

Albert Einstein: Creator and Rebel

June 29

(Performed in October of 2005 at the Deutsches Museum with the title:
“Einstein contra Newton“)
Stinner

© 2007 Arthur

Personae Dramatis:

Albert Einstein

Harald Lesch

Sir Isaac Newton

Jürgen Teichmann

Bertrand Russell

Wilhelm Wossenkuhl

Commentator:

Jürgen Teichmann

Location: 112 Mercer Street, Princeton.

Time: October 26, 1945

The play takes place in Albert Einstein's house, 112 Mercer Street, in Princeton, in October of 1945, six months after the end of the war in Europe and two months after the first atomic bomb destroyed Hiroshima and Nagasaki. The commentator introduces the play.

Prologue:

Good evening ladies and gentlemen. Welcome to this very special occasion to celebrate the 100th anniversary of the great papers that the young Albert Einstein published in the *Annalen der Physik* in 1905. In his miracle year, now referred to as *annus mirabilis*, Einstein's three revolutionary papers; on Brownian motion, the quantum nature of radiation, and relativity theory, were not immediately accepted, or even acknowledged. However, the ideas developed in these papers were all trail-blazing, and set the program for the new physics in the 20th century.

Tonight, we will use for our play, as our poetic license, the famous personal manifesto by professor Einstein:

For those who believe in physics, the distinction between past, present, and future is only a stubbornly persistent illusion.

Our play takes place in Einstein's house in Princeton, on October 26, 1945, or exactly 60 years ago. The war in Europe ended about 5 months and the war in the Pacific ended 2 months before. The United Nations have just been established and a new world order was envisioned to ensure world peace.

He points to Einstein's bust in the Ehrensaal.

Einstein was elected a member of the council of the Deutsches Museum in 1920 but his membership was abruptly terminated in 1933. He was asked by Arnold Sommerfeld in 1945 to consent to be reappointed to

The placing of the bust in the Ehrensaal of the Deutsches Museum had a near 20 year history of refusal by the Einstein family, until in 1972, by the permission of his son Hans Albert, it was instated, with Werner Heisenberg presiding at the ceremony. (See pp. 12 - 15 of "Abenteuer der Erkenntnis, DM, 2005)

The play is presented in two scenes. In scene 1 you will meet Bertrand Russell, the celebrated British philosopher, mathematician and political activist. He was a great thinker, an agitator, often censured and imprisoned for his beliefs, and he changed Western philosophy for ever. Like Einstein, he was vocally against the senseless slaughter of the first World War, denounced the evils of totalitarian dictatorships. At the time of our play, October 26 of 1945, he had just published his first anti-nuclear paper "The Bomb and Civilization". In fact, during the writing of the manuscript he noted: "As I write, I learn that a second bomb has been dropped on Nagasaki".

Russell studied mathematics and philosophy in Cambridge, collaborated with Alfred North Whitehead in writing the monumental work on logic and mathematics, "Principia Methematica", consciously titled in emulation of Newton's "Principia Mathematica...". The importance of this work on the foundations of logic and mathematics can be compared with that of Einstein's work in relativity theory.

Of course, Einstein was no ivory-tower scientist. Throughout his life he maintained a passionate concern with social justice and the preservation of world peace. Indeed, as early as in 1922, at a pacifist rally in Berlin, he recommended the formation of an appropriate world organization. As we know, the League of Nations failed in its mandate, but at the time of our play, the United Nations were established and located in New York. By the time he decided to leave Germany, abandoned a total pacifism and recommended, and in August of 1939 signed a letter to be delivered to President Roosevelt, the build up of the military strengths of the democratic nations as the only means to stop Nazi aggression.

A little pause to anticipate the reaction of the audience.

To make things even more interesting, we have been able to contact Sir Isaac Newton. He was able to travel into the future. But we will explain the physics of this later.

He will join us a in the second scene, once the tone of the discussion is set. *He stops for a few seconds and then continues.*

Ladies and gentlemen, you will see me again in scene 2 as Sir Isaac Newton.

SCENE 1:

*We see Einstein's study: chairs, two tables, books, an assortment of pipes.
On the table we see:*

On a small table we see a glass of milk, cheese, cakes, and fruit.

On a larger table we see a wooden sphere, attached to a long string and hanging from a stand. (This is one of Einstein's "toys" that he calls the 'ubiquitous pendulum').

A long, thin cylindrical object that looks like a toy (Einstein's birthday present).

A solenoid and magnet, connected to a galvanometer The experiment he discussed in the first paragraph of his relativity paper of 1905)

A violin and an assortment of pipes.

A balloon, attached to the edge of the table (To be used as a demonstration of the *equivalence principle*)

Russell arrives, carrying a paper pad and pen, sits down, scribbles something and then addresses the audience.

Russell:

Ladies and gentlemen:

Let me introduce myself.

My name is Bertrand Russell. I was privately educated as a child by German and French speaking tutors. Therefore I speak both languages fluently.

I am a mathematician and a philosopher by vocation and, as some of my detractors say, a political agitator and generally a public nuisance by avocation.

He pauses and smiles.

I am interested in the foundations of mathematics and philosophy. The real function of philosophy is to understand the world and the human beings that inhabit it. I am also deeply interested in science because it seems to be succeeding in doing both.

I would like to talk to Professor Einstein especially about mathematics and its relationship with the theories of science. I have written about atomic theory and the theory of relativity, both the special and the general, for the education of the public. My book “The ABC of Atoms” was published in 1923 the book “The ABC of the Theory of Relativity” in 1925. I attempted to present the main ideas of modern atomic theory and of the theory of relativity, without overwhelming the reader with mathematical formulas.

He stops for a few seconds, looks reflective, smiles and then continues.

I must admit to you, however, that writing about the theory of relativity helped me understand it better.

He looks at Einstein’s desk, picks up a few of the items and places them back again.

Finally, he picks up one of the pipes and smiles.

Suddenly Einstein arrives. He wears an open shirt, a blue sweat shirt, grey flannel trousers, and leather slippers. He smiles warmly.

He leaves.

Suddenly Einstein arrives. He wears an open shirt, a blue sweat shirt, grey flannel trousers, and leather slippers. He smiles warmly.

Einstein:

He points to the small table

What more can a man want than these things? To sustain the body.

He then points to the large table

And to sustain the mind and spirit: A violin, books, and these reminders of the simple experimental evidence that I needed to create my theory of relativity.

He points to these items. He looks at the objects displayed and then touches the balloon and smiles.

Russell arrives.

Einstein:

Welcome, Professor Russell. I have been looking forward to meeting you.

He points to the small table

What more can a man want than these things? To sustain the body.

He then points to the large table

And to sustain the mind and spirit: A violin, books, and these reminders of the simple experimental evidence that I needed to create my theory of relativity.

He points to these items.

Russell:

I can appreciate this, professor Einstein. In 1917 when I spoke out against the war, I was denied a passport, removed from my teaching position at Trinity college and then put to prison. However, I was treated well, given a cell with a table much like this one The newspaper Times was delivered every day and I managed to write my *Analysis of Mind*. It was remarkably congenial for uninterrupted mental activity.

Einstein:

Well, I too, was in a prison in Bern. But it was called the Patent Office. I have similar fond recollections. I seldom needed more than a half day for my official duties, and the rest of the time I worked on physics problems. These were the most enjoyable years of my life.

He pauses and looks at Russell

Thank you for the letters and inviting me to write a statement with you about the consequences of a war using nuclear weapons. I have already secured the signature of Neils Bohr and we will surely persuade other prominent scientist to do the same.

Einstein:

Yesterday, a neighbor's daughter - I always help her solve her mathematics and geometry problems - had a birthday. You can still see a balloon that she brought over. She wanted to know why balloons float in air. I told her the story of Archimedes and Hero's crown. She loved the story, but I am not sure she understood the concept of buoyancy.

He laughs aloud.

You know, I enjoy being with children and talking to them to find out how they think about the world around them.

Unfortunately, the myth of the great Einstein intimidates many. Even children are effected. Just recently I received a charming letter from a young girl in Canada- British Columbia I believe, who said that she wrote the letter to find out if I really existed.

Einstein laughs aloud.

Russell:

But ... how do you answer a child when they ask about the theory of relativity?

I am sure that your neighbors tell them that is why you are famous.

Einstein:

Well, I have recently thought of a nice way to explain relativity to them.

I simply say, at least to the older ones: "Put your hand on a hot stove for a minute, and it seems like an hour. Sit with a pretty girl (or handsome boy) for an hour, and it seems like a minute.

THAT'S relativity.

Both laugh heartily. There is a pause.

As I told the little girl next door—the one that brought me the balloon— after she complained about how difficult mathematics was: "Don't worry, young lady, I assure you my problems with mathematics are even greater!"

They both laugh.

Russell:

Well, you know I have had my problems with mathematics, too. In fact, at one point I said, that "Mathematics may be defined as the subject in which we never know what we are talking about, nor whether what we are saying is true".

They both laugh.

Einstein:

In a more serious vein, I believe that as far as the laws of mathematics refer to reality, they are not certain, and as far as they are certain they do not refer to reality.

Russell:

Someone once asked me if anyone had ever read the *Principia Mathematica*. My answer was: “I doubt it, ...I haven’t even read it myself”.

They both laugh.

Einstein:

A monumental work, I might add, that showed that mathematics may not be deducible from logic. A fundamental discovery.

Russell:

Simply put, it was our goal to show that all pure mathematics follows from fundamental logical premises, using only concepts that are definable in logical terms.

He stops and then adds

Kurt Gödel showed in 1931 with his incompleteness theorem that my quest was inherently impossible.

Einstein:

Yes, I remember the great mathematician David Hilbert was also profoundly upset. His program of ultimately proving all theorems in mathematics using a formal system collapsed. You know, I have also thought that your work was a “glorious failure”, meaning, of course, that this is a compliment,

Russell:

Thank you, Professor Einstein. As you well know, in mathematics, showing that something is not possible, is a proof in itself. It all started with the Greek’s showing that the square root of 2 is an irrational number, that is, it cannot be expressed as ratio of two whole numbers. A very disturbing discovery for them.

Einstein nods.

Einstein:

That suggested to the Greeks that doing geometry was more secure than using numbers. What we today would call algebra.

Einstein

Apparently Newton is supposed to have responded to the question of why he used predominantly geometry and not algebra in his great book the *Principia* by saying that “algebra is for bunglers”.

Russell:

There was a high price to be paid by British science and mathematics for this personal approach. For over a hundred years they clung to studying the *Principia*, ignoring the analytic approach of Leibniz, Euler and Lagrange.

He looks reflective and then continues

You know, I sometimes ask myself how it came about that I was the one to develop the theory of relativity. The reason, I think, is that a normal adult never stops to think about problems of space and time. These are things which he has thought about as a child. But my intellectual development was slow, as a result of which I began to wonder about space and time only when I had already grown up."

But, don't forget, there was a time when relativity was not accepted by many. I was actually quoted to say that: "If relativity is proved right, the Germans will call me a German, the Swiss will call me a Swiss citizen, and the French will call me a great scientist. If, however, relativity is proved wrong, the French will call me a Swiss, the Swiss will call me a German, and the Germans will call me a Jew".

They both laugh.

Russell:

I am glad that you are now regarded everywhere as a great scientist.

Einstein:

For the older (adult) guests I have my "toys" that I use to illustrate principles and ideas about my work.

Einstein points to a long cylindrical object.

This curious looking toy I received as a present from my neighbor, the physicist Eric Roger, who made it himself. He is a very clever physicist and I hear a dynamic teacher.

I will show you later that this toy demonstrates the basic idea that underlies my general relativity theory.

He points to the pendulum and the other items on the table.

The other items, except for the balloon, of course, are always here.

The "ubiquitous pendulum" is here to remind me of the modest beginnings of physics - and, of course, I remind my guests that Newton used large wooden spheres to test his laws of motion.

Einstein picks these up and shows them to Russell

He then points to the Faraday demonstration apparatus.

And here is a solenoid and a bar magnet, the solenoid is connected to a galvanometer, to show the Faraday effect. This apparatus is very important to me, because, as you know, I used this simple example, that every young student has been exposed to, in the very first paragraph of my 1905 paper on relativity to argue for the theory of special relativity.

Russell:

And the balloon?

Einstein smiles...

I am sure we will find a use for it later...

Einstein points to his violin.

Unfortunately, I find it difficult to play the violin anymore. I did enjoy so much to play with others.

Einstein:

You may have heard that I do not wear socks. I stopped wearing them a long time ago.

Einstein laughs heartily

Einstein:

Let us go back to physics.. I see advance, at least in physics, like this:

He goes to the blackboard and draws a simple diagrams. (This is taken from a letter he wrote to his friend Maurice Solovine).

You see, Russell, the E stands for “Variety of immediate sense-experiences”. A are the axioms that one finds by an intuitive, non-logical way. From A are deduced by a logical, deductive path, particular assertions that one claims to be exact.

Finally, the S, S', S'' are brought in relation with E by an empirical test.

He pauses and then continues with emphasis

Russell:

This certainly illustrates the problematic connection between the world of ideas and that which can be experienced.

But I thought you were deeply influenced by the ideas of Ernst Mach.

Einstein:

I was. Especially in my decision for the equivalence principle. But I was more influenced by David Hume, who showed that inductive reasoning simply does not work in finding principles or laws in nature.

What we can say then is that the path that leads from the particular to the general is an intuitive one and that which leads from the general to the particular is a logical path.

He stops and then goes on

Einstein:

Let us continue comparing your work with mine. As you know, and you have discussed this in your splendid book *The ABC of Relativity*, Poincaré and Lorenz, among others, were getting close to a theory of relativity. When I wrote my article on relativity in 1905, I showed that all of the transformation equations of Lorenz could be deductively produced, based only on two principles, or what you might prefer to call *axioms*. These axioms are easily stated: the *special relativity principle* and the *light principle*.

Einstein explains these on the blackboard.

Russell:

Yes. Doing physics this way is very appealing to a mathematician.
Which physicists (philosophers) had an influence on your thinking and your work?

I understand Max Planck was the first to respond to your papers of 1905.

Einstein:

Yes. I was very disappointed that those papers did not produce my expected response, at least not for a few years.

Russell:

It must have been re-assuring for you to be recognized by Germany's greatest physicist.

Einstein:

Indeed. I am eternally grateful to him for this early recognition.
He stops for a while and then smiles. He then says with emphasis:

But you know, Planck was not a good physicist.
Russell looks up with astonishment

I thought that would get your attention.

Russell:

It certainly did. But you cannot be serious, professor Einstein!

Einstein:

Well, this is a little joke, Russell, between you and me only. I thought Planck failed the test for being a good physicist when I found out that he was unable to sleep the night before Lord Eddington announced the result of the observation for the bending of starlight according to my general theory of relativity.

I did not lose any sleep at all. I knew the theory was right!
They both laugh.

Russell:

Were you really that sure, professor Einstein? Remember, had the first expedition been carried out in 1914, had it not been interrupted by the war, your value for the deflection of the light from a star in the gravitational field of the sun would have been $\frac{1}{2}$ of the value which you correctly calculated only later. A value, by the way, one can also obtain from Newton's dynamics.

Einstein:

You are right. That was certainly a fortuitous event.
At that time I probably would not have been able to sleep!
He laughs and then becomes serious:

So we are back to Newton. You know, I have written several articles about Newton, and have also read biographical sketches. History is clearly less objective than science. As I see it, there is an

inner and intuitive and an external or documentary history. The latter is more objective, but the former is more interesting.

Recently someone asked me if the Michelson-Morley experiment had an influence on my 1905 paper. My God, that was 50 years ago! I answered in the affirmative, but, you know, now I am not so sure.

He reflects for a few seconds and then continues:

Einstein:

But, wait...

First let me divert you for a moment. I must show you my birthday present from this year.

He goes to the table.

Einstein is seen taking what looks like a curtain rod, about five feet tall, at the top of which was plastic sphere about four inches in diameter. Coming up from the rod into the sphere was a small plastic tube about two inches long, terminating in the center of the sphere. Out of this tube came a string with a little ball at the end.

Einstein:

You see, this is designed as a model to illustrate the equivalence principle, which is the basis of the general theory of relativity.

The little ball is attached to the string, which goes into the little tube in the center and is in turn attached to a spring. The spring pulls on the ball, but it cannot pull the ball up and into the little tube, because the spring is not strong enough to overcome the gravitational force which pulls down on the ball.

A big grin spreads across his face and his eyes twinkle with delight. There is a large drawing that can be shown to the audience. Einstein goes to the drawing and explains.

And now the equivalence principle.

Grasping the gadget in the middle, he thrusts it up until the sphere touched the ceiling touches the ceiling.

And now I will let it drop. According to the equivalence principle, there will be no gravitational force. So the spring will now be strong enough to bring the little ball into the plastic tube.

He suddenly lets the gadget fall freely, and vertically guiding it with his hand, until the bottom reaches the floor. The plastic sphere is now at eye level. Sure enough, the ball rests in the tube.

Russell:

Very clever, indeed. And very instructive. I think Newton would have liked this demonstration

Oh, yes, Newton. We always seem to be coming back to him. What always impressed me about Newton was his dual-genius - in pure mathematics and mathematical physics, as well as in experimental science. In one person he combined the experimenter, the theorist, the mechanic, and, not least, the artist in exposition. What I have found especially attractive in Newton was his own awareness of the weaknesses in his theories.

Einstein:

Yes.

Unlike Newton, who made great contribution to mathematics, I understood already as a young man, that I could never become a successful mathematician: I did not have the “nose” to sniff out what was important in the field. You must remember, that by 1900 mathematics was a vast field that only Henri Poincare and maybe David Hilbert could securely navigate.

He stops for a moment, plays with his pipe and continues:

However, I soon realized that in physics I had the gift to sniff out what was important. I was lucky. I managed to concentrate on what was important and follow up on that with the stubbornness of a mule.

Russell:

You were clearly able to do this when you wrote your papers in 1905, although this was not recognized for a while.

Einstein:

Yes. As a young man, I saw three areas that needed clarification. An empirical proof for the existence of atoms; a new way of looking at electromagnetic radiation to explain such phenomena as the photoelectric effect; and finally, a new kinematics and dynamics in answer to the intolerable asymmetries when we apply Maxwell’s equations in phenomena like the Faraday electromagnetic induction.

He points to the induction apparatus on the large table.

Russell:

Many people do not realize that Newton was also a great experimenter. Textbooks present the laws of Newtonian mechanics as if they had suddenly appeared to the mind of the great man full-blown, shortly after the apple fell on his head.

Einstein laughs heartily.

Russell:

One should always emphasize that a good theory of science is able to make daring predictions that can be confirmed by experiment and observation, but which are also potentially falsifiable.

Einstein:

So we can set up a simple logical argument (a syllogism) this way:

If the general theory of relativity is correct then light bends in the gravitational field of the sun, measured by a deflection angle.

Indeed, light seems to bend in the gravitational field of the sun as predicted.

Therefore: The general theory of gravity is true

Russell:

Clearly, this is simple example of a logical fallacy that Aristotle already understood. He goes to the blackboard and explains.

If A then B,

B

Therefore A

To give a simple example:

If it rains the yard is wet.

Indeed, it rains.

Therefore: The yard is wet.

This is a logical fallacy, known as the fallacy of the affirmation of the consequent.

The conclusion does not necessarily follow!

On the other hand:

If A then B

Not B

Therefore not B

is correct.

If it rains the yard is wet

But the yard is not wet.

Therefore: It did not rain

Einstein:

Precisely. A theory then is not strictly “true”, but has only provisional truth. A new theory then that makes more testable predictions than the old one and also includes those of the old theory is considered a better one.

There is a pause and Einstein looks around, goes to the desk to pick up another pipe makes himself comfortable. There is a pause of about about 10 seconds..

Although I have written forewords to a number of publication by and about Newton, I must admit I have not really studied the life of this great scientist.

Einstein looks reflective and then speaks slowly.

It would be nice if we could somehow bring Newton here to discuss these things with him.

Russell:

Well, let us see. According to the special theory of relativity, you cannot travel back in time. Because that would violate the principle of causality.

He looks at Einstein

Einstein:

That is correct. So we would not be able to go back to Newton's time.

He smiles and laughs aloud.

But we could bring Newton from his time into our present time, -at least in principle.

Russell:

So the theory allows traveling into the future!

Imagine, my dear Einstein, that Newton did not really die but traveled with the speed of $0.999c$, leaving London in 1727 and coming back 218 years later from a round trip in the cosmos.

According to the theory of special relativity, the time dilation effect would make Newton only about 84 years old, or about a year older than when his death was reported. We also assume that during his cosmic travels he received good medical care and that he comes back a healthy 84 year old. This way we do not disturb the historical record.

No paradoxes!

Einstein smiles . Russell turns to Einstein and says, speaking slowly:

I have a surprise for you, Professor Einstein. It seems that Isaac Newton somehow managed to go on a trip like that and we will have the pleasure of his company in a few moments. I have had a preliminary talk with him and he is willing to discuss with you his ideas and how you think they relate to yours.

Einstein looks up and is visibly astonished, but his face soon relaxes.

SCENE 2

Einstein:

Well, now this is a surprise. I will not ask you how you were able to do this, I will simply try to compose myself a little.

Newton arrives. He walks slowly, looks around the room, stops and briefly surveys the instruments displayed.

Russell gets up and greets Newton.

Russell:

Sir Isaac, may I present professor Einstein.

Newton:

Thank you, the pleasure is all mine, professor Einstein. Finally, we meet.
He turns to Einstein. Einstein holds out his hand.

Einstein:

Welcome to Princeton, Sir Isaac. This is a wonderful occasion for an old physicist to finally meet the great Newton. I hope you had a pleasant journey.

Newton:

Remember, I am much older than you are, but somehow the cosmic trip invigorated me. Traveling through the cosmos was certainly more pleasant than traveling in a carriage in the beginning of the 18th century..

But it is a “culture shock”, to use a 20th century expression, to arrive in North America, more than two centuries after my time. das war damals eine Kolonie von uns, voll mit wilden Tieren und wilden Eingeborenen. Even though I have been aware of the products of modern technology, to actually see these mechanical carriages you call cars move around, carrying people everywhere at high speeds, is truly awe-inspiring.

Es scheint sich wenig geändert zu haben - wenn ich von der modernen Technik absehe. Statt hunderttausender wilder Tiere gibt es nun Millionen verrückter mechanischer Wagen, die mit atemberaubenden Geschwindigkeiten hierhin und dorthin rasen. Machen dass diese Geräte selbstständig oder sitzen da Reiter drin?

Einstein: Fahrer sitzen drin, Fahrer. Ich kann ihr Erstaunen verstehen. Ich selbst lernte nie ein Auto zu fahren. Es bleibt mir immer noch ein Wunder, wie man so etwas fahren kann und sogar Flugzeuge und Züge und das auch noch fast jeden Tag. Wer weiß, was uns die Zukunft noch bringen wird.

Einstein:

He pauses briefly and then says with emphasis:

But for us physicists, the distinction between past, present, and future is only a stubbornly persistent illusion.

Don't you agree, Sir Isaac?

Newton:

Well, this experience certainly makes it sound plausible.
Newton pauses and then continues:

I would think that being daily confined in a car, a train or even an airplane, to both inertial and accelerating frames of reference, everyone now intuitively understands my laws of motion.

Russell:

You will be surprised to learn, Sir Isaac, that neither your laws of motion nor professor Einstein's central ideas of his relativity theory are now or indeed will be understood by *most of* the general public.

Newton:

Your first claim is difficult to understand but your second I can well understand myself, having thought about professor Einstein's ideas during my cosmic journey..

Newton walks to the balloon, picks it up and then suddenly realizes that if he lets it go it will rise. He smiles:

There were no balloons in my time, although the ingenious Robert Boyle or the clever Robert Hooke could have invented it. But, somehow, the idea of buoyancy in the atmosphere was not in the air, so to speak.

He looks at the balloon and smiles.

This is truly a marvelous thing: a lighter than air object that floats in air and obeys Archimedes' law of flotation.

Einstein:

We will return to the balloon a little later, Sir Isaac.

He turns to Newton.

I think your most important idea was the recognition of the equivalence of rest and constant velocity, that is, that there is no difference between rest and motion of constant speed in a straight line.

There is a slight pause.

Russell:

That rest and constant velocity were equivalent must have been just as revolutionary for your time, Sir Isaac, as Einstein's ideas about *the equivalence of inertial mass and gravitational mass* was for the 20th century.

Newton:

Indeed. But remember, we did not travel in trains, cars, and airplanes.

Russell:

Your claim that the circular motion of the moon was identical with the moon freely falling toward the earth must have been just as puzzling as Einstein's claim that it is the warping of space that was responsible for this motion.

Einstein:

And your distinction between mass and weight and the recognition that a mass has two separate and distinct aspects; one due to acceleration (inertia) and the other due to the body's response to gravity, was important.

Russell:

Sir Isaac, we were just discussing how it is possible to illustrate the equivalence of inertial and

gravitational mass. If you attach the balloon to the floor of a car what happens when the car accelerates?

There is a picture of a car with a balloon in it.

Russell turns to the audience.

Remember the car is completely closed. The car accelerates, as shown. Which way does the balloon move?

Newton goes to the blackboard and draws a picture. He thinks for a moment

Newton:

Very interesting. Now, if I use my third law of action and reaction. Let's see.

Russell:

Sir Isaac. Let's leave this problem for the audience.

He turns to the audience and slowly repeats the question.

Einstein:

Gentlemen, I have been waiting for an appropriate moment to momentarily stop your energetic conversation.

I will go into the kitchen. Frau Dukas has prepared coffee and tea for us.

Please take a break. You deserve it. (zum Publikum gewandt:) und Sie haben 3 Minuten Pause, unser Ballonproblem zu lösen

Einstein leaves and the two continue talking in a low voice.

Einstein comes back with a tray of tea, coffee and cake.

The three help themselves to coffee and tea.

They get up, go to the blackboard and seem to discuss a problem. Einstein draws a sketch. They have a chat that cannot be distinctly heard.

Russell steps toward the audience and speaks slowly.

He moves slowly toward the two at the blackboard and listens to their conversation, allowing about two to three minutes for the audience to relax and recuperate.

The three return and assume their previous positions.

Einstein:

Well, I am really quite revived.

Now, where were we? Oh, yes. We looked at the problem of the balloon on an accelerated car. die Lösung ist:....

There is a short pause.

Russell:

Turns to Newton.

Sir Isaac, one of our famous scholars, professor Westfall, who studied your work for many years, once wrote that “It is safe to say that without the pendulum there would have been no *Principia*. Would you agree?

Newton:

Well, permitting a slight exaggeration, I would agree. When I finally wrote down my three laws of motion in the *Principia*, I had to decide how the notion of force fits into three distinct classes. One was *free fall*, the other *collision*, and the third the puzzling phenomenon of centripetal force.

Newton uses the pendulum to demonstrates these three cases: free fall, centripetal acceleration, and collision. (Wie zeigt man das?) a

(Ann has drawn these in my History of Force article)

Einstein:

That was a very clear demonstration, Sir Isaac. I wish my physics teacher had been that clear when I first learned your laws of motion in the gymnasium in Munich.

Pauses for a moment and looks to the audience.

I hated that place. Volksschullehrer agierten damals oft wie Unteroffiziere und Gymnasiallehrer oft wie Leutnants.

Newton:

in meinen Tagen waren Volksschullehrer dumme Töpel und Gymnasiallehrer wandelnde Lateinlexika. Seien Sie froh, dass sie 200 Jahre später lernen durften.

Russell:

Und so schlecht waren ihre Leutnants gar nicht, Herr Einstein. Mitschüler von ihnen haben da gnädiger geurteilt.

Einstein:

Nein, der Drill war mir verhasst. Und Soldat wollte ich schon gar nicht werden. Auch deshalb war ich froh, dass meine Eltern nach Italien umzogen und mich schließlich in eine Schweizer Schule schickten. Ich bin Zeit meines Lebens übrigens Pazifist geblieben. Wie können Menschen es begründen, sich gegenseitig umzubringen? Und Nationalstolz, das ist der wohlfeilste Stolz, man braucht keine persönliche Eigenschaft, auf die man stolz sein kann.

Newton:

Gegen diese politische Relativitätstheorie wehre ich mich auch, mein lieber Einstein. Schließlich hat jede Nation ihre Größe. Großbritannien zum Beispiel ist der Herrscher der Meere -Britannia rules the waves.

Russell:

Das war einmal. Aber waren Sie immer Pazifist, Herr Einstein? Sie haben schließlich den Bau der

Atombombe empfohlen.

Einstein:

Das war gegen den schrecklichen Hitler-Staat. Und ich habe mich weder in Gedanken noch sonst wie am Bau der Atombombe beteiligt.

Russell:

Aber Sie haben an der Entwicklung des Kreiselkompasses mitgearbeitet und auch während des Krieges Lizenzen dafür erhalten. Sie wussten doch genau, dass er vor allem in Kriegsschiffen nützlich war. Und an Minen Zündern für Schiffstorpedos haben Sie auch mitgearbeitet.

Einstein:

Ich gebe zu, darüber habe ich nie viel nachgedacht. Aber was den britischen Nationalstolz betrifft, mein lieber Präsident der königlichen Münze: davon sind vor allem solche Eigenheiten geblieben: 12 Schilling machen ein Pfund, inch statt Meter und Ähnliches verrücktes. Übrigens, den einzigen Angriffskrieg den je zwei Demokratien zusammen, aus sehr unlauteren Motiven übrigens, geführt haben, das war der von Großbritannien und Frankreich gegen Ägypten 1956, um die Kontrolle über den Suez-Kanal zurückzugewinnen.

Russell:

Richtig! Und einen absolut gerechten Krieg gibt es schon gar nicht-so wenig wie es einen absoluten Raum gibt. Was gerecht ist, hängt vom Bezugssystem ab, ob christlich, jüdisch, moslemisch, marxistisch - oder agnostisch. Absolut kann nur die Dummheit sein, mit der zum Beispiel die atomare Rüstung weiter getrieben wird.

Einstein:

Es gibt zwei Dinge, die unendlich sind, die menschliche Dummheit und der Weltraum. Bei Letzterem bin ich mir aber nicht so sicher.

Newton:

Sie haben recht. Kommen wir damit zur Physik zurück. Bevor ich über Unendlichkeit mit ihnen streite: was ich absolut nicht verstehe, ist die Relativität ihrer Zeit, Herr Einstein. Wenn hier in unserer Diskussionsrunde etwas geschieht, muss doch zu diesem gleichen Zeitpunkt irgend etwas im Weltall gleichzeitig geschehen!

Einstein:

Schon ihre Geburtszeit hängt vom Bezugssystem ab, lieber Newton. Sie sind am ersten Weihnachtstag 1642 in Woolsthorpe, England geboren - für die katholischen Länder, und für uns heute, war es aber der 4. Januar 1643.

Russell:

Richtig, die katholischen Länder hatten schon den gregorianischen Kalender eingeführt, England hinkte noch hinterher. Beide Daten sind aber gleichzeitig, weil wir auf einem Bezugssystem, auf der einen Erde, mit der wir uns alle gleich schnell bewegen, leben.

Einstein:

Ja! Aber wir mussten im 19. Jahrhundert mühselig mit Uhren Gleichzeitigkeit definieren. Warum

war mittags 12:00 Uhr in London gleichzeitig mit 13:00 Uhr in Berlin? Schon wenn man von Berlin nach Köln mit der Bahn fuhr, fand man eine andere Zeit. Erst die Eisenbahn brauchte gleiche Zeiten: 12:00 Uhr in Berlin musste auch 12:00 Uhr in Köln sein. Die Bahnhofs Uhren waren die ersten Uhren in Deutschland, der Schweiz und anderswo, die überall gleich gingen. Man nannte das die Eisenbahnzeit, die anders ging als jede Ortszeit damals - etwa an der Kirchturmuhre. Das musste man definieren, kontrollieren, herstellen. Das hat mich damals sehr beeindruckt.

Russell:

Ja, Poincare hat diese Konstruktion der Zeit durch Uhren schon sehr ernst genommen.

Einstein: was ich nur sehr relativ wesentlich bei Ihnen sehe, Herr Newton, ist ihre Beschäftigung mit Alchemie.

Newton:

Spotten Sie nur, aber ist nicht die Verwandlung von Materie ein Traum aller Zeiten? Doch nicht nur Materie - das hat ihr Jahrhundert ja geschafft - sondern Verwandlung von Materie und Persönlichkeit. Übrigens, auch wenn ich mich so isoliert in meiner Forschung eingegraben habe wie sie in die ihre, ich war immerhin im englischen Parlament. Sie waren nie aktiv politisch tätig.

Einstein:

Das stimmt nicht, so habe ich viel für meine jüdischen Mitbürger getan, zum Beispiel als sie aus Deutschland fliehen mussten. Und was ihre politische Aktivität betrifft: haben Sie sie nicht auch gezielt genutzt, um Wahrheit zu unterdrücken? Etwa in ihrem hässlichen Streit mit Leibniz, wer nun als erster die Infinitesimalrechnung erfunden hat.

Newton

aufbrausend

Ich habe den Kalkül unabhängig von Leibnitz entdeckt - da sieht man mal, wie voreingenommen sie gegenüber Engländern sind.

Russell:

Ruhig Blut, kein Streit über längst versunkene Geschichte. Lieber Newton, Leibniz hatte vielleicht vor ihnen Wesentliches entdeckt, auf jeden Fall hat er den Kalkül viel allgemeiner formuliert, was für die Mathematik des 18. und 19. Jahrhunderts ganz entscheidend war.

Einstein:

Gut, bleiben wir bei der Physik.

Russell:

nehmen wir doch noch einmal Alchemie. Versuchten sie nicht lieber Newton, mit ihrer lebenslangen Vorliebe auch für Alchemie ein wenig Magier zu sein: rational erkennbare Welt und göttlich verschlossenes Wissen, Schöpfung als Ursprung der Welt und Beständigkeit dieser Welt wollten sie gemeinsam erfassen und alles auf die Bewegung kleinster Teilchen zurückführen. Und lieber Einstein, steckte nicht auch in ihrer lebenslangen Suche nach einer Weltformel ein wesentliches Stück Magier?

Einstein und Newton:

entrüstet

Magier waren wir nie und wollten es nie sein

Russell:

Aber die Welt, sagen wir die halb- und ungebildete Welt, sah sie beide doch so.

Einstein:

erzählt stolz

Mich amüsiert oft die Geschichte, die die Leute davon erzählen, dass nur drei Leute, inklusive mich natürlich, meine Theorie verstehen. das soll ein Journalist den Astrophysiker Eddington gefragt haben. Und der hat gezögert zu antworten. Der Journalist hakte nach: ob er doch an mehr Leute glaube als drei. Und Eddington soll geantwortet haben: Nein, ich überlege nur, wer der dritte sein könnte.

Newton:

ebenso stolz

Wenn ich in Cambridge spazieren ging, sagte man sogar: hier geht der Mann, der ein Buch über den Himmel geschrieben hat, das weder er selbst noch sonst jemand anderer versteht.

Russell:

Nun meine Herrn, ich habe mich jedenfalls bemüht, auch populär verständliche Bücher zu schreiben. Andererseits, Herr Einstein hat hier zumindest mit anderen zusammengearbeitet. Man sollte nicht allzu stolz darauf sein, dass niemand einen versteht. Herr Newton, sie haben an der Universität oft vor leeren Bänken ihre Vorlesungen gehalten, und sie Herr Einstein, waren froh um jeden Job, der ihnen Vorlesungen ersparte.

Einstein:

Wir wollten doch bei Physik bleiben. Eigentlich müsste meine Theorie von 1905 nicht Relativitätstheorie heißen, sondern Absolutheitstheorie. Ich mache in dieser Theorie zwei Voraussetzungen:

- 1) die Gesetze der Physik müssen in jedem zueinander konstant bewegten System, jedem so genannten Inertialsystem, absolut gleich gelten,
- 2) die Lichtgeschwindigkeit hat eine absolute obere Grenze, rund 300.000 km pro Sekunde im Vakuum. Schneller geht nichts in der Welt - auch kein BMW-Sportwagen.

Newton:

Das kann doch kein Mensch verstehen, warum soll es nicht eine größere Geschwindigkeit als die Lichtgeschwindigkeit geben? wenn etwas Lichtgeschwindigkeit hat, gebe ich ihm einen kleinen Stoß dazu und schon hat es mehr als Lichtgeschwindigkeit. Hier gebe ich ausnahmsweise einmal meinem schrecklichen Widersacher Leibniz Recht: ich kann mir doch immer größere Geschwindigkeiten im Weltall vorstellen.

Einstein:

Das verhindert eben meine Formel $E=mc^2$. Bei Lichtgeschwindigkeit wird die Masse unendlich, kein Stoß kann mehr etwas bewirken. Als ich diese Formel 1905 fand, war ich noch nicht so ganz sicher. Ich schrieb an einen Freund: die Überlegung ist lustig und bestechend; aber ob der Herrgott

nicht darüber lacht und mich an der Nase herum geführt hat, das kann ich nicht wissen.
Russell: ich glaube der Herrgott hat nicht gelacht, sondern sich auf die Zunge gebissen, dass irgendein verrückter Mensch diese gefährlichste aller Formeln gefunden hat- beinahe hätten wir uns schon mit Atombomben und Wasserstoffbomben vernichtet, die nach dieser Formel funktionieren.

Newton:

Mich stört das ewige relativ. Das wesentlich in der Physik ist doch nicht das relative sondern das absolute, das absolut gültige, das absolut konstante.

Einstein:

Sie haben ja recht.

Russell:

Es gibt kluge Leute die glauben alles sei relativ. Das ist natürlich Unsinn, denn wenn alles relativ wäre, wäre es nichts, wozu es relative sein könnte.

Einstein:

Nehmen Sie doch diesen unmöglichen Äther.

Newton:

Ich bin für den Äther, wie kann man sich Wasserwellen vorstellen ohne das Wasser, Schallwellen, wie sie von meinem Mund jetzt ausgehen, ohne die Luft dazwischen.

Einstein:

Mich hat von Anfang an beim Äther folgendes Problem beschäftigt: "wenn man einer Lichtquelle mit Lichtgeschwindigkeit nach läuft, so würde man ein zeitunabhängiges Wellenfeld vor sich haben. So etwas scheint es aber doch nicht zu geben." Außerdem, der Äther ist doch eine unmögliche Konstruktion, ein fester Körper, der durchsichtig ist, ohne Gewicht, ohne Reibung, der sich gleichmäßig durch den ganzen Kosmos zieht - da ist ja fast das Himmelselement von Aristoteles glaubhafter. Man musste zum Beispiel zu unglaublich künstlicher Physik greifen, um die Aberration des Lichtes der Fixsterne zu erklären.

Newton:

Was ist das?

Russell:

Das kannte man zu ihrer Zeit noch nicht. Wenn die Erde sich vor weit entfernten Fixsternen bewegt, scheint das Licht nicht genau aus der erwarteten Richtung zu kommen, sondern etwas verschoben. Einen vergleichbaren Effekt gibt es, wenn sie während eines Regens ihren Regenschirm aufspannen und versuchen immer schneller zu laufen. Dann müssen sie den Schirm immer schräger vor sich herhalten, weil die Regentropfen plötzlich von vorne zu kommen scheinen. Wenn Licht aus Teilchen besteht (wie der Regen aus Tropfen), dann ist das einfach zu erklären. Wenn aber Licht eine Welle ist, dann brauchte man im 19. Jahrhundert den Äther.

Newton:

Wie ich gehört habe lieber Einstein, haben sie einen großen Teil ihrer so genannten

Relativitätstheorie gar nicht selbst entwickelt. Dass Körper kürzer werden und Zeit relativ ist, dafür hat doch ein anderer die Formeln entwickelt.

Russell:

Das war der holländische Physiker Lorentz. Aber er hat nie geglaubt, dass seine Formeln allgemeine Gültigkeit haben könnten. Sie waren für ihn nur mathematische Hilfsgrößen. Ein Körper, der riesige Geschwindigkeit hatte, schien gegenüber dem Äther verkürzt zu sein. Aber von diesem Körper aus gesehen, galt das natürlich nicht für Dinge im absolut ruhenden Äther. Bei Einstein ist dieser Körper verkürzt, aber von ihm aus gesehen, gilt das auch für den anderen Körper, von dem aus beobachtet wird. Etwas absolut ruhendes gibt es nicht mehr. Lorenz glaubte lebenslang an die Existenz des Äthers.

Russell:

Wenn ich mich recht erinnere, gab es eine Diskussion über die Existenz des Äthers noch in den zwanziger Jahren. Ein amerikanischer Experimentator, ich glaube Miller war sein Name, hatte dazu neue Experimente gemacht.

Einstein:

O ja, er hat das Michelson-Morley Experiment zwischen 1921 und 1925 wiederholt und glaubte, Beweise für die Existenz des Äthers gefunden zu haben.

Newton:

Was ist, bitteschön, das Michelson-Morley-experiment?

Einstein:

Ja, richtig, 1905 war es für mich nicht so wichtig. Michelson und Morley haben 1887 gezeigt, dass Licht immer gleiche Geschwindigkeit hatte, unabhängig davon, ob es in Richtung der Erdbewegung strahlt (da sollte es eigentlich 30 km pro Sekunde schneller sein) oder quer zur Erdbewegung. Also, ich schaute mir die Daten des Experiments von Miller sorgfältig an... (Korrektur zu Joos:)...sein Apparat ist nun in der Ausstellung des Deutschen Museums zu sehen, die zu meinen Ehren noch bis Dezember dieses Jahres dauert.

Russell:

Kommen wir zum ersten Paragraphen ihrer Relativitätsarbeit zurück, Herr Einstein.

Einstein:

What I offered in the very first paragraph was the case of a commonplace student demonstration to show that the idea of relativity was everywhere. This is a demonstration that every student is shown to illustrate Faraday's law of electromagnetic induction.

Russell, you must recognize this simple demonstration

Russell:

Yes I do. I have puzzled over this passage in your article for a long time. How could generations of physicists have missed the message contained in this simple demonstration?

Einstein:

Yes, indeed.

He goes to the table and picks up a solenoid, a large bar magnet and shows how the solenoid is connected to a galvanometer. He explains the problem of asymmetry,

In the rest of the paper I essentially I argued for a new kinematics (and dynamics) that connects electrodynamics with mechanics.

To achieve that I proposed two axioms (postulates) from which I eventually derived the new transformation equations and proposed three experimentally testable consequences.

Einstein's stops for a few seconds and then continues.

.. Auf der Basis meiner zwei Axiome, alle Gesetze der Physik müssen in jedem Inertialsystem gleich gelten, und die Geschwindigkeit des Lichtes im Vakuum ist immer 300.000 km pro Sekunde.

Russell:

It is unfortunate that students of physics generally memorize these two postulates and have little or no idea where they come from, the reasons for stating them as the basis of a new theory of relativity

Einstein:

I agree. I knew that the principle of the constancy of the speed of light was in conflict with the rule of addition of velocities. I remember it well when I had my sudden insight.

It was a beautiful day in Bern and my friend Besso and I were out walking when the idea occurred to me. Discussing the matter with him I suddenly understood it.

Next day in the patent office I thanked him for his assistance in making things clear for me.

Einstein laughs again

Einstein:

Es gab eine Lösung des Konflikts! I immediately left without explanation and hurried home. He must have been thought that I went crazy.

Einstein stops and laughs. Then he continues.

Russell:

You are keeping us in suspense, professor Einstein.

Einstein:

Oh yes. – My solution was the very concept of time, that is, that time is not absolutely defined. Five weeks later, after a struggle, the theory of special relativity was completed.

Newton:

Ihr erstes Postulat, dass alle Gesetze der Physik in jedem Inertialsystem gleich gelten sollen, is one.....same speed? Aber das zweite Postulat halte ich für absolut unsinnig.

Einstein:

Nachdem Einstein Lichtwege an die Tafel geschrieben hat.

It did not make sense to me either in the beginning, Sir Isaac. But after some years of struggle I came to the conclusion that the simple transformation equations of Galilean-Newtonian kinematics must be replaced by new ones that were consistent with these two postulates. Apologies, Sir Isaac.

Einstein:

Das heißt, in relativ zueinander bewegten Systemen würde das Licht in 1 Sekunde einen längeren Weg zurücklegen. Seine Geschwindigkeit wäre also nun größer als 300.000 km pro Sekunde. Da das in meiner Theorie nicht erlaubt ist, ist die Lösung des Problems einfach: die Zeit vergeht langsamer. Nicht 1 Sekunde dauert der Lichtweg, sondern länger, so dass die Geschwindigkeit des Lichtes konstant bleiben darf. Alle Uhren gehen also langsamer. Die Verlängerung der Zeit ergibt sich mathematisch zu $t' = (t - vx / c^2) / (1 - (v/c)^2)$.

Newton:

In my system, as I wrote in the *Principia*, referring to the nature of time : "... absolute, true, and mathematical time, of itself and from its own nature, flows equably without relation to anything external..." Still, I find it hard to believe that it could be otherwise.

Pauses for a moment and then continues.

.

Einstein:

Believe me, Sir Isaac, it was a struggle for me, too, to make this decision about the nature of time. As was for Planck to accept the idea of the quantum of energy, so for me to accept that time is not absolute was an act of desperation.

He stops and then says emphatically:

Unlike for him, though, my step was not an ad-hock decision. The new idea of time was based on the operational definition of the relativity of simultaneity.

He stops and looks reflective:

I was especially aware that this desperate act would change the Newtonian picture of mechanics.

In fact I wrote at the time:

"Newton, forgive me, you found the only way which in your age was just barely possible for a man with the highest powers of thought and creativity. The concepts which you created are guiding our thinking in physics even today..."

Newton:

Thank you for the tribute, professor Einstein. I, too, had to make desperate decisions when I developed my gravitational theory.....the assumption of instantaneous action at a distance, for example.

There is a pause for a few seconds.

Russell:

Yes.....but let us go back Zum Problem der Geschwindigkeiten: wenn die Lichtgeschwindigkeit die maximal mögliche Geschwindigkeit im Weltall ist, kann nicht gelten, dass zwei Raumschiffe, jedes mit dreiviertel der Lichtgeschwindigkeit sich treffen und sie eine Relativgeschwindigkeit vom 1,5fachen der Lichtgeschwindigkeit zueinander haben. Nach ihrer und Galileis Theorie wäre das möglich, sogar notwendig, aber nach Einsteins Theorie ist das nicht der Fall.

According to Galileo and Newtonian, when we compare the relative velocities $\mathbf{V}$ of two objects, say $\mathbf{v}_1$ and $\mathbf{v}_2$ the relative velocity $\mathbf{v}_1 + \mathbf{v}_2$, but according to your theory this is not the case.

Einstein goes to the Black and explains.

In the new kinematics we have the transformation:

$$V = (v_1 + v_2) / (1 + v_1 v_2 / c^2)$$

rather than the simple $V = v_1 + v_2$, that is intuitively understood by everyone.

Please notice that when we find the relative velocity of two cars, one moving east at 100 km/s and the other west at 100 km/s is still 200 km/s. That is so because the last factor is vanishingly small.

Russell

Excuse my interruption, professor.

Einstein smiles and nods.

Sir Isaac, you can see that in the limiting case when the speeds are c , their relative velocity is still c !

Newton:

That looks more like a mathematical trick, at least at first sight. But this new kinematics does not really change the intuitive formula of addition for velocities that are still very high, in fact higher than any relative velocities we encounter even in astronomy

He stops and thinks for a moment.

Einstein:

You are right...it breaks down. Aber für Ingenieure und Sportveranstaltungen gilt sie immer noch. Newton: das finde ich aber absolut uncharmant, dass meine Gesetze nur noch für Ingenieure gelten sollen.

Russell:

Lieber Newton, ihre Gesetze gelten immer noch für Geschwindigkeiten bis zu ein Zehntel der Lichtgeschwindigkeit. Kein Ingenieur wird diese Geschwindigkeiten zum Beispiel mit einem Raumschiff erreichen.

Newton:

Nein, ich kann mich immer noch nicht damit zufrieden geben, dass meine Gesetze nicht mehr allgemein gültig sein sollen.

Russell:

I think, professor Einstein, you can now discuss the other consequences of your theory.

Einstein:

Yes. There are actually only three consequences, beyond the new addition of velocities we just discussed: time dilation, length contraction, and apparent mass increase. Notice that I have not included the mass energy equivalence, captured by the equation $E = mc^2$, so well known to the public.

Actually, it is not necessary to experimentally confirm all three, the confirmation of one necessarily implies the other two!

Newton:

ich habe gehört, dass Zeitverlangsamung und Längenkontraktion gar nicht von ihnen stammen. Und die mathematische Formulierung ihrer Theorie hat auch ein Mathematiker besorgt. Ein so guter Mathematiker, wie ich es immer war, sind sie wohl nie gewesen.

Russell: Ja, Minkowski, der Mathematiker hat Einsteins Theorie genial mathematisch formuliert. Von ihm stammt auch der Satz: von Stund an sinken Raum und Zeit als selbstständige Wesen zu Schatten herab. Nur eine Union aus beiden hat noch Bestand.

Einstein:

Yes. Since the mathematicians have discovered my theory and reworked it, I do not understand it any more.

Newton:

Gentlemen, I am sorry, but I think this Minkowski exaggerated a little. . How can he relegate the Newtonian universe to the fate of a mere shadow when it has been - and still is -such and important part of physics and engineering!

" der absolute Raum ist... ohne Beziehung zu irgend etwas außerhalb und bleibt stets gleich und unbeweglich".

Newton macht seinen Eimer Versuch; das hoch gestiegene Wasser in relativer Ruhe zum Eimer zeigt, hier ist absolute Kreisbewegung.

Russell:

Aber schon Ernst Mach sagte, vor Einstein, wenn ich irgendwo im leeren Weltraum einen solchen Eimer sehe, woher weiß ich, dass er sich dreht oder dass nicht Schwerkkräfte des Weltalls um ihn herum dieses Wasser formen?

Einstein:

Ich kam auf die Idee meiner allgemeinen Relativitätstheorie, in dem ich mir einen Dachdecker vorstellte, der vom Dach herunter fiel.

Newton:

und ich kann 1666 auf mein allgemeines Gravitationsprinzip durch einen Apfel, der mir im Garten von Lincolnshire auf den Kopf fiel.

Russell:

Meine Herren, beide Legenden haben sie selbst in die Welt gesetzt. Ihr Weg war wesentlich komplizierter und länger. Aber bitte, das Volk liebt hübsche Geschichten.

Einstein:

I was sitting in the patent office at Bern when suddenly I had the 'happiest thought of my life' in the following form. The gravitational field has only a relative existence in a way similar to the electric field generated by electromagnetic induction. Because for an observer falling freely from the roof of a house there exists - at least in his immediate surroundings - no gravitational field . Indeed, if the observer drops some bodies then they remain relative to him in a state of rest or in uniform motion. The observer therefore has the right to interpret his state as 'at rest'. Because of

this idea, the uncommonly peculiar experimental law that in a gravitational all bodies fall with the same acceleration, attained at once a deep meaning\

Newton:

" der absolute Raum ist... ohne Beziehung zu irgend etwas außerhalb und bleibt stets gleich und unbeweglich".

(Newton macht seinen Eimer Versuch; das hoch gestiegene Wasser in relativer Ruhe zum Eimer zeigt, hier ist absolute Kreisbewegung.

Russell:

Einstein: ich kam auf die Idee meiner allgemeinen Relativitätstheorie, in dem ich mir einen Dachdecker vorstellte, der vom Dach herunter fiel.

Newton:

Und ich kann 1666 auf mein allgemeines Gravitationsprinzip durch einen Apfel, der mir im Garten von Lincolnshire auf den Kopf fiel.

Russell:

Meine Herren, beide Legenden haben sie selbst in die Welt gesetzt. Ihr Weg war wesentlich komplizierter und länger. Aber bitte, das Volk liebt hübsche Geschichten.

..

Newton:

Duch den fallenden Apfel wurde mir klar, der Apfel fällt zur Erde, wegen der Schwerkraft und der Mond muss nur schnell genug zur Erde fallen, dann fällt er um sie herum. Das war es: Auch der Mond wird durch die Schwerkraft der Erde angezogen. Und die gleiche Schwerkraft, nur viel stärker, zieht von der Sonne alle Planeten an.

Russell:

Professor Einstein, I am reminded of your now famous book with Leopold Infeld that you wrote in the late 1930's for the general public about your two theories of relativity. Here you describe a thought experiment, that has since become famous. May I describe this thought experiment?..

Einstein:

Oh, yes, I remember being asked to write a book about both relativity theories for the general public. Luckily I managed to persuade the Polish mathematician Leopold Infeld, who was at Princeton at the time, to collaborate with me.

Einstein goes to the blackboard and makes a sketch of two elevators, one on earth and the other in space.

Russell:

I can't imagine any normally constituted person not understanding this thought experiment. It is certainly more accessible than the thought experiments in your special relativity paper.

Einstein:

Yes...

Newton:

So far..

Einstein: As I. described...in an inertial system ,Das ist ihr erstes Axiom....non uniform. Das steckt in ihrem zweiten Axiom...

Newton:

aber das sind doch wesentliche Unterschiede. Ob eine Raumsonde lediglich mit konstanter Geschwindigkeit durch das Weltall fährt, dazu brauche ich keinen Antrieb, keinerlei Kräfte - oder ob sie beschleunigt wird, durch Raketenantrieb oder beim Herunter fallen auf einen Planeten.

Einstein:

Nein, in meiner allgemeinen Relativitätstheorie, die ihre mystische Gravitationskraft für unnötig erklärt, brauche ich diesen Unterschied nicht.

But, dear newton, you argued.....clockwork. Sie haben einmal gesagt: „was nicht aus Erscheinungen folgt, ist Hypothese und Hypothesen haben in der Experimentalphysik keinen Platz. In dieser Physik werden Aussagen aus Erscheinungen abgeleitet und durch Induktion verallgemeinert.“

Newton:

I der Tat, ich machte keine haltlosen Hypothesen über die Gravitation. Was sie auch immer war, ich beschrieb nur mathematisch, wie sie wirkte.

Einstein:

Gegen ihre Definition der Experimentalphysik als Grundlage aller Erkenntnis habe ich etwas. Welche Erscheinungen und was wir daran beobachten, legt die Theorie fest. Und sowohl ihr absoluter Raum wie auch ihrer Fernkraft der Gravitation sind Hypothesen, versteckte zwar, aber das ist oft das Problem von Wissenschaftlern, die behaupten keine Hypothesen zu haben.

Newton:

Mt der Gravitation als Fernkraft war ich in der Tat nicht zufrieden.

Russell:

Yes, I remember that letter.

Sir Isaac, I remember reading a letter you wrote to Richard Bentley, in 1693 I believe. You said something like” ...that one body may act on another at a distance through vacuum, is to me an absurdity”. And then you continued by saying that “Gravity must be caused by an agent acting constantly according to certain laws; but whether this agent be material or immaterial is a question I have left to the consideration of others”.

Newton:

Yes, I remember that letter.

Einstein:

Sir Isaac, it seems to me that the enormous practical success of your theory may well have prevented you and the physicists of the eighteenth and nineteenth centuries from re-examining the basic assumption you made.

Russell:

Die Triumphe ihrer Theorie, die Vorhersage des Halleyschen Kometen, die Entdeckung des Planeten Uranus, haben sie alle in totale Sicherheit gewiegt.

Newton:

Vielleicht

Einstein:

Lieber Herr Newton, in ihrer grandiosen Gravitationstheorie gab es etwas, was ihre Theorien nicht erklären konnten: die Bahn des Planeten Merkur dreht sich im Laufe der Zeiten anders als ihr Gesetz es vorschreibt.

Newton:

das ist eine ganz kleine Abweichung, unerheblich meine ich.

Einstein:

Nein, meine allgemeine Relativitätstheorie erklärt genau diese Abweichung. In 1915 I put forward.... zusammen mit diesem Merkureffekt zwei andere experimental results....

Newton:

Das ist verwirrend für mich: Licht ändert seine Farbe, nur weil es in einem Schwerfeld ist?

Einstein: Ja, und dabei dürfen sie nicht verwechseln: Licht ändert seine Farbe auch durch den so genannten Dopplereffekt. Wenn es von ihnen weg eilt, wird es röter, dass beobachten wir zum Beispiel am Licht ferner Galaxien. Wenn Licht auf Sie zukommt, wird es blauer. In der Akustik gibt es vergleichbares: ein Polizeiauto, das auf sie zu rast, erhöht scheinbar den Ton der Sirene. Wenn es an ihnen vorbei wegrast, wird der Ton niedriger, das entspricht beim Licht der Farbe Rot. Aber Rotverschiebung der Gravitation ist noch einmal etwas anderes.

Für die Ableitung dieser Rotverschiebung brauchte ich meine zweite berühmte Formel: man muss Licht als kleine Energiepakete auffassen, wir nennen sie heute Photonen: $E=h \times v$.

Well, when I was working.....

Newton:

Wenigstens bei dieser Lichttheorie stehe ich Ihnen sehr nahe Herr Einstein, auch ich glaube daran, das Licht aus sehr kleinen Körperchen besteht.

Einstein:

Meine Körperchen sind allerdings etwas moderner, nicht mehr so einfache winzige Schrotkugeln.

Lichtquanten sind nur eine Sichtweise der Materie, sie können auch als Wellen daherkommen. Aber zunächst wollte ich das nicht so gerne in meine Theorie der Rotverschiebung einbauen.

Newton:

Lichtquanten sind mir viel sympathischer als ihre komplizierten Konzepte von Raum und Zeit. Auch ich habe Licht, zum Teil wenigstens als kleine Teilchen verstanden, als globuli, die gewisse Anwandlungen zu Wellen hatten. Schwingungen sollten schon eine Rolle spielen, wie Schwingungen bei Tönen. Aber Licht besteht aus Teilchen, das ist mir sympathisch.

Russell:

Waren sie nicht zu unvorsichtig hier, Herr Newton? Folgt das so eindeutig aus allen Erscheinungen? Schließlich hat man mehr als 100 Jahre lang nach ihnen an Wellen geglaubt . (Und zu Einstein gewandt) I guess you wanted to avoid....

Einstein:

Quite so. But I soon realized that a reduction in the photon's frequency would also be equivalent to an increase in its time period, or, using the photon as a standard clock, a dilation of time. A time dilation automatically implies a length contraction by the same factor.

Russell:

Der dritte mögliche experimentelle Beweis ihrer allgemeinen Relativitätstheorie war doch der berühmteste, namely the gravitational....

Newton:

So, in both my theory of gravity and yours, light travels in a gravitational field, let us say between two very distant points, in a curved path, and not in a straight line.

Einstein:

Exactly.

Newton:

That means that the shortest distance between two points in space, in general, is not a straight line!

Russell:

That has always fascinated me, Sir Isaac. The shortest distance between two points is not a straight line but the path of a light beam.

He stops for a moment.

We could call this "the principle of cosmic laziness".

Everyone laughs

Einstein:

But, my dear Russell, that is not so strange! The shortest distance between Princeton and London is the arc of a great circle!

Actually, the idea occurred to me, but rather than labour over that approach, I thought that the

general theory of relativity, once complete, should reduce to Newton's theory and the special relativity for small values of the gravitational field. I was beside myself for a whole week and could not work

Newton:

Gentlemen, It sounds like my theory did go a long way and was found inadequate only in some very exotic details. Then why did it take another seven years to construct the general theory of gravity?

Einstein:

The reason, Sir Isaac, is that it is not easy to free oneself from the idea that coordinates must have an immediate metrical meaning. In other words I was firmly convinced that space is not merely the stage on which material objects move and interact. I believed that the fundamental geometry of space depends on the presence and distribution of matter. I can best express this idea this way: 'Gravity is due to a change in the curvature of space-time, produced by the presence of matter'.

Russell:

I have heard the cosmologist John Wheeler sum it up this way: "Matter tells space how to curve; space tells matter how to move".

Einstein:

That is even better said.

Russell:

So you were forced to go from Euclidean to non-Euclidean geometry to describe this relationship between matter and space?

Einstein:

Yes...geometry.

Newton:

I too had... Aber im Gegensatz zu Ihnen musste ich all meine Mathematik selbst erfinden.

Einstein:

But for me one thing is certain: never before or after in my life have I troubled myself over anything so much. Compared with this problem, the original theory of relativity is child's play.

There is a pause and Russell looks at Einstein.

And then he looks at Newton.

Newton:

Neben meiner Gravitationstheorie und neben meiner, zugegeben bewundernswerten Mathematik, habe ich auch berühmte Experimente gemacht, z. B. dass weißes Sonnenlicht nicht einfach ist, sondern durch ein Prisma in bunte Regenbogenfarben zerlegt werden kann. Das ist der Anfang aller modernen Farbenoptik gewesen. Haben Sie bezüglich Experimente etwas vorzuweisen, Herr Einstein?

Einstein:

Da kennen Sie mich aber wenig. Ich habe mich an vielen Experimenten, vor allem natürlich an solchen zur Testung meiner Theorie beteiligt. Aber ich gestehe ein, dass ihr berühmtes Experiment, das nachwies, dass weißes Sonnenlicht nicht einfach ist, eine fantastische Entdeckung war. Was ich nur nicht begreife, warum haben Sie zunächst nichts veröffentlicht, auch von ihrer Mathematik nicht, auch von ihrer Himmelsmechanik nicht, alles erst sehr viel später. Hatten Sie Angst?

Newton:

Sie hatten doch auch Angst vor Kritik bei der Veröffentlichung ihrer Relativitätstheorie. Und es war noch viel schlimmer: keiner las sie, keiner nahm überhaupt Stellung.

Russell:

Doch, nach einiger Zeit meldete sich Max Planck. Er hat schließlich für die erste Karriere Einsteins gesorgt. Aber bei der Theorie der Lichtquanten war es wirklich schlimm. Selbst Planck schüttelte nur den Kopf, obwohl er selbst 1900 die Idee von Quanten, widerwillig mathematisch allerdings nur, geboren hatte.

Newton:

Da hätte ich aber sofort zugestimmt.

Russell:

Die Physikerwelt und das Nobelpreiskomitee brauchten immerhin bis 1921, bis sie einsahen, dass das eine extraordinary Leistung war. Die Relativitätstheorie wurde dagegen, da umstritten, bei der Nobelpreisbegründung links liegen gelassen.

Einstein:

I received notification of the Nobel Prize when I was on board of ship destined for Japan in 1921. When I gave my acceptance speech in Sweden the next year, I talked about relativity and not the photoelectric effect.
in Sweden the next year, revanchierte ich mich gemeiner Weise...

Newton:

Very clever.

Einstein:

In 1922 wollte immer noch jeder etwas über Relativitätstheorie hören, selbst wenn er dagegen war. No one was interested in the photoelectric effect.

Russell:

Ich glaube wir müssen nun zum Ende kommen. Die Zeitreise hat Professor Newton doch sehr ermüdet und auch Professor Einstein ist nicht mehr der Jüngste. Doch bevor ihnen diese letzte Frage vom Publikum an den Kopf geworfen wird, stelle ich sie lieber selbst: Wie war Ihr Verhältnis zu Frauen?

Newton:

Über mein Weltgebäude gab es das erste Buch für Frauen überhaupt, im Jahr 1737, sage und schreibe sogar auf Italienisch: Newtonianismo per le Dame.

Russell:

Da war aber viel blumiges mit der Physik vermischt, etwa wenn die Liebe eines Liebhabers mit der dritten Potenz des Abstands und mit dem Quadrat der Zeit seiner Abwesenheit von der Geliebten abnimmt. Doch in der Tat, eine "Relativitätstheorie für Frauen" wäre noch ein großes Desiderat. Meine Herren, weichen Sie mir aber nicht aus, wie war Ihr persönliches Verhältnis zu Frauen?

Einstein:

Wesentlich schwieriger als Physik, noch schwieriger als Mathematik. Ich glaube es gibt keine passende Theorie dazu.

Newton:

Ich bin diesem Problem von Anfang an rigoros aus dem Weg gegangen.

Pause

Russell:

I believe we have almost come to a closure. Professor Einstein must have his rest.
Newton and Einstein both nod.

This was an extraordinary experience for me to meet you both. Thank you very much.
Both nod and smile.

Newton:

Yes. Extraordinary.

Einstein:

But let me close with a less optimistic remark. I do not think there is a single concept of physics of which I am convinced that it will stand up. I have been working on the UFT for about thirty years, but I am unsure if I am even on the right road.

My contemporaries, however, see me as a heretic and a reactionary who has, as it were, outlived himself.

Einstein:

I think your program has, at least in part, been achieved.

The two guests are moving to take their leave. Einstein gets up, goes to the table and picks up the balloon. He holds it high.

Einstein:

Why don't we go outside and test the principle of equivalence? We can ask my neighbor, the young physicist Eric Roger to take us for a ride in his big Ford. He is a very friendly fellow. He is the one who made and gave me the toy last week. I think this might amuse him, too.

Russell looks at Sir Isaac. Sir Isaac smiles and nods:

Newton:

Well, this will be a new experience for me. Both, being in a mechanical carriage and experiencing the demonstration.

Newton:

Well, this....demonstration. aber bitten Sie ihn, nicht so schnell zu fahren. Auch wenn ich jetzt weiß, dass wir nicht schneller werden können als die Lichtgeschwindigkeit, fürchte ich schon 11 km pro Sekunde. Dann würden wir nämlich unmittelbar diesen wunderschönen Planeten verlassen. Einstein (lachend): keine Angst, die amerikanischen Gesetze verbieten solch hohe Geschwindigkeiten auf Straßen, ich glaube, Deutschland ist das einzige Land in der Welt.... (Sie entfernen sich zusammen).

What an agreeable way to end our discussion. Let us go.

Einstein hands the balloon to Newton, and Newton holds it high. They three leave, loudly chatting and laughing....

© 2007, Arthur Stinner