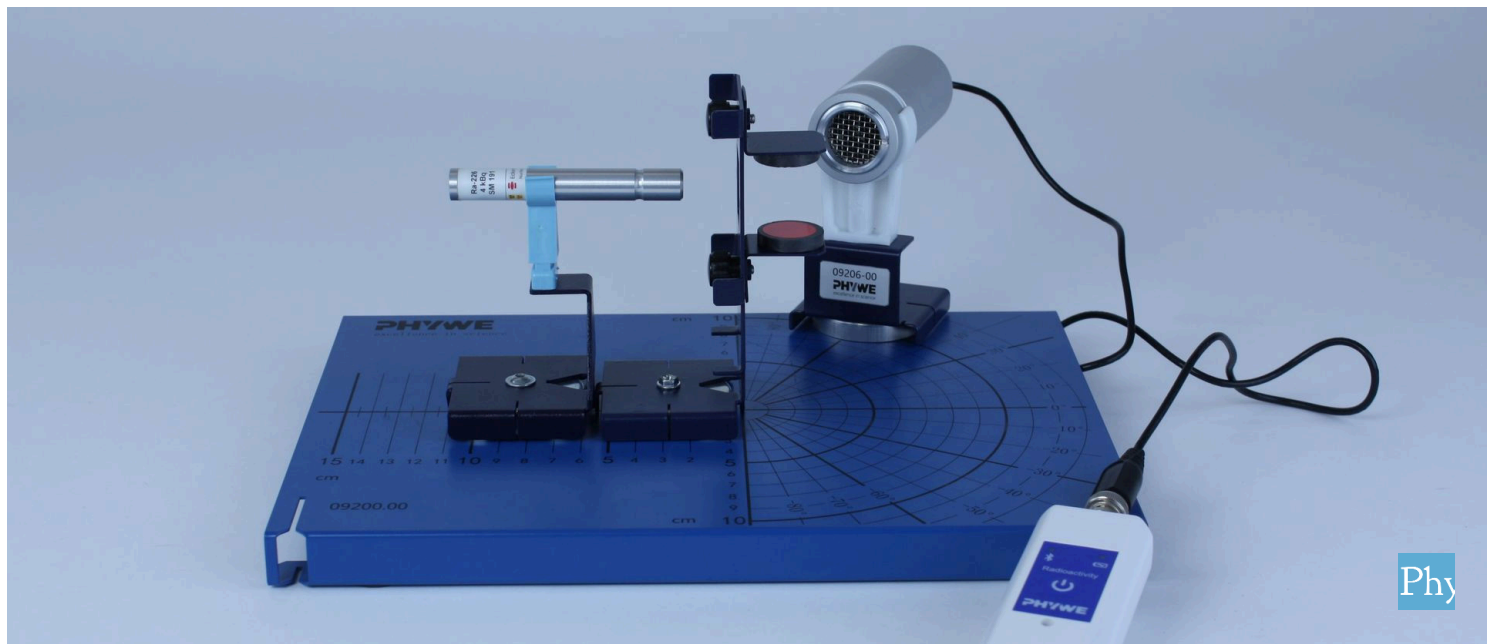


Ablenkung von Beta-Strahlen im Magnetfeld mit Cobra SMARTsense



Physik

Moderne Physik

Radioaktivität



Schwierigkeitsgrad

mittel



Gruppengröße

2



Vorbereitungszeit

10 Minuten



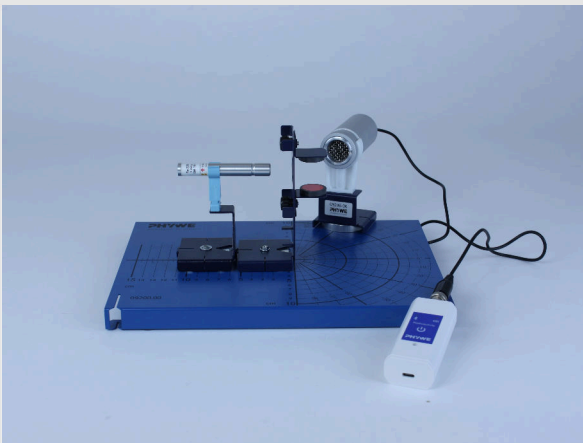
Durchführungszeit

10 Minuten



Lehrerinformationen

Anwendung



Abschirmung radioativer Strahlung

Auf β -Teilchen, die sich senkrecht zur Feldrichtung eines Magneten bewegen, wirkt die Lorentzkraft. Bei konstanter Geschwindigkeit und Magnetfeldstärke bewegen sich die β -Teilchen im Feldbereich auf einer Kreisbahn, deren Bahnradius von ihrer Geschwindigkeit und der magnetischen Feldstärke abhängt.

Da die β -Teilchen ein kontinuierliches Energiespektrum aufweisen, werden sie durch ein Magnetfeld unterschiedlich stark abgelenkt. Dadurch ist es möglich, die Anteile der verschiedenen Energiewerte experimentell zu bestimmen, indem beispielsweise die für vorgegebene Bahnradien bestimmten Zählraten Z als Funktion der magnetischen Flussdichte B ausgewertet werden.

Sonstige Lehrerinformationen (1/3)

PHYWE
excellence in science

Vorwissen



Als Vorwissen sollten die Schüler Begriffe wie Zählrate, Nullrate sowie den Umgang mit dem Geiger-Müller-Zählrohr beherrschen. Des Weiteren sollten die unterschiedlichen Strahlungsarten bekannt sein, oder mithilfe dieses Experiments erarbeitet werden. Außerdem sollten das Magnetfeld, die resultierenden Kräfte in einem Magnetfeld sowie bewegte Ladungen im Magnetfeld bekannt sein.

Prinzip



Mithilfe einer Winkelskala wird die Ablenkung von Betastrahlen im Magnetfeld untersucht.

Sonstige Lehrerinformationen (2/3)

PHYWE
excellence in science

Lernziel



In diesem Experiment können verschiedene Erkenntnisse vermittelt werden:

- β -Strahlen bestehen aus elektrisch geladenen Teilchen, weil sie von einem Magneten abgelenkt werden.
- Da die Richtung der Ablenkung entgegengesetzt zu der nach der Dreifingerregel zu erwartenden Richtung erfolgt, haben β -Teilchen eine negative Ladung.
- Die Ablenkung ist umso größer, je stärker das magnetische Feld ist. Bei Änderung der Feldrichtung erfolgt auch die Ablenkung in die entgegengesetzte Richtung.
- Die β -Teilchen haben unterschiedliche Energiewerte, weil sie verschieden stark abgelenkt werden.

Sonstige Lehrerinformationen (3/3)

PHYWE
excellence in science

Aufgaben



Die Schüler untersuchen die Ablenkung von Betastrahlen im Magnetfeld, indem das Geiger-Müller-Zählrohr auf der Winkelskala der Aufbauplatte verschoben und die Impulsrate detektiert wird.

Sicherheitshinweise (1/3)

PHYWE
excellence in science

Bei diesem Versuch werden zufriedenstellende Ergebnisse nur erzielt, wenn bei Aufbau und Durchführung recht sorgfältig vorgegangen wird. Auf folgende Bedingungen ist besonders zu achten:

- Das Magnetfeld soll sich im Mittelpunkt der Winkeinteilung befinden.
- Die Austrittsöffnung der Strahlenquelle soll vor den Magnetpolen liegen.
- Der Abstand zwischen Strahlenquelle und Zählrohrfenster darf sich bei der Verschiebung des Zählrohres auf der Winkelskala auf keinen Fall verändern, weil dies zu starken Abweichungen der Zählraten führen würde. Um auch eine Verschiebung des Zählrohres im Zählrohrhalter zu vermeiden, sollte die Lage des Zählrohres im Halter markiert werden.
- Die Zählrohrachse verläuft radial, wenn beide Marken des Zählrohrhalters auf die gleiche Winkelmarkierung zeigen.

Sicherheitshinweise (2/3)

PHYWE
excellence in science

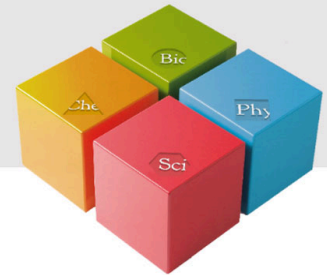
Bei diesem Versuch werden zufriedenstellende Ergebnisse nur erzielt, wenn bei Aufbau und Durchführung recht sorgfältig vorgegangen wird. Auf folgende Bedingungen ist besonders zu achten:

- Bei der vorgeschlagenen Messzeit von 60 s werden für eine Messreihe 19 Minuten benötigt. Falls diese Zeit nicht zur Verfügung steht, kann auch eine kürzere Messzeit von 10 Sekunden gewählt werden; es sollten dann jedoch wegen der höheren statistischen Unsicherheit 3 Messungen für jede Winkeleinstellung durchgeführt und die Mittelwerte ausgewertet werden.
- Es wird empfohlen diesen Versuch mit dem Geiger-Müller-Zählrohr, Typ B (Bestell-Nr. 09005-00) durchzuführen. Das Geiger-Müller-Zählrohr, 45 mm (Bestell-Nr. 09007-00) detektiert auf Grund des großen Durchmessers einen sehr großen Winkelbereich, sodass ein zufriedenstellendes Ergebnis nicht erzielt werden kann.

Sicherheitshinweise (3/3)

PHYWE
excellence in science

- Für diesen Versuch gelten die allgemeinen Hinweise zum sicheren Experimentieren im naturwissenschaftlichen Unterricht.
- Die Aktivität der verwendeten Strahlungsquelle ist mit 3 kBq recht gering, dennoch sollte die Quelle nur für die Dauer der Versuchsdurchführung aus dem Aufbewahrungsbehälter entnommen werden.
- Die allgemein gültigen Regeln zum Umgang mit radioaktiven Präparaten gemäß der Strahlenschutzverordnung müssen beachtet werden.



Schülerinformationen

Motivation

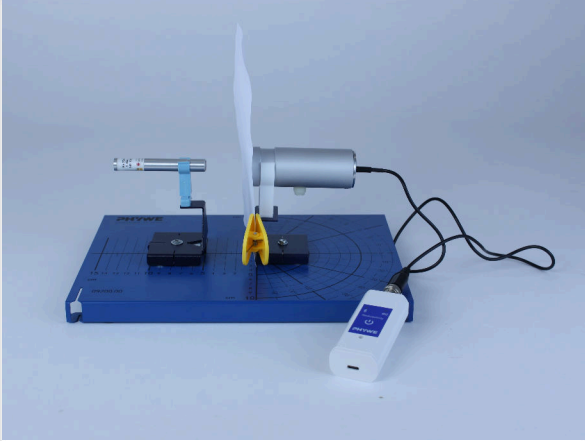


In einer Nebelkammer nachgewiesenen Partikelspuren zeigen gekrümmte Bahnen für einige Teilchen

In Nebelkammern können energetische Teilchen vieler Arten visuell nachgewiesen werden. Neben hochenergetischer kosmischer Strahlung kann man unter anderem auch radioaktive Teilchenspuren sehen. In einem Magnetfeld sind Viele dieser Spuren sind gekrümmt und zeigen kein gradliniges Verhalten.

In diesem Versuch wollen wir das Verhalten von Betateilchen in einem Magnetfeld untersuchen.

Aufgaben



Versuchsaufbau mit einem Blatt Papier im Strahlengang

- Protokolliere die Impulsrate eines β -Strahlers für verschiedene Reichweiten zunächst in der Luft und dann mit einem Blatt Papier im Strahlengang
- Vergleiche die Messreihen und schließe auf die Reichweite von β -Teilchen.
- Erkläre, wodurch die Reichweite in der Luft bestimmt wird.

Material

Position	Material	Art.-Nr.	Menge
1	Cobra SMARTsense - Radioactivity (Bluetooth + USB)	12937-01	1
2	Aufbauplatte zur Radioaktivität	09200-00	1
3	Zählrohrhalter auf Haftmagnet	09201-00	1
4	Präparatehalter auf Haftmagnet	09202-00	1
5	Plattenhalter auf Haftmagnet	09203-00	1
6	Ablenkmagnete für Plattenhalter, 2 Stück	09203-02	1
7	Präparat Radium-226, max. 4,0 kBq	09041-00	1
8	measureAPP - die kostenlose Mess-Software für alle Endgeräte	14581-61	1

Aufbau (1/4)

PHYWE
excellence in science

Zur Messung der Radioaktivität wird der Cobra SMARTsense und die measureAPP benötigt. Die App kann im App Store kostenlos heruntergeladen werden - QR-Codes siehe unten. Kontrolliere, ob an deinem Gerät (Tablet, Smartphone) Bluetooth aktiviert ist.



measureAPP für Android
Betriebssysteme



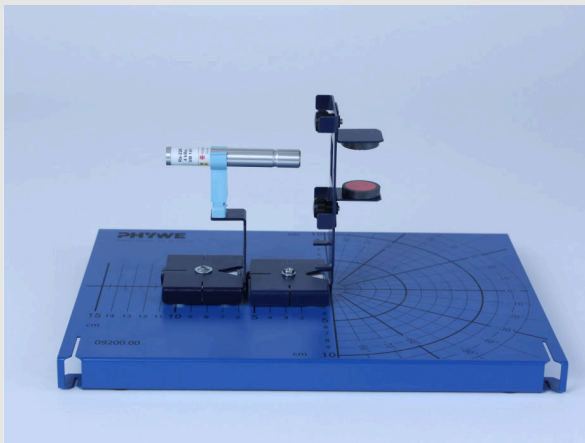
measureAPP für iOS
Betriebssysteme



measureAPP für Tablets / PCs mit
Windows 10

Aufbau (2/4)

PHYWE
excellence in science

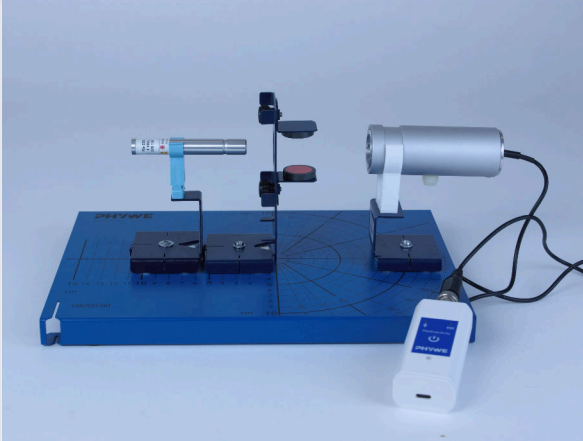


Aufbau mit installiertem Präparathalter
und Ablenkmagneten

- Befestige die Ablenkmagnete mithilfe der Rändelschrauben am Plattenhalter. Der Abstand der Magnete soll 2 cm betragen.
- Setze den Plattenhalter auf die Aufbauplatte. Der Mittelpunkt der Ablenkmagnete soll sich genau über dem Mittelpunkt der Winkelskala befinden.
- Spanne das Präparat in den Präparathalter und setze den Präparathalter auf die Aufbaufläche. Verschiebe den Halter, bis sich die Strahlenaustrittsöffnung genau über der Vorderkante des Präparats befindet.

Aufbau (3/4)

PHYWE
excellence in science

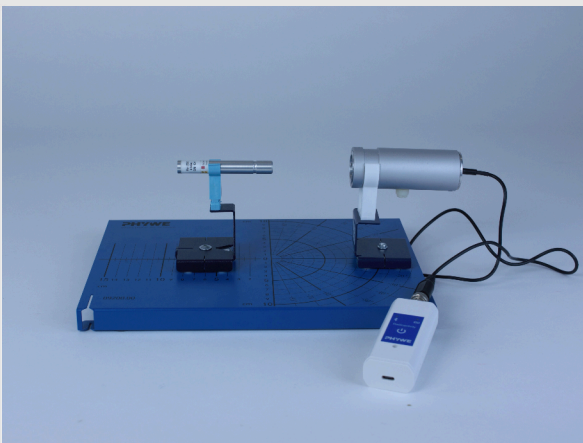


Versuchsaufbau ohne Absorbermaterial im Strahlengang

- Spanne das Geiger-Müller-Zählrohr in den Zählrohrhalter ein, stelle es so auf die Aufbauplatte, dass der Rand des Zählrohrhalters auf dem Schnittpunkt der 0° -Winkelleinteilung und den Kreisbogen mit dem Radius $r = 5$ cm zeigt.
- Verbinde das Geiger-Müller-Zählrohr mit der Sensoreinheit.

Aufbau (4/4)

PHYWE
excellence in science

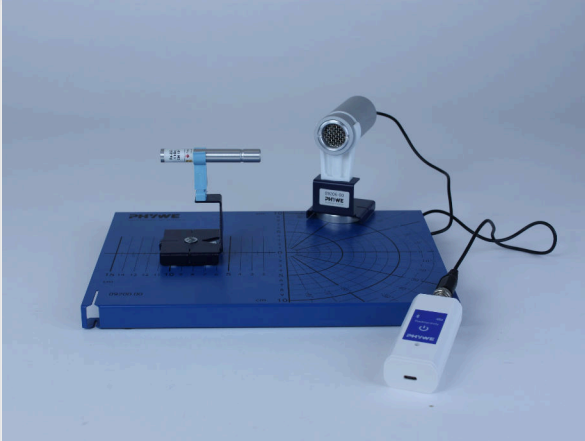


Versuchsaufbau ohne Ablenkmagneten im Strahlengang

- Entferne nun den Plattenhalter von der Aufbauplatte ohne die Strahlenquelle zu verschieben.
- Verbinde den Sensor mit der PHYWE Measure App auf dem Tablet, indem der Bluetooth Knopf 3 s lang gedrückt wird. Dann kann in der App der Radioaktivitätssensor ausgewählt werden.

Durchführung (1/3)

PHYWE
excellence in science

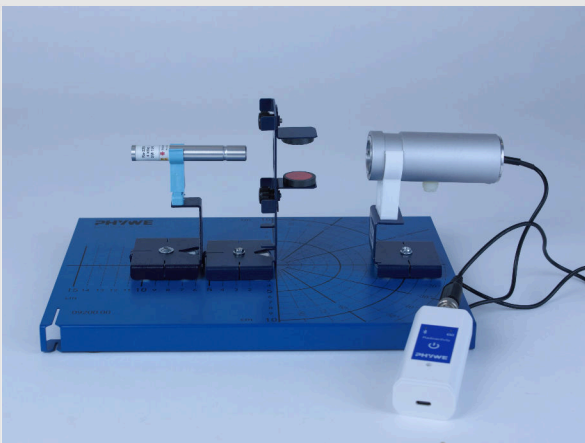


Versuchsaufbau mit Detektor in -90° Position

- Notiere den ersten Messwert in der Tabelle im Protokoll. Verschiebe den Zählrohrhalte auf die 10° -Teilung der Winkelskala; Der Abstand Zählrohr zur Strahlungsquelle darf sich nicht ändern!
- Wiederhole die Messungen für die Winkelwerte $+90^\circ$ und -90° in 10° -Schritten.

Durchführung (2/3)

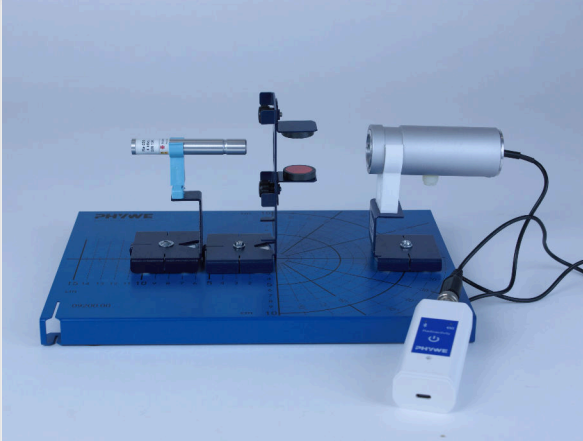
PHYWE
excellence in science



Versuchsaufbau mit Ablenkmagneten und Detektor in 0° Position

- Setze den Plattenhalter mit den Ablenkmagneten vorsichtig so auf die Aufbauplatte, dass sich die Magneten über dem Mittelpunkt der Winkelskala befinden. Achte darauf, die Strahlenquelle und das Zählrohr nicht zu verschieben.
- Bestimme nun die Zählraten für alle vorherigen Winkelwerte unter dem Einfluss des Ablenkmagneten; trage auch diese Messwerte in der Tabelle im Protokoll ein.

Durchführung (3/3)

PHYWE
excellence in science

Versuchsaufbau mit Ablenkmagneten und Detektor in 0° Position

- Wiederhole die Messreihe, nachdem die Lage der beiden Magnete im Plattenhalter vertauscht wurde.
- Wiederhole die Messreihe mit einem geringeren Abstand der Ablenkmagneten.
- Lege die Strahlungsquelle in den Aufbewahrungsbehälter zurück.

PHYWE
excellence in science

Protokoll

Beobachtung (1/2)

Notiere die Messwerte für die Messung ohne und mit installierten Magneten.

Winkel	-90°	-80°	-70°	-60°	-50°	-40°	-30°	-20°	-10°
Z ohne Magnet									
Z mit Magnet									

Winkel	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
Z ohne Magnet										
Z mit Magnet										

Beobachtung (2/2)

Notiere die Messwerte für die Messung mit getauschten Magneten, sowie mit verringertem Magnetenabstand.

Winkel	-90°	-80°	-70°	-60°	-50°	-40°	-30°	-20°	-10°
Z getauscht									
Z ver. Abst.									

Winkel	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
Z getauscht										
Z ver. Abst.										

Aufgabe 1

PHYWE
excellence in science

Wo wird die höchste Impulsrate ohne Magnet gemessen?

- Im negativen Bereich der Winkelskala.
- Ungefähr bei 0°
- Im positiven Bereich der Winkelskala

Überprüfen

Was passiert, wenn man ein Magnetfeld in den Strahlengang bringt?

- Es hat keine Auswirkung auf die Strahlung.
- Strahlung wird absorbiert.
- Die Strahlung wird abgelenkt.

Überprüfen

Aufgabe 2

PHYWE
excellence in science

Was passiert, wenn man die Magneten tauscht?

- Die Auslenkung wird stärker.
- Die Auslenkungsrichtung ändert sich.
- Die Auslenkung bleibt gleich.

Überprüfen

Was passiert, wenn man den Abstand der Magneten verringert wird?

- Die Auslenkung wird stärker.
- Die Auslenkung wird geringer.
- Es hat keine Auswirkung auf die Strahlung.


Überprüfen

Folie	Punktzahl/Summe
Folie 23: Mehrere Aufgaben	0/2
Folie 24: Mehrere Aufgaben	0/2

Gesamtsumme  0/4

 Lösungen

 Wiederholen

 Text exportieren