

Чертов А.Г., Воробьев А.А.

Задачник по физике

Учебное пособие

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 37-053.2
ББК 74.27я7
Ч-50

Ч-50 **Чертов А.Г.**
Задачник по физике: Учебное пособие / Чертов А.Г., Воробьев А.А. – М.:
Книга по Требованию, 2012. – 496 с.

ISBN 978-5-458-30752-9

Для студентов и преподавателей вузов и техникумов. Может быть полезен
абитуриентам, готовящимся к поступлению в технические институты.

ISBN 978-5-458-30752-9

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2012

© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2012

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первозданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.

ГЛАВА 1

ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МЕХАНИКИ

§ 1. КИНЕМАТИКА | Основные формулы

1. Положение материальной точки в пространстве задается радиус-вектором $\mathbf{r}$

$$\mathbf{r} = ix + jy + kz,$$

где i ; j ; k — единичные векторы направлений (орты); x ; y ; z — координаты точки.

Кинематические уравнения движения (в координатной форме)

$$x = x(t); \quad y = y(t); \quad z = z(t),$$

где t — время.

2. Средняя скорость

$$\langle \mathbf{v} \rangle = \Delta \mathbf{r} / \Delta t,$$

где $\Delta \mathbf{r}$ — перемещение материальной точки за интервал времени Δt .

Средняя путевая* скорость

$$\langle v \rangle = \Delta s / \Delta t;$$

где Δs — путь, пройденный точкой за интервал времени Δt .

Мгновенная скорость

$$\mathbf{v} = \frac{d\mathbf{r}}{dt} = v_x \mathbf{i} + v_y \mathbf{j} + v_z \mathbf{k},$$

где $v_x = dx/dt$; $v_y = dy/dt$; $v_z = dz/dt$ — проекции скорости $\mathbf{v}$ на оси координат.

Абсолютное значение скорости

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2 + v_z^2}.$$

3. Ускорение

$$\mathbf{a} = \frac{d\mathbf{v}}{dt} = a_x \mathbf{i} + a_y \mathbf{j} + a_z \mathbf{k},$$

где $a_x = dv_x/dt$; $a_y = dv_y/dt$; $a_z = dv_z/dt$ — проекции ускорения $\mathbf{a}$ на оси координат.

Абсолютное значение ускорения

$$a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2}.$$

При криволинейном движении ускорение можно представить как сумму нормальной a_n и тангенциальной a_τ составляющих (рис. 1.1):

$$\mathbf{a} = a_n + a_\tau.$$

* См. этот термин, например, в кн.: Детлаф А. А. и др. Курс физики. М., 1973, т. 1, с. 17.



Рис. 1.1

Абсолютное значение этих ускорений

$$a_n = v^2/R; \quad a_t = dv/dt; \quad a = \sqrt{a_n^2 + a_t^2},$$

где R — радиус кривизны в данной точке траектории.

4. Кинематическое уравнение равномерного движения материальной точки вдоль оси x

$$x = x_0 + vt,$$

где x_0 — начальная координата; t — время. При равномерном движении

$$v = \text{const} \text{ и } a = 0.$$

5. Кинематическое уравнение равнопеременного движения ($a = \text{const}$) вдоль оси x

$$x = x_0 + v_0 t + at^2/2;$$

где v_0 — начальная скорость; t — время.

Скорость точки при равнопеременном движении

$$v = v_0 + at$$

6. Положение твердого тела (при заданной оси вращения) определяется углом поворота (или угловым перемещением) φ . Кинематическое уравнение вращательного движения

$$\varphi = f(t).$$

7. Средняя угловая скорость

$$\langle \omega \rangle = \Delta\varphi/\Delta t$$

где $\Delta\varphi$ — изменение угла поворота за интервал времени Δt .

Мгновенная угловая скорость*

$$\omega = d\varphi/dt.$$

8. Угловое ускорение*

$$\varepsilon = d\omega/dt.$$

9. Кинематическое уравнение равномерного вращения

$$\varphi = \varphi_0 + \omega t,$$

где φ_0 — начальное угловое перемещение; t — время. При равномерном вращении

$$\omega = \text{const} \text{ и } \varepsilon = 0.$$

Частота вращения

$$n = N/t, \text{ или } n = 1/T;$$

где N — число оборотов, совершаемых телом за время t ; T — период вращения (время одного полного оборота).

10. Кинематическое уравнение равнопеременного вращения ($\varepsilon = \text{const}$)

$$\varphi = \varphi_0 + \omega_0 t + \varepsilon t^2/2;$$

где ω_0 — начальная угловая скорость; t — время.

Угловая скорость тела при равнопеременном вращении

$$\omega = \omega_0 + \varepsilon t.$$

* Угловая скорость и угловое ускорение являются аксиальными векторами, их направления совпадают с осью вращения.

11. Связь между линейными и угловыми величинами, характеризующими вращение материальной точки, выражается следующими формулами:

Длина пути, пройденного точкой по дуге окружности радиусом R

$$s = \varphi R$$

(φ — угол поворота тела)

Скорость точки линейная

$$v = \omega R, \quad v = [\omega R]$$

Ускорение точки:

тангенциальное

$$a_\tau = \varepsilon R, \quad a_\tau = [\varepsilon R]$$

нормальное

$$a_n = \omega^2 R, \quad a_n = -\omega^2 R$$

Примеры решения задач

1. Кинематическое уравнение движения материальной точки по прямой (ось x) имеет вид $x = A + Bt + Ct^3$, где $A = 4$ м, $B = 2$ м/с, $C = -0,5$ м/с³. Для момента времени $t_1 = 2$ с определить: 1) координату x_1 точки; 2) мгновенную скорость v_1 ; 3) мгновенное ускорение a_1 .

Решение. 1. Координату точки, для которой известно кинематическое уравнение движения, найдем, подставив в уравнение движения вместо t заданное значение времени t_1 :

$$x_1 = A + Bt_1 + Ct_1^3.$$

Подставим в это выражение значения A , B , C , t_1 и произведем вычисления:

$$x_1 = 4 \text{ м.}$$

2. Мгновенную скорость в произвольный момент времени найдем, продифференцировав координату x по времени: $v = \frac{dx}{dt} = B + 3Ct^2$. Тогда в заданный момент времени t_1 мгновенная скорость

$$v_1 = B + 3Ct_1^2.$$

Подставим сюда значения B , C , t_1 и произведем вычисления:

$$v_1 = -4 \text{ м/с.}$$

Знак минус указывает на то, что в момент времени $t_1 = 2$ с точка движется в отрицательном направлении координатной оси.

3. Мгновенное ускорение в произвольный момент времени найдем, взяв вторую производную от координаты x по времени: $a = \frac{d^2x}{dt^2} = \frac{dv}{dt} = 6Ct$. Мгновенное ускорение в заданный момент времени t_1 равно

$$a_1 = 6Ct_1.$$

Подставим значения C , t_1 и произведем вычисления:

$$a_1 = -6 \text{ м/с}^2.$$

Знак минус указывает на то, что направление вектора ускорения совпадает с отрицательным направлением координатной оси, причем в условиях данной задачи это имеет место для любого момента времени.

2. Кинематическое уравнение движения материальной точки по прямой (ось x) имеет вид $x = A + Bt + Ct^2$, где $A = 5$ м, $B = 4$ м/с, $C = -1$ м/с². 1. Построить график зависимости координаты x и пути s от времени. 2. Определить среднюю скорость $\langle v_x \rangle$ за интервал времени от $t_1 = 1$ с до $t_2 = 6$ с. 3. Найти среднюю путевую скорость $\langle v \rangle$ за тот же интервал времени.

Решение. 1. Для построения графика зависимости координаты точки от времени найдем характерные значения координаты — начальное и максимальное и моменты времени, соответствующие указанным координатам и координате, равной нулю.

Начальная координата соответствует моменту $t = 0$. Ее значение равно

$$x_0 = x|_{t=0} = A = 5 \text{ м.}$$

Максимального значения координата достигает в тот момент, когда точка начинает двигаться обратно (скорость меняет знак). Этот момент времени найдем, приравняв нулю первую производную от координаты по времени: $v = \frac{dx}{dt} = B + 2Ct = 0$, откуда

$$t = -\frac{B}{2C} = 2 \text{ с.}$$

Максимальная координата

$$x_{\max} = x|_{t=2} = 9 \text{ м.}$$

Момент времени t , когда координата $x = 0$, найдем из выражения

$$x = A + Bt + Ct^2 = 0.$$

Решим полученное квадратное уравнение относительно t :

$$t = (-B \pm \sqrt{B^2 - 4AC}) / (2C).$$

Подставим значения A , B , C и произведем вычисления:

$$t = (2 \pm 3) \text{ с.}$$

Таким образом, получаем два значения времени: $t' = 5$ с и $t'' = -1$ с. Второе значение времени отбрасываем, так как оно не удовлетворяет условию задачи ($t \geq 0$).

График зависимости координаты точки от времени представляет собой кривую второго порядка. Для его построения необходимо иметь пять точек, так как уравнение кривой второго порядка содержит пять коэффициентов. Поэтому кроме трех вычисленных ранее характерных значений координаты найдем еще два значения координаты, соответствующие моментам $t_1 = 1$ с и $t_2 = 6$ с:

$$x_1 = A + Bt_1 + Ct_1^2 = 8 \text{ м, } x_2 = A + Bt_2 + Ct_2^2 = -7 \text{ м.}$$

Полученные данные представим в виде таблицы:

Время, с	$t_0=0$	$t_1=1$	$t_2=2$	$t'=5$	$t_2=6$
Координата, м	$x_0=A=5$	$x_1=8$	$x_{\max}=9$	$x=0$	$x_2=-7$

Используя данные таблицы, чертим график зависимости координаты от времени (рис. 1.2).

График пути построим, исходя из следующих соображений: 1) путь и координата до момента изменения знака скорости совпадают; 2) начиная с момента возврата (t_2) точка она движется в обратном направлении и, следовательно, координата ее убывает, а путь продолжает возрастать по тому же закону, по которому убывает координата.

Следовательно, график пути до момента времени $t_2 = 2$ с совпадает с графиком координаты, а начиная с этого момента является зеркальным отображением графика координаты (рис. 1.2).

2. Средняя скорость $\langle v_x \rangle$ за интервал времени $t_2 - t_1$ определяется выражением

$$\langle v_x \rangle = (x_2 - x_1) / (t_2 - t_1).$$

Подставим значения x_1, x_2, t_1, t_2 из таблицы и произведем вычисления:

$$\langle v_x \rangle = -3 \text{ м/с.}$$

3. Среднюю путевую скорость $\langle v \rangle$ находим из выражения

$$\langle v \rangle = s / (t_2 - t_1),$$

где s — путь, пройденный точкой за интервал времени $t_2 - t_1$. Из графика рис. 1.2 видно, что этот путь складывается из двух отрезков пути: $s_1 = x_{\max} - x_1$, который точка прошла за интервал времени $t_2 - t_1$, и $s_2 = x_{\max} + |x_2|$, который она прошла за интервал $t_2 - t_2$. Таким образом, путь

$$s = s_1 + s_2 = (x_{\max} - x_1) + (x_{\max} + |x_2|) = 2x_{\max} + |x_2| - x_1.$$

Подставим в это выражение значения $x_1, |x_2|, x_{\max}$ и произведем вычисления:

$$s = 17 \text{ м.}$$

Тогда искомая средняя путевая скорость

$$\langle v \rangle = s / (t_2 - t_1) = 3,4 \text{ м/с.}$$

Ваметим, что средняя путевая скорость всегда положительна.

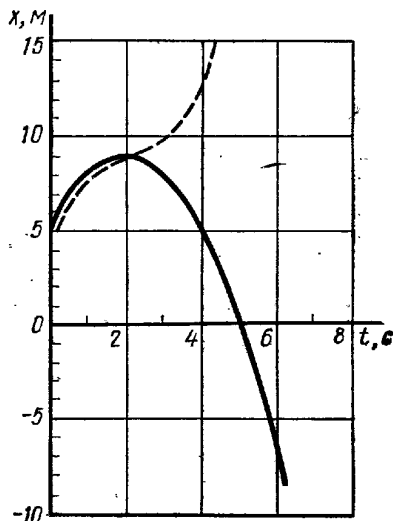


Рис. 1.2

3. Автомобиль движется по закруглению шоссе, имеющему радиус кривизны $R = 50$ м. Уравнение* движения автомобиля $\xi(t) = A + Bt + Ct^2$, где $A = 10$ м, $B = 10$ м/с, $C = -0,5$ м/с². Найти: 1) скорость v автомобиля, его тангенциальное a_t , нормальное a_n и полное a ускорения в момент времени $t = 5$ с; 2) длину пути s и модуль перемещения $|\Delta r|$ автомобиля за интервал времени $\tau = 10$ с, отсчитанный с момента начала движения.

Решение. 1 Зная уравнение движения, найдем скорость, взяв первую производную от координаты по времени: $v = \frac{d\xi}{dt} = B + 2Ct$. Подста-

вим в это выражение значения B , C , t и произведем вычисления:

$$v = 5 \text{ м/с.}$$

Тангенциальное ускорение найдем, взяв первую производную от скорости по времени: $a_t = \frac{dv}{dt} = 2C$. Подставив значение C , получим

$$a_t = -1 \text{ м/с}^2.$$

Нормальное ускорение определяется по формуле $a_n = v^2/R$. Подставим сюда найденное значение скорости и заданное значение радиуса кривизны траектории и произведем вычисления:

$$a_n = 0,5 \text{ м/с}^2.$$

Полное ускорение, как это видно из рис. 1.1, является геометрической суммой ускорений a_t и a_n : $a = a_t + a_n$. Абсолютное значение ускорения $a = \sqrt{a_t^2 + a_n^2}$. Подставив в это выражение найденные значения a_t и a_n , получим

$$a = 1,12 \text{ м/с}^2.$$

2. Чтобы определить длину пути s , пройденного автомобилем, заметим, что в случае движения в одном направлении (как это имеет место в условиях данной задачи) длина пути s равна изменению криволинейной координаты ξ , т. е.

$$s = \xi(\tau) - \xi(0), \text{ или } s = A + B\tau + C\tau^2 - A = B\tau + C\tau^2.$$

Подставим в полученное выражение значения B , C , τ и произведем вычисления:

$$s = 50 \text{ м.}$$

Модуль перемещения, как это видно из рис. 1.3, равен

$$|\Delta r| = 2R \sin(\alpha/2),$$

где α — угол между радиус-векторами, определяющими начальное $\xi(0)$ и конечное $\xi(\tau)$ положения автомашины на траектории. Этот

* В заданном уравнении движения ξ означает криволинейную координату, отсчитанную от некоторой начальной точки из окружности.

угол (в радианах) находим как отношение длины пути s к радиусу кривизны R траектории, т. е. $\alpha = s/R$. Таким образом,

$$|\Delta r| = 2R \sin \frac{s}{2R}.$$

Подставим сюда значения R , s и произведем вычисления $|\Delta r| = 47,9 \text{ м}$.

4. Маховик, вращавшийся с постоянной частотой $n_0 = 10 \text{ с}^{-1}$, при торможении начал вращаться равнозамедленно. Когда торможение прекратилось, вращение маховика снова стало равномерным, но уже с частотой $n = 6 \text{ с}^{-1}$. Определить угловое ускорение ϵ маховика и продолжительность t торможения, если за время равнозамедленного движения маховик сделал $N = 50$ оборотов.

Решение. Угловое ускорение маховика связано с начальной ω_0 и конечной ω угловыми скоростями соотношением $\omega^2 - \omega_0^2 = 2\epsilon\varphi$, откуда $\epsilon = (\omega^2 - \omega_0^2)/(2\varphi)$. Но так как $\varphi = 2\pi N$, $\omega = 2\pi n$, то

$$\epsilon = \frac{\omega^2 - \omega_0^2}{2\varphi} = \frac{\pi(n^2 - n_0^2)}{N}.$$

Подставив значения π , n , n_0 , N и вычислив, получим

$$\epsilon = -4,02 \text{ рад/с}^2.$$

Знак минус указывает на то, что маховик вращался замедленно.

Определим продолжительность торможения, используя формулу, связывающую угол поворота φ со средней угловой скоростью $\langle \omega \rangle$ вращения и временем t : $\varphi = \langle \omega \rangle t$. По условиям задачи угловая скорость линейно зависит от времени и поэтому можно написать $\langle \omega \rangle = (\omega_0 + \omega)/2$, тогда

$$\varphi = (\omega_0 + \omega) t/2 = \pi(n_0 + n) t,$$

откуда

$$t = \frac{\varphi}{\pi(n_0 + n)} = \frac{2N}{n_0 + n}.$$

Подставив числовые значения и произведя вычисления, найдем

$$t = 6,25 \text{ с}.$$

Задачи

Прямолинейное движение

1-1. Две прямые дороги пересекаются под углом $\alpha = 60^\circ$. От перекрестка по ним удаляются машины: одна со скоростью $v_1 = 60 \text{ км/ч}$, другая со скоростью $v_2 = 80 \text{ км/ч}$. Определить скорости v' и v'' , с которыми одна машина удаляется от другой. Перекресток машины прошли одновременно.

1-2. Точка двигалась в течение $t_1 = 15 \text{ с}$ со скоростью $v_1 = 5 \text{ м/с}$, $t_2 = 10 \text{ с}$ со скоростью $v_2 = 8 \text{ м/с}$ и $t_3 = 6 \text{ с}$ со скоростью $v_3 = 20 \text{ м/с}$. Какова средняя путевая скорость $\langle v \rangle$ точки?

1-3. Три четверти своего пути автомобиль прошел со скоростью $v_1 = 60$ км/ч, остальную часть пути — со скоростью $v_2 = 80$ км/ч. Какова средняя путевая скорость $\langle v \rangle$ автомобиля?

1-4. Первую половину пути тело двигалось со скоростью $v_1 = 2$ м/с, вторую — со скоростью $v_2 = 8$ м/с. Определить среднюю путевую скорость $\langle v \rangle$.

1-5. Тело прошло первую половину пути за время $t_1 = 2$ с, вторую — за время $t_2 = 8$ с. Определить среднюю путевую скорость $\langle v \rangle$ тела, если длина пути $s = 20$ м.

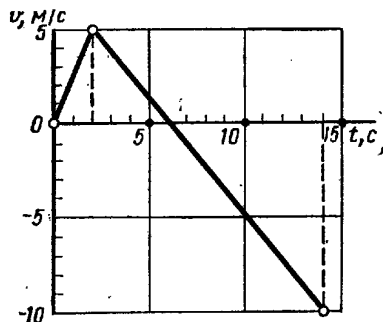


Рис. 1.4

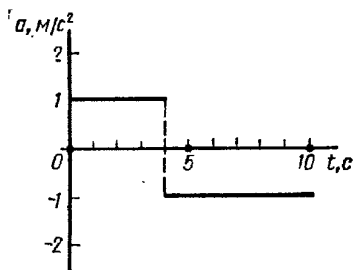


Рис. 1.5

1-6. Зависимость скорости от времени для движения некоторого тела представлена на рис. 1.4. Определить среднюю путевую скорость $\langle v \rangle$ за время $t = 14$ с.

1-7. Зависимость ускорения от времени при некотором движении тела представлена на рис. 1.5. Определить среднюю путевую скорость $\langle v \rangle$ за время $t = 8$ с. Начальная скорость $v_0 = 0$.

1-8. Уравнение прямолинейного движения имеет вид $x = At + Bt^2$, где $A = 3$ м/с; $B = -0,25$ м/с². Построить графики зависимости координаты и пути от времени для заданного движения.

1-9. На рис. 1.5 дан график зависимости ускорения от времени для некоторого движения тела. Построить графики зависимости скорости и пути от времени для этого движения, если в начальный момент тело покоилось.

1-10. Движение материальной точки задано уравнением $x = At + Bt^2$, где $A = 4$ м/с; $B = -0,05$ м/с². Определить момент времени, в который скорость v точки равна нулю. Найти координату и ускорение в этот момент. Построить графики зависимости координаты, пути, скорости и ускорения этого движения от времени.

1-11. Написать кинематическое уравнение движения $x = f(t)$ точки для четырех случаев, представленных на рис. 1.6. На каждой позиции рисунка — a , b , e , g — изображена координатная ось Ox , указаны начальные положение x_0 и скорость v_0 материальной точки A , а также ее ускорение a .

1-12. Проектор O (рис. 1.7) установлен на расстоянии $l = 100$ м от стены AB и бросает светлое пятно на эту стену. Проектор вращается вокруг вертикальной оси, делая один оборот за время $T = 20$ с. Найти: 1) уравнение движения светлого пятна по стене в течение первой четверти оборота; 2) скорость v , с которой светлое пятно движется по стене, в момент времени $t = 2$ с. За начало отсчета принять момент, когда направление луча совпадает с OC

1-13. Рядом с поездом на одной линии с передними буферами паровоза стоит человек. В тот момент, когда поезд начал двигаться с ускорением $a = 0,1$ м/с², человек начал идти в том же направлении со ско-

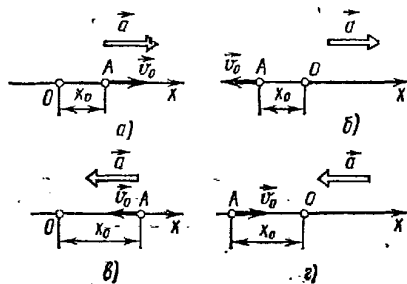


Рис. 1.6

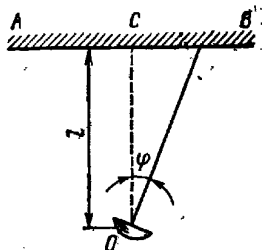


Рис. 1.7

ростью $v = 1,5$ м/с. Через какое время t поезд догонит человека? Определить скорость v_1 поезда в этот момент и путь, пройденный за это время человеком.

1-14. Из одного и того же места начали равноускоренно двигаться в одном направлении две точки, причем вторая начала свое движение через 2 с после первой. Первая точка двигалась с начальной скоростью $v_1 = 1$ м/с и ускорением $a_1 = 2$ м/с², вторая — с начальной скоростью $v_2 = 10$ м/с и ускорением $a_2 = 1$ м/с². Через сколько времени и на каком расстоянии от исходного положения вторая точка догонит первую?

1-15. Движения двух материальных точек выражаются уравнениями

$$x_1 = A_1 + B_1 t + C_1 t^2, \quad x_2 = A_2 + B_2 t + C_2 t^2,$$

где $A_1 = 20$ м; $A_2 = 2$ м; $B_2 = B_1 = 2$ м/с; $C_1 = -4$ м/с²; $C_2 = 0,5$ м/с².

В какой момент времени t скорости этих точек будут одинаковыми? Определить скорости v_1 и v_2 и ускорения a_1 и a_2 точек в этот момент.

1-16. Две материальные точки движутся согласно уравнениям

$$x_1 = A_1 t + B_1 t^2 + C_1 t^3, \quad x_2 = A_2 t + B_2 t^2 + C_2 t^3,$$

где $A_1 = 4$ м/с; $B_1 = 8$ м/с²; $C_1 = -16$ м/с³; $A_2 = 2$ м/с; $B_2 = -4$ м/с²; $C_2 = 1$ м/с³.

В какой момент времени t ускорения этих точек будут одинаковыми? Найти скорости v_1 и v_2 точек в этот момент.

1-17. С какой высоты H упало тело, если последний метр своего пути оно прошло за время $t = 0,1$ с?

1-18. Камень падает с высоты $h = 1200$ м. Какой путь s пройдет камень за последнюю секунду своего падения?

1-19. Камень брошен вертикально вверх с начальной скоростью $v_0 = 20$ м/с. По истечении какого времени камень будет находиться на высоте $h = 15$ м? Найти скорость v камня на этой высоте. Сопротивлением воздуха пренебречь. Принять $g = 10$ м/с².

1-20. Вертикально вверх с начальной скоростью $v_0 = 20$ м/с брошен камень. Через $\tau = 1$ с после этого брошен вертикально вверх другой камень с такой же скоростью. На какой высоте h встретятся камни?

1-21. Тело, брошенное вертикально вверх, находилось на одной и той же высоте $h = 8,6$ м два раза с интервалом $\Delta t = 3$ с. Пренебрегая сопротивлением воздуха, вычислить начальную скорость брошенного тела.

1-22. С балкона бросили мячик вертикально вверх с начальной скоростью $v_0 = 5$ м/с. Через $t = 2$ с мячик упал на землю. Определить высоту балкона над землей и скорость мячика в момент удара о землю.

1-23. Тело брошено с балкона вертикально вверх со скоростью $v_0 = 10$ м/с. Высота балкона над поверхностью земли $h = 12,5$ м. Написать уравнение движения и определить среднюю путевую скорость $\langle v \rangle$ с момента бросания до момента падения на землю.

1-24. Движение точки по прямой задано уравнением $x = At + Bt^2$, где $A = 2$ м/с; $B = -0,5$ м/с². Определить среднюю путевую скорость $\langle v \rangle$ движения точки в интервале времени от $t_1 = 1$ с до $t_2 = 3$ с.

1-25. Точка движется по прямой согласно уравнению $x = At + Bt^3$, где $A = 6$ м/с; $B = -0,125$ м/с³. Определить среднюю путевую скорость $\langle v \rangle$ точки в интервале времени от $t_1 = 2$ с до $t_2 = 6$ с.

Криволинейное движение

1-26. Материальная точка движется по плоскости согласно уравнению $\mathbf{r}(t) = iAt^3 + jBt^2$. Написать зависимости: 1) $\mathbf{v}(t)$; 2) $\mathbf{a}(t)$.

1-27. Движение материальной точки задано уравнением $\mathbf{r}(t) = -A(i \cos \omega t + j \sin \omega t)$, где $A = 0,5$ м; $\omega = 5$ рад/с. Начертить траекторию точки. Определить модуль скорости $|\mathbf{v}|$ и модуль нормального ускорения $|\mathbf{a}_n|$.

1-28. Движение материальной точки задано уравнением $\mathbf{r}(t) = i(A + Bt^2) + jCt$, где $A = 10$ м, $B = -5$ м/с², $C = 10$ м/с. Начертить траекторию точки. Найти выражения $\mathbf{v}(t)$ и $\mathbf{a}(t)$. Для момента времени $t = 1$ с вычислить: 1) модуль скорости $|\mathbf{v}|$; 2) модуль ускорения $|\mathbf{a}|$; 3) модуль тангенциального ускорения $|\mathbf{a}_\tau|$; 4) модуль нормального ускорения $|\mathbf{a}_n|$.

1-29. Точка движется по кривой с постоянным тангенциальным ускорением $a_\tau = 0,5$ м/с². Определить полное ускорение a точки на участке кривой с радиусом кривизны $R = 3$ м, если точка движется на этом участке со скоростью $v = 2$ м/с.

1-30. Точка движется по окружности радиусом $R = 4$ м. Начальная скорость v_0 точки равна 3 м/с, тангенциальное ускорение $a_\tau = 1$ м/с². Для момента времени $t = 2$ с определить: 1) длину пути s , пройден