

# Gymnasium Juventus

Schriftliche Zwischenprüfung

2014

**Fach:** GF Physik (Passerelle)

**Zugelassene Hilfsmittel:** Regelwerke der DMK/DPK, resp. DMK/DPK/DCK  
Gemäss Weisungen der SMK, Stand 1. Juli 2011

Taschenrechner: Eines der zwei Modelle wie folgt:

- Casio FX-82 Solar
- Texas Instruments TI 30 eco RS

**Dauer:** 60 min

## Hinweise:

- Ergebnisse ohne Lösungsweg werden nicht bewertet
- Unleserliches wird nicht bewertet
- Ergebnisse sollen deutlich gekennzeichnet (doppelt unterstrichen) werden
- Ergebnisse sollen in einer **sinnvollen Genauigkeit** (signifikanten Ziffern) angegeben werden.
- Für die Lösungen soll der auf den Aufgabenblättern vorgesehene Platz verwendet werden. Eine Zusatzseite befindet sich am Schluss der Aufgabenblätter. Der Gebrauch zusätzlicher Blätter ist nur mit der Zustimmung der Aufsichtsperson zulässig.
- Der Gebrauch roter Farbstifte ist zu vermeiden

**max. 50 P\***

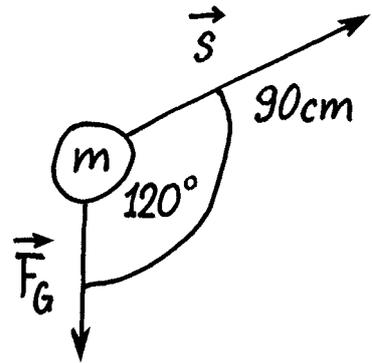
Falls nicht anders erwähnt soll stets gelten  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .

---

\* Für die Note 6 muss nicht die maximale Punktzahl erreicht werden.

**Aufgabe 1:** (8 Punkte)

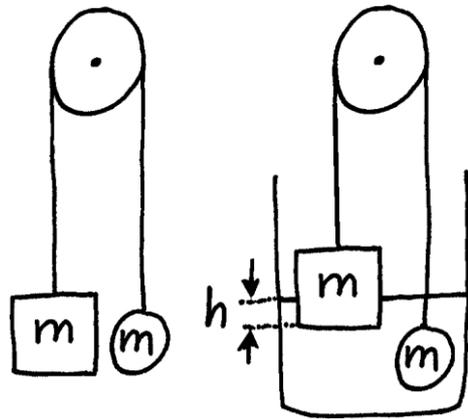
Der Leichtathlet Werner Günthör stösst eine 7 kg schwere, anfänglich ruhende Kugel schräg nach oben. Wir wollen annehmen, dass die Kugel auf einem 90 cm langen geradlinigen Weg, der mit dem Lot einen Winkel von  $120^\circ$  einschliesst, gleichförmig beschleunigt wird, bis sie am Ende des Weges die Abwurfgeschwindigkeit von 14 m/s erreicht hat.



- a) Wie stark wird die Kugel beim Stossen beschleunigt ( $a = ?$ ) und welche beschleunigende Kraft  $F_b$  ist für diese Beschleunigung erforderlich?
  
- b) Wie gross ist die Bewegungsenergie der Kugel beim Abwurf?
  
- c) Welche Arbeit hat Werner Günthör beim Stossen an der Kugel verrichtet und welche Kraft  $F_{\text{Weg}}$  wirkt auf dem 90 cm langen Weg in Wegrichtung?
  
- d) Ist die im Teil (c) der Aufgabe berechnete Kraft  $F_{\text{Weg}}$  gleich gross wie die vom Athleten ausgeübte Kraft  $F_{\text{Werner}}$ ? Erkläre allenfalls den Unterschied.

**Aufgabe 2:** (6 Punkte)

Eine Atwoodsche Fallmaschine ist im Gleichgewicht mit einem Holzwürfel der Kantenlänge  $6\text{ cm}$  an einem Ende des Fadens hängend und einer gleich schweren Aluminiumkugel am anderen Ende des Fadens. Die Dichte von Aluminium sei  $2.7\text{ g/cm}^3$  und die Dichte des Holzes sei vier Mal kleiner als diejenige des Aluminiums. Die Atwoodsche Maschine wird teilweise in einen zur Hälfte mit Wasser gefüllten Glasbecher getaucht. Dabei taucht die Alukugel am Faden hängend völlig ins Wasser und der Holzwürfel schwimmt auf dem Wasser. Siehe dazu die Skizze rechts!



- a) Wie gross ist die Auftriebskraft auf die Alukugel, wenn sie völlig ins Wasser eingetaucht ist und welche Auftriebskraft wirkt auf den auf dem Wasser schwimmenden Holzwürfel?

- b) Bis zu welcher Tiefe  $h$  taucht die Unterseite des Holzwürfels ins Wasser?

**Aufgabe 3:** (6 Punkte)

Einem 40 g schweren auf einem Tisch ruhenden Holzklotz wird ein seitlicher Schlag versetzt, so dass er mit einer Anfangsgeschwindigkeit  $v_0$  von 3 m/s über die Tischplatte gleitet. Er legt auf der Tischplatte gleitend eine horizontale Distanz von 90 cm zurück. Dabei wird er durch eine konstante Reibungskraft abgebremst, so dass er mit einer horizontalen Geschwindigkeit  $v_K$  von 2 m/s von der Tischkante fällt und mit einer Geschwindigkeit  $v_E$  von 4 m/s auf den Fussboden prallt. Der Luftwiderstand soll vernachlässigt werden.

a) Mit welcher Verzögerung ( $a = ?$ ) wird der Klotz beim Gleiten auf der Tischplatte durch Reibung abgebremst und welche Gleitreibungskraft bremst die Bewegung?

b) Mit welcher Gleitreibungszahl gleitet der Klotz auf der Tischplatte?

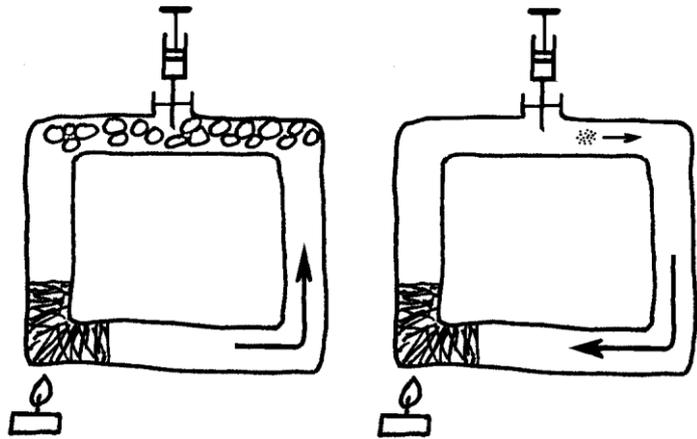
c) Wie viele cm unterhalb von der Tischplatte befindet sich der Fussboden?

**Aufgabe 4:** (6 Punkte)

Ein Stein wird von einem 45 m hohen Turm fallen gelassen. Eine halbe Sekunde nachdem der erste Stein fallen gelassen wurde, wird ihm ein zweiter Stein mit einer Abwurfgeschwindigkeit  $v_0$  hintennach geworfen. Wie gross ist die Fallzeit des freien Falls und wie gross ist die Abwurfgeschwindigkeit  $v_0$ , wenn beide Steine gleichzeitig auf dem Boden auftreffen? Der Luftwiderstand soll vernachlässigt werden.

**Aufgabe 5:** (6 Punkte)

Dawn Cosby zeigt mir stolz ihr neues Experiment. Sie hat ein quadratisches geschlossenes Glasrohr aufgestellt. Im Rohr befindet sich ein halber Liter Wasser in dem 40 g Eis schwimmen. Oben hat es eine Öffnung durch welche das Wasser und das Eis eingefüllt wurden. Eine Ecke des Glasrohrs ist mit einem Drahtgeflecht umhüllt. Dort positioniert Dawn eine brennende Rechaudkerze.



Nachdem die brennende Kerze hingestellt wurde, erkennt man, dass das Wasser im Rohr im Gegenuhrzeigersinn zirkuliert. Diese Zirkulation wird sichtbar gemacht durch Tropfen von Lebensmittelfarbe, die durch eine Kanüle ins Wasser gelangen. Nach 4 min Erwärmung ist alles Eis geschmolzen und die Zirkulation wird langsamer und einige Zeit später ändert sie den Umlaufsinn von Gegenuhr- zu Uhrzeigersinn.

- a) Ich bin erstaunt, dass das Wasser durch die feste Glaswand hindurch von der brennenden Kerze in Bewegung versetzt werden kann und ich wundere mich, dass die Zirkulation den Drehsinn geändert hat. Dawn erklärt es mir wie folgt: (Max. vier kurze Sätze!)
- b) Dawn hat mir erklärt, dass das Glasrohr zerspringt, wenn man es nicht dort erwärmt, wo es mit einem Drahtgeflecht umhüllt ist. Erkläre! (Max. drei kurze Sätze!)

- c) Schätze die Heizleistung mit welcher die brennende Kerze das Wasser erwärmt.
- d) Schätze aufgrund der berechneten Heizleistung wie lange nachdem alles Eis geschmolzen ist, der Umlaufsinn der Zirkulation ändert. Falls es nicht gelungen ist, die Heizleistung zu berechnen, verwende den Wert  $P_{\text{Heiz}} = 60 \text{ W}$ .

**Aufgabe 6:** (6 Punkte)

Ein Amerikaner in Paris hat einen Toaster und einen Haartrockner im Reisegepäck. Die Typenschilder der Geräte wie folgt: Toaster: 110V/175W und Haartrockner: 110V/250W zeigen, dass die Geräte für eine Netzspannung von 110V vorgesehen sind. Die Netzspannung in Paris ist jedoch 230V. Der Amerikaner hat jedoch ein „Swiss Army Knife“ mit zahlreichen Werkzeugen im Gepäck und er weiss sich damit zu helfen. Er schliesst die beiden Geräte in Serie ans 230V Netz um sie, in Serie geschaltet, gleichzeitig zu betreiben.

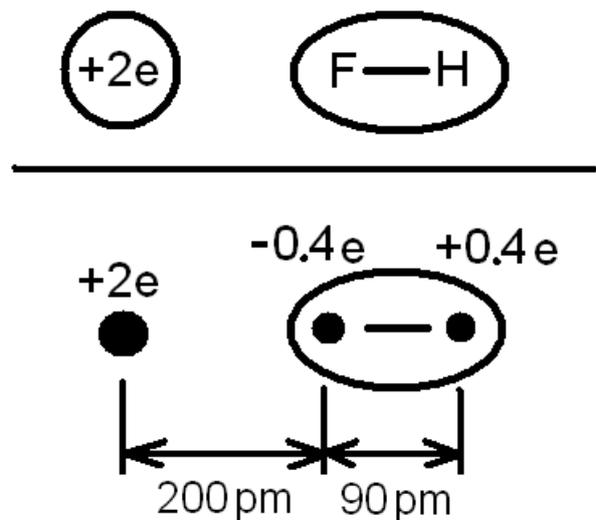
a) Wie viel Strom fließt durch die Serienschaltung? ( $I = ?$ )

b) Berechne die von den Geräten aufgenommene elektrische Leistung.

- c) Welches der beiden Geräte könnte in der Serienschaltung am ehesten beschädigt oder zerstört werden? Begründe!

**Aufgabe 7:** (6 Punkte)

Ein HF-Molekül (Wasserstofffluorid, Flusssäure) befindet sich neben einem Kation mit zwei Elementarladungen,  $+2e$ . Für die Anordnung soll ein Modell verwendet werden bestehend aus einer positiven punktförmigen Ladung und einem elektrischen Dipol bestehend aus zwei punktförmigen Ladungen  $\pm 0.4e$  mit entgegengesetzten Vorzeichen und gleichem Betrag. Die Ladungen sind linear aufgereiht mit der negativen Ladung des Dipols im Abstand von  $200 \cdot 10^{-12} \text{ m}$  vom Kation und die Ladungen des Dipols im Abstand von  $90 \cdot 10^{-12} \text{ m}$ .

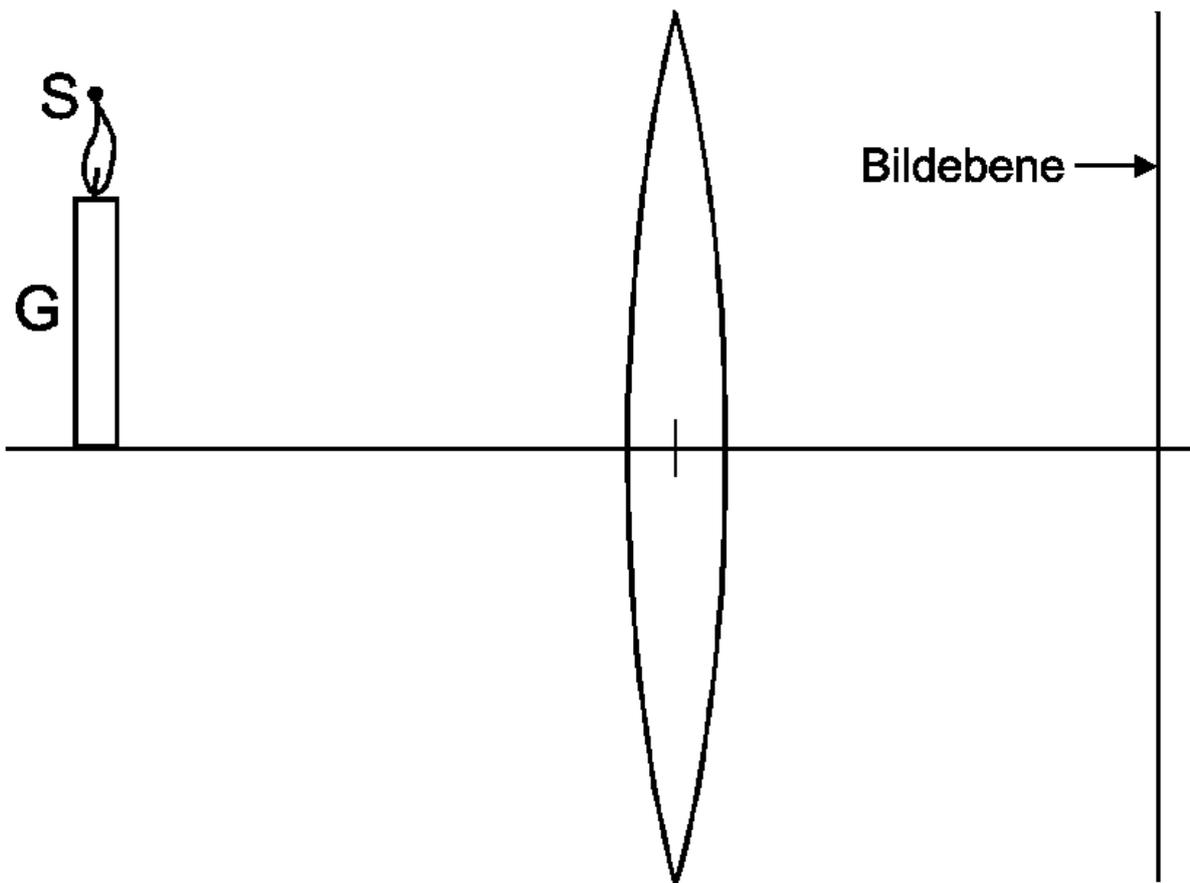


- a) Übt das Kation auf den Dipol eine Kraft aus, obwohl dieser als Ganzes ungeladen ist? Begründe! (Max. drei kurze Sätze!)
- b) Welche Kräfte übt das Kation auf die beiden Ladungen des Dipols sowie auf den Dipol als Ganzes aus?

**Aufgabe 8:** (6 Punkte)

Eine Linse bildet eine 120 mm hohe brennende Kerze ( $G = 120 \text{ mm}$ ) im Abstand von 270 mm ( $g = 270 \text{ mm}$ ) in einer Bildebene ab, die 150 mm vom Mittelpunkt der Linse ( $b = 150 \text{ mm}$ ) entfernt liegt.

- a) Skizziere in untenstehender Darstellung geeignete, vom Gegenstandspunkt  $S$  (Spitze der Kerzenflamme) ausgehende Strahlen und bestimme dieser Strahlen die Lage des Bildpunkts  $S'$ . Die Brechungen an den beiden Linsenoberflächen können, wie üblich, in eine einzige zusammengefasst werden. Zeige wo man in der ergänzten Figur Bildgrösse und Brennweite der Linse abmessen könnte.



- b) Berechne mithilfe geeigneter physikalischer Gesetze für Abbildungen mit Linsen aus den oben angegebenen Längenmassen Bildgrösse und Brennweite.

**Zusatzblatt:**

Bitte Aufgabennummer notieren!

**Zusatzblatt:**

Bitte Aufgabennummer notieren!

**Zusatzblatt:**

Bitte Aufgabennummer notieren!

Musterlösungen

$$1a) a = (v_E^2 - v_0^2) / (2s) = [(14^2 - 0) / (2 \cdot 0.9)] \text{ m/s}^2$$

$$a = \underline{\underline{109 \text{ m/s}^2}}, F_b = m \cdot a = 7 \cdot 108.9 \text{ N} = \underline{\underline{0.76 \text{ kN}}}$$

$$b) E_{kin} = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} \cdot 7 \cdot 14^2 \text{ J} = \underline{\underline{0.69 \text{ kJ}}}$$

$$c) \text{ Aus Energiesatz: } \Delta W = E_{kin} + mgh = 686 \text{ J} + (7 \cdot 10 \cdot (0.9/2)) \text{ J} = \underline{\underline{0.72 \text{ kJ}}} = F_{Weg} \cdot s \rightarrow F_{Weg} =$$

$$(717.5 \text{ J} / (0.9 \text{ m})) = \underline{\underline{0.80 \text{ kN}}}$$

d) Nein, die Kraft  $F_{Weg}$  in Wegrichtung wirkt der Trägheit der Kugel sowie dem Hangabtrieb der Gewichtskraft entgegen. Der Athlet muss jedoch mit seiner Kraft  $F_{Werner}$  noch einer Komponente der Gewichtskraft entgegen wirken, die senkrecht zur Wegrichtung steht.

$$2a) F_A = \rho_w V_w g = \frac{1 \text{ g}}{\text{cm}^3} \cdot \frac{(6 \text{ cm})^3}{4} \cdot 10 \text{ m/s}^2 = (54 \text{ g}) \cdot 10 \text{ m/s}^2$$

$$= 0.054 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 = \underline{\underline{0.54 \text{ N}}}$$

Weil die Maschine erneut im Gleichgewicht ist, muss die Auftriebskraft für den Holzwürfel gleich gross sein.  $\rightarrow \underline{\underline{0.54 \text{ N}}}$

$$b) F_A = \rho_w V_w g = \rho_w s^2 h g \rightarrow h = \frac{F_A}{\rho_w s^2 g} =$$

$$\frac{0.54}{1000 \cdot 0.06^2 \cdot 10} \text{ m} = \underline{\underline{1.5 \text{ cm}}}$$

Andere Lösungswege, basierend auf der Überlegung  
 $V_{Kugel} = 4 V_{W\u00fcrfel} \rightarrow V_{Kugel} = V_w = s^2 \cdot h = V_{W\u00fcrfel} / 4$   
 sind auch m\u00f6glich.

$$3a) a = (v_k^2 - v_0^2) / (2s) = [(2^2 - 3^2) / (2 \cdot 0.9)] \text{ m/s}^2 = \underline{\underline{-2.8 \text{ m/s}^2}}, F_R = m \cdot |a| = 0.04 \cdot 2.78 \text{ N} = \underline{\underline{0.11 \text{ N}}}$$

$$b) \mu_G = F_R / F_N = F_R / (mg) = m|a| / (mg) = |a| / g = 2.8 / 10 = \underline{\underline{0.28}}$$

$$c) \text{Energiesatz: } \frac{1}{2} m v_E^2 = \frac{1}{2} m v_k^2 + mgh \rightarrow h = \frac{1}{2g} (v_E^2 - v_k^2) = \frac{1}{2 \cdot 10} \cdot (4^2 - 2^2) \text{ m} = \underline{\underline{60 \text{ cm}}}$$

$$4.) h = \frac{1}{2} g t^2 = v_0(t - 0.5s) + \frac{1}{2} g (t - 0.5s)^2 \rightarrow t = \sqrt{2h/g} = \sqrt{2 \cdot 45 / 10} = \underline{\underline{3.0s}}$$

$$v_0 = \frac{g [t^2 - (t - 0.5s)^2]}{2(t - 0.5s)} = \frac{10 [3^2 - 2.5^2]}{2 \cdot 2.5} \text{ m/s}$$

$$\underline{\underline{v_0 = 5.5 \text{ m/s}}}$$

5a) Die Wärme der Kerze gelangt durch Wärmeleitung durch die Glaswand ins Wasser. Unterhalb von  $4^\circ\text{C}$  schrumpft das Wasser beim Erwärmen, d.h. das erwärmte Wasser sinkt zunächst ab. Nachdem sich das Wasser jedoch auf über  $4^\circ\text{C}$  erwärmt hat, dehnt es sich beim Erwärmen aus, d.h. das erwärmte Wasser steigt nach oben.

b) Das Drahtgeflecht leitet die Wärme der Kerzenflamme sehr gut. Dadurch wird die Wärme auf eine grössere Fläche verteilt, wodurch lokaler thermischer Stress vermindert wird.

$$c) P_{\text{Heiz}} = \frac{m_{\text{Eis}} \cdot L_f}{t_1} = \frac{0.04 \cdot 333'800}{4 \cdot 60} \text{ W} = \underline{\underline{56 \text{ W}}}$$

$$d) P_{\text{Heiz}} = \frac{(m_w + m_{\text{Eis}}) \cdot c_w \cdot 4 \text{ K}}{t_2} \rightarrow t_2 = \frac{(m_w + m_{\text{Eis}}) \cdot c_w \cdot 4 \text{ K}}{P_{\text{Heiz}}}$$

$$= \frac{(0.5 + 0.04) \cdot 4182 \cdot 4}{55.63} \text{ s} = 162 \text{ s} = \underline{\underline{2.7 \text{ min}}}$$

---


$$6a) R_{\text{serie}} = R_T + R_H = \frac{(110 \text{ V})^2}{P_T} + \frac{(110 \text{ V})^2}{P_H} =$$

$$110^2 \left( \frac{1}{175} + \frac{1}{250} \right) \Omega = 117.54 \Omega$$

$$I = \frac{230 \text{ V}}{R_{\text{serie}}} = \frac{230}{117.54} \text{ A} = \underline{\underline{2.0 \text{ A}}}$$

$$b) P_T = R_T \cdot I^2 = \frac{(110 \text{ V})^2}{175 \text{ W}} \cdot I^2 = \frac{110^2}{175} \cdot 1.957^2 \text{ W}$$

$$\underline{\underline{P_T = 265 \text{ W}}}$$

$$P_H = R_H \cdot I^2 = \frac{(110 \text{ V})^2}{250 \text{ W}} \cdot I^2 = \frac{110^2}{250} \cdot 1.957^2 \text{ W}$$

$$\underline{\underline{P_H = 185 \text{ W}}}$$

c) Der Toaster ist am meisten gefährdet. Seine „normale“ Leistung ist 175 W. In der Serienschaltung mit 230 V steigt sie auf 265 W.

7a) Die negative Ladung des Dipols liegt näher beim Kation als die positive Ladung. Die Anziehung der negativen Ladung ist deshalb stärker als die Abstoßung der positiven Ladung, wodurch der Dipol als Ganzes zum Kation hin gezogen wird.

$$b) F_- = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{2 \cdot 0.4 \cdot e^2}{(200 \text{ pm})^2}$$

$$\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0} = \frac{(1.602 \cdot 10^{-19})^2}{4\pi \cdot 8.854 \cdot 10^{-12}} \text{ Vm} \cdot \text{As} = 2.307 \cdot 10^{-28}$$

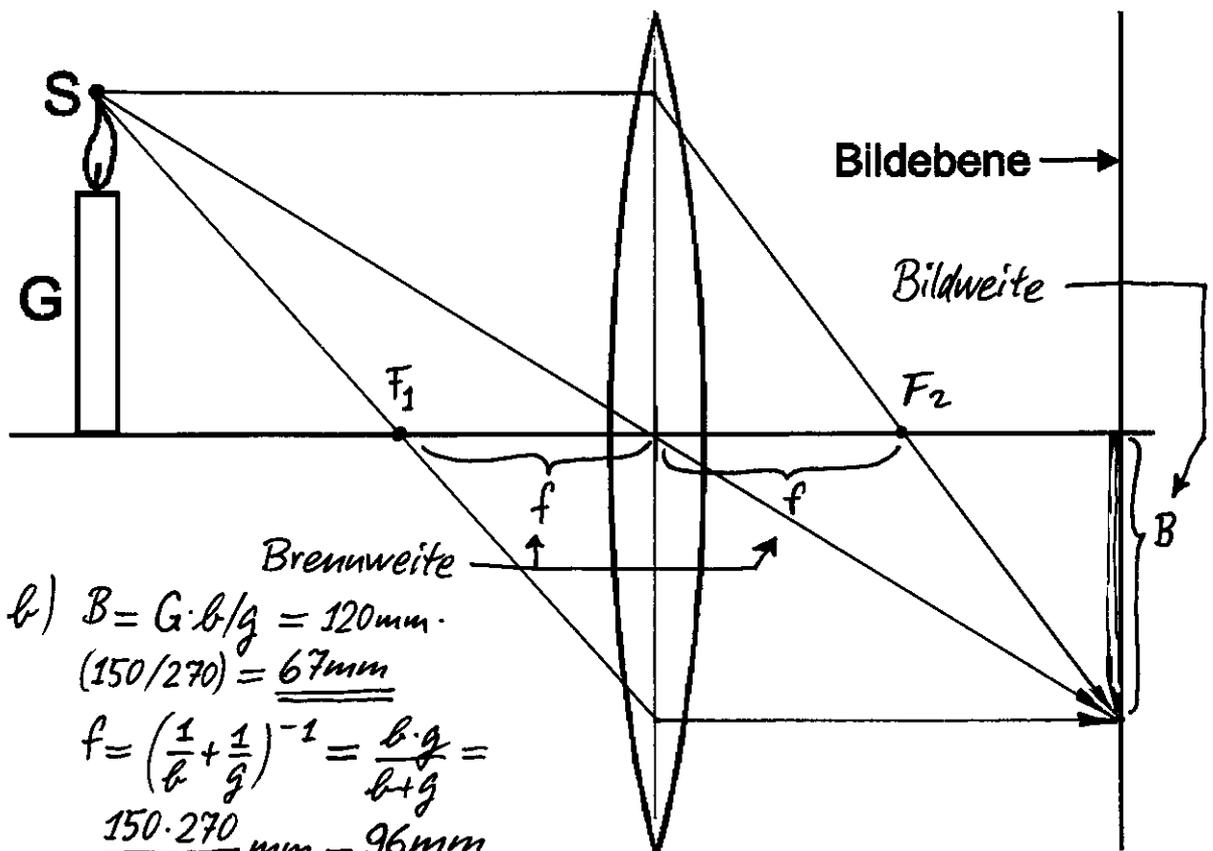
Vm · As

$$F_- = \frac{2 \cdot 0.4}{(200 \cdot 10^{-12})^2} \cdot 2.307 \cdot 10^{-28} \text{ N} = \underline{\underline{4.6 \text{ nN}}}$$

$$F_+ = \frac{2 \cdot 0.4}{(290 \cdot 10^{-12})^2} \cdot 2.307 \cdot 10^{-28} \text{ N} = \underline{\underline{2.2 \text{ nN}}}$$

$$F_{\text{Dipol}} = F_- - F_+ = (4.61 - 2.19) \text{ nN} = \underline{\underline{2.4 \text{ nN}}}$$

8a)



$$b) B = G \cdot \frac{b}{g} = 120 \text{ mm} \cdot \frac{150}{270} = \underline{\underline{67 \text{ mm}}}$$

$$f = \left( \frac{1}{g} + \frac{1}{b} \right)^{-1} = \frac{g \cdot b}{g + b} = \frac{150 \cdot 270}{150 + 270} \text{ mm} = \underline{\underline{96 \text{ mm}}}$$