

第1题 | 单选题 1分

一、(10分)单选题：判断下列说法的正误，选择‘正确’或者‘错误’。

1. 当PN结的正向偏置电压增大时，耗尽层将变宽。

☐ A 正确

☒ B 错误

第2题 | 单选题 1分

2. 不能用万用表的欧姆档测量放大电路的动态输入电阻。

☒ A 正确

☐ B 错误

第3题 | 单选题 1分

3. 集成运放的 I_{IB} 是衡量运放输入级差分放大电路不对称性的性能参数。

☐ A 正确

☒ B 错误

第4题 | 单选题 1分

4. 集成运放的噪声来自于其内部元件。

☒ A 正确

☐ B 错误

第5题 | 单选题 1分

5. 采用互补电路而不用共集电路作为集成运放输出级的主要原因不是为了增强带负载能力。

☐ A 正确

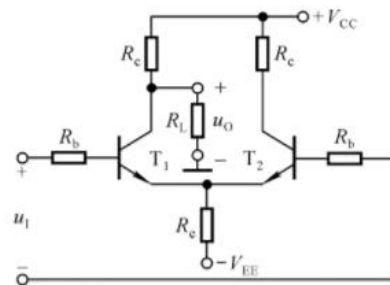
☒ B 错误

第6题 | 单选题 1分

6. 下图所示的单端输出的长尾式差分放大电路主要依靠电阻 R_e 来抑制温漂。

☒ A 正确

☐ B 错误



第7题 | 单选题 1分

7. 阻容耦合多级放大电路 Q 点相互独立，便于设计和调试，但低频特性不好。

☒ A 正确

☐ B 错误

第8题 | 单选题 1分

8. 直接耦合放大电路只能放大直流信号，不能放大交流信号。

☐ A 正确

☒ B 错误

9. 仿真测量电压放大倍数时，需要用示波器监测输出电压波形，在不失真的情况下，可以用探针测量输入电压和输出电压的有效值。

A 正确

B 错误

10. 测量放大电路带宽时，应加入频率固定、幅值变化的输入信号。

A 正确

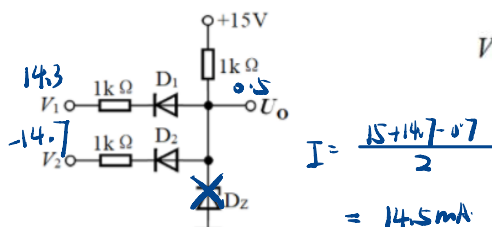
B 错误

二、(20分) 单选填空题

1. 电路如下图所示，已知二极管导通电压为0.7V；稳压管的稳定电压 $U_Z=5V$ ， $I_Z=2mA$ ， $I_{ZM}=20mA$ 。设 $V_1=14.3V$ ，若 $V_2=14.3V$ ，则输出电压 $U_O=$ [填空1] V；若 $V_2=-14.7V$ ，则输出电压 $U_O=$ [填空2] V。

A. 0V B. 15V C. 0.5V
D. 7.5V E. 5V F. -14V

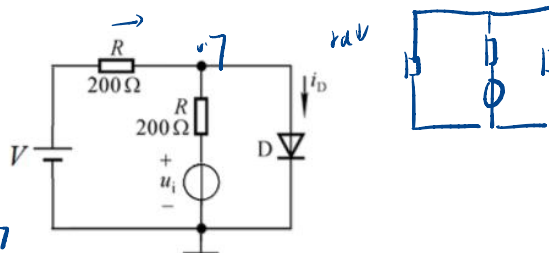
注意：从A至F中选择字母填入



2. 电路如下图所示，已知 u_i 为有效值为10mV的正弦波。当直流电源 V 增大时，二极管中的交流电流有效值将 [填空1]，二极管两端的交流电压有效值将 [填空2]。B A

A. 减小 B. 增大 C. 不变

注意：从A至C中选择字母填入



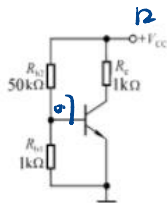
正确答案:

E;C

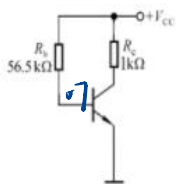
正确答案:

B;A

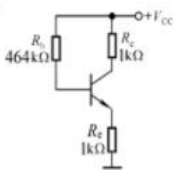
3. 设下图所示三个电路中的 $V_{CC}=12V$, 晶体管发射结开启电压均为 $0.5V$, 导通电压均为 $0.7V$, $U_{CES}=0.3V$, 晶体管的 β 均为 100 。则判断各晶体管的工作状态和集电极电位: (见下页)



图(1)



图(2)



图(3)

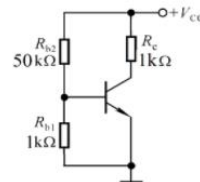
$12 - 0.7$
 $464 + 1.0 \times 10^3$

(接上页) 第3题

图 (1) 晶体管为 [填空1] 状态
(从A至C中选择字母填入) **B**
集电极电位为 [填空2] (从D
至H中选择字母填入) **H**

A. 饱和 B. 截止 C. 放大

D. 0V E. 0.3V F. 8V
G. 0.7V H. 12V I. 10V



图(1)

正确答案:

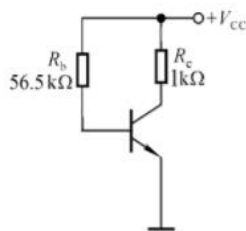
B;H

(接上页) 第3题

图 (2) 晶体管为 [填空1] 状态
(从A至C中选择字母填入) **A**,
集电极电位为 [填空2] (从D
至H中选择字母填入) **E**

A. 饱和 B. 截止 C. 放大

D. 0V E. 0.3V F. 8V
G. 0.7V H. 12V I. 10V



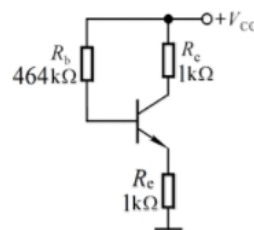
图(2)

(接上页) 第3题

图 (3) 晶体管为 [填空1] 状态
(从A至C中选择字母填入) **C**,
集电极电位为 [填空2] (从D
至H中选择字母填入) ; **I**

A. 饱和 B. 截止 C. 放大

D. 0V E. 0.3V F. 8V
G. 0.7V H. 12V I. 10V



图(3)

正确答案:

A;E

正确答案:

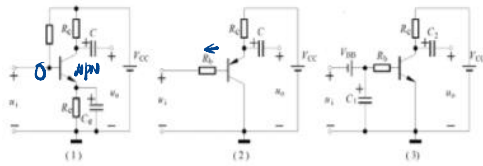
C;I

4.判断下图电路能否正常放大输入信号。

- 图 (1) [填空1] 正常放大;
图 (2) [填空2] 正常放大;
图 (3) [填空3] 正常放大。

A. 能 B. 不能

注意: 选择A或B字母填入



正确答案:

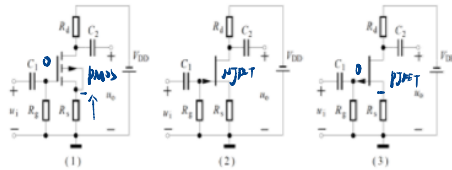
B;A;B

5.判断下图电路能否正常放大输入信号。

- 图 (1) [填空1] 正常放大;
图 (2) [填空2] 正常放大;
图 (3) [填空3] 正常放大。

A. 能 B. 不能

注意: 选择A或B字母填入



正确答案:

B;B;A

6. (1) 组成两级放大电路, 要求带负载能力强, 则第二级应选用 [填空1] 放大电路;

(2) 组成两级放大电路, 已知负载为 $1k\Omega$, 为了将 $10mV$ 、内阻为 $200k\Omega$ 的电压信号源放大 300 倍以上, 则第一级应选用 [填空2] 放大电路, 第二级应选用 [填空3] 放大电路。

- A. 共射 B. 共集
C. 共基 D. 共源

注意: 从A至D中选择字母填入

7. 已知两个大幅值的输入信号 u_{i1} 和 u_{i2} 的有效值相同但频率不同, 频率分别为 f_1 和 f_2 , 若 $f_1 > f_2$, 则在选择运放时, 用于放大 u_{i1} 的运放的 SR 应 [填空A] 用于放大 u_{i2} 的运放的 SR 。设放大倍数相同。

A. 大于 B. 小于 C. 等于

注意: 从A至C中选择字母填入

正确答案:

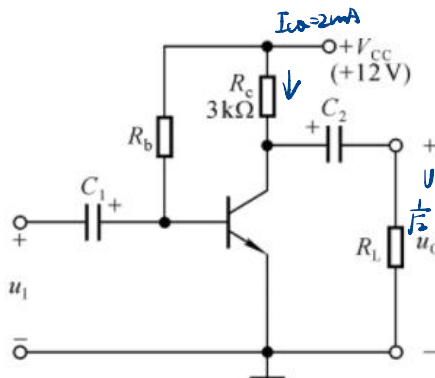
B;D;A

正确答案:

A

三、(18分)单选填空题：分析、计算

1. 放大电路和使用晶体管的输出特性如下图所示，设晶体管的 $U_{BEQ} = 0.7V$, $\beta = 100$, $r_{bb'} = 100\Omega$, $R_L = 3k\Omega$; $C_1 = C_2$, 且电容的容量足够大，中频时对交流信号可视为短路；并已知静态电流 $I_{CQ} = 2mA$ 。回答下列问题：（见下页）



(接上页) 第1题

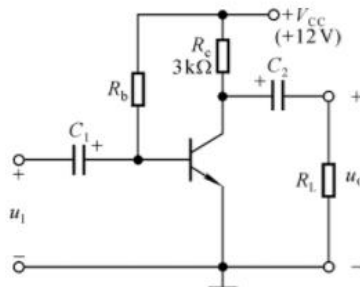
(1) 估算电路静态工作点及电阻值：

$$U_{CEQ} = [\text{填空1}] V$$

$$R_b \approx [\text{填空2}] k\Omega$$

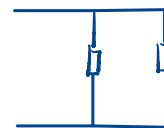
- A. 10 B. 6 C. 9
D. 565 E. 600 F. 56.5

注意：从A至F中选择字母填入



正确答案:

B; D



乙↑

(接上页) 第1题

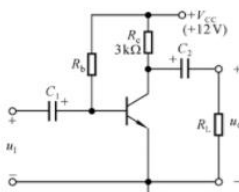
(2) 估算最大不失真输出电压有效值（先填符号表达式，再填数值计算结果）

$$U_{om} = [\text{填空1}] \quad (\text{从A至D中选择})$$

$$\approx [\text{填空2}] V \quad (\text{从E至J中选择})$$

- A. $U_{CEQ} - U_{BEQ}$
B. $I_{CQ} * (R_c // R_L)$
C. $(U_{CEQ} - U_{BEQ}) / \sqrt{2}$
D. $[I_{CQ} * (R_c // R_L) / \sqrt{2}]$

- E. 5.3 F. 3 G. 6
H. 3.8 I. 2.1 J. 4.2



正确答案:

D; I

(接上页) 第1题

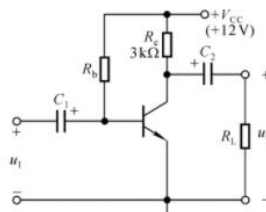
(3) 为获得尽可能大的不失真输出电压， R_b 应 [填空1]；

- A. 增大 B. 减小 C. 不变

(4) 若 R_b 增大，则中频电压放大倍数 $|A_{um}|$ 将 [填空2]， R_L 将 [填空3]， R_c 将 [填空4]，下限截止频率 f_L 将 [填空5]，上限截止频率 f_H 将 [填空6]。

- A. 增大 B. 减小 C. 不变

注意：从A至C中选择字母填入



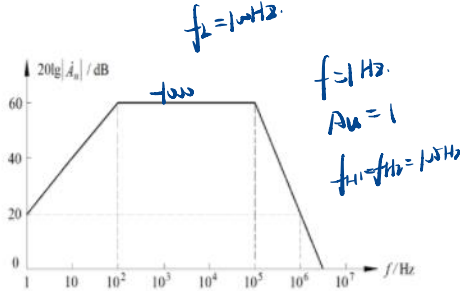
正确答案:

B; B; A; C; B; A

-2

2. 已知某放大电路中频时的电压放大倍数小于零，其波特图如下图所示，填空：B

(1) 该电路为 填空1 级放大电路（选择A或B），采用 填空2 耦合方式（选择C或D）。
A. 1 B. 2
C. 直接 D. 阻容

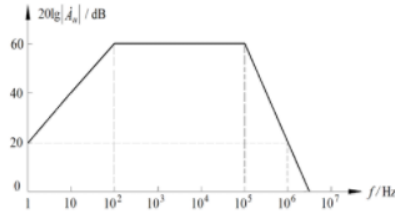


（接上页）第2题

(2) 当 $f=100\text{Hz}$ 时， A_u 的相移约为 填空B 度。当 $f=10^5\text{Hz}$ 时， A_u 的相移约为 填空2 度。E

- A. 90 B. 45
C. -45 D. -135
E. -90 F. 135
G. -225 H. -270

注意：从A至H中选择字母填入



正确答案:

B;D

正确答案:

D;H

（接上页）第2题

(3) 电路的电压放大倍数的表达式为 $A_u =$ 填空1 B

- A. $1000 \cdot \frac{j\frac{f}{100}}{1+j\frac{f}{100}} \cdot \frac{1}{(1+j\frac{f}{10^5})^2}$
B. $-1000 \cdot \frac{1}{1+\frac{100}{jf}} \cdot \frac{1}{(1+j\frac{f}{10^5})^2}$
C. $1000 \cdot \frac{j\frac{f}{100}}{1+j\frac{f}{100}} \cdot \frac{1}{1+j\frac{f}{10^5}}$
D. $-1000 \cdot \frac{j\frac{f}{100}}{1+j\frac{f}{100}} \cdot \frac{1}{1+j\frac{f}{10^5}}$
E. $1000 \cdot \frac{1}{1+\frac{100}{jf}} \cdot \frac{1}{(1+j\frac{f}{10^5})}$
F. $-1000 \cdot \frac{j\frac{f}{100}}{(1+j\frac{f}{100})^2} \cdot \frac{1}{1+j\frac{f}{10^5}}$

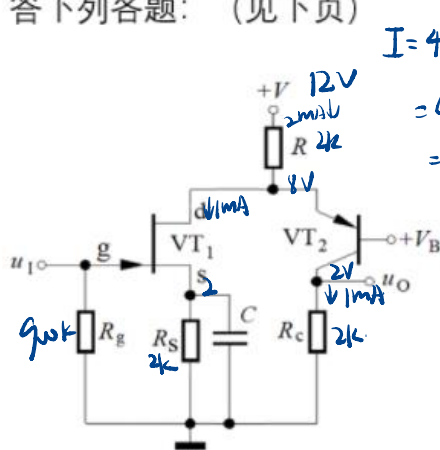
注意：从A至F中选择字母填入

正确答案:

B

四、(16分) 单选题和主观题：解答下列各题。

放大电路如下图所示，已知电源电压 $V = 12V$ ， VT_1 的 $U_{GS(off)1} = -4V$ ， $I_{DSS1} = 4mA$ ； VT_2 的 $\beta_2 = 200$ ， $U_{BEQ2} = 0.7V$ ， $I_{CQ2} = 1mA$ ， $r_{bb2} = 0\Omega$ ； $R_g = 900k\Omega$ ， $R_s = R = R_c = 2k\Omega$ ；电容对交流信号可视为短路。解答下列各题：（见下页）



$$I = 4 \left(\frac{1}{4} - 1 \right)^2 = 4 \left(\frac{1}{8} - 1 \right)^2 = (1-2)^2$$

（接上页）第四题：解答下列各题：

(1) 估算静态工作点：

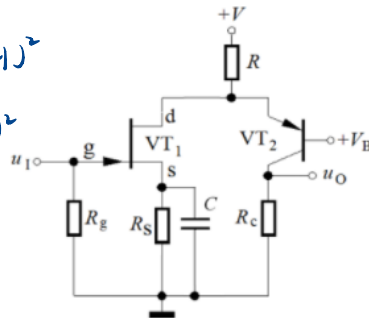
$$U_{GSQ1} = \text{[填空1]} V \quad B$$

$$U_{DSQ1} = \text{[填空2]} V \quad A$$

$$U_{CEQ2} = \text{[填空3]} V \quad E$$

- A. 6 B. -2 C. 8
D. 2 E. -6 F. -4

注意：从A至F中选择字母填入



正确答案:

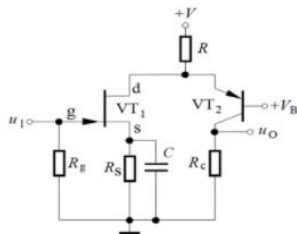
B;A;E

（接上页）第四题：

(2) 场效应管 VT_1 组成 [填空1] 单管放大电路，晶体管 VT_2 组成 [填空2] 单管放大电路。 D

- A. 共源
B. 共漏
C. 共射
D. 共基
E. 共集

注意：从A至E中选择字母填入



正确答案:

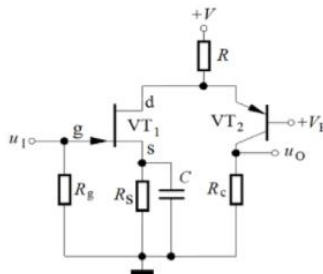
A;D

（接上页）第四题：

(3) 若用另一只场效应管代替 VT_1 ，三个极位置不变，则可用 [填空1]。 D

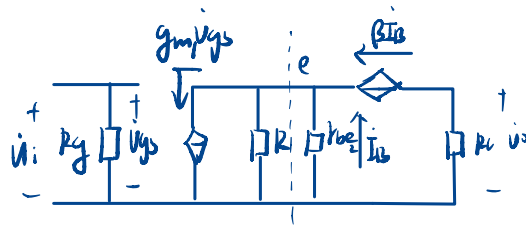
- A. P沟道JFET
B. N沟道增强型MOS管
C. P沟道增强型MOS管
D. N沟道耗尽型MOS管
E. P沟道耗尽型MOS管

注意：从A至E中选择字母填入



正确答案:

D



$$R_{i2} = \frac{r_{be2}}{1+\beta}$$

$$A_u = -g_m(R // \frac{r_{be2}}{1+\beta}) \cdot \frac{\beta R_c}{r_{be2}}$$

$$R_i = R_g \quad R_o = R_c$$

(接上页) 第四题:

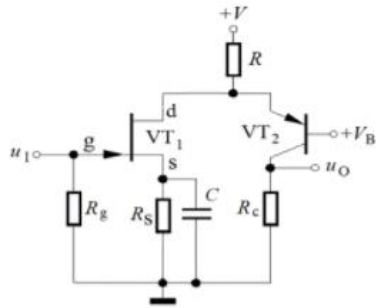
以下 (4) 至 (6) 为主观题: 请拍照上传, 写上班级、姓名、学号、题号

(4) 画出交流等效电路;

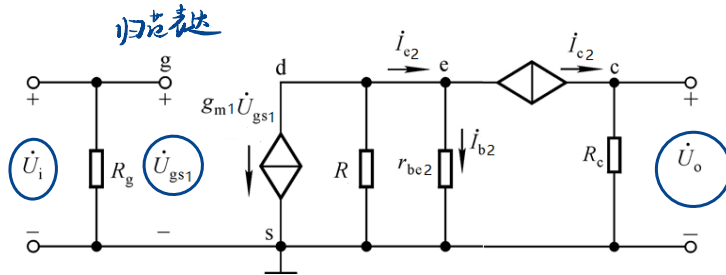
(5) 设 g_{m1} 和 r_{be2} 已知, 写出电压放大倍数的表达式 $A_u = \frac{\dot{U}_o}{\dot{U}_i}$;

(不用化简, 管子序号写清楚)

(6) 设 g_{m1} 和 r_{be2} 已知, 写出输入电阻 R_i 和输出电阻 R_o 的表达式。



解答: (4)



(5) 解答: $A_u = -g_{m1}(R // \frac{r_{be2}}{1+\beta}) \cdot \frac{\beta R_c}{r_{be2}}$

(6) 解答: $R_i = R_g$
 $R_o = R_c$

分析、判断

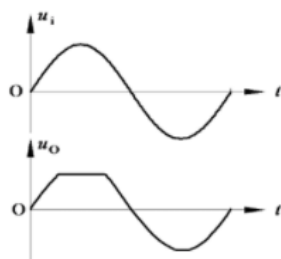
(接上页)第1题: 回答下列问题:

(从A至C图中选择字母填入)



(2) 若测得其中一个电路输入信号 u_i 和输出信号 u_o 波形如下图所示, u_i 峰值为 10mV, u_o 负半周峰值为 1V, 则该波形应为图 [填空1] 电路的信号波形 (从上一页 A 至 C 图中选择字母填入), 该电路出现了 [填空2] 失真 (选择下面 C 或 D 字母填入) C

C. 截止 D. 饱和



C;C

2. 下图电路为准互补输出级电路, 已知 $V_{CC}=12V$, 静态时 $u_O=0V$, 输入电压 u_i 为正弦波, T_1 、 T_2 、 T_4 参数相同, T_3 与 T_4 特性对称。

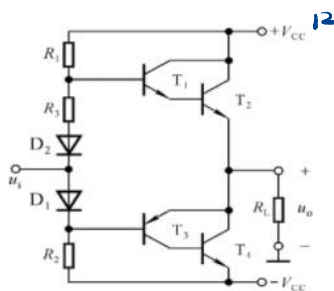
(1) T_3 和 T_4 组成的复合管等效为 [填空1]。

A. NPN管 B. PNP管

(2) 若静态时 $u_O < 0V$, 则应减小 [填空2]。

A. R_1 B. R_2 C. R_3

注意: 选择字母填入



(接上页) 第2题

(3) 当输入为正弦波时, 若 R_3 短路, 则输出电压 [填空A]; 若 R_1 短路, 则输出电压 [填空2]。

A. 产生交越失真

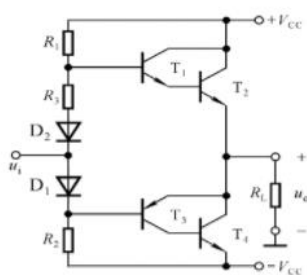
B. 仅有正半波

C. 仅有负半波

D. 约为10.6V

E. 约为1.4V

注意: 从A至E中选择字母填入



正确答案:

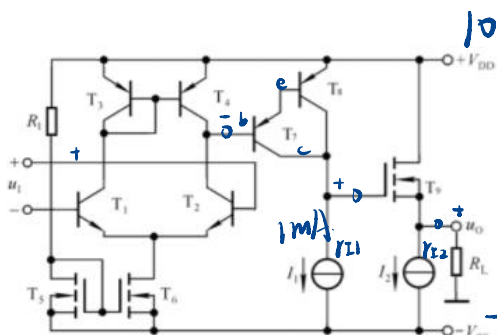
B;A

正确答案:

A;D

六、(17分) 单选题和主观题: 解答下列各题

场效应管多级放大电路如下图所示, 已知 $+V_{DD}=10V$, $-V_{SS}=-10V$; 增强型NMOS管 T_5 和 T_6 除了沟道的宽长比 $S=W/L$ 不同以外, 其余参数均相同, 已知 $S_5/S_6=2$; 晶体管 T_1 、 T_2 特性相同, T_3 、 T_4 特性相同。静态时 R_1 中的电流 $I_{R1}=2mA$, 电流源 $I_1=1mA$ 。解答下列各题:



(接上页) 第六题:

1. (1) T_7 与 T_8 组成 [填空1] 电路 (从A至F中选择), T_9 组成 [填空2] 电路 (从A至F中选择)。

(2) T_3 与 T_4 组成 [填空3] 电路 (从A至F中选择字母), 其作用是 [填空4] (从G、H中选择)。

(3) T_5 与 T_6 组成 [填空5] 电路 (从A至F中选择), 其作用是 [填空6] (从G、H中选择)。

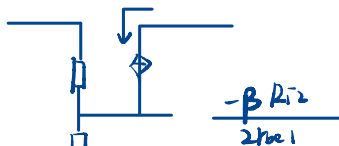
A. 共集 B. 共射

C. 共源 D. 共漏

E. 比例电流源 F. 镜像电流源

G. 作为偏置电路设置静态电流

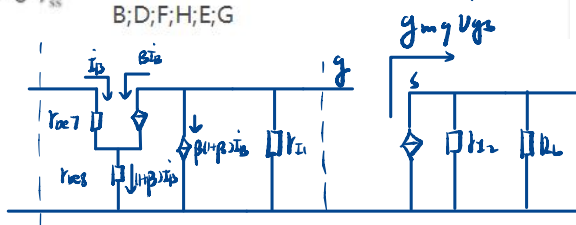
H. 有源负载



正确答案:

B;D;F;H;E;G

$$A_{v_{mid}} = \frac{-\beta(2\beta) \cdot R_{L1}}{r_{be7} + (1+\beta)r_{be8}}$$



$$A_{u3} = \frac{g_{m3} \cdot (R_{I2} // R_L)}{1 + g_{m3} (R_{I2} // R_L)}$$

第35题 | 主观题 8分

第36题 | 主观题 3分

$$-\frac{\beta(R_{be7} + (1+\beta)R_{be8})}{R_{be1}} \times -\frac{\beta(1+\beta) \cdot R_{I1}}{R_{be7} + (1+\beta)R_{be8}} \times \frac{g_{m3} (R_{I2} // R_L)}{1 + g_{m3} (R_{I2} // R_L)}$$

(接上页) 第六题:

以下为主观题: 请拍照上传,
写上班级、姓名、学号、题号

2. 已知电流源 I_1 、 I_2 动态电阻分别为 r_{I1} 、 r_{I2} 。已知所有晶体管的 β_i , 发射结动态电阻为 r_{be_i} ; MOS 管的低频跨导为 g_{mi} 。其中 i 为管子序号。写出输入差模信号时的电压放大倍数表达式

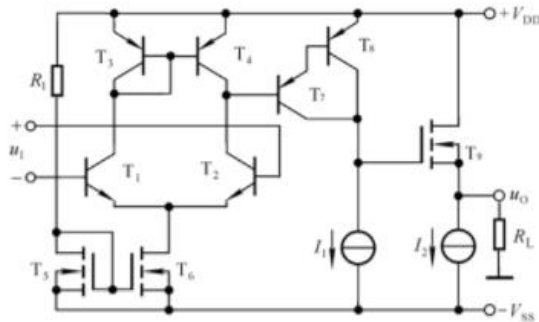
$$\dot{A}_u = \frac{\dot{U}_o}{\dot{U}_i} = \dot{A}_{d1} * \dot{A}_{u2} * \dot{A}_{u3} = \frac{\dot{U}_{o1}}{\dot{U}_i} * \frac{\dot{U}_{o2}}{\dot{U}_{o1}} * \frac{\dot{U}_o}{\dot{U}_{o2}} \quad (\text{不要化简, 管子序号写清楚})$$

写出输入共模信号时的电压放大倍数 $A_c \approx 0$ 。

(接上页) 第六题:

以下为主观题: 请拍照上传,
写上班级、姓名、学号、题号

3. 请设计一个最简电路代替电流源 I_1 , 请画出图来, 并说明与下面电路的连接方法。要求用图中已有的元件类型设计, 说明元件参数, 且要求增加的元件的数量和种类都尽可能少。



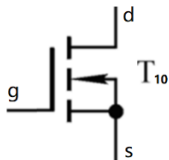
解

2. 解答:

$$\dot{A}_u = -g_{m1} \left(R // \frac{r_{be2}}{1+\beta} \right) \cdot \frac{\beta R_c}{r_{be2}} \quad ?$$

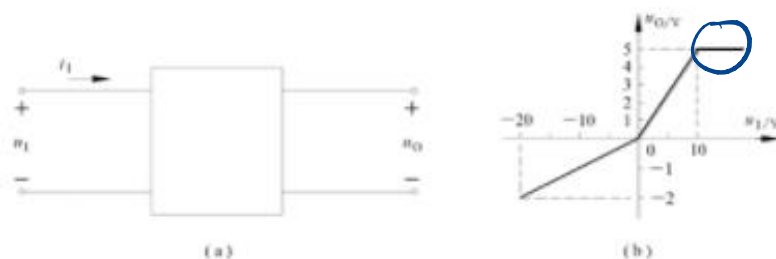
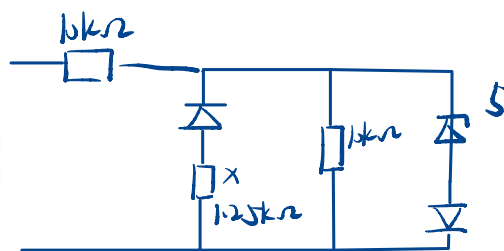
$A_c \approx 0$

3. 采用一个与 T_6 相同的增强型 MOS 管 T_{10} , 如下图, 其 s、g、d 引脚分别接入 $-V_{SS}$ 、 T_6 的栅极、 T_7 和 T_8 的集电极, 与 T_5 和 T_6 组成多路电流源。其沟道宽长比 $S_{10} = S_6$ 。



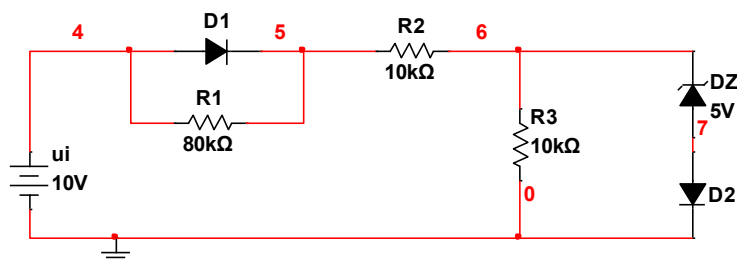
七、(4分) 主观题：请拍照上传，写上班级、姓名、学号、题号

图 (a) 方框中是一个由电子元件和电阻组成的电路，它的电压传输特性如图 (b) 所示，已知 $u_1 = +10\text{V}$ 时， $i_1 = 0.5\text{mA}$ 。已知电子元件中PN结导通电压均近似为零。请画出方框中的电路，标明元件主要参数，并进行分析计算，要求电路所用元件数量尽可能少。



解答：

参考电路如图所示。稳压管 DZ 的稳定电压为 5V。



当 $u_1 = +10\text{V}$ 时，二极管 D1 导通， $i_1 = 0.5\text{mA}$ ， $u_O = +5\text{V}$ ，稳压管 DZ 不稳压，D2 截止；

当 $u_1 > +10\text{V}$ 时，二极管 D1、D2 导通，稳压管工作在稳压状态， $u_O = +5\text{V}$ ；

当 $u_1 = -20\text{V}$ 时，二极管 D1、D2 截止，稳压管不稳压， $u_O = -2\text{V}$ 。

八、(6分) 主观题：请拍照上传，写上班级、姓名、学号、题号

某光强传感器的输出电流 i 随自然光强而变化，已知 i 的幅值范围为 $1\mu\text{A}$ 到 1mA ，为了测量光强，希望将 i 转换为电压 u_o ，使 u_o 幅值变化范围为 $U_{\text{Omin}} < u_o < U_{\text{Omax}}$ ，要求 $U_{\text{Omin}} \geq 1\text{V}$ ， $U_{\text{Omax}} \leq 10\text{V}$ 。请设计一个电路实现上述转换。可选元件如下：

- 一个 $+15\text{V}$ 直流电源；
 - 若干 NPN 晶体管 ($r_{\text{bb}}=0$ ， $\beta=200$ ，发射结导通电压 $U_{\text{BE}}=0.7\text{V}$)；
 - 若干 N 沟道 JFET ($U_{\text{GS(off)}}=-2\text{V}$ ， $I_{\text{DSS}}=8\text{mA}$)；
 - 若干 N 沟道增强型 MOS 管 ($U_{\text{GS(th)}}=2\text{V}$ ， $I_{\text{DO}}=4\text{mA}$)；
- (题干未完，下页还有)

(接上页) 第八题：主观题：请拍照上传，写上班级、姓名、学号、题号

- 若干二极管 (导通电压 $U_{\text{D}}=0.7\text{V}$ ，反向饱和电流 $I_{\text{S}}=10^{-14}\text{A}$)；
- 若干稳压管 (稳定电压 $U_{\text{Z}}=5\text{V}$ ， $I_{\text{Z}}=2\text{mA}$ ， $I_{\text{ZM}}=30\text{mA}$)；
- 若干电阻 (阻值小于等于 $2\text{M}\Omega$)；
- 若干电容 (容值小于等于 $100\mu\text{F}$)。

1. 画出具体电路，标明元件参数，要求电路尽可能简单；
2. 详细说明电路的工作原理，并计算必要的参数。

解答：

参考电路如图所示，二极管将电流 i 转换为电压 u_i ， u_i 与 i 近似成对数关系： $u_i = U_{\text{T}} \ln(i/I_{\text{S}})$ 。 u_i 经 N 沟道 JFET 组成的共源放大电路进行放大，在漏极得到输出电压 u_o 。电阻参数可有不同设置。请同学们自己计算。

