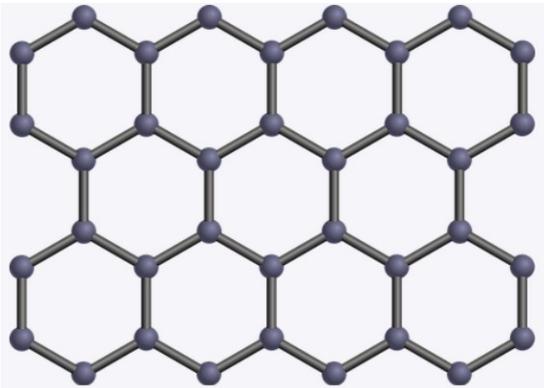


«Основы современной физики», контрольная работа по первому заданию, 27.03.2022

Задача 1 (2 балла)



Кристаллическая структура графена имеет вид плоской решетки из шестиугольников с общими сторонами (см. рисунок). Расстояние между ближайшими атомами (сторона шестиугольника) $d=1.42 \text{ \AA}$.

На плоский лист графена нормально к нему падает пучок электронов, прошедших ускоряющую разность потенциалов $U_0=1 \text{ кВ}$.

Определить на какой минимальный угол отклонится пучок электронов в результате дифракции?

Задача 2 (2 балла)

Гидрид лития LiH кристаллизуется в структуру типа NaCl (ребро элементарного куба 0.408 нм). Продольные колебания вдоль направления $[111]$ (главной диагонали элементарного куба) могут быть рассмотрены в модели двухатомной цепочки, где плоскости лития и водорода играют роль атомов разной массы. Оценить в рамках этой модели отношение максимальных частот продольных фононов для изотопически чистых изоструктурных ${}^6\text{LiH}$ и ${}^7\text{LiH}$.

Указание: Считать, что эффективные жёсткости межатомных связей не зависят от изотопного состава элементов.

Задача 3 (3 балла)

В свободном (подвешенном) графене существует длинноволновая изгибная мода колебаний с законом дисперсии $\omega=\alpha k^2$, где $\alpha=5 \times 10^{-3} \text{ см}^2/\text{с}$, а k – двумерный волновой вектор. Оценить в рамках низкотемпературного приближения при какой температуре вклад в теплоемкость от изгибной моды сравняется с вкладом звуковых ветвей. Усредненная по двум поляризациям (продольной и поперечной) скорость звука в графене равна $s=16 \text{ км/с}$.

Указание: применимость низкотемпературного приближения считать заданной «по условию».

Задача 4 (3 балла)

Чистый графен является полупроводником с нулевой шириной запрещенной зоны. Касание валентной зоны и зоны проводимости происходит в двух точках k -пространства, в окрестности этих точек спектр электронов линеен $\varepsilon=\hbar V_F |\vec{q}|$, где $V_F=10^8 \text{ см/с}$, а \vec{q} – отсчитанный от точки касания волновой вектор.

1. Найти поверхностную плотность электронов в зоне проводимости при $T=10 \text{ К}$
2. Определить, по какому закону зависит от температуры электронный вклад в теплоёмкость графена при низких температурах.