



Достъпни Експериментални Техники

- Ръководство за преподаватели по природни науки -

Разработен като част от проекта SALIS

„Активно обучение по природни науки”

Николд Попе, Силвия Маркич, Инго Ейлкс



511 275-TEMPUS-1-2010-1-GE-TEMPUS-JCPR (Споразумение, 2010-
тридесет и три хиляди осемстотин двадесет и един / 001-001)

Университет Бремен - Институт за образование по природни науки



European Commission
TEMPUS

Предговор

От 2010 г. до 2012 г., като част от програма "Темпус" на ЕС се насърчава SALIS проект на десет партньорски институции от шест страни. Участващите партньори от Грузия, Германия, Ирландия, България, Молдова и Израел.

SALIS отстоява активното обучение в областта на природните науки. Този проект има за цел насърчаване на активния учащ, чрез прилагане на експерименти и изследвания в обучението. За тази цел, образователни и обучителни модули за учители по природни науки са разработени и изпълнени като част от SALIS.

Представеното ръководство описва и интерпретира използването на различни експериментални техники за преподаване на природни науки. Достъпните експерименти използват оборудване и химикали от контекста на всекидневния живот. Те могат да бъдат намерени в супермаркетите, в магазините за подобрения в дома или медицинското оборудване или в аквариумни магазини. По този начин те са достъпни навсякъде, на много ниска цена. Също така, се вземат предвид фактори като например ниско замърсяване и безопасно експериментиране.

Достъпните експериментални техники в клас могат да спомогнат за по-ниски разходи и намаляване на риска и от замърсяване на околната среда. Това е предпоставка за провеждане на повече разнообразни експерименти в обучението.

В този смисъл, ние желаем забавление и успех в използването на достъпни експериментални техники в обучението на учителите.

Марика Капанадзе и Инго Ейлкс,

(Координатори на проекта SALIS)

Таблица на съдържанието

Страница

1. Терминология 4
 2. Намаляване на разходите и въздействието върху околната среда, дължащи се на нискоколичествени подходи 9
 3. Експерименти с ресурси, използвани в медицинско оборудване и магазини за рибки 12
 4. Експерименти в петриеви стъкла и пластмасови плочки 19
 5. Експерименти в които се използват опаковки от домакинството 23
 6. Експерименти с пластмасови бутилки 27
 7. Магазин за потребителски стоки за дома, като източник на оборудване за експерименти 31
 8. Експериментално оборудване от специализиран магазин за електроника 36
 9. Алтернативи за намаляване на разходите при количествени изследвания 41
 10. Експерименти с вещества, достъпни в домакинството 45
 11. Ефикасни подходи за намаляване на разходите при биологични експерименти 51
- Библиография 55

1. Терминология

Експериментите са основна част при осмислянето и работата в областта на природните науки (Ейлкс и др. 2004). Изследване в областта на науката или техниката не е възможно без провеждане на експерименти. Това е вярно в равни части за областта на науката, както и за по-късното приложение на изпълнението в промишлеността. Ако не друго, експерименти са част от научно образование (Фердинанд, 2007).

Експериментите помагат да следвате и да разберете науката. Опитът и изживяването на експеримента са уникалната страна на науката - учениците задават въпроси, правят хипотези и дават отговори на природнонаучна тематика чрез експерименти и наблюдения (Ейлкс и

др., 2004). Експериментите също спомагат за развитието на сръчност и умения, илюстрират абстрактни теории, и насърчават мислене за решаване на проблеми (Брадли, Durbach, Bell & Mungarulire, 1998). Предимство на експериментите в обучението по Химия и други природни науки е, че те осигуряват паузи в учебната дейност и действат положително върху мотивацията на студенти и ученици (Кранц, 2008).

Експериментите в областта на науката, винаги са свързани с разходи. Паралелки с над 30 ученици предполагат по-високи финансови разходи, ако освен демонстрации, самите обучаваните също трябва да провеждат експерименти. Придобиването на традиционното лабораторно оборудване и инструменти за целия клас е свързано със значителни разходи. Изхабеното оборудването, трябва да бъде подменяно периодично. Допълнителни финансови разходи се отнасят не само до необходимото оборудване, но и за химикали и консумативни доставки. При провеждане на експерименти с ученици, трябва да се предоставят необходимите химикали и консумативни, а след това да се изхвърлят. Очевидно, има разходи, свързани с тази процедура. В допълнение към финансовите разходи, предпоставките за замърсяване са отрицателен страничен продукт на експериментирането в часовете по химия.

Така традиционните експерименти се свързват с множество трудности. Това не е само случай типичен за по-слабо развитите страни, но също така и за индустриалните страни. В тези страни, бюджета за наука и образование е намалял, докато в същото време, свързаните с нея разходи, дължащи се на рискове и опасни вещества са се увеличили. Традиционното лабораторно оборудване, в миналото много често в училищата е станало по-рядко в наши дни. В резултат на това, преподаването на наука сега все по-често се провежда в традиционна обстановка на класната стая (Брадли и др., 1998). Това води до по-нататъшни ограничения при провеждането на класически експерименти и традиционни експериментални техники. По този начин, човек трябва да е наясно с факта, че всеки експеримент е свързан с определени рискове. Това е вярно за традиционните химически експерименти, по-специално поради по-големите количества, които са употребявани досега. Също така, дори обикновенната стъклария като епруветки и стъкленици може да се превърне в опасност в резултат на счупено стъкло (Обендроф 2006). Рискове, като това увеличават разликата между функциите на традиционната класна стая спрямо нормалната лаборатория.

В тази връзка, ниската цена за експериментите предлага алтернативи. В ниските като цена експерименти - евтиното и по-лесно достъпно

оборудване заменя скъпото лабораторни уреди и консумативи. Оборудване и химикали от ежедневието намалява разходите и са достъпни навсякъде. Ключов аспект на този принцип е неговата простота и добър общ поглед върху използваните инструменти (Schwan, 2005). Използването на алтернативно експериментално оборудване, както и вида и качеството на използваните химикали водят до намаляване на разходите (Брадли и др., 1998). В същото време опасно оборудване, както и химикали се заменят с по-безопасни алтернативи.

На немски език терминът "саморъчен експеримент" често се използва като синоним на експеримент с ниска цена. Този вид експеримента се определя, както следва:

"... Един експеримент, който може да се проведе с помощта на предмети от ежедневието или с помощта на лесно самостоятелно изработени устройства" (Екерт, Стетценбах и Йодл, 2000 г., стр. 4).

В други определения са набляга повече на процеса на експериментиране, отколкото на оборудването:

"Невероятни ефекти, умели и запомнящи се, въведени без големи разходи и без оборудване, което да засенчва резултата - това е идеалния експеримента" (Kircher, Girwidz & Häußler, 2001, стр. сенки. 283).

По този начин, евтините експерименти се следват доста различни стратегии. Важна техника, по-специално за химическия аспект, е свеждането до минимум на използваните в тях химични вещества. Следвайки този подход, Бадер (2003) прехвърля идеята устойчива химия към експериментите в областта на природонаучното образование. Тук, устойчивостта се разбира в смисъл, че научното образование е трябвало да приеме идеята за екосъобразно управление на химичните вещества и тяхното правилно и свободно изхвърляне. Най-добрият начин за опазване на ресурсите е избягване на замърсяването, е да се използват по-малки количества, по-малко опасни и по-малко токсични химикали. И така, още през 1980 г. е разработена идеята за "Микро-химия" (Сингх & Szafran 2000): "Микро-химията е лабораторно базиран, безопасен за околната среда и превантивен срещу замърсяване подход, реализиран чрез използване на миниатюрни стъкларии и значително намаляване на количеството на използваните химикали". (Сингх, Szafran и щука, 1999, стр. 1684)

Експериментите в микрохимията предполагат намаляване на проблемите със замърсяването на околната среда. Допълнително те намаляват потенциалния риск от съхраняването на субстанции, защото използваното количество химикали при тези експерименти е много по-

малко. (Уоод, 1990). Оборудването и веществата са намалени колкото е възможно, без да се прави компромис с лабораторната точност (Блак & Лутз, 2004). Така този подход показва разнообразие от предимства като (Пайк, 2006):

- Намаляване на разходите за химикали.
- Намаляване на сложността и разходите за изхвърляне.
- Намаляване на потенциален контакт с токсични вещества.
- По-малко потенциални рискове от злополуки.
- Кратко време за реакция.
- Намаляване на времето за загряване и охлаждане при процесите.
- Намаляване на складовото пространство за съхранение на химикали.
- Подобряване на качеството на въздуха в лабораториите.

Метод	Количество на използваните химични вещества	
	Твърди вещества	Течности
Макро техника	> 0,1 грама	> 5 мл
Полу-микро техника	0,01 - 0,1 грама	0,5 - 5 мл
Микро техника	0001 - 0,01 грама	0,05 - 0,5 мл
Ултра-микро техника	<0,001 грама	<0,05 мл

Таблица 1.1: Класификация на експериментиране според използваното количество химикали

(Пфеифер и др., 2002)

По този начин, множество химикали в химическите експерименти може да бъдат намалени от традиционно няколко милилитра до няколко микро литра течности или от няколко грама до няколко милиграма в твърди вещества (Сингх & Зафран, 2000). В този случай се говори за преход от макро техника на полу-микро, микро или ултра-микро техника (Пфеифер 2002 г.; Tab 1.1).

Микро- или полу-микро техниката е особено подходяща за обучението по Химия и други природни науки в училище, както и при обучението на учители. Като цяло, количеството на химикалите, използвани в последователното изпълнение на експериментите се намалява около 10 пъти (Сингх & Зафран, 2000). Споменатото намаляване се отнася както за количеството на изразходваните вещества, така и за количеството на

веществата, които трябва да се изхвърлят. По този начин експериментите в лабораториите на университетите и промишлеността стават по-малко опасни, по-екологични и по-рентабилни. Така според към Латзел (1989) се гарантира, че експериментите в научното образование не са пропускани поради високата им цена.

Не само количеството на химикалите, но и традиционната експериментална и лабораторна техника се променят при експериментите с по-ниската цена. Тук материали от домакинството се използват за научни експерименти, в контекста на училището. Примери за това са съдове от домакинството, като например съдове, буркани, паници или стари пластмасови бутилки. Освен това, се използват материали като артикулите за еднократна употреба на медицинско инженерство, или от магазин Домашни Потребности, зоо магазин или магазин за електроника. След Обендрауф (2004), свеждането до минимум на оборудването, в комбинация с използването на достъпни ресурси има двоен потенциал за спестяване. По този начин се увеличават възможностите за по-често и по-адаптивно използване. Шварц и Лутз (2004), описват ползите от използването на алтернативно оборудване, както следва:

- По-ниски разходи чрез използването на ресурсите, взети от медицински инженеринг, магазин за Домашни Потребности, електронни магазини, специализирани или за битови стоки.
- Наличие на ресурси в големи количества, поради по-ниската покупна цена.

Това е възможно за почти всички експерименти, които се извършват в малки групи от студенти.

- Намаляване на рисковете в сравнение с традиционната стъклария, поради по-нисък риск за нараняване.
- По-малко е времето, необходимо за подготовка и последваща обработка за учителите.
- Повишаване на мобилността, тъй като оборудването може да бъде транспортирано и използвано без ограничения и не се изискват специално оборудвани лаборатории.
- Експерименти може да се извършват като домашна работа.

Подобно на замяната на традиционните лабораторно оборудване, използваните вещества също могат да бъдат заменени. Експерименти с храни, перилни препарати, домакински химикали или твърди вещества,

взети от кухнята или гаража, са примерно техниките, споменати по-горе. Тези вещества могат да бъдат закупени в супермаркетите, магазините за подобрения в дома или аптеки на по-ниски цени, но също така транспортирането им е по-малко трудоемко. В допълнение, работа с тези ресурси е по-мотивираща, тъй като студентите работят с вещества, които вече играят ежедневна роля в живота им.

Като цяло, представените принципи са идеални за насърчаване на студентите към активно експериментиране и обучение в областта на науката (Джолонг, 2006).

2. Намаляване на разходите и въздействието върху околната среда с учебни експериментални микроскопични техники посредством експериментални комплекти

През 1980 и 1990-те, подходът включващ използването на микроскопичната учебна експериментална и лабораторна техника първоначално се въвежда в университетите. Комплектите за микроскопична учебна експериментална лабораторна техника имат за цел да улеснят експериментите по принцип (дю Тоа дю Тоа, 2006). Това беше постигнато чрез предлагане на пълен набор от стъкларски инструменти. С тези комплекти, реакции с малки количества могат да се постигнат в много качествен вид.

Скоро след това са описани подходящи за прилагане в училище експерименти, така че комплектите за експериментална лабораторна техника в училищата все по-често се предлагат като алтернатива. Примерите включват Уилямсън комплект, АСЕ-Учебен микро-експериментален лабораторен комплект, системата на Хем-Про, Микро комплект стъклено оборудване, според Баумбач или Мини-Лаб (Шчаллиес, 1991).

В този случай, мини-лаб (Zinsser Analytic, 2011) е представена като пример. Мини лабораторията съдържа разнообразие от цилиндрични тръби с плоско дъно (фиг. 2.1). Реакционните съдове имат капацитет от 24 мл. Благодарение на плоското си дъно е възможно химикалите да са въведени директно, като специални поддържащи щандове и стативи не са необходими. Съединения на различни контейнери, се правят чрез винт съединители, чието използване е много лесно. В допълнение, някои метални елементи за отопление или термометри са необходими (Schallies, 1991).

С един пример ще илюстрираме използването на мини-лаборатория. Фигура 2.1 (вдясно) показва традиционен инструмент за дестилация и един от мини-лаборатория. Дестилационният инструмент на мини-

лаборатория използва дестилационен съд с капацитет от 24 мл. Шалиес и Шилинг (1991) предлагат да се дестилира течност с обем от 10 мл. Използването на това измерване, на около 1 мл алкохол може да се дестилира от вино например. Потенциален риск с тези количества се намалява, както и разходите за химическо оборудване и евентуално обезвреждане на ефекта от експеримента. В традиционните инструменти за дестилация обикновено до 200 мл течност се излива в дестилационната колба. Тази настройка намалява количеството на използваните химикали и е възможно в резултат да се намали замърсяването до 20 пъти.



Фигура 2.1: Инструмент за дестилация в мини лаборатория и традиционното оборудване за лабораторията

От използването на учебна експериментална лабораторна техника с налични комплекти има значителна полза. Така Сингх и Сзафран (2000) описват, че със сериозни намаления, възможните загуби в резултат на овлажняване на стените на съдове трябва да се има предвид. Освен това, определен начален капитал е от съществено значение за превръщането на налични материали в лабораторни ресурси. По този начин, цената на придобиване за лабораторно оборудване, следвайки принципа за учебна експериментална лабораторна техника по химия е около 120 Евро на изпълнение (Sigma-Aldrich, 2011). Въпреки че цената на придобиване може да се балансира чрез намаляване на разходите за химикали, застраховка и обезвреждане в дългосрочен план. Например, Сингх и Сзафран (2000) заявяват, че необходимите разходи за инвестиции в областта на университетите могат да бъдат покрити, в зависимост от размера на стажа от 6 месеца до 2 години. Въпреки това, инвестиционните разходи в началото не са за пренебрежими, а и употребените или повредени части трябва редовно да се доснабдяват.

Така, през последните няколко години търсенето на по-достъпни алтернативи на продавани комплекти за учебна експериментална лабораторна техника се е засилило. Те съчетават идеите за комплекти микро лабораторна учебна техника с принципа на експерименти с ниски цени. Тук традиционната лабораторна стъклария и учебната експериментална лабораторна стъклария се заменя с по-достъпни алтернативи. Те често са изработени от пластмаса. Това е по-евтино и може да се намали риска от счупване на стъкло.

Пример за това е "RADMASTE комплект", според Брадли (2006), който е бил използван първоначално в южната част на Африка. Този комплект е на разположение в различни версии, например. "RADMASTE основен комплект микронаука", "RADMASTE основен комплект микрохимия", "комплект RADMASTE за учебна експериментална лабораторна техника по биология" и много други (Фигура 2.2;- RADMASTE Микорнаука комплект, 2010).



Фигура 2.2: RADMASTE - комплект за вода (на снимката: www.radmaste.org.za)

Подобно на наличните в търговската мрежа оферти, учителите могат също така да произвеждат такива компилации от материали и сами. Епендорф чаши, стъкленици с капачета, пластмасови плочки с вдлъбнаатини и още много други предмети служат като места за протичане на химични реакции. Прибори от медицинското инженерство или аквариумни детайли позволяват да се съставят и по-сложни устройства. Примери ще бъдат обсъдени в следващите глави.

3. Експерименти със средства от медицината и аквариумните пособия

Често срещан проблем с експериментирането в часовете по химия е самото време за настройка и качеството на оборудването. Лабораторните уреди често са направени от стъкло и трябва да се заменя, ако е повредена. Тази стъклария е скъпа, а лесно може да се чупи, което представлява потенциален източник на риск за студентите. Всички тези фактори могат да доведат до прекомерни разходи (Борстел и Бьохм, 2004).

Голямото разнообразие на медицинско оборудване, взето от медицински специализирани магазини или аквариумни складове представлява алтернатива на традиционните лабораторни уреди. Спринцовки, канюли, граничните кранове, тръби за инфузия и инфузионни сакове са произведени в големи количества за медицински изследвания и затова са с достъпни цени. Маркучи, помпи и дистрибутори, които се използват в аквариумния бизнес предлагат най-различни приложения за



Фигура 3.1: Luer-Lock свързване

научни експерименти в природните науки. Те често са произведени от пластмаса и гума и по този начин са доста адаптивни. Поради своя размер те често са много подходящи за учебна микро-експериментална лабораторна работа.

Медицинското инженерство като източник на оборудване и консумативи е особено подходящо за експерименти с течности и газове, тъй като тези устройства често са разработени за отвеждане и количествено пропускане на течности. По този начин, има специални системи за съединителни тръби, по-специално на луер или луер система (Фигура 3.1). Тези системи са



Фигура 3.2: Адаптер

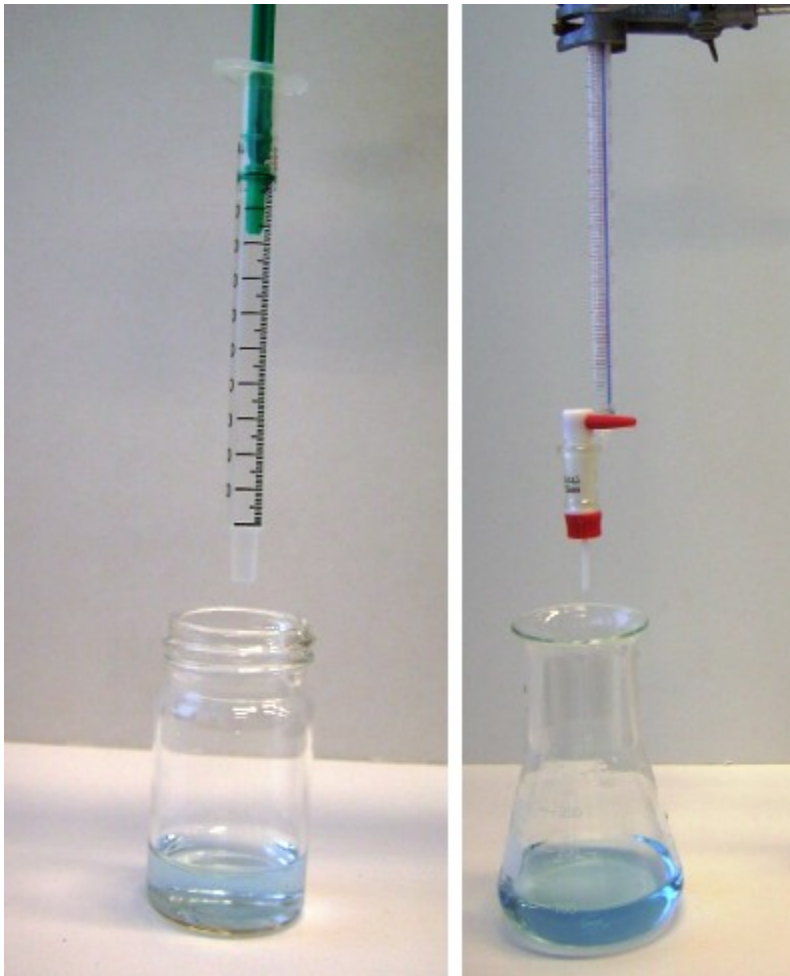
Тип: "женски" - "женски" Отдолу: "мъжки" - "мъжки" създадени като комбинирана система от отделни елементи в медицинското инженерство.

Двата свързващи елемента обикновено са описани като "мъж - жена". Според Луер-принцип, конекторите са оборудвани заедно. За луер принцип, друга допълнителна система се прилага отделно като винт заключващо устройство (Бранд, 2010; фигура 3.1). По този начин, връзката може да бъде лесно и безопасно адаптирана и е газонепроницаема - без рисковете за изпускане на стъкленици, освен по време на експеримента. Тъй като обикновено само "мъжки" - "женски" връзки са възможни, има допълнителни адаптери, които правят "женски" - "женски" и "мъжки" - "мъжки" връзки ефективни при лабораторната работа (фиг. 3.2).

Адаптивно устройство от медицинско инженерство е спринцовката за еднократна употреба. Спринцовка за еднократна употреба има прозрачен цилиндър с разчетена скала, което е много съществено.

Спринцовки за еднократна употреба са на разположение в различни размери и текстура. Размерите варират от 1 мл за инсулинови спринцовки до варианти, които имат капацитет от 50 мл. Преди всичко, инсулинови спринцовки са за дози в малки количества. По-специално, бавно зареждане и разреждане е възможно с тези спринцовки.

Например, Ел-Марсафи (2004) предлага медицински спринцовки за еднократна употреба като алтернативна употреба на пипети и бюрети в



Фигура 3.3: Еднократна спринцовката като замяна на бюрета

Учебна експериментална лабораторна техника титриране (Фигура 3.3). При използване на спринцовки за еднократна употреба като заместители на бюрета, течностите трябва да бъдат запълнени в спринцовката без никакви въздушни мехурчета. За тази цел, първо малко течност се взема с помощта на спринцовка и след това рязко се допълва отново. Ако този процес се повтаря няколко пъти, мехурчета при запълване на спринцовката може да се елиминират.

Буталото, която е част от всички спринцовки за еднократна употреба, е голямо предимство в сравнение с газовата спринцовка. По този начин се гарантира способността на запълване на максималния обем. След това отново, след количествено използване на спринцовки обикновено минимален остатъчен обем си остава в него.

Използването на спринцовки зависи до голяма степен от характера на буталото на спринцовката. Буталата на спринцовките са оборудвани или с или без уплътнителни пръстени. Спринцовки за еднократна употреба с уплътнителни пръстени също се отличават помежду си според това дали

имат единични или двойни пръстени за изолация или запечатване (Фигура 3.4).



Фигура 3.4: Спринцовки с просто, двойно или без уплътнителен пръстен затваряне

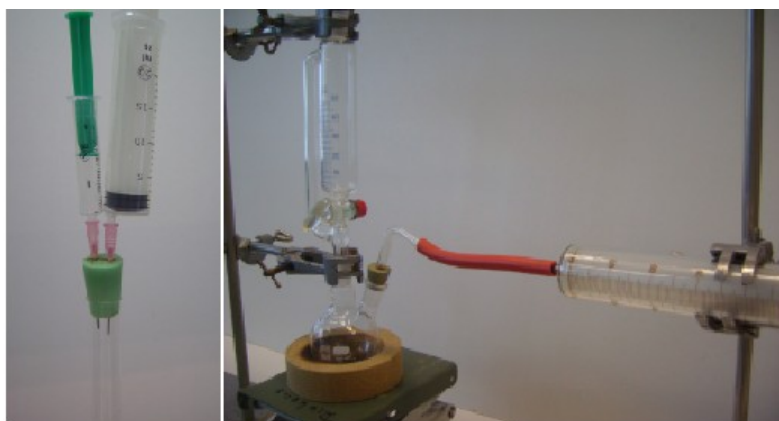
Спринцовки, които имат буталото с двойни уплътнителни пръстени са много плътни и могат да бъдат инсталирани в газонепропускливи инструменти. Въпреки това, ако се използват газове, които могат да правят гуменото уплътнение неефективно (напр. хлор газ), само спринцовки с проста гума за запечатване трябва да се използват. Спринцовки без уплътнителен пръстен са много подходящи за течности и дозиране.

Възможностите за прилагане на спринцовки за еднократна употреба са широко диверсифицирани. Например, на фон Борстел и Бьом (2006) предлага се волтаметър Хофман с помощта на спринцовката (Фигура 3.5). В евтина версия на описания експеримент, случаите на две медицински спринцовки за еднократна употреба са преустроени в Хофман. По този начин, канюли, принадлежащи на спринцовки за еднократна употреба се използват като електроди. Освен това, две приложени от медицинското инженерство спирателни кранове, както и два къси части от тръби (например от магазин за аквариуми) се използват, за да се изпарява газ. Канюлата за електрод е свързана с медни проводници с помощта на терминалните ленти. Те са на свой ред, свързани с плоска батерия, за да започне електролизната реакция. Стойността на използваните материали е около 3 Евро в евтината версия на разходите, а инструмент, чрез разграждане на Хофман, според NeubertGlas (2011), струва около 70 Евро.



Фигура 3.5: Сравнение на уред Хофман с изработени от медицинско инженерство елементи и съответните произведени от стъкло.

Въпреки това синтезът и усвояването на газове от Обендрауф (2006) са добре контролирани (Фигура 3.6). Типичен пример е описаният от 80 Евро експериментален инструмент за конвенционалния стъклен комплект за газови експерименти (Маркатео, 2011; NeubertGlas, 2011 г.; Omikron, 2004). В евтината версия на експеримента от Обендрауф (2004, 2006), е необходим само 1 евтин газ кран, който може да се построи с епруетка, 2 мл спринцовка за еднократна употреба без уплътнителен пръстен, няколко 20 ml спринцовки за еднократна употреба с двойни уплътнителни пръстени, две канюли и мека гумена запушалка. Материалите могат да бъдат закупени за около 1,50 Евро на тест инструмент (Маркатео, 2011). Меката гумена запушалка, която се пробива с две канюли, е разположена на една конвенционална епруетка и 2 мл, както и 20 мл спринцовка за еднократна употреба ще бъде поставена върху тези канюли. 2 мл спринцовка за еднократна употреба се използва, за да позволи на течности да капе в тръбата, докато се изпарява газ и се събира в 20-милилитрова спринцовка за еднократна употреба. В тази достъпна версия много газове могат да бъдат синтезирани в учебно-лабораторна среда. Таблица 3.1 показва някои примери за използване.



Фигура 3.6: Ниски разходи се отчитат за комплектования газ-инструмент спрямо конвенционалното лабораторно оборудване

Не само спринцовки за еднократна употреба, но също и канюли могат да се използват за експерименти. Също като спринцовки за еднократна употреба, употребата на канюли е удачна в учебно-лабораторна среда, защото те са с различни размери. Разликата е в дължината и диаметъра на спринцовката и иглата. Канюли могат да бъдат свързани към спринцовкати с различни размери чрез Луег-връзка. Върхът на канюлата включва потенциален риск от нараняване на студентите и трябва да се реже преди експерименти с телен нож. По този начин, е важно да се уверите, че каналът на канюлата не е премазан.

Синтезиран газ	Химикали в епруветката	Добавена течност	Бележки
Хлорен газ	Прах калиев пермагнат	Концентрираната солна киселина	Използвайте спринцовка с прост пръстен за запечатване
Амоняк	Амониев хлорид натриев хидроксид бисквити, дестилирана вода	–	Епруветка трябва да се загрее, за да започне реакция
Водород	Гранулиран цинк, меден сулфат в разтвор	Концентрираната солна киселина	–

Таблица 3.1: Възможности за прилагане на ниско разходен преобразувател на газ

Според Марка (2010), канюлите могат да осигурят понижени разходи. Също така, използването на канюли като заместител на

електроди е възможно, в съответствие с на фон Борстел и Бьом (2006). Най-важното обаче е, че на канюли могат лесно да бъдат вмъкнати гумени запушалки, и по този начин, течен или газов обмен е възможен със затворена камера без да се нарушава качествена реакция. Важно е да се отбележи, че когато канюлите са поставени чрез гумените запушалки те понякога могат леко да се запушат с материала.

Има също така много други части на медицинска техника, която се ползва в подобни устройства, които могат да бъдат използвани. Така, катетарен плик (Фигура 3.7) може да бъде



Фигура 3.7: Катетарен плик

използван като газов или течен контейнер свързан с маркучи и мулти-вентили (Фигура 3.8). И двамата - Марка (2010) и на фон Борстел и Бьом (2006) посочват, предложения за използването на тези клапи. Така те могат да се използват като алтернативи на отстраняването на газове от оборудване за тестване. В този контекст, на инфузионни тръби и пликосове могат да се използват с еднакъв успех. Инфузионни тръби служат като заместители на конвенционалната силиконова тръбичка за инфузия



Фигура 3.8: Медицинско инженерен троен клапан

(вж. Фигура 3.7) Тези пликкове са за предпочитане да се използват за събиране или съхранение на газове. По този начин, различни системи за обработка на течности и газове са лесно приложими. Скъпото лабораторно оборудване може лесно да бъде заменено от медицинско инженерни устройства като алтернативи.



Фигура 3.9: ChemZ студентски комплект

Предмет	Обем	Количество	Разходи
Спринцовка за еднократна употреба без уплътнителен пръстен	2 мл 10 мл	100 100	2,09 Евро 4,54 Евро
Инсулинова спринцова еднократна употреба за	1 мл	100	12,18 Евро
Спринцовка с уплътнителен пръстен за еднократна употреба	10 мл 20 мл 60 мл	100 100 60	9,86 Евро 13,64 Евро 26,03 Евро
Канюли		100	1,36 Евро
Медицински трипътен вентил	-	1	0,95 Евро
Инфузия тръба (0,75 m)	-	1	0,75 Евро

Таблица 3.2: Разходи за медицински изделия за лабораторни нужди

Медицински изделия за еднократна употреба са особено подходящи за изпълнението на учебни и експериментални лабораторни опити. Това се вижда от примера на целия комплект за учебни и експериментални лабораторни техники, който се състои изцяло от тези материали (фон

Борстел, 2009 г.; Фигура 3.9). Учебно-лабораторният случай съдържа спирателен кран колектор с множество портове, няколко спринцовки с различни размери и характеристики, осем трипътни вентили, два удължители - тръби, две сонди за пълнене и зареждане на течности, десет контакти и разнообразие на Луер Адаптери и съединители.

Разнообразие на оборудването, взети от медицинското инженерство е на разположение в аптеките или онлайн магазини, като например онлайн аптеката в Wolfsanger (2006), или към предназначено за работа оборудване на Маркатео (2011). Таблица 3.2 обобщава приблизителната стойност на материали, необходими в медицинската техника.

Освен това, аквариумната търговия предлага много алтернативи за експериментиране в точните науки. Особено подходящи са помпи, филтри и маркучи.

Помпи (Фигура 3.10) са от съществено значение в аквариумни съоръжения. Те се предлагат в различни версии, но те винаги се състои от помпа и филтър. Помпите са необходими за почистване на вода от мръсните частици в аквариум, като например хранителни остатъци. За тази цел, водата се абсорбира, тя се смесва с кислород и



Фигура 3.10: Аквариумна помпа

изпомпва обратно в аквариума. Тази функция е много подходяща и за научно експериментиране в контекста на училище.

Така, аквариум помпи се използват за генериране на редовен поток на въздуха, като ферментацията на алкохола в оцет, или за сравнение на образуването на въглероден диоксид на дрожди при анаеробни и аеробни условия.

Има също така различни маркучи, скоби и дистрибутори, които помагат да се насочат на газ и течни потоци и ги регулира. Тези тръби (Фигура

3.11) може да се използват като евтин заместител на силиций и вакуум маркучи в лаборатория.

Karpenberg (2011) предполага една много застъпена употреба за



Фигура 3.11: Тръба за аквариум

изграждане на газов хроматограф с помощта на аквариумна помпа, както и съответните тръби и връзки. По този начин, равномерното действие на аквариумната помпа се използва като носител на газ през колонката, която се намира в пластмасова тръба.

Материали, взети от аквариума са на разположение в зоо магазина или магазини за аквариуми, както и в онлайн магазини. Когато е закупен тук, разходите за помпа за аквариум 10-15 Евро и 2,5 разходи в линеен метър маркуч са около 3 Евро.

4. Експерименти в петриеви панички и спот плочи

Много експерименти в областта на науката, които се извършват в стъклария, стъкленци или кристален съд, могат лесно да бъдат проведени в петритата, съдържащи една, две или три отделения (Фигура 4.1) или с пластини, изработени от пластмаса (вж. Фигура 4.2).

Например, Шварц и Лутз (2004),



Фигура 4.1: Петрита

и Кьолер Крутцфелд и Грувберг (2000) показват, така наречените колбовидни плати, или лабораторно мултистъкло като малки съдове за реакция при опити с течности или в разтвор. Тези



Фигура 4.2: Лабораторно мултистъкло

са пластини, изработени от пластмаса, които имат няколко отделения с различни капацитети.

Първоначално лабораторните мултистъкла са разработени за медицинска диагноза или биохимия. Пластмасови чинии, след това са били използвани за Учебна експериментална лабораторна техника научни експерименти в Университета на Пекин. "RADMASTE комплект за немащабни химични експерименти" (вж. стр. 11) също така съдържат такова табла с 60 отделения.

Според Джоу (2004) предимството на експерименти с мултистъкла е, че всички важни експерименти, могат да се прехвърлят в микро мащаб. Шварц и Лутз (2004), имат изброени други ползи от тези плочи. Според двамата автори, няколко експеримента могат да се провеждат успоредно и директно в сравнение с всяка друга. Това е полезно, в частност, за преливанията, промяната на цвета и каталитични реакции, или за експерименти върху електрохимична серия. В допълнение, могат да се провеждат експерименти за соленост и издръжливост на растенията лесно и евтино.

В зависимост от размера на отеделението, 0,5 до 5 мл могат да бъдат наляти в него. Използването на пластмасови камери за реакции, вместо на стъклени предмети, намалява риска от нараняване в случай на счупване. Разходите за покупка на лабораторно мултистъкло зависят от размера. Така, лабораторно мултистъкло, с 96 отделения струва около 6 Евро на брой, а закупуването на 6 и плочи на място струва по-малко от 2 Евро (Маркатео, 2011). Въпреки това, човек трябва да бъде внимателен с органични разтворители, тъй като те могат да повредят пластмасата.

Подобно на чинийките, Петрита, направени от полистирен, също може да бъдат интересна и ефективна реакционна камера за експерименти. 500 Петрита с една камера може да бъдат закупени за около 30 евро, докато разходите за 500 петриеви панички с множество камери е около 60 Евро. Така цената на една чашка на Петри е около 5 или 12 цента. Петритата са с ниска цена, лесни за съхранение и поради техния материал, по-здрави от сравнима стъклария. Окисление, утаяване при реакции, радикални и галванични клетки са само някои примери от типа на експериментите, с тях може да се процедира в петриеви панички с малки количества (Фул, 1996). Зайлнахт (2002) също така предлага да се използват Петрита за експерименти по-зависими от температурата – това е решение за различни процеси и реакции, а Чой (2002) предлага примери за синтез на газове.

Много експерименти, които се извършват в панички могат да се провеждат в лабораторно мултистъкло. С едно-камерно Петри - има капацитет от 12 мл, докато разделени петриеви панички имат съответно по-малък капацитет. Тя може да бъде изпълнена с повече от 5 мл, в зависимост от размера на колбата. По този начин сумата на химикали, използвани в лабораторно мултистъкло е по-малък.

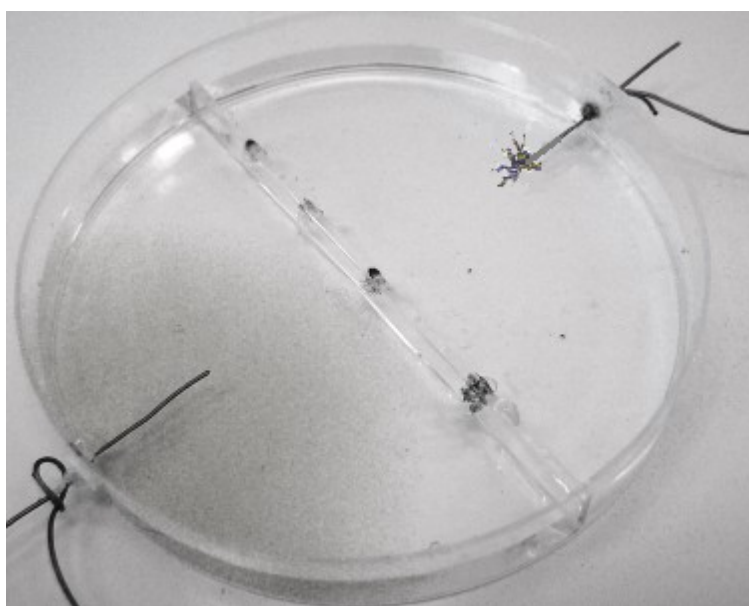
Въпреки това, Петритата създават допълнителни възможности. Така например, на капака на табличката на Петри може да създаде затворено пространство. В този случай, газовата обмяна между съставите на блюдото на Петри може да се осъществи. Въпреки това, газов обмен с околната среда не се състои. Пример за това е синтез и откриване на въглероден диоксид (Фул, 1996). Например, една камера на блюдото на Петри е изпълнена с варовита вода. Втората камера е запълнена с парче от мрамор, която е в контакт със солна киселина (Фигура 4.3).



Фигура 4.3: Синтез и откриване на въглероден диоксид

Например е възможно да се вмъкнат електроди във външната и преградните стени, като просто отопление и да ги поставите чрез пластмаса. Пример за това е електролиза на цинков йодид (Фигура 4.4). За този експеримент, дву камерен Петри се използва за процеса.

Моливът има водеща роля като заместител на въглеродни електроди и се вмъква през всяка една от външните стени на двете отделения. Ако електродите са крехки, една дупка може да бъде изрязана на външната стена на блюдото на Петри с горещ пирон, чрез който може да се избута електрода и да бъде хванат с горещо лепило. Преградната стена на двемамерна чашка на Петри също трябва да бъде нарязана на няколко места с нагорещен пирон, ако някой иска да симулира мембрана. Разбира се, този мост в средата на блюдото на Петри може да бъде създаден с използването на парче филтърна хартия. Манипулации, както са описани в примера на електролиза с цинков йодид са възможни само с табли на Петри. Пластини, изработени на място от пластмаса, рядко могат да се приготвят по този начин.

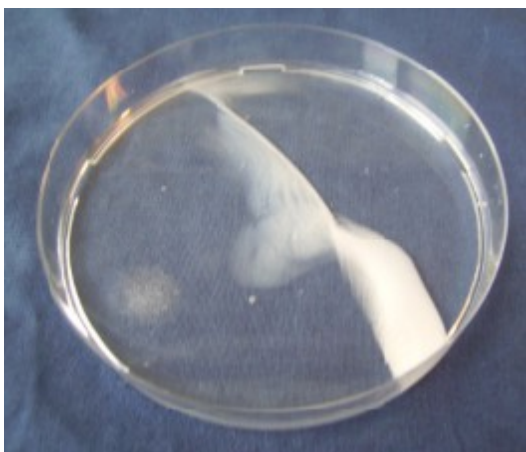


Фигура 4.4: Електролиза на цинк йодид

Накрая, друг потенциален за използване метод еволюира от използването на демонстрационни опити все по-трудно поради усилията за минимизиране на количеството на химичните вещества. Малки количества е трудно да се видят от голямо разстояние. Проекцията на реакциите може да избегне този проблем. Ето защо, Петрита са особено подходящи (Фул, 1996).

Петрита са много подходящи за въздушни проекция, поради тяхната добра стабилност и прозрачност. Реакцията в чашка на Петри, може да се разрастне от проектора, с диаметър 2 м. Демонстрация на експеримент под формата на прогноза е подходящ за всички реакции, в които е налице промяна в цвета или помътняване на разтвора. Освен това, газовото развитие и формиране на преливането могат да се визуализират добре на проектор, както и (Фул, 1996). Пример за това е

утаяване на сребърни халогениди. За тази цел, една чашка на Петри се напълва с дестилирана вода, преди да се добави малко сол от едната страна и някои зърнени храни на сребърен нитрат от другата страна на блюдото на Петри. Дифузията води до образуването на сребърен хлорид, който се утаява (Фигура 4.5).



Фигура 4.5: Формиране на сребърни халогениди

Като цяло, плочи и Петри чинийки са много подходящи за реакция на камери в много химични реакции в часовете по природни науки. За тази цел двете Петрита и спот плочи са изработени от пластмаса, така че потенциалните рискове за учениците, които могат да бъдат причинени от счупване на стъкло, е напълно елиминирана. Те имат две важни предимства пред петритата. За едно нещо може да се извършват много повече експерименти, едновременно. Освен това, ниският им капацитет ги прави подходящ избор. Като имаме предвид, че Петрита без преградни стени са с обем около 12 мл. Макар че това е по-голям от обема на плочите, тя все още е по-малък от обема на нормалната стъклария. В допълнение, обемът на всяка камера на разделените петриеви панички е съответно по-малък. Петритата предлагат убедителни предимства в сравнение с пластмасови плоскости, поради променливостта и възможността за проектиране на реакционни процеси.

5. Експерименти с домакински материали

Всички материали, които бяха представени в предишните глави, за изпълнението на евтини експерименти трябваше да бъдат закупени без изключение, дори ако определените разходи са били достъпни. Въпреки това, празната опаковка, която има в много домакинства, като отпадните продукти, също може да се използва като реакция и камера за химични и физични експерименти. Така например, използване на

празни опаковки от хапчета, стъклени, консервни кутии, пластмасови чаши или контейнери на козметични продукти са много подходящи.



Фигура 5.1: Празен блистер от хапчета

Дизайнът на блистер за хапчета (Фигура 5.1) е поразително подобен на по-рано представени лабораторни съдове, изработени от пластмаса. Тези празни опаковки имат същите приложения като лабораторно мултистъкло. След като алуминиевото фолио се отстранява от лекарствени опаковки, всички експерименти, които могат да бъдат извършени може да се провеждат в празната опаковка. Индивидуалните комплекти за борба срещу лекарствата се различават по техния размер и форма, така че може да се използват за експериментални съдове с различни количества вместо колбички и съдове. Подобно на обема на отделните колби на табличките, изработени от пластмаса, обемът на блистер за хапчета е много малък, така че само минимално използване на химикали и вещества е възможно.

Един пример за използване е създаването на серийни разреждания. Например, Крузе и Шварц (2004) предлагат да се позволи на студентите да тестват за измерване на обема на разреждане на млякото. Експериментът може да се започне от въпроса: "Колко мляко може да се разрежда с вода, преди да се открие измамата" В този случай, 2 мл мляко от първото отделение постепенно може да се разрежи с фактор от 10 течността.

Той става все по-и по-прозрачен, докато в крайна сметка може да бъде открит нарисуваният кръст на дъното на отделението (Фигура 5.2).



Фигура 5.2: Разреждане на мляко в блистер

Ако се изисква по-голям капацитет от капацитета, предоставен от празната опаковка на лекарства, стъкло (напр. почистени конфитюрни буркани, Фигура 5.3), консервени кутии (напр. почистени консерви; фигура (5.4), или на чаша чай или пластмасови чаши, може алтернативно да се използват за реакция вместо съдове.



Фигура 5.3: Празни буркани



5.4: Консервени кутии

Благодарение на различните материали на контейнерите, е възможно да се избират в съответствие с нуждите на съответния експеримент. Освен това контейнерите, съществуват в различни размери, така че дори и в това отношение могат да бъдат правилно подбрани.

Реакционно самите съдове може да бъдат част от експеримента. Например, метал може да е подходящ за изграждането на батерията, тъй като стената на кутията може да се използва като електрод. В горната част на кутията трябва да бъдат отстранени ръбовете и контейнерът се пълни с разтвор на натриев хлорид. Чашата на кутията служи като електрод и е свързан към уред или волтметър, с помощта на кабел. За да се завърши веригата, графитни електроди или молив се потапя в разтвора с помощта на уред или волтметър (Шмитингер, 2011; Фигура 5.5).



Фигура 5.5: Кутия от Кока-Кола за акумулатор

Друг пример показва, как една чаша е подходяща за провеждане на експеримент. С помощта на чаена свещ (или друга свещ), празен буркан или купа, може да се докаже, че въздухът е смес от различни газове (Ардли, 1997). За този експеримент, купата се пълни с вода, чаената свещ (или някоя друга свещ) се поставя в купа и се пали. Тогава празен буркан внимателно се поставя върху горяща свещ (Фигура 5.6). Тя

показва, че нивото на водата в буркана се издига преди пламъкът да изгасне.



Фигура 5.6: Горяща свещ в буркан за конфитюр

Освен това, контейнерите с козметични продукти също може да бъдат използвани като съдове в научни експерименти. Празните опаковки от стъкло на лосион може да се използват подобно на останалата стъклария от домакинството, а празни контейнери за сенки за очи може да се използват като таблички, изработени от пластмасови или лекарствени опаковки. Други козметични материали, които са подходящи за експериментиране, пулверизатори (напр. за парфюм или спрей за нос) или празни опаковки за душ-гел, които могат да бъдат използвани за съхранение на газове.

Почти всички от тези материали са отпадъчни продукти в домакинствата и следователно може да се събират безплатно в достатъчни количества. Въпреки това, необходимото количество за учебно активно експериментиране не се събира моментално, така че събирането трябва да се извършва непрекъснато в продължителен период от време. Също така, студентите и други колеги може да искат да участват в събирането на материали от домакинството.

6. Експериментите с пластмасови бутилки

В предишната глава използването на битови опаковки в химични и физични експерименти е беше дискутиран обстойно. Този раздел дискутира как пластмасови бутилки (Фигура 6.1) са подходящи за различни експерименти.



Фигура 6.1: Пластмасови бутилки

На Вилке (1998а) твърди, че използването, както и подготовката на пластмасови бутилки е добър начин за насърчаване на независимостта на студентите, когато се експериментира. Тези бутилки са налични като отпадъци във всяко домакинство, и следователно, те лесно могат да бъдат събрани в достатъчно големи количества за активните лабораторни дейности. Вилке твърди, че тези предмети са подходящи за експериментални инструменти, по-специално за обучение по физика, поради техните специфични характеристики. Той описва следните предимства:

- Пластмасовите бутилки съществуват в различни форми, размери и дизайн. Поради тази причина, с избор на подходящо експериментално оборудване може да се направи препратка към съответните изисквания.
- Пластмасови бутилки с голям обем осигуряват добра видимост. Особено фактът, че бутилките са прозрачни осигурява добра видимост на процесите, които протичат вътре в пластмасова бутилка по време на експеримента.
- Пластмасовите бутилки са с малка маса и дебелина на стената. Това прави лесното боравене възможно.
- Пластмасовите бутилки са много издръжливи и практически нечупливи. Освен това, бутилките не се изхвърлят в случай, че се отлага експериментът. Това прави възможно да се намалят рисковете за студентите, така че пластмасовите бутилки могат да бъдат използвани за експерименти, включващи по рискови експерименти и дори изпускане.
- Пластмасовите бутилки, са много устойчиви на налягане. Този факт дава възможност за извършване на пневматични и хидравлични експерименти. В експерименти от този тип, устойчивост на налягане осигурява по-висока стабилност, въпреки ниската дебелина на стената.

От друга страна, пластмасови бутилки може да се деформира лесно откън само с прилагане на лек натиск.

- Лесното приготвяне и употреба на пластмасови бутилки, е решаващ фактор в използването им за експериментирание. Бутилките може лесно да бъдат извити, пробити със свредел или, нарязани съответно с изискванията на конкретната техника. Възможно е да се стопят дупки с горещи предмети в пластмасовите бутилки и да ги запечат отново с горещо лепило.

Като цяло, се прави разграничение между тънкостенни и дебелостенни пластмасови бутилки. Подготовката на тънкостенни бутилки е много по-лесна, обикновено се избягва използването на бутилки, които имат по-дебела външната стена. Използването на бутилки с дебели стени е за предпочитане, когато целта е да се произведат стабилни прозорци без никакво деформиране (Вилке, 1998а).

Задължителни материали	Експеримент по Физика
пластмасова бутилка, сгъваем сламки, лепило, тънък конец, пластмасова купа	демонстрация на 3-ти закон на Нютон
пластмасова бутилка с тапа с дупка, парче от маркуч, две стъклени тръб	водно колело Сегнер
Бубина	"Действие" се равнява на "реакция"
голяма пластмасова бутилка, пълна с пясък или вода, за предпочитане дълга резба	Потенциална и кинетична енергия или за демонстрация на ефекта на Магнус
голям, тънка пластмасова бутилка пълна с вода, с винтова капачка цилиндрична	Експеримент на променлива конверсия
парче стиропор, винт	Декартово стъкло, за да демонстрира във всички посоки изравняване налягане в течности
пластмасова бутилка с винтова капачка, гумен конци, мъниста, малка перка, кламер	Модел на моторница
пластмасова бутилка, игла, фуния	Тежест и налягане от височината на водния стълб
пластмасова бутилка с пробита капачка на винт, пробита запушалка, U-образна стъклена тръбичка	Гьоте-барометър за измерване на атмосферното налягане на въздуха
дебелостенна пластмасова бутилка, велосипед динамо, кабелни материали и крушка	Вятърната турбина с хоризонтален вал

Таблица 6.1: Разнообразни експерименти с пластмасови бутилки

Като цяло, различните пластмасови бутилки може да се използват по различни начини за експериментиране. Таблица 6.1 предоставя общ преглед на приложението на пластмасови бутилки в експерименталната физика за образователни цели (Вилке, 1998а, 1998b, 1998с).

Таблицата представлява само една малка част от експериментални възможности, които могат да бъдат постигнати чрез използването на пластмасови бутилки. За да получите по-добро впечатление относно приложимостта на пластмасови бутилки в експерименти по физика, два примера са разгледани в детайли: колело от Зегнер, и изграждането на една моторница.

Според Вилке (1998 г.) експеримент на Нютон може да се провежда, ако има подходящо подготвена пластмасова бутилка. Както вече е показано в таблица 6.1, са необходими някои сгъваеми сламки, лепило, тънък конец и пластмасова купа. За експеримента, пластмасова бутилка се поставя точно над земята с помощта на три отвори, които имат дължина от 4 mm всеки и които са отделени от 120° . Сгъваема слама се добавя във всяка от тези дупки. Една от нежеланите дължини на всяка сламка е съкратена (вж. Фигура 6.2). Сламки трябва да бъдат приложени към пластмасова бутилка с помощта на лепило. Също така, сламките трябва да бъдат сгънати в един ъгъл от 90° .



Фигура 6.2: Сламки в пластмасова бутилка

Краищата на сламките трябва да се натиснат заедно, така че остава само около 2 мм слот. За да направите това, краищата трябва да бъдат пуснати във вряща вода. Тогава два края трябва твърдо да се натиснат заедно с чифт клещи, докато сламката се охлади достатъчно. За провеждане на експеримент, бутилката трябва да бъдат окачени на косъм. С цел да се направи това, то се препоръчва, че бутилката може да се пробие хоризонтално в областта на резбата. След това нишката трябва да бъде изтеглена през бутилката (виж фигура 6.3). И накрая,



Фигура 6.3: Резба на капачка на бутилка (изтеглен конец)

бутилката е изцяло запълнена с вода и след това готова за започване на експеримента. Откатът, причинен от възникващите водни струи, предизвиква ротационно движение на бутилката.

Друг пример е модел на моторна лодка (Вилке, 1998). Както е описано в таблица 6.1, за този експеримент са необходими пластмасова бутилка с капачка на винт, каучукови нишки, някои мъниста, морски витло, направени от пластмаса и един кламер. За изграждането на този модел, първо трябва да бъде изрязан отвор с диаметър от 4 мм в дъното на пластмасова бутилка. Също така, трябва да бъде изрязан отвор с диаметър около 2 мм в рамките на ОСП. Гумен конец на около 5 метра трябва да бъдат вързани към нейните краища, за да се изгради двигателя на гума. В резултат на пръстена се получава сгъната в едно линия, чиято дължина е малко по-къса от дължината на пластмасовата бутилка. След това се извива кламер за да се прикачат сгънати каучукови нишки. В края на кламера има морско витло, изработено от пластмаса. С цел да се имитира перка на моторна лодка, и за да остане под вода нколко мъниста могат да бъдат пуснати на огънат кламер. И накрая, кламерът се вмъква в отвора на капачката на винта и се извива, така че гумената верига може да бъде прикрепена към него.

Подготвената капачка на винт се завинтва върху пластмасова бутилка. С помощта на втори кламер навитите каучукови нишки се изваждат от дупката в дъното на бутилката (фиг. 6.4).

Едно допълнително парче дърво помага да се добави тежест на модела на моторницата. По този начин се гарантира, че съдът няма да се върти около собствената си надлъжна ос. Двигателят в крайна сметка ще се стартира чрез завъртане на витлото.



Фигура 6.4: Модел на моторницата

7. Магазин за домашни потреби, като източник на оборудване за експерименти

В предишните глави, полезността на битови предмети за научни експерименти беяс доказана. Въпреки това, не само битови предмети, взети от домакинството са много подходящи. Също така не са скъпи предметите, намерени в магазина за домашни потреби. Те могат да бъдат закупени в достатъчни количества и са много подходящи за експериментирания.



Фигура 7.1: Метална тръба

Примери за материали, които могат да бъдат закупени в магазина за Домашни Потреби са пластмасови и метални тръби (фиг. 7.1), силикони, полистирол, тел (фиг. 7.2), пирони, електрически крушки (фиг. 7.3), на плочки Баксплаш, големи, прозрачни или стъкла. Тези материали предлагат различни възможности за преподаване на естествени науки. Елементи от магазин за битови материали са по-специално подходящи за експерименти в областта на механиката, електрониката и

електрохимията. Експериментите включват проекти с маса, плуване и потъване, налягане, твърдост и еластичност или законите на лоста ", както и светлина, електричество, проводимост, електрохимични клетки, до изграждането на електромагнит и изграждането на един пиезо-електрически запалител. Въпреки това, този тип на експерименталния материал може да обхваща и други теми, както и експеримент за предаване на импулси (Менцел, 1990; Кун & реч 2003 г.; Мелерт 2001 г.; Котхе, 2008).



Фигура 7.2: Проводници



7.3: Електрически крушки

Два примера ще бъдат обсъдени в детайли, в които се използват елементи от дома: експеримент за изграждането на електромагнит.

Според Кун (2003), две тръби, изработени от картон или пластмаса, огледало и фенерче се изискват за експеримента по долу. Материалите са подредени както е показано на фигура 7.4. С помощта на фенерче, за да се освети една от тръбите може да бъде получена точната и ефективна процедура.



Фигура 7.4: Експеримент

Друг пример е изграждането на електромагнит от Мелерт и др. (2001). Тук, на винтът, направен от желязо, около 2 метра тел, 1,5 V батерия и малки метални части за тестване на магнитните характеристики на изградените електромагнит, са задължителни.

За тази конструкция, в края телта се отстранява от пластмасовата му изолация, така че голата жица е изложена. Тогава връзката се увива около винта (виж фиг. 7,5), така че голите краища на телта висят надолу към краищата на винта.



Фигура 7.5: Винт увит с тел

Важно е да се провери дали кабелът не е прегънат. Ако е необходимо, тел трябва да бъде закрепена на мястото с тиксо. И накрая, на края на голата жица е свързан с положителен или отрицателен терминал на батерията. При използване на електромагнити, трябва да се уверите, че жицата не е свързана с батерията за прекалено дълго време. След около 1 минута, краищата на телта ще се нагорещат.

В експерименти с ниски разходи, реалните разходи винаги играят много централна роля. Таблица 7.1 обобщава разходите на някои от споменатите материали (Маркатео, 2011).

Алтернативното оборудване	Разходи
Пластмасови или метални тръби	0,20 Евро или 1,10 лв. на метър

Тел	1,50 Евро за 25 м
Ноктите	Са. 5 Евро за 100 бр.
Електрически крушки	0,30 Евро
Теракот Backsplash	1 Евро за 4 броя

Таблица 7.1: Разходи за оборудване, от домашни потреби за експерименти

Въпреки това, не само алтернативно оборудване е подходящо. Също така, химикали, закупени в магазин за битови стоки са много евтини. По този начин, има разновидности на киселини, сода каустик, амоняк, варовик, ацетон, денатуриран спирт, различни пластмаси или дестилирана вода и др. Ето, тези химикали са обикновено много по-евтини, отколкото в специфичен магазин за химикали. Освен това, те са с достатъчно качество и чистота за експерименти в часовете в природни науки. Таблица 7.2 показва кои химични вещества също могат да бъдат заменени с предмети от магазин за домашни потреби, за които пре-употребата не е толкова очевидна. Моля, имайте предвид, че списъкът не е изчерпателен и само възнамерява да направи преглед на възможностите.

Продукт	Алтернатива
Гасена вар, бързо втвърдяващ цимент	Калциев хидроксид
Гипс	Калциев сулфат
Влагоуловител	Калциев хлорид
"РН-минус" (плувен басейн аксесоар)	Натриев сулфат хидрогенкарбонат
Въглен	Въглероден
Рико графити	1-метокси-2-пропанол, съдържа между 20 и 50%

Таблица 7.2: Алтернативни химикали от магазин за битови стоки

Възможната употреба на тези продукти е много разнообразна. Така денатуриран спирт е 96% етанол и е решение например при използване на горелка. В резултат на това става ненужно да имаме газово съединение. Ацетонът, различните киселини и споменатите алтернативни химикали, често могат да бъдат използвани по подобен начин с конвенционалните химикали. Така, че е възможно да се синтезира въглероден двуокис от вар и киселина (Зайлнайт, 2002). Варовита вода за откриване на въглероден диоксид може да се направи от цимент. Според Швед (2001) и Котхе (2008) бързо втвърдяващо циментово покритие от магазин за Домашни Потребности, който съдържа калциев хидроксид, вода и бутилката са добра алтернатива. Към 20 грама цимент се добавят в 50 мл вода, която след се разклаща или

разбърква. Тогава неразтвореното вещество се утаява (фигура 7.6) и течността може да се декантира. Филтратът в крайна сметка може да се използва за откриване на въглероден двуокис.



Използването на тези алтернативни химикали от магазина за битови стоки е особено подходящо за химични опити. Придобиването е много лесно, тъй като тези химикали могат да бъдат закупени без никакви ограничения. Освен това, тези продукти са много достъпни, така че може да се гарантира намаляване на разходите. Има и друго предимство при използването на алтернативни химикали от магазина за домашни потреби. Студентите могат да се научат по този начин, че съдържанието, включващо химикали, е не само от съответния час по химия, но съществува и във всекидневния живот и че продуктите за всекидневна употреба играят важна роля (Швед 2001).

Като цяло, може да се твърди, че използването на предмети, намерени в магазин за подобряване на дома са много подходящи за научни експерименти. Примерите, представени в това ръководство, осигуряват само общ преглед на някои от възможностите. Ако намерени в бита материали се използват по творчески начин, те могат да помогнат за провеждане на огромно разнообразие от експерименти.

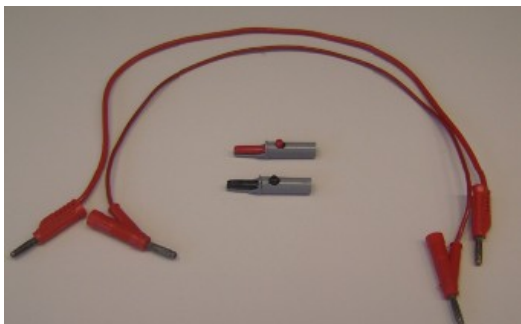
8. Оборудване от магазин за електроника

В предишните глави бяха въведени алтернативни материали и химикали от магазина за битови стоки, които са подходящи за научни експерименти. Други материали, подходящи за осигуряване на ниска цена за експериментиране могат да бъдат закупени от магазин за електроника.



Точно като елементи от магазина за домашни потреби, материали от магазин за електроника са лесно достъпни и откриваеми.

Като цяло, много различни продукти са подходящи за експерименти за преподаване на естествени науки. Мрежови устройства и инструменти за постояннотокови, променливотокови напрежения (фиг. 8.1), експериментални кабели (фиг. 8.2), електрически щипки, магнити (фиг. 8.3), фенерчета, лазерни показалки, единични котлони, патрони, хронометри, както и някои конзоли и съдове, служат като примери.



Благодарение на материали от магазин за електроника, много експерименти в областта на електрониката и електрохимия са възможни. Сред тях са примери за видовете светлина и светодиодите

изграждане на електрически мотор, изграждането на електрическата верига и изграждането на галванични клетки и електролитни клетки. В частност, светлинни диоди (посочени светодиоди от сега нататък) са за означаване на ток (фиг. 8.4) и / или мултиметри се подчертават тук, защото те са с далеч по-евтино, отколкото специални лабораторни инструменти (фиг. 8.1). Въпреки това, те са достатъчно точни за почти всички от съответните експерименти в областта на природните науки в училище. Освен това тези материали могат да помогнат за експериментално развитие на много други научни дисциплини, като например изграждането на магнитен компас, направен от корк,

експерименти върху вибрации или експерименти на закона на пречупване и отражение (Шлихтинг и Юке, 2001 ; Тилман, 2011 г.; Кинингер, 2008).



Като примери могат да се покаже изграждането на електрически мотор, един експеримент за използването на светодиодите за измерване на напрежението. Според Schlichting и Ucke (2004), 1,5 V батерия, винт, малък магнитно парче и парче жица са необходими за изграждането на електрически мотор. Ако магнитен цилиндър и винт са прикрепени към единия полюс на батерията и свързани към другия полюс с помощта на тел (виж фиг. 8.5), магнитът и винтът започват бързо да се въртят.

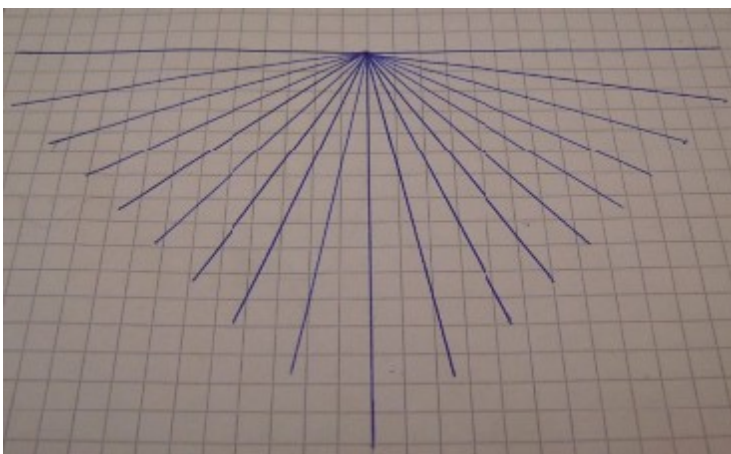
Шлике и Юке се отнасят към този експеримент като към най-лесния и бърз начин за производство на електрически мотор. Като цяло, електродвигателите се разглеждат като сложна система от телена намотка и магнит. Използването на описаните материали, дче тази структура може да бъде построена за само няколко евро. Нейната ефективност е ниска и изграждането му е нестабилна, но следва принципа от най-стария електрически мотор на Майкъл Фарадей (Шлике и Юке, 2004).

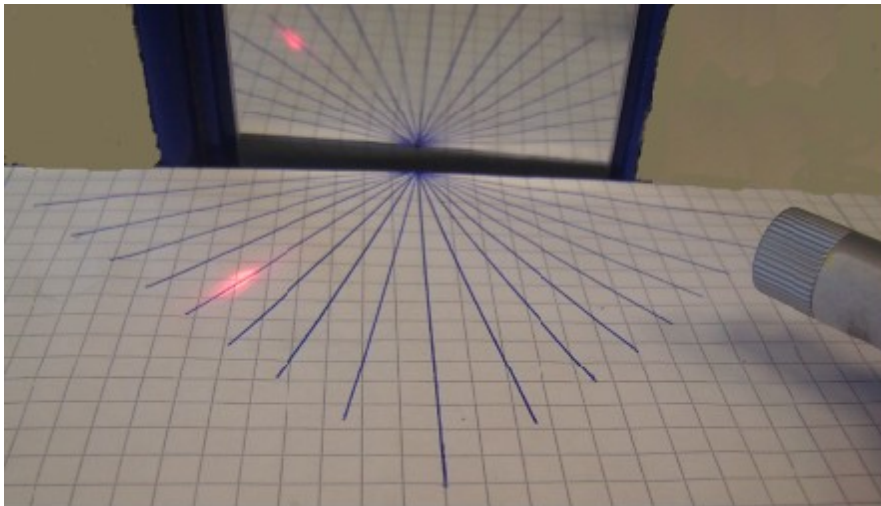


Фигура 8.5: Самостоятелно изграден електрически мотор

За този експеримент са необходими огледало, милиметрова хартия, писалка, наборен квадрат и лазерна показалка – те са задължителни. Лазерни показалки лесно могат да бъдат закупени за 1,50 Евро (Маркатео, 2011), теракота Баксплаш може да бъдат закупена в магазина за домашни потреби за по-малко от 1 Евро. Експерименталният проект за има разходи около 2 Евро.

Първо, подразделение на ъгли се прави на чисто парче на милиметрова хартия, с помощта на прав ъгъл (фиг. 8.6). Тогава, огледалото трябва да бъде пуснато на създадената права за разделение на ъгли, както е показано на фигура 8,7.

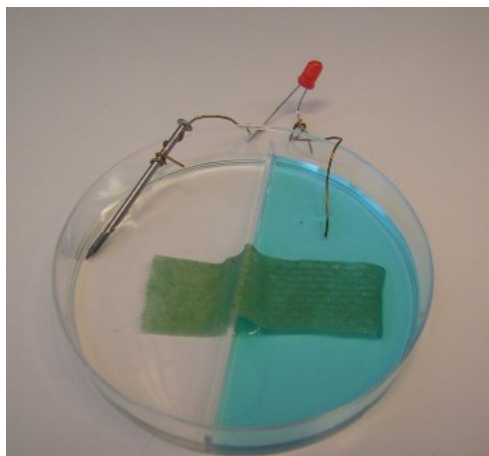




Фигура 8.7: Експеримент за отраженията

Стаята трябва да бъде затъмнена, когато перпендикулярът се облъчи с по линиите на писалката с лазерна показалка. Отразеният лъч на лазера може да се види на хартията.

Накрая, ще бъдат демонстрирани с помощта на един елемент Даниел, как един светодиод може да се използва като демонстрация на ток и напрежение. Това изисква Петри /дву-камерно/, парче цинкова тел, парче от медна тел, материали, кабел, LED, цинков сулфат и разтвор на меден сулфат. Материалите се подреждат, както е показано на фигура 8.8.



Фигура 8.8: Даниел елемент със светодиоди за проверка на напрежение

Блясъка на LED показва напрежението, генерирано от потенциалната разлика. Предимството на светодиоди в сравнение с други светлини или мотори е, че те реагират дори на много ниски напрежения. По този начин, визуалният ефект се пресъздава пред студентите.

В края на тази глава разходите на алтернативното оборудване, които са представени ще бъдат обсъдени. Таблица 8.1 изброява основните материали, налични в магазин за електроника (Маркатео, 2011; Конрад Електроник, 2011).

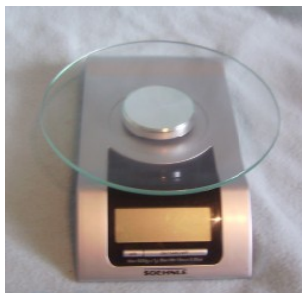
Експериментален кабел	Разходи
Алигаторни клипове	3 Евро на брой
Магнити	0,50 Евро на брой
(В зависимост от модела)	от 0,15 евро на брой
Малък фенер	1,20 Евро
Светодиод	0,04 Евро
Лазерна показалка	1,50 Евро
Котлон	10 Евро
Хронометър	2 Евро

Таблица 8.1: Разходи за алтернативно експериментално оборудване, налични в електронния магазин

9. Разходно-ефективни алтернативи за количествени изследвания

В часовете по природни науки количествени измервания често трябва да бъдат провеждани, за да се създаде ефективно обучение. Те варират по време, разстояние, температура, или тока и напрежението измервания на фотометричните измервания, определянето на таксите или реакционни моменти. Придобиването на различни аналитични инструменти, изисква големи разходи, което го прави твърде скъпо за училището. Липсата на учебни експерименти в количествени измервания, обаче, е необходимо във всички случаи, защото много инструменти могат да бъдат закупени на ниска цена в магазини за електроника или те могат да бъдат самостоятелно - конструирани лесно с битови материали .

Мултимери, цифрови термометри (фиг. 9.1), лазерни далекомири или цифрови везни (фиг. 9.2) от магазина за домашни потреби служат като примери. Много от тези устройства може да се използват подобно на конвенционалното оборудване за лаборатория за експериментиране. Те са достатъчно точни за образователни цели и обикновено лесни за използване.



Особено подходящи са достъпните мултимери. Простите модели на мултимери за измерване на напрежение, ток и съпротивление често могат да бъдат закупени за по-малко от 10 Евро (Маркатео, 2011). Някои уреди имат цифров изход и може директно да се свързват към компютър за събиране на данни. Пример за това е цифров мултицет "Диджитек DT 4000 ZC". Този модел се характеризира с особено широка гама от възможности за измерване. Тя позволява измерване на DC и AC напрежение, DC и AC ток, съпротивление, капацитет, честота 10 MHz, както и температури до 750 ° C и е на разположение за около 40 Евро (НДЕ Elektronik 2011). На пръв поглед, тази цена може да изглежда сравнително висока, но става роднина по отношение на броя на възможните употреби.

Има също така аксесоари за количествени изследвания в специализирани магазини за аквариуми. В тези магазини мултимери могат да бъдат закупени, които позволяват измерването на рН - стойността. Те, обаче, са относително скъпо оборудване с около 150 Евро на модел (Шнайдербангер, 2011). Има и бързи тестове, които са по-достъпни и лесни за употреба с цел изследване на рН - стойност или концентрация на нитрати в източниците на вода.

Допълнителни единици могат да бъдат заменени от самостоятелно изработени конструкции с помощта на прости, ниски разходи за алтернативи. Възможностите са изграждане на устройство за измерване на проводимост, в съответствие с Капенберг (2011), евтин топломер на разходите, фотометърът според Просто (1990) и ниските разходи за газов хроматограф. Последното устройство за анализ може да се закупи или произведе самостоятелно. Капенберг (2011) предлага няколко опции за покупка и различни строителни наръчници. Те подобно на анализатора могат да бъдат закупени за около 350 Евро. Конвенционалните газови хроматографи, които се използват в лаборатории, струват няколко хиляди евро (Нюберт, 2011). Чрез закупуване на евтин хроматограф на газ, вместо на конвенционален анализатор, много средства могат да бъдат спасени. Капенберг (2011) също предоставя ръководство за самостоятелно изграждане на това устройство, за да се спестят допълнителни разходи. Тук се дава евтин начин за създаване на газов хроматограф въз основа на оборудване от медицинско инженерство. Като цяло, газовият хроматограф с части от медицинското инженерство, струва по-малко от 50 Евро. Това представлява много значителна икономия на разходи, в сравнение с разходите на конвенционално устройство. Освен това, Капенберг (1998) също описва, че самостоятелно направени газови хроматографи са

много подходящи за различни аналитични приложения. Според него добри резултати са получени за следните учебни експерименти:

- Анализ на по-леки газове.
- каталитична хидрогенизация на алкени и алкини.
- Фотохлоринация на природен газ (метан).
- разлагане на пластмаси (PE филм).



Фигура 9.3: Евтин калориметър

Трябва да се отбележи обаче, че летливите компоненти се изпаряват бързо и съответно могат да променят състава на газа и хроматограмата. Въпреки този недостатък, представеният анализ - инструмент помага на студентите лесно да се справят и да се разбере функционирането на такова устройство.

На този етап използването на самостоятелно изработени инструменти за измерване в класната стая ще бъдат описани с помощта на примери за определяне на загряването на смесване и на делене. За тези примери, пластмасова чаша, трябва да се постави в една бехерова чаша (фиг. 9.3). Предимството на този топломер е, че той е много лек. Поради тази причина може да бъде измерен, а течностите директно не трябва да бъдат прехвърлени. В сравнение с най-често използваните Деуар - съдове, те също имат допълнителното предимство, че няма опасност от имплозия (Майзенбахер, 2011). Също така ниската цена от само няколко цента на пластмасова чаша и около 1.50 Евро на мензура (Маркатео, 2011), си струва да го споменем. За сравнение, Деуер - съд струва няколко стотин евро. За да се определи като енталпия - тази реакция, с употреба на евтин топломер, само камък, хронометър и термометър са необходими. Препоръчително е да се изолира от външната страна на съда със стиропор. За да определят равностойността на водата с този инструмент, трябва да бъдат измерени по 50 грама на вода в плавателния съд и температурата трябва да се наблюдава, докато тя не

спре да се променя повече. Тогава същото количество 40 ° C топла вода трябва да се измерва във втори топломер. Температурата трябва да се наблюдава и записва за този случай. След 3 - 4 минути, студената вода се добавя. Температурата трябва непрекъснато да се записва на редовни интервали. При определяне на водата, доброто смесване трябва да бъде гарантирано. Това може да бъде осигурено с помощта на магнитна бъркалка или дървена или пластмасова пръчка.

Като цяло, допълнителното време, необходимо за самостоятелно изграждане на различни аналитични инструменти, трябва винаги да се има предвид.

Това не би било необходимо в рамките на редовна покупка. Въпреки това, високата цена на конвенционалния измервателен уред може да попречи на тяхното закупуване. Поради това, подходът, описан тук, може да представлява една добра алтернатива.

10. Експериментиране с вещества, налични в домакинството

Приложимостта на съдове за научни експериментирания, намерени в домакинството вече е обсъден в детайли. Фунии от кухнята, градински маркучи, мрамор, мъниста, балони, алуминиево фолио, филтри за кафе, маркери, стъклени съдове (например за готвене) и огледала са само няколко примера. Основно предимство при използването на предмети от всекидневието, като оборудване за експерименти е, че използваните продукти са на разположение в почти всяко домакинство. Този факт дава възможност на студентите да провеждат експерименти у дома. Необходимите елементи могат да се доставят лесно за училището, защото те могат да се намерят в супермаркетите за много ниска цена.

По този начин, има също и много книги, които изследват научните експерименти с предмети от бита. Примери за това се предлагат например Прес (1995), Хойер (2010), с Ардли (1997), Котхе (2008) и Рутер (2009). Те често са насочени към родителите, като вид проучване на природни явления с децата си у дома. Въпреки това, тези експерименти може да се използват еднакво добре в уроците по биология, физика и химия и по този начин обогатяват преподаването. Има увеличаване на броя дейности, които могат да бъдат намерени в Интернет, както и. Тилман (2011) описва няколко експеримента, които могат да бъдат проведени с предмети от бита. За да демонстрира гъвкавостта на различните материали някои примери от трите области ще бъдат демонстрирани в този материал.



Фигура 10.1: Изграждане на променено възприятие на звука

За физични експерименти за звуково възприятие и на оптика бяха избрани. За изпълнението на първия експеримент, две пластмасови фунии от кухнята, тиксо, две пластмасови тръби от градината и една дървена пръчка, са задължителни. На всяка от двете фунии, пластмасова тръба е поставена, която от своя страна е прикрепена към дървена пръчка (фиг. 10.1). Звукови вълни, които идват от ляво, могат да се прехвърлят с тази устройство в дясното ухо на учащия и обратно.

Вторият пример за физика идва от областта на оптиката. С помощта на съдове за ястия, фенерче, малко глина, бяла картонена кутия, както и огледало, могат да бъдат произведени различни дъги като се разгради светлината от фенерчето в своите спектралните компоненти "(Ардли, 1997). За изпълнението на експеримента, първо трябва да бъде затъмнена стая като пред едно огледало се накланя в стъклена купа, пълна с вода и прикрепена към него с лепило. Тогава фенерчето се използва за осветяване на долната част на огледалото, която е покрита от вода. Дъгата става видима, когато бялата картонена кутия се държи над купата (фиг. 10.2).



Фигура 10.2: Пресъздаване на дъга

В химията, един прост експеримент за хроматографията. Цветът на маркерите може да се разградят, чрез хроматография, в техните варианти. За осъществяване на този експеримент, чаша и филтър за кафе са необходими. Първо, дебела линия трябва да бъдат изписана на филтърна хартия. Боядисаният филтър за кафе се сгъва над ръба на чашата и накланя във водата, както е показано на фигура 10.3 (Тилман, 2011). Когато водата се разпространява, компонентите се променят в различна степен, в резултат на различни хроматограми (фиг. 10.4). След като кафе-филтър е изсъхнал, съставките на мастило може да се видят от тези хроматограми.



Фигура 10.3: Ниска цена за хроматография



10.4: Хроматограма на кафяво

Също така, загряване и охлаждане на подложки и дори на еспресо контейнери може да стимулира интересно изследване. Топлинни плаки обикновено се напълват с разтвор на натриев ацетат трихидрат (Фишер, 2011). Ако е извита металната плоча, намираща се във възглавницата, кристализацията се инициира, при което се отделя известна топлина. Според автора, общото нарастване на температурата до 35 ° C е възможно поради кристализацията. Ако кристализацията е завършена и подложката е изстинала, кристалите могат да бъдат разтворени, като те

доставят енергия под формата на топла вода и по този начин, кристализацията е необратима. Въпреки това, охлаждащите подложки не може да се използват няколко пъти. Други потенциални възможности са горещо-студени компреси, които се загряват в микровълнова печка или охлаждаат във фризер, и освен това, самостоятелно нагряваща се чаша, в която течностите могат да се и стоплят. Отопление и охлаждане на подложки, компреси, както и самостоятелно загряващи се чаши са достъпни на ниски цени (виж Маркатео, 2011) или са на разположение в много домакинства.

Тези елементи могат да бъдат анализирани качествено, техният ефект може да се изследва количествено или добри подобия могат да бъдат възпроизведени на конкурентни цени. Приложенията са многобройни. За по-добра идея, ще бъде представен допълнителен експеримент, в който се използва тампон.

Изследвайте поведението на газовете при промяна на температурата. Бутилка, сламка, глина и загряваща възглавничка са задължителни. Бутилката е наполовина изпълнена с цветна вода и сламката е водена през дупката, докато гмуркания във водата. След отваряне на бутилката е херметически запечатана с глина "(Котхе, 2008). Фигура 10.5 показва експериментална настройка, както е описано. С помощта на електрическа възглавничка, въздухът в бутилката може да се стопли в бутилката чрез натискане на тампон срещу външната стена на бутилката. Разширяването на въздуха в бутилката е показано в промяна на нивото на водата в сламката.



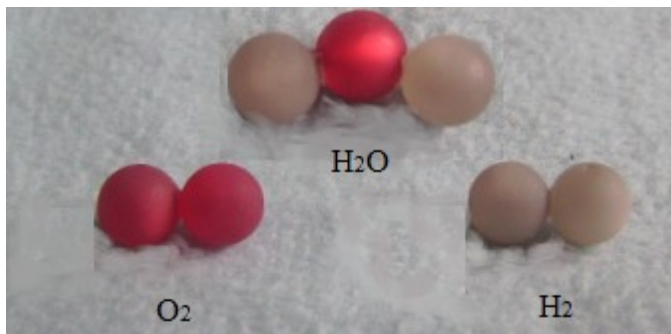
10.5: Експеримент върху поведението на газовете при промяна на температурата

Накрая, трябва да се отбележи, че не само оборудване за експерименти е установено в домакинството. Както е посочено в главите на продукти от магазина за Домашни Потребности, както и различни вещи, намерени в домакинството и супермаркети да служи като заместител на химикали. Много алтернативи, които са представени като примери, могат да бъдат използвани в киселинно-алкалния химия. Така, показателите могат да бъдат направени от червено зеле, патладжан, репички, рози или чай. Червените показатели при зелето могат лесно да бъдат направени у дома с помощта на червено зеле, денатуриран спирт и тенджера. За да се направи така, зелето се нарязва на малки парченца и се поставя заедно с денатуриран спирт в тенджерата, в която тя трябва да къкри за около 5 - 10 минути. След това, вече оцветен в червено разтвор на денатуриран спирт може да се бутилира и се използва като индикатор. С помощта на вещества от домакинството, като сапунен разтвор, солен разтвор, разредена оцетна киселина или по-чиста тръба може да се бъде тестван по отношение на тяхната стойност на рН (Прес, 1995; Швед, 2003).



Фигура 10,6 представлява цветова гама, демонстрирана с червения индикатор на зеле в сапунен разтвор или в разтвор от сол, денатуриран спирт и в разредена оцетна киселина.

Освен вече споменатите области на приложение, има още много. Швед (2001; 2003) предлага наред с други неща, ка да се синтезира хлор, азот или газ водород. Въпреки това, и синтеза на въглероден двуокис от сода за хляб и разредена оцетна киселина, както и изграждането на вулкан да Ардли (1997) или генерирането на



10.7: Молекули като мъниста

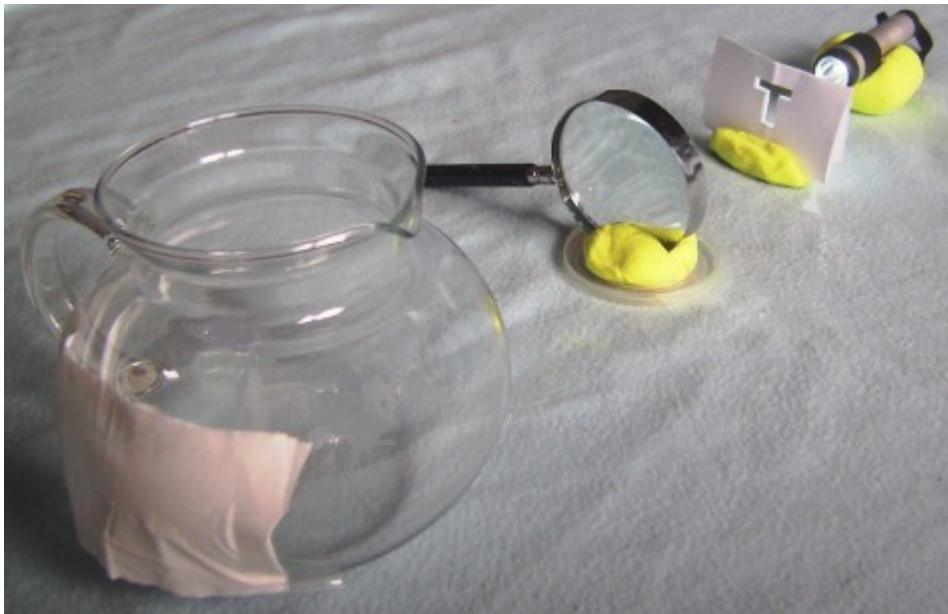
електроенергия с използване на картофи (преса, 1995), са много подходящи. Последният автор предлага да се използва сода, за да се имитира кратер.

Фигура 10.6: показва цветовата гама на червено зеле като индикатор в разнообразие от решения от домакинството.

Както вече споменахме, придобиване на алтернативни химикали е лесно, защото се използват само достъпни продукти от супермаркет без каквито и да е търговски ограничения. Освен това, чрез използване на супермаркет продукти, учащите се могат да се научат, че реалната химия не е само в час по химия, но също така и в ежедневието и се намира в продуктите за всекидневна употреба. Недостатъците на този подход, обаче, също трябва да бъдат взети под внимание. Така, резултатите в експерименти с ежедневието вещества като заместител на химичните вещества са понякога по-слаби, защото са с по-ниска концентрация, отколкото в експерименти, които се извършват с лабораторни химикали.

В този момент трябва да се отбележи, че предмети от бита може да се използват не само за експерименти в естествени научни дисциплини. Освен това, полезни модели могат да бъдат изградени и използвани по много лесен начин. Така например, различни цветни мъниста от огърлици служат, за да се направят молекулярни модели (Фигура 10.7).

Дори модели в биологията могат да бъдат създадени по такъв начин, като модела на окото. Чрез този модел, учениците научават за функциите на окото. За този модел картонена кутия, тиксо, лупа, глина, хартия тъкан, фенерче и света ваза (или чаша, чайник) са задължителни (Ardley, 1997). Хартия се лепи от външната страна на вазата и фигурата е пресечена в картонена кутия. Тогава се подреждат вазата, лупата и картонена кутия заедно и да се стабилизират с помощта на моделиране на глина, както е показано на фигура 10.8.



Фигура 10.8: Модел на око

Ако лъч на фенерче е насочен към фигурата в картонена кутия, същата цифра се появява на тъканта и само се завърта на 180° . Лупата има ефекта на леща в окото. Чрез преместването на лупа, изображението върху хартията може да се фокусира (Ardley, 1997).

11. Ниски разходи за биологични експерименти

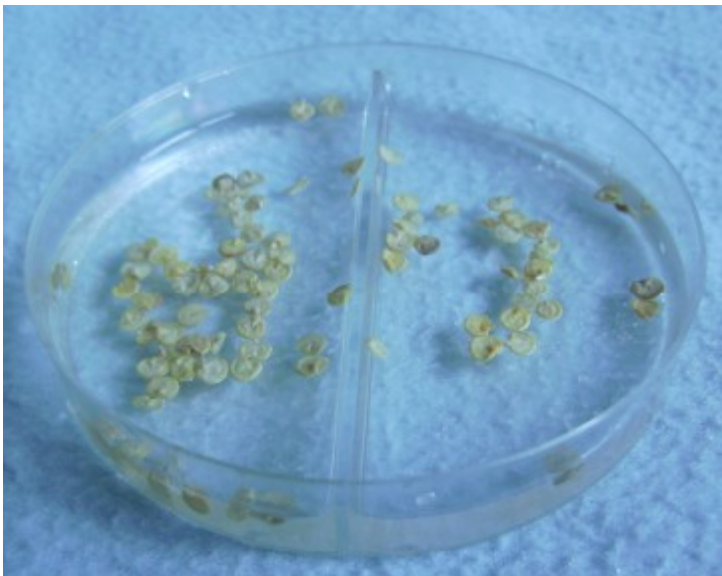
В предишните глави многобройни техники бяха въведени, които позволяват експериментиране на достъпна цена. В същото време, експериментални примери са представени за биологични експерименти. Тази глава обхваща тази тема, в една по-широка степен.

Различните техники могат да се прилагат в експерименти в областта на биологията и лабораторните упражнения. По този начин, много от материалите, необходими за конвенционалните експерименти могат да бъдат заменени с устройства на различни техники за ниски разходи. Такъв е случаят за модел за дишане от Сапър и Уидалм, (2001) например.

В контраст с химичните и физични експерименти, има множество биологични експерименти, които могат да се извършват с помощта на растения, листа, стъбла или плодове. Сензорно откриване на етерични масла, експерименти на каротеноиди в чушка, експерименти за откриване на тургора и листата на растенията, както и доказателство на образуването на кислород по време на фотосинтезата, според Швед (2007), Сапър и Уидалм, (2001) и Уайлд (1999) служат като примери.

Части от растения, които се изискват за тези експерименти могат да бъдат лесно събрани преди час в паркове или в училищния двор. Като алтернатива, саксийни растения могат да бъдат поставени в класните стаи, така че пресни листа винаги да са на разположение. Много плодове или цветя могат лесно да бъдат закупени за по-ниска цена в супермаркетите.

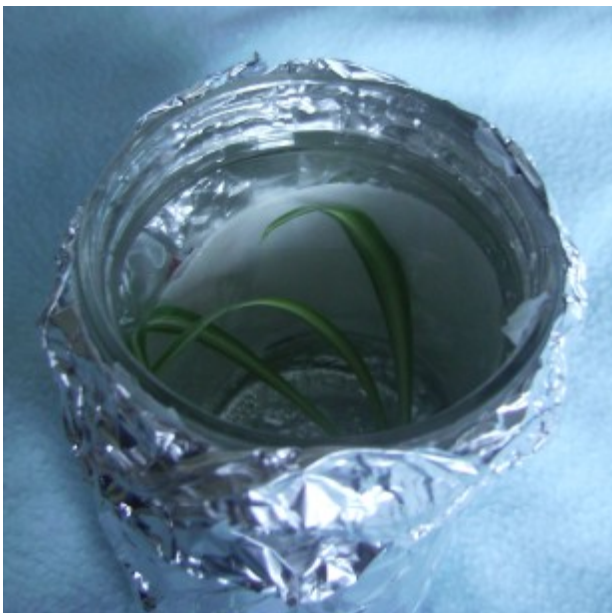
Въпреки това, в много случаи е необходимо също така да се направи цяло поколение на растения, които са на разположение на студентите. Те могат да бъдат самостоятелно пораснали, в съответствие с Кайл и Кремер (2004). С оглед на това желаните семена трябва предварително да киснат в продължение на половин ден или една нощ в чешмяна вода на стайна температура (фиг. 11.1). След това те се разпространяват върху мокра попивателна хартия в чашка на Петри. Те трябва да покълнат при температура от около 25 ° C. След около 1 до 2 часа, корените най-вероятно ще са се увеличили около 2 инча. Сега разсадът може да бъде поставен в хранителен разтвор. В този разтвор, те би трябвало да растат в продължение на около 5 до 8 дни, преди да могат да бъдат използвани за експерименти.



URE 11.1: Семена от растение



11.2: Свещ с клечка за зъби



Фигура 11.3: Растителен зародиш в затъмнен буркан

За по-добро разбиране на експерименти с растения или части от растения, експеримент за откриване на кислород, формиран по време на фотосинтезата и ще бъдат демонстриран заедно с такъв за извличане на каротиноиди от чушки.

За горния експеримент трябва растение, което не изсъхва твърде бързо, три буркана с капаци, три чаени свещи, три клечки за зъби, слама, алуминиево фолио, хронометър и вода - те са задължителни. В процеса на подготовката клечки за зъби се поставят между алуминиевата чаша

свещ и самите свещи (фиг. 11.2). Тази дръжка от клечка за зъби прави бързото транспортиране на свещта възможно. Като цяло, клечките за зъби от дърво или пластмаса в чаша със свещ трябва да се поберат в затворен буркан. Бурканите са покрити с алуминиево фолио (капака трябва да се остави) и пълни с вода от чешмата. Един от бурканите служи за целите на сравнението, и вече е закрит. Във втория буркан има растителен зародиш (фиг. 11.3) и след това също е затворен. В последния буркан някой трябва да диша през сламка и след това трябва да бъдат затворени всички буркани.



11.5: Експеримент върху стереоскопично зрение

Трите буркана трябва да бъде поставени на прозореца в продължение на няколко дни. В следващия урок съдържанието на кислород в бурканите може да бъде сравнено с помощта на чаени свещи.

Според Швед (2007), за извличане на каротиноиди от чушки само различен цвят чушки, денатуриран спирт, Епендорф чаши и рязане с нож са достатъчни за провеждане на експеримента. Чушката се нарязва на много малки парченца с нож, от които няколко се поставят в Епендорф чаши.



Фигура 11.4: Добив на една червена чушка (вляво) и зелена чушка (вдясно) са поставени в Епендорф чаша. След това чашата се пълни с денатуриран спирт и трябва да се разклати енергично.



Фигура 11.4 показва това, което изглежда като очакван резултат от този експеримент. Каротини се натрупват в газовата фаза, докато ксантофили остават във водната етанолова фаза.

Въпреки това, по биология не само растенията се обсъждат, живите същества са също адресирани. По-конкретно, темата на човешките сетивни органи предоставя възможност за малки "самостоятелни експерименти," като има само ниски разходи.

Опитите за визуално възприятие са особено подходящи. Това ще бъде илюстрирано с пример на стереоскопично зрение. Според Сапър и Уидалм, (2001), покритият пръстен, низ и молив са необходими за този експеримент. Покрит пръстен е закачен на низ, така че да могат да бъдат ясно различни (фиг. 11.5). Тестов студент, след като си покрие едното око и се опитва да постави молива през покрития пръстен с неговата друга страна.



Е 11.6 Лупа

Като допълнителни примери, авторите предлагат да правят експерименти върху локализиране, насочване по слух, координацията на движенията или притъпяване на обонянието на един студент. Като цяло, трябва да се подчертае, че тези експерименти, които са представени в тази глава, позволяват по-ниска стойност за експериментиране без изключение. Използването на части от растения и растителни продукти, както и участието на студентите не струва почти нищо. Закупуване на други използвани материали също е много рентабилен метод, както е обяснено подробно в предишните глави.

Микроскопът играе важна роля в биологията. Има множество експериментални правила, които правят от съществено значение използването на микроскопа (види диви, 1999 г., сапър и Уидалм, 2001). Закупуването на това оборудване представлява голям разход, един микроскоп струва до 200 Евро в магазините за профилирани специалисти (Хенкел, 2003).

В много случаи, обаче, е възможно да се избегне скъпо оборудване. По този начин, по-прости модели с по-ниско увеличение могат да бъдат вече закупени при значително намалена цена (Тилман, 2011). Така, там са прости на микроскопи вече за около 20 Евро, което съответства на намаляване на разходите с коефициент от 10. Въпреки това, Хенкел (2003) показва в подробности, че много рентабилни микроскопи са с лошо качество, което не отговаря на стандартите на допълнителните уроци по биология. Това може да се види с намалено увеличение, по-ниско като качество производство, както и с по-некачествена оптика. Ето защо, преди закупуването на микроскоп човек трябва да бъде наясно на съответните изисквания, които трябва да изпълни. Хенкел (2003) предлага също така да замени микроскопи, особено при по-младите възрастови групи, с лупа (фиг. 11.6). Това може да доведе до увеличение с коефициент 10 и могат да бъдат закупени в добро качество за под 10 евро (Хенкел, 2003).

Допълнително предимство на използването на лупи, вместо на скъпи микроскопи е фактът, че лупите са много по-здрави - нечупливи. Особено по-малките ученици често нямат все още необходимите умения на потребителя, за да се осигури подходящо и внимателно използване на скъпо оборудване като лупа.

Bibliografie

- Apotheke am Wolfsanger. (2006). *Online-Apotheke*. Accessed on 24th July 2011: <http://www.medizinwiesel24.com/>.
- Ardley, N. (1997). *101 spannende Experimente aus Wissenschaft und Technik*. Bindlach: Loewe-Verlag.
- Bader, H. J. (2003). Nachhaltigkeit und nachhaltiges Arbeiten. *Praxis der Naturwissenschaften – Chemie*, 52 (3), 16 - 20.
- Bradley, J. D., Durbach, S., Bell, B., & Mungarulire, J. (1998). Hands-On Practical Chemistry for All - Why and How. *Journal of Chemical Education*, 75 (11), 1406 - 1409.
- Bradley, J. (2006). The Microscience Project and its Impact on Pre-service and Inservice Teacher Education . In M. Hugerat, P. Schwarz, & P. Livneh, *Microscale Chemistry Experimentation for all Ages* (S. 26 - 39). Haifa: The Academic Arab College for Education.
- Brand, B. H. (2010). *BRANDs CHEMIE*. Accessed on 24th July 2011: <http://www.bhbrand.de/index.php>.
- Choi, M. M. (2002). Microscale Chemistry in a Plastic Petri Dish: Preparation and Chemical Properties of Chlorine Gas. *Journal of Chemical Education*, 79 (8), 992 - 993.
- ConradElektrik. (2011). *Conrad. Voller Ideen*. Abgerufen am 27. August 2011 Von http://www.conrad.de/ce/de/?insert_kz=NA&hk=SEM&WT.srch=1&gc lid=CLu1jMak76oCFYIXzQodfyE7PA.
- du Toit, M., & du Toit, C. (2006). Microscale Experiments using a STUDENT LAB. In M. Hugerat, P. Schwarz, & M. Livneh, *Microscale Chemistry Experimentation for all Ages* (S. 103 - 108). Haifa: The Academic Arab College for Education.
- Eckert, B., Stetzenbach, W., & Jodl, H.-J. (2000). *Low Cost - hightech. Freihandversuche Physik. Anregungen für einen zeitgemäßen Unterricht*. Köln: Aulis-Verlag.
- Eilks, I., Fischer, H., Hammann, M., Neuhaus, B., Petri, J., Ralle, B., et al. (2004). Forschungsergebnisse zur Neugestaltung des Unterrichts in den Naturwissenschaften. In H. Bayrhuber, *Konsequenzen aus Pisa. Perspektiven der Fachdidaktiken* (S. 197 - 216). Wien: Studienverlag.
- El-Marsafy, M. K. (2004). Mikrochemische Maßanalyse. *Naturwissenschaften im Unterricht Chemie*, 81, 16 - 19.
- ELV-Elektronik. (2011). *ELV - Kompetent in Elektronik*. Accessed on 28th August 2011: <http://www.elv.de/output/controller.aspx>.
- Ferdinand, P. (2007). *Selbstgesteuertes Lernen in den Naturwissenschaften. Eine Interventionsstudie zu den kognitiven und motivationalen Effekten eines Blended Learning Ansatzes*. Hamburg: Verlag Dr. Kovac.
- Fischer, O. (2011). *Wissenschaft in die Schulen*. Accessed on 24th July 2011: <http://www.wissenschaft-schulen.de/>.
- Full, R. (1996). Lichtblicke - Petrischalenexperimente in der Overhead-Projektion. *Chemie in unserer Zeit*, 30 (6), 286 - 294.
- Häusler, K., Rampf, H., & Reichelt, R. (1995). *Experimente für den Chemieunterricht -mit einer Einführung in die Labortechnik*. München, Düsseldorf und Stuttgart: Oldenbourg (2. Auflage).
- Henkel, K. (14. Juni 2003). *Die Mikrofibel*. Accessed on 28th August 2011:

<http://www.mikroskopie-muenchen.de/mikrofibel.pdf>.

Heuer, (2010). *Spectacular Experiments & Mad Science Kids Love: Science That Dazzles at Home, School or on the Go*. Bloomington: Authorhouse.

Joling, E. (2006). Introduction of Microscale Chemistry in the Netherlands. In M. Hugerat, P. Schwarz, & M. Livneh, *Microscale Chemistry Experimentation for all Ages* (S. 183 - 197). Haifa: The Academic Arab College for Education.

Just, N. (1990). Low-Cost-Experimente - Teil 4: Das Photometer in der Zigarrenkiste -eine Anleitung zum Selbstbau eines Photometers durch die Schüler. *Praxis der Naturwissenschaften Chemie*, 39 (1), 30 - 31.

Kappenberg, F. (2011). *Arbeitskreis Kappenberg*. Accessed on 24th July 2011: <http://www.kappenberg.com/pages/start/start.htm>.

Keil, M., & Kremer, B. P. (2004). *Wenn Monster munter werden - Einfache Experimente aus der Biologie*. Weinheim: Wiley.

Kieninger, M. (2008). *Physik mit 4- bis 6-Jährigen*. Berlin: Cornelsen.

Kircher, E., Girwitz, R., & Häußler, P. (2001). *Physikdidaktik: Eine Einführung*. Berlin: Springer.

Köhler-Krützfeld, A., & Gruvberg, C. (2000). Microscale Chemistry: Eine europäische Idee kehrt zurück nach Europa. *Praxis der Naturwissenschaften*, 49 (5), 18 - 21.

Köthe, R. (2008). *Was ist Was - Experimentierbuch. 175 Experimente aus Physik, Biologie und Chemie*. Nürnberg: Tessloff.

Kranz, J. (2008). *Schulentwicklung konkret: Baustein "Schülermotivation"*. Berlin: Cornelsen Scriptor.

Kruse-Özcelik, R., & Schwarz, P. (2004). Experimente für kleine Hände. *Naturwissenschaften im Unterricht Chemie*, 81, 10 - 15.

Kuhn, J., & Rech, A. (2003). *Freihandexperimente und Naturphänomene aus den Naturwissenschaften*. Accessed on 27th August 2011: <http://www.unilandau.de/physik/fan/index.html>.

Latzel, G. (1989). Low-Cost-Experimente- Teil 1: Das einfache Experiment. *Praxis der Naturwissenschaften – Chemie*, 38 (6), 34 - 35.

Maisenbacher, P. (2011). *Landesbildungsserver Baden Württemberg*. Accessed on 24th July 2011: <http://www.schule-bw.de/>.

Maurer. (2011). *Maurer - Lehr- und Forschungsmittel*. Accessed on 28th August 2011: <http://www.mauer-gmbh.com/index2.htm>.

Mellert, V., Grahl, S., Rechten, P., Weusting, P., Poppinga, D., & Poppinga, T. (2001). *Physik für Kids*. Abgerufen am 27. August 2011 von <http://www.physikfuerkids.de/>.

Menzel, P. (1990). Low-Cost-Experimente: Teil 10: Eigenbau eines piezoelektrischen Zündgerätes. *Praxis der Naturwissenschaften Chemie*, 39 (7), 34.

Mercateo. (2011). *Die Beschaffungsplattform für Geschäftskunden*. Accessed on 24th July 2011: <http://www.mercateo.at/>.

Neubert, M. (2011). *Dynatech - Ihr Taschenrechner Spezialist*. Accessed on 28th August 2011: <http://www.dynatech.de/index.php?prod=5379>.

NeubertGlas. (2011). *Der Laborfachhandel*. Accessed on 24th July 2011: <http://www.neubert-glas.de/>.

Obendrauf, V. (2004). Toxisches Chlor vernünftig dosiert. *Naturwissenschaften im Unterricht Chemie*, 81, 22 - 27.

Obendrauf, V. (2006). Fundamental Microscale Experiments from Austria, Presented Worldwide. In M. Hugerat, P. Schwarz, & M. Livneh, *Microscale Chemistry Experimentation for all Ages* (S. 300 - 321). Haifa: The Academic Arab College for Education.

Omikron. (2004). *Chemikalien und Laborgeräte*. Accessed on 24th July 2011: <http://www.omikron-online.de/cyberchem/>.

Pfeifer, P., Lutz, B., & Bader, H. J. (2002). *Konkrete Fachdidaktik Chemie*. München: Oldenbourg.

Pike, R. M. (2006). Through the Years with Microscale Chemistry. In M. Hugerat, P. Schwarz, & M. Livneh, *Microscale Chemistry Experimentation for all Ages* (S. 13 - 25). Haifa: The Academic Arab College for Education.

Press, H. J. (1995). *The Little Giant Book of Science Experiments*. New York: Ravensburger Buchverlag Otto Maier GmbH.

Rüter, M. (2009). *111 spannende Experimente für Kinder. Faszinierend. Verblüffend. Völlig ungefährlich*. München: Compact.

Sapper, N., & Widhalm, H. (2001). *Einfache biologische Experimente*. Wien: Klett.

Schallies, M. (1991). Mikrochemische Methoden im Schulexperiment - gestern, heute und morgen. *Praxis der Naturwissenschaften – Chemie*, 40 (1), 2 - 5.

Schlichting, H. J., & Ucke, C. (2004). Der einfachste Elektromotor der Welt. *Physik unserer Zeit*, 35 (6), 272 - 273.

Schmittingerm, T. (2011). *Katharineum. Städtisches Gymnasium für Jungen und Mädchen mit altsprachlichem Zweig*. Accessed on 24th July 2011: <http://kath.mrstec.de:9673/>.

Schneiderbanger, M. (2011). *Aquaristik - Margit Schneiderbanger*. Accessed on 28th August 2011: <http://www.aquarium-laden.de/Start>.

Schwan, T. (2005). Elektrochemie im Low-Cost Maßstab: Elektrolyse, Schmelzelektrolyse und galvanische Elemente im Kontext der Unterrichtsreihe „Atombau und chemische Bindung“. *Der Mathematische und Naturwissenschaftliche Unterricht*, 58 (3), 169 - 175.

Schwarz, P., & Lutz, B. (2004). Kreativer Chemieunterricht: Mikrochemische Experimente in der Schule. *Naturwissenschaften im Unterricht*, 81, 4 - 9.

Schwedt, G. (2001). *Experimente mit Supermarktprodukten: eine chemische Warenkunde*. Weinheim: Wiley-VCH.

Schwedt, G. (2003). *Noch mehr Experimente mit Supermarktprodukten: das Periodensystem als Wegweiser*. Weinheim: Wiley-VCH.

Schwedt, G. (2007). *Chemie für alle Jahreszeiten - Einfache Experimente mit pflanzlichen Naturstoffen*. Weinheim: Wiley-VCH.

Seilnacht, T. (2002). *Naturwissenschaftliches Arbeiten*. Accessed on 24th July 2011: <http://www.seilnacht.com/>.

Sigma-Aldrich, C.-O. (2011). Accessed on 24th July 2011: <http://www.sigmaaldrich.com/germany.html>.

Singh, M. M., Szafran, Z., & Pike, R. M. (1999). Microscale Chemistry and Green Chemistry: Complementary Pedagogies. *Journal of Chemical Education* 76 (12), 1684 - 1686.

Singh, M. M., & Szafran, Z. (2000). Chemie im Mikromaßstab: Labortechnik mit

Zukunft. *Praxis der Naturwissenschaften*, 49 (5), 7 - 11.

The-radmaste-microscience-System. (2010). *The UNESCO-Associated Centre for Microscience Experiments*. Accessed on 24th July 2011: <http://www.microsci.org.za/RADMASTEBrochure.pdf>.

Tillmann, A. (2011). *Kids Science*. Accessed on 24th July 2011: <http://www.kids-and-science.de/kids-and-science/startseite.html>.

von Borstel, A. (2009). *ChemZ. Chemieunterricht mit medizinischem Zubehör*. Accessed on 24th July 2011: <http://www.chemz.de/index.php/chemzallgemeine-infos.html>.

von Borstel, G., & Böhm, A. (2004). ChemZ - Chemieunterricht mit medizintechnischem Zubehör. *Naturwissenschaft im Unterricht Chemie*, 81, 48 - 49.

von Borstel, G., & Böhm, A. (2006). Ein preiswerter Hoffmann'scher Zersetzungsapparat für Schülerübungen - Medizintechnik als kostengünstiger Ersatz für Glasgeräte. *Der Mathematischen und Naturwissenschaftlichen Unterricht*, 59 (6), 262 - 264.

Wild, A. (1999). *Pflanzenphysiologische Versuche in der Schule*. Wiebelsheim: Quelle & Meyer.

Wilke, H.-J. (1998b). Überraschende Experimente mit Kunststoffflaschen Teil 2. *Der Mathematische und Naturwissenschaftliche Unterricht*, 51 (2), 106 - 109.

Wilke, H.-J. (1998c). Überraschende Experimente mit Kunststoffflaschen Teil 5. *Der Mathematische und Naturwissenschaftliche Unterricht*, 51 (6), 359 - 363.

Wilke, H.-J. (1998a). Überraschende Experimente mit Kunststoffflaschen: Eine Einführung in die Beitragsreihe. *Der Mathematische und Naturwissenschaftliche Unterricht*, 51 (1), 20 - 25.

Wood, C. G. (1990). Microchemistry. *Journal of Chemical Education*, 67 (7), 596 - 597.

Zhou, N. H. (2004). Experimente mit der wellplate 6. *Naturwissenschaften im Unterricht Chemie*, 81, 21 - 22.

Zinsser-Analytic (2011). *Zinsser Analytic*. Accessed on 24th July 2011: <http://www.zinsser-analytic.com/>.