

Preobraženje Kristovo u očima fizikalnog kemičara

Ivo SOLJAČIĆ

Sažetak

Razmatrana je promjena izgleda Isusovih haljina u tijeku Preobraženja Isusova. Iz opisa evanđelistâ može se zaključiti da je do ove promjene došlo zbog fluorescencije. Tu pretpostavku potkrepljuje i različit opis u Matejevu i Markovu evanđelju. Matej posebno ističe svjetlinu haljina, a Marko bjelinu. Jednake učinke, to jest bjelinu i sjajnost kakve opisuju evanđelisti, daju optička bjelila na tekstilu koja su pronađena 1900 godina poslije tog događaja. Zanimljivo je da pronalazač optičkih bjelila P. Kreis gotovo istovjetno opisuje njihovo djelovanje na tekstilu, kao i evanđelist Marko promjene izgleda Isusovih haljina u tijeku Preobraženja.

Budući da su bila tri svjedoka Preobraženja, s razlogom se može očekivati da je i fluorescencija u njih izazvala različit dojam, to jest jednog je više impresionirala bjelina, a drugoga svjetlina tkanine. Ta razlika njihova gledanja ni malo ne iznenađuje jer se u samoj pojavi fluorescencije pojavljuju oba opisana efekta. Ovo isključuje mogućnost da je u apostola došlo do opsjene ili vanjske sugestije, jer bi u tom slučaju svi vidjeli isto. Sama pojava može se tumačiti čudom. Isusove haljine dobile su na kratko vrijeme vrlo snažna svojstva fluorescencije, ali jače izražena od onih koja imaju optička bjelila i istodobno su bile obasjane snažnim ultraljubičastim svjetlom, što je izazvalo visoku bjelinu i sjajnost. Takvu promjenu svojstava haljina nemoguće je objasniti prirodnim zakonima.

Uvod

Preobraženje Kristovo tumači se najčešće očitovanjem trojice izabranih apostola da je Isus pravi Sin Božji. No, u ovim razmatranjima zadržat ću se na jednom naizgled sporednom detalju, naime na opisu promjene izgleda Isusovih haljina o kojem govore trojica evanđelista, i to: »I preobrazili se pred njima. Zasje se lice njegovo kao sunce, a haljine njegove postadoše bijele kao svjetlo« (Mt 17,2); »I poslije šest dana uze Isus Petra, Jakoba i Ivana i izvede ih na visoku goru nasamo same i preobrazili se pred njima. I haljine njegove postadoše sjajne i vrlo bijele, kako ih ne može ni jedan bjelilac izbjeliti na zemlji« (Mk 9,2–3); »I dok se molio, postade lice njegovo drugačije, i odijelo njegovo bijelo i sjajno« (Lk 9,29).

Ovu pojavu preobrazbe izgleda Isusovih haljina koju evanđelisti Matej i Marko sažeto, ali detaljno opisuju, moguće je tumačiti na temelju spoznaja i postignuća današnje znanosti. Upravo jednako kako spomenuta

dva evanđelista opisuju izgled Isusovih haljina, djeluju optička bjelila kao sredstva za povećanje bjeline. Njihovo djelovanje temelji se na fluorescenciji i to tako da se za ljudsko oko nevidljivo ultraljubičasto svjetlo pretvara u vidljivo svjetlo kratkih valnih duljina povećavajući tako bjelinu, ali i svjetlinu obrađenog materijala.

No da bi mogli bolje pratiti djelovanje optičkih bjelila, potrebno je ukratko rastumačiti što je fluorescencija. Opširnije o fluorescenciji može se naći u specijalnoj literaturi (npr. 1, 10, 5, 8, 6, 7).

1. Fluorescencija

Fluorescenciju ubrajamo među pojave hladnog svjetla (luminescencije). Naziv luminescencija koristi se da se opiše emisija zračenja koja je u višku nad zračenjem koje ima crno tijelo iste temperature, te se u tome razlikuje od temperaturnog zračenja (npr. užarena metalna nit žarulje i sl.). Luminescencija nije vezana samo za niske ili sobne temperature, već se može pojavljivati i pri visokim temperaturama kao pratilac temperaturnog zračenja. No, isto tako ona se može pojavljivati i pri temperaturi tekućega zraka. Za luminescenciju je karakteristično da u objektima, koji emitiraju svjetlo, ne dolazi do povećanja srednje kinetičke energije molekula, a objekt koji luminescira uzima energiju iz nekog drugog izvora. Najčešće luminescencije su:

- Elektroluminescencija – izazvana električnom energijom;
- Kemoluminescencija – izazvana kemijskim procesima. Specijalni oblik kemoluminescencije je bioluminescencija izazvana biokemijskim procesima živih organizama (krijesnice);
- Kristaloluminescencija – izazvana procesom kristalizacije;
- Triboluminescencija – izazvana utjecajem miješanja ili drobljenja;
- Fotoluminescencija – izazvana utjecajem elektromagnetskog zračenja najčešće ultraljubičastog ili kratkovalnog vidljivog svjetla. U fotoluminescencije pripadaju fluorescencija i fosforescencija.

Fotoluminescencije su najvažnije od svih luminescencija, te na njih i najčešće nailazimo u svagdašnjem životu. Na te pojave nailazimo u praksi u tzv. fluorescentim i živinim svjetiljkama, u »fosforima« na kazaljka od satova, na fosforescentnim ekranima, potom na materijalima obrađenim optičkim bjelilima, gdje se utjecajem fluorescencije povećava ukupna emisija vidljivog svjetla s obrađenog materijala, i povećava mu se bjelina. Veliku važnost ima primjena fluorescencije i u analitičkoj kemiji i mikroskopiji.

Fotoluminescencija se najčešće dijeli, glede vremena u kojem tvar svijetli nakon pobuđivanja primarnim svjetlom, na fluorescenciju i fosforescenciju. »Fluorescencija traje samo dotle, dok djeluje primarno zračenje pa nakon toga praktički trenutačno (za oko 10^{-8} s) prestaje. Fosforescen-

cija traje, naprotiv, znatno dulje nakon prekida djelovanja primarnog zračenja. Vrijeme trajanja fosforescencije može se protegnuti od nekoliko sekundi pa do nekoliko sati, pri čemu se pravilno mijenja intenzitet emisije. Unutarnji mehanizam ovih pojava je u tome da se u jednom i u drugom slučaju primarno svjetlo apsorbira prelaženjem atoma, odnosno molekula, u pobuđeno stanje. U fluorescentnoj tvari se na ovo stanje veoma kratkoga trajanja neposredno nadovezuje prijelaz u normalno stanje uz emisiju svjetla. U fosforescentnoj tvari se naprotiv na pobuđeno stanje nadovezuje prijelaz u metastabilno stanje, iz kojega tek postepeno uslijedi prijelaz u normalno stanje uz emisiju svjetla« (9).

1.1. Mehanizam nastajanja i osnovne zakonitosti fluorescencije

Fluorescencija je u prirodi razmjerno rijetka pojava, a pojavljuje se u manjem broju specifično građenih molekula i u razrijeđenim plinovima. Osnovni uvjet da neka tvar može fluorescirati jest to da može apsorbirati svjetlo. Ako ta tvar ne može apsorbirati svjetlo određene valne duljine, onda se tim svjetlom ne može pobuditi fluorescencija, to jest ne može doći do emisije svjetla. Pri apsorpciji atom ili molekula apsorbiraju samo jedan kvant svjetla čija energija iznosi $h\nu$. Zbog apsorpcije svjetla elektron skoči u višu energetska razinu, a atom ili molekula fluorescentne tvari prelaze iz normalnog energetskog stanja u pobuđeno stanje. U pobuđenom stanju oni ostaju u prosjeku 10^{-8} s i nakon toga se vraćaju u normalno stanje uz emisiju svjetla. Svjetlo emisije može biti iste valne duljine kao i svjetlo apsorpcije i tad govorimo o rezonantnoj fluorescenciji. No, u kondenziranim sustavima se gubi dio energije te je zbog toga svjetlo emisije veće valne duljine od svjetla apsorpcije¹ (Stokesovo pravilo). Samo iznimno u svjetlu emisije mogu postojati i zrake kraće valne duljine od onih koje su izazvale fluorescenciju (Anti-Stokesovo zračenje), no one su slabog intenziteta i veći dio emitiranih zraka ima veće valne duljine od apsorbiranog svjetla.

Rezonantna fluorescencija pojavljuje se najčešće obasjavanjem atomarnih plinova u zatvorenim cijevima pod dovoljno niskim tlakom od 0,01 do maksimalno 1 mm živinog stupca. Kod niskih tlakova atomi unutar cijevi apsorbiraju i odmah emitiraju zračenje te se fluorescencija primjećuje kao sjajan stup kroz cijev. Istražena je i opisana fluorescencija žive, natrija, talija itd. Istraživanjima na živi nađeno je da kod visokih pritisaka više nema fluorescencije nego se javlja zrcalna refleksija (2).

Mehanizam rezonantne fluorescencije može se jednostavno prikazati. Apsorpcijom primarnog svjetla atomi prelaze u probuđeno stanje skokom vanjskog valencijskog elektrona iz normalnog u najbližu višu energetska

1 Zrake veće valne duljine siromašnije su energijom.

razinu. Nakon toga oni se vraćaju istim putem u prvobitno stanje uz emisiju svjetla iste valne duljine kao što je bilo i apsorbirano svjetlo. Apsorpcijske i emisijske linije označuju se kao rezonantne linije i karakteristične su za svaki element (npr. natrij, živu, olovo i sl.).

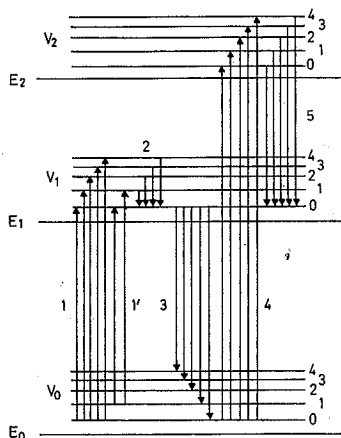
U molekulama je proces nastajanja fluorescencije složeniji jer postoji više mogućnosti za apsorpciju i emisiju svjetla. Da bi neka molekula mogla fluorescirati, potrebno je da po svojoj građi zadovolji neke uvjete. Još do danas nije uspjelo postaviti teoriju kojom bi se potpuno točno mogla predvidjeti sposobnost fluoresciranja u ovisnosti o kemijskoj konstituciji. Spoznaje o sposobnosti fluoresciranja molekula temelje se više na empirijskim podacima negoli na nekim teoretskim predviđanjima. Osnovni uvjet, koji mora biti ispunjen, da bi neka molekula mogla fluorescirati jest taj da ona ima sposobnost apsorpcije svjetla. Međutim, iako su poznate tvari koje apsorbiraju svjetlo, ipak je fluorescencija kondenziranih sustava (tekućina, otopina i krutina) razmjerno rijetka pojava. To je i razumljivo ako znamo da su u kondenziranim sustavima sudari među molekulama relativno mnogobrojni. U tim se sudarima² energija pobuđivanja atoma ili molekule pretvara u kinetičku energiju, tj. u toplinu i time se onemogućuje emisija svjetla. Zbog toga sposobnost fluoresciranja pripada samo molekulama (ionima) s naročito zatvorenom strukturom, gdje je elektron koji emitira svjetlo zaštićen od sudara. No i u tim slučajevima se dio apsorbirane energije gubi u toplinu, tako da govorimo o iskorištenju fluorescencije. Molekule s visokim iskorištenjem emitiraju i do 90% apsorbirane energije. U molekulama uz skokove elektrona pri apsorpciji i emisiji svjetla bitnu ulogu imaju i unutarnji titraji i rotacije.

Svakoj elektronskoj razini pripada niz titrajnih razina molekule. Titrajni prijelazi posljedica su određenog periodičkog približavanja i udaljavanja atomskih jezgara u molekuli. To je određeno temperaturom koja je glavni čimbenik koji određuje na kojoj će se titrajnoj razini nalaziti glavnina molekula. Prijelazom iz jednog u drugo titrajno stanje mijenja se i titrajna energija molekule, a takvi prijelazi mogu biti povezani s apsorpcijom i emisijom svjetla. Uz titrajne prijelaze javljaju se i rotacijski prijelazi. Rotacijski prijelazi označuju rotaciju molekule oko osi koja je okomita na liniju spajanja atoma u molekuli. Svakoj titrajnoj razini odgovara određeni broj rotacijskih razina.

Nastajanje fluorescencije prikazano je u pojednostavljenom obliku na Sl. 1 gdje su prikazana samo titrajna i elektronska stanja molekule. S E_0 označeno je normalno nepobuđeno elektronsko stanje, a s E_1 i E_2 pobuđena elektronska stanja molekule. Svakom elektronskom stanju pripa-

2 To su sudari drugog reda za razliku od sudara prvog reda, u kojima se sudaraju atom i elektron velike brzine, pa se kinetička energija elektrona pretvara u energiju pobuđivanja atoma.

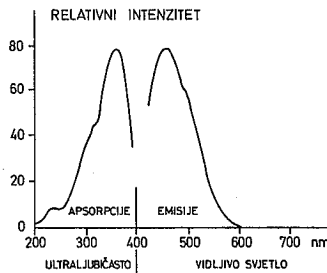
daju odgovarajuće titrajne razine v_0 , v_1 i v_2 koji mogu biti normalni v_0 i pobuđeni v_1 i v_2 . Skupina prijelaza označena s 1 pokazuje moguće kvante energije koje može pri osvjetljavanju apsorbirati nepobuđena molekula. Skupina prijelaza 2 označuje proces titrajne dezaktivacije u pobuđenom stanju do koje dolazi zbog međusobnih sudara molekula fluorescentne tvari ili međudjelovanja s otapalom ili supstratom na koji je fluorescentna tvar nanesena. Elektronski prijelazi označeni s 3 zbivaju se redovito uz emisiju svjetla s najniže titrajne razine elektronskog pobuđenog stanja. Moguće je da osvjetljavanjem svjetlom još više energije dolazi do skoka elektrona u drugo pobuđeno stanje E_2 što je prikazano prijelazima označenim s 4 i zatim do dezaktivacije (prijelazi 5 i 2) te, napokon emisije svjetla označeno s 3. (Pri prijelazima 5 i 2 ne emitira se vidljivo svjetlo, jer je razlika između E_2 i E_1 manja od E_1 i E_0 te ovdje dolazi do emisije infracrvenog svjetla ili elektronsko titrajne dezaktivacije molekula.)



Slika 1: Shema nastajanja fluorescencije molekula

U praksi se najčešće susreće i ispituje fluorescencija kondenziranih sustava u tekućinama, krutinama i u otopinama, a tek se iznimno susrećemo s fluorescencijom odvojenih atoma ili molekula u parnom stanju. U kondenziranim sustavima se odnosi modificiraju zbog međusobnog utjecaja molekula koje se nalaze u stalnom čvrstom dodiru. Kako se procesi apsorpcije i emisije svjetla zbivaju istodobno u vrlo velikom broju molekula, to se apsorbirana energija razdjeli na velik broj kvanta svjetla, koji se praktično istodobno emitiraju. Zbog toga se u kondenziranim sistemima u apsorpciji i emisiji ne javljaju spektri ili vrpce s jasnom linijskom strukturom nego više–manje difuzne vrpce koje nastaju međusobnim rastapanjem velikog broja linija s različitim frekvencijama. Difuzne vrpce se ne rastavljaju ni pri najvećoj disperziji spektralnih aparata. Mjerenjem u području emisije i apsorpcije dobivaju se krivulje s većim ili manjim brojem maksimuma emisije, odnosno apsorpcije. Krivulje apsorpcije i emisije vrlo

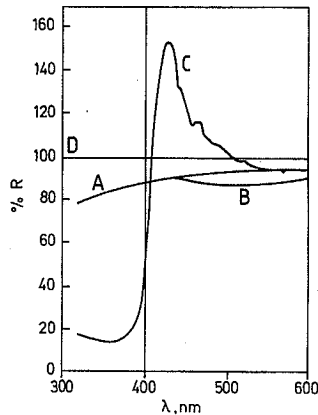
su često jednake ili jako slične po obliku, samo što je redovito krivulja emisije u odnosu prema krivulji apsorpcije pomaknuta prema većim valnim duljinama (Sl. 2). Ta se pojava naziva zakonom zrcalne simetrije i vrlo je značajna jer se na njoj osniva djelovanje optičkih bjelila.



Slika 2: Spektri apsorpcije i emisije svjetla jednog optičkog bjelila

1.2. Optička bjelila

Optička bjelila su specijalna vrsta fluorescentnih spojeva koja nanese-na na bijeli tekstilni materijal, papir i sl., povećavaju bjelinu apsorpcijom za ljudsko oko nevidljivog ultraljubičastog svjetla valnih duljina 300 do 400 nm i istodobnom emisijom vidljivog svjetla u plavom području spektra valnih duljina 400–500 nm. Na taj način povećava se ukupna remisija vidljivog svjetla s osvijetljenog materijala a time i briljantnost i svjetlina. Pronalaskom optičkih bjelila ostvarena su dugogodišnja nastojanja svih bjelilaca da se na obrađenom materijalu postigne idealna bjelina gdje bi remisija (refleksija) svjetla s materijala bila približno jednaka količini svjetla kojim je obasjan obrađeni materijal. Djelovanje optičkih bjelila je prikazano na Sl. 3. Pravcem D prikazana je remisija idealne bjeline gdje je ukupna remisija (refleksija) svjetla u svim valnim duljinama približno jednaka količini upadnog svjetla to jest 100%. Takvu remisiju imaju pločice od čistog magnezijevog oksida ili barijeva sulfata. No niti najboljim kemijskim bijeljenjem ne mogu se s tekstila ukloniti svi obojeni pigmenti pri čemu ostaje višak žutih pigmenta, pa je ukupna remisija svjetla manja s naglašenom žućkastom nijansom koja ima maksimum između 500 i 600 nm (krivulja A). U prijašnje vrijeme materijal se obrađivao dodatkom malih količina plavila čime se je neutralizirala žućkasta nijansa, ali se istodobno smanjila ukupna remisija svjetla (krivulja A, B) te se je dobila naizgled veća bjelina ali uz lagano sivkasti ton. Primjenom optičkih bjelila, naprotiv, dobiva se povećana remisija svjetla u plavom području vidljivog spektra (krivulja C) (4), uz istodobnu neutralizaciju žućkastog tona. Tako se dobiva visoka briljantnost uzorka, i što je još važnije, visoka bjelina koja može na kemijski dobro izbijeljenim uzorcima biti veća od idealne bjeline. U tom se slučaju govori o bijelijem od bijeloga.



Slika 3: Krivulje spektralne refleksije

- A – bjeljena tkanina bez dodatka ikakvog sredstva
- B – Ista tkanina uz dodatak plavila, da bi se dobila neutralna bjelina
- C – Krivulja remisije nakon dodatka optičkog bjelila
- D – Refleksija s idealno bijele površine magnezijevog oksida, standard (=100)

Osnovni uvjeti da bi se postigli jaki efekti su:

Svjetlo obasjavanja mora biti bogato ultraljubičastom komponentom od 300 do 400 nm. Ovo je slučaj sa sunčevim svjetlom, ali izrazito jaki efekti dobiju se pri obasjavanju živinom svjetiljkom, čije je svjetlo još bogatije na ultraljubičastoj komponenti.

Optičko bjelilo na materijalu mora biti nanoseno u optimalnoj koncentraciji te mora intenzivno fluorescirati u plavom području vidljivog svjetla.

Materijal mora biti kemijski dobro izbijeljen.

1. Rasprava

Kao prvo, možemo se zapitati što su vidjeli apostoli. Današnji čovjek naviknut na visoke bjeline, budući da su svi bijeli materijali optički bijeljeni, teško može shvatiti njihov dojam. Kad bi laik vidio optički nebijeljenu »bijelu« tkaninu, najvjerojatnije bi pomislio da je požutjela, stručnjak bi rekao da nije optički bijeljena, bez ikakvog posebnog dojma. No za onoga koji je čitav život naučen na niske, samo kemijskim bijeljenjem postignute bjeline, pogled na visoko bijelu optički bijeljenu tkaninu mora biti zaista impresivan. Sjetimo se da su novine nakon Stefensenovog pronalaska parne lokomotive pisale o fantastičnim brzinama iako je takva lokomotiva postizavala brzinu od tek oko 40 km/sat. Danas brzina vlaka veće i od 200 km/sat nije ništa osobito. Kad su seljaci vidjeli prve avione, mislili su da vrag leti zrakom, a danas je to sasvim obična pojava.

Da bismo se barem donekle mogli uživjeti u dojam apostola, treba pročitati prvi rad o optičkim bjelilima koji je napisao pronalazač optičkih bjelila Paul Kreis otprilike 1900 godina nakon Kristova preobraženja (3). Zanimljivo je da je on gotovo istovjetno kao i evanđelist Marko opisao tu pojavu. U svom članku za obradbu lanene pređe s otopinom eskulina (fluorescentne tvari) on kaže: »Stvarno se može s ovim postupkom dosad postignuta najbjelija bjelina uvijek učiniti još bjelijom.« (Dakle niti jedan bjelilac bez tog sredstva ne može postići toliku bjelinu.) Na drugom mjestu on opisuje da iz proizvodnje dobivena lagano žućkasto smeđe nijansirana umjetna viskozna svila obradbom otopinom eskulina dobiva plavo svjetleći izgled (dakle postaje sjajnija). No, moramo upozoriti da eskulin ima relativno slabi učinak, te i sam Krajs ističe niz njegovih manjkavosti. Učinak današnjih optičkih bjelila je neusporedivo jači.

Matejev i Markov opis ove pojave donekle se razlikuje što je vrlo značajno. Dok Matej naročito ističe svjetlo odnosno sjaj Isusovih haljina, Marko stavlja naglasak na bjelinu. Luka koji sve točno ispituje, kao da se boji da ne bi pretjerao, jednostavno piše »odijelo njegovo posta bijelo i sjajno«.

Razlika Matejeva i Markova opisa učvršćuje pretpostavku da se ovdje radilo o efektu fluorescencije sličnom onom koji daju optička bjelila. Naime bila su tri svjedoka te pojave i s pravom se može očekivati da dojam kod njih nije bio isti. Zbog toga i razlika u opisu, jer su Matej i Marko vjerojatno čuli o zgodi od različitih apostola. Budući da je Marko bio Petrov učenik, najvjerojatnije je i Petar njemu ispriповjedio taj događaj. Petar kao praktičan čovjek daje prednost bjelini, a sjaj mu je kao sporedan. On i u velikom strahu ne zaboravlja na praktičnu stranu »Tada prozbori Petar i reče Isusu: Rabi, dobro nam je ovdje biti. Načinimo tri sjenice; tebi jednu i Mojsiju jednu i Iliji jednu« (Mk 9,5).

Naprotiv, Matej opisuje Isusa u sjaju, jer apostol koji je njemu pričao vidi svog učitelja u punoj slavi te njemu bjelina predstavlja svjetlo koje ih obasjava. Usudio bih se reći da je to bio Ivan koji je u svom Evanđelju tako divno opisao Kristovo božanstvo.

Promjena izgleda Isusovih haljina morala je biti izrazito snažna, što proizlazi iz Matejeva opisa. Mi tu pojavu možemo donekle doživjeti ako dobro kemijski i optički bijeljeni tekstil obasjamo u tamnom prostoru snažnom visokotlačnom živinom svjetiljkom koja propušta samo ultraljubičasto svjetlo. Snažno ultraljubičasto svjetlo izaziva tako jaku fluorescenciju (emisiju svjetla) da dobiveno blještavilo tkanine daje jači dojam od bjeline. Ono dapače može biti čak neugodno za oči ako se promatra dulje vrijeme. Naprotiv, na dnevnom svjetlu, gdje je intenzitet utraljubičaste komponente manji, prevladava dojam bjeline.

Zaključak

Pretpostavku da je fluorescencija izazvala stvarnu promjenu izgleda Isusovih haljina, kao i da se radilo o objektivnoj činjenici, a ne o subjektivnom doživljaju apostola, možemo smatrati sasvim vjerojatnom. Neka opsjena, zasljepljenje, hipnoza ili tzv. »fata morgana« kod apostola nisu mogući jer bi se tada ta pojava jednako pričinjala svim apostolima. Međutim, kako smo vidjeli evanđelisti promjenu izgleda Isusovih haljina različito opisuju, a razlika opisa te pojave u evanđeljima se potpuno slaže s dvjema bitnim promjenama izgleda tekstilnih materijala koje izaziva fluorescencija optičkih bjelila.

Kako objasniti da je došlo do te pojave? Mogli bismo odgovoriti da su Isusove haljine dobile svojstvo fluoresciranja slično bijelom tekstilu obrađenom optičkim bjelilima, ali jače izraženo i istodobno su bile obasjane vrlo snažnim ultraljubičastim svjetlom. Došlo je do snažnih učinaka koji su zadivili apostole, a zabilježili su ih prema njihovu kazivanju evanđelisti. Nakon kratkog vremena ta se pojava izgubila, haljine su ponovno dobile prijašnja svojstva.

Ovakvu promjenu svojstava Isusovih haljina nemoguće je objasniti prirodnim zakonima, nego jedino čudom, budući da svojstvo fluorescencije pripada samo specifično građenim spojevima.

Literatura

1. Förster, Th., *Fluorescenz Organischer Verbindungen*, Vandenhoeck – Ruprecht Göttingen 1951.
2. Hirschlaff, E., *Fluorescence and Phosphorescence*, Methuren and Co. Ltd. London 1939.
3. Kreis, P., »Über ein neues Schwarz und ein neues Weiss«, *Melliand Textilber*, 10 (1929), 468.
4. Lanter, J., »Properties and Evolution of Fluorescent Brightening Agents«, *Journal Soc. Dyers Col.* 82 (1966) 125–128.
5. Shore, J., *Colorants and auxiliaries*, vol. 2, Auxiliaries – Society of Dyers and Colourists Manchester 1990., str. 470–511.
6. Soljačić, I., »O optičkim bjelilima«, *Tekstil* 21 (1972) 377–399.
7. Stoljarov, K.P.N.N., Grigorev, *Vvedenie v ljuminescentnij analiz neorganičeskikh veščestv*, Izdatelstvo Himija, Ljeningrad 1967.
8. Weber, K., *Optičke metode u kemiji i farmaciji*, Farmaceutsko društvo Hrvatske, Zagreb 1958., str. 115–125.
9. Weber, K., *Teoretski osnovi optičkih mjerenja* (skripta), Farmaceutsko–biokemijski fakultet i Fotokemika, Zagreb 1965.
10. Zahradnik, M., *The Production and Application of Fluorescent Brightening Agents* – John Wiley and Sons Chichester, New York 1982., str. 9–30.

THE TRANSFIGURATION OF JESUS CHRIST AS SEEN BY A PHYSICAL CHEMIST

Ivo SOLJAČIĆ

Summary

The article describes the changes in appearance of Christ's robes during His Transfiguration. There are some indications in the writings of the evangelists that the described changes are as a result of fluorescence. This thesis is confirmed by somewhat different descriptions of the event in the Gospel of Matthew and the Gospel of Mark.

Matthew specifically stresses the brightness of the robes, while Mark gives stronger emphasis to their whiteness. Similar such effects as described by the evangelists can be obtained by using optical brighteners on textiles, though these agents were invented some one thousand nine hundred years later.

It is perhaps interesting to note that P.Kreis, the inventor of optical brighteners uses almost the same words to describe their impact on textiles as does Mark in his description of Christ's robes during the Transfiguration.

As there were three witnesses to the Transfiguration, it is only natural to expect that they saw different aspects of fluorescence, one being more impressed by the whiteness of the fabric, the other by its brightness. The difference of perspectives should not come as a surprise, as fluorescence includes both of the effects mentioned. This difference excludes the possibility of a fraud as well as a strong suggestion coming from outside sources, that the interpretation would have been the same for each of the evangelists. The phenomena is a miracle. Christ's robes acquired a strong fluorescent property for a short duration, stronger than that achieved by optical brighteners and were at the same time radiated out by a strong source of ultraviolet light, which resulted in a high degree of whiteness and brightness as described above. Such changes in the properties cannot be explained as a natural phenomena.