

## Διοξείδιο του άνθρακα – βασικές πληροφορίες

Μεταφρασμένο από την Παρασκευή Θάνου (Paraskevi Thanou)

Οι πληροφορίες αυτές παραχωρήθηκαν στα γερμανικά από τον Καθηγητή Walter Jansen του προγράμματος Chemol και προσαρμόστηκαν από τη Marlene Rau και τον Andrew Brown.

### Χημεία

Το διοξείδιο του άνθρακα ( $\text{CO}_2$ , σχετική μοριακή μάζα 44,01) είναι ένα άχρωμο, άοσμο αέριο που δεν καίγεται. Έχει πυκνότητα 1,977 g/l (στους 0 °C) και σημείο τήξης -57 °C σε πίεση 5,185 bar. Το υγρό διοξείδιο του άνθρακα χρησιμοποιείται συχνά στους πυροσβεστήρες. Κάτω από υψηλή πίεση, χρησιμοποιείται επίσης για την εκχύλιση φυσικών υλικών. Η καφεΐνη, για παράδειγμα, απομακρύνεται από τον καφέ σχεδόν αποκλειστικά χρησιμοποιώντας αυτή τη συμπιεσμένη μορφή του αερίου.

Η διαλυτότητα του διοξειδίου του άνθρακα αυξάνεται αυξανόμενης της πίεσης: 100 μέρη νερού διαλύουν 171 μέρη όγκου  $\text{CO}_2$  στους 0 °C, 119 στους 10 °C, 88 στους 20 °C, 75,7 στους 25 °C και 27 στους 60 °C. Για παράδειγμα, περίπου 1 l αερίου  $\text{CO}_2$  διαλύεται σε 1 l νερού (σε θερμοκρασία δωματίου) σε πίεση 1 bar (συνήθη ατμοσφαιρική πίεση), 2 l  $\text{CO}_2$  σε 2 bar, 3 l σε 3 bar, και 4 l σε 4 bar. Το υδατικό διάλυμα είναι ελαφρώς όξινο, γιατί 0,1 % των μορίων του διαλυμένου διοξειδίου του άνθρακα αντιδρούν με το νερό σχηματίζοντας ανθρακικό οξύ. Η οξύτητά του θα αλλάξει το μπλε χρώμα ενός εκχυλίσματος από παντζάρι σε ελαφρώς κόκκινο, ενώ είναι επίσης εμφανής από την ξινή του γεύση.

### Φυσιολογική σημασία

Ως η ενεργειακά πιο σταθερή μορφή του άνθρακα, το διοξείδιο του άνθρακα είναι ένα σημαντικό συστατικό στον κύκλο του άνθρακα στη φύση. Μετά την απορρόφησή του από την ατμόσφαιρα, το διοξείδιο του άνθρακα αντιδρά με το νερό χρησιμοποιώντας την ενέργεια του ήλιου κατά τη διάρκεια της φωτοσύνθεσης στα φυτά. Αυτό μετατρέπει το διοξείδιο του άνθρακα στους πλούσιους ενεργειακά υδατάνθρακες και συνοδεύεται από απελευθέρωση οξυγόνου. Οι υδατάνθρακες προσλαμβάνονται από τα ζώα ως υποστρώματα για το μεταβολισμό που τους προμηθεύουν ενέργεια. Σε αυτά, είτε μετατρέπονται σε βιομάζα είτε αποσυντίθενται προς διοξείδιο του άνθρακα και νερό μέσω της αναπνοής, με αποτέλεσμα το παραγόμενο διοξείδιο του άνθρακα να απελευθερώνεται στον περιβάλλοντα αέρα. Από την αναλογία του οξυγόνου που προσλαμβάνεται προς το διοξείδιο του άνθρακα που απελευθερώνεται, μπορείτε να υπολογίσετε το βασικό ρυθμό μεταβολισμού ενός ζώου. Τα νεκρά ζώα ή φυτά απελευθερώνουν επίσης διοξείδιο του άνθρακα κατά την αερόβια αποικοδόμησή τους, το οποίο καταλήγει στην ατμόσφαιρα ή σε υδατικό διάλυμα.

Το αέριο διοξείδιο του άνθρακα δεν είναι δηλητηριώδες (η μέγιστη επιτρεπτή συγκέντρωση στο χώρο εργασίας είναι 9000 mg/m<sup>3</sup>). Στο σώμα, σχετικά μεγάλες ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα διακινούνται συνεχώς (στο φλεβικό αίμα, 50-60% κ.ο.), από τις οποίες περισσότερα από 700 g (περισσότερα από 350 l) εκπνέονται

---

Βοηθητικό υλικό για:

Walsh, E (2012) Διασκέδαση με αφρούς: το  $\text{CO}_2$  στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση. *Science in School* 20. [www.scienceinschool.org/2011/issue20/co2/greek](http://www.scienceinschool.org/2011/issue20/co2/greek)

καθημερινά. Ωστόσο, σε μεγαλύτερες ποσότητες μπορεί να προκαλέσει ασφυξία, γιατί αντικαθιστά το οξυγόνο. Το ανθρώπινο σώμα μπορεί να αντέξει έως 2.5 % κ.ο. διοξείδιο του άνθρακα στην ατμόσφαιρα χωρίς σοβαρή βλάβη, ακόμα και όταν το εισπνέει για ώρες. Ποσότητες 8–10 % κ.ο. όμως οδηγούν σε πονοκεφάλους, ζαλάδες, αυξημένη πίεση του αίματος και αναταραχή, μεγαλύτερες από 10 % κ.ο. σε λιποθυμία, σπασμούς και χαμηλή πίεση του αίματος και μεγαλύτερες από 15 % κ.ο. σε παράλυση. Η εισπνοή πολύ υψηλών συγκεντρώσεων – όπως αυτές που υπάρχουν στη βάση μερικών υπογείων όπου γίνονται ζυμώσεις ή σπηλαίων (το διοξείδιο του άνθρακα είναι βαρύτερο από τον αέρα) – γρήγορα οδηγεί στο θάνατο, αν δεν μπορεί να παροχετευτεί οξυγόνο γρήγορα.

## Ανίχνευση

Το διοξείδιο του άνθρακα μπορεί να ανιχνευθεί με τη χρήση ασβεστόνερου ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ): το αέριο το θολώνει εξαιτίας του σχηματισμού ιζήματος ανθρακικού ασβεστίου ( $\text{CaCO}_3$ ). Ποσοτικές μετρήσεις μπορούν να γίνουν μέσω της αντίδρασης ενός αερίου που περιέχει διοξείδιο του άνθρακα με γνωστή ποσότητα υδροξειδίου του καλίου (KOH) ή με τη χρήση οργάνων ανάλυσης αερίων.

## Εμφάνιση

Ο ελεύθερος ατμοσφαιρικός αέρας περιέχει περίπου 0,0388 % κ.ο. διοξείδιο του άνθρακα – περίπου  $75 \times 10^{10}$  τόνους, ενώ στους ωκεανούς υπάρχει σε ποσότητα περίπου 50 φορές μεγαλύτερη ( $38 \times 10^{12}$  τόνοι – μερικώς διαλυμένο και μερικώς με τη μορφή ανθρακικών ή όξινων ανθρακικών ιόντων). Στα κενά μεταξύ των σωματιδίων του χώματος που αποτελείται από οργανική ύλη (humus), η συγκέντρωση του διοξειδίου του άνθρακα λόγω της δράσης των βακτηρίων που αποικοδομούν την κυτταρίνη μπορεί να φτάσει το 7 % κ.ο. (ο αέρας στο φυσιολογικό χώμα περιέχει 0,4–1,4 % κ.ο.). Ο αέρας που εκπνέεται από τους ανθρώπους περιέχει περίπου 4 % κ.ο. διοξειδίου του άνθρακα.

Σε μερικές περιοχές, εκλύεται αέριο διοξείδιο του άνθρακα από το έδαφος. Για παράδειγμα, ο αέρας στη *Grotta del Cane* (Σπηλιά του Σκύλου) κοντά στη Νάπολη, Ιταλία, περιέχει περίπου 70 % κ.ο. διοξείδιο του άνθρακα, 24 % κ.ο. άζωτο και 6 % κ.ο. οξυγόνο. Στο Μεξικό το 1947, μια υπόγεια πηγή διοξειδίου του άνθρακα διαταράχθηκε, η οποία κατά καιρούς απελευθέρωνε  $247.000 \text{ m}^3$  διοξειδίου του άνθρακα την ημέρα. Επίσης υπάρχει πολύ διοξείδιο του άνθρακα στα ηφαιστειακά αέρια, καθώς και σε μερικές πηγές όξινου μεταλλικού νερού. Χημικά δεσμευμένο, το διοξείδιο του άνθρακα εμφανίζεται σε τεράστια ποσά στα ανθρακικά άλατα (όπως το ανθρακικό ασβέστιο και το ανθρακικό μαγνήσιο).

Κάθε χρόνο περίπου  $90 \times 10^9$  τόνοι διοξειδίου του άνθρακα εκλύονται από τους ωκεανούς στον αέρα και αντίστροφα. Η φωτοσύνθεση στα φυτά δεσμεύει περίπου  $120 \times 10^9$  τόνους διοξειδίου του άνθρακα, αλλά σχεδόν το ίδιο ποσό απελευθερώνεται μέσω της αναπνοής από τους ανθρώπους, τα ζώα και τους μικροοργανισμούς και μέσω της αποικοδόμησης της οργανικής ύλης. Μόνο περίπου  $10^8$  τόνοι διοξειδίου του άνθρακα κάθε χρόνο σχηματίζουν σαπροπηλούς (ιζηματογενείς αποθέσεις πλούσιες σε οργανική ύλη) ή παρόμοιες εναποθέσεις, από τα οποία μπορούν να σχηματιστούν γαιάνθρακες ή πετρέλαιο μετά από χιλιάδες εκατομμύρια χρόνια. Περίπου το ίδιο ποσό εκλύεται από τα ηφαιστειακά και άλλες γεωλογικές πηγές.

---

Βοηθητικό υλικό για:

Walsh, E (2012) Διασκέδαση με αφρούς: το CO<sub>2</sub> στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση. *Science in School* 20. [www.scienceinschool.org/2011/issue20/co2/greek](http://www.scienceinschool.org/2011/issue20/co2/greek)