

Министерство образования и науки Российской Федерации  
**Муромский институт (филиал)**  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования  
**«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(МИ ВлГУ)**

**Отделение среднего профессионального образования**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ  
ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ  
ПРИ ИЗУЧЕНИИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Физика  
наименование дисциплины

15.02.08 Технология машиностроения  
код и наименование специальности

Программа подготовки специалистов среднего звена

Муром, 2017 г.

## ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств (ФОС) для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине «Физика» разработан в соответствии с рабочей программой, входящей в программу подготовки специалистов среднего звена по специальности 15.02.08 «Технология машиностроения»

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Наименование оценочного средства
1	Введение в информатику	тест, вопросы для устного опроса
2	Компьютер и программное обеспечение	тест, вопросы для устного опроса
3	Информация. Двоичное кодирование информации	тест, вопросы для устного опроса
4	Информационные технологии	тест, вопросы для устного опроса
5	Основы логики и логические основы компьютера	тест, вопросы для устного опроса
6	Основы алгоритмизации и программирования	тест, вопросы для устного опроса
7	Информационные модели	тест, вопросы для устного опроса
8	Хранение, поиск и обработка информации в базах данных	тест, вопросы для устного опроса
9	Коммуникационные технологии	тест, вопросы для устного опроса
10	Информатизация общества	тест, вопросы для устного опроса

Комплект оценочных средств по дисциплине «Физика» предназначен для аттестации обучающихся на соответствие их персональных достижений поэтапным требованиям образовательной программы, в том числе рабочей программы дисциплины «Физика», для оценивания результатов обучения: знаний и умений.

Комплект оценочных средств по дисциплине «Физика» включает:

1. Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости:
  - тесты для проведения рейтинг-контроля;
  - контрольные работы;
  - вопросы для устного опроса.
2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме:
  - тесты по изученным темам;
  - вопросы для устного опроса.

## **Показатели, критерии и шкала оценивания знаний и умений текущего контроля знаний по учебной дисциплине «Физика»**

Текущий контроль знаний, согласно Положению о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся (далее Положение), в рамках изучения дисциплины «Физика» предполагает выполнение заданий по лабораторным работам, тестирование, контрольные работы и устный опрос.

### **Регламент проведения и оценивание устного опроса**

В целях закрепления пройденного материала и углубления теоретических знаний по разделам дисциплины «Физика» предполагается выполнение устных опросов студентов, что позволяет углубить процесс освоения, раскрыть понимание прикладной значимости осваиваемой дисциплины.

### **Регламент проведения мероприятия**

№	Вид работы	Продолжительность
1.	Предел длительности опроса	До 5 мин.
2.	Дискуссия	1 мин.
3.	Комментарии преподавателя	1 мин.
	Итого (в расчете на один опрос)	До 7 мин.

### **Критерии оценки устного ответа**

Устные ответы оцениваются по следующим критериям:

- *содержание ответа* (соблюдение объема ответа, соответствие теме, отражение всех аспектов, указанных в задании).
- *использование терминологии предметной области* (знание основных понятий по теме вопроса, владение специальной терминологией и ее использование при ответе)
- *взаимодействие с собеседником* (умение логично и связно вести беседу, соблюдать очередность при обмене репликами, давать аргументированные и развернутые ответы на вопросы собеседника, умение начать и поддерживать беседу).

Оценка	Критерии оценивания
<b>5 баллов</b>	Ответ на вопрос раскрыт полностью; в представленном ответе обоснованно получен правильный результат; в ответе отражены все аспекты, указанные в вопросе; стилевое оформление речи соответствует теме вопроса, аргументация ответа на уровне.
<b>4 балла</b>	Ответ дан полностью, но нет достаточного обоснования или при верном ответе допущена незначительная ошибка, не влияющая на правильную последовательность рассуждений, или не отражены некоторые аспекты, указанные в задании; аргументация ответов не всегда на соответствующем уровне.
<b>3 балла</b>	Ответы даны частично, не в полной мере соответствует теме; не отражены некоторые аспекты, указанные в задании; стилевое оформление ответа не в полной мере соответствует типу задания
<b>2 балла</b>	Ответ неверен или отсутствует; учащийся не понимает смысла задания.

## Регламент проведения и оценивание тестирования студентов

В целях закрепления теоретического материала и контроля теоретических знаний по разделам дисциплины «Физика» предполагается выполнение тестирования студентов.

### Регламент проведения тестирования

№	Вид работы	Продолжительность
1.	Предел длительности тестирования	40 мин.
2.	Внесение исправлений	5 мин.
	Итого (в расчете на тест)	45 мин.

### Критерии оценки тестирования студентов

Оценка выполнения тестов	Критерии оценки
<i>1 балл за правильный ответ на 1 вопрос</i>	<i>правильно выбранный вариант ответа (в случае закрытого теста), правильно вписанный ответ (в случае открытого теста)</i>

## ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ «Физика»

*Блок I – знать*

### Кинематика точки и твёрдого тела

#### Проверка лекционного материала

1. Поезд через 10 с после начала движения приобретает скорость 0,6 м/с. Через какое время от начала движения скорость поезда станет равна 3 м/с? Движение считать прямолинейным и равноускоренным. (Отв.: 50с)
2. Шарик, скатываясь с наклонного желоба из состояния покоя, за первую секунду прошел путь 10 см. Какой путь он пройдет за 3 с? (Отв.: 90 см)
3. Пуля в стволе автомата Калашникова движется с ускорением  $616 \text{ км/с}^2$ . Какова скорость вылета пули, если длина ствола 41,5 см? (Отв.: 715 м/с)
4. Зависимость скорости материальной точки от времени задана формулой  $v_x = 6t$ . Написать уравнение движения  $x = x(t)$ , если в начальный момент  $t = 0$  движущаяся точка находилась в начале координат ( $x = 0$ ). Вычислить путь, пройденный точкой за 10 с. (Отв.:  $x = 3t^2$ , 300 м).

5. Уравнение движения точки имеет вид  $x = 0,4t^2$ . Написать зависимость  $v_x(t)$  и построить ее график. Пользуясь графиком, вычислить путь, пройденный точкой за 4 с. (Отв.: 6,4 м).
6. Движения двух мотоциклистов заданы уравнениями  $x_1 = 15 + t^2$  и  $x_2 = 8t$ . Найти время и место их встречи. (Отв.: 3 и 5 с, 24 и 40 м).
7. Чему равна средняя скорость движения автомобиля на всем пути, если первую половину пути он двигался со скоростью 70 км/ч, а вторую половину пути — со скоростью 30 км/ч?
8. Систему отсчета образуют
1. тело отсчета и система координат, связанная с ним
  2. тело отсчета и прибор для измерения времени
  3. система отсчета и прибор для измерения времени
  4. тело отсчета и система координат, связанная с ним, и прибор для измерения времени
9. Из предложенных формулировок выберите закон сложения скоростей.
1. скорость тела в неподвижной системе отсчета равна сумме скорости этого тела в подвижной системе отсчета и скорости подвижной системы отсчета относительно неподвижной
  2. скорость тела в неподвижной системе отсчета равна скорости подвижной системы отсчета
  3. скорость тела в неподвижной системе отсчета равна скорости тела в подвижной системе отсчета
  4. скорость тела в подвижной системе отсчета равна сумме скорости этого тела в неподвижной системе отсчета и скорости подвижной системы отсчета относительно неподвижной
10. Перемещение – это:
1. Линия, которую описывает движущееся тело.
  2. Вектор, проведенный из начального положения тела в его конечное положение.
  3. Длина траектории, по которой двигалось тело.
  4. Нет правильного ответа.
11. Механику макроскопических тел, движущихся с малыми скоростями, называют:
1. Релятивистской.
  2. Классической.
  3. Квантовой.
  4. Нет правильного ответа.

12. Указать, в каком из приведенных случаях изучаемое тело можно принять за материальную точку:
1. Вычисляют давление трактора на грунт.
  2. Рассчитывают дальность полета артиллерийского снаряда.
  3. Рассчитывают форму снаряда, обеспечивающую уменьшение сопротивления воздуха.
  4. Определяют объем стального шарика, пользуясь измерительным цилиндром (мензуркой).
13. Совокупность системы координат и часов, связанных с телом отсчета, называется:
1. Инерциальной системой.
  2. Механической системой.
  3. Системой отсчета.
  4. Нет правильного ответа.
14. Мяч упал с высоты 5 м, отскочил от пола и был пойман на высоте 2 м. Чему равна длина пройденного мячом пути?
15. Длина участка траектории, по которой двигалось тело в рассматриваемый промежуток времени, это:
1. Перемещение.
  2. Путь.
  3. Радиус-вектор.
  4. Нет правильного ответа.
16. Механику, изучающую движение микроскопических тел, называют:
1. Релятивистской.
  2. Классической.
  3. Квантовой.
  4. Нет правильного ответа.
17. Вертолет, пролетев в горизонтальном полете по прямой 40 км, повернул под углом  $90^\circ$  и пролетел еще 30 км. Определить перемещение вертолета.
18. На какое расстояние от Земли удалится камень за 2 с, если он брошен вертикально вверх с начальной скоростью 20 м/с? Сопротивление воздуха мало.
19. Определите скорость тела в конце свободного падения, если оно от начала движения прошло путь 31,25 м.
20. Чему равно ускорение пули в доске, если, двигаясь со скоростью 50 м/с, пуля проникает в доску на глубину 5 см?

21. Камень, брошенный вертикально вверх с поверхности Земли со скоростью 20 м/с, упал обратно на Землю. Сопротивление воздуха мало. Сколько времени камень находился в полете?
22. Тело брошено со скоростью 10 м/с под углом  $30^\circ$  к горизонту. Не учитывая сопротивления воздуха, определить величину скорости тела (в м/с) через 0,5 с после начала движения. Принять  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .
1. 5
  2.  $5\sqrt{3}$
  3.  $10\sqrt{3}$
  4.  $\sqrt{3}$
23. На какое расстояние от Земли удалится камень за 2 с, если он брошен вертикально вверх с начальной скоростью 20 м/с? Сопротивление воздуха мало.
24. Тело брошено горизонтально со скоростью 10 м/с. Не учитывая сопротивления воздуха, определить величину скорости тела (в м/с) через 0,5 с после начала движения. Принять  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .
1. 5
  2.  $5\sqrt{3}$
  3.  $5\sqrt{5}$
  4.  $10\sqrt{3}$
25. Определите скорость тела в конце свободного падения, если оно от начала движения прошло путь 31,25 м.

*Блок 2 - уметь*

### **Проверка практического материала**

1. В течение какого времени пассажир, сидящий у окна поезда, идущего со скоростью 54 км/ч, будет видеть встречный поезд, идущий со скоростью 36 км/ч, если его длина равна 150 м?
2. По двум параллельным путям в одном направлении идут два поезда: товарный длиной 630 м со скоростью 48,6 км/ч и электричка длиной 120 м со скоростью 102,6 км/ч. В течение какого времени электричка будет обгонять товарный поезд?
3. Катер идет по течению реки из пункта А в пункт В 3 часа, а обратно — 6 часов. За какое время проплывет расстояние АВ спасательный круг?

4. Между двумя пунктами, расположенными на реке на расстоянии 100 км друг от друга, курсирует катер. Катер проходит это расстояние за 4 ч, а обратно — за 10 ч. Определите скорость течения реки.
5. Из середины колонны автомобилей, движущейся со скоростью 10 км/ч, одновременно выезжают два мотоциклиста, один в голову колонны, а другой — в хвост. С какой скоростью двигались мотоциклисты, если их скорости были одинаковыми, а время движения одного мотоциклиста оказалось вдвое меньше, чем другого?
6. Рыбак плывет вверх по реке. Проезжая под мостом, он уронил в воду запасное весло. Через час он обнаружил потерю и, повернув назад, догнал весло в 6 км ниже моста. Какова скорость течения реки, если рыбак все время греб одинаково?
7. Человек бежит по эскалатору. В первый раз он насчитал 50 ступенек. Во второй раз, двигаясь в ту же сторону со скоростью в три раза большей, он насчитал 75 ступенек. Сколько ступенек насчитал бы человек на неподвижном эскалаторе?
8. Колонна автомобилей, движущаяся со скоростью  $v_1$ , въезжает на ремонтируемый участок дороги, по которой она может двигаться со скоростью не больше  $v_2$ . При каком минимальном расстоянии между автомобилями они не будут сталкиваться, если длина каждого автомобиля равна  $l$ ?
9. Движущийся автомобиль издает звуковой сигнал длительностью  $t_1$ . Сигнал отражается от стены большого здания, находящегося в направлении движения автомобиля. Длительность отраженного сигнала, измеренная в автомобиле, равна  $t_2$ . С какой скоростью движется автомобиль, если скорость звука в воздухе равна  $c$ ?
10. Автомобиль, движущийся параллельно длинной стене, издает короткий звуковой сигнал. Через время  $t$  водитель услышал отраженный от стены сигнал. Определить скорость автомобиля, если он едет на расстоянии  $L$  от стены, а скорость звука равна  $c$ .
11. Два тела движутся навстречу друг другу и расстояние между ними уменьшается на 16 м за каждые 10 с. Если эти тела с такими же скоростями движутся в одну сторону, то расстояние между ними увеличивается на 3 м за каждые 5 с. Найти скорость каждого тела.
12. Два автобуса одновременно выехали из пункта А в пункт В. Один из них первую половину пути ехал со скоростью  $v_1$ , а вторую половину — со скоростью  $v_2$ . Второй автобус двигался со скоростью  $v_1$  первую половину



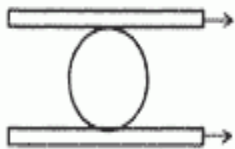
- времени своего движения от А до В, а вторую половину – со скоростью  $v_2$ . Определить среднюю скорость движения каждого автобуса, если  $v_1 = 30$  км/ч, а  $v_2 = 40$  км/ч.
13. Поезд половину пути проехал со скоростью 72 км/ч, а вторую половину — в 1,5 раза медленнее. Определить среднюю скорость на всем пути.
14. Велосипедист ехал из одного города в другой. Половину пути он проехал со скоростью  $v_1 = 12$  км/ч. Далее половину оставшегося времени движения он ехал со скоростью  $v_2 = 6$  км/ч, а затем до конца шел пешком со скоростью  $v_3 = 4$  км/ч. Определить среднюю скорость велосипедиста на всем пути.
15. Первую половину времени тело движется со скоростью 60 м/с под углом  $30^\circ$  к заданному направлению, а вторую — под углом  $120^\circ$  к тому же направлению со скоростью 80 м/с. Найти среднюю скорость перемещения.
16. Два автомобиля одновременно выезжают из города А в город В. Один автомобиль ехал с постоянной скоростью  $v$  по прямой дороге, соединяющей города А и В. Второй ехал по дороге, представляющей дугу полуокружности, диаметром которой является прямая АВ. В город В автомобили приехали тоже одновременно. Определить среднюю скорость второго автомобиля.
17. Два автомобиля одновременно выехали из одного города в другой. Первый автомобиль ехал всю дорогу с постоянной скоростью  $v$ . Второй автомобиль ехал по той же дороге со скоростью, зависимость которой от времени представляет полуокружность в осях  $v$  от  $t$ . Определить начальную скорость второго автомобиля  $v_0$ , если в конечный пункт оба автомобиля приехали одновременно.
18. По дороге едет колонна автомобилей со скоростью 20 км/ч. Из середины колонны одновременно отправляются два мотоциклиста: один в голову колонны, другой в хвост. Первый мотоциклист приехал к месту на 6 минут раньше второго. Какова длина колонны, если скорость мотоциклистов одинакова и равна 30 км/ч?
19. Катер проходит расстояние между двумя пунктами на реке по течению за время  $t_1 = 3$  часа, а против течения за  $t_2 = 6$  часов. Средняя скорость катера при движении туда и сразу обратно 10 км/ч. Найти собственную скорость катера и скорость течения реки.
20. Зависимость скорости автомобиля от времени представлена на рисунке. Определить среднюю скорость автомобиля.

21. Летящий звездолет посылает вперед радиосигналы длительностью  $t_1$ . Внезапно он начинает принимать сигналы отраженные от находящегося впереди препятствия, длительность которых  $t_2$ . С какой скоростью приближается звездолет к препятствию, если скорость распространения радиосигналов равна  $c$ ?
22. Велосипедист первую половину времени движения между двумя пунктами ехал со скоростью 30 км/ч, а вторую — со скоростью 15 км/ч. С какой средней скоростью велосипедист проехал вторую половину пути?
23. Катер прошел первую половину пути со скоростью в два раза большей, чем вторую. Средняя скорость на всем пути составила 1 м/с. Найти скорость катера на первой половине пути.
24. Под каким углом к берегу должна плыть лодка, чтобы волны от нее доходили до берега одновременно? Скорость лодки  $v$ , скорость волн на воде  $u$  ( $v > u$ ).
25. Стержень изготовлен из большого числа чередующихся отрезков, изготовленных из двух разных материалов. Длина отрезков из одного материала равна  $L_1$ , а скорость звука в них равна  $v_1$ . Для отрезков из другого материала длина и скорость звука равны  $L_2$  и  $v_2$ . Какова средняя скорость звука в стержне?
26. Мотоциклист за первые два часа проехал расстояние 90 км, а следующие 3 часа двигался со скоростью 50 км/ч. Какова средняя скорость на всем пути?
27. Две вертикальные стенки образуют двугранный угол равный  $15^\circ$ . В этот угол параллельно одной из стенок влетает маленький шарик. Сколько столкновений сделает шарик, прежде чем начнет двигаться в обратном направлении? Столкновения со стенками упругие.
28. Тело, свободно падающее из состояния покоя, в конце первой половины пути достигло скорости 20 м/с. С какой высоты падало тело?
29. Определить начальную скорость и ускорение автомобиля, если, двигаясь равноускоренно, за первые 3 с он прошел путь 18 м, а за первые 5 с — 40 м.
30. Тело свободно падает с высоты 540 м. Разделите эту высоту на три части, на прохождение которых тело затрачивает одинаковое время.

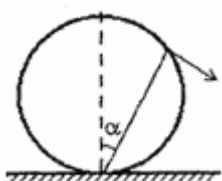
31. От движущегося поезда отцепился последний вагон. Поезд продолжает двигаться с той же скоростью. Найти отношение расстояний, пройденных поездом и вагоном к моменту остановки вагона. Движение вагона равнозамедленное.
32. Двигаясь равноускоренно, тело проходит некоторое расстояние. Скорость тела в начале пути  $v_1$ , а в конце  $v_2$ . Определить среднюю скорость  $V$  движения тела.
33. Тело движется равноускоренно из состояния покоя в течение некоторого времени. Найти отношение средних скоростей движения тела за вторую и за первую половины времени движения.
34. Два тела одновременно брошены с одинаковыми скоростями  $v_0$ : одно вниз с высоты  $h$ , другое — вверх. На какой высоте тела встретятся?
35. Тело, движущееся с ускорением  $1 \text{ м/с}^2$ , в некоторый момент времени проходит через точку А, имея скорость  $10 \text{ м/с}$ . На каком расстоянии от точки А находилось тело секунду назад?
36. Тело, пущенное вверх вдоль наклонной плоскости со скоростью  $1,5 \text{ м/с}$ , вернулось обратно со скоростью  $1 \text{ м/с}$ . Найти среднюю скорость тела на всем пути. Вверх и вниз тело двигалось с постоянным ускорением.
37. Тело движется равноускоренно из состояния покоя. Найти отношение скоростей тела в конце четвертого и в конце первого метров пути.
38. Отходящий от станции поезд на первом километре пути увеличил свою скорость на  $10 \text{ м/с}$ , а на втором — на  $5 \text{ м/с}$ . На каком километре среднее ускорение поезда было больше?
39. Если мимо стоящего на перроне пассажира первый вагон тронувшегося поезда проходит за  $10 \text{ с}$ , то за какое время мимо него пройдет весь поезд, состоящий из 16-ти вагонов? Поезд движется равноускоренно.
40. Тело движется из состояния покоя равноускоренно. Во сколько раз путь, пройденный телом за восьмую секунду движения, больше пути, пройденного за третью секунду?
41. Расстояние между двумя свободно падающими каплями через время  $2 \text{ с}$  после начала падения второй капли было  $25 \text{ м}$ . На сколько позднее первой начала падать вторая капля?
42. Скорость автомобиля за  $20 \text{ с}$  уменьшилась с  $20 \text{ м/с}$  до  $10 \text{ м/с}$ . С каким средним ускорением двигался автомобиль?

43. Во сколько раз необходимо увеличить начальную скорость вертикально вверх брошенного тела, чтобы высота подъема увеличилась вдвое?
44. Бросив камень в колодец, наблюдатель через время  $t$  услышал всплеск воды. Определить глубину колодца. Скорость звука в воздухе равна  $c$ .
45. Торможение поезда началось на расстоянии 200 м от станции. На каком расстоянии от станции окажется поезд, идущий со скоростью 30 м/с, через 7 с после начала торможения с ускорением  $-5 \text{ м/с}^2$ ?
46. Равнозамедленно движущееся тело проходит два последовательных одинаковых участка длиной  $l$  за времена  $t$  и  $2t$ . Найти скорость тела в начале первого участка и ускорение.
47. Тело, свободно падающее из состояния покоя, в конце первой половины пути достигло скорости 20 м/с. С какой высоты падало тело?
48. Определить начальную скорость и ускорение автомобиля, если, двигаясь равноускоренно, за первые 3 с он прошел путь 18 м, а за первые 5 с — 40 м.
49. Тело свободно падает с высоты 540 м. Разделите эту высоту на три части, на прохождение которых тело затрачивает одинаковое время.
50. От движущегося поезда отцепился последний вагон. Поезд продолжает двигаться с той же скоростью. Найти отношение расстояний, пройденных поездом и вагоном к моменту остановки вагона. Движение вагона равнозамедленное.
51. Двигаясь равноускоренно, тело проходит некоторое расстояние. Скорость тела в начале пути  $v_1$ , а в конце  $v_2$ . Определить среднюю скорость  $v$  движения тела.
52. Тело движется равноускоренно из состояния покоя в течение некоторого времени. Найти отношение средних скоростей движения тела за вторую и за первую половины времени движения.
53. Два тела одновременно брошены с одинаковыми скоростями  $v_0$ : одно вниз с высоты  $h$ , другое — вверх. На какой высоте тела встретятся?
54. Тело, движущееся с ускорением  $1 \text{ м/с}^2$ , в некоторый момент времени проходит через точку А, имея скорость 10 м/с. На каком расстоянии от точки А находилось тело секунду назад?

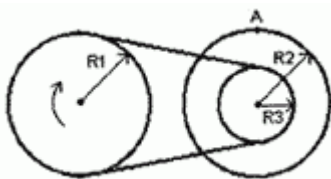
55. Тело, пущенное вверх вдоль наклонной плоскости со скоростью 1,5 м/с, вернулось обратно со скоростью 1 м/с. Найти среднюю скорость тела на всем пути. Вверх и вниз тело двигалось с постоянным ускорением.



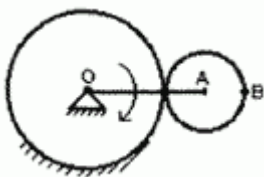
56. Цилиндр радиусом  $R$  зажат между двумя параллельными рейками (рисунок слева). Рейки движутся параллельно самим себе с постоянными скоростями  $v_1$  и  $v_2$ . Определить угловую скорость вращения цилиндра и линейную скорость его центра. Проскальзывания нет.



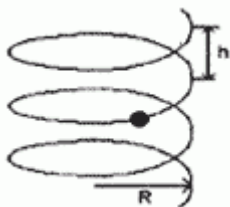
57. По горизонтальной дороге без проскальзывания катится тонкий обруч радиуса  $r$  со скоростью  $v_0$  (рисунок слева). Найти зависимость скорости точек обруча  $v$  от угла  $\alpha$ .



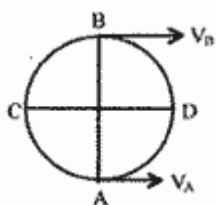
58. Два диска связаны между собой шкивом. Левый диск крутится с угловой скоростью  $\omega$ . Определить линейную скорость точки  $A$  правого диска (рисунок слева).



59. Кривошип  $OA$ , вращаясь с угловой скоростью  $\omega = 2,5 \text{ с}^{-1}$ , приводит в движение колесо радиусом  $r = 5 \text{ см}$ , катящееся по неподвижному колесу радиусом  $R = 15 \text{ см}$ . Найти скорость точки  $B$  (рисунок слева).

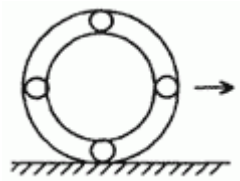


60. По вертикальной цилиндрической проволочной спирали с постоянной скоростью  $v$  соскальзывает бусинка (рисунок слева). Определить ускорение бусинки, если радиус витков спирали равен  $R$ , а шаг спирали —  $h$ .



61. Плоский обруч движется так, что в некоторый момент времени скорости концов диаметра  $AB$  лежат в плоскости обруча, перпендикулярны  $AB$  и равны  $v_A$  и  $v_B$ . Определить скорости точек  $C$  и  $D$ , если  $CD$  тоже

диаметр перпендикулярный АВ и эти скорости тоже лежат в плоскости обруча (рисунок слева).



62. Внешний радиус подшипника равен  $R$ , а радиус шариков —  $r$ . Подшипник катится по горизонтальной поверхности с постоянной скоростью  $v$  (рисунок слева). При этом внутренняя втулка не вращается. Определить угловую скорость вращения шариков.

Проскальзывания нет.

63. Направление вращения Земли вокруг своей оси совпадает с направлением ее вращения вокруг Солнца. Сколько суток было бы в году, если бы Земля вращалась вокруг своей оси в противоположную сторону?

64. При движении точки по окружности радиуса  $R$  центростремительное ускорение зависит от пройденного пути по закону  $a_{\text{ц}} = aS$ , где  $a$  — известная постоянная. Определить зависимость скорости точки от времени ( $v_0 = 0$ ).

## Законы механики Ньютона

### Проверка лекционного материала

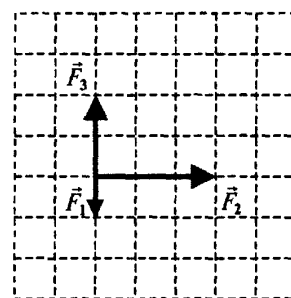
1. В инерциальной системе отсчета сила  $\vec{F}$  сообщает телу массой  $m$  ускорение  $\vec{a}$ . Как надо изменить величину силы, чтобы при уменьшении массы тела вдвое его ускорение стало в 4 раза больше?

1. Увеличить в 2 раза
2. Увеличить в 4 раза
3. Уменьшить в 2 раза
4. Оставить неизменной

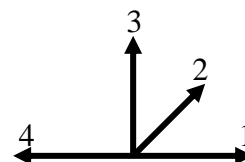
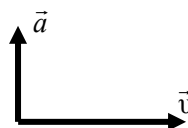
2. За какое время первоначально покоящееся тело соскользнет с неподвижной наклонной плоскости высотой  $h = 1,36$  м, наклоненной под углом  $\alpha = 45^\circ$  к горизонту, если коэффициент трения между ними равен  $\mu = 0,15$ ?

3. На тело, находящееся на горизонтальной плоскости, действуют три горизонтальные силы (см. рисунок). Каков модуль равнодействующей этих сил, если  $F_1 = 1$  Н?

1.  $\sqrt{10}$  Н
2. 6 Н
3. 4 Н
4.  $\sqrt{13}$  Н



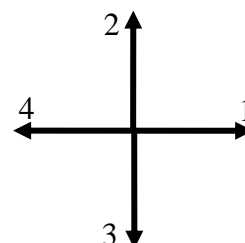
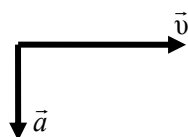
4. На левом рисунке представлены векторы скорости и ускорения тела. Какой из четырех векторов на правом рисунке указывает направление вектора равнодействующей сил, действующих на это тело?



1. 1
2. 2
3. 3
4. 4

5. Брусок скользит по неподвижной наклонной плоскости с углом наклона  $30^\circ$  к горизонту. С каким ускорением движется тело, если коэффициент трения скольжения  $\mu = 0,2$ ?

6. На левом рисунке представлены векторы скорости и ускорения тела. Какой из четырех векторов на правом



рисунке указывает направление вектора равнодействующей сил, действующих на это тело?

1. 1
2. 2
3. 3
4. 4

7. В инерциальной системе отсчета сила  $\vec{F}$  сообщает телу массой  $m$  ускорение  $\vec{a}$ . Как надо изменить массу тела, чтобы вдвое меньшая сила сообщала ему в четыре раза большее ускорение?

1. Увеличить в 2 раза
2. Уменьшить в 8 раз
3. Уменьшить в 2 раза
4. Оставить неизменной

8. Тело скользит по неподвижной наклонной плоскости, составляющей с горизонтом угол  $45^\circ$ , с постоянным ускорением  $a = 2\sqrt{3} \text{ м/с}^2$ . Найти коэффициент трения скольжения тела о плоскость.

9. Яблоко массой 0,3 кг падает с дерева. Выберите верное утверждение:

1. Яблоко действует на Землю с силой 3 Н, а Земля не действует на яблоко
2. Земля действует на яблоко с силой 3 Н, а яблоко не действует на Землю
3. Яблоко и Земля не действуют друг на друга
4. Яблоко и Земля действуют друг на друга с силой 3 Н

10. С вершины неподвижного клина, длина которого 2 м и высота 1 м, начинает скользить небольшое тело. Коэффициент трения между телом и клином  $\mu = 0,2$ . Определить время прохождения тела вдоль клина.

11. Скорость тела за каждую секунду увеличивается на 2 м/с. Как называется такое движение?

1. равнозамедленное
2. равномерное
3. равноускоренное
4. криволинейное

12. Чему равно ускорение?

1. отношению изменения скорости к промежутку времени, за которое это изменение произошло
2. произведению изменения скорости к промежутку времени, за которое это изменение произошло
3. отношению изменения промежутка времени к изменению скорости



4. отношению изменения координаты к промежутку времени, за которое это изменение произошло
13. Уравнение зависимости перемещения от времени имеет вид:  $S = -5t + 2t^2$ . Определите проекцию начальной скорости и проекцию ускорения.
1. 5 м/с; 2 м/с<sup>2</sup>
  2. 5 м/с; 4 м/с<sup>2</sup>
  3. -5 м/с; 2 м/с<sup>2</sup>
  4. -5 м/с; 4 м/с<sup>2</sup>
14. Автомобиль, трогаясь с места, движется с ускорением 2 м/с<sup>2</sup>. Какова будет скорость автомобиля через 5 секунд?
1. 25 м/с
  2. 2,5 м/с
  3. 10 м/с
  4. 5 м/с
15. Уравнения движения тел имеют вид:  $x_1 = 2 + 3t$ ;  $x_2 = 10$ ;  $x_3 = 10 - 3t^2$ . Определите вид движения тел. К каждой позиции первого столбика подберите соответствующую позицию второго столбика. Цифры могут повторяться.
- | <b>Тело</b> | <b>Вид движения</b> |
|-------------|---------------------|
| А) первое   | 1) покоится         |
| Б) второе   | 2) равномерное      |
| В) третье   | 3) равноускоренное  |
|             | 4) равнозамедленное |
16. Мотоциклист движется по прямой дороге со скоростью 6 м/с. Когда он проезжает мимо неподвижной машины, она начинает двигаться вслед за ним равноускоренно. Определите скорость машины в тот момент, когда она догонит мотоциклиста.
17. Тело начало двигаться из состояния покоя равноускоренно и в течение пятой секунды от начала движения прошло путь 27 м. С каким ускорением оно двигалось?
18. Автомобиль, двигаясь равноускоренно, через 5 с после начала движения достиг скорости 36 км/ч. Какой путь прошел автомобиль за третью секунду движения?
19. Тело движется из состояния покоя равноускоренно. Во сколько раз путь, пройденный им за вторую секунду, больше пути, пройденного за первую секунду?

20. За пятую секунду прямолинейного движения с постоянным ускорением тело проходит путь 5 м и останавливается. Какой путь пройдет тело за вторую секунду этого движения?
21. Двигаясь с постоянным ускорением в одном направлении, тело за два последовательных промежутка времени величиной по 2 с каждый проходит отрезки пути 16 и 8 м. Найдите скорость тела в начале первого этапа.
22. Автомобиль, двигаясь равноускоренно, через 5 с после начала движения достиг скорости 36 км/ч. Какой путь прошел автомобиль за третью секунду движения?
23. Тело движется из состояния покоя равноускоренно. Во сколько раз путь, пройденный им за вторую секунду, больше пути, пройденного за первую секунду?
24. За пятую секунду прямолинейного движения с постоянным ускорением тело проходит путь 5 м и останавливается. Какой путь пройдет тело за вторую секунду этого движения?
25. Двигаясь с постоянным ускорением в одном направлении, тело за два последовательных промежутка времени величиной по 2 с каждый проходит отрезки пути 16 и 8 м. Найдите скорость тела в начале первого этапа.

### Проверка практического материала

1. Трактор, сила тяги которого на крюке 15 кН, сообщает прицепу ускорение  $0,5 \text{ м/с}^2$ . Какое ускорение сообщит тому же прицепу трактор, развивающий тяговое усилие 60 кН?
2. Сила 60 Н сообщает телу ускорение  $0,8 \text{ м/с}^2$ . Какая сила сообщит этому телу ускорение  $2 \text{ м/с}^2$ ?
3. Тело массой 4 кг под действием некоторой силы приобрело ускорение  $2 \text{ м/с}^2$ . Какое ускорение приобретает тело массой 10 кг под действием такой же силы?
4. Порожний грузовой автомобиль массой 4 т начал движение с ускорением  $0,3 \text{ м/с}^2$ . Какова масса груза, принятого автомобилем, если при той же силе тяги он трогается с места с ускорением  $0,2 \text{ м/с}^2$ ?
5. На тело массой 1 кг действуют силы  $F_1 = 9 \text{ Н}$  и  $F_2 = 12 \text{ Н}$ , направленные на юг и запад соответственно. Чему равно ускорение тела?
6. С каким ускорением двигался при разбеге реактивный самолет массой 60 т, если сила тяги двигателей 90 кН?
7. Масса легкового автомобиля равна 2 т, а грузового 8 т. Сравнить ускорения автомобилей, если сила тяги грузового автомобиля в 2 раза больше, чем легкового
8. Мяч массой 0,5 кг после удара, длящегося 0,02 с, приобретает скорость 10 м/с. Найти среднюю силу удара
9. Боевая реактивная установка БМ-13 (катюша) имела длину направляющих балок 5 м, массу каждого снаряда 42,5 кг и силу реактивной тяги 19,6 кН. Найти скорость схода снаряда с направляющей балки
10. Порожнему прицепу тягач сообщает ускорение  $a_1 = 0,4 \text{ м/с}^2$ , а груженому  $a_2 = 0,1 \text{ м/с}^2$ . Какое ускорение сообщит тягач обоим прицепами, соединенным вместе? Силу тяги тягача считать во всех случаях одинаковой.
11. Под действием некоторой силы тележка, двигаясь из состояния покоя, прошла путь 40 см. Когда на тележку положили груз массой 200 г, то

- под действием той же силы за то же время тележка прошла из состояния покоя путь 20 см. Какова масса тележки?
12. На рисунке 24 представлен график зависимости проекции скорости от времени тела массой 2 кг. Найти проекцию силы  $F_x$ , действующей на тело на каждом этапе движения
13. В известном опыте О. Герике (1654 г.) с магдебургскими полушариями по изучению атмосферного давления, чтобы разнять два полушария, из которых был выкачан воздух, впрягали шестнадцать лошадей (по восемь к каждому полушарию). Можно ли обойтись в таком опыте меньшим количеством лошадей?
14. О ветровое стекло движущегося автомобиля ударился комар. Сравнить силы, действующие на комара и автомобиль во время удара.
15. Что произойдет с космонавтом при свободном полете космического корабля, если он выпустит (без толчка) из рук массивный предмет? если он бросит его? Почему лодка не сдвигается с места, когда человек, находящийся в ней, давит на борт, и приходит в движение, если человек выйдет из лодки и будет толкать ее с такой же силой?
16. Шарик массой 1 кг движется с ускорением  $50 \text{ см/с}^2$ . Определите силу, действующую на шарик.
17. На тело массой 5 кг действуют силы 3 Н и 4 Н, направленные на юг и запад соответственно. Чему равно и куда направлено ускорение тела?
18. Сила 2 мН действует на тело массой 5 г. Найдите ускорение, с которым движется тело.
19. Санки массой  $m = 10 \text{ кг}$  движутся на восток с ускорением  $a = 0,5 \text{ м/с}^2$  под действием двух сил, одна из которых  $F_1 = 20 \text{ Н}$  направлена на запад. Куда направлена и чему равна сила  $F_2$ , действующая на санки?
20. Тело массой 4 кг под действием некоторой силы приобретает ускорение  $2 \text{ м/с}^2$ . Какое ускорение приобретет тело массой 10 кг под действием такой же силы?
21. На груз, движущийся вертикально вверх с ускорением  $a = 2 \text{ м/с}^2$ , действуют две силы:  $F_1 = 8 \text{ Н}$ , направленная вертикально вверх, и  $F_2 = 3 \text{ Н}$ , направленная вертикально вниз. Какова масса груза?

22. Определите массу тела, которому сила 50 мН сообщает ускорение  $0,2 \text{ м/с}^2$ .
23. На брусок массой  $m = 200 \text{ г}$  действуют две силы: сила  $F_1 = 1 \text{ Н}$ , направленная на юг, и сила  $F_2 = 1,5 \text{ Н}$ , направленная на север. С каким ускорением движется брусок?
24. Сила 60 Н сообщает мячу ускорение  $0,8 \text{ м/с}^2$ . Какая сила сообщит этому мячу ускорение  $2 \text{ м/с}^2$ ?
25. Автомобиль движется с ускорением  $a = 2 \text{ м/с}^2$  под действием двух сил: силы тяги двигателя  $F_1 = 10 \text{ кН}$  и силы сопротивления движению  $F_2 = 4 \text{ кН}$ . Сила  $F_1$  направлена на юг, сила  $F_2$  — противоположна направлению движения автомобиля. Чему равна масса автомобиля?
26. На тело массой 1 кг действуют силы  $F_1 = 8 \text{ Н}$  и  $F_2 = 6 \text{ Н}$ , направленные на север и восток соответственно. Чему равно ускорение тела?

## Силы в механике

### Проверка лекционного материала

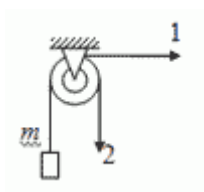
1. На вагонетку массой  $m$ , движущуюся по горизонтальным рельсам со скоростью  $v$ , сверху вертикально опустили груз, масса которого равна половине массы вагонетки. Чему станет равна скорость вагонетки с грузом?
2. Мяч массой 100 г бросили вертикально вверх. Какую работу совершила сила тяжести, если мяч достиг высоты 5 м?
3. Груз массой 1 кг под действием силы 30 Н, направленной вертикально вверх, поднимается на высоту 2 м. Чему равна работа этой силы?
4. Механическая мощность, развиваемая двигателем автомобиля, равна 100 кВт. Какую работу совершает двигатель за 1 с?
5. Тело массой 0,1 кг брошено вверх под углом  $30^\circ$  к горизонту со скоростью 4 м/с. Какова потенциальная энергия тела в высшей точке подъема? Сопротивлением воздуха пренебречь. Принять  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .
6. Тело массой 0,1 кг брошено горизонтально со скоростью 4 м/с с высоты 2 м относительно поверхности Земли. Чему равна кинетическая энергия тела в момент его приземления? Сопротивление воздуха не учитывать. Принять  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .
7. Груз массой 100 г свободно падает с высоты 10 м с нулевой начальной скоростью. Пренебрегая сопротивлением воздуха, определить кинетическую энергию груза на высоте 6 м. Принять  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .
8. Груз массой 100 г свободно падает с высоты 10 м с нулевой начальной скоростью. Определите потенциальную энергию груза в тот момент, когда его скорость равна 8 м/с. Сопротивление воздуха не учитывать. Принять  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .
9. Чему равно плечо силы в 10 Н, если ее момент равен 1 Н·м?
10. При равновесии рычага на его меньшее плечо действует сила 300 Н, а на большее плечо – 20 Н. Какова длина большего плеча, если длина меньшего плеча равна 5 см?
  1. 65 см
  2. 55 см
  3. 75 см
  4. 85 см

11. Чему равна длина рычага, если на его концы действуют силы 2 Н и 18 Н, а расстояние точки опоры от большей силы равно 10 см?
1. 60 см
  2. 100 см
  3. 120 см
  4. 150 см
12. Дальность полета тела, брошенного в горизонтальном направлении, равна половине высоты, с которой оно брошено. Чему равен тангенс угла, который образует с горизонтом скорость тела при его падении на землю?
13. С самолета, летящего на высоте 500 м со скоростью 180 км/ч, выпал груз. На какой высоте скорость груза будет направлена под углом  $60^\circ$  к горизонту?  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .
14. Мяч брошен горизонтально со скоростью 2 м/с. Расстояние между двумя последовательными ударами мяча о горизонтальную поверхность равно 4 м. С какой высоты был брошен мяч?  $g = 10 \text{ м/с}^2$ . (Удары о пол абсолютно упругие.)
15. Железный шарик подкатился к краю верхней ступеньки лестницы со скоростью 1,5 м/с. Высота и ширина каждой ступени 20 см. О какую по счету ступеньку шарик ударится впервые? Первой считать ступеньку сразу после той, на которой находился шар.  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .
16. Два камня расположены на одной горизонтали на расстоянии 30 м друг от друга. Один камень бросают вертикально вверх со скоростью 9 м/с, а второй одновременно бросают горизонтально по направлению к первому камню со скоростью 12 м/с. Чему равно наименьшее расстояние между камнями в процессе движения?
17. Тело брошено со скоростью 30 м/с под углом  $45^\circ$  к горизонту. На какой высоте будет тело в тот момент, когда его скорость будет направлена под углом  $30^\circ$  к горизонту?  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .
18. Диск, брошенный под углом  $45^\circ$  к горизонту, достиг наибольшей высоты 15 м. Какова дальность полета диска?
19. Камень брошен под таким углом к горизонту, что синус этого угла равен 0,8. Найдите отношение дальности полета к максимальной высоте подъема.

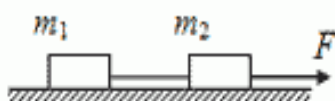
20. Камень бросили с поверхности земли один раз под углом  $60^\circ$ , второй раз – под углом  $30^\circ$  к горизонту. Во сколько раз высота подъема в первом случае больше, чем во втором, если в первом случае камень упал в два раза дальше от места броска?
21. Из одной и той же точки с поверхности земли брошены два камня. Первый упал на землю на расстоянии  $L$ , второй — на расстоянии  $3L$ . Под каким углом (в градусах) к горизонту был брошен первый камень, если второй брошен под углом  $30^\circ$ , а высоты подъема у них одинаковы?
22. Тело брошено под углом к горизонту. Какую часть всего времени движения (в процентах) тело находится на высоте, большей  $3/4$  максимальной высоты подъема?
23. Под каким углом к горизонту нужно бросить камень со скоростью  $15$  м/с, чтобы он попал в точку, расположенную на высоте  $7$  м и на расстоянии  $10$  м по горизонтали от места бросания?
24. Тело падает с высоты  $H$  без начальной скорости. На высоте  $h$  оно ударяется о площадку, расположенную под углом  $\alpha$  к горизонту. На какую максимальную высоту может после этого подняться тело?

### Проверка практического материала

1. К телу, лежащему на гладкой горизонтальной поверхности, приложена некоторая сила, под действием которой тело, двигаясь из состояния покоя, на пути  $1$  м приобрело скорость  $10$  м/с. Какую силу приложили к телу, если его масса  $1$  кг?



2. Тело массой  $m = 1$  кг удерживается нитью, переброшенной через блок. Одинакова ли сила, приложенная к нити в положениях 1 и 2? Какая сила действует на блок в положениях 1 и 2?

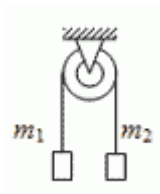


3. На гладкой горизонтальной поверхности лежат два тела массами  $m_1$  и  $m_2$ , связанные нитью. Силу  $F$ , направленную горизонтально, прикладывают сначала к телу  $m_1$ , а затем к телу  $m_2$ . Найти силу натяжения нити в том и другом случаях



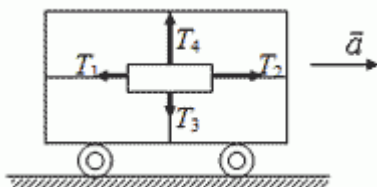
4. На гладком горизонтальном столе лежат четыре тела одинаковой массы  $m$ , связанные нитями. К крайнему телу приложена горизонтальная сила  $F$ . Найти ускорение системы и силы натяжения всех нитей.

5. Шайба остановилась через 5 с после удара клюшкой на расстоянии 20 м от места удара. Масса шайбы 100 г. Определить силу трения между шайбой и льдом.



6. Два тела с массами  $m_1$  и  $m_2$  привязаны к нити, перекинутой через невесомый неподвижный блок. Найти ускорение грузов и силу натяжения нити.

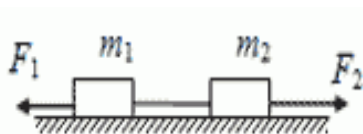
7. В первом случае тело лежит на гладком горизонтальном столе. К нему привязана невесомая нить, перекинутая через блок на краю стола, к другому концу которой подвешено такое же тело. Во втором случае это же тело тянут с горизонтальной силой равной силе тяжести. Во сколько раз отличаются ускорения тела в этих случаях?



8. Груз закреплен на тележке на четырех нитях. Силы натяжения горизонтальных нитей равны  $T_1$  и  $T_2$ , а вертикальных —  $T_3$  и  $T_4$ . С каким горизонтальным ускорением движется тележка?

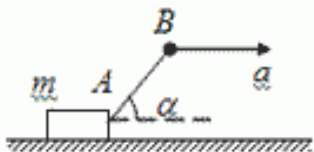


9. Стержень длиной  $L$  лежит на горизонтальном гладком столе. На один из концов стержня вдоль его оси начинает действовать сила  $F$ . Какая сила действует в поперечном сечении, находящемся на расстоянии  $x$  от этого конца?



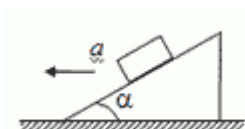
10. Два тела массами  $m_1$  и  $m_2$  связаны нитью (рисунок слева), выдерживающей силу натяжения  $T$ . К телам приложены переменные силы  $F_1 = at$  и  $F_2 = 2at$ . В какой момент времени нить оборвется? Трения нет.

11. К потолку вагона на нити подвешен шарик. На какой угол от вертикали отклонится нить, если вагон будет поворачивать, двигаясь с постоянной скоростью  $v$  по окружности радиусом  $R$ ? Положение нити считать установившимся.



12. Брусок скользит по гладкой горизонтальной плоскости под действием нити АВ. Масса бруска равна  $m$ , ускорение точки В равно  $a$  и направлено горизонтально, угол наклона нити к горизонту —  $\alpha$ . Найти силу давления бруска на плоскость и силу натяжения нити.

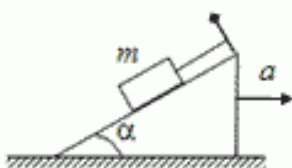
13. На нити, выдерживающей силу натяжения 10 Н, поднимают груз массой 500 г из состояния покоя вертикально вверх. Считая движение равноускоренным, а силу сопротивления движению постоянной и равной 1 Н, найти предельную высоту, на которую можно поднять груз за 1 с.



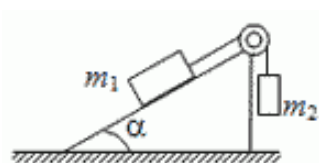
14. На гладкой наклонной плоскости лежит брусок. С каким горизонтальным ускорением необходимо двигать наклонную плоскость, чтобы брусок по ней не скользил? Угол наклона плоскости равен  $\alpha$ .

15. Тело массой  $m = 100$  г падает с высоты  $h = 20$  м за время  $t = 2,5$  с. Определить среднюю за время падения силу сопротивления воздуха.

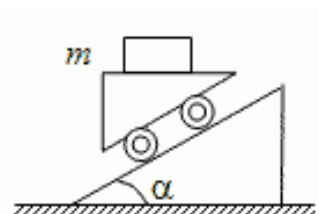
16. Веревка длиной  $L = 12$  м и массой  $m = 6$  кг перекинута через невесомый блок. Какова сила натяжения веревки в ее середине в тот момент, когда длина веревки по одну сторону от блока равна  $l = 8$  м?



17. На плоскости с углом наклона  $\alpha$  лежит брусок массой  $m$  (рисунок слева), привязанный нитью к плоскости. Наклонная плоскость движется вправо с ускорением  $a$ . Найти силу натяжения нити и силу давления бруска на плоскость. При каком ускорении брусок оторвется от плоскости?

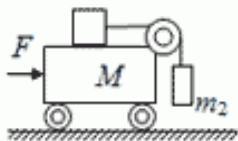


18. Два тела с массами  $m_1 = 2$  кг и  $m_2 = 1$  кг связаны нитью, перекинутой через блок. Тело  $m_1$  лежит на наклонной плоскости с углом наклона  $\alpha = 20^\circ$ , а тело  $m_2$  висит на нити (рисунок слева). Коэффициент трения  $\mu = 0,1$ . Найти ускорение тел.

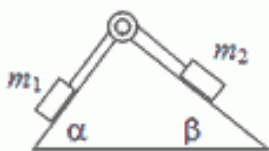


19. С наклонной плоскости (рисунок слева) без трения скатывается тележка, на которой лежит груз массы  $m$ . Какова сила трения между грузом и тележкой, если верхняя плоскость тележки горизонтальна?

Угол наклона плоскости  $\alpha$ . При каком предельном значении угла груз еще не будет скользить по тележке, если коэффициент трения равен  $\mu$ ?



20. Какую горизонтальную силу необходимо приложить к тележке массой  $M$ , чтобы тела массами  $m_1$  и  $m_2$  относительно нее не скользили (рисунок слева)? Трения нет.



21. Два одинаковых груза 1 и 2 массой  $m$  находятся на разных склонах наклонной плоскости (рисунок слева). Коэффициенты трения грузов о плоскость  $\mu_1$  и  $\mu_2$ , а углы наклона склонов  $\alpha$  и  $\beta$  соответственно. Тело 2 начинает скользить вниз. Найти ускорение тел.

22. Груз свободно висит на нити. При какой продолжительности суток нить будет располагаться параллельно оси вращения Земли? Опыт проводится на широте Москвы.

23. Белый карлик Сириус В имеет радиус 0,02 радиуса Солнца, а массу равную массе Солнца. Найти ускорение свободного падения на поверхности Сириуса В и его плотность. Радиус Солнца —  $R_c = 696$  тыс. км, радиус Земной орбиты —  $R = 150$  млн. км.

24. Два спутника вращаются вокруг некоторой планеты по круговым орбитам, радиусы которых относятся как  $R_2/R_1 = 2$ . Как относятся периоды их обращения  $T_2/T_1$ ?

25. Какова первая космическая скорость для планеты, плотность которой такая же как у Земли, а радиус в 2 раза больше?

26. Первая космическая скорость для Земли  $v_3 = 8$  км/с. Какова первая космическая скорость для планеты, масса которой такая же как у Земли, а радиус в два раза больше?

27. Ракета стартует вертикально вверх и движется равноускоренно с ускорением  $a = 0,5g$ . На какой высоте вес космонавта равен нормальному?

28. Оценить массу Земли по следующим данным: гравитационная постоянная  $G = 6,672 \times 10^{-11}$  м<sup>3</sup>/(кг×см<sup>2</sup>), радиус Земли  $R_3 = 6378,5$  км.

29. Вес тела на экваторе составляет  $\eta = 97\%$  от веса этого же тела на полюсе. Найти период вращения планеты вокруг своей оси  $T$ , если плотность вещества планеты  $\rho = 2,5 \times 10^3$  кг/м<sup>3</sup>.

30. Спутник движется вокруг Земли по круговой орбите радиусом  $R = 3R_3$ , где  $R_3 = 6400$  км — радиус Земли. В результате кратковременного действия тормозного устройства скорость спутника уменьшилась так, что он начинает двигаться по эллиптической орбите, касающейся поверхности Земли. Через какое время после этого спутник приземлится?
31. Имеется шар массой  $M$  и радиусом  $R$  и материальная точка массой  $m$ . Во сколько раз уменьшится сила тяготения между ними, если в шаре сделать сферическую полость радиусом  $5R/6$ ? Материальная точка лежит на прямой, проведенной через центры шара и полости, на расстоянии  $R$  от центра шара и на расстоянии  $5R/6$  от центра полости.
32. В безграничной среде плотностью  $\rho_0 = 1000$  кг/м<sup>3</sup> находятся на расстоянии 20 см от центров друг друга два шара объемами  $V_1 = 30$  см<sup>3</sup> и  $V_2 = 40$  см<sup>3</sup>, плотностью  $\rho = 2000$  кг/м<sup>3</sup>. Определить силу взаимодействия между шарами.
33. Тело массой  $m = 1$  кг, свободно падает в течение  $t = 6$  с, попадает на Землю с географической широтой  $\varphi = 30^\circ$ . Учитывая вращение Земли, определить отклонение тела при его падении от вертикали.
34. Радиус одного из астероидов  $r = 5$  км. Допустив, что плотность астероида  $\rho_a = 5,5$  г/см<sup>3</sup>: 1) найти ускорение силы тяжести  $g_a$  на его поверхности; 2) определить, на какую высоту поднялся бы человек, находящийся на астероиде и подпрыгнувший с усилием, достаточным для прыжка на высоту 5 см на Земле (астероид имеет форму шара).

## Закон сохранения импульса

### Проверка лекционного материала

1. На вагонетку массой  $m$ , движущуюся по горизонтальным рельсам со скоростью  $v$ , сверху вертикально опустили груз, масса которого равна половине массы вагонетки. Чему станет равна скорость вагонетки с грузом?
2. Мяч массой 100 г бросили вертикально вверх. Какую работу совершила сила тяжести, если мяч достиг высоты 5 м?
3. Груз массой 1 кг под действием силы 30 Н, направленной вертикально вверх, поднимается на высоту 2 м. Чему равна работа этой силы?
4. Механическая мощность, развиваемая двигателем автомобиля, равна 100 кВт. Какую работу совершает двигатель за 1 с?
5. Тело массой 0,1 кг брошено вверх под углом  $30^\circ$  к горизонту со скоростью 4 м/с. Какова потенциальная энергия тела в высшей точке подъема? Сопротивлением воздуха пренебречь. Принять  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .
6. Тело массой 0,1 кг брошено горизонтально со скоростью 4 м/с с высоты 2 м относительно поверхности Земли. Чему равна кинетическая энергия тела в момент его приземления? Сопротивление воздуха не учитывать. Принять  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .
7. Груз массой 100 г свободно падает с высоты 10 м с нулевой начальной скоростью. Пренебрегая сопротивлением воздуха, определить кинетическую энергию груза на высоте 6 м. Принять  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .
8. Груз массой 100 г свободно падает с высоты 10 м с нулевой начальной скоростью. Определите потенциальную энергию груза в тот момент, когда его скорость равна 8 м/с. Сопротивление воздуха не учитывать. Принять  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .
9. Чему равно плечо силы в 10 Н, если ее момент равен 1 Н·м?
10. При равновесии рычага на его меньшее плечо действует сила 300 Н, а на большее плечо – 20 Н. Какова длина большего плеча, если длина меньшего плеча равна 5 см?
  - а. 65 см
  - б. 55 см

- c. 75 см
- d. 85 см

11. Чему равна длина рычага, если на его концы действуют силы 2 Н и 18 Н, а расстояние точки опоры от большей силы равно 10 см?
- a. 60 см
  - b. 100 см
  - c. 120 см
  - d. 150 см
12. Дальность полета тела, брошенного в горизонтальном направлении, равна половине высоты, с которой оно брошено. Чему равен тангенс угла, который образует с горизонтом скорость тела при его падении на землю?
13. С самолета, летящего на высоте 500 м со скоростью 180 км/ч, выпал груз. На какой высоте скорость груза будет направлена под углом  $60^\circ$  к горизонту?  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .
14. Мяч брошен горизонтально со скоростью 2 м/с. Расстояние между двумя последовательными ударами мяча о горизонтальную поверхность равно 4 м. С какой высоты был брошен мяч?  $g = 10 \text{ м/с}^2$ . (Удары о пол абсолютно упругие.)
15. Железный шарик подкатился к краю верхней ступеньки лестницы со скоростью 1,5 м/с. Высота и ширина каждой ступени 20 см. О какую по счету ступеньку шарик ударится впервые? Первой считать ступеньку сразу после той, на которой находился шар.  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .
16. Два камня расположены на одной горизонтали на расстоянии 30 м друг от друга. Один камень бросают вертикально вверх со скоростью 9 м/с, а второй одновременно бросают горизонтально по направлению к первому камню со скоростью 12 м/с. Чему равно наименьшее расстояние между камнями в процессе движения?
17. Тело брошено со скоростью 30 м/с под углом  $45^\circ$  к горизонту. На какой высоте будет тело в тот момент, когда его скорость будет направлена под углом  $30^\circ$  к горизонту?  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .
18. Диск, брошенный под углом  $45^\circ$  к горизонту, достиг наибольшей высоты 15 м. Какова дальность полета диска?

19. Камень брошен под таким углом к горизонту, что синус этого угла равен 0,8. Найдите отношение дальности полета к максимальной высоте подъема.
20. Камень бросили с поверхности земли один раз под углом  $60^\circ$ , второй раз – под углом  $30^\circ$  к горизонту. Во сколько раз высота подъема в первом случае больше, чем во втором, если в первом случае камень упал в два раза дальше от места броска?
21. Из одной и той же точки с поверхности земли брошены два камня. Первый упал на землю на расстоянии  $L$ , второй — на расстоянии  $3L$ . Под каким углом (в градусах) к горизонту был брошен первый камень, если второй брошен под углом  $30^\circ$ , а высоты подъема у них одинаковы?
22. Тело брошено под углом к горизонту. Какую часть всего времени движения (в процентах) тело находится на высоте, большей  $3/4$  максимальной высоты подъема?
23. Под каким углом к горизонту нужно бросить камень со скоростью 15 м/с, чтобы он попал в точку, расположенную на высоте 7 м и на расстоянии 10 м по горизонтали от места бросания?
24. Тело падает с высоты  $H$  без начальной скорости. На высоте  $h$  оно ударяется о площадку, расположенную под углом  $\alpha$  к горизонту. На какую максимальную высоту может после этого подняться тело?

### Проверка практического материала

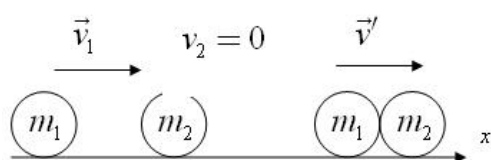
1. Найти импульс грузового автомобиля массой 10 т, движущегося со скоростью 36 км/ч, и легкового автомобиля массой 1 т, движущегося со скоростью 25 м/с
2. С какой скоростью должна лететь хоккейная шайба массой 160 г, чтобы ее импульс был равен импульсу пули массой 8 г, летящей со скоростью 600 м/с
3. Два тела одинакового объема — стальное и свинцовое — движутся с одинаковыми скоростями. Сравнить импульсы этих тел
4. Поезд массой 2000 т, двигаясь прямолинейно, увеличил скорость от 36 до 72 км/ч. Найти изменение импульса поезда

5. Шарик массой 100 г свободно упал на горизонтальную площадку, имея в момент удара скорость 10 м/с. Найти изменение импульса шара при абсолютно неупругом и абсолютно упругом ударах. Вычислить среднюю силу, действующую на шарик во время удара, если неупругий удар длился 0,05 с, а упругий 0,01 с
6. Футбольному мячу массой 400 г при выполнении пенальти сообщили скорость 25 м/с. Если мяч попадает в грудь вратаря и отскакивает назад с той же по модулю скоростью, то удар длится 0,025 с. Если вратарь принимает удар на руки, то через 0,04 с он гасит скорость мяча до нуля. Найти среднюю силу удара в каждом случае
7. Движение материальной точки описывается уравнением  $x = 5 - 8t + 4t^2$ . Приняв ее массу равной 2 кг, найти импульс через 2 с и через 4 с после начала отсчета времени, а также силу, вызвавшую это изменение импульса
8. Мяч массой 100 г, летевший со скоростью 20 м/с, ударился о горизонтальную плоскость. Угол падения (угол между направлением скорости
9. и перпендикуляром к плоскости) равен  $60^\circ$ . Найти изменение импульса мяча, если удар абсолютно упругий, а угол отражения равен углу падения
10. Материальная точка массой 1 кг равномерно движется по окружности со скоростью 10 м/с. Найти изменение импульса за одну четверть периода; половину периода; период
11. Два неупругих тела, массы которых 2 и 6 кг, движутся навстречу друг другу со скоростями 2 м/с каждое. С какой скоростью и в каком направлении будут двигаться эти тела после удара
12. На вагонетку массой 50 кг, катящуюся по горизонтальному пути со скоростью 0,2 м/с, насыпали сверху 200 кг щебня. На сколько при этом уменьшилась скорость вагонетки

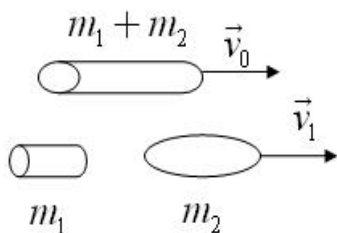


13. Вагон массой 20 т, движущийся со скоростью 0,3 м/с, нагоняет вагон массой 30 т, движущийся со скоростью 0,2 м/с. Какова скорость вагонов после взаимодействия, если удар неупругий
14. Охотник стреляет из ружья с движущейся лодки по направлению ее движения. С какой скоростью двигалась лодка, если она остановилась после двух быстро следующих друг за другом выстрелов? Масса охотника с лодкой 200 кг, масса заряда 20 г. Скорость вылета дроби и пороховых газов 500 м/с
15. С лодки массой 200 кг, движущейся со скоростью 1 м/с, ныряет мальчик массой 50 кг, двигаясь в горизонтальном направлении. Какой станет скорость лодки после прыжка мальчика, если он прыгает: а) с кормы со скоростью 4 м/с; б) с носа со скоростью 2 м/с; в) с носа со скоростью 6 м/с
16. С судна массой 750 т произведен выстрел из пушки в сторону, противоположную его движению, под углом  $60^\circ$  к горизонту. На сколько изменилась скорость судна, если снаряд массой 30 кг вылетел со скоростью 1 км/с относительно судна
17. Бильярдный шар 1, движущийся со скоростью 10 м/с, ударился о покоящийся шар 2 такой же массы. После удара шары разошлись так, как показано на рисунке 45. Найти скорости шаров после удара
18. На покоящейся тележке массой 20 кг находится человек массой 60 кг. Какова будет скорость тележки относительно земли, если человек пойдет по тележке со скоростью 1 м/с относительно тележки
19. Пуля массой 9 г, летящая горизонтально со скоростью 400 м/с, пробивает бревно толщиной 30 см и вылетает из него со скоростью 100 м/с. Какова средняя сила сопротивления движению пули в бревне?
20. Налетев на пружинный буфер, вагон массой  $m=16\text{ т}$ , двигавшийся со скоростью  $v=0,6\text{ м/с}$ , остановился, сжав пружину буфера на  $x=8\text{ см}$ . Найти общую жесткость пружины буфера.

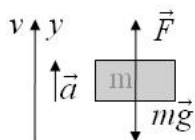
21. Мяч подняли на высоту  $H$  и отпустили, после чего он ударился о поверхность. Определить высоту, на которую поднялся мяч после удара, если скорость мяча перед ударом была  $v$ , а после удара стала  $v/2$ .
22. Тело массой  $1$  кг. изменило свою скорость на  $2$  м/с. Определите импульс силы действующий на тело?



23. Шарик массой  $m_1 = 1$  кг. скользит по идеально гладкой поверхности со скоростью  $v_1 = 4$  м/с и абсолютно упруго сталкивается с таким же по размеру шариком массой  $m_2 = 3$  кг. Определите скорость шариков после удара?



24. Снаряд в верхней точке своей траектории разорвался на два осколка с массами  $m_1 = 3$  кг и  $m_2 = 5$  кг. Скорость снаряда непосредственно перед разрывом равнялась  $v_0 = 600$  м/с, скорость большего осколка сразу после разрыва равнялась  $v_2 = 800$  м/с, а направление ее совпало с направлением движения снаряда перед разрывом. Определите скорость малого осколка сразу после разрыва.



25. Какую работу надо совершить, чтобы поднять груз массой  $30$  кг. на высоту  $h = 10$  м. с ускорением  $a = 0,5$  м/с<sup>2</sup>?

## Закон сохранения энергии

### Проверка лекционного материала

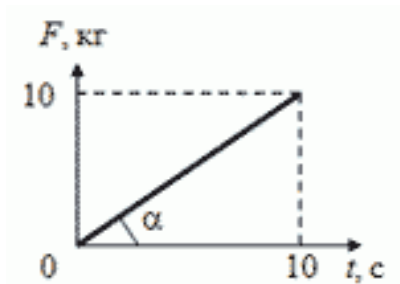
1. Груз массой 100 г свободно падает с высоты 10 м с нулевой начальной скоростью. Пренебрегая сопротивлением воздуха, определить кинетическую энергию груза на высоте 6 м. Принять  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .
2. Мяч массой 100 г бросили вертикально вверх. Какую работу совершила сила тяжести, если мяч достиг высоты 5 м?
3. Груз массой 1 кг под действием силы 30 Н, направленной вертикально вверх, поднимается на высоту 2 м. Чему равна работа этой силы?
4. Механическая мощность, развиваемая двигателем автомобиля, равна 100 кВт. Какую работу совершает двигатель за 1 с?
5. Тело массой 0,1 кг брошено вверх под углом  $30^\circ$  к горизонту со скоростью 4 м/с. Какова потенциальная энергия тела в высшей точке подъема? Сопротивлением воздуха пренебречь. Принять  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .
6. Тело массой 0,1 кг брошено горизонтально со скоростью 4 м/с с высоты 2 м относительно поверхности Земли. Чему равна кинетическая энергия тела в момент его приземления? Сопротивление воздуха не учитывать. Принять  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .
7. На вагонетку массой  $m$ , движущуюся по горизонтальным рельсам со скоростью  $v$ , сверху вертикально опустили груз, масса которого равна половине массы вагонетки. Чему станет равна скорость вагонетки с грузом?
8. Груз массой 100 г свободно падает с высоты 10 м с нулевой начальной скоростью. Определите потенциальную энергию груза в тот момент, когда его скорость равна 8 м/с. Сопротивление воздуха не учитывать. Принять  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .
9. Чему равно плечо силы в 10 Н, если ее момент равен 1 Н·м?
10. При равновесии рычага на его меньшее плечо действует сила 300 Н, а на большее плечо – 20 Н. Какова длина большего плеча, если длина меньшего плеча равна 5 см?  
5. 65 см

- 6. 55 см
- 7. 75 см
- 8. 85 см

11. Чему равна длина рычага, если на его концы действуют силы 2 Н и 18 Н, а расстояние точки опоры от большей силы равно 10 см?
- 5. 60 см
  - 6. 100 см
  - 7. 120 см
  - 8. 150 см
12. Дальность полета тела, брошенного в горизонтальном направлении, равна половине высоты, с которой оно брошено. Чему равен тангенс угла, который образует с горизонтом скорость тела при его падении на землю?
13. С самолета, летящего на высоте 500 м со скоростью 180 км/ч, выпал груз. На какой высоте скорость груза будет направлена под углом  $60^\circ$  к горизонту?  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .
14. Мяч брошен горизонтально со скоростью 2 м/с. Расстояние между двумя последовательными ударами мяча о горизонтальную поверхность равно 4 м. С какой высоты был брошен мяч?  $g = 10 \text{ м/с}^2$ . (Удары о пол абсолютно упругие.)
15. Железный шарик подкатился к краю верхней ступеньки лестницы со скоростью 1,5 м/с. Высота и ширина каждой ступени 20 см. О какую по счету ступеньку шарик ударится впервые? Первой считать ступеньку сразу после той, на которой находился шар.  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .
16. Два камня расположены на одной горизонтали на расстоянии 30 м друг от друга. Один камень бросают вертикально вверх со скоростью 9 м/с, а второй одновременно бросают горизонтально по направлению к первому камню со скоростью 12 м/с. Чему равно наименьшее расстояние между камнями в процессе движения?
17. Тело брошено со скоростью 30 м/с под углом  $45^\circ$  к горизонту. На какой высоте будет тело в тот момент, когда его скорость будет направлена под углом  $30^\circ$  к горизонту?  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .
18. Диск, брошенный под углом  $45^\circ$  к горизонту, достиг наибольшей высоты 15 м. Какова дальность полета диска?

19. Камень брошен под таким углом к горизонту, что синус этого угла равен 0,8. Найдите отношение дальности полета к максимальной высоте подъема.
20. Камень бросили с поверхности земли один раз под углом  $60^\circ$ , второй раз – под углом  $30^\circ$  к горизонту. Во сколько раз высота подъема в первом случае больше, чем во втором, если в первом случае камень упал в два раза дальше от места броска?
21. Из одной и той же точки с поверхности земли брошены два камня. Первый упал на землю на расстоянии  $L$ , второй — на расстоянии  $3L$ . Под каким углом (в градусах) к горизонту был брошен первый камень, если второй брошен под углом  $30^\circ$ , а высоты подъема у них одинаковы?
22. Тело брошено под углом к горизонту. Какую часть всего времени движения (в процентах) тело находится на высоте, большей  $3/4$  максимальной высоты подъема?
23. Под каким углом к горизонту нужно бросить камень со скоростью 15 м/с, чтобы он попал в точку, расположенную на высоте 7 м и на расстоянии 10 м по горизонтали от места бросания?
24. Тело падает с высоты  $H$  без начальной скорости. На высоте  $h$  оно ударяется о площадку, расположенную под углом  $\alpha$  к горизонту. На какую максимальную высоту может после этого подняться тело?

### Проверка практического материала



- К телу массой  $m$ , движущемуся прямолинейно по гладкой горизонтальной поверхности, приложена по направлению его движения сила, изменяющаяся по линейному закону (рисунок слева). Определить конечную скорость тела, если начальная скорость  $v_0$ . Значение параметров конечного времени  $t$  и конечной силы  $F_0$  считать известными.
- Снаряд, летящий с некоторой скоростью, распадается на два осколка. Скорость большего осколка по величине равна начальной скорости снаряда и направлена перпендикулярно к ней. Скорость другого осколка по величине в 5 раз больше первоначальной. Найдите отношение масс осколков.

3. Металлический шарик, падая с высоты  $h_1 = 1$  м на стальную плиту, отскакивая на высоту  $h_2 = 0,81$  м. Во сколько раз уменьшается импульс шарика при ударе?
4. Какова средняя сила давления  $F$  на плечо при стрельбе из автомата, если масса пули  $m = 10$  г, а скорость пули при вылете из канала ствола  $v = 300$  м/с? Автомат делает 300 выстрелов в минуту.
5. Для проведения огневых испытаний жидкостный ракетный двигатель закрепили на стенде. С какой силой он действует на стенд, если скорость истечения продуктов сгорания из сопла  $v$ , а расход топлива за  $t$  секунд составил  $m$  кг?
6. Тело массой  $m$ , имеющее начальную скорость  $v_0$ , попадает в вязкую среду, сила сопротивления движению тела которой пропорциональна его скорости:  $F = \alpha v$ , где  $\alpha$  — известный коэффициент. Определите путь, пройденный телом до остановки.
7. Водометный катер движется с постоянной скоростью, забирая забортную воду и выбрасывая назад струю со скоростью  $u = 20$  м/с относительно катера. Площадь поперечного сечения струи  $S = 0,01$  м<sup>2</sup>. Найдите скорость катера, если действующая на него сила сопротивления пропорциональна квадрату скорости:  $F = kv^2$ , причем  $k = 7,5$  Нс<sup>2</sup>/м<sup>2</sup>.
8. Два шарика, изготовленных из одного и того же материала, падают в облаке пыли. Во сколько раз отличаются установившиеся скорости падения шариков, если диаметр одного из них вдвое больше диаметра другого? Пыль не прилипает к шарикам, и масса их в процессе движения не изменяется.
9. На поверхности воды находится в покое лодка. Человек, находящийся в ней, переходит с кормы на нос. Как будет двигаться лодка, если сила сопротивления движению пропорциональна скорости лодки?
10. Под каким углом к горизонту необходимо бросить камень, чтобы модуль изменения импульса за все время полета был равен модулю начального импульса?
11. Шарик массой  $m$  падает с высоты  $h$  на неподвижную горизонтальную плиту. Считая столкновения шарика с плитой абсолютно упругими, определить среднюю силу давления шарика на плиту.
12. На лодке находится массивный вал, на который намотан канат (рисунок слева). За канат тянут с постоянной и одинаковой силой в двух случаях:

когда вал зажат и когда он может свободно вращаться. В каком случае лодка будет двигаться быстрее? Сопротивление не учитывать.

13. Ракета летит с работающим двигателем. Причем скорость ракеты больше скорости вылета реактивной струи из ракеты. Увеличивается ли при этом скорость ракеты?
14. На веревке, перекинутой через неподвижный блок, висят две обезьяны одинаковой массы и на одинаковом расстоянии от блока. Обезьяны начинают одновременно подниматься вверх. Скорость одной обезьяны равна  $v$ , а второй —  $2v$ . Какая обезьяна достигнет блока раньше?
15. Ракета влетает в пылевое облако со скоростью  $v$  относительно облака. Пылинки оказались липкими: они соударялись с ракетой неупруго. Чтобы скорость движения не изменялась, пришлось включить двигатель, развивающий силу тяги  $F$ . Какая была бы нужна сила тяги для сохранения скорости, если бы: а) ракета влетела в то же облако со скоростью  $2v$ , б) влетела со скоростью  $v$  в другое облако, где концентрация частиц (т.е. число частиц в единице объема) в три раза больше?
16. На сколько сместится неподвижная лодка массой 280 кг, если человек массой 70 кг перейдет с ее носа на корму? Расстояние от носа до кормы 5 м, сопротивление воды пренебрежимо мало.
17. Два рыбака ловят рыбу в озере, сидя в неподвижной лодке. Куда и на сколько сместится лодка, если рыбаки поменяются местами? Масса лодки 280 кг, масса одного рыбака 70 кг, масса второго — 140 кг, расстояние между рыбаками 5 м. Сопротивлением воды можно пренебречь.
18. Пушка массой 800 кг выстреливает ядро массой 10 кг с начальной скоростью 200 м/с относительно Земли под углом  $60^\circ$  к горизонту. Какова скорость отката пушки? Трением можно пренебречь.
19. Тело массой 1 кг движется прямолинейно из состояния покоя под действием постоянной силы. Какую работу должна совершить эта сила, чтобы скорость тела стала равной 10 м/с?
20. По плоскости, наклоненной под углом  $\alpha$  к горизонту, катится без проскальзывания тонкий обруч. При каком значении коэффициента трения  $\mu$  груз, скользящий по наклонной плоскости, будет иметь скорость, равную скорости обруча? Масса груза и обруча одинакова, начальные скорости равны нулю.
21. Тело массой  $m = 2$  кг соскальзывает с горки высотой  $h = 4,5$  м по наклонной поверхности, плавно переходящей в цилиндрическую

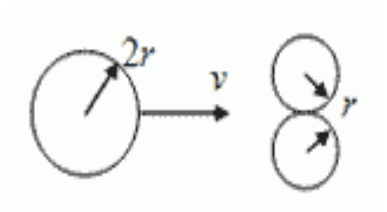
поверхность радиусом  $R = 2$  м. Определить силу давления тела на цилиндрическую поверхность в ее верхней точке, если работа сил трения при движении тела до этой точки  $A = 40$  Дж.

22. На покоящийся на гладком горизонтальном столе клин массой  $m = 1$  кг с высоты  $h = 10$  г и отскакивает под углом  $\alpha = 30^\circ$  к горизонту. Найти скорость клина  $v$  после удара. Соударение между шариком и клином считать абсолютно упругим.

23. В результате упругого лобового столкновения частицы массой  $m_1$  с неподвижной частицей  $m_2$  обе частицы разлетелись в противоположные стороны с одинаковыми скоростями. Найти массу неподвижной частицы. Удар абсолютно упругий

24. Шарик, движущийся со скоростью  $v$ , налетает на стенку, движущуюся со скоростью  $u$  ( $u < v$ ) в том же направлении, и ударяется об нее абсолютно упруго. Плоскость стенки перпендикулярна скорости движения шарика. Определить скорость шарика после удара в системе отсчета, связанной с Землей.

25. Тело массой  $m_1$ , движущееся со скоростью  $v$ , налетает на неподвижное тело и после соударения отскакивает от него под углом  $90^\circ$  к первоначальному направлению своего движения со скоростью  $v/2$ . определить массу неподвижного тела.



26. Два гладких упругих шара из одного материала, радиусом  $r$  лежат, соприкасаясь друг с другом (рисунок слева), на горизонтальной плоскости. Третий упругий шар радиусом  $2r$ , скользящий со скоростью  $v$  по той же плоскости, ударяется одновременно в оба шара. Найти скорость большого шара после удара.



## Динамика вращательного движения и равновесие абсолютно твёрдого тела

### Проверка лекционного материала

1. Чему равно плечо силы в 10 Н, если ее момент равен 1 Н·м?
2. Мяч массой 100 г бросили вертикально вверх. Какую работу совершила сила тяжести, если мяч достиг высоты 5 м?
3. Груз массой 1 кг под действием силы 30 Н, направленной вертикально вверх, поднимается на высоту 2 м. Чему равна работа этой силы?
4. Механическая мощность, развиваемая двигателем автомобиля, равна 100 кВт. Какую работу совершает двигатель за 1 с?
5. Тело массой 0,1 кг брошено вверх под углом  $30^\circ$  к горизонту со скоростью 4 м/с. Какова потенциальная энергия тела в высшей точке подъема? Сопротивлением воздуха пренебречь. Принять  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .
6. Тело массой 0,1 кг брошено горизонтально со скоростью 4 м/с с высоты 2 м относительно поверхности Земли. Чему равна кинетическая энергия тела в момент его приземления? Сопротивление воздуха не учитывать. Принять  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .
7. Груз массой 100 г свободно падает с высоты 10 м с нулевой начальной скоростью. Пренебрегая сопротивлением воздуха, определить кинетическую энергию груза на высоте 6 м. Принять  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .
8. Груз массой 100 г свободно падает с высоты 10 м с нулевой начальной скоростью. Определите потенциальную энергию груза в тот момент, когда его скорость равна 8 м/с. Сопротивление воздуха не учитывать. Принять  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .
9. На вагонетку массой  $m$ , движущуюся по горизонтальным рельсам со скоростью  $v$ , сверху вертикально опустили груз, масса которого равна половине массы вагонетки. Чему станет равна скорость вагонетки с грузом?
10. При равновесии рычага на его меньшее плечо действует сила 300 Н, а на большее плечо – 20 Н. Какова длина большего плеча, если длина меньшего плеча равна 5 см?

9. 65 см

- 10.55 см
- 11.75 см
- 12.85 см

11. Чему равна длина рычага, если на его концы действуют силы 2 Н и 18 Н, а расстояние точки опоры от большей силы равно 10 см?
- 9. 60 см
  - 10. 100 см
  - 11. 120 см
  - 12. 150 см
12. Дальность полета тела, брошенного в горизонтальном направлении, равна половине высоты, с которой оно брошено. Чему равен тангенс угла, который образует с горизонтом скорость тела при его падении на землю?
13. С самолета, летящего на высоте 500 м со скоростью 180 км/ч, выпал груз. На какой высоте скорость груза будет направлена под углом  $60^\circ$  к горизонту?  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .
14. Мяч брошен горизонтально со скоростью 2 м/с. Расстояние между двумя последовательными ударами мяча о горизонтальную поверхность равно 4 м. С какой высоты был брошен мяч?  $g = 10 \text{ м/с}^2$ . (Удары о пол абсолютно упругие.)
15. Железный шарик подкатился к краю верхней ступеньки лестницы со скоростью 1,5 м/с. Высота и ширина каждой ступени 20 см. О какую по счету ступеньку шарик ударится впервые? Первой считать ступеньку сразу после той, на которой находился шар.  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .
16. Два камня расположены на одной горизонтали на расстоянии 30 м друг от друга. Один камень бросают вертикально вверх со скоростью 9 м/с, а второй одновременно бросают горизонтально по направлению к первому камню со скоростью 12 м/с. Чему равно наименьшее расстояние между камнями в процессе движения?
17. Тело брошено со скоростью 30 м/с под углом  $45^\circ$  к горизонту. На какой высоте будет тело в тот момент, когда его скорость будет направлена под углом  $30^\circ$  к горизонту?  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .
18. Диск, брошенный под углом  $45^\circ$  к горизонту, достиг наибольшей высоты 15 м. Какова дальность полета диска?

19. Камень брошен под таким углом к горизонту, что синус этого угла равен 0,8. Найдите отношение дальности полета к максимальной высоте подъема.
20. Камень бросили с поверхности земли один раз под углом  $60^\circ$ , второй раз – под углом  $30^\circ$  к горизонту. Во сколько раз высота подъема в первом случае больше, чем во втором, если в первом случае камень упал в два раза дальше от места броска?
21. Из одной и той же точки с поверхности земли брошены два камня. Первый упал на землю на расстоянии  $L$ , второй — на расстоянии  $3L$ . Под каким углом (в градусах) к горизонту был брошен первый камень, если второй брошен под углом  $30^\circ$ , а высоты подъема у них одинаковы?
22. Тело брошено под углом к горизонту. Какую часть всего времени движения (в процентах) тело находится на высоте, большей  $3/4$  максимальной высоты подъема?
23. Под каким углом к горизонту нужно бросить камень со скоростью 15 м/с, чтобы он попал в точку, расположенную на высоте 7 м и на расстоянии 10 м по горизонтали от места бросания?
24. Тело падает с высоты  $H$  без начальной скорости. На высоте  $h$  оно ударяется о площадку, расположенную под углом  $\alpha$  к горизонту. На какую максимальную высоту может после этого подняться тело?

### Проверка практического материала

1. Для запуска планера применяют резиновый канат. Определите силу, с которой планер действует на канат, в тот момент, когда две половины каната составляют между собой угол  $90^\circ$ , а каждая из них растянута силой 500 Н.
2. К концу рукоятки гаечного ключа длиной 20 см приложена сила 50 Н под углом  $60^\circ$  по отношению к рукоятке ключа. Определите момент этой силы.
3. Человек, открывая дверь, прикладывает силу 4 Н, которая направлена под углом  $60^\circ$  к плоскости двери в горизонтальном направлении. Момент силы равен  $3,5 \text{ Н}\cdot\text{м}$ . Определите расстояние от ручки до оси вращения двери.

4. Труба массой 14 кг лежит на земле. Какую силу надо приложить к одному из концов трубы, чтобы его слегка приподнять
5. На трапедии сидит гимнаст массой 60 кг. Он расположен на расстоянии  $1/3$  ее длины, считая от одного из ее концов. Определите натяжение тросов, на которых подвешена трапеция.
6. Вычислить момент инерции  $J_C$  однородного стержня массой  $m$  и длиной  $L$  относительно оси, перпендикулярной стержню и проходящей через его середину. Поперечными размерами стержня пренебречь.
7. Доказать, что момент инерции  $J$  относительно некоторой оси равен сумме момента инерции  $J_C$  относительно оси, проходящей через центр масс параллельно данной и произведения массы  $m$  тела на квадрат кратчайшего расстояния  $a$  между этими осями, то есть  $J = J_C + ma^2$ . Доказательство выполнить для однородного стержня (см. предыдущую задачу).
8. Вычислить момент инерции  $J$  однородного стержня массой  $m$  и длиной  $L$  относительно оси, перпендикулярной стержню и проходящей через его конец. Поперечными размерами стержня пренебречь.
9. Вычислить моменты инерции однородной прямоугольной пластины массой  $m$ , длиной  $a$  и шириной  $b$  относительно осей, проходящих вдоль краев пластины. Толщиной пластины пренебречь.
10. Вычислить момент инерции  $J$  однородного плоского диска относительно оси, перпендикулярной плоскости диска и проходящей через его центр.  $R$  и  $m$  – радиус и масса диска соответственно. Толщиной диска пренебречь.
11. Вычислить момент инерции  $J$  однородного сплошного круглого цилиндра относительно продольной оси, проходящей через центры его оснований.  $R$  и  $m$  – радиус цилиндра и его масса соответственно.
12. Вычислить момент инерции  $J$  однородного кольца массы  $m$  относительно оси, проходящей через центр кольца перпендикулярно его плоскости.  $r_1$  и  $r_2$  – внутренний и внешний радиусы кольца соответственно. Толщиной кольца пренебречь.

13. Вычислить момент инерции  $J$  однородного полого круглого цилиндра (трубы) массы  $m$  относительно оси, проходящей через центры его оснований.  $r_1$  и  $r_2$  – внутренний и внешний радиусы цилиндра соответственно.
14. Однородный цилиндр массы  $m$  совершает плоскопараллельное движение без проскальзывания по неподвижной горизонтальной плоскости. Величина скорости центра масс цилиндра в системе отсчета, связанной с плоскостью, равна  $v_C$ . Определить кинетическую энергию цилиндра в этой неподвижной системе отсчета, если поступательно движущаяся его мгновенная ось вращения совпадает: 1) с центральной осью  $C$  цилиндра; 2) с осью  $O_1$  касания поверхности цилиндра с плоскостью качения; 3) с осью  $O_2$ , перпендикулярной основаниям цилиндра и проходящей через его верхнюю точку.
15. Каток, представляющий собой однородный круглый цилиндр массы  $m_1$ , лежит на горизонтальной плоскости. Каток обмотан тросом, перекинутым через блок, представляющий собой круглый однородный цилиндр массы  $m_2$ , вращающийся вокруг неподвижной оси, совпадающей с его осью симметрии. К свободному концу троса прикреплен груз массы  $m_3$ . При опускании груза с постоянной скоростью, величина которой равна  $v$ , трос, разматываясь, приводит в качение без проскальзывания каток. Определить кинетическую энергию системы каток – блок – груз. Трос считать невесомым и нерастяжимым. Верхние точки катка и блока находятся на одной высоте.
16. В системе, рассмотренной в предыдущей задаче, груз под действием силы тяжести опускается вниз из состояния покоя. Определить величину скорости  $v$  груза при опускании его на расстояние  $h$ . Трением на оси блока пренебречь.
17. Тонкий однородный стержень АВ массы  $m = 1,0$  кг движется поступательно с ускорением  $w = 2,0$  м/с<sup>2</sup> под действием двух антипараллельных сил  $F_1$  и  $F_2$  (рис. 1.52). Расстояние между точками приложения этих сил  $a = 20$  см. Кроме того, известно, что  $F_2 = 5,0$  Н. Найти длину стержня.

18. К точке с радиус-вектором  $r_1 = a_i$  приложена сила  $F_1 = A_j$ , а к точке с  $r_2 = b_j$  — сила  $F_2 = B_i$ . Здесь оба радиус-вектора определены относительно начала координат  $O$ ,  $i$  и  $j$  — орты осей  $x$  и  $y$ ,  $a$ ,  $b$ ,  $A$  и  $B$  — постоянные. Найти плечо  $l$  равнодействующей силы относительно точки  $O$ .
19. Найти момент инерции:
- а) тонкого однородного стержня относительно оси, перпендикулярной к стержню и проходящей через его конец, если масса стержня  $m$  и его длина  $l$ ;
  - б) тонкой однородной прямоугольной пластинки относительно оси, проходящей перпендикулярно к плоскости пластинки через одну из ее вершин, если стороны пластинки  $a$  и  $b$ , а ее масса  $m$ .
20. Однородный диск радиуса  $R$  раскрутили до угловой скорости  $\omega$  и осторожно положили на горизонтальную поверхность. Сколько времени диск будет вращаться на поверхности, если коэффициент трения равен  $k$ ? Давление диска на поверхность считать равномерным.
21. Маховик с начальной угловой скоростью  $\omega_0$  начинает тормозиться силами, момент которых относительно его оси пропорционален квадратному корню из его угловой скорости. Найти среднюю угловую скорость маховика за все время торможения.
22. Конический маятник — тонкий однородный стержень длины  $l$  и массы  $m$  — вращается равномерно вокруг вертикальной оси с угловой скоростью  $\omega$  (верхний конец стержня укреплен шарнирно). Найти угол  $\vartheta$  между стержнем и вертикалью.
23. Гладкий однородный стержень  $AB$  массы  $M$  и длины  $l$  свободно вращается с угловой скоростью  $\omega_0$  в горизонтальной плоскости вокруг неподвижной вертикальной оси, проходящей через его конец  $A$ . Из точки  $A$  начинает скользить по стержню небольшая муфта массы  $m$ . Найти скорость  $v'$  муфты относительно стержня в тот момент, когда она достигнет его конца  $B$ .
24. На гладкой горизонтальной поверхности лежит однородный стержень массы  $m = 5,0$  кг и длины  $l = 90$  см. По одному из концов стержня произвели удар в горизонтальном направлении, перпендикулярном к

стержню, в результате которого стержню был передан импульс  $p = 3,0 \text{ Н*с}$ . Найти силу, с которой одна половина стержня будет действовать на другую в процессе движения.

25. Однородная тонкая квадратная пластинка со стороной  $l$  и массы  $M$  может свободно вращаться вокруг неподвижной вертикальной оси, совпадающей с одной из ее сторон. В центр пластинки по нормали к ней упруго ударяется шарик массы  $m$ , летевший со скоростью  $v$ . Найти:
- а) скорость шарика  $v'$  после удара;
  - б) горизонтальную составляющую результирующей силы, с которой ось будет действовать на пластинку после удара.

## Основы термодинамики

### Проверка лекционного материала

1. Какая масса ртути имеет такую же теплоемкость, как 13 кг спирта? Удельная теплоемкость спирта  $2440 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$ , удельная теплоемкость ртути  $130 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$ .
2. При трении друг о друга двух одинаковых тел их температура через одну минуту повысилась на  $30^\circ\text{C}$ . Какова средняя мощность, развиваемая в обоих телах при трении? Теплоемкость каждого тела  $800 \text{ Дж}/\text{К}$ .
3. На электроплитке мощностью  $600 \text{ Вт}$  3 л воды нагреваются до кипения за 40 минут. Начальная температура воды  $20^\circ\text{C}$ . Удельная теплоемкость воды  $4200 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$ . Определите КПД (в процентах) установки.
4. При сверлении металла ручной дрелью сверло массой  $0,05 \text{ кг}$  нагрелось на  $20^\circ\text{C}$  за 200 с непрерывной работы. Средняя мощность, потребляемая дрелью от сети при сверлении, равна  $10 \text{ Вт}$ . Сколько процентов затраченной энергии пошло на нагревание сверла, если удельная теплоемкость материала сверла  $460 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$ ?
5. При работе электромотора мощностью  $400 \text{ Вт}$  он нагревается на  $10 \text{ К}$  за 50 с непрерывной работы. Чему равен КПД (в процентах) мотора? Теплоемкость мотора  $500 \text{ Дж}/\text{К}$ .
6. **897.** Трансформатор, погруженный в масло, вследствие перегрузки начинает греться. Каков его КПД (в процентах), если при полной мощности  $60 \text{ кВт}$  масло массой  $60 \text{ кг}$  нагревается на  $30^\circ\text{C}$  за 4 минуты работы трансформатора? Удельная теплоемкость масла  $2000 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$ .
7. Генератор излучает импульсы сверхвысокой частоты с энергией в каждом импульсе  $6 \text{ Дж}$ . Частота повторения импульсов  $700 \text{ Гц}$ . КПД генератора  $60\%$ . Сколько литров воды в час надо пропускать через охлаждающую систему генератора, чтобы вода нагрелась не выше, чем на  $10 \text{ К}$ ? Удельная теплоемкость воды  $4200 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$ .
8. Сколько льда, взятого при температуре  $0^\circ\text{C}$ , можно расплавить, сообщив ему энергию  $0,66 \text{ МДж}$ ? Удельная теплота плавления льда  $330 \text{ кДж}/\text{кг}$ .
9. При отвердевании  $100 \text{ кг}$  стали при температуре плавления выделилось  $21 \text{ МДж}$  теплоты. Какова удельная теплота плавления (в  $\text{кДж}/\text{кг}$ ) стали?
10. Какое количество теплоты (в  $\text{кДж}$ ) надо сообщить  $2 \text{ кг}$  льда, взятого при температуре  $-10^\circ\text{C}$ , чтобы полностью его растопить? Удельная теплоемкость льда  $2100 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$ , удельная теплота плавления льда  $330 \text{ кДж}/\text{кг}$ .



11. Для того чтобы превратить некоторое количество льда, взятого при температуре  $-50^{\circ}\text{C}$ , в воду с температурой  $50^{\circ}\text{C}$ , требуется 645 кДж энергии. Чему равна масса льда? Удельная теплоемкость воды 4200 Дж/(кг·К), удельная теплоемкость льда 2100 Дж/(кг·К), удельная теплота плавления льда  $3,3 \cdot 10^5$  Дж/кг.
12. Какое количество теплоты (в кДж) необходимо для превращения в пар 0,1 кг кипящей воды? Удельная теплота парообразования воды 2,26 МДж/кг.
13. Сколько теплоты (в кДж) выделится при конденсации 0,2 кг водяного пара при температуре  $100^{\circ}\text{C}$ ? Удельная теплота парообразования воды  $2,3 \cdot 10^6$  Дж/кг.
14. Какое количество теплоты (в кДж) нужно сообщить 1 кг воды, взятой при  $0^{\circ}\text{C}$ , чтобы нагреть ее до  $100^{\circ}\text{C}$  и полностью испарить? Удельная теплоемкость воды 4200 Дж/(кг·К), удельная теплота парообразования воды  $2,3 \cdot 10^6$  Дж/кг.
15. Для нагревания воды, взятой при температуре  $20^{\circ}\text{C}$ , и обращения ее в пар израсходовано 2596 кДж энергии. Определите массу воды. Удельная теплоемкость воды 4200 Дж/(кг·К), удельная теплота парообразования воды 2,26 МДж/кг.
16. Для расплавления одной тонны стали используется электропечь мощностью 100 кВт. Сколько минут продолжается плавка, если слиток до начала плавления надо нагреть на 1500 К? Удельная теплоемкость стали 460 Дж/(кг·К), удельная теплота плавления стали 210 кДж/кг.
17. Для нагревания некоторой массы воды от  $0^{\circ}\text{C}$  до  $100^{\circ}\text{C}$  требуется 8400 Дж теплоты. Сколько еще потребуется теплоты (в кДж), чтобы полностью испарить эту воду? Удельная теплоемкость воды 4200 Дж/(кг·К), удельная теплота парообразования воды 2300 кДж/кг.
18. Чтобы охладить воду в холодильнике от  $33^{\circ}\text{C}$  до  $0^{\circ}\text{C}$ , потребовалась 21 минута. Сколько времени потребуется, чтобы превратить затем эту воду в лед? Удельная теплоемкость воды 4200 Дж/(кг·К), удельная теплота плавления льда  $3,3 \cdot 10^5$  Дж/кг. Ответ дать в минутах.
19. Сосуд с водой нагревают на электроплитке от  $20^{\circ}\text{C}$  до кипения за 20 минут. Сколько еще нужно времени (в минутах), чтобы 42% воды обратить в пар? Удельная теплоемкость воды 4200 Дж/(кг·К), удельная теплота парообразования воды  $2,2 \cdot 10^6$  Дж/кг.
20. Вычислите КПД (в процентах) газовой горелки, если в ней используется газ с удельной теплотой сгорания  $36 \text{ МДж/м}^3$ , а на нагревание чайника с 3 л воды от  $10^{\circ}\text{C}$  до кипения было израсходовано 60 л газа. Теплоемкость чайника 600 Дж/К. Удельная теплоемкость воды 4200 Дж/(кг·К).

21. Для работы паровой машины расходуется 210 кг угля за 1 час. Охлаждение машины осуществляется водой, которая на входе имеет температуру  $17^{\circ}\text{C}$ , а на выходе  $27^{\circ}\text{C}$ . Определите расход воды (в кг) за 1 с, если на ее нагревание идет 24% общего количества теплоты. Удельная теплоемкость воды  $4200 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$ , удельная теплота сгорания угля  $30 \text{ МДж}/\text{кг}$ .
22. На сколько километров пути хватит 10 кг бензина для двигателя автомобиля, развивающего при скорости  $54 \text{ км}/\text{час}$  мощность  $69 \text{ кВт}$  и имеющего КПД 40%? Удельная теплота сгорания бензина  $4,6\cdot 10^7 \text{ Дж}/\text{кг}$ .

### Проверка практического материала

1. Определите разность температур начального и конечного состояния газа, если сначала объем газа изобарного увеличили в  $n = 2$  раза, а затем изохорно уменьшили в  $k = 2$  раза его давление. Температура начального состояния  $T = 300 \text{ К}$ .
2. В горизонтальной запаянной трубке газ разделен капелькой масла на два объема по  $V = 70 \text{ см}^3$  при температуре  $T = 400 \text{ К}$ . На сколько градусов необходимо охладить газ справа от капельки, чтобы его объем уменьшился на  $\Delta V = 10 \text{ см}^3$ ?
3. Определите радиус  $R$  алюминиевого тонкого проволочного кольца при температуре  $t_0 = 0^{\circ}\text{C}$ , если при  $t_1 = 100^{\circ}\text{C}$  длина окружности кольца  $l = 100,24 \text{ мм}$ .
4. При температуре  $t_0 = 0^{\circ}\text{C}$  длина стержня  $l_0 = 1000 \text{ мм}$ , при температуре  $t_1 = 100^{\circ}\text{C}$  —  $l_1 = 1002 \text{ мм}$ , при температуре красного каления —  $l_2 = 1011,6 \text{ мм}$ . Определите температуру  $t$  красного каления.
5. При измерении стальным штангенциркулем длина стержня оказалась  $l = 180 \text{ мм}$ . Температура во время измерения была  $t_1 = 10^{\circ}\text{C}$ . Определите ошибку этого измерения, если деления шкалы штангенциркуля наносились при температуре  $t_2 = 20^{\circ}\text{C}$ .
6. Сосуд объемом  $V = 12 \text{ л}$ , содержащий газ при давлении  $p_1 = 4\cdot 10^5 \text{ Па}$ , соединяют с другим сосудом объемом  $V_1 = 3 \text{ л}$ , из которого полностью откачан воздух. Найдите конечное давление  $p_2$  газа. Процесс изотермический.
7. Сосуд объемом  $V_1 = 24 \text{ л}$  содержит газ при давлении  $p_1 = 2\cdot 10^5 \text{ Па}$ . Его соединяют с другим сосудом, из которого откачан газ (вакуум). Конечное давление газа  $p_2 = 1\cdot 10^5 \text{ Па}$ . Найдите объем  $V_2$  второго сосуда. Процесс изотермический.

8. При изобарном охлаждении идеального газа от температуры  $T = 380 \text{ К}$  плотность его увеличилась вдвое. На сколько уменьшилась температура газа?

9. До какой температуры нужно нагреть воздух, содержащийся в открытой колбе при температуре  $t = 20 \text{ }^\circ\text{С}$ , чтобы плотность  $\rho$  воздуха в колбе уменьшилась вдвое?

10. Во сколько раз возрастет плотность  $\rho$  газа при его охлаждении от  $T_1 = 600 \text{ К}$  до  $T_2 = 300 \text{ К}$  и увеличении массы газа в  $n = 3$  раза? Давление газа постоянно.

11. Сколько молей газа следует добавить к одному молю данного газа, чтобы его давление увеличилось в  $n = 9$  раз при постоянном объеме и постоянной температуре?

12. Определите начальную  $T_1$  и конечную  $T_2$  температуры идеального газа, если при изобарном охлаждении на  $\Delta T = 290 \text{ К}$  его объем уменьшился вдвое.

13. Определите начальный  $V_1$  и конечный  $V_2$  объемы идеального газа, если при изобарном расширении на  $\Delta V = 10 \text{ л}$  его температура увеличилась в  $n = 3$  раза.

14. Определите начальную температуру  $T_1$  газа, находящегося в закрытом сосуде, если при увеличении его температуры на  $\Delta T = 1 \text{ К}$  давление возросло на  $0,4 \%$  от первоначального давления.

15. Резиновую лодку надули утром, когда температура окружающего воздуха составляла  $t_1 = 7 \text{ }^\circ\text{С}$ . На сколько процентов увеличилось давление  $p$  воздуха в лодке, если днем под лучами солнца он прогрелся до  $t_2 = 45 \text{ }^\circ\text{С}$ ? Расширением лодки пренебречь.

16. Баллон вместимостью  $V = 40 \text{ л}$  содержит  $m = 1,98 \text{ кг}$  углекислого газа. Баллон выдерживает давление не выше  $p = 30 \cdot 10^5 \text{ Н/м}^2$ . При какой температуре  $T$  возникает опасность взрыва?

17. Манометр на баллоне с кислородом показывает давление  $p_1 = 98 \text{ атм}$  в помещении с температурой  $t_1 = 24 \text{ }^\circ\text{С}$ . Когда баллон вынесли в сарай, где температура была  $t_2 = -12 \text{ }^\circ\text{С}$ , манометр показал  $p_2 = 86 \text{ атм}$ . Не произошла ли утечка газа за время, прошедшее между двумя измерениями давления?

18. Давление газа в ходе изохорного нагревания увеличилось на  $\Delta p = 150 \text{ кПа}$ . Во сколько раз возросла температура газа, если начальное давление  $p_0 = 50 \text{ кПа}$ .

19. На сколько процентов следует увеличить температуру газа в закрытом сосуде постоянного объема, чтобы давление воздуха возросло в  $n = 1,25$  раза?

20. Определите начальную температуру  $t_0$  идеального газа, находящегося в закрытом сосуде, если давление увеличивается на 0,2 % от первоначального давления при нагревании газа на  $\Delta t = 1^\circ\text{C}$ .

21. В ходе изобарного процесса объем газа увеличился на  $\Delta V = 0,01 \text{ м}^3$ . Во сколько раз увеличилась абсолютная температура газа, если первоначально он занимал объем  $V = 5 \text{ л}$ ?

22. При изотермическом сжатии давление газа возросло в  $n = 8$  раз. Чему равен начальный объем  $V_1$  газа, если в конце процесса газ занимал объем  $V_2 = 0,24 \text{ м}^3$ ?

23. В ходе изотермического процесса давление газа уменьшилось на  $\Delta p = 50 \text{ кПа}$ . Определите конечное давление газа в килопаскалях, если его объем  $V$  увеличился в  $n = 6$  раз.

24. При изотермическом сжатии идеального газа его плотность возросла в  $n = 2,25$  раза. Во сколько раз давление  $p_2$  газа в конечном состоянии больше, чем  $p_1$  в начальном?

25. При изотермическом сжатии газа его давление возросло в  $n$  раз. Во сколько раз увеличилась плотность газа?

26. На сколько процентов следует увеличить объем  $V$  газа в изотермическом процессе, чтобы его давление уменьшилось в  $n = 1,5$  раза? Масса газа постоянна.

27. При изотермическом сжатии газа его объем уменьшился на  $\Delta V_1 = 2 \text{ л}$ , а давление возросло на 50 %. На сколько процентов увеличится давление газа, если первоначальный объем газа уменьшить на  $\Delta V_2 = 1 \text{ л}$ ?

28. Начальная температура газа  $t_0 = 54^\circ\text{C}$ . На сколько градусов надо увеличить температуру газа, чтобы его объем при постоянном давлении и неизменной массе увеличился в  $n = 2$  раза?

29. Открытую с обеих сторон трубку длиной  $l = 1,22 \text{ м}$  погружают до половины в ртуть, затем закрывают верхнее отверстие трубки и вынимают ее из ртути. В трубке остается столбик ртути длиной  $l_1 = 27 \text{ см}$ . Определите атмосферное давление  $p_0$ .

30. Во сколько раз возрастет давление газа в цилиндре под поршнем, если поршень медленно опустить на  $1/3$  — первоначальной высоты?

31. Какая масса воздуха находится в пузырьке объемом  $V = 0,8 \text{ см}^3$  на глубине  $h = 7000 \text{ м}$ ? Температура воздуха в пузырьке  $T = 290 \text{ К}$ .

32. Давление газа при изохорном процессе увеличилось на  $\Delta p = 150 \text{ кПа}$ . Во сколько раз возросла температура газа, если его начальное давление было  $p_0 = 50 \text{ кПа}$ ?

33. Температура газообразного кислорода в закрытом баллоне уменьшилась на  $\Delta T = 100$  К. Во сколько раз и как изменилось давление газа, если его начальная температура  $T_0 = 400$  К?

34. На сколько процентов следует изохорно увеличить температуру газа, чтобы его давление возросло в  $n = 1,5$  раза?

35. Давление воздуха в закрытом сосуде уменьшилось на 20 %. Во сколько раз изменилась температура воздуха в сосуде?

36. При изобарном нагревании от  $T_1 = 300$  К до  $T_2 = 350$  К газ совершил работу  $A_1 = 100$  Дж. Какую работу  $A_2$  совершил газ при дальнейшем изобарном нагревании на  $\Delta T = 25$  К? Давление и масса газа постоянны.

37. Один моль идеального газа изобарно нагревают так, что его объем возрастает в  $n = 1,5$  раза. Определите работу  $A$  газа в этом процессе, если начальная температура газа равна  $T_0 = 200$  К.

38. Во сколько раз работа, совершаемая газом при изобарном расширении с давлением  $p_1 = 300$  кПа, больше работы газа при изобарном расширении с давлением  $p_2 = 100$  кПа, если изменение объема  $\Delta V$  в обоих случаях одинаково?

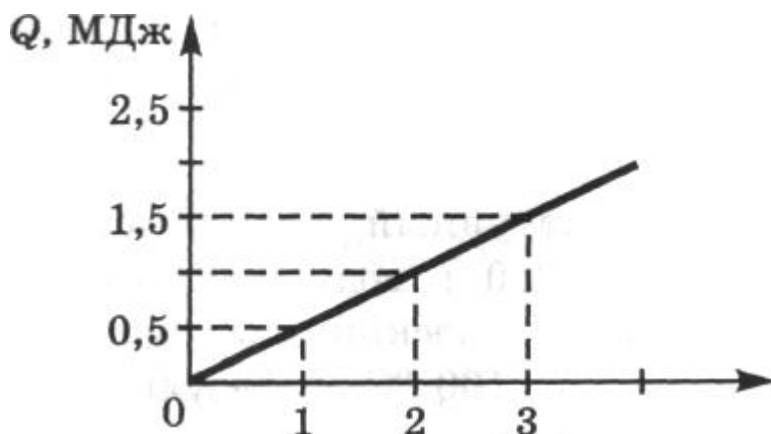
39. При изобарном сжатии идеального одноатомного газа внешними силами была совершена работа  $A = 166,2$  кДж. Газ при этом охладился на  $\Delta t = 400$  °С. Какое количество  $\nu$  газа подверглось сжатию.

40. КПД идеальной машины Карно  $\eta = 60$  %. Температура нагревателя  $T = 1500$  К. Какая часть теплоты  $Q$ , полученной от нагревателя, передается холодильнику?

41. При работе идеальной паровой машины, работающей по циклу Карно, холодильнику отдается половина теплоты, полученной от нагревателя. Определите КПД паровой машины.

42. Температура нагревателя теплового двигателя в  $n$  раз больше температуры холодильника. Количество теплоты, поглощенной рабочим веществом двигателя за цикл, равно  $Q_1$ . Определите работу  $A$  двигателя за цикл, считая его циклом Карно.

43. Количество теплоты  $Q_1$  полученной машиной Карно от нагревателя с температурой  $T_1$  в  $n$  раз больше количества теплоты  $Q_2$ , переданной холодильнику. Определите температуру  $T_2$  холодильника.



44. Пар массой  $m_1 = 0,7$  кг при температуре  $t_1 = 100$  °С впускают в холодную

воду, взятую в количестве  $m_2 = 12,0$  кг. Температура воды после впуска в нее пара поднимается до  $t_2 = 70$  °С. Определите первоначальную температуру воды.

100. Определите удельную теплоту парообразования вещества из графика зависимости количества затраченной теплоты от массы испарившейся жидкости.

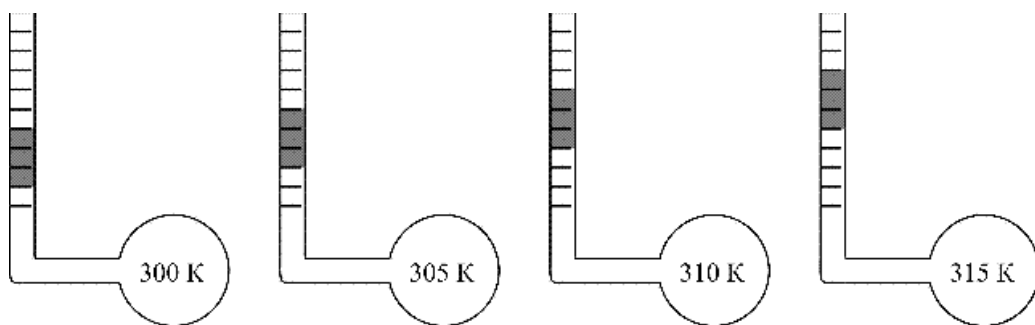
## Основные молекулярно-кинетической теории

### Проверка лекционного материала

1. Частицы вещества участвуют в непрерывном тепловом хаотическом движении. Это положение молекулярно-кинетической теории строения вещества относится к:
  1. газам и твердым телам;
  2. твердым телам и жидкостям;
  3. газам и жидкостям;
  4. газам, жидкостям и твердым телам.
2. При какой температуре находился газ в закрытом сосуде, если при нагревании его на 140 К давление возросло в 1,5 раза?
3. Какое количество вещества содержится в 200 г воды?
4. Хаотичность теплового движения молекул газа приводит к тому, что:
  1. плотность газа одинакова во всех местах занимаемого им сосуда;
  2. плотность вещества в газообразном состоянии меньше плотности этого
  3. вещества в жидком состоянии;
  4. газ гораздо легче сжать, чем жидкость;
  5. при одновременном охлаждении и сжатии газ превращается в жидкость.
5. В баллоне емкостью 20 л находится кислород при температуре 16 °С под давлением  $10^7$  Па. Какой объем займет этот газ при нормальных условиях?
6. Сколько молекул содержится в углекислом газе массой 1 г?
7. Укажите пару веществ, скорость диффузии которых наименьшая при прочих равных условиях:
  1. раствор медного купороса и вода;
  2. пары эфира и воздух;
  3. свинцовая и медная пластины;
  4. вода и спирт.
8. Во сколько раз увеличится давление в баллоне электролампы, если после ее включения температура повысилась от 15 °С до 300 °С?

9. Какой объем занимают 100 моль ртути? Молярная масса ртути 200 г/моль, плотность  $13,6 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>.
10. Явление диффузии в жидкостях свидетельствует о том, что молекулы жидкостей:
1. движутся хаотично;
  2. притягиваются друг к другу;
  3. состоят из атомов;
  4. колеблются около своих положений равновесия.
11. Какая часть газа осталась в сосуде, если после выпуска некоторого количества газа давление в нем упало на 40%, а абсолютная температура уменьшилась на 20%?
12. Зная постоянную Авогадро, найдите массу молекулы водорода.
13. В результате остывания газа средняя кинетическая энергия теплового движения его молекул уменьшилась в три раза. Как изменилась при этом абсолютная температура газа?
1. Уменьшилась в три раза.
  2. Уменьшилась в  $\sqrt{3}$  раз.
  3. Уменьшилась в 9 раз.
  4. Не изменилась.
14. При неизменной концентрации частит абсолютная температура идеального газа была увеличена в 4 раза. Давление газа при этом:
1. Увеличилось в 4 раза
  2. Увеличилось в 2 раза
  3. Уменьшилось в 4 раза
  4. Не изменилось
15. Для изучения газовых законов лаборант изготовил газовый термометр, представляющий собой колбу с воздухом, герметично подсоединенную к изогнутой трубке, в открытой вертикальной части которой находится столбик воды. Нагревая воздух в колбе, лаборант наблюдал перемещение водяного столбика внутри трубки. Атмосферное давление при этом оставалось неизменным. Некоторые этапы эксперимента изображены на рисунке.





Какое(-ие) из утверждений соответствует(-ют) результатам этого опыта, проводимого при указанных условиях?

**А:** При нагревании газа изменение его объема пропорционально изменению температуры.

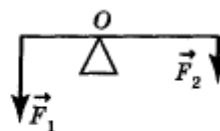
**Б:** При нагревании газа его давление увеличивается.

- 1) только А
- 2) только Б
- 3) и А, и Б
- 4) ни А, ни Б

16. Как изменится давление разреженного газа в сосуде, если концентрацию молекул газа увеличить в 2 раза, а температуру оставить неизменной?

- 1) увеличится в 2 раза
- 2) уменьшится в 2 раза
- 3) увеличится в  $2^{1/2}$  раз
- 4) увеличится в 4 раза

16. /1.3.2/ На рычаг, находящийся в равновесии, действуют силы  $F_1 = 10\text{Н}$  и  $F_2 = 4\text{Н}$  (см. рисунок). С какой силой рычаг давит на опору? Массой рычага пренебречь.

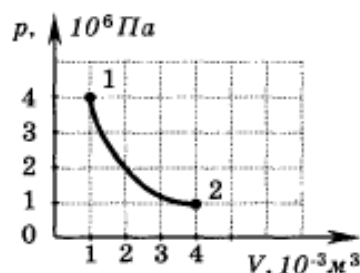


- 1) 14Н
- 2) 10Н
- 3) 6Н
- 4) 4Н

25. /2.1.7/ В закрытом сосуде абсолютная температура идеального газа уменьшилась в 3 раза. При этом давление газа на стенки сосуда

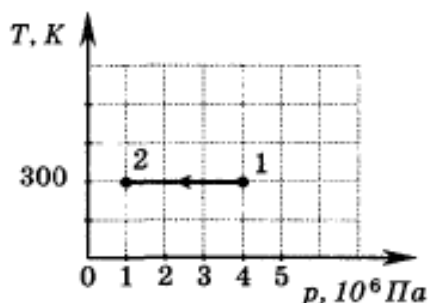
- 1) увеличилось в 9 раз
- 2) уменьшилось в  $\sqrt{3}$  раз
- 3) уменьшилось в 3 раза
- 4) не изменилось

34. /2.2.6/ На графике показана зависимость давления одноатомного идеального газа от объема. Газ совершает работу, равную 3 кДж. Количество теплоты, полученное газом при переходе из состояния 1 в состояние 2, равно



- 1) 1 кДж      3) 4 кДж  
2) 3 кДж      4) 7 кДж

37. /2.2.6/ На  $Tp$ -диаграмме показан процесс изменения состояния идеального одноатомного газа. Газ совершил работу, равную 3 кДж. Количество теплоты, полученное газом, равно



- 1) 0 кДж  
2) 1 кДж  
3) 3 кДж  
4) 4 кДж

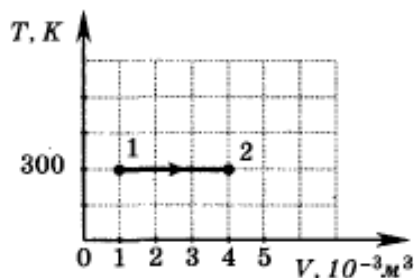
41. /2.1.10/ В баллоне объемом  $1,66 \text{ м}^3$  находится 2 кг азота при давлении  $10^5 \text{ Па}$ . Чему равна температура этого газа?

- 1)  $280^\circ\text{C}$       2)  $140^\circ\text{C}$       3)  $7^\circ\text{C}$       4)  $-13^\circ\text{C}$

78. /2.1.11/ Газ, объем которого 8,31 л, находится в баллоне при температуре  $127^\circ\text{C}$  и давлении 100 кПа. Какое количество вещества содержится в газе?

- 1) 0,5 моль      2) 0,25 моль      3) 1 моль      4) 2 моль

- /2.2.6/ На рисунке показан график изотермического расширения идеального одноатомного газа. Газ совершает работу, равную 3 кДж. Количество теплоты, полученное газом, равно



- 1) 1 кДж      3) 4 кДж  
2) 3 кДж      4) 7 кДж

### Проверка практического материала

1. Найдите число атомов в алюминиевом предмете массой  $m = 135 \text{ г}$ .

2. Какую массу  $m$  имеют  $N = 2 \cdot 10^{23}$  молекул азота?

3. Во сколько раз число молекул в  $m = 270 \text{ г}$  углерода больше числа Авогадро?

4. Во сколько раз число Авогадро больше числа атомов в  $m = 9$  г алюминия?

5. Определите объем десяти молей меди.

6. Во сколько раз число атомов меди в объеме  $V_1 = 1 \text{ м}^3$  больше числа атомов свинца в объеме  $V_2 = 0,5 \text{ м}^3$ ?

7. За промежуток времени  $\Delta t = 10$  суток из стакана полностью испарилось  $m = 100$  г воды. Сколько молекул в среднем вылетело с поверхности воды за промежуток времени  $\Delta t_1 = 1$  с?

8. Из чашки за промежуток времени  $\Delta t = 5$  суток испарилась вода, считая среднюю скорость испарения равной  $7 \cdot 10^{18}$  частиц в секунду, определите массу воды, находившейся в чашке.

9. Молекула азота при нормальных условиях движется со средней скоростью  $\langle v_{\text{кв}} \rangle = 454$  м/с. Определите модуль среднего импульса  $\langle p \rangle$  молекулы.

10. Температура  $T$  газообразного азота увеличилась в  $n = 4$  раза. Во сколько раз возрос средний импульс молекулы азота?

11. Найдите концентрацию  $n$  молекул газообразного кислорода, находящегося при давлении  $p = 0,2$  МПа. Средняя квадратичная скорость молекул  $\langle v_{\text{кв}} \rangle = 700$  м/с.

12. Каково давление  $p$  азота, если средняя квадратичная скорость его молекул  $\langle v_{\text{кв}} \rangle = 500$  м/с, а плотность  $\rho = 1,35$  кг/м<sup>3</sup>?

13. В закрытом сосуде находится идеальный газ. Как изменится его давление, если средняя квадратичная скорость его молекул увеличится на 20 % ?

14. Сколько молекул  $N$  воздуха выходит из комнаты объемом  $V = 120 \text{ м}^3$  при повышении температуры от  $t_1 = 15$  °С до  $t_2 = 25$  °С? Атмосферное давление  $p_0 = 750$  мм рт. ст.

15. На сколько процентов возрастет средняя квадратичная скорость молекул идеального газа, если абсолютная температура увеличится в  $n = 2$  раза?

16. Идеальный одноатомный газ находится в сосуде под давлением  $p = 80$  кПа и имеет плотность  $\rho = 4$  кг/м<sup>3</sup>. Определите энергию теплового движения молекул газа, если масса газа равна  $m = 1$  кг.

17. Определите отношение количеств веществ, содержащихся в одинаковых объемах ртути и алюминия.

18. Определите отношение числа атомов в серебряной и алюминиевой ложках равной массы.

19. Найдите объем десяти молей меди в кубических сантиметрах.

20. Во сколько раз число  $N_1$  атомов меди в объеме  $V_1 = 1 \text{ м}^3$  больше числа  $N_2$  атомов свинца в объеме  $V_2 = 0,5 \text{ м}^3$ ?

21. Средние кинетические энергии молекул при данной температуре у всех веществ одинаковы. Определите отношения средних квадратичных скоростей поступательного движения молекул  $\langle v_{\text{кв}1} \rangle / \langle v_{\text{кв}2} \rangle$  водорода и кислорода при одной и той же температуре.

22. Средние квадратичные скорости молекул газообразного кислорода и водорода одинаковы. Во сколько раз отличаются температуры газов?

23. Определите среднюю квадратичную скорость  $\langle v_{\text{кв}} \rangle$  движения молекул газа, который занимает объем  $V = 5 \text{ м}^3$  при давлении  $p = 2 \cdot 10^5 \text{ Па}$  и имеет массу  $m = 6 \text{ кг}$ .

24. Какой объем занимает газ при давлении  $p = 2 \cdot 10^5 \text{ Па}$ , если масса его  $m = 1 \text{ кг}$ , а средняя квадратичная скорость молекул  $\langle v_{\text{кв}} \rangle = 600 \text{ м/с}$ ?

25. После того как в комнате протопили печь, температура поднялась с  $t_1 = 15^\circ \text{С}$  до  $t_2 = 27^\circ \text{С}$ . На сколько процентов уменьшилось число молекул в этой комнате? Давление постоянно.

26. В баллоне вместимостью  $V = 10 \text{ л}$  находится газ при температуре  $t = 27^\circ \text{С}$ . Вследствие утечки газа давление снизилось на  $\Delta p = 4,2 \text{ кПа}$ . Какое число молекул  $N$  вышло из баллона, если температура осталась неизменной?

27. Средняя квадратичная скорость движения молекул газа  $\langle v_{\text{кв}} \rangle = 700 \text{ м/с}$ , масса газа  $m = 6 \text{ кг}$ , объем  $V = 5 \text{ м}^3$ . Определите давление газа.

28. Молекулы одного газа имеют в  $k$  раз большую массу, чем молекулы другого газа. Найдите отношение давлений газов при одинаковых концентрациях, если средние квадратичные скорости молекул одинаковы.

29. Определите среднюю кинетическую энергию  $\langle E_{\text{к}} \rangle$  хаотического движения молекул газообразного аргона массой  $m = 2 \text{ кг}$ , если, находясь в сосуде объемом  $V = 2 \text{ м}^3$ , газ имеет давление  $p = 3 \cdot 10^5 \text{ Па}$ .

30. Определите среднюю кинетическую энергию  $\langle E_{\text{к}} \rangle$  хаотического поступательного движения всех молекул газообразного гелия в баллоне вместимостью  $V = 10 \text{ л}$  при давлении  $p = 0,4 \cdot 10^5 \text{ Па}$ .

31. Число молекул газа в единице объема уменьшилось в  $k = 2,5$  раза. До какой температуры  $T$  нагрели при этом газ, если его давление не изменилось? Начальная температура газа  $T_0 = 300 \text{ К}$ .

32. Идеальный газ нагрели при постоянном давлении от  $t_1 = 20^\circ\text{C}$  до  $t_2 = 313^\circ\text{C}$ , и при этом часть молекул вышла из сосуда. Во сколько раз уменьшилась концентрация газа?

33. Определите относительную влажность  $\varphi$  воздуха при температуре  $t_1 = 20^\circ\text{C}$ , если точка росы  $t = 10^\circ\text{C}$ .

34. При  $t_1 = 30^\circ\text{C}$  относительная влажность воздуха  $\varphi_1 = 80\%$ . Какой станет относительная влажность  $\varphi_2$  этого же воздуха, если его нагреть до температуры  $t_2 = 50^\circ\text{C}$ ?

35. При температуре  $T_1 = 284\text{ K}$  относительная влажность воздуха  $\varphi_1 = 81,5\%$ . При какой температуре  $T_2$  влажность этого воздуха будет  $\varphi_2 = 50\%$ ?

36. При температуре воздуха  $t_1 = -3^\circ\text{C}$  относительная влажность его  $\varphi_1 = 40\%$ . Какую массу  $\Delta m$  воды нужно дополнительно испарить в каждый кубометр воздуха, чтобы при температуре  $t_2 = 20^\circ\text{C}$  относительная влажность была  $\varphi_2 = 90\%$ ?

37. При температуре  $t_1 = 15^\circ\text{C}$  относительная влажность воздуха  $\varphi = 96\%$ . Определите относительную влажность  $\varphi_1$  воздуха при температуре  $t_2 = 25^\circ\text{C}$ , если количество водяного пара в воздухе увеличилось вдвое.

38. Какое количество росы  $\Delta m$  выпадет при уменьшении объема воздуха в  $n = 4$  раза, если начальный объем его  $V_0 = 1\text{ м}^3$ , температура  $t = 20^\circ\text{C}$  и влажность  $\varphi = 50\%$ ? Температура постоянна.

39. Сухой термометр психрометра показывает температуру  $t = 20^\circ\text{C}$ . По разности показаний термометров нашли, что относительная влажность  $\varphi = 60\%$ . Найдите давление  $p$  водяного пара в воздухе. Чему равна точка росы?

40. По гигрометру обнаружено появление росы при температуре  $t_1 = 10^\circ\text{C}$ . Определите абсолютную  $p$  и относительную  $\varphi$  влажности воздуха, если его температура  $t = 18^\circ\text{C}$ .

41. Определите модуль силы поверхностного натяжения, действующей на плавающий в воде куб с ребром  $a = 0,5\text{ м}$ . Поверхностное натяжение воды  $\sigma = 0,07\text{ Н/м}$ . Смачивание куба водой полное.

42. В цилиндрический стакан радиусом  $r = 5\text{ см}$  налита вода. Поверхностное натяжение воды  $\sigma = 0,07\text{ Н/м}$ . Определите модуль силы поверхностного натяжения, действующей на стенки стакана при полном смачивании.

43. Определите работу  $A$ , которую надо совершить, чтобы каплю ртути радиусом  $R$  разделить на  $N = 8$  одинаковых капель.

44. Какое количество теплоты  $Q$  получает капля ртути, образовавшаяся при слиянии 64 капель радиусом  $R = 0,2$  мм каждая?

45. На какую высоту  $h$  поднимается бензол в капилляре, внутренний диаметр которого  $d = 1$  мм? Смачивание полное.

46. Во сколько раз поверхностное натяжение у бензола больше, чем у спирта, если по капиллярам одинакового радиуса бензол поднимается на высоту  $h_1 = 4$  см, а спирт — на высоту  $h_2 = 3$  см?

47. В сосуд с водой при температуре  $t_1 = 20$  °С опущен капилляр с диаметром внутреннего канала  $d = 0,1$  мм. При нагревании воды до  $t_2 = 70$  °С уровень воды в капилляре снизился на  $\Delta h = 3,2$  см. Определите поверхностное натяжение  $\sigma$  воды при  $t_2 = 70$  °С. Расширением воды и трубки пренебречь.

## Электростатика

### Проверка лекционного материала

1. На двух одинаковых металлических шарах находятся положительный заряд  $+q$  и отрицательный заряд  $-5q$ . При соприкосновении шаров заряд на каждом шаре станет равен:
  1.  $-4q$
  2.  $+6q$
  3.  $-2q$
  4.  $+3q$
2. Модуль силы взаимодействия между двумя точечными заряженными телами равен  $F$ . Чему будет равен модуль силы взаимодействия между телами, если заряд каждого тела уменьшить в  $n$  раз и расстояние между телами уменьшить в  $n$  раз?
  1.  $n/F$
  2.  $F$
  3.  $F/n^2$
  4.  $F/n^4$
  5.  $Fn^2$
3. На двух одинаковых металлических шарах находятся положительный заряд  $+3q$  и отрицательный заряд  $-5q$ . При соприкосновении шаров заряд на каждом шаре станет равен:
  1.  $-4q$
  2.  $-q$
  3.  $-2q$
  4.  $+4q$
4. Модуль силы взаимодействия между двумя точечными заряженными телами равен  $F$ . Чему будет равен модуль силы взаимодействия между телами, если заряд каждого тела оставить без изменения, а расстояние между телами уменьшить в  $n$  раз?
  1.  $nF$
  2.  $F$
  3.  $Fn^2$
  4.  $F/n^4$
  5.  $F/n$
5. На двух одинаковых металлических шарах находятся отрицательный заряд  $-3q$  и положительный заряд  $+5q$ . При соприкосновении шаров заряд на каждом шаре станет равен:
  1.  $+q$
  2.  $-q$

- 3.  $+2q$
- 4.  $-2q$

6. Модуль силы взаимодействия между двумя точечными заряженными телами равен  $F$ . Чему будет равен модуль силы взаимодействия между телами, если заряд каждого тела уменьшить в  $n$  раз, а расстояние между телами увеличить в  $n$  раз?
- 1.  $F/n$
  - 2.  $F$
  - 3.  $Fn^2$
  - 4.  $F/n^2$
  - 5.  $F/n^4$
7. От чего зависит величина электрической емкости проводника?
- 1. От размеров, геометрической формы и диэлектрической проницаемости среды
  - 2. От величины заряда проводника
  - 3. От потенциала проводника
  - 4. Нет правильного ответа
8. Какое количество теплоты  $Q$  выделится при разряде плоского конденсатора, если разность потенциалов между пластинами равна 15 кВ, расстояние  $d = 1$  мм, диэлектрик – слюда ( $\epsilon = 7$ ) и площадь каждой пластины равна  $300 \text{ см}^2$ ?
9. Если заряд, запасенный в конденсаторе увеличить в два раза, то его емкость:
- 1. Увеличится в два раза.
  - 2. Уменьшится в два раза.
  - 3. Не изменится.
  - 4. Увеличится в четыре раза.
10. Плоский воздушный конденсатор емкостью  $1,11 \text{ нФ}$  заряжен до разности потенциалов  $U_1 = 300 \text{ В}$ . После отключения от источника тока расстояние между пластинами конденсатора было увеличено в 5 раз. Определить разность потенциалов  $U_2$  на обкладках конденсатора после их раздвижения.
11. Если разность потенциалов между обкладками конденсатора увеличить в три раза, то его емкость:
- 1. Увеличится в три раза.
  - 2. Уменьшится в три раза.
  - 3. Не изменится.
  - 4. Уменьшится в девять раз.



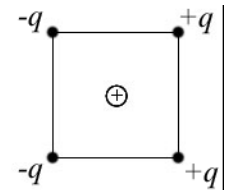
12. Два конденсатора емкостями  $C_1 = 3 \text{ мкФ}$  и  $C_2 = 6 \text{ мкФ}$  соединены между собой параллельно и присоединены к источнику с ЭДС 120 В. Определить заряд и энергию каждого конденсатора.
13. Конденсаторы емкостями  $C_1 = 1 \text{ мкФ}$ ,  $C_2 = 2 \text{ мкФ}$ ,  $C_3 = 3 \text{ мкФ}$  соединены последовательно и включены в сеть напряжением 1,1 кВ. Определить энергию каждого конденсатора.
14. Два точечных заряда взаимодействуют в вакууме на расстоянии 10 см с такой же силой, как в диэлектрике на расстоянии 5 см. Определите диэлектрическую проницаемость диэлектрика.
15. Два одинаковых по размеру металлических шарика несут заряды 7 мкКл и -3 мкКл. Шарики привели в соприкосновение и развели на некоторое расстояние, после чего сила их взаимодействия оказалась равна 40 Н. Определите это расстояние (в см). Коэффициент в законе Кулона  $k = 9 \cdot 10^9 \text{ м/Ф}$ .
16. Шарик массой 90 мг подвешен на непроводящей нити и имеет заряд 10 нКл. После того, как под шариком на расстоянии 10 см от него поместили точечный заряд другого знака, натяжение нити увеличилось вдвое. Найдите величину этого заряда (в нКл).  $k = 9 \cdot 10^9 \text{ м/Ф}$ ,  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .
17. Два одинаковых шарика висят на непроводящих нитях равной длины, закрепленных в одной точке. Шарики заряжены одноименными зарядами и, отталкиваясь, расходятся на некоторый угол. Найдите плотность материала шариков, если угол расхождения нитей не меняется после погружения шариков в жидкость с плотностью  $800 \text{ кг/м}^3$  и диэлектрической проницаемостью 9.
18. Незаряженный металлический шар А приводят в контакт с металлическим шаром В такого же размера, на котором находится заряд +q. После разрыва контакта между шарами заряд на шаре А равен
1. -q
  2. +q
  3. -q/2
  4. +q/2
19. Два протона на расстоянии 5 см друг от друга в вакууме взаимодействуют друг с другом с силой, равной ...
1.  $1 \cdot 10^{-35} \text{ Н}$
  2.  $5 \cdot 10^{-27} \text{ Н}$
  3.  $9 \cdot 10^{-26} \text{ Н}$

4.  $6 \cdot 10^{-7} \text{ Н}$

20. Модуль силы взаимодействия между двумя точечными заряженными телами равен  $F$ . Чему станет равен модуль силы взаимодействия между телами, если заряд каждого тела уменьшить в  $n$  раз и расстояние между телами уменьшить в  $n$  раз?

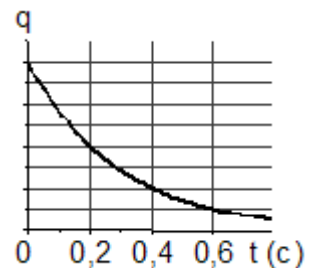
1.  $nF$
2.  $F$
3.  $F/n^2$
4.  $F/n^4$

21. Как направлена кулоновская сила, действующая на положительный точечный заряд, помещенный в центр квадрата, в вершинах которого находятся заряды:  $+q$ ,  $+q$ ,  $-q$ ,  $-q$  (см. рис.)?



1.  $\rightarrow$
2.  $\leftarrow$
3.  $\uparrow$
4.  $\downarrow$

22. Электрический заряд сферы меняется со временем согласно графику на рисунке. Через какое время на сфере останется четверть первоначального заряда?



1. 0,1 с
2. 0,2 с
3. 0,4 с
4. 0,6 с

23. Как изменяется напряженность поля, созданного точечным зарядом  $Q$ , и сила с которой это поле действует на точечный заряд  $q$ , и величина заряда  $q$  при увеличении заряда  $Q$  в 2 раза?

А. Физическая величина

1. напряженность
2. сила
3. заряд  $q$

В. Изменение

1. увеличится
2. уменьшится
3. не изменится

24. Два точечных заряда, находясь в воздухе ( $\varepsilon = 1$ ) на расстоянии 20 см друг от друга, взаимодействуют с некоторой силой. На каком расстоянии нужно поместить эти заряды в масле ( $\varepsilon = 5$ ), чтобы получить ту же самую силу взаимодействия?

25. Незаряженный металлический шар А приводят в контакт с металлическим шаром В такого же размера, на котором находится заряд  $+q$ . После разрыва контакта между шарами заряд на шаре А равен

1.  $-q$
2.  $+q$
3.  $-q/2$
4.  $+q/2$

26. Два протона на расстоянии 5 см друг от друга в вакууме взаимодействуют друг с другом с силой, равной ...

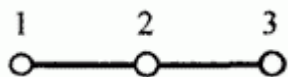
1.  $1 \cdot 10^{-35}$  Н
2.  $5 \cdot 10^{-27}$  Н
3.  $9 \cdot 10^{-26}$  Н
4.  $6 \cdot 10^{-7}$  Н

## Проверка практического материала

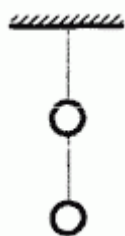
1. С какой силой взаимодействуют два заряда по 1 Кл каждый на расстоянии 1 км друг от друга?
2. Заряд электрона  $e = 1,6 \times 10^{-19}$  Кл, а его масса  $m_e = 9,11 \times 10^{-31}$  кг. Во сколько раз сила кулоновского отталкивания двух электронов больше силы их гравитационного притяжения?
3. С какой силой взаимодействуют между собой два заряда, состоящие из 1 г электронного вещества, находящиеся на расстоянии 100 млн. км друг от друга?
4. Два шарика с массами  $m = 0,1$  г каждый висят на двух нитях длиной  $l = 20$  см каждая в одной точке. После того как шарики зарядили одинаковым зарядом, они разошлись так, что угол между нитями стал равен  $\alpha = 60^\circ$ . Определить заряд шариков.
5. Два одинаковых заряженных металлических шарика притягиваются друг к другу. После того как шарики привели в соприкосновение и развели на расстояние вдвое большее первоначального, сила взаимодействия между ними уменьшилась в 12 раз. Каким был заряд первого шарика, если заряд второго был 1 мкКл?
6. Атом водорода состоит из протона и вращающегося вокруг него электрона. Приняв радиус орбиты электрона  $r = 5,3 \times 10^{-9}$  см, определить скорость электрона и частоту его вращения. Масса электрона много меньше массы протона.
7. Расстояние между двумя точечными зарядами  $q_1 = 1,8 \times 10^{-7}$  Кл и  $q_2 = 7,2 \times 10^{-7}$  Кл равно 60 см. В какой точке надо поместить третий заряд, чтобы вся система находилась в равновесии? Определить величину и знак заряда. Будет ли положение равновесия устойчивым?
8. Три одинаковых заряда по  $q = 1$  мкКл каждый помещены в вершинах равностороннего треугольника. Какой заряд нужно поместить в центре треугольника, чтобы вся система находилась в равновесии? Каким будет это равновесие?
9. Тонкое проволочное кольцо радиусом  $R = 10$  см имеет электрический заряд  $q = 50$  мкКл. Каково будет приращение силы, растягивающей кольцо, если в центр кольца поместить точечный заряд  $q_0 = 7$  мкКл?

10. Два одинаковых металлических шарика подвешены на одинаковых очень длинных нитях в одной точке. Шарика зарядили одинаковым зарядом и они разошлись на расстояние  $a = 5$  см. Один из шариков разрядили. Каким стало расстояние между ними?

11. Кольцо из тонкой проволоки разрывается когда на нем находится заряд  $q$ . Диаметр кольца и диаметр проволоки увеличили втрое. При каком значении заряда на кольце оно разорвется?

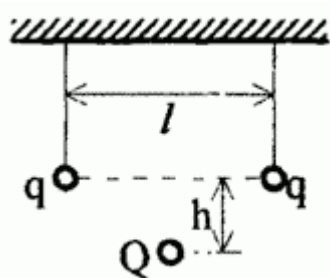


12. Три одинаковых незаряженных металлических шарика 1, 2 и 3 расположены вдоль одной прямой и связаны двумя одинаковыми изолирующими нитями. Четвертым таким же заряженным шариком по очереди прикасаются к этим трем в порядке возрастания их номеров. Во сколько раз после этого отличаются силы натяжения нитей?



13. Два одинаковых маленьких шарика массой  $m = 90$  г каждый подвешены на двух нитях к потолку. Каким одинаковым зарядом надо зарядить шарика, чтобы силы натяжения нитей были одинаковыми? Длина нижней нити равна  $l = 30$  см.

14. Шарик массой  $m = 2$  г, заряженный зарядом  $q = 10,5 \times 10^{-9}$  Кл, висит на нити длиной  $l = 50$  см. В точке закрепления нити находится такой же точечный заряд. Какую минимальную горизонтальную скорость нужно сообщить шарiku, чтобы он сделал полный оборот?



равно  $l = 30$  см.

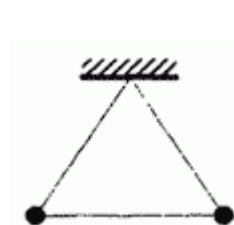
15. Два шарика, имеющие одинаковые заряды  $q = 3,3 \times 10^{-6}$  Кл, висят на нитях одинаковой длины. На расстоянии  $h = 20$  см под шариками симметрично относительно них расположен точечный заряд  $Q$ . Определить величину этого заряда, если нити вертикально, а расстояние между ними

16. Два точечных заряда  $0,6$  мкКл и  $-0,3$  мкКл находятся на расстоянии  $10$  см друг от друга. В какой точке напряженность электрического поля равна нулю?

17. Тонкое проволочное кольцо радиусом  $R = 0,5$  м имеет вырез длиной  $d = 2$  см. По кольцу равномерно распределен заряд  $q = 0,33$  нКл. Определить напряженность поля и потенциал в центре кольца.

18. Два тонких проволочных кольца имеют общую ось и расположены на расстоянии  $l = 52$  см друг от друга. Радиусы колец  $R = 30$  см. Кольца заряжены зарядами  $q$  и  $-q$ , где  $q = 0,4$  мКл. Найти разность потенциалов между центрами колец.

19. В пространство, где одновременно действуют горизонтальное и вертикальное электрические поля с напряженностью  $E_1 = 0,04$  В/м и  $E_2 = 0,03$  В/м, вдоль силовой линии результирующего поля влетает электрон, скорость которого на длине пути  $l = 2,7$  мм изменяется в 2 раза. Определить конечную скорость электрона.



20. Два одинаковых заряженных шарика подвешены на двух одинаковых нитях длиной  $l = 5$  см и связаны третьей такой же нитью (рис.). В момент пережигания нижней нити ускорения шариков равны  $a = 40$  м/с<sup>2</sup>. Определить скорость шариков в момент когда они будут находиться на одной высоте с точкой подвеса.

21. Заряженный шарик массой  $m = 1,5$  г подвешен на нити в однородном горизонтальном электрическом поле. При этом нить отклонена на угол  $\alpha = 30^\circ$ . Направление электрического поля мгновенно изменяется на противоположное. Найти силу натяжения нити в момент максимального отклонения от вертикали.

22. Восемь протонов находятся в вершинах куба с ребром  $l = 10$  см. Какова будет их максимальная скорость, если предоставить им возможность свободно двигаться?

23. Протон и электрон одновременно начинают двигаться без начальной скорости от противоположно заряженных параллельных пластин навстречу друг другу. Через какое время они встретятся? Расстояние между пластинами  $d = 4$  см, разность потенциалов между ними  $\Delta\varphi = 300$  В. Взаимодействием протона и электрона пренебречь.

24. Два точечных одноименных заряда, величиной  $q = 5$  нКл каждый, находятся на расстоянии 3 см друг от друга. С какой силой и по какому направлению будут действовать эти заряды на такой же по величине

положительный заряд, находящийся от каждого из них на расстоянии 3 см? Каковы будут величина и направление этой силы, если первые два заряда разноименные?

25. Плоский воздушный конденсатор имеет емкость  $C$  и заряжен до напряжения  $U$ . Какую работу надо совершить, чтобы увеличить расстояние между его обкладками вдвое?

26. Конденсатор емкостью 3 мкФ заряжен до напряжения 300 В, а конденсатор емкостью 2 мкФ – до 200 В. После зарядки конденсаторы соединили одноименными полюсами. Какое напряжение установится между обкладками конденсаторов после соединения?

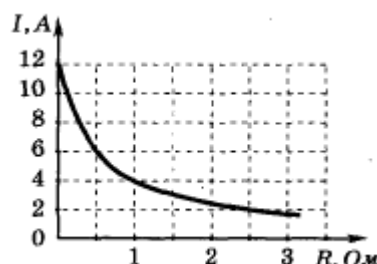
## Законы постоянного тока

### Проверка лекционного материала

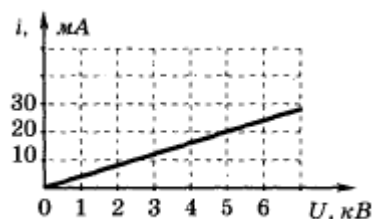
1. Сила постоянного тока в проводнике равна 2 А. Какой заряд пройдет по проводнику за 10 с?

1. 0,2 Кл  
2. 2 Кл  
3. 5 Кл  
4. 20 Кл

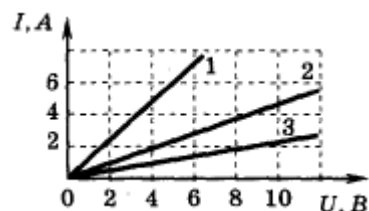
2. К источнику тока с внутренним сопротивлением 0,5 Ом подключили реостат. На рисунке показан график зависимости силы тока в реостате от его сопротивления. Чему равна ЭДС источника тока?



3. На рисунке изображен график зависимости силы тока от напряжения на одной из секций телевизора. Чему равно сопротивление этой секции?



4. На рисунке изображены графики зависимости силы тока в трех проводниках от напряжения на их концах. Сопротивление какого проводника (1, 2 или 3) равно 4 Ом?



5. Сопротивление резистора равно 3 Ом, при этом мощность тока в резисторе равна 27 Вт. Сила тока, протекающего через резистор, равна:

1. 81 А  
2. 3 А  
3. 9 А  
4. 27 А

6. Электрическая цепь состоит из трех последовательно соединенных резисторов, причем  $R_1=3$  Ом,  $R_2=9$  Ом, напряжение на третьем резисторе  $U_3=3$  В. Если напряжение на выводах цепи  $U=24$  В, то сила тока в цепи равна:

1. 1,75 А  
2. 2 А



3. 2,25 А
4. 3,75 А

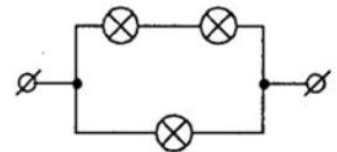
7. Электрическая цепь состоит из трех последовательно соединенных резисторов. На зажимах цепи  $U=24$  В,  $R_1=3$  Ом,  $R_2=6$  Ом, напряжение на третьем резисторе  $U_3=6$  В. Напряжение на втором резисторе равно:

1. 6 В
2. 12 В
3. 18 В
4. 24 В

8. Через резистор в цепи постоянного тока за некоторое время протекает заряд 300 Кл. При этом в нем выделяется 2700 Дж теплоты. Напряжение на резисторе равно:

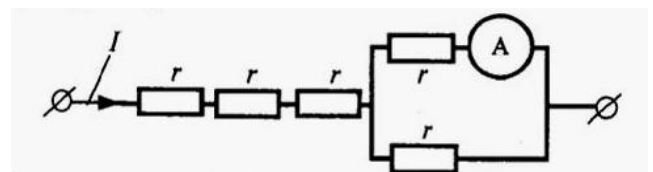
1. 4,5 В
2. 9 В
3. 18 В
4. 24 В

9. На рисунке показан участок цепи постоянного тока, содержащий 3 лампочки накаливания. Если сопротивление каждой лампочки 21 Ом, то сопротивление всего участка цепи



1. 63 Ом
2. 42 Ом
3. 14 Ом
4. 7 Ом

10. Через участок цепи течет постоянный ток  $I = 10$  А. Чему равны показания амперметра? Сопротивлением амперметра пренебречь.



1. 2 А
2. 3 А
3. 4 А
4. 5 А

11. Если в цепи, состоящей из источника тока с ЭДС  $\varepsilon$  и внутренним сопротивлением  $r$  и внешнего сопротивления  $R$ , внутреннее и внешнее сопротивление увеличить в 2 раза, то падение напряжения на внешнем сопротивлении

1. увеличится в 4 раза
2. уменьшится в 4 раза
3. не изменится

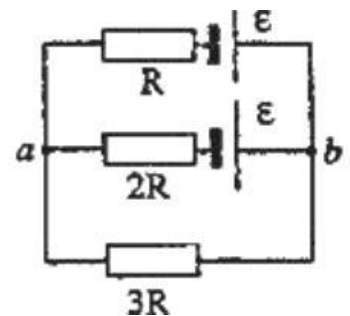
4. уменьшится в 2 раза

12. Электрическая цепь состоит из источника тока с внутренним сопротивлением 2 Ом и потребителя сопротивлением 12 Ом. Чему равна ЭДС источника тока? Сила тока в цепи

1. 6 А.
2. 72 В
3. 12 В
4. 84 В
5. 60 В
6. 36 В

13. Если для схемы, приведенной на рисунке,  $\varepsilon = 12$  В и  $R = 47$  Ом, то разность потенциалов ( $\varphi_a - \varphi_b$ ) между точками а и b равна

1. 9,4 В
2. -9,6 В
3. -9,2 В
4. -9,8 В
5. 10 В



14. Два последовательно соединенных вольтметра подсоединены к источнику тока с некоторым внутренним сопротивлением. Показания вольтметров равны 12 и 4 В. Если подключить к источнику только первый вольтметр, то он покажет 15 В. Чему равна ЭДС источника?

1. 5 В
2. 10 В
3. 15 В
4. 25 В
5. 20 В

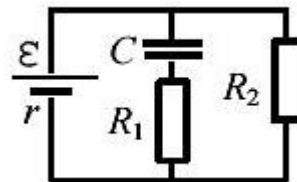
15. Два вольтметра, соединенных последовательно, подключены к источнику тока и показывают 8 и 4 В. Если подключить к источнику только второй вольтметр, он покажет 10 В. Чему равна ЭДС источника?

1. 14.4 В
2. 16.2 В
3. 21.7 В
4. 12.5 В
5. 13.3 В

16. Электрическая кастрюля и чайник, потребляющие мощности 600 и 300 Вт, включены в сеть параллельно, и вода в них закипает одновременно через 20 минут. На сколько минут позже закипит вода в кастрюле, чем в чайнике, если их включить последовательно?

1. 135
2. 35
3. 45
4. 15

17. Напряженность электрического поля плоского конденсатора (см. рисунок) равна 24 кВ/м. Внутреннее сопротивление источника  $r = 10$  Ом, ЭДС  $\varepsilon = 30$  В, сопротивления резисторов  $R_1 = 20$  Ом,  $R_2 = 40$  Ом. Найдите расстояние между пластинами конденсатора.



18. За первую секунду сила тока в проводнике равномерно увеличивается от нуля до 7 А, затем 1 с остается постоянной, а затем равномерно уменьшается до нуля за 1 с. Какой заряд прошел через проводник за 3 с?
19. Медная проволока обладает электрическим сопротивлением 6 Ом. Каким электрическим сопротивлением обладает медная проволока, у которой в 2 раза больше длина и в три раза больше площадь поперечного сечения?
20. Отрезок однородной проволоки разрезали на 8 одинаковых частей и соединили эти части параллельно. Сопротивление такой системы оказалось равным 1 Ом. Каким было сопротивление проволоки до того, как ее разрезали?
21. Найдите напряжение на железной проволоке длиной 100 м при силе тока в ней 2 А. Сечение проволоки имеет форму квадрата со стороной 3 мм. Удельное сопротивление железа  $9 \cdot 10^{-8}$  Ом·м.
22. Две одинаковые лампы и добавочное сопротивление 3 Ом соединены последовательно и включены в сеть с постоянным напряжением 110 В. Найдите силу тока в цепи, если напряжение на каждой лампе 40 В.
23. Внутреннее сопротивление батареи с ЭДС 3,6 В равно 0,1 Ом. К батарее подключены параллельно три лампочки сопротивлением по 1,5 Ом каждая. Найдите разность потенциалов на клеммах батареи.

24. В цепи, состоящей из источника тока с ЭДС 6 В и внутренним сопротивлением 2 Ом и реостата, идет ток силой 1 А. Какова будет сила тока в цепи, если сопротивление реостата уменьшить в 4 раза?

### Проверка практического материала

1. Определить заряд, прошедший по проводу с сопротивлением 3 Ом при равномерном нарастании напряжения на концах провода от  $U_0=2$  В до  $U=4$  В в течение  $t=20$  с.
2. Потенциометр с сопротивлением 100 Ом подключен к источнику тока, ЭДС которого равна 150 В и внутреннее сопротивление 50 Ом. Определить показание вольтметра с сопротивлением  $R_v=500$  Ом, соединенного проводником с одной из клемм потенциометра и подвижным контактом с серединой обмотки потенциометра. Какова разность потенциалов между теми же точками потенциометра при отключенном вольтметре?
3. Сила тока в проводнике сопротивлением 20 Ом нарастает в течение времени 2 с по линейному закону от  $I_0=0$  до  $I_{max}=6$  А. Определить количество теплоты  $Q_1$ , выделившееся в этом проводнике за первую секунду, и  $Q_2$  — за вторую, а также найти отношение этих количеств теплоты  $Q_2/Q_1$ .
4. Сила тока в проводнике равномерно нарастает от 0 до 3 А в течение времени  $t=10$  с. Определить заряд  $Q$ , прошедший в проводнике.
5. Определить плотность тока в железном проводнике длиной 10 м, если провод находится под напряжением  $U=6$  В.
6. Напряжение на шинах электростанции равно 6,6 кВ. Потребитель находится на расстоянии 10 км. Определить площадь сечения медного провода, который следует взять для устройства двухпроводной линии передачи, если сила тока  $I$  в линии равна 20 А и потери напряжения в проводах не должны превышать 3%.
7. Вычислить сопротивление графитового проводника, изготовленного в виде прямого кругового усеченного конуса высотой 20 см и радиусами оснований  $r_1=12$  мм и  $r_2=8$  мм. Температура  $t$  проводника равна 20 °С.
8. На одном конце цилиндрического медного проводника сопротивлением 10 Ом при 0 °С поддерживается температура  $t_1=20$  °С, на другом  $t_2=400$

С. Найти сопротивление  $R$  проводника, считая градиент температуры вдоль его оси постоянным.

9. Катушка и амперметр соединены последовательно и присоединены к источнику тока. К зажимам катушки присоединен вольтметр сопротивлением  $1 \text{ кОм}$ . Показания амперметра  $I=0,5 \text{ А}$ , вольтметра  $U=100 \text{ В}$ . Определить сопротивление  $R$  катушки. Сколько процентов от точного значения сопротивления катушки составит погрешность, если не учитывать сопротивления вольтметра?
10. Зашунтированный амперметр измеряет токи силой до  $10 \text{ А}$ . Какую наибольшую силу тока может измерить этот амперметр без шунта, если сопротивление амперметра равно  $0,02 \text{ Ом}$  и сопротивление шунта равно  $5 \text{ мОм}$ ?
11. Внутреннее сопротивление батареи аккумуляторов равно  $3 \text{ Ом}$ . Сколько процентов от точного значения ЭДС составляет погрешность, если, измеряя разность потенциалов на зажимах батареи вольтметром с сопротивлением  $R_B=200 \text{ Ом}$ , принять ее равной ЭДС?
12. К источнику тока с ЭДС  $1,5 \text{ В}$  присоединили катушку с сопротивлением  $0,1 \text{ Ом}$ . Амперметр показал силу тока, равную  $0,5 \text{ А}$ . Когда к источнику тока присоединили последовательно еще один источник тока с такой же ЭДС, то сила тока  $I$  в той же катушке оказалась равной  $0,4 \text{ А}$ . Определить внутренние сопротивления  $r_1$  и  $r_2$  первого и второго источников тока.
13. Две группы из трех последовательно соединенных элементов соединены параллельно. ЭДС каждого элемента равна  $1,2 \text{ В}$ , внутреннее сопротивление  $0,2 \text{ Ом}$ . Полученная батарея замкнута на внешнее сопротивление  $R=1,5 \text{ Ом}$ . Найти силу тока  $I$  во внешней цепи.
14. Имеется  $N$  одинаковых гальванических элементов с ЭДС и внутренним сопротивлением  $r_i$  каждый. Из этих элементов требуется собрать батарею, состоящую из нескольких параллельно соединенных групп, содержащих по  $n$  последовательно соединенных элементов. При таком значении  $n$  сила тока  $I$  во внешней цепи, имеющей сопротивление  $R$ , будет максимальной? Чему будет равно внутреннее сопротивление  $R_i$  батареи при этом значении  $n$ ?
15. Даны  $12$  элементов с ЭДС  $1,5 \text{ В}$  и внутренним сопротивлением  $0,4 \text{ Ом}$ . Как нужно соединить эти элементы, чтобы получить от собранной из

- них батареи наибольшую силу тока во внешней цепи, имеющей сопротивление  $R=0,3$  Ом? Определить максимальную силу тока  $I_{\max}$ .
16. Два элемента  $1,2$  В  $0,1$  Ом;  $0,9$  В  $0,3$  Ом соединены одноименными полюсами. Сопротивление  $R$  соединительных проводов равно  $0,2$  Ом. Определить силу тока  $I$  в цепи.
17. Определить силу тока в резисторе сопротивлением  $R_3$  и напряжение на концах резистора, если  $\xi_1=4$  В,  $\xi_2=3$  В,  $R_1=2$  Ом,  $R_2=6$  Ом,  $R_3=1$  Ом. Внутренними сопротивлениями источников тока пренебречь.
18. Три батареи с ЭДС  $12$  В,  $5$  В и  $10$  В и одинаковыми внутренними сопротивлениями, равными  $1$  Ом, соединены между собой одноименными полюсами. Сопротивление соединительных проводов ничтожно мало. Определить силы токов  $I$ , идущих через каждую батарею.
19. Лампочка и реостат, соединенные последовательно, присоединены к источнику тока. Напряжение на зажимах лампочки равно  $40$  В, сопротивление  $R$  реостата равно  $10$  Ом. Внешняя цепь потребляет мощность  $P=120$  Вт. Найти силу тока  $I$  в цепи.
20. ЭДС батареи аккумуляторов  $12$  В, сила тока короткого замыкания равна  $5$  А. Какую наибольшую мощность  $P_{\max}$  можно получить во внешней цепи, соединенной с такой батареей?
21. К батарее аккумуляторов, ЭДС которой равна  $2$  В и внутреннее сопротивление  $0,5$  Ом, присоединен проводник. Определить: сопротивление  $R$  проводника, при котором мощность, выделяемая в нем, максимальна; мощность  $P$ , которая при этом выделяется в проводнике.
22. ЭДС батареи равна  $20$  В. Сопротивление внешней цепи равно  $2$  Ом, сила тока  $I=4$  А. Найти КПД батареи. При каком значении внешнего сопротивления  $R$  КПД будет равен  $99\%$ ?
23. К зажимам батареи аккумуляторов присоединен нагреватель. ЭДС батареи равна  $24$  В, внутреннее сопротивление  $r=1$  Ом. Нагреватель, включенный в цепь, потребляет мощность  $P=80$  Вт. Вычислить силу тока  $I$  в цепи и КПД  $\eta$  нагревателя.
24. Обмотка электрического кипятильника имеет две секции. Если включена только первая секция, то вода закипает через  $t_1=15$  мин, если

только вторая, то через  $t_2=30$  мин. Через сколько минут закипит вода, если обе секции включить последовательно? параллельно?

25. При силе тока 3 А во внешней цепи батареи аккумуляторов выделяется мощность 18 Вт, при силе тока  $I_2=1$  А – соответственно  $P_2=10$  Вт. Определить ЭДС  $\xi$  и внутреннее сопротивление  $r$  батареи.
26. Сила тока в проводнике сопротивлением 100 Ом равномерно нарастает от 0 до 10 А в течение времени  $t=30$  с. Определить количество теплоты  $Q$ , выделившееся за это время в проводнике.
27. Сила тока в проводнике сопротивлением 12 Ом равномерно убывает от  $I_0=5$  А до  $I=0$  в течение времени  $t=10$  с. Какое количество теплоты  $Q$  выделяется в этом проводнике за указанный промежуток времени?

## Электрический ток в различных средах

### Проверка лекционного материала

1 Незаряженный металлический шар А приводят в контакт с металлическим шаром В такого же размера, на котором находится заряд  $+q$ . После разрыва контакта между шарами заряд на шаре А равен

- 1)  $-q$       2)  $+q$       3)  $-q/2$       4)  $+q/2$

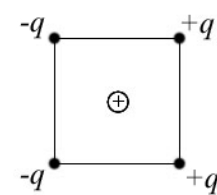
2. Два протона на расстоянии 5 см друг от друга в вакууме взаимодействуют друг с другом с силой, равной ...

- 1)  $1 \cdot 10^{-35}$  Н      2)  $5 \cdot 10^{-27}$  Н      3)  $9 \cdot 10^{-26}$  Н      4)  $6 \cdot 10^{-7}$  Н

3. Модуль силы взаимодействия между двумя точечными заряженными телами равен  $F$ . Чему станет равен модуль силы взаимодействия между телами, если заряд каждого тела уменьшить в  $n$  раз и расстояние между телами уменьшить в  $n$  раз?

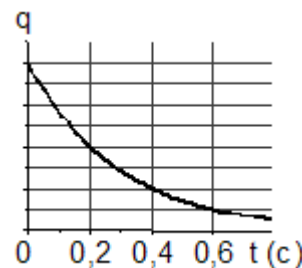
- 1)  $nF$       2)  $F$       3)  $F/n^2$       4)  $F/n^4$

4. Как направлена кулоновская сила, действующая на положительный точечный заряд, помещенный в центр квадрата, в вершинах которого находятся заряды:  $+q, +q, -q, -q$  (см. рис.)?



- 1)  $\rightarrow$       2)  $\leftarrow$       3)  $\uparrow$       4)  $\downarrow$

5. Электрический заряд сферы меняется со временем согласно графику на рисунке. Через какое время на сфере останется четверть первоначального заряда?

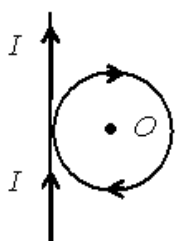


- 1) 0,1 с      2) 0,2 с      3) 0,4 с      4) 0,6 с

6. Как изменяется напряженность поля, созданного точечным зарядом  $Q$ , и сила с которой это поле действует на точечный заряд  $q$ , и величина заряда  $q$  при увеличении заряда  $Q$  в 2 раза?

- |                            |                  |               |                 |
|----------------------------|------------------|---------------|-----------------|
| <b>Физическая величина</b> | А) напряженность | Б) сила       | В) заряд $q$    |
| <b>Изменение</b>           | 1) увеличится    | 2) уменьшится | 3) не изменится |

7. Два точечных заряда, находясь в воздухе ( $\epsilon = 1$ ) на расстоянии 20 см друг от друга, взаимодействуют с некоторой силой. На каком расстоянии нужно поместить эти заряды в масле ( $\epsilon = 5$ ), чтобы получить ту же самую силу взаимодействия?



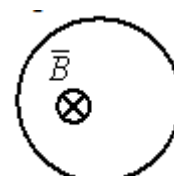
8. Бесконечно длинный прямолинейный проводник имеет плоскую петлю. Магнитная индукция в т. О имеет направление

- 1) вправо      2) влево      3) к нам      4) от нас

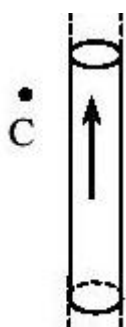
9. Пять веществ имеют различные относительные магнитные проницаемости  $\mu$ . Диамагнетиком среди этих веществ является вещество с магнитной проницаемостью

- 1)  $\mu = 0,9998$       2)  $\mu = 1,00023$       3)  $\mu = 2000$       4)  $\mu = 1$       5)  $\mu = 100$

10. Проводник в форме кольца помещен в однородное магнитное поле, как показано на рисунке. Индукция магнитного поля уменьшается со временем. Индукционный ток в проводнике направлен ...



- 1) ток в кольце не возникает      2) по часовой стрелке





3) против часовой стрелки  
данных

4) для однозначного ответа недостаточно

11. На рисунке изображен длинный цилиндрический проводник, через который течет электрический ток. Направление тока указано стрелкой. Как направлен вектор магнитной индукции поля этого тока в точке С?

1) в плоскости рисунка вверх  
чертежа

3) к нам перпендикулярно плоскости

2) в плоскости рисунка вниз  
чертежа

4) от нас перпендикулярно плоскости



12. К магнитной стрелке (северный полюс затемнен, см. рисунок), которая может поворачиваться вокруг вертикальной оси, перпендикулярной плоскости чертежа, поднесли постоянный полосовой магнит. При этом стрелка ...

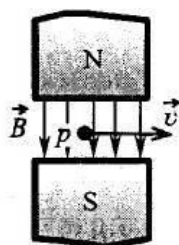
1) повернется на  $180^\circ$

2) повернется на  $90^\circ$  по часовой

стрелке

3) повернется на  $90^\circ$  против часовой стрелки

4) останется в прежнем положении



6. Протон  $p$  влетает по горизонтали со скоростью  $v$  в вертикальное магнитное поле индукцией  $B$  между полюсами электромагнита (см. рисунок). Куда направлена действующая на протон сила Лоренца?

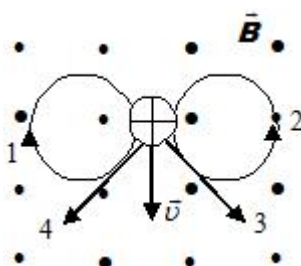
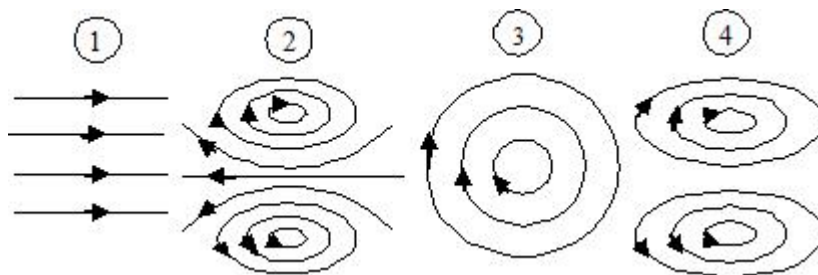
1) вертикально вниз

2) вертикально вверх

3) горизонтально на нас

4) горизонтально от нас

7. Какой из вариантов рисунка соответствует схеме расположения линий индукции катушки с током?



13. В магнитное поле влетает протон перпендикулярно линиям магнитной индукции со скоростью  $v$ . Какова его траектория?

14. Вихревое поле отличается от потенциального тем, что:

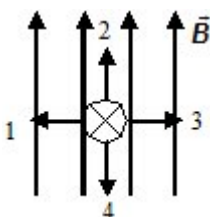
1) Силовые линии его замкнуты.

2) Силовые линии начинаются на положительных зарядах и оканчиваются на отрицательных.

3) Работа по перемещению заряда по замкнутому контуру равна нулю.

4) Работа по перемещению проводника по замкнутому контуру не равна нулю.

10. В каком направлении движется проводник в магнитном поле, если возникающий в нём индукционный ток имеет направление, указанное на рисунке?



15. Какое условие необходимо для возникновения в проводнике ЭДС индукции?

1) Проводник нужно двигать вдоль магнитных силовых линий.

2) Проводник нужно двигать так, чтобы он был параллелен магнитным линиям.

3) Проводник нужно поместить в магнитное поле.

4) Концы проводника необходимо соединить между собой.

5) Магнит надо двигать так, чтобы его магнитные линии пересекали проводник.

### Проверка практического материала

1. Сила тока в лампочке карманного фонаря 0,32 А. Сколько электронов проходит через поперечное сечение нити накала за 0,1 с
2. Найти скорость упорядоченного движения электронов в проводе площадью поперечного сечения  $5 \text{ мм}^2$  при силе тока 10 А, если концентрация электронов проводимости  $5 \cdot 10^{28} \text{ м}^3$
3. Через два медных проводника, соединенных последовательно, проходит ток. Сравнить скорость упорядоченного движения электронов, если диаметр второго проводника в 2 раза меньше, чем первого
4. Найти скорость упорядоченного движения электронов  $v$  в стальном проводнике, концентрация электронов проводимости в котором  $n = 10^{28} \text{ м}^3$ , при напряженности поля  $E = 96 \text{ В/м}$
5. Найти скорость упорядоченного движения электронов в медном проводе площадью поперечного сечения  $25 \text{ мм}^2$  при силе тока 50 А, считая, что на каждый атом приходится один электрон проводимости
6. При какой температуре сопротивление серебряного проводника станет в 2 раза больше, чем при  $0^\circ\text{C}$
7. Для определения температурного коэффициента сопротивления меди на катушку медной проволоки подавали одно и то же напряжение. При погружении этой катушки в тающий лед сила тока была 14 мА, а при опускании в кипяток сила тока стала 10 мА. Найти по этим данным температурный коэффициент сопротивления меди
8. Почему электрические лампы накаливания чаще всего перегорают в момент включения

9. Почему в момент включения в сеть мощного приемника (например, электрокамина) лампочки в квартире могут на мгновение чуть-чуть пригаснуть
10. На сколько процентов изменится мощность, потребляемая электромагнитом, обмотка которого выполнена из медной проволоки, при изменении температуры от 0 до 30 °C
11. На баллоне электрической лампы написано 220 В, 100 Вт. Для измерения сопротивления нити накала в холодном состоянии на лампу подали напряжение 2 В, при этом сила тока была 54 мА. Найти приблизительно температуру накала вольфрамовой нити
12. Найти удельное сопротивление стали при 50 °C. Учтите, что в таблице 9 приложений приведены удельные сопротивления при 20 °C
13. Концентрация электронов проводимости в германии при комнатной температуре  $n = 3 \cdot 10^{19} \text{ м}^{-3}$ . Какую часть составляет число электронов проводимости от общего числа атомов
14. Доказать рассуждением, что соединение InAs (арсенид индия), в котором количества (в молях) индия и мышьяка одинаковы, обладает проводимостью типа собственной проводимости элементов четвертой группы (Ge, Si). Какого типа будет проводимость при увеличении концентрации индия? мышьяка
15. Для получения примесной проводимости нужного типа в полупроводниковой технике часто применяют фосфор, галлий, мышьяк, индий, сурьму. Какие из этих элементов можно ввести в качестве примеси в германий, чтобы получить электронную проводимость
16. К концам цепи, состоящей из последовательно включенных термистора и резистора сопротивлением 1 кОм, подано напряжение 20 В. При комнатной температуре сила тока в цепи была 5 мА. Когда термистор опустили в горячую воду, сила тока в цепи стала 10 мА. Во сколько раз изменилось в результате нагрева сопротивление термистора

17. Фоторезистор, который в темноте имеет сопротивление  $25 \text{ кОм}$ , включили последовательно с резистором сопротивлением  $5 \text{ кОм}$ . Когда фоторезистор осветили, сила тока в цепи (при том же направлении) увеличилась в 4 раза. Каким стало сопротивление фоторезистора
18. Найти сопротивление полупроводникового диода в прямом и обратном направлениях тока, если при напряжении на диоде  $0,5 \text{ В}$  сила тока  $5 \text{ мА}$ , а при напряжении  $10 \text{ В}$  сила тока  $0,1 \text{ мА}$
19. В усилителе, собранном на транзисторе по схеме с общей базой, сила тока в цепи эмиттера равна  $12 \text{ мА}$ , в цепи базы  $600 \text{ мкА}$ . Найти силу тока в цепи коллектора
20. При какой наименьшей скорости электрон может вылететь из серебра
21. Скорость электрона при выходе с поверхности катода, покрытого оксидом бария, уменьшилась в 2 раза. Найти скорость электрона до и после выхода из катода
22. В вакуумном диоде электрон подходит к аноду со скоростью  $8 \text{ Мм/с}$ . Найти анодное напряжение
23. В телевизионном кинескопе ускоряющее анодное напряжение равно  $16 \text{ кВ}$ , а расстояние от анода до экрана составляет  $30 \text{ см}$ . За какое время электроны проходят это расстояние
24. Расстояние между катодом и анодом вакуумного диода равно  $1 \text{ см}$ . Сколько времени движется электрон от катода к аноду при анодном напряжении  $440 \text{ В}$ ? Движение считать равноускоренным
25. В электронно-лучевой трубке поток электронов с кинетической энергией  $W_k = 8 \text{ кэВ}$  движется между пластинами плоского конденсатора длиной  $x = 4 \text{ см}$ . Расстояние между пластинами  $d = 2 \text{ см}$ . Какое напряжение надо подать на пластины конденсатора, чтобы смещение электронного пучка на выходе из конденсатора оказалось равным  $y = 0,8 \text{ см}$
26. В электронно-лучевой трубке поток электронов ускоряется полем с разностью потенциалов  $U = 5 \text{ кВ}$  и попадает в пространство между

- 27.вертикально отклоняющими пластинами длиной  $x = 5$  см, напряженность поля между которыми  $E = 40$  кВ/м. Найти вертикальное смещение у луча на выходе из пространства между пластинами

**ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ  
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

**«Физика»**

Вопросы к дифференцированному зачёту:

1. Механическое движение.
2. Что такое система счисления.
3. Какие существуют способы описания движения.
4. Траектория. Путь. Перемещение.
5. Равномерное прямолинейное движение.
6. Что такое скорость. Написать уравнение движения.
7. Сложение скоростей. Мгновенная и средняя скорости.
8. Что такое ускорение. Движение с постоянным ускорением.
9. Определение кинематических характеристик движения с помощью графиков.
10. Движение с постоянным ускорением свободного падения.
11. Равномерное движение точки по окружности. Кинематика абсолютно твёрдого тела
12. Равномерное движение точки по окружности. Кинематика абсолютно твёрдого тела.
- 13.Основное утверждение механики.
- 14.Сила. Масса.
- 15.Единица массы.
- 16.Первый закон Ньютона.
- 17.Второй закон Ньютона.
- 18.Принцип суперпозиции сил.
- 19.Третий закон Ньютона.
- 20.Геоцентрическая система отсчёта.
- 21.Принцип относительности Галилея.
- 22.Инвариантные и относительные величины.
- 23.Силы в природе.
- 24.Гравитационные силы.
- 25.Сила тяжести и сила всемирного тяготения.
- 26.Сила тяжести на других планетах
- 27.Первая космическая скорость.
- 28.Вес. Невесомость.
- 29.Силы упругости.
- 30.Деформация и силы упругости.
- 31.Закон Гука
- 32.Силы трения
- 33.Механическая работа и мощность силы.

34. Энергия. Кинетическая энергия.
35. Работа силы тяжести и силы упругости.
36. Консервативные силы.
37. Потенциальная энергия.
38. Закон сохранения энергии в механике.
39. Работа силы тяготения.
40. Потенциальная энергия в поле тяготения
41. Основное уравнение динамики вращательного движения.
42. Закон сохранения момента импульса.
43. Кинетическая энергия абсолютно твёрдого тела, вращающегося относительно неподвижной оси.
44. Равновесие тел
45. Основные положения молекулярно-кинетической теории.
46. Размеры молекул.
47. Броуновское движение.
48. Силы взаимодействия молекул.
49. Строение газообразных, жидких и твёрдых тел
50. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории газов
51. Температура и тепловое равновесие.
52. Определение температуры.
53. Энергия теплового движения молекул.
54. Измерение скоростей молекул газа
55. Уравнение состояния идеального газа.
56. Газовые законы
57. Насыщенный пар. Давление насыщенного пара.
58. Влажность воздуха.
59. Что такое статика.
60. Чему равна векторная сумма всех сил, действующих на тело.
61. Момент силы
62. Плечо силы
63. Центр масс. Центр тяжести
64. Рычаг (Архимед). Условие равновесия рычага
65. Потенциальная яма (суть)
66. Внутренняя энергия.
67. Работа в термодинамике.
68. Количество теплоты. Уравнение теплового баланса.
69. Первый закон термодинамики.
70. Применение первого закона термодинамики к различным процессам.
71. Второй закон термодинамики.
72. Принцип действия тепловых двигателей.
73. Коэффициент полезного действия (КПД) тепловых двигателей.
74. Электрический заряд и элементарные частицы. Закон сохранения заряда.
75. Закон Кулона. Единица электрического заряда.
76. Близкодействие и действие на расстоянии.
77. Электрическое поле. Напряжённость электрического поля.

- 78.Силовые линии. Поле точечного заряда и заряженного шара.
- 79.Принцип суперпозиции
- 80.Проводники и диэлектрики в электростатическом поле.
- 81.Потенциальная энергия заряженного тела в однородном электростатическом поле.
- 82.Связь между напряжённостью электростатического поля и разностью потенциалов. Эквипотенциальные поверхности.
- 83.Близкодействие и действие на расстоянии.
- 84.Электрическое поле. Напряжённость электрического поля.
- 85.Силовые линии. Поле точечного заряда и заряженного шара.
- 86.Принцип суперпозиции полей.
- 87.Емкостная характеристика. Единицы ёмкости.
- 88.Конденсатор. Энергия заряженного конденсатора. Применение конденсаторов
- 89.Электрическая проводимость различных веществ.
- 90.Электронная проводимость металлов.
- 91.Зависимость сопротивления проводника от температуры.
- 92.Сверхпроводимость. Электрический ток в полупроводниках.
- 93.Собственная и примесная проводимости.
- 94.Электрический ток через контакт полупроводников с разным типом проводимости. Транзисторы.
- 95.Электрический ток в вакууме.
- 96.Электронно-лучевая трубка.
- 97.Электрический ток в жидкостях.
- 98.Закон электролиза. Электрический ток в газах.
- 99.Несамостоятельный и самостоятельный разряды.
100. Плазма

Максимальная сумма баллов, набираемая студентом по дисциплине «Физика» равна 100.

Оценка в баллах	Оценка по шкале	Обоснование	Уровень сформированности знаний и умений
Более 80	«Отлично»	Содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному	<b>Высокий уровень</b>

66-80	«Хорошо»	Содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками	<b><i>Продвинутый уровень</i></b>
50-65	«Удовлетворительно»	Содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки	<b><i>Пороговый уровень</i></b>
Менее 50	«Неудовлетворительно»	Содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки	Навыки и умения не сформированы