

Это несложная задача, надо просто мысленно «разобрать» ее по полочкам. Она продолжает традицию мысленных открытий, которая идет еще с самой первой олимпиады.

Пусть масса тела человека – W .

Пусть b – доля костей в человеческом теле.

В этом теле тогда будет $W*b$ костей.

Кости – это не просто фосфаты (гидроксилапатит, ГАП), «минералы», это настоящий композитный материал, очень прочный и долговечный. Это достигается за счет того, что чешуйки ГАП скреплены друг с другом белком (в частности, коллагеном). Предположим, что доля самого ГАП в костях составляет величину f .

В этом случае в теле будет $W*b*f$ чешуек ГАП по массе.

Если мы найдем, какую массу имеет одна чешуйка (а надо предположить, конечно, что все чешуйки имеют одинаковый размер и массу!), то разделив массу всех чешуек на массу одной чешуйки, мы найдем их количество.

Масса одной чешуйки – это объем чешуйки, который надо умножить на плотность материала (ГАП). Пусть l – «длина» чешуйки, u – «ширина», h – «толщина», тогда, по определению, объем – это просто произведение этих величин (опять-таки, предположим, что чешуйки имеют простую форму параллелипипеда, просто говоря – прямоугольной пластинки). Плотность – коэффициент, связывающий объем материала и его массу, он показывает, насколько много и насколько тяжелых атомов находится в единице объема. Пусть эта величина составит d . Тогда масса одной чешуйки – $l*u*h*d$. Опять просто произведение.

Тогда мы найдем количество (одинаковых) чешуек в костях: $W*b*f / (l*u*h*d)$.

Последнее очевидное действие, которое осталось совершить, это найти площадь, которая получится, если выложить все чешуйки в один слой. Это очень просто, надо только умножить количество чешуек на площадь одной чешуйки, а площадь одной чешуйки – это произведение ее длины на ширину, то есть $l*u$.

Итак, общая площадь всех извлеченных чешуек составит $(l*u)*W*b*f / (l*u*h*d)$, при этом величина $l*u$ сокращается в числителе и знаменателе. Остается простая формула для суммарной площади, а именно $W*b*f / (h*d)$.

Величина $h = 3$ нанометра дана в качестве подсказки на нижней картинке в условии задачи. Возьмем достаточно среднего взрослого человека массой $W = 60$ кг (можете взять любую другую разумную величину). Величина $f \sim 0.7$ (69% или 0.69, округлим до 0.7) подсказана на верхней картинке в условии задачи, остальное в костях – белок коллаген, вода и т.д.

Теоретическая плотность ГАП составляет $3,16$ г/см³ (округлим до ~ 3), но если Вы не хотите искать эту величину в Интернете (а находится величина плотности ГАП на сайте олимпиады, просто в другой задаче), возьмите нечто среднее между плотностью воды (1 г/см³) и плотностью ртути (13 г/см³), например, 5 г/см³, это на оценку никак не повлияет.

Осталось только оценить, сколько в нас мягких тканей и воды, а сколько костей. Можно брать любую разумную величину, хотя Интернет говорит, что кости – это около пятой части нашей массы.

Итак, все величины собраны воедино, ... осталось только не запутаться в размерностях, то есть все подобные величины выражать в одних и тех же единицах. Поэтому площадь составит:

60 кг * $(1/5)$ * 0.7 / $(3$ нм * 3 г/см³). 1 килограмм – это 1000 грамм, а 1 нанометр (нм) в 1 000 000 000 (один миллиард) раз меньше метра. Сантиметр меньше метра в 100 раз, но в величине плотности не см, а кубический сантиметр, поэтому пишем формулу следующим образом:

$$60\ 000\ \text{грамм} \cdot (1/5) \cdot 0.7 / (3/1000000000\ \text{м} \cdot 3\ \text{г} / (0.01 \cdot 0.01 \cdot 0.01)\text{м}^3).$$

Подсчитав внимательно и сократив нули, получим
 $12\,000 * 0.7 / (9 / 1000) \text{ м}^2 = 12\,000\,000 * 0.7 / 9 \text{ м}^2 \sim 8\,400\,000 / 9 \text{ м}^2 \sim 1\,000\,000 \text{ м}^2$.

Это – неожиданно гигантская величина, равная **ОДНОМУ КВАДРАТНОМУ КИЛОМЕТРУ!** Так что если разложить ровным слоем «пыль» из нашего скелета, она легко покроет с десяток средних по размеру футбольных полей!

