

Άσκηση 10:

(i) Η πίεση στην πολλαπλή εισαγωγής, με τη παραδοχή ιδανικού αερίου είναι

$$P_i = \rho_i RT \quad \text{σχέση 3.1}$$

Η σχέση του λόγου καυσίμου αέρα είναι

$$\phi = \lambda^{-1} = \frac{(F/A)_{actual}}{(F/A)_s} \quad \text{σχέση 3.9}$$

Η σχέση 2.41 είναι

$$mep = n_f n_v Q_{HV} \rho_{a,i} (F/A)$$

η οποία με βάση τις παραπάνω γίνεται

$$mep = n_f n_v Q_{HV} \frac{P_i}{RT} \phi (F/A)_s \Rightarrow$$
$$\lambda = \frac{n_f n_v Q_{HV} P_i (F/A)_s}{mep RT}$$

σχέση η οποία συνδέει την πίεση στην πολλαπλή εισαγωγής με το λόγο αέρα λ.

(ii) Η ισχύς του κινητήρα με την mep και τον κυβισμό συνδέεται με την σχέση 2.19

$$mep = \frac{P n_r}{V_d N} \Rightarrow$$
$$V_d = \frac{P n_r \times 10^3}{mep N} < lt >$$

επειδή αναφερόμαστε σε κινητήρα DIESEL η μέγιστη ισχύς του θα αναπτύσσεται σε χαμηλές σχετικά στροφές περίπου 3000rpm. Επομένως ο κυβισμός του είναι:

$$V_d = \frac{400kW \times 2 \times 10^3}{1200kPa \times \frac{3000}{60} rev/s} = 13.3 lt$$

Υποθέτουμε ότι ο κινητήρας έχει 8 κυλίνδρους. Ο κυβισμός κάθε κυλίνδρου είναι

$$V_{d,i} = \frac{13.3}{8} = 1.66lt$$

Από τον πίνακα 2.1 σελ 73 των σημειώσεων θεωρούμε λόγο διαδρομής προς διάμετρο (Stroke/Bore) ίση με 1.2 (υποτετράγωνος κινητήρας). Επομένως

$$V_{d,i} = \frac{\pi B^2}{4} S = \frac{1.2 \pi B^3}{4} = 1.66lt \Rightarrow B = 0.12m$$

τα οποία βρίσκονται μέσα στα όρια τιμών του παραπάνω πίνακα.

(iii) Για καύσιμο diesel η θερμογόνο δύναμη είναι 44 MJ/Kg

Ο στοιχειομετρικός λόγος καυσίμου / αέρα είναι 0.0697 από τον πίνακα 3.5 σελ 77 των σημειώσεων.

Ο θερμικός βαθμός απόδοσης είναι 0.35

Ο βαθμός πλήρωσης (απουσία πεταλούδας γκαζιού) είναι 0.95

Η πίεση στην εισαγωγή, εξαιτίας του λόγου πιέσεων του συμπιεστή και με την παραδοχή ότι η πίεση του ατμοσφαιρικού αέρα είναι 1 bar, είναι 2 bar.

Πριν και μετά τον συμπιεστή ισχύει:

$$\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{\gamma}{\gamma-1}}, \quad \text{με } \gamma=1.4 \text{ και } T_1=298K \text{ θερμοκρασία ατμοσφαιρικού αέρα}$$



βρίσκουμε $T_2=357K$

Από την σχέση του πρώτου ερωτήματος της άσκησης έχουμε ο συνολικός λόγος αέρα στην μέγιστη ισχύ είναι:

$$\lambda = \frac{n_f n_v Q_{HV} P_i (F/A)_s}{mepRT} = \frac{0.35 \times 0.95 \times 44 MJ/kg \times 202.66 kPa \times 0.0697}{1200 kPa \times 8.314 kJ/kmolK \times 357 K} \times 28.962 kg/kmol \Rightarrow$$

$$\lambda = 1.68$$

Άσκηση 11

(ι) Για να βρεθεί η μέση ταχύτητα εμβόλου θα πρέπει να είναι γνωστή η διαδρομή αυτού. Ο όγκος κάθε κυλίνδρου είναι

$$V_{d,i} = \frac{1.6}{4} = 0.4lt$$

Από τον πίνακα 2.1 σελ 73 των σημειώσεων θεωρούμε λόγο διαδρομής προς διάμετρο (Stroke/Bore) ίση με 1 (τετράγωνος κινητήρας). Επομένως

$$V_{d,i} = \frac{\pi B^2}{4} S = \frac{\pi B^3}{4} = 0.4lt \Rightarrow B = 0.08m = S$$

τα οποία βρίσκονται μέσα στα όρια τιμών του παραπάνω πίνακα.

Επομένως η μέση ταχύτητα εμβόλου είναι

$$\bar{S}_p = 2SN = 2 \times 0.08m \times \frac{2500}{60} rev/s = 6.667m/s$$

Η μέγιστη ταχύτητα εμβόλου βρίσκεται από την σχέση 2.11 για γωνία $\theta = 90^\circ$ και $R=3.5$.

$$\frac{S_p}{\bar{S}_p} = \frac{\pi}{2} \sin \theta \left[1 + \frac{\cos \theta}{(R^2 - \sin^2 \theta)^{1/2}} \right] = 10.47m/s$$

(ιι) Υποθέτουμε βαθμό πλήρωσης 0.9 στο πλήρες φορτίο. Από την σχέση 2.27 η ροή γόμωσης στον κύλινδρο είναι

$$\dot{m}_{a,cyl} = \frac{1}{2} n_v \rho_{a,i} V_d N = 0.5 \times 0.9 \times 1.814 kg/m^3 \times 0.0004m^3 \times \frac{2500}{60} rev/s = 0.0136kg/s$$

Η ταχύτητα γόμωσης στο κανάλι εισαγωγής είναι

$$\dot{m}_{a,cyl} = \rho_{a,i} A_{inlet} V \Rightarrow$$
$$V = \frac{\dot{m}_{a,cyl}}{\rho_{a,i} A_{inlet}} = \frac{0.0136kg/s}{1.814kg/m^3 \times 0.2 \times \frac{\pi 0.08^2 m^2}{4}} = 7.46m/s$$

(ιιι) Θεωρούμε ότι κινητήρας είναι τετράχρονος επομένως ένας κύκλος λειτουργίας ολοκληρώνεται σε δύο στροφές του στροφαλοφόρου άξονα. Επομένως στις 2500rpm που λειτουργεί ο κινητήρας έχουμε 1250 κύκλος/min ή 20.8 κύκλους / s ή 0.048 s / κύκλο. Στο σχήμα 1.8 σελ 9 των σημειώσεων φαίνονται οι χρονικές διάρκειες των επιμέρους διεργασιών εκφρασμένες σε μοίρες γωνίας στροφάλου.

Εισαγωγή καυσίμου: έναρξη 4-8° πριν το ANΣ, λήξη 20-40° μετά το ΚΝΣ σύνολο: 220° ή 30% της χρονικής διάρκειας του κύκλου.

Χρονική διάρκεια: $t=0.3 \times 0.048 = 0.014s$

Εξαγωγή καυσαερίου: έναρξη 20-35° πριν το ΚΝΣ, λήξη 4-8° μετά το ANΣ σύνολο: 200° ή 28% της χρονικής διάρκειας του κύκλου.

Χρονική διάρκεια: $t=0.28 \times 0.048 = 0.0134 \text{ s}$

Συμπύεση καυσίμου: έναρξη $20-40^\circ$ μετά το ΚΝΣ, λήξη $5-10^\circ$ πριν το ΑΝΣ

Ανάφλεξη – καύση καυσίμου: έναρξη $5-40^\circ$ πριν το ΑΝΣ, λήξη $15-30^\circ$ μετά το ΑΝΣ

Εκτόνωση αερίων: έναρξη $15 - 30$ μετά το ΑΝΣ, λήξη $30 - 60^\circ$ πριν το ΚΝΣ

(iv) Θεωρούμε ότι το ισοοκτάνιο προσεγγίζει ικανοποιητικά την συμπεριφορά της βενζίνης όσον αφορά την ταχύτητα διάδοσης φλόγας, την οποία θεωρούμε στρωτή. Επίσης γίνεται η παραδοχή στοιχειομετρικού μίγματος οπότε είναι $\phi=1$. Από το σχήμα 7.13 σελ 141 των σημειώσεων η ταχύτητα διάδοσης φλόγας είναι:

$$V_B=30\text{cm/s}$$

(v) Ο όγκος γόμωσης ενός κυλίνδρου είναι ίσος με

$$V_{\gamma\omicron\mu\omega\sigma\eta\varsigma} = n_v V_{d,i} = 0.9 \times 0.4lt = 0.36lt$$

Θεωρούμε το σύστημα εισαγωγής σαν κύλινδρο διατομής 20% της διατομής του εμβόλου. Επομένως

$$V_{\gamma\omicron\mu\omega\sigma\eta\varsigma} = 0.2 \times \frac{\pi B^2}{4} \times l_{\gamma\omicron\mu\omega\sigma\eta\varsigma} \Rightarrow$$
$$l_{\gamma\omicron\mu\omega\sigma\eta\varsigma} = \frac{4 \times V_{\gamma\omicron\mu\omega\sigma\eta\varsigma}}{0.2 \times \pi B^2} = 0.358m$$

Άσκηση 12:

Από τον πίνακα 3.5 σελ 77 των σημειώσεων βρίσκουμε ότι ο στοιχειομετρικός λόγος αέρα καυσίμου για το ισοοκτάνιο είναι

$$\left(\frac{A}{F} \right)_s = 15.13$$

Αφού έχουμε ροή μάζας καυσίμου 2g/s και σύμφωνα με την σχέση 2.25 είναι

$$\dot{m}_a = \dot{m}_f \left(\frac{A}{F} \right)_s = 2\text{g/s} \times 15.13 = 30.26\text{g/s}$$

Θεωρούμε ότι ο κινητήρας είναι τετράχρονος. Στις 1500rpm όπου λειτουργεί ο κύκλος του διαρκεί

$$t = \frac{2}{\frac{1500}{60}\text{rev/s}} = 0.08\text{s}$$

Η εισαγωγή καυσίμου μίγματος διαρκεί περίπου το $1/3$ της χρονικής διάρκειας του κύκλου και με την παραδοχή ότι το καύσιμο κατανέμεται ομοιόμορφα στους τέσσερις κυλίνδρους, η μάζα καυσίμου και αέρα που εισάγονται στον κύλινδρο είναι

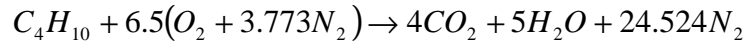
$$m_a = \frac{\dot{m}_a \frac{t}{3}}{4} = \frac{30.26\text{g/s} \times \frac{0.08}{3}}{4} = 0.2\text{g}$$
$$m_f = \frac{\dot{m}_f \frac{t}{3}}{4} = \frac{2\text{g/s} \times \frac{0.08}{3}}{4} = 0.013\text{g}$$

Ο βαθμός πλήρωσης είναι από τη σχέση 2.27

$$n_v = \frac{2\dot{m}_a}{\rho_{a,i} V_d N} = \frac{2 \times \frac{30.26}{4} \text{ g/s}}{1.184 \text{ g/l} \times 0.6 \text{ l} \times \frac{1500}{60} \text{ rev/s}} = 0.852$$

Άσκηση 13

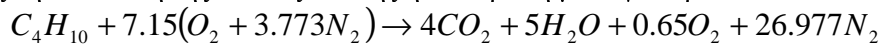
Η στοιχειομετρική αντίδραση καύσης του βουτανίου είναι



Θεωρούμε ότι το καύσιμο αντιδρά με x moles αέρα. Επειδή ο λόγος αέρα είναι 1.1 τότε είναι

$$\lambda = 1.1 = \frac{(A/F)_{actual}}{(A/F)_s} = \frac{n_{air,actual}}{n_{air,s}} = \frac{x}{6.5} \Rightarrow x = 7.15$$

Κάνοντας την υπόθεση της τέλει καύσης η αντίδραση με λόγο αέρα 1.1 είναι



Τα συνολικά moles στο καυσαέριο είναι

$$n_{ολ} = 4 + 5 + 0.65 + 26.977 = 36.627$$

Επειδή η αναλογία γραμμομορίων είναι και αναλογία όγκων, η κ.ο. σύσταση του καυσαερίου είναι

$$CO_2 = \frac{4}{n_{ολ}} = 10.92\%$$

$$H_2O = \frac{5}{n_{ολ}} = 13.65\%$$

$$O_2 = \frac{0.65}{n_{ολ}} = 1.77\%$$

$$N_2 = \frac{26.977}{n_{ολ}} = 73.65\%$$

Άσκηση 14:

Από τον πίνακα 3.1 σελ 77 των σημειώσεων βρίσκεται ότι ο στοιχειομετρικός λόγος αέρα καυσίμου για το προπάνιο είναι

$$\left(\frac{A}{F} \right)_s = 15.67$$

Από την μέτρηση των συγκεντρώσεων στο ξηρό καυσαέριο και σύμφωνα με την σχέση 3.44 είναι

$$\left(\frac{A}{F}\right)_{actual} = 4.773 \times \frac{M_{air}}{M_f} \times \frac{(CO_2) + (CO)/2 + (H_2O)/2 + (O_2)}{(CO_2) + (CO)} =$$

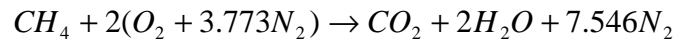
$$= 4.773 \times \frac{28.96}{14.699} \times \frac{10.8 + 0 + (0.5 \times \frac{8}{3} \times 10.8)/2 + 4.5}{10.8 + 0} = 19.59$$

Επομένως ο λόγος αέρα είναι

$$\lambda = \frac{(A/F)_{actual}}{(A/F)_s} = \frac{19.59}{15.67} = 1.25$$

Άσκηση 15:

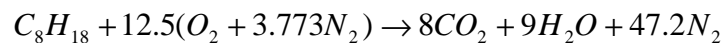
Από τον πίνακα 3.1 σελ 77 των σημειώσεων βρίσκουμε την κατώτερη θερμογόνο δύναμη κάθε καυσίμου ανά μονάδα μάζας στοιχειομετρικού μίγματος και ανά μονάδα μάζας καυσίμου. Επομένως για τα συγκεκριμένα καύσιμα, των οποίων οι αντιδράσεις καύσης στοιχειομετρικού μίγματος φαίνονται παρακάτω, έχουμε



$$LHV_{CH_4} = 2.72 \text{ MJ/(kg στοιχειομετρικού μίγματος)}$$

$$LHV_{CH_4} = 50 \frac{\text{MJ}}{\text{kg καυσίμου}} \times \frac{16 \text{ kg καυσίμου}}{(22.4 + 2 \times 22.4 + 2 \times 3.773 \times 22.4) \text{ lt στοιχ. μίγματος}}$$

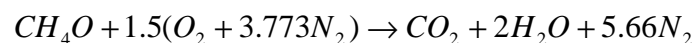
$$= 3.386 \frac{\text{MJ}}{\text{lt στοιχ. μίγματος}}$$



$$LHV_{C_8H_{18}} = 2.75 \text{ MJ/(kg στοιχειομετρικού μίγματος)}$$

$$LHV_{C_8H_{18}} = 44.3 \frac{\text{MJ}}{\text{kg καυσίμου}} \times \frac{114 \text{ kg καυσίμου}}{(22.4 + 12.5 \times 22.4 + 12.5 \times 3.773 \times 22.4) \text{ lt στοιχ. μίγματος}}$$

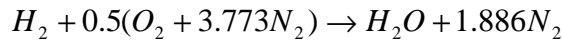
$$= 3.716 \frac{\text{MJ}}{\text{lt στοιχ. μίγματος}}$$



$$LHV_{CH_4O} = 2.68 \text{ MJ/(kg στοιχειομετρικού μίγματος)}$$

$$LHV_{CH_4O} = 20 \frac{MJ}{kg \text{ καυσίμου}} \times \frac{32kg \text{ καυσίμου}}{(22.4 + 1.5 \times 22.4 + 1.5 \times 3.773 \times 22.4) \text{ Ιστοιχ.μίγματατος}}$$

$$= 3.5 \frac{MJ}{\text{Ιστοιχ.μίγματατος}}$$



$$LHV_{H_2} = 3.40 MJ/(kg \text{ στοιχειομετρικού μίγματατος})$$

$$LHV_{H_2} = 120 \frac{MJ}{kg \text{ καυσίμου}} \times \frac{2kg \text{ καυσίμου}}{(22.4 + 0.5 \times 22.4 + 0.5 \times 3.773 \times 22.4) \text{ Ιστοιχ.μίγματατος}}$$

$$= 3.164 \frac{MJ}{\text{Ιστοιχ.μίγματατος}}$$

Άσκηση 16:

Εξαιτίας της ατελούς καύσης των ΜΕΚ στην πράξη, ένα μέρος της χημικής ενέργειας του καυσίμου δεν αξιοποιείται, το οποίο παραμένει τελικά ως χημική ενέργεια των καυσαερίων. Αυτό εξάγεται από τον βαθμό απόδοσης καύσης (βλ σελ 86 σημειώσεων). Επομένως στον κύλινδρο εισάγονται

$$0.94 \times 190 \text{ kW} = 178.6 \text{ kW}$$

Και η χημική ενέργεια των καυσαερίων 11.4 kW.

Από αυτά εξαιτίας του θερμικού βαθμού απόδοσης της μηχανής, ο οποίος αναφέρεται στον θερμοδυναμικό κύκλο (βλ σελ 88 σημειώσεων), γίνονται ισχύς τα

$$0.3 \times 178.6 \text{ kW} = 53.58 \text{ kW}$$

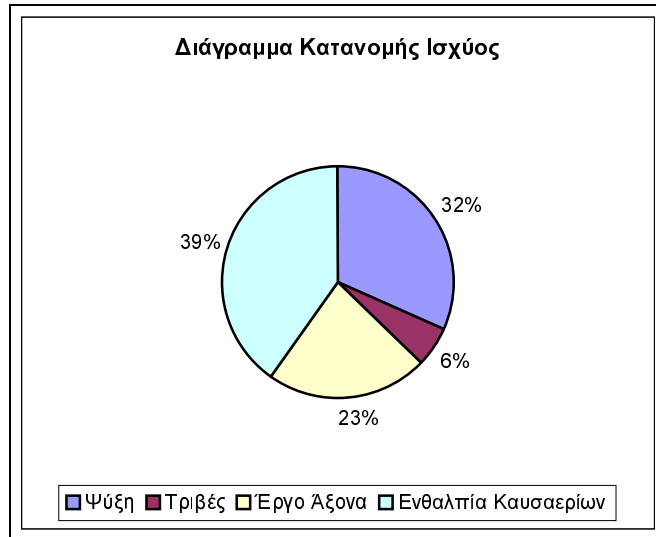
Εξαιτίας των απωλειών λόγω τριβών στα κινούμενα μέρη του κινητήρα (βλ σελ 191 σημειώσεων) τελικά καταλήγουν στον άξονα (μηχανικός βαθμός απόδοσης)

$$0.8 \times 53.58 \text{ kW} = 42.864 \text{ kW}$$

Δηλαδή υπάρχουν απώλειες σε τριβές 10.716 kW.

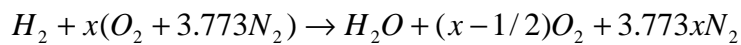
Οι απώλειες ψύξης είναι 60 kW.

Η ενθαλπία των καυσαερίων είναι $190 - 53.58 - 60 = 76.42 \text{ kW}$ όπου μέσα σε αυτή συμπεριλαμβάνεται και η χημική ενέργεια των καυσαερίων.



Άσκηση 17

Θεωρούμε ότι αντιδρά 1 kmol καυσίμου με την υπόθεση της τέλει καύσης. Η χημική αντίδραση είναι



Τα συνολικά moles των προϊόντων είναι

$$n_p = 1 + (x - 1/2) + 3.773x = 4.773x + 0.5$$

Η αναλογία moles είναι και αναλογία όγκων. Επομένως για το νερό είναι

$$\frac{1}{4.773x + 0.5} = \frac{22.3}{100} \Rightarrow x = 0.83$$

Ο λόγος αέρα καυσίμου είναι

$$\frac{A}{F} = \frac{0.83 \times (32 + 3.773 \times 28.16)}{1.008 \times 2} = 56.9$$

και ο στοιχειομετρικός λόγος αέρα καυσίμου είναι (από πίνακα 3.1 σελ 77 σημειώσεων)

$$\left(\frac{A}{F} \right)_s = 34.3$$

Άρα ο λόγος αέρα λ είναι

$$\lambda = \frac{\frac{A}{F}}{\left(\frac{A}{F} \right)_s} = \frac{56.9}{34.3} = 1.659$$

Άσκηση 18:

Θεωρούμε ότι τα προϊόντα της αντίδρασης είναι τα CO₂, H₂O, CO, N₂ και NO τα οποία εξάγονται στην χαμηλή θερμοκρασία των 700K. Εφαρμόζοντας την σχέση 3.32 για την ειδική θερμοχωρητικότητα

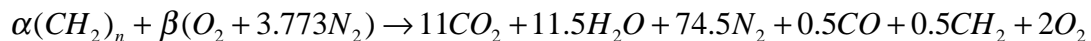
$$\frac{\bar{C}_{p,i}}{R} = a_{i1} + a_{i2}T + a_{i3}T^2 + a_{i4}T^3 + a_{i5}T^4$$

Χρησιμοποιώντας τις τιμές του πίνακα 3.4 σελ 89 των σημειώσεων έχουμε για κάθε στοιχείο.

Στοιχείο	C _{p,i} /R (700K)	C _{p,i} /R (1750K)
CO ₂	5.9644	7.3000
H ₂ O	4.3122	5.9620
CO	3.689	4.3723
N ₂	1.7994	4.3305
NO	3.8994	4.4249
Αέρας		7.8929

Άσκηση 19:

Θεωρούμε ότι τα συνολικά moles που παράγονται είναι 100. Επομένως η αντίδραση καύσης βάσει της μετρούμενης σύστασης του καυσαερίου είναι

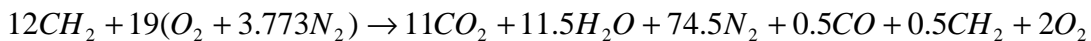


Ισοζύγιο C: $n \cdot \alpha = 11 + 0.5 + 0.5 = 12$

Ισοζύγιο O: $2\beta = 22 + 11.5 + 0.5 + 4 = 38$

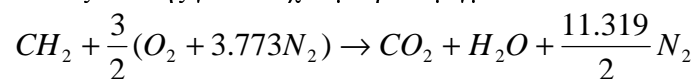
Κάνουμε την παραδοχή ότι n = 1 επομένως α=12 και β=19

Άρα η αντίδραση γίνεται



και έχει λόγο αέρα καυσίμου $\frac{A}{F} = \frac{19 \times (32 + 3.773 \times 28.16)}{12 \times 12.011 + 12 \times 2 \times 1.008} = 15.6$

Η αντίδραση της τέλει καύσης για στοιχειομετρικό μίγμα είναι



και έχει λόγο αέρα καυσίμου $\left(\frac{A}{F}\right)_s = \frac{1.5 \times (32 + 3.773 \times 28.16)}{12.011 + 2 \times 1.008} = 14.78$

Άρα ο λόγος αέρα είναι $\lambda = \frac{15.6}{14.78} = 1.055$

Από το A/F και το λ, όπως επίσης και από την σύσταση των καυσαερίων (μικρή περιεκτικότητα ακαυστων υδρογονανθράκων) συμπεραίνουμε ότι ο κινητήρας είναι Otto με

καύση κοντά στην στοιχειομετρική και ότι υπάρχει αρκετό καυσαέριο στο καύσιμο για τέλεια καύση.

Η περιεκτικότητα των CO και HC στο καυσαέριο είναι

$$HC \rightarrow \frac{0.5 \times 14.027}{12 \times 14.027} = 0.04167 \frac{kgHC}{kg \text{ καυσίμου}}$$

$$CO \rightarrow \frac{0.5 \times 28.011}{12 \times 14.027} = 0.0832 \frac{kgCO}{kg \text{ καυσίμου}}$$

Επόμενος η χημική ενέργεια που χάνεται με το καυσαέριο με την μορφή HC και CO είναι

$$Q_{HC} = 0.04167 \frac{kgHC}{kg \text{ καυσίμου}} \times 44 \frac{MJ}{kgHC} = 1.833 \frac{MJ}{kg \text{ καυσίμου}}$$

$$Q_{CO} = 0.0832 \frac{kgCO}{kg \text{ καυσίμου}} \times 10.1 \frac{MJ}{kgCO} = 0.84 \frac{MJ}{kg \text{ καυσίμου}}$$

Οπότε συνολικά χάνονται

$$Q_{los} = 1.833 + 0.84 = 2.673 \frac{MJ}{kg \text{ καυσίμου}}$$

Ο βαθμός απόδοσης της καύσης είναι

$$n_c = \frac{Q - Q_{los}}{Q} = \frac{44 - 2.673}{44} = 0.93925$$

Επομένως για να επιτευχθεί βαθμός απόδοσης καύσης 100% αναμένεται μια βελτίωση της τάξης του 6%.

Άσκηση 20

Θεωρούμε ότι υπάρχει 1 kg καυσίμου. Τότε εξαιτίας του λόγου αέρα καυσίμου θα υπάρχουν στο στοιχειομετρικό μίγμα 34.3 kg αέρα.

$$\text{Αυτά αντιστοιχούν σε } \frac{1kgH_2}{2 \frac{kgH_2}{molH_2}} = 0.5molH_2$$

$$\text{και σε } \frac{34.3kg \text{ αέρα}}{28.96 \frac{kg \text{ αέρα}}{mol \text{ αέρα}}} = 1.184mol \text{ αέρα}$$

Επομένως τα συνολικά moles του μίγματος είναι

$$n_{ολ} = 1.684 \text{ moles}$$

Η μερική πίεση του υδρογόνου στο μίγμα είναι

$$P_{\text{αέρα}} = \frac{n_{\text{αέρα}}}{n_{\text{ολ}}} P_{\text{ολ}} = \frac{1.184}{1.684} \times 1\text{bar} = 0.704\text{bar}$$

Ο λόγος της ενέργειας του υδρογόνου προς την ενέργεια της βενζίνης που εισέρχεται στον κύλινδρο ανά μονάδα χρόνου θεωρώντας ίσες παροχές καυσίμων στις δύο περιπτώσεις και δεδομένου ότι οι αναλογίες moles είναι και αναλογίες όγκων είναι

$$\frac{Q_{H_2}}{Q_{Benzene}} = \frac{120 \frac{MJ}{kg} \times \frac{2kg \text{ καυσίμου}}{1mol \text{ καυσίμου}} \times \frac{0.5mol \text{ καυσίμου}}{1.684mol \text{ μίγματος}}}{44 \frac{MJ}{kg} \times \frac{78.11kg \text{ καυσίμου}}{1mol \text{ καυσίμου}} \times \frac{1.184mol \text{ καυσίμου}}{1.684mol \text{ μίγματος}}} = 0.0295$$