



CHEMIA WSZYSTKO ZMIENIA

Coca-Cola odkryta...

Leo Gros
Dodatkowe materiały: Keith Healey

Tłumaczenie z angielskiego
Anna Białas

CITIES (Chemia i przemysł dla nauczycieli szkół europejskich, ang. *Chemistry and Industry for Teachers in European Schools*) jest projektem programu COMENIUS, w ramach którego powstają materiały edukacyjne pomocne dla nauczycieli w uatrakcyjnianiu lekcji chemii przez ukazywanie tematów w kontekście przemysłu chemicznego i życia codziennego.

Koordynatorem CITIES jest

- Hochschule Fresenius, Idstein, Niemcy, www.fh-fresenius.de

Partnerami projektu są następujące instytucje:

- Goethe-Universität Frankfurt, Niemcy, www.chemiedidaktik.uni-frankfurt.de
- Czeskie Towarzystwo Chemiczne, Praga, Czechy, www.csch.cz
- Uniwersytet Jagielloński, Kraków, Polska, www.chemia.uj.edu.pl
- European Chemical Employers Group (ECEG), Bruksela, Belgia, www.eceg.org
- Royal Society of Chemistry, Londyn, Wielka Brytania, www.rsc.org
- European Mine, Chemical and Energy Workers' Federation (EMCEF), Bruksela, Belgia, www.emcef.org
- Nottingham Trent University, Nottingham, Wielka Brytania, www.ntu.ac.uk
- Gesellschaft Deutscher Chemiker GDCh, Frankfurt, Niemcy, www.gdch.de
- Institut Químic de Sarrià, Universitat Ramon Llull, Barcelona, Hiszpania, www.iqs.url.edu

Instytucjami związanymi z CITIES są również:

- Newcastle-under-Lyme School, Staffordshire, Wielka Brytania, www.nuls.org.uk
- Średnia Szkoła Chemiczna im. T. G. Masaryka, Praga, Czechy
- Firma Astyle linguistic competence, Wiedeń, Austria, www.astyle.at
- Uniwersytet Karola, Praga, Czechy, www.cuni.cz
- Wyższa Szkoła Zawodowa, Tarnów, Polska, www.wsz.tarnow.pl



Projekt ten jest finansowany ze środków Komisji Europejskiej. Publikacja niniejsza odzwierciedla tylko opinie autora/ów i Komisja nie ponosi odpowiedzialności za wykorzystanie zawartych tutaj informacji. Zespół CITIES doradza każdemu korzystającemu z materiałów doświadczalnych zapoznanie i stosowanie się do odpowiednich zasad bezpieczeństwa, które są częścią uregulowań zawodowych, krajowych i instytucjonalnych. CITIES nie ponosi odpowiedzialności za żadne szkody wynikające z niestosowania się do tych procedur.

COCA-COLA ODKRYTA

- a przynajmniej częściowo odsłonięta



Wstęp

Co jest sekretem może najpopularniejszego napoju bezalkoholowego na świecie? Oczywiście nie chodzi o wodę, ale o coca-colę, znaną także jako cola. Napój ten istnieje od ponad stu lat i przeszedł wiele zmian w tym okresie; zmian składników, zmian kształtu butelki, a nawet zmian nazwy.

Kiedy to wszystko się zaczęło?



Aptekarz John Stith Pemberton wyprodukował ten napój i wprowadził go na rynek. W 1886 roku, sprzedawał go z saturatora w drogerii Jacob's. Początkowo sprzedaż nie wyglądała obiecująco, ponieważ Pemberton sprzedawał tylko 9 napojów dziennie, a w ciągu roku, sprzedano ich za 50 dolarów!

Przed wypuszczeniem na rynek, napój ten istniał w formie alkoholowej. Oryginalny napój zawierał kokę (z której można otrzymać lekarstwa oparte na kokainie), orzechy kola (które zawierają kofeinę) i damianę. To połączenie nadawało napojowi właściwości pobudzające i przeciwbólne.

(Sugerowano, że koka była dodawana z powodu uzależnienia Pembertona od opiatów, w wyniku odniesionych ran w końcowym etapie wojny secesyjnej.)

Coca-cola jest sprzedawana w butelkach od roku 1894, a w puszkach od 1955.

Mimo tego skromnego początku, coca-cola stała się prawdopodobnie najpopularniejszym napojem bezalkoholowym wszechczasów. Obecnie jest ona

sprzedawana w przeszło 200 krajach, z ponad miliardem napojów sprzedawanych dziennie na całym świecie!

Czy to naprawdę chemia?

Musimy spojrzeć na etykietę, aby zobaczyć co jest w środku. Wymienione składniki to: woda, cukier, dwutlenek węgla, karmel amoniakalno-siarczynowy E150d, kwas ortofosforowy, dodatki smakowe i kofeina.

Użycie określenia 'dodatki smakowe' zostawia wyobraźni duże pole do popisu. Rzeczywisty skład tych dodatków jest wciąż tajemnicą, czasami są one nazywane "tajnym składnikiem".

Kwas ortofosforowy nadaje napojowi kwaśny, gryzący smak. Karmel (E150) jest po to by nadać ciemną barwę. Cukier i dodatki czynią napój smaczniejszym. Dwutlenek węgla dostarcza odświeżających bąbelków. Kofeina działa jako środek pobudzający.



Usiłowano wielokrotnie w ciągu lat skopiować smak coca-coli, najlepiej udało się to najbliższemu rywalowi Pepsi-Coli (obecnie znanej po prostu jako 'pepsi'.)

Jeśli szpiegostwo przemysłowe się nie ośmieli, to prawdziwy skład coca-coli nie będzie poznany nigdy!

Czy chcecie to wypróbować?

Bardzo prosty test, który można przeprowadzić w domu, wykazuje kwaśny odczyn coca-coli. Wszystko czego potrzebujemy to brudna 'miedziana' moneta taka jak brytyjskie pensy, amerykańskie lub Euro centy. Można ją zanurzyć w coca-coli na kilka minut. Kwas ortofosforowy reaguje ze związkami miedzi odpowiadającymi za matową warstwę na monecie. Rozpuszczają się one w napoju zostawiając monetę jasną i lśniącą.

[UWAGA: nie pij pozostałej coca-coli, ponieważ zawiera ona toksyczne sole miedzi!]

Kwasowość napoju może być również potwierdzona przez zanurzenie w napoju małego paska uniwersalnego papierka wskaźnikowego. Powstanie czerwone zabarwienie, sugerujące zadziwiająco niskie pH, może ono wynosić 2.

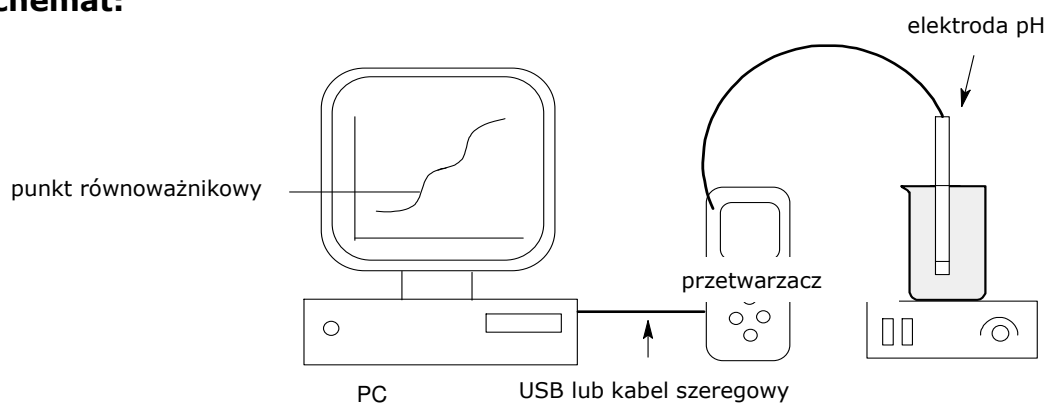
Nieco bardziej szczegółowe badania można przeprowadzić w laboratorium chemicznym:

Ile dwutlenku węgla i kwasu ortofosforowego można znaleźć w coca-coli?

Cel: Przeprowadzenie kwasowo-zasadowego miareczkowania coca-coli prosto z butelki i porównanie z wygotowaną coca-colą oraz niezamkniętym napojem, pozostawionym tak przez pewien czas. Opisanie otrzymanej krzywej miareczkowania i wyznaczenie/obliczenie przybliżonej ilości dwutlenku węgla w świeżym napoju i kwasu ortofosforowego w obu napojach.

Materiały i sprzęt: coca-cola, NaOH (0,2 mol/l); zlewki (250 ml, 50 ml), cylinder 100 ml; palnik, trójnóg, mieszadło magnetyczne, mikropipeta (0,3 ml), przetwarzacz danych *, pH metr

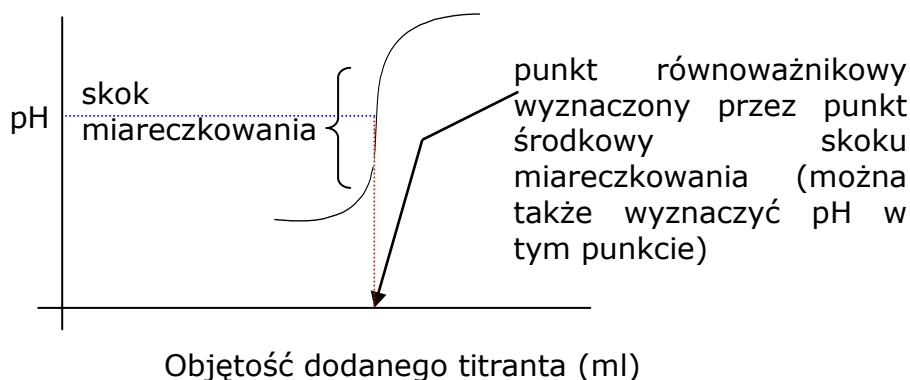
Schemat:



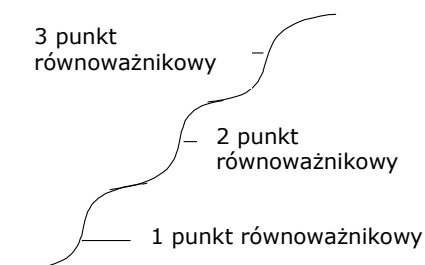
*Przetwarzacz danych jest urządzeniem elektronicznym używanym w połączeniu z komputerem. Może być on połączony z różnymi sondami, w celu zmierzenia różnych wartości takich jak: temperatura, pH, absorpcja światła, objętość gazu, masa itd.

Podstawy: Miareczkowanie jest metodą analizy ilościowej, często używaną do oznaczania nieznanego stężenia danej substancji w próbce o znanej objętości. Miareczkowanie jest procesem, w którym określona substancja o znanym stężeniu (roztwór mianowany) jest dodawana do roztworu o nieznanym stężeniu aż do zaobserwowania punktu równoważnikowego. Punkt równoważnikowy wskazuje, kiedy dana reakcja odpowiada dokładnie stosunkowi współczynników stechiometrycznych. Punkt równoważnikowy może być wyznaczany w różny sposób. Najłatwiejszą metodą jest użycie wskaźników kwasowo-zasadowych, które reagują w punkcie równoważnikowym, zmieniając barwę. Niestety, ta zmiana barwy jest widziana różnie w zależności od osoby obserwującej zmianę, ponieważ postrzeganie kolorów jest rzeczą indywidualną. Dokładność zależy także od wybranego wskaźnika. Te powody doprowadziły do zastosowania obiektywnych metod detekcji, gdzie punkt równoważnikowy jest wyznaczany metodą fizykochemiczną. Jedną z takich metod jest potencjometria, która wykorzystuje fakt, że pH zmienia się gwałtownie blisko punktu równoważnikowego. Punkt największej maksymalnej zmiany jest tak zwanym punktem przegięcia, gdzie krzywa miareczkowania zmienia swój kształt (z

wypukłego na wklęsły i odwrotnie). Jest to punkt w połowie odległości pomiędzy dwoma punktami przegięcia na krzywej miareczkowania (rysunek poniżej), dlatego miareczkowanie jest prowadzone także poza punktem równoważnikowym. Punkt równoważnikowy może być wyznaczony przez proste odczytanie z wykresu. Wykreślenie zależności pH (oś rzędnych) od objętości titranta (oś odciętych), dla kwasu jednoprotowego, daje krzywą przedstawioną poniżej:



W innych przypadkach, kształt krzywej zależy od liczby dostępnych jonów wodorowych. Na przykład, krzywa miareczkowania kwasu ortofosforowego powinna wyglądać w następujący sposób:



Skoro jest to kwas trójprotonowy, powinny być trzy punkty równoważnikowe, jak pokazano.

W praktyce, zaobserwujemy dwa punkty równoważnikowe, ponieważ kwas jest miareczkowany tylko w dwóch pierwszych etapach, trzeci nie może być łatwo wyznaczony (bo odnosi się do bardzo słabego kwasu; co więcej elektroda szklana nie jest odpowiednia do pomiaru

pH w tak silnie zasadowym roztworze).

Nieznane stężenie można wyznaczyć znając objętość użytego roztworu mianowanego w każdym punkcie równoważnikowym, jego stężenie i objętość próbki. Aby obliczyć ilość kwasu ortofosforowego można wykorzystać którykolwiek punkt, pod warunkiem, że pamiętamy o stechiometrii reakcji.

Można odczytać inną wartość z krzywej: pK_a – ujemny logarytm ze stałej dysocjacji K_a , która opisuje moc kwasu. Wartość ta odnosi się do pH miareczkowanej mieszaniny w połowie drogi do punktu równoważnikowego (tj. pomiędzy początkiem i pierwszym punktem równoważnikowym i później pomiędzy pierwszym i drugim punktem równoważnikowym). pK_a jest ważną wielkością charakteryzującą słaby kwas; używa się jej przy obliczaniu pH słabego kwasu lub przy przygotowaniu roztworów buforowych.

Kiedy w próbce jest kilka rodzajów kwasów, kształt otrzymanej krzywej miareczkowania zmienia się. Jeśli kwasy mają podobne pK_a , punkty równoważnikowe są także w podobnym zakresie i wpływ kwasów się dodają. Znajomość pK_a i pT pomaga w interpretacji krzywych miareczkowania.

W coca-coli są różne kwasy: kwas węglowy (powstający z CO_2 , który jest dodawany do napojów, aby były gazowane - około 3 g/l) i kwas ortofosforowy, aby zapewnić odpowiednie pH (bufor).

Kwas węglowy i kwas ortofosforowy mają następujące wartości pK_a :
http://www.sanderkok.com/techniques/laboratory/pk_a_pk_b.html):

	pK_{a1}	pK_{a2}	pK_{a3}
Kwas ortofosforowy	2,12	7,21	12,67
Kwas węglowy	6,37	10,25	

Wartości pK_{a2} kwasu ortofosforowego i pK_{a1} kwasu węglowego są bardzo zbliżone, tak więc pierwszy punkt równoważnikowy kwasu węglowego nakłada się z drugim punktem równoważnikowym kwasu ortofosforowego. Na drugi punkt kwasu ortofosforowego wpływa obecność kwasu węglowego. Ale jeśli kwas węglowy jest wygotowany z roztworu, otrzymana teraz krzywa odnosi się tylko do kwasu ortofosforowego. Różnica w objętości zużytego roztworu alkalicznego w drugim punkcie równoważnikowym odnosi się do ilości kwasu węglowego w próbce. Dlatego z tych krzywych można obliczyć zawartość kwasu ortofosforowego i kwasu węglowego, jak również ilość dwutlenku węgla.

Ustawienie komputera: próbka/10sec, pomiar ciągły; mikropipeta: 0,3 ml

Wykonanie: 1. Zestaw aparaturę jak przedstawiono powyżej.

2. Nalej 100 ml próbki (coca-cola) do zlewki, ogrzej ją do wrzenia, i zostaw do ochłodzenia.

3. Nalej 100 ml próbki do drugiej zlewki, połóż ją na mieszadle i mieszaj przez 2 minuty.

4. Nalej mianowany roztwór NaOH do małej zlewki.

5. Nastaw parametry pomiarowe w oprogramowaniu komputera.

6. Zmierz pH próbki napoju *przed* dodaniem zasady. Rozpocznij miareczkowanie: dodawaj stałą objętość mianowanego roztworu (0,3 ml, mikropipetą) do roztworu próbki co 10 sekund. Kontynuuj dodawanie NaOH, aż cała krzywa miareczkowania będzie wyznaczona; obserwuj wznoszącą się krzywą na ekranie komputera. Upewnij się, że został znacznie przekroczony punkt równoważnikowy.

7. Zmiareczkuj próbkę przegotowanej i ochłodzonej coca-coli w ten sam sposób jak pierwszą próbkę.

8. Wyznacz punkty równoważnikowe na obu krzywych. Oblicz ilość kwasu ortofosforowego w napoju i z różnicy zużycia NaOH oblicz ilość kwasu węglowego (dwutlenku węgla) w coca-coli.

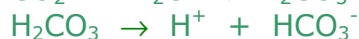
Zadania laboratoryjne:

1) Dlaczego gotujesz próbkę coca-coli?

Gotowanie usuwa dwutlenek węgla z próbki. Jedynym kwasem w roztworze po gotowaniu jest kwas ortofosforowy. Dlatego druga krzywa miareczkowania odnosi się tylko do jednego kwasu.

2) Zapisz równanie rozpuszczania dwutlenku węgla w wodzie.

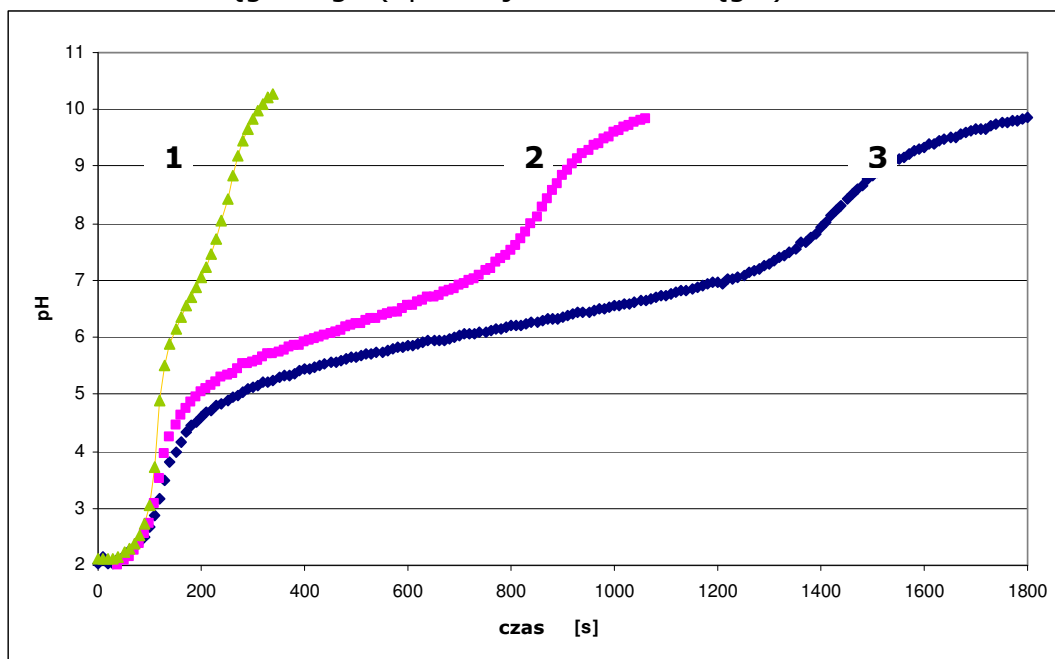
Znając równanie, spróbuj zinterpretować to, co dzieje się w czasie dodawania mocnej zasady do roztworu próbki.



Jony hydroksylowe stopniowo zubożniają kwas węglowy w próbce: zubożnienie H^+ powoduje, że równowaga reakcji przesuwają się w prawo: aby

przywrócić równowagę, cząsteczki CO_2 rozpuszczają się w roztworze, przesuwając równowagę w stronę produktów, aż cały CO_2 jest zmiareczkowany.

3) Opisz następujący wykres trzech krzywych miareczkowania dla trzech pomiarów coca-coli. Próbki różnią się w zależności od warunków lub stanu, tj. czy jest to świeży, otwarty czy wygotowany napój. Jakie kwasy są w każdym napoju? Zaznacz na wykresie punkty równoważnikowe i pK_a dla wszystkich trzech krzywych i skomentuj zużycie mianowanego roztworu, który użyjesz na oznaczenie kwasu węglowego (i później dwutlenku węgla).



1) Krzywa miareczkowania wygotowanej coca-coli: w roztworze jest tylko H_3PO_4 i dlatego zużycie titranta do drugiego punktu równoważnikowego (HPO_4^{2-}) będzie dwa razy większe w porównaniu z pierwszym punktem równoważnikowym (H_2PO_4^-).

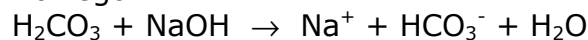
2) Krzywa miareczkowania otwartej coca-coli: na drugi punkt równoważnikowy ma wpływ obecność H_2CO_3 (odpowiednio CO_2), dlatego przesuwają się one na osi x (zużycie NaOH = czas).

3) Krzywa miareczkowania świeżej coca-coli: na drugi punkt równoważnikowy ma wpływ obecność H_2CO_3 (odpowiednio CO_2), dlatego przesuwają się one na osi x (zużycie NaOH = czas). Jest dużo więcej H_2CO_3 w świeżym niż w otwartym napoju, więc zużycie mianowanego roztworu jest większe niż w dwóch poprzednich próbkach.

Pierwszy punkt równoważnikowy jest taki sam dla wszystkich próbek, co oznacza, że nie wpływa na niego obecność H_2CO_3 , pierwszy punkt równoważnikowy odpowiada tylko H_3PO_4 (jony H_2PO_4^-), ponieważ pK_{a1} kwasu ortofosforowego wynosi 2,12, podczas gdy pK_{a1} kwasu węglowego jest równe 6,37. W zakresie pH powyżej 7 oba kwasy są miareczkowane razem – H_3PO_4 do drugiego punktu równoważnikowego, a H_2CO_3 do pierwszego punktu równoważnikowego. To wyjaśnia, dlaczego tylko na drugi punkt na krzywej miareczkowania ma wpływ obecność innych kwasów i zależy on od ich ilości w roztworze.

- 4) Wyznacz, zawartość kwasu węglowego i dwutlenku węgla w otwartym napoju.
 $c(\text{NaOH}) = 0,201 \text{ mol/l}$
 $V(\text{NaOH})$ dla 2. punktu równoważnikowego w czasie miareczkowania otwartego napoju: $820\text{s}/10\text{s} = 82 \text{ porcji} \times 0,3 \text{ ml} = 24,6 \text{ ml}$
 $V(\text{NaOH})$ dla 2. punktu równoważnikowego w czasie miareczkowania wygotowanego napoju: $230\text{s}/10\text{s} = 23 \text{ porcji} \times 0,3 \text{ ml} = 6,9 \text{ ml}$
 $V(\text{NaOH})$ odnosząca się do H_2CO_3 (zobacz 3.): $24,6 \text{ ml} - 6,9 \text{ ml} = 17,7 \text{ ml}$
NaOH

Określ masę kwasu węglowego w próbce otwartej coca-coli na podstawie reakcji. Nie zapomnij, że kwas węglowy jest miareczkowany tylko do **pierwszego** punktu równoważnikowego:



1. Punkt równoważnikowy: $n(\text{H}_2\text{CO}_3) = n(\text{NaOH})$
 $m(\text{H}_2\text{CO}_3)/M(\text{H}_2\text{CO}_3) = c(\text{NaOH}) \times V(\text{NaOH})$
 $m(\text{H}_2\text{CO}_3) = c(\text{NaOH}) \times V(\text{NaOH}) \times M(\text{H}_2\text{CO}_3)$
 $m(\text{H}_2\text{CO}_3) = 0,201 \text{ mol/l} \times 0,0177 \text{ l} \times 62,024 \text{ g/mol} = \mathbf{0,2207 \text{ g H}_2\text{CO}_3}$ (w 100 ml próbce)

Wyznacz zawartość dwutlenku węgla w próbce z masy kwasu węglowego w próbce. Podaj wartość końcową w **g/l**:

$$M_r(\text{H}_2\text{CO}_3) = 62,024 \text{ g/mol}$$

$$M_r(\text{CO}_2) = 44 \text{ g/mol}$$

$$m(\text{H}_2\text{CO}_3) = 0,22066 \text{ g} \dots M_r(\text{H}_2\text{CO}_3) = 62,024 \text{ g/mol}$$

$$\underline{m(\text{CO}_2) = ? \text{ g} \dots M_r(\text{CO}_2) = 44 \text{ g/mol}}$$

$$m_r(\text{CO}_2) = 44 \text{ g/mol} \times 0,22066 \text{ g} / 62,024 \text{ g/mol} = 0,1565 \text{ g CO}_2 \dots \text{w } 100 \text{ ml próbce}$$

$$\underline{\mathbf{c_m(\text{CO}_2) = 1,565 \text{ g/l}}}$$

5) Ile wynosi stężenie kwasu ortofosforowego w coca-coli w g/l?

1. punkt równoważnikowy: $\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{H}_2\text{PO}_4^- + \text{H}_2\text{O}$

$$c(\text{NaOH}) = 0,201 \text{ mol/l}$$

$V(\text{NaOH})$ dla 1. punktu równoważnikowego: $130\text{s}/10\text{s} = 13 \text{ porcji} \times 0,3 \text{ ml} = 3,9 \text{ ml}$

$$M(\text{H}_3\text{PO}_4) = 98 \text{ g/mol}$$

$$n(\text{H}_3\text{PO}_4) = n(\text{NaOH})$$

$$m(\text{H}_3\text{PO}_4)/M(\text{H}_3\text{PO}_4) = c(\text{NaOH}) \times V(\text{NaOH})$$

$$m(\text{H}_3\text{PO}_4) = c(\text{NaOH}) \times V(\text{NaOH}) \times M(\text{H}_3\text{PO}_4)$$

$$m(\text{H}_3\text{PO}_4) = 0,201 \text{ mol/l} \times 0,0039 \text{ l} \times 98 \text{ g/mol} = 0,0768 \text{ g} / 100 \text{ ml}$$

$$\mathbf{m(\text{H}_3\text{PO}_4) = 0,768 \text{ g/l}}$$

Wniosek: Otwarta coca-cola zawierała 0,22 grama kwasu węglowego (w 100 ml próbce). Stężenie CO_2 w otwartej próbce wynosiło 1,565 g/l. Stężenie kwasu ortofosforowego było równe 0,768 g/l.

Jak to jest zrobione?

Obecnie Coca-Cola jest sprzedawana na całym świecie, ważną kwestią dla ułatwienia transportu jest zredukowanie jej objętości. W rezultacie, woda, cukier i dwutlenek węgla są dodawane w kraju produkcji. Pozostałe składniki są wysyłane za granicę przez Coca-Cola Company jako syropowaty koncentrat, który jest mieszany z pozostałymi składnikami przed butelkowaniem lub puszkowaniem. To także pomaga chronić recepturę "tajnego składnika".

Musi być zapewniony ten sam, określony przez Coca-Cola Company, skład wody. Jeśli się tego nie zrobi, końcowy produkt będzie inny, w zależności od tego gdzie został wyprodukowany. Przygotowanie wody obejmuje filtrację, sterylizację chlorem i/lub ozonem, dodatek pewnych minerałów, takich jak siarczan magnezu, chlorek potasu itd. oraz usunięcie zapachów.

Jakie są korzyści, a jakie ryzyko?

Na przestrzeni lat były miliony zadowolonych klientów. Każdy z nich twierdził, że regularne spożywanie coca-coli ma wiele zalet. Począwszy od skutków leczniczych, działania przeciwbólowego, do orzeźwienia i ulubionego smaku. Żadne z tych stwierdzeń nie może być łatwo udowodnione naukowo. Bez wątplenia, są miliony - jeśli nie miliardy ludzi lubiących ten napój.

Na początku, fakt że zawiera ona kokainę podkreślano jako zaletę, jednak od roku 1903 nie jest ona już składnikiem coca-coli.

Jednym z głównych problemów z coca-colą jest bardzo wysoka zawartość cukru. Zwykle, 330ml puszka napoju zawiera 35 gramów cukru. To może prowadzić do otyłości, próchnicy zębów, a nawet cukrzycy. Kwas ortofosforowy obecny w napoju może powodować niszczenie szkliwa zębów, a także problemy z nerkami lub osteoporozę.

Perspektywy na przyszłość?

Ponieważ coca-colę wprowadzono na rynek ponad 100 lat temu, są już liczne udoskonalenia. Jednym z głównych ulepszeń było wprowadzenie coca-coli dietetycznej. Nie zawiera ona wcale cukru, a opiera się na sztucznych środkach słodzących (słodzikach), takich jak aspartam.

Wprowadzenie nowych substancji słodzących, które można by używać w coca-coli, byłoby przełomowe.

W ciągu lat, klasyczna coca-cola miała różne odmiany. Obejmowały one:

Colę wiśniową

Colę z cytryną

Colę z limonką

Colę z wanilią

Colę zero (bez cukru i zero kalorii!)

Kto przewidzi gdzie skończy się przymus tworzenia nowych odmian zwykłej coca-coli? Czy pójdzie to tą samą ścieżką, którą poszły chipsy ziemniaczane np. cola o smaku chilli? A co z odmianami czekolada/kawa? Pomysłów jest bez liku. Ostatecznie, to klienci zdecydują czy nowa wersja będzie miała przyszłość.

Zainteresowani po przeczytaniu?

Jeśli tak, można znaleźć dużo więcej interesujących wiadomości:

www.coca-cola.com

<http://en.wikipedia.org/wiki/Coca-cola>

<http://www.youtube.com/watch?v=hKoB0MHVBvM>

Cukier w coli: <http://www.youtube.com/watch?v=yKZ2ZqBYrI>

<http://www.youtube.com/watch?v=BkrLoQj71Kc> (odmiana chińska)

<http://recipes.howstuffworks.com/coca-cola.htm>

<http://www.medindia.net/news/Sugar-sweetened-Drinks-Boost-Type-2-Diabetes-Risk-39912-1.htm>

<http://en.wikipedia.org/wiki/Diabetes>

<http://www.naturalnews.com/004416.html>,

<http://www.cspinet.org/liquidcandy/>

<http://www.beverageinstitute.org/ingredients/glossary.shtml>

<http://en.wikipedia.org/wiki/Osteoporosis>

<http://yourtotalhealth.ivillage.com/soft-drinks-hazardous-your-health.html>

<http://www.webmd.com/osteoporosis/features/soda-osteoporosis>).

<http://joshmadison.com/article/will-coke-dissolve-a-nail-experiment/>

Mentos: <http://www.youtube.com/watch?v=hKoB0MHVBvM>