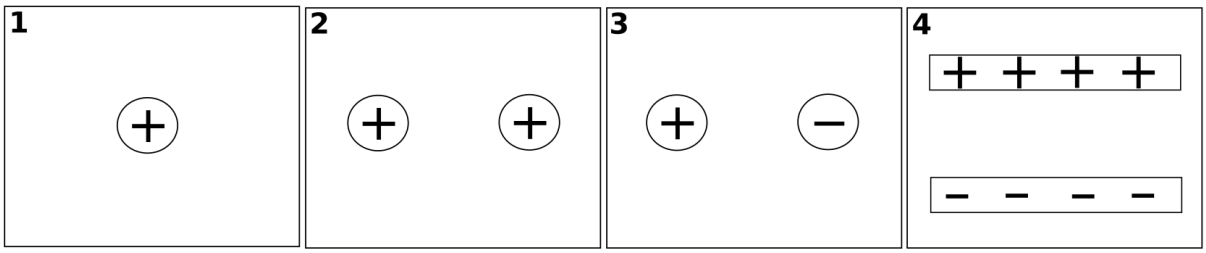
Klausur 1 - LK (135 Min.)
Hilfsmittel: GeoGebra, Formelsammlung

Name: _____

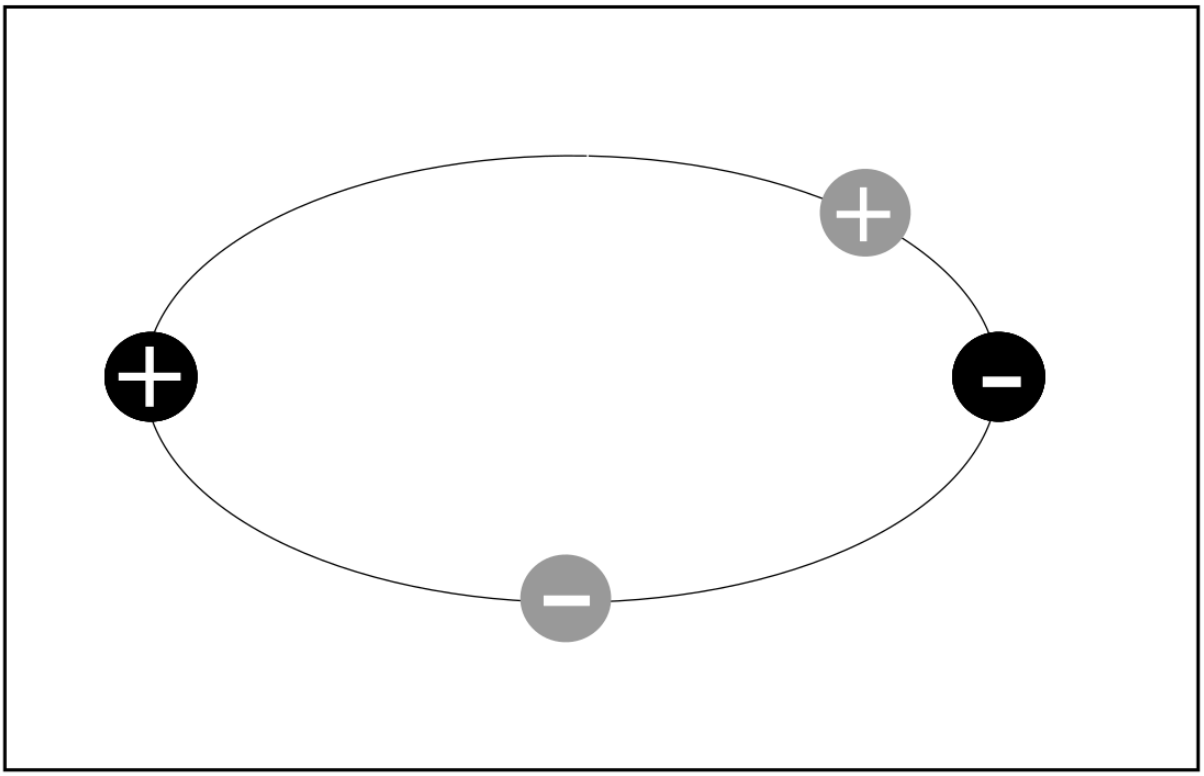
Hinweis: Achten Sie bei den Rechenaufgaben auf einen Antwortsatz und bei allen Rechnungen auf die korrekten Einheiten! Jegliche Reibung wird bei den Aufgaben vernachlässigt!

Aufgabe 1 – Elektrische Felder (12 Punkte)

a) Skizzieren Sie die elektrischen Felder und deren Richtung für die folgenden vier Beispiele unter Beachtung der Eigenschaften von elektrischen Feldlinien. (4 Punkte)

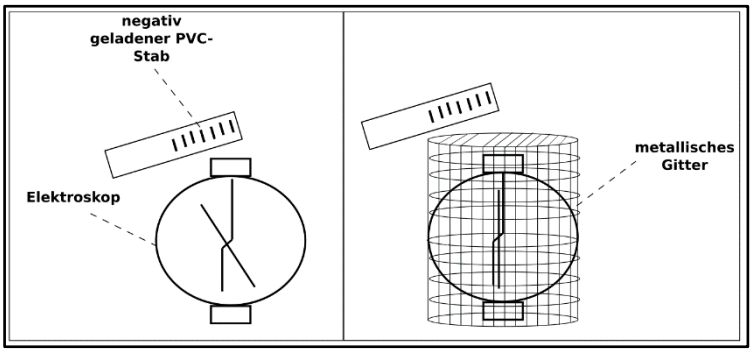


b) In einem elektrischen Feld zweier ungleichnamiger Punktladungen (schwarz) sind zwei Probeladungen (grau) eingebracht. Zeichnen Sie jeweils die beiden einzelnen Kräfte ein, die auf die Probeladungen wirken, sowie die resultierende Kraft. (6 Punkte)



c) Erläutern Sie anhand der Zeichnung das Superpositionsprinzip. (2 Punkte)

Aufgabe 2 - Elektrostatik (12 Punkte)



a) In einem Versuch wird zunächst ein negativ geladener PVC-Stab über ein Elektroskop gehalten. Erklären Sie die den Ausschlag des Zeigers. (3 Punkte)

b) Im Anschluss wird der PVC-Stab *(ohne das Elektroskop berührt zu haben)* wieder entfernt. Beschreiben Sie was passiert und erklären Sie warum. (3 Punkte)

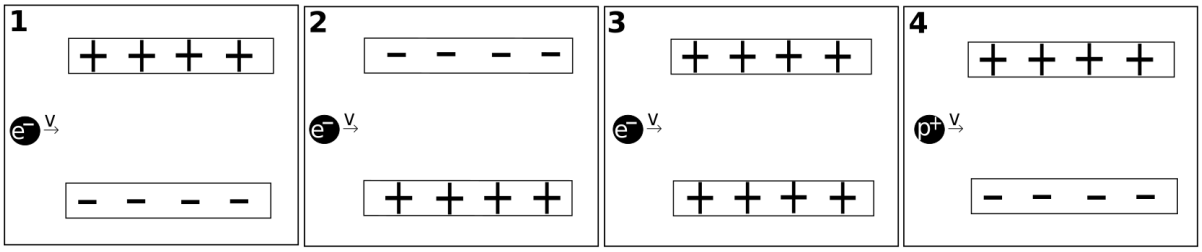
c) Im nächsten Schritt wird ein metallisches Gitter über das Elektroskop gestülpt und der negativ geladene PVC-Stab direkt über das Gitter gehalten. Erklären Sie, warum das Elektroskop nicht ausschlägt. (4 Punkte)

d) Im letzten Schritt soll nachgewiesen werden, ob der PVC-Stab wirklich negativ geladen ist und nicht positiv. Erläutern Sie eine Möglichkeit, die Ladung des PVC-Stabs zu bestimmen. (2 Punkte)

Aufgabe 3 – Ablenkung elektrisch geladener Teilchen in elektrischen Feldern (39 Punkte)

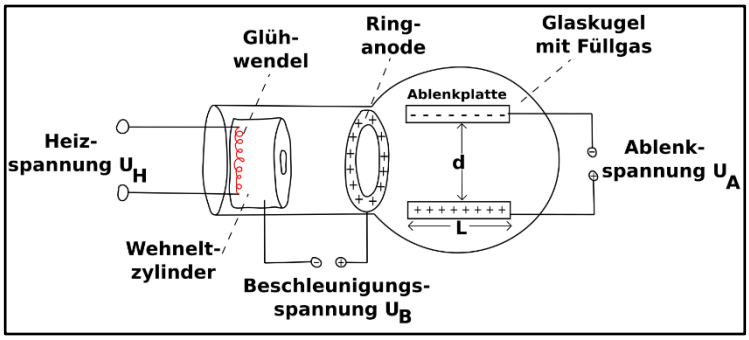
Bei dieser Aufgabe steht die Ablenkung von elektrisch geladenen Teilchen, insbesondere von Elektronen, in elektrischen Feldern im Fokus. Gravitationseinflüsse werden dabei nicht berücksichtigt. In den Abbildungen 1 bis 4 werden verschiedene Teilchen mit einer festgelegten Anfangsgeschwindigkeit v in elektrische Felder eingeführt.

a) Skizzieren Sie für alle vier Szenarien die resultierenden Bahnformen der Teilchen in den Feldern. (4 Punkte)



Im folgenden Abschnitt wird die Ablenkung eines Elektronenstrahls in elektrischen Feldern untersucht. Hierfür wird die Anordnung gemäß der folgenden Abbildung verwendet.

b) Beschreiben Sie detailliert, die Funktionen der folgenden Elemente des Experiments: Heizspannung U_H, Glühwendel, Ringanode, Beschleunigungsspannung U_B, Füllgas und Ablenkspannung U_A. (6 Punkte)



c) Erläutern Sie, aus welchen Komponenten sich die Bewegung der Elektronen im homogenen elektrischen Feld des Plattenkondensators zusammensetzt. (2 Punkte)

d) Leiten Sie eine allgemeine Gleichung für die Bahnkurve der Elektronen <u>im homogenen elektrischen Feld</u> her. *Hinweis: Der Einfluss der Gravitation auf die Elektronen soll hier vernachlässigt werden.* (5 Punkte)

Kontrollergebnis: $y = \frac{e \cdot U}{2 \cdot m \cdot d \cdot v_0^2} \cdot x^2$

e) Bestimmen Sie die Geschwindigkeit, die ein freies Elektron beim Erreichen der Ringanode besitzt, wenn zwischen dem Wehneltzylinder und der Ringanode eine Beschleunigungsspannung U_B von 200 V angelegt wird. (4 Punkte)

Hinter der Anode fliegen die Elektronen durch ein Paar von Ablenkplatten *(Plattenkondensator)*, die einen Abstand von d = 4 cm und eine Länge von L = 4 cm besitzen. Zwischen den Ablenkplatten beträgt die Ablenkspannung U_A = 50 V.

f) Berechnen Sie die Zeit, die ein Elektron für den Durchlauf durch den Plattenkondensator benötigt. (4 Punkte)

g) Berechnen Sie die Geschwindigkeit der Elektronen in y-Richtung nach dem sie den Plattenkondensator durchlaufen haben. (4 Punkte)

h) Bestimmen Sie den Winkel *(gegen die ursprüngliche Ausbreitungsrichtung),* unter dem die Elektronen den Kondensator verlassen. (4 Punkte)

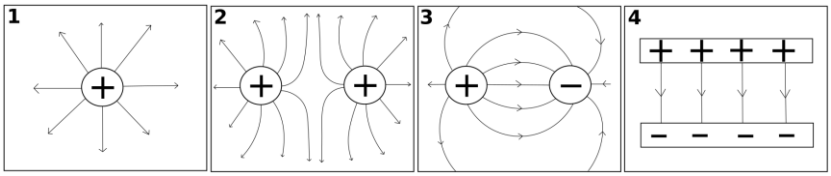
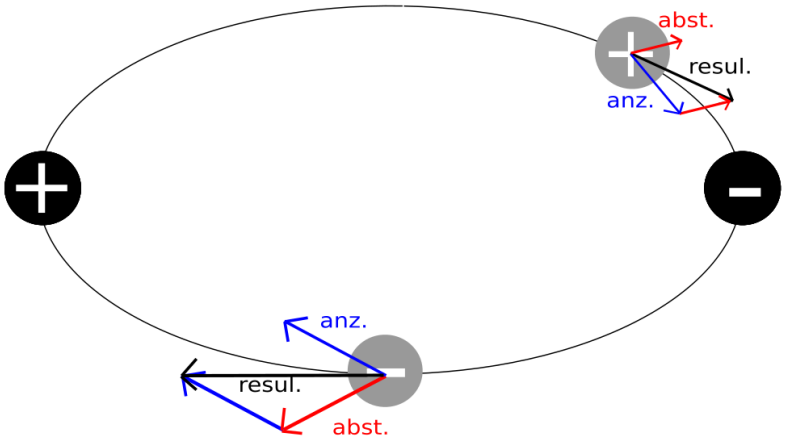
Anschließend erfolgt die Untersuchung der Bahn eines solchen Elektronenstrahls im elektrischen Feld des Ablenkkondensators. In einem Experiment ermittelt man für einen bestimmten konstanten Wert der Ablenkspannung U_A die Ablenkung der Elektronen in y-Richtung am Ende des Kondensators, in Abhängigkeit von der Beschleunigungsspannung U_B.

U_B [in kV]	Ablenkung Y [in cm]
1,2	29
1,4	25
1,6	22
1,8	19
2,0	17
2,2	16
2,4	15

i) Begründen Sie unter Benutzung <u>eines geeigneten Diagramms</u> die Proportionalität

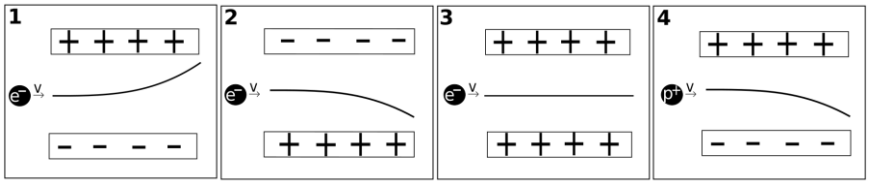
$Y \sim \frac{1}{U_B}$. (6 Punkte)

Physik Leistungskurs (Wichtrup)
Klausur Nr. 1 im Schuljahr 2023 / 2024
Bearbeitungszeit: 135 Minuten
Name des Prüflings: _____

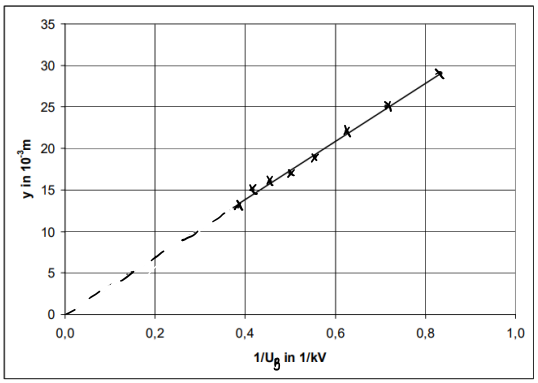
Aufgabe 1			
	Der Prüfling…	**erreichbare Punkte**	**erreichte Punkte**
a)	… skizziert die elektrischen Felder korrekt.  	4	
b)	… zeichnet jeweils die beiden einzelnen Kräfte, die auf die Probeladungen wirken, sowie die resultierende Kraft korrekt ein.  	6	
c)	… erläutert anhand der Zeichnung das Superpositionsprinzip. • Unter Superposition, auch Superpositionsprinzip, versteht man in der Physik eine Überlagerung gleicher physikalischer Größen • Die jeweils anziehende und abstoßende Kraft überlagern sich in der Zeichnung zu einer resultierenden Kraft	2	
Gesamtsumme		**12**	

Aufgabe 2			
	Der Prüfling…	**erreichbare Punkte**	**erreichte Punkte**
a)	… erklärt den Ausschlag des Zeigers korrekt. • der negativ geladenen PVC-Stab stößt einige freie Elektronen im Elektroskop nach unten • dadurch ist der untere Teil des Elektroskops (eher) negativ und der obere Teil (eher) positiv geladen • da sich gleichnamige Ladungen abstoßen, schlägt der Zeiger aus	3	

b)	… beschreibt korrekt was passiert und erklärt korrekt warum. • Der Ausschlag des Zeigers geht zurück • Die Ladungen verteilen sich wieder gleichmäßig im Elektroskop • Daher wirken keine abstoßenden Kräfte mehr	3	
c)	… erklärt, warum das Elektroskop nicht ausschlägt korrekt. • Durch den negativ geladenen PVC-Stab werden im Metallgitter einige freie Elektronen nach unten abgestoßen • Dadurch ist der untere Teil des Gitters eher negativ und der obere Teil eher positiv geladen • Dadurch bildet sich im Inneren des Käfigs ein elektrisches Feld, dass zum äußeren elektrischen Feld entgegengerichtet und betraglich gleichstark ist • Dadurch heben sich beide elektrischen Felder im Inneren des Käfigs auf und es kommt zu keiner Elektronenverschiebung im Elektroskop	4	
d)	… erläutert eine Möglichkeit, (z. B. mithilfe einer Glimmlampe) die Ladung des PVC-Stabs zu bestimmen korrekt. • Hält man eine Glimmlampe an einen stark genug geladenen Körper so leuchtet eine Seite der Glimmlampe auf. Handelt es sich um einen negativ geladenen Körper, leuchtet die Seite der Glimmlampe, an der man den geladenen Körper hält. • Handelt es sich um einen positiv geladenen Körper, leuchtet die gegenüberliegende Seite der Glimmlampe, an der man den geladenen Körper hält.	2	
Gesamtsumme		**12**	

Aufgabe 3			
	Der Prüfling…	**erreichbare Punkte**	**erreichte Punkte**
a)	… skizziert für alle vier Szenarien die resultierenden Bahnformen der Teilchen in den Feldern korrekt.  	4	

b)	… beschreiben detailliert, die Funktionen der aufgeführten Elemente des Experiments korrekt: <u>Heizspannung:</u> Die Heizspannung liegt an der Glühwendel an, sodass durch die Glühwendel elektrischer Strom fließt und diese anfängt zu glühen. <u>Glühwendel:</u> Wenn die Glühwendel heiß wird, erhalten einige freie Elektronen so viel Energie, dass sie die Wendel verlassen („Glühelektrischer Effekt“). <u>Ringanode:</u> Die Anode zieht aufgrund ihrer positiven Ladung die freien Elektronen an und beschleunigt diese. <u>Beschleunigungsspannung:</u> Die Beschleunigungsspannung lädt den Wehneltzylinder negativ und die Ringanode positiv auf. Je größer die Beschleunigungsspannung, umso schneller sind die freien Elektronen im Plattenkondensator. <u>Füllgas:</u> Das Füllgas wird durch die schnellen Elektronen angeregt und fängt an zu Leuchten. <u>Ablenkspannung:</u> Die Ablenkspannung lädt eine Platte negativ und die andere Platte positiv auf. Je größer die Ablenkspannung, umso stärker werden die freien Elektronen im Plattenkondensator abgelenkt.	6	
c)	… erläutert, aus welchen Komponenten sich die Bewegung der Elektronen im homogenen elektrischen Feld des Plattenkondensators zusammensetzt korrekt. • Die Bewegung setzt sich zum einen aus einer gleichförmigen Bewegung in X-Richtung und einer • gleichmäßig beschleunigten Bewegung in Y-Richtung zusammen.	2	
d)	… leitet eine allgemeine Gleichung für die Bahnkurve der Elektronen im homogenen elektrischen Feld korrekt her. In x-Richtung $x = v_x \cdot t$ $t = \frac{x}{v_x}$ In y-Richtung $y = \frac{1}{2} \cdot a_y \cdot t^2$ $y = \frac{1}{2} \cdot a_y \cdot \left(\frac{x}{v_x}\right)^2$ $[F = m \cdot a]$ $y = \frac{1}{2} \cdot \frac{F_{el}}{m} \cdot \left(\frac{x}{v_x}\right)^2$ $[F_{el} = E \cdot q = \frac{U}{d} \cdot q]$ $y = \frac{1}{2} \cdot \frac{U \cdot q}{d \cdot m} \cdot \left(\frac{x}{v_x}\right)^2$ $= \frac{U \cdot q}{2 \cdot d \cdot m \cdot v_x^2} \cdot x^2$ $\boxed{y = \frac{U \cdot e}{2 \cdot d \cdot m_e \cdot v_x^2} \cdot x^2}$	5	
e)	… bestimmt die Geschwindigkeit, die ein freies Elektron beim Erreichen der Anode besitzt korrekt. $v_x = \sqrt{2 \cdot \frac{e}{m_e} \cdot U_b}$ $= \sqrt{\frac{2 \cdot 1{,}602 \cdot 10^{-19}\,C \cdot 200\,V}{9{,}109 \cdot 10^{-31}\,kg}} = 8387371\,\frac{m}{s}$ Antwort: Die Geschwindigkeit beträgt 8387371 m/s.	4	

f)	… berechnet die Zeit, die ein Elektronen für den Durchlauf durch den Plattenkondensator benötigt korrekt. $t = \frac{x}{v} = \frac{0{,}04\,cm}{8387371\,\frac{m}{s}} = 4{,}77 \cdot 10^{-9}\,s$ Antwort: Die Zeit beträgt $4{,}77 \cdot 10^{-9}$ Sekunden.	4	
g)	… berechnet die Geschwindigkeit der Elektronen in y-Richtung nach dem sie den Plattenkondensator durchlaufen haben korrekt. $v_y = a_y \cdot t = \frac{U_A \cdot e}{d \cdot m_e} \cdot t = \frac{50\,V \cdot 1{,}602 \cdot 10^{-19}\,C}{0{,}04\,m \cdot 9{,}109 \cdot 10^{-31}\,kg} \cdot 4{,}77 \cdot 10^{-9}\,s$ $= 1048624\,\frac{m}{s}$ Antwort: Die Geschwindigkeit beträgt 1048624 m/s.	4	
h)	… bestimmt den Winkel (gegen die ursprüngliche Ausbreitungsrichtung), unter dem die Elektronen den Kondensator verlassen korrekt. $\tan\alpha = \frac{1048624\,\frac{m}{s}}{8387371\,\frac{m}{s}} = 0{,}125$ $\alpha = 7{,}13°$ Antwort: Der Winkel beträgt 7,13 °.	4	
i)	… begründet unter Benutzung eines geeigneten Diagramms die Proportionalität Y~ 1/Ub korrekt.  Begründung: Die Punkte liegen (nahezu) auf einer Geraden, die in Verlängerung durch den Ursprung geht. Somit gilt die Proportionalität Y~ $\frac{1}{U_B}$.	4,5 (Diagramm) 1,5 (Begründung)	
Gesamtsumme		**39**	

Darstellungsleistung:		
Der Prüfling…	**erreichbare Punkte**	**erreichte Punkte**
… gestaltet seine Arbeit formal ansprechend.	1	
… verwendet eine differenzierte und präzise (Fach-) Sprache.	1	
… gestaltet die grafischen Aspekte (Diagramme und Vektoren) ansprechend.	1	
Gesamtsumme	**3**	

Zusammenfassende Bewertung

Gesamtpunktzahl	**erreichbare Punkte**	**erreichte Punkte**	**Prozent**
Punktzahl Aufgabe 1	**12**		---
Punktzahl Aufgabe 2	**12**		---
Punktzahl Aufgabe 3	**39**		---
Punktzahl Darstellungsleistung	**3**		---
Gesamtsumme	**66**		
Note			

Note	1+	1	1-	2+	2	2-	3+	3	3-	4+	4	4-	5+	5	5-	6
Prozent	100 – 95	94 – 90	89 – 85	84 – 80	79 – 75	74 – 70	69 – 65	64 – 60	59 – 55	54 – 50	49 – 45	44 – 40	39 – 33	32 – 27	26 – 20	< 20