

请同学们不要将课件上传至网上的各个公共平台，谢谢！  
课件中存在的错误可以在b站私信反馈给我，不胜感激！



# 考试注意事项

请同学们不要将课件上传至网上的各个公共平台，谢谢！  
课件中存在的错误可以在b站私信反馈给我，不胜感激！

## 期末考试一些注意事项

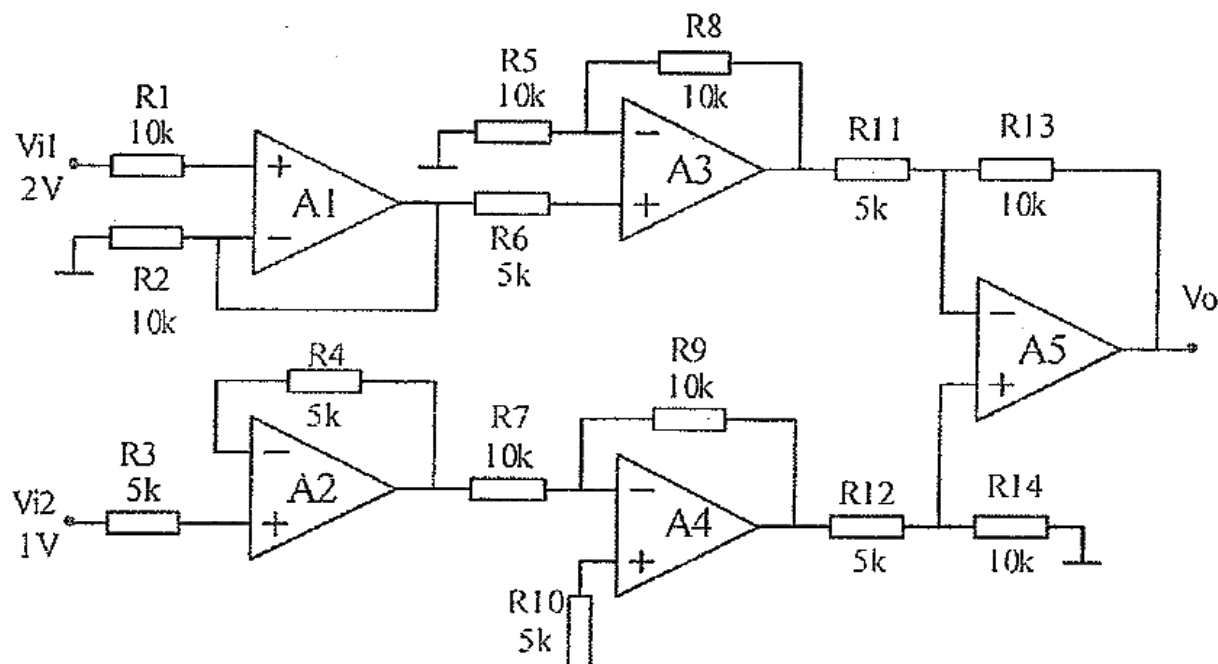
- 按顺序做题，不要先做后面难度大费时多的大题，中间的题也不要浪费时间；做好基础题和难度较大的题目之间的取舍；
- 不要只列计算式（特别是只给出一个运算结果），一定要加上必要的中文解释（让老师知道你每一步在干什么）以及关键的理论原理、分析思路和要点；
- 遇到没做过的题不要慌，先去思考这是哪一章哪一节的内容，应该如何分析，电路的工作原理是什么，和哪些基础题有联系；把自己会的全保证做对；
- 计算注意细节，不要马虎；思路与最终结果是两回事，平时作业多自测练习；特别是平时基础很好的同学，不能“因小失大”，因为一些细节导致简单的题目丢分；

## 答题示例



### 例 1

已知多级运算电路如图所示，求解此电路的输出电压  $V_O$  的大小。



## 答题示例

### 例 1

$$u_{O1} = 2V, \quad u_{O2} = 1V;$$

$$u_{O3} = 2u_{O1} = 4V; \quad u_{O4} = -u_{O2} = -1V;$$

$$V_O = 2(u_{O4} - u_{O3}) = -10V;$$



A<sub>1</sub>、A<sub>2</sub> 构成电压跟随器：  $u_{O1} = v_{i1} = 2V$ ,  $u_{O2} = v_{i2} = 1V$ ;

A<sub>3</sub> 构成同相比例运算器，  $u_{O3} = (1 + \frac{10}{10})u_{O1} = 2u_{O1} = 4V$ ;

A<sub>4</sub> 构成反相比例运算器，  $u_{O4} = -\frac{10}{10}u_{O2} = -u_{O2} = -1V$ ;

A<sub>5</sub> 构成加减运算电路，由于  $R_P = R_N$ ，因此：

$$V_O = \frac{10}{5}u_{O4} - \frac{10}{5}u_{O3} = 2(u_{O4} - u_{O3}) = -10V;$$



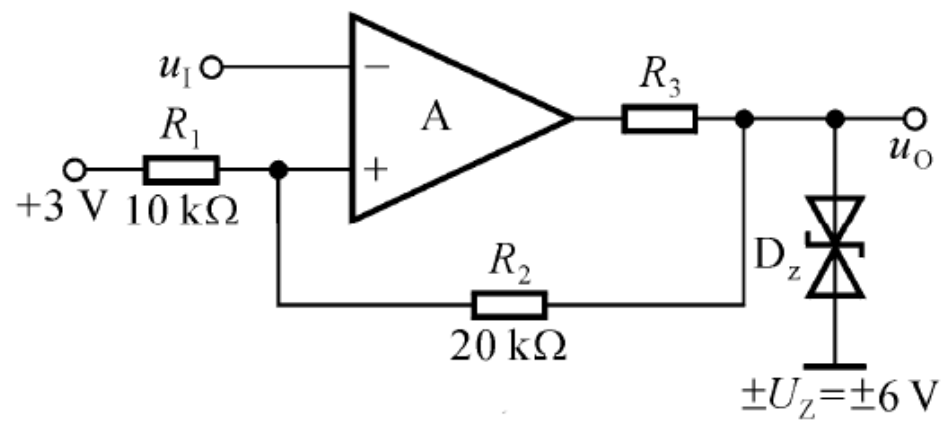
请同学们不要将课件上传至网上的各个公共平台，谢谢！  
课件中存在的错误可以在b站私信反馈给我，不胜感激！

## 答题示例



### 例 2

分析此电路的输入—输出特性；



## 答题示例

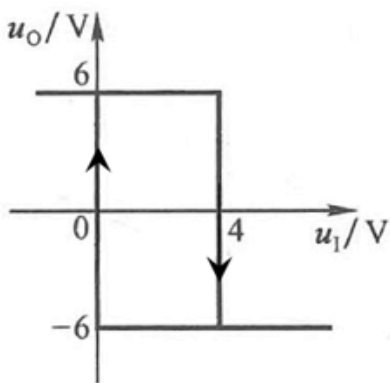
### 例 2

电路为电压比较器；

输出的高低电平为 $\pm 6\text{V}$ ，

$$\frac{3-U_T}{R_1} = \frac{U_T-U_O}{R_2}, \quad U_{T1} = 0\text{V}, \quad U_{T2} = 4\text{V};$$

输入在反相输入端侧，因此，输入—输出的电压传输特性曲线如图所示：



集成运放引入正反馈，工作在非线性区，构成滞回比较器电路；

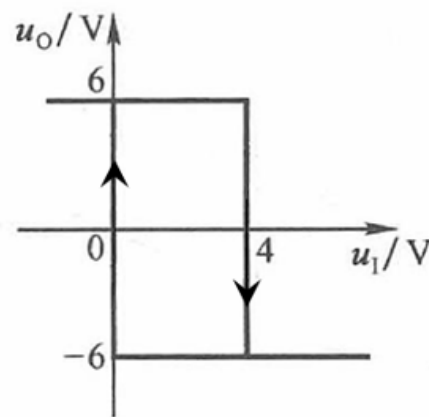
①高低电平： $\pm U_{OM} = \pm U_Z = \pm 6\text{V}$ ；

②阈值电压：令  $u_P = u_N$ ，此时  $u_I = U_T$ ，根据虚断和 KCL，有：

$$\frac{3-U_T}{R_1} = \frac{U_T-U_O}{R_2}, \quad \text{解得 } U_{T1} = 0\text{V}, \quad U_{T2} = 4\text{V};$$

③跃变方向：由于输入在反相输入端侧，因此输入电压单调递增时输出在  $U_{T2}$  处跃变方向为 $\downarrow$ ，输入电压单调递减时输出在  $U_{T1}$  处从跃变方向为 $\uparrow$ ；

综上，电压传输特性曲线如图所示：

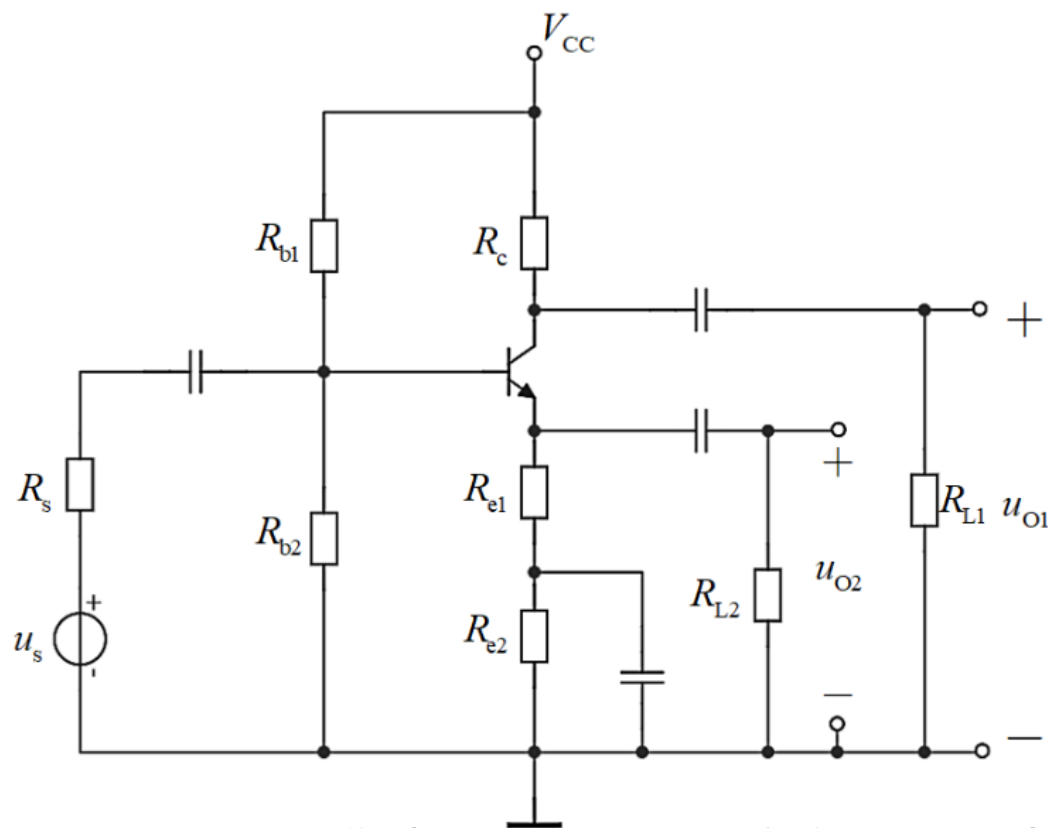


## 答题示例



### 例 3

已知放大电路如图所示，求解此电路的静态工作点：



原作者：b站up主—这个ximo不太冷

请同学们不要将课件上传至网上的各个公共平台，谢谢！  
课件中存在的错误可以在b站私信反馈给我，不胜感激！

## 答题示例

### 例 3

$$\begin{cases} U_{BQ} \approx \frac{R_{b2}}{R_{b2} + R_{b1}} V_{CC} \\ U_{EQ} = (R_{e2} + R_{e1}) I_{EQ} \\ U_{BEQ} = U_{BQ} - U_{EQ} \approx 0.7V \\ I_{EQ} \approx I_{CQ} \\ U_{CQ} = V_{CC} - R_c I_{CQ} \\ U_{CEQ} = U_{CQ} - U_{EQ} \end{cases}$$



近似认为基极电流为零，即  $I_{BQ} \approx 0$ ，  
且晶体管的发射结压降近似为  $0.7V$ ，则有：

$$\begin{cases} U_{BQ} \approx \frac{R_{b2}}{R_{b2} + R_{b1}} V_{CC} \\ U_{EQ} = (R_{e2} + R_{e1}) I_{EQ} \\ U_{BEQ} = U_{BQ} - U_{EQ} \approx 0.7V \\ I_{EQ} \approx I_{CQ} \\ U_{CQ} = V_{CC} - R_c I_{CQ} \\ U_{CEQ} = U_{CQ} - U_{EQ} \end{cases}$$



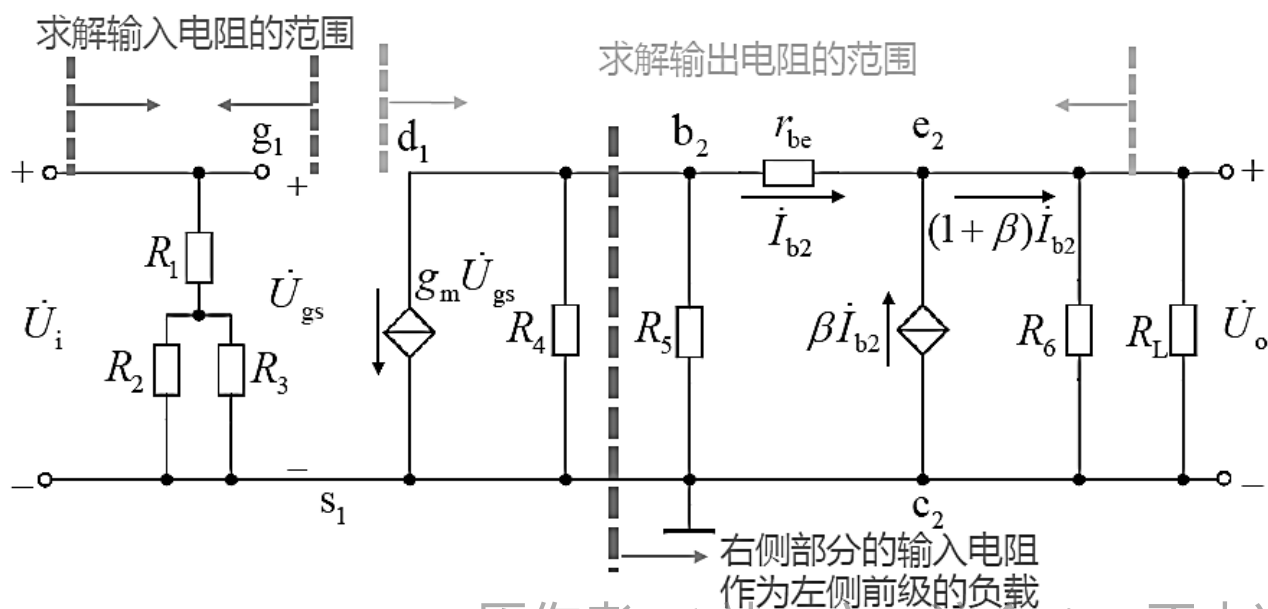
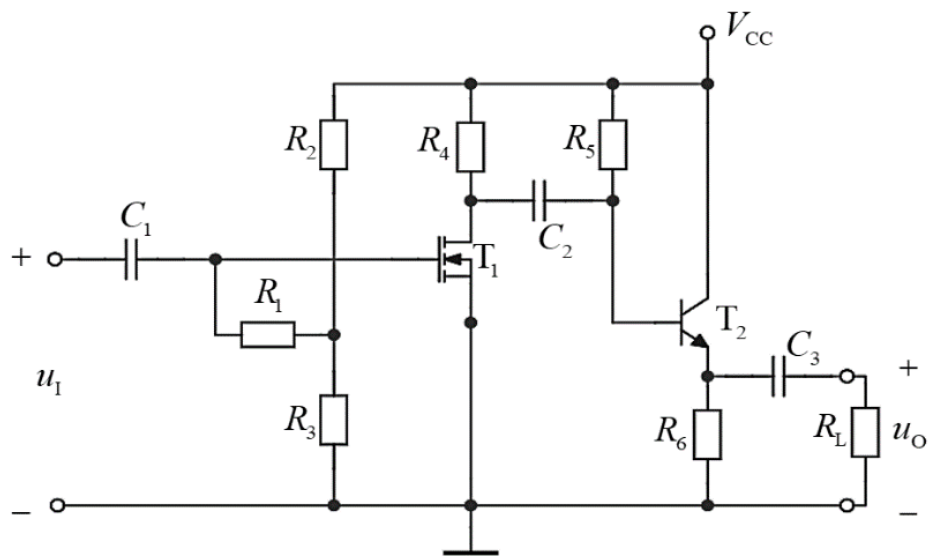
原作者：b站up主—这个ximo不太冷



请同学们不要将课件上传至网上的各个公共平台，谢谢！  
课件中存在的错误可以在b站私信反馈给我，不胜感激！

## 答题示例

已知两级放大电路及其交流通路如图所示，求解该两级放大电路的放大倍数、输入电阻、输出电阻。



原作者：b站up主——这个ximo不太冷

## 答题示例

### 例 4

$$A_u = A_{u1}A_{u2} = -g_m(R_4//R_5//(r_{be} + (1 + \beta)(R_6//R_L))) \cdot \frac{(1 + \beta)(R_6//R_L)}{r_{be} + (1 + \beta)(R_6//R_L)}$$

$$R_i = (R_2//R_3) + R_1$$

$$R_o = \frac{(R_4//R_5) + r_{be}}{1 + \beta} // R_6$$

其中：  $g_m = \frac{2}{U_{GS(th)}} \sqrt{I_{DQ}I_{DO}}$  ,  $r_{be} = r_{bb'} + (1 + \beta) \frac{U_T}{I_{EQ}}$  ;



此两级放大电路的电压放大倍数是共源放大电路和共集放大电路电压放大倍数的乘积，有：

$$A_u = A_{u1}A_{u2} = -g_m(R_4//R_{L1}) \cdot \frac{(1 + \beta)(R_6//R_L)}{r_{be} + (1 + \beta)(R_6//R_L)}$$

其中，  $R_{L1} = R_{L2} = R_5/[r_{be} + (1 + \beta)(R_6//R_L)]$

此两级放大电路的输入电阻为第一级共源放大电路的输入电阻，与第二级无关，有：

$$R_i = (R_2//R_3) + R_1$$

此两级放大电路的输出电阻为第二级共集放大电路的输出电阻，与其信号源内阻即第一级的输出电阻有关，有：

$$R_o = \frac{(R_4//R_5) + r_{be}}{1 + \beta} // R_6$$

其中：  $g_m = \frac{2}{U_{GS(th)}} \sqrt{I_{DQ}I_{DO}}$  ,  $r_{be} = r_{bb'} + (1 + \beta) \frac{U_T}{I_{EQ}}$  ;



请同学们不要将课件上传至网上的各个公共平台，谢谢！  
课件中存在的错误可以在b站私信反馈给我，不胜感激！

## 模电知识点回顾

- 半导体器件 —— 电子电路的基础、电子技术发展的关键
- 非线性电路的分析思想 —— “小信号分析法” “静态叠加动态” “直流叠加交流”
- 如何根据需要的性能将基本的放大电路变为“更好”的放大电路 —— 静态工作点稳定/差分/功放/有源负载/多级放大/集成运放/宽频带/负反馈.....
- 频率响应的概念 —— 电路时域与频域的对应关系
- 信号调理 —— 信号的运算、发生、转换、采样等
- 能量转换 —— 放大电路放大的本质，直流电源中能量的变换过程

原作者：b站up主——这个ximo不太冷

请同学们不要将课件上传至网上的各个公共平台，谢谢！  
课件中存在的错误可以在b站私信反馈给我，不胜感激！



谢谢！

原作者：b站up主—这个ximo不太冷