

**МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ
ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ
З ДИСЦИПЛІНИ
“ВЛАСТИВОСТІ МЕТАЛЕВИХ СИТЕМ”**

Всі задачі студентами виконуються з залученням комп'ютерів в програмі Ехсе. Студенти повинні перевести всі одиниці в систему сі, побудувати відповідну таблицю та прописати формули за допомогою яких вони проводять розрахунки. При необхідності будуються графіки.

. Теми практичних занять

№ з/п	№ Теми	Назва теми	Кількість годин
Модуль 3			
1	Т. 1	Теплопровідність технічних сплавів	4
2	Т. 2	Термічне розширення металів.	4
Модуль 4			
3	Т. 1	Визначення основних величин та пружність металів.	4
4	Т. 2	Феромагнітна аномалія пружності.	4
5	Т. 3	Метод внутрішнього тертя.	4

ЗМІСТ ЗАДАЧ

1. Теплоємність при постійному об'ємі C_v для деякого елемента в кристалічному стані при $100\text{ }^\circ\text{C}$ рівна $16 \frac{\text{дж}}{\text{г} \cdot \text{атом} \cdot \text{град}}$. Знайти величину C_v при $-100\text{ }^\circ\text{C}$.

2. За наближеними даними для твердого криптону (Kr) розрахувати (з точністю до 1 %) характеристичну температуру $\theta^c(T)$.

T, °K	$C_p, 10^{-2}$ кал/(моль град)	$\rho, \text{г см}^{-3}$	$\alpha, \text{град}^{-1}$	$\gamma, \text{см}^2 \text{дин}^{-1}$
0		3.093	0	2.90E-11
2.317	0.0164	3.093	3.00E-06	2.90E-11
3.969	0.0927	3.093	5.00E-06	2.90E-11
5.71	0.314	3.093	1.50E-05	2.90E-11
7.643	0.759	3.093	5.80E-05	3.00E-11
9.555	1.286	3.092	1.45E-04	3.00E-11
11.723	1.916	3.091	2.37E-04	3.00E-11
15.87	3.001	3.087	3.70E-04	3.00E-11
20.765	3.94	3.08	5.06E-04	3.00E-11
30.254	5.012	3.062	6.80E-04	3.30E-11
40.983	5.651	3.038	7.95E-04	3.70E-11

3. Що можна сказати про електронний вклад C_{el} в теплоємність C_p на основі значень теплоємності міді.

T, °K	$C_p, 10^{-2}$ кал/(моль град)
0.418	0.007
0.517	0.0087
0.787	0.0136
1.252	0.0229
1.452	0.0275
1.968	0.041
2.603	0.0621
3.02	0.0809
3.498	0.1065
3.579	0.1109
4.023	0.1407
4.606	0.1867
5.301	0.2567
6.013	0.3464

4. Оцінити ентальпію утворення вакансій h_S в твердому криптоні, якщо для нього задані наступні значення теплоємності в області нижче потрібної точки (115,78 °K).

T, °K	$C_p,$ кал/(моль град)
60.715	6.325
66.088	6.489
71.642	6.619
79.059	6.801
84.801	6.961
90.938	7.179
97.395	7.454
103.445	7.783
109.481	8.114
112.142	8.292
114.28	8.488

5. Іонні кристали складаються з позитивно і негативно заряджених іонів. Ці іони сферично симетричні, а силами взаємодії між ними є центральні кулонівські сили і деякі сили відштовхування, природа яких не може бути описана в рамках класичної теорії. Тому вираз для енергії взаємодії ε_{ij} між двома іонами i і j в кристалі складу XY , утвореному з іонів із зарядами $+e$ і $-e$, містить два члена і записується як:

$$\varepsilon_{ij} = \pm \frac{e^2}{r_{ij}} + \frac{b}{r_{ij}^n}, \quad (1)$$

де r_{ij} – відстань між іонами;

b, n – емпіричні константи.

Відстань r_{ij} зручно виразити через відстань між найближчими сусідами r :

$$r_{ij} = a_{ij} r.$$

Знайдемо енергію ε_i i -го іона в полі всіх інших іонів. Для цього просумуємо за всіма іонами при $j \neq i$:

$$\varepsilon_i = \sum_{j \neq i} \pm \frac{e^2}{a_{ij} r} + \sum_{j \neq i} \frac{b}{a_{ij}^n r^n} = -\frac{e^2}{r} \sum_{j \neq i} \frac{1}{a_{ij}} + \frac{1}{r^n} \sum_{j \neq i} \frac{b}{a_{ij}^n} = -\frac{Ae^2}{r} + \frac{B}{r^n},$$

де $A = \sum_{j \neq i} \mp \frac{1}{a_{sj}}$, $B = \sum_{j \neq i} \frac{b}{a_{ij}^n}$.

A – постійна Маделунга.

Якщо i -й іон заряджений негативно, то плюси та мінуси в A відносяться відповідно до позитивних та негативних іонів.

Нехай іонів в кристалі $2N$, тоді повна енергія ґратки $U(r)$

$$U(r) = N\varepsilon_i = -N \left(\frac{Ae^2}{r} - \frac{B}{r^n} \right).$$

(якщо N на стільки велике число, що можна знехтувати поверхневими ефектами).

Показати, що енергія ґратки $U(r_0)$, що відповідає рівноважній найменшій відстані між іонами $r = r_0$, записується у вигляді

$$U(r_0) = -\frac{NAe^2}{r_0} \left(1 - \frac{1}{n} \right).$$

6. Визначити показник степені n у виразі для потенціалу сил відштовхування

$$U(r) = -N \left(\frac{Ae^2}{r} - \frac{B}{r^n} \right)$$

для кристалу $NaCl$, якщо відомо, що стискуваність цієї речовини рівна $3,3 \cdot 10^{-12}$ см²/дин, постійна Маделунга $A = 1,75$, а рівноважна відстань між найближчими сусідами $r_0 = 2,81 \text{ \AA}$. Абсолютна величина e заряду іона прийнято рівною заряду електрона $e = 4,8 \cdot 10^{-10}$ од. СГСЕ.

7. Як зміниться найменша рівноважна відстань r_0 між іонами і енергія U ґратки $NaCl$, якщо заряд іона збільшиться вдвічі?

8. Обчислити сталу Маделунга A для лінійного ланцюжка рівновіддалених іонів, позитивні і негативні заряди яких чергуються.

9. Знайти товщину доменної стінки враховуючи лише обмінну енергію магнітокристалічної анізотропії. Вважати, що швидкість повороту спінів в стінці є постійною.

Основна:

1. Анималу А., Квантовая теория кристаллических твердых тел, М.: Мир, 1981, 574 с.
2. Бокштейн С.З. Строение и свойства металлических сплавов. М., Metallurgiya, 1971, -496 с.
3. Белоус М.В., Браун М.П. Физика металлов, К.: Вища Школа, 1986 – 343 с.
4. Вонсовский С.В. Магнетизм – М.: Наука, 1971. - 1032с.
5. Достижения электронной теории металлов. (в 2-х томах), под ред. П. Цише и Г. Леманна, М., Мир, 1982, 625 с.
6. Дутчак Я.Й., Фреїк Д.М., Чобанюк В.М., Галуццак М.О. Фізика металів. К., НМКВО, 1993, -162 с.
7. Жданов Г.С., Физика твердого тела. М.: «Мир», 1996
8. Захарова М.И. Атомно-кристаллическая структура и свойства металлов и сплавов. М., Изд-во МГУ, 1972, -215 с.
9. Киттель Ч., Введение в физику твердого тела. М.: Физматгиз, 1963

Додаткова:

1. Болховитинов Н. Ф. Металловедение и термическая обработка. – М.: Машгиз, 1984 г.
2. Брехаря Г. П., Васильева О. О., Немошкаленко В. В., Шпак А.П., Гіржон ВВ. Структура та властивості постійних магнітів на основі перехідних та рідкісноземельних металів. – Запоріжжя: Запорізький державний університет, 2000. –160 с.
3. Кекало И.Б., Самарин Б.А. Физическое металловедение прецизионных сплавов. Сплавы с особыми магнитными свойствами: Учебник для вузов. – М.: Metallurgiya, 1989. – 496с.