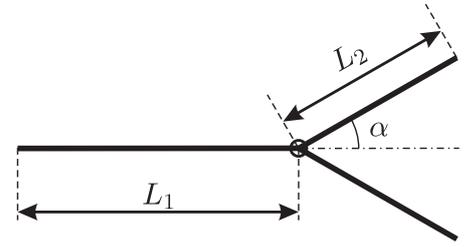


**Задача 1.** Инженер Александр решил соорудить у себя на дачном участке карусель для детей. У Александра трое детей, двое младших — близнецы. Для того, чтобы его дети могли кататься на карусели все вместе, её пришлось спроектировать нестандартного вида (см. рисунок).



Карусель, вид сверху

Известно, что масса старшего ребенка равна  $m_1 = 50$  кг, а масса каждого из близнецов —  $m_2 = m_3 = 30$  кг. Длина плеча карусели, на конце которого будет сидеть старший ребенок, была выбрана  $L_1 = 1$  м. Предназначенные для близнецов плечи карусели Александр решил сделать симметричными и одинаковыми, а расположить их так, чтобы угол между ними был равен  $2\alpha$ , причём  $\operatorname{tg} \alpha = 3/4$ . Каркас карусели планируется изготовить из тонких однородных стержней линейной плотностью  $\lambda = 20$  кг/м.

Какую длину  $L_2$  нужно выбрать для плеч карусели, предназначенных для катания близнецов, чтобы при одновременном катании всех троих детей не возникало горизонтальной нагрузки на ось вращения карусели? Каждый ребенок во время катания сидит строго на предназначенном для него месте.

### Задача 2

каждый час поступает  $V_0 = 22 \cdot 10^3$  м<sup>3</sup> природного газа (метана), имеющего температуру  $T_1 = 293$  К, и находящегося при давлении  $p_0 = 5400$  кПа. Чтобы перед подачей к конечному потребителю понизить давление газа, его пропускают через специальную установку — турбодетандер. В ней газ вращает турбину, приводящую в действие электрогенератор, и сам при этом очень быстро расширяется. На выходе из турбодетандера давление газа составляет  $p_a = 100$  кПа. КПД турбины вместе с генератором равен  $\eta = 80\%$ . Генератор за один час производит  $W = 775$  кВт · ч электроэнергии. Молярная теплоёмкость метана при постоянном объёме равна  $c_V = 26,54 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$ . Известно, что при быстром расширении протекающий через турбодетандер газ совершает за час работу  $A_{\text{расш}} = 1,130 \cdot 10^{11}$  Дж.

Считая метан идеальным газом, оцените, сколько кубометров газа будет ежедневно подаваться из турбодетандера к потребителю?

**Задача 3.** Перед собирающей тонкой линзой с фокусным расстоянием  $F = 10$  см расположен равнобедренный треугольник  $ABC$  так, что его основание  $AB$  лежит на главной оптической оси линзы. Вершина  $A$  треугольника расположена на расстоянии  $3F$  от оптического центра линзы. Площадь треугольника  $ABC$  равна площади треугольника  $A_1B_1C_1$ , где точки  $A_1$ ,  $B_1$  и  $C_1$  — это изображения вершин треугольника  $ABC$ , даваемые линзой. Найдите длину основания треугольника  $ABC$ .

**Задача 4.** Многие вещества, используемые как ароматизаторы, относятся к ароматическим соединениям. Выше (см. рисунок 3) приведена цепочка превращений, с помощью которой из фенола можно получить разнообразные отдушки, с которыми мы встречаемся ежедневно.

Вещество **В** названо в честь аниса и может быть получено по реакции **А** с метилиодидом. При последовательном ацилировании по Фриделю-Крафтсу, восстановлением натрийборгидридом и дегидратацией фосфорной кислотой может быть получено соединение **Е**, которое обладает запахом аниса. Его изомер **Ф** пахнет полыньёю и изомеризуется в **Е** при действии щёлочи.

Важнейшее в фармацевтике соединение **Г** — салициловую кислоту — в промышленности получают по реакции **А** с углекислым газом. При её этерификации метанолом с использованием серной кислоты в качестве катализатора может быть получено вещество **Н** — основной компонент эфирного масла лекарственного растения гаультерии. Это же вещество может быть получено из амина **И** при его реакции с нитритом натрия в кислых условиях на холоде; полученная неустойчивая соль реагирует с водой в присутствии серной кислоты с образованием **Н**. Вещество **И** обладает запахом винограда и используется в качестве ароматизатора газированных напитков.

Приведите структурные формулы веществ **А** – **И** и уравнения химических реакций, описывающих упомянутые превращения.

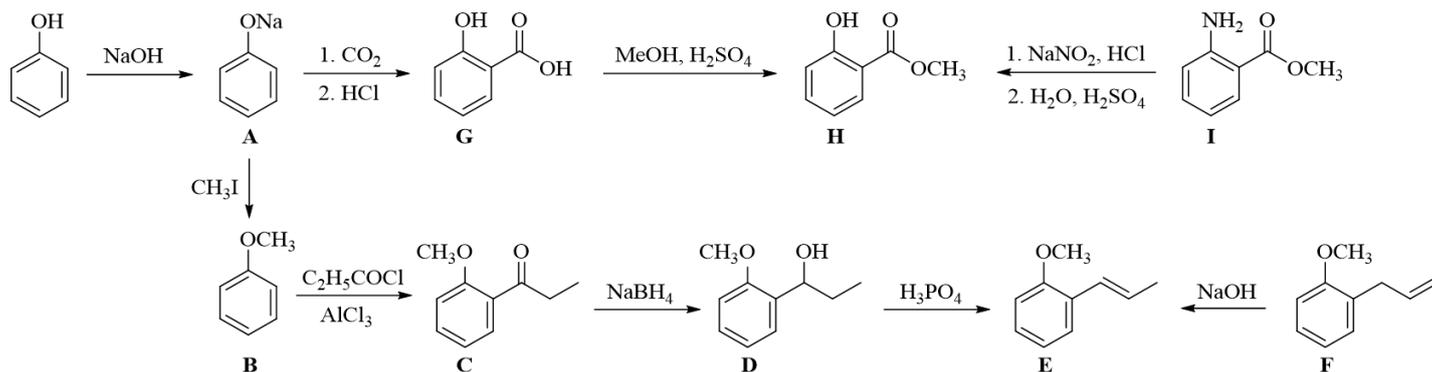


Рисунок 4

