



Πανεπιστήμιο
Ιωαννίνων

Για τον καθηγητή

Το αέριο που πίνουμε – Το διοξείδιο του άνθρακα στα ανθρακούχα αναψυκτικά

Περιγραφή εργασίας

Οι μαθητές θα χωριστούν σε ομάδες των 3-5 ατόμων και κάθε ομάδα θα πραγματοποιήσει στο σχολείο έναν αριθμό πειραμάτων. Αρχικά θα μελετήσουν τόσο στο σχολείο όσο και στο σπίτι τους τις ιδιότητες των αερίων και τις φυσικές και χημικές ιδιότητες του διοξειδίου του άνθρακα. Έμφαση θα δοθεί στη διαλυτότητα των αερίων στα υγρά και στους νόμους των αερίων. Στη συνέχεια πρέπει να σκεφθούν μια απλή μέθοδο για να προσδιορίσουν την ποσότητα του διοξειδίου του άνθρακα που περιέχεται σε ένα ανθρακούχο αναψυκτικό και να επινοήσουν μια μέθοδο για τον καθορισμό της πίεσης που επικρατεί σε ένα κλειστό μπουκάλι ή τενεκεδάκι που περιέχει το ανθρακούχο αναψυκτικό. Θα προσπαθήσουν να εξηγήσουν τα φαινόμενα που παρατηρούν και να υπολογίσουν τα πειραματικά λάθη που υπεισέρχονται. Τέλος, ο καθηγητής θα κάνει επίδειξη του συντριβανιού που δημιουργεί το διοξείδιο του άνθρακα και οι μαθητές δουλεύοντας σε ομάδες θα αναζητήσουν την εξήγηση του φαινομένου αυτού.

Φάση 1

Αυτή η φάση αποτελείται από ένα εισαγωγικό μάθημα, κατά τη διάρκεια του οποίου υπό την καθοδήγηση του καθηγητή, οι μαθητές θα φρεσκάρουν τις γνώσεις τους σχετικά με τα αέρια, την ατμοσφαιρική πίεση και τους νόμους των αερίων συμπεριλαμβανομένου του ιδανικού αερίου. Ειδική έμφαση θα δοθεί στο διοξείδιο του άνθρακα και τις ιδιότητές του. Επιπλέον θα εκτελέσουν απλά πειράματα που θα συμβάλουν στη μελέτη και την κατανόηση των ιδιοτήτων των αερίων όπως για παράδειγμα: α) Φυσώντας με ένα καλάμακι σε ένα ποτήρι που περιέχει λεμονάδα με σκοπό να ανιχνεύσουν την παρουσία του διοξειδίου του άνθρακα στον εκπνεόμενο αέρα. β) Σύγκριση παρόμοιων σε μέγεθος μπαλόνια που είναι γεμάτα με διαφορετικά αέρια (αέρα, αργό και διοξείδιο του άνθρακα). γ) Μέτρηση του pH διαφόρων ανθρακούχων αναψυκτικών.

Ανάπτυξη: Γεώργιος Τσαπαρλής & Κωνσταντίνος Καμπουράκης
Μετάφραση: Αναστασία Αναστασίου & Γεώργιος Τσαπαρλής
Ίδρυμα: Τμήμα Χημείας, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων
Χώρα: Ελλάδα



Πανεπιστήμιο
Ιωαννίνων

Ο καθηγητής θα χωρίσει την τάξη σε ομάδες των 3-5 ατόμων. Κάθε ομάδα αναλαμβάνει να φέρει στο σχολείο για το επόμενο μάθημα ένα ή περισσότερα μπουκάλια με ανθρακούχα αναψυκτικά. Τα μπουκάλια θα πρέπει να είναι από γυαλί και να έχουν το ίδιο περιεχόμενο (π.χ. 330 mL). Επιπλέον θα ανατεθεί η εργασία στους μαθητές να μελετήσουν περαιτέρω στο σπίτι μόνοι τους ή δουλεύοντας σε ομάδες τα εξής:

- i. Τις φυσικές και χημικές ιδιότητες του διοξειδίου του άνθρακα.
- ii. Την διαλυτότητα των αερίων στα υγρά και τους παράγοντες που την επηρεάζουν.
- iii. Τις πειραματικές μεθόδους για την συλλογή και μέτρηση του όγκου ενός αερίου.

Φάση 2

Οι ομάδες εκτελούν στο εργαστήριο έναν αριθμό προκαταρκτικών πειραμάτων. Ανοίγουν μπουκάλια με ανθρακούχα αναψυκτικά, παρατηρούν πώς φεύγει το διοξείδιο του άνθρακα και προτείνουν εξηγήσεις. Επιπλέον, χρησιμοποιώντας δύο μπουκάλια με το ίδιο ανθρακούχο αναψυκτικό, όπου το ένα ήταν κρατημένο στο ψυγείο και το άλλο σε θερμό μέρος, και προσαρμόζοντας στο λαιμό του κάθε μπουκαλιού τάπα, την οποία διαπερνά ένα σωληνάκι, παρατηρούν και προσπαθούν να εξηγήσουν την ποσότητα των φυσαλίδων που φεύγει από την άκρη από το σωληνάκι σε ένα δοχείο με νερό. Με αυτόν τον τρόπο μελετούν το αποτέλεσμα της θερμοκρασίας στη διαλυτότητα των αερίων στα υγρά.

Στη συνέχεια, κάθε ομάδα μαθητών θα αναλάβει την εργασία να στήσει ένα κατάλληλο πείραμα για τη συλλογή και τη μέτρηση του όγκου του διοξειδίου του άνθρακα που περιέχεται σε ένα ανθρακούχο αναψυκτικό. Γι' αυτό το σκοπό, θα χρησιμοποιήσουν υλικά από το σχολικό εργαστήριο. Οι μαθητές θα συζητήσουν στην ομάδα τους και θα προτείνουν μια πειραματική διάταξη. Ο καθηγητής θα δώσει συμβουλές, θα σχολιάσει τις προτάσεις τους και θα προτείνει ιδέες για καλύτερευση αυτών. Ο καθηγητής δεν θα δώσει στους μαθητές μια τελική απάντηση. Αφού εγκρίνει την πειραματική διάταξη, οι μαθητές θα ξεκινήσουν τη δραστηριότητα.

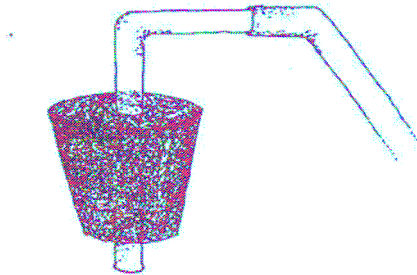
Μέρος 1: Προετοιμάζοντας το μπουκάλι με το ανθρακούχο αναψυκτικό

Το μπουκάλι πρέπει να είναι αποθηκευμένο στο ψυγείο για αρκετό καιρό, έτσι ώστε να έχει χαμηλή θερμοκρασία. Έτσι, όταν το μπουκάλι ανοιχτεί θα έχει την μικρότερη δυνατή απώλεια διοξειδίου του άνθρακα.

Μέρος 2: Παρασκευάζοντας την πλαστική τάπα με το γυάλινο σωληνάκι να διέρχεται από αυτή

Επιλέγουμε ένα πλαστικό κύπελλο που προσαρμόζεται σφιχτά στη γυάλινη τάπα. Κάνουμε μια τρύπα στην τάπα και περνάμε από αυτή λεπτό γυάλινο σωληνάκι με διάμετρο 3-4 mm. Η μία άκρη από το σωληνάκι περνάει από το μπουκάλι και φτάνει ως το βυθό του μπουκαλιού, ενώ η άλλη άκρη σταματά πάνω από την τάπα και σχηματίζει γωνία 90°. Σε αυτήν την άκρη προσαρμόζουμε ένα κομμάτι πλαστικού σωλήνα, ενώ η άλλη άκρη του εισάγεται στη βάση ενός ευδομέτρου.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ! Είναι καλύτερο να προετοιμάσετε την τάπα και το σωληνάκι όταν οι μαθητές είναι συγκεντρωμένοι. Λείανε με τη φλόγα κάθε άκρο από το γυάλινο σωληνάκι – Θερμάνετε προσεκτικά σε ζεστή φλόγα μέχρι οι μυτερές άκρες να λειανθούν. Βάλτε λιπαντικό, γλυκερόλη ή νερό στο σωληνάκι και προσεκτικά με περιστρεφόμενη κίνηση προσπαθήστε να το προσαρμόσετε στην τάπα. Μπορείτε να το λυγίσετε πριν να το εισαγάγετε στην τάπα.



Εικόνα 1- Η τάπα με το γυάλινο σωληνάκι να περνά από αυτή, συν τον πλαστικό σωλήνα που προσαρμόζεται στο σωληνάκι.

Μέρος 3 : Πώς συλλέγεται και μετριέται ένα αέριο

Η οργάνωση και η μέτρηση με τον ανεστραμμένο κύλινδρο που είναι γεμάτος με νερό είναι μια δύσκολη εργασία για τους μαθητές. Η πλήρωση του κυλίνδρου με νερό χωρίς να δημιουργηθούν φυσαλίδες και η ταχύτητα που απαιτείται κάνουν αναγκαίες σίγουρα ικανότητες και εμπειρία.

Μέρος 4: Πώς θερμαίνεται το μπουκάλι με το αναψυκτικό

Το μπουκάλι τοποθετείται σε γυάλινο κύπελλο που περιέχει κρύο νερό (νερό βρύσης). Το κύπελλο στηνσυνέχεια θερμαίνεται με λύχνο Bunsen, με τη φλόγα να προσαρμόζεται έτσι ώστε η θέρμανση να είναι χαμηλή. Με αυτόν τον τρόπο, η συλλογή του αερίου διοξειδίου του άνθρακα γίνεται με αργό ρυθμό, επιτρέποντας την καλύτερη εκτέλεση του πειράματος.

Φάση 3

Κάθε ομάδα εκτελεί το δικό της πείραμα, χρησιμοποιώντας τα δικά της αναψυκτικά. Καταγράφει τις μετρήσεις της και τις αναφέρει στην υπόλοιπη τάξη. Τα αποτελέσματα από τα διαφορετικά

αναψυκτικά συγκεντρώνονται και συμπληρώνεται ο Πίνακας 1 στις *Σημειώσεις των μαθητών*. Με αυτόν τον τρόπο οι μαθητές έχουν την ευκαιρία να συγκρίνουν και να εκτιμήσουν τα αποτελέσματά τους. Στη συνέχεια θα ακολουθήσει συζήτηση σε σχέση με τα πιθανά λάθη των μετρήσεων. Οι ακόλουθες ερωτήσεις έχουν σκοπό να εξακριβώσουν αν κατανοήθηκαν ζητήματα που σχετίζονται με την παραπάνω δραστηριότητα.

Ερωτήσεις και απαντήσεις

1. *Ποιοι παράγοντες επηρεάζουν τη διαλυτότητα ενός αερίου σε ένα υγρό;*
Η φύση του διαλύτη και της διαλυμένης ουσίας (σε σχέση με την πολικότητα των μορίων τους) παίζει σημαντικό ρόλο στη διαλυτότητα. Ο κανόνας "**όμοια διαλύουν όμοια**" είναι μια χρήσιμη εμπειρική μέθοδος. Η διαλυτότητα ενός αερίου επηρεάζεται από τη θερμοκρασία (μειώνεται με τη θερμοκρασία) και από την πίεση (αυξάνεται με την πίεση).
2. *Κάποια είδη ψαριών απαιτούν περισσότερο διαλυμένο οξυγόνο στο νερό σε σχέση με άλλα είδη. Ο σολομός για παράδειγμα βρίσκεται μόνο σε βόρειες θάλασσες, όπου η θερμοκρασία του νερού είναι κάτω από τους 15°C. Εξηγήστε αυτή την παρατήρηση σε σχέση με τη διαλυτότητα του οξυγόνου στο νερό.*
Σε ψυχρά κλίματα, η διαλυτότητα του οξυγόνου στο θαλασσινό νερό είναι μεγαλύτερη και αυτό ικανοποιεί την αυξημένη ανάγκη κάποιων ψαριών για οξυγόνο.
3. *Σε λίμνες που βρίσκονται σε μεγάλο υψόμετρο σπανίως υπάρχει ζωή στο νερό. Σε αυτές τις λίμνες δεν υπάρχουν καθόλου ψάρια. Εξηγήστε αυτή την παρατήρηση.*

Σε μεγάλο υψόμετρο η πίεση είναι χαμηλότερη και γι' αυτόν το λόγο η διαλυτότητα του οξυγόνου στο νερό των λιμνών είναι μικρή.

4. Σε δεξαμενές με νερό όπου καλλιεργούνται ψάρια, το νερό κάποιες φορές δεν ανανεώνεται σωστά και την περίοδο του καλοκαιριού πεθαίνει ένας αριθμός ψαριών. Εξηγήστε αυτή την παρατήρηση.

Κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, εξαιτίας της υψηλής θερμοκρασίας, η διαθέσιμη ποσότητα οξυγόνου που βρίσκεται στο νερό μειώνεται και αυτό προκαλεί το πρόβλημα.

5. Το διοξείδιο του άνθρακα είναι ένα εγκεκριμένο από την Ευρωπαϊκή Ένωση πρόσθετο τροφίμων και ο κωδικός του αριθμός είναι E290. Για ποιο σκοπό προστίθεται το διοξείδιο του άνθρακα στα αναψυκτικά;

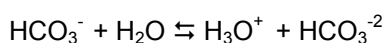
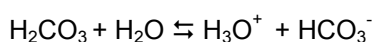
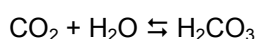
Το διοξείδιο του άνθρακα προσφέρει στο αναψυκτικό νερό και στα αναψυκτικά ευχάριστη γεύση. Επίσης προστατεύει από βακτήρια και μικρόβια. Όταν πίνουμε αναψυκτικά, το διοξείδιο του άνθρακα φτάνει στο στομάχι μας και απορροφείται πολύ γρήγορα, ενώ παράλληλα αυξάνεται και η απορρόφηση του υγρού αναψυκτικού, προκαλώντας ένα αίσθημα πέψης και ανακούφισης.

6. Συγκρίνετε τις τιμές pH ενός αναψυκτικού αμέσως μόλις το ανοίξετε και αφού συλλέξετε το διοξείδιο του άνθρακα που περιέχει.

Αρχικά το αναψυκτικό έχει ελαφρώς όξινο pH εξαιτίας της παρουσίας αναψυκτικού οξέος (H_2CO_3 , ένα ασθενές οξύ). Όταν φεύγει το διοξείδιο του άνθρακα, το pH αυξάνεται παίρνοντας μια τιμή γύρω στο 7, και το αναψυκτικό χάνει την ευχάριστη όξινη γεύση του.

7. Στα αναψυκτικά, το διοξείδιο του άνθρακα που βρίσκεται με μορφή αερίου, είναι διαλυτό. Κάποιες φορές αναφερόμαστε σε αυτά τα αναψυκτικά σαν να περιέχουν αναψυκτικό οξύ. Ποια η σχέση του αναψυκτικού οξέος και του διοξειδίου του άνθρακα;

Ένα μικρό μέρος του διοξειδίου του άνθρακα (λιγότερο από 1%) αντιδρά με το νερό σχηματίζοντας αναψυκτικό οξύ το οποίο στην συνέχεια ιονίζεται παρέχοντας H_3O^+ :





Πανεπιστήμιο
Ιωαννίνων

Φάση 4

Δουλεύοντας πάντα σε ομάδες οι μαθητές πρέπει να επινοήσουν ένα τρόπο να μετρήσουν την πίεση του αερίου μέσα σε ένα κλειστό τενεκεδάκι αναψυκτικού. Οι μαθητές έχουν λίγο χρόνο (45 λεπτά) να σχεδιάσουν τη στρατηγική τους και περισσότερο χρόνο (75 λεπτά) να συμπληρώσουν την μελέτη τους στο εργαστήριο. Μπορούν να χρησιμοποιήσουν οτιδήποτε από τον βασικό εξοπλισμό του εργαστηρίου.

Τα πειράματα και η συζήτηση για αυτή και την επόμενη φάση είναι βασισμένα στο άρθρο:

Hans de Grys, Determining the pressure inside an unopened carbonated beverage
Journal of Chemical Education, Vol. 84, No. 7, 1117-1119.

Διάφορες πιθανές λύσεις

Η λύση "της εξίσωσης του ιδανικού αερίου"

Αυτή η προσέγγιση χρησιμοποιεί τον νόμο του ιδανικού αερίου. Όταν εκτελείται προσεκτικά, συνήθως δίνει αρκετά ακριβείς απαντήσεις. Για να χρησιμοποιήσει κάποιος τον νόμο του ιδανικού αερίου για να μετρήσει την πίεση μέσα στο τενεκεδάκι, πρέπει να ξέρει τη θερμοκρασία του αερίου, τον όγκο του και τον αριθμό των μολ του αερίου. Η μέτρηση της θερμοκρασίας είναι απλή, ειδικά αν οι μαθητές αφήσουν τα μπουκάλια ή τα τενεκεδάκια σε θερμοκρασία δωματίου και έλθουν σε θερμική ισορροπία με το περιβάλλον του εργαστηρίου. Στα ποτά που είναι ελαφρώς κρύα από το ψυγείο μπορεί να μετρηθεί η θερμοκρασία τους με ένα θερμόμετρο στο άνοιγμά τους, αν και υπεισέρχεται σφάλμα καθώς το ποτό τείνει να ζεσταθεί κατά τη διάρκεια του πειράματος.

Οι μαθητές αρχικά πρέπει να μετρήσουν τη μάζα από το σφραγισμένο μπουκάλι και μετά προσεκτικά να το ανοίξουν και να ακούσουν το χαρακτηριστικό ψοσσοστ που κάνει όταν φεύγει το διοξείδιο του άνθρακα. Αμέσως με τη βοήθεια ζυγαριάς, βρίσκουν τη νέα μάζα από το ανοιχτό τενεκεδάκι και καταγράφουν τα δεδομένα τους. Με αυτόν τον τρόπο, οι μαθητές μπορούν να μετρήσουν τη μάζα του CO_2 που φεύγει όταν το αέριο που βρίσκεται πάνω από το αναψυκτικό μεταβαίνει από την άγνωστη υψηλή πίεση του μπουκαλιού, χαμηλότερα, στην ατμοσφαιρική πίεση. Τυπικά οι μάζες κυμαίνονται από 0,1 έως 0,2 g για το αέριο που φεύγει και εξαρτώνται σημαντικά από τη θερμοκρασία. Ένα συνηθισμένο τενεκεδάκι 12-oz με σόδα έχει

Ανάπτυξη: Γεώργιος Τσαπαρλής & Κωνσταντίνος Καμπουράκης
Μετάφραση: Αναστασία Αναστασίου & Γεώργιος Τσαπαρλής
Ίδρυμα: Τμήμα Χημείας, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων
Χώρα: Ελλάδα



Πανεπιστήμιο
Ιωαννίνων

μάζα στην περιοχή των 380-390 g, οπότε είναι σημαντικό η ζυγαριά να μπορεί να μετρήσει τουλάχιστον 400 g όπως και να έχει ακρίβεια τουλάχιστον ± 0.01 g (προτιμάται ζυγαριά που να μετράει ποσότητες σε milligram αλλά δεν είναι και απαραίτητο). Με τη βοήθεια της στοιχειομετρίας βρίσκονται τα μολ του διοξειδίου του άνθρακα που φεύγουν από το τενεκεδάκι αμέσως μετά το άνοιγμα.

Τελικά οι μαθητές πρέπει να βρουν τον όγκο που καταλαμβάνει το αέριο στο τενεκεδάκι. Μόνο η μέτρηση του χώρου όπου βρίσκεται το αέριο και εκτείνεται πάνω από το υγρό (και όχι ο όγκος του υγρού ούτε ολόκληρος ο όγκος από το τενεκεδάκι) μάς ενδιαφέρει. Επίσης, στην ισορροπία, το διοξείδιο του άνθρακα που διαλύεται στο υδατικό διάλυμα δεν συνεισφέρει άμεσα στην πίεση του αερίου στο κλειστό μπουκάλι.

Μια άλλη μέθοδος είναι να αδειάσουν ολόκληρο το τενεκεδάκι για να βρουν τον όγκο του αναψυκτικού, τη συνολική χωρητικότητα που έχει το τενεκεδάκι, και τον όγκο που βρίσκεται πάνω από το αναψυκτικό από την αφαίρεσή τους. Αυτό δεν είναι εντελώς ακριβές. Ένας καλύτερος τρόπος είναι ανοίγοντας το τενεκεδάκι να προσθέσουμε αργά και προσεκτικά νερό από έναν πολύ μικρό βαθμονομημένο κύλινδρο ή βαθμονομημένο σιφώνιο. Οι μαθητές προσέχουν πόσο νερό προσθέτουν και σταματούν όταν το συνολικό επίπεδο του υγρού φτάνει στην κορυφή από το τενεκεδάκι. Τυπικοί όγκοι για το χώρο που βρίσκεται πάνω από το υγρό κυμαίνονται μεταξύ 14-16ml.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Η πίεση που μετρείται με αυτόν τον τρόπο δεν αντιπροσωπεύει την ολική πίεση μέσα στο τενεκεδάκι πριν αυτό ανοιχτεί αλλά "την πίεση που υπολογίζεται" ή την προστιθέμενη πίεση πάνω από την ατμοσφαιρική πίεση του περιβάλλοντος. Ακόμα και μετά το θορυβώδες άνοιγμα πσσσστ, υπάρχει ακόμα αέριο διοξείδιο του άνθρακα που καταλαμβάνει κάποιο από το χώρο που βρίσκεται πάνω από το υγρό, ασκώντας πίεση ίση με την επικρατούσα ατμοσφαιρική πίεση. Έτσι αν κάποιος επιθυμεί να μετρήσει την ολική πίεση του αερίου στο τενεκεδάκι πριν αυτό ανοιχτεί, πρέπει να προστεθεί στην υπολογιζόμενη πίεση η επικρατούσα ατμοσφαιρική πίεση στο δωμάτιο

Εγκλωβίζοντας το αέριο

Μια δεύτερη στρατηγική σχετίζεται με την προσπάθεια εγκλωβισμού του αερίου που βρίσκεται παγιδευμένο στο χώρο πάνω από το υγρό. Με αυτή την τεχνική, καταβυθίζουμε το τενεκεδάκι σε ένα δοχείο με νερό και κατασκευάζουμε έτσι κάποιου είδους παγίδα αερίων, έτσι ώστε να «συλλάβουμε» το διοξείδιο του άνθρακα που προσπαθεί να φύγει εκτοπίζοντας το νερό. Η διάταξη περιλαμβάνει συνήθως ευδιόμετρο ή βαθμονομημένο κύλινδρο για τη μέτρηση του

Ανάπτυξη: Γεώργιος Τσαπαρλής & Κωνσταντίνος Καμπουράκης
Μετάφραση: Αναστασία Αναστασίου & Γεώργιος Τσαπαρλής
Ίδρυμα: Τμήμα Χημείας, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων
Χώρα: Ελλάδα



Πανεπιστήμιο
Ιωαννίνων

όγκου του αερίου, χωνί και λαστιχένιο σωληνάκι για να παγιδευτεί το αέριο που προσπαθεί να διαφύγει όταν κάποιος ανοίξει το δοχείο.

Αυτή η μέθοδος μειονεκτεί για κάποιους λόγους. Πρώτον, κάποια ποσότητα αερίου αναπόφευκτα θα αποδράσει και γι' αυτό κάποιες φυσαλίδες διοξειδίου του άνθρακα δεν θα φτάσουν στο ευδιόμετρο. Δεύτερον, υπεισέρχεται υποκειμενική κρίση για το πότε έχει συγκεντρωθεί όλο το αέριο που υπήρχε πάνω από το υγρό και για το πότε η διάταξη ξεκινά να συγκεντρώνει το διοξείδιο του άνθρακα που εξέρχεται από το υδατικό διάλυμα. Η διαφορά είναι σημαντική αφού το αέριο που είχε διαλυθεί όταν το τενεκεδάκι ήταν σφραγισμένο δεν είχε άμεση συνεισφορά στην πίεση.

Τελικά, οι υπολογισμοί είναι πιο πολύπλοκοι, αφού η πίεση εξάτμισης του νερού πρέπει να υπολογιστεί όταν βρεθεί η πίεση του συγκεντρωμένου διοξειδίου του άνθρακα από την εκτόπιση του νερού. Επίσης αυτή η μέθοδος δεν παρέχει τον όγκο του αρχικού χώρου πάνω από το υγρό, ενώ για να πάρουμε αυτή την επιπλέον πληροφορία απαιτείται και ένα δεύτερο τενεκεδάκι αναψυκτικού.

Με μια προχωρημένη στη χημεία τάξη, είναι πιθανό να καταφύγετε στο νόμο του Henry για να προσδιορίσετε την πίεση (κοιτάξτε τις Σημειώσεις του Καθηγητή). Άλλες μέθοδοι που ασχολούνται με την ορθότητα και την ακρίβεια δίνονται στις Σημειώσεις του Καθηγητή.

Φάση 5

Σε αυτή τη φάση θα υπάρξει μια επανάληψη όλων των δραστηριοτήτων, των ευρημάτων και των ερμηνειών τους. Οι μαθητές θα συζητήσουν για τα λάθη που υπεισέρχονται στις διάφορες προτεινόμενες και εκτελούμενες μεθόδους. Τελικά ο καθηγητής κάνει επίδειξη του *συντριβανιού του διοξειδίου του άνθρακα*.

Ακρίβεια και πολυπλοκότητα

Κανένας δεν θα υποστηρίξει ότι κάποια από τις παραπάνω μεθόδους παράγει ακριβή ή ορθά αποτελέσματα για την πίεση μέσα σε ένα σφραγισμένο τενεκεδάκι αναψυκτικού. Κάποιες μετρήσεις που περιλαμβάνονται υπόκεινται σε σχετικά μεγάλη αβεβαιότητα, όπως 5% ή περισσότερο για μετρήσεις του όγκου του αρχικού χώρου που καταλαμβάνει το αέριο, που οφείλονται στη συνεχή ζύμωση του ποτού. Και ακόμα και τα πιο ακριβή μοντέλα που περιγράφονται παραπάνω περιλαμβάνουν κάποιες εργασιακές προϋποθέσεις ή απλουστεύσεις. Επιπλέον η εμπειρία έχει δείξει ότι η ακριβής πίεση διαφέρει λίγο από εταιρεία σε εταιρεία ακόμα και από τενεκεδάκι σε τενεκεδάκι.

Ανάπτυξη: Γεώργιος Τσαπαρλής & Κωνσταντίνος Καμπουράκης

Μετάφραση: Αναστασία Αναστασίου & Γεώργιος Τσαπαρλής

Ίδρυμα: Τμήμα Χημείας, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων

Χώρα: Ελλάδα

Αφού η διαλυτότητα του διοξειδίου του άνθρακα παρουσιάζει διαφορές σε σχέση με τη θερμοκρασία, είναι σημαντικό να εξετάσουμε τη θερμοκρασία που έχει το τενεκεδάκι όταν υπολογίζουμε την ακρίβεια της πίεσης. Ένα διάγραμμα της διαλυτότητας του διοξειδίου του άνθρακα στο νερό σε διαφορετικές θερμοκρασίες θα μπορούσε εύκολα να χρησιμοποιηθεί στο να δημιουργηθεί ένα πρόχειρο διάγραμμα των πιέσεων μιας συγκεκριμένης σόδας με τις θερμοκρασίες.

Κάποιοι μαθητές μπορεί να θέλουν να ανακινήσουν πρώτα το τενεκεδάκι ως ένα τρόπο μεταβολής της εσωτερικής πίεσης. Ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός ότι αυτό φαίνεται να προκαλεί μικρή διαφοροποίηση στην πίεση που μετρείται με αυτές τις διαφορετικές μεθοδολογίες. Αυτό το αποτέλεσμα δείχνει να υποστηρίζει την ιδέα ότι καθώς ανακινούμε ένα σφραγισμένο τενεκεδάκι αναψυκτικού μπορεί να διασκορπίζεται το αέριο στο εσωτερικό του (και κατά συνέπεια να σχετίζεται με το αφρώδες ξέσπασμα) αλλά δεν είναι η αιτία για να διαφύγει από το διάλυμα πολύ από το διαλυμένο CO₂ (μπορεί να μην διαφύγει και καθόλου).

Το συντριβάνι του διοξειδίου του άνθρακα

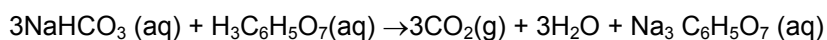
Δοκιμασμένο πείραμα επιδείξεως που δημοσιεύτηκε στο Journal of Chemical Education.

Υποβλήθηκε από: Seong-Joo Kang και Eun-Hee Ryu

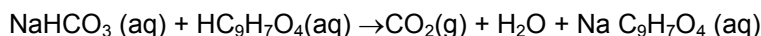
Δοκιμάστηκε από: Mark Case

Το συντριβάνι της αμμωνίας είναι μια κλασική και δημοφιλής επίδειξη. Χρησιμοποιείται επίσης σε συνδυασμό για τις λύσεις προβλημάτων (Τσαπαρλής και Καμπουράκης, 2003). Το πείραμα είναι κατάλληλο για την κατανόηση της διαλυτότητας των αερίων σε υγρά, τις αλληλεπιδράσεις οξέος-βάσεως, τη ροή της ύλης λόγω διαφοράς πίεσεως, και άλλες έννοιες. Οι Seong-Joo Kang και Eun-Hee Ryu ανέπτυξαν το συντριβάνι του διοξειδίου του άνθρακα χρησιμοποιώντας εμπορικές χημικές ουσίες.

Οι ταμπλέτες Alka-Seltzer λαμβάνονται συχνά για οξική δυσπεψία. Τα δραστικά συστατικά σε αυτές είναι το όξινο ανθρακικό νάτριο, το κιτρικό οξύ και η ασπιρίνη. Όταν μια ταμπλέτα Alka-Seltzer διαλύεται στο νερό, το όξινο ανθρακικό νάτριο αντιδρά με το οξύ έτσι ώστε να παραχθεί αέριο διοξείδιο του άνθρακα :



Κιτρικό οξύ



ασπιρίνη

Ανάπτυξη: Γεώργιος Τσαπαρλής & Κωνσταντίνος Καμπουράκης

Μετάφραση: Αναστασία Αναστασίου & Γεώργιος Τσαπαρλής

Ίδρυμα: Τμήμα Χημείας, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων

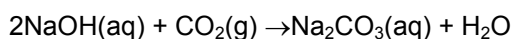
Χώρα: Ελλάδα



Πανεπιστήμιο
Ιωαννίνων

Αυτές οι αντιδράσεις χρησιμοποιούνται σαν πηγή αερίου διοξειδίου του άνθρακα στην επίδειξη με το συντριβάνι.

Σε ένα κλειστό σύστημα, η διάλυση του διοξειδίου του άνθρακα σε αλκαλικό διάλυμα υδροξειδίου, όπως περιγράφεται στις επόμενες αντιδράσεις, οδηγεί σε ελάττωση της πίεσης:



Αυτή η μείωση της πίεσης είναι η ωθούσα δύναμη που οδηγεί στο να δημιουργηθεί το συντριβάνι του διοξειδίου του άνθρακα. Καθώς το αέριο διαλύεται στο αλκαλικό διάλυμα, μειώνεται η πίεσή του, το νερό οδηγείται ψηλά από την ατμοσφαιρική πίεση, από το γυάλινο δοχείο μέσα από το γυάλινο σωληνάκι, προκαλώντας το φαινόμενο του συντριβανιού.