

# Приключения в Школе приведений

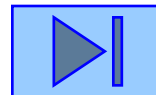
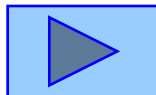
Урок решения задач в 10 классе  
Элективный курс

## Цели урока:

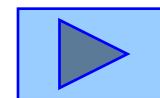
1. Закрепление знаний об идеальном газе, изопроцессах.
2. Формирование умений решения задач на применение уравнения состояния идеального газа и построение графиков изопроцессов.
3. Прививать интерес к решению задач по физике.

# Газовые законы

Учебная презентация для 10 класса



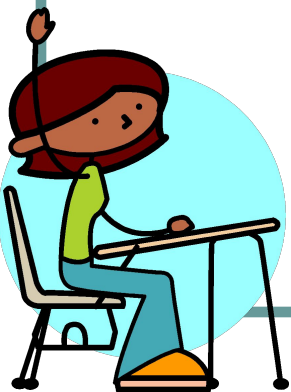
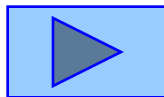
# Проверка



# Макроскопические параметры

Параметры, характеризующие состояние газа без учета его молекулярного строения, называются **макроскопическими**.

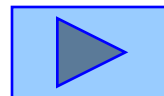
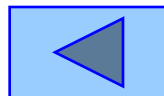
**?** Назовите эти параметры.



# Изопроцессы

Процессы, протекающие в термодинамической системе при одном неизменном макроскопическом параметре когда два других изменяются, называются **изопроцессами**.

**Вопрос: какие параметры называются макроскопическими?**



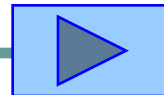
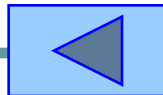
# Доказательство

Из уравнения Менделеева – Клапейрона для двух состояний одной массы газа следует:

$$P_1 V_1 = \frac{m}{M} RT$$

$$P_2 V_2 = \frac{m}{M} RT$$

Равенство левых и правых частей уравнения



# Изотермический процесс

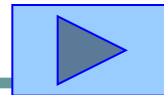
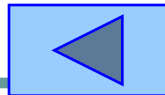
Процесс, протекающий в термодинамической системе при постоянной температуре, называется изотермическим.

$$T = \text{const}$$

Зависимость объема от давления при постоянной температуре называется законом Бойля-Мариотта.

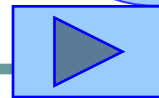
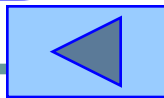
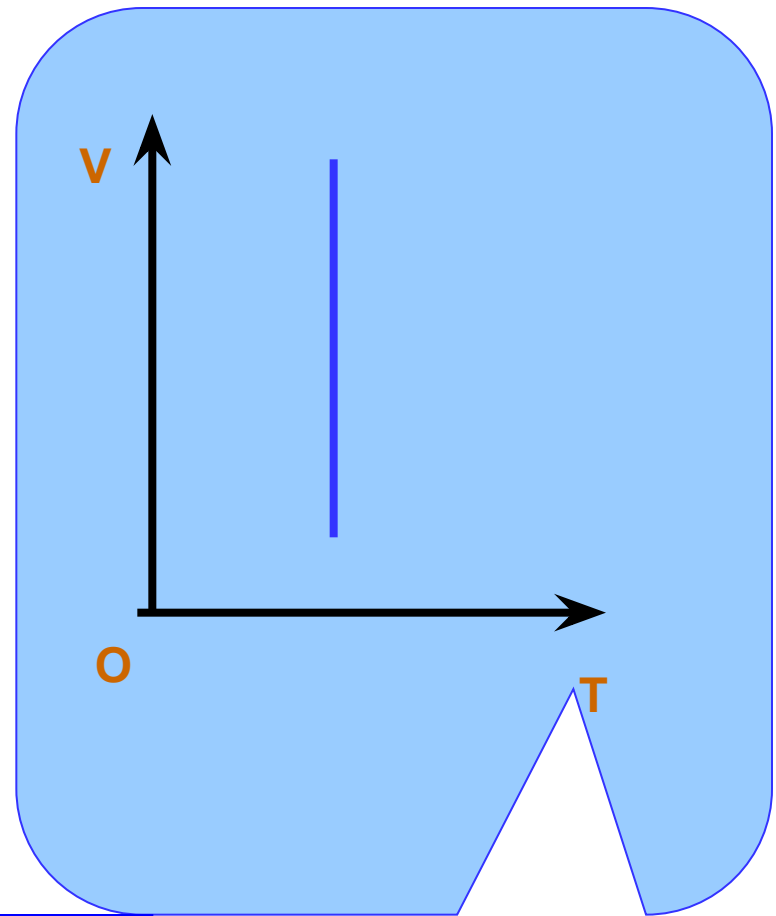
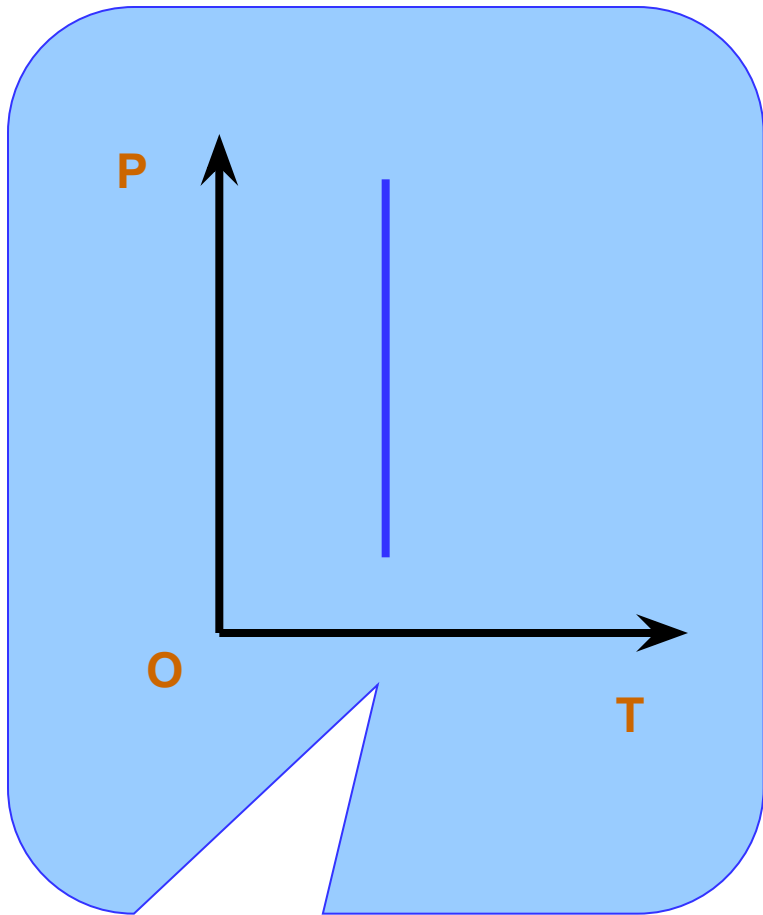
$$PV = \text{const}$$

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$



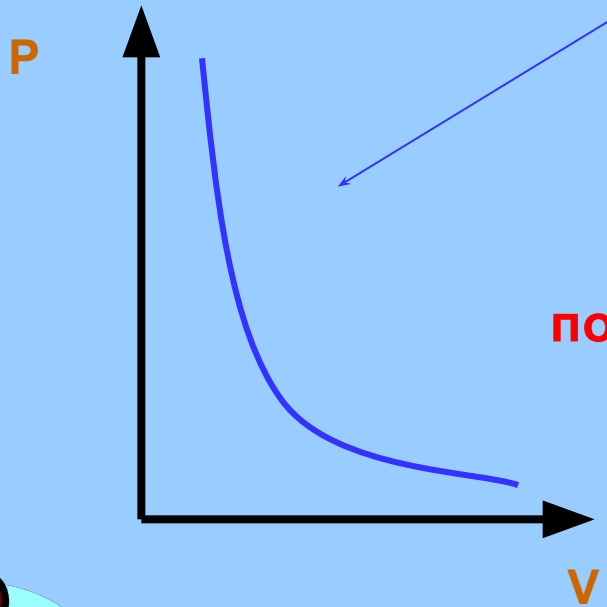


# Изотерма в координатах $P;T$ , $V;T$

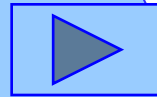


# График изотермического процесса

Изотерма



**Задание:**  
построить изотерму в координатах  
 $V; T, P; T$



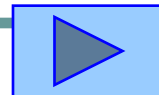
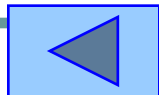
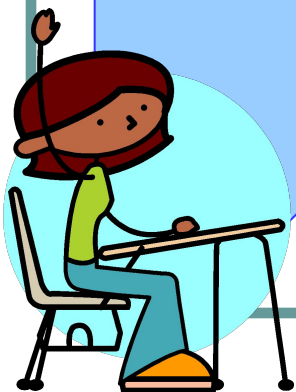
# Изохорный процесс

Процесс, протекающий в термодинамической системе при постоянном объеме, называется изохорным.

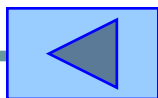
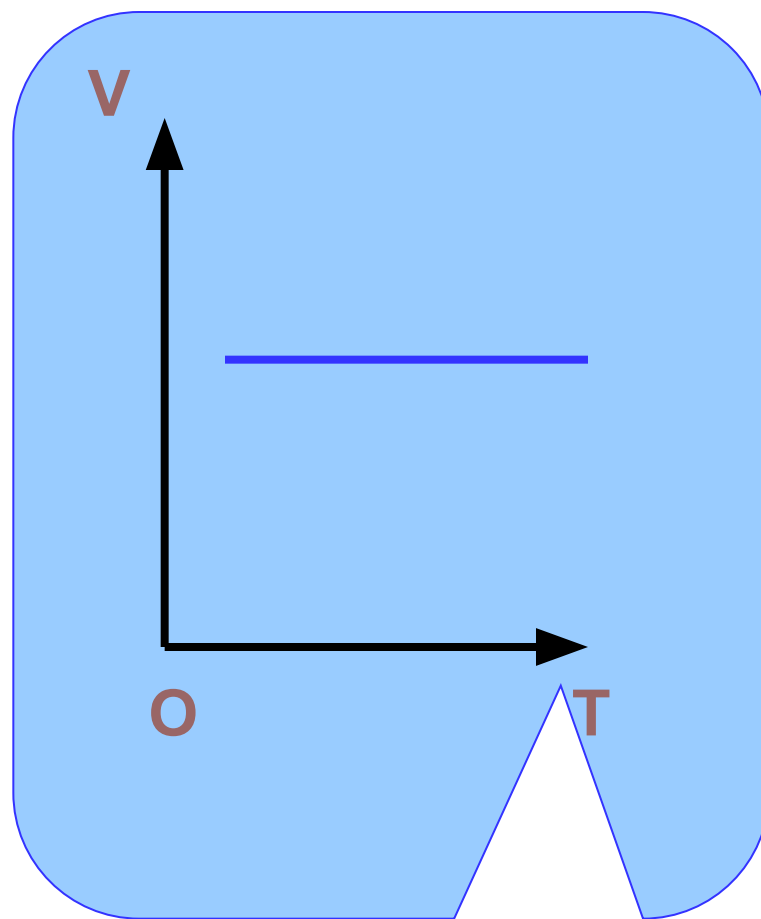
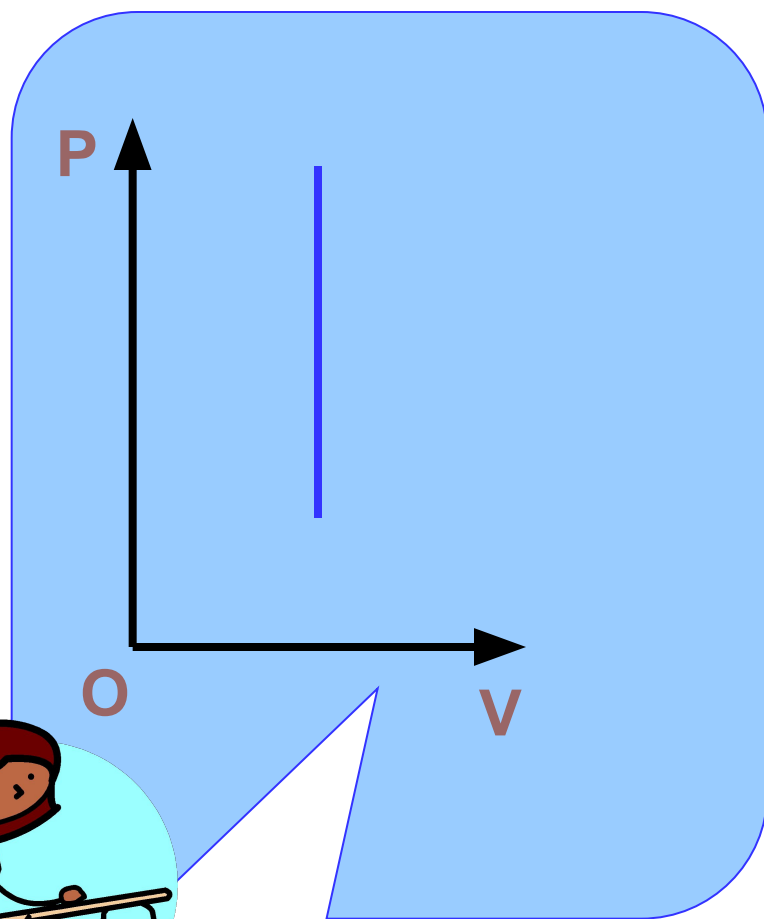
$$V = \text{const}$$

Зависимость давления термодинамической системы от температуры при постоянном объеме, называется законом Шарля.

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

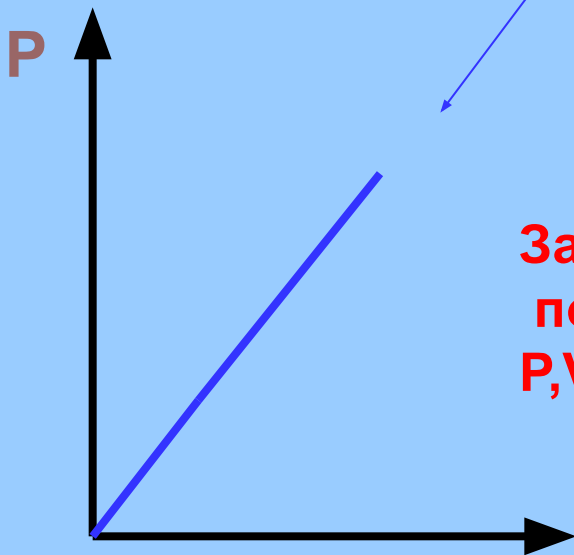


# Изохора в координатах $P, V$ ; $V, T$

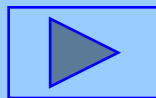


# График изохорного процесса

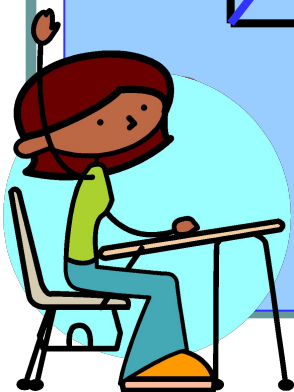
изохора



**Задание:**  
построить изохору в координатах  
 $P, V$ ;  $V, T$



Нажми  
для  
проверки



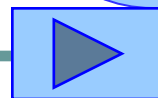
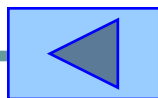
# Изобарный процесс

Процесс, протекающий в термодинамической системе при постоянном давлении, называется изобарным.

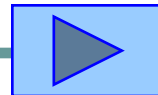
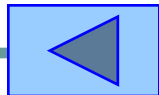
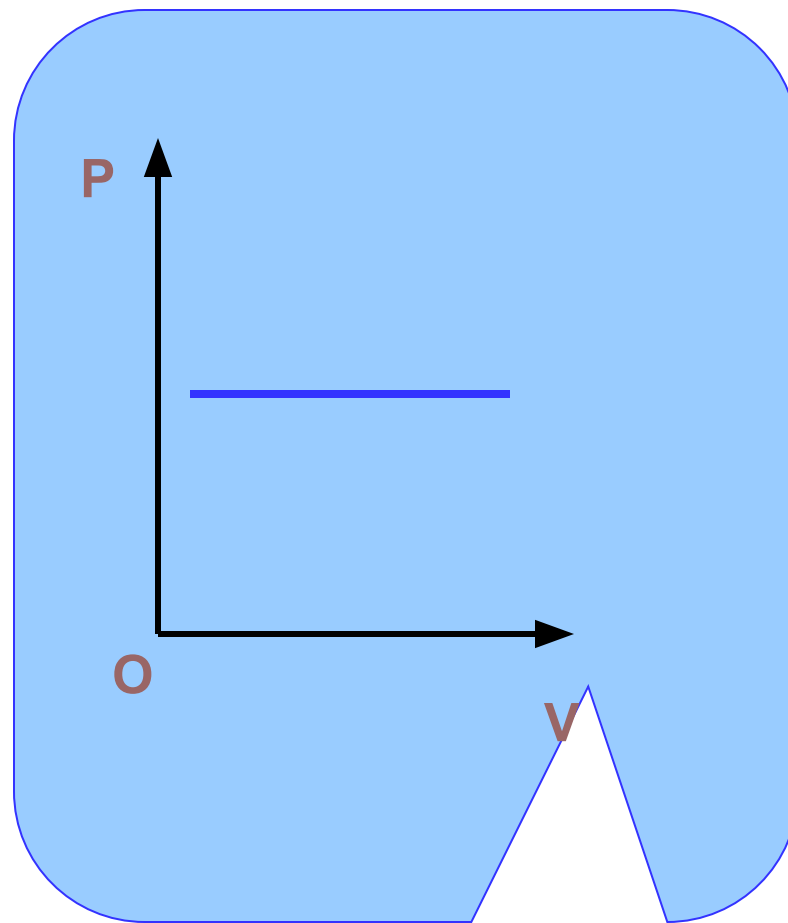
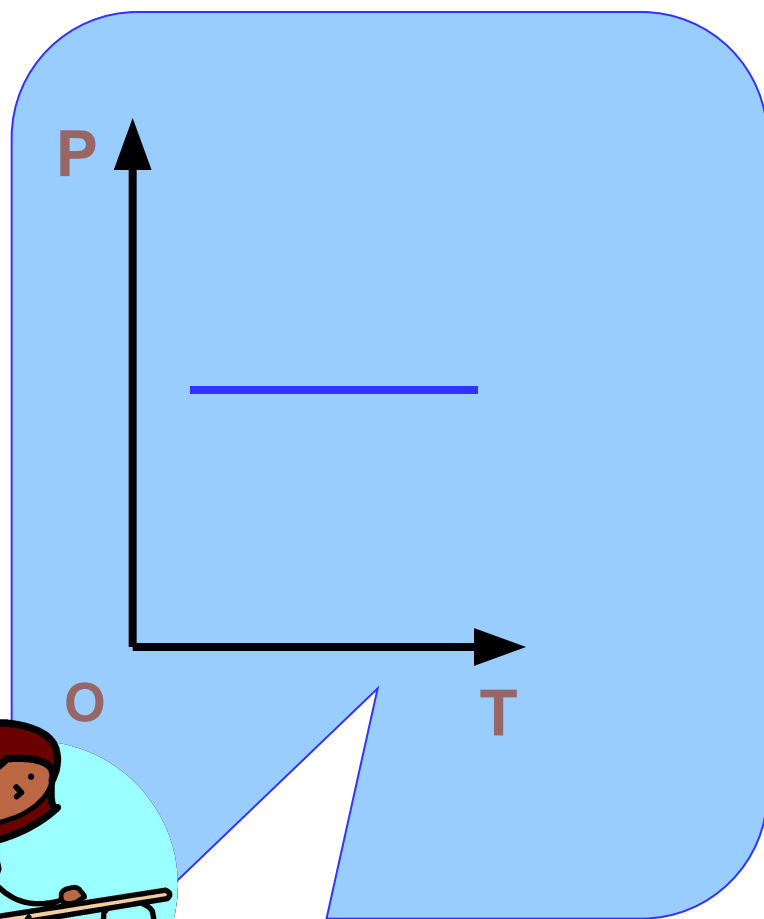
$$P = \text{const}$$

Зависимость объема термодинамической системы от температуры при постоянном давлении, называется законом Гей-Люссака

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

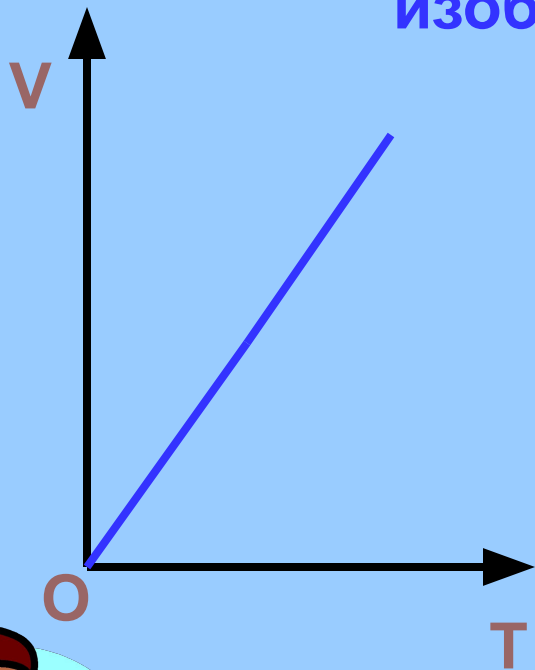


# Изобара в координатах $P, T$ ; $P, V$

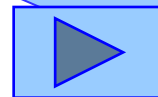


# График изобарного процесса

изобара



**Задание:**  
Построить изобару в координатах  $P$ ,  
 $T$ ;  $P, V$



Нажми  
для  
провер  
ки



# Подведем итог:

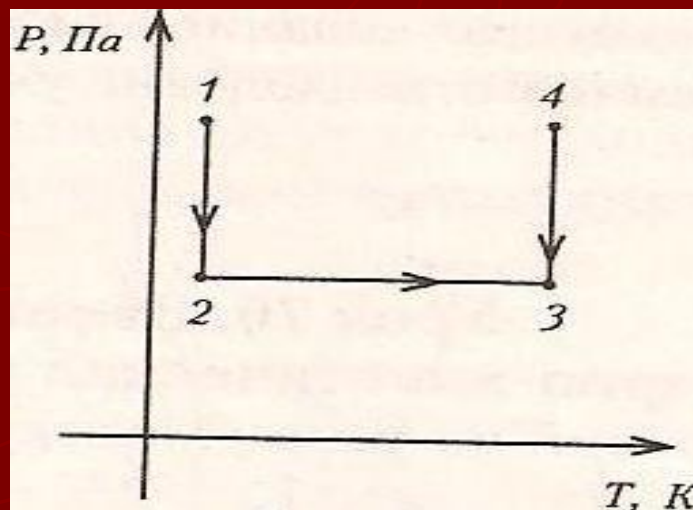
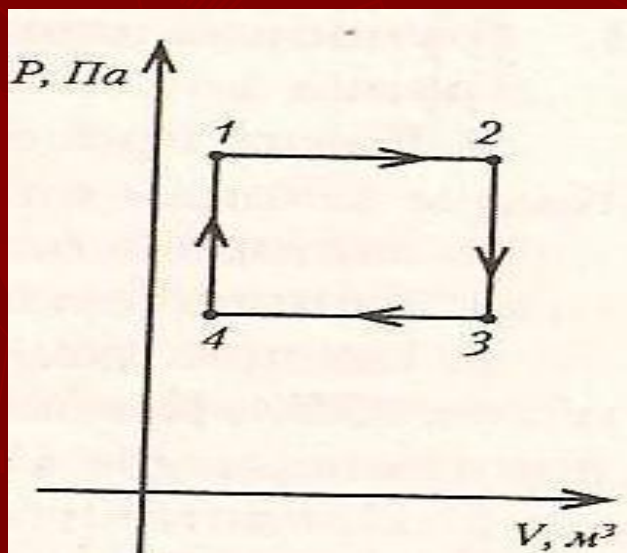
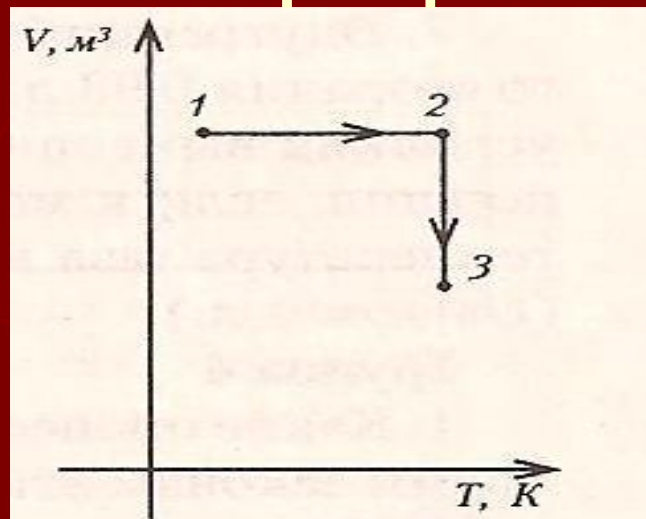
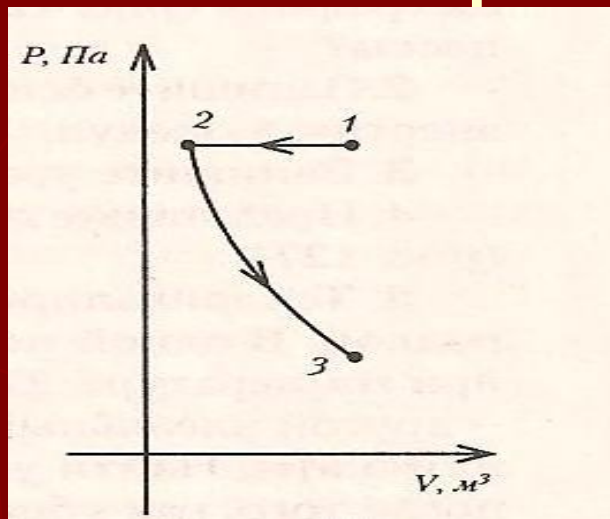
$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{V_2}{V_1} T = \text{const}, \text{ закон Бойля- Мариотта}$$

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2} V = \text{const}, \text{ закон Шарля}$$

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} P = \text{const}, \text{ закон Гей-Люссака}$$



# Определите, какие процессы изображены на графике



# Графическое представление газовых процессов

---

Базовый уровень  
10 класс



# Введение

---



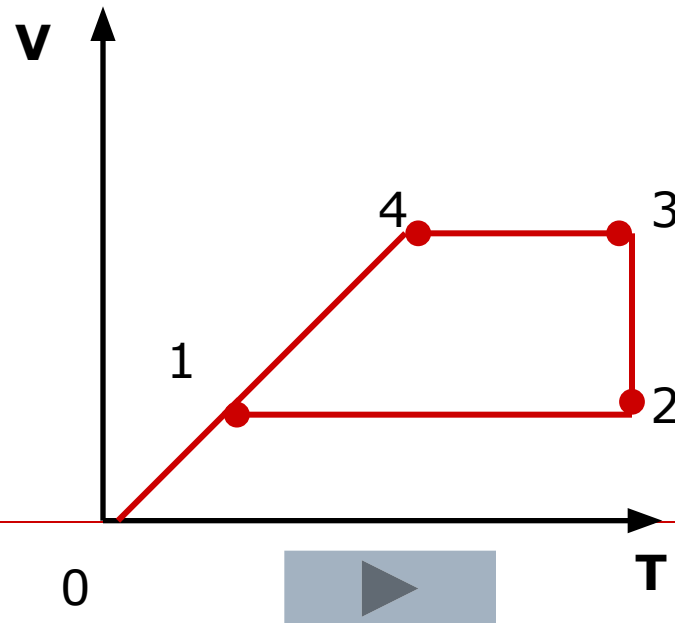
- Графики газовых процессов изображают в координатах  **$p, V$** ;  **$p, T$** ;  **$V, T$** .
- Перед построением графика следует получить аналитическое выражение функции процесса из уравнения Менделеева-Клапейрона или уравнений газовых законов.



# Задача

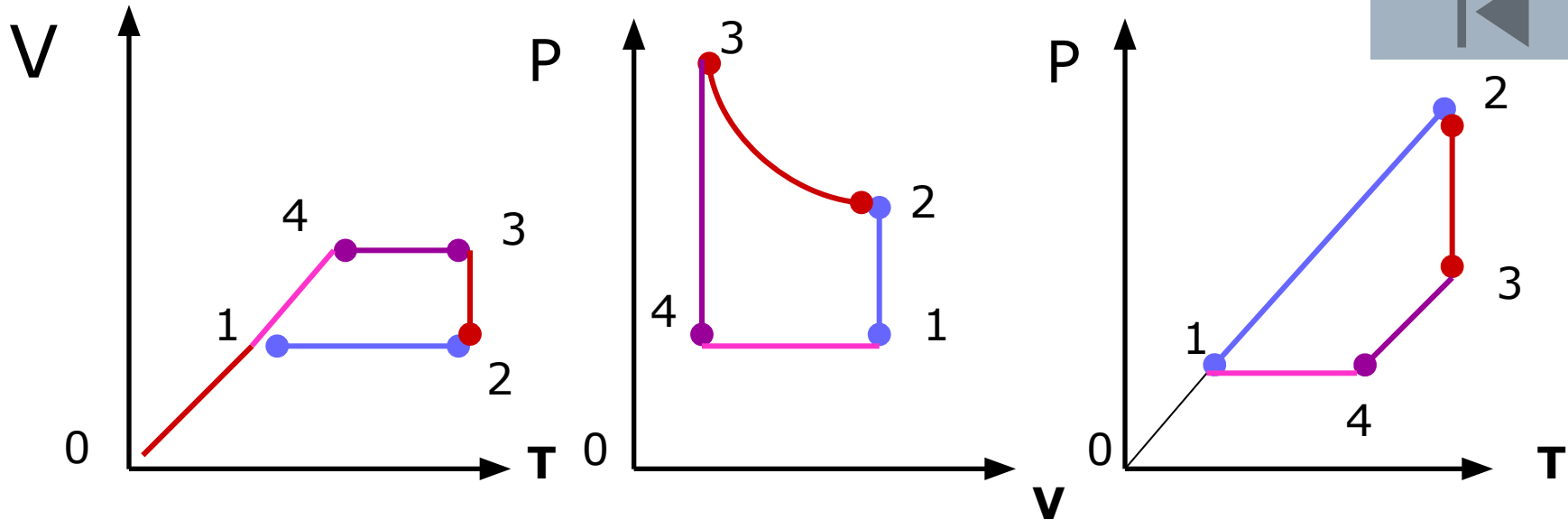
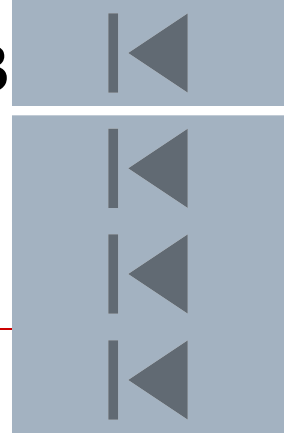
---

На рисунке в координатах  $V, T$  представлен график цикла газа некоторой массы (1 - 4). Изобразите этот цикл в координатах  $p, V; p, T$



Решение: 1 шаг: анализ участков цикла.

2 шаг: построение графиков.



**1-2**  
P=увел  
V=**const**  
T=увел  
З-н Шарля

**2-3**  
P=умен.  
T=**const**  
V=увел.  
З-н Бойля-  
Мариотта

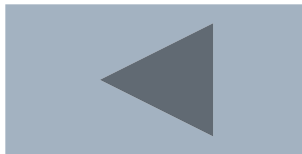
**3-4**  
P=умен  
V=**const**  
T=умен.  
З-н Шарля

**4-1**  
P=**const**  
V=умен  
T=умен  
З-н Гей-  
Люссака

# Участок 1-2

---

- Перевод газа из состояния 1 в состояние 2 совершается при **увеличении** температуры и давления при **постоянном** объеме, этот участок отображает изохорное нагревание газа.
- Построим это участок в координатах  **$p, V; p, T$** .



# Участок 2-3

---

- Перевод газа из состояния 2 в состояние 3 совершается при **постоянной** температуре и если давление уменьшается, то объем растет, этот участок отображает **изотермическое** расширение газа.
- Построим этот участок в координатах  **$p, V$ ;  $p, T$ .**
- 





# Участок 3-4

---

- Перевод газа из состояния 3 в состояние 4 совершается при **уменьшении** температуры и давления при **постоянном** объеме, этот участок отображает изохорное охлаждение газа.
- Построим это участок в координатах  **$p, V; p, T$** .



# Участок 4-1

---

- Перевод газа из состояния 4 в состояние 1 совершается при **уменьшении** температуры и объема при **постоянном** давлении, этот участок отображает изобарное сжатие газа.
- Построим это участок в координатах  **$p, V; p, T$ .**



# Ученики школы Привидений:

- ▶ *Каспер* – водород,
- ▶ *Микки* – воздух,
- ▶ *Олес* – углекислый газ,
- ▶ *Лулу* – идеальный газ,
- ▶ *Лоло* – гелий,
- ▶ *Лили* – аргон,
- ▶ *Марго и Янек* – просто газы,
- ▶ *Ольгерд* – азот,
- ▶ *Рышард* – инертный газ.

# Задача 1

- ▶ Каспер решил отдохнуть и залез в банку объемом 20 л. Найдите давление Каспера, если его масса 4 г и температура  $27^{\circ}\text{C}$ .



▶ СИ:

▶  $m = 4 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$

▶  $V = 2 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3$

▶  $T = 300 \text{ К}$

▶  $M = 2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$

▶  $p - ?$

▶ Решение:

$$pV = \frac{m}{M} RT$$

$$p = \frac{m}{M} \frac{RT}{V}$$

▶ Ответ:

$$p = \langle \dots \rangle \approx 2.5 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

## Задача 2

- ▶ Лулу, идеальную во всех отношениях, в темном коридоре подкараулили завидующие её фигуре Лоло и Лили. После того как Лулу как следует разозлили, её абсолютная температура увеличилась в 2 раза, а давление подскочило на 25 %. Нанесло ли все это урон фигуре Лулу и во сколько раз изменился её объем?

▶ Дано:

▶  $T_1 = T$

▶  $T_2 = 2T$

▶  $p_1 = p$

▶  $P_2 = 1,25p$

▶ Решение:

---

$$\frac{V_2}{V_1} = ?$$

► Решение:

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{m}{M} R$$

$$\frac{p_2 V_2}{T_2} = \frac{m}{M} R$$

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$$

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{p_1 T_2}{p_2 T_1} = \frac{p_1 \cdot 2T_1}{1,25 p_1 T_1} = 1,6$$



# Задачи

- ▶ Задача Ивлевой Юли
- ▶ Задача о Марго
- ▶ Задача про трубку с ртутью
- ▶ Задача о Янеке
- ▶ Задача

Проверь свои знания по  
теме  
«Уравнение состояния  
идеального газа»

Тренировочный тест



# 1. Назови макроскопические параметры:

---

Масса, давление, объем, температура

давление, объем, температура



$P, V, T$



К макроскопическим параметрам идеального газа относятся: давление, объем и температура!



## 2. Из предложенных формул выбери уравнение состояния идеального газа

---

$$P = 1/3 m_0 v_2 n$$

$$P = 2/3 n E$$

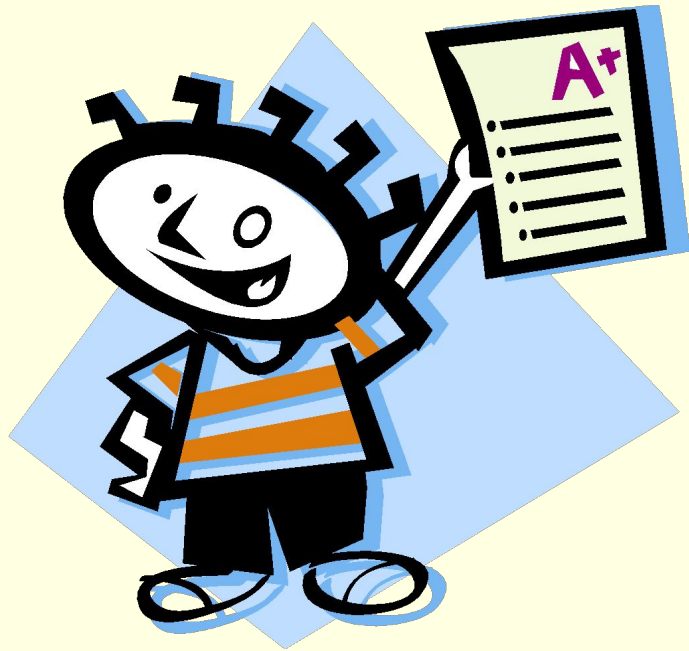
$$PV = m/MRT$$

$$PV = 3/2 kT$$



# Неправильно!

Повтори теорию!



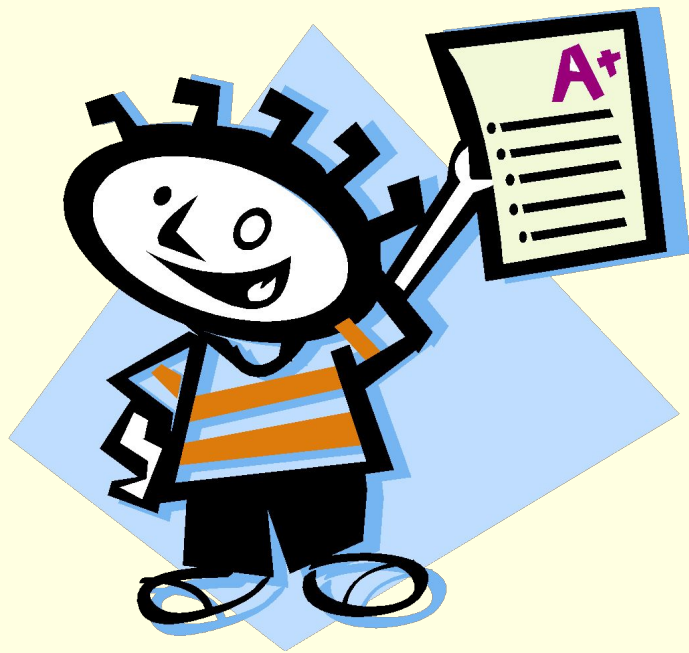
# Молодец!

Переходи к следующему  
вопросу



# Неправильно!

Повтори теорию!





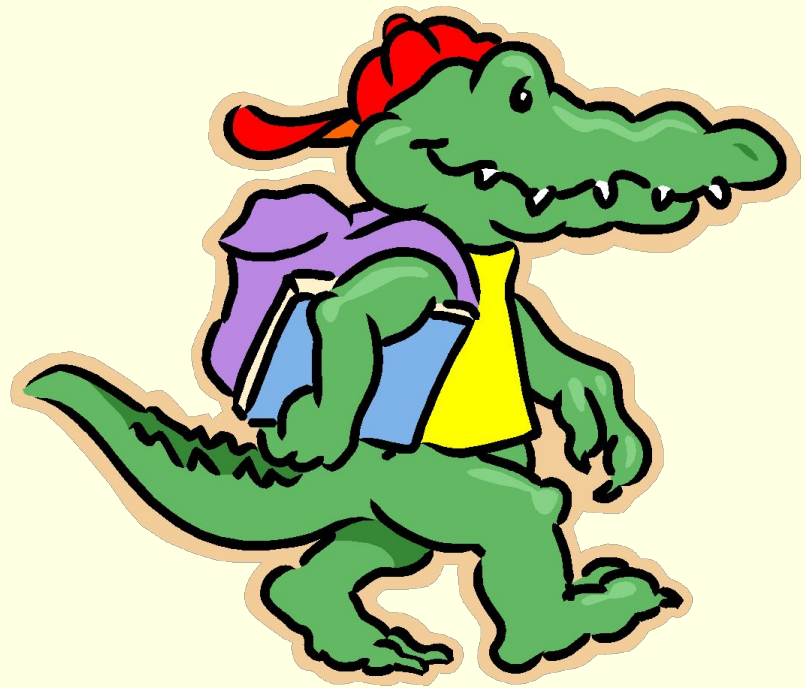

$$pV = m/MRT$$

Уравнением состояния  
идеального газа называется  
зависимость между  
макроскопическими  
параметрами: давлением,  
объемом и температурой!



# Молодец!

Переходи к следующему  
вопросу



### 3. Масса газа равна:

---

$$m = RT/pvM$$

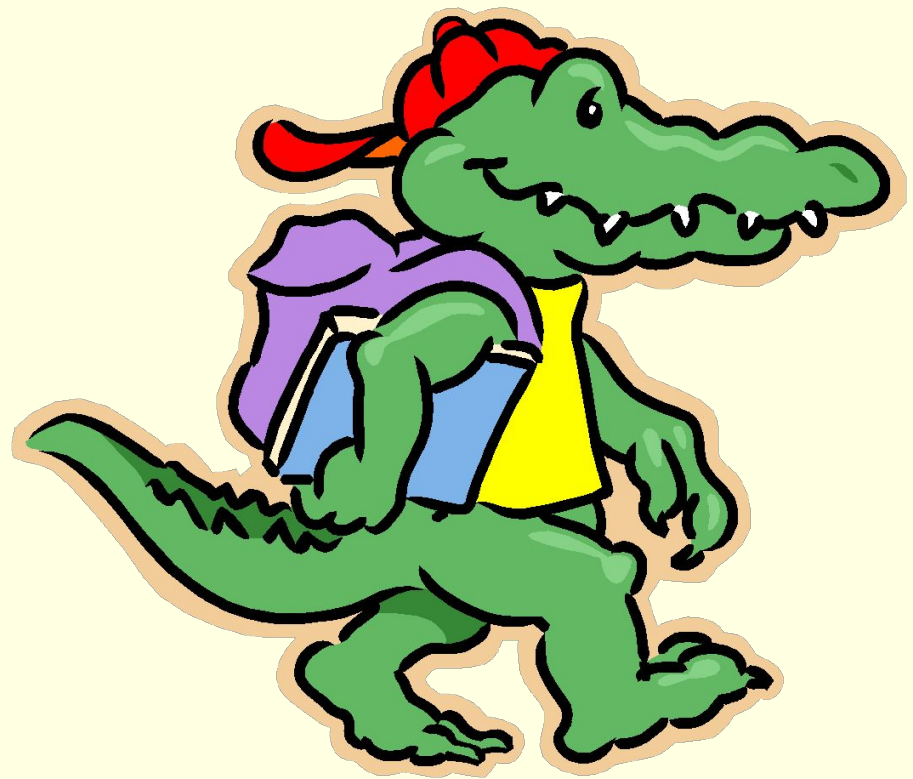
$$m = vM/pRT$$

$$m = pvM/RT$$

$$m = pRT/vM$$

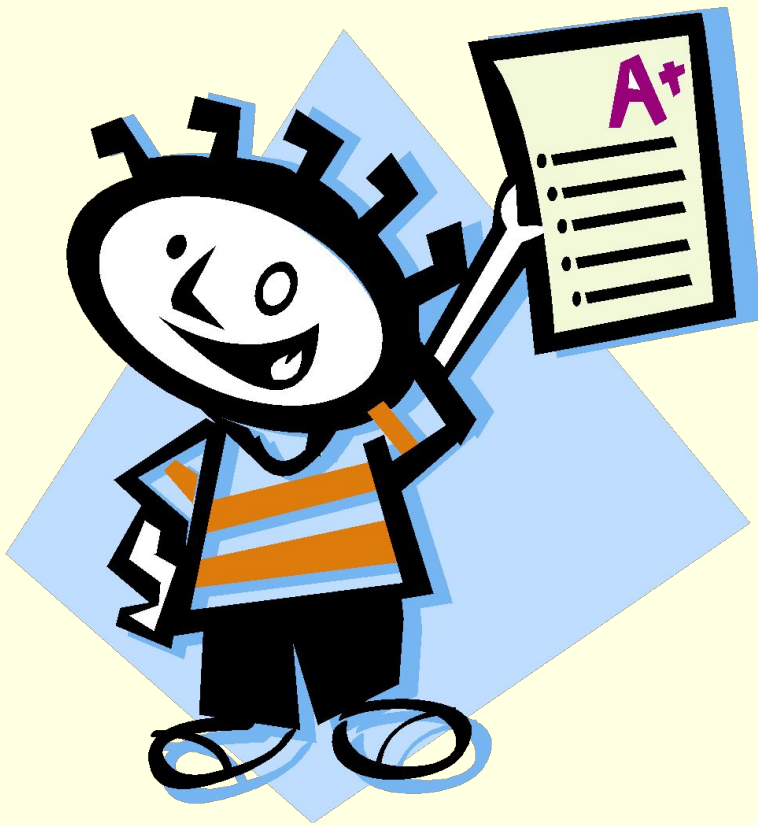
# Молодец!

Переходи к следующему  
вопросу



# Неправильно!

Повтори теорию!




$$pV = m/MRT$$

Чтобы выразить неизвестную величину из уравнения Менделеева – Клапейрона, умножь левую и правую часть уравнения на знаменатель (**M**), получишь:  **$pVM = mRT$** , найди неизвестный множитель, разделив произведение на известные множители.



# 4. Универсальная газовая постоянная равна:

---

$$6,022 * 10^{23} \text{ моль}^{-1}$$

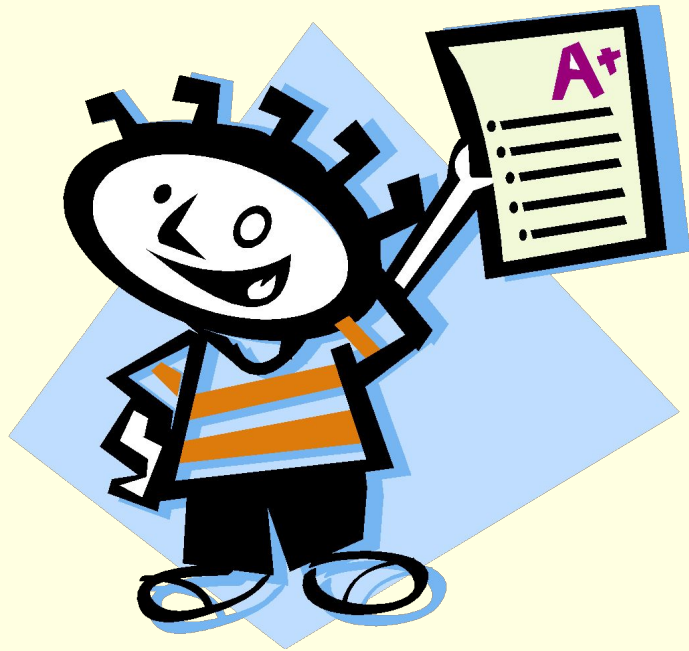
$$8,31 \text{ Дж/ (моль*К)}$$

$$1,38 * 10^{-23} \text{ Дж/К}$$



# Неправильно!

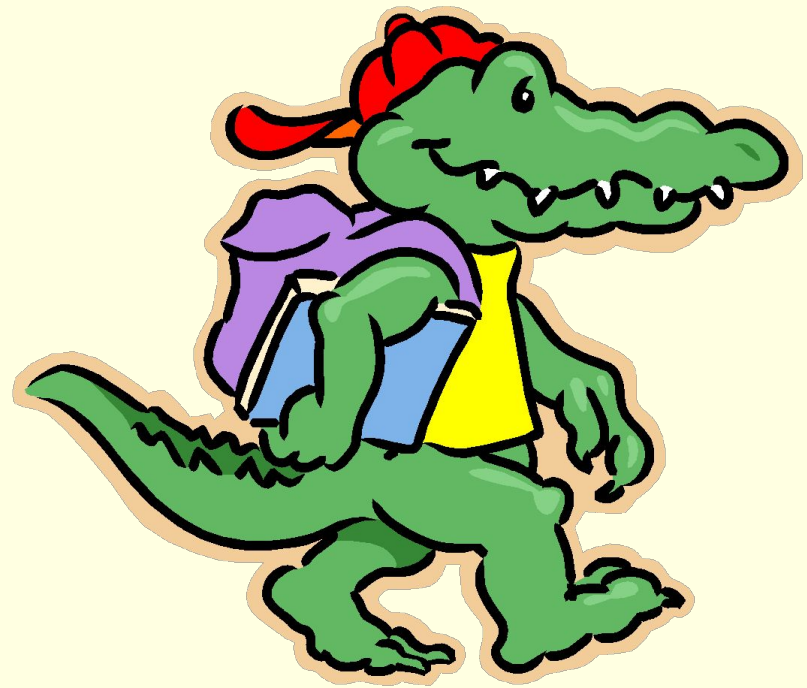
Повтори теорию!





# Молодец!

Переходи к следующему  
вопросу




$$k N_A = R$$

Универсальной газовой  
постоянной называется  
произведение числа  
Авогадро и постоянной  
Больцмана:  $6,02 * 10^{23} * 1,38$   
 $* 10^{-23}$



5. Процесс изменения состояния термодинамической системы макроскопических тел при постоянной температуре называется...

---

**изобарный**

**изотермический**

**изохорный**




$$pv = \text{const}$$

Согласно уравнению состояния газа в любом состоянии с неизменной температурой произведение давления газа на его объем остается постоянным.

**Процесс изотермический.**

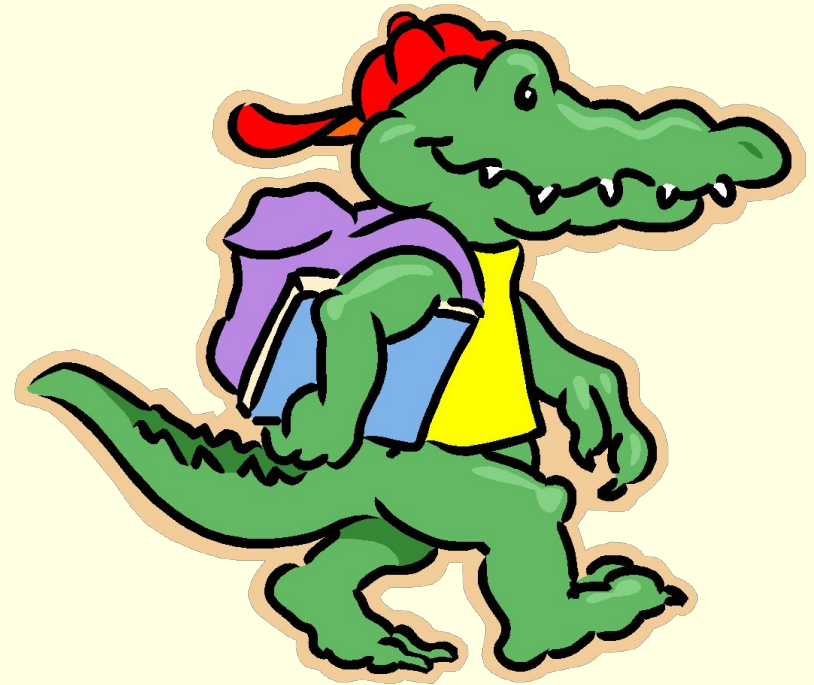
$$T = \text{const}$$

**Закон Бойля-Мариотта**



# Молодец!

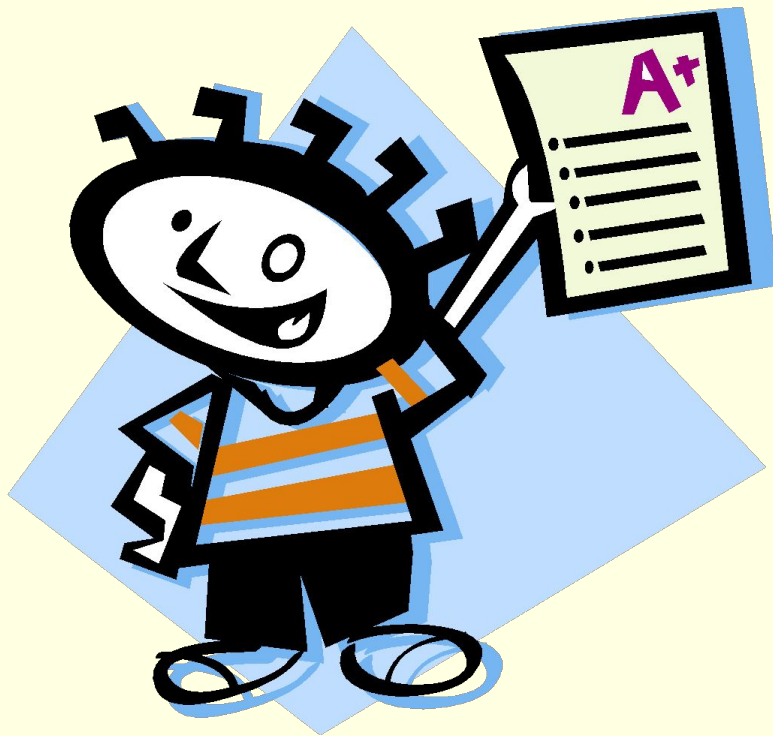
- Переходи к следующему вопросу



# Неправильно!

---

Повтори теорию!



# 6. Газовый закон для изобарного процесса – это...

---

$$PV = \text{const}$$

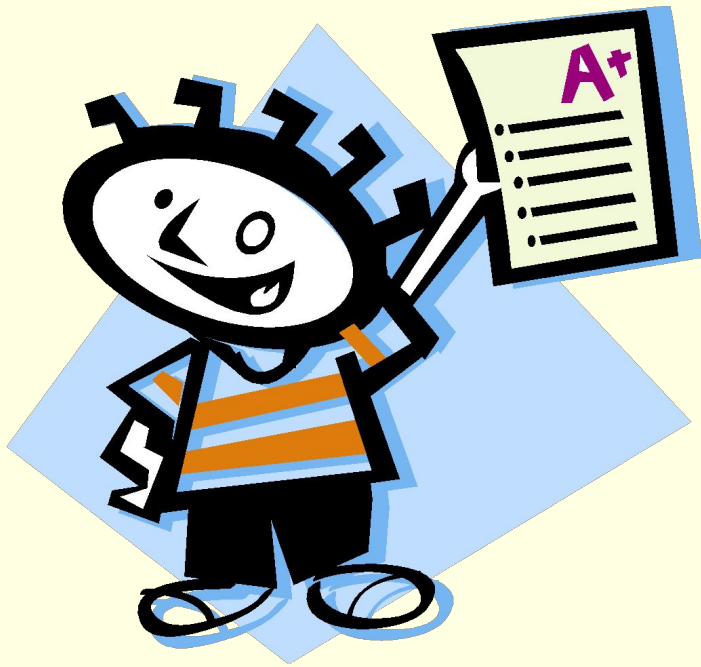
$$v/T = \text{const}$$

$$p/T = \text{const}$$

# Неправильно!

---

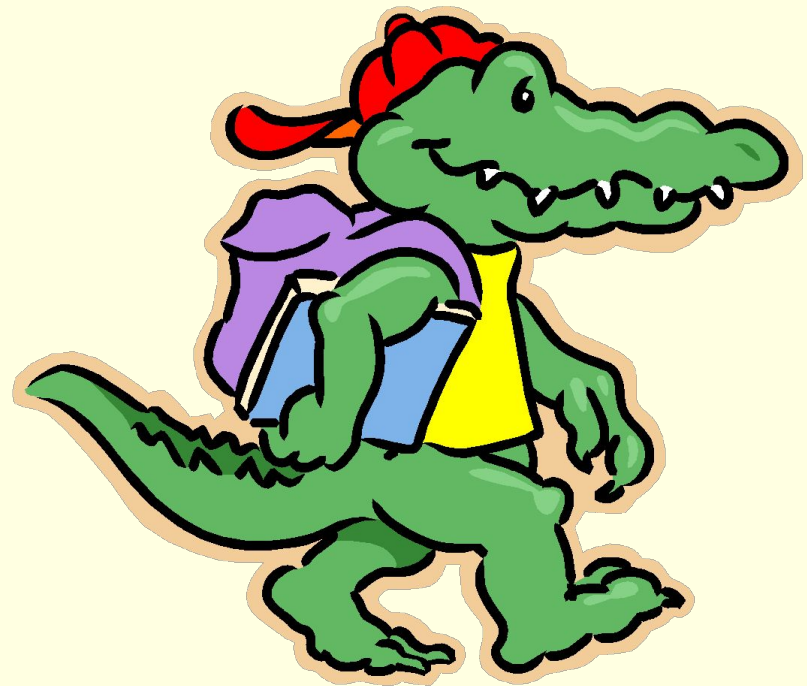
Повтори теорию!





# Молодец!

Переходи к следующему  
вопросу



$$P = \text{const}$$



Для данной массы газа  
отношение объема к  
температуре постоянно,  
если давление газа не  
меняется.

$v/T = \text{const}$   
Закон Гей-Люссака.



# 7. Газовый закон Шарля устанавливает зависимость между:

---

**Давлением и  
объемом**

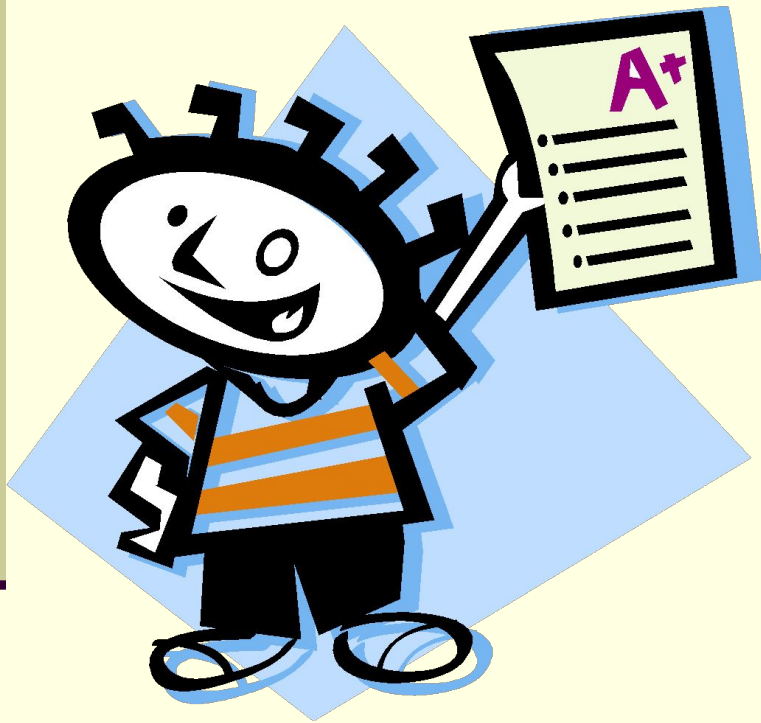
**Объемом и  
температурой**

**Между давлением и  
температурой**

# Неправильно!

---

Повтори теорию!



# Поздравляю!

Переходи к следующему  
вопросу

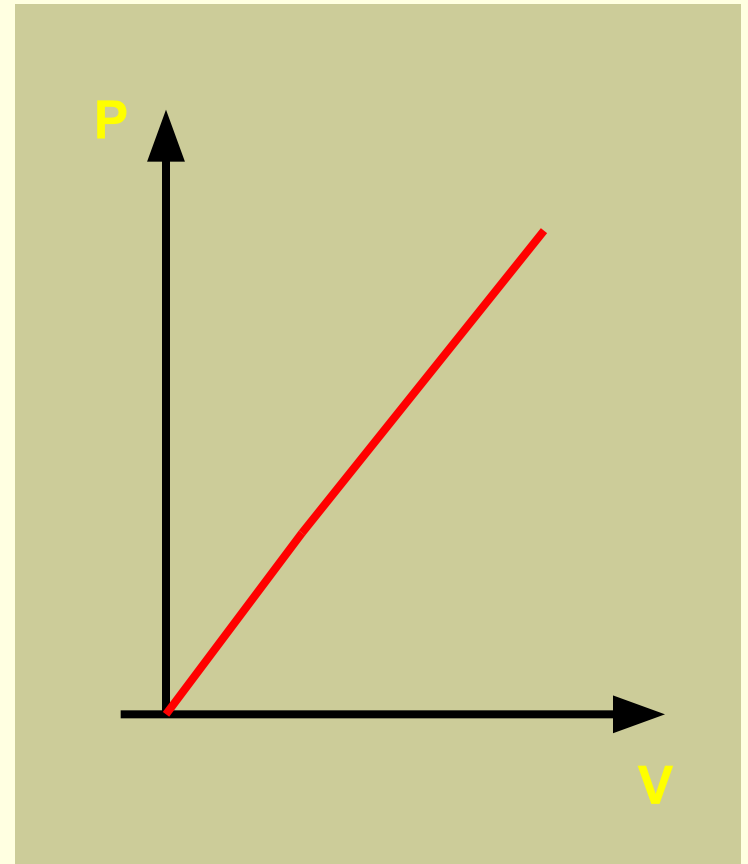
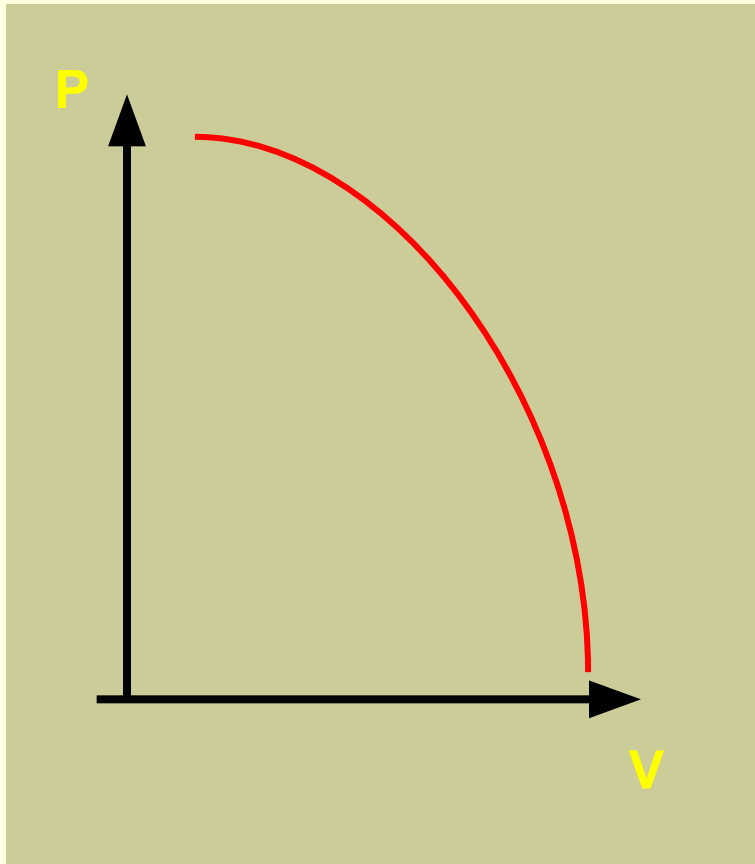



$$p/T = \text{const}$$

Процесс изменения состояния термодинамической системы при постоянном объеме называют **изохорным**.  
**Газовый закон Шарля.**  
 **$V = \text{const}$ .**

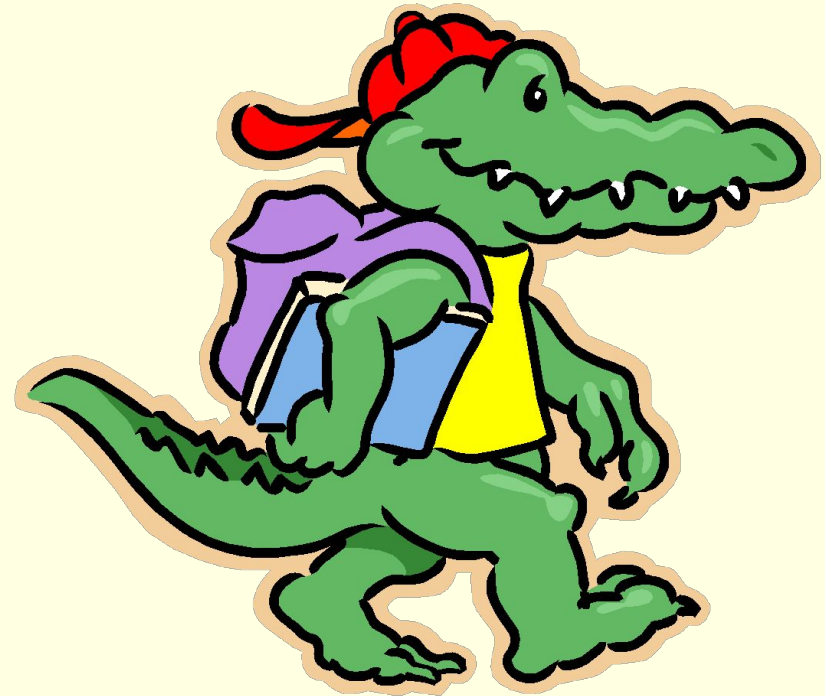
8. Графиком изотермического процесса в координатах  $PV$  является:

---



# Поздравляю!

Переходи к следующему  
вопросу

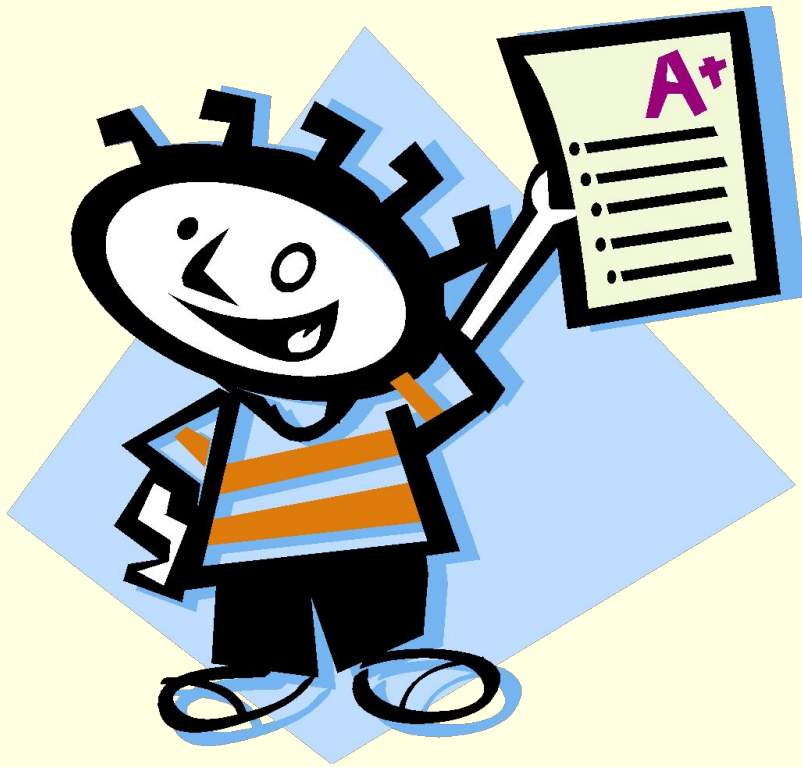




# Неправильно!

---

Повтори теорию!

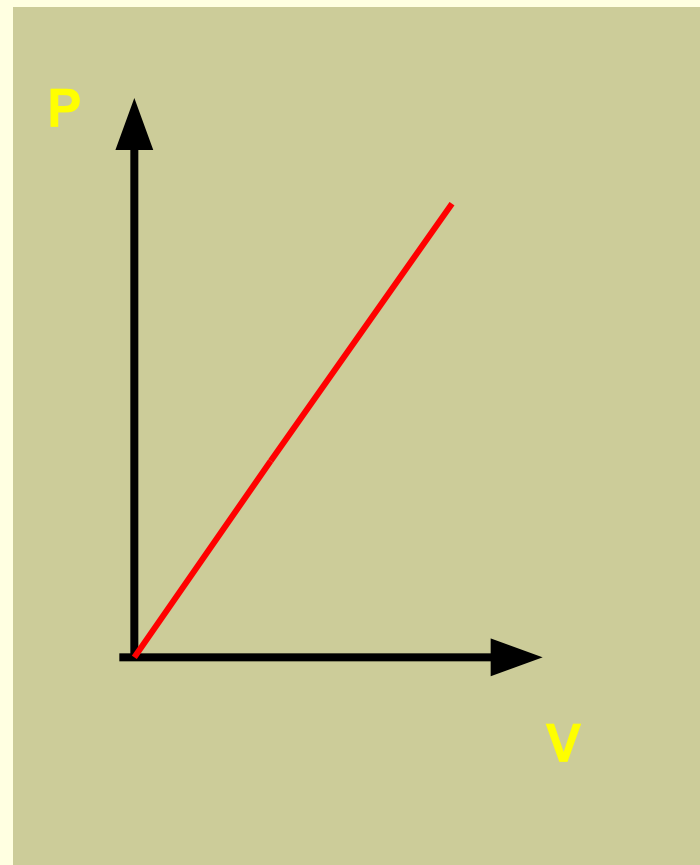
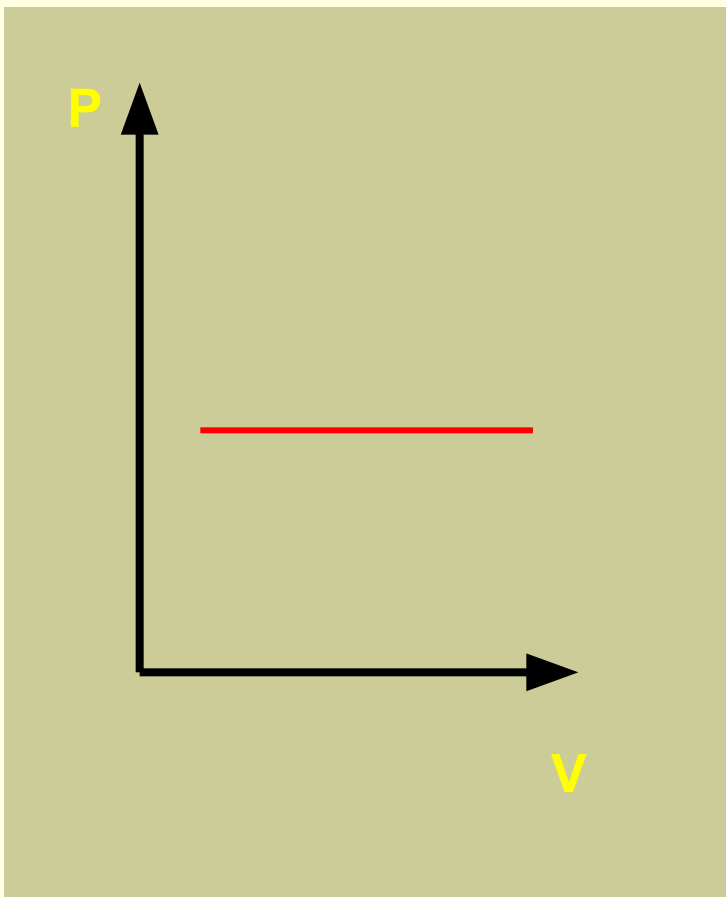




Зависимость между давлением и объемом в изотермическом процессе обратно пропорциональная. Графиком в координатах  $PV$  является **изотерма – гипербола.**

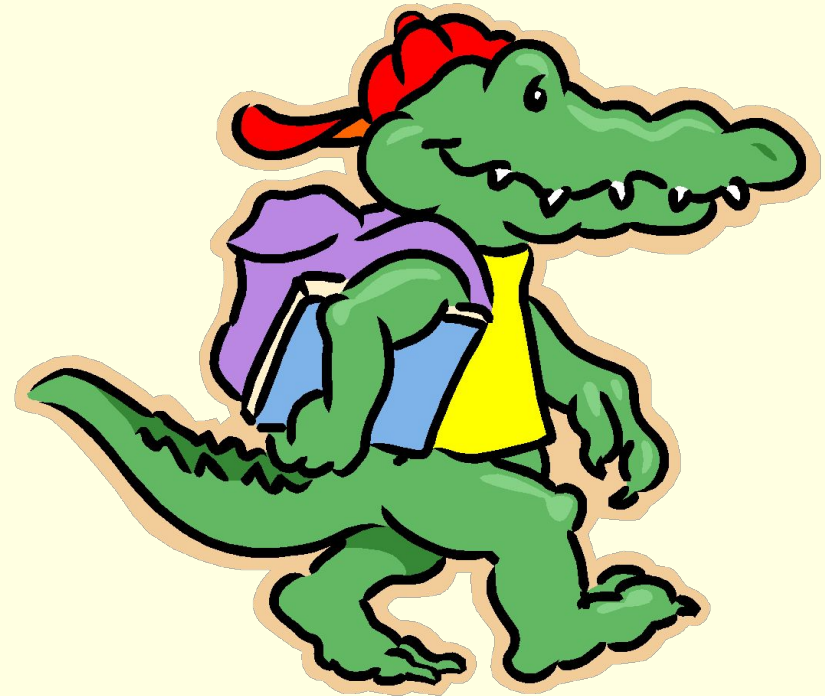


9. Графиком изобарного процесса в координатах  $PV$  является:



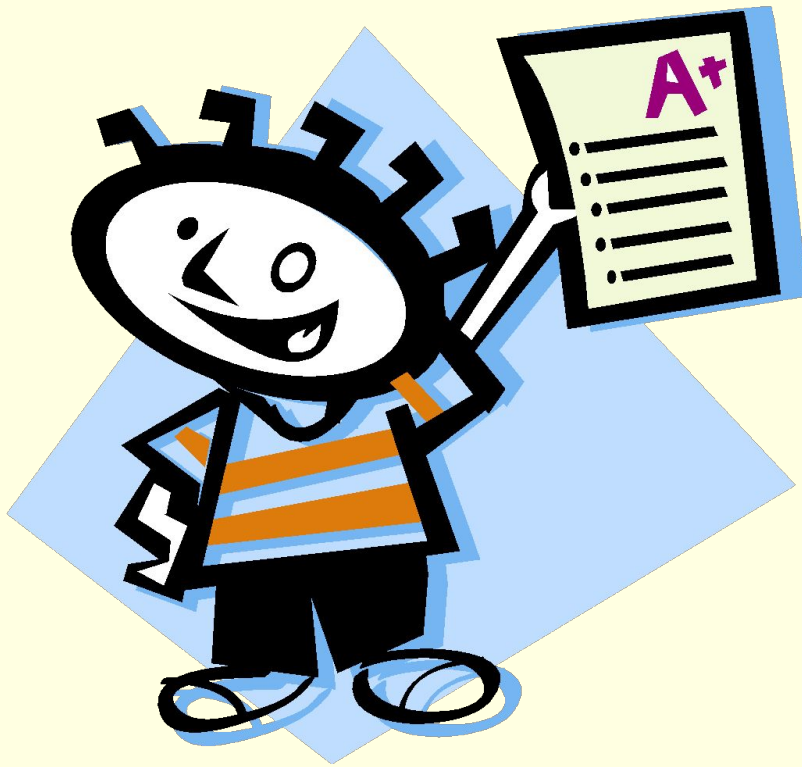
# Поздравляю!

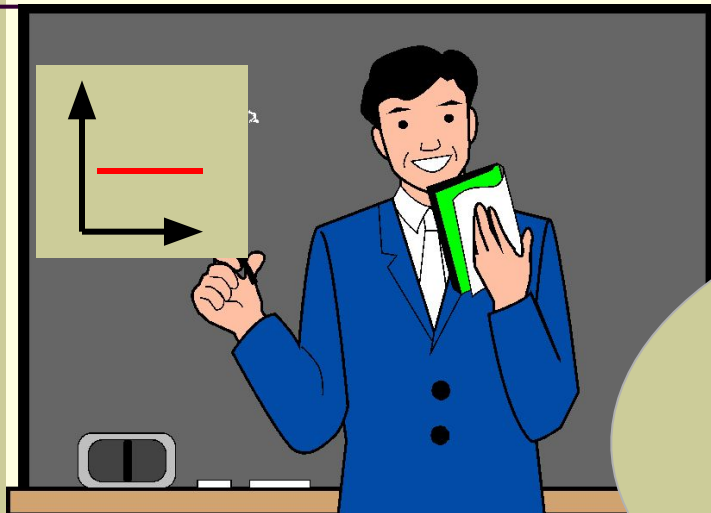
Переходи к следующему  
вопросу



# Неправильно!

Повтори теорию!



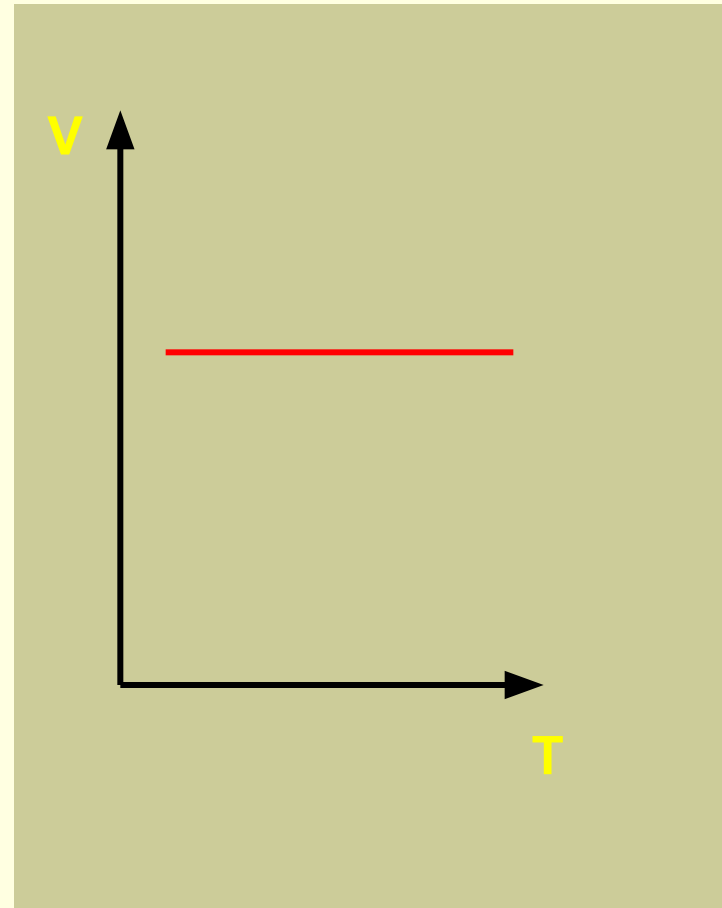
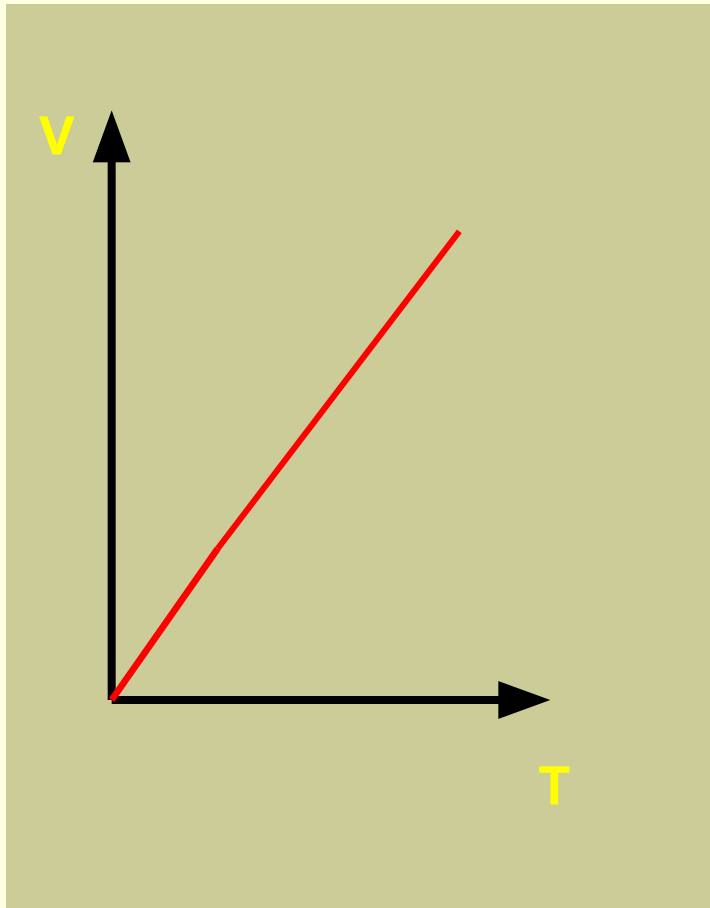


Если процесс изобарный  
давление постоянно, в  
координатах  $PV$  график прямая  
линия **параллельная оси**  
объема.



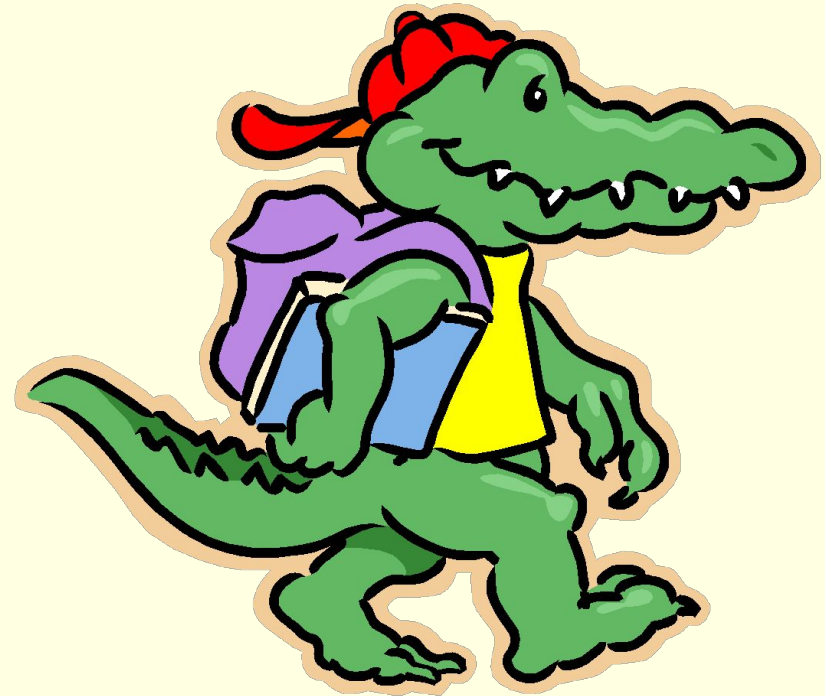
10. Графиком изохорного процесса в координатах  $V$  $T$  является:

---



# Поздравляю!

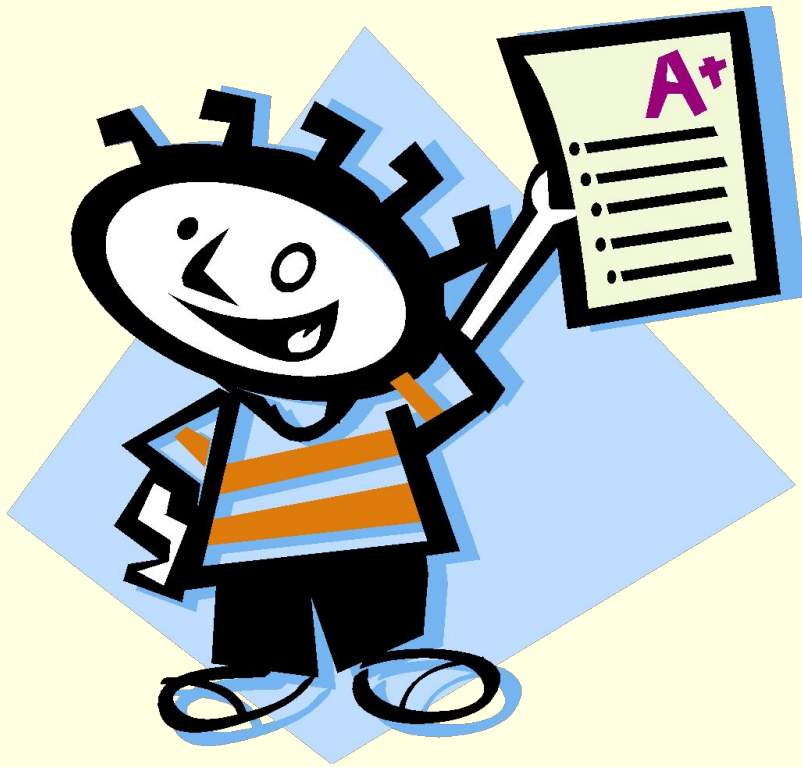
Переходи к следующему  
вопросу

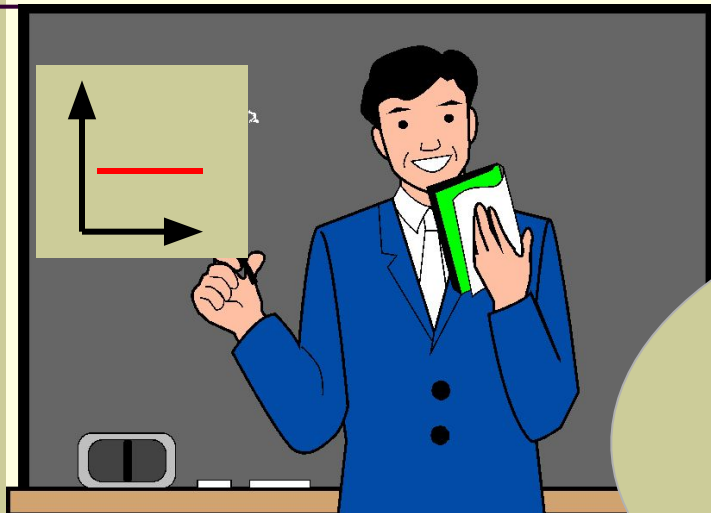




# Неправильно!

Повтори теорию!





Если процесс изохорный  
объем постоянный, в  
координатах VT график -  
прямая линия **параллельная**  
оси температуры.



# Реши задачу:

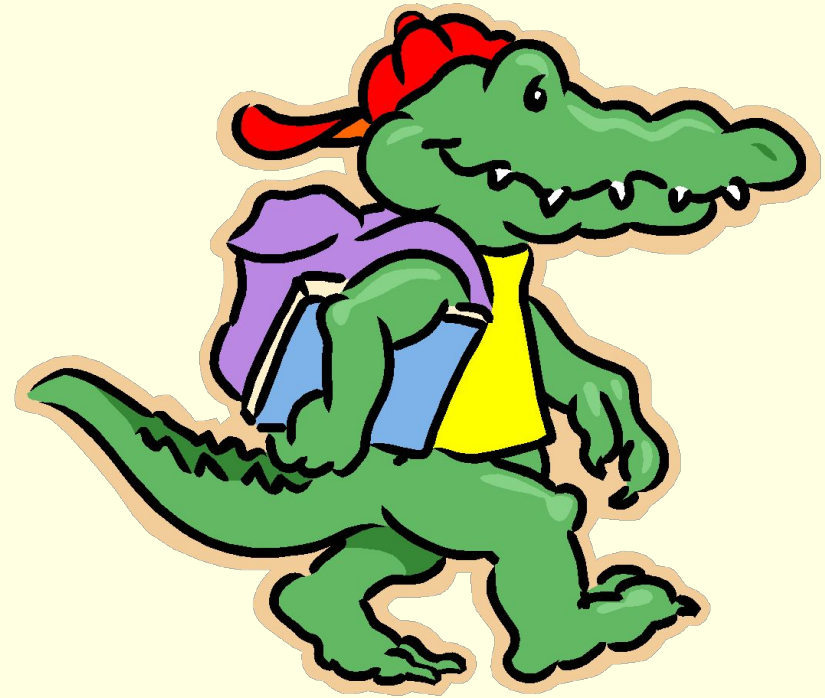
Найди давление газа бутана ( $C_4H_8$ ) в баллоне для портативных газовых плит объемом 0,5 л и массой 250г при температуре 20 °С

21,7 МПа

12кПа

# Поздравляю!

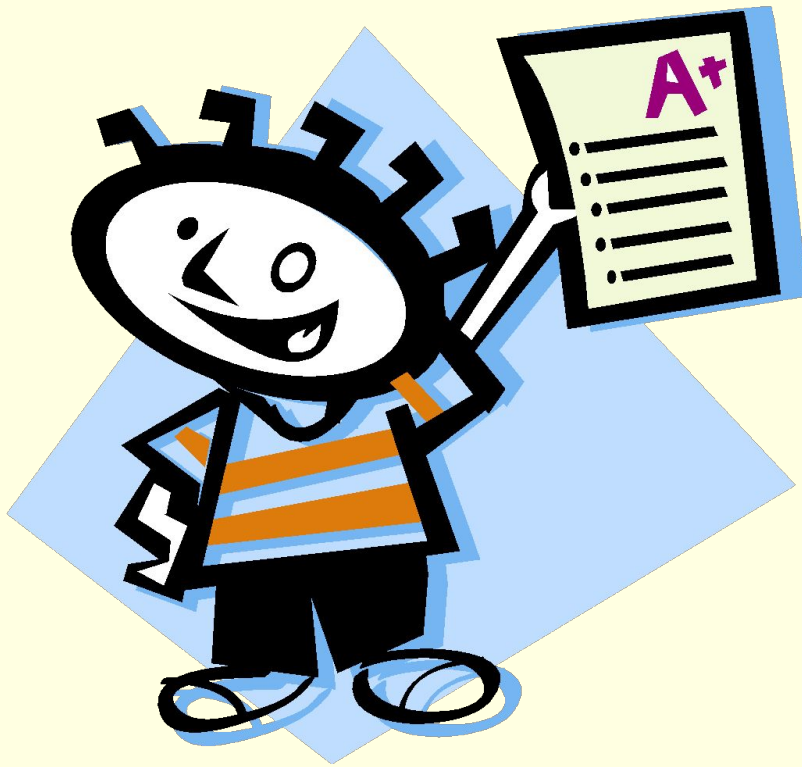
Переходи к следующей  
задаче



# Неправильно!

---

Посмотри решение





**Решение:**  
Переведи единицы измерения  
объема, массы, температуры в  
СИ.

Найди молярную массу бутана:

$$M = (4 \cdot 12 + 1 \cdot 8) \cdot 10^{-3} = 56 \cdot 10^{-3}$$

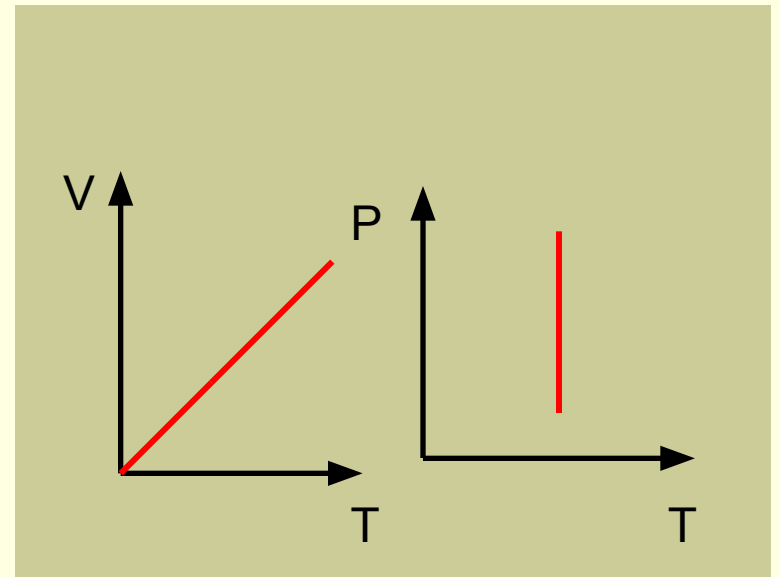
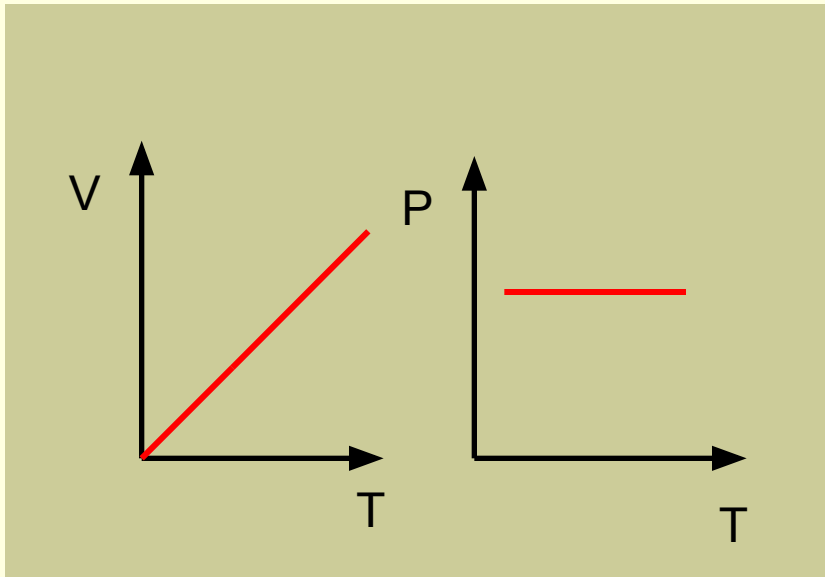
кг/моль

Из уравнения М-К вырази  
давление:  $p = mRT / VM$ , выполни  
вычисления.



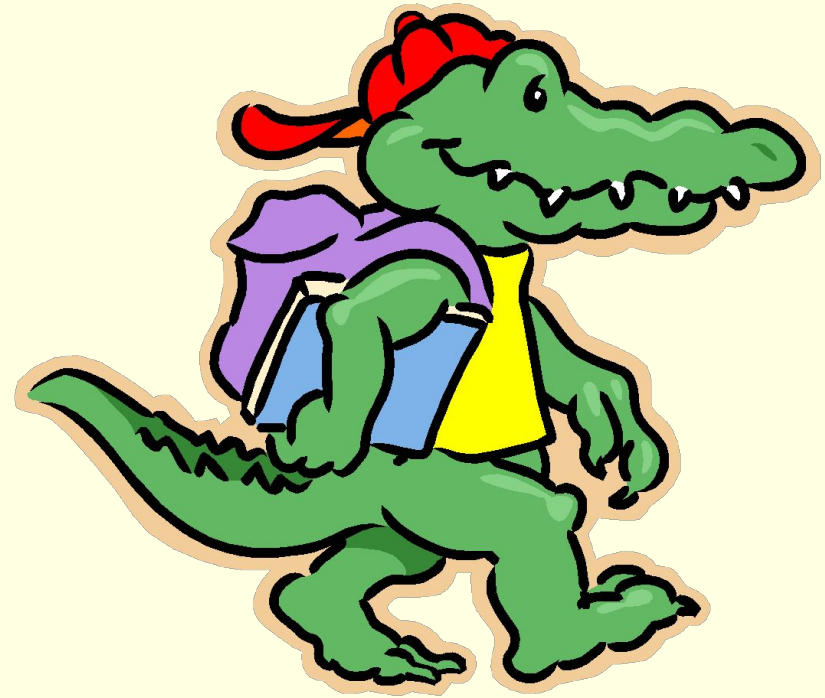
# Реши задачу:

Изобрази изобару в координатах VT и PT



# Поздравляю!

Переходи к контрольному  
тесту





# Неправильно!

Повтори теорию

