

# Практикум по химической термодинамике и кинетике

3 курс ФЕН НГУ (химики)

5-6 семестры

# Практикум по химической термодинамике

Сентябрь – декабрь 2018 г

# Практикум по хим. термодинамике

## Содержание практикума

- 5 лабораторных работ;
- Коллоквиум;
- Курсовая работа;
- Или ещё 2 лаб. работы;
- Защита курсовой работы;
- Дифф. зачёт.

# Основная литература



ББК Г5я73-1  
УДК 544(075)  
П 691

Практикум по физической химии НГУ. Химическая термодинамика и кинетика: Учебно-методическое пособие / В. А. Рогов, Е. С. Рудаков, С. С. Арзуманов и др.; Новосибир. гос. ун-т. Новосибирск, 2013. Ч. 1. Химическая термодинамика. 237 с.

ISBN 978-5-4437-0163-9

Данная книга является первой из трёх частей расширенного учебно-методического пособия для проведения практических (лабораторных) работ по физической химии на третьих курсах классических университетов. Книга содержит описание типичных методов исследования, используемых в практикуме по физической химии и лабораторных работ, выполняемых в практикуме по курсу химической термодинамики.

Предназначено для студентов 3-го курса факультета естественных наук Новосибирского государственного университета.

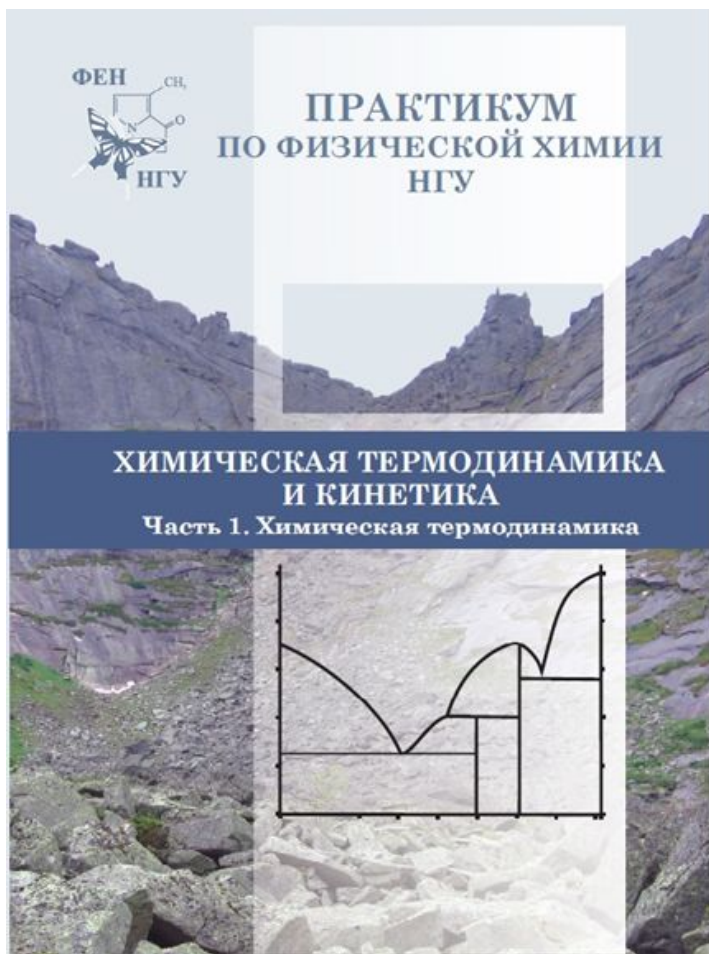
Рецензент  
канд. хим. наук А. Г. Окунев

Издание подготовлено в рамках реализации *Программы развития государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Новосибирский государственный университет»* на 2009–2018 годы.

© Новосибирский государственный университет, 2013  
© В. А. Рогов, Е. С. Рудаков, С. С. Арзуманов, А. Д. Грекова, Л. Н. Зеленина, М. В. Лузгин, Т. П. Минюкова, Е. В. Пархомчук, А. Г. Степанов, С. Н. Трухан, В. Е. Шаронов, А. А. Шубин, 2013

ISBN 978-5-4437-0163-9

# Основная литература



ПРАКТИКУМ ПО ФИЗИЧЕСКОЙ ХИМИИ НГУ  
ХИМИЧЕСКАЯ ТЕРМОДИНАМИКА И КИНЕТИКА

Часть 1  
Химическая термодинамика

Учебно-методическое пособие

Издание второе

Под общей редакцией  
В. А. Рогова и В. Н. Пармона

Новосибирск  
2018

*Имеется только в электронном виде на кафедре.*

Добавлены или изменены описания работ Я-1, С-1, А-1, А-5 и ИК-1.

# Основная литература



## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ФИЗИЧЕСКОЙ ХИМИИ

ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

В.А. Рогов, А.А. Антонов, С.С. Арзуманов, А.Д. Грекова, Л.Н. Зеленина, Г.А. Коваленко, М.В. Лузгин, А.А. Лысова, М.С. Мельгунов, О.В. Нецкина, В.Н. Пармон, Е.В. Пархомчук, Е.С. Рудаков, Е.Н. Савинов, А.Г. Степанов, Е.П. Талзи, В.М. Тормышев

Экспериментальные методы физической химии. Лабораторный практикум: Учебное пособие / Коллектив авторов под ред. В.Н. Пармона и В.А. Рогова – Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2017. – 408 с.

ISBN 978-5-91559-221-5

Книга содержит краткое описание методов исследования, используемых в практикуме по физической химии: термический анализ, калориметрия, УФ- и ИК-спектроскопия, кондуктометрия, потенциометрия, газовая хроматография, ЯМР-спектроскопия, и их применение для проведения практических (лабораторных) работ. Предлагаются работы по основным разделам химической термодинамики и химической кинетики: фазовые и химические равновесия, адсорбция, кинетика простых и сложных реакций, гетерогенный, гомогенный и ферментативный катализ, кинетика реакций в открытой системе. Имеется возможность свободного просмотра видеофильмов, показывающих процесс выполнения лабораторных работ и обработки полученных данных.

Учебное пособие предназначено для студентов и преподавателей химических специальностей.

# Темы лабораторных работ (по экспериментальным методам )

- 1. Фазовые равновесия (Ф-1, Ф-2, Ф-3)
- 2. Газовая хроматография (ГХ-1)
- 3. ЯМР спектроскопия (Я-1)
- 4. Оптическая спектроскопия (С-1, С-2, С-3)
- 5. Кондуктометрия (Кн-1, Кн-2)
- 6. Потенциометрия (П-1, П-2, П-3)
- 7. Адсорбция (А-1, А-2, А-3, А-4, А-5)
- 8. ИК спектроскопия (ИК-1)

# Выполнение лабораторных работ (первое занятие)

- Пройти инструктаж по ТБ, расписаться в журнале.
- Получить задание.
- Получить в библиотеке литературу.
- Прочитать описание работы в методичке.
- Посмотреть видеофильм.
- Получить допуск к работе.

Лабораторные работы на первом занятии не выполняются.



# Выполнение лабораторных работ (второе и последующие занятия)

- Получить допуск (если не получили накануне).
- Выполнить работу.
- Обработать данные, подготовить отчёт о работе.
- Отправить отчёт на эл. почту [labi-phys-chem@mail.ru](mailto:labi-phys-chem@mail.ru).
  
- Сдать работу (сделать доклад и ответить на вопросы).
- Получить задание на следующий раз.
- Посмотреть видеофильм.
  
- Продолжительность занятия 2,5 пары. Если уходите до окончания занятия – нужно сообщить преподавателю.

# Если работа выполнена, но не сдана в тот же день?

Лабораторная работа считается выполненной, если вы до окончания занятия передали преподавателю черновик отчёта (в бумажном или электронном виде) содержащий, как минимум, первичные данные.

Окончательный вариант отчёта должен быть отправлен на эл. почту [labi-phys-chem@mail.ru](mailto:labi-phys-chem@mail.ru). до 18-00 накануне следующего занятия.

Порядок действий на следующем занятии:

- Сдача работы (доклад и ответы на вопросы).
- Получение очередного задания.
- Изучение методички и просмотр видео.
- Получение допуска к работе.

Практическая работа в этот день, как правило, не выполняется.

## ГЛАВА 8. ПОРЯДОК ПРОХОЖДЕНИЯ ПРАКТИКУМА. ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ОТЧЁТА О РАБОТЕ. ЗАЩИТА КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Текст в бумажной версии Практикума (2013 г.) устарел,  
новая версия (2018 г.) – на компьютерах.

• *Порядок прохождения практикума.* Практикум по химической термодинамике и химической кинетике на факультете естественных наук НГУ является частью учебного плана 5–6-го семестров. В каждом из семестров студенты выполняют 5 лабораторных работ. После этого студенты в течение 3–4 занятий выполняют курсовую работу и защищают её. Курсовая работа может выполняться на кафедре или в одном из институтов СО РАН. В последнем случае заведующий лабораторией института письменно извещает руководителя практикума или заведующего кафедрой о теме работы и о проведённом инструктаже по технике безопасности при выполнении курсовой работы. Перед защитой курсовой работы по химической термодинамике проводится коллоквиум. Студентам, которые набрали после выполнения пяти лабораторных работ менее 215 баллов, вместо курсовой работы может быть предложено выполнить ещё две лабораторные работы.

• *Этапы выполнения лабораторной работы.* В начале занятия студенты демонстрируют преподавателю свою готовность к выполнению работы: рассказывают о цели работы, последовательности действий при её выполнении и порядке обработки экспериментальных данных. Затем получают оценку за этот этап и допускаются к работе. *После завершения измерений студенты обязательно предъявляют преподавателю полученные данные в бумажном или электронном виде. После этого студенты, как правило, в тот же день, оформляют отчёт о работе и защищают его,*

Что оценивается	Баллы
Готовность к работе	От 0 до 10
Полученные результаты	От 0 до 10
Оформление отчёта и Заключение	От 0 до 10
Доклад о работе	От 0 до 10
Ответы на вопросы	От 0 до 10

## **ГЛАВА 8. ПОРЯДОК ПРОХОЖДЕНИЯ ПРАКТИКУМА. ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ОТЧЁТА О РАБОТЕ. ЗАЩИТА КУРСОВОЙ РАБОТЫ**

**Текст в бумажной версии Практикума (2013 г.) устарел,  
новая версия (2018 г.) – на компьютерах.**

Оценка	Пороговое значение		Например (баллы)
	набрано баллов	потеряно	
	набрано	потеряно	
<b>Отлично (5)</b>	400 – 365	0–35	40, 40, 40, 45, 50 + 100 + 50
<b>Хорошо (4)</b>	364 – 320	36–80	30, 30, 40, 50, 50 + 80 + 40
<b>Удовл. (3)</b>	319 – 240	81–160	30,30,30,30,30 + 60 + 30
<b>Неуд.</b>	239 – 0	> 160	

# Как получить ноль (0) баллов за лабораторную работу?

Чтобы получить ноль (0) баллов за лабораторную работу нужно после её выполнения выбросить полученные данные, взять готовый отчёт у товарища и попытаться его защитить. Если плагиат будет обнаружен, то все участники, обычно четверо, получают за эту работу ноль (0) баллов. Эти баллы пойдут в общий итог при получении оценки. Легко видеть, что максимальная оценка за практикум будет не более, чем «хорошо».

# Оформление отчёта по лаб. работе. Основные требования

- Отчёт должен быть кратким. Объём представленных данных должен быть достаточен для проверки полученных результатов.
- Первая страница отчёта (Заключение) оформляется по установленной форме. Образец показан ниже.
- Краткая теория. Указать только те сведения, которые понадобятся при докладе о работе.
- Привести краткое описание метода исследования, прибора, оборудования, указать с каким веществом работали.
- Первичные данные (концентрации исходных и рабочих растворов, спектры, кривые титрования и пр.) должны быть приведены в разумном, не слишком громоздком виде.

Заключение к работе (К-3 – Шифр работы) отправить по адресу:

[labi-phys-chem@mail.ru](mailto:labi-phys-chem@mail.ru)

**К-3 СИДОРОВ Иванов Петрова**

**Название работы**

Химическая термодинамика (или кинетика).

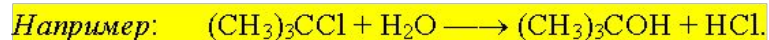
2017 год, Группа 0000.

Студенты: Иванов А.Б., Петрова В.Г.

Преподаватель: Сидоров Д.Е.

Эти четыре строчки заменяют титульный лист и должны выглядеть именно так. Выделенное жёлтым нужно изменить. **К-3 СИДОРОВ Иванов Петрова** – сделать именем файла и указать в графе «тема» при отправлении письма. Следует использовать кириллицу.

- 1) **Цель работы** – (указать цель работы)
- 2) **Основной результат работы:** Например: Константа равновесия  $K_p = 123 \pm 4$ .
- 3) **Исследуемое вещество, исследуемое хим. равновесие или исследуемая реакция.**



- 4) **Условия эксперимента** (укажите только нужное)

Нач. конц. в-ва 1	Нач. конц. в-ва 2	Температура	pH	Иное	Иное

- 5) **Обработка полученных данных (график или таблица).** Например:

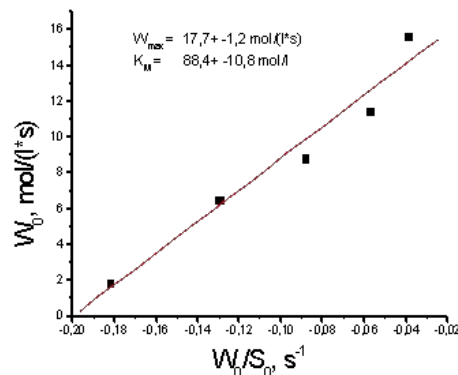


Рис. 1. Текст подписи к рис.

Далее может следовать весь текст отчёта по работе. Если оформляется единый документ (отчёт/заключение), то первая его страница должна быть оформлена по приведённому выше образцу.

# Так выглядит оглавление журналов на сайте sciencedirect.com

On the measured optical bandgap values of inorganic oxide semiconductors for solar fuels generation Original Research Article

Pages 136-144

Daipayan Roy, Gergely F. Samu, Mohammad Kabir Hossain, Csaba Janáky, Krishnan Rajeshwar

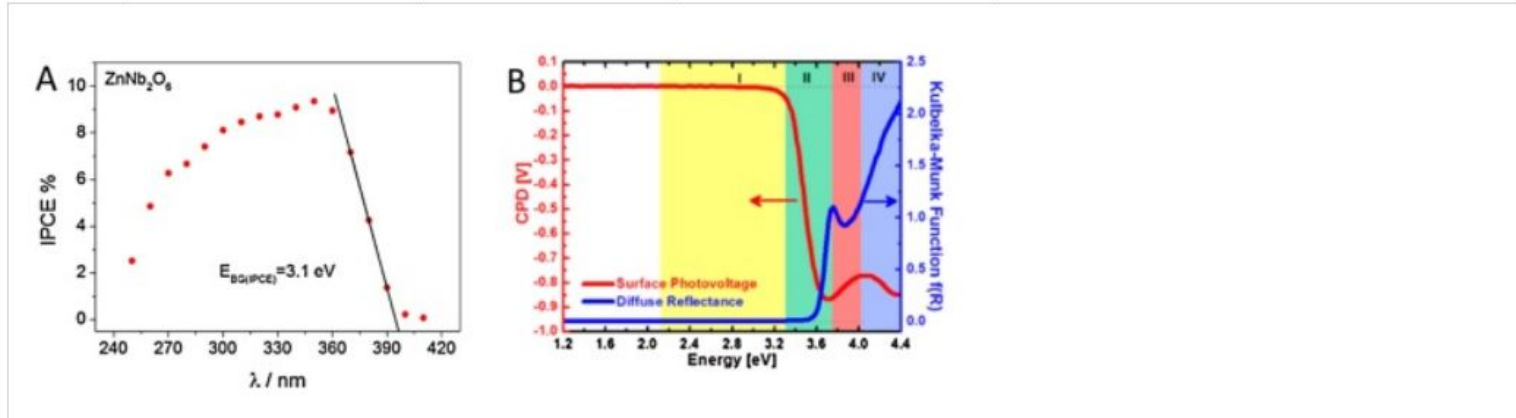
Abstract

Close graphical abstract

Research highlights

Purchase PDF - \$39.95

Supplementary content



Enhanced photoelectrochemical  $CO_2$ -reduction system based on mixed  $Cu_2O$  – nonstoichiometric  $TiO_2$  photocathode Original

Research Article

Pages 145-151

Ewelina Szaniawska, Krzysztof Bienkowski, Iwona A. Rutkowska, Pawel J. Kulesza, Renata Solarska

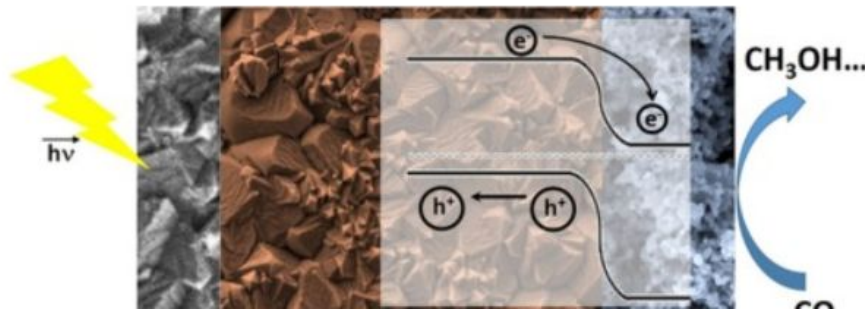
Abstract

Close graphical abstract

Research highlights















Purchase PDF - \$39.95

The mixed oxide p-n junction of  $Cu_2O/TiO_{2-x}$  (over-coated with nafion) increases density of charge carries in the conduction band of the photocathode and drives photoelectrochemical reduction of  $CO_2$  to methanol.





Если вы даёте имя файлу, следуя установленной форме отчёта, то в директории, куда складываются ваши работы в течение семестра, файлы с отчётами располагаются в удобном порядке. Следует использовать кириллицу.

-  К-5 ЛУЗГИН Волкова Кравчук
-  К-5 ЛУЗГИН Чехобалова Шойнхорова
-  К-5 СТЕПАНОВ Соснин,Бурнашова
-  К-7 АНТОНОВ-Сапарбаев-Усков.doc
-  К-7 Волкова- Ковалева
-  К-7 Зеленина Михайлов Артемьева
-  К-7 ЛУЗГИН Волкова Кравчук
-  К-7 РОГОВ Цыренова Одарченко
-  К-7-ВОЛКОВА-Ершкова-Деревянникова
-  К-9 АНТОНОВ-Сапарбаев-Усков
-  К-9 Волкова,Ли-Жуланов, Невоструев
-  К-9 РОГОВ ОДАРЧЕНКО ЦЫРЕНОВА
-  К-9 СТЕПАНОВ Кощев Черемных
-  К-10 ЛУЗГИН Чехобалова

В ином случае список файлов выглядит,  
например, так

PutilovaMordvinova2\_1.docx

Ф3.docx

Кн-1\_Volkova\_Galiev\_Kashnic\_chernovik.docx

A4- Рогов В.А. (Кочеткова А, Когай Н.).docx

P1ПанасенкоФедотовОтчет.docx

Заключение ГХ-1 ГРИБОВ Конохова, Кармадонова

Зеленина Шилов Струков кн1

Kn-1\_Grekova\_Kovalev\_Yatsenko.docx

## Пример неудачного выбора имя файла.

(Рекомендуемое имя файла, например, ГХ-1 ТАЛЗИ Черемных Баранов)



## Примеры неудачного заполнения поля: «тема» в письме.

Рекомендуется в поле «тема» написать, например, ГХ-1 РОГОВ Петрова Иванова

<input type="checkbox"/>		Танюшка	<Без темы> Танюшка .
<input type="checkbox"/>		Яков Фоменко	работа Кн-1
<input type="checkbox"/>		Дударь Буруева	Заключение к работе
<input type="checkbox"/>		Артем Порываев	Работа С1 Порываев Хан гр.1402
<input type="checkbox"/>		рахманова МАРИНА	Лабораторная работа С-3 РахмановаУсольцев
<input type="checkbox"/>		Волчек Виктория	<Без темы> -- С уважением, Волчек Виктория victoriavolcheck@yandex.ru
<input type="checkbox"/>		Волчек Виктория	<Без темы> -- С уважением, Волчек Виктория victoriavolcheck@yandex.ru
<input type="checkbox"/>		Александра Агеева	Заключение к работе ИК-1

## Пример неудачного оформления заключения

### Заключение к лаб. работе ИК-1

#### Название работы ?

Химическая термодинамика 2013 год, Группа 1401.

Студенты: Л.Н.С., Н. Д.А.

Преподаватель: Арзуманов С.С.

**1) Основной результат работы:**

Энтропия двухатомной молекулы NO  $S = 227,8$  Дж  $S_{\text{табл}} = 210,6$  Дж

**2) Условия эксперимента**

Исследуемое вещество	Условия
NO	стандартные

Результат работы невозможно проверить

## Типичные ошибки, существенным образом влияющие на оценку лабораторной и курсовой работы:

- не соблюдены требования к оформлению первой страницы отчёта о лабораторной работе (заключение);
- не указаны существенные условия выполнения работы (например, давление газов, концентрация растворов и т. п.);
- из текста и доклада не ясно, с каким веществом велась работа;
- отсутствуют первичные данные;
- при обработке данных перепутаны единицы измерения, например, кельвины и градусы Цельсия;
- графики построены или оформлены с нарушением общепринятых требований;
- не подписаны оси на графиках или колонки в таблицах;
- отсутствует название таблицы или подпись к рисунку;
- отсутствует оценка точности полученных данных, приведено явно избыточное или явно недостаточное количество значащих цифр;
- итоговые численные данные приведены без указания их размерности, погрешности или неверно указан знак числа;
- в работе использованы чужие результаты или данные взятые из литературы без ссылки на источник.

Рекомендация.

## Пример оформления рисунка

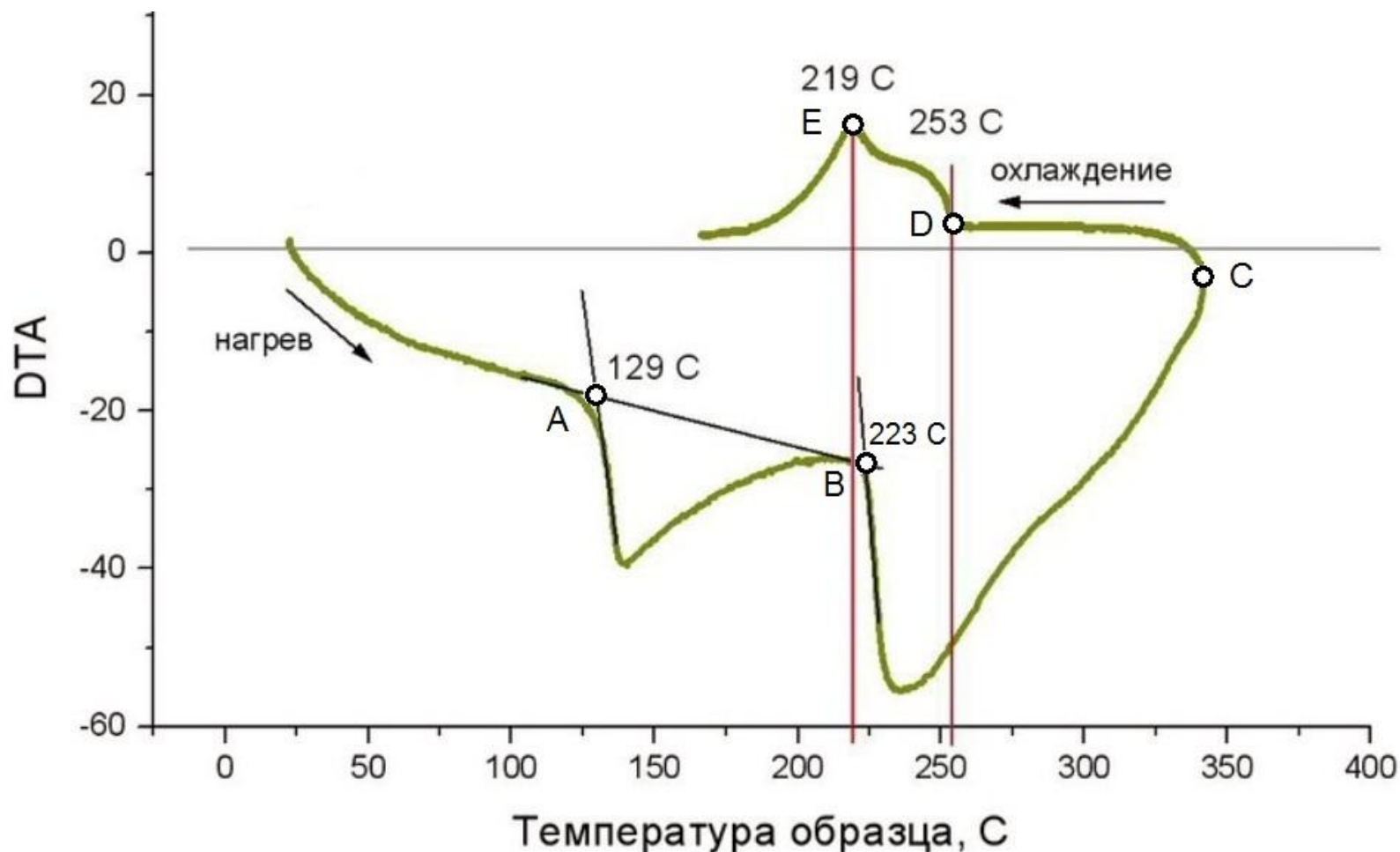


Рис. 1.15. Пример обработки данных, полученных в опыте с образцом  $\text{KNO}_3$  (70 мольн. %) +  $\text{NaNO}_3$  (30 мольн. %). А – полиморфный переход в  $\text{KNO}_3$  при нагреве; В – начало плавления эвтектики при нагреве; D – начало кристаллизации при охлаждении, E – окончание кристаллизации эвтектики

## Пример оформления таблицы

Таблица 1.4

**Результаты измерений (обозначения соответствуют рис. 1.15)**

Мольная доля $\text{KNO}_3$	Температурные точки, $^{\circ}\text{C}$			
	A	B	D	E
1,00				—
0,85				
0,70	129	223	253	219
...				

# Что и где находится на компьютерах в комн. 112, 116, 118?

Всё наиболее полезное находится в правой нижней части экрана:

- Видеофильмы ко всем работам.
- Последняя версия методички «Практикум ч. 1 2018», которая содержит актуальный вариант раздела «Порядок прохождения Практикума».
- Образец «Заключения».
- Office и Origin.

*Примечание.* Можно закрыть презентацию, открыть «рабочий стол», показать эти материалы и программу “Origin”.



Титульный лист курсовой работы по хим. термодинамике (кинетике)  
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ  
НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
Факультет естественных наук  
Кафедра физической химии

Курсовая работа по химической кинетике  
(или по химической термодинамике)

**Название**

Выполнили: Иванов И.П.

Иванова Л.И.

группа \_\_\_\_\_

Преподаватель: Петров П.С.

*Если работа выполнялась в одном из Институтв СО РАН*

Название Института \_\_\_\_\_

Название лаборатории \_\_\_\_\_

Научный руководитель \_\_\_\_\_

Новосибирск, 20 \_\_\_\_\_ г.

Текст курсовой работы отправить по эл. почте на адрес,  
куда отправляли отчёты по лабораторным работам

Имя файла: ПЕТРОВ Иванов Иванова 2018 кин (или терм)

Адрес: labi-phys-chem@mail.ru

### Содержание курсовой работы

ВВЕДЕНИЕ

ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР (посвящённый предмету или  
методу исследования)

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

ПЕРВИЧНЫЕ ДАННЫЕ

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

ВЫВОДЫ

Список литературы

## Большая просьба:

Не оставлять «мусор» на рабочем столе компьютера. Нужные файлы переносить на флешку, ненужные – стирать.

Это облегчает работу преподавателям при подготовке к следующему семестру.

Это уменьшает риск утечки ваших данных в отчёты недобросовестных сокурсников.