

# Задания для выполнения контрольной работы

## По курсу «Теоретическая механика»

По направлению подготовки

08.03.01 «Строительство»

---

По профиль подготовки

«Промышленное и гражданское строительство»

---

«Экспертиза и управление недвижимостью»

---

«Водоснабжение и водоотведение»

---

«Теплогазоснабжение и вентиляция»

---

Вариант выбирается по двум последним цифрам зачетной книжки – номер варианта от 00 до 99.

Контрольную работу следует выполнять:

1) При использовании дистанционного формата обучения (через образовательный портал moodle) – в файле формата Microsoft Word содержащего текст, расчетные схемы, формулы и расчеты. При этом расчетные схемы допускается оформлять вручную на белых листах бумаги и вставлять по тексту в виде отсканированных или сфотографированных картинок.

2) При использовании традиционного формата обучения – в особой тетради или на листах, сшитых в тетрадь нормального формата, чернилами 113 (не красными), четким почерком, с полями в 5 см для замечаний рецензента.

## Задача 1

### «Определение реакций в опорах плоской составной конструкции (система двух тел)»

*Условие задачи:* Жёсткая рама опирается на шарнирно-неподвижную опору в точке  $A$  и шарнирно-подвижную опору в точке  $B$ . К раме приложены силы  $P_1$  (Н) и  $P_2$  (Н), пары сил с моментами  $M_1$  (Нм) и  $M_2$  (Нм), распределённая нагрузка интенсивностью  $q_1$  (Н/м). В центре тяжести однородной треугольной пластины приложена сила  $G$ , пропорциональная её площади (коэффициент пропорциональности  $\gamma = 2,5$ ). Исходные данные по геометрическим размерам рамы и нагрузкам приведены в табл. В.1. Расчетные схемы приведены в табл. В.2.

*Определите* реакции в опорах жесткой рамы. Выполните проверку правильности решения.

**Номер варианта (строка в таблице В.1, расчетная схема в табл. В.2) определяется последними двумя цифрами зачетной книжки.**

При выполнении задания необходимо изучить тему «Статика». При практическом решении задач можно пользоваться любой формой уравнений равновесия, так как все они совершенно равноправны.

Оси координат и моментные точки можно выбирать произвольно. Наиболее просто и безошибочно решаются уравнения равновесия, в которые входит одно неизвестное. Следовательно, координатные оси надо направлять перпендикулярно к направлению неизвестных сил. Тогда при составлении уравнений проекций неизвестные, перпендикулярные к осям, в эти уравнения не войдут. За моментные целесообразно брать такие точки, в которых пересекаются линии действия двух неизвестных сил. Тогда в уравнение моментов войдёт только одна искомая сила.

Для плоской системы можно выбирать любое число координатных осей и моментных точек и составлять соответствующее число уравнений равновесия, но только три из них будут независимыми. Остальные уравнения получаются как следствия из этих трёх и их можно использовать лишь для проверки.

Для плоской системы параллельных сил эти общие правила можно конкретизировать. Оси координат следует направлять так, чтобы одна из них оказалась параллельной силам, приложенным к твёрдому телу. Уравнение моментов нужно составлять относительно точки, лежащей на линии действия неизвестной силы. Это даёт возможность определить одну из неизвестных сил непосредственно из одного уравнения моментов. Для решения задач при помощи двух уравнений моментов следует учитывать, что моментные точки не должны лежать на прямой, параллельной силам.

Задачи на равновесие твёрдого тела для плоской системы сил рекомендуется решать в следующем порядке:

1. Выделите объект исследования – твёрдое тело, равновесие которого надо рассмотреть.
2. Изобразите активные (заданные) силы.
3. Освободите тело от связей, приложив соответствующие реакции. При этом необходимо убедиться, что данная задача является статически определимой – число неизвестных величин должно быть не более трёх (для системы параллельных сил – не более двух).
4. Направьте оси координат, выберите моментные точки.

5. Составьте уравнения равновесия произвольной плоской системы сил (или плоской системы параллельных сил).

6. Решите систему полученных уравнений равновесия относительно неизвестных величин. Если в результате решения искомая реакция получается положительной, то это значит, что направление её выбрано верно, если отрицательной, то направление реакции противоположно выбранному (модуль её при этом остается прежним).

7. Выполните проверку правильности решения, составив не применявшуюся при решении сумму моментов или проекций, при этом необходимо учитывать уже исправленные направления реакций. Равенство нулю алгебраической суммы проекций или моментов подтвердит правильность решения задачи.

Таблица В.1.

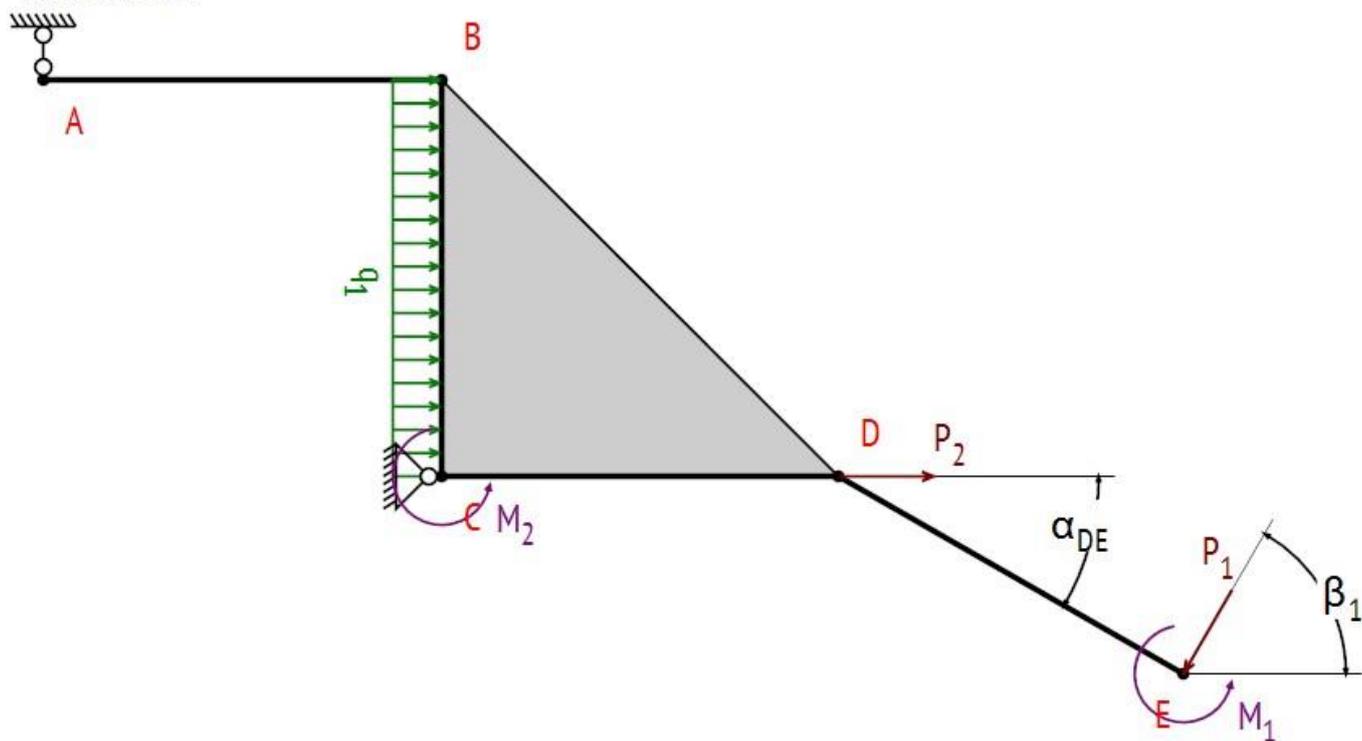
№	$l_{AB}, \text{ м}$	$\alpha_{AB}, ^\circ$	$l_{BC}, \text{ м}$	$\alpha_{BC}, ^\circ$	$l_{CD}, \text{ м}$	$\alpha_{CD}, ^\circ$	$l_{DE}, \text{ м}$	$\alpha_{DE}, ^\circ$	$\Theta_A, ^\circ$	$P_1, \text{ Н}$	$\beta_1, ^\circ$	$P_2, \text{ Н}$	$\beta_2, ^\circ$	$M_1, \text{ Н}\times\text{м}$	$M_2, \text{ Н}\times\text{м}$	$q_1 \text{ min}, \text{ Н/м}$	$q_1 \text{ max}, \text{ Н/м}$
1	1.4	0	1	90	1.2	0	0.8	30	90	16	60	4	0	20	20	4	4
2	1.8	60	1.8	90	1.2	180	1	180	90	6	60	4	30	2	18	12	18
3	1.4	60	1	90	1.8	180	1.4	120	180	20	150	20	150	10	4	8	18
4	1.6	30	1.2	90	1	0	1.8	30	60	16	60	10	120	12	20	2	8
5	1.6	30	1.8	90	1.2	180	1	120	30	8	150	18	60	18	14	2	4
6	1.6	60	1.6	90	1.6	0	0.8	30	150	6	90	14	120	20	16	8	12
7	1.8	60	1.2	90	1	180	1.4	180	90	18	180	10	30	10	20	0	2
8	1.4	30	1.2	90	0.8	180	1	150	150	20	150	6	60	6	14	2	12
9	1	60	1.2	90	1.8	180	1.2	150	0	20	60	14	90	16	8	18	20
10	0.8	30	1	90	1.2	0	1.8	60	180	8	0	20	30	12	4	2	20
11	1.2	30	1	90	1.6	180	1.2	150	120	18	120	16	180	14	4	18	20
12	1.6	30	1	90	1.8	180	1	150	0	4	30	18	180	12	6	4	20
13	1.6	30	1.8	90	0.8	0	1.2	60	0	8	30	12	30	18	20	6	18
14	1	60	0.8	90	1.4	180	1.4	120	90	16	30	12	30	10	8	8	12
15	1.4	0	1.6	90	1	0	0.8	60	120	12	120	2	60	12	10	6	8
16	1.6	0	0.8	90	0.8	0	0.8	60	150	4	30	8	120	4	18	16	18
17	1	30	1.2	90	1	0	1.4	60	30	18	30	10	0	10	14	12	14
18	0.8	30	1.2	90	1.2	0	0.8	60	30	12	0	18	30	8	8	0	18
19	0.8	60	0.8	90	1.8	180	0.8	150	150	8	0	2	120	18	14	4	12
20	1.2	60	0.8	90	1.6	180	1.6	120	150	16	90	12	90	18	14	18	18
21	0.8	60	1.4	90	0.8	180	1	150	120	20	90	16	30	20	12	2	20
22	1	60	1.6	90	1.4	0	1.2	0	150	20	90	12	150	4	16	14	18
23	1.6	30	1.4	90	0.8	0	1.6	30	120	14	150	4	120	12	10	6	16
24	1.4	30	1.6	90	1	180	1.8	150	120	2	120	20	120	16	8	0	14
25	1.2	0	1.8	90	1.6	0	1.2	60	90	12	90	14	60	4	12	12	14
26	0.8	60	1	90	1.8	180	0.8	150	180	14	60	6	60	18	2	0	6
27	1	30	1.4	90	0.8	180	0.8	180	90	6	150	16	60	18	8	2	16
28	0.8	30	0.8	90	0.8	0	0.8	60	150	16	0	4	150	12	16	0	16
29	1.2	30	0.8	90	1.4	180	0.8	150	90	14	30	20	60	20	14	2	18
30	1.2	30	1.6	90	1.6	0	0.8	60	150	20	30	8	60	16	16	2	12
31	1.4	30	1.8	90	1.6	180	1.4	120	120	14	60	2	150	2	18	20	20
32	1.2	30	1.6	90	0.8	0	0.8	30	180	18	60	2	120	12	10	4	16
33	1.6	30	1	90	1.6	0	1.2	0	150	10	120	12	90	4	6	2	18
34	1.8	0	1	90	1	180	0.8	150	90	8	90	18	120	16	20	6	18
35	1.8	60	1.4	90	1.8	180	1.6	150	90	8	60	18	30	12	4	10	20

36	1.2	60	0.8	90	1.2	0	1.4	0	90	18	60	8	60	16	6	8	16
37	1.8	30	1.4	90	1.6	0	1.6	60	120	14	90	16	150	2	10	0	8
38	1.8	0	1.8	90	1.6	180	1.2	120	120	8	150	4	120	20	14	4	16
39	1.2	60	0.8	90	1.6	0	0.8	60	180	14	180	20	120	2	4	4	16
40	1	60	1.6	90	0.8	0	1.4	30	60	16	120	4	150	2	6	8	20
41	1.2	30	1.4	90	1.2	180	1.8	120	180	2	120	16	60	20	8	4	8
42	1.2	60	1.4	90	1.6	180	1.4	120	90	6	90	12	90	16	20	6	8
43	1.6	0	1.4	90	1.4	180	1	180	30	4	90	6	120	6	18	4	6
44	1.2	60	1	90	0.8	180	0.8	180	180	18	0	6	120	6	16	10	20
45	1.8	60	1.6	90	1.2	180	1.4	150	180	8	0	8	60	4	18	10	14
46	1.8	30	1.8	90	1.2	180	1	150	150	16	60	2	60	12	10	4	16
47	1.6	30	1.4	90	0.8	180	1.4	150	90	12	60	18	120	6	4	6	12
48	1.8	30	1.4	90	0.8	180	1.4	180	0	16	150	12	150	14	10	4	4
49	1.8	30	1.8	90	1.6	0	1	60	60	4	30	14	180	20	6	10	14
50	1.8	30	1.8	90	1.6	180	1	150	120	2	120	4	150	18	10	12	16
51	1	30	0.8	90	1.4	0	1	0	0	10	120	6	90	4	10	8	16
52	0.8	60	1.2	90	1.6	0	1.4	60	90	6	120	14	90	8	12	2	10
53	1.4	0	1.6	90	1	180	1	150	0	4	60	20	90	8	18	10	16
54	1.6	30	0.8	90	1	180	0.8	150	30	14	60	8	120	4	20	2	6
55	0.8	0	0.8	90	0.8	0	1.4	60	120	6	30	16	150	12	6	8	10
56	1.6	60	1	90	1	0	1	30	60	8	180	16	30	16	18	4	14
57	0.8	30	1.2	90	1	180	0.8	150	90	2	30	6	150	10	8	2	8
58	1	0	1.2	90	1.8	180	0.8	120	90	18	120	16	180	2	16	2	4
59	1.4	0	1.8	90	1.6	180	0.8	120	150	20	60	18	90	16	16	8	20
60	1.6	0	1	90	1.2	180	1.4	180	150	10	120	10	150	18	12	10	18
61	0.8	30	1.4	90	1.2	0	1.6	30	150	18	60	16	90	12	16	6	20
62	1.8	30	1.8	90	0.8	180	1.8	180	90	6	30	6	150	2	16	18	18
63	1	0	1.6	90	0.8	0	1.4	60	180	6	150	16	60	4	10	8	10
64	1.4	60	1	90	1.2	0	0.8	0	90	8	60	6	120	12	8	14	20
65	1.4	30	1.6	90	0.8	0	1.8	0	90	6	120	2	30	14	8	10	14
66	1.8	30	1	90	1.6	0	1.6	30	0	6	30	6	120	14	6	2	4
67	0.8	0	1.8	90	1.4	180	1.8	180	150	20	60	2	150	2	2	2	20
68	1.8	60	1.4	90	1.6	0	1.6	60	180	14	0	20	90	10	6	4	12
69	1.2	60	1.8	90	1.8	180	1.8	120	90	4	60	4	150	16	12	6	12
70	1.8	0	0.8	90	1	180	1.6	180	90	14	60	12	60	18	12	6	12
71	1	60	1.2	90	1.8	180	1	180	120	8	60	12	60	12	4	10	12
72	1.6	60	1.2	90	1.8	0	1	60	120	16	90	6	150	12	16	4	12
73	1.4	60	1.6	90	1.4	0	0.8	60	30	18	180	4	60	10	16	4	8
74	1	60	1.8	90	1.8	180	1.8	150	90	10	120	12	60	4	2	20	20
75	1.8	30	1.4	90	1	180	1.6	120	90	2	90	6	150	2	18	0	8
76	1	0	0.8	90	1.8	0	1.8	60	30	12	90	12	90	14	2	14	18
77	1.2	60	0.8	90	1	180	1.4	180	30	4	120	14	120	14	18	2	18
78	1	60	1.2	90	1.4	0	0.8	0	90	2	120	6	120	12	6	16	16
79	1.8	0	1.4	90	1.2	0	1.8	60	60	10	150	2	180	4	2	6	16
80	1.2	30	1.8	90	1.6	180	1	150	90	14	30	16	120	10	12	10	20
81	1.2	60	1.8	90	1	0	0.8	60	30	12	120	2	150	6	10	2	12
82	1	30	1.8	90	1.2	0	1.6	30	180	4	90	4	150	12	2	8	20
83	0.8	0	1.4	90	1.2	180	0.8	120	120	18	180	20	90	4	12	6	8
84	1.2	60	1.4	90	1.4	180	1	120	90	6	90	4	60	14	8	2	6

85	0.8	60	1	90	1.6	0	0.8	30	60	12	60	8	30	18	4	10	20
86	1.8	30	1.6	90	1.2	0	1.4	60	120	16	180	18	90	20	8	10	12
87	1.2	30	1.2	90	0.8	180	1.4	180	30	4	150	6	120	8	10	4	4
88	1.6	60	1.6	90	1.6	0	0.8	0	60	8	30	10	60	14	12	6	16
89	1	30	1.6	90	1.4	0	0.8	0	60	2	120	8	30	16	14	10	14
90	1.4	30	1.2	90	0.8	180	1.6	180	90	8	60	8	60	14	18	6	14
91	1.4	60	0.8	90	1	0	1.8	0	30	16	180	20	30	18	20	12	12
92	1	60	1.4	90	1	180	1.8	120	30	14	30	18	0	6	14	6	10
93	1.6	60	0.8	90	1.2	180	1.2	150	120	8	60	10	120	14	16	4	20
94	1	30	1.4	90	1	0	1.2	60	120	2	180	16	30	14	8	16	18
95	1.6	60	0.8	90	1.6	180	1.4	120	180	8	150	14	30	18	2	14	20
96	1.8	60	0.8	90	0.8	180	0.8	180	150	10	60	8	150	18	2	8	16
97	1	0	0.8	90	1.6	180	0.8	120	90	16	60	2	120	14	10	8	14
98	1	0	1.4	90	1.2	180	1.8	120	120	16	30	12	120	6	16	10	20
99	1.6	60	1.8	90	1.2	0	1.8	60	30	8	30	16	180	4	2	10	20

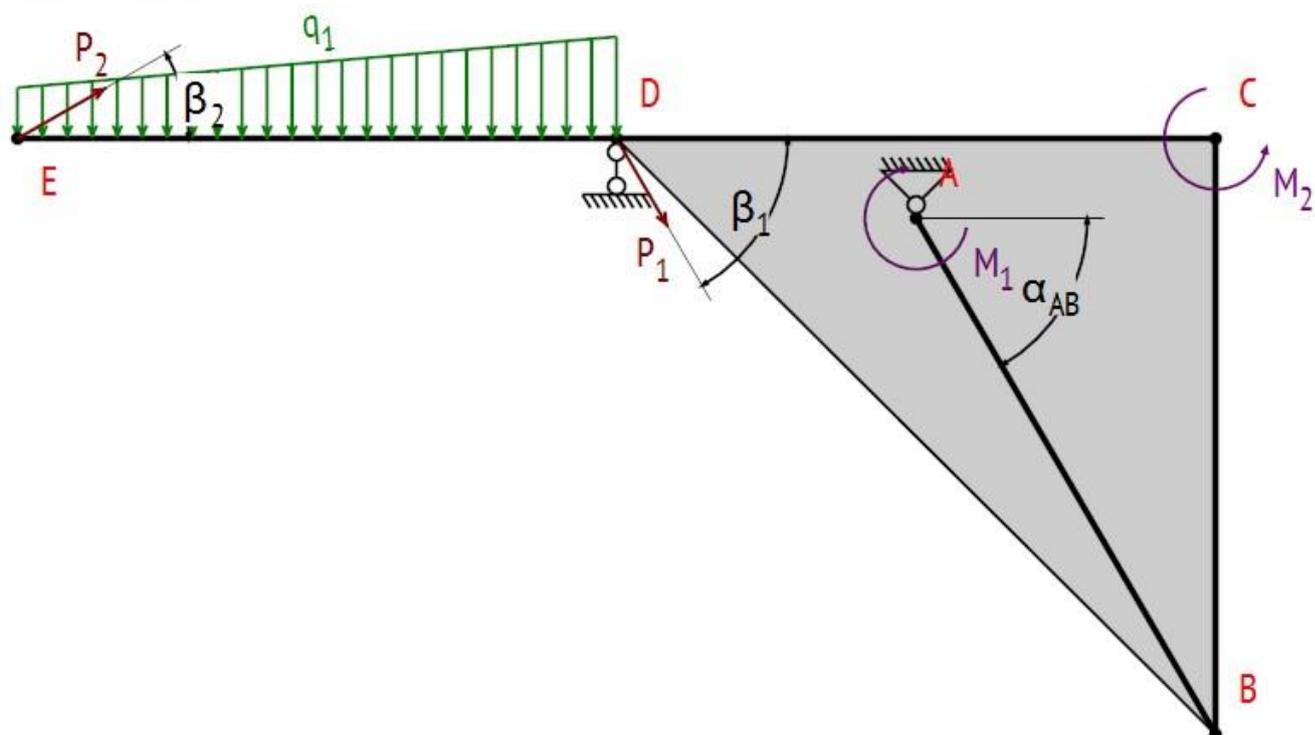
1

1514877233

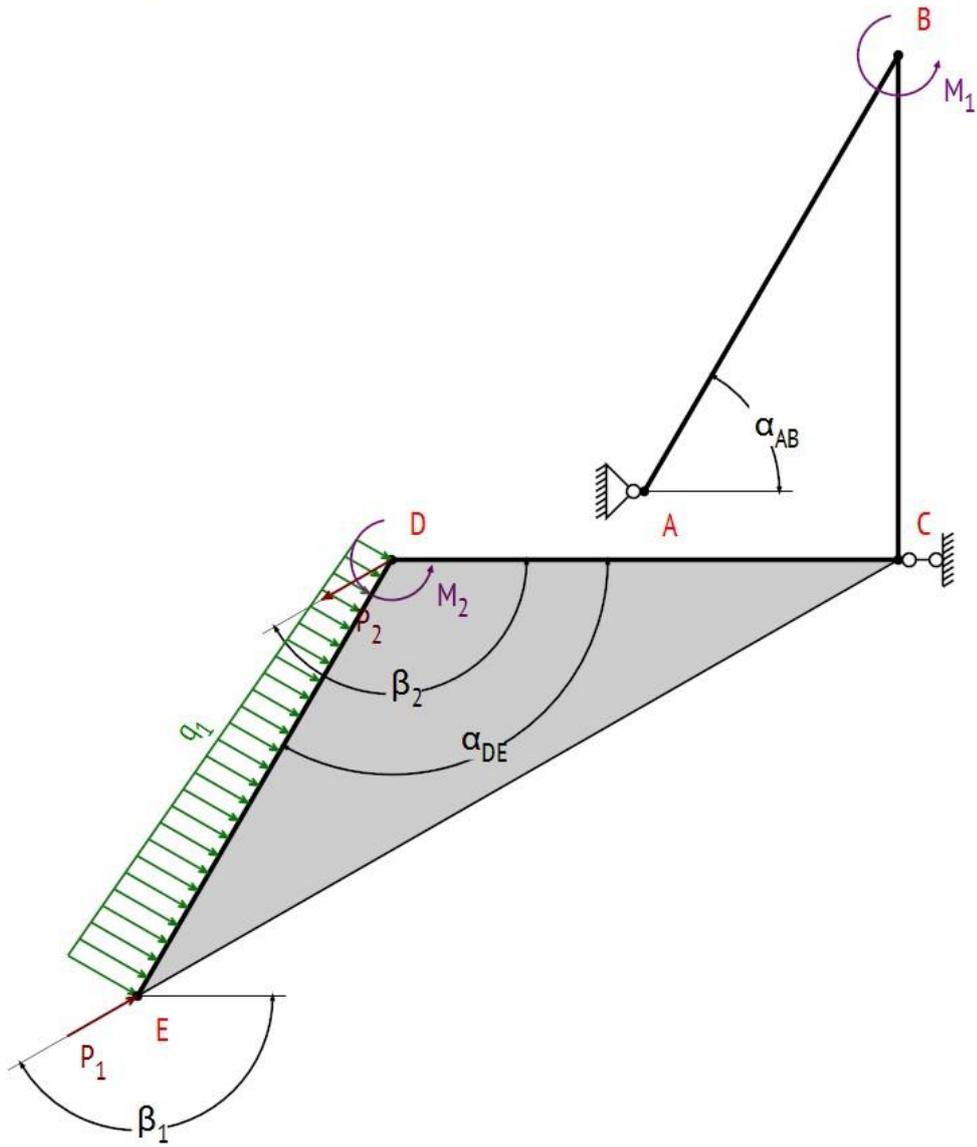


2

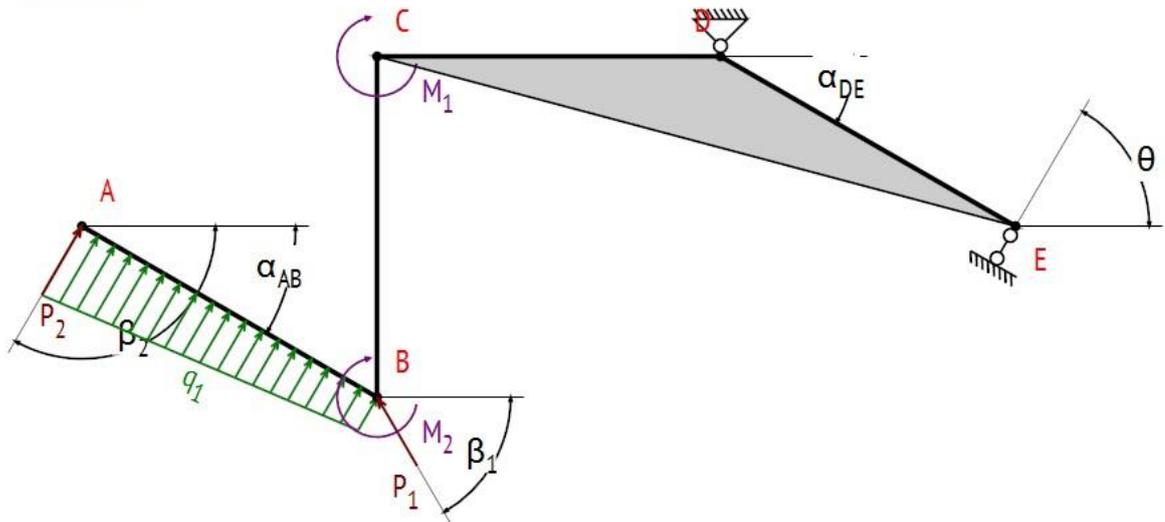
1465788240



-831775302

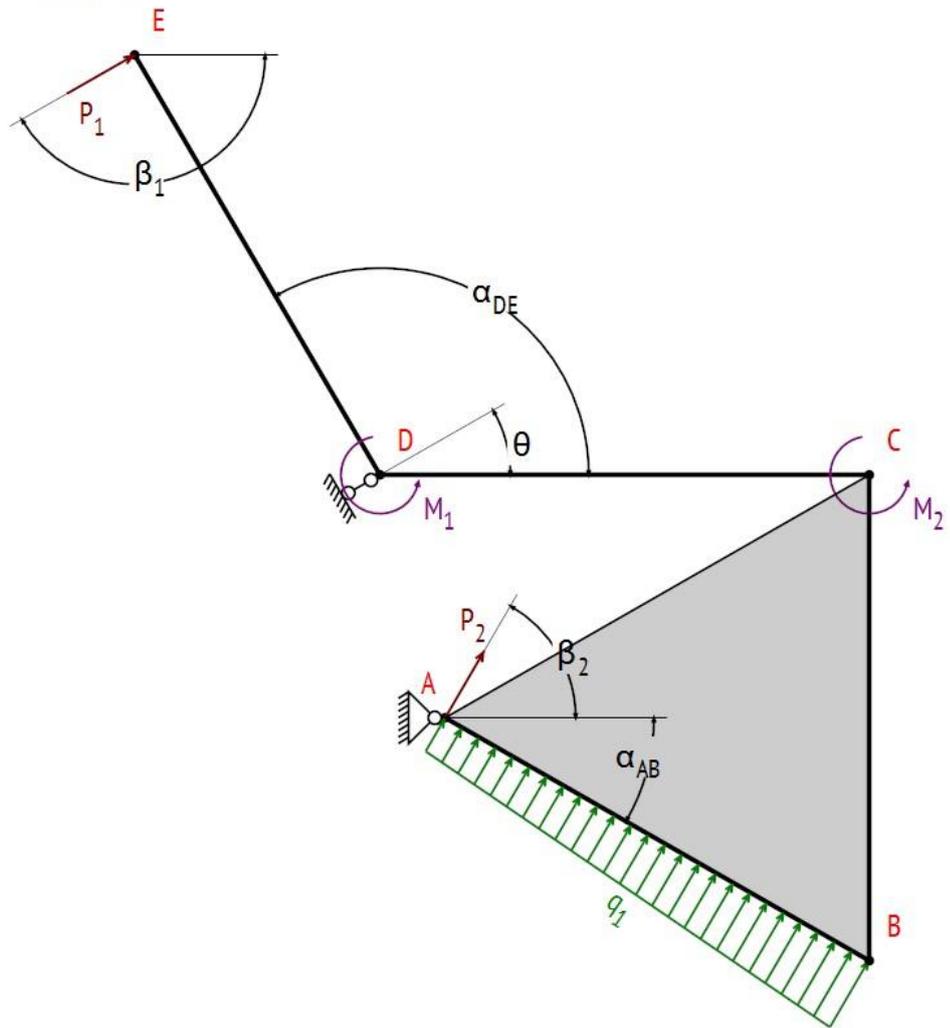


-1266352204



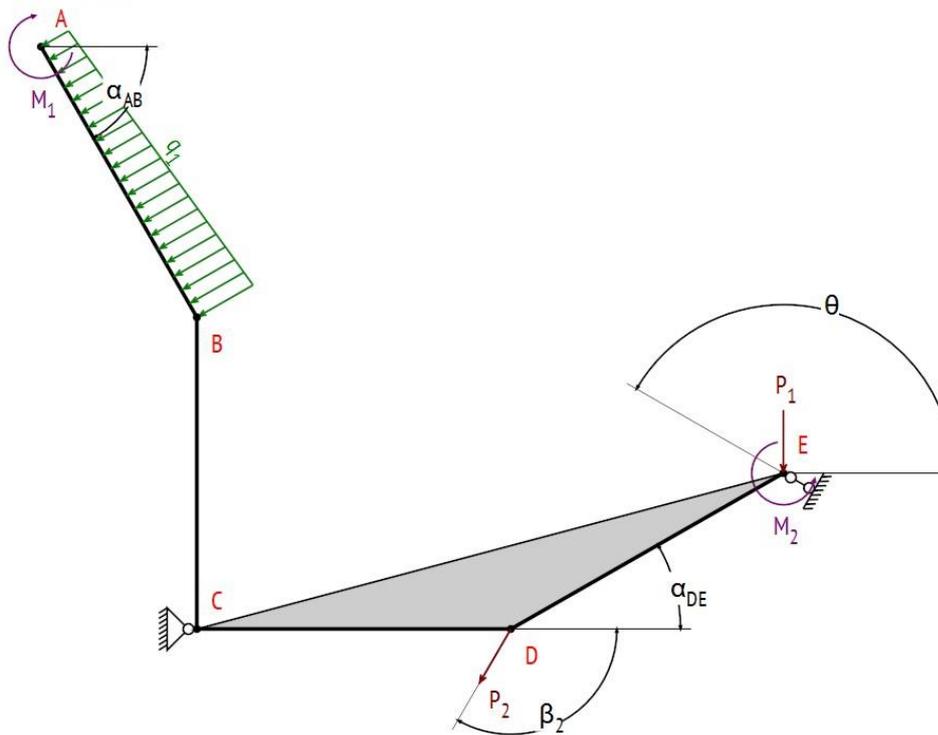
5

-938861897



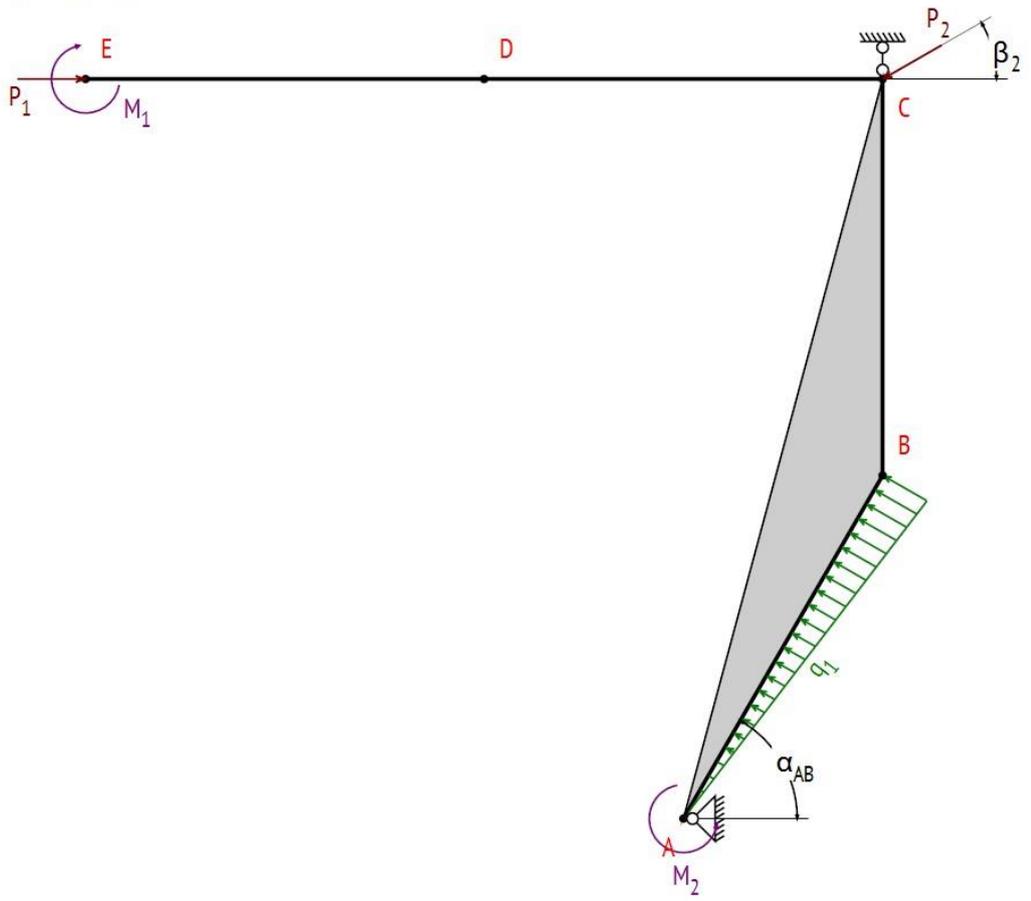
6

1400697157



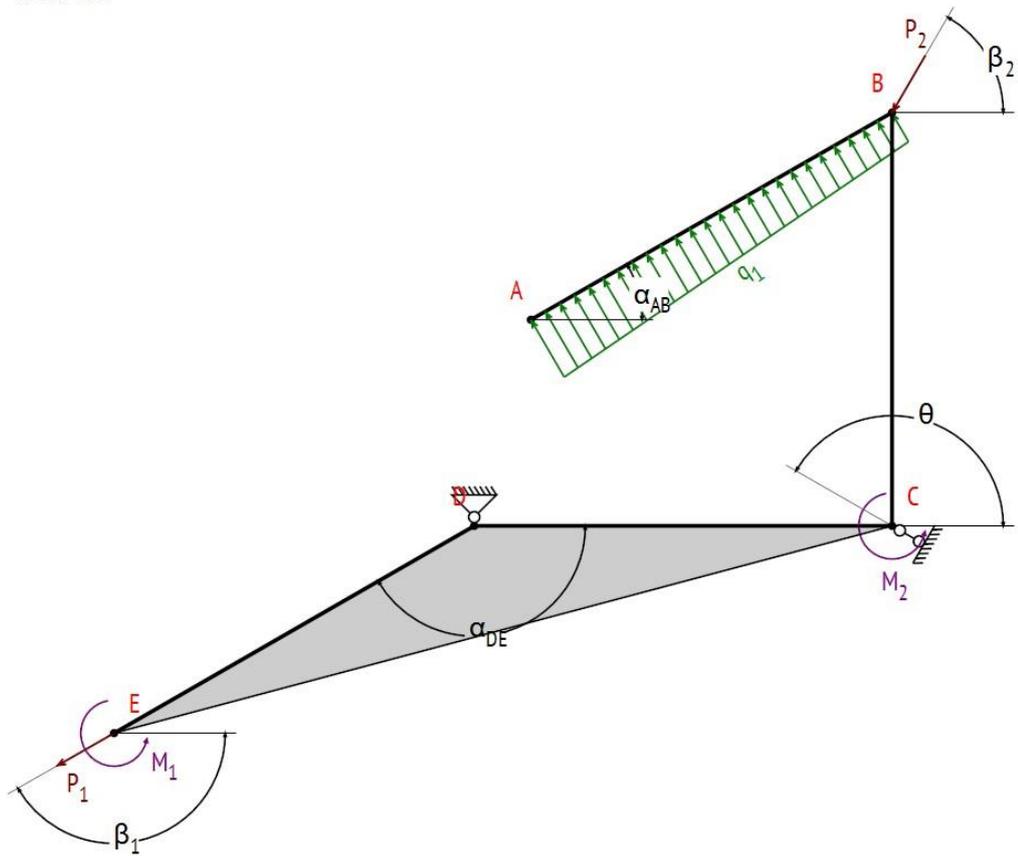
7

-1297265801



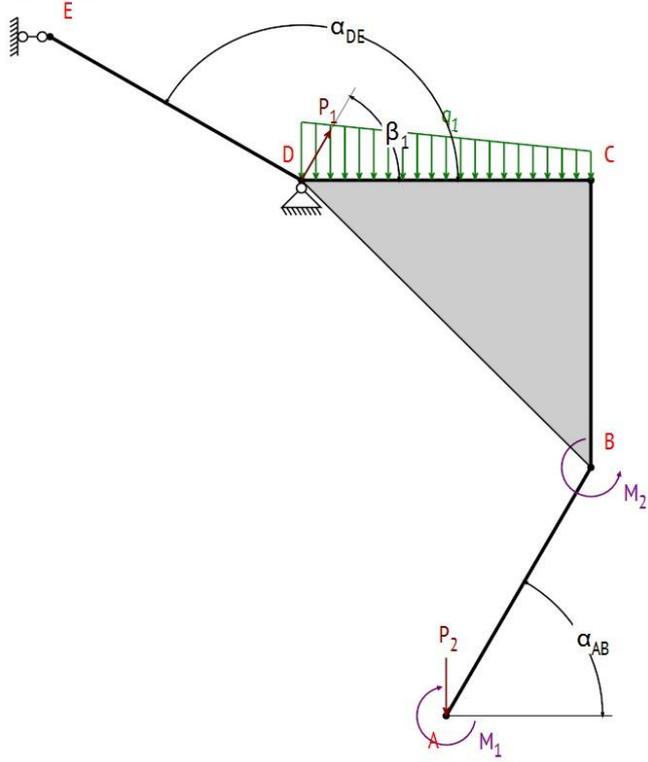
8

79827992



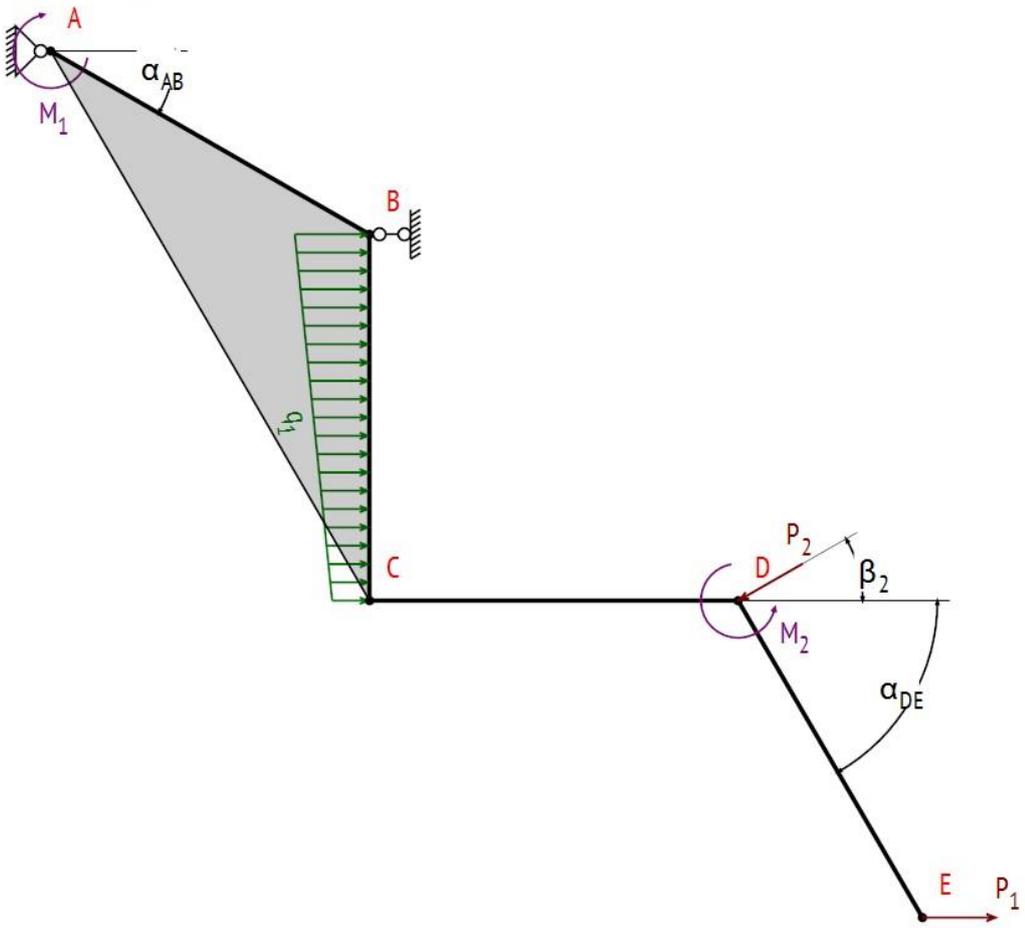
9

-1425070274



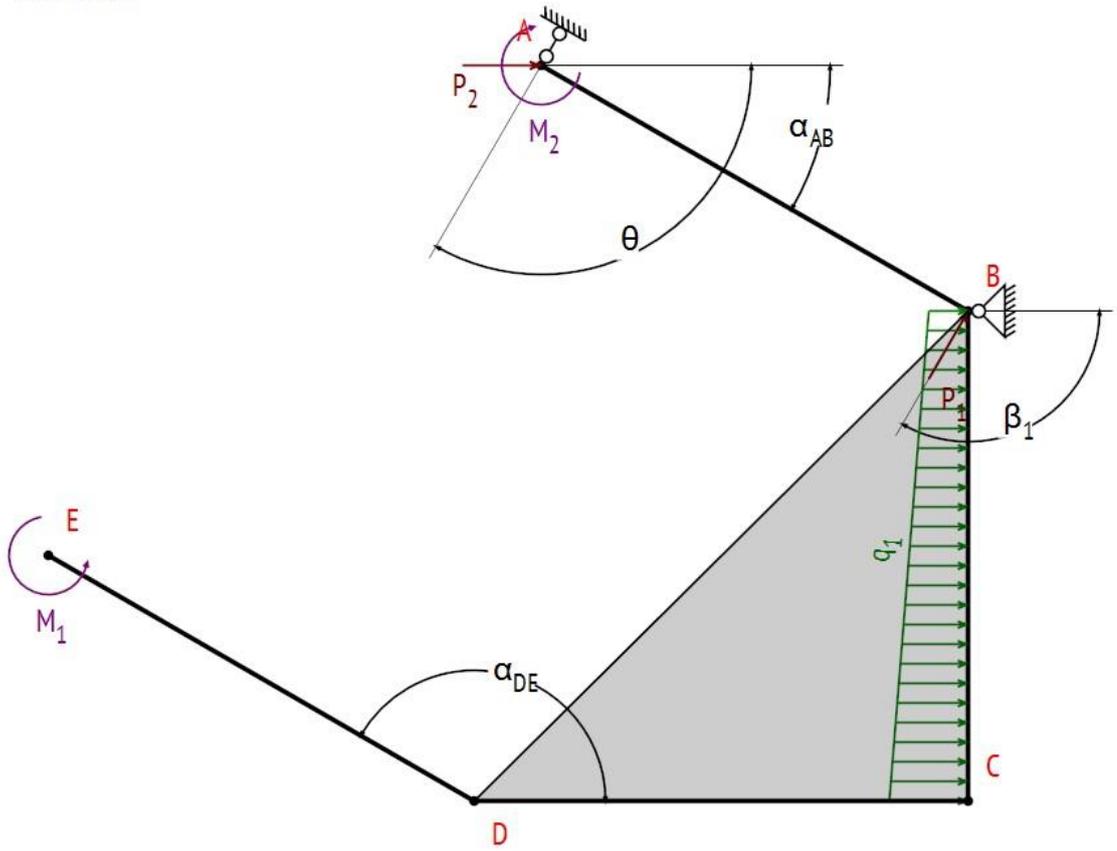
10

1812104784



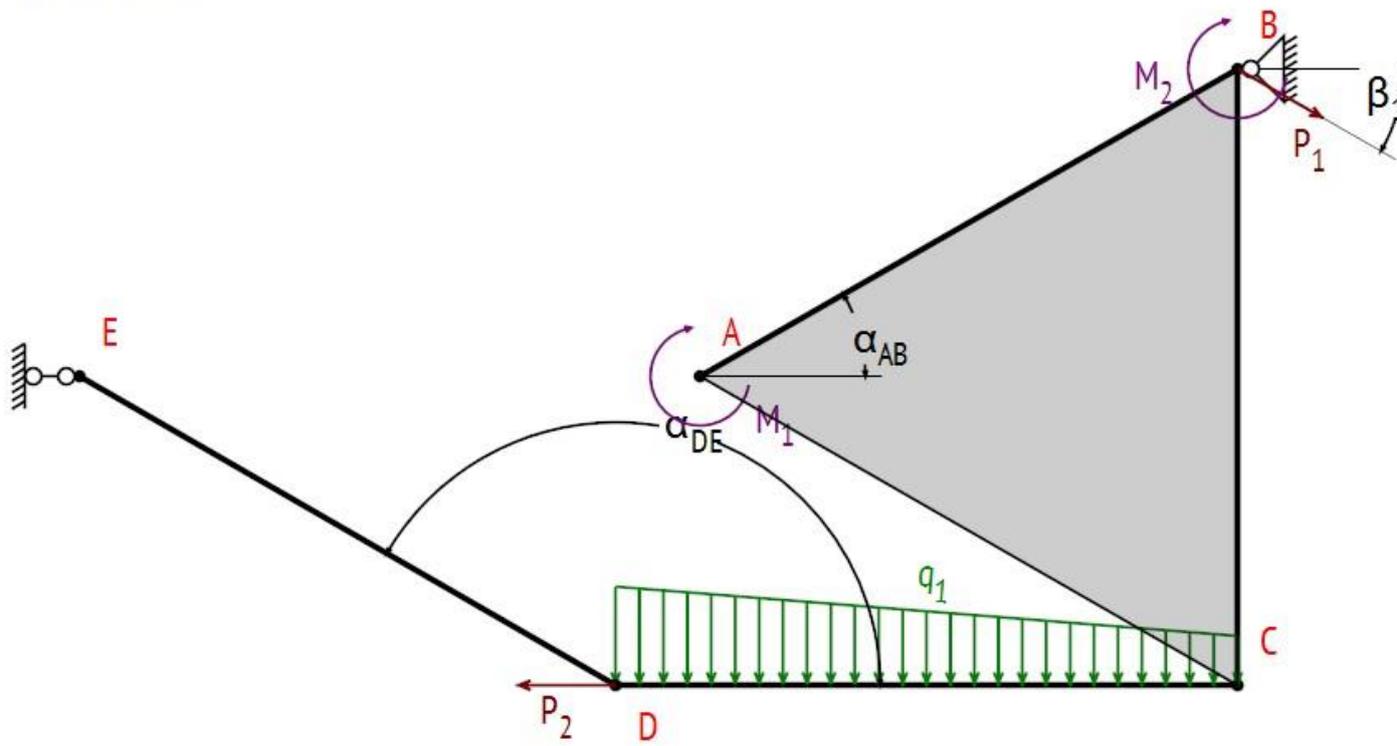
11

908232652

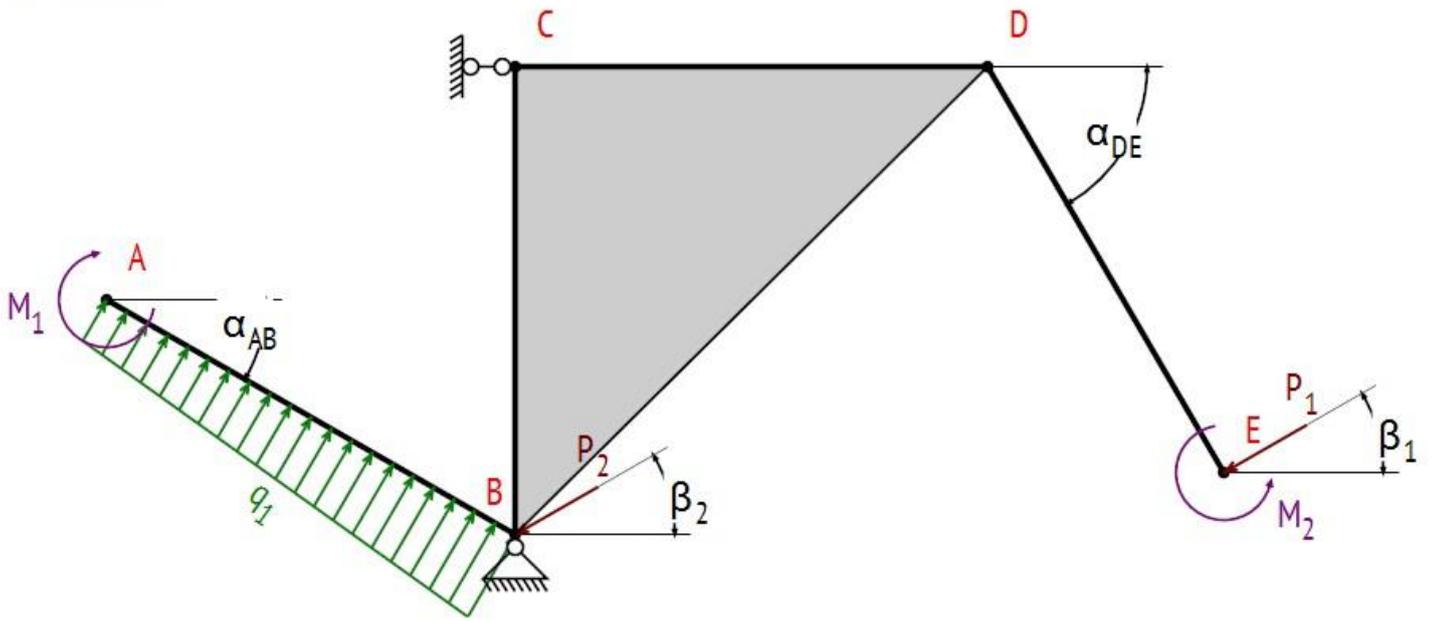


12

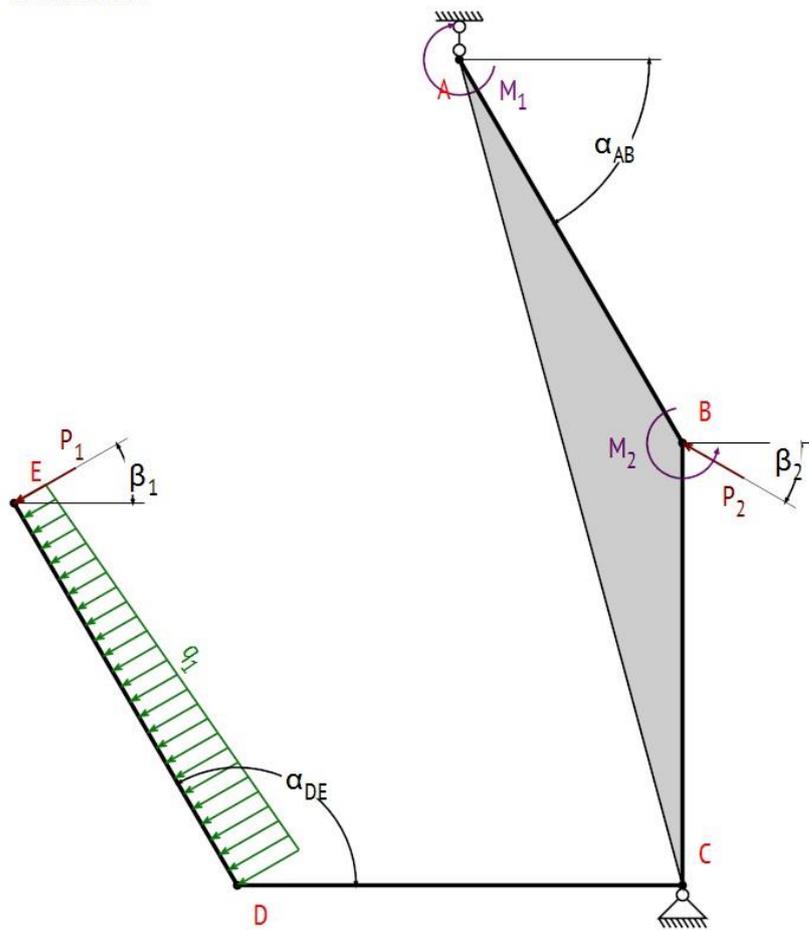
-1718023726



804539983

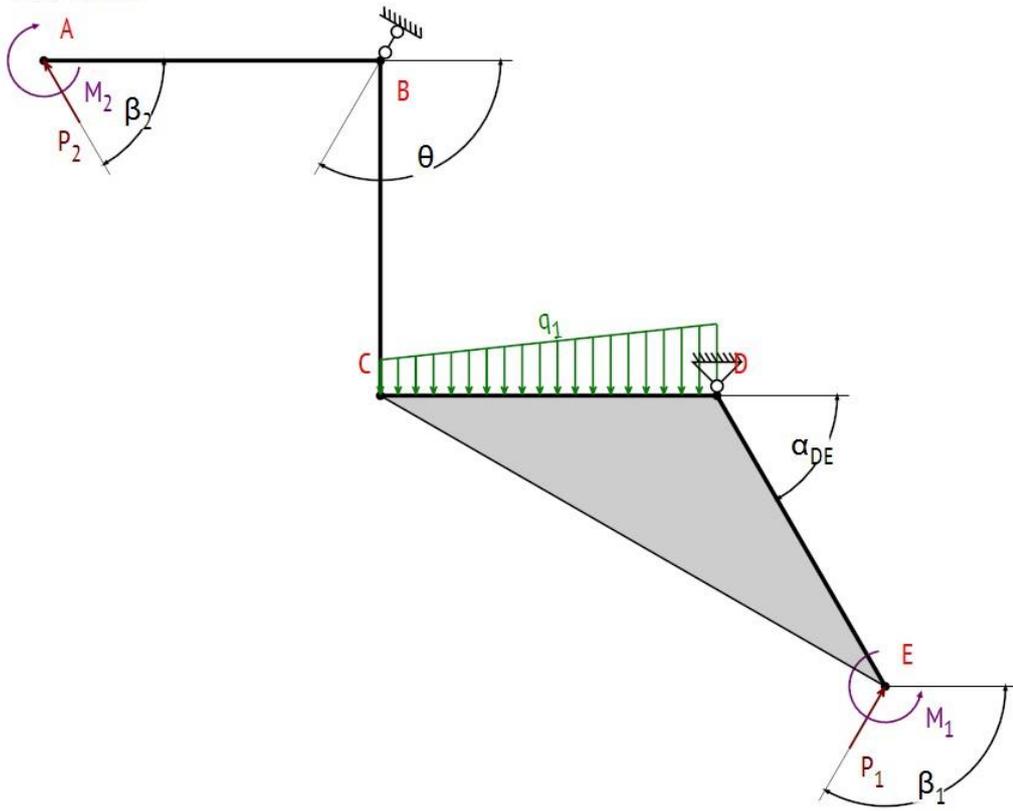


2137935121



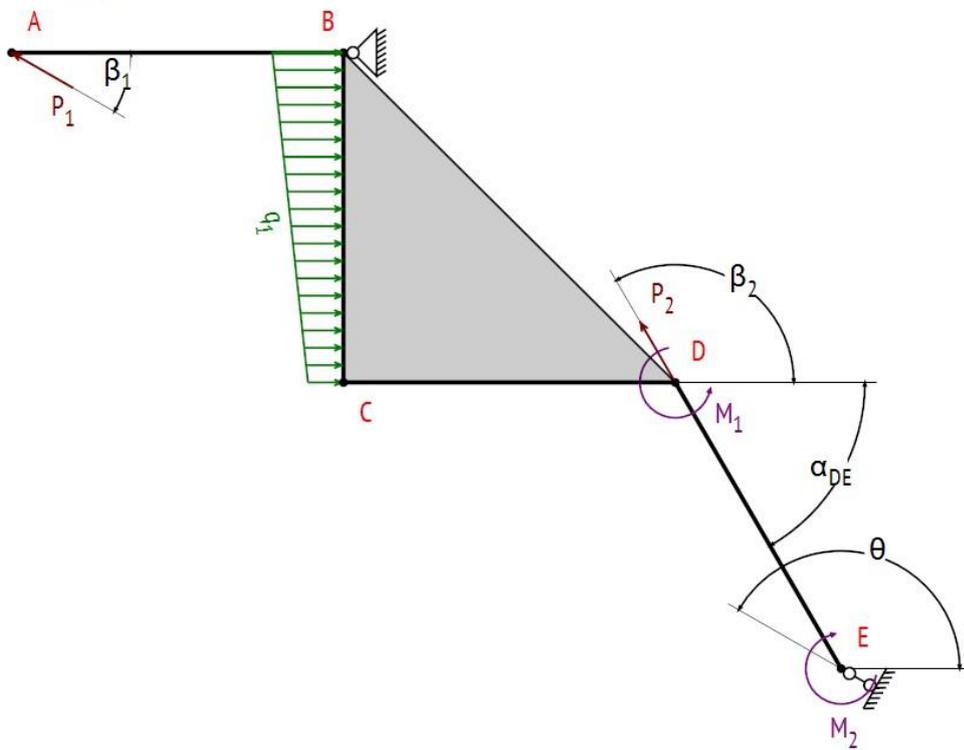
15

1273448880

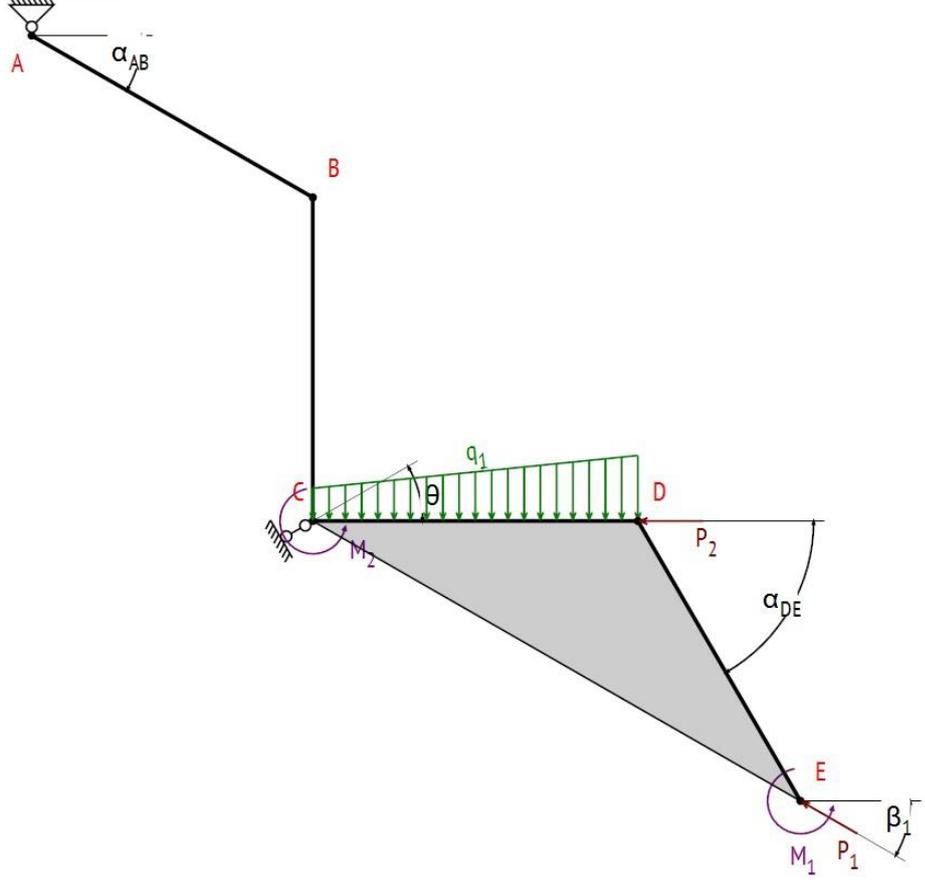


16

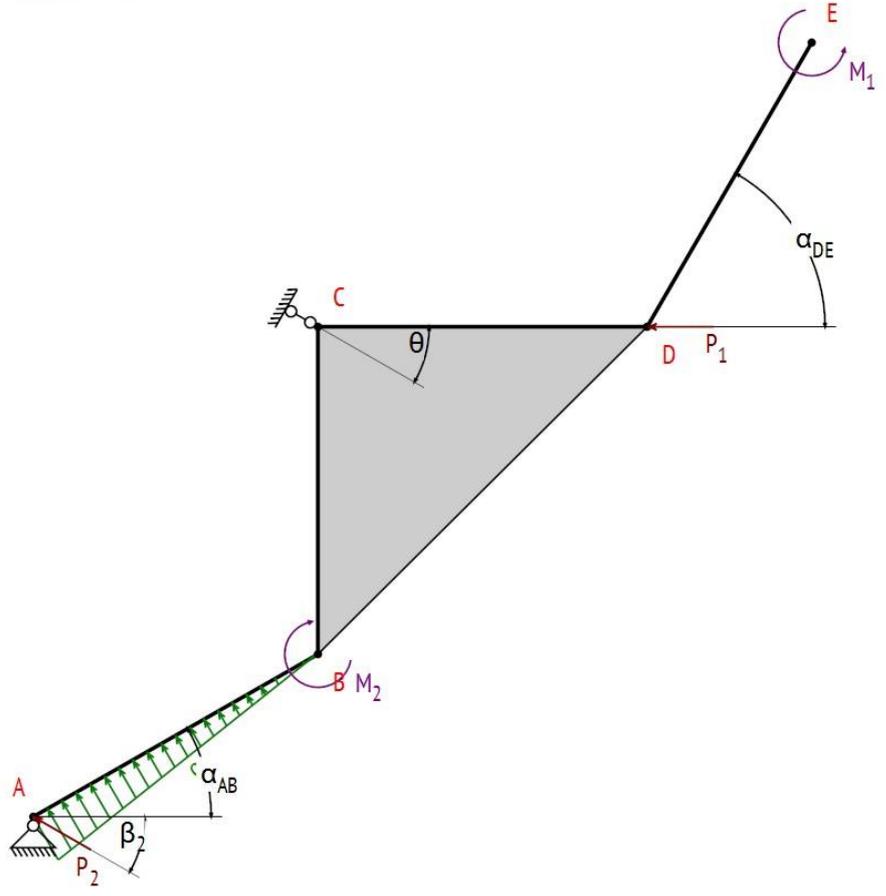
-347909477



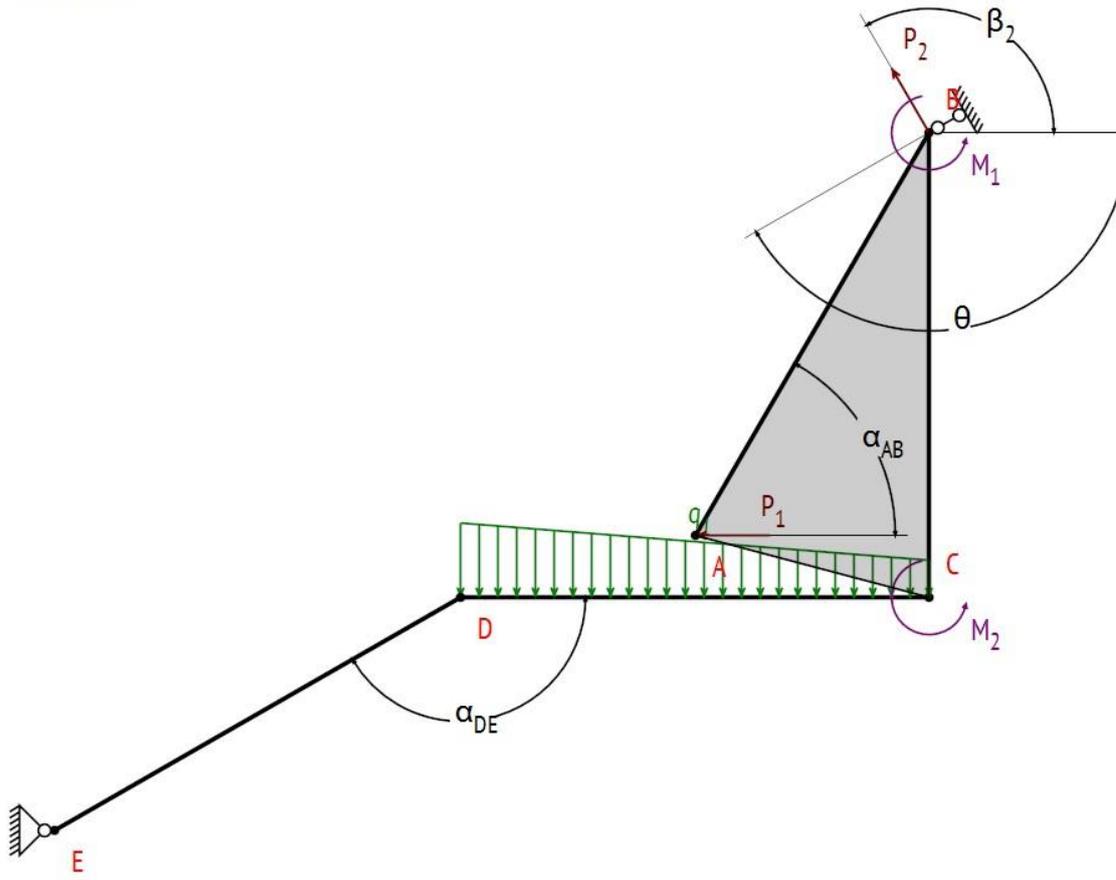
2026422223



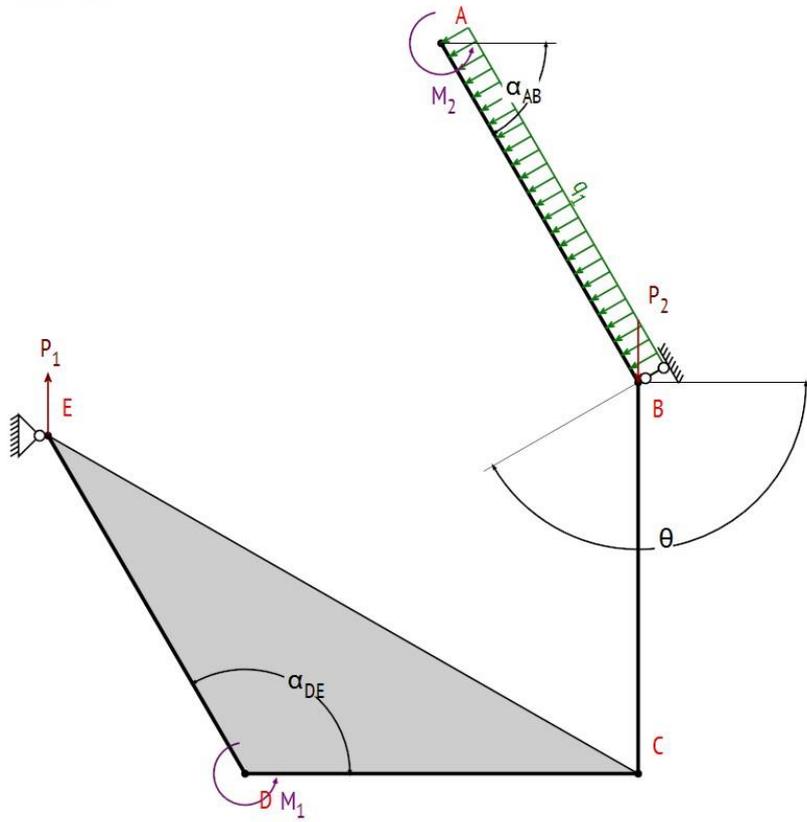
-120666607



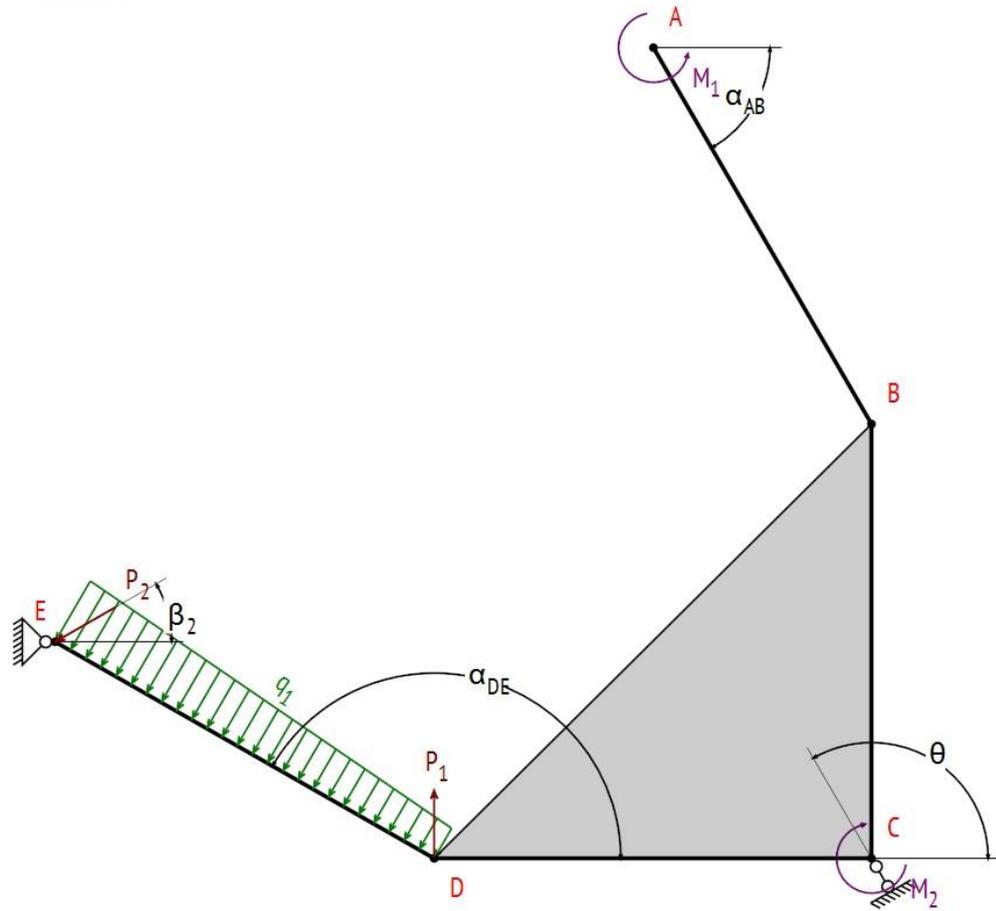
1672231216



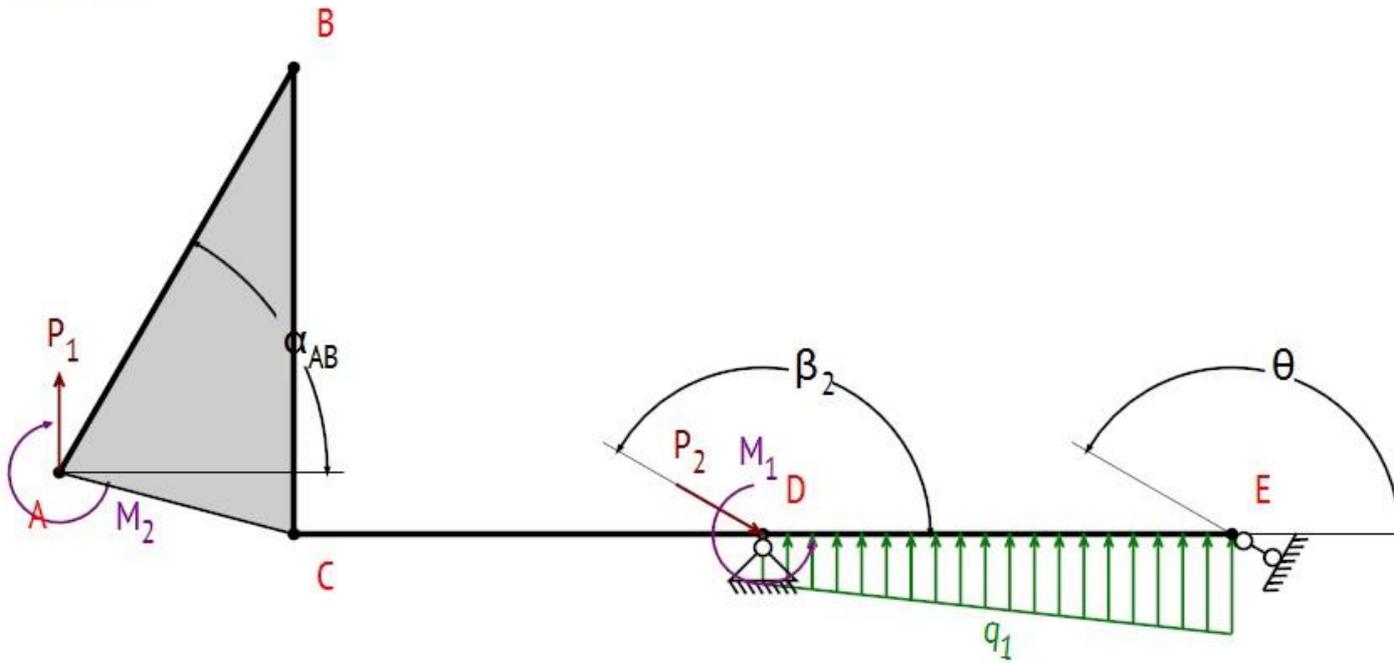
1294487889



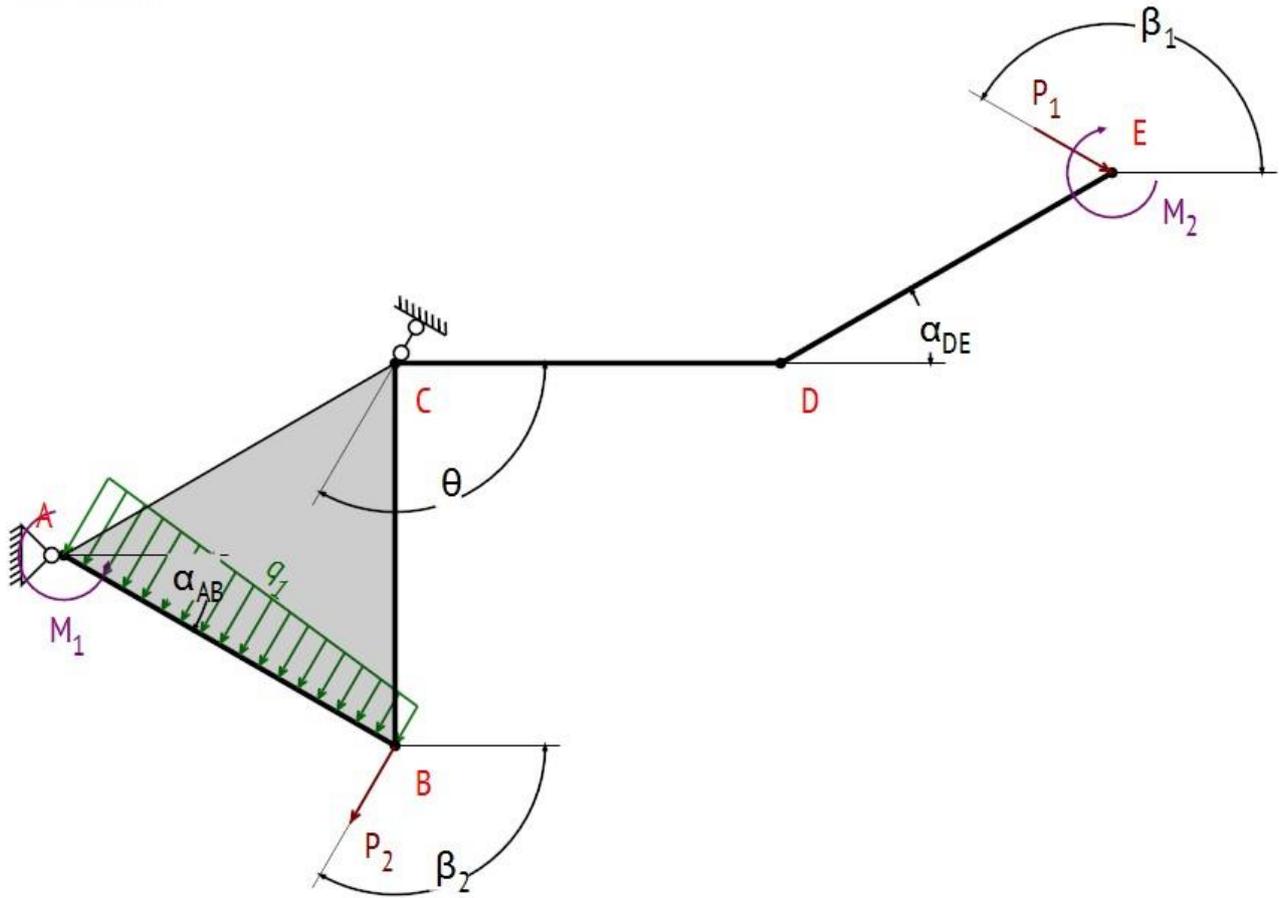
-342216369



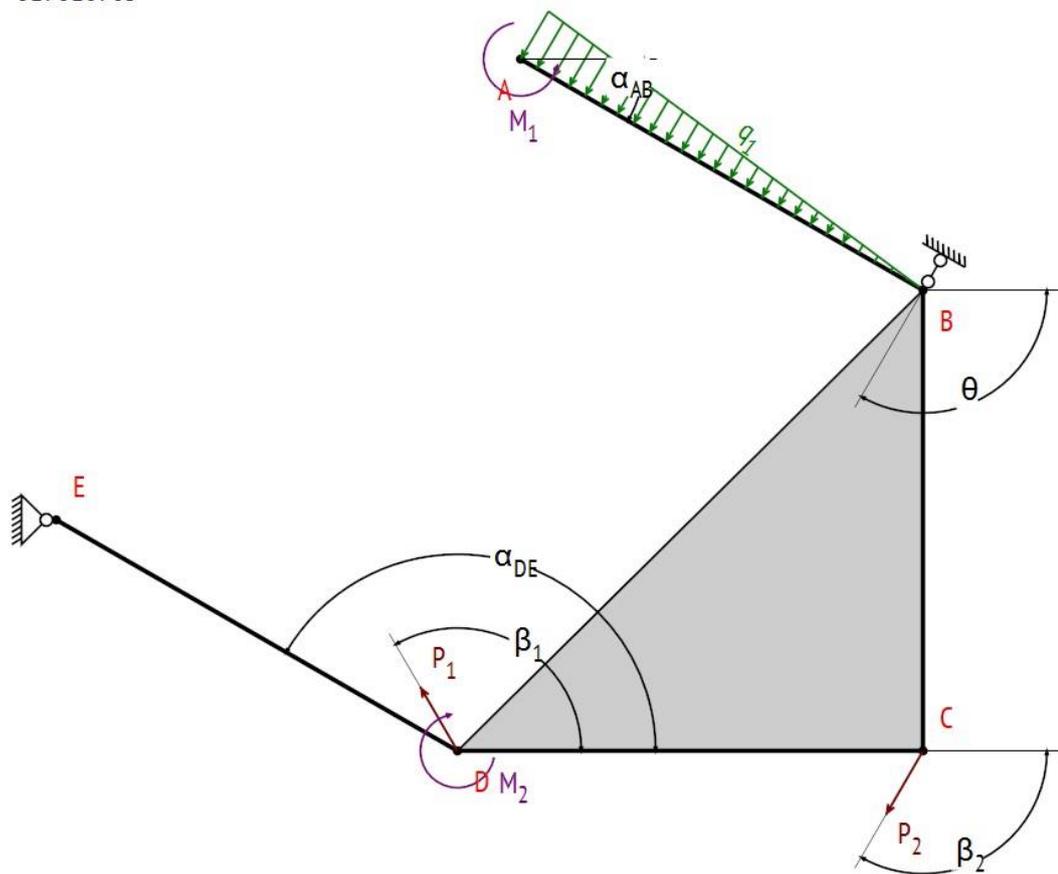
-1585446461



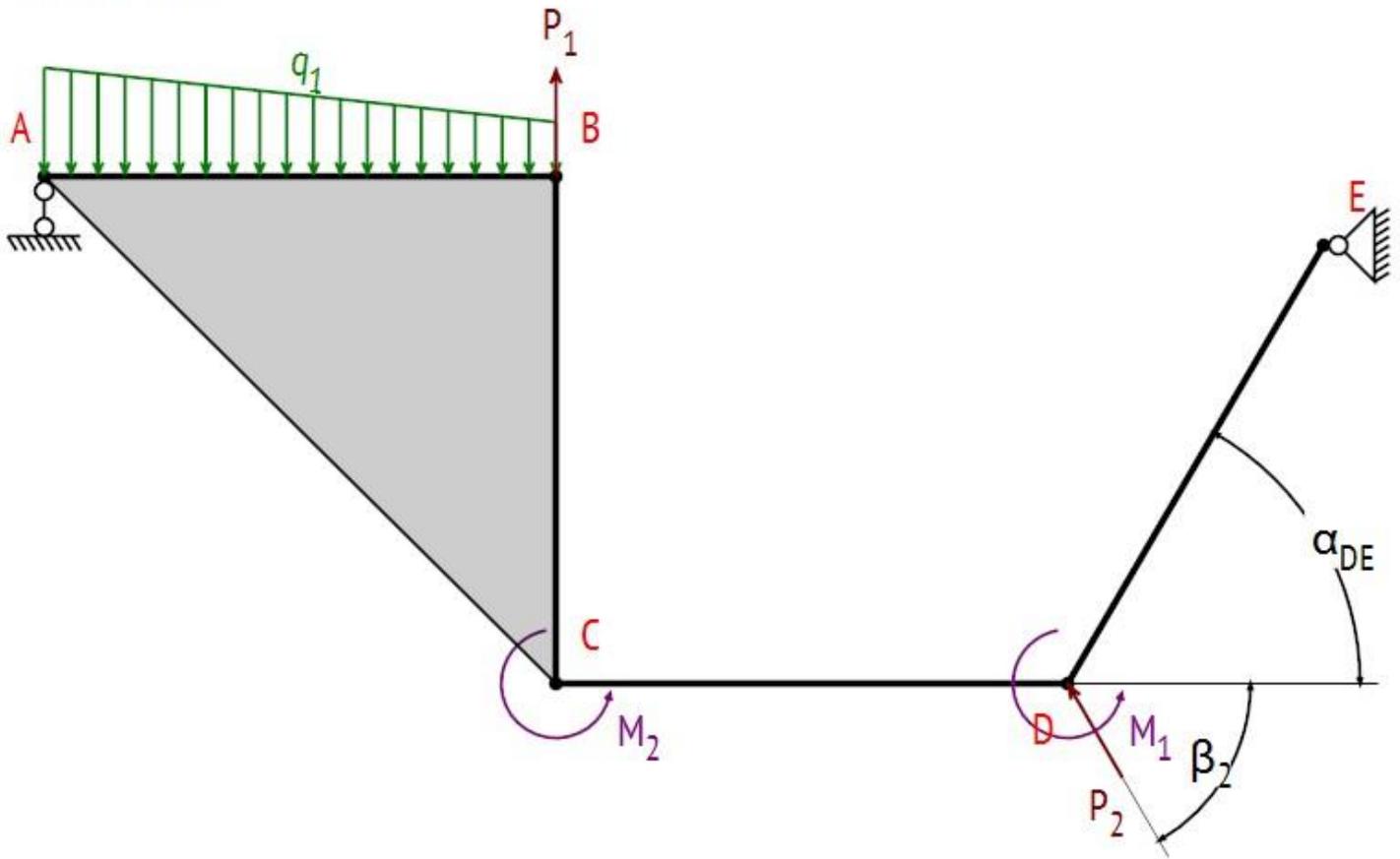
1077250929



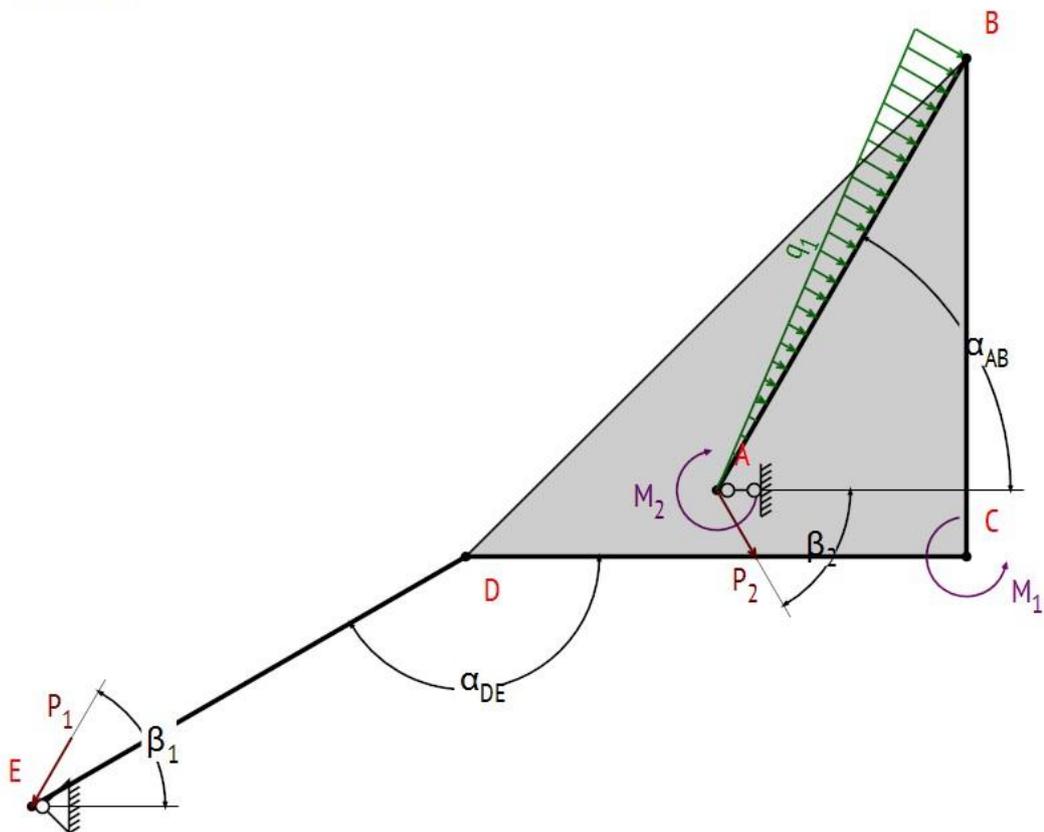
819816965



1801614654

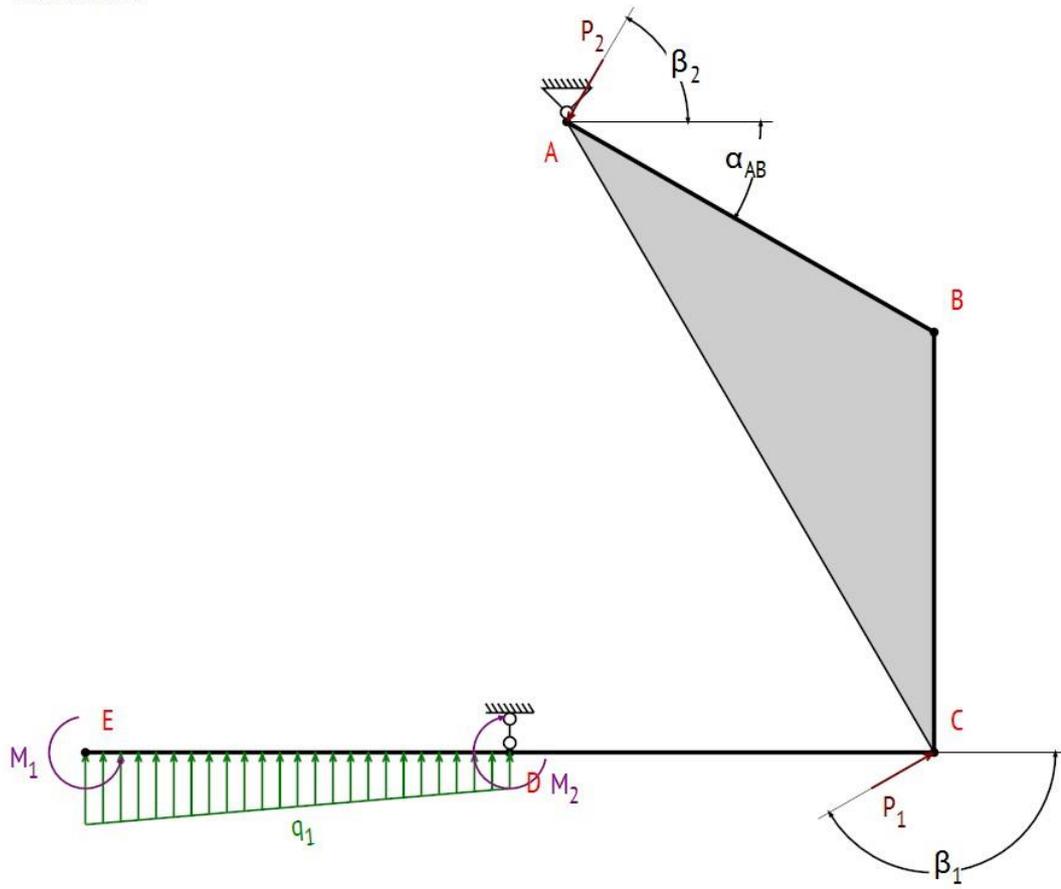


381439650



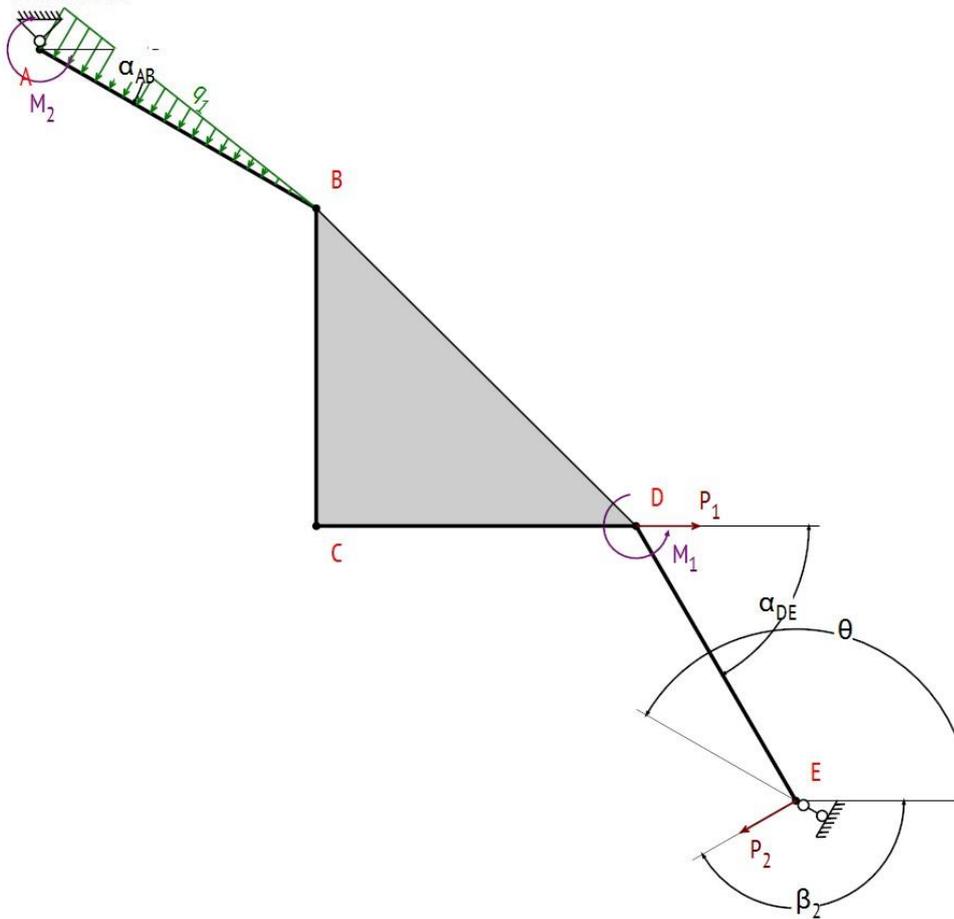
1698095324

27

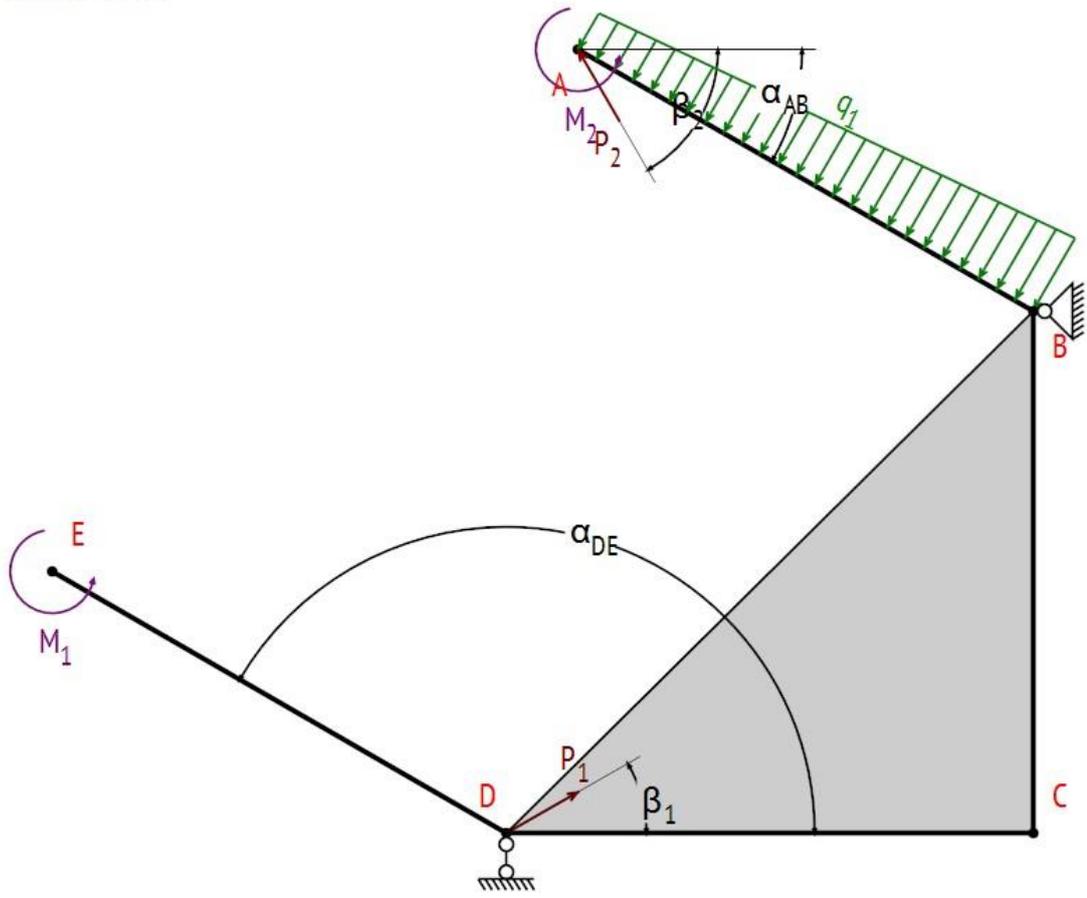


28

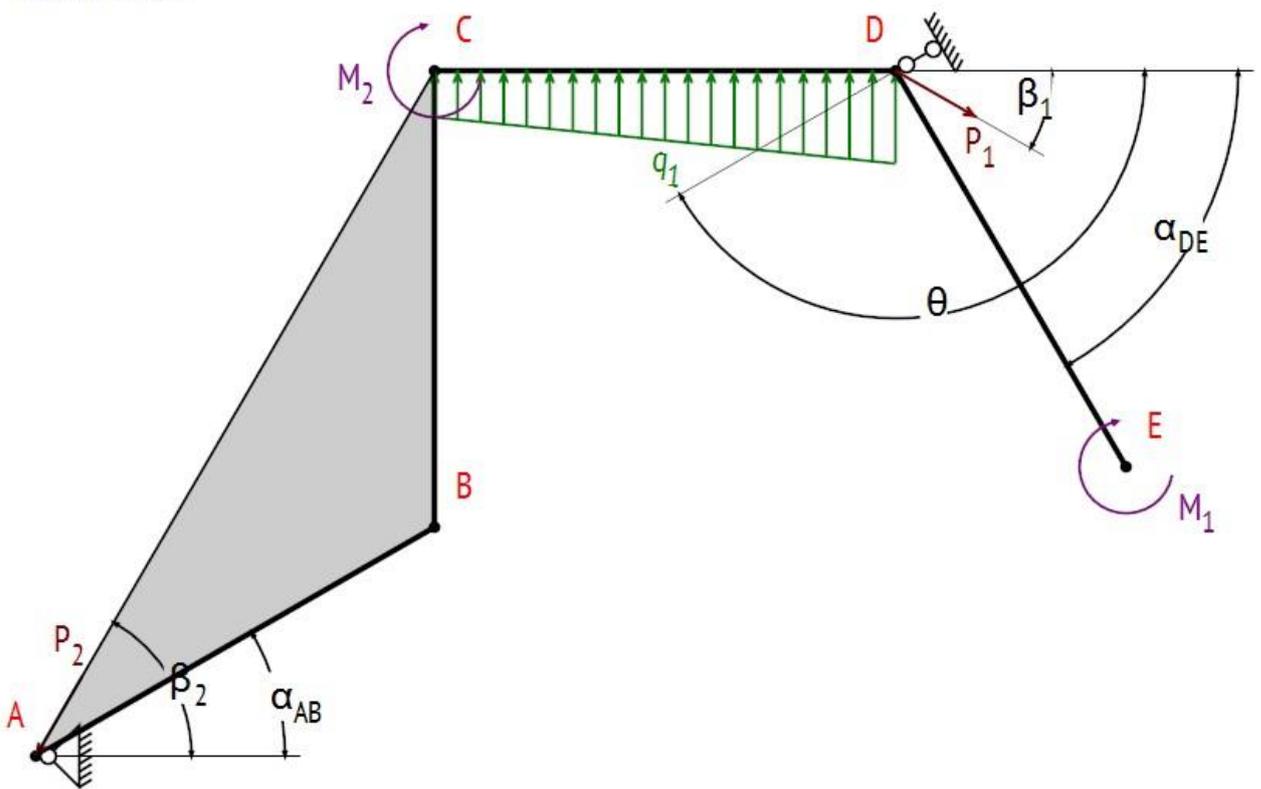
1100653503



2106799882

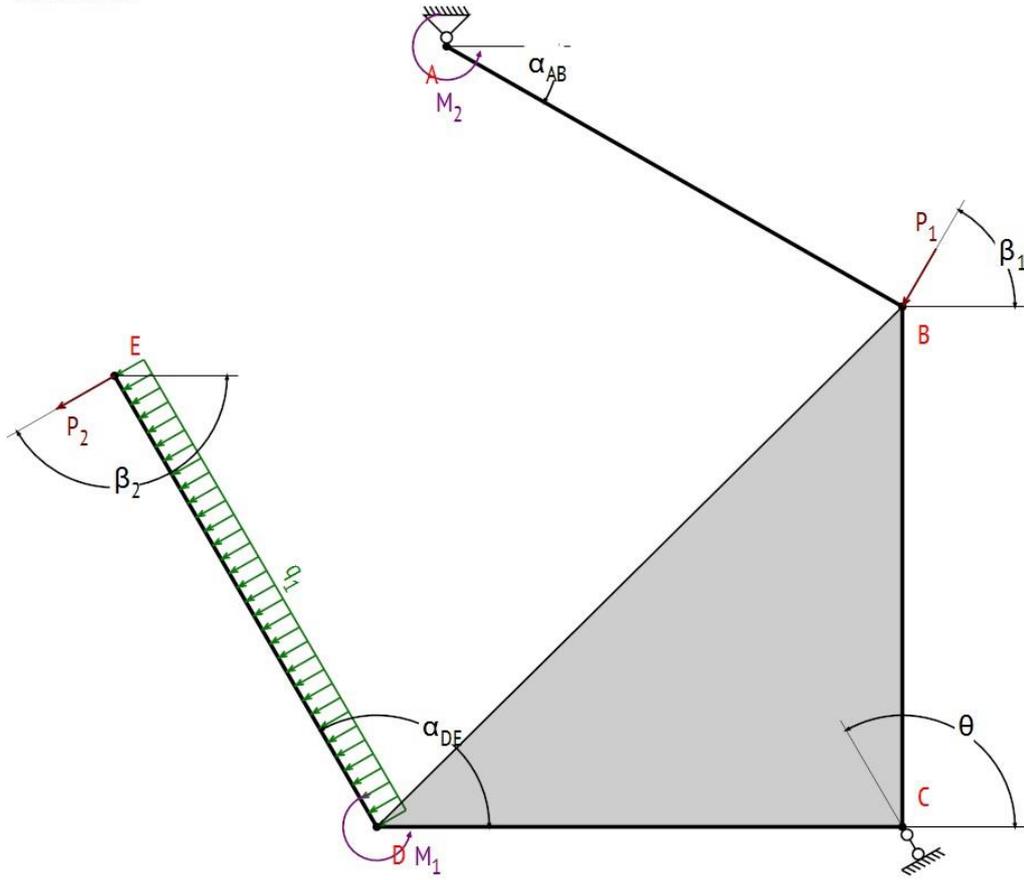


-2019881494



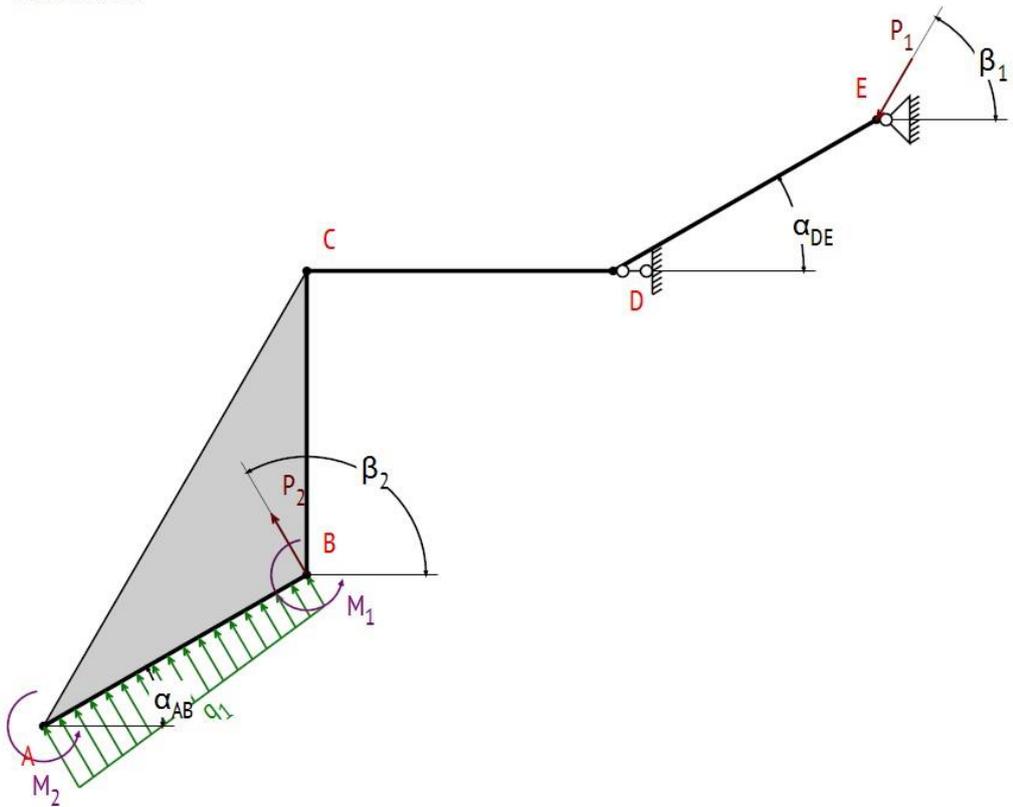
31

1374722502

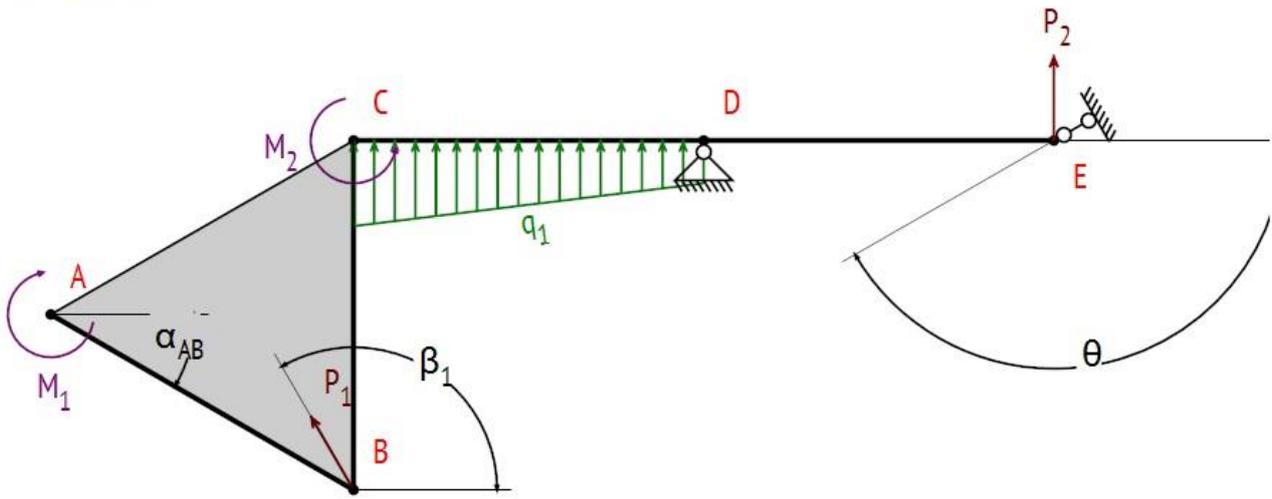


32

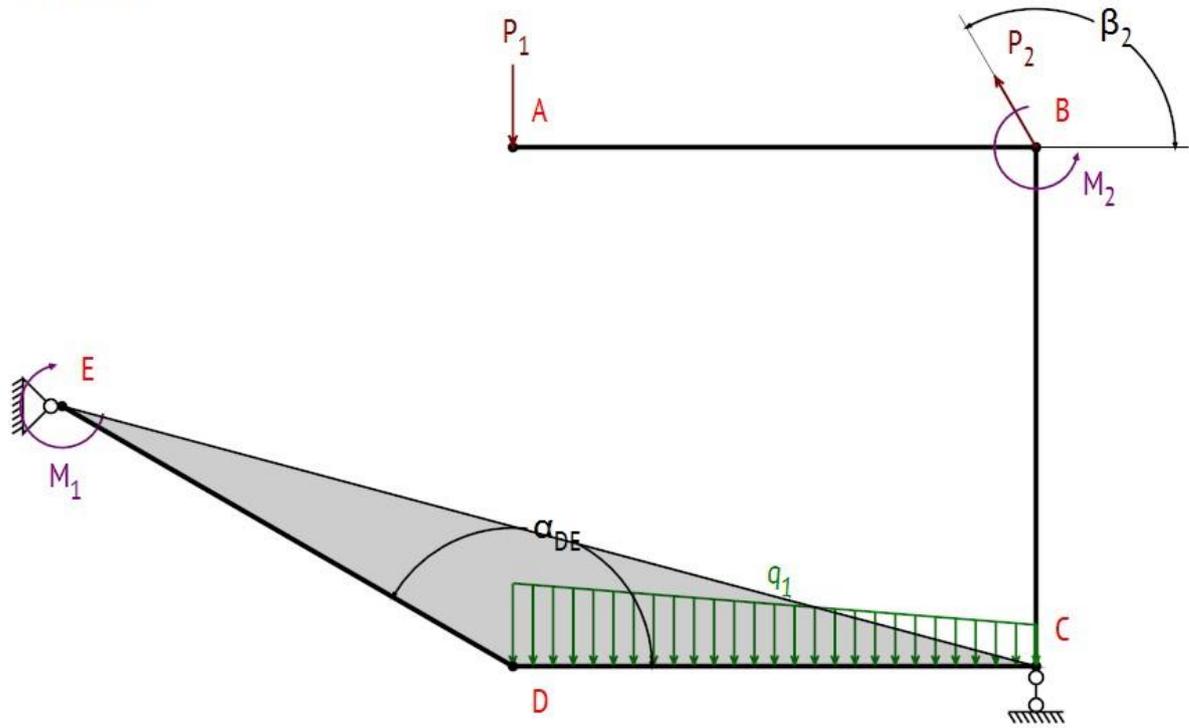
-1703689645



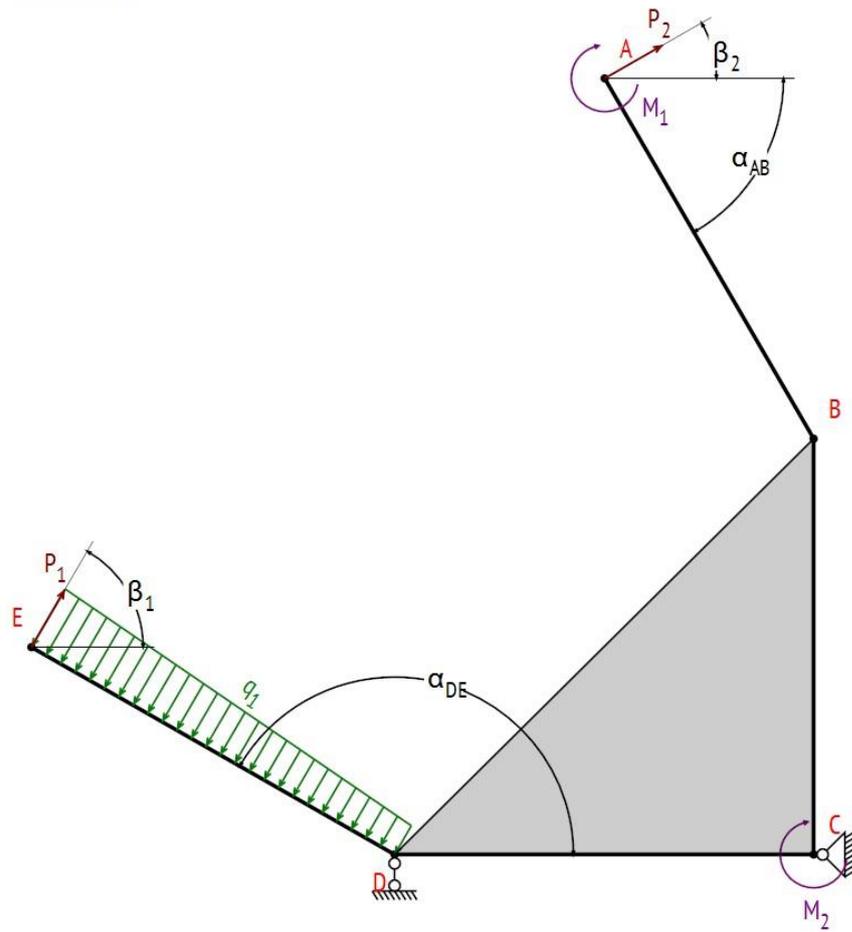
464044928



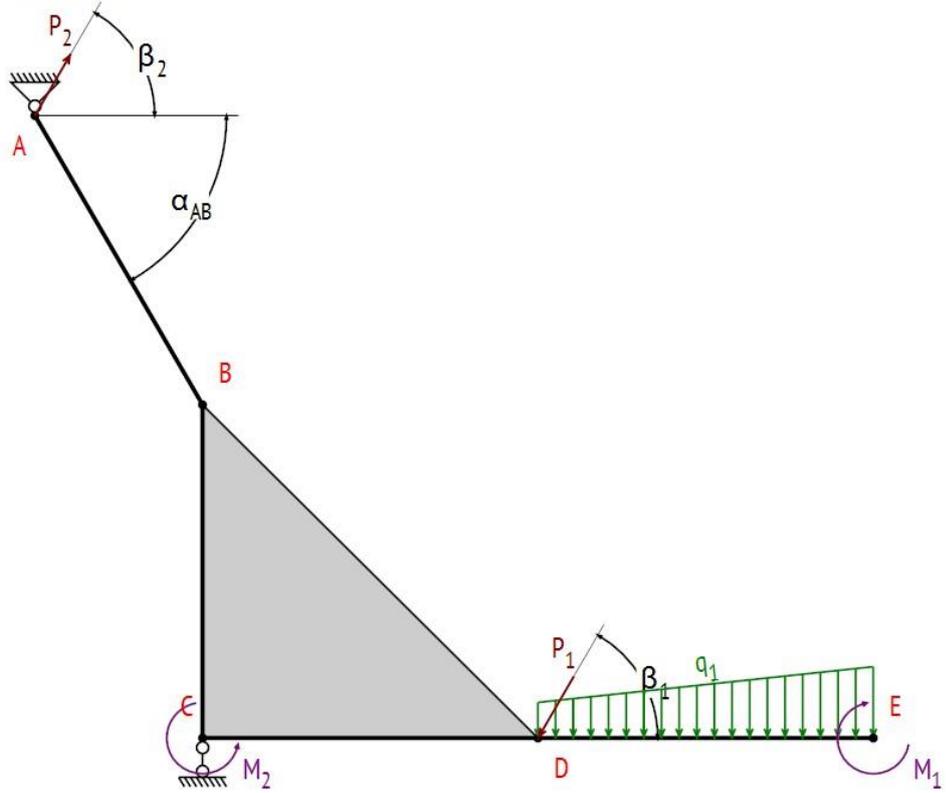
1010266389



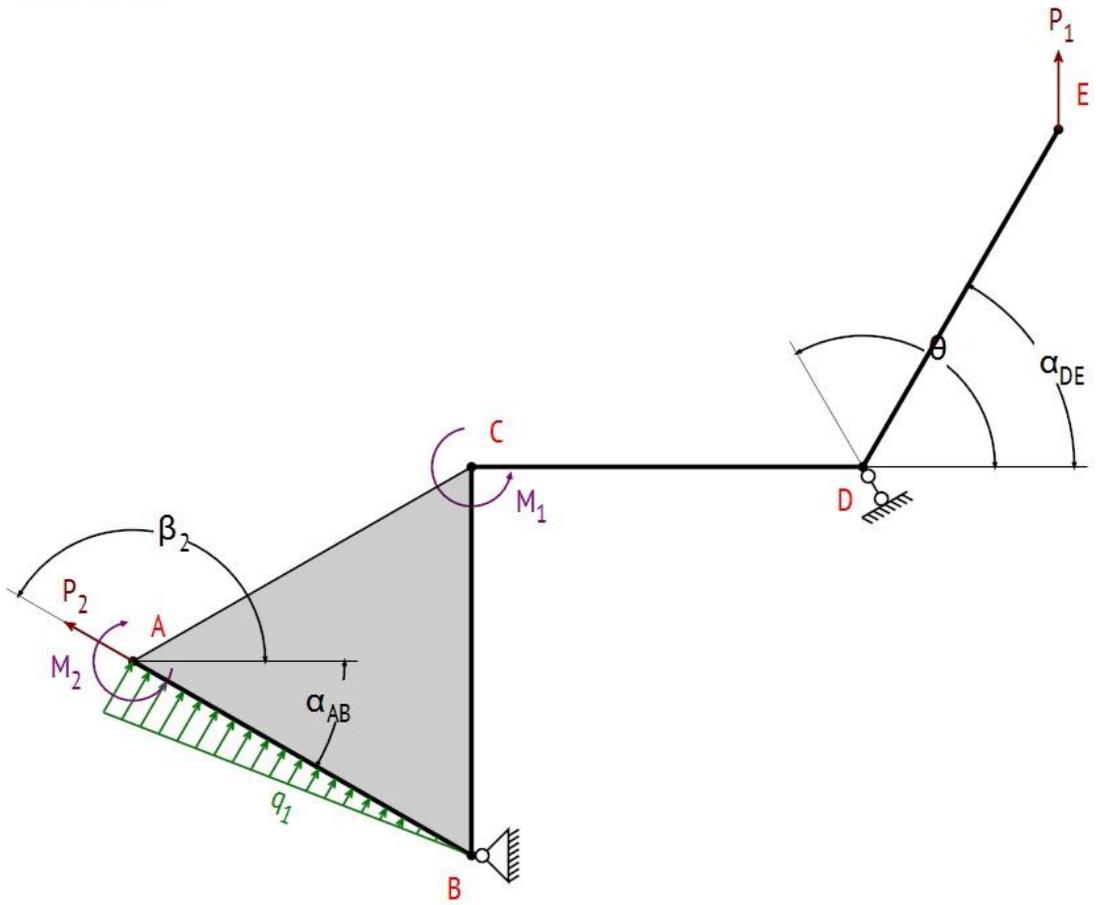
-1249373579



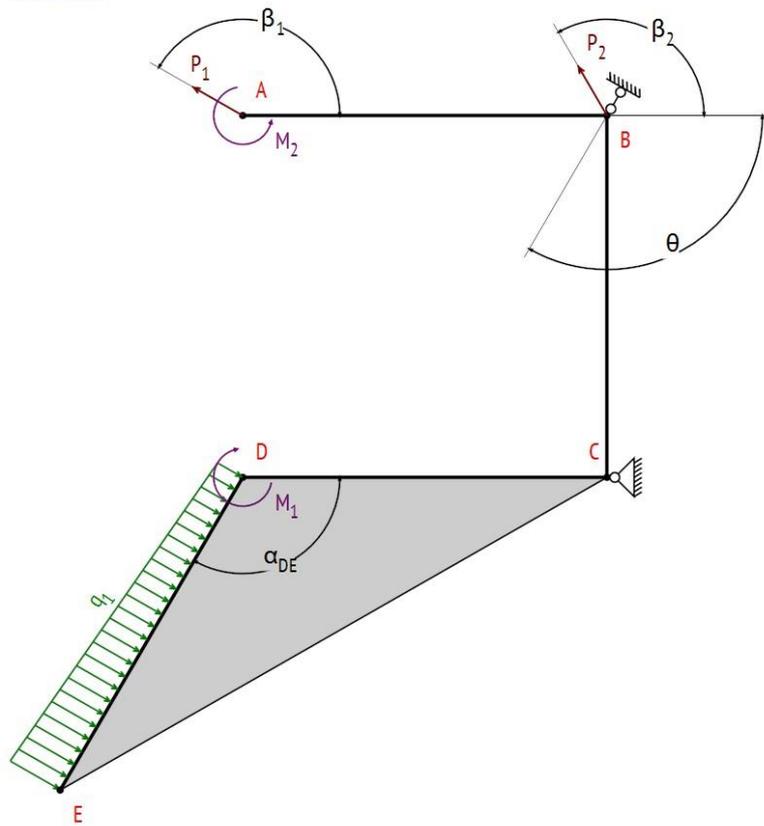
1928062762



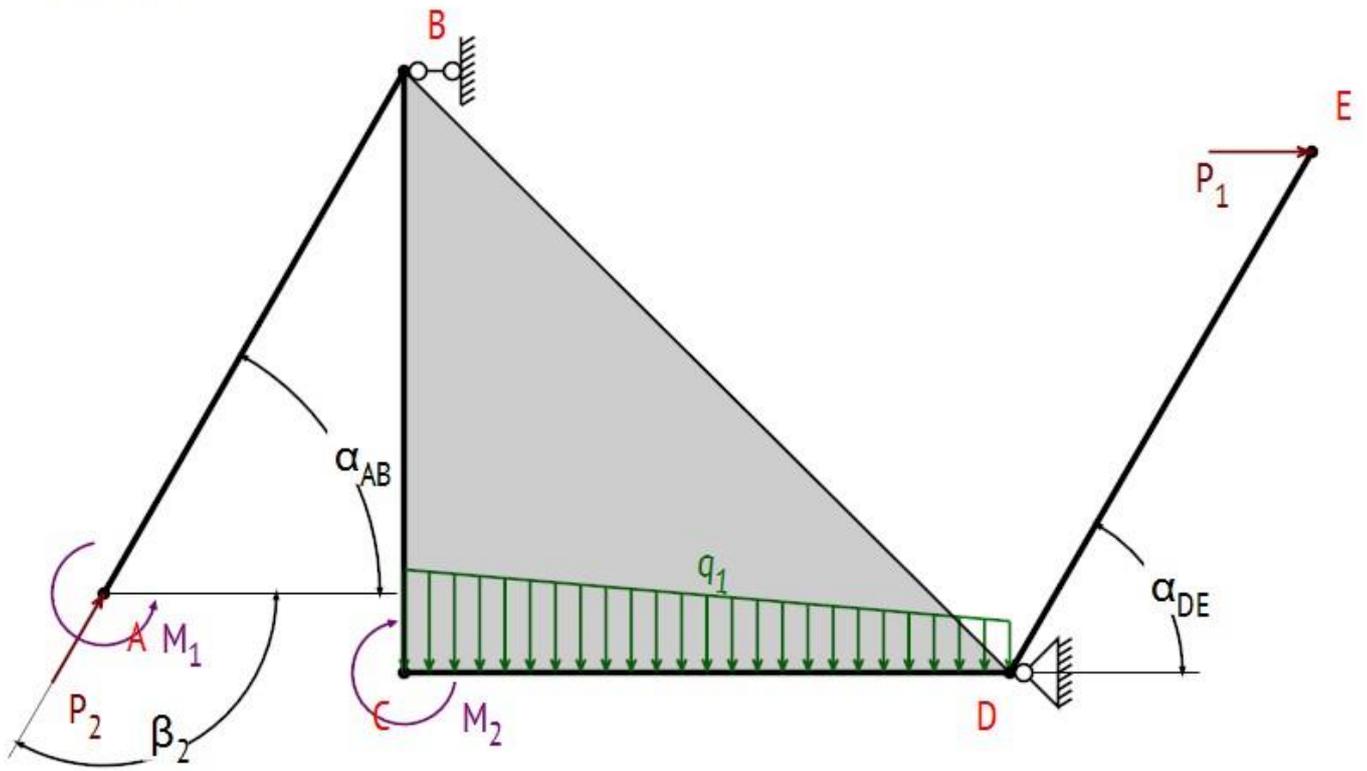
-1877077248



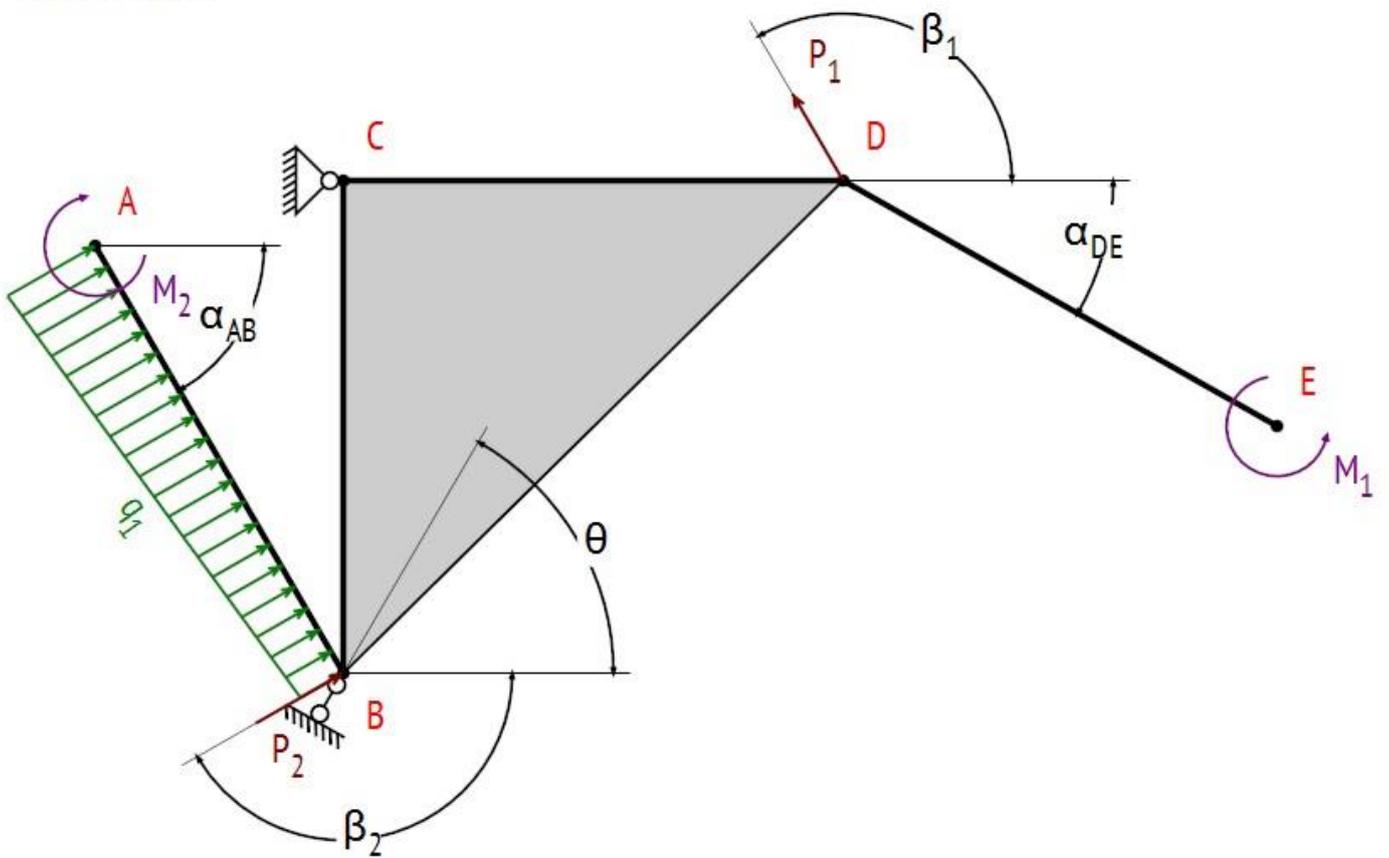
530008673



-534075556

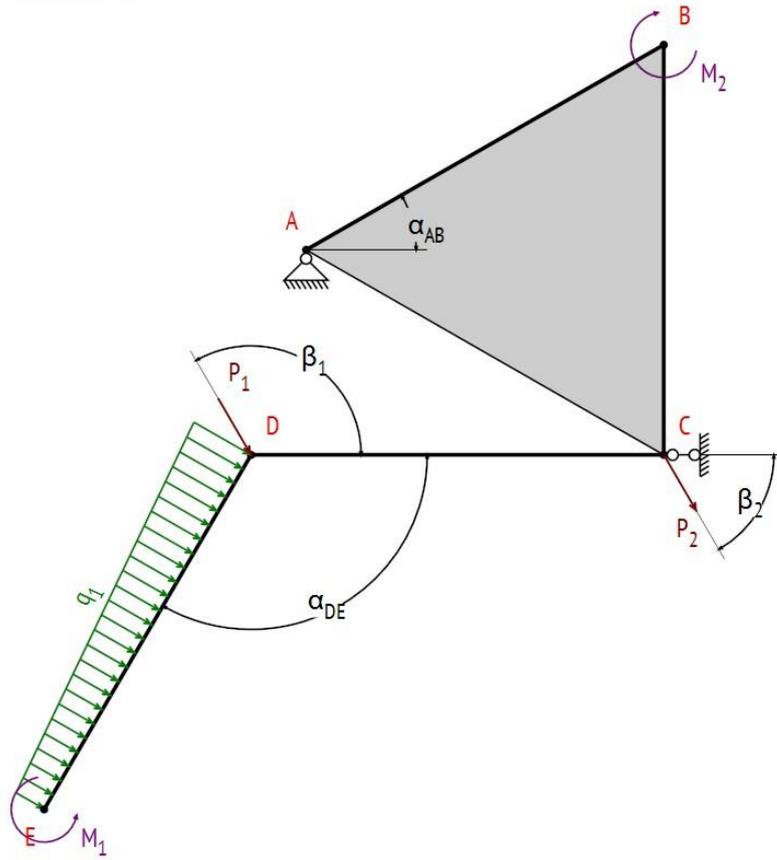


-1512819396



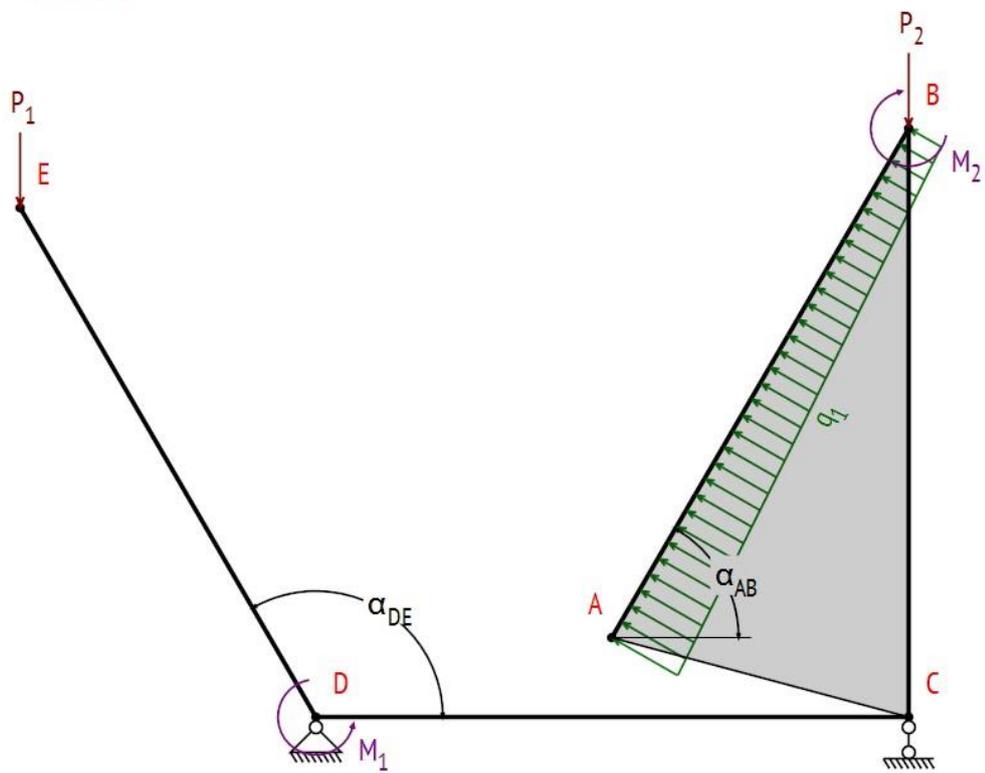
41

1774620557

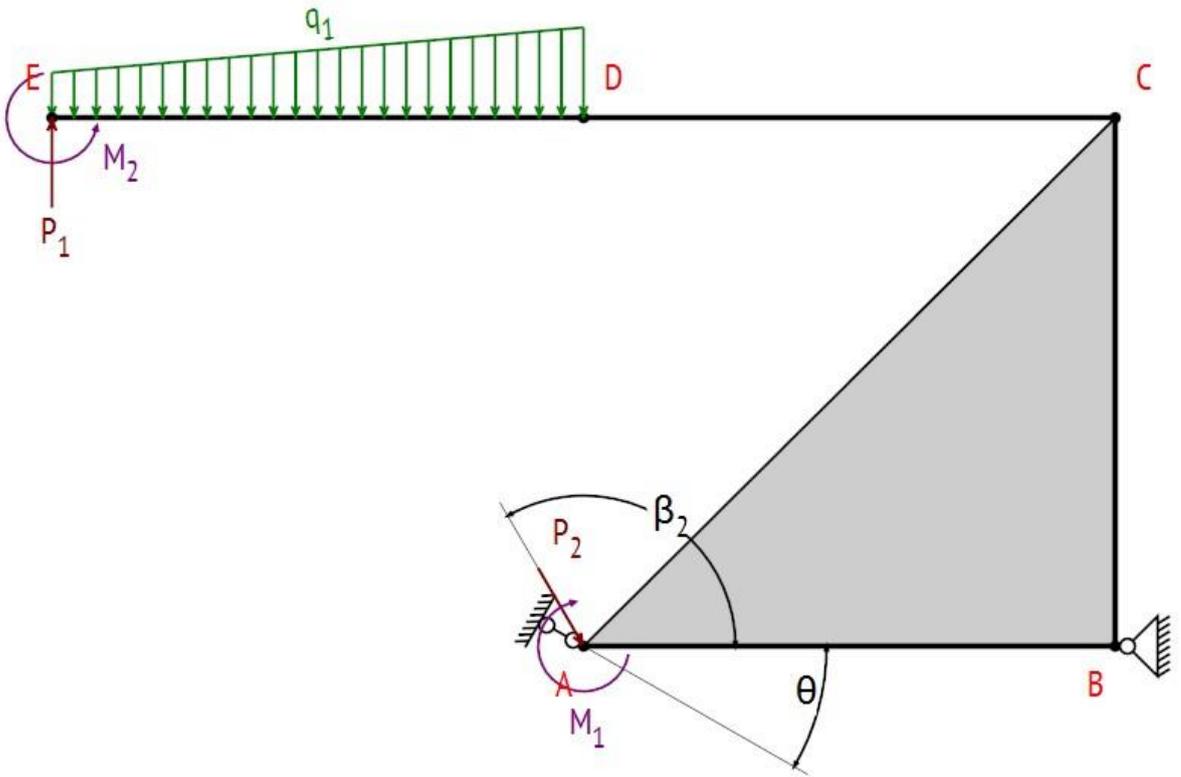


42

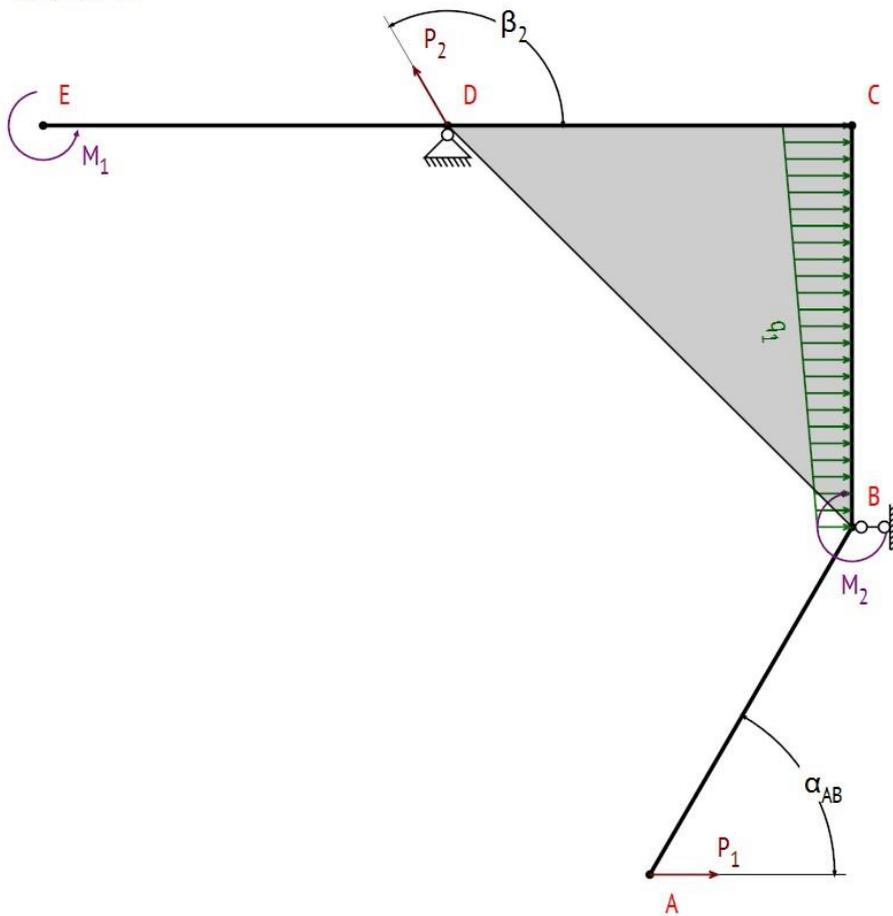
358678783



473378187

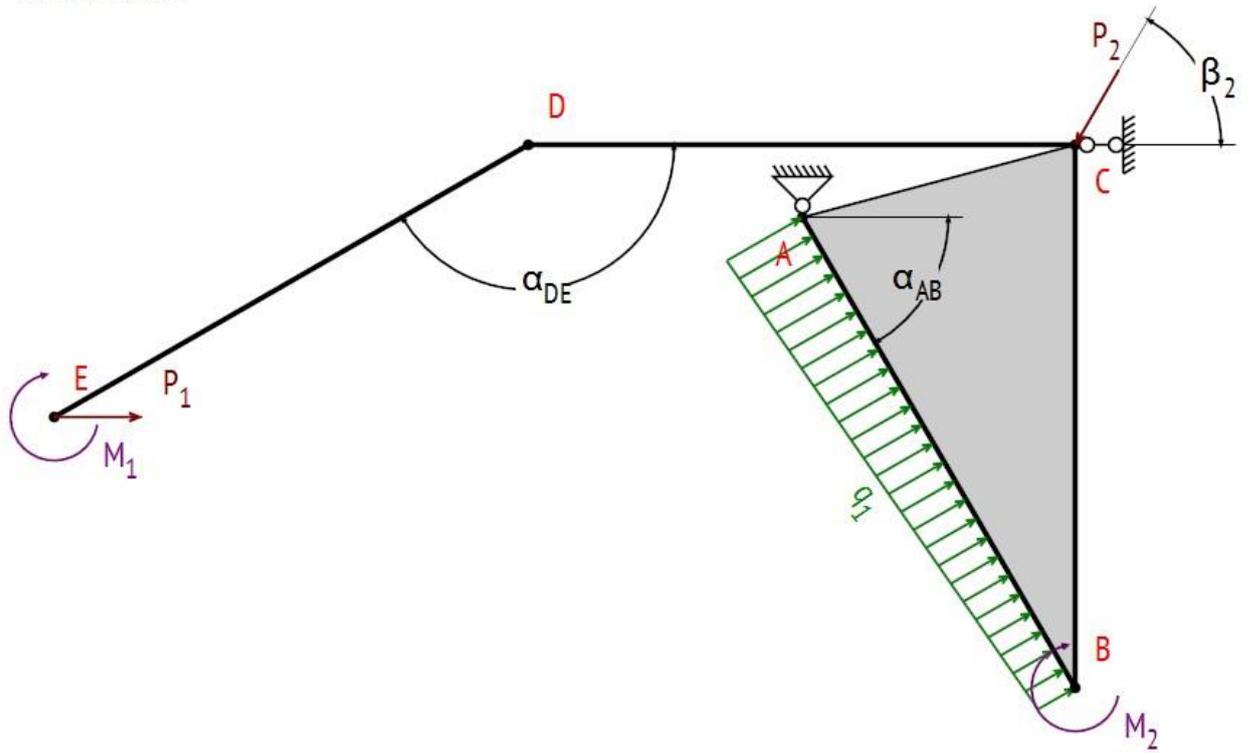


1079586712



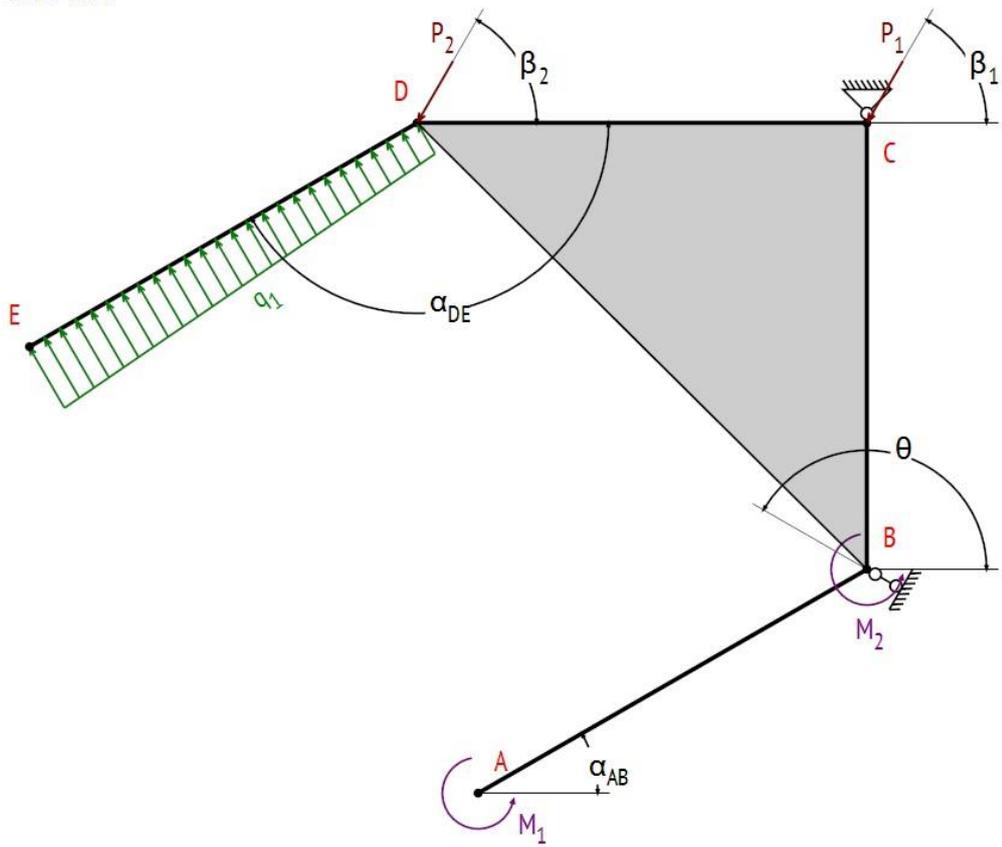
45

-1333929860



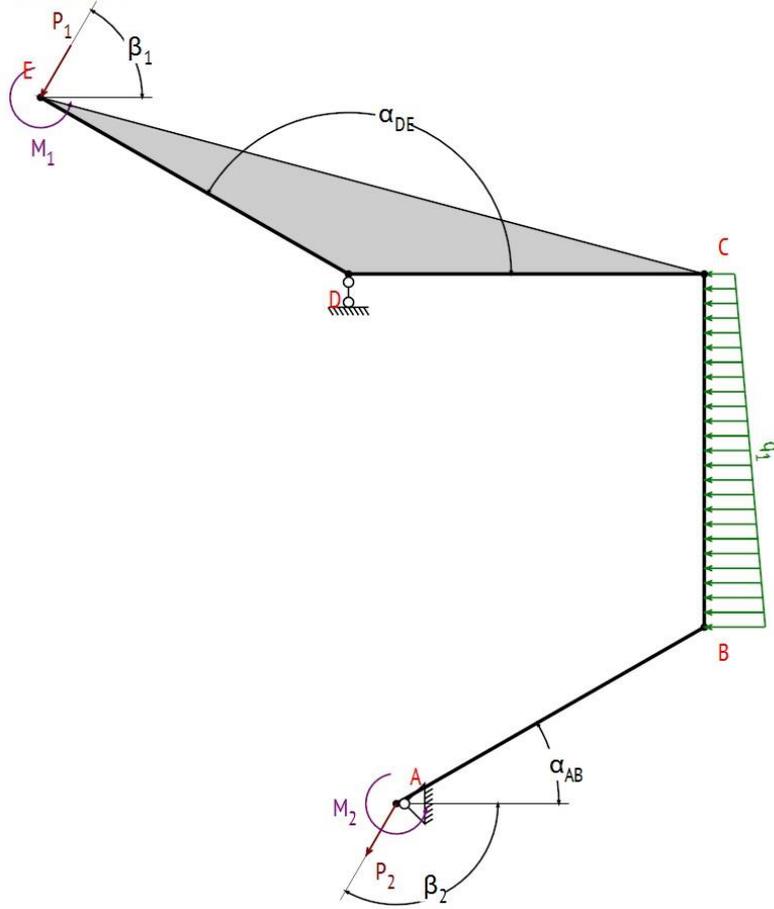
46

52064056



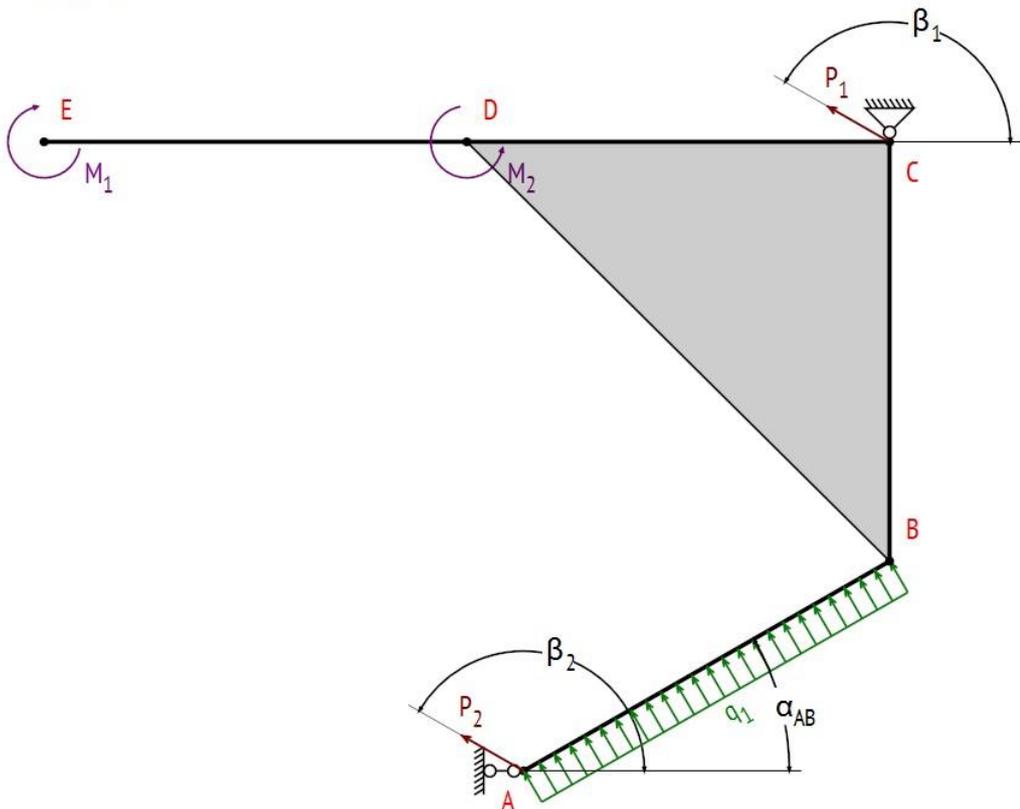
47

-1609331963

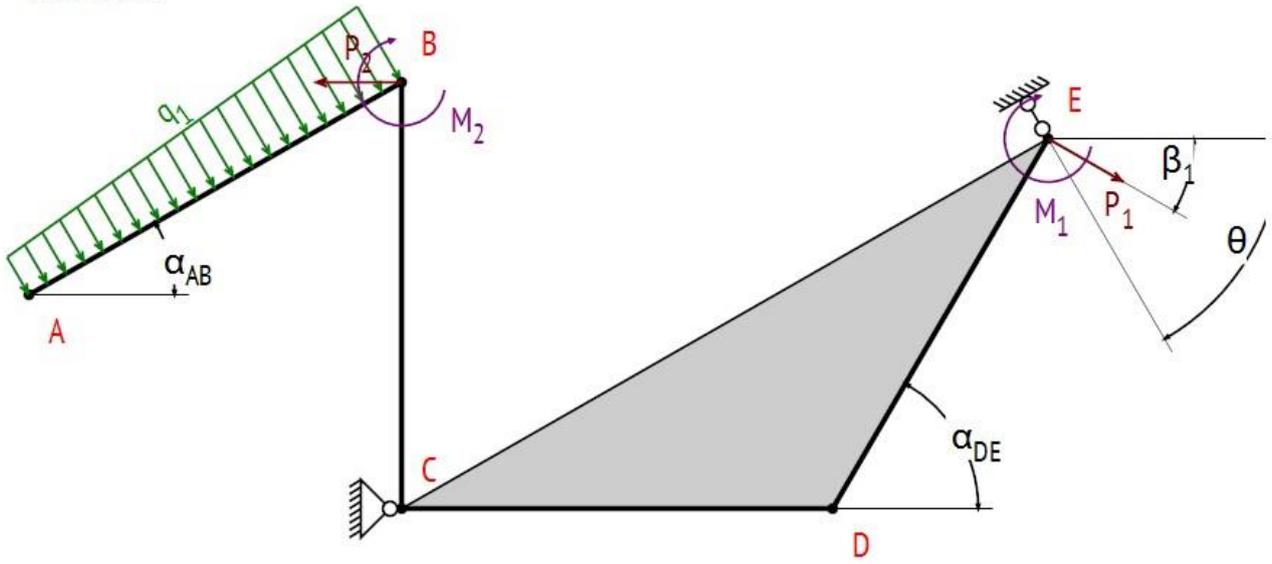


48

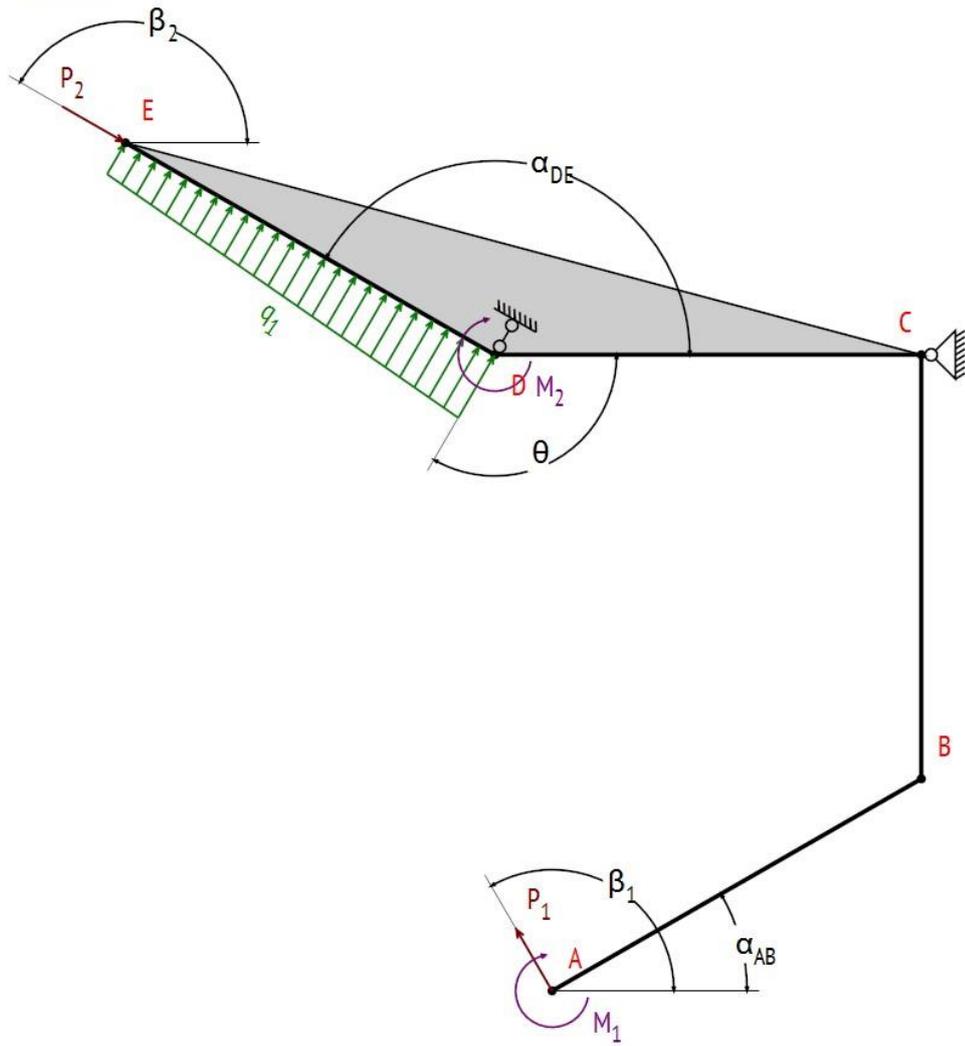
-963221021



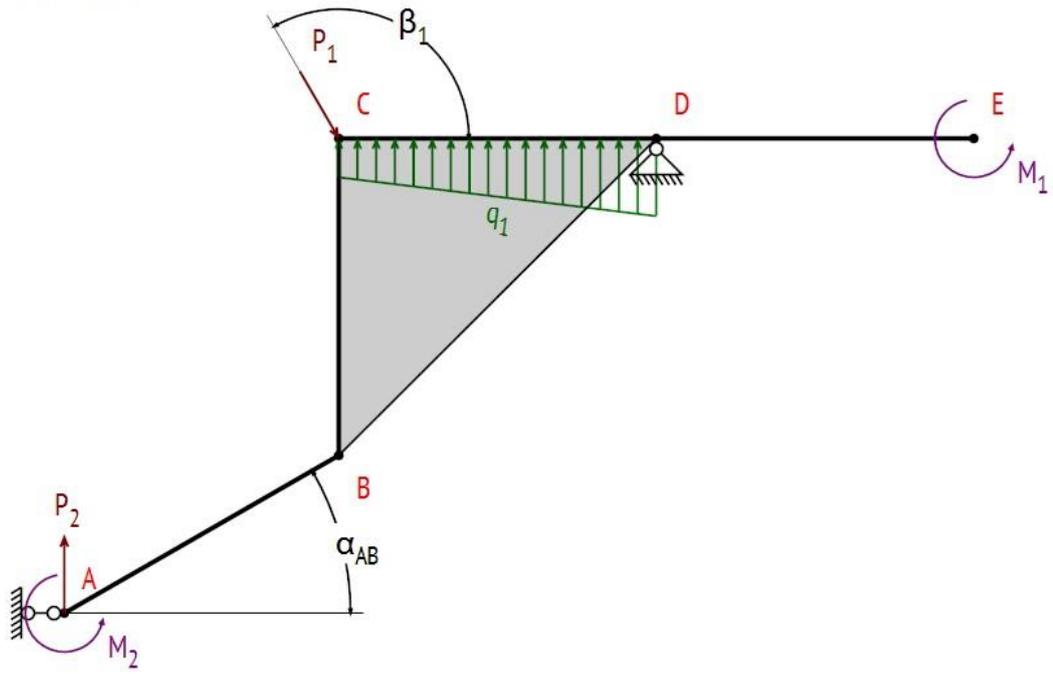
-428948413



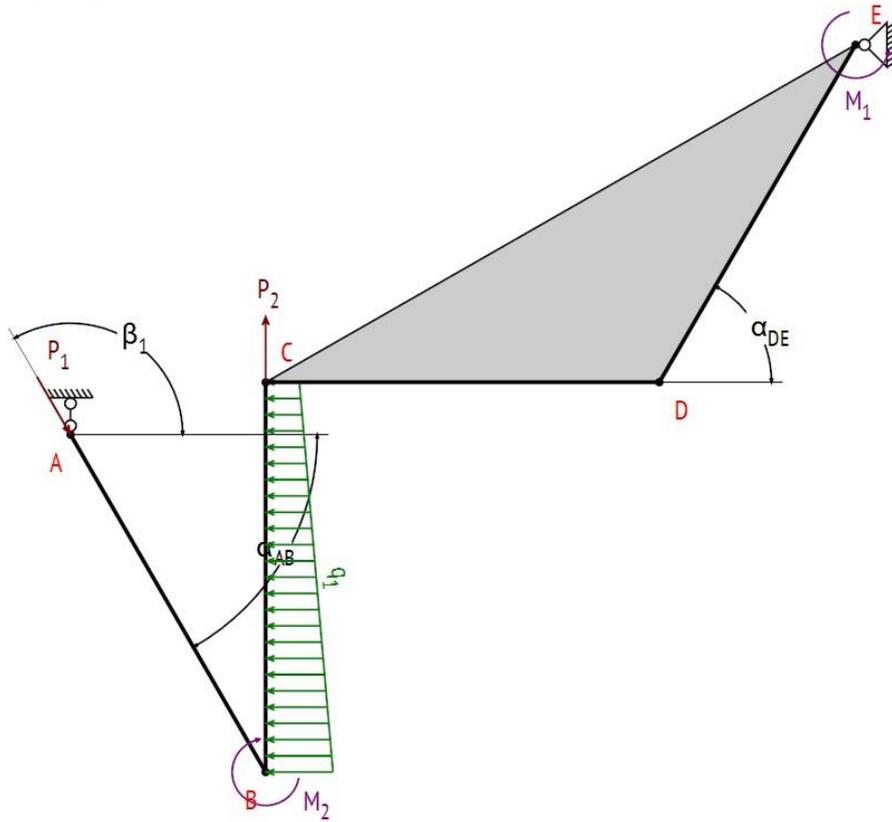
-211716315



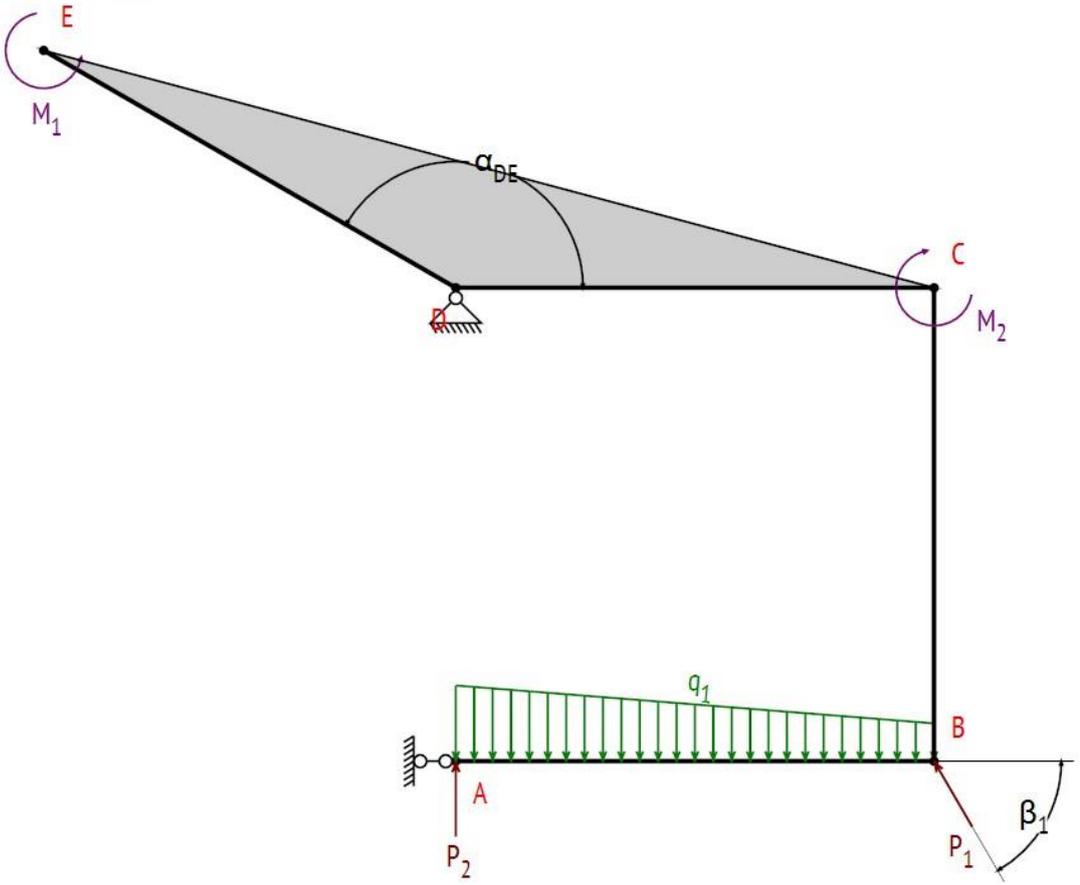
-829305769



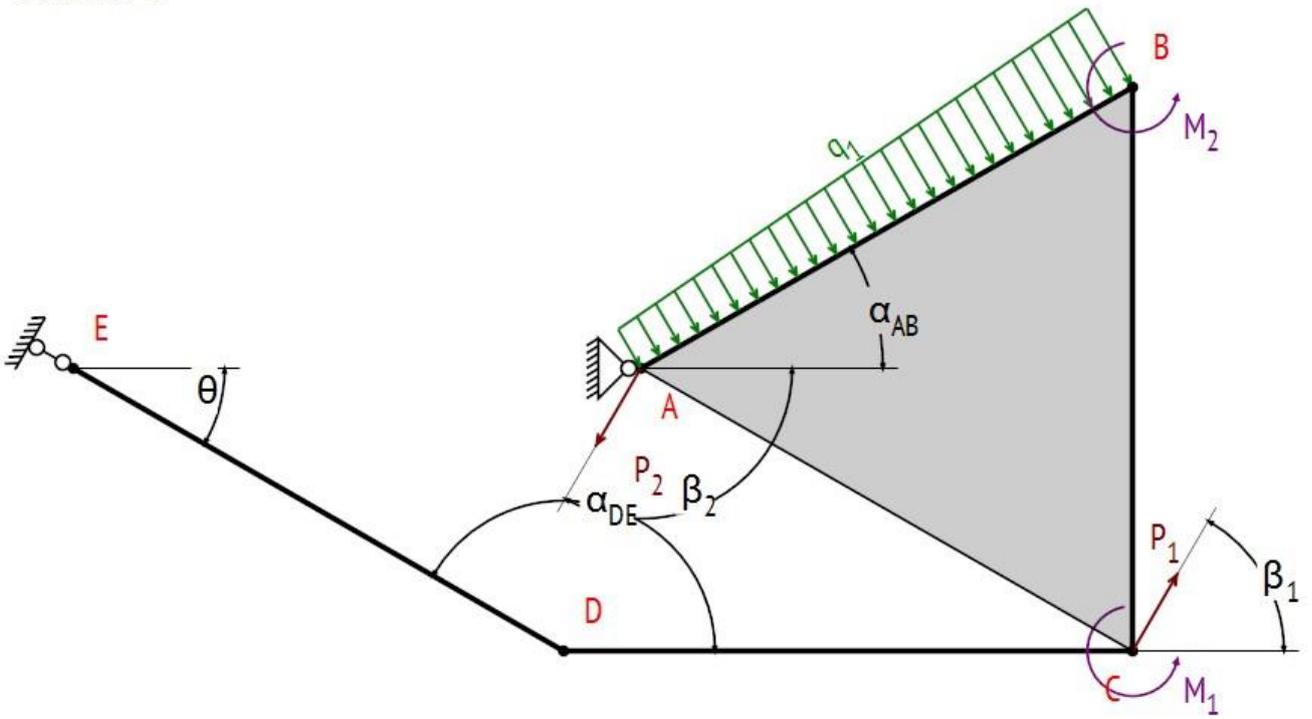
-709583240



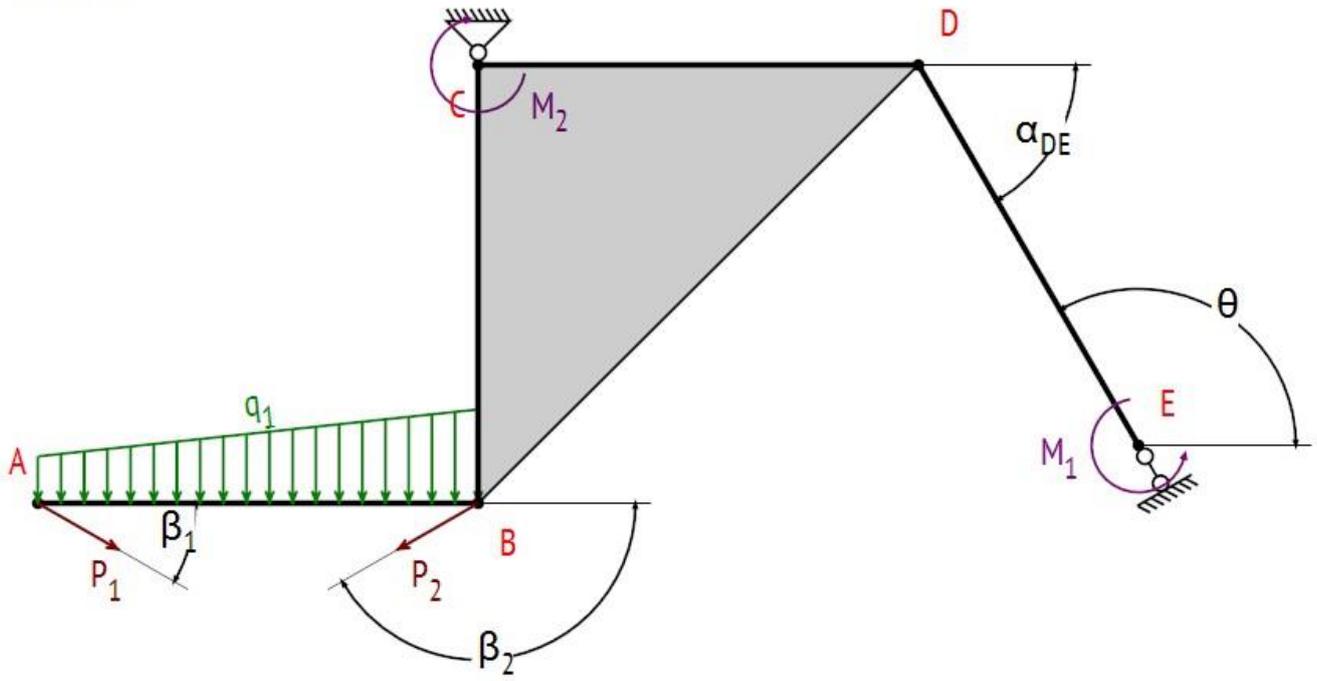
-1278507140



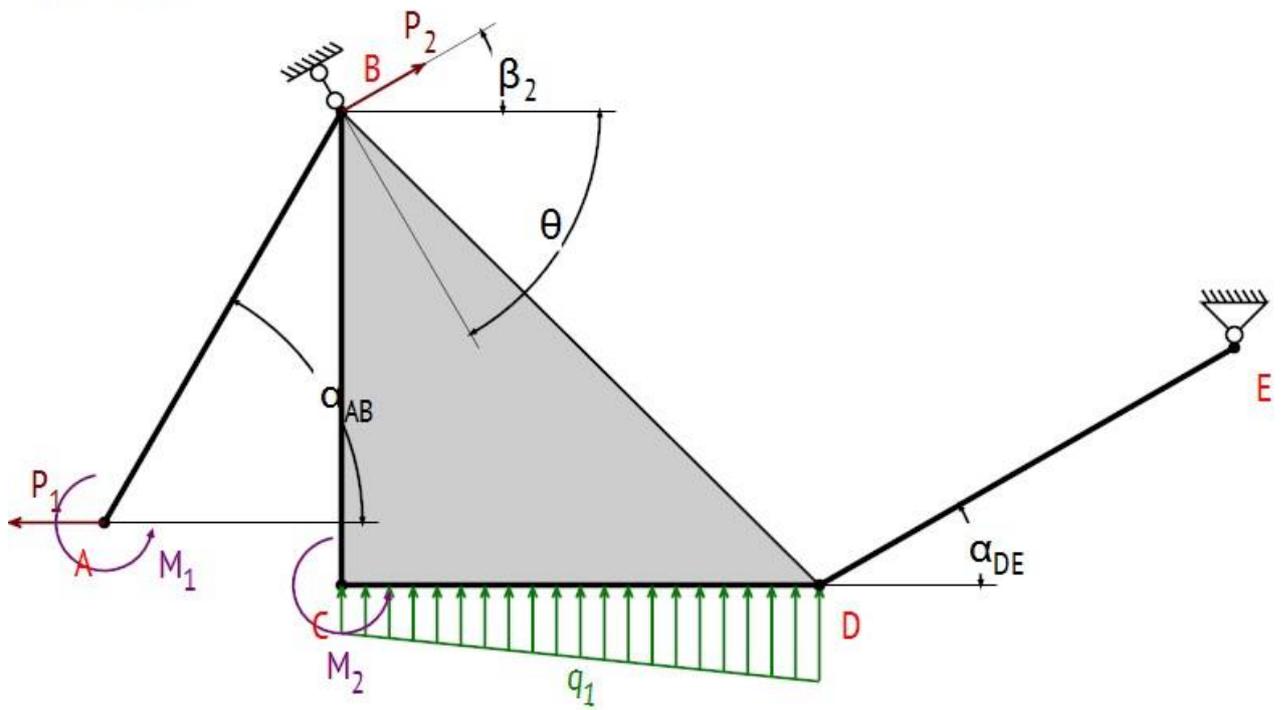
-793175541



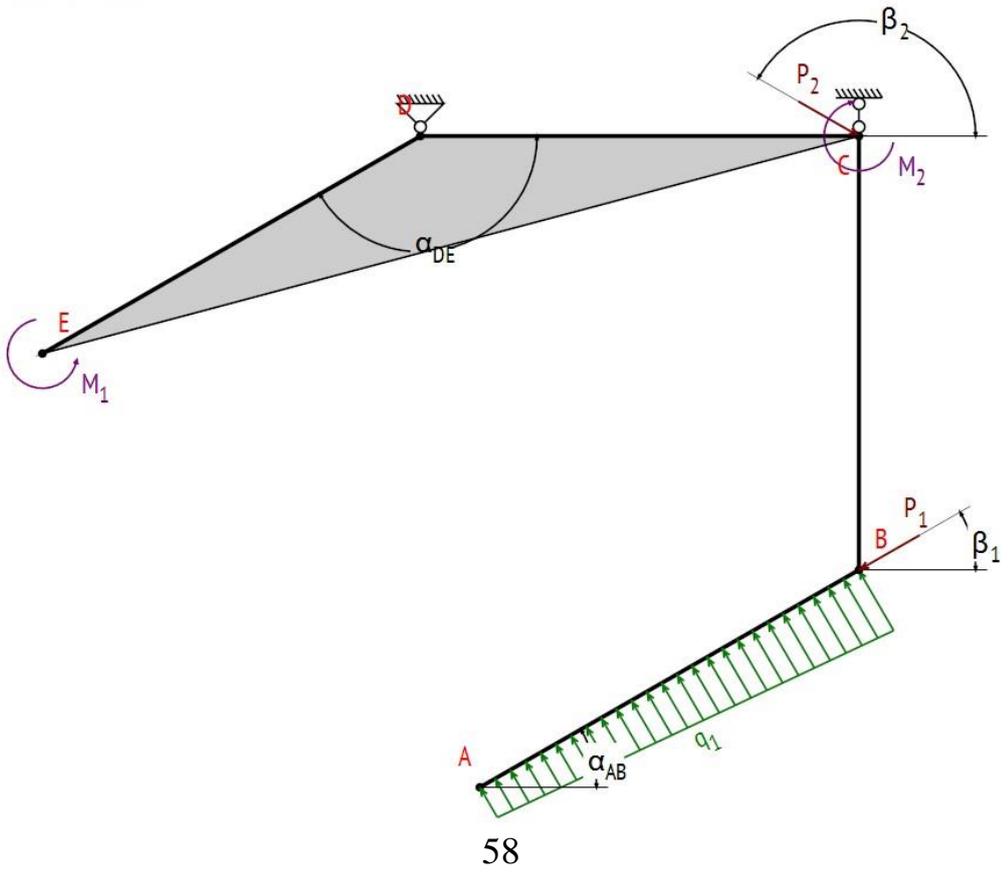
788752294



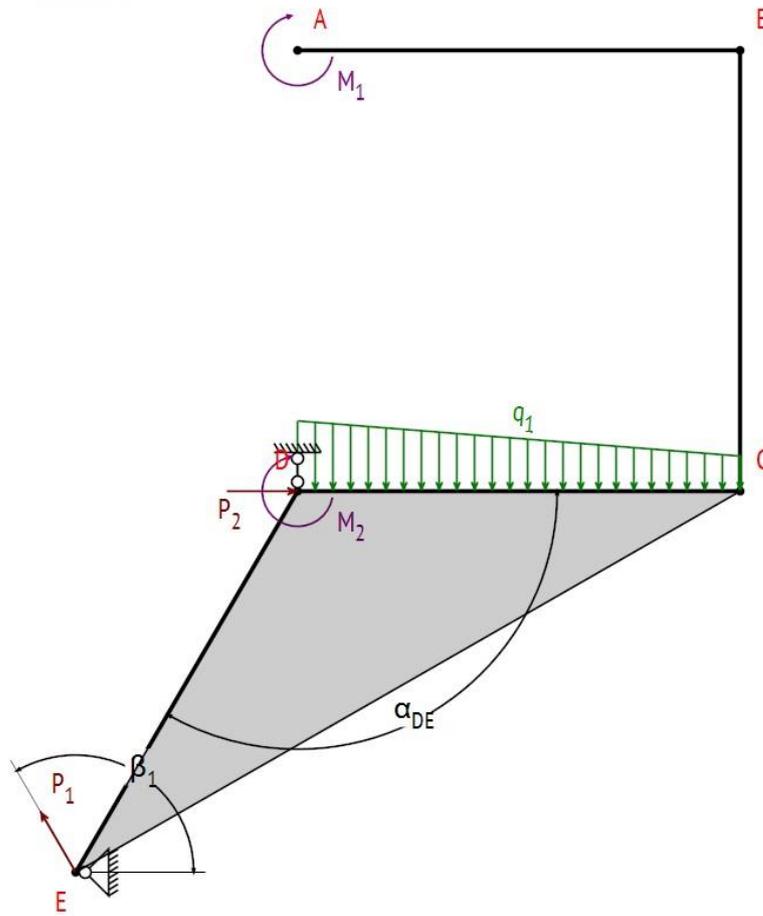
-183447019



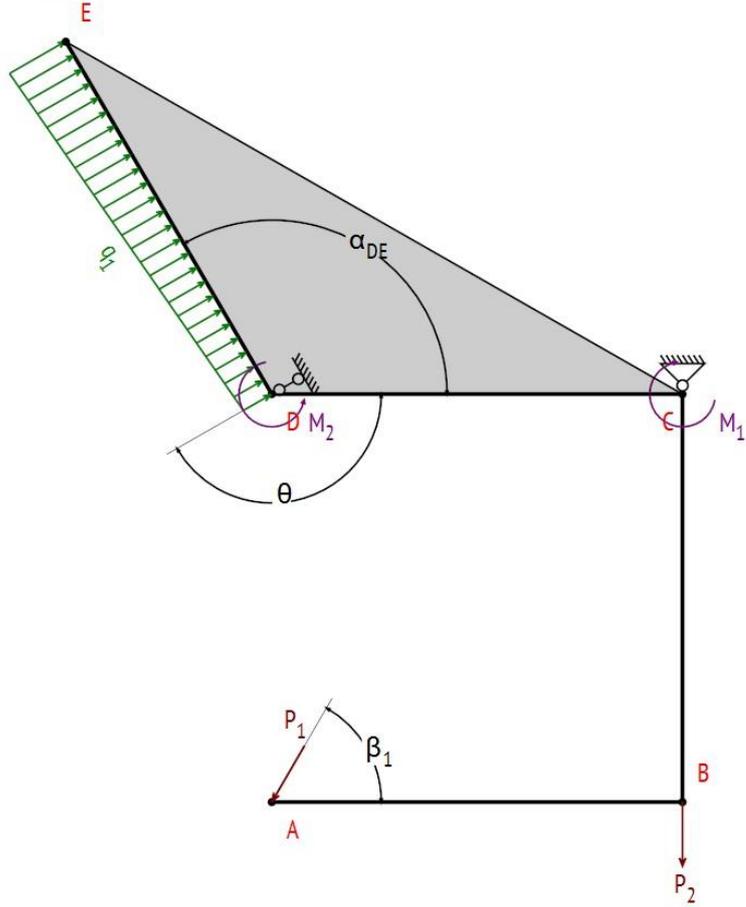
1675294574



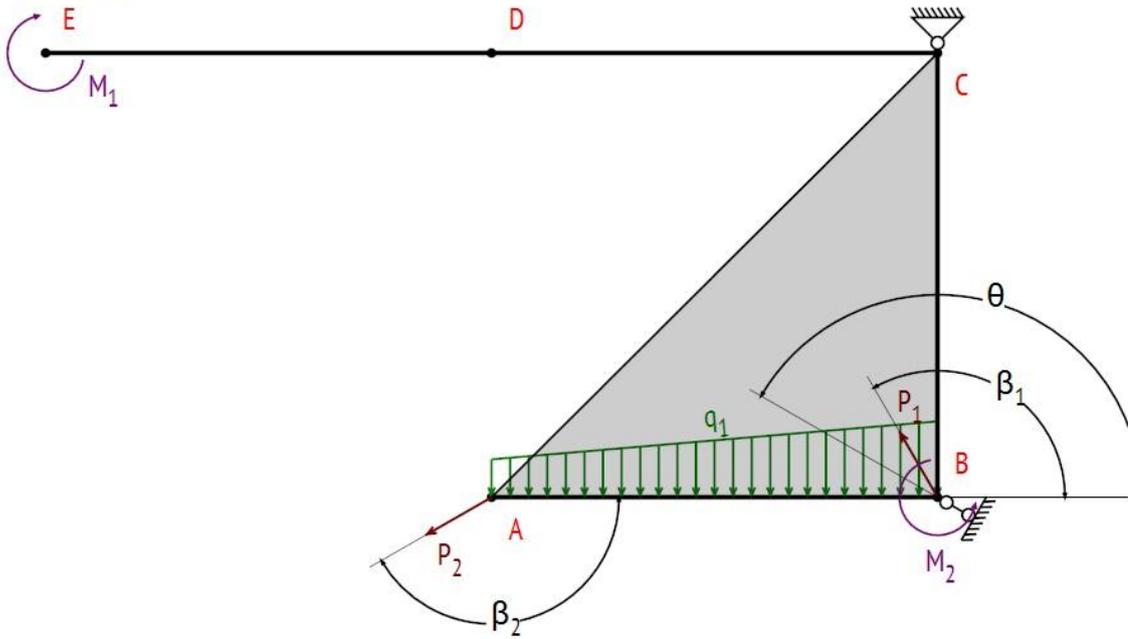
-536742906



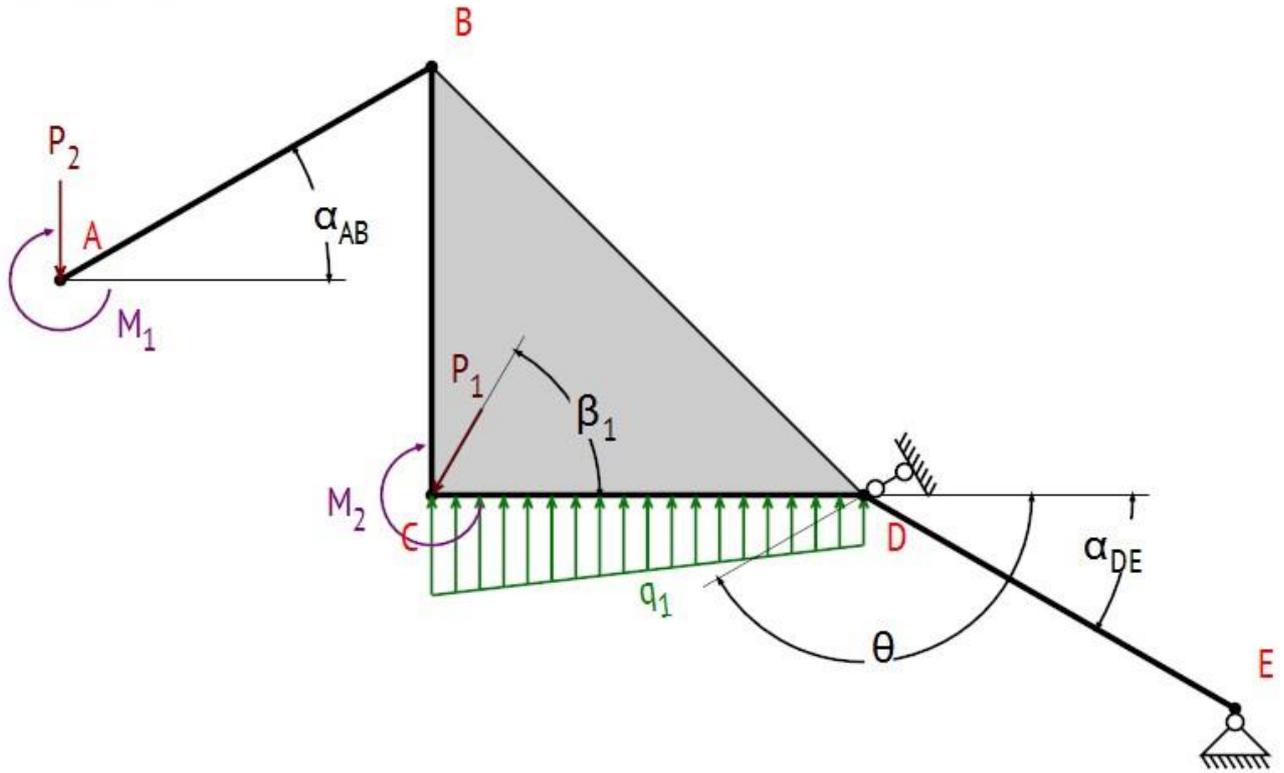
-783679379



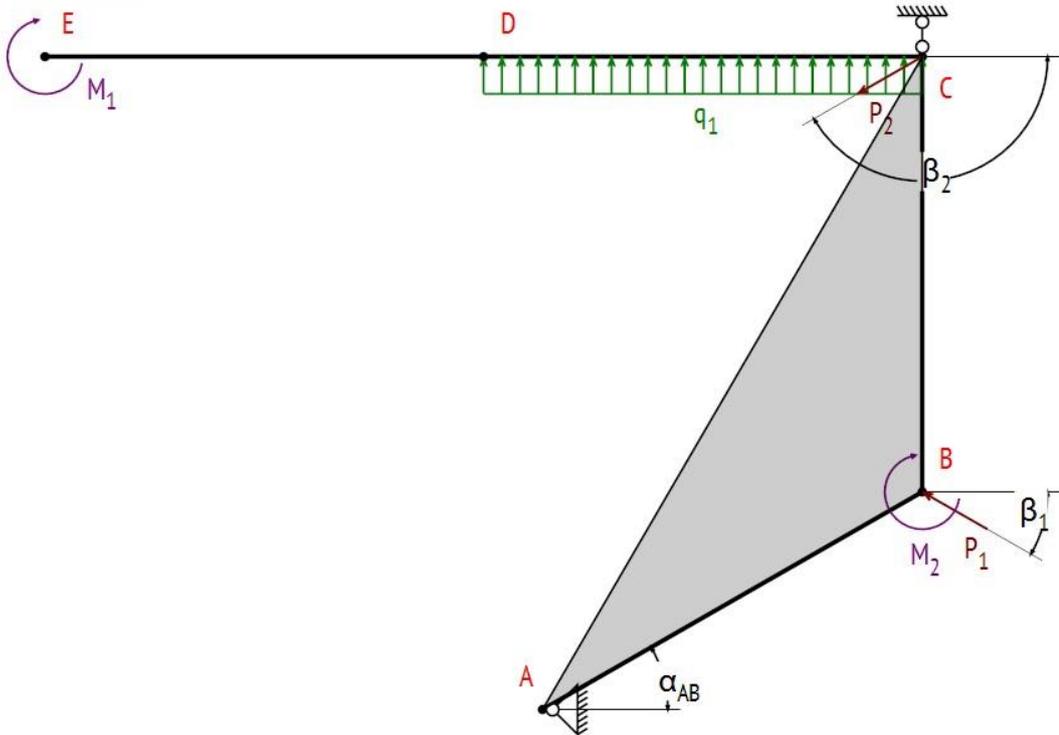
-1122929203



1994677218

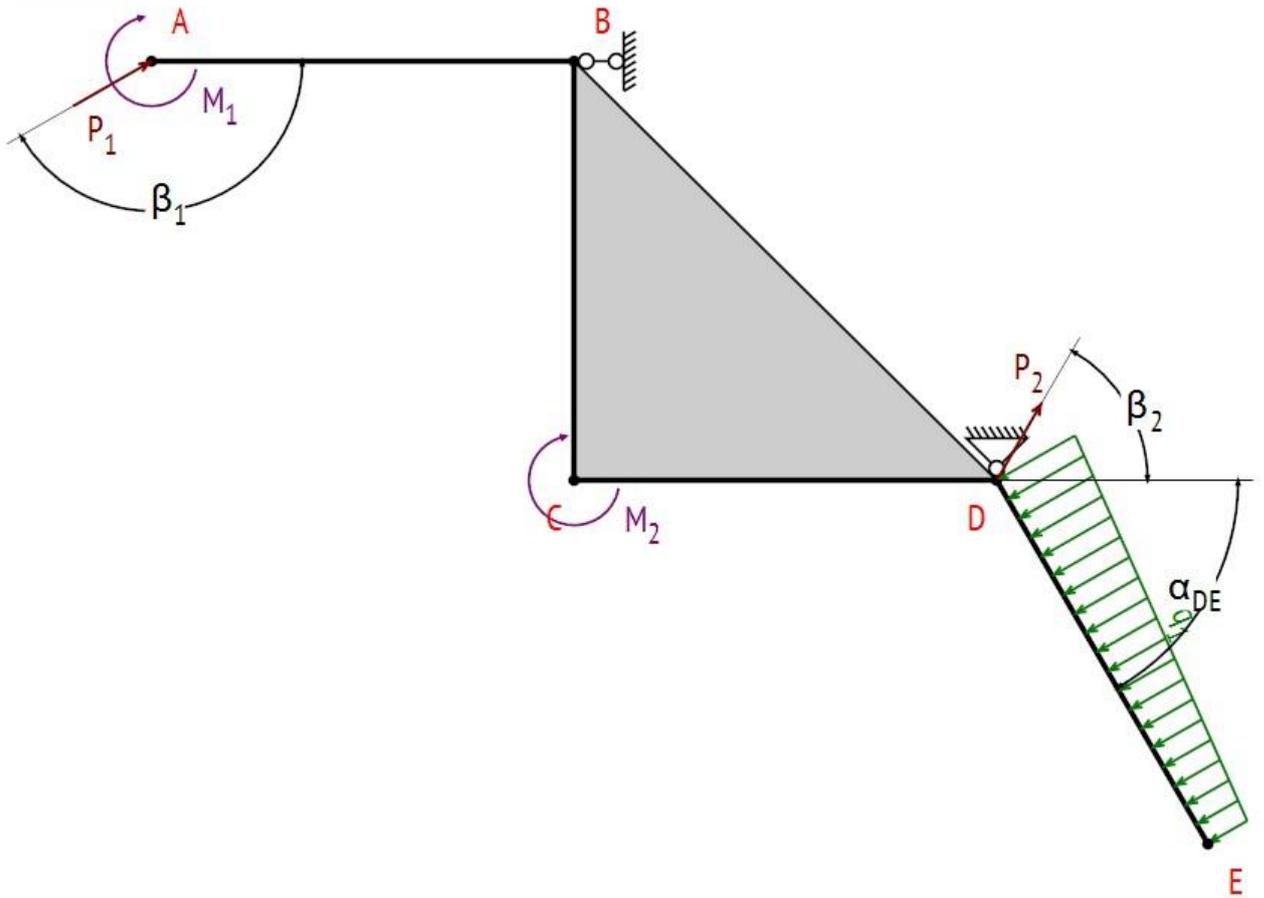


-1704350305



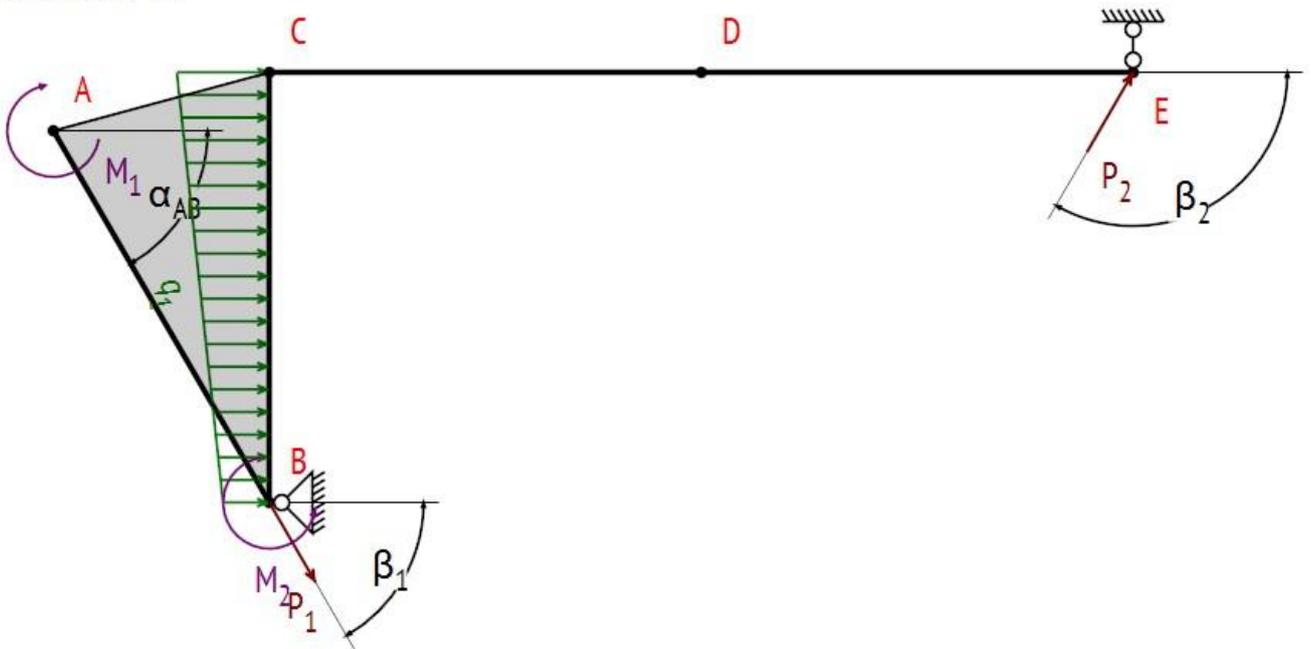
63

2104462844

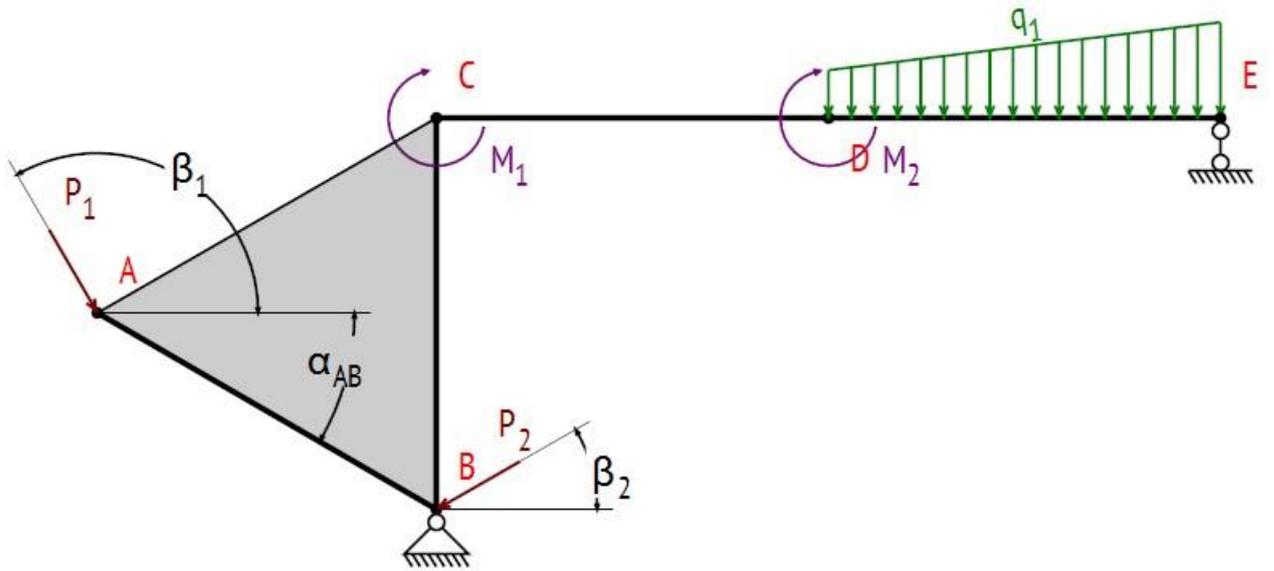


64

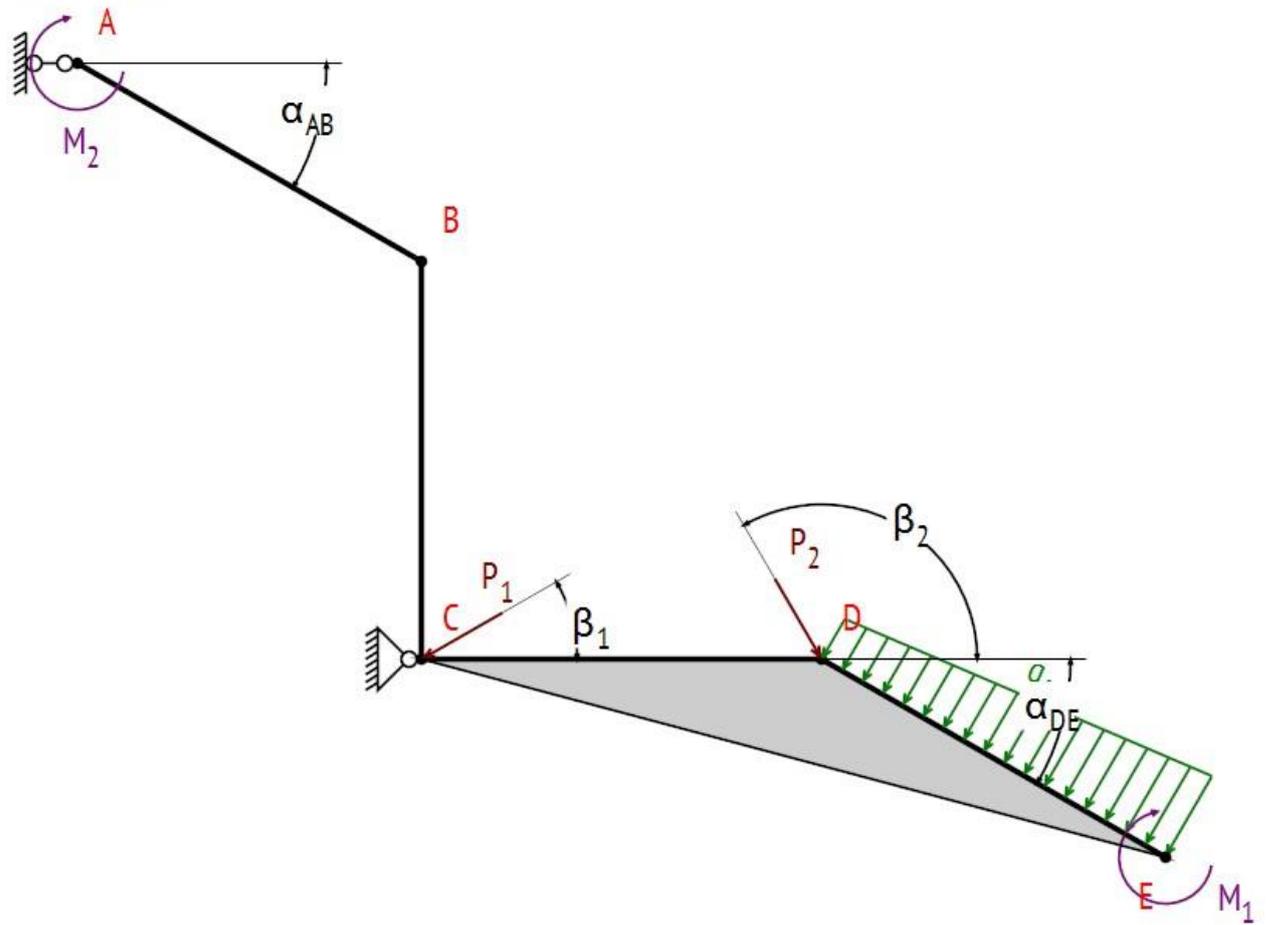
2100677762



1487622847

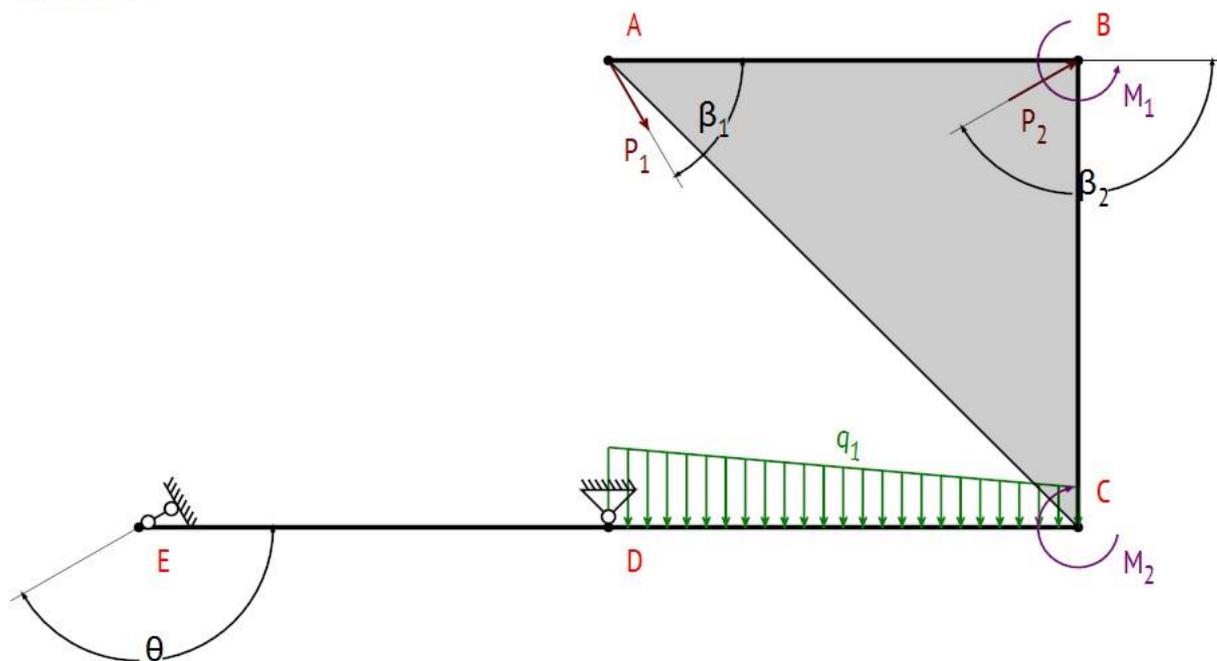


460834317



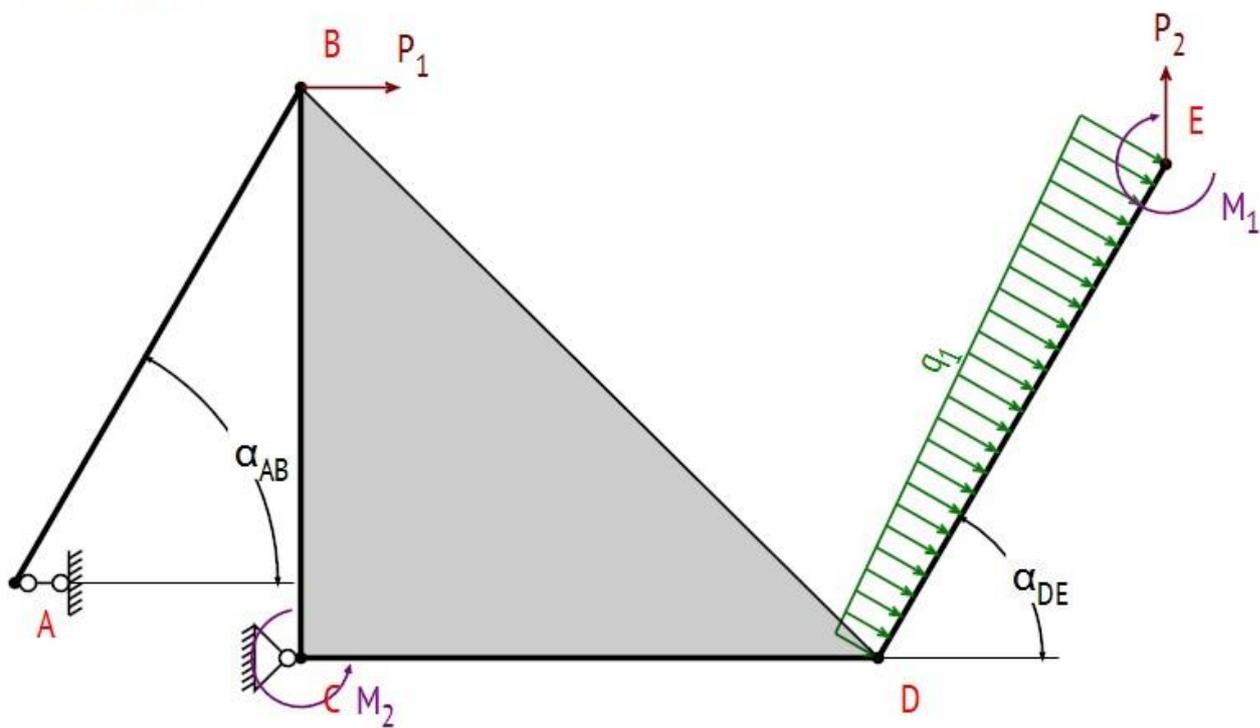
-674268289

67

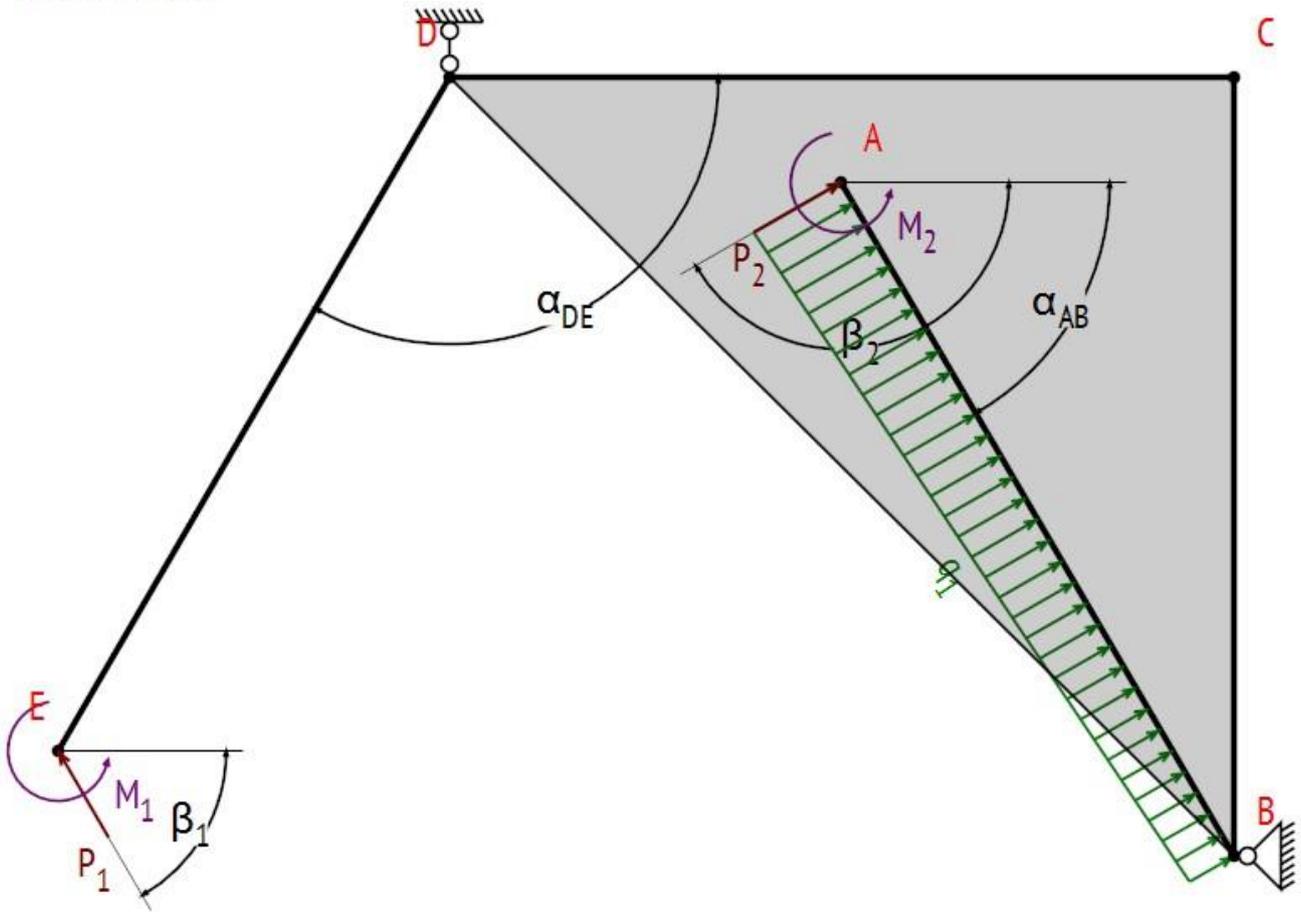


68

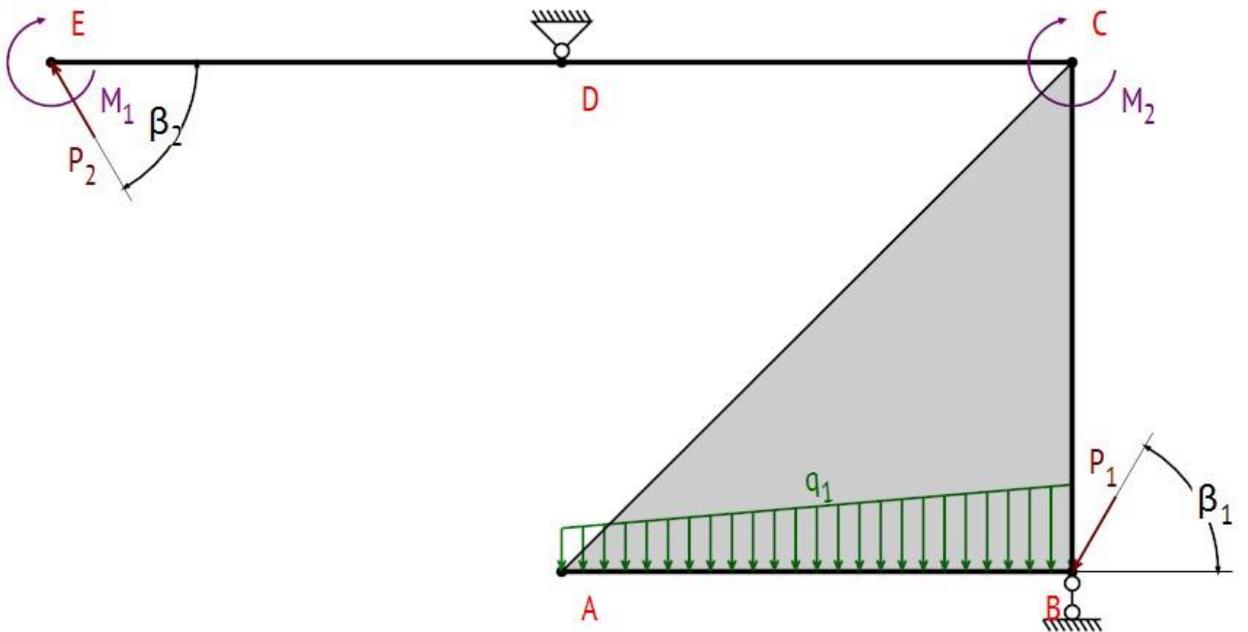
1810763507



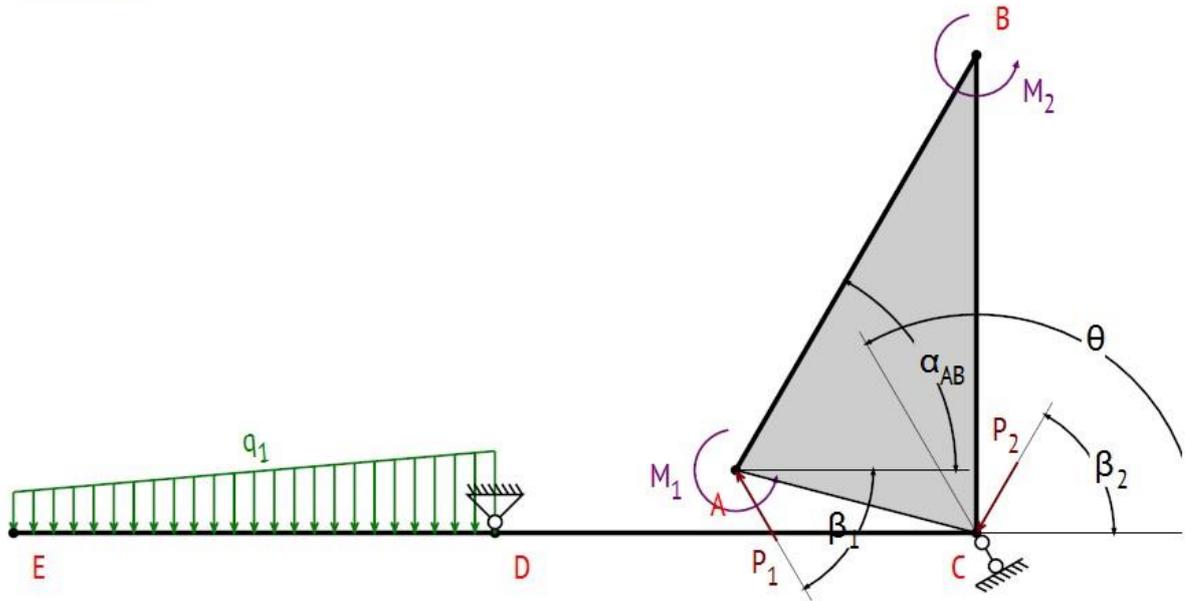
-1596574652



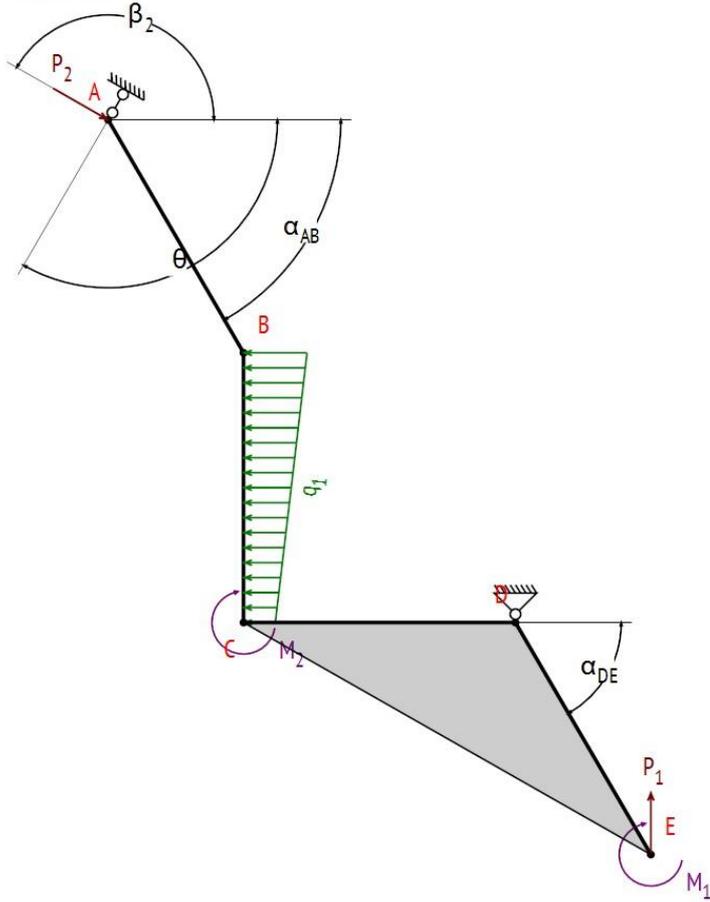
-1886878797



1173383189

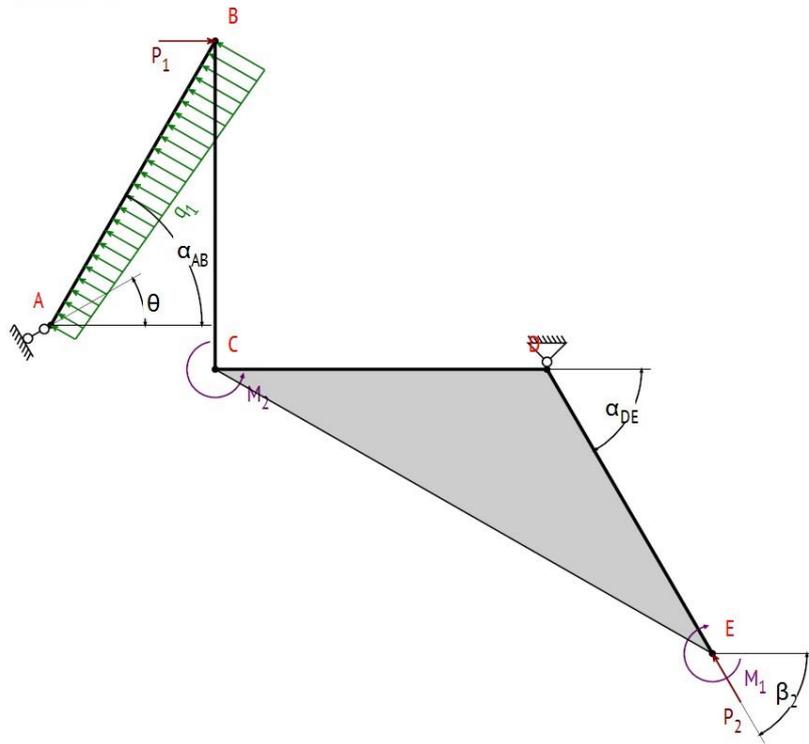


1864690375



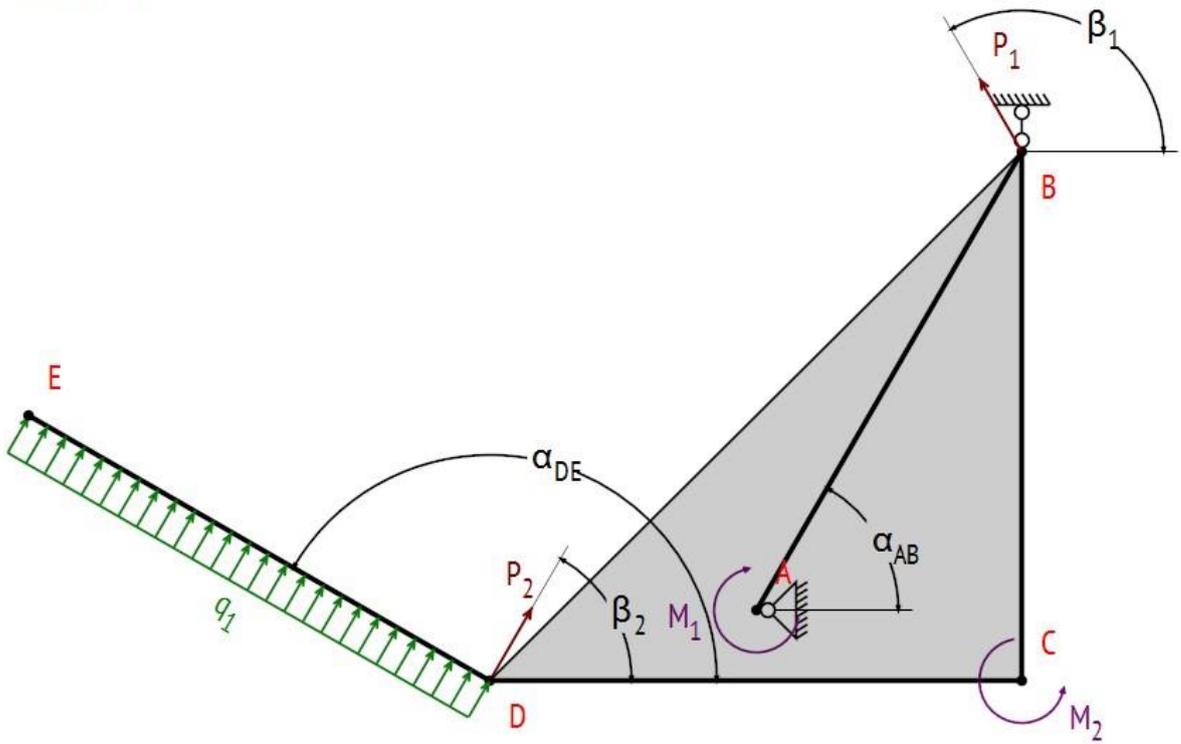
73

-1175412037



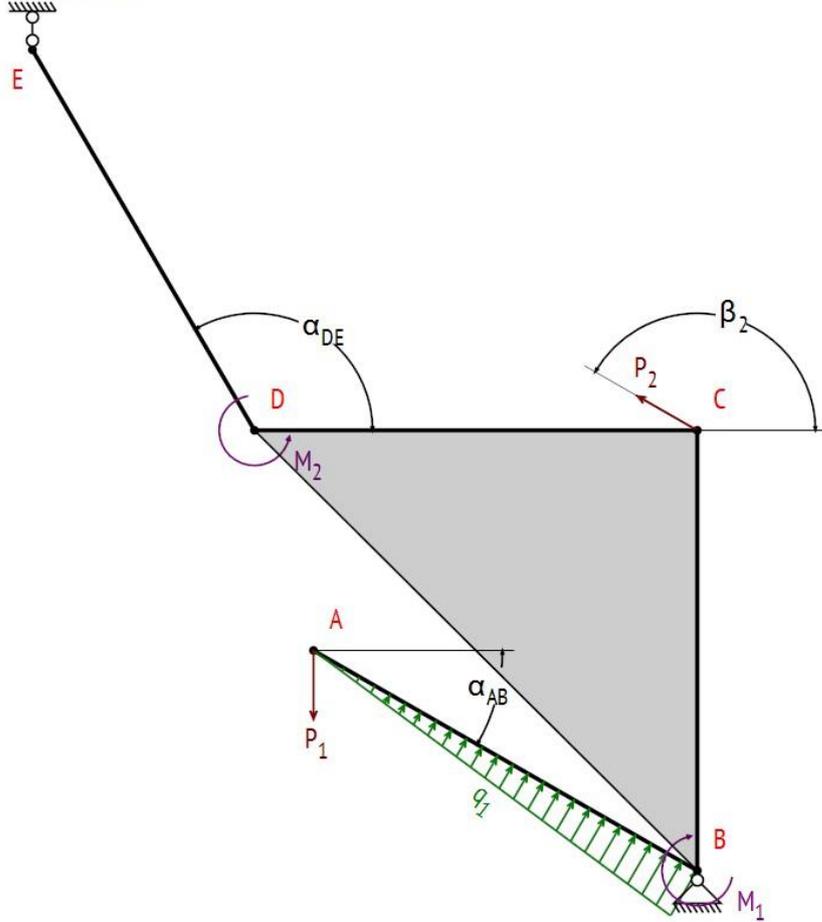
74

-416129955



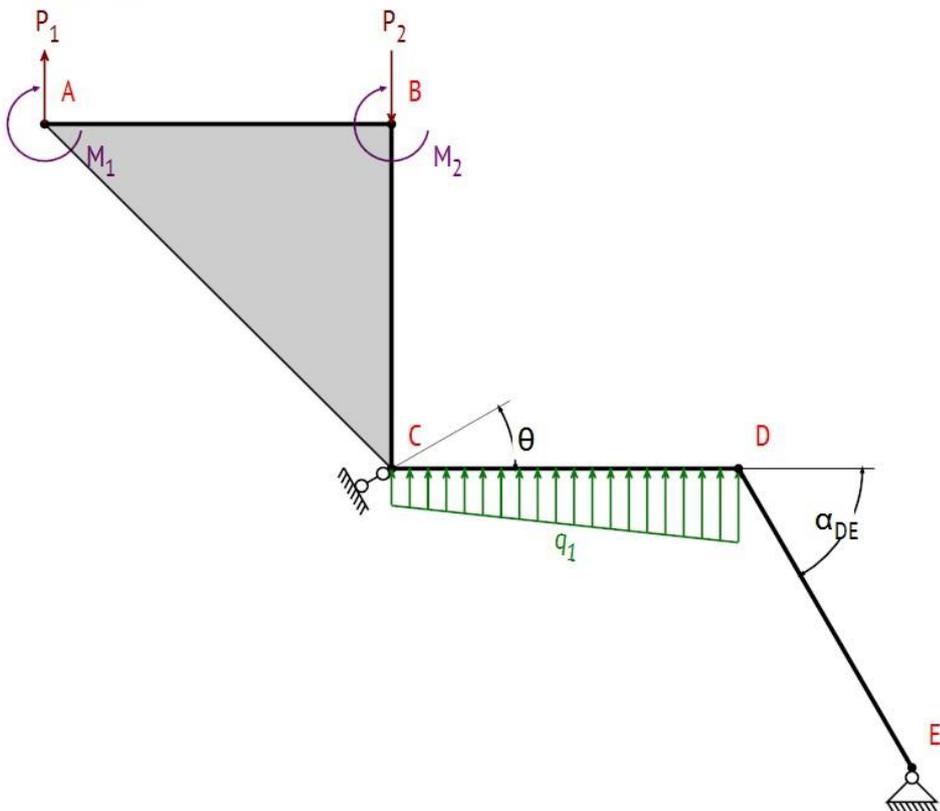
75

-2133534275

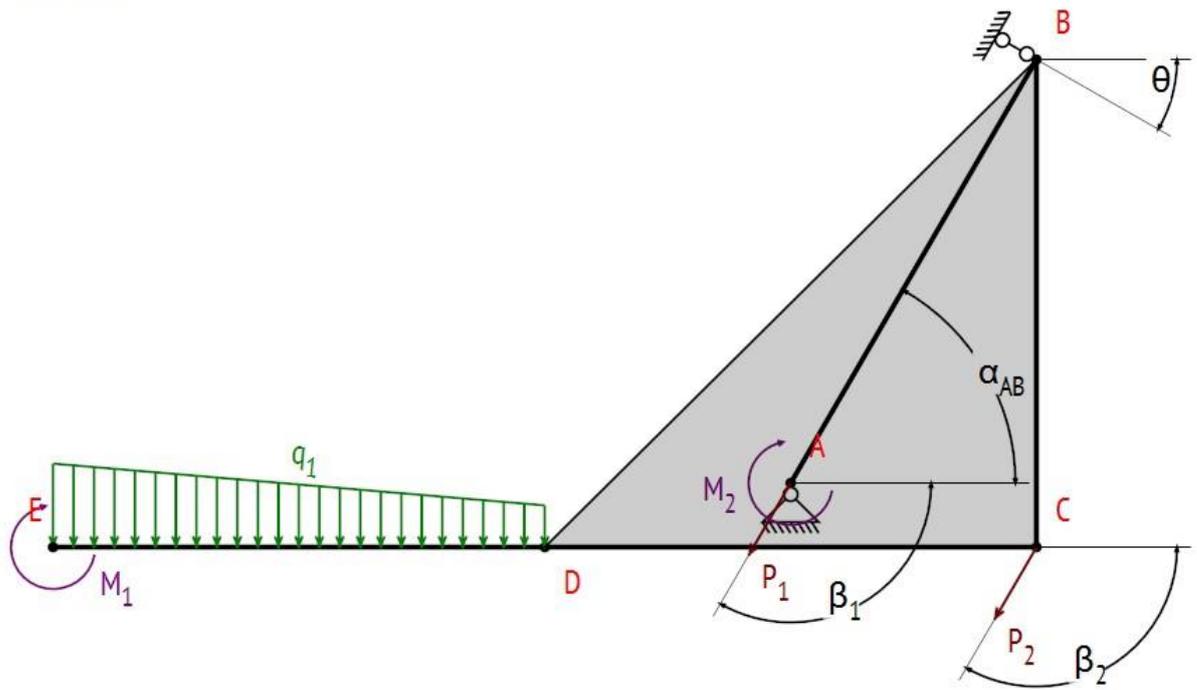


76

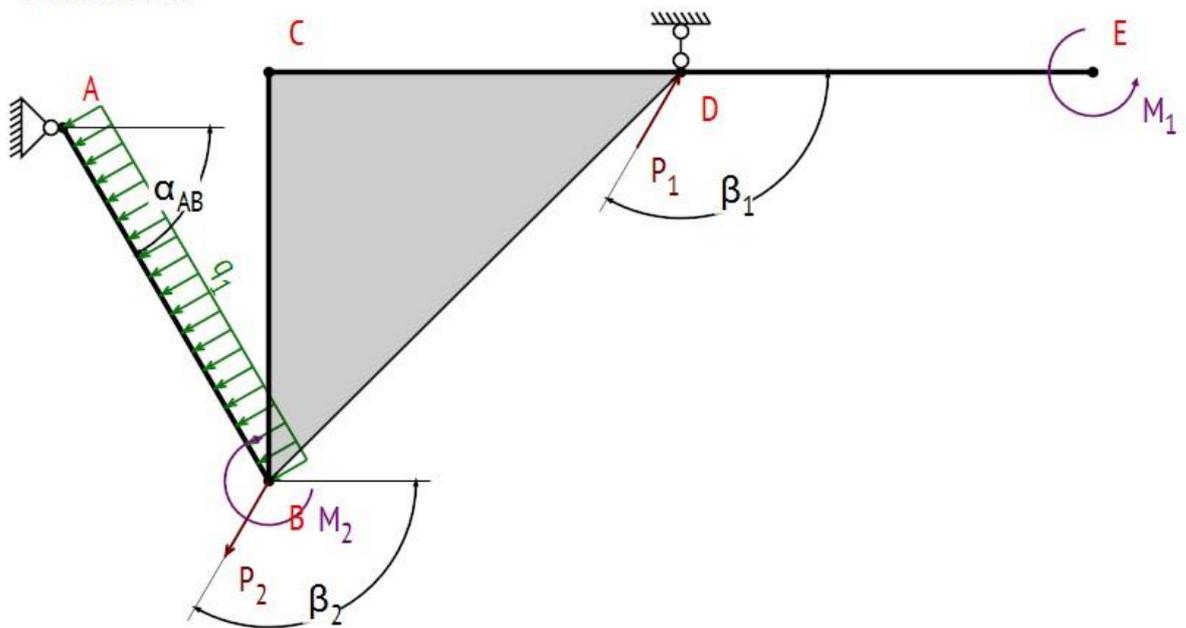
-2141140305



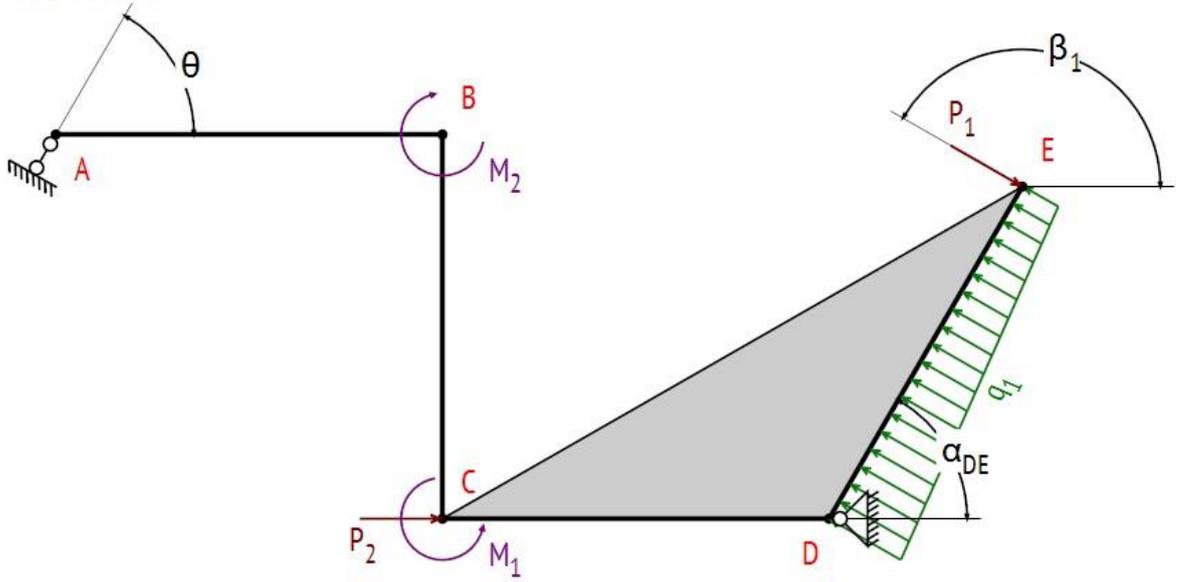
1059636036



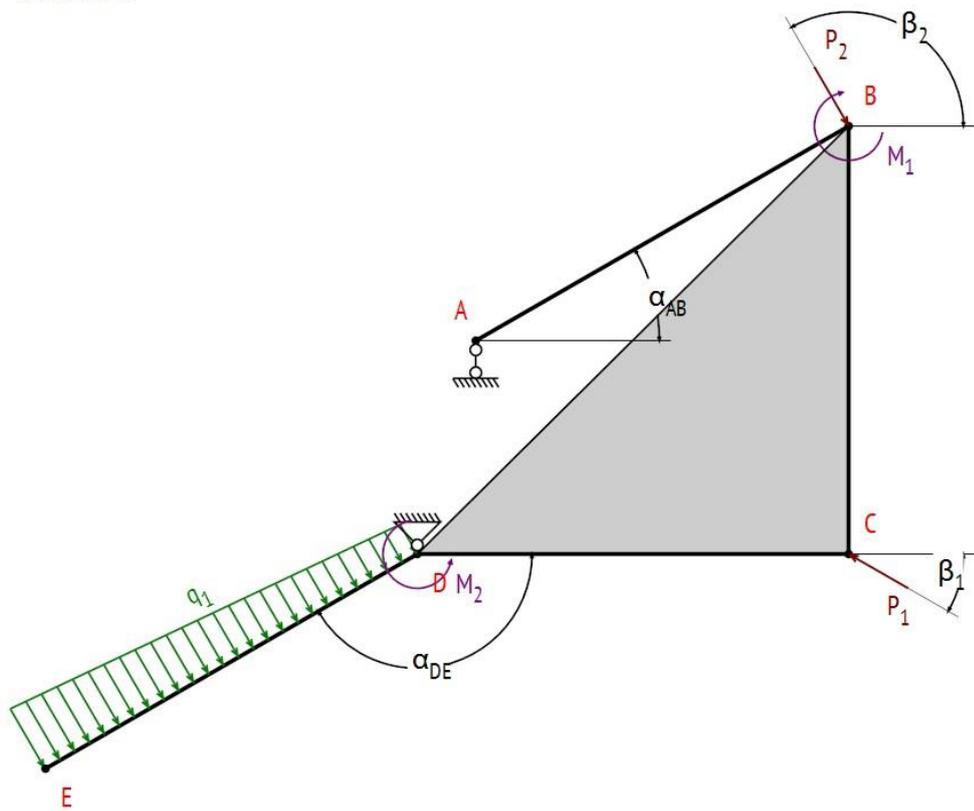
-1182638642



-1078422866

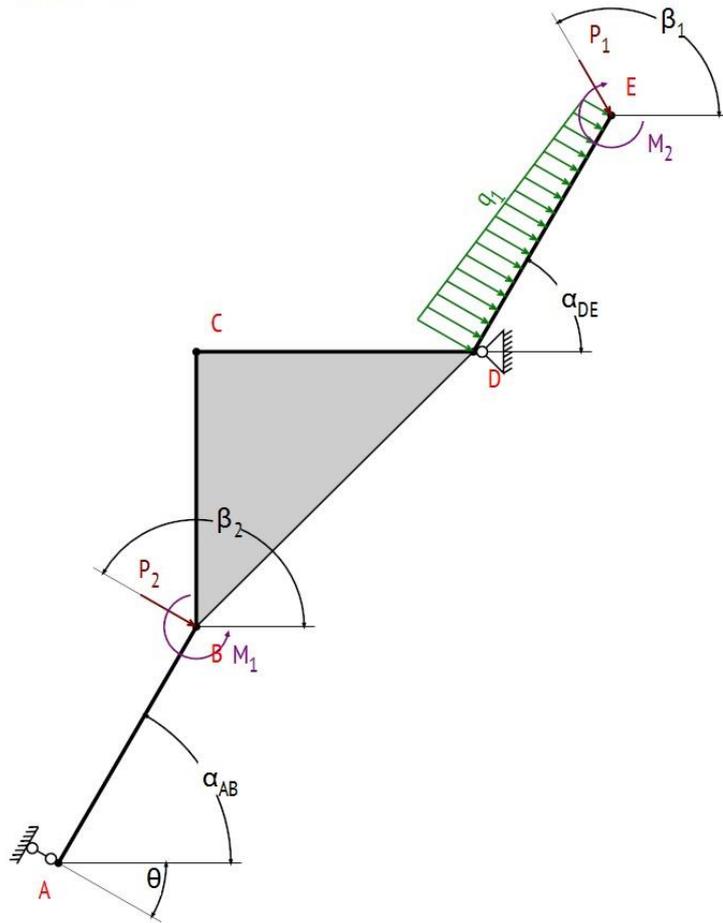


-741034149



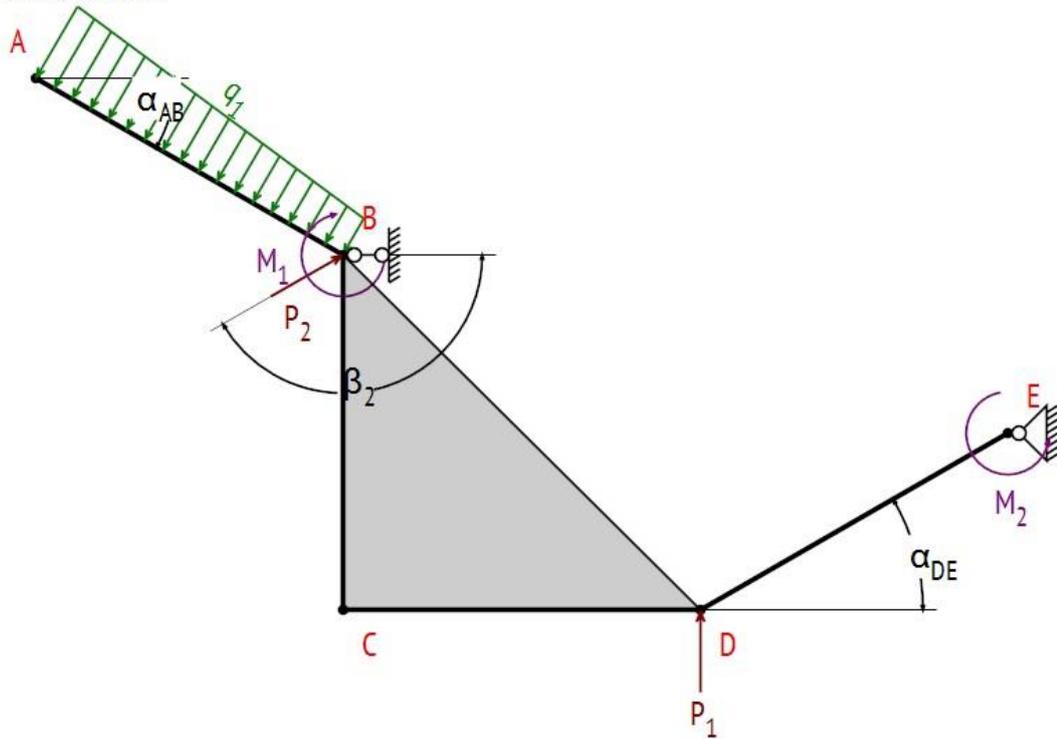
81

-1580018245

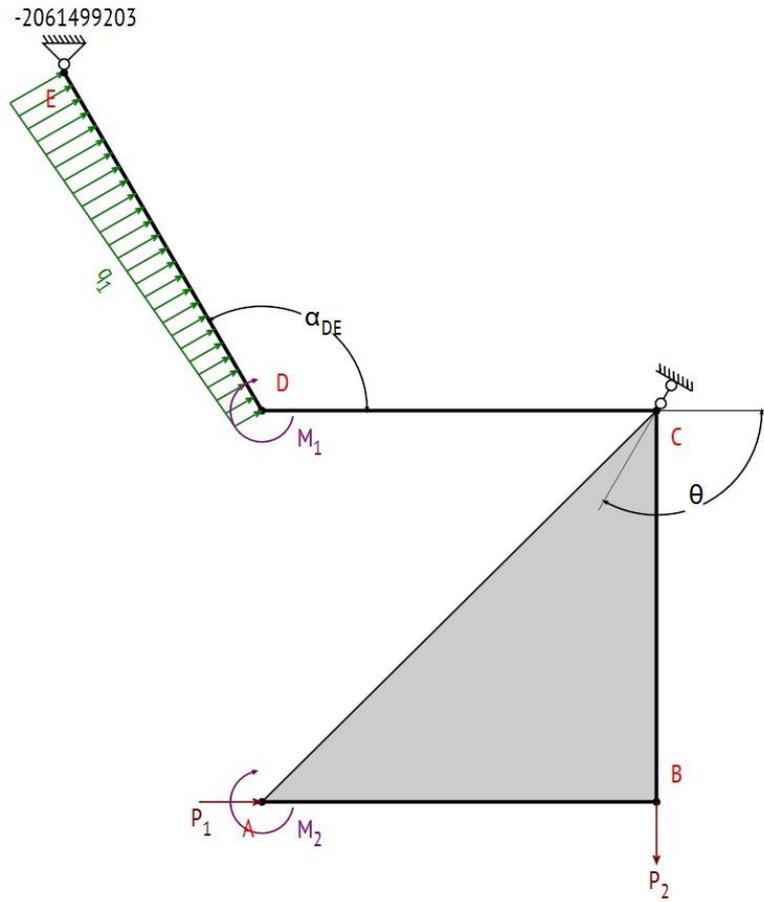


82

2059606226

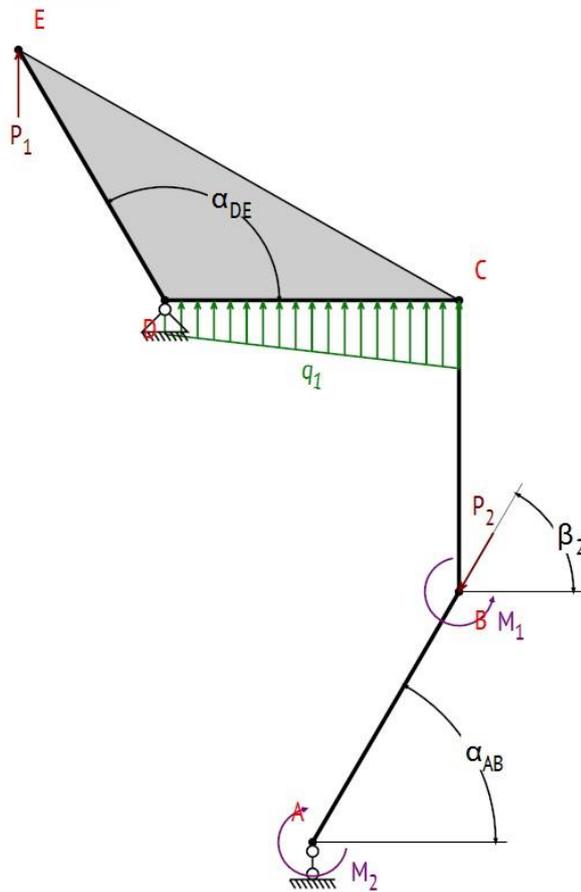


83

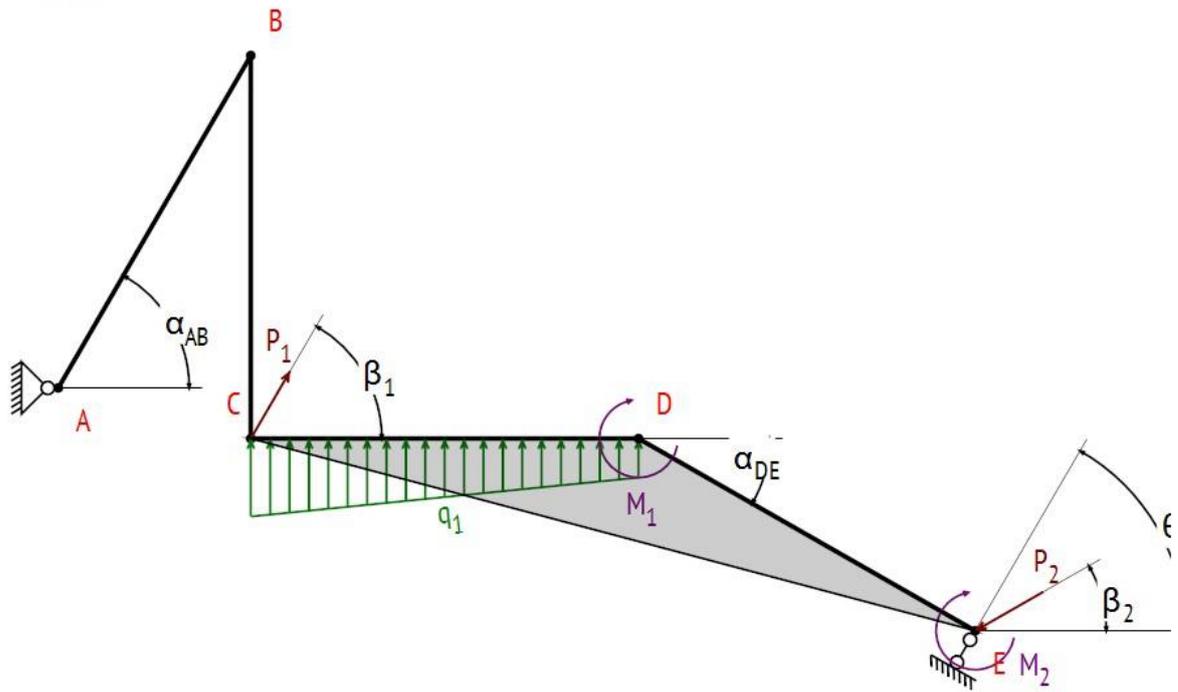


84

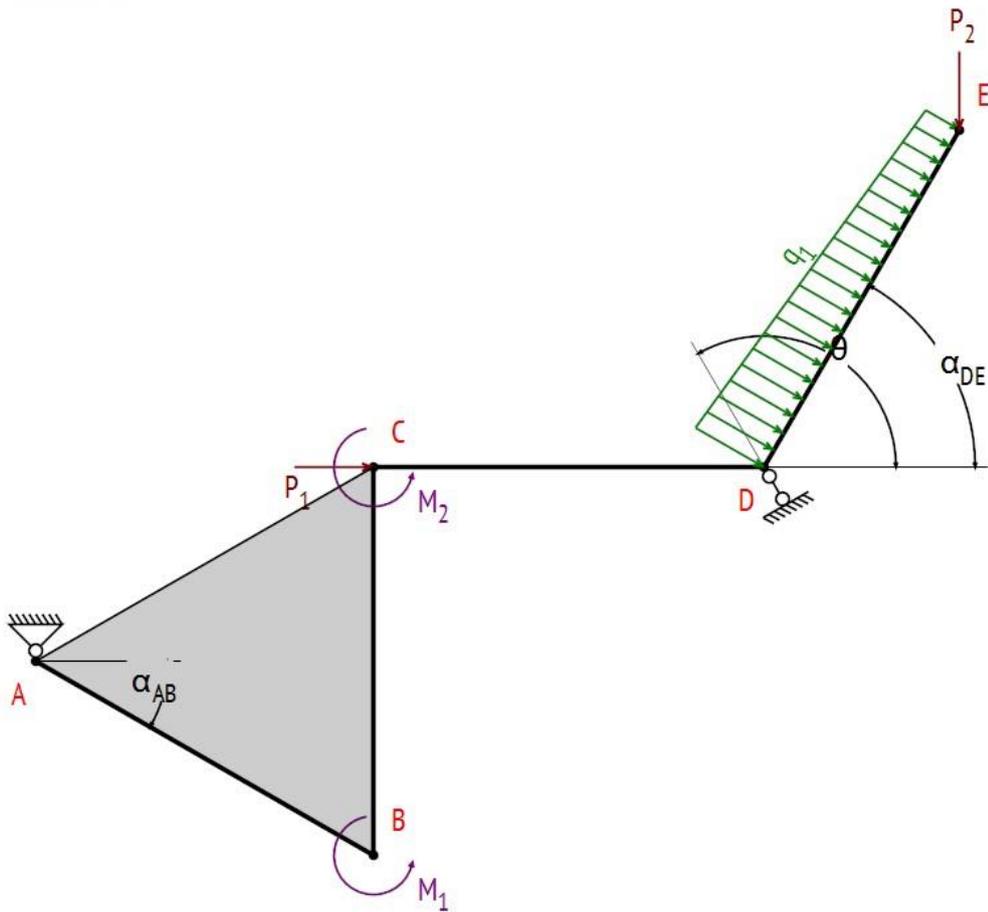
252657736



-733500587

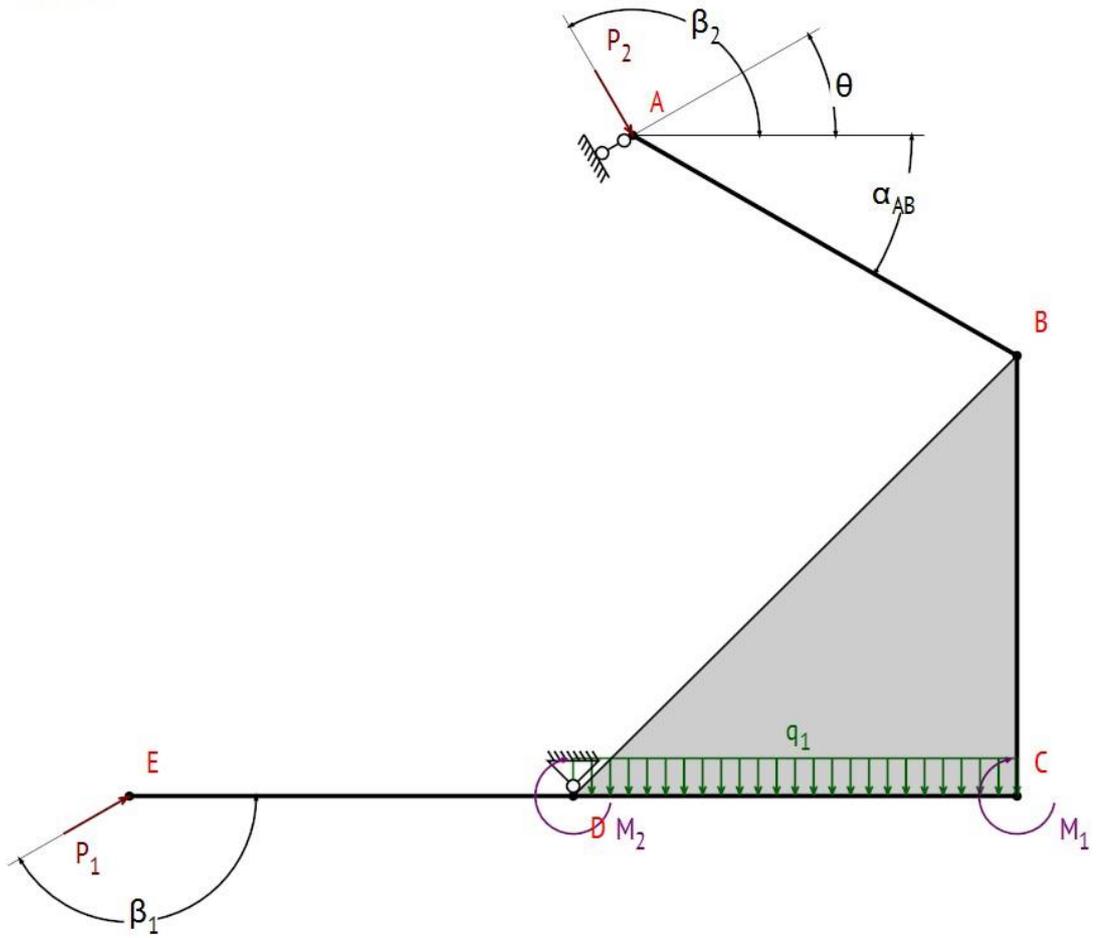


-417721971

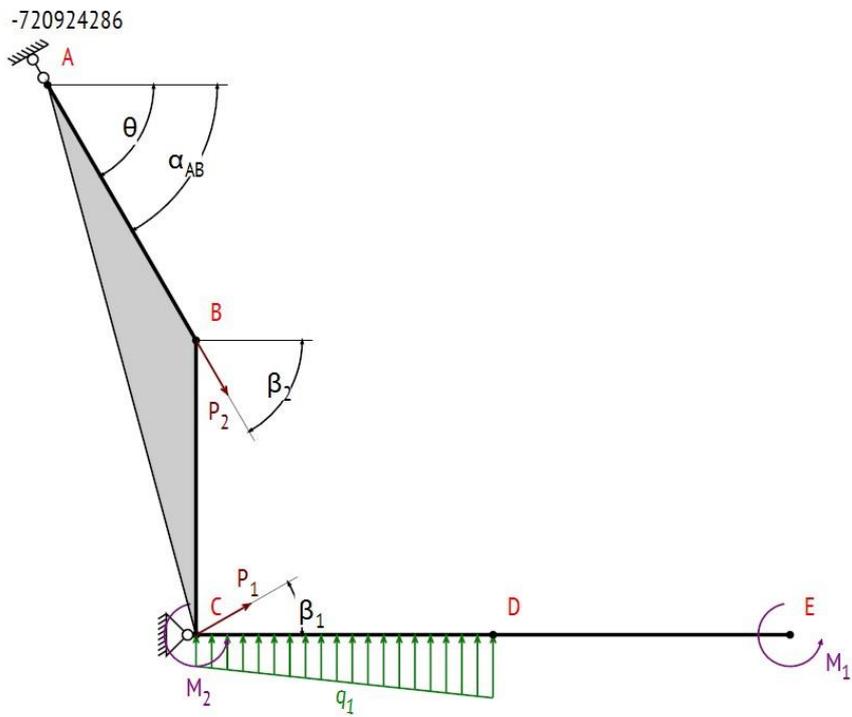


622510393

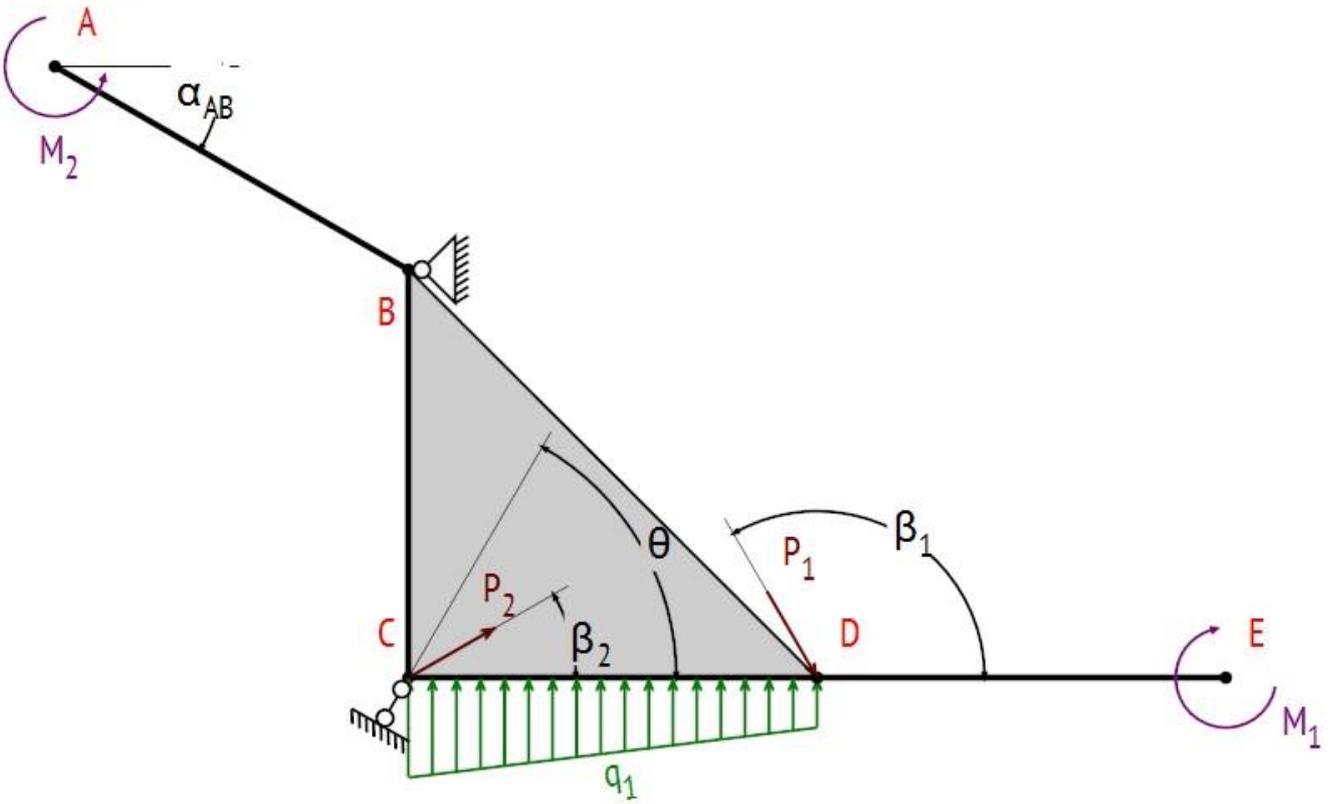
87



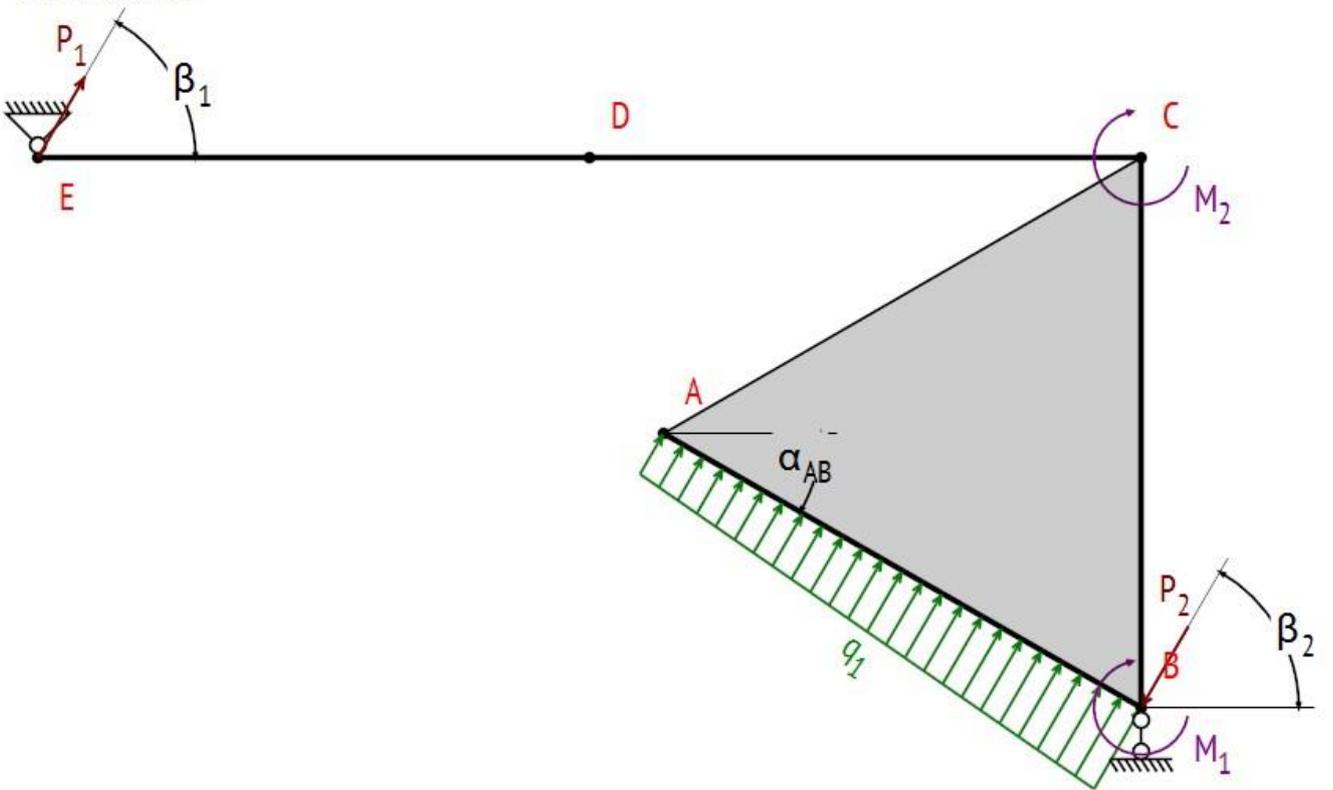
88



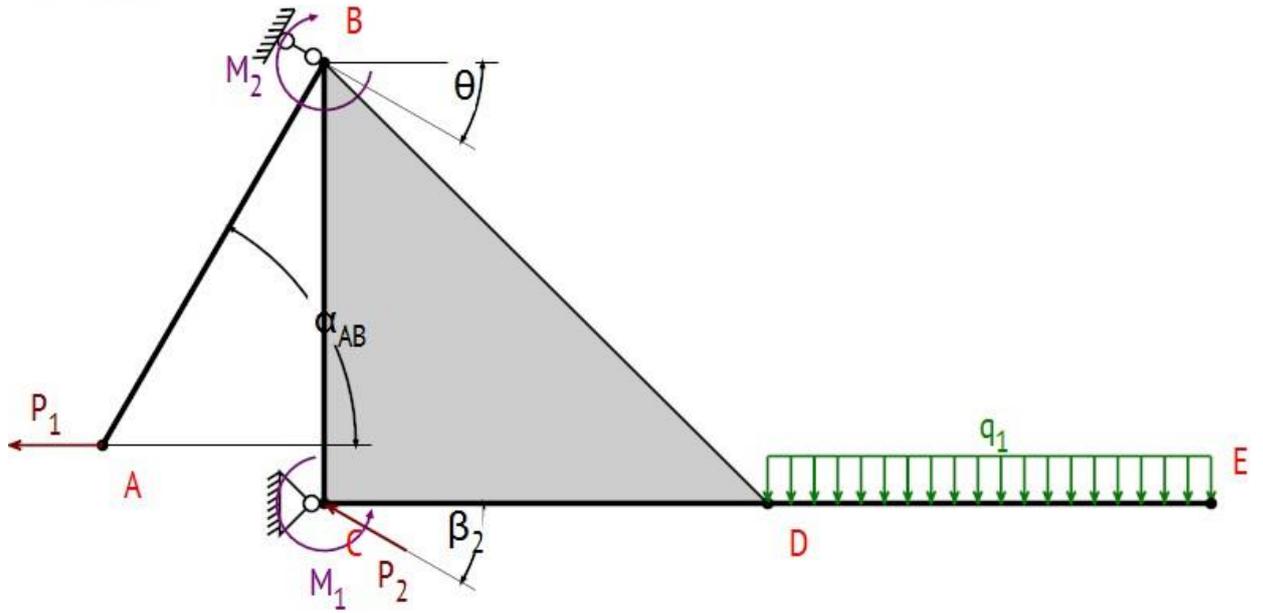
722841593



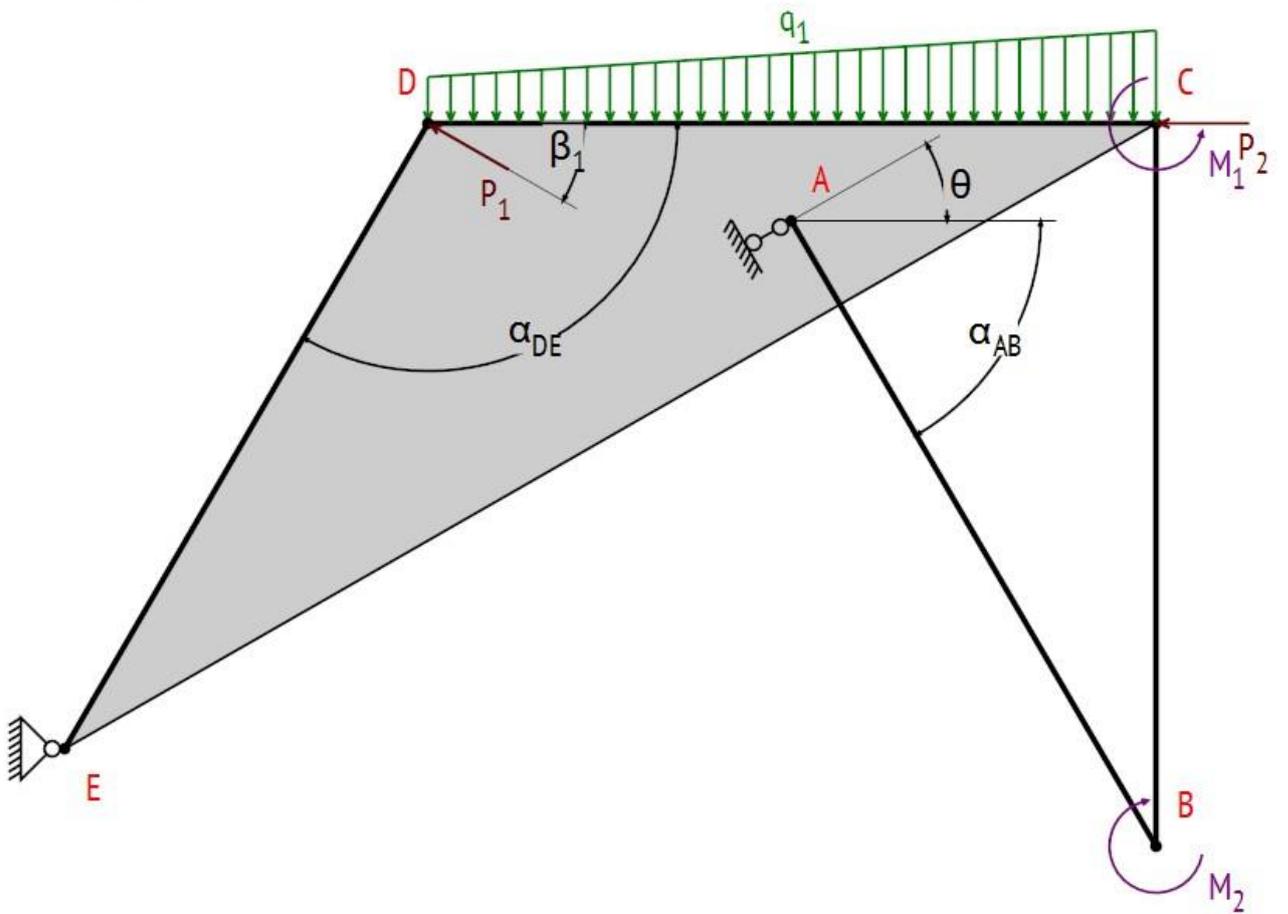
-2111355244



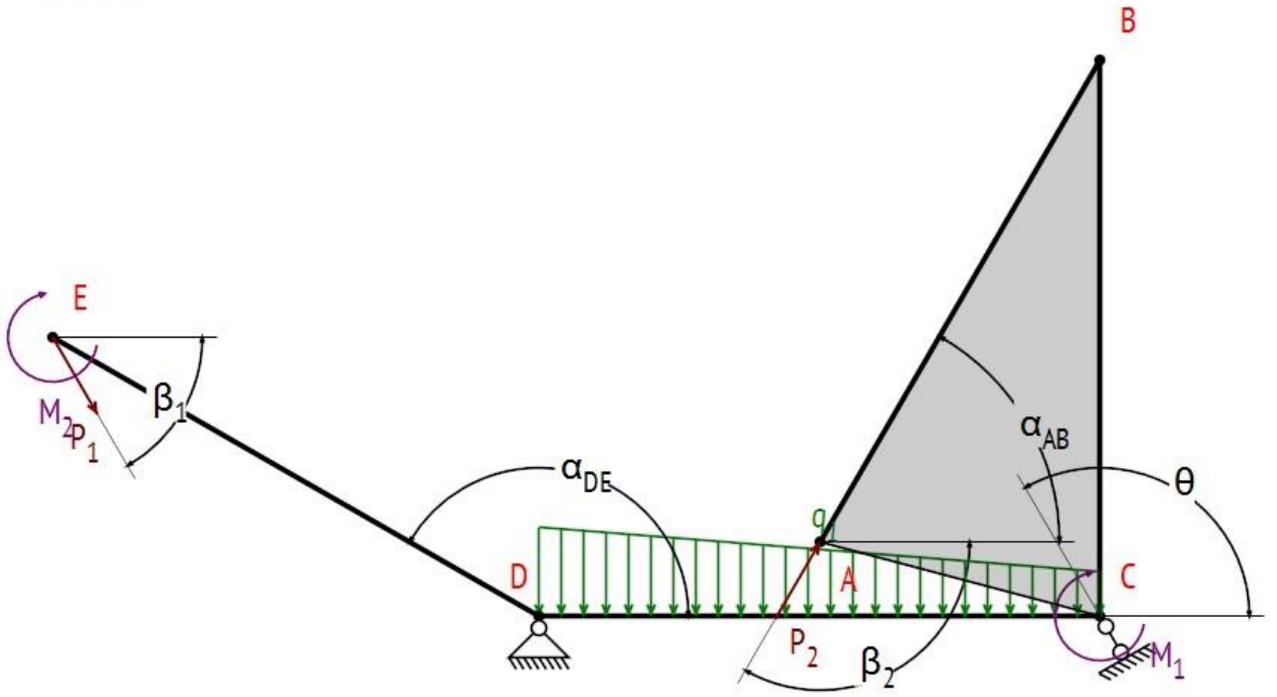
1786326039



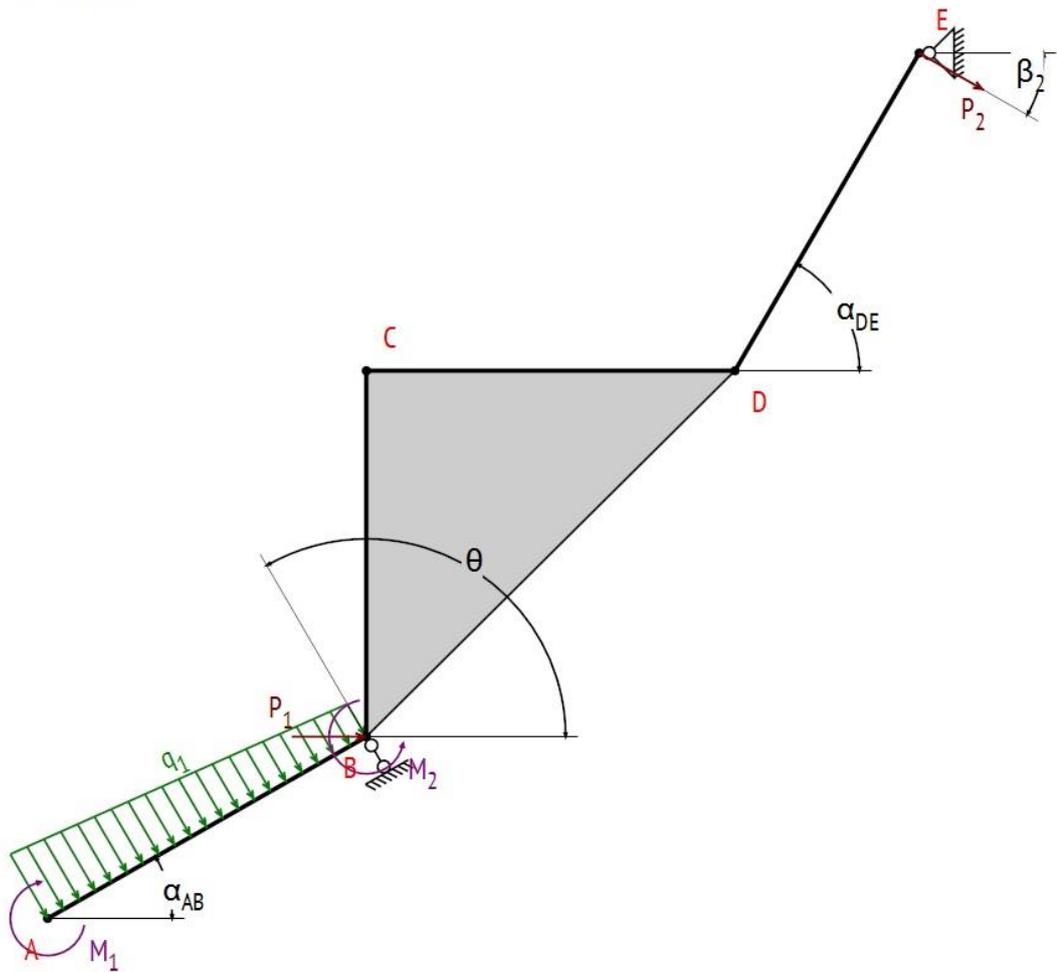
-63701962



-933507835

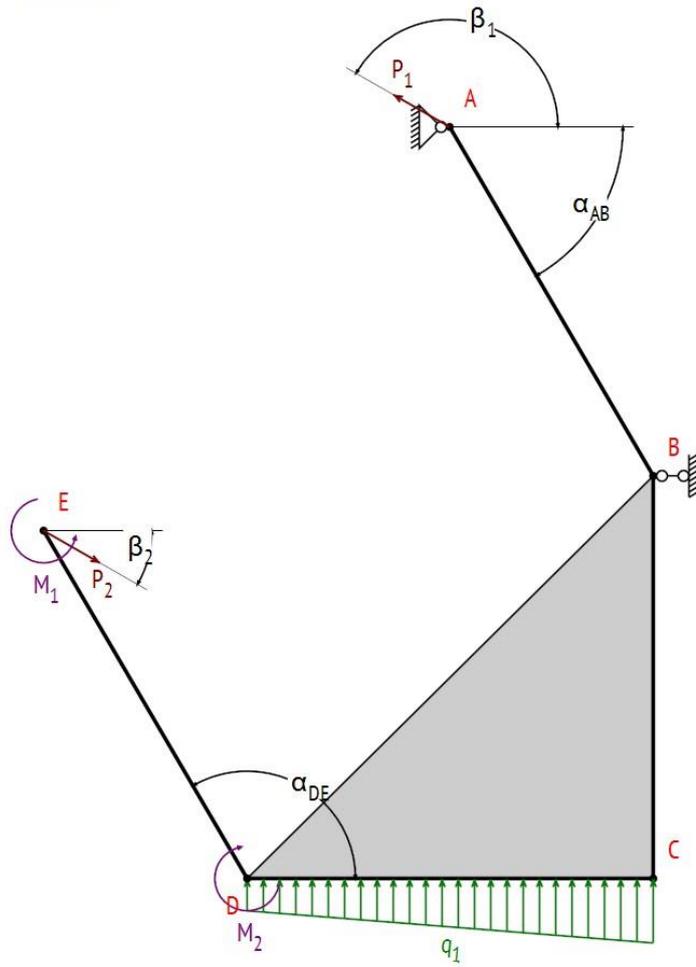


198796282



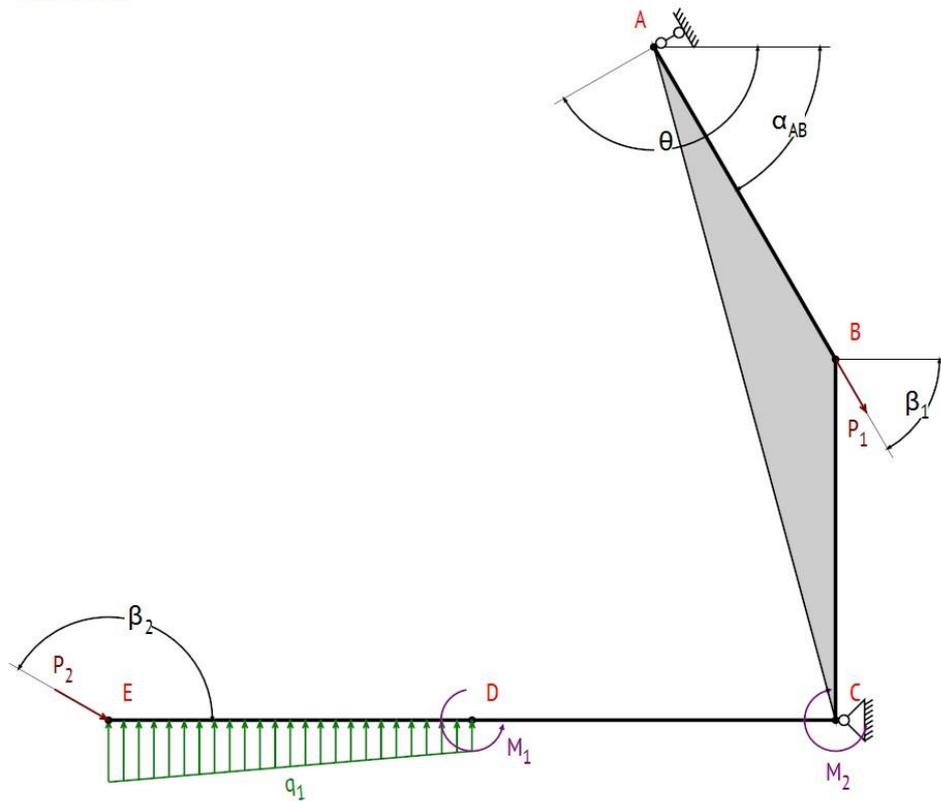
95

-2011522224



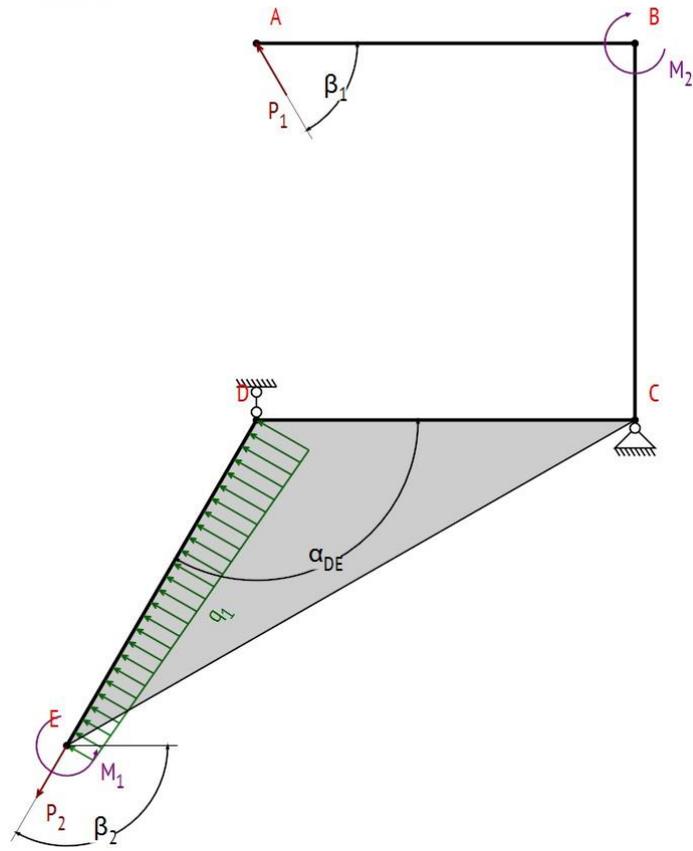
96

-1718176113



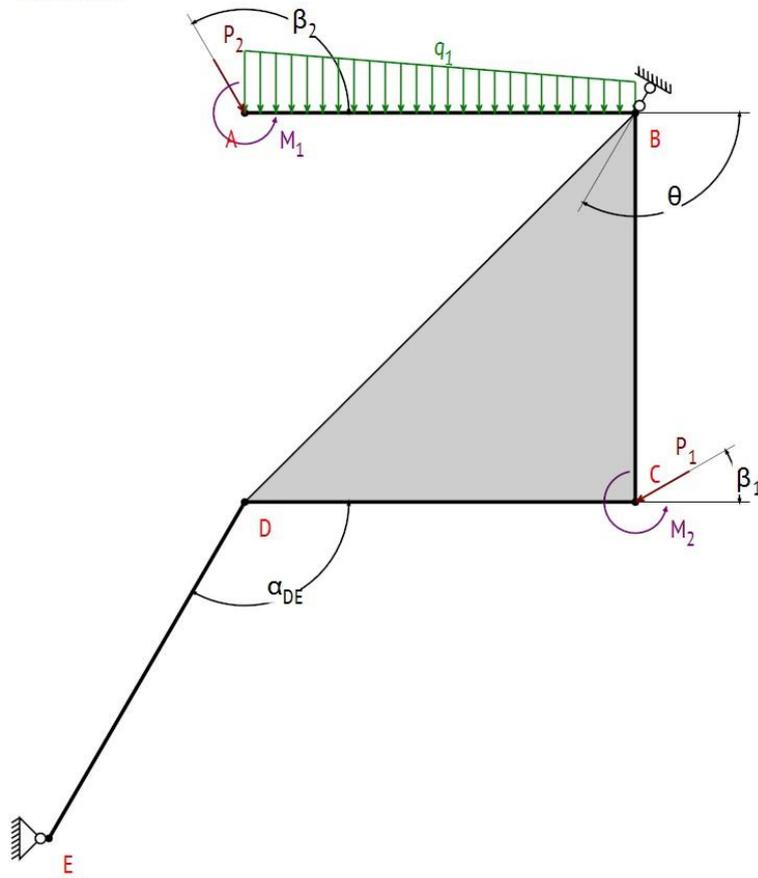
97

1566629713

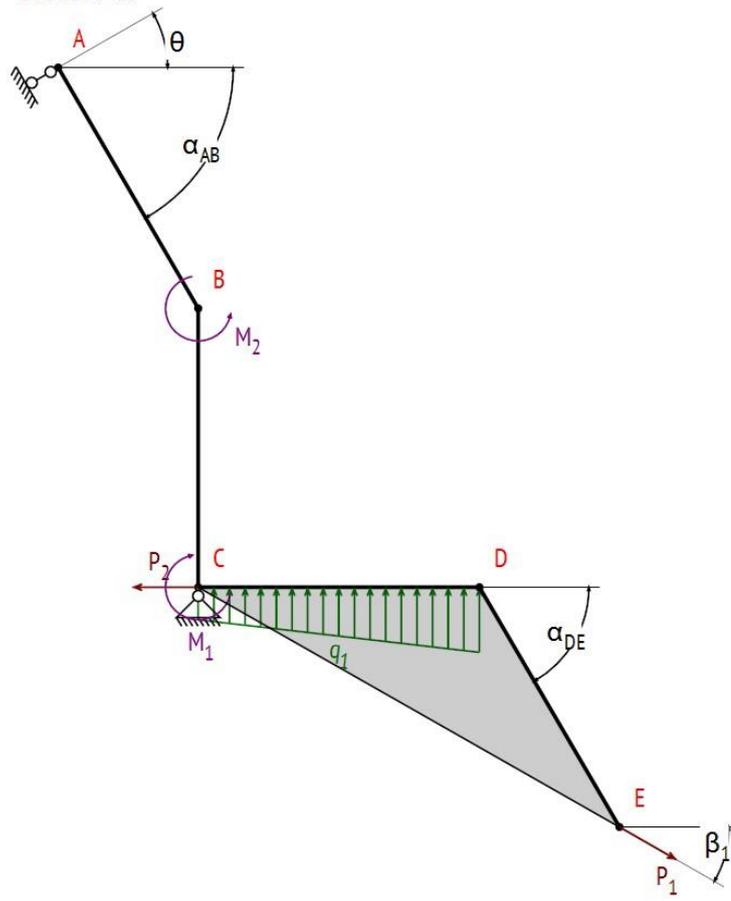


98

-295132495



-1956069437



## Задача 2

### «Плоскопараллельное движение твёрдого тела»

#### Варианты 1-30

Даны кинематические характеристики ведущего звена механизма в момент времени, когда он занимает положение, указанное на схеме. Найдите для данного момента времени:

- 1) угловые скорости всех звеньев механизма, кроме ведущего;
- 2) скорости точек  $B$ ,  $C$ ,  $D$ ;
- 3) ускорение точки  $B$  и угловое ускорение звена  $AB$ .

Направления всех найденных скоростей и ускорений покажите на схеме, выполненной в произвольном масштабе.

#### Варианты 31-72

Движение механизма задано кинематическим уравнением  $S = S(t)$  или  $\varphi = \varphi(t)$ . В момент времени  $t_1 = 1$  сек механизм занимает положение, указанное на схеме. Для данного момента времени найдите:

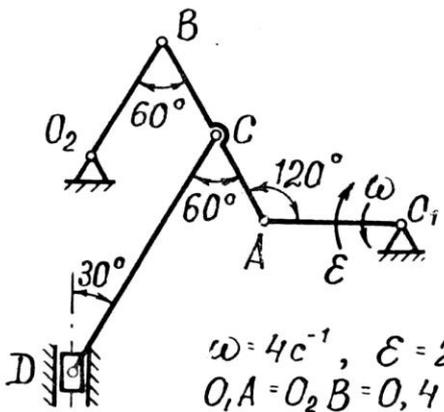
- 1) угловые скорости всех звеньев механизма;
- 2) скорости точек  $B$ ,  $C$ ,  $D$ ;
- 3) ускорение точки  $B$ ;
- 4) угловые ускорения всех звеньев.

Направления всех найденных скоростей и ускорений покажите на схеме, выполненной в произвольном масштабе.

#### Варианты 73-1(00)

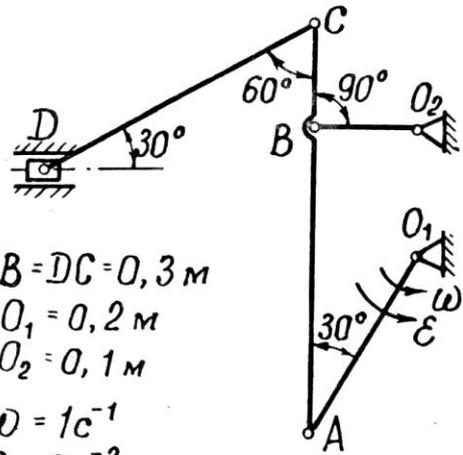
Плоский механизм состоит из стержней  $1, 2, 3, 4$  и ползуна  $B$  или  $E$  (табл. КЗ\_1), соединённых шарнирами друг с другом и с неподвижными опорами  $O_1, O_2$ ; шарнир  $D$  находится в середине стержня  $AB$ . Длины стержней равны соответственно:  $l_1 = 0,4$  м,  $l_2 = 1,2$  м,  $l_3 = 1,4$  м,  $l_4 = 0,6$  м. Угловое ускорение звена  $1$  в данный момент времени равно  $\varepsilon_1 = 2$  (рад/сек<sup>2</sup>). Положительные направления отсчёта заданных угловых скоростей и углового ускорения  $\varepsilon_1$  – против хода часовой стрелки. Положение механизма определяется углами  $\alpha, \beta, \gamma, \varphi, \theta$ . Значения этих углов и других заданных величин указаны в табл. КЗ\_2. Определите скорости всех точек механизма, обозначенных буквами на схемах, угловые скорости всех стержней и ускорение точки  $A$  (если задана  $\omega_4$ ), или точки  $B$  (если задана  $\omega_1$ ), а также угловое ускорение звена  $AB$ . Дуговые стрелки на рисунках показывают, как при построении чертежа должны откладываться соответствующие углы (по ходу или против хода часовой стрелки). Построение чертежа необходимо начинать со стержня, направление которого определяется углом  $\alpha$ .

1.



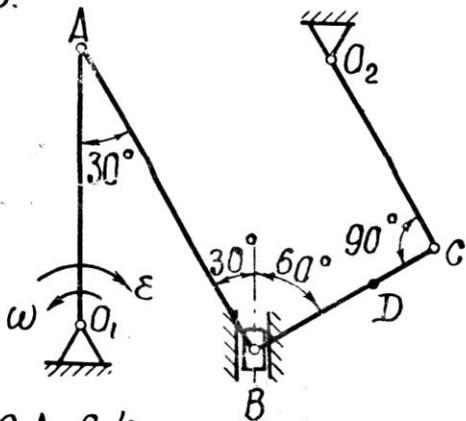
$\omega = 4c^{-1}$ ,  $\epsilon = 2c^{-2}$   
 $O_1A = O_2B = 0,4\text{ m}$   
 $AC = CB = 0,3\text{ m}$   
 $CD = 0,8\text{ m}$

2.



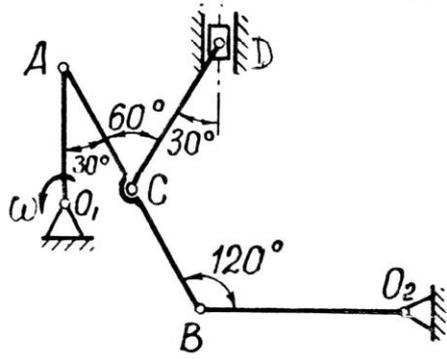
$AB = DC = 0,3\text{ m}$   
 $AO_1 = 0,2\text{ m}$   
 $BO_2 = 0,1\text{ m}$   
 $\omega = 1c^{-1}$   
 $\epsilon = 3c^{-2}$

3.



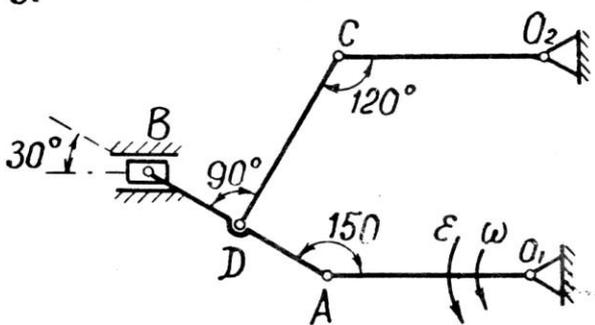
$O_1A = 0,4\text{ m}$   
 $AB = 0,5\text{ m}$   
 $BC = CO_2 = 0,3$   
 $DC = 0,1\text{ m}$   
 $\omega = 4c^{-1}$   
 $\epsilon = 2c^{-2}$

4.



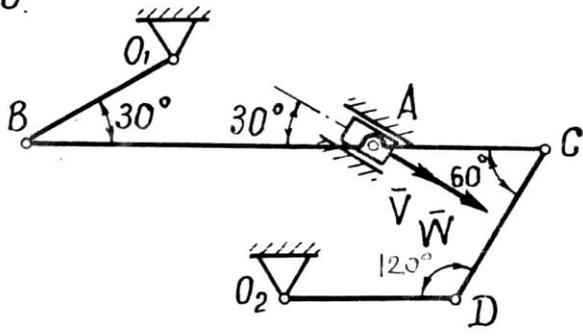
$\omega = 2c^{-1} = \text{const}$   
 $O_1A = AC = CB = 20\text{ cm}$   
 $CD = 25\text{ cm}$   
 $O_2B = 30\text{ cm}$

5.



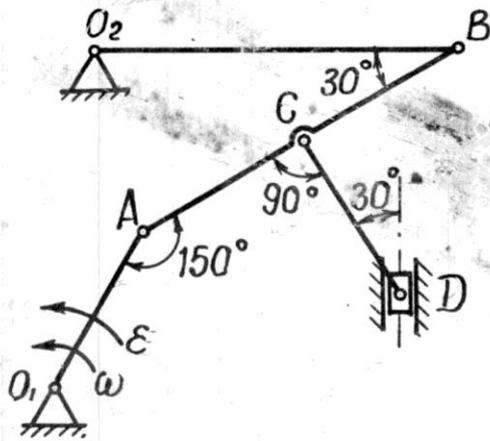
$O_1A = O_2C = CD = 30\text{ cm}$   
 $AD = DB = 15\text{ cm}$   
 $\omega = 2c^{-1}$   $\epsilon = 3c^{-2}$

6.



$O_1B = AC = CD = DO_2 = 20\text{ cm}$   
 $AB = 40\text{ cm}$   
 $V = 5\text{ cm/c}$   
 $W = 10\text{ cm/c}^2$

7.

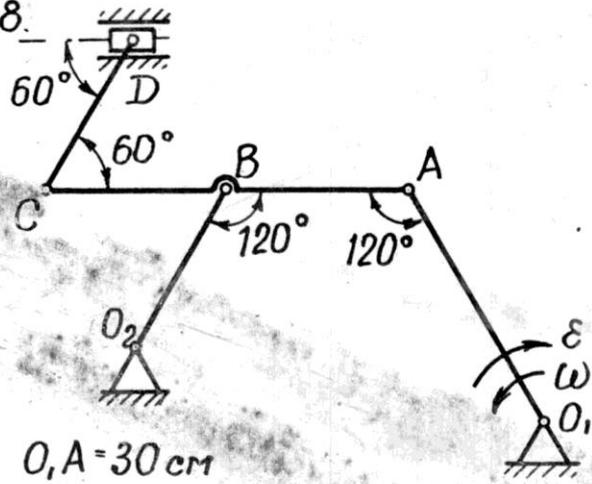


$$O_1A = AC = CB = CD = 25 \text{ cm},$$

$$O_2B = 50 \text{ cm}$$

$$\omega = 2 \text{ c}^{-1}, \quad \epsilon = 1 \text{ c}^{-2}$$

8.



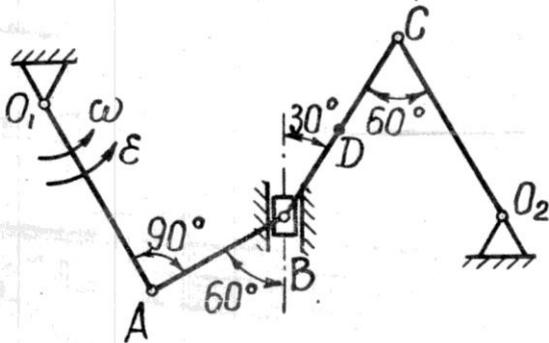
$$O_1A = 30 \text{ cm}$$

$$AB = BC = CD = BO_2 = 20 \text{ cm}$$

$$\omega = 2 \text{ c}^{-1}$$

$$\epsilon = 4 \text{ c}^{-2}$$

9.

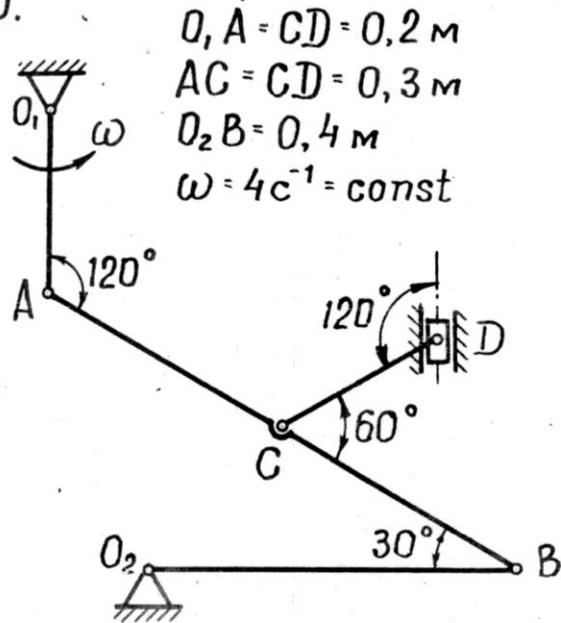


$$O_1A = O_2C = 60 \text{ cm}$$

$$AB = 40 \text{ cm} \quad \omega = 3 \text{ c}^{-1}$$

$$BD = DC = 30 \text{ cm} \quad \epsilon = 2 \text{ c}^{-2}$$

10.



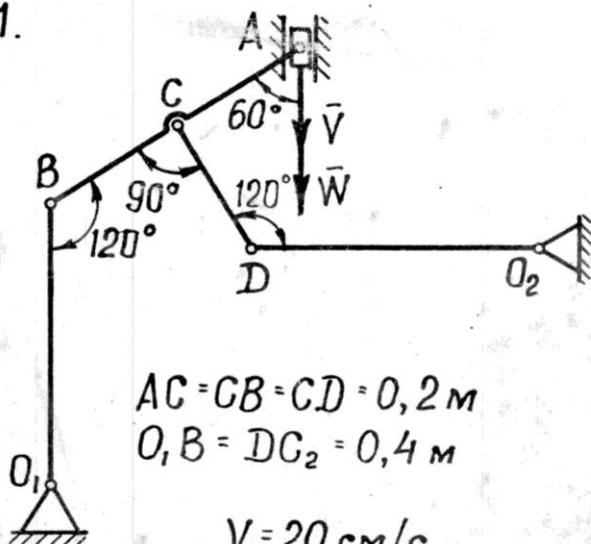
$$O_1A = CD = 0,2 \text{ m}$$

$$AC = CB = 0,3 \text{ m}$$

$$O_2B = 0,4 \text{ m}$$

$$\omega = 4 \text{ c}^{-1} = \text{const}$$

11.



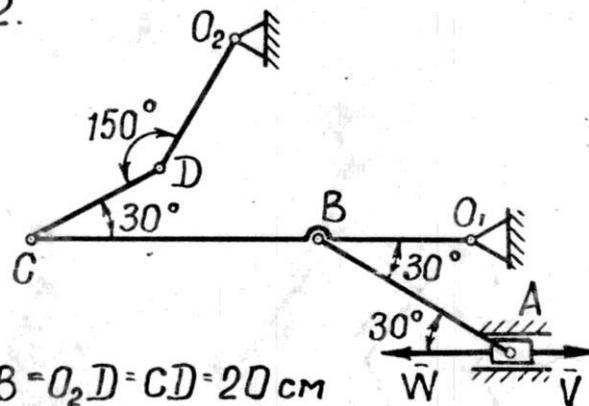
$$AC = CB = CD = 0,2 \text{ m}$$

$$O_1B = DO_2 = 0,4 \text{ m}$$

$$V = 20 \text{ cm/c}$$

$$W = 2 \text{ cm/c}^2$$

12.

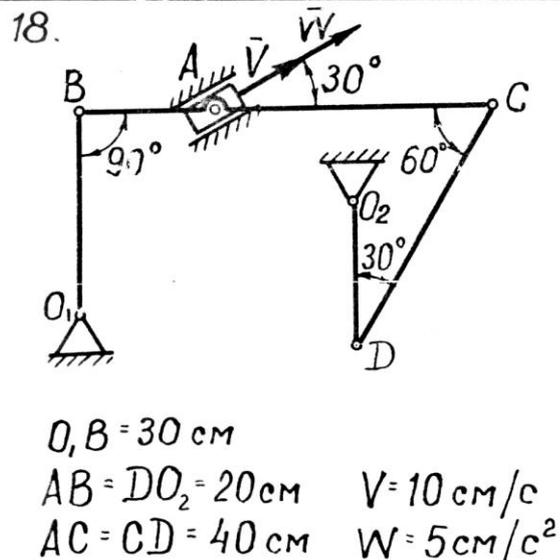
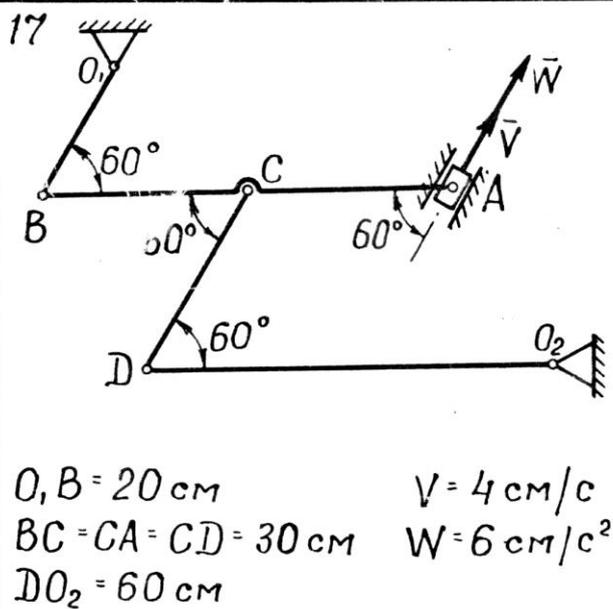
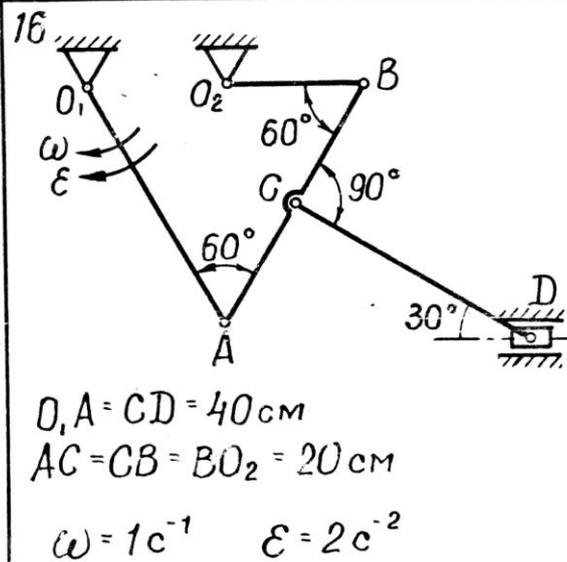
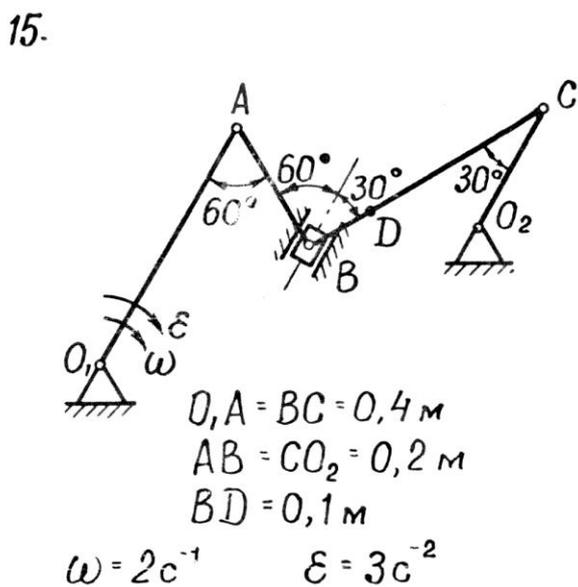
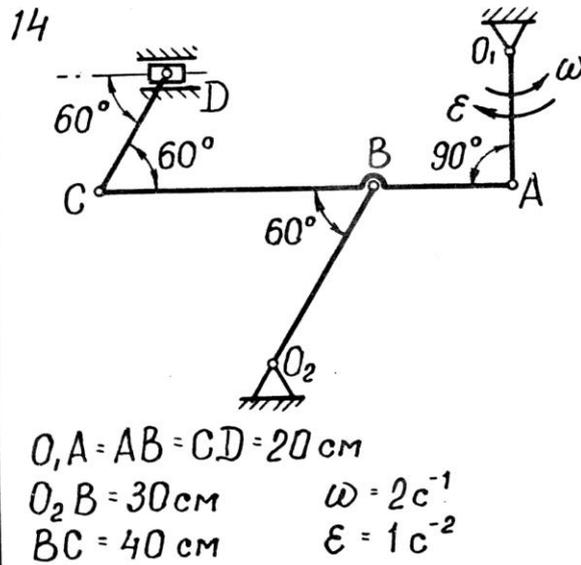
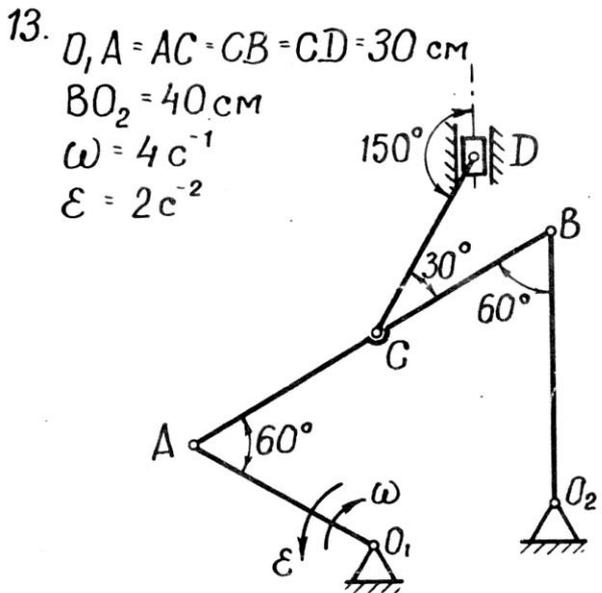


$$O_1B = O_2D = CD = 20 \text{ cm}$$

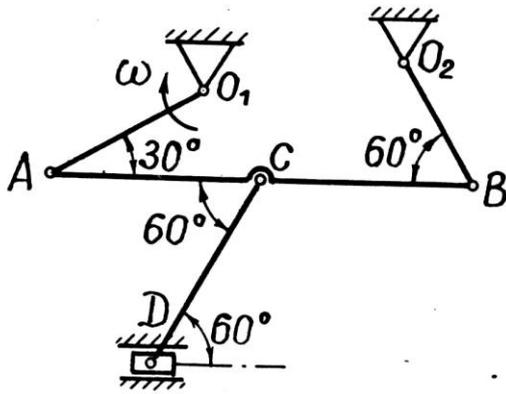
$$CB = 40 \text{ cm}$$

$$AB = 30 \text{ cm}$$

$$V = 5 \text{ cm/c} \quad W = 8 \text{ cm/c}^2$$

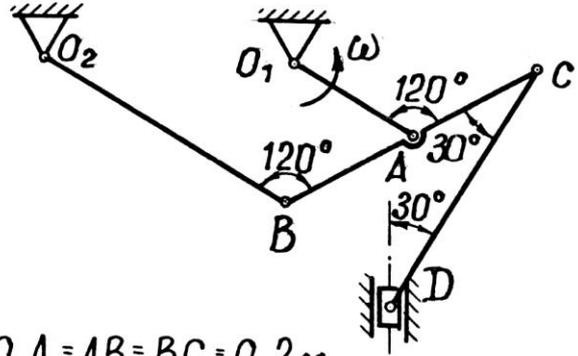


19.



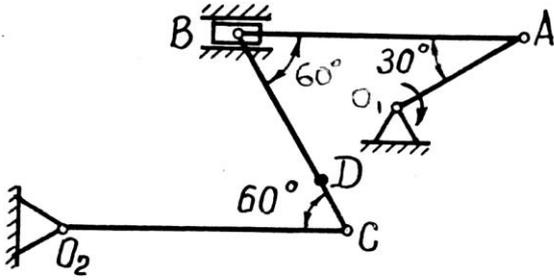
$AC = CB = CD = 30 \text{ cm}$   
 $O_1A = 25 \text{ cm}$      $\omega = 2 \text{ c}^{-1} = \text{const}$   
 $O_2B = 20 \text{ cm}$

20.



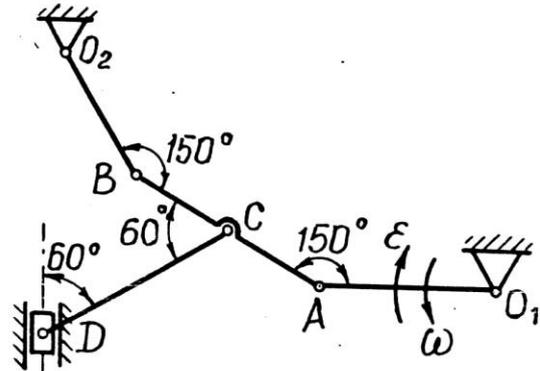
$O_1A = AB = BC = 0,2 \text{ m}$   
 $CD = BO_2 = 0,4 \text{ m}$   
 $\omega = 4 \text{ c}^{-1} = \text{const}$

21.



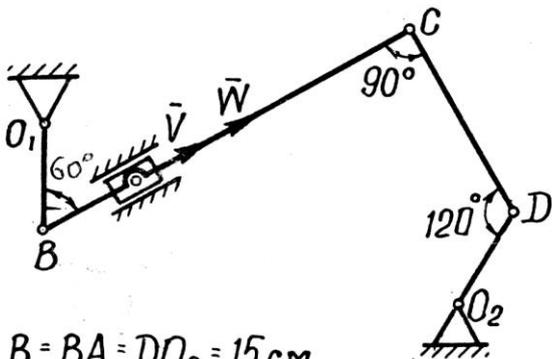
$AB = CO_2 = 50 \text{ cm}$   
 $BC = 40 \text{ cm}$   
 $DC = 10 \text{ cm}$   
 $\omega = 4 \text{ c}^{-1} = \text{const}$   
 $O_1A = 20 \text{ cm}$

22.



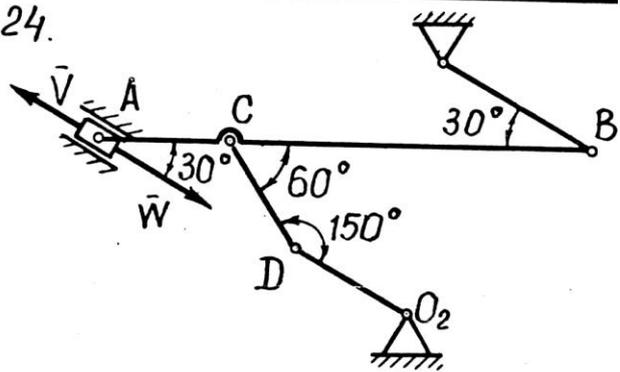
$O_1A = 25 \text{ cm}$   
 $AC = CB = 15 \text{ cm}$      $\omega = 4 \text{ c}^{-1}$   
 $O_2B = 20 \text{ cm}$      $\epsilon = 4 \text{ c}^{-2}$   
 $CD = 30 \text{ cm}$

23.



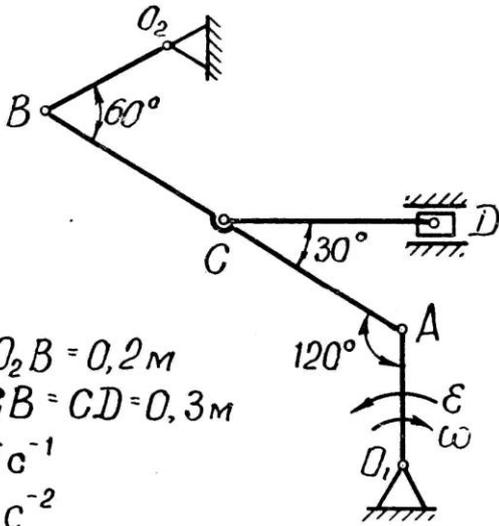
$O_1B = BA = DO_2 = 15 \text{ cm}$   
 $CD = 30 \text{ cm}$   
 $BC = 60 \text{ cm}$   
 $V = 8 \text{ cm/c}$      $W = 5 \text{ cm/c}$

24.



$AC = CD = DO_2 = BO_1 = 10 \text{ cm}$   
 $CB = 30 \text{ cm}$   
 $V = 2 \text{ cm/c}$      $W = 4 \text{ cm/c}$

25.



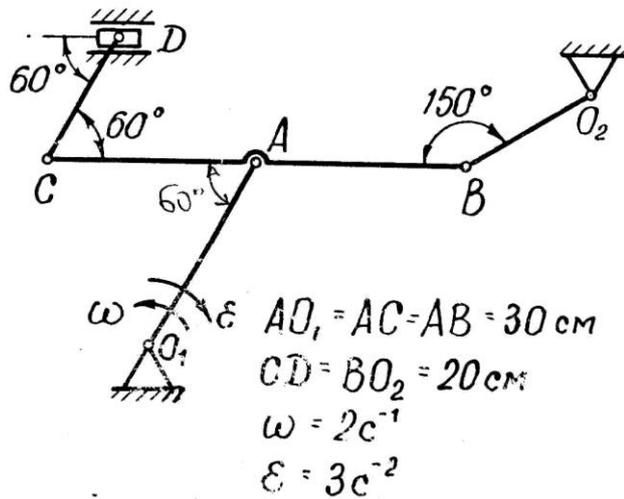
$$O_1A = O_2B = 0,2 \text{ m}$$

$$AC = CB = CD = 0,3 \text{ m}$$

$$\omega = 5 \text{ c}^{-1}$$

$$\epsilon = 1 \text{ c}^{-2}$$

26.



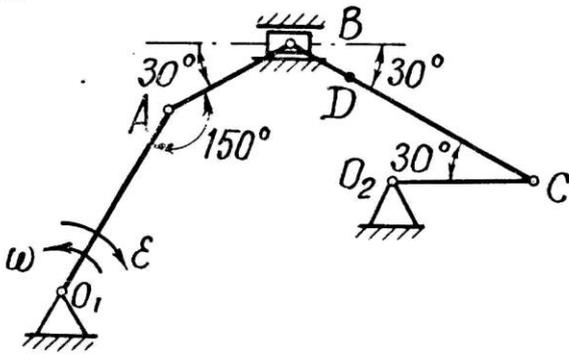
$$AO_1 = AC = AB = 30 \text{ cm}$$

$$CD = BO_2 = 20 \text{ cm}$$

$$\omega = 2 \text{ c}^{-1}$$

$$\epsilon = 3 \text{ c}^{-2}$$

27.



$$O_1A = DC = 30 \text{ cm}$$

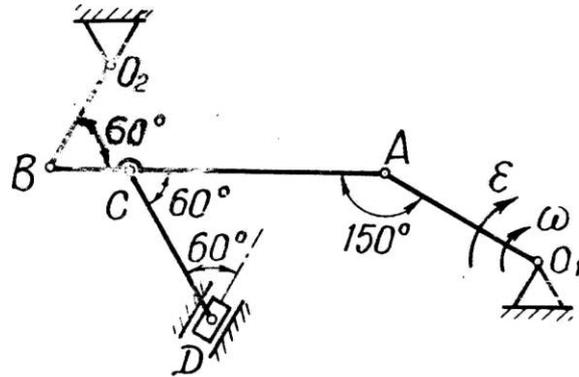
$$AB = O_2C = 20 \text{ cm}$$

$$BC = 40 \text{ cm}$$

$$\omega = 3 \text{ c}^{-1}$$

$$\epsilon = 2 \text{ c}^{-2}$$

28.



$$AO_1 = CD = 20 \text{ cm}$$

$$BO_2 = 15 \text{ cm}$$

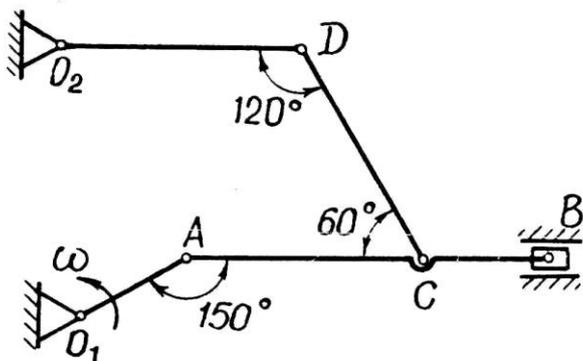
$$BC = 10 \text{ cm}$$

$$AC = 30 \text{ cm}$$

$$\omega = 0,5 \text{ c}^{-1}$$

$$\epsilon = 2 \text{ c}^{-2}$$

29.

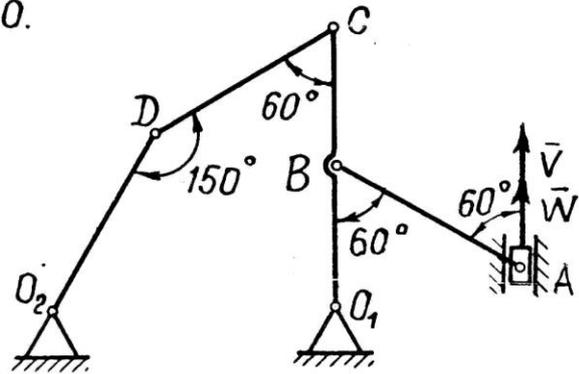


$$AC = CD = DO_1 = 30 \text{ cm}$$

$$AO_1 = CB = 10 \text{ cm}$$

$$\omega = 5 \text{ c}^{-1} = \text{const}$$

30.



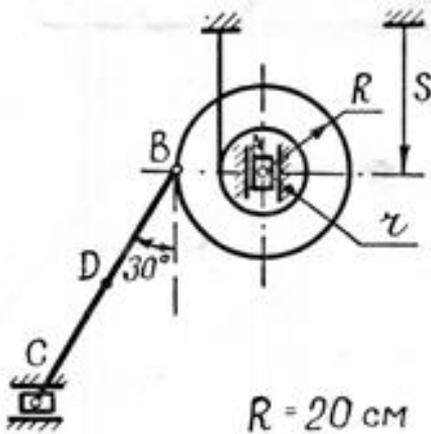
$$AB = CD = DO_2 = 30 \text{ cm}$$

$$O_1B = BC = 20 \text{ cm}$$

$$V = 8 \text{ cm/c}$$

$$W = 4 \text{ cm/c}^2$$

31



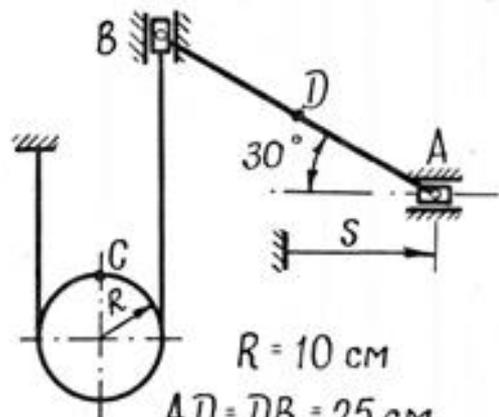
$$R = 20 \text{ cm}$$

$$r = 10 \text{ cm}$$

$$s = 5t^2$$

$$BD = CD = 15 \text{ cm}$$

32

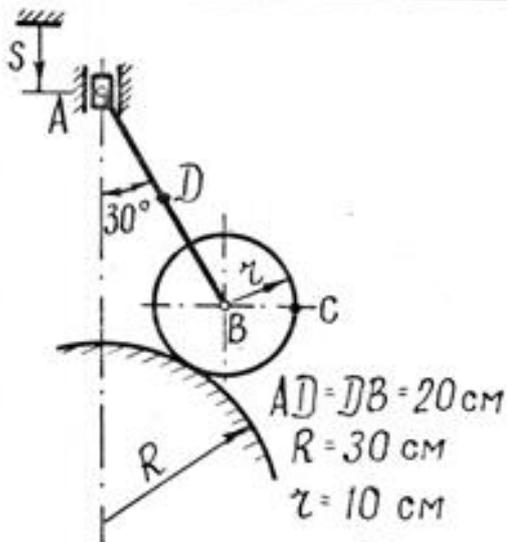


$$R = 10 \text{ cm}$$

$$AD = DB = 25 \text{ cm}$$

$$s = 20e^{1-t}$$

33



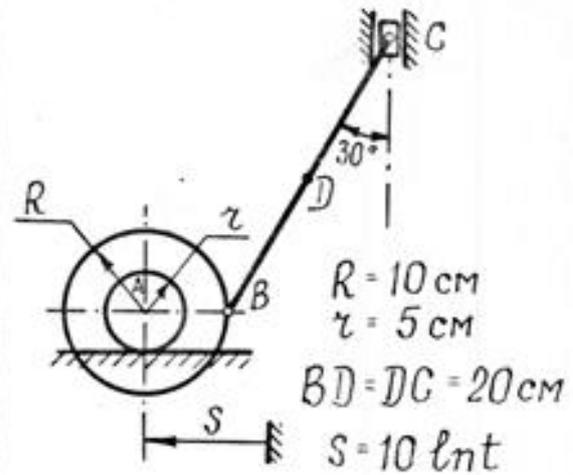
$$AD = DB = 20 \text{ cm}$$

$$R = 30 \text{ cm}$$

$$r = 10 \text{ cm}$$

$$s = 40e^{1-t}$$

34



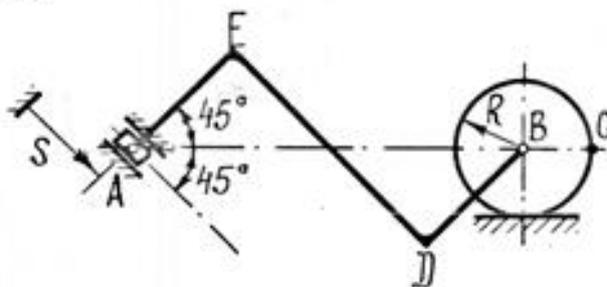
$$R = 10 \text{ cm}$$

$$r = 5 \text{ cm}$$

$$BD = DC = 20 \text{ cm}$$

$$s = 10 \ln t$$

35



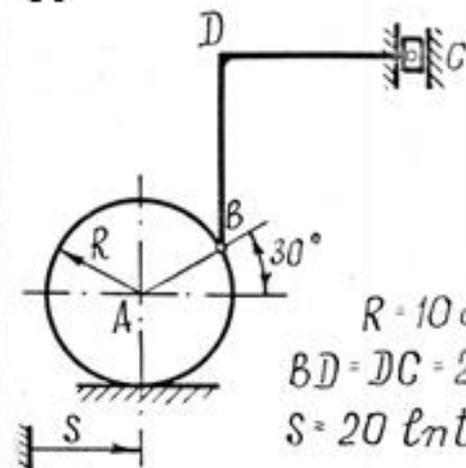
$$R = 10 \text{ cm}$$

$$AE = DB = 20 \text{ cm}$$

$$DE = 40 \text{ cm}$$

$$s = 80e^{1-t}$$

36

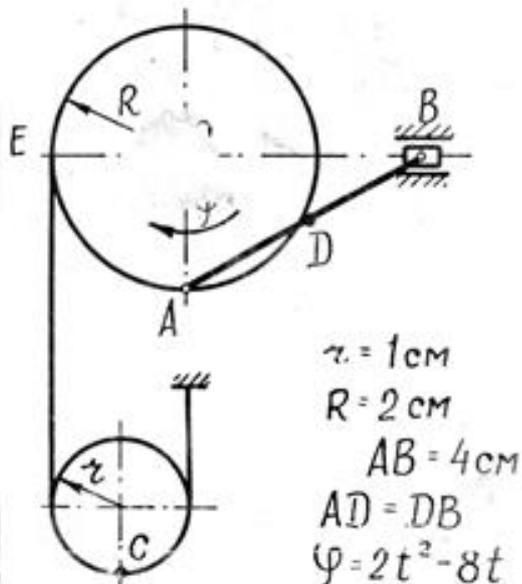


$$R = 10 \text{ cm}$$

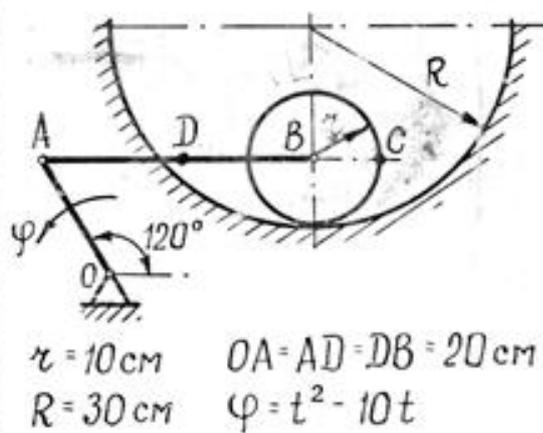
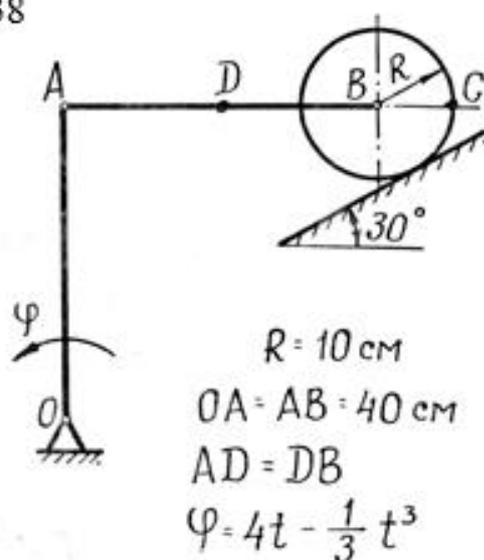
$$BD = DC = 20 \text{ cm}$$

$$s = 20 \ln t$$

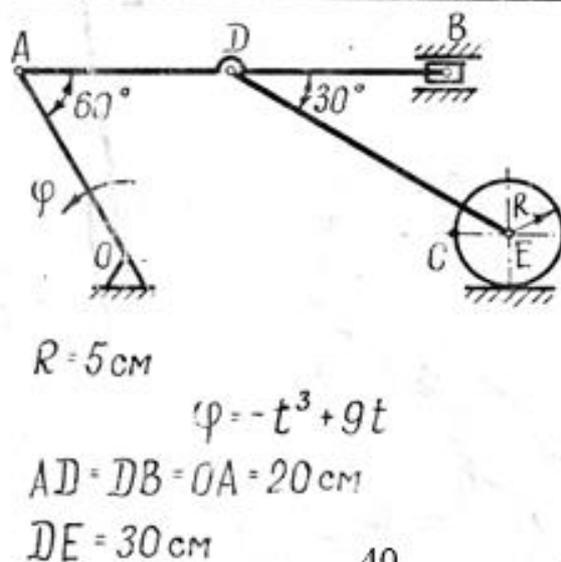
37



38

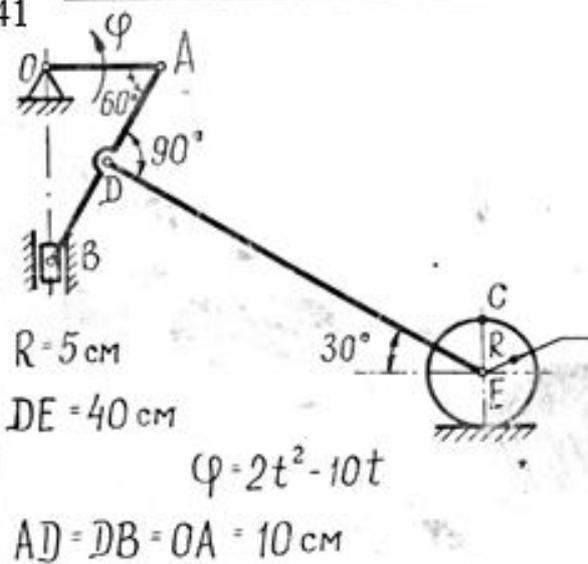


39

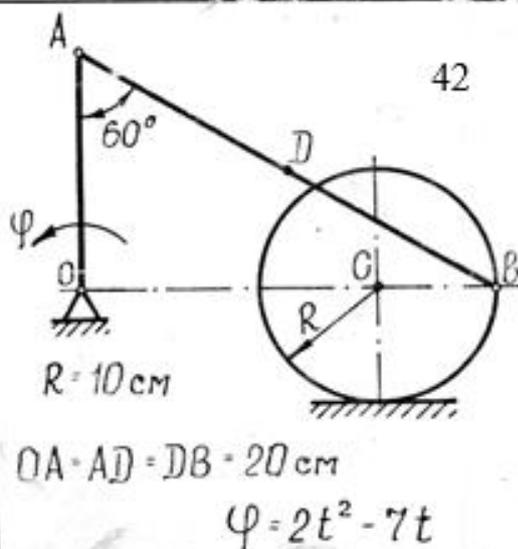


40

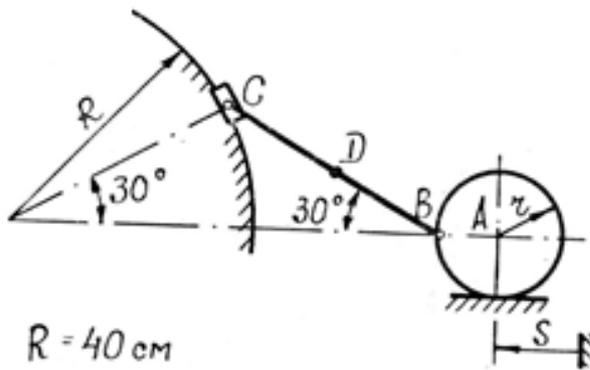
41



42



43



$$R = 40 \text{ cm}$$

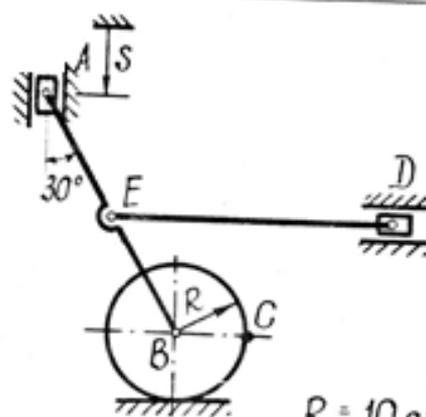
$$r = 10 \text{ cm}$$

$$BC = 40 \text{ cm}$$

$$BD = DC$$

$$S = 10t^3$$

44



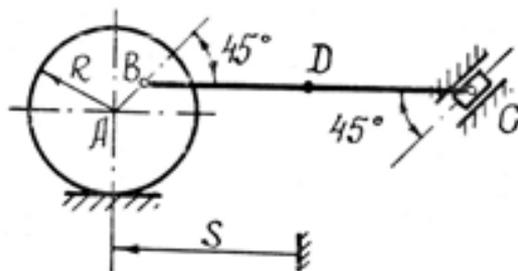
$$R = 10 \text{ cm}$$

$$AB = DE = 40 \text{ cm}$$

$$BE = AE$$

$$S = 20 \ln t$$

45



$$R = 10 \text{ cm}$$

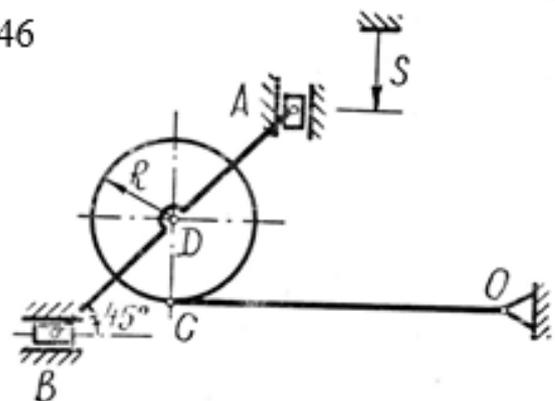
$$AB = 5 \text{ cm}$$

$$CB = 40 \text{ cm}$$

$$CD = DB$$

$$S = 10e^{1-t}$$

46



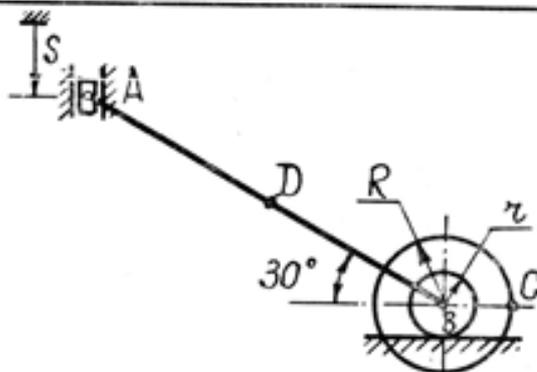
$$R = 5 \text{ cm}$$

$$AB = DC = 20 \text{ cm}$$

$$AD = DB$$

$$S = 40e^{1-t}$$

47



$$R = 10 \text{ cm}$$

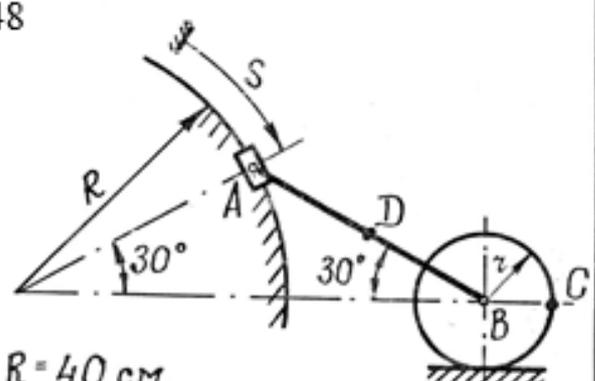
$$r = 5 \text{ cm}$$

$$AB = 60 \text{ cm}$$

$$AD = DB$$

$$S = 30 \ln t$$

48



$$R = 40 \text{ cm}$$

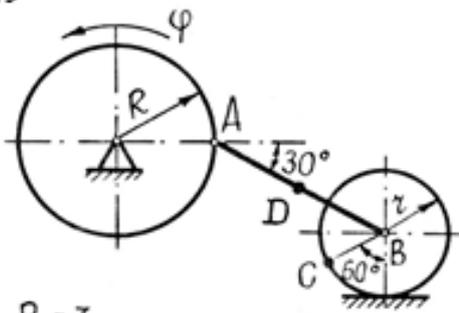
$$r = 10 \text{ cm}$$

$$AB = 40 \text{ cm}$$

$$AD = DB$$

$$S = 40e^{1-t}$$

49



$$R = 3 \text{ cm}$$

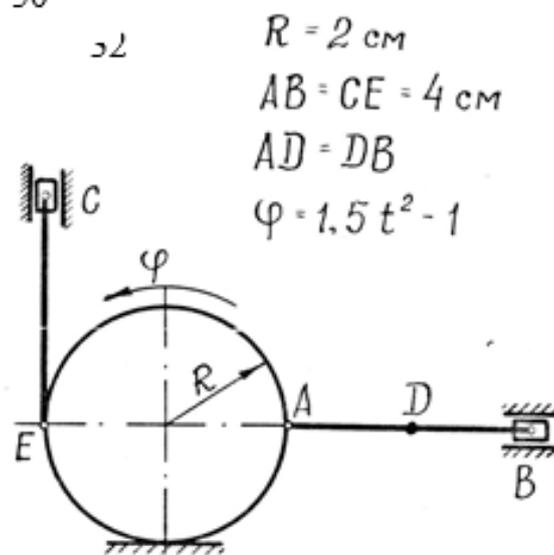
$$r = 2 \text{ cm}$$

$$AB = 6 \text{ cm}$$

$$AD = DB$$

$$\varphi = 2e^{1-t}$$

50



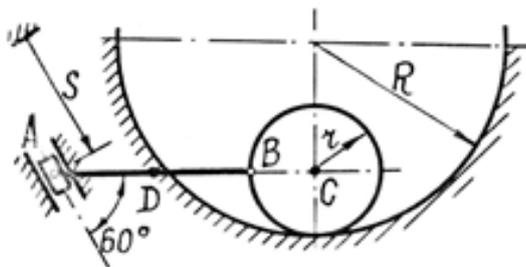
$$R = 2 \text{ cm}$$

$$AB = CE = 4 \text{ cm}$$

$$AD = DB$$

$$\varphi = 1.5t^2 - 1$$

51



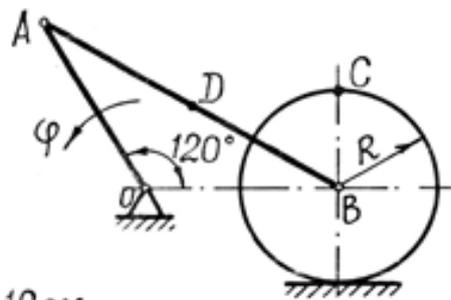
$$R = 30 \text{ cm}$$

$$r = 10 \text{ cm}$$

$$AD = DB = 15 \text{ cm}$$

$$S = 2t^2 + t$$

52



$$R = 10 \text{ cm}$$

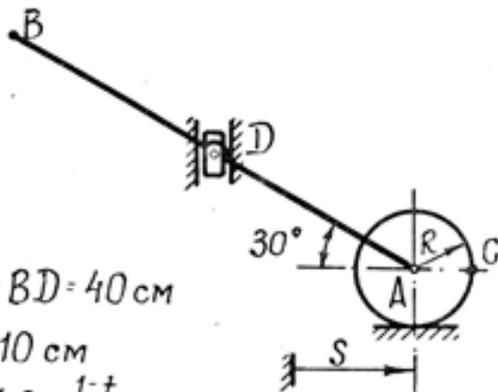
$$OA = 20 \text{ cm}$$

$$AB = 20\sqrt{3} \text{ cm}$$

$$AD = DB$$

$$\varphi = 5t - t^2$$

53

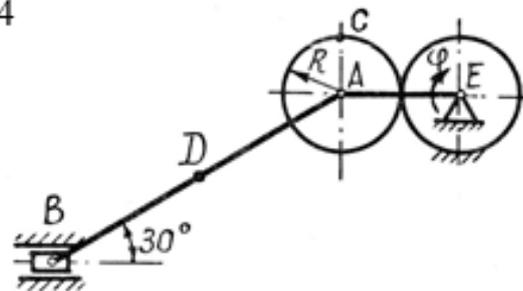


$$AD = BD = 40 \text{ cm}$$

$$R = 10 \text{ cm}$$

$$S = 40e^{1-t}$$

54



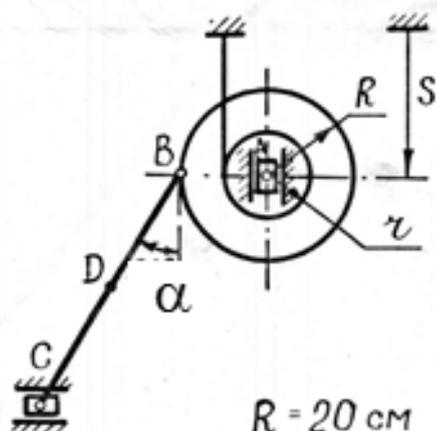
$$R = 10 \text{ cm}$$

$$AB = 60 \text{ cm}$$

$$AD = DB \quad \varphi = 3e^{1-t}$$

$$BE = 20 \text{ cm}$$

55



$$S = 2.5t^3 - 4t$$

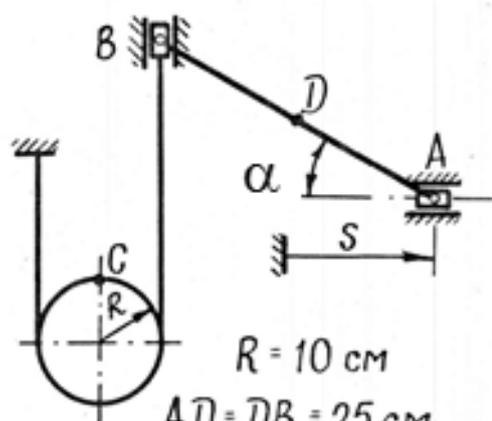
$$\alpha = \frac{\pi}{4}$$

$$R = 20 \text{ cm}$$

$$r = 10 \text{ cm}$$

$$BD = CD = 15 \text{ cm}$$

56

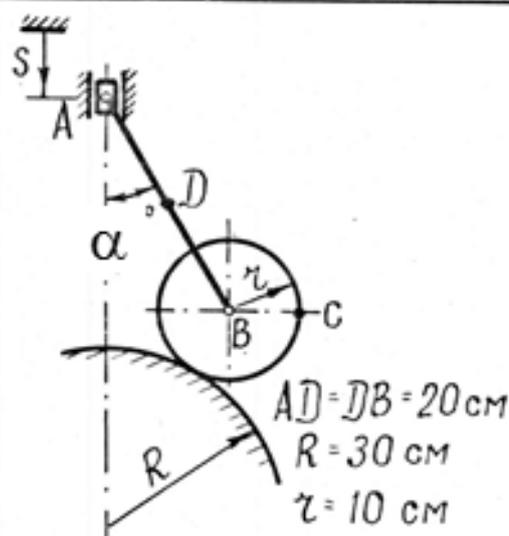


$$R = 10 \text{ cm}$$

$$AD = DB = 25 \text{ cm}$$

$$S = \cos\left(\frac{\pi t}{3}\right); \alpha = \frac{\pi}{4}$$

57



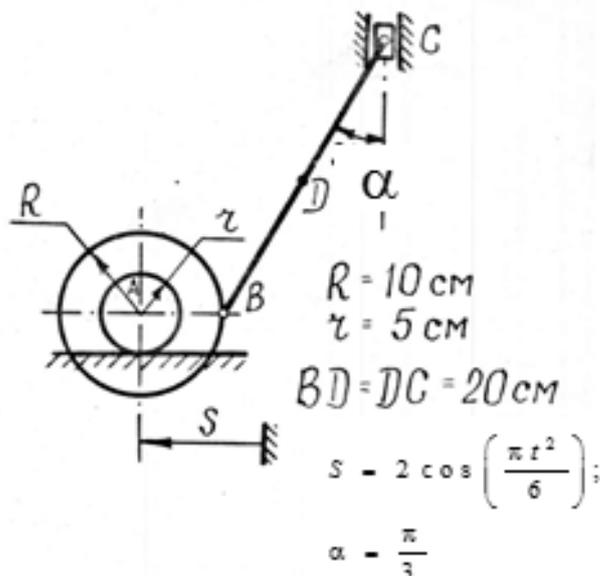
$$S = 3 \sin\left(\frac{\pi t}{3}\right) + 2; \alpha = \frac{\pi}{3}$$

$$AD = DB = 20 \text{ cm}$$

$$R = 30 \text{ cm}$$

$$r = 10 \text{ cm}$$

58



$$R = 10 \text{ cm}$$

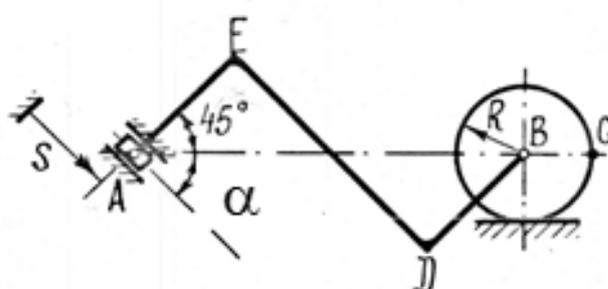
$$r = 5 \text{ cm}$$

$$BD = DC = 20 \text{ cm}$$

$$S = 2 \cos\left(\frac{\pi t^2}{6}\right);$$

$$\alpha = \frac{\pi}{3}$$

59



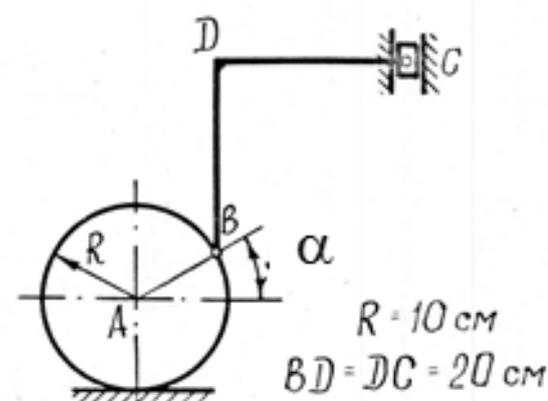
$$R = 10 \text{ cm}$$

$$AE = DB = 20 \text{ cm}$$

$$DE = 40 \text{ cm}$$

$$S = 3 \sin\left(\frac{\pi t}{3}\right) + 2t^2; \alpha = \frac{\pi}{3}$$

60



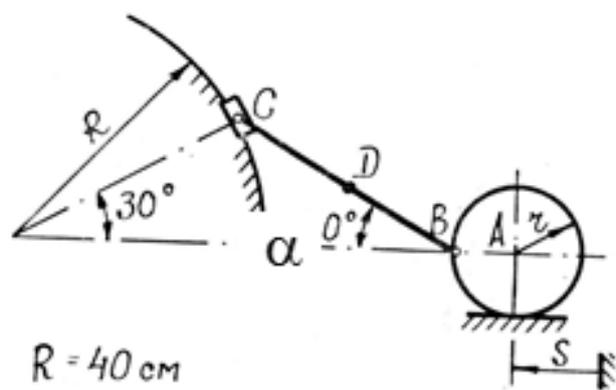
$$R = 10 \text{ cm}$$

$$BD = DC = 20 \text{ cm}$$

$$S = 3 \sin^2\left(\frac{\pi t}{3}\right) + 2;$$

$$\alpha = \frac{\pi}{3}$$

61 3.



$$R = 40 \text{ cm}$$

$$r = 10 \text{ cm}$$

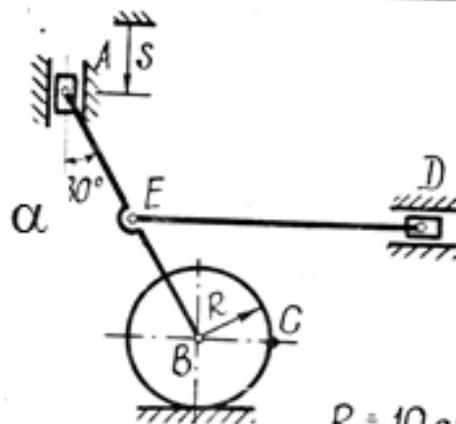
$$BC = 40 \text{ cm}$$

$$BD = DC$$

$$S = 2,5 \sin(\pi t^3 / 4) - 4t$$

$$\alpha = \frac{\pi}{8}$$

62

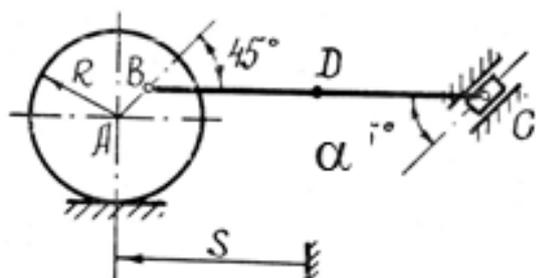


$$R = 10 \text{ cm}$$

$$AB = DE = 40 \text{ cm}$$

$$S = \cos\left(\frac{\pi t^2}{3}\right) - 2t; \alpha = \frac{\pi}{4}$$

63 1.



$$R = 10 \text{ cm}$$

$$CD = DB$$

$$AB = 5 \text{ cm}$$

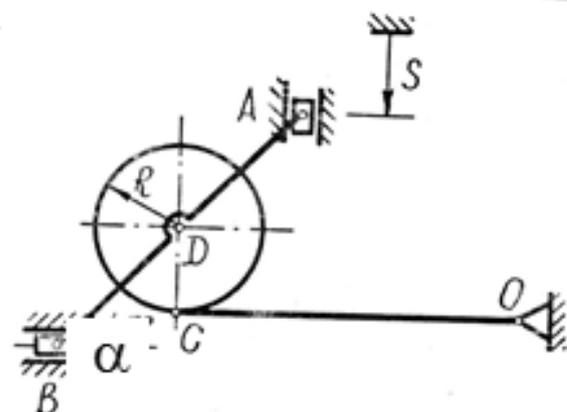
$$CB = 40 \text{ cm}$$

$$\alpha = \frac{\pi}{3}$$

$$S = 3 \cos\left(\frac{2\pi t}{3}\right);$$

$$\alpha = \frac{\pi}{3}$$

64



$$R = 5 \text{ cm}$$

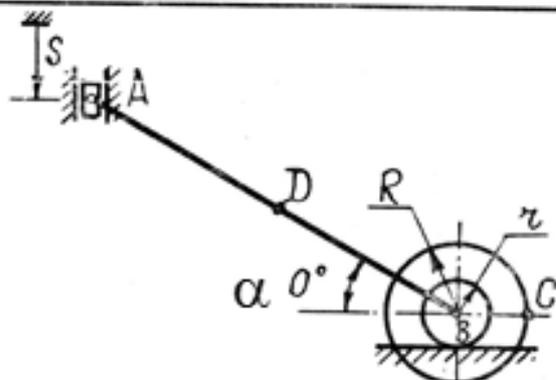
$$AB = DC = 20 \text{ cm}$$

$$AD = DB$$

$$S = 2t \cos\left(\frac{\pi t^2}{6}\right);$$

$$\alpha = \frac{\pi}{4}$$

65 7.



$$R = 10 \text{ cm}$$

$$r = 5 \text{ cm}$$

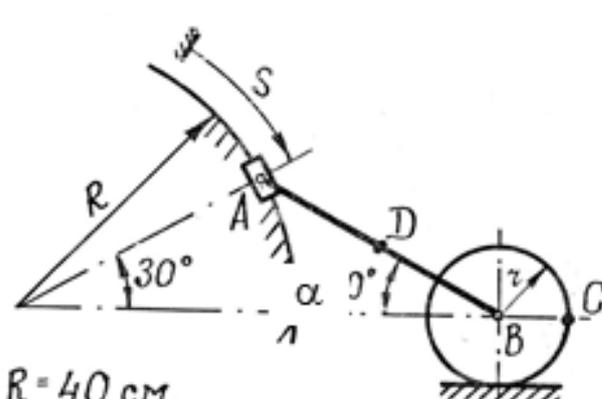
$$AB = 60 \text{ cm}$$

$$AD = DB$$

$$S = 3 \sin\left(\frac{\pi t^4}{3}\right);$$

$$\alpha = \frac{\pi}{3}$$

66



$$R = 40 \text{ cm}$$

$$r = 10 \text{ cm}$$

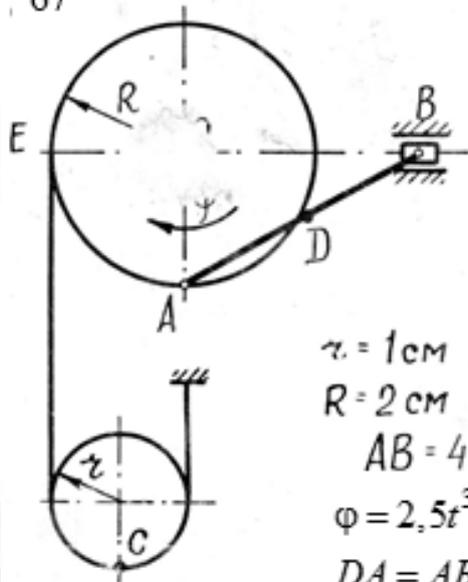
$$AB = 40 \text{ cm}$$

$$AD = DB$$

$$S = 3 \sin^2\left(\frac{\pi t}{3}\right) + 2;$$

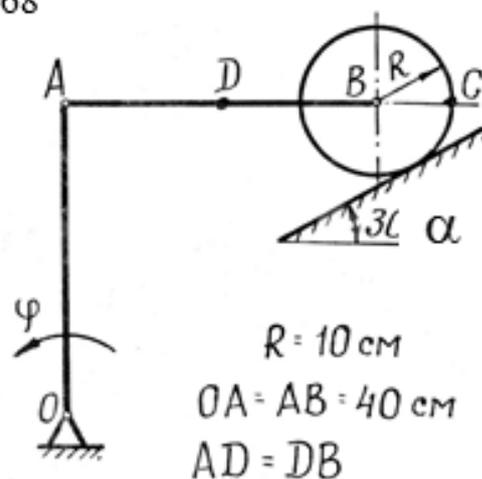
$$\alpha = \frac{\pi}{3}$$

67



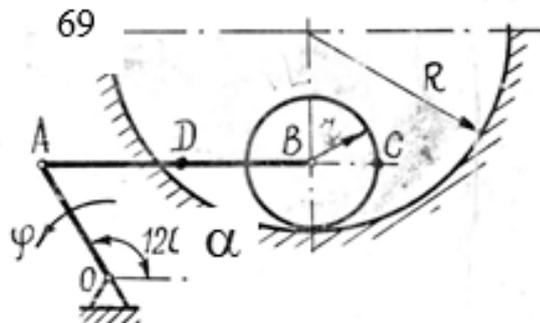
$$\begin{aligned} r &= 1 \text{ cm} \\ R &= 2 \text{ cm} \\ AB &= 4 \text{ cm} \\ \varphi &= 2,5t^3 - 4t \\ DA &= AB/3 \end{aligned}$$

68

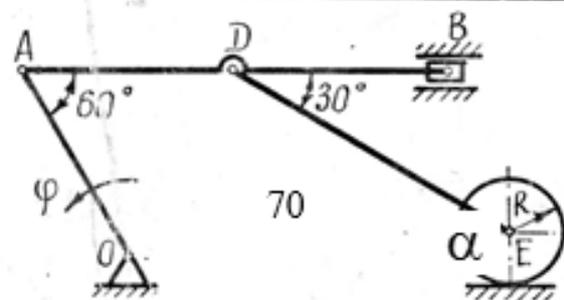


$$\begin{aligned} R &= 10 \text{ cm} \\ OA &= AB = 40 \text{ cm} \\ AD &= DB \\ \varphi &= \cos\left(\frac{\pi t}{3}\right); \alpha = \frac{\pi}{5} \end{aligned}$$

69

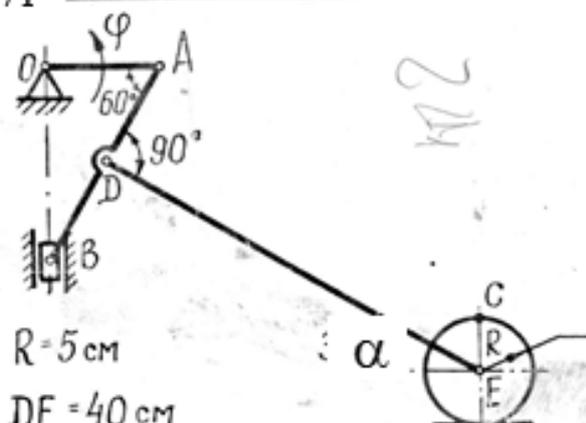


$$\begin{aligned} r &= 10 \text{ cm} \\ R &= 30 \text{ cm} \\ OA &= AD = DB = 20 \text{ cm} \\ \varphi &= 3 \sin\left(\frac{\pi t}{3}\right) + 2; \\ \alpha &= \frac{3\pi}{4} \end{aligned}$$



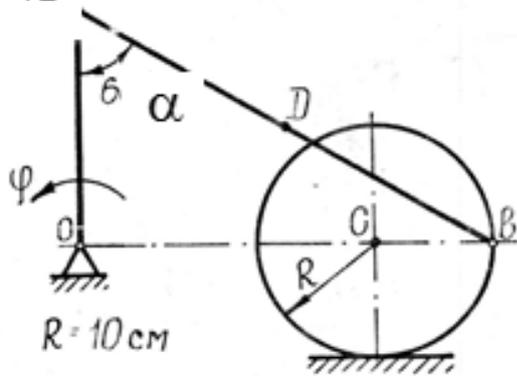
$$\begin{aligned} R &= 5 \text{ cm} \\ \varphi &= 2t \cos\left(\frac{\pi t^2}{6}\right); \\ \alpha &= \frac{\pi}{3}; OA = DB = 10 \text{ cm}; \\ DA &= 25 \text{ cm}; DE = 30 \text{ cm}. \end{aligned}$$

71



$$\begin{aligned} R &= 5 \text{ cm} \\ DE &= 40 \text{ cm} \\ \varphi &= 2t - \sin\left(\frac{\pi t^2}{6}\right); \\ \alpha &= \frac{\pi}{4}; OA = DB = 10 \text{ cm}; DA = 25 \text{ cm}. \end{aligned}$$

72



$$\begin{aligned} OA &= AD = DB = 20 \text{ cm} \\ S &= 3 \sin^2\left(\frac{\pi t}{3}\right) + 2; \alpha = \frac{\pi}{3} \end{aligned}$$

## Исходные данные

Вариант	Схема из таблицы КЗ_2	Углы, град					Угловая скорость, рад/сек	
		$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	$\varphi$	$\theta$	$\omega_1$	$\omega_4$
73	0	0	60	30	0	120	6	
74	1	90	120	150	0	30		4
75	2	60	150	150	90	30		5
76	3	30	30	60	0	150	4	
77	4	90	120	120	90	60		6
78	5	90	120	120	0	60		5
79	6	90	150	120	90	60	3	
80	7	0	60	60	0	120		2
81	8	60	150	120	90	30	2	
82	9	30	120	150	0	60		8
83	0	30	30	45	0	120	6	
84	1	45	60	150	0	30		3
85	2	60	90	150	120	30		2
86	3	30	45	60	120	150	4	
87	4	90	60	120	90	60		4
88	5	0	120	150	90	60		5
89	6	60	150	60	90	60	5	
90	7	90	120	60	0	120		4
91	8	120	150	30	90	30	2	
92	9	30	60	60	0	60		8
93	0	90	60	120	0	120	2	
94	1	0	120	90	0	30		2
95	2	180	60	150	90	30		1
96	3	45	30	120	0	150	5	
97	4	90	150	120	150	60		4
98	5	0	120	150	0	60		5
99	6	90	60	120	60	60	2	
1(00)	7	45	150	60	0	120		4

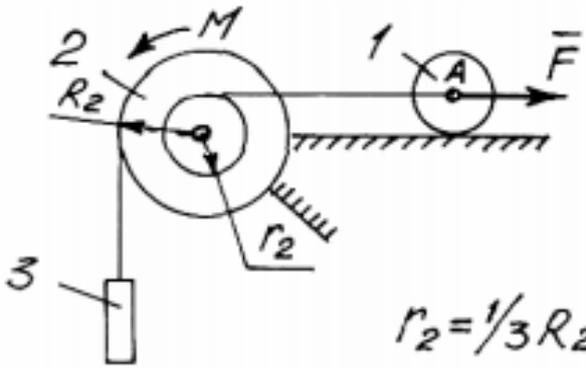
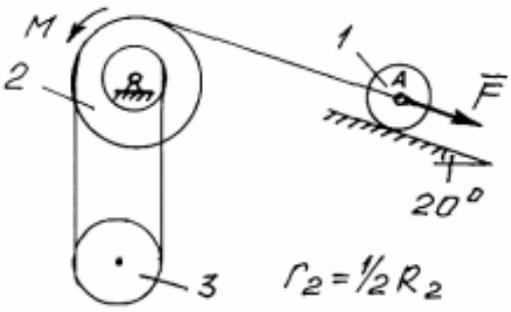
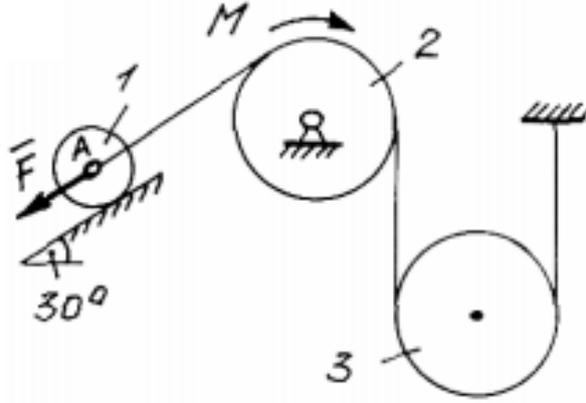
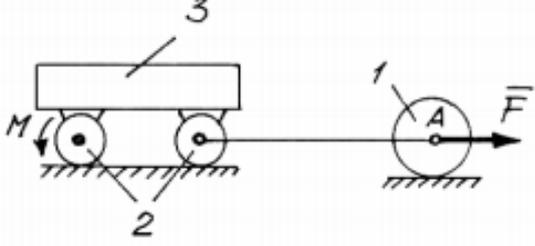
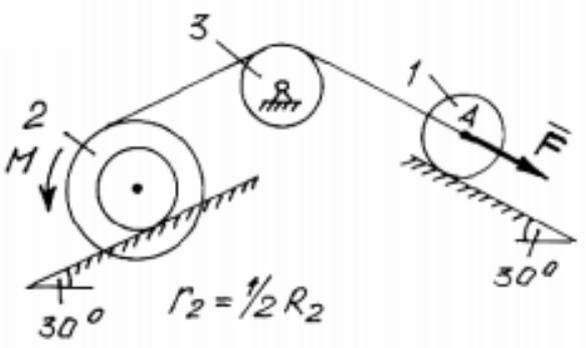
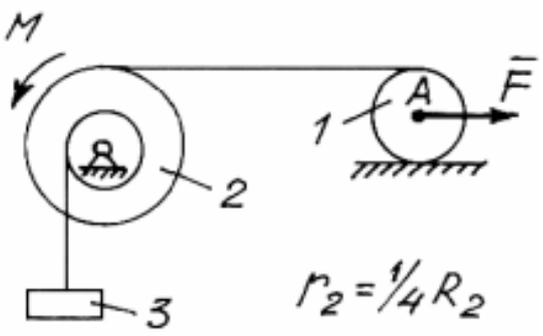
Схемы к заданиям

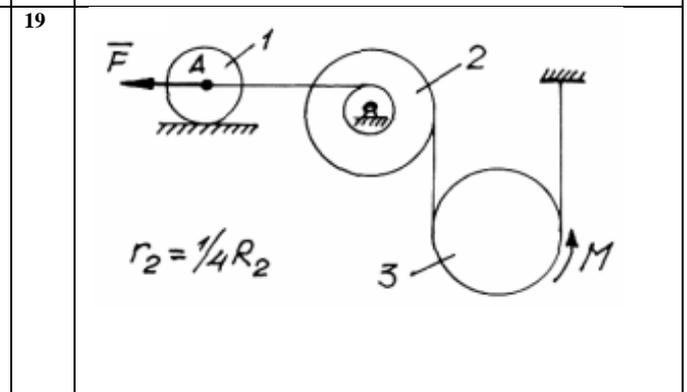
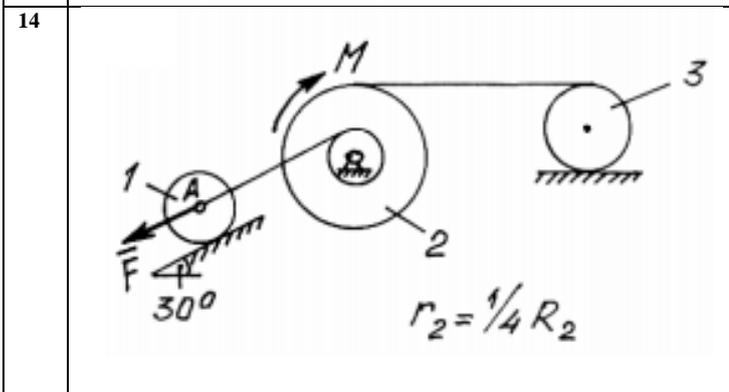
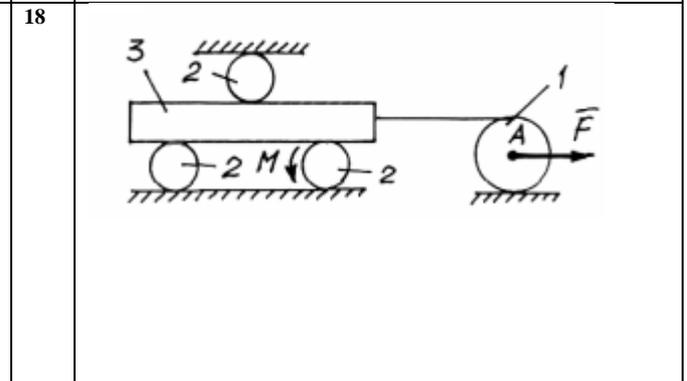
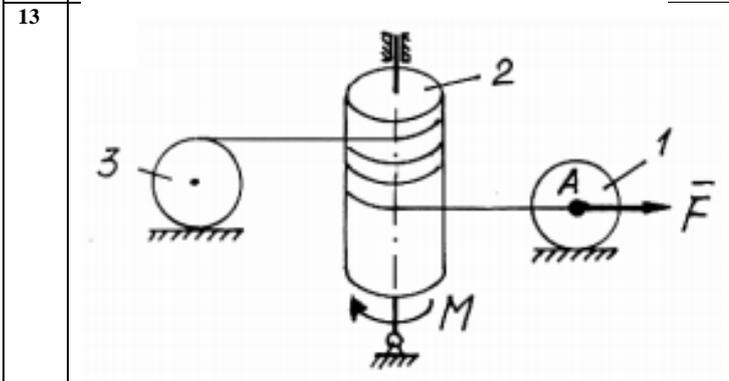
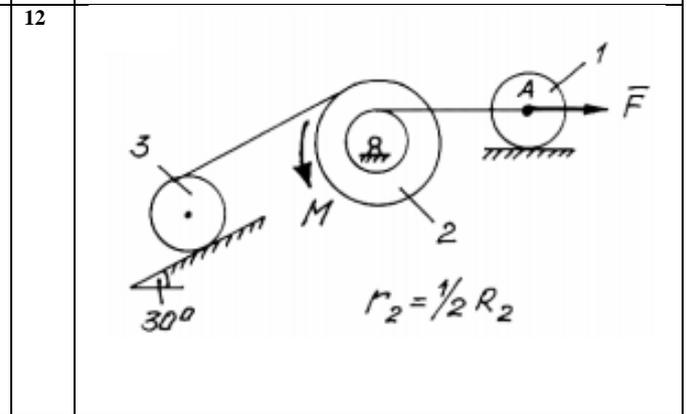
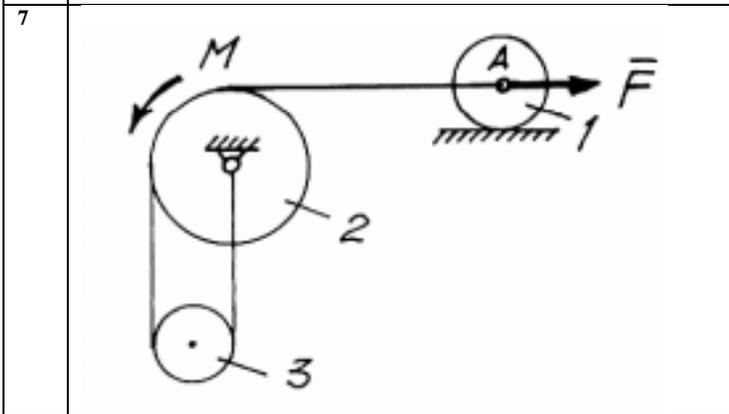
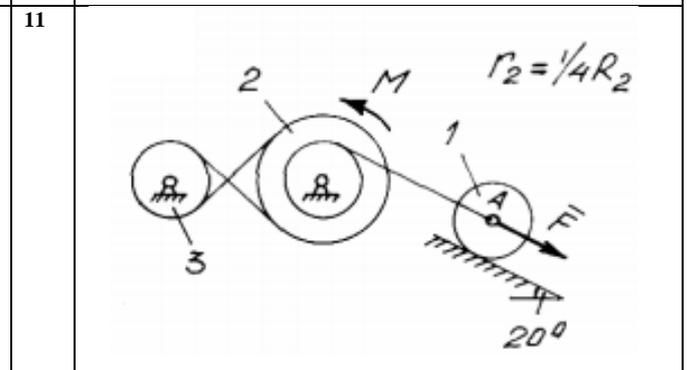
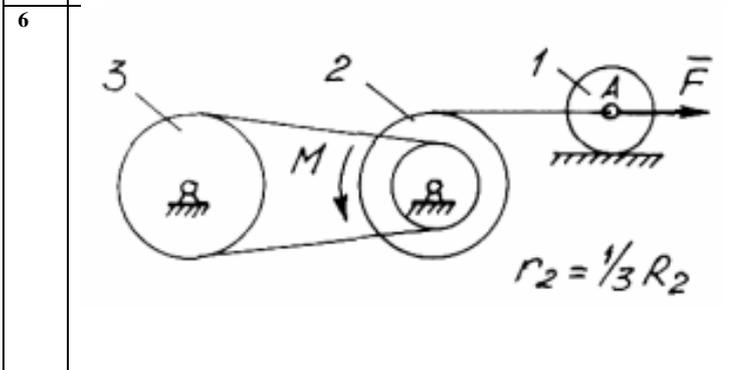
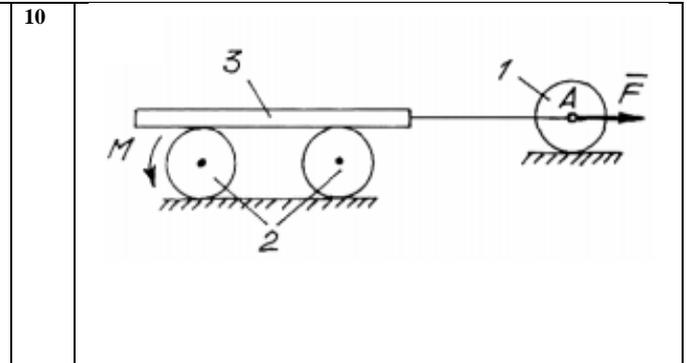
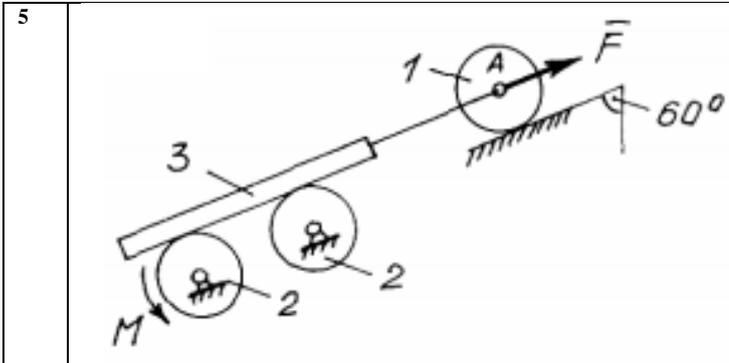
№	Схемы	№	Схемы
0	<p>3.0</p>	1	<p>3.1</p>
2	<p>3.2</p>	3	<p>3.3</p>
4		5	
6	<p>3.6</p>	7	
8		9	

### Задача 3

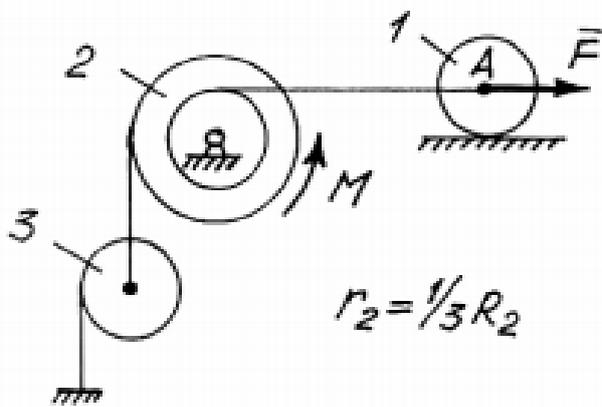
#### «Теорема об изменении кинетической энергии системы»

Механическая система начинает движение с начальной скоростью  $\bar{v}_{01}$  под действием сил тяжести и движущей силы  $\bar{F}$  (где  $\bar{v}_{01}$  - начальная скорость центра масс тела 1). Массы тел равны  $m_1, m_2, m_3, m_4$  соответственно (тело 4 присутствует не во всех вариантах). При движении системы оказывает действие постоянный момент сопротивления  $M$ . *Определите* скорость центра масс тела 1 в тот момент времени, когда он пройдет путь равный  $S$ . Коэффициент трения качения принимаем равным  $\delta$ , коэффициент трения скольжения  $f$ . Решение задачи производится в общем виде.

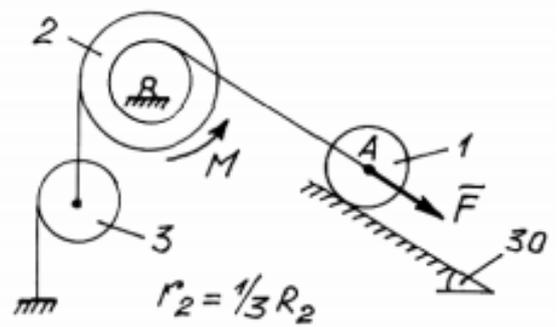
1	 <p style="text-align: right;"><math>r_2 = \frac{1}{3}R_2</math></p>	2	 <p style="text-align: right;"><math>r_2 = \frac{1}{2}R_2</math></p>
3		8	
4	 <p style="text-align: right;"><math>r_2 = \frac{1}{2}R_2</math></p>	9	 <p style="text-align: right;"><math>r_2 = \frac{1}{4}R_2</math></p>



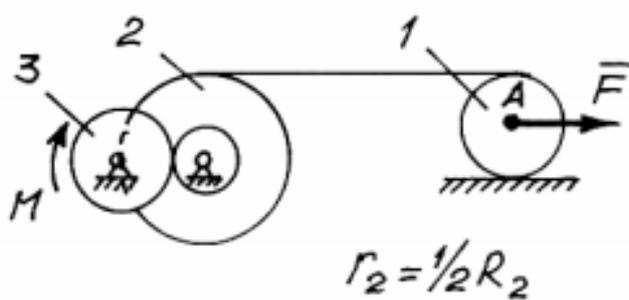
15



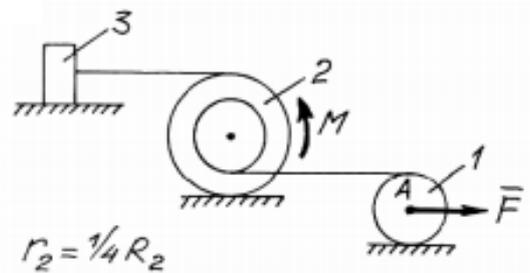
20



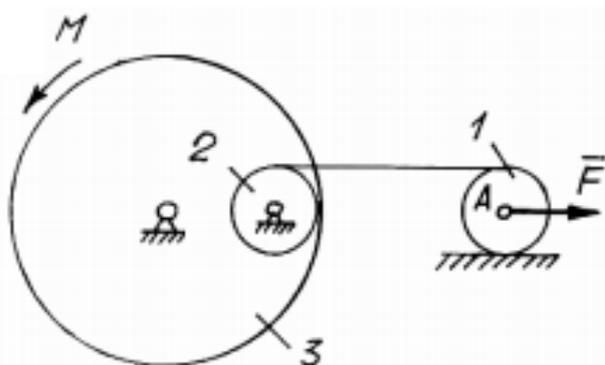
16



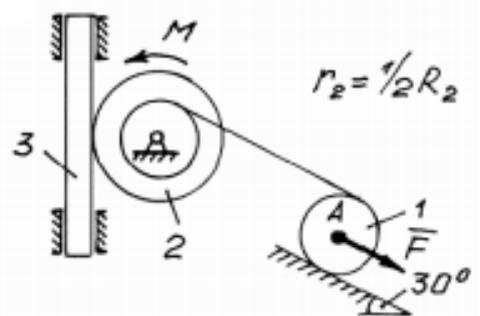
21



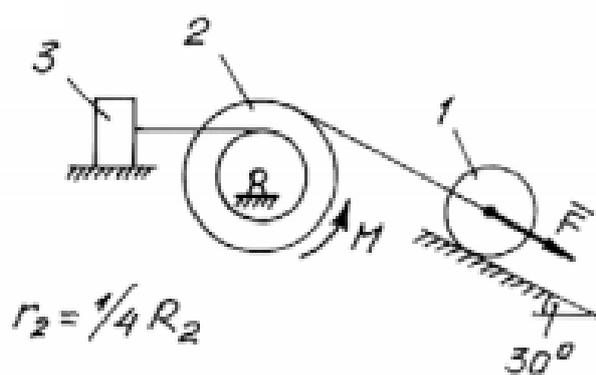
17



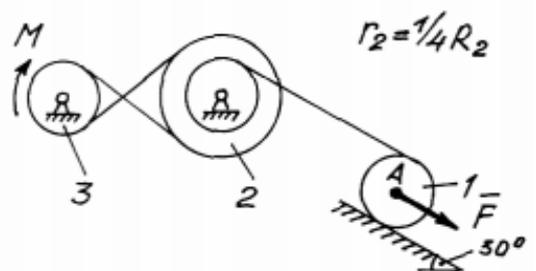
22



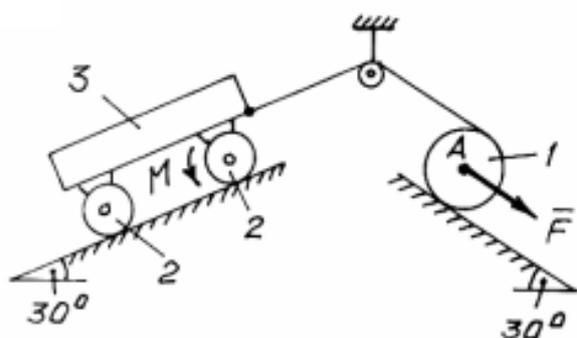
23



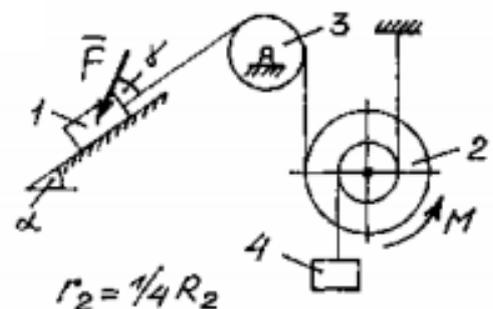
28



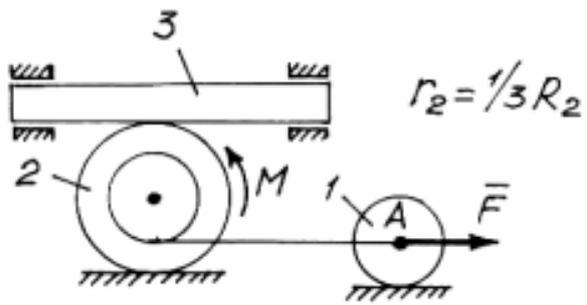
24



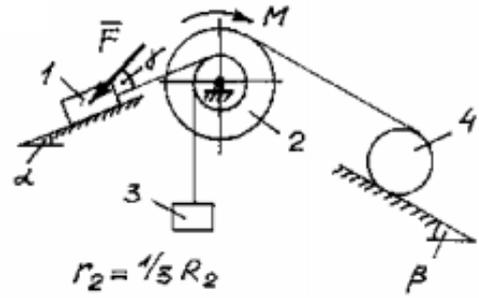
29



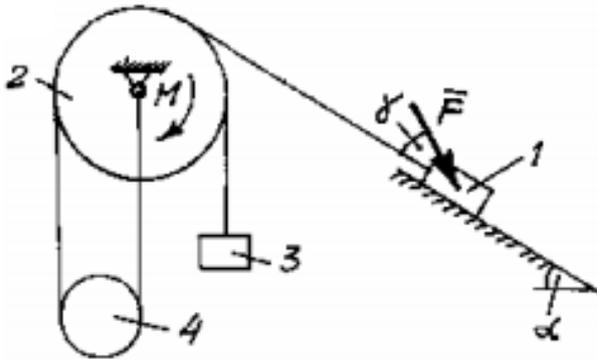
25



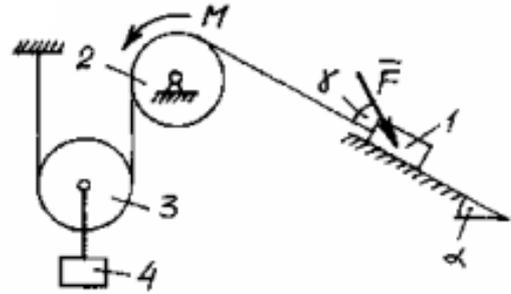
30



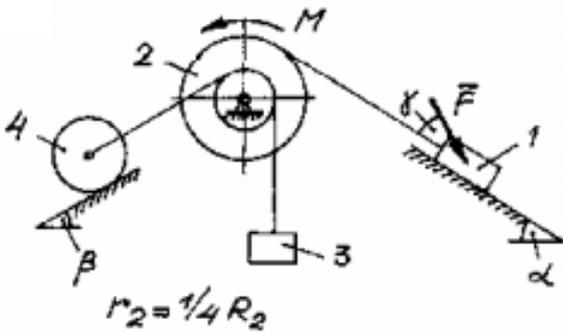
26



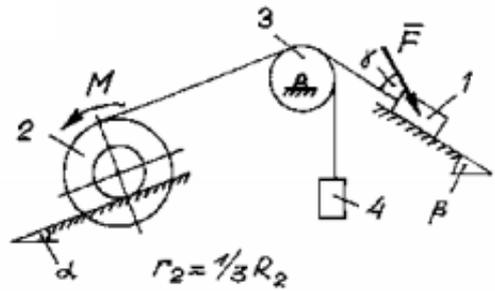
31



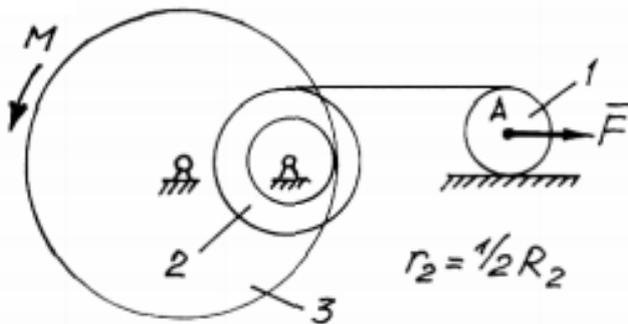
27



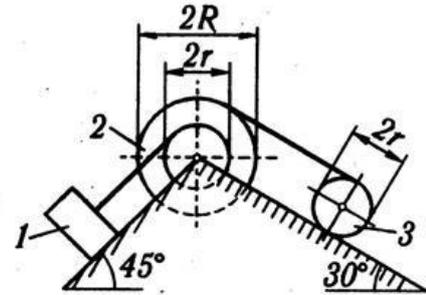
32



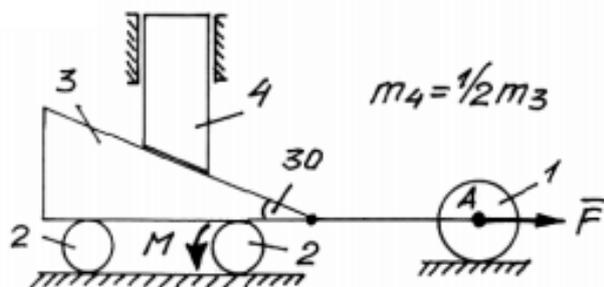
33



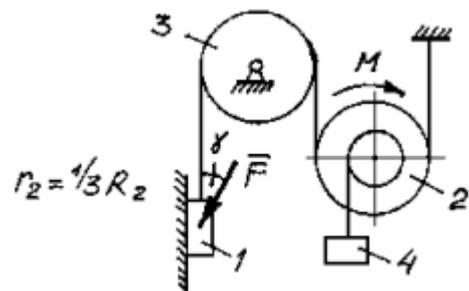
38

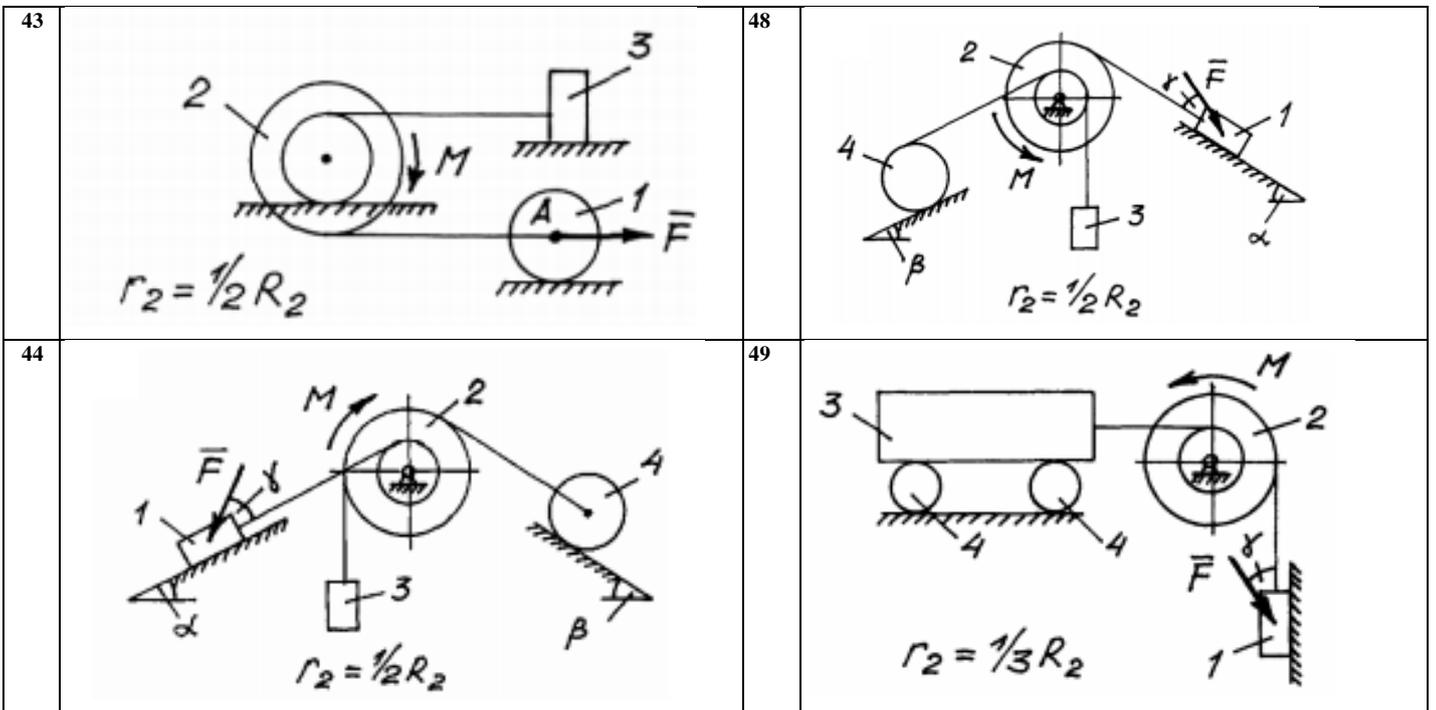
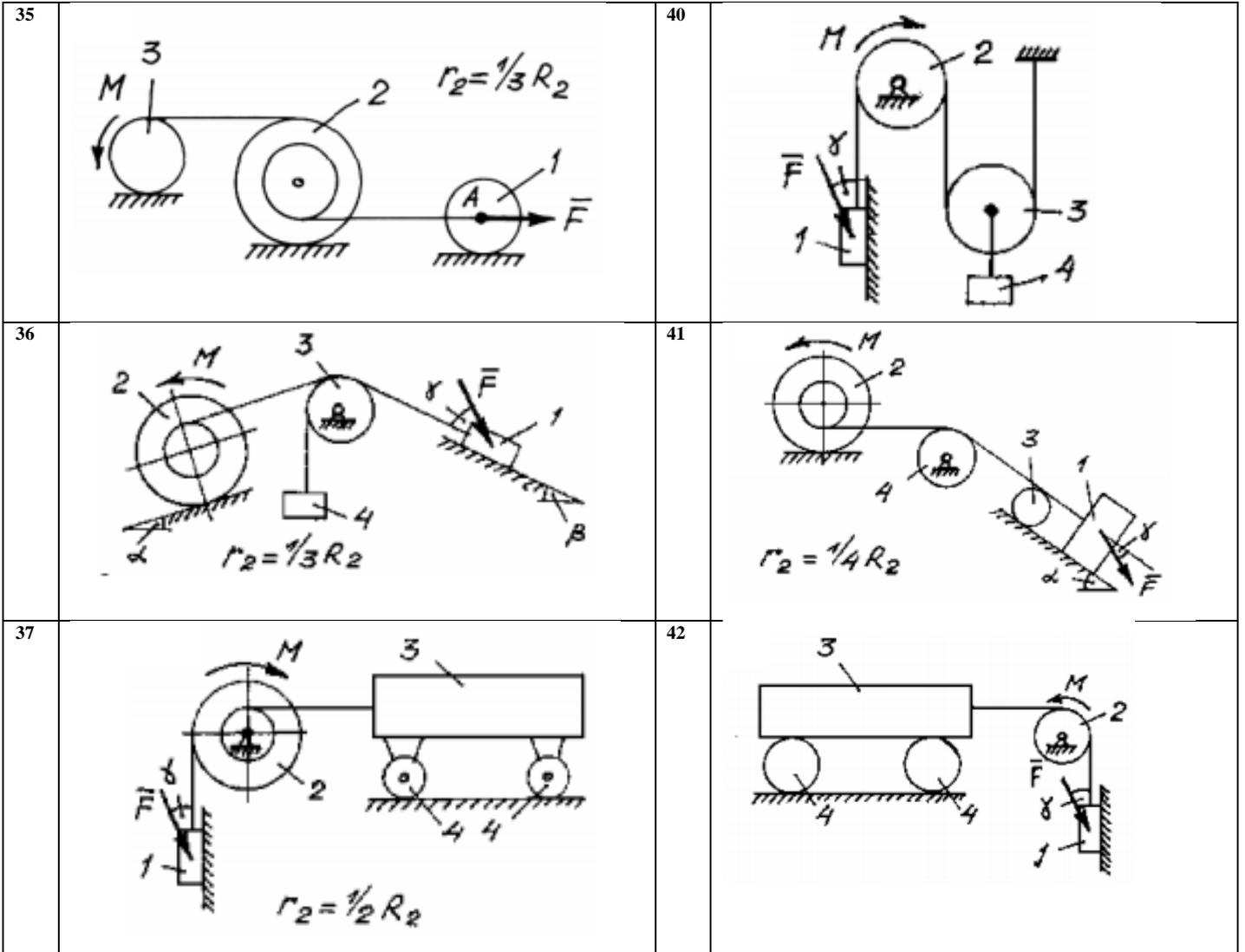


34

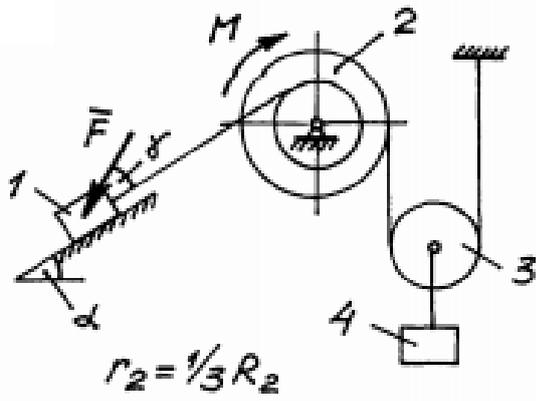


39

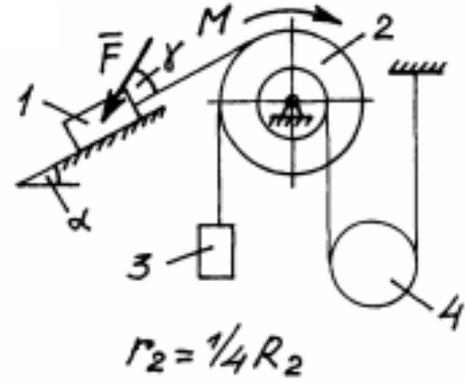




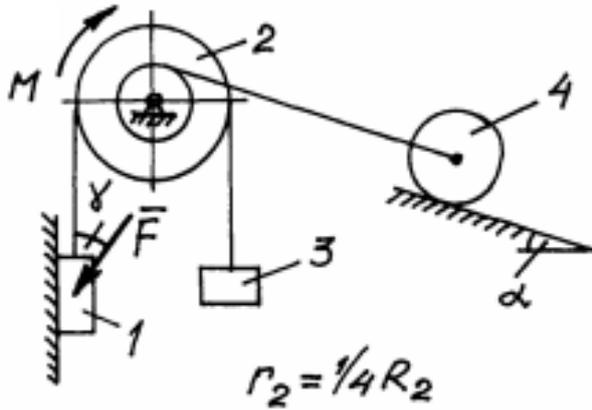
45



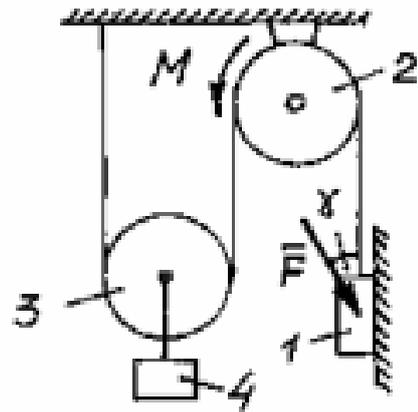
50



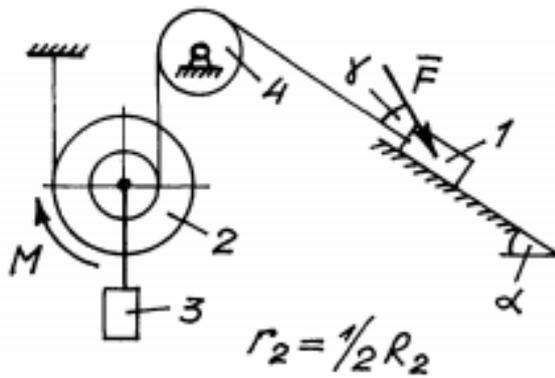
46



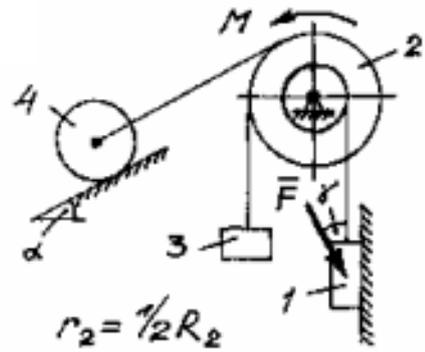
51



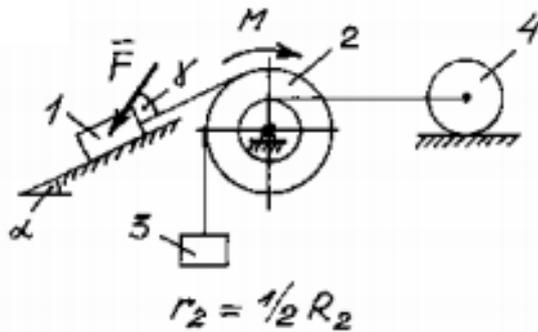
47



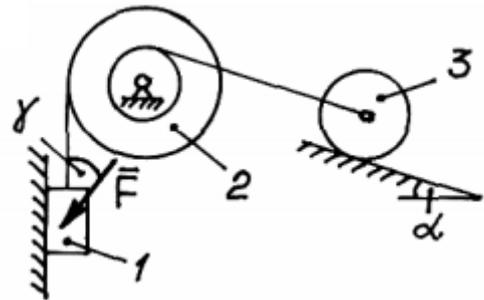
52



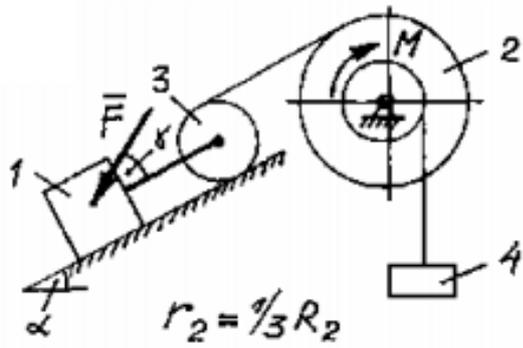
53



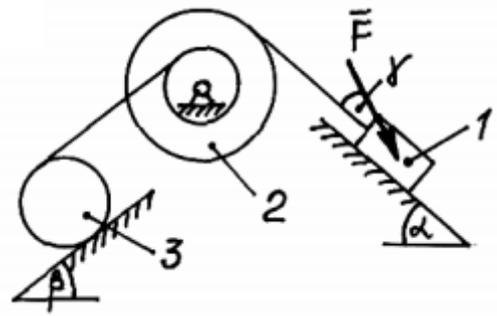
59



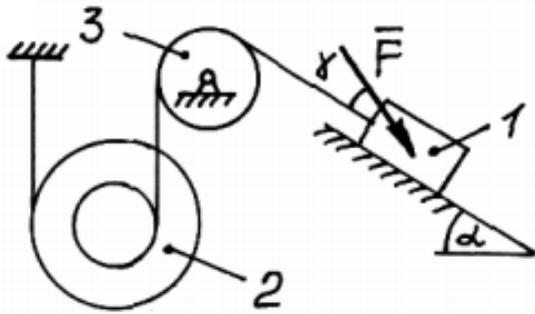
545



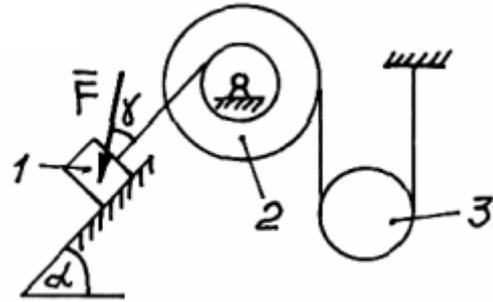
60



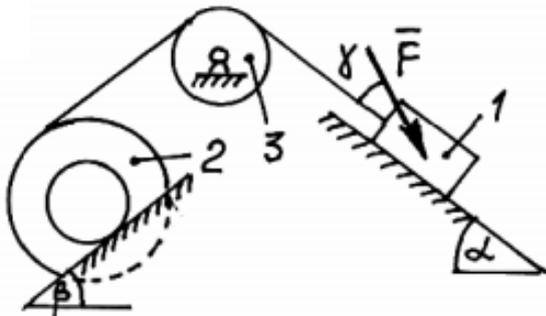
55



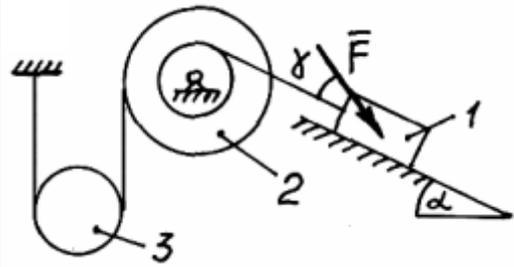
61



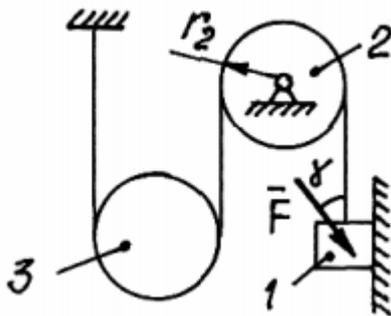
56



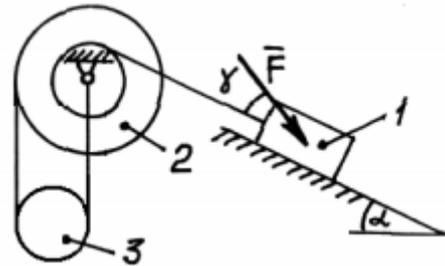
62



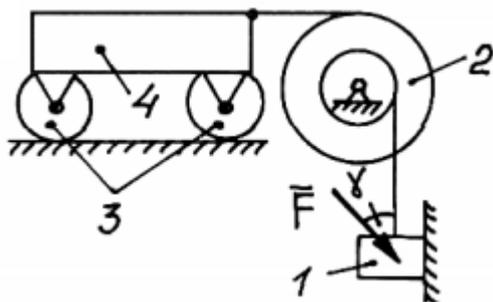
57



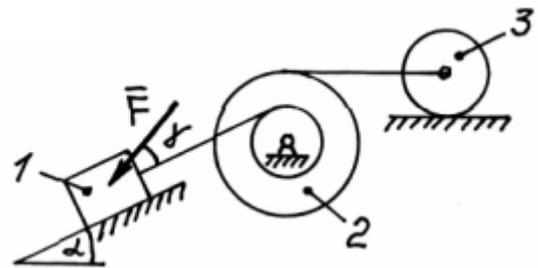
63



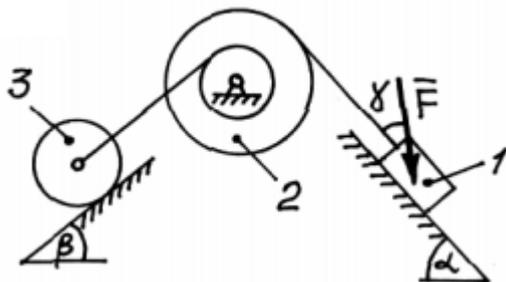
58



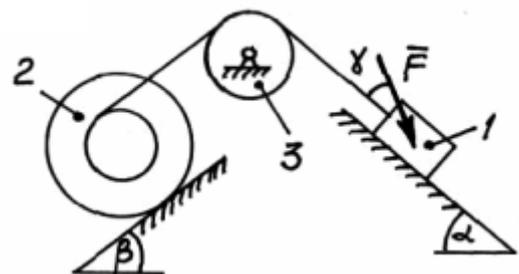
64



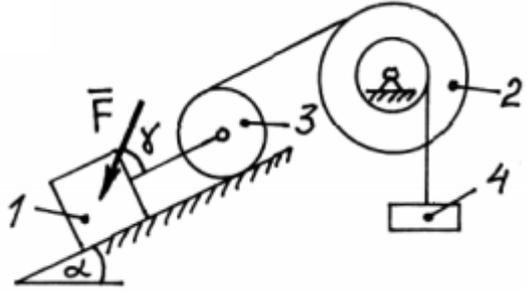
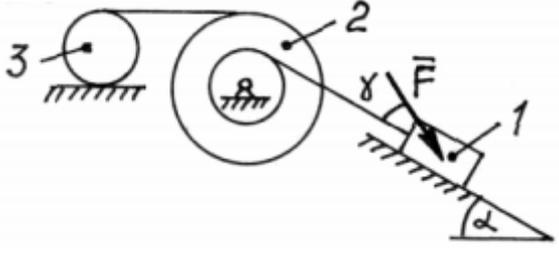
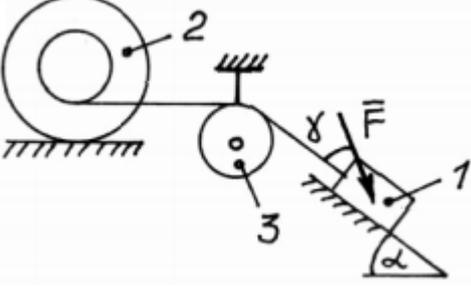
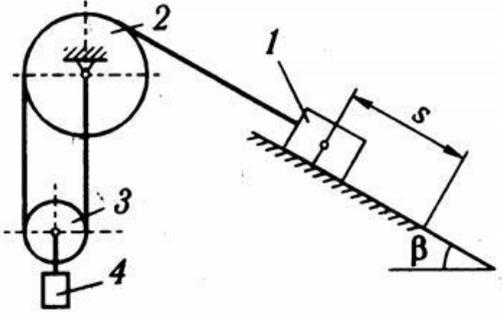
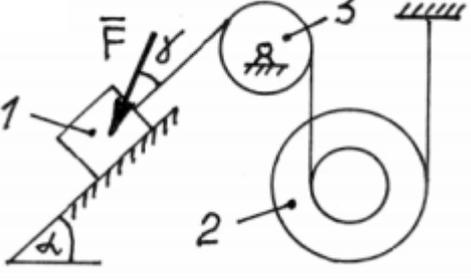
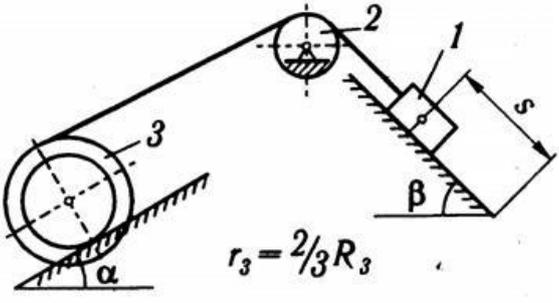
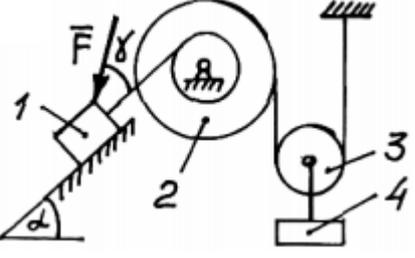
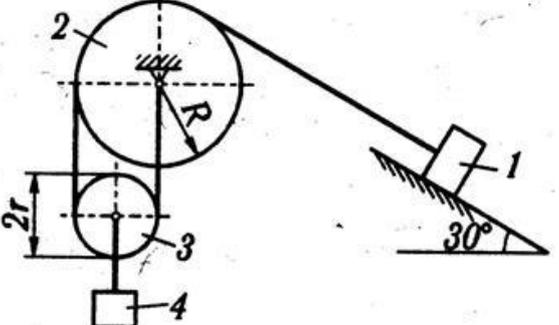
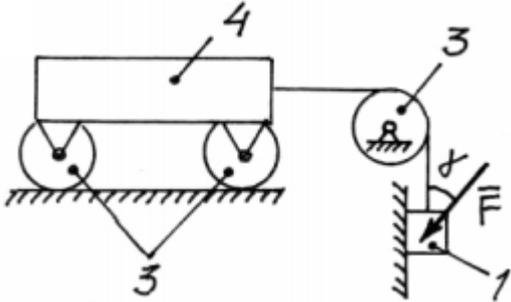
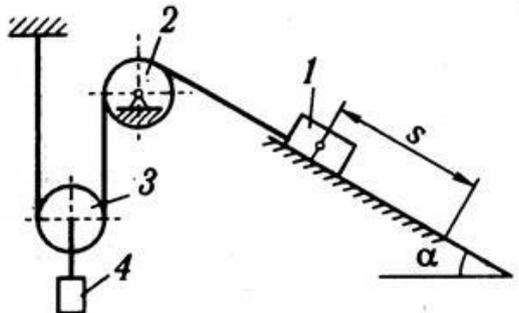
65

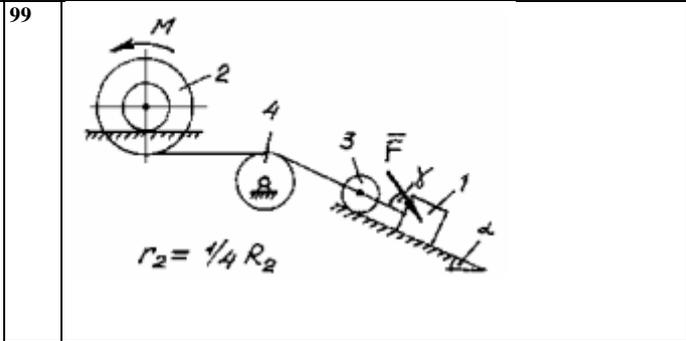
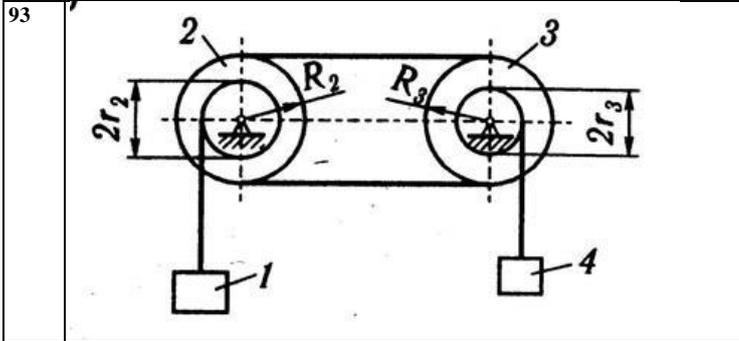
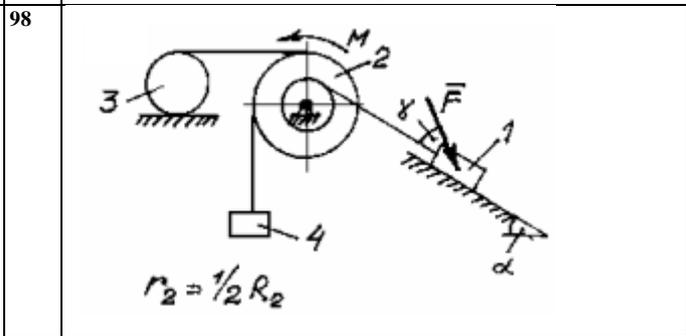
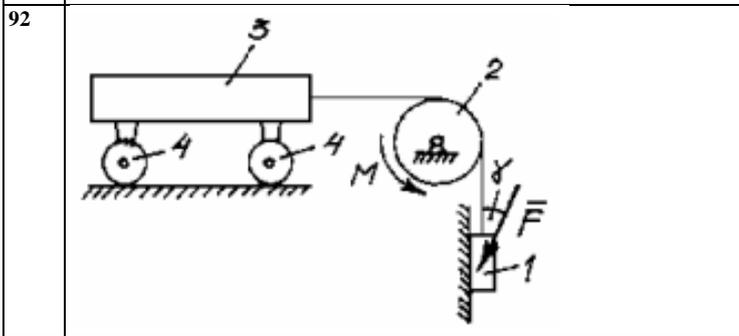
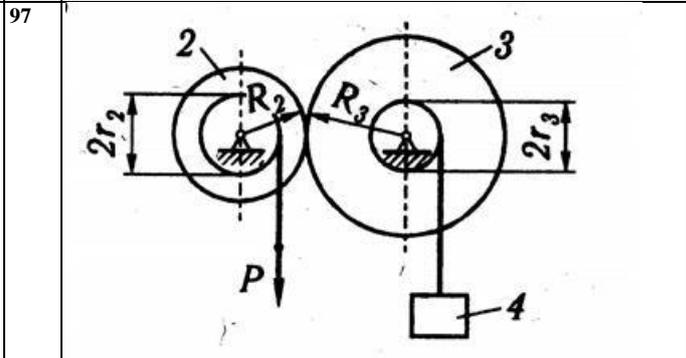
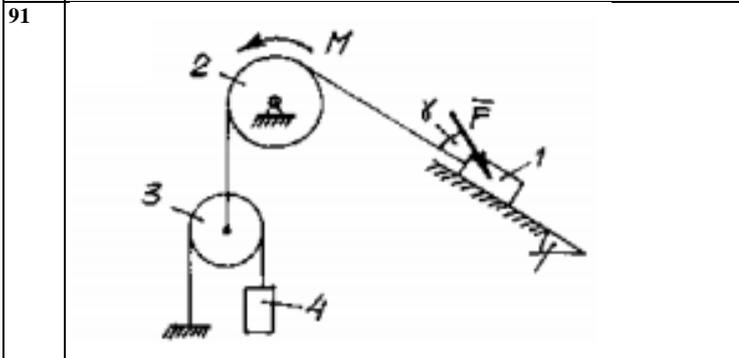
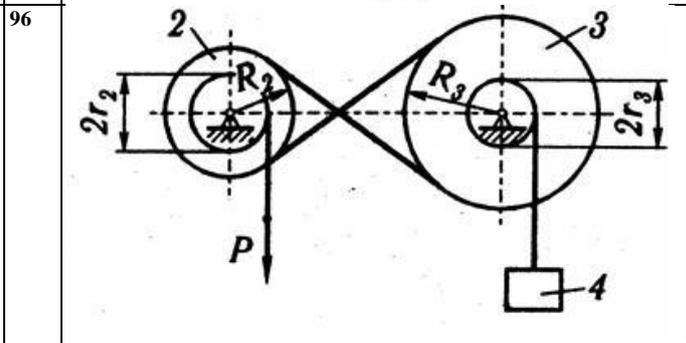
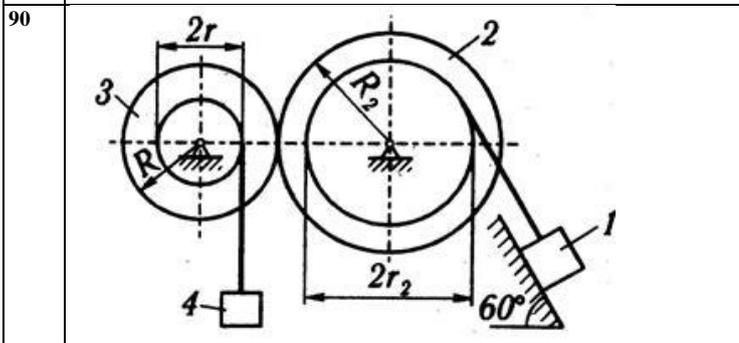
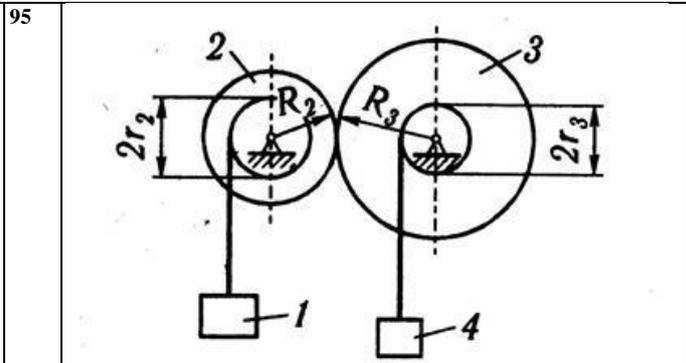
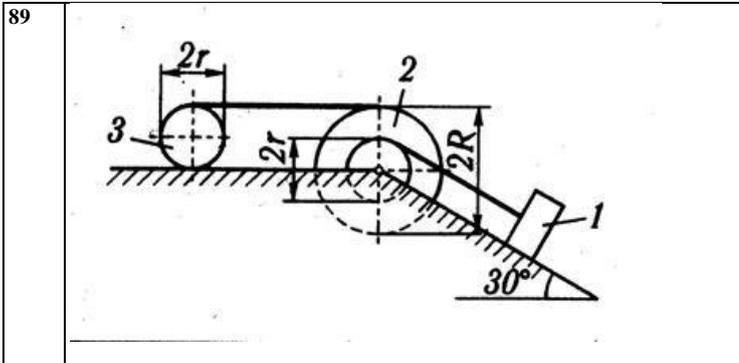


71

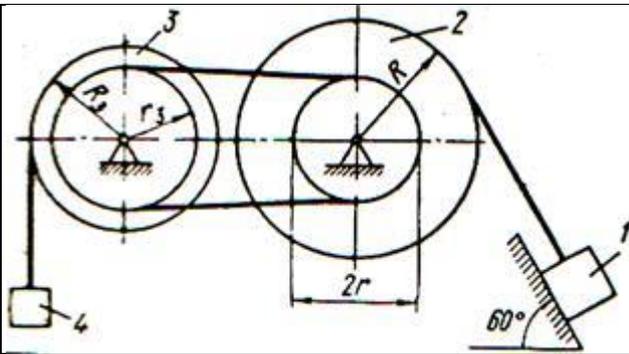


66		72	
67		73	
68		74	
69		75	
70		76	
77		83	

78		84	
79		85	
80		86	 <p><math>r_3 = \frac{2}{3} R_3</math></p>
81		87	
82		88	



94



00

