

Kirjoita SELKEÄSTI jokaiseen paperiin nimesi, opiskelijanumerosi, tutkinto-ohjelmasi, opintojakso-koodi, kokeen päivämäärä sekä valitsemasi koe.

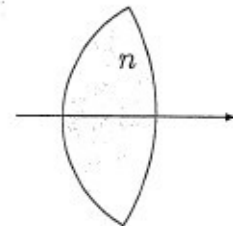
Sallitut apuvälineet: kirjoitusvälineet ja graafinen laskin. Muun oman materiaalin tuominen ei sallittu.

Tämä on fysiikan kurssi, joten desimaalilleen oikeaa numeerista vastausta tärkeämpää on että osoitat ymmärtäneesi ongelman taustalla olevan fysiikan. Jokaista tehtävää kannattaa ainakin yrittää. Onnea!

- Vastaa seuraaviin kysymyksiin lyhyesti, mutta täsmällisesti. Käytä tarvittaessa piirroksia vastauksen tukena. Pelkkä piirros ei kuitenkaan ole riittävä vastaus.
 - Ilmapallossa on pistemäinen varaus q . Riippuko pallon läpi tuleva sähkövuo siitä onko pallo puhallettu täyteen tai puolilleen ilmaa? Perustelee.
 - Saatko selville sähkömagneettisen aallon tulosuunnan mittaamalla sähkö- ja magneettikentän jossain avaruuden pisteessä (missä ko. aalto kulkee)? Perustelee.
- Kahden kaukana toisistaan olevan johdepallon säteet ovat 60.0 cm ja 30.0 cm ja varaukset vastaavasti 12.0 nC ja -60.0 nC. Pallot yhdistetään ohuella johtimella. Kuinka suuret ovat nyt pallojen varaukset?

- Ohuen kaksoiskuperan linssin (kuten kuvassa 3) pintojen kaarevuussäteet ovat 20.0 cm ja 12.0 cm. Linssimateriaalin taitekerroin on 1.47.

- Lähtien liikkeelle Snellin laista, johda lauseke linssin polttovälille ja määritä sen arvo. Voit olettaa että kaikki säteet ovat likimain symmetria-akselin suuntaisia (paraksiaalisia) jolloin kaikki kulmat ovat pieniä. Voit myös jättää huomiotta kaarevien pintojen välisen etäisyyden.



Tehtävä 3.

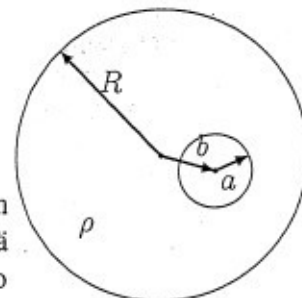
- 2.0 cm korkea esine on 30 cm etäisyydellä linssistä. Laske muodostuvan kuvan paikka ja korkeus.

- Eristepallossa ($r = a$) on varaustiheys ρ . Sen keskipiste on pisteessä $r = b$.

- Näytä, että pallon sisällä sähkökenttä on

$$E = \rho \frac{r - b}{3\epsilon_0}$$

- R -säteisen eristepallon (varaustiheys ρ) sisällä on a -säteinen onkalo etäisyydellä b pallon keskustasta ($a < b < R$). Määritä sähkökenttä E onkalon sisällä ja näytä että E on tasainen koko onkalon tilavuudessa.



Tehtävä 4.

- 1.0 mm paksuinen metallisuikale, jossa kulkee 32 A virta, on liuskaa vastaan kohtisuorassa magneettikentässä, $B = 0.80$ T. Liuskan reunoilta mitattu Hallin jännite on $2.0 \cdot 10^{-6}$ V. Laske metallin varauksenkuljettajatiheys.
- Ohut magnesiumfluoridikielko heijastaa hyvin ilmassa kulkevaa sinistä (436 nm) ja vihreätä valoa (532 nm), mutta ei mitään sen välissä. Määritä kiekon paksuus. MgF_2 :n taitekerroin ko. aallonpituuksille on 1.382054 (sininen) ja 1.37892 (vihreä).

Write CLEARLY in each paper your name, student number, degree programme, the code of the study module, the date of the exam, and the exam you chose. Allowed material: **writing implements and a graphical calculator**. You are not allowed to use any other material.

This is a physics course, so it is more important that you demonstrate that you understand the underlying physics than get a numerical answer that is perfect down to the last digit. It is worth to try every question. Good luck!

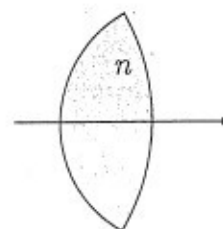
1. Answer the following questions shortly but precisely. Use drawings to support your answer if needed. Using only drawings is, however, not a sufficient answer.

- A balloon has a point charge q inside. Does the electric flux through the balloon depend on if it is fully or only half inflated? Justify.
- By measuring the electric and magnetic fields at a point in space where there is an electromagnetic wave, can you determine the direction from which the wave came? Explain.

2. Two conducting spheres have radii of 60.0 cm and 30.0 cm and corresponding charges 12.0 nC and -60.0 nC, when they are far away from each other. Calculate the charges after the spheres have been connected with a thin conducting wire.

3. The surfaces of a thin double-convex lens (similar to the one in Fig. 3) has radii of curvature of 20.0 cm and 12.0 cm, respectively. The refractive index for the lens material is 1.47.

- Starting from the Snell's law, derive the equation for the focal length of the lens and determine its value. You may assume that all rays are approximately parallel to the symmetry axis (paraxial), so that all angles are small. You may also neglect the distance between the two lenses.



Problem 3.

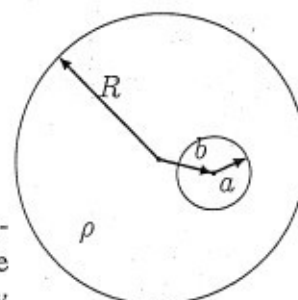
- A 2.0 cm high object is located 30 cm from the lens. Determine the height and location of the image.

4. An insulating sphere ($r = a$) carries charge density ρ . Its center is at $r = b$.

- Demonstrate that inside the sphere the electric field is

$$\mathbf{E} = \rho \frac{\mathbf{r} - \mathbf{b}}{3\epsilon_0}$$

- Inside a R -radius insulating sphere (charge density ρ) is a a -radius cavity at the distance b from the center of the sphere ($a < b < R$). Determine the electric field \mathbf{E} inside the cavity and demonstrate that \mathbf{E} is uniform inside the cavity.



Problem 4.

5. A 1.0 mm thick sheet of metal, carrying 32 A current, is placed in a magnetic field $B = 0.80$ T, perpendicular to the sheet. We then measure the Hall voltage of $2.0 \cdot 10^{-6}$ V over the edges of the sheet. Determine the charge carrier density in the metal.

6. A thin magnesium fluoride disc reflects well blue (436 nm) and green light (532 nm), incident from air, but nothing in between. Determine the thickness of the disc. Refractive indices for MgF_2 are 1.382054 (blue) and 1.37892 (green).

Vakioita – Constants

ϵ_0	$8.8542 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}$
μ_0	$4\pi \cdot 10^{-7} \text{ H/m}$
m_e	$9.1093 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$
m_p	$1.6726 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
$h = 2\pi\hbar$	$6.6260 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$
c	$2.9980 \cdot 10^8 \text{ m/s}$
e	$1.6022 \cdot 10^{-19} \text{ C}$