



Instytut Matematyki, Fizyki i Chemii
Zakład Chemii

Laboratorium chemii technicznej

Ćwiczenie laboratoryjne

Wprowadzenie do zajęć. BHP w laboratorium chemicznym.
Substancje chemiczne niebezpieczne

Opracowali:

dr inż. Andrzej Kozłowski

dr inż. Agnieszka Kalbarczyk-Jedynak

dr Magdalena Ślęczka-Wilk

dr inż. Konrad Ćwirko

mgr inż. Czesław Wiznerowicz

Grażyna Gorzycka

KIEROWNIK
Zakładu Chemii
Kalbarczyk-Jedynak
dr inż. Agnieszka Kalbarczyk-Jedynak

Szczecin 2023

KARTA ĆWICZENIA

Wprowadzenie do zajęć. BHP w laboratorium chemicznym. Substancje chemiczne niebezpieczne

| 1 | Powiązanie z przedmiotami: ESO/25, 27 DiRMiUO/25, 27 EOUnIE/25, 27 | | |
|---|--|---------------------------------------|--|
| | Specjalność/Przedmiot | Efekty kształcenia dla przedmiotu | Szczegółowe efekty kształcenia dla przedmiotu |
| | ESO/26 Chemia wody, paliw i smarów | EKP3 K_U014, K_U015, K_U016. | SEKP3 – Wskaźniki jakości wody; SEKP6 – Wykonywanie oznaczeń wybranych wskaźników jakości wody technicznej; |
| | DiRMiUO/26 Chemia wody, paliw i smarów | EKP3 K_U014, K_U015, K_U016. | SEKP3 – Wskaźniki jakości wody; SEKP6 – Wykonywanie oznaczeń wybranych wskaźników jakości wody technicznej; |
| | EOUnIE/26 Chemia wody, paliw i smarów | EKP3 K_U014, K_U015, K_U016. | SEKP3 – Wskaźniki jakości wody; SEKP6 – Wykonywanie oznaczeń wybranych wskaźników jakości wody technicznej; |
| 2 | Cel ćwiczenia: <ol style="list-style-type: none"> 1. Zapoznanie się z regulaminem zajęć, poznanie wyposażenia laboratorium chemicznego oraz podstaw techniki pracy laboratoryjnej. 2. Poznanie podstawowych pojęć związanych bezpieczeństwem pracy z niebezpiecznymi substancjami chemicznymi. 3. Poznanie typowych zagrożeń w laboratorium oraz zasad bezpiecznej pracy i udzielania pierwszej pomocy. 4. Zapoznanie się z podstawowymi sposobami neutralizacji mocnych kwasów, zasad oraz produktów naftowych. 5. Zapoznanie się z zasadami oznakowania substancji niebezpiecznych. 6. Zapoznanie się z kartami charakterystyki wybranych substancji niebezpiecznych. 7. Opanowanie sposobu wyszukiwania charakterystyki substancji niebezpiecznych w bazach danych na podstawie ich nazwy lub kodu. | | |
| 3 | Wymagania wstępne: student jest zaznajomiony z ogólnymi zasadami bhp w laboratorium chemicznym oraz podstawowymi niebezpiecznymi substancjami niebezpiecznymi, student przed właściwymi zajęciami przechodzi stanowiskowe przeszkolenie bhp w laboratorium chemicznym, co potwierdza własnoręcznym podpisem na odpowiednim formularzu. | | |
| 4 | Opis stanowiska laboratoryjnego: typowy podstawowy zestaw szkła laboratoryjnego, zestaw kart charakterystyki podstawowych substancji chemicznych, materiały do neutralizacji kwasów i zasad, zestaw sorbentów do neutralizacji substancji niebezpiecznych, pH-metr, papierki wskaźnikowe, indykatory, próbki substancji do neutralizacji (mocny kwas, mocna zasada, olej smarowy). | | |
| 5 | Ocena ryzyka: Bardzo małe prawdopodobieństwo oparzenia chemicznego wynikające z kontaktu z 0,2 M kwasem siarkowym i ługiem sodowym jest, ewentualne skutki – nikłe. W przypadku kontaktu z substancją żrącą zalecane jest ostrożne usunięcie jej, spłukanie bieżącą wodą i stosowna neutralizacja. | | |

| | |
|----|---|
| | <p>Końcowa ocena – ZAGROŻENIE BARDZO MAŁE</p> <p>Wymagane środki zabezpieczenia:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. odzież i sprzęt ochronny (fartuchy, rękawice i okulary), 2. typowe środki neutralizujące, ręczniki papierowe, bieżąca woda. |
| 6 | <p>Przebieg ćwiczenia:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Zapoznanie z regulaminem pracowni oraz zasadami bhp w laboratorium. 2. Zapoznanie się z instrukcją stanowiskową (załącznik 1). 3. Przeprowadzić neutralizację próbek materiałów niebezpiecznych. <p>Zapoznanie się z zestawem kart charakterystyki niebezpiecznych substancji niebezpiecznych.</p> |
| 7 | <p>Sprawozdanie z ćwiczenia:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Opracować ćwiczenie zgodnie z poleceniami zawartymi w instrukcji stanowiskowej. 2. Korzystając z kart charakterystyki ocenić stopień zagrożenia i sposób neutralizacji dla niebezpiecznych związków chemicznych podanych przez prowadzącego. 3. Rozwiązać polecone zadanie i/lub odpowiedzieć na pytania zamieszczone w zestawie zadań i pytań do samodzielnego wykonania przez studenta. |
| 8 | <p>Archiwizacja wyników badań:</p> <p>sprawozdanie z ćwiczeń – opracowane zgodnie z zasadami obowiązującymi w pracowni – należy złożyć w formie pisemnej prowadzącemu zajęcia na następnych zajęciach.</p> |
| 9 | <p>Metoda i kryteria oceny:</p> <ol style="list-style-type: none"> a. EKP1, EKP2 – kontrola znajomości podstawowych pojęć chemicznych dotyczących substancji niebezpiecznych i zasad bhp w laboratorium, b. SEKP – szczegółowy efekt kształcenia dla poszczególnego studenta oceniony zostanie na podstawie przedstawionych w sprawozdaniu rozwiązań zadań i problemów poleconych do samodzielnego rozwiązania/ opracowania: <ul style="list-style-type: none"> – ocena 2,0 – nie ma podstawowej wiedzy dotyczącej zagrożeń wynikających z kontaktu z niebezpiecznymi substancjami chemicznymi, albo nie potrafi jej wykorzystać w praktyce; – ocena 3,0 – posiada podstawową wiedzę chemiczną dotyczącą identyfikacji chemicznych substancji niebezpiecznych oceny i minimalizowania zagrożenia; – ocena 3,5 – 4,0 – posiada poszerzoną wiedzę chemiczną i z zakresu zagrożeń substancjami niebezpiecznymi oraz umiejętność neutralizowania typowych materiałów niebezpiecznych w swoim otoczeniu; – ocena 4,5 – 5,0 – posiada umiejętność stosowania złożonej wiedzy chemicznej do rozwiązywania zadań złożonych, przeprowadzania cząstkowej oceny zagrożeń i doboru specjalnych środków neutralizujących i sorbentów do neutralizacji poszczególnych typów substancji niebezpiecznych. |
| 10 | <p>Literatura:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Kozłowski A., Instrukcja stanowiskowa do ćwiczeń laboratoryjnych: <i>Wprowadzenie do zajęć. BHP w laboratorium chemicznym. Substancje chemiczne niebezpieczne</i>, AM Szczecin, 2013. 2. Stundis H., Trzeźniowski W., Żmijewska S.: <i>Ćwiczenia laboratoryjne z chemii nieorganicznej</i>. WSM, Szczecin 1995. 3. Ranecki J., <i>Ratownictwo chemiczno-ekologiczne</i>. Poznań 1998; 4. Lipiński S., <i>Skuteczne ratownictwo. Fachowy poradnik służb ratowniczych. Cz. VII Ratownictwo chemiczne i ekologiczne</i>, Wyd. Verlag Dashofer, 2010. 5. <i>Poradnik dotyczący sporządzania kart charakterystyki</i>, Wersja 1.1, Europejska Agencja Chemikaliów, Nr referencyjny: ECHA-2011-G-08-PL, wrzesień 2011. |

| | |
|----|---|
| | <ol style="list-style-type: none"> 6. Źródło: http://echa.europa.eu/documents/10162/13643/sds_pl.pdf 7. IMDG Code – <i>International Maritime Dangerous Goods Code</i>, IMO, London 2002. 8. <i>Poradnik dotyczący sporządzania kart charakterystyki</i>, Wersja 1.1, Europejska Agencja Chemikaliów, Nr referencyjny: ECHA-2011-G-08-PL, wrzesień 2011. Źródło: http://echa.europa.eu/documents/10162/13643/sds_pl.pdf 9. <i>Karty charakterystyki substancji</i>, Wyd. CIOP, 2003. http://www.poch.com.pl/1/karty-charakterystyk,0,0 10. Witryna internetowa Avantor Performance Materials Poland S.A. http://www.poch.com.pl/1/karty-charakterystyk,0,0 11. Kozłowski A., <i>Materiały dydaktyczne z chemii technicznej opracowane dla potrzeb zajęć audytoryjnych</i> (nie publikowane) |
| 10 | Uwagi |

ZAŁĄCZNIK 1 – INSTRUKCJA

1. ZAKRES ĆWICZENIA:

Zagadnienia i słowa kluczowe:

- bhp w laboratorium chemicznym,
- substancje niebezpieczne, ich klasyfikacja i oznakowani,
- karty charakterystyki,
- kryteria oceny zagrożenia (NDS i inne),
- neutralizacja typowych substancji chemicznych,
- sorbenty.

REGULAMIN PRACY I PROBLEMY BHP W LABORATORIUM CHEMICZNYM

Regulamin pracy w laboratorium

1. Podczas zajęć w laboratorium ćwiczących obowiązuje fartuch ochronny, który prowadzący ćwiczenie udostępni studentowi.
2. Na początku zajęć prowadzący ćwiczenia dokonuje krótkie wprowadzenie w tematykę ćwiczenia i wrywkowo sprawdza znajomość kluczowych zagadnień ćwiczenia wśród studentów.
3. Studenci pracują w zespołach dwuosobowych wykonując wyłącznie przewidziane instrukcją czynności i reakcje związane z tematyką ćwiczenia.
4. Student jest zobowiązany do utrzymania swojego miejsca pracy w czystości i porządku.
5. Podstawą do zaliczenia przedmiotu jest wykonanie wszystkich ćwiczeń przewidzianych programem, oddanie prowadzącemu ćwiczenia wszystkich poprawnie opracowanych sprawozdań oraz pozytywne zaliczenie dwóch kolokwii połówkowych, sprawdzających opanowanie wiedzy przewidzianej do opanowania na poszczególnych ćwiczeniach.

Zabronione jest wykonywanie jakichkolwiek doświadczeń poza programem ćwiczeń, gdyż może to grozić niebezpieczeństwem ćwiczącemu lub jego najbliższemu otoczeniu.

Problemy bhp w laboratorium chemicznym

W trakcie wykonywania ćwiczeń student zetknie się z wieloma substancjami, które ze względu na swój charakter i sposób oddziaływania na organizm ludzki, mogą być truciznami, substancjami szkodliwymi, mogą wykazywać działania żrące, duszące, parzące i inne. Pojęcie trucizny lub środka szkodliwego związane jest z wielkością dawki w [mg/kg] żywej wagi. Przyjmuje się, że trucizny to substancje, których dawka do 150 mg/kg wywołuje śmierć. Substancje, których śmiertelna dawka przekracza tę wartość zaliczane są do środków szkodliwych.

Należy pamiętać, że trucizny i środki szkodliwe mogą przenikać do organizmu ludzkiego nie tylko przez drogi oddechowe i przewód pokarmowy, ale także przez

powierzchnię skóry. Ocena stopnia niebezpieczeństwa zatrucia może być dokonana na podstawie znajomości następujących danych:

- stężenie substancji trującej w powietrzu wdychanym;
- dawka substancji trującej przy wprowadzeniu jej przez przewód pokarmowy;
- powierzchni skażenia przy przenikaniu trucizny przez skórę;
- stężenie trucizny lub jej metabolitów w płynach ustrojowych.

Dla substancji przenikających do ustroju przez drogi oddechowe, a jest to najczęstsza droga przenikania trucizny do organizmu ludzkiego, opracowano wartości **najwyższych dopuszczalnych stężeń (NDS)**.

NDS jest ważnym pojęciem odnoszącym się do bezpieczeństwa pracy i oznacza wartość średnią ważoną stężenia, którego oddziaływanie na pracownika, w ciągu 8-godzinnego dobowego i przeciętnego tygodniowego wymiaru czasu pracy, określonego w Kodeksie pracy, przez cały okres jego aktywności zawodowej nie powinno spowodować ujemnych zmian w jego stanie zdrowia oraz w stanie zdrowia jego przyszłych pokoleń (Rozporządzenie MPiPS z dnia 29 listopada 2002 r. Dz.U. 2002 nr 217 poz. 1833)

Bezpieczeństwo pracy z kwasami

Stężone kwasy takie jak: kwas siarkowy(VI), kwas solny i kwas azotowy(V) są substancjami szczególnie niebezpiecznymi. Posiadają silne właściwości żrące, przez co mogą powodować bardzo bolesne oparzenia. Podczas pracy ze stężonymi kwasami należy pamiętać o założeniu specjalnych kwasoodpornych rękawic ochronnych i o ochronie twarzy.

Wszelkie prace ze stężonymi kwasami powinny być wykonywane pod dygestorium, gdyż wydzielające się z nich dymy działają drażniąco na układ oddechowy. Bardzo niebezpieczną czynnością jest rozcieńczanie stężonych kwasów mineralnych. Należy zapamiętać, że nigdy nie wolno wlewać wody do kwasu, gdyż proces rozcieńczania kwasów jest procesem silnie egzoenergetycznym. Ponieważ stężone kwasy mają większą gęstość od wody, woda wlana do zlewki z kwasem utworzy nad nim osobną warstwę. Proces przenikania cząsteczek kwasu do warstwy wodnej będzie wówczas zachodził w pobliżu granicy obu warstw i temperatura w tym miejscu mieszaniny może wzrosnąć nawet do 100°C, a więc woda znajdująca się w naczyniu zacznie wrzeć i krople wrzącej wody wraz z rozpuszczonym w niej kwasem mogą rozprysnąć się poza zlewkę i spowodować bardzo bolesne oparzenia twarzy i reszty ciała. Aby łatwiej zapamiętać, że nie wolno wlewać wody do stężonych kwasów, można posłużyć się jednym z poniższych wierszyków:

„Pamiętaj chemiku młody, wlewaj zawsze kwas do wody!”

„Pamiętaj chemiku zawczasu, nie wlewaj wody do kwasu!”

„Jeśli nie chcesz stracić swej urody, wlewaj zawsze kwas do wody!”

Poza niebezpieczeństwami zatruć częste są wypadki oparzeń płynami wyrzuconymi z próbki przy nieumiejętnym podgrzewaniu czy też wskutek pęknięcia zlewki przy nagłym jej kontakcie z otwartym płomieniem. Z tego względu, aby nierozważne postępowanie nie wywołało niebezpiecznych w skutkach następstw, ćwiczący musi przestrzegać niżej podanych zaleceń:

- stosować się bezwzględnie do wszystkich uwag prowadzącego ćwiczenia;
- wszelkie prace z substancjami trującymi lub wydzielającymi trujące pary prowadzić pod czynnym wyciągiem;

- doświadczenia z substancjami łatwopalnymi prowadzić z dala od źródła ognia;
- podczas ogrzewania roztworu w probówce, wylot jej kierować **zawsze** w przestrzeń, a nie na siebie czy na pracującego obok koleję;
- podczas identyfikacji gazu na podstawie jego zapachu należy ostrożnie, wachlującym ruchem ręki doprowadzić gaz z danego zbiornika w kierunku nosa. Gaz rozcieńczony powietrzem jest mniej szkodliwy;
- podczas nalewania roztworu z butelki należy ją zawsze ujmować etykietą do dłoni, trzymając równocześnie korek w drugiej ręce. Natychmiast po odlaniu odpowiedniej porcji butelkę zamykać i odstawić na właściwe miejsce;
- na polecenie prowadzącego stosować okulary ochronne;
- o każdym nieszczęśliwym wypadku oparzenia, skaleczenia itp. natychmiast informować prowadzącego ćwiczenia.

Na początku semestru, student przed przystąpieniem do ćwiczeń stwierdza własnym podpisem na odpowiednim formularzu, że zapoznał się z regulaminem bhp i będzie go przestrzegał w czasie wykonywania ćwiczeń.

Podstawowe zasady udzielania pierwszej pomocy

Podstawowym obowiązkiem osoby stwierdzającej zaistnienie wypadku jest udzielenie pierwszej pomocy osobie poszkodowanej – a w przypadku poważnego zagrożenia życia lub zdrowia – natychmiastowe sprowadzenie lekarza.

Do chwili przybycia fachowej pomocy należy wykonywane wszelkie czynności umożliwiające ograniczenie skutków zaistniałego wypadku i podtrzymujące podstawowe czynności życiowe poszkodowanego.

| | |
|--------------------------------------|------------|
| Telefon Pogotowia Ratunkowego | 999 |
| Zespół Ratownictwa | 112 |

I. URAZY OCZU

W przypadku prysnięcia do oka substancji żrących (kwasów, ługów i in.) należy:

- a) rozewrzeć kciukiem i palcem wskazującym kurczowo zaciśniętej powieki,
- b) przepłukać oko dużą ilością czystej, letniej wody kierując jej strumień od nosa do skroni,
- c) nałożyć opatrunek ochronny na oczy (również na zdrowe oko) i jak najszybciej zaprowadzić poszkodowanego do lekarza okulisty.

II. SKALECZENIA

W przypadku skaleczenia należy:

- a) drobne skaleczenia przemyć 3% roztworem wody utlenionej lub bieżącą wodą, osuszyć sterylnym wacikiem i założyć plaster leczniczo-ochronny,
- b) przy silnym krwawieniu założyć suchy, jałowy opatrunek – rany nie należy dotykać palcami, nie oczyszczać, nie myć wodą ani środkami odkażającymi. Przy bardzo silnym krwawieniu unieść kończynę do góry, założyć opatrunek uciskowy,
- c) w przypadku stwierdzenia w ranie odłamków szkła – po założeniu opatrunku, niezależnie od wielkości rany zaprowadzić poszkodowanego do lekarza (ambulatorium, pogotowia),
- d) przy zagrożeniu zanieczyszczenia rany trującymi związkami chemicznymi należy przed założeniem opatrunku bezwzględnie przemyć bieżącą wodą.

III. OPARZENIA TERMICZNE

W przypadku oparzeń termicznych należy:

- a) natychmiast odsłonić oparzone miejsce i umieścić je w strumieniu zimnej, bieżącej wody – dalsze postępowanie uzależnione jest od stopnia oparzenia, w każdym z przypadków poważnego oparzenia niezbędna jest natychmiastowa pomoc lekarska,
- b) przy oparzeniach III-go stopnia ofiarę wypadku natychmiast odwieźć do szpitala,
- c) przy rozległych oparzeniach natychmiast wezwać lekarza, w międzyczasie chronić poparzonego przed utratą ciepła, podać kawę.

IV. OPARZENIA CHEMICZNE

W przypadku oparzeń chemicznych należy:

- a) oparzone miejsce natychmiast obficie spłukać wodą a odzież, na której znajduje się substancja parząca natychmiast zdjąć,
- b) przy oparzeniach kwasem poparzone miejsce spłukiwać roztworem sody wodą z mydłem.

2. WPROWADZENIE TEORETYCZNE DO ĆWICZENIA

2.1. Niebezpieczne substancje chemiczne

Niebezpieczne substancje chemiczne są potencjalnym źródłem zagrożenia życia o zdrowia ludzi, ale i także środowiska naturalnego. Kompleksowa informacja o niebezpiecznych właściwościach poszczególnych substancji chemicznych, rozmiarach stwarzanego przez nich zagrożenia oraz zasadach postępowania z nimi umożliwia racjonalną ochronę ludzi i środowiska w nie tylko w razie awarii, ale także efektywną profilaktykę w zakładach pracy.

W Polsce istnieją ogólnie dostępne oraz odpłatne bazy danych **niebezpiecznych substancji chemicznych (NSCh)** na podstawie których można się zapoznać z ich właściwościami fizyko-chemicznymi, toksycznością, niebezpieczeństwem pożarowym i ekologicznym, sposobem neutralizacji, kodem klasyfikacji ONZ (i innymi kodami) oraz nazwami substancji, kodem niebezpieczeństwa, oznakowaniem oraz innymi ważnymi informacjami dotyczącymi tych substancji.

2.1.1. Klasyfikacja substancji niebezpiecznych

W celu jednoznacznej oceny dotyczącej jakości zagrożenia powodowanego przez substancje chemiczne, zgodnie z rozporządzeniem Ministra Zdrowia dotyczącą klasyfikacji substancji i preparatów chemicznych, według ich właściwości fizykochemicznych, toksycznych, ekotoksycznych i specyficznych dla zdrowia ludzkiego przyjęto cztery grupy zagrożeń, które wraz z 18 ich szczególnymi rodzajami przedstawiono poniżej:

I. Podział substancji na podstawie właściwości fizykochemicznych

1. Substancje i preparaty wybuchowe.
2. Substancje i preparaty o właściwościach utleniających.
3. Substancje i preparaty skrajnie łatwopalne.
4. Substancje i preparaty wysoce łatwopalne.
5. Substancje i preparaty łatwopalne.
6. Substancje o innych właściwościach fizykochemicznych.

II. Podział substancji na podstawie- toksyczności

7. Substancje i preparaty bardzo toksyczne.
8. Substancje i preparaty toksyczne.
9. Substancje i preparaty szkodliwe.
10. Substancje i preparaty żrące.
11. Substancje i preparaty drażniące.
12. Substancje i preparaty uczulające.
13. Substancje o innych właściwościach toksycznych.

III. Podział substancji na podstawie analizy skutków specyficznych dla zdrowia człowieka

14. Substancje rakotwórcze.
15. Substancje mutagenne.
16. Substancje działające szkodliwie na rozrodczość.

IV. Podział substancji na podstawie analizy skutków działania na środowisko

17. Substancje i preparaty niebezpieczne dla środowiska wodnego.

18. Substancje niebezpieczne w innych biosystemach niż środowisko wodne.





2.1.2. Identyfikacja i oznakowanie materiałów







Celem określenie rodzaju zagrożenia, które stwarzają oznakowania substancje niebezpieczne i preparaty oraz ich identyfikacji, zgodnie z nomenklaturą Międzynarodowej Unii Chemii Czystej i Stosowanej **IUPAC** (*International Union of Pure and Applied Chemistry*) została przypisana jednoznaczna nazwa substancji. Wiele substancji oprócz nazw chemicznych dodatkowo może posiadać inne nazwy w różnych językach oraz szereg synonimów.

Wiele substancji znajdujących się w pracowni chemicznej to substancje niebezpieczne. Odpowiedni sposób oznaczania takich odczynników może zmniejszyć ryzyko związane z ich użytkowaniem. W związku z tym na opakowaniach substancji niebezpiecznych umieszcza się pewne rysunki zwane piktogramami ostrzegawczymi. Informują one o rodzaju zagrożenia, jakie niesie dana substancja. Poniżej w tabeli 1 zebrano najważniejsze piktogramy ostrzegawcze.

Tabela 1

Symbole zagrożenia

| Znaczenie | Symbol | Oznaczenie literowe | Przykłady substancji |
|--------------------------------|---|---------------------|---------------------------------------|
| Substancja utleniająca |  | O | manganian(VII) potasu, azotan(V) sodu |
| Substancja żrąca |  | C | kwas siarkowy(VI), wodorotlenek sodu |
| Substancja łatwopalna |  | F | aceton, etanol |
| Substancja skrajnie łatwopalna |  | F+ | benzyna ekstrakcyjna, butan |

| | | | |
|---|---|----|---|
| Substancja szkodliwa |  | Xn | wodorowęglan amonu, siarczan(VI) miedzi(II) |
| Substancja toksyczna |  | T | chlorek kobaltu(II), octan ołowiu(II) |
| Substancja silnie toksyczna |  | T+ | chlorek rtęci(II), cyjanek potasu |
| Substancja wybuchowa |  | E | azotan(V) amonu, dichromian(VI) amonu |
| Substancja drażniąca |  | Xi | tlenek wapnia, disiarczan(VI) potasu |
| Substancja niebezpieczna dla środowiska |  | N | manganian(VII) potasu, siarczan(VI) miedzi(II) |

Oprócz piktogramów ostrzegawczych każdy niebezpieczny odczynnik powinien zostać oznaczony odpowiednim zwrotem ryzyka (R) przedstawionym w tabeli 2 i 3, mającym na celu poinformować użytkownika o ryzyku, jakie niesie kontakt z daną substancją.

Dodatkowo prawo obowiązuje producentów niebezpiecznych odczynników do umieszczania na ich opakowaniach zwrotów bezpieczeństwa (S), przedstawionych w tabelach 4 i 5, czyli informacji na temat prawidłowego postępowania z substancją celem zmniejszenia ryzyka związanego z jej użytkowaniem. W tabelach poniżej zestawiono wszystkie zwroty ryzyka i zwroty bezpieczeństwa, jakie mogą znajdować się na opakowaniach z substancjami niebezpiecznymi.

Symbole zwrotu ryzyka

| Zwrot R | Znaczenie |
|---------|---|
| R1 | Produkt wybuchowy w stanie suchym. |
| R2 | Zagrożenie wybuchem wskutek uderzenia, tarcia, kontaktu z ogniem lub innymi źródłami zapłonu. |
| R3 | Skrajne zagrożenie wybuchem wskutek uderzenia, tarcia, kontaktu z ogniem lub innymi źródłami zapłonu. |
| R4 | Tworzy łatwo wybuchające związki metaliczne. |
| R5 | Ogrzanie grozi wybuchem. |
| R6 | Produkt wybuchowy z dostępem i bez dostępu powietrza. |
| R7 | Może spowodować pożar. |
| R8 | Kontakt z materiałami zapalnymi może spowodować pożar. |
| R9 | Grozi wybuchem po zmieszaniu z materiałem zapalnym. |
| R10 | Produkt łatwo palny. |
| R11 | Produkt wysoce łatwo palny. |
| R12 | Produkt skrajnie łatwo palny. |
| R14 | Reaguje gwałtownie z wodą. |
| R15 | W kontakcie z wodą uwalnia skrajnie łatwo palne gazy. |
| R16 | Produkt wybuchowy po zmieszaniu z substancjami utleniającymi. |
| R17 | Samorzutnie zapala się w powietrzu. |
| R18 | Podczas stosowania mogą powstawać zapalne lub wybuchowe mieszaniny par z powietrzem. |
| R19 | Może tworzyć wybuchowe nadtlenki. |
| R20 | Działa szkodliwie przez drogi oddechowe. |
| R21 | Działa szkodliwie w kontakcie ze skórą. |
| R22 | Działa szkodliwie po połknięciu. |
| R23 | Działa toksycznie przez drogi oddechowe. |
| R24 | Działa toksycznie w kontakcie ze skórą. |
| R25 | Działa toksycznie po połknięciu. |
| R26 | Działa bardzo toksycznie przez drogi oddechowe. |
| R27 | Działa bardzo toksycznie w kontakcie ze skórą. |
| R28 | Działa bardzo toksycznie po połknięciu. |
| R29 | W kontakcie z wodą uwalnia toksyczne gazy. |
| R30 | Podczas stosowania może stać się wysoce łatwo palny. |
| R31 | W kontakcie z kwasami uwalnia toksyczne gazy. |
| R32 | W kontakcie z kwasami uwalnia bardzo toksyczne gazy. |
| 3R3 | Niebezpieczeństwo kumulacji w organizmie. |
| R34 | Powoduje oparzenia. |
| R35 | Powoduje poważne oparzenia. |
| R36 | Działa drażniąco na oczy. |
| R37 | Działa drażniąco na drogi oddechowe. |
| R38 | Działa drażniąco na skórę. |
| R39 | Zagraża powstaniem bardzo poważnych, nieodwracalnych zmian w stanie zdrowia. |
| R40 | Ograniczone dowody działania rakotwórczego. |
| R41 | Ryzyko poważnego uszkodzenia oczu. |
| R42 | Może powodować uczulenie w następstwie narażenia drogą oddechową. |
| 4R3 | Może powodować uczulenie w kontakcie ze skórą. |
| R44 | Zagrożenie wybuchem po ogrzaniu w zamkniętym pojemniku. |
| R45 | Może powodować raka. |
| R46 | Może powodować dziedziczne wady genetyczne. (Substancje o udowodnionym działaniu mutagennym.) |

| | |
|-----|--|
| R47 | Może powodować dziedziczne wady genetyczne. (Substancje, które rozpatruje się jako mutagenne.) |
| R48 | Stwarza poważne zagrożenie zdrowia człowieka w następstwie długotrwałego narażenia. |
| R49 | Może powodować raka w następstwie narażenia drogą oddechową. |
| R50 | Działa bardzo toksycznie na organizmy wodne. |
| R51 | Działa toksycznie na organizmy wodne. |
| R52 | Działa szkodliwie na organizmy wodne. |
| R53 | Może powodować długo utrzymujące się niekorzystne zmiany w środowisku wodnym. |
| R54 | Działa toksycznie na rośliny. |
| R55 | Działa toksycznie na zwierzęta. |
| R56 | Działa toksycznie na organizmy glebowe. |
| R57 | Działa toksycznie na pszczoły. |
| R58 | Może powodować długo utrzymujące się niekorzystne zmiany w środowisku. |
| R59 | Stwarza zagrożenie dla warstwy ozonowej. |
| R60 | Może upośledzać płodność. |
| R61 | Może działać szkodliwie na dziecko w łonie matki. |
| R62 | Możliwe ryzyko upośledzenia płodności. |
| R63 | Możliwe ryzyko szkodliwego działania na dziecko w łonie matki. |
| R64 | Może oddziaływać szkodliwie na dzieci karmione piersią. |
| R65 | Działa szkodliwie; może powodować uszkodzenie płuc w przypadku połknięcia. |
| R66 | Powtarzające się narażenie może powodować wysuszenie lub pęknięcie skóry. |
| R67 | Pary mogą wywoływać uczucie senności i zawroty głowy. |
| R68 | Możliwe ryzyko powstania nieodwracalnych zmian w stanie zdrowia. |

Tabela 3

Symbole łączonych zwrotów ryzyka

| Zwrot R łączony | Znaczenie |
|-----------------|---|
| R14/15 | Reaguje gwałtownie z wodą, uwalniając skrajnie łatwopalne gazy. |
| R15/29 | W kontakcie z wodą uwalnia skrajnie łatwopalne, toksyczne gazy. |
| R20/21 | Działa szkodliwie przez drogi oddechowe i w kontakcie ze skórą. |
| R20/22 | Działa szkodliwie przez drogi oddechowe i po połknięciu. |
| R20/21/22 | Działa szkodliwie przez drogi oddechowe, w kontakcie ze skórą i po połknięciu. |
| R21/22 | Działa szkodliwie w kontakcie ze skórą i po połknięciu. |
| R23/24 | Działa toksycznie przez drogi oddechowe i w kontakcie ze skórą. |
| R23/25 | Działa toksycznie przez drogi oddechowe i po połknięciu. |
| R23/24/25 | Działa toksycznie przez drogi oddechowe, w kontakcie ze skórą i po połknięciu. |
| R24/25 | Działa toksycznie w kontakcie ze skórą i po połknięciu. |
| R26/27 | Działa bardzo toksycznie przez drogi oddechowe i w kontakcie ze skórą. |
| R26/28 | Działa bardzo toksycznie przez drogi oddechowe i po połknięciu. |
| R26/27/28 | Działa bardzo toksycznie przez drogi oddechowe, w kontakcie ze skórą i po połknięciu. |
| R27/28 | Działa bardzo toksycznie w kontakcie ze skórą i po połknięciu. |
| R36/37 | Działa drażniąco na oczy i drogi oddechowe. |
| R36/38 | Działa drażniąco na oczy i skórę. |
| R36/37/38 | Działa drażniąco na oczy, drogi oddechowe i skórę. |
| R37/38 | Działa drażniąco na drogi oddechowe i skórę. |
| R39/23 | Działa toksycznie przez drogi oddechowe; zagraża powstaniem bardzo poważnych nieodwracalnych zmian w stanie zdrowia. |
| R39/24 | Działa toksycznie w kontakcie ze skórą; zagraża powstaniem bardzo poważnych nieodwracalnych zmian w stanie zdrowia. |
| R39/25 | Działa toksycznie po połknięciu; zagraża powstaniem bardzo poważnych nieodwracalnych zmian w stanie zdrowia. |
| R39/23/24 | Działa toksycznie przez drogi oddechowe i w kontakcie ze skórą; zagraża powstaniem bardzo poważnych nieodwracalnych zmian w stanie zdrowia. |

| | |
|--------------|---|
| R39/23/25 | Działa toksycznie przez drogi oddechowe i po połknięciu; zagraża powstaniem bardzo poważnych nieodwracalnych zmian w stanie zdrowia. |
| R39/24/25 | Działa toksycznie w kontakcie ze skórą i po połknięciu; zagraża powstaniem bardzo poważnych nieodwracalnych zmian w stanie zdrowia. |
| R39/23/24/25 | Działa toksycznie przez drogi oddechowe, w kontakcie ze skórą i po połknięciu; zagraża powstaniem bardzo poważnych nieodwracalnych zmian w stanie zdrowia. |
| R39/26 | Działa bardzo toksycznie przez drogi oddechowe; zagraża powstaniem bardzo poważnych nieodwracalnych zmian w stanie zdrowia. |
| R39/27 | Działa bardzo toksycznie w kontakcie ze skórą; zagraża powstaniem bardzo poważnych nieodwracalnych zmian w stanie zdrowia. |
| R39/28 | Działa bardzo toksycznie po połknięciu; zagraża powstaniem bardzo poważnych nieodwracalnych zmian w stanie zdrowia. |
| R39/26/27 | Działa bardzo toksycznie przez drogi oddechowe i w kontakcie ze skórą; zagraża powstaniem bardzo poważnych nieodwracalnych zmian w stanie zdrowia. |
| R39/26/28 | Działa bardzo toksycznie przez drogi oddechowe i po połknięciu; zagraża powstaniem bardzo poważnych nieodwracalnych zmian w stanie zdrowia. |
| R39/27/28 | Działa bardzo toksycznie w kontakcie ze skórą i po połknięciu; zagraża powstaniem bardzo poważnych nieodwracalnych zmian w stanie zdrowia. |
| R39/26/27/28 | Działa bardzo toksycznie przez drogi oddechowe, w kontakcie ze skórą i po połknięciu; zagraża powstaniem bardzo poważnych nieodwracalnych zmian w stanie zdrowia. |
| R42/43 | Może powodować uczulenie w następstwie narażenia drogą oddechową i w kontakcie ze skórą. |
| R48/20 | Działa szkodliwie przez drogi oddechowe; stwarza poważne zagrożenie zdrowia w następstwie długotrwałego narażenia. |
| R48/21 | Działa szkodliwie w kontakcie ze skórą; stwarza poważne zagrożenie zdrowia w następstwie długotrwałego narażenia. |
| R48/22 | Działa szkodliwie po połknięciu; stwarza poważne zagrożenie zdrowia w następstwie długotrwałego narażenia. |
| R48/20/21 | Działa szkodliwie przez drogi oddechowe i w kontakcie ze skórą; stwarza poważne zagrożenie zdrowia w następstwie długotrwałego narażenia. |
| R48/20/22 | oddechowe i po połknięciu; stwarza poważne zagrożenie zdrowia w następstwie długotrwałego narażenia. |
| R48/21/22 | Działa szkodliwie w kontakcie ze skórą i po połknięciu; stwarza poważne zagrożenie zdrowia w następstwie długotrwałego narażenia. |
| R48/20/21/22 | Działa szkodliwie przez drogi oddechowe, w kontakcie ze skórą i po połknięciu; stwarza poważne zagrożenie zdrowia w następstwie długotrwałego narażenia. |
| R48/23 | Działa toksycznie przez drogi oddechowe; stwarza poważne zagrożenie zdrowia w następstwie długotrwałego narażenia. |
| R48/24 | Działa toksycznie w kontakcie ze skórą; stwarza poważne zagrożenie zdrowia w następstwie długotrwałego narażenia. |
| R48/25 | Działa toksycznie po połknięciu; stwarza poważne zagrożenie zdrowia w następstwie długotrwałego narażenia. |
| R48/23/24 | Działa toksycznie przez drogi oddechowe i w kontakcie ze skórą; stwarza poważne zagrożenie zdrowia w następstwie długotrwałego narażenia. |
| R48/23/25 | Działa toksycznie przez drogi oddechowe i po połknięciu; stwarza poważne zagrożenie zdrowia w następstwie długotrwałego narażenia. |
| R48/24/25 | Działa toksycznie w kontakcie ze skórą i po połknięciu; stwarza poważne zagrożenie zdrowia w następstwie długotrwałego narażenia. |
| R48/23/24/25 | Działa toksycznie przez drogi oddechowe, w kontakcie ze skórą i po połknięciu; stwarza poważne zagrożenie zdrowia w następstwie długotrwałego narażenia. |
| R50/53 | Działa bardzo toksycznie na organizmy wodne; może powodować długo utrzymujące się niekorzystne zmiany w środowisku wodnym. |
| R51/53 | Działa toksycznie na organizmy wodne; może powodować długo utrzymujące się niekorzystne zmiany w środowisku wodnym. |
| R52/53 | Działa szkodliwie na organizmy wodne; może powodować długo utrzymujące się niekorzystne zmiany w środowisku wodnym. |
| R68/20 | Działa szkodliwie przez drogi oddechowe; możliwe ryzyko powstania nieodwracalnych zmian w stanie zdrowia. |
| R68/21 | Działa szkodliwie w kontakcie ze skórą; możliwe ryzyko powstania nieodwracalnych zmian w stanie zdrowia. |

| | |
|--------------|---|
| R68/22 | Działa szkodliwie po połknięciu; możliwe ryzyko powstania nieodwracalnych zmian w stanie zdrowia. |
| R68/20/21 | Działa szkodliwie przez drogi oddechowe i w kontakcie ze skórą; możliwe ryzyko powstania nieodwracalnych zmian w stanie zdrowia. |
| R68/20/22 | Działa szkodliwie przez drogi oddechowe i po połknięciu; możliwe ryzyko powstania nieodwracalnych zmian w stanie zdrowia. |
| R68/21/22 | Działa szkodliwie w kontakcie ze skórą i po połknięciu; możliwe ryzyko powstania nieodwracalnych zmian w stanie zdrowia. |
| R68/20/21/22 | Działa szkodliwie przez drogi oddechowe, w kontakcie ze skórą i po połknięciu; możliwe ryzyko powstania nieodwracalnych zmian w stanie zdrowia. |

Tabela 4

Symbole zwrotów bezpieczeństwa

| Zwrot S | Znaczenie |
|---------|---|
| S1 | Przechowywać pod zamknięciem. |
| S2 | Chronić przed dziećmi. |
| S3 | Przechowywać w chłodnym miejscu. |
| S4 | Nie przechowywać w pomieszczeniach mieszkalnych. |
| S5 | Przechowywać w... (cieczy wskazanej przez producenta). |
| S6 | Przechowywać w atmosferze... (obojętnego gazu wskazanego przez producenta). |
| S7 | Przechowywać pojemnik szczelnie zamknięty. |
| S8 | Przechowywać pojemnik w suchym pomieszczeniu. |
| S9 | Przechowywać pojemnik w miejscu dobrze wentylowanym. |
| S12 | Nie przechowywać pojemnika szczelnie zamkniętego. |
| S13 | Nie przechowywać razem z żywnością, napojami i paszami dla zwierząt. |
| S14 | Nie przechowywać razem z... (materiałami określonymi przez producenta). |
| S15 | Przechowywać z dala od źródeł ciepła. |
| S16 | Nie przechowywać w pobliżu źródeł zapłonu — nie palić tytoniu. |
| S17 | Nie przechowywać razem z materiałami zapalnymi. |
| S18 | Zachować ostrożność w trakcie otwierania i manipulacji z pojemnikiem. |
| S20 | Nie jeść i nie pić podczas stosowania produktu. |
| S21 | Nie palić tytoniu podczas stosowania produktu. |
| S22 | Nie wdychać pyłu. |
| S23 | Nie wdychać gazu/dymu/pary/rozpylonej cieczy (rodzaj określi producent). |
| S24 | Unikać zanieczyszczenia skóry. |
| S25 | Unikać zanieczyszczenia oczu. |
| S26 | Zanieczyszczone oczy przemyć natychmiast dużą ilością wody i zasięgnąć porady lekarza. |
| S27 | Natychmiast zdjąć całą zanieczyszczoną odzież. |
| S28 | Zanieczyszczoną skórę natychmiast przemyć dużą ilością... (cieczy określonej przez producenta). |
| S29 | Nie wprowadzać do kanalizacji. |
| S30 | Nigdy nie dodawać wody do tego produktu. |
| S33 | Zastosować środki ostrożności zapobiegające wyładowaniom elektrostatycznym. |
| S35 | Usuwać produkt i jego opakowanie w sposób bezpieczny. |
| S36 | Nosić odpowiednią odzież ochronną. |
| S37 | Nosić odpowiednie rękawice ochronne. |
| S38 | W przypadku niedostatecznej wentylacji stosować odpowiednie indywidualne środki ochrony dróg oddechowych. |
| S39 | Nosić okulary lub ochronę twarzy. |
| S40 | Czyścić podłogę i wszystkie inne obiekty zanieczyszczone tym produktem... (środkiem wskazanym przez producenta). |
| S41 | Nie wdychać dymów powstających w wyniku pożaru lub wybuchu. |
| S42 | Podczas fumigacji/rozpylania/natryskiwania stosować odpowiednie środki ochrony dróg oddechowych (rodzaj określi producent). |




| | |
|-----|---|
| S43 | W przypadku pożaru używać... (podać rodzaj sprzętu przeciwpożarowego; jeżeli woda zwiększa zagrożenie, dodać: „nigdy nie używać wody”). |
| S45 | W przypadku awarii lub jeżeli źle się poczujesz, niezwłocznie zasięgnij porady lekarza — jeżeli to możliwe, pokaż etykietę. |
| S46 | W razie połknięcia niezwłocznie zasięgnij porady lekarza — pokaż opakowanie lub etykietę. |
| S47 | Przechowywać w temperaturze nieprzekraczającej... °C (określi producent). |
| S48 | Przechowywać produkt zwilżony... (właściwy materiał określi producent). |
| S49 | Przechowywać wyłącznie w oryginalnym opakowaniu. |
| S50 | Nie mieszać z... (określi producent). |
| S51 | Stosować wyłącznie w dobrze wentylowanych pomieszczeniach. |
| S52 | Nie zaleca się nanoszenia na duże płaszczyzny wewnątrz pomieszczeń. |
| S53 | Unikać narażenia — przed użyciem zapoznać się z instrukcją. |
| S56 | Zużyty produkt oraz opakowanie dostarczyć na składowisko odpadów niebezpiecznych. |
| S57 | Używać odpowiednich pojemników zapobiegających skażeniu środowiska. |
| S59 | Przestrzegać wskazówek producenta lub dostawcy dotyczących odzysku lub wtórnego wykorzystania. |
| S60 | Produkt i opakowanie usuwać jako odpad niebezpieczny. |
| S61 | Unikać zrzutów do środowiska. Postępować zgodnie z instrukcją lub kartą charakterystyki. |
| S62 | W razie połknięcia nie wywoływać wymiotów: niezwłocznie zasięgnąć porady lekarza i pokazać opakowanie lub etykietę. |
| S63 | W przypadku zatrucia drogą oddechową wyprowadzić lub wynieść poszkodowanego na świeże powietrze i zapewnić warunki do odpoczynku. |
| S64 | W przypadku połknięcia wypłukać usta wodą — nigdy nie stosować u osób nieprzytomnych. |

Tabela 5

Symbole łączonych zwrotów bezpieczeństwa

| Zwrot S łączony | Znaczenie |
|-----------------|---|
| S1/2 | Przechowywać pod zamknięciem i chronić przed dziećmi. |
| S3/7 | Przechowywać pojemnik szczelnie zamknięty w chłodnym miejscu. |
| S3/9/14 | Przechowywać w chłodnym, dobrze wentylowanym miejscu, z dala od... (materiału wskazanego przez producenta). |
| S3/9/14/49 | Przechowywać wyłącznie w oryginalnym opakowaniu, w chłodnym, dobrze wentylowanym miejscu; nie przechowywać razem z... (materiałami wskazanymi przez producenta). |
| S3/9/49 | Przechowywać wyłącznie w oryginalnym opakowaniu w chłodnym, dobrze wentylowanym miejscu. |
| S3/14 | Przechowywać w chłodnym miejscu; nie przechowywać razem z... (materiałami wskazanymi przez producenta). |
| S7/8 | Przechowywać pojemnik szczelnie zamknięty w suchym pomieszczeniu. |
| S7/9 | Przechowywać pojemnik szczelnie zamknięty w miejscu dobrze wentylowanym. |
| S7/47 | Przechowywać pojemnik szczelnie zamknięty w temperaturze nieprzekraczającej...°C (określi producent). |
| S20/21 | Nie jeść i nie pić oraz nie palić tytoniu podczas stosowania produktu. |
| S24/25 | Unikać zanieczyszczenia skóry i oczu. |
| S27/29 | W przypadku zanieczyszczenia skóry natychmiast zdjąć całą zanieczyszczoną odzież i przemyć zanieczyszczoną skórę dużą ilością... (rodzaj cieczy określi producent). |
| S29/35 | Nie wprowadzać do kanalizacji, a produkt i opakowanie usuwać w sposób bezpieczny. |
| S29/56 | Nie wprowadzać do kanalizacji, a zużyty produkt i opakowanie dostarczyć na składowisko odpadów niebezpiecznych. |
| S36/37 | Nosić odpowiednią odzież ochronną i odpowiednie rękawice ochronne. |
| S36/37/39 | Nosić odpowiednią odzież ochronną, odpowiednie rękawice ochronne i okulary lub ochronę twarzy. |
| S36/39 | Nosić odpowiednią odzież ochronną i okulary lub ochronę twarzy. |
| S37/39 | Nosić odpowiednie rękawice ochronne i okulary lub ochronę twarzy. |
| S47/49 | Przechowywać wyłącznie w oryginalnym opakowaniu w temperaturze nieprzekraczającej... °C (określi producent). |

Na rys. 1 przedstawiono przykład prawidłowo przygotowanej etykiety na opakowanie z substancją niebezpieczną:

| | | | | |
|---|--------------------------------|---|---|---|
| Firma Chem-OD Warszawa ul. Konopnickiej 23/2 tel. 320-022-121 | | | | |
| <p style="text-align: center;">azotan(III) sodu azotyn sodu sodium nitrite CZYSTY NaNO₂ M = 69,00 g/mol</p> | Data produkcji: 02.2010 r. |  |  |  |
| | Termin ważności: 03.2013 r. | toksyczny | niebezpieczny dla środowiska | utleniający |
| | Masa 200 g | <p>R8: Kontakt z materiałami zapalnymi może spowodować pożar. R25: Działa toksycznie po połknięciu. R50: Działa bardzo toksycznie na organizmy wodne. S45: W przypadku awarii lub jeżeli źle się poczujesz, niezwłocznie zasięgnij porady lekarza – jeżeli to możliwe, pokaż etykietę. S61: Unikać zrzutów do środowiska. Postępować zgodnie z instrukcją lub kartą charakterystyki</p> | | |
| CAS: [7632-00-0] WE: 231-555-9 RID/ADR: 5.1, III UN: 3288 | | | | |

Rys. 1. Przykładowa etykieta substancji niebezpiecznej

Substancjom i preparatom o działaniu uczulającym przypisuje się symbole **N**. lub **Xi**. Substancjom i preparatom rakotwórczym, mutagennym i działającym szkodliwie na rozrodczość przypisuje się symbole **T** lub **N**.

Opakowania z substancjami niebezpiecznymi muszą być oznakowane m.in. znakiem ostrzegawczym, np. **T+**, zwrotem zagrożenia **R** oraz zwrotem **S**. Zwrot **S** określa warunki bezpiecznego stosowania, np. **S4** -Nie przechowywać w pomieszczeniach mieszkalnych.

Nowe rozporządzenie CLP (w sprawie klasyfikacji, oznakowania i pakowania) Rozporządzenie (WE) 1272/2008 dostosowuje wcześniejsze przepisy UE do **GHS** (globalnie zharmonizowanego systemu klasyfikacji i oznakowania chemikaliów), systemu opracowanego przez Organizację Narodów Zjednoczonych, służącego wykrywaniu niebezpiecznych substancji chemicznych i informowaniu użytkowników o wiążących się z nimi zagrożeniach. GHS, został przyjęty przez wiele państw z całego świata i jest obecnie wykorzystywany jako podstawa przy opracowywaniu międzynarodowych i krajowych regulacji w zakresie transportu materiałów niebezpiecznych.

W systemie tym informacje o zagrożeniach związanych z chemikaliami przekazuje się za pośrednictwem standardowych ostrzeżeń i piktogramów umieszczanych na etykietach oraz przedstawianych w kartach charakterystyki. Nowe terminy zastąpiły wcześniej stosowane sformułowania:

- *mieszaniny zamiast preparatów*
- *stwarzający zagrożenie zamiast niebezpieczny*
- *piktogramy zamiast symbole*
- *zwroty określające zagrożenie zamiast zwroty R określające rodzaj ryzyka*
- *zwroty określające środki ostrożności zamiast zwroty S określające warunki bezpiecznego stosowania*
- *hasła ostrzegawcze (np. niebezpieczeństwo, uwaga) zastąpiły wskazania zagrożenia*

Wprowadzono nowe, **opatrzone czerwoną ramką**, piktogramy stopniowo zastępują dobrze znane pomarańczowe symbole zagrożenia.



2.1.3. Bazy materiałów niebezpiecznych

– Baza Chemical Abstract Service

Baza Chemical Abstract Service (CAS), należąca do Amerykańskiego Towarzystwa Chemicznego, jest największą bazą naukową na świecie. Liczba zarejestrowanych substancji chemicznych w tej bazie przekroczyła już **100 milionów**.

Numer CAS jest trójczłonowy o następującej strukturze: XXXX-XX-X lub XXX-XX-X lub XX-XX-XX. Np. amoniak znajdujący się w zbiorniku pod ciśnieniem posiada numer CAS **7664-41-7**.

– Baza materiałów niebezpiecznych ONZ

Baza materiałów niebezpiecznych ONZ (United Nation) została opracowana przez Komitet Ekspertów ONZ ds. Przewozu Materiałów Niebezpiecznych w postaci katalogu substancji niebezpiecznych. Substancjom z katalogu został przypisany **numer ONZ (UN)**. Jest to zawsze czterocyfrowy numer i czasami odnosić się może do grupy materiałów o takich samych niebezpiecznych właściwościach.

Oprócz wymienionych baz istnieją także inne międzynarodowe i europejskie bazy danych substancji chemicznych (np. **REACH, DRÄGER, VOICE, ELINCS**).

– Międzynarodowy kodeks ładunków niebezpiecznych IMDG

Kodeks **IMDG** (International Maritime Dangerous Goods Code) jest wydanym przez Międzynarodową Organizację Morską (**IMO**) przewodnikiem bezpiecznego transportowania ładunków niebezpiecznych drogą morską. Jest realizacją przepisów części A rozdziału VII Międzynarodowej Konwencji o Bezpieczeństwie Życia na Morzu (**SOLAS**). IMO dokonuje aktualizacji kodeksu **co 2 lata**. Kodeks ukazuje się w formie **3 tomów**.

Tom pierwszy zawiera część wstępną oraz:

- podział ładunków niebezpiecznych na klasy,
- przepisy regulujące konstrukcje pojemników i opakowań ładunków niebezpiecznych, ich oznaczania i opisywania,
- przepisy regulujące przewóz na statkach (rozmieszczenie, oddzielenie, mocowanie i kontrole ładunku).

Tom drugi zawiera listę wszystkich niebezpiecznych towarów dopuszczonych do transportu drogą morską. Lista podaje numer substancji niebezpiecznej według norm ONZ, prawidłową nazwę substancji, klasę niebezpieczeństwa oraz wymagania dotyczące pakowania i transportu (odwołując się do wymagań opisanych w tomie pierwszym).

Tom trzeci (Suplement), który zawiera:

- spis procedur na wypadek pożaru lub rozsypu/rozlewu substancji niebezpiecznej.
- poradnik pierwszej pomocy w przypadku osób narażonych na kontakt z substancją niebezpieczną (**MFAG-Medical First Aid Guide**).
- procedury zgłaszania ładunków niebezpiecznych w systemach kontroli ruchu oraz zgłaszania wypadków z ładunkami niebezpiecznymi.
- wytyczne w sprawie sztautowania materiałów niebezpiecznych wewnątrz kontenerów.
- wytyczne w sprawie bezpiecznego użycia pestycydów na statkach.
- przepisy Międzynarodowego kodeksu bezpiecznego transportu wypalonego paliwa nuklearnego, plutonu i silnie radioaktywnych odpadów na statkach. (**IFN Code**)

Dzięki „IMDG – Code” możemy zidentyfikować rodzaj substancji, która dostała się do środowiska i według dalszych procedur przystąpić do likwidacji niebezpieczeństwa. Materiały niebezpieczne są klasyfikowane w jednej z 13 klas, przedstawionych w tabeli 6.

Tabela 6

Klasy materiałów niebezpiecznych IMDG

| | |
|-----------|--|
| Klasa 1 | – Materiały wybuchowe, |
| Klasa 2 | – Gazy sprężone, skroplone lub rozpuszczone pod ciśnieniem, |
| Klasa 3 | – Materiały ciekłe zapalne, |
| Klasa 4.1 | – Materiały stałe zapalne, |
| Klasa 4.2 | – Ciała stałe łatwopalne lub materiały skłonne do samozapłonu, |
| Klasa 4.3 | – Ciała łatwopalne lub substancje, które w zetknięciu z wodą wydzielają gazy łatwopalne, |
| Klasa 5.1 | – Materiały utleniające, |
| Klasa 5.2 | – Nadtlenki organiczne, |
| Klasa 6.1 | – Materiały trujące, |
| Klasa 6.2 | – Materiały zakaźne, |
| Klasa 7 | – Materiały radioaktywne, |
| Klasa 8 | – Materiały żrące, |
| Klasa 9 | – Inne materiały niebezpieczne, co do których doświadczenie wykazało lub może wykazać, że mają takie niebezpieczne własności, iż wymagania mniejsze mają do nich zastosowanie. |

Każdy z materiałów posiada własną pozycję oznaczoną **czteroliterowym numerem UN** i jest przydzielony do jednej z **trzech grup pakowania (PG)**. Te cztery informacje (UN, nazwa według ADR, klasa i PG) w zupełności wystarczą do identyfikacji każdego niebezpiecznego materiału.

2.1.4. Karty charakterystyki

Karta charakterystyki (*ang. safety data sheet – SDS*) jest powszechnie przyjętym i skutecznym sposobem dostarczania informacji odbiorcom substancji i mieszanin w UE. Karta ta stanowi ona integralną część systemu stworzonego na mocy rozporządzenia (**REACH- Registration, Evaluation and Authorisation of Chemicals**) (WE) nr 1907/2006w sprawie rejestracji, oceny, udzielania zezwoleń i stosowanych ograniczeń w zakresie chemikaliów. Karta charakterystyki powinna umożliwić użytkownikom zastosowanie niezbędnych środków związanych z ochroną zdrowia i bezpieczeństwa ludzi w miejscu pracy oraz z ochroną środowiska.

Karta charakterystyki powinna dostarczyć kompleksowych informacji o substancji lub mieszaninie do celów ram regulacyjnych kontroli chemikaliów na stanowisku pracy. Powinna ona uwzględniać takie zagadnienia jak:

1. Identyfikacja substancji.
2. Identyfikacja zagrożeń.
3. Skład substancji i określenie klasyfikacji zagrożeń stwarzanych przez jej składniki.
4. Pierwsza pomoc.
5. Postępowanie w przypadku pożaru.
6. Niezamierzone uwolnienie do środowiska.
7. Postępowanie z substancją i jej magazynowanie.
8. Kontrola narażenia.
9. Właściwości fizyczne i chemiczne łącznie z klasyfikacją.
10. Stabilność i reaktywność.
11. Informacje toksykologiczne łącznie z klasyfikacją.
12. Informacje ekologiczne łącznie z klasyfikacją.
13. Postępowanie z odpadami.
14. Transport.
15. Informacje dotyczące przepisów prawnych.
16. Inne informacje.

Istnieją publicznie dostępne bazy danych zawierające odpowiednie informacje (można z nich skorzystać w celu wyszukania danych niedostępnych w innych źródłach lub sprawdzenia danych pochodzących z wcześniejszego etapu łańcucha dostaw, które wydają się niespójne lub niewiarygodne), na przykład:

– **ECHA** (Baza danych zarejestrowanych substancji)
(<http://apps.echa.europa.eu/registered/registered-sub.aspx>)

Baza ta zawiera różnorodne informacje na temat substancji wytwarzanych lub importowanych przez przedsiębiorstwa, np. ich właściwości stwarzających zagrożenie, ich klasyfikacji i oznakowania oraz sposobu ich bezpiecznego stosowania. Informacje w bazie danych pochodzą z dokumentacji rejestracyjnej przedłożonej przez przedsiębiorstwa.

– Wykaz klasyfikacji i oznakowania ECHA

Wykaz klasyfikacji i oznakowania (Classification & Labelling (C&L) Inventory) jest bazą danych, w której zostaną zamieszczone podstawowe informacje dotyczące klasyfikacji i oznakowania zgłoszonych i zarejestrowanych substancji otrzymane od producentów oraz importerów. Zostanie w niej również zamieszczony wykaz zharmonizowanej klasyfikacji Wykaz zostanie stworzony i będzie zarządzany przez ECHA

(http://echa.europa.eu/clp/c_l_inventory_en.asp).

– ESIS (Europejski System Informacji o Substancjach Chemicznych)

(<http://esis.jrc.ec.europa.eu>)

Platforma ESIS stworzona przez byłe Europejskie Biuro ds. Chemikaliów (ECB) oferuje dostęp do kilku baz danych umożliwiających wyszukiwanie wg numeru CAS, numeru EINECS (numeru WE) oraz nazwy substancji w języku angielskim.

– GESTIS

(<http://www.dguv.de/ifa/Gefahrstoffdatenbanken/GESTIS-Stoffdatenbank/index-2.jsp>)

Jest to baza danych niemieckich Berufsgenossenschaften obejmująca ponad 7 000 substancji podanych w układzie alfabetycznym, stwarzających zagrożenie z klasyfikacją, oznakowaniem, wartościami granicznymi, metodami pomiaru, informacjami na temat środków ochrony osobistej, dopuszczalnych stężeń w środowisku pracy oraz medycyny pracy.

– ICSC (International Chemical Safety Cards)

(<http://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.home>)

Międzynarodowa Organizacja Pracy (MOP) udostępnia na swojej stronie internetowej bazę danych Międzynarodowych Kart Bezpieczeństwa Chemicznego. Głównym celem kart jest upowszechnienie bezpiecznego stosowania chemikaliów w miejscu pracy, a więc głównymi użytkownikami docelowymi są pracownicy oraz osoby odpowiedzialne za bezpieczeństwo i higienę pracy.

Poradnik dotyczący sporządzania kart charakterystyki Wersja 2.0 grudzień 2013 r. 37 Annankatu 18, P.O. Box 400, FI-00121 Helsinki, Finlandia | Tel. +358 9 686180 | Faks +358 9 68618210 | echa.europa.eu

– eChemPortal

(http://www.echemportal.org/echemportal/index?pageID=0&request_locale=en)

eChemPortal został stworzony przez Organizację Współpracy Gospodarczej i Rozwoju (OECD) we współpracy z Komisją Europejską (KE), Europejską Agencją Chemikaliów (ECHA), Stanami Zjednoczonymi, Kanadą, Japonią, Międzynarodową Radą Stowarzyszeń Chemicznych (ICCA), Komitetem Doradczym ds. Biznesu i Przemysłu (BIAC), Międzynarodowym Programem Bezpieczeństwa Chemicznego (IPCS) Światowej Organizacji Zdrowia (WHO), Programem Środowiskowym ONZ (UNEP) oraz organizacjami pozarządowymi zajmującymi się ochroną środowiska.

eChemPortal umożliwia **bezpłatny publiczny dostęp do informacji na temat właściwości chemikaliów** (w tym właściwości fizycznych i chemicznych, losów i zachowania w środowisku, eko-toksyczności oraz toksyczności), dzięki równoległemu przeszukiwaniu raportów i zbiorów danych.

– **IPCS INCHEM** (Międzynarodowy Program Bezpieczeństwa Chemicznego – IPCS)
(<http://www.inchem.org/>)

Strona internetowa INCHEM (IPCS) umożliwia szybki dostęp do poddanych międzynarodowej wzajemnej ocenie informacji na temat chemikaliów wykorzystywanych powszechnie na całym świecie, które mogą też występować jako zanieczyszczenia w środowisku i żywności. Baza gromadzi informacje od licznych organizacji międzyrządowych, których celem jest udzielanie pomocy we właściwym zarządzaniu chemikaliami.

– **TOXNET**

(<http://toxnet.nlm.nih.gov/index.html>)

Toxnet jest siecią danych toksykologicznych Narodowej Biblioteki Medycznej USA. Umożliwia ona dostęp do baz danych dotyczących toksykologii, chemikaliów stwarzających zagrożenie, zdrowia środowiskowego oraz uwalniania toksycznych substancji. Należy zwrócić uwagę na potencjalne różnice w wiarygodności informacji z takich źródeł. We wszystkich przypadkach (również gdy informacje na temat substancji składowych uzyskano z kart charakterystyki dostawców tych substancji) odpowiedzialność za poprawność treści karty charakterystyki nadal ponosi dostawca tej karty.

– **Baza Polskich Odczynników Chemicznych S.A.**

Firma **POCH S.A.** w swojej bazie posiada ok. 2400 kart charakterystyki substancji i umożliwia użytkownikom korzystanie z nich. Karty dostępne są na stronie producenta: <http://www.poch.com.pl/1/karty-charakterystyk,0,0>

Zasada przeszukiwania zbioru jest bardzo prosta: w poniższych polach formularza (Rys. 2) należy wpisać nazwę związku, jej synonim albo odpowiedni numer i wcisnąć przycisk „Szukaj”

| | |
|----------------------------|----------------------|
| Nazwa lub synonim nazwy | <input type="text"/> |
| Numer asortymentowy | <input type="text"/> |
| Numer CAS | <input type="text"/> |
| Numer WE (dawny EINECS) | <input type="text"/> |

Rys. 2. Pola formularza bazy POCH

Na rys. 3 przedstawiono przykładową kartę charakterystyki dla amoniaku:

Karta Charakterystyki Substancji/Preparatu

Data utworzenia / data aktualizacji: 2002-06-16 / 2018-06-07

Table with 5 main sections: 1. Identyfikacja, 2. Klasyfikacja, 3. Skład, 4. Procedury, 5. Bezpieczeństwo. Includes contact info for POCH and safety instructions.

Amortyzacja

Table with 3 main sections: 6. Postępowanie, 7. Postępowanie, 8. Kontrola. Includes detailed safety and handling procedures.

Amortyzacja

Table with 4 main sections: 10. Stabilność, 11. Informacje toksykologiczne, 12. Informacje ekologiczne, 13. Postępowanie z odpadami. Includes stability, toxicity, and environmental data.

Amortyzacja

Table with 15. Informacje dotyczące przepisów prawnych. Lists various regulatory references and standards.

Rys. 3. Karta charakterystyki amoniaku

2.1.5. Neutralizacja materiałów niebezpiecznych

Silne kwasy i zasady mogą być bardzo żrące dla skóry oraz wielu materiałów.

Skąd wiadomo, że materiał jest silnym kwasem lub zasadą?

Najlepszym sposobem na to, jest zmierzenie pH roztworu przy pomocy uniwersalnego papierka pH, wskaźnika (indykatora) chemicznego lub pH-metru.

Kwasy mają **pH < 7**, a zasady, często zwane alkaliami, charakteryzują się **pH > 7**.

Istnieje wiele różnych materiałów przydatnych do neutralizacji kwasów i zasad. Do neutralizacji nie stosuje się mocnych zasad i kwasów, aby uniknąć gwałtownego wydzielania się ciepła.

Zwykle neutralizację mocnego kwasu prowadzi się przy użyciu słabej zasady, a zobojętnienia mocnej zasady prowadzi się przy życiu słabego kwasu.

Neutralizacja chemiczna to najogólniej rzecz biorąc proces zobojętniania szkodliwego działania materiałów niebezpiecznych. Najczęściej w układach chemicznych spotykamy neutralizację w postaci reakcji wzajemnego oddziaływania zasady i kwasu, w wyniku której powstaje obojętna sól i woda. Najczęściej stosowanymi neutralizatorami chemicznymi są takie związki chemiczne jak:

- węglan sodu **Na₂CO₃**,
- chlorek amonu **NH₄Cl**,
- wodorowęglan sodu **NaHCO₃**,
- wodorotlenek sodu w postaci nasyconego roztworu **NaOH**,
- wodorotlenek wapnia w postaci mleka wapiennego **Ca(OH)₂**,
- podchloryn sodu **NaClO**.

Niektóre neutralizatory stosowane w technice posiadają wbudowany wskaźnik koloru, sygnalizujący, że np. wyciek kwasu akumulatorowego został zneutralizowany i jest już obojętny. Stosowanie większości neutralizatorów kwasów i zasad wymaga sprawdzenia pH, aby się upewnić, czy neutralizacja została już zakończona.

W warunkach domowych, także w laboratoriach, powszechnie stosowanym środkiem neutralizującym jest **soda oczyszczona** (NaHCO₃). Soda oczyszczona jest wodorowęglan sodu, a reakcja przebiega z kwasami z wytworzeniem się dwutlenku węgla i wody. Dla bardzo skoncentrowany silnych kwasów, lepszym wyborem neutralizatora jest zastosowanie węglanu wapnia CaCO₃.

Istotą chemicznej neutralizacji jest to, że związek chemiczny po dekontaminacji jest mniej agresywny i niebezpieczny, niż w przypadku dekontaminacji prowadzonej inną techniką.

Mankamentem tej metody neutralizacji jest konieczność posiadania precyzyjnej informacji odnośnie najwłaściwszego neutralizatora. Problem ten częściowo został rozwiązany poprzez wyselekcjonowanie grupy związków neutralizujących o bardzo szerokim zastosowaniu, jakimi są tzw. roztwory dekontaminacyjne.

Roztwory dekontaminacyjne są wodnymi roztworami związków chemicznych wchodzącymi w reakcje z zanieczyszczeniami, w wyniku której następuje ich neutralizacja. Poziom neutralizacji wykonywanej na miejscu może być różny, tzn. że szkodliwość związku chemicznego może być sprowadzona do „zera” lub znacznie ograniczona. Zależy to między innymi od ilości zastosowanego neutralizatora w stosunku do ilości związku chemicznego, temperatury i czasu reakcji zachodzącej między obydwojema związkami.

Gdy mamy do czynienia z **rozpoznanym związkiem chemicznym** należy zakwalifikować go do jednej z dziesięciu podstawowych klas niebezpiecznych związków i na podstawie tabeli 7 wybrać jeden z pięciu roztworów dekontaminacyjnych opisanych pod tabelą.

Klasy związków chemicznych

| Klasa rozpoznanego związku chemicznego | | RD |
|--|--|---------|
| 1. | Nieorganiczne kwasy, odpady procesu przeróbki metali | 1 |
| 2. | Metale ciężkie: rtęć, ołów, kadm, itp. | 2 |
| 3. | Pestycydy, chlorowane fenole, środki chwastobójcze dwufenyle poli-chlorowane | 2 |
| 4. | Cyjanki, amoniaki, i inne niekwaśne i nieorganiczne odpady | 2 |
| 5. | Rozpuszczalniki i związki organiczne takie jak trichloroetylen, chloroform, trichloroetan i toluen | 1 lub 3 |
| 6. | Dwufenyle poli-chlorowane i poli-bromowane | 1 lub 3 |
| 7. | Oleje natłuszczone i inne nie wymienione odpady, nieskażone pestycydami | 3 |
| 8. | Nieorganiczne zasady (wodorotlenki), alkaliczne i żrące odpady | 4 |
| 9. | Materiały radioaktywne | 5 |
| 10. | Materiały chorobotwórcze | 1 lub 2 |

Wytypowane roztwory dekontaminacyjne dla poszczególnych klas związków rozpoznanych:

RD 1.

5% Na_2CO_3 (węgiel sodu) i 5% Na_3PO_4 (fosforan sodu);

RD2.

10% $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ (podchloryn wapnia);

RD3.

5% Na_3PO_4 (fosforan sodu);

RD 3.

Uniwersalny roztwór spłukujący – przeznaczony jest do spłukiwania roztworów RD 1 i RD 2;

RD 4.

1% roztwór kwasu solnego (1% HCl);

RD 5.

Wodny roztwór detergentu (również domowego użytku, jak płyny i proszki do prania). Przy braku innych można użyć także roztwór środka pianotwórczego. Jeżeli trzeba to możliwe jest obfite szorowanie szczotką, a następnie spłukać obficie wodą. Wodę po płukaniu należy zebrać do pojemników.

Uwaga!!!

Roztwory dekontaminacyjne są przeznaczone dla 10 klas związków niebezpiecznych. Zawsze kontakt z ekspertami producenta danego związku chemicznego, ewentualnie z lekarzami, itd. pozwoli ustalić najlepszy roztwór do użycia.

Dekontaminacja jest jednym z najistotniejszych elementów każdej akcji ratownictwa chemicznego. Jej prawidłowe przeprowadzenie decyduje bowiem o bezpieczeństwie skażonych w trakcie realizowania zadań ratowników. Inaczej będzie prowadzona dekontaminacja ludzi i sprzętu podczas zdarzenia z cieczami ropopochodnymi takimi jak benzyna, oleje napędowe, inaczej w przypadku takich związków chemicznych jak chlor, amoniak, pestycydy, kwasy itp. W tym drugim przypadku wymagana jest szczególna ostrożność.

2.1.6. Sorbenty

Sorpcja jest to zjawisko pochłanianie gazów, par cieczy, par substancji stałych ciał rozproszonych w cieczach przez ciała porowate (sorbenty). Jeśli pochłanianie polega na utworzeniu cienkiej, cząsteczkowej warstwy na powierzchni sorbentu wówczas mówimy o adsorpcji i adsorbatach. Jeśli natomiast substancja pochłaniana przenika do porów wewnątrz sorbentu, wówczas będziemy mówili o absorpcji i absorbatkach. Najczęściej absorpcja gazu występuje w cieczach lub ciałach stałych o bardzo rozwiniętej powierzchni. Jednak w procesach dekontaminacyjnych będziemy mieć miejsce absorpcja cieczy przez ciała stałe. Na ogół zjawisko adsorpcji i absorpcji występują równocześnie i wówczas takie pochłanianie najlepiej określać ogólnym pojęciem sorpcji, a substancje pochłaniające nazywać sorbentami. Sorpcja jako technika dekontaminacyjna głównie jest stosowana do odkażania terenu akcji ratownictwa chemicznego.

Sorbenty mogą być pochodzenia naturalnego lub sztucznego. Sorbenty są zużywane w dużych ilościach podczas akcji prowadzonych nie tylko na gruncie, ale także w wodach śródlądowych. Na gruncie stosowane są sorbenty sypkie albo w postaci poduszek i mat mają zastosowanie przy zbieraniu już rozlanej cieczy i zapobieganiu jej dalszemu rozprzestrzenianiu. Na wodzie sorbenty stosowane są do zapobiegania rozprzestrzeniania się rozlewu olejowego, albo do wychwycenia i zebrania cienkiego filmu olejowego utrzymującego się na powierzchni po zlikwidowanym rozlewie olejowym. W tym przypadku ważne jest, aby sorbent był nietonący, aby łatwo można było go zebrać z powierzchni wody. Sorbent uniwersalny zawsze musi być on bezpiecznym związkiem chemicznym, który podczas reakcji z kwasami i zasadami nie będzie reagował, ani tworzył niebezpiecznych produktów.

Przykładem dobrego sorbentu uniwersalnego może być **wermikulit ekspandowany**. Wermikulit jest produktem wietrzenia mik (flogopitu lub biotyty). Wydobywany jest głównie w USA, Afryce (RPA i Madagaskar), Australii, Azji (Chiny). W Polsce spotykany na Dolnym Śląsku lecz w ilościach nie nadających się do eksploatacji. Minerale ten jest uwodnionym glinokrzemianem magnezu o bardzo zmiennym i skomplikowanym składzie chemicznym. Krystalizuje w układzie jednoskośnym, najczęściej w postaci blaszkowatych skupień o barwie żółto-żłocistej, brązowej i oliwkowej. Najistotniejszą cechą wermikulitu jest fakt, że w czasie obróbki wysokotemperaturowej oddaje on zgromadzoną wodę międzypakietową i zwiększa swoją objętość **10 – 25 razy** przyjmując formę spęczniałych, mineralnych harmonijek. Materiał otrzymany w wyniku takiego procesu nazywany jest wermikulitem ekspandowanym. Wermikulit, w eksfoliowanej (rozszerzonej/ekspandowanej) formie, jest lekki, niepalny, ściśliwy, bardzo chłonny, nie reaktywny i może mieć wysoką zdolność wymiany kationowej. Zdolność wermikulitu ekspandowanego do przyjmowania i oddawania wody, wymiany kationów, wyjątkowa lekkość, ognioodporność i inne szczególne cechy minerału powodują, że sorbent ten z powodzeniem stosowany jest w wielu gałęziach przemysłu.

W przypadku braku specjalnego sorbentu uniwersalnego mogą być zastosowane inne dostępne sorbenty nieorganiczne, jak np: suchy piasek, przesuszona i rozdrobniona glina, cement, popiół, talk, rozdrobnione skały dolomitowe i wapienne. Wymienione sorbenty są w znacznej większości surowcami i materiałami pochodzenia naturalnego.

Wśród sorbentów stosowanych w przemyśle istnieje podział kolorystyczny, który pozwala w łatwy sposób dobrać potrzebny sorbent.

Sorbenty szare (np.: MICROSORB® G) są sorbentami uniwersalnymi dedykowanymi do wchłaniania: roztworów wodnych, olejów, płynów przemysłowych, produktów ropopochodnych i nieagresywnych chemikaliów. Dzięki działaniu kapilarnemu sorbentu błyskawicznie wchłaniają większość płynów przemysłowych, w postaci czystej,

emulgowanej lub w roztworach tj.: węglowodory i ropopochodne, płyny chłodząco-smarujące, płyny chłodnicze i hydrauliczne, oleje mineralne, rozpuszczalniki i wodę.

Sorbenty żółte (np.: MICROSORB® C) są specjalnie przystosowana do usuwania wszelkiego rodzaju substancji chemicznych (zarówno agresywnych jak również innych niezidentyfikowanych). Są one oleofilowe i hydrofilowe – skutecznie wchłaniają szeroką gamę substancji chemicznych tj.: kwasy (chlorowodorowy, solny, siarkowy, octowy), roztwory zasadowe (sodowe, amoniakowe), alkohole (metanol, etanol), octany, rozpuszczalniki chlorowane (czterochlorek węgla), związki aromatyczne (benzen, toluen).

Sorbenty niebieskie (np.: MICROSORB® B) przystosowana do wchłaniania: olei, ropy i innych produktów ropopochodnych. Sorbenty niebieskie nie chłoną wody. Działają one błyskawicznie na zasadzie wchłaniania kapilarnego i jest skuteczny w odniesieniu do większości węglowodorów, rozpuszczalników i olejów tj.: benzyny, oleju napędowego, benzenu, toluenu, metanolu, olei mineralnych i wszystkich olei nie zawierających wody.

Sorbenty białe (np.: biały MICROSORB®) pochłaniają oleje, ropę i inne produkty ropopochodne – nie chłoną wody. Pozwalają one chronić środowisko naturalne przed codziennymi zanieczyszczeniami „eksploatacyjnymi”. Służą do ograniczania i wchłaniania wycieków powstałych w wyniku awarii i wypadków w przemyśle. Poprzez swoje działanie kapilarne błyskawicznie wchłaniają wszystkie produkty węglowodorowe i ropopochodne, czyli ropę, benzynę, benzen, oleje roślinne, mineralne i syntetyczne, olej napędowy, opałowy itp.

3. WYKONANIE ĆWICZENIA

Doświadczenie 1 – neutralizacja chemiczna rozcieńczonego kwasu siarkowego(VI) (H_2SO_4) i wodorotlenku sodu (NaOH) z użyciem stałego węgla sodu (Na_2CO_3), stałego chlorku amonu (NH_4Cl), stałego wodorowęglanu sodu (NaHCO_3) oraz za pomocą sorbentu uniwersalnego (Damsorb)

Materiały i odczynniki:

Roztwór kwasu siarkowego(VI) (0,2M H_2SO_4), roztwór wodorotlenku sodu (0,2M NaOH), węgiel sodu (Na_2CO_3 stały), chlorek amonu (NH_4Cl stały), wodorowęgiel sodu (NaHCO_3 stały), sorbent uniwersalny (Damsorb).

Wykonanie:

Doświadczenia z roztworami substancji żrących wymagają szczególnej ostrożności, ponieważ nawet rozcieńczone roztwory NaOH lub H_2SO_4 mogą spowodować oparzenia lub zniszczyć odzież.

Na trzy szalki Petriego nanieść po parę kropli roztworu kwasu siarkowego(VI) (0,2M H_2SO_4) następnie zneutralizować stałym węglem sodu (Na_2CO_3) – 1 szalka Petriego, stałym wodorowęglem sodu (NaHCO_3) – 2 szalka Petriego i sorbentem uniwersalnym – 3 szalka Petriego (zasypać z góry sypkim sorbentem roztwór kwasu siarkowego, nie pyłąc, sorbentu użyć w takiej ilości, aby w całości wchłonął on rozlany płyn).

Na trzy kolejne szalki Petriego nanieść po parę kropli roztworu wodorotlenku sodu (0,2M NaOH) następnie zneutralizować stałym chlorkiem amonu (NH_4Cl) – 1 szalka Petriego, stałym wodorowęglem sodu (NaHCO_3) – 2 szalka Petriego i sorbentem uniwersalnym – 3 szalka Petriego (zasypać z góry sypkim sorbentem roztwór kwasu siarkowego, nie pyłąc, sorbentu użyć w takiej ilości, aby w całości wchłonął on rozlany płyn).

Wszystkie szalki Petriego **oprócz tych z sorbentem uniwersalnym** umyć wodą kranową i przepłukać wodą destylowaną.

Sorbent uniwersalny z szalek Petriego nasycony płynem należy usunąć z powierzchni za pomocą szczotki i szufelki przenosząc go do szczelnego odpowiednio oznakowanego pojemnika. Zneutralizowane miejsce należy następnie zmyć wodą kranową i przepłukać wodą destylowaną.

Opracowanie wyników:

1. Zapisać reakcje neutralizacji i uzasadnić jakie produkty powstały podczas neutralizacji.
2. W jaki sposób oceniamy, czy neutralizacja została już zakończona?
3. Wyszukać i scharakteryzować trzy dowolne sorbenty do różnych grup materiałów (do neutralizacji substancji żrących i utleniających).
4. Opisać charakterystyczne cechy sorbentów oraz podać jakie są najważniejsze kryteria doboru sorbentów

Doświadczenie 2 – neutralizacja rozlanego oleju za pomocą sorbentu

Materiały i odczynniki:

Próbka oleju silnikowego, zestaw sorbentów sypkich (sorbent uniwersalny, węgiel aktywowany, trociny).

Wykonanie:

Rozlane oleje i rozpuszczalniki stwarzają duże zagrożenie w pomieszczeniach i na stanowiskach pracy, dlatego też w momencie ich rozlania należy je usunąć (zebrać). Do tego celu wykorzystywane są odpowiednie sorbenty (w postaci mat lub w postaci sypkiej). W przypadku braku specjalnego sorbentu do tego celu mogą być wykorzystane np. trociny.

Na trzy szalki Petriego nanieść ok. 1 cm³ oleju silnikowego, następnie zasypać kolejno: pierwsza szalka – sorbentem uniwersalnym, druga szalka – węglem aktywowanym i trzecia szalka – trocinami. Olej musi zostać całkowicie wchłonięty. Obserwujemy, jak zmienia się barwa zastosowanego sorbentu. Zużyty sorbent wraz z olejem zgarniamy i przenosimy do specjalnie przygotowanego do tego celu szczelnego pojemnika.

Opracowanie wyników:

1. Wyszukaj i opisz dwa przykładowe sorbenty przewidziane do neutralizacji rozlanego oleju oraz innych produktów naftowych.
2. Podaj przykłady pospolitych materiałów (nieorganicznych i organicznych), które mogą być zamiennie wykorzystane do likwidacji większych rozlewów oleju lub w przypadku braku sorbentów specjalnie przeznaczonych do tego celu.

4. OPRACOWANIE ĆWICZENIA

1. Opracować sprawozdanie zgodnie z wytycznymi zawartymi w części doświadczalnej.
2. Formatkę z tematem ćwiczenia i nazwiskami członków zespołu umieścić jako pierwszą stronę sprawozdania.
3. Po zwięzłym opracowaniu części teoretycznej w sprawozdaniu umieścić opracowanie poszczególnych doświadczeń oraz rozwiązane zadanie/zadania dodatkowe podane przez prowadzącego.

5. FORMA I WARUNKI ZALICZENIA ĆWICZENIA LABORATORYJNEGO

1. Zaliczenie tzw. „wejściówki” przed przystąpieniem do wykonania ćwiczenia.
2. Złożenie poprawnego sprawozdania pisemnego z wykonanego ćwiczenia (zgodnie z wytycznymi do opracowania sprawozdania wg. <https://www.am.szczecin.pl/pl/jednostki/institut-matematyki-fizyki-i-chemii/zaklad-chemii/dydaktyka/chemia-techniczna/chemia-tech-lab/>) na następnych zajęciach.

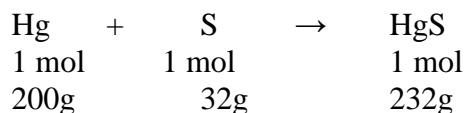
I. Przykłady zadania z rozwiązaniem

Zadanie 1

W celu neutralizacji 50g metalicznej rtęci, zmieszano ją z 10g siarki, powodując powstanie siarczku rtęci(II). Oblicz, czy rtęć została całkowicie zneutralizowana? Który z substratów był w nadmiarze i w jakiej ilości?

Rozwiązanie:

Neutralizacja rtęci zachodzi zgodnie z reakcją:



$$M_{\text{S}}=32\text{g/mol}$$

$$M_{\text{Hg}}=200\text{g/mol}$$

$$M_{\text{HgS}} = 200 + 32 = 232$$

$$m_{\text{S}}=10\text{g}$$

$$m_{\text{Hg}}=50\text{g}$$

Obliczamy ilość moli siarki oraz rtęci i ustalamy, którego substratu jest mniej:

$$n_{\text{S}} = 10:32 = 0,3125 \text{ mola}$$

$$n_{\text{Hg}} = 50:200 = 0,25 \text{ mola}$$

Ilość moli rtęci jest mniejsza, więc rtęć przereaguje całkowicie zostanie zneutralizowana.

W celu obliczenia nadmiaru siarki układamy proporcję na podstawie której najpierw obliczamy ilość powstałego HgS :

$$\begin{array}{r} 200\text{g Hg} \quad - \quad 232\text{g HgS} \\ 50\text{g Hg} \quad - \quad x \\ x = \frac{232 \cdot 50}{200} = 58 \end{array} \quad x = 58 \text{ g HgS}$$

Skoro z 50 g Hg powstało 58 g HgS to z równania:

$$y + 50 \text{ g Hg} = 58 \text{ g HgS}$$

wynika, że ilość siarki (y), która wzięła udział w reakcji wynosi: $y = 58 - 50 = 8 \text{ g}$.

Ponieważ początkowa ilość siarki wynosiła 10 gramów, to siarki nie przereagowanej pozostało: $10 \text{ g} - 8 \text{ g} = 2 \text{ g}$.

Odp. Po neutralizacji pozostaną 2 gramy nie przereagowanej siarki.

Zadanie 2

Oblicz, jaką ilość 20% mleka wapiennego należy zużyć do neutralizacji 10 litrów wycieku 36% elektrolitu akumulatorowego w akumulatorowni.

Rozwiązanie:

Gęstość elektrolitu akumulatorowego wynosi $1,28 \text{ g/cm}^3$, czyli masa 10 l elektrolitu wynosi:

$$10 \text{ dm}^3 \cdot 1,28 \text{ kg/dm}^3 = 12,8 \text{ kg.}$$

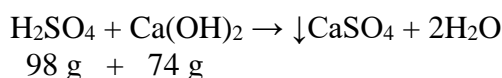
Z definicji stęż. procentowego wynika, że:

$$\begin{array}{lcl} 100 \text{ g } 36\% \text{ H}_2\text{SO}_4 & - & \text{zawiera } 36 \text{ g H}_2\text{SO}_4 \\ \text{czyli w } 12,8 \text{ kg } 36\% \text{ H}_2\text{SO}_4 & - & \text{znajduje się } - x \text{ g} \end{array}$$

Stąd ilość czystego kwasu wynosi:

$$x = \frac{12,8 \cdot 36}{100} = 4,61 \text{ kg H}_2\text{SO}_4$$

Z reakcji :



wynika proporcja:

$$\begin{array}{lcl} 98 \text{ g H}_2\text{SO}_4 & - & 74 \text{ g Ca(OH)}_2 \\ 4,61 \text{ kg H}_2\text{SO}_4 & - & x \end{array}$$

Stąd:

$$x = \frac{4,61 \cdot 74}{98} = 3,48 \text{ kg Ca(OH)}_2$$

Jeżeli w 100 g 20% roztworu mleka wapiennego znajduje się 20 g Ca(OH)_2 to z proporcji:

$$\begin{array}{lcl} 100 \text{ g roztworu} & - & 20 \text{ g Ca(OH)}_2 \\ x & - & 3,48 \text{ kg Ca(OH)}_2 \end{array}$$

Obliczamy masę 20% roztworu mleka wapiennego:

$$x = \frac{100 \cdot 3,48}{20} = 17,4 \text{ kg}$$

Odp. Do neutralizacji należy zużyć 17,4 kg 20% mleka wapiennego.

II. Zadania i pytania do samodzielnego wykonania przez studenta

1. Wyszukać w Internecie karty charakterystyki wybranego kwasu oraz zasady i na podstawie kart charakterystyki tych substancji przedstawić krótko, w postaci tabeli, informacje zawarte w wybranych sekcjach:
 - Sekcji 2. Identyfikacja zagrożeń;
 - Sekcji 4. Środki pierwszej pomocy;
 - Sekcji 5. Postępowanie w przypadku pożaru;
 - Sekcji 6. Postępowanie w przypadku niezamierzonego uwolnienia do środowiska;
 - Sekcji 8. Środki ochrony indywidualnej;
 - Sekcji 13. Postępowanie z odpadami.
2. Wykorzystując bazy danych substancji niebezpiecznych dla wskazanych substancji określić rodzaje zagrożeń, podać ich symbole, oraz oznaczenia na opakowaniach z następującymi substancjami:
 - a. – amoniak, hydrazyna, benzo(a)piren, izocyjanian metylu,
 - b. – chlor, aceton, wodór, benzen,
 - c. – siarkowodór, heksan, cyjanowodór, akrylonitryl,
 - d. – chlorowodór, toluen, fosgen, tlenek etylenu.
3. Zidentyfikować substancję niebezpieczną oznaczoną numerem CAS i określić, w jaki sposób należy z nią postępować w przypadku jej uwolnienia i jak neutralizować:
 - a. – 108-88-3
 - b. – 108-95-2
 - c. – 100-41-4
 - d. – 71-43-2
4. Zidentyfikować substancję niebezpieczną po numerze CAS oraz znaleźć dla niej wartości NDS oraz stężeń śmiertelnych LC50:
 - a. – 7664-93-9
 - b. – 7647-01-0
 - c. – 7697-37-2
 - d. – 107-02-8
 - e. – 120-12-7
 - f. – 91-20-3
 - g. – 75-09-2
 - h. – 50-32-8

Wyniki wyszukiwania informacji w bazach danych, dla wskazanych przez prowadzącego przykładów, należy opracować w sposób opisowy i graficzny.