

**Решения заданий заключительного этапа
Олимпиады «Ломоносов» по инженерным наукам 2019/2020
11 класс**

Задача 1 (20 баллов)

Почему при приближении источника открытого огня на небольшое расстояние к луже бензина лужа вспыхивает, а в случае с лужей жидкого мазута этого не происходит?

Задача 2 (20 баллов)

После чистки вытяжного шкафа в химической лаборатории в нем оставили прислоненную к гладкой вертикальной стене лестницу. На нижней ступеньке этой лестницы забыли включенную в сеть электрическую плитку, на которой стояла легкая склянка с гексогидратом нитрата кобальта массой $m_1 = 1,2$ кг. Упадет ли лестница через достаточно большой промежуток времени, если первоначально она стояла под углом $\alpha_0 = 57^\circ$ к горизонту, ее масса $M = 2$ кг, масса электроплитки $m_2 = 0,4$ кг, а коэффициент трения покоя между лестницей и полом $\mu = 0,2$? Высотой нижней ступеньки над полом пренебречь.

Задача 3 (20 баллов)

Водород является универсальным энергоносителем благодаря его экологической чистоте и эффективности энергетических процессов с его участием. Способы производства водорода имеют широкую сырьевую базу и активно развиваются. Однако низкая температура сжижения, высокая взрывоопасность и низкая плотность водорода выдвигают на первый план проблему его безопасного хранения и транспортировки. Одним из способов решения этой проблемы является хранение водорода в обратимо гидрируемых органических соединениях. В реакции гидрирования в качестве исходных органических веществ используются вещества А, В и С. Плотности предельно гидрированной формы веществ А, В и С приведены в таблице:

	Плотность, кг/м ³
Предельно гидрированная форма вещества А	779
Предельно гидрированная форма вещества В	770
Предельно гидрированная форма вещества С	896

Известно, что вещества А и В являются ближайшими гомологами, при этом вещество В - родоначальник гомологического ряда, молекула которого представляет собой правильный n-угольник, в котором расстояние между наиболее удаленными атомами углерода в два раза больше, чем между ближайшими атомами углерода. Молекула вещества С содержит на четыре атома углерода больше, чем молекула вещества В. О веществе С известно, что оно используется для защиты шерстяных изделий от моли.

1. Приведите структурные формулы веществ А, В и С.
2. Выберите наиболее эффективное органическое вещество (А, В или С) с точки зрения предельного числа атомов транспортируемого водорода, связанного с одной молекулой органического вещества.
3. Оцените эффективность транспортировки 2000 м³ газообразного (при н.у.) водорода в обратимо гидрируемом органическом соединении, выбранном в пункте 2, в сравнении с транспортировкой того же количества водорода в газовых баллонах. Под эффективностью понимается выигрыш в объеме перевозимого газообразного водорода по сравнению с объемом предельно гидрированной формы органического вещества. Условия хранения водорода в газовых баллонах: давление 5 МПа при температуре -10 °С.

Задача 4 (20 баллов)

Современные солнечные электростанции башенного типа основаны на принципе нагрева жидкого теплоносителя с помощью солнечного излучения. В центре станции стоит башня, на вершине которой находится резервуар с теплоносителем. Вокруг башни на некотором расстоянии располагаются гелиостаты – большие зеркала, которые за счет автоматической системы фокусировки в любой момент времени направляют отраженное солнечное излучение точно на резервуар (см. рисунки 1 и 2).

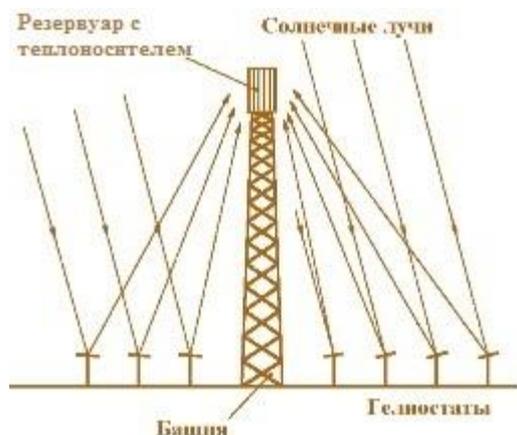


Рисунок 1

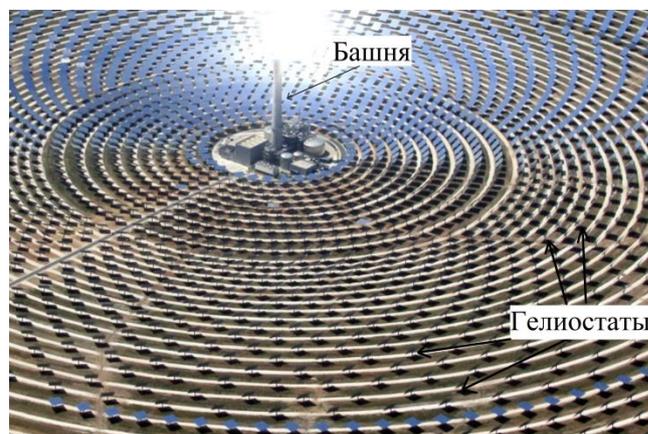


Рисунок 2

Тепловая энергия жидкого теплоносителя преобразуется в электрическую, которая распределяется между потребителями электроэнергии.

Резервуар с теплоносителем находится на высоте 150 м. Первое кольцо гелиостатов находится на расстоянии 120 м от башни, последнее – на расстоянии 410 м от башни. Расстояние между соседними кольцами гелиостатов равно 10 м, расстояние между соседними гелиостатами в одном кольце – около 6 м. Все гелиостаты дают одинаковый вклад в производимую электростанцией энергию.

Пусть в некоторый момент времени из-за длительного подземного пожара в воздухе появилась дымка, из-за которой по пути к резервуару от гелиостата, находящегося на расстоянии d м от резервуара, теряется $0,0001d^2$ процентов энергии солнечного излучения.

На сколько процентов при этом уменьшилась вырабатываемая электростанцией мощность?

Задача 5 (20 баллов)

Для испытания на герметичность химического реактора объемом V его решили заполнить аргоном при высоком давлении p_1 . Аргон хранится в баллонах и нагнетается в реактор поршневым насосом с рабочим объемом V_0 . Сначала открывают вентиль на баллоне, подсоединенном через рабочую камеру насоса к реактору, и в системе реактор + насос + баллон устанавливается давление $p_0 < p_1$. Затем насос совершает N рабочих циклов, и давление в реакторе повышается до p_1 . После проведения испытаний для сбрасывания давления в реакторе берут точно такой же насос, переделанный для откачивания газа, и, подсоединив его к реактору, делают M циклов откачивания.

- 1) Какое число рабочих циклов N должен был сделать первый насос, чтобы давление в реакторе стало равным p_1 ?
- 2) Чему стало равно давление аргона в реакторе после откачки?
- 3) Пусть $M = N > 1$. Что можно сказать о давлении в реакторе после откачки в этом случае: оно будет больше или меньше p_0 ?

Считать, что объем баллона гораздо больше рабочего объема насоса и объема реактора, так что в процессе накачивания аргона в реактор давление газа в баллоне не меняется и все время остается равным p_0 . Изменением температуры аргона пренебречь.