

خانواده‌ی برنولی

نیکلاس برنولی در بازل تاجر آدویه بود. او این شغل را از پدرش که زمانی در آمستردام و سپس در بازل تاجر آدویه بود، به ارث برد. خانواده‌ی برنولی در هلند زندگی می‌کردند، اما اصلاً بلژیکی بودند و از دست حاکمان اسپانیایی از هلند فرار کرده بودند. پادشاه اسپانیا فیلیپ در سال ۱۶۵۷ ارتشی عظیم برای تنبیه آن‌هایی که با کاتولیسیسم مخالف بودند به هلند فرستاد. دادگاهی تشکیل شد و در آن دادگاه ۱۲۰۰۰ نفر که بیش‌تر آن‌ها مثلی خانواده‌ی برنولی پروتستان بودند، محکوم شدند.

نیکلاس برنولی عضو مهم شورای شهر بازل و رییس یک دادگاه بود. همسرش نیز از خانواده‌های مهم شهر و از خانواده‌ی بانک‌داران و اعضای شورای محلی بود. پسر بزرگ او یاکوب برنولی بود. یاکوب علی‌رغم میل باطنی و به اجبار والدینش مجبور شد فلسفه و الهیات بخواند. او درجه‌ی فوق لیسانس فلسفه را در سال ۱۶۷۱ و فوق لیسانس الهیات را در سال ۱۶۷۶ از دانشگاه بازل دریافت کرد. او علی‌رغم میل باطنی والدینش در حین تحصیل وقتش را صرف مطالعه‌ی ریاضیات و نجوم می‌کرد. در واقع او اولین فرد خانواده بود که به دنبال ریاضیات می‌رفت. در سال ۱۶۷۶ به ژنورفت. او مدتی به عنوان معلم سرخانه در آن‌جا کار کرد. او برای ملاقات چند ریاضی‌دان به فرانسه، هلند و بالاخره به انگلیس رفت. او در انگلیس با بویل و هوک ملاقات کرد. در این زمان او عمیقاً به نجوم علاقه‌مند شد و در همین زمان بود که یک نظریه‌ی غلط در مورد ستاره‌های دنباله‌دار ارائه داد. او پس از بازگشت به سوییس در دانشگاه بازل شروع به تدریس ریاضیات، مکانیک جامدات و مکانیک مایعات کرد. عشق واقعی او ریاضیات و فیزیک نظری بود. در این حوزه‌ها درس می‌داد و در همین حوزه‌ها تحقیق می‌کرد. او در سال ۱۶۸۴ ازدواج کرد. محصول این ازدواج یک پسر و یک دختر بود که هیچ‌کدام به دنبال ریاضی و فیزیک نرفتند.

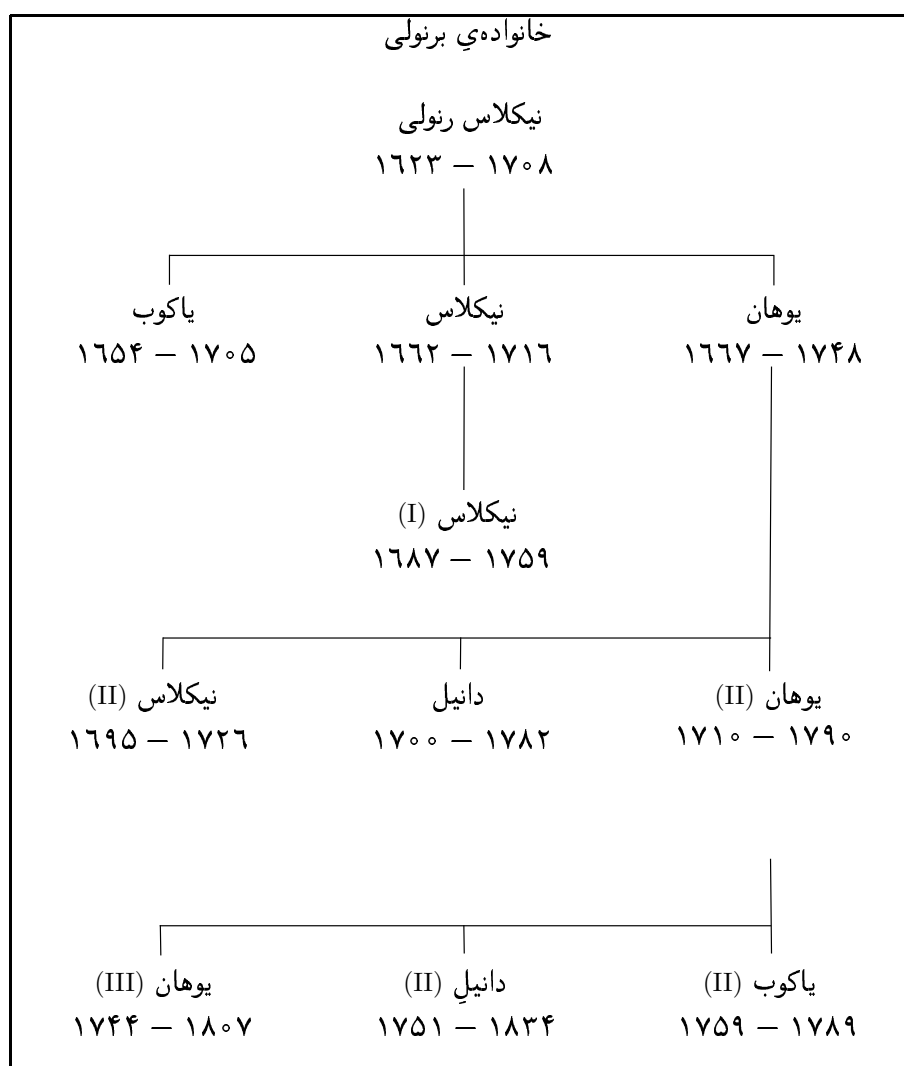
پسر دوم نیکلاس که او هم نیکلاس نام داشت به دنبال ریاضی و فیزیک نرفت. اما پسر سوم‌اش یوهان بود. پدر و مادرش دوست داشتند او به تجارت بپردازد. او در ۱۵

سالگی یک سالی را به این کار پرداخت ولی چون این کار را دوست نداشت کار را خوب انجام نمی داد، تا آن که پدرش در سال ۱۶۸۳ موافقت کرد که او به دانش گاه برود ولی موظف بود که پزشکی بخواند. او نیز که مثلی برادر بزرگش به ریاضیات علاقه مند بود از برادرش خواست که ریاضیات را به او آموزش دهد. یاکوب در آن زمان در دانش گاه بازل استاد ریاضی بود. دو برادر شروع به خواندن حسابان کردند. حسابان در سال ۱۶۸۴ توسط لایپنیتس در مقاله ای ارائه شده بود. فهمیدن حسابان در آن زمان کار غامضی بود. برادران برنولی اولین افرادی بودند که سهمی در درک و فهم و به کارگیری نظریه ی لایپنیتس داشتند. علی رغم آن که دو برادر هم کار شده بودند به تدریج رقیب هم شدند. لاف زدن های برادر کوچک تر که دلیل اصلی شروع این مسایل بود، کار را به جایی رساند که یاکوب در نامه ای به یوهان نوشت که او تنها شاگردی برای او بوده و هر موفقیتی هم اگر به دست آورده تکرار آن چیزی است که از معلم آس یاد گرفته. البته این سخن منصفانه نبود. در هر صورت در این نزاع هیچ یک از دو برادر محق نبودند. در سال ۱۶۹۵ یوهان بازل را ترک کرد و در سال ۱۶۹۷ رابطه ی دو برادر به کلی قطع شد. یاکوب در سال ۱۶۸۵ رساله ای در مقایسه ی منطق و جبر نوشت. در همان سال کاری در زمینه ی احتمال و در سال ۱۶۸۷ کاری در هندسه انجام داد. او اثبات کرد با دو خط متعامد هر مثلثی را می توان به چهار بخش مساوی تقسیم کرد. در سال ۱۶۸۹ کار مهمی در زمینه ی سری های نامتناهی انجام داد و قانون مهمش در مورد اعداد بزرگ در نظریه ی احتمال را اثبات کرد. احتمال به این صورت تعریف می شود که اگر تعداد زیادی آزمایش انجام شود، نسبت تعداد رخ دادن یک رویداد خاص به تعداد کلی آزمایش ها، احتمال آن رویداد است. قانون اعداد بزرگ توصیف ریاضی این مطلب است. او ۵ رساله در زمینه ی سری های نامتناهی بین سال های ۱۶۸۲ تا ۱۷۰۴ نوشت، مثلاً آن که سری $\sum_{n=0}^{\infty} (1/n)$ واگراست. او فکر می کرد که این اثبات جدید است ولی منگولی ۴۰ سال قبل آن را اثبات کرده بود. او برای $\sum_{n=0}^{\infty} (1/n^2)$ شکل بسته ای به دست نیاورد ولی نشان داد که به عددی کوچک تر از ۲ هم گرا است. او در سال ۱۶۹۰ نشان داد که خم هم زمان (ایزوخرونوس) معادلی حل یک معادله ی دیفرانسیلی رتبه ی ۱ است. این منحنی، منحنی ای است که تمام ذرات روی آن مستقل از نقطه ی شروع اولیه هم زمان به پایین ترین نقطه می رسند. هویگنس در سال ۱۶۸۷ و لایپنیتس در سال ۱۶۸۹ این مسئله را مطالعه کرده بودند. او پس از یافتن این معادله با روشی که ما امروزه آن را به عنوان جداسازی متغیرها می شناسیم، آن را حل کرد. این مقاله مقاله ی

مهمی در حسابان بود، زیرا برای اولین بار جمله‌ی انتگرال به معنی انتگرال‌گیری به کار برده شد. او در سال ۱۶۹۶ معادله‌ی برنولی

$$y' = p(x)y + q(x)y^n$$

را حل کرد.



به طور خلاصه برنولی جبر، حسابان بی‌نهایت کوچک، حساب وردش‌ها، نظریه‌ی سری‌ها، و نظریه‌ی احتمال را گسترش داد. او فردی خودرأی، یک‌دنده و با روحیه‌ای

تهاجمی بود. زیرکی و ظرافت را به ندرت در متد اراکه شده توسط او می توان دید ولی آنچه مشهود است درستی و بی عیب و نقصی آن هاست. تا سال ۱۷۰۵ کرسی ریاضیات دانش گاه بازل در اختیار او بود و پس از مرگش به برادرش یوهان رسید.

یوهان دو سال پس از آن که با برادرش شروع به خواندن مقاله‌ی لایپنیتس کرد در مهارت‌های ریاضی شبیه برادرش شد. اولین مقاله‌اش که البته در حوزه‌ی ریاضی هم نبود در مورد فرآیند تخمیر بود. یوهان پس از ترک بازل به ژنو و سپس به پاریس رفت. در پاریس او با هوپیتال که شاید بتوان او را ریاضیدان معروف آن زمان فرانسه دانست، ملاقات کرد. آن دو درگیر بحث‌های عمیق ریاضی شدند. هوپیتال از برنولی خواست تا آنچه او در مورد روش لایپنیتس بلد است به او نیز بیاموزد، و او نیز در مقابل نصف حقوق یک استاد کامل را به او پرداخت. این کار به هوپیتال این خاطر جمعی را داد که اولین کتاب حسابان را، بر اساس آموخته‌هایش از یوهان، بنویسد. او از یوهان تنها در مقدمه‌ی کتاب قدردانی کرد. قضیه‌ای که امروزه به عنوان قضیه‌ی هوپیتال شناخته می‌شود نتیجه‌ی کارهای برنولی بود. البته اثبات این که این کار متعلق به برنولی است تا سال ۱۹۲۲ طول کشید. در این سال دست‌نوشته‌های برنولی در بازل پیدا شد. آن دست‌نوشته‌ها کاملاً شبیه کتاب هوپیتال بود غیر از آن که بعضی از غلط‌های برنولی، مثلاً آن که انتگرال $1/x$ روی کلی فضا محدود است، توسط هوپیتال تصحیح شده بود. پس از مرگ هوپیتال در سال ۱۷۰۴ یوهان قویاً اعتراض کرد که در واقع مؤلف کتاب او بوده است. ظاهراً حق‌الزحمه‌ای که هوپیتال به او پرداخته بود مشروط به این بوده است که حرفی در این مورد نزنند. البته تعداد کمی حرف‌های او را باور کردند. در حین نوشتن رساله‌اش در طب مقالات زیادی در ریاضیات نوشت. مقاله‌اش در طب که در مورد حرکت عضلات بود نیز کاربرد ریاضی در طب بود. در سال ۱۶۹۵ دو کرسی به او پیش‌نهاد شد. یکی در هیل و دیگری کرسی ریاضی در خرونینجن، که دومی به پیش‌نهاد هویگنس بود. او دومی را با اشتیاق پذیرفت. حالا او هم مثلاً برادرش صاحب کرسی ریاضی بود. او پس از ازدواج صاحب سه پسر یعنی نیکلاس (II)، دانیل، و یوهان (II) شد. او دختری هم داشت که تنها ۶ هفته زنده بود.

او فیزیک تجربی را نیز در تدریس‌اش وارد کرد. یوهان مسئله‌ی خم کم‌ترین زمان (برایستوخرون) را در سال ۱۶۹۴ تعریف و بقیه را به حل آن ترغیب کرد. ۵ راه حل برای آن اراکه شد. یاکوب و یوهان برنولی و هم‌چنین لایپنیتس هر سه مسئله را حل کردند. گالیله قبلاً برای این مسئله جواب غلطی پیدا کرده بود. یاکوب نیز در عوض مسئله‌ی

ایزوپریمتریك، یعنی بیشینه کردن مساحت محصور توسط یک منحنی را مطرح کرد. حل یاکوب نسبت به حل یوهان اقناع کننده تر بود ولی وقتی یوهان در سال ۱۷۱۱ پس از خواندن مقاله‌ای از تیلور مجدداً به همین مسئله بازگشت راه حلی زیبا که اصول روش حساب وردش‌ها را می‌ساخت ارائه داد. او چند پیش‌نهاد کار دیگر نیز دریافت کرد ولی کرسی ریاضی برادرش در بازل را ترجیح داد.

در سال ۱۷۱۳ وارد مجادله‌ی بین نیوتن و لایبنیتس شد و قویاً از لایبنیتس طرف‌داری کرد. او این کار را با نشان دادن قدرت حسابان با حل مسائلی خاص که روش نیوتن در حل آن‌ها شکست خورده بود، انجام داد. او در این حمایتش از لایبنیتس محق بود ولی در مقابله با نظریه‌ی گرانش نیوتن به وضوح اشتباه می‌کرد.

یوهان برنولی کارهای مهمی در مکانیک از جمله در انرژی جنبشی کرد. کار دیگر او هیدرولیک یکی از نشانه‌های حسادت او بود و باعث مجادلات او با فرزندش دانیل شد که بعداً به آن خواهیم پرداخت. او در طول عمرش شهرت زیادی کسب کرد و به عضویت فرهنگستان‌های برلین، لندن، سنت پترزبورگ، و بولونیا درآمد. بعضی او را به عنوان ارشمیدس دوران می‌شناسند.

نیکلاس (I) برنولی برادرزاده‌ی یاکوب و یوهان بود. او در ابتدا نزد عمویش یاکوب ریاضی خواند. در واقع استاد راهنمای او پس از آن که در دانش‌گاه بازل پذیرفته شد عمویش بود. ۵ سال بعد دکترایش را با ارائه‌ی مقاله‌ای در کاربرد نظریه‌ی احتمال دریافت کرد. در سال ۱۷۱۲ او سفری به کشورهای هلند، انگلیس، و فرانسه داشت. مدتی در این سفر بود و روی هندسه و معادلات دیفرانسیل کار کرد. سال ۱۷۲۲ به بازل بازگشت و توانست کرسی منطقی آن دانش‌گاه را بگیرد. او به این صورت توصیف شده است :

ریاضی‌دانی با استعداد ولی نه پُرکار که مهم‌ترین کارهایش پشت مکاتباتش گُم است. از مکاتباتی که با دیگران داشت معلوم است که او مسائلی خاص در نظریه‌ی احتمال را فرمول‌بندی کرده است. مثل آن‌چه امروزه به عنوان مسئله‌ی سنت پترزبورگ شناخته می‌شود. او طی سال‌های ۱۷۱۲ تا ۱۷۱۶ مکاتباتی با لایبنیتس داشت. در این نامه‌ها او در مورد هم‌گرایی سری‌ها بحث می‌کند و نشان می‌دهد که $(1+x)^n$ برای $x > 0$ و اگر است. او در نامه‌ای به اویلر از استفاده‌ی درهم‌برهم از سری‌های واگرا خُرده می‌گرفت. او در نامه‌ای مسئله‌ی $\sum_{n=0}^{\infty} 1/n^2 = \pi^2/6$ را که لایبنیتس و یاکوب برنولی را گیج کرده بود حل کرد. یکی از بزرگترین مجادلات آن دوران بحث نیوتن و لایبنیتس بود. چنان که

انتظار می‌رود او هم طرف لایپنیتس را گرفت. البته استدلال‌های خوبی هم ارائه داد، مثل این مشاهده که نیوتن در فهم مشتقات رتبه‌ی بالاتر اشتباه داشت و این اشتباه منجر به نتیجه‌ی غلط در حل مسئله‌ی نیروی عکس مجذوری در محیطی با مقاومت شده بود.

او پس از ازدواج صاحب سه پسر یعنی نیکلاس (II)، دانیل، و یوهان (II) شد. او دختری هم داشت که تنها ۶ هفته زنده بود. در این بین نیکلاس (II) محبوب‌ترین بود. او در ۱۳ سالگی وارد دانش‌گاه بازل شد و مثل خیلی دیگر از افراد خانواده ریاضی و حقوق خواند. در سال ۱۷۱۵ او پروانه‌ی حقوق داشت. کارهای او در مورد منحنی‌ها، معادلات دیفرانسیل، و نظریه‌ی احتمال بود. او خیلی زود مُرد.

پسر دوم یوهان، یعنی دانیل وقتی که او در گرونینگن درس می‌داد به دنیا آمد. او در خانواده‌ای به دنیا آمد که اکثراً ریاضی‌دان بودند ولی چشم‌هم‌چشمی، حسادت و رقابت بین آن‌ها بود. پس از او برادر دیگرش یوهان (II) به دنیا آمد. هر سه برادر می‌خواستند ریاضی‌دان شوند ولی این چیزی نبود که پدرشان هم بخواهد. پدر یوهان می‌خواست او را به تجارت بکشانند ولی او به سختی مقاومت کرد ولی حالا خودش می‌خواست همین کار را با پسرش دانیل بکند. او در ۱۳ سالگی برای خواندن فلسفه و منطق به دانش‌گاه بازل رفت. در ۱۵ سالگی لیسانس‌اش را اخذ و در ۱۷۱۶ رفت که مدرک فوق لیسانس‌اش را بگیرد. اما او واقعاً ریاضیات را دوست داشت و زمانی که دانش‌جوی فلسفه بود پیش پدر و برادر بزرگ‌ترش حسابان می‌خواند. پدرش که می‌خواست او وارد تجارت شود او را به شاگردی گذاشت که او به سختی مقاومت کرد. پدر مجبور شد با تحصیل او موافقت کند ولی نه در رشته‌ی ریاضی زیرا فکر می‌کرد از ریاضی پولی در نمی‌آید. پس او مجدداً به دانش‌گاه بازل بازگشت ولی این بار برای خواندن پزشکی. در مدتی که دانش‌جوی پزشکی بود پیش پدرش ریاضیات را نیز می‌خواند. آنچه در مورد انرژی از پدرش یاد گرفته بود در پزشکی به کار برد. رساله‌ی دکترایش در مورد مکانیک تنفس بود. او برای دو کرسی آناتومی و گیاه‌شناسی تقاضا داد. کار به قرعه‌کشی رسید و او آن قدر خوش‌شانس نبود. برای کرسی منطق هم تقاضا کرد که آن هم به قرعه‌کشی کشید و باز هم شانس او را یاری نکرد. وقتی که پُستی دانش‌گاهی پیدا نکرد به وین رفت تا پزشکی تجربی بیاموزد. او در آن جا به هم‌راه گلدباخ کاری با عنوان تمرین‌هایی در ریاضی انجام داد. یکی از آن‌ها در مورد یک نوع بازی با ورق بود که البته اهمیت چندانی نداشت ولی نشان می‌داد که او دارد احتمالات یاد می‌گیرد. دومی در مورد شارش آب از سوراخ یک ظرف بود و در آن در مورد نظریه‌ی

نیوتن که البته غلط بود بحث کرد. کارهای پزشکی‌اش در مورد جریان خون در رگ‌ها و فشار خون نشان می‌دهد او به موضوع شار مایعات علاقه‌مند بود. او به معادلات ریگاتی هم پرداخت. کار دیگرش در مورد اشکالی بود که از دو کمان دایره ساخته می‌شوند. او ساعتی شنی برای کشتی‌ها طراحی کرد که حتی در دریای متلاطم هم شن به طور یک‌نواخت پایین بریزد. آن را برای آکادمی پاریس فرستاد که برنده‌ی جایزه شد. او به هم‌راه برادرش نیکلاس (II) دو کرسی ریاضی در دانش‌گاه سنت‌پترزبورگ به دست آوردند. برادرش پس از ۸ ماه بر اثر تب مُرد. او برای پدرش در نامه‌ای نوشت که می‌خواهد به بازل برگردد ولی پدرش یکی از بهترین شاگردانش اوپلر را پیش او به سنت‌پترزبورگ فرستاد. اوپلر در سال ۱۷۲۷ به آن جارفت. این دوره تا سال ۱۷۳۳ که دانیل در سنت‌پترزبورگ بود پُرکارترین دوره‌ی کاری او بود. در آن دوران او و اوپلر مکانیک اجسام کش‌سان را بررسی کردند. از مهم‌ترین کشف‌های آن دوران او این بود که فرکانس‌های یک سیستم نوسان‌کننده را تعریف کرد. او نشان داد حرکت هر تار از برهم‌نهی بی‌نهایت ارتعاش هم‌آهنگ تشکیل شده است. کار مهم دیگرش در زمینه‌ی احتمالات و اقتصاد سیاسی بود. دانیل فرض کرد مقدار moral افزایش ثروت هر کس نسبت عکس با مقدار ثروتش دارد. بی‌شک مهم‌ترین کار این دوران او در مورد هیدرودینامیک بود. کتابی هم در این زمینه در سال ۱۷۳۴ نوشت. این کتاب در سال ۱۷۳۸ چاپ شد. البته در آن چه چاپ شد محتوا تغییری نکرد، اما نحوه‌ی ارائه‌ی مطالب فرق کرد. این اولین باری بود که تحلیلی درست از شارش آب از سوراخ یک ظرف ارائه می‌شد. این کار بر مبنای بقای انرژی بود که زمانی با پدرش در سال ۱۷۲۰ در موردش مطالعه کرده بودند. در همان زمانی که او هیدرودینامیک را چاپ کرد، پدرش کتابی با عنوان هیدرولیک چاپ کرد و تاریخ آن را سال ۱۷۳۲ گذاشت. همان کاری که هوپیتال با یوهان انجام داد او هم با پسرش می‌خواست انجام دهد. همان قدر که این ادعا که کتاب هوپیتال کتاب او بود درست بود، ادعای او در مورد این که کتاب او قبل از کتاب پسرش دانیل است غلط بود. این کار نشانه‌ی عمیق احساس بد او نسبت به پسرش بود. هیچ نشانه‌ای در مورد این که دانیل هم نقشی در این قطع رابطه داشته است وجود ندارد و مقصر اصلی پدرش بود. او روی پمپ‌ها و ماشین‌های دیگر بالابَر آب بحث کرد. کشف دیگر او در مورد نظریه جنبشی گازها بود. او توانست قوانین اصلی نظریه‌ی گازها را ارائه دهد، و اگر چه نه با جزییات و دقت کامل معادله‌ی حالتی که ۱۰۰ سال بعد واندروالس مطرح کرد ارائه داد. جز به دلیل هم‌کاری

علمی موفقی که با اوایلر داشت از اقامت در سنت پترزبورگ اصلاً خوش حال نبود. او برای کرسی دیگری در بازل اقدام کرد که از بدشانسی دوباره در قرعه کشی باخت. بالاخره برای تدریس گیاهشناسی به بازل بازگشت. او در سال ۱۷۳۴ برای جایزه آکادمی پاریس به خاطر کاربرد ایده هایش در نجوم تقاضایی فرستاد. این کار برایش چندان خوششانسی نیاورد. چون با پدرش هم زمان و مشترکاً برنده ی جایزه شدند که این مسئله پدرش را بسیار خشمگین کرد. در واقع او به بازل بازگشت ولی مغضوب پدرش بود. به هر حال از این پس او هیچ گاه موفقیت های قبلی اش را تکرار نکرد. او با اوایلر هنوز مکاتباتی داشت و خیلی از ایده های او در مورد سیستم های ارتعاشی توسط اوایلر به شکلی دقیق ریاضی در آمدند. در سال ۱۷۳۷ جایزه آکادمی پاریس که یمی در مورد کشتی رانی، یعنی بهترین شکل برای لنگر یک کشتی داشت، را مجدداً به طور مشترک برد.

در سال ۱۷۵۰ او کرسی فیزیک را به دست آورد و برای ۲۶ سال فیزیک تدریس کرد. او آزمایش را هم به کلاس های تدریسش وارد کرد. براساس این آزمایش ها او حدس هایی هم زد که البته تا سال ها تأیید نشد. از جمله ی این حدس ها قانون کولن در الکترواستاتیک بود. یکی دیگر از کارهای مهم او در فیزیک ریاضی، پذیرش بسیاری از نظریه های نیوتن و ترکیب آن ها با ابزار پُر قدرت روش لاینیتس بود. او در مطالعه ی مکانیک از بقای انرژی به عنوان یک انتگرال حرکت معادله ی نیوتن استفاده کرد. او با استفاده از روش نیوتن حرکت اجسام در محیطی با مقاومت را بررسی کرد. او در مورد نوسان هم کار کرد و تصویری زیبا از نوسان در لوله های یک ارگ ارائه داد. او جمعاً ۱۰ بار برنده ی جایزه آکادمی پاریس شد.

یوهان (II) در زندگی افتخارات زیادی کسب کرد و احتمالاً موفق ترین پسر خانواده بود. پس از مرگ پدرش کرسی ریاضی دانش گاه بازل را به دست آورد. او اساساً در مورد گرما و نور کار کرد. دو تا از پسرانش یعنی یوهان (III) و یاکوب (II) به دنبال ریاضیات رفتند.

یوهان (III) او فرزند یوهان (II) و در کودکی مثل یک دائرةالمعارف بود. بود طبق رسم خانوادگی حقوق خواند ولی علاقه اش ریاضی و فیزیک ریاضی بود. در ۱۴ سالگی فوق لیسانس حقوق گرفت و در ۱۹ سالگی به او پیش نهاد کرسی در آکادمی برلین شد. فردریک II از او خواست تا رصدخانه ی آکادمی را زنده کند. او در زمینه ی احتمال، و نظریه ی معادلات کار کرد. در زمینه ی نجوم نیز کارهایی دارد که چندان مهم نیستند. یاکوب (II) نیز طبق رسم خانوادگی حقوق خواند ولی علاقه اش ریاضی و فیزیک

ریاضی بود. پس از مرگ عمویش دانیل برنولی، برای کرسی فیزیک تقاضا داد. برای این تقاضا مقاله‌ای در فیزیک ریاضی ارائه داد. مبنای قضاوت علمی نبود و قرعه‌کشی انجام شد. او هم چندان خوش‌شانس نبود. در ۲۹ سالگی وقتی که در رودخانه‌ای در سنت‌پترزبورگ شنا می‌کرد غرق شد.