

Условие

Задача 3. «Не забудьте посолить»

Однажды юный физик Федя заметил, что кипение воды прекращается при добавлении соли. За разъяснениями он обратился к учителю физики. Опытный учитель привел сразу три объяснения:

- Во-первых, Федя, соль имеет комнатную температуру. Во-вторых, растворение соли происходит с поглощением тепла, в третьих, повышается температура кипения воды.
- А какой же решающий фактор? — спросил Федя.
- Это и будет твоим домашним заданием,— сказал учитель и вручил Феде справочник «Таблицы физических величин».

Часть 1. Фактор первый

«С первой причиной я разберусь и без справочника,» - подумал Федя. «Пусть m_B — масса воды, m_C — масса соли, c_B — удельная теплоемкость воды, c_C — удельная теплоемкость соли. Температуру кипения воды обозначим t_K , температуру соли — t_C ».

1.1 Получите выражение для изменения температуры воды при добавлении соли, считая что она не растворяется.

Теплоемкость воды Федя знал наизусть $c_B = 4200 \text{ Дж/кг} \cdot ^\circ\text{C}$, а теплоемкость соли начал искать в справочнике, но не нашел. Зато увидел таблицу зависимости удельной теплоемкости солевого раствора от его концентрации.

Таблица 1. Зависимость удельной теплоемкости солевого раствора от концентрации

$\eta, \%$	0	5	10	15	20	25
$c, \text{кДж} / \text{кг} \cdot ^\circ\text{C}$	4,20	4,00	3,90	3,68	3,55	3,36

Подсказка. Концентрация соли в растворе определяется следующим образом: $\eta = \frac{m_C}{m_P}$, где m_C — масса соли, m_P — масса раствора.

Кроме того, Федя узнал о «правиле смешения», согласно которому теплоемкость смеси равна сумме теплоемкостей отдельных составляющих.

1.2 Используя данные таблицы, убедитесь, что «правило смешения» вполне применимо для раствора поваренной соли в широком диапазоне концентраций, а также определите удельную теплоемкость соли c_C .

1.3 Масса воды $m_B = 1,0 \text{ кг}$, температура воды $t_K = 100^\circ\text{C}$, температура соли $t_C = 20^\circ\text{C}$. Вычислите изменение температуры (по формуле, полученной Вами в пункте 1.1) для $m_{C1} = 20 \text{ г}$ и $m_{C2} = 300 \text{ г}$.

Часть 2. Фактор второй

Чтобы рассчитать, на сколько охлаждается вода при растворении, Федя начал искать в справочнике удельную теплоту растворения q поваренной соли. Удивительно, но оказалось, что эта теплота зависит от того, как много соли растворяется в воде (см. таблицу 2).

Таблица 2. Удельная теплота растворения поваренной соли в воде:

m_c , г - масса соли на 1 кг воды	10	50	100	200	350
q , кДж/кг	72,3	66,2	57,3	42,5	32,2

2.1 В воду $m_b = 1$ кг бросают соль при той же температуре t_k (для исключения первого фактора). Определите изменение температуры раствора в результате растворения соли для $m_{c1} = 20$ г и $m_{c2} = 300$ г.

Часть 3. Фактор третий

Следующая необходимая для расчета таблица называлась «Температуры кипения раствора соли»

Таблица 3. Температуры кипения раствора соли

η , %	0	5	10	15	20	25
t_k , °C	100	100,5	101,0	101,6	102,2	102,9

3.1 Используя табличные данные, покажите, что увеличение температуры кипения раствора пропорционально отношению масс соли и воды, т. е. $\Delta t = \alpha \frac{m_c}{m_b}$. Определите коэффициент пропорциональности α .

3.2 Определите, на сколько градусов увеличивается температура кипения при добавлении в воду ($m_b = 1,0$ кг) $m_{c1} = 20$ г и $m_{c2} = 300$ г соли.

Часть 4. Когда же снова закипит?

4.1 Один килограмм чистой воды нагрелся от комнатной температуры $t_c = 20^\circ\text{C}$ до температуры кипения $t_k = 100^\circ\text{C}$ за 5 мин. Оцените, через сколько секунд возобновится кипение при добавлении $m_{c1} = 20$ г и $m_{c2} = 300$ г соли? Считайте, что растворение соли происходит достаточно быстро.

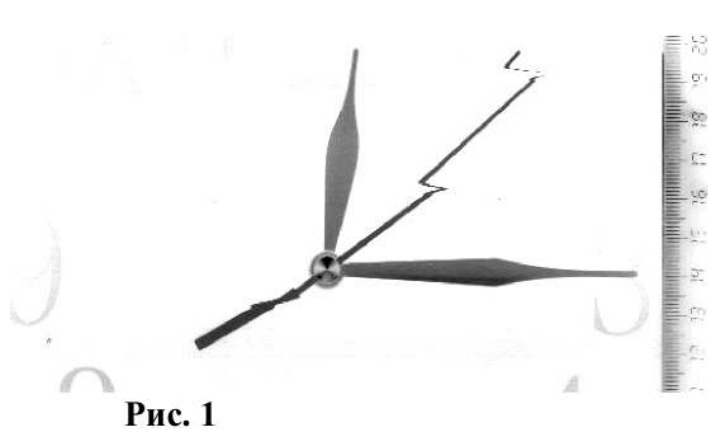


Рис. 1

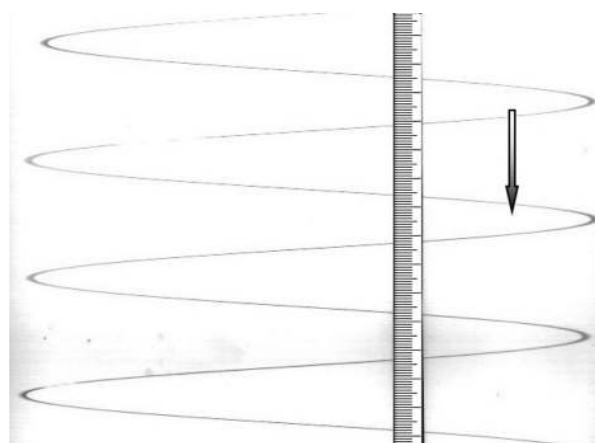
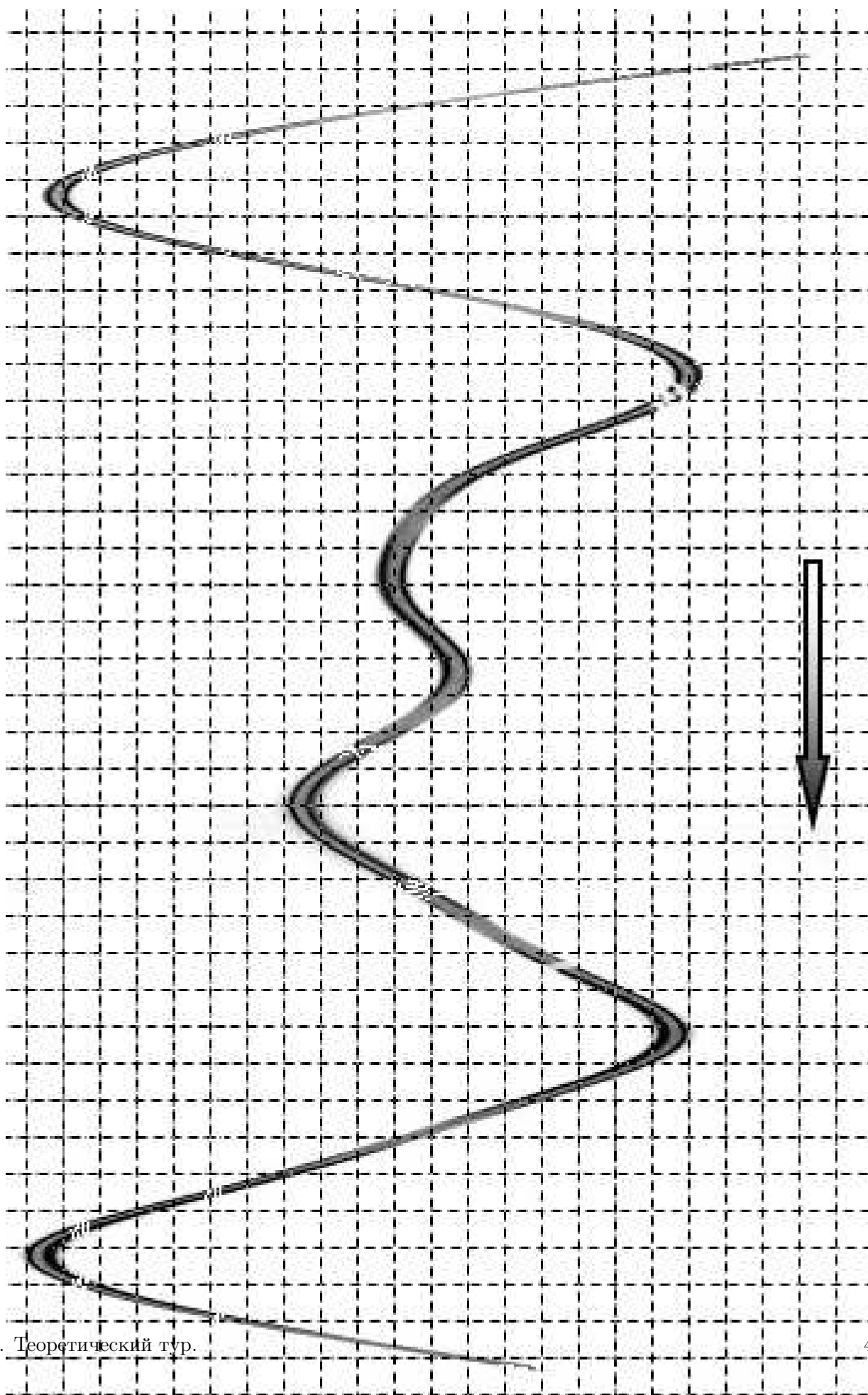


Рис. 1

Рис. 2



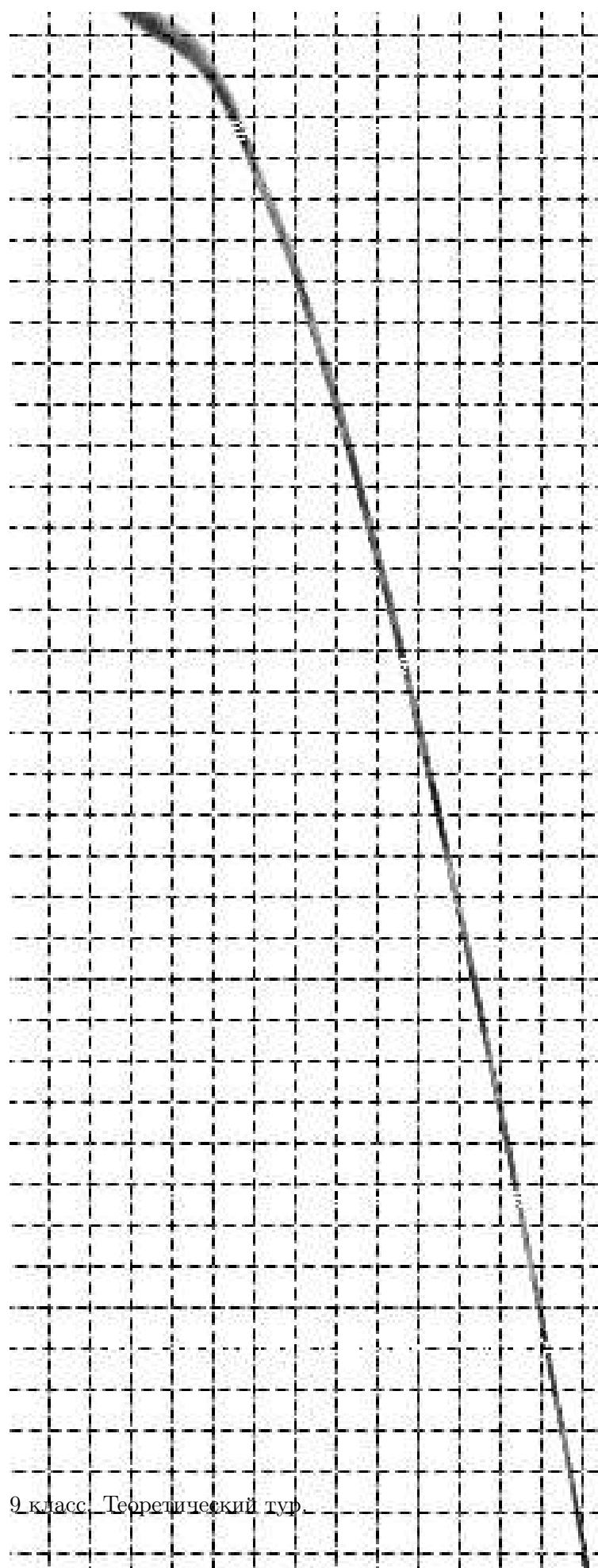


Рис. 3

Рис. 4

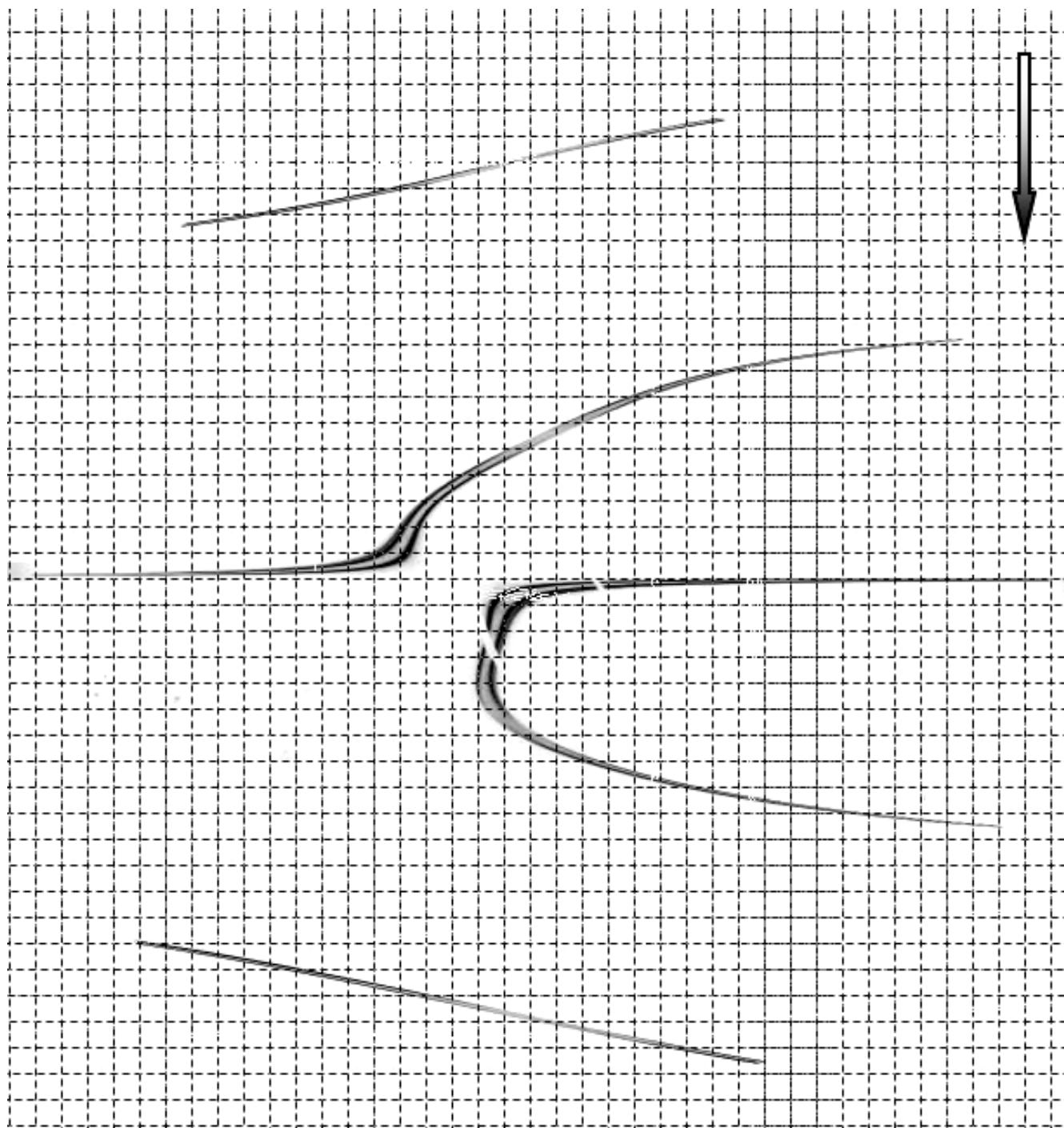


Рис. 5

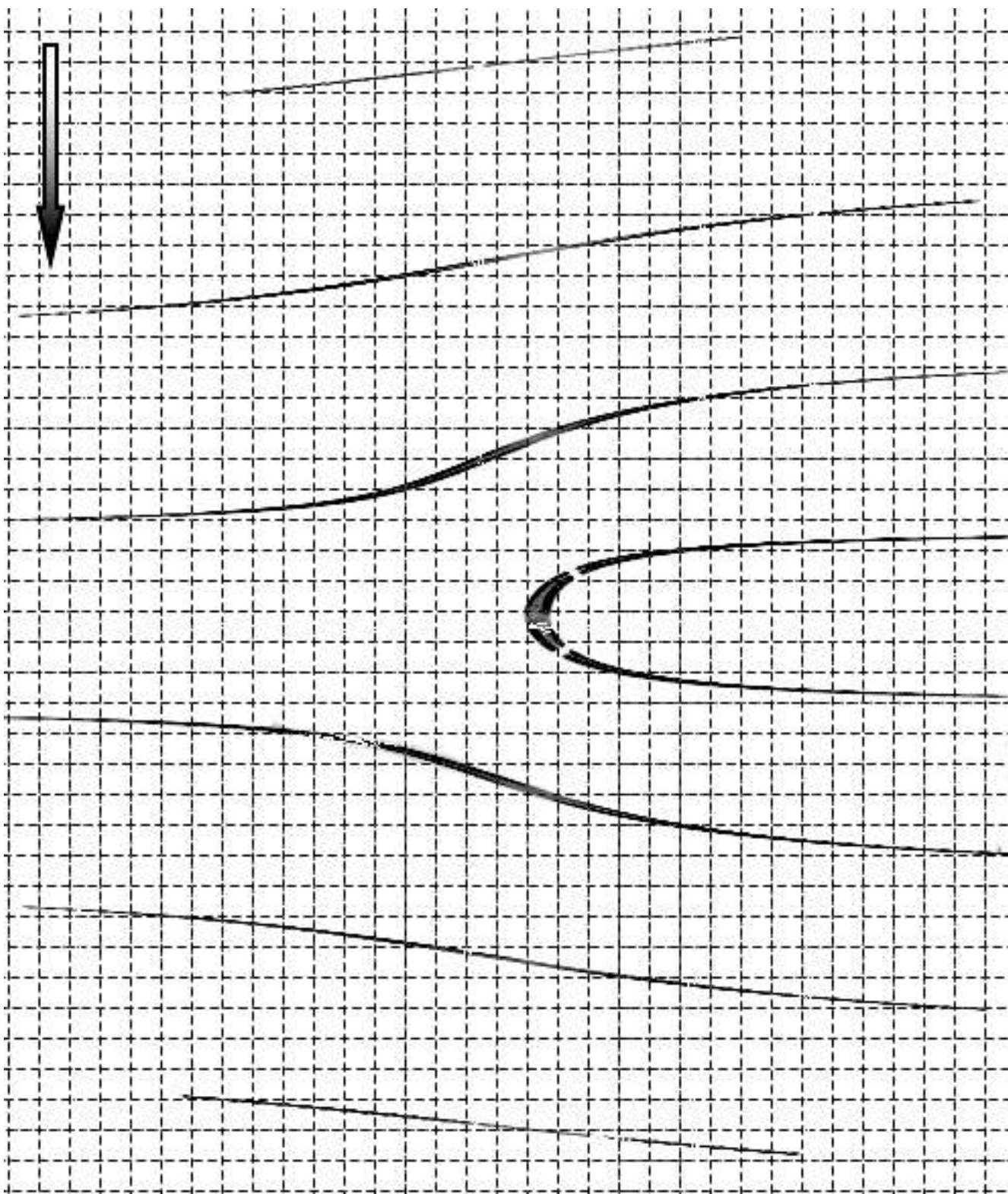


Рис. 6