ISNN 3030-3907

2026/4
VOLUME 4

DEVELOPMENT OF SCIENCE

ILMIY JURNAL



Development of science

Ilmiy jurnal

2026/4 VOLUME 4

ISSN 3030 -3907

Ilmiy jurnal OAK rayosatining 2024 yil 27 sentabrdagi 361-son qaroriga asosan 02.00.00 kimyo fanlari hamda 2025 yil 12 fevral 367- son qaroriga asosan 05.00.00 texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) va fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiya ishlari yuzasidan dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro'yxatiga kiritilgan.

BOSH MUHARRIR:
Temirov Alisher Hoshim o‘g‘li – texnika fanlari falsafa doktori (PhD),Dotsent.
TAHRIRIYAT KENGASH RAISI:
Fozilov Sadriddin Fayzullayevich – texnika fanlari doktori, professor
TAHRIRIYAT KENGASH A’ZOLARI

TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Bozorov G‘ayrat Rashidovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Abdurahmonov Olim Rustamovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Adizov Bobur Zamirovich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, professor
Hayitov Ruslan Rustamjonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Jumayev Qayum Karimovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Berdiyev Dorob Murodovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor
Maxmudov Rafiq Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Tilloyev Lochin Ismatilloyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Raxmonov Qahramon Sanakulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Barakayev Nusratullo Rajabovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor.
Jo‘rayev Xayrullo Fayziyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Panoyev Erali Rajabboyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Ataullayev Sherzod Nabiullyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Malik Negmurodovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Axmedova Ozoda Bahronovna
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti.
Safarov Bahri Jumayevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Xaydarov Axtam Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Safarov Jasur Alijon o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Асадова Раъно Дилмуратовна
Тошкент Давлат техника университети доценти

KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Axmedov Voxid Nizomovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Umarov Baqo Bafoyevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Kodirov Abduaxad Abduraximovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Qurbonov Mingniqul Jumagulovich
Qarshi davlat Universiteti, dotsent
Turemuratov Sharibay Naurizbaevich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Qoraqalpog‘iston bo‘limi Bosh ilmiy kotibi, professor
Tursunov Kaxor Shonazarovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Do‘stov Hamro
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Panoyev Nodir Shavkatovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Olimov Bobur Bahodir o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Kasimov Sherzod Abduazimovich
Termiz Davlat Universiteti, professor.
Aliqulov Rustam Valiyevich
Termiz Davlat Universiteti, professor
Tropov Xamza Tursunovich
Samarqand Davlat Universiteti, professor

IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Nizamov Aslitdin Badreddinovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Boboyev Akmal Choriyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Ergashxojayeva Shaxnoza Djasurovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Saidaxmedova Nodira Ilxomovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Muxsinov Bekzod Toxirovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shakarov Qulmat Ashirovich
Renessans ta'lim universiteti,dotsent.
Jumaeva Zulfiya Qayumovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Norova Salomat Yusupovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Avezova Shaxnoza Maxmudjonovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Jalilov Jamshid G‘anijonovich
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, dotsent
Xasanova Gulruh Djumanazarovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Siddiqova Sadoqat G‘afforovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Zoyirov Erkin Xalilovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, DSc, professor
Gaffarov Feruz Hasanovich
Puchon Universiteti, *professor*
Ruziyev Davron Yuldashevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Muradova Firuza Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Yunusova Gulandon Samiyevna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
To‘xtayeva Zebo Sharifovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Navro‘zova Gulchixra Nigmatovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Uzoqova Laylo Polvonovna
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.
To‘raqulova Marjona Qiyom qizi
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Muradova Zarina Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Sanjar Aslonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shodiyev Jahongir Jo‘raqulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent
Gaffarov Laziz Hasanovich
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.

Tahririyat a’zolarning to‘liq ro‘yxati jurnalning www.devos.uz saytida keltirilgan.

Tahririyat hay’ati a’zolarining tarkibini o‘zgartirish hamda qo‘shimcha kiritish yoki tahririyat a’zoligidan chiqarish bosh muharrir tomonidan amalga oshiriladi.

ISSN 3030-3907

Development of science ilmiy jurnali 2024 yil 15 aprel kuni №256445 sonli guvohnoma bilan Davlat ro‘yxatidan o‘tgan.

To‘plam elektron ko‘rinishda (pdf formatida) mualliflarga taqdim etiladi. To‘plamga kiritiladigan maqolalarning mazmuni, ulardagi statistik ma’lumotlar va me’yoriy hujjatlarning to‘g‘riligiga hamda har qanday fikr - mulohazalarga mualliflarning o‘zlari mas’ul hisoblanadilar. Talablarga javob bermaydigan maqolalar to‘plamga kiritilmaydi. Tashkiliy qo‘mita maqola matnini qisqartirish, qisman tuzatish kiritish, seksiyalarga joylashtirish huquqiga ega.

ISSN 3030-3907

ПОЛУЧЕНИЕ И ПРОМЫШЛЕННОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭТИЛАЦЕТАТА: АНАЛИЗ РЕАКЦИЙ ФИШЕРА И ТИЩЕНКО

Жамилова Нигинабону Қобил қизи
Доцент, Бухарский государственный технический университет, Республика Узбекистан, Бухара
E-mail: Jamilova0807@mail.ru
Ярашов Шоҳзод Ўктам ўғли
Магистр, Бухарский государственный технический университет, Республика Узбекистан, Бухара
Бобомуродова Нафиса Бобомурод қизи
Студентка, Бухарский государственный технический университет, Республика Узбекистан, Бухара

Аннотация. В данной статья рассматривается этилацетат как представитель сложных эфиров, образующийся в результате реакции этерификации этанола и уксусной кислоты. Описаны его строение, физико-химические свойства, а также основные способы получения в промышленности, включая реакцию Фишера и реакцию Тищенко. Кратко изложен механизм этерификации Фишера, включающий стадии протонирования, нуклеофильного присоединения спирта, переноса протонов и образования сложного эфира.

Ключевые слова: этилацетат, сложные эфиры, этерификация Фишера, реакция Тищенко, уксусная кислота, этанол, механизм реакции, кислотный катализ, растворитель, лакокрасочная промышленность, клеевые материалы, фармацевтическая промышленность.

Abstract. This article ethyl acetate as a representative of esters formed through the esterification reaction between ethanol and acetic acid. Its structure, physicochemical properties, and main industrial production methods are described, including the Fischer esterification and the Tishchenko reaction. A brief overview of the Fischer esterification mechanism is provided, involving the stages of protonation, nucleophilic attack by the alcohol, proton transfer, and formation of the ester.

Keywords: ethyl acetate, esters, Fischer esterification, Tishchenko reaction, acetic acid, ethanol, reaction mechanism, acid catalysis, solvent, paint and coatings industry, adhesive materials, pharmaceutical industry.

Annotatsiya. Ushbu maqolada etilasetat murakkab efirlar vakili sifatida ko‘rib chiqiladi, u etanol va sirka kislotasining eterifikatsiya reaksiyasi natijasida hosil bo‘ladi. Uning tuzilishi, fizik-kimyoviy xossalari, shuningdek sanoatda olishning asosiy usullari, jumladan Fisher eterifikatsiyasi reaksiyasi va Tishchenko reaksiyasi yoritilgan. Fisher eterifikatsiyasi mexanizmi qisqacha bayon etilib, u

ISSN 3030-3907

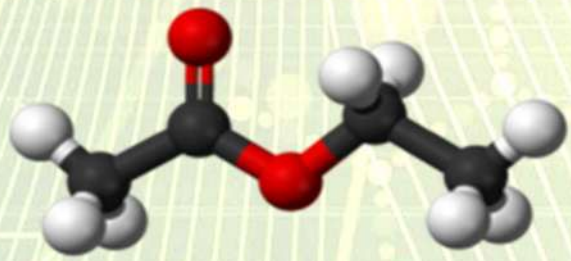
protonlanish bosqichi, spirtning nukleofil qo‘shilishi, protonlar ko‘chishi va murakkab efir hosil bo‘lishi bosqichlarini o‘z ichiga olishi ko‘rsatilgan.

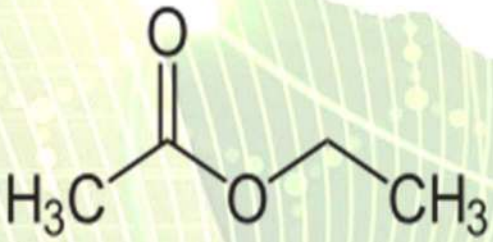
Kalit so‘zlar: etilasetat, murakkab efirlar, Fisher eterifikatsiyasi, Tishchenko reaksiyasi, sirka kislotasi, etanol, reaksiya mexanizmi, kislota katalizi, erituvchi, lak-bo‘yoq sanoati, yelim materiallari, farmatsevtika sanoati.

ВВЕДЕНИЕ.

Этилацетат является сложным эфиром, образующимся в результате реакции этерификации этанола и уксусной кислоты. Благодаря своим физико-химическим свойствам он широко применяется в качестве растворителя в химических реакциях и препаративных процессах. Кроме того, этилацетат в больших объёмах производится для использования в составе клеевых материалов, лакокрасочных покрытий, печатных красок и других промышленных продуктов. Этилацетат относится к классу сложных эфиров и представляет собой эфир этанола и уксусной кислоты. Вследствие широкого спектра применения в химической, фармацевтической и других отраслях промышленности его производство осуществляется в крупных масштабах.

Молекулярная формула этилацетата — $C_4H_8O_2$. Его структурную формулу можно представить в виде $CH_3–COO–CH_2–CH_3$. Этилацетат является сложным эфиром, состоящим из ацетатной группы ($CH_3COO–$) и этильного радикала ($–CH_2CH_3$).





Этилацетат широко применяется в качестве растворителя благодаря своей низкой стоимости, сравнительно низкой токсичности и приятному запаху. В частности, он используется как растворитель для нитрата целлюлозы, ацетата целлюлозы, жиров и восков, а также для очистки печатных плат. В смеси со спиртом этилацетат применяется в производстве искусственной кожи. Мировой объём производства этилацетата в 1986 году составлял около 450–500 тыс. тонн в год. Этилацетат является эффективным растворителем для нитроцеллюлозы и этилцеллюлозы, благодаря чему широко используется при производстве лакокрасочных материалов и типографских красок. Кроме того, он входит в состав растворителей для нитроглифталевых, перхлорвиниловых и эпоксидных эмалей, различных

ISSN 3030-3907

смазочных масел, восков, полиэфирных лаков, красок, а также кремнийорганических лаков и эмалей. На указанные цели расходуется до **30 %** всего производимого этилацетата. Также он широко применяется в производстве гибких упаковочных материалов в качестве растворителя для плёнок и печатных красок при нанесении надписей и изображений методом трафаретной и флексографической печати. Этилацетат используется в качестве реагента и реакционной среды при производстве ряда лекарственных препаратов, включая метоксазол, гидрокортизон, рифампицин и другие фармацевтические вещества. В энтомологии этилацетат является одним из наиболее распространённых средств для умерщвления насекомых в специальных морилках. После воздействия паров этилацетата образцы сохраняют большую мягкость и пластичность по сравнению с насекомыми, умерщвлёнными парами хлороформа, что облегчает их дальнейшее препарирование и изучение. Кроме того, этилацетат входит в состав фруктовых ароматизаторов и эссенций, используемых при производстве безалкогольных напитков, ликёров и кондитерских изделий. В пищевой промышленности он применяется в качестве пищевой добавки E1504. Этилацетат впервые был синтезирован в 1759 году французским химиком Louis Léon Pajot de Onzembray, comte de Lauraguais путём дистилляции смеси этанола и уксусной кислоты. Производство этилацетата постоянно увеличивалось в связи с расширением областей его промышленного применения. В 1985 году совокупный объём производства в Японии, Северной Америке и Европе составлял около 400 тыс. тонн в год. В 2004 году мировое производство этилацетата достигло приблизительно 1,3 млн тонн. По оценкам аналитиков, объём мирового рынка этилацетата в 2018 году составил около 3,3 млрд долларов США, что отражает высокий спрос на данное соединение в химической, фармацевтической, пищевой и лакокрасочной промышленности. В промышленности этилацетат преимущественно получают классической реакцией этерификации Фишера между этанолом и уксусной кислотой. В ходе данной реакции в присутствии кислотного катализатора образуется сложный эфир — этилацетат — и вода. При комнатной температуре равновесная смесь обеспечивает выход эфира около 65 %:

$$CH_3COOH + C_2H_5OH \rightleftharpoons CH_3COOC_2H_5 + H_2O$$

Для повышения выхода этилацетата равновесие реакции смещают в сторону образования продукта путём удаления воды из реакционной среды или использования избытка одного из исходных реагентов. Данный метод является наиболее распространённым способом промышленного

ISSN 3030-3907

производства этилацетата благодаря своей технологической простоте и экономической эффективности. Реакцию этерификации можно ускорить с помощью кислотного катализа, а удаление воды из реакционной среды позволяет сместить химическое равновесие вправо, в сторону образования этилацетата. Кроме того, в промышленности этилацетат получают по реакции Тищенко, которая заключается в конденсации двух эквивалентов ацетальдегида в присутствии алкоксидного катализатора с образованием этилацетата:

$$2\ CH3CHO \rightarrow CH3CO2CH2CH3$$

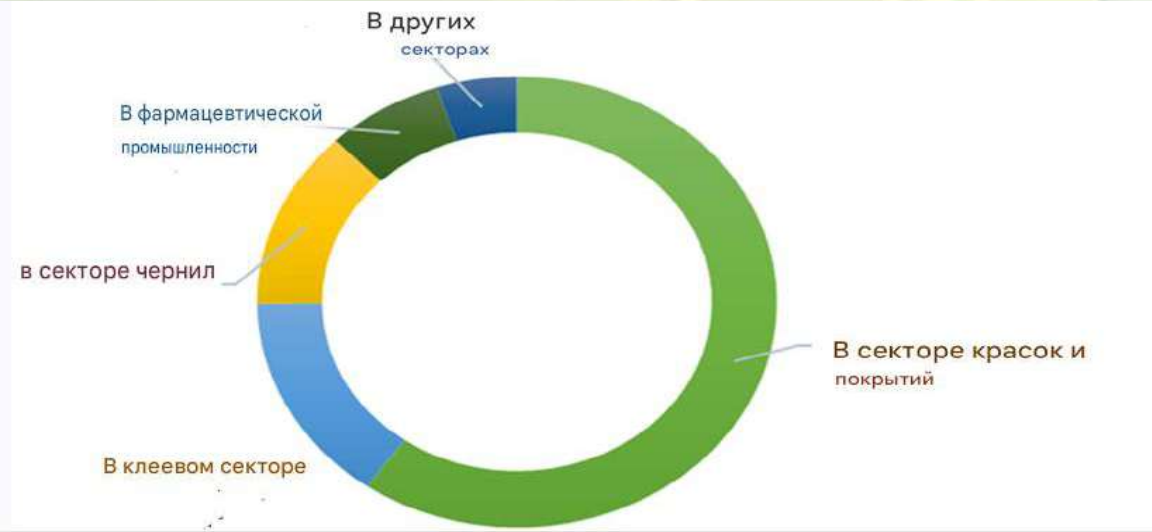
Метод Тищенко имеет важное промышленное значение, поскольку позволяет получать этилацетат непосредственно из ацетальдегида без использования уксусной кислоты и этанола. Реакция протекает в присутствии катализаторов на основе алкоксидов алюминия или других металлов и характеризуется высокой селективностью по отношению к целевому продукту.

Этилацетат в основном используется в качестве растворителя и разбавителя; он предпочтителен благодаря своей низкой стоимости, низкой токсичности и приятному запаху. Например, он широко применяется для очистки печатных плат и в некоторых средствах для снятия лака с ногтей (наряду с ацетоном). Кроме того, кофе и чайные листья подвергаются декофеинизации с использованием данного растворителя. Этилацетат также используется в качестве активирующего компонента в лакокрасочных материалах. Он присутствует в кондитерских изделиях, парфюмерии и фруктовых ароматических композициях. В парфюмерии этилацетат быстро испаряется, оставляя аромат духов на коже.

Использование этилацетата в мире

- 59,8 % спроса на этилацетат приходится на сектор красок и покрытий
- 15,1 % — на сектор клеевых материалов
- 12,8 % — на сектор чернил и полиграфии
- 7,3 % — на фармацевтическую промышленность
- 5 % — на прочие отрасли

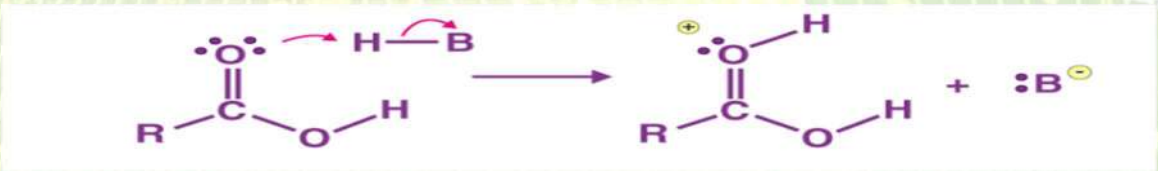
ISSN 3030-3907



Этилацетат используется для сбора и изучения насекомых. Пары, насыщенные этилацетатом, быстро умерщвляют собранных насекомых. Благодаря негигроскопичности, этилацетат позволяет сохранять образцы достаточно мягкими, что обеспечивает их правильную фиксацию и последующее исследование. Однако этилацетат широко рассматривается как вещество, повреждающее ДНК, поэтому образцы, обработанные данным методом, как правило, не используются для последующего секвенирования ДНК.

Подробный механизм этерификации Фишера

Кислород карбонильной группы протонируется кислотным катализатором, активируя его для нуклеофильной атаки этанолом, как показано ниже

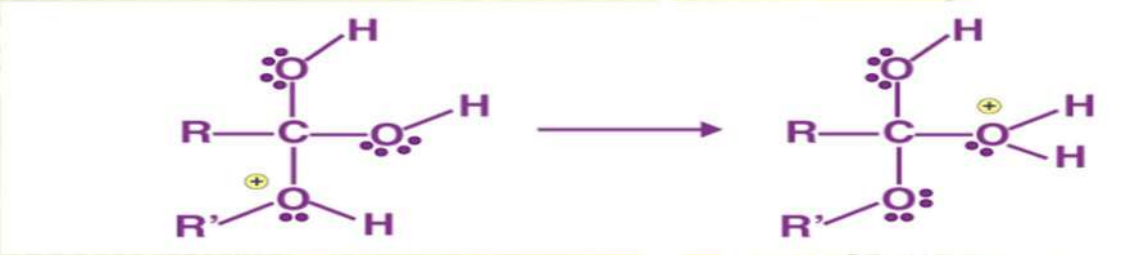


Спирты подвергаются нуклеофильной атаке на карбонильную группу. Пара электронов от атома кислорода спирта связывается с атомом углерода карбонильной группы, разрывая пи-связь с другим атомом кислорода. Электроны пи-связи переносятся к атому кислорода, нейтрализуя его положительный заряд. В результате образуется оксониевый ион.



ISSN 3030-3907

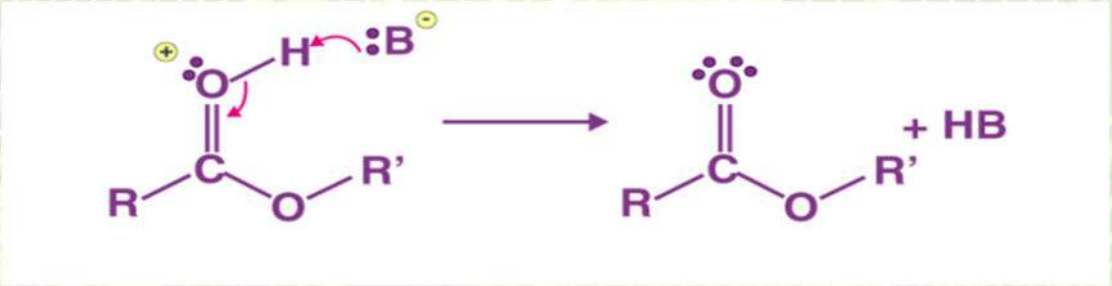
Теперь происходит перенос протона от оксониевого иона к ОН-группе, в результате чего образуется активированный комплекс. Этот процесс можно разделить на два последовательных этапа, на которых спирт сначала депротонирует оксониевый ион, образуя тетраэдрический промежуточный продукт, после чего ОН-группа принимает протон от спирта. Этот этап можно описать следующим образом:



Теперь 1,2-элиминация воды приводит к образованию протонированного сложного эфира. Неподеленная пара электронов кислорода образует пи-связь с углеродом, в результате чего происходит элиминация воды, как показано ниже.



Оставшийся положительно заряженный атом кислорода депротонируется, в результате чего образуется желаемый сложный эфир (как показано ниже).



Таким образом, образуется желаемый сложный эфир. Механизм этерификации по Фишеру можно описать просто: протонирование карбонильной группы, за которым следует нуклеофильная атака на карбонильную группу, перенос протона на ОН-группу, удаление воды и, наконец, стадия депротонирования. Обратная реакция этерификации по Фишеру также может использовать кислоты и основания в качестве катализаторов и называется гидролизом.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

ISSN 3030-3907

В данной статья рассмотрены свойства и применение этилацетата — одного из наиболее важных представителей сложных эфиров. Показано, что он образуется в результате реакции этерификации между этанолом и уксусной кислотой и широко используется в промышленности благодаря своим физико-химическим свойствам, таким как летучесть, хорошая растворяющая способность и относительно низкая токсичность.

Особое внимание уделено основным промышленным способам получения этилацетата, включая реакцию Фишера и реакцию Тищенко. Отмечено, что реакция Фишера является наиболее распространённым методом, основанным на кислотном катализе и обратимом равновесии, которое можно смещать для увеличения выхода продукта. Реакция Тищенко рассматривается как альтернативный путь синтеза из ацетальдегида с высокой селективностью.

Также кратко описан механизм этерификации Фишера, включающий стадии протонирования карбонильной группы, нуклеофильного присоединения спирта, переноса протонов, образования промежуточных соединений, удаления воды и образования конечного сложного эфира.

Таким образом, этилацетат является важным промышленным растворителем и химическим продуктом, находящим широкое применение в лакокрасочной, клеевой, фармацевтической и других отраслях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Li, B., Chen, M., Pan, Y., & Yang, L. (2025). Insights into the pyrolysis/gasification mechanism of cation ion exchange resins based on ReaxFF simulation and DFT computation. Thermochimica Acta, 180091.
2. Chavez-Sifontes, M. H., Domine, M. E., & Valencia, S. (2015). Synthesis of furan derivatives via cascade-type reactions catalyzed by solid acids. Catalysis Today, 257, 305-317.
3. Mori, M., Tanaka, K., Satori, T., Ikedo, M., Hu, W., & Itabashi, H. (2006). Influence of acidic eluent for retention behaviors of common anions and cations by ion-exclusion/cation-exchange chromatography on a weakly acidic cation-exchange resin in the H+-form. Journal of Chromatography A, 1118(1), 51-55.
4. Firuz O., Vokhid A. Synthesis and properties of complex forming ionites //Universum: технические науки. – 2023. – №. 2-6 (107). – С. 38-40.
5. Ostonov F., Akhmedov V., Olimov B. Preparation of hybrid composites by sol-gel method and analysis of its properties //Scientific Collection «InterConf». – 2022. – №. 123. – С. 256-259.
6. Zuhriddin, R., & Niginabonu, J. (2022). Production of polyethylene terephthalate. Universum: технические науки, (5-11 (98)), 58-62.

ISSN 3030-3907

7. O'G'Li, R. Z. K., & Qizi, J. N. Q. (2022). Analysis of importance and methods of production of block sopolymers based on polyetylenterephtalate. International Journal of Advanced Technology and Natural Sciences, 3(1), 51-55.
8. Zuhriddin, R., Niginabonu, J., Aminjon, V., & Temurbek, D. (2022). Mechanisms of eterification of tereftalic acid with etylenglycol. Universum: технические науки, (5-11 (98)), 63-67.

ISSN 3030-3907