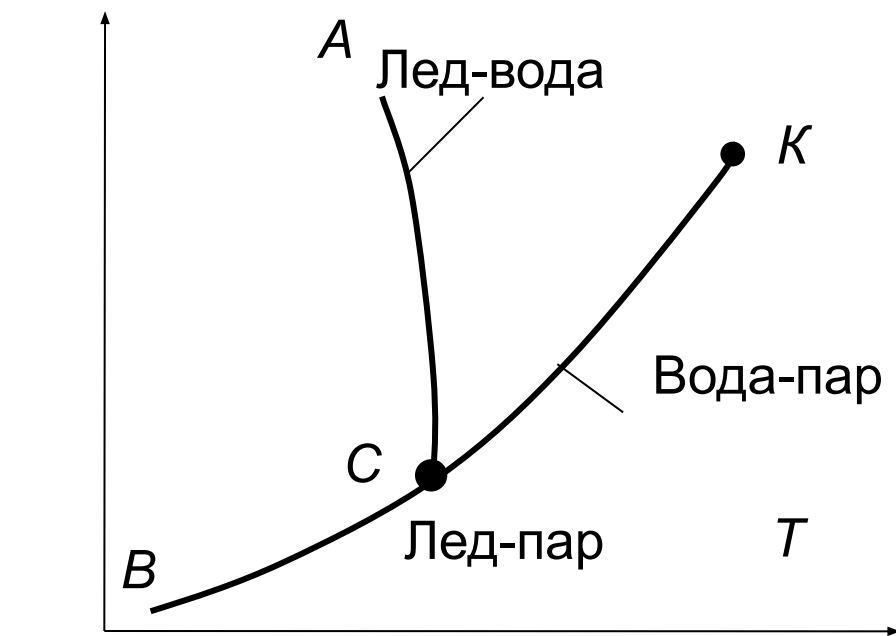


Водяной пар

Процессы при фазовом превращении

- Парообразование
- Испарение
- Кипение
- Конденсация
- Сублимация
- Десублимация

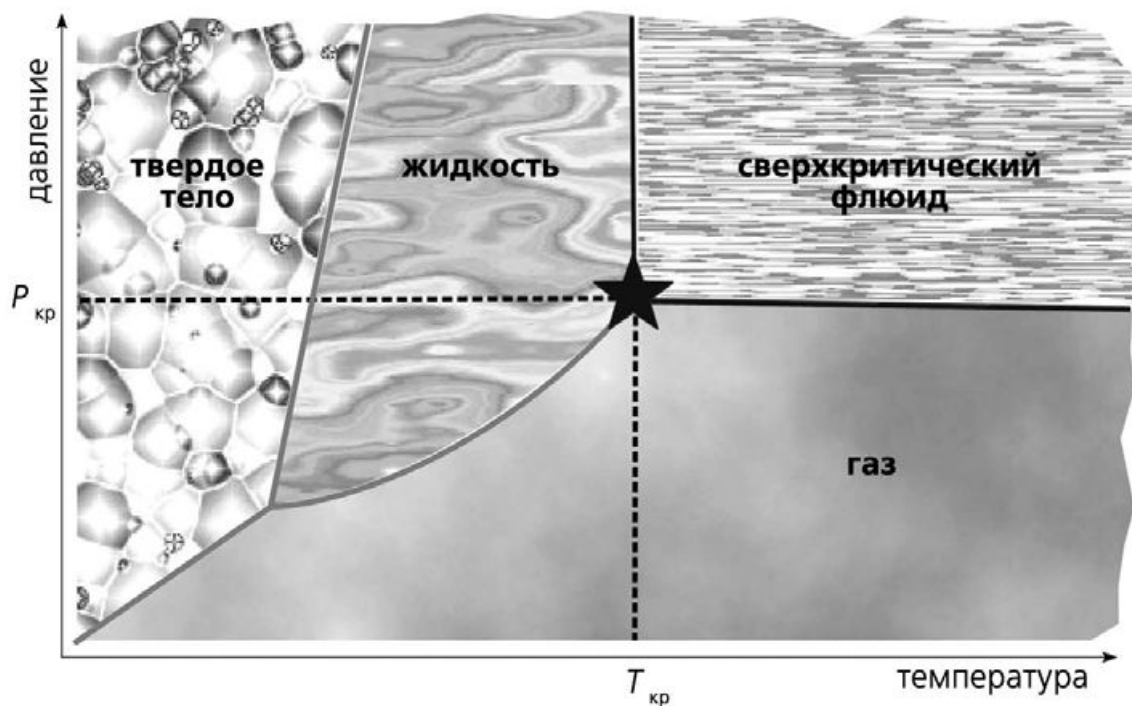


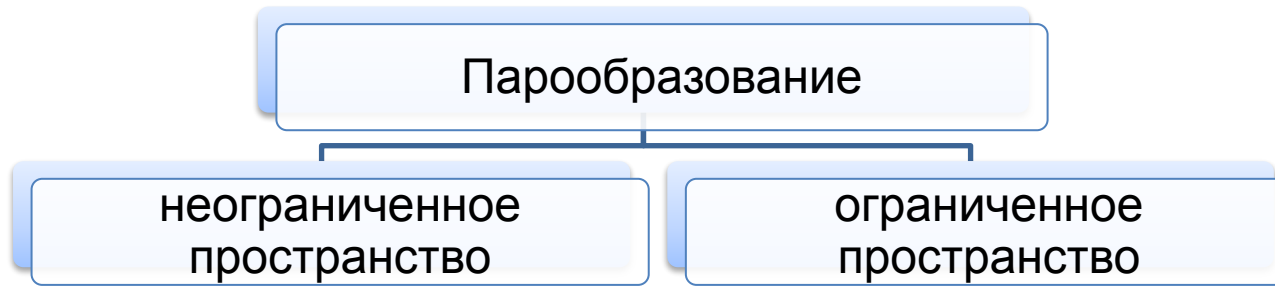
$$\phi = k - + 2$$

Кривые фазового
равновесия

0

Кривые фазового
равновесия воды
0,01 °C и 610,8 Па





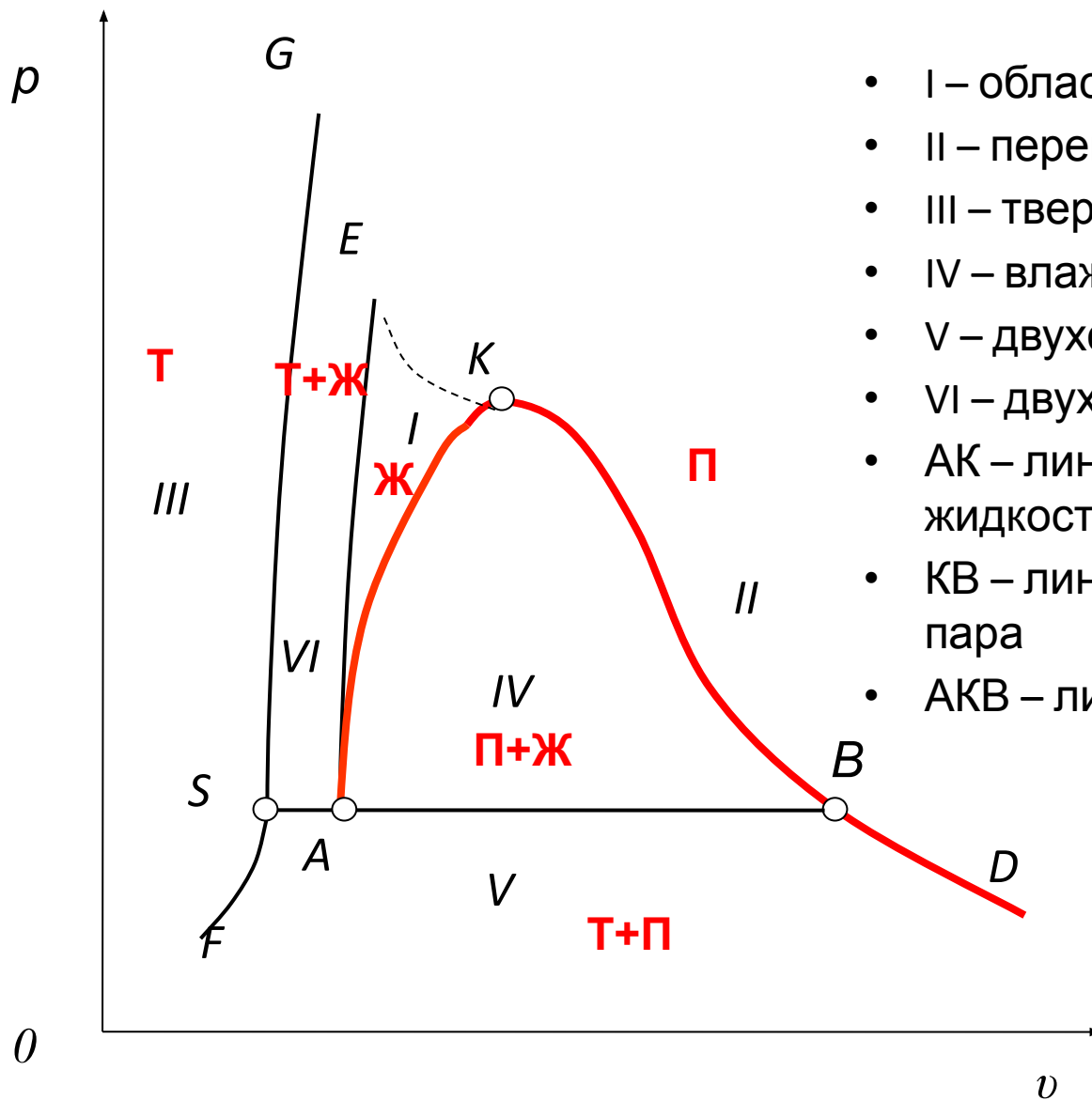
- **Насыщенный пар** – пар, соприкасающийся с жидкостью и находящийся в термическом с ней равновесии
- **Сухой насыщенный пар** – насыщенный пар, в котором отсутствуют взвешенные высокодисперсные (мельчайшие) частицы жидкой фазы
- **Влажный насыщенный пар** – насыщенный пар, в котором содержатся взвешенные высокодисперсные частицы жидкой фазы, равномерно распределенные по всей массе пара

- **Степень сухости** – массовая доля сухого насыщенного пара (п) во влажном (п+ж)

$$x = \frac{\text{масса сухого пара}}{\text{масса влажного пара}} = \frac{M}{M + M}$$

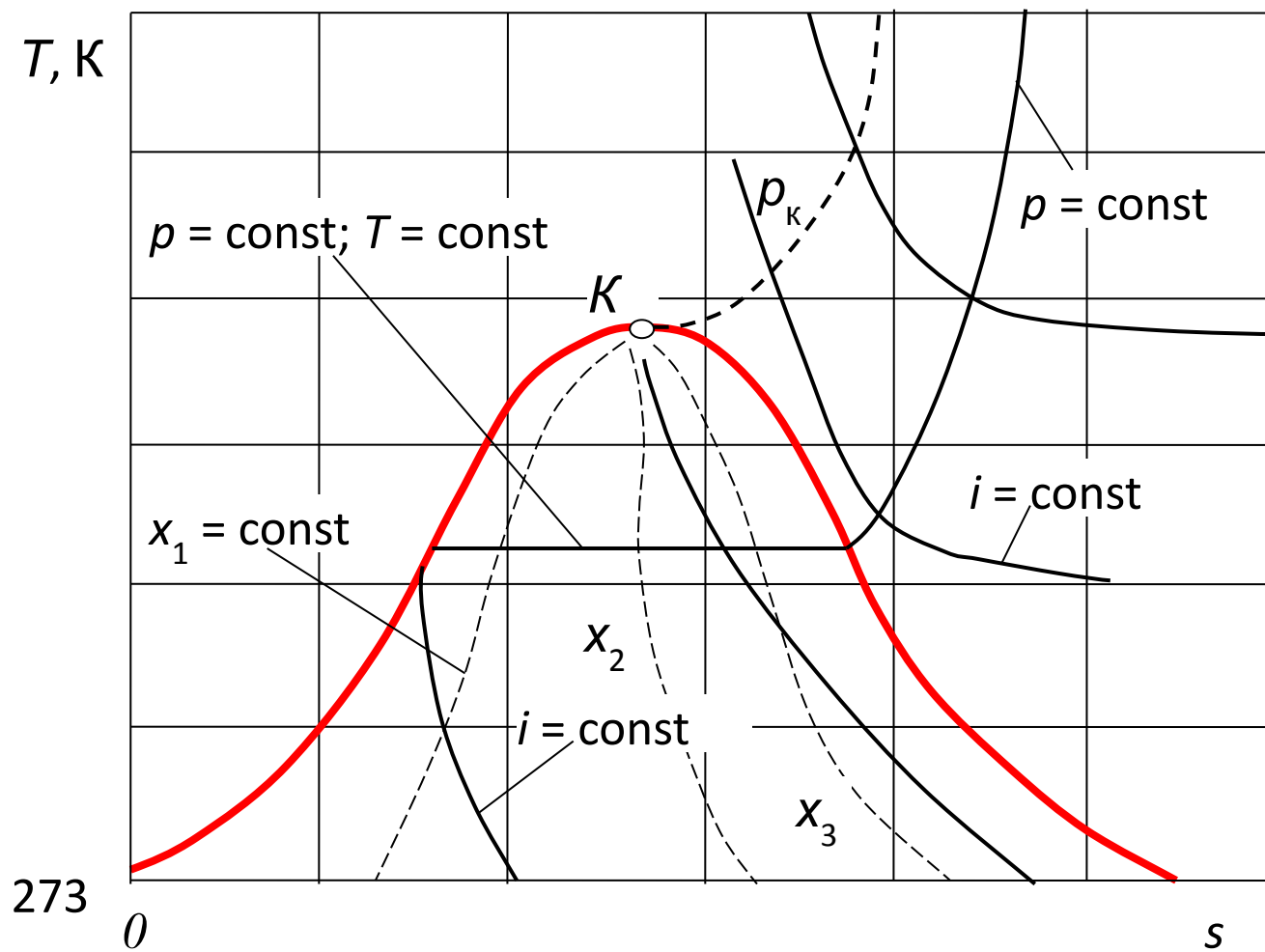
- **Степень влажности**
- **Перегретый пар** – пар, имеющий температуру выше температуры кипения при данном давлении
- Теплота парообразования (кипения, конденсации) – количество теплоты, необходимое для превращения 1 кг вещества из жидкого состояния в парообразное

$$r = i'' - i', \quad \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$



- I – область жидкости
- II – перегретого пара
- III – твердого вещества
- IV – влажного насыщенного пара
- V – двухфазная область (т+п)
- VI – двухфазная область (т+ж)
- АК – линия кипящей (насыщенной) жидкости
- KB – линия сухого насыщенного пара
- АКВ – линия насыщения

Фазовая диаграмма в координатах $p-v$



T - s -диаграмма воды (область жидких и
газообразных состояний)

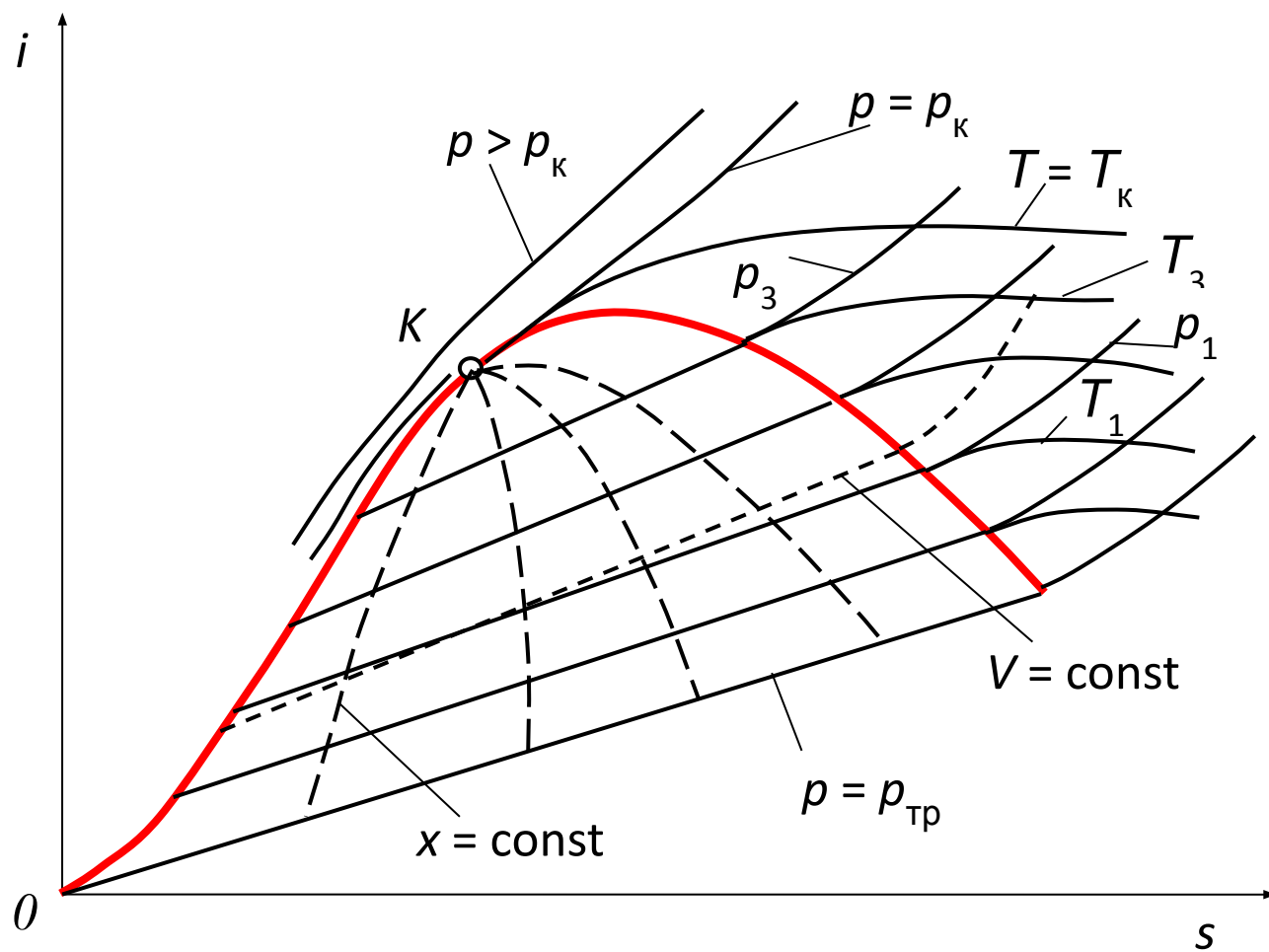


Рис. 3.6. i – s -диаграмма (область жидких и газообразных состояний)

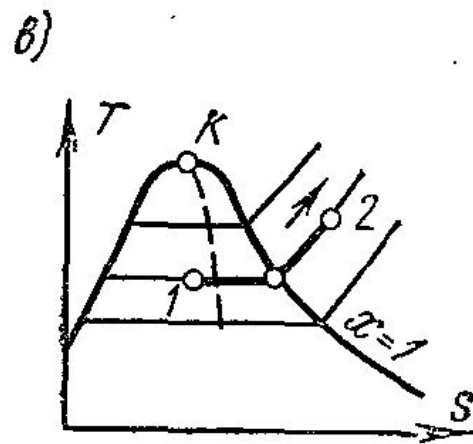
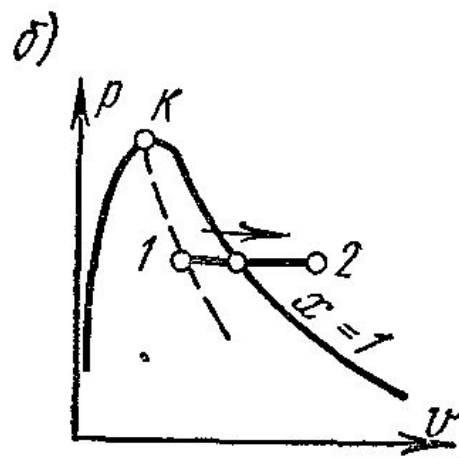
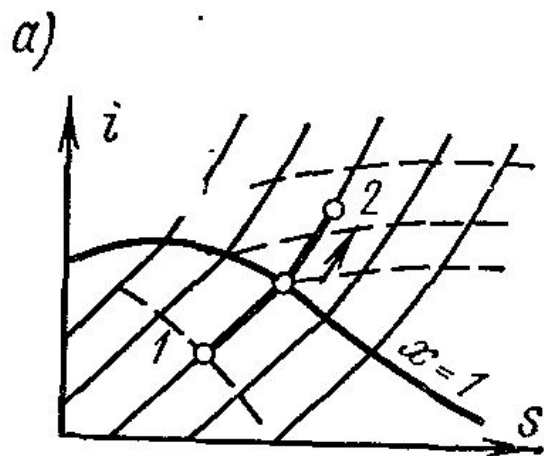
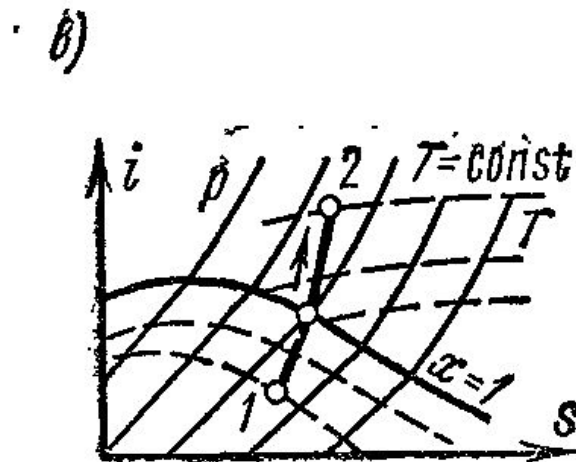
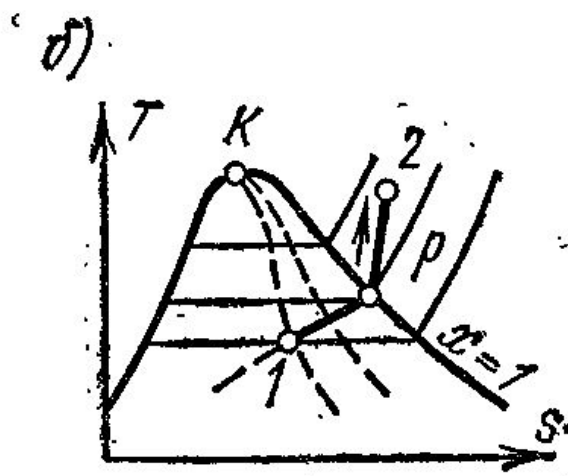
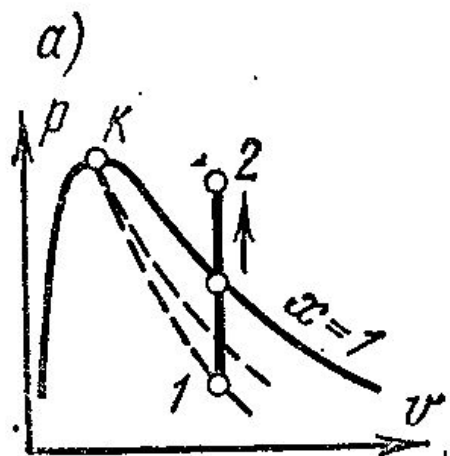
Уравнение Клапейрона-Клаузиуса

$$\frac{dp}{dT} = \frac{r}{T(\nu_2 - \nu_1)}$$

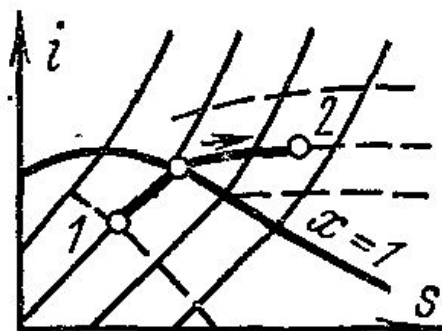
- Величина dp/dT представляет собой производную от давления по температуре, взятую по кривой фазового равновесия.
- Формула Клапейрона-Клаузиуса определяет изменение давления вдоль кривой равновесия фаз, т. е. зависимость равновесного давления обеих фаз от температуры.

$$\frac{dp}{dT} = \frac{r}{T(\nu'' - \nu')} = \frac{i'' - i'}{T(\nu'' - \nu')}$$

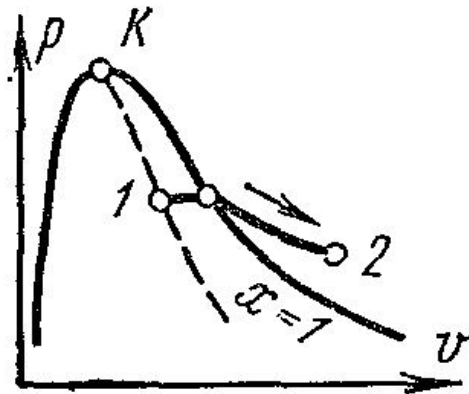
Термодинамические процессы водяного пара



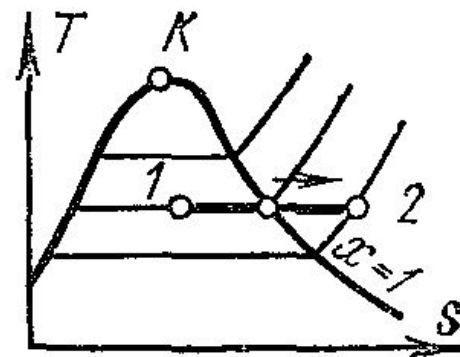
a)



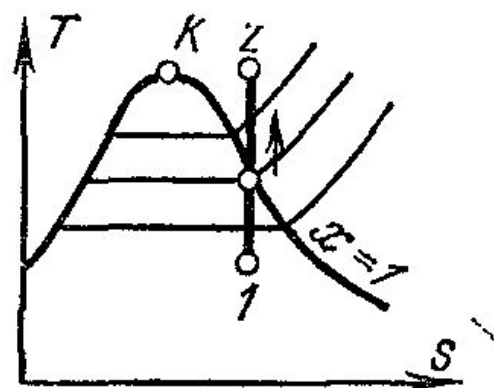
б)



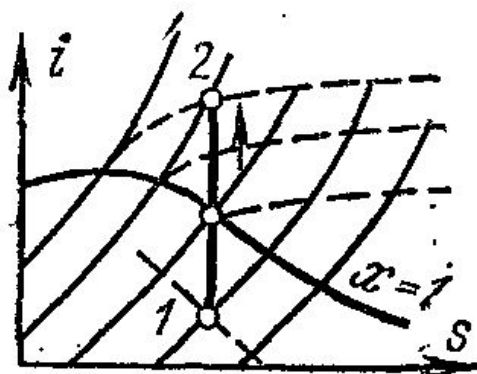
в)



a)



б)



в)

