

Рахманкулова Г.А., Суркаев А.Л., Сухова Т.А.



**СБОРНИК ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ
ПО МЕХАНИКЕ**

ФИЗИКА

ЧАСТЬ I

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ВОЛЖСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ)
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОЛГОГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Г.А. Рахманкулова, А.Л. Суркаев, Г.А. Сухова

СБОРНИК ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ ПО МЕХАНИКЕ

ФИЗИКА

ЧАСТЬ I

Электронное учебное пособие



Волжский

2021

УДК. 532(07)
ББК 22.2я73
Р 273

Рецензенты:

доктор физико-математических наук, профессор, зав. кафедрой
«Общая физика» Волжского филиала ГОУ ВПО МЭИ (ТУ)
Кульков В.Г.,

кандидат технических наук, доцент, руководитель Службы IT и цифровых
проектов ГБПОУ «Волгоградский колледж управления и новых
технологий им. Ю. Гагарина»
Александрова А.Ю.

Издается по решению редакционно-издательского совета
Волгоградского государственного технического университета

Рахманкулова, Г.А.

Сборник тестовых заданий по механике [Электронный ресурс]:
учебное пособие / Г. А. Рахманкулова, А. Л. Суркаев, Т. А. Сухова ; Мини-
стерство науки и высшего образования Российской Федерации, ВПИ (фи-
лиал) ФГБОУ ВО ВолгГТУ. – Электрон. текстовые дан. (1 файл: 4,37 МБ).
– Волгоград, 2021. – Режим доступа: <http://lib.volpi.ru>. – Загл. с титул.
экрана.

ISBN 978-5-9948-4056-6

Учебное пособие содержит короткий справочный материал для решения
тестовых заданий, иллюстрирующих основные понятия раздела «Механика» курса
«Общая физика». Изложение адаптировано к уровню студентов первого и второго
курсов.

Пособие написано в соответствии с действующей программой курса физики для
инженерно-технических специальностей высших учебных заведений и может быть
полезно для студентов всех специальностей.

Ил. 4, табл. 7, библиограф.: 9 назв.

ISBN 978-5-9948-4056-6

© Волгоградский государственный
технический университет, 2021
© Волжский политехнический
институт, 2021

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|---|----|
| Предисловие авторов..... | 4 |
| Введение | |
| 1. Методические указания к решению задач..... | 5 |
| Глава 1. Кинематика | |
| 1.1. Основные законы кинематики материальной точки..... | 7 |
| 1.2. Банк тестовых заданий по кинематике (уровень 1)..... | 9 |
| 1.3. Банк тестовых заданий по кинематике (уровень 2)..... | 21 |
| Глава 2. Динамика поступательного движения | |
| 2.1. Основные законы динамики поступательного движения..... | 26 |
| 2.2. Банк тестовых заданий по динамике поступательного движения (уровень 1)..... | 30 |
| 2.3. Банк тестовых заданий по динамике поступательного движения (уровень 2)..... | 43 |
| Глава 3. Динамика вращательного движения твердого тела | |
| 3.1. Основные законы динамики вращательного движения..... | 48 |
| 3.2. Банк тестовых заданий по динамике вращательного движения (уровень 1)..... | 52 |
| 3.3. Банк тестовых заданий по динамике вращательного движения (уровень 2)..... | 61 |
| Глава 4. Механика жидкостей | |
| 4.1. Основные законы механики жидкостей..... | 67 |
| 4.2. Банк тестовых заданий по механике жидкостей (уровень 1)..... | 69 |
| 4.3. Банк тестовых заданий по механике жидкостей (уровень 2) | 77 |
| Глава 5. Релятивистская механика | |
| 5.1. Основные законы релятивистской механики..... | 79 |
| 5.2. Банк тестовых заданий по разделу релятивистская механика (уровень 1) | 80 |
| 5.3. Банк тестовых заданий по разделу релятивистская механика (уровень 2)..... | 87 |
| Приложение..... | 88 |
| Литература | 91 |

Предисловие авторов

Повышение качества подготовки студентов технического вуза в изучении фундаментальных наук в нынешних условиях приобретает все большую актуальность и социальную значимость. Важной компонентой развития профессиональных качеств и способностей к творческому саморазвитию является преодоление формализма в обучении. В данном пособии приводятся тестовые задачи с профессиональным и техническим содержанием для более глубокого понимания физических явлений и законов.

Пособие предназначено для студентов очной, очно-заочной, заочной формы обучения. Учебное пособие, содержит материал, соответствующий рабочим программам курса физики для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям: 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника», 09.03.04 «Программная инженерия», 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств», 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств», 08.03.01 «Строительство», 27.03.01 «Стандартизация и метрология», 23.03.01 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов».

Материалы издания соответствуют программе общеобразовательных учреждений и требованиям Федерального государственного образовательного стандарта. Оно может быть использовано преподавателями для контроля знаний по соответствующим разделам общей физики студентов дневной формы обучения.

Данное пособие полностью посвящено разделу «Механика», за исключением механических колебаний и волн. Представление о содержании пособия в целом, его структуре и порядке изложения материала можно увидеть в оглавлении. Каждая глава пособия состоит из трех частей (параграфов). В первой части излагаются основные определения, формулы, законы в удобном для использования виде, причем нумерация формул в пределах данной части является сплошной. Во второй части соответствующей главы приводятся тестовые задания уровня 1. В третьей части каждой главы приводятся тестовые задания 2 уровня.

ВВЕДЕНИЕ

Методические рекомендации по решению задач

Решение физической задачи – творческий процесс, поэтому универсального алгоритма решения не существует. Можно дать лишь самые общие рекомендации. Часто решение удобно начинать «с конца», т.е. с определения физического закона, в формулу которого входит искомая величина. Умение решать задачи приходит постепенно по мере накопления опыта. Решить задачу по физике можно лишь тогда, когда усвоена теория, относящаяся к данной теме.

Начинать надо с простых задач и затем переходить к более сложным. Для продуктивной работы предлагаем придерживаться следующего алгоритмического предписания:

1. Внимательно прочесть условия задачи, мысленно представляя ситуацию, описанную в задаче.

2. Кратко записать условия задачи, в том числе, что задано и что найти. При этом постараться максимально формализовать их математически, то есть литературные выражения выразить через конкретные физические величины, например, выражение «гладкая поверхность» соответствует записи « $\mu=0$ » или « $F_{тр}=0$ ». А выражение «...до полной остановки» соответствует записи « $v=0$ ». Иногда в задаче необходимо узнать, как изменилась какая-либо величина. Например, спрашивается «...как изменилась скорость...», что соответствует записи « v_2/v_1 » или « v_2-v_1 –?» и т.д.

3. Перевести значения всех физических величин в СИ. Иногда нет необходимости выражать все данные в одной и той же системе, например, если в формуле какая-либо величина входит в числитель и знаменатель, необходимо только, чтобы единицы были одинаковые.

4. Сделать рисунок, чертеж, схему. На рисунке показать все векторные величины (скорости, ускорения, силы, импульсы и т.д.). Если в задаче описано движение или процесс, то на рисунке надо показать, по крайней мере, два состояния системы: начальное и конечное. Можно показать и промежуточное состояние. Причем лишь одно положение показывается сплошной линией. Остальные положения показываются либо пунктирно, либо тонкой линией.

5. Выяснить, какими физическими законами можно описать данную задачу. Это значит, надо определить, какие связи имеются между физическими величинами. Если в закон входят векторные величины, то надо записать уравнение, выражающее закон в векторном виде.

6. Выбрать направления координатных осей и записать векторные соотношения в проекциях на оси координат в виде скалярных уравнений.

7. Оценить количество неизвестных физических величин, вошедших в уравнения и составить столько же уравнений, которые образуют систему

уравнений. Решить полученную систему уравнений и выразить искомую величину, в общем, то есть в буквенном виде.

8. Проверить правильность решения с помощью обозначений единиц физических величин – это так называемая проверка на размерность. Для этого следует проверить, совпадают ли размерности левой и правой частей формулы. Если размерности не совпадают, значит, в ходе решения задачи была допущена ошибка. Правда, совпадение размерностей еще не означает, что задача решена правильно.

9. Подставить в общее решение числовые значения физических величин и произвести вычисления, например, с помощью инженерного калькулятора, при этом точность ответа не должна превышать точности, с которой даны исходные величины.

10. Оценить реальность полученного результата и записать ответ в единицах СИ или в тех единицах, которые заданы в условии задачи.

11. По мере возможности проверить есть ли другие способы решения данной задачи.

ГЛАВА I КИНЕМАТИКА МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ

1.1. Основные определения и формулы

Положение материальной точки в декартовой системе координат (рис. 1.1) задается *радиус-вектором* \vec{r} :

$$\vec{r} = x\vec{i} + y\vec{j} + z\vec{k}, \quad (1.1)$$

где $\vec{i}, \vec{j}, \vec{k}$ - единичные векторы (орты) направлений; x, y, z - координаты точки.

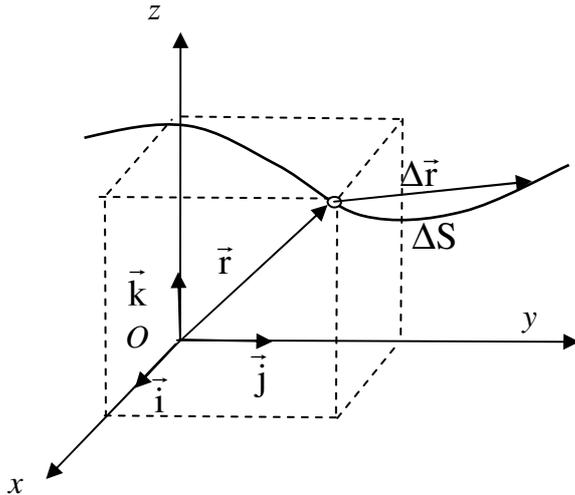


Рис. 1.1

Модуль радиус-вектора \vec{r} определяется выражением:

$$r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}. \quad (1.2)$$

Средняя путевая скорость определяется по формуле:

$$v_{cp} = \frac{\Delta S}{\Delta t}, \quad (1.3)$$

где ΔS – путь, пройденный материальной точкой за интервал времени $\Delta t = t_2 - t_1$, где t_1 – время начала прохождения, t_2 – время окончания прохождения материальной точки данного участка пути.

Средняя скорость определя-

ется выражением:

$$\vec{v}_{cp} = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t}, \quad (1.4)$$

где $\Delta \vec{r} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1$ – перемещение материальной точки за время Δt , \vec{r}_1 – радиус-вектор материальной точки в момент времени t_1 , \vec{r}_2 – радиус-вектор материальной точки в момент времени t_2 .

Мгновенная скорость есть векторная величина, определяемая как производная радиус-вектора по времени:

$$\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt} = \frac{dx}{dt}\vec{i} + \frac{dy}{dt}\vec{j} + \frac{dz}{dt}\vec{k}. \quad (1.5)$$

Модуль вектора скорости v определяется выражением:

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2 + v_z^2}, \quad (1.6)$$

где $v_x = \frac{dx}{dt}$, $v_y = \frac{dy}{dt}$, $v_z = \frac{dz}{dt}$ - компоненты вектора скорости.

Мгновенное (полное) ускорение есть векторная величина, определяемая как производная вектора скорости по времени (или как вторая производная радиус-вектора по времени):

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d^2\vec{r}}{dt^2}. \quad (1.8)$$

В случае прямолинейного равномерного движения: $\vec{v} = \text{const}$, $S = vt$.

В случае прямолинейного равнопеременного движения: $\vec{a} = \text{const}$, тогда всегда выполнимы два уравнения:

$$v = v_0 + at; \quad S = S_0 + v_0t + \frac{at^2}{2}, \quad (1.9)$$

причем ускорение положительно при равноускоренном движении и отрицательно при равнозамедленном.

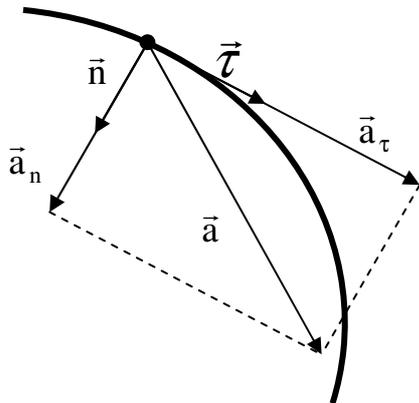


Рис. 1.2

При криволинейном движении *модуль полного ускорения* равен:

$$a = \sqrt{a_\tau^2 + a_n^2} = \sqrt{\left(\frac{dv}{dt}\right)^2 + \left(\frac{v^2}{R}\right)^2}, \quad (1.10)$$

где a_τ - *тангенциальное (касательное) ускорение*; a_n - *нормальное (центростремительное) ускорение*; R - радиус кривизны траектории (рис. 1.2).

Положение твердого тела (при заданной оси вращения) определяется угловой координатой (углом поворота) φ . Малый угол поворота можно описывать псевдовектором $d\vec{\varphi}$, называемым *вектором углового перемещения*. В системе СИ единицей угла является *радиан* $[\varphi] = 1 \text{ рад}$. Угловая скорость есть производная угла поворота по времени:

$$\vec{\omega} = \frac{d\vec{\varphi}}{dt} \quad \text{и для модуля} \quad |\omega| = \frac{d\varphi}{dt}. \quad (1.11)$$

Соответственно *угловым ускорением* называется величина, определяемая выражением (для модуля):

$$\varepsilon = \frac{d\omega}{dt} = \frac{d^2\varphi}{dt^2}. \quad (1.12)$$

В случае равномерного вращения тела его *угловая скорость*, или *циклическая частота вращения*, равна:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi\nu, \quad (1.13)$$

где T - период вращения; ν - частота вращения.

При равнопеременном вращении всегда выполнимы два уравнения:

$$\varphi = \varphi_0 + \omega_0t + \frac{\varepsilon t^2}{2}, \quad \omega = \omega_0 + \varepsilon t, \quad (1.14)$$

где Φ_0 и ω_0 - угловое перемещение и скорость соответственно в начальный момент времени.

Вектор линейной скорости и угловой скорости связаны соотношением:

$$\vec{v} = [\vec{\omega} \vec{r}]. \quad (1.15)$$

Модули угловой и линейной скорости связаны соотношением:

$$v = \omega R, \quad (1.16)$$

где R – радиус кривизны траектории движения материальной точки.

Тангенциальное и нормальное ускорения при вращательном движении определяются, соответственно, выражениями:

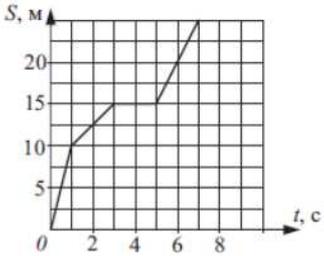
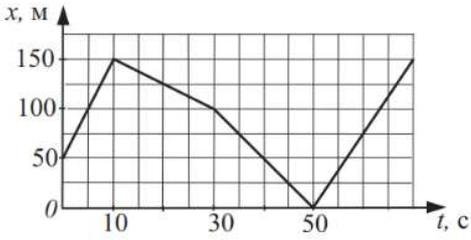
$$a_\tau = \varepsilon R \quad \text{и} \quad a_n = \omega^2 R. \quad (1.17)$$

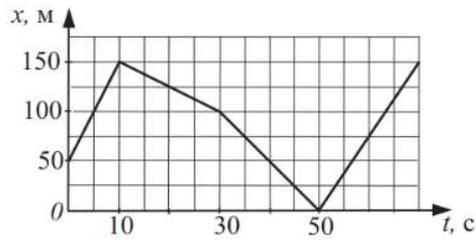
Модуль полного ускорения равен:

$$a = \sqrt{a_\tau^2 + a_n^2} = R\sqrt{\varepsilon^2 + \omega^4}. \quad (1.17)$$

1.2. Банк тестовых заданий по кинематике (уровень 1)

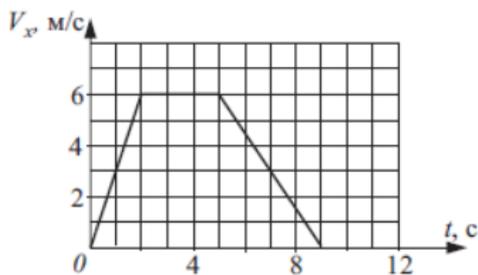
| | |
|---|--|
| 1 | <p>Зависимость координаты материальной точки от времени задаётся уравнением $x = 5 + 4t + 3t^2$ (м). Какова начальная скорость точки? Ответ представить в м/с. А) 2; Б) 3; В) 4; Г) нет верного ответа.</p> |
| 2 | <p>Зависимость координаты материальной точки от времени задаётся уравнением $x = 5 - 4t + 3t^2$ (м). Какова начальная скорость точки? Ответ представить в м/с. А) -4; Б) 3; В) 4; Г) 5.</p> |
| 3 | <p>Зависимость координаты материальной точки от времени задаётся уравнением $x = 5 - 4t + 3t^2$ (м). Определить ускорение точки? Ответ представить в м/с². А) -4; Б) 3; В) 4; Г) 5.</p> |
| 4 | <p>На рисунке приведён график зависимости пути от времени для некоторого тела. Какова скорость тела в промежутке времени от 5 до 7 с? Ответ в м/с.</p> <p>А) 0; Б) 3; В) 4; Г) 5.</p> |

| | |
|----|---|
| 5 | <p>На рисунке приведён график зависимости пути от времени для некоторого тела. Какова скорость тела в промежутке времени от 3 до 4 с? Ответ в м/с.</p>  <p style="text-align: center;">А) 0; Б) 3; В) 4; Г) 5.</p> |
| 6 | <p>Из начала координат одновременно начинают движение две точки. Первая движется вдоль оси Ox со скоростью 3 м/с, а вторая — вдоль оси Oy со скоростью 4 м/с. С какой скоростью они будут удаляться друг от друга? Ответ выразите в (м/с). А) 0; Б) 3; В) 4; Г) 5.</p> |
| 7 | <p>Из начала координат одновременно начинают движение две точки. Первая движется вдоль оси Ox со скоростью 9 м/с, а вторая — вдоль оси Oy со скоростью 12 м/с. С какой скоростью они будут удаляться друг от друга? Ответ выразите в (м/с). А) 0; Б) 3; В) 21; Г) 15.</p> |
| 8 | <p>Из начала координат одновременно начинают движение две точки. Первая движется вдоль оси Ox со скоростью 12 м/с, а вторая — вдоль оси Oy со скоростью 16 м/с. С какой скоростью они будут удаляться друг от друга? Ответ выразите в (м/с). А) нет верного ответа; Б) 3; В) 26; Г) 20.</p> |
| 9 | <p>На рисунке представлен график зависимости координаты x велосипедиста от времени t. Чему равен наибольший модуль проекции скорости велосипедиста на ось Ox? Ответ выразить в (м/с).</p>  <p style="text-align: center;">А) 10; Б) 20; В) 15; Г) 14.</p> |
| 10 | <p>На рисунке представлен график зависимости координаты x велосипедиста от времени t. Чему равен наименьший модуль проекции скорости велосипедиста на ось Ox? Ответ выразить в (м/с).</p> |



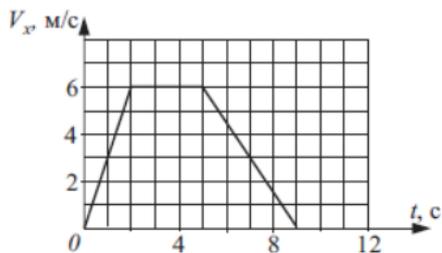
А) 2; Б) 2,5; В) 1,5; Г) 0.

- 11 Скорость тела меняется с течением времени по закону, показанному на рис. Какой из участков графика соответствует равнозамедленному движению тела? Напишите начало этого участка (в секундах) и конец этого участка (в секундах) без пробела



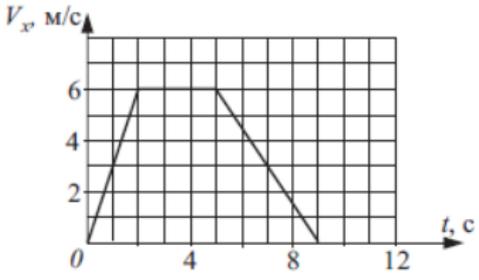
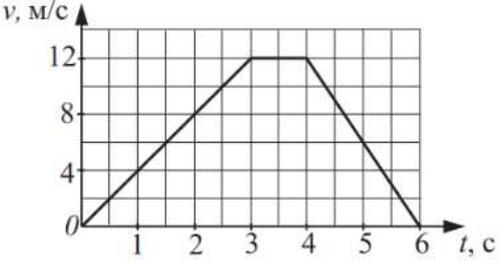
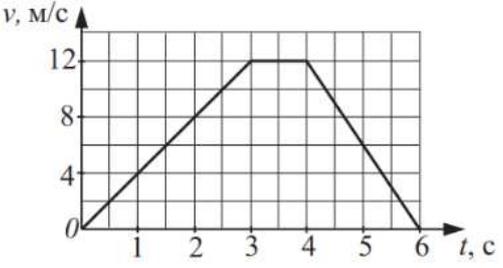
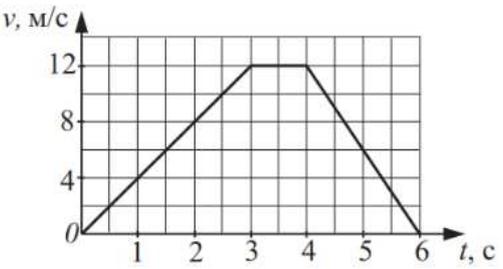
А) 12; Б) 25; В) 59; Г) нет верного ответа.

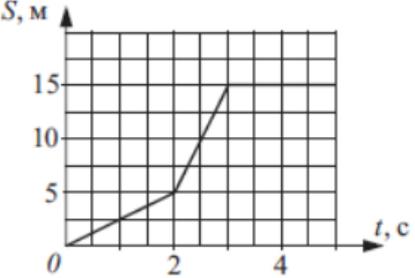
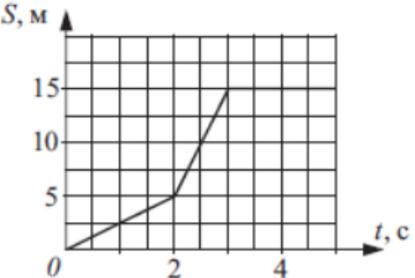
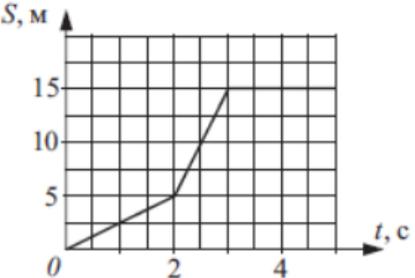
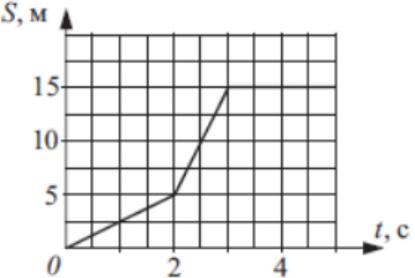
- 12 Скорость тела меняется с течением времени по закону, показанному на рис. Какой из участков графика соответствует равноускоренному движению тела? Напишите начало этого участка (в секундах) и конец этого участка (в секундах) без пробела

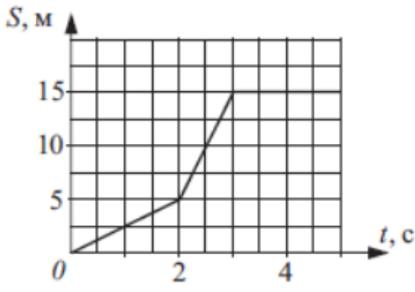
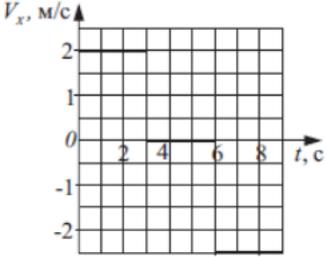


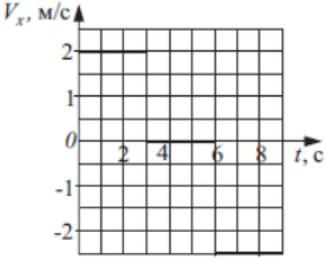
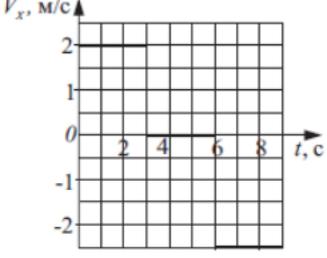
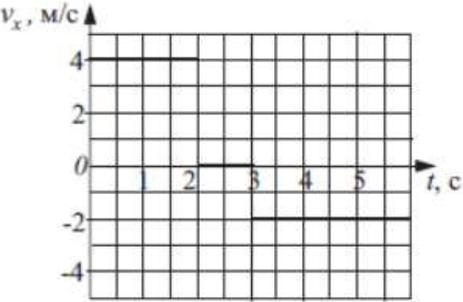
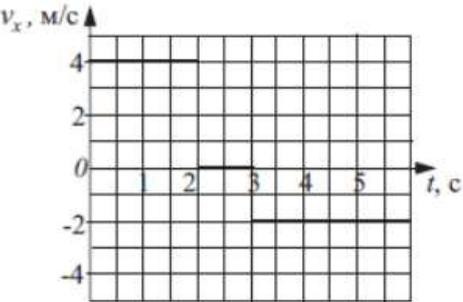
А) 12; Б) 25; В) 59; Г) нет верного ответа.

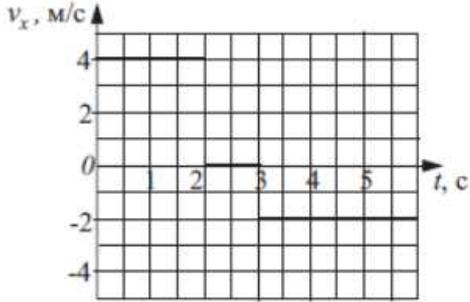
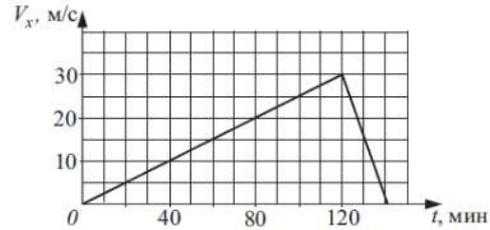
- 13 Скорость тела меняется с течением времени по закону, показанному на рис. Какой из участков графика соответствует равномерному движению тела? Напишите начало этого участка (в секундах) и конец этого участка (в секундах) без пробела

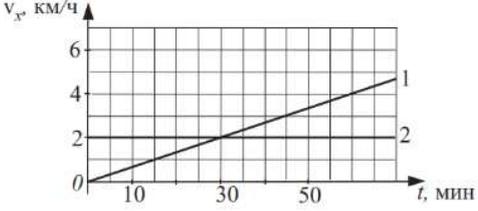
| | |
|----|---|
| |  <p>А) 12; Б) 25; В) 59; Г) нет верного ответа.</p> |
| 14 | <p>На рисунке приведён график зависимости проекции скорости v на некоторую ось от времени t. Найдите путь, пройденный телом в интервале времени от 4 до 6 с.</p>  <p>А) 12; Б) 15; В) 20; Г) нет верного ответа.</p> |
| 15 | <p>На рисунке приведён график зависимости проекции скорости v на некоторую ось от времени t. Найдите путь, пройденный телом в интервале времени от 3 до 4 с.</p>  <p>А) 12; Б) 15; В) 20; Г) нет верного ответа.</p> |
| 16 | <p>На рисунке приведён график зависимости проекции скорости v на некоторую ось от времени t. Найдите путь, пройденный телом в интервале времени от 0 до 3 с.</p>  <p>А) 12; Б) 15; В) 20; Г) 18.</p> |
| 17 | <p>На рисунке показан график зависимости пути от времени точки, движущейся по прямой в одну сторону. Чему равна средняя скорость точки</p> |

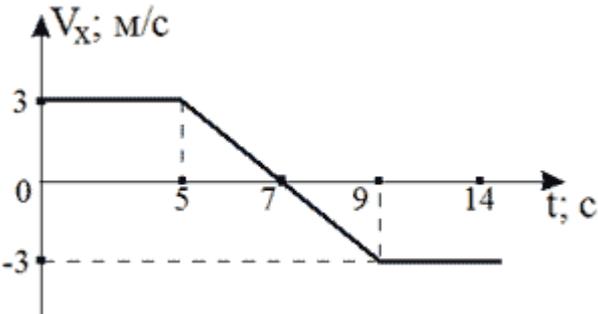
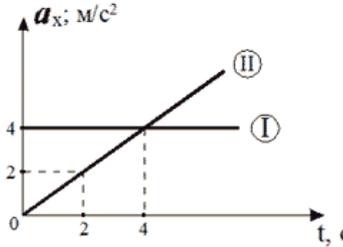
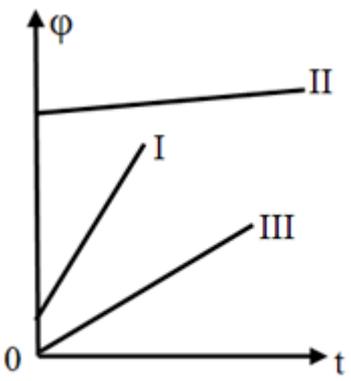
| | |
|----|--|
| | <p>за время 0 - 3 с? Ответ в м/с.</p>  <p>A) 12; Б) 15; В) 20; Г) 18.</p> |
| 18 | <p>На рисунке показан график зависимости пути от времени точки, движущейся по прямой в одну сторону. Чему равна средняя скорость точки за время 0 - 2 с? Ответ в м/с.</p>  <p>A) 2,5; Б) 5; В) 3; Г) 10.</p> |
| 19 | <p>На рисунке показан график зависимости пути от времени точки, движущейся по прямой в одну сторону. Чему равна средняя скорость точки за время 0 - 3 с? Ответ в м/с.</p>  <p>A) 2; Б) 5; В) 10; Г) 3.</p> |
| 20 | <p>На рисунке показан график зависимости пути от времени точки, движущейся по прямой в одну сторону. Чему равна средняя скорость точки за время 2 - 3 с? Ответ в м/с.</p>  <p>A) 10; Б) 15; В) 2; Г) 8.</p> |
| 21 | <p>На рисунке показан график зависимости пути от времени точки, движущейся по прямой в одну сторону. Чему равна средняя скорость точки</p> |

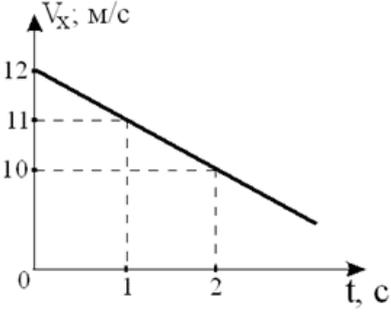
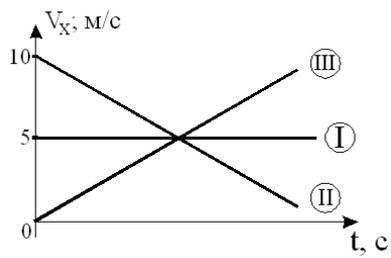
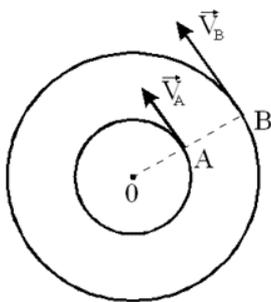
| | |
|----|---|
| | <p>за время 0 - 1 с? Ответ в м/с</p>  <p>А) 3; Б) 2,5; В) 4; Г) 12.</p> |
| 22 | <p>Зависимость координаты x тела от времени t задаётся уравнением $x = 3 - 5t + t^2$. Какова проекция ускорения тела на ось Ox в момент времени 2 с? Ответ выразите в (м/с^2)</p> <p>А) 2; Б) -5; В) 3; Г) -2.</p> |
| 23 | <p>Зависимость координаты x тела от времени t задаётся уравнением $x = 4 - 5t + 0,5t^2$. Какова проекция ускорения тела на ось Ox в момент времени 2 с? Ответ выразите в (м/с^2).</p> <p>А) 2; Б) 1; В) 2; Г) -1.</p> |
| 24 | <p>Зависимость координаты x тела от времени t задаётся уравнением $x = 4 - 5t + 3t^2$. Какова проекция ускорения тела на ось Ox в момент времени 2 с? Ответ выразите в (м/с^2).</p> <p>А) 3; Б) 6; В) 2; Г) -5.</p> |
| 25 | <p>Материальная точка движется по окружности радиусом $1,5/\pi$. Найдите перемещение точки за 2 полных оборота. Ответ выразить в (м).</p> <p>А) 3; Б) 6; В) 2; Г) 0.</p> |
| 26 | <p>Материальная точка движется по окружности радиусом $1,5/\pi$. Найдите перемещение точки за 3 полных оборота. Ответ выразить в (м).</p> <p>А) 3; Б) 6; В) 2; Г) 0.</p> |
| 27 | <p>Материальная точка движется по окружности радиусом $1,5/\pi$. Найдите перемещение точки за 10 полных оборотов. Ответ выразить в (м).</p> <p>А) 3; Б) 6; В) 2; Г) 0.</p> |
| 28 | <p>На рисунке приведён график зависимости проекции скорости от времени для некоторого тела. Какова средняя путевая скорость тела за 6 с? Ответ в м/с</p>  <p>А) 1; Б) 3; В) 2; Г) 0.</p> |
| 29 | <p>На рисунке приведён график зависимости проекции скорости от времени для некоторого тела. Какова средняя путевая скорость тела за 2 с? Ответ в м/с.</p> |

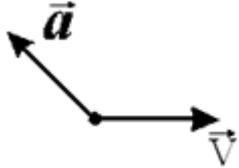
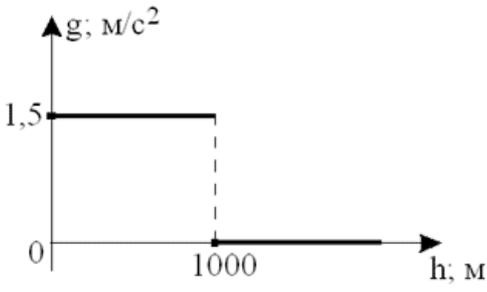
| | |
|----|---|
| |  <p>A) 1; Б) 3; В) 2; Г) 0.</p> |
| 30 | <p>На рисунке приведён график зависимости проекции скорости от времени для некоторого тела. Какова средняя путевая скорость тела за 8 с? Ответ в м/с.</p>  <p>A) 1; Б) 3; В) 1,25; Г) 0.</p> |
| 31 | <p>На графике представлена зависимость скорости тела, двигающегося по прямой вдоль оси Ох, от времени. Найдите, на какое расстояние переместилось тело за первые 6 с движения. Ответ в м.</p>  <p>A) 1; Б) 3; В) 1,25; Г) 2.</p> |
| 32 | <p>На графике представлена зависимость скорости тела, двигающегося по прямой вдоль оси Ох, от времени. Найдите на какое расстояние переместилось тело за первые 5 с движения. Ответ в м.</p>  <p>A) 1; Б) 4; В) 1,25; Г) 2.</p> |
| 33 | <p>На графике представлена зависимость скорости тела, двигающегося по прямой вдоль оси Ох, от времени. Найдите, на какое расстояние переместилось тело за первые 3 с движения. Ответ в м</p> |

| | |
|----|---|
| |  <p style="text-align: center;">А) 1; Б) 3; В) 1,25; Г) 2.</p> |
| 34 | <p>Тело разгоняется на прямолинейном участке пути, при этом зависимость пройденного телом пути S от времени t имеет вид: $S = 6t - t^2$. Чему равна скорость тела в момент времени $t = 2$ с при таком движении? Ответ выразите в м/с</p> <p>А) 1; Б) 3; В) 1,25; Г) 2.</p> |
| 35 | <p>Тело разгоняется на прямолинейном участке пути, при этом зависимость пройденного телом пути S от времени t имеет вид: $S = 6t - t^2$. Чему равняется ускорение в момент времени $t = 2$ с при таком движении? Ответ выразите в м/с</p> <p>А) 1; Б) 2; В) 1,25; Г) -2.</p> |
| 36 | <p>Тело разгоняется на прямолинейном участке пути, при этом зависимость пройденного телом пути S от времени t имеет вид: $S = 6t - t^2$. Чему равна скорость тела в момент времени $t = 1$ с при таком движении? Ответ выразите в м/с</p> <p>А) 1; Б) 3; В) 4; Г) 2.</p> |
| 37 | <p>Автомобиль движется по прямому шоссе вдоль которого направлена координатная ось Ox. Начальная координата автомобиля равна 20 км. На рисунке представлен график зависимости проекции скорости автомобиля от времени. Определите конечную координату автомобиля. Ответ выразите в км и округлите до десятых. Запишите в км</p>  <p style="text-align: center;">А) 124; Б) 146; В) 144; Г) 123.</p> |
| 38 | <p>Первую четверть пути поезд прошёл со скоростью 60 км/ч. Средняя скорость на всём пути оказалась равной 40 км/ч. Определить с какой скоростью поезд двигался на оставшейся части пути? Ответ выразите в км/ч</p> <p>А) 23; Б) 36; В) 45; Г) 60.</p> |
| 39 | <p>Длина минутной стрелки равна 10 см. Какова скорость её конца? Ответ округлите до сотых. Ответ выразите в мм/с</p> <p>А) 0,12; Б) 0,36; В) 0,17; Г) 10.</p> |

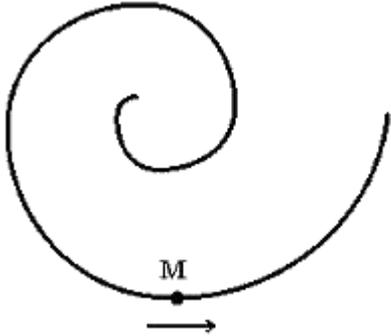
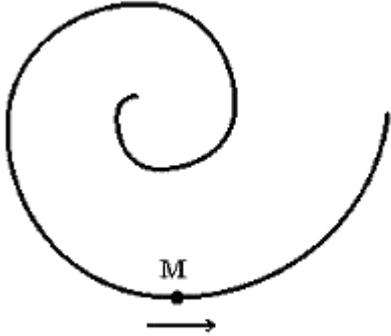
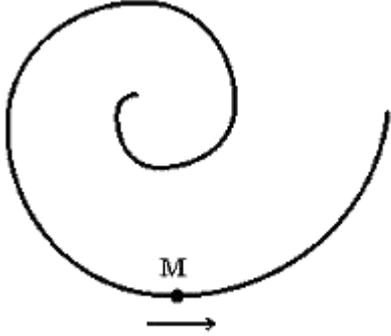
| | |
|----|--|
| 40 | <p>Из одной точки одновременно выехали два велосипедиста. На рисунке изображены графики изменения проекции их скоростей на ось Ox с течением времени. Найдите, через какой промежуток времени один велосипедист догонит другого. Ответ выразите в мин</p>  <p style="text-align: right;">А) 60; Б) 30; В) 17; Г) 10.</p> |
| 41 | <p>Материальная точка равномерно движется по окружности. Найдите отношение пути к модулю перемещения за половину периода.</p> <p>А) 6; Б) 3; В) 1,7; Г) 1,57.</p> |
| 42 | <p>Чему равна угловая скорость вращения сверла, совершающего 600 оборотов в минуту? Ответ округлите до целых. Ответ выразите в c^{-1}</p> <p>А) 63; Б) 34; В) 17; Г) 15.</p> |
| 43 | <p>Чему равна угловая скорость вращения сверла, совершающего 1200 оборотов в минуту? Ответ округлите до целых. Ответ выразите в c^{-1}</p> <p>А) 126; Б) 134; В) 117; Г) 20.</p> |
| 44 | <p>Чему равна угловая скорость вращения сверла, совершающего 300 оборотов в минуту? Ответ округлите до целых. Ответ выразите в c^{-1}</p> <p>А) 63; Б) 31; В) 17; Г) 15.</p> |
| 45 | <p>Два лыжника стартуют с интервалом 3 минуты. Скорость первого лыжника 2 м/с, скорость второго лыжника 2,5 м/с. Через какой интервал времени второй лыжник догонит первого? Ответ выразите в с</p> <p>А) 230; Б) 720; В) 117; Г) 115.</p> |
| 46 | <p>За какое время при равнопеременном движении тело уменьшило свою скорость от 14 м/с до 10 м/с на пути 180 м?</p> <p>А) 90; Б) 22,5; В) 15; Г) 45; д) 600000.</p> |
| 47 | <p>Два тела находящиеся на некотором расстоянии друг от друга начали одновременно двигаться навстречу друг другу с ускорениями 2,4 м/с² и 4,8 м/с² соответственно. Определить отношение перемещения первого тела к перемещению второго к моменту их встречи.</p> <p>А) 8/3; Б) 1/4; В) 1/3; Г) 1/2; д) 3/4.</p> |
| 48 | <p>По графику, определить проекцию перемещения тела через 14 с после начала движения</p> |

| | |
|----|--|
| |  <p style="text-align: right;">А) 9; Б) 14; В) 36; Г) 0; д) 18.</p> |
| 49 | <p>Определить путь свободно падающего тела в пятую секунду А) 125; Б) 45; В) 100; Г) 65; д) 5.</p> |
| 50 | <p>Два тела начинают одновременно двигаться из состояния покоя с ускорениями, зависимость проекций которых от времени приведены на рисунке. Во сколько раз скорость первого тела отличается от скорости второго тела в четвертую секунду после начала движения?</p>  <p>А) в 2 больше; Б) в 2 раза меньше; В) в 4 раза больше; Г) в 4 раза меньше; д) одинаковы.</p> |
| 51 | <p>Тело брошено вертикально вниз с высоты 120 м со скоростью 10 м/с. Через сколько времени тело достигнет поверхности Земли? А) 6; Б) 24; В) 4; Г) 8; д) 12.</p> |
| 52 | <p>Свободно падающее тело в середине пути имеет скорость 20 м/с. С какой высоты падало тело? А) 40; Б) 20; В) 30; Г) 25; д) 45.</p> |
| 53 | <p>На рисунке показан график зависимости угла поворота от времени для трех тел, совершающих равномерное движение по окружности. В каком из нижеприведенных соотношений находятся между собой угловые скорости этих тел?</p>  <p>А) $\omega_1 = \omega_2 > \omega_3$; Б) $\omega_1 < \omega_3 < \omega_2$; В) $\omega_1 > \omega_3 > \omega_2$; Г) $\omega_1 > \omega_2 > \omega_3$; д) $\omega_1 <$</p> |

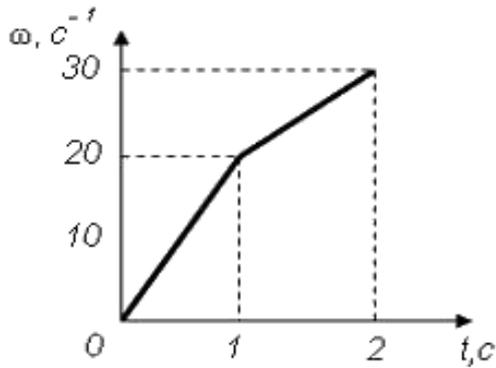
| | |
|----|---|
| | $\omega_2 < \omega_3$. |
| 54 | <p>На рисунке показан график зависимости проекции скорости материальной точки от времени. Учитывая, что в момент начала наблюдения рассматриваемая точка находилась на расстоянии 5 м левее начала координат установить, какое из нижеприведенных выражений соответствует уравнению движения данного тела.</p>  <p>А) $x = 5 + 12t + 0,5t^2$; Б) $x = 5 - 12t - 0,5t^2$; В) $x = -5 + 12t + t^2$; Г) $x = -5 + 12t - t^2$; Д) $x = -5 + 12t - 0,5t^2$.</p> |
| 55 | <p>Определить, в каком соотношении между собой находятся проекции перемещения тел, графики зависимости проекций скоростей, от времени которых показаны на рисунке, в момент времени, когда скорости тел одинаковы?</p>  <p>А) $S_{3x} : S_{2x} : S_{1x} = 1 : 2 : 3$; Б) $S_{3x} : S_{2x} : S_{1x} = 1 : 3 : 2$; В) $S_{3x} : S_{2x} : S_{1x} = 3 : 1 : 2$; Г) $S_{3x} : S_{2x} : S_{1x} = 3 : 2 : 1$; Д) Нельзя определить.</p> |
| 56 | <p>Две точки равномерно вращаются вокруг общего центра О так, как показано на рисунке, причем эти точки все время остаются на одной прямой. Какое или какие из нижеприведенных соотношений справедливы?</p>  <p> I. $V_A > V_B$ II. $T_A = T_B$ III. $a_B < a_A$ IV. $a_B > a_A$ V. $T_B > T_A$ </p> <p>А) I, IV; Б) II, III; В) I, II, III; Г) II, IV; Д) I.</p> |
| 57 | <p>В некоторый момент времени скорость и ускорение материальной точки направлены друг относительно друга так, как показано на рисунке. Какое из нижеприведенных утверждений справедливо?</p> |

| | |
|----|---|
| |  <p>А) Движение прямолинейное, равноускоренное; Б) Движение криволинейное, равнозамедленное; В) Движение прямолинейное и ускоренное; Г) Движение криволинейное и замедленное; Д) Движение криволинейное и ускоренное.</p> |
| 58 | <p>На сколько процентов должна измениться скорость тела, если при увеличении ускорения на 60%, тормозной путь уменьшается на столько же процентов?</p> <p>А) Увеличится на 36%; Б) Уменьшится на 8%; В) Увеличится на 64%; Г) Уменьшится на 64%.</p> |
| 59 | <p>Тело движется равнозамедленно с ускорением 2 м/с^2 и через некоторое время останавливается. На сколько путь пройденный телом в шестую секунду отличается от пути, пройденного этим телом в предыдущую секунду?</p> <p>А) на 2 м больше; Б) на 2 м меньше; В) на 32 м больше; Г) на 32 м меньше; д) на 11 м меньше.</p> |
| 60 | <p>Тело брошено вертикально вниз с высоты 1200 м со скоростью 5 м/с на некоторой планете, ускорение свободного падения на которой изменяется с высотой так, как показано на рисунке. С какой скоростью тело достигнет поверхности этой планеты?</p>  <p>А) 21,4 м/с; Б) 10 м/с; В) 14,1 м/с; Г) 20 м/с; д) 25 м/с.</p> |

1.3. Банк тестовых заданий по кинематике (уровень 2)

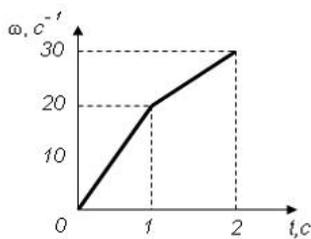
| | |
|---|--|
| 1 | <p>Точка М движется по спирали с равномерно убывающей скоростью в направлении, указанном стрелкой. При этом величина тангенциального ускорения точки ...</p>  <p>Продолжите утверждение (увеличивается, уменьшается, не изменяется)</p> |
| 2 | <p>Точка М движется по спирали с равномерно убывающей скоростью в направлении, указанном стрелкой. При этом величина полного ускорения точки ...</p>  <p>Продолжите утверждение (увеличивается, уменьшается, не изменяется)</p> |
| 3 | <p>Точка М движется по спирали с постоянной по величине скоростью в направлении, указанном стрелкой. При этом величина нормального ускорения точки</p>  <p>Продолжите утверждение (увеличивается, уменьшается, не изменяется)</p> |

4 На рисунке представлен график зависимости угловой скорости ω вращающегося тела от времени. Угловое ускорение тела (в с^{-2}) в промежутке времени 0-1с равно...



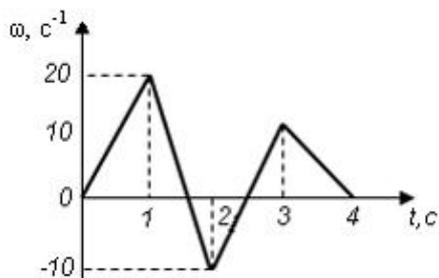
А) 20; Б) -10; В) -15; Г) -5.

5 На рисунке представлен график зависимости угловой скорости ω вращающегося тела от времени. Угловое ускорение за вторую секунду равно...



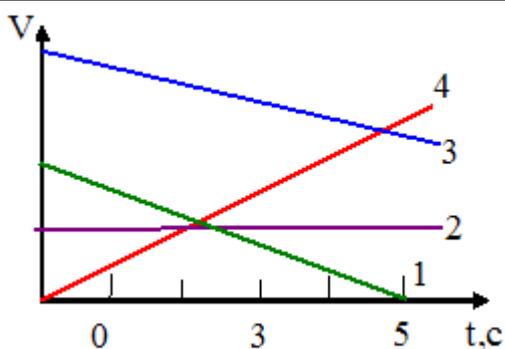
А) 10; Б) 15; В) 30; Г) 25; Д) 20

6 На рисунке представлен график зависимости угловой скорости $\omega(t)$ вращающегося тела от времени. Модуль углового ускорения максимален на участке ...



А) 0-1; Б) 1-2; В) 2-3; Г) 3-4.

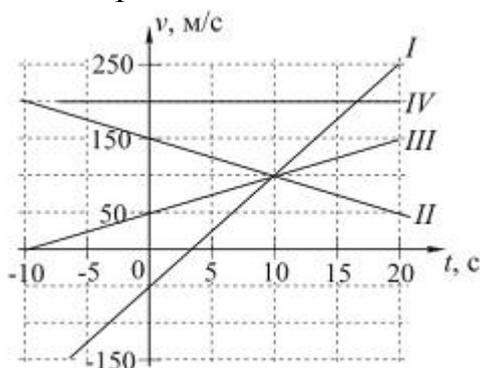
7 На рисунке представлены графики зависимости скорости четырех тел, движущихся прямолинейно, от времени.



Наибольшее перемещение за 5с совершено телом ...

А) 1; Б) 2; В) 3; Г) 4.

8 На рисунке представлены графики зависимости скорости от времени для четырех тел:



За интервал времени от 0 до 10 с наибольший путь пройдет тело под номером ...

А) 1; Б) 2; В) 3; Г) 4.

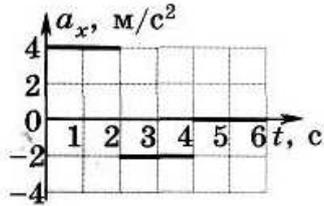
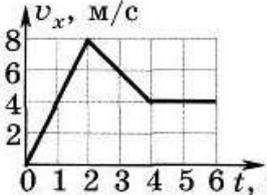
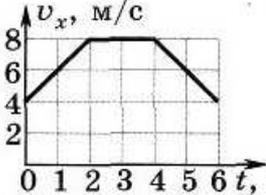
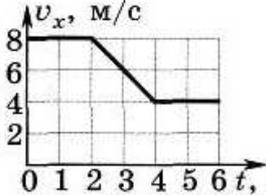
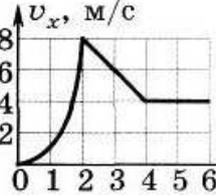
9 Тело движется по окружности со скоростью 10 м/с. Каков модуль средней скорости за четверть периода? Ответ в м/с.

А) 8; Б) 2; В) 10; Г) 4,5.

10 Упругий шар падает вертикально на наклонную плоскость со скоростью 5 м/с. На каком расстоянии от точки касания шар второй раз ударится об эту плоскость? Угол наклона плоскости к горизонту равен 30° . ($g=10\text{м/с}^2$)

А) 8; Б) 2; В) 10; Г) 4,5.

11 На рисунке представлен график зависимости проекции ускорения тела a_x от времени t . Какой из графиков зависимости проекции скорости v_x от времени t соответствует этому движению? Начальная скорость тела равна нулю.

| | |
|----|---|
| |      <p>А. Б. В. Г.</p> |
| 12 | <p>Движение пяти материальных точек задано уравнениями. Какая из этих точек движется равномерно?</p> <p>А) $x=10+30t-t^2$; Б) $x=10+30t$; В) $x=10$; Г) $x=-t^2$.</p> |
| 13 | <p>Сверло сверлильного станка вращается вокруг неподвижной оси шпинделя по закону $\varphi=10+30t-3t^2$. Найти полное ускорение точки, лежащей на режущей кромке сверла на расстоянии 0,01м от оси вращения, для момента времени 4 с. Ответ округлить до десятых</p> <p>А) 0,4 м/с²; Б) 0,3 м/с²; В) 0,2 м/с²; Г) 0,6 м/с².</p> |
| 14 | <p>Колесо диаметром 1 м автомобиля совершило 55 оборотов за промежуток времени, в течение которого скорость автомобиля при равнозамедленном движении уменьшилось от 80 км/ч до 55 км/ч. Угловое ускорение ϵ колеса равно</p> <p>А) 1,4 рад/с²; Б) -1,4 рад/с²; В) 1,5 рад/с²; Г) -1,5 рад/с².</p> |
| 15 | <p>Колесо диаметром 1 м автомобиля совершило 55 оборотов за промежуток времени, в течение которого скорость автомобиля при равнозамедленном движении уменьшилось от 80 км/ч до 55 км/ч. Через сколько времени t автомобиль остановится, если он будет замедляться с тем же ускорением</p> <p>А) 10с; Б) 20с; В) 30с; Г) 5с.</p> |
| 16 | <p>Точка обращается по окружности радиусом $R=1$ м. Уравнение движения точки $\varphi =0,5t+0,2t^3$. Определить тангенциальное ускорение точки в мо-</p> |

| | |
|----|---|
| | <p>мент времени $t=2$ с.</p> <p>А) $2,2\text{м/с}^2$; Б) $2,3\text{м/с}^2$; В) $2,4\text{м/с}^2$; Г) $1,4\text{м/с}^2$.</p> |
| 17 | <p>Точка обращается по окружности радиусом $R=1$ м. Уравнение движения точки $\varphi = 0,5t + 0,2t^3$. Определить нормальное ускорение в момент времени $t=2$ с.</p> <p>А) $3,7\text{м/с}^2$; Б) $3,5\text{м/с}^2$; В) $3,6\text{м/с}^2$; Г) $3,4\text{м/с}^2$.</p> |
| 18 | <p>По прямой линии движутся две материальные точки согласно уравнениям: $x_1=10+13t-2t^2$ и $x_2=3+t+t^2$. В какой момент времени скорости этих точек будут одинаковы?</p> <p>А) 2с; Б) 4с; В) 6 с; Г) 0с.</p> |
| 19 | <p>По прямой линии движутся две материальные точки согласно уравнениям: $x_1=10+2t+2t^2$ и $x_2=5+6t+7t^2$. Найти ускорения a_1 и a_2 этих точек в момент $t=2$ с.</p> <p>А) 4м/с^2 и 14м/с^2; Б) 2м/с^2 и 4м/с^2; В) 1м/с^2 и 10м/с^2; Г) -3м/с^2 и 4м/с^2.</p> |
| 20 | <p>По прямой линии движутся две материальные точки согласно уравнениям: $x_1=10+2t+2t^2$ и $x_2=5+6t+7t^2$. Найти ускорения a_1 и a_2 этих точек в момент $t=4$ с.</p> <p>А) 4м/с^2 и 14м/с^2; Б) 2м/с^2 и 4м/с^2; В) 1м/с^2 и 10м/с^2; Г) -3м/с^2 и 4м/с^2.</p> |
| 21 | <p>По прямой линии движутся две материальные точки согласно уравнениям: $x_1=10+2t+7t^2$ и $x_2=5+6t+3t^2$. Найти ускорения a_1 и a_2 этих точек в момент $t=4$ с.</p> <p>А) 4м/с^2 и 14м/с^2; Б) 14м/с^2 и 6м/с^2; В) 14м/с^2 и 3м/с^2; Г) 17м/с^2 и 12м/с^2.</p> |
| 22 | <p>По прямой линии движутся две материальные точки согласно уравнениям: $x_1=10+3t+4t^2$ и $x_2=5+6t-t^2$. Найти ускорения a_1 и a_2 этих точек в момент $t=4$ с.</p> <p>А) 4м/с^2 и -1м/с^2; Б) 4м/с^2 и 1м/с^2; В) 1м/с^2 и 4м/с^2; Г) -4м/с^2 и 1м/с^2.</p> |

ГЛАВА II

ДИНАМИКА ПОСТУПАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ

2.1. Основные формулы и законы динамики

Импульс материальной точки массой m , движущейся со скоростью \vec{v} :

$$\vec{p} = m \vec{v}. \quad (2.1)$$

Импульс системы материальных точек равен (свойство аддитивности):

$$\vec{p} = \sum_{i=1}^n \vec{p}_i = \sum_{i=1}^n m_i \vec{v}_i. \quad (2.2)$$

Основной закон динамики поступательного движения (*II закон Ньютона*) выражается уравнением:

$$\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt}, \quad (2.3)$$

где $\vec{F} = \sum_i \vec{F}_i$ - равнодействующая всех сил, действующих на тело; $d\vec{p}$ - изменение импульса за время dt .

Если в процессе движения масса постоянна ($m = \text{const}$), тогда второй закон Ньютона приобретает вид:

$$\vec{F} = \sum_i \vec{F}_i = m \frac{d\vec{v}}{dt} = m \vec{a}. \quad (2.4)$$

В неинерциальных системах отсчета (НСО) необходимо учитывать силы инерции (фиктивные силы) $\vec{F}_{in} = -m\vec{a}$, где \vec{a} – ускорение, с которым движется НСО относительно инерциальной системы отсчета (ИСО). Тогда основной закон динамики имеет вид:

$$\vec{F} + \vec{F}_{in} = m \vec{a}', \quad (2.5)$$

где \vec{a}' - ускорение тела в НСО.

Два тела взаимодействуют друг с другом с силами, равными по модулю, противоположно направленными, причем векторы этих сил лежат на одной прямой, называемой линией действия сил (третий закон Ньютона):

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21} \quad \text{или} \quad F_{12} = -F_{21}. \quad (2.6)$$

Сила, вызывающая упругую деформацию, определяется законом Гука:

$$F = -k x, \quad (2.7)$$

где k – коэффициент упругости, x – абсолютное удлинение (сжатие).

Для упругого однородного стержня закон Гука имеет следующий вид:

$$\sigma = E \varepsilon, \quad (2.8)$$

где E – модуль Юнга, $\sigma = \frac{F_n}{S}$ – нормальное механическое напряжение в материале, F_n – нормальная составляющая сила, $\varepsilon = \frac{\Delta \ell}{\ell}$ – относительная деформация, S – площадь поперечного сечения.

Сила трения скольжения, а также максимальная сила трения покоя определяются законом Амонтона - Кулона:

$$F_{\text{тр}} = \mu F_{\text{н.д.}} = \mu N, \quad (2.9)$$

где $F_{\text{н.д.}}$ – сила нормального давления, N – нормальная составляющая силы реакции опоры; μ – коэффициент трения.

Сила сопротивления \vec{F}_c , действующая на тело, находящееся в вязкой среде, направлена по течению жидкости. По модулю она равна:

для малых скоростей (ламинарное движение):

$$F_c = r_1 v, \quad (2.10)$$

для больших скоростей (турбулентное движение):

$$F_c = r_2 v^2, \quad (2.11)$$

где r_1 и r_2 – коэффициенты сопротивления среды.

Сила тяжести:

$$\vec{F} = m \vec{g}. \quad (2.12)$$

Вес тела – это сила, с которой тело давит на опору или подвес вследствие действия силы тяжести – часто обозначается как P (не путать с импульсом). При вертикальном движении:

$$P = m(g \pm a), \quad (2.13)$$

где m – масса тела, g – ускорение свободного падения, a – ускорение тела, знак «+» соответствует ускорению, направленному вверх.

Две материальные точки массами m_1 и m_2 притягиваются друг к другу с силой гравитации (закон всемирного тяготения):

$$F = \gamma \frac{m_1 m_2}{r^2}, \quad (2.14)$$

где $\gamma = 6.67 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3 / \text{кг} \cdot \text{с}^2$ – гравитационная постоянная, r – расстояние между ними. Формула применима для тел, обладающих сферической симметрией распределения масс, в этом случае r – расстояние между центрами масс этих тел.

Третий закон Кеплера:

$$\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{R_1^3}{R_2^3}, \quad (2.15)$$

где T_1 и T_2 – периоды обращения планет; R_1 и R_2 – большие полуоси их орбит.

Элементарная работа δA , производимая силой \vec{F} на элементарном перемещении $d\vec{r}$, равна:

$$\delta A = \vec{F} d\vec{r} = F dr \cos \alpha, \quad (2.16)$$

где F – модуль вектора силы; dr – модуль элементарного перемещения (элементарный путь); α – угол между силой и перемещением. При $\alpha < 90^\circ$, работа $\delta A > 0$; при $90^\circ < \alpha < 180^\circ$, работа $\delta A < 0$. Если $\alpha = 90^\circ$, то сила не совершает работу т.е. $\delta A = 0$.

Работа переменной силы при перемещении тела из положения 1 в положение 2 определяется формулой:

$$A = \int_1^2 \delta A = \int_1^2 \vec{F} d\vec{r} = \int_s F_s ds, \quad (2.17)$$

где F_s – проекция силы на направление перемещения $d\vec{r}$; $ds = |d\vec{r}|$ – величина

участка пути. В случае постоянной силы, действующей под неизменным углом к перемещению:

$$A = FS \cos \alpha. \quad (2.18)$$

Мощность N определяется по формуле:

$$N = \frac{\delta A}{dt}, \quad (2.19)$$

где dt – интервал времени, за который совершается работа δA .

В случае постоянной мощности:

$$N = \frac{A}{t}. \quad (2.20)$$

Мощность при равномерном движении определяется по формуле:

$$N = Fv \cos \alpha. \quad (2.21)$$

Кинетическая энергия материальной точки или поступательно движущегося тела массой m , со скоростью v , равна:

$$E_k = \frac{mv^2}{2}. \quad (2.22)$$

Кинетическая энергия системы материальных точек равна (свойство аддитивности):

$$E_k = \sum_{i=1}^n \frac{m_i v_i^2}{2}. \quad (2.23)$$

Материальная точка, находящаяся в потенциальном силовом поле, обладает потенциальной энергией, причем связь между силой, действующей на точку, и потенциальной энергией, имеет вид:

$$\vec{F} = -\vec{\nabla} E_n, \quad \vec{F} = -\text{grad} E_n, \quad (2.24)$$

где $\vec{\nabla} = \vec{i} \frac{\partial}{\partial x} + \vec{j} \frac{\partial}{\partial y} + \vec{k} \frac{\partial}{\partial z}$ – оператор набла (Гамильтона), т.е. потенци-

альные силы определяются как градиент потенциальной энергии, взятой со знаком «минус». Таким образом, проекции силы равны:

$$F_x = -\frac{\partial E_n}{\partial x}, F_y = -\frac{\partial E_n}{\partial y}, F_z = -\frac{\partial E_n}{\partial z}. \quad (2.25)$$

Формулы для потенциальной энергии имеют разный вид в зависимости от характера действующих потенциальных сил:

– потенциальная энергия квазиупругой силы:

$$E_n = \frac{kx^2}{2}; \quad (2.26)$$

– потенциальная энергия гравитационного взаимодействия двух материальных точек:

$$E_n = -\gamma \frac{m_1 m_2}{r}; \quad (2.27)$$

– потенциальная энергия тела, поднятого над поверхностью планеты на высоту $h \ll R$ (R -радиус планеты)

$$E_n = mgh, \quad (2.28)$$

где g – ускорение свободного падения на поверхности планеты.

Законы сохранения энергии и импульса

Для замкнутой системы, в которой отсутствуют диссипативные силы (силы рассеивающие энергию), сумма кинетической и потенциальной энергии есть величина постоянная:

$$E_k + E_n = \text{const} \quad (2.29)$$

Работа, совершаемая механической системой над внешними телами, численно равна убыли механической энергии системы:

$$A = -\Delta E = -(E_2 - E_1) = E_1 - E_2 \quad (2.30)$$

Работа, совершаемая внешними силами над материальной точкой, идет на приращение ее кинетической энергии (теорема о кинетической энергии):

$$A = \frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2}. \quad (2.31)$$

Изменение полной механической энергии системы численно равно работе внешних сил:

$$\Delta E = A_{\text{внеш.}}. \quad (2.32)$$

Полный импульс изолированной системы материальных точек остается неизменным (закон сохранения импульса):

$$m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 + \dots + m_n \vec{v}_n = \text{const}. \quad (2.33)$$

В частности при ударах, взрывах, т.е. при быстропротекающих взаимодействиях, также можно считать систему тел изолированной.

Абсолютно неупругим ударом называется удар, после которого возникшая в телах деформация полностью сохраняется. При абсолютно не-

упругом центральном прямом ударе двух тел с массами m_1 и m_2 общая скорость движения этих тел после удара может быть найдена по формуле:

$$u = \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{m_1 + m_2},$$

где v_1 – скорость первого тела до удара, v_2 – скорость второго тела до удара.

Абсолютно упругим ударом называется удар, после которого возникающая в телах деформация полностью исчезает. При упругом центральном прямом ударе модуль скорости первого тела после удара:

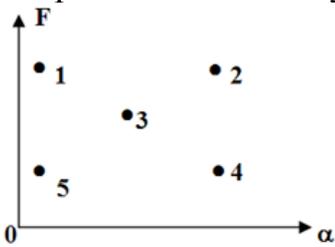
$$u_1 = \frac{(m_1 - m_2)v_1 + 2m_2v_2}{m_1 + m_2};$$

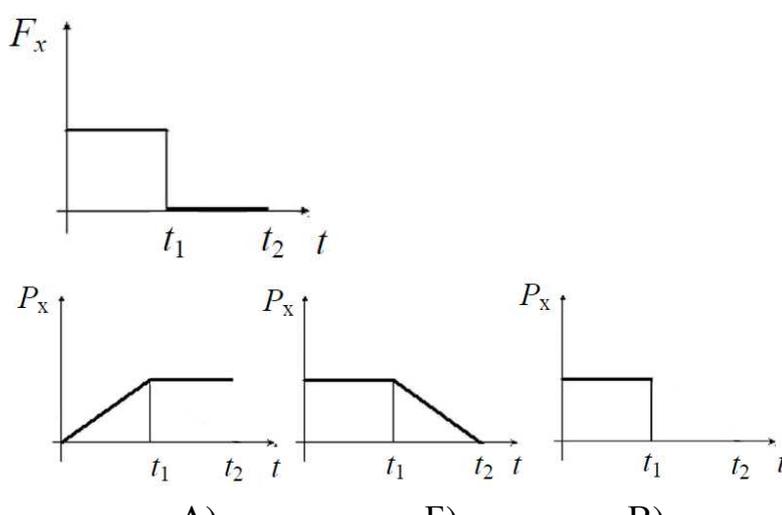
модуль скорости второго тела после удара:

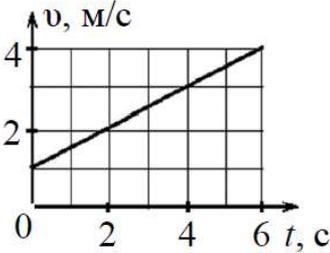
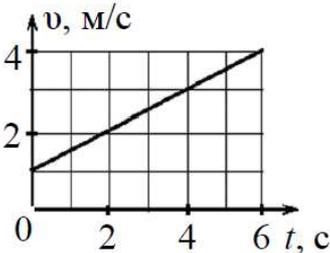
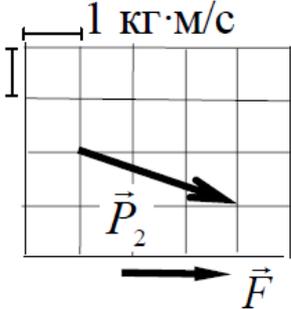
$$u_2 = \frac{(m_2 - m_1)v_2 + 2m_1v_1}{m_1 + m_2}$$

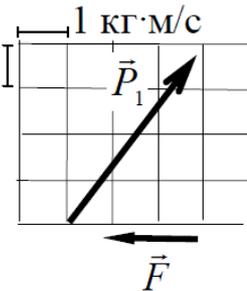
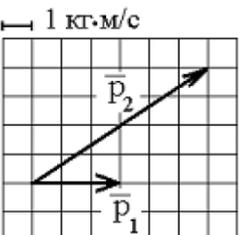
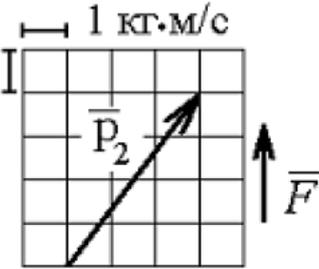
2.2. Банк тестовых заданий по динамике поступательного движения (уровень 1)

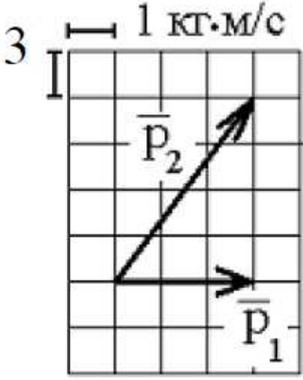
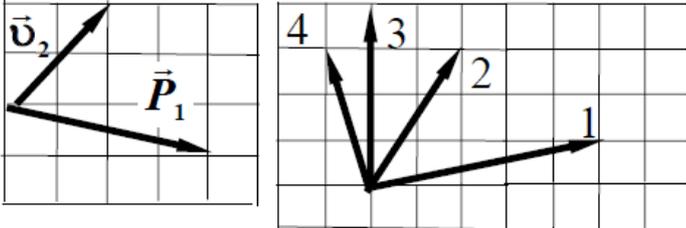
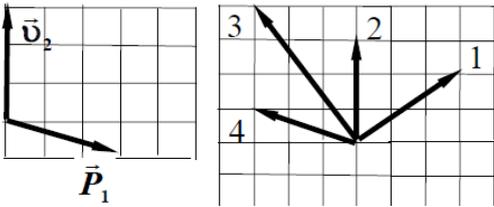
| | |
|---|--|
| 1 | Равнодействующая двух взаимно перпендикулярных сил, одна из которых составляет 12 Н, равна 13 Н. Каков модуль второй силы? Ответ выразите в Н А) 8; Б) 2; В) 10; Г) 5. |
| 2 | Скорость тела изменяется по закону $V_x = 5 - 3t$ под действием силы 12 Н. Какова масса тела? Ответ выразите в кг А) 8; Б) 2 ; В) 4; Г) 5. |
| 3 | На горизонтальной поверхности лежит металлический брусок массой 4 кг. Для того чтобы сдвинуть этот брусок с места, к нему нужно приложить горизонтально направленную силу 20 Н. Затем на эту же поверхность кладут пластиковый брусок массой 1 кг. Коэффициент трения для пластика о данную поверхность в 5 раз меньше, чем для металла. Какую горизонтально направленную силу нужно приложить к пластиковому бруску для того, чтобы сдвинуть его с места? Ответ выразить в Н А) 8; Б) 1; В) 4; Г) 5. |
| 4 | К ящику массой 10 кг, стоящему на горизонтальной шероховатой поверхности, приложили горизонтальную силу 30 Н, под действием которой он начал двигаться вдоль этой поверхности равномерно и прямолинейно. Определите коэффициент трения между ящиком и поверхностью. |

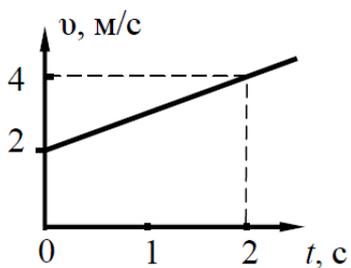
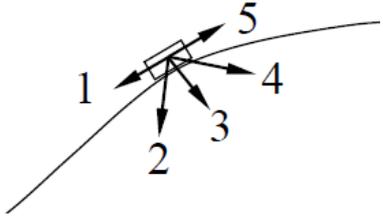
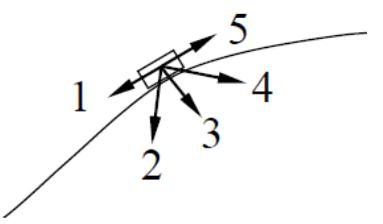
| | |
|----|---|
| | A) 0,8; Б) 0,1; В) 0,4; Г) 0,3. |
| 5 | Если в лифте, движущемся равноускоренно вниз, за 3 с скорость изменилась на 0,6 м/с, то чему равна масса человека в нём, если вес человека равен 784 Н? Ответ в кг. Ускорение свободного падения взять равным m/c^2 А) 80; Б) 78; В) 98; Г) 0. |
| 6 | Космонавт, стоя на Земле, притягивается к ней с силой 700 Н. С какой примерно силой он будет притягиваться к Марсу на его поверхности, если радиус Марса в 2 раза меньше, а масса в 10 раз меньше, чем у Земли? Ответ выразите в Н А) 280; Б) 278; В) 700; Г) 1000. |
| 7 | К коробке с грузом, стоящей на горизонтальном полу, приложили силу 42 Н в горизонтальном направлении. Определите силу трения между коробкой и полом, если масса коробки с грузом 30 кг, а коэффициент трения между полом и коробкой 0,3. Ответ в Н А) 34; Б) 42; В) 70; Г) 10. |
| 8 | Тело массы 2 кг движется с ускорением 5 m/c^2 под воздействием двух взаимно перпендикулярных сил, одна из которых равна 8 Н. Чему равна величина второй силы? Ответ в Н А) 3; Б) 6; В) 7; Г) 10. |
| 9 | Каково ускорение свободного падения на высоте равной земному радиусу? Ответ в m/c^2 А) 3; Б) 2,5; В) 5; Г) 10. |
| 10 | Тело массой 200г движется равномерно со скоростью 5м/с. Чему равна равнодействующая сила, приложенная к данному телу? А) 1; Б) 40; В) 4; Г) 0,4; д) 0. |
| 11 | Какая из нижеуказанных точек на диаграмме зависимости силы от ускорения соответствует телу с минимальной массой?  А) 1; Б) 2; В) 3; Г) 4; д) 5. |

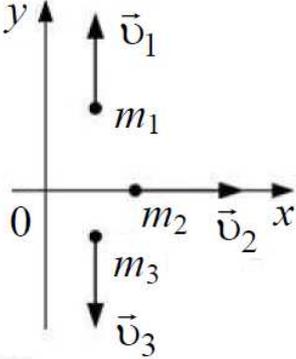
| | |
|----|---|
| 12 | <p>Тело брошено вертикально вверх с начальной скоростью 10 м/с. Его скорость на высоте, равной $\frac{4}{5}$ от максимальной высоты подъема, равна ...округлите до десятых</p> <p>А) 1,6; Б) 2,6; В) 8,7; Г) 4,7; д) 5.</p> |
| 13 | <p>Первый закон Ньютона...</p> <p>А) справедлив только в инерциальных системах отсчета; Б) справедлив в любой системе отсчета; В) утверждает невозможность ускоренного движения тела в инерциальных системах отсчета; Г) утверждает, что в инерциальных системах отсчета тело обязательно покоится или движется равномерно и прямолинейно.</p> |
| 14 | <p>Если импульс системы материальных точек в отсутствии внешних сил остается постоянным, то центр масс этой системы может двигаться...</p> <p>А) с переменным ускорением; Б) равномерно и прямолинейно; С) с постоянным ускорением; Д) по окружности с постоянной скоростью.</p> |
| 15 | <p>Материальная точка начинает двигаться под действием силы F_x, график которой представлен на рисунке. Правильно отражает зависимость величины проекции импульса P_x от времени график...</p>  <p style="text-align: center;">А) Б) В)</p> |
| 16 | <p>На рисунке приведен график зависимости скорости тела от времени t. Если масса тела 2 кг, то изменение импульса – за 2 с равно...</p> |

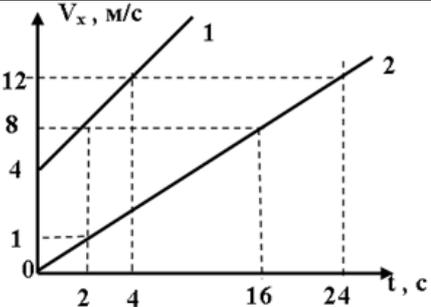
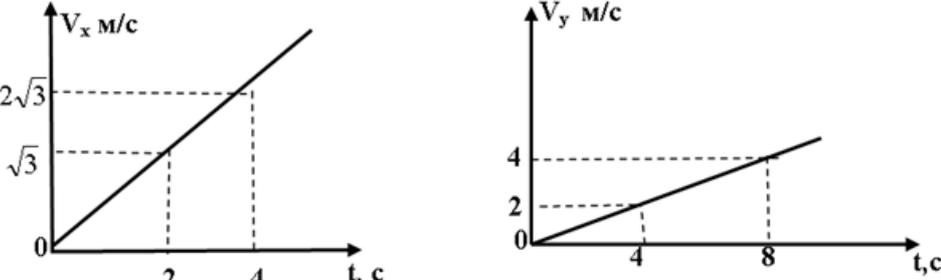
| | |
|----|---|
| |  <p>А) 1 кг·м/с; Б) 2 кг·м/с; В) 4 кг·м/с; Г) 0,5 кг·м/с.</p> |
| 17 | <p>На рисунке приведен график зависимости скорости тела от времени t. Если масса тела 1,5 кг, то изменение импульса – за 4 с равно...</p>  <p>А) 4 кг·м/с; Б) 3 кг·м/с; В) 6 кг·м/с; Г) 2 кг·м/с.</p> |
| 18 | <p>На теннисный мяч, летевший с импульсом P_1, на короткое время $t = 0,01$ с подействовал порыв ветра с постоянной силой $F = 300$ Н, при этом импульс мяча стал равным P_2. (масштаб и направление указаны на рисунке). Величина импульса P_1</p>  <p>А) 1 кг·м/с; Б) 5 кг·м/с; В) 6,1 кг·м/с; Г) 6,2 кг·м/с; Д) 33,2 кг·м/с.</p> |
| 19 | <p>На теннисный мяч, летевший с импульсом P_1, на короткое время $t = 0,1$ с подействовал порыв ветра с постоянной силой $F = 30$ Н, при этом импульс мяча стал равным P_2. (масштаб и направление указаны на рисунке). Величина импульса P_2</p> |

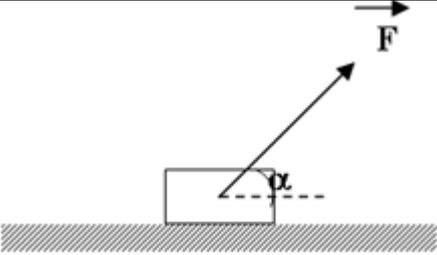
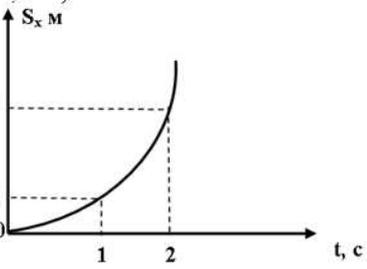
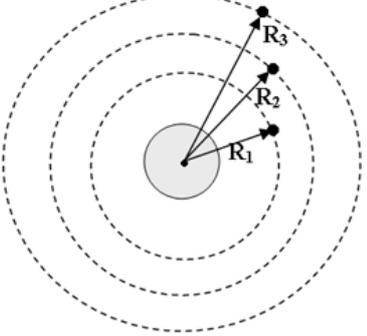
| | |
|----|--|
| |  <p>А) 4 кг · м/с; Б) 5 кг·м/с; В) 8 кг·м/с; Г) 25 кг·м/с.</p> |
| 20 | <p>Теннисный мяч летел с импульсом P_1 в горизонтальном направлении, когда теннисист произвел по мячу резкий удар со средней силой 50 Н. Изменившийся импульс мяча стал равным P_2 (масштаб и направление указаны на рисунке). Сила действовала на мяч в течение...</p>  <p>А) 0,5с; Б) 0,1с; В) 0,01с; Г) 0,05с.</p> |
| 21 | <p>На теннисный мяч, летевший с импульсом P_1, на короткое время $t = 0,01$ с подействовал порыв ветра с постоянной силой $F = 300$ Н, при этом импульс мяча стал равным P_2. (масштаб и направление указаны на рисунке). Величина импульса P_1</p>  <p>А) 3 кг · м/с; Б) 5 кг·м/с; В) 0,5 кг·м/с; Г) 43 кг·м/с.</p> |
| 22 | <p>Теннисный мяч летел с импульсом P_1 в горизонтальном направлении, когда теннисист произвел по мячу резкий удар со средней силой 50 Н. Изменившийся импульс мяча стал равным P_2 (масштаб и направление указаны на рисунке). Сила действовала на мяч в течение...</p> |

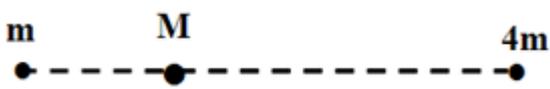
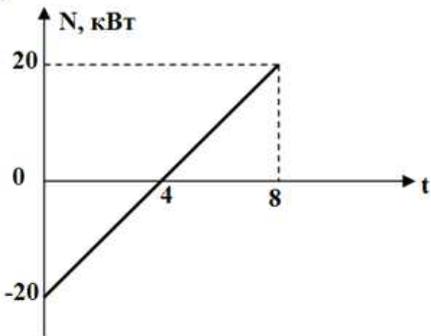
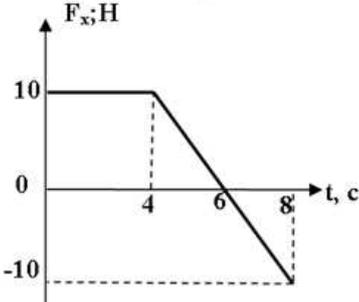
| | |
|----|--|
| | <p>3 $\overline{P_1}$ $\overline{P_2}$ 1 кг·м/с</p>  <p>А) 0,5с; Б) 0,2с; В) 0,3с; Г) 0,05с; Д) 0,5с.</p> |
| 23 | <p>Импульс тела P_1 изменился под действием кратковременного удара, и скорость тела стала равной v_2, как показано на рисунке. В момент удара сила не могла действовать в направлении... (ответ запишите без запятых)</p>  <p>А) 123; Б) 12; В) 1; Г) 234.</p> |
| 24 | <p>Импульс тела P_1 изменился под действием кратковременного удара, и скорость тела стала равной v_2, как показано на рисунке. В момент удара сила не могла действовать в направлении... (ответ запишите без запятых)</p>  <p>А) 234; Б) 3; В) 34; Г) 1.</p> |
| 25 | <p>На неподвижный бильярдный шар налетел другой такой же. После удара шары разлетелись под углом 90° так, что импульс одного стал равен $p_1 = 0,3$ кг·м/с, а другого – $p_2 = 0,4$ кг·м/с. Налетающий шар имел импульс, равный...</p> <p>А) 0,7 кг·м/с; Б) 0,25 кг·м/с; В) 0,5 кг·м/с; Г) 0,1 кг·м/с.</p> |
| 26 | <p>На неподвижный бильярдный шар налетел другой такой же с импульс-</p> |

| | |
|----|--|
| | <p>сом $p = 0,5 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$. После удара шары разлетелись под углом 90° так, что импульс первого шара стал $p_1 = 0,3 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$. Импульс второго шара после удара стал равен...</p> <p>А) $0,4 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$; Б) $0,3 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$; В) $0,5 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$; Г) $0,2 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$.</p> |
| 27 | <p>На рисунке приведён график зависимости скорости тела v от времени t. Масса тела 10 кг. Сила, действующая на тело, равна...</p>  <p>А) 0 Н; Б) 5 Н; В) 30 Н; Г) 10 Н; д) 20 Н.</p> |
| 28 | <p>Автомобиль поднимается в гору по участку дуги с постоянной по величине скоростью. Равнодействующая всех сил, действующих на автомобиль, ориентирована в направлении...</p>  <p>1) 1; 2) 2; 3) 3; 4) 4; 5) 5.</p> |
| 29 | <p>Автомобиль поднимается в гору по участку дуги с постоянным по величине ускорением (см. рис. предыдущего теста). Равнодействующая всех сил, действующих на автомобиль, ориентирована в направлении...</p>  <p>1) 1; 2) 2; 3) 3; 4) 4; 5) 5.</p> |
| 30 | <p>Человек входит в лифт, который затем начинает двигаться равномерно вверх, при этом вес человека...</p> <p>А) не изменится; Б) уменьшится; В) увеличится; Г) будет зависеть от скорости движения лифта.</p> |

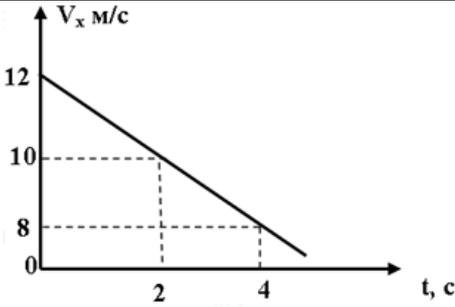
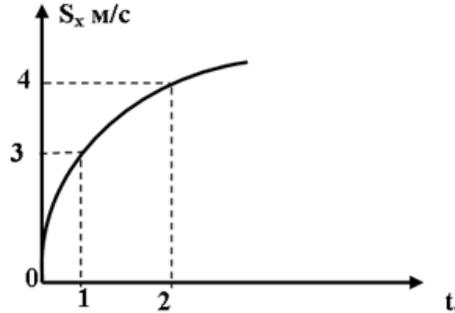
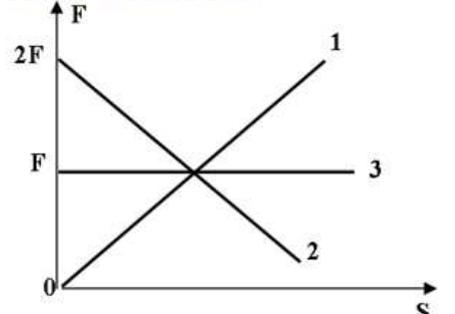
| | |
|----|--|
| 31 | <p>К потолку лифта, поднимающегося вверх с замедлением, на нити подвешено тело массой 10 кг. Модуль вектора скорости изменения импульса тела равен $50 \text{ (кг}\cdot\text{м)/с}^2$. Сила натяжения нити равна...</p> <p>А) 150 Н; Б) 50 Н; В) 100 Н; Г) 0 Н.</p> |
| 32 | <p>Тело массой 5 кг движется равномерно по вогнутому мосту со скоростью 10 м/с. В нижней точке сила давления тела на мост вдвое превосходит силу тяжести. Радиус кривизны моста равен ...</p> <p>А) 5 м; Б) 10 м; В) 3 м; Г) 1 м.</p> |
| 33 | <p>Система состоит из трех шаров с массами $m_1 = 1 \text{ кг}$, $m_2 = 2 \text{ кг}$, $m_3 = 3 \text{ кг}$, которые движутся так, как показано на рисунке. Если скорости шаров $v_1 = 3 \text{ м/с}$, $v_2 = 2 \text{ м/с}$, $v_3 = 1 \text{ м/с}$, то величина скорости центра масс этой системы равна...</p>  <p>А) 10 м/с; Б) $5/3 \text{ м/с}$; В) 4 м/с; Г) $2/3 \text{ м/с}$.</p> |
| 34 | <p>Механическая система состоит из трех частиц, массы которых $m_1 = 0,1 \text{ г}$, $m_2 = 0,2 \text{ г}$, $m_3 = 0,3 \text{ г}$. Первая частица находится в точке с координатами (1, 2, 0), вторая – в точке с координатами (0, 2, 1), третья – в точке с координатами (1, 0, 1) (координаты даны в сантиметрах). Тогда U_C – координата центра масс – равна...</p> <p>А) 1 см; Б) 2 см; В) 3 см; Г) 5 см.</p> |
| 35 | <p>Механическая система состоит из трех частиц, массы которых $m_1 = 0,1 \text{ г}$, $m_2 = 0,2 \text{ г}$, $m_3 = 0,3 \text{ г}$. Первая частица находится в точке с координатами (2, 3, 0), вторая – в точке с координатами (2, 0, 1), третья – в точке с координатами (1, 1, 0) (координаты даны в сантиметрах). Тогда U_C – координата центра масс – равна...</p> <p>А) 1 см; Б) 2 см; В) 3 см; Г) 5 см.</p> |
| 36 | <p>Два тела при столкновении изменяют свою скорость так, как показано на рисунке. В каком из нижеприведенных соотношений находятся массы этих тел?</p> |

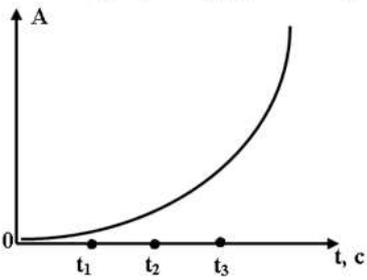
| | |
|----|--|
| |  <p>А) Масса первого тела в 4 раза больше второго; Б) Масса первого тела в 4 раза меньше второго; В) Масса первого тела в 8 раза больше второго; Г) Масса первого тела в 8 раза меньше второго; Д) Массы одинаковы.</p> |
| 37 | <p>На тело массой 6кг действуют две взаимно перпендикулярные и горизонтально направленные силы, под действием которых проекции скоростей изменяются так, как показано на рисунках. Определить величину равнодействующей силы.</p>  <p>А) 2Н; Б) 4Н; В) 6Н; Г) 8Н; Д) 10Н.</p> |
| 38 | <p>Тело массой 10кг под действием силы упругости изменяет свою координату по закону: $x=12+3t+2t^2$ (м). Определить коэффициент трения, если жесткость пружины 60кН/м, а абсолютное удлинение пружины 1мм.</p> <p>А) 0,5; Б) 0,44; В) 2; Г) 0,7; Д) 0,2.</p> |
| 39 | <p>На пружине жесткостью K висит груз массой m. На сколько процентов изменится абсолютное удлинение пружины, если коэффициент жесткости пружины уменьшится на 60%?</p> <p>А) Увеличится на 250%; Б) Уменьшится на 150%; В) Увеличится на 150%; Г) Уменьшится на 60%; Д) Увеличится на 40%.</p> |
| 40 | <p>Тело массой 40кг движется по горизонтальной шероховатой поверхности под действием силы, направленной под углом 30° к горизонту. Определить величину этой силы, если во время всего движения тело находилось в состоянии невесомости.</p> |

| | |
|----|---|
| |  <p>А) 1600Н; Б) 941Н; В) 800Н; Г) 470,6Н; Д) нельзя определить.</p> |
| 41 | <p>Тело массой 8кг, движущееся под действием внешней силы, величиной 48Н, изменяет свою проекцию перемещения так, как показано на рисунке. Определить величину коэффициента трения скольжения. (При $t=0; v=0$)</p>  <p>А) 0,1; Б) 0,2; В) 1; Г) 0,02; Д) 0,58.</p> |
| 42 | <p>К покоящемуся телу массой 30 кг прикреплена пружина жесткостью 3 кН/м. Пружину начинают растягивать с постоянной скоростью 5 см/с. Через сколько времени тело сдвинется с места? Коэффициент трения 0,1.</p> <p>А) 0,002с; Б) 0,2с; В) 5с; Г) 20с; Д) мгновенно начинает двигаться.</p> |
| 43 | <p>Три спутника вращаются равномерно вокруг некоторой планеты по орбитам, показанным на рисунке. В каком из нижеприведенных соотношений находятся между собой периоды их обращения?</p>  <p>А) $T_1 = T_2 > T_3$; Б) $T_1 = T_2 < T_3$; В) $T_2 = T_1 = T_3$; Г) $T_3 = T_2 = T_1$; Д) $T_3 < T_2 < T_1$.</p> |
| 44 | <p>Ускорения свободного падения на двух планетах одинаковы. Во сколько раз диаметр первой планеты отличается от второй, если масса второй планеты в четыре раза меньше первой?</p> |

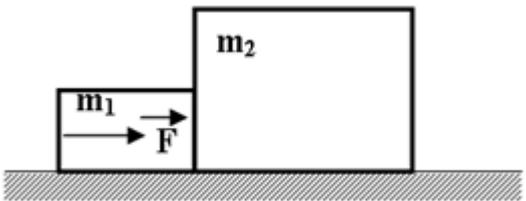
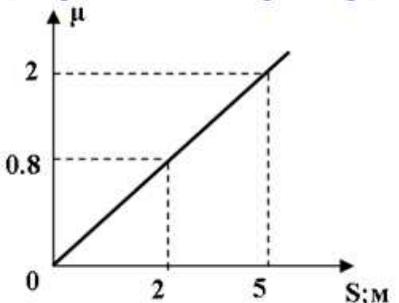
| | |
|----|--|
| | A) 7; Б) 0,25; В) 4; Г) 0,5; Д) 2. |
| 45 | <p>Между телами массой m и $4m$, расстояние между которыми 120 см, расположено третье тело некоторой массы. На каком расстоянии (от второго тела) должно находиться в равновесии третье тело под действием гравитационных сил?</p>  <p>A) 40м; Б) 80м; В) 0,8м; Г) 0,4м; Д) 2м.</p> |
| 46 | <p>На тело, движущееся со скоростью 8м/с, действует сила, мощность которой изменяется с течением времени так, как показано на рисунке. Определить скорость тела в момент времени 8с, если начальная скорость равна 6м/с.</p>  <p>A) 6 м/с; Б) 12м/с; В) 0м/с; Г) 10 м/с; Д) 3м/с.</p> |
| 47 | <p>На покоящееся тело массой 2кг начинает действовать сила, проекция которой изменяется с течением времени так, как показано на рисунке. Определить кинетическую энергию этого тела в конце восьмой секунды</p>  <p>A) 400Дж; Б) 200Дж; В) 800Дж; Г) 900 Дж; Д) 750 Дж.</p> |
| 48 | <p>В цистерне поливочной автомашины массой 4 т находится 5 м^3 воды. Чему равен импульс машины, когда она движется со скоростью 18 км/ч? Ответ выразите в (кг·м/с).</p> <p>A) 45000; Б) 12000; В) 1000; Г) 3000; Д) 350.</p> |

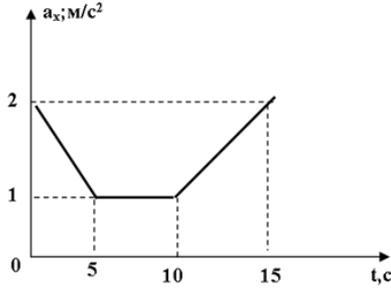
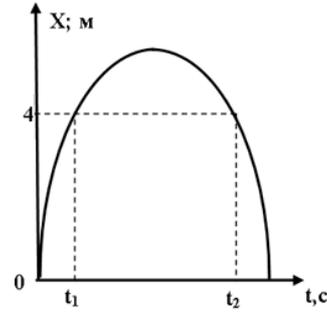
| | |
|----|--|
| 49 | Санки массой 50 кг из состояния покоя съезжают с гладкой наклонной плоскости высотой 5 м. После этого они продолжают двигаться по горизонтальной поверхности и спустя некоторое время останавливаются. Как при этом изменилась их механическая энергия? В ответе запишите: уменьшилась на _ (кДж). А) 45; Б) 1,5; В) 2,5; Г) 3; Д) 3,5. |
| 50 | Мальчик равномерно тянет санки по кругу радиусом 3 м. Чему равна работа силы тяги за время, необходимое для прохождения четверти длины окружности, если на санки действует сила трения 40 Н ($\pi=3.14$)? Ответ дайте в Дж, округлив до целого. А) 145; Б) 188; В) 156; Г) 3; Д) 40. |
| 51 | Материальная точка равномерно движется по окружности со скоростью 2 м/с. Чему равна её масса, если изменение её импульса при повороте на 45° составило $9,2 \cdot \sqrt{2}$ кг·м/с? Ответ выразите в (кг). А) 4,6; Б) 3; В) 16; Г) 3; Д) 4. |
| 52 | Точка финиша трассы горнолыжных соревнований находится на высоте 2 км над уровнем моря, а точка старта – на высоте 400 м над точкой финиша. Чему равна потенциальная энергия лыжника на старте относительно уровня моря? Масса лыжника 70 кг. Ответ выразите в (МДж). А) 4,6; Б) 3; В) 1,68; Г) 3; Д) 4. |
| 53 | Тело массой 10 кг лежит на краю диска радиусом 2 м, вращающимся с угловой скоростью 2 рад/с. Тело на диске удерживает сила трения... Ответ в Н А) 80; Б) 30; В) 15; Г) 33; Д) 41. |
| 54 | Какова масса каждого из двух одинаковых шариков, если они на расстоянии 0,1 м притягиваются с силой $6,67 \cdot 10^{-15}$ Н? Ответ в г. А) 8; Б) 3; В) 1; Г) 2; Д) 6. |
| 55 | Тело массой 2 кг под действием силы изменяет свою проекцию скорости с течением времени так, как показано на рисунке. Определить работу этой силы за две секунды |

| | |
|----|---|
| |  <p>А) 52Дж; Б) -52Дж; В) 44Дж; Г) -44Дж; Д) 22Дж.</p> |
| 56 | <p>На тело массой 3кг действует сила, под влиянием которой тело изменяет свою проекцию перемещения так, как показано на рисунке. Чему равна работа этой силы за одну секунду?</p>  <p>А) 18Дж; Б) -18Дж; В) 6Дж; Г) -6Дж; Д) 22Дж.</p> |
| 57 | <p>Тело массой 200г изменяет свои координаты по закону: $X=3+2t-t^2$(м). Определить работу силы трения за 2 секунды, если коэффициент трения скольжения равен 0,1 .</p> <p>А) 0,6Дж; Б) -0,6Дж; В) 0,4Дж; Г) -0,4Дж; Д) 0Дж.</p> |
| 58 | <p>Используя график зависимости сил действующих на три тела от их перемещения, установить в каком из нижеприведенных соотношений находятся работы этих сил к тому моменту времени, когда перемещения станут одинаковыми?</p>  <p>А) $A_1 : A_2 : A_3 = 1:2:3$; Б) $A_1 : A_2 : A_3 = 3:2:1$; В) $A_1 : A_2 : A_3 = 2:3:1$; Г) $A_1 : A_2 : A_3 = 1:3:2$; Д) $A_1 : A_2 : A_3 = 1:3:1$</p> |
| 59 | <p>На рисунке представлен график зависимости работы некоторой силы от</p> |

| | |
|----|---|
| | <p>времени. В каком из нижеприведенных соотношений находятся между собой мощности этих сил в моменты времени t_1; t_2 t_3?</p>  <p>А) $N_3 > N_2 > N_1$; Б) $N_3 < N_2 < N_1$; В) $N_3 > N_1 > N_2$; Г) $N_3 < N_1 < N_2$; Д) $N_3 = N_2 = N_1$.</p> |
| 60 | <p>Тело массой 100г поднимается вертикально вверх с ускорением 2 м/с². Определить работу силу тяжести за 5 секунд.</p> <p>А) 25Дж; Б) -25Дж; В) 125Дж; Г) -125Дж; Д) 10Дж.</p> |

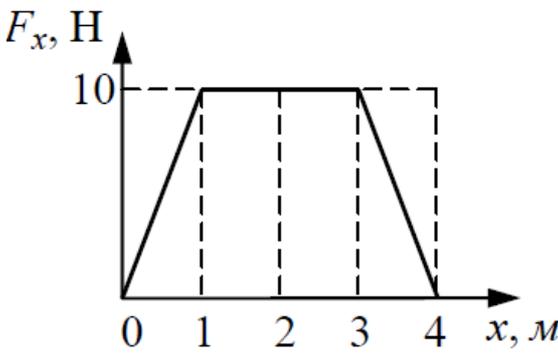
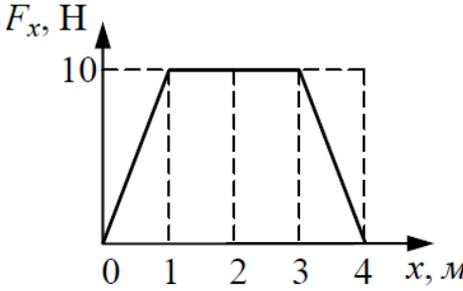
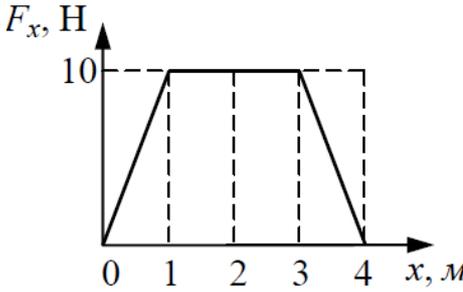
2.3. Банк тестовых заданий по динамике поступательного движения (уровень2)

| | |
|---|--|
| 1 | <p>На тело, масса которого $m_1 = 4$кг, начинает действовать сила, величина которой 24Н. В результате чего тела, изображенные на рисунке, придут в движение. Определить величину силы, с которой второе тело массой 8кг действует на первое, если коэффициент трения 0,1.</p>  <p>А) 24Н; Б) 12Н; В) 16Н; Г) 8Н; Д) 4Н.</p> |
| 2 | <p>Равномерно движущиеся тело въезжает на шероховатую поверхность, коэффициент трения о которую изменяется с расстоянием так, как показано на рисунке. Определить скорость, с которой тело въехало на поверхность, если, пройдя расстояние 5м, оно остановилось.</p>  <p>А) 10м/с; Б) $\sqrt{200}$ м/с; В) 2м/с; Г) 100м/с; Д) 3м/с.</p> |

| | |
|---|--|
| 3 | <p>Тело массой 200г движется с переменным ускорением, которое изменяется с течением времени так, как показано на рисунке. Определить величину проекции изменения импульса этого тела за первые 15с своего движения.</p>  <p>А) 4 кг·м/с; Б) 8 кг·м/с; В) 6 кг·м/с; Г) 10 кг·м/с; Д) 0,4 кг·м/с.</p> |
| 4 | <p>Тело массой 2кг под действием постоянной силы изменяет свои координаты так, как показано на рисунке. Определить скорость тела в момент времени t_1, если в промежутке времени $(t_1; t_2)$ изменение импульса равно 16 кг·м/с.</p>  <p>А) 8 м/с; Б) 2 м/с; В) 64 м/с; Г) 4м/с; Д) 32м/с.</p> |
| 5 | <p>Два тела, массы которых соответственно равны 2кг и 3кг, одновременно бросили навстречу друг другу с горизонтально направленными скоростями 3м/с и 2м/с. Через две секунды произошло абсолютно неупругое столкновение этих тел. Определить значение импульса образовавшейся системы тел в этот момент времени. (Временем столкновения пренебречь)</p> <p>А) 100 кг·м/с; Б) 40 кг·м/с; В) 60 кг·м/с; Г) 50 кг·м/с; Д) 0,4 кг·м/с.</p> |
| 6 | <p>Чему равна сила давления шара на плоскость при абсолютно неупругом ударе тела массой 200г о горизонтальную поверхность, если скорость тела перед ударом 10м/с, а время удара 0,01с?</p> <p>А) 200Н; Б) 20Н; В) 4000Н; Г) 400Н; Д) 202Н.</p> |
| 7 | <p>Какое из нижеприведенных соотношений определяет ускорение свободного падения на поверхности планеты, масса которой в 4 раза больше массы Земли, а радиус в два раза больше радиуса Земли? (Ускорение</p> |

| | |
|----|---|
| | свободного падения на поверхности Земли 10 м/с^2) А) 10 м/с^2 ; Б) 20 м/с^2 ; В) 5 м/с^2 ; Г) 15 м/с^2 ; Д) 6 м/с^2 . |
| 8 | Пуля, летящая горизонтально со скоростью 80 м/с , пробивает шар, висящий на невесомой нити, и вылетает со скоростью 60 м/с . Масса шара в 4 раза больше массы пули. Найдите, чему равна длина нити, если после удара шар отклонился на 60° от вертикали. А) 1 м ; Б) $2,0\text{ м}$; В) $2,5\text{ м}$; Г) $0,15\text{ м}$; Д) $0,6\text{ м}$. |
| 9 | Два пластилиновых шарика, массы которых 100 г и 300 г , подвешены на одинаковых нитях длиной 1 м . Шарик соприкасаются. Второй шарик отклонили от положения равновесия на угол 90° и отпустили. Какая часть энергии шариков после абсолютно неупругого соударения перейдет в тепло? А) 1 м ; Б) $0,5\text{ м}$; В) $0,25\text{ м}$; Г) $0,15\text{ м}$; Д) $0,6\text{ м}$. |
| 10 | Кусок пластилина сталкивается с бруском, скользящим навстречу по горизонтальной поверхности стола, и прилипает к нему. Скорости пластилина и бруска перед ударом равны $v_{\text{пл}}=12\text{ м/с}$ и $v_{\text{бр}}=4\text{ м/с}$. Масса бруска в 4 раза больше массы пластилина. Коэффициент трения скольжения между бруском и столом $\mu=0.15$. На какое расстояние переместятся слипшиеся брусок с пластилином к моменту, когда их скорость уменьшится на 30% ? Ответ округлите до сотых. А) $0,31$; Б) $0,11$; В) $0,25$; Г) $0,15$; Д) $0,61$. |
| 11 | Потенциальная энергия частицы задается функцией $U=3xy^2z$. F_y – компонента вектора силы, действующей на частицу в точке А (3, 1, 2), равна... А) 36 Н ; Б) 6 Н ; В) 4 Н ; Г) 18 Н . |
| 12 | Потенциальная энергия частицы задается функцией $U=xy z$. F_x – компонента вектора силы, действующей на частицу в точке А (1, 2, 3), равна... А) 3 Н ; Б) 6 Н ; В) 4 Н ; Г) 5 Н . |
| 13 | Частица движется в двумерном поле, причем ее потенциальная энергия задается функцией $U = -2xy$. Работа сил поля по перемещению частицы из точки С (1, 1, 1) в точку В(2, 2, 2) равна... А) 6 Дж ; Б) 3 Дж ; В) 12 Дж ; Г) 0 Дж . |
| 14 | Вдоль оси ОХ навстречу друг другу движутся 2 частицы с массами $m_1 = 2\text{ г}$ и $m_2 = 6\text{ г}$ и скоростями $v_1 = 9\text{ м/с}$ и $v_2 = 3\text{ м/с}$ соответственно. Проекция скорости центра масс на ось ОХ (в системе СИ) равна... |

| | |
|----|--|
| | A) 0 м; Б) 18 м; В) 36 м; Г) 25 м. |
| 15 | <p>График зависимости кинетической энергии тела, брошенного с поверхности земли под некоторым углом к горизонту, от высоты подъема имеет вид, показанный на рисунке...</p> <p>A) Б) В) Г)</p> |
| 16 | <p>График зависимости кинетической энергии от времени для тела, брошенного с поверхности земли под некоторым углом к горизонту, имеет вид, показанный на рисунке...</p> <p>A) Б) В) Г)</p> |
| 17 | <p>Соотношение работ силы тяжести при движении тела из точки В в точку С по разным траекториям имеет вид...</p> <p>A) $A_1 > A_2 > A_3$; Б) $A_1 = A_2 = A_3 = 0$; В) $A_1 < A_2 < A_3$; Г) $A_1 = A_2 = A_3$ не равна 0.</p> |
| 18 | <p>Изменение силы тяги на различных участках пути представлено на графике. Работа максимальна на участке...</p> <p>A) (0 – 1) км; Б) (4 – 5) км;</p> |

| | |
|----|--|
| | В) (1 – 2) км; Г) (3 – 4) км; Д) (2 – 3) км. |
| 19 | <p>Тело движется под действием силы, зависимость проекции которой от координаты представлена на графике. Работа силы на пути 4 м равна...</p>  <p>А) 10 Дж; Б) 20 Дж; В) 30 Дж; Г) 40 Дж.</p> |
| 20 | <p>Тело движется под действием силы, зависимость проекции которой от координаты представлена на графике. Работа силы на пути 2 м равна...</p>  <p>А) 10 Дж; Б) 20 Дж; В) 30 Дж; Г) 40 Дж.</p> |
| 21 | <p>Тело движется под действием силы, зависимость проекции которой от координаты представлена на графике. Работа силы на пути 2,5 м равна...</p>  <p>А) 10 Дж; Б) 20 Дж; В) 30 Дж; Г) 40 Дж.</p> |

ГЛАВА III

ДИНАМИКА ВРАЩАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ ТВЕРДОГО ТЕЛА

3.1 Основные формулы и законы

Момент силы относительно какой-либо точки определяется векторным произведением радиус-вектора, проведенного из этой точки к точке приложения силы, на вектор силы:

$$\vec{M} = [\vec{r}, \vec{F}]. \quad (3.1)$$

Модуль момента силы равен:

$$M = rF \sin(\vec{r} \wedge \vec{F}), \quad (3.2)$$

либо иначе $M = F\ell$, где ℓ – плечо силы, т.е. кратчайшее расстояние от оси вращения до прямой, вдоль которой действует сила.

Моментом инерции материальной точки относительно оси вращения называется величина, равная:

$$J = mr^2, \quad (3.3)$$

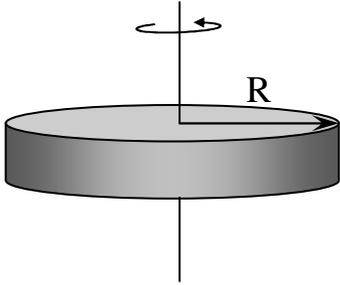
где m – масса материальной точки и r – расстояние точки от оси.

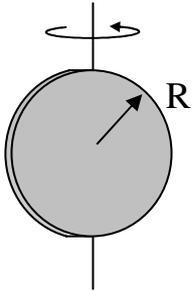
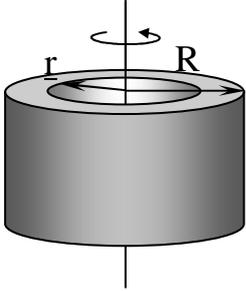
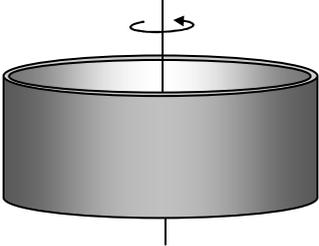
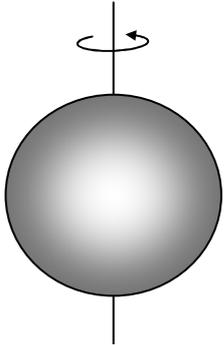
Момент инерции твердого тела относительно его некоторой оси равен:

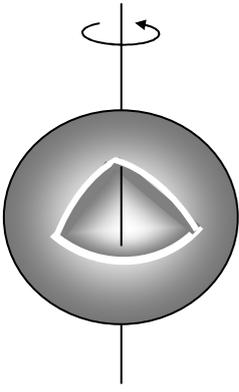
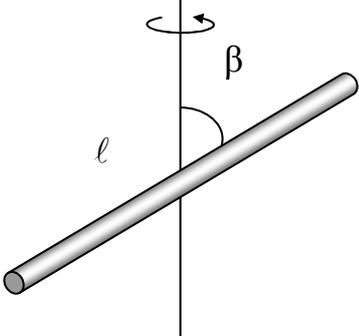
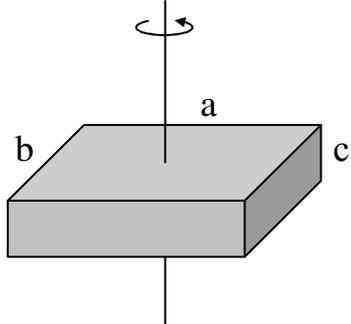
$$J = \int r^2 dm = \int \rho r^2 dV, \quad (3.4)$$

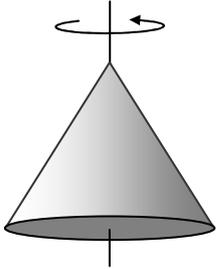
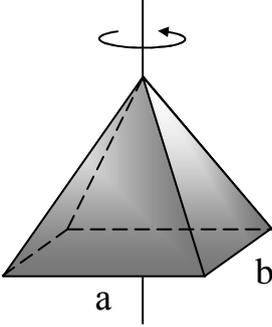
где ρ – плотность вещества; dV – элементарный объем. Производя интегрирование, можно получить осевые моменты инерции тел простой формы относительно оси проходящей через центр масс тела.

Таблица 1

| | | |
|---|---|------------------------|
| Сплошной цилиндр (диск) радиусом R |  | $J = \frac{1}{2} mR^2$ |
|---|---|------------------------|

| | | |
|---|---|---------------------------------|
| <p>Тонкий диск радиусом R</p> |  | $J = \frac{1}{4} m R^2$ |
| <p>Труба с внешним радиусом R и внутренним радиусом r</p> |  | $J = \frac{1}{2} m (R^2 + r^2)$ |
| <p>Тонкостенный цилиндр (обруч, кольцо) радиусом R</p> |  | $J = m R^2$ |
| <p>Сплошной шар радиусом R</p> |  | $J = \frac{2}{5} m R^2$ |

| | | |
|--|--|--|
| <p>Сферическая оболочка (тонкий шаровой слой) радиусом R</p> |  | $J = \frac{2}{3} m R^2$ |
| <p>Тонкий стержень длины ℓ</p> |  | $J = \frac{1}{12} m \ell^2 \sin^2 \beta$ |
| <p>Прямоугольный параллелепипед</p> |  | $J = \frac{1}{12} m (a^2 + b^2)$ |

| | | |
|----------|---|----------------------------------|
| Конус |  | $J = \frac{3}{10} m R^2$ |
| Пирамида |  | $J = \frac{1}{20} m (a^2 + b^2)$ |

Если для какого-либо тела известен его момент инерции J_0 относительно оси, проходящей через центр масс, то момент инерции относительно любой оси, параллельной первой, может быть найден по теореме Штейнера:

$$J = J_0 + m d^2, \quad (3.5)$$

где m – масса тела, d – расстояние между осями.

Момент импульса материальной точки относительно какой-либо точки определяется векторным произведением радиус-вектора, проведенного из этой точки к материальной точке, на вектор импульса:

$$\vec{L} = [\vec{r}, \vec{p}]. \quad (3.6)$$

Модуль момента импульса равен:

$$L = r p \sin(\vec{r} \wedge \vec{p}). \quad (3.7)$$

Момент импульса (момент количества движения) тела относительно оси вращения (например, оси z) равен:

$$L_z = J_z \omega, \quad (3.8)$$

где J_z – момент инерции тела относительно оси вращения; ω – угловая скорость вращения.

Основной закон динамики вращательного движения имеет вид:

$$\vec{M} dt = d\vec{L} = d(J \vec{\omega}), \quad (3.9)$$

где \vec{M} – суммарный момент сил, приложенных к телу, J - момент инерции тела, $\vec{\omega}$ – угловая скорость вращения тела.

Если $J = \text{const}$, и ось вращения остается неподвижной, то уравнение (3.9) можно представить в скалярном виде:

$$M = J \frac{d\omega}{dt} = J\varepsilon, \quad (3.10)$$

где ε - угловое ускорение, приобретаемое телом под действием вращательного момента M относительно оси вращения.

Кинетическая энергия тела, относительно неподвижной оси равна:

$$E_{\text{вр}} = \frac{J\omega^2}{2}, \quad (3.11)$$

где J – осевой момент инерции тела; ω – угловая скорость вращения.

Полная кинетическая энергия твердого тела при плоском движении:

$$E_k = \frac{mv_c^2}{2} + \frac{J_c \omega^2}{2}, \quad (3.12)$$

где v_c - скорость поступательного движения; J_c - момент инерции тела относительно оси вращения, проходящей через центр масс.

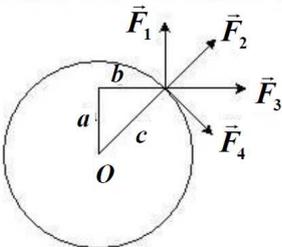
Элементарная работа определяется скалярным произведением момента сил на элементарное угловое перемещение:

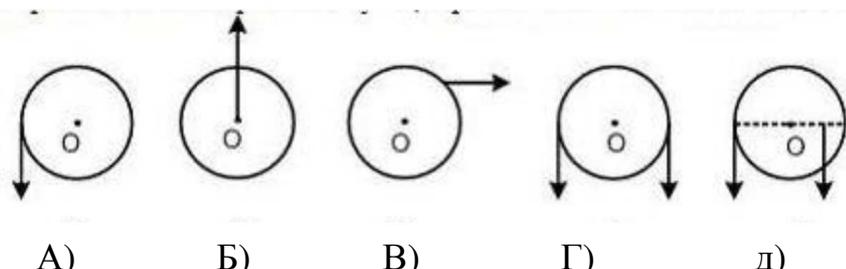
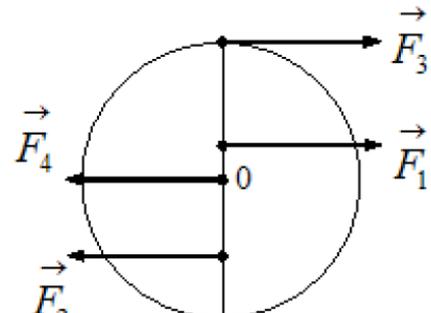
$$\delta A = (\vec{M} d\vec{\phi}) = M d\phi \cos(\vec{M} \wedge d\vec{\phi}). \quad (3.13)$$

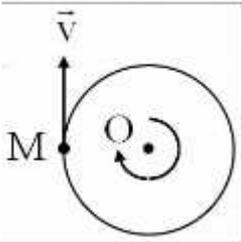
Закон сохранения момента импульса – полный момент импульса относительно какой-либо точки механически изолированной системы есть величина постоянная:

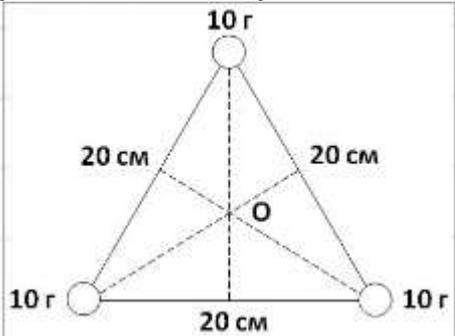
$$\sum_i \vec{L}_i = \text{const}. \quad (3.14)$$

3.2. Банк тестовых заданий по динамике вращательного движения (уровень1)

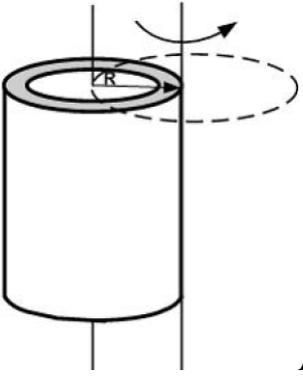
| | |
|---|--|
| 1 | <p>К точке, лежащей на внешней поверхности диска, приложены 4 силы. Если ось вращения проходит через центр O диска перпендикулярно плоскости рисунка, то плечо силы F_1 равно....</p>  <p>А) c; Б) a; В) b; Г) 0.</p> |
| 2 | К диску, который может свободно вращаться вокруг оси, проходящей |

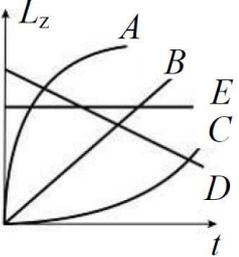
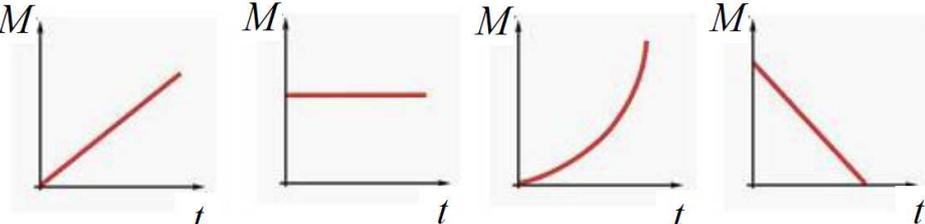
| | |
|---|---|
| | <p>через точку O, прикладывают одинаковые по величине силы. Момент сил будет максимальным в положении ...</p>  <p>A) Б) В) Г) д)</p> |
| 3 | <p>Диск может вращаться вокруг оси, перпендикулярной плоскости диска и проходящей через его центр. К нему прикладывают одну из сил (F_1, F_2, F_3 или F_4), лежащих в плоскости диска и равных по модулю. Верным для угловых ускорений диска является соотношение...</p>  <p>А) $\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = \varepsilon_3 = \varepsilon_4$; Б) $\varepsilon_3 > \varepsilon_2 > \varepsilon_1$ $\varepsilon_4=0$; В) $\varepsilon_3 = \varepsilon_2 > \varepsilon_1$ $\varepsilon_2 > \varepsilon_4$; Г) $\varepsilon_1 < \varepsilon_2 < \varepsilon_3 < \varepsilon_4$.</p> |
| 4 | <p>Известно, что диск и цилиндр имеют одинаковые массы и радиусы. Каково соотношение их моментов инерции относительно оси симметрии?</p> <p>А) момент инерции диска больше; Б) момент инерции диска меньше; В) моменты инерции равны друг другу; Г) понятие момента инерции неприменимо к данным объектам.</p> |
| 5 | <p>Четыре одинаковых небольших шарика соединили невесомыми стержнями таким образом, что получился квадрат. Во сколько раз момент инерции полученного квадрата относительно одной из сторон больше момента инерции относительно диагонали?</p> <p>А) 2; Б) 4; В) 0,5; Г) одинаковы.</p> |
| 6 | <p>Момент инерции материальной точки относительно неподвижной оси вращения – это:</p> <p>А) векторная физическая величина, равная произведению массы материальной точки на квадрат расстояния до оси или центра вращения; Б) скалярная физическая величина, равная произведению массы матери-</p> |

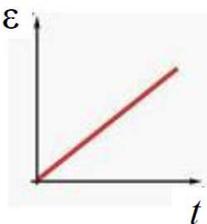
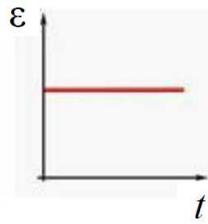
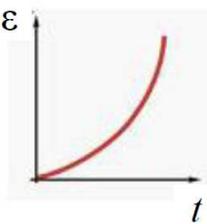
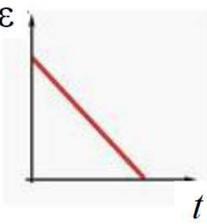
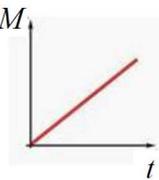
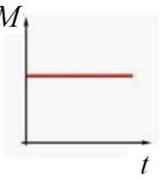
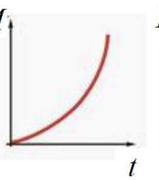
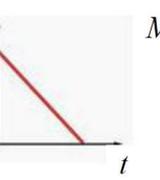
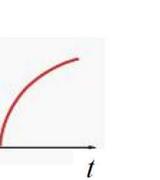
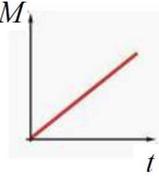
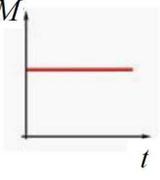
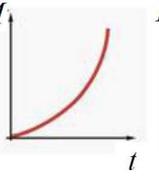
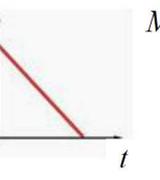
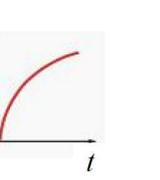
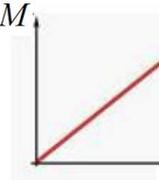
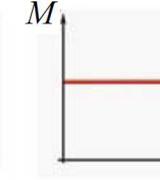
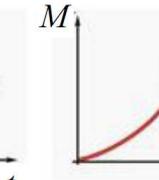
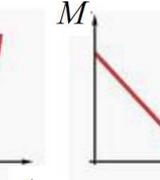
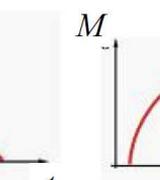
| | |
|----|---|
| | <p>альной точки на квадрат расстояния до оси или центра вращения; В) скалярная физическая величина, равная произведению массы материальной точки на расстояние до оси или центра вращения; Г) среди приведенных ответов нет правильного.</p> |
| 7 | <p>Момент инерции однородного диска относительно оси, проходящей через центр масс (точку O), определяется соотношением $I_0 = mR^2/2$. Момент инерции этого же диска относительно оси, проходящей параллельно данной через точку A, которая находится на расстоянии равном половине радиуса, равен...</p> <p>А) $I = 3mR^2/4$; Б) $I = 3mR^2/2$; В) $I = 5mR^2/4$; Г) $I = 5mR^2/2$.</p> |
| 8 | <p>Выберите верное утверждение. Направление вектора момента силы...</p> <p>А) не совпадает с направлением вектора углового ускорения; Б) совпадает с направлением вектора углового ускорения; В) противоположно направлению вектора углового ускорения; Г) перпендикулярно направлению вектора углового ускорения.</p> |
| 9 | <p>Автомобиль движется равномерно и прямолинейно с линейной скоростью 60 км/ч. Вектор линейной скорости некоторой точки M колеса направлен так, как показано на рисунке. Как направлен вектор угловой скорости этой точки?</p>  <p>А) влево; Б) вправо; В) от наблюдателя; Г) к наблюдателю; д) вверх.</p> |
| 10 | <p>Определите момент инерции креста массой $m = 1$ кг относительно оси, которая перпендикулярна плоскости креста и проходит через его центр? Крест представляет из себя два пересекающихся под прямым углом стержня длиной 60 см.</p> <p>А) $0,0015 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$; Б) $0,03 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$; В) $0,06 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$; Г) 0.</p> |
| 11 | <p>Чему равен момент инерции небольшого тела массой 0,3 кг, вращающегося относительно оси, находящейся на расстоянии 20 см от него?</p> <p>А) $0,012 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$; Б) $0,006 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$; В) $0,018 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$; Г) 0.</p> |
| 12 | <p>Два небольших тела массой 20 г каждое скреплены легким стержнем длиной 20 см. Чему приблизительно равен момент инерции такой системы относительно оси, перпендикулярной стержню и проходящей че-</p> |

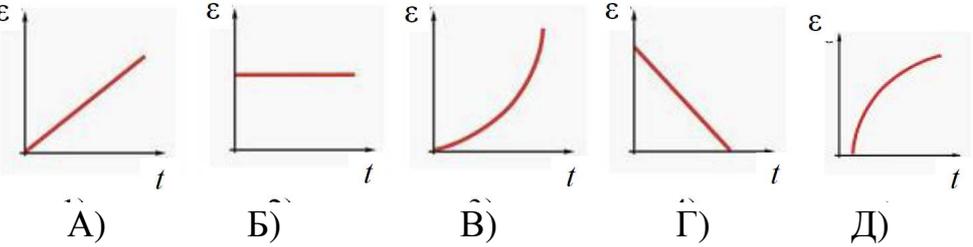
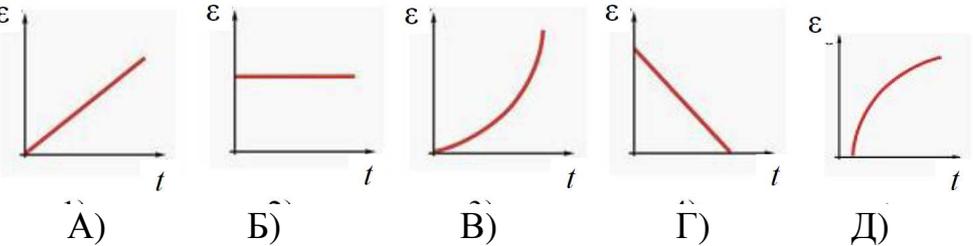
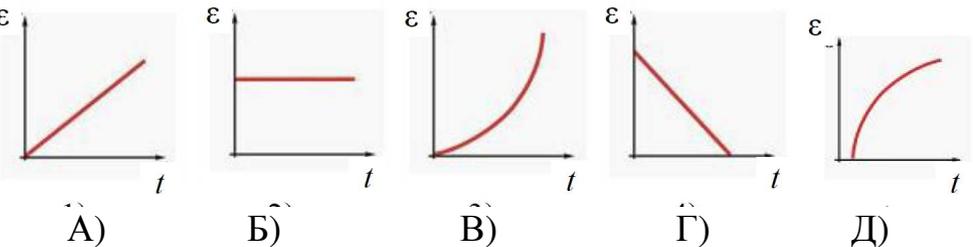
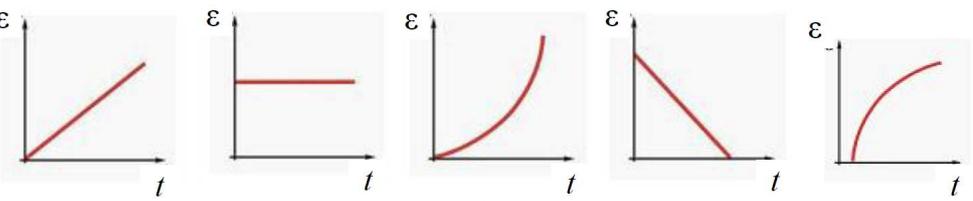
| | |
|----|--|
| | рез его середину? А) $6,7 \cdot 10^{-4} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$; Б) $2 \cdot 10^{-4} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$; В) $4 \cdot 10^{-4} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$; Г) $6,7 \cdot 10^{-5} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$. |
| 13 | <p>Три одинаковых маленьких шарика массой 10 г каждый закреплены в вершинах равностороннего треугольника со стороной 20 см с помощью невесомых стержней, как показано на рисунке. Рассчитайте момент инерции такой системы относительно оси, перпендикулярной плоскости треугольника и проходящей через геометрический центр данного треугольника (точку О).</p>  <p>А) $2 \cdot 10^{-4} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$; Б) $4 \cdot 10^{-4} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$; В) $1,33 \cdot 10^{-4} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$; Г) $4 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$.</p> |
| 14 | <p>Определите момент инерции небольшого карандаша длиной 30 см и массой 50 г относительно оси вращения, перпендикулярной карандашу и проходящей через точку, отстоящую от середины карандаша на 1/6 часть его длины.</p> <p>А) $5 \cdot 10^{-4} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$; Б) $10^{-3} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$; В) $0,75 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$; Г) $3 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$.</p> |
| 15 | <p>Вычислите момент инерции тонкого однородного металлического стержня длиной 60 см и массой 100 г относительно оси вращения, перпендикулярной стержню и проходящей через точку, отстоящую от его середины на 10 см.</p> <p>А) $1,75 \cdot 10^{-4} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$; Б) $4 \cdot 10^{-4} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$; В) $4 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$; Г) $2 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$.</p> |
| 16 | <p>Вычислить момент инерции тонкого однородного диска радиусом 10 см и массой 50 г относительно оси вращения, касательной к диску.</p> <p>А) $6,25 \cdot 10^{-4} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$; Б) $7,5 \cdot 10^{-4} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$; В) $1,25 \cdot 10^{-4} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$; Г) $2,5 \cdot 10^{-4} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$.</p> |
| 17 | <p>Тонкий металлический стержень длиной 50 см и массой 400 г вращают вокруг оси, перпендикулярную стержню и проходящую через его центр, с угловым ускорением 3 рад/с^2. Вычислите момент приложенных к стержню сил.</p> <p>А) $2,5 \cdot 10^{-3} \text{ Н} \cdot \text{м}$; Б) $1,0 \cdot 10^{-2} \text{ Н} \cdot \text{м}$; В) $2,5 \cdot 10^{-2} \text{ Н} \cdot \text{м}$; Г) $0,5 \cdot 10^{-3} \text{ Н} \cdot \text{м}$.</p> |
| 18 | <p>Уравнение вращения шара массой 10 кг и радиусом 20 см вокруг оси, проходящей через его центр имеет вид: $\varphi = 1 + 4t^2 - t^3$. Все величины вы-</p> |

| | |
|----|--|
| | <p>ражены в СИ. Вычислите вращающий момент, действующий на шар, через 2 с после начала вращения. А) $-2 \text{ Н}\cdot\text{м}$; Б) $0,16 \text{ Н}\cdot\text{м}$; В) $-0,64 \text{ Н}\cdot\text{м}$; Г) $0,32 \text{ Н}\cdot\text{м}$.</p> |
| 19 | <p>Какое свойство тела, проявляющееся при вращательном движении, характеризуем момент инерции? А) инерция; Б) инертность; В) протяженность; Г) нет верного ответа.</p> |
| 20 | <p>Рассматриваются три тела одинаковой массы: диск, тонкостенная труба и сплошной шар. Радиусы шара и оснований диска и трубы одинаковы. Верным для моментов инерции рассматриваемых тел относительно указанных осей является соотношение...</p> <div style="text-align: center;"> <p>1 2 3</p> <p>Диск Труба Шар</p> </div> <p>А) $J_1 = J_2 = J_3$; Б) $J_3 > J_1 > J_2$; В) $J_1 < J_2 < J_3$; Г) $J_2 < J_3 < J_1$.</p> |
| 21 | <p>Диск и цилиндр имеют одинаковые массы и радиусы. Для их моментов инерции справедливо соотношение... А) $J_{ц} = J_{д}$; Б) $J_{ц} > J_{д}$; В) $J_{ц} < J_{д}$.</p> |
| 22 | <p>Три маленьких шарика расположены в вершинах правильного треугольника. Момент инерции этой системы относительно оси O_1, перпендикулярной плоскости треугольника и проходящей через его центр, – J_1. Момент инерции этой же системы относительно оси O_2, перпендикулярной плоскости треугольника и проходящей через один из шариков, – J_2. Справедливо утверждение...</p> <div style="text-align: center;"> <p>O_1 O_2</p> </div> <p>А) $J_1 = J_2$; Б) $J_1 > J_2$; В) $J_1 < J_2$.</p> |
| 23 | <p>При расчете моментов инерции тела относительно осей, не проходящих</p> |

| | |
|----|---|
| | <p>через центр масс, используют теорему Штейнера. Если ось вращения тонкостенной трубки перенести из центра масс на образующую (см. рис.), то момент инерции относительно новой оси увеличится в...</p>  <p>А) 4 раза; Б) 1,5 раза; В) 2 раза; Г) 3 раза.</p> |
| 24 | <p>Момент инерции обруча массой m, радиусом R относительно оси, проходящей через его центр перпендикулярно плоскости, в которой лежит обруч, $J = mR^2$. Если ось вращения перенести параллельно в точку на обруче, то момент инерции...</p> <p>А) увеличится в 1,5 раза; Б) увеличится в 2 раза; В) не изменится; Г) уменьшится в 2 раза.</p> |
| 25 | <p>Если момент инерции тела увеличить в 2 раза и скорость его вращения увеличить в 2 раза, то момент импульса тела...</p> <p>А) увеличится в 8 раз; Б) увеличится в 4 раза; В) не изменится; Г) увеличится в 2 раза.</p> |
| 26 | <p>Если момент инерции тела увеличить в 3 раза и скорость его вращения увеличить в 3 раза, то момент импульса тела...</p> <p>А) увеличится в 9 раз; Б) увеличится в 9 раз; В) не изменится; Г) увеличится в 3 раза.</p> |
| 27 | <p>Две материальные точки одинаковой массы движутся с одинаковой угловой скоростью по окружностям радиусами $R_1 = 2R_2$. При этом отношение моментов импульса точек L_1/L_2 равно...</p> <p>А) 1/2; Б) 2; В) 4; Г) 1/4.</p> |
| 28 | <p>Момент импульса тела относительно неподвижной оси изменяется по закону $L = 3\sqrt{t}$. Зависимость момента сил от времени имеет вид...</p> <p>А) $M = 3\sqrt{t}$; Б) $M = 3/2\sqrt{t}$; В) $M = 3t$; Г) $M = 1,5\sqrt{t}$.</p> |
| 29 | <p>Момент импульса тела изменяется по закону $L(t) = t^2 - 6t + 8$. Момент сил, действующих на тело, станет равен нулю через...</p> <p>А) 1 с; В) 2 с; С) 4 с; Д) 3 с.</p> |

| | |
|----|--|
| 30 | <p>Момент импульса тела изменяется по закону $L(t) = t^2 - 6t + 1$. Момент сил, действующих на тело, станет равен нулю через... А) 1 с; В) 2 с; С) 4 с; Д) 3 с.</p> |
| 31 | <p>Момент импульса тела изменяется по закону $L(t) = 2t^2 - 8t + 8$. Момент сил, действующих на тело, станет равен нулю через... А) 1 с; В) 2 с; С) 4 с; Д) 3 с.</p> |
| 32 | <p>Момент импульса тела изменяется по закону $L(t) = 3t^2 - 9t + 8$. Момент сил, действующих на тело, станет равен нулю через... А) 1,5 с; В) 2 с; С) 4 с; Д) 3 с.</p> |
| 33 | <p>Момент импульса тела изменяется по закону $L(t) = t^2 - 2t + 12$. Момент сил, действующих на тело, станет равен нулю через... А) 1 с; В) 2 с; С) 4 с; Д) 3 с.</p> |
| 34 | <p>Момент импульса тела изменяется по закону $L(t) = t^2 - 2t + 8$. Момент сил, действующих на тело, станет равен нулю через... А) 1 с; В) 2 с; С) 4 с; Д) 3 с.</p> |
| 35 | <p>Диск вращается вокруг неподвижной оси с постоянной угловой скоростью. В некоторый момент времени на диск начинает действовать не изменяющийся со временем тормозящий момент. Зависимость момента импульса диска от времени, начиная с этого момента, представлена на рисунке линией...</p>  <p>А) В; Б) Е; В) С; Г) А; Д) D.</p> |
| 36 | <p>Момент импульса вращающегося тела изменяется по закону $L = at^3$, где a – некоторая положительная константа. Зависимость от времени момента сил, действующих на тело, определяется графиком...</p>  |

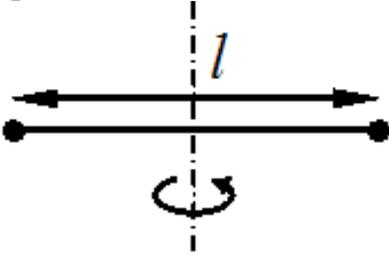
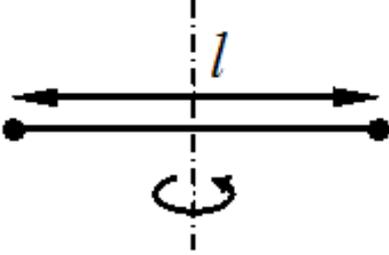
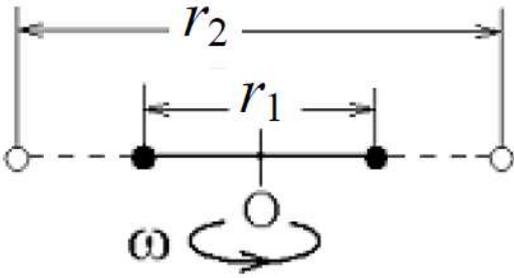
| | A) | Б) | В) | Г) | |
|----|--|---|---|--|---|
| 37 | <p>Момент импульса вращающегося тела изменяется по закону $L = at^3$, где a – некоторая положительная константа. Зависимость от времени углового ускорения определяется графиком...</p> | | | | |
| |  <p>A)</p> |  <p>Б)</p> |  <p>В)</p> |  <p>Г)</p> | |
| 38 | <p>Момент импульса вращающегося тела изменяется по закону $L = at^2$, где a – некоторая положительная константа. Зависимость от времени момента сил, действующих на тело, определяется графиком...</p> | | | | |
| |  <p>A)</p> |  <p>Б)</p> |  <p>В)</p> |  <p>Г)</p> |  <p>Д)</p> |
| 39 | <p>Абсолютно твердое тело вращается с угловым ускорением, изменяющимся по закону $\varepsilon = \varepsilon_0 - 2t$. Момент инерции тела остается постоянным в течение всего времени вращения. Зависимость от времени момента сил, действующих на тело, определяется графиком</p> | | | | |
| |  <p>A)</p> |  <p>Б)</p> |  <p>В)</p> |  <p>Г)</p> |  <p>Д)</p> |
| 40 | <p>Абсолютно твердое тело вращается с угловым ускорением, изменяющимся по закону $\varepsilon = 2t$. Момент инерции тела остается постоянным в течение всего времени. Зависимость от времени момента сил, действующих на тело, определяется графиком...</p> | | | | |
| |  <p>A)</p> |  <p>Б)</p> |  <p>В)</p> |  <p>Г)</p> |  <p>Д)</p> |

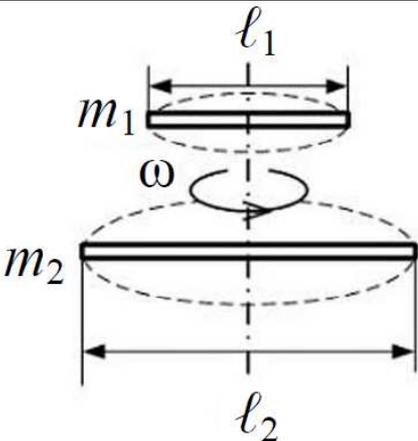
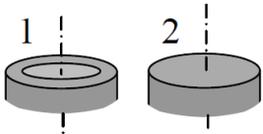
| | |
|----|---|
| 41 | <p>Момент импульса вращающегося тела изменяется по закону $L = 2t - 2t^2$. Момент инерции тела остается постоянным в течение всего времени вращения. При этом угловое ускорение тела зависит от времени согласно графику...</p>  <p>А) Б) В) Г) Д)</p> |
| 42 | <p>Момент импульса вращающегося тела изменяется по закону $L = 6t - 2t^2$. Момент инерции тела остается постоянным в течение всего времени вращения. При этом угловое ускорение тела зависит от времени согласно графику...</p>  <p>А) Б) В) Г) Д)</p> |
| 43 | <p>Момент импульса вращающегося тела изменяется по закону $L = 7t - 2t^2$. Момент инерции тела остается постоянным в течение всего времени вращения. При этом угловое ускорение тела зависит от времени согласно графику...</p>  <p>А) Б) В) Г) Д)</p> |
| 44 | <p>Момент силы, приложенный к вращающемуся телу, изменяется по закону $M = M_0 - \alpha t$, где α – некоторая положительная константа. Момент инерции тела остается постоянным в течение всего времени вращения. Зависимость углового ускорения от времени представлена на графике...</p>  <p>А) Б) В) Г) Д)</p> |

| | А) | Б) | В) | Г) | Д) |
|----|---|----|----|----|----|
| 45 | <p>Для того чтобы раскрутить диск радиуса R_1 вокруг своей оси до угловой скорости ω, необходимо совершить работу A_1. Под прессом диск становится тоньше, его радиус возрастает до $R_2 = 2R_1$. Для того чтобы раскрутить его до той же угловой скорости, необходимо совершить работу...</p> <p>А) $A_2 = 0,5A_1$; Б) $A_2 = 4A_1$; В) $A_2 = 2A_1$; Г) $A_2 = 0,25A_1$.</p> | | | | |
| 46 | <p>Тонкий однородный стержень длиной 50 см и массой 400 г вращается с угловым ускорением 3 рад/с² около оси, проходящей перпендикулярно стержню через его конец. Определить вращающий момент. Выразить в Н·м</p> <p>А) 0,025; Б) 0,25; В) 2,5; Г) 25.</p> | | | | |
| 47 | <p>Полый цилиндр массой 15 кг и радиусом 0,2 м вращается с угловой скоростью 250 рад/с вокруг своей оси. После того как на него перестал действовать вращающий момент сил, цилиндр остановился через 50 секунд. Определить величину силы трения F, действующей на цилиндр.</p> <p>А) 0,064; Б) 0,64; В) 6,4; Г) 64.</p> | | | | |
| 48 | <p>Маховик, момент инерции J которого равен 40 кг·м², начал вращаться равноускоренно из состояния покоя под действием момента силы $M = 20$ Н·м. Вращение продолжается в течение $t = 10$ с. Определить кинетическую энергию T, приобретенную маховиком.</p> <p>А) 500; Б) 58; В) 5; Г) 5000.</p> | | | | |
| 49 | <p>Сколько времени t будет скатываться без скольжения обруч с наклонной плоскости длиной $l = 2$ м и высотой $h = 10$ см?</p> <p>А) 0,4; Б) 52; В) 5; Г) 4.</p> | | | | |
| 50 | <p>Маховик, момент инерции J которого равен 20 кг·м², начал вращаться равноускоренно из состояния покоя под действием момента силы $M = 20$ Н·м. Вращение продолжается в течение $t = 10$ с. Определить кинетическую энергию T, приобретенную маховиком.</p> <p>А) 1000; Б) 58; В) 5; Г) 5000.</p> | | | | |

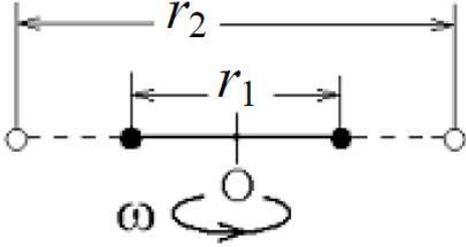
3.3. Банк тестовых заданий по динамике вращательного движения (уровень 2)

| | |
|---|--|
| 1 | <p>Два маленьких массивных шарика закреплены на концах невесомого стержня длины d. Стержень может вращаться в горизонтальной плоскости вокруг вертикальной оси, проходящей через середину стержня</p> |
|---|--|

| | |
|---|--|
| | <p>(см.рис). Стержень раскрутили до угловой скорости ω_1. Под действием трения стержень остановился, при этом выделилось тепло Q_1. Если стержень раскручен до угловой скорости $\omega_2 = 3\omega_1$, то при остановке стержня выделится тепло...</p>  <p>А) $Q_1/3$; Б) $Q_1/9$; В) $9Q_1$; Г) $3Q_1$.</p> |
| 2 | <p>Для условия предыдущего теста при остановке стержня выделилось 4 Дж теплоты. Если стержень раскручен до угловой скорости $\omega_2 = 0,5\omega_1$, то при остановке стержня выделится количество теплоты равное...</p>  <p>А) 1 Дж; Б) 4 Дж; В) 8 Дж; Г) 16 Дж.</p> |
| 3 | <p>Два маленьких массивных шарика закреплены на невесомом стержне, на расстоянии r_1 друг от друга (см. рис.). Стержень может вращаться без трения в горизонтальной плоскости вокруг вертикальной оси, проходящей посередине. Стержень раскрутили из состояния покоя до угловой скорости ω, при этом была совершена работа A_1. Шарик раздвинули на расстояние $r_2 = 2r_1$ и раскрутили до той же угловой скорости. При этом была совершена работа...</p>  <p>А) $A_2 = 4A_1$; Б) $A_2 = A_1/2$; В) $A_2 = A_1/4$; Г) $A_2 = 2A_1$.</p> |
| 4 | <p>Для того чтобы раскрутить стержень массой m_1 и длиной ℓ_1 (см. рис.) вокруг вертикальной оси, проходящей через его середину (см. рис.), до угловой скорости ω, необходимо совершить работу A_1. Чтобы раскрутить до той же угловой скорости стержень массой $m_2 = 2m_1$ и длиной $\ell_2 = 2\ell_1$, необходимо совершить работу большую, чем A_1 в...</p> |

| | |
|---|--|
| |  <p>А) 2 раза; Б) 4 раза; В) 8 раз; Г) 6 раз.</p> |
| 5 | <p>Обруч массой $m = 0,3$ кг и радиусом $R = 0,5$ м привели во вращение, сообщив ему энергию вращательного движения 1200 Дж, и опустили на пол так, что его ось вращения оказалась параллельной плоскости пола. Если обруч начал двигаться без проскальзывания, имея кинетическую энергию поступательного движения 200 Дж, то сила трения совершила работу, равную...</p> <p>А) 1400 Дж; Б) 1000 Дж; В) 600 Дж; Г) 800 Дж.</p> |
| 6 | <p>На рисунке показаны тела одинаковой массы и размеров, вращающиеся вокруг вертикальной оси с одинаковой частотой. Момент импульса первого тела $L_1 = 0,1$ Дж·с. Если $m = 1$ кг, $R = 10$ см, то кинетическая энергия второго тела равна...</p>  <p>Кольцо Диск</p> <p>1) 750 мДж; 2) 125 мДж; 3) 500 мДж; 4) 250 мДж.</p> |
| 7 | <p>Фигурист вращается вокруг вертикальной оси с определенной частотой. Если он прижмет руки к груди, уменьшив тем самым свой момент инерции относительно оси вращения в 1,5 раза, то ...</p> <p>А) частота вращения фигуриста и его кинетическая энергия вращения возрастут в 1,5 раза;</p> <p>Б) частота вращения фигуриста и его кинетическая энергия вращения уменьшатся в 1,5 раза;</p> <p>В) частота вращения фигуриста уменьшится в 1,5 раза, а его кинетическая энергия вращения - в 2,25 раза;</p> <p>Г) частота вращения фигуриста возрастет в 1,5 раза, а его кинетическая энергия вращения - в 2,25 раза.</p> |

| | |
|----|---|
| | |
| 8 | <p>Фигурист вращается вокруг вертикальной оси с определенной частотой. Если он разведет руки в стороны, увеличив тем самым свой момент инерции относительно оси вращения в 2 раза, то ...</p> <p>А) частота вращения фигуриста и его кинетическая энергия вращения возрастут в 2 раза;</p> <p>Б) частота вращения фигуриста и его кинетическая энергия вращения уменьшатся в 2 раза;</p> <p>В) частота вращения фигуриста уменьшится в 2 раза, а его кинетическая энергия вращения - в 4 раза;</p> <p>Г) частота вращения фигуриста возрастет в 2 раза, а его кинетическая энергия вращения - в 4 раза.</p> |
| 9 | <p>Фигурист вращается вокруг вертикальной оси с определенной частотой. Если он разведет руки в стороны, увеличив тем самым свой момент инерции относительно оси вращения в 4 раза, то ...</p> <p>А) частота вращения фигуриста и его кинетическая энергия вращения возрастут в 2 раза;</p> <p>Б) частота вращения фигуриста и его кинетическая энергия вращения уменьшатся в 2 раза;</p> <p>В) частота вращения фигуриста уменьшится в 4 раза, а его кинетическая энергия вращения - в 16 раз;</p> <p>Г) частота вращения фигуриста возрастет в 2 раза, а его кинетическая энергия вращения - в 4 раза.</p> |
| 10 | <p>Человек сидит в центре вращающейся по инерции вокруг вертикальной оси карусели и держит в руках длинный шест за его середину. Если он повернет шест из вертикального положения в горизонтальное, то частота вращения в конечном состоянии...</p> <p>А) уменьшится; Б) увеличится; В) не изменится.</p> |
| 11 | <p>Человек сидит в центре вращающейся по инерции вокруг вертикальной оси карусели и держит в руках вертикально тяжелый шест за его середину. Если он сместит шест, оставляя его в вертикальном положении, в направлении от центра карусели, то частота вращения в конечном состоянии...</p> <p>А) уменьшится; Б) не изменится; В) увеличится.</p> |
| 12 | <p>Два маленьких массивных шарика закреплены на невесомом длинном стержне на расстоянии r_1 друг от друга, как показано на рисунке. Стержень вращается без трения в горизонтальной плоскости вокруг вертикальной оси, проходящей через середину, с угловой скоростью ω_1. Если шарики раздвинуть симметрично на расстояние $r_2 = 2r_1$, то угловая ско-</p> |

| | |
|----|---|
| | <p>рость ω_2 будет равна ...</p>  <p>A) $\omega_2 = 4\omega_1$; Б) $\omega_2 = 0,5 \omega_1$; В) $\omega_2 = 0,25 \omega_1$; Г) $\omega_2 = 2 \omega_1$.</p> |
| 13 | <p>Обруч скатывается без проскальзывания с горки высотой 2,5 м. Если трением пренебречь, то скорость обруча у основания горки равна...</p> <p>A) 5 м/с; Б) $5\sqrt{2}$ м/с; в) $10/\sqrt{2}$ м/с; Г) $5/\sqrt{2}$ м/с.</p> |
| 14 | <p>Диск и обруч, с одинаковыми массами и радиусами, вкатываются без проскальзывания с одинаковыми скоростями на горку. Если трением и сопротивлением воздуха можно пренебречь, то отношение высот h_1/h_2, на которые они смогут подняться, равно...</p> <p>A) 0,7 ; Б) 14/15 В) 1; Г) 0,75.</p> |
| 15 | <p>Сплошной и полый цилиндры, с одинаковыми массами и радиусами, вкатываются без проскальзывания на горку. Если начальные скорости тел одинаковы, то...</p> <p>A) выше поднимется сплошной цилиндр; Б) выше поднимется полый цилиндр; В) оба тела поднимутся на одну и ту же высоту.</p> |
| 16 | <p>Сплошной и полый цилиндры, с одинаковыми массами и радиусами, скатываются без проскальзывания с одной и той же горки. Если трением пренебречь, то отношение скоростей v_1/v_2, которые будут иметь эти тела у основания горки, равно...</p> <p>A) 1 ; Б) $\sqrt{4/3}$ В) $\sqrt{15/14}$; Г) $\sqrt{10/7}$.</p> |
| 17 | <p>Шар катится без скольжения по горизонтальной поверхности. Полная кинетическая энергия Т шара равна 14 Дж. Определить кинетическую энергию Т1 поступательного и Т2 вращательного движения шара.</p> <p>A) 7; Б) 14; В) 4; Г) 10.</p> |
| 18 | <p>Определить линейную скорость v центра шара, скатившегося без скольжения с наклонной плоскости высотой $h=7$ м.</p> <p>A) 7; Б) 14; В) 4; Г) 10.</p> |

| | |
|----|---|
| 19 | Сколько времени t будет скатываться без скольжения обруч с наклонной плоскости длиной $l=2$ м и высотой $h=10$ см? А) 7; Б) 14; В) 4; Г) 10. |
| 20 | Карандаш длиной $l=15$ см, поставленный вертикально, падает на стол. Какую линейную v скорость будет иметь в конце падения середина карандаша? Считать, что трение настолько велико, что нижний конец карандаша не проскальзывает. А) 7; Б) 1; В) 4; Г) 10. |
| 21 | Определить линейную скорость v центра диска, скатившегося без скольжения с наклонной плоскости высотой $h=3$ м. А) 6,3; Б) 6,4; В) 4; Г) 10. |
| 22 | Определить линейную скорость v центра обруча, скатившегося без скольжения с наклонной плоскости высотой $h=1,6$ м. А) 6,3; Б) 6,4; В) 4; Г) 10. |
| 23 | Бревно длиной $l=10$ м, поставленное вертикально, падает на землю. Какую линейную v скорость будет иметь в конце падения верхняя точка бревна? Считать, что трение настолько велико, что нижний конец бревна не проскальзывает. А) 12,2; Б) 11,2; В) 14; Г) 10. |
| 24 | Сплошной цилиндр и шар, с одинаковыми массами и радиусами, вкатываются без проскальзывания на горку. Если начальные скорости тел одинаковы, то... А) выше поднимется сплошной цилиндр; Б) выше поднимется сплошной шар; В) оба тела поднимутся на одну и ту же высоту. |
| 25 | Человек сидит в центре вращающейся по инерции вокруг вертикальной оси карусели и держит в руках длинный шест за его середину. Если он сдвинется в сторону, то частота вращения в конечном состоянии... А) уменьшится; Б) увеличится; В) не изменится. |

ГЛАВА IV

МЕХАНИКА ЖИДКОСТИ

4.1. Основные определения и законы

Давлением p называется скалярная величина, равная отношению модуля силы F_n , действующей нормально поверхности, к площади S поверхности:

$$p = \frac{F_n}{S}. \quad (4.1)$$

В системе СИ за единицу давления принят паскаль (Па): $1\text{Па}=1\text{Н}/\text{м}^2$.

Гидростатическое давление, создаваемое жидкостью на глубине h , определяется силой тяжести вышележащих слоев жидкости:

$$p = \rho_{\text{ж}} g h, \quad (4.2)$$

где $\rho_{\text{ж}}$ – плотность жидкости. Если на уровне поверхности жидкости давление равно p_0 , то на глубине h оно будет равно:

$$p = \rho_{\text{ж}} g h + p_0. \quad (4.3)$$

Гидродинамическое давление, создаваемое жидкостью при движении со скоростью v , равно:

$$p_{\text{дин}} = \frac{\rho_{\text{ж}} v^2}{2}. \quad (4.4)$$

Сила Архимеда (выталкивающая сила) определяется:

$$F_a = \rho_{\text{ж}} g V, \quad (4.5)$$

где V – объем погруженной части тела в жидкость (объем вытесненной жидкости), $\rho_{\text{ж}}$ – плотность жидкости.

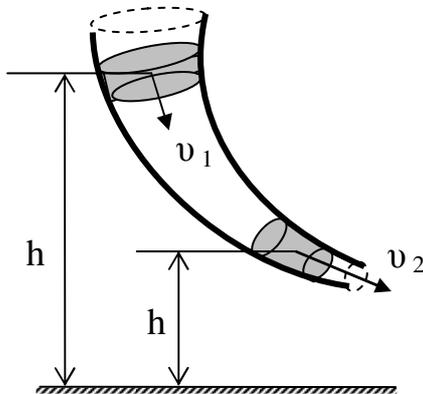


Рис. 4.1

Уравнение неразрывности струи для несжимаемой жидкости:

$$v_1 S_1 = v_2 S_2, \quad (4.6)$$

где S_1 и S_2 – площади поперечного сечения трубки тока в двух местах; v_1 и v_2 – соответствующие скорости течений.

Уравнение Бернулли. При установившемся движении идеальной несжимаемой жидкости для любой трубки тока выполняется равенство:

$$\frac{\rho v_1^2}{2} + \rho g h_1 + p_1 = \frac{\rho v_2^2}{2} + \rho g h_2 + p_2, \quad (4.7)$$

где v_1 и v_2 – скорости жидкости в двух сечениях трубки тока (рис. 4.1); p_1 и p_2 – давления жидкости в этих сечениях, h_1 и h_2 – высоты их над некоторым уровнем. Уравнение Бернулли в случае, когда оба сечения находятся на одной высоте ($h_1 = h_2$):

$$p_1 + \frac{\rho v_1^2}{2} = p_2 + \frac{\rho v_2^2}{2}. \quad (4.8)$$

Формула Торричелли. Скорость течения жидкости из малого отверстия в открытом широком сосуде определяется:

$$v = \sqrt{2gh}, \quad (4.9)$$

где h – расстояние от уровня жидкости в сосуде до расположения отверстия.

Сила внутреннего трения между слоями текущей жидкости равна:

$$F = \eta \left| \frac{\Delta v}{\Delta z} \right| S, \quad (4.10)$$

где η – динамическая вязкость (коэффициент внутреннего трения) жидкости, $\left| \frac{\Delta v}{\Delta z} \right|$ – градиент скорости в поперечном направлении движения, S – площадь соприкасающихся слоев.

Формула Пуазейля. Объем жидкости (газа), протекающей за время t через длинную (капиллярную) трубку, определяется формулой:

$$V = \frac{\pi r^4 t \Delta p}{8 \ell \eta}, \quad (4.11)$$

где r – радиус трубки; ℓ – ее длина; Δp – разность давлений на концах трубки; η – динамическая вязкость (коэффициент внутреннего трения) жидкости.

Число Рейнольдса является безразмерной величиной и определяет характер движения жидкости:

– для потока жидкости в длинных трубках

$$Re = \frac{\rho \langle v \rangle D}{\eta} = \frac{\langle v \rangle D}{\nu}, \quad (4.12)$$

где $\langle v \rangle$ – средняя по сечению скорость течения жидкости; D – диаметр трубки, $\nu = \frac{\eta}{\rho}$ – кинематическая вязкость;

– для движения шарика в жидкости

$$Re = \frac{\rho v d}{\eta}, \quad (4.13)$$

где U – скорость шарика; d — его диаметр.

При малых значениях чисел Рейнольдса, меньших некоторого критического значения $Re_{кр}$, движение жидкости является ламинарным. При значениях $Re > Re_{кр}$ движение жидкости переходит в турбулентное. Критическое число Рейнольдса для движения шарика в жидкости $Re_{кр} = 0,5$; для потока жидкости в длинных трубках $Re_{кр} = 2300$.

Формула Стокса. Сила сопротивления F , действующая со стороны жидкости на медленно движущийся в ней шарик, равна:

$$F = 6\pi\eta r v, \quad (4.14)$$

где r – радиус шарика. Формула справедлива при ламинарном движении, т.е. для скоростей, при которых число Рейнольдса много меньше единицы ($Re \ll 1$).

Сила поверхностного натяжения направлена по касательной к поверхности жидкости и прямо пропорциональна длине контура ℓ , ограничивающего поверхность жидкости:

$$F = \alpha \ell, \quad (4.15)$$

где α – коэффициент поверхностного натяжения; в системе СИ α измеряется в Н/м (ньютон на метр) или Дж/м².

В случае жидкостных плёнок надо учитывать две поверхности, тогда:

$$F = 2\alpha \ell, \quad (4.16)$$

Вследствие различной смачиваемости возникает краевой угол θ (угол смачивания) между касательной к поверхности жидкости и поверхностью твёрдого тела, в этом случае формула (4.15) приобретает вид:

$$F = \alpha \ell \cos \theta, \quad (4.17)$$

При увеличении площади поверхности жидкости внешние силы совершают работу:

$$\Delta A = \alpha \Delta S, \quad (4.18)$$

где ΔS – изменение площади поверхности.

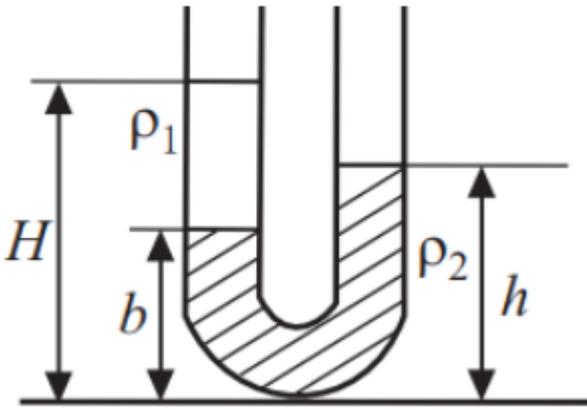
Добавочное давление, обусловленное силами поверхностного натяжения внутри сферической капли радиуса r жидкости равно:

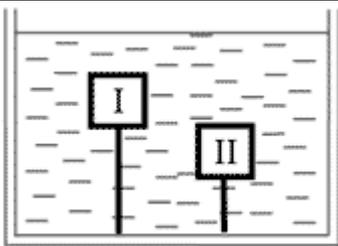
$$P = 2\alpha/r. \quad (4.19)$$

4.2. Банк тестовых заданий по механике жидкостей (уровень 1)

| | |
|---|--|
| 1 | Какое давление оказывает вода на дно бутылки площадью 10 см ² , если высота бутылки равна 20 см? Ответ в кПа. А) 7; Б) 2; В) 4; Г) 10. |
| 2 | Медный цилиндр массой 3,56 кг опущен в бензин. Определите дей- |

| | |
|----|--|
| | <p>ствующую на него архимедову силу. Плотность меди равна 8900 кг/м^3. Плотность бензина равна 700 кг/м^3. Ответ выразить в (Н). А) 7; Б) 2; В) 2,8; Г) 2,4.</p> |
| 3 | <p>Объём плавающего в океане айсберга равен $5,1 \text{ км}^3$. Какова плотность льда, если объём надводной части айсберга $0,4 \text{ км}^3$, а плотность воды в океане $1,02 \text{ г/см}^3$? Ответ выразите и округлите до сотых (г/см^3). А) 0,77; Б) 0,94; В) 0,8; Г) 0,4.</p> |
| 4 | <p>Подвешенный на нити железный шар целиком погружён в воду и не касается дна сосуда. Найдите радиус шара, если известно, что на него действует архимедова сила 42 Н. Ответ округлите до десятых. Ответ в см. А) 7; Б) 2; В) 4; Г) 10.</p> |
| 5 | <p>Алюминиевый шарик объёмом 500 см^3 погружён в воду. Определите вес шарика. Плотность воды равна 1000 кг/м^3. Плотность алюминия равна 2700 кг/м^3. А) 8,5; Б) 8,8; В) 4,8; Г) 3.</p> |
| 6 | <p>Малый поршень гидропресса за один ход опускается на $0,2 \text{ м}$, а большой поршень при этом поднимается на 1 см. С какой силой действует пресс на зажатое в нём тело, если на малый поршень действует сила 500 Н? Ответ выразите в (кН). А) 7; Б) 2; В) 4; Г) 10.</p> |
| 7 | <p>Пустой стакан с вертикальными стенками плавает в кастрюле с водой. Найдите массу грузика, который нужно положить в стакан, чтобы он погрузился ещё на 3 см. Площадь сечения стакана на уровне воды равна 20 см^2. Ответ выразите в (г). А) 70; Б) 60; В) 40; Г) 10.</p> |
| 8 | <p>Определите подъёмную силу аэростата, вмещающего 5000 м^3 гелия, если масса оболочки и гондолы со всеми приспособлениями равна 1000 кг. $\rho_{\text{гелий}} = 0,18 \text{ кг/м}^3$, $\rho_{\text{воздух}} = 1,29 \text{ кг/м}^3$. Ответ выразите в (кН). А) 70,5; Б) 45,5; В) 40,5; Г) 10.</p> |
| 9 | <p>Аквариум наполовину заполнен водой. С какой силой давит вода на стенку аквариума длиной 50 см, если высота его стенок 40 см? Ответ в Н. А) 79; Б) 200; В) 400; Г) 100.</p> |
| 10 | <p>В широкую U-образную трубку с вертикальными прямыми коленами</p> |

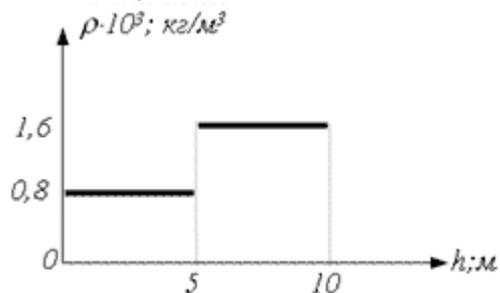
| | |
|----|--|
| | <p>налиты подсолнечное масло и вода. На рисунке $b = 12$ см, $h = 30$ см, ρ_1 – плотность подсолнечного масла, ρ_2 – плотность воды. Найдите высоту столба жидкости H в левом колене. Ответ выразить в (см). Плотность воды 1000 кг/м³. Плотность масла взять 900 кг/м³.</p>  <p>A) 79; Б) 32; В) 40; Г) 10.</p> |
| 11 | <p>Вес тела в воде в 3 раза меньше, чем в воздухе. Какова плотность тела? Ответ выразите в ($\cdot 10^3$ кг/м³).</p> <p>А) 9; Б) 2; В) 4; Г) 1,5.</p> |
| 12 | <p>Кубик из пробки с ребром 10 см опускают в воду. Каково отношение объёма кубика, находящегося над водой, к объёму кубика, находящегося под водой? Плотность пробки $0,25$ г/см³.</p> <p>А) 3,5; Б) 1; В) 4; Г) 3.</p> |
| 13 | <p>В сосуде с водой, не касаясь стенок и дна, плавает деревянный (сосновый) кубик с длиной ребра 20 см. Кубик вынимают из воды, заменяют половину его объёма на материал, плотность которого в 6 раз больше плотности древесины, и помещают получившийся составной кубик обратно в сосуд с водой. На сколько увеличится модуль силы Архимеда, действующей на кубик? Ответ выразите в Н. (Плотность сосны – 400 кг/м³.)</p> <p>А) 3,5; Б) 48; В) 45; Г) 34.</p> |
| 14 | <p>Два одинаковых куба привязаны ко дну нитями и, будучи помещены в воду, находятся в равновесии. На сколько сила давления на нижнее основание второго куба отличается от силы давления на нижнее основание первого куба, если площадь грани 4 см²?</p> |



- А) На 80 мН больше;
 Б) На 80 мН меньше;
 В) На 20 мН больше;
 Г) На 20 мН меньше;
 Д) Нельзя определить, т.к. не указана глубина погружения.

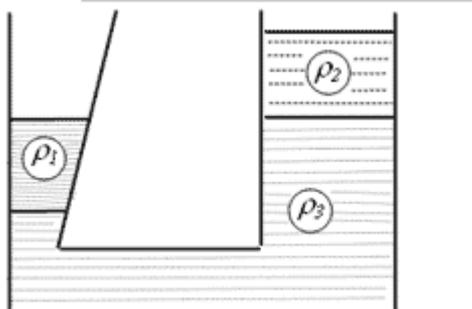
- 15 В цилиндрический сосуд радиусом R налита жидкость, свободная поверхность которой находится на высоте H от дна. Во сколько раз уменьшится давление этой жидкости, если ее перелить в цилиндрический сосуд, радиус основания которого $2R$?
 А) 16; Б) 2; В) 0,5; Г) 4; д) 0,25.

- 16 Плотность жидкости изменяется с глубиной так, как показано на рисунке. Определить давление на глубине 10 м. (Атмосферное давление нормальное) Ответ дать в МПа

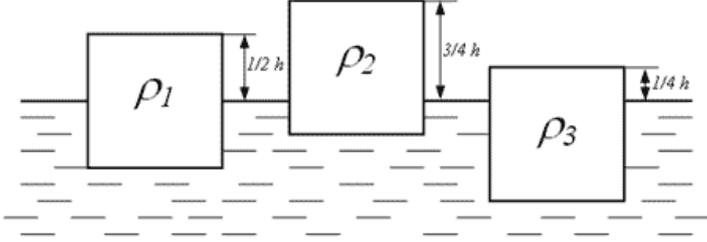
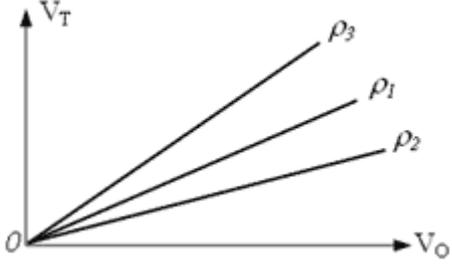


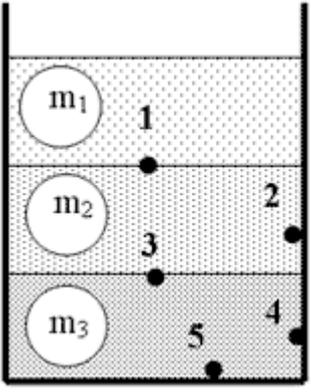
- А) 0,12; Б) 0,16; В) 0,2; Г) 0,22; д) 0,26.

- 17 Несмешивающиеся жидкости находятся в равновесии в сообщающемся сосуде. По какой из нижеприведенных формул можно определить плотность третьей жидкости?

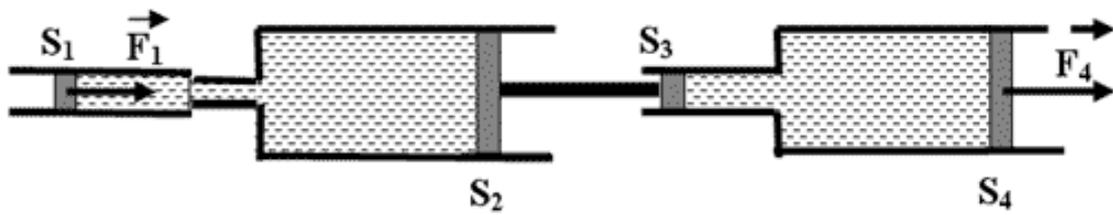


- А) $\rho_1 + \rho_2$; Б) $(\rho_1 - \rho_2)/2$; В) $(\rho_2 - \rho_1)/2$; Г) $\rho_2 - \rho_1$; д) $\rho_1 - \rho_2$.

| | |
|----|--|
| 18 | <p>Три кубика, имеющие одинаковые размеры, плавают в одной и той же жидкости так, как показано на рисунке. В каком соотношении находятся плотности этих тел?</p>  <p>А) $\rho_1 : \rho_2 : \rho_3 = 2 : 1 : 3$; Б) $\rho_1 : \rho_2 : \rho_3 = 3 : 1 : 2$; В) $\rho_1 : \rho_2 : \rho_3 = 2 : 3 : 1$; Г) $\rho_1 : \rho_2 : \rho_3 = 1 : 3 : 1$; Д) $\rho_1 : \rho_2 : \rho_3 = 2 : 2 : 3$.</p> |
| 19 | <p>Тела, изготовленные из одного и того же вещества, плавают в различных жидкостях. На рисунке показан график зависимости объема тела погруженного в жидкость от всего объема данного тела. В каком из нижеприведенных соотношений находятся плотности жидкостей, в которых плавают эти тела?</p>  <p>А) $\rho_3 > \rho_2 > \rho_1$; Б) $\rho_3 < \rho_2 < \rho_1$; В) $\rho_3 > \rho_1 > \rho_2$; Г) $\rho_3 < \rho_1 < \rho_2$; Д) $\rho_3 = \rho_2 = \rho_1$.</p> |
| 20 | <p>В сообщающиеся сосуды налита ртуть, поверх которой в одно из колен наливают масло, высота которого равна 80 см. Какой высоты должен быть столб керосина в другом колене, чтобы уровень ртути в обоих коленах находился бы на одной высоте? Выразить в см.</p> <p>А) 0,9; Б) 90; В) 0,7; Г) 70; д) 40.</p> |
| 21 | <p>По горизонтальной трубе переменного сечения течёт жидкость. Скорость течения в широкой части трубы 2 м/с. Определите скорость течения в узкой части трубы, если площади поперечного сечения этих частей трубы различаются в 1,5 раза.</p> |

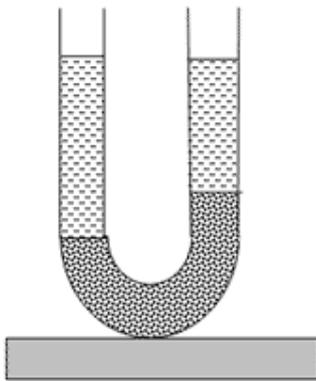
| | |
|----|---|
| | А) 0,3; Б) 3; В) 0,7; Г) 7; Д) 4. |
| 22 | В цилиндрическом сосуде уровень воды составляет 20 см. С какой скоростью начнёт вытекать вода, если открыть кран, установленный у основания этого сосуда? А) 0,2; Б) 2; В) 0,25; Г) 23; Д) 25. |
| 23 | По горизонтальной трубе переменного сечения течёт вода. Скорость течения в широкой части трубы 5 м/с, в узкой – 20 м/с. Во сколько раз различаются диаметры сечений этой трубы? А) 0,2; Б) 2; В) 0,25; Г) 23; Д) 25. |
| 24 | Скорость истечения воды из бассейна по трубе, расположенной в основании бассейна, составляет 10 м/с. Определите глубину бассейна. А) 0,2; Б) 5; В) 0,5; Г) 21; Д) 25. |
| 25 | В горизонтальной трубе, площадь сечения которой изменяется, течёт вода. На сколько будет отличаться давление под действием которого течёт вода, если её скорость изменится от 4 м/с до 5 м/с? А) Уменьшится на 4,5 кПа; Б) Увеличится на 4,5 кПа; В) Уменьшится на 0,5 кПа; Г) Увеличится на 0,5 кПа; Д) Уменьшится на 1,5 кПа. |
| 26 | Три не смешивающихся между собой жидкостей, массы которых $m_1=3\text{кг}$; $m_2=4\text{кг}$; и $m_3=5\text{кг}$, находятся в цилиндрическом сосуде, площадь основания которого 2см^2 . В каких из нижеуказанных на рисунках точек давление жидкости больше 350 кПа, но меньше 600кПа?  |
| | А) 1; Б) 5; В) 2; Г) 3; Д) 4. |
| 27 | На поршень площадью $S_1=2\text{см}^2$ действует сила 20кН. Определить силу давления на поршень площадью $S_4=10\text{см}^2$. Площади промежуточных |

поршней $S_2=10 \text{ см}^2$, $S_3=2 \text{ см}^2$. Ответ выразить в кН



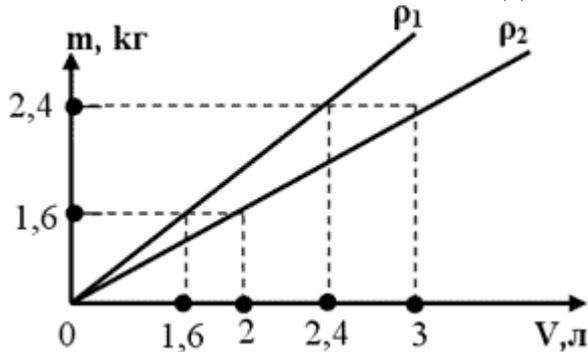
А) 100; Б) 500; В) 20; Г) 80; д) 180.

28 U-образная трубка заполнена керосином, ртутью и водой, причем свободные поверхности воды и керосина лежат на одном уровне. Чему равна высота столба воды, если разность уровней ртути 2см? Ответ выразить в см



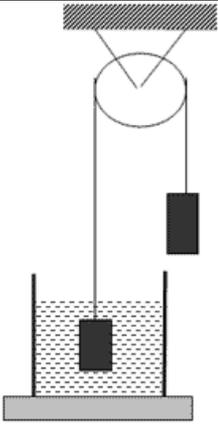
А) 12,8; Б) 12,6; В) 86; Г) 84; д) 88.

29 Две несмешивающиеся между собой жидкости поместили в сообщающиеся сосуды. Учитывая информацию, приведенную на рисунке, определить отношение высот этих жидкостей ($h_2|h_1$).



А) 0,8; Б) 8; В) 1,25; Г) 1,5; д) 2.

30 Медное тело массой 1,8кг присоединено к веревке и опущено в сосуд с водой. Груз какой массы должен быть подсоединен к другому концу веревки, чтобы система находилась бы в равновесии?

| | |
|----|---|
| |  <p>А) 1,8; Б) 1,6; В) 1,44; Г) 1,5; Д) 2.</p> |
| 31 | <p>Трубка тока – часть жидкости, ограниченная линиями...</p> <p>А) тока; Б) центра; В) векторов скорости; Г) нет верного ответа.</p> |
| 32 | <p>Коэффициент вязкости зависит от температуры, причем у жидкостей вязкость сильно _____ с температурой, у газов, напротив, коэффициент вязкости с температурой _____</p> <p>А) Уменьшается, возрастает; Б) Возрастает, уменьшается; В) Уменьшается, уменьшается; Г) Возрастает, возрастает.</p> |
| 33 | <p>Для круглых труб число критическое Рейнольдса равно 1000. Течение будет ламинарным, если число Рейнольдса трубы равно... выберите все верные ответы</p> <p>А) 200; Б) 500; В) 1100; Г) 998.</p> |
| 34 | <p>Формула $F = 6\pi\eta vr$, определяет значение силы</p> <p>А) тяжести; Б) Архимеда; В) Стокса; Г) Кулона.</p> |
| 35 | <p>Течение, при котором жидкость или газ перемещаются слоями без перемешивания и пульсаций называется</p> <p>А) ламинарным; Б) турбулентным; В) вихревым; Г) дрейфующее.</p> |
| 36 | <p>Какое движение жидкости характеризуется перемещением отдельных частиц без перемешивания и без пульсаций скорости и давления?</p> <p>А) ламинарным; Б) турбулентным; В) вихревым; Г) дрейфующее.</p> |

4.3. Банк тестовых заданий по механике жидкостей (уровень 2)

| | |
|---|---|
| 1 | В дне сосуда с ртутью имеется круглое отверстие диаметра $d = 70$ мкм. При какой максимальной толщине слоя ртути она еще не будет вытекать через это отверстие? А) 21см; Б) 22см; В) 20см; Г) 25см. |
| 2 | Масса m 100 капель спирта, вытекающего из капилляра, равна 0,71 г. Определить поверхностное натяжение σ спирта, если диаметр d шейки капли в момент отрыва равен 1 мм. А) 27,2мНм; Б) 24,2мНм; В) 25,2мНм; Г) 22,2мНм. |
| 3 | Трубка имеет диаметр $d_1=0,2$ см. На нижнем конце трубки повисла капля воды, имеющая в момент отрыва вид шарика. Найти диаметр d_2 этой капли. А) 5 мм; Б) 4,4мм; В) 2,4мм; Г) 8мм. |
| 4 | Какую работу A нужно совершить, чтобы, выдувая мыльный пузырь, увеличить его диаметр от $d_1=1$ см до $d_2=11$ см? Считать процесс изотермическим. А) 3.6 мДж; Б) 3.7 мДж; В) 3.9 мДж; Г) 3.1 мДж. |
| 5 | На сколько давление p воздуха внутри мыльного пузыря больше атмосферного давления p_0 , если диаметр пузыря $d=5$ мм? Ответ выразить в Па А) 65; Б) 66; В) 80; Г) 32. |
| 6 | Глицерин поднялся в капиллярной трубке на высоту $h=20$ мм. Определить поверхностное натяжение σ глицерина, если диаметр d канала трубки равен 1 мм. А) 60мНм; Б) 67мНм; В) 68мНм; Г) 69мНм. |
| 7 | Диаметр d канала стеклянной трубки чашечного ртутного барометра равен 5 мм. Какую поправку Δp нужно вводить в отсчеты по этому барометру, чтобы получить верное значение атмосферного давления? А) 0,6Н/м; Б) 0,5 Н/м; В) 0,8 Н/м; Г) 0,1 Н/м. |
| 8 | Разность Δh уровней жидкости в коленах U-образной трубки равна 23 мм. Диаметры d_1 и d_2 каналов в коленах трубки равны соответственно 2 и 0,4 мм. Плотность ρ жидкости равна $0,8 \text{ г/см}^3$. Определить поверхностное натяжение σ жидкости А) 23,5мНм; Б) 24,5мНм; В) 25,5мНм; Г) 22,5мНм. |
| 9 | В жидкость нижними концами опущены две вертикальные капиллярные трубки с внутренними диаметрами $d_1=0,05$ см и $d_2=0,1$ см. Разность Δh |

| | |
|----|---|
| | <p>уровней жидкости в трубках равна 11,6 мм. Плотность ρ жидкости равна $0,8 \text{ г/см}^3$. Найти поверхностное натяжение σ жидкости. А) 22,3мНм; Б) 22,7мНм; В) 25,8мНм; Г) 22,5мНм.</p> |
| 10 | <p>В воду опущена на очень малую глубину стеклянная трубка с диаметром d внутреннего канала, равным 1 мм. Найти массу m вошедшей в трубку воды. А) 25,4мг; Б) 23,5мг В) 22,4мг; Г) 23,4мг.</p> |
| 11 | <p>Ртутный барометр имеет диаметр трубки 3 мм. Какую поправку в показания барометра надо внести, если учитывать капиллярное опускание ртути? А) 25мм; Б) 5мм В) 6мм; Г) 24мм.</p> |

ГЛАВА V

РЕЛЯТИВИСТКАЯ МЕХАНИКА

5.1. Основные определения и законы

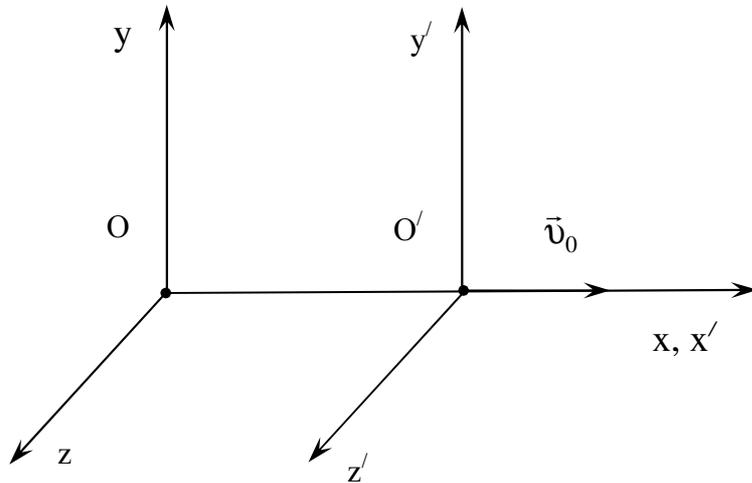


Рис. 5.1

Инерциальная система отчета K' движется относительно неподвижной системы отчета K со скоростью $v_0 \approx c$ таким образом, что оси y, y' и z, z' сонаправлены, а v_0 сонаправлена с общей осью xx' (рис. 5.1).

Между координатами системы отчета K' и K , есть взаимосвязь (*преобразования Лоренца*):

$$x = \frac{x' + v_0 t'}{\sqrt{1 - (v^2/c^2)}};$$
$$y = y'; \quad z = z'; \quad t = \frac{t' + v_0 x'/c^2}{\sqrt{1 - (v^2/c^2)}}.$$

Релятивистское (лоренцево) сокращение длины стержня:

$$l = l_0 \sqrt{1 - (v/c)^2}, \quad (5.1)$$

где l_0 - длина стержня в системе координат K' , относительно которой стержень покоится (собственная длина). Стержень параллелен оси x' , l - длина стержня, измеренная в системе K , относительно которой он движется со скоростью v ; $c = 3 \cdot 10^8$ м/с - скорость света в вакууме.

Релятивистское замедление хода часов:

$$\Delta t = \frac{\Delta t_0}{\sqrt{1 - (v^2/c^2)}}, \quad (5.2)$$

где Δt_0 - интервал времени между двумя событиями, происходящими в одной точке системы K' , измеренный по часам этой системы (собственное

время движущихся часов); Δt – интервал времени между двумя событиями, измеренный по часам системы К.

Релятивистское сложение скоростей:

$$v = \frac{v' + v_0}{1 + v_0 v' / c^2}, \quad (5.3)$$

где v' – относительная скорость (скорость тела относительно системы К'); v_0 – переносная скорость (скорость системы К' относительно К), v_0 – абсолютная скорость (скорость тела относительно системы К).

В теории относительности абсолютной скоростью называется скорость тела в системе координат, условно принятой за неподвижную.

Релятивистская масса:

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - (v/c)^2}}. \quad (5.4.)$$

Релятивистский импульс:

$$p = \frac{m_0 v}{\sqrt{1 - (v/c)^2}}. \quad (5.5)$$

Полная энергия релятивистской частицы:

$$E = mc^2 = m_0 c^2 + T, \quad (5.6.)$$

где T – кинетическая энергия частицы; $E = m_0 c^2$ – ее энергия покоя.

Связь полной энергии с импульсом релятивистской частицы:

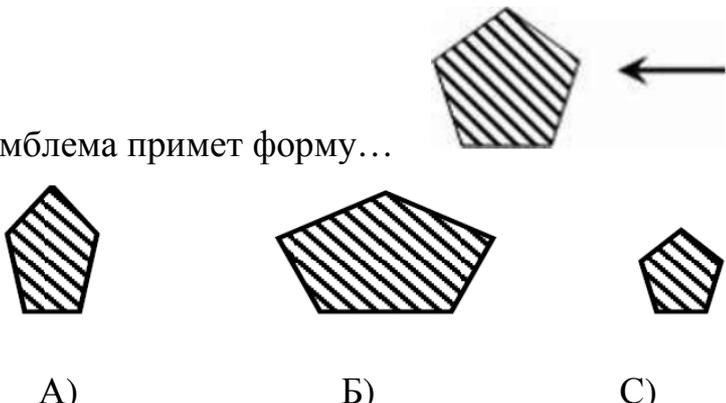
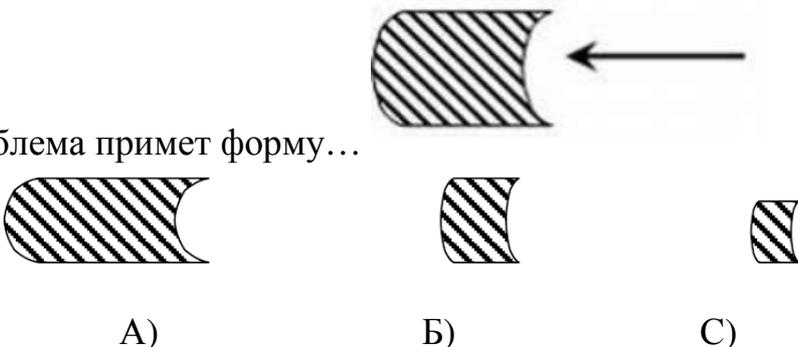
$$E^2 - p^2 c^2 = m_0^2 c^4. \quad (5.7)$$

Связь кинетической энергии с импульсом релятивистской частицы:

$$p^2 c^2 = T(T + 2m_0 c^2). \quad (5.8)$$

5. 2. Банк тестовых заданий по разделу релятивистская механика (уровень 1)

| | |
|---|--|
| 1 | Относительной величиной является... А) длительность события; Б) скорость света в вакууме; С) барионный заряд; Д) электрический заряд. |
| 2 | Инвариантной величиной является... А) скорость света в вакууме; Б) импульс частицы; С) длительность события; Д) длина предмета |
| 3 | Измеряется длина движущегося метрового стержня с точностью до 0,5 мкм. Если стержень движется параллельно своей длине, то ее изменение можно заметить при скорости ... |

| | |
|---|---|
| | <p>А) при любой скорости; Б) $3 \cdot 10^3$ м/с; С) $3 \cdot 10^7$ м/с; Д) $3 \cdot 10^5$ м/с.</p> |
| 4 | <p>На борту космического корабля нанесена эмблема в виде геометрической фигуры. Если корабль движется в направлении, указанном на рисунке стрелкой, со скоростью, близкой к скорости света, то в неподвижной системе отсчета</p> <p>эмблема примет форму...</p>  <p>А) Б) С)</p> |
| 5 | <p>На борту космического корабля нанесена эмблема в виде геометрической фигуры. Если корабль движется в направлении, указанном на рисунке стрелкой, со скоростью, близкой к скорости света, то в неподвижной системе отсчета</p> <p>эмблема примет форму...</p>  <p>А) Б) С)</p> |
| 6 | <p>Космический корабль с двумя космонавтами летит со скоростью $v = 0,8c$ (c – скорость света в вакууме). Один из космонавтов медленно поворачивает метровый стержень из положения 1, параллельного направлению движения, в положение 2, перпендикулярное этому направлению. Тогда длина стержня с точки зрения второго космонавта...</p> <p>А) изменится от 1,0 м в положении 1 до 1,67 м в положении 2; Б) изменится от 0,6 м в положении 1 до 1,0 м в положении 2; С) изменится от 1,0 м в положении 1 до 0,6 м в положении 2; Д) равна 1,0 м при любой его ориентации.</p> |
| 7 | <p>Космический корабль с двумя космонавтами летит со скоростью $v = 0,8c$ в системе отсчета, связанной с некоторой планетой. Один из кос-</p> |

| | |
|----|---|
| | <p>монавтов медленно поворачивает метровый стержень из положения 1, перпендикулярного направлению движения, в положение 2, параллельное этому направлению. Длина стержня с точки зрения наблюдателя, находящегося на планете,...</p> <p>А) изменится от 1,0 м в положении 1 до 1,67 м в положении 2; Б) изменится от 0,6 м в положении 1 до 1,0 м в положении 2; С) изменится от 1,0 м в положении 1 до 0,6 м в положении 2; Д) равна 1,0 м при любой его ориентации.</p> |
| 8 | <p>Нестабильная частица движется со скоростью $0,6c$ (c - скорость света в вакууме). Тогда время ее жизни в системе отсчета, относительно которой частица движется...</p> <p>А) уменьшится на 20 %; Б) уменьшится на 25 %; С) увеличится на 20 %; Д) увеличится на 25 %.</p> |
| 9 | <p>Самая близкая к Земле звезда Проксима Центавра – одна из звезд созвездия Альфа Центавра. Расстояние до нее составляет приблизительно 4,3 световых года. Если бы космический корабль летел от Земли к этой звезде со скоростью $0,95c$ (c – скорость света в вакууме), то путешествие по земным часам и по часам космонавта продлилось бы соответственно...</p> <p>А) 1,3 года и 4,1 года; Б) 4,5 года и 1,4 года; С) 1,4 года и 4,5 года; Д) 4,1 года и 1,3 года.</p> |
| 10 | <p>Частица движется со скоростью $0,8c$ (c – скорость света в вакууме). Тогда ее масса по сравнению с массой покоя ...</p> <p>А) увеличится на 67 %; Б) увеличится на 40 %; В) уменьшится на 20 %; Г) уменьшится на 67 %.</p> |
| 11 | <p>Движущееся со скоростью $0,6c$ радиоактивное ядро испустило частицу в направлении своего движения. Скорость частицы относительно ядра равна $0,3c$. Тогда ее скорость относительно неподвижной системы отсчета равна...</p> <p>А) $0,36c$; Б) $0,9c$; В) $0,25c$; Г) $0,76c$.</p> |
| 12 | <p>Космический корабль с двумя космонавтами на борту, один из которых находится в носовой части, а другой – в хвостовой, летит со скоростью</p> |

| | |
|----|---|
| | <p>0,8 с. Космонавт, находящийся в хвостовой части, производит вспышку света и измеряет промежуток времени t_1, за который свет проходит расстояние до зеркала, укрепленного у него над головой, и обратно к излучателю. Этот промежуток времени с точки зрения другого космонавта...</p> <p>А) больше, чем t_1 в 1,5 раза; Б) равен t_1; В) больше, чем t_1 в 1,67 раза; Г) меньше, чем t_1 в 1,67 раза; Д) меньше, чем t_1 в 1,25 раза.</p> |
| 13 | <p>Тело начало двигаться со скоростью, при которой его масса возросла на 30 %. При этом длина тела в направлении движения...</p> <p>А) уменьшится в 1,3 раза; Б) увеличится в 1,3 раза; В) уменьшится на 30 %; Г) увеличится на 30 %.</p> |
| 14 | <p>Объем воды в Мировом океане равен $1,37 \cdot 10^9$ км³. Если температура воды повысится на 1°С, увеличение массы воды составит ($\rho = 1,03$ г/см³, $c = 4,19$ кДж/(кг·К))...</p> <p>А) $6,57 \cdot 10^7$ кг; Б) 65,7 т ; В) 65,7 кг; Г) $6,57 \cdot 10^{-2}$ кг.</p> |
| 15 | <p>π_0- мезон, двигавшийся со скоростью 0,8с в лабораторной системе отсчета, распадается на два фотона γ_1 и γ_2. В системе отсчета мезона фотон γ_1 был испущен вперед, а фотон γ_2 – назад относительно направления полета мезона. Скорость фотона γ_2 в лабораторной системе отсчета равна...</p> <p>А) + 1с; Б) + 0,8 с; В) – 0,2с; Г) – 1с.</p> |
| 16 | <p>Скорость релятивистской частицы 0,8с (с - скорость света в вакууме). Отношение кинетической энергии частицы к ϵ_0 энергии покоя...</p> <p>А) 1; Б) 2; В) 3; Г) 4.</p> |
| 17 | <p>Ускоритель сообщил радиоактивному ядру скорость $V = 0,4$ с. В момент вылета из ускорителя ядро выбросило в направлении своего движения β - частицу, скорость которой $v = 0,75$ с относительно ускорителя. Скорость β - частицы относительно ядра равна...</p> <p>А) 0,5 с; Б) 0,27 с; В) 0,88 с; Г) 1,64 с.</p> |
| 18 | <p>Скорость света относительно неподвижного наблюдателя при любом движении фонаря будет одинаковой.</p> <p>А) верное утверждение;</p> |

| | |
|----|---|
| | <p>Б) неверное утверждение; В) скорость света будет зависеть от скорости корабля.</p> |
| 19 | <p>Теория относительности утверждает, что наблюдая за взаимодействием зарядов, можно различить случаи, когда система отсчета движется или покоится. А) верное утверждение; Б) неверное утверждение.</p> |
| 20 | <p>Одинаковые опыты по наблюдению взаимодействия неподвижных электрических зарядов проводились на космическом корабле и на Земле. Относительно корабля взаимодействие описывается законом Кулона, относительно Земли – законом для токов. А) верное утверждение; Б) неверное утверждение.</p> |
| 21 | <p>Во сколько раз увеличивается продолжительность существования нестабильной частицы в ИСО (инерциальной системе отсчета), неподвижной относительно Земли, если частица движется со скоростью $v = 0,99$ с? А) в 7,1 раза; Б) в 0,14 раза; В) в 14,1 раза; Г) в 21,2 раза.</p> |
| 22 | <p>Длина неподвижного стержня $l_0 = 1$ м. Определите длину стержня, если он движется со скоростью $v = 0,6$ с. А) 0,4 м; Б) 0,6 м; В) 0,8 м; Г) 1,2 м.</p> |
| 23 | <p>Частица движется со скоростью $v = 0,5$ с. Во сколько раз релятивистская масса частицы больше массы покоя? А) в 1,8 раза; Б) в 1,35 раза; В) в 1,15 раза; Г) в 1,05 раза.</p> |
| 24 | <p>Масса тела $m = 1$ кг. Вычислите полную его энергию. А) $3 \cdot 10^8$ Дж; Б) $9 \cdot 10^8$ Дж; В) $9 \cdot 10^{16}$ Дж; Г) $3 \cdot 10^{16}$ Дж.</p> |
| 25 | <p>Космическая частица движется со скоростью $v = 0,95$ с. Какой промежуток времени t соответствует 1 мкс собственного времени частицы? А) 1,6 мкс; Б) 3,2 мкс; В) 4,8 мкс; Г) 2,4 мкс.</p> |
| 26 | <p>При какой скорости движения релятивистское сокращение длины движущегося тела составит $\eta = 25\%$?</p> |

| | |
|----|--|
| | A) $0,66 \cdot 10^8$ м/с; Б) $1,98 \cdot 10^8$ м/с; В) $5,94 \cdot 10^8$ м/с; Г) $3 \cdot 10^8$ м/с. |
| 27 | На сколько увеличится релятивистская масса частицы m_0 при увеличении ее начальной скорости от $v_0 = 0$ до скорости $v = 0,9 c$? А) на $1,13 m_0$; Б) на $1,29 m_0$; В) на $1,56 m_0$; Г) на $1,65 m_0$. |
| 28 | Скорость частицы $v = 30$ Мм/с. На сколько процентов релятивистская масса движущейся частицы больше массы покоящейся частицы? А) на $0,3\%$; Б) на $0,4\%$; В) на $0,5\%$; Г) на $0,6\%$. |
| 29 | Фотонная ракета движется относительно Земли со скоростью $v=0,6 c$. Во сколько раз замедлится ход времени в ракете с точки зрения земного наблюдателя? А) 1,5; Б) 1,25; В) 2; Г) 4. |
| 30 | Две релятивистские частицы движутся в лабораторной системе отсчета со скоростями $v_1=0,6 c$ и $v_2=0,9 c$ вдоль одной прямой. Определить их относительную скорость u_{21} в случаи, когда частицы движутся в одном направлении. А) $0.3c$; Б) $0.6c$; В) $0.25c$; Г) $0.195c$. |
| 31 | Две релятивистские частицы движутся в лабораторной системе отсчета со скоростями $v_1=0,6 c$ и $v_2=0,9 c$ вдоль одной прямой. Определить их относительную скорость u_{21} в случаи, когда частицы движутся в противоположных направлениях. А) $0.3c$; Б) c ; В) $1.5c$; Г) $0,97c$. |
| 32 | Ион, вылетев из ускорителя, испустил фотон в направлении своего движения. Определить скорость фотона относительно ускорителя, если скорость v иона относительно ускорителя равна $0,8 c$. А) $0.8c$; Б) c ; В) $1.5c$; Г) $0,64c$. |
| 33 | Ускоритель сообщил радиоактивному ядру скорость $v_1=0,4 c$. В момент вылета из ускорителя ядро выбросило в направлении своего движения β -частицу со скоростью $v_2=0,75 c$ относительно ускорителя. Найти скорость u_{21} частицы относительно ядра. А) $0.8c$; Б) c ; В) $0.25c$; Г) $0,5c$. |
| 34 | Частица движется со скоростью $v=0,5 c$. Во сколько раз релятивистская масса частицы больше массы покоя? А) 5; Б) 1; В) 3; Г) 1,15. |

| | |
|----|--|
| 35 | С какой скоростью v движется частица, если ее релятивистская масса в три раза больше массы покоя? А) $0.94c$; Б) $0.96c$; В) $0.99c$; Г) $0.8c$. |
| 36 | Отношение заряда движущегося электрона к его массе, определенное из опыта, равно $0,88 \cdot 10^{11}$ Кл/кг. Определить релятивистскую массу m электрона и его скорость v . А) $0.87c$; Б) $0.96c$; В) $0.88c$; Г) $0.89c$. |
| 37 | На сколько процентов релятивистская масса частицы больше массы покоя при скорости $v=30$ Мм/с? А) 0.5; Б) 0.4; В) 0.8; Г) 0.7. |
| 38 | Электрон движется со скоростью $v=0,6$ с. Определить релятивистский импульс p электрона. А) $2 \cdot 10^{-22}$ кг·м/с; Б) $3 \cdot 10^{-22}$ кг·м/с; В) $4 \cdot 10^{-22}$ кг·м/с; Г) $1 \cdot 10^{-22}$ кг·м/с. |
| 39 | Импульс p релятивистской частицы равен m_0c (m_0 — масса покоя). Определить скорость v частицы (в долях скорости света) А) $0.7c$; Б) $0.4c$; В) $0.8c$; Г) $0.7c$. |
| 40 | Кинетическая энергия T электрона равна 10 МэВ. Во сколько раз его релятивистская масса больше массы покоя? А) 2; Б) 1,01; В) 20; Г) 10. |
| 41 | Кинетическая энергия T протона равна 10 МэВ. Во сколько раз его релятивистская масса больше массы покоя? А) 2; Б) 1,01; В) 20; Г) 10. |
| 42 | Определить скорость v электрона, если его кинетическая энергия равна: $T=4$ МэВ. А) 298 Мм/с; Б) 400 Мм/с; В) 200 Мм/с; Г) 10 Мм/с. |
| 43 | Определить скорость v электрона, если его кинетическая энергия равна $T=1$ кэВ. А) 298 Мм/с; Б) 400 Мм/с; В) 200 Мм/с; Г) 19 Мм/с. |
| 44 | Полная энергия релятивистской частицы в 2 раза превышает ее энергию покоя. При этом скорость частицы равна ... А) $0,85c$; Б) $0,7c$; В) $0,5c$; Г) $0,6c$. |

5.3. Банк тестовых заданий по механике жидкостей (уровень 2)

| | |
|---|--|
| 1 | При движении с некоторой скоростью продольные размеры тела уменьшились в 2 раза. Как изменилась масса тела? А) увеличилась в 2 раза; Б) уменьшилось в 2 раза; В) не изменилось; Г) увеличилось более 2 раз. |
| 2 | Масса Солнца $M = 1,99 \cdot 10^{30}$ кг. Солнце в течение времени $t = 1$ год излучает энергию $E = 12,6 \cdot 10^{33}$ Дж. За какое время его масса уменьшится вдвое? А) $7,1 \cdot 10^{12}$ лет; Б) $7,1 \cdot 10^4$ лет; В) 7,1 лет; Г) масса не уменьшается. |
| 3 | Как изменилась плотность тела при его движении со скоростью $v = 0,8$ с? А) увеличилась в 2,8 раза; Б) уменьшилось в 2,8 раз; В) не изменилось; Г) увеличилось более 3 раз. |
| 4 | Объем воды в Мировом океане $V = 1,3 \cdot 10^9$ км ³ . На сколько возрастет ее масса, если температура воды повысится на $\Delta t = 1$ °С? (Плотность воды в океане $\rho = 1,03 \cdot 10^3$ кг/м ³ .) А) возрастет на $6,57 \cdot 10^7$ кг; Б) уменьшилось на $6,57 \cdot 10^7$ кг; В) не изменилось; Г) 6,57 кг. |
| 5 | Для описания любых физических процессов А. Все системы отсчета являются равноправными. Б. Все инерциальные системы отсчета являются равноправными. Какое из этих утверждений справедливо согласно специальной теории относительности? А) только А; Б) только Б; В) А и Б; Г) ни А, ни Б. |
| 6 | Один ученый проверяет закономерности колебания пружинного маятника в лаборатории на Земле, а другой – в лаборатории на космическом корабле, летящем вдали от звезд и планет с выключенным двигателем. Если маятники одинаковые, то в обеих лабораториях эти закономерности будут А) одинаковыми при любой скорости корабля; Б) разными, так как на корабле время течет медленнее; В) одинаковыми, если скорость корабля мала; Г) одинаковыми или разными в зависимости от модуля и направления скорости корабля. |

Приложение: справочный материал

Таблица 1. Множители и приставки для образования десятичных кратных и дольных единиц и их обозначения

| Приставка | Обозначение | Множитель | Приставка | Обозначение | Множитель |
|-----------|-------------|-----------|-----------|-------------|------------|
| экса | Э | 10^{18} | деци* | д | 10^{-1} |
| пета | П | 10^{15} | санτι* | с | 10^{-2} |
| тера | Т | 10^{12} | милли | м | 10^{-3} |
| гига | Г | 10^9 | микро | мк | 10^{-6} |
| мега | М | 10^6 | нано | н | 10^{-9} |
| кило | к | 10^3 | пико | п | 10^{-12} |
| гекто* | г | 10^2 | фемто | ф | 10^{-15} |

Примечания:

1. Звездочкой (*) обозначены приставки, которые допускаются применять только к тем единицам, которые уже получили широкое распространение, например, *гектар*, *декалитр*, *дециметр*, *сантиметр* и т. д.

2. Выбирают приставки так, чтобы числовые значения величин находились в пределах от 0,1 до 999. Например, линейный размер 0,00036 м удобно представить как 0,36 мм.

Таблица 2. Буквы греческого алфавита

| | | | |
|-----|-----------|-----|---------|
| Α α | альфа | Ν ν | ню (ни) |
| Β β | бетта | Ξ ξ | кси |
| Γ γ | гамма | Ο ο | омикрон |
| Δ δ | дельта | Π π | пи |
| Ε ε | эпсилон | Ρ ρ | ро |
| Ζ ζ | дзетта | Σ σ | сигма |
| Η η | эта (ита) | Τ τ | тау |
| Θ θ | тета | Υ υ | ипсилон |
| Ι ι | йота | Φ φ | фи |
| Κ κ | каппа | Χ χ | хи |
| Λ λ | лямбда | Ψ ψ | пси |
| Μ μ | мю | Ω ω | омега |

Таблица 3. Коэффициент трения скольжения

| | |
|--------------------|-------|
| Сталь и лед | 0,015 |
| Сталь и сталь | 0,15 |
| Сталь и пластмасса | 0,3 |
| Металл и дерево | 0,5 |
| Резина и асфальт | 0,55 |
| Дерево и дерево | 0,65 |

Таблица 4. Плотность вещества ρ

| Твердые тела | $\rho, 10^3 \text{ кг/м}^3$ | Жидкости и газы (Н.У.) | $\rho, 10^3 \text{ кг/м}^3$ |
|-------------------|-----------------------------|------------------------|-----------------------------|
| Алюминий | 2,69 | Азотная кислота | 1,50 |
| Береза | $\approx 0,60$ | Ацетон | 0,80 |
| Бетон | $\approx 2,20$ | Бензин | 0,70 |
| Бронза | $\approx 8,30$ | Вода | 1,00 |
| Висмут | 9,78 | Глицерин | 1,26 |
| Вольфрам | 19,35 | Дизельное топливо | 0,86 |
| Гранит | $\approx 2,60$ | Керосин | 0,80 |
| Дуб | $\approx 0,80$ | Мазут | $\approx 0,95$ |
| Дюралюминий | $\approx 2,80$ | Масло касторовое | 0,96 |
| Железо, сталь | 7,87 | Масло растительное | $\approx 0,94$ |
| Золото | 19,32 | Масло трансформаторное | $\approx 0,87$ |
| Иридий | 22,42 | Нефть | $\approx 0,84$ |
| Каменная соль Ла- | 2,18 | Олифа | $\approx 0,94$ |
| тунь | $\approx 8,5$ | Ртуть | $\approx 13,60$ |
| Лед | $\approx 0,917$ | Серная кислота | $\approx 1,83$ |
| Магний | 1,738 | Сероуглерод | 1,26 |
| Марганец | $\approx 7,30$ | Скипидар | 0,87 |
| Медь | 8,96 | Соляная кислота | 1,10 |
| Мрамор | $\approx 2,70$ | Спирт | 0,79 |
| Никель | 8,91 | Эфир | 0,72 |
| Опал | 2,20 | Азот | 1,25 |
| Платина | 21,45 | Аргон | 1,78 |
| Плутоний | 19,84 | Водород | $8,988 \cdot 10^{-2}$ |
| Пробка | 0,24 | Воздух | 1,29 |
| Свинец | 11,336 | Гелий | 0,1785 |
| Серебро | 10,50 | Кислород | 1,429 |
| Сосна | $\approx 0,50$ | Криптон | 3,733 |

| Продолжение таблицы 4 | | | |
|-----------------------|--------|----------------|-------|
| Стекло | ≈2,60 | Ксенон | 5,897 |
| Титан | 4,505 | Углекислый газ | 1,98 |
| Топаз | 3,60 | Фтор | 1,696 |
| Цинк | 7,133 | Хлор | 3,214 |
| Уголь (антрацит) | ≈1,60 | | |
| Уран | ≈19,04 | | |

Таблица 5. Упругие постоянные

| Вещество | Модуль Юнга E, ГПа | Модуль сдвига G, ГПа |
|----------|--------------------|----------------------|
| Алюминий | ≈71 | ≈26 |
| Вольфрам | ≈375 | ≈140 |
| Золото | ≈81 | ≈28,5 |
| Кобальт | ≈206 | ≈78,5 |
| Медь | ≈120 | ≈43 |
| Никель | ≈210 | ≈75 |
| Серебро | ≈78 | ≈28 |
| Свинец | ≈16 | ≈6 |
| Сталь | ≈200 | ≈78 |
| Титан | ≈110 | ≈41,5 |

Таблица 6. Некоторые астрономические величины

| Физическая величина | Значение |
|------------------------------|----------------------------|
| Масса Земли | $5,976 \cdot 10^{24}$ кг |
| Радиус Земли | $6,3814 \cdot 10^6$ м |
| Ускорение свободного падения | $9,80665$ м/с ² |
| Период обращения Земли во- | 24 ч. 3 мин. 56,555 с. = |
| | = 86636,555 с |
| Период обращения Земли во- | $3,1557 \cdot 10^7$ с |
| Расстояние от Земли до Луны | $3,844 \cdot 10^8$ м |
| Масса Луны | $7,35 \cdot 10^{22}$ кг |
| Радиус Луны | $1,737 \cdot 10^6$ м |
| Большая полуось орбиты Зем- | $14,960 \cdot 10^{10}$ м |
| Средняя орбитальная скорость | 29,765 км/с |
| Масса Солнца | $1,9889 \cdot 10^{30}$ кг |
| Радиус Солнца | $6,9599 \cdot 10^8$ м |

Литература

1. Трофимова Т.И. Сборник задач по курсу физики для вузов / Т.И. Трофимова. – 3-е изд. – М.: ООО «Издательский дом «ОНИКС 21 век»: ООО «Издательство «Мир и образование», 2003. – 384 с., ил.
2. Задачник по физике: Учеб. пособие / И.И. Воробьев, П.И. Зубков, Кутузова и др.; Под ред. О.Я. Савченко. – 7-е изд., перераб. – М.: Наука. гл. ред. физ.- мат. лит., 2002. – 640 с., ил.
3. Демков В.П., Третьякова О.Н. Физика. Теория. Методика. Задачи. – М.: Высш.шк.,2001.- 669с.:ил.
4. Калашников Н.П. Основы физики. Упражнения и задачи: учебное пособие для вузов / Н.П. Калашников, М.А. Смондырев.-М.: Дрофа,2004.-464с.: ил.
5. Гольбфарб Н.И. Сборник вопросов и задач по физике: Учеб. пособие. – 5-е изд. – М.: Высш. школа, 2012. – 400 с., ил.
6. Бендриков Г.А., Буховцев Б.Б., Крeженцев В.В и др. Задачи по физике для поступающих в вузы.-10-е изд., перераб.-М: Физматлит,2005.- 344с.
7. Регельман В.И. Обучающие трехуровневые тесты по физике <https://www.physics-regelman.com/>
8. Л П. Житова, С. А. Смольников и др. ФИЗИКА. Часть 1. Механика, СТО, молекулярная физика и термодинамика: сборник тестов для подготовки к интернет-тестированию студентов всех направлений специалитета и бакалавриата Урал. гос. горный ун-т. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2013. — 83 с.
9. А.Л. Суркаев, В.А. Носенко, М.М. Кумыш, Г. А. Рахманкулова. Пособие по решению задач. Физика. Часть I. Механика: учебное пособие // ВПИ (филиал) ВолгГТУ. – Волгоград: ИУНЛ ВолгГТУ, 2011. – 112 с.

Электронное учебное издание

Галия Алиевна Рахманкулова
Анатолий Леонидович Суркаев
Татьяна Александровна Сухова

СБОРНИК ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ ПО МЕХАНИКЕ
ФИЗИКА
ЧАСТЬ I

Учебное пособие

Электронное издание сетевого распространения

Редактор Матвеева Н.И.

Темплан 2021 г. Поз. № 22.

Подписано к использованию 01.06.2021. Формат 60x84 1/16.
Гарнитура Times. Усл. печ. л. 5,75.

Волгоградский государственный технический университет.
400005, г. Волгоград, пр. Ленина, 28, корп. 1.

ВПИ (филиал) ВолгГТУ.
404121, г. Волжский, ул. Энгельса, 42а.