

## گفت و گو با نعمت‌الله ریاضی

### معرفی

نعمت‌الله ریاضی متولد ۱۳۳۹ است. در ۱۳۵۷ وارد دوره‌ی کارشناسی‌ی دانش‌گاه شیراز شد و با ادامه‌ی تحصیل پس از بازگشایی‌ی دانش‌گاه‌ها، در ۱۳۶۴ فارغ‌التحصیل شد. بعد به دانش‌گاه ساسکس<sup>(۱)</sup> انگلستان رفت. در ۱۳۶۶ از این دانش‌گاه فوق‌لیسانس اخترفیزیک، و در ۱۳۶۹ دکترای کیهان‌شناسی گرفت. اکنون استاد فیزیک دانش‌گاه شیراز است. حدود ۴۰ مقاله‌ی پژوهشی در مجله‌ها‌ی بین‌المللی نوشته.

### گفت و گو

- انگیزه‌ی شما از فیزیک خواندن چه بوده؟
  - بیشتر علاقه و کمتر ضرورت.
- آیا انگیزه‌ی شما به مرور عوض شده؟
  - نه چندان
  - استاد‌های شما چه کسانی بودند؟
    - دکتر یوسف ثبوتی، دکتر جان بارو<sup>(۲)</sup>، دکتر لئون مستل<sup>(۳)</sup>، دکتر راجر تیلر<sup>(۴)</sup> و ...
    - بهترین استادی که داشتید کی بود؟
      - پاسخ به این سؤال مشکل است، ولی از کلاس درس اخترفیزیک برنارد پاچل<sup>(۵)</sup> و کلاس‌های جان بارو (دانشگاه ساسکس) لذت می‌بردم.
      - استاد راهنمای شما کی بود؟
        - مرحوم دکتر راجر تیلر (۱۹۲۹-۱۹۹۷) که او را بیشتر به خاطر کارهایش روی سنتز اخترفیزیکی هسته‌ها و مسئله‌ی سن عالم می‌شناسند.
      - شبیه او هستید؟
        - خیر.
      - از فیزیک پیشه‌بودن راضی هستید؟
        - آری.
      - چیزهای غیرفیزیک هم می‌خوانید؟ چه چیزهایی؟



- قرآن، اخلاق اسلامی، تاریخ علم، و غیره.
- چه قدر ورزش می‌کنید؟
- خیلی کم (متأسفانه)
- چه قدر به نوشتن فارسی علاقه دارید؟ چه قدر می‌نویسید؟ اگر می‌نویسید، چرا می‌نویسید؟ اگر نمی‌نویسید، چرا نمی‌نویسید؟
- [نوشته‌های من] به زبان فارسی، چند مقاله بوده که در جاهای مختلف منتشر شده (بصورت ترجمه یا تألیف، در مجله فیزیک، مجله پژوهش فیزیک و مجلات عمومی‌تر) و تألیف کتابی در زمینه اخترفیزیک که در مرحله ویراستاری است. تعدادی گزارش مختلف هم برای طرحها و قراردادهایی که داشته‌ام نوشته‌ام. سیستم ارزشیابی فعلی که در دانشگاهها حاکم است، ارزش کمتری برای نوشته‌های فارسی قائل است.
- اکنون در چه زمینه‌ای کار پژوهشی می‌کنید؟
- کیهانشناسی و نظریه سولیتون.
- از قرار، شما هم تجربه‌ی کار تجربی (رصدی) دارید و هم تجربه‌ی کار نظری. می‌توانید این دو کار مختلف را با هم مقایسه کنید؟
- دو دنیای مختلف هستند. به هر دو علاقه دارم. البته این روزها کار رصدی خیلی کمتر انجام می‌دهم.
- آیا می‌توانید درباره‌ی تفاوت‌هاشان صحبت کنید؟
- در یک کار تجربی (رصدی) مقدار زیادی از وقت شما صرف فراهم آوردن زمینه‌های عملی کار و گردآوری داده‌ها می‌شود. در حین تحلیل داده‌ها، همواره باید مراقب خطاهای اجتناب‌ناپذیر و نحوه

برخورد با آنها باشید. در خیلی از موارد مجبور می‌شوید از مدل‌های آمپریک و نیمه‌آمپریک استفاده کنید. در کارهای نظری، اندیشه آزادتر است و تأکید، بیشتر روی دستگاه‌های اصل موضوعی و استفاده هر چه بهتر از ریاضیات است. انگیزه فیزیکدانان نظری، اغلب، رسیدن به زیبایی منطقی نظریه‌ای است که روی آن کار می‌کند. از نظر او بهترین کار علمی رسیدن به نظریه‌ای است که کمترین فرض‌ها و بیشترین نتایج را داشته باشد. البته نتایجی که با تجربه سنخیت داشته باشد.

• به‌ترین کارتان به نظر خودتان کدام است؟

○ از کارهایی که تا حال انجام داده‌ام چندان راضی نیستم. شاید چند ایده‌نو که در زمینه سولیتون‌ها داشته‌ام تا حدودی برایم رضایتبخش بوده باشد. در این زمینه، ایده‌های دیگری را هم دنبال می‌کنم که امیدوارم در آینده به نتیجه برسد.

• کار جمعی را دوست دارید یا کار فردی را؟

○ قبلاً کار فردی را دوست داشتم، اما الان می‌فهمم که کار جمعی بهتر است.

• چه شد که به این نتیجه رسیدید که کار جمعی بهتر است؟

○ فهمیدم که کار جمعی از خطا مصون‌تر است، البته به شرطیکه چند نفری که با هم کار می‌کنند توانایی‌های کافی را برای انجام کار علمی داشته باشند. فیزیکدان‌هایی که در تهران هستند از این لحاظ موقعیت بهتری نسبت به شهرهای دیگر دارند.

• ارزیابی شما از کارهای پژوهشی در ایران، چیست؟

○ رشد آن در سال‌های اخیر قابل توجه بوده. باید کاری کرد که این رشد خاموش نشود.

• با چه معیاری می‌گویید پژوهش رشد کرده؟ چه چیزهایی ممکن است باعث خاموش شدن رشد پژوهش بشود، و چه طور می‌توان آن را روشن‌تر کرد؟

○ اول اینکه با چشم می‌بینیم کسانی که قبلاً وقت اندکی صرف پژوهش می‌کردند، اکنون خیلی فعال‌تر شده‌اند. دوم اینکه شاخص‌های تولید علم ایران طبق اظهار متخصصین و آمارهای جهانی رشد قابل ملاحظه‌ای داشته است. عوامل مختلفی می‌تواند رشد پژوهش را کند یا متوقف کند: بروز جنگ، ایجاد بحران حاد اقتصادی یا خودداری دولت از حمایت پژوهشگران و مراکز علمی می‌تواند از مهمترین آنها باشد.

• شما هم تجربه‌ی پژوهش در فرنگ را دارید، هم تجربه‌ی این کار در ایران را. آیا می‌توانید این دو را با هم مقایسه کنید؟

○ کار در ایران تقریباً حالت انزوائی دارد و بیشتر متکی به انگیزه‌های درونی شخص است. در فرنگ این کار در [یک] بستر پویا و با ثبات انجام می‌گیرد.

• بد نیست اگر توضیح بیشتری بدهید. می‌خواهیم بدانیم چه چیزی باعث تفاوت بین آن جا و این جا است؟

○ تفاوت چیزی شبیه این است که سه نفر بخواهند با هم بازی فوتبال کنند یا چند تیم بخواهند با هم

مسابقه فوتبال بدهند! در مراکز علمی خارج از کشور گروه‌های متعددی را مشاهده می‌کنید که روی یک موضوع با هم کار می‌کنند و مثل این است که با هم برای رسیدن به نتایج بهتر و کاملتر مسابقه می‌دهند. ژورنالهای علمی و کنفرانس‌ها میدان مسابقه آنهاست و این خود می‌تواند انگیزه کافی برای فعالیت شدید و متمرکز آنها را فراهم کند. در داخل کشور تعداد افرادی که روی موضوعات خیلی نزدیک بهم کار می‌کنند کم است (سابقاً از این هم کمتر بود). همین امر برخی اوقات در ذهن محققین شبهه ایجاد می‌کند که "من سرآمد همه هستم!". علاوه بر این در خارج از کشور، برای کسی که خوب کار نکند و به میزان کافی کار نکند تضمینی برای شغل نیست، در صورتیکه در کشور ما غالباً داشتن یک مدرک دکتری کافی است.

- آیا به این که شخص یا سازمانی کارهای پژوهشی را هدایت کند، اعتقاد دارید؟
- برای بدنه پژوهشی کشور آری، ولی برای استعدادهای خاص خیر.
- از کجا می‌شود تشخیص داد چه کسی استعدادی خاص دارد؟ و چه گونه می‌توان این استعدادهای خاص را از بدنه‌ی پژوهشی کشور جدا کرد؟ اگر سیاست‌گزاران فکر کردند فقط خودشان از این گونه استعدادهای هستند، یا فقط آنها می‌توانند این استعدادهای را شناسایی کنند، چه خواهد شد؟
- به هر حال معیارهایی عینی (objective) برای سنجش وجود دارد، و در همه جا رسم است برای موضوعات مهمی از این دست با نخبه‌های موضوع مشورت کنند. اینها قاعدتاً کسانی هستند که تعداد قابل توجهی کار علمی مهم انجام داده باشند.
- فکر می‌کنید سازمان‌هایی که متولی حمایت از پژوهش هستند کار خود را درست انجام می‌دهند؟ اگر نه، اشکال کارشان کجا است؟
- به نظرم تا کارکرد درست خیلی فاصله دارند. دلیل آن می‌تواند شرایط سیاسی و اجتماعی جامعه، پیچیدگی موضوع، و عدم تجربه کافی باشد.
- کجاها کارکردشان درست نیست؟ و کجاها کارکردشان درست است؟ اصلاً از نظر شما کارکرد درست چیست؟
- اجازه دهید از ممیزی کارکرد آنها اجتناب کنم. در مورد کارکرد درست از نظر من، می‌توانم به موارد زیر اشاره کنم:
- ۱) ایجاد نظم و ثبات در سیاستهای تحقیقاتی (در مقابل سیاست هر سال یک برنامه)،
- ۲) تقویت مراکز علمی و تحقیقاتی (از لحاظ نیروی انسانی و امکانات آزمایشگاهی)،
- ۳) گسترش فرهنگ علم‌دوستی در بین آحاد مردم و مسئولین،
- ۴) متقاعد کردن مسئولین رتبه بالاتر به سرمایه‌گذاری کلان در بخش پژوهش،
- ۵) متقاعد کردن بخشی از پژوهشگران برای توجه بیشتر به مسائل مبتلابه جامعه، ...
- تا چه حد در مدیریت مؤسسه‌هایی که در آنها بوده اید سهم بوده اید؟
- در مقاطعی مشارکت داشته‌ام.

- به آموزش اهمیت می‌دهید؟
  - آری.
- تا کنون چند دانش‌جوی دکتری و چند دانش‌جوی کارشناسی ارشد با شما کار کرده اند؟
  - ۳ دانشجوی دکتری را فارغ‌التحصیل کرده‌ام. تعداد دانشجویان کارشناسی ارشد زیاد است، تعدادش را بخاطر ندارم.
- شما در فرنگ درس خوانده اید، و در ایران دانش‌جوی دکتری تربیت کرده اید. آیا می‌توانید دانش‌جوها و فارغ‌التحصیل‌های این دو جا را با هم مقایسه کنید؟
  - از لحاظ دانشجویان تفاوت زیادی نمی‌بینم، اما آنجا بخاطر رقابت شغلی و وجود امکانات بیشتر معمولاً بیشتر کار می‌کنند.
- نظر شما در مورد نظام کنونی آموزش دوره‌ی کارشناسی فیزیک در ایران چیست؟
  - بنظر من بایستی تأکید بیشتری روی جنبه‌های تجربی فیزیک و کاربردهای آن بشود. درضمن، شاخه‌ها و موضوعات جدید هنوز وارد برنامه درسی کارشناسی نشده. چیزهایی مثل سیستم‌های پیچیده، نظریه آشوب، کیهانشناسی، فیزیک محاسباتی، استفاده از میکروپروسورها در فیزیک تجربی، اپتوالکترونیک و نظایر آن.
- نظر شما در مورد نظام کنونی آموزش دوره‌ی کارشناسی ارشد فیزیک در ایران چیست؟
  - بنظر من نظام کنونی علی‌الاصول ایرادی ندارد، اما [این که] در مرحله اجرا در دانشگاه‌های مختلف چگونه پیاده می‌شود، آن بحث دیگری است. بنظر من با توجه به ازدیاد تعداد دانشجویان این مقطع، بایستی به دانشجویان ضعیف‌تر این امکان داده شود که دوره را بدون رساله به پایان برسانند، ولی امکان ادامه تحصیل در مقطع دکتری را نداشته باشند. راه حل بهتر اینست که دانشجویان ضعیف اصلاً وارد این مقطع نشوند!
- نظر شما در مورد ساختار مدیریتی دانشگاه‌ها چیست؟
  - مدیریت دانشگاه‌ها در شرایط کنونی کاری دشوار و پیچیده است و شاید به همین دلیل کارآئی لازم را ندارد.
- کجای کار مدیریت در دانشگاه‌ها پیچیده است؟ آیا "شرایط کنونی" به کشور ما بر می‌گردد یا این مورد جهانی است؟ اگر این مورد به ایران بر می‌گردد، چه کنیم تا این پیچیدگی از بین برود؟
  - بیشتر مقصودم شرایط داخلی است. پیچیدگی عمدتاً ناشی از عدم ثبات در سیاست‌گذارها و منابع مالی است، که امکان برنامه‌ریزی بلند مدت را سلب می‌کند. کسی نمی‌تواند پیش بینی کند که سال آینده چه مقدار بودجه ارزی و ریالی در اختیار فلان مرکز تحقیقاتی قرار خواهد گرفت و مهلت (deadline) استفاده از این بودجه چه مدت خواهد بود! سایر عوامل پیچیده‌کننده به وضعیت سیاسی و اجتماعی بر می‌گردد.
- کار تدریس را از کی شروع کردید؟

○ از سال ۱۳۶۹.

- نظر شما در مورد فیزیک پیشه‌های نسل قبل از شما چیست؟ ارزیابی شما از کارهای آموزشی، پژوهشی، و مدیریتی آنها چیست؟
- بنظر آنها یک طیف داشته‌اند، اما من نسل جدید را رودرروی مسائل جدی‌تر و گسترده‌تری می‌بینم.
- منظورتان این است که آنها یک دست نبوده‌اند؟ چند دسته بوده‌اند؟ لابد هر کدام افراد شاخصی داشته‌اند! مشخصه‌ی این‌ها چه بوده؟ موفقیت‌ها و احیاناً شکست‌های این افراد شاخص کجا بوده است؟ البته لازم نیست از کسی اسم ببرید ولی به هر حال نسل قدیم در مجموع کارهایی کرده‌اند که منجر به رشد فیزیک شده. شاید در مواردی هم جلوی رشد فیزیک را گرفته باشند. ما باید از این موارد درس بگیریم که چه بکنیم و چه نکنیم تا فیزیک در کشور ما رشد کند.
- همانطور که نسل ما هم یک طیف دارد، از فیزیکدانان برجسته تا فیزیکدانان غیرفعال، نسل قبل ما هم به همین گونه [بوده]. اما بستر اجتماعی آنها با بستر اجتماعی کنونی، و مسائل آنها با مسائل ما، و امکانات آنها با امکانات ما تفاوت‌های قابل توجهی داشته است. بنظر من نسل جدیدتر علاوه بر اینکه از لحاظ تعداد بیشترند، پویایی و استقلال بیشتری از خود نشان می‌دهند. البته همه ما از خرمی می‌خوریم که تخم آن را نسل‌های قبلی کشته‌اند.
- به نظر شما مکتب فیزیک چیست؟ و چه طور ساخته می‌شود؟
- آنچه من برداشت می‌کنم مجموعه‌ای از ایده‌ها و روش‌های منسجم است که معمولاً توسط یک یا چند فیزیکدان مایه‌دار در یک مرکز علمی قوی رفته‌رفته ساخته می‌شود و گسترش می‌یابد.
- آیا در ایران مکتب فیزیکی هست؟ اگر هست، کدام است؟ اگر نیست، آیا می‌توان در ایران مکتب فیزیک ساخت؟
- سراغ ندارم. شاید در مرکز فیزیک نظری بتوان این کار را کرد.
- فکر می‌کنم منظور شما این است که در ایران معاصر، مکتبی نیست، اما شاید بتوان در مرکز تحقیقات فیزیک نظری و ریاضیات یک مکتب ساخت. در این صورت سؤال این است که مرکز تحقیقات فیزیک نظری و ریاضیات چه طور می‌تواند این کار را بکند؟ از خارج فیزیک پیشه‌ی مکتب‌ساز بی‌آورد؟ فیزیک پیشه‌های ایران را کاری کند که مکتب بسازند؟ فیزیک پیشه‌ها را برای مکتب‌سازی به فرنگ بفرستد؟ چه بکند؟
- بله مقصودم این است که در ایران معاصر، مکتب فیزیک شناخته شده‌ای را سراغ ندارم. از اینکه مرکز تحقیقات فیزیک نظری را نام بردم، چون چنین مجموعه‌ای را تقریباً مناسب‌ترین جا برای پرورش ایده‌های فیزیکی که احتمالاً منجر به یک مکتب شود می‌دانم. البته همه می‌دانند که تشکیل یک مکتب امری بس پیچیده و خطرناک است و گرد هم آوردن گروهی از فیزیکدانان برجسته و حمایت از آنها شرط لازم هست اما کافی نیست. همه این کارها را که برشمردید لازم است.
- نظر شما در مورد تقسیم‌بندی شاخه‌های فیزیک به مهم و مهم‌تر چیست؟

○ از نظر کاربردی شاید بتوان اینکار را کرد ولی از نظر بنیادی و نظری انجام این کار دشوار و خطرناک است.

● متوجه نمی‌شویم. منظورِتان این است که فیزیک کاربردی را می‌توان از نظرِ اهمیتِ درجه‌بندی کرد، اما فیزیک بنیادی را نمی‌توان؟ یا منظورِتان این است که فیزیک را از نظرِ کاربردی می‌توان تقسیم‌بندی کرد و از نظرِ بنیادی نمی‌توان؟ ضمناً آیا شما بنیادی را هم‌ارزِ نظری می‌دانید و کاربردی را هم‌ارزِ تجربی؟

○ بنیادی را هم‌ارزِ نظری و کاربردی را هم‌ارزِ تجربی نمی‌دانم. پژوهش کاربردی ناظر به یکی از نیازهای عاجل جامعه است که می‌تواند مهمتر باشد (مثل تحقیقات در زمینه نفت و فرآورده‌های آن در ایران) یا اهمیت کمتر داشته باشد مثل تحقیقات در زمینه لاستیک دوچرخه. تحقیقات بنیادی (چه تجربی و چه نظری) ناظر به مسائلی هستند که کاربرد و اهمیت آن ممکن است در بدو امر چندان مشخص نباشد ولی پس از مدتی روشن شود که بسیار مهم بوده (مثل نسبیت)، یا مهم نبوده (مثل نظریه اتمی کلونین<sup>6</sup>)، که در سال ۱۸۷۶ نظریه‌ای در مورد اتمها ارائه داد که با کشف مکانیک کوانتومی تقریباً به فراموشی سپرده شد. مدل او، اتمهای گردابی (vortex) نامیده می‌شد.

● برخی از شاخه‌های فیزیک در ایران تقریباً وجود ندارد. (این را قبول دارید؟) به نظر شما چه طور می‌شود این شاخه‌ها را در ایران راه انداخت؟

○ بلی. با تشویق دانشجویان برای ادامه تحصیل در این شاخه‌ها در خارج از کشور و بازگشت به وطن.  
● فرستادنِ دانش‌جو به فرنگ از زمانِ عباس‌میرزا شروع شده و هنوز هم ادامه دارد. آیا شما واقعاً فکر می‌کنید امروز هم راه حل همین است؟

○ بنظرم در شاخه‌هایی که متخصص آنها را در کشور نداریم و از تجربه کافی در آنها برخوردار نیستیم، هنوز راه حل خوبی است.

● آیا نوشته‌های فارسی فیزیک را می‌خوانید؟ کدام‌ها را؟

○ بلی. برخی مقالات مجله فیزیک، مجله پژوهش فیزیک، مجله شما و برخی کتابهای ترجمه.

● نظر شما در مورد گاما چیست؟

○ کار خیلی خوبی است. به شما تبریک می‌گویم. مقاله‌های گاما حاوی تیزبینی‌های جالبی است که در مقاله‌های فارسی کمتر دیده‌ایم. مخصوصاً فکر می‌کنم خواندن آنها برای دانشجویان خیلی مفید باشد.

● سیمت‌های اجرایی هم داشته‌اید؟ در این سمت‌ها چه کرده‌اید؟

○ معجزه نکرده‌ام. کمی خدمت به همکارانم کرده‌ام.

● نظر شما در مورد تشکلهای فیزیک‌پیشه‌های ایران چیست؟ به خصوص نظر شما در مورد انجمن فیزیک چیست؟ اصلاً عضو این انجمن هستید؟

○ بنظرم در ایجاد انسجام [در] جامعه فیزیک و اجرای برنامه‌های مختلف خدمات زیادی انجام داده است. عضو انجمن فیزیک هستم.

● نظر شما در مورد المپیاد فیزیک چیست؟

- بعنوان ابزاری برای انگیزه‌بخشی دانش‌آموزان و دانشجویان خوب است، ولی هم‌وغم ما باید برای بدنه اصلی دانش‌آموزان و دانشجویان باشد.
- یعنی شما با صرف هزینه (پول و وقت متخصصین) برای پرورش چند نفر المپیادی مخالف اید؟ و فکر می‌کنید به‌تر است این هزینه صرف بدنه اصلی دانش‌آموزان و دانش‌جویان بشود؟
- من نمی‌دانم چقدر هزینه صرف اینکار می‌شود. اگر به اندازه باشد ایرادی در آن نمی‌بینم. حرف من اینست که فرهنگ علمی یک جامعه را تنها چند نفر نابغه نمی‌سازند، بلکه با تربیت درست بدنه اصلی جامعه کار درست می‌شود.
- شما تقریباً ۲۵ سال پیش وارد دانش‌گاه شدید و شروع به آموختن فیزیک کردید. اگر آن موقع می‌توانستید وضعیت امروز را پیش‌بینی کنید، چه تغییری در انتخاب‌ها یتان می‌دادید؟
- یک موقع فیزیک برای من همه چیز بود، اما الان زندگی بمن آموخته که برای یک انسان، چیزهای مهمتر از فیزیک هم وجود دارد. با اینهمه فکر نمی‌کنم که اگر به ۲۵ سال قبل برگردم در انتخاب فیزیک بعنوان حرفه تغییری می‌دادم. فیزیک واقعاً علم زیبایی است. در فیزیک تا حدودی با تدبیر هوشمندانه خداوند در خلقت آشنا می‌شویم.

## اسم‌های خاص

<sup>1)</sup>University of Susex, <sup>2)</sup>John Barrow, <sup>3)</sup>Leon Mastel, <sup>4)</sup>Roger Tayler (1929–1997), <sup>5)</sup>Bernard Pagel, <sup>6)</sup>William Thompson (Lord Kelvin) (1824–1907)

در فاصله‌ی مارس تا سپتامبر سال ۱۹۰۵، آلبرت اینشتین<sup>a)</sup> چهار کار مهم کرد. ابتدا فرض ذره‌ای، یا کوانتمی، بودن نور را پیش نهاد، و با آن مسئله‌ی حل نشده‌ی اثر فتوالکتریک را که هینریش هرتس<sup>b)</sup> پانزده سال پیش تر کشف کرده بود حل کرد. بعد، به عنوان رساله‌ی دکترا، روش‌ها‌ی آماری و مکانیک سیالات را در هم آمیخت و روش‌ی برای سنجش اندازه‌ی ملکول‌ها ارائه داد. بعد نظریه‌ی ای برای توضیح حرکت براونی ارائه داد؛ و سرانجام هم نسبیت خاص را به نحو‌ی زیبا، و تنها بر اساس دو فرض بنیادی جا انداخت. هر کدام از این کارها، به تنهایی، کافی بود تا نام اینشتین را به عنوان یک فیزیک‌پیشه‌ی تراز اول مطرح کند. اما انجام این چهار کار با هم، بیش‌تر به معجزه شبیه است. به این دلیل است که می‌گویند سال ۱۹۰۵ برای اینشتین، و البته برای فیزیک و بشر، "سال معجزه‌آسا"، یا به لاتینی Annus Mirabilis بوده است. انگیزه‌ی انتخاب امسال به عنوان سال جهانی فیزیک، تفرار آن با صدمین سال‌گرد این سال معجزه‌آسا است.

<sup>a)</sup>Albert Einstein, <sup>b)</sup>Heinrich Hertz