

Олимпиада школьников СПбГУ
2016/2017 учебный год
Инженерные системы

Заключительный этап

ЗАДАЧА № 1

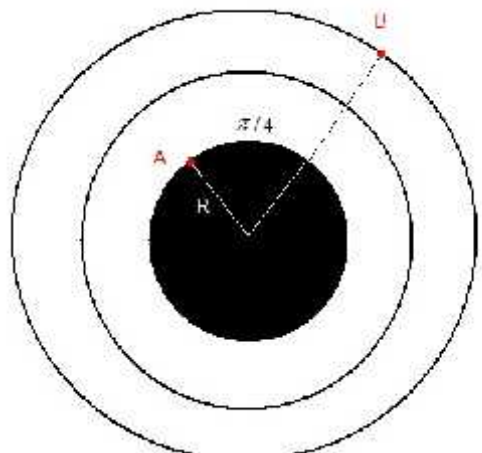
Для проведения праздника в честь открытия нового вещества, на космической станции решили украсить кают-компанию. С этой целью космо-лаборантка вырезает из бумаги произвольные выпуклые шестиугольники. Ее подруга складывает каждый вырезанный многоугольник по линии, соединяющей две произвольные точки на различных сторонах шестиугольника. Через некоторое время подруги заметили, что периметр контура фигуры, получившейся после сгибания, меньше периметра исходного шестиугольника. Это наблюдение они решили незамедлительно проверить, проведя компьютерное моделирование.

Предложите алгоритм такой проверки. Укажите, как можно задать произвольный выпуклый шестиугольник, линию сгиба, и способ нахождения периметра исходного многоугольника и контура фигуры, получающейся после сгиба.

ЗАДАЧА № 2

При исследовании планеты шарообразной формы с радиусом $R=100$ было замечено, что ее атмосферу можно условно разделить на два слоя. Ближний к поверхности слой состоит из смеси высокотоксичных и химически агрессивных веществ. Максимально возможная скорость полета автономного зонда внутри этого слоя составляет 1 единицу в секунду. Более высокий слой является менее агрессивным и скорость полета зонда в нем составляет 10 единиц в секунду. Толщина каждого слоя одинакова и равна 10 единицам.

Маршрут зонда между орбитальной станцией, расположенной на верхней границе атмосферы в точке В и точкой А на поверхности такой, что угол $\angle BOA$ равен $\pi/4$, (O - центр шара), состоит из двух отрезков прямой BC и CA , где C - некоторая точка на границе между слоями. Найдите угол $\angle BOC$ такой, чтобы маршрут зонда получился кратчайшим по времени.



Напишите программу на языке C, C++, Pascal для поиска минимального времени полета для различных (задаваемых пользователем) параметров: высоты каждого из атмосферных слоев и угла ВОА.

Ответ: ~38 с.

ЗАДАЧА № 3

(1)

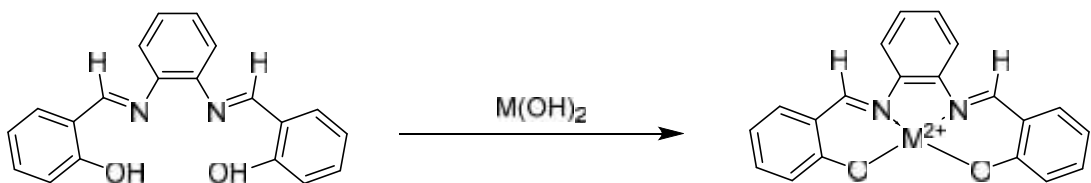
Два дрона, E2-E4 и R2-D2, исследуют атмосферу планеты. Исследователи заметили, что при подъеме с поверхности планеты на некоторую высоту E2-E4 отстает от R2-D2 на 12 секунд. При спуске вниз, каждый из дронов увеличивает свою скорость на 3 км/ч по сравнению со скоростью подъема; при этом E2-E4 отстает от R2-D2 на 7.2 секунды. Известно, что если средние скорости дронов выразить в км/ч, то значения этих скоростей будут целыми числами. Найдите все возможные пары целых значений средних скоростей подъема дронов.

(2)

При исследовании поверхности планеты два легких дрона прошли некоторое время в атмосферном течении, скорость которого 5 км/ч, из пункта А до пункта В и обратно тем же путем до пункта А. При этом от А до В дроны прошли с разницей в 270 минут, а от В к А – с разницей в 108 минут. Известно, что если средние скорости дронов выразить в км/ч, то значения этих скоростей будут целыми числами. Найдите все возможные пары целых значений средних скоростей дронов.

ЗАДАЧА № 4

Лаборатория, расположенная на одном из искусственных спутников, занимается изучением различных оснований Шиффа (молекул, содержащих азометиновую группу $RC=N-$), среди которых особое место занимают соединения, являющиеся продуктом взаимодействия салицилового альдегида, а также замещенных салициловых альдегидов, с различными диаминами. Данные соединения, являющиеся тетрадентатными N_2O_2 основаниями Шиффа и известные как основания Шиффа саленового типа (от названия простейшего представителя ряда, являющегося продуктом реакции салицилового альдегида и этилендиамина - *Salen*), способны образовывать устойчивые хелаты с целым рядом переходных металлов.



Рассчитайте, катион, какого из предложенных ниже металлов, наилучшим образом подходит в полость вышеуказанного лиганда. Для расчета используйте следующие данные:

Длины связей			
Связь	Длина (Å)	Связь	Длина (Å)
C-C	1.54	C=C	1.34
C≡C	1.21	C _{Ar} -C _{Ar}	1.4
C-N	1.47	C=N	1.34
C≡N	1.14	C-O	1.43
C=O	1.21	O-H	0.96
H-H	0.6		

Ковалентные радиусы			
Элемент	R (Å)	Элемент	R (Å)
Ca	1,76	Zn	1.22
Mg	1.41	Cu	1,32
Pd	1.39	Pt	1.36
Fe	1.32	Co	1.26
O	0.66	N	0.71