

# شکست نظریه موج توماس یانگ

نگارنده: حمید

## چکیده

در این مقاله نگارنده قصد ندارد استدلال نماید که در یک تفسیر واقع بینانه از نظریه کوانتومی (مکانیک کوانتومی) نور تنها به صورت بسته های انرژی به نام فوتون منتشر می شود و فیزیک تنها-ذره می تواند به طور موفقیت آمیزی رفتار طبیعت را توضیح دهد، یا بر این مقوله پافشاری کند که شکست نظریه موج به این علت است که نمی تواند اثر فوتوالکترونیک (Photoelectric Effect)، اثر کامپتون (Compton Effect)، تابش جسم سیاه (Black-Body Radiation) ... و غیره را توضیح دهد. بلکه تلاش بر این است نشان داده شود که پس از گذشت حدود دو بیست سال از زمانی که توماس یانگ (Thomas Young 1773-1829) نتایج آزمایش های دو شکافی خود را منتشر نمود، آنگونه که به انجمن سلطنتی لندن ارائه شده است، داده های کافی وجود دارد تا اثبات نمائیم نظریه موج توماس یانگ دور از واقعیت و ذاتاً نادرست است. این ادعا مبتنی است بر سطح فناوری امروزی که کاربرد شیوه های نوین برای آزمایش ها و اندازه گیری های بسیار دقیق و درست را ممکن ساخته است. از اینرو به نظر می رسد یک "تغییر پارادایم" در این مورد ضروری است.

واقعیت هایی که در چارچوب یک "پارادایم" غیر قابل توضیح هستند آغازگر "بحران پارادایم" می باشند و در دنباله آن "گفتگوی پارادایم" را خواهیم داشت که در نهایت به "تغییر پارادایم" می انجامد.

## ۱- پارادایم چیست؟

اجازه دهید نگاهی داشته باشیم به تعریف زیر در مورد "پارادایم" که بر گرفته شده از یک متن فارسی است و تا اندازه ای موضوع را روشن می کند:

"هر پارادایم؛ مجموعه ای از مفروضات پایه و سامانمند است که به گونه ای نا آگاه و ناگزیده؛ در گذر زندگی؛ در ذهن انسان ها جای می گیرد، و فرایند شناخت آنها از جهان را هدایت می کند. کارکرد این مفروضات همچون کارکرد چشمه های یک فیلتر و یا منشوری هستند که داده های حسی ما از آن می گذرند و شناخت ما را پدید می آورند. هندسه اقلیدسی، قانون ارشمیدس، تئوری ذره ای نور (و نیز تئوری موجی نور)، اصل مبارزه طبقاتی همچون نیروی محرک تاریخ، و مانند آن، هنگامی که به یک باور عمومی و بی نیاز به استدلال تبدیل شوند؛ یک پارادایم به شمار می روند. هر پارادایم، در نهاد خود، ممکن است درست باشد یا نادرست؛ اما تا هنگامی که ما آن را درست می دانیم؛ همه دانسته ها و داوریهای خود را برپایه آن پارادایمی که در ذهن ما خانه کرده استوار می کنیم. پارادایمها در گذر تاریخ ممکن است تغییر کنند و یا جا به جا شوند. با این تغییر؛ روش اندیشیدن و متدولوژی شناخت انسان نیز تغییر می کند. همانگونه که تا پیش از گالیله (Galileo Galilei 1564-1642)، تصور انسان از فضای کیهانی به گونه ای بود، و پس از آن؛ به گونه ای دیگر.

پارادایمها از منابع گوناگونی سرچشمه می گیرند: دستگاه های فلسفی، دین و باورهای دینی، خرافات، افسانه، دانش تجربی، تبلیغات تکراری، و مانند آن. ویژگی بنیادین هر پارادایم در اینست که اکثر انسانهای مرتبط آن را درست و بی نیاز به استدلال می دانند."

نگارنده از هرگونه فرضی هراس دارد، چون حتی یک فرض کوچک نادرست ممکن است به یک فاجعه بیانجامد.

## ۲- پارادایم غالب و رایج

اگر چه ممکن است خواننده با پارادایم غالب و رایج در مورد نظریه موج و دوگانگی موج-ذره زندگی کند یا با آنها آشنا باشد، ولی مناسب است در اینجا مروری کوتاه بر آنها داشته باشم. برای انجام این کار دو مرجع از اینترنت انتخاب شده است، اولی یک مرجع آکادمیک و دیگری یک مرجع عادی است.

### ۱-۲- مرجع آکادمیک

این مرجع که می توان آنرا تاریخچه ای در مورد نظریه های موجی بودن و ذره ای بودن نور در نظر گرفت، مقاله ای است زیر عنوان: "The Dual Nature of Light as Reflected in the Nobel Archives". این مقاله که

ابتدا به عنوان يك خطابه دانشگاهي ايراد گرديد، براي اولين بار توسط Gösta Ekspong استاد فيزيك دانشگاه استوكهولم در دوم دسامبر سال 1999 انتشار يافت. بعضي از نکات مطرح شده در آن به شرح زير است:

### • دوگانگی موج- ذره

در اوایل قرن نوزدهم آزمایش هائي پیشنهاد گرديد و انجام شد تا نشان داده شود که نور يك حرکت موجي است. يکي از شخصیت هاي کلیدی در این تلاش ها توماس يانگ (Thomas Young) بود، يعني يکي از هوشمند ترين و فرزانه ترين دانشمندان که جهان به خود دیده بود. او در سال 1803 تفرق و تداخل نور را بر رسي کرد که نتایج آن پشتوانه محکمي بود در تأييد نظريه موجي نور که توسط کریستین هویگنس (Christian Huygens 1629-1695) مطرح شده بود و در تقابل با نظريه ایساک نیوتون (Isaac Newton 1642-1727) يعني نظريه ذره اي نور قرار داشت. پژوهشگران ديگري نیز در این زمینه کمک نمودند از جمله آگوستین- ژان فرینل (Augustin Jean Fresnel 1788-1827) که نشان داد نور يك موج عرضي است.

### • شواهدی برای ماهیت ذره ای نور

در کتاب هاي درسي فيزيك معمولاً به دو پدیده اشاره مي شود که نمایش دهند ماهیت ذره اي نور هستند: (۱) اثر فوتوالکتریک (۲) تفرق کامپتون اشعه X.

در بعضي متون نه چندان حساس رویداد سوّمی نیز ندانسته نقل قول مي شود، و آن کشف بسته هاي انرژی (energy quanta) توسط پلانک است که او هنگام تحلیل تابش حرارتي انجام داد. کمیته نوبل با جایزه فيزيك در سال 1918 این کشف به یاد ماندني را ستایش نمود، اما مرتکب این اشتباه نشد که اعتبار کشف ماهیت ذره اي نور را به پلانک بدهد.

### • جوایز برای کشف ماهیت دوگانه ماده

ماهیت دوگانه نور به دوگانگی مشابهي در ماده نیز گسترش يافت. در ابتدا به الکترون ها و اتم ها به عنوان ذره نگريسته مي شد. در سال 1929 جایزه نوبل فيزيك به خاطر کشف ماهیت موجي الکترون به شاهزاده لوئیس- ویکتور دو بروگلي (Prince Louis-Victor de Broglie) اعطا گرديد. اثبات آزمایشگاهی آن توسط Clinton Joseph Davisson، از نیویورک، و Sir George Paget Thomson از لندن انجام گرفت. آنها جایزه فيزيك نوبل در سال 1937 را مشترکاً دریافت نمودند. از آن هنگام که اِروین شرودینگر (Erwin Schrödinger) در سال 1925 معادله موج غير نسبیّتي برای الکترون را کشف نمود، مکانیک موج ابزار ارزشمندی برای علوم طبیعی بوده است. در سال 1933 جایزه نوبل فيزيك به شرودینگر اهداء شد.

### • دوگانگی موج- ذره در یک آزمایش

آزمایش هائي با پرتو هاي نور و الکترون انجام گرفته است که در آنها هر دو جنبه، يعني موج ها و ذره ها، مشاهده مي شوند. برای آنکه تداخل رخ دهد گذشته از موارد ديگر لازم است بیش از دو مسیر بين منبع و آشکارساز (صفحه تصوير) برای پرتو وجود داشته باشد. تداخل به وسیله تصوير موج نشان داده مي شود. هنگامی که شدت پرتو به اندازه کافي کم و آشکار ساز مناسب باشد، برخورد ذرات را مي توان يکي يکي مشاهده نمود. از آن پس جایگاه بسته هاي انرژی همچون ذراتي در فضا و زمان مشخص مي شود.

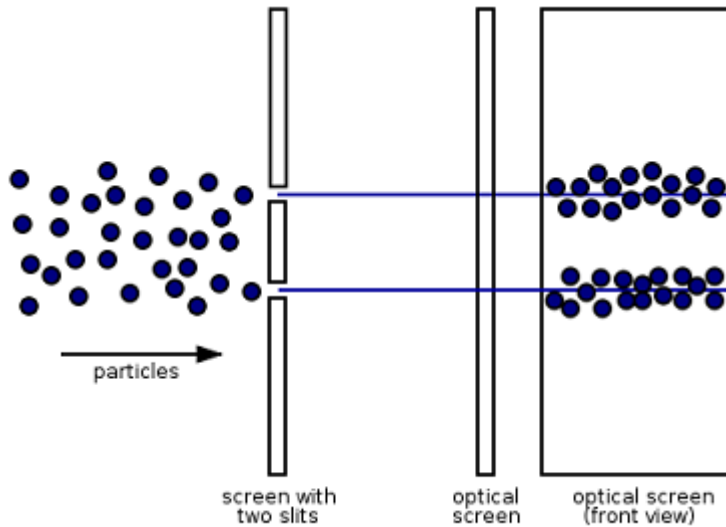
در این خطابه پیشنهاد مي شود که: "هر دانشجوي جديد در فيزيك بایستی با مسأله دوگانگی کشمکش داشته باشد. مسأله اي که وجود همزمان مفاهيم ذره و موج را مجاز مي شمارد و بر آن است که این دو مانع الجمع هستند (آنگونه که Niels Bohr در سال 1927 و در اصل مکملیت خود فرمول بندي کرده است)."

### ۲-۲- مرجع عادي

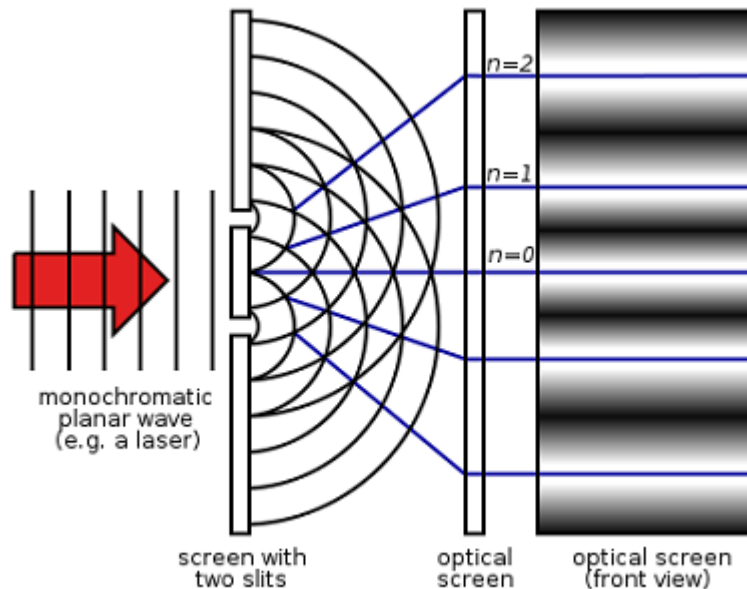
این مرجع به نحو بسیار روشن برداشت کلی رایج در مورد نظریه ذره و نظریه موج را نشان مي دهد، مندرجات آن تقریباً در هزاران منبع اینترنتی مشترک است. در ارتباط با موضوع مورد بحث دو تصوير در این

سایت اینترنتی وجود دارد که یکی از آنها، شکل ۲، جزئیات هندسی درستی را از الگوی آزمایش دوشکافی یانگ نمایش می‌دهد که در تحلیل ما بسیار مفید است. یک پاراگراف از این سند همراه با دو تصویر مزبور در پائین درج شده است:

"در سال 1803 فیزیک دان انگلیسی توماس یانگ با انتشار نتایج آزمایش های دو شکافی خود شواهد محکمی برای نظریه موجی بودن نور که توسط ریاضی دان هلندی کریستین هویگنس مطرح شده بود ارائه کرد (Scheider, pp.217-219). یانگ آزمایش های قبلی با تفرق را تکرار نمود اما گذاشت که نور متفرق شده از دو شکاف دیگر عبور کند. او استدلال نمود که اگر نور از ذرات تشکیل شده باشد، پس باید تمام آنها از سوراخ های جدا از هم عبور کرده و دو نوار روشن در طرف دیگر ایجاد کنند. اما چنانچه نور متشکل از امواج باشد، در آن صورت باید یک الگوی تداخلی قابل پیش بینی به وجود آورد، همانند آنچه که امواج آب انجام می دهند."



شکل ۱- آزمایش دو شکافی با ذرات (بر اساس نظریه موج توماس یانگ)



شکل ۲- آزمایش دو شکافی با موج ها (بر اساس نظریه موج توماس یانگ)

<http://www.thestargarden.co.uk/ProblemsWithLight.html>  
<http://www.thestargarden.co.uk/QuantumMechanics.html>

پیش از تحلیل جزئیات شکل ۲ جالب است به این نکته اشاره کنیم که در آزمایش دو شکافی یانگ، آنگونه که در 24 نوامبر سال 1803 به انجمن سلطنتی لندن ارائه گردید، عملاً از دو شکاف استفاده

نشده بود؛ بلکه يك پرتو باريك از نور خورشيد توسط لبة يك كارت نازك تقسيم شده بود. نتايج گرفته شده از آن همانند نتايج يك آزمایش دو شكافي بود.

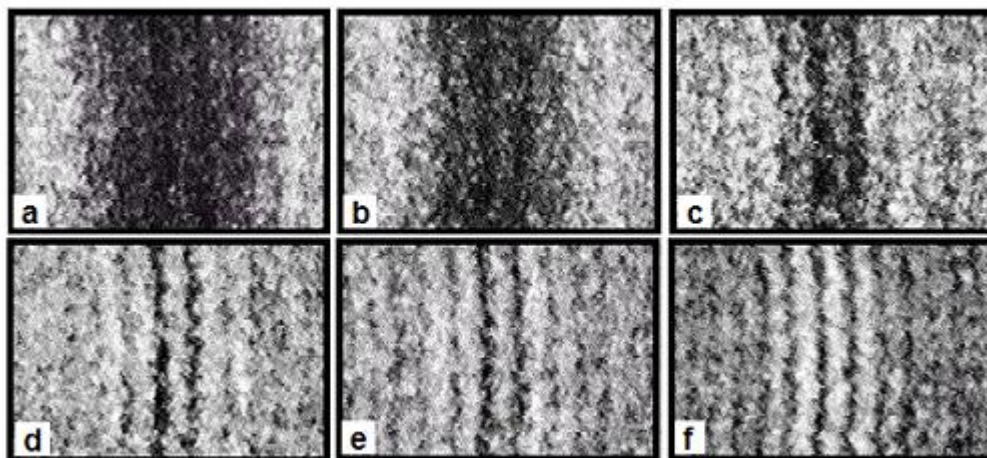
بر اساس شكل ۲، نوار هاي روشن در كل الگو موازي اما غير هم فاصله هستند. فاصله بين نوار هاي همجوار به طور متقارن در دو سوي نوار روشن مركزي  $n_0$  گام به گام افزايش مي يابد. به عبارت ديگر، فاصله بين نوار  $n_1$  و نوار  $n_2$  بيشتر از فاصله بين  $n_0$  و  $n_1$ ، و فاصله بين  $n_2$  و  $n_3$  بيشتر از فاصله بين  $n_1$  و  $n_2$  است، الي آخر. محاسبات مربوطه نيز اين توضيح هندسي را كه كاملاً كلي است تأييد مي كند. گذشته از اين، نظام رياضي وار نظريه يانگ مبتني است بر چند فرض براي ساده كردن محاسبات كه نمي تواند به نتايجي سالم و درست منجر شود، به ويژه در مقياس هاي بسيار كوچك. نبايد فراموش كنيم كه تمام آنچه گفته شد ويژگي هاي ذاتي نظريه موج توماس يانگ هستند.

### ۳- الگوی واقعی آزمایش های دو شكافي

در پارادايم غالب و رايج واژگان زيادي وجود دارد كه مرتباً مورد استفاده قرار ميگيرند مانند "موج هاي فوتون"، "موج هاي اتم"، "موج هاي ماده" يا حتّي "موج هاي الكترون". اين كار شيوه ايست هدفمند براي در هم آميختن بسيار ساده و بدون دردسر نظريه ذره و نظريه موج؛ چرا كه "اصل مكمليت" نيلز بور (Niels Bohr 1885-1962) در مكانيك كوانتومي حرف آخر بوده و به هيچ وجه نبايد مورد پرسش قرار بگيرد!

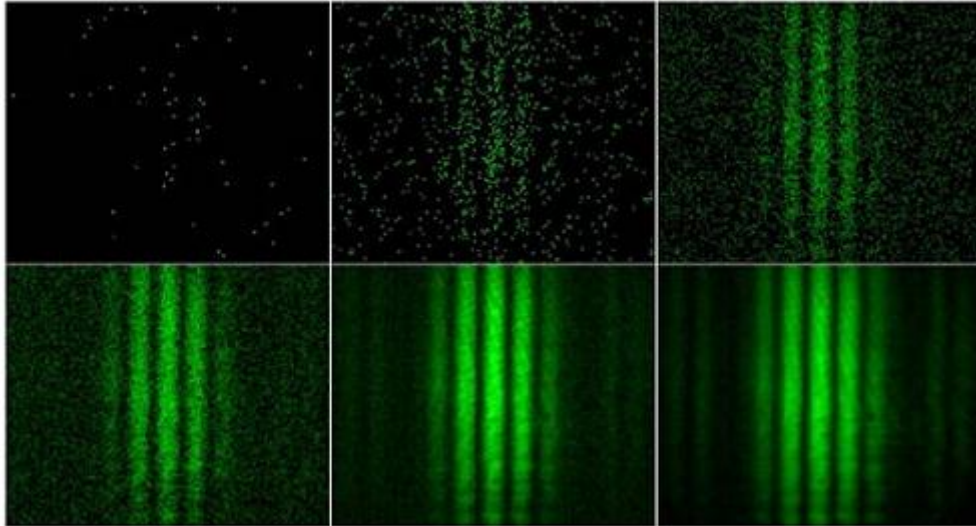
از حدود پنجاه سال قبل به اين سو، پيشرفت ها و بهينه سازي هاي انجام گرفته در فناوري امكان اجرائي آزمایش هاي دو شكافي بسيار دقيق را فراهم نموده است، به ويژه آن آزمایش هائي كه با تك فوتون ها، تك الكترون ها و تك اتم ها انجام شده اند. روش نگارنده براي تحليل نظريه يانگ بسيار ساده است و عبارت است از مقايسه هندسه ذاتي آن نظريه با نتايج اين آزمایش هاي دقيق. بگذاريد ابتدا نگاهی کوتاه داشته باشيم به سابقه اين آزمایش ها:

آزمایش دو شكافي با الكترون سرانجام در سال 1961 به دست Claus Jönsson از توبينگن انجام گرفت؛ در سال هاي 1973 و 1974 و در جريان يك كار پژوهشي در دانشگاه توبينگن، Tonomura با گوتفريد مولنشتيد (Gottfried Möllenstedt 1912-1997) همكاري داشت، يعني با نخستين پژوهشگري كه با بهينه سازي تفرّق سنج هاي دو منشوري توانست الگو هاي تفرّقي الكترون را مشاهده نمايد؛ آزمایش دو شكافي با تك الكترون در سال 1974 به دست Pier Giorgio Merli (1943-2008)، Gian Franco Missiroli و Giulio Pozzi در شهر Bologna انجام شد و در سال 1989 به وسيله Tonomura و همكارانش تكرر گرديد. آزمایش آخري در يكي از مقالات نگارنده زير عنوان: "عليه مفهوم دو گانگی موج- ذره" به تفصيل مورد بحث قرار گرفته است. نسخه انگليسي اين مقاله در ماه اوت سال 2010 در سايت [toequest.com](http://toequest.com) منتشر شده است. به همين علت در اينجا دو الگوی واقعي ديگر از اين آزمایش كه به وسيله منابع معتبر انتشار يافته معرفي مي شود، آنگونه كه در شكل هاي ۳ و ۴ نشان داده شده است:



شكل ۳- الگوی تفرّق با الكترون ها انجام شده در دانشگاه فني وين (اتريش)

<http://www.ati.ac.at/~summweb/ifm/main.html>

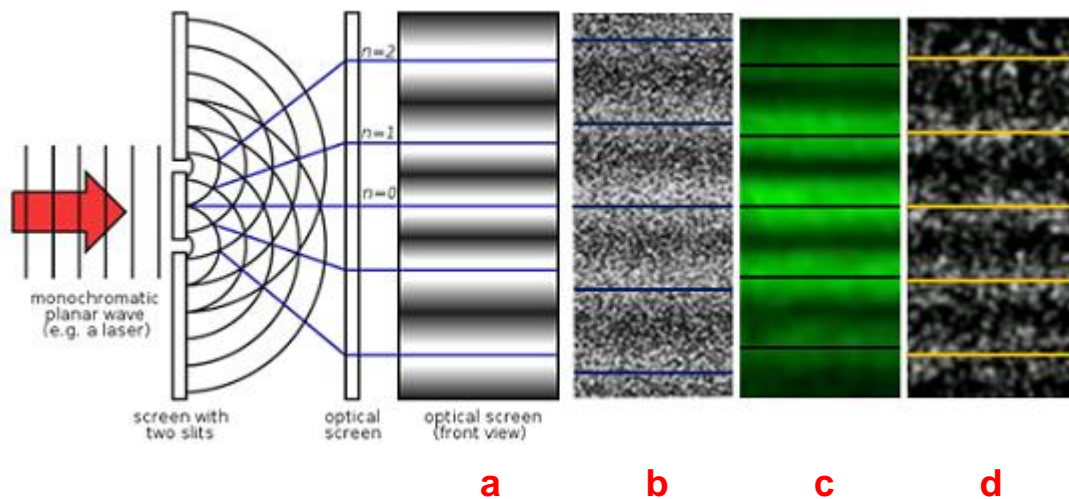


**شکل ۴- الگوی تفرّق با تک فوتون ها**  
 ثبت شده توسط Antoine Weis، دانشگاه فریبورگ (سوئیس)

[!Wave-particle duality of light for the classroom](#)

صرف نظر از تفاوت های موجود بین این دو الگوی واقعی که قابل توضیح هستند و ریشه در ماهیت ذرات، یعنی الکترون ها و فوتون ها، در هر مورد دارند، مشابهت هایی بین آنها دیده می شود. واقعیت این است که در هر دو مورد تمام نوار های روشن در کل الگو موازی و هم فاصله می باشند. این مشابهت ها در تمامی الگو های مربوط به آزمایش های دو شکافی جدید مشترک است. اما قبلاً اشاره شد که نوار های مبتنی بر نظام ریاضی وار نظریه موج موازی اما غیر هم فاصله هستند. این ناهمخوانی هندسی دلیل قاطعی است برای شکست نظریه موج توماس یانگ. حرف آخر را در علم طبیعت می زند.

در شکل ۵ امکان مقایسه بین شماری از الگو های اشاره شده در بالا و الگوی نظریه توماس یانگ به گونه ای دقیق تر فراهم شده است.



- (a) الگوی آزمایش دو شکافی بر اساس نظریه موج توماس یانگ
- (b) الگوی آزمایش دو شکافی با تک الکترون ها، هیتاچی (ژاپن)
- (c) الگوی آزمایش دو شکافی با تک فوتون ها، دانشگاه فریبورگ (سوئیس)
- (d) الگوی آزمایش دو شکافی با تک فوتون ها، دانشگاه لایپن (هلند)

**شکل ۵- مقایسه الگو های واقعی آزمایش دو شکافی با الگوی نظریه موج توماس یانگ**

## ۴- پارادایم منطقی

به نظر نگارنده، نظریه موج توماس یانگ یکی از مهمترین دلایل تفسیر های نادرست در مورد مکانیک کوانتومی است. البته باید در نظر داشت که حدود دویست سال قبل، علاوه بر نابسندگی علوم طبیعی در آن زمان، هیچکس چیزی از مکانیک کوانتومی نمی دانست و امکانات تکنولوژیکی نیز بسیار محدود بود. تمام این موارد تا اندازه ای ما را قانع می سازد تا بپذیریم برای توماس یانگ بسیار دشوار بوده است که نتایج ریاضی نظریه خو را با الگوی مشاهده شده آزمایش های دو شکافی خود به درستی مقایسه نماید. اکنون چه باید کرد؟

قویاً توصیه می شود که دانشجویان مهندسی و نیز خوانندگان کنجکاوی که صادقانه و بی طرفانه مایل به آشنا شدن با یک پارادایم منطقی در مکانیک کوانتومی هستند، مقالات زیر را گام به گام و به ترتیب مطالعه کنند.

**مارسل پروست** گفت: سفر واقعی اکتشاف در این نیست که چشم انداز های جدیدی جستجو نمائیم، بلکه در این است که با چشمان جدیدی به دنیا نگاه کنیم.

- ۱) تعریف عدم قطعیت ، (نسخه انگلیسی) ، (نسخه آلمانی)
- ۲) تابع موج، توزیع گاوسی پیشرفته ، (نسخه انگلیسی) ، (نسخه آلمانی)
- ۳) علیه مفهوم دو گانگی موج- ذره ، (نسخه انگلیسی) ، (نسخه آلمانی)
- ۴) طول دقیق پلانک گرانش کوانتومی را آشکار می کند ، (نسخه انگلیسی) ، (نسخه آلمانی)

### یادداشت ها:

- نسخه انگلیسی این مقاله زیر عنوان [The Failure of Thomas Young's Wave Theory](#) در ماه ژوئن سال ۲۰۱۲ در سایت [toequest.com](#) منتشر شده است.
- نسخه آلمانی این مقاله زیر عنوان [Der Misserfolg von Thomas Young Wellentheorie](#) در ماه ژوئای سال ۲۰۱۲ در سایت [toequest.com](#) انتشار یافته است.