia.edu.ru/> Официальный информационный портал ГИА.

<http://www.centrobrazovanie.ru/> подготовительные курсы, видеоуроки.

<http://www.youtube.com/playlist?list=PL719BC12114957400&feature=plcp>
фрагменты уроков.

<http://www.ege.edu.ru> - официальный информационный портал ЕГЭ.
Основные сведения, правила и процедура проведения, шкалирование
результатов, демонстрационные материалы.

<http://www1.ege.edu.ru/gia> - официальный информационный портал ГИА.
Основные сведения, правила и процедура проведения, оценивание,
демонстрационные материалы.

<http://www.fipi.ru> - Федеральный институт педагогических измерений.
Нормативные документы, КИМы, шкалирование, оценивание.

<https://math-oge.sdamgia.ru/> СДАМ ГИА: РЕШУ ОГЭ Образовательный
портал для подготовки к экзаменам

<http://opencollection.ru> многоцелевой открытый банк заданий по ЕГЭ.

<http://test.mioo.ru/or/sch/Main> - система централизованной проверки (онлайн -
тестирование на основе диагностических работ).