

ХИМИЯТА НА ПАРИТЕ

Категория „Презентация“, възрастова група 8. – 10. клас

Биляна Куртева, 9. клас¹
Ръководител: Ралица Ранчова
127. СУ „Иван Н. Денкоглу“ – София

Резюме. Настоящото проучване е посветено на материалите, използвани за изработката на съвременни банкноти и монети, както и методите за тяхната защита от фалшифициране. Представени са два основни вида банкноти – произведени от памук и лен, както и полимерни банкноти, изработени от синтетични пластмаси като полипропилен. Анализирани са различни метални сплави, използвани при производството на монети – медно-никелови, алуминиеви, бронзови и стоманени – с акцент върху тяхната устойчивост на корозия. В рамките на проекта са проведени експерименти, включващи изследване на устойчивостта на различни видове хартия в разтворители, магнитни тестове на монети и анализ на флуоресценцията на банкноти под ултравиолетова светлина. Изследвано е и наличието на микроби по повърхността на банкнотите, както и влиянието на различните материали върху хигиената. В заключение са разгледани бъдещето на парите и ролята на дигиталните технологии в тяхната еволюция.

Ключови думи: банкноти; монети; полимер; флуоресценция

Въведение

Парите са неизменна част от човешката цивилизация – двигател на икономиката и обществения напредък. Но колко от нас се замислят какво се крие зад тях, отвъд числата и номиналната стойност? Всяка банкнота и монета представляват не просто средство за разплащане, а сложен химичен продукт, съчетаващ иновативни материали, защитни технологии и дори тайни химични съединения (Kirkova, 2001).

Химията на парите е скрита наука, която осигурява тяхната дълготрайност, сигурност и автентичност. Как банкнотите запазват своята цялост след многократна употреба? Как монетите устояват на времето, без да корозират? Какви химични методи използват фалшификаторите и как науката им се противопоставя?

Замисляли ли сте се някога какво се крие зад парите – не като стойност, а като материя? Моето любопитство се събуди в един обикновен дъждовен сле-

добед. Докато чаках автобуса, извадих от джоба си смачкана банкнота. Беше протрита, но все още запазена. Погледнах я и си зададох прост въпрос: *Защо тази хартия не се разпада, както обикновен лист?* А как така монетите, които всеки ден минават през десетки ръце, не ръждясват напълно?

Така започна едно неочаквано пътешествие – не по света, а в света на науката. Оказа се, че зад всяка банкнота и всяка монета стои сложна мрежа от химични съединения, физични закони, биологични ефекти и дори географски влияния.

Как се правят парите? Как се защитават от фалшификации? Как влияят върху околната среда и здравето на хората? В този проект ще разкрием тайните на парите и ще проведем няколко интересни експеримента, които ще ни помогнат да разберем по-добре науката зад тяхната стойност.

В началото ще обърнем внимание на една малко известна, но изключително важна фигура в историята на парите – сър Исак Нютон. Макар и познат като бащата на класическата физика, той има и ключова роля в света на икономиката. През 1699 година Нютон става управител на Кралския монетен двор на Англия. Там въвежда нови технологии, които правят монетите по-трудни за подправяне, и полага основите на т.нар. златен стандарт – система, при която стойността на парите се обвързва със златото.

Освен това Нютон разработва методи за откриване на примеси в благородните метали, подобрява качеството и устойчивостта на монетите и с това допринася за стабилността на цялата английска парична система. Можем да кажем, че той не само променя хода на физиката, но и гарантира стойността на парите в реалния свят.

Химията на банкнотите

С какво започва историята на парите? От бартерната търговия – когато хората разменяли стоки като злато, сребро, сол, раковини или дори такаови зърна. Но с времето възникнала нуждата от по-удобна и стандартизирана форма на разплащане – така се появяват монетите, а по-късно и банкнотите.

Днес повечето съвременни банкноти не са направени от обикновена хартия, тъй като тя лесно се къса и поврежда. В Европа и САЩ например банкнотите се произвеждат от специална хартия, съдържаща около 75% памук и 25% лен – това ги прави гъвкави, но и издръжливи (Kirkova, 2001). От друга страна, страни като Австралия, Канада и Бразилия използват полимерни банкноти, изработени от синтетични материали като полипропилен. Те са водоустойчиви, по-дълготрайни и значително по-трудни за фалшифициране (Prokhorov, 2016).

Представете си, че забравите петдесетолевка в джоба на дънките си и ги изперете. Ако банкнотата е от памук и лен, най-вероятно ще се повреди. Но ако е полимерна – ще оцелее почти невредима. Това е една от многото при-

чини, поради които много държави преминават към пластмасови банкноти.

Тук можем да споменем и географията на парите – материалите и покритията, използвани при производството на банкноти, често зависят от климатичните условия в даден регион. Например в Бразилия, където климатът е влажен и топъл, се прилагат специални химически обработки срещу мухъл. В пустинни страни като Саудитска Арабия банкнотите трябва да издържат на високи температури, докато в студените райони на Канада – на ниски и сухи условия (Prokоров, 2016).

Тези особености на физическите носители на банкнотите ни насочиха към изследване на тяхната устойчивост.

Експеримент №1: изследване на устойчивостта на различни видове хартия в полярни и неполярни разтворители

Цел: да се сравни устойчивостта на два вида хартия – целулозна (памучна) и полимерна – при потапяне в различни течности: дестилирана вода, етанол (спирт) и ацетон.

Материали и реактиви

1. Проба от целулозна хартия (представляваща банкнота от памук и лен)
2. Проба от полимерен материал (имитираща полимерна банкнота – използвано е пластмасово листче)
3. Стъклени съдове (3 броя)
4. Дестилирана вода
5. Етанол (96%)
6. Ацетон
7. Хронометър
8. Пинсети и лабораторни ръкавици

Методика (процедурата е визуализирана²)

В три отделни стъклени съда се наливат съответно вода, етанол и ацетон (по 100 ml). Двете проби (целулозна и полимерна) се потапят едновременно във всеки от разтворителите. Времето за престой е фиксирано – 5 минути. След изтичането на времето пробите се изваждат, оставят се за кратко да се отцедят, и се оценяват визуално и механично (с опит за скъсване) тяхната цялост и структурни промени.

Анализ на резултатите

Целулозната хартия е изградена от фиброзни молекули, съставени от β -D- глюкопиранозни остатъци, свързани чрез $\beta(1\rightarrow4)$ гликозидни връзки, образуващи линейни вериги с множество хидроксилни (-ОН) групи. Именно тези полярни групи осъществяват водородно свързване с водните молекули. Това взаимодействие предизвиква абсорбиране на вода, набъбване на влакната и отслабване на междифибрилните сили, което води до намалена механична устойчивост (Kirkova, 2001).

Етанолът е по-слаб протонен разтворител от водата и образува по-малко водородни връзки с целулозата поради по-ниската си диелектрична проникваемост. Затова той овлажнява, но не предизвиква значително набъбване (Kirkova, 2001).

Ацетонът, макар и добър органичен разтворител, има сравнително слаба способност да разрушава водородните връзки на целулозата, тъй като е аполярен и бързо летлив. Той прониква между влакната, но не разрушава структурната им организация в значителна степен (Kirkova, 2001).

Полимерната проба (на базата на полипропилен) е изцяло хидрофобна и химически устойчива към посочените разтворители. Полипропиленът е наситен въглеродороден полимер, устойчив на хидролиза и органични разтворители при стайна температура. Неговата неполярна структура не позволява образуване на водородни връзки с разтворителите, което го прави практически инертен в този експеримент (Maksimov & Dimitrova, 2024).

Този експеримент илюстрира защо много държави преминават към полимерни банкноти – те са не само по-дълготрайни и устойчиви на влага и химикали, но и по-трудни за фалшифициране поради възможността за интегриране на сложни защитни елементи.

Металите в монетите и тяхната химична устойчивост

Монетите са изработени от различни метални сплави, като изборът на материал влияе директно върху тяхната дълготрайност, устойчивост на корозия и външен вид. В природата металите се различават по своята химическа реактивност — например желязото е силно податливо на окисление и ръждясване, докато благородните метали, като златото и среброто, са значително по-устойчиви към корозионни процеси.

Съвременните монети се произвеждат предимно от сплави с висока устойчивост на корозия и износване (Prokоров, 2016). Типични примери са:

- Медно-никелови сплави – широко използвани за монети като 1 евро и 1 лев. Тези сплави са устойчиви на окисление благодарение на защитния никелов слой, който предотвратява образуването на ръжда (Kirkova, 2001).

- Алуминиеви и бронзови сплави — по-леки и издръжливи, често използвани при нисковалутни монети. Например, японската йена включва алуминиеви стотинки, които са най-леките в света, а някои имат и отвор в средата за намаляване на теглото (Prokоров, 2016).

- Стомана с цинково покритие (поцинкована стомана) – евтин материал, използван в някои по-стари монети. Въпреки защитното цинково покритие тези монети са по-податливи на корозия при износване на защитния слой (Prokоров, 2016).

Исторически контекст

През Втората световна война поради недостиг на традиционни метали САЩ започват да произвеждат монети от стомана, които обаче бързо ръждяс-

ват, което налага преустановяване на тази практика. Паралелно в Германия се провежда операция „Бернхард“ – секретна инициатива за масово фалшифициране на британски лири с цел икономически саботаж, което отново подчертава важноста на химията и материалознанието в контекста на парите (Prokоров, 2016).

Експеримент №2: Магнитен тест на монети

Цел: Да се определят магнитните свойства на различни видове монети и да се направят изводи за техния метален състав и устойчивост.

Необходими материали:

1. Монети: 1, 2, 5, 10, 20 стотинки; 1, 2 лева; 1 евро
2. Желязна пружина (за контрол)
3. Магнит

Методика (процедурата е визуализирана³):

Монетите се подлагат на магнитен тест, като се приближават до магнит и се наблюдава дали се привличат.

Наблюдения и анализ:

1. 1 и 2 лева – представляват биметални монети, съставени от вътрешна медно- никелова част и външен пръстен от месинг (сплав от мед и цинк). Тези монети не се привличат от магнита, което показва липса на магнитни метали като желязо.

2. 10 и 20 стотинки – съставени от сплав с около 65% мед, 20% цинк и 15% никел. Тези монети също не проявяват магнитна чувствителност.

3. 1, 2 и 5 стотинки – изработени от сплав, съдържаща мед, алуминий и никел. Тези монети се привличат от магнита, което говори за наличие на ферромагнитни компоненти или влияние от никела.

4. 1 евро – биметална монета с център от никел и никел-медно покритие, както и пръстен от месинг-никел. Тя се привлича слабо от магнита, което се дължи на значителния процент никел в метала.

5. За сравнение, желязната пружина се привлича силно от магнита, демонстрирайки типичните магнитни свойства на желязото (Maksimov & Dimitrova, 2024).

Извод: изборът на медно-никелови и месингови сплави е балансирано решение, осигуряващо устойчивост на окисление и минимална магнитна чувствителност.

Фалшифицирането – вечната битка между науката и измамата

От древността до наши дни фалшифицирането на пари е сериозно предизвикателство за икономическата сигурност. В миналото фалшификаторите използвали примитивни методи, като например покриване на медни монети със златно фолио, за да имитират благородни метали. С развитието на технологи-

ите и науката и методите за подправяне стават все по-сложни, но и средствата за защита на парите – по-ефективни и комплексни (Prokopov, 2016).

Съвременните банкноти се защитават чрез редица иновативни технологии, сред които:

- флуоресцентни мастила, които реагират на ултравиолетова (UV) светлина, излъчвайки ярко светене и стават невидими при нормална светлина;
- микротекст – ултрамалки надписи или цифри, които са видими само под микроскоп и не могат да бъдат възпроизведени с обикновен печат;
- холограмни ленти и изображения, които променят своя визуален ефект в зависимост от ъгъла на светлината и са изключително трудни за копиране (Maksimov & Dimitrova, 2024).

Историческа бележка

Един от най-известните фалшификатори е Уилям Чалонер от XVII век, който подправял английски монети. Противоедействието му било водено лично от Исак Нютон, тогава господар на Кралския монетен двор. Чрез прилагане на математически анализи и прецизни измервания Нютон успял да идентифицира фалшификатите и да залови Чалонер, доказвайки, че науката и прецизността могат да победят измамата (Prokopov, 2016).

Експеримент №3: UV тест за откриване на фалшиви банкноти

Цел: да се демонстрира разликата във флуоресцентните свойства на защитните материали, използвани в истинските банкноти, спрямо обикновената хартия.

Необходими материали:

1. Флуоресцентна хартия (имитираща защитен материал от банкноти)
2. Обикновена цветна хартия
3. UV фенерче (ултравиолетова светлина)

Методика (процедурата е визуализирана⁴):

Двата типа хартия се осветяват с UV фенерче в тъмна стая, след което се наблюдават и сравняват интензитетът и цветът на светлината, която излъчват.

Наблюдения

– Флуоресцентната хартия реагира със силна и ярка флуоресценция – тя светва под UV светлината.

– Обикновената цветна хартия показва слаба или никаква реакция.

Флуоресценцията е фотофизично явление, при което дадено вещество абсорбира електромагнитна радиация с по-къса дължина на вълната (например UV светлина) и след кратък период излъчва светлина с по-дълга дължина на вълната (във видимия спектър) (Maksimov & Dimitrova, 2024). Молекулите, които демонстрират това явление, притежават специфична електронна структура с делокализирани π -електрони (двойни връзки), които

могат да бъдат възбудени от енергията на UV светлината. При поглъщане на енергията електроните се преместват от основното си състояние в по-високо, възбудено състояние (Kirkova, 2001). След много кратък интервал (около 10^{-8} секунди), електроните се връщат обратно в основното състояние, като отделят излишната енергия под формата на видима светлина (Maksimov & Dimitrova, 2024).

Този процес прави възможно използването на флуоресцентни мастила като сигурна и ефективна защита срещу фалшифициране, тъй като те са невидими при нормални условия и могат да се открият само с UV осветление.

Парите и биологията – невидимият свят по повърхността на банкнотите

Банкнотите и монетите ежедневно преминават през стотици, дори хиляди ръце. Но освен стойност с тях се предава и нещо друго – микроорганизми. На повърхността на парите учените са открили стотици различни видове бактерии, гъбички и вируси. Сред тях има дори потенциално патогенни видове, като *Escherichia coli* (често свързвана със стомашно-чревни инфекции) и *Staphylococcus aureus* (известна със способността си да причинява кожни и вътрешни инфекции) (Prokоров, 2016).

Какво влияе на разпространението на микроби по парите?

1. Материалът на банкнотите:

– Хартиените банкноти, изработени от памучни или целулозни влакна, притежават пореста структура, която задържа влага и хранителни вещества, улеснявайки развитието на бактерии.

– Полимерните банкноти, използвани в страни като Канада, Австралия и Обединеното кралство, са гладки, водонепропускливи и по-устойчиви на микробно замърсяване.

2. Монетите: металите, от които се изработват монетите (като мед и никел), притежават естествени антимикробни свойства, което обяснява по-ниската бактериална активност по тяхната повърхност.

3. Температура и влажност: влажната и топла среда благоприятства размножаването на микроорганизми, а ръцете са основният „преносител“ между парите и човешкото тяло (Kirkova, 2001).

Реални мерки в защита на общественото здраве

Някои държави са предприели активни мерки срещу микробното замърсяване на банкнотите.

– Южна Корея дезинфекцира банкноти чрез ултравиолетова светлина и висока температура.

– Китай временно изважда банкноти от употреба за дезинфекция при епидемични вълни.

– Полимерните банкноти в Австралия са създадени не само за сигурност, но и с хигиенна цел (Reserve Bank of Australia, 2020).

Заключение

Парите не са просто средство за размяна – те са продукт на междудисциплинарна научна еволюция. От химическата устойчивост на материалите, през физичните свойства на металите, до биологичната безопасност и антимикробните повърхности – всяка монета и банкнота носи в себе си частица наука.

Чрез поредица от експерименти показахме:

- защо някои пари са по-устойчиви от други (експ. 1);
- как работят защитите срещу фалшификации (експ. 3);
- как материалът и съставът на монетите влияят на магнитните и корозионните свойства (експ. 2);
- и защо хигиената при работа с пари не е за подценяване (биология на парите).

С навлизането на дигиталните технологии електронните разплащания постепенно изместват физическите пари. Вероятно след сто години хартиената банкнота ще бъде исторически експонат, както днес гледаме на античните златни монети.

Но независимо от формата – физическа или дигитална, науката ще продължи да стои в основата на доверието в паричната система.

БЕЛЕЖКИ

1. Първа награда в категория „Презентация“, възрастова група 8. – 10. клас и специална награда „Млад експериментатор“.
2. Експеримент 1 – <https://youtu.be/kGoirKDOOP0>
3. Експеримент 2 – <https://youtu.be/lxYKuP5dBMw>
4. Експеримент 3 – <https://youtu.be/qOQpiHkHlZk>

ЛИТЕРАТУРА

- Киркова, Е. (2001). *Обща химия*. УИ „Св. Климент Охридски“.
- Максимов, М. & Димитрова, И. (2024). *Физика и астрономия за 10. клас*. Булвест 2000.
- Прокопов, И. (2016). *Фалшификати на антични и средновековни монети*. УИ „Св. Климент Охридски“.
- Reserve Bank of Australia. (2020). *Annual Report*. RBA.

REFERENCES

- Kirkova, E. (2001). *General Chemistry*. St. Kliment Ohridski University Press. [In Bulgarian]

- Maksimov, M. & Dimitrova, I. (2024). *Physics and Astronomy for 10th Grade*. Bulvest 2000. [In Bulgarian]
Prokopov, I. (2016). *Counterfeit Ancient and Medieval Coins*. St. Kliment Ohridski University Press. [In Bulgarian]
Reserve Bank of Australia. (2020). *Annual Report*. RBA.

THE CHEMISTRY OF MONEY

Abstract. The study is related to the materials used to make modern banknotes and coins, as well as methods for protecting them from counterfeiting. Two main types of banknotes are presented – made of cotton and linen, as well as polymer banknotes made of synthetic plastics such as polypropylene. Various metal alloys used in the production of coins – copper-nickel, aluminum, bronze and steel – are analyzed, with an emphasis on their resistance to corrosion. Experiments were conducted within the project, including the study of the resistance of different types of paper in solvents, magnetic tests of coins and analysis of the fluorescence of banknotes under ultraviolet light. The presence of microbes on the surface of banknotes was also studied, as well as the influence of different materials on hygiene. In conclusion, the future of money and the role of digital technologies in their evolution are discussed.

Keywords: banknotes; coins; polymer; fluorescence

✉ **Bilyana Marinova Kurteva, 9th grade**
127th “Ivan N. Denkoglu” Secondary School
Sofia, Bulgaria

✉ **Supervisor: Ralitsa Valentinova Ranchova**
Teacher
127th “Ivan N. Denkoglu” Secondary School
Sofia, Bulgaria
E-mail: ralitsa.ranchova@denkoglu.org