Ledtrådar (Ergo Fysik 2)

Nedan följer ledtrådar och lösningshjälp till en del uppgifter i *Ergo Fysik 2* av Pålsgård med flera (tredje upplagans första tryckning).

Detta är en tidig version. Säg gärna till om du hittar fel eller saknar någon uppgift!

Kapitel 2

2.01 Rita figur, och tänk på att $r = i$.

2.02 Läs av klockan!

Faktum är att spegelbilden som man ser då man tittar hörnet mellan två vinkelräta speglar kommer att vara rättvänd. Det är nämligen så att ljus från föremålet reflekteras två gånger, så att man egentligen ser en spegelbild av en spegelbild. Detta kan inses mer i detalj genom att göra en strålgångsfigur. Konstruera först spegelbilden i ena spegeln. Konstruera sedan spegelbilden i andra spegeln av den första spegelbilden, så får du den spegelbild man ser när man tittar mot hörnet mellan de vinkelräta speglarna.

2.03 Rita noggrann figur, och tänk på att reflektionsvinkeln är lika stor som infallsvinkeln vid reflektion mot spegel.

2.04 Tänk på att reflektionsvinkeln är lika stor som infallsvinkeln.

En variant (som inte boken tar upp) är att först konstruera spegelbilden av P (ligger på en normal till spegelytan genom P, och lika långt från spegelytan som P). Dra sedan en stråle från bildpunkten P' till Q, så ser du var strålen från P träffat spegeln.

2.05 Rita en ordentlig figur där du ritar ut normalen till den vänstra spegelytan i den punkt där strålen träffar, den reflekterade strålen, och normalen till den högra spegel. Använd att $r = i$ och dina geometrikunskaper (vinkeln mellan spegelyta och normal är 90°, och vinkelsumman i en triangel är 180°).

2.06 (a) Använd brytningslagen ($n_1 \sin i = n_2 \sin b$) med $i = 50{,}0°$, $b = 28{,}6°$ och $n_1 = 1{,}00$ (luft). (b) Använd brytningslagen med $i = 25{,}0°$, $n_1 = 1{,}00$ (luft) och värdet på n_2 från (a)-uppgiften.

2.07 Tänk på att ett ämnes brytningsindex är lika med kvoten mellan ljusfarten i vakuum och ljusfarten i ämnet ($n = \frac{c}{c_{\text{ämne}}}$). Ljusfarten i vakuum är $3{,}00 \cdot 10^8$ m/s. Enklast är att först räkna ut ljusfarten i vatten ($2{,}26 \cdot 10^8$ m/s), sedan ljusfarten i glaset ($1{,}92 \cdot 10^8$ m/s) och till sist brytningsindex för glaset.

Man kan också lösa uppgiften utan att veta ljusfarten i vakuum:

$$n_{\text{glas}} = \frac{c}{c_{\text{glas}}} = \frac{c}{0{,}86 \cdot c_{\text{vatten}}} = \frac{1}{0{,}86} \cdot \frac{c}{c_{\text{vatten}}} = \frac{1}{0{,}86} \cdot n_{\text{vatten}}.$$

2.08 (a) Tänk på att infalls- och brytningsvinkel alltid mäts mellan respektive stråle och normalen till gränsytan. Brytningsvinkeln är alltså här $90° - 73° = 17°$. (b) Använd brytningslagen ($n_1 \sin i = n_2 \sin b$) med $i = 45°$, $b = 17°$ och $n_1 = 1{,}00$ (luft).

2.09 (a) Tänk på att brytningslagen innebär att ljus bryts *från* normalen när det går från ett ämne med *större* brytningsindex *till* ett ämne med *mindre* brytningsindex. Tänk också på att brytningsindex för luft är 1,00. (b) Använd reflektionslagen $r = i$ och brytningslagen ($n_1 \sin i = n_2 \sin b$) med $i = 32{,}0°$, $n_1 = 1{,}00$ och $n_2 = 1{,}50$.

2.10 Rita en ordentlig figur. I och med att vinklarna på de båda sidorna av prismat är lika stora måste det vara så att strålen inuti prismat avskär en likbent topptriangel (med basvinklar v, där $v + v + 50° = 180°$). Titta på första brytningen. Rita in normalen till gränsytan och och bestäm infallsvinkel i och brytningsvinkel b med geometri (tänk på att vinkeln mellan normalen och gränsytan är 90°). Använd sedan dessa värden i brytningslagen ($n_1 \sin i = n_2 \sin b$) med $n_1 = 1{,}0$ (luft).

2.11 (a) och (b) Tänk först ut vilken av stråle P eller Q som går ut som T (tänk på att ljus bryts *från* normalen när det går från ett ämne med *större* brytningsindex *till* ett ämne med *mindre* brytningsindex). Para sedan ihop strålar P och Q med R respektive S (tänk på att$r = i$). (c) Använd brytningslagen ($n_1 \sin i = n_2 \sin b$) med $i = 26°$, $b = 41°$ och $n_2 = 1{,}00$ (luft).

2.12 Beräkna först infallsvinkel och brytningsvinkel genom att utnyttja rätvinkliga trianglar i figuren ($i = \arctan \frac{7{,}0}{10{,}0}$, $b = \arctan \frac{7{,}5}{3{,}0}$). Använd sedan dessa värden i brytningslagen ($n_1 \sin i = n_2 \sin b$) med $n_2 = 1{,}00$ (luft).

2.13 Använd brytningslagen ($n_1 \sin i = n_2 \sin b$) med $i = 43{,}6°$, $b = 90°$ (totalreflektion) och $n_2 = 1{,}00$ (luft).

2.14 Använd brytningslagen ($n_1 \sin i = n_2 \sin b$) med $i = g$, $b = 90°$ (totalreflektion), $n_1 = 1{,}333$ och $n_2 = 1{,}311$.

2.15 Betrakta först fallet när ljus går från glas till luft för att bestämma brytningsindex för glaset. Använd brytningslagen ($n_1 \sin i = n_2 \sin b$) med $i = 38{,}3°$, $b = 90°$ (totalreflektion) och $n_2 = 1{,}00$ (luft). Räkna sedan på vad som händer när ljus går från glas till vatten. Gränsvinkeln kan bestämmas med brytningslagen ($n_1 \sin i = n_2 \sin b$) med $i = g$, $b = 90°$ (totalreflektion), n_1 från beräkningen ovan och $n_2 = 1{,}33$.

2.16 (a) Använd brytningslagen ($n_1 \sin i = n_2 \sin b$) med $i = g$, $b = 90°$ (totalreflektion), $n_1 = 1{,}50$ och $n_2 = 1{,}45$. (b) Rita en ordentlig figur och använd geometri i denna (vinkeln mellan normal och gränsyta är 90°, vinkelsumman i en triangel är 180°) för att först bestämma *brytnings*vinkeln vid A (14,8°). Bestäm sedan den sökta infallsvinkeln med brytningslagen ($n_1 \sin i = n_2 \sin b$) med $b = 14{,}8°$, $n_1 = 1{,}00$ (luft) och $n_2 = 1{,}50$. (c) Hur förändras brytningsvinkeln vid A om infallsvinklen vid A minskar? (Minskar) Hur förändras då infallsvinkeln vid B? (Ökar) Infallsvinkeln vid B blir alltså större än gränsvinkeln för totalreflektion, och ljuset kommer att totalreflekteras.

2.17 Använd $d \sin \theta_n = n\lambda$ med (a) $n = 1$, (b) $n = 5$ och (c) $n = 10$.

2.18 Rita figur, och bestäm ur denna θ_1 ($= \arctan \frac{1{,}66/2}{9{,}00}$.) Använd sedan $d \sin \theta_n = n\lambda$ med $n = 1$.

2.19 (a) Rita figur, och använd $d \sin\theta_n = n\lambda$ med $n = 2$. (b) Tänk på att ekvationen $\sin x = A$ inte har några lösningar om $A > 1$. Alltså måste $\sin\theta_n = \frac{n\lambda}{d} < 1$ för att interferensmaximum av ordning n skall synas.

2.20 Bestäm först θ_1 ($= \arctan\frac{(1{,}83-0{,}17)/2}{2{,}0}$). Använd sedan $d \sin\theta_n = n\lambda$ med $n = 1$.

2.21 Rita figur! Bestäm först θ_2 ($= 79{,}5°/2$). Använd sedan $d \sin\theta_n = n\lambda$ med $n = 2$.

2.22 Bestäm först gitterkonstanten genom att räkna på ljuset med den längre våglängden. Tänk då på att längre våglängd innebär större avböjning i ett gitter. Vi får då $\theta_1 = \arctan\frac{0{,}838/2}{1{,}36}$. Använd sedan $d \sin\theta_n = n\lambda$ med $n = 1$ för att bestämma d.

När gitterkonstanten är känd kan den okända våglängden bestämmas. Bestäm först θ_1 ($= \arctan\frac{0{,}660/2}{2{,}0}$). Använd sedan $d \sin\theta_n = n\lambda$ med $n = 1$.

2.23 Bestäm n ur $d \sin\theta_n = n\lambda$ med $\theta_n = 90°$ (absolut största möjliga vinkeln) och avrunda nedåt till närmsta heltal. (Alternativt kan man resonera som så att eftersom $\sin\theta_n = \frac{n\lambda}{d} \leq 1$ så måste $n \leq \frac{d}{\lambda}$.)

2.24 (a) Nollte ordningens ljusmaximum utgörs av ljus som gått rakt fram genom gittret. (b) Använd $d \sin\theta_n = n\lambda$ med $n = 1$. (c) Rita ordentlig figur. Det som efterfrågas är bredden av spektret på ena sidan centralmaximum.

2.25 (a) Använd $v = f\lambda$ med $v =$ ljushastigheten i vakuum (kan slås upp i formelsamlingen). (b) Kan mikrovågor skilja på vatten i mat och i en människokropp?

2.26 Använd diagrammet på sidan 15 i formelsamlingen ("Elektromagnetiska strålningens spektrum"). Tänk på att våglängdsskalan är logaritmisk! (b) Använd $v = f\lambda$ med $v =$ ljushastigheten i vakuum (kan slås upp i formelsamlingen).