

## ПЛАН УРОКА

Предмет	Химия
Учитель	Харисова А.Р.
Школа, класс	г. Шымкент, НИШ ФМН, 11 класс
Тема урока	Масс-спектрометрия



[www.bilimland.kz](http://www.bilimland.kz)

<b>Учебные цели на данном уроке:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- вспомнить раздел-схему и работу масс-спектрометра;</li> <li>- понимать на элементарном уровне образование молекулярного иона и его последующее разложение;</li> <li>- уметь найти относительную молекулярную массу вещества, исходя из его масс-спектра (упрощенный);</li> <li>- уметь предполагать структуру вещества согласно его масс-спектру.</li> </ul>
<b>Задачи урока:</b>	сформировать знания учащихся о пиках, получаемых в масс-спектрометрии.
<b>Критерии успеха:</b>	учащийся умеет интерпретировать пики, получаемые в масс-спектрометрии.
<b>Языковые цели:</b>	интерпретация учащимися пиков масс-спектрометрии.
<b>Привитие ценностей:</b>	воспитание академической честности, уважения друг к другу.
<b>Развитие глобальной гражданственности:</b>	развитие практических навыков.
<b>Межпредметные связи:</b>	связь с физикой.
<b>Навыки использования ИКТ:</b>	Использование ресурсов <a href="http://bilimland.kz">bilimland.kz</a>
<b>Предварительные знания:</b>	состав и строение атома, относительная атомная и молекулярная масса.

### Ход урока

Запланированные этапы урока	Запланированная деятельность на уроке	Ресурсы
Начало урока 3 мин	<p><b>Урок 1.</b></p> <p><b>I. Организационный момент:</b> создание благоприятной обстановки работы с учащимися.</p> <p>«Говорите друг другу комплименты».</p> <p>Учащиеся образуют два круга: внутренний и внешний.</p>	Раздаточный материал

<p>10 мин.</p> <p>2 мин.</p>	<p>Внутренний круг движется по часовой стрелке. Учащиеся делают друг другу комплементы, до того момента пока движение не пройдет одного цикла.</p> <p><b><u>1. Повторение пройденного материала:</u></b>  <b>Активити:</b> карточки (приложение 1)  <b>Форма деятельности:</b> индивидуальный  <b>Оценивание:</b> взаимооценивание, комментарии учителя  <b>Дифференциация:</b> взаимное обучение.</p> <p>Постановка целей обучения и задач урока перед учащимися.</p>	
<p>Середина урока 15 мин.</p> <p>10 мин.</p>	<p><b><u>1. Ознакомление с новым материалом.</u></b>  <b>Формы и методы:</b> беседа.  Объяснение учащимся:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• поведение заряженных частиц в электрическом и магнитном поле;</li> <li>• соотношение отклонения заряженной частицы в магнитном поле к массе и заряду частицы, а также к силе магнитного поля;</li> <li>• как работает масс-спектрометр;</li> <li>• что такое масс-спектр;</li> <li>• понятия базового пика, молекулярного иона, осколочного иона, относительного содержания;</li> <li>• масс-спектры элементов с точки зрения распространенности в природе;</li> <li>• общие признаки масс-спектров органических соединений.</li> </ul> <p><a href="http://bilimland.kz/ru/content/lesson/10203-mass-spektroskopiya_1">http://bilimland.kz/ru/content/lesson/10203-mass-spektroskopiya_1</a></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• как использовать масс-спектры, чтобы определить относительную молекулярную массу соединения;</li> <li>• устойчивость осколочных ионов;</li> <li>• как определить наиболее вероятный характер фрагментации;</li> <li>• как определить спектры хлор- и бромсодержащих соединений;</li> <li>• как использовать масс-спектры, чтобы определить органические соединения.</li> </ul> <p><a href="http://bilimland.kz/ru/content/lesson/11425-mass-spektroskopiya_2">http://bilimland.kz/ru/content/lesson/11425-mass-spektroskopiya_2</a></p> <p><b><u>2. Закрепление изученного</u></b>  <b>Формы и методы:</b> задания из bilimland.kz</p>	 <p>Ресурсы bilimland.kz</p> <p>Ресурсы bilimland.kz</p>

**Задание 1**

На рисунке показано распределение пучка положительных ионов на три пучка А, В и С в масс-спектрометре. Распределите пучки на:

перпендикулярное магнитное поле

- ...  $^{238}_{92}U^{2+}$
- ...  $^{235}_{92}U^{2+}$
- ...  $^{234}_{92}U^{2+}$
- ...  $^{19}F^{+}$  (ионизированный атом фтора)
- ...  $^{19}F_2^{+}$  (ионизированная молекула фтора)
- ...  $^{19}F_2^{2+}$  (дважды ионизированный атом фтора)
- ...  $^{19}F_2^{2+}$  (дважды ионизированная молекула фтора)

Заполните ячейки схематической диаграммы масс-спектрометра соответствующим определением процесса, происходящего в той или иной части устройства.

**A B C D E F G H I**

- Испарение пробы при высокой температуре и низком давлении.
- Обработка сигналов детектора.
- Ускорение положительных ионов в электрическом поле.
- Ввод пробы в спектрометр.
- Разделение ионов с разным  $m/z$  на несколько пучков.
- Печать масс-спектра в виде графика зависимости содержания от отношения  $m/z$  ионов.
- Преобразование нейтральных атомов и молекул пробы в положительно заряженные радикальные ионы.
- Объединение положительных ионов с электронами, что

**Задание**

Найдите высоту наиболее интенсивных пиков в масс-спектре ноддтана  $CH_3CH_3$ , используя показания детектора масс-спектрометра, и ответьте на вопросы. Определите значения с точностью до целых чисел.

$m/z$	Ток (нА)	Относительное содержание %	Является ли пик, образованный молекулярным ионом, базовым пиком спектра?
29	3.2	<input type="text"/>	<input type="radio"/> Да <input type="radio"/> Нет
127	4.4	<input type="text"/>	Какая связь разрывается в процессе фрагментации в спектрометре?
156	11.5	<input type="text"/>	<input type="radio"/> C-H <input type="radio"/> C-C <input type="radio"/> C-I

Масс-спектр ноддтана  $CH_3CH_3$  (наиболее интенсивные пики)

**Задание 1**

Изучите масс-спектр смеси двух прямоцепочечных алканов. Определите пики, соответствующие молекулярным ионам обоих соединений и соответствующие осколочным ионам.

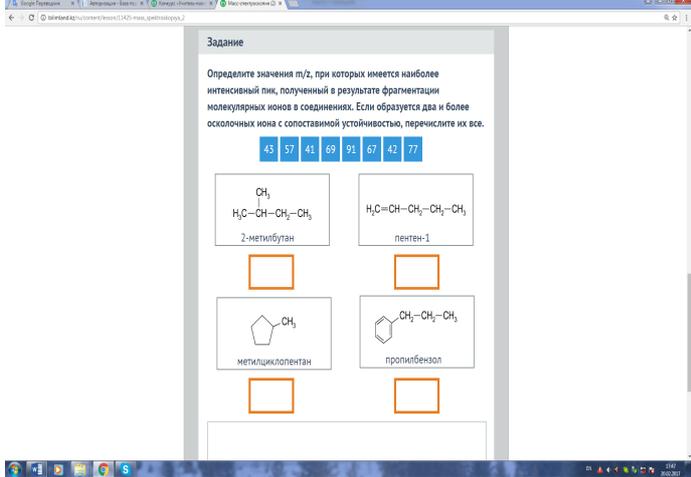
58 86 29 15  
43 57 71

Молекулярные ионы:    
Осколочные ионы:

Определите молекулярные формулы двух алканов.

Относительная молекулярная масса алкана с меньшей молекулой (алкан-1):

Молекулярная формула алкана 1: C  H

<p>5 мин.</p> <p>15 мин.</p> <p>15 мин.</p>	 <p><b>Задание</b></p> <p>Определите значения <math>m/z</math>, при которых имеется наиболее интенсивный пик, полученный в результате фрагментации молекулярных ионов в соединениях. Если образуется два и более осколочных иона с сопоставимой устойчивостью, перечислите их все.</p> <p>43 57 41 69 91 67 42 77</p> <p><chem>CC(C)CC</chem> 2-метилбутан <input type="text"/></p> <p><chem>C=CCCC</chem> пентен-1 <input type="text"/></p> <p><chem>CC1CCCC1</chem> метилциклопентан <input type="text"/></p> <p><chem>CC1=CC=CC=C1CC</chem> пропилбензол <input type="text"/></p>	<p>Раздаточный материал</p>
<p>Конец урока 5 мин.</p>	<p>Подведение итогов урока, выставление оценок.</p> <p><b>VI. Рефлексия.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ сегодня я узнал...</li> <li>○ было трудно...</li> <li>○ я понял, что...</li> <li>○ я научился...</li> <li>○ я смог...</li> <li>○ было интересно узнать, что...</li> <li>○ меня удивило...</li> <li>○ мне захотелось...</li> </ul> <p><b>VII. Домашнее задание:</b> карточки.</p>	
<p><b>Дифференциация</b> – каким образом Вы планируете оказать больше поддержки? Какие задачи Вы планируете поставить перед более способными учащимися?</p>	<p><b>Оценивание</b> – как Вы планируете проверить уровень усвоения материала учащимися?</p>	<p>Здоровье и соблюдение техники безопасности</p>

<p>Работа в группах: более способные ученики оказывают поддержку менее способным, работа в парах: оказание поддержки слабоуспевающим учащимся учителем.</p>	<p>Критерии успеха, наблюдение, комментарии учащихся</p>	<p>Кабинет оборудован в соответствии с нормами безопасности, следить за осанками учащихся</p>
<p><b>Рефлексия по уроку</b>          Были ли цели урока/цели обучения реалистичными? Все ли учащиеся достигли ЦО? Если нет, то почему? Правильно ли проведена дифференциация на уроке? Выдержаны ли были временные этапы урока? Какие отступления были от плана урока и почему?</p>		
<p>Общая оценка          Какие два аспекта урока прошли хорошо (подумайте, как о преподавании, так и об обучении)?          1:          2:          Что могло бы способствовать улучшению урока (подумайте, как о преподавании, так и об обучении)?          1:          2:          Что я выявил(а) за время урока о классе или достижениях/трудностях отдельных учеников, на что необходимо обратить внимание на последующих уроках?</p>		

## Приложение № 1

### THE STRUCTURE OF ATOMS

**ATOMS** Atoms consist of a number of fundamental particles, the most important are ...

	Mass / kg	Charge / C	Relative mass	Relative Charge
<b>PROTON</b>				
<b>NEUTRON</b>				
<b>ELECTRON</b>				

**Q.1**

	Protons	Neutrons	Electrons	Charge	Atomic No.	Mass No.	Symbol
<b>A</b>	19	21	19				
<b>B</b>	20			Neutral		40	
<b>C</b>				+	11	23	
<b>D</b>	6	6		Neutral			
<b>E</b>	92			Neutral		235	
<b>F</b>	6		6			13	
<b>G</b>		16		2-	16		
<b>H</b>							$^{27}\text{Al}^{3+}$

**Q.2** Calculate the average relative atomic mass of sulphur from the following isotopic percentages...  $^{32}\text{S}$  95%  $^{33}\text{S}$  1%  $^{34}\text{S}$  4%

**Q.3** Bromine has isotopes with mass numbers 79 and 81. If the average relative atomic mass is 79.908, calculate the percentage of each isotope present.

**Need help:- See example calculation on the next page**

**Q.4** Calculate the average relative atomic mass of an element producing the following peaks in its mass spectrum...

<i>m/z</i>	62	63	64	65
<i>Relative intensity</i>	20	25	100	5

## Приложение № 2

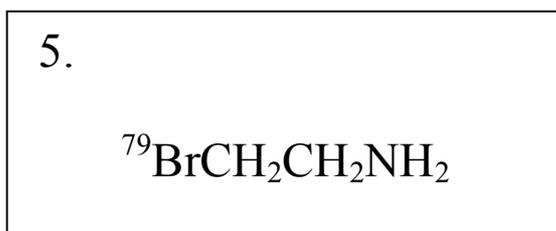
### Blue Card Game

Students will play the game in teams of two. Each player receives a card from the instructor. Your goal is to find out the formula mass of the organic compound shown on the card. Once you have the formula mass, write it on a piece of paper along with your name, your team member's name, and the problem numbers of your cards. Raise your hand as soon as you have both answers completed. I (the teacher) will quickly grade your answers and if you did not do something correctly, you can do it over. When you get both answers correct, I will give you a couple of new cards.

Do not write or mark on the cards. Do not use calculators; you only need to add and subtract simple numbers!

Each team completes a total of four cards correctly. Students who finish early received additional cards to work on.

### Example Blue Card



### Yellow Card Game

Each card has a chemical formula; your task will be to graph the relative abundance of the isotopes of the molecule found in nature. Step 1: Use your isotope table (see appendix x) to determine the mass and relative abundance of each isotope depending on whether C, Cl, and/or Br isotopes are present.

Step 2: Calculate the formula mass for each isotope of the molecule (remember the blue card game).

Step 3: Draw a graph with mass on the x-axis and relative abundance on the y-axis.  
Sample Yellow Card

5. Make a graph of the following molecule that shows the different molecular masses possible and how much of each mass is found in nature based on the natural abundance of all isotopes of C, Cl, and Br.

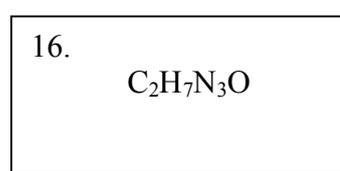
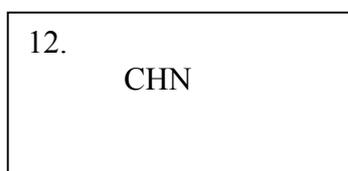
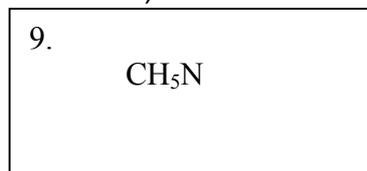


### Green Card Game

On this set of cards you are given a formula mass and a little bit more information and your

job is to come up with a formula that is consistent with known bonding properties of some important organic atoms. Refer to the column on your isotope sheet that says “number of bonds”; each of the atoms must form the indicated number of bonds when forming an organic molecule. The formulas that you come up with must be consistent with the bonding rules on this sheet.

**Sample Purple Cards** (Warm-up for Green Card Game – Practice Drawing Structural Formulas)



**Sample Green Card**

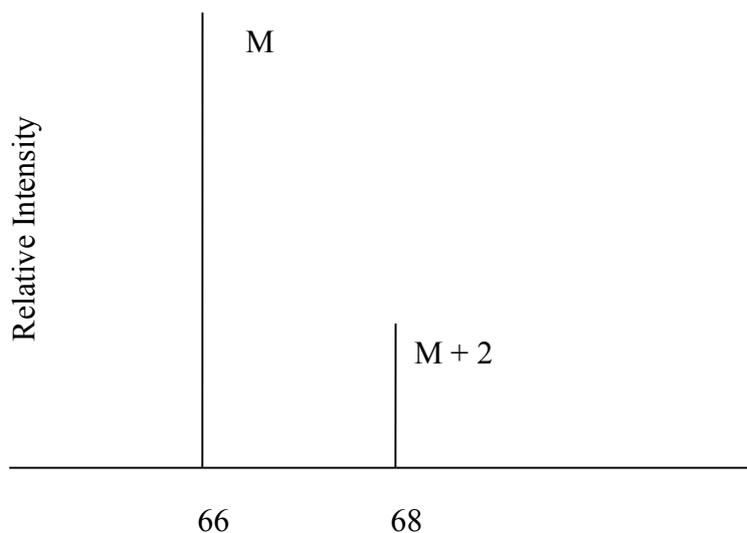
5. Find a formula of a compound that contains C, H, and may have O and/or N.  
It contains one isotope of Br.

Formula mass = 123

**Pink Card Game**

In this card game you will find the output graph from a mass spectrometer indicating the molecular mass and the relative abundances of each isotope when present. Your task is to use what you have learned to propose a possible formula for the graphed molecule. Make sure the molecule can exist before submitting your final answer/s.

**Sample Pink Card**



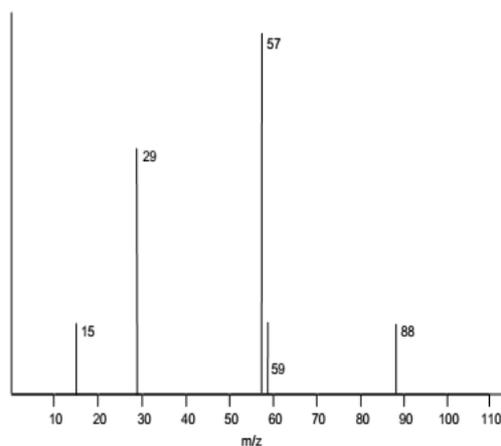
## MASS SPECTROSCOPY – TASK 1

1) For each of the following signals:

- identify the species responsible for the signal **and**
- write an equation to show how that species is formed

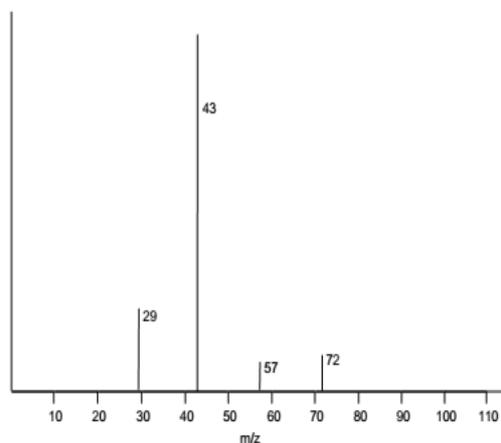
- the peak at  $m/z$  29 in propane
- the peak at  $m/z$  44 in propane
- the peak at  $m/z$  122 in 2-bromopropane
- the peak at  $m/z$  43 in 2-bromopropane
- the peak at  $m/z$  43 in ethyl ethanoate
- the peak at  $m/z$  57 in 2-chloro-2-methylpropane
- the peak at  $m/z$  57 in methyl propanoate

2) Identify the ester with the molecular formula  $C_4H_8O_2$



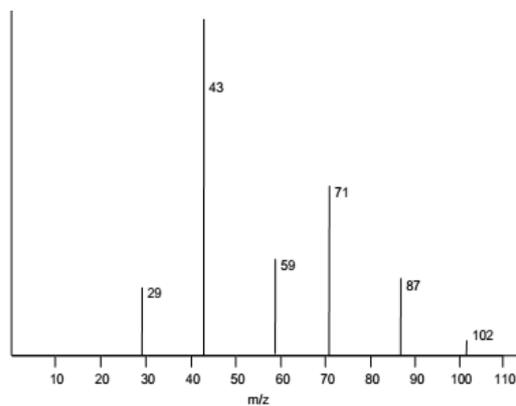
3) The mass spectrum of butanone is shown.

- identify the species responsible for all the signals shown
- write an equation for the formation of each species



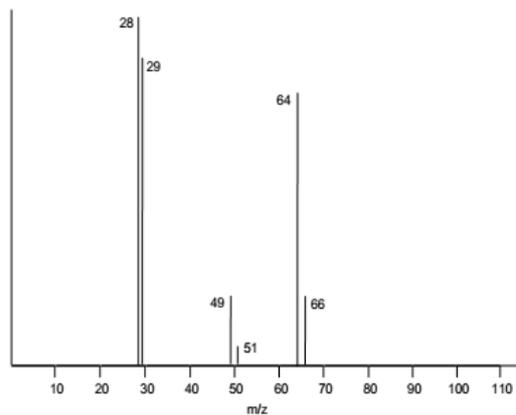
4) The mass spectrum of methyl butanoate is shown.

- identify the species responsible for all the signals shown
- write an equation for the formation of each species



5) The mass spectrum of chloroethane is shown.

- identify the species responsible for signals m/z 66, 64, 51, 49, 29
- write an equation for the formation of each species



6) The mass spectrum of 1-bromopropane is shown.

- identify the species responsible for signals m/z 124, 122, 81, 79, 43 and 29
- write an equation for the formation of each species

