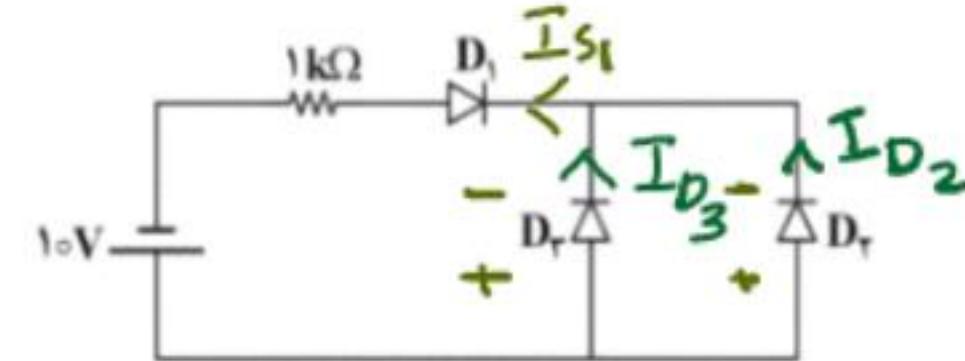


در مدار زیر، اندازه جریان دیود D_2 بر حسب آمپر، به کدام گزینه نزدیک‌تر است؟



$$I_{S1} = 10^{-15} \text{ A}$$

$$\underline{I_{S_T} = \tau I_{S_T} = 10^{-16} \text{ A}}$$

$$I_D = I_S (e^{\frac{qV_T}{kT}} - 1)$$

$D_1 \rightarrow$ معنی معلوم

$D_2, D_3 \rightarrow$ معنی مستلزم

$$10^{-17} \text{ (۱)}$$

$$2.5 \times 10^{-17} \text{ (۲)}$$

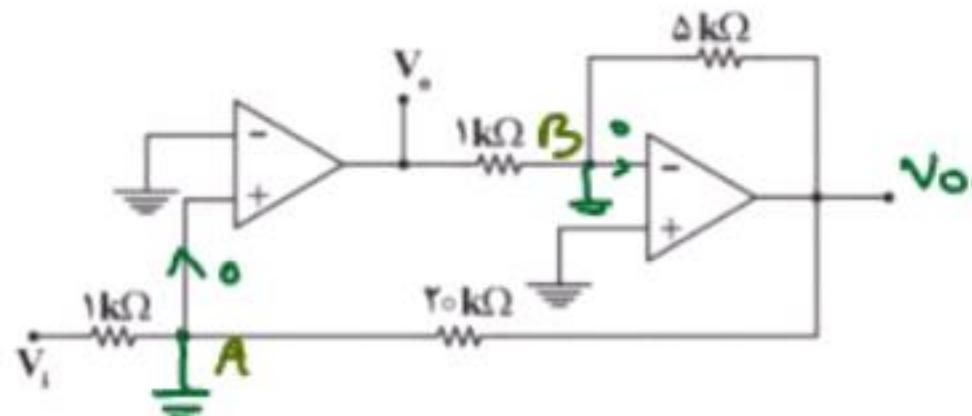
$$10^{-16} \text{ (۳)}$$

$$2.5 \times 10^{-16} \text{ (۴) ✓}$$

$$V_{D2} = V_{D1}, \quad I_{S2} = 3 I_{S3} \rightarrow I_{D2} = 3 I_{D3}$$

$$I_{S1} = I_{D1} + I_{D2} = 4 I_{D3} \rightarrow I_{D3} = \frac{1}{4} I_{S1} = 2.5 \times 10^{-16}$$

-۶۲ - در مدار زیر، اندازه بهره $\frac{V_o}{V_i}$ ، به کدام گزینه نزدیک‌تر است؟



۵ (۲)

۲۱ (۴)

۲۰ (۷)

۴ (۱) ✓

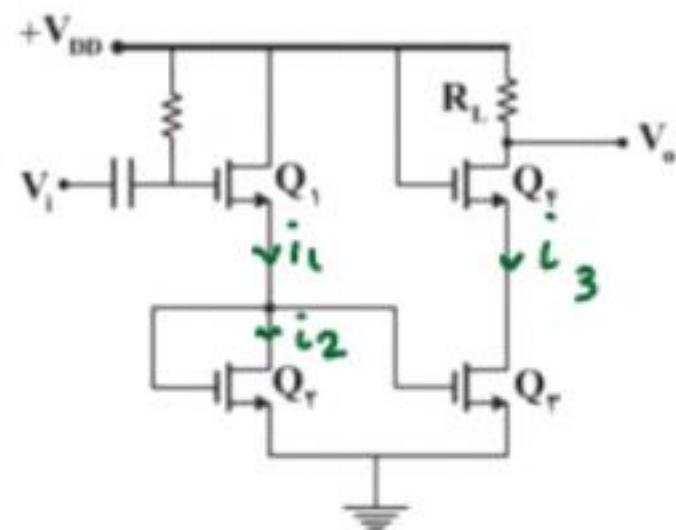
۲۰ (۷)

$$KCL \text{ at } A: \frac{V_i - 0}{1k} = \frac{0 - V_{o1}}{20k} \rightarrow -V_{o1} = 20V_{in}$$

$$KCL \text{ at } B: \frac{V_0 - 0}{1k} = \frac{0 - V_{o1}}{5} \rightarrow V_0 = -\frac{1}{5}V_{o1} = 4V_{in} \rightarrow \frac{V_0}{V_{in}} = 4$$

در مدار روبرو، هر چهار ترانزیستور در ناحیه اشباع بوده و از نظر مشخصات کاملاً مشابه‌اند. اگر هدایت انتقالی Q_1 در نقطه کار برابر g_m باشد، اندازه بهره ولتاژ سینکل کوچک $\frac{V_o}{V_i}$ ، چه مقداری است؟

$$(\lambda = 0)$$



$$\tau g_m R_L \text{ (f)}$$

$$\frac{\tau}{\tau} g_m R_L \text{ (f)}$$

$$\frac{1}{\tau} g_m R_L \text{ (f)} \checkmark$$

$$g_m R_L \text{ (f)}$$

$$i_4 = g_m v_{GS3}$$

$$v_{GS1} = v_{GS3} \quad , \quad v_{g1} = v_{in} \quad , \quad v_{S1} = v_{g3} \quad , \quad v_{S3} = 0$$

$$v_{in} - v_{g3} = v_{g3} \rightarrow v_{g3} = \frac{1}{2} v_{in} \quad , \quad v_o = R_L i_4$$

$$v_o = \frac{1}{2} g_m R_L v_{in} \rightarrow \frac{v_o}{v_{in}} = \frac{1}{2} g_m R_L$$

-۶۴ در مدار تقویت‌کننده زیر، تعاملی ترانزیستورها در ناحیه فعال بایاس شده‌اند (مدار معادل AC رسم شده است).

$$\text{بهره ولناز } A_V = \frac{V_{out}}{V_{in}}$$

$$r_{e1,2} = \frac{1}{40} = 25\Omega$$

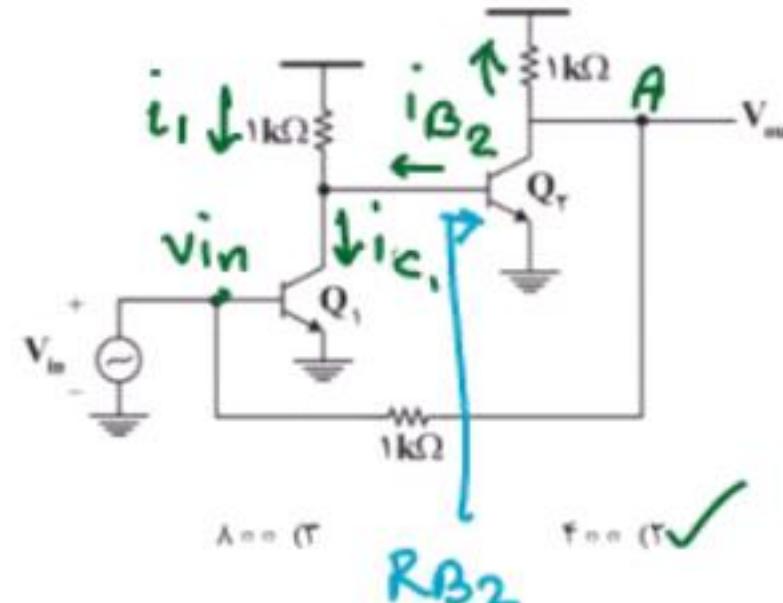
$$i_{C1} = \frac{V_{in}}{25\Omega}$$

$$i_{C1} = i_1 + i_{\beta 2}$$

$$R_{\beta 2} = 40 \times 25 = 1k\Omega$$

$$\rightarrow i_{C1} = 2 i_{\beta 2} \rightarrow i_{\beta 2} = \frac{1}{2} i_{C1} , i_{C2} = 40 i_{\beta 2} = \frac{4}{5} V_{in}$$

$$KCL|A: \frac{V_o - V_{in}}{1k} + \frac{V_o}{1k} = \frac{4}{5} V_{in} \rightarrow \frac{2V_o}{1000} = \frac{4}{5} V_{in} \rightarrow A_V = 400$$



۱۶۰۰ (۱)

۸۰۰ (۱)

۴۰۰ (۱) ✓

۲۰۰ (۱)

-۶۵ در مدار زیر، ترانزیستورهای M_1 و M_2 بکسان هستند. مقدار (W/L) ترانزیستور M_T چقدر بایستی باشد تا همه ترانزیستورها در ناحیه اشباع بایاس شوند؟

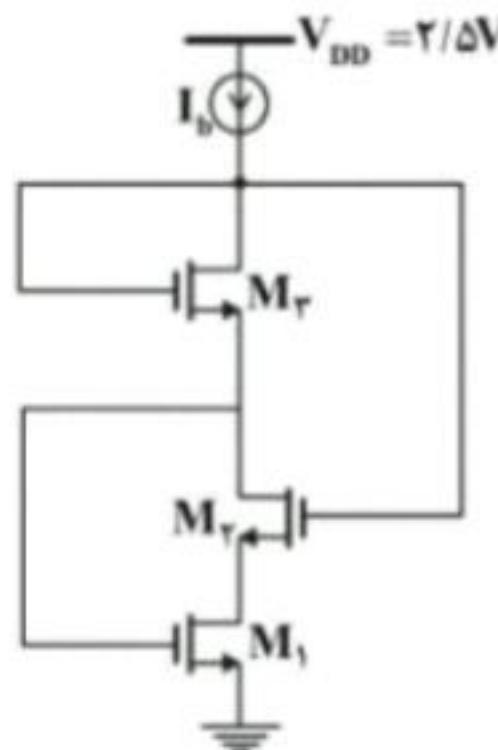
$$V_{G_1} = V_{S_3}$$

$$V_{G_2} = V_{D_2} = V_{G_3}$$

$$V_{D_1} = V_{S_2}$$

فرض فراشباع

$$V_{DS} = V_{GS} - V_{TH}$$



$$V_{TH_{1,T}} = 0.5 \text{ V}$$

$$V_{TH_T} = 0.4 \text{ V}$$

$$\lambda = \gamma = 0$$

$$M_{1,T}: V_{GS} - V_{TH} = 0.5 \text{ V}$$

$$\mu_n C_{ox} = 400 \frac{\mu\text{A}}{\text{V}^2}$$

$$I_b = 0.5 \text{ mA} = I_{D_1} = I_{D_2} = I_{D_3}$$

۳۰۰ (۱)

۲۵۰ (✓)

۲۰ (۱)

۱۰ (۱)

$$V_{DS_3} = V_{GS_3} - V_{TH_3} \rightarrow V_{G_2} - V_{S_3} = V_{G_3} - 0.4 \rightarrow V_{S_3} = 0.4$$

$$V_{DS_2} = V_{GS_1} - V_{TH_2} \rightarrow V_{G_1} - V_{S_2} = V_{G_2} - V_{S_2} - V_{TH} \rightarrow V_{G_2} = V_{G_1} + V_{TH_2}$$

$$V_{G_2} = 0.4 + 0.5 = 0.9 \rightarrow V_{GS_3} = 0.9 - 0.4 = 0.5$$

$$I_{D_3} = \frac{1}{2} \mu_n C_{ox} \frac{W}{L} (V_{GS_3} - V_{TH_3})^2$$

$$\frac{1}{2} = \frac{1}{2} \times 400 \times 10^{-3} (0.5 - 0.4)^2 \rightarrow \frac{W}{L} = 250$$

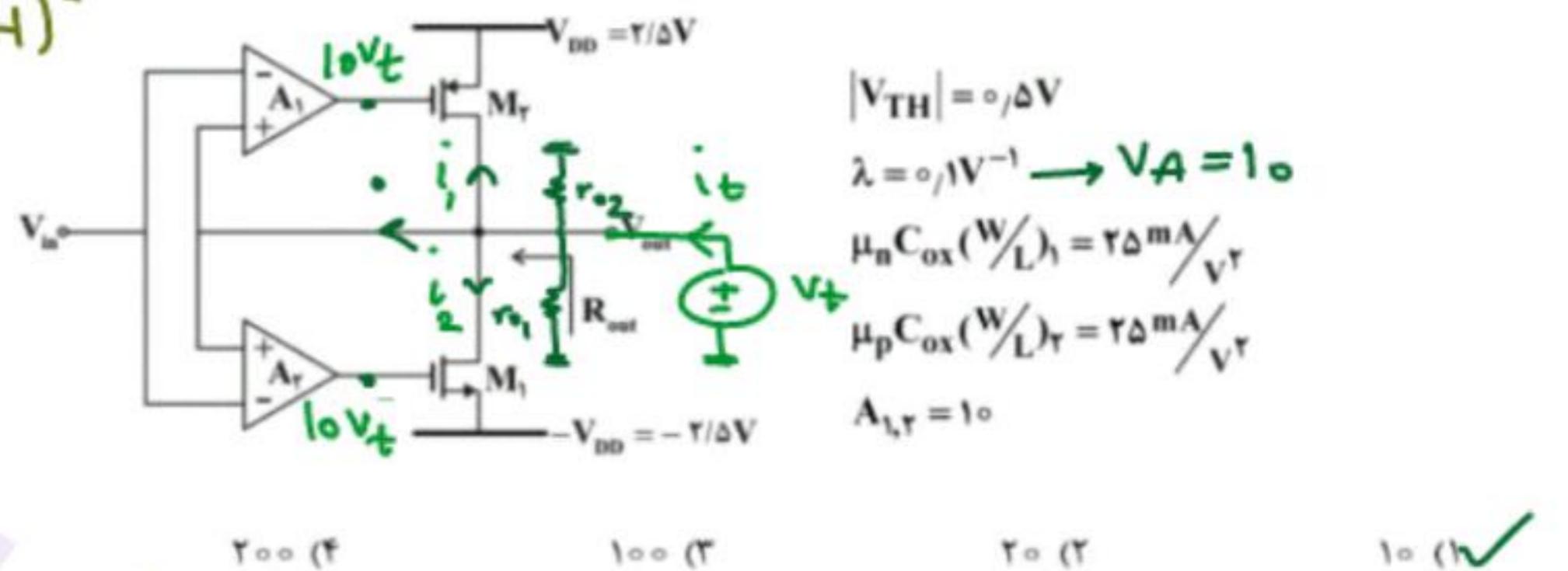
- ۶۶- در مدار تقویت‌گشته زیر، ولتاژ DC خروجی تقویت‌گشته‌های عملیاتی A_1 و A_2 به ترتیب برابر با $1/8$ ولت و

- ولت است. مقدار مقاومت خروجی R_{out} چند اهم است؟

$$I_D = \frac{1}{2} \mu_n C_{ox} \times \frac{W}{L} (V_{GS} - V_{TH})^2$$

$$V_{GS1} = 0.7$$

$$r_o = \frac{V_o}{I_D}$$



$$I_D = \frac{1}{2} \mu_n C_{ox} \frac{W}{L} (V_{GS} - V_{TH})^2 = 0.5 \text{ mA} \rightarrow r_o = 20 \text{ k} \Omega, g_m = 5 \text{ mS}$$

$$i_1 = i_2 = \text{lo}g_m V_t \rightarrow i_t = i_1 + i_2 = 2 \text{og}_m V_t$$

$$R_{out} = \frac{V_t}{i_t} = \frac{1}{20 \times 5 \times 10^{-3}} = 10 \Omega$$

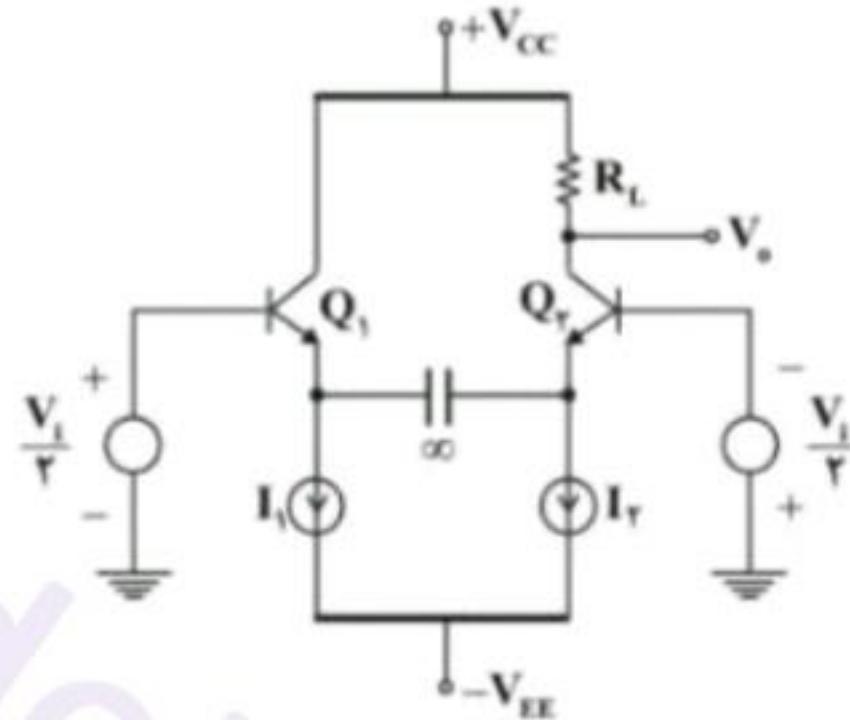
۱۰۰ (†)

۱۰۰ (‡)

۲۰ (‡)

۱۰ (✓)

- ۶۷ در تقویت‌گننده تفاضلی روبه‌رو، Q_1 و Q_2 کاملاً مشابه هستند و به ازای $I_1 = I_2 = 1\text{mA}$ بهره ولتاژ سیگنال کوچک $\frac{V_o}{V_i} = 60$ است. اگر فقط مقدار جریان منبع I_2 افزایش یافته و $I_2 = 2\text{mA}$ شود، بهره ولتاژ به چه مقداری خواهد رسید؟



$$\text{if } I_1 = I_2 = 1\text{mA}$$

$$r_{e1} = r_{e2} = 25\Omega$$

$$\frac{V_o}{V_{in}} = \frac{V_o}{2r_e} = \frac{V_o}{50} = 60$$

$$\rightarrow V_o = 3000$$

$$\text{if } I_1 = 1\text{mA}, I_2 = 2\text{mA}$$

$$r_{e2} = \frac{25}{2} = 12.5 \rightarrow \frac{V_o}{V_{in}} = \frac{3000}{r_{e1} + r_{e2}} = \frac{3000}{37.5} = 80$$

۱۶۰ (۱)

A = (۷✓)

۶۰ (۲)

۴۰ (۱)

-۶۸ در مدار تقویت کننده زیر، همه ترانزیستورهای متناظر با هم یکسان بوده و در ناحیه اشباع بایاس شده‌اند. مقدار

$$VGS_3 = VGS_5 \rightarrow i_3 = i_5$$

$$VGS_1 = 2VGS_3 \rightarrow i_3 = \frac{1}{2}i_1$$

$$VS_1 = VG_3 = VG_5$$

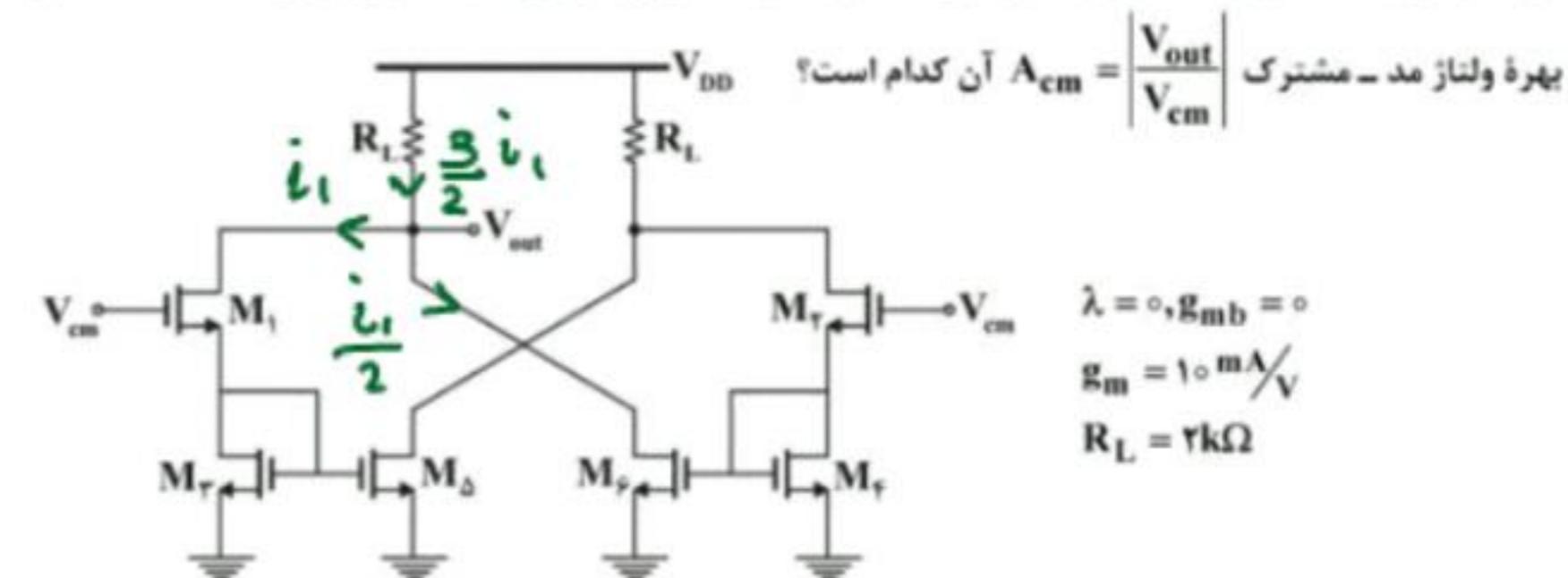
$$Vin - VG_3 = 2VG_3$$

$$VG_3 = \frac{1}{3} Vin = VS_1$$

$$VGS_1 = Vin - \frac{1}{3} Vin = \frac{2}{3} Vin$$

$$i_1 = g_m VGS_1 = \frac{2}{3} \times 10 \times Vin \rightarrow Vout = \frac{3}{2} R_L i_1 = \frac{3}{2} \times \frac{2}{3} \times 10 \times 2 Vin = 20 Vin$$

$$\rightarrow \frac{Vout}{Vin} = 20$$



۲۵ (۴)

۲۰ (۳) ✓

۱۵ (۷)

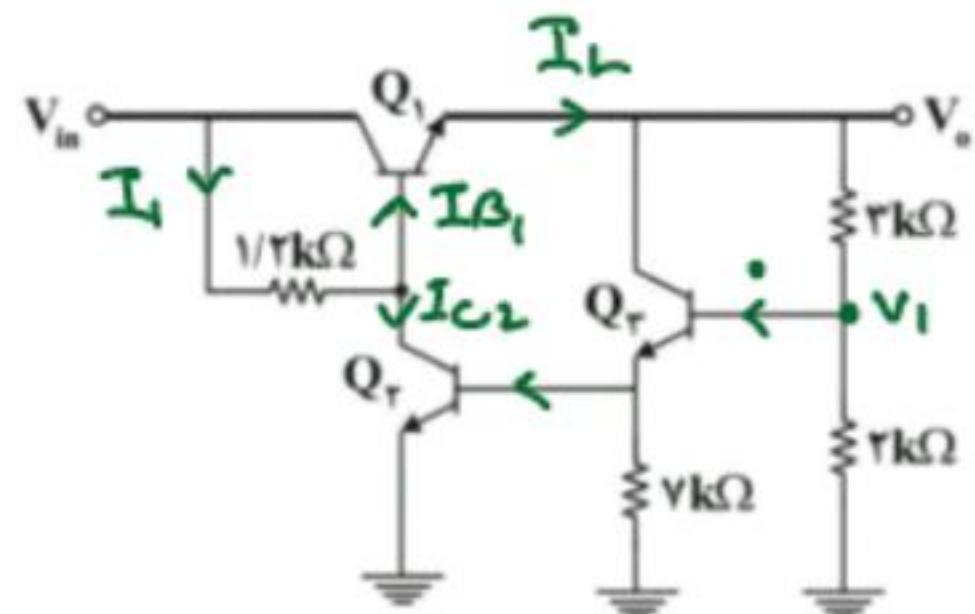
۱۰ (۱)

بهره ولتاژ مذکور است
 $A_{cm} = \left| \frac{V_{out}}{V_{cm}} \right|$

$\lambda = 0, g_{mb} = 0$
 $g_m = 10 \text{ mA/V}$
 $R_L = 10 k\Omega$

- ۶۹

در رگولاتور ولتاژ روبه رو، ولتاژ ورودی بین ۹ تا ۱۵ ولت متغیر است. اگر $V_{BE(on)} = ۰.۷V$ و $\beta = ۱۰۰$ باشد، حداقل جریان قابل قبول برای بار ($I_{L,max}$) چند آمپر است؟



۰/۴ (۴) ✓

۰/۶ (۳)

۰/۸ (۲)

۱ (۱)

$$V_1 = 0.7 + 0.7 = 1.4$$

$$V_{out} = 3.5V$$

$$V_{B1} = 3.5 + 0.7 = 4.2V$$

$$I_{L(max)}, I_{C2(min)}, V_{in(min)}, I_{min} = \frac{I_{Lmax}}{\beta} + I_{C2 min}$$

$$\frac{9 - 4.2}{1.2} = \frac{I_{Lmax}}{100} \rightarrow I_{Lmax} = 0.4A$$