

В.И. Луцик*, В.И. Луцык**

КОМПЕТЕНТНОСТЬ КАК УМЕНИЕ РАСПОЗНАВАТЬ ОШИБКИ В ХИМИЧЕСКИХ ТЕКСТАХ И В ПРЕДСТАВЛЕННЫХ НА ПРОВЕРКУ РЕШЕНИЯХ ЗАДАЧ

(*Тверской государственной технический университет,

**Бурятский государственный университет)

e-mail: vlutsik@list.ru, vluts@pres.bscnet.ru

Прослежена эволюция тестовых заданий от выбора кратких альтернатив до анализа истинных и ложных утверждений и распознавания искажений в химических текстах. Сформирована концепция инновационной системы обучения, которая базируется на структурировании образовательного контента. Она способствует переносу знаний из кратковременной памяти в долговременную память и обеспечивает формирование компетентностей.

Ключевые слова: компетентность, диагностика знаний, контрольно-измерительные материалы, дидактические единицы

Традиционно обучающиеся студенты видят суть усвоения знаний в заучивании конспектов лекций. «Усвоенные» на таком уровне знания не могут быть руководством в практической деятельности. При формировании понятия методом его запоминания не происходит осмысливания слов, которыми выражается это понятие. Отсутствие за словами образов делает невозможным мышление, подсознание остается неиспользованным (не включается весь интеллектуальный потенциал мозга) [1].

Такой метод обучения неоднократно подвергался критике. Еще в рекомендациях к изучению трактата тибетской медицины «Чжуд-Ши» разъяснялось, что знание, свалившееся «как манна с небес», считается бесполезным, оно не может дать плодов, подобно зернам, свалившимся на каменистую почву. Подлинным знанием признавалось лишь то, которое человек осваивал сам, преодолевая при этом рожденные с этим знанием препятствия, которые никогда не должны устраняться со стороны. Считалось, что такая практика пробуждает инициативность, разрушает застывшие непродуктивные структуры мысли.

Структурирование текстов, отличающееся от традиционного конспектирования выявлением логических взаимосвязей информации в пределах дидактических единиц, должно содействовать формированию подлинных знаний, так как при этом происходит перенос полученной информации из кратковременной памяти в долговременную.

Для реализации обратной связи, активизирующей внимание и контролирующей степень усвоения проработанного учебного материала, успешно применяются стандартизированные вопросы с выборочными ответами [1-4].

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ХИМИИ СТУДЕНТАМИ ИНЖЕНЕРНЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ И ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ЗНАНИЙ

Одной из актуальных современных проблем преподавания химии студентам нехимических специальностей высших учебных заведений по кредитно-модульной системе в условиях перехода на принципы Болонского процесса является разработка контрольно-измерительных материалов по отдельным дидактическим единицам курса химии. Традиционные сборники задач и упражнений содержат задачи различной степени трудности, что не позволяет применять их для массового контроля качества изучения пройденных тем курса химии. Для рейтинговой системы оценки качества обучения необходимы пакеты заданий, содержащие достаточное количество равноценных по сложности вариантов, в каждом из которых содержатся задачи примерно одинаковой трудности.

Разработан [2] и практически апробирован пакет информационно-методических материалов, предназначенный для изучения студентами инженерных специальностей вузов основных разделов курса химии и последующего тестового контроля качества знаний. Он включает в себя комплекс необходимых теоретических сведений и 15 вариантов тестовых заданий по шести важнейшим разделам: «Основные законы химии. Расчеты концентрации растворов», «Строение атома. Периодический закон. Химическая связь», «Закономерности протекания химических процессов», «Основные положения теории растворов. Ионные равновесия и реакции», «Электрохимические процессы» и «Комплексные соединения. Химические

свойства d-элементов». Для разделов учебных курсов, на изучение которых студентами различных специальностей отведено разное количество часов аудиторных занятий, предложено 2 блока контрольных тестов дифференцированного уровня сложности.

Каждой теме в сборнике предшествует кратко изложенный материал теоретической части. При этом компактность не влечет за собой упрощенного толкования каждой темы, а соответствует современному уровню понимания физико-химической природы рассматриваемых проблем и полностью отвечает стандарту по химии для студентов инженерных вузов.

Каждое тестовое задание имеет пять возможных ответов, лишь один из которых – верный; остальные же являются, как правило, не случайным набором значений, а результатом ошибочных логических рассуждений. В результате существенно повышается надежность проверки знаний.

Основным достоинством представляемых контрольных материалов является равный уровень сложности задач в пределах каждой темы и каждого варианта, что позволяет проводить объективную оценку качества работы по количеству правильных ответов.

Задания рассчитаны на выполнение в аудитории в течение 60 минут работы студента. Преподавателю остается достаточно времени для проверки и оценки работ 12 студентов и анализа встречающихся ошибок.

Имеющийся электронный набор заданий полностью адаптирован для работы со стандартными тестирующими программами, реализующими принцип диалогового интерактивного общения студента с компьютером. Весьма перспективным представляется также использование указанных информационно-методических материалов для дистанционного обучения и тестирования, поскольку они позволяют проводить эффективный мониторинг качества знаний студентов в условиях открытого инженерного образования.

СЦЕНАРИИ ДИАЛОГА С ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫМ КонтЕНТОМ

Идея образовательной технологии «Диалог с учебником» возникла после получения подписанного председателем Межведомственного научного совета по проблеме «Программированное обучение» при Министерстве высшего и среднего специального образования СССР академиком и адмиралом Акселем Ивановичем Бергом удостоверения об окончании двухгодичного факультета с аналогичным названием и последовавшей за этим публикацией выпускной квалификационной

работы [3, 4]. Сначала составлялись так называемые «программированные дополнения к учебникам».

Один из первых машинописных сценариев диалога был написан к пособию по энергетике химических реакций [5]. В сохранившемся письме от 17.11.1977 г. доктор педагогических наук Георгий Иванович Шелинский поддержал такую идею методического сопровождения учебников.

Патриарх методической науки Г.И. Шелинский (1910-2010) – участник советско-финской войны (1939-40), кавалер орденов Красной Звезды и Отечественной войны. В ожесточенных боях под Ленинградом в сентябре 1941 г., когда его ополченческий батальон потерял 90% личного состава, получил тяжелое ранение, а войну закончил в Венгрии.

Георгия Ивановича называли «Учителем от Бога», он до последних минут сохранял ясность ума и мог по памяти (в 99 лет!) по порядковому номеру химического элемента в периодической системе «вычислить» его название. Основы термодинамики в курсе химии средней школы – его любимый «конек». «Энтальпия», «Энтропия», «Энергия Гиббса» – темы открытых уроков, которые сопровождалась блестяще поставленным экспериментом и всегда будили ученическую и учительскую мысль.

При обучающем мониторинге процесса усвоения знаний в образовательной технологии «Диалог с учебником» формирование компетентностей у студента обеспечивает выполнение им функций корректора, выявляющего в анализируемом им тексте ошибки и искажения, или же функций учителя, проверяющего письменные работы. Подстановка в задания в тестовой форме правильного ответа вместо неизвестного компонента превращает его в утверждение, или, языком логики, в истинное выражение. Подстановка неправильного ответа ведет к созданию ошибочного выражения, что свидетельствует о незнании испытуемым этого учебного материала. Оперативная реализация обратной связи (диалог с учебником) обеспечивает возможность самостоятельно и успешно усвоить требуемый материал. Главным при этом является то, что, занимаясь поиском ошибки, студент многократно вчитывается в суть анализируемого текста.

В приводимых далее примерах сценариев к различным учебникам и сборникам задач каждый вопрос обязательно содержит и адрес информации в виде номеров страниц учебника и номеров абзацев, отсчитываемых для удобства сверху – «в», или снизу – «н». В комментариях разъясняется суть произведенных искажений.

Сценарии к модернизированной программе ДИАЛОГ4 содержат по каждой дозе информации (локализованной номерами страниц и абзацев) истинное утверждение, ложное утверждение и комментарий. При его составлении надо выделить дозу информации, которая легко подвергается искажению, и сформулировать ложное утверждение. Затем надо дать к нему комментарий в виде развернутой цитаты из учебника. Истинное утверждение подбирается таким образом, чтобы оно было близким по содержанию с искаженным утверждением.

ФРАГМЕНТ СЦЕНАРИЯ К УЧЕБНИКУ [1],

ПРОГРАММА ДИАЛОГ 3

(§ 6.8. СВЯЗЬ МЕЖДУ ДИАГРАММАМИ СОСТОЯНИЯ И ВОЗМОЖНОСТЬЮ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ СПЛАВОВ; С. 144-145)

3. С144, 2н-1н. Какое утверждение верно?

1) Нагрев закаленного сплава ниже температур фазовых превращений в твердом состоянии с целью получения более равновесного состояния называют закалкой.

2) Нагрев закаленного сплава ниже температур фазовых превращений содействует развитию диффузионных процессов и уменьшению степени неравновесности сплава.

3) Старение является разновидностью отпуски.

4) При естественном старении (при нормальной температуре) в закаленных сплавах протекают процессы, приближающие сплав к более устойчивому состоянию.

5) При искусственном старении (повышенные температуры) в закаленных сплавах протекают процессы, приближающие сплав к более устойчивому состоянию.

Комментарий. В неверной альтернативе 1 верное утверждение учебника «называют отпуском» заменили ложным утверждением «называют закалкой».

ФРАГМЕНТ СЦЕНАРИЯ К СБОРНИКУ ЗАДАЧ [6],

ПРОГРАММА ДИАЛОГ 3

(§ 1. СВЯЗЬ МЕЖДУ ТЕПЛОТАМИ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ, ПРОТЕКАЮЩИХ ПРИ ПОСТОЯННОМ ДАВЛЕНИИ И ПОСТОЯННОМ ОБЪЕМЕ; С. 8-12)

1. С8, 1н; С9, 1в-3в. Какое утверждение верно?

1) При протекании химической реакции изменение числа молей одного компонента однозначно определяет изменение числа молей остальных компонентов.

2) Для систем, в которых происходит химическая реакция, внутренняя энергия будет функцией только температуры и объема.

3) Полный дифференциал внутренней энергии

$$dU = (\partial U/\partial T)_{V,n}dT + (\partial U/\partial V)_{T,n}dV - (\partial U/\partial n)_{V,T}dn.$$

4) Если рассматривать систему при $T=\text{const}$ и $p=\text{const}$, то

$$dU = (\partial U/\partial T)_{V,n}dT + (\partial U/\partial V)_{T,n}dV + (\partial U/\partial n)_{V,T}dn$$

можно переписать в виде

$$(\partial U/\partial n)_{p,T} = (\partial U/\partial V)_{T,n}(\partial V/\partial n)_{p,T} + (\partial U/\partial n)_{V,T}.$$

5) Дифференцируя $H = U + pV$, находим

$$(\partial H/\partial n)_{p,T} = (\partial U/\partial n)_{p,T} + p(\partial V/\partial n)_{p,T}.$$

Комментарий. В неверной альтернативе 2 утверждение учебника «будет функцией не только температуры и объема, но и числа молей n одного из участников реакции $U=U(V,T,n)$ » заменили по ошибке на «будет функцией только температуры и объема». В неверной альтернативе 3 перед последним слагаемым правой части уравнения по ошибке знак «плюс» заменили знаком «минус».

ФРАГМЕНТ СЦЕНАРИЯ К УЧЕБНИКУ [7],

ПРОГРАММА ДИАЛОГ 3

(§ 3. ВЫЧИСЛЕНИЕ СУММ СОСТОЯНИЙ И ЭНТРОПИЙ ДЛЯ ОТДЕЛЬНЫХ ФОРМ ДВИЖЕНИЯ; ГЛ. X, С. 315-322)

11. С318, 2в. Какое утверждение верно?

1) Уравнение $S_{\text{пост.}} = -2,314 + (3/2)R\ln M + (5/2)R\ln T - R\ln p + R\ln g_0$ называется уравнением Закура – Тетроде.

2) Уравнение Закура – Тетроде дает полную энтропию одноатомных газов.

3) Уравнение Закура – Тетроде дает поступательную составляющую энтропии всех газов.

4) Для остальных форм движения, кроме поступательного, расчет энтропии должен производиться по уравнению $S_k = R\ln Q_k + RT(\partial \ln Q_k/\partial T)_p$.

5) Полученное по уравнению $S_k = R\ln Q_k + RT(\partial \ln Q_k/\partial T)_p$ значение складывается со значением, вычисленным по уравнению Закура – Тетроде, так как общие члены $-R\ln N_A + R\ln c_0$ (из $S = -R\ln N_A + R\ln c_0 + \sum S_k$) уже учтены в этом уравнении.

ФРАГМЕНТ СЦЕНАРИЯ К УЧЕБНИКУ [8],

ПРОГРАММА ДИАЛОГ 4

(§ 1. «ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ»; ГЛ. 1, С. 5-7)

Какое утверждение, характеризующее термодинамические системы и фундаментальную научную дисциплину «термодинамика», не содержит ошибок?

5и) Система – это мысленно выделенная из среды совокупность материальных объектов.

5л) Термодинамическая система не имеет точных пространственных границ.

5к) Термодинамическая система имеет точные пространственные границы, отделяющие

ее от окружающей среды. Границами системы могут служить реальные физические поверхности раздела или воображаемая математическая поверхность (С6, 2н).

9и) Термодинамика является дедуктивной наукой, так как исходя из немногочисленных общих положений, применяемых к конкретным частным явлениям, она получает определенные соотношения, относящиеся только к данному явлению.

9л) Вильям Томсон истолковал в 1854 г. термин «термодинамика» как антоним понятий «теплота» и «работа».

9к) Термин «термодинамика» был впервые введен Вильямом Томсоном (1854), который истолковал его как синоним (!) понятий «теплота» и «работа» (С6, 3н).

АВТОМАТИЗАЦИЯ ДИАЛОГА С ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫМ КОНТЕНТОМ

При составлении стандартизированных вопросов с выборочными ответами предпочтение отдано варьированию числа верных альтернатив, уменьшающему вероятность угадывания правильного ответа: при четырех альтернативах существует 15 вариантов их сочетания по одной, по две, по три и по четыре ($C_4^1 + C_4^2 + C_4^3 + C_4^4 = 4 + 6 + 4 + 1 = 15$), при пяти – 31 вариант.

В третьей версии программы ДИАЛОГ (рис. 1) пользователь рассматривает фиксированный набор верных и ложных альтернатив; в чет-

вертой версии программы – по каждой альтернативе формулируется триада из истинного утверждения, его ложного антипода и комментария, разъясняющего мотивацию искажения истины. Для поиска в учебнике дидактической единицы, соответствующей визуализируемому на экране компьютера материалу для распознавания, используется программа ОБЗОР (рис. 2).

С программой ДИАЛОГ работают студенты химического факультета Бурятского государственного университета при изучении общего курса «физическая химия» и спецкурса «гетерогенные равновесия». Одной из форм контроля их самостоятельной работы является предъявление протоколов диалога с программой. Кроме этого, надо оформить в виде сценария индивидуальные задания по каждой из 16 тем химической термодинамики в основном учебнике [9]. Аналогично, к параграфам дополнительных учебников [8, 10-11] тоже формулируются логически обоснованные искажения утверждений по одной из дидактических единиц и составляются комментарии, обосновывающие логичность выполненных действий.

Некоторые студенты настолько увлекаются структурированием текстов (способствующим переносу знаний в долговременную память), что начинают мечтать о разработке коммерческих продуктов, воодушевившись примером студенческого бизнеса на химическом факультете Эдинбургского университета (www.migamodus.com).

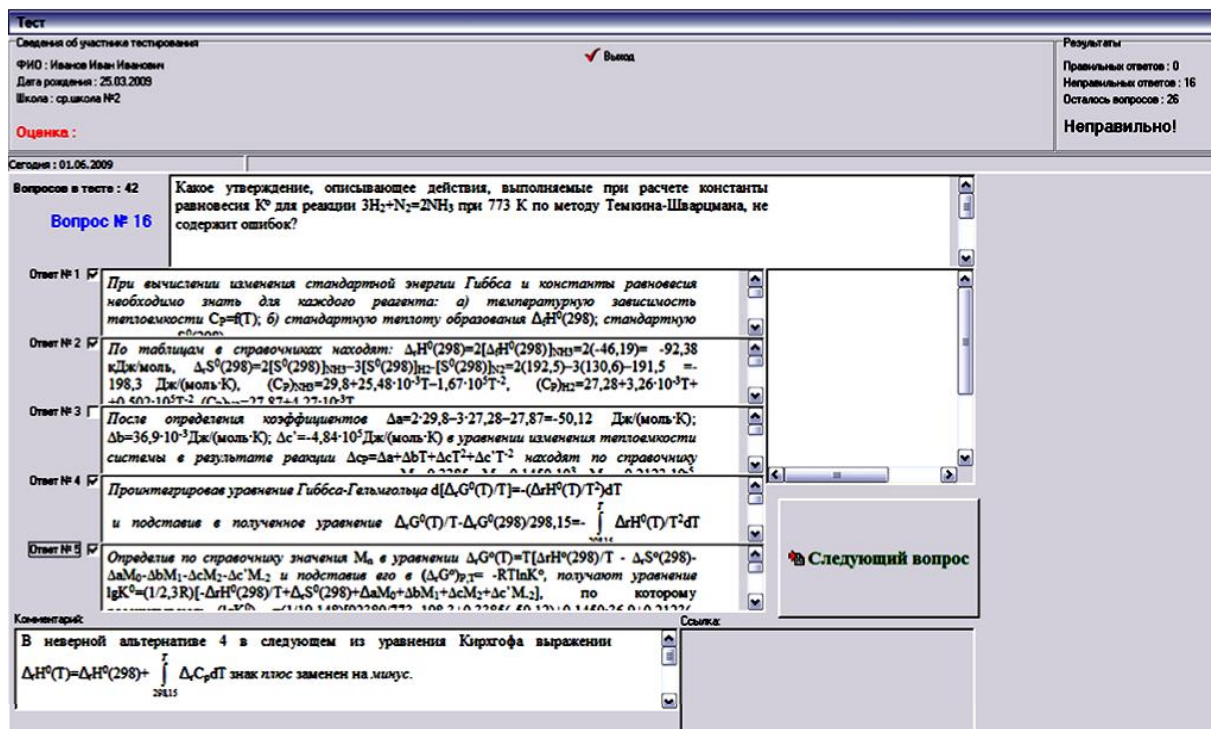


Рис. 1. Окно программы ДИАЛОГ 3 с неразгаданной ошибкой в решении задачи на расчет константы равновесия
Fig.1. Window of DIALOG 3 program with unsolved error in solving the task on the calculation of equilibrium constant

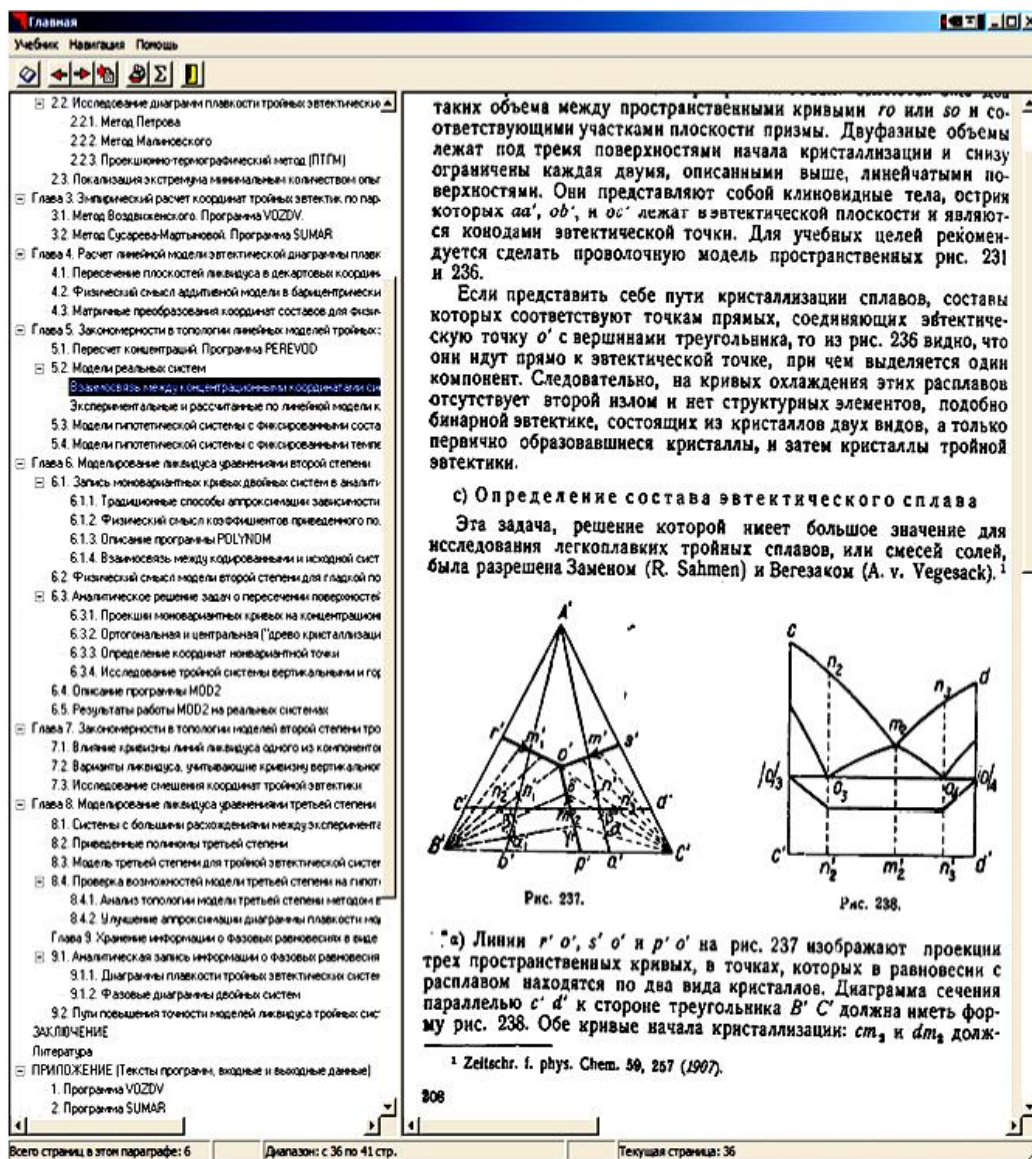


Рис. 2. Окно программы ОБЗОР для удобства работы с отсканированными страницами учебника
 Fig. 2. Window of OBZOR program for the convenience of working with scanned pages of textbook

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Большинство учебников являются всего лишь конспектами. Строгими, правильно написанными конспектами, которые трудно читаются, у которых «нет души». Такие учебники надо обеспечить дружественным сопровождением – сценарием диалога. Чтобы учебник не только констатировал определенные факты, но и контролировал формирование мировоззрения. Сценарий диалога к обычному учебнику и автоматизация такого диалога могут превратить его в одухотворенный учебник.

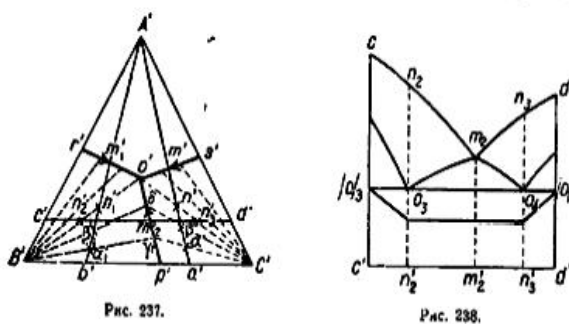
Программа ДИАЛОГ осуществляет обучающий мониторинг процесса усвоения знаний и обеспечивает формирование таких компетентностей, которые обеспечивают выявление в анализируемом тексте ошибок и искажений. Выбор в тестовом задании правильной альтернативы пре-

таких объема между пространственными кривыми go или so и соответствующими участками плоскости призмы. Двухфазные объемы лежат под тремя поверхностями начала кристаллизации и снизу ограничены каждая двумя, описанными выше, линейчатыми поверхностями. Они представляют собой клиновидные тела, острия которых aa' , ob' , и oc' лежат в эвтектической плоскости и являются конодами эвтектической точки. Для учебных целей рекомендуется сделать проволоочную модель пространственных рис. 231 и 236.

Если представить себе пути кристаллизации сплавов, составы которых соответствуют точкам прямым, соединяющим эвтектическую точку o' с вершинами треугольника, то из рис. 236 видно, что они идут прямо к эвтектической точке, при чем выделяется один компонент. Следовательно, на кривых охлаждения этих расплавов отсутствует второй излом и нет структурных элементов, подобно бинарной эвтектике, состоящих из кристаллов двух видов, а только первично образовавшиеся кристаллы, и затем кристаллы тройной эвтектики.

с) Определение состава эвтектического сплава

Эта задача, решение которой имеет большое значение для исследования легкоплавких тройных сплавов, или смесей солей, была разрешена Заменом (R. Sähmen) и Вегезаком (A. v. Vegesack).¹



* а) Линии $r' o'$, $s' o'$ и $p' o'$ на рис. 237 изображают проекции трех пространственных кривых, в точках, которых в равновесии с расплавом находятся по два вида кристаллов. Диаграмма сечения параллельно $c' d'$ к стороне треугольника $B' C'$ должна иметь форму рис. 238. Обе кривые начала кристаллизации: cm_2 и dm_2 долж-

¹ Zellschr. f. phys. Chem. 59, 257 (1907).

рятское нравоучение: «Желая научиться любой науке, учись совместно с каким-нибудь хорошим товарищем. Этим в течение одного дня также можешь достичь всего того, что одолевал за год или за месяц». Такого же результата можно достичь при помощи образовательной технологии «Диалог с учебником», которая преобразует любой учебник в хорошего товарища, ускоряющего процесс обучения.

Благодарности. Авторы глубоко признательны Эдуарду Рафаэльевичу Насрулину за программную реализацию идеи автоматизированного диалога с образовательным контентом (программы серии «Диалог с учебником») и за разработку программы «Обозреватель» для работы с отсканированными страницами.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Мозберг Р.К.** Материаловедение. Учебн. пособие. 2-е изд. М.: Вышш. шк. 1991. 448 с.;
Mozberg R. Material science. Training. Manual. 2nd ed. M.: Vyssh. Shkola. 1991. 448 p. (in Russian).
2. **Луцник В.И., Соболев А.Е.** Сборник контрольных заданий по основным разделам курса химии: учебн. пособие. 2-е изд. Тверь. ТГТУ. 2010. 116 с.;
Lutsyk V., Sobolev A. Collection of control tasks for the basic sections of chemistry course. Teaching. Manual. 2nd ed. Tver. TSTU. 2010. 116 p. (in Russian).
3. **Луцник В.И.** Тестирование на занятиях по химии. М. Препринт НИИ Проблем высшей школы. 1975. 37 с.;
Lutsyk V. Testing in chemistry classes. M. Preprint of higher education problems Institute. 1975. 37 p. (in Russian).
4. **Луцник В.И.** Тестирование на занятиях по общей и неорганической химии. Киев: Вища школа, 1977. 88 с.;
Lutsyk V. Testing sessions on general and inorganic chemistry. Kiev: Vishcha Shkola. 1977. 88 p. (in Russian).
5. **Шеллинский Г. И.** Изучение основ энергетики химических реакций: пособие для учителей. М.: Просвещение. 1974. 143 с.;
Shelinsky G.I. Learning the basics of energy of chemical reactions: A guide for teachers. M: Prosveshchenie. 1974. 143 p. (in Russian).
6. **Казанская А.С., Скобло В.А.** Расчеты химических равновесий. Сб. примеров и задач: учеб. пособие. М.: Высшая школа. 1974. 288 с.;
Kazanskaya A.S., Skoblo V.A. Calculations of chemical equilibria. Collection of examples and tasks: M: Vishchaya Shkola. 1974. 288 p. (in Russian).
7. **Герасимов Я.И., Древинг В.П., Еремин Е.Н., Киселев А.В., Лебедев В.П., Панченков Г.М., Шлыгин А.И.** Курс физической химии. М.: Химия. 1970. Т.1. 592 с.;
Gerasimov Ya.I., Dreving V.P., Eremin E.N., Kiselev A.V., Lebedev V.P., Panchenkov G.M., Shlygin A. Course of Physical Chemistry. M.: Khimiya. 1970. V. 1. 592 p. (in Russian).
8. **Глазов В.М.** Основы физической химии. М.: Высшая школа. 1981. 456 с.;
Glazov V. M. Fundamentals of physical chemistry. M.: Vysshaya Shkola. 1981. 456 p. (in Russian).
9. **Еремин В.В., Каргов С.И., Успенская И.А., Кузьменко Н.Е., Луниц В.В.** Основы физической химии. Теория и задачи: Учебное пособие для вузов. М: Экзамен. 2005. 480 с.;
Eremin V.V., Kargov S.I., Uspenskaya I.A., Kuzmenko N.E., Lunin V.V. Fundamentals of physical chemistry. Theory and tasks: A manual for higher schools. M: Examen. 2005. 480 p. (in Russian).
10. **Краснов К.С., Воробьев Н.К., Годнев И.Н., Васильева В.Н., Васильев В.П., Киселева В.Л., Белоногов К.Н., Гостикин В.П.** Физическая химия. М.: Высшая школа. 1995. Кн. 1. 512 с.;
Krasnov K.S., Vorobiev N.K., Godnev I.N., Vasilieva V.N., Vasil'ev V.P., Kiseleva V.L., Belonogov K.N., Gostikin V.P. Physical chemistry. M.: Vysshaya Shkola. 1995. V. 1. 512 p. (in Russian).
11. **Колесников И.М., Семюхин И.А., Винокуров В.А., Колесников С.И.** Сборник задач по термодинамике физико-химических процессов. Т 1. Теория. 488 с. Т. 2. Решение задач. 753 с. М.: Изд-во «Нефть и газ». 2007;
Kolesnikov I.M., Semiokhin I.A., Vinokurov V.A., Kolesnikov S.I. Collection of tasks on thermodynamics of physico-chemical processes. M.: Neft i Gas. 2007.753 p. (in Russian).

Кафедра химии