



Schulinternes Leistungskonzept im Fach Physik

Grundsätze und Formen der Leistungsbewertung

Das vorliegende Konzept zur Leistungsbewertung wurde auf der Basis des Kernlehrplanes Gymnasium – Physik Sek I (G8), des Schulgesetzes NRW, § 48 sowie der APO-SI § 6 und den Vorgaben für das Zentralabiturs entwickelt.

Die Kriterien der Leistungsbewertung werden den Schülern zu Beginn eines jeden Schuljahres mitgeteilt.

Lernerfolgsüberprüfungen werden kontinuierlich durchgeführt - den Schülern werden vielfältige Gelegenheiten gegeben, ihr Leistungsvermögen zu demonstrieren. Der jeweilige Leistungsstand wird den Schülern in vertretbaren Zeitabständen bekanntgegeben.

Leistungsbewertung in der Sekundarstufe I

Den Schülern werden vielfältige Gelegenheiten gegeben, ihr Leistungsvermögen zu demonstrieren.

Die Leistungsbewertung bezieht sich auf die im Zusammenhang mit dem Unterricht erworbenen Kompetenzen. Indikatoren für das Erreichen der an den Unterricht gekoppelten prozess- und konzeptbezogenen Kompetenzen erhält der Lehrer durch Beobachten der Aktivität jedes einzelnen Schülers. Die Beobachtungen erfassen die Qualität, Häufigkeit und Kontinuität der Beiträge, die die Schüler im Unterricht einbringen.

Formen der Leistungsbewertung in der Sek. I

Geeignete Beobachtungen finden kontinuierlich während des Unterrichts statt und können sich u.a. in folgenden mündlichen, schriftlichen und praktischen Beurteilungsbereichen ergeben:

- Mündliche Beiträge zum Unterrichtsgang wie u.a. Hypothesenbildung, Lösungsvorschläge, Wiederholungen, Transferleistungen, Darstellen von Zusammenhängen und Bewerten von Ergebnissen, Analyse und Interpretation von Texten, Graphiken oder Diagrammen, umfassendere Erklärungsleistungen z.B. Darstellung von Sachzusammenhängen, Beobachtungen, Experimenten im Rahmen von

Lernplakaten, Kurzvorträgen oder mediengestützten Referaten o.ä., qualitatives und quantitatives Beschreiben von Sachverhalten, auch in mathematisch-symbolischer Form.

- Schriftliche Beiträge wie z.B. Erstellung von Produkten wie Dokumentationen zu Aufgaben, Untersuchungen und Experimenten, Beobachtungs- und Versuchsprotokollen, Modelle, Bearbeitung von Arbeitsblättern, Arbeit mit Schul-, Fach- und Experimentierbüchern. Führung eines Heftes, Lerntagebuchs oder Portfolios, kurze schriftliche Übungen und Überprüfungen.
- Praktische Beiträge wie u.a. selbstständige Planung, Durchführung und Auswertung von Experimenten, Aufbau und Umgang mit Experimenten, Umsetzung von Arbeitsaufträgen (praktisch / theoretisch) auch im Rahmen von Gruppenarbeiten, Exkursionen u.Ä. Beiträge zur gemeinsamen Gruppenarbeit - Bereitschaft und Fähigkeit Arbeitsaufträge im Team zu bearbeiten.

Lernerfolgsüberprüfungen wie kurze schriftliche Überprüfungen (Tests) werden rechtzeitig angekündigt – dabei wird der inhaltliche Rahmen den Schülern mitgeteilt.

Der Einsatz schriftlicher Unterrichtsmethoden wie z.B. kurzer schriftlicher Übungen oder das Bearbeiten von Arbeitsblätternd wird nicht angekündigt sondern sind integraler Bestandteil des normalen Unterrichts.

Parallel zum Unterricht wird ein Hausheft geführt. Das Hausheft kann nach Ankündigung eingesammelt werden. Die Qualität des Haushefts fließt in die Leistungsbewertung mit ein.

Das Anfertigen von Hausaufgaben gehört nach § 42 (3) SchG zu den Pflichten der Schüler. Unterrichtsbeiträge auf der Basis der Hausaufgaben können zur Leistungsbewertung herangezogen werden.

Die Ergebnisse schriftlicher Überprüfungen dürfen keine bevorzugte Stellung innerhalb der Notengebung einnehmen.

Leistungsbewertung in der Sekundarstufe II

Form und Bewertung von Klausuren

Inhalte

Fett sind obligatorische Gegenstände für Grund- und Leistungskurse, **fett-kursiv** sind zusätzliche obligatorische Gegenstände für Leistungskurse und normal gedruckt sind weitere empfohlene Gegenstände dargestellt.

Jahrgangsstufe 10

Mechanik

KINEMATIK UND DYNAMIK DES MASSEN-PUNKTES

- **Gesetze der gleichförmigen und gleichmäßig beschleunigten Bewegung**
- **Träge Masse, Trägheitssatz**
- **Kraft, Grundgleichung der Mechanik**
- **Impuls, Impulserhaltung**
- Modell des Massenpunktes
- Wurfbewegungen
- **Kreisbewegung, Zentripetalkraft**

ENERGIE UND ARBEIT

- **Lageenergie und Hubarbeit**
- **Bewegungsenergie und Beschleunigungsarbeit**
- **Spannenergie und Spannarbeit**
- **Energieentwertung und Reibungsarbeit**
- **Energiebilanzierung bei Übertragung und Umwandlung - *Erhaltung und Entwertung der Energie***
- **Stoßvorgänge**

GRAVITATION

- Kepler'sche Gesetze, unser Planetensystem
- **Gravitationsgesetz, Gravitationsfeld, Gravitationsfeldstärke**
- **Energie und Arbeit im Gravitationsfeld, Potential**

MECHANISCHE SCHWINGUNGEN

- Schwingungsvorgänge und Schwingungsgrößen
- **harmonische Schwingung**
- **nichtlineare Schwingungen**
- erzwungene Schwingung, Resonanz
- gekoppelte Schwingungen

Jahrgangsstufe 11

Elektrik

LADUNGEN UND FELDER

- **elektrisches Feld, elektrische Feldstärke E**
- **zentralsymmetrisches Feld, Coulomb'sches Gesetz**
- **potentielle Energie im elektrischen Feld, Spannung, Potential**
- **elektrische Kapazität**
- Dielektrikum, Dielektrizitätszahl
- **magnetisches Feld, magnetische Feldgröße B**
- **Lorentzkraft**
- Ferromagnetismus
- **Bewegung von Ladungsträgern in elektrischen und magnetischen Feldern**
- Erzeugung eines Elektronenstrahls, e/m -Bestimmung

ELEKTROMAGNETISMUS

- **elektromagnetische Induktion, Induktionsgesetz**
- **Selbstinduktion, Induktivität**
- Erzeugung von Wechselspannung
- Transformator, Übertragung elektrischer Energie

MECHANISCHE WELLEN

- **Entstehung und Ausbreitung von Transversal- und Longitudinalwellen,**
- **Beugung, Huygens'sches Prinzip, Reflexion, Brechung**
- **Interferenz von Wellen, stehende Welle**

- Schall als mechanische Welle
- Dopplereffekt

ELEKTROMAGNETISCHE SCHWINGUNGEN UND WELLEN

- **elektromagnetischer Schwingkreis (Grundphänomene, Analogien zum mechanischen Oszillator)**
- Erzeugung ungedämpfter elektromagnetischer Schwingungen, Rückkopplung
- **elektromagnetische Wellen (Ausbreitung, Hertz'scher Dipol)**

Jahrgangsstufe 12

Elektrik, Quanten-, Atom- und Kernphysik

ELEKTROMAGNETISCHE SCHWINGUNGEN UND WELLEN (FORTSETZUNG)

- **Ausbreitung von Licht (Beugung, Interferenz, Reflexion, Brechung, Polarisation)**
- Holographie
- **Linienpektren, IR- und UV-Strahlung**
- Ätherhypothese und Michelson-Versuch

Relativitätstheorie

- ***relativistische Kinematik***
- Erhaltungssätze in der relativistischen Dynamik
- ***Äquivalenz von Masse und Energie***

Thermodynamik

ENERGIEERHALTUNG UND ENERGIEENTWERTUNG

- **1. Hauptsatz der Thermodynamik**
- **Entropie und 2. Hauptsatz der Thermodynamik**
- ***dissipative Strukturen***

Atom-und Quantenphysik

- QUANTENEFFEKTE
- **lichtelektrischer Effekt und Lichtquantenhypothese**
- **Linienpektren und Energiequantelung des Atoms, Bohr'sches Atommodell**
- **de Broglie-Theorie des Elektrons**
- ***Grenzen der Anwendbarkeit klassischer Begriffe in der Quantenphysik***
- ***Heisenberg'sche Unbestimmtheitsrelation***
- Quantenobjekte und Messprozesse
- Schrödingergleichung und Anwendungen (
- Wasserstoffatom, Tunneleffekt)
- Pauli-Prinzip (Spin, Aufbau des Periodensystems)

ATOMBAU UND KERNPHYSIK

- **Atommodelle**
- **ionisierende Strahlung (Strahlungsarten, Nachweismethoden)**
- **radioaktiver Zerfall (Zerfallsgesetz, Zerfallsprozesse)**
- Spektroskopie (Röntgen-, γ - und β -Strahlung)
- ***Kernspaltung und Kernfusion (Kernbausteine, Bindungsenergie, Kettenreaktion)***

Bewertung und Korrektur

Grundlage der Bewertung ist eine ausführliche Musterlösung (entspricht dem Erwartungshorizont), die den zu überprüfenden Kompetenzen Punkte zuordnet und die notwendige Differenzierung und Transparenz der Bewertung gewährleistet.

Für die Benotung der Klausuren in der Oberstufe werden die für das Zentralabitur vorgesehenen Notenstufen herangezogen.

Punkte	Note in Worten	Note (mit Tendenz)	Prozente	Notendefinition
15	sehr gut	1+	95 %	Die Leistungen entsprechen den Anforderungen in besonderem Maße.
14		1	90 %	
13		1–	85 %	
12	gut	2+	80 %	Die Leistungen entsprechen den Anforderungen voll.
11		2	75 %	
10		2–	70 %	
9	befriedigend	3+	65 %	Die Leistungen entsprechen den Anforderungen im Allgemeinen.
8		3	60 %	
7		3–	55 %	
6	ausreichend	4+	50 %	Die Leistungen weisen zwar Mängel auf, entsprechen aber im Ganzen noch den Anforderungen.
5		4	45 %	
4	<i>schwach</i> ausreichend ¹	4–	39 %	Die Leistungen weisen Mängel auf und entsprechen den Anforderungen nur noch mit Einschränkungen. ¹
3	mangelhaft	5+	33 %	Die Leistungen entsprechen den Anforderungen nicht, lassen jedoch erkennen, dass die notwendigen Grundkenntnisse vorhanden sind und die Mängel in absehbarer Zeit behoben werden können.
2		5	27 %	
1		5–	20 %	
0	ungenügend	6	0 %	Die Leistungen entsprechen den Anforderungen nicht und selbst die Grundkenntnisse sind so lückenhaft, dass die Mängel in absehbarer Zeit nicht behoben werden können.

Anzahl und Dauer

	EF	Q 1.1	Q1.2	Q2.1	Q 2.2*	
Anzahl der Klausuren	4	2	2	2	1	
Klausurdauer	GK	90 min	90 min	90 min	135 min	180 min
	LK	-	135 min	135 min	180 min	255 min

*Die Klausur in Q2.2 wird unter Abiturbedingungen geschrieben

Aufgabenarten

Bei der Formulierung der Aufgabenstellungen werden die im Zentralabitur geforderten Operatoren verwendet:

angeben, nennen / begründen / berechnen / beschreiben / bestimmen, ermitteln / beurteilen / beweisen, widerlegen / entscheiden / erklären / erstellen, darstellen / herleiten / interpretieren / skizzieren / untersuchen, prüfen / vergleichen / zeichnen, graphisch darstellen / zeigen, nachweisen.

Hilfsmittel

Als Hilfsmittel bei Klausuren werden wissenschaftliche Taschenrechner ohne CAS, Formelsammlungen und Nuklidkarten zugelassen.

Facharbeiten in der Qualifikationsphase

Die Facharbeit ersetzt die erste Klausur im zweiten Halbjahr. Die Themenfindung erfolgt durch Absprache zwischen Schülern und Lehrern. Die Facharbeit wird durch die Lehrkraft stetig begleitet. Beratungstermine sind verpflichtend, zu diesen werden Zwischenergebnisse (z.B. Inhaltsverzeichnis und Konzept) verbindlich eingefordert. Wenn die Schüler die zu diesen Terminen geforderten Zwischenergebnisse nicht vorlegen, geht das negativ in die Bewertung der Facharbeit ein.

Die Facharbeit wird nach folgenden Kriterien beurteilt:

- Angaben zum Thema:
- Umfang und Form
- Sprachlicher Aspekt
- Beherrschung der Fachsprache:
- Inhaltlicher Aspekt
- Angabe der Quellen

Gewichtung der einzelnen Aspekte

Die Benotung der Facharbeit soll sich an unten stehendem Gewichtungsschema orientieren. Natürlich sind in begründeten Fällen auch Abweichungen davon möglich: Wenn z.B. ein Schüler eine Facharbeit über den Einfluss der Luftreibung beim schiefen Wurf abliefern soll, stattdessen aber eine Arbeit über den Einfluss des Süd-West-Windes auf das Liebesleben der Blattlaus abliefern, so kann man diese Facharbeit trotz exzellenter Form, Umfang, sprachlichen und inhaltlichen Aspekten durchaus als ungenügend bewerten. Im Normalfalle sollte man jedoch folgendes Schema zur Beurteilung der Facharbeit verwenden:

Angaben zum Thema	10%
Umfang und Form	10%
Sprachlicher Aspekt	10%
Inhaltlicher Aspekt	55%
Beherrschung der Fachsprache	10%
Angabe der Quellen	5%

Formen und Bewertung der „Sonstigen Mitarbeit“

Der Schwerpunkt im Bereich der sonstigen Mitarbeit liegt in der mündlichen Arbeit im Unterricht. Deshalb wird dieser Bereich am stärksten gewichtet. Beurteilungskriterien sind Kontinuität, Qualität und Quantität.

Alle Teilleistungen, die nicht in den Klassenarbeiten erbracht werden, zählen zum Bereich sonstige Mitarbeit (z.B. Hausaufgaben, Mitarbeit im Unterricht in den verschiedenen Sozialformen, Teilnahme an Präsentationen, Einzelvortrag, Referat, Heftführung...).

Hausaufgaben werden nicht mit einer Note bewertet, sind aber als Leistungsbeitrag zu berücksichtigen, wie auch das Nichterledigen Folgen hat für die erfolgreiche Mitarbeit im Unterricht und für die Vorbereitung auf die Klassenarbeiten. Nach besprochener Hausaufgabe wird allerdings die richtige Lösung im Hausheft erwartet. Auf diesen Zusammenhang werden die Schüler hingewiesen. Die Gesamtleistung aus diesem Bereich fließt zu 50 % in die Abschlussnote ein. Eine rein rechnerische Ermittlung der Abschlussnote ist nicht zulässig, auch pädagogische Erwägungen können zur Notenbildung herangezogen werden.

Mitteilung von Leistungsnoten

Zu Beginn eines Schuljahres / Schulhalbjahres geben die Lehrer die Kriterien der Leistungsbewertung bekannt. Jeweils am Quartalsende erhalten die Schüler eine Rückmeldung über den Leistungsstand.

Kriterien zur Beurteilung der mündlichen Leistung

Keine freiwillige Mitarbeit im Unterricht. Äußerungen nach Aufforderung sind falsch. Die Leistung entspricht den Anforderungen nicht. Selbst Grundkenntnisse sind so lückenhaft, dass die Mängel in absehbarer Zeit nicht behebbar sind.

Note: 6; Punkte: 0

Keine freiwillige Mitarbeit im Unterricht. Äußerungen nach Aufforderung sind nur teilweise richtig. Die Leistung entspricht den Anforderungen nicht, notwendige Grundkenntnisse sind jedoch vorhanden und die Mängel in absehbarer Zeit behebbar.

Note: 5; Punkte: 1-3

Nur gelegentlich freiwillige Mitarbeit im Unterricht. Äußerungen beschränken sich auf die Wiedergabe einfacher Fakten und Zusammenhänge aus dem unmittelbar behandelten Stoffgebiet und sind im Wesentlichen richtig. Die Leistung weist zwar Mängel auf, entspricht im Ganzen aber noch den Anforderungen.

Note: 4; Punkte: 4-6

Regelmäßig freiwillige Mitarbeit im Unterricht. Im Wesentlichen richtige Wiedergabe einfacher Fakten und Zusammenhänge aus unmittelbar behandeltem Stoff. Verknüpfung mit Kenntnissen des Stoffes der gesamten Unterrichtsreihe. Die Leistung entspricht im Allgemeinen den Anforderungen.

Note: 3; Punkte: 7-9

Verständnis schwieriger Sachverhalte und deren Einordnung in den Gesamtzusammenhang des Themas. Erkennen des Problems, Unterscheidung zwischen Wesentlichem und Unwesentlichem. Es sind Kenntnisse vorhanden, die über die Unterrichtsreihe hinausreichen. Die Leistung entspricht in vollem Umfang den Anforderungen.

Note: 2; Punkte: 10-12

Erkennen des Problems und dessen Einordnung in einen größeren Zusammenhang, sachgerechte und ausgewogene Beurteilung; eigenständige gedankliche Leistung als Beitrag zur Problemlösung. Angemessene, klare sprachliche Darstellung. Die Leistung entspricht den Anforderungen in ganz besonderem Maße.

Note: 1; Punkte: 13-15

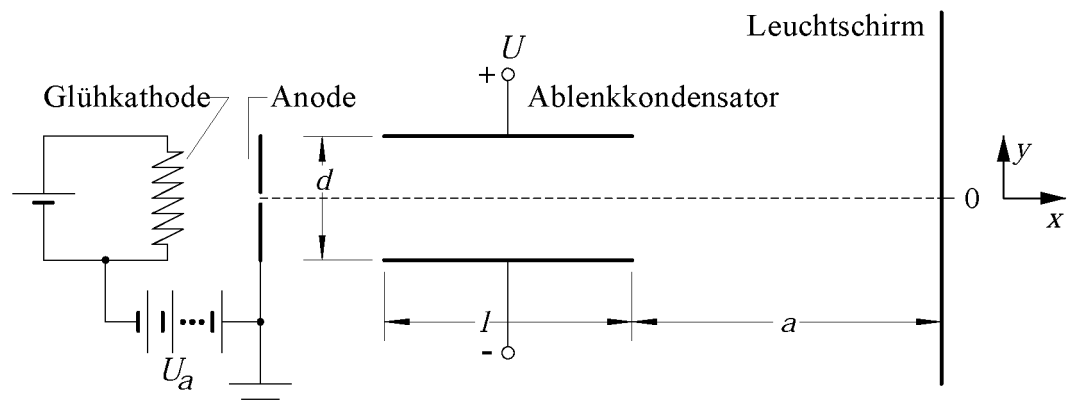
Anlagen

Beispiel für eine Klausur mit Bewertungsraster

1. Ein kugelförmiges Öltröpfchen mit Radius $r = 1,1 \cdot 10^{-6}$ m schwebt in einem horizontal gelagerten Plattenkondensator mit Plattenabstand $d = 0,50$ cm. Die Kondensatorspannung beträgt $U = 500$ V, der Feldstärkevektor zeigt senkrecht nach oben. Die Dichte des Öls beträgt $\rho = 0,881 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$. Der Auftrieb in der Luft ist zu vernachlässigen.

- 4 BE a) Skizzieren Sie die Versuchsanordnung und tragen Sie die auftretenden Kräfte sowie die zugehörige Polung der Kondensatorspannung ein. Welches Vorzeichen besitzt die Ladung des Öltröpfchens?
- 8 BE b) Leiten Sie die Formel für die Bestimmung der Ladung des Tröpfchens in Abhängigkeit von den anfangs gegebenen Größen **allgemein** her. Wie viele Elementarladungen trägt das Öltröpfchen?
- 4 BE c) Welche Schwierigkeiten treten bei der beschriebenen Bestimmung der Tröpfchenladung auf?
- 3 BE d) Zwei im Abstand von 0,10 mm schwebende Öltröpfchen tragen beide die Ladung $q = 4,8 \cdot 10^{-19}$ C. Mit welcher Kraft stoßen sich die beiden Öltröpfchen ab?

2. Im Folgenden soll die Ablenkung eines Elektronenstrahls im elektrischen Querfeld untersucht werden. Dazu wird die nachstehend skizzierte Anordnung verwendet.



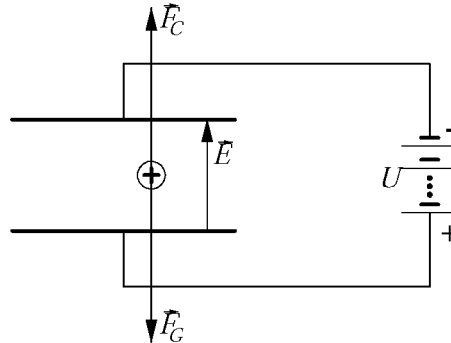
Die aus der Kathode mit zu vernachlässigender Geschwindigkeit austretenden Elektronen durchlaufen die Beschleunigungsspannung $U_a = 2,0$ kV und treten längs der gezeichneten x -Achse in den Ablenkkondensator ein, dessen quadratische Platten die Seitenlänge $l = 4,0$ cm und den Abstand $d = 2,0$ cm haben. Das elektrische Feld soll sich auf den Innenbereich des Kondensators beschränken, es darf als homogen angenommen werden. Der Leuchtschirm befindet sich $a = 10$ cm hinter dem Ablenkkondensator.

- 3 BE a) Berechnen Sie die Geschwindigkeit v_x , mit der die Elektronen in den Ablenkkondensator eintreten. (Ergebnis: $2,7 \cdot 10^7 \frac{\text{m}}{\text{s}}$)
- 6 BE b) An die Platten des Ablenkkondensators wird die Spannung $U = 0,80$ kV angelegt. Berechnen Sie die Ladung auf einer Kondensatorplatte sowie die elektrische Feldstärke innerhalb des Kondensators.

- 9_{BE} c) Berechnen Sie die Verweildauer der Elektronen im elektrischen Feld des Ablenk-
kondensators und den Abstand der Elektronen von der x -Achse beim Verlassen
des Ablenkkondensators.
- 6_{BE} d) Berechnen Sie die Geschwindigkeitskomponente v_y der Elektronen nach ihrem
Flug durch das elektrische Feld des Ablenkkondensators. (Ergebnis: $1,1 \cdot 10^7 \frac{\text{m}}{\text{s}}$)
- 7_{BE} e) Ermitteln Sie aus einer maßstäblich angefertigten Zeichnung, wie weit der Auf-
treffpunkt der Elektronen auf dem Leuchtschirm von 0 entfernt ist.

1. geg.: $r = 1,1 \cdot 10^{-6} \text{ m}$, $d = 0,50 \text{ cm}$, $a = 10 \text{ cm}$, $U = 500 \text{ V}$,
 $\rho = 0,881 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 881 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$.

4 BE a)



Das Öltröpfchen ist **positiv** geladen.

8 BE b) Kräftegleichgewicht:

$$\begin{aligned} F_G &= F_C \\ mg &= Eq \\ q &= \frac{mg}{E} = \frac{mg}{\frac{U}{d}} = \frac{mgd}{U}. \end{aligned}$$

Aus der Dicht des Öls:

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{m}{V} \\ m &= \rho V = \rho \frac{4}{3} r^3 \pi. \end{aligned}$$

Eingesetzt:

$$q = \frac{\rho \frac{4}{3} r^3 \pi \cdot gd}{U} = \frac{4\pi \rho r^3 gd}{3U}$$

Einsetzen der gegebenen Größen:

$$\begin{aligned} q &= \frac{4\pi \cdot 881 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot (1,1 \cdot 10^{-6} \text{ m})^3 \cdot 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \cdot 0,0050 \text{ m}}{3 \cdot 500 \text{ V}} = 4,8 \cdot 10^{-19} \text{ A s} \\ &= 3 \cdot 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ A s} \end{aligned}$$

Das Tröpfchen trägt 3 Elementarladungen.

4 BE c) Die Schwierigkeiten bei dieser Versuchsdurchführung sind:

- α) Durch die Brownsche Bewegung wird die Einstellung der Spannung für den Schwebefall sehr ungenau.
 β) Der Durchmesser der Öltröpfchen ist submikroskopisch klein. Es werden die zu großen Radien der Beugungsscheibchen gemessen.

3 BE d) geg.: $d = 0,10 \text{ mm} = 1,0 \cdot 10^{-4} \text{ m}$, $q = 4,8 \cdot 10^{-19} \text{ A s}$.

Coulomb-Gesetz:

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q^2}{d^2} = \frac{1}{4\pi \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{C}}{\text{Vm}}} \frac{(4,8 \cdot 10^{-19} \text{ A s})^2}{(1,0 \cdot 10^{-4} \text{ m})^2} = 2,1 \cdot 10^{-19} \text{ N}$$

2. geg.: $U_a = 2,0 \text{ kV}$, $l = 4,0 \text{ cm}$, $d = 2,0 \text{ cm}$, $a = 10 \text{ cm}$.

3 BE a) Energieerhaltung:

$$\frac{1}{2}mv_x^2 = U_a e$$
$$v_x = \sqrt{2 \frac{e}{m} U_a} = \sqrt{2 \cdot \frac{1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}}{9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}} \cdot 2000 \text{ V}} = 2,7 \cdot 10^7 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

6 BE b) geg.: $U = 0,80 \text{ kV}$.

Kapazität des Kondensators:

$$C = \epsilon_o \frac{A}{d} = \epsilon_o \frac{l^2}{d} = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{C}}{\text{Vm}} \cdot \frac{(0,040 \text{ m})^2}{0,020 \text{ m}} = 7,08 \cdot 10^{-13} \text{ F}$$

Ladung aus der Kapazität

$$C = \frac{Q}{U}$$
$$Q = CU = 7,08 \cdot 10^{-13} \text{ F} \cdot 800 \text{ V} = 5,7 \cdot 10^{-10} \text{ As}$$

Feldstärke:

$$E = \frac{U}{d} = \frac{800 \text{ V}}{0,020 \text{ m}} = 4,0 \cdot 10^4 \frac{\text{V}}{\text{m}}$$

9 BE c) Verweildauer t aus v_x :

$$v_x = \frac{l}{t}$$
$$t = \frac{l}{v} = \frac{0,040 \text{ m}}{2,7 \cdot 10^7 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 1,5 \cdot 10^{-9} \text{ s}$$

Beschleunigung in y -Richtung mittels 2. Newtonschem Gesetz:

$$a_y = \frac{F}{m} = \frac{Ee}{m} = \frac{4,0 \cdot 10^4 \frac{\text{V}}{\text{m}} \cdot 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ As}}{9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}} = 7,0 \cdot 10^{15} \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

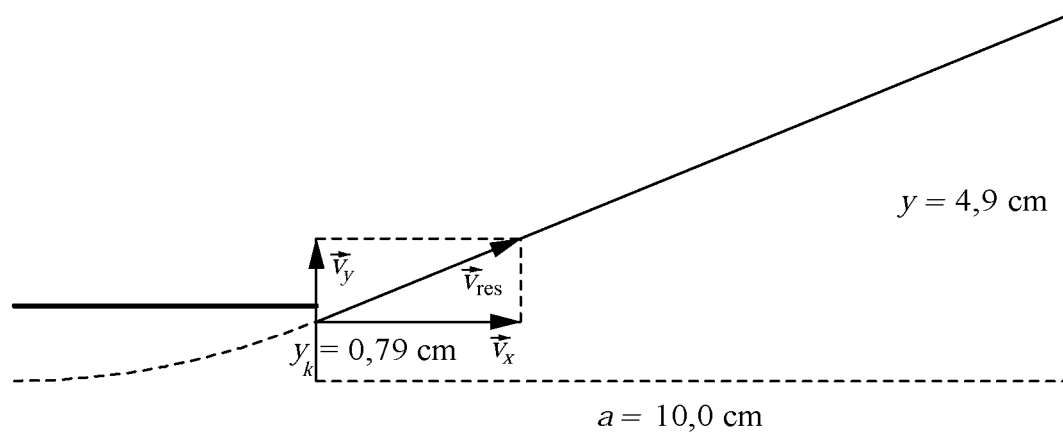
Bewegungsgleichung:

$$y_k = \frac{1}{2} a_y t^2 = \frac{1}{2} \cdot 7,0 \cdot 10^{15} \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot (1,5 \cdot 10^{-9} \text{ s})^2$$
$$= 7,9 \cdot 10^{-3} \text{ m} = 0,79 \text{ cm}$$

6 BE d) Bewegungsgleichung:

$$v_y = a_y t = 7,0 \cdot 10^{15} \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 1,5 \cdot 10^{-9} \text{ s} = 1,1 \cdot 10^7 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

7_{BE} e)



Die y -Ablenkung beträgt insgesamt $4,9 \text{ cm}$.

50_{BE}