



Задание, ответы и критерии оценивания

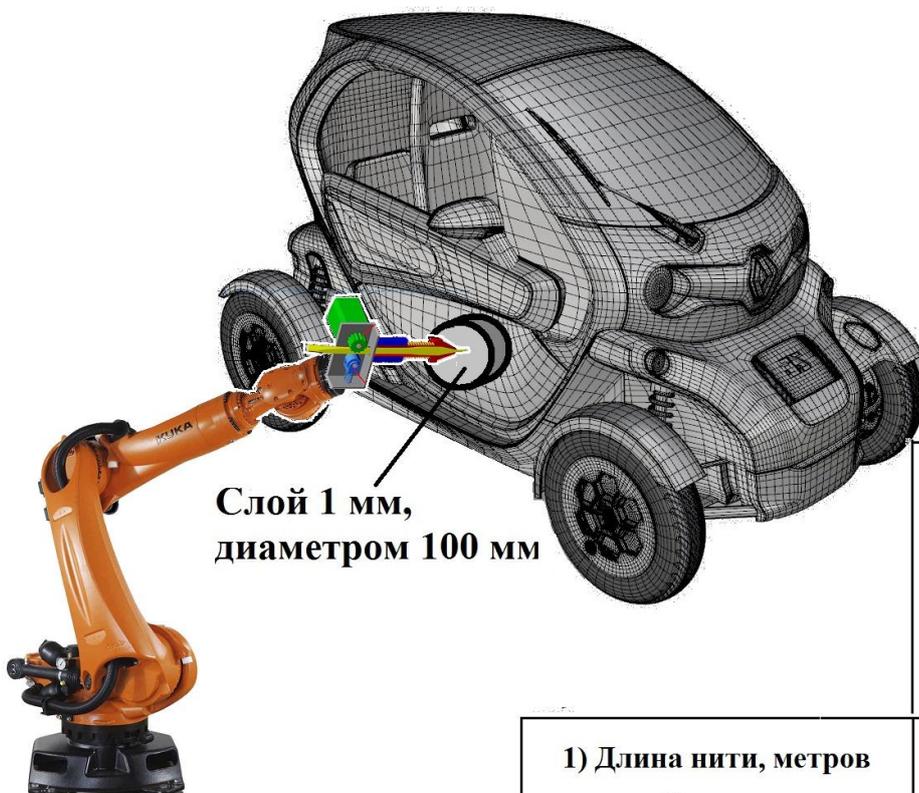
Выпускник университета решил организовать собственное малое инновационное предприятие. Взяв кредит в банке, он купил киберфизическую производственную систему для ремонта малогабаритных одноместных электромобилей, таких как городские беспилотные роботы-такси.

Купленная молодым инженером система включает в себя: сборочный, обрабатывающий, сварочный, транспортный роботы и робот аддитивного производства (3D принтер). В процессе эксплуатации такой системы инженеру пришлось решать ряд производственных задач, представленных ниже. Во всех этих задачах ускорение свободного падения принять равным $g=10 \text{ Н/м}^2$.

Задача №1.

Для ремонта поврежденных участков композитных дверей и обшивки электромобиля робот, у которого в качестве рабочего органа установлена головка 3D принтера, наносит на эти участки слой пластикового покрытия, которое потом шлифуется. В среднем при ремонте наносится покрытие в виде цилиндра диаметром 100 мм и толщиной 1 мм. Для нанесения покрытия из головки 3D принтера выдавливается термопластиковая нить. Такая нить заправляется в головку принтера и имеет площадь поперечного сечения $0,5 \text{ мм}^2$. Сколько метров нити должен заказать инженер для выполнения каждого такого ремонта?

Участнику на листе с ответами нужно нарисовать таблицу, приведенную ниже справа от рисунка, и во вторую колонку вписать итоговый ответ. Решение или обоснование дать ниже таблицы.



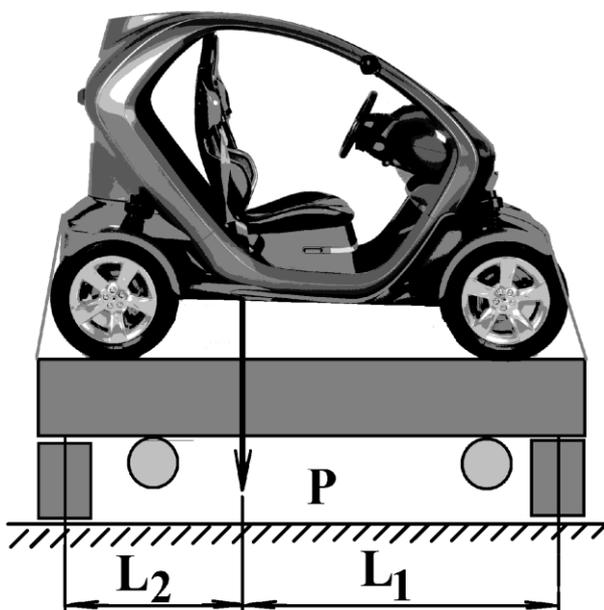
	Решение учащегося	Максимально возможная оценка	Оценка проверяющего
1) Длина нити, метров		5	

Решение. В основе решения закон сохранения материи, в данном случае, объема. Очевидно, что объем покрытия равен объему цилиндра: $V(1) = S * L = (\pi * D * D / 4) * L = 3.14 * 100 * 100 / 4 \text{ мм}^3$. Объем нити аналогичен: $V(2) = S * L = 0.5 * L$. Поскольку $V(1) = V(2)$, то $L = 2 * 3.14 * 100 * 100 / 4$. $L = 3.14 * 100 * 100 / 2 = 31400 / 2 = 15700 \text{ мм}$. Ответ: $L = 15,7$ метра.

Задача №2.

Ремонт электромобиля выполняется на стапеле, который закрепляется на транспортной платформе-роботе. Такой робот и доставил ранее электромобиль к роботу с головкой 3D принтера. В процессе ремонтных работ из платформы опускаются вниз четыре опоры, которые ее приподнимают, и которыми платформа опирается жестко на пол цеха. Площадь опорной поверхности каждой опоры $S=10000 \text{ мм}^2$. Необходимо определить максимальное давление в кило-Паскалях, которое оказывается опорами платформы на пол, если центр тяжести электромобиля смещен влево и определяется силой $P=5000 \text{ Н}$. Электромобиль симметричен относительно его продольной вертикальной плоскости. Измеренные в плоскости рисунка расстояния от линии действия этой силы до середины указанных опор: $L_1=1500 \text{ мм}$ и $L_2=500 \text{ мм}$. Стапель и платформа имеют общую массу $M=200 \text{ кг}$. Они симметричны относительно вертикальных плоскостей.

Участнику на листе с ответами нужно нарисовать таблицу, приведенную ниже справа от рисунка, и во вторую колонку вписать итоговый ответ. Решение или обоснование дать ниже таблицы.



	Решение учащегося	Максимально возможная оценка	Оценка проверяющего
2) Максимальное давление, КПа		10	

Решение. Решение основано на понятии рычага и понятии давления. Давление от опор на пол определяется силами, приложенными к этим опорам и их площадью. Чтобы найти силы, необходимо учесть симметричность всей конструкции относительно вертикальной продольной оси. Следовательно, силы на дальних по рисунку и соответствующих им ближних опорах одинаковы. Тогда, нужно определить силы на левой и правой по рисунку опорах. Так как сила тяжести от электромобиля смещена влево, то, очевидно, что левая опора более нагружена. Определим силу на ней. Для этого определим моменты сил относительно точки в центре правой по рисунку опоры.

$$F_{\text{л}} \cdot (L_1 + L_2) = 0.5 \cdot (P \cdot L_1 + M \cdot g \cdot 0.5 \cdot (L_1 + L_2)). \text{ Откуда } F_{\text{л}} = 0.5 \cdot (P \cdot L_1 / (L_1 + L_2) + 0.5 \cdot 0.5 \cdot M \cdot g).$$

$$F_{\text{л}} = 0.5 \cdot (5000 \cdot 1500 / (1500 + 500) + 0.25 \cdot 200 \cdot 10) = 2125 \text{ Н}.$$

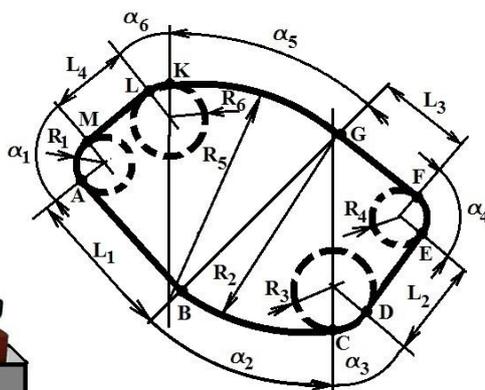
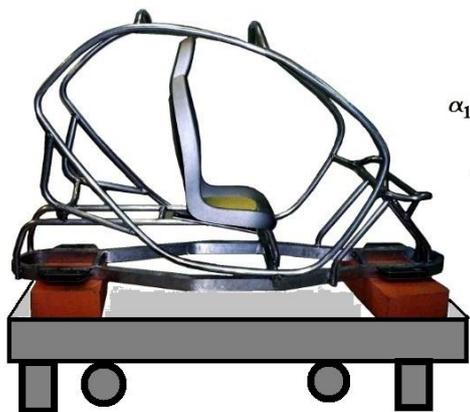
$$p = F_{\text{л}} / S. \quad p = 2125 / 0.01 = 212500 \text{ Па} \text{ или } p = 212.5 \text{ кПа}$$

Ответ: $p = 212,5 \text{ кПа}$

Задача №3.

Каркас электромобиля состоит из так называемых шовных труб (см. рисунок внизу слева). Такие трубы получают сворачиванием узкого стального листа в цилиндр, и место стыка этого листа потом сваривают. При долгой эксплуатации электромобиля и прогибах его труб их швы в некоторых местах разошлись. В связи с этим, инженер решил все швы еще раз проварить для повышения прочности каркаса. При такой сварке сварочный электрод перемещают вдоль продольной оси трубы и сваривают ее продольным швом. В итоге сварочный робот должен сварить две боковые стойки, напоминающие овал (см. рисунок слева). Эскиз такой стойки жирными линиями отображен на рисунке внизу справа. На нем же даны размеры. Каждая овальная стойка состоит из 10 участков трубы. Часть таких участков – дуги окружностей, другая часть – отрезки прямых линий. Дуги окружностей имеют радиусы: $R_1=R_4=100$ мм, $R_3=R_6=200$ мм, $R_2=R_5=800$ мм. Углы, характеризующие длины этих дуг, имеют, соответственно, значения: $\alpha_1=\alpha_4=90$ град, $\alpha_2=\alpha_3=\alpha_5=\alpha_6=45$ град (напомним, что весь оборот окружности соответствует значению 360 град, для сравнения: на часах весь оборот минутной стрелки на циферблате равен 60 минутам, тогда $\alpha_1=90$ град соответствует 15 минутам, а угол $\alpha_2=45$ град соответствует 7,5 минутам). Прямолинейные участки указанных стоек имеют длины: $L_1=600$ мм, $L_2=L_3=400$ мм, $L_4=300$ мм. Сколько секунд потребуется для сварки обеих стоек, если скорость перемещения электрода сварочным роботом вдоль таких труб составляет $V=10$ мм/с?

Участнику на листе с ответами нужно нарисовать таблицу, приведенную ниже, и во вторую колонку вписать итоговый ответ. Решение дать ниже таблицы.



Решение учащегося	Максимально возможная оценка	Оценка проверяющего
3) Время сварки, сек:	25	

Решение. Решение связано с определением длины указанного контура обеих стоек. Контур каждой стойки имеет 6 дуг окружности и 4 прямолинейных участка. Длина каждой i -той дуги окружности $L_{ок_i}=2*U_i*\pi*R_i$, где U_i – угловая доля дуги в угле, описывающем всю окружность: $U_i = \alpha_i/360$. $L_{ок_1}=L_{ок_4}=2*(90/360)*\pi*100=157$ мм. $L_{ок_3}=L_{ок_6}=2*(45/360)*\pi*200=157$ мм.

$L_{ок_2}=L_{ок_5}=2*(45/360)*\pi*800=628$ мм.

Тогда длина каждой стойки равна $L_c=2*L_{ок_1}+2*L_{ок_3}+2*L_{ок_2}+L_1+2*L_2+L_4$.

Или $L_c=2*(157+157+628)+600+2*400+300=3584$ мм.

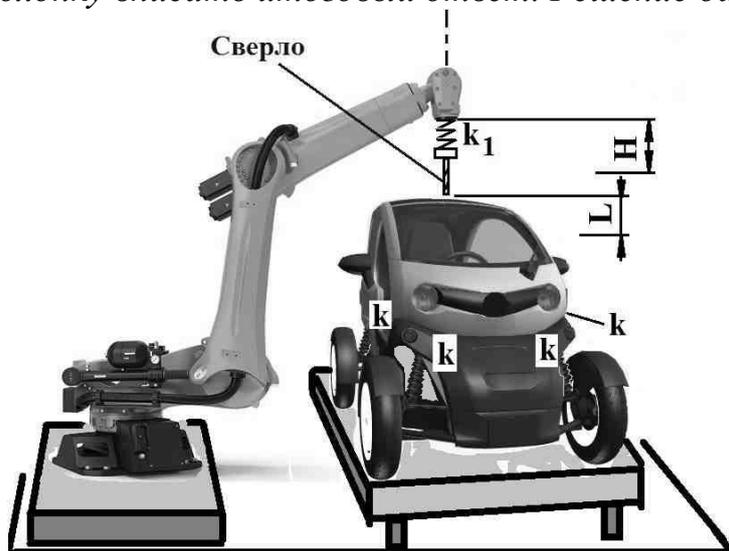
Две стойки будут иметь длину $L=2*L_c=7168$ мм. Время сварки $t=L/V=7168/10=716.8$ с, или примерно 717 с.

Ответ: 717 с.

Задача №4.

Далее транспортный робот переместил электромобиль к обрабатывающему роботу. Робот должен просверлить вертикальное отверстие на определенную глубину в раме электромобиля для установки камеры нового автопилота. В рабочий орган робота установили пружинный компенсационный патрон, в который, в свою очередь, вставили сверло диаметром $D=8$ мм. Инженер решил просверлить отверстие в электромобиле прямо на транспортном роботе. В процессе сверления пружина жесткостью $k_1=10$ Н/мм компенсационного патрона начнет вертикально сжиматься. При этом четыре вертикальных одинаковых пружины подвески электромобиля также начнут сжиматься. Жесткость каждой из них $k=100$ Н/мм. Пружины закреплены на каркасе электромобиля с использованием свободноповорачивающихся шарниров. В результате перемещения рабочего органа робота вниз на высоту $H=10$ мм и сжатия пружин сверло к моменту начала сверления переместится на определенную глубину. Требуется определить, на какую величину переместится вершина этого сверла L , если расстояния от оси отверстия до каждой из четырех пружин подвески электромобиля одинаковы. Остальные части электромобиля и роботов считать абсолютно жесткими.

Участнику на листе с ответами нужно нарисовать таблицу, приведенную ниже, и во вторую колонку вписать итоговый ответ. Решение дать ниже таблицы.



Решение учащегося	Максимально возможная оценка	Оценка проверяющего
4) Глубина отверстия, мм	30	

Решение. Решение связано с определением сил на пружинах и их деформаций. Перемещение рабочего органа вниз на длину H до момента начала сверления создаст усилие $F=k_{cp} \cdot H$. Эта сила одинаково действует как на первую пружину, так и на четыре пружины электромобиля. Поскольку сила равноудалена от них, то все они будут деформироваться одинаково. Сила на первой пружине $F=k_1 \cdot N_1$. Сила на четырех пружинах: $F=4 \cdot k \cdot N_4$. Поскольку эти силы по закону Ньютона равны, то $k_1 \cdot N_1=4 \cdot k \cdot N_4$. Но деформации этих пружин равны общей деформации, равной перемещению рабочего органа робота:

$H=N_1+N_4$. Тогда $N_4=H-N_1$. Подставляя в предыдущее уравнение, получим:

$k_1 \cdot N_1=4 \cdot k \cdot (H-N_1)$. Или $k_1 \cdot N_1+4 \cdot k \cdot N_1=4 \cdot k \cdot H$. Или $N_1(k_1+4 \cdot k)=4 \cdot k \cdot H$.

Или $N_1=4 \cdot k \cdot H/(k_1+4 \cdot k)$.

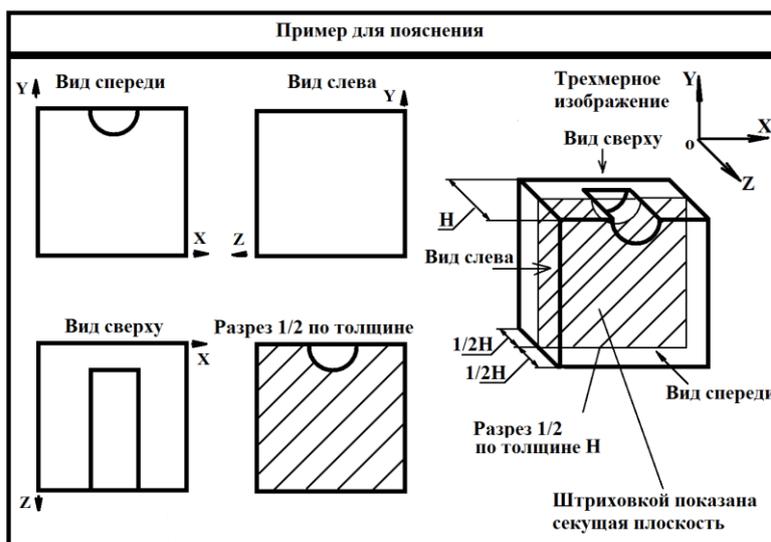
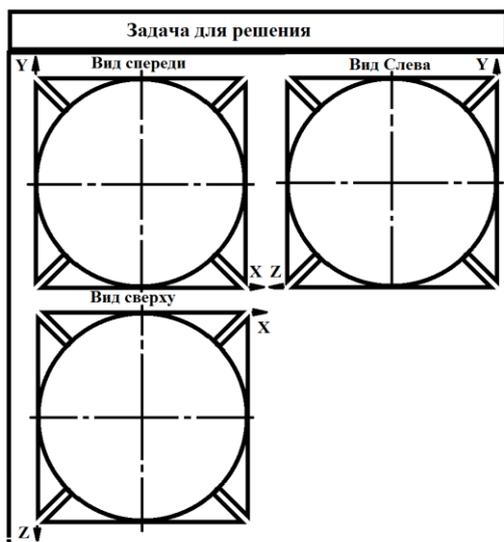
$N_1=4 \cdot 100 \cdot 10/(10+4 \cdot 100)$, или $N_1=9.76$ мм.

Ответ: $N_1=9.76$ мм.

Задача №5.

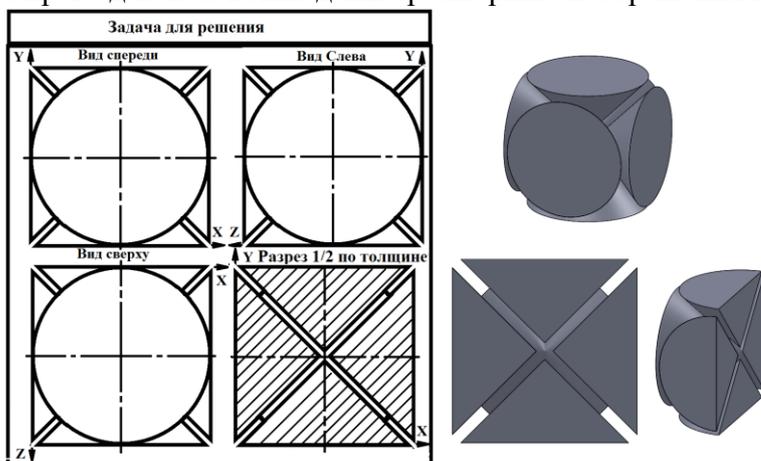
Для участка сборки инженер получил чертеж одной из частей электроавтомобиля, которая без размеров изображена тремя проекциями, приведенными на рисунке слева внизу («Задача для решения»). Три проекции – это изображение трех видов конструкции: спереди (взгляд по оси Z), слева (по оси X) и сверху (по оси Y). Конструкция состоит только из одинаковых элементов. Нарисуйте разрез этой конструкции плоскостью, параллельной виду спереди (плоскость, параллельная X₀Y₀) и проходящей ровно посередине толщины конструкции. Для пояснения приведенных выше понятий на рисунке справа («Пример для пояснения») даны все виды и разрезы применительно к другой детали. На разрезе рисуются все кромки детали, которые попали в секущую плоскость и которые видны за ней.

Оценка за верный ответ 30 баллов.



Ответ: Для решения задачи необходимо сначала понять конструкцию. Представлено шесть одинаковых конусов, которые сходятся вершинами к центру фигуры, при этом между данными вершинами остается зазор. Для построения разреза в указанной плоскости нужно понять, что конусы спереди и сзади не попадают в плоскость разреза. Таким образом, четыре конуса попадают в секущую плоскость и в ней отображаются прямоугольными треугольниками. Поскольку по условию разрез – это изображение контуров сечения и контуров, что расположены за ним, то контур заднего конуса – его окружность, что видна за указанными четырьмя конусами, также отображается. В центре сечения отображается точка – вершина заднего конуса, но такая точка закрывается осевыми линиями.

Справа для пояснения даны трехмерные изображения конусов.





Многопрофильная инженерная олимпиада «Звезда» «Машиностроение»

10-11 классов

Заключительный этап

2019-2020

Задания, ответы и критерии оценивания

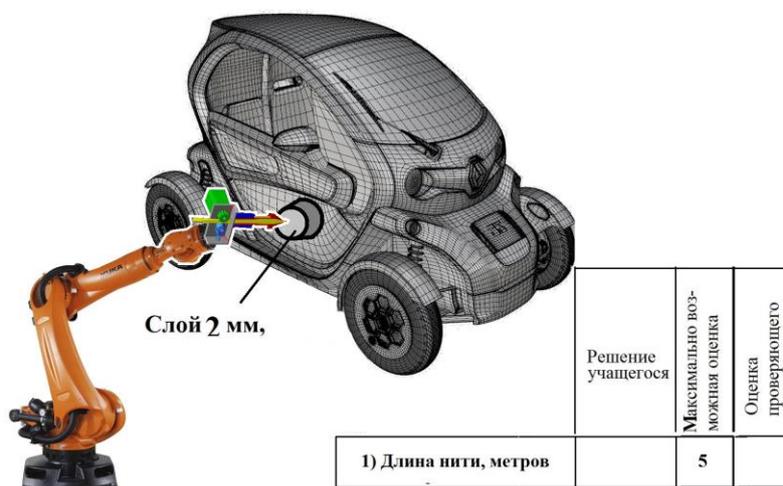
Выпускник университета решил организовать собственное малое инновационное предприятие. Взяв кредит в банке, он купил киберфизическую производственную систему для ремонта малогабаритных одноместных электромобилей, таких как городские беспилотные роботы-такси.

Купленная молодым инженером система включает в себя: сборочный, обрабатывающий, транспортный роботы, гибочный станок и робот аддитивного производства (3D принтер). В процессе эксплуатации такой системы инженеру пришлось решать ряд производственных задач, представленных ниже. Во всех этих задачах ускорение свободного падения принять равным $g=10 \text{ Н/м}^2$.

Задача №1.

Для ремонта поврежденных участков композитных дверей и обшивки электромобиля робот с установленной в качестве рабочего органа головкой 3D принтера наносит на такие участки слой пластикового покрытия, которое потом шлифуется. В среднем при ремонте наносится покрытие в форме усеченного конуса с радиусами оснований $R_1=50$ и $R_2=45$ мм и высотой $H=2$ мм. Для нанесения покрытия из головки 3D принтера выдавливается термопластиковая нить. Такая нить заправляется в головку и имеет площадь поперечного сечения $0,5 \text{ мм}^2$. Сколько метров нити должен заказать инженер для выполнения каждого такого ремонта?

Участнику на листе с ответами нужно нарисовать таблицу, приведенную ниже справа от рисунка, и во вторую колонку вписать итоговый ответ. Решение или обоснование дать ниже таблицы.

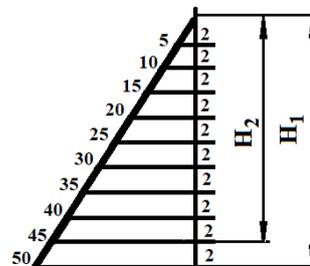


Решение. В основе решения закон сохранения материи, в данном случае, объема. Очевидно, что объем покрытия равен объему усеченного конуса. Объем конуса изучается в 9-м классе (Геометрия 7-9 классы. Атанасян Л.С., 2010 стр. 239.) Усеченный конус не изучается. Объем усеченного конуса может быть определен через объемы полных конусов с основаниями R_1 и R_2 : $V_1=(\pi/3)*H_1*(R_1)^2$ и $V_2=(\pi/3)*H_2*(R_2)^2$. Т.о., необходимо знать высоту каждого конуса. Нужно построить прямоугольный треугольник, из которого видно, что $H_1=20$ мм, а $H_2=18$ мм. Тогда:

$$V(1)=V_1- V_2= (\pi/3)(H_1(R_1)^2 -H_2(R_2)^2). V(1)=3.14/3*(20*50*50-18*45*45)= 14182 \text{ мм}^3.$$

Объем нити определяется через цилиндр: $V(2)=S*L$.
 Поскольку $V(1)=V(2)$ и $S=0.5$, то $L=V(1)/S$.
 $L=14182/0.5=14182*2=28364$ мм.

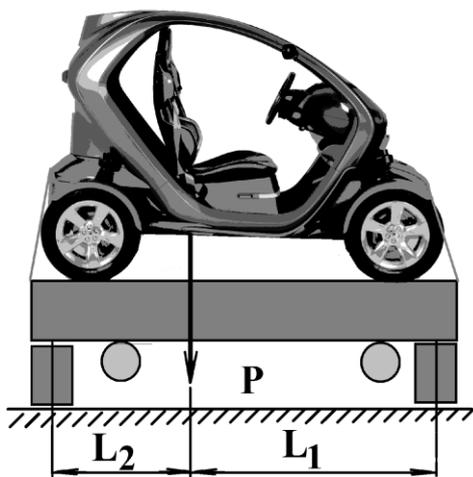
Ответ: $L=28,36$ метра.



Задача №2.

Ремонт электромобиля выполняется на стапеле, который закрепляется на транспортной платформе-роботе. Такой робот и доставил ранее электромобиль к 3D принтеру. В процессе ремонтных работ из платформы опускаются вниз четыре опоры, которыми платформа опирается жестко на пол цеха. Площадь опорной поверхности каждой опоры $S=10000$ мм². Необходимо определить максимальное давление в мегапаскалях, которое оказывается опорами платформы на пластиковый пол, если центр тяжести электромобиля смещен влево и определяется некоторой силой P . Электромобиль симметричен относительно его продольной вертикальной плоскости. Измеренные в плоскости рисунка расстояния от линии действия этой силы до середины указанных опор: $L_1=1500$ мм и $L_2=500$ мм. Стапель и платформа имеют общую массу $M=200$ кг. Они симметричны относительно вертикальных плоскостей. Для оценки давления в одной из правых опор платформы-робота был установлен электронный датчик, который показал усилие на этой опоре $F_n = 1000$ Н.

Участнику на листе с ответами нужно нарисовать таблицу, приведенную ниже справа от рисунка, и во вторую колонку вписать итоговый ответ. Решение или обоснование дать ниже таблицы.



Решение учащегося	Максимально возможная оценка	Оценка проверяющего
2) Максимальное давление, МПа	10	

Решение. Решение основано на понятии рычага и понятии давления. Давление от опор на пол определяется силами, приложенными к этим опорам и их площади. Чтобы найти силы, необходимо учесть симметричность всей конструкции относительно вертикальной продольной оси. Следовательно, силы на дальних и соответствующих им ближних опорах одинаковы. Тогда нужно определить силы на левых опорах. Чтобы найти вес электромобиля, запишем сумму моментов сил относительно центра левой опоры: $F_n*(L_1+L_2)=0.5*(P*L_2+M*g*0.5*(L_1+L_2))$. Откуда $P=(2*F_n*(L_1+L_2) - M*g*0.5*(L_1+L_2)) / L_2$. Или $P=(2*1000*(1500+500) - 200*10*0.5*(500+1500))/500=4000$ Н.

Так как сила тяжести от электромобиля смещена влево, то, очевидно, что левая опора более нагружена. Определим силу на ней. Сумма всех сил на вертикальную ось равна нулю:

$$2 \cdot F_{\text{л}} + 2 \cdot F_{\text{п}} = P + M \cdot g, \text{ откуда: } F_{\text{л}} = 1/2(P + M \cdot g - 2 \cdot F_{\text{п}}). F_{\text{л}} = (4000 + 200 \cdot 10 - 2 \cdot 1000)/2 = 2000 \text{ Н}$$

Второй вариант: определить моменты сил относительно точки в центре правой опоры.

$$F_{\text{л}} \cdot (L_1 + L_2) = 0.5(P \cdot L_1 + M \cdot g \cdot 0.5(L_1 + L_2)). \text{ Откуда } F_{\text{л}} = 0.5 \cdot (P \cdot L_1 / (L_1 + L_2) + M \cdot g \cdot 0.5).$$

$$F_{\text{л}} = 0.5 \cdot (4000 \cdot 1500 / (1500 + 500) + 200 \cdot 10 \cdot 0.5) = 2000 \text{ Н.}$$

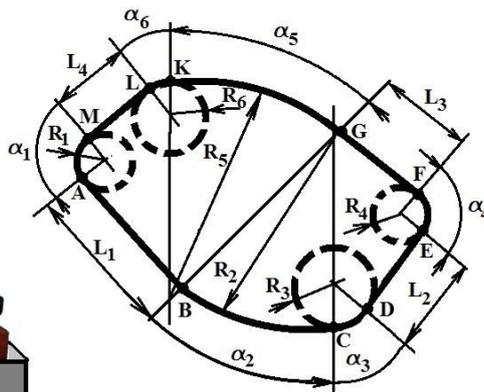
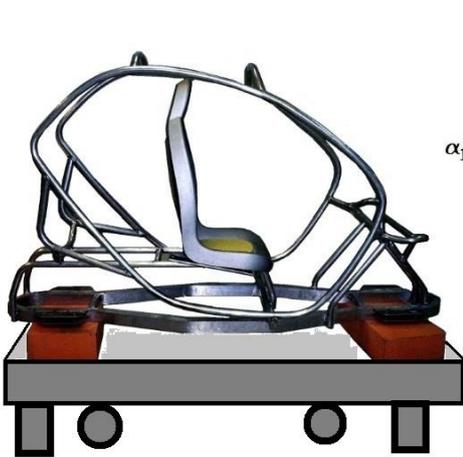
$$p = F_{\text{л}} / S. \text{ В числах: } p = 2000 / 0.01 = 200000 \text{ Па или } p = 0.2 \text{ МПа}$$

Ответ: $p = 0.2 \text{ МПа}$

Задача №3.

Каркас электромобиля состоит из труб малого диаметра (см. рисунок внизу слева). Компьютеризированный гибочный станок по программе должен из трубы согнуть две боковые стойки, напоминающие овал (см. рисунок слева). Эскиз каждой такой стойки жирными линиями отображен на рисунке внизу справа. На нем же даны размеры в параметрах. Каждая овальная стойка состоит из 10 участков трубы. Часть таких участков – дуги окружностей, другая часть – отрезки прямых линий. Дуги окружностей имеют радиусы: $R_1 = R_4, R_3 = R_6, R_2 = R_5$. Углы, характеризующие длины этих дуг имеют, соответственно, значения: $\alpha_1 = \alpha_4 = 90$ град, $\alpha_2 = \alpha_3 = \alpha_5 = \alpha_6 = 45$ град. Прямолинейные участки указанных стоек имеют длины: $L_1 = 1.5 \cdot L_2 = L_3 = 1.5 \cdot L_4$. Задано, что: $R_3/R_1 = 2; R_2/R_6 = 4; L_4/R_4 = 3$. Обычно с трубопрокатного завода поставляются трубы длиной 6 метров. Если их разрезать пополам, то заготовка трубы будет иметь длину 3 метра. Требуется определить величину минимального радиуса дуги окружности для указанной стойки, которая получится из трубы длиной $L = 3$ метра.

Участнику на листе с ответами нужно нарисовать таблицу, приведенную ниже, и во вторую колонку вписать итоговый ответ. Решение дать ниже таблицы.



Решение учащегося	Максимально возможная оценка	Оценка проверяющего
	25	

3) Минимальный радиус, мм

Решение. Решение связано с определением длины указанного контура стоек. Контур каждой стойки имеет 6 дуг окружности и 4 прямолинейных участка. Длина каждой i -той дуги окружности $L_{\text{ок}i} = 2 \cdot \alpha_i / 360 \cdot \pi \cdot R_i$,

$$L = 2 \cdot (\alpha_1 / 360) \cdot \pi \cdot R_1 + 2 \cdot (\alpha_2 / 360) \cdot \pi \cdot R_2 + 2 \cdot (\alpha_3 / 360) \cdot \pi \cdot R_3 + 2 \cdot (\alpha_4 / 360) \cdot \pi \cdot R_4 + 2 \cdot (\alpha_5 / 360) \cdot \pi \cdot R_5 + 2 \cdot (\alpha_6 / 360) \cdot \pi \cdot R_6 + L_1 + L_2 + L_3 + L_4.$$

При этом из условий можно получить соотношения: $L_1 = 4.5 \cdot R_1, L_2 = 3 \cdot R_1, L_3 = 4.5 \cdot R_1, L_4 = 3 \cdot R_1$.

$$L = 2 \cdot (1/4) \cdot \pi \cdot R_1 + 2 \cdot (1/8) \cdot \pi \cdot (8 \cdot R_1) + 2 \cdot (1/8) \cdot \pi \cdot (2 \cdot R_1) + 2 \cdot (1/4) \cdot \pi \cdot R_1 + 2 \cdot (1/8) \cdot \pi \cdot (8 \cdot R_1) + 2 \cdot (1/8) \cdot \pi \cdot (2 \cdot R_1) + 2 \cdot (4.5 \cdot R_1) + 2 \cdot (3 \cdot R_1).$$

$$L = R_1 \cdot \{ \pi \cdot (2(1/4) + 16(1/8) + 4(1/8) + 2(1/4) + 16(1/8) + 4(1/8)) + 15 \}.$$

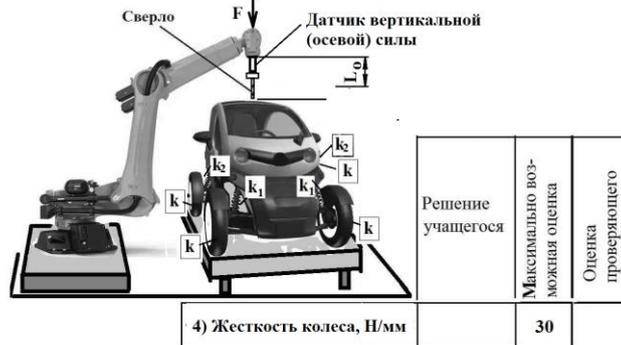
$$R_1 = L / (\pi \cdot ((4/8) + (16/8) + (4/8) + (4/8) + (16/8) + (4/8)) + 15) = L / (6 \cdot \pi + 15). R_1 = 3000 / 33.85 = \sim 88.6 \text{ мм}$$

Ответ: $R_1 = 88.6 \text{ мм}$.

Задача №4.

Далее транспортный робот переместил электромобиль к обрабатывающему роботу. Робот должен просверлить вертикальное отверстие диаметром $D=8$ мм на глубину $L_0=4$ мм в раме на крыше электромобиля для последующего монтажа там новой камеры его автопилота. В рабочий орган робота установлен датчик контроля осевой силы резания на сверле. Робот перемещает сверло вниз. К моменту начала сверления и начала отсчета L_0 датчик показал величину этой силы $F=100$ Н. При этом четыре вертикальных пружины подвески электромобиля сжались. Жесткость в вертикальном направлении каждой из них: передних $k_1=25$ Н/мм и задних $k_3=50$ Н/мм. Пружины прикреплены через свободно вращающиеся шарниры к абсолютно жесткой раме электромобиля. Кроме того, при сверлении связанные жестко непосредственно с пружинами накачанное колесо также сжались подобно пружинам. Все колеса одинаковые и условно вертикальную жесткость каждого из них можно принять, как и у пружин, равной некоторой величине k . В результате перемещения рабочего органа робота и сверла вниз на указанную выше глубину L_0 и сжатия пружин и колес силой от сверла в итоге было просверлено отверстие глубиной $L=3$ мм. Требуется определить жесткость каждого колеса k , если расстояния от оси отверстия до осей каждой из четырех пружин подвески электромобиля одинаковы.

Участнику на листе с ответами нужно нарисовать таблицу, приведенную ниже, и во вторую колонку вписать итоговый ответ. Решение дать ниже таблицы.



Решение. Решение связано с определением сил на пружинах и колесах и их деформаций. Важным является обстоятельство, указанное в условии: "Пружины прикреплены шарнирно к раме электромобиля". Значит, рама занимает произвольное положение при деформациях. Поскольку колеса связаны с пружинами напрямую, то они образуют пары: пружина подвески и упруго колесо. Условно в расчетах можно принять, что это последовательно расположенные пружины. Жесткость передних пар: $k_{п} = (k_1 * k) / (k_1 + k)$. Жесткость задних пар: $k_3 = (k_2 * k) / (k_2 + k)$.

Сила, действующая сверху, по условию равноудалена от осей пружин и колес. Автомобиль имеет симметрию относительно продольной вертикальной плоскости. На каждую половину действует сила $F/2$. Так как сила равноудалена от пружин, то по условию равенства нулю момента сил на каждую пружину действует сила $F/4$. Тогда перемещение вниз шарнира крепления пружины спереди, по закону Гука равно: $X_1 = (F/4) / k_{п}$, а сзади: $X_2 = (F/4) / k_3$. Поскольку рама абсолютно жесткая, то перемещение ее в центре между шарнирами будет равно среднеарифметическому значению перемещения шарниров спереди и сзади: $X = (X_1 + X_2) / 2$. По условию сверло переместилось вниз на L_0 , но отверстие получилось глубиной L . Значит, рама и шарниры переместились вниз на глубину $X = (L_0 - L)$. Учитывая сказанное, можно получить следующие зависимости: $(L_0 - L) = (X_1 + X_2) / 2$, или $(L_0 - L) = ((F/4) / k_{п} + (F/4) / k_3) / 2$ или:

$$8 * (L_0 - L) / F = 1 / (k_1 * k) / (k_1 + k) + 1 / (k_2 * k) / (k_2 + k) \text{ или } 8 * (L_0 - L) / F = (k_1 + k) / (k_1 * k) + (k_2 + k) / (k_2 * k).$$

Раскрывая справа скобки, получим: $8 * (L_0 - L) / F = 1/k + 1/k_1 + 1/k + 1/k_2$ или:

$$8 * (L_0 - L) / F - 1/k_1 - 1/k_2 = 2/k, \text{ откуда: } k = 2 / \{ 8 * (L_0 - L) / F - 1/k_1 - 1/k_2 \}.$$

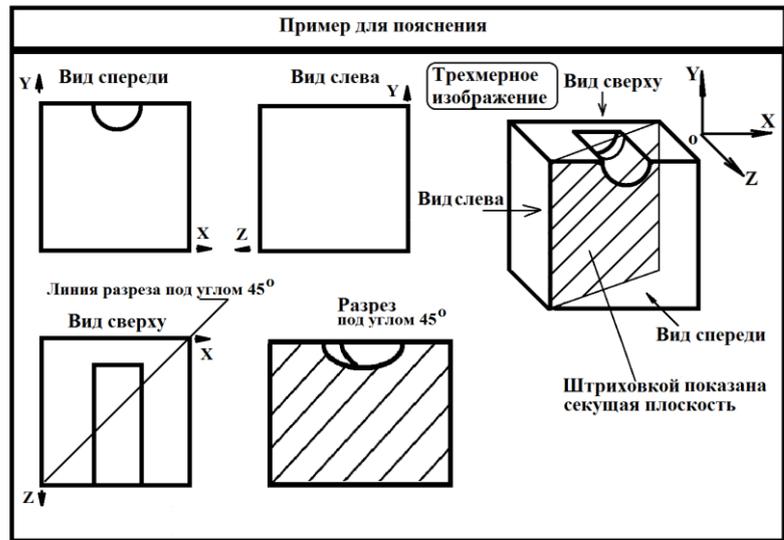
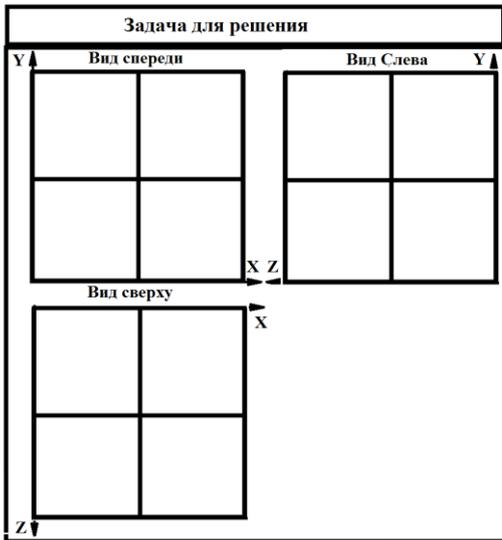
$$k = 2 / \{ 8 * (4 - 3) / 100 - 1/25 - 1/50 \} = 2 / \{ 8/100 - 4/100 - 2/100 \} = 2 / \{ 2/100 \} = 100 \text{ Н/мм.}$$

Ответ: $k=100$ Н/мм.

Задача №5.

Для участка сборки инженер получил чертеж одной из частей электромобиля, которая без размеров изображена тремя проекциями, приведенными на рисунке слева внизу («Задача для решения»). Конструкция была получена на 3D принтере и имеет как выступающие части, так и углубления; имеет только диагональные плоскости симметрии. Указанные три проекции – это изображения трех видов конструкции: спереди (взгляд по оси Z), слева (по оси X) и сверху (по оси Y). Нарисуйте разрез этой конструкции вертикальной диагональной плоскостью, параллельной оси Y, проходящей через центр конструкции и расположенной под углом 45 градусов к виду спереди (см. пример на рисунке справа). Для пояснения приведенных выше понятий на рисунке справа («Пример для пояснения») даны все виды и разрез применительно к некоторой детали. Для справки: на разрезе рисуются все кромки конструкции, которые попали в секущую плоскость и которые видны за ней.

Оценка за верный ответ 30 баллов.



Ответ: Для решения задачи необходимо сначала понять конструкцию. Представлено четыре куба, которые сходятся вершинами к центру фигуры. Для построения разреза в указанной плоскости нужно понять, что кубы спереди и сзади от плоскости разреза не попадают в нее. Поскольку по условию разрез – это изображение контуров сечения и контуров, что расположены за ним, то контур заднего куба вверху также отображается. Два куба в сечении – разные детали, поэтому штриховки разные, но данную особенность можно не учитывать при оценке работы учащегося. Справа для пояснения даны трехмерные изображения четырех кубов.

