

Министерство образования и науки Российской Федерации
Российская академия наук
Объединенное физическое общество РФ
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова
Московский физико-технический институт (государственный университет)
Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена
Волгоградский государственный социально-педагогический университет

ФИЗИКА В СИСТЕМЕ СОВРЕМЕННОГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФССО-11)

Материалы XI Международной конференции

Волгоград, 19–23 сентября 2011 г.

Том I

Волгоград
Издательство ВГСПУ
«Перемена»

2011

3

изучения физических свойств таких структур является метод вольт-фарадных характеристик. Изготовление таких структур и получение на них «С-V»-характеристик позволяет в форме беседы и участия в эксперименте рассказать о физике МДП-структур, возможности определения с помощью этого метода целого спектра различных характеристик как самого полупроводника, так и элементов структуры и их зарядовых состояний, от которых зависят электрические характеристики транзисторных микросхем такого типа.

Важной характеристикой надежности работы электронных компонентов является электрическая прочность. Благодарный объект изучения нарушения электрической прочности – пленочные оксиды металлов, которые позволяют в демонстрационном эксперименте реализовывать электрические поля в несколько сотен тысяч вольт для разрушения твердотельных материалов и структур. Рассказ о природе электрического пробоя, механизме развития электрической неустойчивости и разрушении и о сравнении этого явления с процессами горения и атмосферными разрядами позволяет увидеть в явлении пробоя глобальное критическое явление (в основе которого – физический процесс фазового перехода, обусловленный необратимым развитием проводимости), а автоматизированный комплекс – процесс получения параметров электрической прочности на основе статистического анализа экстремальных величин.

Таким образом, занятия по курсу «Экспериментальные методы исследования» в форме бесед с активным вовлечением слушателей в эксперимент позволяет в живой и интересной форме дать им наглядное представление о направлении будущей профессии на основе слухового и зрительного восприятия и демонстрационно-игровой ситуации. Совместное решение возникающих технических проблем и свободная интерпретация результатов в данном случае убедительно демонстрируют высокое качество передаваемых от учёного к студенту знаний, облакаемых в данном случае в удобную для восприятия психоэмоциональную форму.

Некоторые вопросы применения соотношения Гиббса к неравновесным системам

М.С. Молдабекова

Казахский национальный педагогический университет им. Абая (Алматы, Казахстан)

У.П. Козтаева, А.К. Иманбаева

Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан)

Кредитная технология обучения требует постоянного совершенствования учебно-методической работы. Как известно, уровень знаний, умений и навыков, опыта, достаточных для осуществления научно-исследовательской, образовательной и другой деятельности, формирует профессиональную компетентность будущих специалистов. Отсюда возникает насущная потребность поиска спо-

© Молдабекова М.С., Козтаева У.П., Иманбаева А.К., 2011

совов формирования общепрофессиональных знаний, умений и навыков в предметной области и улучшения качества обучения.

Современной областью научных знаний, широко используемой при исследовании различных физико-химических явлений, является термодинамика необратимых процессов [1; 2]. Следует отметить неоспоримое преимущество применения термодинамического метода к различным физико-химическим и технологическим процессам переноса, имеющим место в различных средах в теплофизике, электрофизике, физической химии и т.д. Основные элементы феноменологической теории неравновесных процессов изучаются в специальной дисциплине, которая имеет фундаментальное значение в профессиональной подготовке по физическим специальностям.

Многолетний опыт преподавания этого спецкурса показал, что некоторые фундаментальные положения термодинамики необратимых процессов вызывают у обучающихся затруднения в понимании основ теории. Прежде всего, необходимо сформулировать постановку задачи (проблемы), что весьма важно для поиска истинных причин затруднений, которые позволят выработать эффективное решение. Для ясного понимания проблемы обучающиеся должны знать, какие вопросы и задачи необходимо решить; где эти вопросы и задачи возникают или имеют место; какие аспекты при этом играют существенную роль.

Рассмотрим, насколько оправданно применение соотношения Гиббса [1; 2] к неравновесным системам:

$$T \frac{ds}{dt} = \frac{d\varepsilon}{dt} + p \frac{dv}{dt} - \sum_{i=1}^n \mu_i \frac{dc_i}{dt}, \quad (1)$$

где s – локальная удельная энтропия, ε – удельная внутренняя энергия, $v=1/\rho$ – удельный объем, t – время, $c_i=\rho_i/\rho$ – относительная массовая концентрация i -го компонента или массовая доля (часть) вещества i , ρ – массовая плотность, μ_i – химический потенциал компонента i , p – равновесное давление; T – температура.

Иными словами, мы должны понять, т.е. исследовать, при каких условиях соотношение (1) справедливо для неравновесных состояний. Соотношение Гиббса служит основой для получения явной формы уравнения баланса энтропии из макроскопической теории. Анализ таких сложных вопросов дополнительно выносятся для обсуждения на самостоятельную работу обучающегося под руководством преподавателя (СРОП), которая является одной из форм учебной работы при кредитной технологии обучения.

Выясняется, что хотя полная система не находится в равновесном состоянии, тем не менее, в ней существуют малые элементы массы, которые находятся в физическом элементарном объеме в состоянии локального равновесия и для которых локальная энтропия s является той же самой функцией $s = s(\mu, v, c_i)$, что и в состоянии полного равновесия. Чтобы лучше понять, насколько уравнение (1) может оставаться справедливым, необходимо оценить с помощью

микроскопических моделей в кинетической теории газов, насколько большими могут быть отклонения от равновесия. В кинетической теории плотность энтропии ρs определяется следующим образом:

$$\rho s = -k \sum_i \int f_i (\ln f_i - 1) d\vec{u}_i, \quad (2)$$

где k – постоянная Больцмана, $f_i(r, u_i, t) d\vec{r} du_i$ – неравновесная функция распределения, определяется числом молекул каждого сорта i в момент времени t в интервале $(r, r+d\vec{r})$ и обладающих скоростями в интервале (u_i, u_i+du_i) .

В решении интегро-дифференциального уравнения Больцмана по методу Энского функция распределения $f_i(r, u_i, t)$ записывается через «возмущающую» функцию $\phi_i(\vec{r}, \vec{u}_i, t)$, которая является мерой отклонения действительной функции распределения f_i от локального равновесного распределения $f_i^{(0)}$:

$$f_i = f_i^{(0)}(1 + \phi_i). \quad (3)$$

В методе Энского плотность энтропии разлагается и записывается в виде

$$\rho s = \rho s^{(0)} + \rho s^{(1)} + \rho s^{(2)} + \dots, \quad (4)$$

где $\rho s^{(0)} = -k \sum_i \int f_i^{(0)} (\ln f_i^{(0)} - 1) d\vec{u}_i$,

$$\rho s^{(1)} = -k \sum_i \int f_i^{(0)} \phi_i^{(1)} \ln f_i^{(0)} d\vec{u}_i = 0 \quad (6)$$

$$\rho s^{(2)} = -\frac{1}{2} k \sum_i \int f_i^{(0)} (\phi_i^{(1)})^2 d\vec{u}_i. \quad (7)$$

Возмущающая функция $\phi_i(\vec{r}, \vec{u}_i, t)$ должна удовлетворять следующим условиям:

$$\int f_i^{(0)} \phi_i d\vec{u}_i = 0, \quad (8)$$

$$\sum_i m_i \int \vec{u}_i f_i^{(0)} \phi_i d\vec{u}_i = 0, \quad (9)$$

$$\frac{1}{2} \sum_i m_i \int (\vec{u}_i - \vec{v})^2 f_i^{(0)} \phi_i d\vec{u}_i = 0. \quad (10)$$

В силу условий (8) – (10) вклад величины $\rho s^{(1)}$ в плотность энтропии ρs обращается в ноль. Следовательно, если сохранить только члены, линейные по возмущающей функции $\phi_i^{(1)}(\vec{r}, \vec{u}_i, t)$ в разложении плотности энтропии, то эта величина становится такой же функцией локальной температуры T и плотностей ρ_i , как и в равновесном состоянии. Таким образом, соотношение Гиббса (1), можно считать, будет иметь место. В самом деле, в этом приближении энтропия зависит от координат и времени только неявно, через зависимость от

$T(r,t)$ и $\rho(r,t)$. Скорость изменения со временем температуры и плотности в рассматриваемом приближении можно вычислить с помощью выражений первого порядка для необратимых потоков, входящих в гидродинамические уравнения. Это оправдывает использование уравнения (1) при таких отклонениях от равновесия, когда явления переноса могут быть описаны линейными феноменологическими законами. Однако если в разложении (4) сохранить члены, квадратичные по $\phi_i^{(1)}(\vec{r}, \vec{u}_i, t)$ (или линейные по $\phi_i^{(2)}(\vec{r}, \vec{u}_i, t)$), то плотность энтропии, согласно (7), становится функцией макроскопических градиентов и использование соотношения Гиббса (1) является неоправданным. Следует отметить, что для большинства явлений переноса использование соотношения (1) является справедливым с макроскопической точки зрения в условиях квазиравновесности системы.

В результате более эффективно будет использован значительный научно-теоретический материал, представляющий основу для формирования профессиональной компетентности и достижения высокого уровня качества подготовки кадров с послевузовским образованием – в магистратуре и в докторантуре PhD по специальности «Физика». Это позволит приобрести новые определенные знания, умения и навыки, которые будущему специалисту необходимы.

Л и т е р а т у р а

1. Пригожин И. Введение в термодинамику необратимых процессов. М.: Комкнига, URSS, 2001. 160 с.
2. Молдабекова М.С. Термодинамика необратимых процессов : учеб. пособие. Алматы: Казак университети, 2004. 102 с.

Тест перед экзаменом по физике (механика) как инструмент проверки базовых знаний студентов

И.Б. Полякова, В.Ю. Иванов

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова (Москва, Россия)

Для повышения качества оценивания базовых знаний студентов на экзаменах по общей физике было предложено использовать тестирование студентов по всему курсу перед началом экзамена. Методика тестирования состоит в следующем: студенты группы, прежде чем получить билет, должны в течение 10–15 мин ответить письменно на 10 вопросов теста по материалу сдаваемого курса. После того как преподаватель соберет листки с ответами, студенты получают билеты, и далее экзамен проходит по традиционной методике. На наш взгляд, такое нововведение оказывается весьма полезным. Прежде всего, студенты показывают базовые знания по всему курсу. Во время беседы преподаватель оценивает правильность ответов на вопросы теста. Если в некоторых отве-

Технология физического эксперимента в профессиональном образовании. <i>Горяев М.А.</i>	46
Организация учебного процесса в Высшей школе физиков им. Н.Г. Басова НИЯУ «МИФИ». <i>Завестовская И.Н., Крохин О.Н., Фроня А.А.</i>	48
Специальный физический практикум в системе инженерного и естественно научного образования на кафедре физики Института базового образования НИТУ «МИСиС». <i>Капусткин Д.Е., Наими Е.К.</i>	51
Повышение точности измерений в лабораторном практикуме по атомной физике в БФУ им. И. Канта. <i>Корнев К.П.</i>	53
Оптический лабораторный практикум в курсе общей физики университета. <i>Косарев В.М., Ворсин Н.Н.</i>	56
История радиофизики как направление в истории науки и учебная дисциплина в педагогическом вузе. <i>Кудряцев В.В., Ильин В.А.</i>	59
Научно-педагогический потенциал истории современной физики. <i>Кудряцев В.В., Ильин В.А., Михайлишина Г.Ф.</i>	63
Новый подход к реализации непрерывного высшего профессионального и послевузовского образования в организационных формах образовательного стандарта СПбГУ. <i>Кудряцев А.А., Микушев В.М., Чирцов А.С.</i>	66
Комплексный подход к методике решения задач по электромагнетизму в рамках университетского курса «Общая физика» (учебное пособие нового поколения). <i>Лукайёва Е.В., Жукарев А.С., Иванов С.А., Киров С.А., Киселев Д.Ф.</i>	68
Курс «Экспериментальные методы исследования» для бакалавров. <i>Малиненко В.П., Пикулев В.Б.</i>	69
Некоторые вопросы применения соотношения Гиббса к неравновесным системам. <i>Молдабекова М.С., Козтаева У.П., Иманбаева А.К.</i>	72
Тест перед экзаменом по физике (механика) как инструмент проверки базовых знаний студентов. <i>Полякова И.Б., Иванов В.Ю.</i>	75
Новое учебно-методическое пособие «Лекционный эксперимент по физике. Механика». <i>Семенов М.В., Сергиенко А.М., Якута А.А.</i>	78
Методическая система формирования у студентов университетов обобщенных методов планирования и проведения экспериментальных физических исследований. <i>Смирнов В.В.</i>	80
Обучение студентов методам решения профессиональных задач при изучении физики в университете. <i>Стефанова Г.П., Крутова И.А.</i>	83
Особенности нового программного и аппаратного обеспечения для задач ядерного практикума. <i>Чопорняк Д.Б., Сомиков А.В., Попов Ю.В.</i>	86
Раздел 3. Физика в системе инженерного образования	89
К вопросу о формировании рабочей программы по физике при 2-уровневом образовании. <i>Абдрахманова А.Х.</i>	89