

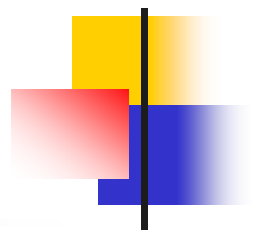
Τεχνολογίες Εκμετάλλευσης και Αξιοποίησης Υδρογονανθράκων

Μάθημα 9^ο

*Καύσιμα Αεροπορίας
Αέρια Καύσιμα
Φυσικό Αέριο
Λιπαντικά*

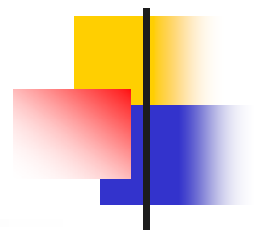
Δρ. Στέλλα Μπεζεργιάννη

Καύσιμα Αεροπορίας



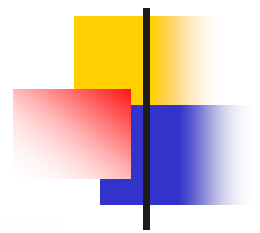
- Προορίζονται για κινητήρες αεροπλάνων
- Κατηγορίες
 - Βενζίνη αεροπορίας (aviation gasoline)
 - Εμβολοφόρους κινητήρες ελικοφόρων
 - Καύσιμα για στροβιλοκινητήρες (turbine ή jet fuel)
 - Προδιαγραφές διαφέρουν για πολιτική ή πολεμική αεροπορία
 - Καύσιμα για αεροπορικά βλήματα (missile fuel)

Ανάπτυξη Καυσίμων Αεροπορίας



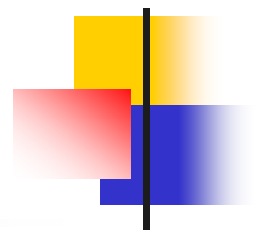
- Βασίστηκε στην τεχνολογία του πετρελαίου
- Αεροστρόβιλος (turbine) αναπτύχθηκε κατά τον Β' παγκόσμιο πόλεμο
- Προτιμήθηκε η κηροζίνη
 - Υψηλό ενεργειακό περιεχόμενο, χαμηλή εκρηκτικότητα (σχετικά με βενζίνη)
- Συνεχής βελτίωση κινητήρων & καυσίμων
 - Πρόσθετα για αύξηση αγωγιμότητας καυσίμου (αποφυγή έκρηξης από στατικό ηλεκτρισμό)
 - Πολεμική αεροπορία χρησιμοποιεί περισσότερο πτητικά καύσιμα (υψηλότερη ισχύς για υψηλές ταχύτητες)
- Σύγχρονες τάσεις για εξομοίωση καυσίμων πολιτικής και πολεμικής αεροπορίας

Παραγωγή Καυσίμων Αεροπορίας



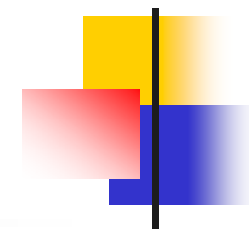
- Βασικό συστατικό: κηροζίνη ατμοσφαιρικής απόσταξης
- Πολύ υψηλές προδιαγραφές
 - Αποκλείονται προϊόντα πυρόλυσης
- Καύσιμα πολιτικής αεροπορίας:
 - Jet-A1: κηροζίνη + αντιστατικά πρόσθετα
 - Jet-B: μίγμα κηροζίνης + βαριά νάφθα
- Καύσιμα πολεμικής αεροπορίας:
 - JP-8: παρόμοιο με καύσιμα πολιτικής αεροπορίας
 - JP-4: μίγμα κηροζίνης + βαριά νάφθα

Τύποι και Προδιαγραφές



- Αεροπορικές βενζίνες
 - Τρεις τύποι ανάλογα με τον αριθμό οκτανίου και περιεκτικότητα σε μόλυβδο
- Καύσιμα αεροστροβίλων
 - Διαφοροποιούνται σε καύσιμα πολιτικής (Jet-A1, Jet-B) και πολεμικής αεροπορίας (JP-4, JP-8)

Προδιαγραφές



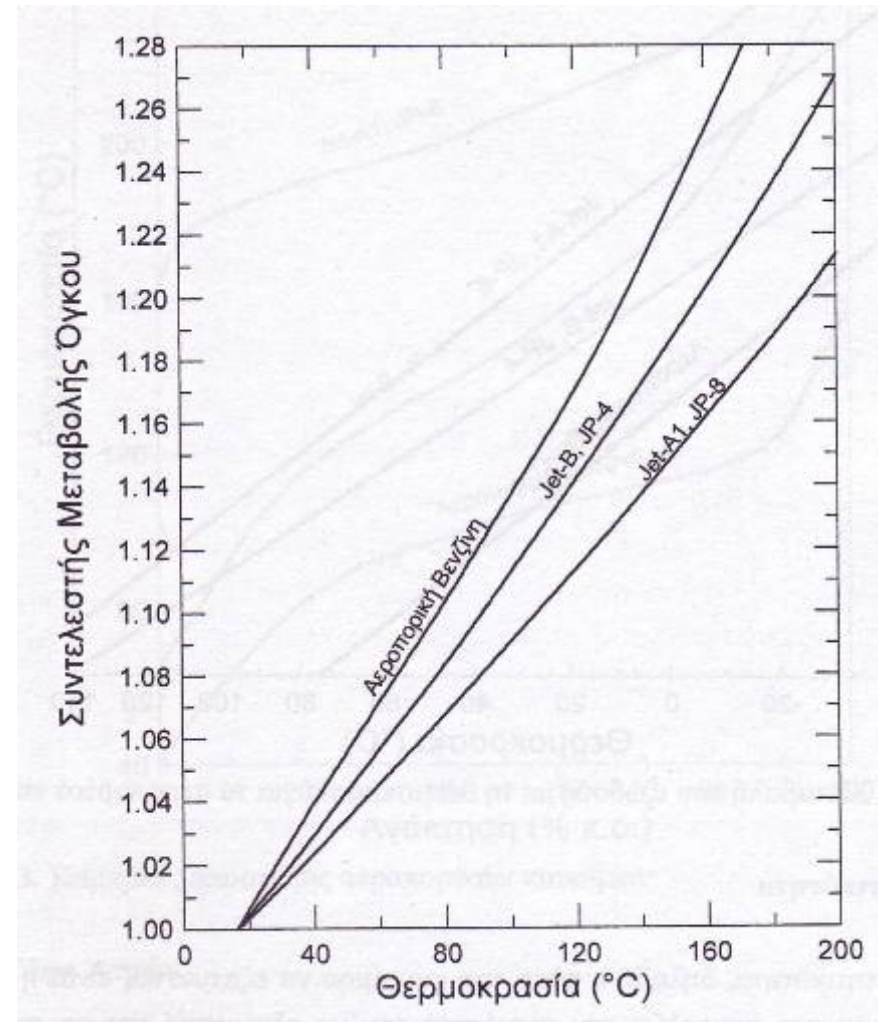
	Βενζίνες Αεροπορίας			Καύσιμα Αεροστροβίλων			
				πολιτικά		πολεμικά	
Ιδιότητες	80/87	100/130	115/145	Jet-A1	Jet-B	JP-4	JP-8
Πυκνότητα (gr/ml, 15°C)	Αναφορά	Αναφορά	Αναφορά	0.775-0.84	0.75-0.802	0.751-0.802	0.775-0.84
10% (°C) – min	75	75	75	205		Αναφορά	205
50% (°C) – min	105	105	105	Αναφορά	188	190	Αναφορά
90% (°C) - min	105	105	105	Αναφορά	243	245	Αναφορά
Τάση ατμών (kPa)	38.5-49.0	38.5-49.0	38.5-49.0		21 (max)	14-21	
Θείο (%κβ) - max	0.05	0.05	0.05	0.3	0.3	0.4	0.3
Αρωματικά (%κο) - min		5.0	5.0	20	20	25	25
Κατώτερη θερμογόνο δύναμη (kJ/kg) - min	43500	43500	43500	42800	42800	42800	42800



Ιδιότητες Καυσίμων Αεροπορίας

Σύσταση Καυσίμων Αεροπορίας

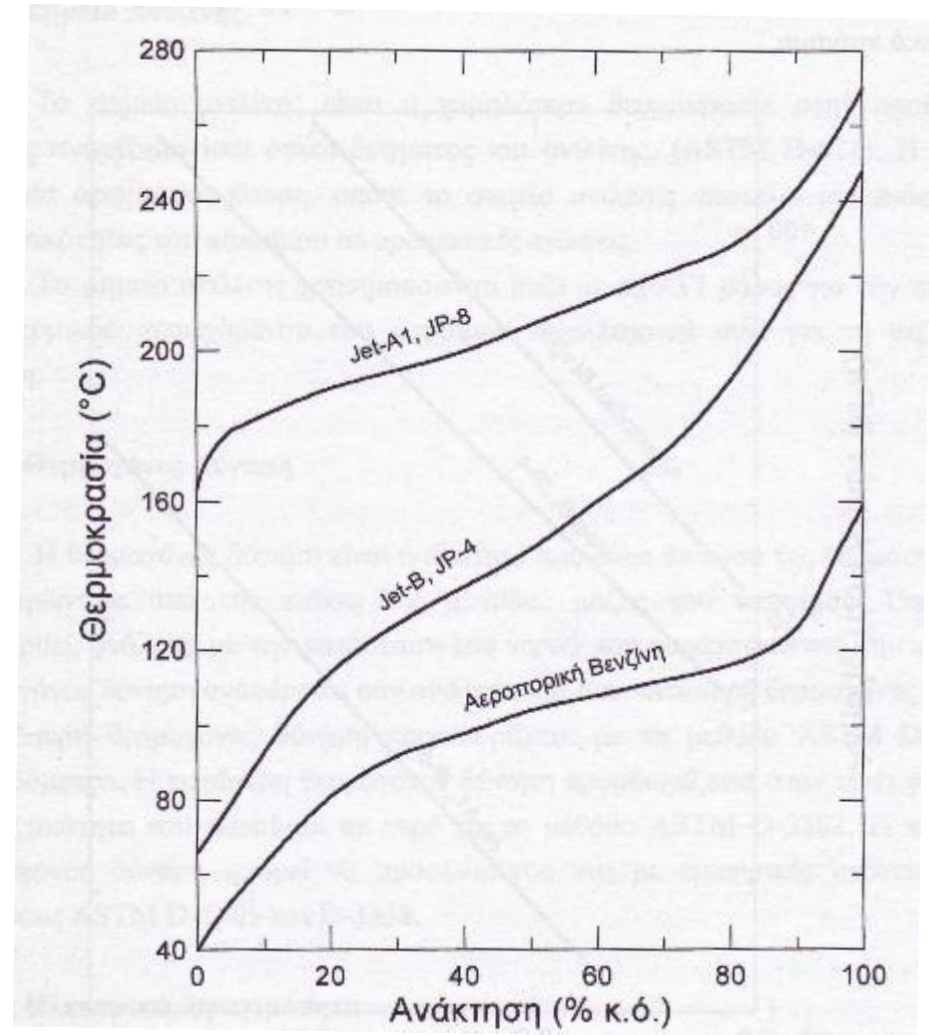
- Προσδιορίζεται από απλή χρωματογραφία
 - ASTM D1319
 - Κορεσμένοι, ολεφινικοί, αρωματικοί
- Πυκνότητα & Δείκτης Διάθλασης
 - Κορεσμένοι => παραφινικούς & ναφθενικούς



Πηγή: Στούρνας Σ., Λόης Ε. και Ζανίκος Φ., Σημειώσεις Τεχνολογίας Καυσίμων και Λιπαντικών, 2002

Απόσταξη

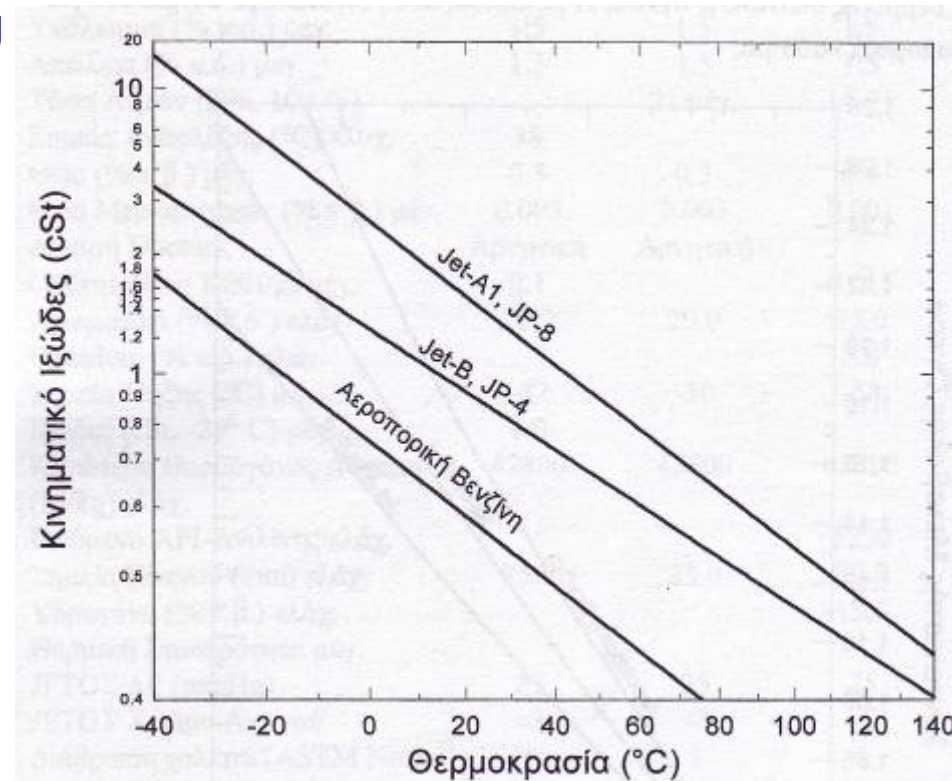
- Έλεγχος σύστασης και πτητικότητας
- Προσδιορισμός με ASTM D-86



Πηγή: Στούρνας Σ., Λόης Ε. και Ζανίκος Φ., Σημειώσεις Τεχνολογίας Καυσίμων και Λιπαντικών, 2002

Ιξώδες

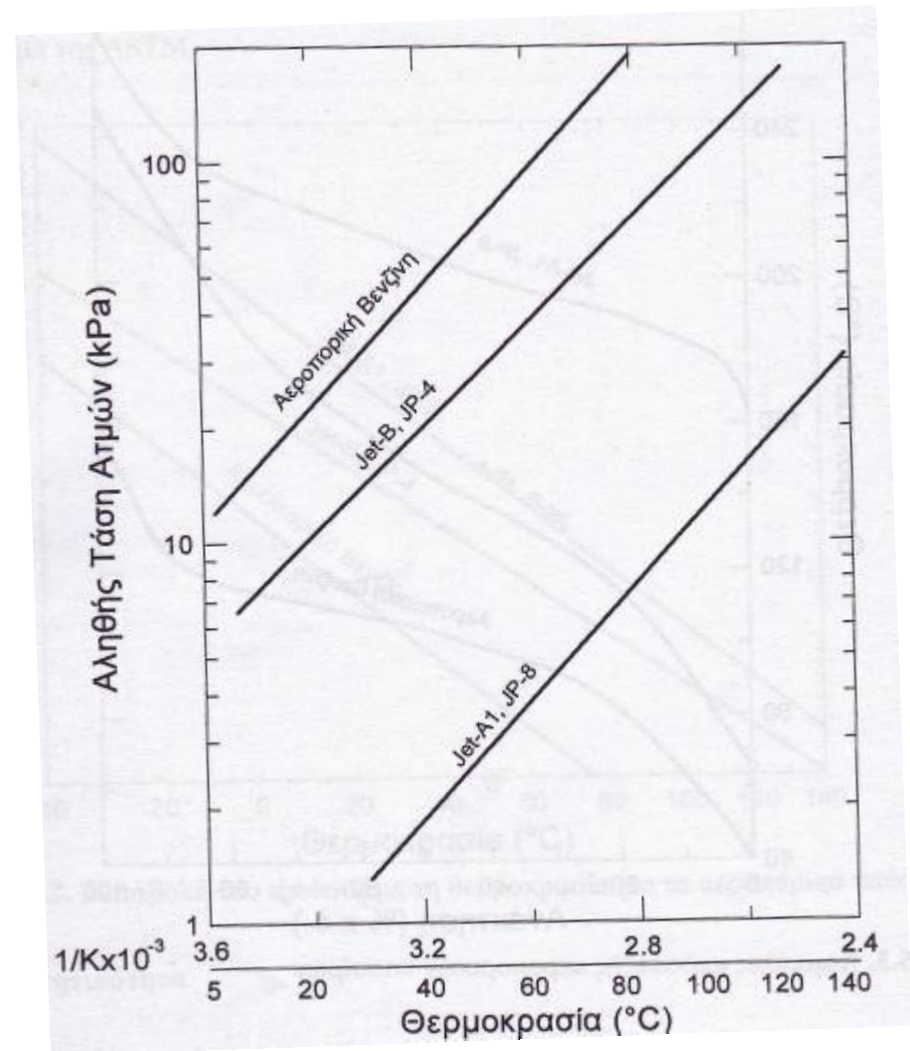
- Μέτρο εσωτερικής αντίστασης του καυσίμου στη ροή
- Μέτρηση με μέθοδο ASTM D-445
- Σημαντική μεταβολή ιξώδους με θερμοκρασία
- Προδιαγραφές θέτουν μέγιστα (max) όρια σε χαμηλές θερμοκρασίες
 - Συνθήκες πτήσης αεροσκαφών



Πηγή: Στούρνας Σ., Λόης Ε. και Ζανίκος Φ., Σημειώσεις Τεχνολογίας Καυσίμων και Λιπαντικών, 2002

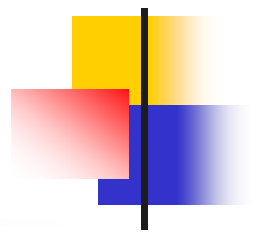
Τάση ατμών

- Πίεση που ασκούν οι ατμοί καυσίμου που βρίσκονται σε ισορροπία με υγρό καύσιμο



Πηγή: Στούρνας Σ., Λόης Ε. και Ζαννίκος Φ., Σημειώσεις Τεχνολογίας Καυσίμων και Λιπαντικών, 2002

Άλλες Ιδιότητες

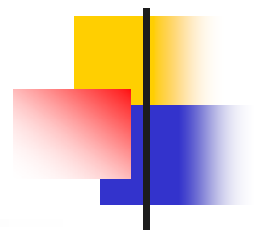


- Σημείο πήξης
- Σημείο ανιλίνης
- Θερμογόνος δύναμη
- Ηλεκτρική αγωγιμότητα
- Σημείο ανάφλεξης
- Θείο και θειούχες ενώσεις
- Διαβρωτικότητα
- Κομμιώδεις ουσίες
- Περιεκτικότητα σε νερό
- Σταθερότητα στη θερμική οξείδωση



Αέρια Καύσιμα

Αέρια Καύσιμα

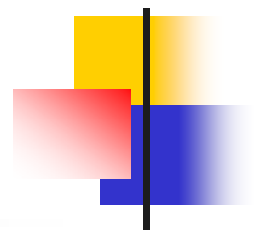


- Καθαρότερη και εύχρηστη πηγή ενέργειας
 - Ευρεία οικιακή χρήση (θέρμανση, μαγείρεμα, ζεστό νερό)
- Κατηγορίες:
 - Φυσικά αέρια
 - Ξηρά (dry gas)
 - Συμπυκνώματα (condensates)
 - Συμπαραγόμενα (associated gas)
 - Υγραέριο (LPG – liquefied petroleum gas)
 - Συνθετικά αέρια
 - Αέριο σύνθεσης (synthesis gas)
 - Φωταέριο ή αέριο πόλεως (town gas)
 - Συνθετικό φυσικό αέριο (SNG – synthetic natural gas)



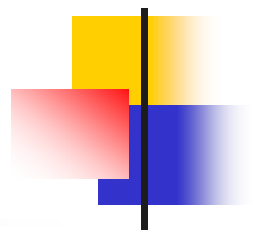
Φυσικό Αέριο

Φυσικό Αέριο



- Αποτελείται κυρίως από ελαφριούς υδρογονάνθρακες CH_4 , C_2H_6 , κτλ
 - Αδρανή αέρια N_2 και He
 - Όξινα αέρια (CO_2 και H_2S)
- Πριν την τελική κατανάλωση απομακρύνονται τα όξινα αέρια
- Μοριακό βάρος 16-23
- Σχετική πυκνότητα 0.55-0.66
- Ανώτερη θερμογόνο δύναμη: 900-1400btu/ft³

Στάδια Μεταφοράς

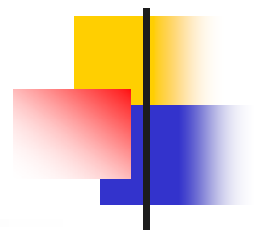


- Συλλογή αερίου από τις γεωτρήσεις
- Διαχωρισμός από βαριούς υδρ/κες (C_3+)
- Συμπίεση του αερίου
- Μεταφορά με αγωγό
- Επανασυμπίεση σε ενδιάμεσους σταθμούς
- Ενδιάμεση αποθήκευση
- Διανομή



Καύση

Φυσικό Αέριο και Περιβάλλον

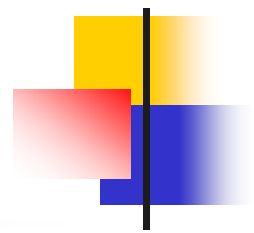


- Καθαρή καύση χωρίς να αφήνει υπόλειμμα και στάχτη
- Τα καυσαερίά του είναι κυρίως CO_2 και H_2O
- Σε σχέση με το μαζούτ το φυσικό αέριο εκπέμπει:
 - 4700 φορές λιγότερο SO_2
 - 2 φορές λιγότερο CO
 - 24 φορές λιγότερα σωματίδια
 - 3 φορές λιγότερους υδρογονάνθρακες
 - 17 φορές λιγότερα NO_x
- Θετικές επιπτώσεις στην αντιμετώπιση του φαινομένου του θερμοκηπίου
 - Για παραγωγή ίσου ποσού ενέργειας εκπέμπει 43% λιγότερο CO_2 από τον άνθρακα και 30% λιγότερο από το πετρέλαιο

Φυσικό Αέριο & Παραγωγή Ενέργειας

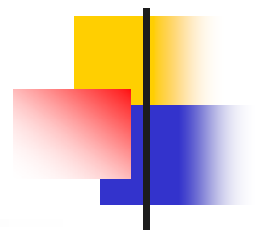
	Όγκος (m ³ /GJ)	Ενέργεια (kg/GJ)
Φυσικό αέριο	25.9	17.9
Αέρας	252	308.7
CO ₂	26.7	49.8
N ₂	199.2	236
H ₂ O	52.4	40

Καύση Φυσικού Αερίου



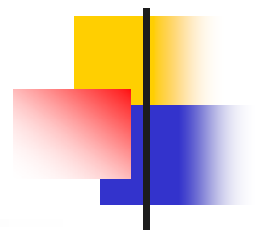
- Το φυσικό αέριο και το οξειδωτικό να είναι καλά αναμεμιγμένα
- Η αναλογία μεταξύ τους να είναι τέτοια ώστε να βρίσκονται μεταξύ των ορίων ανάφλεξης
- Ένα σημείο του μίγματος να υψωθεί σε θερμοκρασία υψηλότερη της θερμοκρασίας ανάφλεξης
- Για να είναι δυνατή η συνέχιση της καύσης πρέπει:
 - Να τροφοδοτείται συνεχώς η συσκευή με καύσιμο και οξειδωτικό
 - Να απομακρύνονται τα αέρια της καύσης
 - Να σταθεροποιείται η φλόγα στην κεφαλή του καυστήρα

Θερμοκρασία Ανάφλεξης



- Η ελάχιστη θερμοκρασία στην οποία αρχίζει και επεκτείνεται η καύση σε όλη τη μάζα ενός ομογενούς μίγματος καυσίμου — αέρα ονομάζεται και θερμοκρασία αυτανάφλεξης
 - Για το CH_4 σε μίγμα με αέρα η θερμοκρασία ανάφλεξης είναι 632°C , ενώ σε μίγμα με O_2 είναι 556°C

Όρια Ανάφλεξης



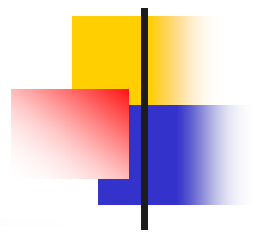
- Η δυνατότητα ανάφλεξης μίγματος αερίου-αέρα περιορίζεται σε μια περιοχή που έχει σαν όρια ένα μέγιστο και ένα ελάχιστο ποσοστό του αερίου στο μίγμα
 - Τα όρια ανάφλεξης εξαρτώνται από τη θερμοκρασία και την πίεση του μίγματος
 - Η περιοχή ανάφλεξης αυξάνει σε εύρος όταν η θερμοκρασία του μίγματος αυξάνει

Κατώτερο όριο ανάφλεξης ΦΑ

5% ΦΑ/μίγμα

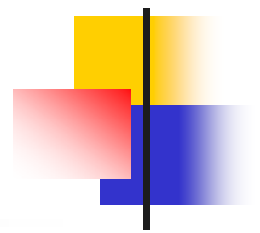
Ανώτερο όριο ανάφλεξης ΦΑ

14% ΦΑ/μίγμα



- Όρια ανάφλεξης καυσίμου
 - Χαμηλό Όριο: Το πιο φτωχό σε περιεκτικότητα καυσίμου μίγμα που μπορεί να καεί
 - Υψηλό Όριο: Το πιο πλούσιο σε περιεκτικότητα καυσίμου μίγμα που μπορεί να καεί
- Παράγοντες που επηρεάζουν τα όρια
 - Διάμετρος αγωγού (ευρύνονται μέχρι $D=2''$)
 - Θερμοκρασία ($T \gg \text{Room} \rightarrow \text{wider}$)
 - Πίεση (εξαρτάται από το καύσιμο)
 - Υγρασία (ελαττώνει το πάνω όριο)

Καύση Φυσικού Αερίου



- Πλήρης καύση
 - $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ 804 kJ/mol
- Ατελής καύση
 - $2\text{CH}_4 + 3\text{O}_2 \rightarrow \text{CO} + 4\text{H}_2\text{O}$ 519 kJ/mol
 - $\text{CH}_4 + \text{O}_2 \rightarrow \text{C} + 2\text{H}_2\text{O}$
- Παράγοντας αερισμού, n
 - Σχέση μεταξύ του πραγματικά διαθέσιμου αέρα προς το στοιχειομετρικό αέρα προς καύση 1 m³ αερίου
 - Στοιχειομετρική καύση: $n=1$
 - Πλήρης καύση με περίσσεια αέρα: $n>1$
 - Ατελής καύση με έλλειψη αέρα: $n<1$

Υπολογισμός Προϊόντων Στοιχειομετρικής Καύσης



Από ένα δείγμα με HHV = 38,6 ΜΗ/ m³

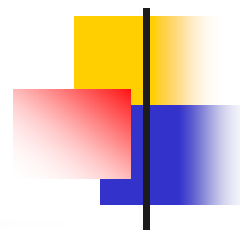
Συστατικό (m ³)		Στοιχειομετρικό O ₂ /Αέρας (m ³)		Προϊόντα Καύσης		
				CO ₂ (m ³)	H ₂ O (m ³)	N ₂ (m ³)
CH ₄	0,95830	× 2	= 1,917	× 1 = 0,985	× 2 = 1,917	
C ₂ H ₆	0,02575	× 3.5	= 0,090	× 2 = 0,052	× 3 = 0,077	
C ₃ H ₈	0,00446	× 5	= 0,022	× 3 = 0,013	× 4 = 0,018	
C ₄ H ₁₀	0,00166	× 6.5	= 0,011	× 4 = 0,007	× 5 = 0,008	
C ₅ H ₁₂	0,00040	× 8	= 0,003	× 5 = 0,002	× 6 = 0,002	
C ₆ H ₁₄	0,00004	× 9.5	= 0,0002	× 6 = 0,0002	× 7 = 0,0004	
CO ₂	0,00208			0,002		
N ₂	0,00738					0,007
		O ₂ = 2,043				
		N ₂ = O ₂ × 2,043 = → → → → → → → → → → 7,682				
		Αέρας = O ₂ × 2,043				
	1,000	Αέρας	9,727	1,032	2,023	7,689

Θεωρητικά απαιτούμενος αέρας: 9,727 m³/ m³ Φ.Α.

Προϊόντα καύσης (επί υγρής βάσης): 1,032 + 2,023 + 7,896 = 10,744 m³/ m³ Φ.Α.

Προϊόντα καύσης (επί ξηρής βάσης): 1,032 + 7,896 = 8,721 m³/ m³ Φ.Α.

Θερμογόνος Δύναμη



- Η ποσότητα θερμότητας που εκλύεται κατά την τέλεια καύση με αέρα σε ατμοσφαιρική πίεση μιας ποσοτικής μονάδας του καυσίμου όταν αυτό, όπως και το οξειδωτικό μέσο, έχουν 0°C θερμοκρασία και τα προϊόντα καύσης ψύχονται στους 0°C
- Μονάδες θερμότητας: KWh, MJ (1KWh = 3.6 MJ)

Ανώτερη Θερμογόνος Δύναμη (ΑΘΔ) καλείται η θερμογόνος δύναμη όταν το H₂O, που προκύπτει από την καύση, θεωρείται ότι βρίσκεται σε υγρή κατάσταση στα προϊόντα καύσης

Κατώτερη Θερμογόνος Δύναμη (ΚΘΔ) καλείται η θερμογόνος δύναμη όταν θεωρείται ότι το παραγόμενο νερό στα προϊόντα είναι σε αέρια κατάσταση (όπως συμβαίνει συνήθως στην πράξη)

- Για τα αέρια καύσιμα: $KΘΔ/AΘΔ = 0.9$

Θερμογόνος Δύναμη Συστατικών Φυσικού Αερίου



Συστατικό	Χημικός τύπος	Μοριακό βάρος kg/kmol	Πυκνότητα kg/Nm ³	ΑΘΔ kJ/Nm ³	ΚΘΔ kJ/Nm ³
Μεθάνιο	CH ₄	16,043	0,7175	39,936	35,904
Αιθάνιο	C ₂ H ₆	30,070	1,333	70,498	64,404
Προπάνιο	C ₃ H ₈	44,097	2,010	101,364	93,146
κ-Βουτάνιο	n-C ₄ H ₁₀	58,123	2,709	134,415	123,910
Ισοβουτάνιο	i-C ₄ H ₁₀	58,123	2,707	153,851	123,356
κ-Πεντάνιο	n-C ₅ H ₁₂	72,150	3,71*	172,189	159,045
κ-Εξάνιο	n-C ₆ H ₁₄	86,177	4,31*	210,226	194,445
κ-Επτάνιο	n-C ₇ H ₁₆	100,200	5,39*	261,390	242,007
Βενζόλιο	C ₆ H ₆	78,114	3,83*	162,219	155,582
Τολουένιο	C ₇ H ₈	92,141	4,84*	207,717	198,242
Υδρόθειο	H ₂ S	34,082	1,536*	25,369	23,338

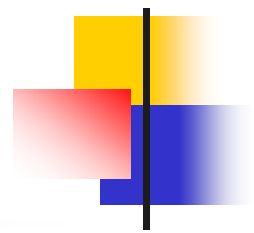
$$ΑΘΔ = 6571 + 2093 M \text{ KJ/Nm}^3$$

$$ΚΘΔ = 4311 + 1967 M \text{ KJ/Nm}^3$$

$$M = MB \text{ σε gr}$$

* Υπολογιζόμενη τιμή για υποθετική αέρια φάση

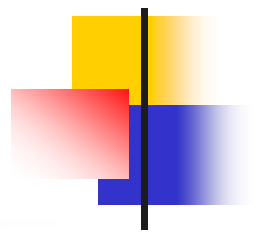
Απώλειες Καύσης



$$L = 100 \frac{[HV_{ow} + (A\Theta\Delta - K\Theta\Delta)]}{A\Theta\Delta}$$

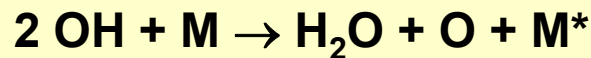
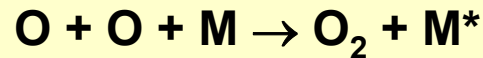
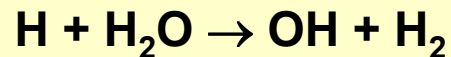
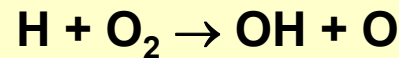
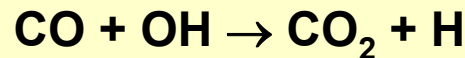
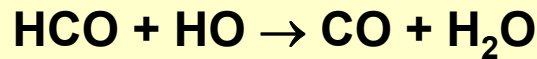
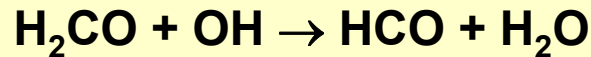
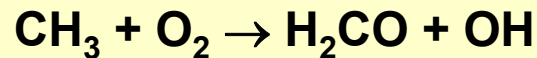
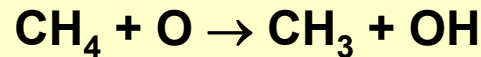
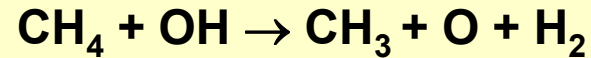
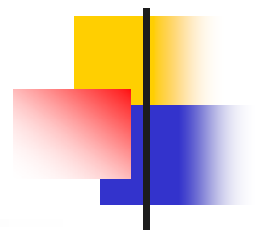
- L: % απώλειες στα απαέρια
- V_{ow} : υγρή ποσότητα προϊόντων καύσης (kg/kg)
- H: θερμικό περιεχόμενο προϊόντων καύσης μαζί με τον υδρατμό (KJ/kg)
- AΘΔ, ΚΘΔ: ανώτερη και κατώτερη θερμογόνο δύναμη (KJ/kg)

Γενικές Παρατηρήσεις για Μηχανισμό Καύσης Υδρογονανθράκων



- Καύση κανονικών παραφινών
 - Ακολουθεί μηχανισμό αλδεϋδών
 - Σχηματίζονται ενδιάμεσα ασταθή υπεροξεία
- Καύση ισοπαραφινών
 - Η ευθεία αλυσίδα οξειδώνεται με το μηχανισμό των αλδεϋδών
 - Το πιο συμπαγές μέρος του μορίου οξειδώνεται με πιο αργό ρυθμό με σχηματισμό κετονών και αλκοολών σαν ενδιάμεσων προϊόντων

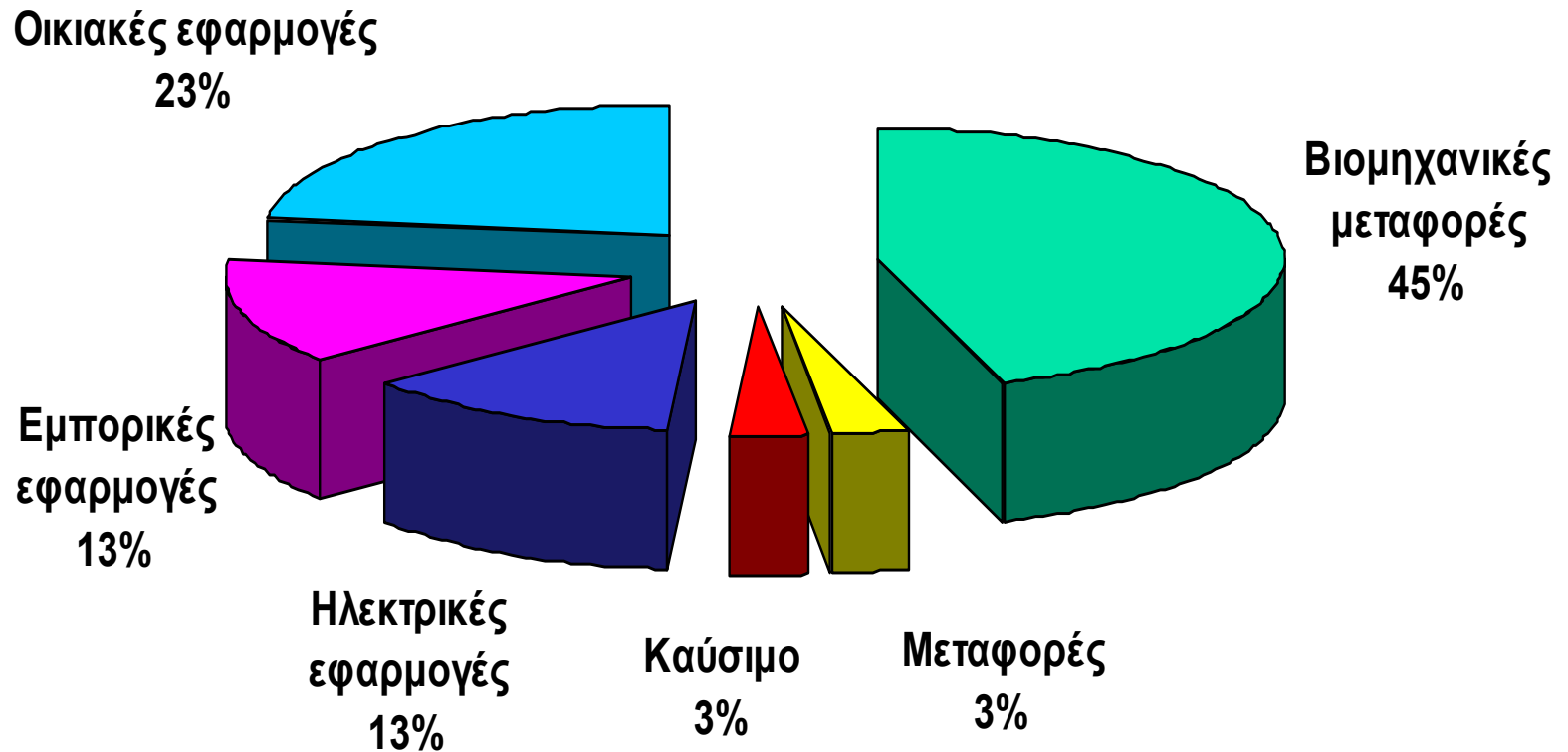
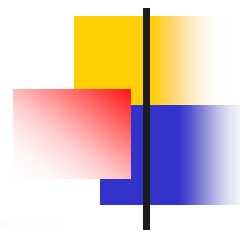
Μηχανισμός Καύση Φυσικού Αερίου



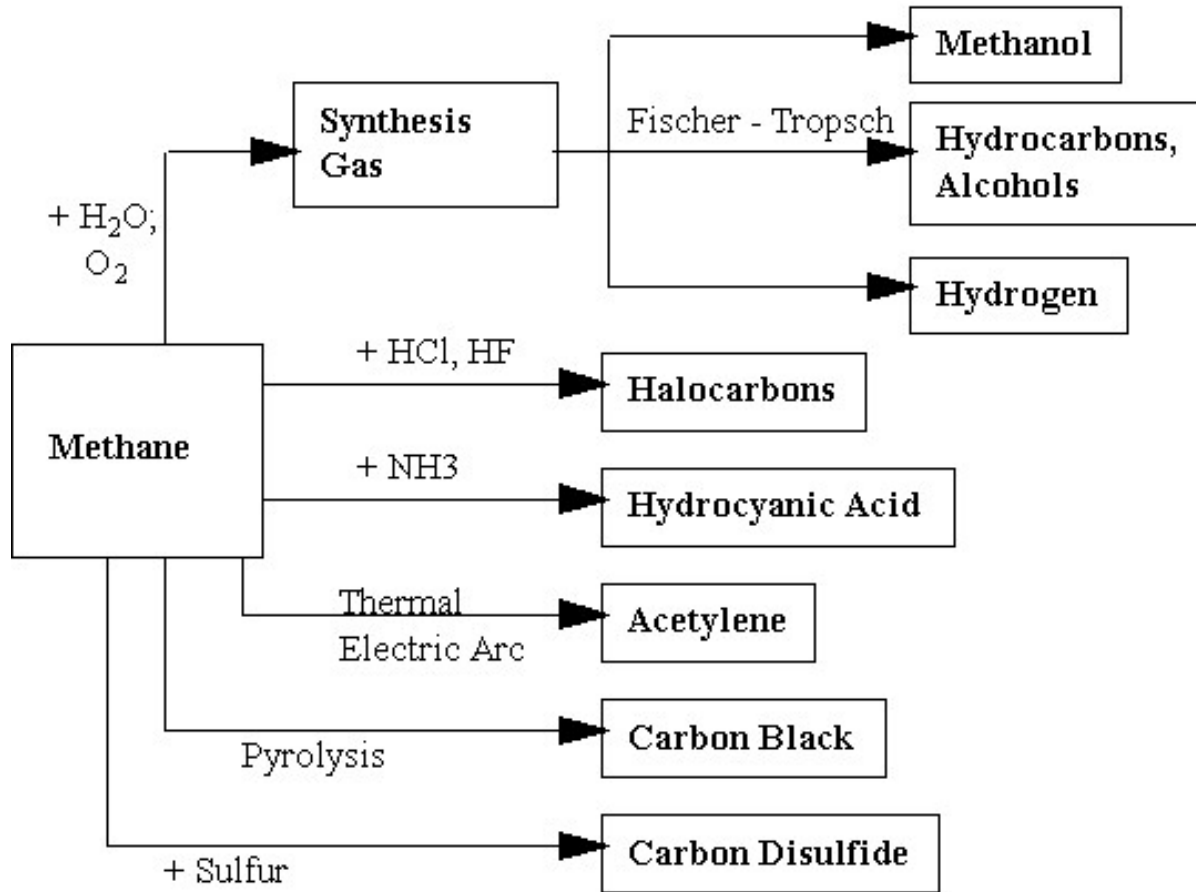
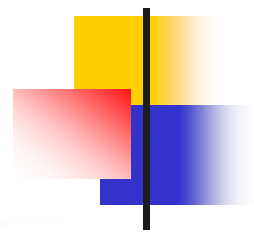


Χημικές Χρήσεις Φυσικού Αερίου

Χρήσεις Φυσικού Αερίου



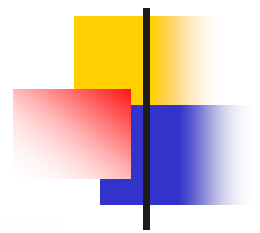
Χημικές Χρήσεις Φυσικού Αερίου





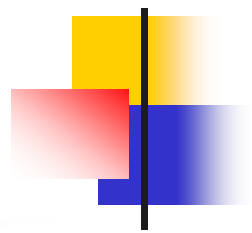
Λιπαντικά

Λιπαντικά Γενικά



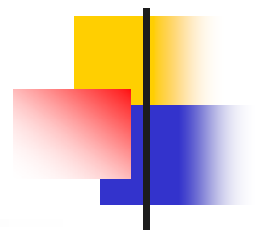
- Μεγάλη σημασία αλλά μικρή αγορά
 - 1% καυσίμων
- Λίπανση:
 - Παρεμβολή χημικής ουσίας ανάμεσα στα κινούμενα μέρη μηχανών
 - Περιορισμός τριβών και φθοράς
- Λιπαντικά
 - Υγρά (λάδια), ημιστερεά (γράσσα)
 - Υγρά που παράγονται με παρόμοιους τρόπους αλλά δεν έχουν λιπαντικό ρόλο
 - «Λιπαντικά» μεταφοράς θερμότητας, διηλεκτρικά, λάδια διεργασιών (process oils)

Επίδραση Λιπαντικών



- Στόχος: μετατροπή ξηρής τριβής μεταξύ στερεών επιφανειών σε υγρή τριβή εξασφαλίζοντας
 - Ομαλή και απρόσκοπτη λειτουργία μηχανήματος
 - Μειωμένο κόστος συντήρησης (επισκευών, ανταλλακτικών)
 - Εκτεταμένη διάρκεια ζωής μηχανήματος
 - Μειωμένο λειτουργικό κόστος
 - Εξοικονόμηση ενέργειας μέσω περιορισμού απωλειών λόγω τριβών
- Υπολογίζεται ότι 4.5% κατανάλωσης ενέργειας μπορεί να εξοικονομηθεί με σωστή λίπανση

Κατηγορίες Λιπαντικών

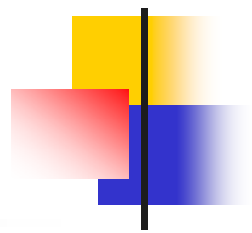


- Αέρια Λιπαντικά
 - Αέρας
- Υγρά Λιπαντικά
 - Νερό
 - Ορυκτέλαια (μίγματα υδρ/κων+πρόσθετα)
 - Συνθετικά Λιπαντικά (διαλκυλοβενζόλια, διεστέρες)
- Ημιστερεά Λιπαντικά
 - Ζωϊκά και φυτικά λίπη, γράσσα
- Στερεά Λιπαντικά
 - Γραφίτης, τάλκη, άσβεστος, πλαστικά, MoS_2 , κτλ



Υγρά Λιπαντικά

Υγρά Λιπαντικά - Λίπανση



Φυσική τριβή: $F_T = \mu \cdot F_K$

όπου: F_T = δύναμη τριβής

μ = συντελεστής τριβής ($0.5 < \mu < 1.5$)

F_K = δύναμη κάθετη στο επίπεδο κίνησης (π.χ. βάρος)

1 Υδροδυναμική λίπανση:

- Παχιά μεμβράνη λιπαντικού
- Διαχωρίζονται εντελώς τα κινούμενα τμήματα
- Μικρή τριβή
- $\mu = 0.001 \dots 0.03$
- Σημαντικό ιξώδες λιπαντικού

$$F_T = \eta \cdot u_{σχ} \cdot \frac{S}{h}$$

όπου:

F_T = δύναμη τριβής

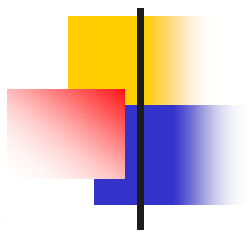
η = ιξώδες λιπαντικού

$u_{σχ}$ = σχετική ταχύτητα δύο επιφανειών

S = επιφάνεια τριβής

h = πάχος μεμβράνης

Υγρά Λιπαντικά – Λίπανση (Συνέχεια)



2 Οριακή λίπανση

- Συχνή επαφή τριβόμενων επιφανειών (μεγάλες πιέσεις)
- Μικρό πάχος λίπανσης
- Τριβή εξαρτάται από φορτίο & λιπαρότητα (όχι η ή u_{ox})
- Λιπαρά οξέα που αντιδρούν με μέταλλα και σχηματίζουν σάπωνες που προσροφώνται ελαττώνοντας τριβή
- Περιορισμός λιπαντικής ικανότητας αν $T >$ σημείο τήξης σάπωνα ($\sim 120^\circ\text{C}$)

3 Ενδιάμεση λίπανση

- Λεπτή μεμβράνη λιπαντικού
- Περιοδική επαφή μετάλλων

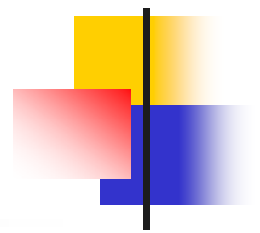
4 Ελαστοϋδροδυναμική λίπανση

- Για υψηλές πιέσεις
- Αύξηση ιξώδους λιπαντικού \Rightarrow ελαστική παραμόρφωση μετάλλων (αντιστρεπτή)
 - Λεπτή ανθεκτική στιβάδα λιπαντικού (π.χ. γρανάζια)



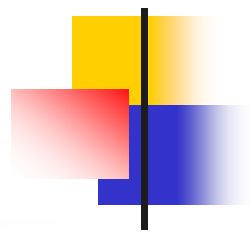
Παραγωγή Ορυκτελαίων

Παρασκευή Ορυκτελαίων



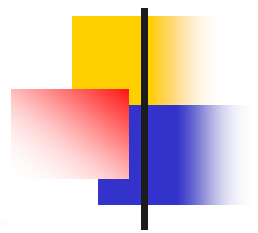
- Προέρχονται από το αργό πετρέλαιο
- Απόσταξη υπό κενό υπολείμματος ατμοσφαιρικής απόσταξης
- Χρησιμοποίηση πλευρικών προϊόντων απόσταξης υπό κενό αφού υποστούν κατάλληλη επεξεργασία
- Καλύτερος τύπος αργού πετρελαίου είναι αυτά που δίνουν λιπαντικά υψηλού ιξώδους
 - παραφινικά ακολουθώντας ναφθενικά
- Ανάλογα με τον τύπο αργού πετρελαίου επιλέγεται και η διεργασία παραγωγής λιπαντικών
 - Πρωτογενή από απόσταξη αργού πετρελαίου
 - Αναγεννημένα ή επαναδιυλισμένα από επεξεργασία χρησιμοποιημένων ορυκτελαίων

Πρωτογενή Βασικά Λάδια



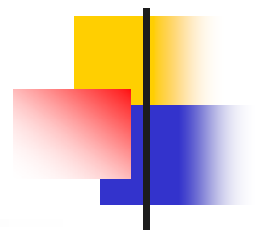
- Παράγονται από:
 - Κλάσματα απόσταξης υπό κενό του υπολείμματος της ατμοσφαιρικής απόσταξης (natural stocks)
 - Διαυγή λάδια (bright stocks) που παράγονται με εξευγενισμό υπολειμμάτων
 - Ανάμιξη κλασμάτων απόσταξης κενού και διαυγών λαδιών
- Οι διεργασίες και βαθμός μετατροπής των διεργασιών παραγωγής λιπαντικών εξαρτώνται από το ιξώδες και πτητικότητα των διαφόρων αποσταγμάτων
 - Τα διάφορα αποστάγματα κατατάσσονται σε διαβαθμίσεις (grades)

Απόσταξη Υπό Κενό



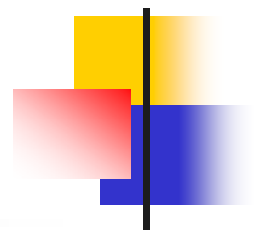
- Αξιοποίηση υπολείμματος ατμοσφαιρικής στήλης (πάνω από 400°C)
 - Αποφυγή πυρόλυσης
 - Με ελάττωση πίεσης ελαττώνεται το σημείο ζέσεως βαρειών μορίων
- Ιδιότητες που ρυθμίζονται:
 - Σημείο ανάφλεξης (αυξάνει με αύξηση ατμού)
 - Ιξώδες (αυξάνει με αύξηση απολήψεων)
 - Χρώμα (αυξάνει με βελτίωση κλασμάτωσης που επιτυγχάνεται με αύξηση εσωτερικών αντιρροών)

Εκχύλιση με Διαλύτες



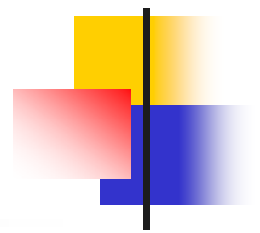
- Στόχος η απομάκρυνση αρωματικών ουσιών
 - Χαμηλό δείκτη ιξώδους και σκούρο χρώμα
- Εκλεκτική εκχύλιση με διαλύτη επιτυγχάνει απομάκρυνση αρωματικών υδρ/κων
 - Διαλύτης διαλύει αρωματικές ενώσεις και όχι επιθυμητό προϊόν (διφασικό προϊόν)
 - Εξευγενισμένο λάδι με λίγο διαλύτη (φάση α') και εκχύλισμα αρωματικών με πολύ διαλύτη (φάση β')
 - Διαλύτες: n-μέθυλο-πυρολιδόνη, φαινόλη, φουρφουράλη

Αποπαραφίνωση (Αποκρήρωση)

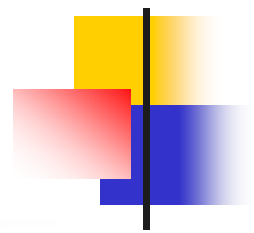


- Ανάγκη απομάκρυνσης βαριών παραφινών γιατί αυξάνουν το σημείο ροής
- Χρήση μίγματος διαλυτών μεθυλο-αιθυλοκετόνη (ΜΕΚ) και τολουολίου
 - ΜΕΚ ευνοεί κρυστάλλωση κηρών
 - Τολουόλιο ευνοεί διάλυση συστατικών λαδιού
 - Ποσότητα διαλύτη εξαρτάται από ιξώδες λαδιού
- Τροφοδοσία αναμιγνύεται με διαλύτη και θερμαίνεται για διάλυση παραφινών
- Ψύξη μίγματος (-20°C) και διαχωρισμός παραφίνης
- Διήθηση διαλύματος σε περιστροφικό φίλτρο
 - Διαλύτης ανακυκλώνεται
 - Παραφίνη υφίσταται περαιτέρων εξευγενισμό και διατίθεται για ειδικές χρήσεις (κεριά, βερνίκια κτλ)

Αποσφάλτωση

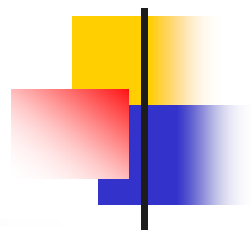


- Διεργασία εξευγενισμού λιπαντικών
- Απομάκρυνση ασφάλτου \Rightarrow βελτίωση χρώματος και περιεκτικότητας σε μέταλλα και ασφαλτένια
- Εκχύλιση με ελαφρούς παραφινικούς υδρ/κες
 - Ελαφριά νάφθα όπου είναι αδιάλυτοι οι βαριοί υδρ/κες (άσφαλτος)
 - 50-230°C και 20-35atm



- Διεργασία εξευγενισμού βασικών λαδιών
- Αντιδράσεις αποθείωσης, απαζώτωσης και υδρογόνωσης
 - Βελτίωση χρώματος, σταθερότητας
- Παράμετροι λειτουργίας
 - Ροή και ποιότητα τροφοδοσίας
 - Τ εξόδου από φούρνο
 - Αύξηση Τ \Rightarrow αλλαγή χρώματος και σταθερότητας, αύξηση κατανάλωσης H_2 και ελάττωση ιξώδους
 - Ρ αντιδραστήρα
 - Αύξηση Ρ \Rightarrow αλλαγή χρώματος και σταθερότητας, αύξηση κατανάλωσης H_2 και ελάττωση ιξώδους

Πρόσθετα Ορυκτελαίων



- Στόχοι

- Βελτίωση αρχικής(-ων) ιδιότητας(-ων)
- Ανάπτυξη νέων χαρακτηριστικών στο προϊόν
- Μείωση ρυθμού ποιοτικής υποβάθμισης του λιπαινόμενου συστήματος

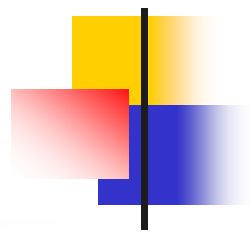
- Είδη προσθέτων

- Βελτιωτικά ιξώδους
- Ταπεινωτές σημείου ροής
- Πρόσθετα που προσδίδουν νέες ιδιότητες
 - Αντιοξειδωτικά, αντιαφριστικά, ρυθμιστές τριβής, απογλακτωματοποιητές-γαλακτωματοποιητές
- Πρόσθετα για προστασία λιπαινόμενων μερών
 - Αντιδιαβρωτικά, καθαριστικά, διασκορπιστικά, υψηλών πιέσεων, προστασία στη φθορά



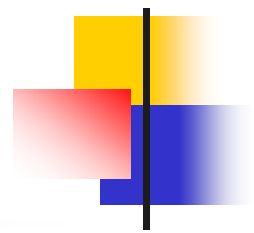
Ιδιότητες Ορυκτελαίων

Κατηγορίες Ιδιοτήτων Ορυκτελαίων



- Λιπαντική ικανότητα
 - Σχηματισμός και διατήρηση παχιάς λιπαντικής μεμβράνης
⇒ μείωση τριβής και φθοράς
- Ψυκτική ικανότητα
 - Παρεμπόδιση ανύψωσης θερμοκρασίας τριβόμενων επιφανειών
- Σταθερότητα ιδιοτήτων
 - Αντίσταση σε μεταβολές συνθηκών & αποφυγή αλλοίωσης
- Παθητικότητα – Αδράνεια – Μη διαβρωτικότητα
 - Αποφυγή δημιουργίας διαβρωτικών ενώσεων κατά τη χρήση του λαδιού
- Μονωτικές, Καθαριστικές, Γαλακτωματοποιητικές, Απογαλακτωματοποιητικές & Άλλες Ιδιότητες

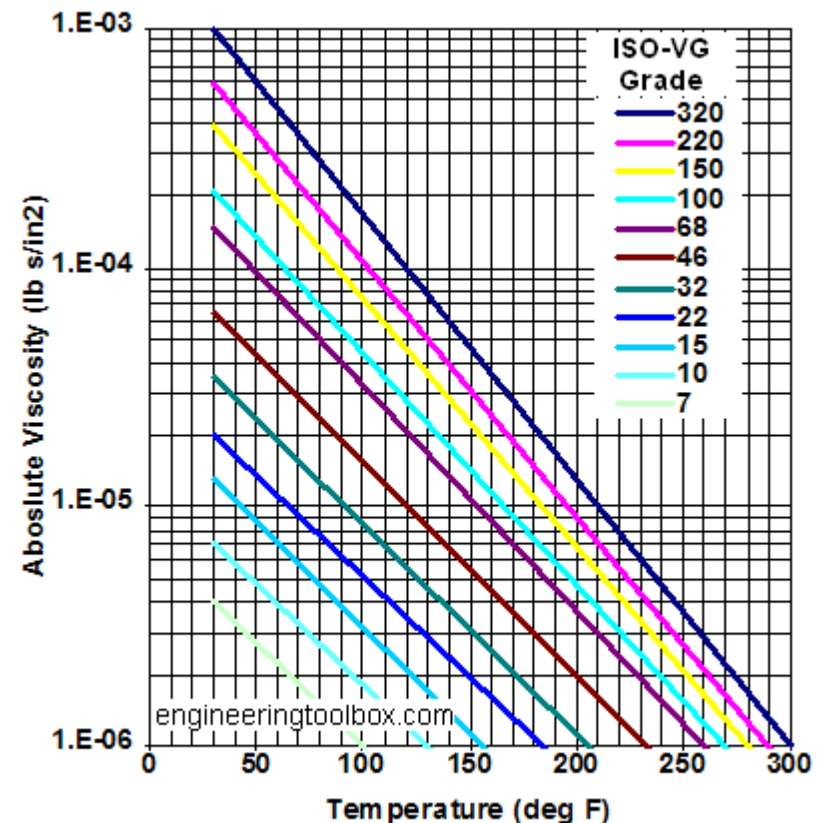
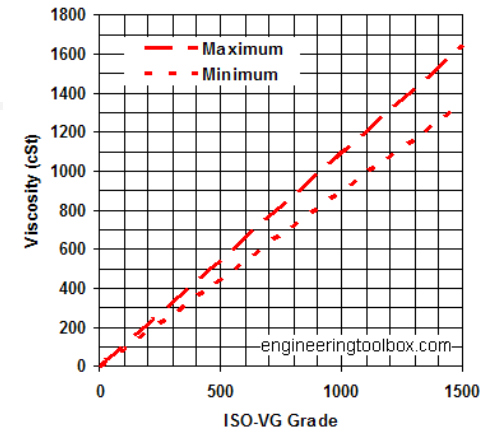
Λειτουργικές Ιδιότητες



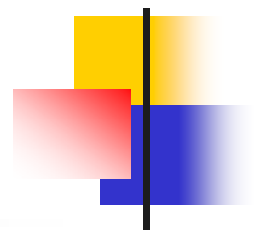
- Ιδιότητες ροής
 - Ιξώδες, Δείκτης ιξώδους, Δυνατότητα άντλησης σε χαμηλές θερμοκρασίες
- Συμπεριφορά σε υψηλές θερμοκρασίες
 - Πτητικότητα, Απώλεια εξάτμισης, Θερμική Σταθερότητα, Προϊόντα αποσύνθεσης & υπολείμματα
- Συμπεριφορά στην οξειδωση
 - Σταθερότητα στην οξειδωση, Μη αναφλεξιμότητα, Επίδραση επιβραδυντών, Λειτουργία κινητήρα
- Συμπεριφορά στην υδρόλυση
 - Αντίσταση στην υδρόλυση σε νερό ή ατμό, Αντίσταση στα αλκαλικά υγρά, Αντίσταση στα οξέα
- Διαλυτότητα
 - Σε νερό, σε υδρ/κους διαλύτες, σε προϊόντα πετρελαίου

Ιξώδες

- Μέτρο εσωτερικής τριβής ρευστού
 - Αντίσταση στη ροή
 - Περισσότερο σημαντική ιδιότητα λιπαντικών
- Υψηλό ιξώδες για παχύρρευστα υγρά
- Υψηλό για παροχή κατάλληλης λίπανσης αλλά όχι και τόσο υψηλό αποφυγή υπερβολικών απωλειών τριβών
- Αύξηση T μειώνει ιξώδες
- Αύξηση P αυξάνει ιξώδες



Δείκτης Ιξώδους



- Εμπειρικός αριθμός (ακέραιος)
- Μέτρο σταθερότητας ιξώδους ως προς θερμοκρασία (ASTM D-2270)
- VI από εξίσωση (1)
 - αν $VI < 100$
 - L, H από πίνακα
- VI από εξίσωση (2)
 - αν $VI > 100$

$$VI = \frac{L - U}{L - H} \cdot 100 \quad (1)$$

Y = ιξώδες στους 100°C

U = ιξώδες στους 40°C

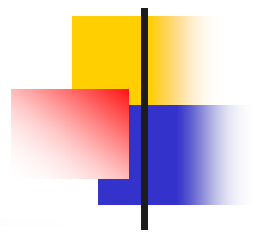
L = ιξώδες στους 40°C αν $VI=0$

H = ιξώδες στους 40°C αν $VI=100$

$$VI = 100 + \frac{10^N - 1}{0.00715} \quad (2)$$

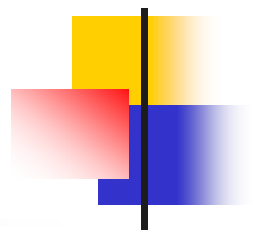
όπου
$$N = \frac{\log H - \log U}{\log Y}$$

Άλλες Ιδιότητες



- Πυκνότητα
- Ιδιότητες ροής σε χαμηλές θερμοκρασίες
- Σημείο θόλωσης
- Σημείο ροής
- Σημείο ανάφλεξης
- Σημείο καύσης
- Χρώμα
- Αριθμός εξουδετέρωσης
- Τέφρα
- Αφρισμός
- Γαλακτωματοποίηση - Απογαλακτωματοποίηση

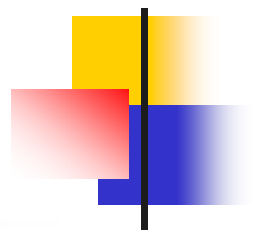
Άλλες Ιδιότητες (Συνέχεια)



- Εξανθράκωμα
- Διαβρωτικότητα
- Αντοχή σε οξείδωση
- Περιεκτικότητα σε νερό

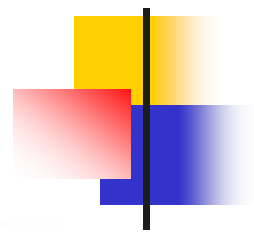


Γράσσα



- Γράσσο (grease) ονομάζεται ένα στερεό ή ημίρρευστο προϊόν διασποράς ενός παχυντή μέσα σ' ένα υγρό λιπαντικό
- Ιξώδες ελαττώνεται κάτω από τη δύναμη συνάφειας και φτάνει αυτό των ορυκτελαίων

Εφαρμογές Γράσσων



- Σε μέρη εξαρτημάτων / μηχανών όπου επικρατούν υψηλές πιέσεις
 - Ανεπιθύμητη διαφυγή ορυκτελαίων λόγω υψηλών πιέσεων ή/και
 - Δυσκολία διατήρηση στιβάδας λιπαντικού λόγω συνεχών κινήσεων των επιφανειών
- Καλύτερα χαρακτηριστικά τριβής στην αρχή λειτουργίας
 - Όταν ασκείται δύναμη αποκοπής, το ιξώδες ελαττώνεται δίνοντας χαρακτηριστικά απλού ορυκτελαίου
- Περισσότερο συχνά γράσσα έχουν βάση λιθίου
 - Γράσσα με βάση λίθιο ή νάτριο έχουν μεγαλύτερα σημεία τήξεως από γράσσα με βάση ασβεστίου
 - Ωστόσο δεν είναι ανθεκτικά στην επίδραση νερού
 - Γράσσα με βάση λιθίου έχει σημείο τήξεως από 190°C έως 220°C αλλά μέγιστη θερμοκρασία χρήσης τους είναι 120°C.
- Γράσσα για άξονες οχημάτων αποτελούνται από λιπαρά οξέα με πρόσθετα γραφίτη, πίσσας ή μίκα (πυριτικά μέταλλα)
 - Αύξηση ανθεκτικότητας γράσσου και εξευγενισμού της επιφάνειάς του