

Open Schools Journal for Open Science

Vol 6, No 1 (2023)

Open Schools Journal for Open Science - Special Issue -Πρακτικά του «3ου Μαθητικού Συνεδρίου Έρευνας και Επιστήμης»



Η ηλιακή ακτινοβολία επιδρά στην αλλοίωση χρωμάτων.

Asimina Axarli

doi: [10.12681/osj.31979](https://doi.org/10.12681/osj.31979)

Copyright © 2023, Asimina Axarli



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

To cite this article:

Axarli, A. (2023). Η ηλιακή ακτινοβολία επιδρά στην αλλοίωση χρωμάτων. *Open Schools Journal for Open Science*, 6(1). <https://doi.org/10.12681/osj.31979>

Η ηλιακή ακτινοβολία επιδρά στην αλλοίωση χρωμάτων.

Αξαρχή Ασημίνα

Αμερικανικό Κολλέγιο Ανατόλια, Θεσσαλονίκη

20161008@student.anatolia.edu.gr

Επιβλέπων Καθηγητής: Αξαρχής Στυλιανός

Φυσικός ΠΕ04.01, Αμερικανικό Κολλέγιο Ανατόλια

axarlis@anatolia.edu.gr

Περίληψη

Στην έρευνα αυτή μελετήθηκε η τάση ορισμένων χρωμάτων να ξεθωριάζουν σε σχέση με άλλα και πώς διαφορετικά είδη χαρτιού και φωτισμού επηρεάζουν το παραπάνω φαινόμενο.

Εκτυπώσαμε, σε χαρτί διαστάσεων A4, 6 χρώματα (κόκκινο, κίτρινο, πορτοκαλί, πράσινο, μπλε και ιώδες). Ένα χαρτί έμεινε στο σκοτάδι και ένα άλλο έμεινε εκτεθειμένο στον ήλιο για 2 μήνες. Με τη βοήθεια της εφαρμογής Physics ToolBox ελέγχθηκε η διαφορά των χρωματισμών στο διάστημα των δύο μηνών. Πραγματοποιήθηκε η ίδια διαδικασία με διαφορετικά υλικά, με ανεξάρτητη μεταβλητή το είδος του μελανιού .

Διαπιστώθηκε πώς η έκθεση στην ηλιακή ακτινοβολία επηρεάζει με διαφορετικό τρόπο τα διάφορα χρώματα. Επίσης οι τιμές της υγρασίας, της θερμοκρασίας και η ποσότητα των ακτίνων UV επηρεάζουν με διαφορετικό τρόπο τα χρώματα.

Λέξεις κλειδιά: Ηλιακή ακτινοβολία, χημική σύνθεση, χρώματα, είδη χαρτιού.

Εισαγωγή

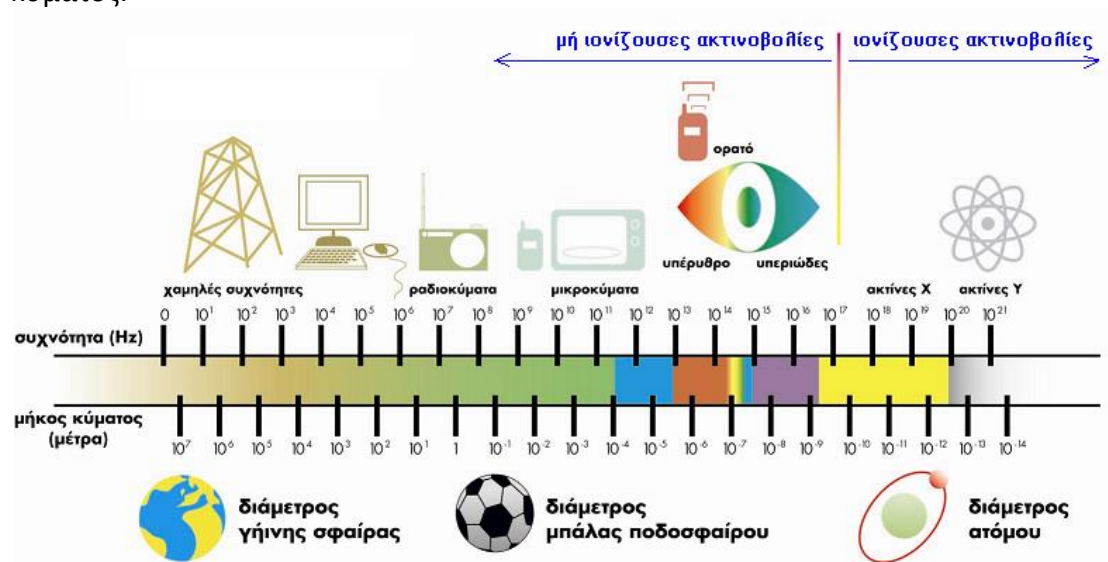
Μια πολύπλοκη χημική αντίδραση, που ξεκινά από την επίδραση της υπεριώδους ηλιακής ακτινοβολίας, ευθύνεται για την χρωματική αλλοίωση μερικών από τους πίνακες του διάσημου ζωγράφου Vincent Willem van Gogh , στους οποίους τα φωτεινά κίτρινα γίνονται καφέ. Μια ομάδα Ιταλών, Ολλανδών, Βέλγων και Γάλλων επιστημόνων, δημοσίευσαν τη σχετική μελέτη στο περιοδικό χημείας "Analytical Chemistry" της Αμερικανικής Χημικής Εταιρίας, σύμφωνα με το BBC και το Γαλλικό Πρακτορείο, συνιστούν στα μουσεία και τους συλλέκτες να προστατεύσουν τους πίνακες, όσο είναι δυνατό, από το φως του ήλιου. Οι ερευνητές εντόπισαν το πρόβλημα χρησιμοποιώντας τις πιο σύγχρονες μεθόδους, κυρίως ισχυρές ακτίνες-Χ,

100 φορές πιο λεπτές από μια ανθρώπινη τρίχα, οι οποίες δημιουργούνται στις εγκαταστάσεις του Ευρωπαϊκού Σύγχροτρου, στη Grenoble της Γαλλίας. Το ηλιακό φως μπορεί να διεισδύσει μόνο σε βάθος ελάχιστων μικρομέτρων (μm) στο χρώμα του πίνακα, παρόλα αυτά πυροδοτεί μια άγνωστη μέχρι τώρα χημική αντίδραση, που μετατρέπει το κίτρινο χρώμα σε καφέ. Η αντίδραση συμβαίνει στο τρομερά λεπτό στρώμα, όπου το χρώμα συναντά το βερνίκι. Η Διεύθυνση Συντήρησης και Αποκατάστασης έργων τέχνης της Εθνικής Πινακοθήκης επισημαίνει ότι η υπεριώδης ακτινοβολία που περιέχεται στις ηλιακές ακτινοβολίες, επιταχύνει όλους τους μηχανισμούς φθοράς. Έτσι είναι συνυπεύθυνη για χρωματικές αλλοιώσεις του βερνικιού, των συνδετικών μέσων και των χρωστικών στα έργα τέχνης.

Θεωρητική προσέγγιση του προβλήματος

Ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία

Όταν λέμε ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, εννοούμε την ενέργεια που διαδίδεται με τά ηλεκτρομαγνητικά κύματα, δηλαδή από ένα ηλεκτρικό πεδίο και ένα μαγνητικό πεδίο (ηλεκτρομαγνητικό πεδίο), τά οποία κινούνται ταυτόχρονα και κάθετα μεταξύ τους, από την πηγή που τά παρήγαγε προς κάθε κατεύθυνση στο χώρο και χωρίς να έχουν ανάγκη κάποιου μέσου διαδόσεως. Κοινό χαρακτηριστικό όλων των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων είναι η ταχύτητα, 300.000 Km/s , ενώ αυτό που τά διαφοροποιεί είναι η συχνότητα και το μήκος κύματος. Η συχνότητα πρακτικά είναι το πλήθος των κυμάτων που διέρχονται από ένα συγκεκριμένο σημείο ανά δευτερόλεπτο, ενώ ταυτίζεται με την συχνότητα με την οποία πάλλεται ένα δίπολο, το οποίο αποτελεί και την αιτία – πηγή του ηλεκτρομαγνητικού κύματος.



Σχήμα 1: Ηλεκτρομαγνητικό φάσμα (<https://www.eett.gr/opencms/opencms>)

Υπεριώδης ακτινοβολία

Υπεριώδης ακτινοβολία (υπέρ το ιώδες χρώμα, πάνω από την συχνότητα του ιώδους χρώματος) ονομάζεται η περιοχή της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας της οποίας το μήκος κύματος στο κενό κυμαίνεται περίπου μεταξύ 380nm και 60 nm. Κύρια πηγή υπεριώδους ακτινοβολίας είναι ο ήλιος. Φτάνει στη γη μέσω της επανεκπομπής της από τη στρατόσφαιρα. Είναι επικίνδυνη ακτινοβολία και το στρώμα του όζοντος προστατεύει την επιφάνεια της γης από αυτήν. Αυτός είναι ο λόγος που η τρύπα του όζοντος είναι σοβαρό οικολογικό πρόβλημα.

Υπάρχουν τρία είδη υπεριώδους ακτινοβολίας:

UV-A: Αυτή η ακτινοβολία κυμαίνεται στο κενό μεταξύ 315nm και 400nm. Είναι υπεύθυνη για τα βαθιά εγκαύματα και μελανώματα και δεν σταματάει με απλά αντιηλιακά αλλά ούτε με τζάμι.

UV-B: Αυτή η ακτινοβολία κυμαίνεται στο κενό μεταξύ 280nm και 315 nm. Είναι και αυτή επικίνδυνη, αλλά προσφέρει το μαύρισμα και την βιταμίνη D, αλλά είναι πιθανό να προκαλέσει και επιφανειακά εγκαύματα που μπορεί να προκαλέσουν βασικοκυτταρικά και πλακωδωκυτταρικά καρκινώματα.

UV-Γ: Αυτή η ακτινοβολία κυμαίνεται στο κενό μεταξύ 40 nm και 280 nm . Είναι το πιο επικίνδυνο είδος της υπεριώδους ακτινοβολίας, καθώς με αυτήν έχουν επιτευχθεί εργαστηριακά μεταλλάξεις.

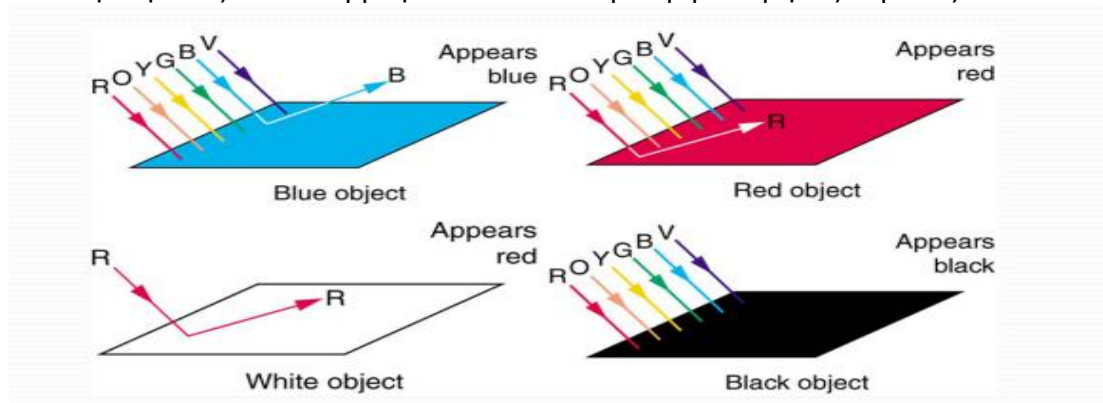
Το φαινόμενο

Ο τεχνικός όρος για την εξασθένιση των χρωμάτων είναι η φωτοαποδόμηση.



Σχήμα 2: Φωτοαποδόμηση

Υπάρχουν χρωματισμένα απορροφητικά σώματα που ονομάζονται χρωμοφόρα. Τα χρώματα που βλέπουμε στο σχήμα 3 βασίζονται στους χημικούς δεσμούς και την ποσότητα φωτός που απορροφάται σε ένα συγκεκριμένο μήκος κύματος.



Σχήμα 3: Απορρόφηση χρωμάτων (ΤΕΙ Καβάλας, Τμήμα Δασοπονίας και Διαχείρισης Φυσικού Περιβάλλοντος)

Οι ακτίνες UV-A προκαλούν σοβαρές μακροπρόθεσμες βλάβες. Διεισδύουν και καταστρέφουν τα χαλιά, τα υφάσματα, τις επενδύσεις παραθύρων, τις επενδύσεις τοίχων και τα έπιπλα από ξύλο.

Οι ακτίνες UV-B λεύκανουν γρήγορα και καίνε τα χρώματα της επιφάνειας.

Πειραματικό μέρος

1^ο πείραμα

Πρώτα, επιλέξαμε τρεις διαφορετικούς τύπους χαρτιού : λευκή κόλλα διαστάσεων A4, χαρτόνι συσκευασίας και χαρτοπετσέτα.

Προσθέσαμε δύο σταγόνες μελανιού σε κάθε τύπο χαρτιού. Τα χρώματα που χρησιμοποιήσαμε ήταν μπλε και πράσινο. Τα διαφορετικά χρώματα μελανιών που χρησιμοποιήσαμε ήταν της ίδιας μάρκας.

Αφήσαμε τα υλικά για επτά ημέρες κάτω από τεχνητό φωτισμό εσωτερικού χώρου, χωρίς οποιοδήποτε άλλο τύπο φωτισμού στο δωμάτιο. Ο φωτισμός που χρησιμοποιήσαμε ήταν ο ίδιος με όλα τα διαφορετικά χαρτιά (λάμπα πυρακτώσεως).

Τα χαρτιά αφήθηκαν κάτω από το φως την ίδια χρονική στιγμή.

Η θερμοκρασία στο δωμάτιο ήταν σταθερή.



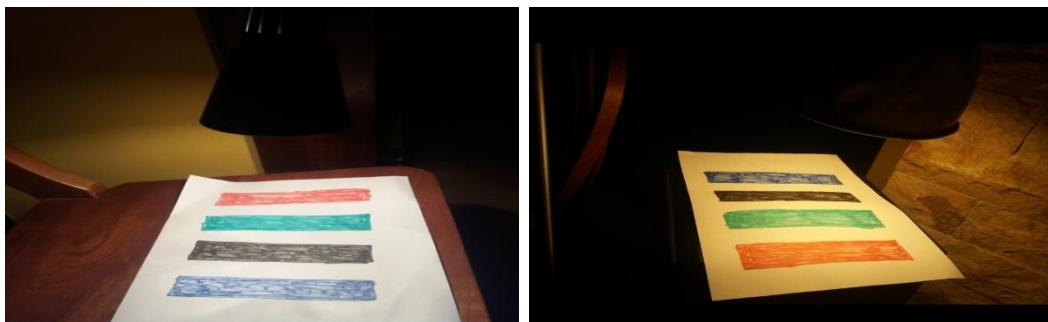
Σχήμα 4: 1^ο πείραμα

2^ο πείραμα

Αρχικά, επιλέξαμε τέσσερις μαρκαδόρους με διαφορετικά χρώματα (κόκκινο, πράσινο, μαύρο, μπλε). Οι μαρκαδόροι που χρησιμοποιήσαμε ήταν της ίδιας μάρκας. Στη συνέχεια, πήραμε δύο λευκές κόλλες διαστάσεων A4 και σχεδιάσαμε τέσσερις χοντρές γραμμές.

Αφήσαμε τα υλικά για επτά ημέρες κάτω από τεχνητό φωτισμό εσωτερικού χώρου, χωρίς οποιοδήποτε άλλο τύπο φωτισμού στο δωμάτιο. Ο φωτισμός που χρησιμοποιήσαμε ήταν λάμπα LED για το πρώτο και λάμπα πυρακτώσεως για το δεύτερο. Οι λάμπες είχαν την ίδια ισχύ. Τα χαρτιά αφέθηκαν κάτω από το φως την ίδια χρονική στιγμή.

Η θερμοκρασία στο δωμάτιο ήταν σταθερή.



Σχήμα 5: 2^ο πείραμα

3^ο πείραμα

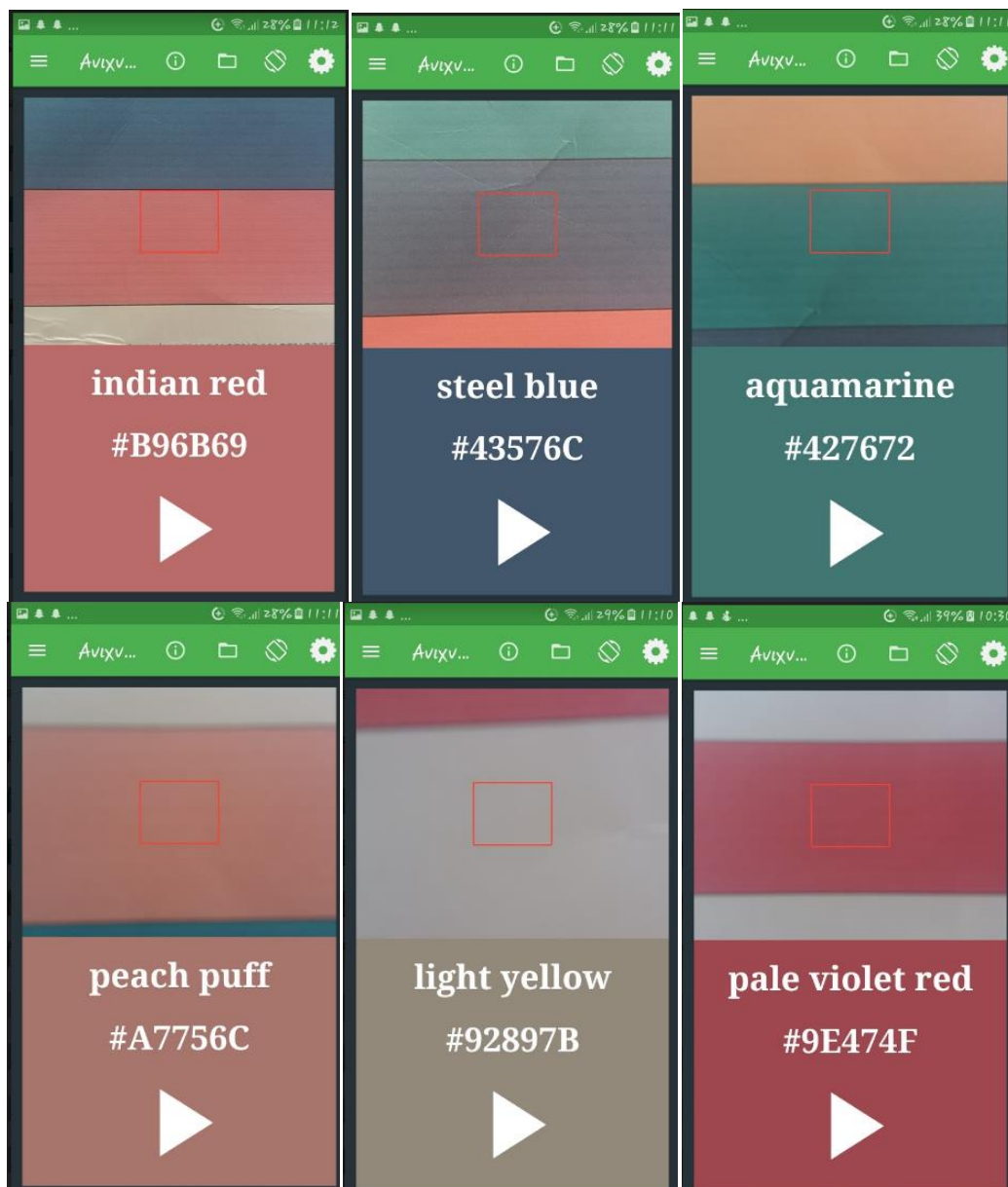
Εκτυπώσαμε, σε δύο κόλλες διαστάσεων A4, 6 χρώματα (κόκκινο, κίτρινο, πορτοκαλί, πράσινο, μπλε και ιώδες) με τη βοήθεια ενός inkjet εκτυπωτή.

Ένα χαρτί έμεινε στο απόλυτο σκοτάδι και ένα άλλο έμεινε εκτεθειμένο στον ήλιο για 2 μήνες.



Σχήμα 6: 3^ο πείραμα

Με τη βοήθεια της εφαρμογής Physics ToolBox ελέγχθηκε η διαφορά των χρωματισμών σε όλα τα παραπάνω πειράματα.



Σχήμα 6: Εφαρμογή Physics ToolBox

Το κόκκινο, το πορτοκαλί, το κίτρινο και το πράσινο απορροφούν περισσότερο την ενέργεια της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας σε σύγκριση με το μπλε και το ιώδες. Αυτός είναι και η βασική αιτία της αλλοίωσης αυτών των χρωμάτων σε σύγκριση με το μπλέ και το ιώδες.

Συμπεράσματα

Οι εκτυπωμένες σελίδες ξεθωριάζουν στο άμεσο ηλιακό φως.
Η αλλοίωση των χρωμάτων ήταν διαφορετική στα διάφορα είδη χαρτιών.
Η φωτοαποδόμηση ήταν διαφορετική και στα διάφορα είδη λαπτήρων.

Οι υπεριώδεις ακτίνες μπορούν να διαλύσουν τους χημικούς δεσμούς και έτσι να ξεθωριάσουν τα χρώματα σε ένα αντικείμενο.

Ορισμένα αντικείμενα ενδέχεται να είναι πιο επιρρεπή στο ξεθώριασμα, όπως βαμμένα υφάσματα και νερομπογιές.

Άλλα αντικείμενα ενδέχεται να αντανακλούν το φως περισσότερο, γεγονός που τα καθιστά λιγότερο επιρρεπή στο ξεθώριασμα.

Η αλλοίωση των χρωμάτων είναι αποτέλεσμα της επίδρασης της ηλιακής ακτινοβολίας και σε μικρότερο βαθμό επιδρά ο εσωτερικός τεχνητός φωτισμός, η υγρασία και η κακή σταθεροποίηση των χρωμάτων.

Επίλογος

Λόγω των σύγχρονων νόμων ελέγχου της ρύπανσης, οι βαφές που χρησιμοποιούνται σε υφάσματα, χρώματα, χρωστικές ξύλου και επιστρώσεις έχουν διαμορφωθεί ώστε να έχουν ελάχιστη επίδραση στο περιβάλλον μας. Δυστυχώς όμως, μερικά από αυτά τα υλικά είναι λιγότερο σταθερά από τις βαφές, τα χρώματα, τις χρωστικές και τις επικαλύψεις που έχουν χρησιμοποιηθεί στο παρελθόν. Αυτό συμβαίνει επειδή τα παλαιότερα υλικά βασίζονταν συνήθως σε διαλύτες. Ενώ τα προϊόντα με βάση το νερό που χρησιμοποιούμε σήμερα είναι πιο φιλικά προς το περιβάλλον, όμως είναι πιο ευάλωτα στο ξεθώριασμα με το πέρασμα του χρόνου.

Οι επιστήμονες συνεχίζουν τα πρωτοποριακά πειράματά τους με σκοπό την πρόοδο της κατανόησής της γήρανσης των χρωμάτων και ερευνούν με ποιο τρόπο θα την ανακόψουν, ώστε οι χρωματισμοί στα μεγάλα έργα τέχνης να διατηρηθούν για τις επόμενες γενιές.

Βιβλιογραφικές αναφορές

Eett.gr. n.d. *Hellenic Telecommunications and Post Commission (EETT)*. [online] Available at: <https://www.eett.gr/opencms/opencms/EETT_EN/index.html> [Accessed 18 June 2020].

Conservation.nationalgallery.gr. n.d. *Εθνική Πινακοθήκη - Διεύθυνση Συντήρησης και Αποκατάστασης Έργων Τέχνης*. [online] Available at: <<https://conservation.nationalgallery.gr/Exhibition.aspx?menuID=132&cul=e1>> [Accessed 22 June 2020].

Inkline.gr. n.d. *Ξεθώριασμα εκτυπώσεων inkjet εκτυπωτών*. [online] Available at: <<http://www.inkline.gr/inkjet/newtech/fade/>> [Accessed 18 June 2020].

Monico, L. and Van der Snickt, G., 2011. *Degradation Process of Lead Chromate in Paintings by Vincent van Gogh Studied by Means of Synchrotron X-ray Spectromicroscopy and Related Methods. 2. Original Paint Layer Samples*. [online] Pubs.acs.org. Available at: <<https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ac1025122>> [Accessed 18 July 2020].

n.d. *Photofading and light stability of dyed and pigmented polymers*. [online]
Available at:
<<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0141391094900957>> [Accessed 17 June 2020].

The Library of Congress. 2019. *Why does ultraviolet light cause color to fade?*. [online] Available at: <<https://www.loc.gov/everyday-mysteries/item/why-does-ultraviolet-light-cause-color-to-fade/>> [Accessed 20 June 2020].