

взял производную по времени от выражения (2) и приравнял ее к нулю:

$$v' = -\frac{s}{t^2} + \frac{a}{2} = 0.$$

Отсюда он нашел время:

$$t = \sqrt{\frac{2s}{a}}$$

и, подставив это выражение в формулу (2), получил такой же ответ, как и ребята.

– Молодец у меня брат, да и друзья его тоже молодцы! – подумал он.

На следующий день ребята гордо показали учителю свои решения. Учитель их похвалил.

– Молодцы! Вы не только получили решение, но и рассмотрели различные методы решения задач на минимум. Ты, Коля, преобразовал выражение к виду, для которого мы знаем минимум. Ты, Петя, рассмотрел область допустимых значений выражения. Ты, Саша, проанализировал решение графически и нашел точки касания графиков. Ну а твой брат, Саша, предложил способ решения с помощью производной. Он наиболее универсален, но иногда другие методы проще

для вычислений. Я же могу предложить еще один способ. Давайте перейдем в систему отсчета, которая связана с мальчиком. В этой системе начальная скорость открытой двери равна  $-v$ , ее начальная координата  $s$ , ускорение  $a$ , и поэтому зависимость координаты открытой двери  $x_1$  от времени имеет вид

$$x_1 = s - vt + \frac{at^2}{2}. \quad (3)$$

Условием того, что мальчик добежит до двери, будет равенство

$$x_1 = 0,$$

т.е. в этот момент парабола (3) пересечет ось абсцисс на координатной плоскости  $(x_1, t)$ . Но наименьшая скорость соответствует случаю, когда парабола коснется оси  $t$ . Вам остается только найти выражение для координат вершины параболы и приравнять  $x_1$  к нулю. Но это вы должны будете проделать самостоятельно и сравнить с вашими ответами. А метод, который использовал я, можно назвать методом перехода в другую систему отсчета.

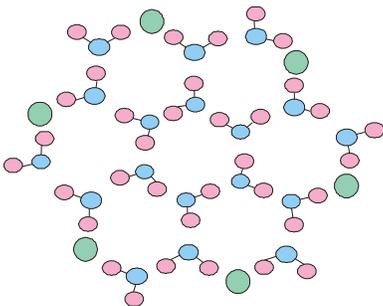
# Снежинки и ледяные узоры на стекле

**С.ВАРЛАМОВ**

**В** СЕМ ВАМ, КОНЕЧНО ЖЕ, ПРИХОДИЛОСЬ РАЗГЛЯДЫВАТЬ снежинки или ледяные узоры на окнах. Лед в этих случаях образуется непосредственно из пара.

При медленной конденсации водяных паров молекулы воды образуют почти плоскую структуру (кластер), которая имеет осевую симметрию шестого порядка, т.е. при повороте на  $60^\circ$  она переходит сама в себя. Заметим, что это только один из множества возможных способов объединения молекул воды в кристалл льда.

На схематическом рисунке атомы кислорода в молекулах изображены синим цветом, атомы водорода – красным. Хорошо видно, что некоторые места в структуре (они отмечены зеленым цветом) могут заполнить только молекулы воды, ориентированные не в плоскости рисунка, потому что к тому месту, где должен находиться отрицательно заряженный атом кислорода, уже обращены два атома водорода соседних молекул.



Заполнение этих мест молекулами при росте кристалла льда происходит с меньшей скоростью или вовсе не происходит (это связано с глубиной соответствующей потенциальной ямы для этого места).

Поперечные размеры правильной снежинки отличаются во много раз, т.е. отношение диаметра снежинки к ее толщине может достигать нескольких десятков. Это отношение характеризует скорость роста снежинки в соответствующем направлении. При росте кристалла возможны разные способы (последовательности) заполнения энергетически выгодных позиций, что обеспечивает получение кристаллов (снежинок) разной формы. Реализация конкретного способа роста – случайное событие, поэтому совершенно одинаковые по форме снежинки встречаются крайне редко. Попробуйте продолжить построение нарисованного кластера, и вы сразу увидите, как появляются возможности разветвления: достаточно увеличить радиус кластера на величину, соответствующую диаметру одной шестиугольной соты, и возникает очередное ветвление.

Давайте оценим сверху количество  $N$  возможных вариантов форм наших гипотетических снежинок-кластеров радиусом  $R = 2$  мм. Размер соты имеет порядок величины  $D = 6 \cdot 10^{-10}$  м. Отношение  $R/D$  равно степени двойки (ветвления):

$$R/D \approx 3,3 \cdot 10^6, \text{ и } N \leq 2^{3300000} \approx 10^{1000000}.$$

Конечно, это фантастически завышенная оценка. Дело в том, что реализация того или иного направления при ветвлении имеет разную вероятность. Связано это с тем, что взаимодействуют не только соседние молекулы, но и молекулы, удаленные друг от друга на значительные расстояния.

Условия конденсации пара и превращения его в лед на поверхности стекла отличаются от условий, при которых в воздухе образуются снежинки. Внутри помещения влажность воздуха обычно существенно меньше 100%, но вблизи холодной поверхности оконного стекла температура может оказаться гораздо ниже точки росы при данной концентрации молекул воды в воздухе. И на стекле появится лед.

Вид узора на поверхности стекла зависит от большого набора параметров. Перечислим некоторые из них: температура внутри помещения и температура снаружи, влажность