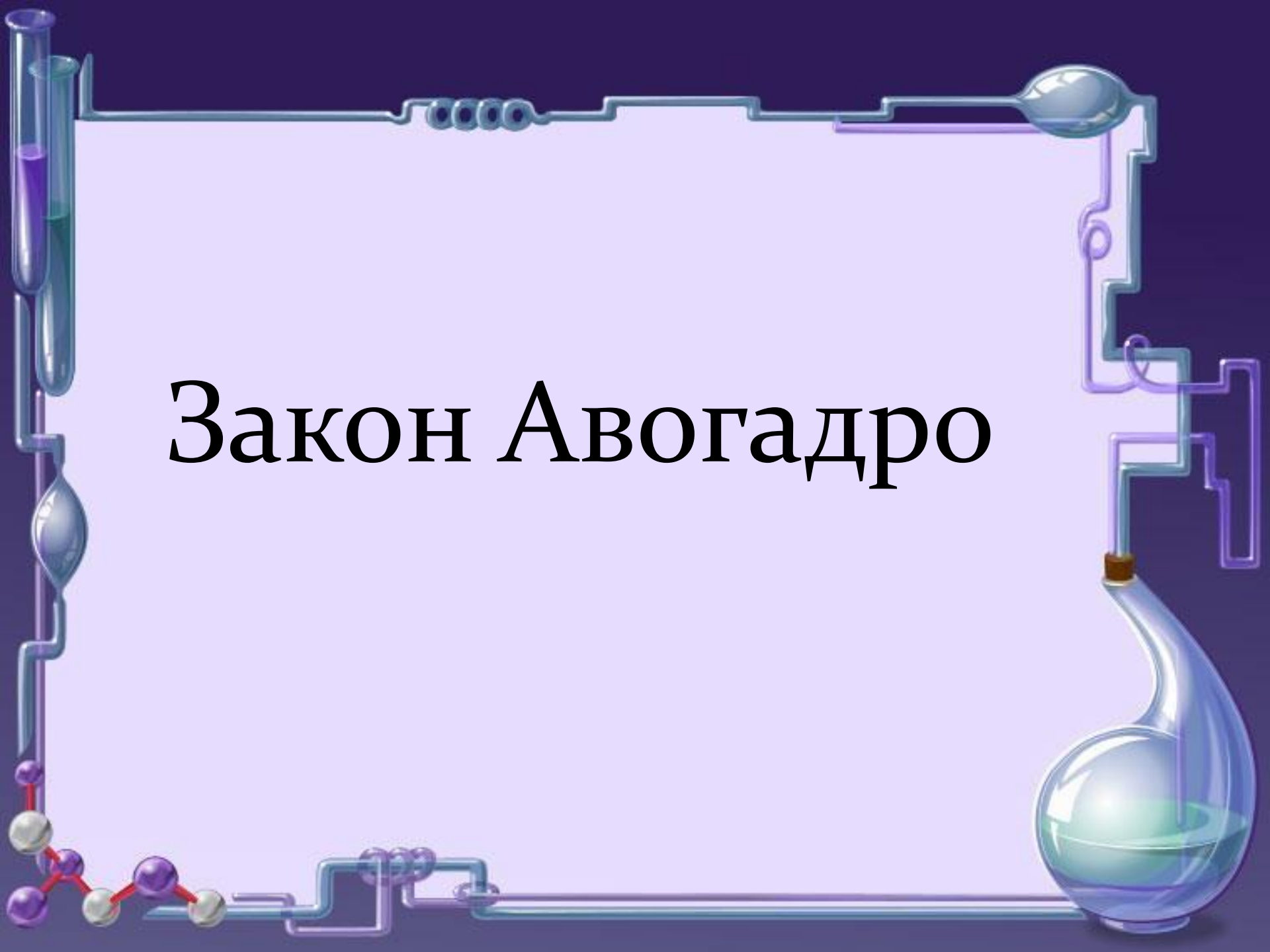


# Закон Авогадро



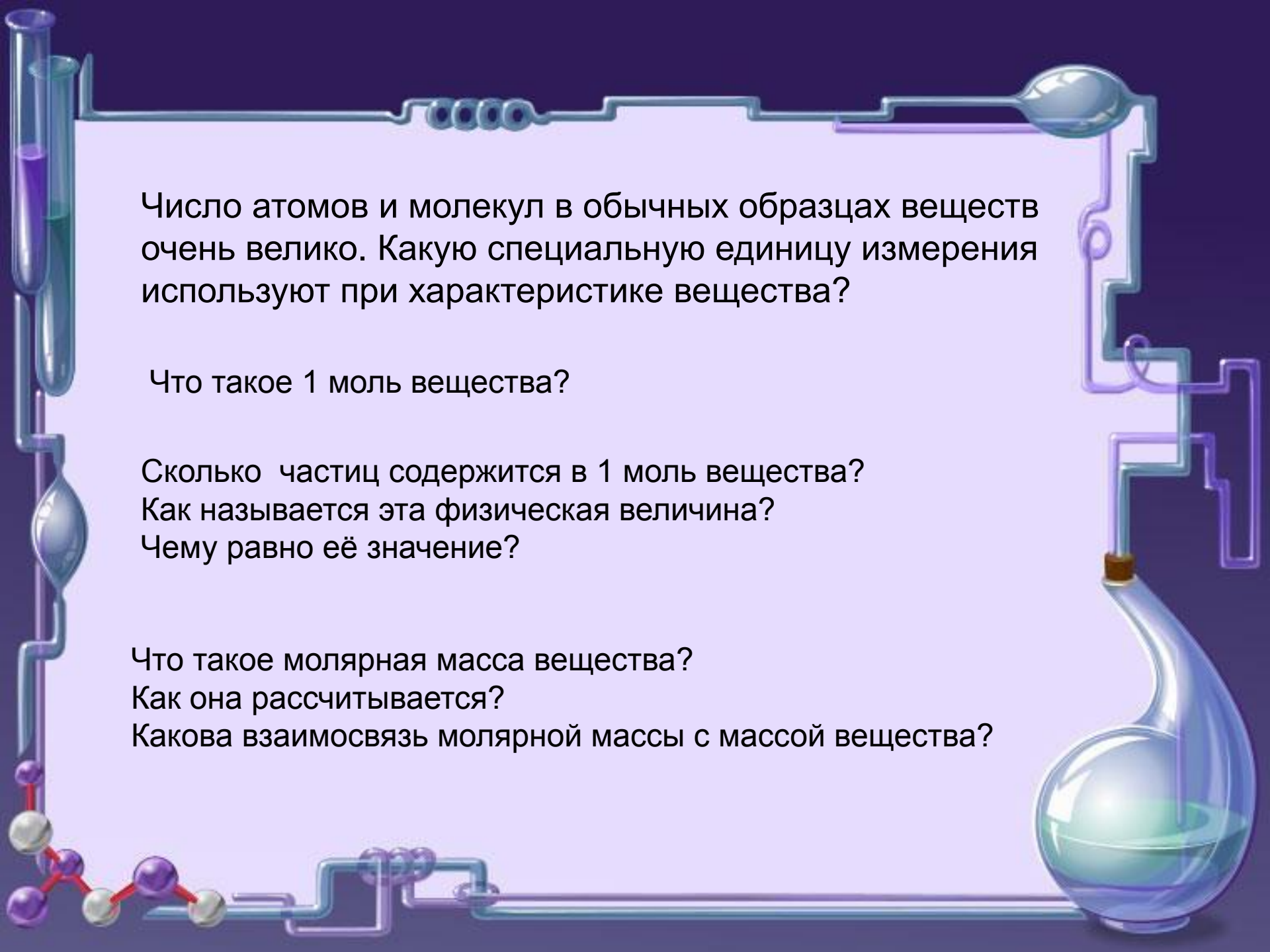
A decorative border surrounds the text, featuring various pieces of laboratory glassware such as test tubes, flasks, and a retort, along with molecular models of water and other substances. The border is rendered in shades of blue and purple.

## Цели урока

Изучить закон объёмных отношений Гей-Люссака.

Изучить закон Авогадро и следствия, вытекающие из закона.

Научиться решать задачи по теме.



Число атомов и молекул в обычных образцах веществ очень велико. Какую специальную единицу измерения используют при характеристике вещества?

Что такое 1 моль вещества?

Сколько частиц содержится в 1 моль вещества?

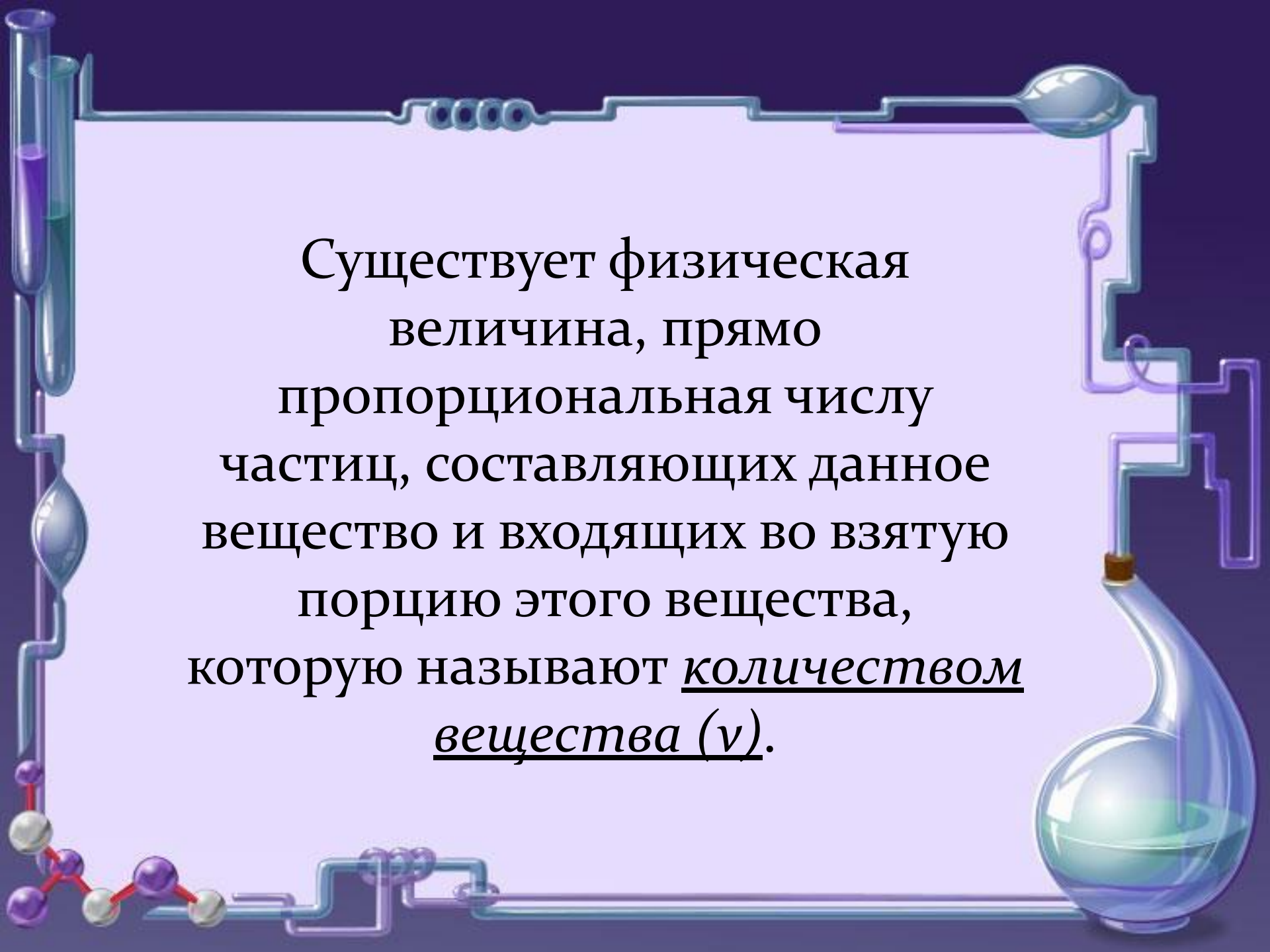
Как называется эта физическая величина?

Чему равно её значение?

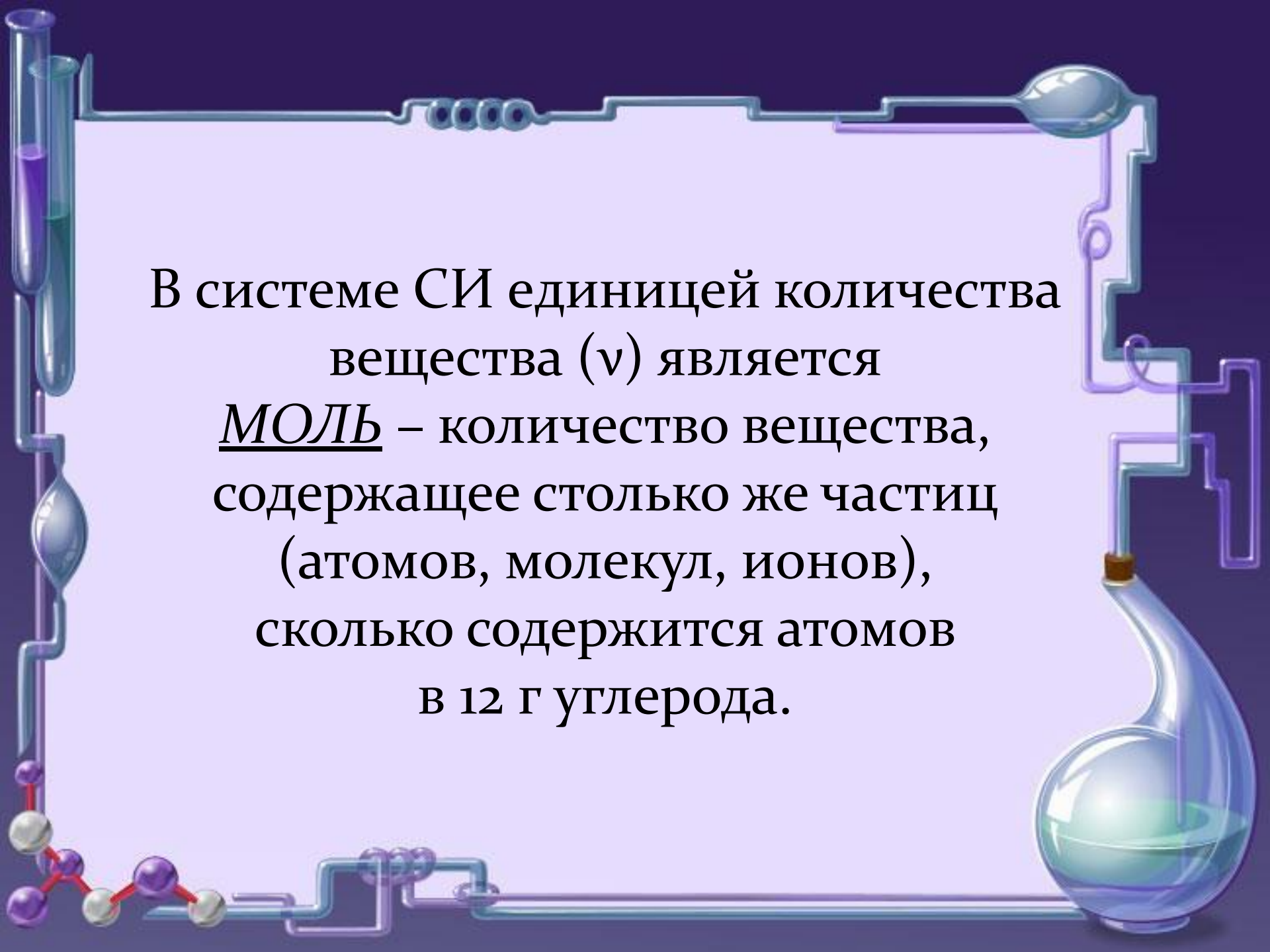
Что такое молярная масса вещества?

Как она рассчитывается?

Какова взаимосвязь молярной массы с массой вещества?

A decorative border surrounds the text, featuring various laboratory glassware such as test tubes, flasks, and beakers, along with molecular models of atoms and molecules. The border is rendered in shades of blue and purple.

Существует физическая  
величина, прямо  
пропорциональная числу  
частиц, составляющих данное  
вещество и входящих во взятую  
порцию этого вещества,  
которую называют количеством  
вещества ( $\nu$ ).

A decorative border surrounds the text, featuring various pieces of laboratory glassware such as test tubes, flasks, and a retort, along with molecular models of atoms and molecules. The background is a light purple gradient.

В системе СИ единицей количества вещества ( $\nu$ ) является МОЛЬ – количество вещества, содержащее столько же частиц (атомов, молекул, ионов), сколько содержится атомов в 12 г углерода.



# Установлено

12 г изотопа углерода-12 содержит  
 $6,02 \cdot 10^{23}$  атомов

Следовательно:

1 моль – порция вещества,  
содержащая число частиц,  
равное числу Авогадро:

$$N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$$

# Молярная масса

масса одного моля вещества.

$$M = [\text{г/моль}]$$

молярная масса численно равна  
молекулярной массе

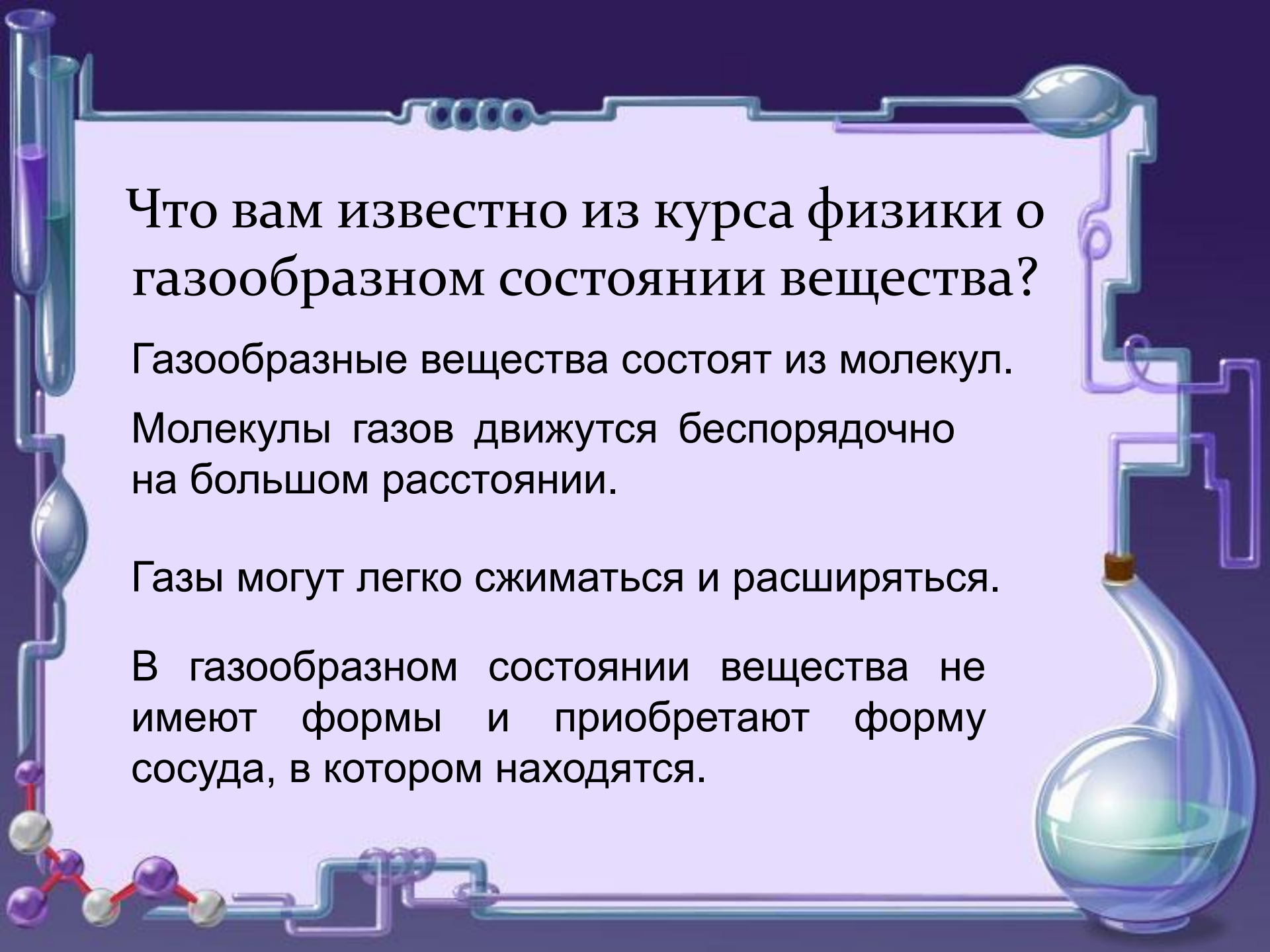
$$v = \frac{m}{M}$$

, отсюда

$$M = \frac{m}{v}$$

и

$$m = M \cdot v$$

A decorative border surrounds the text, featuring various laboratory glassware such as test tubes, flasks, and a bulb, along with molecular models of atoms and molecules. The background is a light purple gradient.

Что вам известно из курса физики о газообразном состоянии вещества?

Газообразные вещества состоят из молекул.

Молекулы газов движутся беспорядочно на большом расстоянии.

Газы могут легко сжиматься и расширяться.

В газообразном состоянии вещества не имеют формы и приобретают форму сосуда, в котором находятся.







Ж.Л. Гей-Люссак  
1808

Измеряя объемы, и  
объемы газов,  
полученных в  
результате реакции.  
Открыл закон  
газовых  
отношений.



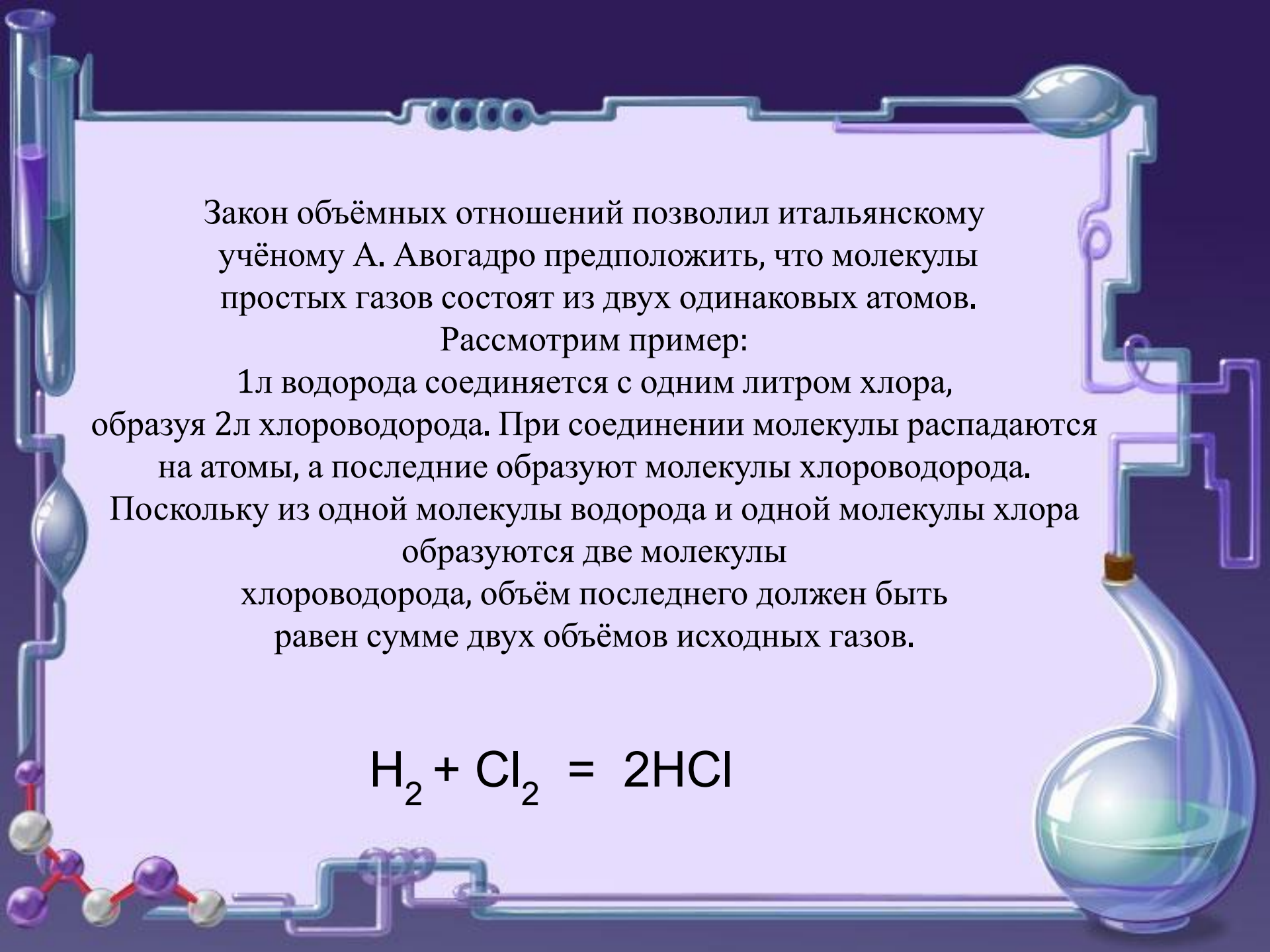
A decorative border surrounds the text, featuring various pieces of laboratory glassware such as test tubes, flasks, and a retort, along with molecular models of water and other compounds. The border is rendered in shades of blue and purple.

## Закон объёмных отношений

При постоянных давлении и температуре объёмы вступающих в реакцию газов относятся друг к другу как простые целые числа.

# Например

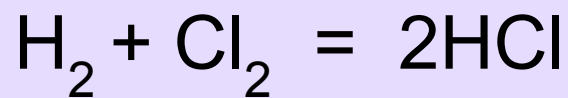
Химическая реакция	Отношение объемов газов
$\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{HCl}$	1:1:2
$2\text{CH}_4 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_2 + 3\text{H}_2$	2:1:3
$2\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}$	1:2



Закон объёмных отношений позволил итальянскому учёному А. Авогадро предположить, что молекулы простых газов состоят из двух одинаковых атомов.

Рассмотрим пример:

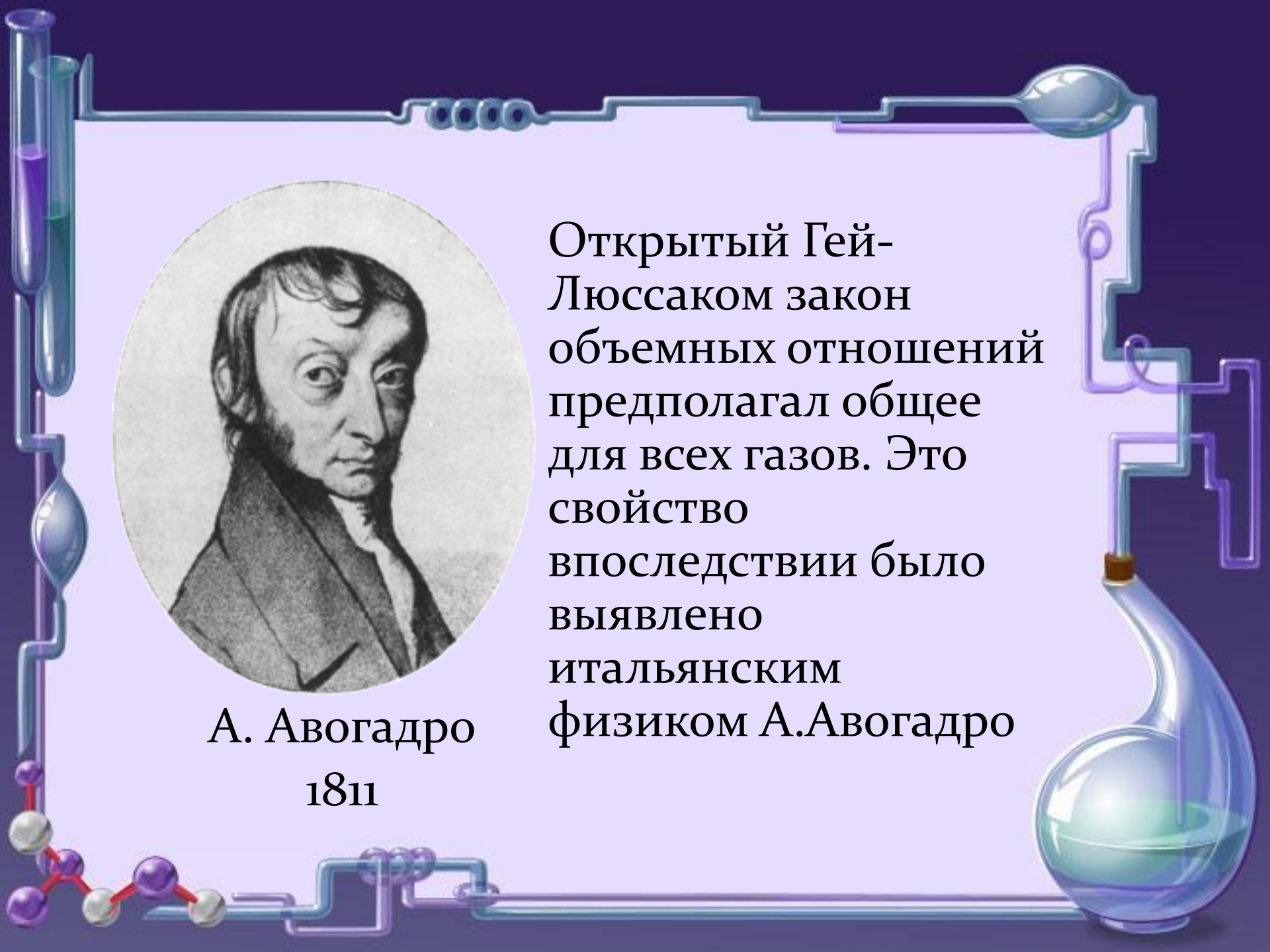
1 л водорода соединяется с одним литром хлора, образуя 2 л хлороводорода. При соединении молекулы распадаются на атомы, а последние образуют молекулы хлороводорода. Поскольку из одной молекулы водорода и одной молекулы хлора образуются две молекулы хлороводорода, объём последнего должен быть равен сумме двух объёмов исходных газов.





А. Авогадро  
1811

Открытый Гей-Люссаком закон объемных отношений предполагал общее для всех газов. Это свойство впоследствии было выявлено итальянским физиком А.Авогадро



A decorative border surrounds the text, featuring various laboratory glassware such as test tubes, flasks, and a bulb, along with molecular models of water and other molecules.

## Закон Авогадро (для газов)

В равных объемах различных газов при одинаковых температуре и давлении содержится одинаковое число частиц.

## Следствия (для газов)

1. Одно и то же число молекул различных газов при одинаковых условиях занимает одинаковые объемы.
2. При н.у. 1 моль любого газа занимает объем 22,4 л.
3. Отношение массы определённого объёма одного газа к массе такого же объёма другого газа, взятого при тех же условиях, называется плотностью первого газа по второму

$$D = \frac{M_1}{M_2},$$



1 моль



$H_2O$



$H_2SO_4$



Сахар



$NaCl$



22,4  
ЛИТРА

$O_2$



22,4  
ЛИТРА

$CO_2$



22,4  
ЛИТРА

$N_2$

нормальные условия

## Константы:

$$V_m = 22,4 \text{ л/моль}$$

$$M_{\text{возд.}} = 29 \text{ г/моль}$$

$$N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ 1/моль}$$

$M$  вещества численно равна  
относительной молекулярной  
массе.

## Взаимосвязь физических величин

$$N = \nu_* N_A$$

$$m = \rho_* V$$

$$m = \nu_* M$$

$$M = \rho_* V_m$$

$$V = \nu_* V_m$$

$$D_2 = M_1 / M_2$$



Гремучий газ – смесь водорода  $H_2$  и кислорода в соотношении 2:1 по объёму. При поджигании смесь взрывается. Вычислите объёмы водорода и кислорода, взятых количеством вещества 0,9 моль и 0,45 моль соответственно (н.у.). Соответствуют ли эти объёмы соотношению веществ в гремучем газе?

Решение:

$$V = \nu \cdot V_m$$

$$V(H_2) = 0,9 \text{ моль} \cdot 22,4 \text{ л/моль} = 20,16 \text{ л}$$

$$V(O_2) = 0,45 \text{ моль} \cdot 22,4 \text{ л/моль} = 10,08 \text{ л}$$

0,9 моль

20,16 л

$2H_2$

2

0,45 моль

10,08 л

+

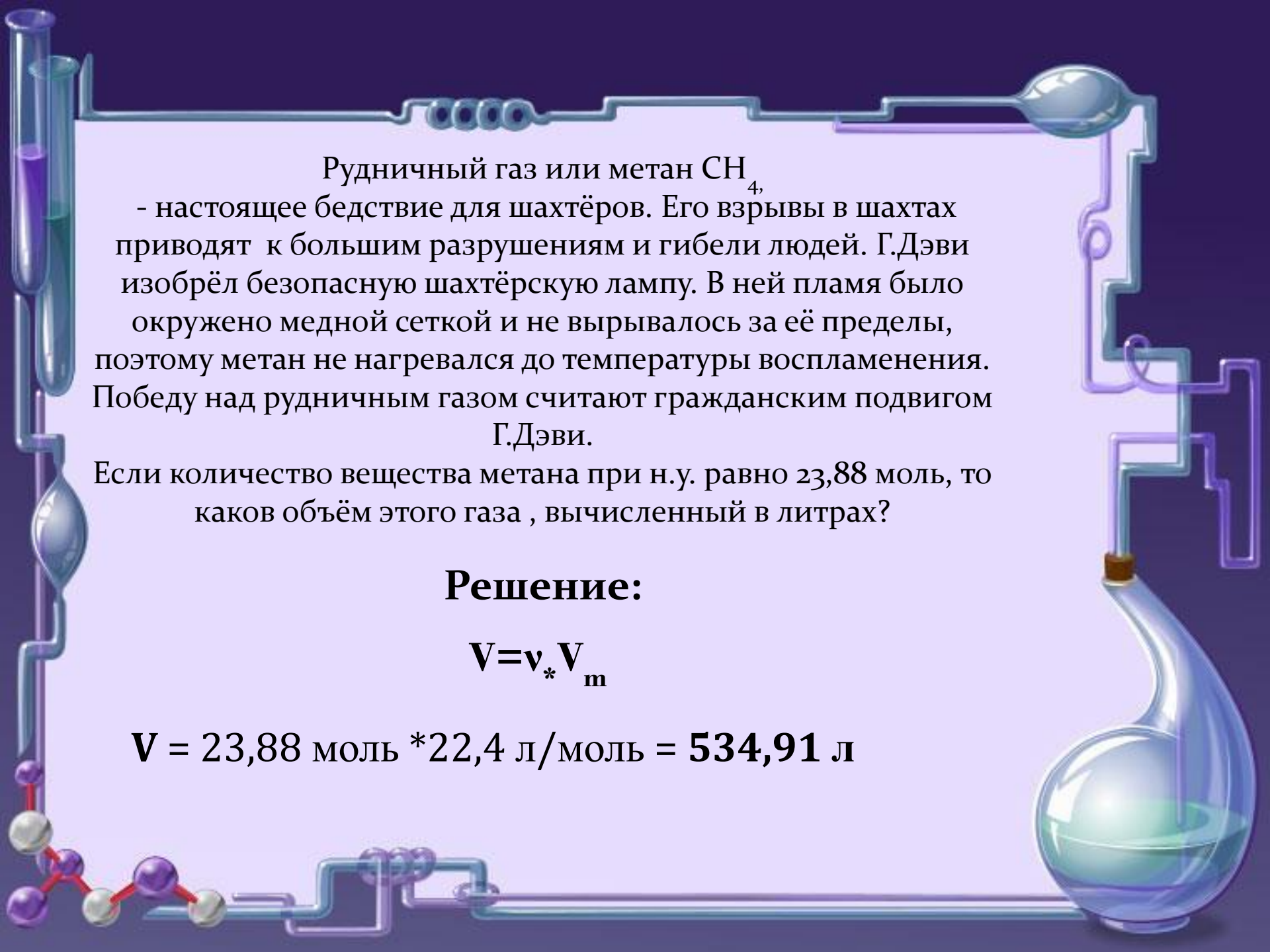
$O_2$

1

=

$2H_2O$

$$20,16 : 10,08 = 2 : 1$$



Рудничный газ или метан  $\text{CH}_4$  - настоящее бедствие для шахтёров. Его взрывы в шахтах приводят к большим разрушениям и гибели людей. Г.Дэви изобрёл безопасную шахтёрскую лампу. В ней пламя было окружено медной сеткой и не вырывалось за её пределы, поэтому метан не нагревался до температуры воспламенения. Победу над рудничным газом считают гражданским подвигом Г.Дэви.

Если количество вещества метана при н.у. равно 23,88 моль, то каков объём этого газа , вычисленный в литрах?

**Решение:**

$$V = \nu \cdot V_m$$

$$V = 23,88 \text{ моль} \cdot 22,4 \text{ л/моль} = \mathbf{534,91 \text{ л}}$$

Запах сернистого газа  $\text{SO}_2$  знает каждый, кто хоть раз зажег спичку. Этот газ хорошо растворяется в воде: в 1 л воды можно растворить 42 л сернистого газа. Определите массу сернистого газа, которую можно растворить в 10 литрах воды.

### Решение:

$$m = v \cdot M \quad V = v \cdot V_m \quad v = V/V_m$$

$$V_1(\text{SO}_2) = 42 \text{ л}$$

$$V_1(\text{H}_2\text{O}) = 1 \text{ л}$$

$$V_2(\text{H}_2\text{O}) = 10 \text{ л}$$

$$M(\text{SO}_2) = 64 \text{ г/моль}$$

$$m(\text{SO}_2) - ?$$

$$\begin{array}{l} 42 \text{ л } \text{SO}_2 \text{ растворяется в } 1 \text{ л воды} \\ x \text{ л } \text{SO}_2 \quad \quad \quad \text{--} \quad \quad \quad \text{в } 10 \text{ л воды} \\ x = 42 \cdot 10/1 = 420 \text{ л} \end{array}$$

$$v = 420 \text{ л} / 22,4 \text{ л/моль} = 18,75 \text{ моль}$$

$$m = 18,75 \text{ моль} \cdot 64 \text{ г/моль} = 1200 \text{ г}$$

За час взрослый человек выдыхает примерно 40 г углекислого газа. Определите объём (н.у.) данной массы этого газа.

**Решение:**

$$M(\text{CO}_2) = 44 \text{ г/моль}$$

$$m(\text{CO}_2) = 40 \text{ г}$$

-----  
 $V(\text{CO}_2) - ?$

$$m = \nu_* M$$

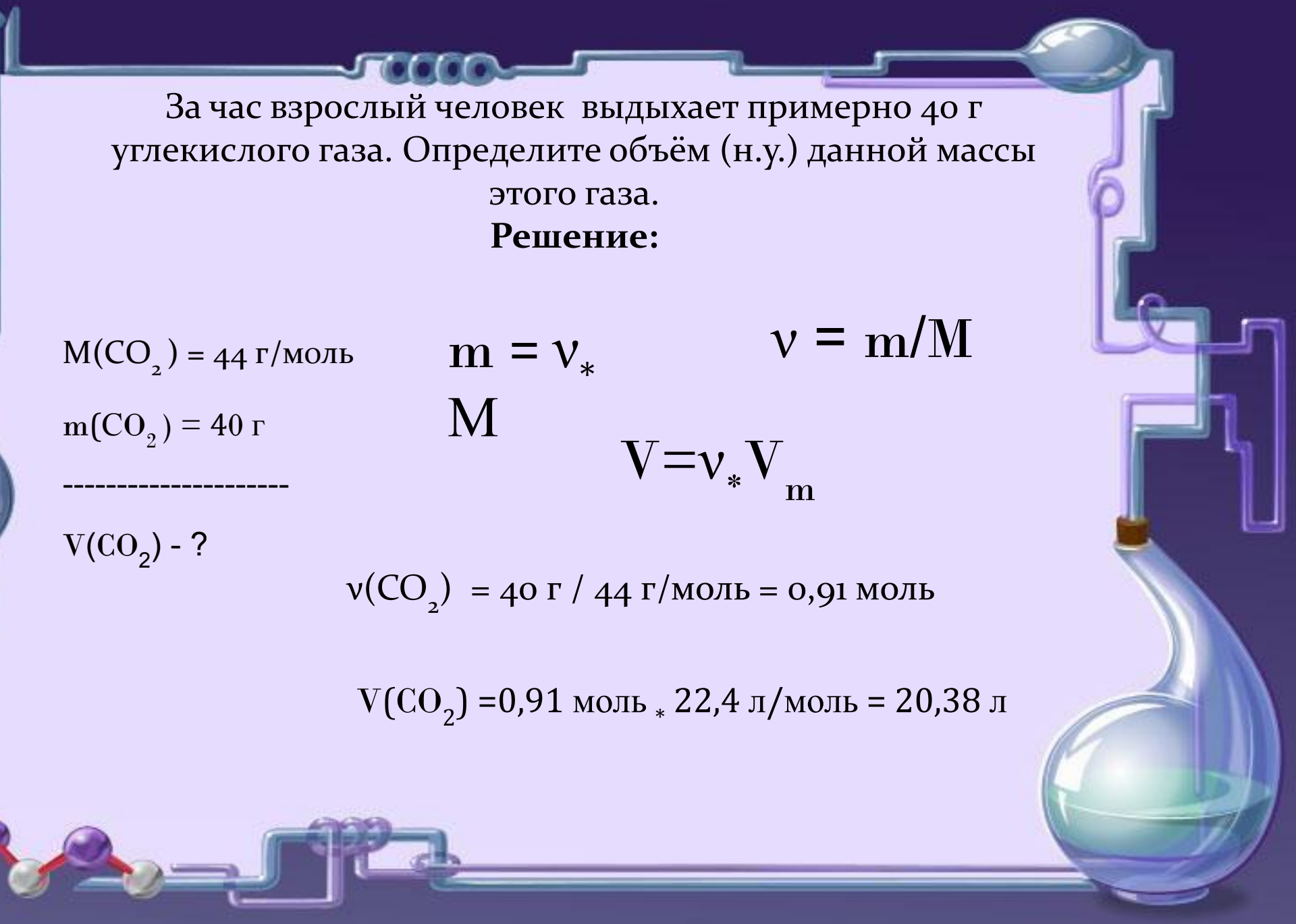
$$M$$

$$V = \nu_* V_m$$

$$\nu = m/M$$

$$\nu(\text{CO}_2) = 40 \text{ г} / 44 \text{ г/моль} = 0,91 \text{ моль}$$

$$V(\text{CO}_2) = 0,91 \text{ моль} * 22,4 \text{ л/моль} = 20,38 \text{ л}$$





Ответы к задачам

4,48 л

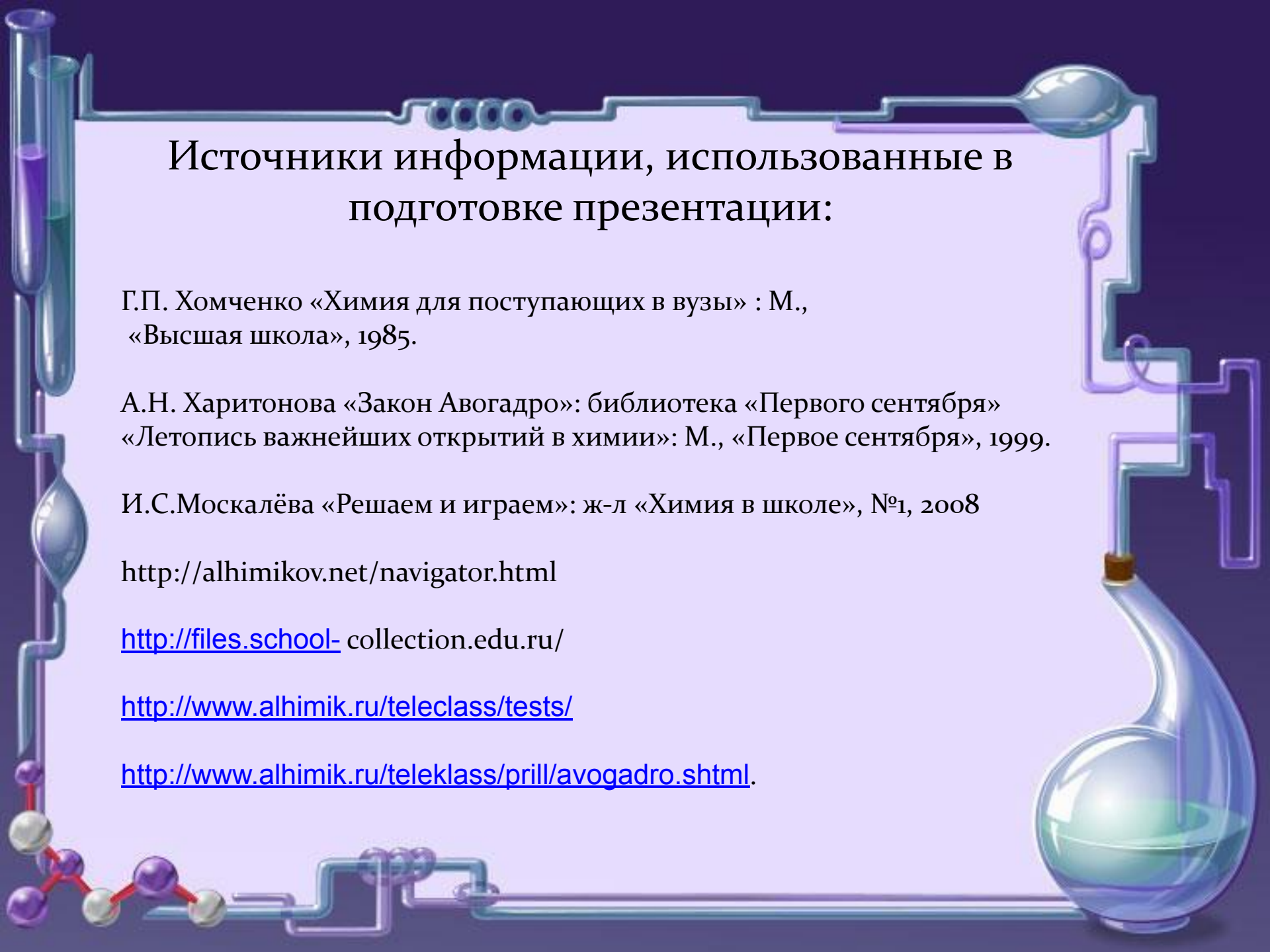
10 г

560 л

32 г/моль

17 г/моль



A decorative border surrounds the text, featuring various pieces of laboratory glassware such as test tubes, flasks, and a large round-bottom flask on the right. At the bottom left, there is a ball-and-stick molecular model. The background is a light purple gradient.

## Источники информации, использованные в подготовке презентации:

Г.П. Хомченко «Химия для поступающих в вузы» : М., «Высшая школа», 1985.

А.Н. Харитонов «Закон Авогадро»: библиотека «Первого сентября» «Летопись важнейших открытий в химии»: М., «Первое сентября», 1999.

И.С.Москалёва «Решаем и играем»: ж-л «Химия в школе», №1, 2008

<http://alhimikov.net/navigator.html>

<http://files.school-collection.edu.ru/>

<http://www.alhimik.ru/teleclass/tests/>

<http://www.alhimik.ru/teleclass/prill/avogadro.shtml>.