

# Приключения в Школе приведений



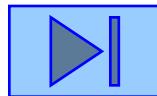
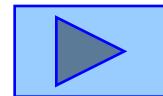
# Цели урока:

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

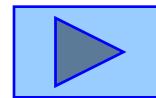


# Проверка

P  
давление

V  
объем

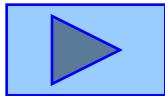
T  
температура



# Макроскопические параметры

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

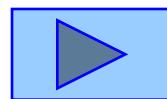
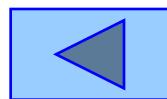
? Назовите эти параметры.



# 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:

$$\frac{P_1 V_1}{M} = \frac{m R T}{M}$$

$$\frac{P_2 V_2}{M} = \frac{m R T}{M}$$

Равенство левых и  
правых частей  
уравнения



# Изотермический процесс

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

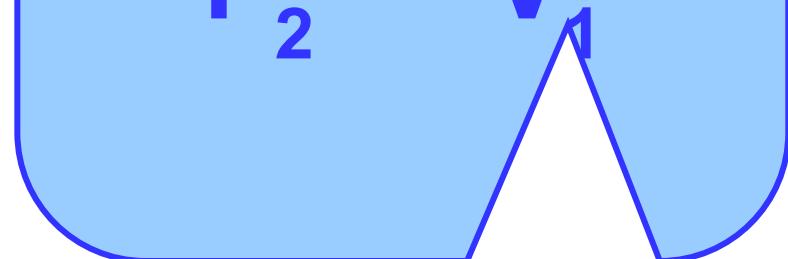
$$T = \text{const}$$



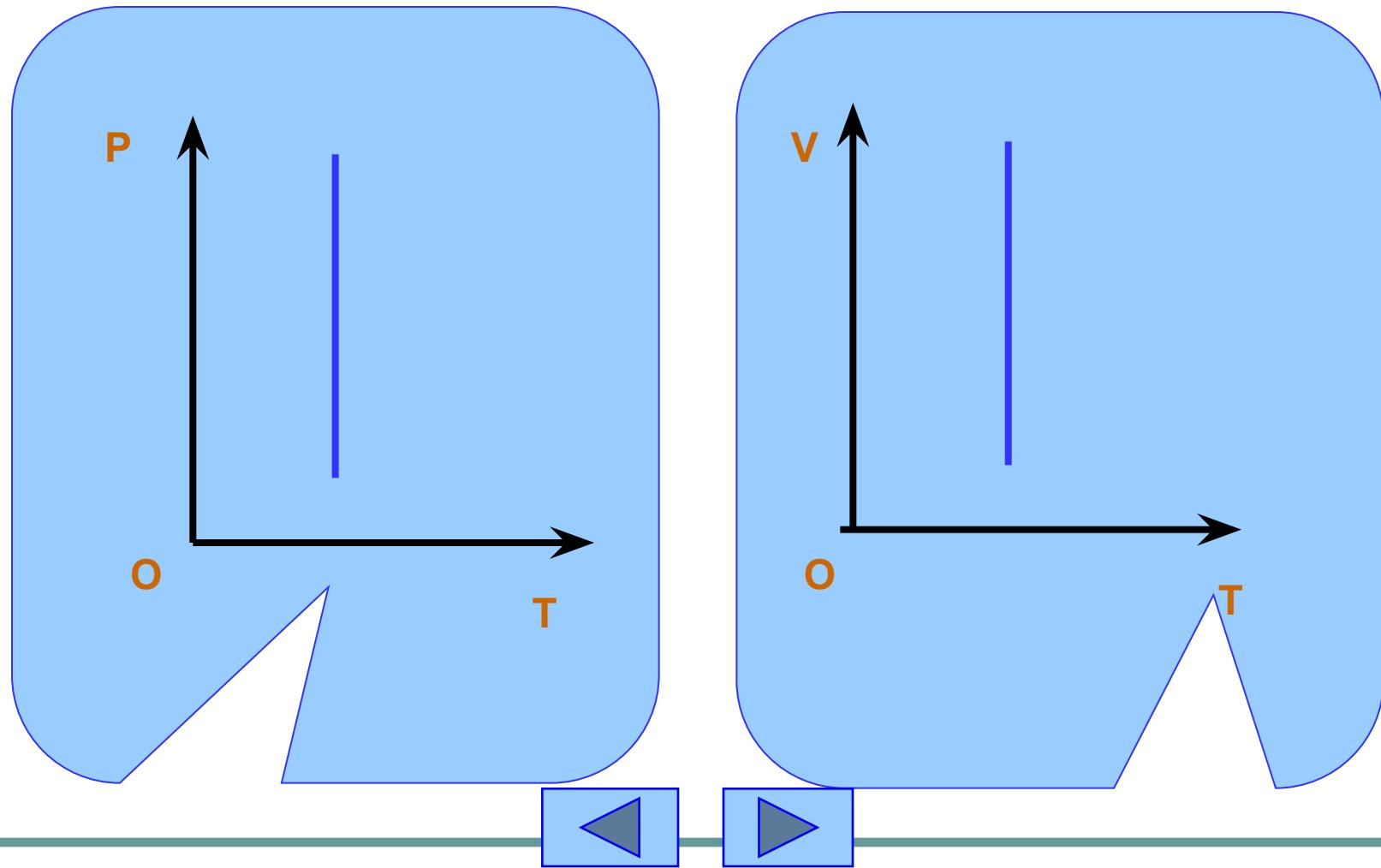
Зависимость объема от давления при постоянной температуре называется законом Бойля-Мариотта.

$$PV = \text{const}$$

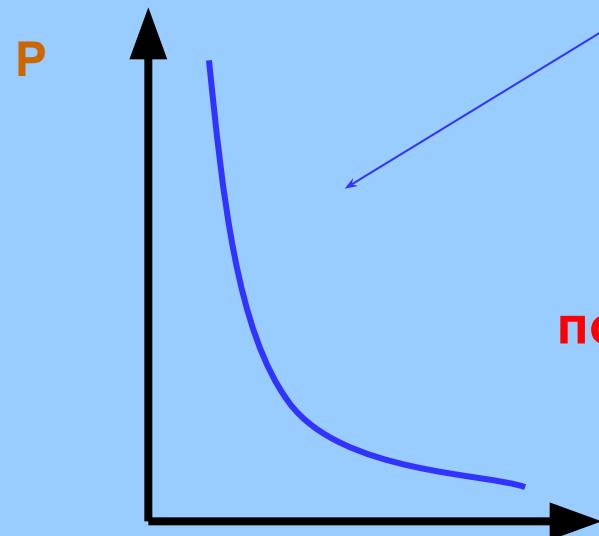
$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{V_2}{V_1}$$



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

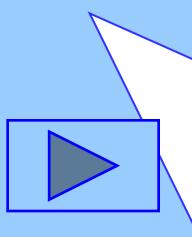


# График изотермического процесса



Изотерма

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



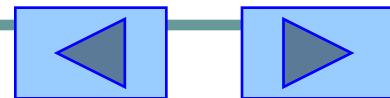
# Изохорный процесс

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

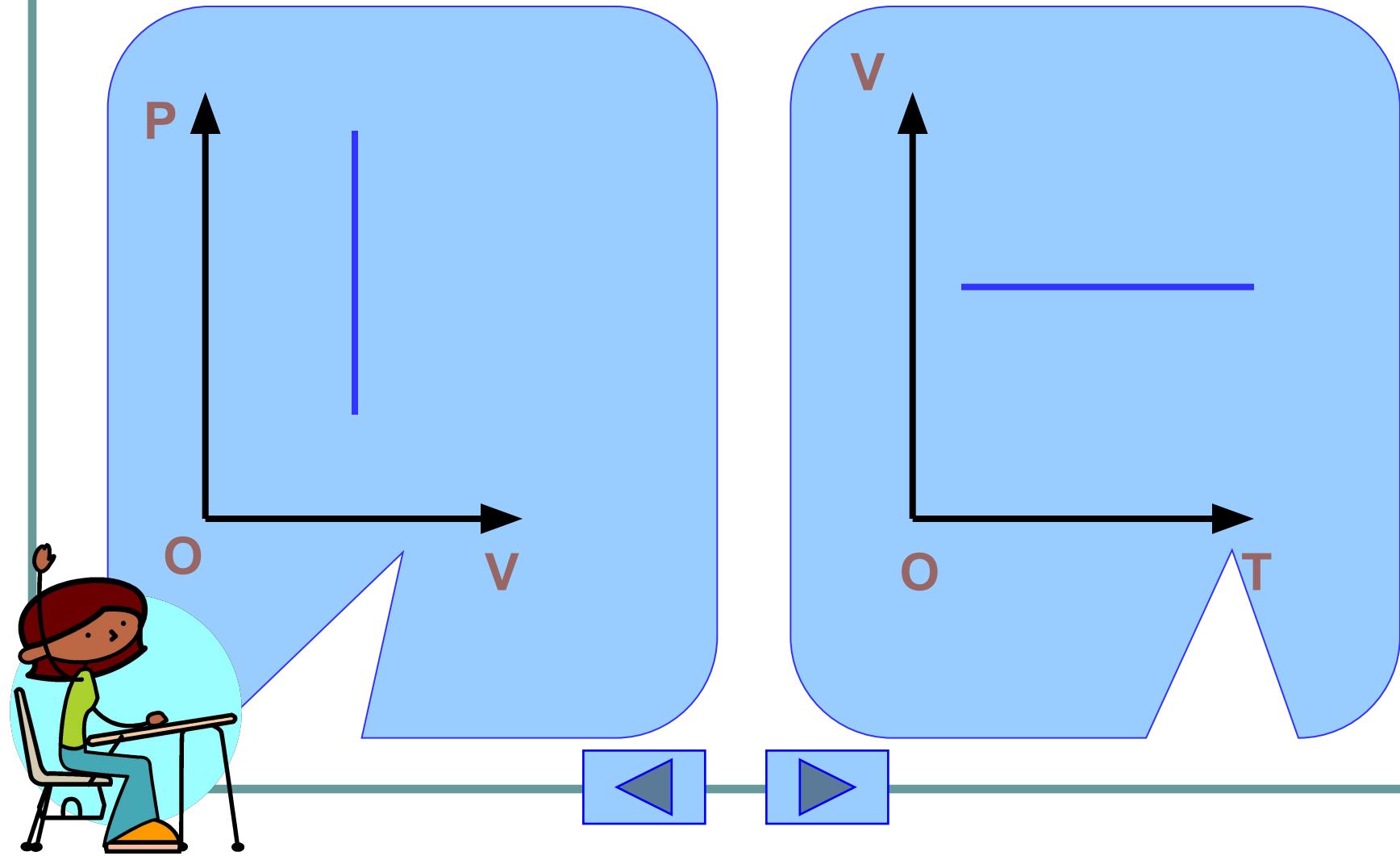
$$V = \text{const}$$

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

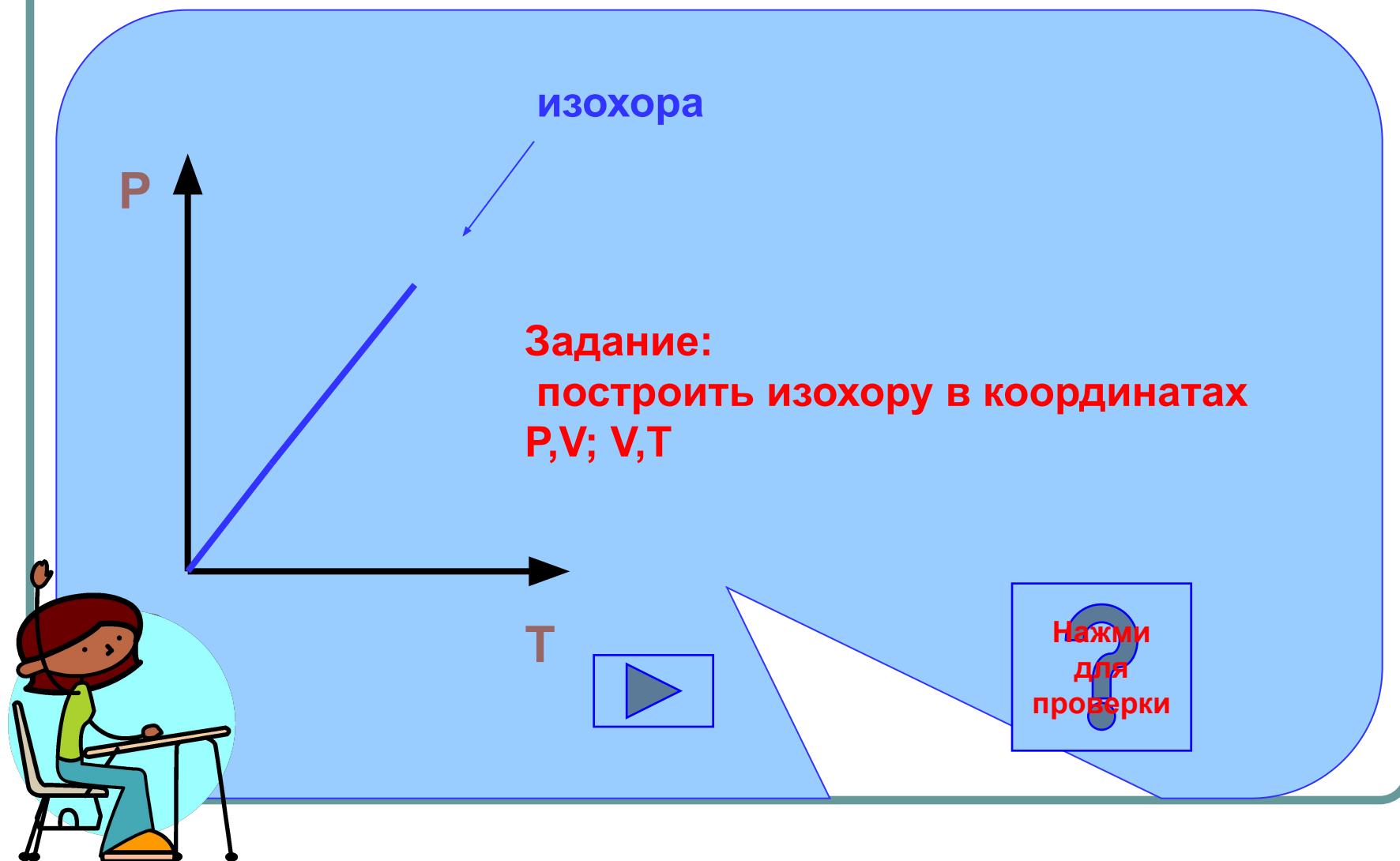
$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2}$$



# Изохора в координатах P,V;V,T



# График изохорного процесса



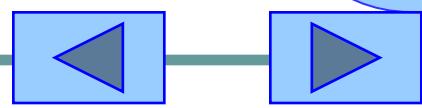
# Изобарный процесс

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

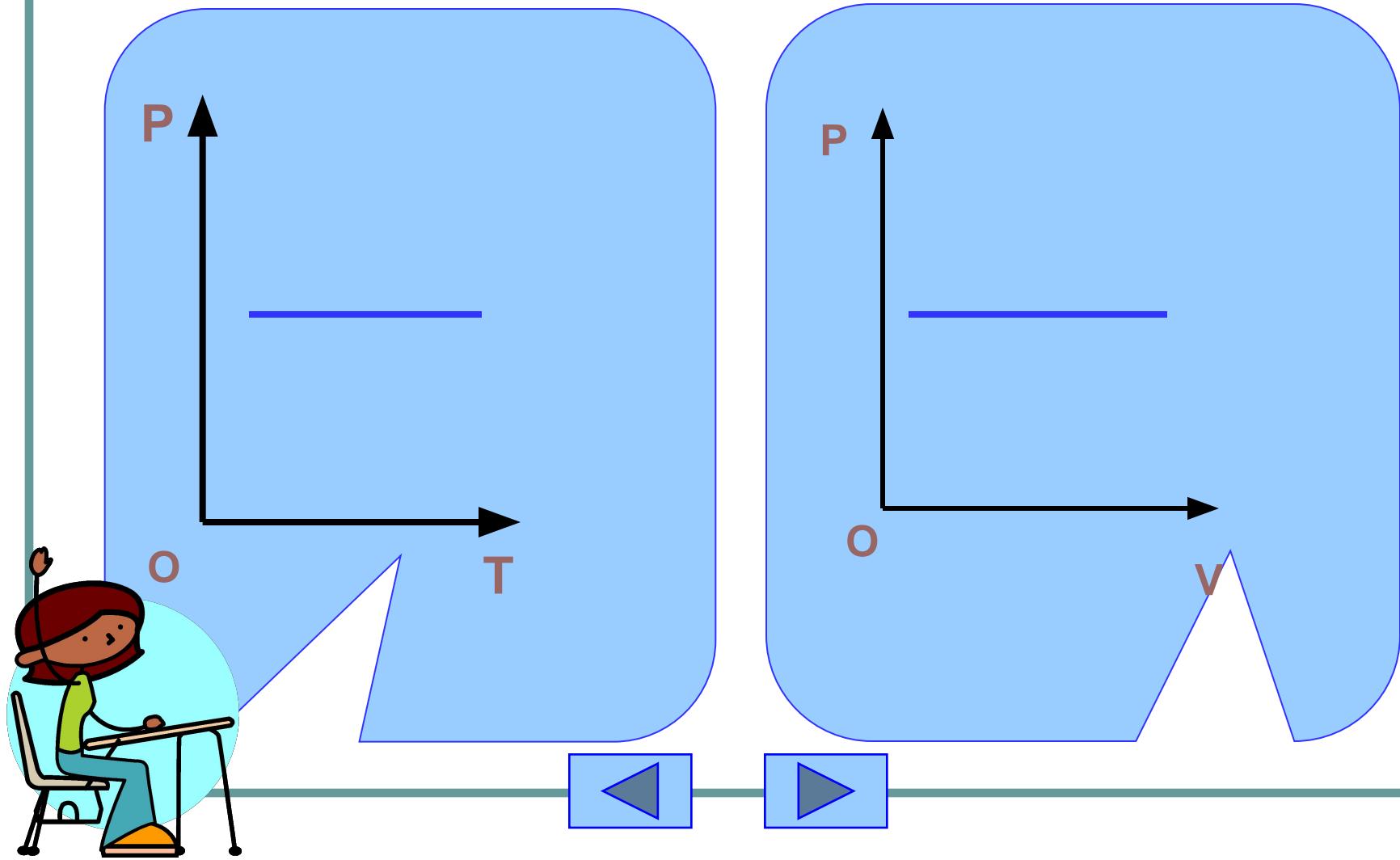
$$P = \text{const}$$

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

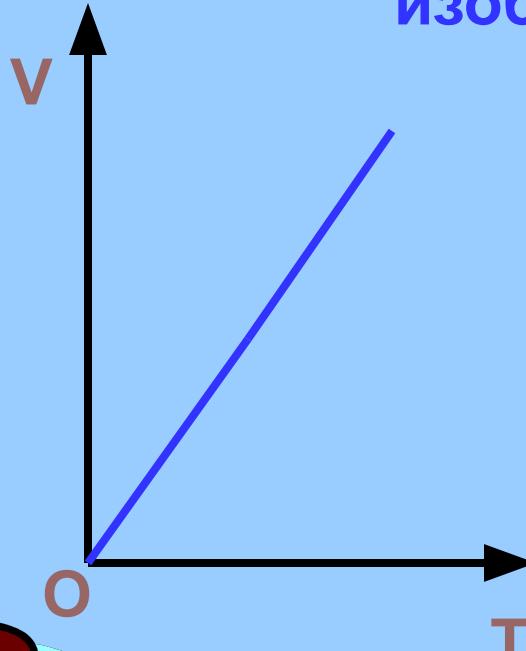
$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}$$



# Изобара в координатах P,T; P,V



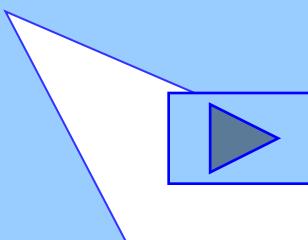
# График изобарного процесса



изобара

Задание:

Построить изобару в координатах  $P$ ,  
 $T$ ;  $P,V$



Нажми  
для  
проверки

# Подведем итог:

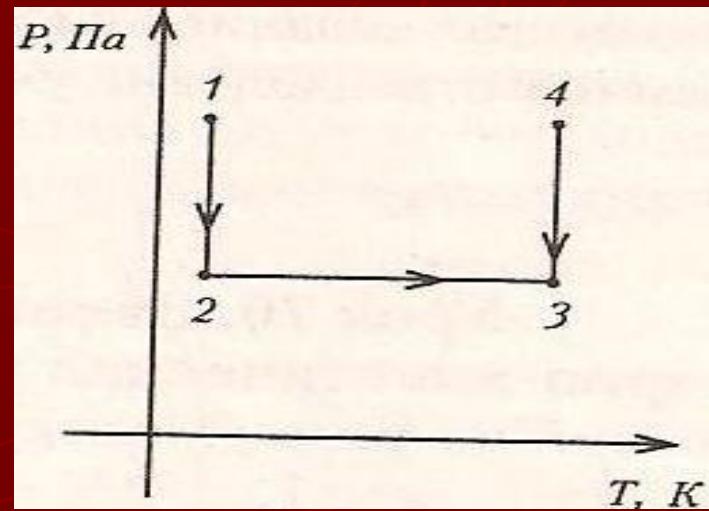
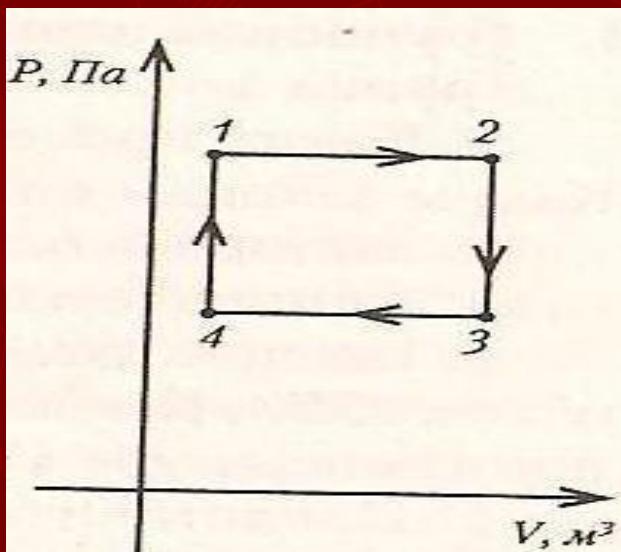
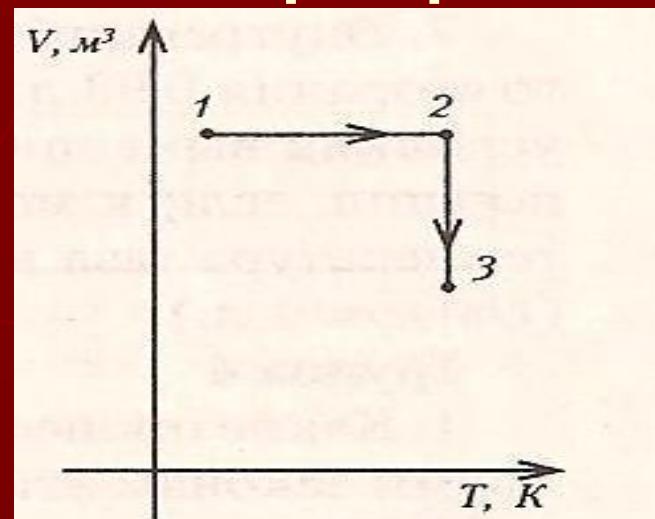
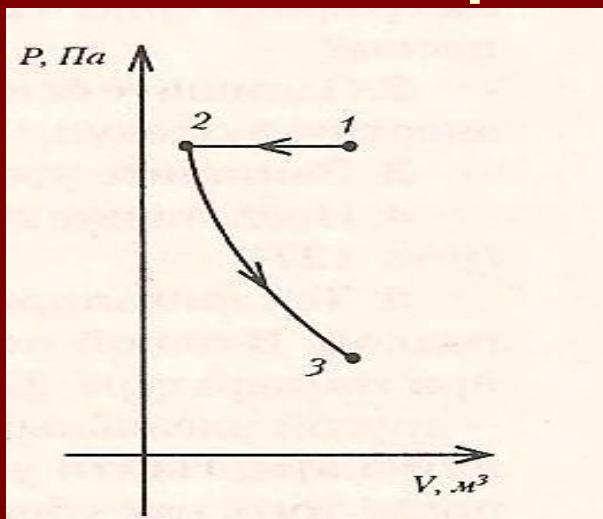
$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{V_2}{V_1} T = \text{const}, \text{закон Бойля-Мариотта}$$

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

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



# Определите, какие процессы изображены на графике



# Графическое представление газовых процессов

---

Базовый уровень  
10 класс



# Введение

---



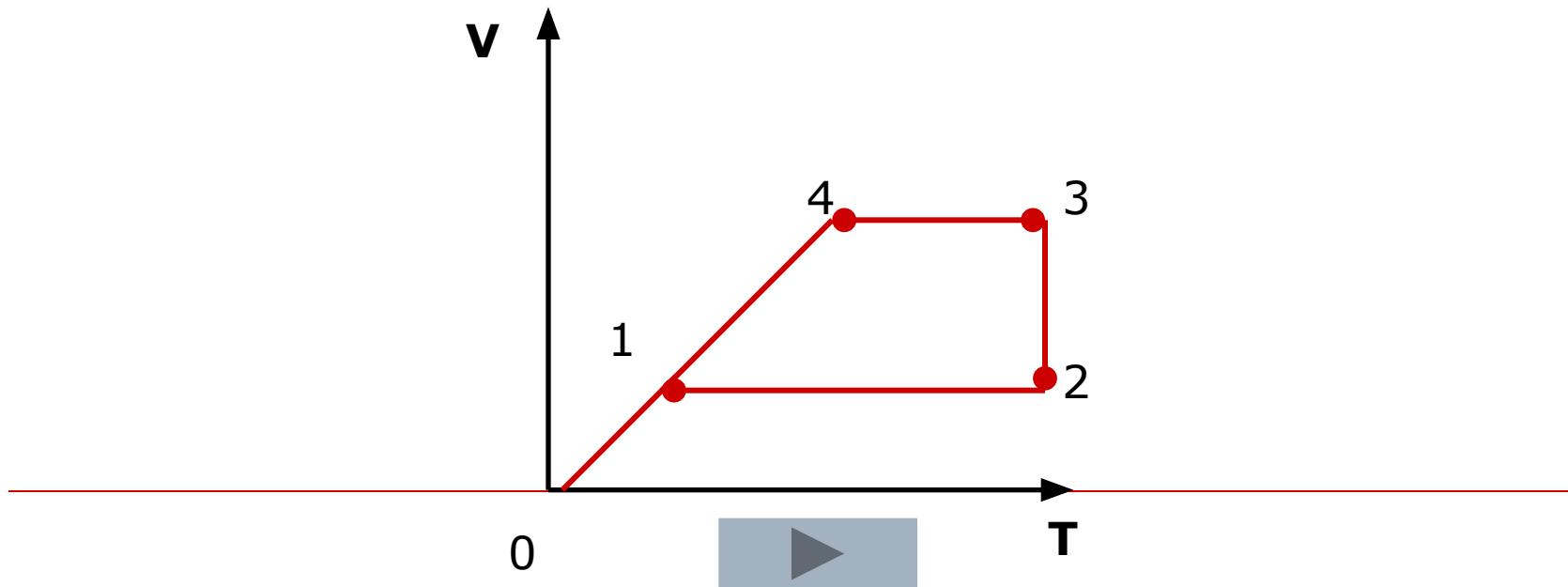
- Графики газовых процессов изображают в координатах  $p, V$ ;  $p, T$ ;  $V, T$ .
  - Перед построением графика следует получить аналитическое выражение функции процесса из уравнения Менделеева-Клапейрона или уравнений газовых законов.
- 



# Задача

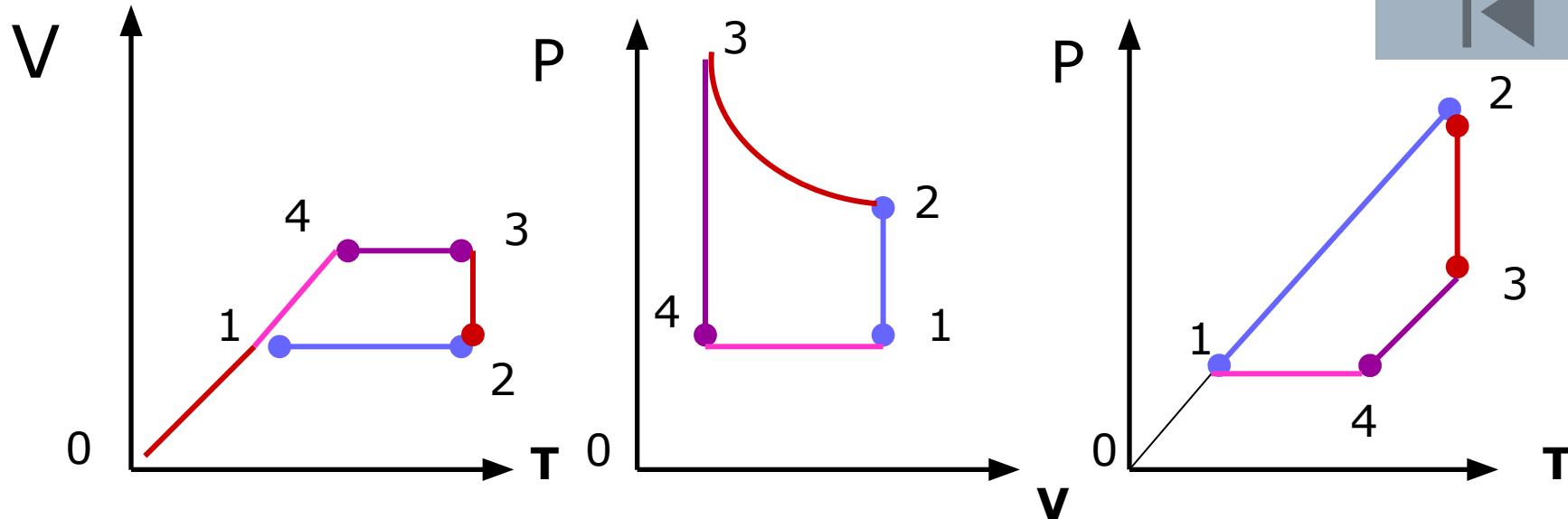
---

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**  
 $P=\text{увел}$   
 $V=\text{const}$   
 $T=\text{увел}$   
З-н Шарля

**2-3**  
 $P=\text{умен.}$   
 $T=\text{const}$   
 $V=\text{увел.}$   
З-н Бойля-Мариотта

**3-4**  
 $P=\text{умен}$   
 $V=\text{const}$   
 $T=\text{умен.}$   
З-н Шарля

**4-1**  
 $P=\text{const}$   
 $V=\text{умен}$   
 $T=\text{умен}$   
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

---

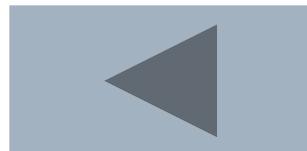
- Перевод газа из состояния 2 в состояние 3 совершается при **постоянной** температуре и если давление уменьшается, то объем растет, этот участок отображает **изотермическое** расширение газа.
- Построим это участок в координатах  $p, V; p, T$ .
- 



## 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:

$$T_1 = T$$

$$T_2 = 2T$$

$$p_1 = p$$

$$P_2 = 1,25p$$

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

► Решение:

## ► 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





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



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

---

$$P = \frac{1}{3} m_o v_2 n$$

$$P = \frac{2}{3} n E$$

$$PV = m/MRT$$

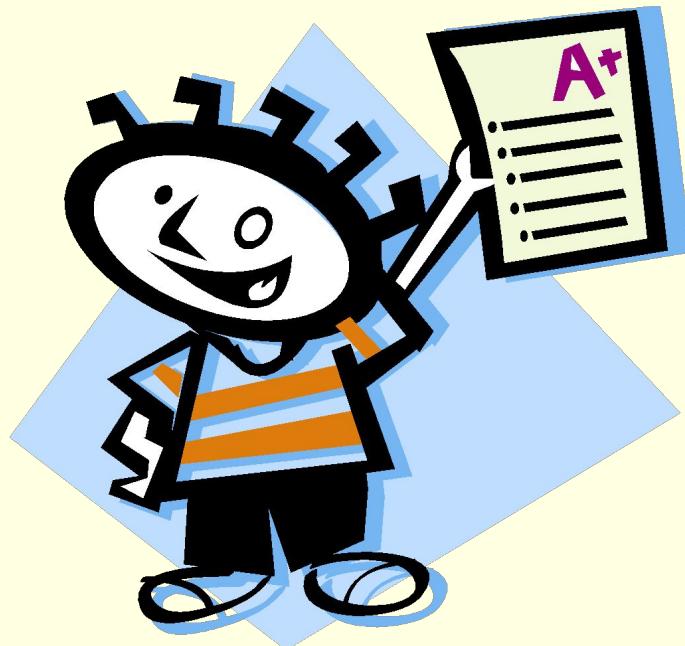
$$PV = \frac{3}{2} kT$$



# Неправильно!

---

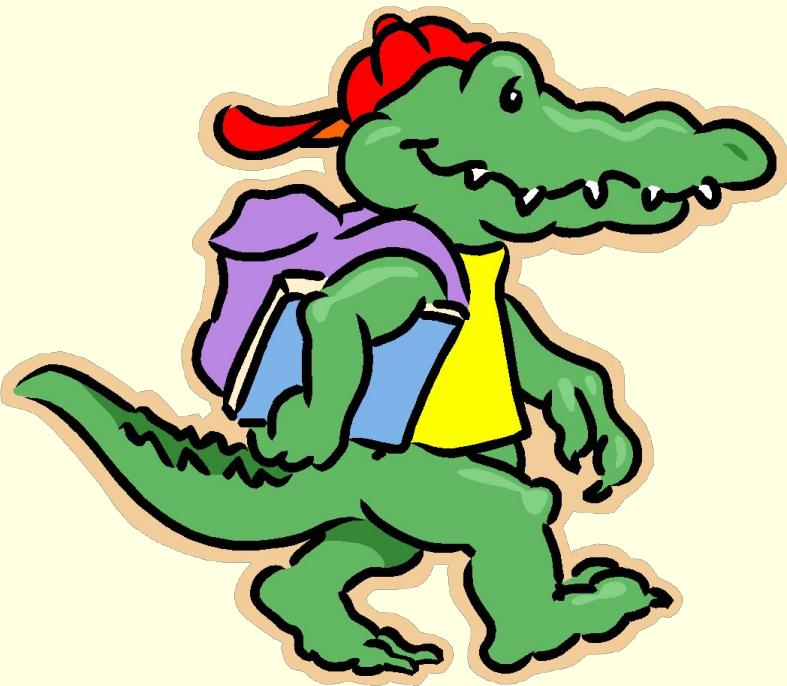
Повтори теорию!



# Молодец!

---

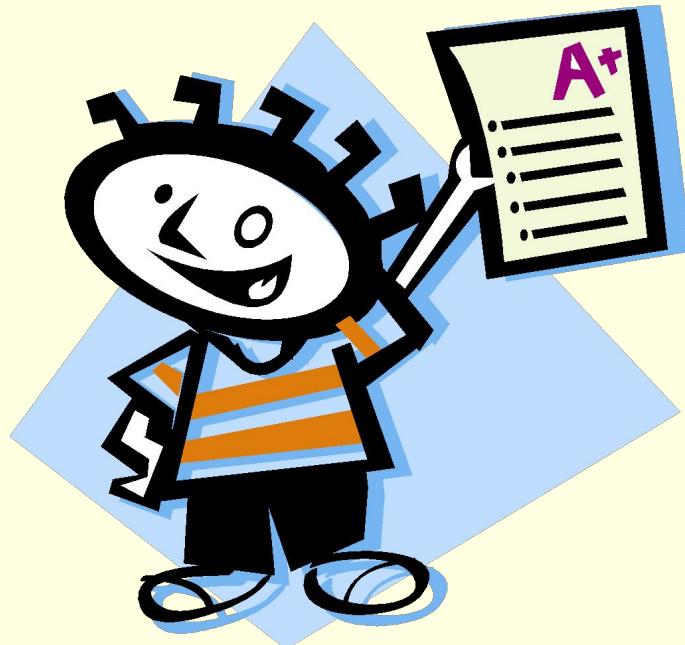
Переходи к следующему  
вопросу



# Неправильно!

---

Повтори теорию!





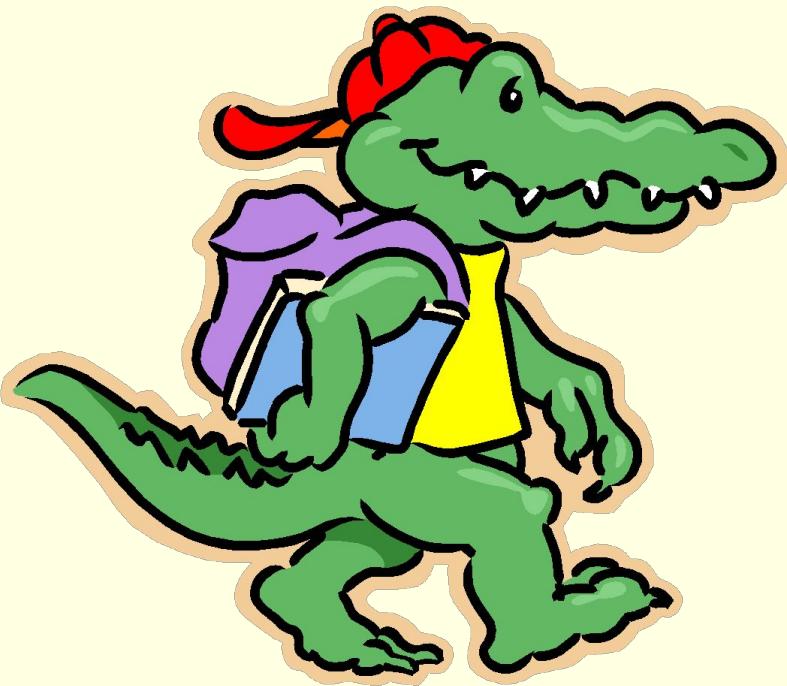
Уравнением состояния идеального газа называется зависимость между макроскопическими параметрами: давлением, объемом и температурой!



# Молодец!

---

Переходи к следующему  
вопросу



### 3. Масса газа равна:

---

$$m = RT/pvM$$

$$m = vM/pRT$$

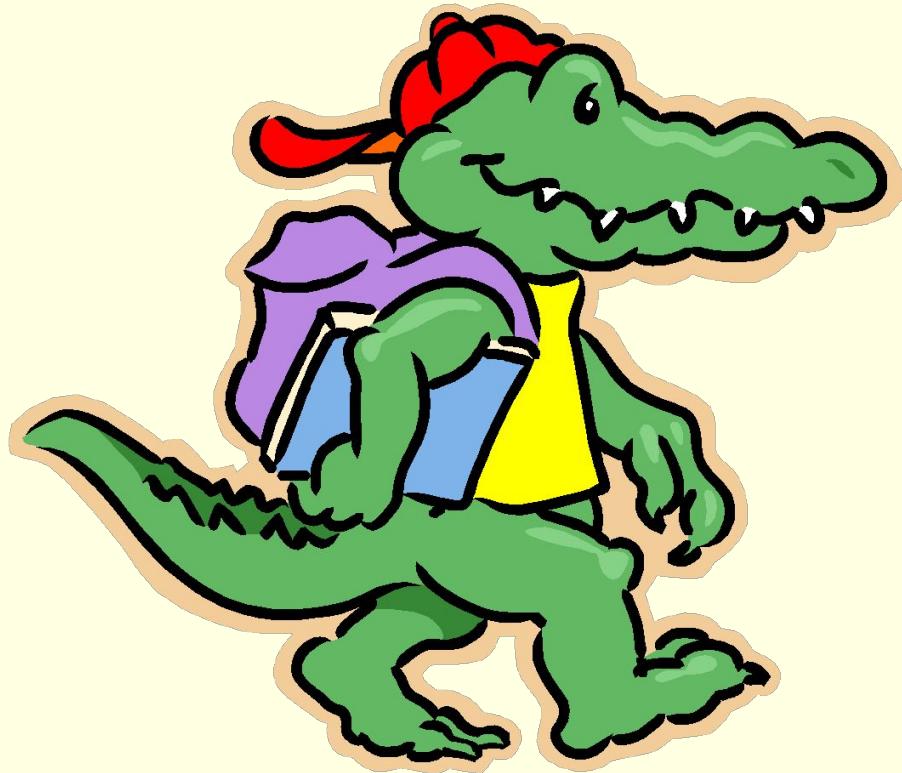
$$m = pvM/RT$$

$$m = pRT/vM$$

# Молодец!

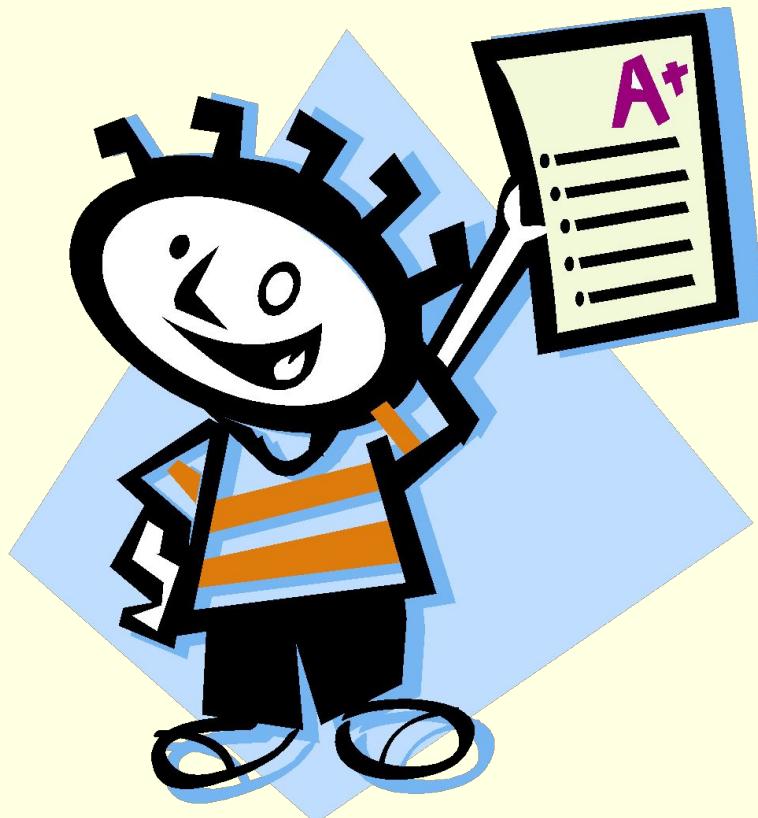
---

Переходи к следующему  
вопросу



# Неправильно!

Повтори теорию!





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<sup>23</sup> моль<sup>-1</sup>**

**8,31 Дж/ (моль\*K)**

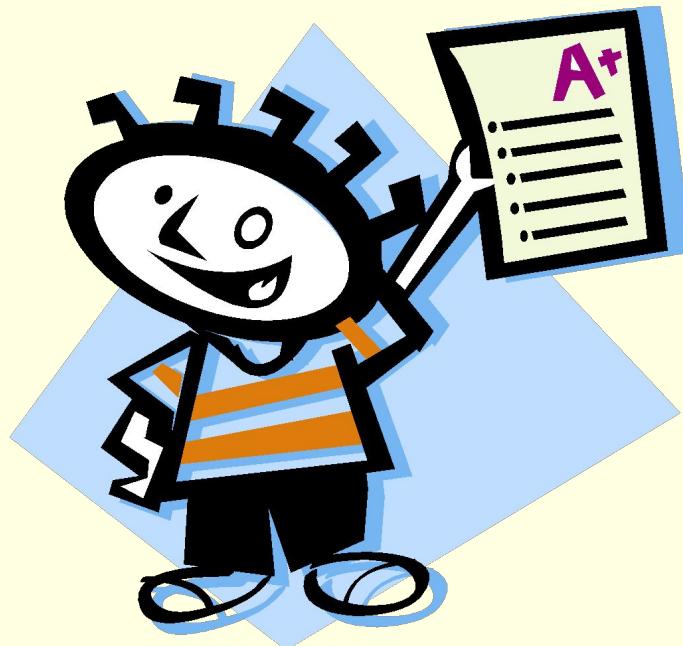
**1,38 \* 10<sup>-23</sup>Дж/К**



# Неправильно!

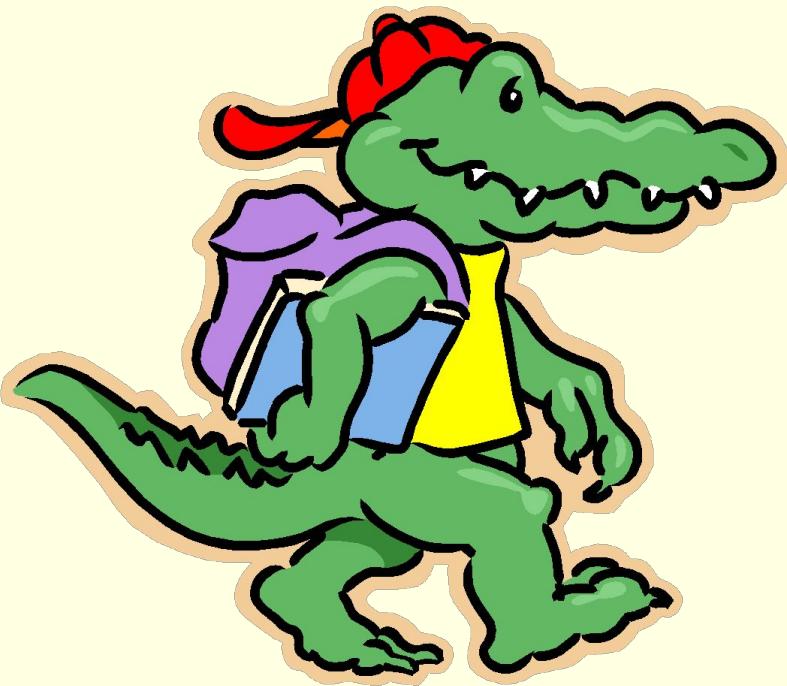
---

Повтори теорию!



# Молодец!

Переходи к следующему  
вопросу





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**





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!

---

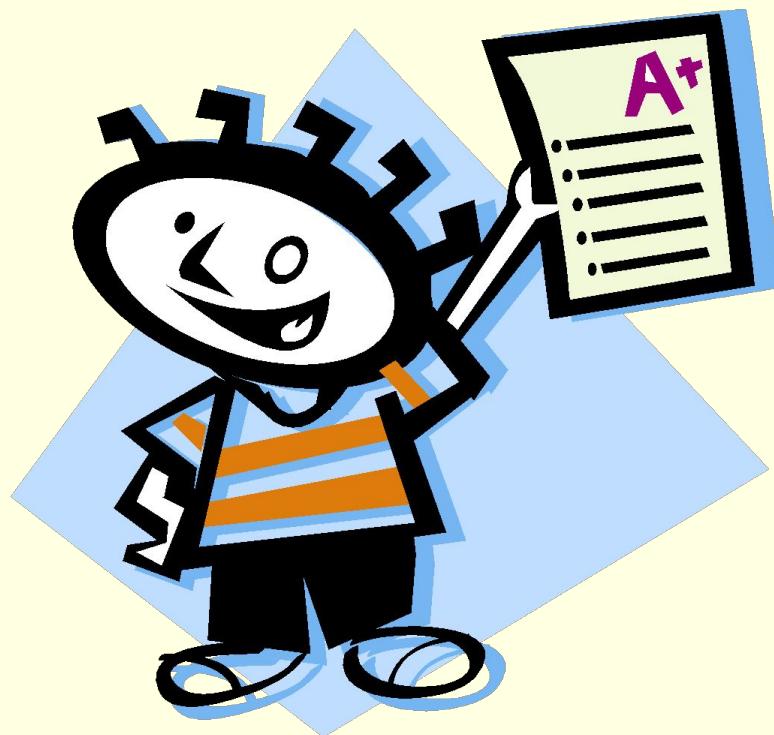
- Переходи к  
следующему вопросу



# Неправильно!

---

Повтори теорию!



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

---

**$PV = \text{const}$**

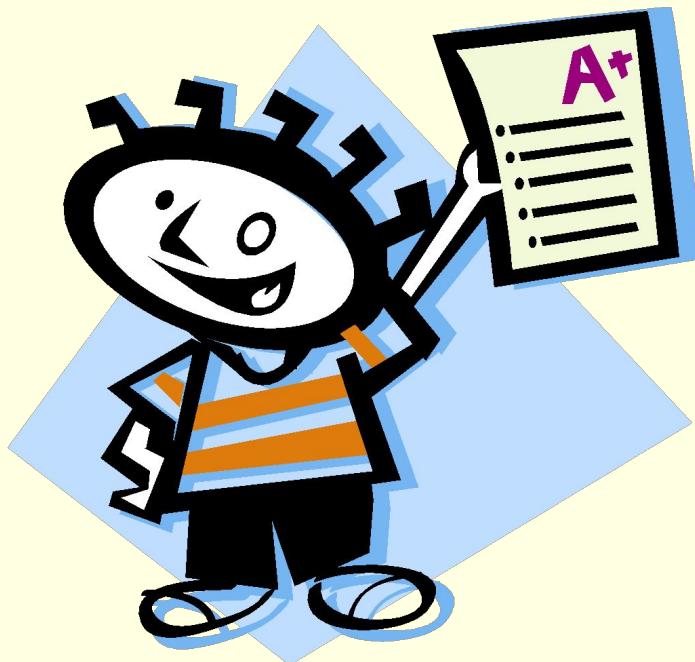
**$p/T = \text{const}$**

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

# Неправильно!

---

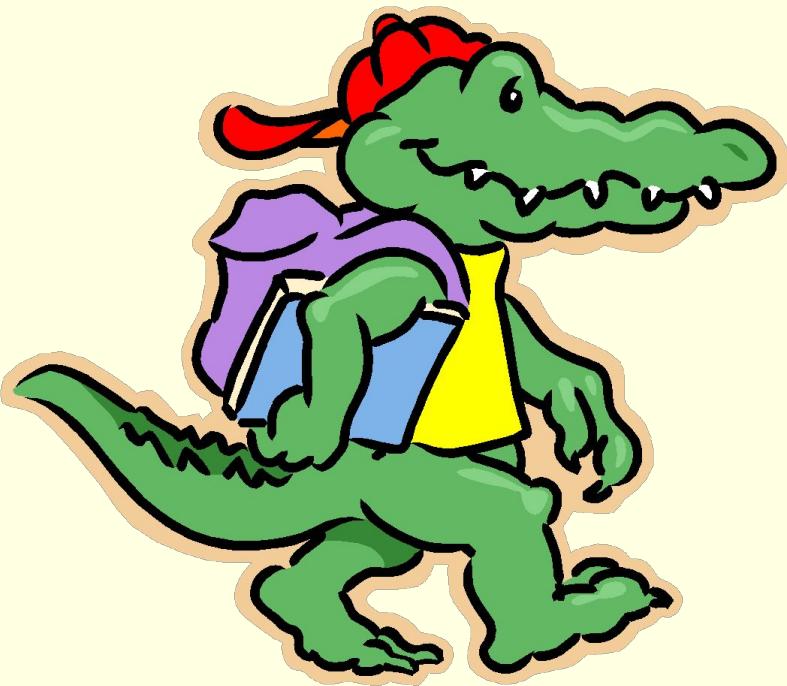
Повтори теорию!



# 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**

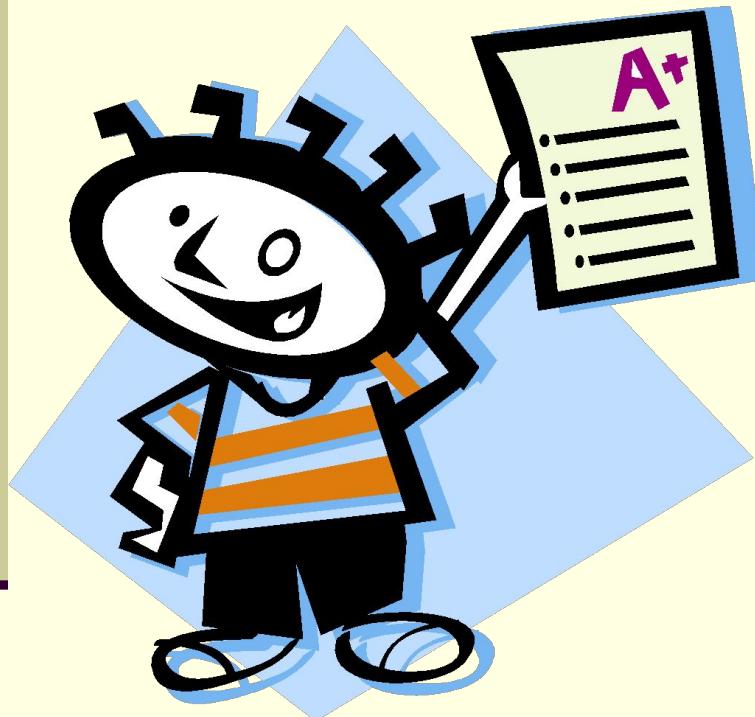
**Объемом и  
температурой**

**Между давлением и  
температурой**

# Неправильно!

---

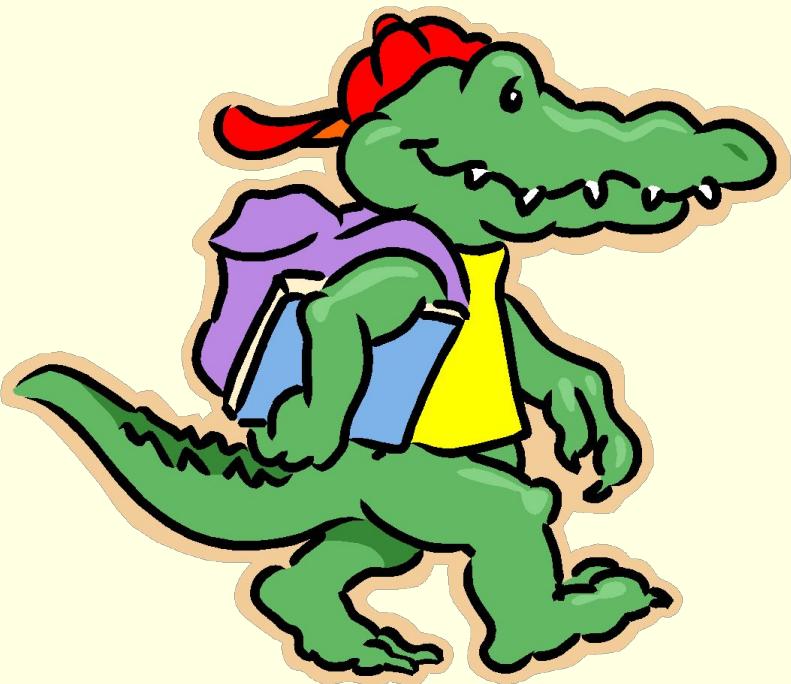
Повтори теорию!



# Поздравляю!

---

Переходи к следующему  
вопросу



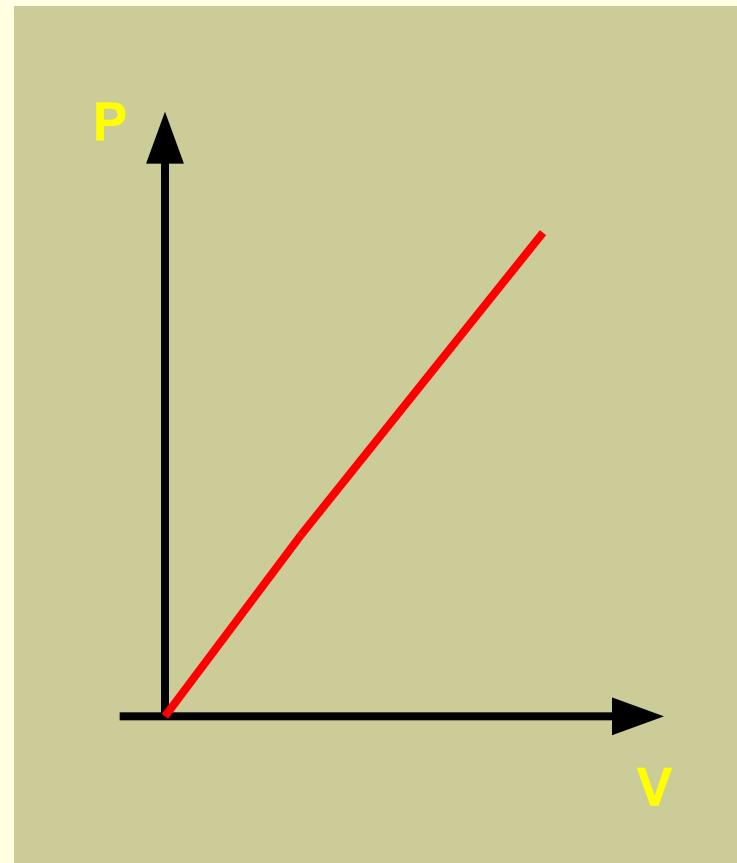
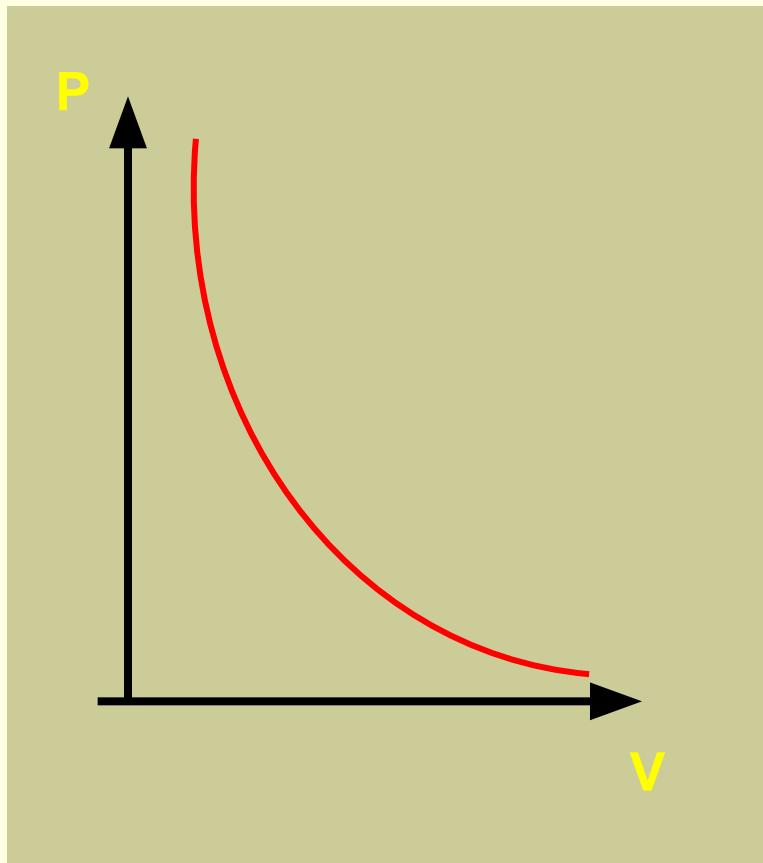
$$p/T = \text{const}$$



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



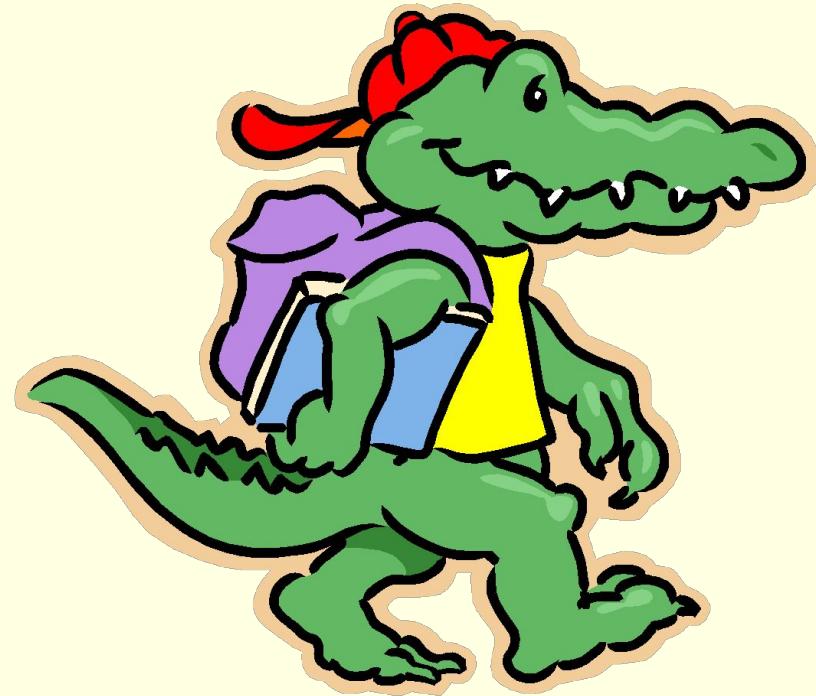
8. Графиком изотермического процесса в координатах PV является:



# Поздравляю!

---

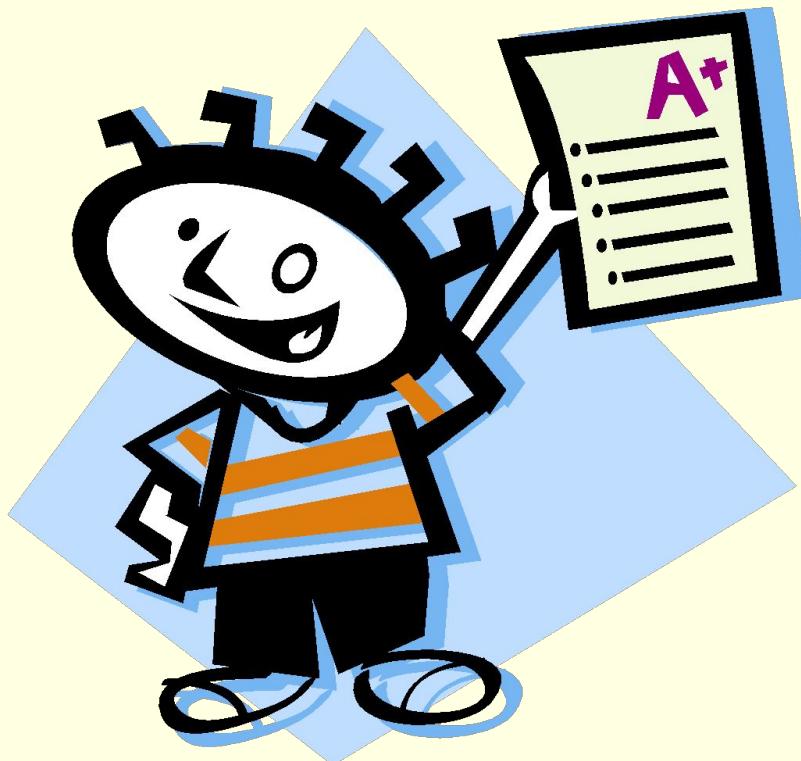
Переходи к следующему  
вопросу



# Неправильно!

---

Повтори теорию!

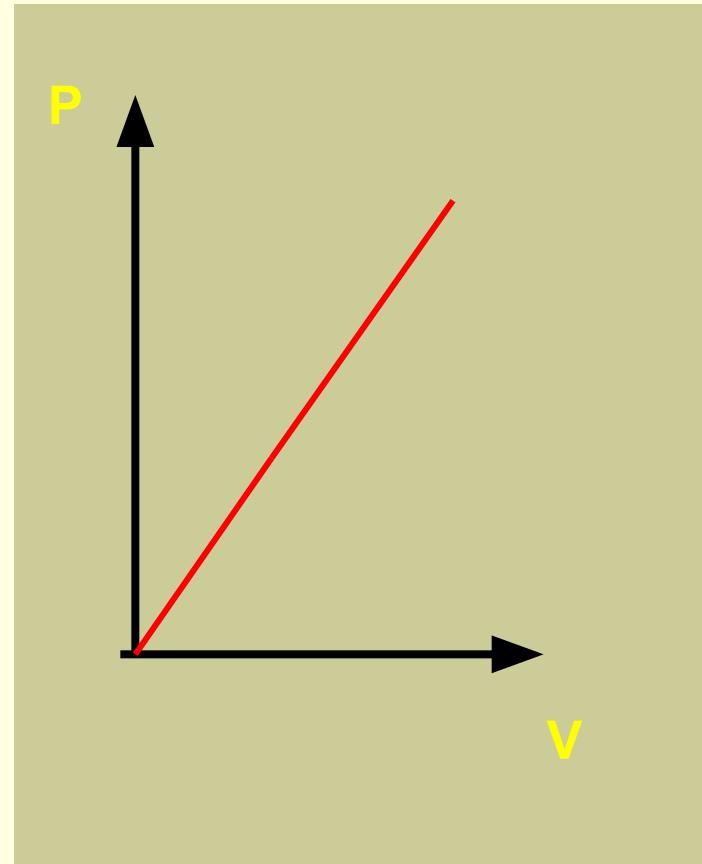
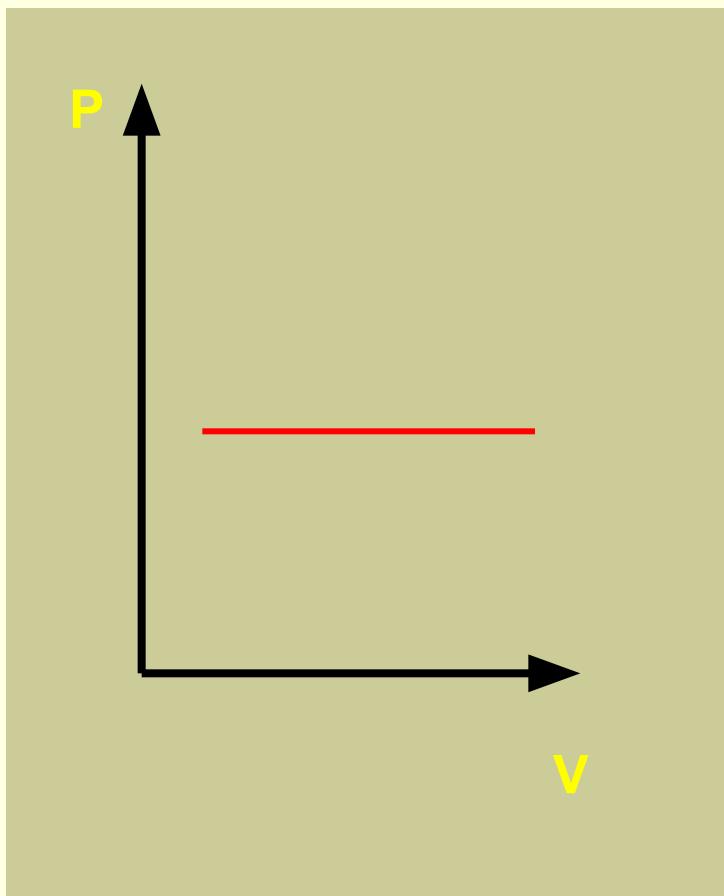




Зависимость между давлением и объемом в изотермическом процессе обратно пропорциональная. Графиком в координатах  $PV$  является изотерма – гипербола.



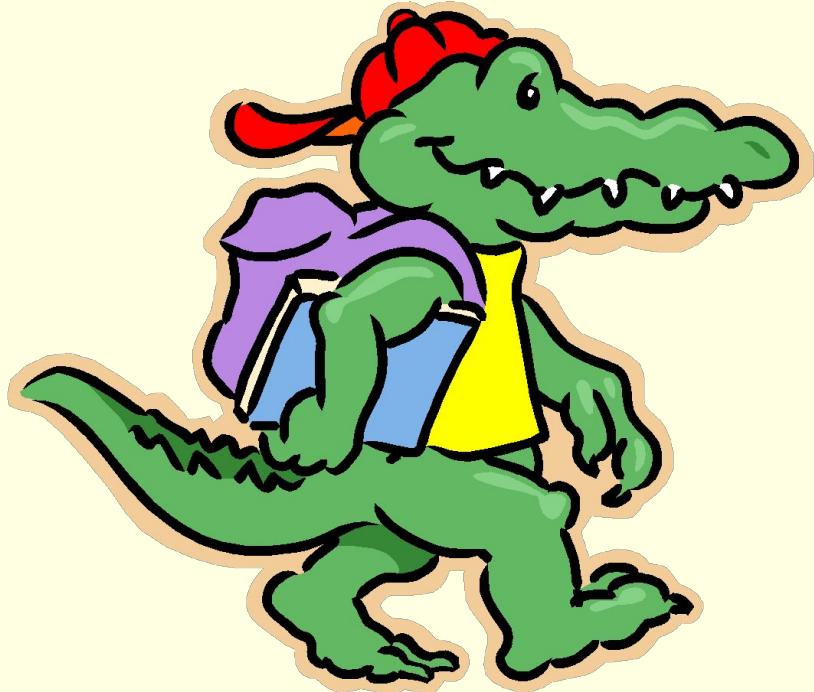
9. Графиком изобарного процесса в координатах PV является:



# Поздравляю!

---

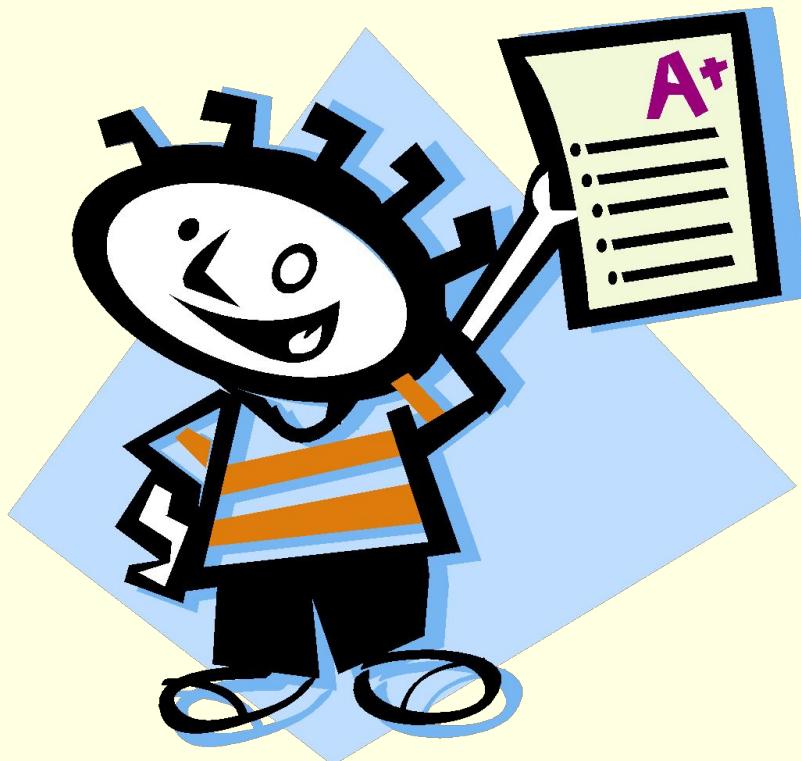
Переходи к следующему  
вопросу



# Неправильно!

---

Повтори теорию!

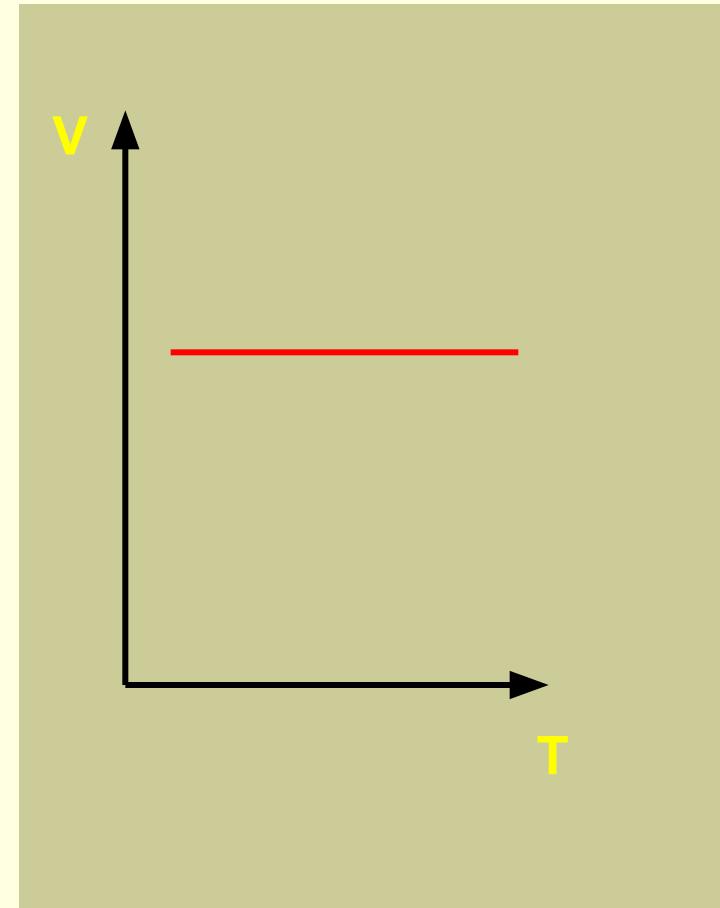
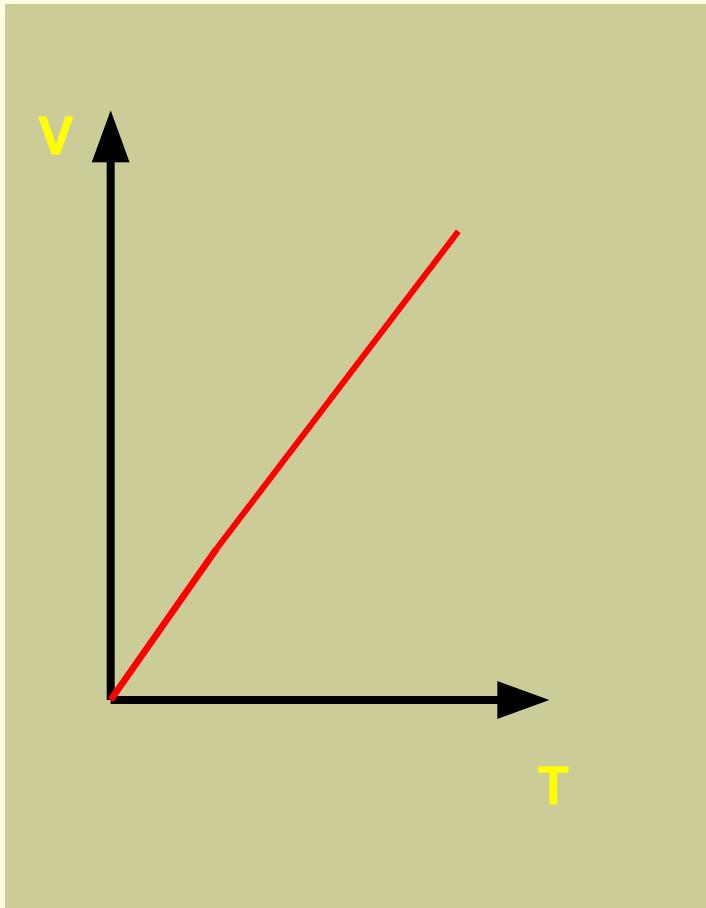




Если процесс изобарный  
давление постоянно, в  
координатах PV график прямая  
линия **параллельная оси**  
**объема.**



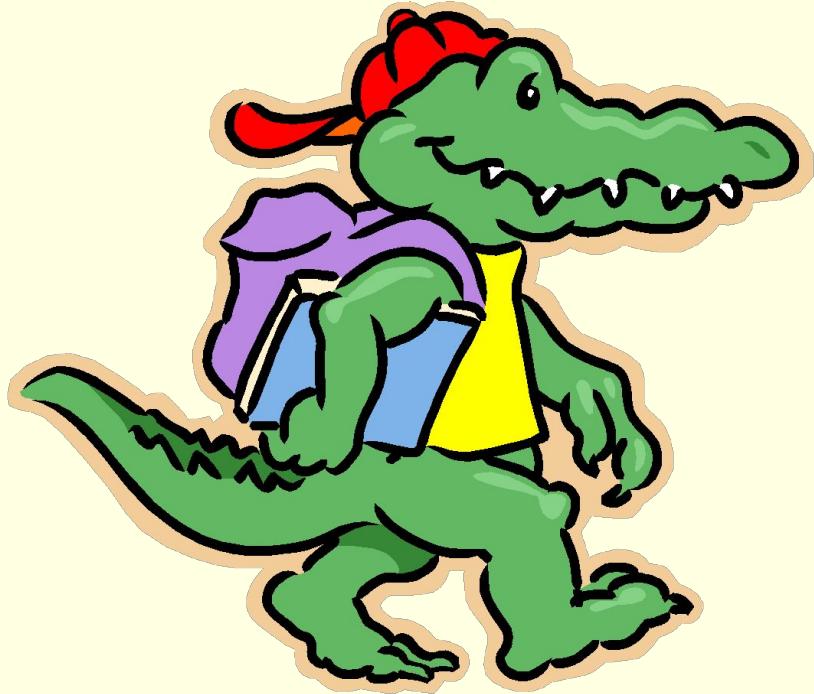
10. Графиком изохорного процесса в координатах VT является:



# Поздравляю!

---

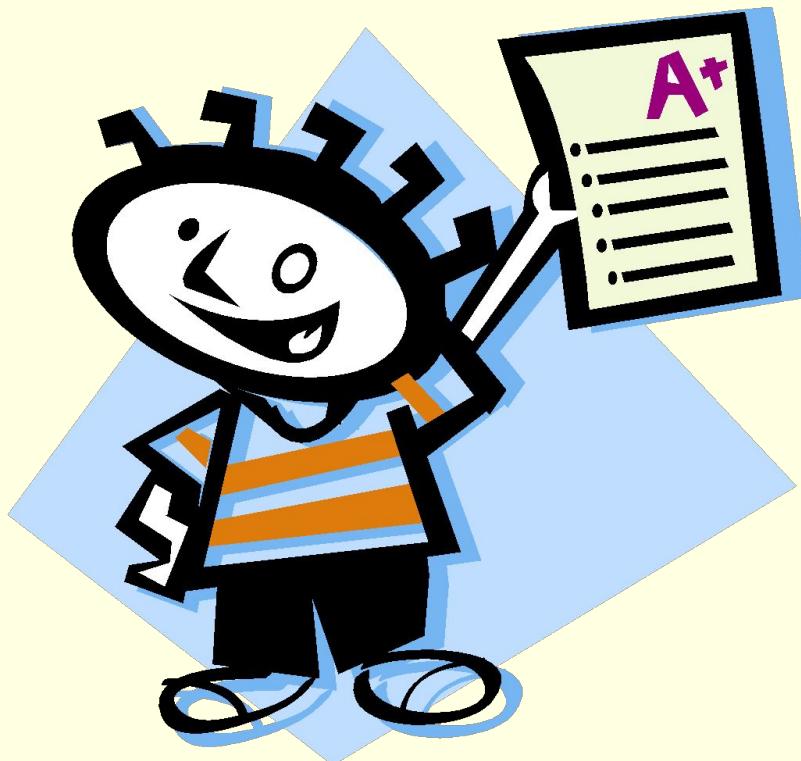
Переходи к следующему  
вопросу

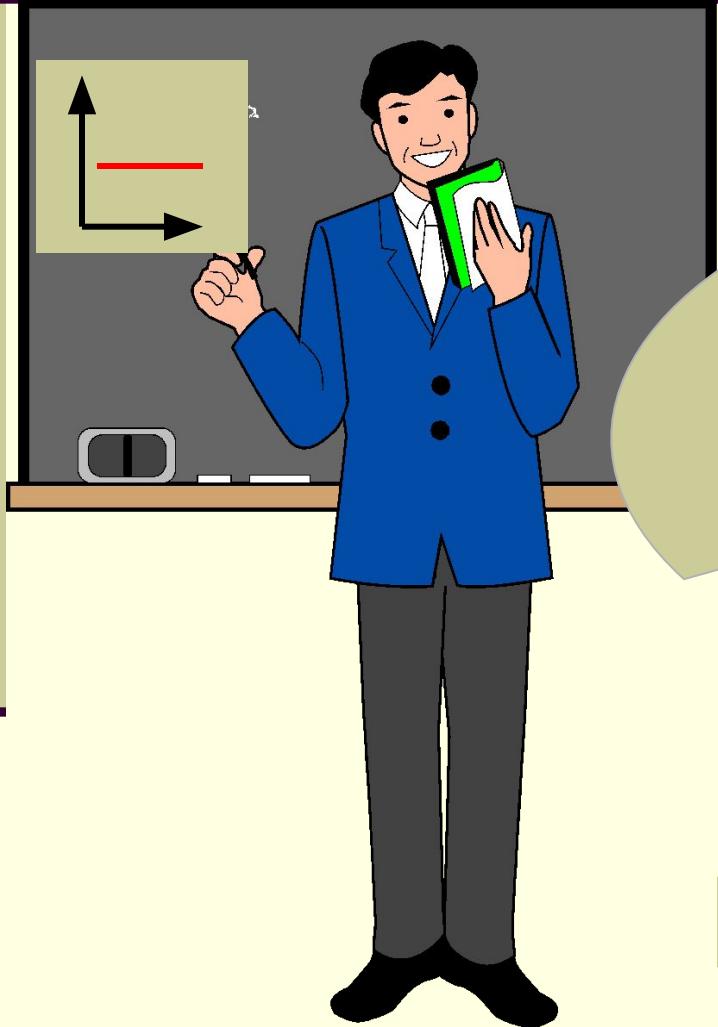


# Неправильно!

---

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!

---

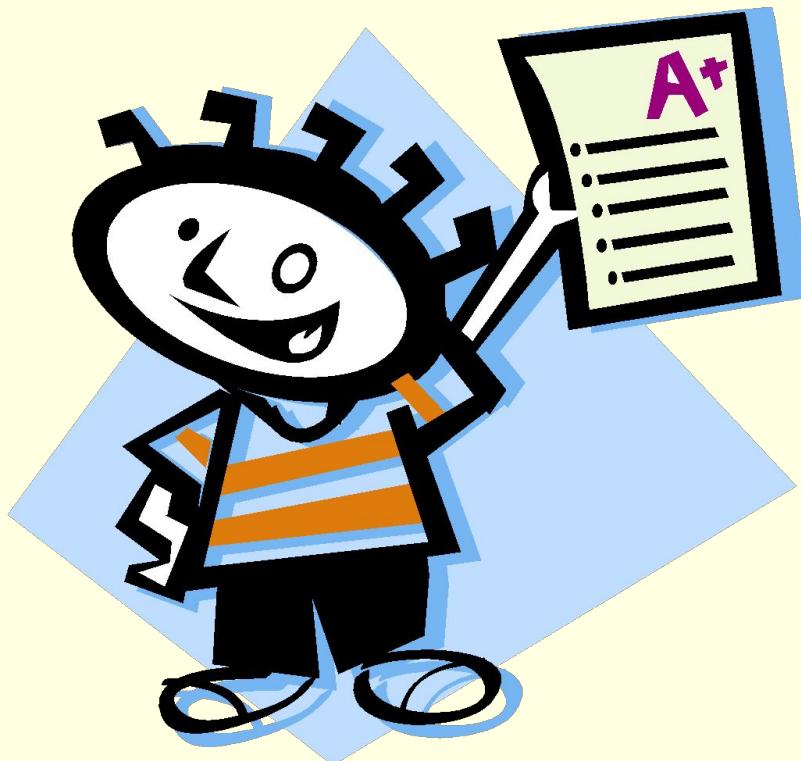
Переходи к следующей  
задаче



# Неправильно!

---

Посмотри решение





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

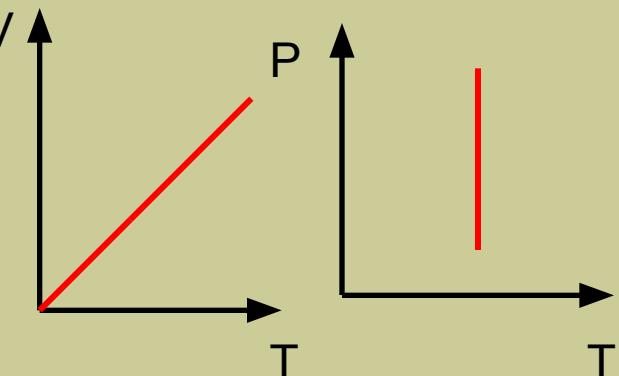
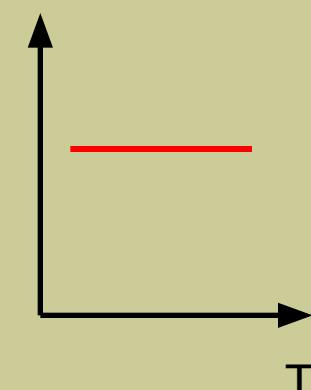
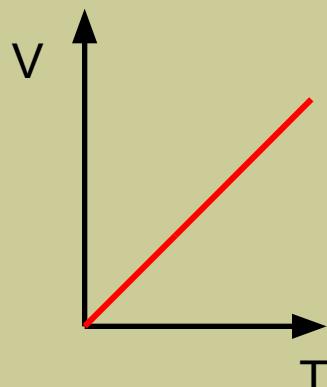
Найди молярную массу бутана:  
 $M=(4*12 + 1*8) * 10^{-3} = 56 \text{ } 10^{-3}$   
кг/моль

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



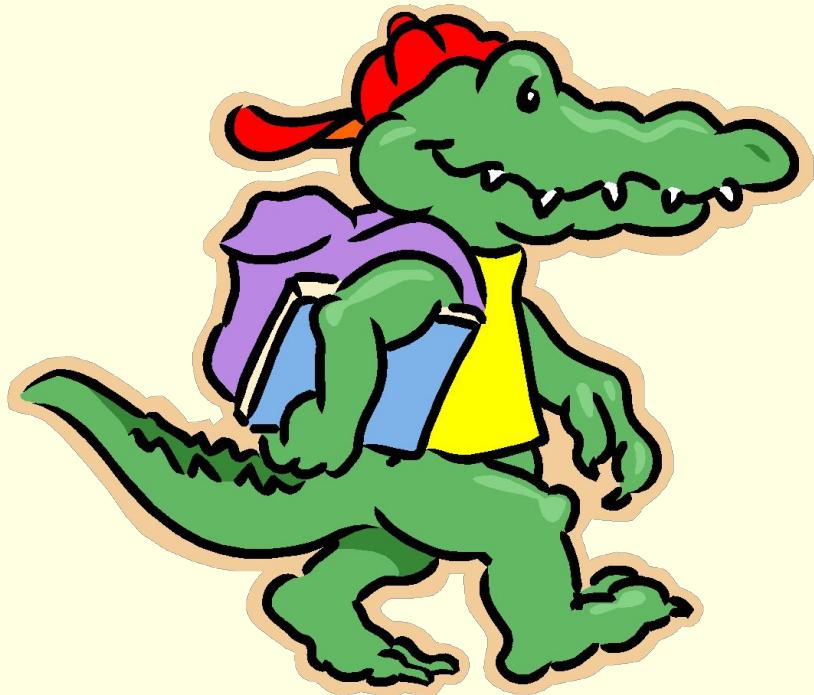
# Реши задачу:

Изобрази изобару в координатах VT и PT



# Поздравляю!

Переходи к контрольному  
тесту



# Неправильно!

---

Повтори теорию

