Дюпин Владимир Кузьмич

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЗАВИСИМОСТИ ТЕПЛОЕМКОСТИ ВЕЩЕСТВА ОТ ЕГО ДИСПЕРСНОСТИ

Адрес статьи: www.gramota.net/materials/1/2010/4/20.html

Статья опубликована в авторской редакции и отражает точку зрения автора(ов) по рассматриваемому вопросу.

Источник

Альманах современной науки и образования

Тамбов: Грамота, 2010. № 4 (35). С. 55-58. ISSN 1993-5552.

Адрес журнала: www.gramota.net/editions/1.html

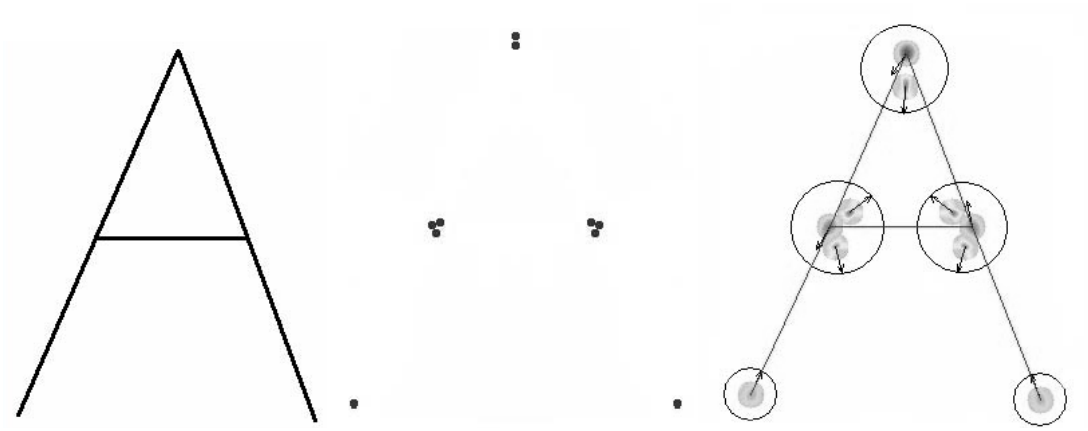
Содержание данного номера журнала: www.gramota.net/materials/1/2010/4/

© Издательство "Грамота"

Информация о возможности публикации статей в журнале размещена на Интернет сайте издательства: www.gramota.net

Вопросы, связанные с публикациями научных материалов, редакция просит направлять на адрес: almanac@gramota.net

На Рис. 4 - результат поиска экстремумов функции информативности изображения буквы «А». В дальнейшем структуру буквы можно определить, исходя из конфигураций экстремумов: минимумы функции информативности располагаются на концах линий и внешних углах, а максимумы обозначают внутренние углы (Рис. 4в).



а б в

Рис. 4. *Поиск экстремумов функции информативности изображения буквы «А»: а) исходное изображение; б) экстремумы функции информативности; в) определение структуры буквы по найденным экстремумам*

Вычисляя функцию информативности, можно сформировать структурное описание изображения, которое будет основой для распознавания изображенных объектов.

Таким образом, анализ конфигурации локальных экстремумов функции информативности изображений может быть основой нового метода анализа графических документов. Среди направлений реализации разработанного метода необходимо выделить анализ текстов, изображений и сложных графических документов (карты, чертежи, схемы).

Список литературы

1. **Завалишин Н. В., Мучник И. Б.** Модели зрительного восприятия и алгоритмы анализа изображений. М.: Наука, 1974. 344 с.
2. **Прэтт У.** Цифровая обработка изображений. М.: Мир, 1982. Т. 1. 790 с.

УДК 548.0:536

Владимир Кузьмич Дюпин
ООО «Томсктехэнерго», г. Северск, Томская область

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЗАВИСИМОСТИ ТЕПЛОЕМКОСТИ ВЕЩЕСТВА ОТ ЕГО ДИСПЕРСНОСТИ©

Высокодисперсные порошки различных веществ находят все более широкое применение в технике, при этом возникает проблема определения размеров частиц. Применение электронного микроскопа требует больших капитальных и эксплуатационных затрат. В данной работе предложена упрощенная математическая модель, в которой сделано предположение о зависимости теплоёмкости материала от его дисперсности и устанавливается на упрощенном примере количественная зависимость между размером частиц вещества и его теплоемкостью. Если выдвинутое в этой статье предположение подтвердится, то можно будет использовать калориметр для определения размеров частиц (дисперсности) порошка.

В модели приняты следующие допущения:

а) рассматриваемое вещество представляет собой монокристалл, в котором отсутствуют дефекты;

б) кристалл представляет собой простую кубическую решетку;

в) кристалл составлен из одного вида атомов.

© Дюпин В. К., 2010

Кинетическая энергия атома идеального (одноатомного) газа равна $3/2kT$, а теплоёмкость при постоянном давлении

$CV=(dU/dT)V=3/2k$ (1)

Согласно закону Дюлонга и Пти молярная теплоёмкость кристалла любого металла в два раза больше молярной теплоёмкости идеального одноатомного газа за счёт потенциальной энергии связи между атомами. Так для простейшего случая (осциллятора) на одну связь приходится энергия, равная $1/2kT$ (Кикоин А. К., Кикоин И. К. Молекулярная физика. М.: Наука, 1976. С. 460). Из сказанного можно предположить, что в кристалле потенциальная энергия атома зависит от количества его связей с другими атомами. Чем больше таких связей s, тем больше энергия U, и, следовательно, больше теплоёмкость:

$U=1/2k•s•T,\ CV=(dU/dT)V=1/2k•s$ (2)

Зависимость между расположением атомов в кристалле, количеством его связей с соседними атомами, энергией и теплоёмкостью представлена в Таблице 1 для вещества в форме идеального куба.

Таблица 1

Расположение атома в кристалле	Схема, поясняющая связи атома в кристалле	Количество связей, s	Энергия атома, U	Теплоёмкость атома, C
Внутри куба	Рис. 1а	6	3 kT	3 k
На гранях куба	Рис. 1б	5	5/2 kT	5/2 k
На рёбрах куба	Рис. 1в	4	2 kT	2 k
На вершинах куба	Рис. 1г	3	3/2 kT	3/2 k

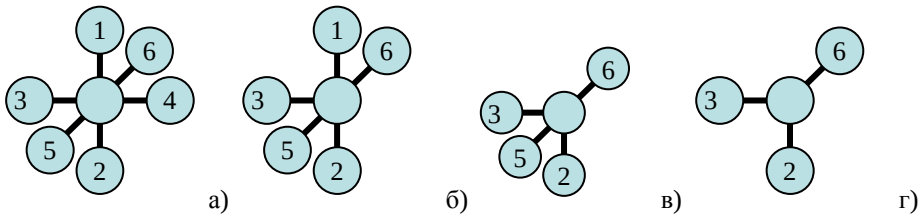


Рисунок 1

Теплоемкость всех атомов исходного куба кристаллического вещества, состоящего из n атомов на грани куба равна:

$C=Cвн+Cг+Cр+Cв,$ (3)

где $Cвн, Cг, Cр, Cв$ - теплоемкость атомов, расположенных соответственно внутри, на гранях, на ребрах и на вершинах куба.

Теплоемкость атомов, расположенных внутри исходного куба, равна:

$Cвн=3k•(n-2)3$ (4)

где $(n-2)3$ - количество внутренних атомов куба без учёта атомов на его гранях.

Разделим куб на $m3$ равных частей (на m частей по каждой грани), тогда теплоемкость внутренних атомов малых кубиков будет равна:

$C'вн=3k•m3•(n/m-2)3$ (5)

Для проверки приводимых формул количество атомов данного и других видов в исходном кубе и малых кубиках рассмотрим на простейшем примере при $n=15$ и $m=3$. Количество атомов внутри исходного куба $Nвн$ равно $(n-2)3=(15-2)3=2197$. Количество внутренних атомов после деления исходного куба $N'вн$ равно $m3•(n/m-2)3=33•(15/3-2)3=729$ (здесь $m3$ - число малых кубиков; $(n/m-2)3$ - количество внутренних атомов в малом кубике).

Изменение теплоемкости внутренних атомов при дроблении куба на $m3$ частей будет равно:

$ΔCвн=Cвн-C'вн=3k•[(n-2)3-m3•(n/m-2)3]$ (6)

Теплоемкость атомов, расположенных на гранях исходного куба, равна:

$Cг=5/2k•f•(n-2)2=15k•(n-2)2$ (7)

где f - количество граней исходного куба ($f=6$);

$(n-2)2$ - количество атомов на одной грани (без учёта атомов на рёбрах куба).

Теплоемкость атомов, расположенных на гранях малых кубиков, равна:

$C'г=5/2k•f•m3•(n/m-2)2=15k•m3•(n/m-2)2$ (8)

Для приведённого примера количество атомов на гранях исходного куба $Nг$ равно $f•(n-2)3=6•(15-2)2=1014$. Количество атомов на гранях малых кубиков после деления исходного куба $N'г$ равно $f•m3•(n/m-2)2=6•33•(15/3-2)2=1458$ (здесь $f•m3•(n/m-2)2$ - количество атомов на гранях малых кубиков).

Изменение теплоемкости атомов, расположенных на гранях, при дроблении куба на $m3$ частей будет равно:

$ΔCг=Cг-C'г=15k•[(n-2)2-m3•(n/m-2)2]$ (9)

Теплоемкость атомов, расположенных на рёбрах исходного куба, равна:

$Cp=2k•e•(n-2)=24k•(n-2)$ (10)

где e - количество рёбер исходного куба ($e=12$);

($n-2$) - количество атомов на одном ребре (без учёта атомов на вершинах куба).

Теплоемкость атомов, расположенных на рёбрах малых кубиков, равна:

$C'p=24k•m3•(n/m-2)$ (11)

Для приведённого примера количество атомов на рёбрах исходного куба Np равно $e•(n-2)=12•(15-2)=156$. Количество атомов на рёбрах малых кубиков после деления исходного куба $N'p$ равно $e•m3•(n/m-2)=12•33•(15/3-2)=972$ (здесь $e•m3•(n/m-2)$ - количество атомов на рёбрах малых кубиков).

Изменение теплоемкости атомов, расположенных на рёбрах, при дроблении куба на $m3$ частей будет равно:

$\Delta Cp=Cp-C'p=24k•[n-2-m3•(n/m-2)]$ (12)

Теплоемкость атомов, расположенных на вершинах исходного куба, равна:

$Cв=3/2k•h=12k$ (13)

где h - количество вершин исходного куба ($h=8$).

Теплоемкость атомов, расположенных на вершинах малых кубиков, равна:

$C'в=12k•m3$ (14)

Изменение теплоемкости атомов, расположенных на вершинах, при дроблении куба на m3 частей будет равно:

$\Delta Cв=Cв-C'в=12k•(1-m3)$ (15)

Для приведённого примера количество атомов на вершинах исходного куба $Nв$ равно $h=8$. Количество атомов на вершинах малых кубиков после деления исходного куба $N'в$ равно $h•m3=8•33=216$ (здесь $h•m3$ - количество атомов на вершинах малых кубиков).

Для проверки правильности расчётов в приведённом примере составим Таблицу 2, в которой сведён баланс по количеству атомов в исходном кубе и в кубиках после дробления исходного куба на $m3$ частей.

Таблица 2

Расположение атома в кристалле	Количество атомов	
	в исходном кубе	в малых кубиках
Внутри куба	2197	729
На гранях куба	1014	1458
На ребрах куба	156	972
На вершинах куба	8	216
Итого	3375	3375

Всего атомов в исходном кубе должно быть равно $153=3375$, следовательно, формулы для расчёта количества атомов по видам верны.

Полное изменение теплоемкости 1 моля вещества равно:

$\Delta C=\Delta Cвн+\Delta Cг+\Delta Cp+\Delta Cв$ (16)

Подставив в формулу (16) значения соответствующих величин и выполнив преобразования, получим:

$\Delta C=3k•n2•m$ (17)

Оценим изменение теплоёмкости при дроблении вещества в форме идеального куба массой 1 моль. Один моль вещества состоит из No атомов, поэтому

$n=\sqrt[3]{No}$ (18)

где No - постоянная Авогадро ($No=6,02•1023$).

Поскольку $R=k•No$ и $k=R/No$, то, подставив в формулу (17) значения n и k, получим

$\Delta C=3(\sqrt[3]{No})2•R•m/No=3R•m/\sqrt[3]{No}=2,95•10-7•m$ (19)

где R - универсальная газовая постоянная ($R=8,314$ Дж•моль/К).

Объем одного моля вещества равен:

$Vo=M/d$ (20)

где M - молекулярная масса вещества, г;

d - плотность вещества, г/м^3.

Длина ребра куба из одного моля вещества равна:

$a=\sqrt[3]{Vo}=\sqrt[3]{M/d}$ (21)

Если размер частиц (малых кубиков) вещества равен b, то величина m будет равна:

$m=a/b=\sqrt[3]{M/d}/b$ (22)

Подставив в формулу (19) значение m из формулы (22), получим:

$\Delta C=2,95•10-7•\sqrt[3]{M/d}/b$ (23)

Если экспериментально получена величина изменения теплоёмкости ΔC, то из формулы (23) можно определить размер частиц порошка b:

$b=2,95•10-7•\sqrt[3]{M/d}/\Delta C$ (24)

Зависимость между величинами *b* и можно показать на примере титанового порошка, сохраняя принятые допущения. Масса одного моля титана равна *47,9* г, а плотность - *4,505•106* г/м^3. При этих значениях величина *m* определяется по формуле:

$$m=\sqrt[3]{M/d}\,/b=\sqrt[3]{47,9/4.505*10^6}\,/b=2,2\bullet 10\text{-}2/b \qquad (25)$$

а *ΔC* по формуле:

$$\Delta C=2,95\bullet 10\text{-}7m \qquad (26)$$

Результаты вычислений изменения теплоёмкости от размеров частиц приведены в Таблице 3. При этом изменение теплоёмкости выражено в процентах:

$$\Delta C\%=100\bullet\Delta C/C' \qquad (27)$$

где *C'* - теплоёмкость, вычисленная по формуле (3), без учёта составляющих *Сг, Ср* и *Св* ввиду их малости, т.е. *C'=3k•No=3R=24,94* Дж•моль/К.

Таблица 3

Размер частиц порошка, *b*, м	Результаты вычислений		
	m	*ΔC*, Дж•моль/К	*ΔC%*, %
10-7	2,2•105	0,0649	0,26
10-8	2,2•106	0,649	2,6
10-9	2,2•107	6,49	26

Предложенная модель весьма упрощенно описывает впервые высказанное предположение о зависимости между теплоёмкостью и дисперсностью вещества. Учитывать более тонкие эффекты, влияющие на эту зависимость, имеет смысл только после получения экспериментального подтверждения такой связи между переменными. Эта трудность заключается в следующем: на теплоёмкость вещества влияет его структура, например, графит и алмаз, белое и серое олово при одних и тех же атомах имеют разную теплоёмкость; поверхность металла всегда покрыта окислами или/и загрязнена другими веществами; размеры частиц статистически представляют собой, как правило, распределение Гаусса. Наиболее подходящим материалом для начального эксперимента представляются фуллерены. С другой стороны, теплоёмкость, являясь интегральной характеристикой, может дать полезную информацию о структуре и/или составе порошка.

УДК 372.853

Владимир Николаевич Нестеров, Евгения Вячеславовна Куликова
Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет

МЕТОДИКА ВИЗУАЛИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ФИЗИКЕ В ВУЗЕ©

I. Визуализация и зрительное восприятие

Визуализация - процесс построения визуальных образов в мозге.

Зрительное восприятие (англ. visual perception) - совокупность процессов построения зрительного образа мира на основе сенсорной информации, получаемой с помощью зрительной системы. На ранних этапах филогенетического развития зрительное восприятие обеспечивает получение информации в основном о пространственном положении и движении объектов. Позднее эта информация дополняется сведениями о форме и структуре объектов. У высших млекопитающих, в т.ч. и у человека, зрительное восприятие занимает в системе др. перцептивных процессов ведущее место (доминантность зрительного восприятия).

Зрительное восприятие - совокупность процессов построения зрительного образа окружающего мира. Из этих процессов более простые обеспечивают восприятие цвета, которое может сводиться к оценке светлоты, или видимой яркости, цветового тона, или собственно цвета, и насыщенности как показателя отличия цвета от серого равной с ним светлоты. При этом основные механизмы цветового восприятия имеют врожденный характер и реализуются за счет структур, локализованных на уровне подкорковых образований мозга.

Зрение - процесс, обеспечивающий восприятие света. Мы видим объекты потому, что они отражают свет. Цвета, которые мы различаем, определяются тем, какую часть видимого спектра отражает или поглощает предмет. Когда клетки сетчатки, колбочки и палочки, подвергаются воздействию света с длиной волны от 400 нм (фиолетового) до 750 нм (красного), в них происходит химическая реакция, вследствие которой возникает нервный сигнал. Этот сигнал достигает мозга и порождает в бодрствующем сознании ощущение света.

Зрительные системы. В глазу человека (и многих животных) есть две световоспринимающие системы: колбочки и палочки.

© Нестеров В. Н., Куликова Е. В., 2010