

# Tentamen i Fysik för CL och F, SK 1100 080602

Alla hjälpmedel utom sådana som innebär kontakt med andra levande varelser är tillåtna. Uppgifterna är inte ordnade i svårighetsgrad. Tänk på att även en ansats på ett tal kan ge delpoäng.

3,0p på A-delen erfordras för godkänt = betyg D.

För högre betyg fordras dessutom poäng på B-delen

Tentan handlar om en av de personer som betytt mest för experimentell fysik och i synnerhet optik. Från engelska Wikipedia:

**Abū Alī al-Ḥasan ibn al-Ḥasan ibn al-Haytham** or **Ali, hasan poore hasan poore heysam** (Arabic: **أبو علي بن هيثم**, **حسن بن حسن بن هيثم** Latinized: **Alhacen** or (deprecated) **Alhazen**) (965 – 1039), was an Arab or Persian. Muslim polymath who made significant contributions to the principles of optics, as well as to anatomy, astronomy, engineering, mathematics, medicine, ophthalmology, philosophy, physics, psychology, Ash'ari theology, visual perception, and to science in general with his introduction of the scientific method. He is sometimes called **al-Basri** (Arabic: **ابو بصير**), after his birthplace in the city of Basra, Iraq then ruled by the Buyid dynasty of Persia.

Ibn al-Haytham is regarded as the father of optics for his influential *Book of Optics*, which correctly explained and proved the modern intromission theory of vision, and for his experiments on optics, including experiments on lenses, mirrors, refraction, reflection, and the dispersion of light into its constituent colours. He studied binocular vision and the moon illusion, speculated on the finite speed, and rectilinear propagation of light, and argued for the corpuscular theory. Due to his formulation of a modern quantitative, empirical and experimental approach to physics and science, he is considered the pioneer of the modern scientific method and the originator of experimental science and experimental physics, and some have described him as the "first scientist" for these reasons. He is also considered by some to be the founder of experimental psychology for his experimental approach to the psychology of visual perception and optical illusions, and a pioneer of the philosophical field of phenomenology. His *Book of Optics* has been ranked alongside Isaac Newton's *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* as one of the most influential books in the history of physics, for initiating a revolution in optics and visual perception.

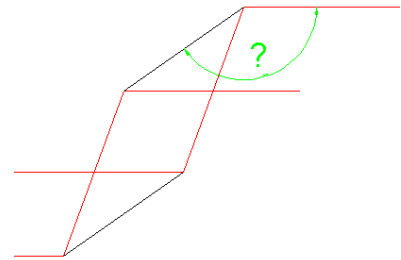
Among his other achievements, Ibn al-Haytham gave the first clear description and correct analysis of the camera obscura, discovered Fermat's principle of least time, and early ideas relating to inertia, discovered the concept of momentum (part of Newton's second law of motion), described the attraction between masses and was aware of the magnitude of acceleration due to gravity at a distance, discovered that the heavenly bodies were accountable to the laws of physics, presented a critique and reform of Ptolemaic astronomy, first stated Wilson's theorem in number theory, formulated and solved Alhazen's problem geometrically using early ideas related to calculus and mathematical induction, and in his optical research laid the foundations for the later development of telescopic astronomy, as well as for the microscope and the use of optical aids in Renaissance art.

A1

Hans mest kända bidrag till optiken ligger i att han designade och verkligen byggde kikare. Han byggde kikare med både positiva och negativa okular. Antag att vi har en (afokal) kikare med 5 ggr vinkelförstoring och negativt okular. Hela kikaren har den totala längden 120 mm. Vilken fokallängd har objektivet då?

A2

Han studerade också polarisation, framför allt av himmelsljuset. Han hade naturligtvis inga polarisationsfilter av den typ vi har idag, men uppfann (tror man) ett periskop men vilket man kunde studera en polarisationsriktning i taget. Svart är glasplattor med  $n=1,55$  och rött är ljusstrålar. Hur stor ska vinkeln markerad med ? vara?



A3

Han arbetade också som marin-ingenjör (fast han misslyckades med att vattenreglera Nilen) och beskriver bl a en våg: Mellan vågdal och vågberg är höjdskillnaden 1500 mm, mellan vågorna tar det 7,2 s och den lutande sträckan från vågdal till vågberg är 12,8m. (Jag har ändrat till moderna enheter), Vilken var våghastigheten?

A4

Han beskriver noggrannt hur man bör göra när man ställer upp experiment med okända naturfenomen. Han kände inte till elektricitet, men om man följer hans anvisningar och ställer upp ett experiment med elektriskt laddade kulor så skulle det kanske se ut så här: Den ena är laddad med  $20 \mu\text{C}$  och den andra med  $60 \mu\text{C}$ . De hänger i snören med flyttbara fästpunkter. Bägge väger 1kg och är identiska i alla avseenden utom laddningen. Fästpunkterna flyttas så att laddningarna befinner sig 0,60 m från varandra. Snörena är 0,30m långa. Rita en figur med snörvinklarna utsatta som visar hur laddningarna hänger.

A5

Han hade tillgång till permanenta magneter och upptäckte att små stift (av järn, men omagnetiserade) alltid ställde in sig i det vi idag kallar fältriktningen. Förklara varför de gör det.

B1

En kikare han föreslog var (z-axel i ljusets riktning)

Z=0 mm      Lins med f = 60 mm

Z= 90 mm      Lins med f = 15 mm

Z= 100 mm      Lins med f = -20 mm

Visa med strålkonstruktion att detta system är afokalt och bestäm vinkelförstoringen.

B2

Han lägger också grunden till färgläran genom att dela upp vitt ljus i sina våglängdskomponenter. För att göra detta använder han prismor där glaset har olika brytningsindex för olika våglängder. Detta fenomen kallas dispersion och beskrivs numera ofta av den relativa dispersionen

$$RD \equiv \frac{n_{blå} - n_{röd}}{n_{grön} - 1}$$

Visa att för en plankonvex lins med styrkan P gäller att  $\frac{\Delta P}{P} = \frac{P_{blå} - P_{röd}}{P_{grön}} = RD$

B3

I sitt studium av färger undersökte han pärlemor ( eng nacre ). Idag vet vi att fenomenet är relaterat till tunna skikt av aragonit, som kristalliserar i små lameller 0,5 – 1,0  $\mu\text{m}$  tjocka och ca 1000  $\mu\text{m}^2$  stora. Utseendet av pärlemor skiljer sig från utseendet av ex oljefläck på vatten genom att det ser ut att ha en vit bakgrund. Förklara varför.