

Chemia sądowa

HANS JOACHIM BADER, MARTIN ROTHWEIL, IWONA MACIEJOWSKA,
RENATA WIETECZA-POŚLUSZNY

W artykule przedstawiono doświadczenia nawiązujące tematycznie do problematyki chemii sądowej [1,2], które można wykonywać na lekcjach chemii w liceum, na zajęciach kółka chemicznego lub na pokazach organizowanych w ramach, np. Dni Otwartych Drzwi danej szkoły. Doświadczenia te zostały opracowane w ramach międzynarodowego programu Socrates-Comenius CITIES, sprawdzone na warsztatach z nauczycielami w Zakładzie Dydaktyki Chemii Uniwersytetu w Frankfurtu nad Menem oraz Uniwersytetu Jagiellońskiego. Choć z pozoru mogą wydawać się trudne, skomplikowane i kosztowne, w rzeczywistości, zdaniem nauczycieli (także tych z Polski), większość z tych doświadczeń można wykonać w przeciętnej wyposażonej szkolnej pracowni chemicznej przy odpowiednim zaangażowaniu nauczyciela. Wiele z wymaganych przyrządów można kupić w sklepach papierniczych (np. pisak i latareczkę UV do znakowania mienia – za ok. 8 zł, pędzle, klej cyjanoakrylowy – 3 zł), kosmetycznych lub gospodarstwa domowego (rozpylacze – od 6 do 12 zł). Stosowane odczynniki mają zróżnicowane

ceny: od 3 zł za 2 kg gipsu budowlanego po najdroższy luminol (200 zł za 5 g). W tym drugim przypadku warto wziąć pod uwagę, że: z jednej strony roztwory luminolu stosowanego do tych doświadczeń są bardzo rozcieńczone, a z drugiej strony luminol może służyć do wielu fascynujących eksperymentów szczególnie dobrze prezentujących się przy wyjątkowych okazjach, np. spotkaniach z ciekawą chemią. Czasy wykonywania poszczególnych doświadczeń również znacznie się różnią. Niektóre z doświadczeń (przy zastosowaniu roztworów przygotowanych wcześniej przez nauczyciela) uczeń może wykonać w kilka minut, inne (np. twardnienie gipsu, wykrywanie zatartych numerów identyfikacyjnych) wymagają 0,5–1 godziny. Większość z poniżej opisanych doświadczeń wykorzystuje reakcje i procesy dobrze znane uczniom, obowiązkowe w każdym programie nauczania (polimeryzacja, reakcja skrobi z jodem, sublimacja jodu, reakcje redoks pomiędzy metalami itd.). Jednak ich zastosowanie w kontekście nauk sądowych pozwala na zwiększenie zainteresowania chemią i wzrost motywacji do nauki.

1. Ujawnianie odcisków palców

1.1. Zastosowanie proszków daktyloskopijnych

Podstawy merytoryczne: Proszki, które będą wykorzystywane w eksperymencie są rutynowo używane przez grupy ekspertów zajmujących się ujawnianiem odcisków palców i innych śladów. Najczęściej używanym środkiem jest sproszkowane żelazo i tlenek żelaza(III). Najlepszym

podłożem do ujawniania odcisków palców są szklane i inne gładkie powierzchnie. Proszek przylega do śladów wskutek sił adhezji pomiędzy nim a (głównie) wodą i związkami tłuszczowymi zawartymi w substancji potowo-tłuszczowej. Siła adhezji jest proporcjonalna do powierzchni

wzajemnego kontaktu cząstek proszku ze śladem.

Wymagany sprzęt: delikatne pędzle, szalki Petriego, moździerz porcelanowy, szklane talerze/butelki, ew. gładkie kafelki/płytki/glazura, taśma samoprzylepna (stosunkowo szeroka), biały papier.

Odczynniki: proszek grafitowy, węgiel drzewny (utarty na proszek), brąz aluminiowy (środek komercyjny o nazwie „brązal”), sproszkowany tlenek żelaza(III), sproszkowane żelazo.

Uwagi dotyczące bezpieczeństwa: brąz aluminiowy (łatwopalny), sproszkowane żelazo (łatwopalny, F).

Procedura: Pozostawić odciski palców na różnych podłożach z gładką powierzchnią (spoczone ręce dają lepszy efekt). Nie wielką ilość wybranego proszku przenieść do szalki Petriego, następnie delikatnie zanurzyć pędzelek w proszku.

(UWAGA!!! Należy nabrać niewielką ilość proszku na pędzelek – istnieje możliwość zamazania śladów) i delikatnie prze-

sunąć pędzelek po całej powierzchni w celu ujawnienia śladów odcisków palców.

Na ujawniony ślad przykleić taśmę klejącą, a następnie delikatnie ją odkleić (starając się nie przesunąć jej powierzchni, aby nie zamazać śladów) i nakleić na kawałku białego papieru w celu utrwalenia odciska.

Obserwacje: Proszek przylega do śladów pozostawionych przez palce (wodę, pot, itp.). Odcisk palca zostaje ujawniony w postaci linii papilarnych w kolorze użytego proszku.

Wnioski: Odciski można ujawnić stosując proszek, który kontrastuje ślad.

W zależności od rodzaju powierzchni wykorzystuje się różnego rodzaju proszki, najczęściej na jasną powierzchnię stosuje się ciemny proszek.

Postępowanie z odpadami: Reszta proszku może zostać użyta ponownie do ujawniania odcisków palców lub wykorzystana jako stały odczynnik chemiczny w innych reakcjach.

1.2. Ujawnianie odcisków palców – zastosowanie par jodu

Podstawy: W eksperymencie używamy jodu w postaci stałej (kryształki) lub lotnej (pary jodu). Jod jest bardzo lotny, stąd ujawnione ślady są widoczne przez krótki czas. Najlepszą formą zabezpieczenia tego typu śladów jest utrwalenie ich na zdjęciach fotograficznych lub przeprowadzenie dodatkowych reakcji chemicznych, np. ze skrobią.

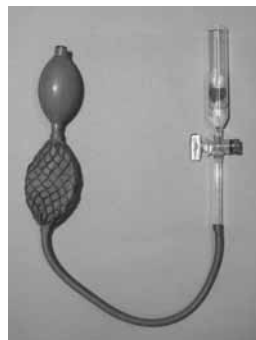
Wymagany sprzęt: wkraplacz, gruszka, wata szklana, gumowy korek, słoik z nakrętką (pełni rolę komory TLC), łaźnia piaskowa lub płyta grzejna, szczypczyki (pinceta), papier do drukarki, rękawiczki ochronne, statyw.

Odczynniki: jod.

Uwagi dotyczące bezpieczeństwa: jod (szkodliwy, Xn; niebezpieczny dla środowiska, N).

Procedura: Pozostawić odciski palców na kartce papieru. Wszystkie czynności związane z ćwiczeniem należy wykonywać pod wyciągiem oraz w rękawiczkach.

Sposób I. („z parami jodu”) W pierwszej kolejności wkraplacz wypełnić warstwą waty szklanej, następnie nasypać niewielką ilość jodu i ponownie na wierzch ułożyć nieco waty szklanej. Końcówkę gruszki gumowej należy założyć na koniec wkraplacza w sposób analogiczny, jak na zdjęciu. Ulatnia-



jące się pary jodu skierować na kartkę papieru z odciskiem palca. W momencie, kiedy nie używa się wkraplacza, należy zatykać go od góry gumowym korkiem.

Sposób II. (ze słoikiem). Rozsypać niewielką ilość jodu na dnie słoika, następnie włożyć kartkę ze śladami odcisków palców do wnętrza tak przygotowanej komory. Słoik zamknąć i delikatnie podgrzać na łaźni piaskowej lub płycie grzejnej.

Obserwacje: Odciski palców zostają ujawnione w postaci brązowych linii papilarnych.

Wniosek: Jod zostaje zaadsorbowany na powierzchni śladu poprzez oddziały-

wanie z substancjami pozostawionymi przez palce (woda, pot, itp.).

Postępowanie z odpadami: Jod krystaliczny można wykorzystać w kolejnych doświadczeniach lub zutylizować zgodnie z zasadami utylizacji odczynników chemicznych opisanych w kartach charakterystyki.

Wskazówki: Ze względu na dużą lotność jodu, ujawnione ślady odcisków palców są widoczne tylko przez krótką chwilę. W pierwszej kolejności należy usunąć nadmiar jodu przez pozostawienie kartki z ujawnionymi śladami na statywie na powietrzu, a następnie w celu utrwalenia śladów należy spryskać je 1% roztworem skrobi. Ślady będą miały kolor niebieski.

1.3. Ujawnianie odcisków palców – zastosowanie roztworu ninhydryny

Podstawy: Ninhydryna jest najczęściej stosowana w przypadku ujawniania odcisków palców na powierzchniach papierowych lub drewnianych. Metoda ta jest wykorzystywana na dużą skalę podczas badań śledczych, zarówno w przypadku śladów odcisków palców świeżo pozostawionych na m.in. papierowych tapetach ściennych, jak również śladów pozostawionych kilka lat wcześniej.

Wymagany sprzęt: 2 zlewki (100 ml), cylinder miarowy, pipeta, gruszka, szklany pręcik, pinceta (szczypczyki), rozpylacz (który można dostać w sklepach z wyposażeniem dla fryzjerów lub po zużyciu kosmetyku z dyfuzorem), płyta żelazka lub płyta grzejna (może to być zwyczajna, przenośna kuchenka elektryczna), papier do drukarki, łyżeczki do odważania odczynników.

Odczynniki: ninhydryna, etanol, kwas octowy (99–100%).

Uwagi dotyczące bezpieczeństwa: ninhydryna (szkodliwa dla zdrowia, Xn), etanol (palny, F), kwas octowy (substancja żrąca, C).

Procedura: Odciski pozostawić na papierze stosowanym do drukarek (świetny

nośnik śladów). Wszystkie czynności wykonywane podczas tego ćwiczenia powinny być wykonywane pod wyciągiem i w rękawiczkach ochronnych.

Metoda I

- Roztwór ninhydryny: 0,1 g ninhydryny, 50 cm³ etanolu, 1,5 cm³ kwasu octowego (roztwór do rozpylania).
- Ogrzewanie powierzchni, na której znajdują się odciski palców za pomocą płyty grzejnej lub płyty żelazka. Jeśli stosujemy żelazko, ślady na papierze należy przykryć drugą kartką papieru przed prasowaniem.

Nośnik śladów – w tym przypadku kartka papieru ze śladami odcisków palców – zostaje spryskana roztworem ninhydryny (w postaci mgiełki) i wysuszona na powietrzu przez kilka minut. Następnie kartkę ogrzewamy nad płytą grzejną lub przykrywamy czystą kartką papieru i prasujemy rozgrzanym żelazkiem. Jeśli jakość ujawnionych odcisków palców nie jest wystarczająca, procedurę należy powtórzyć.

Metoda II

- 0,1 g ninhydryny i 50 cm³ etanolu (otrzymany roztwór posłuży do zanurzenia lub spryskiwania powierzchni).
- Ogrzewanie w piecu wysokotemperaturowym przez 30 minut razem z miską wypełnioną wodą w temp. (90–100°C).

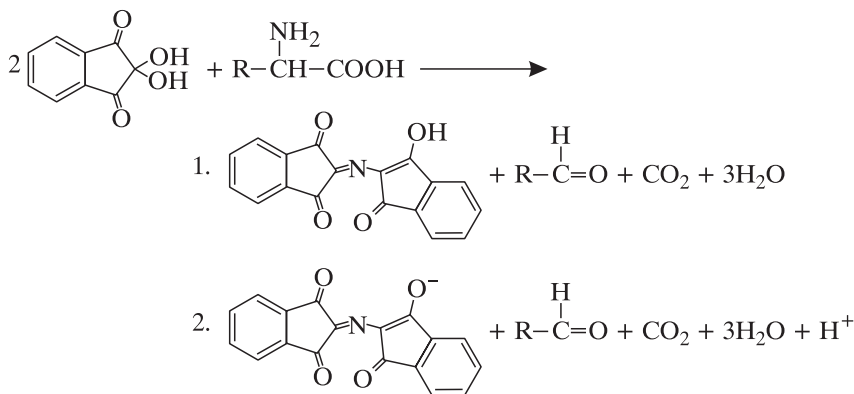
Obserwacje: Po zastosowaniu roztworu z kwasem octowym lodowatym, odciski palców pojawiają się jako jasnioletowe-różowe ślady. Roztwór bez kwasu octowego lodowatego ujawnia odciski palców w kolorze fioletowo-niebieskim.

Wnioski: Ninhydryna (2,2-dihydroksyindano-1,3-dion) jest reagentem charakteryzującym się dużym powinowactwem do aminokwasów, polipeptydów i białek, które to właśnie są pozostawiane przez palce na papierze jako odciski palców (zasadniczo nie reaguje bezpośrednio z biał-

kami, ale z produktami ich hydrolizy – aminokwasami). Ninhydryna pozostaje w równowadze z indano-1,2,3-trionem, który tworzy z aminokwasami zasadę Schiffa. Utworzona ketoimina rozkłada się wydzielając aldehyd oraz, przejściowo, aminę. Kondensacja aminy z innymi cząsteczkami ninhydryny tworzy purpurę Ruhemanna.

Usuwanie odpadów: Pozostały roztwór ninhydryny utylizuje się jak typowy odczynnik organiczny nie zawierający atomów chlorowca.

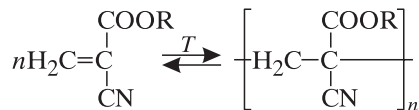
Wskazówki: Podczas pracy z ninhydryną i jej roztworami, w celu zapobieżenia kontaktu ze skórą i utworzeniu reakcji barwnych, wszystkie czynności należy wykonywać w rękawiczkach! Ponadto zanurzanie kartki papieru w kąpeli ninhydrynowej, jak i dotykanie spryskiwanych powierzchni, powinno odbywać się za pomocą szczypiec lub pincety.



Mechanizm reakcji ninhydryny z aminokwasami: 1. w środowisku kwaśnym, 2. w środowisku obojętnym

1.4. Ujawnianie odcisków palców – metoda cyjanoakrylowa

Podstawy: Estry kwasu cyjanoakrylowego polimeryzują na śladach linii papilarnych tworząc białoszary, trwały osad. Katalizatorem procesu polimeryzacji jest woda oraz składniki wydzieliny łojowych. Mechanizm polimeryzacji przebiega następująco:



Cyjanoakrylowa metoda ujawniania śladów linii papilarnych została wynale-

ziona w 1978 roku w Oddziale Identyfikacji Kryminalnej Japońskiej Policji Narodowej. Metoda ta służy do ujawniania śladów na gładkich powierzchniach, tj. metalach, plastiku, gumie i innych.

Wymagany sprzęt: krystalizator (min. \varnothing 14 cm), płyta grzejna, zlewka (50 cm^3) lub parownicza, małe naczynie aluminiowe, folia aluminiowa, szczypta lub rękawica kuchenna.

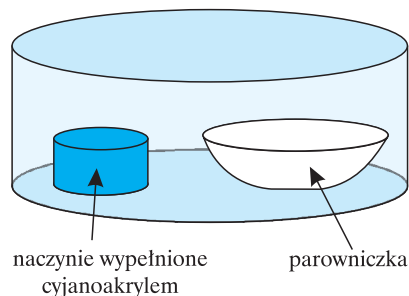
Odczynniki: cyjanoakryl (klej Super Glue lub inny o podobnym składzie), etanol.

Uwagi dotyczące bezpieczeństwa: etanol (łatwopalny, F), cyjanoakryl (szkodliwy, XI).

UWAGA!!! Cyjanoakryl skleja skórę i powieki w kilka sekund.

Procedura: Metalową powierzchnię należy przemyć etanolem w celu odftuszczenia, a następnie pozostawić na niej odcisk palca. Wszystkie kolejne czynności najlepiej wykonywać pod wyciągiem. W parowniczkę umieścić metalowy przedmiot z odciskiem palca i włożyć do krystalizatora wypełnionego w 1/3 wodą. Nie wielką ilość kleju cyjanoakrylowego nanieść na aluminiowe naczynie lub do małej zleweczki i również umieścić w krystalizatorze. Całość przykryć folią alumi-

niową, a następnie podgrzać do temperatury $40\text{--}60^\circ\text{C}$ na płycie grzejnej.



Rys. 1. Zestaw eksperymentalny

Obserwacje: Odciski palców są widoczne w postaci szarobiałych linii kapilarnych.

Wnioski: Monomeryczny cyjanoakryl polimeryzuje w obecności wody. Duża zawartość wody w śladach daktyloskopijnych sprzyja reakcji polimeryzacji.

Usuwanie odpadów: Pozostałości cyjanoakrylu utylizuje się analogicznie jak odpady gospodarcze.

Uwagi: Nie dopuścić do dostania się wody bezpośrednio do parowniczkę, w której znajduje się metalowy przedmiot, np. w wyniku wrzenia.

2. Ujawnianie śladów butów, stóp i opon samochodowych – zastosowanie odlewów gipsowych

Podstawy: Poza odciskami palców bardzo często na miejscu zdarzenia można znaleźć takie ślady jak odcisk buta czy ślad opony samochodowej. Takie ślady najczęściej ujawnia się na podłożu ziemistym lub piaskowym. Odlew ujawnionego śladu jest konieczny w sytuacji, kiedy ekspert porównuje odlany wzór z obuwem zarekwirowanym od podejrzanych. W ćwiczeniu będzie wykorzystany lakier w celu utrwalenia śladu.

Wymagany sprzęt: duża miska lub wiaderko, blacha do pieczenia ciasta, folia

aluminiowa, skrobaczka, patyk lub łyżka, szczyotka ryżowa.

Odczynniki: gips budowlany (nie szpachlowy), lakier do włosów, ziemia (mięka, wilgotna, np. do kwiatów lub glina).

Procedura: Blachę do pieczenia ciasta wyłożyć folią aluminiową, wypełnić ziemią, a następnie wyrównać. Na ziemi odcisnąć ślad buta lub stopy, spryskać lakierem w celu utrwalenia śladu. Rozrobić masę gipsową w miseczce lub wiaderku poprzez dodanie wody w proporcjach charakterystycznych dla danego rodzaju gipsu (poda-

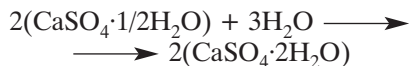
nych na opakowaniu, do uzyskania konsystencji gęstej śmietany), bardzo dobrze i szybko wymieszać. Następnie wylać gotową masę gipsową zaczynając od strony, gdzie ślad jest najgłębszy. Odczekać do całkowitego stwardnienia masy gipsowej.

UWAGA!!! Bardzo delikatnie wyjąć „placек gipsowy”, usunąć nadmiar ziemi szczotką, opłukać wodą i pozostawić do całkowitego wyschnięcia.

Obserwacje: Masa gipsowa po zastygnięciu odzworowuje dokładnie kształt śladu buta (podeszwy) lub stopy.

Wnioski: Gips zawiera półwodny siarczan(VI) wapnia. Po dodaniu wody ten proszek zmienia się w jednolity blok dwu-

wodnego siarczanu(VI) wapnia, siarczanu(VI) wapnia:



Usuwanie odpadów: Resztki masy gipsowej zutylizować w sposób analogiczny jak odpady domowe.

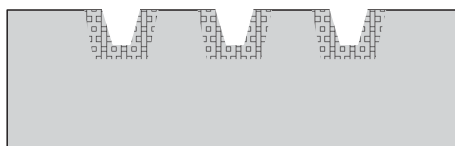
Wskazówka: Przed położeniem masy gipsowej ślad należy oczyścić z liści, kamieni lub innych materiałów. Wodę znajdującą się w zagłębieniach śladu należy usunąć pipetką lub przyłożyć bibułkę. Wylana warstwa gipsu musi być odpowiednio gruba, by nie pękła przy podnoszeniu odlewu.

3. Reprodukacja numerów seryjnych i oznaczeń – ujawnianie usuniętych numerów z powierzchni klucza

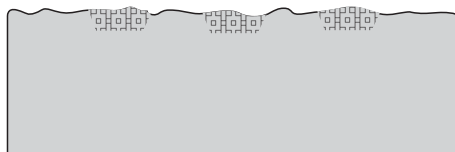
Podstawy: Niejednokrotnie klucze, broń palna, części samochodowe lub inne tego typu przedmioty posiadają charakterystyczne dla siebie oznaczenia (numery lub kody), które ułatwiają ich rozpoznanie. Jeśli taki przedmiot zostanie użyty podczas przestępstwa lub skradziony, sprawcy najczęściej zacierają charakterystyczne „znamiona” pilnikiem lub innymi ostrymi narzędziami. Specjaliści sądowi w celu ujawnienia usuniętych znaków stosują tzw. metodę metalograficznego wytrawiania lub inaczej kontrastowania (dekoracji). Zmiany, jakie zachodzą w strukturze metalu podczas grawerowania, zostają ujawnione za pomocą specjalnego zestawu odczynników.

Wymagany sprzęt: niemagnetyczny klucz, wykonany np. z mosiądzu, pilnik, papier ścierny (o ziarnistości 320, 600, 1000), cylinder miarowy (50 cm³), szalka Petriego, szczypany, zlewka (100 cm³), szpatułka, waga, łyżeczka, ręcznik papierowy.

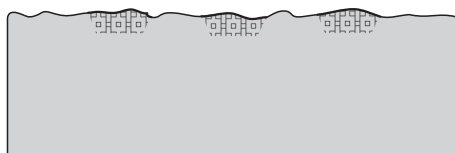
Odczynniki: chlorek żelaza(III) (uwaga! bezwodny), kwas solny (30%).



a) Przekrój klucza z widocznymi wcięciami (wybite numery)



b) przekrój klucza po powierzchniowym starciu numerów



c) przekrój klucza po osadzeniu się warstwy żelaza (reakcja z FeCl₃/HCl)

Rys. 2. Reprodukacja seryjnych numerów i oznaczeń oraz zmiany zachodzące podczas usuwania numerów

Uwagi dotyczące bezpieczeństwa: chlorek żelaza(III) (szkodliwy dla zdrowia, Xn), kwas solny (żrący C).

Procedura: Wygrawerowany symbol lub numer na kluczu należy zetrzeć pilnikiem do momentu, aż będzie niewidoczny. Następnie wypolerować powierzchnię klucza papierem ściernym o różnej ziarnistości 320, 600, 1000. Ta czynność zajmuje sporo czasu, choć dzięki niej doświadczenie jest bardziej wiarygodne dla ucznia. Aby zaoszczędzić nieco czasu, można wykorzystać w tym celu szlifierkę, ale należy wtedy uważać, by nie usunąć zbyt grubej warstwy metalu. W następnej kolejności sporządzić roztwór zawierający 1 g chlorku żelaza(III) w 10 cm³ stężonego HCl. Klucz umieścić w szalce Petriego i zalać przygotowanym roztworem, pozostawić na 10 min. najlepiej pod dygestorium, z dala od uczniów. Po upływie tego czasu wyciągnąć klucz za pomocą szczypic, opłukać pod bieżącą wodą i osuszyć ręcznikiem papierowym. Jeśli numery się nie ujawniły, powtórzyć procedurę (do 5 razy).

Obserwacje: Usunięte numery są niewidoczne gołym okiem, po zanurzeniu w wyżej opisanym roztworze ujawniają się w postaci szarobrunatnego kontrastu w stosunku do barwy klucza.

Wnioski: Usunięte numery lub litery ujawniają się w postaci szarobrunatnego kontrastu ze względu na zmiany, jakie zaszły w metalu podczas grawerowania. Klucze najczęściej wykonane są z materiału zawierającego miedź. Podczas kontaktu metalu z roztworem żelaza następuje utlenienie miedzi.



W miejscu wykonywanych numerów dochodzi do zaburzenia jednolitej struktury metalu, stąd reakcja utleniania zachodzi tam szybciej niż na fragmentach nieuszkodzonych.

Usuwanie odpadów: Kwaśny roztwór zneutralizować i zutylizować tak, jak odpady metali ciężkich.

4. Ujawnianie śladów krwawych za pomocą luminolu

Podstawy: Bezpieczna i charakterystyczna metoda ujawniania śladów krwi za pomocą wodnego roztworu luminolu pozwala wykryć nawet małe plamki krwi, zupełnie niewidoczne gołym okiem. Luminol w reakcji z nadtlenkiem wodoru wykazuje bardzo charakterystyczną chemiluminescencję. W skrócie można ten proces wytłumaczyć następująco: energia chemiczna powstająca w czasie reakcji zostaje zamieniona w energię świetlną, stąd obserwuje się świecenie plam (www.experimentalchemie.de).

Wymagany sprzęt: zlewki (100 cm³, 250 cm³), kawałki bawełny, cylinder miarowy (10 cm³), szpatułka, waga, pipetka jednorazowa, rękawiczki jednorazowe, ew. lampa UV (np. taka jak do identyfikacji sfa-

szowanych banknotów, dostępna w sklepie gospodarczym lub latarka do identyfikacji oznaczonych specjalnym pisakiem rzeczy, dostępna w sklepach papierniczych).

Odczynniki: luminol (hydrazyl 3-aminoftalowy), węglan sodu, perhydrol (30%), krew (np. z wątróbki drobiowej), ketchup.

Uwagi dotyczące bezpieczeństwa: perhydrol (żrący, C), węglan sodu (drażniący, Xi).

Procedura: Kilka dni wcześniej nanieść kilka kropli krwi zwierzęcej na kawałek bawełny w jednym miejscu, a w innym plamę ketchupu. Przygotować roztwór luminolu w zlewce na 250 cm³ w następujący sposób: 0,5 g luminolu i 5 g węglanu sodu rozpuścić w 100 cm³ wody dejonizowanej (takiej, ja-

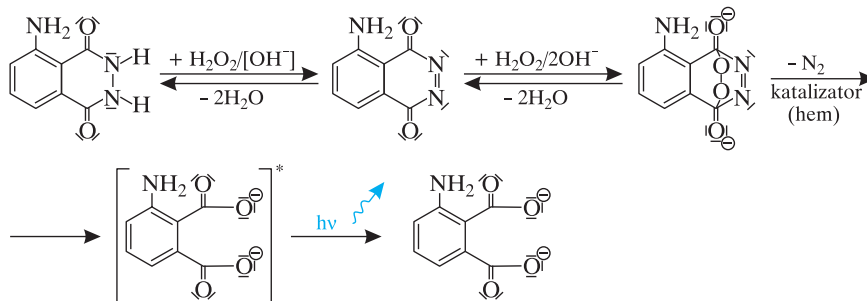
ką można kupić np. do uzupełniania chłodnic samochodowych, żelazek), następnie dodać 15 cm³ perhydrolu. Roztwór zdekantować i przelać do rozpylacza.

Umieścić kawałki bawełny w ciemni lub zaciemnionej komorze (puddło tekturowe z otworami na ręce i obserwacje) i spryskać plamy naniesione uprzednio na bawełnę. Obserwować, co się dzieje i powtórzyć spryskiwanie, jeśli zaistnieje taka konieczność. Obejrzeć plamy w świetle UV.

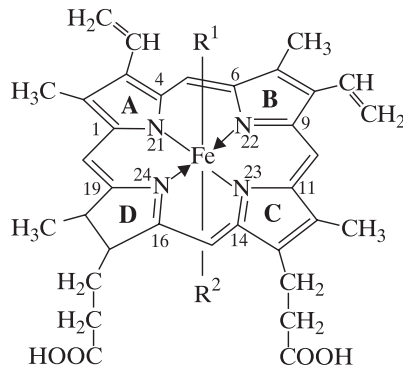
Obserwacje: Po spryskaniu bawełny z plamami krwi luminolem plamy zaczynają przez chwilę świecić. Czynność można powtarzać. Kawałki bawełny zabrudzone ketchupem nie dają takiego efektu. W świetle UV plamy krwi są jeszcze lepiej widoczne.

Wyjaśnienie: Luminol w reakcji z nadtlenkiem wodoru w środowisku alkalicznym utlenia się według pokazanego niżej schematu reakcji.

Cząsteczki azotu zostają usunięte w wyniku katalitycznego działania hemu pochodzącego z krwi. W wyniku tej reakcji powstaje sól kwasu aminoftalowego, mająca zdolność do emisji energii w postaci światła:



Reakcja roztworu luminolu z krwią (w obecności perhydrolu); katalizator – hem



Cząsteczka hemu (zaczepnięto z Römpp Chemie-Lexikon)

Usuwanie odpadów: Resztki luminolu zneutralizować rozcieńczonym kwasem solnym.

Uwagi:

Jeśli plamy krwi są świeże, to katalizują rozkład nadtlenku wodoru – widać charakterystyczne pienienie się, nieobecne w przypadku ketchupu.

Nie należy wytwarzać plam na tkaninach pranych z użyciem wybielaczy optycznych. Składniki tego rodzaju proszków powodują równomierne świecenie całej powierzchni tkaniny w świetle UV.

LITERATURA

- [1] Forest P. R., Gaensslen R. E., Lee H. C., *Forensic science – an introduction to criminalistics*, McGraw-Hill, Inc.
- [2] Bader H. J., Rothweil M., *Forensische Chemie – Aufklärung von Verbrechen mit chemischen Methoden*, CHEMKON 10/4 (2003) 181.
- [3] Innes B., *Niezbitny dowód. Metody wykrywania zbrodni*, MUSA SA, Warszawa 2001.

HANS JOACHIM BADER, MARTIN ROTHWEIL

Institut für Didaktik der Chemie,
J. W. Goethe-Universität, Frankfurt, Germany

IWONA MACIEJOWSKA

Zakład Dydaktyki Chemii, Wydział Chemii, Uniwersytet Jagielloński

RENATA WIETECZA-POSŁUSZNY

Pracownia Chemii Sądowej, Wydział Chemii, Uniwersytet Jagielloński