

И.В. Федоренко

Механика. Молекулярная физика

Сборник тестовых заданий

Утверждено редакционно-издательским советом университета

Москва 2022

УДК 531 (076.5)

Рецензент докт. техн. наук, проф. *Д.Г. Громов*

Федоренко И.В.

Механика. Молекулярная физика: сборник тестовых заданий. М.: МИЭТ, 2022. 64 с.: ил.

Содержит тестовые задания по курсу «Механика. Молекулярная физика». Большинство заданий нацелены на выяснение степени усвоения учебной информации малого объема, поэтому сборник можно использовать для анализа состояния знаний учащихся.

Для студентов первого курса технических факультетов МИЭТ. Сборник может быть полезен при подготовке к контрольным работам и экзаменам.

© МИЭТ, 2022

Предисловие

На кафедре общей физики Московского института электронной техники в течение ряда лет успешно используется тестовая форма контроля знаний студентов. Такая форма контроля помогает получить на экзамене информацию об уровне подготовки студента по широкому спектру вопросов, имеет высокую разрешающую способность и точность оценки, обеспечивает единые требования к оценке знаний студентов, сокращает временные затраты на проверку знаний, практически исключает субъективизм преподавателя в процессе контроля. В то же время она позволяет оперативно контролировать большое количество студентов, накопить статистические данные об усвоении учебного материала с целью совершенствования процесса обучения.

Задания тестового контроля условно можно разделить на тестовые вопросы и тестовые задания. Тестовый вопрос требует от обучающегося только знания того или иного факта, изложенного в учебнике, ответ на тестовый вопрос может быть дан сразу путем выбора его из предложенных вариантов ответа. В тестовом задании ответ может быть дан только после выполнения некоторых дополнительных действий, связанных, например, с вычислениями, выбором формул, выполнением логических операций и др.

В настоящем сборнике приведены тестовые вопросы и задания по двум разделам курса общей физики - «Механика» и «Молекулярная физика». Все вопросы и задания систематизированы в сборнике по тематическим разделам, что делает его удобным в использовании.

Задания сборника нацелены на выяснение физического смысла явлений, законов, понятий и соотношений, рассматриваемых в курсе общей физики. Ряд заданий рассчитан на предупреждение характерных ошибок, допускаемых студентами при усвоении теоретического материала. По этой причине в сборник включены задания, предполагающие поиск ошибочного утверждения среди приведенных. Поиск ошибок и их обнаружение позволяют студентам глубже понять соответствующие разделы механики и молекулярной физики, значительно уменьшают вероятность совершения аналогичных ошибок в дальнейшем.

Большинство заданий сборника имеют краткие решения, не требующие сложных математических вычислений. Все, что нужно - это отчетливо понимать содержание основных физических законов. Очевидно, что выполнение заданий невозможно без умения рассуждать, сравнивая предлагаемые версии ответов. Такое умение даст возможность выявить правдоподобные, но ошибочные ответы.

Выполнение тестовых заданий невозможно без внимательного прочтения текста, осмысления его содержания. В случае систематического использования такой формы заданий достигается и определенный воспитательный эффект - дисциплинирующий, повышающий ответственность и прилежание студента.

Цель сборника - помочь студентам освоить теоретический материал, научить активно применять теоретические основы физики как рабочий аппарат для решения конкретных задач, развить навыки самостоятельного анализа и интерпретации полученных результатов, сформировать способность к самообучению, потребность в профессиональном и личностном самосовершенствовании. Сборник может быть полезен студентам при самостоятельной подготовке к контрольным работам и экзаменам.

Приведенные в сборнике задания могут быть использованы преподавателями для работы с группой студентов. Обсуждение тестовых заданий со всеми студентами группы поможет, опираясь на наиболее популярные ответы, выявить учебную информацию с высокой степенью усвоения, а также определить те разделы курса, в усвоении которых у большинства студентов имеются пробелы. Такое обсуждение позволит обнаружить типовые ошибки, общие тенденции в освоении дисциплины и на этой основе скорректировать в дальнейшем учебный процесс.

В приложении даны ответы к избранным заданиям. Для двадцати девяти заданий сборника приведены подробные решения.

1. Механика

1.1. Кинематика материальной точки

1. В момент времени $t = 0$ точка M (рис.1.1) начинает движение вдоль оси x по закону $x = 2t^2 - 4t^3$ (x, t - в единицах

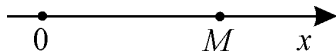


Рис.1.1.

СИ). Определите знак проекции скорости точки на ось x в моменты времени $t_1 = 0,25$ с и $t_2 = 0,5$ с.

- 1) $v_{x1} > 0, v_{x2} > 0$;
- 2) $v_{x1} < 0, v_{x2} < 0$;
- 3) $v_{x1} > 0, v_{x2} < 0$;
- 4) $v_{x1} < 0, v_{x2} > 0$.

2. Две материальные точки движутся вдоль оси x по законам $x_1(t) = t + 2t^2 - 4t^3$, $x_2(t) = 4t - 4t^2 + t^3$ (x, t - в единицах СИ). В какой момент времени t_1 ускорения точек будут равны? Найдите скорости точек v_1 и v_2 в момент времени t_1 .

3. Материальная точка движется вдоль оси x . Закон движения точки имеет вид $x(t) = At^3$, где A - постоянная. Найдите зависимость ускорения a_x точки от времени t .

- 1) $a_x = 3At$;
- 2) $a_x = 6At$;
- 3) $a_x = 3At^2$;
- 4) $a_x = At^4 / 4$.

4. Частица движется в плоскости $xу$ по закону $\vec{r} = At\vec{i} + Bx^2\vec{j}$, где A и B - положительные постоянные, $\vec{i}$ и $\vec{j}$ - орты осей. При этом v - модуль вектора скорости частицы, a - модуль вектора ускорения. Укажите *ошибочное* соотношение:

- 1) $x = At$;

$$2) y = BA^2 t^2;$$

$$3) v = \sqrt{A^2 + (2BA^2 t)^2};$$

$$4) a = 2BA.$$

5. Материальная точка движется в плоскости xOy по закону $x(t) = At$, $y(t) = Bt^2$, где A и B - положительные постоянные. При этом v_y - проекция вектора скорости на ось y , a_x - проекция вектора ускорения на ось x , a - модуль полного ускорения, a_τ - модуль тангенциального ускорения. Укажите *ошибочное* соотношение:

$$1) v_y = 2Bt;$$

$$2) a_x = 0;$$

$$3) a = 2B;$$

$$4) a_\tau = 2B.$$

6. При каком движении материальной точки выполняются соотношения $a_\tau = 0$, $a_n = \text{const} \neq 0$?

1) при равномерном движении по окружности;

2) при равномерном прямолинейном движении;

3) при неравномерном движении по окружности.

7. В каком из приведенных ниже случаев для вычисления тангенциального ускорения применима формула $a_\tau = v/t$?

$$1) v = 2t + 6;$$

$$2) v = 3t^2;$$

$$3) v = 5t.$$

8. Математический маятник совершает гармонические колебания. Какое из ускорений (нормальное, тангенциальное) отлично от нуля в крайней точке траектории маятника?

1) нормальное ускорение;

2) тангенциальное ускорение;

3) нормальное и тангенциальное ускорения.

9. Материальная точка движется по криволинейной траектории. С каким вектором совпадает по направлению вектор средней скорости?

1) с радиусом-вектором точки;

2) с вектором полного ускорения;

3) с касательной к траектории;

4) с вектором перемещения.

10. При движении точки по окружности путь зависит от времени по закону $s = 2t^3$ (s - в метрах, t - в секундах). Как изменяется со временем угол между векторами полного и тангенциального ускорений точки?

- 1) увеличивается;
- 2) уменьшается;
- 3) не изменяется.

11. Материальная точка движется равномерно по окружности со скоростью v и за некоторое время проходит $3/4$ окружности. Модуль вектора средней скорости точки за это время равен

- 1) $\frac{3}{4\pi}v$;
- 2) $\frac{3\pi}{4}v$;
- 3) $\frac{2\sqrt{2}}{3\pi}v$;
- 4) $\frac{\sqrt{2}}{3\pi}v$.

12. Путь, пройденный материальной точкой, зависит от времени по закону $s = 0,2t^2 + 0,05t^3$ (s - в метрах, t - в секундах). В какой момент времени t_1 ускорение точки будет равно $a = 1 \text{ м/с}^2$? Чему равно среднее значение модуля скорости $\langle v \rangle$ точки за промежуток времени от $t = 0$ до t_1 ?

13. Материальная точка движется равномерно по окружности со скоростью v . Определите модуль вектора изменения скорости за время, равное половине периода.

- 1) 0;
- 2) $\frac{1}{2}v$;
- 3) $\sqrt{2}v$;
- 4) $2v$.

14. Частица движется по окружности с постоянной по модулю скоростью. Векторы скорости и ускорения

- 1) противоположны друг другу;

- 2) взаимно перпендикулярны;
- 3) имеют одинаковое направление;
- 4) не изменяются в течение всего времени движения.

15. Точка движется по окружности радиусом $R = 4$ м так, что пройденный путь зависит от времени по закону $s = A + Bt^2$, где $A = 8$ м, $B = 2$ м/с². В какой момент времени t_1 ее нормальное ускорение $a_n = 9$ м/с²?

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

16. Закон движения точки имеет вид $\vec{r} = At^2\vec{i} + Bt^2\vec{j} + C\vec{k}$, где $A = 3$ м/с², $B = 4$ м/с², $C = 7$ м, $\vec{i}$, $\vec{j}$ и $\vec{k}$ - орты осей x , y и z прямоугольной системы координат. Путь, пройденный точкой за первые $t = 10$ с движения, равен

- 1) 25 м;
- 2) 100 м;
- 3) 150 м;
- 4) 500 м;
- 5) 707 м.

17. Закон движения точки имеет вид $\vec{r} = At^3\vec{i} + Bt^2\vec{j} + C\vec{k}$, где $A = 1$ м/с³, $B = 2$ м/с², $C = 5$ м, $\vec{i}$, $\vec{j}$ и $\vec{k}$ - орты осей x , y и z прямоугольной системы координат. Модуль скорости точки в момент времени $t = 1$ с равен

- 1) 7 м/с;
- 2) 10 м/с;
- 3) 8 м/с;
- 4) 5 м/с.

18. Мяч брошен под углом 30° к горизонту со скоростью 10 м/с. Чему равна скорость мяча через 0,5 с после броска? Сопротивлением воздуха пренебречь.

- 1) 2 м/с;
- 2) 8,7 м/с;
- 3) 8,3 м/с;
- 4) 9,2 м/с.

1.2. Кинематика твердого тела

19. Диск катится равномерно без скольжения (рис.1.2). Как направлены векторы скорости и ускорения точки A диска в системе отсчета, связанной с Землей?

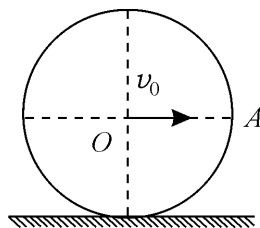


Рис.1.2.

- 1)
- 2)
- 3)

20. Цилиндр катится без скольжения по горизонтальной плоскости со скоростью v (рис.1.3). Скорость точки A цилиндра в прямоугольной декартовой системе координат имеет вид

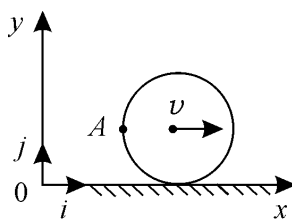


Рис.1.3.

- 1) $\vec{v}_A = v\vec{j} + v\vec{k}$;
- 2) $\vec{v}_A = v\vec{i} + v\vec{j}$;
- 3) $\vec{v}_A = \sqrt{2}v\vec{i}$.

21. Цилиндр катится без скольжения по горизонтальной плоскости со скоростью v (рис.1.4). Скорость точки A цилиндра в прямоугольной декартовой системе координат имеет вид

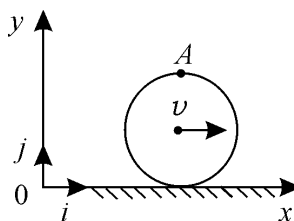


Рис.1.4.

- 1) $\vec{v}_A = v\vec{j} + v\vec{k}$;
- 2) $\vec{v}_A = 2v\vec{i}$;
- 3) $\vec{v}_A = v\vec{i} + v\vec{j}$.

22. Твердое тело вращается с угловой скоростью ω вокруг неподвижной оси z . Если $\vec{i}$, $\vec{j}$, $\vec{k}$ - орты осей x , y и z прямоугольной системы координат, то вектор угловой скорости тела равен

- 1) $\vec{\omega} = \omega \vec{i}$;
- 2) $\vec{\omega} = \omega \vec{j}$;
- 3) $\vec{\omega} = \omega \vec{k}$ или $\vec{\omega} = -\omega \vec{k}$;
- 4) $\vec{\omega} = (\omega / \sqrt{2})(\vec{i} + \vec{j})$.

23. В каком из приведенных ниже случаев для вычисления углового ускорения применима формула $\beta = \omega/t$?

- 1) $\omega = 3t$;
- 2) $\omega = 2t + 8$;
- 3) $\omega = 9t^2$.

24. Твердое тело начинает вращаться вокруг неподвижной оси с угловым ускорением $\beta = 2t^2$ (β , t - в единицах СИ). Какова зависимость угловой скорости от времени?

- 1) $\omega = 2t^3$;
- 2) $\omega = 2t^3 / 3$;
- 3) $\omega = 4t$.

25. Твердое тело вращается вокруг неподвижной оси так, что угол поворота зависит от времени по закону $\varphi = Ct^3$, где $C = 1$ рад/с³. Угловая скорость тела в конце третьей секунды равна

- 1) 6 рад/с;
- 2) 9 рад/с;
- 3) 27 рад/с.

26. Твердое тело вращается вокруг неподвижной оси так, что угол поворота зависит от времени по закону $\varphi = A + Bt + Ct^2$, где $A = 8$ рад, $B = 20$ рад/с, $C = 2$ рад/с². Тангенциальное ускорение точки, находящейся на расстоянии $R = 0,1$ м от оси вращения, в момент времени $t = 4$ с равно

- 1) 3,2 м/с²;
- 2) 1,6 м/с²;
- 3) 0,4 м/с²;
- 4) 5 м/с².

27. На однородный сплошной цилиндр, который может вращаться вокруг неподвижной горизонтальной оси, плотно намотана легкая нить, к концу нити прикреплена гирия. Опускаясь равноускоренно, гирия прошла расстояние $s = 5$ см за $t = 2$ с. Тангенциальное ускорение точки, лежащей на поверхности цилиндра, равно

- 1) $0,5 \text{ см/с}^2$;
- 2) 5 см/с^2 ;
- 3) $2,5 \text{ см/с}^2$;
- 4) 25 см/с^2 .

1.3. Динамика материальной точки

28. Частица массой m движется под действием силы $\vec{F}$ по криволинейной траектории. В некоторый момент времени вектор скорости частицы $\vec{v}$ составляет угол α с вектором силы. Тангенциальное a_τ и нормальное a_n ускорения частицы в данный момент времени равны

- 1) $a_\tau = F \cos \alpha / m$, $a_n = F \sin \alpha / m$;
- 2) $a_\tau = F \sin \alpha / m$, $a_n = F \cos \alpha / m$;
- 3) $a_\tau = F / m$, $a_n = F \cos \alpha / m$;
- 4) $a_\tau = F \cos \alpha / m$, $a_n = F / m$.

29. Частица массой m движется по закону $\vec{r} = \vec{A}t^3 + \vec{B}t$, где $\vec{r}$ - радиус-вектор, определяющий положение частицы, $\vec{A}$ и $\vec{B}$ - постоянные векторы. Определите зависимость силы $\vec{F}$, действующей на частицу, от времени t .

- 1) $\vec{F} = 3m\vec{A}t^2 + m\vec{B}$;
- 2) $\vec{F} = 3m\vec{A}t^2$;
- 3) $\vec{F} = 3\vec{A}t^2 + \vec{B}$;
- 4) $\vec{F} = 6m\vec{A}t$.

30. Материальная точка массой m движется в плоскости xOy по закону $x = \alpha t^3$, $y = \beta t$. Среди приведенных ниже утверждений укажите ошибочное:

- 1) сила, действующая на материальную точку, изменяется по модулю;

2) сила, действующая на материальную точку, изменяется по направлению;

3) модуль действующей на материальную точку силы определяется выражением $F = 6mat$;

4) проекция силы, действующей на материальную точку, на ось y $F_y = 0$.

31. Частица массой m в момент $t = 0$ начинает двигаться вдоль оси x под действием силы $F_x = F_0 \sin \omega t$, где F_0 и ω - постоянные. Зависимость проекции скорости частицы v_x от времени выражается формулой

1) $v_x = \frac{F_0}{m\omega}(1 - \cos \omega t)$;

2) $v_x = -\frac{F_0}{m\omega} \cos \omega t$;

3) $v_x = \frac{F_0}{m\omega} \sin \omega t$;

4) $v_x = \frac{F_0}{m\omega} \cos \omega t$.

32. Материальная точка массой m движется в плоскости xu , при этом компоненты ее скорости вдоль координатных осей зависят от времени по закону $v_x = A \sin \omega t$, $v_y = A \cos \omega t$, где A и ω - постоянные.

Среди приведенных ниже утверждений укажите *ошибочное*:

1) сила, действующая на материальную точку, изменяется по направлению;

2) сила, действующая на материальную точку, изменяется по модулю;

3) модуль действующей на материальную точку силы определяется выражением $F = m\omega A$.

33. На покоящуюся частицу массой m в момент $t = 0$ начала действовать сила, зависящая от времени t по закону $\vec{F} = \vec{A}t$, где $\vec{A}$ - постоянный вектор. Найдите пройденный частицей путь s в зависимости от времени.

1) $s = At^3 / 6m$;

2) $s = At^2 / 6m$;

3) $s = At^3 / 3m$.

34. Два шарика А и Б, подвешенные на нитях в общей точке О, равномерно движутся по окружностям, лежащим в одной горизонтальной плоскости (рис.1.5). Сравните их угловые скорости.

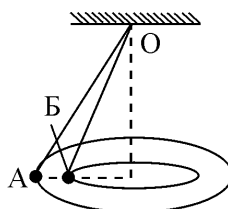


Рис.1.5.

1) $\omega_A > \omega_B$;

2) $\omega_A = \omega_B$;

3) $\omega_A < \omega_B$.

35. Через блок, ось которого жестко закреплена, перекинута легкая нерастяжимая нить. К концам нити подвешены гири массами $m_1 = m_2 = 1$ кг. Какую силу нужно приложить к одной из гирь, чтобы гири стали двигаться с ускорением $a = 3 \text{ м/с}^2$? Блок невесом, трение в оси блока отсутствует.

36. При движении материальной точки по окружности угловая скорость $\omega \sim t^4$. При этом тангенс угла между векторами силы и скорости возрастает пропорционально t^n . Найдите значение n .

1) 3;

2) 2;

3) 1;

4) 4;

5) 5.

37. Автомобиль движется равномерно и прямолинейно. Результирующая всех сил, действующих на автомобиль

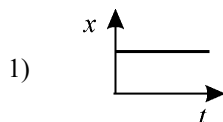
1) не изменяется со временем;

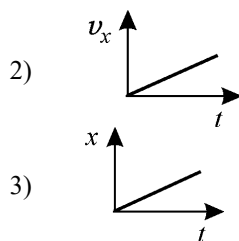
2) изменяется со временем по величине и направлению;

3) изменяется со временем по величине;

4) равна нулю.

38. Частица массой m начинает двигаться вдоль оси x под действием постоянной по модулю и направлению силы $\vec{F}$. График, соответствующий такому движению, имеет вид





39. Небольшое тело массой $m = 1$ кг движется в плоскости xOy так, что проекции его скорости на оси координат зависят от времени по закону $v_x = 3t + 4$, $v_y = 4t + 3$ (v_x , v_y , t - в единицах СИ). Модуль равнодействующей приложенных к телу сил равен

- 1) 5 Н;
- 2) 1 Н;
- 3) 7 Н;
- 4) 4 Н.

40. Небольшое тело массой $m = 2$ кг движется прямолинейно так, что пройденный путь зависит от времени по закону $s = Bt + Ct^2$, где $B = 1$ м/с, $C = 2$ м/с². Сила, действующая на тело в конце первой секунды движения, равна

- 1) 2 Н;
- 2) 4 Н;
- 3) 8 Н;
- 4) 5 Н.

41. Материальная точка движется вдоль оси x по закону $x = A + Bt + Ct^3$. Модуль силы, действующей на точку, со временем

- 1) возрастает;
- 2) убывает;
- 3) не изменяется;
- 4) сначала возрастает, затем убывает.

1.4. Законы сохранения импульса и механической энергии

42. Мяч массой 100 г, летящий со скоростью 2 м/с, пойман на лету. Какова средняя сила, с которой рука действует на мяч, если он остановился за 0,02 с?

- 1) 10 Н;
- 2) 20 Н;
- 3) 30 Н;
- 4) 40 Н;
- 5) 5 Н.

43. Свободно падающий шарик массой $m = 200$ г ударился о пол, имея скорость $v = 5$ м/с, и подпрыгнул на высоту $h = 80$ см. Найдите модуль изменения импульса шарика при ударе. Сопротивлением воздуха пренебречь.

- 1) 0,2 кг·м/с;
- 2) 0,8 кг·м/с;
- 3) 1,3 кг·м/с;
- 4) 1,8 кг·м/с.

44. Точечные массы m_1 , m_2 и m_3 расположены на оси x и имеют координаты x_1 , x_2 и x_3 . Найдите координату x_C центра масс этой системы материальных точек.

- 1) $x_C = \frac{m_1 x_1 + m_2 x_2 + m_3 x_3}{m_1 + m_2 + m_3}$;

- 2) $x_C = \frac{x_1 + x_2 + x_3}{3}$;

- 3) $x_C = \frac{m_1 x_1^2 + m_2 x_2^2 + m_3 x_3^2}{m_1 + m_2 + m_3}$;

- 4) $x_C = \frac{m_1 x_1^2 + m_2 x_2^2 + m_3 x_3^2}{(m_1 + m_2 + m_3)(x_1 + x_2 + x_3)}$.

45. В точках плоскости $A_1 = (a, a)$, $A_2 = (-a, a)$, $A_3 = (-a, -a)$, $A_4 = (a, -a)$ находятся частицы массами $m_1 = 1$ кг, $m_2 = 2$ кг, $m_3 = 3$ кг, $m_4 = 4$ кг. Определите положение центра масс системы.

- 1) $(a/5, 0)$;
- 2) $(2a/10, a/5)$;
- 3) $(a/10, -2a/10)$;
- 4) $(0, -2a/5)$;
- 5) $(2a/5, a/10)$.

46. В некоторый момент времени точечные массы m_1 , m_2 и m_3 имеют скорости $\vec{v}_1$, $\vec{v}_2$, $\vec{v}_3$ соответственно. Определите скорость $\vec{v}_C$ центра масс этой системы материальных точек в данный момент.

$$1) \vec{v}_C = \frac{m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 + m_3 \vec{v}_3}{m_1 + m_2 + m_3};$$

$$2) \vec{v}_C = \frac{\vec{v}_1 + \vec{v}_2 + \vec{v}_3}{3};$$

$$3) \vec{v}_C = \frac{m_1^2 \vec{v}_1 + m_2^2 \vec{v}_2 + m_3^2 \vec{v}_3}{(m_1 + m_2 + m_3)^2};$$

$$4) \vec{v}_C = \frac{m_1^2 \vec{v}_1 + m_2^2 \vec{v}_2 + m_3^2 \vec{v}_3}{m_1^2 + m_2^2 + m_3^2}.$$

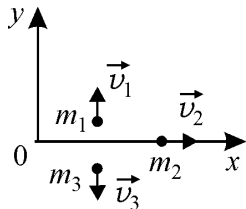


Рис.1.6.

47. Три шарика массами $m_1 = 1$ кг, $m_2 = 2$ кг и $m_3 = 3$ кг движутся так, как показано на рис.1.6. Скорости шариков равны соответственно $v_1 = 3$ м/с, $v_2 = 2$ м/с, $v_3 = 1$ м/с. Какова величина скорости центра масс системы?

- 1) 5/3 м/с;
- 2) 2/3 м/с;
- 3) 4 м/с;
- 4) 3 м/с.

48. Вдоль оси x движутся две частицы, массы которых равны $m_1 = 8$ г, $m_2 = 1$ г, со скоростями $v_{1x} = 1$ м/с и $v_{2x} = -28$ м/с соответственно. В каком направлении движется центр масс системы?

- 1) в положительном направлении оси Ox ;
- 2) в отрицательном направлении оси Ox ;
- 3) $\vec{v}_C = 0$.

49. Два шара, имеющие одинаковые массы, движутся с одинаковыми по модулю скоростями v . После абсолютно неупругого столкновения шары продолжают движение со скоростью $v/3$. Чему был равен угол между направлениями скоростей шаров до столкновения?

50. Снаряд, летящий с некоторой скоростью, разрывается на два осколка. Скорость большего осколка массой m_1 по величине равна начальной скорости снаряда и направлена перпендикулярно к ней. Скорость другого осколка массой m_2 по величине в 5 раз больше начальной скорости снаряда. Найдите отношение масс m_1/m_2 .

- 1) 3;
- 2) 2;

- 3) 1;
- 4) 4;
- 5) 5.

51. По гладкому горизонтальному столу движутся два одинаковых бруска, соединенные легкой растяжимой нитью. В некоторый момент времени величина скорости центра масс этой системы равна v_C , а величина скорости первого бруска - v_1 , причем векторы $\vec{v}_C$ и $\vec{v}_1$ взаимно перпендикулярны. Определите для этого момента времени модуль вектора скорости v_2 второго бруска.

- 1) $v_2 = \sqrt{4v_C^2 + v_1^2}$;
- 2) $v_2 = \sqrt{v_C^2 + v_1^2}$;
- 3) $v_2 = \sqrt{2v_C^2 + v_1^2}$;
- 4) $v_2 = v_C + v_1$.

52. При каких условиях центр масс системы тел покоится или движется равномерно?

- 1) сумма внешних сил, действующих на систему, равна нулю;
- 2) сумма сил, действующих на систему тел, постоянна;
- 3) тела не взаимодействуют друг с другом;
- 4) среди приведенных выше ответов нет правильного.

53. Пусть m - масса системы тел, $\vec{v}_C$ - скорость ее центра масс.

Укажите верные утверждения:

- 1) импульс системы $\vec{p} = m\vec{v}_C$;
- 2) равнодействующая всех внешних сил, действующих на систему,

$$\vec{F} = m \frac{d\vec{v}_C}{dt} ;$$

- 3) кинетическая энергия системы $T = \frac{mv_C^2}{2}$.

54. Груз на пружине совершает колебания в жидкости. Среди перечисленных ниже сил укажите консервативные:

- 1) сила упругости;
- 2) сила вязкого трения;
- 3) сила тяжести.

55. Работа консервативных сил

1) не зависит от формы пути и определяется только начальным и конечным положениями материальной точки;

2) всегда равна нулю;

3) всегда положительна;

4) всегда отрицательна.

56. Сила, действующая на частицу, имеет вид $\vec{F} = a\vec{i}$. Найдите работу A , которую совершила эта сила при перемещении частицы из точки с координатами (1, 2, 3) в точку с координатами (7, 8, 9). Здесь a и координаты частицы - в единицах СИ.

1) $36a$;

2) $36a^2$;

3) $6a$;

4) $48a$.

57. На частицу, находящуюся в начале координат, действует сила $\vec{F} = 4\vec{i} + 3\vec{j}$, где $\vec{i}$ и $\vec{j}$ - орты осей x и y соответственно. Найдите работу, совершенную этой силой при перемещении частицы в точку с координатами (4, 3). Здесь компоненты силы и координаты частицы - в единицах СИ.

1) 9 Дж;

2) 12 Дж;

3) 20 Дж;

4) 25 Дж.

58. Первоначально покоившаяся частица под действием силы $\vec{F} = 1\vec{i} + 2\vec{j} + 3\vec{k}$ переместилась из точки с координатами (2, 4, 6) в точку с координатами (3, 6, 9). Найдите кинетическую энергию T частицы в конечной точке. Здесь компоненты силы и координаты частицы - в единицах СИ.

1) 0;

2) 14 Дж;

3) 42 Дж;

4) 28 Дж.

59. Тело массой m бросили со скоростью v_0 под углом α к горизонту. Мгновенная мощность силы тяжести в верхней точке траектории равна

1) $N = mgv_0$;

2) $N = mgv_0 \cos \alpha$;

3) $N = m g v_0 \sin \alpha$;

4) $N = 0$.

60. Тело прошло путь 10 м под действием силы, которая равномерно уменьшалась от $F_1 = 10$ Н в начале пути до $F_2 = 2$ Н в конце. Работа силы на всем пути равна

1) 50 Дж;

2) 60 Дж;

3) 80 Дж;

4) 120 Дж.

61. Частица перемещается по окружности радиусом r под действием центральной силы $\vec{F}$. Центр окружности совпадает с силовым центром. Какую работу совершает сила на пути s ?

1) 0;

2) Fs ;

3) Fr ;

4) $\frac{Fs}{2}$.

62. Потенциальная энергия частицы имеет вид $U = 2(x/y - y/z)$, где U и координаты частицы заданы в единицах СИ. В некоторый момент времени частица оказалась в точке с координатами (1, 2, 3). Найдите составляющую F_x силы, действующей на частицу (в Н).

63. В каких случаях справедлива формула $U = -\frac{Gm_1m_2}{r}$ для потенциальной энергии гравитационного взаимодействия между телами, массы которых равны m_1 и m_2 ?

1) тела - материальные точки, r - расстояние между ними;

2) тела - однородные шары, r - расстояние между их центрами масс;

3) тела произвольные, r - расстояние между их центрами масс.

64. Потенциальная энергия частицы, движущейся по оси Ox в силовом поле, $U = -kx^3$. При этом модуль ускорения частицы $a \sim x^n$. Найдите значение n .

1) 2;

2) 3;

3) 4;

4) 1/2;

5) 3/2.

65. Потенциальная энергия частицы, движущейся по оси Ox в силовом поле, $U = -kx^4$. Сила, действующая на частицу:

1) $F_x = 4 k x^3$;

2) $F_x = \frac{k x^5}{5}$;

3) $F_x = 12kx^2$;

4) $F_x = -4 k x^3$.

66. Первоначально недеформированную пружину растянули, увеличив ее длину на Δl , затем - еще на Δl . Считая деформацию упругой, найдите отношение совершенных работ (большой к меньшей).

1) 2;

2) 3;

3) 1;

4) 4;

5) 5.

67. При криволинейном движении материальной точки с постоянной по величине скоростью

1) равнодействующая всех сил, приложенных к материальной точке, равна нулю;

2) суммарная работа всех сил, действующих на точку, равна нулю.

68. Мяч, летящий со скоростью v_0 , отбрасывается ракеткой в противоположную сторону со скоростью v . Если изменение кинетической энергии мяча ΔW , то модуль изменения импульса равен

1) $|\Delta \vec{p}| = \frac{2 \Delta W}{v + v_0}$;

2) $|\Delta \vec{p}| = \frac{2 \Delta W}{v - v_0}$;

3) $|\Delta \vec{p}| = \frac{2 \Delta W (v + v_0)}{v^2 + v_0^2}$;

4) $|\Delta \vec{p}| = \frac{\Delta W}{2(v + v_0)}$.

69. Материальная точка движется по окружности со скоростью $v \sim t^2$. Работа силы, действующей на точку в течение времени t , $A \sim t^n$. Найдите значение n .

- 1) 2;
- 2) 4;
- 3) 5;
- 4) $3/2$.

70. Частица массой $m = 5$ г движется вдоль оси x по закону $x = A + Bt + Ct^2$, где $A = 8$ м, $B = 6$ м/с, $C = 6$ м/с². Кинетическая энергия частицы в момент времени $t = 2$ с равна

- 1) 1 Дж;
- 2) 1,3 Дж;
- 3) 1,45 Дж;
- 4) 2,25 Дж.

71. Кинетическая энергия тела, движущегося в вязкой среде, убывает со временем по экспоненциальному закону $T \sim e^{-\alpha t}$. Как зависит скорость v тела от времени?

- 1) $v \sim e^{-\alpha t}$;
- 2) $v \sim e^{-\alpha t/2}$;
- 3) $v \sim e^{-2\alpha t}$;
- 4) $v = \text{const}$.

72. Кинетическая энергия тела, движущегося в вязкой среде, убывает со временем по экспоненциальному закону $T \sim e^{-\alpha t}$. Как зависит мощность силы вязкого трения от скорости тела?

- 1) $N \sim v$;
- 2) $N \sim v^2$;
- 3) $N \sim \sqrt{v}$;
- 4) $N = \text{const}$.

73. Закон сохранения механической энергии утверждает:

- 1) механическая энергия системы тел сохраняется;
- 2) механическая энергия системы тел сохраняется, если эта система является замкнутой;
- 3) механическая энергия системы тел сохраняется, если в системе отсутствуют диссипативные силы;
- 4) механическая энергия системы тел сохраняется, если в системе отсутствуют консервативные силы;
- 5) механическая энергия системы тел сохраняется, если эта система является замкнутой и в ней отсутствуют диссипативные силы.

74. Изменение механической энергии системы тел равно

- 1) суммарной работе всех внешних и внутренних неконсервативных сил;
- 2) суммарной работе всех внешних сил;
- 3) суммарной работе всех внешних и внутренних сил;
- 4) суммарной работе всех консервативных сил.

75. Тело массой $m = 1$ кг, брошенное с балкона в горизонтальном направлении со скоростью $v_0 = 10$ м/с, через $t = 1$ с упало на землю. Определите кинетическую энергию T , которую имело тело в момент удара о землю. Сопротивлением воздуха пренебречь.

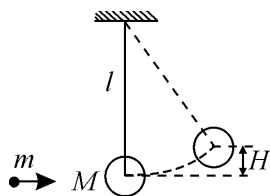


Рис. 1.7.

76. В шар массой M , висающий на нити длиной l , попадает горизонтально летящая пуля массой m (рис. 1.7). Шар после толчка поднимается на высоту H ($H < l$). Сравните высоты подъема шара в двух случаях: 1) пуля застревает в шаре; 2) пуля после удара падает, потеряв скорость. Скорость пули в обоих случаях одинакова.

- 1) $H_1 < H_2$;
- 2) $H_1 > H_2$;
- 3) $H_1 = H_2$.

77. В шар массой M , висающий на нити длиной l , попадает горизонтально летящая пуля массой $m \ll M$ (см. рис. 1.7). Шар после толчка поднимается на высоту H ($H < l$). Сравните высоты подъема шара в двух случаях: 1) пуля застревает в шаре; 2) пуля после удара падает, потеряв скорость. Скорость пули в обоих случаях одинакова.

- 1) $H_1 < H_2$;
- 2) $H_1 > H_2$;
- 3) $H_1 = H_2$.

78. В баллистический маятник массой $M = 5$ кг попадает горизонтально летящая пуля массой $m = 10$ г и застревает в нем. Найдите скорость v пули перед попаданием в маятник, если он, отклонившись после удара, поднялся на высоту $h = 10$ см.

79. Тело массой m бросили с башни высотой h со скоростью $\vec{v}_0$. Оно упало на землю со скоростью $\vec{v}$. Работа силы сопротивления воздуха равна

- 1) $A_{\text{сопр}} = mgh$;

$$2) A_{\text{сопр}} = \frac{m}{2}(v^2 - v_0^2) - mgh;$$

$$3) A_{\text{сопр}} = \frac{m}{2}(v_0^2 - v^2);$$

$$4) A_{\text{сопр}} = \frac{m}{2}(v_0^2 - v^2) + mgh.$$

80. Вагон массой m , двигавшийся равномерно со скоростью v , под действием силы трения $F_{\text{тр}}$ через некоторое время остановился. Работа силы трения равна

$$1) A_{\text{тр}} = -F_{\text{тр}}v;$$

$$2) A_{\text{тр}} = 0;$$

$$3) A_{\text{тр}} = -\frac{mv^2}{2};$$

$$4) A_{\text{тр}} = \frac{mv^2}{2}.$$

1.5. Динамика твердого тела

81. Момент импульса твердого тела относительно неподвижного начала изменяется со временем t по закону $\vec{L} = At^2\vec{i} + Bt\vec{j}$, где A и B - известные постоянные, $\vec{i}$ и $\vec{j}$ - орты осей x и y соответственно.

Момент $\vec{M}$ силы, действующей на твердое тело, равен

$$1) \vec{M} = 0;$$

$$2) \vec{M} = 2At\vec{i} + B\vec{j};$$

$$3) \vec{M} = At^3\vec{i} / 3 + Bt^2\vec{j} / 2;$$

$$4) \vec{M} = \text{const}.$$

82. Зависит ли момент инерции однородного тела относительно оси OO' от: а) момента приложенных к телу сил; б) положения оси OO' ; в) формы тела; г) массы тела; д) углового ускорения? Сколько раз вы ответили «да»?

$$1) 4;$$

- 2) 2;
- 3) 3;
- 4) 5.

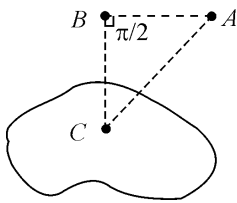


Рис.1.8.

83. Точка C - центр масс тела массой m (рис.1.8). Через точки A, B, C , расположенные в плоскости рисунка, проведены параллельные оси, перпендикулярные этой плоскости. Среди приведенных ниже соотношений между моментами инерции тела относительно данных осей выберите верные:

- 1) $I_B = I_C + m|CB|^2$;
- 2) $I_A = I_C$;
- 3) $I_A = I_B + m|BA|^2$;
- 4) $I_B = I_C - m|CB|^2$.

84. Четыре шарика, имеющие одинаковые массы и жестко скрепленные невесомыми стержнями, находятся в вершинах квадрата. Отношение моментов инерции системы I_1/I_2 относительно двух осей, одна из которых совпадает со стороной квадрата (1), а другая - с его диагональю (2), равно

- 1) 1/4;
- 2) 2;
- 3) 4;
- 4) 1/2.

85. Момент инерции шара массой m и радиусом R относительно оси, удаленной от поверхности шара на расстояние $2R$, равен

- 1) $0,4 mR^2$;
- 2) $4 mR^2$;
- 3) $4,4 mR^2$;
- 4) $4,5 mR^2$;
- 5) $9,4 mR^2$.

86. На боковую поверхность сплошного металлического цилиндра массой m и радиусом R напылили тонкий слой серебра (толщина слоя много меньше радиуса цилиндра). Чему стал равен момент инерции цилиндра с покрытием относительно оси симметрии цилиндра, если масса израсходованного на напыление серебра равна $0,01m$?

- 1) $0,41 mR^2$;
- 2) $0,505 mR^2$;
- 3) $0,51 mR^2$;
- 4) $1,05 mR^2$;
- 5) $1,01 mR^2$.

87. Из сплошного однородного цилиндра сделали полый, удалив половину массы (рис.1.9). Как изменился момент инерции цилиндра относительно его оси симметрии?

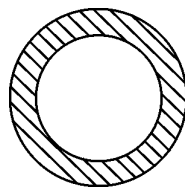


Рис.1.9.

- 1) уменьшился в 2 раза;
- 2) уменьшился больше чем в 2 раза;
- 3) уменьшился меньше чем в 2 раза.

88. Твердое тело представляет собой невесомый стержень длиной l , на концах которого закреплены точечные массы m и $2m$. Найдите момент инерции этого тела относительно оси, проходящей через середину стержня и составляющей угол α со стержнем (рис.1.10).

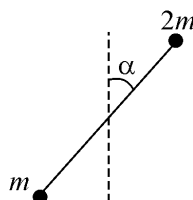


Рис.1.10.

- 1) $I = \frac{3ml^2}{2} \cos^2 \alpha$;
- 2) $I = \frac{3ml^2}{2}$;
- 3) $I = \frac{3ml^2}{2} \cos \alpha$;
- 4) $I = \frac{3ml^2}{4} \sin^2 \alpha$.

89. Момент инерции тонкого однородного стержня длиной l и массой m относительно оси, перпендикулярной стержню и проходящей через его точку, отстоящую от конца на $l/3$, равен

- 1) $I = \frac{1}{12} ml^2$;
- 2) $I = \frac{1}{3} ml^2$;
- 3) $I = \frac{1}{2} ml^2$;

$$4) I = \frac{2}{5} ml^2;$$

$$5) I = \frac{1}{9} ml^2.$$

90. Два шарика массой $m = 10$ г каждый соединены тонким невесомым стержнем длиной $l = 1$ м. Определите момент инерции системы (в $\text{кг} \cdot \text{м}^2$) относительно оси, перпендикулярной стержню и проходящей через центр масс.

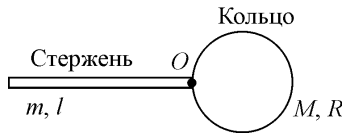


Рис. 1.11.

91. На рис.1.11 ось O перпендикулярна плоскости чертежа. Момент инерции твердого тела относительно этой оси равен

$$1) I = \frac{ml^2}{12} + \frac{MR^2}{2};$$

$$2) I = \frac{ml^2}{3} + MR^2;$$

$$3) I = \frac{ml^2}{3} + 2MR^2;$$

$$4) I = \frac{ml^2}{12} + MR^2.$$

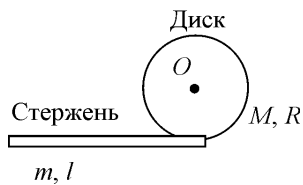


Рис. 1.12.

92. На рис.1.12 ось O перпендикулярна плоскости чертежа. Момент инерции твердого тела относительно этой оси равен

$$1) I = \frac{ml^2}{12} + \frac{MR^2}{2} + m \left(\frac{l^2}{4} + R^2 \right);$$

$$2) I = \frac{ml^2}{3} + \frac{MR^2}{2} + m \left(\frac{l^2}{4} + R^2 \right);$$

$$3) I = \frac{ml^2}{3} + \frac{MR^2}{2} + m(l^2 + R^2);$$

$$4) I = \frac{ml^2}{12} + MR^2 + m(l^2 + R^2).$$

93. Момент инерции тонкого проволочного кольца массой m и радиусом R относительно оси, совпадающей с его диаметром, равен

1) $I = mR^2$;

2) $I = \frac{mR^2}{2}$;

3) $I = 2mR^2$;

4) $I = \frac{mR^2}{4}$.

94. Вал радиусом r и массой m вращается вокруг неподвижной оси. Под действием постоянной касательной силы F , приложенной к периферии вала и перпендикулярной оси вращения, угловая скорость вала изменилась от ω до 0 за время t . Определите силу F . Вал считайте однородным цилиндром.

1) $F = \frac{m\omega r}{t}$;

2) $F = \frac{m\omega r^2}{t}$;

3) $F = \frac{m\omega r^2}{2t}$;

4) $F = \frac{m\omega r}{2t}$;

5) $F = \frac{m\omega r}{4t}$.

95. Однородный диск массой $m = 9$ кг начинает вращаться вокруг своей оси симметрии под действием постоянного момента сил $M = 3,2$ Н·м. Через время $t = 10$ с диск приобретает угловую скорость $\omega = 36$ рад/с. Чему равен радиус диска?

96. Шар массой m и радиусом R вращается вокруг неподвижной оси, проходящей через его центр, так что угол поворота зависит от времени по закону $\varphi = A + Bt^2 + Ct^3$ (A , B и C - постоянные). Момент сил, действующих на шар, может быть рассчитан по формуле

1) $M = mR^2(A + Bt^2 + Ct^3)$;

$$2) M = \frac{1}{2} m R^2 (2Bt + 3Ct^2);$$

$$3) M = \frac{2}{5} m R^2 (2Bt + 3Ct^2);$$

$$4) M = \frac{2}{5} m R^2 (2B + 6Ct).$$

97. Твердое тело вращается вокруг неподвижной оси с постоянной угловой скоростью $\omega = 4$ рад/с. Модуль момента импульса тела относительно оси вращения $L = 5$ кг·м²/с. Какова кинетическая энергия тела?

- 1) 20 Дж;
- 2) 0,8 Дж;
- 3) 10 Дж;
- 4) 40 Дж.

98. Два диска, железный (1) и деревянный (2), одинаковой толщины с равными массами вращаются под действием равных по модулю сил, касательных к ободам дисков. Сравните угловые ускорения дисков.

- 1) $\beta_1 > \beta_2$;
- 2) $\beta_1 < \beta_2$;
- 3) $\beta_1 = \beta_2$.

99. Однородный стержень длиной l совершает колебания вокруг горизонтальной оси, проходящей через его конец и перпендикулярной стержню. В момент времени, когда стержень составляет угол α с вертикалью, его угловое ускорение равно

$$1) \beta_z = \frac{3g}{2l} \sin \alpha;$$

$$2) \beta_z = \frac{3g}{l} \sin \alpha;$$

$$3) \beta_z = \frac{3g}{2l};$$

$$4) \beta_z = \frac{3g}{2l} \cos \alpha;$$

$$5) \beta_z = \frac{3g}{l} \cos \alpha.$$

100. Горизонтальный диск массой m и радиусом R свободно вращается с угловой скоростью ω_0 вокруг вертикальной оси, проходящей через его центр. На него сверху падает невращающийся диск радиусом $R/2$ и массой m (рис.1.13). После падения верхнего

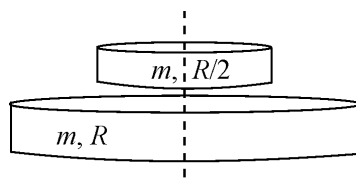


Рис.1.13.

диска на нижний оба диска из-за трения между ними стали вращаться как единое целое вокруг оси, проходящей через их центры. Найдите установившуюся угловую скорость вращения дисков.

- 1) $\omega = \frac{4}{5} \omega_0$;
- 2) $\omega = \frac{2}{3} \omega_0$;
- 3) $\omega = \frac{2}{\sqrt{5}} \omega_0$;
- 4) $\omega = \omega_0 \sqrt{\frac{2}{3}}$.

101. Три одинаковых горизонтальных диска свободно вращаются вокруг вертикальной оси, проходящей через их центры. Их угловые скорости одинаковы по модулю, но направление вращения одного из дисков противоположно направлениям вращения двух других. После падения двух верхних дисков на нижний все три диска благодаря трению между ними начали через некоторое время вращаться как единое целое. Как изменилась кинетическая энергия системы?

- 1) уменьшилась в 3 раза;
- 2) уменьшилась в 9 раз;
- 3) увеличилась в 3 раза;
- 4) увеличилась в 9 раз;
- 5) среди приведенных выше ответов нет правильного.

102. Человек, стоящий на вращающейся скамье Жуковского, держит в руках длинный шест. Как изменится угловая скорость скамьи, если человек повернет шест из вертикального положения в горизонтальное?

- 1) увеличится;
- 2) уменьшится;

- 3) не изменится;
 4) может как уменьшиться, так и увеличиться в зависимости от соотношения масс человека и шеста.

103. Человек, стоящий на вращающейся скамье Жуковского, держит в руках гири. В некоторый момент времени человек выпускает гири из рук. Как изменится угловая скорость скамьи?

- 1) увеличится;
 2) уменьшится;
 3) не изменится;
 4) может как уменьшиться, так и увеличиться в зависимости от соотношения масс человека и гири.

104. Человек стоит на платформе, которая может вращаться без трения вокруг вертикальной оси, и ловит мяч массой $m = 0,4$ кг, летящий прямо на него в горизонтальном направлении со скоростью $v = 20$ м/с. Траектория мяча проходит на расстоянии $l = 0,8$ м от оси вращения платформы. С какой угловой скоростью ω начнет вращаться платформа с человеком, поймавшим мяч? Считайте, что суммарный момент инерции человека и платформы относительно оси вращения $I = 6$ кг·м².

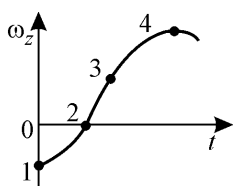


Рис.1.14.

105. Твердое тело вращается вокруг неподвижной оси z . На рис.1.14 изображен график зависимости проекции угловой скорости на ось z от времени. Какая точка на графике соответствует значению момента сил, действующих на тело, $M_z = 0$?

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

106. Однородный стержень массой m и длиной l вращается вокруг неподвижной оси, перпендикулярной стержню и проходящей через его середину, с угловой скоростью ω . Во сколько раз увеличится кинетическая энергия стержня, если его массу, длину и угловую скорость увеличить в 2 раза?

107. Однородный стержень массой m и длиной l вращается с угловой скоростью ω вокруг неподвижной оси, перпендикулярной стержню и проходящей через его середину. Кинетическая энергия стержня равна

$$1) T = \frac{ml^2}{12} \omega^2 ;$$

$$2) T = \frac{ml^2}{24} \omega^2 ;$$

$$3) T = \frac{ml^2}{6} \omega^2 ;$$

$$4) T = \frac{ml^2}{2} \omega^2 .$$

108. Однородный стержень дважды раскручивают из состояния покоя до определенной угловой скорости. В первом случае ось вращения перпендикулярна стержню и проходит через его конец, во втором - через середину стержня. Найдите отношение совершенных работ A_1/A_2 .

$$1) 1/3;$$

$$2) 1/12;$$

$$3) 4;$$

$$4) 1/4.$$

109. Два диска с равными массами и радиусами R_1 и R_2 ($R_1 = 2R_2$) раскручивают из состояния покоя до одинаковых угловых скоростей. Найдите отношение совершенных работ A_1/A_2 .

$$1) 2;$$

$$2) 4;$$

$$3) 1/2;$$

$$4) 1/4.$$

110. Однородный диск массой m и радиусом R , раскрученный до угловой скорости ω , падает с высоты H в ящик с песком (рис.1.15). Количество теплоты, которое выделится за время движения диска, равно

$$1) Q = \frac{mR^2 \omega^2}{4} + mgH ;$$

$$2) Q = mgH ;$$

$$3) Q = \frac{mR^2 \omega^2}{2} + mgH ;$$

$$4) Q = mR^2 \omega^2 + mgH .$$

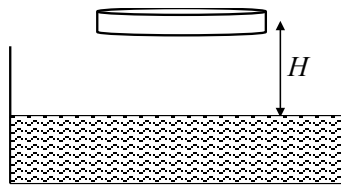


Рис.1.15.

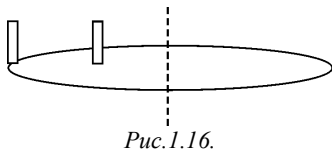


Рис.1.16.

111. Человек массой m стоит на краю горизонтального однородного диска массой M и радиусом R , который свободно вращается с угловой скоростью ω_0 . Человек переместился на расстояние $R/2$ к центру диска и

остановился (рис.1.16). Пренебрегая размерами человека, найдите угловую скорость диска после перемещения человека.

- 1) $\omega = \omega_0 \frac{(M + 2m)}{M + \frac{m}{2}}$;
- 2) $\omega = \omega_0 \frac{(M + 2m)}{M + m}$;
- 3) $\omega = \omega_0 \frac{(M + 2m)}{M}$.

1.6. Специальная теория относительности

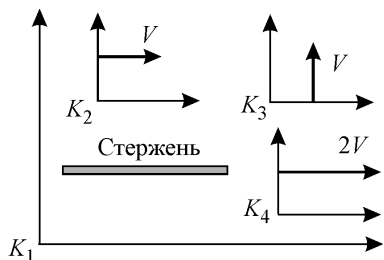


Рис.1.17.

112. Стержень покоится относительно системы отсчета K_1 , системы отсчета K_2 , K_3 и K_4 движутся относительно системы отсчета K_1 . Ориентации стержня, координатных осей и направления скоростей систем отсчета показаны на рис.1.17. Величины l_1 , l_2 , l_3 и l_4 - результаты измерений длины стержня в соответствующих си-

стемах отсчета. Укажите верное соотношение:

- 1) $l_1 = l_3 > l_2 > l_4$;
- 2) $l_1 > l_2 = l_3 > l_4$;
- 3) $l_1 < l_2 = l_3 < l_4$;
- 4) $l_1 = l_2 = l_3 = l_4$.

113. Космический «суперко-
рабль» движется со скоростью V
относительно неподвижного
наблюдателя. На корабле произ-
водят вспышку света в точке,
находящейся на расстоянии L от
каждого из датчиков A и B
(рис.1.18). В какой момент времени по часам неподвижного наблюдате-
ля свет достигнет датчика A , если вспышка произведена (по его же ча-
сам) в момент $t = 0$?

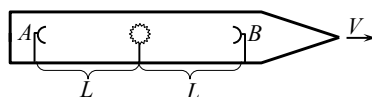


Рис.1.18.

- 1) $t = L / c$;
- 2) $t = L / (c + V)$;
- 3) $t = L / (c - V)$;
- 4) $t = \frac{L}{c} \sqrt{\frac{c - V}{c + V}}$.

114. Время жизни свобод-
ной частицы измеряют в инерци-
альных системах отсчета K_1 , K_2 ,
 K_3 и K_4 . Полученные значения
равны соответственно τ_1 , τ_2 , τ_3 и
 τ_4 . Если частица покоится относи-
тельно системы отсчета K_1 , а си-
стемы отсчета K_2 , K_3 и K_4 движу-
тся относительно K_1 , как показано
на рис.1.19, то

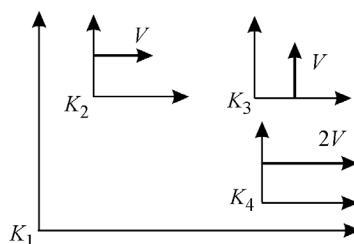


Рис.1.19.

- 1) $\tau_1 < \tau_2 = \tau_3 < \tau_4$;
- 2) $\tau_1 > \tau_2 = \tau_3 > \tau_4$;
- 3) $\tau_1 < \tau_2 < \tau_3 < \tau_4$;
- 4) $\tau_1 > \tau_2 > \tau_3 > \tau_4$.

115. Стержень движется в продольном направлении с постоянной
скоростью v относительно некоторой инерциальной системы отсчета.
При каком значении v длина стержня в этой системе отсчета будет
в 1,25 раза меньше его собственной длины?

- 1) $v = 0,2$ с;
- 2) $v = 0,8$ с;
- 3) $v = 0,4$ с;
- 4) $v = 0,6$ с.

116. Космический корабль с двумя космонавтами на борту, один из которых находится в носовой части, другой - в хвостовой, движется со скоростью $v = 0,8c$ (c - скорость света в вакууме). Один из космонавтов медленно поворачивает метровый стержень из положения 1, перпендикулярного направлению движению корабля, в положение 2, параллельное этому направлению. Тогда, с точки зрения второго космонавта, длина стержня

- 1) изменится от 1,0 м в положении 1 до 0,6 м в положении 2;
- 2) изменится от 1,0 м в положении 1 до 1,67 м в положении 2;
- 3) изменится от 0,6 м в положении 1 до 1,0 м в положении 2;
- 4) равна 1,0 м при любой его ориентации.

117. Космический корабль движется со скоростью $v = 0,8c$ (c - скорость света в вакууме). Один из космонавтов медленно поворачивает метровый стержень из положения 1, перпендикулярного направлению движению корабля, в положение 2, параллельное этому направлению. При этом, с точки зрения наблюдателя, находящегося на Земле, длина стержня

- 1) изменится от 1,0 м в положении 1 до 0,6 м в положении 2;
- 2) изменится от 1,0 м в положении 1 до 1,67 м в положении 2;
- 3) изменится от 0,6 м в положении 1 до 1,0 м в положении 2;
- 4) равна 1,0 м при любой его ориентации.

118. Два космических корабля стартуют с Земли в противоположных направлениях, каждый со скоростью $v = 0,5c$ (c - скорость света в вакууме) относительно Земли. Чему равна скорость первого космического корабля относительно второго?

119. Свободная частица массой m движется в некоторой инерциальной системе отсчета со скоростью $\vec{v}$. Какие из перечисленных ниже величин одинаковы во всех инерциальных системах отсчета?

- 1) m ;
- 2) $\vec{p} = m\vec{v} / \sqrt{1 - (v/c)^2}$;
- 3) $E = mc^2 / \sqrt{1 - (v/c)^2}$;
- 4) $(E/c)^2 - p^2$.

120. С какой скоростью двигался π -мезон в лабораторной системе отсчета, если в этой системе отсчета он пролетел от места своего рождения до точки распада расстояние $l = 20$ м? Собственное время жизни π -мезона $\Delta t_0 = 2,6 \cdot 10^{-8}$ с.

121. Полная энергия релятивистской частицы, вылетающей из ускорителя со скоростью $v = 0,6 c$ (c - скорость света в вакууме), больше ее энергии покоя

- 1) в 2 раза;
- 2) в 4 раза;
- 3) в 1,5 раза;
- 4) в 1,25 раза.

122. Релятивистская частица массой m движется со скоростью v . Импульс частицы равен p , ее энергия равна E . Укажите *ошибочную* формулу:

- 1) $E = mc^2 + \frac{mv^2}{2}$;
- 2) $E = mc^2 / \sqrt{1 - (v/c)^2}$;
- 3) $E^2 = (mc^2)^2 + p^2 c^2$;
- 4) $p = mv / \sqrt{1 - (v/c)^2}$.

123. Скорость релятивистской частицы массой m равна $v = 0,6 c$. Кинетическая энергия частицы равна

- 1) $T = 2mc^2 / 3$;
- 2) $T = mc^2 / 4$;
- 3) $T = mc^2$;
- 4) $T = 5mc^2 / 4$.

124. Скорость релятивистской частицы массой m равна $v = 0,8 c$. Импульс частицы равен

- 1) $p = 2mc / 3$;
- 2) $p = 3mc / 4$;
- 3) $p = 4mc / 3$;
- 4) $p = 4mc / 5$.

125. Импульс релятивистской частицы $p = mc$. Под действием внешней силы импульс частицы увеличился в 2 раза. Во сколько раз возросла при этом кинетическая энергия частицы?

1.7. Механические колебания

126. Частота собственных колебаний маленького груза, подвешенного на длинной нити, равна ω_0 . Какова будет частота колебаний, если массу груза уменьшить в 3 раза, а длину нити подвеса увеличить в 3 раза?

1) $\omega = \frac{\omega_0}{\sqrt{3}}$;

2) $\omega = \frac{\omega_0}{3}$;

3) $\omega = \frac{\omega_0}{9}$;

4) $\omega = \omega_0 \sqrt{3}$;

5) $\omega = \omega_0$;

6) среди приведенных выше ответов нет правильного.

127. Математический маятник отклонили от положения равновесия на угол $0,1\pi$ и в момент $t = 0$ пустили. Угол отклонения нити маятника от вертикали зависит от времени по закону $\varphi = 0,1\pi \cdot \sin(\omega t + \alpha)$. Определите начальную фазу α колебаний.

1) 0;

2) $0,1\pi$;

3) $\pi/2$;

4) $3\pi/2$.

128. Шарик, подвешенный на пружине, совершает колебания по закону $x = 0,3\sin(2t)$ (x, t - в единицах СИ). Чему равно максимальное значение ускорения шарика?

129. Координата, определяющая смещение шарика из положения равновесия, зависит от времени по закону $x(t) = A\cos\omega t$. Найдите отношение величин скоростей шарика в точке, отстоящей от положения равновесия на $3/5$ амплитуды колебаний, и в положении равновесия.

1) $1/5$;

2) $3/5$;

3) $4/5$;

4) $2/7$;

5) $2/5$.

130. Шарик, подвешенный на пружине, совершает колебания по закону $x = A \sin\left(\frac{\pi t}{4}\right)$ (x, t - в единицах СИ). Через какое время после начала движения из положения равновесия шарик пройдет путь, численно равный амплитуде колебаний?

- 1) 4 с;
- 2) 2 с;
- 3) 16 с;
- 4) 8 с.

131. Материальная точка совершает гармонические колебания. Максимальное смещение точки из положения равновесия и ее максимальная скорость составляют соответственно 10 см и 20 см/с. Чему равно максимальное ускорение точки?

- 1) 10 см/с²;
- 2) 5 см/с²;
- 3) 20 см/с²;
- 4) 200 см/с²;
- 5) 40 см/с².

132. Математический маятник совершает колебания по закону $x = 0,004 \cos(2t + 0,8)$ (x, t - в единицах СИ). Чему равна длина нити маятника?

- 1) 4 м;
- 2) 3,25 м;
- 3) 2,45 м;
- 4) 0,25 м.

133. Материальная точка совершает гармонические колебания. Какие из перечисленных ниже величин достигают максимального значения в момент прохождения точкой положения равновесия: скорость v , ускорение a , квазиупругая сила F , кинетическая энергия T , потенциальная энергия U ?

- 1) v, F, U ;
- 2) v, F, T ;
- 3) a, F, U ;
- 4) v, T .

134. Материальная точка движется вдоль оси x под действием силы $\vec{F}$. При этом F_x - проекция силы на ось x , k - положительная постоянная. Точка совершает гармонические колебания, если

- 1) $F_x = -kx$;
- 2) $F_x = kx^2$;
- 3) $F_x = \text{const}$;
- 4) $F_x = -kx^2$.

135. Материальная точка массой $m = 10$ г совершает колебания по закону $x = 0,02 \sin\left(\frac{\pi}{2}t + \frac{\pi}{4}\right)$ (x, t - в единицах СИ). Максимальная сила, действующая на точку, равна

- 1) 49 мН;
- 2) 20 мН;
- 3) 0,31 мН;
- 4) 0,49 мН.

136. Материальная точка массой m совершает гармонические колебания с частотой ω и амплитудой A под действием квазиупругой силы $F_x = -kx$. Максимальное значение модуля квазиупругой силы при таком движении точки $F_{\max} = kA$. Какие из приведенных ниже выражений для полной энергии колеблющейся точки являются верными?

- 1) $\frac{kA^2}{2}$;
- 2) $\frac{m\omega^2 A^2}{2}$;
- 3) $\frac{kx^2 + m\dot{x}^2}{2}$;
- 4) $\frac{F_{\max} A}{2}$;
- 5) $\frac{F_{\max}}{2k}$.

137. Материальная точка совершает колебания по закону $x = 0,04 \sin(\pi t + 0,3\pi)$ (x, t - в единицах СИ). Максимальная сила, действующая на точку, $F_{\max} = 1,5$ мН. Полная энергия точки равна

- 1) 60 мкДж;
- 2) 40 мкДж;
- 3) 30 мкДж;
- 4) 15 мкДж.

138. Уравнение гармонических колебаний материальной точки имеет вид $A\ddot{x} + Bx = 0$, где A и B - положительные постоянные. Период колебаний равен

1) $T = 2\pi\sqrt{\frac{B}{A}}$;

2) $T = 2\pi\sqrt{B}$;

3) $T = 2\pi\sqrt{\frac{A}{B}}$;

4) $T = 2\pi\sqrt{AB}$.

139. Материальная точка массой $m = 50$ г совершает колебания по закону $x = A\cos\omega t$, где $A = 10$ см, $\omega = 5$ с⁻¹. Найдите модуль силы F , действующей на точку в момент времени, когда фаза колебаний $\omega t = \pi/3$. Ответ запишите в мН.

140. Найдите полную энергию материальной точки, совершающей колебания по закону $x = A\cos\omega t$, где $A = 20$ см, $\omega = 2\pi/3$ с⁻¹. Масса материальной точки $m = 10$ г. Ответ запишите в мкДж.

141. Однородный сплошной диск радиусом $R = 24$ см совершает малые колебания вокруг горизонтальной оси, проходящей через середину одного из радиусов перпендикулярно плоскости диска. Определите приведенную длину маятника.

142. Математический маятник длиной $l_1 = 40$ см и физический маятник в виде однородного тонкого стержня длиной $l_2 = 30$ см колеблются синхронно. Определите расстояние a от центра масс стержня до точки подвеса.

143. Из трех гармонических одинаково направленных колебаний с равными амплитудами и частотами, но различными начальными фазами отобрать пары таких, которые при сложении гасят друг друга: 1) $\varphi = 2\pi/3$; 2) $\varphi = 11\pi/3$; 3) $\varphi = 14\pi/3$.

1) 1 и 2;

2) 2 и 3;

3) 1 и 3;

4) 1 и 2, а также 1 и 3;

5) 1 и 2, а также 2 и 3.

144. Определите амплитуду результирующего колебания (в см), получающегося при сложении трех гармонических колебаний одного направления с одинаковыми частотами и амплитудами $A_1 = A_2 = A_3 = 3$ см. Начальные фазы складываемых колебаний $\varphi_1 = 0$, $\varphi_2 = \pi/3$, $\varphi_3 = 2\pi/3$.

145. Какова амплитуда колебания, получающегося при сложении следующих гармонических колебаний одного направления: $x_1 = A \sin 2\pi\nu t$, $x_2 = A \sin(2\pi\nu t + 2\pi/3)$?

- 1) A ;
- 2) $2A$;
- 3) $A/2$;
- 4) $A/3$.

146. В результате сложения двух гармонических колебаний одного направления с частотами $\nu_1 = 1000$ Гц и $\nu_2 = 1002$ Гц получаются колебания с периодически изменяющейся амплитудой (биения). Период биений равен

- 1) 1 мс;
- 2) 10 мс;
- 3) 50 мс;
- 4) 0,5 с.

147. При сложении двух гармонических колебаний одного направления с частотами $\nu_1 = 1000$ Гц и ν_2 ($\nu_2 > \nu_1$) получаются колебания с периодически изменяющейся амплитудой (биения). Период биений $T_6 = 20$ мс. Чему равна частота второго колебания ν_2 ?

- 1) 1000 Гц;
- 2) 1010 Гц;
- 3) 1050 Гц;
- 4) 1100 Гц.

148. Маятник совершает затухающие колебания. Логарифмический декремент затухания λ . Сколько колебаний совершил маятник, если амплитуда колебаний уменьшилась в n раз?

- 1) $N = \frac{\lambda}{\ln n}$;
- 2) $N = \frac{\ln n}{\lambda}$;
- 3) $N = n \ln \lambda$;
- 4) $N = \lambda \ln n$.

149. Найдите число N колебаний системы, в течение которых энергия системы уменьшилась в 2 раза. Логарифмический декремент затухания $\lambda = 0,01$.

150. При резонансе смещения

- 1) колебания смещения происходят в фазе с колебаниями силы;
- 2) колебания смещения происходят в противофазе с колебаниями силы;
- 3) колебания смещения отстают по фазе от колебаний силы на $\pi/4$;
- 4) колебания смещения отстают по фазе от колебаний силы на $\pi/2$.

151. Период собственных незатухающих колебаний маятника равен T_0 , период затухающих колебаний маятника в некоторой вязкой среде T_1 , а резонанс смещения при вынужденных колебаниях маятника в этой среде наблюдается при периоде внешней силы T_2 . Укажите правильное соотношение между периодами:

- 1) $T_0 < T_1 < T_2$;
- 2) $T_0 > T_1 > T_2$;
- 3) $T_1 > T_0 > T_2$;
- 4) $T_1 < T_0 < T_2$.

1.8. Механические волны

152. В длинном шнуре в положительном направлении оси x распространяется гармоническая поперечная волна. Скорость распространения волны равна v . На рис.1.20 изображен «мгновенный снимок» шнура в некоторый момент времени. Среди перечисленных ниже утверждений укажите *ошибочное*:

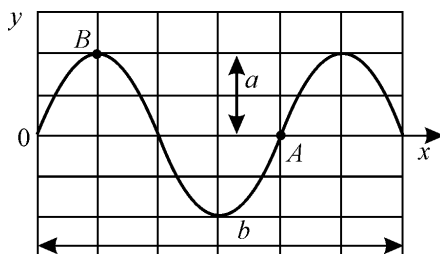


Рис.1.20.

- 1) скорость точки шнура A направлена против оси y ;
- 2) длина волны $\lambda = 2b/3$;
- 3) за период колебаний точка шнура B сместится вдоль оси x на расстояние vT ;
- 4) модуль скорости точки A $v_1 = 2\pi a/T$;
- 5) период колебаний точек струны $T = \lambda/v$.

153. Уравнение синусоидальной волны, бегущей в положительном направлении оси x , имеет вид

- 1) $y = A \cos \omega \left(t - \frac{x}{\lambda} \right);$
- 2) $y = A \cos kx;$
- 3) $y = A \cos 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right);$
- 4) $y = A \cos(\omega t + kx).$

154. Укажите *ошибочное* утверждение, относящееся к уравнению бегущей волны $y = A \cos(\omega t - kx + \alpha)$:

- 1) A - амплитуда волны;
- 2) y - смещение из положения равновесия частицы с координатой x в момент времени t ;
- 3) $k = 2\pi/\lambda$ - волновое число;
- 4) это уравнение описывает только поперечные волны;
- 5) величина $(\omega t - kx + \alpha)$ называется фазой волны.

155. В длинном шнуре распространяется гармоническая поперечная волна, которая описывается уравнением $y = 0,001 \cos(300t - 30x)$ (x, t - в единицах СИ). Найдите максимальную скорость *точек шнура*.

- 1) 300 м/с;
- 2) 0,001 м/с;
- 3) 0,3 м/с;
- 4) 3 м/с;
- 5) 0,03 м/с.

156. В длинном шнуре распространяется гармоническая поперечная волна, которая описывается уравнением $y = 0,001 \cos(1000t - 30x)$ (x, t - в единицах СИ). Найдите: 1) скорость распространения волны v ; 2) максимальную скорость $v_{\max}$ *точек шнура*; 3) длину волны λ .

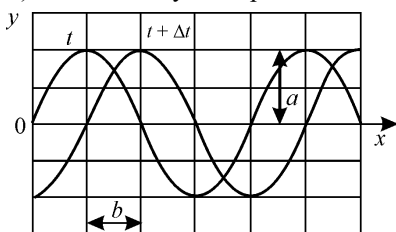


Рис. 1.21.

157. В длинном шнуре распространяется гармоническая поперечная волна. «Мгновенный снимок» шнура (рис.1.21) сделали дважды с интервалом времени Δt ($\Delta t < T$). Укажите *ошибочное* утверждение:

- 1) период колебаний $T = 4\Delta t$;
- 2) волна распространяется в положительном направлении оси x ;
- 3) скорость распространения волны $v = b / \Delta t$;
- 4) длина волны $\lambda = 2b$.

158. Скорость звука в воздухе $v = 330$ м/с. Какова длина λ звуковой волны при частоте колебаний $\nu = 100$ Гц?

159. Скорость звука в воде $v = 1450$ м/с, частота колебаний $\nu = 725$ Гц. На каком расстоянии находятся ближайшие точки, для которых разность фаз колебаний $\delta = \pi$?

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

160. В струне с закрепленными концами при частоте колебаний 80 Гц возникает стоячая волна, а при частоте 40 Гц стоячей волны не возникает. Для какой (или каких) из перечисленных ниже частот в струне могут наблюдаться стоячие волны?

- 1) 20 Гц;
- 2) 120 Гц;
- 3) 160 Гц;
- 4) 200 Гц.

161. В струне с закрепленными концами при частоте колебаний 80 Гц возникает стоячая волна. Для какой (или каких) из перечисленных ниже частот в струне могут наблюдаться стоячие волны?

- 1) 40 Гц;
- 2) 120 Гц;
- 3) 160 Гц;
- 4) не достаточно информации для ответа.

162. Волна характеризуется частотой ω , длиной волны λ и скоростью распространения v . Какие из этих параметров изменяются при переходе из одной среды в другую?

- 1) ω, λ, v ;
- 2) ω, λ ;
- 3) λ, v ;
- 4) ω, v .

2. Молекулярная физика

2.1. Молекулярно-кинетическая теория

163. В двух сосудах находится один и тот же идеальный газ, причем концентрации молекул идеального газа и их средние квадратичные скорости в обоих сосудах одинаковы. Масса газа во втором сосуде в 2 раза больше, чем в первом. Каково отношение V_1/V_2 объемов сосудов?

- 1) 1;
- 2) 2;
- 3) 1/2;
- 4) 1/4.

164. В сосуде объемом $V = 1$ л находится кислород массой $m = 1$ г. Концентрация молекул кислорода в сосуде равна

- 1) $1,9 \cdot 10^{22} \text{ м}^{-3}$;
- 2) $1,9 \cdot 10^{25} \text{ м}^{-3}$;
- 3) $3,4 \cdot 10^{23} \text{ м}^{-3}$;
- 4) $5,3 \cdot 10^{24} \text{ м}^{-3}$.

165. В ходе некоторого процесса импульс, передаваемый молекулами газа стенкам сосуда за время $\tau = 1$ с, пропорционален абсолютной температуре. Какой это процесс?

- 1) изохорный;
- 2) изобарный;
- 3) адиабатный;
- 4) изотермический.

166. В ходе некоторого процесса импульс, передаваемый молекулами газа стенкам сосуда за время $\tau = 1$ с, пропорционален плотности газа. Какой это процесс?

- 1) изохорный;
- 2) изобарный;
- 3) адиабатный;
- 4) изотермический.

167. Сколько атомов водорода содержится в 1 г воды?

- 1) $\approx 1,3 \cdot 10^{23}$;
- 2) $\approx 6,7 \cdot 10^{22}$;
- 3) $\approx 3,3 \cdot 10^{23}$;
- 4) $\approx 6,7 \cdot 10^{23}$.

168. Сосуд с идеальным газом нагревают от температуры $t_1 = 5^\circ\text{C}$ до $t_2 = 105^\circ\text{C}$. Чему равно отношение давлений газа P_2/P_1 в конечном и начальном состояниях?

- 1) 21;
- 2) 20;
- 3) $\approx 1,4$;
- 4) 2,5.

2.2. Уравнение состояния газа. Процессы

169. В ходе некоторого равновесного процесса температура, объем и давление идеального газа связаны соотношениями $T^2V = \text{const}$, $p \sim T^n$. Масса газа постоянна. Найдите значение n .

- 1) -3;
- 2) -1;
- 3) -2;
- 4) $-1/2$;
- 5) 3.

170. В ходе некоторого равновесного процесса, график которого изображен на рис.2.1, давление и температура идеального газа связаны соотношением $p \sim T^n$. Масса газа постоянна. Найдите значение n .

- 1) 1;
- 2) 2;
- 3) $1/2$;
- 4) -1;
- 5) -2.

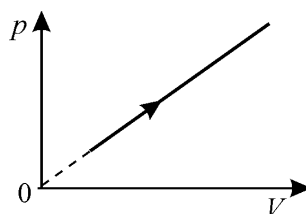


Рис.2.1.

171. Некоторую массу азота нагрели адиабатически. В этом процессе

- 1) давление газа увеличилось, объем не изменился;
- 2) давление газа увеличилось, объем уменьшился;
- 3) давление газа уменьшилось, объем не изменился;
- 4) давление газа уменьшилось, объем уменьшился.

172. Некоторую массу азота расширили адиабатически. В этом процессе

- 1) давление газа увеличилось, температура не изменилась;
- 2) давление газа увеличилось, температура уменьшилась;

3) давление газа уменьшилось, температура не изменилась;

4) давление газа уменьшилось, температура уменьшилась.

173. В ходе некоторого равновесного процесса давление и температура газа были связаны соотношением $p = \alpha T$ ($\alpha = \text{const}$). При уменьшении абсолютной температуры в 2 раза

1) объем газа уменьшился в 2 раза;

2) объем газа увеличился в 2 раза;

3) объем газа не изменился;

4) объем газа уменьшился в 4 раза.

174. В ходе некоторого равновесного процесса температура, объем и давление идеального газа связаны соотношениями $pV^2 = \text{const}$, $V \sim T^n$. Масса газа постоянна. Найдите значение n .

1) 2;

2) -1;

3) -2;

4) -1/2;

5) -3.

175. В сосуде с молекулярным азотом давление равно P_0 . Через некоторое время 1/4 всех молекул диссоциировала. Каким стало давление в сосуде, если температура не изменилась?

2.3. Первое начало термодинамики

176. Среди приведенных ниже формул для внутренней энергии идеального газа (m - масса газа, μ - его молярная масса, C_V - молярная теплоемкость при постоянном объеме, c_V - удельная теплоемкость при постоянном объеме, γ - показатель адиабаты, R - универсальная газовая постоянная) укажите *ошибочную*:

1) $U = \frac{m}{\mu} C_V T$;

2) $U = \frac{C_V PV}{R}$;

3) $U = \frac{mRT}{\mu(\gamma - 1)}$;

4) $U = \frac{c_V mT}{R}$.

177. Как изменяется внутренняя энергия тела при повышении его температуры?

- 1) увеличивается;
- 2) уменьшается;
- 3) у газообразных тел увеличивается, у жидких и твердых тел не изменяется;
- 4) у газообразных тел не изменяется, у жидких и твердых тел увеличивается.

178. На рис.2.2 приведен график зависимости внутренней энергии идеального газа от абсолютной температуры. Какому процессу он соответствует?

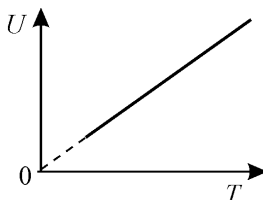


Рис.2.2.

- 1) изохорному;
- 2) изобарному;
- 3) адиабатному;
- 4) любому из них.

179. Чему равно изменение внутренней энергии трех молей одноатомного идеального газа при изменении его температуры от $T_1 = T$ до $T_2 = 3T$?

- 1) $4,5 RT$;
- 2) $6 RT$;
- 3) $9 RT$;
- 4) $12 RT$.

180. Какие из перечисленных ниже величин являются однозначными функциями состояния термодинамической системы: внутренняя энергия U , энтропия S , совершаемая системой работа A , получаемое системой количество тепла Q ?

- 1) U ;
- 2) S ;
- 3) U, S ;
- 4) A, U ;
- 5) Q, U, S .

181. До какой температуры T_2 изобарно нагрели $m = 700$ г азота, первоначально находившегося при температуре $T_1 = 291$ К, если газ при этом совершил работу $A = 41,5$ кДж? Молярная масса азота $\mu = 28 \cdot 10^{-3}$ кг/моль, универсальная газовая постоянная $R = 8,3$ Дж/(моль·К).

- 1) 425 К;
- 2) 373 К;
- 3) 360 К;

4) 491 К;

5) 526 К.

182. В ходе некоторого равновесного процесса давление и объем газа были связаны соотношением $p = \alpha V$ ($\alpha = \text{const}$). При уменьшении объема газа от V_1 до V_2 над ним была совершена работа

1) $A' = \frac{\alpha}{2}(V_1 - V_2)^2$;

2) $A' = \frac{\alpha}{2}(V_1^2 - V_2^2)$;

3) $A' = \alpha(V_1 - V_2)^2$;

4) $A' = \alpha(V_1 - V_2)$;

5) $A' = \alpha(V_1^2 - V_2^2)$.

183. Идеальный газ в количестве $\nu = 5$ моль нагревают на $\Delta T = 10$ К так, что температура и объем газа связаны соотношением $T \sim V^2$. Какую работу A совершает газ при нагревании? Универсальная газовая постоянная $R = 8,3$ Дж/(моль·К).

1) 75 Дж;

2) 104 Дж;

3) 135 Дж;

4) 207,5 Дж;

5) 415 Дж.

184. Какой процесс произошел в идеальном газе, если изменение его внутренней энергии равно полученному количеству теплоты?

1) изохорный;

2) изобарный;

3) изотермический;

4) адиабатный.

185. Какой процесс произошел в идеальном газе, если совершенная им работа равна полученному количеству теплоты?

1) изохорный;

2) изобарный;

3) изотермический;

4) адиабатный.

186. Среди перечисленных ниже утверждений найдите *ошибочное*:

1) при изохорном охлаждении газ не совершает работу;

2) при адиабатном сжатии внутренняя энергия уменьшается;

3) при изотермическом сжатии внутренняя энергия не изменяется;

- 4) при изобарном сжатии газ отдает тепло ($Q < 0$);
- 5) при изотермическом расширении газ получает тепло ($Q > 0$).

187. Одному моллю идеального двухатомного газа сообщили $Q = 20$ Дж тепла. При этом газом была совершена работа $A = 15$ Дж. Как в ходе этого процесса изменилась температура газа?

- 1) увеличилась на 0,24 К;
- 2) уменьшилась на 0,24 К;
- 3) увеличилась на 0,4 К;
- 4) уменьшилась на 0,4 К.

188. В ходе некоторого процесса газ совершил работу $A = 300$ Дж. При этом его внутренняя энергия увеличилась на $\Delta U = 300$ Дж. В этом процессе газ

- 1) отдал количество тепла $Q = 600$ Дж;
- 2) отдал количество тепла $Q = 300$ Дж;
- 3) получил количество тепла $Q = 600$ Дж;
- 4) получил количество тепла $Q = 300$ Дж.

189. В газе происходят следующие процессы: 1) изохорное нагревание; 2) адиабатное сжатие. Начальные температуры газа в обоих процессах одинаковы. Количество теплоты, получаемое газом в случае 1, равно работе, совершаемой над газом в случае 2. Сравните конечные температуры газа.

- 1) $T_1 = T_2$;
- 2) $T_1 > T_2$;
- 3) $T_1 < T_2$.

190. Молярные теплоемкости идеального газа при постоянном давлении C_p и при постоянном объеме C_v могут быть выражены через универсальную газовую постоянную R и показатель адиабаты γ следующим образом:

- 1) $C_p = \frac{\gamma R}{\gamma - 1}$, $C_v = \frac{R}{\gamma - 1}$;
- 2) $C_p = \frac{R}{\gamma - 1}$, $C_v = \frac{\gamma R}{\gamma - 1}$;
- 3) $C_p = \frac{\gamma R}{\gamma + 1}$, $C_v = \frac{R}{\gamma + 1}$;
- 4) $C_p = \frac{R}{\gamma + 1}$, $C_v = \frac{\gamma R}{\gamma + 1}$.

191. Чему равна молярная теплоемкость гелия при постоянном объеме? Универсальная газовая постоянная $R = 8,3 \text{ Дж/(моль}\cdot\text{К)}$.

- 1) $1,5 \text{ Дж/(моль}\cdot\text{К)}$;
- 2) $1,7 \text{ Дж/(моль}\cdot\text{К)}$;
- 3) $12,5 \text{ Дж/(моль}\cdot\text{К)}$;
- 4) $20,8 \text{ Дж/(моль}\cdot\text{К)}$.

192. Чему равна удельная теплоемкость гелия при постоянном объеме? Универсальная газовая постоянная $R = 8,3 \text{ Дж/(моль}\cdot\text{К)}$, молярная масса гелия $\mu = 4 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$.

- 1) $1,5 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$;
- 2) $1,7 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$;
- 3) $12,5 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$;
- 4) $3125 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$.

193. Чему равно для азота (N_2) отношение теплоемкостей C_p/C_V в процессах с постоянным давлением и постоянным объемом?

- 1) $5/3$;
- 2) $7/5$;
- 3) $9/7$;
- 4) $4/3$.

2.4. Цикл Карно. Второе начало термодинамики.

Энтропия

194. Тепловая машина работает по циклу Карно. Среди приведенных ниже утверждений найдите верные:

- 1) рабочее тело - всегда идеальный газ;
- 2) цикл состоит из двух изотерм и двух адиабат;
- 3) КПД цикла зависит только от температур нагревателя и холодильника;
- 4) КПД цикла зависит от вида рабочего тела.

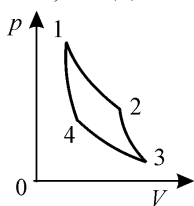


Рис.2.3.

195. В цикле Карно 1 - 2 - 3 - 4 - 1 (рис.2.3), процесс 1 - 2 - изотермическое расширение рабочего тела (газа). Укажите знаки изменения внутренней энергии газа, работы газа и полученного им тепла для каждого из процессов. Результаты внесите в таблицу.

К заданию 195

Процесс	Название	ΔU	A	Q
1 - 2	Изотермическое расширение			
2 - 3				
3 - 4				
4 - 1				

196. Температура нагревателя тепловой машины $t_1 = 327^\circ\text{C}$, температура холодильника $t_2 = 27^\circ\text{C}$. КПД тепловой машины равен

- 1) 50 %;
- 2) ≤ 50 %;
- 3) 91,7 %;
- 4) 8,3 %.

197. Тепловая машина с КПД 20 % за цикл отдает холодильнику количество тепла $Q = 80$ Дж. Какую работу A машина совершает за цикл?

- 1) 100 Дж;
- 2) 64 Дж;
- 3) 20 Дж;
- 4) 16 Дж.

198. В тепловой машине, работающей по циклу Карно, температура нагревателя в 3 раза выше температуры холодильника. Нагреватель передал газу 42 кДж теплоты. Какую работу совершил газ?

- 1) 28 кДж;
- 2) 14 кДж;
- 3) 39 кДж;
- 4) 63 кДж.

199. Идеальный газ сначала изотермически расширили, а затем адиабатически сжали до первоначального объема. Как изменилась энтропия газа?

- 1) уменьшилась;
- 2) увеличилась;
- 3) не изменилась.

200. На рис.2.4 изображен цикл Карно в координатах (T, S) . На каком из участков цикла происходит адиабатное расширение газа?

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

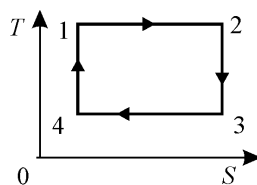


Рис.2.4.

201. Идеальный газ расширяется изотермически от объема V_1 до объема V_2 : один раз при температуре T_1 , другой раз - при температуре T_2 , причем $T_1 > T_2$. Сравните приращения энтропии в ходе этих процессов. Масса газа в обоих случаях одинакова.

- 1) $\Delta S_1 > \Delta S_2$;
- 2) $\Delta S_1 < \Delta S_2$;
- 3) $\Delta S_1 = \Delta S_2$.

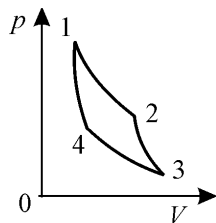


Рис.2.5.

202. Тепловая машина работает по циклу Карно (рис.2.5). На каком из участков цикла энтропия убывает?

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

203. В ходе некоторого квазистатического процесса энтропия газа $S \sim \ln T$ (T - абсолютная температура). Как изменяется молярная теплоемкость газа в этом процессе?

- 1) $C \sim T$;
- 2) $C \sim T^2$;
- 3) $C \sim \frac{1}{T}$;
- 4) не изменяется.

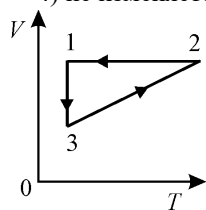


Рис.2.6.

204. На каком участке цикла (рис.2.6) энтропия возрастает?

- 1) 1 - 3;
- 2) 3 - 2;
- 3) 2 - 1.