

Список теоретических вопросов к зачету по физике

1 семестр

1. Два способа задания положения материальной точки в пространстве: координатный и с помощью радиус-вектора (рисунок, формула модуля радиус-вектора).
2. Поступательное движение (определение). Траектория, путь, перемещение (определения, поясняющий рисунок).
3. Мгновенная скорость (определение, формулы, единица измерения, направление вектора).
4. Мгновенное ускорение (определение, формулы, единица измерения, направление вектора).
5. Нормальное, тангенциальное и полное ускорение (определения, формулы, рисунок с указанием направлений векторов).
6. Вращательное движение (определение, поясняющий рисунок). Вектор элементарного поворота тела $d\vec{\phi}$.
7. Угловая скорость (определение, формулы, единица измерения, направление вектора).
8. Угловое ускорение (определение, формулы, единица измерения, направление вектора в случае ускоренного и замедленного вращения).
9. Частота и период вращения (определения, формулы, единицы измерения).
10. Связь между линейными и угловыми кинематическими характеристиками (формулы).
11. Инертность (определение). Первый закон Ньютона (формулировка).
12. Масса (определение). Аддитивность массы. Принцип эквивалентности.
13. Импульс (определение, формулы, единица измерения, направление вектора). Закон сохранения импульса (формулировка).
14. Сила (определение, единица измерения). Принцип суперпозиции сил. Линия действия силы, плечо сила (определения).
15. Пара сил, плечо пары сил (определения, поясняющий рисунок).
16. Второй закон Ньютона (формулировка). Третий закон Ньютона (формулировка).
17. Упругая и пластическая деформация (определения). Закон Гука (формулировка, формула). Коэффициент упругости, модуль Юнга.
18. Относительная деформация тела (определение, формула, единица измерения). Механическое напряжение (определение, формула, единица измерения). Закон Гука для деформации растяжения или сжатия (формулировка, формула). График зависимости механического напряжения от относительной деформации (с пояснением особенностей).
19. Общая жёсткость системы при последовательном и параллельном соединении упруго деформируемых тел.
20. Сила трения скольжения (определение, формула).
21. Механическая работа (определение). Работа постоянной и переменной силы (формулы, единица измерения). Мощность постоянной и переменной силы (формулы, единица измерения).
22. Силовое поле (понятие). Центральное поле. Консервативные и неконсервативные силы (определения). Потенциальное поле (определение).
23. Энергия (определение). Закон сохранения механической энергии. Закон сохранения и превращения полной энергии.
24. Кинетическая энергия (понятие). Теорема об изменении кинетической энергии тела.

25. Потенциальная энергия. Теорема об изменении потенциальной энергии тела.
26. Момент инерции (физический смысл). Момент инерции материальной точки (формулировка, формула, единица измерения). Аддитивность момента инерции.
27. Теорема Штейнера (формулировка, формула).
28. Момент силы (физический смысл). Момент силы относительно неподвижной точки (поясняющий рисунок, модуль момента силы, плечо силы, направление вектора момента силы).
29. Момент силы относительно неподвижной оси Z (определение, поясняющий рисунок).
30. Момент пары сил (поясняющий рисунок, формула, направление вектора).
31. Момент импульса материальной точки относительно неподвижной точки O (определение, формулы, единица измерения, направление вектора).
32. Момент импульса относительно неподвижной оси Z (определение, формула).
33. Основное уравнение динамики вращательного движения твердого тела (формулировка, формула).
34. Закон сохранения момента импульса (формулировка).
35. Кинетическая энергия вращающегося тела, работа и мощность при вращательном движении (формулы).
36. Линия тока жидкости (определение). Трубка тока жидкости (поясняющий рисунок). Уравнение неразрывности струи (формула и формулировка).
37. Уравнение Бернулли (поясняющий рисунок, формула).
38. Уравнение гармонических колебаний. Скорость и ускорение при гармонических колебаниях (формулы). Максимальная скорость, максимальное ускорение.
39. Кинетическая, потенциальная и полная энергия колебаний пружинного маятника (формулы).
40. Кинетическая, потенциальная и полная энергия колебаний математического маятника (формулы).

Список типовых задач и заданий к зачету по физике

1 семестр

1. Зависимость пройденного материальной точкой пути от времени выражается уравнением $S = 5t + t^2$, м. Построить графики зависимости $S(t)$ в интервале времени от $t_1 = 0$ до $t_2 = 5$ с (с шагом 1 с).
2. Зависимость пройденного материальной точкой пути от времени выражается уравнением $S = 5t + 2t^3$, м. Найти значение скорости в момент времени $t = 2$ с.
3. Зависимость пройденного материальной точкой пути от времени выражается уравнением $S = t^2 + 2t^3$, м. Построить графики зависимости $a(t)$ в интервале времени от $t_1 = 0$ до $t_2 = 5$ с (с шагом 1 с).
4. Зависимость пройденного материальной точкой пути от времени выражается уравнением $S = 2 + 5t + 2t^2$, м. Построить графики зависимости $v(t)$ в интервале времени от $t_1 = 0$ до $t_2 = 5$ с (с шагом 1 с).
5. Материальная точка на вращающемся диске движется по окружности радиуса 1 м так, то уравнение её движения имеет вид: $S = 5 + 4t + t^4$, м. Рассчитать нормальное ускорение в момент времени $t = 1$ с.
6. Материальная точка на вращающемся диске движется по окружности радиуса 1 м так, то уравнение её движения имеет вид: $S = 5 + 4t + t^3$, м. Для момента времени $t = 1$ с найти тангенциальное ускорение.
7. Материальная точка на вращающемся диске движется по окружности радиуса 1 м так, то уравнение её движения имеет вид: $S = 5 + 4t^2 + t^3$, м. Для момента времени $t = 1$ с найти угловую скорость диска.
8. Материальная точка на вращающемся диске движется по окружности радиуса 1 м так, то уравнение её движения имеет вид: $S = 2t^2 + 3t^3$, м. Для момента времени $t = 1$ с найти угловое ускорение диска.
9. Диск радиусом 1 см вращается согласно уравнению $\varphi = 10t + 0,1t^3$, рад. Определить нормальное ускорение точек на ободе диска для момента времени $t = 2$ с.
10. Диск радиусом 1 м вращается согласно уравнению $\omega = 10 + 0,1t$, рад/с. Определить тангенциальное ускорение точек на ободе диска для момента времени $t = 10$ с.
11. Диск радиусом 1 см вращается согласно уравнению $\varphi = 10t + 0,1t^3$, рад. Определить нормальное ускорение точек на ободе диска для момента времени $t = 10$ с.
12. Диск радиусом 1 м вращается согласно уравнению $\omega = 10 + 0,1t$, рад/с. Определить тангенциальное ускорение точек на ободе диска для момента времени $t = 10$ с.

13. По наклонной плоскости с углом наклона к горизонту 45° из состояния покоя скользит тело. Определите ускорение тела, если коэффициент трения 0,1. Сделать поясняющий рисунок.
14. Два груза массами 1 кг и 2 кг связаны друг с другом нитью, перекинутой через невесомый блок. Пренебрегая трением в оси блока, определить ускорение грузов. Сделать поясняющий рисунок.
15. Груз массой 10 кг поднимают по наклонной плоскости с ускорением 1 м/с^2 . Угол наклона к горизонту равен 30° , а коэффициент трения груза о поверхность 0,1. Определите силу тяги. Сделать поясняющий рисунок.
16. На материальную точку действуют две постоянные по величине консервативные силы $\vec{F}_1 = 7 \text{ Н}$ и $\vec{F}_2 = 4 \text{ Н}$. Угол между векторами сил 60° . Определить величину результирующей силы.
17. На материальную точку действуют две постоянные по величине консервативные силы $\vec{F}_1 = 7 \text{ Н}$ и $\vec{F}_2 = 4 \text{ Н}$. Угол между векторами сил 120° . Определить величину результирующей силы.
18. Тело тянут равномерно и прямолинейно по горизонтальной поверхности, прилагая силу в 10 Н параллельно поверхности. Определить коэффициент трения. Сделать поясняющий рисунок.
19. Проволока длиной 10 м с площадью сечения $0,5 \text{ мм}^2$ при растяжении силой 100 Н удлинилась на 1 см. Определить модуль Юнга для материала проволоки.
20. С какой силой нужно растягивать закрепленную стальную проволоку (модуль Юнга для стали 210 ГПа) длиной 1 м с площадью сечения $0,5 \text{ мм}^2$, чтобы удлинить ее на 3 мм?
21. При растяжении алюминиевой проволоки (модуль Юнга для алюминия 70 ГПа) в ней возникло механическое напряжение 35 МПа. Найти относительную деформацию.
22. Найти напряжение, возникающее в стальном тросе (модуль Юнга для стали 210 ГПа) при его относительной деформации 0,001.
23. На барабан массой $m_0 = 0,5 \text{ кг}$ намотан шнур, к которому привязан груз массой $m = 0,2 \text{ кг}$. Найти ускорение, с которым груз будет опускаться груз. Барабан считать однородным диском. Сделать поясняющий рисунок.
24. Через блок в виде однородного сплошного цилиндра массой 1 кг перекинута невесомая нить, к концам которой подвешены грузы массами 2 кг и 3 кг. Пренебрегая трением в оси блока, определите ускорение грузов. Сделать поясняющий рисунок.
25. Определить момент инерции сплошного однородного стержня массой 1 кг и длиной 1 м относительно оси, перпендикулярной стержню и отстоящей на одну треть длины от его конца.
26. Определите момент инерции системы, состоящей из соприкасающихся шара массой 1 кг и радиусом 10 см и тонкого однородного стержня длиной 100 см и массой 120 г, относительно оси, перпендикулярной стержню и проходящей через его конец.
27. Обруч массой 1 кг и радиусом 0,2 м вращается равномерно с частотой 3 с^{-1} относительно оси, проходящей через середину его радиуса перпендикулярно плоскости обруча. Определить момент импульса обруча.
28. Шар и сплошной цилиндр одинаковой массы, изготовленные из одного и того же материала, катятся без скольжения с одинаковой скоростью. Определите, во сколько раз кинетическая энергия шара меньше кинетической энергии сплошного цилиндра.

29. Уравнение гармонического колебания имеет вид $x = 0,2 \sin(2\pi t), \text{ м}$. Найти период колебаний и уравнение изменения скорости со временем.
30. Уравнение гармонического колебания имеет вид $x = 0,02 \sin(\pi t), \text{ м}$. Найти амплитуду и уравнение изменения ускорения со временем.
31. Уравнение гармонического колебания имеет вид $x = 0,03 \cos\left(\frac{\pi}{2}t\right), \text{ м}$. Найти уравнение изменения кинетической энергии со временем.
32. Уравнение гармонического колебания имеет вид $x = 0,2 \sin(2\pi t), \text{ м}$. Найти циклическую частоту и уравнение изменения скорости со временем.
33. Уравнение гармонического колебания имеет вид $x = 0,05 \cos(\pi t), \text{ м}$. Найти частоту колебаний и уравнение изменения ускорения со временем.
34. Уравнение гармонического колебания имеет вид $x = 0,04 \cos(2\pi t), \text{ м}$. Найти уравнение изменения кинетической энергии со временем.
35. Уравнение гармонического колебания имеет вид $x = 0,01 \cos\left(\frac{\pi}{4}t\right), \text{ м}$. Найти фазу колебаний и максимальную скорость.
36. Уравнение гармонического колебания имеет вид $x = 0,05 \sin(3\pi t), \text{ м}$. Найти уравнение изменения кинетической энергии со временем.
37. Трижды было измерено время падения тела с высоты h : $t_1 = 1,53 \text{ с}$, $t_2 = 1,47 \text{ с}$, $t_3 = 1,50 \text{ с}$. Определить среднее значение, абсолютные погрешности каждого измерения, среднюю абсолютную погрешность, относительную погрешность измерения.
38. Построить график зависимости $x(t)$ по данным эксперимента:

$t, \text{ с}$	0	1	2	3	4
$x, \text{ м}$	0	5,5	25	67,5	142

39. В результате стат. обработки экспериментальных данных среднее значение некоторой физической величины равно $\langle x \rangle = 1,32455$, а средняя абсолютная погрешность – $\langle \Delta x \rangle = 0,07134$. Записать окончательный ответ с учётом интервала надёжности $x = \langle x \rangle \pm \langle \Delta x \rangle$, округляя с точностью до первой значащей цифры (по стандарту СЭВ СТ СЭВ 543–77).

ПРИМЕРЫ ОТВЕТОВ НА ВОПРОСЫ

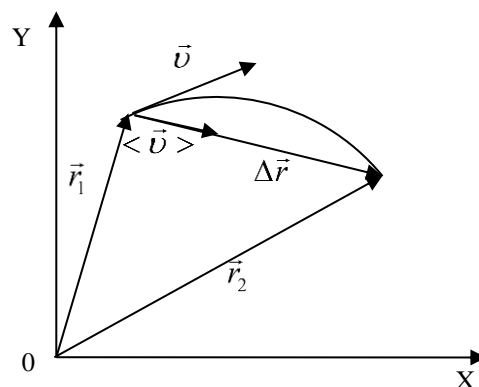
1. Поступательное движение (определение). Траектория, путь, перемещение (определения, поясняющий рисунок).

Поступательным называют движение, при котором любая прямая, проведённая в теле, остаётся параллельной самой себе.

Траектория – это линия, которую описывает тело в процессе своего движения.

Путь S – это длина траектории, $[S]=1$ м.

Перемещение $\Delta\vec{r}$ – вектор, соединяющий положения движущейся материальной точки в начальный и в конечный момент времени.



2. Масса (определение). Принцип эквивалентности. Аддитивность массы.

Масса – количественная мера инертных и гравитационных свойств тела.

Принцип эквивалентности: инертная масса равна гравитационной.

Масса – аддитивная величина, так как масса тела равна сумме масс составляющих его частей.

3. Закон сохранения механической энергии. Закон сохранения и превращения полной энергии.

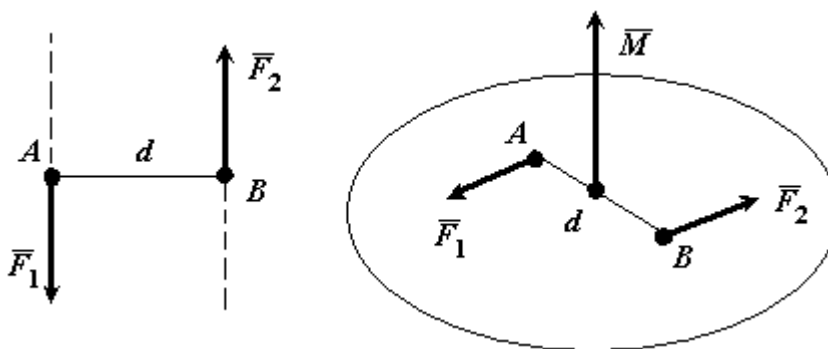
Закон сохранения механической энергии: в замкнутой системе тел в поле только консервативных сил полная механическая энергия остается постоянной.

Закон сохранения и превращения полной энергии: энергия ниоткуда не появляется и нигде не исчезает, а только переходит из одного вида в другой в эквивалентных количествах.

4. Момент пары сил (поясняющий рисунок, формула, направление вектора).

Парой сил называется система двух равных по модулю, параллельных и направленных в противоположные стороны сил, действующих на абсолютно твердое тело.

Плечом пары сил d называется кратчайшее расстояние между линиями действия сил пары.



Момент пары сил перпендикулярен плоскости действия пары, направлен по правилу правого винта и равен по модулю произведению модуля любой из сил на плечо пары:

$$M = F_1 \cdot d = F_2 \cdot d .$$

5. Зависимость пройденного материальной точкой пути от времени выражается уравнением $S = 5t + 2t^3$, м. Найти значение скорости в момент времени $t = 2$ с.

Дано: $S = 5t + 2t^3$, $t = 2$ с

Найти: v .

Решение: $v = \frac{dS}{dt} = 5 + 6t^2$, $v(t = 2 \text{ с}) = 5 + 6 \cdot 2^2 = 29 \text{ м/с}$.

6. По наклонной плоскости с углом наклона к горизонту 45° из состояния покоя скользит тело. Коэффициент трения 0,1. Определить ускорение тела. Сделать поясняющий рисунок

По второму закону Ньютона:

$$m\vec{a} = m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_{mp}.$$

Проекции сил на оси координат:

$$OX: ma = mg \sin \alpha - F_{mp},$$

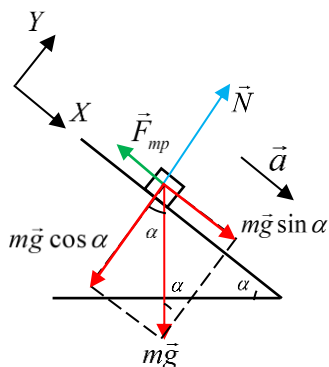
$$OY: N = mg \cos \alpha,$$

где сила трения скольжения $F_{mp} = \mu N$.

$$ma = mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha,$$

$$a = g (\sin \alpha - \mu \cos \alpha),$$

$$\text{Вычисление: } a = 10 \left(\frac{\sqrt{2}}{2} - 0,1 \frac{\sqrt{2}}{2} \right) = \dots$$



7. Уравнение гармонического колебания имеет вид $x = 0,05 \cos(\pi t)$, м. Найти частоту колебаний и уравнение изменения ускорения со временем.

$$x = 0,05 \cos(\pi t), \text{ м}$$

$$\text{Частота колебаний } \nu = \frac{\omega_0}{2\pi} = \frac{\pi}{2\pi} = \frac{1}{2} \text{ Гц}.$$

$$\text{Скорость } v = \frac{dx}{dt} = 0,05 \cdot \pi \cdot \sin(\pi t), \text{ м/с}. \text{ Ускорение } a = \frac{dv}{dt} = -0,05 \cdot \pi \cdot \pi \cdot \cos(\pi t), \text{ м/с}^2.$$

8. Обруч массой 1 кг и радиусом 0,2 м вращается равномерно с частотой 3 с^{-1} относительно оси, проходящей через середину его радиуса перпендикулярно плоскости обруча. Определить момент импульса обруча.

Решение

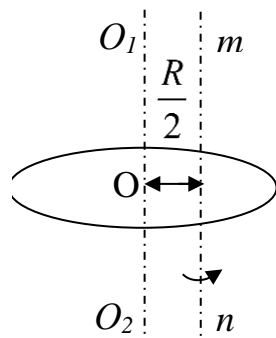
Дано

$$m_1 = 1 \text{ кг}$$

$$R = 0,2 \text{ м}$$

$$v = 3 \text{ с}^{-1}$$

$$L - ?$$



Момент импульса твердого тела по определению равен произведению момента инерции этого тела и его угловой скорости:

$$L = J\omega.$$

Момент инерции обруча относительно оси mn по теореме Штейнера

$$J = mR^2 + m \cdot \left(\frac{R}{2}\right)^2 = 1,25mR^2.$$

Угловая скорость обруча $\omega = 2\pi v$.

Окончательно:

$$L = 1,25mR^2 \cdot 2\pi v = 2,5\pi mvR^2,$$

$$L = 0,942 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}^2}{\text{с}}.$$

9. Трижды было измерено время падения тела: $t_1 = 1,53 \text{ с}$, $t_2 = 1,47 \text{ с}$, $t_3 = 1,50 \text{ с}$. Определить среднее значение, абсолютные погрешности каждого измерения, среднюю абсолютную погрешность, относительную погрешность измерения.

$$\text{Среднее значение времени } \langle t \rangle = \frac{t_1 + t_2 + t_3}{3} = 1,53 \text{ с}$$

$$\text{– абсолютные погрешности каждого измерения } \Delta t_i = |\langle t \rangle - t_i|,$$

$$\Delta t_1 = |1,50 - 1,53| = 0,03 \text{ с}, \Delta t_2 = |1,50 - 1,47| = 0,03 \text{ с}, \Delta t_3 = |1,50 - 1,50| = 0;$$

$$\text{– среднюю абсолютную погрешность } \langle \Delta t \rangle = \frac{\Delta t_1 + \Delta t_2 + \Delta t_3}{3}, \langle \Delta t \rangle = \frac{0,03 + 0,03 + 0}{3} = 0,02 \text{ с};$$

$$\text{– относительную погрешность } \delta t = \frac{\langle \Delta t \rangle}{\langle t \rangle}, \delta t = \frac{0,02}{1,50} \approx 0,013.$$

10. В результате стат. обработки экспериментальных данных среднее значение некоторой физической величины $\langle x \rangle = 1,32455$, а средняя абсолютная погрешность – $\langle \Delta x \rangle = 0,07134$. Записать окончательный ответ с учётом интервала надёжности $x = \langle x \rangle \pm \langle \Delta x \rangle$, округляя с точностью до первой значащей цифры (по стандарту СЭВ СТ СЭВ 543–77).

$$x = 1,32 \pm 0,07.$$