

Różnorodność pracy w laboratorium stwarza o wiele większe ryzyko wystąpienia wypadku niż podczas ściśle opracowanych procesów produkcyjnych. Z tego względu należy przestrzegać przepisów BHP. Każde laboratorium posiada szczegółowy regulamin uwzględniający specyfikę pracy i warunków tam panujących.

1 Regulamin pracowni

1. Studenci przebywają na pracowni wyłącznie w dniach i godzinach przewidzianych planem zajęć.
2. Student na pracowni zobowiązany jest przebywać w kitlu oraz w okularach ochronnych.
3. Zabrania się wykonywania doświadczeń nie umieszczonych w harmonogramie ćwiczeń oraz wynoszenia odczynników w z pracowni.
4. Na stanowiskach pracy należy zachować porządek. Na stole laboratoryjnym mogą znajdować się tylko przedmioty i rzeczy związane z bezpośrednim wykonywaniem ćwiczenia, ubrania wierzchnie należy zostawiać w szatni.
5. Studentów obowiązuje oszczędzanie odczynników, wody destylowanej, gazu oraz energii elektrycznej.
6. Zabrania się spożywania posiłków oraz picia napojów podczas pobytu na pracowni.
7. Palenie tytoniu jest zabronione w całym gmachu Collegium Chemicum.
8. W przypadku powstania pożaru należy natychmiast zaalarmować prowadzących ćwiczenia oraz zgodnie z ich wskazówkami, opuścić salę ćwiczeń.
9. Zaistniałe poparzenia lub skaleczenia należy natychmiast zgłaszać prowadzącym ćwiczenia.
10. W przypadku wystąpienia objawów zatrucia należy zgłosić się do osoby prowadzącej ćwiczenia. Jeśli takie objawy zostaną zauważone po godzinach ćwiczeń należy natychmiast zgłosić się do lekarza.
11. Zabrania się pipetowania wszelkich cieczy ustami.
12. Warunkiem otrzymania zaliczenia jest wykonanie ćwiczeń przewidzianych programem oraz rozliczenie się ze sprzętu.
13. Rażące przekroczenie obowiązujących przepisów może pociągnąć za sobą usunięcie z pracowni oraz inne konsekwencje dyscyplinarne przewidziane regulaminem studiów.

TELEFONY ALARMOWE

Pogotowie ratunkowe 999

Straż pożarna 998

2 Praca i bezpieczeństwo pracy w laboratorium chemicznym

2.1 Zasady ogólne

2.1.1 Przed przystąpieniem do pracy

Praca w laboratorium powinna być poprzedzona odpowiednimi przygotowaniem:

- szczegółowe zapoznanie się z rozmieszczeniem sprzętu gaśniczego i instrukcjami jego użycia, apteczki laboratoryjnej, telefonu alarmowego oraz wyjść ewakuacyjnych;
- zaznajomienie się z częścią teoretyczną zagadnienia;
- poznanie właściwości stosowanych odczynników, sposobów bezpiecznego obchodzenia się z nimi, ich utylizacji oraz udzielania pierwszej pomocy w razie wypadku;
- poznanie aparatury używanej podczas wykonywania pracy;
- sprawdzenie czystości miejsca pracy oraz jego okolic, należy także sprawdzić sprawność instalacji, które używane będą w czasie eksperymentu;
- sprawdzenie kompletności wyposażenia potrzebnego do pracy.

2.1.2 W czasie wykonywania ćwiczenia

W celu bezpiecznego przeprowadzenia eksperymentu należy:

- bezwzględnie stosować się do zaleceń prowadzącego ćwiczenia;
- nigdy nie pracować w laboratorium samemu;
- zachowywać porządek w miejscu pracy, zwracając uwagę na rodzaje powstających odpadków i związanych z nimi zagrożeń;
- używać fartuchów ochronnych; powinny one być białe, bawełniane, zapinane z przodu, w czasie wykonywania czynności laboratoryjnych powinny być one związane;
- cały czas nosić okulary ochronne lub inne osłony twarzy osłaniające oczy zarówno z przodu jak i z boku;
- wszystkie niebezpieczne doświadczenia przeprowadzać pod dyktando ze sprawnym wyciągiem;
- unikać gromadzenia większej ilości odczynników na stole laboratoryjnym;
- ewentualne wyjścia z pracowni podczas zajęć należy zgłaszać prowadzącemu zajęcia.

2.1.3 Po zakończeniu ćwiczenia

Przed opuszczeniem laboratorium należy:

- umyć i pochować wszystkie używane naczynia;
- sprawdzić, czy wszystkie instalacje zostały wyłączone;
- zabezpieczyć używane substancje chemiczne;
- zutylizować resztki odczynników według wskazówek prowadzącego.

2.2 Postępowanie w razie wypadku

Nie wolno bagatelizować żadnego wypadku. Nawet błaha z pozoru obrażenia mogą nieść za sobą nieodwracalne skutki. O zdarzeniu należy zawsze powiadomić prowadzącego zajęcia laboratoryjne lub kierownika laboratorium. W przypadku utraty przytomności bezwzględnie sprawdzić drożność dróg oddechowych u poszkodowanego, stwierdzić czy oddycha, zbadać tętno, położyć na boku, z nisko ułożoną głową.

2.2.1 Pożary, wybuchy, oparzenia termiczne

Powodem pożaru może być przeskoczenie płomienia w palniku lub nieostrożne obchodzenie się z substancjami łatwopalnymi. W celu uniknięcia takich wypadków należy dokładnie sprawdzać szczelność aparatury, reakcje niebezpieczne przeprowadzać pod wyciągiem, nie dopuszczać do przegrzania cieczy łatwopalnych podczas ich ogrzewania, a używanie otwartego ognia na laboratorium ograniczyć do minimum. Substancje palne (rozpuszczalniki organiczne) ogrzewać za pomocą elektrycznych łaźni wodnych, olejowych lub piaskowych, bądź czasz grzejnych. Należy także pamiętać o groźbie wystąpienia pożaru w sąsiedztwie substancji łatwopalnych o dużej prężności par. W razie pożaru nie można dopuścić do paniki. W miarę możliwości należy usunąć z sąsiedztwa butle ze sprężonymi gazami oraz substancje łatwopalne. Gdy płonie ubranie poszkodowanego nie należy dopuścić do biegania po laboratorium, co może spowodować rozprzestrzenienie się ognia. Ogień należy gasić przez szczelne owinięcie kocem gaśniczym.

W celu uniknięcia następstw wybuchów należy reakcje grożące eksplozją przeprowadzać w oddzielnych pomieszczeniach, przy zgaszonych palnikach i wyłączonych urządzeniach elektrycznych. Należy pamiętać o możliwości wystąpienia implozji podczas użytkowania eksykatorów próżniowych, wyparek, przeprowadzania destylacji pod zmniejszonym ciśnieniem.

Przy oparzeniach istotne jest stwierdzenie, czy nie doszło do uszkodzenia dróg oddechowych, co może prowadzić do niemożności oddychania. Należy wówczas podawać tlen. Przy oparzeniach I i II stopnia zaczerwienioną skórę należy przemywać zimną wodą (nawet około 30 min.) lub solą fizjologiczną, pokryć jałową gazą. Na miejsce oparzenia można nałożyć Pantenol w aerozolu. Nie wolno smarować tłustymi maściami, oliwą czy spirytusem. Nie należy przekłuwać powstałych pęcherzy. Oparzenia III stopnia przykrywa się jałowym opatrunkiem, konieczny jest kontakt z lekarzem.

2.2.2 Oparzenia chemiczne i zatrucia oraz sposoby udzielania pierwszej pomocy

Należy pamiętać, że każda substancja jest potencjalną trucizną. Efekt toksyczny związany jest z dawką oraz okresem stężenia toksyny. Oprócz toksyczności danej substancji należy uwzględnić także wpływ na organizm produktów jej rozpadu i przekształceń metabolicznych.

Najczęściej zatrucie w laboratorium dokonuje się poprzez układ oddechowy. Po przedostaniu się do płuc trucizna rozchodzi się w krótkim okresie po całym ciele za pomocą układu krwionośnego. W przypadku kontaktu z gazami, pyłami lub parami należy stosować maski z odpowiednimi pochłaniaczami, pracować tylko pod sprawnym wyciągiem.

Wiele substancji szkodliwych i trujących łatwo wchłania się przez skórę. Należy również zwracać uwagę nawet na najmniejsze skaleczenia, gdyż ułatwiają one przedostanie się trucizny do krwioobiegu. Zawsze powinno się unikać bezpośredniego kontaktu z odczynnikami, gdyż nawet substancje nie reagujące z pozoru ze skórą przy dłuższej ekspozycji powodują uczulenia, może nawet dojść do miejscowej nekrozy skóry. Ponadto w laboratorium skóra jest narażona na różnorodne oparzenia substancjami żrącymi. Najbardziej podatne na poparzenia są błony śluzowe i oczy. Dla tego nie dozwolone jest wciąganie cieczy do pipety ustami oraz badanie na smak, tarcie oczu brudnymi rękami.

Stosunkowo rzadkim jest w laboratorium zatrucie poprzez układ pokarmowy. Spowodowane jest na przykład przez wprowadzenie trucizny wraz z jedzeniem bez uprzedniego mycia rąk.

Postępowanie w wypadku zatrucia związane jest z rodzajem toksyny. Pierwszą czynnością powinno być odcięcie chorego od źródła trucizny i zabezpieczenie jej przed innymi użytkownikami laboratorium. W wypadku zatrucia gazami należy wyprowadzić poszkodowanego na świeże powietrze (w tym przypadku nie stosować bezpośrednio sztucznego oddychania). Gdy trucizna nie jest znana stosuje się odtrutkę uniwersalną opartą na węglu aktywnym, tlenku magnezu i kwasie taninowym. Przy zatruciach substancjami żrącymi podaje się białko, mleko lub olej parafinowy. Środków wymiotnych nie stosuje się przy zatruciach kwasami lub zasadami.

Uwaga! Omówienie wszystkich substancji z którymi można spotkać się w laboratorium jest niemożliwe, należy więc przed każdym doświadczeniem zapoznać się szczegółowo z właściwościami stosowanych odczynników.

2.2.3 Porażenie prądem elektrycznym

Podstawową sprawą przy ratowaniu porażonego jest odizolowanie go od źródła prądu. Oparzenia skóry traktować jako termiczne. Gdy poszkodowany jest w szoku należy okryć poszkodowanego kocem, podawać ciepłe płyny (zapobieganie utracie ciepła, ale bez aktywnego ogrzewania ciała), zapewnić spokój.

Przed użyciem urządzeń elektrycznych należy sprawdzić ich stan, stan izolacji przewodów elektrycznych, kontaktów i gniazdek. Wszystkie aparaty elektryczne powinny być uziemione, nie wolno samemu dokonywać ich napraw.

2.2.4 Skaleczenia

Przy zwykłych skaleczeniach ranę należy delikatnie oczyścić, zdezynfekować i założyć opatrunek. W przypadkach, gdy uszkodzona została tętnica krwotok należy tamować opatrunkiem uciskowym zakładanym w miejscu krwawienia. Pierwsza pomoc w skaleczeniach oczu polega na usunięciu szkła poprzez długotrwałe przemywanie oczu wodą lub roztworem soli fizjologicznej (0.9% NaCl). Nie należy wyjmować odłamków wbitych w tkankę. Nie wolno pocierać oka. Nałożyć na oko jałowy opatrunek i udać się do lekarza. Większość skaleczeń w laboratorium spowodowanych jest przez sprzęt szklany. W związku z tym należy zawsze przed pracą sprawdzić stan szlifów, występowanie rys, niejednorodności szkła. Czynności te należy przeprowadzać szczególnie dokładnie przed pracą pod zmniejszonym lub zwiększonym ciśnieniem.

2.2.5 Krótkotrwała utrata przytomności

Może wystąpić po urazie głowy, często towarzyszy jej niepamięć wsteczna, dezorientacja. Przez okres około doby chory powinien zostać pod opieką osoby trzeciej, a nawet lekarza, gdyż nie można wykluczyć powstania krwiaka nadoponowego i innych poważnych następstw urazu.

2.2.6 Nagłe zatrzymanie czynności serca, krążenia i oddychania

W razie zaniku akcji serca należy przeprowadzić sztuczne oddychanie (około 10 razy na minutę poprzez umiarkowane głębokie wdechy) połączone z masażem serca (częstość około 60 razy na minutę), sprawdzić drożność dróg oddechowych przez odgięcie głowy do tyłu i uniesienie żuchwy, usunięcie ewentualnych ciał obcych z jamy ustnej, ułożenie poszkodowanego w pozycji bezpiecznej. Ważne jest, by przywrócić przepływ mózgowy przed upływem ok. 4 minut, by nie doszło do nieodwracalnego uszkodzenia kory mózgowej.

2.2.7 Wyposażenie apteczki laboratoryjnej

Wyposażenie apteczki laboratoryjnej zależy od rodzaju prac wykonywanych w laboratorium i możliwości wystąpienia związanych z nimi wypadków. Zapas leków należy przechowywać w osobnej, łatwo dostępnej szafce i uzupełniać w miarę zużycia. Wszystkie leki powinny być zaopatrzone w czytelny opis i datę ważności. Do podstawowego wyposażenia apteczki należą:

- środki opatrunkowe (bandaże, gaza jałowa, plastry: zwykły i z opatrunkiem, wata higroskopijna);
- środki dezynfekcyjne (alkohol etylowy, jodyna, woda utleniona);
- środki stosowane przy oparzeniach: roztwory kwaśnego węgla sodowego, kwasu borowego, kwasu cytrynowego;
- sprzęt pomocniczy: nożyczki, pinceta, termometr.

2.3 Wyposażenie laboratorium chemicznego

2.3.1 Praca z odczynnikami chemicznymi

Praca w laboratorium chemicznym wymaga spokoju, skupienia i ciszy. Wszelkie czynności należy wykonywać spokojnie i rozważnie, zwracać uwagę na jakość wykonywanej pracy, przestrzegać porządku i czystości. Przed przystąpieniem do wykonywanego ćwiczenia sprawdzić, czy wszystko jest przygotowane do odpowiedniego wykonania zadania (odczynniki, sprzęt itd.).

Odczynniki chemiczne znajdują się w opakowaniach szklanych bądź plastikowych. Nigdy nie należy przechowywać w laboratorium opakowań nieopisanych jak również używać do przechowywania odczynników pojemników przeznaczonych do przechowywania żywności (butelek, słoików) gdyż może to prowadzić do pomyłki a w efekcie, do wypadku. Wszystkie opakowania zawierające chemikalia powinny być szczelnie zamknięte (za wyjątkiem odczynników które, przechowywane, wytwarzają gazowe produkty rozpadu, mogące przyczynić się do rozsadzenia naczynia). Należy pamiętać, by pobierać je i odmierzać (odważać) za pomocą odpowiednich przyrządów miarowych (cylindry miarowe, pipety, łyżki, szpatułki, naczynka wagowe itp.) oraz w sprzyjających ku temu warunkach (w przypadku substancji łatwopalnych, stężonych roztworów kwasów, zasad itp. pod wyciągiem) zachowując należyne zasady bezpieczeństwa. Należy pamiętać, że większość odczynników chemicznych jest szkodliwa dla zdrowia człowieka, dlatego też wszelkie czynności z nimi związane należy wykonywać w taki sposób, aby do minimum zmniejszyć możliwość przenikania ich do organizmu poprzez skórę, usta, drogi oddechowe, czy przewód pokarmowy (fartuch, rękawice i okulary ochronne). Po pobraniu określonej ilości, pojemnik w którym się znajduje odczynnik należy zamknąć i odstawić w właściwe miejsce oraz zostawić czystość w miejscu jego poboru. Przed przystąpieniem do pobierania, przelewania, rozpuszczania itd. łatwopalnych cieczy należy pogasić wszystkie znajdujące się w pobliżu płomienie palników.

2.3.2. Oznaczenia na odczynnikach

Na opisach odczynników znajdują się zawsze symbole oznaczające rodzaj i stopień niebezpieczeństwa. Najczęściej stosowane są w tym celu piktogramy:

Tabela 1. Piktogramy

	wybuchowe
	żrące
	utleniacz
	łatwopalne, samozapalne
	toksyczne
	szkodliwe, uczulające, mutagenne, teratogenne
	drażniące

2.3.3 Oznaczenia na gaśnicach

Na gaśnicach znajdują się zawsze: atest, data ważności oraz symbole literowe oznaczające zakres ich stosowania:

- A – do gaszenia pożarów ciał stałych pochodzenia organicznego;
- B – do gaszenia cieczy palnych i substancji topiących się pod wpływem ciepła;
- C – do gaszenia gazów;
- D – do gaszenia metali;
- E – do gaszenia materiałów należących do grup A-D znajdujących się pod napięciem.

Gaszenie urządzeń pod napięciem powinno odbywać się z odległości przynajmniej jednego metra.

2.4 Sprzęt laboratoryjny

2.4.1 Waga laboratoryjna

Ważenie - określanie masy próbki, jest jedną z najważniejszych czynności w każdym oznaczaniu.

Rozdzielczość – ilość wszystkich możliwych wskazań wagi w zakresie (0 – Max) – waga może być opisana jako 1 kg (Max) x 0,1 g (działka elementarna). Rozdzielczość takiej wagi wynosi 10 000.

Powtarzalność – ta sama masa położona wielokrotnie na szalce powinna dać ten sam (lub prawie ten sam) odczyt za każdym razem, w warunkach stałych.

Liniiowość – zdolność wagi do zachowania określonych tolerancji nie tylko w punktach kalibracji, ale w całym przedziale ważenia.

Działka elementarna [d] – wartość różnicy między kolejnymi wskazaniami wyrażona w jednostkach masy.

Działka legalizacyjna [e] – wyrażona w jednostkach masy, umowna wartość, która jest podstawą do klasyfikacji wag i określania błędów granicznych dopuszczalnych wagi.

Obciążenie minimalne [Min] – wartość obciążenia, poniżej której wynik ważenia może być obarczony dużym błędem względnym.

Kalibracja wagi – zbiór operacji ustalających relacje między wartością wskazaną przez wagę a masą wzorca (odważnika kalibracyjnego), stanowiącego obciążenie wagi oraz dokonujących korekcji wskazania, jeżeli zachodzi taka potrzeba. Kalibracja wagi może być wewnętrzna (z odważnikiem kalibracyjnym wbudowanym w wagę) oraz zewnętrzna (z odważnikiem kalibracyjnym stanowiącym wyposażenie wagi).

Tabela 2. Klasyfikacja wag laboratoryjnych

Klasyfikacja wag				
Klasa dokładności, oznaczenie	Wartość działki legalizacyjnej (e)	Liczba działek legalizacyjnych $n = \text{Max} / e$		Obciążenie minimalne Min.
		Minimalna	maksymalna	
Klasa 1 Specjalna I	$e < 1 \text{ mg}$ $e \geq 1 \text{ mg}$	$N < 50\,000$ $N \geq 50\,000$	-	100 d
Klasa 2 Wysoka II	$0,001 \text{ g} \leq e \leq 0,05 \text{ g}$ $0,1 \text{ g} \leq e$	100 5 000	100 000 100 000	20 d 50 d
Klasa 3 Średnia III	$e < 1 \text{ mg}$ $e \geq 1 \text{ mg}$	100 500	10 000 10 000	20 d 20 d
Klasa 4 Zwykła III	$e < 1 \text{ mg}$ $e \geq 1 \text{ mg}$	100	1 000	10 d
<p>OZNACZENIA: d – działka elementarna e – działka legalizacyjna n – liczba działek legalizacyjnych Min – obciążenie minimalne Max – obciążenie maksymalne</p> <p>WYMAGANIA DODATKOWE: $1d \leq e \leq 10d$ (nie dotyczy wag klasy I) $d = e$ (dla wag klasy III do rozliczeń handlowych)</p>				

Podstawowe zasady ważenia:

- należy dostosować rodzaj używanej wagi do wymaganej w ćwiczeniu dokładności i wielkości naważki;
- nie wolno przeciążać wagi;
- przy pracy wymagającej dużej dokładności wszystkie ważenia należy wykonywać na tej samej wadze;
- w przypadku korzystania z wag elektronicznych nie należy wyłączać ich po ważeniu (wynika to z faktu iż wiele ich typów wymaga po włączeniu długiego czasu stabilizacji i każdorazowej kalibracji);
- ważąc na wagach szalkowych (technicznych i analitycznych) należy zwrócić uwagę aby wszelkie zmiany obciążenia belki wagi (zmianę masy odważników, dosypywanie substancji, zdejmowanie naważki z szalki) wykonywać przy zablokowanej wadze;

2.4.2 Sprzęt szklany

2.4.2.1 Ogólne uwagi o pracy ze sprzętem szklanym

Ze względu na dużą różnorodność używanego na pracowniach sprzętu laboratoryjnego należy zawsze pamiętać o kilku zasadach, które są wspólne dla wszystkich szklanych elementów z którymi stykamy się na pracowni chemicznej:

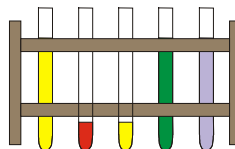
- szkła nie należy suszyć w piecu do prażenia;
- nie należy ogrzewać naczyń szklanych mokrych lub zawilgoconych po zewnętrznej stronie którą ogrzewamy (odparowująca ciecz schładza punktowo szkło, a to z kolei ze względu na małą rozszerzalność cieplną może pęknąć);
- nie ogrzewać oraz nie suszyć w suszarkach szkła miarowego;
- elementów wykonanych z tworzywa sztucznego towarzyszących kolbom miarowym i innej aparaturze nie należy suszyć w suszarkach razem ze szkłem (ulegają z reguły stopieniu, a w najlepszym przypadku odkształceniom);
- z racji faktu że szkło to materiał niezmiernie kruchy należy unikać uderzania nim o metalowe wyposażenie pracowni, lub obijania i zderzania się szkła w szafkach;
- należy unikać pracy ze sprzętem wyszczerbionym, pękniętym lub posiadającym wyraźne zarysowania, w szczególności kiedy pracujemy w warunkach podwyższonej temperatury (ogrzewanie) lub obniżonego ciśnienia („próżnia”).

2.4.2.2 Ważniejszy sprzęt szklany stosowany w laboratorium

Probówka



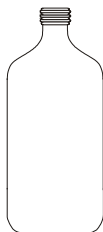
A



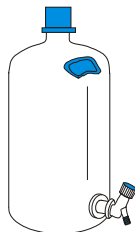
B

Probówka (**A**) to szklane naczynie, w którym przeprowadzamy reakcje, ogrzewamy niewielkie ilości cieczy lub ciał stałych. W pracy z nią musimy uważać, aby jej ujścia nie kierować w kierunku własnej twarzy oraz osób nam towarzyszących na pracowni, gdyż zdarza się że ogrzewana w probówce ciecz wypryskuje z naczynia lub też że zaczyna zachodzić w niej niespodziewana reakcja. Podczas pracy należy zwrócić uwagę, czy probówki przez nas używane nie mają otworów w dnie. Probówki nie należy także przegrzewać w płomieniu palnika gdyż może pęknąć. Aby temu zapobiec ogrzewając probówką należy ją delikatnie kołysać w płomieniu, co zapobiega przegrzewaniu się cieczy oraz szkła. Probówek wirówkowych (z dnem stożkowym) nie należy w ogóle ogrzewać w płomieniu palnika. Stojak (**B**) służy do przechowywania probówek, może być drewniany, bądź plastikowy.

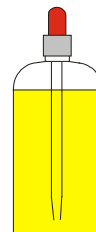
Butelki



A



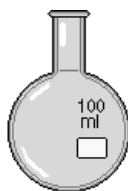
B



C

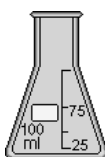
Butelki (**A**, **B**, **C**) służą głównie do przechowywania cieczy. Podczas pracy laboratoryjnej należy unikać korzystania z butelek przeznaczonych do przechowywania napojów. Korzystając z butelek należy pamiętać że nie należy ich nigdy ogrzewać. Butelki z tubusem (**B**) – służą do przechowywania wody destylowanej (coraz częściej wypierane są przez pojemniki wykonane z tworzyw sztucznych), butelki z pipetą (**C**) – bardzo wygodne pojemniki posiadające zamiast korka mniej lub bardziej dopasowaną wkładkę składającą się z pipety i korka szklanego, gumowego lub wykonanego z tworzywa sztucznego z wywierconym otworkiem na pipetę.

Kolba okrągłodenna



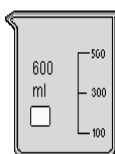
Naczynie to przeznaczone jest do ogrzewania cieczy lub mieszaniny reakcyjnej; współczesne kolby okrągłodenne posiadają wyjście doszlifowane, służące szczelnemu łączeniu ich z innymi elementami aparatury szklanej (chłodnice, nasadki destylacyjne, reduktory); w pracy z kolbą okrągłodenną należy unikać wyszczerbionych szlifów oraz zarysowań szkła, gdyż powoduje to naprężenia podczas ogrzewania mogące spowodować jego pęknięcie.

Kolba Erlenmeyera - stożkowa



Służy do ogrzewania cieczy, miareczkowania, suszenia roztworów niewodnych

Zlewka



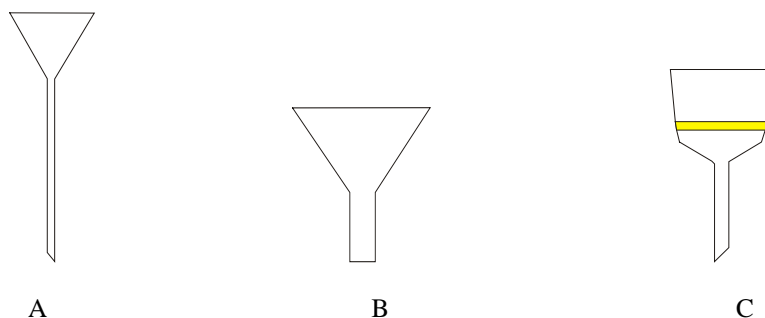
– naczynie to służy do ogrzewania, odparowywania cieczy, prowadzenia reakcji, wykorzystywane są także jako łaźnie grzewcze dla mediów o różnych temperaturach wrzenia (łaźnia wodna, olejowa). Doprowadzając ciecz w zlewce do wrzenia musimy mieć na uwadze aby nie wypryskiwała z niej, gdyż zalanie zlewki po zewnętrznej – ogrzewanej stronie spowoduje jej pęknięcie i wydostanie się zawartości na urządzenie grzewcze. Kładąc zlewkę na ciepłą kuchenkę lub płytkę do ogrzewania należy osuszyć szmatką lub bibułą jej zewnętrzną część (odparowująca szybko ciecz schładza ścianki naczyń szklanych powodując pęknięcie naczynia)

Szkiełko zegarkowe



Służy do prowadzenia reakcji kroplowych na tle dowolnej barwy oraz do przykrywania naczyń (zlewek, krystalizatorów – pod warunkiem, że jest odpowiednio dopasowane). Można dokonywać odważania ciał stałych na szkiełku zegarkowym.

Lejki



– służą do sączenia i wlewania cieczy do naczyń o wąskich szyjkach (kolby miarowe, butelki, biurety); stosuje się lejki analityczne (**A**), lejki zwykłe (**B**), lejki z dnem porowatym, które stanowi porowata spieczona masa szklana o dokładnie dobranej wielkości porów (**C**). Lejki analityczne posiadają wąski długi wylot, który służy zassaniu cieczy sączonej i przyspieszeniu sączenia; lejki zwykłe charakteryzują się szerszym wylotem i służą podręcznym pracom laboratoryjnym – sączeniu i przelewaniu. Lejkom tego typu towarzyszą sączki (rysunek poniżej **A** i **B**). Lejki z dnem porowatym (nucze) nie wymagają w swojej obsłudze sączków, a ich zadanie spełnia szklana porowata masa wtopiona w światło przewodu sączenia



Szalka Petry’ego – docelowo jest to szkło dla zastosowań hodowlanych wykorzystywane przez biologów, biochemików i biotechnologów dla rozmnażania kultur bakteryjnych; chemicy zrobili jednak z tego szkła pożytek i znalazło ono zastosowanie jako podstawka do odważania substancji, krystalizacji z niewielkich ilości roztworów oraz przykrycie dla zlewek.

Kolby miarowe



Służą do odmierzania ściśle określonych ilości cieczy. Możemy wyróżnić kolby miarowe na 1, 2, 5, 10, 25, 50, 100, 250, 500, 1000 ml. Skalę kolby miarowej określa trwale zarysowane kalibracyjne kolby umiejscowione na jej długiej szyjce; w pracy z kolbą miarową należy pamiętać, że nie można suszyć kolb miarowych w suszarkach, gdyż równoznaczne byłoby to z ich rozkalibrowaniem. Kolby te należy po umyciu pozostawić do samodzielnego wyschnięcia. Trzeba także zaznaczyć, że kolby miarowe są bardziej narażone na zniszczenie z powodu zarysowania kalibracyjnego, wzdłuż którego, uderzone, najczęściej pękają.

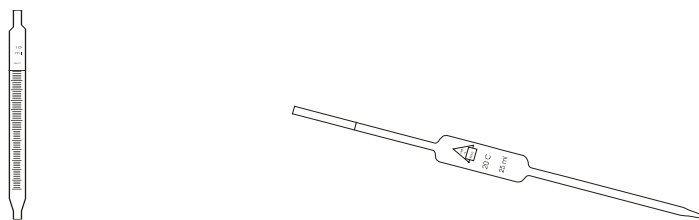
Cylindry miarowe



Wykorzystywane są do odmierzania określonych ilości cieczy w szerokim zakresie objętości określoną skalą wyznaczoną na zewnętrznej ścianie cylindra. Objętość ta jest jednak odmierzana z mniejszą dokładnością niż w

kolbach miarowych. Przy korzystaniu z cylindrów miarowych obowiązują takie same zasady, jak przy posługiwaniu się kolbami miarowymi.

Pipety



– posługujemy się nimi przy szybkim odmierzaniu niewielkich ilości cieczy. Wyróżniamy przy tym pipety wielomiarowe (z podziałką na ścianie) oraz jednomiarowe (z zarysowaniem kalibracyjnym wyznaczającym przypisaną pipecie objętość). Pipety wielomiarowe posiadają skalę zaczynającą się u wylotu pipety a kończącą się (posiadającą maksymalną wartość) na górnej jej części – w odróżnieniu od biurety.

Naczynie wagowe i pipeta wagowa



Pomimo wielu zastępczych środków wykorzystywanych do odważania substancji, szkłem, docelowo przeznaczonym to tej operacji jest naczynie wagowe pokazane na rysunku (A). Do odważania cieczy łatwo lotnych służy tzw. pipeta wagowa (B), która zapewnia szczelne domknięcie naczynia podczas operacji ważenia, a boczny wylot posiadający mały i szczelnie dopasowany kołpak służy przelewaniu takiej cieczy. Procedura ważenia jest następująca: do odważonego naczynia wsypujemy ważoną substancję po czym wyznaczamy masę; a następnie przenosimy substancję do naczynia docelowego i znowu ważymy naczynie wagowe (na jego ściankach zawsze zostają przyklejone ślady ważonej substancji), z różnicy mas otrzymujemy dokładną masę (z dokładnością określoną czułością wagi) ważonej substancji.

Termometr

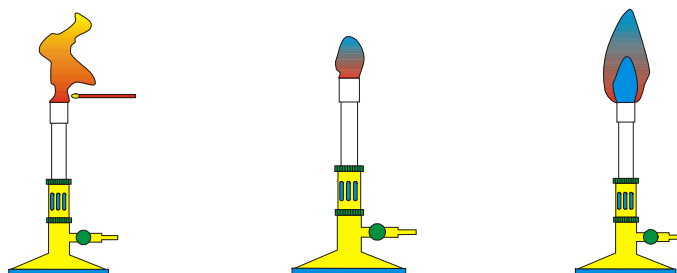


– do pomiaru temperatury służą termometry; w pracy z nimi należy pamiętać o stosowaniu termometrów z odpowiednio dobraną skalą; w razie uszkodzenia i wypłynięcia rtęci należy ją zebrać, a miejsce gdzie się rozlała posypać siarką lub cynkiem. Nie stosować termometrów do mieszania cieczy.

2.4.3 Sprzęt metalowy

Na pracowni laboratoryjnej wykorzystujemy dużą ilość sprzętu metalowego. Najczęściej są to metalowe łapy, połączenia, stojaki które nie stwarzają większego zagrożenia. Operujemy także palnikami, które ze względu na zastosowanie powinny być utrzymywane w dobrym stanie technicznym, a także pompkami próżniowymi. W tej części czytelnik znajdzie opis najczęściej spotykanych elementów metalowych wyposażenia pracowni.

Palnik Bunsena



Palnik służy do ogrzewania i spalania substancji. Palnik Bunsena jest w swojej konstrukcji najmniejszym i najprymitywniej skonstruowanym palnikiem. Składa się z kominka, od dołu zasilanego przez dyszę gazem, a dopływ powietrza regulowany jest cylindrowatym kołnierzem nałożonym na kominek. Dopływ gazu ograniczony jest kurkiem. W celu zapalenia palnika zamykamy dopływ powietrza, przystawiamy zapalniczkę lub zapalniczkę i otwieramy dopływ gazu (płomień jest kopcący – niecałkowite spalanie), następnie regulujemy dopływ gazu do odpowiadającej nam wielkości płomienia, a na samym końcu regulujemy dopływ gazu tak, aby płomień składał się z części redukującej (niebieska), przejściowej (czerwona) oraz utleniającej (błado niebieska – posiadająca największą temperaturę). Z uwagi na fakt, iż w laboratorium chemicznym pracujemy często z substancjami palnymi należy przestrzegać następujących zasad:

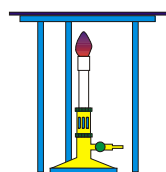
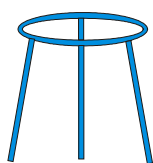
- nigdy nie należy ogrzewać substancji palnych za pomocą palnika gazowego
- wszystkie operacje z użyciem palnika (otwartego ognia) można prowadzić po uprzednim upewnieniu się że w bezpośrednim sąsiedztwie nikt nie pracuje z palnymi i lotnymi odczynnikami
- nie należy pozostawiać zapalonego palnika bez kontroli, po pierwsze z powodu możliwości zgaśnięcia płomienia, w następstwie czego dochodzi do ułatniania się gazu, po drugie ze względu na to, że płomień palnika gazowego w jasno oświetlonym pomieszczeniu jest praktycznie niewidoczny, co sprzyja wypadkom.

Palnik Teklu – palnik ten jest nieco większy od palnika Bunsena i można za jego pomocą uzyskiwać nieco większe temperatury (do 900°C). Różni się także konstrukcją zasilania powietrzem – w palniku Teklu dokonuje się regulacji za pomocą dużej płaskiej nakrętki osadzonej centralnie na gwincie wbudowanym w palnik.

Palnik Meckera jest największym przedstawicielem stosowanych palników laboratoryjnych, a osiągnięta przez niego temperatura dochodzi do 1200°C. Jego konstrukcja różni się od poprzednich tym, że zakończenie komina stanowi siatka (stalowa lub niklowa) z jednej strony zapobiegająca przeskokowi płomienia do otworu zasilania powietrzem, z drugiej zaś dzieli płomień na dziesiątki małych, stabilnych płomyczków o dobrych parametrach spalania gazu, co zapewnia tak dużą temperaturę.

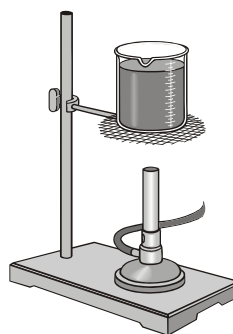
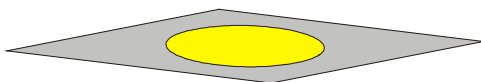


Trójnóg



Trzy punkty w przestrzeni kartezjańskiej zawsze tworzą płaszczyznę, a ta, jak wiadomo, wyklucza kiwanie się oraz inne niestabilne ruchy zagrażające naszemu szklanemu wyposażeniu. Zasada ta zapewne przyświecała twórcom trójnoga stanowiącego podstawę płytki do ogrzewania. Pomimo, że nogi trójnoga zawsze wyznaczają stabilną płaszczyznę, okrąg je trzymający może znajdować się pod kątem różnym od 0° w stosunku do płaszczyzny stołu i należy o tym pamiętać, zanim zdecydujemy się we własnym zakresie wyginać nogi trójnoga.

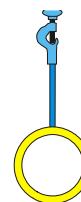
Siatka azbestowa i płytka metalowa



Naczyń szklanych nigdy nie należy podgrzewać bezpośrednio palnikiem (wyjątek stanowią probówki które podgrzewamy bezpośrednio, pamiętając aby nie grzać ich punktowo cały czas, tylko poruszając nimi w płomieniu i raz po raz wyjmując je z niego), ponieważ szkło mające niską wartość współczynnika rozszerzalności cieplnej, ogrzewane płomieniem, pęka. Jako medium rozpraszające w miarę równomiernie ciepło po podstawach naczyń szklanych stosujemy siatki azbestowe (z przyczyn zdrowotnych unikane na pracowniach) oraz płytki metalowe. Zaletą płytek azbestowych jest niewątpliwie lepszy i równomierniejszy rozkład ciepła na jej powierzchni; płytki metalowe mają tę wadę, że podczas długotrwałego stosowania wyginają się i stanowią niestabilne podłoże dla ogrzewanych naczyń (należy o tym pamiętać w czasie opuszczania stanowiska pracy).

Stojaki i statywy stanowią sprzęt służący zamocowaniu całych zestawów laboratoryjnych; składają się z pręta metalowego ($\varnothing 10 - 12$) przymocowanego do podstawy stalowej, na tyle ciężkiej aby zapewnić stabilność zmontowanych zestawów.

Łapy, kółka



Sprzętem metalowym mającym bezpośredni kontakt ze szkłem są łapy, służące mocowaniu kolb i chłodnic oraz kółka, które utrzymują na odpowiedniej wysokości lejki czy rozdzielacze. Dokręcając śrubę łapy należy mieć na uwadze wytrzymałość mechaniczną szkła, zamocowane kolba powinna dać się jeszcze w łapie obracać, lecz nie powinna z niej wypadać. Mocując sprzęt należy także zaopatrzyć palce łapy w materiał zabezpieczający przed bezpośrednim kontaktem metalu ze szkłem, zapobiegnie to powstawaniu zarysowań na szkle oraz powstawaniu naprężeń termicznych.

Łączniki



Łapy czy kółka należy oczywiście przymocować do statywów za pomocą łączników, zapewniających sztywność i bezpieczeństwo połączenia. Łączniki zbudowane są z bloku metalowego posiadającego odpowiednie wyżłobienia, w których umieszczone są śruby mocujące. Od stanu technicznego tych śrub zależy bezpieczeństwo połączenia, a zatem należy zwracać uwagę, czy gwinty nie są zerwane (tzn. czy śruba się nie kręci i nie zmienia położenia).

Ściskacze – służą zaciskaniu profilu węży elastycznych i są stosowane między innymi na wylotach butli z wodą destylowaną.



2.4.4 Sprzęt elektryczny

2.4.4.1 Ogólne zasady bezpiecznej pracy na stanowiskach z prądem elektrycznym

Wszelkie urządzenia elektryczne załączać do źródła prądu dopiero po zmontowaniu i połączeniu wszystkich części połączeń (transformatory i odbiorniki prądu: czasze grzejne, mieszadła itp.).

Rozłączanie zestawów, w których wykorzystujemy prąd elektryczny rozpoczynać od odłączenia źródła zasilania prądem.

Przy stosowaniu napięcia sieciowego (220V) w obwodach prądu przemiennego:

- nie dotykać nie izolowanych części obwodu elektrycznego;
- wystrzegać się zawilgożenia elementów sprzętu elektrycznego;
- nie stosować uszkodzonych przewodów elektrycznych, zwrócić uwagę na stan wtyczek i kontaktów.

W przypadku porażenia prądem:

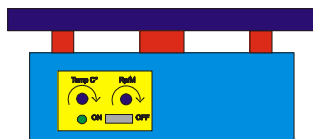
- przerwać dopływ prądu;
- w przypadku ustania oddechu zastosować pierwszą pomoc, polegającą na stosowaniu sztucznego oddychania, aż do przybycia pomocy lekarskiej.

Największe niebezpieczeństwo podczas porażenia prądem elektrycznym tkwi w fakcie skurczowego działania prądu elektrycznego na mięśnie. Szczególnie niebezpieczne jest chwytnie otwartą dłoń, gdyż podczas porażenia nie istnieje możliwość otwarcia dłoni i oderwania się od źródła porażenia.

Zalanie instalacji elektrycznej - niejednokrotnie zdarza się rozchlapywanie wody czy innych rozpuszczalników w momencie uszkodzenia aparatury laboratoryjnej lub rozłączenia przewodów zasilających chłodzące elementy aparatury, wtedy też istnieje możliwość zalania urządzeń elektrycznych, przewodów, tablicy prądu. W przypadku zalania, czy zauważenia cieczy wokół urządzeń elektrycznych pod żadnym pozorem nie wolno ich dotykać. Należy zorientować się, w jakim miejscu znajdują się najbliższe wtyczki, kontakty wyłączniki i odciąć zasilanie upewniwszy się, że nie są zawilgozione. Po odcięciu źródła zasilania prądem, należy osuszyć urządzenia elektryczne i po upewnieniu się, że nie stanowią zagrożenia można ponownie je stosować. Takie urządzenia jak czasze grzejne z wnątką azbestową czy transformatory należy pozostawić do osuszenia na parę dni, gdyż ich samodzielne osuszenie nie jest możliwe.

2.4.4.2 Ważniejszy sprzęt elektryczny stosowany w laboratorium

Czasze grzejne i piecyki elektryczne



piecyk elektryczny

- są jednym z najczęściej wykorzystywanych urządzeń elektrycznych na pracowni chemicznej. W pracy z nimi należy zawsze pamiętać, że podczas korzystania mają one temperaturę mogącą powodować groźne poparzenia skóry. Urządzenia te powinny być zawsze ustawiane w taki sposób, aby manipulacje wokół nich wykluczały ich osunięcie, samoistne przemieszczenie, czy spadanie i zalanie. Naczynia stawiane na czaszach i piecykach nie mogą być zawilgocone w miejscu stykania szkła z metalem, czy azbestem, ponieważ odparowująca woda obniża punktowo temperaturę szkła (szkło jest złym przewodnikiem energii cieplnej), a różnica temperatur na powierzchni może spowodować jego pęknięcie i zalanie urządzenia elektrycznego. W momencie zalania czaszy grzejnej należy bezzwłocznie odciąć źródło zasilania prądem poprzez wyjęcie wtyczki z kontaktu. Jeżeli istnieje jednak jakiegokolwiek ryzyko, że wtyczka mogła ulec zalaniu lub zawilgoceniu, należy odciąć źródło zasilania poprzez wyłączenie prądu wyłącznikiem na tablicy zasilającej.

Wirówka - urządzenie to posiada rotor o regulowanej szybkości obrotów. Współczesne wirówki posiadają zabezpieczenia przed zalaniem cieczą oraz zabezpieczenie przed otwarciem trakcie pracy, natomiast starsze typy wirówek w trakcie pracy których można otwierać klapę komory wirowania, stwarzają niebezpieczeństwo mechanicznego uszkodzenia ciała. Zakazane jest zatrzymywanie ręką lub jakimkolwiek przedmiotami rotora - rotor po odłączeniu od źródła zasilania musi zatrzymać się sam. Należy zadbać o równomierne rozłożenie obciążenia wokół osi obrotu.

Przewody zasilające i przesyłające prąd - należy zwrócić szczególną uwagę na to, czy przewód elektryczny nie jest przetarty, przegrzany oraz czy nie wystają z niego żadne metalowe druciki wchodzące w jego skład. Gniazda prądu i wtyczki przed załączeniem powinny zostać sprawdzone, czy nie są zawilgocone, pęknięte lub uszkodzone.

2.4.5 Sprzęt porcelanowy

Łopatki



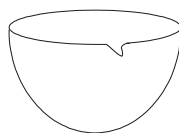
Ten sprzęt porcelanowy służy do nabierania substancji ze słoików oraz przenoszenia ich do naczyń docelowych.

Moździerz z tłuczkiem



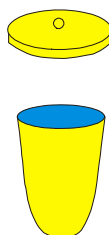
Służy do rozdrabniania niewielkich ilości substancji. W moździerzu uciera się za pomocą tłuczka. Należy pamiętać jednak, że nie wszystkie substancje są odporne na ucieranie i mogą rozkładać się wybuchowo.

Parownica



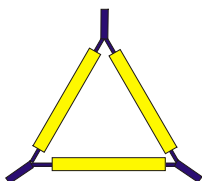
Jak sama nazwa wskazuje, naczynie to służy do odparowywania rozpuszczalników (ze względu na fakt, iż parownice ogrzewa się za pomocą palnika, nie wolno odparowywać w niej rozpuszczalników palnych).

Tygiel



Służy do długotrwałej termicznej obróbki termicznej substancji w piecach, w których temperatura może dochodzić do 2000 °C (w zależności od materiału z jakiego wykonany jest tygiel). W pracy z tygłem należy pamiętać, że nie należy wkładać wilgotnego tygla do gorącego pieca, a substancje w nim się znajdujące powinny być wstępnie osuszone w temperaturze około 120 °C w celu pozbycia się wody nie związanej chemicznie (wilgotne tygły zawsze pękają). Przy wkładaniu i wyjmowaniu tygla z pieca należy używać długich szczypiec przeznaczonych do obsługi pieca (korzystanie z krótkich grozi oparzeniem termicznymi – przy temperaturach jakie utrzymujemy w piecach materiał jego ścian emitują promieniowanie podczerwone o natężeniu które jest przyczyną odczuwanych zmian ciepła).

Trójkąt do tygli



Prażenie niewielkich ilości substancji w stosunkowo krótkim czasie można dokonać korzystając z palnika laboratoryjnego. Na trójnóg kładziemy wówczas trójkąt do osadzania tygli. Po prażeniu należy odczekać, aż trójkąt wystygnie i nie należy go zdejmować chwytając za metalowy drut, gdyż jest on nagrany (metale dobrze przewodzą ciepło).