

16^η Ενότητα:

Η «Τρύπα του Όζοντος» I I. Χλωροφθοράνθρακες. Διεθνείς Συνθήκες. Τρόποι Αντιμετώπισης της Βλαβερής Υπεριώδους Ακτινοβολίας UV-B

Στις Ενότητες 15^η και 16^η περιγράφουμε την «Τρύπα του Όζοντος». Στην προηγούμενη 15^η Ενότητα ασχοληθήκαμε με όλα τα προκαταρκτικά, δηλαδή περιγράψαμε όλα όσα είναι απαραίτητα, προκειμένου να γίνει κατανοητό ό,τι έχει σχέση με την «Τρύπα του Όζοντος».

Έτσι, μέχρι τώρα εξηγήσαμε τα εξής:

- Στον Ήλιο μας δημιουργούνται «αστρονομικά» ποσά ενέργειας. Κατά τη διάρκεια κάθε δευτερολέπτου εγκαταλείπει τον Ήλιο ενέργεια που έχει ισχύ ίση με 400 εξάκις εκατομμύρια κιλοβάτ!
- Η ενέργεια αυτή έχει την μορφή της ηλιακής ακτινοβολίας και τη χωρίζουμε ανάλογα με το μήκος κύματός της (και επομένως ανάλογα με την ενέργειά της και επομένως ανάλογα με την επίδρασή της στον άνθρωπο) σε 3 μέρη (βλέπε Πίνακα 7, σελ. 142): Στην υπέρυθρη ακτινοβολία (IR), στην ορατή ηλιακή ακτινοβολία (ηλιακό φως) και στην υπεριώδη ακτινοβολία (UV).
- Η υπεριώδης ακτινοβολία UV (προφέρεται Γιουου Βη από τα αρχικά των Αγγλικών λέξεων Ultra Violet) με μικρό μήκος κύματος και επομένως με μεγάλη ενέργεια είναι προβληματική για τον πλανήτη Γη. Γι' αυτό την υπεριώδη ακτινοβολία τη χωρίζουμε επί πλέον ανάλογα με το μήκος κύματος, δηλαδή ανάλογα με την ενέργειά της και επομένως ανάλογα με τη βιολογική της επίδραση σε τρία περαιτέρω μέρη από τα 3 αρχικά γράμματα του Αγγλικού αλφαβήτου (βλέπε Πίνακα 8, σελ. 144): Την υπεριώδη ακτινοβολία UV-A (Γιουου Βη Έι), την υπεριώδη ακτινοβολία UV-B (Γιουου Βη Μπι) και την υπεριώδη ακτινοβολία UV-C (Γιουου Βη Σι).
- Στον πολύ σημαντικό Πίνακα 8, σελ.144 βλέπουμε για τα 3 μέρη της υπεριώδους ακτινοβολίας UV εκτός από το μήκος κύματός τους την ισχύ α) έξω από τη γήινη ατμόσφαιρα β) επάνω στην επιφάνεια της Γης και γ) τον βαθμό απορρόφησής των από την ατμόσφαιρα της Γης.
- Το πιο επικίνδυνο μέρος της υπεριώδους ακτινοβολίας UV, δηλαδή το UV-C ευτυχώς για την ανθρωπότητα φιλτράρεται κατά 100% από την γήινη ατμόσφαιρα.
- Αν το UV-B μέρος της υπεριώδους ακτινοβολίας που έρχεται από τον Ήλιο έφτανε όλο, δηλαδή αφιλτράριστο επάνω στην επιφάνεια της Γης, τότε αυτό θα είχε καταστροφικές συνέπειες αφού θα έπαυε να υπάρχει κάθε ίχνος ζωής επάνω στον πλανήτη Γη. Συγκεκριμένα αύξηση της UV-B θα είχε επιπτώσεις:
 1. Στον ανθρώπινο οργανισμό: α) στο δέρμα (διάφορα είδη καρκίνων, όπως π. χ, βασικοκυτταρικό καρκίνωμα, ακανθοκυτταρικό καρκίνωμα, κακώθες μελάνωμα) β) στα μάτια (διάφορες μορφές του καταρράκτη) γ) εξασθένηση του ανοσοποιητικού συστήματος.
 2. Στα Φυτά: Οι επιπτώσεις στα φυτά έχουν σαν τελικό αποτέλεσμα την μείωση της συγκομιδής. Μία μείωση της συγκομιδής λόγω αυξημένης UV-B ακτινοβολίας θα μπορούσε όμως να έχει σοβαρές συνέπειες στο πρόβλημα της παγκόσμιας σίτισης.
 3. Στα θαλάσσια οικοσυστήματα: α) μείωση του φυτοπλαγκτόν (λόγω μείωσης της ισχύος της φωτοσύνθεσης, μείωσης του μεταβολισμού

του αζώτου, μείωσης του φωτοτροπισμού, δηλαδή της δυνατότητας να στρέφεται το φυτοπλαγκτόν προς τον Ήλιο) β) καταστροφικές συνέπειες για τα επόμενα επίπεδα της τροφικής αλυσίδας. Έτσι μείωση του φυτοπλαγκτόν (βασικός παραγωγός), έχει σαν αποτέλεσμα τη μείωση του ζωοπλαγκτόν (καταναλωτής πρώτης τάξης) και αυτό μείωση των ψαριών και οστρακοειδών (καταναλωτές δεύτερης τάξης), που δημιουργεί πρόβλημα και στον άνθρωπο στο τέλος της τροφικής αλυσίδας.

- Το ότι το UV-B μέρος της υπεριώδους ακτινοβολίας δεν φτάνει αφιltrάριστο επάνω στην επιφάνεια της Γης (κάτι που θα είχε τις καταστροφικές συνέπειες που περιγράψαμε προηγουμένως), αλλά φιλτράρεται κατά 77% (οπότε φτάνει στην επιφάνεια της Γης μόνο το 23%) δημιουργώντας έτσι κατάλληλες συνθήκες για την ζωή επάνω στη Γη μας, οφείλεται **κυρίως** στο αέριο «**καλό όζον**» που βρίσκεται στην Στρατόσφαιρα και συγκεκριμένα με μέγιστη συγκέντρωση σε ένα ύψος περίπου 20 έως 30 χιλιομέτρων επάνω από την επιφάνεια της Γης.
- Απλοποιημένα μπορούμε να πούμε: 1% λιγότερο «καλό όζον» στην στρατόσφαιρα συνεπάγεται 2% περισσότερη UV-B ακτινοβολία επάνω στην επιφάνεια της Γης και αυτό συνεπάγεται εκτός των άλλων π.χ. τόσο 4% περισσότερους καρκίνους του δέρματος όσο και αύξηση της ασθένειας των ματιών καταρράκτη κατά 0,3 έως 0,6%.
- Αφού το «καλό όζον» που βρίσκεται στην Στρατόσφαιρα είναι τόσο σημαντικό για την εν γένει ζωή επάνω στη Γη, είναι σημαντικό να ξέρουμε, αν κάτι μπορεί να καταστρέψει αυτό το «καλό όζον» της Στρατόσφαιρας
- Στη 10ετία του 1970 3 Επιστήμονες έκρουσαν τον κώδωνα του κινδύνου ενημερώνοντας, ότι οι άνθρωποι έχουν εισαγάγει υλικά στην ατμόσφαιρα, τα οποία είναι σε θέση να μειώσουν το «καλό όζον» που βρίσκεται στην Στρατόσφαιρα και μάλιστα κατονόμασαν την αιτία του κακού.

Όλα όσα αναφέραμε μέχρι τώρα ήταν μία σύντομη περίληψη της 15^{ης} Ενότητας.

Σήμερα θα ασχοληθούμε κατ' αρχάς πιο αναλυτικά με το ερώτημα τι μπορεί να επηρεάσει το όζον της Στρατόσφαιρας. Η μείωση του όζοντος της Στρατόσφαιρας εξαρτάται τόσο από φυσικούς όσο και από ανθρωπογενείς παράγοντες.

Με τους φυσικούς παράγοντες, που επηρεάζουν το όζον της Στρατόσφαιρας, δε θα ασχοληθούμε, αφού ο άνθρωπος δεν μπορεί να τους επηρεάσει. Γι' αυτό στη συνέχεια θα ασχοληθούμε μόνο με τους ανθρωπογενείς παράγοντες.

Ανθρωπογενείς Παράγοντες που μειώνουν το Όζον της Στρατόσφαιρας

Οι χημικές αντιδράσεις, που προκαλούν τη μείωση του όζοντος της Στρατόσφαιρας είναι καταλυτικές. Δηλαδή καταλύτης είναι, όπως εξηγήσαμε και στην 12^η Ενότητα, σελ. 124 μία ουσία, που διευκολύνει μία χημική αντίδραση, από την οποία παράγεται ή μειώνεται μία άλλη ουσία (στην προκειμένη περίπτωση μειώνεται το όζον της Στρατόσφαιρας), δίχως η ποσότητα του καταλύτη να αλλάζει.

Παραδείγματα καταλυτών, που μειώνουν το όζον της Στρατόσφαιρας είναι οξειδία του αζώτου (όπως περιέγραψε ο Crutzen), ή άτομα του χλωρίου ή του φθορίου ή του βρωμίου (όπως περιέγραψαν οι Molina και Rowland). Π.χ. ένα μόνο άτομο χλωρίου είναι σε θέση να καταστρέψει περισσότερες χιλιάδες (!) μόρια όζοντος της Στρατόσφαιρας, πριν αυτό το άτομο χλωρίου μετατραπεί στο σταθερό υδροχλώριο. Η συγκέντρωση του χλωρίου στο κέντρο της «Τρύπας του Όζοντος» επάνω από την Ανταρκτική είναι μέχρι και 500 φορές μεγαλύτερη απ' ότι στην

υπόλοιπη Στρατόσφαιρα. Το βρώμιο είναι 3 έως 5 φορές δραστικότερο απ' ό,τι το χλώριο, διότι το βρώμιο δεν μετατρέπεται αντίστοιχα στο σταθερό υδροβρώμιο.

Για να μειώσει επομένως μία ουσία το όζον της στρατόσφαιρας πρέπει να πληροί δύο προϋποθέσεις. Καταρχάς να φτάσει πρώτα στη στρατόσφαιρα και κατόπιν να δημιουργεί τις ουσίες αυτές όπως π.χ. το χλώριο που μειώνουν το όζον της Στρατόσφαιρας.

Βέβαια υπάρχουν τρόποι ώστε ουσίες, που επηρεάζουν το όζον της Στρατόσφαιρας, να βρεθούν απευθείας στη Στρατόσφαιρα. Παραδείγματα είναι τα οξειδία του αζώτου, που εκπέμπονται από τα υπερηχητικά αεροπλάνα (π.χ. το Concorde, που πετούσε στη Στρατόσφαιρα), από τους πυραύλους και από τις δοκιμές πυρηνικών όπλων στην ατμόσφαιρα. Άλλο παράδειγμα είναι οι ψεκασμοί χλωρίου από τους προωθητήρες των πυραύλων φορέων, που μεταφέρουν δορυφόρους στο διάστημα.

Αν όμως εξαιρέσουμε αυτά τα παραδείγματα, το συντριπτικά μεγαλύτερο μέρος των ουσιών, που καταστρέφουν το όζον της Στρατόσφαιρας και προέρχονται από ανθρώπινες δραστηριότητες, εκπέμπεται κοντά στην επιφάνεια της γης. Όπως όμως έχουμε εξηγήσει περισσότερες φορές, για να φτάσουν αυτές οι ουσίες στο κάτω μέρος της στρατόσφαιρας χρειάζονται εβδομάδες και στο επάνω μέρος της στρατόσφαιρας μέχρι και δεκαετίες. Για να διασπασθούν οι ουσίες αυτές σε αυτά τα άτομα όπως τα άτομα του χλωρίου, που είναι σε θέση να καταστρέψουν τα μόρια του όζοντος της Στρατόσφαιρας, πρέπει να φτάσουν σε ύψη πάνω από 20 χιλιόμετρα, γιατί μόνο εκεί η ηλιακή ακτινοβολία είναι τόσο ισχυρή, όσο απαιτείται για τη διάσπαση των ουσιών και τη δημιουργία ατόμων χλωρίου ή φθορίου ή βρωμίου. Επομένως οι ουσίες αυτές πρέπει:

1. Να είναι χημικώς τελείως αδρανείς, δηλαδή να μην αντιδρούν καθόλου με άλλες ουσίες .
2. Να έχουν διάρκεια ζωής περισσότερων δεκαετιών, ώστε να μπορέσουν να φτάσουν σε ένα ύψος στη Στρατόσφαιρα τουλάχιστον 20 χιλιομέτρων και
3. Να περιέχουν χλώριο, φθόριο ή βρώμιο.

Και πράγματι ο άνθρωπος δημιούργησε μερικές ομάδες τέτοιων ουσιών, που είναι σε θέση να καταστρέψουν ένα μέρος του όζοντος της Στρατόσφαιρας. Δεν θα ήθελα όμως προκειμένου να είναι η περιγραφή πλήρης να Σας «μπερδέψω» με πολλές από αυτές τις ουσίες, γι' αυτό θα ασχοληθούμε με την πάρα πολύ σημαντικότερη ομάδα εξ αυτών δηλαδή με τους λεγόμενους χλωροφθοράνθρακες (στα Αγγλικά CFCs και στα Γερμανικά FCKW).

Στη συνέχεια θα ασχοληθούμε λοιπόν με τις ουσίες αυτές που φτάνουν στη Στρατόσφαιρα και δημιουργούν τις προϋποθέσεις που καταστρέφουν το όζον της Στρατόσφαιρας. Επειδή, όπως θα αναφέρουμε στη συνέχεια, υπάρχουν διεθνείς συνθήκες, βάσει των οποίων η παραγωγή και χρήση της μιας ή της άλλης ουσίας έχει ήδη απαγορευτεί, όσα θα αναφέρουμε περιγράφουν την κατάσταση πριν την εφαρμογή των διεθνών συνθηκών, δηλαδή πριν το 1990. Αυτό βέβαια είναι απαραίτητο, διότι διαφορετικά δεν μπορεί να γίνει αντιληπτό, το πώς φτάσαμε στην «Τρύπα του Όζοντος».

Χλωροφθοράνθρακες

Στα Ελληνικά οι χλωροφθοράνθρακες είναι περισσότερο γνωστοί ως Freon από το εμπορικό όνομα που τους έδωσε η εταιρεία Du Pont. Οι χλωροφθοράνθρακες ανακαλύφθηκαν εργαστηριακά το 1892 από τον Swarts στο Βέλγιο. Το 1929 ο Midgley (General Motors, USA) ανακάλυψε τα ψυκτικά υλικά Freon11 και Freon12, των οποίων η βιομηχανική παραγωγή άρχισε το 1930.

Όταν ανακαλύφθηκαν οι χλωροφθοράνθρακες θεωρήθηκαν «θαυματοουργά υλικά», που ήταν φιλικά προς το Περιβάλλον, δίχως να δημιουργούν προβλήματα στην υγεία του ανθρώπου. Πώς άλλωστε να μην θεωρηθούν «θαυματοουργά υλικά» αφού, ανάλογα με τον χλωροφθοράνθρακα, διέθεταν τις εξής ιδιότητες: Άοσμοι, άγευστοι, μη αναφλέξιμοι, μη τοξικοί, χημικώς αδρανείς, τα καλύτερα ψυκτικά, καλοί διαλύτες, κακοί αγωγοί της θερμότητας, φθηνότεροι από οποιαδήποτε άλλα συγκρίσιμα υλικά, παρασκευαζόμενα μεν από πρώτες ύλες αλλά και ενδιάμεσα προϊόντα της χημικής βιομηχανίας, που αν δεν χρησιμοποιούνταν για την παραγωγή των χλωροφθορανθράκων, η διαχείριση τους θα αποτελούσε πρόβλημα για αυτήν. Με αυτές τις ιδιότητες οι χλωροφθοράνθρακες βρήκαν γρήγορα μια σειρά εφαρμογών τις σπουδαιότερες των οποίων θα περιγράψουμε.

α) Προωθητικά Αέρια σε Σπρέι

Όταν ένα αέριο έχει τις ιδιότητες των χλωροφθορανθράκων, είναι ό,τι καλύτερο για προωθητικό αέριο ουσιών, που χρησιμοποιούνται σε σπρέι για τη σωματική υγιεινή, στα νοικοκυριά, στην περιποίηση των αυτοκινήτων κ.λπ. Έτσι χρησιμοποιήθηκαν σε εκατοντάδες χιλιάδες τόνους τα Freon11, Freon12 και Freon114..

Μετά τις προειδοποιήσεις των Molina και Rowland την δεκαετία του 1970 (βλέπε 15^η Ενότητα, σελ. 148) για τις αρνητικές επιπτώσεις που έχουν οι χλωροφθοράνθρακες στο όζον της Στρατόσφαιρας, σε πολλές χώρες (π.χ. ΗΠΑ, Καναδάς, Σουηδία κ.α.) έπαψαν να χρησιμοποιούνται οι παραπάνω χλωροφθοράνθρακες. Αυτό όμως δεν σημαίνει ότι μειώθηκε η παραγωγή τους, αντίθετα αυξήθηκε, διότι χρησιμοποιήθηκαν σε άλλους τομείς. Όταν οι χλωροφθοράνθρακες χρησιμοποιούνται σαν προωθητικά αέρια, έχουν το αρνητικό χαρακτηριστικό, ότι όλη η χρησιμοποιούμενη ποσότητα καταλήγει απευθείας στην ατμόσφαιρα έχοντας έτσι την δυνατότητα να φτάσουν μέχρι την Στρατόσφαιρα.

β) Ψυκτικά και Κλιματισμός

Οι χλωροφθοράνθρακες είναι τα ιδανικά υλικά για ψύξη. Έτσι χρησιμοποιήθηκαν τα Freon11, Freon12 και Freon22 σε διάφορες εφαρμογές, όπως π.χ. ψυγεία για χρήση οικιακή, εμπορική, βιομηχανική και σε μεταφορές. Επίσης χρησιμοποιήθηκαν και σε εγκαταστάσεις κλιματισμού, τόσο σε κτήρια, όσο και σε μεταφορικά μέσα. Αν λάβουμε υπόψη ότι σε μία χώρα όπως π.χ. η Γερμανία κατασκευάζονται ετησίως περίπου 3 εκατομμύρια ψυγεία οικιακής χρήσης και αποσύρονται περίπου 2,7 εκατομμύρια, αντιλαμβανόμαστε το εξής πρόβλημα: Το ψυκτικό, που χρησιμοποιήθηκε για τα ψυγεία αυτά ήταν σχεδόν αποκλειστικά το Freon12. Και να μεν οι διεθνείς συνθήκες απαγόρευσαν την παραγωγή και χρήση του Freon12, τι θα γίνει όμως με αυτό όταν, μετά από δεκαετίες χρήσης των ψυγείων, αυτά θα αποσύρονται, **αν δεν ληφθούν μέτρα για την σωστή διάθεσή τους;**

γ) Διαλυτικές Ουσίες και Μέσα Καθαρισμού

Το Freon 113 χρησιμοποιήθηκε σαν διαλυτικό στην επεξεργασία επιφανειών σε διάφορους τομείς και κυρίως στην ηλεκτρονική, στην ηλεκτρολογία και στην οπτική. Αυτό συνέβη για περισσότερους λόγους, κυρίως όμως διότι διαλύει έλαια και λάπη, δεν προσβάλλει τις επιφάνειες, π.χ. όταν καθαρίζει πλατίνες, και εξατμίζεται, δίχως να αφήνει κατάλοιπα. Κατ' αυτή τη χρήση σχεδόν όλο το Freon113 καταλήγει στην ατμόσφαιρα. Το Freon11 και Freon113 χρησιμοποιήθηκαν στον καθαρισμό ρούχων. 20% περίπου των καθαριστηρίων χρησιμοποιούσαν αυτούς τους χλωροφθοράνθρακες.

δ) Αφρώδη Πλαστικά

Οι χλωροφθοράνθρακες χρησιμοποιήθηκαν για την παραγωγή αφρωδών πλαστικών, δηλαδή πλαστικών που έχουν σε σχέση με το βάρος τους μεγάλο όγκο, όπως π.χ. πολυουρεθάνη και πολυστηρόλη.

Το Freon11 χρησιμοποιήθηκε στην παραγωγή τόσο σκληρής πολυουρεθάνης (π.χ. για θερμική μόνωση στην κατασκευή κτηρίων), όσο και μαλακής (π.χ. για ταπετσαρίες στη βιομηχανία επίπλων, στρωμάτων και αυτοκινήτων). Στην πρώτη περίπτωση το Freon11 μένει μέσα στο υλικό και στη δεύτερη ελευθερώνεται γρήγορα στην ατμόσφαιρα.

Το Freon12 χρησιμοποιήθηκε στην παραγωγή σκληρής πολυστερόλης (Styrodur). Περίπου το ένα τρίτο του Freon12 ελευθερώνεται κατά τη διάρκεια της παραγωγής στην ατμόσφαιρα.

Διεθνείς Συνθήκες

Προβλήματα του Περιβάλλοντος με παγκόσμιο χαρακτήρα όπως π.χ. η «Τρύπα του Όζοντος» μπορούν να αντιμετωπιστούν αποτελεσματικά μόνο με νομικά δεσμευτικές διεθνείς συμφωνίες. Δραστηριότητες μεμονωμένων κρατών είναι βέβαια πολύ σημαντικές, όμως δεν μπορούν να λύσουν ριζικά το πρόβλημα.

Οι προειδοποιήσεις των Molina και Rowland το 1974 για την επικινδυνότητα των χλωροφθορανθράκων ως προς τη μείωση του όζοντος της Στρατόσφαιρας οδήγησαν στη μείωση της χρήσης των χλωροφθορανθράκων ως προωθητικών αερίων (σπρέι) στις Η.Π.Α. και ορισμένες σκανδιναβικές χώρες. Αυτό οδήγησε στη μείωση της εκπομπής των χλωροφθορανθράκων μέχρι τις αρχές της δεκαετίας του 1980, αλλά αυξήθηκε πάλι θεαματικά τα επόμενα χρόνια.

Έτσι από τις αρχές της δεκαετίας του 1980 έγιναν πολλές προσπάθειες παράλληλα με τα μέτρα στις λίγες μόνο χώρες, που προαναφέραμε, να περιοριστούν οι εκπομπές των χλωροφθορανθράκων σε διεθνές επίπεδο.

Καταρχάς υπογράφηκε στη Βιέννη της Αυστρίας το Μάρτιο του 1985 από 21 χώρες (μεταξύ αυτών και η Ελλάδα) η «Συμφωνία για την Προστασία της Στοιβάδας του Όζοντος», η οποία τέθηκε σε ισχύ το Σεπτέμβριο του 1988. Το κείμενο της συμφωνίας αυτής ήταν αρκετά «ήπιο».

Στο διάστημα όμως, που ακολούθησε από το 1985 και μετά, τα τραγικά νέα για την «Τρύπα του Όζοντος» καθώς και η έντονη επιστημονική και δημόσια συζήτηση γύρω από το όλο θέμα οδήγησαν σε εσπευσμένες και σοβαρές αποφάσεις. Έτσι στη Διάσκεψη των συμβαλλομένων χωρών της συμφωνίας της Βιέννης, που έγινε στο Μόντρεαλ του Καναδά το Σεπτέμβριο του 1987, υπογράφηκε το περίφημο «**Πρωτόκολλο του Μόντρεαλ**». Το Πρωτόκολλο του Μόντρεαλ έγινε δεσμευτικό βάσει του διεθνούς δικαίου τον Ιανουάριο του 1989. Προέβλεπε κυρίως τη σταδιακή μείωση 5 χλωροφθορανθράκων και μερικών από τις άλλες ουσίες που καταστρέφουν το όζον της Στρατόσφαιρας και με τις οποίες εμείς για λόγους απλότητας δεν ασχοληθήκαμε.

Η πρώτη εκδοχή του Πρωτοκόλλου του Μόντρεαλ δεν ήταν επαρκής. Πλην όμως προέβλεπε μία συνεχή επανεξέταση των ρυθμίσεων, που αυτό περιείχε, από τα συμβαλλόμενα κράτη. Τα μέτρα, που είχαν ληφθεί θα μπορούσαν να επανεξεταστούν βάσει πληροφοριών, που θα υπήρχαν από την Επιστήμη, την Τεχνολογία και την Οικονομία. Έτσι χρειάστηκαν περαιτέρω Πρωτόκολλα δηλαδή το Πρωτόκολλο του Λονδίνου (1990), της Κοπεγχάγης (1992), της Βιέννης (1995), ένα επιπλέον του Μόντρεαλ (1997), του Πεκίνου(1999)... Τα Πρωτόκολλα αυτά ρύθμισαν την παραγωγή όλων των ουσιών, που έχουν σχέση με την καταστροφή της στοιβάδας του όζοντος της Στρατόσφαιρας.

Η αξία του Πρωτοκόλλου του Μόντρεαλ σαν μία από τις πρώτες παγκόσμιες συμφωνίες για την προστασία του Περιβάλλοντος, καθώς και των επομένων Πρωτοκόλλων, γίνεται κατανοητή από τα επόμενα δύο Σχήματα.

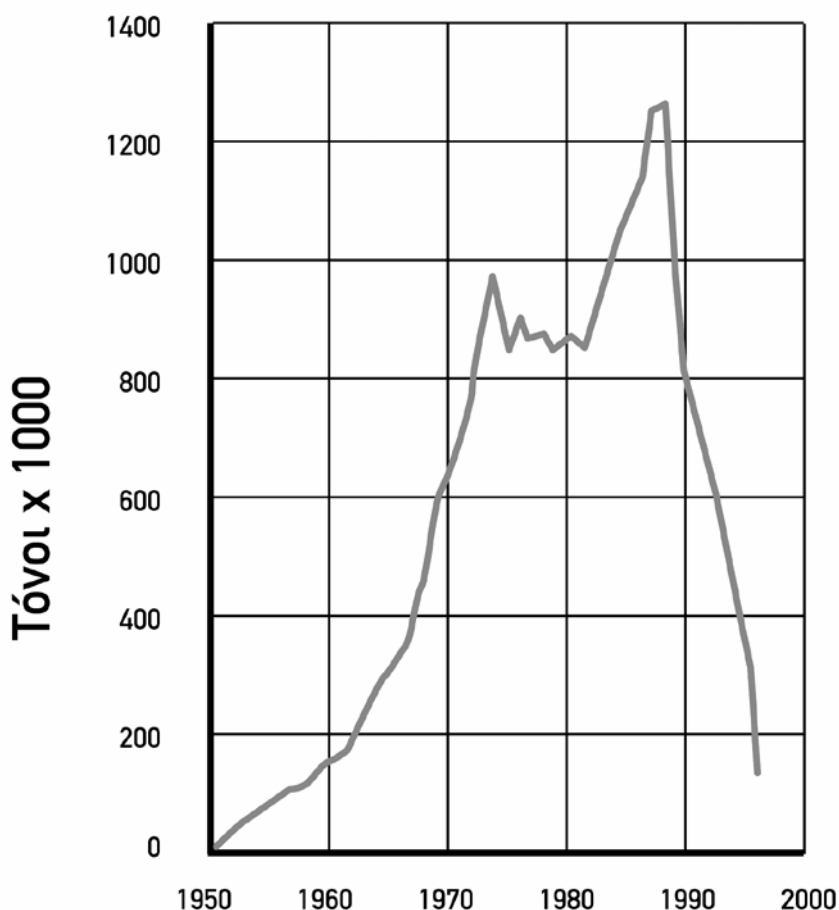
Στο Σχήμα 16, σελ.157 βλέπουμε τη χρονική εξέλιξη της παγκόσμιας ετήσιας παραγωγής των χλωροφθορανθράκων. Από το Σχήμα 16, σελ.157 προκύπτει ότι η

παραγωγή των χλωροφθορανθράκων το 1996 είχε πέσει κάτω από την παραγωγή του 1960.

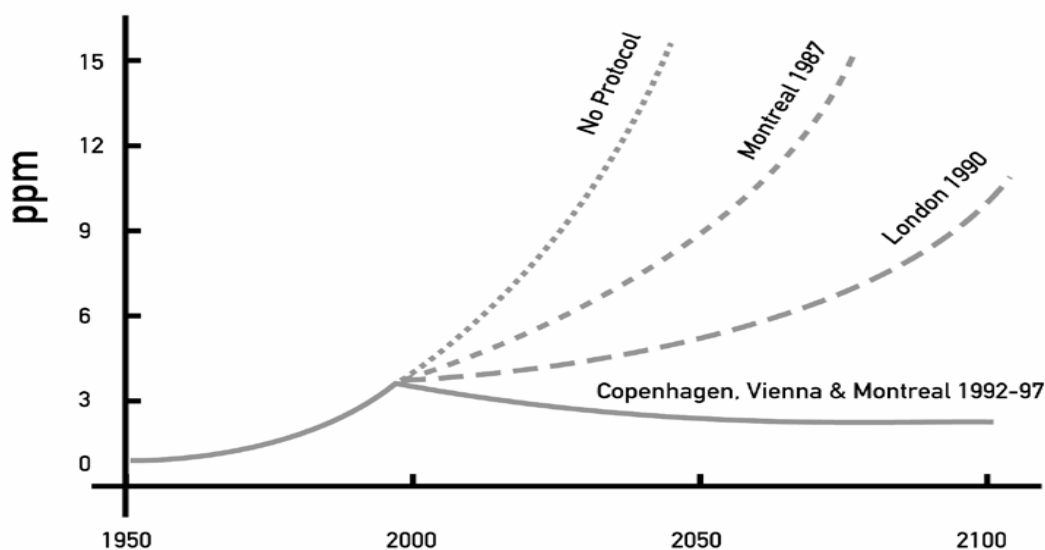
Στο Σχήμα 17, σελ.158 βλέπουμε τη χρονική εξέλιξη της συγκέντρωσης του χλωρίου και βρωμίου στη Στρατόσφαιρα, που είναι σε θέση να καταστρέψουν μέρος του όζοντος της Στρατόσφαιρας.

Οι 4 καμπύλες αποδίδουν τη σημασία των πρωτοκόλλων του Μόντρεαλ (1987), του Λονδίνου (1990), της Κοπεγχάγης, Βιέννης και Μόντρεαλ (1992-1997) στη μείωση του χλωρίου και βρωμίου στη Στρατόσφαιρα, εάν βεβαίως τηρηθούν τα πρωτόκολλα αυτά.

Και το μέλλον; Μάλλον καθησυχαστικό, αφού ο ίδιος ο Paul Crutzen που όπως προαναφέραμε το 1995 πήρε το βραβείο Νόμπελ Χημείας για τις μελέτες του γύρω από το πρόβλημα της «Τρύπας του Όζοντος», δήλωσε, ότι αν τηρηθούν οι δεσμεύσεις έναντι των διεθνών συνθηκών σε μία 50ετία μπορεί να γίνει η αποκατάσταση του όζοντος της Στρατόσφαιρας σε επίπεδα, όπως πριν ο άνθρωπος αρχίσει να το καταστρέφει. Αυτό όμως αν τηρηθούν οι δεσμεύσεις, διαφορετικά ίσως περιμένουμε ως το 2100.



Σχήμα 16: Παγκόσμια Παραγωγή Χλωροφθορανθράκων από το 1950 έως το 1996



Σχήμα 17: Συγκέντρωση ατόμων χλωρίου και βρωμίου στη Στρατόσφαιρα (1950-2001) χωρίς και με τα Πρωτόκολλα του Μόντρεαλ (1987), του Λονδίνου (1990), της Κοπεγχάγης, Βιέννης και Μόντρεαλ (1992-97) αν τηρηθούν αυτά.

Τρόποι Αντιμετώπισης της Βλαβερής Υπεριώδους Ακτινοβολίας UV-B

Όπως αναφέραμε προηγουμένως, μέχρι το 2050 ή το πολύ μέχρι το 2100 αν τηρηθούν οι διεθνείς συνθήκες, το όζον της Στρατόσφαιρας θα έχει τις ίδιες τιμές, όπως πριν τη χρήση των χλωροφθορανθράκων.

Έτσι τίθεται όμως το ερώτημα πώς πρέπει να συμπεριφερθούμε μέχρι τότε δηλαδή μέχρι τουλάχιστο το 2050; Υπάρχουν 2 τρόποι σωστής συμπεριφοράς:

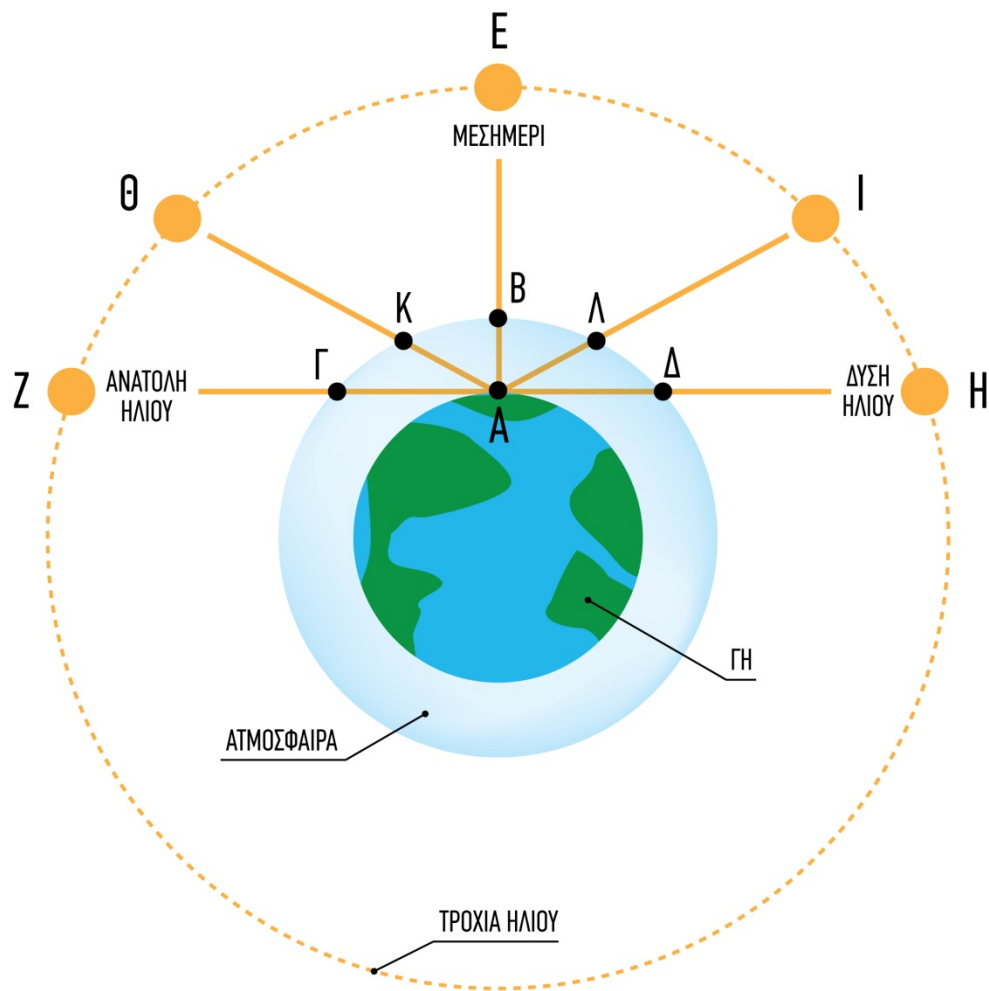
Ο 1ος τρόπος είναι ο **άμεσος**, δηλαδή να αποφεύγουμε να δεχόμαστε μεγάλες δόσεις της βλαβερής υπεριώδους ακτινοβολίας B του Ήλιου. Αυτό το επιτυγχάνουμε με περισσότερους τρόπους όπως:

- Να αποφεύγουμε να κάνουμε μπάνιο και εν γένει να εκτιθέμεθα στον Ήλιο τις μεσημεριανές ώρες το καλοκαίρι μεταφέροντας την ώρα αυτών των ενεργειών μας όσο γίνεται προς τις πρωινές ή απογευματινές ώρες. Στο Σχήμα 16 α, σελ. 160 Σας εξηγώ γιατί είναι τόσο σημαντικός αυτός ο κανόνας. Στο Σχήμα 16 α βλέπουμε τη Γη μας (με πράσινο και βαθύ μπλε χρώμα), την ατμόσφαιρά της (με ανοιχτό μπλε χρώμα) και τον Ήλιο μας (με πορτοκαλί χρώμα) με την τροχιά του. Είναι φανερό, ότι οι αναλογίες μεγεθών (Ήλιου, Γης και ατμόσφαιρας) ή αποστάσεων (Ήλιου, Γης)

είναι προκειμένου να είναι το Σχήμα ευανάγνωστο παραποιημένες. Εάν π.χ. σε ένα φύλλο χαρτιού παριστάναμε το μέγεθος του Ήλιου, τότε η Γη μας θα ήταν πολύ λιγότερο από μία τελεία. Παρ' όλα αυτά το Σχήμα 16 α είναι μία πολύ κατάλληλη δυνατότητα να εξηγήσουμε γιατί δεν πρέπει να εκτιθέμεθα στον Ήλιο περίπου το μεσημέρι. Έστω λοιπόν, ότι βρισκόμαστε στο Σημείο Α της Γης και ότι ο Ήλιος, όταν ανατέλλει είναι στο Σημείο Ζ και όταν δύει στο Σημείο Η. Όπως εξηγήσαμε όμως ένα μεγάλο μέρος της επικίνδυνης UV-B ακτινοβολίας του Ήλιου (το 77%) φιλτράρεται από την ατμόσφαιρα της Γης. Όταν λοιπόν είναι μεσημέρι και ο Ήλιος βρίσκεται στο σημείο Ε, η διαδρομή της ηλιακής ακτινοβολίας μέσα από την ατμόσφαιρα είναι η ΑΒ και είναι ελάχιστη σε σύγκριση με την οποιαδήποτε άλλη ώρα της ημέρας. Έτσι κατά την ανατολή (σημείο Ζ) και δύση (σημείο Η) του Ηλίου η διαδρομή της ηλιακής ακτινοβολίας μέσα από την ατμόσφαιρα είναι η ΑΓ και ΑΔ αντίστοιχα και είναι μέγιστη. Όσο μεγαλύτερο όμως είναι το διάστημα στην ατμόσφαιρα, που διανύει η υπεριώδης ακτινοβολία UV-B του Ήλιου, τόσο μεγαλύτερο είναι το φιλτράρισμα της υπεριώδους ακτινοβολίας UV-B του Ήλιου, οπότε τόσο λιγότερη είναι υπεριώδης ακτινοβολία UV-B του Ήλιου που φτάνει στη Γη. Αντίστοιχα όσο πιο πριν ή μετά το μεσημέρι (θέσεις του Ήλιου Θ ή Ι) εκτιθέμεθα στον Ήλιο, τόσο μεγαλύτερη είναι η διαδρομή της ηλιακής ακτινοβολίας μέσα από την ατμόσφαιρα (ΑΚ ή ΑΛ) σε σύγκριση με το μεσημέρι (ΑΒ) και επομένως τόσο μεγαλύτερο είναι το φιλτράρισμα της υπεριώδους ακτινοβολίας UV-B του Ήλιου, οπότε τόσο λιγότερη είναι η υπεριώδης ακτινοβολία UV-B του Ήλιου που φτάνει στη Γη.

- Να χρησιμοποιούμε κατάλληλες αντηλιακές κρέμες με υψηλό δείκτη προστασίας.
- Να φοράμε κατάλληλα γυαλιά Ηλίου και να μην αφήνουμε μεγάλο μέρος του σώματός μας εκτεθειμένο στον Ήλιο το καλοκαίρι.
- Τέλος να μην ξεχνάμε να πηγαίνουμε στο Δερματολόγο, όταν παρατηρούμε αλλαγές στο δέρμα μας.

Ο 2ος τρόπος είναι ο **έμμεσος**, δηλαδή να περιορίσουμε τη χρήση των ουσιών που καταστρέφουν τη στοιβάδα του όζοντος. Αυτό το επιτυγχάνουμε με περισσότερους τρόπους όπως: Να επιλέγουμε υλικά που αναφέρουν ότι προστατεύουν τη στοιβάδα του όζοντος. Να μη πετάμε σε ανεξέλεγκτες χωματερές παλιά ψυγεία των οποίων το ψυκτικό είναι σίγουρα ένας χλωροφθοράνθρακας, ο οποίος έτσι θα καταλήξει στην ατμόσφαιρα συνεχίζοντας την καταστροφή της στοιβάδας του όζοντος.



Σχήμα 16α: Γη, Ατμόσφαιρα και Τροχιά του Ήλιου.

Ίσως βέβαια διερωτηθείτε με τι υλικά αντικαταστάθηκαν οι χλωροφθοράνθρακες και τα λοιπά υλικά που καταστρέφουν το όζον της Στρατόσφαιρας (που εμείς για λόγους απλότητας δεν αναφέραμε) και γιατί δεν χρησιμοποιήθηκαν από την αρχή;

Κατ' αρχάς οι χλωροφθοράνθρακες θεωρήθηκαν «θαυματοουργά υλικά» και ήταν πράγματι τέτοια. Μόνο πολύ αργότερα έγινε κατανοητό, ότι είχαν μία πολύ αρνητική ιδιότητα, δηλαδή να καταστρέφουν ένα μέρος του «καλού όζοντος» της Στρατόσφαιρας.

Όταν όμως απαγορεύτηκε η χρήση τους μετά από ένα συγκεκριμένο χρονικό διαστήματος (μέχρι να μπορούν να ανακαλυφτούν τα νέα υλικά), η Έρευνα, η Επιστήμη και η Βιομηχανία απέδειξαν, ότι μπορούν να λύνουν προβλήματα!