



Олимпиада школьников «Ломоносов». 2024/25 учебный год.
Задания заключительного этапа по высоким технологиям.
5 – 10 классы. Вариант 1

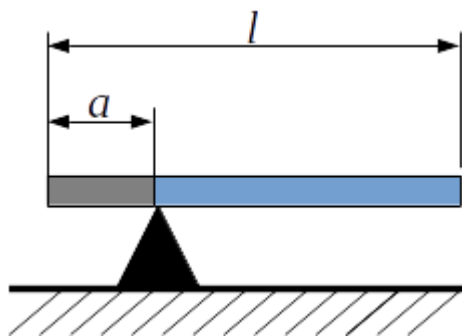
Задача 1. Фотокатализатор (8 баллов)

Одна из современных технологий очистки воды от органических загрязнений основана на использовании фотокатализаторов – веществ, способствующих окислению органики под действием света.

1. Одним из перспективных фотокатализаторов является смешанный оксид двух металлов V группы, в котором атомов обоих металлов поровну, а число атомов кислорода – в 2 раза больше общего числа атомов металлов. Массовая доля кислорода равна 19.75%. Установите формулу вещества, подтвердите расчетом (используйте целочисленные атомные массы).
2. Фотокатализатор под действием света разлагает воду, на одном из электродов образуется сильный окислитель – свободный радикал $\text{OH}\cdot$. Напишите уравнение полуреакции и укажите, на каком электроде – катоде или аноде – она происходит.

Задача 2. Металлический сплав (8 баллов)

Стержень общей длины l состоит из 2-х частей, которые сварены между собой. Длина одной части, изготовленной из металла с плотностью ρ_1 , имеет длину a . Вторая часть изготовлена из сплава металлов. Положив стержень на опору в точке сварки, удалось добиться равновесия. Какова плотность сплава ρ_2 ? Площади сечения частей одинаковы.



Задача 3. Кисломолочные продукты (8 баллов)

Еще в античные времена люди использовали биотехнологические методы для получения различных продуктов питания. Так для приготовления кисломолочных продуктов использовались микроорганизмы, о существовании которых наши предки в то время еще не знали.

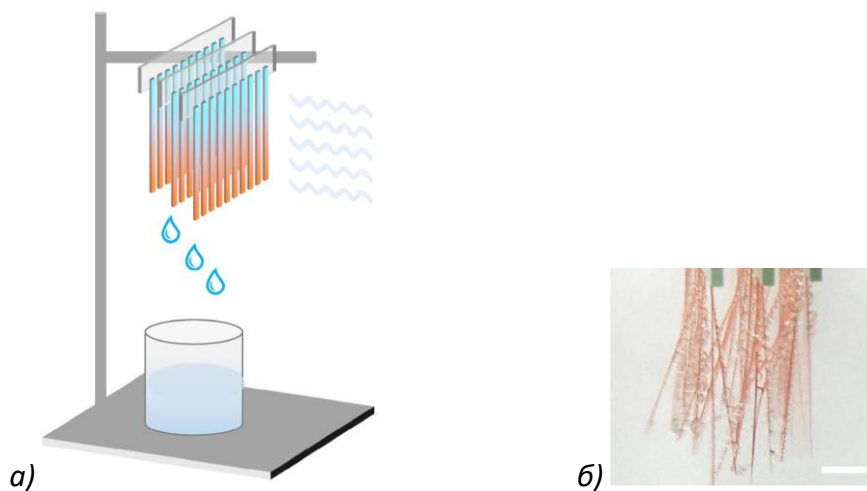
1. Какие микроорганизмы используют при получении кисломолочных продуктов?
2. Какие органические вещества являются субстратом этого процесса, а какие продуктом при гомоферментативном брожении?

При гомоферментативном брожении 3 моль субстрата получили 432 г продукта.

3. Рассчитайте практический выход (%) продукта (молярная масса глюкозы = 180 г/моль).
4. В каких клетках человеческого организма этот процесс происходит при гипоксических условиях в условиях сильной физической нагрузки?

Задача 4. Собираем воду (8 баллов)

Вдохновившись приспособлениями животных и растений засушливых регионов, которые умеют собирать атмосферную влагу из воздуха благодаря особым поверхностным структурам, сочетающим два типа зон (притягивающие воду и отталкивающие и собирающие ее в более крупные капли), ученые создали гибридные кристаллы (см. рисунок) и назвали их кристаллами Януса за двуликость их поверхности. Эти кристаллы представляют собой ленты из полимерного материала, на часть поверхности которых нанесено особое покрытие, представляющее собой комбинацию из отталкивающих и притягивающих воду модификаторов. Конденсация влаги на таких кристаллах не требует дополнительных усилий, например, применения электричества.



а) Схематичное изображение установки по сбору воды на кристаллах Януса.

б) Фото пучка кристаллов Януса в процессе сбора воды.

1. Рассчитайте, сколько понадобится времени, чтобы собрать 250 мл воды, если известно, что:
 - каждый кристалл имеет форму ленты с длиной $L = 30$ мм, шириной $w = 350$ мкм и толщиной $d = 50$ мкм;
 - гибридное покрытие занимает ровно половину длины кристалла;

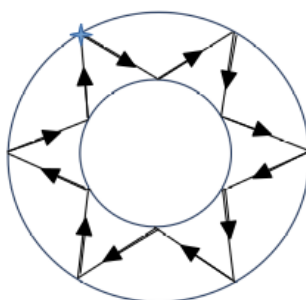
- конденсация идет только на поверхностях не уже 100 мкм;
- скорость конденсации воды составляет $8 \text{ г}/(\text{см}^2 \cdot \text{ч})$;
- в сборе воды одновременно участвуют $N = 30$ кристаллов Януса;
- плотность воды равна $1 \text{ г}/\text{см}^3$.

2. Какая доля поверхности кристалла участвует в конденсации воды?

Задача 5. Сферический волновод (17 баллов)

Луч света попадает в прозрачный сферический слой с показателем преломления n . Внутренний и внешний радиусы слоя отличаются в $k = 2$ раза. Отразившись от внутренней зеркальной поверхности, луч возвращается к внешней, где испытывает полное внутреннее отражение.

1. Найдите наименьший показатель преломления n , если луч вернулся без потерь в место выхода, 6 раз коснувшись внешней поверхности.
2. Каким должен быть показатель преломления n , если этот шар поместить в воду, а луч также 6 раз отразится от внешней поверхности? Показатель преломления воды $n_{\text{воды}} = 1.33$.



Задача 6. Патинирование монет (17 баллов)

Для реставрации медных монет можно использовать водный раствор, содержащий 3 г перманганата калия и 10 г пентагидрата сульфата меди (II) (медного купороса), растворённых в 500 мл воды. Монету опускают в полученный раствор, который подогревают до 90°C . В результате она покрывается тонкой, но довольно плотной плёнкой коричневого или чёрно-коричневого цвета, которая не смывается с поверхности монеты и защищает её от дальнейшего окисления.

1. Определите молярную концентрацию перманганата калия и пентагидрата сульфата меди (II) в растворе. Каково мольное соотношение компонентов в растворе?
2. Напишите уравнение реакции, происходящей при нагревании водного раствора перманганата калия. Как изменяется pH раствора в результате реакции (подкисляется или подщелачивается)? Ответ поясните.
3. Напишите уравнение реакции, происходящей при нагревании водного раствора сульфата меди (II), доведённого до pH из предыдущего пункта?
4. Каков состав плёнки, образующейся на поверхности монеты? Ответ поясните.

Задача 7. Развертка углеродной молекулы (17 баллов)

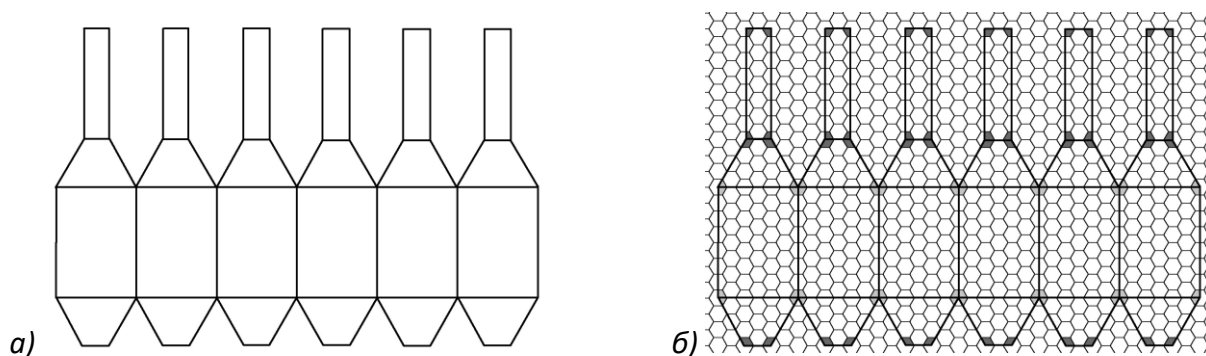


Рис. 1. а) Развертка многогранника X. б) Развертка углеродной молекулы Y

Если развертку, представленную на рисунке 1а, вырезать по контуру, сложить и склеить по линиям разреза, то получится некая геометрическая фигура – многогранник X.

1. Опишите X: число вершин, ребер, сколько и каких граней в его структуре. Как называется такая геометрическая фигура? Комбинацией каких двух выпуклых многогранников может быть получен X?

Теперь рассмотрим развертку многогранника X, наложенную на графеновую плоскость так, чтобы вершины X были расположены в центрах шестиугольников из атомов углерода (рис. 1б). При вырезании и склеивании этой развертки получается некоторая углеродная молекула Y.

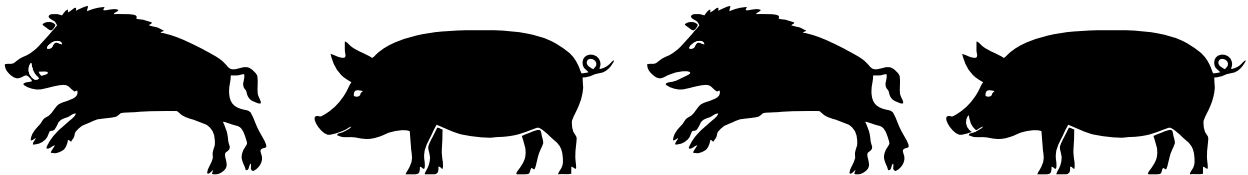
2. По рисунку 1б найдите, сколько атомов углерода в молекуле Y.
3. Опишите многоугольники, которые образуются в местах склейки, отмеченных светло-серым и темно-серым цветом на рис. 1б. Сколько многоугольников, отвечающих каждому цвету, в структуре Y?
4. По рисунку 1б найдите, сколько шестиугольников входит в структуру молекулы Y?
5. Оцените размер молекулы Y как диаметр сферы, описанной вокруг отвечающего ей многогранника X. Длину ребра углеродного шестиугольника считайте равной $a = 0,14$ нм.

Задача 8. Разведение свиней (17 баллов)

Свиньи – одни из первых животных которое одомашнило человечество, однако в разных регионах мира этот процесс происходил в разное время и с различными подвидами, а иногда и даже видами свиней. Так, в Европе изначально одомашнили дикую свинью (животное, надо сказать, не с самым приятным характером). При этом животные мало отличались от диких и содержались на свободном выгуле или в больших загонах. Только к концу средневековья из-за изменений климатических и хозяйственных условий, а также появления других, более подходящих для разведения пород свиней, свиноводство стало напоминать современное.

Однажды в один из регионов средневековой Европы, в котором содержали свиней, мало отличающихся от диких (они имели огромные клыки и характерное строение тела,

мускулистое и с развитой головой и передней частью тела), привезли свиней у которых отсутствовали клыки, а средняя и задняя часть тела были более развиты, чем передняя, что позволяло лучше набирать вес, давая мясо и сало. Кроме того, свинки обладали более покладистым характером. Выяснилось, что привезенные животные прекрасно скрещиваются с местными, передавая по наследству отсутствие клыков и строение тела, причем эти признаки наследовались сцеплено и это не зависело от пола животного. К сожалению, при скрещивании эти признаки полностью подавлялись аналогичными признаками местных, хотя потом они могли проявляться в потомстве. Несмотря на это жители очень заинтересовались новыми животными и старались заполучить их.



В одной деревне удалось заполучить пару свинок, у каждой из которых один из родителей был чистокровным привезенным животным, а второй родитель был чистокровным животным из этого региона. В результате скрещивания у них родилось 20 поросят, 14 из которых полностью походили на местных свиней, 4 полностью походили на привезенных животных, один поросёнок не имел клыков, но строением тела походил на дикую свинью, а один походил на привезенную, но имел клыки. Определите расстояние (в сантиморганах) между генами, отвечающими за рост клыков и форму тела. Ответ поясните.