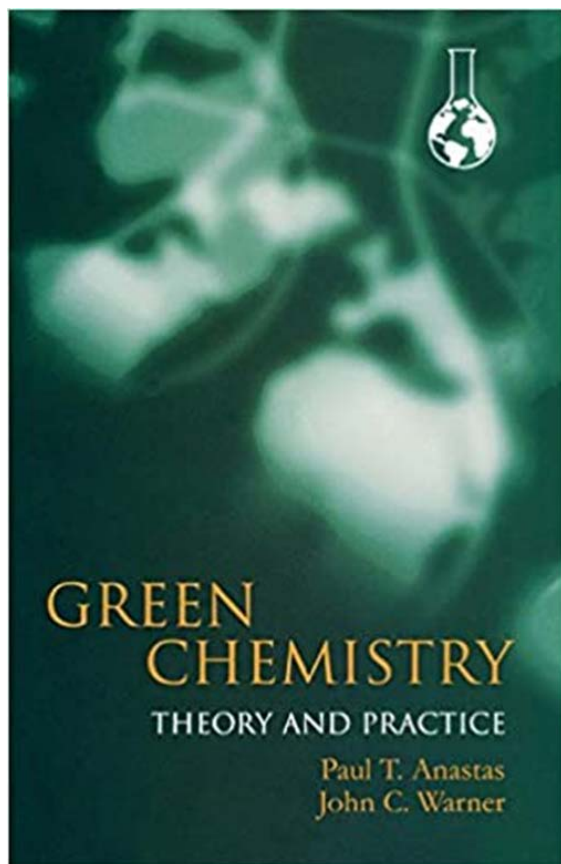

Καταλυτικά Υλικά -Εφαρμογές

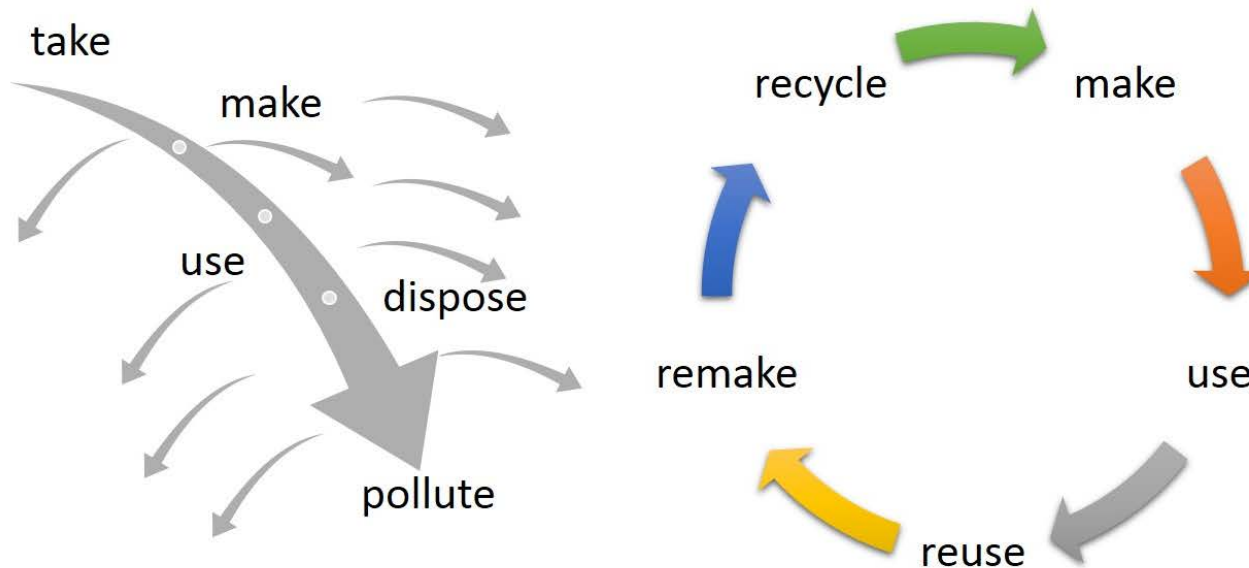
From baking bread to making paper , humans have unknowingly been harnessing the power of catalysis for thousands of years. In fact, almost everything in your daily life has been produced through the process of catalysis. Catalysts are substances that facilitate chemical reactions by lowering the activation energy required for the reaction to occur. They increase the rate of the reaction without being consumed or permanently altered in the process. Their unique properties have made them indispensable in a myriad of vital real-world applications , from fuel and pesticides to the development of life-saving pharmaceuticals.

Πράσινη Χημεία



Βιώσιμη Ανάπτυξη

Γραμμική και κυκλική οικονομία



Κατάλυση

Μια από τις πιο εύκολα αναγνωρίσιμες ελληνικές λέξεις σε όλο το κόσμο

Ένα φαινόμενο που σχετίζεται άμεσα

- τόσο με τη ζωή στο πλανήτη (ένζυμα)
- όσο και με την ποιότητά της (βιομηχανικές εφαρμογές)

Καταλύτες

Σώματα που επιταχύνουν επιθυμητές χημικές αντιδράσεις χωρίς τα ίδια να καταναλώνονται

Στερεοί καταλύτες



Καταλύτες

Δομή των Στερεών Καταλυτών



Καταλύτες

Απαιτήσεις

Υψηλή

- ειδική επιφάνεια (m^2/g),
- δραστική επιφάνεια (m^2/g),
- μηχανική και θερμική αντοχή.

Καταλύτες

Χρησιμοποιούνται ευρέως στη:

Χημική βιομηχανία για την παραγωγή προϊόντων

Παραγωγή καυσίμων

The 2018 global refining catalyst demand was 831 kt/year, with three main catalytic processes accounting for 97% of the market as follows: FCC ~ 81%, hydroprocessing ~ 13%, and naphtha reforming ~ 3%.

Προστασία του Περιβάλλοντος

10⁹ \$/έτος 3% ετήσια αύξηση

200-1000 \$ προϊόντος/\$ καταλύτη

Κατάλυση

Στάδια στην Ετερογενή Κατάλυση

Εξωτερική Διάχυση Αντ.

Η ταχύτητά της ανάλογη της $T^{3/2}$

$E_1=2-4\text{kcal/mol}$

Εσωτερική Διάχυση Αντ.

Η ταχύτητά της ανάλογη της $k^{1/2}$

$E_2=6-10\text{kcal/mol}$

Χημική Προσρόφηση Αντ.

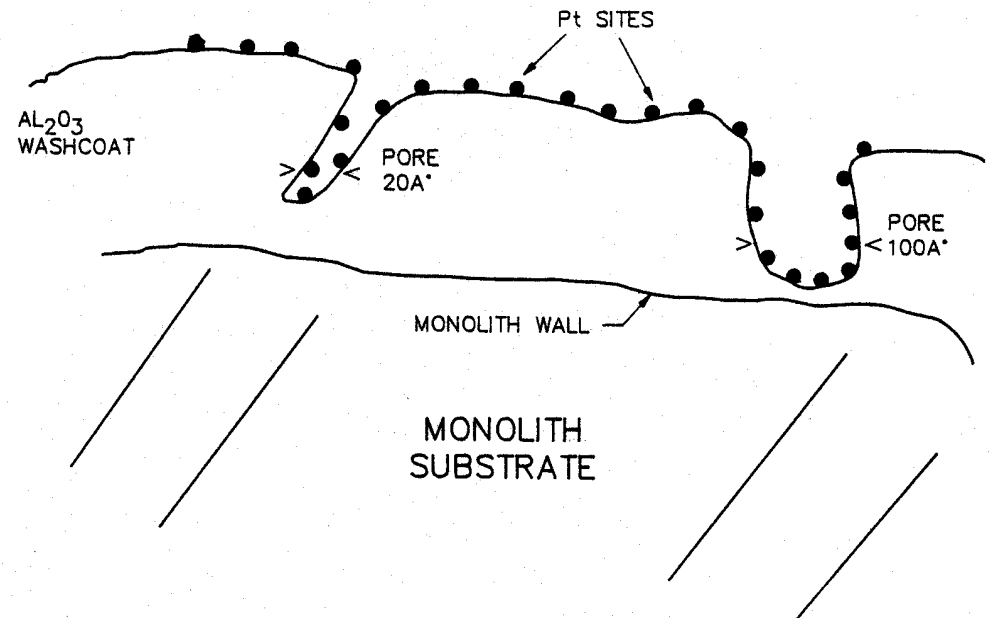
Η ταχύτητά της ανάλογη της $\exp[-E_3/RT]$

$E_3>10\text{kcal/mol}$

Επιφανειακή Αντίδραση

Η ταχύτητά της ανάλογη της $\exp[-E_4/RT]$

$E_4>10\text{kcal/mol}$



Κατάλυση

Στάδια στην Ετερογενή Κατάλυση

Εκρόφηση Προϊόντων

Η ταχύτητά της ανάλογη της $\exp[-E_5/RT]$

$E_5 > 10 \text{ kcal/mol}$

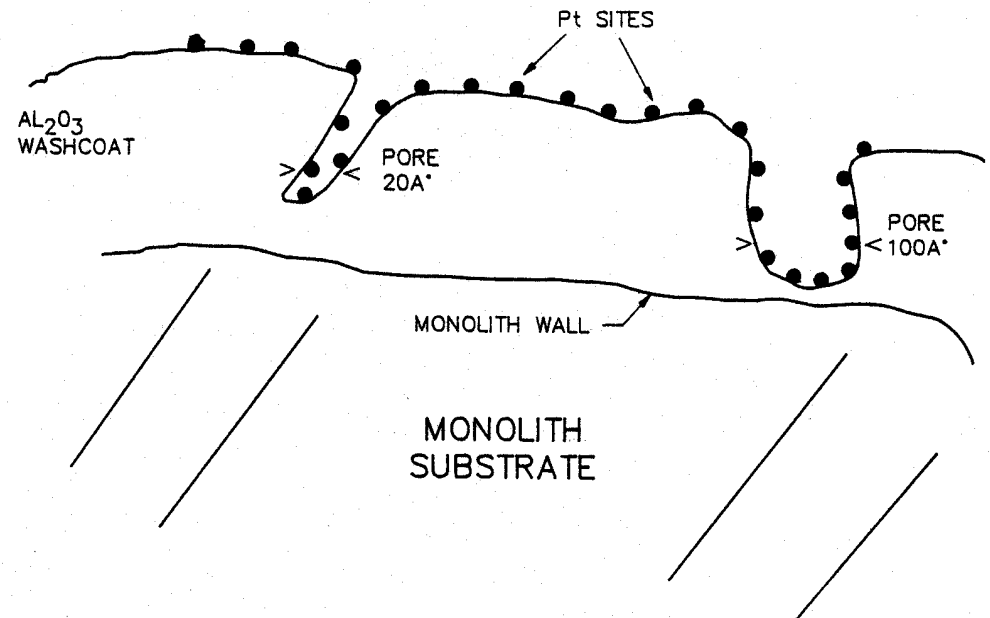
Εσωτερική Διάχυση Πρ.

Η ταχύτητά της ανάλογη εκείνης του 2ου σταδίου

$E_6 = 6-10 \text{ kcal/mol}$

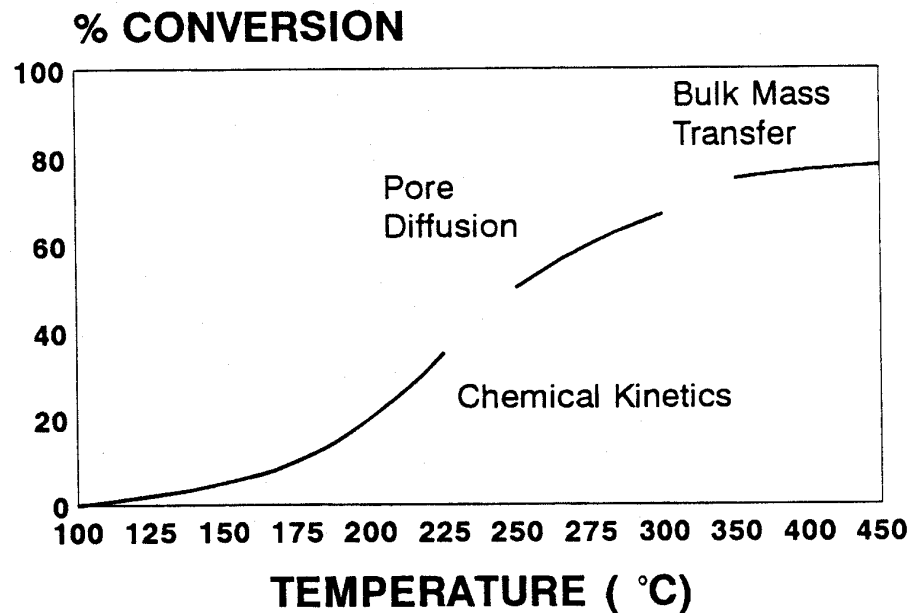
Εξωτερική Διάχυση Πρ.

Η ταχύτητα και E_7 ανάλογες εκείνων του 1ου σταδίου



Κατάλυση

Στάδια στην Ετερογενή Κατάλυση



Chemical Kinetics, $E_a > 10$ Kcal/Mole
Pore Diffusion, $E_a = 6-10$ Kcal/Mole
Bulk Mass Transfer, $E_a = 2-4$ Kcal/Mole

Προστασία Περιβάλλοντος

ΑΕΡΙΟΙ ΡΥΠΟΙ

(καυσαέρια αυτοκινήτων και εργοστασίων και εκπομπές ρύπων κατά την παραγωγική διεργασία)



NO_x

SO_x

VOC

CO

O₃

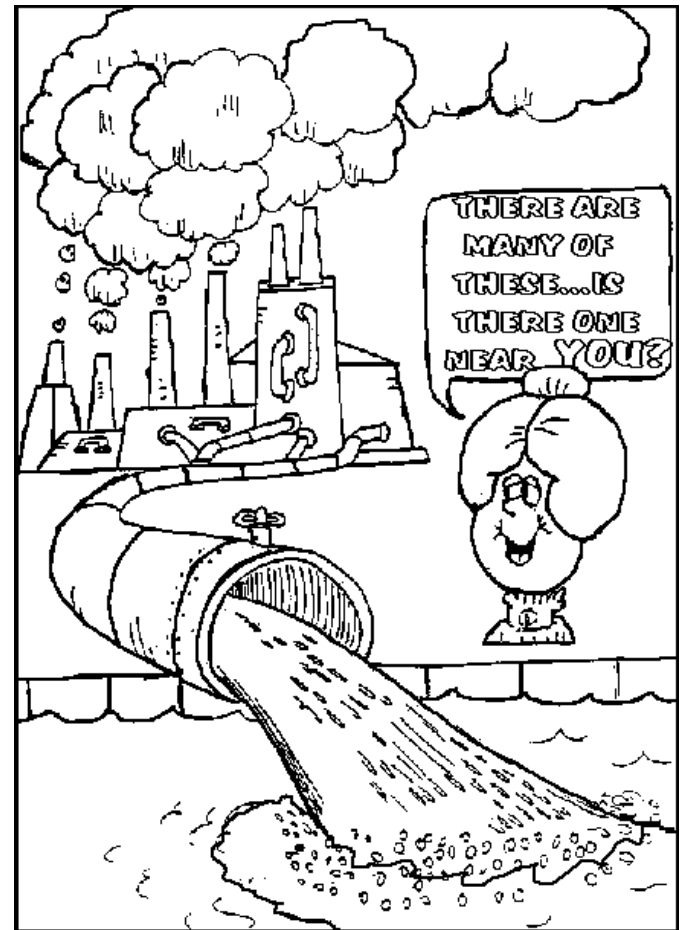
CO₂

CFC

Προστασία Περιβάλλοντος

ΥΓΡΟΙ ΡΥΠΟΙ

(υγρά αστικά και
βιομηχανικά απόβλητα)



Κατάλυση & Προστασία του Περιβάλλοντος

Καύσιμα φιλικά προς το Περιβάλλον

Νέοι τρόποι παραγωγής ενέργειας
(Υδρογόνο-Κελιά καυσίμου)

Καταστροφή ρύπων

Κατάλυση & Προστασία του Περιβάλλοντος μέσω της Παραγωγής Καθαρότερων Καυσίμων

Καύσιμα φιλικά προς το Περιβάλλον



- Απομάκρυνση Θείου
- Αύξηση αριθμού οκτανίων
- Παραγωγή βενζίνης και ντίζελ από βαριά κλάσματα πετρελαίου
- Αμόλυβδη Βενζίνη
- Μείωση συγκέντρωσης Βενζολίου στη βενζίνη

Κατάλυση & Προστασία του Περιβάλλοντος μέσω Παραγωγής Βιοκαυσίμων

Βιοκαύσιμα: Καύσιμα από Βιομάζα

Πλεονεκτήματα

- Μείωση του CO₂ κατά 3,2 κιλά ανά κιλό βιοντίζελ
- Δεν περιέχουν Θείο
- Μειώνουν την εξάρτηση της χώρας από ορυκτά καύσιμα
- Βοηθούν την ανάπτυξη της αγροτικής οικονομίας

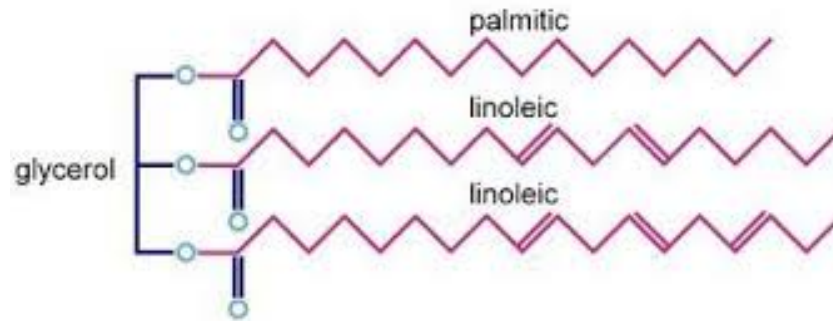
Μειονέκτημα

Υψηλό κόστος σε σχέση με τα ορυκτά καύσιμα

Κατάλυση & Προστασία του Περιβάλλοντος μέσω Παραγωγής Βιοκαυσίμων

Βιοντίζελ

Παραγωγή βιοντίζελ από φυτικά έλαια (έλαιο ελαιοκράμβης, ηλιέλαιο, φοινικέλαιο, σογιέλαιο)



Μόριο τριγλυκεριδίου

Κατάλυση & Προστασία του Περιβάλλοντος μέσω Παραγωγής Βιοκαυσίμων

Βιοντίζελ

Παραγωγή βιοντίζελ από φυτικά έλαια (έλαιο ελαιοκράμβης, ηλιέλαιο, φοινικέλαιο, σογιέλαιο)

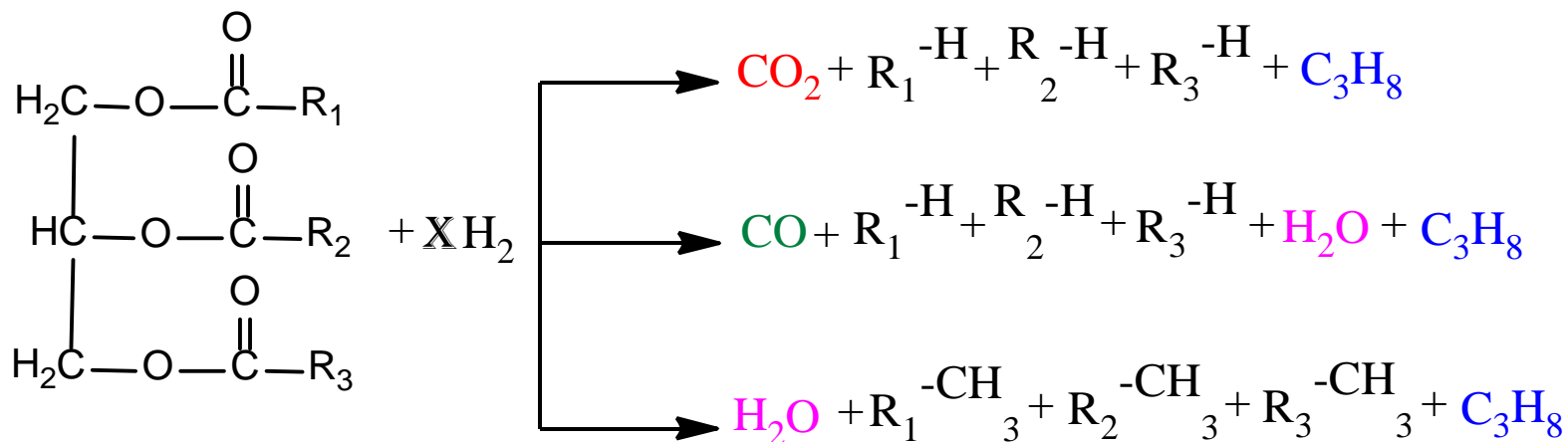
Φυτικά έλαια + Αλκοόλη $\xrightarrow{\text{Καταλύτες}}$ Εστέρες + γλυκερίνη

Συμβατικοί Καταλύτες: KOH, NaOH, H₂SO₄

Νέοι Καταλύτες: στερεά σώματα με μεγάλη επιφανειακή οξύτητα ή βασικότητα

Κατάλυση & Προστασία του Περιβάλλοντος μέσω Παραγωγής Βιοκαυσίμων

Πράσινο ή ανανεώσιμο ντίζελ



Καταλύτες:

Ευγενών μετάλλων—π.χ. Pd/AC,

Υδρογονοεπεξεργασίας πετρελαϊκών κλασμάτων—π.χ. NiMo/Al₂O₃,

Μεταλλικοί καταλύτες φθηνών μετάλλων—π.χ. Ni, Co, κ.ά.

Κατάλυση & Προστασία του Περιβάλλοντος μέσω Παραγωγής Βιοκαυσίμων

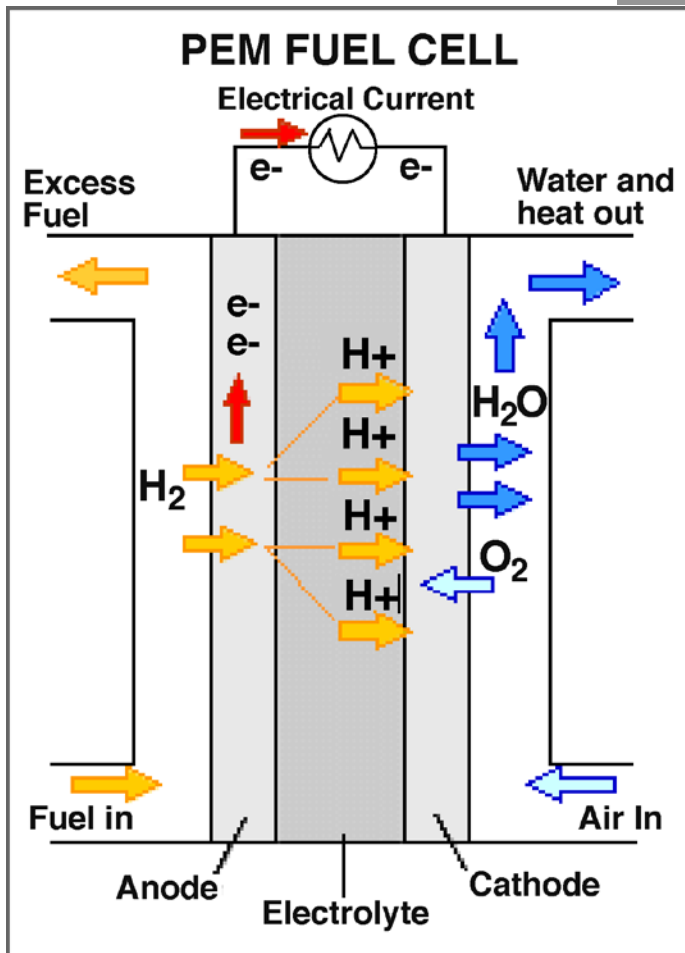
Στόχοι στην ΕΕ:

- Μείωση εκπομπών CO₂ κατά τουλάχιστον 40% έως το 2030.
- Οικοδόμηση ανταγωνιστικής οικονομίας χαμηλών εκπομπών CO₂ μέχρι το 2050.
- Μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά 80-95% έως το 2050 σε σύγκριση με τα επίπεδα του 1990.

Κατάλυση & Προστασία του Περιβάλλοντος

**Νέοι τρόποι παραγωγής ενέργειας
(Υδρογόνο-Κελιά καυσίμου)**

Κατάλυση & Προστασία του Περιβάλλοντος



Κελιά Καυσίμου



- Μετατρέπουν χημική ενέργεια σε ηλεκτρική
- Δεν παράγουν αέριους ρύπους
- Λειτουργούν σε χαμηλή Θερμοκρασία
- Λειτουργούν και με άλλα καύσιμα εκτός H₂

Κατάλυση & Προστασία του Περιβάλλοντος

Κελιά Καυσίμου

ΠΡΟΒΛΗΜΑ

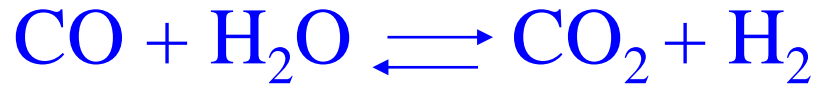
- Η αποθήκευση H₂ στο αυτοκίνητο
- Το κόστος του H₂

ΛΥΣΗ

Παραγωγή του H₂ στο όχημα
από υγρά καύσιμα

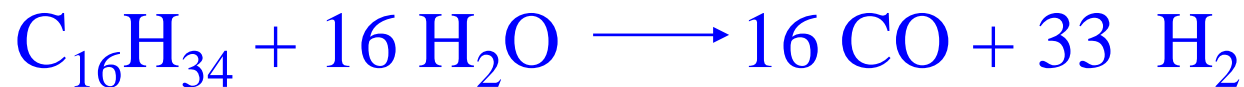
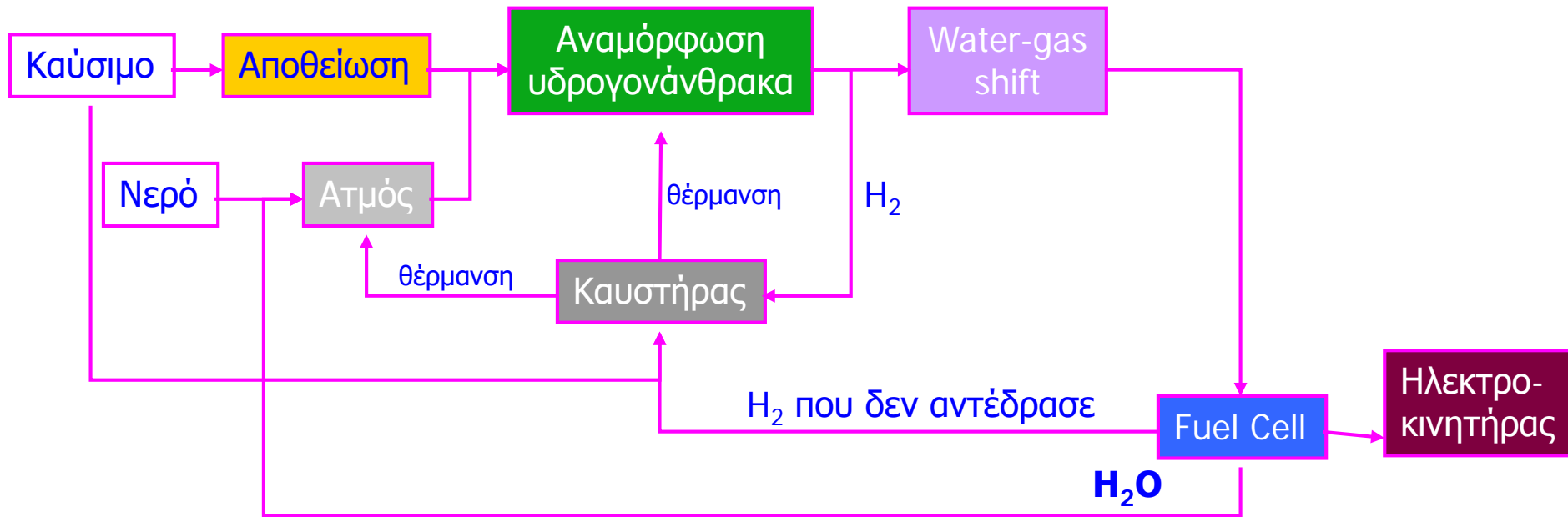


Ford



Κατάλυση & Προστασία του Περιβάλλοντος

Κελιά Καυσίμου Παραγωγή H₂ από υγρά καύσιμα



Κατάλυση & Προστασία του Περιβάλλοντος

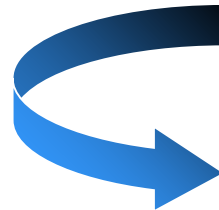
Καταστροφή ρύπων

Κατάλυση & Προστασία του Περιβάλλοντος

Καταλυτικός Μετατροπέας

ΣΤΟΧΟΣ

Μείωση των εκπομπών CO NO_x C_xH_y

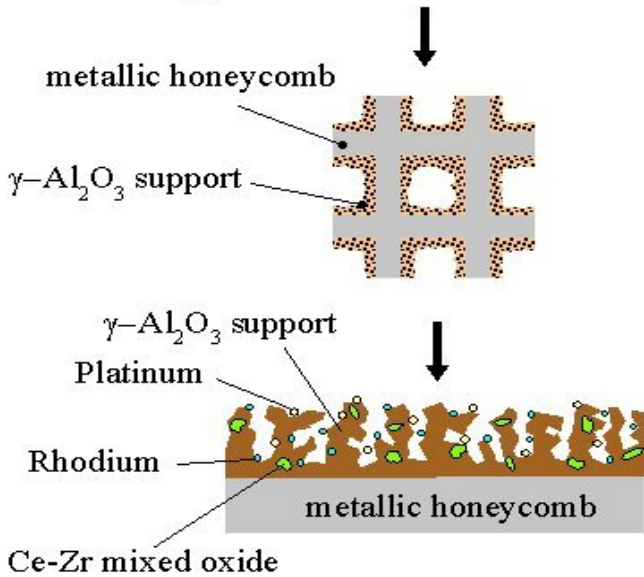
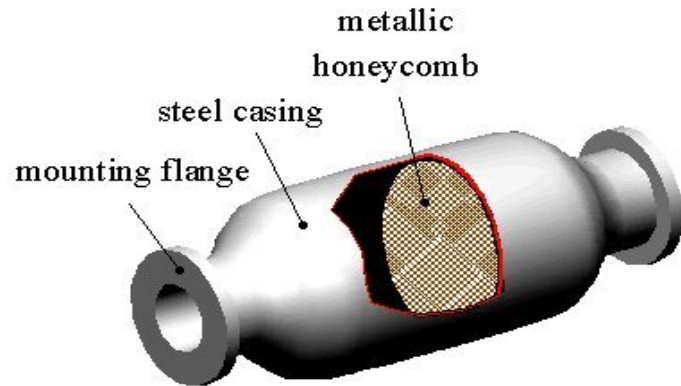


Χρήση καταλυτικού
μετατροπέα
Τριοδικός Καταλύτης

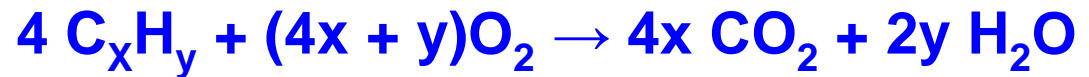


Κατάλυση & Προστασία του Περιβάλλοντος

CATALYTIC CONVERTER

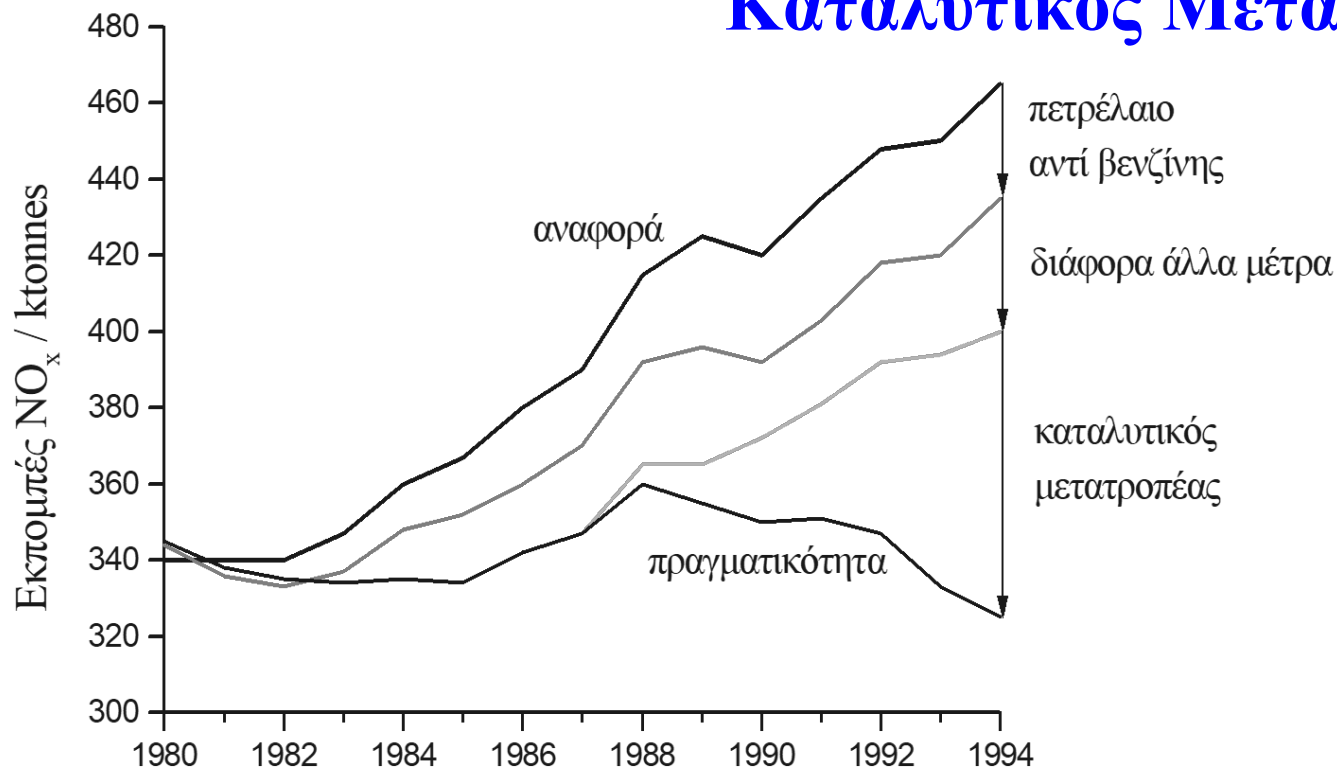


Καταλυτικός Μετατροπείας



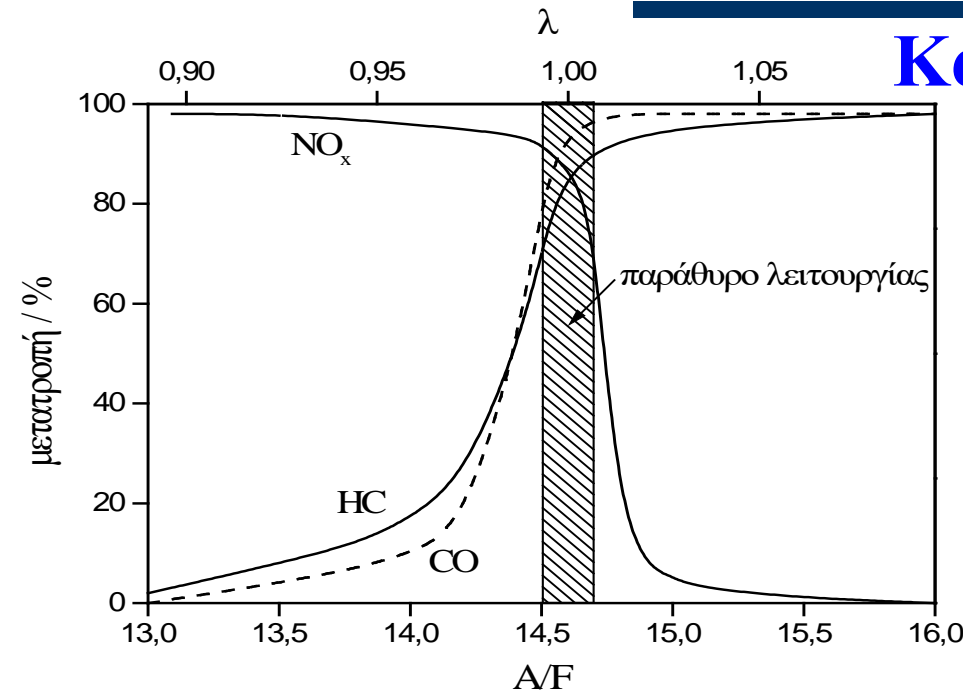
Καταλύτες για την Προστασία του Περιβάλλοντος

Καταλυτικός Μετατροπέας



Καταλύτες για την Προστασία του Περιβάλλοντος και την Παραγωγή Καθαρής Ενέργειας

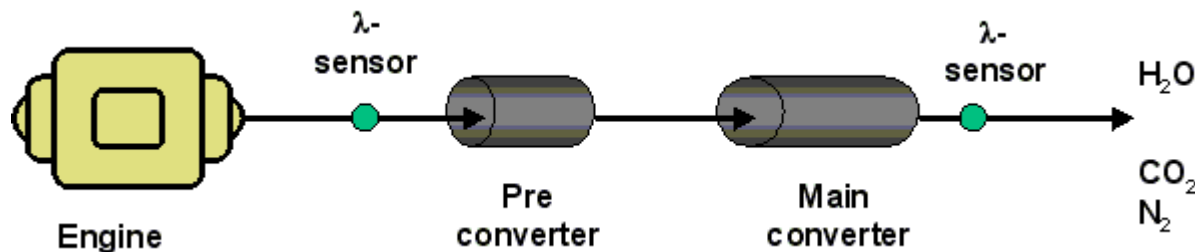
Καταλυτικός Μετατροπέας



ΠΡΟΣΟΧΗ

Η ΣΩΣΤΗ λειτουργία

απαιτεί $\lambda = 1$



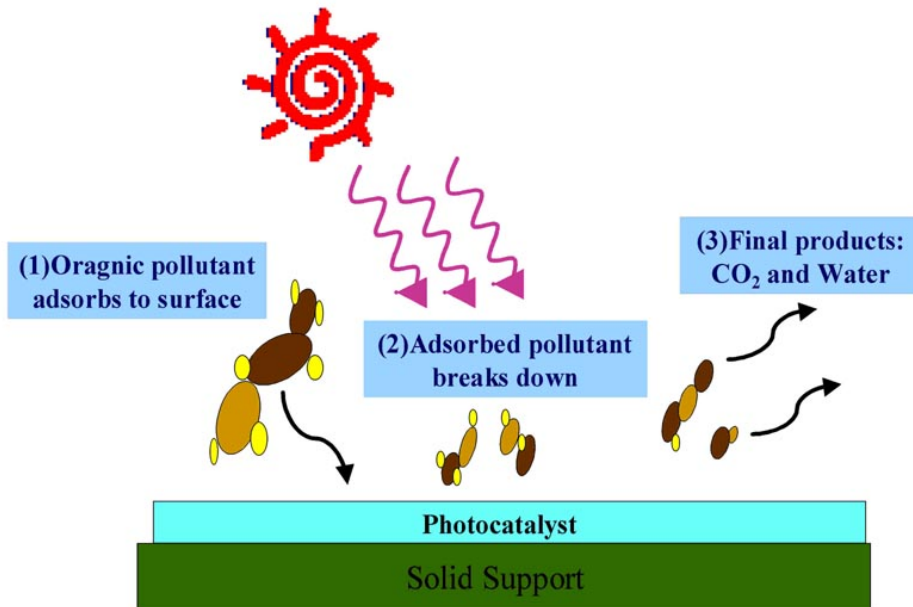
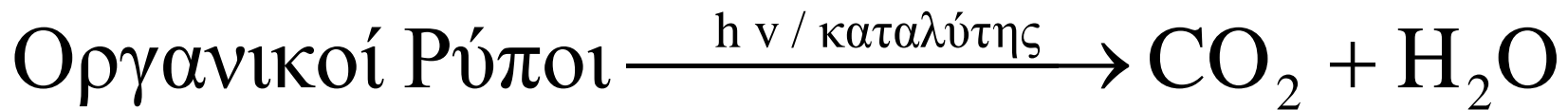
Καταλύτες για την Προστασία του Περιβάλλοντος και την Παραγωγή Καθαρής Ενέργειας

Προδιαγραφές Καταλυτικού Μετατροπέα

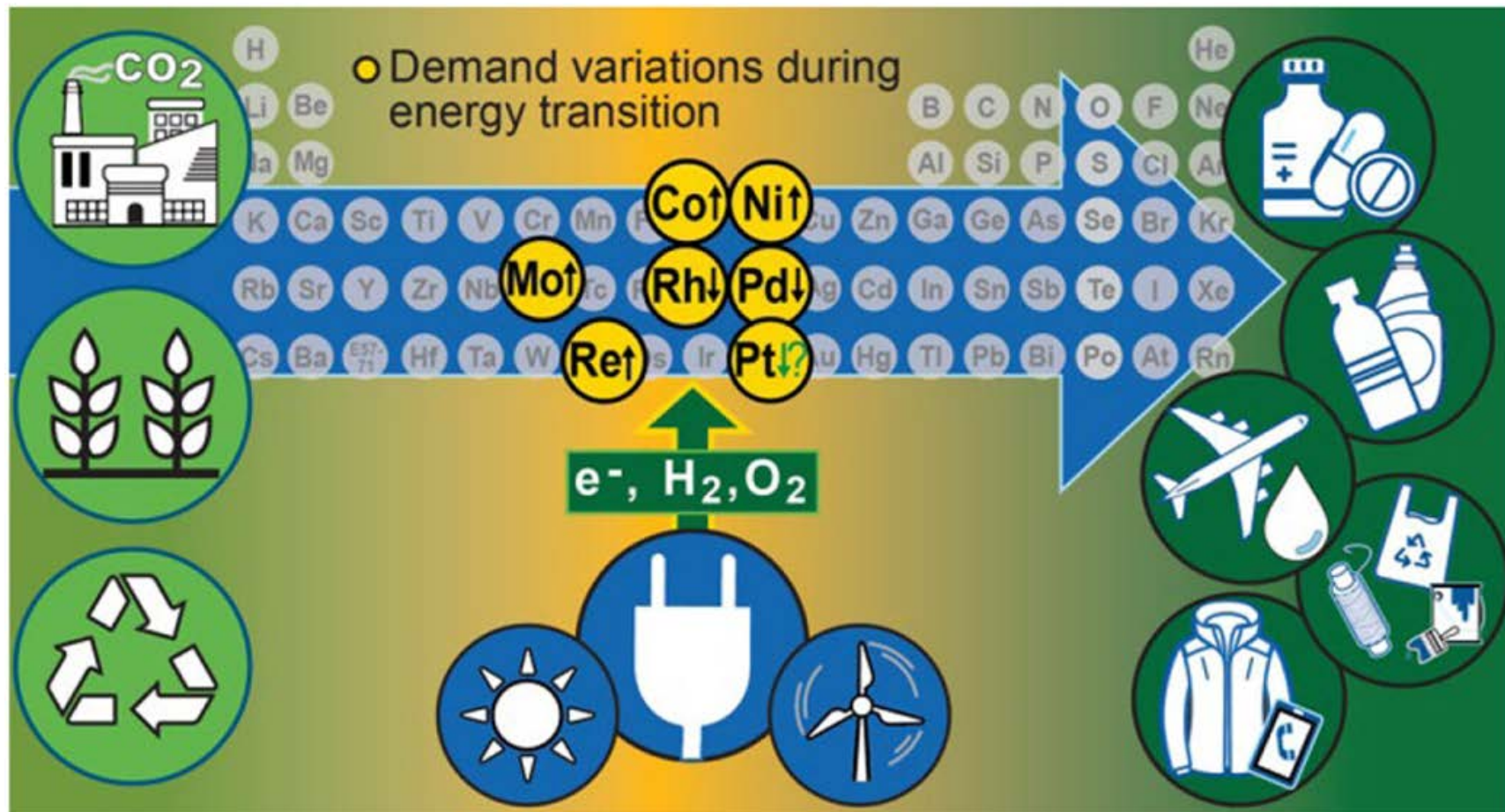
- Καταστροφή των CO, HC και NOx σε ποσοστό μεγαλύτερο του 90%
- Όσο το δυνατόν χαμηλότερη θερμοκρασία έναυσης
- Πολύ δραστικοί (ο χρόνος επαφής με τα καυσαέρια είναι πολύ μικρός (~100-400 ms))
- Ελάχιστη δυνατή πτώση πίεσης
- Καλή μεταφορά θερμότητας (όχι ανάπτυξη υψηλών θερμοκρασιών)
- Παρεμπόδιση σχηματισμού SO₃ και H₂S
- Εύκολη κατασκευή – χαμηλό κόστος
- Δυνατότητα παραγωγής εκατομμυρίων μονάδων ανά έτος
- **Ικανοποιητική απόδοση για περισσότερα από 180.000 χλμ**

Κατάλυση & Προστασία του Περιβάλλοντος

Επεξεργασία Υγρών Αποβλήτων



Αλλαγές στη ζήτηση πρώτων υλών κατά την ενεργειακή μετάβαση



ACS Catal. 2023, 13, 12, 7917–7928