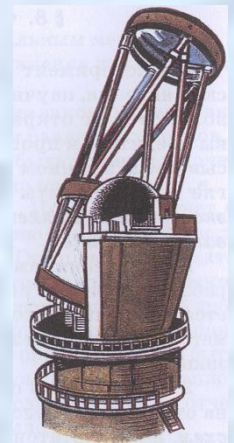
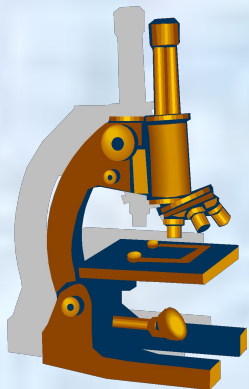
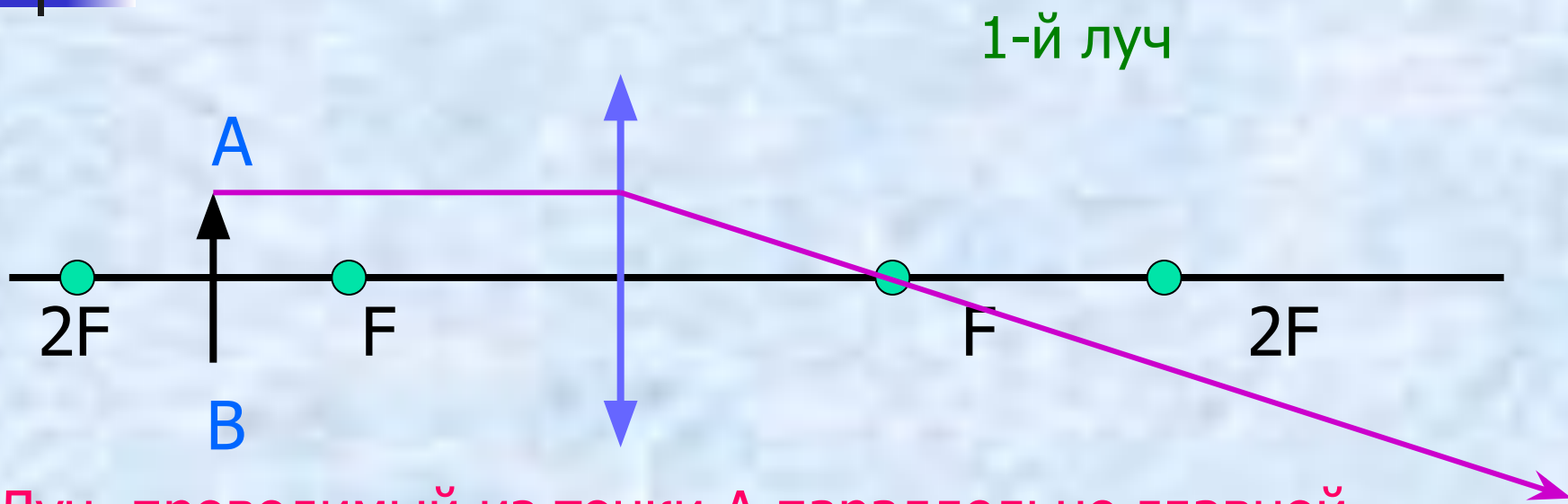


# Построение изображений даваемых линзой

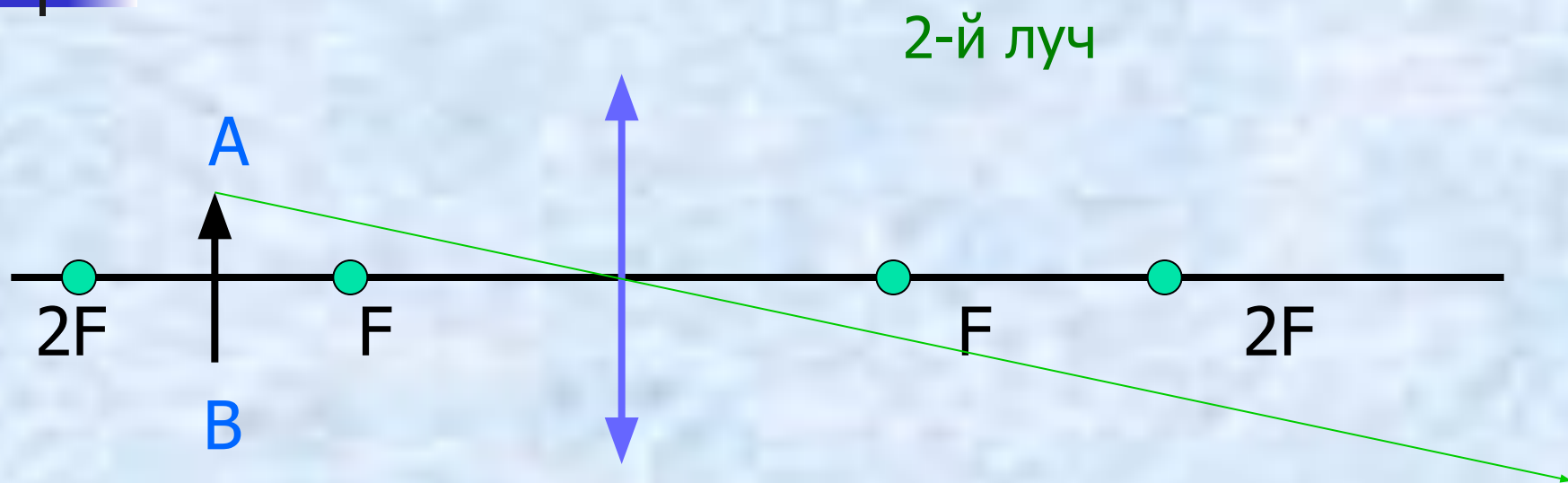


# Построение изображения, даваемое собирающей линзой



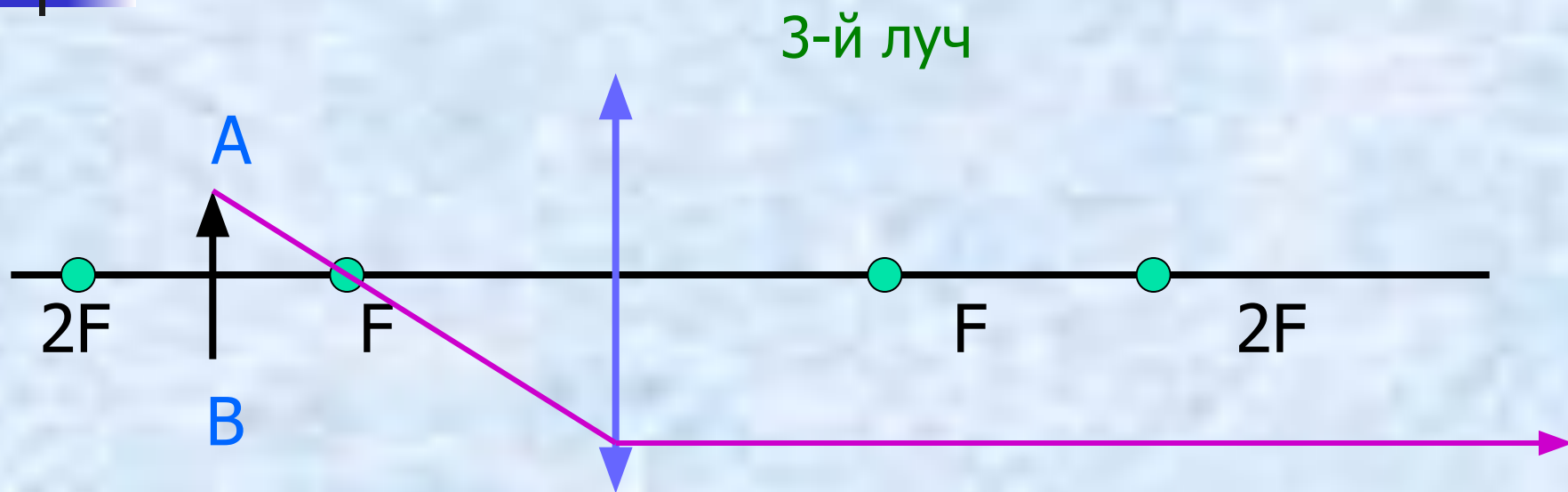
Луч, проводимый из точки  $A$  параллельно главной оптической оси, пройдя через линзу далее проходит через фокус.

## Построение изображения, даваемое собирающей линзой



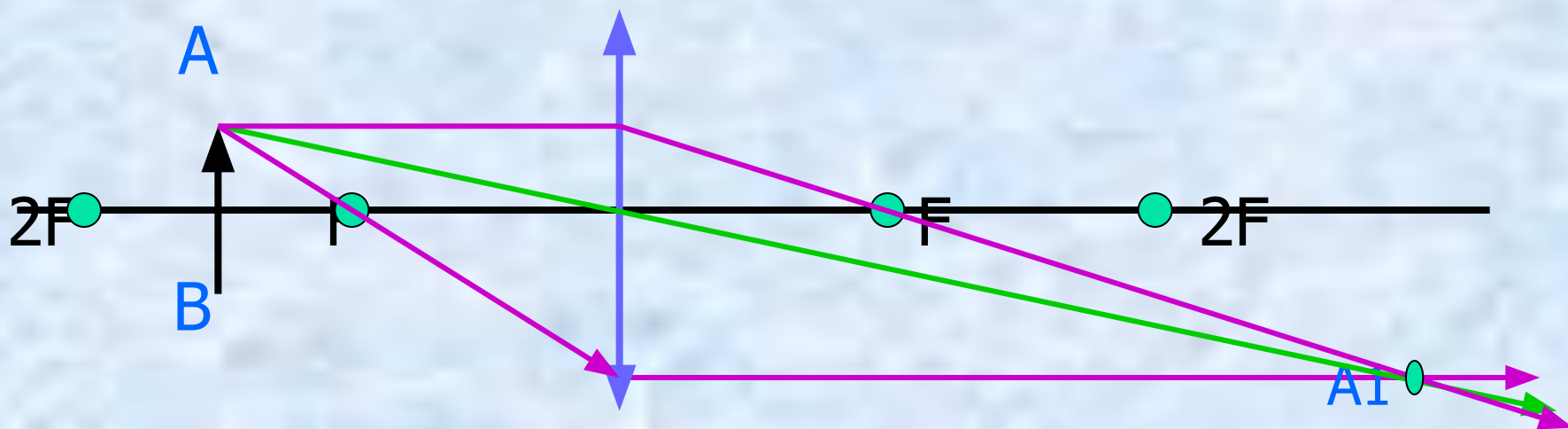
Луч, проводимый из точки А через центр линзы – не преломляется.

## Построение изображения, даваемое собирающей линзой



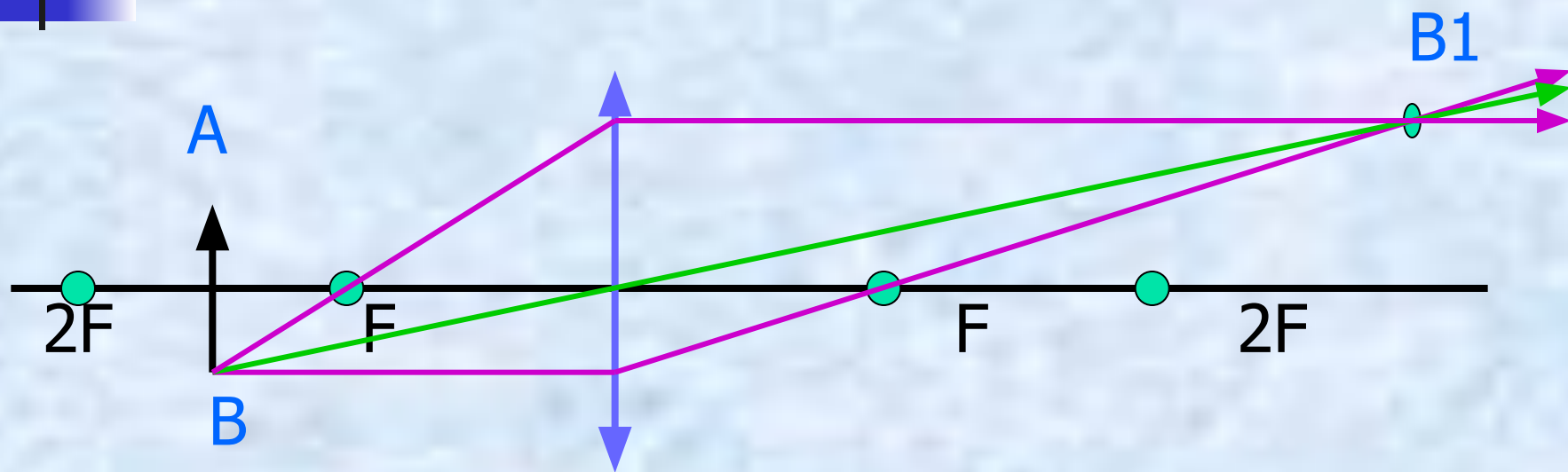
Луч, проводимый из точки  $A$  через фокус линзы, пройдя её, идет параллельно главной оптической оси.

# Построение изображения, даваемое собирающей линзой



Точка  $A_1$  является действительным изображением точки  $A$

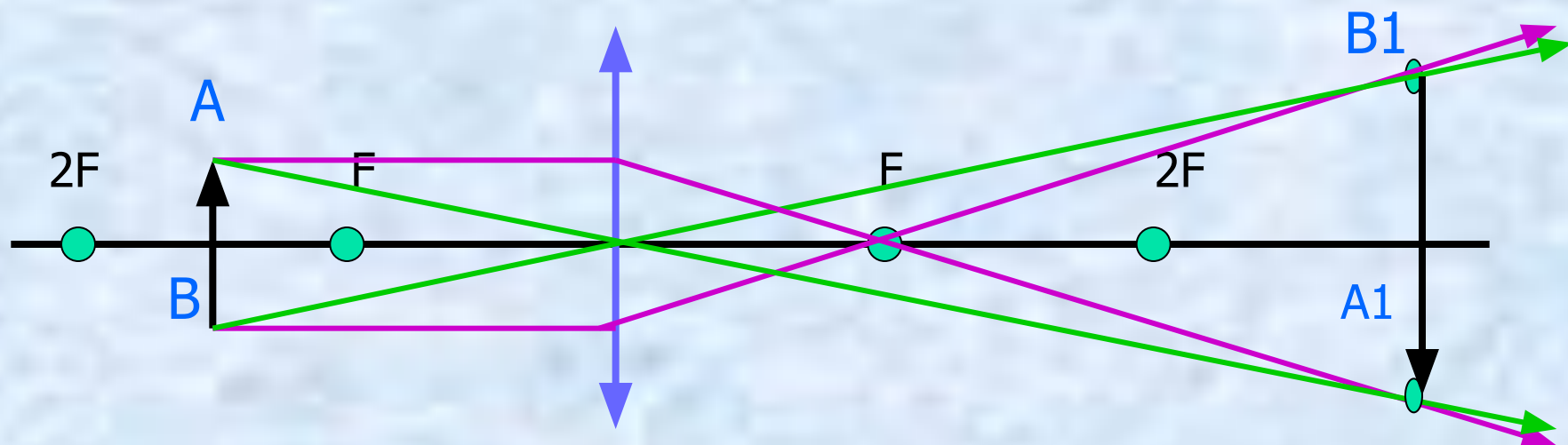
# Построение изображения, даваемое собирающей линзой



Точка  $B_1$  является действительным изображением точки  $B$

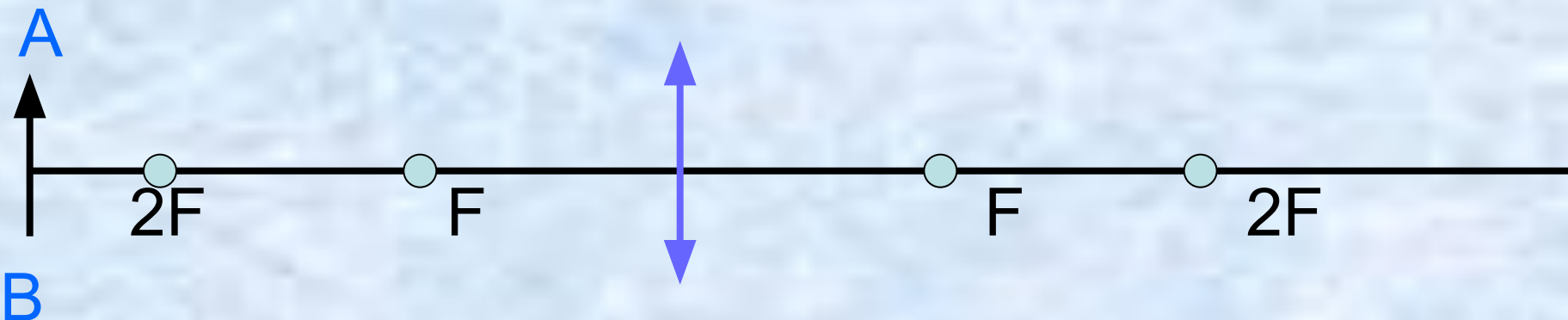


# Построение изображения, даваемое собирающей линзой

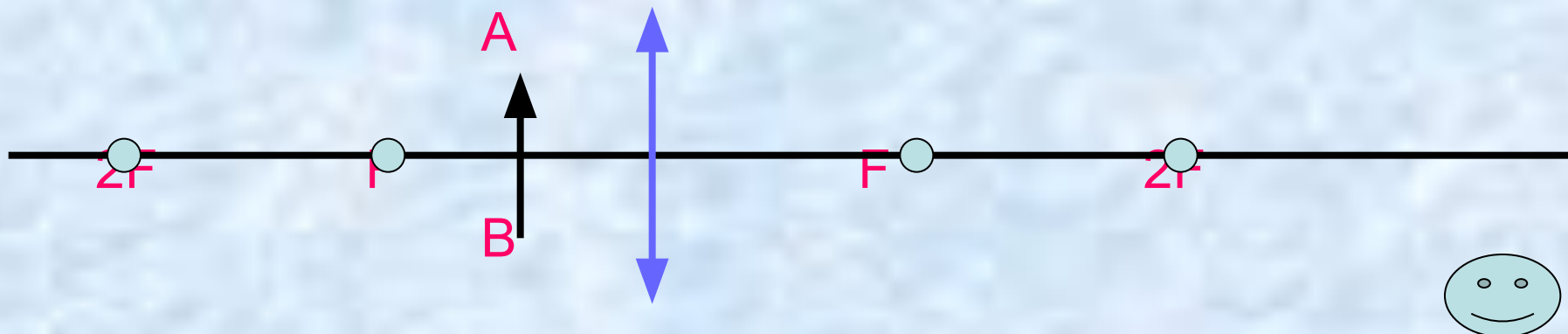


Отрезок  $\underline{A_1B_1}$  является действительным, увеличенным, перевернутым изображением отрезка  $\underline{AB}$ , находящемся за  $2F$ .

**Задание:** 1) Построить изображения, даваемое собирающей линзой, если предмет находится за  $2F$



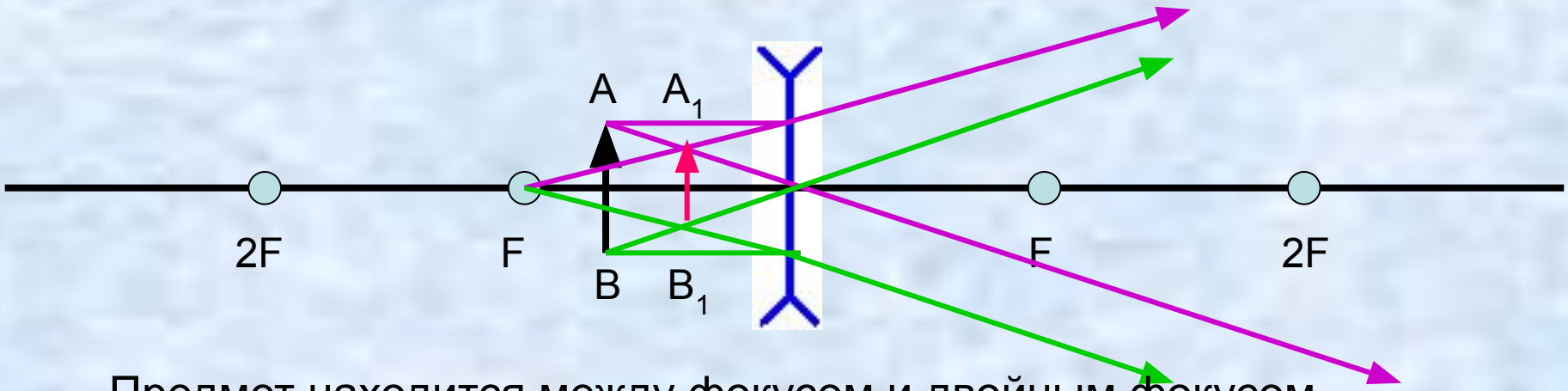
2) Построить изображения, даваемое собирающей линзой, если предмет находится между фокусом и линзой



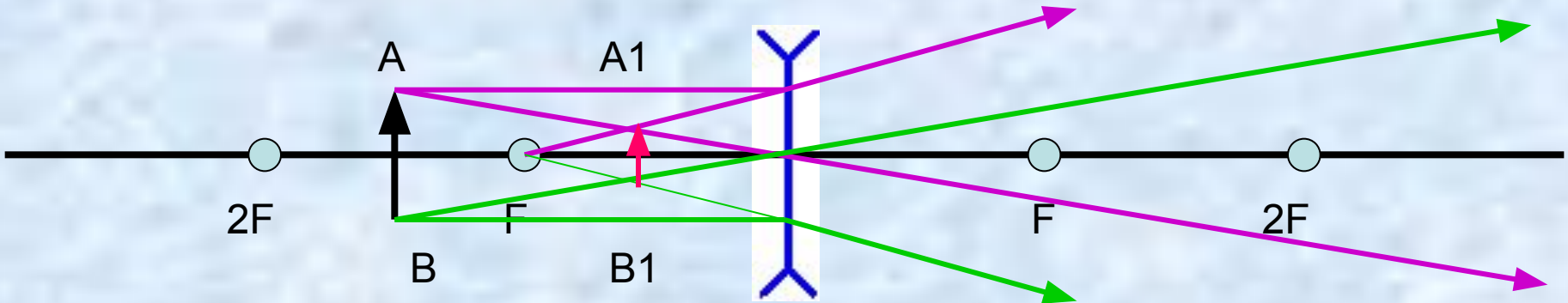


# Построение изображения, даваемое рассеивающей линзой

-- Предмет находится между фокусом и линзой--

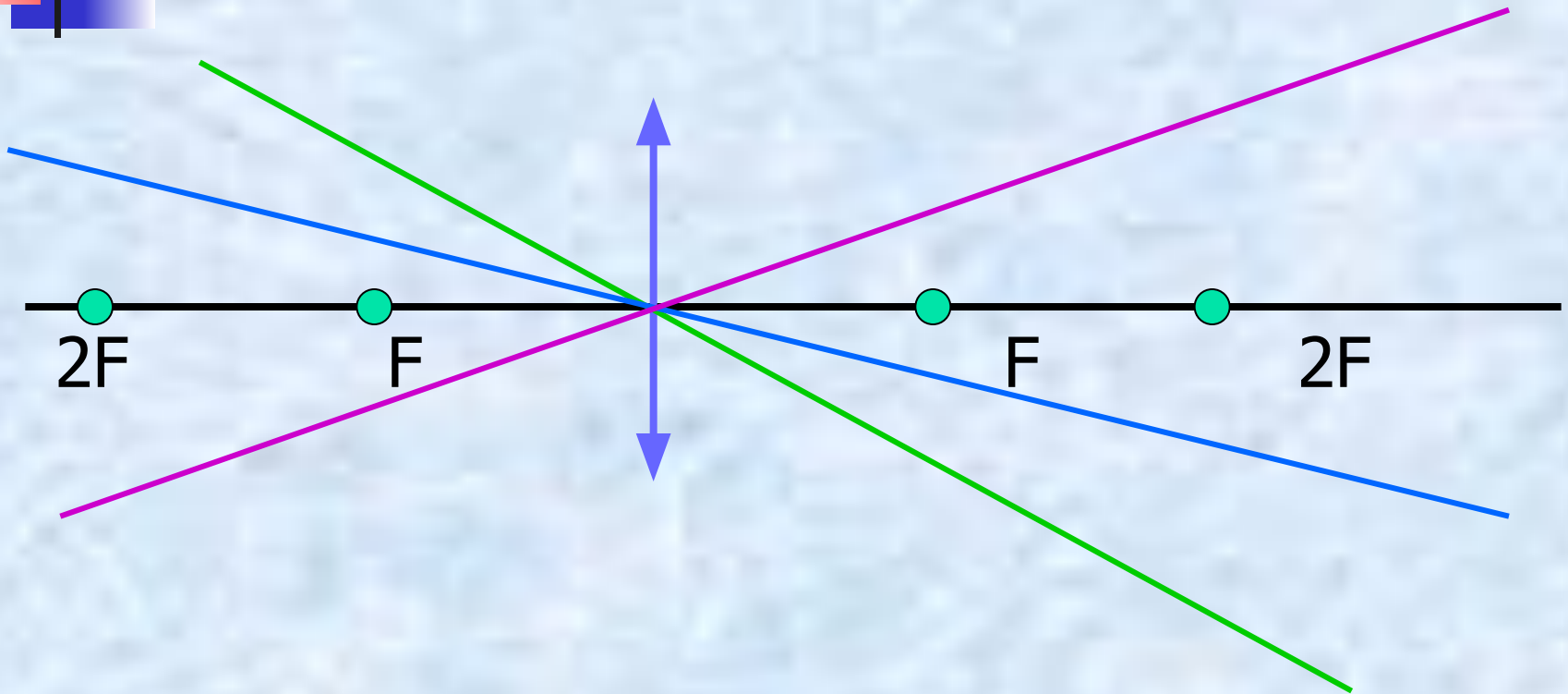


-- Предмет находится между фокусом и двойным фокусом --

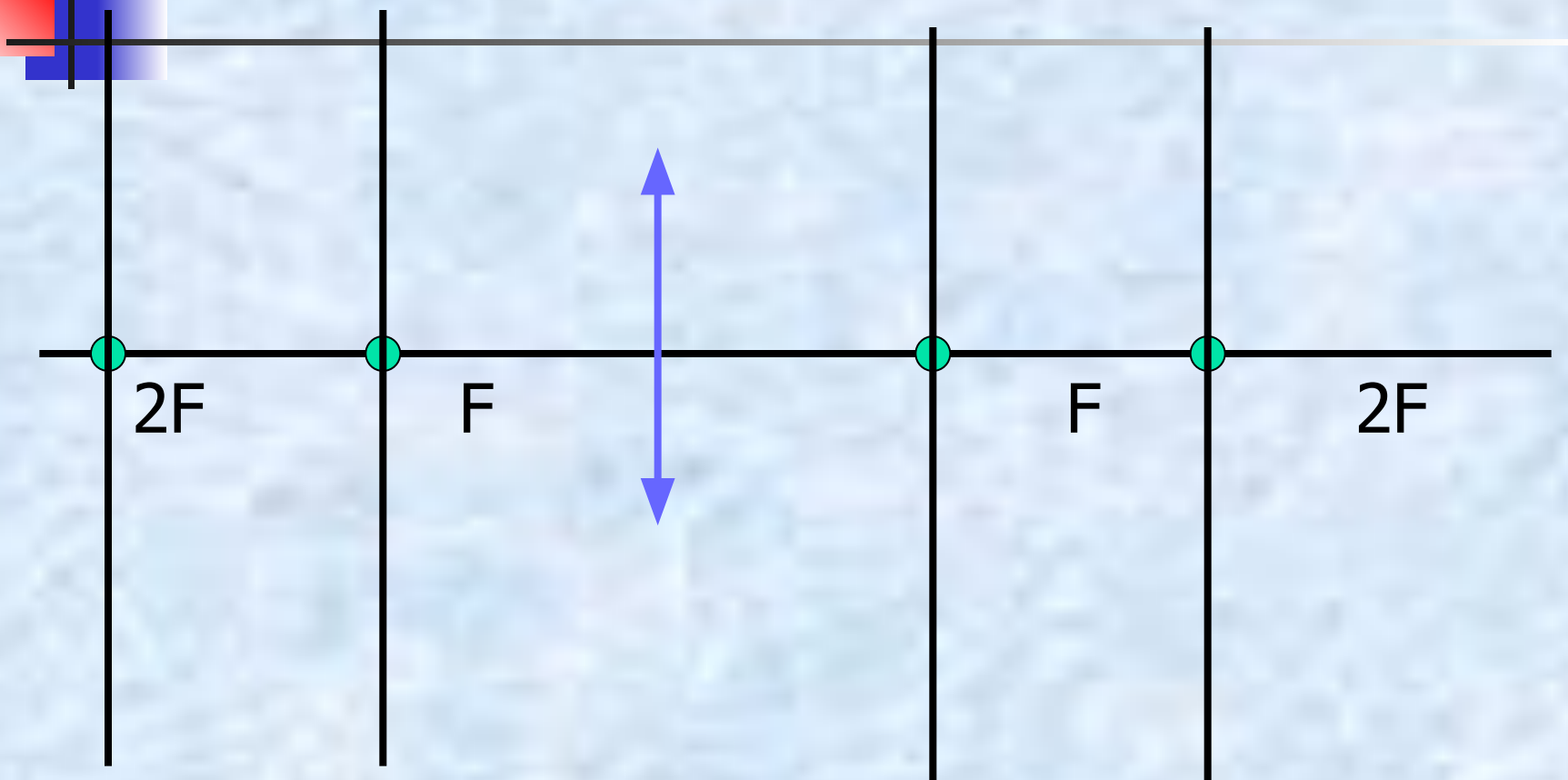


Изображение всегда мнимое, прямое, уменьшенное,  
находится между F и линзой

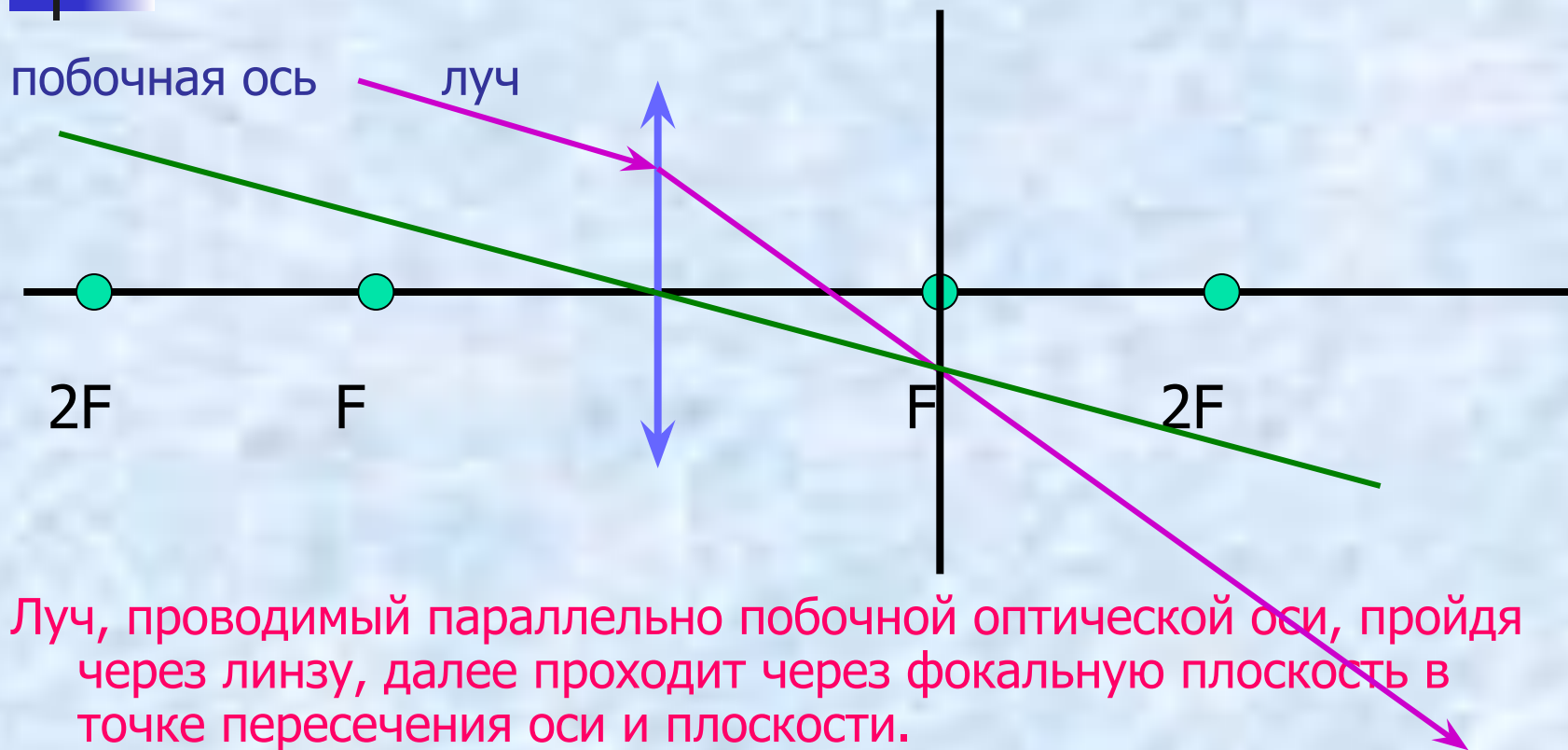
# Побочные оптические оси



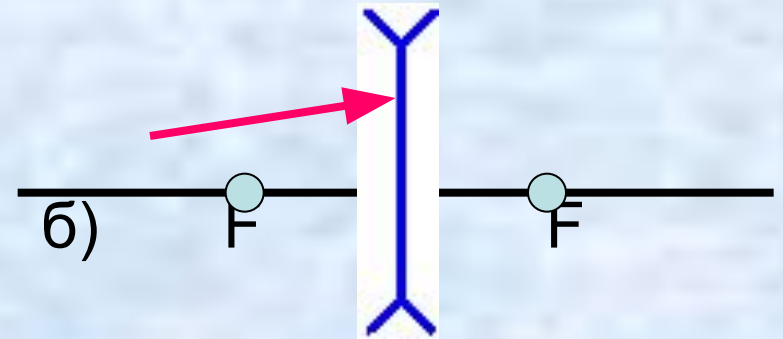
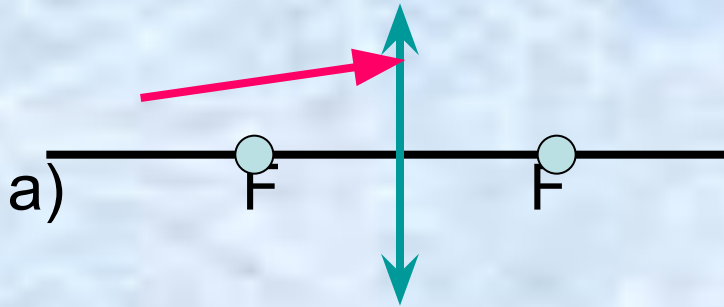
# Фокальные плоскости



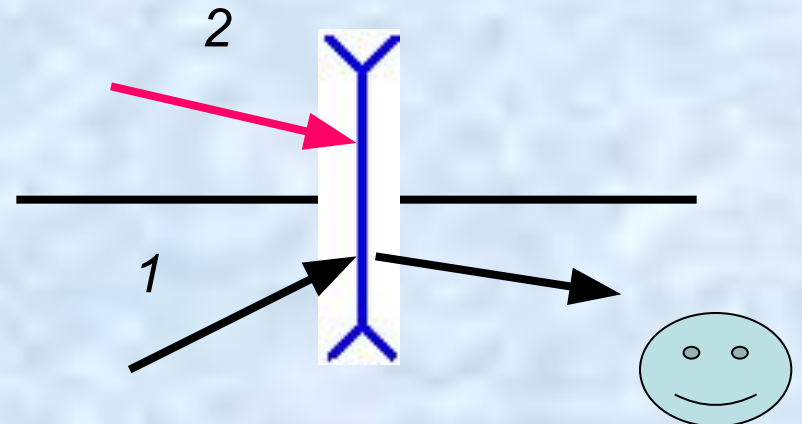
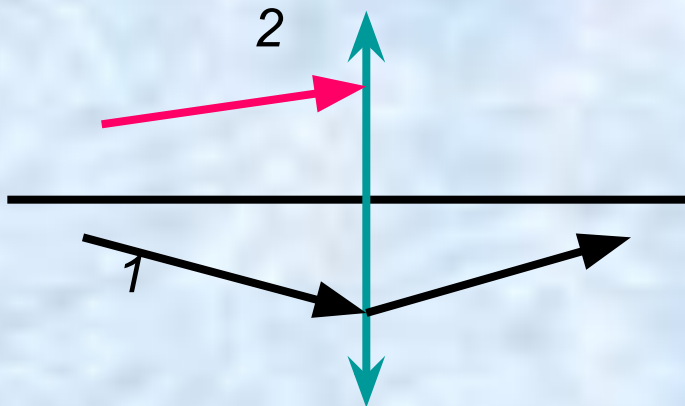
# Построение луча непараллельного главной оптической оси



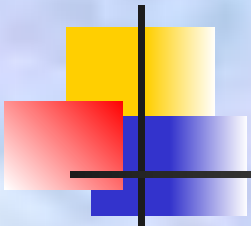
### Задание 3: Покажите ход лучей за линзами



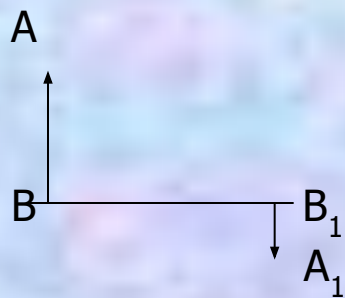
Задание 4\*: Постройте ход луча -2- за тонкими линзами, если известно положение линзы, главной оптической оси и ход луча -1-; среды по обе стороны одинаковы



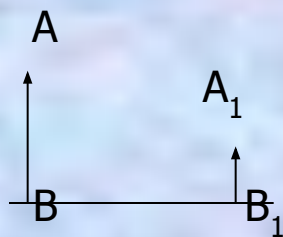




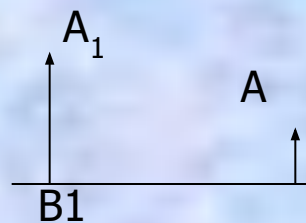
Задача: Даны главная оптическая ось линзы, предмет и его изображение. Найти построением положение главных фокусов линзы и ее оптического центра.



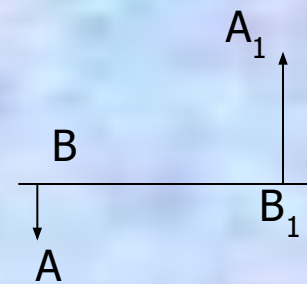
а)



б)



в)



г)



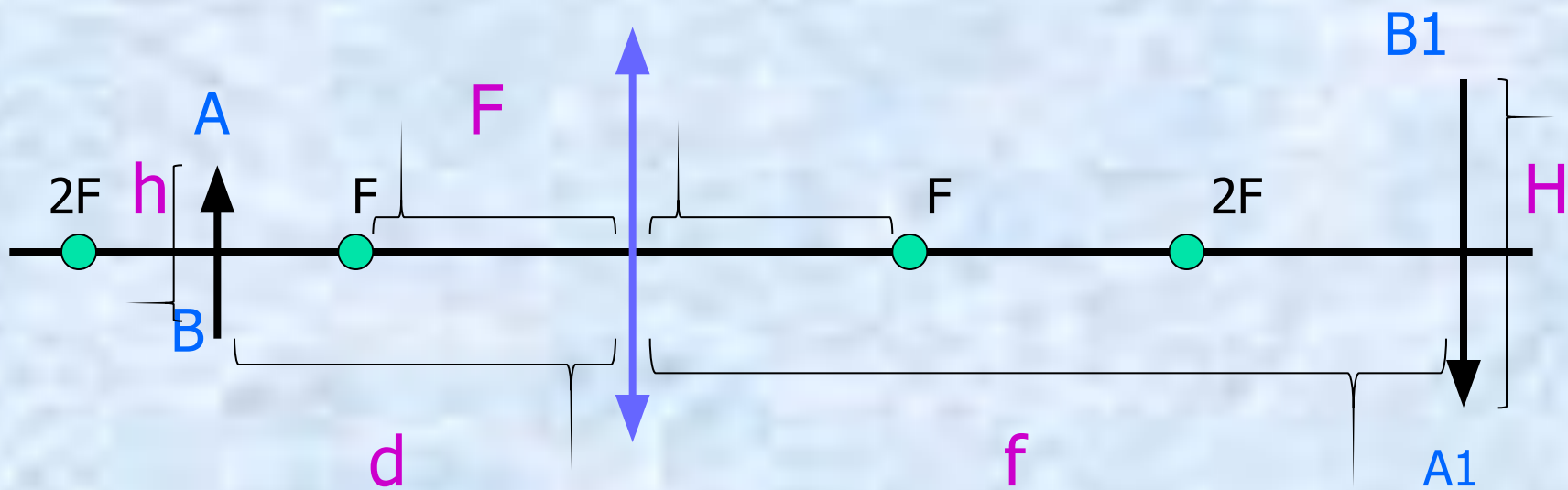


# Урок 3

---

## *Формула линзы*

# Характеристики, при построении изображения



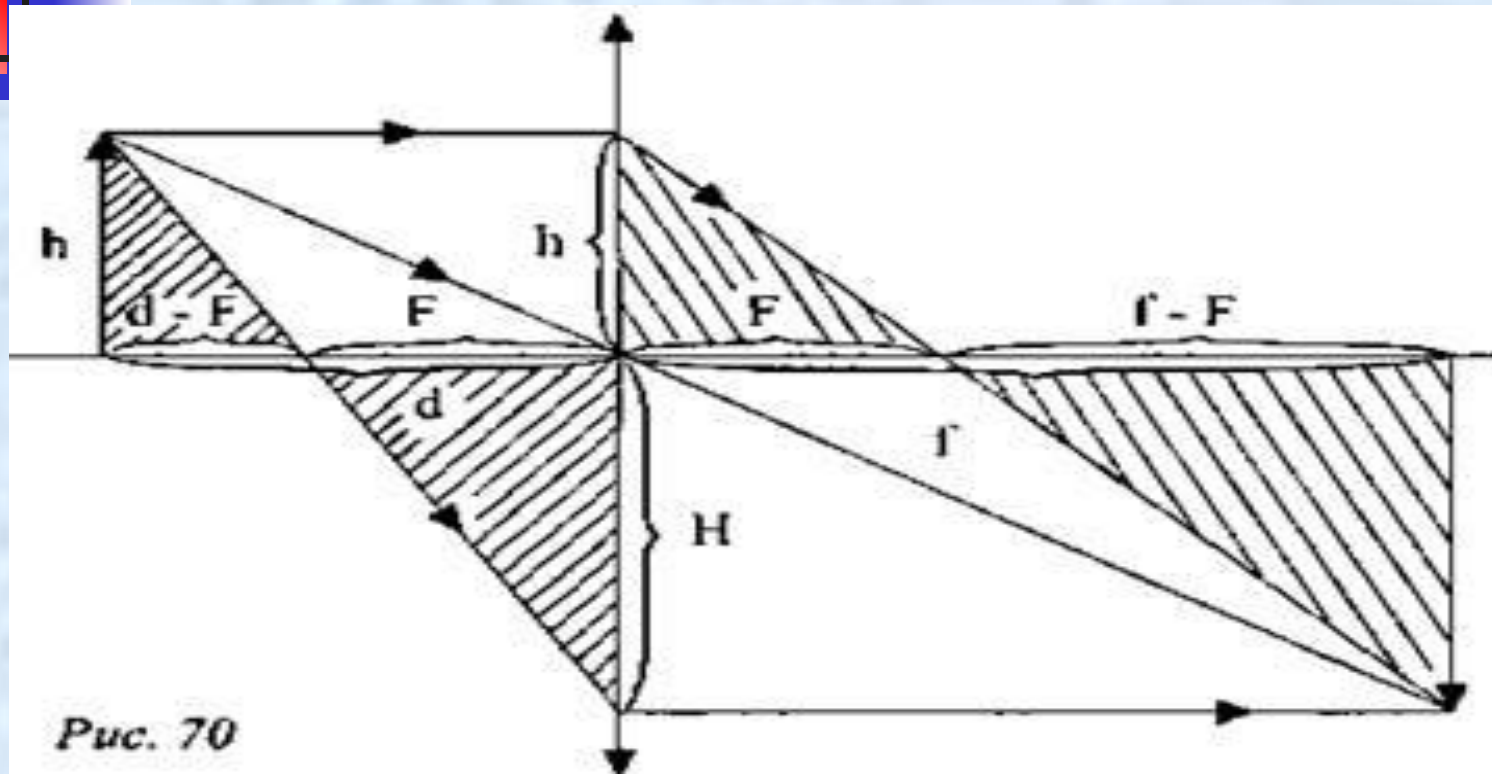
Формула  
линзы

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$$

**d** - всегда «+»

**f** – «+» если изображ-е действ-е  
«-» если изображ-е мнимое

## Вывод формулы тонкой линзы



Из подобия заштрихованных треугольников следует:

$$\frac{h}{H} = \frac{d - F}{F} \quad \text{и} \quad \frac{h}{H} = \frac{F}{f - F},$$

откуда

$$\frac{d - F}{F} = \frac{F}{f - F},$$

$$df = dF + Ff, \quad df = F(d + f), \quad F = \frac{df}{d + f}$$

или

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{f} + \frac{1}{d},$$

где  $\alpha$  - расстояние предмета от линзы;  $f$  - расстояние от линзы до изображения;  $F$  - фокусное расстояние.

## Оптическая сила линзы равна:

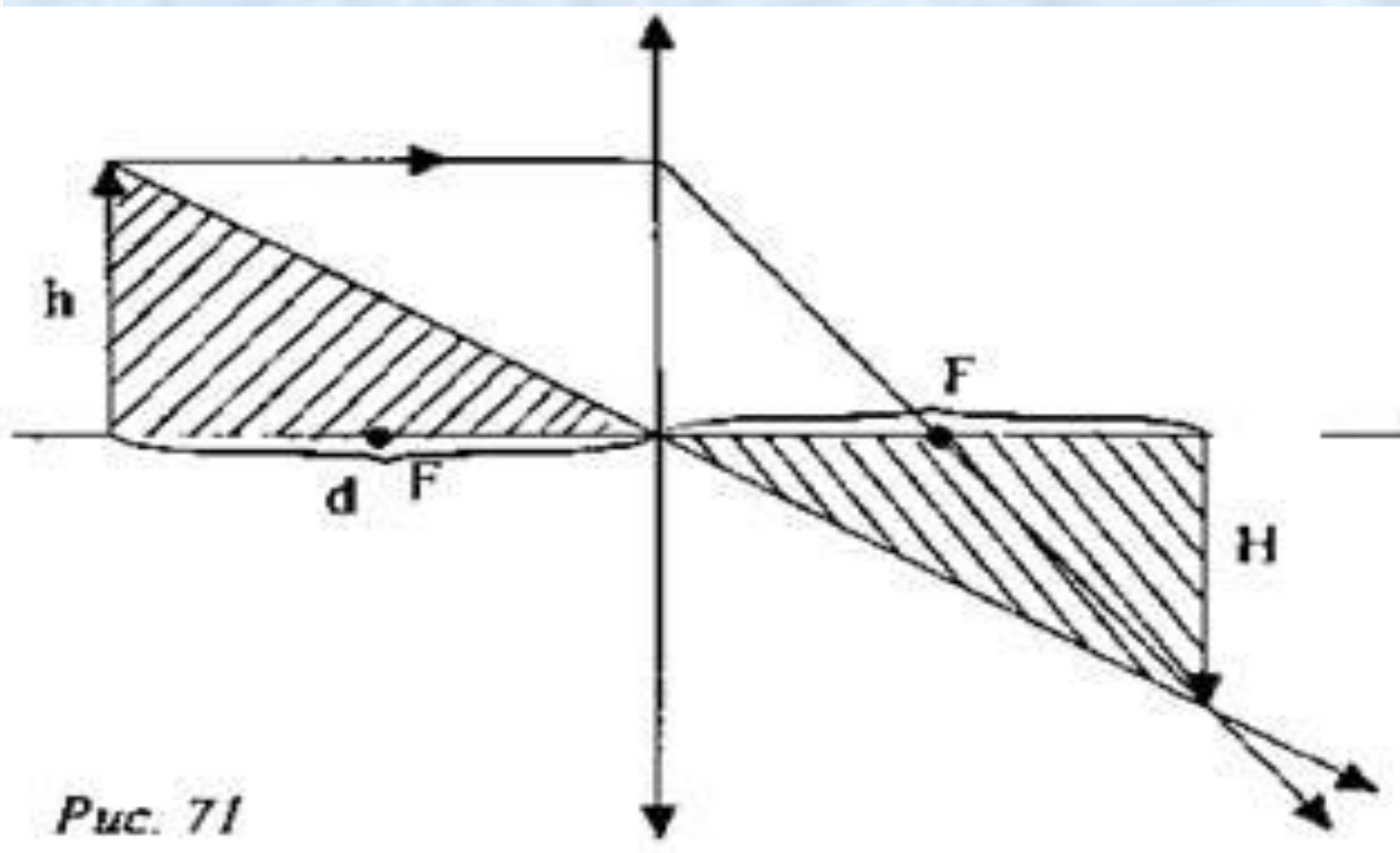
$$D = \frac{1}{f} + \frac{1}{d} = \frac{1}{F}.$$

При расчетах числовые значения действительных величин всегда подставляются со знаком «плюс», а мнимых - со знаком «минус».

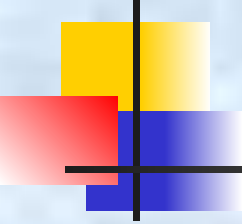
**Зависимость оптической силы линзы от радиусов кривизны поверхностей.**

$$D = \left( \frac{n_c}{n_w} - 1 \right) \left( \pm \frac{1}{R_1} \pm \frac{1}{R_2} \right)$$

## Линейное увеличение







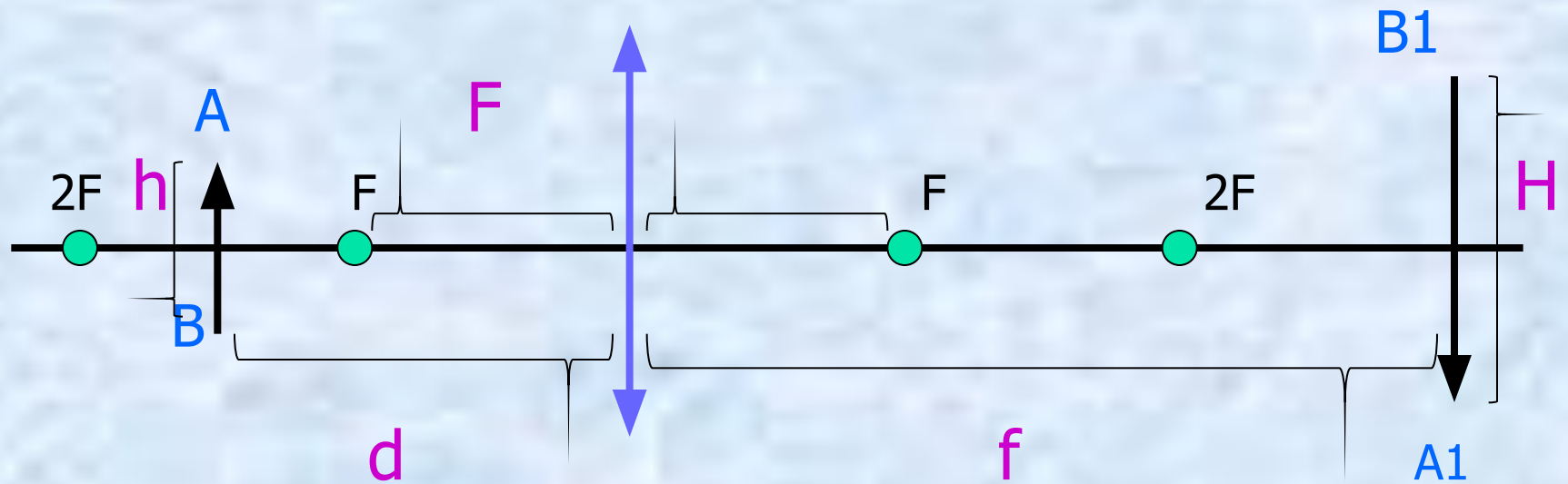
**Самостоятельная работа.** Учащиеся самостоятельно выводят формулу линейного увеличения.

---

**Дескрипторы:**

- рисунок;
- знает подобие треугольников;
- записывает формулу;
- делает вывод.

# Характеристики, при построении изображения



Увеличение линзы

$$\Gamma = \frac{f}{d} = \frac{H}{h}$$

## Основные типы задач

Задача № 1. Определить оптическую силу собирающей линзы, если известно ее фокусное расстояние.

Дано	<i>Решение</i>
$F$	Используем формулу
<hr/>	оптической линзы
$D - ?$	$D = \frac{1}{F}$ .

Задача № 2. Найти увеличение линзы, если даны: а) размеры предмета и его изображения или б) расстояние от линзы до предмета и до изображения.

Дано	<i>Решение</i>
$AB$	Применяем формулы
$A_1B_1$	увеличения линзы:
или	а) $\Gamma = \frac{A_1B_1}{AB}$ ,
$f$	б) $\Gamma = \frac{f}{d}$ .
$d$	
<hr/>	
$\Gamma - ?$	

Задача № 3. Найти расстояние  $f$  от линзы до изображения, если известны  $F$  и  $d$ .

Дано	<i>Решение</i>
$F$	Используем формулу
$d$	тонкой линзы
<hr/>	$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$ .
$f - ?$	Отсюда
	$\frac{1}{F} - \frac{1}{d} = \frac{1}{f}$ ,
	или $f = \frac{Fd}{d - F}$ .

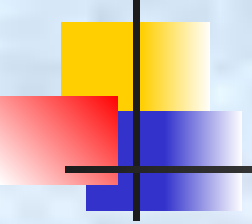
Задача № 4. Определить расстояния  $d$  от линзы до предмета и  $f$  от линзы до изображения, если полученное изображение — действительное, перевернутое и уменьшенное в  $n$  раз, фокусное расстояние линзы дано.

Дано	<i>Решение</i>
$F$	Используем формулы:
$\Gamma = \frac{1}{n}$	$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$ , $\Gamma = \frac{f}{d}$ .
<hr/>	
$d - ?$	Из них находим $d$ и $f$ .
$f - ?$	

# Решите задачи

- 1 Найдите оптическую силу  $D$  линзы и фокусное расстояние  $F$  двояковыпуклой линзы, если действительное изображение предмета, помещенного в 15 см от линзы, получается на расстоянии  $f=30$  см от нее. Найдите увеличение линзы. Дайте чертеж.
- 2 Предмет находится на расстоянии  $d=12$  см от двояковыпуклой линзы, фокусное расстояние которой равно  $F=10$  см. На каком расстоянии от линзы  $f$  получится изображение? Дайте чертеж.
- 3 Как надо расположить линзу с фокусным расстоянием  $F=12$  см, предмет и экран, чтобы получить пятикратное увеличение предмета?
- 4 Мнимое изображение предмета, получаемое с помощью линзы, в 4,5 раза больше самого предмета. Чему равна оптическая сила линзы, если предмет находится от нее на расстоянии  $d= 3,8$  см?

# Ответы к задачам



---

1  $F=10\text{см}$ ;  $D=10$  дптр  $\Gamma=2$


2  $f=60\text{см}$

3 поместить предмет на расстоянии  $14,5\text{см}$  от линзы

4  $D= +2\text{дптр}$



# Качественные задачи для самостоятельной работы дома

- 
- 1 Что произойдет с изображением предмета, если вплотную к собирающей линзе поместить рассеивающую линзу с таким же фокусным расстоянием?
  - 2 Изменится ли фокусное расстояние собирающей линзы, если её поместить в воду?
  - 3 Изменится ли изображение предмета, если между предметом и линзой поместить вторую собирающую линзу с таким же фокусным расстоянием? Изучить разные варианты расположения: расстояние 2-й линзы от 1-й  
а)  $d > F$  б)  $d = F$  в)  $F < d < 2F$  г)  $d = 2F$
  - 4 Изменится ли изображение предмета, если между первой линзой и изображением поместить вторую собирающую линзу на таких расстояниях 1-й линзы  
а)  $d > F$  б)  $d = F$  в)  $F < d < 2F$  г)  $d = 2F$

Способы решения различны: геометрическое построение; используя формулы.



# ЛИНЗЫ

– прозрачные тела, ограниченные двумя сферическими поверхностями

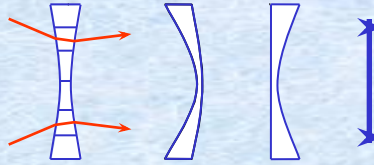
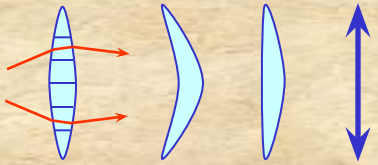
## ВИДЫ

**ВЫПУКЛАЯ – СОБИРАЮЩАЯ**

**ВОГНУТАЯ – РАССЕИВАЮЩАЯ**

Середина толще, чем края

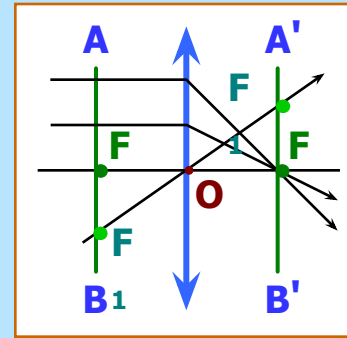
Середина тоньше, чем края



**ТОНКАЯ ЛИНЗА:**

Толщина много меньше радиусов поверхностей

## ХАРАКТЕРИСТИКИ



**O** – оптический центр

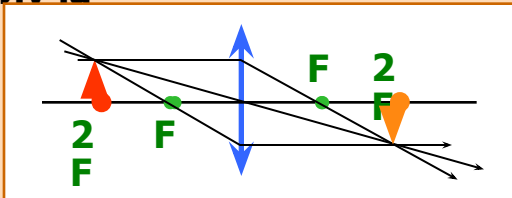
**F** – главные фокусы  
**F<sub>1</sub>** – побочные фокусы

**AB** } фокальные плоскости  
**A'B'** }

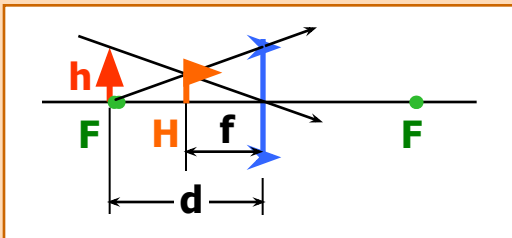
**OF** – оптическая ось  
**OF<sub>1</sub>** – главная оптическая ось  
**OF<sub>2</sub>** – побочная оптическая ось

## ПОСТРОЕНИЯ

- **Ход световых лучей**
- **используются три удобных луча**



действительное  
обратное  
равное



мнимое  
прямое  
уменьшенное

## ФОРМУЛЫ

1. **Формула тонкой линзы**

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$$

$F < 0$  – фокус мнимый;  
 $f < 0$  – изображение мнимое.

2. **Увеличение линзы**

$$\Gamma = \frac{|f|}{d} = \frac{H}{h}$$

$H$  – размеры изображения;  
 $h$  – размеры предмета.

3. **Оптическая сила линзы**  $[D] = 1 \text{ Дптр} = 1 \text{ м}^{-1}$

$$D = \frac{1}{F}$$



$$D = D_1 + D_2 + \dots$$