

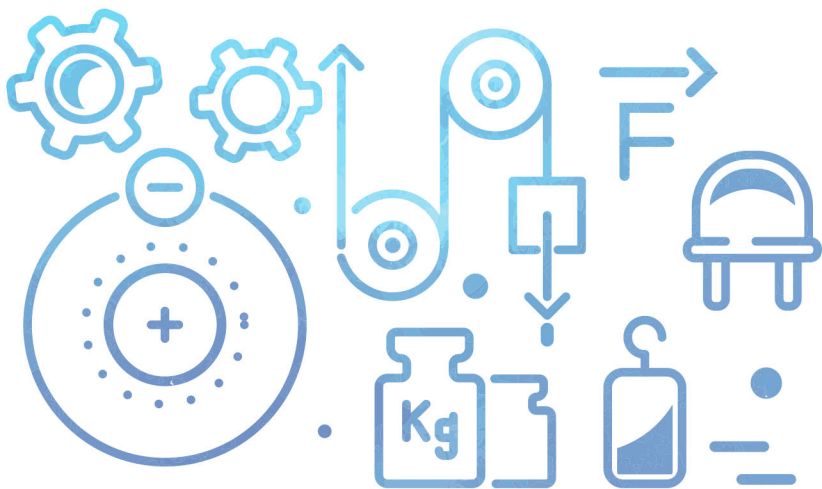
✓огэ

БЕЗ РЕПЕТИТОРА

Ирина Касаткина

ФИЗИКА

НОВЫЙ РЕПЕТИТОР
ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ОГЭ



- Механические явления
- Тепловые явления
- Электромагнитные явления
- Геометрическая оптика
- Волновая и квантовая оптика
- Физика атома



 ЕНИКС

УДК 373.167.1:53
ББК 22.3я72
КТК 444
К 28

Касаткина И. Л.

К 28 Физика : новый репетитор для подготовки к ОГЭ /
И. Л. Касаткина. — Ростов н/Д : Феникс, 2020. — 335,
[1] с. : ил. — (Без репетитора).

ISBN 978-5-222-35078-2

Учебное пособие предназначено для качественной подготовки выпускников 9 классов к основному государственному экзамену (ОГЭ). Оно включает в себя краткую теорию и формулы по всем разделам курса физики с 7 по 9 классы. В конце каждого раздела содержатся задания, аналогичные тем, что предлагались на прошедших ОГЭ и имеются в соответствующих контрольно-измерительных материалах (КИМах). К ним даны ответы с подробным объяснением.

Пособие окажет большую помощь учащимся при подготовке к ОГЭ, а также к контрольным работам в процессе учебы. Оно будет полезно учителям и репетиторам.

УДК 373.167.1:53
ББК 22.3я72

РАЗДЕЛ 1

МЕХАНИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ

1. Физические тела и физические величины. Измерение физических величин и погрешности измерений

Окружающий нас мир материален. *Материя* — это все, что есть в мире. Различают два вида материи: *вещество* и *поле*.

В физике любой предмет называется *физическим телом*. Все физические тела состоят из *веществ*. Железо, углерод, вода, кислород — все это различные вещества.

Там, где нет частиц вещества, например в вакууме, материя все равно присутствует в виде поля — гравитационного, электрического, магнитного.

Любые изменения, происходящие с окружающими нас физическими телами или веществами, из которых они состоят, называются *явлениями*. Если при этом само вещество сохраняется, то такие явления называются *физическими*. Например, при таянии льда само вещество — вода — сохраняется, хотя вещество изменяет свои свойства: было твердым, стало жидким. Поэтому таяние льда — это физическое явление.

В физике при изучении различных физических явлений необходимо производить измерение *физических величин* — длину, температуру, массу, силу и т. п. Большинство физических величин имеет *единицу измерения* — метр, градус, килограмм, ньютон и т. п.

Все страны договорились применять Международную систему единиц СИ. Основные единицы СИ в механике — это единица времени секунда (с), единица длины метр (м) и единица массы килограмм (кг). Все другие единицы физических величин в механике — ньютон, джоуль, ватт — являются неосновными, или производными от основных.

Встречаются физические величины, не имеющие единиц измерения или безразмерные — число колебаний, количество предметов и т. п.

При измерении физических величин используют различные приборы, имеющие шкалу делений. Наименьшее расстояние между двумя соседними делениями является *ценой деления* шкалы. Например, на рис. 1 цена деления линейки равна $\frac{10-5}{5}$ мм = 1 мм.



Рис. 1

При любых измерениях неизбежны погрешности. Наибольшая погрешность равна цене деления шкалы прибора. Если не указана погрешность измерений, то ее следует считать равной половине цены деления шкалы прибора. Например, если при измерении длина тела оказалась равной 10 см, цена деления 1 мм и сказано, что за погрешность следует принять цену деления, то результат измерения можно записать так: длина $l = (10 \pm 0,1)$ см. А если не указана погрешность или сказано, что она составляет половину цены деления, то запишем так: $l = (10 \pm 0,05)$ см.

2. Механическое движение.

Материальная точка. Система отсчета.

Путь и перемещение

Механическим движением называется изменение положения тела в пространстве с течением времени.

Если размерами тела можно пренебречь, то тела принимают за материальную точку.

Материальная точка — тело, размерами которого можно пренебречь в условиях данной задачи.

Положение тела в пространстве определяют при помощи системы отсчета.

Система отсчета — совокупность системы координат OX, OY , тела O , принятого за начало отсчета, и часов (рис. 2).

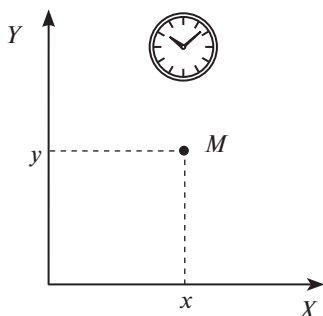


Рис. 2

Траектория — линия, по которой движется тело. Траектория бывает прямолинейной и криволинейной.

Путь S — длина траектории. Путь — скалярная положительная величина.

Единица пути в СИ — м (метр).

Перемещение $\vec{S}$ — вектор, соединяющий начальное положение тела 1 с конечным положением 2 и направленный к конечному положению (рис. 3).

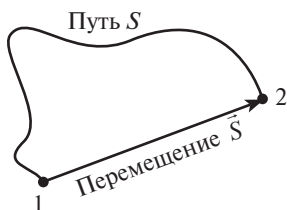


Рис. 3

Пусть за начало отсчета принята точка O , а линия OX есть ось координат (рис. 4). В начальный момент времени движущаяся вдоль оси координат материальная точка имела начальную координату x_0 , а через время t ее координата стала x . Пройденный за это время путь

$$S = x - x_0. \quad (1)$$

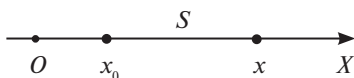


Рис. 4

При решении задач с векторными величинами мы переходим к их проекциям на выбранные направления. Если направление вектора совпадает с направлением оси координат, то его проекция на эту ось будет положительной (рис. 5, а), а если направление вектора противоположно направлению оси координат, то его проекция отрицательна (рис. 5, б).

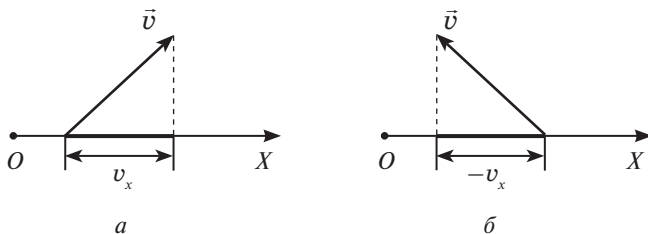


Рис. 5

Модуль проекции или любой другой физической величины всегда положителен.

3. Равномерное прямолинейное движение. Скорость

Равномерное прямолинейное движение — движение с постоянной скоростью, при котором за любые равные промежутки времени тело совершает одинаковые перемещения.

Скорость равномерного прямолинейного движения $\vec{v}$ — это отношение перемещения $\vec{S}$ ко времени t , за которое это перемещение совершено:

$$\vec{v} = \frac{\vec{S}}{t}. \quad (2)$$

Единица времени в СИ — с (секунда), единица скорости в СИ — м/с.

Часто встречающаяся в заданиях внесистемная единица скорости $1 \text{ км/ч} = \frac{1000}{3600} \text{ м/с}$.

При прямолинейном движении в одном направлении модуль перемещения равен пройденному пути. В этом случае скорость равномерного прямолинейного движения — это отношение пути S ко времени t , за которое этот путь пройден:

$$v = \frac{S}{t}. \quad (3)$$

Отсюда путь $S = vt. \quad (4)$

С учетом формулы (1) в проекциях на ось OX

$$v_x t = x - x_0,$$

откуда $x = x_0 + v_x t \quad (5)$

Здесь x — конечная координата, v_x — проекция скорости на ось координат.

Поскольку в формуле (3) скорость — постоянная величина, то графиком зависимости пути S от времени t будет прямая линия, проходящая через начало координат (рис. 6).

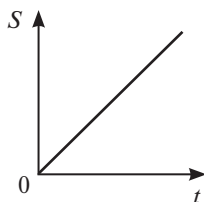


Рис. 6

Из графика пути на рис. 7 можно определить скорость как отношение отрезка mn к on : $v = \frac{mn}{on}$.

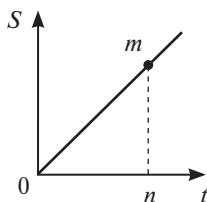


Рис. 7

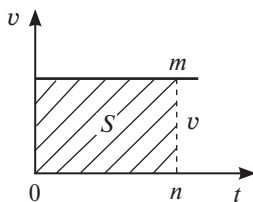


Рис. 8

Произведение $mn = v$ и $on = t$ на рис. 8 равно площади прямоугольника $onpr$. Значит, путь на графике скорости численно равен площади заштрихованного на рис. 8 прямоугольника: $S = vt$.

4. Равноускоренное прямолинейное движение

Равноускоренное прямолинейное движение — это прямолинейное движение с постоянным ускорением, при котором за любые равные промежутки времени скорость изменяется на одинаковую величину.

Ускорение $\vec{a}$ — это отношение изменения скорости $\Delta\vec{v}$ ко времени t , за которое это изменение произошло. Ускорение — векторная величина. Вектор ускорения $\vec{a}$ совпадает по направлению с вектором изменения скорости $\Delta\vec{v}$:

$$\vec{a} = \frac{\Delta\vec{v}}{t}, \quad (6)$$

$$\vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{t}. \quad (7)$$

Здесь $\Delta\vec{v} = \vec{v} - \vec{v}_0$ — изменение скорости, $\vec{v}$ — конечная скорость, $\vec{v}_0$ — начальная скорость.

Единица ускорения в СИ — м/с².

Из формулы (7) в проекциях на ось OX

$$v_x = v_{0x} + a_x t. \quad (8)$$

Здесь v_x — проекция конечной скорости, v_{0x} — проекция начальной скорости, a_x — проекция ускорения.

Если все векторы $\vec{v}$, $\vec{a}$ и $\vec{v}_0$ направлены в одну сторону, можно формулу (8) записать для модулей векторов:

$$v = v_0 + at. \quad (9)$$

Проекция координаты равноускоренного движения:

$$x = x_0 + v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}. \quad (10)$$

Проекция вектора перемещения S_x при равноускоренном движении:

$$S_x = v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}. \quad (11)$$

Если все векторы $\vec{S}$, $\vec{a}$ и $\vec{v}_0$ направлены в одну сторону, можно формулу (1) записать для модулей векторов:

$$S = v_0 t + \frac{at^2}{2}. \quad (12)$$

Если неизвестно время движения, то при решении задач можно воспользоваться формулой $v^2 - v_0^2 = 2aS$, которую несложно вывести из приведенных выше формул, исключив из них время t .

На графике скорости равноускоренного движения (рис. 9) модуль вектора перемещения (путь) численно равен площади заштрихованной трапеции.

Модули векторов перемещения за последовательные равные промежутки времени от первого до N -го относятся как ряд последовательных нечетных чисел:

$$S_1 : S_2 : S_3 : \dots : S_N = 1 : 2 : 3 : \dots : N.$$

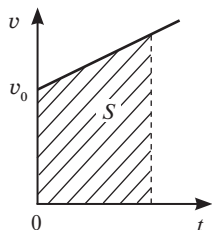


Рис. 9

5. Свободное падение

Свободное падение — это падение тела в вакууме под действием только притяжения к планете.

Все свободно падающие тела имеют одинаковое ускорение независимо от их массы, формы и размеров, которое называется ускорением свободного падения g . В средних широтах Земли $g = 9,8 \text{ м/с}^2 \approx 10 \text{ м/с}^2$.

Свободное падение — это равноускоренное движение, когда тело падает вниз, или равнозамедленное движение, когда тело брошено вверх.

Все формулы свободного падения те же, что и при равноускоренном движении, только вместо ускорения a в них пишут ускорение свободного падения g , путь S иногда заменяют высотой h или H , а координату x заменяют координатой y . Так, если ось координат OY направить вниз, то уравнение координаты свободно падающего тела будет:

$$y = y_0 + v_{0y}t + \frac{g_y t^2}{2}. \quad (13)$$

Если все векторные величины тоже направлены в сторону оси OY , то проекции можно заменить модулями векторов. Тогда модули скорости и пути при свободном падении примут вид:

$$v = v_0 + gt \quad (14)$$

и

$$S = v_0 t + \frac{gt^2}{2}. \quad (15)$$

Если тело брошено вверх, то при отсутствии сопротивления среды оно будет двигаться равнозамедленно с ускорением $-g$, поэтому данные формулы примут вид:

$$y = y_0 + v_{0y}t - \frac{g_y t^2}{2}, \quad (16)$$

$$v = v_0 - gt \quad (17)$$

и

$$S = v_0 t - \frac{gt^2}{2}. \quad (18)$$

6. Движение по окружности с постоянной по модулю скоростью

Если вектор скорости тела направлен под углом к вектору ускорения, то тело движется криволинейно. В частном случае, когда вектор скорости является постоянным по модулю и направлен под прямым углом к вектору ускорения, тело движется с постоянной по модулю скоростью по окружности.

При движении по окружности с постоянной по модулю скоростью направление вектора скорости непрерывно изменяется. При этом вектор скорости все время остается касательным к окружности (рис. 10).

Поскольку быстрота изменения вектора скорости есть ускорение, значит, при движении по окружности, даже если модуль скорости не изменяется, тело движется с ускорением, которое называется центростремительным $\vec{a}_ц$. Вектор центро-

стремительного ускорения направлен по радиусу к центру окружности (рис. 10).

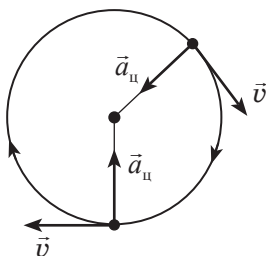


Рис. 10

Модуль вектора центростремительного ускорения определяется формулой:

$$a_u = \frac{v^2}{R}. \quad (19)$$

Здесь v — скорость тела, R — радиус окружности.

7. Относительность движения.

Инерциальная и неинерциальная система отсчета. Правило сложения классических скоростей

Всякое механическое движение тела относительно. Это значит, что относительно одних тел тело движется, а относительно других покоится. Пассажир в поезде движется относительно деревьев и домов за окном, но покоится относительно полки, на которой сидит.

Траектория, путь и скорость тела — это относительные физические величины, потому что относительно разных тел или разных систем отсчета они могут быть различны. Траектория точек на концах лопастей взлетающего вертолета относительно летчика есть окружность, а относительно на-

блюдателя на земле — это винтовая линия. Путь пассажира относительно деревьев и домов за окном равен произведению скорости поезда и времени движения, а относительно полки, на которой он сидит, путь равен нулю.

Если поезд движется со скоростью 10 м/с относительно деревьев за окном, а пассажир в вагоне бежит по ходу поезда со скоростью 1 м/с относительно полок вагона, то скорость пассажира относительно деревьев равна 11 м/с, а если он бежит против хода поезда, то его скорость относительно деревьев 9 м/с.

Система отсчета, относительно которой свободное тело сохраняет свою скорость, называется *инерциальной системой отсчета*. За инерциальную систему отсчета можно принять любое тело, покоящееся или движущееся с постоянной скоростью относительно других тел, скорость которых тоже постоянна.

Система отсчета, движущаяся равномерно и прямолинейно или покоящаяся относительно других инерциальных систем отсчета, тоже является инерциальной.

Движение по инерции — это равномерное и прямолинейное движение.

Правило сложения классических скоростей (скоростей порядка 10^6 м/с и менее): в инерциальной системе отсчета скорость тела $\vec{v}$ относительно неподвижной системы отсчета равна сумме скорости $\vec{v}_0$ подвижной системы отсчета относительно неподвижной и скорости тела $\vec{v}_1$ относительно подвижной системы отсчета:

$$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{v}_1. \quad (20)$$

Система отсчета, движущаяся с ускорением относительно инерциальных систем отсчета, является неинерциальной.

Тело, движущееся даже равномерно по окружности или колеблющееся, нельзя принять за инерциальную систему отсчета, так как у него есть ускорение. Землю на небольшом участке ее траектории вокруг Солнца, который близок к прямолинейному, можно считать инерциальной системой отсчета. Но относительно всей траектории Земли вокруг Солнца, которая является криволинейной, Земля — неинерциальная система отсчета.

8. Масса и плотность. Сила

Каждое тело инертно, потому что оно сохраняет свою скорость, если на него не действуют другие тела. Количественной мерой инертных свойств тела является его масса m .

Масса — скалярная величина, т. е. она не имеет направления.

Единица массы в СИ — кг (килограмм).

Для измерения массы используют рычажные весы.

Плотность тела ρ — отношение массы m тела к его объёму V :

$$\rho = \frac{m}{V}. \quad (21)$$

Единица плотности в СИ — $\text{кг}/\text{м}^3$. Часто встречается внесистемная единица плотности — $\text{г}/\text{см}^3$. Поскольку

$$1 \text{ г} = 10^{-3} \text{ кг} \quad \text{и} \quad 1 \text{ см}^3 = (10^{-2})^3 \text{ м}^3 = 10^{-6} \text{ м}^3,$$

$$\text{то} \quad 1 \text{ г}/\text{см}^3 = \frac{10^{-3}}{10^{-6}} \text{ кг}/\text{м}^3 = 10^3 \text{ кг}/\text{м}^3 = 1000 \text{ кг}/\text{м}^3.$$

Плотность тела зависит от вещества, из которого оно изготовлено, и от температуры. При нагревании тело расширяется и его плотность уменьшается, а масса остается прежней.

Плотности твердых, жидких и газообразных веществ при 0°C и нормальном атмосферном давлении приводятся в справочных таблицах.

Когда тела действуют друг на друга — взаимодействуют, — их скорость меняется или они деформируются. Количественной мерой взаимодействия тел является *сила* $\vec{F}$.

Когда на тело действует сила $\vec{F}$, оно приобретает ускорение $\vec{a}$. Сила равна произведению массы тела и ускорения, которое оно приобрело под действием этой силы:

$$\vec{F} = m\vec{a}. \quad (22)$$

Вектор силы $\vec{F}$ совпадает по направлению с вектором ускорения $\vec{a}$.

Единица силы в СИ — Н (ньютон). $1 \text{ Н} = 1 \text{ кг} \cdot \text{м}/\text{с}^2$.

СОДЕРЖАНИЕ

Вступление	3
-------------------------	---

Раздел 1 **Механические явления**

1. Физические тела и физические величины. Измерение физических величин и погрешности измерений	5
2. Механическое движение. Материальная точка. Система отсчета. Путь и перемещение.....	7
3. Равномерное прямолинейное движение. Скорость	9
4. Равноускоренное прямолинейное движение	10
5. Свободное падение.....	12
6. Движение по окружности с постоянной по модулю скоростью	13
7. Относительность движения. Инерциальная и неинерциальная система отсчета. Правило сложения классических скоростей	14
8. Масса и плотность. Сила	16
9. Законы Ньютона	19
10. Закон всемирного тяготения	21
11. Импульс тела. Закон сохранения импульса	23
12. Давление. Закон Паскаля. Закон сообщающихся сосудов. Гидравлический пресс	24
13. Механическая работа. Мощность	27
14. Простые механизмы. Золотое правило механики. Момент силы. КПД механизмов	28
15. Энергия. Кинетическая и потенциальная энергия. Закон сохранения механической энергии. Закон сохранения энергии	30
16. Механические колебания	32
17. Механические волны. Звук	35
Задания по разделу 1 «Механические явления».....	40

Раздел 2 **Тепловые явления**

1. Строение веществ	62
2. Температура. Внутренняя энергия и способы ее изменения. Количество теплоты	63
3. Удельная теплоемкость и удельная теплота сгорания. Расчет количества теплоты при нагревании, охлаждении и сгорании	65

4. Плавление и отвердевание. Удельная теплота плавления.....	66
5. Парообразование и конденсация. Испарение. Ненасыщенный и насыщенный пар.....	69
6. Кипение. Удельная теплота парообразования	70
7. Влажность воздуха. Абсолютная и относительная влажность	73
8. Тепловые двигатели. КПД теплового двигателя.....	74
Задания по разделу 2 «Тепловые явления»	75

Раздел 3

Электромагнитные явления

1. Электрические заряды. Взаимодействие зарядов. Электрическое поле	100
2. Проводники и диэлектрики. Электрический ток. Сила тока	102
3. Напряжение и сопротивление проводника. Закон Ома для участка цепи.....	105
4. Последовательное и параллельное соединение проводников	108
5. Работа и мощность тока. Закон Джоуля — Ленца.....	111
6. Магнитное поле. Индукция магнитного поля.....	113
7. Сила, действующая на проводник с током и на заряд, движущийся в магнитном поле	119
8. Магнитный поток. Явление электромагнитной индукции	123
9. Электромагнитное поле. Электромагнитные волны. Шкала электромагнитных волн	127
Задания по разделу 3 «Электромагнитные явления»	132

Раздел 4

Оптика. Физика атома

1. Развитие взглядов на природу света	156
2. Прямолинейность световых лучей. Законы отражения света. Плоское зеркало	157
3. Преломление света. Законы преломления. Плоскопараллельная пластинка и треугольная призма	161
4. Линзы. Построение изображений в линзах	168
5. Глаз. Очки. Лупа. Фотоаппарат	177
6. Волновые и квантовые свойства света	182
7. Строение атома. Опыт Резерфорда.....	188
8. Строение атомного ядра. Изотопы	192
9. Открытие протона и нейтрона	194
10. Ядерные силы. Дефект массы и энергия связи атомного ядра....	196
11. Радиоактивность. Правило смещения при ядерном распаде	198

12. Биологическое действие радиоактивных излучений	201
13. Методы регистрации радиоактивных излучений	205
14. Ядерные реакции	208
15. Деление тяжелых ядер. Цепная реакция	210
16. Ядерный реактор	215
17. Термоядерные реакции	217
18. Элементарные частицы. Частицы и античастицы	218
Задания по разделу 4 «Оптика. Физика атома»	221
Итоговая проверка	244

Ответы

Раздел 1. Механические явления	263
Раздел 2. Тепловые явления	277
Раздел 3. Электромагнитные явления	289
Раздел 4. Оптика. Физика атома	306
Итоговая проверка	318
Приложения	330