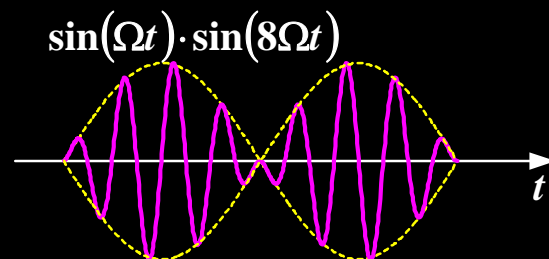
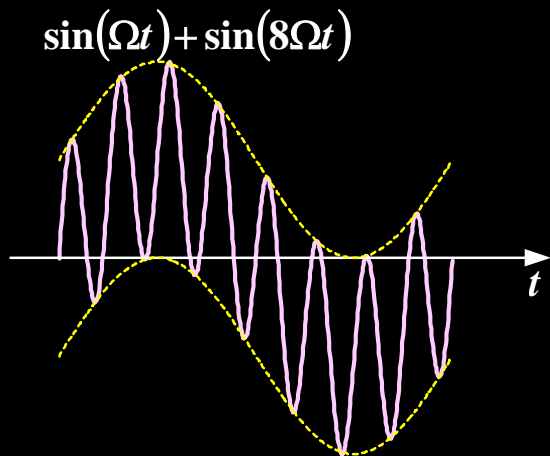
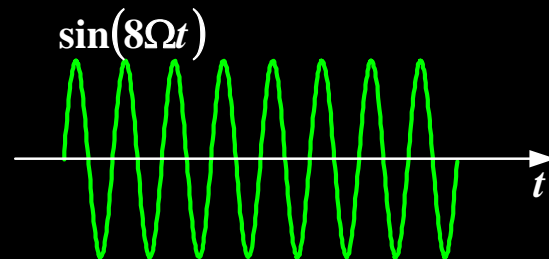
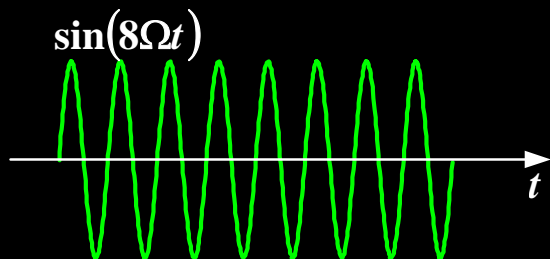
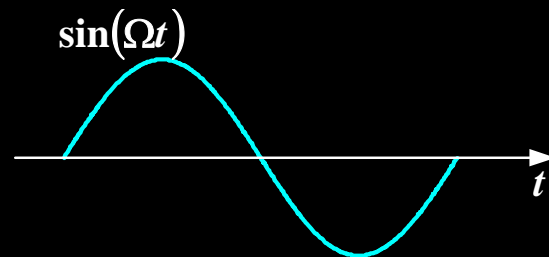
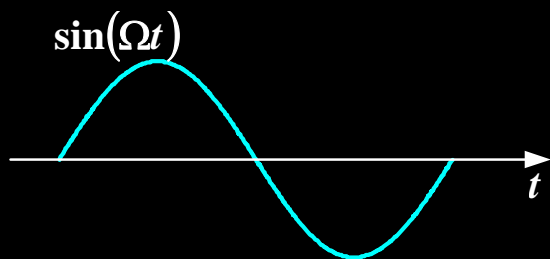


§ 1.3 信号的基本运算

- 两信号相加或相乘
- 信号的时间变换
 - 反转
 - 平移
 - 尺度变换
- 信号的微分和积分

一、信号的加法和乘法

同一瞬时两信号对应值相加（相乘）。



离散序列相加、乘

$$f_1(k) = \begin{cases} 2, & k = -1 \\ 3, & k = 0 \\ 6, & k = 1 \\ 0, & k \text{其他} \end{cases}$$

$$f_2(k) = \begin{cases} 3, & k = 0 \\ 2, & k = 1 \\ 4, & k = 2 \\ 0, & k \text{其他} \end{cases}$$

$$f_1(k) + f_2(k) = \begin{cases} 2, & k = -1 \\ 6, & k = 0 \\ 8, & k = 1 \\ 4, & k = 2 \\ 0, & k \text{其他} \end{cases}$$

$$f_1(k) \times f_2(k) = \begin{cases} 9, & k = 0 \\ 12, & k = 1 \\ 0, & k \text{其他} \end{cases}$$

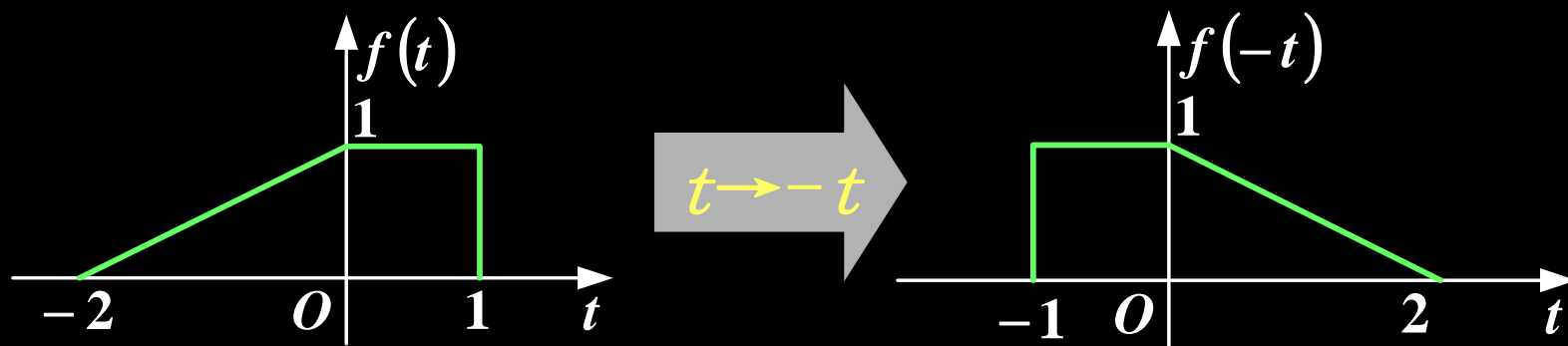
二、信号的时间变换

1. 信号的反转
2. 信号的平移
3. 信号的展缩（尺度变换）
4. 混合运算举例

1. 信号反转

将 $f(t) \rightarrow f(-t)$, $f(k) \rightarrow f(-k)$ 称为对信号 $f(\cdot)$ 的**反转**或**反折**。

从图形上看是将 $f(\cdot)$ 以纵坐标为轴反转 180° 。如

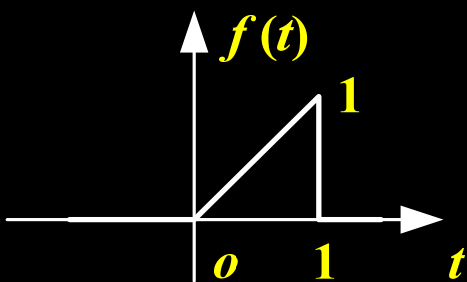


没有可实现此功能的实际器件。数字信号处理中可以实现此概念，例如堆栈中的“后进先出”。

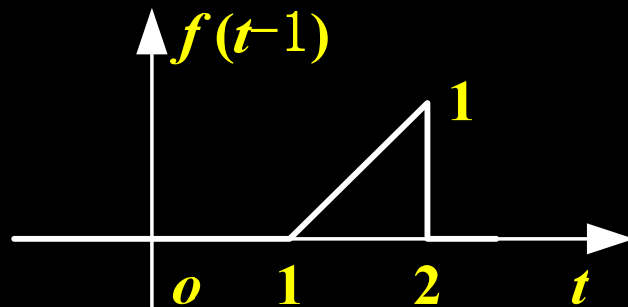
2.信号的平移

将 $f(t) \rightarrow f(t - t_0)$, $f(k) \rightarrow f(k - k_0)$ 称为对信号 $f(\cdot)$ 的 **平移或移位**。若 t_0 (或 k_0) > 0 , 则将 $f(\cdot)$ 右移; 否则左移。

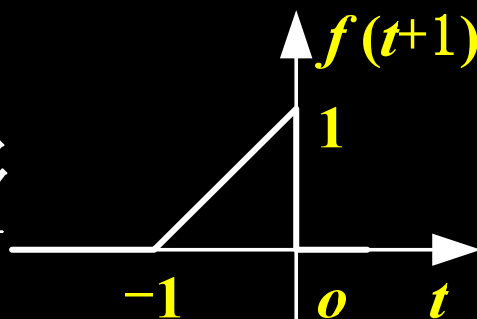
如



$t \rightarrow t - 1$ 右移



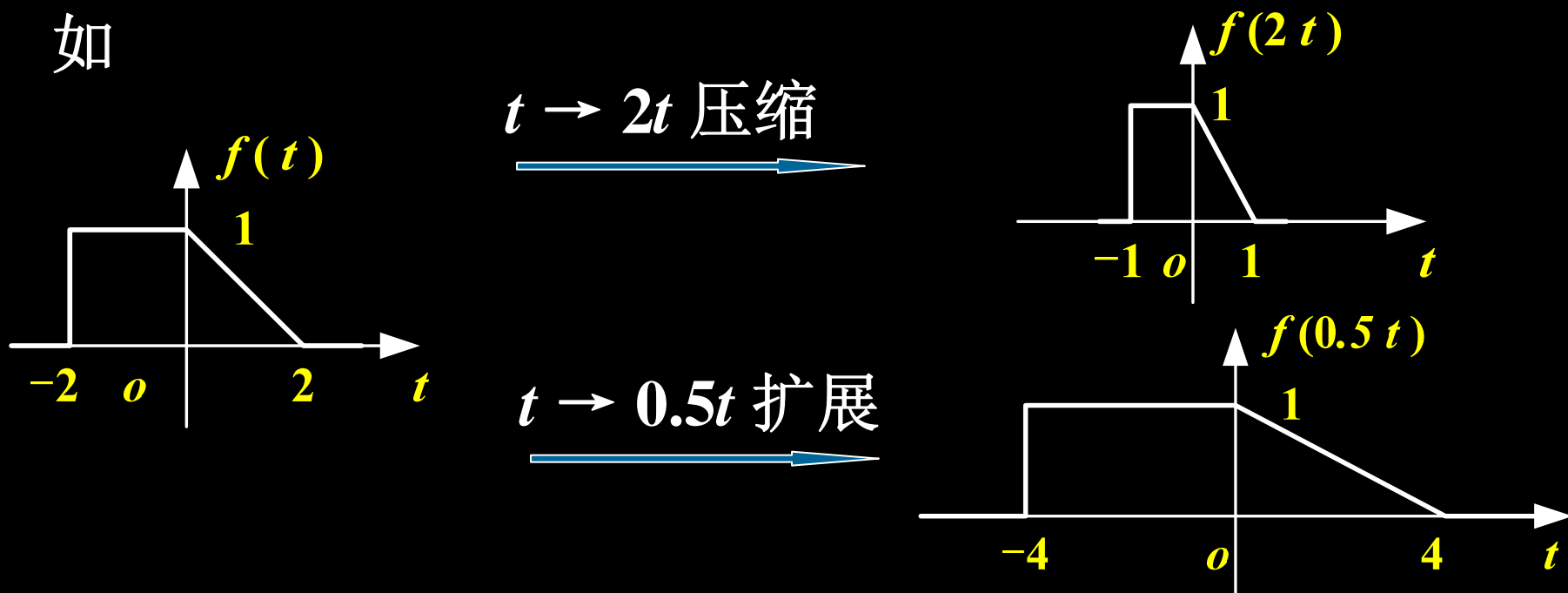
$t \rightarrow t + 1$ 左移



雷达接收到的目标回波信号就是平移信号。

3.信号的展缩(尺度变换)

将 $f(t) \rightarrow f(at)$ ，称为对信号 $f(t)$ 的尺度变换。
若 $a > 1$ ，则波形沿横坐标压缩；若 $0 < a < 1$ ，则扩展。
如



对于离散信号，由于 $f(ak)$ 仅在为 ak 为整数时才有意义，进行尺度变换时可能会使部分信号丢失。因此一般不作波形的尺度变换。

4. 混合运算举例 $f(t) \rightarrow f(at \pm b) = f[a(t \pm b/a)]$

例1 平移与反转相结合

例2 平移与尺度变换相结合

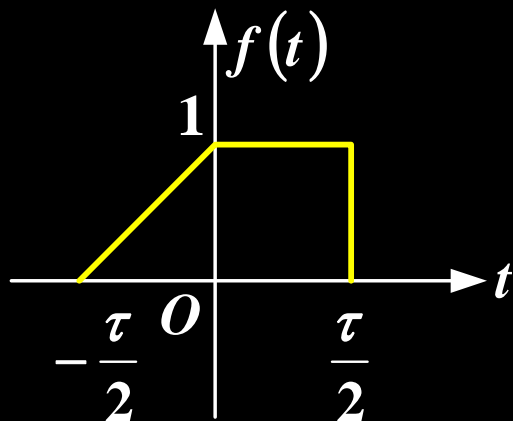
例3 平移、反转、尺度变换相结合，正逆运算。

可以看出：

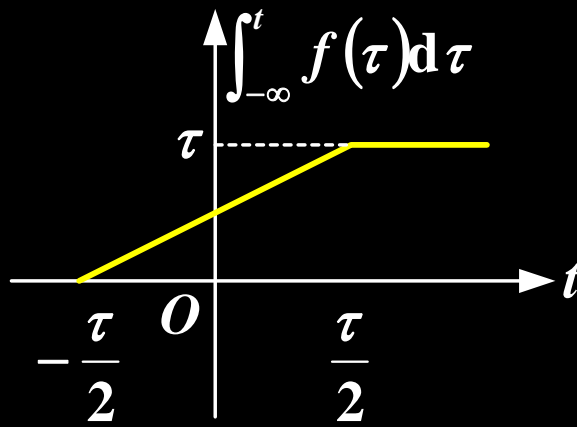
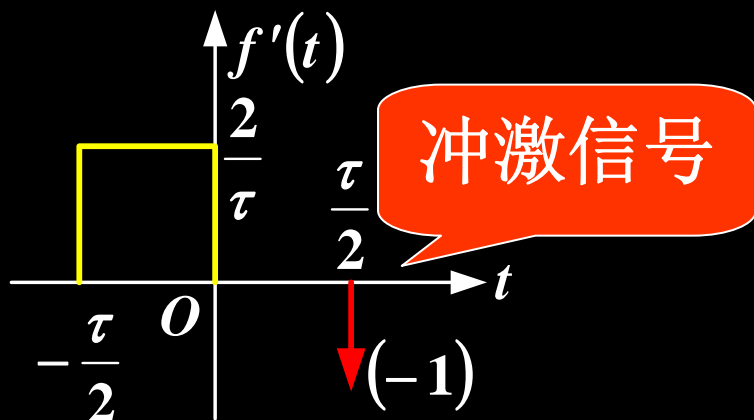
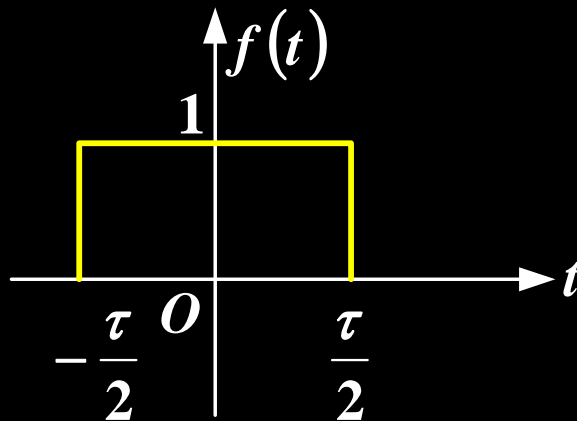
- 混合运算时，三种运算的次序可任意。但一定要注意**一切变换都是相对 t 而言**。
- 通常，对正向运算，先平移，后反转和展缩不易出错；对逆运算，反之。

三. 微分和积分

微分: $f'(t) = \frac{df(t)}{dt}$,



积分: $\int_{-\infty}^t f(\tau) d\tau$



平移与反转相结合举例

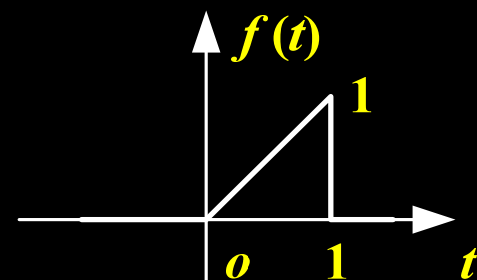
例 已知 $f(t)$ 如图所示，画出 $f(2-t)$ 。

解答

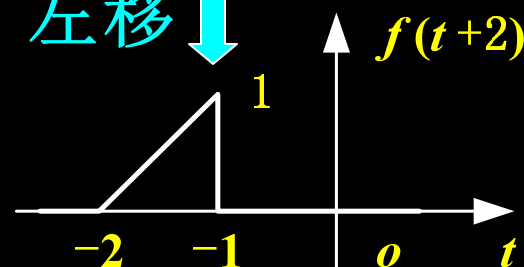
法一：①先平移 $f(t) \rightarrow f(t+2)$

②再反转 $f(t+2) \rightarrow f(-t+2)$

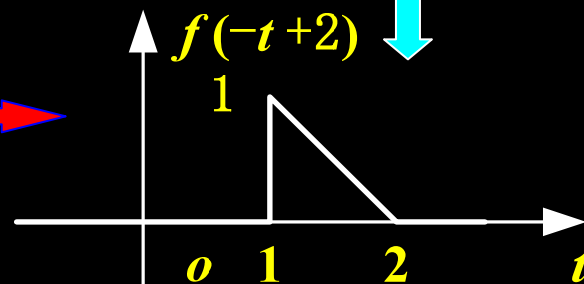
法二：①先反转 $f(t) \rightarrow f(-t)$



左移



右移



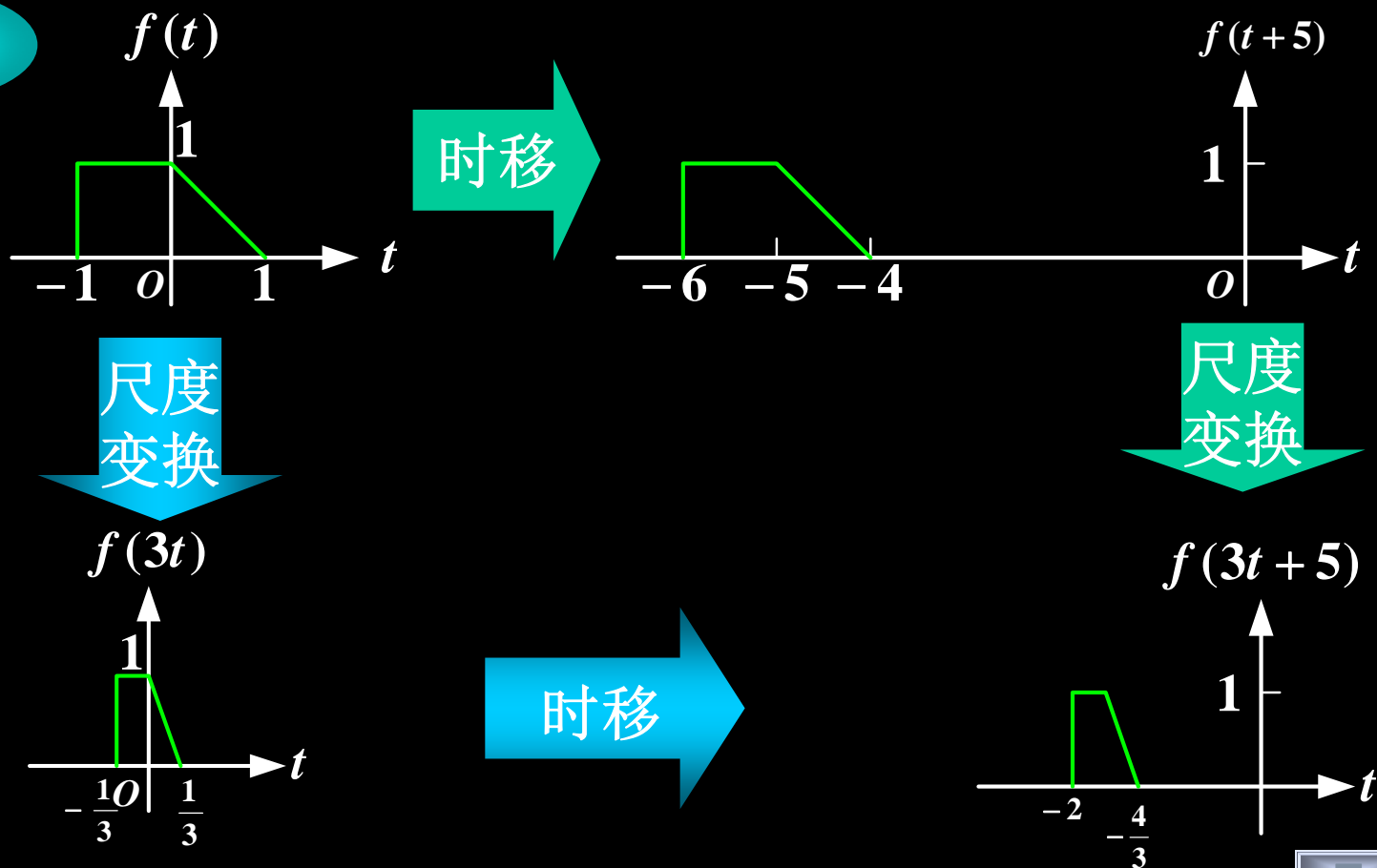
②再平移 $f(-t) \rightarrow f(-t+2) = f[-(t-2)]$



平移与展缩相结合举例

例 已知 $f(t)$ 如图所示，画出 $f(3t+5)$ 。

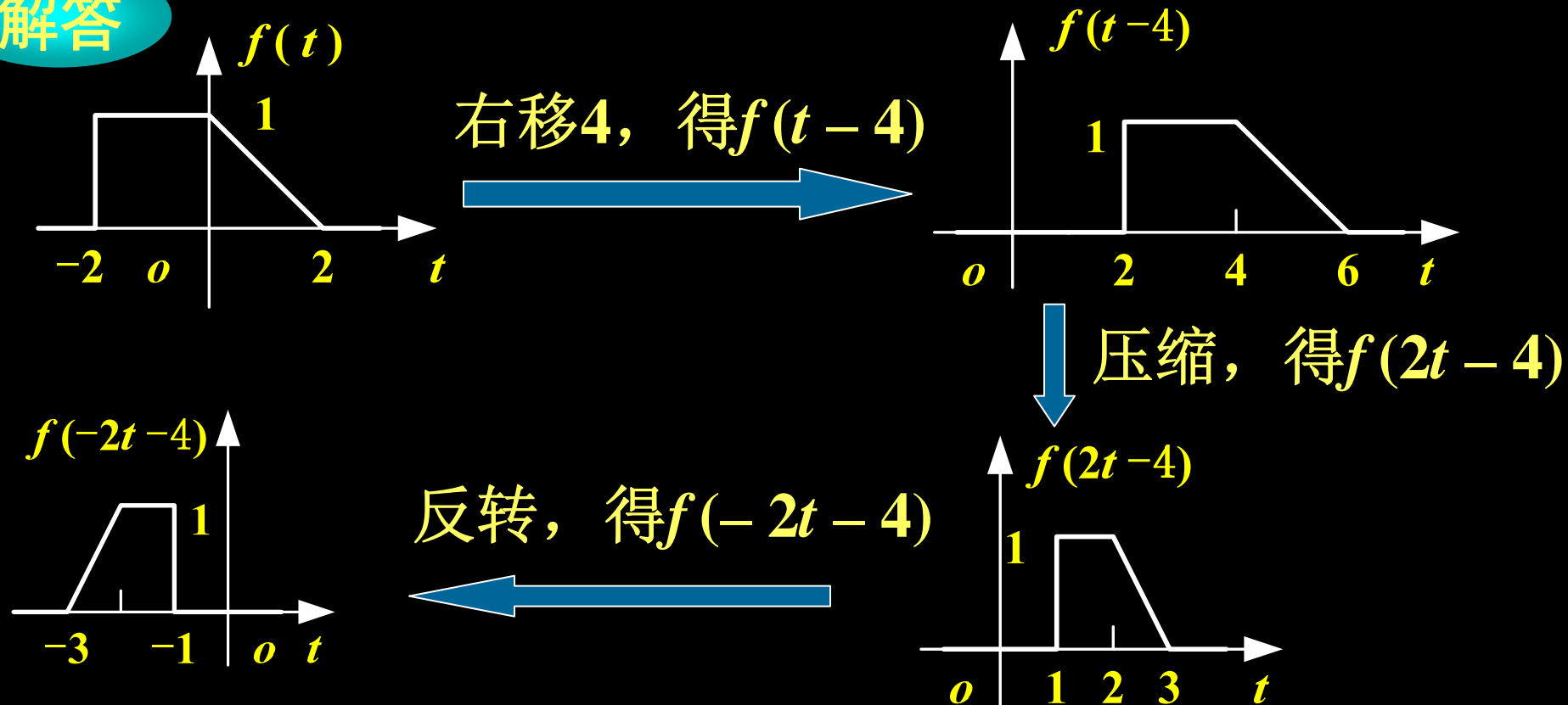
解答



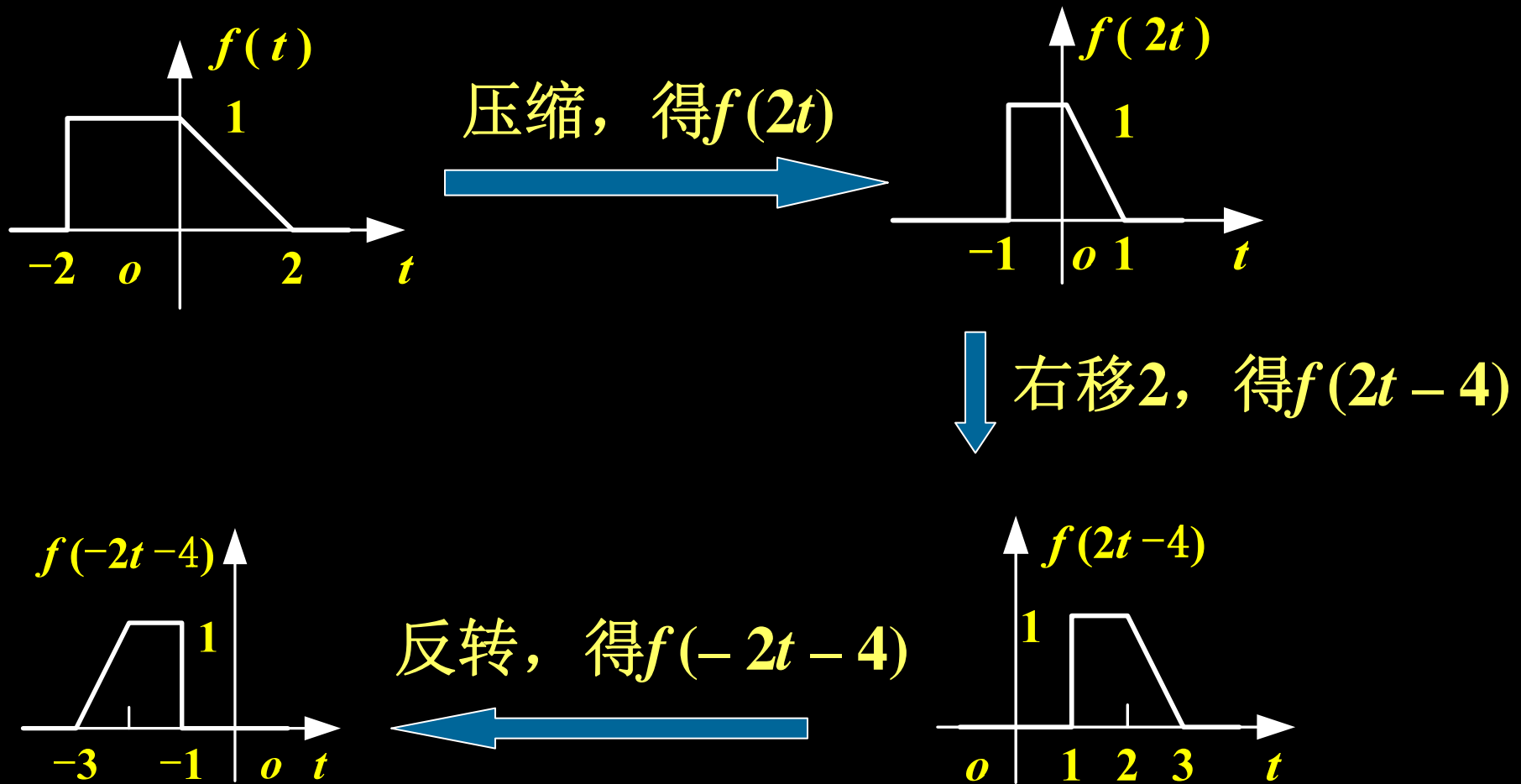
平移、展缩、反折相结合举例

例 已知 $f(t)$ 如图所示，画出 $f(-2t-4)$ 。

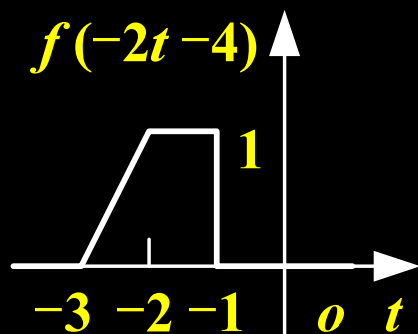
解答



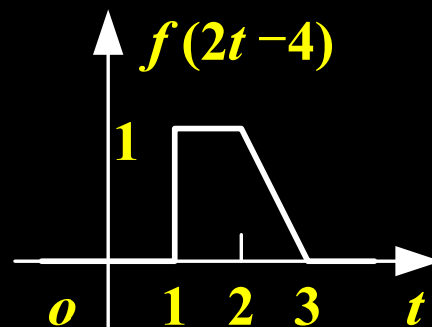
也可以先压缩、再平移、最后反转。



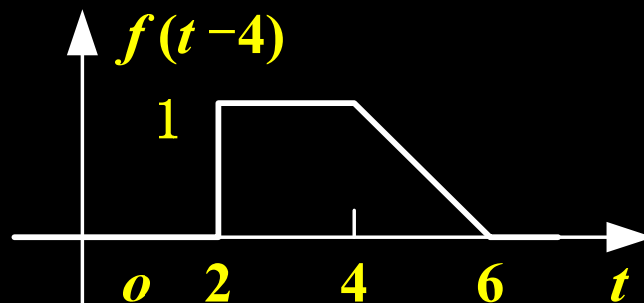
若已知 $f(-4-2t)$ ，画出 $f(t)$ 。



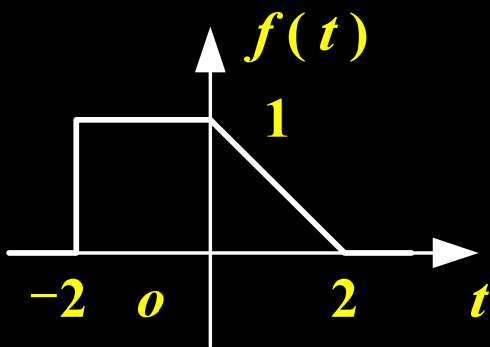
反转，得 $f(2t-4)$



展开，得 $f(t-4)$



左移4，得 $f(t)$



自变量 t	自变量 $-2t-4$	函数值
$t=-2$	$-2t-4=-2, t=-1$	1
$t=0$	$-2t-4=0, t=-2$	1
$t=2$	$-2t-4=2, t=-3$	0

验证：计算特殊点

