

## Задание 7

### УРАВНОВЕШИВАНИЕ МАСС

#### Вариант 1

Определить массы противовесов  $m_{п1}$ ,  $m_{п2}$ ,  $m_{п3}$ , необходимых для полного уравновешивания главного вектора сил инерции шарнирного четырехзвенника.

Исходные данные (табл. 7.1): длины звеньев  $l_{AB}$ ,  $l_{BC}$ ,  $l_{CD}$ ; координаты центров масс  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$  звеньев  $l_{AS_1}$ ,  $l_{BS_2}$ ,  $l_{CS_3}$ ; массы звеньев  $m_1$ ,  $m_2$ ,  $m_3$ ; координаты центров масс  $S_{п1}$ ,  $S_{п2}$ ,  $S_{п3}$  противовесов  $l_{AS_{п1}}$ ,  $l_{BS_{п2}}$ ,  $l_{CS_{п3}}$ .

Задачу решить, полагая, что общий центр масс подвижных звеньев должен быть неподвижен и лежать в точке  $A$ . Схема механизма приведена на рис. 7.1.

Таблица 7.1

Наименование величины, единица измерения	Номер задания									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$l_{AB}$ , мм	120	100	105	110	115	130	125	135	110	120
$l_{BC}$ , мм	400	420	450	380	360	480	500	450	430	420
$l_{CD}$ , мм	280	240	250	235	200	225	290	265	270	275
$l_{AS_1}$ , мм	75	60	65	75	65	85	80	75	65	70
$l_{BS_2}$ , мм	200	210	220	190	185	200	205	210	215	195
$l_{CS_3}$ , мм	130	125	130	125	130	125	130	125	130	125
$m_1$ , кг	0,1	0,2	0,3	0,4	0,1	0,2	0,3	0,4	0,1	0,2
$m_2$ , кг	0,8	0,9	1,1	1,2	0,9	1,1	1,2	1,3	0,3	0,4
$m_3$ , кг	0,4	0,5	0,6	0,7	0,6	0,7	0,8	0,5	0,6	0,5
$l_{AS_{п1}}$ , мм	100	110	105	100	110	105	100	1010	105	100
$l_{BS_{п2}}$ , мм	200	210	190	180	220	230	190	180	190	210
$l_{CS_{п3}}$ , мм	130	120	140	120	105	95	135	125	135	145

#### Вариант 2

Определить массы противовесов  $m_{п1}$ ,  $m_{п2}$ , которые необходимо

установить на кривошипе  $AB$ , и шатуна  $BC$  для полного уравновешивания главного вектора сил инерции всех звеньев кривошипно-ползунного механизма.

Исходные данные (табл. 7.2): координаты центров масс  $S_{п1}$ ,  $S_{п2}$  этих противовесов равны  $l_{AS_{п1}}$ ,  $l_{BS_{п2}}$ ; координаты центров масс  $S_1$ ,  $S_2$  звеньев имеют значения  $l_{AS_1}$ ,  $l_{BS_2}$ ; массы звеньев равны  $m_1$ ,  $m_2$ ,  $m_3$ ; размеры звеньев  $l_{AB}$ ,  $l_{BC}$ .

Схема механизма приведена на рис. 7.2.

Таблица 7.2

Наименование величины, единица измерения	Номер задания									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$l_{AB}$ , мм	80	40	50	60	70	65	75	85	90	55
$l_{BC}$ , мм	250	190	180	200	210	220	230	240	225	215
$l_{AS_1}$ , мм	60	20	30	35	35	30	35	40	45	30
$l_{BS_2}$ , мм	160	140	140	150	160	160	160	170	170	160
$m_1$ , кг	0,08	0,07	0,05	0,04	0,09	0,10	0,11	0,06	0,07	0,14
$m_2$ , кг,	0,55	0,30	0,45	0,65	0,75	0,95	0,80	0,90	0,55	0,35
$m_3$ , кг	0,65	0,55	0,35	0,75	0,50	0,40	0,20	0,60	0,30	0,45
$l_{AS_{п1}}$ , мм	400	300	350	200	250	500	450	500	400	300
$l_{BS_{п2}}$ , мм	150	100	125	200	250	300	225	150	100	200

### Вариант 3

Определить массы  $m_{п1}$  и  $m_{п2}$  противовесов, которые необходимо установить на звеньях  $AB$  и  $CD$  для полного уравновешивания главного вектора сил инерции этого механизма, если координаты центров масс  $S_{п1}$  и  $S_{п3}$  этих противовесов равны  $l_{AS_{п1}} = l_{DS_{п3}}$ .

Исходные данные (табл. 7.3): основные размеры звеньев четырехшарнирного механизма  $l_{AB}$ ,  $l_{BC}$ ,  $l_{CD}$ ; центры масс  $S_1$ ,  $S_2$  и  $S_3$  звеньев лежат на их середине; массы звеньев  $m_1$ ,  $m_2$  и  $m_3$ .

Схема механизма приведена на рис. 7.3.

Таблица 7.3

Наименование величины, единица измерения	Номер задания									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$l_{AB}$ , мм	200	250	300	100	150	160	140	220	230	320
$l_{BC}$ , мм	1000	900	950	800	850	750	690	800	950	900
$l_{CD}$ , мм	800	600	700	650	700	750	680	720	770	630
$m_1$ , кг	7,85	5,90	4,85	6,25	6,50	6,45	8,10	7,90	7,20	5,45
$m_2$ , кг,	39,2	40,1	35,5	42,0	41,5	38,6	36,4	37,5	40,8	41,9
$m_3$ , кг	29,4	25,9	22,9	27,4	26,8	28,0	24,5	28,2	24,4	29,1
$l_{AS_{п1}}$ , мм	200	210	190	180	220	205	215	170	185	225

#### Вариант 4

Определить координаты центров масс  $l_{AS_{п1}}$  и  $l_{BS_{п2}}$  противовесов, устанавливаемых на кривошипе и шатуне механизма шарнирного четырехзвенника и необходимых для полного уравновешивания главного вектора сил инерции механизма.

Исходные данные (табл. 7.4): размеры звеньев  $l_{AB}$ ,  $l_{BC}$ ,  $l_{CD}$ ; координаты центров масс звеньев  $l_{AS_1}$ ,  $l_{BS_2}$ ,  $l_{CS_3}$ ; массы звеньев  $m_1$ ,  $m_2$ ,  $m_3$ ; массы противовесов  $m_{п1}$  и  $m_{п2}$ .

Схема механизма приведена на рис. 7.4.

Таблица 7.4

Наименование величины, единица измерения	Номер задания									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
$l_{AB}$ , мм	110	100	120	105	115	90	80	95	70	75
$l_{BC}$ , мм	370	400	360	320	350	355	240	260	255	290
$l_{CD}$ , мм	260	270	280	290	250	260	240	250	265	255
$l_{AS_1}$ , мм	70	65	80	70	65	50	50	50	45	45
$l_{BS_2}$ , мм	180	210	170	140	155	160	130	140	170	190
$l_{CS_3}$ , мм	120	125	125	130	120	120	110	120	120	125
$m_1$ , кг	0,09	0,1	0,11	0,08	0,09	0,09	0,08	0,07	0,06	0,09

Продолжение табл. 7.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
$m_2$ , кг,	0,75	0,60	0,65	0,80	0,85	0,95	0,45	0,40	0,50	0,55
$m_3$ , кг	0,38	0,30	0,45	0,75	0,43	0,54	0,62	0,24	0,28	0,40
$m_{п1}$ , мм	4,5	2,5	4,7	5,3	2,4	4,9	6,4	6,2	2,7	3,5
$m_{п2}$ , мм	2,2	1,8	1,4	3,4	5,0	2,4	3,6	4,2	2,5	5,3

### Вариант 5

Определить массы  $m_{п1}$  и  $m_{п2}$  противовесов, которые надо установить на колесах  $a$  и  $b$  для полного уравновешивания сил инерции первого порядка звеньев кривошипно-ползунного механизма, если координаты центров масс  $S_{п1}$  и  $S_{п2}$  противовесов  $l_{AS_{п1}} = l_{DS_{п2}}$ , а радиусы колес одинаковы.

Исходные данные (табл. 7.5): размеры звеньев  $l_{AB}$ ,  $l_{BC}$ ; координаты центров масс  $S_1$ ,  $S_2$  и  $S_3$  звеньев  $l_{AS_1}$ ,  $l_{BS_2}$ ; массы звеньев  $m_1$ ,  $m_2$  и  $m_3$ .

Схема механизма приведена на рис. 7.5.

Таблица 7.5

Наименование величины, единица измерения	Номер задания									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$l_{AB}$ , мм	100	90	80	70	60	50	85	75	95	110
$l_{BC}$ , мм	400	450	400	300	350	350	400	450	300	350
$l_{AS_1}$ , мм	30	20	25	25	15	10	30	25	30	40
$l_{BS_2}$ , мм	100	150	1230	120	130	145	110	105	100	125
$m_1$ , кг	2,5	2,0	3,0	3,5	1,5	2,5	3,5	1,0	3,5	2,5
$m_2$ , кг,	1,0	0,8	0,9	1,1	1,2	0,6	0,8	1,5	1,0	0,8
$m_3$ , кг	3,0	2,5	4,0	2,5	4,5	3,5	3,0	2,0	4,5	5,0
$l_{AS_{п1}}$ , мм	50	40	60	40	55	45	65	785	35	30

### Вариант 6

Масса ползуна кривошипно-ползунного механизма (рис. 7.6) равна  $m_3$ . Подобрать массы звеньев  $m_2$  и  $m_1$  шатуна  $BC$  и кривошипа

$AB$  таким образом, чтобы главный вектор сил инерции всех звеньев механизма был уравновешен. Координаты центров масс  $S_1$  и  $S_2$  звеньев  $AB$  и  $BC$  равны  $l_{AS_1}$  и  $l_{BS_2}$ . Размеры кривошипа и шатуна равны соответственно  $l_{AB}$ ,  $l_{BC}$ . Исходные данные приведены в табл. 7.6.

Таблица 7.6

Наименование величины, единица измерения	Номер задания									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$l_{AB}$ , мм	100	110	120	130	140	150	155	125	115	105
$l_{BC}$ , мм	450	500	400	380	480	550	430	420	530	520
$l_{AS_1}$ , мм	110	120	130	140	150	160	100	170	180	190
$l_{BS_2}$ , мм	100	110	120	130	140	150	100	140	130	100
$m_3$ , кг	0,4	0,5	0,6	0,7	0,6	0,7	0,8	0,5	0,6	0,5

### Вариант 7

Определить положения центров масс подвижных звеньев механизма шарнирного четырехзвенника  $l_{CS_3}$ ,  $l_{BS_2}$ ,  $l_{AS_1}$  (рис. 7.7), при которых главный вектор сил инерции равен нулю. Заданы длины звеньев  $l_{AB}$ ,  $l_{BC}$ ,  $l_{CD}$ , массы звеньев  $m_1$ ,  $m_2$ ,  $m_3$ . При решении задачи считать, что общий центр масс  $S$  подвижных звеньев совпадает с точкой  $A$ . Исходные данные приведены в табл. 7.7.

Таблица 7.7

Наименование величины, единица измерения	Номер задания									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$l_{AB}$ , мм	150	155	160	165	170	175	180	185	190	140
$l_{BC}$ , мм	600	650	700	750	500	550	800	850	900	950
$l_{CD}$ , мм	300	350	400	450	500	550	320	420	520	480
$m_1$ , кг	3,0	3,2	3,3	3,4	3,6	3,8	4,	4,2	4,4	2,8
$m_2$ , кг	10	11	12	13	8	9	14	15	16	17
$m_3$ , кг	5	5,5	6	6,5	4	4,5	7	7,5	8	8,5

### Вариант 8

Определить координату центра масс  $l_{BS_2}$  шатуна и массы  $m_{п1}$  и  $m_{п3}$  противовесов, устанавливаемых на звеньях четырехшарнирного механизма (рис. 7.8) и необходимых для полного уравновешивания сил инерции этого механизма. Заданы размеры звеньев  $l_{AB}$ ,  $l_{BC}$ ,  $l_{CD}$ , координаты центров масс звеньев  $l_{AS_1}$ ,  $l_{CS_3}$  и противовесов  $l_{AS_{п1}}$ ,  $l_{DS_{п3}}$ , массы звеньев  $m_1$ ,  $m_2$  и  $m_3$ . Исходные данные приведены в табл. 7.8.

Таблица 7.8

Наименование величины, единица измерения	Номер задания									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$l_{AB}$ , мм	160	140	150	165	120	170	145	155	180	185
$l_{BC}$ , мм	500	510	520	550	570	600	630	650	700	740
$l_{CD}$ , мм	370	360	350	340	330	320	310	300	290	280
$l_{AS_1}$ , мм	80	70	60	65	50	55	40	45	85	90
$l_{CS_3}$ , мм	180	190	170	200	160	150	185	165	100	110
$m_1$ , кг	0,12	0,10	0,14	0,16	0,18	0,20	,22	0,24	0,26	0,28
$m_2$ , кг	1,5	1,3	1,4	1,6	1,2	1,7	1,1	1,3	1,8	1,9
$m_3$ , кг	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5
$l_{AS_{п1}}$ , мм	120	110	115	125	105	130	135	140	145	150
$l_{DS_{п3}}$ , мм	90	80	85	95	75	95	105	110	115	120

### Вариант 9

Определить массы  $m_{п1}$  и  $m_{п2}$  противовесов, которые надо установить на колесах  $a$  и  $b$  для полного уравновешивания сил инерции первого порядка звеньев кривошипно-ползунного механизма (рис. 7.9), если координаты центров масс  $S_{п1}$  и  $S_{п2}$  противовесов  $l_{AS_{п1}} = l_{DS_{п2}}$ , а радиусы колес одинаковы. Размеры звеньев  $l_{AB}$ ,  $l_{BC}$ , координаты центров масс  $S_1$ ,  $S_2$  и  $S_3$  звеньев  $l_{AS_1}$ ,  $l_{BS_2}$ , массы звеньев  $m_1$ ,  $m_2$  и  $m_3$ . Исходные данные приведены в табл. 7.9.

Таблица 7.9

Наименование величины, единица измерения	Номер задания									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$l_{AB}$ , мм	100	90	80	70	60	50	95	85	75	65
$l_{BC}$ , мм	500	450	400	350	300	350	400	450	500	250
$l_{AS_1}$ , мм	30	20	25	15	10	30	20	25	15	10
$l_{BS_2}$ , мм	150	100	150	100	110	120	140	160	170	100
$m_1$ , кг	0,1	0,2	0,3	0,4	0,1	0,2	0,3	0,4	0,1	0,2
$m_2$ , кг	0,8	0,9	1,1	1,2	0,9	1,1	1,2	1,3	0,3	0,4
$m_3$ , кг	0,4	0,5	0,6	0,7	0,6	0,7	0,8	0,5	0,6	0,5
$l_{AS_{П1}}$ , мм	30	20	25	15	10	30	20	25	15	10

### Вариант 10

Масса ползуна кривошипно-ползунного механизма (рис. 7.10) равна  $m_3$ . Подобрать массы звеньев  $m_2$  и  $m_1$  шатуна  $BC$  и кривошипа  $AB$  таким образом, чтобы главный вектор сил инерции всех звеньев механизма был уравновешен. Координаты центров масс  $S_1$  и  $S_2$  звеньев  $AB$  и  $BC$  равны  $l_{AS_1}$  и  $l_{BS_2}$ . Размеры кривошипа и шатуна равны соответственно  $l_{AB}$  и  $l_{BC}$ . Исходные данные приведены в табл. 7.10.

Таблица 7.10

Наименование величины, единица измерения	Номер задания									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$l_{AB}$ , мм	120	100	105	110	115	130	125	135	110	120
$l_{BC}$ , мм	400	420	450	380	360	480	500	450	430	420
$l_{AS_1}$ , мм	75	60	65	75	65	85	80	75	65	70
$l_{BS_2}$ , мм	90	95	85	80	75	70	65	60	55	50
$m_3$ , кг	0,4	0,5	0,6	0,7	0,6	0,7	0,8	0,5	0,6	0,5

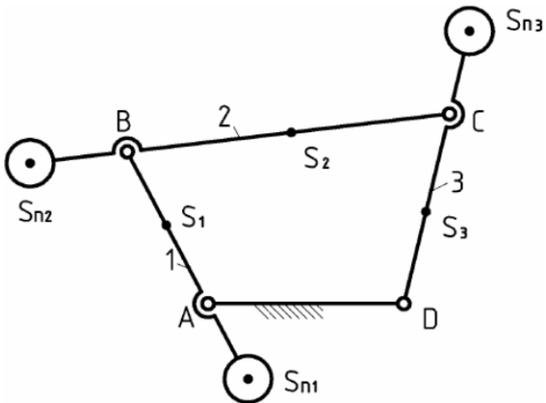


Рис. 7.1

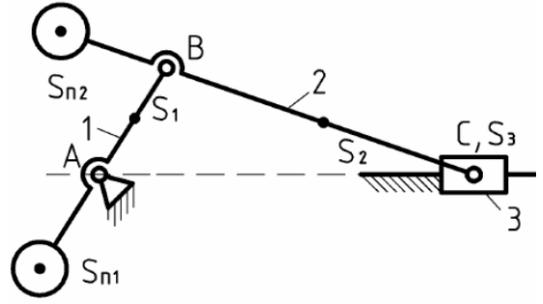


Рис. 7.2

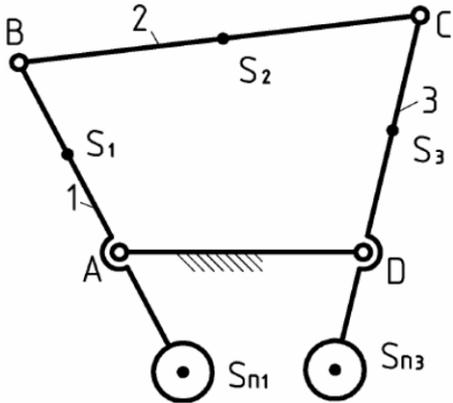


Рис. 7.3

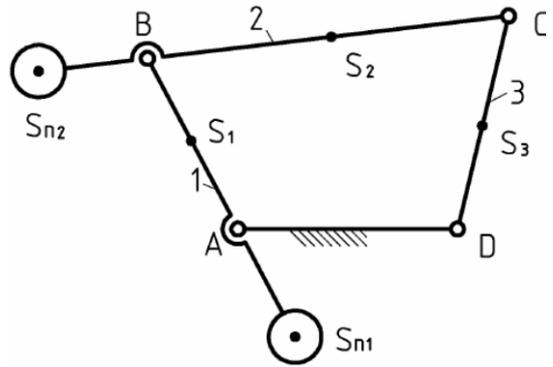


Рис. 7.4

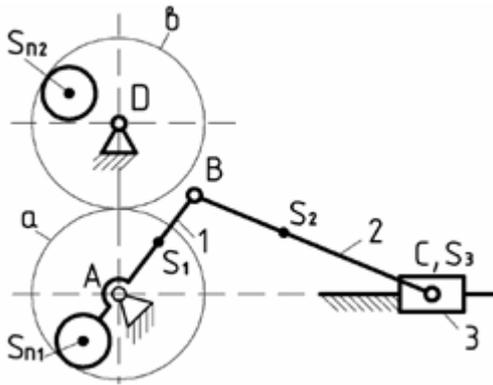


Рис. 7.5

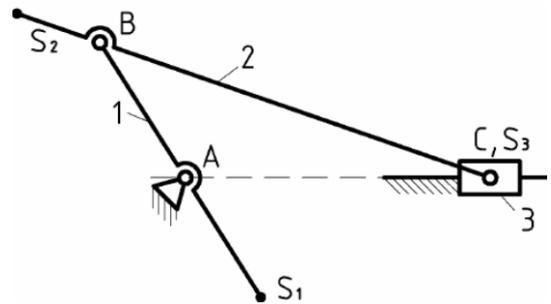


Рис. 7.6

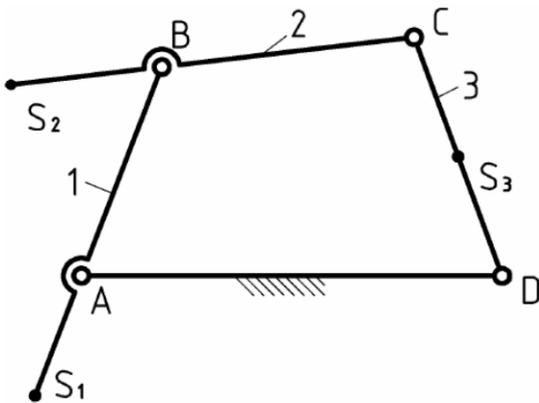


Рис. 7.7

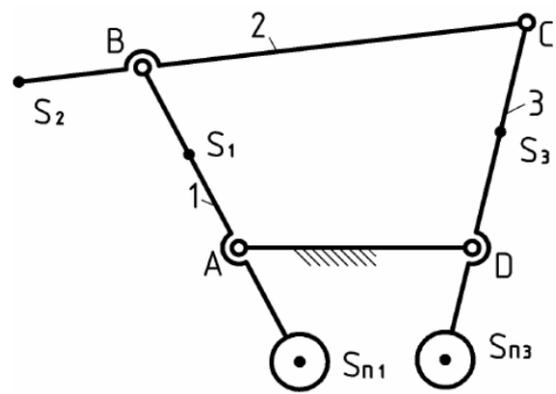


Рис. 7.8

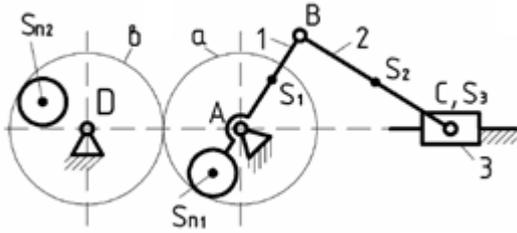


Рис. 7.9

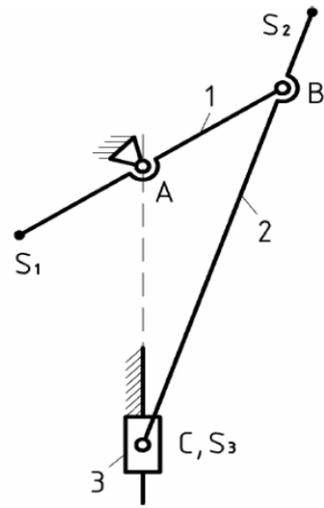


Рис. 7.10

## Задание 8

### УРАВНОВЕШИВАНИЕ РОТОРОВ

Произвести полное уравновешивание сил инерции масс звена, расположенных в различных плоскостях, перпендикулярных оси вращения (рис. 8.1). Значения масс звена и параметры, определяющие их расположение, приведены в таблице. Для всех вариантов задания  $L_1 = 80$  мм,  $L_2 = 160$  мм,  $L_3 = 240$  мм и  $L_4 = 320$  мм.

Определить значения и направления радиусов-векторов расположения противовесов (уравновешивающих масс), которые необходимо установить в плоскостях исправления I и II.

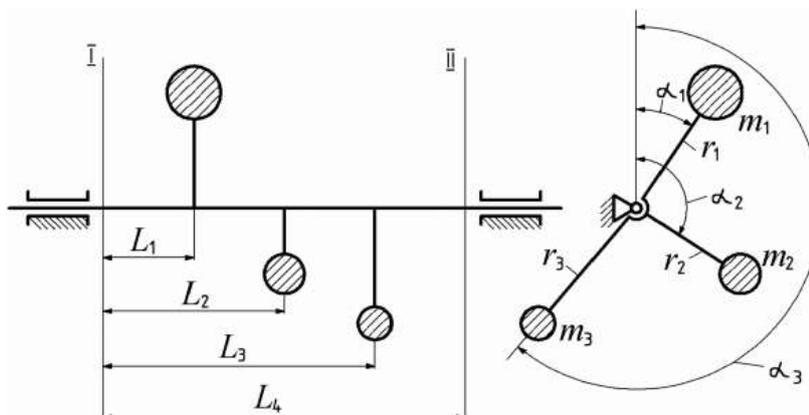


Рис. 8.1

Массы противовесов выбрать самостоятельно из набора грузов с