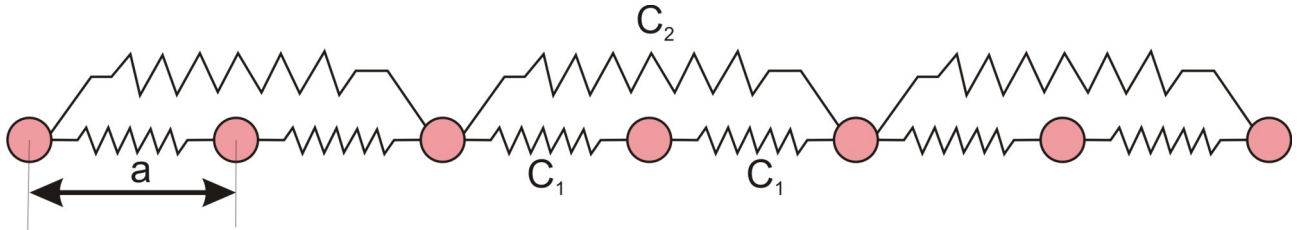


## Контрольная работа по первому заданию, 2020

Все задачи оцениваются максимум в 3 балла, если итог больше 10 баллов — ставится 10 баллов.

### Задача 1



На рисунке показана модель цепочки атомов, отстоящих друг от друга на расстояние  $a$ , массы атомов одинаковы и равны  $m$ , но чётные в цепочке атомы взаимодействуют не только друг с другом, но и с соседями, следующими за ближайшими. Эффективные жёсткости связей между ближайшими и следующими за ближайшими соседями равны  $C_1$  и  $C_2$ , соответственно.

- Найти частоты собственных колебаний в центре зоны Бриллюэна, найти скорость звука.
- Найти частоты собственных колебаний на границе первой зоны Бриллюэна.
- Что произойдёт с найденным решением в пределе  $C_2 \rightarrow 0$ ?

### Задача 2

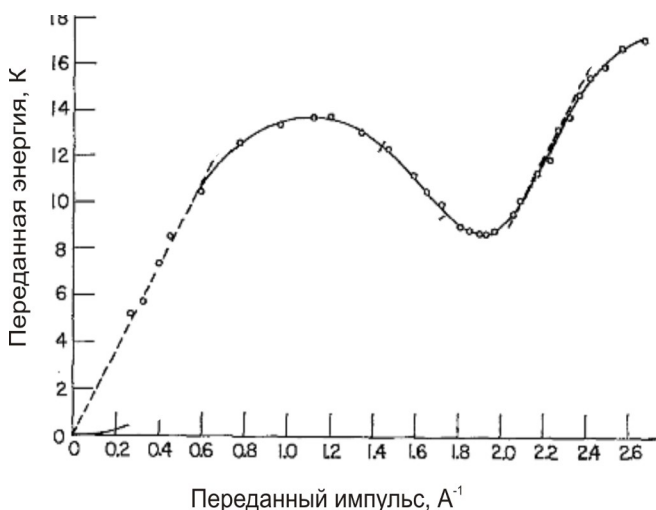
В прямозонном полупроводнике внутренний фотоэффект (резкий рост проводимости из-за фотоиндуцированных переходов электронов из валентной зоны в зону проводимости) наступает при освещении монохроматическим светом с частотой  $\omega_0$ . Найти во сколько раз изменится проводимость такого полупроводника если при той же мощности падающего излучения частота монохроматического света увеличится с  $1.05\omega_0$  до  $1.1\omega_0$ .

Считать, что при используемой в опыте интенсивности освещения между зонами переходит малая часть электронов; электроны в зоне проводимости и вакансии в валентной зоне быстро релаксируют на дно и потолок зоны, соответственно; для участвующих в фотоэффекте электронов спектр можно считать квадратичным; вероятность поглощения одного фотона одним электроном считать константой.

### Задача 3

В трёхмерном полуметалле с небольшим перекрытием зон с единственными электронным и дырочным экстремумами эффективная масса электронов в 5 раз больше эффективной массы дырок  $m_e = 5m_h$ . Найти в низкотемпературном пределе отношение следующих величин:

- фермиевских импульсов электронов и дырок
- электронного и дырочного вкладов в теплоёмкость полуметалла
- электронного и дырочного вкладов в проводимость металла, считая длины свободного пробега электронов и дырок одинаковыми.



### Задача 4

На рисунке показан экспериментально измеренный спектр возбуждений в жидком гелии-4: зависимость переданной энергии от переданного импульса при неупругом рассеянии нейтронов. Переданный импульс выражен в единицах волнового вектора.

Определить по этим данным, какова будет теплоёмкость гелия при температуре 0.5K в расчёте на единицу объёма.