

1. 题目

体内药物浓度随时间的变化规律

医生给病人开处方时必须注明两点：服药的剂量和服药的时间间隔。超剂量的药品会对身体产生严重不良后果，甚至死亡，而剂量不足，则不能达到治病的目的。已知患者服药后，随时间推移，药品在体内逐渐被吸收，发生生化反应，也就是体内药品的浓度逐渐降低。药品浓度降低的速率与体内当时药品的浓度成正比。当服药量为 A 、服药间隔为 T ，试分析体内药物浓度随时间的变化规律。

2. 假设

- (1) 药品浓度降低的速率与体内当时药品的浓度成正比(题目所给条件)。
- (2) 患者每次服药的剂量为 A ，服药间隔为 T (题目所给条件)。
- (3) 药物在体内的消除速率常数 k 为常数，不随时间变化。

3. 符号说明

$C(t)$ ：时间 t 时刻体内的药品浓度

k ：药品消除的速率常数

A ：每次服药的剂量

T ：服药间隔

t ：时间变量

n ：非负整数，表示服药次数

4. 解答

根据题目条件，我们可以建立药品浓度随时间变化的微分方程：

$$\frac{dC}{dt} = -k \cdot C$$

初始条件为：

$$C(0) = A$$

解上述微分方程，得到药品浓度的表达式为：

$$C(t) = A \cdot e^{-k \cdot t}$$

由于患者每隔 T 时间服用一次药物，我们需要在每个服药时刻增加一个剂量 A ，因此实际的药品浓度变化可以表示为：

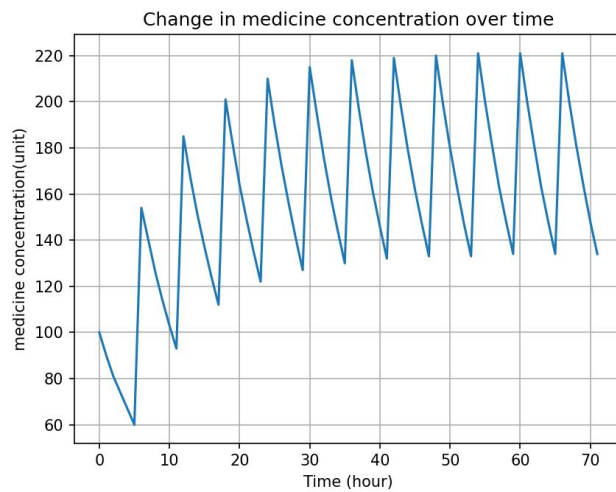
$$C(t) = A \cdot \sum_{n=0}^{\left[\frac{t}{T}\right]} e^{-k(t-nT)}$$

5. 结论

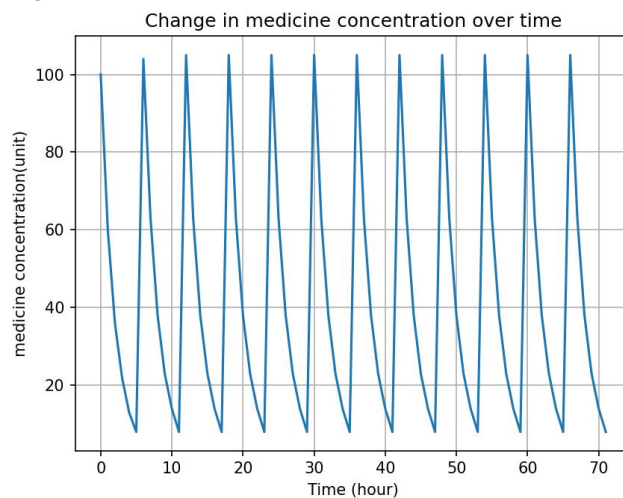
根据上述建立的药物浓度随时间变化的模型，可得出以下结论：

- (1) 药品浓度随时间的变化遵循指数衰减规律，即药品浓度随着时间的增加而逐渐降低。
- (2) 药品浓度的变化率与体内当时的药品浓度成正比。
- (3) 每次服药后，药品浓度会瞬间增加一个剂量 A ，形成一个阶梯状的指数衰减曲线。
- (4) 根据不同的参数值，可做出不同的药物随时间变化的图表，以下为部分示例（记录 3 天时间内药物的浓度变化）：

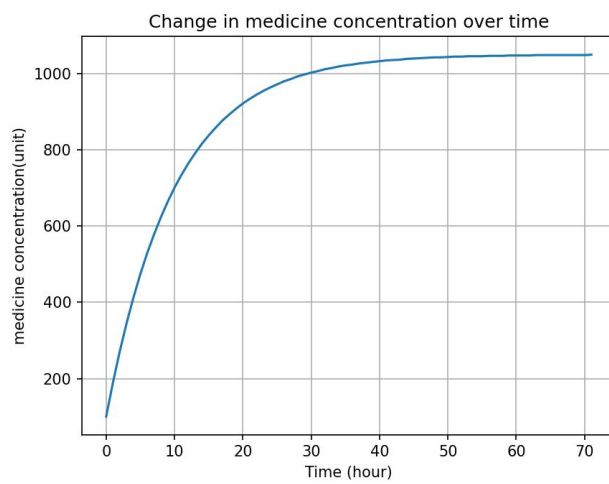
① $A=100; k=0.1; T=6;$



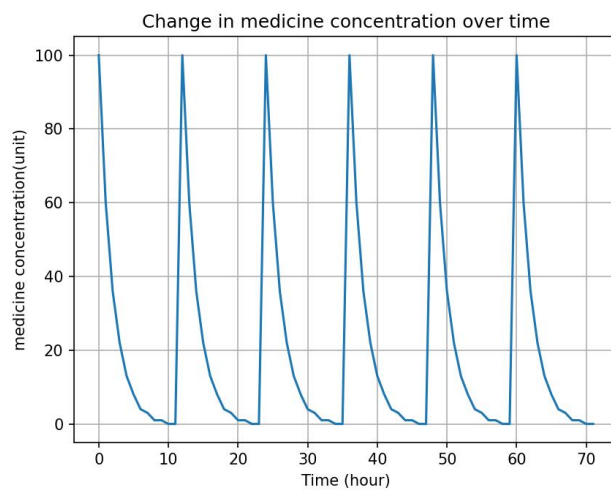
② $A=100; k=0.5; T=6;$



③ $A=100;k=0.1;T=1;$



④ $A=100;k=0.5;T=12;$



附录(代码部分):

```
import matplotlib.pyplot as plt
```

```
import numpy as np
```

```
"""
```

参数:

t -- 时间

A -- 每次服药的剂量

```

k -- 药物消除的速率常数
T -- 服药间隔
"""
def calculate(t, A, k, T):
    C_t = np.zeros_like(t)
    for i, time in enumerate(t):
        #计算从上次服药到当前时间的时间差
        delta_t = time % T
        #计算药物浓度的累加和
        C_t[i] = sum(A * np.exp(-k * (time - n * T)) for n in
range(int(np.floor(time/T)) + 1))
    return C_t

# 示例参数
A = 100 #每次服药剂量
k = 0.1 #消除速率常数
T = 6 #服药间隔时间单位
t = np.arange(0, 72, 1) #计算时间点，从 0 到 72 小时，每小时
计算一次

#计算在时间点 t 的药物浓度
C_t = calculate(t, A, k, T)

```

```
#绘制图表
```

```
plt.plot(t, C_t)
```

```
plt.title('Change in medicine concentration over time')
```

```
plt.xlabel('Time (hour)')
```

```
plt.ylabel('medicine concentration(unit)')
```

```
plt.grid(True)
```

```
plt.show()
```