

UNIVERSIDAD DE PUERTO RICO
Recinto de Río Piedras
Facultad de Estudios Generales
Departamento de Ciencias Físicas

Título: Ciencia de Materiales en el Arte

Título en inglés: Applied Material Science: Art

Codificación: CIFI 4074

Número de horas/crédito: 3 (Tres horas/semana de discusión, 45 horas totales)

Equivalencia en horas crédito para la carga académica del profesor: 3 créditos

Prerrequisitos, correquisitos y otros requerimientos: Ninguno

Descripción del curso

Curso interdisciplinario que cumple como componente de Educación General en Ciencias a los estudiantes de la Facultad de Ciencias Naturales. Se estudia el desarrollo histórico del concepto de enlace e interacción molecular, los enfoques teóricos para entender el comportamiento y compatibilidades de los compuestos químicos. Los conceptos epistemológicos son ejemplificados mediante las teorías de la formación de enlaces e interacciones moleculares. Se abordan las características y el uso de los materiales artísticos. El estudiante podrá entender cómo el conocimiento científico explica la compatibilidad y el deterioro de los materiales, o aspectos ambientales que aceleran su degradación. Se favorece el método dialógico mediante el estudio de casos reales. Incluye un proyecto teórico o práctico de investigación, relacionado con materiales empleados en el patrimonio cultural tangible. Se ofrece en modalidad presencial e híbrida.

Objetivos de aprendizaje

Este curso cumple con los objetivos generales del Departamento de Ciencias Físicas. Además, este curso tiene también por objetivos, que el estudiante pueda:

1. Definir en profundidad los diferentes tipos de enlaces químicos.
2. Relatar el desarrollo histórico del concepto de enlace químico estudiando los aportes de los principales científicos que investigaron este concepto.
3. Explicar los diferentes tipos de interacciones entre entidades químicas.
4. Relacionar los diferentes tipos de interacciones entre entidades químicas con las propiedades macroscópica de los materiales.
5. Clasificar los diferentes materiales empleados en las artes plásticas según sus características químico-físicas: compuestos orgánicos, inorgánicos, solventes,

- sales, compuestos moleculares, metales, aleaciones, polímeros, materiales cristalinos, materiales amorfos, etc.
6. Ser capaz de identificar las causas, a nivel microscópico, de los procesos de deterioro de los materiales.
 7. Aplicar la estructura conceptual de una definición, un dato, una hipótesis científica, una generalización empírica, una ley científica y de una teoría científica, para identificar, en los casos estudiados, los enunciados que respondan a ellas.
 8. Argumentar, utilizando hipótesis, procesos lógicos y evidencias empíricas en torno a los procesos utilizados en el campo de la conservación de artefactos de interés cultural y en el campo de las Ciencias Físicas.
 9. Comparar la estructura de un discurso desde las ciencias experimentales con la de discursos de otras disciplinas, tales como la Historia, la Arquitectura, la Historia del Arte y la Arqueología.
 10. Desarrollar competencias en el uso de tecnologías de información, a través del uso continuo de las mismas para preparar trabajos en clase.
 11. Comparar e integrar los aportes de las diferentes disciplinas a la resolución de un problema específico de conservación del patrimonio cultural.
 12. Contribuir de forma efectiva a la inclusión de compañeros estudiantes con diversidad funcional en el salón de clases.
 13. Al trabajar en equipo, hacer los acomodos necesarios para incluir compañeros estudiantes con diversidad funcional.

Bosquejo de contenido y distribución del tiempo

Algunos de los tópicos serán discutidos mediante el estudio de casos reales a lo largo del semestre, y estarán integrados dentro del estudio de esos casos. Según entienda conveniente, el profesor hará las adaptaciones oportunas respetando el tiempo dedicado a cada uno de los tópicos a seguir, que incluye las horas dedicadas a los exámenes y su discusión.

Bosquejo de contenido	Modalidad Presencial	Modalidad Híbrida
I – El desarrollo histórico-científico del “enlace químico” <ul style="list-style-type: none"> ● Introducción a la teoría atomística ● Teoría de la “afinidad química” ● Teoría dualista de la materia ● El surgimiento del concepto “enlace químico” ● Descubrimiento de la estructura molecular 	11.0 horas	11.0 horas (9.0 horas en línea)

<ul style="list-style-type: none"> ● Teorías para un concepto complejo: VSEPR (geometría molecular), enlaces de valencia (estructura molecular con pares de electrones localizados), teoría del orbital molecular (estructura con orbitales delocalizados), teoría del campo cristalino, teoría de campo de ligando, etc. ● Super-estructuras químicas complejas ● Simplificaciones prácticas: tendencias generales empleadas en química 		
<p>II - La naturaleza de la ciencia y la estructura del conocimiento científico empírico</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Acerca de ciencia y ciencias físicas ● Conceptos epistemológicos ● La estructura del método científico: obtención de generalizaciones empíricas científicas. ● Introducción a la estructura del método científico: <ul style="list-style-type: none"> ○ Naturaleza de las teorías científicas. ○ El método de investigación 	4.0 horas	4.0 horas (2.0 horas en línea)
<p>III – Aspectos ético-humanísticos relacionados a la ciencia en el arte</p> <ul style="list-style-type: none"> ● La importancia de la evaluación del estado de los materiales; ● La falsificación de los materiales y piezas; ● El muestreo: valoración de aspectos éticos; ● Uso, degradación y envejecimiento de objetos de interés cultural 	2.0 horas	2.0 horas (2.0 horas en línea)

<p>IV - Materiales en el arte: características, propiedades y deterioro</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Metales y aleaciones ● Piedras y minerales: construcción arquitectónica y estatuaria ● Cerámica, morteros y concreto ● Vidrio y esmalte vítreo ● Solventes y emulsiones ● Pigmentos y pinturas ● Plásticos y polímeros artificiales ● Madera y papel ● Adhesivos y pegas ● Textiles y materiales fibrosos ● Nanomateriales 	16.0 horas	16.0 horas (14.5 horas en línea)
<p>V – La ciencia experimental y los criterios en materiales y procesos de conservación</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Elección adecuada de tratamientos ● Materiales y procesos novedosos (nanomateriales, geles, láser, hielo seco, etc.) 	6.0 horas	6.0 horas (4.0 horas en línea)
<p>Exámenes</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Primer parcial y discusión del examen ● Segundo parcial y discusión del examen ● Tercer parcial y discusión del examen 	<p>2.0 horas 2.0 horas 2.0 horas</p>	<p>2.0 horas 2.0 horas 2.0 horas</p>
TOTAL DE HORAS	45.0 horas	45.0 horas (31.0 horas en línea - 70% del tiempo)

Proyectos de investigación sugeridos:

1. Microanálisis químico cualitativo
2. Conservación de obras poliméricas
3. Nuevos vidrios para nuevos usos
4. La modificación y la construcción de estructuras en superficies
5. Detección de agentes de deterioro químico en museos
6. El deterioro de fibras textiles

7. Desvanecimiento de los tintes orgánicos
8. Nuevos aditivos en pinturas
9. Nanomateriales en el arte
10. Metales: una aleación para cada ambiente

Actividades de campo sugeridas:

1. Visitas a talleres de artistas y exposiciones que trabajan con diferentes materiales (metales, madera, pintura, plásticos y resinas, fibras naturales, etc.)
2. Visitas a talleres dedicados a fabricación y conservación de artefactos (en la Facultad de Humanidades, en Bellos Oficios, en museos, privados, etc.).
3. Visitas a los laboratorios del Edificio de Ciencias Moleculares y de la Facultad de Ciencias Naturales.

Técnicas instruccionales

La interacción entre el profesor y el estudiante se da sobre una base dialógica de discusión y seminarios. Se le presenta al estudiante una selección de las definiciones fundamentales e hipótesis medulares de la teoría de enlaces discutiendo su origen histórico y posterior desarrollo. Se estimula la aplicación de los conceptos adquiridos para explicar los fenómenos químicos presentados por diferentes materiales de interés artístico. Se utiliza también el método de estudio de casos reales aplicados a objetos artísticos y/o históricos al abordar los diferentes tópicos del curso. Una marcada orientación individual o a pequeños grupos de estudiantes es fundamental para la adecuada consecución del proyecto investigativo. Hasta un 25% del curso podrá ser ofrecido mediante actividades a distancia; se ofrecerá también en la modalidad híbrida.

Presencial	Híbrido (además de las presenciales)
Estudios de casos	Video conferencias sincrónicas o asincrónicas
Conferencias	Videos y documentales con preguntas guía
Textos	Guías generales para visitas a talleres, galerías y museos
Foros de discusión virtuales o presenciales	Visitas virtuales a talleres, galerías y museos
Seminarios	
Discusión en salón	
Trabajos colectivos e individuales	
Investigación temática experimental	

Simulaciones	
Visitas guiadas a talleres, galerías y museos	
Videos y documentales comentados y con discusión participativa	

Recursos de aprendizaje e instalaciones mínimas disponibles o requeridos

El curso hará uso frecuente de recursos de aprendizaje asistidos por tecnologías tales como computadoras, Internet y equipo de proyección audiovisual. Las instalaciones disponibles para el curso son los salones de clase dotados de equipos audiovisuales y el Salón de Recursos Múltiples del Departamento. Se recomienda al profesor la interacción con el Museo de la Universidad, con el Centro de Caracterización de Materiales (MCC), que gestione visitas a laboratorios especializados en conservación o caracterización de materiales, museos, exposiciones, etc., según entienda conveniente. Se emplea material bibliográfico de libre acceso al público universitario.

Recurso	Presencial	Híbrido
Plataforma institucional de gestión de aprendizaje (Ej. Moodle)	Institución	Institución
Cuenta de correo electrónico institucional	Institución	Institución
Computadora con acceso a internet de alta velocidad	Institución/Estudiante	Institución/Estudiante
Equipo de proyección audiovisual	Institución	NA
Kit con muestras de materiales empleados en el Arte y Conservación de patrimonio	Institución	NA
E Equipos análisis químico-físico portátiles (aconsejable)	Institución	Institución
Equipos análisis químico-físico fijos (aconsejable)	Institución	Institución

Técnicas de evaluación

Se evaluará mediante exámenes parciales, trabajos cortos sobre temas específicos, y participación en el curso, hasta un total de 70 % de la calificación. El proyecto de investigación es parte sustancial de la nota y deberá ser trabajado durante todo el semestre bajo la orientación del profesor.

Presencial	Híbrido
Exámenes parciales60%	Exámenes parciales60%
Proyecto de investigación30%	Proyecto de investigación30%
Participación y trabajos cortos10%	Participación y trabajos cortos10%
Total.....100%	Total.....100%

Sistema de calificación

Se usará el sistema de evaluación cuantificable acordado por el Departamento de Ciencias Físicas, según la siguiente distribución:

100 - 88	→	A
87 - 75	→	B
74 - 60	→	C
59 - 47	→	D
46 - 0	→	F

Acomodo razonable

Según la Ley de Servicios Educativos Integrales para Personas con Impedimentos, todo estudiante que requiera acomodo razonable deberá notificarlo al profesor el primer día de clase. Los estudiantes que reciban servicios de Rehabilitación Vocacional deben comunicarse con el (la) profesor(a) al inicio del semestre para planificar el acomodo razonable y el equipo de asistencia necesario conforme a las recomendaciones de la Oficina de Servicios para Estudiantes con impedimentos (OSEI) del Decanato de Estudiantes. También aquellos estudiantes con necesidades especiales de algún tipo de asistencia o acomodo deben comunicarse con el (la) profesor(a). Si un alumno tiene una discapacidad documentada (ya sea física, psicológica, de aprendizaje o de otro tipo, que afecte su desempeño académico) y le gustaría solicitar disposiciones académicas especiales, éste debe comunicarse con la Oficina de Servicios para Estudiantes con Impedimentos (OSEI) del Decanato de Estudiantes, a fin de fijar una cita para dar inicio a los servicios pertinentes.

Integridad académica

La Universidad de Puerto Rico promueve los más altos estándares de integridad académica y científica. El Artículo 6.2 del Reglamento General de Estudiantes de la UPR (Certificación Núm. 13, 2009-2010, de la Junta de Síndicos) establece que “la deshonestidad académica incluye, pero no se limita a: acciones fraudulentas, la obtención de notas o grados académicos valiéndose de falsas o fraudulentas simulaciones, copiar total o parcialmente la labor académica de otra persona, plagiar total o parcialmente el trabajo de otra persona, copiar total o parcialmente las respuestas de otra persona a las preguntas de un examen, haciendo o consiguiendo que otro tome en su nombre cualquier prueba o examen oral o escrito, así como la ayuda o facilitación para que otra persona incurra en la referida conducta”. Cualquiera de estas acciones estará sujeta a sanciones disciplinarias en conformidad con el procedimiento disciplinario establecido en el Reglamento General de Estudiantes de la UPR vigente. Para velar por la integridad y seguridad de los datos de los usuarios, todo curso híbrido y en línea deberá ofrecerse mediante la plataforma institucional de gestión de aprendizaje, la cual utiliza protocolos seguros de conexión y autenticación. El sistema autentica la identidad del usuario utilizando el nombre de usuario y contraseña asignados en su cuenta institucional. El usuario es responsable de mantener segura, proteger, y no compartir su contraseña con otras personas.

Prohibición de hostigamiento sexual

"La Universidad de Puerto Rico prohíbe el discrimen por razón de sexo y género en todas sus modalidades, incluyendo el hostigamiento sexual. Según la Política Institucional contra el Hostigamiento Sexual en la Universidad de Puerto Rico, Certificación Núm. 130, 2014-2015 de la Junta de Gobierno, si un estudiante está siendo o fue afectado por conductas relacionadas a hostigamiento sexual, puede acudir ante la Oficina de la Procuraduría Estudiantil, el Decanato de Estudiantes o la Coordinadora de Cumplimiento con Título IX para orientación y/o presentar una queja".

Traducción del texto:

"The University of Puerto Rico prohibits discrimination based on sex, sexual orientation, and gender identity in any of its forms, including that of sexual harassment. According to the Institutional Policy Against Sexual Harassment at the University of Puerto Rico, Certification Num. 130, 2014-2015 from the Board of Governors, any student subjected to acts constituting sexual harassment, must turn to the Office of the Student Ombudsperson, the Office of the Dean of Students, and/or the Coordinator of the Office of Compliance with Title IX for an orientation and/or a formal complaint. "

Plan de contingencia en caso de una emergencia

En caso de surgir una emergencia o interrupción de clases, su profesor/a se comunicará vía correo electrónico institucional para coordinar la continuidad del ofrecimiento del curso.

Bibliografía

Andretta, M., Coppola, F., & Seccia, L. (2016). Investigation on the interaction between the outdoor environment and the indoor microclimate of a historical library. *Journal of Cultural Heritage*, 17, 75–86. doi: 10.1016/j.culher.2015.07.002

Asbury, J. B., Steinel, T., & Fayer, M. D. (2004). *Hydrogen Bond Networks: Structure and Evolution after Hydrogen Bond Breaking†*. *The Journal of Physical Chemistry B*, 108(21), 6544–6554. doi:10.1021/jp036600c

Baglioni, P., Berti, D., Bonini, M., Carretti, E., Perez, M. D. C. C., Chelazzi, D., ... Arroyo., M. C. (2012). Gels for the Conservation of Cultural Heritage. *MRS Proceedings*, 1418. doi: 10.1557/opl.2012.97

Baglioni, P., Berti, D., Bonini, M., Carretti, E., Dei, L., Fratini, E., & Giorgi, R. (2014). Micelle, microemulsions, and gels for the conservation of cultural heritage. *Advances in Colloid and Interface Science*, 205, 361–371. doi: 10.1016/j.cis.2013.09.008

Ball, P. (2011). *Beyond the bond*. *Nature*, 469(7328), 26–28. doi:10.1038/469026a

Bantz, D. A. (1980). *The Structure of Discovery: Evolution of Structural Accounts of Chemical Bonding*. *Boston Studies in the Philosophy of Science*, 291–329. doi:10.1007/978-94-009-9015-9_16

Barker, V., & Millar, R. (2000). *Students' reasoning about basic chemical thermodynamics and chemical bonding: what changes occur during a context-based post-16 chemistry course?* *International Journal of Science Education*, 22(11), 1171–1200. doi:10.1080/09500690050166742

Brock, W. H., & Brock, W. H. (1993). *The Norton history of chemistry*. New York: Norton. ISBN-13: 978-0393310436; ISBN-10: 0393310434

Cavaleri, T., Buscaglia, P., Migliorini, S. *et al.* (2017) Pictorial materials database: 1200 combinations of pigments, dyes, binders and varnishes designed as a tool for heritage science and conservation. *Appl. Phys. A* 123, 419. <https://doi.org/10.1007/s00339-017-1031->

Costa, V., (2019). *Modern Metals in Cultural Heritage*. Los Angeles: Getty Conservation Institute.

Cultural Heritage Conservation and Environmental Impact Assessment by Non-Destructive Testing and Micro-Analysis. CRC Press. doi: 10.1201/9781482283983

Desiraju, G. R. (2010). *A Bond by Any Other Name. Angewandte Chemie International Edition*, 50(1), 52–59. doi:10.1002/anie.201002960

Dyar, M. D., Gunter, M. E., & Tasa, D. (2008). *Mineralogy and optical mineralogy*. Chantilly (Va.): Mineralogical Society of America

Frailich, M., Kesner, M., & Hofstein, A. (2009). *Enhancing students' understanding of the concept of chemical bonding by using activities provided on an interactive website. Journal of Research in Science Teaching*, 46(3), 289–310. doi:10.1002/tea.20278

Hermens, E., Fiske, T. (2009). *Art, Conservation and Authenticities: Material, Concept, Context*. Londres, Reino Unido: Archetype Publications. ISBN-13: 978-1904982517.

Hund, F. (1977). Early History of the Quantum Mechanical Treatment of the Chemical Bond. *Angewandte Chemie International Edition in English*, 16(2), 87–91. doi: 10.1002/anie.197700871

Instituto del Patrimonio Histórico Español. (2008). *La ciencia y el arte. Ciencias experimentales y conservación del patrimonio histórico*. Madrid, España: Ministerio de la Cultura. Publicaciones. ISBN-13: 978-8481813593.

Klein, D. J. (1983). *Valence bond theory for conjugated hydrocarbons. Pure and Applied Chemistry*, 55(2), 299–306. doi:10.1351/pac198855020299

Kohler, R. E. (1971). *The Origin of G. N. Lewis's Theory of the Shared Pair Bond. Historical Studies in the Physical Sciences*, 3, 343–376. doi:10.2307/27757322

Kollman, P. A., & Allen, L. C. (1972). *Theory of the hydrogen bond. Chemical Reviews*, 72(3), 283–303. doi:10.1021/cr60277a004

Lehn, J. (1993). Supramolecular chemistry. *Science*, 260(5115), 1762–1763. doi: 10.1126/science.8511582

Letardi, P. (2013). Electrochemical measurements in the conservation of metallic heritage artefacts: an overview. *Corrosion and Conservation of Cultural Heritage Metallic Artefacts*, 126–148. doi: 10.1533/9781782421573.2.126

Machado, C., Machado, A., Palomar, T., Alves, L. C., & Vilarigues, M. (2019). Debitus grisailles for stained-glass conservation: an analytical study. *Conservar Património*, 34, 65–72. <https://doi.org/10.14568/cp2018067>

Moutinho, S., Costa, C., Andrejkovičová, S., Mariz, L., Sequeira, C., Terroso, D., Rocha, F., & Velosa, A. (2020). Assessment of properties of metakaolin-based geopolymers applied in the conservation of tile facades. *Construction and Building Materials*, 259, 119759. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.119759>

Mulliken, R. S. (1978). *Chemical Bonding. Annual Review of Physical Chemistry*, 29(1), 1–31. doi:10.1146/annurev.pc.29.100178.000245

Oganov, A. R., Lyakhov, A. O., & Valle, M. (2011). *How Evolutionary Crystal Structure Prediction Works—and Why*. *Accounts of Chemical Research*, 44(3), 227–237. doi:10.1021/ar10013

Othman, J., Treagust, D. F., & Chandrasegaran, A. L. (2008). *An Investigation into the Relationship between Students' Conceptions of the Particulate Nature of Matter and their Understanding of Chemical Bonding*. *International Journal of Science Education*, 30(11), 1531–1550. doi:10.1080/09500690701459897

Özmen, H. (2004). *Some Student Misconceptions in Chemistry: A Literature Review of Chemical Bonding*. *Journal of Science Education and Technology*, 13(2), 147–159. doi:10.1023/b: jost.0000031255.92943.6d

Pauling, L. (1931). The Nature of The Chemical Bond. Application of Results Obtained from The Quantum Mechanics and from a Theory of Paramagnetic Susceptibility to The Structure of Molecules. *Journal of the American Chemical Society*, 53(4), 1367–1400. doi: 10.1021/ja01355a027

Pauling, L. (1931). The Nature of the Chemical Bonding. II. The one-electron bond and the three-electron bond. *Journal of the American Chemical Society*, 53(9), 3225–3237. doi:10.1021/ja01360a004

Pearson, R. G. (1969). Symmetry rule for predicting molecular structures. *Journal of the American Chemical Society*, 91(18), 4947–4955. doi:10.1021/ja01046a001

Pelosi, C., Fodaro, D., Sforzini, L., Falcucci, C., Baraldi, P. (2016). The terracotta modelli of Palazzo Venezia in Rome: Investigation of the constituent materials for fundamental knowledge and to aid conservation decisions. *Studies in Conservation*, 62(5), 266–282. <https://doi.org/10.1179/2047058415y.0000000021>

Reinprecht, Ladislav. *Wood Deterioration, Protection, and Maintenance*. Wiley Blackwell, 2016.

Salvador, C., Bordalo, R., Silva, M. *et al.* On the conservation of easel paintings: evaluation of microbial contamination and artists materials. *Appl. Phys. A* 123, 80 (2017). <https://doi.org/10.1007/s00339-016-0704-5>

Samorì, C., Galletti, P., Giorgini, L., Mazzeo, R., Mazzocchetti, L., Prati, S., ... Tagliavini, E. (2016). The Green Attitude in Art Conservation: Polyhydroxybutyrate-based Gels for the Cleaning of Oil Paintings. *Chemistry Select*, 1(15), 4502–4508. doi: 10.1002/slct.201601180

Shanefield, Daniel J. *Organic Additives and Ceramic Processing: with Applications in Powder Metallurgy, Ink, and Paint*. Kluwer Academic Publishers, 1999.

Sperling, L.H. *Introduction to Physical Polymer Science*. Wiley, 2006.

Streitwieser, A. (2013). *Molecular Orbital Theory for Organic Chemists. Pioneers of Quantum Chemistry*, 275–300. doi:10.1021/bk-2013-1122.ch009

Shelby, J. E. *Introduction to Glass Science and Technology*. Royal Society of Chemistry, 2005.

Sutcliffe, B. T. (1992). The chemical bond and molecular structure. *Journal of Molecular Structure: THEOCHEM*, 259, 29–58. doi: 10.1016/0166-1280(92)87004-j

Ul-Islam, Shahid, and B. S. Butola. *Advanced Functional Textiles and Polymers: Fabrication, Processing and Applications*. John Wiley & Sons, Inc., 2019.

Volf Milős Bohuslav. *Chemical Approach to Glass*. Igneous Glassworks, 2011.

Wang, Y., Wang, Y., Breed, D. R., Manoharan, V. N., Feng, L., Hollingsworth, A. D., ... Pine, D. J. (2012). Colloids with valence and specific directional bonding. *Nature*, 491(7422), 51–55. doi: 10.1038/nature11564

van Grieken, R. (Ed.), Janssens, K. (Ed.). (2005). *Cultural Heritage Conservation and Environmental Impact Assessment by Non-Destructive Testing and Micro-Analysis*. London: CRC Press, <https://doi.org/10.1201/9781482283983>

Videos cortos disponibles en red:

<https://www.youtube.com/watch?v=TFhKZv-fgXs> (Carnegie Museum)

https://www.youtube.com/watch?v=z-7BKDfaZpg&list=PLbE_QrapFjpSzdgSyu1pE5OWMJxMpuy86 (conservación en el MET)

https://www.youtube.com/watch?v=cZI_QubsqWU (restauración Capilla Sixtina)

<https://www.youtube.com/watch?v=4MFL6RDfCms> (*The Discovery & Restoration of Leonardo da Vinci's Long-Lost Painting "Salvator Mundi"*)

<https://www.youtube.com/watch?v=UeDG8XDt2mc> (The Art and Science of Conservation: Behind the Scenes at the Freer Gallery of Art)

<https://www.youtube.com/watch?v=tITxbfvsL4o> (ACS: What Chemists Do-Art Conservation Science-Part 1)

<https://www.youtube.com/watch?v=Qn5TAySC46w> (ACS: What Chemists Do-Art Conservation Science-Part 2 XRD)

<https://www.youtube.com/watch?v=jKZyiB4t6G0> (ACS: What Chemists Do-Art Conservation Science-Part 3 GC-MS)

https://www.youtube.com/watch?v=AYZv_AADTr4 (Buffalo State Univ. - Art Conservation Department: Paper Specialization)

<https://www.youtube.com/watch?v=CtiKkJrB-ag> (The Chemistry of Color)

<https://www.youtube.com/watch?v=vYN-anlXcBs> (When science meets art | Fabian Oefner | TEDxWarwick)

<https://www.youtube.com/watch?v=tK0h7dmDYjA> (Solve it with Science - the chemistry of art conservation)

<https://www.youtube.com/watch?v=odeG3HBEpSQ> (Microscopically reweaving a 1907 painting | CONSERVATION STORIES)

https://www.youtube.com/watch?v=U4Byoct7VIU&list=PLsc7hDuLlcV98o6ZMaL9G_7IfHXfNhFru (The Department of Scientific Research at The Metropolitan Museum of Art)

<https://www.youtube.com/watch?v=cDwweVP24oM> (Master | Conservation and Restoration of Cultural Heritage | University of Amsterdam)