

Abb. 1: Gleichstrommeßverstärker 11742.93

1. ZWECK UND CHARAKTERISTISCHE EIGENSCHAFTEN

Der Gleichstrommeßverstärker 11742.93 (Abb. 1) dient zur Messung kleiner Gleichströme sowie zur quasistatischen Messung von Gleichspannungen und elektrischen Ladungen. Das Gerät besitzt 30 (durch Drucktasten und Stufenschalter wählbare) Meßbereiche, und zwar

- | | |
|-------------------------|-------------------------|
| 14 Strommeßbereiche: | 30 pA ... 100 μ A |
| 8 Spannungsmeßbereiche: | 3 mV ... 10 V |
| 8 Ladungsmeßbereiche: | 300 pAs ... 1 μ As. |

Die Meßwertanzeige erfolgt für alle Meßarten und -bereiche mit einem an das Gerät anzuschließenden Strommesser 10 mA—. Besonders geeignet ist das Drehspulinstrument 11100.00

1. Diese Bedienungsanleitung gilt sinngemäß auch für Gleichstrommeßverstärker mit Anschlußspannung 110 V \sim , Best.-Nr. 11742.90.
2. Ausgenommen Strommeßbereiche \leq 300 pA sowie Ladungsmeßbereich 300 pAs, vgl. Technische Daten.

mit Spezialmeßbereich 11100.01, der eine der Meßbereichstaffelung 3:10 des Gerätes angepaßte Doppelskala besitzt. Die Genauigkeit des Meßverstärkers (\pm 1% für Strom- und Spannungsmessungen, \pm 2% für Ladungsmessungen)² erlaubt in Verbindung mit der weithin sichtbaren Anzeige des Drehspulinstrumentes die Durchführung von demonstrativen Meßversuchen.

Bei allen Strommessungen zeichnet sich das Gerät durch den äußerst geringen Spannungsabfall von 0,1 mV am Verstärkereingang aus. Charakteristisch für alle Spannungsmessungen ist der extrem hohe Eingangswiderstand von mindestens 10^{14} Ω . Dieser erlaubt es auch, Ladungsmessungen als interne Spannungsmessungen an einem eingebauten Meßkondensator (0,1 μ F) zu realisieren; die Kondensatorentladung erfolgt dabei mit einer hinreichend großen Zeitkonstante. Diese Methode der Ladungsmessung hat gegenüber der ballistischen den Vorzug, daß die Meßwertanzeige hinreichend lange erhalten bleibt und darüber hinaus auch eine Addition von Ladungen vorgenommen werden kann. Eine Schnellentladung nach erfolgter Messung ist per Drucktaste möglich.

Der elektrische Nullpunkt ist mit einem Drehknopf einstellbar und für alle Meßarten und -bereiche gültig. Seine Temperaturdrift ist gering, sie beträgt pro Kelvin bei Spannungsmessungen 50 μ V und bei Strommessungen 0,1% des jeweiligen Meßbereiches.

Der Gleichstrommeßverstärker wird vielseitig eingesetzt, beispielsweise zur Strommessung an Fotozellen, Fotodioden, Ionisationskammer, Franck-Hertz-Rohr; ferner zur Spannungsmessung, insbesondere auch an Kondensatoren; ein weiteres wichtiges Anwendungsgebiet sind Ladungsmessungen bei elektrostatischen Versuchen.

2. FUNKTIONS- UND BEDIENELEMENTE

Der Gleichstrommeßverstärker ist in einem Stahlblechgehäuse 326 mm x 214 mm x 225 mm untergebracht. Ein in versenktem Zustand bündig mit der Gehäuseoberseite abschließender Traggriff springt bei Druck auf eines seiner Enden durch Federkraft heraus. Auf der Gehäuserückseite befindet sich ein Gerätestecker zum Anschluß an das Wechselstromnetz; eine Geräteschnur liegt bei.

Die Frontplatte des Gerätes trägt folgende Funktions- und Bedienelemente, vgl. Abb. 2:

- 1 Netzschalter mit Kontrolllampe
- 2 Eingang
- 3 Drehknopf
- 4, 5, 6.1, 6.2, 6.3 Tasten
- 7 Polung Invert. 10 mA $\approx 100 \Omega$

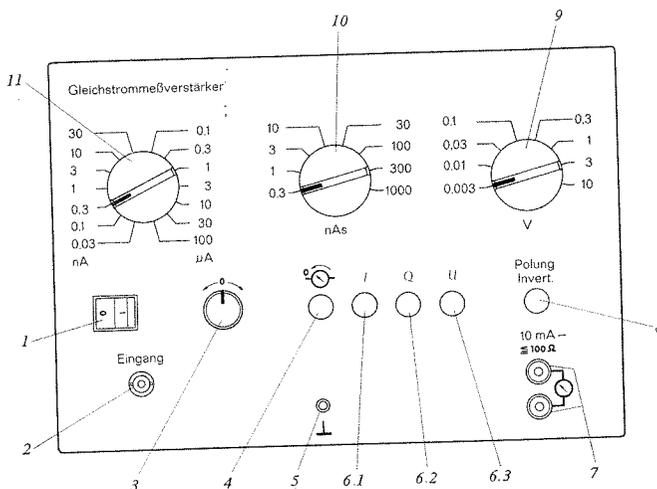


Abb. 2: Frontplatte mit bezifferten Funktions- und Bedienelementen; Erläuterungen siehe Text.

Der Eingang wird bei allen Meßarten benutzt. Zu beachten ist, daß sein Außenpol mit der Gehäusemasse und über die Geräteschnur mit der Schutzerde des Wechselstromnetzes verbunden ist.

- 3 Drehknopf $\leftarrow 0 \rightarrow$ zur elektrischen Einstellung des Zeigernullpunktes. Hierbei muß eine der drei Meßart-Tasten »I«, »U« oder »Q« gedrückt sein. Beim Übergang auf eine andere Meßart oder einen anderen Meßbereich bleibt die Nullpunkteinstellung prinzipiell erhalten; Unterschiede in der praktischen Durchführung sind im folgenden erläutert.

Nullpunkteinstellung bei gedrückter Taste »I«:

Der am Eingang liegende Außenwiderstand muß einen gewissen Mindestwert besitzen,

siehe Techn. Daten. Am einfachsten ist es, bei offenem Eingang zu arbeiten oder aber bei angeschlossener Meßschaltung in stromlosem Zustand. Die Empfindlichkeit der Nullpunkteinstellung ist in allen Strommeßbereichen gleich; in den beiden kleinsten Bereichen vergehen allerdings einige Sekunden, bis sich der Zeiger endgültig eingestellt hat.

Nullpunkteinstellung bei gedrückter Taste »U«:

Der Eingang muß durch einen Widerstand ($\leq 10 \text{ M}\Omega$) abgeschlossen sein. Am einfachsten ist es, im Kurzschluß zu arbeiten (Eingang mit kurzgeschlossenem Adapter 07542.22 versehen) oder aber bei angeschlossener Meßschaltung in stromlosem

Zustand. Die Empfindlichkeit der Nullpunkteinstellung ist um so größer, je kleiner der gewählte Spannungsmeßbereich; am empfindlichsten ist sie also im Bereich 3 mV. In den Bereichen $\geq 1 \text{ V}$ verändert ein Betätigen von Drehknopf 3 den Nullpunkt praktisch nicht. — Es sei erwähnt, daß die Einstellempfindlichkeit im Bereich 30 mV die gleiche ist wie bei den Strommeßbereichen.

Nullpunkteinstellung bei gedrückter Taste »Q«:

Die Einstellung ist bei niedergedrückter Taste 4 vorzunehmen. Der am Eingang liegende Außenwiderstand ist dabei beliebig, am einfachsten läßt man den Eingang offen. Die Empfindlichkeit der Nullpunkteinstellung ist die gleiche wie für die Spannungsmeßbereiche mit analoger Schalterstellung.

4 Taste

zum Entladen des eingebauten Meßkondensators ($0,1 \mu\text{F}$), der bei gedrückter Taste »Q« dem Eingang parallel liegt; solange Taste 4 gedrückt wird, ist der Kondensator durch einen Widerstand $330 \text{ k}\Omega$ überbrückt. Nach Freigabe der Taste bleibt die Überbrückung noch ca. 3 s erhalten.

5 Erdbuchse

Diese 4-mm-Buchse ist mit der Gehäusemasse und über die Geräteschnur mit der Schutzerde des Wechselstromnetzes verbunden³.

6 Tasten »I«, »Q«, »U«

zur Wahl der Meßart; es ist zu drücken

6.1 Taste »I« für Strommessung

6.2 Taste »Q« für Ladungsmessung

6.3 Taste »U« für Spannungsmessung.

7 Ausgang »10 mA-«

4-mm-Buchsenpaar zum Anschließen des Instrumentes für die Meßwertanzeige, vorgesehen ist ein Strommesser 10 mA- ($R; \leq 100 \Omega$); Vollausschlag entspricht dem Endwert des jeweils eingestellten Meßbereiches. Zur Anzeige geeignet ist das Drehspulinstrument 11100.00, dessen für 10 mA- ausgelegter Spezialmeßbereich 11108.01 zwei neutrale Skalen $0 \dots 3$ und $0 \dots 10$ besitzt, die der Meßbereichstaffelung des Verstärkers angepaßt sind.

8 Taste »Polung Invert«

zum Umpolen des an 7 liegenden Meßinstrumentes bei Vorzeichenumkehr von Spannung, Ladung oder Stromrichtung. Bei polrichtigem Anschluß, d. h. Pluspol (rote Buchse) des Instrumentes an rote Ausgangsbuchse, ist bei negativem Vorzeichen der Meßgröße mit gedrückter Taste, bei positivem Vorzeichen hingegen mit nichtgedrückter Taste zu arbeiten. (Ein Strom hat dabei positives Vorzeichen, wenn seine konventionelle Richtung zum Verstärkereingang hinweist.)

9 Stufenschalter

zur Wahl des Spannungsmeßbereiches; der Schalter ist funktionslos, wenn Taste »U« nicht gedrückt ist.

3. Steht zum Anschluß keine Schukosteckdose zur Verfügung, so ist Buchse 5 zu erden.

10 Stufenschalter

zur Wahl des Ladungsmeßbereiches; der Schalter ist funktionslos, wenn Taste »Q« nicht gedrückt ist.

Als Maß für die vom Meßkondensator C_M aufgenommene Ladung Q dient die Kondensatorspannung $U = Q/C_M$. Mit dem Stufenschalter wird der Meßbereich für die interne Spannungsmessung am Kondensator umgeschaltet. Beispielsweise entspricht Vollausschlag im Bereich 30 nAs einer Kondensatorspannung $U = 0,3 \text{ V}$ oder im Bereich 1000 nAs einer Spannung $U = 10 \text{ V}$.

11 Stufenschalter

zur Wahl des Strommeßbereiches; der Schalter ist funktionslos, wenn Taste »I« nicht gedrückt ist.

3. HANDHABUNG

3.1. Allgemeines

Der Gleichstrommeßverstärker wird über die mitgelieferte Geräteschnur an das Wechselstromnetz angeschlossen³. Nach dem Einschalten ist das Gerät sofort betriebsbereit.

Das Drehspulinstrument 11100.00 wird mit dem Spezialmeßbereich 10 mA , Skale $3/10$ versehen und entsprechend der Farbkennzeichnung der Buchsen an Ausgang 7 angeschlossen. Sollte der Zeigerausschlag einmal nach der falschen Richtung erfolgen, so ist das Instrument mit Taste 8 umzupolen. Die elektrische Einstellung des Zeigernullpunktes (richtiger mechanischer Nullpunkt vorausgesetzt) ist gemäß den Angaben zum Drehknopf $\leftarrow 0 \rightarrow$ in Abschn. 2 vorzunehmen. Zur Wahl der Meßart ist die entsprechende Taste »I«, »U« oder »Q« zu drücken und mit dem zugehörigen Stufenschalter der gewünschte Meßbereich einzustellen. Sofern die Größenordnung des Meßwertes nicht bekannt ist, sollte man im größten Bereich beginnen und dann zu kleineren Bereichen umschalten. Überlastbarkeit bei den einzelnen Meßarten siehe »Technische Daten«.

An den Verstärkereingang ist ein abgeschirmtes BNC-Kabel (s. Material) anzuschließen, das zum Übergang auf die Meßschaltung mit dem Adapter 07542.20 und dieser noch mit dem Überwurfstecker 07542.04 zu versehen ist, vgl.

Abb. 3; je nach den Gegebenheiten kann auch der Überwurf mit Verbindungsschnur 07542.05 benutzt werden.

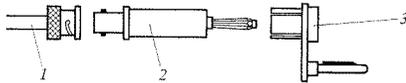


Abb. 3: Adapter zum Anschließen eines BNC-Kabels an 4-mm-Buchsenpaare; 1: BNC-Kabel, 2: Adapter 07542.20, 3: Überwurfstecker 07542.04.

Statt eines BNC-Kabels lassen sich auch die bisherigen abgeschirmten Kabel (mit 4-mm-Steckern) verwenden, wenn man die BNC-Buchse des Eingangs mit dem Adapter 07542.22 und den Kabelstecker mit dem Überwurfstecker 07542.04 versieht, vgl. Abb. 4.

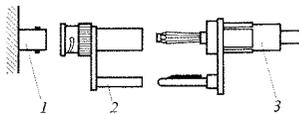


Abb. 4: Adapter zum Anschließen eines abgeschirmten Kabels mit 4-mm-Stecker an BNC-Buchsen; 1: BNC-Buchse, 2: Adapter 07542.22, 3: 4-mm-Stecker des abgeschirmten Kabels mit Überwurfstecker 07542.04.

Es ist zu beachten, daß die angeschlossene Meßschaltung durch den Verstärker geerdet wird, und zwar im Anschlußpunkt des Überwurfsteckers; bei bereits geerdeten Schaltungen muß dieser an den Erdpunkt gelegt werden. Soll der Meßverstärker an zwei weit auseinanderliegende Punkte der Meßschaltung angeschlossen werden, so kann es bequemer sein, statt der Kabelabschirmung eine gesonderte Erdleitung zu benutzen, wozu man eine Verbindungsschnur an die Erdbuchse 5 anschließt; in bereits geerdeten Schaltungen kann u. U. auf diese Erdleitung verzichtet werden.

3.2. Strommessung

Man drücke Taste »I« und wähle mit Stufenschalter 11 den geeigneten Meßbereich. Den Anschluß der Meßschaltung zeigen die Abb. 5 und 6.

Damit der Verstärker korrekt arbeitet, muß der Widerstand des äußeren Stromkreises einen Mindestwert besitzen, für den als Richtwert der dreihundertfache Innenwiderstand des jeweiligen Meßbereiches gelten kann, s. Tabelle in »Technische Daten«. Bei zu kleinem Stromkreiswiderstand ergibt sich ein Nullausschlag sowie eine gewisse Instabilität des Verstärkers,

die um so größer werden, je weiter der Mindestwiderstand unterschritten ist. Bis zu einem Fünftel des Richtwertes reicht die Stabilität im allgemeinen aus, um noch mit dem Verstärker arbeiten zu können; der Nullausschlag ist mit Stellknopf 3 zu eliminieren.

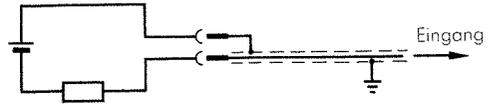


Abb. 5: Prinzipschaltung zur Strommessung mit Kabelabschirmung als Erdleitung.



Abb. 6: Prinzipschaltung zur Strommessung mit gesonderter Erdleitung.

3.3. Spannungsmessung

Man drücke Taste »U« und wähle mit Stufenschalter 9 den geeigneten Meßbereich. Den Anschluß der Meßschaltung zeigen die Abb. 7 und 8.

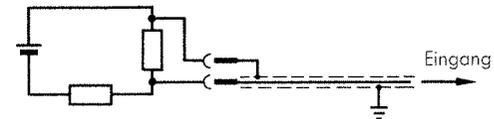


Abb. 7: Prinzipschaltung zur Spannungsmessung mit Kabelabschirmung als Erdleitung.

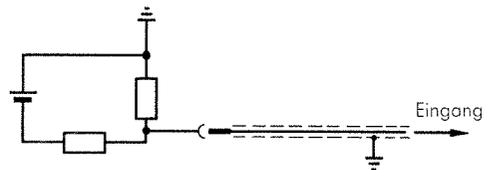


Abb. 8: Prinzipschaltung zur Spannungsmessung mit gesonderter Erdleitung.

Bei offenem Eingang tritt – insbesondere in den kleinsten Meßbereichen – ein gewisser Zeigerausschlag auf, hervorgerufen durch eine interne Aufladung der Eingangskapazität; die Spannungsmessung bei angeschlossener Meßschaltung wird hierdurch nicht beeinträchtigt.

3.3.1. Hinweise zur Messung an Kondensatoren und hohen Widerständen.

Die Arbeitsweise des im Gerät benutzten Operationsverstärkers bedingt, daß am Verstärkereingang ein kleiner Strom $I_E \leq 3 \cdot 10^{-13}$ A fließt. Dieser verursacht an einem angeschlossenen Außenwiderstand R_a eine Spannung $\Delta U = I_E \cdot R_a$, die sich jedoch wegen der Kleinheit von I_E nur bei sehr großem R_a praktisch bemerkbar macht. Für $R_a \leq 10^8 \Omega$ beträgt ΔU maximal 0,03 mV, erreicht also selbst im kleinsten Meßbereich 3 mV höchstens 1% des Meßbereichendwertes (MBE); im Meßbereich 10 V gilt das entsprechende für Außenwiderstände bis zu $3 \cdot 10^{11} \Omega$. Dabei ist die allgemeine Bedingung, daß der Innenwiderstand eines Spannungsmessers groß gegen R_a sein muß, bei dem hohen Eingangswiderstand des Meßverstärkers ($R_E \geq 10^{14} \Omega$) ebenfalls erfüllt.

Bei Spannungsmessungen an Kondensatoren sollte deren Kapazität C wenigstens $0,1 \mu\text{F}$ betragen, damit sie durch die Eingangskapazität des Verstärkers nicht wesentlich verfälscht wird. Kleine Fehlerquellen, die eine unbeabsichtigte Entladung des Kondensators bewirken, sind einmal der über den Eingangs- und Isolationswiderstand R abfließende Strom I_R und zum andern der Eingangsstrom $I_E \leq 3 \cdot 10^{-13}$ A des Meßverstärkers. Wird die Kondensatorspannung während des Auf- oder Entladens gemessen, so muß der dabei fließende Strom groß gegen I_R und I_E sein, was wegen der Kleinheit dieser Ströme in den praktisch vorkommenden Fällen stets erfüllt sein wird. Auch bei der Spannungsmessung an einem isolierten Kondensator läßt sich I_R fast immer vernachlässigen; die Wirkung des Eingangsstromes hingegen kann sich in den kleineren Meßbereichen besonders bei niedrigen Kapazitäten bemerkbar machen. Die durch I_E in der Zeitspanne t verursachte Änderung der Kondensatorspannung beträgt $\Delta U = I_E \cdot t / C$; je nach Ladungsvorzeichen nimmt die Kondensatorspannung dadurch zu oder ab. Für Kondensatoren $C \geq 1 \mu\text{F}$ ergibt sich beispielsweise in $t = 100$ s eine Spannungsänderung $\Delta U \leq 0,03$ mV, das sind also selbst im kleinsten Meßbereich 3 mV höchstens 1% MBE. Für Kondensatoren $C = 0,1 \mu\text{F}$ vollzieht sich die entsprechende Spannungsänderung zwar bereits in 10 s, was aber noch bequem zum Ablesen des Meßwertes ausreicht. In der Praxis wird ohnehin meist mit höheren

4. Der kleine interne Eingangsstrom I_E (vgl. Abschn. 3.3) bewirkt eine langsame Aufladung des Meßkondensators, die sich insbesondere im kleinsten Meßbereich bemerkbar macht; hier sollte deshalb das Addieren von Ladungen in einer möglichst kurzen Zeitspanne erfolgen.

Spannungsbereichen gearbeitet, so daß eine Aufladung um 1% MBE erst in wesentlich längeren Zeitspannen erfolgt, z. B. für $C = 0,1 \mu\text{F}$ im Meßbereich 3 V erst in 10^4 s.

3.4. Ladungsmessung

Man drücke Taste »Q« und wähle mit Stufenschalter 10 den geeigneten Meßbereich. Bei der elektrischen Nullpunkteinstellung ist Taste 4 gedrückt zu halten.

Zur Ladungsmessung ist die benutzte Kapazität zunächst an einer geerdeten Spannungsquelle aufzuladen, ggf. über einen Sicherheitswiderstand 10 bis 50 M Ω . Für einen Kondensator zeigt dies Abb. 9; bei einem isolierten Leiter, z. B. einer Konduktorkugel, entspricht die auf Erdpotential liegende Umgebung der geerdeten Kondensatorplatte. Ein Versuchsaufbau zur Ladungsmessung ist in Abb. 10 dargestellt.

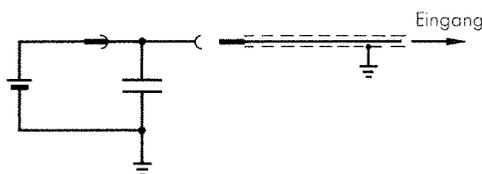
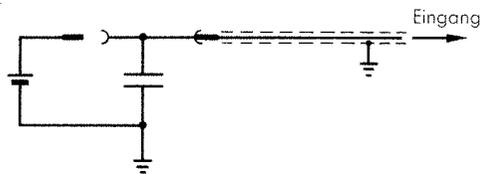
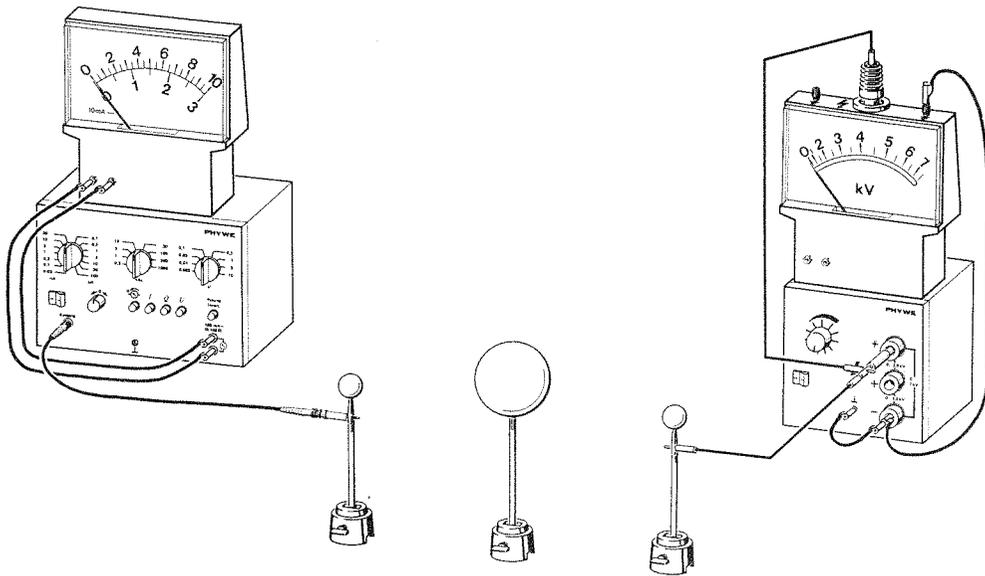


Abb. 9: Prinzipschaltung zur Ladungsmessung. Oben: Aufladen des Kondensators; unten: Abnehmen der Kondensatorladung.



Nachdem die spannungsführende Leitung wieder von der Kapazität gelöst ist, wird mit dem Stecker des zum Meßverstärker führenden Kabels die aufgebrauchte Ladung abgenommen. Zuvor überzeuge man sich nochmals, daß der eingebaute Meßkondensator ($0,1 \mu\text{F}$) ladungsfrei ist und entlade ihn ggf. mit Taste 4. Es ist zweckmäßig, das abgeschirmte Kabel an einem Isolierstiel zu halten, der noch mit einer kleinen Konduktorkugel versehen werden kann; zum Abstellen eignet sich ein Tonnenfuß. Sollen auf den Meßkondensator mehrmals nacheinander Ladungen aufgebracht und dort addiert werden⁴, so darf man zwischendurch Taste 4 nicht drücken.

Damit die auf dem Kondensator sitzende Ladung möglichst vollständig abgenommen wird, muß seine Kapazität C_a klein gegen die Kapazität C_M des Meßkondensators sein; man kann



also praktisch mit Kapazitäten $C_a \leq 1 \text{ nF}$ arbeiten. Bei größeren Kapazitäten C_a wird nur ein mehr oder weniger großer Anteil Q' der Gesamtladung Q abgenommen. Die Ladung Q errechnet sich aus dem vom Meßgerät angezeigten Wert Q' durch Multiplikation mit einem Korrekturfaktor:

$$Q = \left(1 + \frac{C_a}{C_M}\right) \cdot Q'$$

4. TECHNISCHE DATEN

Die Angaben sind Richt- und keine Garantiewerte; sie gelten für Umgebungstemperatur 25°C und rel. Luftfeuchte $\leq 50\%$.

Strommessung

Meßbereich	R_E ca.	min. R_a ca.	max. k_U
100 μA	1 Ω	300 Ω	400
30 μA	3 Ω	1 $\text{k}\Omega$	700
10 μA	10 Ω	3 $\text{k}\Omega$	1200
3 μA	33 Ω	10 $\text{k}\Omega$	2300
1 μA	100 Ω	30 $\text{k}\Omega$	4000
300 nA	330 Ω	100 $\text{k}\Omega$	5000
100 nA	1 $\text{k}\Omega$	300 $\text{k}\Omega$	5000
30 nA	3,3 $\text{k}\Omega$	1 $\text{M}\Omega$	5000
10 nA	10 $\text{k}\Omega$	3 $\text{M}\Omega$	5000
3 nA	33 $\text{k}\Omega$	10 $\text{M}\Omega$	5000
1 nA	100 $\text{k}\Omega$	30 $\text{M}\Omega$	5000
300 pA	330 $\text{k}\Omega$	100 $\text{M}\Omega$	5000
100 pA	1 $\text{M}\Omega$	300 $\text{M}\Omega$	5000
30 pA	3,3 $\text{M}\Omega$	1 $\text{G}\Omega$	5000

R_E = Eingangswiderstand;

R_a = Außenwiderstand; k_U = Überlastfaktor.

Abb. 10: Versuchsaufbau zur Ladungsmessung an der großen Konkduktorkugel ($d=120 \text{ mm}$); als Spannungsquelle ist das Hochspannungsgerät 7 kV-, Best.-Nr. 11729.93 verwendet, als Spannungsmesser dient das Statische Voltmeter 7,5 kV, Best.-Nr. 11150.00.

Genauigkeit⁵

Meßbereiche $\geq 1 \text{ nA}$	$\pm 1\%$
Meßbereich 300 pA	$\pm 2\%$
Meßbereiche 100 pA und 30 pA	$\pm 5\%$

Spannungsabfall⁶

am Verstärkereingang 100 μV

Nullpunktdrift

Temperaturdrift	$\leq 0,1\%/K$
Langzeitdrift	$\leq 0,1\%/24 \text{ h}$

Spannungsmessung

Meßbereiche 3 mV, 10 mV, 30 mV, 100 mV, 300 mV, 1 V, 3 V, 10 V

Genauigkeit⁵

$\pm 1\%$

Eingangswiderstand

$\geq 10^{14} \Omega$

Nullpunktdrift

Temperaturdrift	$\leq 50 \mu\text{V}/K$
Langzeitdrift	$\leq 50 \mu\text{V}/24 \text{ h}$

Überlastbarkeit

max. $\pm 310 \text{ V}$

Ladungsmessung

Meßbereiche 0,3 nAs, 1 nAs, 3 nAs, 10 nAs, 30 nAs, 100 nAs, 300 nAs, 1000 nAs

5. Ohne Berücksichtigung des Meßfehlers des angeschlossenen Instrumentes.

6. Bei Vollausschlag.

Genauigkeit ⁵	
Meßbereiche ≥ 1 nAs	$\pm 2 \%$
Meßbereich 0,3 nAs	$\pm 4 \%$
Meßkondensator	
Kapazität	$C_M = 0,1 \mu\text{F} \pm 1 \%$
Isolationswiderstand	$R \geq 10^{12} \Omega$
Zeitkonstante	$R \cdot C_M = 10^5 \text{s} \approx 28 \text{h}$
Eigenaufladung	$\pm 18 \text{pAs/min}$
Max.	
Kondensatorspannung	$\pm 200 \text{V}$
Allgemeines	
Eingang	BNC-Buchse
Int. Eingangsstrom	$I_E \leq 3 \cdot 10^{-13} \text{A}$
Temperaturdrift von I_E	$10 \%/K$
Ausgang	4-mm-Buchsenpaar für Strommesser $10 \text{mA} - / \leq 100 \Omega$
Gehäusemaße in mm	326 x 214 x 225
Gewicht	5,4 kg

5. MATERIAL

Bezeichnung	Best.-Nr.	St.
Gleichstrommeßverstärker mit 1 Adapter 07542.22		
Anschlußspannung 220 V \sim	11742.93	1
Anschlußspannung 110 V \sim	11742.90	
Drehspulinstrument	11100.00	1
Meßbereich 10 mA $-$, mit Skale 3/10	11108.01	1
Abgeschirmtes Kabel BNC, $l = 750 \text{mm}$	07542.11	1
Adapter BNC-Buchse/4-mm-Stecker	07542.20	1
Überwurfstecker	07542.04	1
Überwurf m. Verbindungsschnur	07542.05	1
Tonnenfuß PASS	02006.55	1
Isolierstiel	06021.00	1
Konduktorkugel, $d = 20 \text{mm}$	06236.00	1

5. Ohne Berücksichtigung des Meßfehlers des angeschlossenen Instrumentes.