

Алексеева Е.В. Михайлова М.В. Резник Н.Н.

# **Физика**

## **Механика**



**Воронеж 2023**

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Воронежский государственный  
технический университет»

**Физика. Раздел: «Механика»**

**Методические указания к выполнению  
самостоятельной работы студентов всех  
специальностей  
среднего профессионального образования**

Воронеж 2023

УДК 531 (07)  
ББК 22.2 я7

*Составитель:*  
*преп. Алексеева Е.В., преп. Михайлова М.В., преп. Резник Н.Н.*

**Физика:** методические указания к выполнению самостоятельной работы студентов по дисциплине «Физика», являются руководством к решению задач по разделу «Механика» для студ. всех спец. СПО/ ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост.: Е.В. Алексеева, М.В. Михайлова, Н.Н. Резник. Воронеж» Изд-во ВГТУ, 2023 – 30с.

Методическое указание к выполнению самостоятельных работ содержит краткие теоретические сведения, основные формулы и законы по разделам механики по курсу физики, примеры решения задач и задачи для самостоятельного решения.

Методическое указание к выполнению самостоятельных работ дает возможность студентам закрепить полученные теоретические знания и применять их на практике, самостоятельно решая предложенные задачи.

Методические указания подготовлены в электронном виде и содержатся в файле «Оснастка.pdf»

Ил. 5. Табл. 1. Библиогр.: 8 назв.

**УДК 531 (07)**  
**ББК 22.2 я7**

*Рецензент – Бабкина И.В., к.т.н., доцент кафедры физики твёрдого тела  
Воронежского ВГТУ*

*Издаётся по решению редакционно-издательского совета  
Воронежского государственного технического университета*

## Оглавление

Введение .....	4
Основные формулы .....	5
Примеры решения задач .....	11
Задачи для самостоятельного решения .....	15
Кинематика .....	15
Динамика .....	20
Библиографический список .....	30

## Введение

Физика, наряду с другими естественными науками, изучает объективные свойства окружающего нас материального мира. Физика исследует наиболее общие формы движения материи. Простейшей и наиболее общей формой движения является механическое движение. Механическим движением называется процесс изменения взаимного расположения тел в пространстве и с течением времени.

Классическая механика изучает движение макроскопических тел, совершаемых со скоростями, малыми по сравнению со скоростью света в вакууме. Законы классической механики были сформулированы И. Ньютоном в 1687 году, но не утратили своего значения в наши дни. Движение частиц со скоростями порядка скорости света рассматривается в релятивистской механике, основанной на специальной теории относительности, а движения микрочастиц изучается в квантовой механике. Это значит, что законы классической механики имеют определенные границы применения.

Механика делится на три раздела: кинематику, динамику и статику. В разделе кинематика рассматриваются такие кинематические характеристики движения, как перемещение, скорость, ускорение.

В основе классической динамики лежат законы Ньютона. Здесь необходимо обратить внимание на векторный характер действующих на тела сил, входящих в эти законы. Динамика охватывает такие вопросы, как закон сохранения импульса, закон сохранения полной механической энергии, работа силы, деформация, условия равновесия, давление в жидкости и твёрдых телах, механические колебания и волны.

При изучении кинематики и динамики вращательного движения следует обратить внимание на связь между угловыми и линейными характеристиками. Здесь вводятся понятия угловой скорости, углового ускорения, момента силы относительно оси вращения.

## Основные формулы

$\vec{S} = \vec{S}_1 + \vec{S}_2$	- правило сложения перемещений
$\vec{v} = \vec{v}_1 + \vec{v}_2$	- правило сложения скоростей
$\vec{v}_{\text{cp}} = \frac{\vec{S}}{t}$	- средняя скорость
$v_{\text{cp}} = \frac{L}{t}$	- средняя путевая скорость
$\vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{t}$	- вектор ускорения
$a_x = \frac{v_x - v_{0x}}{t}$	- проекция вектора ускорения
$\vec{v} = \frac{\vec{S}}{t}$	- скорость равномерного движения
$v_x = \frac{S_x}{t}$	- проекция скорости равномерного движения
$S_x = v_x t$	- проекция перемещения равномерного движения
$x = x_0 + v_x t$	- координата тела при равномерном движении
$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a}t$	- скорость тела при равноускоренном движении
$v_x = v_{0x} \pm a_x t$	- проекция скорости при разгоне(торможении)
$S_x = v_{0x}t \pm \frac{a_x t^2}{2}$	- перемещение при равноускоренном (равнозамедленном) движении
$x = x_0 + v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}$	- координата тела при равноускоренном движении
$S_x = \frac{v^2 - v_0^2}{2a}$	- формула связи

$S_n = \frac{a}{2} \cdot (2n - 1)$	- перемещение в n-ую секунду при равноускоренном движении
$h = v_0 t \pm \frac{gt^2}{2}$	- расстояние при движении по вертикали вниз (вверх)
$v = v_0 \pm gt$	- скорость при движении по вертикали вниз (вверх)
$h = \frac{v^2 - v_0^2}{\pm 2g}$	- формула связи при движении по вертикали вниз (вверх)
$t_{\text{пад}} = \sqrt{\frac{2h_0}{g}}$	- время падения
$t_{\text{под}} = \frac{v_0}{g}$	- время подъёма
$t_{\text{под}} = \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$	- время подъёма при движении тела под углом к горизонту
$t_{\text{пол}} = 2t_{\text{пад}} = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$	- время полёта при движении тела под углом к горизонту
$h = v_0 t \pm \frac{gt^2}{2}$	- перемещение при движении по вертикали вниз (вверх)
$l = v_{0x} \sqrt{\frac{2h_0}{g}}$	- дальность полёта тела, брошенного горизонтально
$h_{\text{max}} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$	- максимальная высота подъёма
$S_{\text{max}} = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}$	- максимальная дальность полёта
$T = \frac{t}{N}$	- период колебаний
$\nu = \frac{1}{T}$	- частота колебаний
$a_{\text{цс}} = \frac{v^2}{R}$	- центростремительное ускорение

$v = \frac{2\pi \cdot R}{T}$	- линейная скорость при равномерном движении по окружности
$v = \omega \cdot R$	- связь линейной и угловой скоростей
$a_{\text{цс}} = \omega^2 \cdot R$	- связь центростремительного ускорения и угловой скорости
$\omega = \frac{\varphi}{t}$	- угловая скорость
$\omega = \frac{2\pi}{T}$	- угловая скорость, выраженная через период
$\omega = 2\pi\nu$	- угловая скорость, выраженная через частоту
$\sum \vec{F} = 0, \quad \vec{v} = \text{const}$	- первый закон Ньютона
$\rho = \frac{m}{V}$	- плотность вещества
$\vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_N$	- принцип суперпозиции сил
$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_N = m\vec{a}$	- второй закон Ньютона
$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$	- третий закон Ньютона
$F = G \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$	- закон всемирного тяготения
$v_1 = \sqrt{gR}$	- первая космическая скорость
$v_1 = \sqrt{\frac{GM}{R+H}}$	- первая космическая скорость
$T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{(R+H)^3}{GM}}$	- период обращения искусственного спутника Земли
$F_T = mg$	- сила тяжести



$g = G \frac{M}{R^2}$	- ускорения свободного падения
$P = mg$	- вес тела
$P = m \cdot (g \pm a)$	- вес тела, движущегося с ускорением, направленным вертикально вверх (вниз)
$n = \frac{m \cdot (g + a)}{mg} = 1 + \frac{a}{g}$	- перегрузка
$x = \Delta l = l - l_0$	- абсолютное удлинение
$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l}$	- относительное удлинение
$\sigma = \frac{F}{S}$	- механическое напряжение
$F_{\text{упр}} = -k\Delta l$	- закон Гука
$\frac{1}{k} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2}$	- жёсткость системы из двух пружин, соединённых последовательно
$k = k_1 + k_2$	- жёсткость системы из двух пружин, соединённых параллельно
$(F_{\text{тр.покоя}})_{\text{max}} = \mu N$	- максимальная сила трения покоя
$F_{\text{тр.скольжения}} = \mu N$	- сила трения скольжения
$p = \frac{F}{S}$	- давление
$\vec{p} = m\vec{v}$	- импульс тела
$\vec{F}\Delta t = \Delta\vec{p}$	- импульс силы
$\vec{p} = \sum_{i=1}^N \vec{p}_i$	- импульс системы тел
$\vec{p}_{01} + \vec{p}_{02} + \dots = \vec{p}_1 + \vec{p}_2 + \dots$	- закон сохранения импульса
$m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 = m_1\vec{v}'_1 + m_2\vec{v}'_2$	- закон сохранения импульса для абсолютно упругого удара

$m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = (m_1 + m_2) \vec{v}'$	- закон сохранения импульса для абсолютно неупругого удара
$A = FS \cos \alpha$	- механическая работа
$A = mgh$	- работа силы тяжести
$A = \frac{kx^2}{2}$	- работа силы упругости
$\eta = \frac{A_{\text{пол.}}}{A_{\text{зат.}}} \cdot 100\%$	- коэффициент полезного действия механизма (КПД)
$N = \frac{A}{t}$	- мощность
$N = Fv \cos \alpha$	- мощность тела, движущегося равномерно
$A = \frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2}$	- работа и изменение кинетической энергии (теорема о кинетической энергии)
$A = -(mgh - mgh_0)$	- работа и изменение потенциальной энергии тела, поднятого над землёй
$A = -\left(\frac{kx^2}{2} - \frac{kx_0^2}{2}\right)$	- работа и изменение потенциальной энергии упруго деформированного тела
$W_k = \frac{mv^2}{2}$	- кинетическая энергия
$W_p = mgh, W_p = \frac{kx^2}{2}$	- потенциальная энергия
$W_{1k} + W_{1p} = W_{2k} + W_{2p}$	- закон сохранения механической энергии для замкнутой системы
$W_{1k} + W_{1p} = W_{2k} + W_{2p} + Q$	- закон сохранения механической энергии для незамкнутой системы
$x = A \cos(\omega t + \varphi_0)$	- уравнение гармонических колебаний
$v = x', v = -A\omega \sin(\omega t + \varphi_0)$	- скорость гармонических колебаний
$v_{\text{max}} = A\omega$	- амплитуда скорости
$a = v', a = -A\omega^2 \cos(\omega t + \varphi_0)$	- ускорение гармонических колебаний
$a_{\text{max}} = A\omega^2$	- амплитуда ускорения

$W_{\text{полн}} = W_{k \text{ max}} = W_{p \text{ max}}$ $= W_k + W_p$	- полная механическая энергия гармонических колебаний
$\varphi = \omega t + \varphi_0$	- фаза колебаний
$T = \frac{t}{N}, T = \frac{1}{\nu}$	- период колебаний
$\nu = \frac{N}{t}, \nu = \frac{1}{T}$	- частота колебаний
$\omega = 2\pi\nu, \omega = \frac{2\pi}{T}$	- циклическая частота
$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$	- период колебаний математического маятника
$\nu = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{l}}$	- частота колебаний математического маятника
$\omega = \sqrt{\frac{g}{l}}$	- циклическая частота колебаний математического маятника
$v_{\text{max}} = A \cdot \sqrt{\frac{g}{l}}$	- максимальное значение скорости колебаний математического маятника
$a_{\text{max}} = A \cdot \frac{g}{l}$	- максимальное значение ускорения колебаний математического маятника
$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$	- период колебаний пружинного маятника
$\nu = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$	- частота колебаний пружинного маятника
$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$	- циклическая частота колебаний пружинного маятника
$v_{\text{max}} = A \cdot \sqrt{\frac{k}{m}}$	- максимальное значение скорости колебаний пружинного маятника
$a_{\text{max}} = A \cdot \frac{k}{m}$	- максимальное значение ускорения колебаний пружинного маятника
$\lambda = \nu T, \quad \lambda = \frac{v}{\nu},$ $\lambda = \frac{2\pi v}{\omega}$	- длина волны

## Примеры решения задач по механике

### Пример 1.1.

С некоторой высоты над поверхностью земли бросили мячик, который упал на землю через время  $t$ . Определите на какой высоте от поверхности земли находился мячик через промежуток времени равный  $t_1$  после начала полёта и его скорость в этот момент времени.

Дано:  
 $h, t, t_1$

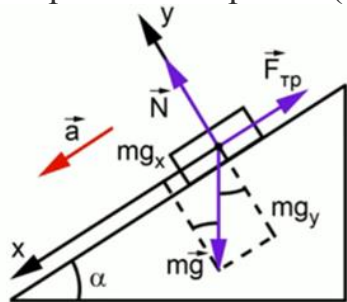
Найти:  
 $h_1$ -?

Под действием силы тяжести, мячик равноускоренно приближается к земле. Используя уравнения движения для равноускоренного движения выразим начальную скорость мячика  $h = v_0 t + \frac{gt^2}{2} \Rightarrow v_0 = \frac{h}{t} - \frac{gt}{2}$ . За время  $t_1$  мяч пролетает путь  $S = v_0 t_1 + \frac{gt_1^2}{2}$  и окажется на высоте  $h_1 = h - S$ . Скорость мяча в данный момент времени находится из уравнения скорости. Ответ:  $h_1 = \frac{g}{2}(t^2 + t_1^2) + v_0(t - t_1), v_1 = v_0 + gt_1$

**Пример 1.2.** Из состояния покоя, брусок массой  $m$  начинает скользить по наклонной плоскости. Угол наклонной плоскости составляет  $\alpha$  градусов с горизонтом, коэффициент трения  $\mu$ . Определить равнодействующую силу и ускорение бруска.

Дано:  
 $m, \alpha, \mu$

На брусок действуют силы притяжения к земле, сила реакции опоры и сила трения (Рис. 1).



По второму закону Ньютона, равнодействующая всех сил

$$m\vec{a} = m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_{\text{тр}}$$

По оси  $ox$ :  $ma = mg \cdot \sin\alpha - F_{\text{тр}}$

По оси  $oy$ :  $0 = N - mg \cos\alpha$

$F_{\text{тр}} = \mu \cdot N$ , подставим и найдём

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

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

Ответ:  $F_{\text{равн}} = mg(\sin\alpha - \mu \cos\alpha), a = g(\sin\alpha - \mu \cos\alpha)$ .

**Пример 1.3.** С высоты  $h$  вертикально вниз бросают мяч. После абсолютно упругого удара о землю, мяч поднимается на высоту  $2h$ . Определите начальную скорость броска мяча.

Дано:  $h, 2h$   
Найти:  $v_0$ -?

В момент броска мяч, находился на высоте  $h$  и имел начальную скорость  $v_0$ , следовательно, обладал и потенциальной и кинетической энергией. Полная механическая энергия мяча  $E_{\text{мех.нач.}} = mgh + \frac{mv_0^2}{2}$ . Считаем, что силы сопротивления воздуха ничтожно малы и система тел (мяч-Земля) замкнута. В этом случае по закону сохранения энергии:

$$E_{\text{мех.нач.}} = mgh + \frac{mv_0^2}{2} = E_{\text{мех.конеч.}} = mg \cdot 2h$$

Отсюда легко выразить начальную скорость мяча, причём высота подъёма мяча не зависит от его массы и определяется только его начальной скоростью броска.  $v_0 = \sqrt{2g(2h - h)}$

Ответ:  $v_0 = \sqrt{2gh}$

**Пример 1.4.** Скорость обращения Земли вокруг Солнца  $v$ , радиус земной орбиты  $R_{3c}$ . Выразите массу Солнца.

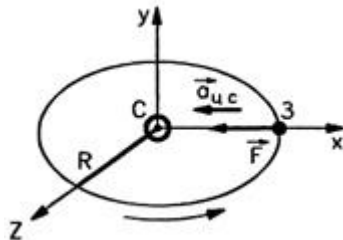
Дано:

$v, R_{3c}$

Найти:

$M_c - ?$

В центр системы координат хуз поместим Солнце. На расстоянии  $R$  вдоль оси  $ox$  поместим Землю (Рис.1) Сила взаимодействия Земли и Солнца направлена в начало координат.



По второму закону Ньютона  $\vec{m}\vec{a} = \vec{F}$ ,

В правой части сила всемирного тяготения  $F = G \cdot \frac{M_c \cdot M_3}{R_{3c}^2}$ , движение происходит по окружности с постоянной скоростью.

Возникает

центростремительное ускорение

$$a_{ц} = v^2 / R_{3c} .$$

$$M_3 \frac{v^2}{R_{3c}} = G \cdot \frac{M_3 \cdot M_c}{R_{3c}^2} \text{ отсюда выразим массу Солнца.}$$

Ответ: масса Солнца  $M_c = \frac{v^2 \cdot R_{3c}}{G}$ .

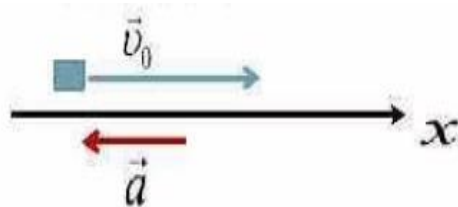
**Пример 1.5.** Велосипедист во время торможения  $t$  двигался равнозамедленно с некоторым ускорением  $a$ . Определите тормозной путь и начальную скорость велосипедиста.

Дано:

$t, a, v_k=0$

Найти:

$S_x - ? v_0 - ?$



Уравнения движения имеют вид:

$$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a} \cdot t, \vec{S} = \vec{v}_0 \cdot t + \frac{\vec{a} \cdot t^2}{2}.$$

Проекция уравнений скорости и перемещения на ось  $ox$ :

$v_x = v_{0x} - a_x \cdot t, S_x = v_{0x} \cdot t - \frac{a \cdot t^2}{2}$ . По условию задачи конечная скорость велосипедиста равна нулю.

$$v_{0x} = a_x \cdot t, S_x = a_x \cdot t^2 - \frac{a \cdot t^2}{2} = \frac{a \cdot t^2}{2}$$

Ответ: тормозной путь велосипедиста  $S_x = \frac{a \cdot t^2}{2}$ , его начальная скорость  $v_{0x} = a_x \cdot t$ .

**Пример 1.6.** В U-образном сосуде находятся две несмешиваемые жидкости - керосин и ртуть. Уровень раздела жидкостей расположен ниже свободного края ртути на высоту  $h_{рт}$ . Определить разность высот уровней жидкостей в сосуде.

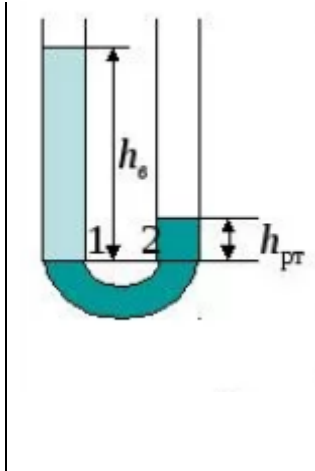
Дано:

$h_{рт}$ ,

$\rho_{рт}, \rho_{к}$

Найти:

$h_{к,рт} - ?$



Давление жидкостей на одном горизонтальном уровне одинаково  $\rho_{к} = \rho_{рт}$  причём  $p_{к} = \rho_{к} \cdot g \cdot h_{к}$ ,  $p_{рт} = \rho_{рт} \cdot g \cdot h_{рт}$ . Приравняв правые части уравнений выразим любую из высот, зная, что  $\frac{\rho_{к}}{\rho_{рт}} = \frac{h_{рт}}{h_{к}}$ . Так как

$\rho_{к} \ll \rho_{рт}$ , то  $h_{к} \gg h_{рт}$  соответственно  $h_{к} = \frac{\rho_{рт} \cdot h_{рт}}{\rho_{к}}$ . Найдём разность высот жидкостей

$$h_{к,рт.} = h_{к} - h_{рт}$$

Ответ:  $h_{к,рт.} = \frac{\rho_{рт} \cdot h_{рт}}{\rho_{к}} - h_{рт}$ .

**Задача 1.7.** На пружине жёсткостью 200Н/м закреплён груз. В начальный момент времени систему вывели из положения равновесия и отпустили (см. рисунок). Найти массу груза и потенциальную энергию пружины.

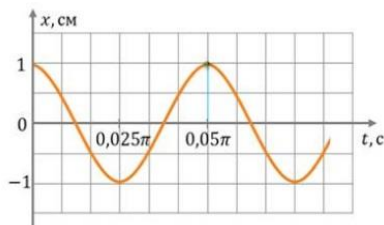
Дано:

$k=200\text{Н/м}$

Найти:

$m - ?$

$E - ?$



Период колебаний пружинного маятника  $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$ , тогда  $T^2 = 4\pi^2 \cdot \frac{m}{k}$ .

По графику  $T = 0,05\pi$  (с). Выразим массу груза  $m = \frac{k \cdot T^2}{4\pi^2}$ . Чтобы найти

потенциальную энергию пружины используем формулу  $E = \frac{k \cdot x_{max}^2}{2}$

По графику  $x_{max}^2 = 1\text{см} = 10^{-2}\text{м}$ .

Ответ:  $m = 25\text{кг}$ ,  $E = 10^{-2}\text{ Дж}$ .

## Задачи для самостоятельного решения

### 1. Кинематика

1. Тело, двигаясь прямолинейно и равномерно в плоскости, перемещается из точки А с координатами (0 м; 2 м) в точку В с координатами (4 м; -1 м) за время, равное 10 с. Определите модуль скорости тела.
2. Тело, двигаясь прямолинейно и равномерно в плоскости, перемещается из точки А с координатами (1; 2) в точку В с координатами (4; -1) за время, равное 10 с. Каков угол между осью ОХ и скоростью тела?
3. Поезд длиной 560 м, двигаясь равномерно, прошёл мост длиной 640 м за 2 мин. Определите скорость поезда.
4. На какой высоте окажется самолёт через 8 с после взлёта с аэродрома, если он взлетает с постоянной скоростью 50 м/с, направленной под углом  $45^\circ$  к горизонту?
5. Газонокосилка имеет ширину захвата 80 см. Определите площадь скошенного за 10 мин участка, если скорость косилки 0,1 м/с.
6. В трубопроводе с площадью поперечного сечения  $100 \text{ см}^2$  нефть движется со скоростью 1,4 м/с. Какой объём нефти проходит по трубопроводу в течение 8 мин?
7. Вагон шириной 2,4 м, движущийся со скоростью 15 м/с, был пробит пулей, летевшей перпендикулярно направлению движения вагона. Смещение отверстий в стенах вагона относительно друг друга 6 см. Определите скорость пули.
8. Координата материальной точки изменяется с течением времени согласно формуле  $x = 9 - 2t$  (м). Определите координату точки через 2 с после начала движения.
9. Координата материальной точки изменяется с течением времени согласно формуле  $x = 8 - 3t$  (м). Чему равна проекция скорости материальной точки на ось ОХ?
10. Координата тела изменяется с течением времени согласно формуле  $x = -10 - 4t$  (м). В какой момент времени координата этого тела будет равна нулю?
11. Тело начало двигаться вдоль оси Х с постоянной скоростью 6 м/с из точки, имеющей координату  $x_0 = -7$  м. Через сколько секунд координата тела окажется равной 5 м?
12. Даны уравнения координаты для двух материальных точек  $x = 2t$  (м) и  $x = -8$

- +  $4t$  (м). В какой момент времени вторая точка догонит первую?
13. По оси  $Ox$  движутся две точки: первая по закону  $x_1 = 10 + 2t$  (м), вторая по закону  $x_2 = + 5t$  (м). Определите координату места их встречи.
  14. Между двумя пунктами, расположенными на реке на расстоянии 100 км один от другого, курсирует катер, который, идя по течению, проходит это расстояние за 4 ч, а против — за 10 ч. Определите скорость течения и скорость катера относительно воды.
  15. Вертолёт летел на север со скоростью 36 км/ч относительно земли. С какой скоростью относительно земли будет лететь вертолёт, если подует западный ветер со скоростью 15 км/ч?
  16. Эскалатор метро движется со скоростью 0,8 м/с. Пассажир, идущий в направлении движения со скоростью 0,4 м/с относительно эскалатора, затратил на весь путь 30 с. Какова длина эскалатора?
  17. По двум параллельным железнодорожным путям равномерно движутся два поезда в одном направлении: грузовой — со скоростью 48 км/ч и пассажирский — со скоростью 102 км/ч. Какова величина относительной скорости поездов?
  18. По дорогам, пересекающимся под прямым углом, едут велосипедист и автомобиль. Скорости велосипеда и автомобиля относительно придорожных столбов, соответственно, равны 8 м/с и 15 м/с. Чему равен модуль скорости автомобиля относительно велосипеда?
  19. Два поезда идут навстречу друг другу по параллельным путям со скоростями 20 и 15 м/с. Определите время, в течение которого мимо пассажира, находящегося в первом поезде, будет проходить второй поезд, длина которого 175 м.
  20. Сколько времени пассажир, сидящий у окна поезда, идущего со скоростью 36 км/ч, будет видеть обгоняющий поезд длиной 120 м, движущийся со скоростью 72 км/ч?
  21. Два поезда идут навстречу друг другу со скоростями 36 и 54 км/ч. Пассажир в первом поезде замечает, что второй поезд проходит мимо него в течение 8 с. Какова длина второго поезда?
  22. Тело соскальзывает по наклонной плоскости, проходя за 10 с путь 2 м. Начальная скорость тела равна нулю. Определите модуль ускорения тела.
  23. Поезд, отойдя от станции, прошёл путь 562,5 м и развил скорость 27 км/ч. Найдите ускорение поезда.



24. Скорость тела на пути 106,25 м увеличилась на 5 м/с. Определите ускорение тела, если скорость в начале пути 6 м/с.
25. Торможение электропоезда метро должно начаться на расстоянии 250 м от станции. Какое ускорение должен получить электропоезд, движущийся со скоростью 54 км/ч, чтобы остановиться на станции?
26. Сколько времени затратит ракета, движущаяся из состояния покоя с ускорением  $6 \text{ м/с}^2$ , на преодоление расстояния 75 м? На пути 60 м скорость тела за 20 с уменьшилась в 3 раза. Определите скорость тела в конце пути, считая ускорение постоянным.
27. За одну секунду движения тело прошло путь 10 м, при этом его скорость, не меняя направления, увеличилась в 4 раза по сравнению с первоначальной. Определите ускорение тела.
28. Двигаясь с ускорением  $0,5 \text{ м/с}^2$ , тело на пути 60 м увеличило скорость в 4 раза. Найдите начальную скорость тела.
29. Поезд за 15 с, двигаясь от станции с постоянным ускорением, прошёл 180 м. Определите, какое расстояние преодолел поезд за первые 5 с.
30. Поезд, двигаясь от станции, за вторую секунду проходит путь 1 м. Какой путь пройдёт поезд за 15 с от начала движения?
31. Тело, двигаясь равноускоренно, в течение пятой секунды от начала движения прошло путь 45 м. Какой путь оно пройдёт за 10 с от начала движения?
32. Поезд отошёл от станции и в течение 15 с двигался равноускоренно. Найдите путь, пройденный поездом за это время, если известно, что за десятую секунду он прошёл путь 19 м.
33. При равноускоренном движении из состояния покоя тело за третью секунду проходит путь 10 м. Какой путь пройдёт тело за девятую секунду?
34. Чему равна проекция перемещения материальной точки за 2 с, движение которой вдоль оси ОХ описывается уравнением  $x = 12 - 3t + t^2$ ?
35. Координата тела изменяется с течением времени согласно формуле  $x = 32 - 8t + 2t^2$ . Определите модуль перемещения тела через 3 с.
36. Координата тела изменяется с течением времени согласно формуле  $x = 20 - 5t + 6t^2$ . Составьте соответствующее уравнение проекции скорости тела.
37. Движение тела описывается уравнением  $x = 8 - 6t + 0,5t^2$ . Определите проекцию скорости тела через 3 с после начала движения.
38. Движение тела описывается уравнением  $x = 4 + 2t - 3t^2$ . Определите модуль

скорости тела через 4 с после начала движения.

39. Зависимость координаты от времени для некоторого тела приведена в уравнении  $x = 8t - t^2$ . В какой момент времени скорость тела равна нулю?
40. Точка движется по оси X по закону  $x = 5 + 4t - 2t^2$ . Определите координату, в которой скорость точки обращается в нуль.
41. При прямолинейном движении зависимость пройденного телом пути  $s$  от времени  $t$  имеет вид:  $s = 4t - t^2$ . Определите скорость тела в момент времени  $t = 2$  с.
42. Материальная точка движется по оси OX по закону  $x = 2 + 5t + 10t^2$ . Определите проекцию ускорения точки на ось OX.
43. Мимо остановки по прямой улице проезжает грузовик со скоростью 10 м/с. Через 5 с от остановки вдогонку за грузовиком отъезжает мотоциклист, движущийся с ускорением 3 м/с<sup>2</sup>. На каком расстоянии от остановки мотоциклист догонит грузовик?
44. Через 20 с после отхода теплохода вдогонку за ним от той же пристани отправляется катер с постоянным ускорением 1 м/с<sup>2</sup>. Определите, на каком расстоянии от пристани катер догонит теплоход, если теплоход двигался равномерно со скоростью 18 км/ч
45. Галилей, изучая законы свободного падения, бросал без начальной скорости разные предметы с наклонной башни в городе Пиза, высота которой 57,5 м. Сколько времени падали предметы с этой башни?
46. Тело брошено от земли вертикально вверх со скоростью 9 м/с. На какой высоте скорость тела уменьшится в 3 раза?
47. С вертолѐта, находящегося на высоте 30 м, упал камень. Через сколько секунд камень достигнет земли, если вертолѐт при этом опускался со скоростью 5 м/с?
48. Найдите конечную скорость материальной точки при свободном падении с высоты 45 м.
49. С высоты 2,4 м брошен мяч вертикально вниз со скоростью 1 м/с. Чему равна его скорость в момент падения?
50. Тело брошено вертикально вверх с высоты 40 м с начальной скоростью 5 м/с. На какой высоте окажется тело через 2 с?
51. Мяч, брошенный вертикально вверх, упал на землю через 3 с. Определите начальную скорость.

52. Стрела, выпущенная из лука вертикально вверх, упала на землю через 6 с. На какую максимальную высоту поднялась стрела?
53. Из окна, расположенного на высоте 5 м от земли, горизонтально брошен камень, упавший на расстоянии 8 м от дома. С какой скоростью брошен камень?
54. Мяч, брошенный с башни горизонтально со скоростью 5 м/с, упал на расстоянии 10 м от её подножия. Чему равна высота башни?
55. Дальность полёта тела, брошенного горизонтально со скоростью 5 м/с, равна начальной высоте. Определите дальность полёта.
56. Мальчик ныряет в воду с крутого горизонтального берега высотой 5 м, имея после разбега скорость 6 м/с. С какой скоростью он достигнет поверхности воды?
57. Камень брошен с горы горизонтально со скоростью 15 м/с. Через какое время его скорость будет направлена под углом  $45^\circ$  к горизонту?
58. Камень брошен с башни горизонтально. Через 3 с вектор скорости камня составил угол  $45^\circ$  с горизонтом. Какова начальная скорость камня?
59. Мяч бросили с горизонтальной поверхности земли под углом к горизонту. Минимальная скорость мяча во время полёта была равна 7 м/с, а максимальная — 10 м/с. Через какой промежуток времени мяч упадёт на землю?
60. Небольшой камень, брошенный с ровной горизонтальной поверхности земли под углом  $30^\circ$  к горизонту, упал обратно на землю в 86,6 м от места броска. Какой максимальной высоты он достиг за время полёта?
61. Небольшой камень, брошенный с ровной горизонтальной поверхности земли под углом к горизонту, достиг максимальной высоты 5 м и упал обратно на землю в 20 м от места броска. Чему равна минимальная скорость камня за время полёта?
62. На соревнованиях по лёгкой атлетике спортсмен прыгнул в высоту на 2 м. Минимальная скорость спортсмена в этом прыжке была равна по модулю 1,2 м/с. Пренебрегая силой трения о воздух, определите длину прыжка.
63. Автомобиль движется со скоростью 36 км/ч. Определите скорость верхней и нижней точки колеса относительно поверхности земли.
64. Минутная стрелка часов на 50% длиннее секундной. Во сколько раз линейная скорость конца секундной стрелки больше минутной?
65. Точка равномерно движется по окружности, совершая один оборот за 1,57 с.

Определите угловую скорость точки.

66. Точка равномерно движется по окружности, имея частоту вращения 2 Гц. Определите угловую скорость точки.
67. Точка равномерно движется по окружности радиусом 1,5 м с угловой скоростью 3 рад/с. Определите линейную скорость точки.
68. Найдите угловую скорость барабана лебёдки диаметром 16 см при подъёме груза со скоростью 0,4 м/с.
69. Во сколько раз увеличится центростремительное ускорение точек обода колеса, если период обращения колеса уменьшится в 2 раза?
70. Во сколько раз возрастёт линейная скорость вращающегося колеса, если центростремительное ускорение увеличится в 4 раза?
71. Во сколько раз и как изменится угловая скорость тела, если центростремительное ускорение уменьшится в 9 раз?
72. Что происходит с периодом вращения, если центростремительное ускорение тела увеличивается в 4 раза?
73. Что происходит с частотой вращения, если центростремительное ускорение уменьшилось в 9 раз?
74. Период вращения первого колеса в 4 раза больше периода вращения второго, а его радиус в 2,5 раза больше радиуса второго колеса. Во сколько раз центростремительное ускорение точек обода второго колеса больше первого?

## 2. Динамика

1. Поезд массой 2000 т, движущийся со скоростью 36 км/ч, остановился, пройдя путь 400 м. Определите величину тормозящей силы.
2. На два тела действуют равные силы. Первое тело массой 300 г движется с ускорением 2 м/с<sup>2</sup>. Определите массу второго тела, если оно движется с ускорением 10 см/с<sup>2</sup>.
3. Сила 40 Н сообщает телу ускорение 0,8 м/с<sup>2</sup>. Какая сила сообщит этому телу ускорение 2 м/с<sup>2</sup>?
4. На тележку массой 500 г действует сила 15 Н. С какой силой нужно действовать на тележку массой 1 кг, чтобы она двигалась с тем же ускорением, что и первая тележка?
5. Порожний грузовой автомобиль массой 5 т начинает движение с ускорением 0,3 м/с<sup>2</sup>. После загрузки при той же силе тяги он трогается с

- места с ускорением  $0,2 \text{ м/с}^2$ . Сколько тонн груза принял автомобиль? Сопротивлением движению пренебречь.
6. С каким ускорением движется тело массой  $20 \text{ кг}$ , на которое действуют три равные силы по  $40 \text{ Н}$  каждая, лежащие в одной плоскости и направленные под углом  $120^\circ$  друг к другу?
  7. Брусок спускается с наклонной плоскости длиной  $15 \text{ см}$  в течение  $0,25 \text{ с}$ . Определите равнодействующую всех сил, действующих на брусок во время движения, если его масса  $200 \text{ г}$  и движение начинается из состояния покоя.
  8. Автомобиль массой  $1500 \text{ кг}$ , двигаясь равноускорено из состояния покоя по горизонтальному пути под действием равнодействующей силы  $1800 \text{ Н}$ , приобрёл скорость  $54 \text{ км/ч}$ . Определите путь, пройденный автомобилем.
  9. Снаряд массой  $2 \text{ кг}$  вылетает из ствола орудия в горизонтальном направлении со скоростью  $400 \text{ м/с}$ . Определите значение равнодействующей силы, считая её постоянной, если длина ствола  $2,5 \text{ м}$ .
  10. На поверхности озера плавают две лодки массой  $200 \text{ кг}$  каждая, в одной из них сидит человек массой  $50 \text{ кг}$ . Он подтягивает к себе с помощью верёвки вторую лодку. Сила натяжения верёвки  $100 \text{ Н}$ . Сила сопротивления воды мала. Какое по модулю ускорение будет у лодки без человека? Определите ускорение лодки с человеком.
  11. Лодку массой  $50 \text{ кг}$  подтягивают канатом к первоначально покоящемуся теплоходу массой  $300 \text{ т}$ . Лодка движется с ускорением  $0,6 \text{ м/с}^2$ . Определите ускорение теплохода.
  12. Два тела, движущиеся по гладкой горизонтальной плоскости, столкнулись друг с другом. Первое тело массой  $500 \text{ г}$  после столкновения стало двигаться с ускорением  $1 \text{ м/с}^2$ , а ускорение второго равно  $2 \text{ см/с}^2$ . Определите массу второго тела.
  13. Как изменится сила всемирного тяготения, если массу одного из взаимодействующих тел уменьшить в  $6$  раз, а расстояние уменьшить в  $2$  раза?
  14. Во сколько раз уменьшится сила тяготения между однородным шаром и материальной точкой, соприкасающейся с шаром, если материальную точку удалить от поверхности шара на расстояние, равное двум диаметрам шара?
  15. Во сколько раз уменьшится сила тяготения между двумя одинаковыми однородными шарами, если вначале шары соприкасались друг с другом, а

- затем один из шаров отодвинули на расстояние, равное диаметру шаров?
16. Как изменится сила тяжести, действующая на космический корабль, если сначала он был на расстоянии трёх земных радиусов от центра планеты, а потом приземлился на космодроме?
  17. Космонавт, находясь на Земле, притягивается к ней с силой 750 Н. С какой приблизительно силой он будет притягиваться к Марсу, находясь на его поверхности? Радиус Марса в 2 раза меньше, а масса в 10 раз меньше, чем у Земли.
  18. Космонавт, находясь на Земле, притягивается к ней с силой 600 Н. С какой силой он будет притягиваться к Луне, находясь на её поверхности, если радиус Луны меньше радиуса Земли в 4 раза, а масса Луны меньше массы Земли в 80 раз?
  19. У поверхности Луны на космонавта действует сила тяготения 160 Н. Какая сила тяготения действует со стороны Луны на того же космонавта в космическом корабле, движущемся по круговой орбите вокруг Луны на расстоянии двух лунных радиусов от её центра?
  20. Предположим, что радиус Земли уменьшился в 3 раза. Как должна измениться её масса, чтобы ускорение свободного падения на поверхности осталось прежним?
  21. Как изменится ускорение свободного падения на поверхности планеты, если плотность планеты увеличится в 2 раза, а радиус планеты останется прежним?
  22. Как изменится ускорение свободного падения на поверхности планеты, если плотность планеты увеличится в 3 раза, а радиус в 3 раза уменьшится?
  23. Зная ускорение свободного падения на поверхности Земли ( $10 \text{ м/с}^2$ ) и радиус планеты (6400 км), рассчитайте её среднюю плотность.
  24. Первая космическая скорость для спутника Нептуна, летающего на небольшой высоте, равна 17,7 км/с. Определите радиус Нептуна, если масса планеты  $1,04 \cdot 10^{26} \text{ кг}$ .
  25. Как изменилась бы первая космическая скорость, если бы масса планеты увеличилась в 9 раз?
  26. Как изменилась бы первая космическая скорость, если бы радиус планеты увеличился в 9 раз?
  27. Массу спутника увеличили в 4 раза. Как изменится его первая космическая скорость?

28. Планета представляет собой однородный шар с плотностью  $9000 \text{ кг/м}^3$ . Каков период обращения искусственного спутника планеты, движущегося вблизи её поверхности?
29. Плотность Марса приблизительно равна плотности Земли, а масса в 10 раз меньше. Определите отношение периода обращения спутника, движущегося вокруг Марса по низкой круговой орбите, к периоду обращения аналогичного спутника Земли.
30. Масса некоторой планеты в 3 раза меньше массы Земли, а период обращения спутника, движущегося вокруг этой планеты по низкой круговой орбите, совпадает с периодом обращения аналогичного спутника Земли. Определите отношение средних плотностей планеты и Земли.
31. Однородную пружину длиной  $L$  и жёсткостью  $k$  разрезали пополам. Какова жёсткость половины пружины?
32. Под действием груза проволока удлинилась на 1 см. Этот же груз подвесили к проволоке такой же длины из того же материала, но имеющей в 2 раза большую площадь сечения. Каким будет удлинение проволоки?
33. Определите жёсткость системы пружин при последовательном и параллельном соединениях. Жёсткость первой пружины —  $2000 \text{ Н/м}$ , а второй —  $6000 \text{ Н/м}$ .
34. К двум параллельно соединённым пружинам последовательно присоединена третья. Какова жёсткость этой системы, если пружины имеют одинаковую жёсткость, равную  $1500 \text{ Н/м}$ ?
35. При движении по горизонтальной поверхности на тело действует сила трения скольжения  $14 \text{ Н}$ . Какой станет сила трения скольжения после уменьшения массы тела в 7 раз и увеличения площади его соприкосновения с поверхностью в 2 раза, если коэффициент трения не изменится?
36. Определите коэффициент трения между змеей и землёй, если змея массой  $120 \text{ г}$  движется равномерно со скоростью  $1 \text{ м/с}$ , при этом сила трения равна  $0,15 \text{ Н}$ .
37. На каком минимальном расстоянии от перекрёстка должен начинать тормозить шофёр при красном сигнале светофора, если автомобиль движется со скоростью  $90 \text{ км/ч}$ ? Коэффициент трения между шинами и дорогой равен  $0,4$ .
38. Поезд, подъезжая к станции со скоростью  $90 \text{ км/ч}$ , начинает равномерно тормозить. Каково наименьшее время торможения поезда до полной

- остановки, безопасное для спящих на верхних полках пассажиров? Коэффициент трения о полки 0,2. На каком расстоянии до станции необходимо начать тормозить?
39. После удара клюшкой шайба массой 0,15 кг скользит по ледяной площадке. Её скорость при этом меняется в соответствии с уравнением  $v = 20 - 3t$ . Определите коэффициент трения шайбы о лёд.
40. На шероховатой горизонтальной поверхности лежит тело массой 5 кг. Коэффициент трения скольжения тела о поверхность равен 0,12. Определите силу трения между телом и поверхностью, которая возникает при действии на тело горизонтальной силы 6 Н.
41. На шероховатой горизонтальной поверхности лежит тело массой 3 кг. Коэффициент трения скольжения тела о поверхность равен 0,2. Определите силу трения между телом и поверхностью, которая возникает при действии на тело горизонтальной силы 8 Н.
42. На шероховатой горизонтальной поверхности лежит тело массой 3 кг. Коэффициент трения скольжения тела о поверхность равен 0,2. Определите равнодействующую силу, которая возникает при действии на тело горизонтальной силы 7 Н.
43. Под действием какой горизонтальной силы вагонетка массой 350 кг движется по горизонтальным рельсам с ускорением  $0,15 \text{ м/с}^2$ , если сила сопротивления движению 12 Н?
44. Автобус, масса которого с полной нагрузкой 15 т, трогается с места с ускорением  $0,9 \text{ м/с}^2$ . Найдите силу тяги, если коэффициент сопротивления движению равен 0,03.
45. Состав какой массы может везти тепловоз с ускорением  $0,1 \text{ м/с}^2$  при коэффициенте трения 0,005, если он развивает максимальное тяговое усилие 300 кН?
46. Парашютист массой 80 кг спускается на парашюте с установившейся скоростью 5 м/с. Какой будет установившаяся скорость, если на том же парашюте будет спускаться мальчик массой 40 кг? Считать, что сила сопротивления воздуха пропорциональна скорости парашюта.
47. Парашютист массой 75 кг спускается на парашюте с установившейся скоростью 6 м/с. Какой будет установившаяся скорость, если на том же парашюте будет спускаться мальчик массой 45 кг? Сила сопротивления воздуха пропорциональна квадрату скорости.
48. Брусok массой 0,5 кг прижат к вертикальной стене с силой 10 Н. Ко-



- коэффициент трения скольжения между бруском и стеной равен 0,4. Какой величины силу надо приложить к бруску, чтобы равномерно поднимать его вертикально вверх?
49. Брусок массой 2 кг перемещают вверх вдоль вертикальной стены с помощью силы, равной 52 Н и направленной под углом  $60^\circ$  к вертикали. Коэффициент трения бруска о стену равен 0,01. Определите ускорение бруска.
50. Тело массой 1 кг начинает двигаться равноускоренно вверх по вертикальной стене под действием силы 15 Н, направленной под углом  $15^\circ$  к вертикали. Коэффициент трения между телом и стеной равен 0,08. Определите среднюю скорость тела за 2 с движения.
51. Тело массой 1 кг движется по горизонтальной плоскости. На тело действует сила 10 Н под углом  $\alpha = 30^\circ$  к горизонту. Коэффициент трения скольжения равен 0,4. Определите ускорение, с которым движется тело.
52. Груз массой 90 кг поднимают равномерно по наклонной плоскости с углом наклона  $30^\circ$  к горизонту, прикладывая силу, направленную параллельно наклонной плоскости. Найдите эту силу, если коэффициент трения равен 0,4.
53. Автомобиль массой 4 т движется в гору с ускорением  $0,2 \text{ м/с}^2$ . Найдите силу тяги, если синус угла наклона горы равен 0,02, коэффициент трения 0,04.
54. На наклонной плоскости длиной 5 м и высотой 3 м находится груз массой 50 кг. Коэффициент трения 0,2. Какую силу, направленную вдоль плоскости, надо приложить к грузу, чтобы втаскивать его с ускорением  $1 \text{ м/с}^2$ ? Космический корабль стартует с Земли вертикально вверх с ускорением  $20 \text{ м/с}^2$ . Определите вес космонавта во время старта, если его масса 60 кг.
55. Человеческий организм сравнительно долго может переносить четырёхкратное увеличение своего веса. Какое максимальное ускорение можно придать космическому кораблю при старте с поверхности Земли, чтобы не превысить этой нагрузки на организм космонавтов? Старт космического корабля считать вертикальным.
56. Человек массой 70 кг находится в лифте, скорость которого направлена вниз и равна 1,2 м/с. Ускорение лифта направлено вверх и равно  $2 \text{ м/с}^2$ . Определите вес человека.
57. Герои романа Жюль Верна «Из пушки на Луну» летели в снаряде. Пушка

- имела длину ствола 300 м. Учитывая, что для полёта на Луну снаряд при вылете из ствола должен иметь скорость не менее 11,1 км/с, определите, во сколько раз возрастал бы вес пассажиров, считая движение равноускоренным.
58. Автомобиль массой 5 т равномерно со скоростью 54 км/ч въезжает на вогнутый мост, по форме представляющий собой дугу окружности радиусом 100 м. Определите, с какой силой автомобиль давит на мост в точке, радиус которой составляет с вертикалью  $60^\circ$ .
59. Автомобиль массой 3 т равномерно со скоростью 72 км/ч въезжает на вогнутый мост, по форме представляющий собой дугу окружности радиусом 80 м. Определите, с какой силой автомобиль давит на мост в точке, радиус которой составляет с вертикалью  $45^\circ$ .
60. На шнуре, перекинутом через неподвижный блок, помещены грузы массами 0,3 кг и 0,2 кг. С каким ускорением движутся грузы? Какова сила натяжения шнура во время движения?
61. Неподвижный блок подвешен к динамометру. Через блок перекинут невесомый шнур, на концах которого укреплены грузы массами 2 кг и 8 кг. Определите показания динамометра при движении грузов. Нить невесома и нерастяжима. Массой блока и трением на блоке пренебречь.
62. Два тела, массы которых различаются в 2 раза, связаны нитью, перекинутой через неподвижный блок. Определите первоначальное расстояние между телами, если они окажутся на одном уровне через 1,2 с после начала движения.
63. На нити, перекинутой через неподвижный блок, подвешены грузы массами 0,3 кг и 0,34 кг. За 2 с после начала движения каждый груз прошёл путь 1,2 м. Найдите ускорение свободного падения, исходя из данных опыта.
64. Через блок перекинута нить, к концу которой подвешены одинаковые гири массой 0,5 кг каждая. Какой дополнительный груз надо положить на одну из гирь, чтобы они стали двигаться с ускорением  $0,2 \text{ м/с}^2$ ? Массой блока и нити можно пренебречь. Нить нерастяжима.
65. К концу нити, перекинутой через неподвижный блок, подвешены два одинаковых груза по 4 кг каждый. На один из грузов положили перегрузок массой 2 кг. Определите силу давления перегрузка на груз.
66. Диск вращается вокруг вертикальной оси с постоянной угловой скоростью 2 рад/с. На каком наибольшем расстоянии от оси вращения тело,

- расположенное на диске, не будет соскальзывать? Коэффициент трения между телом и поверхностью диска 0,2.
67. Горизонтально расположенный диск вращается вокруг вертикальной оси, проходящей через его центр, делая 12 оборотов в минуту. Максимальное расстояние от центра диска, на котором может удерживаться груз на диске, равно 60 см. Найдите значение коэффициента трения между грузом и диском.
68. В вагоне поезда, идущего равномерно со скоростью 20 м/с по закруглению радиусом 200 м, производится взвешивание груза с помощью динамометра. Масса груза 5 кг. Определите результат взвешивания.
69. К потолку на нити длиной 1 м прикреплен тяжёлый шарик. Шарик приведён во вращение в горизонтальной плоскости. Нить составляет угол  $60^\circ$  с вертикалью. Найдите период обращения шарика.
70. При измерении пульса человека было зафиксировано 75 пульсаций крови за 1 мин. Определите период и частоту сокращения сердечной мышцы.
71. Каков период колебаний поршня двигателя автомобиля, если за 30 с поршень совершает 600 колебаний?
72. Сколько полных колебаний совершит материальная точка за 5 с, если частота колебаний 440 Гц?
73. За один и тот же промежуток времени первый математический маятник совершил 16 колебаний, а второй 10. Определите длину первого маятника, если разность их длин 0,39 м.
74. Первый математический маятник совершает колебания с частотой 6 Гц. Длина нити второго маятника больше длины первого в 3,24 раза. Чему равен период колебаний второго маятника?
75. Секундный маятник перенесли на поверхность Луны. Чему стал равен период колебаний этого маятника? Ускорение свободного падения на Луне в 6 раз меньше, чем на Земле.
76. Математический маятник с длиной нити 7 см находится в лифте, который движется с ускорением  $3 \text{ м/с}^2$ , направленным вниз. Рассчитайте период колебаний маятника.
77. Груз, подвешенный к пружине, совершает свободные колебания. Как изменится частота колебаний, если массу груза увеличить в 2 раза, а пружину заменить на другую? Коэффициент жёсткости новой пружины в 2 раза меньше старой.

78. Груз, подвешенный на лёгкой пружине жёсткостью  $100 \text{ Н/м}$ , совершает свободные гармонические колебания. Какой должна быть жёсткость другой пружины, чтобы частота колебаний этого груза увеличилась в 4 раза?
79. Тело массой  $300 \text{ г}$  подвешено к цепочке из двух параллельных пружин с коэффициентами жёсткости  $500$  и  $250 \text{ Н/м}$ . Определите период собственных колебаний системы.
80. Тело массой  $600 \text{ г}$  подвешено к цепочке из двух последовательных пружин с коэффициентами жёсткости  $500$  и  $250 \text{ Н/м}$ . Определите частоту колебаний системы.
81. За один и тот же промежуток времени первый математический маятник совершил 16 колебаний, а второй 10. Определите длину первого маятника, если разность их длин  $0,39 \text{ м}$ .
82. Первый математический маятник совершает колебания с частотой  $6 \text{ Гц}$ . Длина нити второго маятника больше длины первого в  $3,24$  раза. Чему равен период колебаний второго маятника?
83. Секундный маятник перенесли на поверхность Луны. Чему стал равен период колебаний этого маятника? Ускорение свободного падения на Луне в 6 раз меньше, чем на Земле.
84. Математический маятник с длиной нити  $7 \text{ см}$  находится в лифте, который движется с ускорением  $3 \text{ м/с}^2$ , направленным вниз. Рассчитайте период колебаний маятника.
85. Груз, подвешенный к пружине, совершает свободные колебания. Как изменится частота колебаний, если массу груза увеличить в 2 раза, а пружину заменить на другую? Коэффициент жёсткости новой пружины в 2 раза меньше старой.
86. Груз, подвешенный на лёгкой пружине жёсткостью  $100 \text{ Н/м}$ , совершает свободные гармонические колебания. Какой должна быть жёсткость другой пружины, чтобы частота колебаний этого груза увеличилась в 4 раза?
87. Тело массой  $300 \text{ г}$  подвешено к цепочке из двух параллельных пружин с коэффициентами жёсткости  $500$  и  $250 \text{ Н/м}$ . Определите период собственных колебаний системы.
88. Тело массой  $600 \text{ г}$  подвешено к цепочке из двух последовательных пружин с коэффициентами жёсткости  $500$  и  $250 \text{ Н/м}$ . Определите частоту колебаний системы.

89. Как изменится длина волны, если скорость распространения возрастёт в 1,2 раза, а период колебаний останется без изменений?
90. Как изменится длина волны, если скорость распространения увеличится в 4 раза, а период колебаний уменьшится в 2 раза?
91. Во сколько раз увеличится скорость распространения волны, если длина волны возрастёт в 3 раза, а период колебаний останется без изменений?
92. Как изменится скорость распространения волны, если длину волны и частоту увеличить в 2 раза?
93. Точка струны совершает колебания с частотой 1000 Гц. Какой путь пройдёт эта точка за 1,2 с, если амплитуда колебаний равна 2 мм?
94. Ультразвуковой сигнал с частотой 50 кГц возвратился после отражения от дна моря на глубине 150 м через 0,2 с. Какова длина ультразвуковой волны?
95. При измерении глубины моря под кораблём при помощи эхолота оказалось, что моменты отправления и приёма ультразвука разделены промежутком времени 0,6 с. Определите глубину моря под кораблём. Скорость звука в воде 1400 м/с.
96. На каком расстоянии от корабля находится айсберг, если посланный гидролокатором ультразвуковой сигнал, имеющий скорость 1500 м/с, вернулся назад через 0,4 с?
97. На расстоянии 400 м от наблюдателя рабочие вбивают сваи с помощью копра. Каково время между видимым ударом молота о сваю и звуком удара, услышанным наблюдателем? Скорость звука в воздухе 340 м/с.
98. Источник колебаний с периодом 5 мс вызывает в воде звуковую волну с длиной волны 7,175 м. Определите скорость звука в воде.
99. Звуковая волна частотой 1 кГц распространяется в стальном стержне со скоростью 5 км/с. Определите длину этой волны.
100. Скорость звука в воздухе 340 м/с. Длина звуковой волны в воздухе для самого низкого мужского голоса достигает 4,3 м. Определите частоту колебаний этого голоса.

## Библиографический список

### *Основные источники:*

1. Пурьшева Н.С., Важеевская Н.Е., Исаев Д.А. «Физика» 10 класс (базовый уровень) Издательство «Дрофа»
2. Пурьшева Н.С., Важеевская Н.Е., Исаев Д.А. «Физика» 11 класс (базовый уровень) Издательство «Дрофа»

### *Дополнительные источники:*

1. Мультимедийное приложение к учебнику Н.С. Пурьшевой и др. — М.: Дрофа, 2012.
2. Касьянов В.А. «Физика» 10 класс (профильный уровень) издательство «Дрофа», 2013.
3. Касьянов В.А. «Физика» 11 класс (профильный уровень) издательство «Дрофа», 2013.
4. Громцева О.И. Сборник задач по физике 10-11 кл. издательство «Экзамен», 2015г. – 208с.
5. Марон А.Е., Марон Е.А. «Дидактические материалы» к учебникам Касьянова В.А. 10 класс (базовый и углубленный уровни) издательство «Дрофа», 2014г. – 156с.
6. Марон А.Е., Марон Е.А. «Дидактические материалы» к учебникам Касьянова В.А. 11 класс (базовый и углубленный уровни) издательство «Дрофа», 2014г. – 143с.

## **Физика. Раздел: «Механика»**

Методические указания  
к самостоятельному изучению дисциплины  
и выполнению самостоятельных работ  
для студентов всех специальностей  
среднего профессионального образования

Составители: Алексеева Елена Валериевна,  
Михайлова Мария Викторовна  
Резник Наталья Николаевна

Подписано к изданию\_\_\_\_\_. Уч.-изд. л.\_\_\_\_  
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»  
394026, Московский просп., 14