Κινητήρας αυτοκινήτου έχει δύο βαλβίδες εισαγωγής ανά κύλινδρο. Για τις βαλβίδες είναι γνωστά τα ακόλουθα κατασκευαστικά δεδομένα:

- Διάμετρος κεφαλής: 35 mm
- Διάμετρος εσωτερικής έδρας: 32 mm
- Γωνία έδρας: 30 deg
- Διάμετρος στελέχους: 7 mm
- Συντελεστής εκροής: 0,59

Σε μια χρονική στιγμή κατά τη διάρκεια λειτουργίας του κινητήρα είναι ακόμη γνωστά τα ακόλουθα μεγέθη:

- Πίεση και θερμοκρασία στον οχετό εισαγωγής: 2,25 bara, 128 C
- Πίεση κυλίνδρου: 1,89 bara
- Ανύψωση βαλβίδων: 4,8 mm

α) Υπολογίστε την δεδομένη χρονική στιγμή την συνολική παροχή του αέρα προς τον κύλινδρο.

β) Να σχεδιαστεί το διάγραμμα μεταβολής της στιγμιαίας παροχής μάζας διαμέσου της βαλβίδας εισαγωγής συναρτήσει του λόγου πιέσεων αν θεωρηθεί ότι η κρίσιμη παροχή από κάθε βαλβίδα είναι 110 g/sec.

Ο αέρας να θεωρηθεί τέλειο αέριο με ειδική σταθερά R=289 J/kg K και ισεντροπικό εκθέτη γ=1,4.

1ο ΘΕΜΑ

α) $L_v = 4{,}8\,mm$, $D_v = 35\,mm$, $D_{EE} = 32\,mm = D_p$.
$\beta = 30^\circ$, $D_s = 7\,mm$, $C_d = 0{,}59$, $P_b = 1{,}25\,bar$, $T_b = 128\,^\circ C$
$P_{cyl} = 0{,}89\,bar$, $\gamma = c_p/c_v = 1{,}39$, $R_\alpha = 289\,J/kgK$
$P_{atm} = 1{,}003\,bar$ και $T_{amb} = 21\,^\circ C$

Εχουμε στη βαλβιδα:

$$\left.\begin{array}{l} P_u = P_{b,abs} = 2{,}25\,bar \\ P_d = P_{gl} = 1{,}89\,bar \end{array}\right\} \Rightarrow \frac{P_d}{P_u} = \frac{1{,}89}{2{,}25} = 0{,}84 \quad (1)$$

$$\left(\frac{2}{\gamma+1}\right)^{\frac{\gamma}{\gamma-1}} = \left(\frac{2}{2{,}39}\right)^{\frac{1{,}39}{0{,}39}} = 0{,}8368^{3{,}56} \simeq 0{,}53 \quad (2)$$

Αρα $\frac{P_d}{P_u} > \left(\frac{2}{\gamma+1}\right)^{\frac{\gamma}{\gamma-1}} \Rightarrow$ ροή δεν είναι υποηχητική

Αρα $$\dot m = \frac{C_d A_v P_u}{\sqrt{R T_u}} \cdot \left(\frac{P_d}{P_u}\right)^{1/\gamma} \cdot \sqrt{\frac{2\gamma}{\gamma-1}\left[1-\left(\frac{P_d}{P_u}\right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}\right]} \quad (3)$$

Επιφάνεια Ροής:

$$D_v = D_{EE} + 2\cdot w \Rightarrow w = \frac{D_v - D_{EE}}{2} = \frac{35-32}{2} = 1{,}5\,mm$$

έλεγχος:

i) $$\frac{w}{\sin\beta\cdot\cos\beta} = \frac{1{,}5}{\sin 30 \cos 30} = \frac{1{,}5}{0{,}5\times 0{,}866} = 3{,}464 < L_v = 4{,}8 \quad (4)$$

Επομένως δεν βρίσκεται στο 1ο στάδιο

ii) $$D_m = D_v - w = 35 - 1{,}5 \Rightarrow \boxed{D_m = 33{,}5\,mm}$$

$$\left[\left(\frac{D_p^2 - D_s^2}{4 D_m}\right)^2 - w^2\right]^{1/2} + w\tan\beta = \left[\left(\frac{32^2-7^2}{4\cdot 33{,}5}\right)^2 - 1{,}5^2\right]^{1/2} + 1{,}5\cdot$$
$$\tan 30^\circ = \left[\left(\frac{1024-49}{134}\right)^2 - 2{,}25\right]^{1/2} + 0{,}866 = 50{,}692^{1/2} + 0{,}866 =$$
$$= 7{,}985\,mm > L_v = 4{,}8\,mm \quad (5)$$

Από τα (4) κ' (5) συνάγεται ότι η βαλβίδα ευρίσκεται στο 2^o στάδιο

Επομένως:

$$A_v = \pi D_m \left[(L_v - w \tan\beta)^2 + w^2 \right]^{1/2} = \pi \cdot 33,5 \left[(4,8 - 1,5 \tan 30)^2 + 1,5^2 \right]^{1/2} = 105,243 \left[(4,8 - 0,866)^2 + 2,25 \right]^{1/2} = 443,1\ mm^2$$

Επομένως από (3) ⇒:

$$\dot m = \frac{0,59 \cdot 443,1 \cdot 10^{-6} m^2 \cdot 2,25 \cdot 10^5 N/m^2}{\sqrt{289 \frac{J}{kg K} \cdot 401 K}} \cdot \left(\frac{1,89}{2,25}\right)^{1/1,39} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 1,39}{0,39}\left[1 - \left(\frac{1,89}{2,25}\right)^{\frac{0,39}{1,39}}\right]} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \dot m = \frac{58,821}{340,425} \cdot 0,84^{0,72} \cdot \sqrt{7,128 \cdot (1 - 0,84^{0,28})} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \dot m = 0,0888\ kg/s \text{ ή } 88,8\ g/s.$$

Αφού έχουμε (2) βαλβίδες $\boxed{\dot m_{tot} = 2 \dot m = 177,74\ g/s}$

β) $\left(\frac{P_d}{P_d}\right)_{crit} = 0,53$