



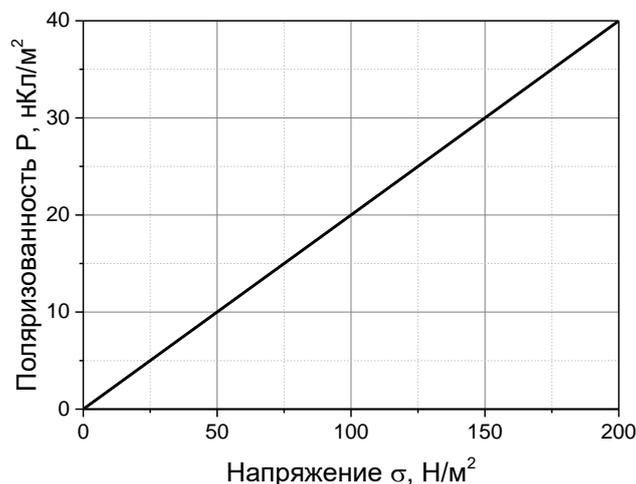
Физика для школьников 7 – 11 класса (отборочный этап)
Задача 1. Костный имплант

Одним из перспективных направлений в лечении переломов костей является использование композитных материалов, состоящих из соединений, близких по составу к костной ткани, и наночастиц пьезоэлектриков (или пьезоэлектрических слоёв нанометровой толщины). Благодаря такому сочетанию, имплант способен создавать локальные электрические поля, способствующие активному протеканию биохимических реакций и, следовательно, росту собственной костной ткани в месте перелома или микротрещины.



Рис. 1. Костная ткань с наноимплантом

1. Что такое пьезоэлектрик? **(1 балл)**
2. Оцените относительную деформацию ϵ импланта пяточной кости человека массой $m = 70$ кг, когда он стоит на одной ноге, содержащей этот имплант. Модуль Юнга импланта $E_u = 2$ ГПа, площадь его сечения $S = 4.9$ см². Нагрузку считать приложенной только к импланту и распределённой равномерно. **(3 балла)**
3. На рисунке ниже представлен график зависимости поляризованности P некоторой пьезоэлектрической наночастицы от механического напряжения σ . Определите её пьезоэлектрический коэффициент d , то есть коэффициент пропорциональности, связывающий поляризованность и механическое напряжение. **(2 балла)**



4. Можно ли использовать такую наночастицу в составе костного импланта (и если можно, то в каком диапазоне механических напряжений), если лечебный эффект проявляется при поляризованности наночастицы не менее $0,1 \text{ мКл/м}^2$, а различие в деформациях наночастицы и материала импланта более чем в 20 раз приводит к болевым ощущениям? Модуль Юнга наночастицы $E_n = 20 \text{ ГПа}$, модуль Юнга импланта $E_u = 2 \text{ ГПа}$, предел прочности импланта $\sigma_{max} = 10 \text{ МПа}$. Ответ подтвердите расчётами. **(4 балла)**

Всего – 10 баллов