

POLITECNICO DI TORINO

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI  
INGEGNERE  
II SESSIONE - ANNO 1999

Ramo : AERONAUTICA TEMA N. 2

In una missione spaziale un razzo vettore, la cui geometria del tratto iniziale è schematizzata in figura 1 (Allegato 1), raggiunge in un punto della traiettoria la quota  $z=30\text{km}$  e una velocità  $V_\infty=1.83\text{ km/s}$ . Nelle condizioni indicate viene a formarsi un'onda d'urto curva e staccata dal bordo di attacco. In tali condizioni e in assenza di incidenza e imbardata, calcolare il flusso di calore a parete in corrispondenza di un valore dell'ascissa curvilinea  $X$  pari a  $4\text{m}$  dove la temperatura di parete raggiunge un valore  $T_w=362\text{ K}$ . L'origine delle ascisse è fissata nel bordo di attacco del tratto conico. Ai fini del calcolo del flusso inviscido sulla parte cilindrica si schematizzi il corpo come riportato in figura 2 (Allegato 1), con l'urto assunto conico e attaccato al naso del cono. A valle di tale urto si può ritenere che il flusso subisca un'espansione isoentropica che porta il coefficiente di pressione ( $c_p = (p - p_\infty) / \frac{1}{2} \rho V_\infty^2$ ) al valore nullo lungo tutto il tratto cilindrico del razzo vettore. Per quest'ultimo calcolo si allegano le figure 3, 4 e 5 (Allegato 2). Relativamente alla determinazione del flusso di calore, considerando che il raggio della sezione trasversale del tratto cilindrico è molto più grande dello spessore dello strato limite, si possono assumere le relazioni valide per la placca piana.

Si calcoli anche :

- la temperatura a cui si porta la parete interna della parte cilindrica in corrispondenza dello stesso punto di calcolo del flusso di calore, considerando uno spessore della stessa parete pari a  $S=60\text{mm}$  e un coefficiente di conducibilità termica della parete pari a  $\lambda = 25\text{ W/m K}$ .
- il flusso di calore nel bordo di attacco facendo riferimento alla configurazione schematizzata nella figura 1.

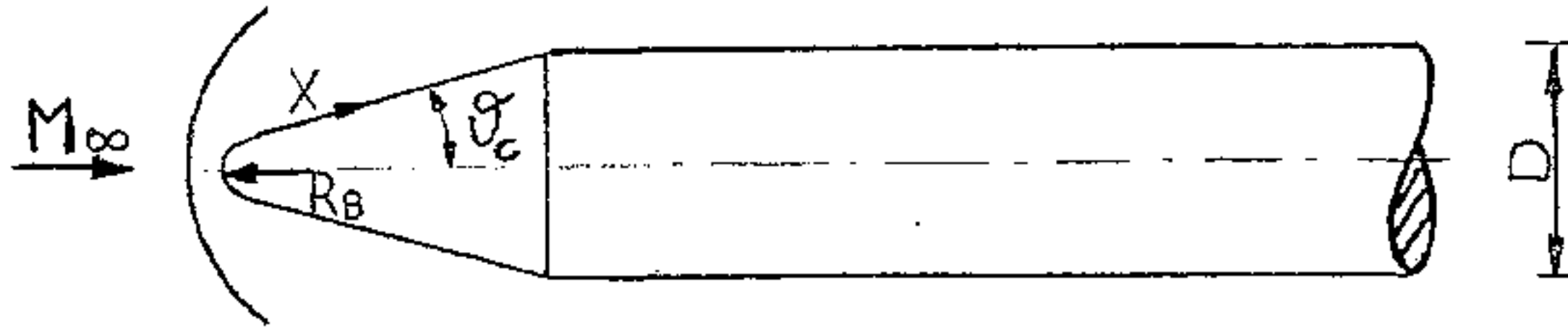
Si valutino inoltre gli effetti di un raddoppio dell'angolo di semiapertura della parte conica sul flusso di calore, sempre per  $x=4\text{m}$  e per la stessa temperatura di parete.

Infine si calcoli il raggio di curvatura del bordo di attacco al fine di ridurre il flusso termico del 30% rispetto al flusso determinato per  $\vartheta_c=15^\circ$ .

Dati relativi alla quota

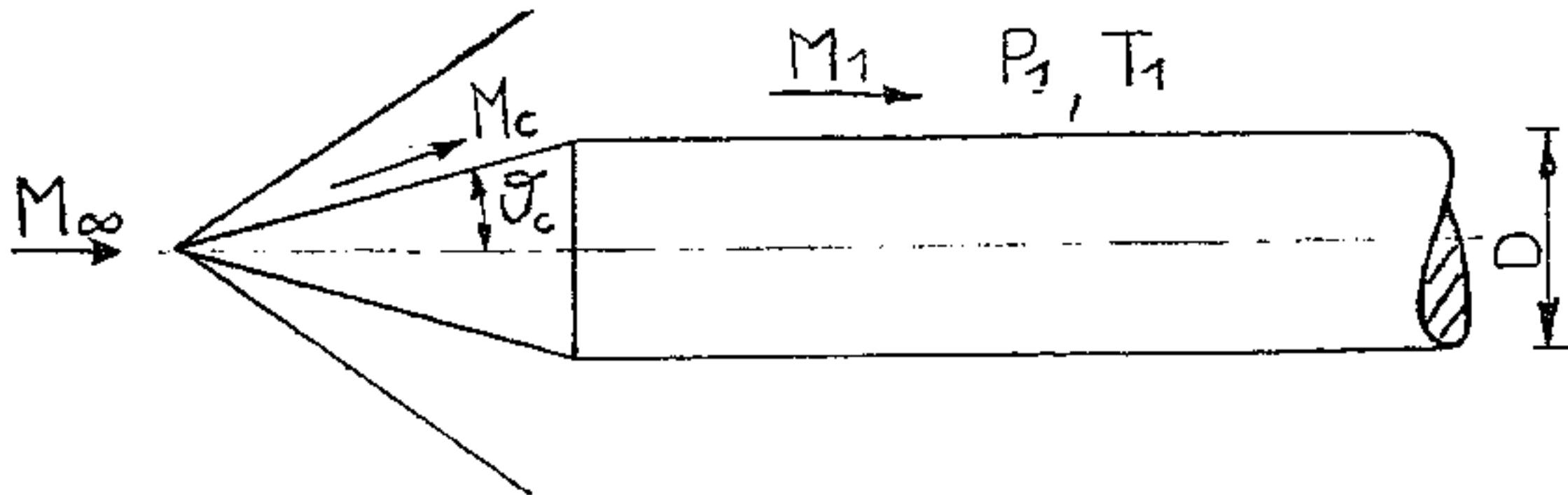
$$T_\infty = 226.5\text{ }^\circ\text{K}$$

$$P_\infty = 1196.6\text{ Pa}$$



$D=1000\text{mm}$   $R_B=180\text{mm}$   $\vartheta_c=15^\circ$

Figura 1



$D=1000\text{mm}$   $\vartheta_c=15^\circ$

Figura 2

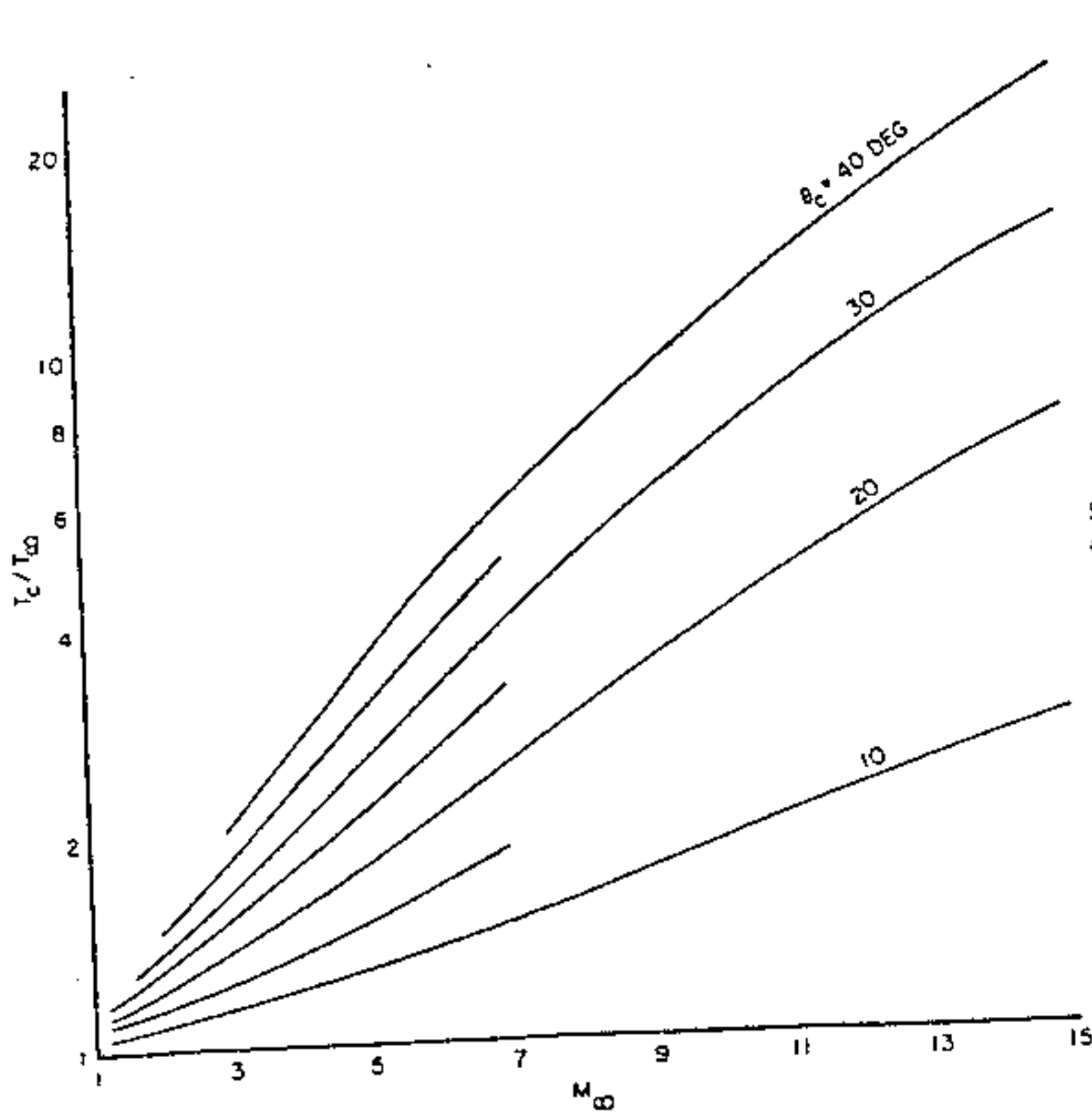


Figura 3

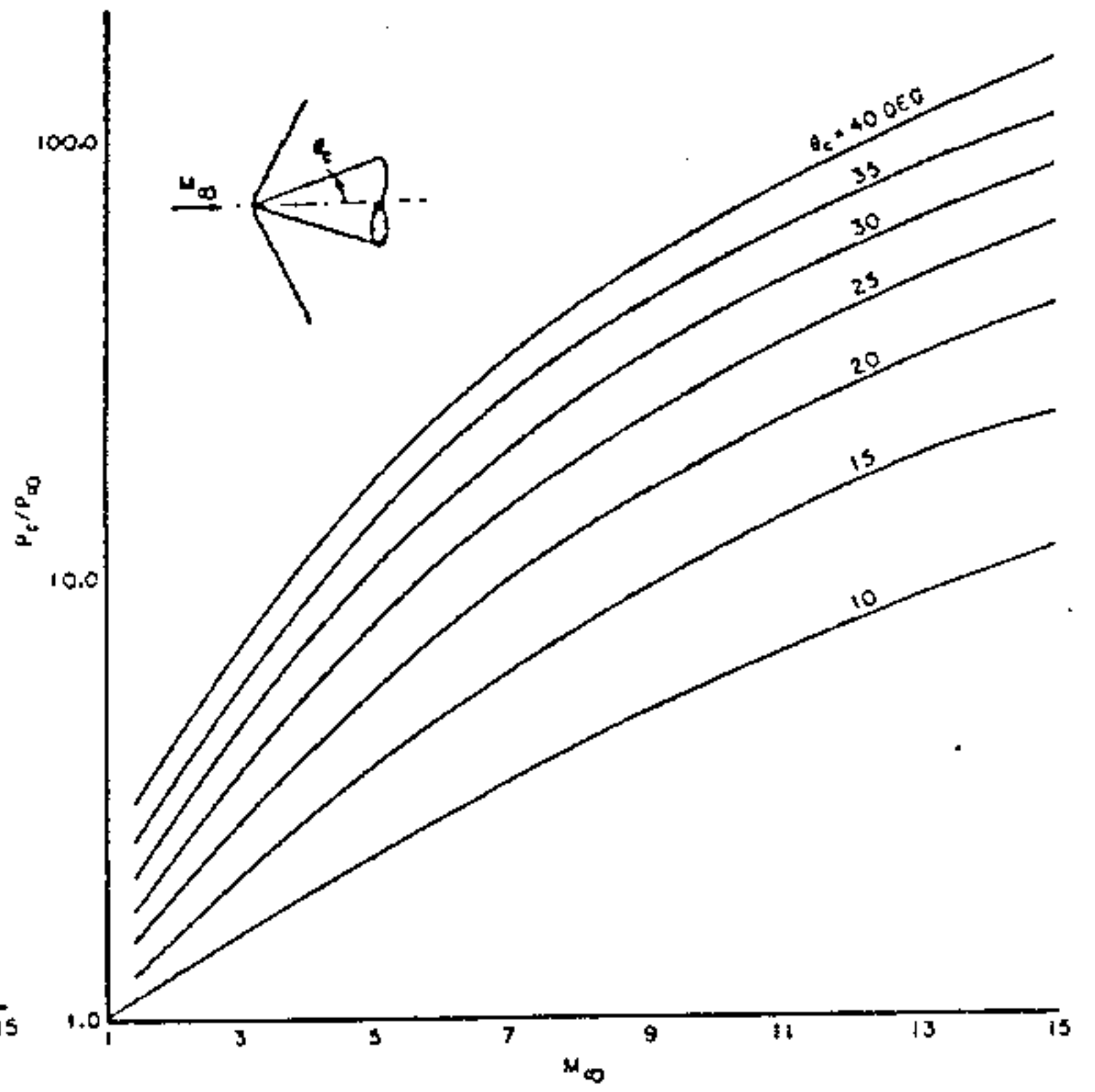


Figura 4

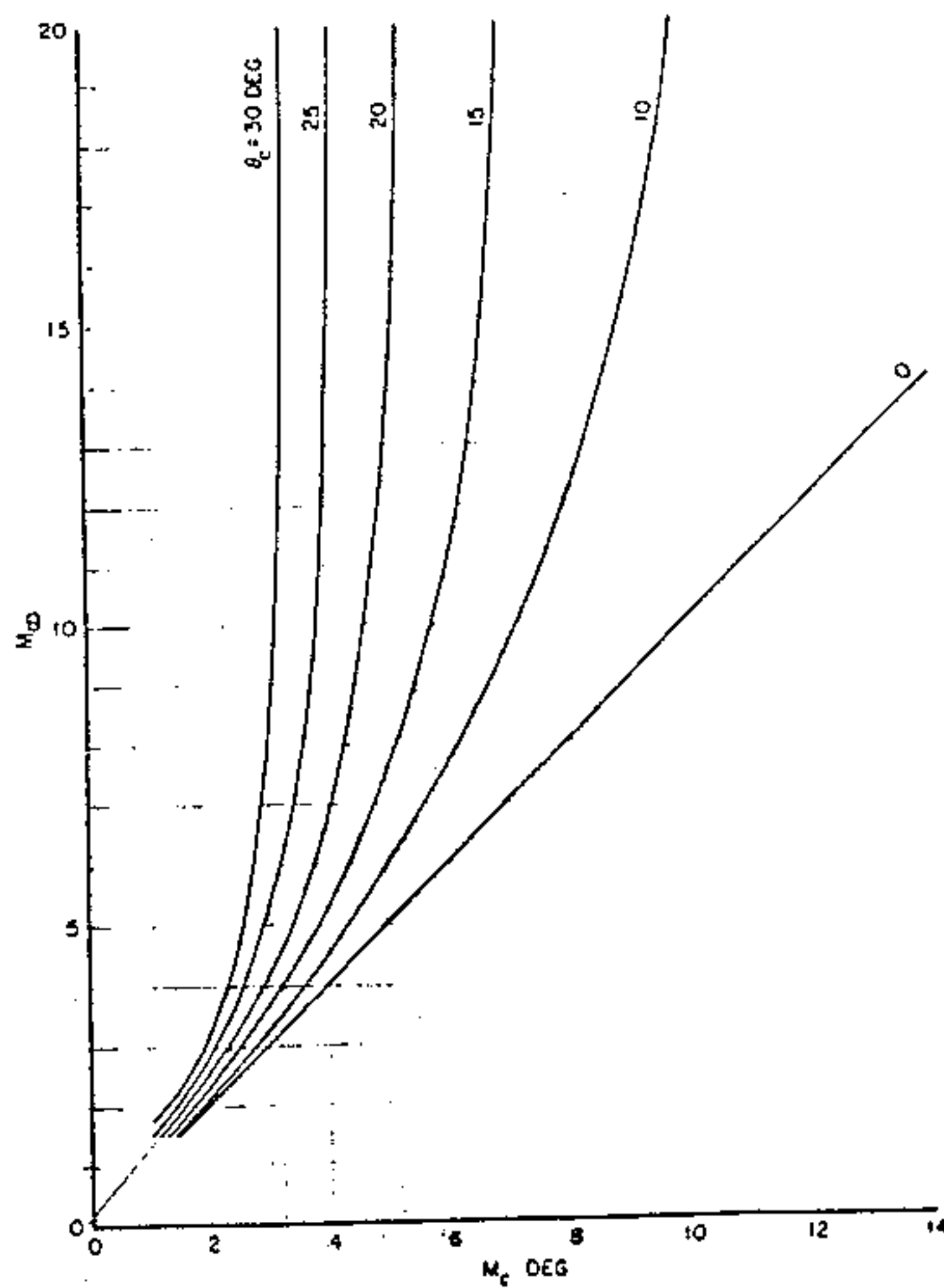


Figura 5