

Versuch A2 - 624568

Date: 2023-06-19

Tags: A2

Created by: Samuel Brinkmann

Versuch A2

Die Platzhalter Bilder sind zu entfernen und mit eigenen zu Ersetzen. Überall wo eine blaue Markierung ist, sollte Text geschrieben werden.

Dieser Versuch wurde durchgeführt von:

	Name	Vorname	Matrikelnummer
1	Brinkmann	Samuel	624568
2	Schulz	Levin	626758

Teil I): Messungen vor Ort:

1) Skizze zum Versuch anfertigen (beschriftet), Upload/Foto:

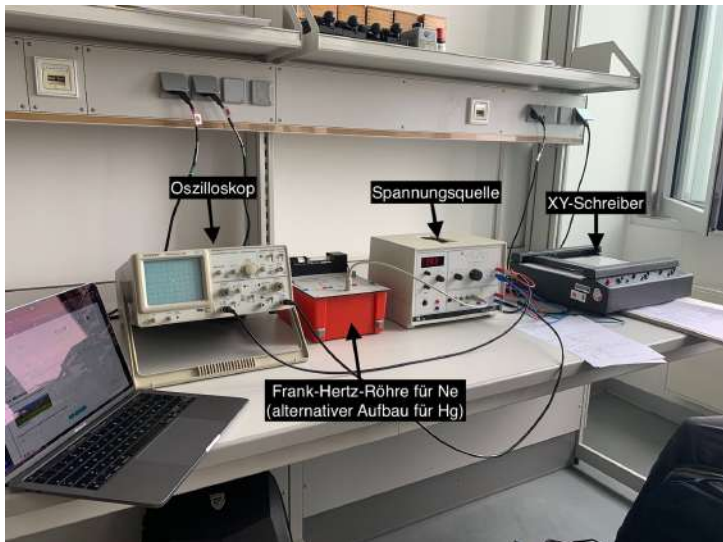


Abb.1: Versuchsaufbau mit Beschriftungen

2) Aufgezeichnete Hg-Kurve (Upload/Foto) und Parameter U_S , U_G , Temperatur.

Tab.1: U_S und U_G von Hg

U_S	U_G
0.39 V	3.44 V



Abb.2: Hg-Kurve des XY-Schreibers ohne Annotationen (Von links nach rechts ist die steigende Beschleunigungsspannung U_B aufgetragen und von unten nach oben der Auffängerstrom I_A)

3) Aufgezeichnete Ne-Kurve (Upload/Foto) und Parameter U_S , U_G , Temperatur.

Tab.2: U_S und U_G von Ne

U_S	U_G
2.66 V	10.37 V



Abb.3: Ne-Kurve des XY-Schreibers ohne Annotationen (Von links nach rechts ist die steigende Beschleunigungsspannung U_B aufgetragen und von unten nach oben der Auffängerstrom I_A)

4) Leuchterscheinung bei Ne (Freitext und Abbildung [Foto] einfügen).

Leuchterscheinung beschreiben

Es bildet sich bei etwa 28V ein erster orange-roter Balken zwischen Gitter G1 und Gitter G2 (siehe Abb.4). Ab etwa 42V erscheint ein zweiter Balken, welcher mit Spannungszunahme an Farbintensität gewinnt und den Abstand zum ersten Balken verringert. Bei etwa 60V bildet sich ein dritter Balken, erneut mit den schon beobachteten Eigenschaften des zweiten Balkens bei einer weiteren Spannungszunahme. Dies nimmt zu bis man bei der max. Spannung von 80V vier Balken sieht. Für alle Balken gilt, dass sie mit Spannungszunahme sich in Richtung des Gitters G1 bewegen.

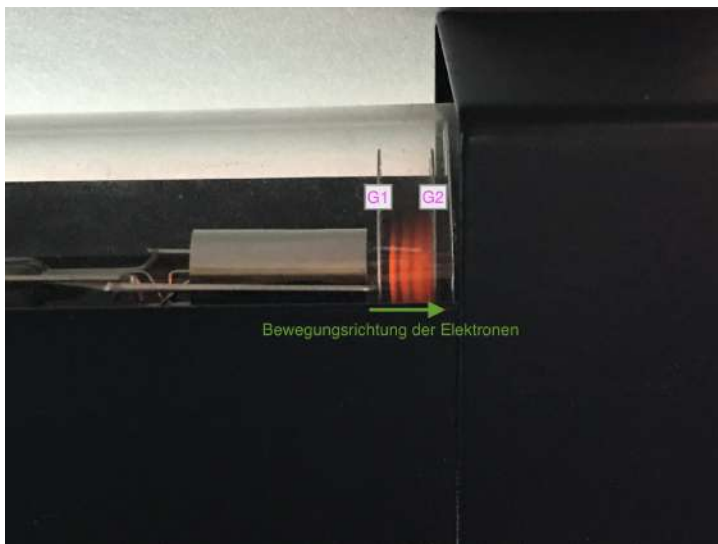


Abb.4: Abbildung der Leuchterscheinung bei maximaler Spannung von 80V (G1 und G2 sind die beiden Gitter der Franck-Hertz-Röhre)

Hier bitte eine kurze Abschätzung der Unsicherheiten der gezeichneten Kurven schildern (z.B. die Kurve zweimal zeichnen o.ä.):

Es gibt drei Unsicherheitsfaktoren die eine Rolle spielen. Wir haben zum Einen die Unsicherheit der Spannungsquelle $u_{quelle} = 0.05V$ (ergibt sich aus der Anzeigegenauigkeit), welche Einfluss auf unsere Orientierungslinien der Spannung hat (bei Hg 10V, 20V und 30V bzw. bei Ne 20V, 40V und 60V). Als zweites haben wir eine Unsicherheit des XY-Schreibers, welche wir durch zwei Kurven jeweils für Hg bzw. Ne quantitativ, durch Betrachtung der Werte für die Maxima/Minima im Graphen, bestimmt haben, mit $u_{XY} = 0.2V$ (hierfür haben wir eine Unsicherheit abgeschätzt, sodass sich die Unsicherheitsbereiche überschneiden). Als letztes haben wir noch eine Ablesegenauigkeit für die Werte der Maxima/Minima, da wir höchstens auf 0.05cm genau diese Ablesen können. Zusammen mit einem Umrechnungsfaktor $a_{cm-zu-V}$ von cm zu Volt (ergibt sich aus den Abständen der Orientierungslinien -> z.Bsp. 20V/6.8cm bei Ne) ist diese dann $u_{ablese} = a_{cm-zu-V} \cdot 0.05cm$. Insgesamt kommen wir dann auf die Unsicherheit für die ermittelten Maxima/Minima von $u_U = \sqrt{u_{quelle}^2 + u_{XY}^2 + u_{ablese}^2}$.

Für Ne: $u_{U,Ne} = 0.26V$

Für Hg: $u_{U,Hg} = 0.4V$

Teil II): Bericht

1) Aufbau und Durchführung

Anmerkung: Es werden hier keine langen Texte gefragt. Es reicht wenn zu jedem punkt knapp 1-3 Sätze geschrieben werden.

ABBILDUNG MIT UNTERSCHRIFT: Abb. des Versuchsaufbaus mit Bildunterschrift einfügen, basierend auf Skizze.

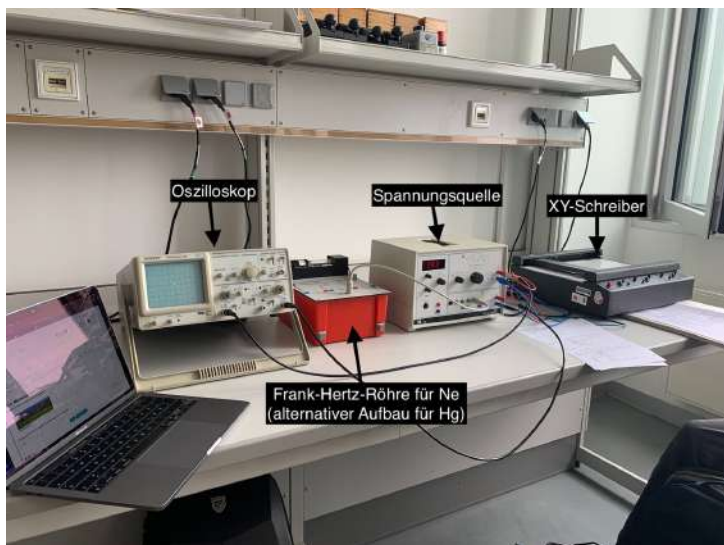


Abb.5: Versuchsaufbau mit Beschriftungen

FREITEXTFELD: Knappe Beschreibung der Versuchsdurchführung.

Mittels des Oszilloskops werden U_S (Saugspannung) und U_G (Gegenspannung) der Franck-Hertz-Röhre bestimmt, sodass möglichst viele Maxima zu sehen sind. Wenn diese ermittelt wurden, muss der XY-Schreiber kalibriert werden, sodass er das gesamte Spektrum für die Beschleunigungsspannung U_B abdeckt (dies wird durch manuelles hochstellen von U_B ermittelt). Wenn der XY-Schreiber nun kalibriert ist und der Schreibkopf hinzugefügt wurde, kann mit der Rampeneinstellung bei der Spannungsquelle die Hg- bzw. Ne-Kurve

gezeichnet werden.

2) Auswertung und Fehlerrechnung Hg

ABBILDUNG MIT BILDUNTERSCHRIFT: Kurve mit Annotationen.

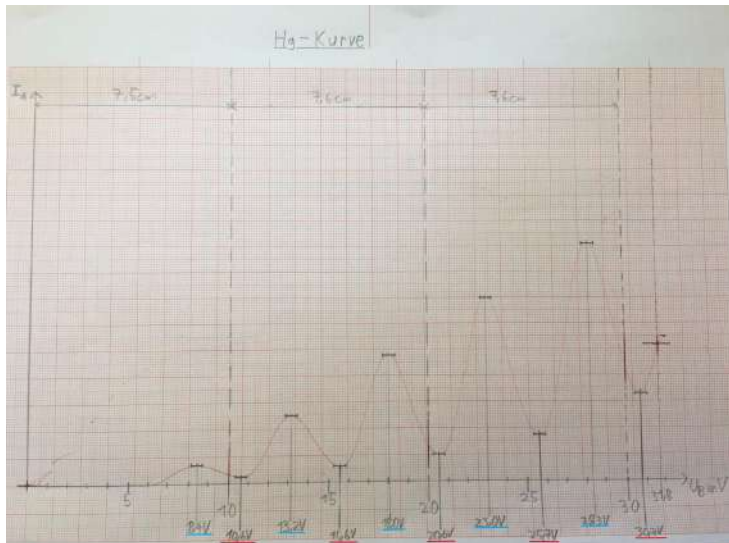


Abb.6: Hg-Kurve mit eingezeichneten Werte für die Maxima/Minima sowie Achsen

TABELLE: Optional die maxima und minima mit Unsicherheiten in einer Tabelle auftragen (können Sie entfernen)

Tab.3: Maxima und Minima aus Abb.6 mit errechneten Abständen

Ordnung	U_{Bmin}	ΔU_{Bmin}	U_{Bmax}	ΔU_{Bmax}
1.	10.6V	-----	8.4V	-----
2.	15.6V	5V	13.2V	4.8V
3.	20.6V	5V	18.0V	4.8V
4.	25.7V	5.1V	23.0V	5V
5.	30.7V	5V	28.3V	5.3V

FREITEXT: Werten Sie Ihre Ergebnisse für Quecksilber aus und bestimmen Sie die erste Anregungsenergie und deren Unsicherheit.

Aus der Tabelle ergibt sich mit den Abständen der Minima und Maxima durch bilden des arithmetischen Mittels der Wert (mit der Unsicherheit $u_{\Delta U_B} = \sqrt{8 \cdot (u_{U,Hg}/8)^2}$ (Gauß'sche Fehlerfortpflanzung)):

$$\Delta U_B = (5.00 \pm 0.15)V.$$

Hieraus lässt sich nun E_1 bestimmen mit $E_1 = E_{A1} - E_{Gr} = e \cdot \Delta U_B$ (Formel aus der Versuchsanleitung).

Endergebnis mit Unsicherheit:

$E_1(\text{Hg})$
$(5.00 \pm 0.15)\text{eV}$

3) Auswertung und Fehlerrechnung Ne

ABBILDUNG MIT BILDUNTERSCHRIFT: Kurve mit Annotationen.

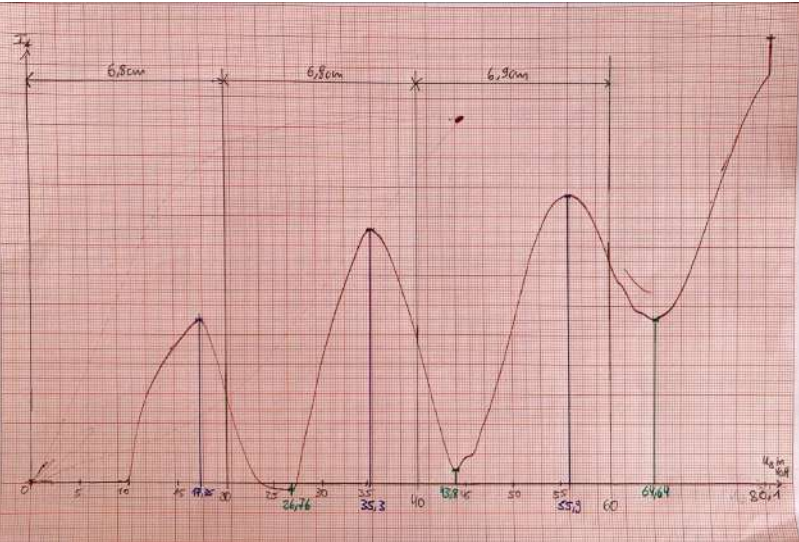


Abb.7: Ne-Kurve mit eingezeichneten Werte für die Maxima/Minima sowie Achsen

TABELLE: Optional die maxima und minima mit Unsicherheiten in einer Tabelle auftragen (können Sie entfernen)

Tab.4: Maxima und Minima aus Abb.7 mit errechneten Abständen

Ordnung	U_{Bmin}	ΔU_{Bmin}	U_{Bmax}	ΔU_{Bmax}
1.	26.76V	-----	17.35V	-----
2.	43.80V	17.04V	35.30V	17.95V
3.	64.64V	20.84V	55.90V	20.60V

FREITEXT: Werten Sie Ihre Ergebnisse für Quecksilber aus und bestimmen Sie die erste Anregungsenergie und deren Unsicherheit.

Aus der Tabelle ergibt sich mit den Abständen der Minima und Maxima durch bilden des arithmetischen Mittels der Wert (mit der Unsicherheit $u_{\Delta U_B} = \sqrt{4 \cdot (u_{U,Ne}/4)^2}$ (Gauß'sche Fehlerfortpflanzung)):

$\Delta U_B = (19.11 \pm 0.13)\text{V}.$

Hieraus lässt sich nun E_1 bestimmen mit $E_1 = E_{A1} - E_{Gr} = e \cdot \Delta U_B$ (Formel aus der Versuchsanleitung).

Endergebnis mit Unsicherheit:

$E_1(\text{Ne})$
$(19.11 \pm 0.13) \text{ eV}$

4) Leuchterscheinung Ne

ABBILDUNG MIT BILDUNTERSCHRIFT: Foto der Leuchterscheinung

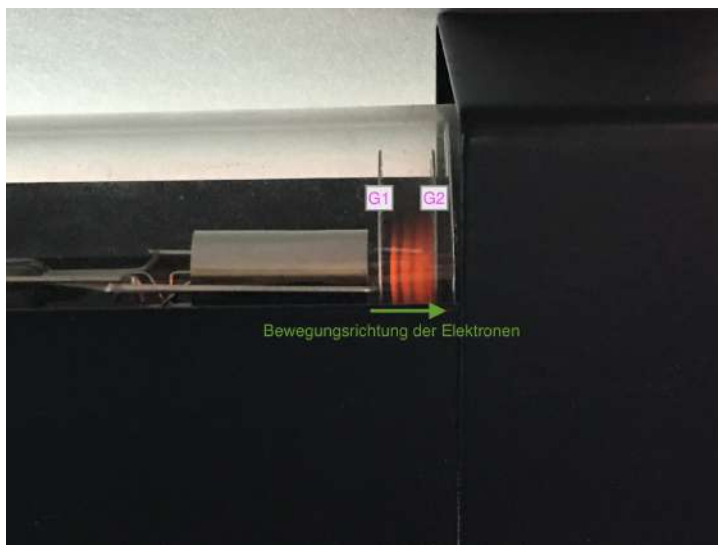


Abb.8: Abbildung der Leuchterscheinung bei maximaler Spannung von 80V (G1 und G2 sind die beiden Gitter der Franck-Hertz-Röhre)

FREITEXT: Erklären Sie die beobachtete U_B -abhängige Leuchterscheinung.

Bei Neon wird im Gegensatz zu Quecksilber die Energie von einem Anregungszustand zum Grundniveau des nächst niedrigeren Zustands mit einem Zwischenschritt imitiert. Hierbei liegen (nach Versuchsanleitung) die Anregungszustände zwischen 18.3eV und 19eV auseinander. Zu erst fällt die Energie in einen Zustand von 16.5eV bis 16.8eV, wobei um die 2eV imitiert werden (also rotes bis gelbes sichtbares Licht). Erst danach wird die restliche Energie in Form von UV-Strahlung imitiert. Da nun mit Erhöhung der Beschleunigungsspannung höhere Anregungszustände erreicht werden, tritt diese Leuchterscheinung für die n-te Ordnung n-mal auf. Die Leuchterscheinung ist bei den Minima der Ne-Kurve am stärksten, was sich aus dem Vergleich von Tab.4 und den Beobachtung der Leuchterscheinung ergibt. Zum Beispiel konnten wir den ersten Balken bei ca. 28V beobachten, was mit dem Minimum von um die 27V einhergeht. Gleiches gilt für den nächsten Balken bei 42V, was wieder mit dem ermittelten Minimum von um die 44V näherungsweise übereinstimmt. (Die Abweichungen kommen daher, dass die in der Beobachtung dokumentierten Spannungswerte sehr grob ermittelt wurden und schätzungsweise eine Unsicherheit von 2-4V haben).

5) Diskussion der Ergebnisse

FREITEXT: Vergleichen Sie Ihre Ergebnisse mit Literaturwerten und diskutieren Sie in diesem Zusammenhang die bestimmten Unsicherheiten, aber auch ggf. mögliche andere Fehlerquellen und versuchen Sie deren Stärke abzuschätzen. Gehen Sie auf die für Neon beobachtete Feinstruktur des Kurvenverlaufs ein und versuchen Sie diese anhand von recherchierten Energiediagrammen zu erklären.

Der Literaturwert für die erste Anregungsenergie von Quecksilber liegt bei 4.9eV, was im Unsicherheitsbereich unseres Ergebnisse liegt. Zudem sind die Schwankungen in den Abständen der Maxima bzw. Minima gering gegenüber der Unsicherheit der Werte, weshalb ich das Ergebnis als sehr zuverlässig einstufe.

Der Literaturwert für die erste Anregungsenergie von Neon liegt zwischen 18.3eV und 19eV, was im Rahmen unserer in Abschnitt 3 der Auswertung ermittelten Energie E_1 liegt.

Man kann in der Kurve sehen, dass bis zur Spannung $U_B = 17.35V$ die Stromstärke immer weiter anwächst, was durch elastische Stöße der Elektronen mit Neonatomen zu begründen ist, wobei die Neonatome keine Energie der Elektronen aufnehmen (Masse der Neonatome deutlich höher als der Elektronen). Nach diesem Schwellwert nimmt die Stromstärke ab, was bedeutet, dass die kinetische Energie der Elektronen gleich der niedrigsten Anregungsenergie der Neonatome ist (der Wert im Energiediagramm liegt dafür bei 18.3eV. Der Unterschied zu unserer Kurve wird am Ende diskutiert). Nun erfolgen unelastische Stöße der Neonatome und Elektronen vor dem Gitter G2. Hierbei regen die Elektronen die Neonatome an und verlieren dabei ihre gesamte kinetische Energie, weshalb sie nicht mehr in der Lage sind gegen U_G anzukommen und die Stromstärke I_A sinkt (siehe Kurve 17.35V bis 26.76V). Wie man im Energiediagramm sehen kann, findet nach der Energieaufnahme beim Neonatome eine Abgabe in Form von Strahlung statt (Frequenzen in nm). Diese Abgabe ist zweistufig mit sichtbarem Licht und UV-Strahlung, wie auch schon in der Diskussion zur Leuchterscheinung erwähnt. Wenn nun die Spannung U_A weiter erhöht wird, erreichen die Elektronen die kinetische Energie für einen unelastischen Stoß weiter vor dem Gitter G2, d.h. der Ort der Energieübertragung verschiebt sich weiter in Richtung von Gitter G1 (vgl. Beobachtungen der Leuchterscheinung). Die Elektronen, die ihre kinetische Energie, durch einen Stoß verloren haben, können auf der Reststrecke wieder genug beschleunigen, um die Spannung U_G zu überwinden. Die Stromstärke steigt wieder an (siehe Kurve 26.76V bis 35.5V). Wenn die Elektronen nun ein zweites Mal die notwendige kinetische Energie für einen inelastischen Stoß vor dem Gitter G2 erreichen, so wiederholt sich der Abfall der Stromstärke I_A (siehe Kurve 35.3V bis 43.8V). Dies wiederholt sich periodisch für weitere Erhöhungen von U_A .

Trotz dieser Bestätigungen der Konsistenz unserer Messwerte möchte ich hier noch einmal anmerken, dass die Abstände der Maxima bzw. Minima sehr schwanken und durch die geringe Anzahl in der Ne-Kurve ein wenig angezweifelt werden können (siehe Abweichung zum Energiediagramm). Zudem kann man in der Ne-Kurve sehen, dass das erste Minimum unter der x-Achse liegt, was für eine möglicherweise größere Unsicherheit des XY-Schreibers als angenommen spricht. Für eine zukünftige Durchführung des Versuches müsste versucht werden, mehr Maxima für die Ne-Kurve durch Einstellung von U_S und U_G zu haben. Jedoch scheint dies nicht ganz so einfach zu sein, da es uns bei der Durchführung nicht gelungen ist und mir in meiner Recherche für das Energiediagramm aufgefallen ist, dass viele Kurvenverläufe nicht mehr als drei Maxima haben. Alternativ wäre eine häufigere Wiederholung des Graphenplottens mit dem XY-Schreiber eine Möglichkeit, quantitativ die Unsicherheit besser zu bestimmen.

ABBILDUNG: Recherchierte Energiediagramme.

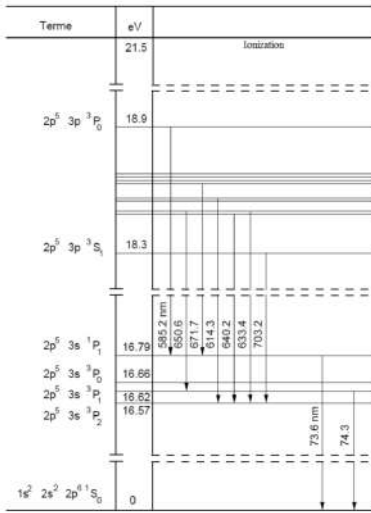


Abb.9: recherchiertes Energiediagramm für Neon mit der Beschleunigungsspannung in Volt auf der x-Achse und der Auffängerstrom in mA auf der y-Achse

7) Quellen

Abb.9:

https://www.physik.unibe.ch/unibe/portal/fak_naturwis/b_paw/a_fphyast/content/e41821/e41822/e140946/e148625/e270487/files270494/Franck-Hertz_ger.pdf, Zugriff 25/06/23

Literaturwert Anregungsenergie Neon: Versuchsanleitung

Literaturwert Anregungsenergie Quecksilber: <https://lp.uni-goettingen.de/get/text/1612>, Zugriff 25/06/23

Attached files

bloxberg-proof_2023-06-20T1706320200.zip (Timestamp archive by Samuel Brinkmann)
sha256: 9d029d314fb085383483b568e83dee9e7ebe813679e95b8773588d1d2b05e06f

20230620170634-timestamped.zip (Timestamp archive by Samuel Brinkmann)
sha256: 6f8c218ea488bba1923d81f0d2fdf1454624d9e9dceee86fe845c7dfd386be36

unknown.png
sha256: 689f795bd8ef42937132f2843cb484c9f8f5b67dafacd3efd0f4509db0f760f1



unknown.png

sha256: 22adcdded49475d9f7aa7f3fdc3e30754f0accb4a0603266d4690fee9965b42f9



unknown.png

sha256: 200a6f2eebf52e4284ecef68d73b5b0b0e1660892983f360195e8f99aef85d9



unknown.png

sha256: 7138c1ed42f5d6b563516a17c62b6ec5ea5c10eb5d6e7ecd02c6ef2899f11b5a



unknown.png

sha256: 1558111791bde66d129d1e2677136aae9c20001d4e2c0eac3b662fd2a5679115



unknown.png

sha256: 1bfc1bc7ce78c012d9893fb440e7e1937891b7ef416764deb70f4461db4ab57e



unknown.png

sha256: 210355de59722d135f6410d52f7009f6ac159b78c2bca411bb0de75b7c247017



unknown.png

sha256: 0c280a78e9ae0f18bb1630f75bc0d5c9d13c613016ac078c7c2ba895d87e5e3b



unknown.png

sha256: 0c280a78e9ae0f18bb1630f75bc0d5c9d13c613016ac078c7c2ba895d87e5e3b



20230625165342-timestamped.zip (Timestamp archive by Samuel Brinkmann)

sha256: a42f925d9bef7f350271ce4dea4c4825b4733b36843a464ffed70a74051a07e5

unknown.png

sha256: 66ccb811122d6f8cceb30d8282f9222e3700712a583da437fede3e6a4087deaa



Unique eLabID: 20230619-b5b55780627e288a54f8ace55a5755a4defa27a7

Link: <https://elabftw.physik.hu-berlin.de/experiments.php?mode=view&id=1935>

Changelog