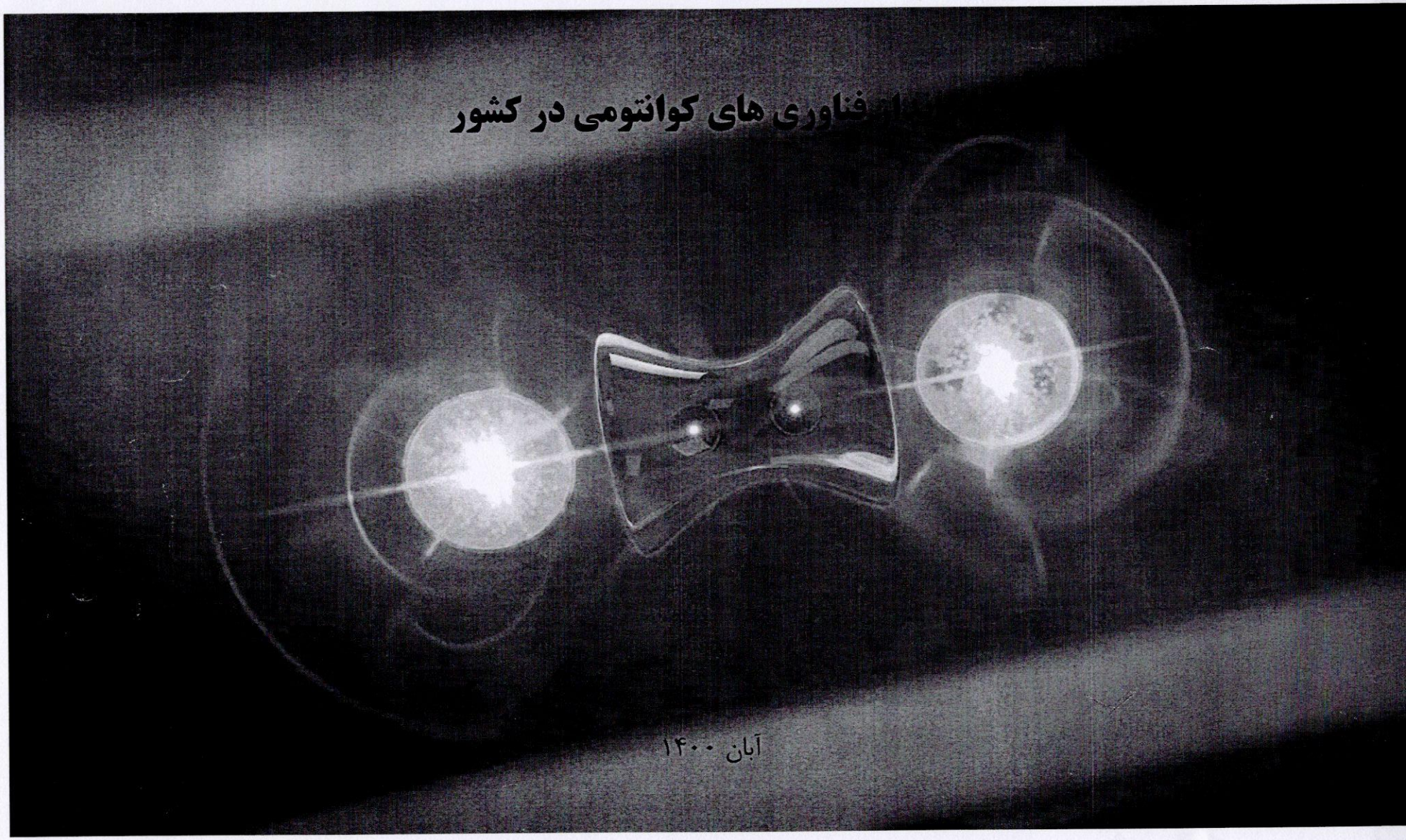
وضعیت فناوری های کوانتومی در کشور



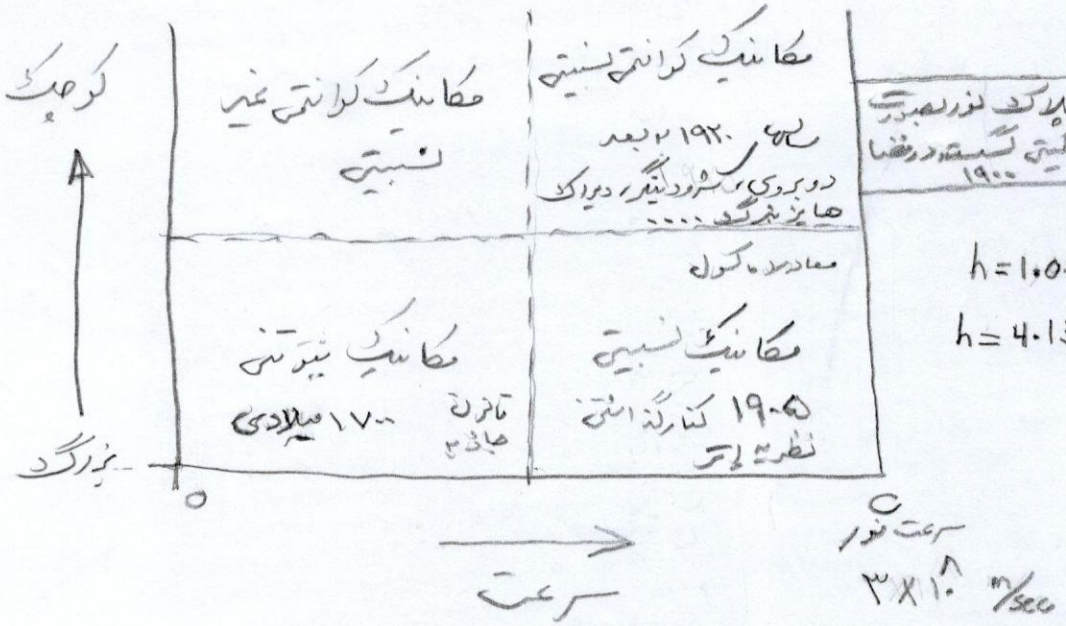
آبان ۱۴۰۰

بسم الله الرحمن الرحیم

شنبه ۱۴۰۰/۹/۱۳

تحولات در علم فیزیک در طول زمان چارچوب را برای کاوش کردن در دنیای بسیار کوچک اتم و زیراتم تا چه حد کمک نها را فراهم کرد.

- از قرن بالا به از ۳۰۰۰ ق مبتدا از میلاد در مصر گرفته تا قرن های ترکیبی که توسط ارشمیدس در ق ۲۳۰ مبتدا از میلاد اختراع شد
- از کشفیات ابن هیثم در ارتباط با خواص نور گرفته ۱۰۰۰ میلادی تا کشف قانون جاذبه توسط نیوتن ۱۷۰۰ میلادی



پلاک نور بصورت کیتی گسسته در فضا ۱۹۰۰

$E = h\nu$

$c = \lambda\nu$

$h = 1.054572\times10^{-34}$ Js

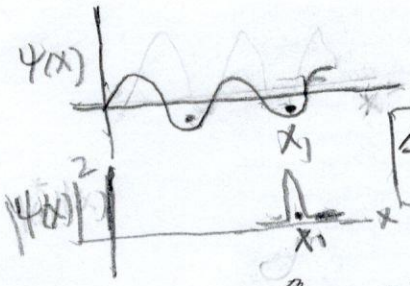
$h = 4.13567\times10^{-15}$ eVs

- ۵ درصد نوترونها درنظر گرفته شده

برای فهم مقاله‌های کوانتمی باید علم کوانتم را خوب فرا گرفت

اهم موضوعاتی که باید آنها را دانست

۱- شناخت اصل عدم قطعیت

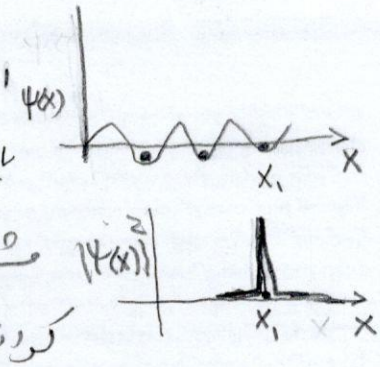


$$\boxed{\Delta x \, \Delta p \geq \hbar/2} \qquad \hbar = h/2\pi$$

تنها راه فهم و یا توجیه آن پذیرفتن اصل دیگر موج - ذره است. ذره در یک مکان مشخص و موج یک موجود پخش شده در فضا است

شرح آزمایش یانگ برای الکترون

۲- اصل برهم نهی superposition که اشیاء ریز مثل اتم و یا زیر اتم مثل الکترون و یا فوتون می‌توانند همزمان در چند حالت قرار داشته باشند. مثلاً الکترون می‌تواند در یک لحظه در دو مکان باشد ولی وقتی آنرا بخواهیم مشاهده کنیم بصورت احتمالی آنرا در یکی از این دو نقطه خواهیم دید



انشتین معتقد بود که قوانین حتی برای اجسام ریز باید همه زمان سازگار و یا بی‌تناقض باشد چه آنها را مشاهده کنیم و چه نکنیم. بنابراین انشتین هیچگاه با نظریه کوانتمی کنار نیامد

او معتقد به متغیرهای پنهان بود که هنوز نمی‌توانستند آنها را (عوامل پنهان) ... کشف کند

۳- اصل سوم اصل درهم تنیدگی است

فوتون با قطبش خطی
لذا اسپین آن صفر است

$E=h\nu$

اتم → e^- ← e^+

- بقاء انرژی برقرار است
- بقاء بار برقرار است (صفر)
- بقاء اسپین برقرار است (صفر)

حالت ۱- الکترون (↑) پوزیترون (↓) $|\uparrow\downarrow\rangle$

حالت ۲- الکترون (↓) پوزیترون (↑) $|\downarrow\uparrow\rangle$

درهم تنیده

فرض کنیم دو ذره ~~هم~~ از یک منبع ساطع شود که اسپین هر یک از آنها ترکیب خطی (برهم نهی superposition) از ↑+ و ↓- باشد. یکی را به سیستم تجربی دیگری روشهای سن گرانتم مکانیک (درهم تنیدگی) اگر زود در تجربی اندازه اسپین را ↑+ مشاهده کند قطعاً جهت آن در مشاهده ↓- خواهد بود بدون اینکه مشاهده تجربی مشاهده گر در مشاهده ضد دهد چون خودش هم پیش بینی نمی‌کند که اسپین اندازه‌گیری شده ↑+ و یا ↓- تا اینکه بخواهد ضد دهد

- در سال ۱۹۸۲ فیزیکدان بنام Alain Aspect یک جفت فوتون درهم تنیده که در جهت مخالف یکدیگر حرکت کردند ایجاد کرد و نشان داد که هم بستگی همزمان اسپین آنها مستقل از مکان وجود دارد.

- اگر سیستم الکترون و پوزیترون مورد مشاهده قرار نداشته باشند همزمان در هر دو حالت هستند $a|\uparrow\downarrow\rangle+b|\downarrow\uparrow\rangle$ بنابراین بنظر می‌رسد که هر دو ذره یکی هستند (درهم تنیده) و در جمع حالتهای پیش گفته بطور همزمان حضور دارد.

- حال به مجرد مشاهده یکی از آنها در نقطه x_1 می‌توانیم اسپین آن را اندازه بگیریم و اگر ↑ باشد پس قطعاً اسپین دیگری روبه پایین خواهد بود و یا برعکس بود که ~~اندازه‌گیری~~ هر اسپین ذره قبل از مشاهده در هر دو ترکیب بالا و پایین بوده و لذا قبل از مشاهده معلوم نبوده تا اینکه اندازه مشاهده کنیم.

حالا فرض کنید این اسپین را هنوز با اعمال میدان مغناطیسی عوض کنیم در همان لحظه اسپین دیگری نیز عوض می‌شود (توجه داشته باشید که اطلاعات رد و بدل نشده چون چنین چیزی بود باید با سرعت نور این اطلاعات رد و بدل می‌شد و اگر فاصله زیاد باشد زمان می‌برد) در صورتیکه این پدیده درهم تنیدگی لحظه‌ای (آنی) می‌باشد.

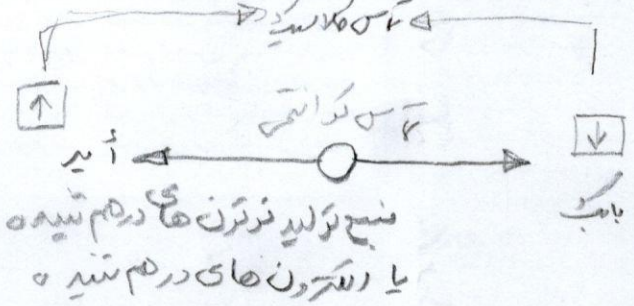
neither particle has a definite state before

رودولسکی انشتین
EPR

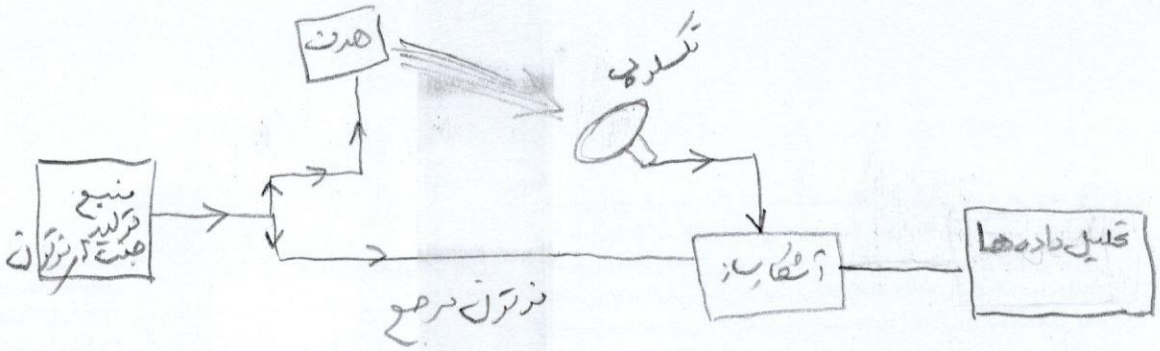
۴- اصل جفت تئوری بل در رد نظریه

در یک آزمایش واقعی با فوتون های درهم تنیده
می توان بر اساس فرضیه EPR و بر اساس محاسبات
بل نشان داد که مشاهده یک بار توسط دو مشاهده گر
در دو نقطه A و B باید بیش ۱/۳ باشد درصورتیکه
بر اساس نتیجه آزمایش مقدار آن ۱/۴ می باشد و بدیهیست
که ۱/۴ بیش از ۱/۳ نیست ولذا فرضیه EPR با آزمایش
هم خوانی ندارد. برخی معتقدند که بر اساس تئوری بل جهان بهم پیوسته، بهم وابسته
وجدانا پذیر است

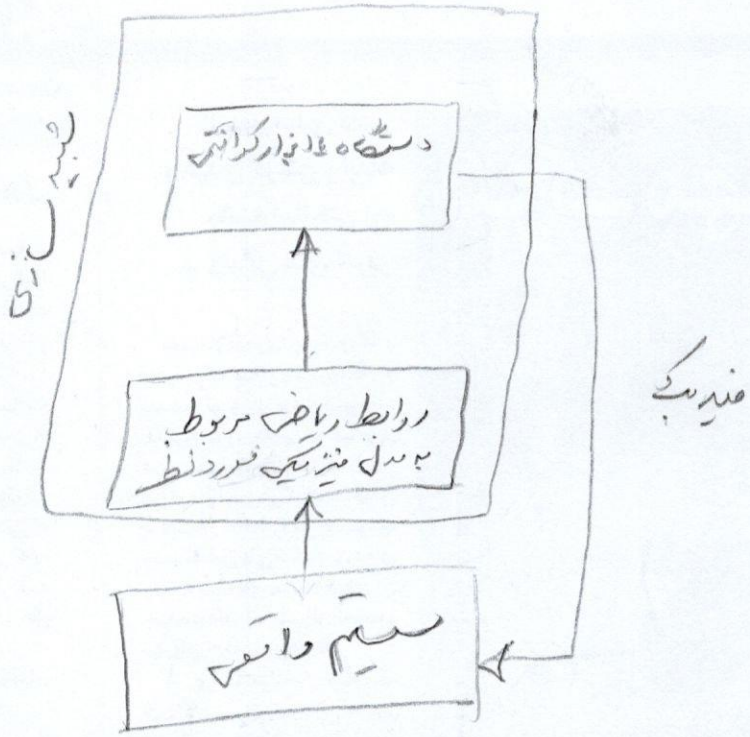
نتیجه اصل درهم تنیدگی یک حقیقت است
از این اصل کارهای بزرگی تحت عنوان
فناوری کوانتمی می تواند انجام داد



برای برقراری ارتباط امن



رادار



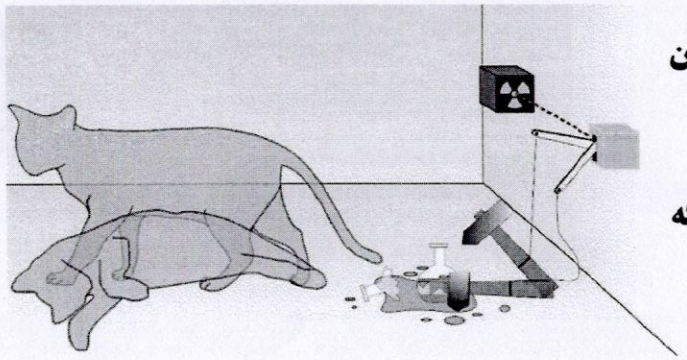
شبیه ساز

جدول کاربرد که نشان داده شود برگرفته از کتاب

مفاهیم کوانتومی

برهم نهی حالات کوانتومی:

• در فیزیک کلاسیک وضعیت هر ذره معمولاً با دو کمیت مشاهده پذیرِ موقعیت و سرعت آن (فضای فازکانونیک) مشخص می‌شود که به آن حالت کلاسیکی گفته می شود که با قطعیت در این وضعیت یافت می شود.



• اما در فیزیک کوانتومی، حالت هر ذره با مجموعه ای از اعداد کوانتومی مشخص می شود که به آن حالت کوانتومی گفته می‌شود و در فضایی مجرد ریاضیِ هیلبرت.

• بر خلاف فیزیک کلاسیک، در فیزیک کوانتومی ذره در برهم نهی از این حالات به سر بَرد به طوریکه مجموع احتمالاتِ یافته شدن در هر یک از آن حالات برابر با ۱است. (ذات احتمالاتی و عدم قطعیت طبیعت)

• همین ویژگیِ ساده ی برهم نهی حالات کوانتومی که متمایز کننده حالت کلاسیکی و کوانتومی است و منجر رخداد بسیاری از پدیده هایی می باشد که با فیزیک کلاسیک قابل توجیه نیستند.

درهمتنیدگی کوانتومی به زبان ساده

همتنیدگی کوانتومی:

یک پدیده کاملا کوانتومی است که در آن حالت های کوانتومی دو یا چند ذره بصورت جمعی در نظر گرفته شده و تعیین حالت یکی از ذرات بدون در نظر گرفتن حالت آن دیگری غیر ممکن است.

$$\hat{\rho} = |\Psi\rangle\langle\Psi|, \qquad |\Psi\rangle = \sum_{a,b} C(a,b)|a\rangle|b\rangle,$$

درهم تنیدگی کوانتومی یکی از ویژگی های غیرکلاسیکی است که هیچ مانسته ای در فیزیک کلاسیک ندارد.

$$\hat{\rho} \neq \hat{\rho}_1 \otimes \hat{\rho}_2$$

درهم تنیدگی کوانتومی نوعی همبستگیِ رمزآلود در سطح کوانتومی است به طوریکه دو ذره یا سامانه ی درهمتنیده به طور آنی تحت تأثیر یکدیگر می باشند و رفتار یکی از دیگری تأثیر می پذیرد.

$$|\Psi\rangle = \sum_{a,b} \delta(a + b - \alpha_0)|a\rangle|b\rangle,$$

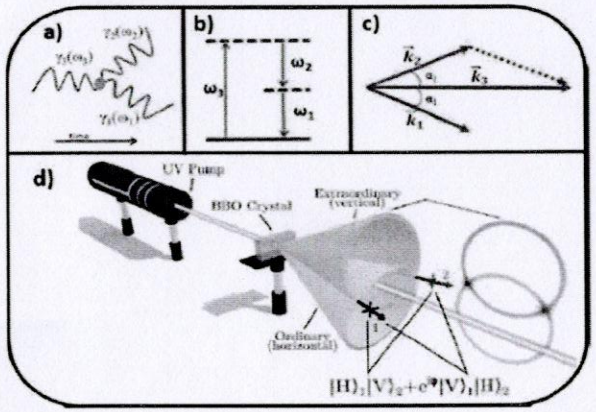
$$|\Psi\rangle_{\mathrm{SPDC}} \simeq \sum_{s,i} \delta(\omega_p - \omega_s - \omega_i)\delta(\mathbf{k}_p - \mathbf{k}_s - \mathbf{k}_i)|k_s\rangle|k_i\rangle.$$

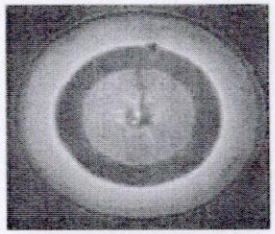
اگر حالت کوانتومی دو ذره جداپذیر نباشد و نتوان رفتار و تحول حالات آن دو را مستقل از یکدیگر توصیف کرد می توان گفت دو درهمتنیده اند.

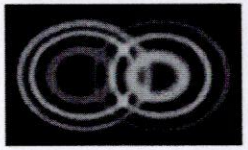
$$|\psi_1\rangle := |\psi_I\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}(|1_H\rangle_s|1_H\rangle_i + |1_V\rangle_s|1_V\rangle_i) =$$
$$= \frac{1}{\sqrt{2}}(|H\rangle_s|H\rangle_i + |V\rangle_s|V\rangle_i).$$

درهم تنیدگی منجر به افزایش چشم گیرِ دقت در اندازه گیری های مختلف می شود که هرگز در فیزیک کلاسیک دست یافتنی نیست.

ساده‌ترین راه تولید درهمتنیدگی کوانتومی







ره‌گیری از اثر غیر خطی SPDC در کریستال‌های غیر خطی

روش‌های اثبات درهمتنیدگی قطبشی فوتون‌ها:

ض نامساوی بل

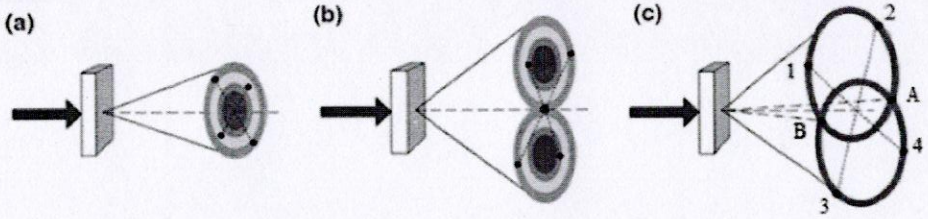
$$S = |E(a,b) - E(a,b')| + |E(a',b) + E(a',b')| > 2$$

$$E(a,b) = \frac{N(\alpha,\beta) + N(\alpha_V,\beta_V) - N(\alpha_V,\beta) - N(\alpha,\beta_V)}{N(\alpha,\beta) + N(\alpha_V,\beta_V) + N(\alpha_V,\beta) + N(\alpha,\beta_V)}$$

$$a = -45;\ b = -22.5;\quad a' = 0;\ b' = +22.5$$

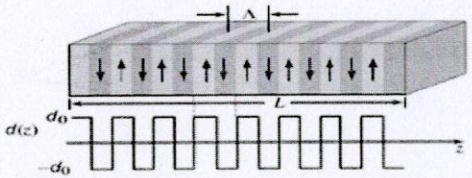
قانون مالوس

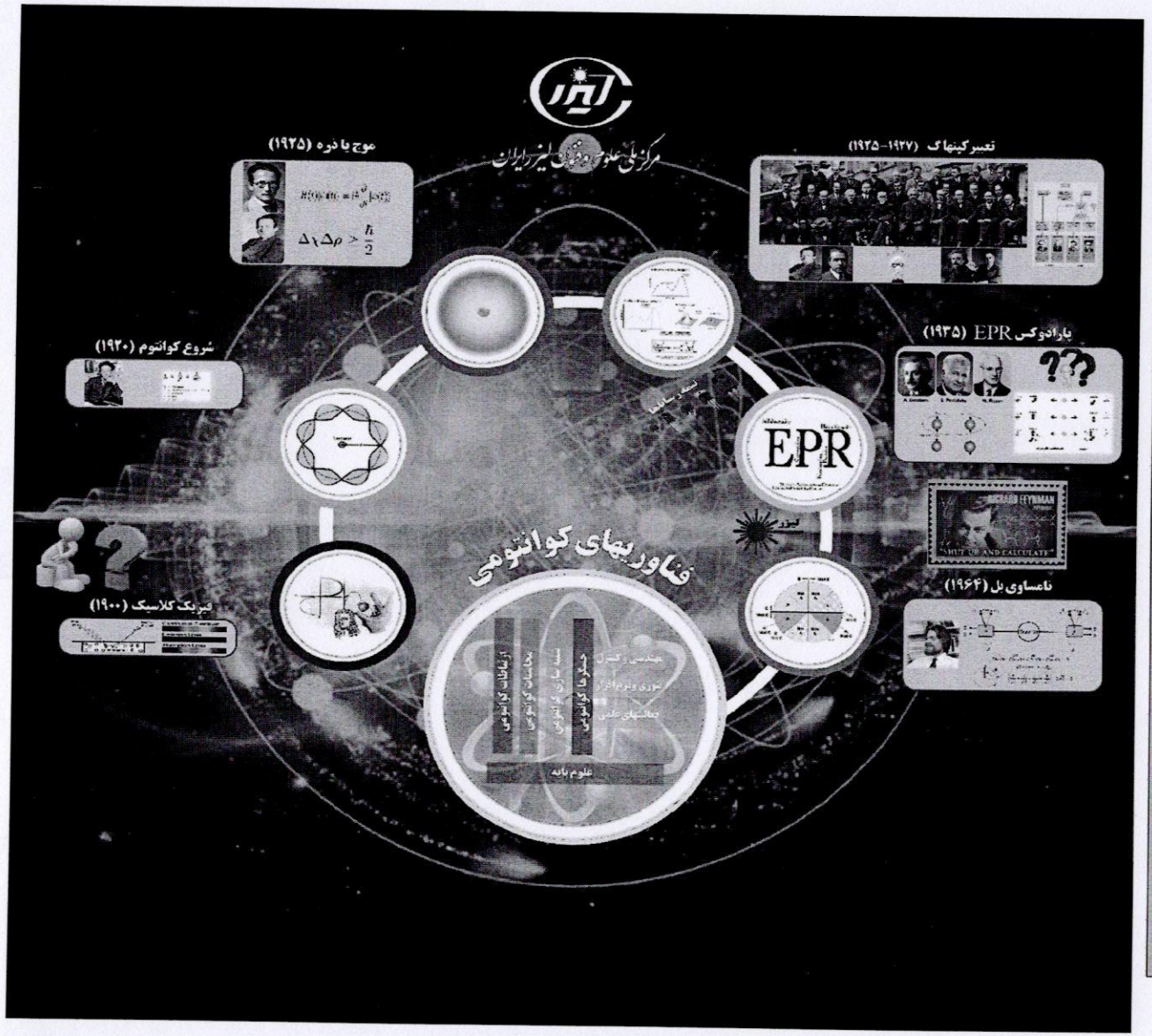
$$P(\alpha,\beta) = \frac{1}{2}\cos^2(\alpha - \beta)$$



$$k_p = k_i + k_s + k_\lambda$$

$$\frac{1}{\lambda_p} = \frac{1}{\lambda_s} + \frac{1}{\lambda_i}$$





چه‌ای از فناوری‌های کوانتومی

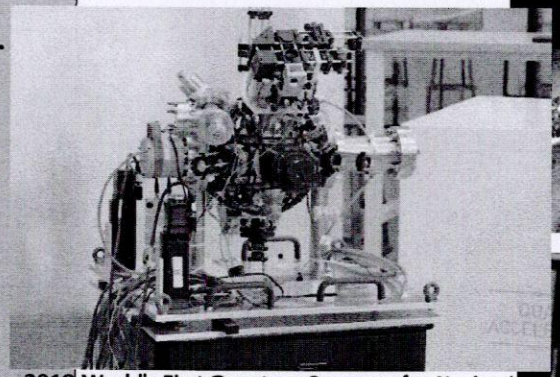
Quantum Sciences
The First Revolution

1. 1900s Planck Blackbody Law 1920s Quantu
2. Mechanics Completed 1920s Relativistic Quantum Mechanics
3. 1920s Dirac Quantizes EM Field
4. 1930s Blochs Theory of Solid State.
5. 1940s Quantum Electrodynamics
6. 1950s Nuclear Magnetic Resonance 1950s
7. Masers and Atomic Clocks 1950s Theory of Superconductivity .
8. 1960s Invention of the Laser 1980s Laser
9. Cooling of Atoms and Ions 1990s Bose-Einstein Condensates

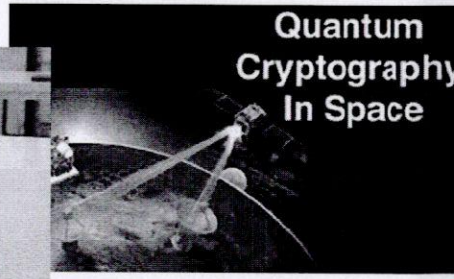
Quantum Technology
The Second Revolution

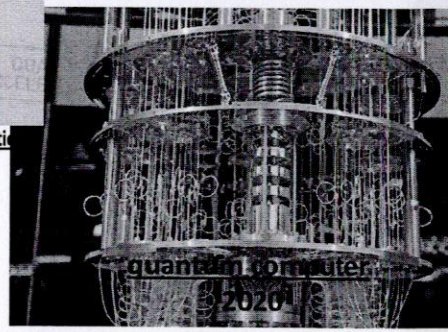
1. Harnessing Entanglement and Coherent Quantum Systems.
2. 1970s Optical Tests of Bells Inequalities.
3. 1980s Quantum Cryptography (QKD) Invented.
4. 1980s Quantum Computing Invented.
5. 1994 QKD Demonstrated over 10km Fiber.
6. 1994 Factoring Algorithm Discovered.
7. 1994 Ekerts Talk on Factoring Algorithm at ICAP.
8. 1995 DoD Funding for quantum computing Comes Online.
9. 1996 Quantum Error Correction quantum computing Scalable!
10. 1997 XOR in Ion Traps and Cavity QED.
11. 1998 Kane Scheme for QC in Semiconductors.
12. 1999 Nakamura Observes Rabi Oscillations in SQUIDs.
13. 2000 Four-Fold Entanglement in Ion .
14. Trap 2001 Scalable Linear Optical Quantum Computing.
15. 2002 Clark Constructs Four-Qubit Kane Prototype Mockup.
16. 2003 Nakamura Entangles a SQUID Pair .

2019 China is opening a new quantum research supercenter



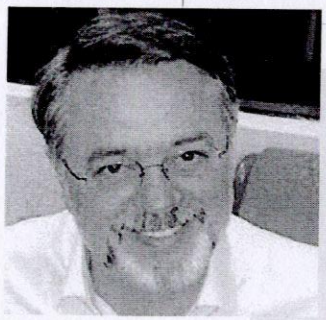
2018 World's First Quantum Compass for Navigati

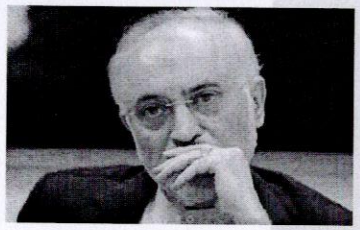


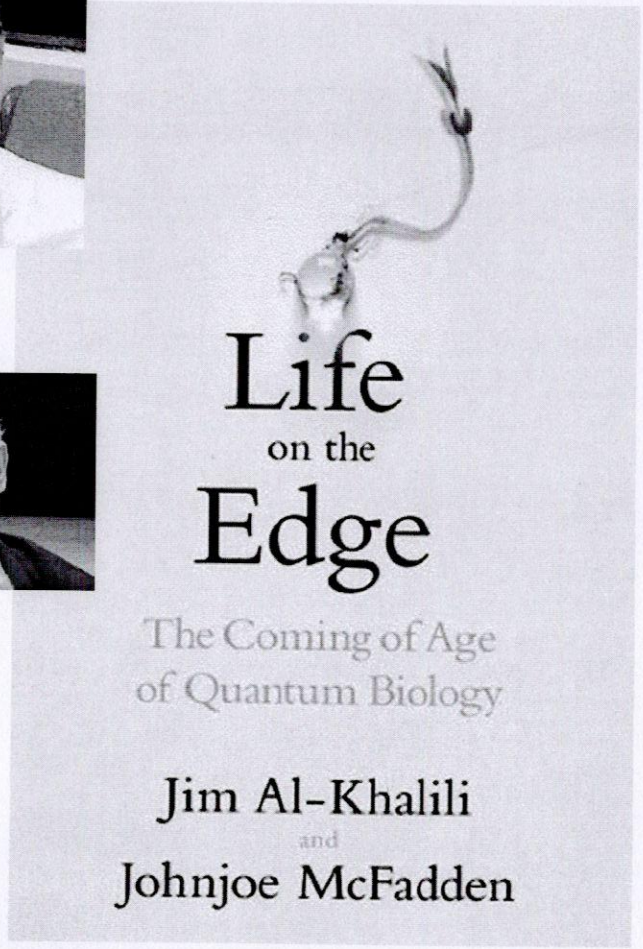


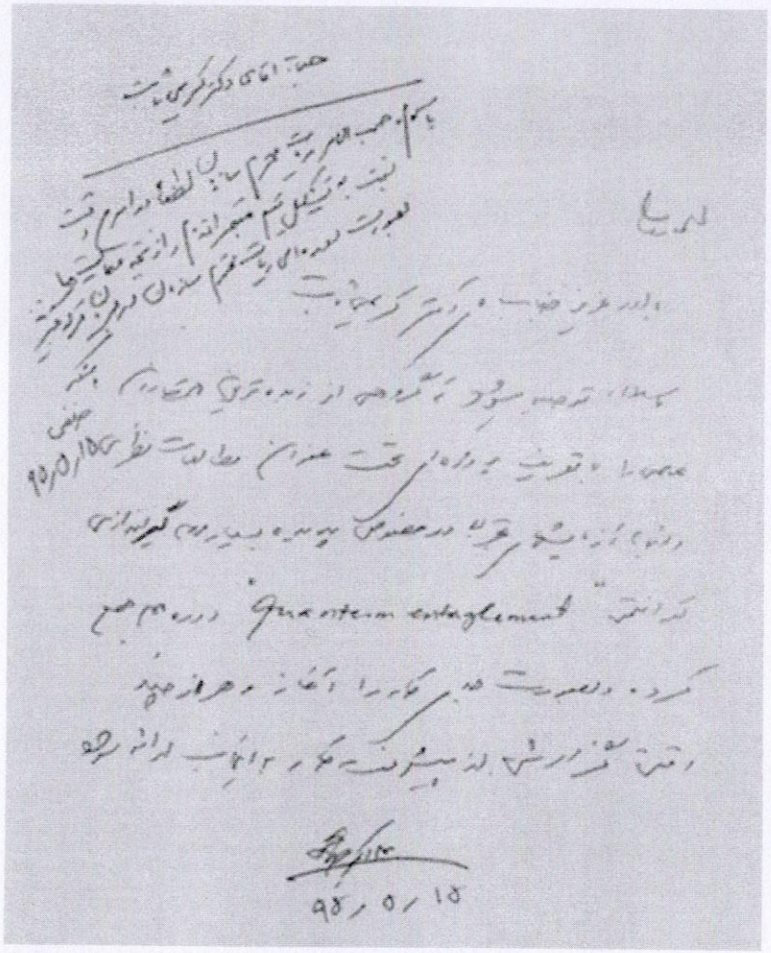
quantum computer
2020

نقطه شروع راه‌اندازی مرکز فناوری‌های کوانتومی در ایران

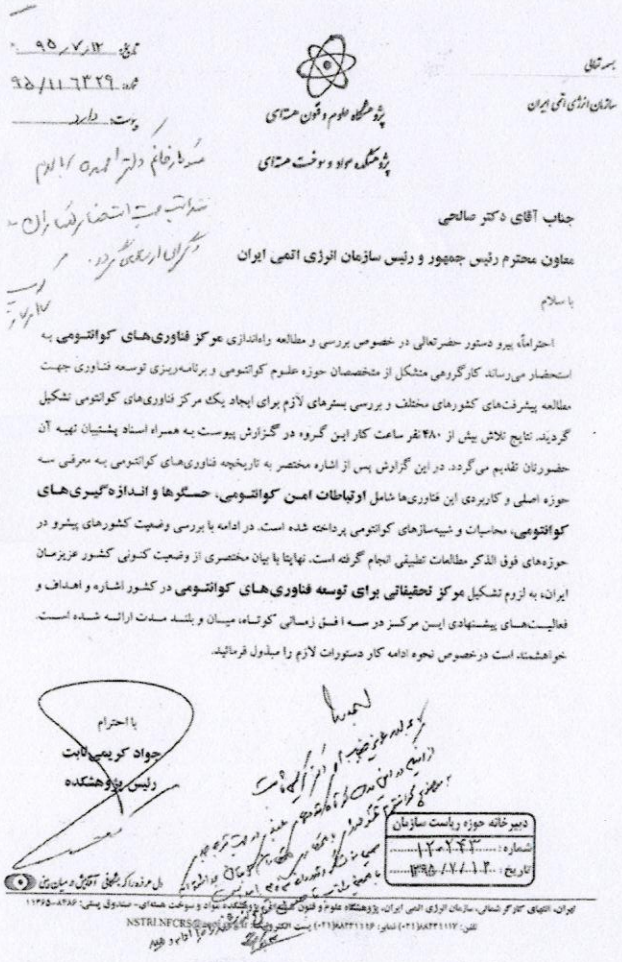








برگزاری جلسات و تدوین اولیه طرح توسعه فناوری‌های کوانتومی و نقشه راه



بسمه تعالی

سازمان انرژی اتمی ایران

پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای

پژوهشکده مواد و سوخت هسته‌ای

تاریخ: ۹۵/۷/۱۲

شماره: ۹۵/۱۱/۶۴۲۹

پیوست: دارد

جناب آقای دکتر صالحی

معاون محترم رئیس جمهور و رئیس سازمان انرژی اتمی ایران

با سلام

احتراماً، پیرو دستور حضرتعالی در خصوص بررسی و مطالعه راه‌اندازی **مرکز فناوری‌های کوانتومی** به استحضار می‌رساند، کارگروهی متشکل از متخصصان حوزه علوم کوانتومی و برنامه‌ریزی توسعه فناوری جهت مطالعه پیشرفت‌های کشورهای مختلف و بررسی بسترهای لازم برای ایجاد یک مرکز فناوری‌های کوانتومی تشکیل گردید. نتایج تلاش بیش از ۴۸۰ نفر ساعت کار این گروه در گزارش پیوست به همراه اسناد پشتیبان تهیه آن حضورتان تقدیم می‌گردد. در این گزارش پس از اشاره مختصر به تاریخچه فناوری‌های کوانتومی به معرفی سه حوزه اصلی و کاربردی این فناوری‌ها شامل **ارتباطات امن کوانتومی، حسگرها و اندازه‌گیری‌های کوانتومی**، محاسبات و شبیه‌سازهای کوانتومی پرداخته شده است. در ادامه با بررسی وضعیت کشورهای پیشرو در حوزه‌های فوق الذکر مطالعات تطبیقی انجام گرفته است. نهایتاً با بیان مختصری از وضعیت کنونی کشور عزیزمان ایران، به لزوم تشکیل **مرکز تحقیقاتی برای توسعه فناوری‌های کوانتومی** در کشور اشاره و اهداف و فعالیت‌های پیشنهادی این مرکز در سه افق زمانی کوتاه، میان و بلند مدت ارائه شده است.

خواهشمند است درخصوص نحوه ادامه کار دستورات لازم را مبذول فرمائید.

با احترام

جواد کریمی ثابت

رئیس پژوهشکده

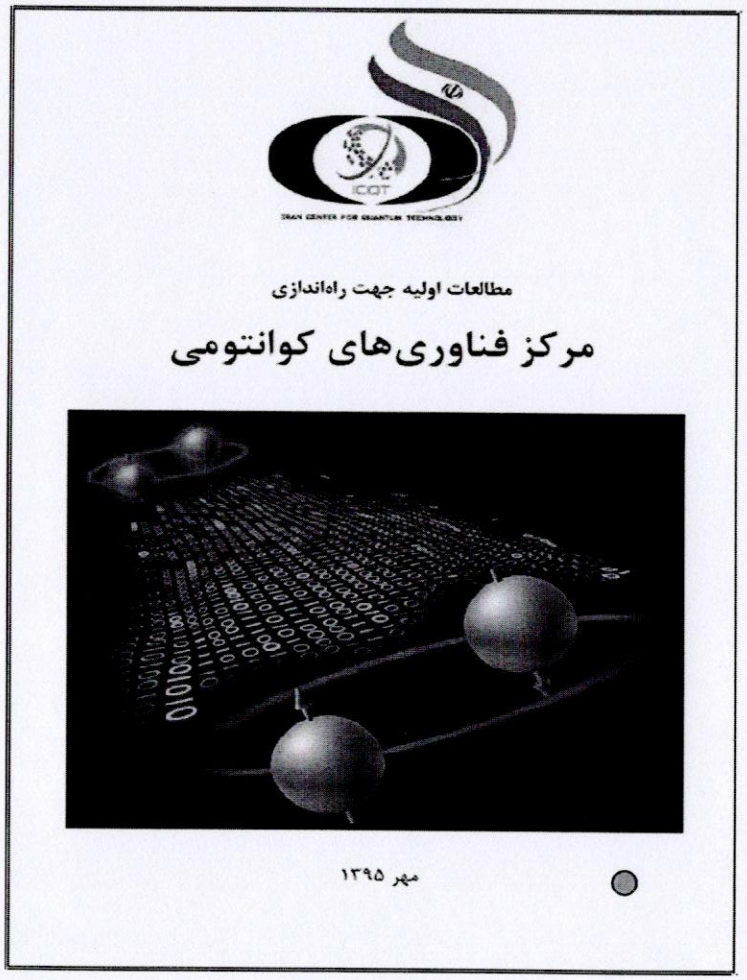
دبیرخانه حوزه ریاست سازمان

شماره: ۱۲۰۲۴۳

تاریخ: ۱۳۹۵/۷/۱۲

تهران، انتهای کنارگر شمالی، سازمان انرژی اتمی ایران، پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای، پژوهشکده مواد و سوخت هسته‌ای، صندوق پستی: ۸۴۸۶-۱۴۶۵۵

تلفن: ۸۲۴۱۱۱۷(۰۲۱) نمابر: ۸۸۲۲۱۱۱۶(۰۲۱) پست الکترونیکی: NSTRI.NFCRS@



ICQT

IRAN CENTER FOR QUANTUM TECHNOLOGY

مطالعات اولیه جهت راه‌اندازی

مرکز فناوری‌های کوانتومی

مهر ۱۳۹۵

برگزاری جلسات و تدوین اولیه طرح توسعه فناوری‌های کوانتومی و نقشه راه

- ✓ تشکیل کارگروه
- ✓ مطالعات اولیه و ارایه گزارش‌های بررسی راه اندازی مرکز فناوری‌های کوانتومی
- ✓ برگزاری جلسات با متخصصان و ارایه طرح‌های پیشنهادی و انعقاد تفاهم‌نامه با مراکز تحقیقاتی
- ✓ برگزاری سمینارهای آموزشی و ترویج مفاهیم کوانتومی در سطح سازمان و شرکت در دوره‌های آموزشی خارج از سازمان
- ✓ برگزاری اولین همایش ملی فناوری‌های کوانتومی در سازمان
- ✓ دریافت درخواست همکاری از سایر نهادها وگسترش ابعاد وظایف کارگروه پس از برگزاری همایش
- ✓ درخواست بودجه و سازماندهی رسمی کارگروه و موافقت ریاست سازمان و دستور جهت تدوین طرح کلان توسعه فناوری‌های کوانتومی
- ✓ برگزاری جلسات و تدوین اولیه طرح توسعه فناوری‌های کوانتومی

اهداف طرح

- ترسیم نقشه راه توسعه فناوری‌های کوانتومی در کشور
- توسعه منابع انسانی شامل آموزش دوره‌های تخصصی و کارگاه‌های علمی
- ایجاد شبکه‌های ارتباطی همکاری ملی و بین المللی (شبکه سازی)
- ایجاد زیرساخت‌های آزمایشگاهی در حوزه فناوری های کوانتومی
- انجام پروژه‌های مطالعاتی و تجربی در زمینه فناوری نوظهور کوانتومی
- حمایت از پروژه‌های مرتبط با فناوری‌های نوظهور کوانتومی در سطح کشور

اثرات و نتایج انجام طرح

- ایجاد مرکز ملی پیشرفته تحقیقاتی به عنوان یکی از مراکز پیشرفته در منطقه و جهان در زمینه فناوری کوانتومی
- ایجاد آزمایشگاه ملی در زمینه فناوری های کوانتومی
- بومی سازی فناوری کوانتومی در کشور
- تبدیل کشور به قطب علمی حوزه فناوری کوانتومی در جهان اسلام
- افزایش توان اقتصادی و تولیدات پیشرفته در کشور
- توسعه و گسترش صنایع پیشرفته توسط فناوری های کوانتومی
- تربیت نیروی انسانی ماهر
- اشتغال زایی در زمینه مشاغل پیشرفته
- بالا بردن شاخص های سلامت و اطلاعات کشور

کاربردفناوری‌های کوانتومی

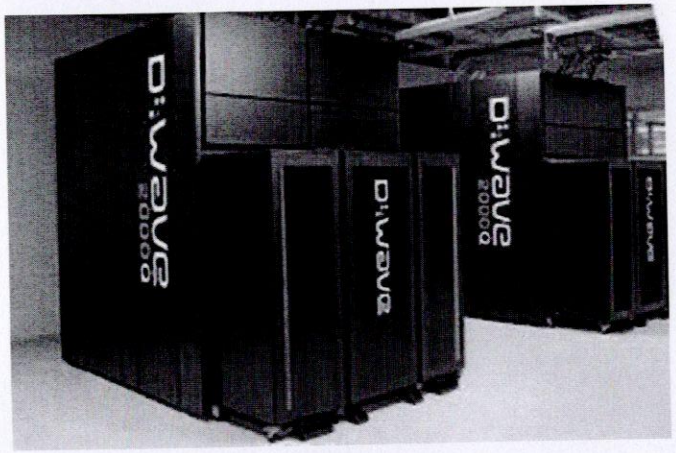
Applications

Quantum computers

To be able to solve, in a few minutes, problems that are unsolvable by the supercomputers of today and tomorrow.

design of:

- ❑ **Chemical processes**
- ❑ **New materials**
- ❑ **Higher temperature superconductors**
- ❑ **Machine learning and**
- ❑ **Artificial intelligence.**

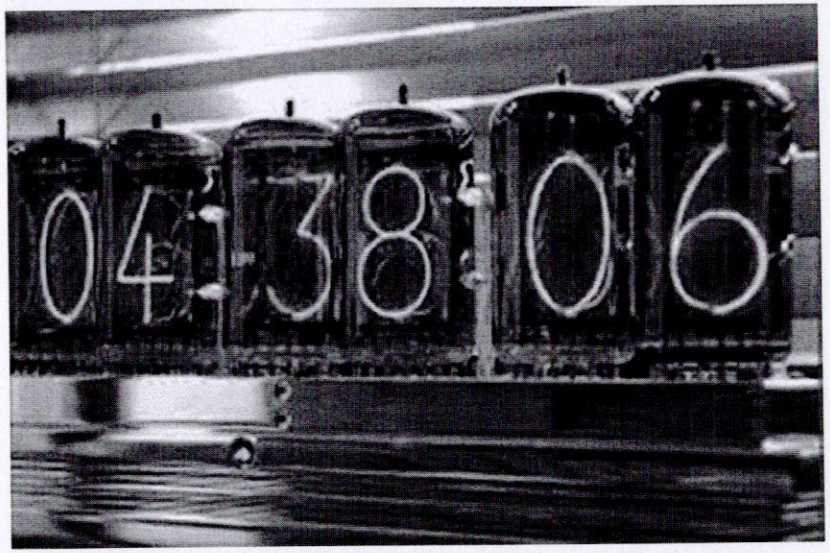


Atomic quantum clocks

Can be synchronised with GPS to provide very high levels of timing stability and traceability, even in hostile environments where GPS is unavailable ordenied.

These timing solutions can be useful within :

- ***Future smart networks,***
- ***Synchronization of energy grids,***
- ***Telecoms,***
- ***Broadcasting,***
- ***Energy and security.***



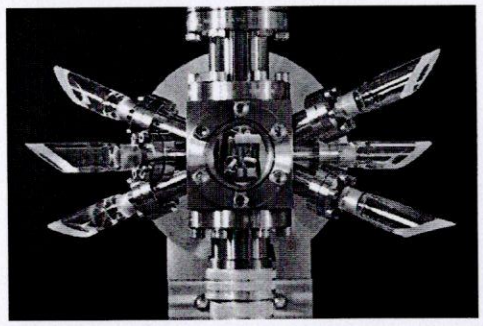
Quantum sensors

That exploit quantum superposition and/or entanglement to achieve a higher sensitivity and resolution

To measure:

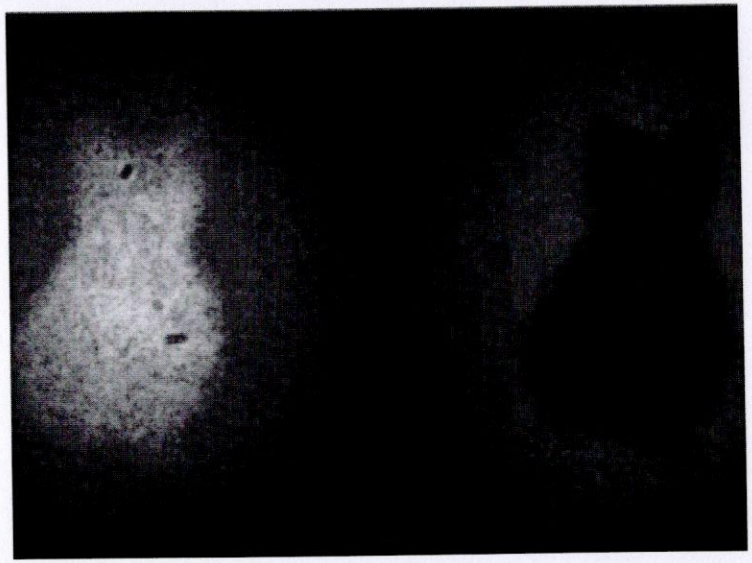
- ***Voids under the ground and to detect mineral deposits***
- ***Legacy infrastructure.***
- ***Non-invasive point-of-care diagnosis.***
- ***brain imaging and particle detection***
- ***biosensors to magnetic resonance***
- ***imaging and the detection of defects in metals***

measure acceleration and rotation very precisely (QPS)



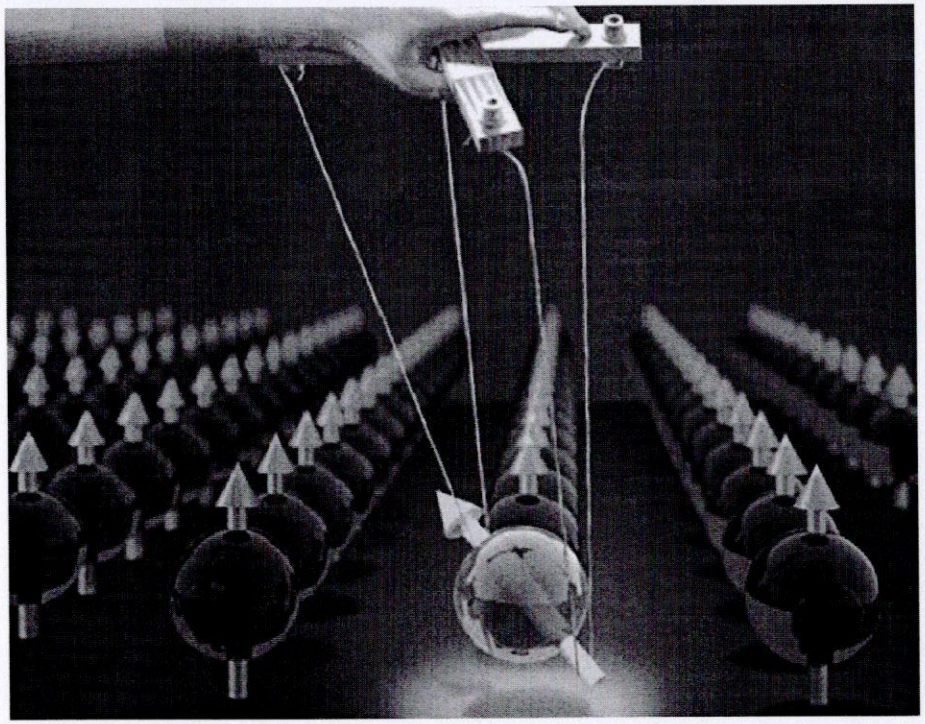
Quantum imaging

An image has been obtained without ever detecting the light that was used to illuminate the imaged object, while the light revealing the image never touches the imaged object.



Quantum simulators

can be constructed for the special purpose of simulating materials or chemical reactions. Simulation allows new processes or properties to be explored before the material exists, as a tool to design new materials that are needed in multiple sectors, such as energy or transport.

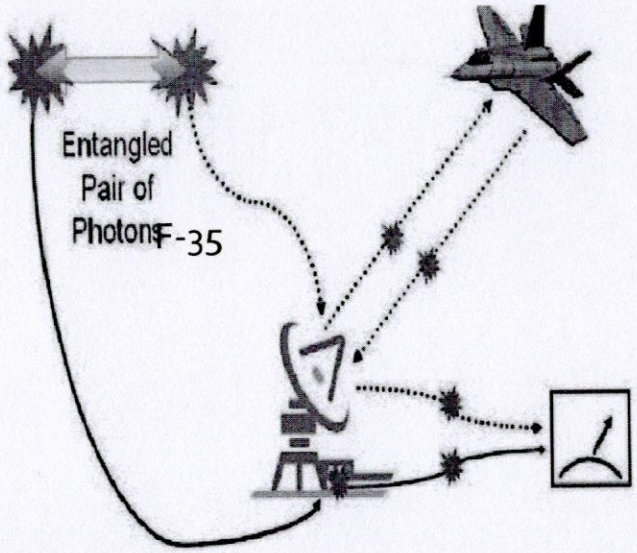


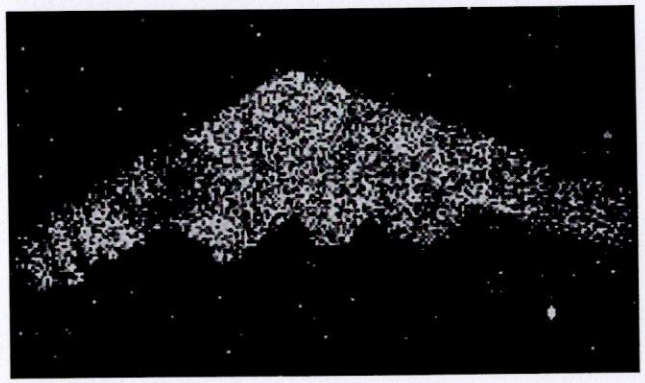
QUANTUM RADAR

Remote-sensing method based on quantum entanglement

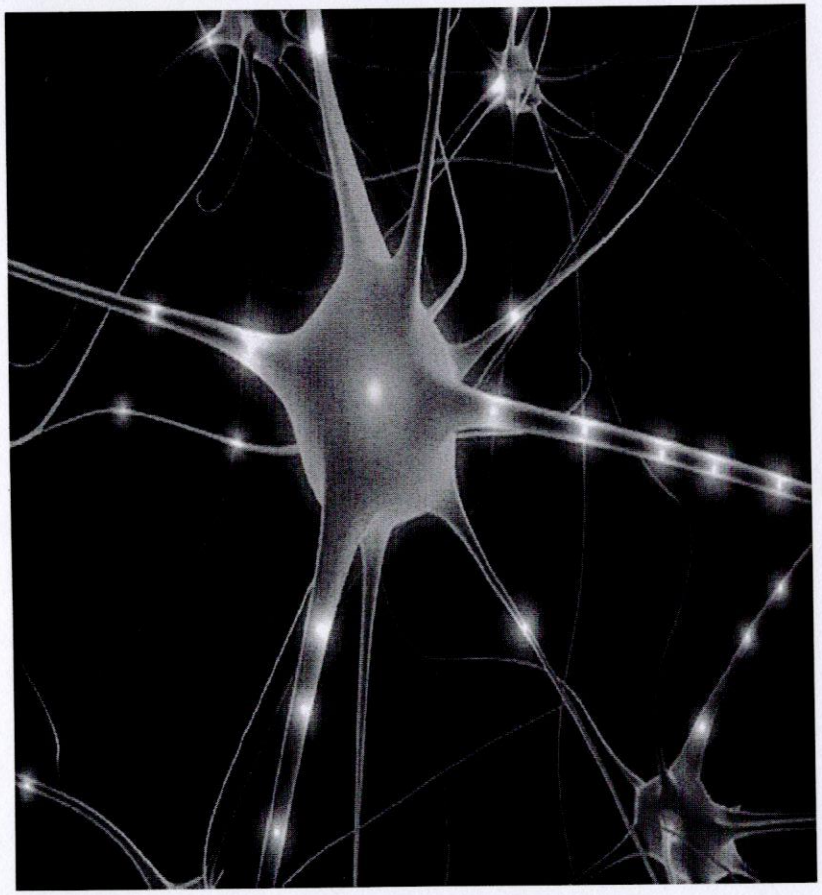
Quantum radar has the potential to:

- ***Enhance the performance of radar systems high sensitivity and high resolution***

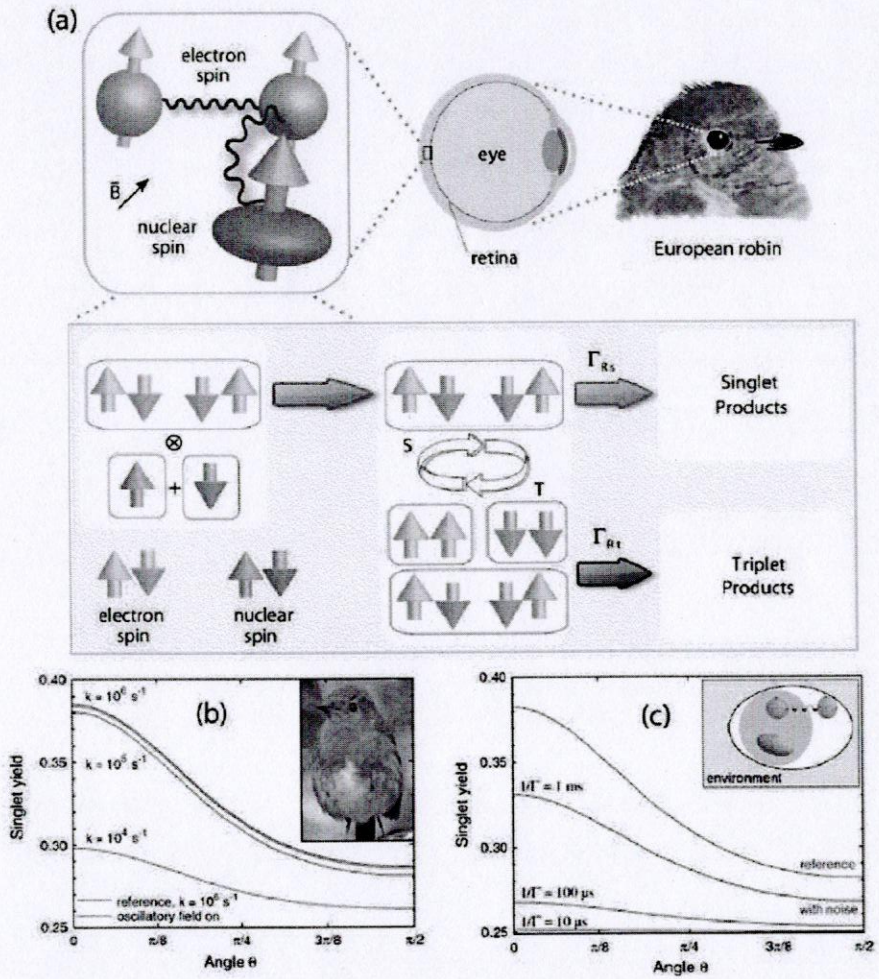




The Quantum Brain

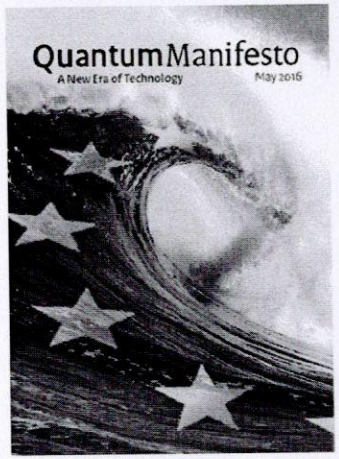


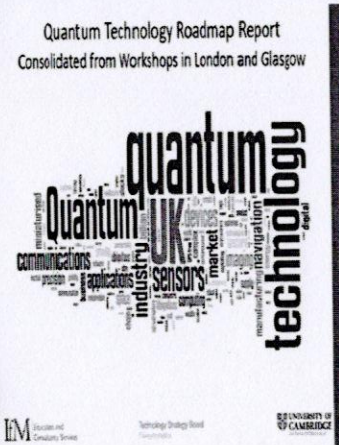
Bird navigation

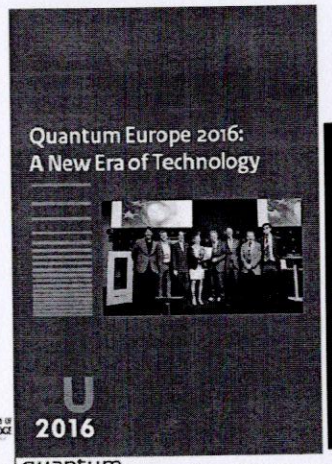


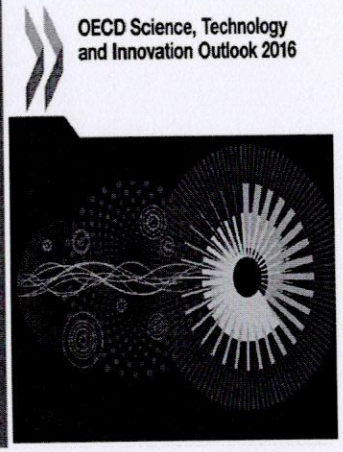
مطالعات اولیه و ارایه گزارش‌های بررسی راه اندازی مرکز فناوری‌های کوانتومی

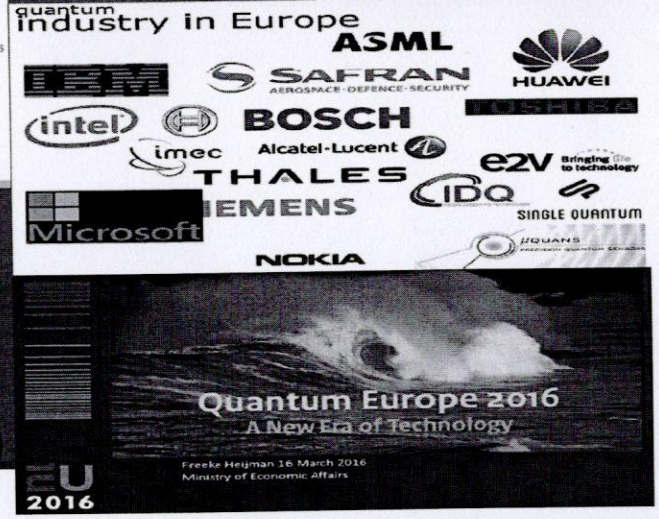
بررسی وضعیت جهان در حوزه فناوری های کوانتومی

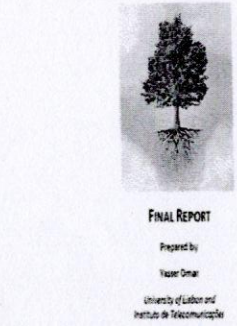


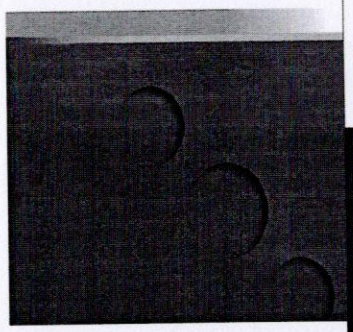






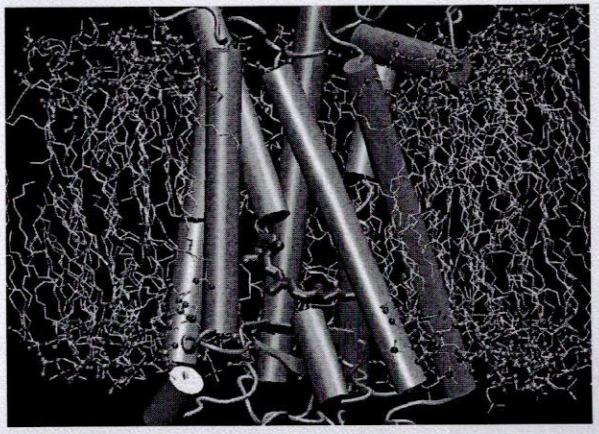






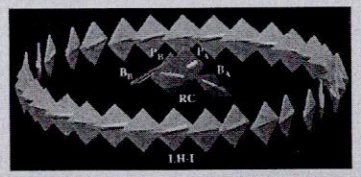
Why should biologists be interested in quantum?

Quantum mechanics plays a critical role in much of biology!



- **Retinal**, responsible for vision
  - Ultrafast vision receptor

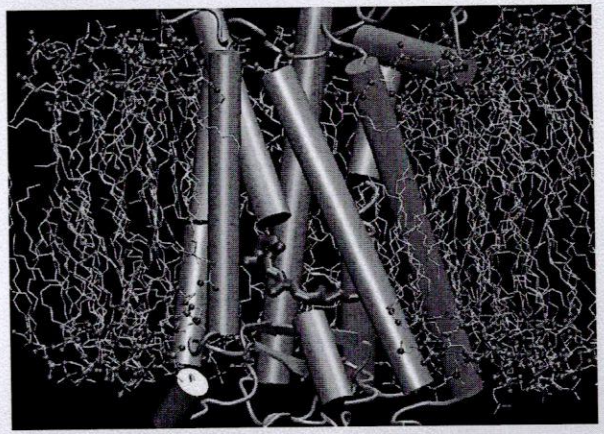
- **Light harvesting complexes** in photosynthesis
  - Ultraefficient collection & conversion of light



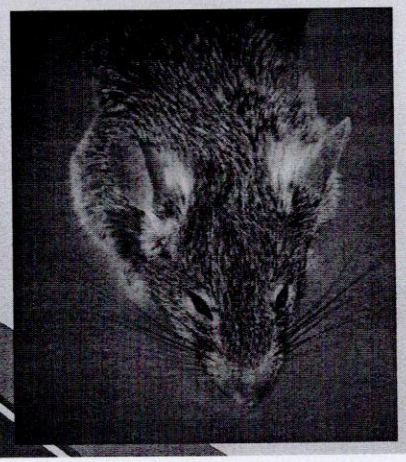
- **Green Fluorescent Protein**
  - Highly efficient marker

Why should **physicists** be interested in **biology**?

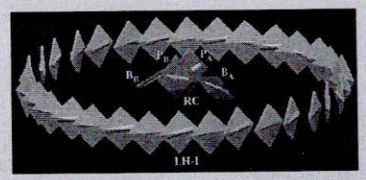
They're all highly efficient, highly refined, self assembling quantum nanoscale devices.



- **Retinal**, responsible for vision
  - Ultrafast vision receptor



- **Light harvesting complexes** in photosynthesis
  - Ultraefficient collection & conversion of light

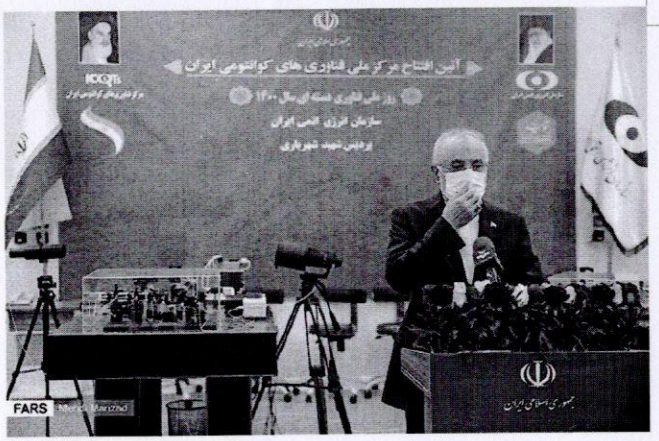


- **Green Fluorescent Protein**
  - Highly efficient marker

برگزاری اولین همایش ملی فناوری‌های کوانتومی در سازمان (شهریور ۱۳۹۶)

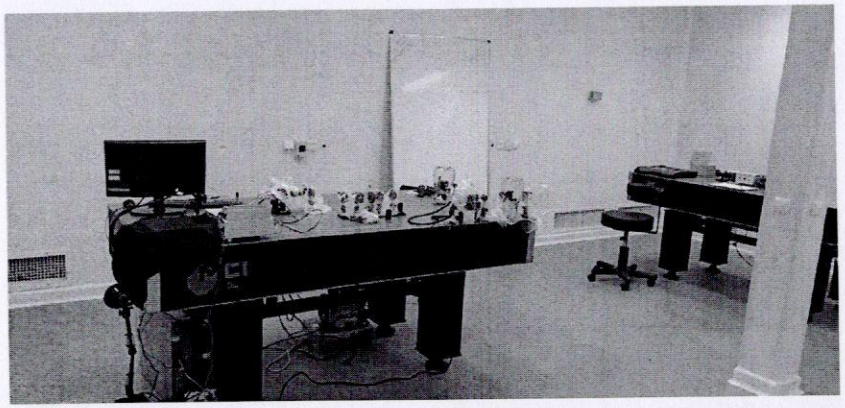
8

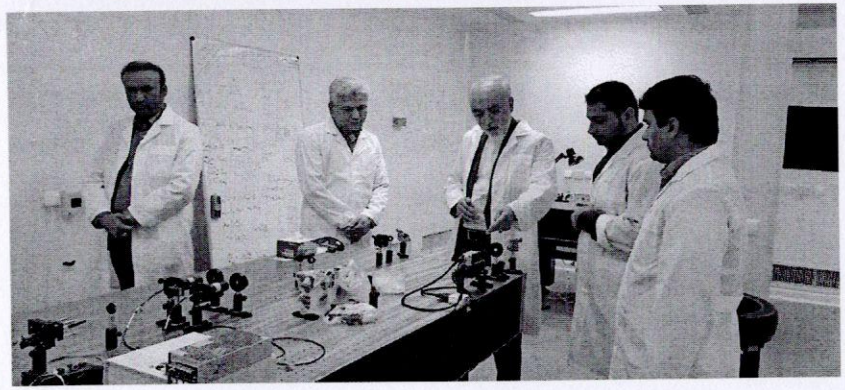
تأسیس مرکز فناوری های کوانتومی ایران



- ✓جذب پژوهشگران تراز اول با رویکردی فناورانه و عملیاتی
- ✓شناسایی پروژه های مادر و کلان و شکست پروژه ها
- ✓خرید تجهیزات و ایجاد زیرساخت آزمایشگاهی
- ✓ایجاد بستر آزمایشگاهی و فضای مورد نیاز
- ✓تخصیص بودجه و رایزنی با مراجع بالادستی از قبیل شورای عالی انقلاب فرهنگی و وزارت علوم
- ✓تهیه نقشه راه: تدوین پیش نویس سند ملی توسعه فناوری های کوانتومی و ارسال به نهادهای متولی در کشور جهت اعتبارسنجی
- ✓ایجاد زیست بوم و ارتباطات با کمک معاونت علمی ریاست جمهوری برای شبکه‌سازی
- ✓برونسپاری و تعریف پروژه های دانشجویی جهت همکاری با دانشگاه‌ها و موسسات
- ✓حمایت از طرح‌ها و پایان‌نامه‌ها در راستای اهداف مرکز

ایجاد و تقویت زیرساخت های سخت افزاری و نرم افزاری





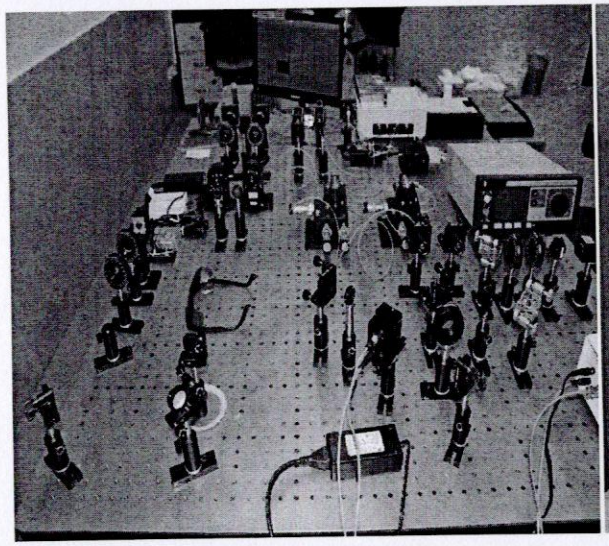
- تخصیص فضا به متراژ ۲۰۰۰متر (ساختمان ابن هیثم)
- بخش آزمایشگاهی تمیز به متراژ ۵۰۰ متر مربع
- شناسایی آزمایشگاه‌های مورد نیاز
  1. آزمایشگاه اپتیک کوانتومی
  2. آزمایشگاه مخابرات و ارتباطات کوانتومی
  3. آزمایشگاه حسگرهای کوانتومی
  4. آزمایشگاه زیست‌شناسی کوانتومی
  5. آزمایشگاه الکترونیک
  6. آزمایشگاه فوتونیک پیشرفته
  7. آزمایشگاه ابررسانایی
  8. آزمایشگاه دمای پایین و مایکروویو
  9. بخش رایانش و محاسبات کوانتومی
  10. آزمایشگاه لیتوگرافی و موجبر
  11. و ....

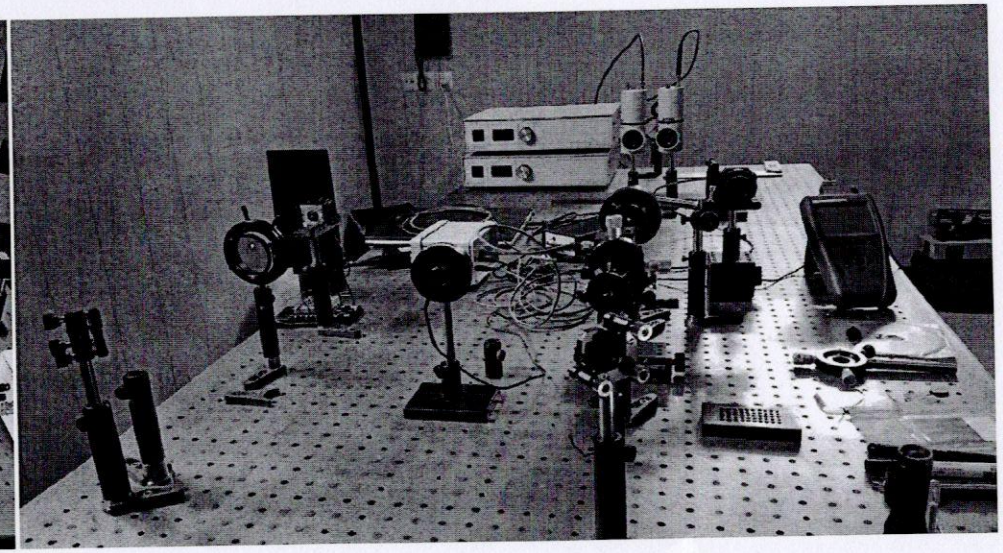
تأسیس مرکز فناوری های کوانتومی ایران

https://www.icqts.ir/

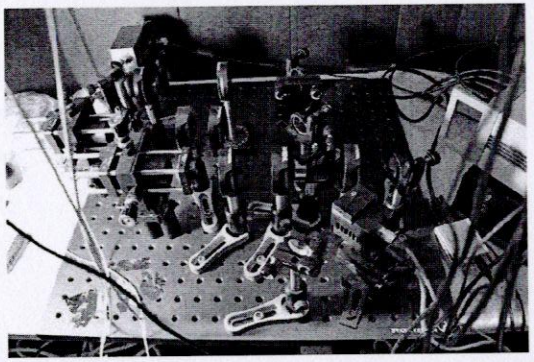
مرکز ملی
علوم و فنون لیزر ایران

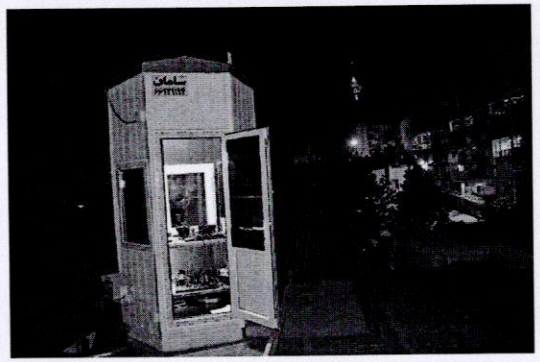
شروع اولین کار آزمایشگاهی در مرکز ملی علوم و فنون لیزر ایران

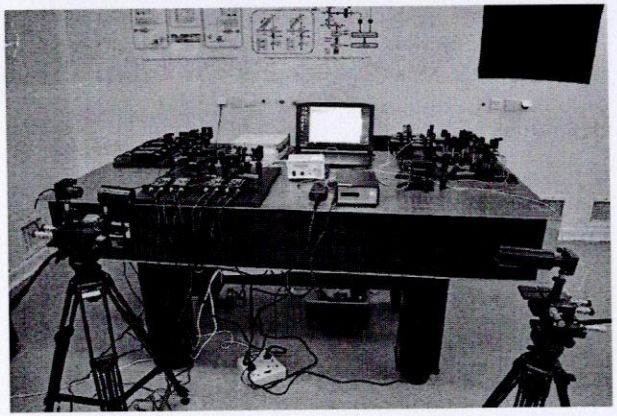




پروژه‌های تعریف شده در مرکز فناوری‌های کوانتومی ایران



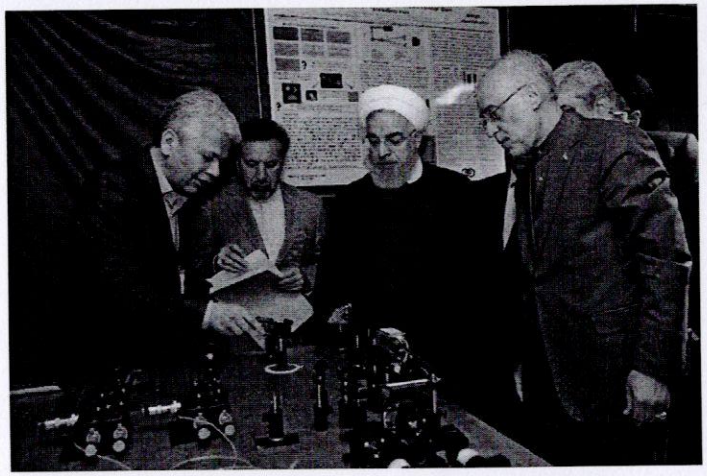


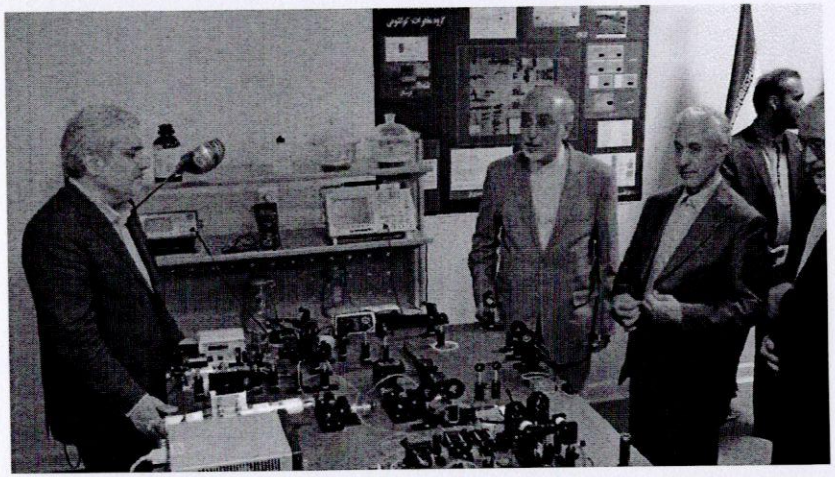


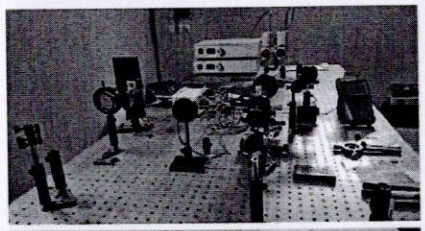
- رمزنگاری کوانتومی در فضای آزاد: به سوی ماهواره کوانتومی
- رمزنگاری کوانتومی در بستر فیبر
- رادار/لیدار کوانتومی
- تصویربرداری کوانتومی و مشخصه یابی کوانتومی
- ساعت اتمی استاندارد مبتنی بر سردسازی اتمی
- ناوبری کوانتومی مبتنی بر سردسازی اتمی
- مدارات مجتمع فوتونیکی کوانتومی در بستر موجبر
- تشخیص و شناسایی سرطان به کمک روش های مترولوژی کوانتومی
- طراحی داروهای هوشمند به کمک روش های کوانتومی

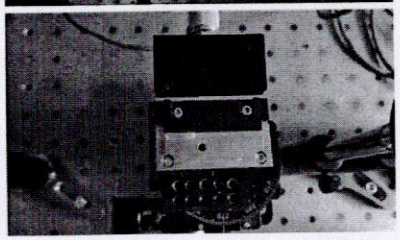
رونمایی از اولین کار آزمایشگاهی انجام شده در حوزه فناوری‌های کوانتومی

تولید فوتون های درهمتنیده کوانتومی در کشور







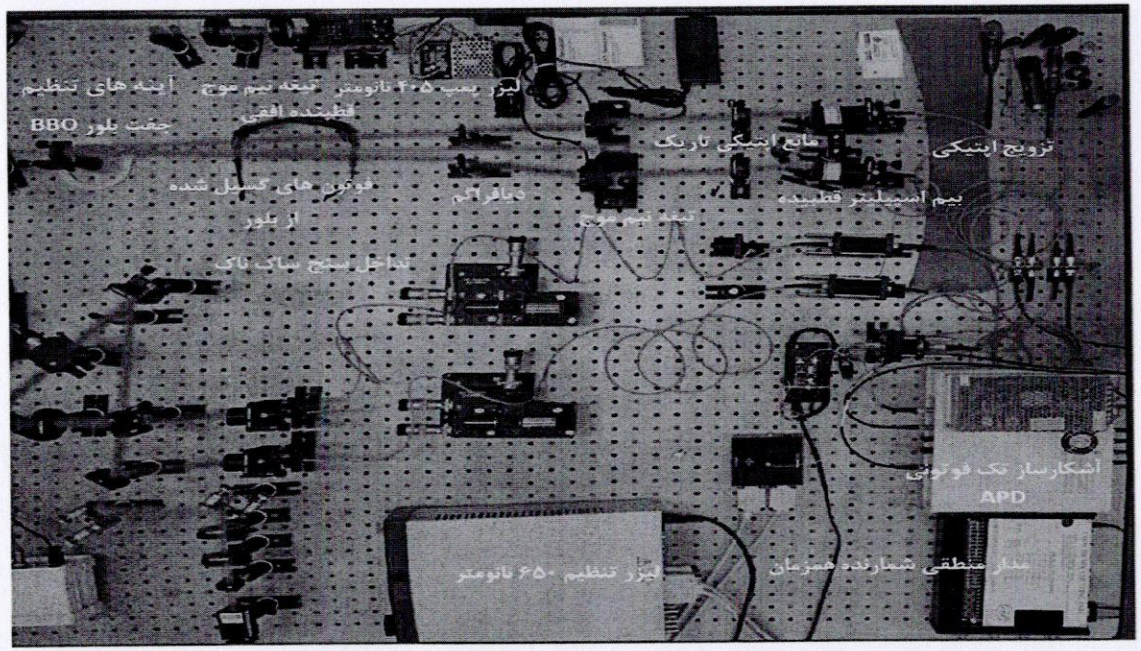


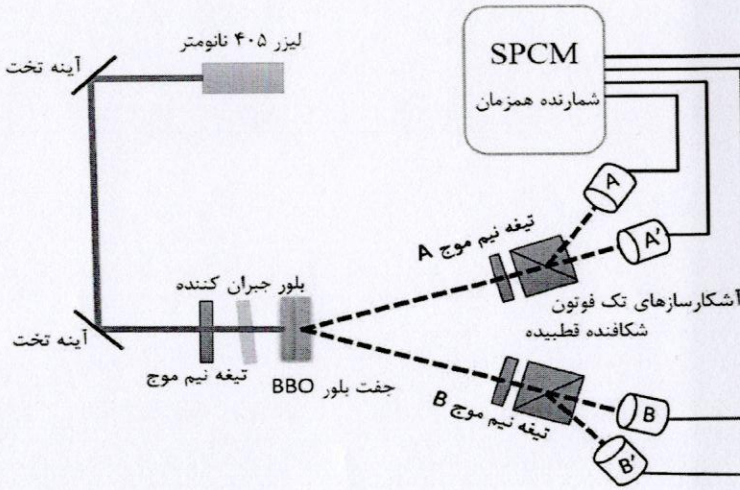
مرکز ملی
علوم و فنون لیزر ایران

پروژه‌های آزمایشگاهی انجام شده در حوزه فناوری‌های کوانتومی

❖ **اولین کار آزمایشگاهی:**

تولید جفت فوتون‌های درهمتنیده قطبشی با یک چیدمان اپتیکی ساده در مرکز ملی علوم و فنون لیزر (۱۳۹۷)

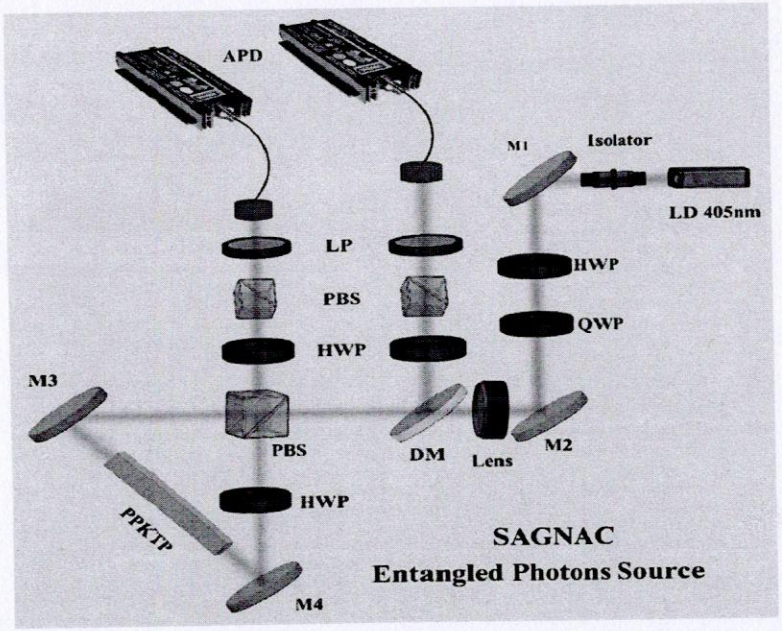


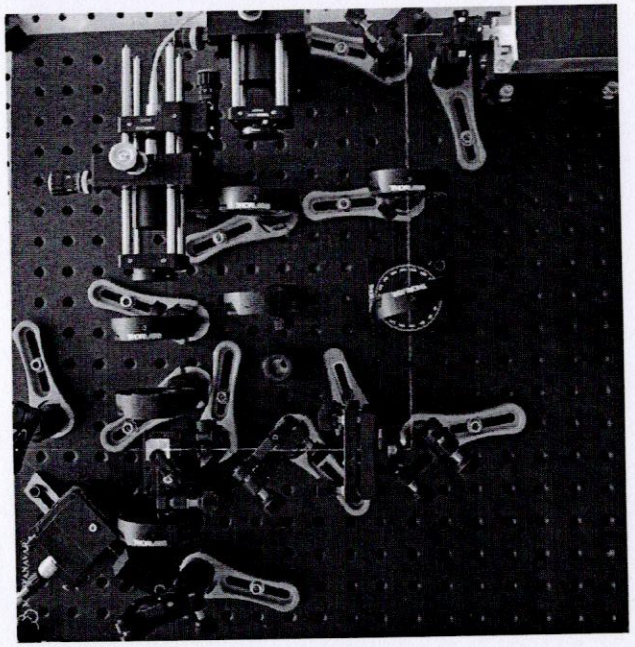


پروژه‌های آزمایشگاهی انجام شده در حوزه فناوری‌های کوانتومی

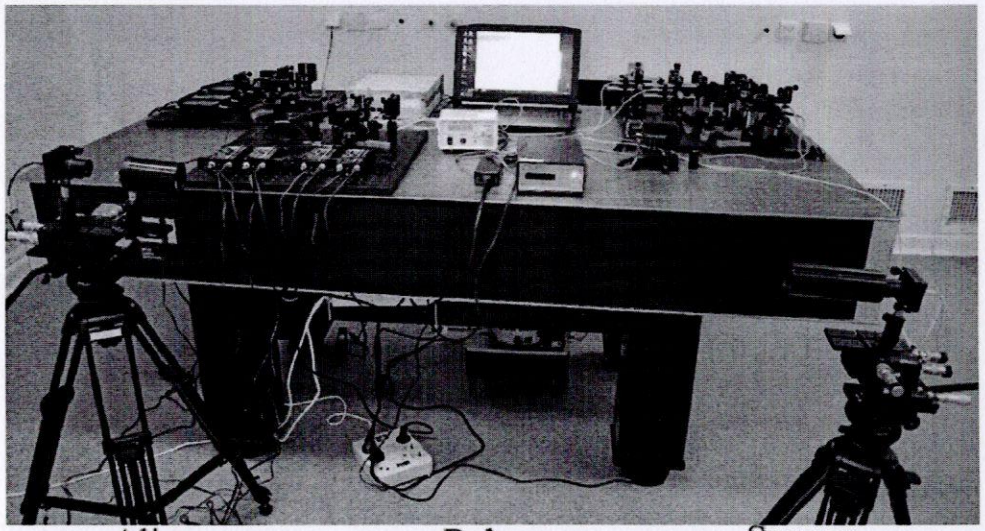
❖ **رمزنگاری کوانتومی فضای آزاد:**

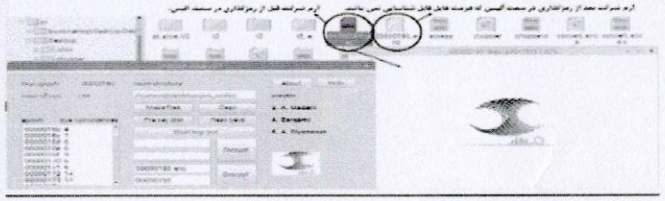
✓ **تولید جفت فوتون‌های درهمتنیده قطبشی با پایداری و نرخ بالا در یک چیدمان پیچیده (تداخلسنجی ساناک) ۱۳۹۸**

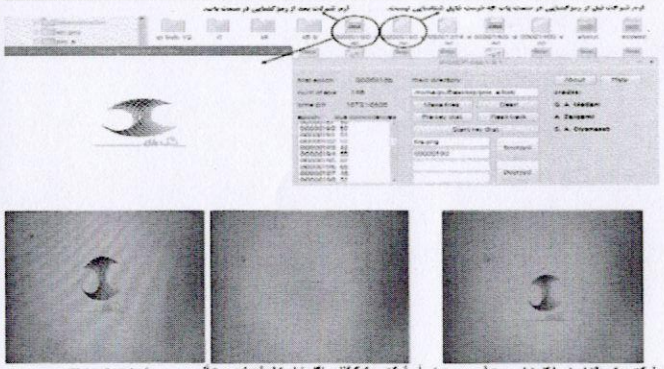




فاز ۱: فاصله ۲ متر داخل آزمایشگاه

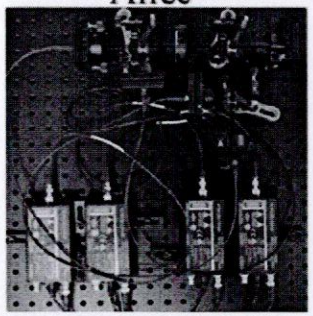




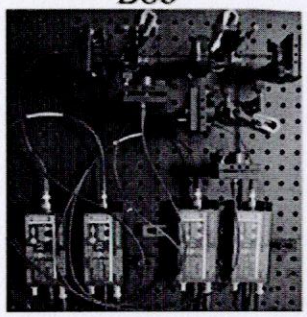


رم شرکت بعد از رمزگشایی توسط کلید نهایی بدست آمده در سمت باب آرم شرکت بعد از کدگذاری با کلید نهایی تولید شده از در سمت آلیس آرم شرکت قبل از کدگذاری

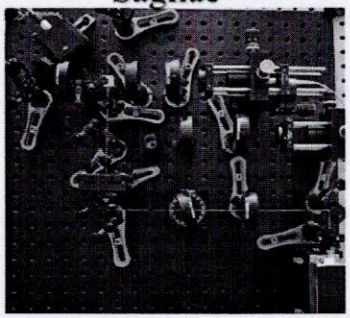
Alice



Bob

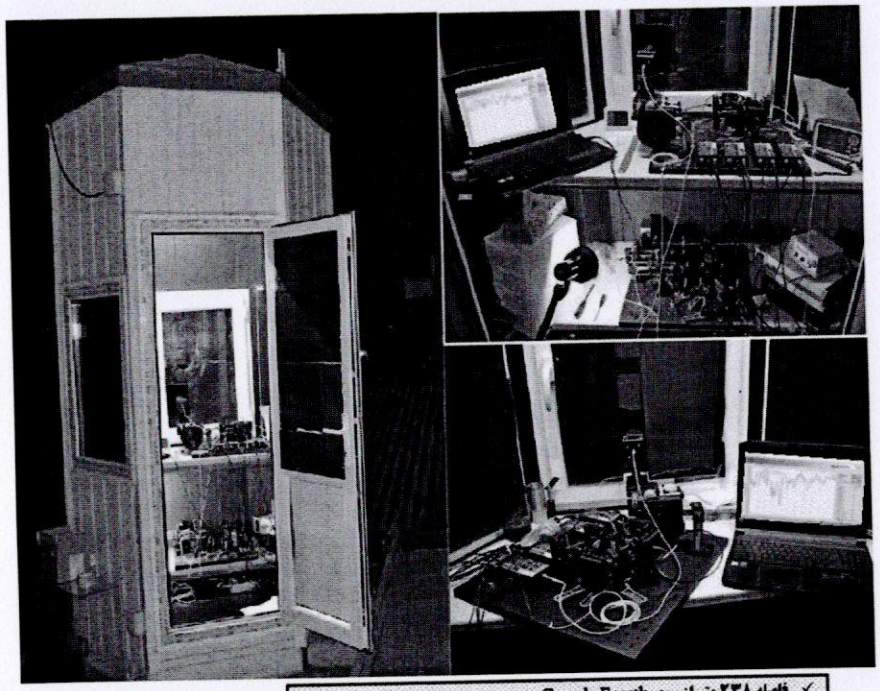


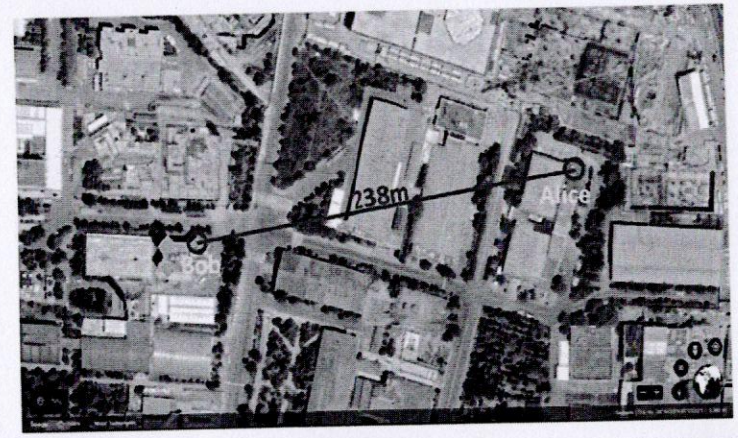
Sagnac

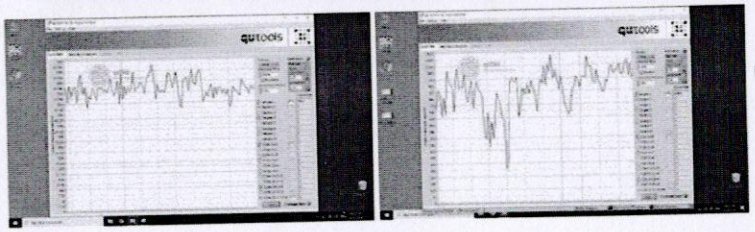


- ✓ فاصله ۲ متر
- ✓ نرخ کلید نهایی: ۱.۷ کیلوبیت بر ثانیه
- ✓ نرخ خطای بیت کوانتومی: حدود ۱۰ الی ۱۲ درصد. $QBER=\left(\frac{1-V}{2}\right)\times 100$

فاز ۲: در فاصله ۲۳۸ متر بین مرکز فناوری و یکی از ساختمان‌های اطراف

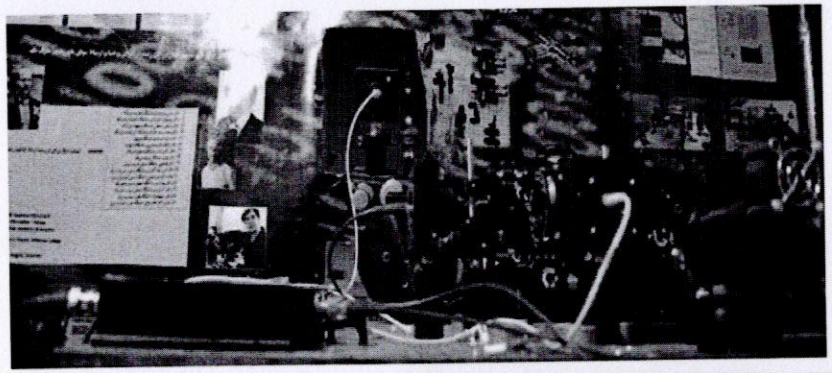


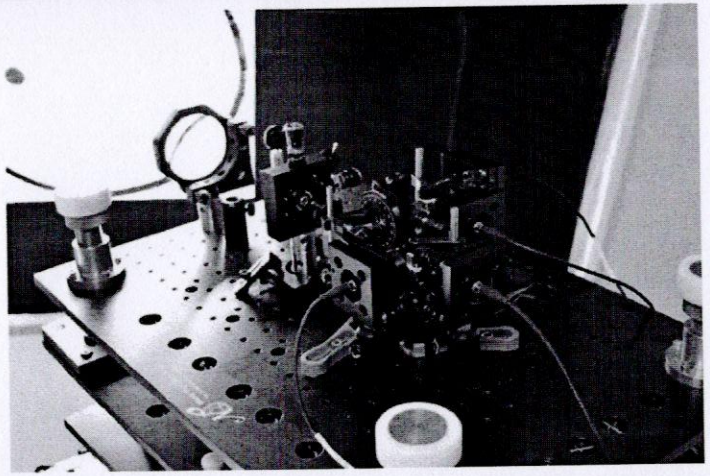


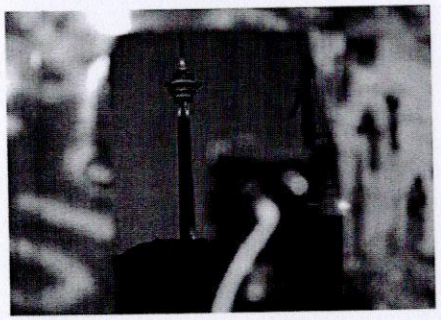


- فاصله ۲۳۸ متر از روی Google Eearth
- نرخ کلید نهایی: ۱۱۷ بیت بر ثانیه
- زمان داده گیری حدود ۱۲ شب تا ۵ صبح
- بیشینه کوپلینگ:100Kcps در فیبر تک مد
- ۲ماه هر شب از ساعت ۲۲ الی ۶ بامداد
- موفقیت آمیز
- به سوی فاصله ۱.۵ کیلومتر بین مرکز و یکی از برج‌های اطراف

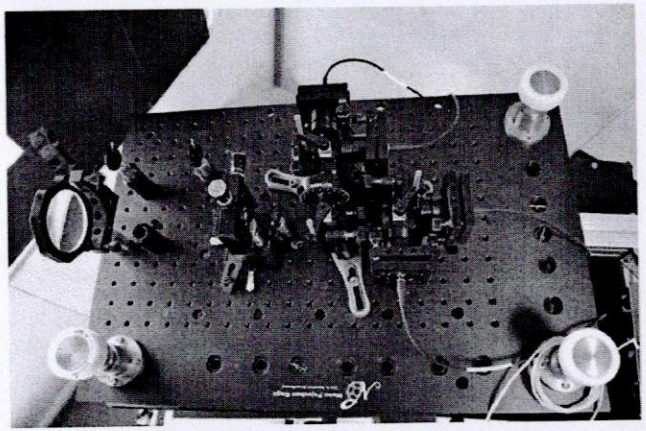
فاز ۳: مابین ساختمان مرکز فناوری کوانتومی و تراز ۳۰۰متری برج میلاد به مسافت حدود ۱.۶۵ کیلومتر

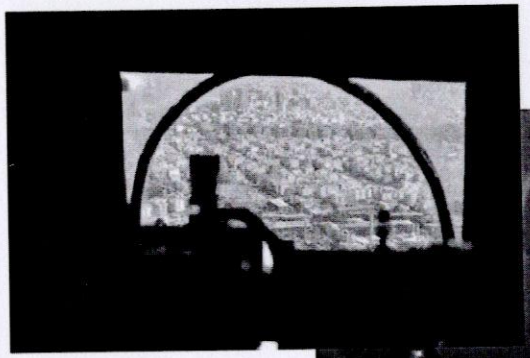


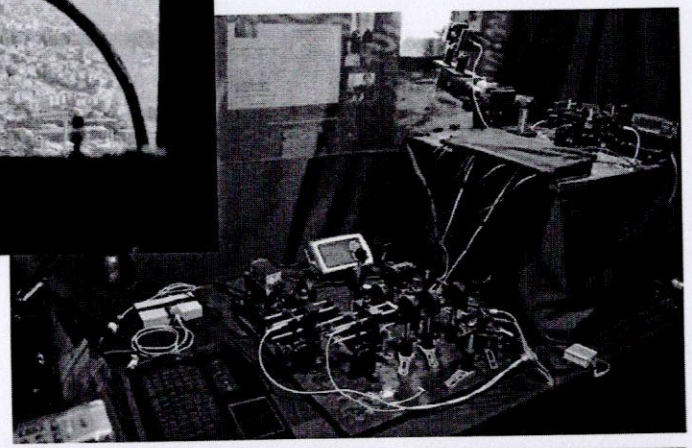


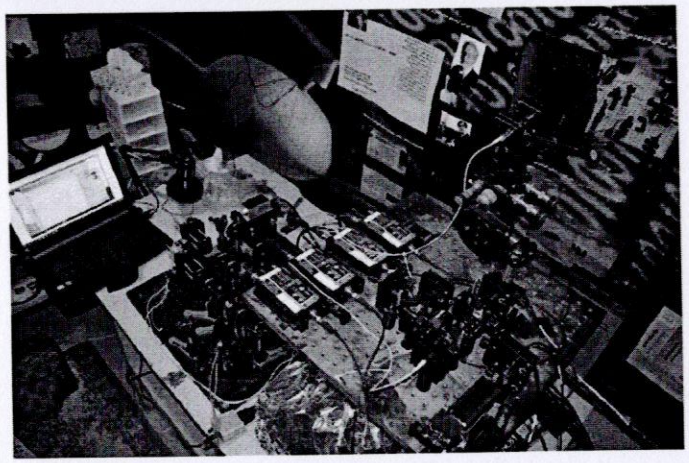


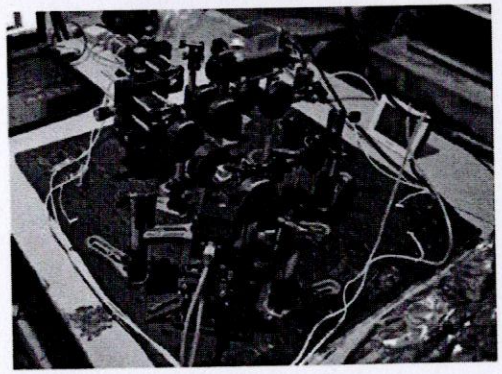
فاز ۳: مابین ساختمان مرکز فناوری کوانتومی و تراز ۳۰۰متری برج میلاد به مسافت حدود ۱.۶۵ کیلومتر

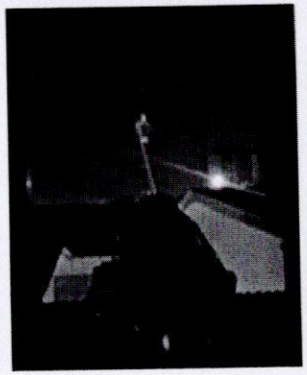








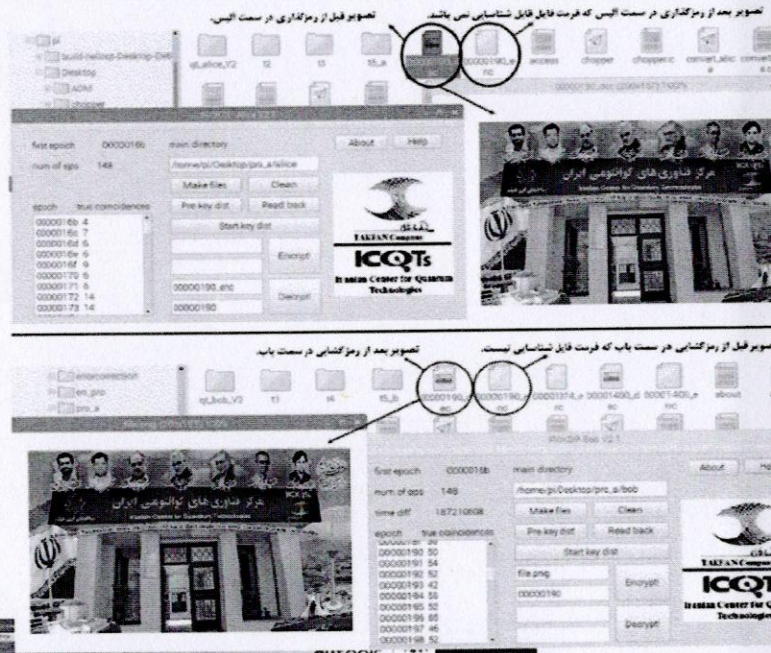


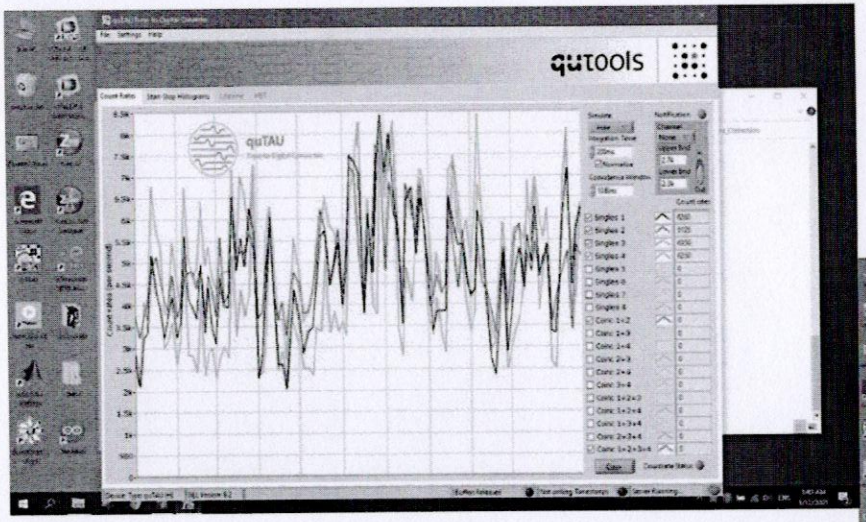


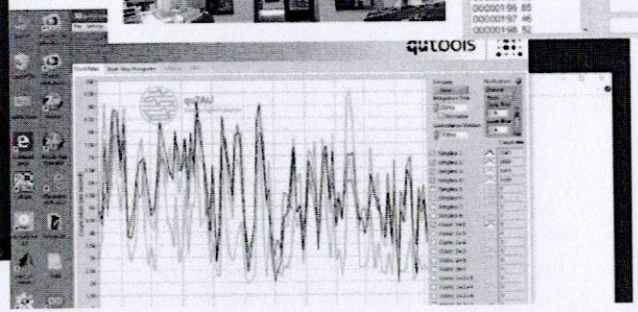
فاز ۳: مابین ساختمان مرکز فناوری کوانتومی و تراز ۳۰۰متری برج میلاد به مسافت حدود ۱.۶۵ کیلومتر

مشخصات فنی:

- پروتکل توزیع کلید کوانتومی: BBM92در همتنیده
- منبع تولید فوتون‌های درهم‌تنیده: کریستال PPKTP داخل تداخل‌سنج Sagnac مثلثی
- طول موج جفت فوتون‌های درهمتنیده فرکانسی و قطبشی: ۸۱۰ نانومتر
- مسافت: ۱۶۵۰ متر، بین ساختمان این هیئم (مرکز فناوری‌های کوانتومی- سازمان انرژی اتمی) و برج میلاد (تراز ۳۰۰ متری)
- نرخ متوسط کلید: ۹۰ بیت بر ثانیه
- طول کلید: ۲۱۶۰۰ بیت
- زمان داده گیری: ساعت ۱ تا ۳ نیمه شب (در بازه های ۴ دقیقه ای)



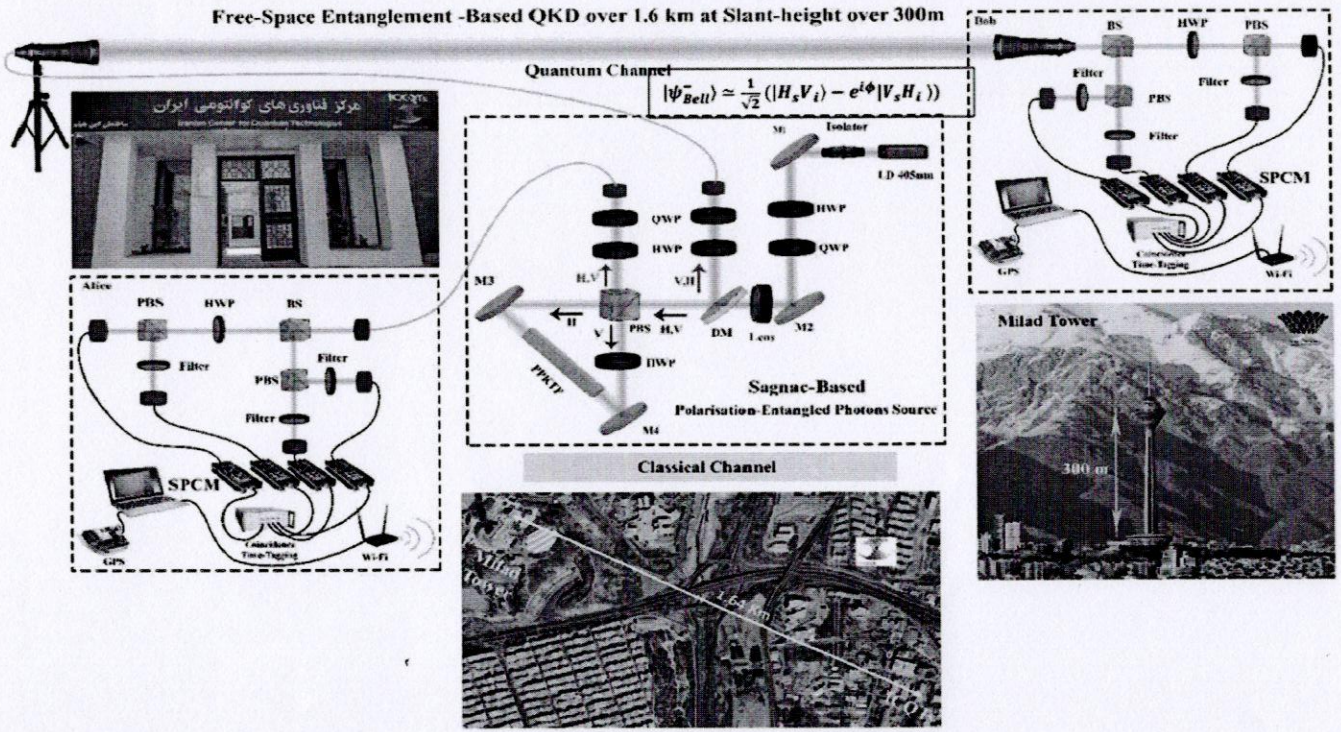




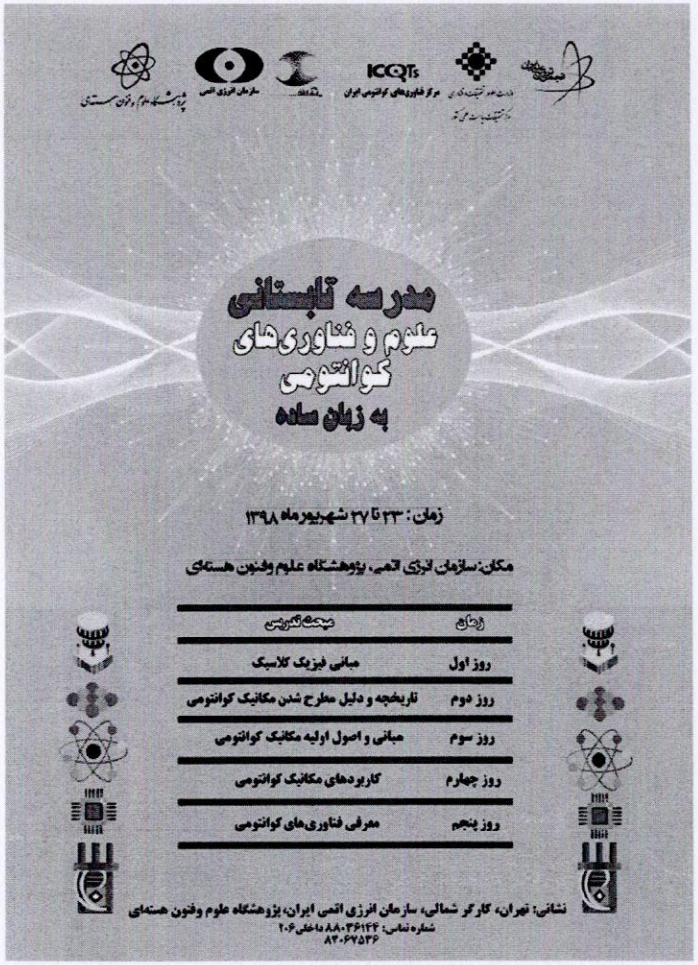
پروژه‌های آزمایشگاهی انجام شده در حوزه فناوری‌های کوانتومی

❖ **رمزنگاری کوانتومی فضای آزاد:**

✓ **استفاده از چشمه فوتون‌های درهمتنیده قطبشی در رمزنگاری کوانتومی فضای آزاد**

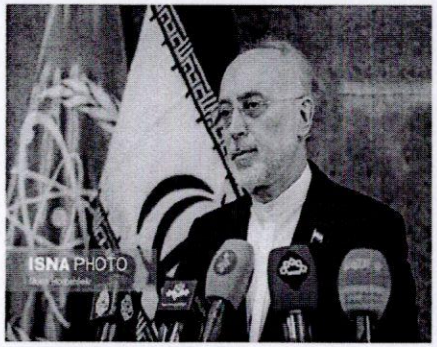


برگزاری مدرسه تابستانی فناوری های کوانتومی به زبان ساده



در مراسم افتتاح مدرسه تابستانی فناوری‌های کوانتومی به زبان ساده؛

صالحی: منتظر تصویب و ابلاغ نقشه راه فناوری‌های کوانتومی کشور هستیم



مراسم افتتاحیه "اولین مدرسه تابستانی علوم و فناوری‌های کوانتومی به زبان ساده" صبح روز شنبه با حضور و سخنرانی علی‌اکبر صالحی، معاون رییس جمهور و رییس سازمان انرژی اتمی ایران و وحید احمدی، مشاور وزیر علوم، تحقیقات و فناوری و رییس مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور و حضور بهروز کمالوندی، معاون امور بین‌الملل، حقوقی و مجلس، رییس پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای و جمعی از مدیران این سازمان برگزار شد.

به گزارش ایسنا، در این دوره که به اهتمام سازمان و همکاری پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای و انجمن ترویج علم ایران برگزار می‌شود، مدیران و دست‌اندرکاران مدیریت و برنامه‌ریزی علم و فناوری از سازمان‌ها، نهادها و انجمن‌های علمی مرتبط و نیز ۵۰ تن از دانش‌آموزان برتر در سطح شهر تهران به عنوان پایلوت این طرح جدید، حضور دارند.

این دوره با هدف آگاهی‌بخشی و فرهنگ‌سازی در سطح جامعه علمی و عام در زمینه فناوری‌های کوانتومی، تا روز چهارشنبه ۲۷ شهریور ادامه دارد و مبانی فیزیک کلاسیک، تاریخچه فیزیک کوانتومی، مبانی و کاربردهای مکانیک کوانتومی و معرفی فناوری‌های کوانتومی از مباحث این دوره ۵ روزه هستند.

علی‌اکبر صالحی با اشاره به دانش کم بشر در خصوص مفاهیم فیزیک از جمله ماده و انرژی، نور، مدل‌های فیزیکی و ریاضی در این زمینه‌ها و سئوالات عدیده‌ای که هنوز ذهن انسان را به خود مشغول می‌دارد، به ورود سازمان انرژی

ICQTs

مرکز فناوری‌های کوانتومی ایران

وزارت علوم تحقیقات و فناوری

مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور

مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور سند ملی توسعه فناوری های کوانتومی را به درخواست مرکز فناوری های کوانتومی ایران تدوین میکند

توسط MAGHSOUDI شاخه نیکاها

سند ملی توسعه فناوری های کوانتومی در مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور و به درخواست مرکز فناوری های کوانتومی ایران در حال تدوین است.

به گزارش روابط عمومی، مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور، مرکز فناوری های کوانتومی ایران مسئولیت تدوین سند ملی توسعه فناوری های کوانتومی را به این مرکز واگذار نموده است. مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور به عنوان یکی از فعال ترین نهادهای سیاست پژوهی کشور و با تکیه بر تجربه اعضاء هیات علمی خود در تدوین اسناد ملی توسعه فناوری، پروژه تدوین سند ملی توسعه فناوری های کوانتومی کشور را آغاز نموده است و امیدوار است به زودی نسخه اول از این سند ملی را رونمایی نماید. هدف اصلی درپروژه مذکور شناسایی اولویت ها در حوزه فناوری های کوانتومی، تدوین سیاست ها و اقدامات کلیدی جهت توسعه فناوری های کوانتومی با توجه به سطح توانمندی های فعلی کشور می باشد. مطالعه اسناد و مدارک سیاستی و علمی ملی و بین المللی، مصاحبه با خبرگان و سیاستگذاران و ایجاد درک صحیح از رویکردهای ملی در این بخش از فعالیت های کلیدی در این پروژه می باشد.

با تشکر از توجه شما