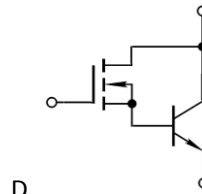
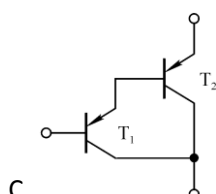
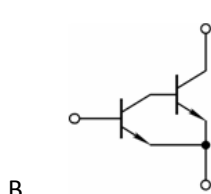
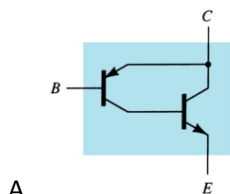


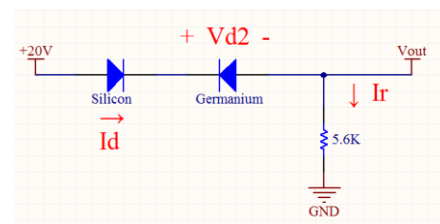
一、选择题 (共 10 小题, 每小题 3 分, 共 30 分)

- 耗尽型 NMOS 晶体管沟道中的多子是____, 耗尽型 PMOS 晶体管沟道中的多子是____. **C**
A. 空穴 (holes), 空穴 B. 空穴, 电子 (electrons) C. 电子, 空穴 D. 电子, 电子
- 三极管 (BJT) 工作在饱和 (saturation) 区的条件是 BE 结____偏、BC 结____偏. **A**
A. 正 (forward), 正 B. 正, 反 (reverse) C. 反, 正 D. 反, 反
- 已知某 npn 型三极管 $\beta = 50$, 其基极和集电极电流分别为 2 mA 及 50 mA. 请问此时发射极电流为__ **B** __?
A. 50 mA B. 52 mA C. 100 mA D. 102 mA
- 对于 NMOS 晶体管, 如果 $V_{GS} > V_{TH}$, 且 $V_{DS} > V_{GS} - V_{TH}$, 则该晶体管工作在__ **C** __区.
A. 截止 (cut off) B. 线性 (linear) C. 饱和 (saturation) D. 三极管 (triode)
- 以下哪种单级 NMOS 放大器电路的增益是负的? **B**
A. 共集 (common collector) B. 共源 (com. source) C. 共漏 (com. drain) D. 共射 (com. emitter)
- 以下哪种结构不能构成复合管? __ **B** __



- 如右下图所示电路中, 假设所有二极管均是理想二极管, 则__ **D** __

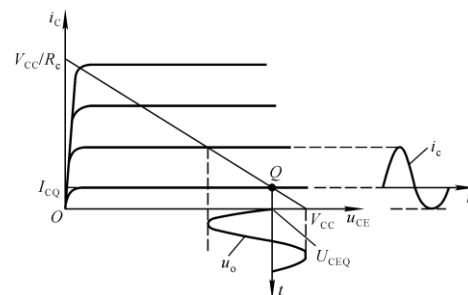
- A. $I_d = 3.57\text{mA}$, $V_{d2} = 0\text{V}$, $V_{out} = 20\text{V}$ B. $I_d = 3.57\text{mA}$, $V_{d2} = 20\text{V}$, $V_{out} = 0\text{V}$
C. $I_d = 0\text{mA}$, $V_{d2} = 0.3\text{V}$, $V_{out} = 0\text{V}$ D. $I_d = 0\text{mA}$, $V_{d2} = 20\text{V}$, $V_{out} = 0\text{V}$



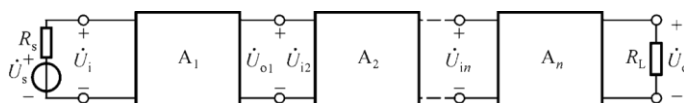
- 以下哪种单级放大器的输入阻抗跟负载相关? __ **A** __
A. 共集 (common collector) B. 共射 (com. emitter) C. 共漏 (com. drain) D. 共源 (com. source)

- 三极管工作状态如右下图所示, 以下说法正确的是__ **A** __

- A. 截止失真, 是在输入回路首先产生失真;
B. 截止失真, 是在输出回路首先产生失真;
C. 饱和失真, 是在输入回路首先产生失真;
D. 饱和失真, 是在输出回路首先产生失真



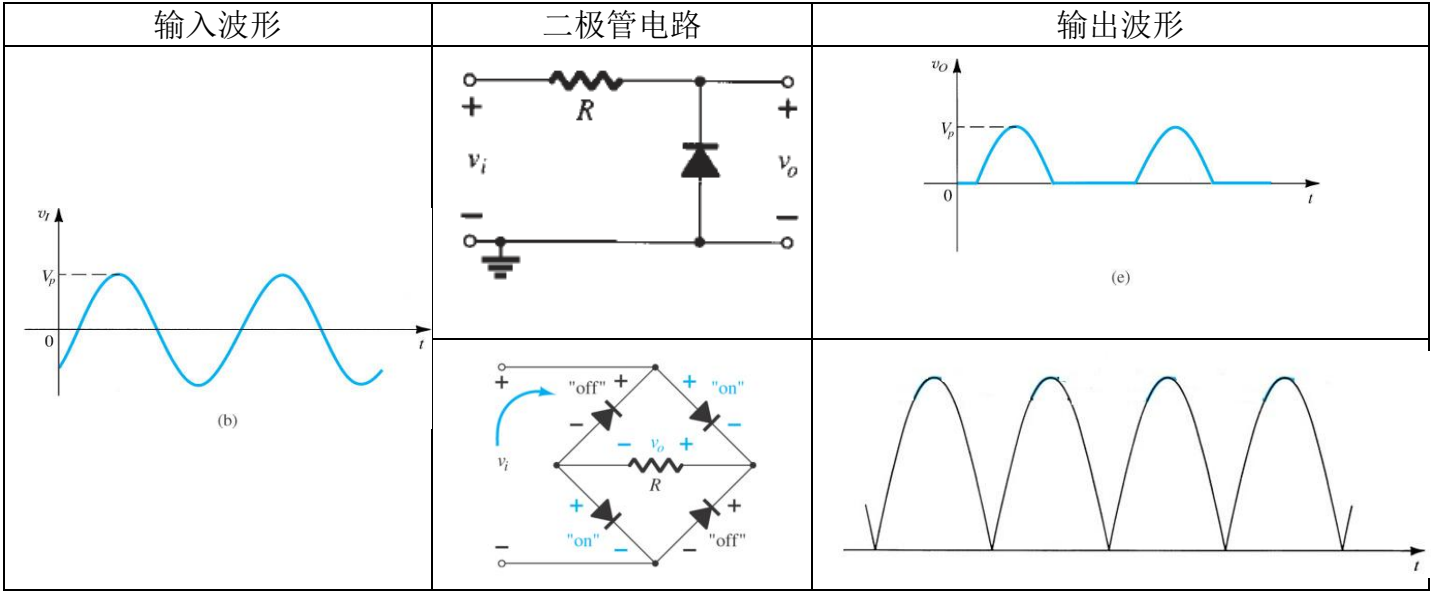
- n 级放大器如下图所示, 其中 A_1, A_2, \dots, A_n 分别为第 i 级 ($i=1 \sim n$) 空载时的电压放大倍数, 则下图所示总的电压放大倍数__ **C** __



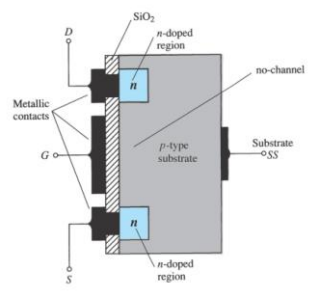
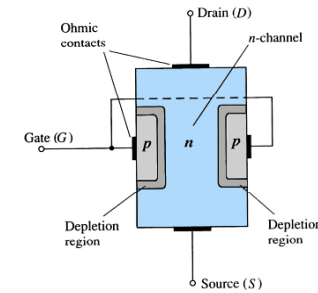
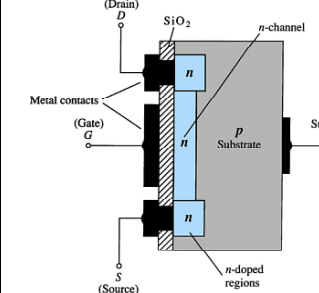
- A. 等于 $A_1 A_2 \cdots A_n$; B. 大于 $A_1 A_2 \cdots A_n$; C. 小于 $A_1 A_2 \cdots A_n$; D. 与 $A_1 A_2 \cdots A_n$ 的关系与负载有关

二、填空题（共 2 小题，每小题 10 分，共 20 分）

1. 假设所有二极管（Diode）均为理想二极管，请根据输入波形画出输出波形。



2. 请就以下场效应管进行分析

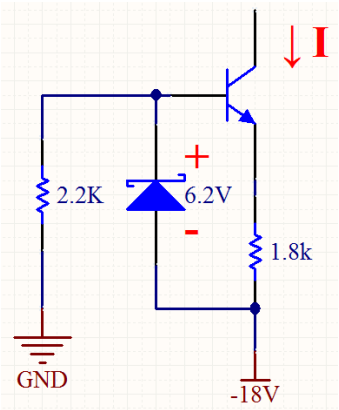
场效应管结构			
场效应管类型	增强型 NMOSFET	JFET	耗尽型 NMOSFET
工作模式（在相应的括号内打钩）	耗尽型 (D) (.) 增强型 (E) (. ✓.)	耗尽型 (D) (. ✓.) 增强型 (E) (..)	耗尽型 (D) (. ✓.) 增强型 (E) (. ✓.)
耗尽型和增强型晶体管的区别	耗尽型 FET 在无需外加电场下便可导通工作，而增强型 FET 需要在外加电场作用下才能产生导电沟道从而导通电流。		

三、计算分析题（共 4 小题，共 50 分）

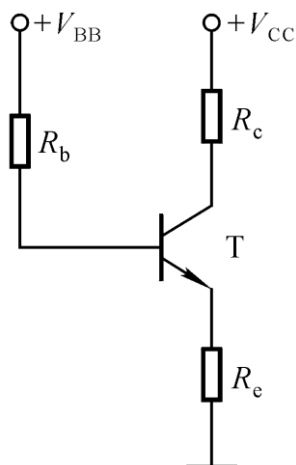
1. 假设三极管 $V_{BEon}=0.7V$ 且三极管工作在线性放大区，计算下图中的三极管的基极电压及集电极电流（5 分）

$$V_B = -18 + 6.2 = -11.8V$$

$$I_C \approx I_E = \frac{6.2 - 0.7}{1.8} = 3.06mA$$



2. 三极管放大电路如下图所示，(1) 请画出直流等效电路；(2) 求出此三极管的静态工作点（即 I_B 、 I_C 、 I_E 及 V_{CE} 的表达式，假设 β 已知）；(3) 说明 R_e 的作用及原理。（10 分）



$$V_{BB} = \frac{R_{b1}}{R_{b1} + R_{b2}} \cdot V_{CC}$$

$$R_b = R_{b1} // R_{b2}$$

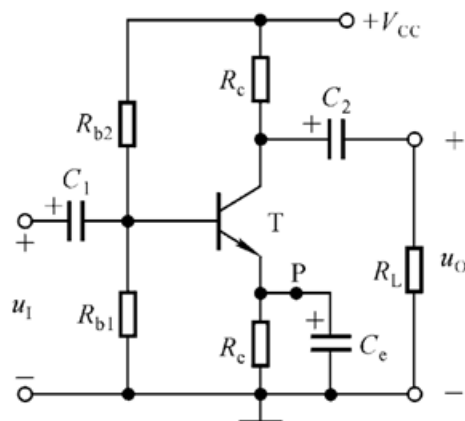
$$V_{BB} = I_{BQ} R_b + U_{BEQ} + I_{EQ} R_e$$

$$I_{BQ} = \frac{V_{BB} - U_{BEQ}}{R_b + (1 + \beta) R_e} = \frac{\frac{R_{b1}}{R_{b1} + R_{b2}} V_{CC} - U_{BEQ}}{R_b + (1 + \beta) R_e}$$

$$I_{EQ} = (1 + \beta) I_{BQ}$$

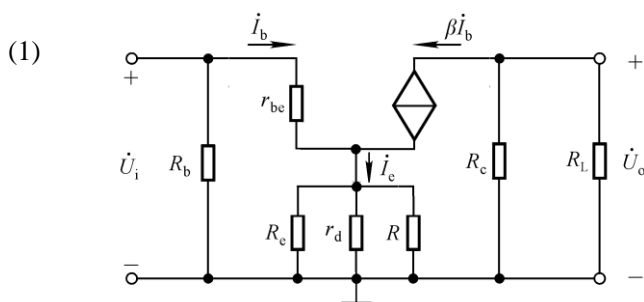
$$I_{CQ} = \beta I_{BQ}$$

$$U_{BEQ} = V_{CC} - \beta I_{BQ} R_c - (1 + \beta) I_{BQ} R_e$$



- (3) R_e 作用：负反馈，稳定工作点。温度变化导致 I_C 升高 $\rightarrow V_E$ 升高 $\rightarrow V_{BE}$ 减小 $\rightarrow I_B$ 减小 $\rightarrow I_C$ 减小

3. 三极管放大电路如下图所示，(1) 请画出基于小信号模型的交流等效电路；(2) 求出电压放大倍数表达式；(3) 说明电路工作原理。（10 分）



(2)

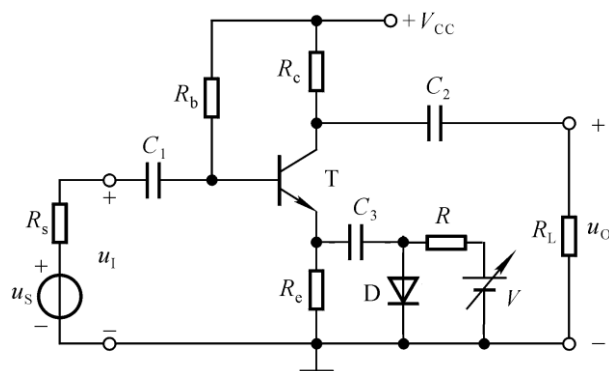
$$\dot{A}_u = - \frac{\beta (R_c // R_L)}{r_{be} + (1 + \beta) (R_e // r_D // R)}$$

当 $R_e // R \gg r_D$ 时，

(3)

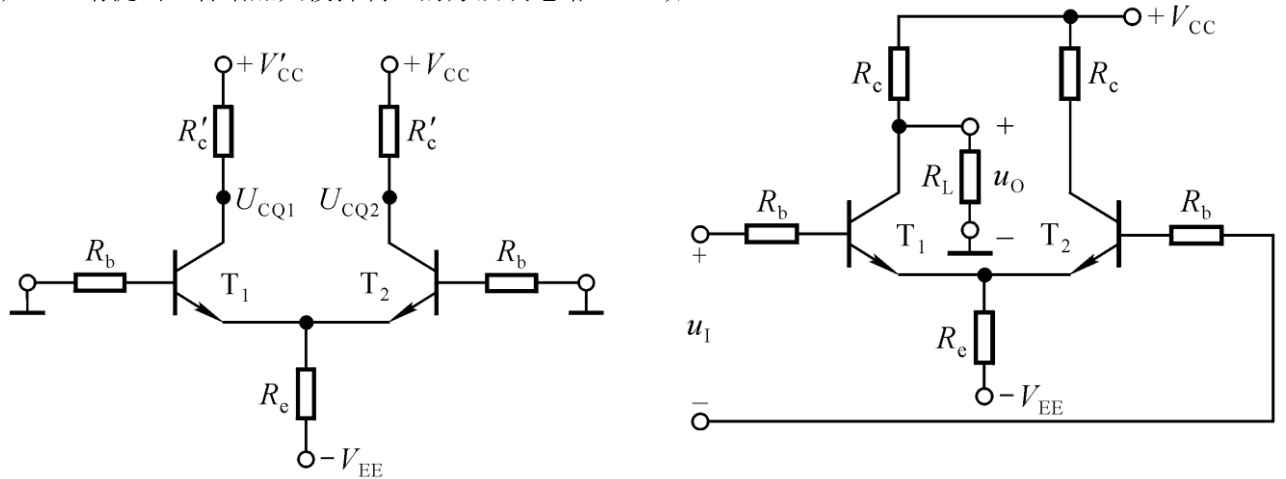
$$\dot{A}_u \approx - \frac{\beta (R_c // R_L)}{r_{be} + (1 + \beta) r_D}, \quad V \uparrow \rightarrow r_D \downarrow \rightarrow |\dot{A}_u| \uparrow$$

可以通过改变电池电压 V 来改变电压放大倍数



4. 三极管差分放大电路如下图所示，(1) 求出三极管 T_1 、 T_2 的静态工作点 (即 I_B 、 I_C 、 I_E 及 V_{CE} 的表达式，假设 β 已知)；(2) 请画出基于差模信号的小信号交流等效电路，并求出差模电压放大倍数、输入阻抗、输出阻抗的表达式；(3) 请画出基于共模信号的小信号交流等效电路，并求出共模电压放大倍数；(4) 求此电路的共模抑制比；(5) 请提出一种增加共模抑制比的方法或电路。(25 分)

(1)

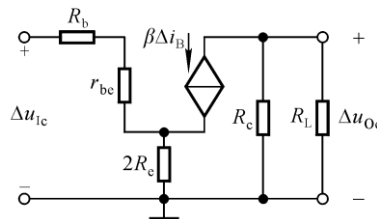
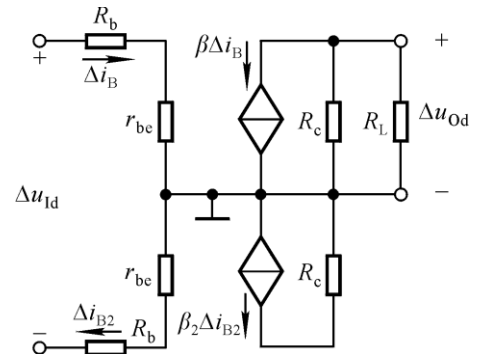


晶体管输入回路方程: $V_{EE} = I_{BQ}R_b + U_{BEQ} + 2I_{EQ}R_e$

通常, R_b 较小, 且 I_{BQ} 很小, 故 $I_{EQ} \approx \frac{V_{EE} - U_{BEQ}}{2R_e}$, $I_{BQ} = \frac{I_{EQ}}{1 + \beta}$, $U_{CQ1} = \frac{R_L}{R_c + R_L} \cdot V_{CC} - I_{CQ}(R_c // R_L)$, $U_{CQ2} = V_{CC} - I_{CQ}R_c$

$$(2) A_d = -\frac{1}{2} \cdot \frac{\beta(R_c // R_L)}{R_b + r_{be}}$$

$$R_i = 2(R_b + r_{be}), R_o = R_c$$

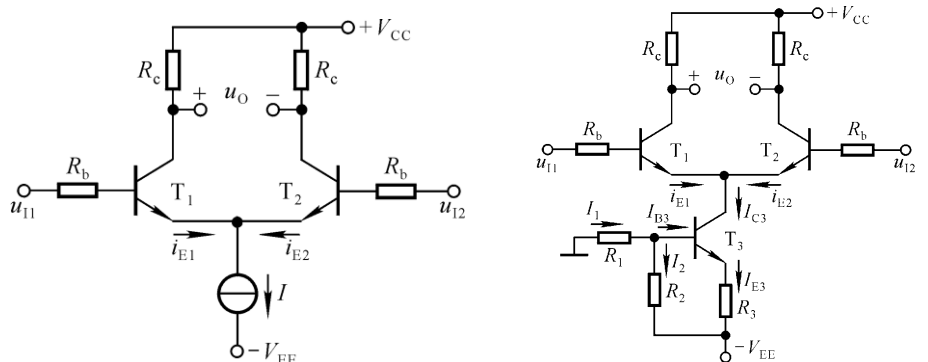


(3)

$$A_c = -\frac{\beta(R_c // R_L)}{R_b + r_{be} + 2(1 + \beta)R_e}$$

$$(4) K_{CMR} = \frac{R_b + r_{be} + 2(1 + \beta)R_e}{2(R_b + r_{be})}$$

(5) R_e 改成电流源, 如右图所示



关于模电期中考试的分析题总结：

1. 同学们多数人将 V_B 至地间的电流误以为是 I_B ，导致计算错误。
2. 部分同学采用 KVL，KCL 定理列方程组求解，搞得求解极其复杂。没有必要。
3. 这题中，大多数同学不知道应将二极管电阻在交流等效中看作是电阻 r_d ，误将二极管视为导线将 R_e 短路或单独考虑其导通与截止状态；

此外对于电路中 D，R 和 V 的作用分析得不够透彻只是停留在基本的三极管放大原理解释；

4. 这道题的问题最多，大多数同学们没有分 T1 和 T2 两种情况，没有考虑到 T1 一侧是接有负载的情况；

在静态工作点中求解中 R_e 所在的支路电流是 $2I_E$ ，许多同学没有注意到这一点致使静态工作点求错；

在差模交流小信号分析时，部分同学也没有将 R_e 视为交流地，而在共模分析中应看做 $2R_e$ ；

部分同学将共模抑制比的分子与分母搞反了；

总的来说，同学们在差分电路的电路分析和带有二极管的三极管放大电路的交流信号分析较弱。