

ЛЕСЕН ЕКСПЕРИМЕНТ ЗА ТРУДНИ КОНЦЕПЦИИ. ПОСТРОЯВАНЕ НА КАЛИБРАЦИОННА КРИВА И ЙОДОМЕТРИЯ

Наско Стаменов

Национална природо-математическа гимназия „Акад. Любомир Чакалов“ – София

Резюме. В четвърти модул по химия на втория гимназиален етап се очаква от учениците да усвоят различни типове титруване, да разбират химическите взаимодействия, които се използват в обемния анализ, както и да могат да работят свободно с информацията, която бива получена от експериментите. Това невинаги е изпълнимо в учебна среда. Затова е разработен учебен експеримент, който показва основни понятия и дава възможност за събиране, обработка и използване на информация.

Ключови думи: аналитична химия; лабораторен експеримент; евтин експеримент

Увод

Йодометричното изследване на съдържанието на аскорбинова киселина (витамин С) в проби е заложено във втори гимназиален етап, в рамките на четвърти модул¹ Голямото количество стъклени приспособления и нуждата от стандартни разтвори потенциално биха довели до затруднения при изпълнението на тази задача. В предишна работа² накратко са описани насоки как това упражнение може да се изпълни в бюджетна среда. В настоящата статия това описание се надгражда, като се описва предложение за учебен лабораторен час, в който учениците имат възможност да работят самостоятелно или в малки групи, като се запознават с химичните промени в изследването и освен това могат да се занимават и с обработка на данни.

Практическият час

Предварителна подготовка и материали: за всяко работно място са необходими само три приспособления чаши (като няма значение дали е стъклен бехер, или дори еднократна пластмасова чаша за напитки), пипети тип Пастьор или капкомери и златарска везна. Реактивите и пробите, които се ползват, са таблетки, съдържащи витамин С, йодна тинктура, неовкусено царевично ни-

шесте, пречистена или дестилирана вода, плод (цитрус, чушка или друго по избор). Важно е да се отбележи, че първият източник на витамин С трябва да бъде лекарствен продукт, а не хранителна добавка – лекарствените продукти имат съдържание с много по-малка вариация, което позволява по-точно изследване.

За да е възможно да се използва нишестето като индикатор, то първо трябва да бъде сварено – 5 грама нишесте са нагриват в 50 грама вода до кипене, кипват се две минути и полупрозрачната течност се излива в 100 грама студена вода. Така приготвеният разтвор е готов за ползване. Индикаторът може да се използва в рамките на седмица, но е препоръчително да се приготвя пресен.

В зависимост от йодния разтвор може да се наложи разреждане с вода/спирт. Отношение, което работи добре, е 34 капки йоден разтвор за милиграм витамин С. Това отношение може да се определи и емпирично, не е задължително и задачите са изпълними и без разреждане на йодните разтвори.

С тези материали могат да се изпълнят няколко задачи, като всички те са провеждани и в класната стая на автора. Освен описание на процедурите са описани и конкретни данни, получени в проведените часове.

1. Стандартизиране на йодните разтвори
 - 1.1 Измерват се всички таблетки с точността на златарската везна.
 - 1.2 Изчислява се средната маса на таблетка.
 - 1.3 По етикета на лекарствения продукт, съдържащ витамин С, се изчислява съдържанието на витамин С за грам проба.
 - 1.4 Таблетките се натрошават на случайни по размер парчета с маса 100 – 500 mg.
 - 1.5 Пробите се измерват с точността на везната.
 - 1.6 Всеки от учениците/групите взема по две от пробите.
 - 1.7 Пробите се разтварят в ~10 ml пречистена вода.
 - 1.8 Към разтворената проба се добавя ~1 ml разтвор на нишесте.
 - 1.9 На капки се добавя йодна тинктура към разтвора на пробата, докато се постигне син цвят.
 - 1.10. Отчита се броят на капките йодна тинктура, които са били необходими за протичане на реакцията.

В реална среда по тази задача са получени следните резултати за съдържанието на витамин С в таблетките.

Таблица 1. Измерване и изчисления

Таблетка	Маса на таблетка, g	Съдържание на витамин С в таблетка (по етикет)
1	3,02	200 mg
2	2,99	
3	3,03	Масова част на витамин С
4	3,00	w(витамин С) = 6,653%
5	2,99	
Средно	3,006	

След това е проведено изследването с йодна тинктура, като данните са следните.

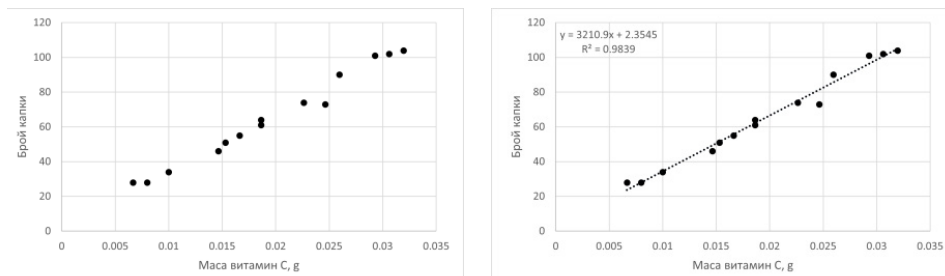
Таблица 2. Данни, получени при моделно титруване на витамин С с йодна тинктура

Маса на пробата, g	Съдържание на витамин С, g	Брой капки йодна тинктура
0.48	0.031936	104
0.46	0.030605	102
0.44	0.029275	101
0.39	0.025948	90
0.37	0.024617	73
0.34	0.022621	74
0.28	0.018629	64
0.28	0.018629	61
0.25	0.016633	55
0.23	0.015303	51
0.22	0.014637	46
0.15	0.009980	34
0.12	0.007984	28
0.10	0.006653	28

Експерименталното провеждане на задачата и събирането на данните е удобно за обяснение на процеса титруване и за взаимовръзките между участващите вещества. За да се постигне цялост обаче, е добре да се осъществят и следващите две задачи.

Построяване на стандартна зависимост

По данните от таблица 2 се построява права, като това може да стане на ръка или с подходящ софтуер. С помощта на графиката се построява права, а от нея се открива и уравнението на права, което може да се използва за следващата задача. На фигура 1 са представени нанесените данни (а) и построена-та права с уравнение (б).



а) представени нанесените данни б) построената права с уравнение

Фигура 1. Зависимост между броя капки йодна тинктура и масата на витамин С

Определяне на масата на непозната проба

След като учениците знаят каква е зависимостта между броя капки и количеството витамин С, последната стъпка е да проведат изследването с неизвестна по маса проба и сами да изчислят каква е била масата ѝ. В следващата таблица са представени брой капки, изчислена маса и реална маса на пробата.

Таблица 3. Изчислени и практически маси на непозната проба

Брой капки	Изчислена маса на пробата, g	Реална маса на пробата, g
98	0.447737	0.43
72	0.326031	0.33
67	0.302626	0.30
46	0.204325	0.21
35	0.152834	0.16
31	0.134110	0.14

С помощта на тези три задачи учениците се запознават с: процеса на (директно) йодометрично титруване; обработка на данни; използване на стандартни зависимости в аналитичната химия.

При възможност от страна на учителите това упражнение може да се развие допълнително в следващата задача.

Определяне на съдържанието на витамин С в проби от плодове

След като вече е описана взаимовръзката между маса витамин С и брой капки йодна тинктура, може да се направи допълнителна връзка с реалния свят, като се изследват плодове. За целта се отмерва точно количество сок от съответния плод и резултатът може да се представи като mg витамин С за 1 g сок. Плодове с голямо съдържание на витамин С са цитруси и червени чушки.

Заклучение

В зависимост от задълбочаването в теоретичната част това лабораторно упражнение може да се изпълни за 1 до 3 учебни часа. То изпълнява целите на заложеното в програмата практическо упражнение „Йодометрия“ и има интердисциплинарен компонент – събиране и графично интерпретиране на данни. В добавка нужните материали са евтини и леснодостъпни.

БЕЛЕЖКИ

1. Учебна програма по ХООС за XII клас. <https://www.mon.bg/bg/100598>
2. <https://doi.org/10.53656/nat2022-1.04>.

ЛИТЕРАТУРА

- МЛАДЕНОВА, Е., 2021. Модул 4. Методи за контрол и анализ на веществата. XII клас, Профилирана подготовка, *Педагог 6*, ISBN 978-954-324-287-0.
- СТАМЕНОВ, Н., 2022. Учебният химичен експеримент в модул 4. Предизвикателства и решения. *Обучение по природни науки и върхови технологии*. 1, pp. 9 – 22, <https://doi.org/10.53656/nat2022-1.04>

REFERECES

- MLADENOWA, E., GENCHEVA, G. et al. Modul 4. Metodi za kontrol i analiz na veshtestvata. XII klas. *Pedagog 6*, ISBN 978-954-324-287-0.
- STAMENOV, N., 2022. Laboratory exercises in module 4. Challenges and answers. *Natural Sciences and Advanced Technology Education*, 1, pp. 9 – 22, <https://doi.org/10.53656/nat2022-1.04>

EASY EXPERIMENT FOR DIFFICULT CONCEPTS. CONSTRUCTION OF CALIBRATION CURVE AND IODOMETRY

Abstract. Within the 4th module of chemistry in the 2nd high school level it is expected from students to get familiar with different types of titrations, to understand chemical reactions in volumetric analysis and understand and analyze the information gathered through the experiments. This is not always an easy task in a school environment and for that reason a practical class is developed in which basic terms are discussed and information is gathered, explained, and used.

Keywords: analytical chemistry; laboratory experiment; a cheap experiment

✉ **Nasko Stamenov**

ORCID iD: 0000-0002-6845-7379

“Acad. Lyubomir Chakalov” National High School of Mathematics and Science
52, Bigla St.

1164 Sofia, Bulgaria

E-mail: nasko.stamenov@npgm.org