

ПЛОСКАЯ СТАТИКА.

Авторы Дубинин В. В., Борохова Н. В., Ильин М. М., Ремизов А. В.

УСЛОВИЯ КУРСОВОГО ЗАДАНИЯ.

Задача 1 (для всех вариантов - рис. 1.1 - 30.1)

При решении задачи предполагается, что расстояния между соседними точками A, B, C, D, E, F равны l , углы $\alpha = 45^\circ$, $\beta = 60^\circ$, $R = l$, $r = 0,4l$. Точки K и L делят соответствующие участки пополам. В вариантах, где имеются пружины, считать, что пружина предварительно закручена на угол $\lambda = 30^\circ$, жёсткость пружины $C_{\text{упр}} = Pl$. Величины $M=Pl$, $q = P/l$, $q_m = 2P/l$. Определить реакции опор A и B .

Задача 2 (для всех вариантов - рис. 1.2 - 30.2)

При решении задачи предполагается, что механизм находится в равновесии под действием приложенных к нему сил. Трение в сочленениях элементов отсутствует. В зубчатых зацеплениях угол между полной реакцией и общей касательной плоскостью принимается равным 20° .

Предполагается, что катки имеют возможность катиться без скольжения.

Ниже даны условия задачи 2 для всех тридцати вариантов курсового задания.

ВАРИАНТЫ КУРСОВОГО ЗАДАНИЯ

Вариант 1

Механизм состоит из двух шестерен, находящихся в зацеплении, одна из которых - двухступенчатая, связана через толкатель с кулисой. К толкателю приложена сила \bar{F} , а к кулисе и шестерне - пары сил с моментами L и M соответственно.

Определить момент L пары сил и реакции опор O, O_2 , если $r_1 = 0,15$ м, $R_2 = 2r_2$, $OK = 0,4$ м, $\varphi = 60^\circ$, $M = 15$ Н·м, $F = 40$ Н.

Вариант 2

Механизм состоит из двух шестерен, находящихся в зацеплении, одна из которых - двухступенчатая, связана через толкатель с кулисой. К толкателю приложена сила \bar{F} , а к кулисе и шестерне - пары сил с моментами L и M соответственно.

Определить силу F и реакции опор O, O_2 , если $r_1 = 0,1$ м, $R_2 = 2r_2$, $OK = 0,5$ м, $\varphi = 60^\circ$, $M = 10$ Н·м, $L = 200$ Н·м.

Вариант 3

Механизм состоит из двух шестерён, находящихся во внутреннем зацеплении, одна из которых связана с зубчатой рейкой, к которой присоединена линейная пружина жесткости C , а другая скреплена со спиральной пружиной жёсткости C_1 . До приложения к рейке силы Q пружины не деформированы, после её приложения деформация линейной пружины равна λ .

Определить жесткость c_1 спиральной пружины и реакции опор O_2, A и B , если $r = 0,2$ м; $AB = 0,8$ м; $OB = 1$ м, $AK = 0,4$ м, $\alpha = 30^\circ$, $c = 1000$ Н/м, $Q = 100$ Н, $\lambda = 0,03$ м.

Вариант 4

Механизм состоит из двух шестерён, находящихся в зацеплении, одна из которых - двухступенчатая - связана с зубчатой рейкой, к которой присоединена линейная пружина жесткости C , а другая скреплена со спиральной пружиной жесткости c_1 . До приложения к рейке силы Q пружины не деформированы, после приложения деформация линейной пружины равна λ .

Определить приложенную силу Q и реакции опор O_2, A и B , если $R_2 = r_2$, $R_1 = 0,1$ м; $AB = 0,6$ м; $BK = 0,3$ м, $OK = 0,6$ м, $\alpha = 30^\circ$, $c = 5000$ Н/м, $c_1 = 100$ Нм/рад, $\lambda = 0,01$ м.

Вариант 5

Механизм, расположенный в вертикальной плоскости, состоит из ползуна весом P , имеющего форму полуцилиндра, связанного через толкатель с двумя шестернями (одна из которых двухступенчатая), находящимися в зацеплении. К ползуну приложена сила \bar{F} , к шестерне - пара сил с моментом M . При $\alpha = 0^\circ$ пружина жёсткости c , скреплённая с толкателем, не деформирована.

Определить момент M пары сил, реакцию опоры O_2 и давление ползуна на плоскость, если $R_2 = r_2$, $R = 0,3 \text{ м}$, $r_1 = 0,15 \text{ м}$, $\alpha = 30^\circ$, $c = 100 \text{ Н/м}$, $P = 100 \text{ Н}$, $F = 50 \text{ Н}$.

Вариант 6

Механизм, расположенный в вертикальной плоскости, состоит из ползуна весом P , имеющего форму клина, связанного через толкатель с двумя шестернями (одна из которых двухступенчатая), находящимися в зацеплении. К ползуну приложена сила \bar{F} , к шестерне - пара сил с моментом M . При $S = 0$ пружина жёсткости c , скреплённая с толкателем, не деформирована.

Определить силу F , реакцию опоры O_2 и давление ползуна на плоскость, если $R_2 = r_2$, $r_1 = 0,3 \text{ м}$, $\alpha = 30^\circ$, $\beta = 45^\circ$, $c = 200 \text{ Н/м}$, $P = 100 \text{ Н}$, $M = 6 \text{ Н}\cdot\text{м}$, $EL = 0,4 \text{ м}$.

Вариант 7

Механизм состоит из кривошипа OA , связанного через Т-образную кулису с двумя шестернями (одна из которых двухступенчатая), находящимися в зацеплении. К кривошипу и шестерне приложены пары сил с моментами L и M соответственно, к рейке кулисы - сила \bar{F} .

Определить момент M пары сил и реакции опор O , O_2 , если $AO = 0,8 \text{ м}$, $R_2 = r_2$, $r_1 = 0,2 \text{ м}$, $\varphi = 30^\circ$, $F = 1 \text{ кН}$, $L = 5 \text{ кН}\cdot\text{м}$.

Вариант 8

Механизм состоит из трех подвижных звеньев OA , AB , BO_1 . К центру звена OA приложена сила P , на звено AB действует распределенная нагрузка с максимальной интенсивностью q_m . Спиральная пружина жёсткости c , связывающая звенья AB и BO_1 , имеет деформацию λ , пружина, связывающая звено BO_1 с основанием, имеет жесткость c_1 .

Определить деформацию пружины жёсткости c_1 и реакции опор O , O_1 , если $AB = BO_1 = 1 \text{ м}$, $\alpha = 60^\circ$, $\beta = 30^\circ$, $\lambda = 30^\circ$, $c = 1 \text{ кН}\cdot\text{м/рад}$, $c_1 = 1 \text{ кН}\cdot\text{м/рад}$, $P = 1 \text{ кН}$, $q_m = 4 \text{ кН/м}$, $\angle ABO_1 = \angle OO_1B = 90^\circ$.

Вариант 9

Механизм состоит из двухступенчатого барабана, несущего груз весом Q , связанного шатуном AB с катком, имеющим возможность катиться по поверхности цилиндрической лунки. К колесу приложена пара сил с моментом M , шатун представляет собой однородный стержень весом Q_1 .

Для положения, указанного на рисунке, определить момент M пары сил и реакции опоры O и шарнира A , если $AB = 2R = 6r = 1,2 \text{ м}$, $Q = 10 \text{ кН}$, $Q_1 = 20 \text{ кН}$, $\alpha = \varphi = 30^\circ$.

Вариант 10

Механизм, расположенный в вертикальной плоскости, состоит из кривошипа O_1A , связанного шатуном AB с двухступенчатым барабаном, несущим груз весом Q . С кривошипом скреплена спиральная пружина жёсткости c .

Определить деформацию пружины и реакции опор O , O_1 , если $AO_1 = AB = 2R = 4r = 1 \text{ м}$, $\varphi = 45^\circ$, $\alpha = 20^\circ$, $c = 100 \text{ кН}\cdot\text{м/рад}$, $Q = 10 \text{ кН}$.

Вариант 11

Механизм, расположенный в вертикальной плоскости, состоит из толкателя AB весом P , который опирается на цилиндрический каток весом Q , удерживаемый пружиной жесткости c . В положении, когда центр катка C и точка A находятся на прямой, совпадающей с осью толкателя, пружина не деформирована. К катку приложена пара сил с моментом M , а пружина катка растянута на величину $\lambda = R$.

Определить момент M пары сил и реакцию в точке D , если $R = 0,2 \text{ м}$, $Q = 10 \text{ кН}$, $P = 8 \text{ кН}$, $c_1 = 5 \text{ кН/м}$, $c_2 = 10 \text{ кН/м}$ - жесткость пружины толкателя, $\alpha = 30^\circ$.

Вариант 12

Механизм состоит из кривошипа, представляющего собой уголок, согнутый под прямым углом, зубчатой рейки (штока) и двух шестерён, одна из которых двухступенчатая. К кривошипу и шестерне приложены пары сил с моментами M и M_1 соответственно. Пружина жесткости c при $\varphi = 0$ не деформирована.

Определить момент M пары сил и реакции опор O , O_2 , если $R_2 = 2r_2$, $OD = 1 \text{ м}$, $R_1 = 0,3 \text{ м}$, $\varphi = 30^\circ$, $c = 10 \text{ кН/м}$, $M_1 = 20 \text{ кН}\cdot\text{м}$

Вариант 13

Механизм состоит из ползуна, имеющего форму части цилиндра, упирающегося в коромысло AB , связанное через шатун BD с кривошипом OD . К кривошипу приложена пара сил с моментом M , к ползуну - сила Q .

Определить момент M пары сил и реакции опор O , O_1 , $L - L$, если $AB = BD = 2 \text{ м}$, $H = 1,5 \text{ м}$, $AO_1 = O_1B$, $\alpha = 30^\circ$, $Q = 10 \text{ кН}$.

Вариант 14

Механизм, расположенный в вертикальной плоскости, состоит из кривошипа O_1A , связанного шатуном AB с двухступенчатым барабаном, несущим груз весом Q . С барабаном скреплена пружина жесткости c , а кривошипу приложена пара сил с моментом M .

Определить деформацию пружины и реакцию опор O , O_1 , если $AO_1 = AB = 2R = 4r = 1 \text{ м}$, $\varphi = 45^\circ$, $\alpha = 20^\circ$, $c = 100 \text{ кН/м}$, $Q = 10 \text{ кН}$, $M = 5 \text{ кН}\cdot\text{м}$.

Вариант 15

Механизм состоит из двух шестерен, находящихся в зацеплении, одна из которых связана с кулисой, а другая скреплена со спиральной пружиной жесткости c . К кулисе приложена пара сил с моментом M .

Определить деформацию пружины и реакции опор O , O_1 если $R = 2r = 0,5 \text{ м}$, $AO_1 = 3R$, $OO_1 = 4R$, $\alpha = 30^\circ$, $c = 100 \text{ кН}\cdot\text{м/рад}$, $M = 50 \text{ кН}\cdot\text{м}$.

Вариант 16

Механизм состоит из кривошипа OA , связанного с ползуном, находящимся в пазу одной из двух шестерён, находящихся в зацеплении. При $\varphi = 0^\circ$ спиральная пружина жесткости c не деформирована. К кривошипу приложена пара сил с моментом M .

Определить момент M пары сил и реакции опор O , O_1 , если $OA = 2OO_2 = R = 1,2r = 0,6 \text{ м}$, $\varphi = 30^\circ$, $c = 10 \text{ кН}\cdot\text{м/рад}$.

Вариант 17

Механизм, расположенный в вертикальной плоскости, состоит из кривошипа OA и Т-образной кулисы, рейка CB которой находится в зацеплении с шестернёй барабана, несущего груз весом Q .

Определить деформацию пружины жесткости c и реакции опор O , O_1 , если $AO = 1 \text{ м}$, $R = 2r$, $\varphi = 30^\circ$, $Q = 10 \text{ кН}$, $M = 20 \text{ кН}\cdot\text{м}$, $c = 500 \text{ кН/м}$.

Вариант 18

Механизм, расположенный в вертикальной плоскости, состоит из кулисы, которая через зубчатую рейку и шестерню связана с барабаном, несущим груз весом Q . При вертикальном положении кулисы ($\varphi = 0^\circ$) спиральная пружина жёсткости c , скреплённая с барабаном, не деформирована.

Определить момент M пары сил и реакции опор O, O_1 , если $OD = 2R = 4r = 2 \text{ м}$, $\varphi = 15^\circ$, $c = 10 \text{ кН}\cdot\text{м}/\text{рад}$, $Q = 5 \text{ кН}$.

Вариант 19

Механизм, расположенный в вертикальной плоскости, состоит из цилиндрического кулачка весом P , упирающегося в изогнутый под прямым углом рычаг AOB . К кулачку приложена пара сил с моментом M , на правую часть рычага действует сила Q . Спиральная пружина жёсткости c , скреплённая с рычагом, при $\varphi = 0^\circ$ не деформирована.

Определить момент M пары сил и реакции опор O, O_2 , если $AO = OB = 4r = 2 \text{ м}$, $OD = DB$, $\alpha = 30^\circ$, $\varphi = 45^\circ$, $c = 2 \text{ кН}\cdot\text{м}/\text{рад}$, $Q = 1 \text{ кН}$, $P = 4 \text{ кН}$, $\gamma = 15^\circ$.

Вариант 20

Механизм, расположенный в вертикальной плоскости, состоит из двух шестерён, находящихся в зацеплении, одна из которых связана с кулисой, а другая скреплена с барабаном, несущим груз весом Q . К шестерне и кулисе приложены пары сил с моментами M и M_1 соответственно.

Определить момент M пары сил и реакции опор O, O_2 , если $R = 2r = 0,2 \text{ м}$, $AO = 3R$, $\varphi = 0^\circ$, $Q = 20 \text{ кН}$, $M_1 = 12 \text{ кН}\cdot\text{м}$, $OO_2 = 4R$.

Вариант 21

Механизм состоит из цилиндрического кулачка, упирающегося в коромысло AB , связанное через шатун AD с ползуном, деформирующим пружину жёсткости c . При совпадении точки A с A_0 пружина не деформирована. К коромыслу и кулачку приложены пары сил с моментами M и M_1 соответственно.

В положении, указанном на рисунке, определить момент M пары сил и реакции опор O, O_1 , если $AO = OB = 2r = 0,2 \text{ м}$, $\alpha = 30^\circ$, $c = 20 \text{ кН}/\text{м}$, $M = 1 \text{ кН}\cdot\text{м}$.

Вариант 22

Механизм, расположенный в вертикальной плоскости, состоит из кривошипа O_1A , связанного шатуном AB с барабаном, несущим груз весом Q . С барабаном скреплена пружина жёсткости c , к кривошипу приложена пара сил с моментом M .

Определить деформацию пружины и реакции опор O, O_1 , если $AO_1 = AB = 2R = 1 \text{ м}$, $\varphi = 45^\circ$, $\alpha = 20^\circ$, $c = 100 \text{ кН}/\text{м}$, $Q = 10 \text{ кН}$, $M = 5 \text{ кН}\cdot\text{м}$.

Вариант 23

Механизм, расположенный в вертикальной плоскости, состоит из цилиндрического катка, связанного через ползун A и изогнутый под прямым углом стержень с зубчатой шестернёй, скреплённой с барабаном. К катку приложена пара сил с моментом M , пружина - упругая связь, удерживающая барабан, не деформирована в положении, когда $\varphi = 0^\circ$.

Определить момент M пары сил и реакции в точках D, E и в опоре O , если $R = R_1 = 2r = 0,2 \text{ м}$, $P = 5 \text{ кН}$, $\varphi = 60^\circ$, $c = 5 \text{ кН}/\text{м}$, $CS = 2R$, $BS = 4R$, $ES = R$, c - жёсткость пружины.

Вариант 24

Механизм состоит из двух шестерен, находящихся в зацеплении, и штока AB , который посредством ползуна деформирует пружину жёсткости c . К одной из шестерён приложена пара сил с моментом M . При горизонтальном положении штока ($\varphi = 0^\circ$) пружина не деформирована.

Определить момент M пары сил и реакции опор O, O_1 , если $AB = 4R = 8r = 1 \text{ м}$, $\varphi = 90^\circ$, $c = 100 \text{ кН/м}$, $R_1 = R$.

Вариант 25

Механизм, расположенный в вертикальной плоскости, состоит из двух шестерён, находящихся в зацеплении, одна из которых связана с кулисой, а другая с барабаном, несущий груз весом Q . К кулисе приложена пара сил с моментом M .

Определить момент M пары сил и реакции опор O, O_1 , если $OO_1 = 2R_1 = 4R = 8r = 1 \text{ м}$, $\varphi = 45^\circ$, $Q = 10 \text{ кН}$.

Вариант 26

Механизм, расположенный в вертикальной плоскости, состоит из кривошипа OA , который через зубчатую рейку и пару шестерён связан с барабаном, несущим груз весом Q . При вертикальном положении кривошипа ($\varphi = 0^\circ$) спиральная пружина жёсткости c , удерживающая его, не деформирована.

Определить значение Q и реакции опор O, O_1 , если $OA = 1 \text{ м}$, $R = 2r$, $\varphi = 30^\circ$, $c = 100 \text{ кН·м/рад}$.

Вариант 27

Механизм состоит из кривошипа OA , связанного через кулису AB и шток BC , несущий пружину жесткости c , с муфтой Ольдгейма. При $\varphi = 0^\circ$ пружина не деформирована. К кривошипу приложена пара сил с моментом M .

Определить жёсткость c пружины и реакцию опоры D , если $AB = 2,5OA = 1 \text{ м}$, $OD = OA$, $\varphi = 60^\circ$, $M = 1 \text{ кН·м}$. Муфта Ольдгейма представляет собой два наглухо соединенных между собой взаимно перпендикулярных ползуна и не имеет перекоса.

Вариант 28

Механизм, расположенный в вертикальной плоскости, состоит из кривошипа OA и кулисы, связанной с барабаном, несущим груз весом Q . К кривошипу приложена пара сил с моментом M . Определить момент M пары сил и реакции опор O, O_1 , если $OO_1 = 2OA = 4R = 1 \text{ м}$, $\varphi = 30^\circ$, $Q = 10 \text{ кН}$.

Вариант 29

Механизм, расположенный в вертикальной плоскости, состоит из кривошипа OA , связанного через шатун AB и зубчатую рейку BD с шестерней, скрепленной с барабаном, несущим груз весом Q . Спиральная пружина жесткости c , скреплённая с кривошипом, при $\varphi = 90^\circ$ не деформирована, вес шатуна и вес кривошипа (однородные стержни) равны P и P_1 соответственно.

Определить жёсткость пружины c и реакции опор O и O_1 , если $L = OA = AB = 0,3 \text{ м}$, $R = 2r$, $\varphi = 60^\circ$, $Q = 10 \text{ Н}$, $P = 20 \text{ Н}$, $P_1 = 25 \text{ Н}$.

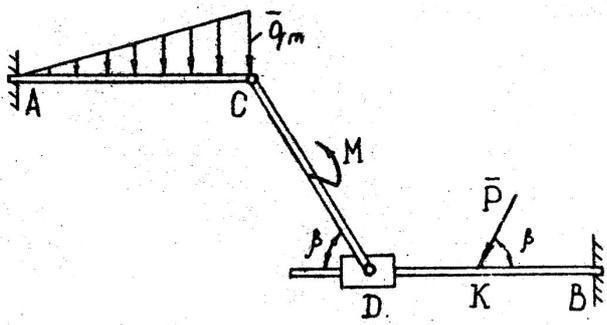
Вариант 30

Механизм состоит из кривошипа OA , связанного через кулису O_1B и шток BC , несущий пружину жёсткости c , с муфтой Ольдгейма (см. примечание в варианте 27). При $\varphi = 0^\circ$ пружина не деформирована. К кривошипу приложена пара сил с моментом M .

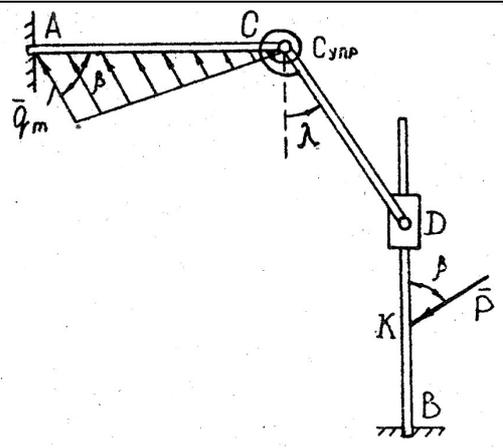
Определить жесткость c пружины и реакции опор O и O_1 , если $O_1B = 2OA = 1 \text{ м}$, $OO_1 = OA$, $\varphi = 30^\circ$; $M = 1000 \text{ Н·м}$.

Замечание. Пружины линейные и спиральные жесткости c при деформации λ развивают упругую силу $F = c\lambda$, $[c] = \text{Н/м}$, $[\lambda] = \text{м}$ или упругий момент $M = c\lambda$, $[c] = \text{Н·м/рад}$ $[\lambda] = \text{рад}$.

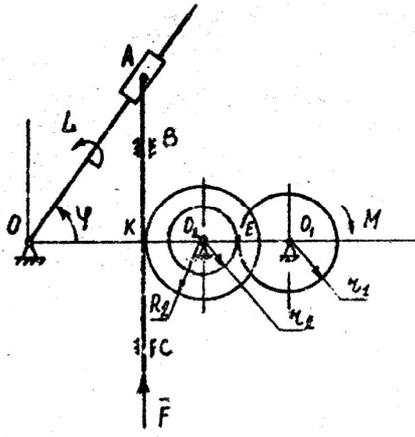
1.1



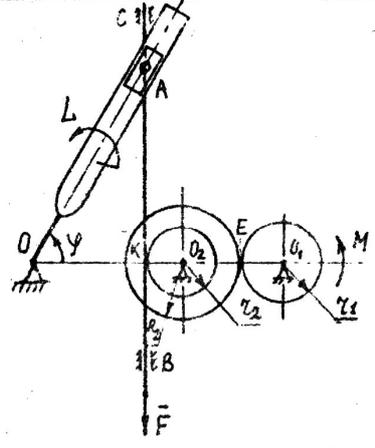
2.1



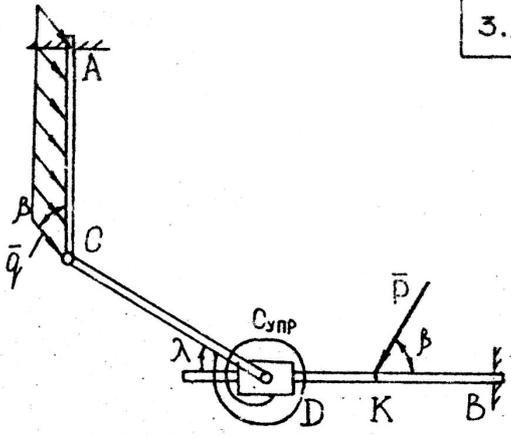
1.2



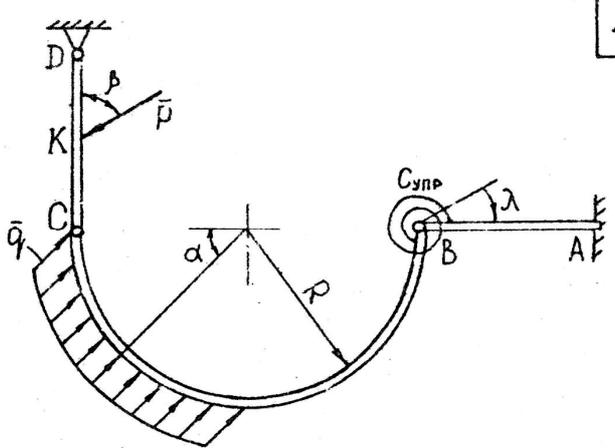
2.2



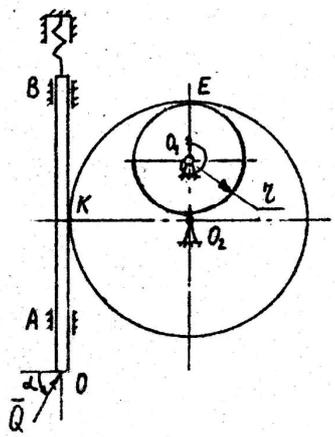
3.1



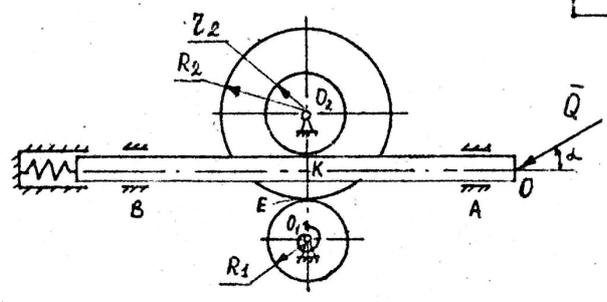
4.1

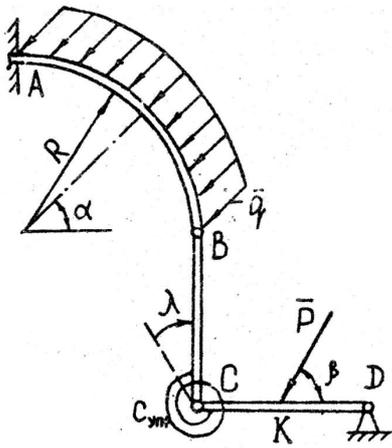


3.2

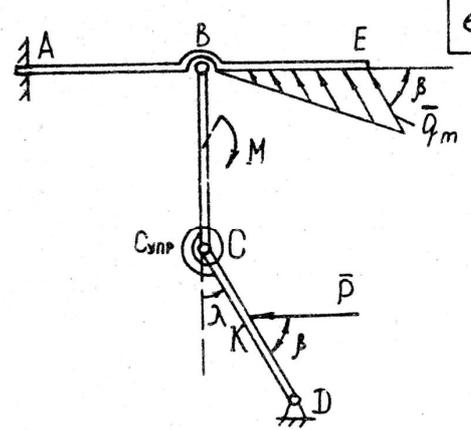


4.2

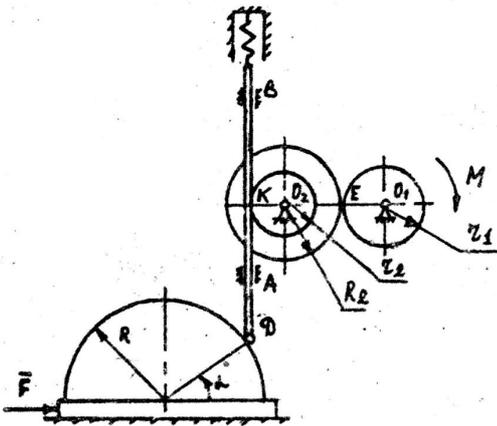




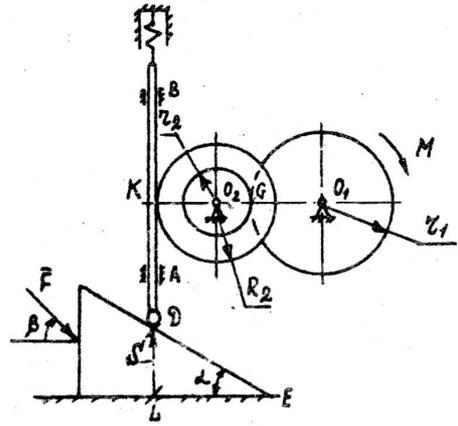
5.1



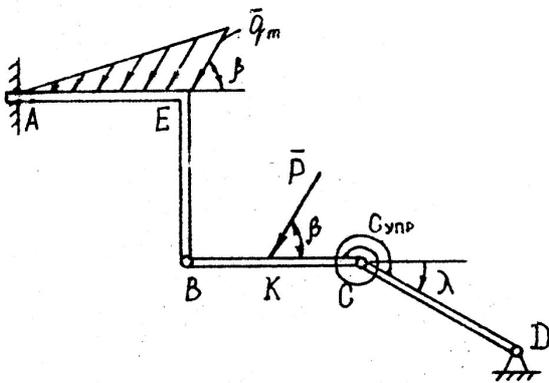
6.1



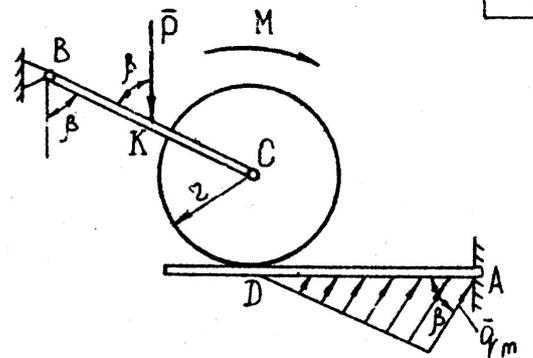
5.2



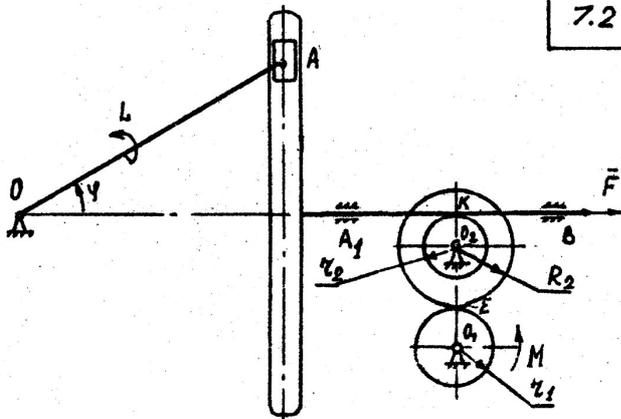
6.2



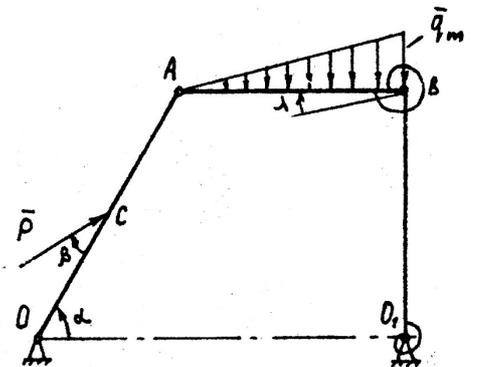
7.1



8.1

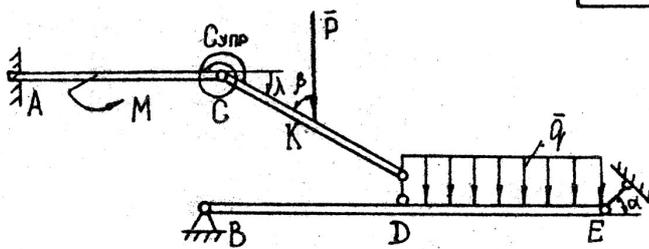


7.2

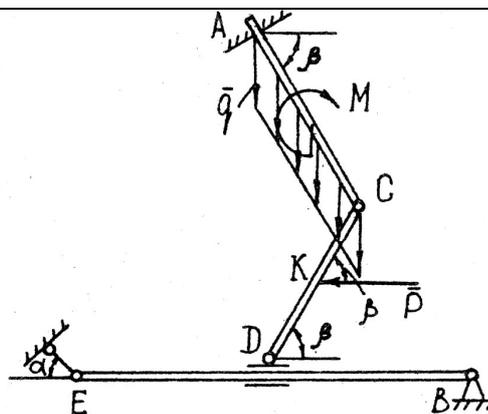


8.2

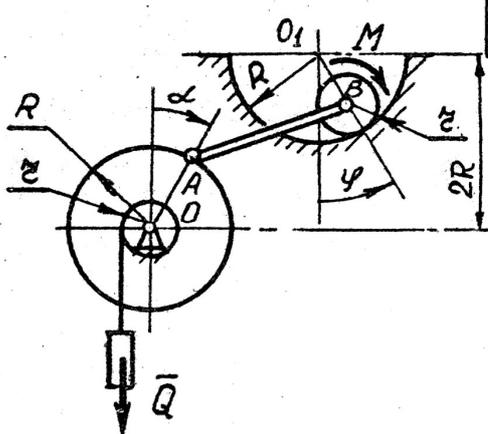
9.1



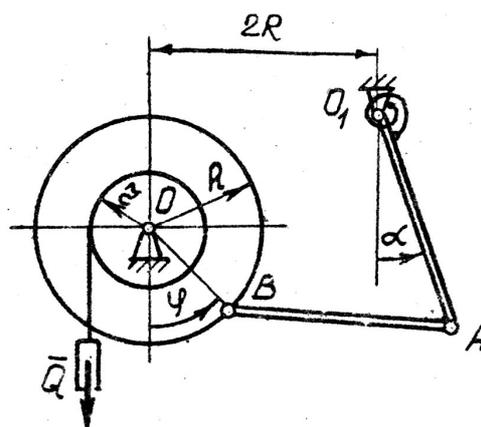
10.1



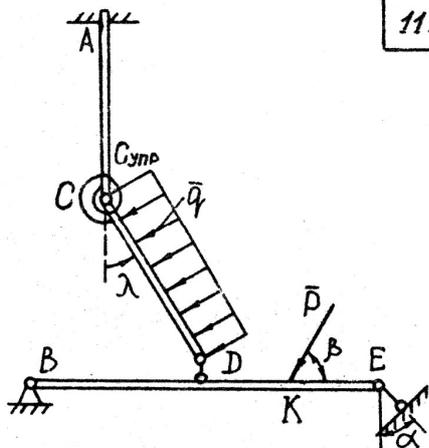
9.2



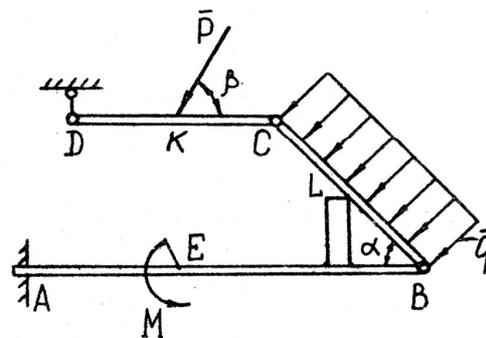
10.2



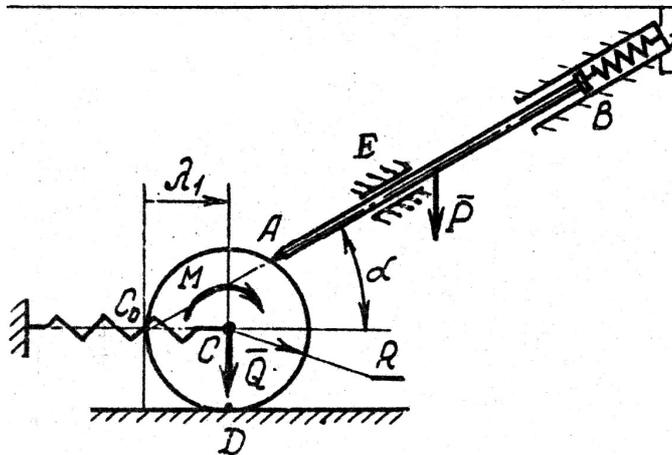
11.1



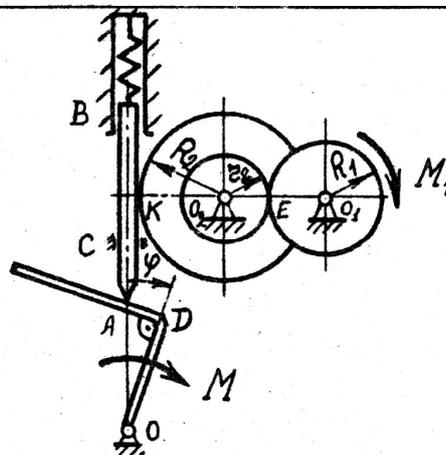
12.1



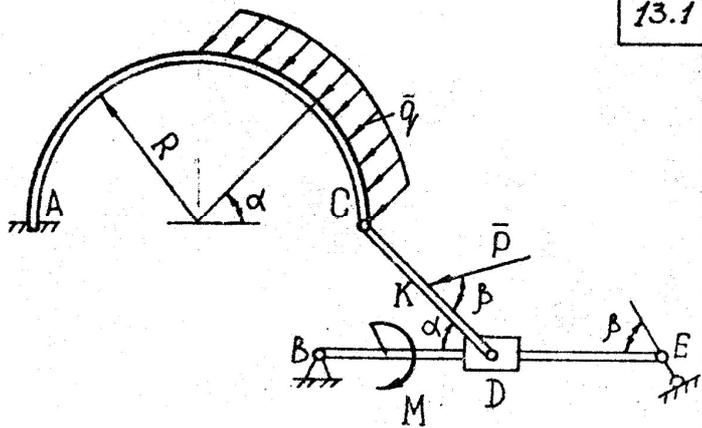
11.2



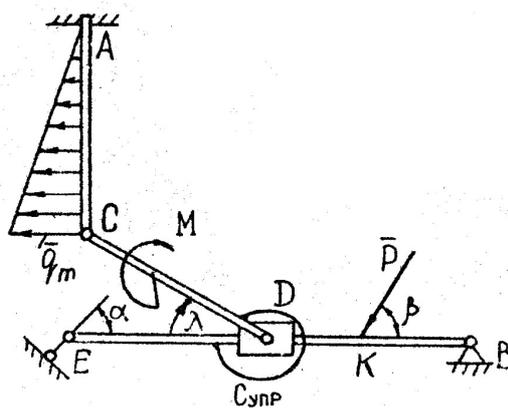
12.2



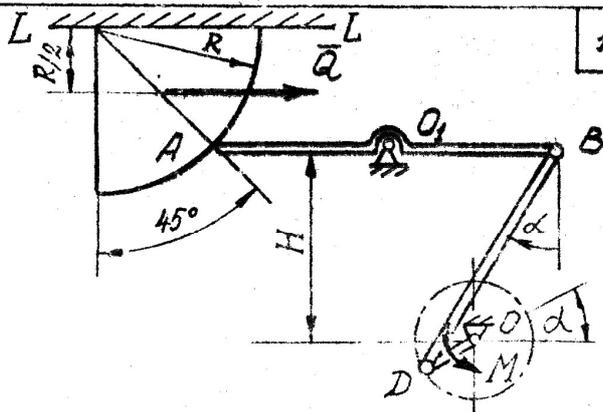
13.1



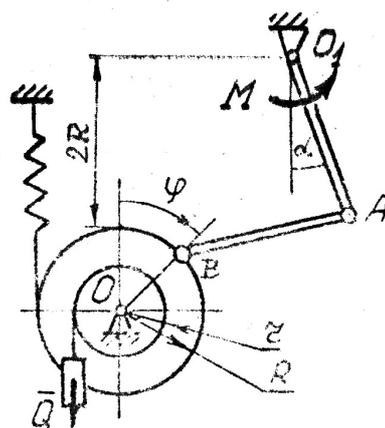
14.1



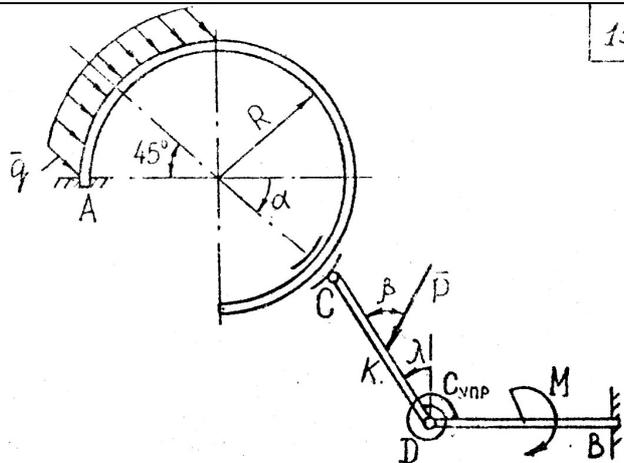
13.2



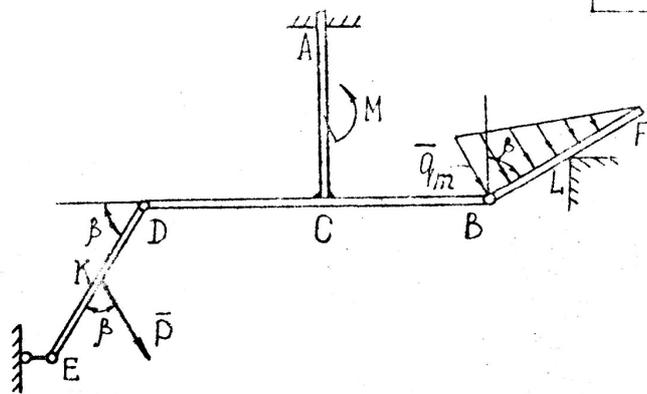
14.2



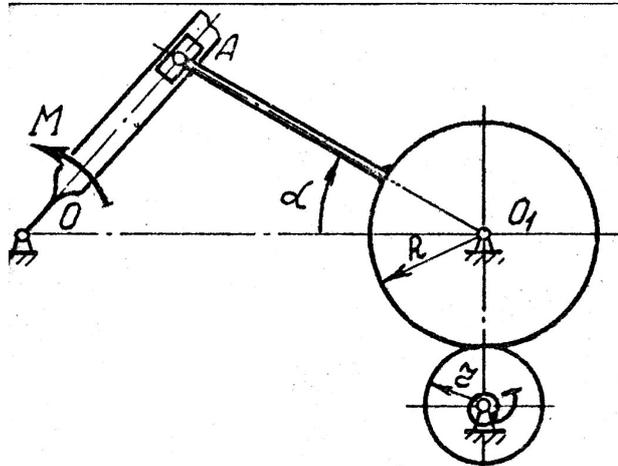
15.1



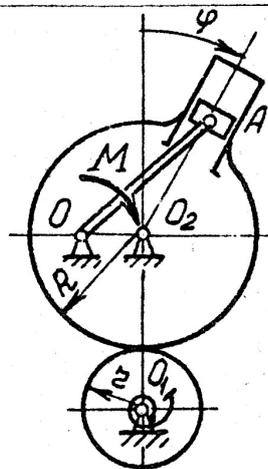
15.1



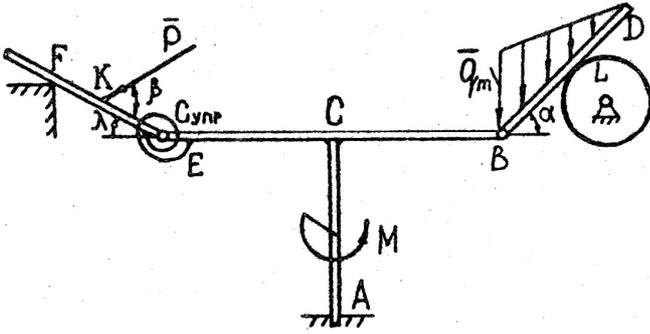
15.2



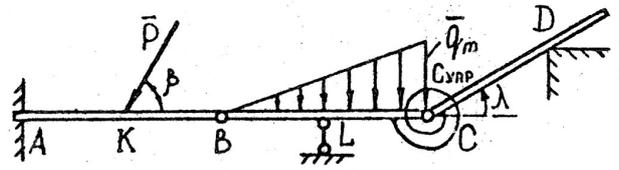
16.2



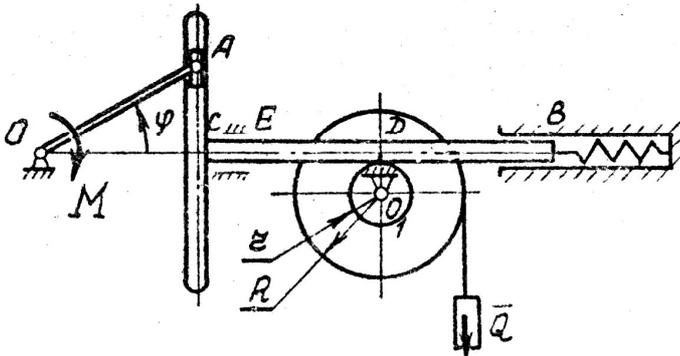
17.1



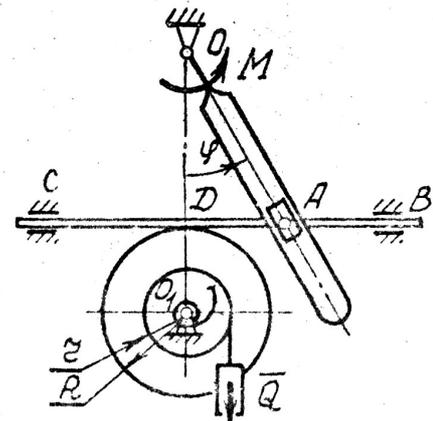
18.1



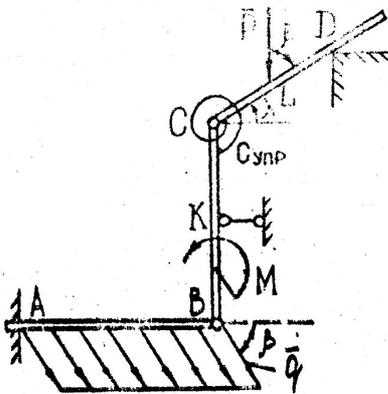
17.2



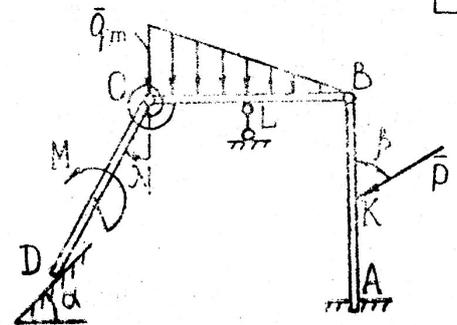
18.2



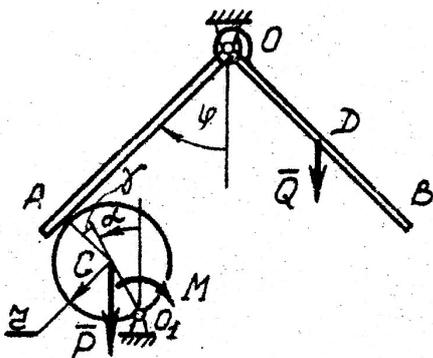
19.1



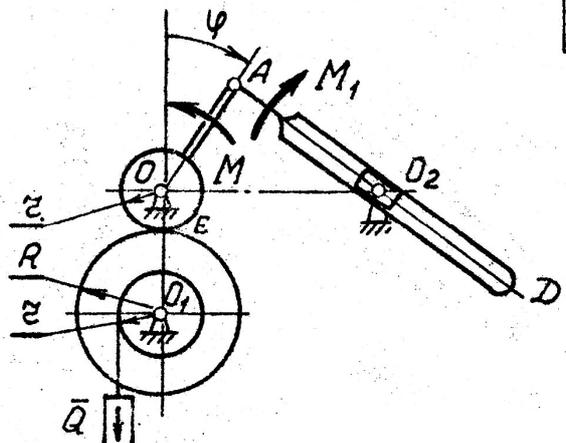
20.1



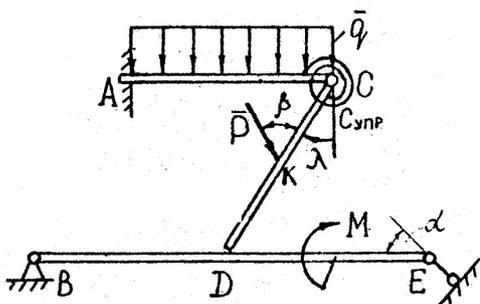
19.2



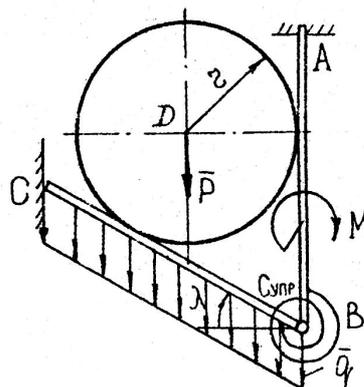
20.2



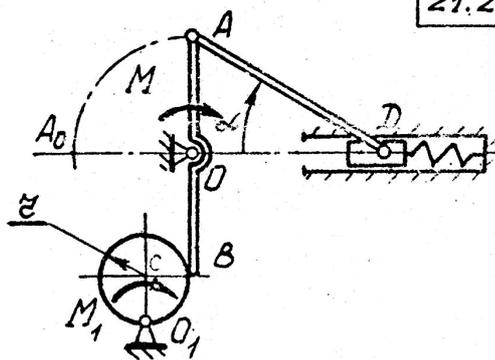
21.1



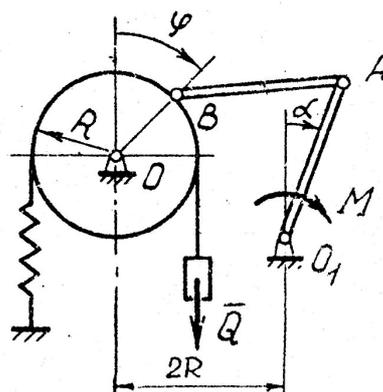
22.1



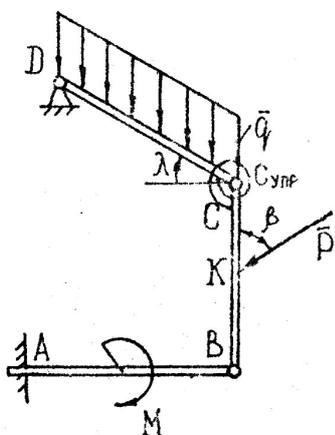
21.2



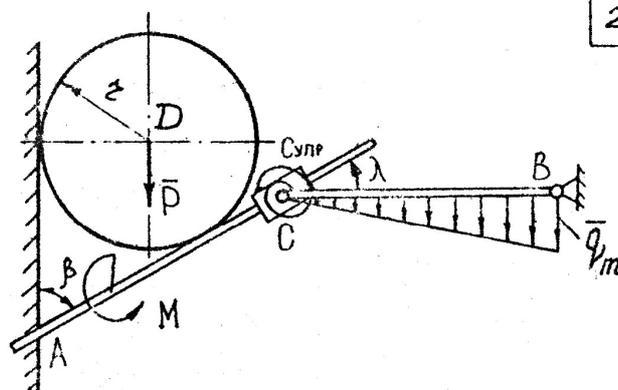
22.2



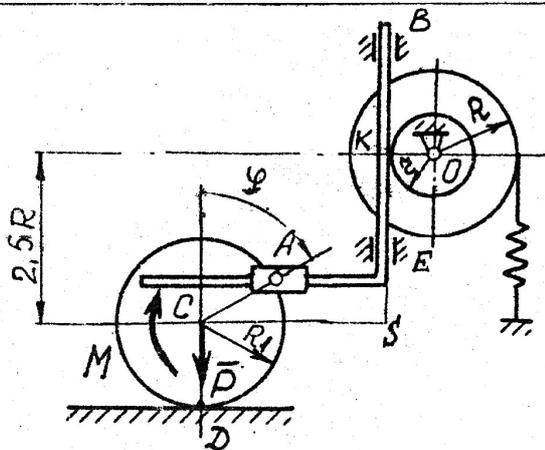
23.1



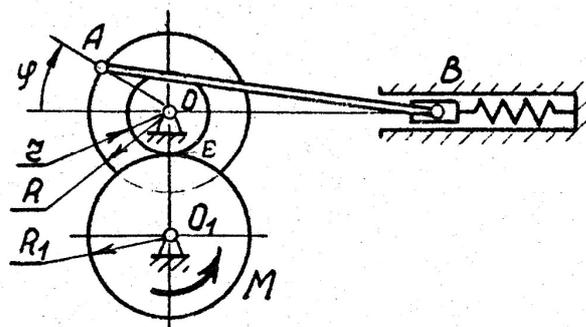
24.1



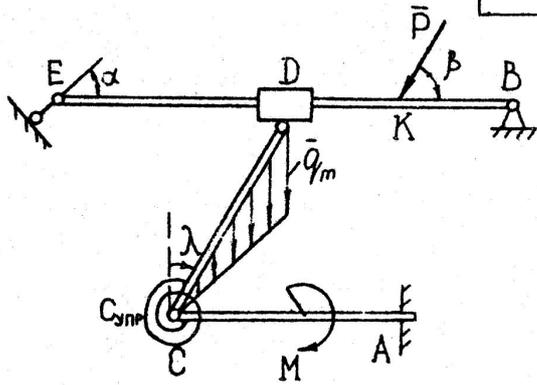
23.2



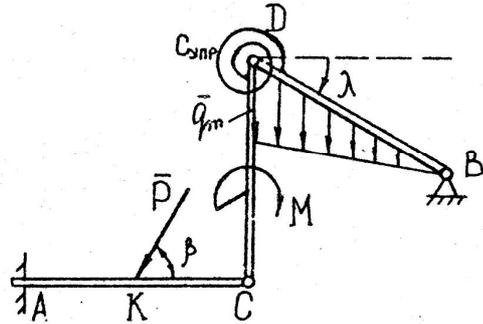
24.2



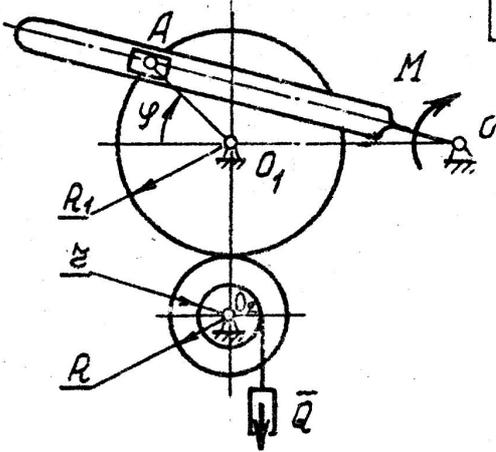
25.1



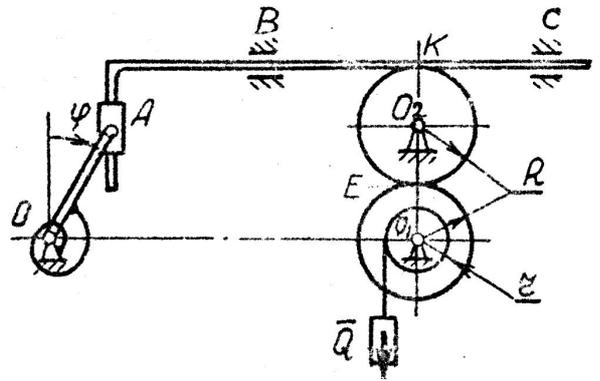
26.1



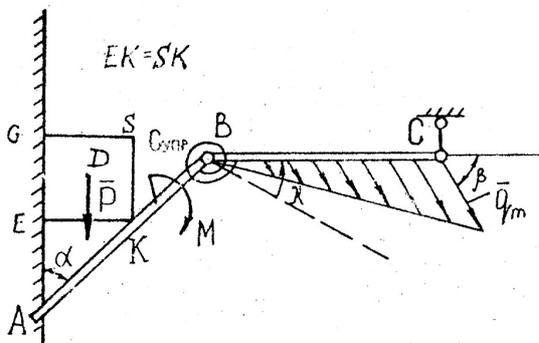
25.2



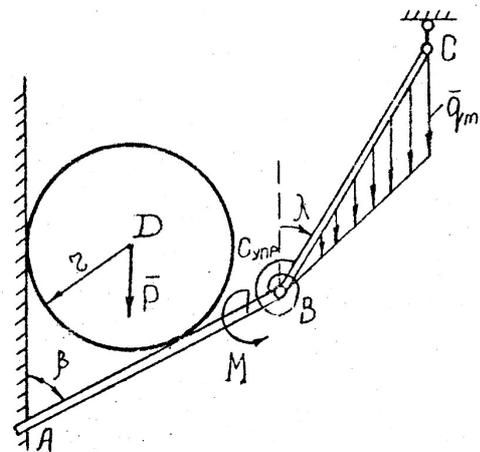
26.2



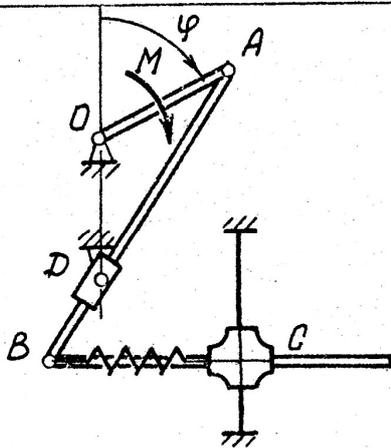
27.1



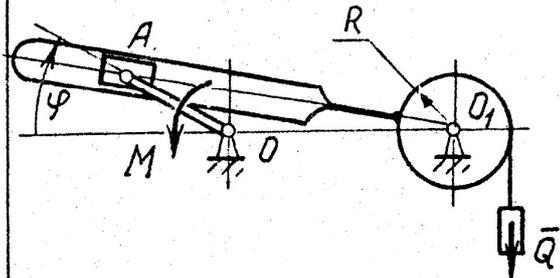
28.1



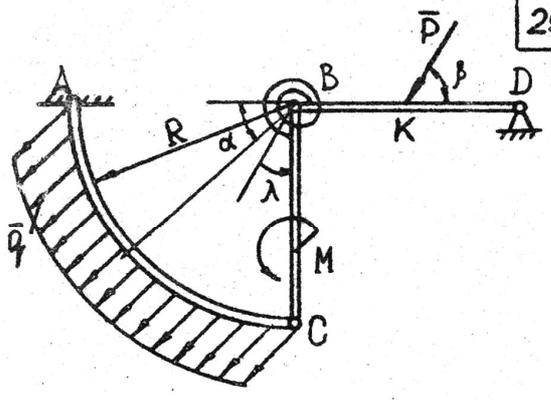
27.2



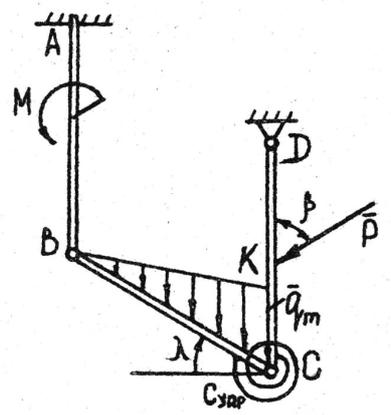
28.2



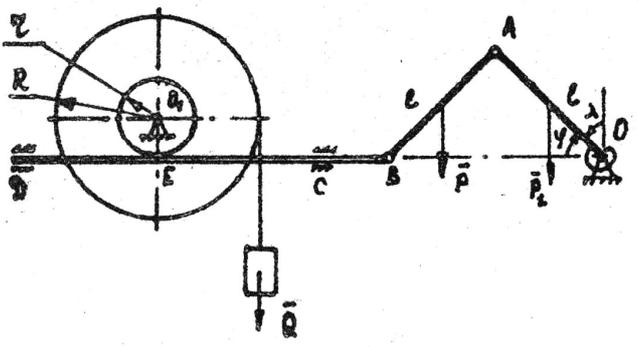
29.1



30.1



29.2



30.2

