

1. Индивидуальные задания

1. По графической зависимости скорости от времени найдите аналитические зависимости ускорения, скорости и перемещения от времени, за время $\Delta t = t_K - t_H$ (см. табл. 1.1), если движение прямолинейное и начинается в момент времени t_H из начала координат. Зависимость скорости от времени изображена на рис. 1.1 (для $N = 1 \dots 15$) и 1.2 (для $N = 16 \dots 30$).

Примечание. При расчетах после выбора нужного участка зависимости принять $t_H = 0$ с .

Таблица 1.1

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
$t_H, \text{с}$	0	0	2,5	5	5	10	10	15	15	20	20	25	30	30	30
$t_K, \text{с}$	2,5	5	5	7,5	10	12,5	15	20	17,5	25	30	30	37,5	35	40
N	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
$t_H, \text{с}$	0	5	5	7,5	10	10	15	20	25	30	35	35	25	30	30
$t_K, \text{с}$	5	10	7,5	10	15	20	20	25	30	35	40	37,5	27,5	37,5	32,5

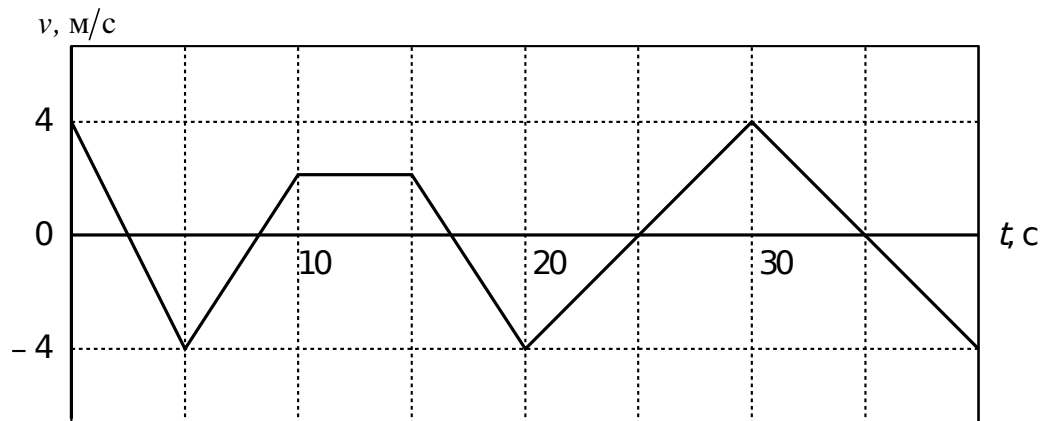


Рис. 1.1

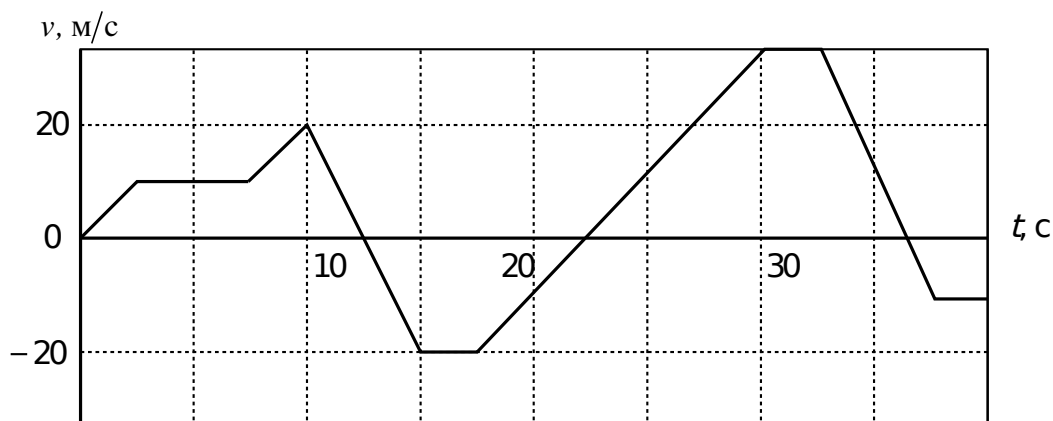


Рис. 1.2

2. Материальная точка движется по окружности радиуса $R = 2$ м, причем ее линейная скорость зависит от времени так, как показано на рис.1.1, 1.2 за время $\Delta t = t_k - t_n$. Необходимый для расчетов участок выберите из табл. 1.2. Постройте графики $\varphi(t)$, $\omega(t)$, $\varepsilon(t)$, $a_n(t)$, $a_\tau(t)$, $S(t)$.

Примечание. При расчетах после выбора нужного участка зависимости принять $t_n = 0$, тогда $t_k = 0 + \Delta t$.

Таблица 1.2

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
$t_n, \text{с}$	0	0	0	5	5	10	10	15	15	20	20	25	25	30	30
$t_k, \text{с}$	5	10	15	15	20	20	25	25	30	25	30	35	40	35	40
N	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
$t_n, \text{с}$	0	0	5	5	10	10	10	15	15	15	20	25	30	30	35
$t_k, \text{с}$	5	10	10	15	20	25	30	20	25	30	35	35	35	40	40

3. В условиях предыдущей задачи вычислите значения полного ускорения, перемещения и угла между скоростью и полным ускорением через 2 с после начала движения материальной точки.

4. Миномет стреляет с высоты h со скоростью v под углом α к горизонту. Найдите значения нормального и тангенциального ускорений и радиус кривизны траектории через время t_1 после выстрела. Сопротивлением воздуха можно пренебречь. Числовые значения указанных параметров

возьмите из табл. 1.3 в соответствии со своим порядковым номером. Считать $g = 10 \text{ м/с}^2$.

Таблица 1.3

N	$h, \text{ м}$	$v_0, \text{ м/с}$	$\alpha, \dots^\circ$	$t_1, \text{ с}$	$t_2, \text{ с}$
1	0	100	30	2	2.5
2	50	125	45	4	4.2
3	100	150	60	6	5.0
4	0	175	30	4.5	5.5
5	50	200	45	8	4.4
6	100	250	60	7	5
7	0	100	30	2	2.5
8	50	125	45	4	4.2
9	100	150	60	6	5.0
10	0	175	30	4.5	5.5
11	50	200	45	8	4.4
12	100	250	60	7	5
13	0	100	30	2	2.5
14	50	125	45	4	4.2
15	100	150	60	6	5.0
16	0	175	30	4.5	5.5
17	50	200	45	8	4.4
18	100	250	60	7	5
19	0	100	30	2	2.5
20	50	125	45	4	4.2
21	100	150	60	6	5.0
22	0	175	30	4.5	5.5
23	50	200	45	8	4.4
24	100	250	60	7	5
25	0	100	30	2	2.5
26	50	125	45	4	4.2
27	100	150	60	6	5.0
28	0	175	30	4.5	5.5
29	50	200	45	8	4.4
30	100	250	60	7	5

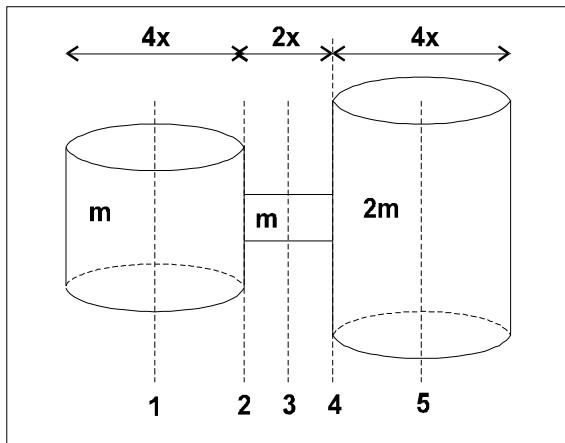
5. В условиях предыдущей задачи определить координаты наивысшей точки траектории движения мины.

2. Индивидуальные задания

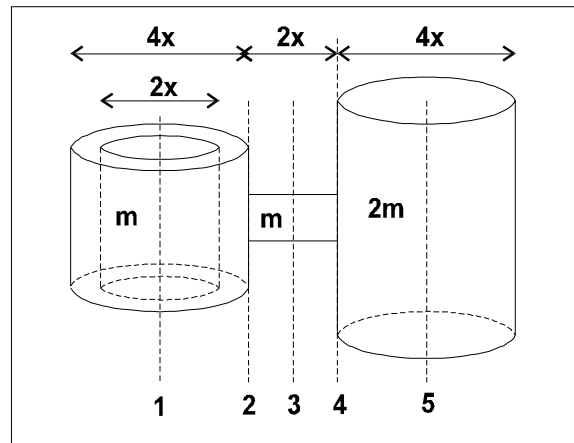
1. Однородный конус с радиусом основания 0.5 м и массой 5 кг вращается вокруг своей оси. На рис. 1.2 приведена линейная скорость концов диаметра основания от времени. Постройте графики зависимостей $M(t)$ и $L(t)$ за время $\Delta t = t_H - t_K$, указанные в условии задания 1.3, п. 2.

2. На рис. 2.1 приведено тело, параметры массы $m = 2\text{ кг}$ и размера $x = 0.1\text{ м}$. Определите положение центра масс и момент инерции этого тела относительно оси z в соответствии со своим номером N (табл. 2.2).

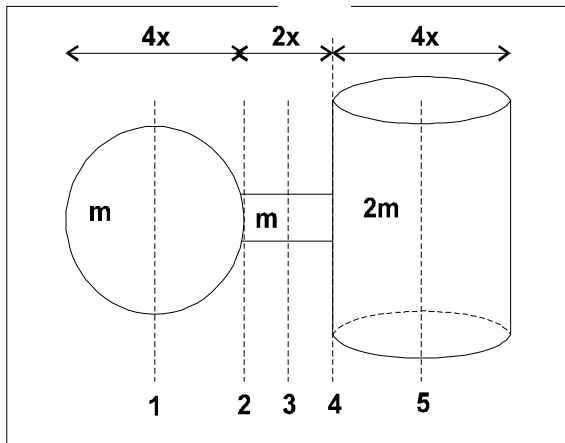
3. В условиях предыдущей задачи тело в момент времени $t = 0$ с начинает вращаться вокруг фиксированной оси z так, что угол поворота φ центрального стержня изменяется во времени по закону $\varphi(t) = At^3 + Bt^2 + Ct$. Числовые значения коэффициентов A, B, C указаны в табл. 2.2. Определите аналитические зависимости от времени угловых скорости ω и ускорения ε тела, линейных скорости v и ускорения a центра масс тела, вращающего момента M . Вычислите значения этих величин в момент времени $t_1 = 2$ с.



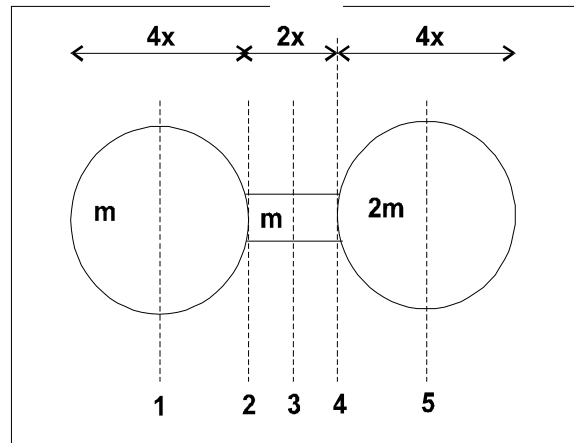
a



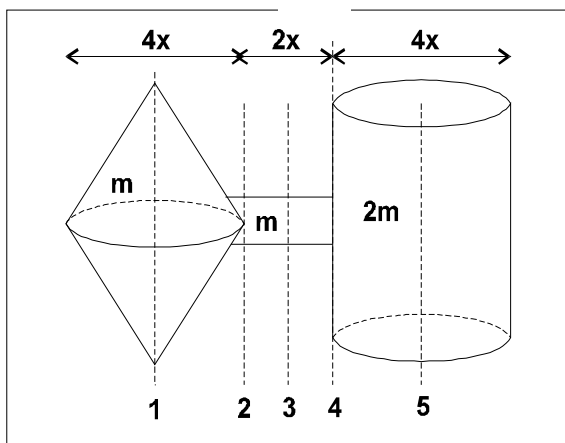
б



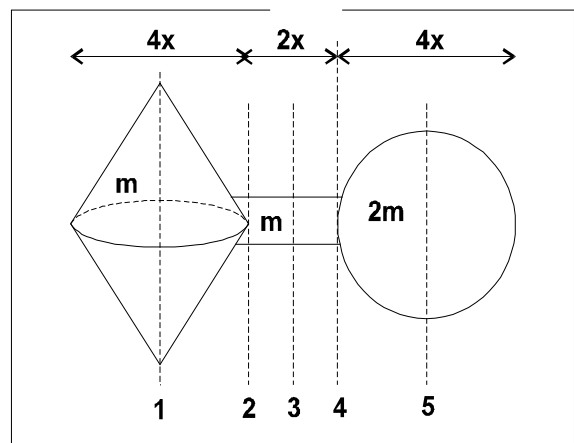
в



г



д



е

Рис. 2.1

Таблица 2.2

N	z	$A, \text{ рад} \cdot \text{с}^{-3}$	$B, \text{ рад} \cdot \text{с}^{-2}$	$C, \text{ рад} \cdot \text{с}^{-1}$	Рисунок
1	1	0.2	1	10	а
2	2	0.3	2	9	б
3	3	0.4	3	8	в
4	4	0.5	4	7	г
5	5	0.6	5	6	д
6	1	0.2	6	5	е
7	2	0.3	1	4	а
8	3	0.4	2	3	б
9	4	0.5	3	2	в
10	5	0.6	4	1	г
11	1	0.2	5	10	д
12	2	0.3	6	9	е
13	3	0.4	1	8	а
14	4	0.5	2	7	б
15	5	0.6	3	6	в
16	1	0.2	4	5	г
17	2	0.3	5	4	д
18	3	0.4	6	3	е
19	4	0.5	1	2	а
20	5	0.6	2	1	б
21	1	0.2	3	10	в
22	2	0.3	4	9	г
23	3	0.4	5	8	д
24	4	0.5	6	7	е
25	5	0.6	1	6	а
26	1	0.2	2	5	б
27	2	0.3	3	4	в
28	3	0.4	4	3	г
29	4	0.5	5	2	д
30	5	0.6	6	1	е

4. Определите значение внешней силы, которую нужно приложить к центру масс тела, изображенного на рис. 2.1, перпендикулярно плоскости рисунка, чтобы вызвать движение, заданное уравнением в п. 3 данного

задания. Тело может вращаться только относительно оси z . Трение отсутствует.

3. Индивидуальное задание

1. В центр масс тела (рис. 2.1) попадает пуля массой $m_0 = 10$ г, летевшая со скоростью $v = 1000$ м/с перпендикулярно плоскости оси вращения z и стержня. С какой угловой скоростью начнет двигаться тело после удара, если до удара оно было неподвижно? Параметры тела и положение оси z выберите из табл. 2.2 в соответствии со своим номером.

2. В условиях предыдущей задачи вычислите, какая часть кинетической энергии пули переходит в тепло.

3. В условиях задачи 1 данного задания вычислите приращение кинетической энергии тела за счет удара пули, если в момент удара тело вращалось с угловой скоростью $\omega = 2\pi N$. Рассмотрите два направления вращения. Объясните полученный результат.

4. Потенциальная энергия частицы в некотором силовом поле определяется выражением $W_{\text{п}} = a f(x, y, z)$, где a – константа, равная 2 Дж/м³. Какая сила действует на эту частицу в момент, когда ее координаты равны x_1, y_1, z_1 . Вид функции $f(x, y, z)$ и числовые значения координат указаны в табл. 3.1, соответственно, номеру N .

Таблица 3.1

N	$f(x, y, z)$	x_1, y_1, z_1	N	$f(x, y, z)$	x_1, y_1, z_1
1	$xy^2 + 2z^3$	0, 1, 2	16	$xy^2 + z^3$	1, 1, 3
2	$y^2x + zx^2$	0, 1, 1	17	$zy^2 + 3x^3$	2, 3, 1
3	$2xy^2 + xz^2$	1, 0, 1	18	$y^2x + zx^2$	2, 0, 1
4	$x^2y + y^3$	2, 0, 2	19	$xyz + zx^2$	0, 1, 2
5	$x^2y + 2zx^2$	2, 2, 1	20	$x^3 + 4xy^2$	1, 1, 1
6	$x^2y + 3z^2y$	3, 1, 1	21	$3x^3 + 2z^3$	1, 0, 1
7	$x^2z + 3x^3$	2, 1, 0	22	$x^3 + zy^2$	1, 2, 1
8	$x^2z + 3z^2y$	1, 0, 1	23	$xyz + 2y^3$	1, 1, 2
9	$4x^2z + zy^2$	1, 0, 2	24	$2y^3 + x^2y$	2, 3, 1
10	$2z^2x + yzx$	1, 2, 3	25	$2x^3 + zx^2$	1, 2, 3
11	$y^2x + zy^2$	2, 3, 1	26	$3xy^2 + 2z^3$	2, 3, 2
12	$x^2z + 2zy^2$	1, 1, 1	27	$2y^2x + zx^2$	1, 3, 1

13	$3x^2y + x^3$	1, 1, 2	28	$z^2x + zy^2$	1, 1, 3
14	$3x^2y + xy^2$	2, 2, 2	29	$y^2x + 2xyz$	2, 1, 5
15	$y^2x + xyz$	2, 1, 1	30	$y^3 + zx^2$	1, 1, 3

5. В условиях задания 1.3, п. 4 мина разрывается на два осколка с соотношением масс $1/(N + 2)$ в момент времени t_1 (табл. 1.3). Меньший осколок, вектор скорости которого направлен под углом 180° к вектору скорости мины в момент разрыва, возвращается в точку выстрела. Найдите расстояние от точки выстрела до места падения второго осколка.

6. Определите модуль изменения импульса мины в условиях задания 1.3, п. 4 через время t_2 , если известно, что масса мины равна 10 кг.

7. В условиях задания 1.3, п. 4 определите условное место падения центра масс системы осколков, если мина разрывается на $N + 3$ осколка в момент времени t_2 (табл. 1.3).

4.. Индивидуальные задания

1. Пусть ось z , вокруг которой может вращаться изображенное на рис. 2.1 тело, расположена горизонтально. Тело отклонили на угол $\varphi_0 = \pi/(6N)$ и отпустили, в результате чего оно стало совершать колебательное движение. Трение отсутствует. Определите частоту колебаний, считая что $\varphi_0 = 1$.

2. Напишите уравнения $\varphi(t)$, $L(t)$, $W_{\dot{\varphi}}(t)$, $W_{\dot{L}}(t)$ и уравнение фазовой траектории в координатах (φ, L) для колебаний тела в условиях предыдущей задачи.

3. Используя полученные в предыдущем задании аналитические зависимости, постройте графики $\varphi(t)$, $L(t)$, $W_{\dot{\varphi}}(t)$, $W_{\dot{L}}(t)$ и фазовую траекторию в координатах φ, L . Как изменятся эти графики при наличии трения?

4. Покажите, что в условиях задачи 1 данного задания полная энергия колеблющегося тела остается величиной постоянной, и вычислите ее. Постройте потенциальную кривую $W_1(\varphi)$.

5. В условиях задачи 1 данного задания определите период колебаний и время релаксации физического маятника при наличии трения, если коэффициент трения r , $\hat{=} \frac{2}{\tilde{n}}$, определяется выражением: $r = \left(\sin \left(\sqrt{\varphi_0} \right) \right)^2$.