



ΒΙΟΜΑΖΑ-ΑΣΚΗΣΕΙΣ

Ελληνικό Μεσογειακό Πανεπιστήμιο
Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών

Αλεξάνδρα Μπαρμπατζά



Χρήσιμες Σχέσεις για τις Ασκήσεις

- βαθμός απόδοσης= προσδιδόμενο/παρεχόμενο
- 1 kg=0.001 ton
- 1 NM³ = 1000 lt
- 1 KW = 860 Kcal/H
- 0.01 m³ = 10 kg
- 1 m³ = 1000 L 1στρέμμα=1000m²
- Η ανώτερη θερμογόνο δύναμη μιας ουσίας δίδεται από τη σχέση:

$$A\Theta\Delta \left(\text{σε} \frac{MJ}{Kg \text{ ξηρό βάρους}} \right) = 0,4571 (\% C \text{ σε ξηρά βάση}) - 2,7$$

- 1 NM³ CH₄ αντιστοιχεί περίπου με 1 lt πετρελαίου
- 1J=0.0002388459 Kcal και 1 Kcal=4186.8 J
- Ατομικό βάρος του C= 12 και του CO₂ = 44
- 1 MJ = 239,01 Kcal
- 1 kilocalorie = 0,00116222222 kilowatt hours



Πρόβλημα 1ο

-Δεδομένα

Θερμοκήπιο έκτασης 3 στρεμμάτων θερμαίνεται με πυρηνόξυλο για 120 ημέρες ετησίως και για 8 ώρες κατά μέσο όρο ημερησίως. Το σύστημα θέρμανσης προσδίδει θερμότητα 360.000 KCAL/ώρα στο θερμοκήπιο και ο βαθμός απόδοσης του συστήματος καύσης είναι 0,76. Η θερμογόνο δύναμη του πυρηνόξυλου είναι 3.700 KCAL/Kg. Υπολογίσατε την ετήσια κατανάλωση του πυρηνόξυλου για τη θέρμανση του θερμοκηπίου.

-Λύση

Η ωριαία κατανάλωση πυρηνόξυλου είναι:

Ως θερμογόνο δύναμη καλείται η θερμική ενέργεια που εκλύεται κατά την καύση 1 kg καυσίμου σε συγκεκριμένες συνθήκες.

$$\frac{360.000 \left(\frac{\text{KCAL}}{\text{h}} \right)}{0,76 * 3.700 \left(\frac{\text{KCAL}}{\text{kg}} \right)} = 128 \left(\frac{\text{kg}}{\text{ωρα}} \right)$$

Η ετήσια κατανάλωση πυρηνόξυλου είναι:

$$120 (\text{ημέρες}) * 8 (\text{ώρες/ημέρα}) * 128 (\text{kg/ώρα}) = 122,9 \text{ τόνοι}$$



Πρόβλημα 2ο

-Δεδομένα

Τζάκι έχει ονομαστική ισχύ 12 KW και χρησιμοποιείται για τη θέρμανση κατοικίας. Υπολογίσατε τη θερμότητα που προσδίδει στη κατοικία καθώς και τις ποσότητες του ξύλου που καταναλώνει αν ο βαθμός απόδοσής του είναι 0,7 και η θερμογόνο δύναμη του ξύλου 3500 KCAL/Kg.

-Λύση

Γνωρίζουμε ότι 1 KW = 860 KCAL/H

Συνεπώς η προσδιδόμενη θερμότητα θα είναι:

$$12 \text{ (KW)} * 860 \left(\frac{\text{KCAL}}{\text{KWH}} \right) = 10.320 \left(\frac{\text{KCAL}}{\text{H}} \right)$$

Η κατανάλωση ξύλου είναι:

$$\frac{10.320}{0.7 \times 3.500} \frac{(\text{KCAL} / \text{H})}{(\text{KCAL} / \text{kg})} = 4,2 \left(\frac{\text{kg}}{\text{h}} \right)$$



Πρόβλημα 3ο

-Δεδομένα

Αγρός 6 στρεμμάτων χρησιμοποιείται για παραγωγή γλυκού σόργου το οποίο θα χρησιμοποιηθεί για παραγωγή βιοαιθανόλης. Αν η ετήσια απόδοση της καλλιέργειας είναι 150 λτ. αιθανόλης ανά στρέμμα και αυτή χρησιμοποιηθεί για καύσιμο σε αυτοκίνητο με χιλιομετρική κατανάλωση 20 χλμ./λτ. καυσίμου, υπολογίσατε πόσα χιλιόμετρα θα κάνει το αυτοκίνητο που θα κινηθεί με την παραγόμενη βιοαιθανόλη της εν λόγω καλλιέργειας.

-Λύση

Η παραγωγή αιθανόλης είναι:

$$6 \text{ (στρέμματα)} \times 150 \text{ (λτ/στρέμμα.ετησίως)} = 900 \text{ (λτ.αιθανόλης/ετησίως)}$$

Τα χιλιόμετρα που θα διανύσει το αυτοκίνητο είναι:

$$900 \text{ (λτ.αιθανόλης)} \times 20 \text{ (χλμ/λτ)} = 18.000 \text{ (χιλιόμετρα)}$$



Πρόβλημα 4ο

-Δεδομένα

Πυρηνόξυλο χρησιμοποιείται για τη συμπαραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού. Ο λόγος της συμπαραγόμενης θερμότητας προς την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια είναι 1.5/1 και ο συνολικός βαθμός απόδοσης είναι 0,78. Η μονάδα καταναλώνει 2 TN πυρηνόξυλο ανά ώρα, το οποίο έχει θερμογόνο δύναμη 3.700 KCAL/Kg. Υπολογίσατε την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια και την παραγόμενη θερμότητα από τη μονάδα αυτή.

-Λύση

Η παραγόμενη θερμότητα είναι:

$$2000 \text{ (Kg πυρην.)} \times 0.78 \times 3700 \text{ (KCAL/kg)} = 5.772.000 \text{ KCAL}$$

$$5.772.000 \text{ (KCAL)} \times \frac{1.5}{2.5} = 3.463.200 \text{ (KCAL)}$$

Η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια είναι:

$$5.772.000 \text{ (KCAL)} \times \frac{1}{2.5} = 2.308.800 \text{ (KCAL)}$$



Πρόβλημα 5ο

-Δεδομένα

Μια ορεινή κοινότητα στην Πελοπόννησο χρησιμοποιεί σύστημα τηλεθέρμανσης με κατανάλωση δασικών καυσόξυλων. Το σύστημα θέρμανσης σχεδιάζεται για την εξυπηρέτηση 100 κτιρίων με μέγιστη δυνατότητα παροχής θερμότητας ταυτόχρονα 10.000 KCAL/h στο καθένα. Οι απώλειες θερμότητας στο σύστημα μεταφοράς είναι 5% και η απόδοση του καυστήρα/λέβητα 0,70. Αν η θερμογόνο δύναμη των δασικών καυσόξυλων είναι 3.200 KCAL/Kg, υπολογίσατε την κατανάλωση ξύλου στην ιδεατή περίπτωση που θα θερμαίνονται ταυτόχρονα όλα τα σπίτια της κοινότητας.

-Λύση

Η συνολική μέγιστη κατανάλωση κτιρίων για θέρμανση είναι:

$$100 \times 10.000 \text{ (KCAL/h)} = 1.000.000 \text{ (KCAL/h)}$$

Η θερμική ισχύς του καυστήρα/λέβητα είναι:

$$\text{Το } 95\% = 1.000.000 \text{ KCAL/h}$$

$$\text{Το } 100\% = x$$

$$\frac{1.000.000}{0,95} \text{ (KCAL/h)} = 1.052.632 \text{ (KCAL/h)}$$



Πρόβλημα 5ο

Η κατανάλωση ξύλου είναι:

$$\frac{1.052.632 \text{ (KCAL/h)}}{0,7 * 3.200 \text{ (KCAL/Kg)}} = 470 \text{ (Kg/h)}$$



Πρόβλημα 6ο

-Δεδομένα

Κτίριο θερμαίνεται με σύστημα κεντρικής θέρμανσης που χρησιμοποιεί πυρηνόξυλο σαν καύσιμο. Οι θερμικές ανάγκες του κτιρίου υπολογίζονται σε 22.000 KCAL/h. Ο βαθμός απόδοσης του συστήματος καύσης είναι 0,76 και το κτίριο θα θερμαίνεται 4 ώρες ημερησίως για 120 ημέρες το χειμώνα. Αν η θερμογόνο δύναμη του πυρηνόξυλου είναι 3.700 KCAL/Kg, υπολογίσατε την ετήσια κατανάλωση του πυρηνόξυλου για τη θέρμανση του κτιρίου.

-Λύση

Οι ετήσιες ανάγκες θέρμανσης του κτιρίου είναι:

$$22.000 \text{ (KCAL/h)} * 4 \text{ (ώρες/ημέρα)} * 120 \text{ (ημέρες/έτος)} = 10.560.000 \text{ (KCAL/έτος)}$$

Η ετήσια κατανάλωση πυρηνόξυλου είναι:

$$\frac{10.560.000 \text{ (KCAL/ΕΤΟΣ)}}{0,76 * 3.700 \text{ (KCAL/Kg)}} = 3.755 \frac{\text{Kg}}{\text{ΕΤΟΣ}}$$



Πρόβλημα 7ο

-Δεδομένα

Δίδεται η εκατοστιαία περιεκτικότητα σε άνθρακα των πολυσακχαριδίων (44%) της λιγνίνης (63%) και των τριγλυκεριδίων (74-78%).

Ποια είναι η ανώτερη θερμογόνος δύναμη των ενώσεων αυτών;

-Λύση

Η ανώτερη θερμογόνος δύναμη μιας ουσίας δίδεται από τη σχέση:

$$\text{Α.Θ.Δ.} \left(\text{σε} \frac{\text{MJ}}{\text{Kg ξηρού βάρους}} \right) = 0,4571 (\% \text{C σε ξηρά βάση}) - 2,7$$

Επομένως για τα πολυσακχαρίδια ισχύει:

$$\text{Α.Θ.Δ.} = 0,4571 \cdot 44 - 2,7 = 17,4 \text{ MJ/Kg}$$

για τη λιγνίνη:

$$\text{Α.Θ.Δ.} = 0,4571 \cdot 63 - 2,7 = 26,1 \text{ MJ/Kg}$$



Πρόβλημα 7ο

και για τα τριγλυκερίδια ισχύει:

$$\text{Α.Θ.Δ.} = 0,4571 \cdot 74 - 2,7 = 31,1 \text{ MJ/Kg}$$

$$= 0,4571 \cdot 78 - 2,7 = 33 \text{ MJ/Kg}$$



Πρόβλημα 8ο

-Δεδομένα

Σε μία δασική φυτεία από ευκάλυπτους παρατηρείται ετήσια αύξηση βιομάζας (παραγωγικότητα της φυτείας)

$$\frac{3,2TN \text{ ξηράς ύλης}}{\text{στρέμμα}}$$

Εάν η μέση εκατοστιαία σύσταση του δένδρου του ευκάλυπτου σε άνθρακα είναι 66%, υπολογίσατε την απορρόφηση CO₂ από την ατμόσφαιρα λόγω φωτοσύνθεσης κατά την ανάπτυξη της φυτείας. Ποια είναι η ανώτερη θερμογόνος δύναμη του ξύλου του ευκαλύπτου;

-Λύση

Η ανώτερη θερμογόνος δύναμη του ξύλου του ευκάλυπτου δίδεται από τη σχέση:

$$A.Θ.Δ. = 0,4571 \times 66 - 2,70 = 27,47 \frac{MJ}{Kg \text{ ξηρού βάρους}}$$



Πρόβλημα 8ο

Ο περιεχόμενος άνθρακας είναι:

$$3,2 \cdot 0,66 = 2,11 \frac{TNC}{\text{στρέμμα} \cdot \text{έτος}}$$

Το ατμοσφαιρικό CO₂ που δεσμεύεται μέσω της φωτοσύνθεσης για τη δημιουργία αυτής της

βιομάζας είναι: $2,11 \times \frac{44}{12} = 7,74 \frac{TNC_{CO_2}}{\text{στρέμμα} \cdot \text{έτος}}$

Δεδομένου ότι το ατομικό βάρος του C= 12 και του CO₂ = 44.



Πρόβλημα 9ο

-Δεδομένα

Σχεδιάζεται η λειτουργία ενός εργοστασίου συμπαραγωγής θερμότητας και ηλεκτρισμού με χρήση βιομάζας. Για το σκοπό αυτό καλλιεργούνται 16.000 στρέμματα δασικής βιομάζας όπου η παραγωγικότητα της φυτείας είναι 3,5 TN/στρέμμα ξηράς βιομάζας και η περιεκτικότητα της βιομάζας έτος * στρέμμα βιομάζας σε άνθρακα είναι 58%. Αν ο συνολικός βαθμός απόδοσης του εργοστασίου είναι 82% και η σχέση της παραγόμενης θερμότητας προς την ηλεκτρική ενέργεια είναι 1,5/1 υπολογίσατε τη παραγόμενη ετησίως ενέργεια από το εργοστάσιο. Ποια θα είναι η ονομαστική του ισχύς για να παράγεται η προαναφερθείσα ηλεκτρική ενέργεια με συνεχή ετήσια λειτουργία του;

Η θερμογόνο δύναμη της βιομάζας δίδεται από τη σχέση:

$$A.Θ.Δ. = 0,4571 \cdot (\% C) - 2,70 \Rightarrow$$

$$A.Θ.Δ. = 0,4571 \cdot 58 - 2,70 = 23,81 \frac{MJ}{Kg \text{ ξηρού βάρους}}$$

ή 5690 Kcal/kg ξηρού βάρους γιατί 1MJ= 239.01 Kcal



Πρόβλημα 9ο

Η ετήσια παραγόμενη βιομάζα από τη φυτεία είναι:

$$16.000 \text{ στρέμματα} \cdot 3,5 \frac{\text{TN ξηράς βιομάζας}}{\text{έτος} \cdot \text{στρέμμα}} = 56.000 \frac{\text{TN ξηράς βιομάζας}}{\text{έτος}}$$

Το ενεργειακό περιεχόμενο της ποσότητας αυτής της βιομάζας είναι:

$$56.000 \text{ TN/έτος} * 5.690 \text{ Kcal/Kg} = 3,2 * 10^{11} \text{ Kcal/έτος}$$

Αν X είναι η παραγόμενη θερμότητα και Y είναι η παραγόμενη Η.Ε. από το εργοστάσιο συμπαραγωγής τότε ισχύουν:

$$\frac{X}{Y} = \frac{1,5}{1} \quad \text{και} \quad X + Y = 3,2 \cdot 10^{11} \cdot 0,82 = 2,62 \cdot 10^{11}$$

Επομένως:

(1 kilocalorie = 0,00116222222 kilowatt hours)

$$Y = 1,05 \cdot 10^{11} \frac{\text{Kcal}}{\text{έτος}} = 1,22 \cdot 10^8 \frac{\text{KWH}}{\text{έτος}} \quad \text{και} \quad X = 1,57 \cdot 10^{11} \frac{\text{Kcal}}{\text{έτος}}$$



Πρόβλημα 9ο

Η ονομαστική ισχύς του εργοστασίου για τη παραγωγή της υπολογισθείσης ηλεκτρικής ενέργειας για συνεχή ετήσια λειτουργία του είναι:

$$\frac{1,22 \cdot 10^8 \frac{KWH}{\text{έτος}}}{8760 \frac{\text{ώρες}}{\text{έτος}}} = 13.927 KW = 14 MW$$