

ВАРИАНТ 1

1. Определить относительную атомную массу A_r кристалла, если известно, что расстояние d между ближайшими соседними атомами равно 0,304 нм. Решетка объемно-центрированная кубической сингонии. Плотность ρ кристалла равна 534 кг/м³.
2. К стальной проволоке длиной 1 м и радиусом 1 мм подвесили груз массой 100 кг. Найти работу растяжения проволоки.
3. Однородный стержень равномерно вращается вокруг вертикальной оси, проходящей через его середину. Плотность материала стержня равна 7900 кг/м³. Стержень разрывается, когда скорость конца стержня достигает 380 м/с. Найти предел прочности материала стержня.
4. Определить отношение концентраций n_1/n_2 свободных электронов при $T=0$ в литии и цезии, если известно, что уровни Ферми в этих металлах соответственно равны $W_{\phi,1} = 4,72$ эВ, $W_{\phi,2} = 1,53$ эВ.
5. Определить число свободных электронов, которое приходится на один атом натрия при температуре $T = 0$ К. Уровень Ферми W_{ϕ} для натрия равен 3,12 эВ. Плотность ρ натрия равна 970 кг/м³.
6. При нагревании некоторого металла от 0°C до 500°C его плотность уменьшилась в 1,027 раза. Найти для этого металла коэффициент линейного расширения, считая его постоянным для этого интервала температур.
7. Пластинки из меди (толщиной 9 мм) и железа (толщиной 3 мм) сложены вместе. Внешняя поверхность медной пластинки поддерживается при температуре 50°C, а внешняя поверхность железной – при температуре 0°C. Найти температуру поверхности соприкосновения, считая, что площадь пластинок велика по сравнению с толщиной.
8. Определить максимальную частоту ω_{\max} собственных колебаний в кристалле золота по теории Дебая. Характеристическая температура θ_D равна 180 К.
9. Вычислить усредненную скорость v фононов (скорость звука) в серебре. Модули продольной E и поперечной G упругости, а также плотность серебра ρ считать известными.
10. Полупроводник в виде тонкой пластины шириной $l = 1$ см и длиной $L = 10$ см помещен в однородное магнитное поле с индукцией $B = 0,2$ Тл. Вектор магнитной индукции перпендикулярен плоскости пластины. К концам пластины (по направлению L) приложено постоянное напряжение $U = 300$ В. Определить холловскую разность потенциалов U_H на гранях пластины, если постоянная Холла $R_H = 0,1$ м³/Кл, удельное сопротивление $\rho = 0,5$ Ом·м.

ВАРИАНТ 2

1. Найти постоянную решетки a и расстояние d между ближайшими соседними атомами кристалла: 1) алюминия (решетка гранецентрированная кубической сингонии); 2) вольфрама (решетка объемно-центрированная кубической сингонии).
2. Железная проволока длиной 5 м висит вертикально. На сколько изменится объем проволоки, если к ней привязать гирию массой 10 кг? Коэффициент Пуассона для железа равен 0,3.
3. Однородный медный стержень длиной 1 м равномерно вращается вокруг вертикальной оси, проходящей через его край. При какой частоте вращения стержень разорвется?
4. Во сколько раз число свободных электронов, приходящихся на один атом металла при $T = 0$, больше в алюминии, чем в меди, если уровни Ферми соответственно равны $W_{\phi,1} = 11,7$ эВ, $W_{\phi,2} = 7,0$ эВ?
5. Выразить среднюю скорость $\langle v \rangle$ электронов в металле при $T = 0$ К через максимальную скорость v_{\max} . Вычислить $\langle v \rangle$ для металла, уровень Ферми W_{ϕ} которого при $T = 0$ К равен 6 эВ.
6. Какую длину при температуре 0°C должны иметь стальной и медный стержни, чтобы при любой температуре стальной стержень был длиннее медного на 5 см?
7. Наружная поверхность стены имеет температуру минус 20°C , а внутренняя – плюс 20°C . Толщина стены 40 см. Найти теплопроводность материала стены, если через единицу ее поверхности за время 1 час проходит $460,5$ кДж/м³ теплоты.
8. Вычислить максимальную частоту ω_{\max} Дебая, если известно, что молярная теплоемкость C_{μ} серебра при $T = 20$ К равна $1,7$ Дж/(моль·К).
9. Характеристическая температура θ_D Дебая для вольфрама равна 310 К. Определить длину волны λ фононов, соответствующих частоте $\nu = 0,1\nu_{\max}$. Усредненную скорость звука в вольфраме вычислить. Дисперсией волн в кристалле пренебречь.
10. Тонкая пластина из кремния шириной $l = 2$ см помещена перпендикулярно линиям индукции однородного магнитного поля ($B = 0,5$ Тл). При плотности тока $J = 2$ мкА/мм², направленного вдоль пластины, холловская разность потенциалов U_H оказалась равной 2,8 В. Определить концентрацию n носителей заряда.

ВАРИАНТ 3

1. Найти плотность ρ кристалла гелия (при температуре $T = 2$ К), который представляет собой гексагональную структуру с плотной упаковкой. Постоянная a решетки, определенная при той же температуре, равна $0,357$ нм.
2. К стальной проволоке радиусом 1 мм подвешен груз массой 1 кг. На какой наибольший угол можно отклонить проволоку с грузом, чтобы она не разорвалась при прохождении грузом положения равновесия?
3. Найти относительное изменение плотности цилиндрического медного стержня при сжатии его давлением $9,8 \times 10^7$ Па. Коэффициент Пуассона для меди $0,34$.
4. Определить вероятность того, что электрон в металле займет энергетическое состояние, находящееся в интервале $\Delta W = 0,05$ эВ ниже уровня Ферми и выше уровня Ферми, для двух температур: 1) $T_1 = 290$ К; 2) $T_2 = 58$ К.
5. Определить максимальную скорость v_{\max} электронов в металле при $T = 0$ К, если уровень Ферми $W_{\phi} = 5$ эВ.
6. Медная проволока натянута горячей при температуре 150°C между двумя прочными неподвижными стенками. При какой температуре, остывая, разорвется проволока. Считать, что закон Гука справедлив, вплоть до разрыва проволоки.
7. Один край железного стержня поддерживается при температуре 100°C , а другой упирается в лед. Длина стержня 14 см, площадь поперечного сечения 2 см². Найти количество теплоты, протекающего в единицу времени вдоль стержня. Какая масса льда растает через 40 минут? Потерями тепла через боковые стенки пренебречь.
8. При нагревании серебра массой $m = 10$ г от $T_1 = 10$ К до $T_2 = 20$ К было подведено $\Delta Q = 0,71$ Дж теплоты. Определить характеристическую температуру θ_D Дебая серебра. Считать $T \ll \theta_D$.
9. Длина волны λ фонона, соответствующего частоте $\omega = 0,01\omega_{\max}$ равна 52 нм. Пренебрегая дисперсией звуковых волн, определить характеристическую температуру θ_D Дебая, если усредненная скорость звука v в кристалле равна $4,8$ км/с.
10. Удельная проводимость γ кремния с примесями равна 112 См/м. Определить подвижность b_p дырок и их концентрацию n_p , если постоянная Холла $R_H = 3,66 \cdot 10^{-4}$ м³/Кл. Принять, что полупроводник обладает только дырочной проводимостью.