

20 년 월 일 요일
 시간 : 장소 : 
 학교 학년 반
 번 이름 :

화폐에 숨겨진 여러 가지 위조 방지 장치를 확인해보고 자외선램프를 이용하여 위조 지폐를 찾아봅시다.

CSI 과학수사대

『문서 감정』 ° 위조 지폐 감별 °

실험키트구성

자외선램프-형광잉크펜(일체형), 활동지, 양면테이프
 CSI 과학수사대 도안

준비를

천원권 지폐, 돋보기, 가위, 필기도구, 사인펜
 위조 지폐 감별용 자외선램프(가능하면) - 파장 : 약 352 nm

과학수사 - 모든 범죄는 흔적을 남긴다

범죄 수사에 과학을 접목해 사건을 해결하고 범인을 잡자는 생각을 처음으로 한 사람은 누구일까요? 그 사람은 바로 [셜록 홈스 시리즈(1887~1905년)]를 지은 코넬 도일(Arthur Conan Doyle)입니다. 그의 소설을 통해 과학수사의 개념은 대중에게 익숙해지기 시작했습니다.

하지만 1302년 이탈리아에서 부검을 실시했다는 기록을 비롯하여 그 이전부터 과학수사는 행해지고 있었고 현재까지 눈부신 발전을 해왔습니다.

법과학에는 법의학, 유전자 감식학 등 다양한 분야가 있으며, 이 중 문서의 위·변조 등을 감정하는 분야를 문서감정이라고 합니다.

[MBC 신비한 TV 서프라이즈 2010.04.18]

1억4천만 파운드 위조 지폐 사건은? ... 실패로 돌아간 베른하르트 작전

1959년 토플리츠 호수를 탐사하던 잠수부들이 9개의 철재함을 발견했습니다. 그 철재함에는 어마어마한 양의 영국 지폐들이 들어 있었고, 이를 확인해본 결과 철재함 안에 든 영국 지폐는 모두 위조 지폐인 것으로 판명되었습니다.

2차 세계대전 당시 영국은 미국의 도움을 받을 정도로 경제 상황이 어려웠습니다. 그 당시 영국과 대립하고 있었던 독일은 영국 경제를 무너뜨리면 항복을 받아내기 쉬울 것이라고 생각하여 작전을 세웠습니다. 작전명은 베른하르트, 위조 지폐를 만들어 영국 상공에서 투하시키는 것이었습니다.

모든 준비가 끝났지만, 의견 충돌로 계획이 지연되었고, 독일의 항복으로 전쟁이 끝나게 되었습니다. 독일은 만들었던 위조 지폐를 호수에 버렸는데, 그 호수가 오스트리아의 토플리츠 호수였던 것입니다.



당시 생산된 위조 지폐는 1억 4천만 파운드. 한화 11조 9,900억원으로 당시 영국 국고에 저장된 돈의 4배였습니다. 경제학자들은 베른하르트 작전이 성공했다면 영국 경제가 완전히 붕괴됐을 것이라고 분석했습니다.

이처럼 위조 지폐는 경제에 매우 나쁜 영향을 미치기 때문에 이를 제조하거나 사용하는 것은 법으로 엄격히 금지하고 있습니다. 과학이 발달하면서 각 나라에서는 위조 지폐 만드는 것을 방지하기 위해 여러 가지 위조 방지 장치를 지폐에 숨겨놓았습니다. 어떤 장치들이 있을까요?

실험방법

[위조 방지 장치 확인하기] 천원권 지폐  개별 활동

한국은행 홈페이지에 가시면 동영상으로도 확인할 수 있습니다. - 교사용 자료 참조

- ★ 확인한 내용은 [CSI 과학수사대 카드]에 표시합니다.
- ★ **[주의!]** 자외선램프를 사용할 때, 사람의 눈을 향하지 않도록 주의합니다.
- ★ **[주의!]** 지폐를 훼손하지 않도록 주의합니다. (구김, 낙서 등)
- ★ **[준비물]** 천원권 지폐, 돈보기, 자외선 램프



1 숨은그림 (Watermark)

용지의 얇은 부분과 두꺼운 부분의 명암 차이를 이용하여 만든 숨은그림으로 빛에 비추어 보면 오른쪽 인물초상(퇴계 이황)과 같은 그림이 반대방향으로 나타남



2 돌출은화 (SPAS : Special Press and Soldering)

숨은그림의 일종이나 숨은그림보다 용지의 얇은 부분과 두꺼운 부분의 차이를 극대화 하여 선명도를 높여 빛에 비추어 보지 않고서도 액면숫자를 확인할 수 있음



3 요판잠상 (Intaglio Latent Image)

눈 위치에서 비스듬히 보면 숨겨져 있는 문자 'WON'이 나타나도록 한 특수 볼록 인쇄 방식



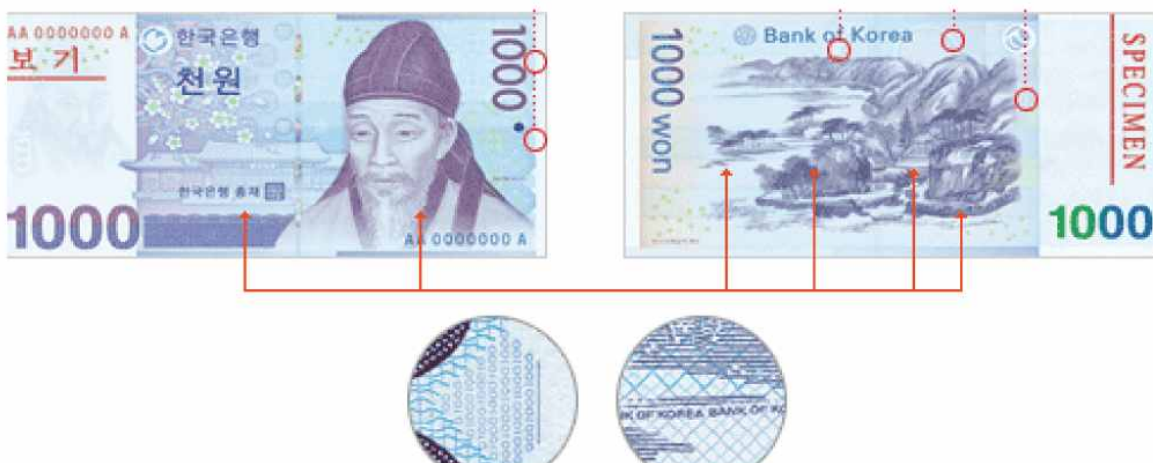
4 부분노출은선 (Windowed Security Thread)

용지의 내부 층에 홀로그램 문자("한국은행BOK")가 새겨진 얇은 플라스틱 필름 띠를 삽입하되 일정한 간격으로 부분 노출시킴



5 미세문자 (Micro Lettering)

육안으로는 잘 확인되지 않고 확대경 등을 사용해야만 확인 가능한 작은 문자로서 컬러복사 및 컬러프린터로 위조할 경우 이들 미세문자가 그대로 구현되지 않고 선이나 점선으로 나타남



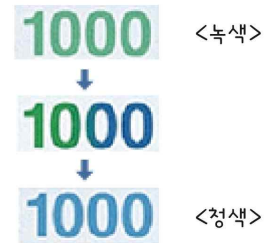
6 앞뒤판맞춤 (See Through Register)

앞면과 뒷면에 분할된 모양을 인쇄하여 빛에 비추어 보면 앞면과 뒷면의 무늬가 합쳐져 완성된 태극무늬가 나타남



7 색변환잉크 (CSI : Color Shifting Ink)

빛에 대한 반사 특성이 서로 다른 물질을 섞어 만든 특수잉크를 사용하여 보는 각도에 따라 액면숫자의 색상이 녹색에서 청색으로 변함



8 형광색사 (Fluorescent Security Fiber)

형광 빛을 내는 가느다란 특수 섬유를 은행권 용지속에 삽입한 것으로 자외선 형광램프를 비추면 여러 형광 빛을 내는 섬유가 용지 전체에 흩어져 있는 것을 확인할 수 있음



9 형광잉크 (Fluorescent Security Ink)

자외선을 비추면 명문당과 매화가 나타남



* 키트 구성품인 자외선램프로는 확인이 불가능합니다.
파장의 범위가 약 352 nm 인 자외선램프에서 확인 가능합니다.

10 이 외에 추가적인 장치

● 엔드리스(Endless) 무늬

은행권 가장자리에 일정한 무늬를 넣어 인쇄하는 기법으로 좌우상하 무늬를 서로 연결해 보면 일치함



● 무지개색 인쇄(Rainbow Printing)

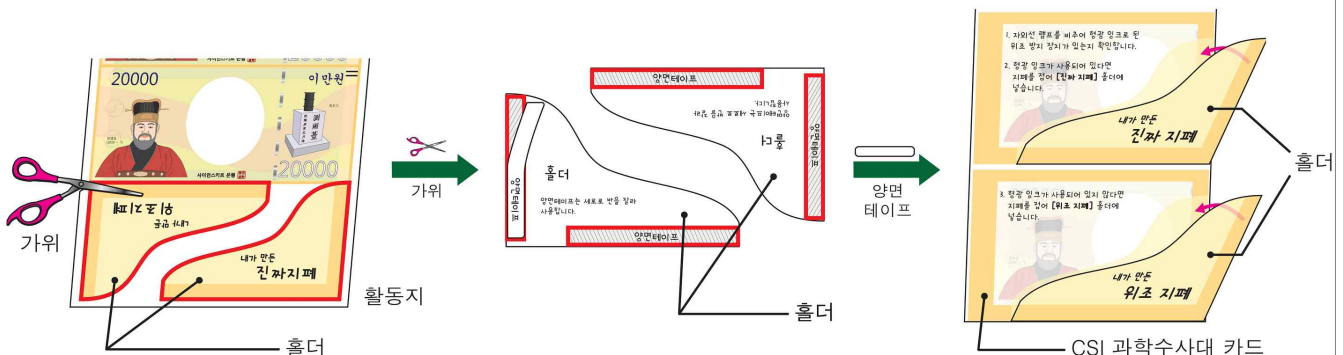
하나의 인쇄판에 서로 다른 잉크를 사용하여 색상이 자연스럽게 혼색되도록 하여 은행권에 무지개 색 효과가 나도록 하는 인쇄기법



[수사보고서 파일 만들기] 홀더 붙이기 개별 활동

1. 아래 그림을 참고하여 활동지에서 홀더 2개를 잘라 [CSI 과학수사대 카드]에 붙입니다.

★ 양면테이프를 세로로 잘라서 사용합니다.



[지폐 만들기] 진짜 지폐와 위조 지폐 개별 활동

형광잉크를 이용한 위조 방지 장치를 만들어보세요.

2. 활동지의 지폐 2장을 가위로 오려서 준비합니다.

3. 지폐의 뒷면에 표시된 부분에 이름을 적습니다.

★ 지폐 2장에 모두 이름을 적습니다.



4. 사인펜 등을 이용하여 2장의 지폐를 똑같이 꾸밉니다.

★ 2개의 지폐가 최대한 똑같이 보이도록 꾸밉니다.



<앞면>



<앞면>



<뒷면>



<뒷면>

5. 1장의 지폐에만 자유롭게 형광잉크펜으로 글씨를 쓰거나 그림을 그립니다.

★ 형광잉크를 이용하여 지폐에 위조 방지 장치를 만드는 과정입니다.

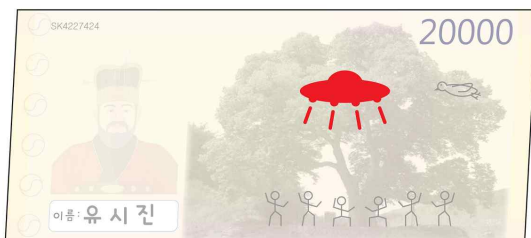
★ 사인펜으로 꾸민 부분에 형광잉크펜을 덧칠하면 번질 수 있으니 주의합니다.



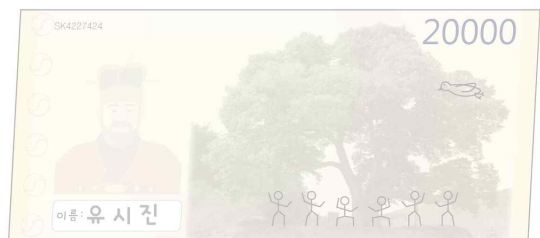
<앞면>



<앞면>



<뒷면>



<뒷면>

[위조 지폐 감별] 자외선램프를 이용하여 위조 지폐를 찾아라 ! 조별 활동

자외선램프로 위조 방지 장치가 있는지 확인해봅시다.

6. 친구에게 내가 만든 지폐 2장 중에서 위조 지폐를 찾아보게 합니다.

- ★ **[비밀엄수!]** 위조 지폐가 어떤 것인지 절대 말하지 않습니다.
- ★ 형광잉크펜으로 표시한 부분이 총 몇 개인지 찾아보는 게임을 해도 좋습니다.

7. 친구는 자외선램프를 이용하여 위조 지폐를 찾습니다.

- ★ 친구와 짝을 지어 서로 번갈아가며 위조 지폐를 찾습니다.

8. 친구가 찾은 지폐가 위조 지폐인지 확인하여 답을 알려줍니다.

9. 내가 만든 지폐를 접어서 [CSI 과학수사대 카드] 홀더에 끼웁니다.

10. [명예요원증]에 이름과 코드네임을 써서 완성합니다.



CSI 과학수사대 카드

실험시 주의사항

1. 자외선램프를 사용할 때, 사람의 눈을 향하지 않도록 주의합니다.
2. 지폐를 구기거나 낙서하는 등 훼손하지 않도록 주의합니다.

원리학습

오늘 사용한 형광잉크는 무색이기 때문에 평소엔 보이지 않지만, **자외선(UV)**을 비추면 나타납니다. 또한, 형광 잉크는 복사기로는 복사되지 않아 지폐나 수표, 상품권의 위조 방지 장치에 널리 사용되고 있습니다.

형광이란 물질이 에너지를 흡수했다가 빛의 형태로 에너지를 다시 방출하는 현상을 말합니다. 형광잉크 분자들은 자외선(UV)을 비추면 쉽게 흥분(들뜬 상태로 전이)합니다. 그리고 흥분하였던 분자가 진정(바닥 상태로 전이)하면서 빛을 방출하는데 이 빛을 우리가 보게 되는 것입니다.



친구가 만든 지폐 중에서 위조 지폐를 찾아낸 여러분을 오늘부터 CSI 과학수사대 명예요원으로 임명합니다.

느낀점

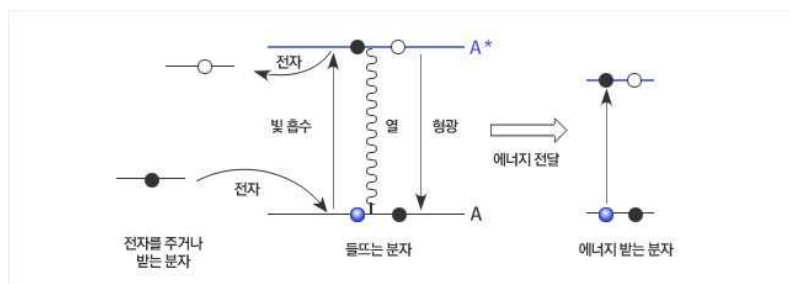
■ 교사용 실험 자료실 ■

실험 제목	CSI 과학수사대 『문서 감정』 · 위조 지폐 감별 ·			실험 원리	법의학, 위조 지폐 감별, 형광, 자외선
실험 시간	40분	실험 분야	화학, 물리	실험 방법	4인 1조, 조별실험
세트구성물	자외선램프-형광잉크펜(일체형), 활동지, 양면테이프, CSI 과학수사대 도안				
교사준비물	위조 지폐 감별용 자외선램프 (가능하면)			학생준비물	천원권 지폐, 돋보기, 가위, 필기도구, 사인펜
실험 결과	학생 1인당 과학수사대 카드와 자외선램프-형광잉크펜(일체형), 명예요원증을 각각 1개씩 가지고 갑니다.				
실험팁	* 한국은행 홈페이지 주소 - http://www.bok.or.kr/common/forged/main03.html				
	[위조 방지 장치 확인하기] 천원권 지폐 TIP 1. 제공되는 자외선램프-형광잉크펜(일체형)은 형광 색사는 확인할 수 있지만, 형광 잉크는 확인이 불가능합니다. 이는 학생들이 사용하는 문구제품이라 안전을 위해 <u>근자외선을 사용</u>하기 때문입니다. 위조 지폐 감별용 자외선램프(파장: 352 nm)는 당사 홈페이지에서 별도로 구매 가능합니다. [홈페이지 주소: http://www.sciencekit.co.kr] [지폐 만들기] 진짜 지폐와 위조 지폐 TIP 2. 진짜 지폐와 위조 지폐를 만들 때는 형광잉크를 제외한 나머지 부분을 똑같이 만들어야 하지만 수작업의 특성상 완전히 똑같이 만들 수 없습니다. 학생들에게 미리 알려주어 외관의 차이로 위조 진짜 지폐와 위조 지폐를 구별하는 일이 없도록 합니다.				

형광 [螢光, fluorescence] - 출처 : 네이버캐스트

빛을 흡수하여 들뜬 분자는 어떻게 되는가?

분자가 자외선이나 가시광선을 흡수하게 되면 바닥 상태에 있는 전자가 높은 에너지 상태로 들뜨게 된다. 흡수한 빛 에너지가, 결합에너지나 구조 변화를 일어나게 하는데 필요한 에너지보다 크다면, 일부 분자는 분해되거나 구조 변화를 일으키게 된다. 그렇지 않다면, 분자는 흡수된 빛 에너지를 보통 열에너지로 내어놓으면서 다시 바닥 상태로 되돌아간다. 그러나 어떤 분자들은 빛을 내면서 바닥 상태로 되돌아가는데, 이를 형광이라 한다. 형광은 흡수된 빛 에너지 보다 약간 적은 에너지의 빛으로 나온다. 분자의 진동 상태 때문에 형광 에너지는 흡광 에너지보다 적고, 따라서 흡수한 빛 보다 긴 파장에서 형광이 나온다.



빛을 흡수한 분자에서 일어나는 분자내 및 분자간 과정

위조 지폐나 문서의 감식에도 형광이 이용된다

지폐나 여권 등에는 위조 여부를 감식하기 위해 비밀스런 글이나 그림이 형광 물질로 그려져 있다. 여기에 사용되는 형광 잉크는 가시광선을 흡수하지 않기 때문에 색을 띠지 않아 그냥은 보이지 않는다. 그러나, 자외선을 쬔다면 이를 흡수하여, 이보다 장파장인 가시광선을 내어놓아 보이게 된다.

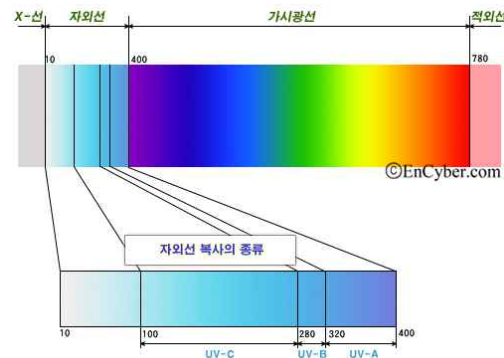


지폐에는 위조 방지를 위해 형광 물질을 이용한 그림을 넣는다.

자외선 [紫外線, ultraviolet rays]

태양광의 스펙트럼을 사진으로 찍었을 때, 가시광선보다 짧은 파장으로 눈에 보이지 않는 빛이다. 사람의 피부를 태우거나 살균작용을 하며, 과도하게 노출될 경우 피부암에 걸릴 수도 있다.

1801년 독일의 화학자 J.W.리터가 자외선이 가지는 사진작용[感光作用]에서 처음 발견하였다. 자외선은 파장이 약 397~10nm인 전자기파의 총칭으로서, 극단적으로 파장이 짧은 자외선은 x선과 거의 구별되지 않는다. 적외선을 열선이라고 하는데 대응하여 자외선은 화학작용이 강하므로 화학선이라 하기도 한다.



법과학의 분류 - 출처: 검찰 형사 지식 공개서비스

법과학감정·감식분야는 과학의 발전에 따라 얼마든지 새로운 분야를 개발할 수 있겠으나, 지금까지 개발되어 보편적으로 활용되고 있는 법과학감정·감식분야로는 9개의 분야로 ① 범의학 감정·감식 ② 물리학적 감정감식 ③ 생화학적 감정감식 ④ 문서감정 ⑤ 지문감정 ⑥ 음성 분석 ⑦ 중성자방사화분석(Neutron Activation Analysis) ⑧ 유전자감식 ⑨ 심리분석 등이 그것이다.

범의학적 감정·감식에는 변사체의 사인 규명, 사망시간 추정 등을 주임무로 하는 사체(死體)의 검안(檢案) 및 부검(剖檢), 장기조직검사의 분야, 개인식별, 연령·성별감정, 용의자 색출, 범행시간의 추정 등을 주임무로 하는 치흔·치아감정의 분야, 개인식별, 혈액형·혈청형, 정액 및 정충의 확인 등을 주임무로 하는 모발, 정액, 타액(唾液) 및 혈흔 감정 등의 분야가 있다.

물리학적 감정감식에는 물건의 성분, 함량등 분석, 증거물 동일 성 식별을 주임무로 하는 페인트, 족흔, 공구흔, 종이, 토양, 타이어흔, 유리, 폭발물, 총기, 석유 등 감정분야 사고때의 속도, 도로상태, 역학관계 등의 조사와 사고현장에서 수집한 증거물을 분석, 사고원인의 규명을 주 임무로 하는 교통사고 감정분야, 화재현장에서의 발화원인조사와 현장에서 채취한 시료(試料)를 分析하여 화재의 원인규명을 주임무로 하는 화재감식분야, 탄환, 탄피, 총신의 분석과 화약의 검출 등 을 통하여 범죄에 사용된 총기의 색출과 발사자, 발사거리, 각도를 규명등을 주임무로 하는 총기, 화약 감정분야가 있다.

생물학적 감정감식에는 함유성분, 유해여부, 부정식품, 환경오염 등인가를 식별하기 위한 부정의약품, 마약 및 한외마약, 대마초, 향정신성의약품, 식품, 살충제, 중금속(수은등), 독물 감정과 일산화탄소 중독, 음주 여부를 측정을 위한 혈액성분 감정 등을 주임무 로 하는 생화학감정 감식분야가 있다.

문서감정은 필적, 인영(印影), 유가증권·통화, 문서의 작성시기, 말소·타자문자 등의 위조, 변조여부, 작성자의 식별과 문서의 기재선후의 구별, 그리고 말소필흔(抹消筆痕)을 현출시키는 방법의 감정을 말한다.

지문감정은 잠재지문(潛在指紋)을 현출시키고 , 지문대조 를 통한 용의자식별, 동일인식별을 하며, 보관된 지문자료에 의한 대조, 검색을 한다.

음성분석은 음성을 지문과 같이 프린트한 성문을 분석하 여 협박·유괴등 형사사건의 범인을 식별하고, 감청된 대화내용을 분석하며, 대화자를 식별한다.

중성자방사화분석(Neutron Activation Analysis)은 모발, 토양, 페인트, 염료, 화학물질, 유리 등에 대한 종래의 화학적 물리적 분석 대신 중성자를 이용, 원소를 방사화하여 방사성 동위원소 의 양을 분석하고, 모발의 개인식별, 독성물질 검출, 공업제품 동일성, 환경오염원(汚染源) 추적 등을 행한다.

유전자감식은 혈흔, 정액, 타액, 모발 등으로 부터 사람 마다 고유한 DNA를 유전공학적인 기법으로 분리, 범인 및 동일인여부를 식별하고, 지문자료와 같이 유전자자료를 보관하여 유전자는행을 구축하여 범인을 색출한다.

심리분석은 거짓말탐지기, 음성강세분석기등 기기를 이용하거나 진술심리 또는 약물, 최면 등을 이용하여 진술의 진위 판단, 자백의 유도(誘導), 기억의 회복을 유도하는 범죄심리학적 분석 기법을 말한다. 심리분석은 질문기법의 연구, 소

년범, 성범죄자 등에 대한 심리분석등 범죄심리학의 전반적 분야를 포함한다.