

## Vol. 5, 161a. To Vladimir Varićak<sup>[1]</sup>

Bern 19. V 09

Sehr geehrter Herr Professor!

Jene Adresse, über die Sie sich so sehr gewundert haben, hat meine Frau geschrieben, die eine ungarische Serbin ist.<sup>[2]</sup> Wir richteten es so ein in der frevelhaften Absicht, Sie neugierig zu machen, und freuen uns sehr dass dies gelungen ist.

Mit aller Hochachtung Ihr ergebener

A. Einstein.

AKS (CrZ, R4812b). [91 180]. The postcard is addressed “Herrn Prof. Dr. Vladimir Varićak Franz Josephs-Platz Agram Oesterreich–Ungarn” and postmarked “Bern Brf. Exp. [----]09.”

<sup>[1]</sup>Varićak (1865–1942) was Professor of Mathematics at the University of Zagreb.

<sup>[2]</sup>Mileva Einstein-Marić (1875–1948) was from Novi Sad, at the time in the Hungarian part of the Austro-Hungarian Empire.

## Vol. 5, 197a. To Vladimir Varićak

Zürich, 15. II. 10.

Hoch geehrter Herr Kollege!

Mit grossem Interesse habe ich Ihre Zusendungen mathematischen & physikalischen Inhaltes durchgesehen, aus denen ich sehe ein wie weites Feld Sie beherrschen und bearbeiten.<sup>[1]</sup> Ich danke Ihnen bestens dafür und sende Ihnen gleichzeitig die gewünschten Arbeiten. Nehmen Sie es bitte nicht übel, dass ich Ihnen erst jetzt schreibe, mein neues Amt und meine vielen sonstigen Verpflichtungen nehmen mich so in Anspruch, dass ich mit der Korrespondenz sehr im Rückstande bin.<sup>[2]</sup> Es ist sehr gut, dass sich nun Männer mit grosser mathematischer Bildung des Relativitätsproblems annehmen, um dessen formale Beziehungen ins Licht zu rücken. Schon Minkowskis Untersuchungen sind in dieser Beziehung von ausserordentlichem Werte.<sup>[3]</sup> Ich beschäftige mich in letzter Zeit nicht mit rein relativitätstheoretischen Fragen sondern mit dem brennenden Problem der thermodynamischen Eigenschaften der Strahlung. Ich sende Ihnen eine diesbezügliche Arbeit vom vorigen Jahre<sup>[4]</sup> sowie meinen Salzburger Vortrag.<sup>[5]</sup>

Es grüsst Sie bestens Ihr ganz ergebener

A. Einstein

ALS (CrZ, R4812b). [91 186]. The envelope is addressed “Gosp. Prof. V. Varićak trg Franje Josipa br. 6 Zagreb Agram, Croatien” in the hand of Mileva Einstein-Marić, and postmarked “Zürich (Fluntern) 16.III.10.X-.”

<sup>[1]</sup>Varićak was an expert on non-Euclidean geometry (*Varićak 1908, 1909*). He had also an interest

in history of science (*Varićak 1907*) and would later publish on and edit some of Ruder Bošćović's works. In *Varićak 1910a*, he had given an interpretation of special relativity in terms of Lobachevsky's geometry.

<sup>[2]</sup>Einstein had assumed duties as Extraordinary Professor of Theoretical Physics at the University of Zurich on 15 October 1909 (see Vol. 5, Calendar).

<sup>[3]</sup>See *Minkowski 1908, 1909*. Initially, Einstein was not at ease with Minkowski's four-dimensional approach (see Vol. 2, the editorial note "Einstein and Laub on the Electrodynamics of Moving Media," p. 505). Later he offered a similarly favorable appraisal of Minkowski's work, e.g., in Einstein to Arnold Sommerfeld, July 1910 (Vol. 5, Doc. 211).

<sup>[4]</sup>Presumably *Einstein 1909b* (Vol. 2, Doc. 56).

<sup>[5]</sup>*Einstein 1909c* (Vol. 2, Doc. 60).

## Vol. 5, 197b. To Vladimir Varićak

Bern [Zurich] 28. II. 09 [1910]<sup>[1]</sup>

Hoch geehrter Herr Kollege!

Ich beeile mich, Ihre Anfragen zu beantworten. Die Herglotzsche Untersuchung habe ich noch nicht bekommen.<sup>[2]</sup>

Nun zu den verschiedenen Druckfehlern.<sup>[3]</sup> Seite 912 sind tatsächlich die beiden von Ihnen bemerkten Fehler. Es soll heissen  $v = -V$  (in Zeile 4) und in Zeile 6 „Bewegungsrichtung“ statt „Verbindungslinie.“<sup>[4]</sup> Dagegen muss es wirklich S. 914 heissen:  $\xi = 0$ . Sie sehen das leicht aus der nebenstehenden Skizze.<sup>[5]</sup>

Das interessanteste Problem, was die Relativitätstheorie gegenwärtig bietet, scheint mir das der Rotation des starren Körpers zu sein (rein kinematisch).<sup>[6]</sup> Wenn man nämlich die Lorentzsche Gestaltänderung als die einzige ansieht, kommt man in Widersprüche, wie z. B. neulich Ehrenfest in der physikalischen Zeitschr. bemerkt hat.<sup>[7]</sup>

Es grüsst Sie bestens Ihr ergebener

A. Einstein

Meine Frau lässt die Grüsse der Ihrigen freundlich erwidern.

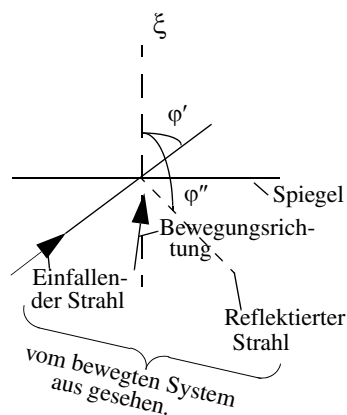
AKS (CrZ, R4812b). [91 179]. The envelope is addressed "Herrn Prof. Dr. V. Varićak Universität Agram" and postmarked "Zürich (Fluntern) 29.II.10.-3."

<sup>[1]</sup>Place and year are corrected on the basis of the postmark and from the reference to Herglotz's and Ehrenfest's papers.

<sup>[2]</sup>*Herglotz 1910* was received by the *Annalen der Physik* on 7 December 1909.

<sup>[3]</sup>The page references are to *Einstein 1905r* (Vol. 2, Doc. 23).

<sup>[4]</sup>Einstein in fact marked these corrections on a reprint (see Vol. 2, Doc. 23, notes 28 and 29).



<sup>[5]</sup>The context of this discussion is the reflection of electromagnetic plane wave radiation at a coordinate surface  $\xi = 0$  seen from a moving frame of reference. A non-Euclidean interpretation of the relativistic formulas for light reflected from moving mirrors is the subject of *Varićak 1910c*, dated 14 May 1910.

<sup>[6]</sup>For a similar comment on the significance of the problem of a rotating rigid body, see Einstein to Arnold Sommerfeld, 29 September 1909 (Vol. 5, Doc. 179).

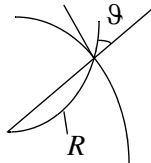
<sup>[7]</sup>*Ehrenfest 1909*, which was received by the *Physikalische Zeitschrift* on 29 September 1909. The paper pointed out paradoxical consequences of the relativistic definition of rigidity given in *Born 1909*. Specifically, Ehrenfest discussed a rigid cylinder at rest and in rotating motion. Due to Lorentz contraction, an observer at rest would see a change of its circumference, while the length of its radius would remain unchanged. The argument, which was often interpreted as implying the impossibility of setting a rigid body into rotating motion, became known as Ehrenfest's paradox. For historical discussion, see *Klein 1970*, pp. 152–154, *Stachel 1980*, *Maltese and Orlando 1995*, and Vol. 3, the editorial note “Einstein on Length Contraction in the Theory of Relativity,” pp. 478–480.

## Vol. 5, 202a. To Vladimir Varićak

Zürich, 5.IV.10

Hoch geehrter Herr Kollege!

Ihr Brief hat mich sehr interessiert und gefreut. Die Art, wie Sie das Problem angreifen, ist sehr sympathisch: „Ein Lichtstrahl pflanzt sich auch in einem rotierendem System in einer Geraden fort.“ An eine Krümmung der Radien (vom ruhenden Koordinatensystem aus beurteilt) habe ich auch gedacht, wenn ich auch die Lichtstrahllinie nicht benutzte.



Aber *eine* Schwierigkeit hat mir bald den Weg verleidet. Man wird nämlich so zu dem Resultat geführt, dass die materiellen Linien, welche beim ruhenden Kreise Radien sind, bei bewegtem Kreise nicht senkrecht stehen auf den Peripherielinien, *und zwar auch dann nicht, wenn man einen solchen Schnitt von einem momentan relativ zum Schnittpunkt ruhenden Koordinatensystem aus beurteilt.* ( $\vartheta$  erscheint auch dann nicht null, wenn man ein mit der Peripheriegeschwindigkeit bewegtes Bezugssystem einführt) Dies vermag ich aber nicht als möglich anzusehen, weil ja die jenem Punkt benachbarten Teile relativ zu jenem Koordinatensystem *nur eine Drehung* ausführen. Vielleicht aber finden Sie eine Rettung aus diesem Dilemma.

Ihren ferneren Mitteilungen und Abhandlungen mit grösstem Interesse entgegengehend verbleibe ich mit bestem Gruss Ihr

A. Einstein

Meine Frau lässt auch bestens grüssen.

ALS (CrZ, R4812b). [91 187]. The envelope is addressed “Gosp. Prof. V. Varićak Trg Franje Josipa br. 6 Zagreb Agram, Croatia” in the hand of Mileva Einstein-Marić, and postmarked “Zürich (Fluntern) 6.IV.10 [–].”

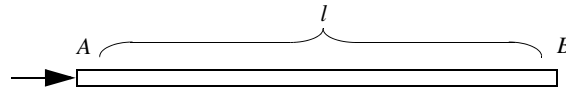
## Vol. 5, 202b. To Vladimir Varićak

Zürich, 11.IV.10

Hoch geehrter Herr Kollege!

Ihre beiden Briefe haben mich sehr gefreut, ebenso Ihre interessante Abhandlung über die Transformation.<sup>[1]</sup> Was den starren rotierenden Körper anlangt, sehe ich die Sache etwa folgendermassen.

Zunächst ist es nicht ausgeschlossen, dass die Abstraktion des starren Körpers, der beliebig bewegt ist, über-

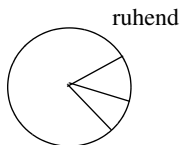


haupt nicht in die Relativitätstheorie passt.<sup>[2]</sup> Nehmen Sie z. B. den Fall, dass ein starrer Stab, der zunächst ruhend frei im Raum schwebt in A plötzlich einen Impuls erhalte, der unendlich kurze Zeit dauert. Das Ende B kann infolge dieses Impulses

frühestens nach der Zeit  $\frac{l}{c}$  irgend eine Lagenänderung erfahren, oder Geschwin-

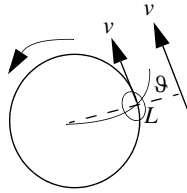
digkeit erlangen, weil sonst „Überlichtsignale“ existierten, was zu schweren Absurditäten führt. Also wird der Stab entweder deformiert, oder er bewegt sich infolge des Impulses erst eine gewisse Zeit nachher. Beides ist so abenteuerlich (auch die erste Annahme, wenn man sie genauer ins Auge fasst). Da erscheint es wirklich verständiger auf den endlich ausgedehnten starren Körper überhaupt zu verzichten, zumal wenn man zur Definition von Zeit und Raum nur des unendlich kleinen starren Körpers bedarf.

Es scheint, dass ich Ihnen den Kern der Schwierigkeit, die der Behandlung des rotierenden starren Körpers nach meiner Ansicht entgegensteht noch nicht klar genug mitgeteilt habe. Erstens ist wohl zu beachten dass man nicht genötigt ist, die Frage nach der *Entstehung* der Rotation zu behandeln; diese birgt noch ärgere Schwierigkeiten als der Beharrungszustand. Was letzteren betrifft, so genügt es offenbar nicht, dass Radien und Peripherielinien sich in Lorentzscher Weise deformieren. *Dies muss vielmehr für jedes materielle Element des rotierenden Kreises gelten.* Die Erfüllung dieser Bedingung erscheint aber nicht möglich—dies scheint auch insbesondere durch Herglotz bewiesen zu sein.<sup>[3]</sup>



Ich habe mir die Sache durch folgende einfache Überlegung zurechtgelegt.<sup>[4]</sup> Denken Sie sich in einem ruhenden materiellen Kreis Radien eingezogen. Diese müssen, damit die Lorentzsche Kontraktion bei rotierendem Kreis statthaben kann in der von Ihnen angegebenen Weise gekrümmt sein, wenn der Kreis rotiert, und zwar vom ruhenden Koordinatensystem  $K$  aus beurteilt.

Also etwa so:



Betrachten Sie nun eine kleine Partie des rotierenden Kreises, welche in der Figur in die Linie  $L$  eingeschlossen ist. Hier bildet, von  $K$  aus betrachtet, die Radiallinie mit der Peripherielinie den Winkel  $\vartheta$ . Man führe nun ein zweites Koordinatensystem  $K'$  ein, welches ebenfalls nicht rotiert, dessen Anfangspunkt sich aber mit der Geschwindigkeit  $v$  (mittlere Geschwindigkeit des betrachteten Teilchens) bewegt. Von diesem aus beurteilt hat das betrachtete Element keine Translationsgeschwindigkeit sondern nur eine Rotationsgeschwindigkeit und eine Beschleunigung. Es scheint mir schwierig anzunehmen, dass mit Bezug auf dies Koordinatensystem  $K'$  der Winkel  $\vartheta$  ( $\vartheta'$ ) von  $90^\circ$  abweichen soll. Wenigstens kann man unmittelbar einsehen, dass weder eine Beschleunigung allein noch eine Rotation allein eine derartige Wirkung haben kann. Vielleicht gelingt es Ihnen, einen Ausdruck für  $\vartheta'$  aufzufinden in welchem irgendwie das Produkt aus Beschleunigung & Rotationsgeschwindigkeit auftritt.

Mir erscheint aber einstweilen abenteuerlich den Winkel  $\vartheta'$  als von  $90^\circ$  abweichend anzunehmen. Wenn aber  $\vartheta' = 90^\circ$  ist, dann ist auch  $\vartheta = 90^\circ$ . Dann gilt das, was Ehrenfest meint, was mir schon seit einigen Jahren geläufig ist.<sup>[5]</sup>

Jene Abhandlung im *(Journal) Archive des Sciences ...*<sup>[6]</sup> hat für Sie kein Interesse. Sie ist kein Abdruck aus jener Abhandlung in dem Jahrbuch ...<sup>[7]</sup> sondern eine Art ausführlicher Darlegung der erkenntnistheoretischen Grundlagen der Relativitätstheorie, zu welcher ich mich durch ein unvorsichtiges Versprechen verpflichtet habe. Die Sache ist mir übrigens nicht gut geraten.<sup>[8]</sup>

Mit besten Grüßen Ihr ergebener

A. Einstein

Auch meine Frau lässt bestens grüssen.

ALS (CrZ, R4812b). [91 185]. The letter is addressed "Gosp. Prof. V. Varićak Trg Franje Josipa br. 6 Zagreb Agram, Croatien" in Mileva's hand and postmarked "Zürich (Fluntern) 11.IV.10. XII-."

<sup>[1]</sup>See 3 and 8 April 1910, in Calendar. *Varićak 1910b*, received by the *Physikalische Zeitschrift* on 18 February and published on 1 April 1910, discussed the Lorentz transformations in the context of Lobatchevsky's geometry. Introducing a parameter  $u$  via  $\frac{v}{c} = \tanh u$ , Varićak wrote the Lorentz

transformations in terms of hyperbolic trigonometric functions. In the introductory passage of this paper, Varićak mentioned that his motivation for his paper was to investigate whether the Lorentz-Fitzgerald hypothesis about the contraction of the electron could be interpreted as "a consequence of the geometric anisotropy of space" ("eine Folge der geometrischen Anisotropie des Raumes," p. 288).

<sup>[2]</sup>For similar comments on the problem of the relativistic definition of a rigid body, see Einstein to Arnold Sommerfeld, 19 January 1910 (Vol. 5, Doc. 197) and Einstein to Jakob Laub, 16 March 1910 (Vol. 5, Doc. 199).

<sup>[3]</sup>*Herglotz 1910*.

<sup>[4]</sup>The following discussion expands an argument already given in the preceding document.

<sup>[5]</sup>See *Maltese and Orland 1995*, sec. 2, for a discussion of Einstein's early thoughts on relativistic rigid motion.

<sup>[6]</sup>*Einstein 1910a* (Vol. 3, Doc. 2) was published in French, translated by Edouard Guillaume.

<sup>[7]</sup>*Einstein 1907j* (Vol. 2, Doc. 47), a copy of which had been sent to Varićak by Mileva Einstein-Marić a few months earlier (see Mileva Einstein-Marić to Vladimir Varićak, 2 January 1910(?) (CrZ, R4812c).

<sup>[8]</sup>In a letter to Jakob Laub, 27 August 1910 (Vol. 5, Doc. 224), Einstein gave a similarly disparaging characterization of *Einstein 1910a*, calling it “nothing but rather general discussion of the epistemological foundations of the theory of relativity” (“nichts als eine ziemlich breite Ausführung der erkenntnistheoretischen Grundlagen der Relativitätstheorie”) that contained “no new views whatsoever, and almost nothing that is quantitative” (“gar keine neuen Ueberlegungen und überhaupt fast nichts Quantitatives”).

## Vol. 5, 203a. To Vladimir Varićak

[Zürich, 23 April 1910]

Hoch geehrter Herr Kollege!

Gerne will ich Ihren Korrekturbogen lesen.<sup>[1]</sup> Es ist sicher, dass Ehrenfests Betrachtung unvollständig ist.<sup>[2]</sup> Aber im Kern hat er recht, wie wieder aus einer jüngst erschienenen Arbeit von Noether (Ann. d. Phys.) hervorgeht.<sup>[3]</sup>

Mit besten Grüßen verbleibe ich Ihr

A. Einstein

P. S. Noether weist auch hin auf die Unvollständigkeit von Ehrenfests Überlegung.<sup>[4]</sup>

AKS (CrZ, R4812b). [91 184]. The postcard is addressed “Gosp. Prof. V. Varićak Trg Franje Josipa 6, Zagreb Agram, Croatia” in the hand of Mileva Einstein-Marić, and postmarked “Zürich Fluntern [2]4.[---]4.”

<sup>[1]</sup>Possibly the proofs of *Varićak 1910c*, the published version of which is dated 14 May 1910, or of *Varićak 1911a*.

<sup>[2]</sup>A reference to Ehrenfest's paradox, see Vol. 5, Doc. 197b, note 7, in the present volume.

<sup>[3]</sup>*Noether 1910* showed that Born's relativistic definition of rigidity is consistent only for translational motion or uniform rotation.

<sup>[4]</sup>Commenting on *Ehrenfest 1909*, Noether had remarked that Ehrenfest's discussion of the paradoxical consequences for rotational motion presupposes, without proof, that a relativistically rigid body can only rotate uniformly (*Noether 1910*, pp. 930–931).

## Vol. 5, 235a. To [Otto Lehmann]<sup>[1]</sup>

Zürich, 1. XII. 1910

Hoch geehrter Herr Kollege!

Vor allem besten Dank für Ihr freundliches Schreiben, Ihre Arbeit, und vor allem die Arbeiten, welche Sie mir früher gesandt haben.<sup>[2]</sup> Nun zu Ihrem Beispiel!

1) Bei Ihrer Überlegung muss noch berücksichtigt werden, dass die von einem Stabe ausgehenden Kraftlinien infolge der Lorentz-Kontraktion des Stabes eine Verdichtung erfahren. Die elektrische Feldstärke wird dadurch im Verhältnis

$\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \left( = 1 + \frac{1}{2} \frac{v^2}{c^2} \right)$  vergrößert, wodurch die elektrostatische Kraft in diesem

Verhältnis vergrößert wird.

2) Die relative Verkleinerung der Abstossung durch elektrodynamische Kräfte, welche Sie betrachtet haben beträgt  $\frac{v^2}{c^2}$ , wird also durch die sub 1) genannte Vermehrung der Abstossung nur zur Hälfte kompensiert. Es ist also die Kraft thatsächlich (grösser) kleiner, als wenn die Stäbe ruhen würden.

3) Dies bedeutet aber keinen Verstoss gegen das Relativitätsprinzip, weil man bei bewegten Stäben unterscheiden muss zwischen der Kraft  $K$  zwischen ihnen vom Standpunkt eines nicht mitbewegten Bezugssystems aus und der Kraft  $K'$  vom Standpunkt eines mit den Stäben mitbewegten Bezugssystems aus. Wäre  $K'$  verschieden von der Kraft zwischen den Stäben in gleichem Abstand, fall diese ruhen, so läge ein Widerspruch gegen das Relativitätsprinzip vor. Aber die Kraft  $K$  zwischen den Stäben vom nicht mitbewegten System aus kann hievon sehr wohl verschieden sein; es ist überhaupt gar nicht a priori klar, wie  $K$  zu definieren ist. Definiert man die Kraft auf bewegte Körper durch den Zusammenhang, der zwischen Kraft und Bewegungsgrösse besteht, so kann man zeigen, dass

$$K = K' \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \text{ sein muss,}$$

wie es bei Ihrem *speziellen* Beispiel auch herauskommt.

Für Ihre freundliche Aufforderung, in Karlsruhe einen Vortrag zu halten, danke ich Ihnen sehr.<sup>[3]</sup> Aber ich vermeide es, wenn irgend möglich, vor grösserem Publikum einen Vortrag zu halten.

Mit aller Hochachtung Ihr ganz ergebener

A. Einstein.

ALS. [122 192].

<sup>[1]</sup>Lehmann (1855–1922) was Professor of Physics and Director of the Institute of Physics at the Institute of Technology in Karlsruhe.

<sup>[2]</sup>Possibly *Lehmann 1909/1911* and perhaps a manuscript version of *Lehmann 1911*, which is the text of a talk that Lehmann delivered to the Naturwissenschaftlicher Verein in Karlsruhe on the following day, 2 December 1910.

<sup>[3]</sup>Perhaps an invitation to the Naturwissenschaftlicher Verein in Karlsruhe, where Lehmann himself spoke on relativity theory the following day (see note 2), or an invitation to the 83d meeting of the Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte in Karlsruhe, held from 24 through 29 September

1911, where Einstein participated in the discussion but did not deliver a lecture (see Vol. 3, Doc. 24). See also Pauline Einstein to Einstein, 18 September 1911 (Vol. 5, Doc. 285), where Einstein's mother expresses regret for not having the opportunity to hear her son lecture.

## Vol. 5, 242a. To Heinrich Zangger<sup>[1]</sup>

[Zurich, 1 January 1911]

Lieber Herr Zangger!

Herzliche Neujahrswünsche Ihnen und Ihrer Frau!<sup>[2]</sup> So wie Sie mir schreibt man nicht dem Schreibseligen. Meine Rechnungen bezüglich Viskosität der Suspensionen<sup>[3]</sup> habe ich sorgfältig nachgeprüft, aber alles in Ordnung befunden. Habe auch Herrn Hopf um wegfältige Kontrolle ersucht.<sup>[4]</sup> Wer weiss, ob nicht bei Perrin starke Quellung der Teilchen vorliegt (auf den 1, 4-fachen Durchmesser).<sup>[5]</sup> Bredig hält es für sehr wohl möglich. Er hält die Herstellung wohl definierter Suspensionen für sehr schwierig.<sup>[6]</sup>

Ich glaube eine neuartige Einwirkung des Magnetfeldes auf Elektronen gefunden zu haben, aber die Grösse des Effektes muss noch berechnet werden.<sup>[7]</sup> Mit Strahlungstheorie führt mich der böse Geist immer an der Nase herum.<sup>[8]</sup> Haben Sie Tammann noch erhalten?<sup>[9]</sup> Ich suchte Sie vor Ihrer Abreise noch überall, aber ohne Sie zu erwischen.

Hoffentlich bekommt der Aufenthalt Ihnen & Ihrer Frau recht gut. Mit herzlichsten Grüssen Ihr

A. Einstein

Beste Glückwünsche & Grüsse von meiner Frau.<sup>[10]</sup>

AKS (SzZ, Nachl. H. Zangger, box 1a). [87 053]. The postcard is addressed "Prof. Zangger Rigi Kaltbad" in Heinrich Zangger's hand, and postmarked "Zürich 8 (Fluntern) 1.1.11.-9."

<sup>[1]</sup>Zangger (1874–1957) was Extraordinary Professor of Forensic Medicine at the University of Zurich and Director of its Forensic Medicine Laboratory. For his lifetime friendship with Einstein, see Vol. 5, Biography of Zangger, pp. 642–643.

<sup>[2]</sup>Mathilde Zangger-Mayenfisch (1883–1981).

<sup>[3]</sup>In his dissertation, *Einstein 1905j* (Vol. 2, Doc. 15).

<sup>[4]</sup>He turned to Ludwig Hopf (1884–1939) with this request a few days earlier (see Einstein to Ludwig Hopf, 27 December 1910 [Vol. 5, Doc. 239]). For their collaboration and friendship, see Vol. 5, Biography of Hopf, p. 639.

<sup>[5]</sup>For Jean Perrin's experimental findings that seemed to disagree with the results of Einstein's dissertation, see Einstein to Ludwig Hopf, 27 December 1910 (Vol. 5, Doc. 239).

<sup>[6]</sup>Georg Bredig (1868–1944) was Professor of Physical Chemistry at the Federal Institute of Technology in Zurich.

<sup>[7]</sup>In Einstein's letter to Hopf, he mentioned "an idea about a change in Lorentz's force postulate" ("einen Gesichtspunkt für eine Aenderung des Lorentz'schen Kraftansatzes"; see Einstein to Ludwig Hopf, 27 December 1910 [Vol. 5, Doc. 239]).

<sup>[8]</sup>Einstein tried to determine the specific heat of diatomic gases from the radiation formula (see Einstein to Ludwig Hopf, 27 December 1910 [Vol. 5, Doc. 239]).



<sup>[9]</sup>Apparently Zangger turned to Einstein for help finding literature for his doctoral student, Paul Böhi. In Böhi's dissertation, Gustav Tammann is mentioned among the pioneers in establishing the influence of membrane characteristics on the process of diffusion (*Böhi 1911a*, p. 18, and *Böhi 1911b*, p. 200).

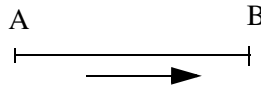
<sup>[10]</sup>Mileva Einstein-Marić (1875–1948).

## Vol. 5, 255a. To Vladimir Varićak

Zürich, 24. II. 11.

Hoch geehrter Herr Kollege!

Ich danke Ihnen bestens für die freundliche Übersendung des Korrekturbogens, den ich sogleich studierte.<sup>[1]</sup> Ich bin aber durchaus nicht mit dessen Inhalt einverstanden und empfinde es als ganz sicher, dass Sie Unrecht haben. Man muss sich sehr hüten, mit den trügerischen Merkmalen „wirklich“ und „scheinbar“ zu operieren.



Die Distanz der Endpunkte *A* und *B* des bewegten Stabes zu einer bestimmten Zeit des „ruhenden“ Systems ist—vom ruhenden System aus beurteilt

$\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$  = (Länge des ruhend gemessenen Stabes) Dies würden wir konstatieren

bei dem von Ihnen genannten Pausversuch.<sup>[2]</sup> Dies folgt mit Notwendigkeit aus den Transformationsgleichungen, wenn man in diesen Zeit und Koordinaten konsequent physikalisch interpretiert. Ich begreife nicht, wie Sie zu einer gegenteiligen Ansicht gelangen konnten.

Ende März ziehe ich nach Prag & freue mich, nicht mehr so weit von Ihnen weg zu sein.<sup>[3]</sup> Ich hoffe Sie einmal aufzusuchen, wenn ich meine Frau nach deren Heimatstadt begleite.<sup>[4]</sup> Natürlich bitte ich Sie, mich zu besuchen, wenn Sie nach Prag kommen.

Mit kollegialen Grüßen Ihr

A. Einstein

ALS (CrZ, R4812b). [91 183]. The envelope is addressed “Herrn Prof. Dr. V. Varićak Franz Josephsplatz 6 Agram Zagreb, Croatien” in Mileva’s hand and postmarked “Zürich Fluntern 24.II.[--].”

<sup>[1]</sup>Proofs for *Varićak 1911b* which was received by the *Physikalische Zeitschrift* on 8 February 1911.

<sup>[2]</sup>In *Ehrenfest 1910* the paradox of the rotating disk was illustrated by a thought experiment where markers were placed along the rim of a rotating disk and along a radial line, and the positions of those markers at some time *t* were recorded on tracing paper which was assumed to be at rest. In *Varićak*

1911b, the thought experiment of recording simultaneous positions on tracing paper was discussed for the case of translational motion of a uniformly moving rod.

<sup>[3]</sup>On 30 March 1911, Einstein registered his move from Zurich to Prague, where he had been appointed chair of theoretical physics at the German University (see Vol. 5, Calendar).

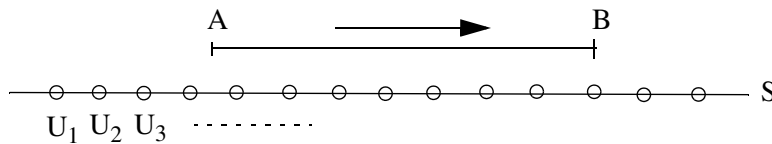
<sup>[4]</sup>Novi Sad, about 350 km from Zagreb. See also Vol. 5, Doc. 161a, note 2, in the present volume.

## Vol. 5, 257a. To Vladimir Varićak

Zürich, 3.III.1911

Hoch geehrter Herr Kollege!

Ich danke Ihnen bestens für Ihren Brief und die Abhandlung.<sup>[1]</sup> Ich habe nun die wunderhübsche Studie von Lewis und Tolman gelesen,<sup>[2]</sup> kann aber nicht begreifen, wie Sie aus derselben eine (Unterstützung) Bekräftigung Ihrer Ansicht schöpfen können. Ich will Ihnen meine gegenteilige Meinung ausführlich begründen.<sup>[3]</sup>



$S$  sei ein beschleunigungsfreies Bezugssystem (Stab), auf dem sich relativ zu ihm ruhende Uhren gleicher Beschaffenheit befinden. Diese seien z. B. durch Lichtsignale gleich gerichtet, sodass sie die Zeit von  $S$  anzeigen. Der Stab  $AB$  sei relativ zu  $S$  gleichförmig bewegt. Seine „wirkliche“ Länge, d.h. die von ihm selbst aus gemessene Länge sei  $l$ . Dann ergibt die Rel. Theorie in bekannter Weise, dass

seine Länge inbezug auf  $S$   $l \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$  beträgt. Das heisst: Bestimmt man diejenigen

Uhren in  $S$ , welche dieselbe Zeigerstellung zeigen, wenn bei ihnen die Punkte  $A$

und  $B$  passieren, so ist  $l \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$  der in  $S$  gemessene Abstand dieser Punkte. Die

Verkürzung ist konstatierbar durch Messung, also „wirklich“. Damit Sie sehen, dass die Verkürzung nicht einfach durch die Definition der Gleichzeitigkeit in  $S$  bedingt, d. h. rein konventioneller Natur sei, füge ich bei: es ist unmöglich, die Uhren so zu verstellen, dass auch nach der Verstellung der Stab, wenn er mit den Uhren gemessen die Geschwindigkeit  $\pm v$  besitzt, stets dieselbe Länge  $l'$  mit Bezug auf  $S$  habe. Daraus kann man mit Ehrenfest schliessen, dass eine Drehung ohne *elastische* Deformation nach der Relativitätstheorie ausgeschlossen ist, wenn man hinzunimmt, dass eine transversale Verkürzung nicht auftritt.<sup>[4]</sup> Man kann nicht fragen, ob man die Verkürzung als Folge der Modifikation der Molekularkräfte durch

die Bewegung oder als kinematische Folge aus den Grundlagen der Relativitätstheorie auffassen müsse.<sup>[5]</sup> Beide Standpunkte sind neben einander berechtigt. Der letztgenannte Standpunkt entspricht etwa dem von Boltzmann, der die Dissoziation der Gase *molekulartheoretisch* behandelt; dies ist vollkommen berechtigt, obwohl man die Dissoziationsgesetze aus dem zweiten Hauptsatz ohne Kinetik ableiten kann.<sup>[6]</sup> Ein (prinzipieller) Unterschied besteht nicht bezüglich *des Resultates*, sondern nur bezüglich der Grundlagen, auf die man die Untersuchung gründet.

Wenn Sie Ihre Notiz veröffentlichen, ist es meine Pflicht, meinen gegenteiligen Standpunkt ebenfalls öffentlich zu vertreten, weil mein Stillschweigen als Zustimmung gedeutet werden könnte, und weil ich glaube, dass Ihre Notiz Verwirrung stiften könnte. Ich bitte Sie deshalb, mir noch mitzuteilen, ob Sie an der Publikation festhalten wollen, und in welche Zeitschrift ich die Entgegnung setzen muss.<sup>[7]</sup>

Mit aller Hochachtung & mit bestem Gruss Ihr

A. Einstein

ALS (CrZ, R4812b). [91 182]. The envelope is addressed “Herrn Prof. Dr. V. Varičák Franz-Josephs-Platz 6 Agram Kroatien” and postmarked “Zürich (Fluntern) 3.III.11.–3.”

<sup>[1]</sup>Presumably *Varičák 1911a*.

<sup>[2]</sup>*Lewis and Tolman 1909*.

<sup>[3]</sup>The following discussion expands an argument already given in the preceding document.

<sup>[4]</sup>See *Ehrenfest 1909* and Vol. 5, Doc. 197b, note 7, in the present volume, for further discussion.

<sup>[5]</sup>*Varičák 1911b*, p.169, had contended that there was a “radical difference” (“radikaler Unterschied”) between Lorentz’s contraction hypothesis, which Varičák took to be “a change that would take place in reality” (“eine objektiv stattfindende Veränderung”), and Einstein’s relativistic length contraction, which Varičák took to be “merely an apparent, psychological phenomenon” (“nur eine scheinbare, subjektive Erscheinung”).

<sup>[6]</sup>For Boltzmann’s discussion of the dissociation of gases, see *Boltzmann 1898*, ch. 6. Paragraph 72 of this chapter also contains a brief discussion of the differences between Boltzmann’s kinetic and Gibbs’s thermodynamic treatment of dissociation.

<sup>[7]</sup>Einstein’s response to *Varičák 1911b* was published as *Einstein 1911f* (Vol. 3, Doc. 22). For further discussion, see Vol. 3, the editorial note, “Einstein on Length Contraction in the Theory of Relativity” (pp. 478–480).

## Vol. 5, 267a. To Heinrich Zangger

Prag, Donnerstag [before 1 June 1911]<sup>[1]</sup>

Lieber Herr Zangger!

Sie sind ein Prachtskerl, dass Sie so prompt die Angelegenheit Telegraphendirektion in die Hand genommen haben. Ich bin bereit, alles zu thun, wodurch ich der Sache nützen kann. Verfügen Sie also über mich in der Sache, wie Sie es für gut finden. Ich bin hauptsächlich über die Angelegenheiten unterrichtet, welche im Bureau Chavan vorgingen & habe mich davon überzeugt, dass man mit jeglichem

Mangel an Umsicht und Gewissenhaftigkeit vorging, sodass die staatliche Kontrolle über das gelieferte Material ziemlich illusorisch & die Thätigkeit des Bureaus nutzlos war.<sup>[2]</sup> Gute Vorschläge von Seiten Chavans wurden stets in den Papierkorb spediert und er auf jede Weise chikaniert und kalt gestellt. Über mangelnde Sachkenntnis von Chavans Vorgesetzten liegen alle wünschbaren Belege vor, da Chavan aus Furcht vor Entstellung der Thatsachen alles schriftlich aufbewahrt hat. Gegen mich als Sachverständigen wird opponiert werden, weil ich persönlicher Beziehungen wegen für nicht objektiv gelten werde. Aber einvernehmen wird man mich wohl dürfen; ich würde eine Reise in die Schweiz nicht scheuen (von Mitte Juli an, wo meine Ferien beginnen).<sup>[3]</sup> Ihre leisen Andeutungen, die Sie mir statt etwas genauerer Mittheilungen machen, machen mich schier grimmig. So zieht man einem nicht den Speck durchs Maul. Aber ich bitte Sie inständig, Pfingsten zu mir nach Prag zu kommen und unser Gast zu sein.<sup>[4]</sup> Da hoffe ich Ihnen die Würmer aus der Nase zu ziehen und Ihnen nebenbei die wunderschöne Stadt zu zeigen, die Stadt dieser Barbaren. Es ist wirklich eine rückständige Kultur in diesen Leuten. Wahres wissenschaftliches Interesse habe ich bisher unter den Kollegen nicht entdeckt, nur einen gewissen Dünkel. Ich schliesse in der Hoffnung, Sie recht bald hier zu sehen!

Herzliche Grüsse von Ihrem

Einstein.

ALS (SzZ, Nachl. H. Zangger, box 1a). [89 525].

<sup>[1]</sup>Dated on the assumption that it was written before Zangger visited the Einsteins at Pentecost (4 June 1911) and about a month before Einstein to Lucien Chavan, 5–6 July 1911 (Vol. 5, Doc. 271).

<sup>[2]</sup>Lucien Chavan (1868–1942) was Einstein's friend and had been one of his private students in Bern (see Lucien Chavan to Einstein, 23 June 1908 [Vol. 5, Doc. 107, note 1]). On his harassment by a section chief in the Swiss Telegraph Administration, see Einstein to Heinrich Zangger, 7 April 1911 (Vol. 5, Doc. 263). Upon Einstein's request, Zangger interceded on behalf of Chavan with Ludwig Forrer, Swiss Federal Councillor for Postal Affairs (see Einstein to Lucien Chavan, 5–6 July 1911 [Vol. 5, Doc. 271]).

<sup>[3]</sup>The summer semester at the German University of Prague, where Einstein was teaching, had begun on 20 April 1911 and would end on 31 July 1911.

<sup>[4]</sup>Zangger visited them in Prague shortly before 7 June 1911 (see Einstein to Heinrich Zangger, 7 June 1911 [Vol. 5, Doc. 268]).

## Vol. 5, 344. To Heinrich Zangger

Prag, 27. I. [1912]<sup>[1]</sup>

Lieber Freund!

Es thut mir so leid, dass Sie so viel Unangenehmes erlebt haben. Nun sind Sie durch den Tod Ihres <Schwiegevaters> Onkel in unerhörter Weise belastet. Und wie ist das mit Ihrer Wahl?<sup>[2]</sup> Man hat Sie nicht wiedergewählt? Ist das wahr? Es

wäre schändlich und hätte nur das eine Gute, dass Sie die nächste Gelegenheit, einen für Sie passenden Wirkungskreis zu finden nicht vorüber gehen liessen. Schreiben Sie mir doch genauer wie das zugeht! Hoffentlich realisiert sich die Sache in Paris, dass Sie bald die Antwort geben können, welche die Canaillen verdienen.<sup>[3]</sup> Wer steckt da dahinter?

Von Gnehm erhielt ich die Nachricht, dass mich der Schulrat gewählt habe.<sup>[4]</sup> Nun ist es kein Zweifel, dass ich gewählt werde, aber Ihre Mitteilung vergällt mir die Freude darüber. Debijes Ernennung freut mich sehr.<sup>[5]</sup> Vielleicht bleibt er in Zürich, sodass wir dort zusammen sein können.<sup>[6]</sup> Ich habe eine thermodynamische Arbeit über Lichtreaktionen geschrieben, in der einwandfrei dargethan wird, dass die Strahlungsenergie  $h\nu$  der Frequenz  $\nu$  nötig ist, um ein Molekül zu zerspalten.<sup>[7]</sup> Man wird dadurch bis zu einem gewissen Grade von der Quantentheorie unabhängig. Mit der Sache über die Reststrahlen ist es doch nicht so einfach als ich meinte. Rubens teilte mir Beobachtungen mit,<sup>[8]</sup> aus denen die Realität der beiden Reflexionsmaxima bei NaCl hervorgeht. In der Hauptsache wird aber die Sache doch zu treffen—sie ist nur durch Absorptionseigenschaften verdunkelt.<sup>[9]</sup> In Berlin haben sie nun noch gefunden, dass sich gasförmiger Wasserstoff bei genügend tiefen Temperaturen wie ein einatomiges Gas verhält.<sup>[10]</sup> Ich habe eine Theorie dazu gemacht, deren Basis jedoch nicht sicher ist.<sup>[11]</sup> Ich werde Ihnen dann davon erzählen. Die Columbia Universität in New York hat mich für nächsten Herbst eingeladen zum Vortragen. Ich gehe aber nicht hin.<sup>[12]</sup> Nach Wien gehe ich auch nicht. Ich mag diese öffentliche Vortragerei nicht.<sup>[13]</sup> Abraham hat meine Gravitationsache zu einer geschlossenen Theorie ergänzt, aber bedenkliche Denkfehler dabei gemacht, sodass die Sache wohl unrichtig ist.<sup>[14]</sup> Das kommt davon, wenn man formal operiert, ohne dabei physikalisch zu denken!

Seien Sie von Herzen gegrüsst von Ihrem

Einstein

Ich freue mich sehr, bis wir uns wiedersehen. Vielleicht zeigt sich vor dem Sommer wieder einmal ein braver Patient in Prags Nähe!<sup>[15]</sup>

Beste Grüsse von Haus zu Haus!

ALS (SzZ, Nachl. H. Zangger, box 1c). [86 492]. An incomplete version of this document was published as Vol. 5, Doc. 344.

<sup>[1]</sup>Year provided by reference to Debye's appointment.

<sup>[2]</sup>Zangger was appointed full professor as of the summer semester of 1912 (*Festschrift zur 150-Jahr-Feier der Universität Zürich, 1933–1983*. Zürich: Rektorat, 1983).

<sup>[3]</sup>Zangger was considering taking a position in industry in Paris (see Einstein to Emil Zürcher Jr., 29 January 1911 [Vol. 5, Doc. 251], and Einstein to Heinrich Zangger, 7 April 1911 [Vol. 5, Doc. 263]).

<sup>[4]</sup>See Robert Gnehm to Einstein, 23 January 1912 (Vol. 5, Doc. 341). Robert Gnehm (1852–1925) was president of the Swiss School Council (Schweizerischer Schulrat).

<sup>[5]</sup>Peter Debye (1884–1966) had been promoted from extraordinary professor to full professor at

the University of Zurich two weeks earlier (see Aus dem Protokoll des Regierungsrates 1912, no. 54, 11 January 1912, SzZSa, U 110b .2 (48)).

<sup>[6]</sup>Debye was formally appointed Professor of Mathematical Physics and Theoretical Mechanics at the University of Utrecht on 3 February (see *Nederlandsche Staatscourant*, 4–5 February 1912, p. [2]).

<sup>[7]</sup>See *Einstein 1912b* (Vol. 4, Doc. 2). See also Vol. 4, the editorial note, “Einstein on the Law of Photochemical Equivalence,” for a discussion.

<sup>[8]</sup>Heinrich Rubens (1865–1922) was Professor of Physics at the University of Berlin.

<sup>[9]</sup>See Einstein to Hendrik A. Lorentz, 23 November 1911 (Vol. 5, Doc. 313), note 7, for information on Einstein’s paper on residual rays. He had argued that the two observed maxima were in fact one wide resonance peak (see Einstein to Michele Besso, 26 December 1911 [Vol. 5, Doc. 331]). The fact that new experimental data found by Rubens’s collaborator H. Hollnagel at first seemed to confirm the existence of the two peaks is mentioned in *Rubens 1913*. This paper presents further experimental results, however, from which it is concluded that a selective absorption by water vapor in the air had been responsible for the observation of two maxima.

<sup>[10]</sup>See *Eucken 1912*.

<sup>[11]</sup>A year later Einstein and Otto Stern submitted a paper in which a theoretical explanation is given for Eucken’s results (see *Einstein and Stern 1913* [Vol. 4, Doc. 11]). See Vol. 4, the editorial note, “Einstein and Stern on Zero-Point Energy,” pp. 270–273, for a discussion.

<sup>[12]</sup>The offer was made in early January 1912, and Einstein declined it in late January (see George Pegram to Einstein, 9 January 1912 [Vol. 5, Doc. 337], and Einstein to Pegram, 29 January 1912 [Vol. 5, Doc. 346]).

<sup>[13]</sup>An invitation was extended to Einstein to lecture in Vienna at the end of January (see Robert Gnehm to Einstein, 16 December 1911 [Vol. 5, Doc. 326], note 1). In February, Einstein mentioned two lectures (see Einstein to Michele Besso, 4 February 1912 [Vol. 5, Doc. 354]).

<sup>[14]</sup>On the controversy between Einstein and Max Abraham (1875–1922), Professor at the Milan Polytechnic, see Einstein to Wilhelm Wien, 27 January 1912 (Vol. 5, Doc. 343), note 3.

<sup>[15]</sup>While in Prague in June of the previous year (see Einstein to Heinrich Zangger, 7 June 1911 [Vol. 5, Doc. 268]) and again in September (see Einstein to Heinrich Zangger, 20 September 1911 [Vol. 5, Doc. 286]), Zangger had visited a patient on at least one of those occasions (see Einstein to Heinrich Zangger, 7 November 1911 [Vol. 5, Doc. 303]).

## Vol. 5, 349a. To Heinrich Zangger

[before February 1912]<sup>[11]</sup>

Lieber Herr Zangger

Sie zeigten mir neulich eine Beziehung über Verdampfungswärme. Hiess sie

nicht  $\frac{D-pv}{v^{2/3}} = \text{unabhängig von Temperatur?}$  Wenn das nicht angenähert richtig ist,

dann ist meine Sache über Kapillarität Mist.<sup>[2]</sup> Notieren Sie mir bitte womöglich, wo etwa jene (ich glaube englische) Abhandlung zu finden ist. Erinnern Sie sich, was ich drüber nörgelte? Schnell fertig ist die Jugend...

Mit herzlichen Grüssen Ihr

Einstein.

ALS (SzZ, Nachl. H. Zangger, box 1a). [87 061].

<sup>[1]</sup>Dated on the assumption that the letter was written before Richard Swinne informed Einstein that experiments performed before the conception of *Einstein 1911a* had shown that a quotient with  $v$  instead of  $v^{2/3}$  is to be preferred (see Richard Swinne to Einstein, 1 February 1912 [Vol. 5, Doc. 350]).

<sup>[2]</sup>In *Einstein 1911a* (Vol. 3, Doc. 12) the relation  $\left(\gamma - T \frac{d\gamma}{dT}\right) = \frac{k(D_s - RT_s)}{v_s^{2/3}}$  is derived. Here  $\gamma$  is the surface tension,  $k$  a constant,  $D_s$  the molar heat of evaporation, and  $v_s$  the volume. From the approximate linear dependence of  $\gamma$  on the temperature  $T$ , it follows that the right-hand side is constant, which, for ideal gases, corresponds to the relation mentioned in this letter. If, on the other hand,  $v_s^{2/3}$  in Einstein's equation should be replaced by  $v$ , as suggested by Swinne (see note 1), the relation of this letter is no longer compatible with Einstein's theory.

## Vol. 5, 349b. To Robert Heller<sup>[1]</sup>

Prag 1. II. 12

Lieber Herr Heller!

Ihr Kärtchen hat mich sehr gefreut. Im Sommer schon werde ich wieder freie Luft von Zürich schnappen! Ich freue mich riesig & werde *nie* vergessen, dass ich dies allein meinem lieben Freund Zangger verdanke.<sup>[2]</sup> Was ihn nur bedrückt? Ich merke aus seinen Briefen, dass er deprimiert ist.<sup>[3]</sup> Wie könnte man ihm wohl eine kleine Freude machen? Gewiss ist er sehr isoliert und wird viel geärgert. Man wird ihn nicht eher auch Verdienst schätzen, als wenn er Zürich einmal den Rücken gekehrt hat.<sup>[4]</sup>

Ich freue mich, dass wir bald unsere früheren gemütlichen Beziehungen wieder aufnehmen können.<sup>[5]</sup> Einstweilen die besten Grüsse von Ihrem

Einstein

Beste Grüsse von meiner Frau.

Herzliche Grüsse an Herrn Zangger.

ALS (SzZ, Nachl. H. Zangger, box 1d). [86 566].

<sup>[1]</sup>Heller (1876–1930) was working on his dissertation, with Heinrich Zangger as adviser (see Vol. 5, Doc. 361, note 2).

<sup>[2]</sup>Apparently Heller had congratulated him upon the approval of Einstein's appointment as professor at the Swiss Federal Institute of Technology. The decree of the Swiss Federal Council was issued the day before; Einstein was officially informed of it on 7 February 1912 (Vol. 5, Doc. 355). On Zangger's role as the intermediary between the Swiss authorities and Einstein on the question of the appointment, see Heinrich Zangger to Ludwig Forrer, 9 October 1911 (Vol. 5, Doc. 291), notes 2 and 10.

<sup>[3]</sup>See Heinrich Zangger to Einstein, 30 January 1912 (Vol. 5, Doc. 347).

<sup>[4]</sup>A year earlier, Zangger was considering taking up employment in Paris (see Einstein to Heinrich Zangger, 13–16 December 1911 [Vol. 5, Doc. 325]).

<sup>[5]</sup>Heller kept in contact with Einstein even in Prague, where he visited him at least on two occasions (see Einstein to Heinrich Zangger, 24 August 1911 [Vol. 5, Doc. 279]).